



OpenShift Container Platform 4.11

虚拟化

OpenShift Virtualization 安装、使用和发行注记

OpenShift Container Platform 4.11 虚拟化

OpenShift Virtualization 安装、使用和发行注记

法律通告

Copyright © 2024 Red Hat, Inc.

The text of and illustrations in this document are licensed by Red Hat under a Creative Commons Attribution–Share Alike 3.0 Unported license ("CC-BY-SA"). An explanation of CC-BY-SA is available at

<http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/>

. In accordance with CC-BY-SA, if you distribute this document or an adaptation of it, you must provide the URL for the original version.

Red Hat, as the licensor of this document, waives the right to enforce, and agrees not to assert, Section 4d of CC-BY-SA to the fullest extent permitted by applicable law.

Red Hat, Red Hat Enterprise Linux, the Shadowman logo, the Red Hat logo, JBoss, OpenShift, Fedora, the Infinity logo, and RHCE are trademarks of Red Hat, Inc., registered in the United States and other countries.

Linux[®] is the registered trademark of Linus Torvalds in the United States and other countries.

Java[®] is a registered trademark of Oracle and/or its affiliates.

XFS[®] is a trademark of Silicon Graphics International Corp. or its subsidiaries in the United States and/or other countries.

MySQL[®] is a registered trademark of MySQL AB in the United States, the European Union and other countries.

Node.js[®] is an official trademark of Joyent. Red Hat is not formally related to or endorsed by the official Joyent Node.js open source or commercial project.

The OpenStack[®] Word Mark and OpenStack logo are either registered trademarks/service marks or trademarks/service marks of the OpenStack Foundation, in the United States and other countries and are used with the OpenStack Foundation's permission. We are not affiliated with, endorsed or sponsored by the OpenStack Foundation, or the OpenStack community.

All other trademarks are the property of their respective owners.

摘要

本文档提供有关如何在 OpenShift Container Platform 中使用 OpenShift Virtualization 的信息。

目录

第 1 章 关于 OPENSIFT VIRTUALIZATION	5
1.1. OPENSIFT VIRTUALIZATION 的作用	5
第 2 章 OPENSIFT VIRTUALIZATION 架构	6
2.1. OPENSIFT VIRTUALIZATION 架构如何工作	6
2.2. 关于 HCO-OPERATOR	7
2.3. 关于 CDI-OPERATOR	8
2.4. 关于 CLUSTER-NETWORK-ADDONS-OPERATOR	9
2.5. 关于 HOSTPATH-PROVISIONER-OPERATOR	10
2.6. 关于 SSP-OPERATOR	10
2.7. 关于 TEKTON-TASKS-OPERATOR	11
2.8. 关于 VIRT-OPERATOR	11
第 3 章 OPENSIFT VIRTUALIZATION 入门	13
3.1. 开始前	13
3.2. 开始使用	13
3.3. 后续步骤	14
第 4 章 OPENSIFT VIRTUALIZATION 发行注记	15
4.1. 使开源包含更多	15
4.2. 关于 RED HAT OPENSIFT VIRTUALIZATION	15
4.3. 新增和改变的功能	15
4.4. 弃用和删除的功能	16
4.5. 技术预览功能	17
4.6. 程序错误修复	18
4.7. 已知问题	18
第 5 章 安装	22
5.1. 为 OPENSIFT VIRTUALIZATION 准备集群	22
5.2. 为 OPENSIFT VIRTUALIZATION 组件指定节点	26
5.3. 使用 WEB 控制台安装 OPENSIFT VIRTUALIZATION	32
5.4. 使用 CLI 安装 OPENSIFT VIRTUALIZATION	33
5.5. 启用 VIRTCTL 客户端	35
5.6. 卸载 OPENSIFT VIRTUALIZATION	37
第 6 章 更新 OPENSIFT VIRTUALIZATION	42
6.1. 关于更新 OPENSIFT VIRTUALIZATION	42
6.2. 配置自动工作负载更新	43
6.3. 批准待处理的 OPERATOR 更新	45
6.4. 监控更新状态	45
6.5. 其他资源	46
第 7 章 安全策略	47
7.1. 关于工作负载安全性	47
7.2. 为 VIRT-LAUNCHER POD 扩展 SELINUX 策略	47
7.3. KUBEVIRT-CONTROLLER 服务帐户的其他 OPENSIFT CONTAINER PLATFORM 安全性上下文约束和 LINUX 功能	48
7.4. 其他资源	48
第 8 章 使用 CLI 工具	49
8.1. 先决条件	49
8.2. OPENSIFT CONTAINER PLATFORM 客户端命令	49
8.3. VIRTCTL 客户端命令	49

8.4. 使用 VIRTCTL GUESTFS 创建容器	51
8.5. LIBGUESTFS 工具和 VIRTCTL GUESTFS	51
8.6. 其他资源	53
第 9 章 虚拟机	54
9.1. 创建虚拟机	54
9.2. 编辑虚拟机	64
9.3. 编辑引导顺序	70
9.4. 删除虚拟机	73
9.5. 管理虚拟机实例	74
9.6. 控制虚拟机状态	75
9.7. 访问虚拟机控制台	78
9.8. 使用 SYSPREP 自动执行 WINDOWS 安装	84
9.9. 解决故障节点来触发虚拟机故障切换	86
9.10. 在虚拟机上安装 QEMU 客户机代理	87
9.11. 查看虚拟机的 QEMU 客户机代理信息	89
9.12. 在虚拟机中管理配置映射、SECRET 和服务帐户	90
9.13. 在现有 WINDOWS 虚拟机上安装 VIRTIO 驱动程序	92
9.14. 在新 WINDOWS 虚拟机上安装 VIRTIO 驱动程序	94
9.15. 使用虚拟可信平台模块设备	97
9.16. 高级虚拟机管理	98
9.17. 导入虚拟机	136
9.18. 克隆虚拟机	144
9.19. 虚拟机网络	154
9.20. 虚拟机磁盘	174
第 10 章 虚拟机模板	225
10.1. 创建虚拟机模板	225
10.2. 编辑虚拟机模板	228
10.3. 为虚拟机模板启用专用资源	231
10.4. 将虚拟机模板部署到自定义命名空间	232
10.5. 删除虚拟机模板	233
第 11 章 实时迁移	235
11.1. 虚拟机实时迁移	235
11.2. 实时迁移限制和超时	235
11.3. 迁移虚拟机实例到另一节点	236
11.4. 在专用额外网络中迁移虚拟机	237
11.5. 监控虚拟机实例的实时迁移	239
11.6. 取消虚拟机实例的实时迁移	240
11.7. 配置虚拟机驱除策略	241
11.8. 配置实时迁移策略	241
第 12 章 节点维护	243
12.1. 关于节点维护	243
12.2. 自动续订 TLS 证书	244
12.3. 为过时的 CPU 型号管理节点标签	244
12.4. 防止节点协调	247
第 13 章 日志记录、事件和监控	249
13.1. 查看虚拟化概述	249
13.2. 查看 OPENSIFT VIRTUALIZATION 日志	251
13.3. 查看事件	253
13.4. 使用事件和条件诊断数据卷	254

13.5. 查看有关虚拟机工作负载的信息	256
13.6. 监控虚拟机健康状况	257
13.7. 使用 OPENSIFT CONTAINER PLATFORM DASHBOARD 获取集群信息	261
13.8. 查看虚拟机的资源使用情况	262
13.9. OPENSIFT CONTAINER PLATFORM 集群监控、日志记录和遥测技术	264
13.10. 运行集群检查	266
13.11. PROMETHEUS 对虚拟资源的查询	271
13.12. 为虚拟机公开自定义指标	276
13.13. OPENSIFT VIRTUALIZATION CRITICAL 警报	282
13.14. 为红帽支持收集数据	294
第 14 章 备份和恢复	299
14.1. 安装和配置 OADP	299
14.2. 备份和恢复虚拟机	305
14.3. 备份虚拟机	305
14.4. 恢复虚拟机	311

第1章 关于 OPENSIFT VIRTUALIZATION

OpenShift Virtualization 的功能与支持范围。

1.1. OPENSIFT VIRTUALIZATION 的作用

OpenShift 虚拟化（OpenShift virtualization）是 OpenShift Container Platform 的一个附加组件，可用于运行和管理虚拟机工作负载以及容器工作负载。

OpenShift Virtualization 通过 Kubernetes 自定义资源添加新对象至 OpenShift Container Platform 集群中，以启用虚拟化任务。这些任务包括：

- 创建和管理 Linux 和 Windows 虚拟机
- 通过各种控制台和 CLI 工具连接至虚拟机
- 导入和克隆现有虚拟机
- 管理虚拟机上附加的网络接口控制器和存储磁盘
- 在节点间实时迁移虚拟机

增强版 web 控制台提供了一个图形化的门户界面 来管理虚拟化资源以及 OpenShift Container Platform 集群容器和基础架构。

OpenShift Virtualization 的设计和测试，可与 Red Hat OpenShift Data Foundation 功能配合工作。



重要

使用 OpenShift Data Foundation 部署 OpenShift Virtualization 时，您必须为 Windows 虚拟机磁盘创建一个专用存储类。详情请参阅 [Windows 虚拟机优化 ODF PersistentVolume](#)。

您可以将 OpenShift Virtualization 与 [OVN-Kubernetes](#)、[OpenShiftSDN](#) 或认证的 [OpenShift CNI 插件](#) 中列出的其他默认 Container Network Interface (CNI) 网络供应商一起使用。

您可以通过安装 [Compliance Operator](#) 并运行带有 [ocp4-moderate](#) 和 [ocp4-moderate-node](#) 配置集的扫描来检查您的 OpenShift Virtualization 集群的合规性。Compliance Operator 使用 [NIST 认证工具](#) OpenSCAP 扫描并执行安全策略。



重要

OpenShift Virtualization 与 Compliance Operator 集成只是一个技术预览功能。技术预览功能不受红帽产品服务等级协议（SLA）支持，且功能可能并不完整。红帽不推荐在生产环境中使用它们。这些技术预览功能可以使用户提早试用新的功能，并有机会在开发阶段提供反馈意见。

有关红帽技术预览功能支持范围的更多信息，请参阅 [技术预览功能支持范围](#)。

1.1.1. OpenShift Virtualization 支持的集群版本

OpenShift Virtualization 4.11 支持在 OpenShift Container Platform 4.11 集群中使用。要使用 OpenShift Virtualization 的最新 z-stream 版本，您必须首先升级到 OpenShift Container Platform 的最新版本。

第 2 章 OPENSIFT VIRTUALIZATION 架构

了解 OpenShift Virtualization 架构。

2.1. OPENSIFT VIRTUALIZATION 架构如何工作

安装 OpenShift Virtualization 后，Operator Lifecycle Manager(OLM)会为 OpenShift Virtualization 的每个组件部署 operator pod：

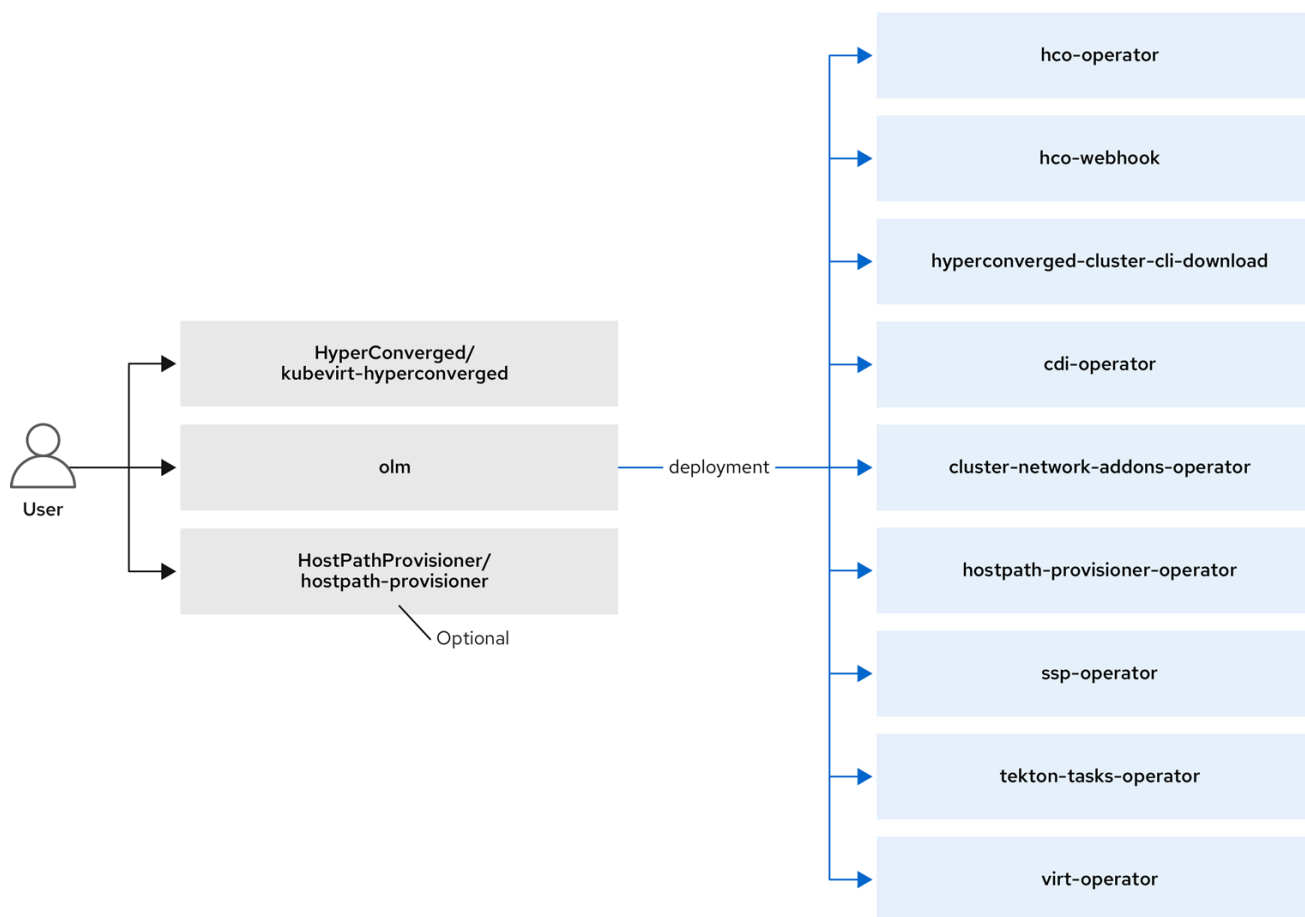
- Compute: **virt-operator**
- Storage: **cdi-operator**
- Network: **cluster-network-addons-operator**
- Scaling: **ssp-operator**
- Templating: **tekton-tasks-operator**

OLM 还会部署 **hyperconverged-cluster-operator** pod，它负责其他组件的部署、配置和生命周期，以及几个 helper pod: **hco-webhook** 和 **hyperconverged-cluster-cli-download**。

成功部署所有 Operator pod 后，您应该创建 **HyperConverged** 自定义资源 (CR)。 **HyperConverged** CR 中的配置充当 OpenShift Virtualization 的单个来源，并指导 CR 的行为。

HyperConverged CR 为其协调循环中的所有其他组件的 operator 创建对应的 CR。然后，每个 Operator 会为 OpenShift Virtualization control plane 创建资源，如守护进程集、配置映射和其他组件。例如，当 **hco-operator** 创建 **KubeVirt** CR 时，**virt-operator** 会协调它并创建其他资源，如 **virt-controller**、**virt-handler** 和 **virt-api**。

OLM 部署 **hostpath-provisioner-operator**，但在创建 **hostpath provisioner** (HPP)CR 之前，它无法正常工作。



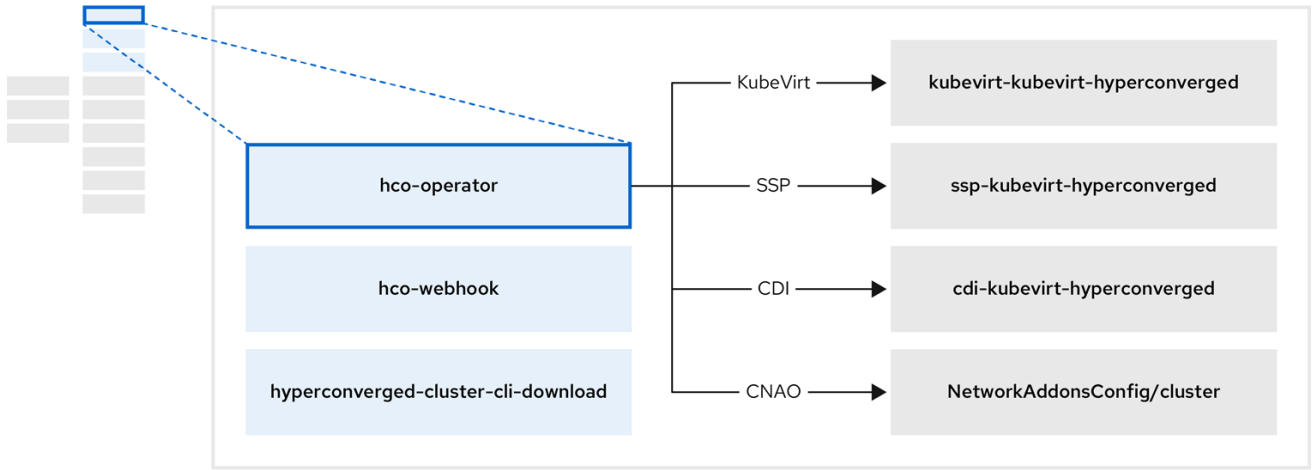
220_OpenShift_0722

其他资源

- [HyperConverged CR 配置](#)
- [Virtctl 客户端命令](#)

2.2. 关于 HCO-OPERATOR

hco-operator (HCO)提供了一个单一入口点，用于部署和管理 OpenShift Virtualization 以及一些带有建议的默认值的 helper operator。它还会为这些操作器创建自定义资源(CR)。



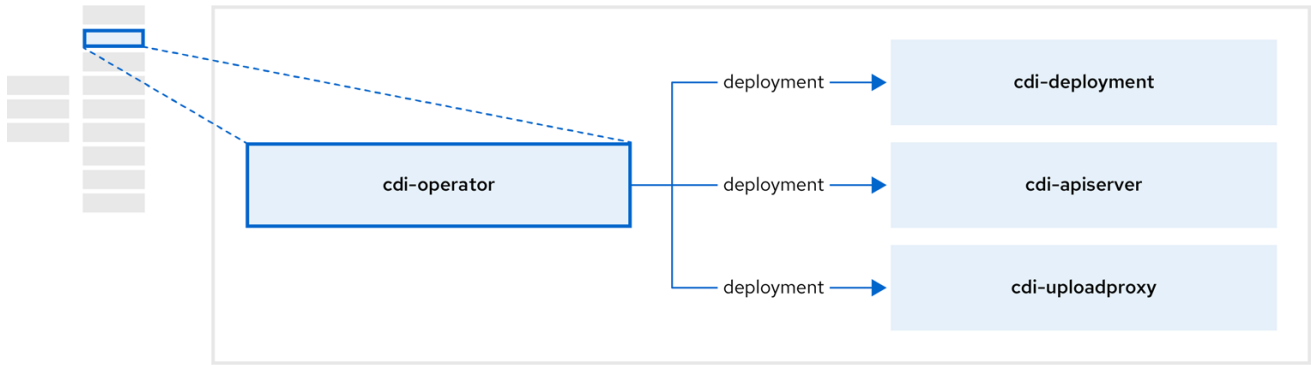
220_OpenShift_0722

表 2.1. hco-operator 组件

组件	描述
deployment/hco-webhook	验证 HyperConverged 自定义资源内容。
deployment/hyperconverged-cluster-cli-download	提供 virtctl 工具二进制文件，以便直接从集群下载它们。
KubeVirt/kubevirt-kubevirt-hyperconverged	包含 OpenShift Virtualization 需要的所有 operator、CR 和对象。
SSP/ssp-kubevirt-hyperconverged	SSP CR。这由 HCO 自动创建。
CDI/cdi-kubevirt-hyperconverged	CDI CR。这由 HCO 自动创建。
NetworkAddonsConfig/cluster	指示并由 cluster-network-addons-operator 管理的 CR。

2.3. 关于 CDI-OPERATOR

cdi-operator 管理 Containerized Data Importer(CDI)及其相关资源，它使用数据卷将虚拟机(VM)镜像导入到持久性卷声明(PVC)。



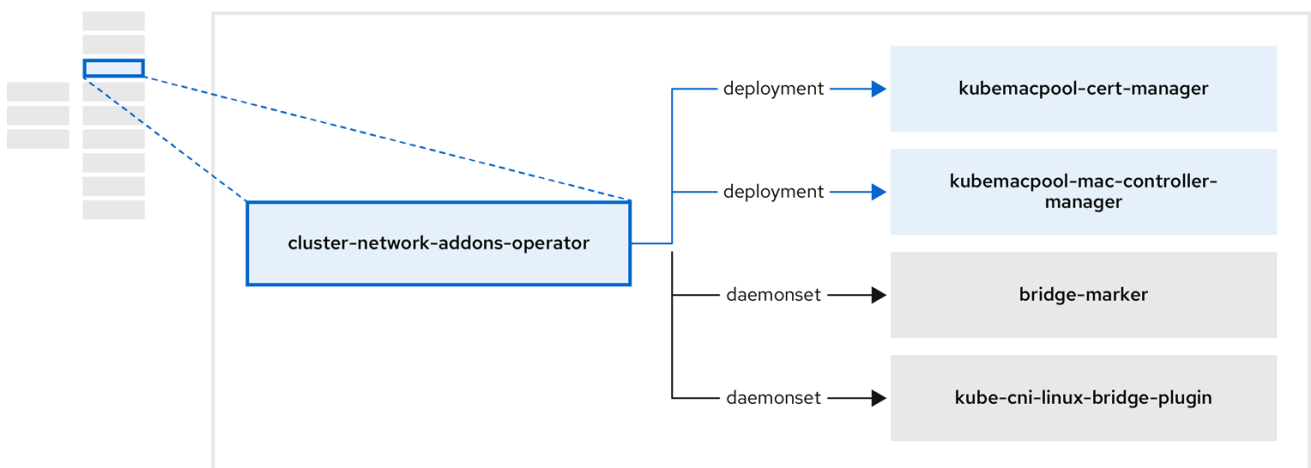
220_OpenShift_0722

表 2.2. cdi-operator 组件

组件	描述
deployment/cdi-apiserver	通过提供安全上传令牌来管理将虚拟机磁盘上传到 PVC 的授权过程。
deployment/cdi-uploadproxy	将外部磁盘上传流量定向到适当的上传服务器 pod，以便将其写入正确的 PVC。需要有效的上传令牌。
pod/cdi-importer	helper（帮助程序）Pod，在创建数据卷时将虚拟机镜像导入到 PVC 中。

2.4. 关于 CLUSTER-NETWORK-ADDONS-OPERATOR

cluster-network-addons-operator 在集群中部署网络组件，并管理相关资源以了解扩展网络功能。



220_OpenShift_0722

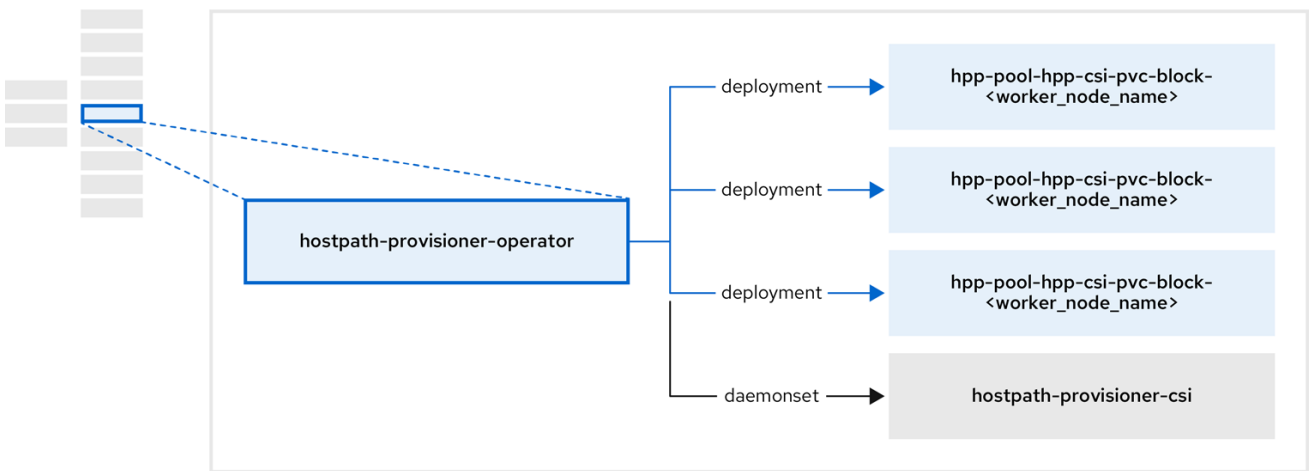
表 2.3. cluster-network-addons-operator 组件

组件	描述
deployment/kubemacpool-cert-manager	管理 Kubemacpool 的 webhook 的 TLS 证书。

组件	描述
deployment/kubemacpool-mac-controller-manager	为虚拟机(VM)网络接口卡(NIC)提供 MAC 地址池服务。
daemonset/bridge-marker	将节点上可用的网络桥接标记为节点资源。
daemonset/kube-cni-linux-bridge-plugin	在集群节点上安装 CNI 插件，通过网络附加定义将虚拟机附加到 Linux 网桥。

2.5. 关于 HOSTPATH-PROVISIONER-OPERATOR

hostpath-provisioner-operator 部署并管理多节点 hostpath 置备程序(HPP)和相关资源。



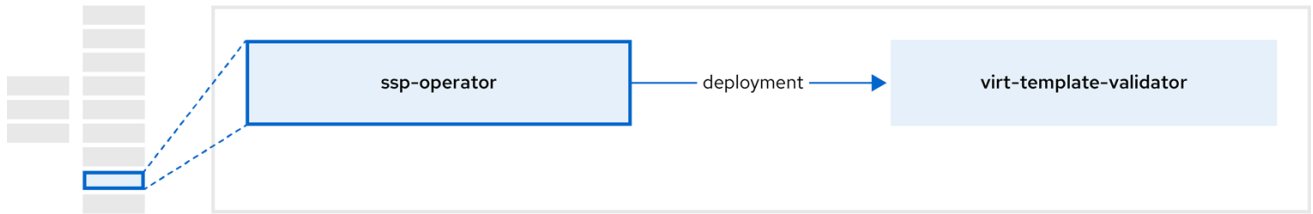
220_OpenShift_0622

表 2.4. hostpath-provisioner-operator 组件

组件	描述
deployment/hpp-pool-hpp-csi-pvc-block-<worker_node_name>	为指定 hostpath 置备程序(HPP)的每个节点提供一个 worker。pod 在节点上挂载指定的后备存储。
daemonset/hostpath-provisioner-csi	实现 HPP 的容器存储接口(CSI)驱动程序接口。
daemonset/hostpath-provisioner	实现 HPP 的传统驱动程序接口。

2.6. 关于 SSP-OPERATOR

ssp-operator 部署通用模板、相关默认引导源和模板验证器。



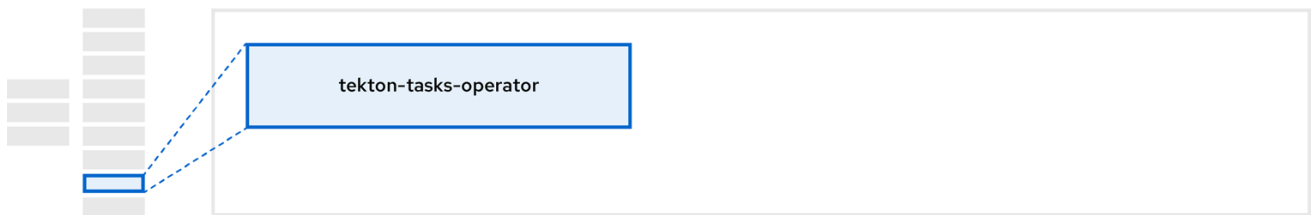
220_OpenShift_0622

表 2.5. ssp-operator 组件

组件	描述
deployment/virt-template-validator	检查从模板创建的虚拟机上 vm.kubevirt.io/validations 注解，并在它们无效时拒绝它们。

2.7. 关于 TEKTON-TASKS-OPERATOR

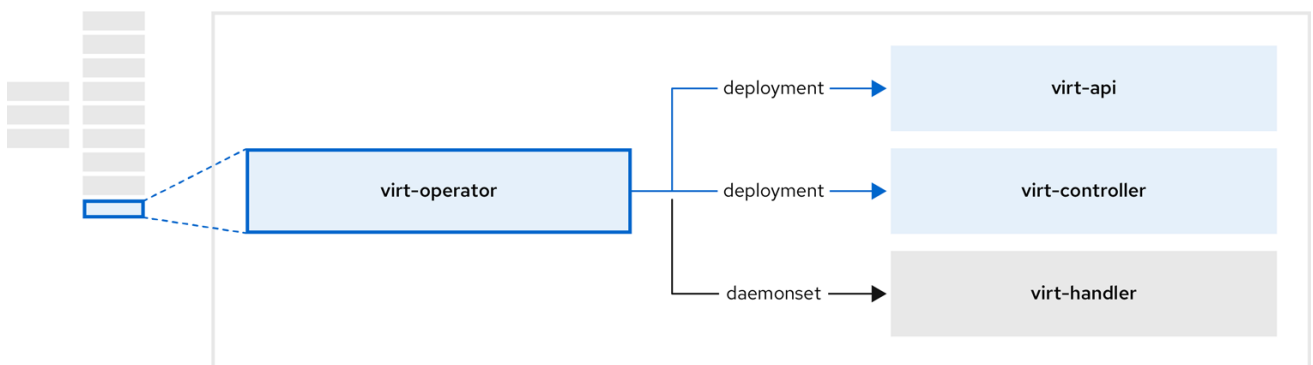
tekton-tasks-operator 部署示例管道，显示 OpenShift Pipelines 用于虚拟机的情况。它还部署额外的 OpenShift Pipeline 任务，允许用户从模板创建虚拟机、复制和修改模板，以及创建数据卷。



220_OpenShift_0722

2.8. 关于 VIRT-OPERATOR

virt-operator 在不影响当前虚拟机(VM)工作负载的情况下部署、升级和管理 OpenShift Virtualization。



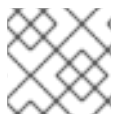
220_OpenShift_0622

表 2.6. virt-operator 组件

组件	描述
deployment/virt-api	用作所有与虚拟化相关的流的入口点的 HTTP API 服务器。
deployment/virt-controller	观察创建新虚拟机实例对象并创建对应的 pod。当 pod 调度到某个节点上时， virt-controller 会使用节点名称更新虚拟机。
daemonset/virt-handler	监控对虚拟机的任何更改并指示 virt-launcher 执行所需操作。此组件特定于节点。
pod/virt-launcher	包含由 libvirt 和 qemu 实施的用户创建的虚拟机。

第 3 章 OPENSIFT VIRTUALIZATION 入门

您可以安装和配置基本的 OpenShift Virtualization 环境，以探索其特性和功能。



注意

集群配置过程需要 `cluster-admin` 权限。

3.1. 开始前

- 为 OpenShift Virtualization [准备集群](#)。
- 查看克隆、快照和实时迁移的[存储要求](#)。
- 安装 [OpenShift Virtualization Operator](#)。
- 安装 [virtctl](#) 工具。

3.1.1. 其他资源

- [使用启用了 CSI 的存储供应商](#)。
- [为虚拟机配置本地存储](#)。
- [关于 Kubernetes NMState Operator](#)
- [为虚拟机指定节点](#)。

3.2. 开始使用

创建虚拟机：

- 使用 web 控制台[快速创建虚拟机](#)。
- 创建和自定义 [Windows 引导源](#)。
- 在虚拟机上安装 [VirtIO 驱动程序](#)和 [QEMU 客户机代理](#)。

连接到虚拟机：

连接到虚拟机

- 使用 web 控制台连接至虚拟机的[串行控制台](#)或 [VNC控制台](#)。
- [使用 SSH](#) 连接到虚拟机。
- [使用 RDP](#) 连接至 Windows 虚拟机。

管理虚拟机

- [从 web 控制台](#) 停止、启动、暂停和重启虚拟机。
- 使用 [virtctl](#) [从命令行](#)管理虚拟机，公开端口，连接到虚拟机的串行控制台。

3.3. 后续步骤

将虚拟机连接到二级网络

- [将虚拟机连接到 Linux 网桥网络。](#)
- [将虚拟机连接到 SR-IOV 网络。](#)

监控 OpenShift Virtualization 环境

- 在 [Virtualization Overview](#) 页面上监控资源、详情、状态和顶级用户。
- [在虚拟机仪表板上](#)查看有关虚拟机的高级信息。
- 查看虚拟机[日志](#)。

自动部署

- 使用 [sysprep](#) 自动执行 [Windows 虚拟机部署](#)。

3.3.1. 其他资源

- [创建虚拟机模板](#)
- [实时迁移](#)
- [虚拟机模板](#)
- [配置本地存储](#)
- [备份和恢复](#)

第 4 章 OPENSIFT VIRTUALIZATION 发行注记

4.1. 使开源包含更多

红帽致力于替换我们的代码、文档和 Web 属性中存在问题的语言。我们从这四个术语开始：master、slave、黑名单和白名单。由于此项工作十分艰巨，这些更改将在即将推出的几个发行版本中逐步实施。有关更多详情，请参阅[我们的首席技术官 Chris Wright 提供的消息](#)。

4.2. 关于 RED HAT OPENSIFT VIRTUALIZATION

Red Hat OpenShift Virtualization 可让您将传统虚拟机（VM）放入 OpenShift Container Platform 中，与容器一同运行，并作为原生 Kubernetes 对象进行管理。



OpenShift Virtualization 由  图标表示。

OpenShift Virtualization 可以与 [OVN-Kubernetes](#) 或 [OpenShiftSDN](#) 默认 Container Network Interface (CNI) 网络供应商一起使用。

了解更多有关 [OpenShift Virtualization 的作用](#)。

了解更多有关 [OpenShift Virtualization 架构和部署](#) 的信息。

为 OpenShift Virtualization [准备集群](#)。

4.2.1. OpenShift Virtualization 支持的集群版本

OpenShift Virtualization 4.11 支持在 OpenShift Container Platform 4.11 集群中使用。要使用 OpenShift Virtualization 的最新 z-stream 版本，您必须首先升级到 OpenShift Container Platform 的最新版本。


4.2.2. 支持的客户端操作系统

要查看 OpenShift Virtualization 支持的客户机操作系统，请参阅 [Red Hat OpenStack Platform](#)、[Red Hat Virtualization](#) 和 [OpenShift Virtualization 中认证的客户机操作系统](#)。

4.3. 新增和改变的功能

- 现在，您可以在具有零计算节点的[三节点集群](#)中部署 OpenShift Virtualization。
- 默认情况下，虚拟机在会话模式中作为非特权工作负载运行。此功能通过降低特权升级的攻击来提高集群安全性。
- Red Hat Enterprise Linux(RHEL)9 现在作为客户机操作系统被支持。
- 在 OpenShift Container Platform Web 控制台中安装 Migration Toolkit for Virtualization(MTV)Operator 的链接已移动。现在，它位于 **Virtualization → Overview** 页面中的 **Getting started resources** 卡的 **Related operator** 部分。
- 您可以通过编辑 **HyperConverged** 自定义资源 (CR) 来配置 **virtLauncher**、**virtHandler**、**virtController**、**virtAPI** 和 **virtOperator** pod 日志到调试特定组件的[详细程度](#)。

4.3.1. 快速启动

- 有几个 OpenShift Virtualization 功能提供快速入门导览。要查看导览，请点击 OpenShift Virtualization 控制台标题菜单栏中的 **Help** 图标 ，然后选择 **Quick Starts**。您可以通过在 **Filter** 字段中输入 **virtualization** 关键字来过滤可用的导览。

4.3.2. Storage

- 提供了新的指标，以提供有关[虚拟机快照](#)的信息。
- 您可以通过[禁用引导源的自动导入和更新](#)来减少断开连接的环境中的日志数量，或减少资源使用情况。

4.3.3. Web 控制台

- 您可以使用 web 控制台将模板和虚拟机的 [引导模式](#) 设置为 BIOS、UEFI 或 UEFI (secure)。
- 现在，您可以在 [VirtualMachine](#) 详情页面的 **Scheduling** 选项卡中，从 web 控制台启用和禁用 descheduler。
- 您可以在侧边菜单中进入到 **Virtualization** → **VirtualMachines** 来访问虚拟机。每个虚拟机现在都有一个 [更新的 Overview](#) 选项卡，它提供了有关虚拟机配置、警报、快照、网络接口、磁盘、使用量数据和硬件设备的信息。
- web 控制台中的 **Create a Virtual Machine** 向导 [现在由 Catalog 屏幕替代](#)，它列出了可用于创建虚拟机的模板。您可以使用带有可用引导源的模板来快速创建虚拟机，或者您可以自定义模板来创建虚拟机。
- 如果您的 Windows 虚拟机附加了 vGPU，现在可以使用 web 控制台 [在默认显示和 vGPU 显示间进行切换](#)。
- 您可以通过在侧边菜单中进入到 **Virtualization** → **Templates** 来访问虚拟机模板。现在，更新的 **VirtualMachine Templates** 页面提供有关每个模板的有用信息，包括工作负载配置集、引导源和 CPU 和内存配置。
- **Create Template** 向导已从 **VirtualMachine Templates** 页面中删除。您可以通过编辑 YAML 文件示例来 [创建虚拟机模板](#)。

4.4. 弃用和删除的功能

4.4.1. 已弃用的功能

弃用的功能包括在当前发行版本中并非被支持。但是，它们将在以后的发行版本中删除，且不建议用于新部署。

- 在以后的发行版本中，对旧的 HPP 自定义资源的支持以及关联的存储类将被弃用。从 OpenShift Virtualization 4.11 开始，HPP Operator 使用 Kubernetes Container Storage Interface(CSI)驱动程序来配置本地存储。Operator 继续支持 HPP 自定义资源及关联的存储类的现有（传统）格式。如果使用 HPP Operator，请计划[作为迁移策略的一部分为 CSI 驱动程序创建存储类](#)。

4.4.2. 删除的功能

当前版本不支持删除的功能。

- OpenShift Virtualization 4.11 删除了对 [nmstate](#) 的支持，包括以下对象：

- **NodeNetworkState**
- **NodeNetworkConfigurationPolicy**
- **NodeNetworkConfigurationEnactment**

要保留并支持您现有的 nmstate 配置，请在升级到 OpenShift Virtualization 4.11 前安装 [Kubernetes NMState Operator](#)。您可以从 OpenShift Container Platform Web 控制台中的 **OperatorHub** 或 OpenShift CLI (**oc**) 安装它。

- OpenShift Virtualization 不再提供 Node Maintenance Operator (NMO)。您可以从 OpenShift Container Platform web 控制台中的 **OperatorHub**，或使用 OpenShift CLI (**oc**) [安装 NMO](#)。在从 OpenShift Virtualization 4.10.2 及更新版本升级到 OpenShift Virtualization 4.11 前，您必须执行以下任务之一：
 - 将所有节点从维护模式移出。
 - 安装独立 NMO，将 **nodemaintenances.nodemaintenance.kubevirt.io** 自定义资源 (CR) 替换为 **nodemaintenances.nodemaintenance.medik8s.io** CR。
- 您无法将虚拟机模板标记为热门。

4.5. 技术预览功能

这个版本中的一些功能当前还处于技术预览状态。它们并不适用于在生产环境中使用。请参阅红帽门户网站中关于对技术预览功能支持范围的信息：

技术预览功能支持范围

- 现在，您可以使用 Microsoft Windows 11 作为客户机操作系统。但是，OpenShift Virtualization 4.11 不支持 USB 磁盘，它们是 BitLocker 恢复的关键功能所必需的。要保护恢复密钥，请使用 [BitLocker 恢复指南](#) 中的其他方法。
- 现在，您可以在 [AWS 裸机节点上部署 OpenShift Virtualization](#)。
- OpenShift Virtualization 具有 **关键 (critical) 警报**，在出现需要马上注意的问题时通知您。现在，每个警报都有相应问题的描述，这是发生警报的原因，一种故障排除过程来诊断问题的来源，以及解析警报的步骤。
- 管理员现在可以通过编辑 **HyperConverged** CR 来声明性 [创建和公开介质设备](#)，如虚拟图形处理单元 (vGPU)。然后，虚拟机所有者可将这些设备分配给虚拟机。
- 您可以通过将单个 **NodeNetworkConfigurationPolicy** 清单应用到集群 [来传输附加到桥接的静态 IP 配置](#)。
- 现在，您可以在 IBM Cloud 裸机服务器上安装 OpenShift Virtualization。不支持由其他云提供商提供的裸机服务器。
- 您可以通过安装 [Compliance Operator](#) 并使用 **ocp4-moderate** 和 **ocp4-moderate-node** 配置集运行扫描来检查 OpenShift Virtualization 集群的合规性问题。
- OpenShift Virtualization 现在包含一个 [诊断框架](#)，用于运行预定义的检查，可用于集群维护和故障排除。您可以运行预定义的检查，[以检查二级网络上的虚拟机的网络连接和延迟](#)。
- 您可以使用特定参数创建实时迁移策略，如带宽使用量、并行迁移数和超时，并使用虚拟机和命名空间标签将策略应用到一组虚拟机。

4.6. 程序错误修复

- 在以前的版本中，在大型集群中，OpenShift Virtualization MAC 池管理器会花费太多时间引导，OpenShift Virtualization 可能未就绪。在这个版本中，池初始化和启动延迟会减少。因此，现在可以成功定义虚拟机。(BZ#2035344)
- 如果 Windows 虚拟机在关闭过程中崩溃或挂起，您现在可以手动发出强制关闭请求来停止虚拟机。(BZ#2040766)
- VM 向导中的 YAML 示例已更新，以包含最新的上游更改。(BZ#2055492)
- 非特权用户不再禁用 VM Network Interfaces 选项卡上的添加网络接口按钮。(BZ#2056420)
- 非特权用户现在可以成功向虚拟机添加磁盘，而无需获取 RBAC 规则错误。(BZ#2056421)
- web 控制台现在成功显示部署到自定义命名空间的虚拟机模板。(BZ#2054650)
- 在以前的版本中，如果 VMI 的 `spec.evictionStrategy` 字段设置为 `LiveMigrate`，则更新单一节点 OpenShift(SNO)集群会失败。要使实时迁移成功，集群必须有多个计算节点。在这个版本中，`spec.evictionStrategy` 字段已从 SNO 环境中的虚拟机模板中删除。因此，集群更新可以成功。(BZ#2073880)

4.7. 已知问题

- 您无法在单堆栈 IPv6 集群上运行 OpenShift Virtualization。(BZ#2193267)
- 在具有不同计算节点的异构集群中，启用了 HyperV Reenlightenment 的虚拟机无法调度到不支持时间戳扩展 (TSC) 或具有适当 TSC 频率的节点。(BZ#2151169)
- 当您使用具有不同 SELinux 上下文的两个 pod 时，带有 `ocs-storagecluster-cephfs` 存储类的虚拟机无法迁移，虚拟机状态变为 `Paused`。这是因为两个 pod 会尝试同时访问共享 `ReadWriteMany` CephFS 卷。(BZ#2092271)
 - 作为临时解决方案，使用 `ocs-storagecluster-ceph-rbd` 存储类在使用 Red Hat Ceph Storage 的集群上实时迁移虚拟机。
- 如果您在不更新 OpenShift Virtualization 的情况下将 OpenShift Container Platform 更新至版本 4.11，则恢复虚拟机快照会失败。这是因为用于快照对象的 API 版本不匹配。(BZ#2159442)
 - 作为临时解决方案，将 OpenShift Virtualization 更新至与 OpenShift Container Platform 相同的次版本。要确保版本保持同步，请使用推荐的自动批准策略。
- 卸载 OpenShift Virtualization 不会删除 OpenShift Virtualization 创建的节点标签。您必须手动删除标签。(CNV-22036)
- 如果您创建了大量 `NodePort` 服务，则 OVN-Kubernetes 集群网络供应商会在出现峰值 RAM 和 CPU 使用时崩溃。如果您使用 `NodePort` 服务向大量虚拟机公开 SSH 访问，会出现这种情况。(OCPBUGS-1940)
 - 作为临时解决方案，如果要通过 `NodePort` 服务向大量虚拟机公开 SSH 访问，请使用 OpenShift SDN 集群网络供应商。
- 从 4.10 升级到 OpenShift Virtualization 4.11 被阻止，直到安装独立了 Kubernetes NMState Operator。即使集群配置不使用任何 `nmstate` 资源，也会发生这种情况。(BZ#2126537)
 - 作为临时解决方案：

1. 验证集群中没有定义节点网络配置策略：

```
$ oc get nncp
```

2. 选择更新 OpenShift Virtualization 的适当方法：
 - a. 如果节点网络配置策略列表不为空，请退出此流程并安装 [Kubernetes NMState Operator](#) 来保留并支持现有的 nmstate 配置。
 - b. 如果列表为空，则转到第 3 步。
3. 注解 **HyperConverged** 自定义资源 (CR)。以下命令覆盖任何现有 JSON 补丁：

```
$ oc annotate --overwrite -n openshift-cnv hco kubevirt-hyperconverged
'networkaddonsconfigs.kubevirt.io/jsonpatch=[{"op": "replace", "path":
"/spec/nmstate", "value": null}]'
```



注意

在应用此补丁时，**HyperConverged** 对象会报告 **TaintedConfiguration** 条件。这是 benign。

4. 更新 OpenShift Virtualization。
 5. 更新完成后，运行以下命令来删除注解：
- ```
$ oc annotate -n openshift-cnv hco kubevirt-hyperconverged
networkaddonsconfigs.kubevirt.io/jsonpatch-
```
6. 可选：添加任何覆盖的之前配置的 JSON 补丁。
- Containerized Data Importer (CDI) 创建的一些持久性卷声明 (PVC) 注解可能会导致虚拟机快照恢复操作无限期挂起。(BZ#2070366)
    - 作为临时解决方案，您可以手动删除注解：
      1. 从 **VirtualMachineSnapshot** CR 中的 **status.virtualMachineSnapshotContentName** 值获取 **VirtualMachineSnapshotContent** 自定义资源 (CR) 名称。
      2. 编辑 **VirtualMachineSnapshotContent** CR，并删除包含 **k8s.io/cloneRequest** 的所有行。
      3. 如果您没有在 **VirtualMachine** 对象中为 **spec.dataVolumeTemplates** 指定值，请删除此命名空间中的所有 **DataVolume** 和 **PersistentVolumeClaim** 对象，其中这两个对象都满足以下条件：
        - a. 对象的名称以 **restore-** 开头。
        - b. 不被虚拟机引用的对象。  
如果为 **spec.dataVolumeTemplates** 指定了值，则此步骤是可选的。
      4. 使用更新的 **VirtualMachineSnapshot** CR 重复 [恢复操作](#)。
  - Windows 11 虚拟机不会在以 [FIPS 模式运行](#) 的集群上引导。Windows 11 默认需要一个 TPM（可信平台模块）设备。但是，**swtpm**（软件 TPM 模拟器）软件包与 FIPS 不兼容。(BZ#2089301)

- 在单节点 OpenShift(SNO)集群中，在从驱逐策略设置为 **LiveMigrate** 的通用模板中创建的虚拟机上会发生 **VMCannotBeEvicted** 警报。(BZ#2092412)
- Fedora 35 虚拟机上的 QEMU 客户机代理受 SELinux 阻止，且不会报告数据。其他 Fedora 版本可能会受到影响。(BZ#2028762)
  - 作为临时解决方案，请在虚拟机上禁用 SELinux，运行 QEMU 客户机代理命令，然后重新启用 SELinux。
- 如果您的 OpenShift Container Platform 集群使用 OVN-Kubernetes 作为默认 Container Network Interface(CNI)供应商，则无法将 Linux 网桥或绑定设备附加到主机的默认接口，因为 OVN-Kubernetes 的主机网络拓扑发生了变化。(BZ#1885605)
  - 作为临时解决方案，您可以使用连接到主机的二级网络接口，或切换到 OpenShift SDN 默认 CNI 供应商。
- 如果您使用 Red Hat Ceph Storage 或 Red Hat OpenShift Data Foundation Storage，则一次克隆超过 100 个虚拟机可能会失败。(BZ#1989527)
  - 作为临时解决方案，您可以通过在存储配置集清单中设置 **spec.cloneStrategy: copy** 来执行主机辅助副本。例如：

```

apiVersion: cdi.kubevirt.io/v1beta1
kind: StorageProfile
metadata:
 name: <provisioner_class>
...
spec:
 claimPropertySets:
 - accessModes:
 - ReadWriteOnce
 volumeMode: Filesystem
 cloneStrategy: copy ①
status:
 provisioner: <provisioner>
 storageClass: <provisioner_class>

```

① 默认克隆方法设置为 **copy**。

- 在某些情况下，多个虚拟机可以以读写模式挂载相同的 PVC，这可能会导致数据崩溃。(BZ#1992753)
  - 作为临时解决方案，请避免在使用多个虚拟机的读写模式中使用单个 PVC。
- Pod Disruption Budget(PDB)可防止 pod 意外中断。如果 PDB 检测到 pod 中断，则 **openshift-monitoring** 会每 60 分钟发送 **PodDisruptionBudgetAtLimit** 警报，以使用 **LiveMigrate** 驱逐策略。(BZ#2026733)
  - 作为临时解决方案，**静默警报**。
- OpenShift Virtualization 将 pod 使用的服务帐户令牌链接到该特定 pod。OpenShift Virtualization 通过创建包含令牌的磁盘镜像来实施服务帐户卷。如果您迁移虚拟机，则服务帐户卷无效。(BZ#2037611)
  - 作为临时解决方案，使用用户帐户而不是服务帐户，因为用户帐户令牌没有绑定到特定 pod。



- 如果您将 **HyperConverged** 自定义资源(CR)配置为在安装驱动程序前启用介质设备，新的设备配置不会生效。更新可能会触发此问题。例如，如果在 **daemonset** 之前更新 **virt-handler**，它安装 NVIDIA 驱动程序，则节点无法提供虚拟机 GPU。(BZ#2046298)
  - 作为临时解决方案：
    1. 从 **HyperConverged** CR 中删除 **mediatedDevicesConfiguration** 和 **permittedHostDevices**。
    2. 使用您要使用的配置更新 **mediatedDevicesConfiguration** 和 **permittedHostDevices** 小节。
- 如果您使用 **csi-clone** 克隆策略克隆超过 100 个虚拟机，则 Ceph CSI 可能无法清除克隆。手动删除克隆也会失败。(BZ#2055595)
  - 作为临时解决方案，您可以重启 **ceph-mgr** 来清除虚拟机克隆。

## 第 5 章 安装

### 5.1. 为 OPENSIFT VIRTUALIZATION 准备集群

在安装 OpenShift Virtualization 前，参阅这个部分以确保集群满足要求。



#### 重要

您可以使用任何安装方法（包括用户置备的、安装程序置备或辅助安装程序）来部署 OpenShift Container Platform。但是，安装方法和集群拓扑可能会影响 OpenShift Virtualization 功能，如快照或实时迁移。

#### 单节点 Openshift 的不同

您可以在单节点集群中安装 OpenShift Virtualization。如需更多信息，请参阅[关于单节点 OpenShift](#)。单节点 OpenShift 不支持高可用性，这会产生以下区别：

- 不支持 [pod 中断预算](#)。
- 不支持[实时迁移](#)。
- 使用数据卷或存储配置集的模板或虚拟机不能设置 [evictionStrategy](#)。

#### FIPS 模式

如果使用 [FIPS 模式](#) 安装集群，则 OpenShift Virtualization 不需要额外的设置。

#### IPv6

您无法在单堆栈 IPv6 集群上运行 OpenShift Virtualization。 ([BZ#2193267](#))

#### 5.1.1. 硬件和操作系统要求

查看 OpenShift Virtualization 的以下硬件和操作系统要求。

#### 支持的平台

- 内部裸机服务器
- Amazon Web Services 裸机实例。详情请参阅[在 AWS 裸机节点上部署 OpenShift Virtualization](#)。
- IBM Cloud 裸机服务器。详情请参阅[在 IBM Cloud Bare Metal 节点上部署 OpenShift Virtualization](#)。



#### 重要

在 AWS 裸机实例或 IBM Cloud Bare Metal 服务器上安装 OpenShift Virtualization 只是一个技术预览功能。技术预览功能不受红帽产品服务等级协议（SLA）支持，且功能可能并不完整。红帽不推荐在生产环境中使用它们。这些技术预览功能可以使用户提早试用新的功能，并有机会在开发阶段提供反馈意见。

有关红帽技术预览功能支持范围的更多信息，请参阅[技术预览功能支持范围](#)。

- 不支持由其他云供应商提供的裸机实例或服务器。

### CPU 要求

- Red Hat Enterprise Linux(RHEL)8 支持
- 支持 Intel 64 或 AMD64 CPU 扩展
- 启用 Intel VT 或 AMD-V 硬件虚拟化扩展
- 启用 NX（无执行）标记

### 存储要求

- OpenShift Container Platform 支持



#### 警告

如果使用 Red Hat OpenShift Data Foundation 部署 OpenShift Virtualization，您必须为 Windows 虚拟机磁盘创建一个专用存储类。详情请参阅[Windows 虚拟机优化 ODF PersistentVolume](#)。

### 操作系统要求

- 在 worker 节点上安装的 Red Hat Enterprise Linux CoreOS(RHCOS)



#### 注意

不支持 RHEL worker 节点。

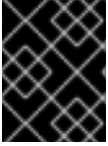
- 如果您的集群使用具有不同 CPU 的 worker 节点，则可能会出现实时迁移失败，因为不同的 CPU 具有不同的容量。为了避免这种故障，请为每个节点使用适当的容量，并在虚拟机上设置节点关联性以确保迁移成功。如需更多信息，请参阅[配置所需的节点关联性规则](#)。

### 其他资源

- [关于 RHCOS](#).
- 用于支持的 CPU [红帽生态系统目录](#)。
- [支持的存储](#).

## 5.1.2. 物理资源开销要求

OpenShift Virtualization 是 OpenShift Container Platform 的一个附加组件，它会带来额外的开销。除了 OpenShift Container Platform 要求外，每个集群机器都必须满足以下开销要求。覆盖集群中的物理资源可能会影响性能。



## 重要

本文中给出的数字基于红帽的测试方法和设置。这些数字会根据您自己的设置和环境而有所不同。

### 5.1.2.1. 内存开销

使用以下因素计算 OpenShift Virtualization 的内存开销值。

#### 集群内存开销

Memory overhead per infrastructure node  $\approx$  150 MiB

Memory overhead per worker node  $\approx$  360 MiB

另外，OpenShift Virtualization 环境资源需要总计 2179 MiB 的内存，分布到所有基础架构节点。

#### 虚拟机内存开销

Memory overhead per virtual machine  $\approx$  (1.002  $\times$  requested memory) \

- + 216 MiB \ ①
- + 8 MiB  $\times$  (number of vCPUs) \ ②
- + 16 MiB  $\times$  (number of graphics devices) \ ③
- + (additional memory overhead) ④

① 在 **virt-launcher** pod 中运行的进程需要。

② 虚拟机请求的虚拟 CPU 数量。

③ 虚拟机请求的虚拟图形卡数。

④ 额外的内存开销：

- 如果您的环境包含单一根 I/O 虚拟化 (SR-IOV) 网络设备或图形处理单元 (GPU)，请为每个设备分配 1 GiB 额外的内存开销。

### 5.1.2.2. CPU 开销

使用以下内容计算 OpenShift Virtualization 的集群处理器开销要求。每个虚拟机的 CPU 开销取决于您的单独设置。

#### 集群 CPU 开销

CPU overhead for infrastructure nodes  $\approx$  4 cores

OpenShift Virtualization 增加集群级别服务的整体使用，如日志记录、路由和监控。要考虑这个工作负载，请确保托管基础架构组件的节点分配了用于不同节点的 4 个额外内核（4000 毫秒）的容量。

CPU overhead for worker nodes  $\approx$  2 cores + CPU overhead per virtual machine

除了虚拟机工作负载所需的 CPU 外，每个托管虚拟机的 worker 节点都必须有 2 个额外内核（2000 毫秒）用于 OpenShift Virtualization 管理工作负载。

## 虚拟机 CPU 开销

如果请求专用 CPU，则会对集群 CPU 开销要求有 1:1 影响。否则，没有有关虚拟机所需 CPU 数量的具体规则。

### 5.1.2.3. 存储开销

使用以下指南来估算 OpenShift Virtualization 环境的存储开销要求。

#### 集群存储开销

Aggregated storage overhead per node  $\approx$  10 GiB

10 GiB 在安装 OpenShift Virtualization 时，集群中每个节点的磁盘存储影响估计值。

#### 虚拟机存储开销

每个虚拟机的存储开销取决于虚拟机内的具体资源分配请求。该请求可能用于集群中其他位置托管的节点或存储资源的临时存储。OpenShift Virtualization 目前不会为正在运行的容器本身分配任何额外的临时存储。

### 5.1.2.4. Example

作为集群管理员，如果您计划托管集群中的 10 个虚拟机，每个虚拟机都有 1 GiB RAM 和 2 个 vCPU，集群中的内存影响为 11.68 GiB。集群中每个节点的磁盘存储影响估算为 10 GiB，托管虚拟机工作负载的 worker 节点的 CPU 影响最小 2 个内核。

### 5.1.3. 对象最大值

在规划集群时，您必须考虑以下测试的对象最大值：

- [OpenShift Container Platform 对象最大值](#)
- [OpenShift Virtualization 对象最大值](#)

### 5.1.4. 受限网络环境

如果在没有互联网连接的受限环境中安装 OpenShift Virtualization，您必须为[受限网络配置 Operator Lifecycle Manager](#)。

如果您拥有有限的互联网连接，您可以在 [Operator Lifecycle Manager 中配置代理支持](#) 以访问红帽提供的 OperatorHub。

### 5.1.5. 实时迁移

实时迁移有以下要求：

- 使用 **ReadWriteMany** (RWX) 访问模式的共享存储。
- 足够的 RAM 和网络带宽。
- 如果虚拟机使用主机型号 CPU，则节点必须支持虚拟机的主机型号 CPU。



### 注意

您必须确保集群中有足够的内存请求容量来支持节点排空会导致实时迁移。您可以使用以下计算来确定大约所需的备用内存：

Product of (Maximum number of nodes that can drain in parallel) and (Highest total VM memory request allocations across nodes)

默认的在集群中可以并行运行的迁移数量为 5。

## 5.1.6. 快照和克隆

有关快照和克隆要求，请参阅 [OpenShift Virtualization 存储功能](#)。

## 5.1.7. 集群高可用性选项

您可以为集群配置以下高可用性(HA)选项之一：

- 通过部署 [机器健康检查](#)，可以使用安装程序置备的基础架构 (IPI) 自动高可用性。



### 注意

在使用安装程序置备的基础架构安装并正确配置 MachineHealthCheck 的 OpenShift Container Platform 集群中，如果节点上的 MachineHealthCheck 失败且对集群不可用，则该节点可以被回收使用。在故障节点上运行的虚拟机之后会发生什么，这取决于一系列条件。如需了解更多有关潜在结果以及 RunStrategies 如何影响这些结果的信息，请参阅 [虚拟机的 RunStrategies](#)。

- 通过在 OpenShift Container Platform 集群上使用 [Node Health Check Operator](#) 来部署 **NodeHealthCheck** 控制器，可以使用 IPI 和非 IPI 自动高可用性。控制器标识不健康的节点，并使用 Self Node Remediation Operator 来修复不健康的节点。



### 重要

Node Health Check Operator 只是一个技术预览功能。技术预览功能不受红帽产品服务等级协议 (SLA) 支持，且功能可能并不完整。红帽不推荐在生产环境中使用它们。这些技术预览功能可以使用户提早试用新的功能，并有机会在开发阶段提供反馈意见。

有关红帽技术预览功能支持范围的更多信息，请参阅 [技术预览功能支持范围](#)。

- 任何平台的高可用性可通过使用监控系统或合格的人类监控节点可用性来实现。当节点丢失时，关闭并运行 `oc delete node <lost_node>`。



### 注意

如果没有外部监控系统或合格的人类监控节点运行状况，虚拟机就失去高可用性。

## 5.2. 为 OPENSIFT VIRTUALIZATION 组件指定节点

通过配置节点放置规则来指定要部署 OpenShift Virtualization Operator、工作负载和控制器的节点。



## 注意

您可以在安装 OpenShift Virtualization 后为一些组件配置节点放置，但如果要为工作负载配置节点放置，则一定不能存在虚拟机。

### 5.2.1. 关于虚拟化组件的节点放置

您可能想要自定义 OpenShift Virtualization 在什么位置部署其组件，以确保：

- 虚拟机仅部署到设计为用于虚拟化工作负载的节点上。
- Operator 仅在基础架构节点上部署。
- 某些节点不会受到 OpenShift Virtualization 的影响。例如，您有与集群中运行的虚拟化不相关的工作负载，希望这些工作负载与 OpenShift Virtualization 分离。

#### 5.2.1.1. 如何将节点放置规则应用到虚拟化组件

您可以通过直接编辑对应对象或使用 Web 控制台为组件指定节点放置规则。

- 对于 Operator Lifecycle Manager (OLM) 部署的 OpenShift Virtualization Operator，直接编辑 OLM **Subscription** 对象。目前，您无法使用 Web 控制台为 **Subscription** 对象配置节点放置规则。
- 对于 OpenShift Virtualization Operator 部署的组件，直接编辑 **HyperConverged** 对象，或在 OpenShift Virtualization 安装过程中使用 Web 控制台进行配置。
- 对于 hostpath 置备程序，直接编辑 **HostPathProvisioner** 对象，或使用 web 控制台进行配置。



### 警告

您必须将 hostpath 置备程序和虚拟化组件调度到同一节点上。否则，使用 hostpath 置备程序的虚拟化 pod 无法运行。

根据对象，您可以使用以下一个或多个规则类型：

#### nodeSelector

允许将 Pod 调度到使用您在此字段中指定的键值对标记的节点上。节点必须具有与所有列出的对完全匹配的标签。

#### 关联性

可让您使用更宽松的语法来设置与 pod 匹配的规则。关联性也允许在规则应用方面更加精细。例如，您可以指定规则是首选项，而不是硬要求，因此如果不满足该规则，仍可以调度 pod。

#### 容限 (tolerations)

允许将 pod 调度到具有匹配污点的节点。如果某个节点有污点 (taint)，则该节点只接受容许该污点的 pod。

#### 5.2.1.2. 放置在 OLM 订阅对象中的节点

要指定 OLM 部署 OpenShift Virtualization Operator 的节点，在 OpenShift Virtualization 安装过程中编辑 **Subscription** 对象。您可以在 **spec.config** 字段中包含节点放置规则，如下例所示：

```
apiVersion: operators.coreos.com/v1alpha1
kind: Subscription
metadata:
 name: hco-operatorhub
 namespace: openshift-cnv
spec:
 source: redhat-operators
 sourceNamespace: openshift-marketplace
 name: kubevirt-hyperconverged
 startingCSV: kubevirt-hyperconverged-operator.v4.11.8
 channel: "stable"
 config: ❶
```

❶ **config** 字段支持 **nodeSelector** 和 **tolerations**，但它不支持 **关联性**。

### 5.2.1.3. HyperConverged 对象中的节点放置

要指定 OpenShift Virtualization 部署其组件的节点，您可以在 OpenShift Virtualization 安装过程中创建的 HyperConverged Cluster 自定义资源（CR）文件中包含 **nodePlacement** 对象。您可以在 **spec.infra** 和 **spec.workloads** 字段中包含 **nodePlacement**，如下例所示：

```
apiVersion: hco.kubevirt.io/v1beta1
kind: HyperConverged
metadata:
 name: kubevirt-hyperconverged
 namespace: openshift-cnv
spec:
 infra:
 nodePlacement: ❶
 ...
 workloads:
 nodePlacement:
 ...
```

❶ **nodePlacement** 字段支持 **nodeSelector**、**affinity** 和 **tolerations** 字段。

### 5.2.1.4. HostPathProvisioner 对象中的节点放置

您可以在安装 **hostpath** 置备程序时创建的 **HostPathProvisioner** 对象的 **spec.workload** 字段中配置节点放置规则。

```
apiVersion: hostpathprovisioner.kubevirt.io/v1beta1
kind: HostPathProvisioner
metadata:
 name: hostpath-provisioner
spec:
 imagePullPolicy: IfNotPresent
 pathConfig:
```



```
path: "</path/to/backing/directory>"
useNamingPrefix: false
workload: 1
```

1 **workload** 字段支持 **nodeSelector**、**affinity** 和 **tolerations** 字段。

### 5.2.1.5. 其他资源

- 为虚拟机指定节点
- 使用节点选择器将 pod 放置到特定节点
- 使用节点关联性规则控制节点上的 pod 放置
- 使用节点污点控制 pod 放置
- 使用 CLI 安装 OpenShift Virtualization
- 使用 Web 控制台安装 OpenShift Virtualization
- 为虚拟机配置本地存储

## 5.2.2. 清单示例

以下示例 YAML 文件使用 **nodePlacement**、**affinity**（关联性）和 **tolerations**（容限）对象为 OpenShift Virtualization 组件自定义节点放置。

### 5.2.2.1. Operator Lifecycle Manager Subscription 对象

#### 5.2.2.1.1. 示例：在 OLM 订阅对象中使用 nodeSelector 的节点放置

在本例中，配置了 **nodeSelector**，OLM 将 OpenShift Virtualization Operator 放置到标记为 **example.io/example-infra-key = example-infra-value** 的节点上。

```
apiVersion: operators.coreos.com/v1alpha1
kind: Subscription
metadata:
 name: hco-operatorhub
 namespace: openshift-cn
spec:
 source: redhat-operators
 sourceNamespace: openshift-marketplace
 name: kubevirt-hyperconverged
 startingCSV: kubevirt-hyperconverged-operator.v4.11.8
 channel: "stable"
 config:
 nodeSelector:
 example.io/example-infra-key: example-infra-value
```

#### 5.2.2.1.2. 示例：将容限放置在 OLM 订阅对象中

在本例中，为 OLM 部署 OpenShift Virtualization Operator 保留的节点使用 **key=virtualization:NoSchedule** 污点标记。只有具有与容限匹配的 pod 才会调度到这些节点。

```

apiVersion: operators.coreos.com/v1alpha1
kind: Subscription
metadata:
 name: hco-operatorhub
 namespace: openshift-cnv
spec:
 source: redhat-operators
 sourceNamespace: openshift-marketplace
 name: kubevirt-hyperconverged
 startingCSV: kubevirt-hyperconverged-operator.v4.11.8
 channel: "stable"
 config:
 tolerations:
 - key: "key"
 operator: "Equal"
 value: "virtualization"
 effect: "NoSchedule"

```

### 5.2.2.2. HyperConverged 对象

#### 5.2.2.2.1. 示例：在 HyperConverged Cluster CR 中使用 nodeSelector 进行节点放置

在本例中，配置了 **nodeSelector**，将基础架构资源放置在带有 **example.io/example-infra-key = example-infra-value = example-infra-value** 的节点上，把工作负载放置在带有 **example.io/example-workloads-key = example-workloads-value** 的节点上。

```

apiVersion: hco.kubevirt.io/v1beta1
kind: HyperConverged
metadata:
 name: kubevirt-hyperconverged
 namespace: openshift-cnv
spec:
 infra:
 nodePlacement:
 nodeSelector:
 example.io/example-infra-key: example-infra-value
 workloads:
 nodePlacement:
 nodeSelector:
 example.io/example-workloads-key: example-workloads-value

```

#### 5.2.2.2.2. 示例：在 HyperConverged Cluster CR 中使用关联性进行节点放置

在本例中，配置了 **affinity**，将基础架构资源放置在带有 **example.io/example-infra-key = example-value** 的节点上，把工作负载放置在带有 **example.io/example-workloads-key = example-workloads-value** 的节点上。对于工作负载，最好使用八个以上 CPU 的节点，但如果它们不可用，仍可调度 pod。

```

apiVersion: hco.kubevirt.io/v1beta1
kind: HyperConverged
metadata:
 name: kubevirt-hyperconverged
 namespace: openshift-cnv
spec:
 infra:

```

```

nodePlacement:
 affinity:
 nodeAffinity:
 requiredDuringSchedulingIgnoredDuringExecution:
 nodeSelectorTerms:
 - matchExpressions:
 - key: example.io/example-infra-key
 operator: In
 values:
 - example-infra-value
workloads:
 nodePlacement:
 affinity:
 nodeAffinity:
 requiredDuringSchedulingIgnoredDuringExecution:
 nodeSelectorTerms:
 - matchExpressions:
 - key: example.io/example-workloads-key
 operator: In
 values:
 - example-workloads-value
 preferredDuringSchedulingIgnoredDuringExecution:
 - weight: 1
 preference:
 matchExpressions:
 - key: example.io/num-cpus
 operator: Gt
 values:
 - 8

```

### 5.2.2.2.3. 示例：在 HyperConverged Cluster CR 中使用容限进行节点放置

在本例中，为 OpenShift Virtualization 组件保留的节点使用 **key=virtualization:NoSchedule** 污点标记。只有具有与容限匹配的 pod 才会调度到这些节点。

```

apiVersion: hco.kubevirt.io/v1beta1
kind: HyperConverged
metadata:
 name: kubevirt-hyperconverged
 namespace: openshift-cnv
spec:
 workloads:
 nodePlacement:
 tolerations:
 - key: "key"
 operator: "Equal"
 value: "virtualization"
 effect: "NoSchedule"

```

### 5.2.2.3. HostPathProvisioner 对象

#### 5.2.2.3.1. 示例：HostPathProvisioner 对象中的 nodeSelector 的节点放置

在本例中，配置了 **nodeSelector**，以便将工作负载放置到带有 **example.io/example-workloads-key = example-workloads-value** 的节点上。

```
apiVersion: hostpathprovisioner.kubevirt.io/v1beta1
kind: HostPathProvisioner
metadata:
 name: hostpath-provisioner
spec:
 imagePullPolicy: IfNotPresent
 pathConfig:
 path: "</path/to/backing/directory>"
 useNamingPrefix: false
 workload:
 nodeSelector:
 example.io/example-workloads-key: example-workloads-value
```

## 5.3. 使用 WEB 控制台安装 OPENSIFT VIRTUALIZATION

安装 OpenShift Virtualization 以便在 OpenShift Container Platform 集群中添加虚拟化功能。

您可以使用 OpenShift Container Platform 4.11 [web 控制台](#) 来订阅和部署 OpenShift Virtualization Operator。

### 5.3.1. 安装 OpenShift Virtualization Operator

您可以从 OpenShift Container Platform Web 控制台安装 OpenShift Virtualization Operator。

#### 先决条件

- 在集群上安装 OpenShift Container Platform 4.11。
- 以具有 **cluster-admin** 权限的用户身份登录到 OpenShift Container Platform web 控制台。

#### 流程

1. 从 **Administrator** 视角中，点 **Operators** → **OperatorHub**。
2. 在 **Filter by keyword** 字段中，键入 **Virtualization**。
3. 选择带有 **红帽** 源标签的 **{CNVOperatorDisplayName}** 标题。
4. 阅读 Operator 信息并单击 **Install**。
5. 在 **Install Operator** 页面中：
  - a. 从可用 **Update Channel** 选项列表中选择 **stable**。这样可确保安装与 OpenShift Container Platform 版本兼容的 OpenShift Virtualization 版本。
  - b. 对于安装的命名空间，请确保选择了 **Operator 推荐的命名空间** 选项。这会在 **openshift-cnv** 命名空间中安装 Operator，该命名空间在不存在时自动创建。

**警告**

尝试在 **openshift-cnv** 以外的命名空间中安装 OpenShift Virtualization Operator 会导致安装失败。

- c. 对于 **Approval Strategy**，强烈建议您选择 **Automatic**（默认值），以便在 **stable** 更新频道中提供新版本时 OpenShift Virtualization 会自动更新。  
虽然可以选择 **Manual** 批准策略，但这不可取，因为它会给集群提供支持和功能带来高风险。只有在您完全了解这些风险且无法使用 **Automatic** 时，才选择 **Manual**。

**警告**

因为 OpenShift Virtualization 只在与对应的 OpenShift Container Platform 版本搭配使用时被支持，所以缺少的 OpenShift Virtualization 更新可能会导致您的集群不被支持。

6. 点击 **Install** 使 Operator 可供 **openshift-cnv** 命名空间使用。
7. 当 Operator 成功安装时，点 **Create HyperConverged**。
8. 可选：为 OpenShift Virtualization 组件配置 **Infra** 和 **Workloads** 节点放置选项。
9. 点击 **Create** 启动 OpenShift Virtualization。

**验证**

- 导航到 **Workloads** → **Pods** 页面，并监控 OpenShift Virtualization Pod，直至全部处于 **Running** 状态。在所有 pod 都处于 **Running** 状态后，您可以使用 OpenShift Virtualization。

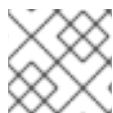
**5.3.2. 后续步骤**

您可能还需要额外配置以下组件：

- [hostpath 置备程序](#) 是设计用于 OpenShift Virtualization 的本地存储置备程序。如果要为虚拟机配置本地存储，您必须首先启用 [hostpath 置备程序](#)。

**5.4. 使用 CLI 安装 OPENSIFT VIRTUALIZATION**

安装 OpenShift Virtualization 以便在 OpenShift Container Platform 集群中添加虚拟化功能。您可以使用命令行将清单应用到集群，以订阅和部署 OpenShift Virtualization Operator。

**注意**

要指定 OpenShift Virtualization 安装其组件的节点，请[配置节点放置规则](#)。

### 5.4.1. 先决条件

- 在集群上安装 OpenShift Container Platform 4.11。
- 安装 OpenShift CLI (**oc**)。
- 以具有 **cluster-admin** 特权的用户身份登录。

### 5.4.2. 使用 CLI 订阅 OpenShift virtualization 目录

在安装 OpenShift Virtualization 前，需要订阅到 OpenShift Virtualization catalog。订阅会授予 OpenShift virtualization Operator 对 **openshift-cnv** 命名空间的访问权限。

为了订阅，在您的集群中应用一个单独的清单（manifest）来配置 **Namespace**、**OperatorGroup** 和 **Subscription** 对象。

#### 流程

1. 创建一个包含以下清单的 YAML 文件：

```

apiVersion: v1
kind: Namespace
metadata:
 name: openshift-cnv

apiVersion: operators.coreos.com/v1
kind: OperatorGroup
metadata:
 name: kubvirt-hyperconverged-group
 namespace: openshift-cnv
spec:
 targetNamespaces:
 - openshift-cnv

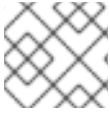
apiVersion: operators.coreos.com/v1alpha1
kind: Subscription
metadata:
 name: hco-operatorhub
 namespace: openshift-cnv
spec:
 source: redhat-operators
 sourceNamespace: openshift-marketplace
 name: kubvirt-hyperconverged
 startingCSV: kubvirt-hyperconverged-operator.v4.11.8
 channel: "stable" 1

```

- 1** 使用 **stable** 频道可确保您安装与 OpenShift Container Platform 版本兼容的 OpenShift Virtualization 版本。

2. 运行以下命令,为 OpenShift Virtualization 创建所需的 **Namespace**、**OperatorGroup** 和 **Subscription**对象：

```
$ oc apply -f <file name>.yaml
```



## 注意

您可以在 YAML 文件中[配置证书轮转参数](#)。

### 5.4.3. 使用 CLI 部署 OpenShift Virtualization Operator

您可以使用 **oc** CLI 部署 OpenShift Virtualization Operator。

#### 先决条件

- 在 **openshift-cnv** 命名空间中的一个有效的 OpenShift virtualization 目录订阅。

#### 流程

1. 创建一个包含以下清单的 YAML 文件：

```
apiVersion: hco.kubevirt.io/v1beta1
kind: HyperConverged
metadata:
 name: kubevirt-hyperconverged
 namespace: openshift-cnv
spec:
```

2. 运行以下命令来部署 OpenShift Virtualization Operator:

```
$ oc apply -f <file_name>.yaml
```

#### 验证

- 通过观察 **openshift-cnv** 命名空间中集群服务版本（CSV）的 **PHASE** 来确保 OpenShift Virtualization 已被成功部署。运行以下命令：

```
$ watch oc get csv -n openshift-cnv
```

如果部署成功，则会显示以下输出：

#### 输出示例

```
NAME DISPLAY VERSION REPLACES PHASE
kubevirt-hyperconverged-operator.v4.11.8 OpenShift Virtualization 4.11.8
Succeeded
```

### 5.4.4. 后续步骤

您可能还需要额外配置以下组件：

- [hostpath 置备程序](#) 是设计用于 OpenShift Virtualization 的本地存储置备程序。如果要为虚拟机配置本地存储，您必须首先启用 [hostpath 置备程序](#)。

## 5.5. 启用 VIRTCTL 客户端

**virtctl** 客户端是用于管理 OpenShift Virtualization 资源的命令行实用程序。它适用于 Linux、macOS 和 Windows 发行版。

## 5.5.1. 下载并安装 virtctl 客户端

### 5.5.1.1. 下载 virtctl 客户端

使用 **ConsoleCLIDownload** 自定义资源 (CR) 中提供的链接下载 **virtctl** 客户端。

#### 流程

1. 运行以下命令来查看 **ConsoleCLIDownload** 对象：

```
$ oc get ConsoleCLIDownload virtctl-clidownloads-kubevirt-hyperconverged -o yaml
```

2. 使用为您的发行版本列出的链接下载 **virtctl** 客户端。

### 5.5.1.2. 安装 virtctl 客户端

从适合您的操作系统的位置下载后，提取并安装 **virtctl** 客户端。

#### 先决条件

- 您必须已下载 **virtctl** 客户端。

#### 流程

- Linux：

1. 解压 tarball。以下 CLI 命令将其提取到与 tarball 相同的目录中：

```
$ tar -xvf <virtctl-version-distribution.arch>.tar.gz
```

2. 进入解压的文件夹 hierachy 并运行以下命令使 **virtctl** 二进制可执行文件：

```
$ chmod +x <virtctl-file-name>
```

3. 将 **virtctl** 二进制文件移到 **PATH** 环境变量中的目录中。
4. 要检查您的路径，请运行以下命令：

```
$ echo $PATH
```

- 对于 Windows 用户：

1. 解包和解压存档。
2. 进入解压的目录中，双击 **virtctl** 可执行文件来安装客户端。
3. 将 **virtctl** 二进制文件移到 **PATH** 环境变量中的目录中。
4. 要检查您的路径，请运行以下命令：

```
C:\> path
```

- 对于 macOS 用户：



1. 解包和解压存档。
2. 将 **virtctl** 二进制文件移到 **PATH** 环境变量中的目录中。
3. 要检查您的路径，请运行以下命令：

```
echo $PATH
```

## 5.5.2. 安装 virtctl RPM 软件包

在启用 OpenShift Virtualization 仓库后，您可以将 **virtctl** 客户端安装为 RPM。

### 5.5.2.1. 启用 OpenShift Virtualization 仓库

为您的 Red Hat Enterprise Linux(RHEL)版本启用 OpenShift Virtualization 仓库。

#### 先决条件

- 您的系统注册到具有有效订阅的"Red Hat Container Native Virtualization"权利。

#### 流程

- 使用 **subscription-manager** CLI 工具为您的操作系统启用适当的 OpenShift Virtualization 仓库。
  - 要为 RHEL 8 启用存储库，请运行：

```
subscription-manager repos --enable cnv-4.11-for-rhel-8-x86_64-rpms
```

- 要为 RHEL 7 启用存储库，请运行：

```
subscription-manager repos --enable rhel-7-server-cnv-4.11-rpms
```

### 5.5.2.2. 使用 yum 工具安装 virtctl 客户端

从 **kubevirt-virtctl** 软件包安装 **virtctl** 客户端。

#### 先决条件

- 您可以在 Red Hat Enterprise Linux(RHEL)系统中启用了 OpenShift virtualization 仓库。

#### 流程

- 安装 **kubevirt-virtctl** 软件包：

```
yum install kubevirt-virtctl
```

## 5.5.3. 其他资源

- [使用 CLI 工具进行 OpenShift Virtualization。](#)

## 5.6. 卸载 OPENSIFT VIRTUALIZATION

您可以使用 Web 控制台或命令行界面 (CLI) 卸载 OpenShift Virtualization，以删除 OpenShift Virtualization 工作负载、Operator 及其资源。

### 5.6.1. 使用 Web 控制台卸载 OpenShift Virtualization

您可以使用 [Web 控制台卸载](#) OpenShift Virtualization 来执行以下任务：

1. 删除 [HyperConverged CR](#)。
2. 删除 [OpenShift Virtualization Operator](#)。
3. 删除 [openshift-cnv](#) 命名空间。
4. 删除 [OpenShift Virtualization 自定义资源定义 \(CRD\)](#)。



#### 重要

您必须首先删除所有 [虚拟机](#)、[虚拟机实例](#)和[数据卷](#)。

当其工作负载保留在集群中时，您无法卸载 OpenShift Virtualization。

#### 5.6.1.1. 删除 HyperConverged 自定义资源

要卸载 OpenShift Virtualization，首先删除 **HyperConverged** 自定义资源 (CR)。

##### 先决条件

- 可以使用具有 **cluster-admin** 权限的账户访问 OpenShift Container Platform 集群。

##### 流程

1. 进入到 **Operators** → **Installed Operators** 页面。
2. 选择 OpenShift Virtualization Operator。
3. 点 **OpenShift Virtualization Deployment** 选项卡。
4. 点 **kubevirt-hyperconverged** 旁边的 Options 菜单 ，然后选择 **Delete HyperConverged**。
5. 在确认窗口中点击 **Delete**。

#### 5.6.1.2. 使用 Web 控制台从集群中删除 Operator

集群管理员可以使用 Web 控制台从所选命名空间中删除已安装的 Operator。

##### 先决条件

- 您可以使用具有 **cluster-admin** 权限的账户访问 OpenShift Container Platform 集群 Web 控制台。

##### 流程

1. 进入到 **Operators → Installed Operators** 页面。
2. 在 **Filter by name** 字段中滚动或输入关键字以查找您要删除的 Operator。然后点它。
3. 在 **Operator Details** 页面右侧，从 **Actions** 列表中选择 **Uninstall Operator**。此时会显示 **Uninstall Operator?** 对话框。
4. 选择 **Uninstall** 来删除 Operator、Operator 部署和 pod。按照此操作，Operator 将停止运行，不再接收更新。



### 注意

此操作不会删除 Operator 管理的资源，包括自定义资源定义 (CRD) 和自定义资源 (CR)。Web 控制台和继续运行的集群资源启用的仪表板和导航项可能需要手动清理。要在卸载 Operator 后删除这些，您可能需要手动删除 Operator CRD。


#### 5.6.1.3. 使用 web 控制台删除命名空间

您可以使用 OpenShift Container Platform web 控制台删除一个命名空间。

##### 先决条件

- 可以使用具有 **cluster-admin** 权限的账户访问 OpenShift Container Platform 集群。

##### 流程

1. 导航至 **Administration → Namespaces**。
2. 在命名空间列表中找到您要删除的命名空间。
3. 在命名空间列表的右侧，从 Options 菜单  中选择 **Delete Namespace**。
4. 当 **Delete Namespace** 页打开时，在相关项中输入您要删除的命名空间的名称。
5. 点击 **Delete**。

#### 5.6.1.4. 删除 OpenShift Virtualization 自定义资源定义

您可以使用 Web 控制台删除 OpenShift Virtualization 自定义资源定义 (CRD)。

##### 先决条件

- 可以使用具有 **cluster-admin** 权限的账户访问 OpenShift Container Platform 集群。

##### 流程

1. 进入到 **Administration → CustomResourceDefinitions**。
2. 选择 **Label** 过滤器，并在 **Search** 字段中输入 **operators.coreos.com/kubevirt-hyperconverged.openshift-cnv**，以显示 OpenShift Virtualization CRD。

- 点每个 CRD 旁边的 Options 菜单 ，然后选择 **Delete CustomResourceDefinition**。

## 5.6.2. 使用 CLI 卸载 OpenShift Virtualization

您可以使用 [命令行界面 \(CLI\)](#) 卸载 OpenShift Virtualization。

### 先决条件

- 可以使用具有 **cluster-admin** 权限的账户访问 OpenShift Container Platform 集群。
- 已安装 OpenShift CLI (oc)。
- 您已删除所有 [虚拟机](#)、[虚拟机实例](#) 和 [数据卷](#)。当其工作负载保留在集群中时，您无法卸载 OpenShift Virtualization。

### 流程

- 删除 **HyperConverged** 自定义资源：

```
$ oc delete HyperConverged kubevirt-hyperconverged -n openshift-cnv
```

- 删除 OpenShift Virtualization Operator 订阅：

```
$ oc delete subscription kubevirt-hyperconverged -n openshift-cnv
```

- 删除 OpenShift Virtualization **ClusterServiceVersion** 资源：

```
$ oc delete csv -n openshift-cnv -l operators.coreos.com/kubevirt-hyperconverged.openshift-cnv
```

- 删除 OpenShift Virtualization 命名空间：

```
$ oc delete namespace openshift-cnv
```

- 使用 **dry-run** 选项运行 **oc delete crd** 命令列出 OpenShift Virtualization 自定义资源定义 (CRD)：

```
$ oc delete crd --dry-run=client -l operators.coreos.com/kubevirt-hyperconverged.openshift-cnv
```

### 输出示例

```
customresourcedefinition.apiextensions.k8s.io "cdi.cdi.kubevirt.io" deleted (dry run)
customresourcedefinition.apiextensions.k8s.io
"hostpathprovisioners.hostpathprovisioner.kubevirt.io" deleted (dry run)
customresourcedefinition.apiextensions.k8s.io "hyperconvergeds.hco.kubevirt.io" deleted
(dry run)
customresourcedefinition.apiextensions.k8s.io "kubevirts.kubevirt.io" deleted (dry run)
customresourcedefinition.apiextensions.k8s.io
"networkaddonsconfigs.networkaddonsoperator.network.kubevirt.io" deleted (dry run)
```

```
customresourcedefinition.apiextensions.k8s.io "ssps.ssp.kubevirt.io" deleted (dry run)
customresourcedefinition.apiextensions.k8s.io "tektontasks.tektontasks.kubevirt.io" deleted
(dry run)
```

6. 运行 **oc delete crd** 命令来删除 CRD，而无需 **dry-run** 选项：

```
$ oc delete crd -l operators.coreos.com/kubevirt-hyperconverged.openshift-cnv
```

## 第 6 章 更新 OPENSIFT VIRTUALIZATION

了解 Operator Lifecycle Manager (OLM) 如何为 OpenShift Virtualization 提供 z-stream 和次要版本更新。



### 注意

- OpenShift Virtualization 不再提供 Node Maintenance Operator (NMO)。您可以从 OpenShift Container Platform web 控制台中的 **OperatorHub**，或使用 OpenShift CLI (**oc**) [安装 NMO](#)。  
在从 OpenShift Virtualization 4.10.2 及更新版本升级到 OpenShift Virtualization 4.11 前，您必须执行以下任务之一：
  - 将所有节点从维护模式移出。
  - 安装独立 NMO，将 `nodemaintenances.nodemaintenance.kubevirt.io` 自定义资源 (CR) 替换为 `nodemaintenances.nodemaintenance.medik8s.io` CR。

### 6.1. 关于更新 OPENSIFT VIRTUALIZATION

- Operator Lifecycle Manager (OLM) 管理 OpenShift Virtualization Operator 的生命周期。Marketplace Operator 在 OpenShift Container Platform 安装过程中部署，使外部 Operator 可供集群使用。
- OLM 为 OpenShift Virtualization 提供 z-stream 和次要版本更新。在将 OpenShift Container Platform 更新至下一个次版本时，次版本更新将变为可用。在不先更新 OpenShift Container Platform 的情况下，您无法将 OpenShift Virtualization 更新至下一个次版本。
- OpenShift Virtualization 订阅使用一个名为 **stable** 的单一更新频道。**stable** 频道确保 OpenShift Virtualization 和 OpenShift Container Platform 版本兼容。
- 如果您的订阅的批准策略被设置为 **Automatic**，则当 **stable** 频道中提供新版本的 Operator 时，更新过程就会马上启动。强烈建议您使用 **Automatic (自动)** 批准策略来维护可支持的环境。只有在运行对应的 OpenShift Container Platform 版本时，才会支持 OpenShift Virtualization 的每个次要版本。例如，您必须在 OpenShift Container Platform 4.11 上运行 OpenShift Virtualization 4.11。
  - 虽然可以选择 **Manual (手工)** 批准策略，但并不建议这样做，因为它存在集群的支持性和功能风险。使用 **Manual** 批准策略时，您必须手动批准每个待处理的更新。如果 OpenShift Container Platform 和 OpenShift Virtualization 更新不同步，您的集群将无法被支持。
- 更新完成所需时间取决于您的网络连接情况。大部分自动更新可在十五分钟内完成。
- 更新 OpenShift Virtualization 不会中断网络连接。
- 数据卷及其关联的持久性卷声明会在更新过程中保留。



### 重要

如果您的虚拟机正在运行，使用 `hostpath` 置备程序存储，则无法实时迁移，并可能会阻止 OpenShift Container Platform 集群更新。

作为临时解决方案，您可以重新配置虚拟机以便在集群更新过程中自动关闭它们。删除 `evictionStrategy: LiveMigrate` 字段，并将 `runStrategy` 字段设置为 **Always**。

## 6.2. 配置自动工作负载更新

### 6.2.1. 关于工作负载更新

更新 OpenShift Virtualization 时，虚拟机工作负载（包括 **libvirt**、**virt-launcher**）和 **qemu**（如果支持实时迁移）会自动更新。



#### 注意

每个虚拟机均有一个 **virt-launcher** pod，用于运行虚拟机实例(VMI)。**virt-launcher** pod 运行一个 **libvirt** 实例，用于管理虚拟机(VM)进程。

您可以通过编辑 **HyperConverged** 自定义资源 (CR) 的 **spec.workloadUpdateStrategy** 小节来配置工作负载的更新方式。可用的工作负载更新方法有两种：**LiveMigrate** 和 **Evict**。

因为 **Evict** 方法关闭 VMI pod，所以只启用 **LiveMigrate** 更新策略。

当 **LiveMigrate** 是唯一启用的更新策略时：

- 支持实时迁移的 VMI 会在更新过程中进行迁移。VM 客户机会进入启用了更新组件的新 pod。
- 不支持实时迁移的 VMI 不会中断或更新。
  - 如果 VMI 有 **LiveMigrate** 驱除策略，但没有支持实时迁移。

如果您同时启用 **LiveMigrate** 和 **Evict**：

- 支持实时迁移的 VMI 使用 **LiveMigrate** 更新策略。
- 不支持实时迁移的 VMI 使用 **Evict** 更新策略。如果 VMI 由具有 **always** 的 **runStrategy** 值的 **VirtualMachine** 对象控制，则会在带有更新组件的新 pod 中创建一个新的 VMI。

#### 迁移尝试和超时

更新工作负载时，如果 pod 在以下时间段内处于 **Pending** 状态，实时迁移会失败：

##### 5 分钟

如果 pod 因为是 **Unschedulable** 而处于 pending 状态。

##### 15 分钟

如果 pod 因任何原因处于 pending 状态。

当 VMI 无法迁移时，**virt-controller** 会尝试再次迁移它。它会重复这个过程，直到所有可迁移的 VMI 在新的 **virt-launcher** Pod 上运行。如果 VMI 没有被正确配置，这些尝试可能会无限期重复。



#### 注意

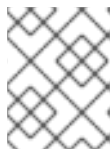
每次尝试都会对应于一个迁移对象。只有最近五个尝试才在缓冲区中。这可防止迁移对象在系统上进行积累，同时保留用于调试的信息。

### 6.2.2. 配置工作负载更新方法

您可以通过编辑 **HyperConverged** 自定义资源(CR)来配置工作负载更新方法。

#### 先决条件

- 要使用实时迁移作为更新方法，您必须首先在集群中启用实时迁移。



### 注意

如果 **VirtualMachineInstance** CR 包含 **evictionStrategy: LiveMigrate**，且虚拟机实例(VMI)不支持实时迁移，则 VMI 将不会更新。

## 流程

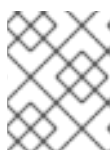
1. 要在默认编辑器中打开 **HyperConverged** CR，请运行以下命令：

```
$ oc edit hco -n openshift-cnv kubevirt-hyperconverged
```

2. 编辑 **HyperConverged** CR 的 **workloadUpdateStrategy** 小节。例如：

```
apiVersion: hco.kubevirt.io/v1beta1
kind: HyperConverged
metadata:
 name: kubevirt-hyperconverged
spec:
 workloadUpdateStrategy:
 workloadUpdateMethods: 1
 - LiveMigrate 2
 - Evict 3
 batchEvictionSize: 10 4
 batchEvictionInterval: "1m0s" 5
 ...
```

- 1 可用于执行自动化工作负载更新的方法。可用值为 **LiveMigrate** 和 **Evict**。如果您如本例所示启用这两个选项，则更新会为不支持实时迁移的 VMI 使用 **LiveMigrate**，对于不支持实时迁移的 VMI 使用 **Evict**。要禁用自动工作负载更新，您可以删除 **workloadUpdateStrategy** 小节，或设置 **workloadUpdateMethods: []** 将数组留空。
- 2 具有最低破坏性的更新方法。支持实时迁移的 VMI 通过将虚拟机 (VM) 客户机迁移到启用了更新组件的新 pod 中来更新。如果 **LiveMigrate** 是唯一列出的工作负载更新方法，不支持实时迁移的 VMI 不会中断或更新。
- 3 在升级过程中关闭 VMI pod 是一个有破坏性的方法。如果在集群中没有启用实时迁移，**Evict** 是唯一可用的更新方法。如果 VMI 由已配置了 **runStrategy: always** 的 **VirtualMachine** 对象控制，新的 VMI 会在带有更新组件的新 pod 中创建。
- 4 使用 **Evict** 方法每次可以强制更新的 VMI 数量。这不适用于 **LiveMigrate** 方法。
- 5 驱除下一批工作负载前等待的时间间隔。这不适用于 **LiveMigrate** 方法。



### 注意

您可以通过编辑 **HyperConverged** CR 的 **spec.liveMigrationConfig** 小节来配置实时迁移限制和超时。

3. 若要应用您的更改，请保存并退出编辑器。



## 6.3. 批准待处理的 OPERATOR 更新

### 6.3.1. 手动批准待处理的 Operator 更新

如果已安装的 Operator 的订阅被设置为 **Manual**，则当其当前更新频道中发布新更新时，在开始安装前必须手动批准更新。

#### 先决条件

- 之前使用 Operator Lifecycle Manager (OLM) 安装的 Operator。

#### 流程

1. 在 OpenShift Container Platform Web 控制台的 **Administrator** 视角中，进入 **Operators** → **Installed Operators**。
2. 处于待更新 Operator 会显示 **Upgrade available** 状态。点您要更新的 Operator 的名称。
3. 点 **Subscription** 标签页。任何需要批准的更新都会在 **Upgrade Status** 旁边显示。例如：它可能会显示 **1 requires approval**。
4. 点 **1 requires approval**，然后点 **Preview Install Plan**。
5. 检查列出可用于更新的资源。在满意后，点 **Approve**。
6. 返回到 **Operators** → **Installed Operators** 页面，以监控更新的进度。完成后，状态会变为 **Succeeded** 和 **Up to date**。

## 6.4. 监控更新状态

### 6.4.1. 监控 OpenShift Virtualization 升级状态

要监控 OpenShift Virtualization Operator 升级的状态，请观察集群服务版本 (CSV) **PHASE**。此外您还可在 web 控制台中，或运行此处提供的命令来监控 CSV 状况。



#### 注意

**PHASE** 和状况值均是基于可用信息的近似值。

#### 先决条件

- 以具有 **cluster-admin** 角色的用户身份登录集群。
- 安装 OpenShift CLI (**oc**)。

#### 流程

1. 运行以下命令：

```
$ oc get csv -n openshift-cnv
```

2. 查看输出，检查 **PHASE** 字段。例如：

## 输出示例

| VERSION | REPLACES                                | PHASE      |
|---------|-----------------------------------------|------------|
| 4.9.0   | kubevirt-hyperconverged-operator.v4.8.2 | Installing |
| 4.9.0   | kubevirt-hyperconverged-operator.v4.9.0 | Replacing  |

3. 可选：运行以下命令来监控所有 OpenShift Virtualization 组件状况的聚合状态：

```
$ oc get hco -n openshift-cnv kubevirt-hyperconverged \
-o=jsonpath='{range .status.conditions[*]}.{type}{"\t"}{.status}{"\t"}{.message}{"\n"}{end}'
```

成功升级后会输出以下内容：

## 输出示例

```
ReconcileComplete True Reconcile completed successfully
Available True Reconcile completed successfully
Progressing False Reconcile completed successfully
Degraded False Reconcile completed successfully
Upgradeable True Reconcile completed successfully
```

## 6.4.2. 查看过时的 OpenShift Virtualization 工作负载

您可以使用 CLI 查看过时的工作负载列表。



### 注意

如果集群中存在过时的虚拟化 pod，**OutdatedVirtualMachineInstanceWorkloads** 警报会触发。

### 流程

- 要查看过时的虚拟机实例 (VMI) 列表，请运行以下命令：

```
$ oc get vmi -l kubevirt.io/outdatedLauncherImage --all-namespaces
```



### 注意

[配置工作负载更新](#)以确保 VMI 自动更新。

## 6.5. 其他资源

- [什么是 Operator?](#)
- [Operator Lifecycle Manager 概念和资源](#)
- [集群服务版本 \(CSV\)](#)
- [虚拟机实时迁移](#)
- [配置虚拟机驱除策略](#)
- [配置实时迁移限制和超时](#)

## 第 7 章 安全策略

虚拟机 (VM) 工作负载作为非特权 pod 运行。因此，虚拟机可以使用 OpenShift Virtualization 功能，一些 pod 被赋予其他 pod 所有者不可用的自定义安全策略：

- 扩展的 **container\_t** SELinux 策略适用于 **virt-launcher** pod。
- 为 **kubevirt-controller** 服务帐户定义了 [安全性上下文约束 \(SCC\)](#)。

### 7.1. 关于工作负载安全性

默认情况下，虚拟机 (VM) 工作负载不会在 OpenShift Virtualization 中使用 root 权限运行。

对于每个虚拟机，**virt-launcher** pod 以 *会话模式* 运行一个 **libvirt** 实例，用于管理虚拟机进程。在会话模式中，**libvirt** 守护进程以非 root 用户帐户运行，仅允许同一用户标识符 (UID) 下运行的客户端的连接。因此，虚拟机作为非特权 pod 运行，遵循最小特权的安全原则。

不支持需要 root 权限的 OpenShift Virtualization 功能。如果功能需要 root，则可能无法与 OpenShift Virtualization 搭配使用。

### 7.2. 为 VIRT-LAUNCHER POD 扩展 SELINUX 策略

**virt-launcher** Pod 的 **container\_t** SELinux 策略被扩展来启用 OpenShift Virtualization 的基本功能。

- 网络多队列需要以下策略，它可在可用 vCPU 数量增加时扩展网络性能：
  - **allow process self (tun\_socket (relabelfrom relabelto attach\_queue))**
- 以下策略允许 **virt-launcher** 读取 **/proc** 目录中的文件，包括 **/proc/cpuinfo** 和 **/proc/uptime**：
  - **allow process proc\_type (file (getattr open read))**
- 以下策略允许 **libvirtd** 转发与网络相关的调试信息。
  - **allow process self (netlink\_audit\_socket (nlmsg\_relay))**



#### 注意

如果没有此策略，则阻止任何转发网络调试信息。这可能会通过 SELinux 拒绝填充节点的审计日志。

- 以下策略允许 **libvirtd** 访问 **hugetlbfs**，这是支持巨页所必需的：
  - **allow process hugetlbfs\_t (dir (add\_name create write remove\_name rmdir setattr))**
  - **allow process hugetlbfs\_t (file (create unlink))**
- 以下策略允许 **virtiofs** 挂载文件系统并访问 NFS：
  - **allow process nfs\_t (dir (mounton))**
  - **allow process proc\_t (dir (mounton))**
  - **allow process proc\_t (filesystem (mount unmount))**

## 7.3. KUBEVIRT-CONTROLLER 服务帐户的其他 OPENSIFT CONTAINER PLATFORM 安全性上下文约束和 LINUX 功能

Pod 的安全上下文约束 (SCC) 控制权限。这些权限包括 Pod (容器集合) 可以执行的操作以及它们可以访问的资源。您可以使用 SCC 定义 Pod 运行必须满足的一组条件, 以便其能被系统接受。

**virt-controller** 是一个集群控制器, 可为集群中的虚拟机创建 **virt-launcher** pod。这些 pod 由 **kubevirt-controller** 服务帐户授予权限。

**kubevirt-controller** 服务帐户被授予额外的 SCC 和 Linux 功能, 以便能够创建具有适当权限的 **virt-launcher** Pod。这些扩展权限允许虚拟机使用超出典型 pod 范围的 OpenShift Virtualization 功能。

**kubevirt-controller** 服务帐户被授予以下 SCC:

- **scc.AllowHostDirVolumePlugin = true**  
这允许虚拟机使用 `hostpath` 卷插件。
- **scc.AllowPrivilegedContainer = false**  
可确保 `virt-launcher` pod 不是作为特权容器运行。
- **scc.AllowedCapabilities = [corev1.Capability{"SYS\_NICE", "NET\_BIND\_SERVICE", "SYS\_PTRACE"}]**
  - **SYS\_NICE** 允许设置 CPU 关联性。
  - **NET\_BIND\_SERVICE** 允许 DHCP 和 Slirp 操作。
  - **SYS\_PTRACE** 允许某些版本的 `libvirt` 查找 `swtprm` 的进程 ID (PID), 这是软件受信任的平台模块 (TPM) 模拟器。

### 7.3.1. 查看 kubevirt-controller 的 SCC 和 RBAC 定义

您可以使用 **oc** 工具查看 **kubevirt-controller** 的 **SecurityContextConstraints** 定义:

```
$ oc get scc kubevirt-controller -o yaml
```

您可以使用 **oc** 工具查看 **kubevirt-controller** clusterrole 的 RBAC 定义:

```
$ oc get clusterrole kubevirt-controller -o yaml
```

## 7.4. 其他资源

- [管理安全性上下文约束](#)
- [使用 RBAC 定义和应用权限](#)
- Red Hat Enterprise Linux (RHEL) 文档中的 [优化虚拟机网络性能](#)
- [在虚拟机中使用巨页](#)
- RHEL 文档中的 [配置巨页](#)

## 第 8 章 使用 CLI 工具

用于管理集群中资源的两个主要 CLI 工具是：

- OpenShift Virtualization **virtctl** 客户端
- OpenShift Container Platform **oc** 客户端

### 8.1. 先决条件

- 您必须启用 **virtctl** 客户端。

### 8.2. OPENSIFT CONTAINER PLATFORM 客户端命令

OpenShift Container Platform **oc** 客户端是一个用于管理 OpenShift Container Platform 资源的命令行实用程序，包括 **VirtualMachine** (**vm**) 和 **VirtualMachineInstance** (**vmi**) 对象类型。



#### 注意

您可以使用 **-n <namespace>** 指定一个不同的项目。

表 8.1. oc 命令

| 命令                                                               | 描述                                                               |
|------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|
| <b>oc login -u &lt;user_name&gt;</b>                             | 以 <b>&lt;user_name&gt;</b> 身份登录 OpenShift Container Platform 集群。 |
| <b>oc get &lt;object_type&gt;</b>                                | 显示当前项目中指定对象类型的对象列表。                                              |
| <b>oc describe &lt;object_type&gt;<br/>&lt;resource_name&gt;</b> | 显示当前项目中指定资源的详情。                                                  |
| <b>oc create -f &lt;object_config&gt;</b>                        | 从文件名称或 stdin 在当前项目中创建资源。                                         |
| <b>oc edit &lt;object_type&gt;<br/>&lt;resource_name&gt;</b>     | 编辑当前项目中的资源。                                                      |
| <b>oc delete &lt;object_type&gt;<br/>&lt;resource_name&gt;</b>   | 删除当前项目中的资源。                                                      |

有关 **oc** 客户端命令的更全面信息，请参阅 [OpenShift Container Platform CLI 工具](#) 文档。

### 8.3. VIRTCTL 客户端命令

**virtctl** 客户端是用于管理 OpenShift Virtualization 资源的命令行实用程序。

要查看 **virtctl** 命令列表，请运行以下命令：

```
$ virtctl help
```

要查看与特定命令一起使用的选项列表，请使用 **-h** 或 **--help** 标记运行该选项。例如：

```
$ virtctl image-upload -h
```

要查看您可以与任何 **virtctl** 命令一起使用的全局命令选项列表，请运行以下命令：

```
$ virtctl options
```

下表包含整个 OpenShift Virtualization 文档中使用的 **virtctl** 命令。

表 8.2. virtctl 客户端命令

| 命令                                                                                        | 描述                                                                  |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|
| <b>virtctl start &lt;vm_name&gt;</b>                                                      | 启动虚拟机。                                                              |
| <b>virtctl start --paused &lt;vm_name&gt;</b>                                             | 以暂停状态启动虚拟机。这个选项可让您从 VNC 控制台中断引导过程。                                  |
| <b>virtctl stop &lt;vm_name&gt;</b>                                                       | 停止虚拟机。                                                              |
| <b>virtctl stop &lt;vm_name&gt; --grace-period 0 --force</b>                              | 强制停止虚拟机。这个选项可能会导致数据不一致或数据丢失。                                        |
| <b>virtctl pause vm vmi &lt;object_name&gt;</b>                                           | 暂停虚拟机或虚拟机实例。机器状态保存在内存中。                                             |
| <b>virtctl unpause vm vmi &lt;object_name&gt;</b>                                         | 取消暂停虚拟机或虚拟机实例。                                                      |
| <b>virtctl migrate &lt;vm_name&gt;</b>                                                    | 迁移虚拟机。                                                              |
| <b>virtctl restart &lt;vm_name&gt;</b>                                                    | 重启虚拟机。                                                              |
| <b>virtctl expose &lt;vm_name&gt;</b>                                                     | 创建转发虚拟机或虚拟机实例的指定端口的服务，并在节点的指定端口上公开该服务。                              |
| <b>virtctl console &lt;vmi_name&gt;</b>                                                   | 连接至虚拟机实例的串行控制台。                                                     |
| <b>virtctl vnc -- kubeconfig=\$KUBECONFIG &lt;vmi_name&gt;</b>                            | 打开与虚拟机实例的 VNC（虚拟网络客户端）连接。通过 VNC 访问虚拟机实例的图形控制台，该 VNC 需要本地计算机上的远程查看器。 |
| <b>virtctl vnc -- kubeconfig=\$KUBECONFIG --proxy-only=true &lt;vmi-name&gt;</b>          | 显示端口号，并使用任何查看器通过 VNC 连接手动连接到虚拟机实例。                                  |
| <b>virtctl vnc -- kubeconfig=\$KUBECONFIG --port=&lt;port-number&gt; &lt;vmi-name&gt;</b> | 如果该端口可用，则指定端口号用于在指定端口上运行代理。如果没有指定端口号，代理会在随机端口上运行。                   |

| 命令                                                                                                                                                        | 描述                   |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|
| <b>virtctl image-upload dv</b><br><b>&lt;datavolume_name&gt; --image-path=</b><br><b>&lt;/path/to/image&gt; --no-create</b>                               | 将虚拟机镜像上传到已存在的数据卷中。   |
| <b>virtctl image-upload dv</b><br><b>&lt;datavolume_name&gt; --size=</b><br><b>&lt;datavolume_size&gt; --image-path=</b><br><b>&lt;/path/to/image&gt;</b> | 将虚拟机镜像上传到新数据卷。       |
| <b>virtctl version</b>                                                                                                                                    | 显示客户端和服务端版本。         |
| <b>virtctl fslist &lt;vmi_name&gt;</b>                                                                                                                    | 返回客户端机器中可用文件系统的完整列表。 |
| <b>virtctl guestosinfo &lt;vmi_name&gt;</b>                                                                                                               | 返回有关操作系统的客户机代理信息。    |
| <b>virtctl userlist &lt;vmi_name&gt;</b>                                                                                                                  | 返回客户端机器中登录用户的完整列表。   |

## 8.4. 使用 VIRTCTL GUESTFS 创建容器

您可以使用 **virtctl guestfs** 命令部署带有 **libguestfs-tools** 以及附加到它的持久性卷声明 (PVC) 的交互式容器。

### 流程

- 要部署一个带有 **libguestfs-tools** 的容器，挂载 PVC 并为其附加一个 shell，运行以下命令：

```
$ virtctl guestfs -n <namespace> <pvc_name> 1
```

- 1 PVC 名称是必需的参数。如果没有包括它，则会出现错误消息。

## 8.5. LIBGUESTFS 工具和 VIRTCTL GUESTFS

**libguestfs** 工具可帮助您访问和修改虚拟机 (VM) 磁盘镜像。您可以使用 **libguestfs** 工具查看和编辑客户机中的文件、克隆和构建虚拟机，以及格式化和调整磁盘大小。

您还可以使用 **virtctl guestfs** 命令及其子命令在 PVC 上修改、检查和调试虚拟机磁盘。要查看可能子命令的完整列表，请在命令行中输入 **virt-** 并按 Tab 键。例如：

| 命令                                                                                                         | 描述                   |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|
| <b>virt-edit -a /dev/vda /etc/motd</b>                                                                     | 在终端中以交互方式编辑文件。       |
| <b>virt-customize -a /dev/vda --ssh-</b><br><b>inject root:string:&lt;public key</b><br><b>example&gt;</b> | 将 ssh 密钥注入客户系统并创建登录。 |

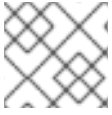
| 命令                                                                       | 描述                                                                                                     |
|--------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>virt-df -a /dev/vda -h</b>                                            | 查看虚拟机使用了多少磁盘空间。                                                                                        |
| <b>virt-customize -a /dev/vda --run-command 'rpm -qa &gt; /rpm-list'</b> | 通过创建包含完整列表的输出文件，查看虚拟客户机上安装的所有 RPM 的完整列表。                                                               |
| <b>virt-cat -a /dev/vda /rpm-list</b>                                    | 在终端中使用 <b>virt-customize -a /dev/vda --run-command 'rpm -qa &gt; /rpm-list'</b> 命令显示创建的所有 RPM 的输出文件列表。 |
| <b>virt-sysprep -a /dev/vda</b>                                          | 封装要用作模板的虚拟机磁盘镜像。                                                                                       |

默认情况下，**virtctl guestfs** 会创建一个会话，其中包含管理 VM 磁盘所需的一切内容。但是，如果想要自定义行为，该命令还支持几个标志选项：

| 标记选项                                                          | 描述                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|---------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>--h 或 --help</b>                                           | 为 <b>guestfs</b> 提供帮助。                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 带有 <b>&lt;pvc_name&gt;</b> 参数的 <b>-n &lt;namespace&gt;</b> 选项 | <p>使用特定命名空间中的 PVC。</p> <p>如果不使用 <b>-n &lt;namespace&gt;</b> 选项，则使用您的当前项目。要更改项目，请使用 <b>oc project &lt;namespace&gt;</b>。</p> <p>如果没有包括 <b>&lt;pvc_name&gt;</b> 参数，则会出现错误消息。</p>                                                                                                                         |
| <b>--image string</b>                                         | <p>列出 <b>libguestfs-tools</b> 容器镜像。</p> <p>您可以使用 <b>--image</b> 选项，将容器配置为使用自定义镜像。</p>                                                                                                                                                                                                                  |
| <b>--kvm</b>                                                  | <p>代表 <b>libguestfs-tools</b> 容器使用 <b>kvm</b>。</p> <p>默认情况下，<b>virtctl guestfs</b> 为交互式容器设置 <b>kvm</b>，这可显著加快 <b>libguest-tools</b> 执行，因为它使用了 QEMU。</p> <p>如果群集没有任何 <b>kvm</b> 支持节点，您必须通过设置 <b>--kvm=false</b> 选项来禁用 <b>kvm</b>。</p> <p>如果没有设置，<b>libguestfs-tools</b> pod 将保持待处理状态，因为它无法调度到任何节点上。</p> |
| <b>--pull-policy string</b>                                   | <p>显示 <b>libguestfs</b> 镜像的拉取策略。</p> <p>您还可以通过设置 <b>pull-policy</b> 选项来覆盖镜像的 pull 策略。</p>                                                                                                                                                                                                              |

这个命令还会检查 PVC 是否被另一个 pod 使用，这时会出现错误消息。但是，**libguestfs-tools** 进程启动后，设置无法避免使用相同的 PVC 的新 pod。在启动虚拟机访问同一 PVC 前，您必须先验证没有活跃的 **virtctl guestfs** pod。





### 注意

**virtctl guestfs** 命令只接受附加到交互式 pod 的单个 PVC。

## 8.6. 其他资源

- [libguestfs](#) : 用于访问和修改虚拟机磁盘镜像的工具.

## 第 9 章 虚拟机

### 9.1. 创建虚拟机

使用以下其中一个流程来创建虚拟机：

- 快速入门指南
- 从目录快速创建
- 使用虚拟机向导来粘贴预先配置的 YAML 文件
- 使用 CLI



#### 警告

不要在 **openshift-\*** 命名空间中创建虚拟机。相反，创建一个新命名空间或使用没有 **openshift** 前缀的现有命名空间。

从 web 控制台创建虚拟机时，请选择配置了引导源的虚拟机模板。具有引导源的虚拟机模板标记为 **Available boot source**，或者它们显示自定义标签文本。使用有可用引导源的模板可促进创建虚拟机的过程。

没有引导源的模板被标记为 **Boot source required**。如果完成了 [向虚拟机中添加引导源](#) 的步骤，您可以使用这些模板。



#### 重要

由于存储行为的区别，一些虚拟机模板与单节点 OpenShift 不兼容。为确保兼容性，请不要为使用数据卷或存储配置集的任何模板或虚拟机设置 **evictionStrategy** 字段。

#### 9.1.1. 使用快速入门创建虚拟机

web 控制台为创建虚拟机提供指导快速入门。您可以通过在 **Administrator** 视角中选择 **Help** 菜单来查看 **Quick Starts** 目录来访问 **Quick Starts** 目录。当您点快速入门标题并开始使用时，系统会帮助您完成这个过程。

快速入门中的任务以选择红帽模板开始。然后，您可以添加一个引导源并导入操作系统镜像。最后，您可以保存自定义模板，并使用它来创建虚拟机。

#### 先决条件

- 访问您可以下载操作系统镜像的 URL 链接的网站。

#### 流程

1. 在 web 控制台中，从 **Help** 菜单中选择 **Quick Starts**。

2. 点 Quick Starts 目录里的一个标题。例如：**Creating a Red Hat Linux Enterprise Linux virtual machine**。
3. 按照教程中的说明，完成导入操作系统镜像并创建虚拟机的任务。**Virtualization → VirtualMachines** 页面显示虚拟机。

### 9.1.2. 快速创建虚拟机

您可以使用有可用引导源的模板快速创建虚拟机(VM)。

#### 流程

1. 在侧边菜单中点 **Virtualization → Catalog**。
2. 点 **Boot source available** 来使用引导源过滤模板。



#### 注意

默认情况下，模板列表将仅显示**默认模板**。过滤时点 **All Items**，以查看您选择的过滤器的所有可用模板。

3. 点模板查看其详情。
4. 点 **Quick Create VirtualMachine** 从模板创建虚拟机。  
虚拟机 **Details** 页面会显示 provisioning 状态。

#### 验证

1. 点 **Events** 在虚拟机被置备时查看事件流。
2. 点 **Console** 以验证虚拟机是否已成功引导。

### 9.1.3. 从自定义模板创建虚拟机

有些模板需要额外的参数，例如使用引导源的 PVC。您可以自定义模板的选择参数来创建虚拟机(VM)。

#### 流程

1. 在 web 控制台中选择一个模板：
  - a. 在侧边菜单中点 **Virtualization → Catalog**。
  - b. 可选：按项目、关键字、操作系统或工作负载配置集过滤模板。
  - c. 点您要自定义的模板。
2. 点 **Customize VirtualMachine**。
3. 指定虚拟机的参数，包括其 **Name** 和 **Disk source**。您可选择指定要克隆的数据源。

#### 验证

1. 点 **Events** 在虚拟机被置备时查看事件流。
2. 点 **Console** 以验证虚拟机是否已成功引导。

从 web 控制台创建虚拟机时，请参考虚拟机字段部分。

### 9.1.3.1. 虚拟机字段

下表列出了您可以在 OpenShift Container Platform web 控制台中编辑的虚拟机字段：

表 9.1. 虚拟机字段

| 标签页  | 字段或功能                                                                                                                                                            |
|------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 概述   | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 描述</li> <li>● CPU/内存</li> <li>● 引导模式</li> <li>● GPU 设备</li> <li>● 主机设备</li> </ul>                                       |
| YAML | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 查看、编辑或下载自定义资源。</li> </ul>                                                                                               |
| 调度   | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 节点选择器</li> <li>● 容限 (Tolerations)</li> <li>● 关联性规则</li> <li>● 专用资源</li> <li>● 驱除策略</li> <li>● Descheduler 设置</li> </ul> |
| 环境   | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 添加、编辑或删除配置映射、secret 或服务帐户。</li> </ul>                                                                                   |
| 网络接口 | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 添加、编辑或删除网络接口。</li> </ul>                                                                                                |
| 磁盘   | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 添加、编辑或删除磁盘。</li> </ul>                                                                                                  |
| 脚本   | <ul style="list-style-type: none"> <li>● cloud-init 设置</li> <li>● 授权 SSH 密钥</li> <li>● sysprep 回答文件</li> </ul>                                                   |

| 标签页 | 字段或功能                                                                |
|-----|----------------------------------------------------------------------|
| 元数据 | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 标签</li> <li>● 注解</li> </ul> |

### 9.1.3.1.1. 网络字段

| 名称     | 描述                                                                                                                                                                             |
|--------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Name   | 网络接口控制器的名称。                                                                                                                                                                    |
| model  | 指明网络接口控制器的型号。支持的值有 <b>e1000e</b> 和 <b>virtio</b> 。                                                                                                                             |
| 网络     | 可用网络附加定义的列表。                                                                                                                                                                   |
| 类型     | 可用绑定方法列表。选择适合网络接口的绑定方法： <ul style="list-style-type: none"> <li>● 默认 pod 网络：<b>masquerade</b></li> <li>● Linux 网桥网络：<b>bridge</b></li> <li>● SR-IOV 网络：<b>SR-IOV</b></li> </ul> |
| MAC 地址 | 网络接口控制器的 MAC 地址。如果没有指定 MAC 地址，则会自动分配一个。                                                                                                                                        |

### 9.1.3.2. 存储字段

| 名称     | 选择                     | 描述                           |
|--------|------------------------|------------------------------|
| Source | 空白（创建 PVC）             | 创建一个空磁盘。                     |
|        | 通过 URL 导入（创建 PVC）      | 通过 URL（HTTP 或 HTTPS 端点）导入内容。 |
|        | 使用现有的 PVC              | 使用集群中已可用的 PVC。               |
|        | 克隆现有的 PVC（创建 PVC）      | 选择集群中可用的现有 PVC 并克隆它。         |
|        | 通过 Registry 导入（创建 PVC） | 通过容器 registry 导入内容。          |

| 名称            | 选择     | 描述                                                                                                                |
|---------------|--------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|               | 容器（临时） | 从集群可以访问的 registry 中的容器上传内容。容器磁盘应只用于只读文件系统，如 CD-ROM 或临时虚拟机。                                                        |
| 名称            |        | 磁盘的名称。名称可包含小写字母 ( <b>a-z</b> )、数字 ( <b>0-9</b> )、连字符 (-) 和句点 (.)，最多 253 个字符。第一个和最后一个字符必须为字母数字。名称不得包含大写字母、空格或特殊字符。 |
| Size          |        | GiB 中磁盘的大小。                                                                                                       |
| 类型            |        | 磁盘类型。示例：磁盘或光盘                                                                                                     |
| Interface     |        | 磁盘设备的类型。支持的接口包括 <b>virtIO</b> 、 <b>SATA</b> 和 <b>SCSI</b> 。                                                       |
| Storage class |        | 用于创建磁盘的存储类。                                                                                                       |

### 高级存储设置

以下高级存储设置是可选的，对 **Blank**、**Import via URL** 和 **Clone existing PVC** 磁盘可用。在 OpenShift Virtualization 4.11 之前，如果您没有指定这些参数，系统将使用 **kubevirt-storage-class-defaults** 配置映射中的默认值。在 OpenShift Virtualization 4.11 及更高版本中，系统使用 [存储配置集](#) 中的默认值。




### 注意

使用存储配置集来确保在为 OpenShift Virtualization 置备存储时一致的高级存储设置。

要手动指定 **卷模式** 和 **访问模式**，您必须清除 **Apply optimized StorageProfile settings** 复选框，该复选框被默认选择。

| Name | 模式描述                                             | 参数                  | 参数描述                                      |
|------|--------------------------------------------------|---------------------|-------------------------------------------|
| 卷模式  | 定义持久性卷是否使用格式化的文件系统或原始块状态。默认为 <b>Filesystem</b> 。 | Filesystem          | 在基于文件系统的卷中保存虚拟磁盘。                         |
|      |                                                  | Block               | 直接将虚拟磁盘存储在块卷中。只有底层存储支持时才使用 <b>Block</b> 。 |
| 访问模式 | 持久性卷访问模式。                                        | ReadWriteOnce (RWO) | 卷可以被一个节点以读写模式挂载。                          |

| Name | 模式描述 | 参数                  | 参数描述                                                                                                                                                 |
|------|------|---------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|      |      | ReadWriteMany (RWX) | 卷可以被多个节点以读写模式挂载。<br><br> <b>注意</b><br>对于一些功能（如虚拟机在节点间实时迁移）需要这个权限。 |
|      |      | ReadOnlyMany (ROX)  | 卷可以被多个节点以只读形式挂载。                                                                                                                                     |

### 9.1.3.3. Cloud-init 字段

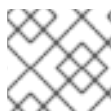
| 名称        | 描述                                                 |
|-----------|----------------------------------------------------|
| Hostname  | 为虚拟机设置特定主机名。                                       |
| 授权 SSH 密钥 | 复制到虚拟机上 <code>~/.ssh/authorized_keys</code> 的用户公钥。 |
| 自定义脚本     | 将其他选项替换为您粘贴自定义 cloud-init 脚本的字段。                   |

要配置存储类默认设置，请使用存储配置集。如需更多信息，请参阅[自定义存储配置集](#)。

### 9.1.3.4. 粘贴至预先配置的 YAML 文件中以创建虚拟机

通过写入或粘贴 YAML 配置文件来创建虚拟机。每当您打开 YAML 编辑屏幕，默认会提供一个有效的 **example** 虚拟机配置。

如果您点击 **Create** 时 YAML 配置无效，则错误消息会指示出错的参数。一次仅显示一个错误。



#### 注意

编辑时离开 YAML 屏幕会取消您对配置做出的任何更改。

#### 流程

1. 在侧边菜单中点 **Virtualization** → **VirtualMachines**。
2. 点 **Create** 并选择 **With YAML**。
3. 在可编辑窗口写入或粘贴您的虚拟机配置。

- a. 或者，使用 YAML 屏幕中默认提供的 **example** 虚拟机。
4. 可选：点 **Download** 以下载当前状态下的 YAML 配置文件。
5. 点击 **Create** 以创建虚拟机。

虚拟机在 **VirtualMachines** 页面中列出。

#### 9.1.4. 使用 CLI 创建虚拟机

您可以从 **virtualMachine** 清单创建虚拟机。

#### 流程

1. 编辑虚拟机的 **VirtualMachine** 清单。例如，以下清单配置 Red Hat Enterprise Linux(RHEL)虚拟机：

##### 例 9.1. RHEL 虚拟机的清单示例

```

apiVersion: kubevirt.io/v1
kind: VirtualMachine
metadata:
 labels:
 app: <vm_name> ①
 name: <vm_name>
spec:
 dataVolumeTemplates:
 - apiVersion: cdi.kubevirt.io/v1beta1
 kind: DataVolume
 metadata:
 name: <vm_name>
 spec:
 sourceRef:
 kind: DataSource
 name: rhel9
 namespace: openshift-virtualization-os-images
 storage:
 resources:
 requests:
 storage: 30Gi
 running: false
 template:
 metadata:
 labels:
 kubevirt.io/domain: <vm_name>
 spec:
 domain:
 cpu:
 cores: 1
 sockets: 2
 threads: 1
 devices:
 disks:
 - disk:
 bus: virtio
 name: rootdisk

```



```

- disk:
 bus: virtio
 name: cloudinitdisk
 interfaces:
- masquerade: {}
 name: default
 rng: {}
 features:
 smm:
 enabled: true
 firmware:
 bootloader:
 efi: {}
 resources:
 requests:
 memory: 8Gi
 evictionStrategy: LiveMigrate
 networks:
- name: default
 pod: {}
 volumes:
- dataVolume:
 name: <vm_name>
 name: rootdisk
- cloudInitNoCloud:
 userData: |-
 #cloud-config
 user: cloud-user
 password: '<password>' 2
 chpasswd: { expire: False }
 name: cloudinitdisk

```

- 1 指定虚拟机的名称。
- 2 指定 cloud-user 的密码。

2. 使用清单文件创建虚拟机：

```
$ oc create -f <vm_manifest_file>.yaml
```

3. 可选：启动虚拟机：

```
$ virtctl start <vm_name>
```

### 9.1.5. 虚拟机存储卷类型

| 存储卷类型 | 描述 |
|-------|----|
|-------|----|

| 存储卷类型                 | 描述                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|-----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ephemeral             | <p>将网络卷用作只读后备存储的本地写时复制 (COW) 镜像。后备卷必须为 <b>PersistentVolumeClaim</b>。当虚拟机启动并在本地存储所有写入数据时，便会创建临时镜像。当虚拟机停止、重启或删除时，便会丢弃临时镜像。其底层的卷 (PVC) 不会以任何方式发生变化。</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| persistentVolumeClaim | <p>将可用 PV 附加到虚拟机。附加 PV 可确保虚拟机数据在会话之间保持。</p> <p>将现有虚拟机导入到 OpenShift Container Platform 中的建议方法是，使用 CDI 将现有虚拟机磁盘导入到 PVC 中，然后将 PVC 附加到虚拟机实例。在 PVC 中使用磁盘需要满足一些要求。</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| dataVolume            | <p>通过导入、克隆或上传操作来管理虚拟机磁盘的准备过程，以此在 <b>persistentVolumeClaim</b> 磁盘类型基础上构建数据卷。使用此卷类型的虚拟机可保证在卷就绪前不会启动。</p> <p>指定 <b>type: dataVolume</b> 或 <b>type: ""</b>。如果您为 <b>type</b> 指定任何其他值，如 <b>persistentVolumeClaim</b>，则会显示警告信息，虚拟机也不会启动。</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| cloudInitNoCloud      | <p>附加包含所引用的 cloud-init NoCloud 数据源的磁盘，从而向虚拟机提供用户数据和元数据。虚拟机磁盘内部需要安装 cloud-init。</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| containerDisk         | <p>引用容器镜像 registry 中存储的镜像，如虚拟机磁盘。镜像从 registry 中拉取，并在虚拟机启动时作为磁盘附加到虚拟机。</p> <p><b>containerDisk</b> 卷不仅限于一个虚拟机，对于要创建大量无需持久性存储的虚拟机克隆来说也非常有用。</p> <p>容器镜像 registry 仅支持 RAW 和 QCOW2 格式的磁盘类型。建议使用 QCOW2 格式以减小镜像的大小。</p> <div data-bbox="815 1671 922 1895" style="display: inline-block; vertical-align: top;">  </div> <p><b>注意</b></p> <p><b>containerDisk</b> 卷是临时的。将在虚拟机停止、重启或删除时丢弃。<b>containerDisk</b> 卷对于只读文件系统（如 CD-ROM）或可处理的虚拟机很有用。</p> |

| 存储卷类型     | 描述                                                                                                                                                            |
|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| emptyDisk | <p>创建额外的稀疏 QCOW2 磁盘，与虚拟机接口的生命周期相关联。当虚拟机中的客户端初始化重启后，数据保留下来，但当虚拟机停止或从 web 控制台重启时，数据将被丢弃。空磁盘用于存储应用程序依赖项和数据，否则这些依赖项和数据会超出临时磁盘有限的临时文件系统。</p> <p>此外还必须提供磁盘容量大小。</p> |

### 9.1.6. 关于虚拟机的 RunStrategies

虚拟机的 **RunStrategy** 会根据一系列条件，决定虚拟机实例（VMI）的行为。**spec.runStrategy** 设置存在于虚拟机配置过程中，作为 **spec.running** 设置的替代方案。**spec.runStrategy** 设置为创建和管理 VMI 提供了更大的灵活性。而 **spec.running** 设置只能有 **true** 或 **false** 响应。但是，这两种设置是相互排斥的。只能同时使用 **spec.running** 或 **spec.runStrategy** 之一。如果两者都存在，则会出现错误。

有四个定义的 RunStrategies。

#### Always

在创建虚拟机时，始终会存在 VMI。如果因为任何原因造成原始的 VMI 停止运行，则会创建一个新的 VMI，这与 **spec.running: true** 的行为相同。

#### RerunOnFailure

如果上一个实例因为错误而失败，则会重新创建一个 VMI。如果虚拟机成功停止（例如虚拟机正常关机），则不会重新创建实例。

#### Manual

**start**、**stop** 和 **restart** virtctl 客户端命令可以被用来控制 VMI 的状态。

#### Halted

创建虚拟机时没有 VMI，这与 **spec.running: false** 的行为相同。

**start**、**stop** 和 **restart** virtctl 命令的不同组合会影响到使用哪个 **RunStrategy**。

下表是虚拟机从不同状态过渡的列表。第一栏显示了 VM 的初始 **RunStrategy**。每个额外的栏都显示一个 virtctl 命令以及在运行该命令后的新的 **RunStrategy**。

| 初始 RunStrategy | 开始     | 停止     | 重启             |
|----------------|--------|--------|----------------|
| Always         | -      | Halted | Always         |
| RerunOnFailure | -      | Halted | RerunOnFailure |
| Manual         | Manual | Manual | Manual         |
| Halted         | Always | -      | -              |



## 注意

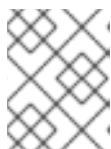
在使用安装程序置备的基础架构安装的 OpenShift Virtualization 集群中，当节点的 MachineHealthCheck 失败且集群不可用时，带有 **Always** 或 **RerunOnFailure** 的 RunStrategy 的虚拟机会被重新调度到一个新的节点上。

```
apiVersion: kubevirt.io/v1
kind: VirtualMachine
spec:
 RunStrategy: Always 1
 template:
 ...
```

- 1** VMI 的当前 **RunStrategy** 设置。

### 9.1.7. 其他资源

- [KubeVirt v0.53.2 API Reference](#) 中的 **VirtualMachineSpec** 定义为虚拟机规格的参数和等级提供更宽松的上下文。



## 注意

KubeVirt API Reference 是上游项目参考，可能包含 OpenShift Virtualization 不支持的参数。

- 启用 [CPU Manager](#) 以使用高性能工作负载配置集。
- 在将容器磁盘作为 **containerDisk** 卷添加到虚拟机之前，请参阅 [准备容器磁盘](#)。
- 有关部署和启用机器健康检查的详情，请参阅 [部署机器健康检查](#)。
- 有关安装程序置备的基础架构的详情，请参阅 [安装程序置备的基础架构概述](#)。
- [自定义存储配置集](#)

## 9.2. 编辑虚拟机

您可以使用 web 控制台中的 YAML 编辑器或命令行上的 OpenShift CLI 来更新虚拟机配置。您还可以更新 **Virtual Machine Details** 屏幕中的参数子集。

### 9.2.1. 在 web 控制台中编辑虚拟机

点相关字段旁的铅笔图标来编辑 web 控制台中虚拟机的选择值。可使用 CLI 编辑其他值。

您可以为任何模板（包括红帽提供的标签和注解）编辑标签和注解。其他字段只适用于用户自定义模板。

#### 流程

1. 在侧边菜单中点 **Virtualization** → **VirtualMachines**。
2. 可选：使用 **Filter** 下拉菜单根据状态、模板、节点或操作系统(OS)等属性对虚拟机列表进行排序。

3. 选择虚拟机以打开 **VirtualMachine** 详情页面。
4. 点具有铅笔图标的字段，这表示该字段可编辑。例如，点当前的 **引导模式** 设置（如 BIOS 或 UEFI）打开 **引导模式** 窗口并从列表中选择一项。
5. 进行相关的更改并点击 **Save**。



### 注意

如果虚拟机正在运行，对 **Boot Order** 或 **Flavor** 的更改在重启虚拟机后才会生效。

您可以点击相关字段右侧的 **View Pending Changes** 来查看待处理的更改。页面顶部的 **Pending Changes** 标题显示虚拟机重启时将应用的所有更改列表。

#### 9.2.1.1. 虚拟机字段

下表列出了您可以在 OpenShift Container Platform web 控制台中编辑的虚拟机字段：

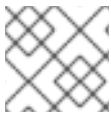
表 9.2. 虚拟机字段

| 标签页  | 字段或功能                                                                                                                                                                                    |
|------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 详情   | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 标签</li> <li>● 注解</li> <li>● 描述</li> <li>● CPU/内存</li> <li>● 引导模式</li> <li>● 引导顺序</li> <li>● GPU 设备</li> <li>● 主机设备</li> <li>● SSH 访问</li> </ul> |
| YAML | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 查看、编辑或下载自定义资源。</li> </ul>                                                                                                                       |
| 调度   | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 节点选择器</li> <li>● 容限 (Tolerations)</li> <li>● 关联性规则</li> <li>● 专用资源</li> <li>● 驱除策略</li> <li>● Descheduler 设置</li> </ul>                         |

| 标签页  | 字段或功能                                                              |
|------|--------------------------------------------------------------------|
| 网络接口 | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 添加、编辑或删除网络接口。</li> </ul>  |
| 磁盘   | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 添加、编辑或删除磁盘。</li> </ul>    |
| 脚本   | <ul style="list-style-type: none"> <li>● cloud-init 设置</li> </ul>  |
| 快照   | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 添加、恢复或删除虚拟机快照。</li> </ul> |

### 9.2.2. 使用 web 控制台编辑虚拟机 YAML 配置

您可以在 web 控制台中编辑虚拟机的 YAML 配置。某些参数无法修改。如果在有无效配置时点 **Save**，则会出现一个错误消息指示无法更改的参数。



#### 注意

编辑时离开 YAML 屏幕会取消您对配置做出的任何更改。

#### 流程

1. 在侧边菜单中点 **Virtualization** → **VirtualMachines**。
2. 选择虚拟机。
3. 点击 **YAML** 选项卡以显示可编辑的配置。
4. （可选）：您可点击 **Download**，在本地下载当前状态的 YAML 文件。
5. 编辑该文件并点击 **Save**。

确认消息显示修改已成功，其中包含对象的更新版本号。

### 9.2.3. 使用 CLI 编辑虚拟机 YAML 配置

使用这个步骤，通过 CLI 编辑虚拟机 YAML 配置。

#### 先决条件

- 已使用 YAML 对象配置文件配置了虚拟机。
- 已安装 **oc** CLI。

#### 流程

1. 运行以下命令以更新虚拟机配置：

■

```
$ oc edit <object_type> <object_ID>
```

2. 打开对象配置。
3. 编辑 YAML。
4. 如果要编辑正在运行的虚拟机，您需要执行以下任一操作：
  - 重启虚拟机。
  - 运行以下命令使新配置生效：

```
$ oc apply <object_type> <object_ID>
```

### 9.2.4. 将虚拟磁盘添加到虚拟机

使用这个流程在虚拟机中添加虚拟磁盘。

#### 流程

1. 在侧边菜单中点 **Virtualization** → **VirtualMachines**。
2. 选择虚拟机以打开 **VirtualMachine Details** 屏幕。
3. 点 **Disks** 选项卡，然后点 **Add disk**。
4. 在 **Add disk** 窗口中，指定 **Source**、**Name**、**Size**、**Type**、**Interface** 和 **Storage Class**。
  - a. 可选：如果您使用空磁盘源并在创建数据卷时要求最大写入性能，则可以启用预分配。如果要这样做，可选中启用**预分配**复选框。
  - b. 可选：您可以清除 **Apply optimized StorageProfile** 设置，以更改虚拟磁盘的**卷模式**和**访问模式**。如果没有指定这些参数，系统将使用 **kubevirt-storage-class-defaults** 配置映射中的默认值。
5. 点 **Add**。



#### 注意

如果虚拟机正在运行，新磁盘处于 **pending restart** 状态，且不会在重启虚拟机前附加。

页面顶部的 **Pending Changes** 标题显示虚拟机重启时将应用的所有更改列表。

要配置存储类默认设置，请使用存储配置集。如需更多信息，请参阅[自定义存储配置集](#)。

#### 9.2.4.1. 为 VirtualMachines 编辑 CD-ROM

使用以下步骤为虚拟机编辑 CD-ROM。

#### 流程

1. 在侧边菜单中点 **Virtualization** → **VirtualMachines**。
2. 选择虚拟机以打开 **VirtualMachine Details** 屏幕。

3. 点 **Disks** 选项卡。

4. 点您要编辑的 CD-ROM 的 Options 菜单 ，然后选择 **Edit**。

5. 在 **Edit CD-ROM** 窗口中，编辑字段：**Source**、**Persistent Volume Claim**、**Name**、**Type** 和 **Interface**。

6. 点击 **Save**。

### 9.2.4.2. 存储字段

| 名称            | 选择                     | 描述                                                                                                                |
|---------------|------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Source        | 空白（创建 PVC）             | 创建一个空磁盘。                                                                                                          |
|               | 通过 URL 导入（创建 PVC）      | 通过 URL（HTTP 或 HTTPS 端点）导入内容。                                                                                      |
|               | 使用现有的 PVC              | 使用集群中已可用的 PVC。                                                                                                    |
|               | 克隆现有的 PVC（创建 PVC）      | 选择集群中可用的现有 PVC 并克隆它。                                                                                              |
|               | 通过 Registry 导入（创建 PVC） | 通过容器 registry 导入内容。                                                                                               |
|               | 容器（临时）                 | 从集群可以访问的 registry 中的容器上传内容。容器磁盘应只用于只读文件系统，如 CD-ROM 或临时虚拟机。                                                        |
| 名称            |                        | 磁盘的名称。名称可包含小写字母 ( <b>a-z</b> )、数字 ( <b>0-9</b> )、连字符 (-) 和句点 (.)，最多 253 个字符。第一个和最后一个字符必须为字母数字。名称不得包含大写字母、空格或特殊字符。 |
| Size          |                        | GiB 中磁盘的大小。                                                                                                       |
| 类型            |                        | 磁盘类型。示例：磁盘或光盘                                                                                                     |
| Interface     |                        | 磁盘设备的类型。支持的接口包括 <b>virtIO</b> 、 <b>SATA</b> 和 <b>SCSI</b> 。                                                       |
| Storage class |                        | 用于创建磁盘的存储类。                                                                                                       |

#### 高级存储设置

以下高级存储设置是可选的，对 **Blank**、**Import via URL**，and **Clone existing PVC** 磁盘可用。在 OpenShift Virtualization 4.11 之前，如果您没有指定这些参数，系统将使用 **kubevirt-storage-class-defaults** 配置映射中的默认值。在 OpenShift Virtualization 4.11 及更高版本中，系统使用 [存储配置集](#) 中的



默认值。



### 注意

使用存储配置集来确保在为 OpenShift Virtualization 置备存储时一致的高级存储设置。

要手动指定 **卷模式** 和 **访问模式**，您必须清除 **Apply optimized StorageProfile settings** 复选框，该复选框被默认选择。

| Name | 模式描述                                             | 参数                  | 参数描述                                                                                                                                               |
|------|--------------------------------------------------|---------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 卷模式  | 定义持久性卷是否使用格式化的文件系统或原始块状态。默认为 <b>Filesystem</b> 。 | Filesystem          | 在基于文件系统的卷中保存虚拟磁盘。                                                                                                                                  |
|      |                                                  | Block               | 直接将虚拟磁盘存储在块卷中。只有底层存储支持时才使用 <b>Block</b> 。                                                                                                          |
| 访问模式 | 持久性卷访问模式。                                        | ReadWriteOnce (RWO) | 卷可以被一个节点以读写模式挂载。                                                                                                                                   |
|      |                                                  | ReadWriteMany (RWX) | 卷可以被多个节点以读写模式挂载。<br> <b>注意</b><br>对于一些功能（如虚拟机在节点间实时迁移）需要这个权限。 |
|      |                                                  | ReadOnlyMany (ROX)  | 卷可以被多个节点以只读形式挂载。                                                                                                                                   |

## 9.2.5. 将网络接口添加到虚拟机

将网络接口添加到虚拟机。

### 流程

1. 在侧边菜单中点 **Virtualization** → **VirtualMachines**。
2. 选择虚拟机以打开 **VirtualMachine Details** 屏幕。
3. 点击 **Network Interfaces** 选项卡。
4. 点击 **Add Network Interface**。
5. 在 **Add Network Interface** 窗口中，指定网络接口的 **Name**、**Model**、**Network**、**Type** 和 **MAC Address**。

## 6. 点 Add。

**注意**

如果虚拟机正在运行，新的网络接口处于 **pending restart** 状态，且更改在重启虚拟机后才会生效。

页面顶部的 **Pending Changes** 标题显示虚拟机重启时将应用的所有更改列表。

## 9.2.5.1. 网络字段

| 名称     | 描述                                                                                                                                                                             |
|--------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Name   | 网络接口控制器的名称。                                                                                                                                                                    |
| model  | 指明网络接口控制器的型号。支持的值有 <b>e1000e</b> 和 <b>virtio</b> 。                                                                                                                             |
| 网络     | 可用网络附加定义的列表。                                                                                                                                                                   |
| 类型     | 可用绑定方法列表。选择适合网络接口的绑定方法： <ul style="list-style-type: none"> <li>● 默认 pod 网络：<b>masquerade</b></li> <li>● Linux 网桥网络：<b>bridge</b></li> <li>● SR-IOV 网络：<b>SR-IOV</b></li> </ul> |
| MAC 地址 | 网络接口控制器的 MAC 地址。如果没有指定 MAC 地址，则会自动分配一个。                                                                                                                                        |

## 9.2.6. 其他资源

- [自定义存储配置集](#)

## 9.3. 编辑引导顺序

您可以使用 Web 控制台或 CLI 更新引导顺序列表的值。

通过 **Virtual Machine Overview** 页面中的 **Boot Order**，您可以：

- 选择磁盘或网络接口控制器 (NIC) 并将其添加到引导顺序列表中。
- 编辑引导顺序列表中磁盘或 NIC 的顺序。
- 从引导顺序列表中移除磁盘或者 NIC，然后将其返回到可引导源清单。

## 9.3.1. 向 web 控制台的引导顺序列表中添加项目

使用 web 控制台将项目添加到引导顺序列表中。

## 流程

1. 在侧边菜单中点 **Virtualization** → **VirtualMachines**。
2. 选择虚拟机以打开 **VirtualMachine** 详情页面。
3. 点 **Details** 标签页。
4. 点击位于 **Boot Order** 右侧的铅笔图标。如果 YAML 配置不存在，或者是首次创建引导顺序列表时，会显示以下消息: **No resource selected**.虚拟机会根据在 YAML 文件中的顺序从磁盘引导。
5. 点 **Add Source**, 为虚拟机选择一个可引导磁盘或网络接口控制器 (NIC)。
6. 在引导顺序列表中添加附加磁盘或者 NIC。
7. 点 **Save**。



### 注意

如果虚拟机正在运行，在重启虚拟机后对 **Boot Order** 的更改不会生效。

您可以点 **Boot Order** 字段右侧的 **View Pending Changes** 查看待处理的修改。页面顶部的 **Pending Changes** 标题显示虚拟机重启时将应用的所有更改列表。

### 9.3.2. 在 web 控制台中编辑引导顺序列表

在 web 控制台中编辑引导顺序列表。

## 流程

1. 在侧边菜单中点 **Virtualization** → **VirtualMachines**。
2. 选择虚拟机以打开 **VirtualMachine** 详情页面。
3. 点 **Details** 标签页。
4. 点击位于 **Boot Order** 右侧的铅笔图标。
5. 选择适当的方法来移动引导顺序列表中的项目：
  - 如果您没有使用屏幕阅读器，请在您想要移动的项目旁的箭头图标上切换，拖动或下移项目，然后将其放到您选择的位置。
  - 如果您使用屏幕阅读器，请按上箭头或者下箭头键移动引导顺序列表中的项目。然后，按 **Tab** 键将项目放到您选择的位置。
6. 点 **Save**。



### 注意

如果虚拟机正在运行，对引导顺序列表的更改将在重启虚拟机后才会生效。

您可以点 **Boot Order** 字段右侧的 **View Pending Changes** 查看待处理的修改。页面顶部的 **Pending Changes** 标题显示虚拟机重启时将应用的所有更改列表。

### 9.3.3. 在 YAML 配置文件中编辑引导顺序列表

使用 CLI 编辑 YAML 配置文件中的引导顺序列表。

## 流程

1. 运行以下命令为虚拟机打开 YAML 配置文件：

```
$ oc edit vm example
```

2. 编辑 YAML 文件并修改与磁盘或网络接口控制器 (NIC) 关联的引导顺序值。例如：

```
disks:
 - bootOrder: 1 ①
 disk:
 bus: virtio
 name: containerdisk
 - disk:
 bus: virtio
 name: cloudinitdisk
 - cdrom:
 bus: virtio
 name: cd-drive-1
interfaces:
 - boot Order: 2 ②
 macAddress: '02:96:c4:00:00'
 masquerade: {}
 name: default
```


- ① 为磁盘指定的引导顺序值。
- ② 为网络接口控制器指定的引导顺序值。

3. 保存 YAML 文件。
4. 点 **reload the content**，使 YAML 文件中更新的引导顺序值应用到 web 控制台的引导顺序列表中。

### 9.3.4. 从 web 控制台中的引导顺序列表中删除项目

使用 Web 控制台从引导顺序列表中移除项目。

## 流程

1. 在侧边菜单中点 **Virtualization** → **VirtualMachines**。
2. 选择虚拟机以打开 **VirtualMachine** 详情页面。
3. 点 **Details** 标签页。
4. 点击位于 **Boot Order** 右侧的铅笔图标。
5. 点击项  旁边的 **Remove** 图标。该项目从引导顺序列表中删除，可用引导源列表的内容被保存。如果您从引导顺序列表中删除所有项目，则会显示以下消息: **No resource selected. 虚拟机会根据在 YAML 文件中的顺序从磁盘引导。**



### 注意

如果虚拟机正在运行，在重启虚拟机后对 **Boot Order** 的更改不会生效。

您可以点 **Boot Order** 字段右侧的 **View Pending Changes** 查看待处理的修改。页面顶部的 **Pending Changes** 标题显示虚拟机重启时将应用的所有更改列表。

## 9.4. 删除虚拟机

您可从 web 控制台或使用 **oc** 命令行删除虚拟机。

### 9.4.1. 使用 web 控制台删除虚拟机

删除虚拟机会将其从集群中永久移除。



### 注意

当您删除虚拟机时，其使用的数据卷会被自动删除。

#### 流程

1. 在 OpenShift Container Platform 控制台中，从侧边菜单中点 **Virtualization** → **VirtualMachines**。
2. 点您要删除的虚拟机的 Options 菜单 ，然后选择 **Delete**。
  - 或者，击虚拟机名称，打开 **VirtualMachine** 详情页面并点击 **Actions** → **Delete**。
3. 在确认弹出窗口中，点击 **Delete** 永久删除虚拟机。

### 9.4.2. 使用 CLI 删除虚拟机

您可以使用 **oc** 命令行界面（CLI）删除虚拟机。您可以使用 **oc** 对多个虚拟机执行操作。



### 注意

当您删除虚拟机时，其使用的数据卷会被自动删除。

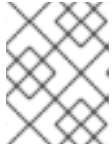
#### 先决条件

- 找到要删除的虚拟机名称。

#### 流程

- 运行以下命令以删除虚拟机：

```
$ oc delete vm <vm_name>
```



### 注意

此命令只删除当前项目中存在的对象。如果您要删除其他项目或命名空间中的对象，请使用 `-n <project_name>` 选项。

## 9.5. 管理虚拟机实例

如果您在 OpenShift Virtualization 环境之外创建独立虚拟机实例(VMI)，您可以使用 web 控制台或使用命令行界面(CLI)使用 `oc` 或 `virtctl` 命令管理它们。

`virtctl` 命令提供比 `oc` 命令更多的虚拟化选项。例如，您可以使用 `virtctl` 暂停虚拟机或公开端口。

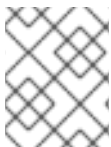
### 9.5.1. 关于虚拟机实例

虚拟机实例 (VMI) 代表正在运行的虚拟机(VM)。当某个 VMI 属于某个虚拟机或者其他对象，您可通过 web 控制台中的所有者或使用 `oc` 命令行界面 (CLI) 来管理它。

通过自动化或其他 CLI 的方法使用脚本创建并启动独立 VMI。在您的环境中，您可能在 OpenShift Virtualization 环境之外开发并启动的独立 VMI。您可以使用 CLI 继续管理这些独立的 VMI。您还可以将 Web 控制台用于与独立 VMI 关联的特定任务：

- 列出独立 VMI 及其详情。
- 编辑独立 VMI 的标签和注解。
- 删除独立 VMI。

当删除虚拟机时，相关的 VMI 会被自动删除。您直接删除一个独立的 VMI，因为它不归 VM 或其他对象所有。



### 注意

在卸载 OpenShift Virtualization 前，使用 CLI 或 Web 控制台列出并查看独立 VMI。然后，删除所有未完成的 VMI。

### 9.5.2. 使用 CLI 列出所有虚拟机实例

您可以使用 `oc` 命令行界面 (CLI) 列出集群中的所有虚拟机实例 (VMI)，包括独立 VMI 和虚拟机拥有的实例。

#### 流程

- 运行以下命令列出所有 VMI：

```
$ oc get vmis -A
```

### 9.5.3. 使用 web 控制台列出独立虚拟机实例

使用 web 控制台，您可以列出并查看集群中不属于虚拟机 (VM) 的独立虚拟机实例 (VMI)。



### 注意

受 VM 或其他对象拥有的 VMI 不会被显示在 web 控制台中。web 控制台仅显示独立 VMI。如果要列出集群中的所有 VMI，则必须使用 CLI。

## 流程

- 在侧边菜单中点 **Virtualization** → **VirtualMachines**。  
您可以在名称旁使用黑色徽标识别独立 VMI。

### 9.5.4. 使用 web 控制台编辑独立虚拟机实例

您可以使用 web 控制台编辑独立虚拟机实例（VMI）的注解和标签。其他字段不可编辑。

## 流程

1. 在 OpenShift Container Platform 控制台中，从侧边菜单中点 **Virtualization** → **VirtualMachines**。
2. 选择独立 VMI 以打开 **VirtualMachineInstance** 详情页面。
3. 在 **Details** 标签页中，点 **Annotations** 或 **Labels** 旁边的铅笔图标。
4. 进行相关的更改并点击 **Save**。

### 9.5.5. 使用 CLI 删除独立虚拟机实例

您可以使用 **oc** CLI 删除独立虚拟机实例。

## 先决条件

- 找出要删除的 VMI 的名称。

## 流程

- 运行以下命令来创建 VMI：

```
$ oc delete vmi <vmi_name>
```

### 9.5.6. 使用 web 控制台删除独立虚拟机实例

从 web 控制台删除独立虚拟机实例（VMI）。

## 流程

1. 在 OpenShift Container Platform web 控制台中，从侧边菜单中点 **Virtualization** → **VirtualMachines**。
2. 点 **Actions** → **Delete VirtualMachineInstance**。
3. 在弹出的确认窗口中点击 **Delete** 永久删除独立的 VMI。

## 9.6. 控制虚拟机状态


您可从 web 控制台来停止、启动和重启虚拟机。

您可使用 **virtctl** 管理虚拟机状态并从 CLI 执行其他操作。例如，您可以使用 **virtctl** 来强制停止虚拟机或公开端口。

### 9.6.1. 启动虚拟机

您可从 web 控制台启动虚拟机。

#### 流程

1. 在侧边菜单中点 **Virtualization** → **VirtualMachines**。
2. 找到包含要启动的虚拟机的行。
3. 导航到适合您的用例的菜单：
  - 要保留此页面（您可以在其中对多个虚拟机执行操作）：
    - a. 点击  位于行右边的 Options 菜单。
  - 在启动虚拟机前，要查看有关所选虚拟机的综合信息：
    - a. 点虚拟机名称访问 **VirtualMachine** 详情页面。
    - b. 点 **Actions**。
4. 选择 **Restart**。
5. 在确认窗口中，点 **Start** 启动虚拟机。

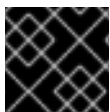


#### 注意

首次启动从 **URL** 源置备的虚拟机时，当 OpenShift Virtualization 从 URL 端点导入容器时，虚拟机将处于 **Importing** 状态。根据镜像大小，该过程可能需要几分钟时间。

### 9.6.2. 重启虚拟机


您可从 web 控制台重启正在运行的虚拟机。



#### 重要

为了避免错误，不要重启状态为 **Importing** 的虚拟机。

#### 流程

1. 在侧边菜单中点 **Virtualization** → **VirtualMachines**。
2. 找到包含要启动的虚拟机的行。
3. 导航到适合您的用例的菜单：
  - 要保留此页面（您可以在其中对多个虚拟机执行操作）：
    - a. 点击  位于行右边的 Options 菜单。
  - 要在重启前查看有关所选虚拟机的综合信息：




- a. 点虚拟机名称访问 **VirtualMachine** 详情页面。
  - b. 点 **Actions** → **Restart**。
4. 在确认窗口中，点击 **Restart** 重启虚拟机。

### 9.6.3. 停止虚拟机

您可从 web 控制台停止虚拟机。

#### 流程

1. 在侧边菜单中点 **Virtualization** → **VirtualMachines**。
2. 找到包含您要停止的虚拟机的行。
3. 导航到适合您的用例的菜单：
  - 要保留此页面（您可以在其中对多个虚拟机执行操作）：
    - a. 点击  位于行右边的 **Options** 菜单。
  - 在停止之前，查看所选虚拟机的综合信息：
    - a. 点虚拟机名称访问 **VirtualMachine** 详情页面。
    - b. 点 **Actions** → **Stop**。
4. 在确认窗口中，点击 **Stop** 停止虚拟机。

### 9.6.4. 取消暂停虚拟机

您可从 web 控制台取消暂停一个正暂停的虚拟机。

#### 先决条件

- 至少一个虚拟机的状态是 **Paused**。



#### 注意

您可以使用 **virtctl** 客户端暂停虚拟机。

#### 流程

1. 在侧边菜单中点 **Virtualization** → **VirtualMachines**。
2. 找到包含您要取消暂停的虚拟机的行。
3. 导航到适合您的用例的菜单：
  - 要保留此页面（您可以在其中对多个虚拟机执行操作）：
    - a. 在 **Status** 栏中点 **Paused**。

- 要在取消暂停之前查看所选虚拟机的综合信息：
  - a. 点虚拟机名称访问 **VirtualMachine** 详情页面。
  - b. 点击位于 **Status** 右侧的铅笔图标。
- 4. 在确认窗口中，点击 **Unpause** 来取消暂停虚拟机。

## 9.7. 访问虚拟机控制台

OpenShift Virtualization 提供不同的虚拟机控制台，您可使用这些控制台来完成不同的产品任务。您可以使用 CLI 命令通过 OpenShift Container Platform Web 控制台和访问这些控制台。



### 注意

目前不支持运行到单个虚拟机的并发 VNC 连接。

### 9.7.1. 在 OpenShift Container Platform web 控制台中访问虚拟机控制台

您可以使用 OpenShift Container Platform web 控制台中的串口控制台或 VNC 控制台连接至虚拟机。

您可以使用 OpenShift Container Platform Web 控制台中的 desktop viewer 控制台（使用 RDP（远程桌面协议）连接到 Windows 虚拟机。

#### 9.7.1.1. 连接至串行控制台

从 web 控制台的 **VirtualMachine** 详情页中的 **Console** 选项卡连接至正在运行的虚拟机的串行控制台。

#### 流程

1. 在 OpenShift Container Platform 控制台中，从侧边菜单中点 **Virtualization** → **VirtualMachines**。
2. 选择虚拟机以打开 **VirtualMachine** 详情页面。
3. 点击 **Console** 选项卡。默认会打开 VNC 控制台。
4. 点 **Disconnect** 以确保一次只打开一个控制台会话。否则，VNC 控制台会话会在后台保持活跃。
5. 点击 **VNC Console** 下拉菜单并选择 **Serial Console**。
6. 点 **Disconnect** 结束控制台会话。
7. 可选：点 **Open Console in New Window** 在一个单独的窗口中打开串口控制台。

#### 9.7.1.2. 连接至 VNC 控制台

从 web 控制台的 **VirtualMachine** 详情页中的 **Console** 选项卡连接至正在运行的虚拟机的 VNC 控制台。

#### 流程

1. 在 OpenShift Container Platform 控制台中，从侧边菜单中点 **Virtualization** → **VirtualMachines**。
2. 选择虚拟机以打开 **VirtualMachine** 详情页面。

3. 点击 **Console** 选项卡。默认会打开 VNC 控制台。
4. 可选：点 **Open Console in New Window** 在一个单独的窗口中打开 VNC 控制台。
5. 可选：点 **Send Key** 将密钥组合发送到虚拟机。
6. 点控制台窗口外，然后点 **Disconnect** 结束会话。

### 9.7.1.3. 通过 RDP 连接至 Windows 虚拟机

**Desktop viewer** 控制台利用远程桌面协议 (RDP)，为连接至 Windows 虚拟机提供更好的控制台体验。

要使用 RDP 连接至 Windows 虚拟机，请从 web 控制台上 **Virtual Machine Details** 屏幕中的 **Consoles** 选项卡下载虚拟机的 **console.rdp** 文件，并将其提供给您首选的 RDP 客户端。

#### 先决条件

- 正在运行的 Windows 虚拟机装有 QEMU 客户机代理。VirtIO 驱动程序中包含 **qemu-guest-agent**。
- 与 Windows 虚拟机处于相同网络的机器上装有 RDP 客户端。

#### 流程

1. 在 OpenShift Container Platform 控制台中，从侧边菜单中点 **Virtualization** → **VirtualMachines**。
2. 点 Windows 虚拟机打开 **VirtualMachine** 详情页。
3. 点击 **Console** 选项卡。
4. 从控制台列表中，选择 **Desktop viewer**。
5. 点击 **Launch Remote Desktop** 下载 **console.rdp** 文件。
6. 参考您首选的 RDP 客户端中的 **console.rdp** 文件，以连接到 Windows 虚拟机。

### 9.7.1.4. 在虚拟机间切换显示

如果您的 Windows 虚拟机附加了 vGPU，您可以使用 web 控制台在默认显示和 vGPU 显示间切换。

#### 先决条件

- 介质设备在 **HyperConverged** 自定义资源中配置，并分配给虚拟机。
- 虚拟机正在运行。

#### 流程

1. 在 OpenShift Container Platform 控制台中点 **Virtualization** → **VirtualMachines**
2. 选择 Windows 虚拟机以打开 **Overview** 屏幕。
3. 点击 **Console** 选项卡。
4. 从控制台列表中，选择 **VNC 控制台**。

5. 从 **Send Key** 列表选择适当的组合：
  - a. 要访问默认虚拟机显示，请选择 **Ctrl + Alt + 1**。
  - b. 要访问 vGPU 显示，请选择 **Ctrl + Alt + 2**。

## 其他资源

- [配置介质设备](#)

## 9.7.2. 使用 CLI 命令访问虚拟机控制台

### 9.7.2.1. 使用 virtctl 通过 SSH 访问虚拟机

您可使用 **virtctl ssh** 命令将 SSH 流量转发到虚拟机 (VM)。



#### 注意

control plane 上的高 SSH 流量可能会减慢 API 服务器的速度。如果您定期需要大量连接，请使用专用的 Kubernetes **Service** 对象来访问虚拟机。

## 先决条件

- 您可以使用 **cluster-admin** 权限访问 OpenShift Container Platform 集群。
- 已安装 OpenShift CLI(**oc**)。
- 已安装 **virtctl** 客户端。
- 您要访问的虚拟机正在运行。
- 您与虚拟机位于同一个项目中。

## 流程

1. 使用 **ssh-keygen** 命令生成 SSH 公钥对：

```
$ ssh-keygen -f <key_file> 1
```

- 1 指定要存储密钥的文件。

2. 创建一个 SSH 身份验证 secret，其中包含用于访问虚拟机的 SSH 公钥：

```
$ oc create secret generic my-pub-key --from-file=key1=<key_file>.pub
```

3. 在 **VirtualMachine** 清单中添加对 secret 的引用。例如：

```
apiVersion: kubevirt.io/v1
kind: VirtualMachine
metadata:
 name: testvm
spec:
 running: true
```

```

template:
 spec:
 accessCredentials:
 - sshPublicKey:
 source:
 secret:
 secretName: my-pub-key ❶
 propagationMethod:
 configDrive: {} ❷
...

```

❶ 对 SSH 身份验证 **Secret** 对象的引用。

❷ SSH 公钥使用 **configDrive** 供应商以 cloud-init 元数据的形式注入虚拟机。

4. 重启虚拟机以应用您的更改。

5. 运行以下命令通过 SSH 访问虚拟机：

```
$ virtctl ssh -i <key_file> <vm_username>@<vm_name>
```

6. 可选：要安全地向虚拟机或虚拟机传输文件，请使用以下命令：

#### 将文件从机器复制到虚拟机

```
$ virtctl scp -i <key_file> <filename> <vm_username>@<vm_name>:
```

#### 将文件从虚拟机复制到您的机器中

```
$ virtctl scp -i <key_file> <vm_username>@<vm_name>:<filename> .
```

#### 其他资源

- [创建服务以公开虚拟机](#)
- [了解 secret](#)

#### 9.7.2.2. 访问虚拟机实例的串行控制台

**virtctl console** 命令可打开特定虚拟机实例的串行控制台。

#### 先决条件

- 必须安装 **virt-viewer** 软件包。
- 您要访问的虚拟机实例必须正在运行。

#### 流程

- 使用 **virtctl** 连接至串行控制台：

```
$ virtctl console <VMI>
```

### 9.7.2.3. 使用 VNC 访问虚拟机实例的图形控制台

`virtctl` 客户端实用程序可使用 `remote-viewer` 功能打开正在运行的虚拟机实例的图形控制台。该功能包含在 `virt-viewer` 软件包中。

#### 先决条件

- 必须安装 `virt-viewer` 软件包。
- 您要访问的虚拟机实例必须正在运行。



#### 注意

如果要通过 SSH 在远程机器上使用 `virtctl`，您必须将 X 会话转发至您的机器。

#### 流程

1. 使用 `virtctl` 实用程序连接至图形界面：

```
$ virtctl vnc <VMI>
```

2. 如果命令失败，请尝试使用 `-v` 标志来收集故障排除信息：

```
$ virtctl vnc <VMI> -v 4
```

### 9.7.2.4. 通过 RDP 控制台连接至 Windows 虚拟机

使用本地远程桌面协议 (RDP) 客户端创建 Kubernetes `Service` 对象以连接到 Windows 虚拟机(VM)。

#### 先决条件

- 正在运行的 Windows 虚拟机装有 QEMU 客户机代理。VirtIO 驱动程序中包含 `qemu-guest-agent` 对象。
- 在本地机器上安装了 RDP 客户端。

#### 流程

1. 编辑 `VirtualMachine` 清单，为创建服务添加标签：

```
apiVersion: kubevirt.io/v1
kind: VirtualMachine
metadata:
 name: vm-ephemeral
 namespace: example-namespace
spec:
 running: false
 template:
 metadata:
 labels:
 special: key 1
...
```

- 1 在 `spec.template.metadata.labels` 部分添加标签 `special: key`。



### 注意

虚拟机上的标签会传递到 pod。`special: key` 标签必须与 `Service` 清单的 `spec.selector` 属性中的标签匹配。

2. 保存 `VirtualMachine` 清单文件以应用更改。
3. 创建 `Service` 清单以公开虚拟机：

```
apiVersion: v1
kind: Service
metadata:
 name: rdpservice 1
 namespace: example-namespace 2
spec:
 ports:
 - targetPort: 3389 3
 protocol: TCP
 selector:
 special: key 4
 type: NodePort 5
...
```

- 1 `Service` 对象的名称。
- 2 `Service` 对象所在的命名空间。这必须与 `VirtualMachine` 清单的 `metadata.namespace` 字段匹配。
- 3 服务要公开的虚拟机端口。如果虚拟机清单中定义了端口列表，则必须引用打开端口。
- 4 对您在 `VirtualMachine` 清单的 `spec.template.metadata.labels` 小节中添加的标签的引用。
- 5 服务的类型。

4. 保存 `Service` 清单文件。
5. 运行以下命令来创建服务：

```
$ oc create -f <service_name>.yaml
```

6. 启动虚拟机。如果虚拟机已在运行，重启它。
7. 查询 `Service` 对象以验证它是否可用：

```
$ oc get service -n example-namespace
```

### NodePort 服务的输出示例

| NAME       | TYPE     | CLUSTER-IP    | EXTERNAL-IP | PORT(S)        | AGE |
|------------|----------|---------------|-------------|----------------|-----|
| rdpservice | NodePort | 172.30.232.73 | <none>      | 3389:30000/TCP | 5m  |

- 运行以下命令来获取节点的 IP 地址：

```
$ oc get node <node_name> -o wide
```

#### 输出示例

| NAME   | STATUS | ROLES  | AGE   | VERSION | INTERNAL-IP    | EXTERNAL-IP |
|--------|--------|--------|-------|---------|----------------|-------------|
| node01 | Ready  | worker | 6d22h | v1.24.0 | 192.168.55.101 | <none>      |

- 在首选的 RDP 客户端中指定节点 IP 地址和分配的端口。
- 输入用户名和密码以连接到 Windows 虚拟机。

## 9.8. 使用 SYSPREP 自动执行 WINDOWS 安装

您可以使用 Microsoft DVD 镜像和 **sysprep** 自动安装、设置和软件置备 Windows 虚拟机。

### 9.8.1. 使用 Windows DVD 创建虚拟机磁盘镜像

Microsoft 不提供下载的磁盘镜像，但您可以使用 Windows DVD 创建磁盘镜像。然后，可以使用此磁盘镜像来创建虚拟机。

#### 流程

- 在 OpenShift Virtualization web 控制台中，点 **Storage** → **PersistentVolumeClaims** → **Create PersistentVolumeClaim With Data upload form**。
- 选择预期的项目。
- 设置 **持久性卷声明名称**。
- 从 Windows DVD 上传虚拟机磁盘镜像。该镜像现在可作为引导源来创建新的 Windows 虚拟机。

### 9.8.2. 使用磁盘镜像安装 Windows

您可以使用磁盘镜像在虚拟机上安装 Windows。

#### 先决条件

- 您必须使用 Windows DVD 创建磁盘镜像。
- 您必须创建一个 **autounattend.xml** 回答文件。详情请查看 [Microsoft 文档](#)。

#### 流程

- 在 OpenShift Container Platform 控制台中，从侧边菜单中点 **Virtualization** → **Catalog**。
- 选择 Windows 模板并点 **Customize VirtualMachine**。
- 从 **Disk source** 列表中选择 **Upload(Upload a new file to a PVC)** 并浏览 DVD 镜像。



4. 点 **Review and create VirtualMachine**。
5. 清除 **Clone available operating system source to this Virtual Machine**。
6. 清除 **Start this VirtualMachine after creation**。
7. 在 **Scripts** 选项卡的 **Sysprep** 部分，点 **Edit**。
8. 浏览到 **autounattend.xml** 回答文件，然后点**保存**。
9. 点 **Create VirtualMachine**。
10. 在 **YAML** 标签页中，将 **running:false** 替换为 **runStrategy: RerunOnFailure**，点 **Save**。

虚拟机将从包含 **autounattend.xml** 回答文件的 **sysprep** 磁盘开始。

### 9.8.3. 使用 sysprep 常规调整 Windows 虚拟机

常规化镜像允许该镜像在部署虚拟机上时删除所有特定于系统的配置数据。

在常规调整虚拟机前，您必须确保 **sysprep** 工具在无人值守的 Windows 安装后无法检测到应答文件。

#### 流程

1. 在 OpenShift Container Platform 控制台中点 **Virtualization → VirtualMachines**。
2. 选择 Windows 虚拟机以打开 **VirtualMachine** 详情页。
3. 点 **Disks** 选项卡。

4. 点 **sysprep** 磁盘的 Options 菜单 ，然后选择 **Detach**。

5. 单击 **Detach**。

6. 重命名 **C:\Windows\Panther\unattend.xml** 以避免 **sysprep** 工具对其进行检测。

7. 运行以下命令启动 **sysprep** 程序：

```
%WINDIR%\System32\Sysprep\sysprep.exe /generalize /shutdown /oobe /mode:vm
```

8. **sysprep** 工具完成后，Windows 虚拟机将关闭。VM 的磁盘镜像现在可作为 Windows 虚拟机的安装镜像使用。

现在，您可以对虚拟机进行特殊化。

### 9.8.4. 专用 Windows 虚拟机

专用虚拟机(VM)将配置从常规化 Windows 镜像到虚拟机中的计算机特定信息。

#### 先决条件

- 您必须有一个通用的 Windows 磁盘镜像。
- 您必须创建一个 **unattend.xml** 回答文件。详情请查看 [Microsoft 文档](#)。

## 流程

1. 在 OpenShift Container Platform 控制台中点 **Virtualization** → **Catalog**。
2. 选择 Windows 模板并点 **Customize VirtualMachine**。
3. 从 **Disk source** 列表中选择 **PVC(clone PVC)**。
4. 指定通用 Windows 镜像的**持久性卷声明项目**和**持久性卷声明名称**。
5. 点 **Review and create VirtualMachine**。
6. 点 **Scripts** 选项卡。
7. 在 **Sysprep** 部分中，点 **Edit**，浏览到 **unattend.xml** 回答文件，然后点**保存**。
8. 点 **Create VirtualMachine**。

在初次启动过程中，Windows 使用 **unattend.xml** 回答文件来专注于虚拟机。虚拟机现在可供使用。

### 9.8.5. 其他资源

- [创建虚拟机](#)
- [Microsoft, Sysprep\(Generalize\)Windows 安装](#)
- [Microsoft, 常规化](#)
- [Microsoft, specialize](#)

## 9.9. 解决故障节点来触发虚拟机故障切换

如果节点失败，并且没有在集群中部署 [机器健康检查](#)，则带有 **RunStrategy: Always** 配置的虚拟机 (VM) 不会被自动重新定位到健康的节点上。要触发虚拟机故障切换，您必须手动删除 **Node** 对象。



### 注意

如果使用[安装程序置备的基础架构](#)安装集群，并且正确地配置了机器健康检查：

- 故障节点会被自动回收。
- **RunStrategy** 被设置为 **Always** 或 **RerunOnFailure** 的虚拟机会自动被调度到健康的节点上。

### 9.9.1. 先决条件

- 运行虚拟机的节点具有 **NotReady** 条件。
- 在故障节点中运行的虚拟机的 **RunStrategy** 设置为 **Always**。
- 已安装 OpenShift CLI (**oc**) 。

### 9.9.2. 从裸机集群中删除节点

当您使用 CLI 删除节点时，节点对象会从 Kubernetes 中删除，但该节点上存在的 pod 不会被删除。任何未由复制控制器支持的裸机 pod 都无法从 OpenShift Container Platform 访问。由复制控制器支持的 Pod 会重新调度到其他可用的节点。您必须删除本地清单 pod。

## 流程

通过完成以下步骤，从裸机上运行的 OpenShift Container Platform 集群中删除节点：

1. 将节点标记为不可调度：

```
$ oc adm cordon <node_name>
```

2. 排空节点上的所有 pod：

```
$ oc adm drain <node_name> --force=true
```

如果节点离线或者无响应，此步骤可能会失败。即使节点没有响应，它仍然在运行写入共享存储的工作负载。为了避免数据崩溃，请在进行操作前关闭物理硬件。

3. 从集群中删除节点：

```
$ oc delete node <node_name>
```

虽然节点对象现已从集群中删除，但它仍然可在重启后或 kubelet 服务重启后重新加入集群。要永久删除该节点及其所有数据，您必须[弃用该节点](#)。

4. 如果您关闭了物理硬件，请重新打开它以便节点可以重新加入集群。

### 9.9.3. 验证虚拟机故障切换

在不健康节点上终止所有资源后，会为每个重新定位的虚拟机在健康的节点上自动创建新虚拟机实例（VMI）。要确认已创建了 VMI，使用 **oc** CLI 查看所有 VMI。

#### 9.9.3.1. 使用 CLI 列出所有虚拟机实例

您可以使用 **oc** 命令行界面（CLI）列出集群中的所有虚拟机实例（VMI），包括独立 VMI 和虚拟机拥有的实例。

## 流程

- 运行以下命令列出所有 VMI：

```
$ oc get vmis -A
```

## 9.10. 在虚拟机上安装 QEMU 客户机代理

**QEMU 客户机代理**是在虚拟机上运行的一个守护进程，它会将有关虚拟机、用户、文件系统和从属网络的信息传递给主机。

### 9.10.1. 在 Linux 虚拟机上安装 QEMU 客户机代理

**qemu-guest-agent** 广泛可用，默认在红帽虚拟机中可用。安装代理并启动服务。

要检查您的虚拟机 (VM) 是否已安装并运行 QEMU 客户机代理，请验证 **AgentConnected** 是否列在 VM spec 中。



### 注意

要为具有最高完整性的在线 (Running 状态) 虚拟机创建快照，请安装 QEMU 客户机代理。

QEMU 客户机代理通过尝试静止虚拟机的文件系统来尽可能取一个一致的快照，具体取决于系统工作负载。这样可确保在进行快照前将 in-flight I/O 写入磁盘。如果没有客户机代理，则无法静止并生成最佳快照。执行快照的条件反映在 web 控制台或 CLI 中显示的快照声明中。

### 流程

1. 通过其中一个控制台或通过 SSH 访问虚拟机命令行。
2. 在虚拟机上安装 QEMU 客户机代理：

```
$ yum install -y qemu-guest-agent
```

3. 确保服务持久并启动它：

```
$ systemctl enable --now qemu-guest-agent
```

## 9.10.2. 在 Windows 虚拟机上安装 QEMU 客户机代理

对于 Windows 虚拟机，QEMU 客户机代理包含在 VirtIO 驱动程序中。在现有或者新的 Windows 安装上安装驱动程序。

要检查您的虚拟机 (VM) 是否已安装并运行 QEMU 客户机代理，请验证 **AgentConnected** 是否列在 VM spec 中。



### 注意

要为具有最高完整性的在线 (Running 状态) 虚拟机创建快照，请安装 QEMU 客户机代理。

QEMU 客户机代理通过尝试静止虚拟机的文件系统来尽可能取一个一致的快照，具体取决于系统工作负载。这样可确保在进行快照前将 in-flight I/O 写入磁盘。如果没有客户机代理，则无法静止并生成最佳快照。执行快照的条件反映在 web 控制台或 CLI 中显示的快照声明中。

### 9.10.2.1. 在现有 Windows 虚拟机上安装 VirtIO 驱动程序

从附加的 SATA CD 驱动器将 VirtIO 驱动程序安装到现有 Windows 虚拟机。



### 注意

该流程使用通用方法为 Windows 添加驱动。具体流程可能会因 Windows 版本而稍有差异。有关具体安装步骤，请参阅您的 Windows 版本安装文档。

### 流程

1. 启动虚拟机并连接至图形控制台。
2. 登录 Windows 用户会话。
3. 打开 **Device Manager** 并展开 **Other devices** 以列出所有 **Unknown device**。
  - a. 打开 **Device Properties** 以识别未知设备。右击设备并选择 **Properties**。
  - b. 单击 **Details** 选项卡，并在 **Property** 列表中选择 **Hardware Ids**。
  - c. 将 **Hardware Ids** 的 **Value** 与受支持的 VirtIO 驱动程序相比较。
4. 右击设备并选择 **Update Driver Software**。
5. 单击 **Browse my computer for driver software** 并浏览所附加的 VirtIO 驱动程序所在 SATA CD 驱动器。驱动程序将按照其驱动程序类型、操作系统和 CPU 架构分层排列。
6. 单击 **Next** 以安装驱动程序。
7. 对所有必要 VirtIO 驱动程序重复这一过程。
8. 安装完驱动程序后，单击 **Close** 关闭窗口。
9. 重启虚拟机以完成驱动程序安装。

### 9.10.2.2. 在 Windows 安装过程中安装 VirtIO 驱动程序

在 Windows 安装过程中，从附加的 SATA CD 驱动程序安装 VirtIO 驱动程序。



#### 注意

该流程使用通用方法安装 Windows，且安装方法可能因 Windows 版本而异。有关您要安装的 Windows 版本，请参阅相关文档。

#### 流程

1. 启动虚拟机并连接至图形控制台。
2. 开始 Windows 安装过程。
3. 选择 **Advanced** 安装。
4. 加载驱动程序前无法识别存储目的地。单击 **Load driver**。
5. 驱动程序将附加为 SATA CD 驱动器。单击 **OK** 并浏览 CD 驱动器以加载存储驱动程序。驱动程序将按照其驱动程序类型、操作系统和 CPU 架构分层排列。
6. 对所有所需驱动程序重复前面两步。
7. 完成 Windows 安装。

## 9.11. 查看虚拟机的 QEMU 客户机代理信息

当 QEMU 客户机代理在虚拟机上运行时，您可以使用 web 控制台查看有关虚拟机、用户、文件系统和从属网络的信息。

### 9.11.1. 先决条件

- 在虚拟机上安装 [QEMU 客户机代理](#)。

### 9.11.2. 关于 web 控制台中的 QEMU 客户机代理信息

安装 QEMU 客户机代理后，**VirtualMachine** 详情页中的 **Overview** 和 **Details** 选项卡会显示主机名、操作系统、时区和登录用户的信息。

**VirtualMachine** 详情页面会显示在虚拟机上安装的客户端操作系统的信息。**Details** 标签显示有登录用户信息的表。**Disks** 标签页显示含有文件系统信息的表格。



#### 注意

如果没有安装 QEMU 客户机代理，**Overview** 和 **Details** 选项卡将显示有关创建虚拟机时指定的操作系统的信息。

### 9.11.3. 在 web 控制台中查看 QEMU 客户机代理信息

您可以使用 web 控制台查看由 QEMU 客户机代理传递给主机的虚拟机信息。

#### 流程

1. 在侧边菜单中点 **Virtualization** → **VirtualMachines**。
2. 选择虚拟机名称以打开 **VirtualMachine** 详情页。
3. 点 **Details** 选项卡查看活跃用户。
4. 点 **Disks** 标签查看文件系统的信息。

## 9.12. 在虚拟机中管理配置映射、SECRET 和服务帐户

您可以使用 secret、配置映射和服务帐户将配置数据传递给虚拟机。例如，您可以：

- 通过向虚拟机添加 secret 来授予虚拟机对需要凭证的服务的访问权限。
- 在配置映射中存储非机密配置数据，以便 pod 或另一个对象可以使用这些数据。
- 允许组件通过将服务帐户与该组件关联来访问 API 服务器。



#### 注意

OpenShift Virtualization 将 secret、配置映射和服务帐户作为虚拟机磁盘公开，以便可以在平台间使用这些 secret、ConfigMap 和服务帐户而无需额外的开销。

### 9.12.1. 将 secret、配置映射或服务帐户添加到虚拟机

使用 OpenShift Container Platform Web 控制台向虚拟机添加 secret、配置映射或服务帐户。

这些资源作为磁盘添加到虚拟机中。您可在挂载任何其他磁盘时挂载 secret、配置映射或服务帐户。

如果虚拟机正在运行，则更改在重启虚拟机之后才会生效。新添加的资源在页面顶部的 **Pending Changes** 中的 **Environment** 和 **Disks** 都会标记为改变待处理。

### 先决条件

- 要添加的 secret、配置映射或服务帐户必须与目标虚拟机位于同一命名空间中。

### 流程

1. 在侧边菜单中点 **Virtualization** → **VirtualMachines**。
2. 选择虚拟机以打开 **VirtualMachine** 详情页面。
3. 在 **Environment** 选项卡中，点 **Add Config Map、Secret or Service Account**。
4. 点 **Select a resource**，从列表中选择一个资源。为所选资源自动生成带有六个字符的序列号。
5. 可选：点 **Reload** 将环境恢复到其上次保存的状态。
6. 点击 **Save**。

### 验证

1. 在 **VirtualMachine** 详情页中，点 **Disks** 选项卡，验证 secret、配置映射或服务帐户是否包含在磁盘列表中。
2. 点 **Actions** → **Restart** 重启虚拟机。

现在，您可以在挂载任何其他磁盘时挂载 secret、配置映射或服务帐户。


### 9.12.2. 从虚拟机中删除 secret、配置映射或服务帐户

使用 OpenShift Container Platform Web 控制台从虚拟机中删除 secret、配置映射或服务帐户。

### 先决条件

- 您必须至少有一个 secret、配置映射或服务帐户附加到虚拟机。

### 流程

1. 在侧边菜单中点 **Virtualization** → **VirtualMachines**。
2. 选择虚拟机以打开 **VirtualMachine** 详情页面。
3. 点 **Environment** 标签页。
4. 在列表中找到您要删除的项目，然后点击项目右侧的 **Remove** 。
5. 点击 **Save**。



### 注意

您可以点击 **Reload** 将表单重置为最后一个保存的状态。

### 验证

1. 在 **VirtualMachine** 详情页，点 **Disks** 选项卡。

- 检查以确保删除的 secret、配置映射或服务帐户不再包含在磁盘列表中。

### 9.12.3. 其他资源

- 为 pod 提供敏感数据
- 了解并创建服务帐户
- 了解配置映射

## 9.13. 在现有 WINDOWS 虚拟机上安装 VIRTIO 驱动程序

### 9.13.1. 关于 VirtIO 驱动程序

VirtIO 驱动程序是 Microsoft Windows 虚拟机在 OpenShift Virtualization 中运行时所需的半虚拟化设备驱动程序。受支持的驱动程序可在 [红帽生态系统目录](#) 的 **container-native-virtualization/virtio-win** 容器磁盘中找到。

必须将 **container-native-virtualization/virtio-win** 容器磁盘作为 SATA CD 驱动器附加到虚拟机，以启用驱动程序安装。您可在虚拟机安装 Windows 期间安装 VirtIO 驱动程序，或将其附加到现有 Windows 安装。

安装完驱动程序后，可从虚拟机中移除 **container-native-virtualization/virtio-win** 容器磁盘。

另请参阅：[在新 Windows 虚拟机上安装 Virtio 驱动程序](#)。

### 9.13.2. Microsoft Windows 虚拟机支持的 VirtIO 驱动程序

表 9.3. 支持的驱动程序

| 驱动程序名称  | 硬件 ID                                  | 描述                                                                                       |
|---------|----------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|
| viostor | VEN_1AF4&DEV_1001<br>VEN_1AF4&DEV_1042 | 块驱动程序。有时会在 <b>Other devices</b> 组中显示为 <b>SCSI Controller</b> 。                           |
| viornng | VEN_1AF4&DEV_1005<br>VEN_1AF4&DEV_1044 | 熵源 (entropy) 驱动程序。有时会在 <b>Other devices</b> 组中显示为 <b>PCI Device</b> 。                    |
| NetKVM  | VEN_1AF4&DEV_1000<br>VEN_1AF4&DEV_1041 | 网络驱动程序。有时会在 <b>Other devices</b> 组中显示为 <b>Ethernet Controller</b> 。仅在配置了 VirtIO NIC 时可用。 |

### 9.13.3. 将 VirtIO 驱动程序容器磁盘添加到虚拟机中

针对 Microsoft Windows 的 OpenShift Virtualization VirtIO 驱动程序作为一个容器磁盘提供，可在 [Red Hat Ecosystem Catalog](#) 中找到。要为 Windows 虚拟机安装这些驱动程序，请在虚拟机配置文件中将 **container-native-virtualization/virtio-win** 容器磁盘作为 SATA CD 驱动器附加到虚拟机。

先决条件



- 从 [Red Hat Ecosystem Catalog](#) 下载 **container-native-virtualization/virtio-win** 容器磁盘。这一步并非强制要求，因为如果集群中不存在容器磁盘，将从 Red Hat registry 中下载，但通过此步下载可节省安装时间。

## 流程

1. 将 **container-native-virtualization/virtio-win** 容器磁盘作为 **cdrom** 磁盘添加到 Windows 虚拟机配置文件中。如果集群中还没有容器磁盘，将从 registry 中下载。

```
spec:
 domain:
 devices:
 disks:
 - name: virtiocontainerdisk
 bootOrder: 2 1
 cdrom:
 bus: sata
 volumes:
 - containerDisk:
 image: container-native-virtualization/virtio-win
 name: virtiocontainerdisk
```

- 1** OpenShift Virtualization 按照 **VirtualMachine** 配置文件中定义的顺序启动虚拟机磁盘。您可将虚拟机的其他磁盘定义到 **container-native-virtualization/virtio-win** 容器磁盘前面，也可使用 **bootOrder** 可选参数来确保虚拟机从正确磁盘启动。如果为一个磁盘指定 **bootOrder**，则必须为配置中的所有磁盘指定。

2. 虚拟机启动后，磁盘随即可用：

- 如果要将容器磁盘添加到正在运行的虚拟机，请在 CLI 中执行 **oc apply -f <vm.yaml>**，或重启虚拟机，以使更改生效。
- 如果虚拟机还未运行，则使用 **virtctl start <vm>**。

虚拟机启动后，可从附加的 SATA CD 驱动器安装 VirtIO 驱动程序。

### 9.13.4. 在现有 Windows 虚拟机上安装 VirtIO 驱动程序

从附加的 SATA CD 驱动器将 VirtIO 驱动程序安装到现有 Windows 虚拟机。



#### 注意

该流程使用通用方法为 Windows 添加驱动。具体流程可能会因 Windows 版本而稍有差异。有关具体安装步骤，请参阅您的 Windows 版本安装文档。

## 流程

1. 启动虚拟机并连接至图形控制台。
2. 登录 Windows 用户会话。
3. 打开 **Device Manager** 并展开 **Other devices** 以列出所有 **Unknown device**。
  - a. 打开 **Device Properties** 以识别未知设备。右击设备并选择 **Properties**。

- b. 单击 **Details** 选项卡，并在 **Property** 列表中选择 **Hardware Ids**。
  - c. 将 **Hardware Ids** 的 **Value** 与受支持的 VirtIO 驱动程序相比较。
4. 右击设备并选择 **Update Driver Software**。
  5. 单击 **Browse my computer for driver software** 并浏览所附加的 VirtIO 驱动程序所在 SATA CD 驱动器。驱动程序将按照其驱动程序类型、操作系统和 CPU 架构分层排列。
  6. 单击 **Next** 以安装驱动程序。
  7. 对所有必要 VirtIO 驱动程序重复这一过程。
  8. 安装完驱动程序后，单击 **Close** 关闭窗口。
  9. 重启虚拟机以完成驱动程序安装。

### 9.13.5. 从虚拟机移除 VirtIO 容器磁盘

在向虚拟机安装完所有所需 VirtIO 驱动程序后，**container-native-virtualization/virtio-win** 容器磁盘便不再需要附加到虚拟机。从虚拟机配置文件中移除 **container-native-virtualization/virtio-win** 容器磁盘。

#### 流程

1. 编辑配置文件并移除 **disk** 和 **volume**。

```
$ oc edit vm <vm-name>

spec:
 domain:
 devices:
 disks:
 - name: virtiocontainerdisk
 bootOrder: 2
 cdrom:
 bus: sata
 volumes:
 - containerDisk:
 image: container-native-virtualization/virtio-win
 name: virtiocontainerdisk
```

2. 重启虚拟机以使更改生效。

## 9.14. 在新 WINDOWS 虚拟机上安装 VIRTIO 驱动程序

### 9.14.1. 先决条件

- Windows 安装介质可访问虚拟机，比如将 [ISO 导入到数据卷](#) 并将其附加到虚拟机。

### 9.14.2. 关于 VirtIO 驱动程序

VirtIO 驱动程序是 Microsoft Windows 虚拟机在 OpenShift Virtualization 中运行时所需的半虚拟化设备驱动程序。受支持的驱动程序可在 [红帽生态系统目录](#) 的 **container-native-virtualization/virtio-win** 容器磁盘中找到。

必须将 **container-native-virtualization/virtio-win** 容器磁盘作为 SATA CD 驱动器附加到虚拟机，以启用驱动程序安装。您可在虚拟机安装 Windows 期间安装 VirtIO 驱动程序，或将其附加到现有 Windows 安装。

安装完驱动程序后，可从虚拟机中移除 **container-native-virtualization/virtio-win** 容器磁盘。

另请参阅：[在现有 Windows 虚拟机上安装 VirtIO 驱动程序](#)。

### 9.14.3. Microsoft Windows 虚拟机支持的 VirtIO 驱动程序

表 9.4. 支持的驱动程序

| 驱动程序名称  | 硬件 ID                                  | 描述                                                                                       |
|---------|----------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|
| viostor | VEN_1AF4&DEV_1001<br>VEN_1AF4&DEV_1042 | 块驱动程序。有时会在 <b>Other devices</b> 组中显示为 <b>SCSI Controller</b> 。                           |
| viorng  | VEN_1AF4&DEV_1005<br>VEN_1AF4&DEV_1044 | 熵源 (entropy) 驱动程序。有时会在 <b>Other devices</b> 组中显示为 <b>PCI Device</b> 。                    |
| NetKVM  | VEN_1AF4&DEV_1000<br>VEN_1AF4&DEV_1041 | 网络驱动程序。有时会在 <b>Other devices</b> 组中显示为 <b>Ethernet Controller</b> 。仅在配置了 VirtIO NIC 时可用。 |

### 9.14.4. 将 VirtIO 驱动程序容器磁盘添加到虚拟机中

针对 Microsoft Windows 的 OpenShift Virtualization VirtIO 驱动程序作为一个容器磁盘提供，可在 [Red Hat Ecosystem Catalog](#) 中找到。要为 Windows 虚拟机安装这些驱动程序，请在虚拟机配置文件中将 **container-native-virtualization/virtio-win** 容器磁盘作为 SATA CD 驱动器附加到虚拟机。

#### 先决条件

- 从 [Red Hat Ecosystem Catalog](#) 下载 **container-native-virtualization/virtio-win** 容器磁盘。这一步并非强制要求，因为如果集群中不存在容器磁盘，将从 Red Hat registry 中下载，但通过此步下载可节省安装时间。

#### 流程

- 将 **container-native-virtualization/virtio-win** 容器磁盘作为 **cdrom** 磁盘添加到 Windows 虚拟机配置文件中。如果集群中还没有容器磁盘，将从 registry 中下载。

```
spec:
 domain:
 devices:
 disks:
 - name: virtiocontainerdisk
 bootOrder: 2 1
 cdrom:
 bus: sata
 volumes:
```

```
- containerDisk:
 image: container-native-virtualization/virtio-win
 name: virtiocontainerdisk
```

- 1 OpenShift Virtualization 按照 **VirtualMachine** 配置文件中定义的顺序启动虚拟机磁盘。您可将虚拟机的其他磁盘定义到 **container-native-virtualization/virtio-win** 容器磁盘前面，也可使用 **bootOrder** 可选参数来确保虚拟机从正确磁盘启动。如果为一个磁盘指定 **bootOrder**，则必须为配置中的所有磁盘指定。

## 2. 虚拟机启动后，磁盘随即可用：

- 如果要将容器磁盘添加到正在运行的虚拟机，请在 CLI 中执行 **oc apply -f <vm.yaml>**，或重启虚拟机，以使更改生效。
- 如果虚拟机还未运行，则使用 **virtctl start <vm>**。

虚拟机启动后，可从附加的 SATA CD 驱动器安装 VirtIO 驱动程序。

### 9.14.5. 在 Windows 安装过程中安装 VirtIO 驱动程序

在 Windows 安装过程中，从附加的 SATA CD 驱动程序安装 VirtIO 驱动程序。



#### 注意

该流程使用通用方法安装 Windows，且安装方法可能因 Windows 版本而异。有关您要安装的 Windows 版本，请参阅相关文档。

#### 流程

1. 启动虚拟机并连接至图形控制台。
2. 开始 Windows 安装过程。
3. 选择 **Advanced** 安装。
4. 加载驱动程序前无法识别存储目的地。点击 **Load driver**。
5. 驱动程序将附加为 SATA CD 驱动器。点击 **OK** 并浏览 CD 驱动器以加载存储驱动程序。驱动程序将按照其驱动程序类型、操作系统和 CPU 架构分层排列。
6. 对所有所需驱动程序重复前面两步。
7. 完成 Windows 安装。

### 9.14.6. 从虚拟机移除 VirtIO 容器磁盘

在向虚拟机安装完所有所需 VirtIO 驱动程序后，**container-native-virtualization/virtio-win** 容器磁盘便不再需要附加到虚拟机。从虚拟机配置文件中移除 **container-native-virtualization/virtio-win** 容器磁盘。

#### 流程

1. 编辑配置文件并移除 **disk** 和 **volume**。

```
$ oc edit vm <vm-name>
```

```
spec:
 domain:
 devices:
 disks:
 - name: virtiocontainerdisk
 bootOrder: 2
 cdrom:
 bus: sata
 volumes:
 - containerDisk:
 image: container-native-virtualization/virtio-win
 name: virtiocontainerdisk
```

2. 重启虚拟机以使更改生效。

## 9.15. 使用虚拟可信平台模块设备

通过编辑 **VirtualMachine** (VM) 或 **VirtualMachineInstance** (VMI) 清单，将虚拟 Trusted Platform 模块 (vTPM) 设备添加到新的或现有虚拟机中。

### 9.15.1. 关于 vTPM 设备

虚拟可信平台模块(vTPM)设备功能，如物理信任平台模块(TPM)硬件芯片。

您可以将 vTPM 设备与任何操作系统一起使用，但 Windows 11 需要存在 TPM 芯片用来安装或引导的 TPM 芯片。vTPM 设备允许从 Windows 11 镜像创建的虚拟机在没有物理 TPM 芯片的情况下正常工作。

如果没有启用 vTPM，则虚拟机无法识别 TPM 设备，即使节点有一个。

vTPM 设备还可通过在没有物理硬件的情况下暂时存储 secret 来保护虚拟机。但是，当前不支持将 vTPM 用于持久性 secret 存储。vTPM 在虚拟机关闭后丢弃存储的 secret。

### 9.15.2. 将 vTPM 设备添加到虚拟机

将虚拟 Trusted Platform 模块(vTPM)设备添加到虚拟机(VM)可让您从 Windows 11 镜像创建的虚拟机，而无需物理 TPM 设备。vTPM 设备还会为该虚拟机临时存储 secret。

#### 流程

1. 运行以下命令以更新虚拟机配置：

```
$ oc edit vm <vm_name>
```

2. 编辑 VM **spec**，使其包含 **tpm: {}** 行。例如：

```
apiVersion: kubevirt.io/v1
kind: VirtualMachine
metadata:
 name: example-vm
spec:
 template:
 spec:
 domain:
```

```

devices:
 tpm: {} 1
...

```

- 1 在虚拟机中添加 TPM 设备。
3. 若要应用您的更改，请保存并退出编辑器。
4. 可选：如果编辑了正在运行的虚拟机，您必须重启它才能使更改生效。

## 9.16. 高级虚拟机管理

### 9.16.1. 为虚拟机使用资源配额

为虚拟机创建和管理资源配额。

#### 9.16.1.1. 为虚拟机设置资源配额限制

只有使用请求自动用于虚拟机 (VM) 的资源配额。如果您的资源配额使用限制，则必须为虚拟机手动设置资源限值。资源限值必须至少大于资源请求的 100 MiB。

#### 流程

1. 通过编辑 **VirtualMachine** 清单来为虚拟机设置限值。例如：

```

apiVersion: kubevirt.io/v1
kind: VirtualMachine
metadata:
 name: with-limits
spec:
 running: false
 template:
 spec:
 domain:
...
 resources:
 requests:
 memory: 128Mi
 limits:
 memory: 256Mi 1

```

- 1 这个配置被支持，因为 **limits.memory** 值至少比 **requests.memory** 的值大 100Mi。
2. 保存 **VirtualMachine** 清单。

#### 9.16.1.2. 其他资源

- [项目的资源配额](#)
- [跨越多个项目的资源配额](#)

## 9.16.2. 为虚拟机指定节点

您可以使用节点放置规则将虚拟机放置到特定的节点上。

### 9.16.2.1. 关于虚拟机的节点放置

要确保虚拟机在适当的节点上运行，您可以配置节点放置规则。如果出现以下情况，您可能需要进行此操作：

- 您有多台虚拟机。为确保容错，您希望它们在不同节点上运行。
- 您有两个 chatty 虚拟机。为了避免冗余节点间路由，您希望虚拟机在同一节点上运行。
- 您的虚拟机需要所有可用节点上不存在的特定硬件功能。
- 您有一个 pod 可以向节点添加功能，并想将虚拟机放置到该节点上，以便它可以使用这些功能。



#### 注意

虚拟机放置依赖于工作负载的现有节点放置规则。如果组件级别上的特定节点排除工作负载，则虚拟机无法放置在这些节点上。

您可以在 **VirtualMachine** 清单的 **spec** 字段中使用以下规则类型：

#### nodeSelector

允许将虚拟机调度到使用此字段中指定的键值对标记的节点上。节点必须具有与所有列出的对完全匹配的标签。

#### 关联性

这可让您使用更具表达力的语法来设置与虚拟机匹配的规则。例如，您可以指定规则是首选项，而非硬要求，因此在规则不满足时仍然可以调度虚拟机。虚拟机放置支持 Pod 关联性、pod 反关联性和节点关联性。Pod 关联性适用于虚拟机，因为 **VirtualMachine** 工作负载类型基于 **Pod** 对象。



#### 注意

关联性规则仅在调度期间应用。如果不再满足限制，OpenShift Container Platform 不会重新调度正在运行的工作负载。

#### 容限 (tolerations)

允许将虚拟机调度到具有匹配污点的节点。如果污点应用到某个节点，则该节点只接受容许该污点的虚拟机。

### 9.16.2.2. 节点放置示例

以下示例 YAML 文件片断使用 **nodePlacement**、**affinity** 和 **tolerations** 字段为虚拟机自定义节点放置。

#### 9.16.2.2.1. 示例：使用 nodeSelector 放置虚拟机节点

在本例中，虚拟机需要一个包含 **example-key-1 = example-value-1** 和 **example-key-2 = example-value-2** 标签的元数据的节点。

**警告**

如果没有节点适合此描述，则不会调度虚拟机。

**VM 清单示例**

```

metadata:
 name: example-vm-node-selector
 apiVersion: kubevirt.io/v1
 kind: VirtualMachine
 spec:
 template:
 spec:
 nodeSelector:
 example-key-1: example-value-1
 example-key-2: example-value-2
 ...

```

**9.16.2.2.2. 示例：使用 pod 关联性和 pod 反关联性的虚拟机节点放置**

在本例中，虚拟机必须调度到具有标签 **example-key-1 = example-value-1** 的正在运行的 pod 的节点上。如果没有在任何节点上运行这样的 pod，则不会调度虚拟机。

如果可能，虚拟机不会调度到具有标签 **example-key-2 = example-value-2** 的 pod 的节点上。但是，如果所有候选节点都有具有此标签的 pod，调度程序会忽略此约束。

**VM 清单示例**

```

metadata:
 name: example-vm-pod-affinity
 apiVersion: kubevirt.io/v1
 kind: VirtualMachine
 spec:
 affinity:
 podAffinity:
 requiredDuringSchedulingIgnoredDuringExecution: 1
 - labelSelector:
 matchExpressions:
 - key: example-key-1
 operator: In
 values:
 - example-value-1
 topologyKey: kubernetes.io/hostname
 podAntiAffinity:
 preferredDuringSchedulingIgnoredDuringExecution: 2
 - weight: 100
 podAffinityTerm:
 labelSelector:
 matchExpressions:
 - key: example-key-2

```



```

operator: In
values:
- example-value-2
topologyKey: kubernetes.io/hostname
...

```

- 1 如果您使用 **requiredDuringSchedulingIgnoredDuringExecution** 规则类型，如果没有满足约束，则不会调度虚拟机。
- 2 如果您使用 **preferredDuringSchedulingIgnoredDuringExecution** 规则类型，只要满足所有必要的限制，仍会调度虚拟机（如果未满足约束）。

### 9.16.2.2.3. 示例：使用节点关联性进行虚拟机节点放置

在本例中，虚拟机必须调度到具有标签 **example.io/example-key = example-value-1** 或标签 **example.io/example-key = example-value-2** 的节点上。如果节点上只有一个标签，则会满足约束。如果没有标签，则不会调度虚拟机。

若有可能，调度程序会避免具有标签 **example-node-label-key = example-node-label-value** 的节点。但是，如果所有候选节点都具有此标签，调度程序会忽略此限制。

#### VM 清单示例

```

metadata:
 name: example-vm-node-affinity
 apiVersion: kubevirt.io/v1
 kind: VirtualMachine
spec:
 affinity:
 nodeAffinity:
 requiredDuringSchedulingIgnoredDuringExecution: 1
 nodeSelectorTerms:
 - matchExpressions:
 - key: example.io/example-key
 operator: In
 values:
 - example-value-1
 - example-value-2
 preferredDuringSchedulingIgnoredDuringExecution: 2
 - weight: 1
 preference:
 matchExpressions:
 - key: example-node-label-key
 operator: In
 values:
 - example-node-label-value
...

```

- 1 如果您使用 **requiredDuringSchedulingIgnoredDuringExecution** 规则类型，如果没有满足约束，则不会调度虚拟机。
- 2 如果您使用 **preferredDuringSchedulingIgnoredDuringExecution** 规则类型，只要满足所有必要的限制，仍会调度虚拟机（如果未满足约束）。

#### 9.16.2.2.4. 示例：带有容限的虚拟机节点放置

在本例中，为虚拟机保留的节点已使用 `key=virtualization:NoSchedule` 污点标记。由于此虚拟机具有匹配的容限，它可以调度到污点节点上。



#### 注意

容许污点的虚拟机不需要调度到具有该污点的节点。

#### VM 清单示例

```
metadata:
 name: example-vm-tolerations
 apiVersion: kubevirt.io/v1
 kind: VirtualMachine
spec:
 tolerations:
 - key: "key"
 operator: "Equal"
 value: "virtualization"
 effect: "NoSchedule"
 ...
```

#### 9.16.2.3. 其他资源

- [为虚拟化组件指定节点](#)
- [使用节点选择器将 pod 放置到特定节点](#)
- [使用节点关联性规则控制节点上的 pod 放置](#)
- [使用节点污点控制 pod 放置](#)

### 9.16.3. 配置证书轮转

配置证书轮转参数以替换现有证书。

#### 9.16.3.1. 配置证书轮转

您可以在 web 控制台中的 OpenShift Virtualization 安装过程中，或者在安装 **HyperConverged** 自定义资源（CR）后完成此操作。

#### 流程

1. 运行以下命令打开 **HyperConverged** CR：

```
$ oc edit hco -n openshift-cnv kubevirt-hyperconverged
```

2. 按照以下示例所示，编辑 `spec.certConfig` 字段。要避免系统过载，请确保所有值都大于或等于 10 分钟。将所有值显示为符合 `golang ParseDuration` 格式的字符串。

```
apiVersion: hco.kubevirt.io/v1beta1
kind: HyperConverged
```

```

metadata:
 name: kubevirt-hyperconverged
 namespace: openshift-cnv
spec:
 certConfig:
 ca:
 duration: 48h0m0s
 renewBefore: 24h0m0s ❶
 server:
 duration: 24h0m0s ❷
 renewBefore: 12h0m0s ❸

```

- ❶ **ca.renewBefore** 的值必须小于或等于 **ca.duration** 的值。
- ❷ **server.duration** 的值必须小于或等于 **ca.duration** 的值。
- ❸ **server.renewBefore** 的值必须小于或等于 **server.duration** 的值。

3. 将 YAML 文件应用到集群。

### 9.16.3.2. 证书轮转参数故障排除

删除一个或多个 **certConfig** 值会导致它们恢复到默认值，除非默认值与以下条件之一冲突：

- **ca.renewBefore** 的值必须小于或等于 **ca.duration** 的值。
- **server.duration** 的值必须小于或等于 **ca.duration** 的值。
- **server.renewBefore** 的值必须小于或等于 **server.duration** 的值。

如果默认值与这些条件冲突，您将收到错误。

如果您删除了以下示例中的 **server.duration** 值，则默认值 **24h0m0s** 大于 **ca.duration** 的值，并与指定条件冲突。

#### Example

```

certConfig:
 ca:
 duration: 4h0m0s
 renewBefore: 1h0m0s
 server:
 duration: 4h0m0s
 renewBefore: 4h0m0s

```

这会生成以下出错信息：

```

error: hyperconvergeds.hco.kubevirt.io "kubevirt-hyperconverged" could not be patched: admission
webhook "validate-hco.kubevirt.io" denied the request: spec.certConfig: ca.duration is smaller than
server.duration

```

错误消息仅提及第一个冲突。在继续操作前，查看所有 **certConfig** 值。

## 9.16.4. 为虚拟机使用 UEFI 模式

您可以使用统一可扩展固件接口(UEFI)模式引导虚拟机(VM)。

### 9.16.4.1. 关于虚拟机的 UEFI 模式

像旧的 BIOS 一样，统一可扩展固件接口(UEFI)在计算机启动时初始化硬件组件和操作系统镜像文件。与 BIOS 相比，UEFI 支持更现代的功能和自定义选项，从而加快启动速度。

它将初始化和启动的所有信息保存在带有 `.efi` 扩展的文件中，该扩展被保存在名为 EFI 系统分区 (ESP) 的特殊分区中。ESP 还包含安装在计算机上的操作系统的引导装载程序程序。

### 9.16.4.2. 在 UEFI 模式中引导虚拟机

您可以通过编辑 `VirtualMachine` 清单，将虚拟机配置为在 UEFI 模式中引导。

#### 先决条件

- 安装 OpenShift CLI (`oc`)。

#### 流程

1. 编辑或创建 `VirtualMachine` 清单文件。使用 `spec.firmware.bootloader` 小节来配置 UEFI 模式：

#### 使用安全引导活跃在 UEFI 模式中引导

```

apiversion: kubevirt.io/v1
kind: VirtualMachine
metadata:
 labels:
 special: vm-secureboot
 name: vm-secureboot
spec:
 template:
 metadata:
 labels:
 special: vm-secureboot
 spec:
 domain:
 devices:
 disks:
 - disk:
 bus: virtio
 name: containerdisk
 features:
 acpi: {}
 smm:
 enabled: true 1
 firmware:
 bootloader:
 efi:
 secureBoot: true 2
 ...

```

- 1 OpenShift Virtualization 需要为 UEFI 模式的安全引导启用系统管理模式(SMM)。
- 2 使用 UEFI 模式时，OpenShift Virtualization 支持带有或不进行安全引导的虚拟机。如果启用了安全引导，则需要 UEFI 模式。但是，可以在不使用安全引导的情况下启用 UEFI 模式。

2. 运行以下命令，将清单应用到集群：

```
$ oc create -f <file_name>.yaml
```

### 9.16.5. 为虚拟机配置 PXE 启动

OpenShift Virtualization 中提供 PXE 启动或网络启动。网络启动支持计算机启动和加载操作系统或其他程序，无需本地连接的存储设备。例如，在部署新主机时，您可使用 PXE 启动从 PXE 服务器中选择所需操作系统镜像。

#### 9.16.5.1. 先决条件

- Linux 网桥必须[已连接](#)。
- PXE 服务器必须作为网桥连接至相同 VLAN。

#### 9.16.5.2. 使用指定的 MAC 地址的 PXE 引导

作为管理员，您可首先为您的 PXE 网络创建 **NetworkAttachmentDefinition** 对象，以此通过网络引导客户端。然后在启动虚拟机实例前，在您的虚拟机实例配置文件中引用网络附加定义。如果 PXE 服务器需要，您还可在虚拟机实例配置文件中指定 MAC 地址。

#### 先决条件

- 必须已连接 Linux 网桥。
- PXE 服务器必须作为网桥连接至相同 VLAN。

#### 流程

1. 在集群上配置 PXE 网络：
  - a. 为 PXE 网络 **pxe-net-conf** 创建网络附加定义文件：

```
apiVersion: "k8s.cni.cncf.io/v1"
kind: NetworkAttachmentDefinition
metadata:
 name: pxe-net-conf
spec:
 config: '{
 "cniVersion": "0.3.1",
 "name": "pxe-net-conf",
 "plugins": [
 {
 "type": "cnv-bridge",
 "bridge": "br1",
 "vlan": 1 1
 }
]
 },
```

```
{
 "type": "cnv-tuning" 2
}
```

- 1 可选：VLAN 标签。
- 2 **cnv-tuning** 插件为自定义 MAC 地址提供支持。



### 注意

虚拟机实例将通过所请求的 VLAN 的访问端口附加到网桥 **br1**。

2. 使用您在上一步中创建的文件创建网络附加定义：

```
$ oc create -f pxe-net-conf.yaml
```

3. 编辑虚拟机实例配置文件以包括接口和网络的详情。
  - a. 如果 PXE 服务器需要，请指定网络和 MAC 地址。如果未指定 MAC 地址，则会自动分配一个值。  
请确保 **bootOrder** 设置为 **1**，以便该接口先启动。在本例中，该接口连接到了名为 **<pxe-net>** 的网络中：

```
interfaces:
- masquerade: {}
 name: default
- bridge: {}
 name: pxe-net
 macAddress: de:00:00:00:00:de
 bootOrder: 1
```



### 注意

启动顺序对于接口和磁盘全局通用。

- b. 为磁盘分配一个启动设备号，以确保置备操作系统后能够正确启动。  
将磁盘 **bootOrder** 值设置为 **2**：

```
devices:
 disks:
 - disk:
 bus: virtio
 name: containerdisk
 bootOrder: 2
```

- c. 指定网络连接到之前创建的网络附加定义。在这种情况下，**<pxe-net>** 连接到名为 **<pxe-net-conf>** 的网络附加定义：

```
networks:
- name: default
```

```
pod: {}
- name: pxe-net
 multus:
 networkName: pxe-net-conf
```

4. 创建虚拟机实例：

```
$ oc create -f vmi-pxe-boot.yaml
```

### 输出示例

```
virtualmachineinstance.kubevirt.io "vmi-pxe-boot" created
```

1. 等待虚拟机实例运行：

```
$ oc get vmi vmi-pxe-boot -o yaml | grep -i phase
phase: Running
```

2. 使用 VNC 查看虚拟机实例：

```
$ virtctl vnc vmi-pxe-boot
```

3. 查看启动屏幕，验证 PXE 启动是否成功。

4. 登录虚拟机实例：

```
$ virtctl console vmi-pxe-boot
```

5. 验证虚拟机上的接口和 MAC 地址，并验证连接到网桥的接口是否具有指定的 MAC 地址。在本例中，我们使用了 **eth1** 进行 PXE 启动，无需 IP 地址。另一接口 **eth0** 从 OpenShift Container Platform 获取 IP 地址。

```
$ ip addr
```

### 输出示例

```
...
3. eth1: <BROADCAST,MULTICAST> mtu 1500 qdisc noop state DOWN group default qlen 1000
 link/ether de:00:00:00:00:de brd ff:ff:ff:ff:ff:ff
```

#### 9.16.5.3. OpenShift Virtualization 术语表

OpenShift Virtualization 使用自定义资源和插件提供高级联网功能。

以下是整个 OpenShift Virtualization 文档中使用的术语：

##### Container Network Interface (CNI)

一个 [Cloud Native Computing Foundation](#) 项目，侧重容器网络连接。OpenShift Virtualization 使用 CNI 插件基于基本 Kubernetes 网络功能进行构建。

##### Multus

一个“meta”CNI 插件，支持多个 CNI 共存，以便 pod 或虚拟机可使用其所需的接口。

## 自定义资源定义(CRD)

一种 [Kubernetes](#) API 资源，用于定义自定义资源，或使用 CRD API 资源定义的对象。

## 网络附加定义(NAD)

由 Multus 项目引入的 CRD，允许您将 Pod、虚拟机和虚拟机实例附加到一个或多个网络。

## 节点网络配置策略(NNCP)

节点上请求的网络配置的描述。您可以通过将 **NodeNetworkConfigurationPolicy** 清单应用到集群来更新节点网络配置，包括添加和删除网络接口。

## 预启动执行环境 (PXE)

一种接口，让管理员能够通过网络从服务器启动客户端机器。网络启动可用于为客户端远程加载操作系统和其他软件。

## 9.16.6. 在虚拟机中使用巨页

您可以使用巨页作为集群中虚拟机的后备内存。

### 9.16.6.1. 先决条件

- 节点必须 [配置预先分配的巨页](#)。

### 9.16.6.2. 巨页的作用

内存块（称为页）中进行管理。在大多数系统中，页的大小为 4Ki。1Mi 内存相当于 256 个页，1Gi 内存相当于 256,000 个页。CPU 有内置的内存管理单元，可在硬件中管理这些页的列表。Translation Lookaside Buffer (TLB) 是虚拟页到物理页映射的小型硬件缓存。如果在硬件指令中包括的虚拟地址可以在 TLB 中找到，则其映射信息可以被快速获得。如果没有包括在 TLN 中，则称为 TLB miss。系统将会使用基于软件的，速度较慢的地址转换机制，从而出现性能降低的问题。因为 TLB 的大小是固定的，因此降低 TLB miss 的唯一方法是增加页的大小。

巨页指一个大于 4Ki 的内存页。在 x86\_64 构架中，有两个常见的巨页大小: 2Mi 和 1Gi。在其它构架上的大小会有所不同。要使用巨页，必须写相应的代码以便应用程序了解它们。Transparent Huge Pages (THP) 试图在应用程序不需要了解的情况下自动管理巨页，但这个技术有一定的限制。特别是，它的页大小会被限为 2Mi。当有较高的内存使用率时，THP 可能会导致节点性能下降，或出现大量内存碎片（因为 THP 的碎片处理）导致内存页被锁定。因此，有些应用程序可能更适用于（或推荐）使用预先分配的巨页，而不是 THP。

在 OpenShift Virtualization 中，可将虚拟机配置为消耗预先分配的巨页。

### 9.16.6.3. 为虚拟机配置巨页

您可以在虚拟机配置中包括 **memory.hugepages.pageSize** 和 **resources.requests.memory** 参数来配置虚拟机来使用预分配的巨页。

内存请求必须按页大小分离。例如，您不能对大小为 **1Gi** 的页请求 **500Mi** 内存。



#### 注意

主机的内存布局和客户端操作系统不相关。虚拟机清单中请求的巨页适用于 QEMU。客户端中的巨页只能根据虚拟机实例的可用内存量来配置。

如果您编辑了正在运行的虚拟机，则必须重启虚拟机才能使更改生效。



## 先决条件

- 节点必须配置预先分配的巨页。

## 流程

- 在虚拟机配置中，把 `resources.requests.memory` 和 `memory.hugepages.pageSize` 参数添加到 `spec.domain`。以下配置片段适用于请求总计 4Gi 内存的虚拟机，页面大小为 1Gi:

```
kind: VirtualMachine
...
spec:
 domain:
 resources:
 requests:
 memory: "4Gi" ①
 memory:
 hugepages:
 pageSize: "1Gi" ②
...
```

- 为虚拟机请求的总内存量。这个值必须可以被按页大小整除。
- 每个巨页的大小。x86\_64 架构的有效值为 1Gi 和 2Mi。页面大小必须小于请求的内存。

- 应用虚拟机配置：

```
$ oc apply -f <virtual_machine>.yaml
```

### 9.16.7. 为虚拟机启用专用资源

要提高性能，您可以将节点的资源（如 CPU）专用于特定的一个虚拟机。

#### 9.16.7.1. 关于专用资源

当为您的虚拟机启用专用资源时，您的工作负载将会在不会被其他进程使用的 CPU 上调度。通过使用专用资源，您可以提高虚拟机性能以及延迟预测的准确性。

#### 9.16.7.2. 先决条件

- 节点上必须配置 [CPU Manager](#)。在调度虚拟机工作负载前，请确认节点具有 `cpumanager = true` 标签。
- 虚拟机必须关机。

#### 9.16.7.3. 为虚拟机启用专用资源

您可以在 **Details** 选项卡中为虚拟机启用专用资源。从红帽模板创建的虚拟机可以使用专用资源进行配置。

## 流程

1. 在 OpenShift Container Platform 控制台中，从侧边菜单中点 **Virtualization** → **VirtualMachines**。
2. 选择虚拟机以打开 **VirtualMachine** 详情页面。
3. 在 **Scheduling** 选项卡中，点 **Dedicated Resources** 旁边的铅笔图标。
4. 选择 **Schedule this workload with dedicated resources (guaranteed policy)**。
5. 点 **Save**。

## 9.16.8. 调度虚拟机

在确保虚拟机的 CPU 模型和策略属性与节点支持的 CPU 模型和策略属性兼容的情况下，可在节点上调度虚拟机 (VM)。

### 9.16.8.1. 策略属性

您可以指定策略属性和在虚拟机调度到节点上时匹配的 CPU 功能来调度虚拟机 (VM)。为虚拟机指定的策略属性决定了如何在节点上调度该虚拟机。

| 策略属性     | 描述                                                                                                                                       |
|----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| force    | VM 被强制调度到某个节点上。即使主机 CPU 不支持虚拟机的 CPU，也是如此。                                                                                                |
| require  | 在虚拟机没有使用特定 CPU 模型和功能规格配置时，应用于虚拟机的默认策略。如果节点没有配置为支持使用此默认策略属性或其他策略属性的 CPU 节点发现，则虚拟机不会调度到该节点上。主机 CPU 必须支持虚拟机的 CPU，或者虚拟机监控程序必须可以模拟支持的 CPU 模型。 |
| optional | 如果主机物理机器 CPU 支持该虚拟机，则虚拟机会被添加到节点。                                                                                                         |
| disable  | 无法通过 CPU 节点发现调度虚拟机。                                                                                                                      |
| forbid   | 即使主机 CPU 支持该功能，且启用了 CPU 节点发现，也不会调度虚拟机。                                                                                                   |

### 9.16.8.2. 设置策略属性和 CPU 功能

您可以为每个虚拟机 (VM) 设置策略属性和 CPU 功能，以确保根据策略和功能在节点上调度该功能。验证您设置的 CPU 功能以确保主机 CPU 支持或者虚拟机监控程序模拟该功能。

#### 流程

- 编辑虚拟机配置文件的 **domain spec**。以下示例设置虚拟机 (VM) 的 CPU 功能和 **require** 策略：

```

apiVersion: kubevirt.io/v1
kind: VirtualMachine
metadata:
 name: myvm
spec:
 template:

```

```
spec:
 domain:
 cpu:
 features:
 - name: apic ❶
 policy: require ❷
```

- ❶ 虚拟机的 CPU 功能名称。
- ❷ 虚拟机的策略属性。

### 9.16.8.3. 使用支持的 CPU 型号调度虚拟机

您可以为虚拟机 (VM) 配置 CPU 模型，将其调度到支持其 CPU 模型的节点。

#### 流程

- 编辑虚拟机配置文件的 **domain spec**。以下示例显示了为虚拟机定义的特定 CPU 模型：

```
apiVersion: kubevirt.io/v1
kind: VirtualMachine
metadata:
 name: myvm
spec:
 template:
 spec:
 domain:
 cpu:
 model: Conroe ❶
```

- ❶ 虚拟机的 CPU 模型。

### 9.16.8.4. 使用主机模型调度虚拟机

当将虚拟机 (VM) 的 CPU 模型设置为 **host-model** 时，虚拟机会继承调度节点的 CPU 模型。

#### 流程

- 编辑虚拟机配置文件的 **domain spec**。以下示例演示了为虚拟机指定 **host-model**：

```
apiVersion: kubevirt/v1alpha3
kind: VirtualMachine
metadata:
 name: myvm
spec:
 template:
 spec:
 domain:
 cpu:
 model: host-model ❶
```

- ❶ 继承调度节点的 CPU 模型的虚拟机。

### 9.16.9. 配置 PCI 透传

借助 Peripheral Component Interconnect (PCI) 透传功能，您可以从虚拟机访问和管理硬件设备。配置 PCI 透传后，PCI 设备的功能就如同它们实际上附加到客户机操作系统上一样。

集群管理员可以使用 **oc** CLI 来公开和管理集群中允许在集群中使用的主机设备。

#### 9.16.9.1. 关于为 PCI 透传准备主机设备

要使用 CLI 为 PCI 透传准备主机设备，请创建一个 **MachineConfig** 对象并添加内核参数，以启用输入输出内存管理单元 (IOMMU)。将 PCI 设备绑定到虚拟功能 I/O (VFIO) 驱动程序，然后通过编辑 **HyperConverged** 自定义资源 (CR) 的 **allowedHostDevices** 字段在集群中公开它。首次安装 OpenShift Virtualization Operator 时，**allowedHostDevices** 列表为空。

要使用 CLI 从集群中删除 PCI 主机设备，可从 **HyperConverged** CR 中删除 PCI 设备信息。

##### 9.16.9.1.1. 添加内核参数以启用 IOMMU 驱动程序

要在内核中启用 IOMMU (Input-Output Memory Management Unit) 驱动程序，请创建 **MachineConfig** 对象并添加内核参数。

#### 先决条件

- 正常运行的 OpenShift 容器平台集群的管理特权。
- Intel 或 AMD CPU 硬件。
- 启用用于直接 I/O 扩展的 Intel 虚拟化技术或 BIOS 中的 AMD IOMMU (基本输入/输出系统)。

#### 流程

1. 创建用于标识内核参数的 **MachineConfig** 对象。以下示例显示了 Intel CPU 的内核参数。

```
apiVersion: machineconfiguration.openshift.io/v1
kind: MachineConfig
metadata:
 labels:
 machineconfiguration.openshift.io/role: worker ❶
 name: 100-worker-iommu ❷
spec:
 config:
 ignition:
 version: 3.2.0
 kernelArguments:
 - intel_iommu=on ❸
 ...
```

- ❶ 仅将新内核参数应用到 worker 节点。
- ❷ **name** 表示此内核参数 (100) 在机器配置及其目的中的排名。如果您有 AMD CPU，请将内核参数指定为 **amd\_iommu=on**。
- ❸ 将内核参数标识为 Intel CPU 的 **intel\_iommu**。

2. 创建新的 **MachineConfig** 对象：

```
$ oc create -f 100-worker-kernel-arg-iommu.yaml
```

### 验证

- 验证是否添加了新的 **MachineConfig** 对象。

```
$ oc get MachineConfig
```

#### 9.16.9.1.2. 将 PCI 设备绑定到 VFIO 驱动程序

要将 PCI 设备绑定到 VFIO（虚拟功能 I/O）驱动程序，请从每个设备获取 **vendor-ID** 和 **device-ID** 的值，并创建值的列表。将这个列表添加到 **MachineConfig** 对象。**MachineConfig** Operator 在带有 PCI 设备的节点上生成 `/etc/modprobe.d/vfio.conf`，并将 PCI 设备绑定到 VFIO 驱动程序。

### 先决条件

- 您添加了内核参数来为 CPU 启用 IOMMU。

### 流程

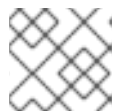
1. 运行 **lspci** 命令，以获取 PCI 设备的 **vendor-ID** 和 **device-ID**。

```
$ lspci -nnv | grep -i nvidia
```

### 输出示例

```
02:01.0 3D controller [0302]: NVIDIA Corporation GV100GL [Tesla V100 PCIe 32GB]
[10de:1eb8] (rev a1)
```

2. 创建 Butane 配置文件 **100-worker-vfiopci.bu**，将 PCI 设备绑定到 VFIO 驱动程序。



### 注意

有关 Butane 的信息，请参阅“使用 Butane 创建机器配置”。

### Example

```
variant: openshift
version: 4.11.0
metadata:
 name: 100-worker-vfiopci
 labels:
 machineconfiguration.openshift.io/role: worker 1
storage:
 files:
 - path: /etc/modprobe.d/vfio.conf
 mode: 0644
 overwrite: true
 contents:
 inline: |
```

```

options vfio-pci ids=10de:1eb8 2
- path: /etc/modules-load.d/vfio-pci.conf 3
mode: 0644
overwrite: true
contents:
 inline: vfio-pci

```

- 1 仅将新内核参数应用到 worker 节点。
  - 2 指定之前确定的 **vendor-ID** 值 (**10de**) 和 **device-ID** 值 (**1eb8**) 来将单个设备绑定到 VFIO 驱动程序。您可以使用其供应商和设备信息添加多个设备列表。
  - 3 在 worker 节点上载入 vfio-pci 内核模块的文件。
3. 使用 Butane 生成 **MachineConfig** 对象文件 **100-worker-vfiopci.yaml**，包含要发送到 worker 节点的配置：

```
$ butane 100-worker-vfiopci.bu -o 100-worker-vfiopci.yaml
```

4. 将 **MachineConfig** 对象应用到 worker 节点：

```
$ oc apply -f 100-worker-vfiopci.yaml
```

5. 验证 **MachineConfig** 对象是否已添加。

```
$ oc get MachineConfig
```

### 输出示例

| NAME                             | GENERATEDBYCONTROLLER                    | IGNITIONVERSION | AGE |
|----------------------------------|------------------------------------------|-----------------|-----|
| 00-master                        | d3da910bfa9f4b599af4ed7f5ac270d55950a3a1 | 3.2.0           | 25h |
| 00-worker                        | d3da910bfa9f4b599af4ed7f5ac270d55950a3a1 | 3.2.0           | 25h |
| 01-master-container-runtime      | d3da910bfa9f4b599af4ed7f5ac270d55950a3a1 | 3.2.0           | 25h |
| 01-master-kubelet                | d3da910bfa9f4b599af4ed7f5ac270d55950a3a1 | 3.2.0           | 25h |
| 01-worker-container-runtime      | d3da910bfa9f4b599af4ed7f5ac270d55950a3a1 | 3.2.0           | 25h |
| 01-worker-kubelet                | d3da910bfa9f4b599af4ed7f5ac270d55950a3a1 | 3.2.0           | 25h |
| 100-worker-iommu                 |                                          | 3.2.0           | 30s |
| 100-worker-vfiopci-configuration |                                          | 3.2.0           | 30s |

### 验证

- 验证是否已加载 VFIO 驱动程序。

```
$ lspci -nnk -d 10de:
```

输出确认使用了 VFIO 驱动程序。

## 输出示例

```
04:00.0 3D controller [0302]: NVIDIA Corporation GP102GL [Tesla P40] [10de:1eb8] (rev a1)
Subsystem: NVIDIA Corporation Device [10de:1eb8]
Kernel driver in use: vfio-pci
Kernel modules: nouveau
```

### 9.16.9.1.3. 使用 CLI 在集群中公开 PCI 主机设备

要在集群中公开 PCI 主机设备，将 PCI 设备的详细信息添加到 **HyperConverged** 自定义资源 (CR) 的 **spec.permittedHostDevices.pciHostDevices** 数组中。

#### 流程

1. 运行以下命令，在默认编辑器中编辑 **HyperConverged** CR：

```
$ oc edit hyperconverged kubevirt-hyperconverged -n openshift-cnv
```

2. 将 PCI 设备信息添加到 **spec.permittedHostDevices.pciHostDevices** 数组。例如：

#### 配置文件示例

```
apiVersion: hco.kubevirt.io/v1
kind: HyperConverged
metadata:
 name: kubevirt-hyperconverged
 namespace: openshift-cnv
spec:
 permittedHostDevices: ❶
 pciHostDevices: ❷
 - pciDeviceSelector: "10DE:1DB6" ❸
 resourceName: "nvidia.com/GV100GL_Tesla_V100" ❹
 - pciDeviceSelector: "10DE:1EB8"
 resourceName: "nvidia.com/TU104GL_Tesla_T4"
 - pciDeviceSelector: "8086:6F54"
 resourceName: "intel.com/qat"
 externalResourceProvider: true ❺
 ...
```

- ❶ 允许在集群中使用的主机设备。
- ❷ 节点上可用的 PCI 设备列表。
- ❸ 标识 PCI 设备所需的 **vendor-ID** 和 **device-ID**。
- ❹ PCI 主机设备的名称。
- ❺ 可选：将此字段设置为 **true** 表示资源由外部设备插件提供。OpenShift Virtualization 允许在集群中使用这个设备，但会把分配和监控留给外部设备插件。



## 注意

上例代码片段显示有两个 PCI 主机设备，名为 **nvidia.com/GV100GL\_Tesla\_V100** 和 **nvidia.com/TU104GL\_Tesla\_T4**。它们被添加到 **HyperConverged** CR 中的允许主机设备列表中。这些设备已经过测试和验证以用于 OpenShift Virtualization。

3. 保存更改并退出编辑器。

## 验证

- 运行以下命令，验证 PCI 主机设备是否已添加到节点。示例输出显示，每个设备都与 **nvidia.com/GV100GL\_Tesla\_V100**、**nvidia.com/TU104GL\_Tesla\_T4** 和 **intel.com/qat** 资源名称关联。

```
$ oc describe node <node_name>
```

## 输出示例

```
Capacity:
 cpu: 64
 devices.kubvirt.io/kvm: 110
 devices.kubvirt.io/tun: 110
 devices.kubvirt.io/vhost-net: 110
 ephemeral-storage: 915128Mi
 hugepages-1Gi: 0
 hugepages-2Mi: 0
 memory: 131395264Ki
 nvidia.com/GV100GL_Tesla_V100 1
 nvidia.com/TU104GL_Tesla_T4 1
 intel.com/qat: 1
 pods: 250
Allocatable:
 cpu: 63500m
 devices.kubvirt.io/kvm: 110
 devices.kubvirt.io/tun: 110
 devices.kubvirt.io/vhost-net: 110
 ephemeral-storage: 863623130526
 hugepages-1Gi: 0
 hugepages-2Mi: 0
 memory: 130244288Ki
 nvidia.com/GV100GL_Tesla_V100 1
 nvidia.com/TU104GL_Tesla_T4 1
 intel.com/qat: 1
 pods: 250
```

### 9.16.9.1.4. 使用 CLI 从集群中删除 PCI 主机设备

要从集群中删除 PCI 主机设备，请从 **HyperConverged** 自定义资源（CR）中删除该设备的信息。

## 流程

1. 运行以下命令，在默认编辑器中编辑 **HyperConverged** CR：



```
$ oc edit hyperconverged kubevirt-hyperconverged -n openshift-cnv
```

- 通过删除相应设备的 **pciDeviceSelector**、**resourceName** 和 **externalResourceProvider**（如果适用）字段来从 **spec.permittedHostDevices.pciHostDevices** 阵列中删除 PCI 设备信息。在本例中，**intel.com/qat** 资源已被删除。

### 配置文件示例

```
apiVersion: hco.kubevirt.io/v1
kind: HyperConverged
metadata:
 name: kubevirt-hyperconverged
 namespace: openshift-cnv
spec:
 permittedHostDevices:
 pciHostDevices:
 - pciDeviceSelector: "10DE:1DB6"
 resourceName: "nvidia.com/GV100GL_Tesla_V100"
 - pciDeviceSelector: "10DE:1EB8"
 resourceName: "nvidia.com/TU104GL_Tesla_T4"
 ...
```

- 保存更改并退出编辑器。

### 验证

- 运行以下命令，验证 PCI 主机设备已从节点移除。示例输出显示，与 **intel.com/qat** 资源名称关联的设备为零。

```
$ oc describe node <node_name>
```

### 输出示例

```
Capacity:
 cpu: 64
 devices.kubevirt.io/kvm: 110
 devices.kubevirt.io/tun: 110
 devices.kubevirt.io/vhost-net: 110
 ephemeral-storage: 915128Mi
 hugepages-1Gi: 0
 hugepages-2Mi: 0
 memory: 131395264Ki
 nvidia.com/GV100GL_Tesla_V100 1
 nvidia.com/TU104GL_Tesla_T4 1
 intel.com/qat: 0
 pods: 250
Allocatable:
 cpu: 63500m
 devices.kubevirt.io/kvm: 110
 devices.kubevirt.io/tun: 110
 devices.kubevirt.io/vhost-net: 110
 ephemeral-storage: 863623130526
 hugepages-1Gi: 0
 hugepages-2Mi: 0
```

```
memory: 130244288Ki
nvidia.com/GV100GL_Tesla_V100 1
nvidia.com/TU104GL_Tesla_T4 1
intel.com/qat: 0
pods: 250
```

### 9.16.9.2. 为 PCI 透传配置虚拟机

将 PCI 设备添加到集群中后，您可以将它们分配到虚拟机。PCI 设备现在可用。就像它们被物理地连接到虚拟机一样。

#### 9.16.9.2.1. 为虚拟机分配 PCI 设备

当集群中有 PCI 设备时，您可以将其分配到虚拟机并启用 PCI 透传。

#### 流程

- 将 PCI 设备分配到虚拟机作为主机设备。

#### Example

```
apiVersion: kubevirt.io/v1
kind: VirtualMachine
spec:
 domain:
 devices:
 hostDevices:
 - deviceName: nvidia.com/TU104GL_Tesla_T4 1
 name: hostdevices1
```

- 1** 集群中作为主机设备允许的 PCI 设备的名称。虚拟机可以访问此主机设备。

#### 验证

- 使用以下命令，验证主机设备可从虚拟机使用。

```
$ lspci -nnk | grep NVIDIA
```

#### 输出示例

```
$ 02:01.0 3D controller [0302]: NVIDIA Corporation GV100GL [Tesla V100 PCIe 32GB]
[10de:1eb8] (rev a1)
```

### 9.16.9.3. 其他资源

- [在 BIOS 中启用 Intel VT-X 和 AMD-V 虚拟化硬件扩展](#)
- [管理文件权限](#)
- [安装后机器配置任务](#)

### 9.16.10. 配置 vGPU 透传

您的虚拟机可以访问虚拟 GPU(vGPU)硬件。通过为虚拟机分配 vGPU，您可以执行以下操作：

- 访问底层硬件的 GPU 以达到虚拟机中的高性能优势。
- 简化资源密集型 I/O 操作。



#### 重要

vGPU 透传只能分配给连接到裸机环境中运行的集群的设备。

#### 9.16.10.1. 为虚拟机分配 vGPU 透传设备

使用 OpenShift Container Platform web 控制台为虚拟机分配 vGPU 透传设备。

#### 先决条件

- 必须停止虚拟机。

#### 流程

1. 在 OpenShift Container Platform web 控制台中，从侧边菜单中点 **Virtualization** → **VirtualMachines**。
2. 选择您要为其分配该设备的虚拟机。
3. 在 **Details** 标签页中，点 **GPU 设备**。  
如果将 vGPU 设备添加为主机设备，则无法使用 VNC 控制台访问该设备。
4. 点 **Add GPU 设备**，输入名称并从设备名称列表中选择设备。
5. 点击 **Save**。
6. 点 **YAML 选项卡**，验证 **hostDevices** 部分中的新设备是否已添加到集群配置中。



#### 注意

您可以将硬件设备添加到从自定义模板或 YAML 文件创建的虚拟机中。您不能将设备添加到特定操作系统的预先提供的引导源模板，如 Windows 10 或 RHEL 7。

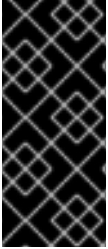
要显示连接到集群的资源，请从侧边菜单中点 **Compute** → **Hardware Devices**。

#### 9.16.10.2. 其他资源

- [创建虚拟机](#)
- [创建虚拟机模板](#)

### 9.16.11. 配置介质设备

如果您在 **HyperConverged** 自定义资源(CR)中提供设备列表，OpenShift Virtualization 会自动创建介质设备，如虚拟 GPU(vGPU)。



### 重要

介质 (mediated) 设备的声明配置只是一个技术预览功能。技术预览功能不受红帽产品服务等级协议 (SLA) 支持，且功能可能并不完整。红帽不推荐在生产环境中使用它们。这些技术预览功能可以使用户提早试用新的功能，并有机会在开发阶段提供反馈意见。

有关红帽技术预览功能支持范围的更多信息，请参阅[技术预览功能支持范围](#)。

#### 9.16.11.1. 关于使用 NVIDIA GPU Operator

NVIDIA GPU Operator 在 OpenShift Container Platform 集群中管理 NVIDIA GPU 资源，并自动执行与引导 GPU 节点相关的任务。由于 GPU 是集群中的一个特殊资源，因此您必须在将应用程序工作负载部署到 GPU 之前安装一些组件。这些组件包括 NVIDIA 驱动程序，启用计算统一设备架构(CUDA)、Kubernetes 设备插件、容器运行时等，如自动节点标签、监控等。



### 注意

NVIDIA GPU Operator 仅支持 NVIDIA。有关从 NVIDIA 获取支持的更多信息，请参阅[NVIDIA 支持](#)。

使用 OpenShift Container Platform OpenShift Virtualization 启用 GPU 有两种方法：这里介绍了 OpenShift Container Platform 原生方法，并使用 NVIDIA GPU Operator。

NVIDIA GPU Operator 是一个 Kubernetes Operator，它允许 OpenShift Container Platform OpenShift Virtualization 将 GPU 公开给在 OpenShift Container Platform 上运行的虚拟化工作负载。它允许用户轻松调配和管理启用了 GPU 的虚拟机，使他们能够在与其他工作负载相同的平台上运行复杂的人工智能/机器学习(AI/ML)工作负载。它还提供了一种简单的方式来扩展其基础架构的 GPU 容量，从而可以快速增长基于 GPU 的工作负载。

有关使用 NVIDIA GPU Operator 为运行 GPU 加速虚拟机置备 worker 节点的更多信息，请参阅[使用 OpenShift Virtualization 的 NVIDIA GPU Operator](#)。

#### 9.16.11.2. 关于在 OpenShift Virtualization 中使用虚拟 GPU

有些图形处理单元(GPU)卡支持创建虚拟 GPU(vGPU)。如果管理员在 **HyperConverged** 自定义资源 (CR)中提供配置详情，则 OpenShift Virtualization 可以自动创建 vGPU 和其他介质设备。这个自动化对大型集群特别有用。



### 注意

有关功能和支持详情，请参考您的硬件供应商文档。

#### 介质设备

划分为一个或多个虚拟设备的物理设备。vGPU 是一个介质设备(mdev)类型，物理 GPU 的性能会被划分到各个虚拟设备中。您可以将介质设备分配给一个或多个虚拟机(VM)，但客户机数量必须与您的 GPU 兼容。有些 GPU 不支持多个虚拟机。

##### 9.16.11.2.1. 先决条件

- 如果您的硬件厂商提供驱动程序，您可以在要创建介质设备的节点上安装它们。
  - 如果您使用 NVIDIA 卡，则 [安装了 NVIDIA GRID 驱动程序](#)。

##### 9.16.11.2.2. 配置概述

在配置介质设备时，管理员必须完成以下任务：

- 创建介质设备。
- 在集群中公开介质设备。

HyperConverged CR 包含可以实现这两个任务的 API。

### 创建介质设备

```
...
spec:
 mediatedDevicesConfiguration:
 mediatedDevicesTypes: ❶
 - <device_type>
 nodeMediatedDeviceTypes: ❷
 - mediatedDevicesTypes: ❸
 - <device_type>
 nodeSelector: ❹
 <node_selector_key>: <node_selector_value>
...
```

- ❶ 必需：为集群配置全局设置。
- ❷ 可选：覆盖特定节点或一组节点的全局配置。必须与全局 **mediatedDevicesTypes** 配置一起使用。
- ❸ 使用 **nodeMediatedDeviceTypes** 时需要此项。覆盖指定节点的全局 **mediatedDevicesTypes** 配置。
- ❹ 使用 **nodeMediatedDeviceTypes** 时需要此项。必须包含一个 **key:value** 对。

### 在集群中公开介质设备

```
...
permittedHostDevices:
 mediatedDevices:
 - mdevNameSelector: GRID T4-2Q ❶
 resourceName: nvidia.com/GRID_T4-2Q ❷
...
```

- ❶ 公开映射到主机上这个值的介质设备。



#### 注意

您可以通过 `/sys/bus/pci/devices/<slot>:<bus>:<domain>.<function>/mdev_supported_types/<type>/name`（使用您的具体系统信息替换相关部分）查看您的设备支持的介质设备类型。

例如，`nvidia-231` 类型的名称文件包含选择器字符串 `GRID T4-2Q`。使用 `GRID T4-2Q` 作为 `mdevNameSelector` 值，允许节点使用 `nvidia-231` 类型。

- ❷ **resourceName** 应该与节点上分配的匹配。使用以下命令查找 **resourceName**：

```
$ oc get $NODE -o json \
 | jq '.status.allocatable \
 | with_entries(select(.key | startswith("nvidia.com/"))) \
 | with_entries(select(.value != "0"))'
```

### 9.16.11.2.3. vGPU 如何分配给节点

对于每个物理设备，OpenShift Virtualization 配置以下值：

- 单个 mdev 类型。
- 所选 **mdev** 类型的最大实例数量。

集群架构会影响创建设备并分配到节点的方式。

#### 每个节点具有多个卡的大型集群

在支持多个 vGPU 类型的节点上，以轮循方式创建相关设备类型。例如：

```
...
mediatedDevicesConfiguration:
mediatedDevicesTypes:
- nvidia-222
- nvidia-228
- nvidia-105
- nvidia-108
...
```

在这种情况下，每个节点有两个卡，它们支持以下 vGPU 类型：

```
nvidia-105
...
nvidia-108
nvidia-217
nvidia-299
...
```

在每个节点上，OpenShift Virtualization 会创建以下 vGPU：

- 在第一个卡上，16 个类型为 nvidia-105 的 vGPU。
- 第二卡上的 2 个类型为 nvidia-108 的 vGPU。

#### 一个节点有一个卡，它支持多个请求的 vGPU 类型

OpenShift Virtualization 使用最先在 **mediatedDevicesTypes** 列表中提供的支持类型。

例如，节点卡中的卡支持 **nvidia-223** 和 **nvidia-224**。以下 **mediatedDevicesTypes** 列表已配置：

```
...
mediatedDevicesConfiguration:
mediatedDevicesTypes:
- nvidia-22
- nvidia-223
- nvidia-224
...
```

在本例中，OpenShift Virtualization 使用 **nvidia-223** 类型。

#### 9.16.11.2.4. 关于更改和删除介质设备

集群的介质设备配置可使用 OpenShift Virtualization 更新：

- 编辑 **HyperConverged** CR 并更改 **mediatedDevicesTypes** 小节的内容。
- 更改与 **nodeMediatedDeviceTypes** 节点选择器匹配的节点标签。
- 从 **HyperConverged** CR 的 **spec.mediaterDevicesConfiguration** 和 **spec.permittedHostDevices** 小节中删除设备信息。



#### 注意

如果您在 **spec.permittedHostDevices** 小节中删除设备信息，且没有将其从 **spec.mediaterDevicesConfiguration** 小节中移除，则无法在同一节点上创建新的介质设备类型。要正确删除介质设备，请从两个段中删除设备信息。

根据具体更改，这些操作会导致 OpenShift Virtualization 重新配置介质设备或从集群节点中删除它们。

#### 9.16.11.2.5. 为介质设备准备主机

在配置介质设备前，您必须启用输入输出内存管理单元 (IOMMU) 驱动程序。

##### 9.16.11.2.5.1. 添加内核参数以启用 IOMMU 驱动程序

要在内核中启用 IOMMU (Input-Output Memory Management Unit) 驱动程序，请创建 **MachineConfig** 对象并添加内核参数。

#### 先决条件

- 正常运行的 OpenShift 容器平台集群的管理特权。
- Intel 或 AMD CPU 硬件。
- 启用用于直接 I/O 扩展的 Intel 虚拟化技术或 BIOS 中的 AMD IOMMU (基本输入/输出系统)。

#### 流程

1. 创建用于标识内核参数的 **MachineConfig** 对象。以下示例显示了 Intel CPU 的内核参数。

```
apiVersion: machineconfiguration.openshift.io/v1
kind: MachineConfig
metadata:
 labels:
 machineconfiguration.openshift.io/role: worker 1
 name: 100-worker-iommu 2
spec:
 config:
 ignition:
 version: 3.2.0
```

```
kernelArguments:
 - intel_iommu=on 3
 ...
```

- 1 仅将新内核参数应用到 worker 节点。
- 2 **name** 表示此内核参数（100）在机器配置及其目的中的排名。如果您有 AMD CPU，请将内核参数指定为 **amd\_iommu=on**。
- 3 将内核参数标识为 Intel CPU 的 **intel\_iommu**。

## 2. 创建新的 **MachineConfig** 对象：

```
$ oc create -f 100-worker-kernel-arg-iommu.yaml
```

### 验证

- 验证是否添加了新的 **MachineConfig** 对象。

```
$ oc get MachineConfig
```

### 9.16.11.2.6. 添加和删除介质设备

您可以添加或删除介质设备。

#### 9.16.11.2.6.1. 创建并公开介质设备

您可以通过编辑 **HyperConverged** 自定义资源(CR)来公开和创建介质设备，如虚拟 GPU(vGPU)。

### 先决条件

- 已启用 IOMMU(Input-Output Memory Management Unit)驱动程序。

### 流程

1. 运行以下命令，在默认编辑器中编辑 **HyperConverged** CR：

```
$ oc edit hyperconverged kubevirt-hyperconverged -n openshift-cnv
```

2. 将介质设备信息添加到 **HyperConverged** CR **spec** 中，确保包含 **mediatedDevicesConfiguration** 和 **allowed HostDevices** 小节。例如：

### 配置文件示例

```
apiVersion: hco.kubevirt.io/v1
kind: HyperConverged
metadata:
 name: kubevirt-hyperconverged
 namespace: openshift-cnv
spec:
 mediatedDevicesConfiguration: <.>
 mediatedDevicesTypes: <.>
```



```

- nvidia-231
nodeMediatedDeviceTypes: <.>
- mediatedDevicesTypes: <.>
 - nvidia-233
 nodeSelector:
 kubernetes.io/hostname: node-11.redhat.com
permittedHostDevices: <.>
mediatedDevices:
- mdevNameSelector: GRID T4-2Q
 resourceName: nvidia.com/GRID_T4-2Q
- mdevNameSelector: GRID T4-8Q
 resourceName: nvidia.com/GRID_T4-8Q
...

```

<.> 创建介质设备。<.> 必需：全局 **mediatedDevicesTypes** 配置。<.> 可选：覆盖特定节点的全局配置。<.> 如果使用 **nodeMediatedDeviceTypes** 是必需的。<.> 向集群公开介质设备。

3. 保存更改并退出编辑器。

## 验证

- 您可以运行以下命令来验证设备是否已添加到特定节点：

```
$ oc describe node <node_name>
```

### 9.16.11.2.6.2. 使用 CLI 从集群中删除介质设备

要从集群中删除介质设备，请从 **HyperConverged** 自定义资源(CR)中删除该设备的信息。

## 流程

1. 运行以下命令，在默认编辑器中编辑 **HyperConverged** CR：

```
$ oc edit hyperconverged kubevirt-hyperconverged -n openshift-cnv
```

2. 从 **HyperConverged** CR 的 **spec.mediadedDevicesConfiguration** 和 **spec.permittedHostDevices** 小节中删除设备信息。删除这两个条目可确保您稍后在同一节点上创建新的介质设备类型。例如：

### 配置文件示例

```

apiVersion: hco.kubevirt.io/v1
kind: HyperConverged
metadata:
 name: kubevirt-hyperconverged
 namespace: openshift-cnv
spec:
 mediatedDevicesConfiguration:
 mediatedDevicesTypes: ❶
 - nvidia-231
 permittedHostDevices:
 mediatedDevices: ❷
 - mdevNameSelector: GRID T4-2Q
 resourceName: nvidia.com/GRID_T4-2Q

```

- 1 要删除 **nvidia-231** 设备类型，请从 **mediatedDeviceTypes** 阵列中删除它。
- 2 要删除 **GRID T4-2Q** 设备，请删除 **mdevNameSelector** 字段及其对应的 **resourceName** 字段。

3. 保存更改并退出编辑器。

### 9.16.11.3. 使用介质设备

vGPU 是介质设备的类型；物理 GPU 的性能被划分到虚拟设备中。您可以将介质设备分配给一个或多个虚拟机。

#### 9.16.11.3.1. 为虚拟机分配介质设备

为虚拟机分配介质设备，如虚拟 GPU(vGPU)。

#### 先决条件

- 介质设备在 **HyperConverged** 自定义资源中配置。

#### 流程

- 通过编辑 **VirtualMachine** 清单的 **spec.domain.devices.gpus** 小节，将介质设备分配给虚拟机 (VM)：

#### 虚拟机清单示例

```
apiVersion: kubevirt.io/v1
kind: VirtualMachine
spec:
 domain:
 devices:
 gpus:
 - deviceName: nvidia.com/TU104GL_Tesla_T4 1
 name: gpu1 2
 - deviceName: nvidia.com/GRID_T4-1Q
 name: gpu2
```

- 1 与介质设备关联的资源名称。
- 2 用于标识虚拟机上设备的名称。

#### 验证

- 要验证该设备在虚拟机中可用，运行以下命令，将 **<device\_name>** 替换为 **VirtualMachine** 清单中的 **deviceName** 值：

```
$ lspci -nnk | grep <device_name>
```

### 9.16.11.4. 其他资源

- 在 BIOS 中启用 Intel VT-X 和 AMD-V 虚拟化硬件扩展

## 9.16.12. 配置 watchdog

通过为 watchdog 设备配置虚拟机（VM）、安装 watchdog 并启动 watchdog 服务来公开 watchdog。

### 9.16.12.1. 先决条件

- 虚拟机必须具有对 **i6300esb** watchdog 设备的内核支持。Red Hat Enterprise Linux (RHEL) 镜像支持 **i6300esb**。

### 9.16.12.2. 定义 watchdog 设备

定义在操作系统（OS）没有响应时 watchdog 如何处理。

表 9.5. 可能的操作

|                 |                                                                                                                       |
|-----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>poweroff</b> | 虚拟机（VM）立即关闭。如果 <b>spec.running</b> 设为 <b>true</b> ，或者 <b>spec.runStrategy</b> 没有设置为 <b>manual</b> ，则 VM 会重启。          |
| <b>reset</b>    | 虚拟机将进行重启，客户机操作系统无法响应。由于客户机操作系统重启所需一定的时间完成，可能会导致存活度探测超时，因此不建议使用这个选项。如果集群级别的保护发现存活度探测失败并强制重新调度存活度探测，则此超时可以延长虚拟机重启所需的时间。 |
| <b>shutdown</b> | 虚拟机通过停止所有服务来正常关闭电源。                                                                                                   |

## 流程

1. 创建包含以下内容的 YAML 文件：

```
apiVersion: kubevirt.io/v1
kind: VirtualMachine
metadata:
 labels:
 kubevirt.io/vm: vm2-rhel84-watchdog
 name: <vm-name>
spec:
 running: false
 template:
 metadata:
 labels:
 kubevirt.io/vm: vm2-rhel84-watchdog
 spec:
 domain:
 devices:
 watchdog:
 name: <watchdog>
 i6300esb:
 action: "poweroff" ①
 ...
```

- ① 指定 watchdog 操作（**poweroff**、**reset** 或 **shutdown**）。

上面的示例使用 `poweroff` 操作配置 RHEL8 虚拟机上的 **i6300esb** watchdog 设备，并将设备公开为 **/dev/watchdog**。

现在，`watchdog` 二进制文件可以使用这个设备。

2. 运行以下命令，将 YAML 文件应用到集群：

```
$ oc apply -f <file_name>.yaml
```



### 重要

此流程仅用于测试 `watchdog` 功能，且不得在生产环境中运行。

1. 运行以下命令来验证虚拟机是否已连接到 `watchdog` 设备：

```
$ lspci | grep watchdog -i
```

2. 运行以下命令之一以确认 `watchdog` 处于活跃状态：

- 触发内核 panic：

```
echo c > /proc/sysrq-trigger
```

- 终止 `watchdog` 服务：

```
pkill -9 watchdog
```

### 9.16.12.3. 安装 `watchdog` 设备

在虚拟机上安装 **`watchdog`** 软件包，再启动 `watchdog` 服务。

#### 流程

1. 作为 `root` 用户，安装 **`watchdog`** 软件包和依赖项：

```
yum install watchdog
```

2. 在 **`/etc/watchdog.conf`** 文件中取消注释以下行，并保存更改：

```
#watchdog-device = /dev/watchdog
```

3. 在引导时启用 `watchdog` 服务：

```
systemctl enable --now watchdog.service
```

### 9.16.12.4. 其他资源

- [使用健康检查来监控应用程序的健康状态](#)

### 9.16.13. 自动导入和更新预定义的引导源

您可以使用 *系统定义的* 引导源（包括在 OpenShift Virtualization 中），或使用您自己创建的 *用户定义的* 引导源。系统定义的引导源导入和更新由产品功能门控制。您可以使用功能门启用、禁用或重新启用更新。用户定义的引导源不受产品功能门控制，需要单独管理自动导入和更新。



### 重要

自版本 4.10 起，OpenShift Virtualization 会自动导入和更新引导源，除非您手动选择或不设置默认存储类。

如果升级到 4.10，则必须手动为来自 4.9 或更早版本的引导源启用自动导入和更新。

#### 9.16.13.1. 启用自动引导源更新

如果您有 OpenShift Virtualization 4.9 或更早版本的引导源，您必须手动为这些引导源打开自动更新。OpenShift Virtualization 4.10 及更新的版本中的所有引导源都会被默认自动更新。

要启用自动引导源导入和更新，请为您要自动更新的每个引导源将 `cdi.kubevirt.io/dataImportCron` 字段设置为 `true`。

#### 流程

- 要为引导源打开自动更新，请使用以下命令将 `dataImportCron` 标签应用到数据源：

```
$ oc label --overwrite DataSource rhel8 -n openshift-virtualization-os-images
cdi.kubevirt.io/dataImportCron=true 1
```

- 指定 `true` 可打开 `rhel8` 引导源的自动更新。

#### 9.16.13.2. 禁用自动引导源更新

禁用自动引导源导入和更新有助于减少断开连接的环境中的日志数量或减少资源使用量。

要禁用自动引导源导入和更新，请将 `HyperConverged` 自定义资源 (CR) 中的 `spec.featureGates.enableCommonBootImageImport` 字段设置为 `false`。



### 注意

用户定义的引导源不受此设置的影响。

#### 流程

- 使用以下命令禁用自动引导源更新：

```
$ oc patch hco kubevirt-hyperconverged -n openshift-cnv \
--type json -p [{"op": "replace", "path":
"/spec/featureGates/enableCommonBootImageImport", \
"value": false}]
```

#### 9.16.13.3. 重新启用自动引导源更新

如果您之前禁用了自动引导源更新，您必须手动重新启用该功能。将 `HyperConverged` 自定义资源 (CR) 中的 `spec.featureGates.enableCommonBootImageImport` 字段设置为 `true`。

## 流程

- 使用以下命令重新启用自动更新：

```
$ oc patch hco kubevirt-hyperconverged -n openshift-cnv --type json -p [{"op": "replace",
"path": "/spec/featureGates/enableCommonBootImageImport", "value": true}]
```

### 9.16.13.4. 为用户定义的项目更新配置存储类

您可以配置存储类，允许自动导入和更新用户定义的引导源。

## 流程

1. 通过编辑 **HyperConverged** 自定义资源(CR) 来定义新的 **storageClassName**。

```
apiVersion: hco.kubevirt.io/v1beta1
kind: HyperConverged
metadata:
 name: kubevirt-hyperconverged
spec:
 dataImportCronTemplates:
 - metadata:
 name: rhel8-image-cron
 spec:
 template:
 spec:
 storageClassName: <appropriate_class_name>
 ...
```

2. 运行以下命令设置新的默认存储类：

```
$ oc patch storageclass <current_default_storage_class> -p '{"metadata": {"annotations": {"storageclass.kubernetes.io/is-default-class": "false"}}}'
```

```
$ oc patch storageclass <appropriate_storage_class> -p '{"metadata": {"annotations": {"storageclass.kubernetes.io/is-default-class": "true"}}}'
```

### 9.16.13.5. 为用户定义的引导源启用自动更新

OpenShift Virtualization 默认自动更新系统定义的引导源，但不会自动更新用户定义的引导源。您必须通过编辑 **HyperConverged** 自定义资源 (CR) 在用户定义的引导源上手动启用自动导入和更新。

## 流程

1. 使用以下命令打开 **HyperConverged** CR 进行编辑：

```
$ oc edit -n openshift-cnv HyperConverged
```

2. 编辑 **HyperConverged** CR，在 **dataImportCronTemplates** 部分添加适当的模板和引导源。例如：

CentOS 7 中的示例

```

apiVersion: hco.kubevirt.io/v1beta1
kind: HyperConverged
metadata:
 name: kubevirt-hyperconverged
spec:
 dataImportCronTemplates:
 - metadata:
 name: centos7-image-cron
 annotations:
 cdi.kubevirt.io/storage.bind.immediate.requested: "true" ❶
 spec:
 schedule: "0 */12 * * *" ❷
 template:
 spec:
 source:
 registry: ❸
 url: docker://quay.io/containerdisks/centos:7-2009
 storage:
 resources:
 requests:
 storage: 10Gi
 managedDataSource: centos7 ❹
 retentionPolicy: "None" ❺

```

- ❶ 对于将 **volumeBindingMode** 设置为 **WaitForFirstConsumer** 的存储类来说，这个注解是必需的。
- ❷ 以 cron 格式指定的作业调度计划。
- ❸ 用于从 registry 源创建数据卷。使用默认 **pod pullMethod** 而不是节点 **pullMethod**，这基于节点 docker 缓存。当 registry 镜像通过 **Container.Image** 可用时，节点 docker 缓存很有用，但 CDI 导入程序没有授权访问它。
- ❹ 要使自定义镜像被检测到为可用的引导源，镜像的 **managedDataSource** 的名称必须与模板的 **DataSource** 的名称匹配，它在 VM 模板 YAML 文件中的 **spec.dataVolumeTemplates.spec.sourceRef.name** 下找到。
- ❺ 在删除 cron 作业时，使用 **All** 来保留数据卷和数据源。删除 cron 作业时，使用 **None** 删除数据卷和数据源。

#### 9.16.13.6. 为系统定义或用户定义的引导源禁用自动更新

您可以为用户定义的引导源和系统定义的引导源禁用自动导入和更新。

因为用户定义的引导源在 **HyperConverged** 自定义资源 (CR) 的 **spec.dataImportCronTemplates** 中不会被列出，所以您必须添加引导源并禁用自动导入和更新。

#### 流程

- 要禁用用户定义的引导源的自动导入和更新，请从自定义资源列表中的 **spec.dataImportCronTemplates** 字段删除引导源。
- 要禁用系统定义的引导源的自动导入和更新：

- 编辑 **HyperConverged** CR，并将引导源添加到 **spec.dataImportCronTemplates** 中。
- 通过将 **dataimportcrontemplate.kubevirt.io/enable** 注解设置为 **false** 来禁用自动导入和更新。例如：

```

apiVersion: hco.kubevirt.io/v1beta1
kind: HyperConverged
metadata:
 name: kubevirt-hyperconverged
spec:
 dataImportCronTemplates:
 - metadata:
 annotations:
 dataimportcrontemplate.kubevirt.io/enable: false
 name: rhel8-image-cron
 ...

```

### 9.16.13.7. 验证引导源的状态

您可以验证引导源是否为系统定义或用户定义的。

**HyperConverged** CR 的 **status.dataImportChronTemplates** 字段中列出的每个引导源的 **status** 部分代表引导源的类型。例如，**commonTemplate: true** 代表系统定义的 (**commonTemplate**) 引导源，**status: {}** 代表用户定义的引导源。

#### 流程

1. 使用 **oc get** 命令列出 **HyperConverged** CR 中的 **dataImportChronTemplates**。
2. 验证引导源的状态。

#### 输出示例

```

...
apiVersion: hco.kubevirt.io/v1beta1
kind: HyperConverged
...
spec:
 ...
 status: ①
 ...
 dataImportCronTemplates: ②
 - metadata:
 annotations:
 cdi.kubevirt.io/storage.bind.immediate.requested: "true"
 name: centos-7-image-cron
 spec:
 garbageCollect: Outdated
 managedDataSource: centos7
 schedule: 55 8/12 * * *
 template:
 metadata: {}
 spec:
 source:
 registry:

```



```

 url: docker://quay.io/containerdisks/centos:7-2009
 storage:
 resources:
 requests:
 storage: 30Gi
 status: {}
 status:
 commonTemplate: true ❸
 ...
- metadata:
 annotations:
 cdi.kubevirt.io/storage.bind.immediate.requested: "true"
 name: user-defined-dic
 spec:
 garbageCollect: Outdated
 managedDataSource: user-defined-centos-stream8
 schedule: 55 8/12 * * *
 template:
 metadata: {}
 spec:
 source:
 registry:
 pullMethod: node
 url: docker://quay.io/containerdisks/centos-stream:8
 storage:
 resources:
 requests:
 storage: 30Gi
 status: {}
 status: {} ❹
 ...

```

- ❶ **HyperConverged** CR 的 **status** 字段。
- ❷ **dataImportCronTemplates** 字段，它列出所有定义的引导源。
- ❸ 表示系统定义的引导源。
- ❹ 表示用户定义的引导源。

#### 9.16.14. 在虚拟机上启用 **descheduler** 驱除

您可以使用 **descheduler** 来驱除 pod，以便可将 pod 重新调度到更合适的节点上。如果 pod 是虚拟机，pod 驱除会导致虚拟机实时迁移到另一节点。



#### 重要

虚拟机的 **descheduler** 驱除功能只是一个技术预览功能。技术预览功能不受红帽产品服务等级协议（SLA）支持，且功能可能并不完整。红帽不推荐在生产环境中使用它们。这些技术预览功能可以使用户提早试用新的功能，并有机会在开发阶段提供反馈意见。

有关红帽技术预览功能支持范围的更多信息，请参阅[技术预览功能支持范围](#)。

##### 9.16.14.1. **Descheduler** 配置集

使用技术预览 **DevPreviewLifecycle** 配置集为虚拟机启用 `descheduler`。这是当前可用于 OpenShift Virtualization 的 `descheduler` 配置集。为确保正确调度，请创建带有 CPU 和内存请求的虚拟机用于预期的负载。

### DevPreviewLongLifecycle

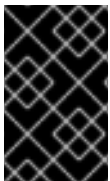
此配置集在节点间平衡资源使用量并启用以下策略：

- **RemovePodsHavingTooManyRestarts**：删除其容器重启次数太多的 pod，以及其中所有容器（包括 Init 容器）重启的总数超过 100 的 pod。重启虚拟机客户端操作系统不会增加这个计数。
- **LowNodeUtilization**：在存在没有被充分利用的节点时，将 pod 从过度使用的节点上驱除。被驱除的 pod 的目标节点将由调度程序决定。
  - 如果节点的用量低于 20%（CPU、内存和 pod 的数量），则该节点将被视为使用率不足。
  - 如果节点的用量超过 50%（CPU、内存和 pod 的数量），则该节点将被视为过量使用。

#### 9.16.14.2. 安装 descheduler

在默认情况下，不提供 `descheduler`。要启用 `descheduler`，您必须从 OperatorHub 安装 Kube Descheduler Operator，并启用一个或多个 `descheduler` 配置集。

默认情况下，`descheduler` 以预测模式运行，这意味着它只模拟 pod 驱除。您必须将 `descheduler` 的模式更改为自动进行 pod 驱除。



#### 重要

如果您在集群中启用了托管的 control plane，设置自定义优先级阈值，以降低托管 control plane 命名空间中的 pod 被驱除。将优先级阈值类名称设置为 **hypershift-control-plane**，因为它有托管的 control plane 优先级类的最低优先级值（**100000000**）。

#### 先决条件

- 必须具有集群管理员权限。
- 访问 OpenShift Container Platform Web 控制台。

#### 流程

1. 登陆到 OpenShift Container Platform Web 控制台。
2. 为 Kube Descheduler Operator 创建所需的命名空间。
  - a. 进行 **Administration** → **Namespaces**，点 **Create Namespace**。
  - b. 在 **Name** 字段中输入 **openshift-kube-descheduler-operator**，在 **Labels** 字段中输入 **openshift.io/cluster-monitoring=true** 来启用 `descheduler` 指标，然后点击 **Create**。
3. 安装 Kube Descheduler Operator。
  - a. 进入 **Operators** → **OperatorHub**。
  - b. 在过滤框中输入 **Kube Descheduler Operator**。

- c. 选择 **Kube Descheduler Operator** 并点 **Install**。
  - d. 在 **Install Operator** 页面中，选择 **A specific namespace on the cluster**，从下拉菜单中选择 **openshift-kube-descheduler-operator**。
  - e. 将 **Update Channel** 和 **Approval Strategy** 的值调整为所需的值。
  - f. 点击 **Install**。
4. 创建 **descheduler** 实例。
- a. 在 **Operators → Installed Operators** 页面中，点 **Kube Descheduler Operator**。
  - b. 选择 **Kube Descheduler** 标签页并点 **Create KubeDescheduler**。
  - c. 根据需要编辑设置。
    - i. 要驱除 pod 而不是模拟驱除，请将 **Mode** 字段更改为 **Automatic**。
    - ii. 展开 **Profiles** 部分，再选择 **DevPreviewLongLifecycle**。**AffinityAndTaints** 配置集默认为启用。



### 重要

当前仅适用于 OpenShift Virtualization 的配置集是 **DevPreviewLongLifecycle**。

您还可以稍后使用 OpenShift CLI(**oc**)为 **descheduler** 配置配置集和设置。

#### 9.16.14.3. 在虚拟机(VM)上启用 **descheduler** 驱除

安装 **descheduler** 后，您可以通过在 **VirtualMachine** 自定义资源(CR)中添加注解来在虚拟机上启用 **descheduler** 驱除。

#### 先决条件

- 在 OpenShift Container Platform Web 控制台或 OpenShift CLI(**oc**)中安装 **descheduler**。
- 确保虚拟机没有运行。

#### 流程

1. 在启动虚拟机前，将 **descheduler.alpha.kubernetes.io/evict** 注解添加到 **VirtualMachine** CR:

```
apiVersion: kubevirt.io/v1
kind: VirtualMachine
spec:
 template:
 metadata:
 annotations:
 descheduler.alpha.kubernetes.io/evict: "true"
```

2. 如果您还没有在安装过程中在 web 控制台中设置 **DevPreviewLongLifecycle** 配置集，请在 **KubeDescheduler** 对象的 **spec.profile** 部分指定 **DevPreviewLongLifecycle** :

```

apiVersion: operator.openshift.io/v1
kind: KubeDescheduler
metadata:
 name: cluster
 namespace: openshift-kube-descheduler-operator
spec:
 deschedulingIntervalSeconds: 3600
 profiles:
 - DevPreviewLongLifecycle
 mode: Predictive ❶

```

- ❶ 默认情况下，descheduler 不会驱除 pod。要驱除 pod，请将 **mode** 设置为 **Automatic**。

现在在虚拟机上启用了 descheduler。

#### 9.16.14.4. 其他资源

- [使用 descheduler 驱除 pod](#)

## 9.17. 导入虚拟机

### 9.17.1. 数据卷导入的 TLS 证书

#### 9.17.1.1. 添加用于身份验证数据卷导入的 TLS 证书

registry 或 HTTPS 端点的 TLS 证书必须添加到配置映射中，才能从这些源导入数据。此配置映射必须存在于目标数据卷的命名空间中。

通过引用 TLS 证书的相对文件路径来创建配置映射。

#### 流程

1. 确定您处于正确的命名空间中。配置映射只能被数据卷引用（如果位于同一命名空间中）。

```
$ oc get ns
```

2. 创建配置映射：

```
$ oc create configmap <configmap-name> --from-file=</path/to/file/ca.pem>
```

#### 9.17.1.2. 示例：从 TLS 证书创建的配置映射

以下示例是从 **ca.pem** TLS 证书创建的配置映射。

```

apiVersion: v1
kind: ConfigMap
metadata:
 name: tls-certs
data:
 ca.pem: |

```

```
-----BEGIN CERTIFICATE-----
... <base64 encoded cert> ...
-----END CERTIFICATE-----
```

### 9.17.2. 使用数据卷导入虚拟机镜像

使用 Containerized Data Importer (CDI) 通过使用数据卷将虚拟机镜像导入到持久性卷声明 (PVC) 中。您可以将数据卷附加到虚拟机以获取持久性存储。

虚拟机镜像可以托管在 HTTP 或 HTTPS 端点上，也可以内嵌在容器磁盘中，并存储在容器镜像仓库中。



#### 重要

当您将磁盘镜像导入到 PVC 中时，磁盘镜像扩展为使用 PVC 中请求的全部存储容量。要使用该空间，可能需要扩展虚拟机中的磁盘分区和文件系统。

调整大小的流程因虚拟机上安装的操作系统而异。详情请查看操作系统文档。

#### 9.17.2.1. 先决条件

- 如果端点需要 TLS 证书，该证书必须 [包含在与数据卷相同的命名空间中的配置映射](#) 中，并在数据卷配置中引用。
- 导入容器磁盘：
  - 您可能需要 [从虚拟机镜像准备容器磁盘](#)，并在导入前将其存储在容器镜像仓库中。
  - 如果容器镜像仓库没有 TLS，您必须将 [registry](#) 添加到 [HyperConverged](#) 自定义资源的 [insecureRegistries](#) 字段中，然后才能从中导入容器磁盘。
- 您可能需要 [定义存储类或准备 CDI 涂销空间](#) 才能成功完成此操作。

#### 9.17.2.2. CDI 支持的操作列表

此列表针对端点显示内容类型支持的 CDI 操作，以及哪些操作需要涂销空间 (scratch space)。

| 内容类型             | HTTP                                                                                                                            | HTTPS                                                                                                                             | HTTP 基本身份验证                                                                                                                     | Registry                                                                                                 | 上传                                                                                                                               |
|------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| KubeVirt (QCOW2) | <input checked="" type="checkbox"/> QCOW2<br><input checked="" type="checkbox"/> GZ*<br><input checked="" type="checkbox"/> XZ* | <input checked="" type="checkbox"/> QCOW2**<br><input checked="" type="checkbox"/> GZ*<br><input checked="" type="checkbox"/> XZ* | <input checked="" type="checkbox"/> QCOW2<br><input checked="" type="checkbox"/> GZ*<br><input checked="" type="checkbox"/> XZ* | <input checked="" type="checkbox"/> QCOW2*<br><input type="checkbox"/> GZ<br><input type="checkbox"/> XZ | <input checked="" type="checkbox"/> QCOW2*<br><input checked="" type="checkbox"/> GZ*<br><input checked="" type="checkbox"/> XZ* |
| KubeVirt (RAW)   | <input checked="" type="checkbox"/> RAW<br><input checked="" type="checkbox"/> GZ<br><input checked="" type="checkbox"/> XZ     | <input checked="" type="checkbox"/> RAW<br><input checked="" type="checkbox"/> GZ<br><input checked="" type="checkbox"/> XZ       | <input checked="" type="checkbox"/> RAW<br><input checked="" type="checkbox"/> GZ<br><input checked="" type="checkbox"/> XZ     | <input checked="" type="checkbox"/> RAW*<br><input type="checkbox"/> GZ<br><input type="checkbox"/> XZ   | <input checked="" type="checkbox"/> RAW*<br><input checked="" type="checkbox"/> GZ*<br><input checked="" type="checkbox"/> XZ*   |

支持的操作

不支持的操作

\* 需要涂销空间

\*\* 如果需要自定义证书颁发机构，则需要涂销空间



### 注意

CDI 现在使用 OpenShift Container Platform [集群范围的代理配置](#)。

#### 9.17.2.3. 关于数据卷

**DataVolume** 对象是 Containerized Data Importer (CDI) 项目提供的自定义资源。DataVolume 编配与底层持久性卷声明 (PVC) 关联的导入、克隆和上传操作。数据卷与 OpenShift Virtualization 集成，它们可在 PVC 准备好前阻止虚拟机启动。

#### 9.17.2.4. 使用数据卷将虚拟机镜像导入到存储中

您可以使用数据卷将虚拟机镜像导入到存储中。

虚拟机镜像可以托管在 HTTP 或 HTTPS 端点上，或者镜像可以构建到容器磁盘中，并存储在容器镜像仓库中。

您可以在 **VirtualMachine** 配置文件中为镜像指定数据源。创建虚拟机时，包含虚拟机镜像的数据卷将导入到存储中。

#### 先决条件

- 要导入虚拟机镜像，必须有以下内容：
  - RAW、ISO 或 QCOW2 格式的虚拟机磁盘镜像，可选择使用 **xz** 或 **gz** 进行压缩。
  - 托管镜像的 HTTP 或 HTTPS 端点，以及访问数据源所需的任何身份验证凭证。
- 要导入容器磁盘，您必须将虚拟机镜像构建到容器磁盘中，并存储在容器镜像仓库中，以及访问数据源所需的任何身份验证凭证。
- 如果虚拟机必须与未由系统 CA 捆绑包签名的证书的服务器通信，则必须在与数据卷相同的命名空间中创建一个配置映射。

#### 流程

1. 如果您的数据源需要身份验证，请创建一个 **Secret** 清单，指定数据源凭证，并将其保存为 **endpoint-secret.yaml**：

```
apiVersion: v1
kind: Secret
metadata:
 name: endpoint-secret 1
 labels:
 app: containerized-data-importer
type: Opaque
data:
 accessKeyId: "" 2
 secretKey: "" 3
```

- 1** 指定 **Secret** 的名称。

- 2 指定以 Base64 编码的密钥 ID 或用户名。
- 3 指定以 Base64 编码的 secret 密钥或密码。

## 2. 应用 **Secret** 清单：

```
$ oc apply -f endpoint-secret.yaml
```

## 3. 编辑 **VirtualMachine** 清单，为要导入的虚拟机镜像指定数据源，并将其保存为 **vm-fedora-datavolume.yaml**：

```
apiVersion: kubevirt.io/v1
kind: VirtualMachine
metadata:
 creationTimestamp: null
 labels:
 kubevirt.io/vm: vm-fedora-datavolume
 name: vm-fedora-datavolume 1
spec:
 dataVolumeTemplates:
 - metadata:
 creationTimestamp: null
 name: fedora-dv 2
 spec:
 storage:
 resources:
 requests:
 storage: 10Gi
 storageClassName: local
 source:
 http: 3
 url: "https://mirror.arizona.edu/fedora/linux/releases/35/Cloud/x86_64/images/Fedora-Cloud-Base-35-1.2.x86_64.qcow2" 4
 secretRef: endpoint-secret 5
 certConfigMap: "" 6
 status: {}
 running: true
 template:
 metadata:
 creationTimestamp: null
 labels:
 kubevirt.io/vm: vm-fedora-datavolume
 spec:
 domain:
 devices:
 disks:
 - disk:
 bus: virtio
 name: datavolumedisk1
 machine:
 type: ""
 resources:
 requests:
 memory: 1.5Gi
```

```

terminationGracePeriodSeconds: 180
volumes:
- dataVolume:
 name: fedora-dv
 name: datavolumedisk1
status: {}

```

- 1 指定虚拟机的名称。
- 2 指定数据卷的名称。
- 3 为 HTTP 或 HTTPS 端点指定 **http**。为从 **registry** 导入的容器磁盘镜像指定 **registry**。
- 4 指定您要导入的虚拟机镜像的 URL 或 registry 端点。本例引用了 HTTPS 端点上的虚拟机镜像。容器镜像仓库端点示例为 **url: "docker://kubevirt/fedora-cloud-container-disk-demo:latest"**。
- 5 如果为数据源创建 **Secret**，请指定 **Secret** 名称。
- 6 可选：指定一个 CA 证书配置映射。

#### 4. 创建虚拟机：

```
$ oc create -f vm-fedora-datavolume.yaml
```



#### 注意

**oc create** 命令创建数据卷和虚拟机。CDI 控制器创建一个带有正确注解和导入过程的底层 PVC。导入完成后，数据卷状态变为 **Succeeded**。您可以启动虚拟机。

数据卷置备在后台进行，因此无需监控进程。

#### 验证

1. importer pod 从指定的 URL 下载虚拟机镜像或容器磁盘，并将其存储在置备的 PV 上。运行以下命令，查看 importer pod 的状态：

```
$ oc get pods
```

2. 运行以下命令监控数据卷，直到其状态为 **Succeeded**：

```
$ oc describe dv fedora-dv 1
```

- 1 指定您在 **VirtualMachine** 清单中定义的数据卷名称。

3. 通过访问其串行控制台来验证置备是否已完成，并且虚拟机是否已启动：

```
$ virtctl console vm-fedora-datavolume
```

#### 9.17.2.5. 其他资源

- [配置预分配模式](#)以提高数据卷操作的写入性能。



### 9.17.3. 使用数据卷将虚拟机镜像导入到块存储中

您可将现有虚拟机镜像导入到您的 OpenShift Container Platform 集群中。OpenShift Virtualization 使用数据卷自动导入数据并创建底层持久性卷声明（PVC）。



#### 重要

当您将磁盘镜像导入到 PVC 中时，磁盘镜像扩展为使用 PVC 中请求的全部存储容量。要使用该空间，可能需要扩展虚拟机中的磁盘分区和文件系统。

调整大小的流程因虚拟机上安装的操作系统而异。详情请查看操作系统文档。

#### 9.17.3.1. 先决条件

- 如果您根据 [CDI 支持的操作列表要求](#) 涂销空间，您必须首先 [定义一个 StorageClass](#) 或 [准备 CDI 涂销空间](#) 才能成功完成此操作。

#### 9.17.3.2. 关于数据卷

**DataVolume** 对象是 Containerized Data Importer (CDI) 项目提供的自定义资源。DataVolume 编配与底层持久性卷声明（PVC）关联的导入、克隆和上传操作。数据卷与 OpenShift Virtualization 集成，它们可在 PVC 准备好前阻止虚拟机启动。

#### 9.17.3.3. 关于块持久性卷

块持久性卷（PV）是一个受原始块设备支持的 PV。这些卷没有文件系统，可以通过降低开销来为虚拟机提供性能优势。

原始块卷可以通过在 PV 和持久性卷声明（PVC）规格中指定 **volumeMode: Block** 来置备。

#### 9.17.3.4. 创建本地块持久性卷

通过填充文件并将其挂载为循环设备，在节点上创建本地块持久性卷（PV）。然后，您可以在 PV 清单中将该循环设备作为 **Block（块）** 卷引用，并将其用作虚拟机镜像的块设备。

#### 流程

- 以 **root** 身份登录节点，在其上创建本地 PV。本流程以 **node01** 为例。
- 创建一个文件并用空字符填充，以便可将其用作块设备。以下示例创建 **loop10** 文件，大小为 2Gb（20,100 Mb 块）：

```
$ dd if=/dev/zero of=<loop10> bs=100M count=20
```

- 将 **loop10** 文件挂载为 loop 设备。

```
$ losetup </dev/loop10>d3 <loop10> 1 2
```

- 1** 挂载 loop 设备的文件路径。
- 2** 上一步中创建的文件，挂载为 loop 设备。

- 创建引用所挂载 loop 设备的 **PersistentVolume** 清单。

```

kind: PersistentVolume
apiVersion: v1
metadata:
 name: <local-block-pv10>
 annotations:
spec:
 local:
 path: </dev/loop10> ❶
 capacity:
 storage: <2Gi>
 volumeMode: Block ❷
 storageClassName: local ❸
 accessModes:
 - ReadWriteOnce
 persistentVolumeReclaimPolicy: Delete
 nodeAffinity:
 required:
 nodeSelectorTerms:
 - matchExpressions:
 - key: kubernetes.io/hostname
 operator: In
 values:
 - <node01> ❹

```

- ❶ 节点上的 loop 设备路径。
- ❷ 将其指定为块 PV。
- ❸ 可选：为 PV 设置存储类。如果省略此项，将使用默认集群。
- ❹ 挂载块设备的节点。

#### 5. 创建块 PV。

```
oc create -f <local-block-pv10.yaml> ❶
```

- ❶ 上一步中创建的持久性卷的文件名。

### 9.17.3.5. 使用数据卷将虚拟机镜像导入到块存储中

您可以使用数据卷将虚拟机镜像导入到块存储中。在创建虚拟机前，您要在 **VirtualMachine** 清单中引用数据卷。

#### 先决条件

- RAW、ISO 或 QCOW2 格式的虚拟机磁盘镜像，可选择使用 **xz** 或 **gz** 进行压缩。
- 托管镜像的 HTTP 或 HTTPS 端点，以及访问数据源所需的任何身份验证凭证。

#### 流程

1. 如果您的数据源需要身份验证，请创建一个 **Secret** 清单，指定数据源凭证，并将其保存为 **endpoint-secret.yaml**：

```

apiVersion: v1
kind: Secret
metadata:
 name: endpoint-secret ❶
 labels:
 app: containerized-data-importer
type: Opaque
data:
 accessKeyId: "" ❷
 secretKey: "" ❸

```

- ❶ 指定 **Secret** 的名称。
- ❷ 指定以 Base64 编码的密钥 ID 或用户名。
- ❸ 指定以 Base64 编码的 secret 密钥或密码。

2. 应用 **Secret** 清单：

```
$ oc apply -f endpoint-secret.yaml
```

3. 创建 **DataVolume** 清单，为虚拟机镜像指定数据源，并为 **storage.volumeMode** 指定 **Block**。

```

apiVersion: cdi.kubevirt.io/v1beta1
kind: DataVolume
metadata:
 name: import-pv-datavolume ❶
spec:
 storageClassName: local ❷
 source:
 http:
 url: "https://mirror.arizona.edu/fedora/linux/releases/35/Cloud/x86_64/images/Fedora-Cloud-Base-35-1.2.x86_64.qcow2" ❸
 secretRef: endpoint-secret ❹
 storage:
 volumeMode: Block ❺
 resources:
 requests:
 storage: 10Gi

```

- ❶ 指定数据卷的名称。
- ❷ 可选：设置存储类，或忽略此项，接受集群默认值。
- ❸ 指定要导入的镜像的 HTTP 或 HTTPS URL。
- ❹ 如果为数据源创建 **Secret**，请指定 **Secret** 名称。
- ❺ 对于已知的存储置备程序，会自动检测到卷模式和访问模式。否则，指定 **Block**。

## 4. 创建数据卷来导入虚拟机镜像：

```
$ oc create -f import-pv-datavolume.yaml
```

在创建虚拟机前，您可以在 **VirtualMachine** 清单中引用此数据卷。

## 9.17.3.6. CDI 支持的操作列表

此列表针对端点显示内容类型支持的 CDI 操作，以及哪些操作需要涂销空间（scratch space）。

| 内容类型             | HTTP                                                                                    | HTTPS                                                                                     | HTTP 基本身份验证                                                                             | Registry                                                                                                                             | 上传                                                                                       |
|------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|
| KubeVirt (QCOW2) | <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ QCOW2</li> <li>✓ GZ*</li> <li>✓ XZ*</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ QCOW2**</li> <li>✓ GZ*</li> <li>✓ XZ*</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ QCOW2</li> <li>✓ GZ*</li> <li>✓ XZ*</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ QCOW2*</li> <li><input type="checkbox"/> GZ</li> <li><input type="checkbox"/> XZ</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ QCOW2*</li> <li>✓ GZ*</li> <li>✓ XZ*</li> </ul> |
| KubeVirt (RAW)   | <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ RAW</li> <li>✓ GZ</li> <li>✓ XZ</li> </ul>     | <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ RAW</li> <li>✓ GZ</li> <li>✓ XZ</li> </ul>       | <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ RAW</li> <li>✓ GZ</li> <li>✓ XZ</li> </ul>     | <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ RAW*</li> <li><input type="checkbox"/> GZ</li> <li><input type="checkbox"/> XZ</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ RAW*</li> <li>✓ GZ*</li> <li>✓ XZ*</li> </ul>   |

✓ 支持的操作

不支持的操作

\* 需要涂销空间

\*\* 如果需要自定义证书颁发机构，则需要涂销空间



## 注意

CDI 现在使用 OpenShift Container Platform [集群范围的代理配置](#)。

## 9.17.3.7. 其他资源

- [配置预分配模式](#)以提高数据卷操作的写入性能。

## 9.18. 克隆虚拟机

## 9.18.1. 启用用户权限跨命名空间克隆数据卷

命名空间的隔离性质意味着用户默认无法在命名空间之间克隆资源。

要让用户将虚拟机克隆到另一个命名空间，具有 **cluster-admin** 角色的用户必须创建新的集群角色。将此集群角色绑定到用户，以便其将虚拟机克隆到目标命名空间。

## 9.18.1.1. 先决条件

- 只有具有 **cluster-admin** 角色的用户才能创建集群角色。

## 9.18.1.2. 关于数据卷

**DataVolume** 对象是 Containerized Data Importer (CDI) 项目提供的自定义资源。DataVolume 编配与底层持久性卷声明 (PVC) 关联的导入、克隆和上传操作。数据卷与 OpenShift Virtualization 集成，它们可在 PVC 准备好前阻止虚拟机启动。

### 9.18.1.3. 创建用于克隆数据卷的 RBAC 资源

创建一个新的集群角色，为 **datavolumes** 资源的所有操作启用权限。

#### 流程

1. 创建 **ClusterRole** 清单：

```
apiVersion: rbac.authorization.k8s.io/v1
kind: ClusterRole
metadata:
 name: <datavolume-cloner> ❶
rules:
- apiGroups: ["cdi.kubevirt.io"]
 resources: ["datavolumes/source"]
 verbs: ["*"]
```

- ❶ 集群角色的唯一名称。

2. 在集群中创建集群角色：

```
$ oc create -f <datavolume-cloner.yaml> ❶
```

- ❶ 上一步中创建的 **ClusterRole** 清单的文件名。

3. 创建应用于源和目标命名空间的 **RoleBinding** 清单，并引用上一步中创建的集群角色。

```
apiVersion: rbac.authorization.k8s.io/v1
kind: RoleBinding
metadata:
 name: <allow-clone-to-user> ❶
 namespace: <Source namespace> ❷
subjects:
- kind: ServiceAccount
 name: default
 namespace: <Destination namespace> ❸
roleRef:
 kind: ClusterRole
 name: datavolume-cloner ❹
 apiGroup: rbac.authorization.k8s.io
```

- ❶ 角色绑定的唯一名称。
- ❷ 源数据卷的命名空间。
- ❸ 数据卷克隆到的命名空间。
- ❹ 上一步中创建的集群角色的名称。

4. 在集群中创建角色绑定：

```
$ oc create -f <datavolume-cloner.yaml> 1
```

**1** 上一步中创建的 **RoleBinding** 清单的文件名。

## 9.18.2. 将虚拟机磁盘克隆到新数据卷中

您可以通过引用数据卷配置文件中的源 PVC 来将虚拟机磁盘的持久性卷声明（PVC）克隆到新数据卷中。



### 警告

支持在不同卷模式间克隆操作，比如从带有 **volumeMode: Block** 的持久性卷（PV）克隆到带有 **volumeMode: Filesystem** 的 PV。

但是，只有在不同的卷模式中存在 **contentType: kubevirt** 时才可以克隆它们。

### 提示

当您全局启用预分配或单个数据卷时，Containerized Data Importer（CDI）会在克隆过程中预分配磁盘空间。预分配可提高写入性能。如需更多信息，请参阅[对数据卷使用预分配](#)。

### 9.18.2.1. 先决条件

- 用户需要[额外权限](#)才能将虚拟机磁盘的 PVC 克隆到另一个命名空间中。

### 9.18.2.2. 关于数据卷

**DataVolume** 对象是 Containerized Data Importer (CDI) 项目提供的自定义资源。DataVolume 编配与底层持久性卷声明（PVC）关联的导入、克隆和上传操作。数据卷与 OpenShift Virtualization 集成，它们可在 PVC 准备好前阻止虚拟机启动。

### 9.18.2.3. 将虚拟机磁盘的持久性卷声明克隆到新数据卷中

您可以将现有虚拟机磁盘的持久性卷声明（PVC）克隆到新数据卷中。新的数据卷可用于新虚拟机。



### 注意

当独立于虚拟机创建数据卷时，数据卷的生命周期与虚拟机是独立的。如果删除了虚拟机，数据卷及其相关 PVC 都不会被删除。

### 先决条件

- 确定要使用的现有虚拟机磁盘的 PVC。克隆之前，必须关闭与 PVC 关联的虚拟机。
- 安装 OpenShift CLI (**oc**)。

## 流程

1. 检查您要克隆的虚拟机磁盘，以识别关联 PVC 的名称和命名空间。
2. 为数据卷创建一个 YAML 文件，用于指定新数据卷的名称、源 PVC 的名称和命名空间，以及新数据卷的大小。

例如：

```
apiVersion: cdi.kubevirt.io/v1beta1
kind: DataVolume
metadata:
 name: <cloner-datavolume> 1
spec:
 source:
 pvc:
 namespace: "<source-namespace>" 2
 name: "<my-favorite-vm-disk>" 3
 pvc:
 accessModes:
 - ReadWriteOnce
 resources:
 requests:
 storage: <2Gi> 4
```

- 1 新数据卷的名称。
- 2 源 PVC 所在的命名空间。
- 3 源 PVC 的名称。
- 4 新数据卷的大小。您必须分配足够空间，否则克隆操作会失败。其大小不得低于源 PVC。

3. 通过创建数据卷开始克隆 PVC:

```
$ oc create -f <cloner-datavolume>.yaml
```



### 注意

在 PVC 就绪前，DataVolume 会阻止虚拟机启动，以便您可以在 PVC 克隆期间创建引用新数据卷的虚拟机。

### 9.18.2.4. CDI 支持的操作列表

此列表针对端点显示内容类型支持的 CDI 操作，以及哪些操作需要涂销空间（scratch space）。

| 内容类型             | HTTP                                                                                    | HTTPS                                                                                     | HTTP 基本身份验证                                                                             | Registry                                                                               | 上传                                                                                       |
|------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|
| KubeVirt (QCOW2) | <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ QCOW2</li> <li>✓ GZ*</li> <li>✓ XZ*</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ QCOW2**</li> <li>✓ GZ*</li> <li>✓ XZ*</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ QCOW2</li> <li>✓ GZ*</li> <li>✓ XZ*</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ QCOW2*</li> <li>☐ GZ</li> <li>☐ XZ</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ QCOW2*</li> <li>✓ GZ*</li> <li>✓ XZ*</li> </ul> |

| 内容类型           | HTTP                                                                                                                        | HTTPS                                                                                                                       | HTTP 基本身份验证                                                                                                                 | Registry                                                                                               | 上传                                                                                                                             |
|----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| KubeVirt (RAW) | <input checked="" type="checkbox"/> RAW<br><input checked="" type="checkbox"/> GZ<br><input checked="" type="checkbox"/> XZ | <input checked="" type="checkbox"/> RAW<br><input checked="" type="checkbox"/> GZ<br><input checked="" type="checkbox"/> XZ | <input checked="" type="checkbox"/> RAW<br><input checked="" type="checkbox"/> GZ<br><input checked="" type="checkbox"/> XZ | <input checked="" type="checkbox"/> RAW*<br><input type="checkbox"/> GZ<br><input type="checkbox"/> XZ | <input checked="" type="checkbox"/> RAW*<br><input checked="" type="checkbox"/> GZ*<br><input checked="" type="checkbox"/> XZ* |

支持的操作

不支持的操作

\* 需要涂销空间

\*\* 如果需要自定义证书颁发机构，则需要涂销空间

### 9.18.3. 使用数据卷模板克隆虚拟机

您可以通过克隆现有虚拟机的持久性卷声明 (PVC) 来创建新虚拟机。在虚拟机配置文件中包括 **dataVolumeTemplate**，即可从原始 PVC 创建新数据卷。



#### 警告

支持在不同卷模式间克隆操作，比如从带有 **volumeMode: Block** 的持久性卷 (PV) 克隆到带有 **volumeMode: Filesystem** 的 PV。

但是，只有在不同的卷模式中存在 **contentType: kubevirt** 时才可以克隆它们。

#### 提示

当您全局启用预分配或单个数据卷时，Containerized Data Importer (CDI) 会在克隆过程中预分配磁盘空间。预分配可提高写入性能。如需更多信息，请参阅[对数据卷使用预分配](#)。

#### 9.18.3.1. 先决条件

- 用户需要[额外权限](#)才能将虚拟机磁盘的 PVC 克隆到另一个命名空间中。

#### 9.18.3.2. 关于数据卷

**DataVolume** 对象是 Containerized Data Importer (CDI) 项目提供的自定义资源。DataVolume 编配与底层持久性卷声明 (PVC) 关联的导入、克隆和上传操作。数据卷与 OpenShift Virtualization 集成，它们可在 PVC 准备好前阻止虚拟机启动。

#### 9.18.3.3. 使用数据卷模板从克隆的持久性卷声明创建新虚拟机

您可以创建一个虚拟机，将现有虚拟机的持久性卷声明 (PVC) 克隆到数据卷中。在虚拟机清单中引用 **dataVolumeTemplate**，并将源 PVC 克隆到数据卷中，然后自动用于创建虚拟机。





## 注意

当作为虚拟机的数据卷模板创建数据卷时，数据卷的生命周期依赖于虚拟机。如果删除了虚拟机，数据卷和相关 PVC 也会被删除。

## 先决条件

- 确定要使用的现有虚拟机磁盘的 PVC。克隆之前，必须关闭与 PVC 关联的虚拟机。
- 安装 OpenShift CLI (**oc**)。

## 流程

1. 检查您要克隆的虚拟机，以识别关联 PVC 的名称和命名空间。
2. 为 **VirtualMachine** 对象创建 YAML 文件。以下虚拟机示例克隆 **my-favorite-vm-disk**，该磁盘位于 **source-name** 命名空间中。从 **my-favorite-vm-disk** 创建的名称为 **favorite-clone** 的 **2Gi** 数据卷。  
例如：

```

apiVersion: kubevirt.io/v1
kind: VirtualMachine
metadata:
 labels:
 kubevirt.io/vm: vm-dv-clone
 name: vm-dv-clone 1
spec:
 running: false
 template:
 metadata:
 labels:
 kubevirt.io/vm: vm-dv-clone
 spec:
 domain:
 devices:
 disks:
 - disk:
 bus: virtio
 name: root-disk
 resources:
 requests:
 memory: 64M
 volumes:
 - dataVolume:
 name: favorite-clone
 name: root-disk
 dataVolumeTemplates:
 - metadata:
 name: favorite-clone
 spec:
 storage:
 accessModes:
 - ReadWriteOnce
 resources:
 requests:

```

```

storage: 2Gi
source:
 pvc:
 namespace: "source-namespace"
 name: "my-favorite-vm-disk"

```

1 要创建的虚拟机。

3. 使用 PVC 克隆的数据卷创建虚拟机：

```
$ oc create -f <vm-clone-datavolumetemplate>.yaml
```

### 9.18.3.4. CDI 支持的操作列表

此列表针对端点显示内容类型支持的 CDI 操作，以及哪些操作需要涂销空间（scratch space）。

| 内容类型             | HTTP                                                                                    | HTTPS                                                                                     | HTTP 基本身份验证                                                                             | Registry                                                                                                                             | 上传                                                                                       |
|------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|
| KubeVirt (QCOW2) | <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ QCOW2</li> <li>✓ GZ*</li> <li>✓ XZ*</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ QCOW2**</li> <li>✓ GZ*</li> <li>✓ XZ*</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ QCOW2</li> <li>✓ GZ*</li> <li>✓ XZ*</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ QCOW2*</li> <li><input type="checkbox"/> GZ</li> <li><input type="checkbox"/> XZ</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ QCOW2*</li> <li>✓ GZ*</li> <li>✓ XZ*</li> </ul> |
| KubeVirt (RAW)   | <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ RAW</li> <li>✓ GZ</li> <li>✓ XZ</li> </ul>     | <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ RAW</li> <li>✓ GZ</li> <li>✓ XZ</li> </ul>       | <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ RAW</li> <li>✓ GZ</li> <li>✓ XZ</li> </ul>     | <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ RAW*</li> <li><input type="checkbox"/> GZ</li> <li><input type="checkbox"/> XZ</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ RAW*</li> <li>✓ GZ*</li> <li>✓ XZ*</li> </ul>   |

✓ 支持的操作

不支持的操作

\* 需要涂销空间

\*\* 如果需要自定义证书颁发机构，则需要涂销空间

### 9.18.4. 将虚拟机磁盘克隆到新块存储数据卷中

您可以通过引用数据卷配置文件中的源 PVC 来将虚拟机磁盘的持久性卷声明（PVC）克隆到新的块数据卷中。



#### 警告

支持在不同卷模式间克隆操作，比如从带有 **volumeMode: Block** 的持久性卷（PV）克隆到带有 **volumeMode: Filesystem** 的 PV。

但是，只有在不同的卷模式中存在 **contentType: kubevirt** 时才可以克隆它们。

## 提示

当您全局启用预分配或单个数据卷时，Containerized Data Importer (CDI) 会在克隆过程中预分配磁盘空间。预分配可提高写入性能。如需更多信息，请参阅[对数据卷使用预分配](#)。

### 9.18.4.1. 先决条件

- 用户需要[额外权限](#)才能将虚拟机磁盘的 PVC 克隆到另一个命名空间中。

### 9.18.4.2. 关于数据卷

**DataVolume** 对象是 Containerized Data Importer (CDI) 项目提供的自定义资源。DataVolume 编配与底层持久性卷声明 (PVC) 关联的导入、克隆和上传操作。数据卷与 OpenShift Virtualization 集成，它们可在 PVC 准备好前阻止虚拟机启动。

### 9.18.4.3. 关于块持久性卷

块持久性卷 (PV) 是一个受原始块设备支持的 PV。这些卷没有文件系统，可以通过降低开销来为虚拟机提供性能优势。

原始块卷可以通过在 PV 和持久性卷声明 (PVC) 规格中指定 **volumeMode: Block** 来置备。

### 9.18.4.4. 创建本地块持久性卷

通过填充文件并将其挂载为循环设备，在节点上创建本地块持久性卷 (PV)。然后，您可以在 PV 清单中将该循环设备作为 **Block (块)** 卷引用，并将其用作虚拟机镜像的块设备。

## 流程

1. 以 **root** 身份登录节点，在其上创建本地 PV。本流程以 **node01** 为例。
2. 创建一个文件并用空字符填充，以便可将其用作块设备。以下示例创建 **loop10** 文件，大小为 2Gb (20,100 Mb 块)：

```
$ dd if=/dev/zero of=<loop10> bs=100M count=20
```

3. 将 **loop10** 文件挂载为 loop 设备。

```
$ losetup </dev/loop10>d3 <loop10> 1 2
```

- 1** 挂载 loop 设备的文件路径。
- 2** 上一步中创建的文件，挂载为 loop 设备。

4. 创建引用所挂载 loop 设备的 **PersistentVolume** 清单。

```
kind: PersistentVolume
apiVersion: v1
metadata:
 name: <local-block-pv10>
 annotations:
spec:
 local:
```

```

path: </dev/loop10> ❶
capacity:
 storage: <2Gi>
volumeMode: Block ❷
storageClassName: local ❸
accessModes:
 - ReadWriteOnce
persistentVolumeReclaimPolicy: Delete
nodeAffinity:
 required:
 nodeSelectorTerms:
 - matchExpressions:
 - key: kubernetes.io/hostname
 operator: In
 values:
 - <node01> ❹

```

- ❶ 节点上的 loop 设备路径。
- ❷ 将其指定为块 PV。
- ❸ 可选：为 PV 设置存储类。如果省略此项，将使用默认集群。
- ❹ 挂载块设备的节点。

#### 5. 创建块 PV。

```
oc create -f <local-block-pv10.yaml> ❶
```

- ❶ 上一步中创建的持久性卷的文件名。

### 9.18.4.5. 将虚拟机磁盘的持久性卷声明克隆到新数据卷中

您可以将现有虚拟机磁盘的持久性卷声明（PVC）克隆到新数据卷中。新的数据卷可用于新虚拟机。



#### 注意

当独立于虚拟机创建数据卷时，数据卷的生命周期与虚拟机是独立的。如果删除了虚拟机，数据卷及其相关 PVC 都不会被删除。

#### 先决条件

- 确定要使用的现有虚拟机磁盘的 PVC。克隆之前，必须关闭与 PVC 关联的虚拟机。
- 安装 OpenShift CLI（**oc**）。
- 至少一个可用块持久性卷（PV）大小不低于源 PVC。

#### 流程

1. 检查您要克隆的虚拟机磁盘，以识别关联 PVC 的名称和命名空间。

2. 为数据卷创建一个 YAML 文件，用于指定新数据卷的名称、源 PVC 的名称和命名空间、**volumeMode: Block**，以便使用可用块 PV，以及新数据卷的大小。

例如：

```
apiVersion: cdi.kubevirt.io/v1beta1
kind: DataVolume
metadata:
 name: <cloner-datavolume> 1
spec:
 source:
 pvc:
 namespace: "<source-namespace>" 2
 name: "<my-favorite-vm-disk>" 3
 pvc:
 accessModes:
 - ReadWriteOnce
 resources:
 requests:
 storage: <2Gi> 4
 volumeMode: Block 5
```

- 1 新数据卷的名称。
- 2 源 PVC 所在的命名空间。
- 3 源 PVC 的名称。
- 4 新数据卷的大小。您必须分配足够空间，否则克隆操作会失败。其大小不得低于源 PVC。
- 5 指定目标为一个块 PV

3. 通过创建数据卷开始克隆 PVC:

```
$ oc create -f <cloner-datavolume>.yaml
```



### 注意

在 PVC 就绪前，DataVolume 会阻止虚拟机启动，以便您可以在 PVC 克隆期间创建引用新数据卷的虚拟机。

#### 9.18.4.6. CDI 支持的操作列表

此列表针对端点显示内容类型支持的 CDI 操作，以及哪些操作需要涂销空间（scratch space）。

| 内容类型             | HTTP                      | HTTPS                       | HTTP 基本身份验证               | Registry                                                               | 上传                         |
|------------------|---------------------------|-----------------------------|---------------------------|------------------------------------------------------------------------|----------------------------|
| KubeVirt (QCOW2) | ✓ QCOW2<br>✓ GZ*<br>✓ XZ* | ✓ QCOW2**<br>✓ GZ*<br>✓ XZ* | ✓ QCOW2<br>✓ GZ*<br>✓ XZ* | ✓ QCOW2*<br><input type="checkbox"/> GZ<br><input type="checkbox"/> XZ | ✓ QCOW2*<br>✓ GZ*<br>✓ XZ* |

| 内容类型           | HTTP                                                                                                                        | HTTPS                                                                                                                       | HTTP 基本身份验证                                                                                                                 | Registry                                                                                               | 上传                                                                                                                             |
|----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| KubeVirt (RAW) | <input checked="" type="checkbox"/> RAW<br><input checked="" type="checkbox"/> GZ<br><input checked="" type="checkbox"/> XZ | <input checked="" type="checkbox"/> RAW<br><input checked="" type="checkbox"/> GZ<br><input checked="" type="checkbox"/> XZ | <input checked="" type="checkbox"/> RAW<br><input checked="" type="checkbox"/> GZ<br><input checked="" type="checkbox"/> XZ | <input checked="" type="checkbox"/> RAW*<br><input type="checkbox"/> GZ<br><input type="checkbox"/> XZ | <input checked="" type="checkbox"/> RAW*<br><input checked="" type="checkbox"/> GZ*<br><input checked="" type="checkbox"/> XZ* |

支持的操作

不支持的操作

\* 需要涂销空间

\*\* 如果需要自定义证书颁发机构，则需要涂销空间

## 9.19. 虚拟机网络

### 9.19.1. 为默认 pod 网络配置虚拟机

您可以通过将其网络接口配置为使用 **masquerade** 绑定模式，将虚拟机连接到默认的内部 pod 网络



#### 注意

附加到默认 pod 网络的虚拟网络接口卡 (vNIC) 上的流量在实时迁移过程中中断。

#### 9.19.1.1. 从命令行配置伪装模式

您可以使用伪装模式将虚拟机的外发流量隐藏在 pod IP 地址后。伪装模式使用网络地址转换 (NAT) 来通过 Linux 网桥将虚拟机连接至 pod 网络后端。

启用伪装模式，并通过编辑虚拟机配置文件让流量进入虚拟机。

#### 先决条件

- 虚拟机必须配置为使用 DHCP 来获取 IPv4 地址。以下示例配置为使用 DHCP。

#### 流程

1. 编辑虚拟机配置文件的 **interfaces** 规格：

```
kind: VirtualMachine
spec:
 domain:
 devices:
 interfaces:
 - name: default
 masquerade: {} 1
 ports: 2
 - port: 80
```

```
networks:
- name: default
 pod: {}
```

- 1 使用伪装模式进行连接。
- 2 可选：列出您要从虚拟机公开的端口，每个都由 **port** 字段指定。**port** 值必须是 0 到 65536 之间的数字。如果没有使用 **port** 数组，则有效范围内的所有端口都开放给传入流量。在本例中，端口 **80** 上允许传入的流量。



### 注意

端口 49152 和 49153 保留供 libvirt 平台使用，这些端口的所有其他传入流量将被丢弃。

## 2. 创建虚拟机：

```
$ oc create -f <vm-name>.yaml
```

### 9.19.1.2. 使用双栈（IPv4 和 IPv6）配置伪装模式

您可以使用 cloud-init 将新虚拟机配置为在默认 pod 网络上同时使用 IPv6 和 IPv4。

虚拟机实例配置中的 **Network.pod.vmlIPv6NetworkCIDR** 字段决定虚拟机的静态 IPv6 地址和网关 IP 地址。virt-launcher Pod 使用它们将 IPv6 流量路由到虚拟机，而不在外部使用。**Network.pod.vmlIPv6NetworkCIDR** 字段在无类别域间路由(CIDR)标记中指定一个 IPv6 地址块。默认值为 **fd10:0:2::2/120**。您可以根据网络要求编辑这个值。

当虚拟机运行时，虚拟机的传入和传出流量将路由到 IPv4 地址和 virt-launcher Pod 的唯一 IPv6 地址。virt-launcher pod 随后将 IPv4 流量路由到虚拟机的 DHCP 地址，并将 IPv6 流量路由到虚拟机的静态设置 IPv6 地址。

#### 先决条件

- OpenShift Container Platform 集群必须使用为 dual-stack 配置的 OVN-Kubernetes Container Network Interface (CNI) 网络供应商。

#### 流程

1. 在新的虚拟机配置中，包含具有 **masquerade** 的接口，并使用 cloud-init 配置 IPv6 地址和默认网关。

```
apiVersion: kubevirt.io/v1
kind: VirtualMachine
metadata:
 name: example-vm-ipv6
...
 interfaces:
 - name: default
 masquerade: {} 1
 ports:
 - port: 80 2
 networks:
```

```

- name: default
 pod: {}
 volumes:
- cloudInitNoCloud:
 networkData: |
 version: 2
 ethernets:
 eth0:
 dhcp4: true
 addresses: [fd10:0:2::2/120] 3
 gateway6: fd10:0:2::1 4

```

- 1 使用伪装模式进行连接。
- 2 允许虚拟机上端口 80 上的传入流量。
- 3 由虚拟机实例配置中的 **Network.pod.vmlPv6NetworkCIDR** 字段确定的静态 IPv6 地址。默认值为 **fd10:0:2::2/120**。
- 4 网关 IP 地址由虚拟机实例配置中的 **Network.pod.vmlPv6NetworkCIDR** 字段决定。默认值为 **fd10:0:2::1**。

## 2. 在命名空间中创建虚拟机：

```
$ oc create -f example-vm-ipv6.yaml
```

### 验证

- 要验证 IPv6 是否已配置，启动虚拟机并查看虚拟机实例的接口状态，以确保它具有 IPv6 地址：

```
$ oc get vmi <vmi-name> -o jsonpath="{.status.interfaces[*].ipAddresses}"
```

## 9.19.2. 创建服务以公开虚拟机

您可以使用 **Service** 对象在集群内或集群外部公开虚拟机。

### 9.19.2.1. 关于服务

一个 Kubernetes *服务* 是一个抽象的方式，用于公开在一组 pod 上运行的应用程序作为网络服务。服务允许您的应用程序接收流量。通过在 **Service** 对象中指定 **spec.type**，可以使用不同的方式公开服务：

#### ClusterIP

在集群中的内部 IP 地址上公开服务。**ClusterIP** 是默认服务类型。

#### NodePort

在集群中每个所选节点的同一直口上公开该服务。**NodePort** 使服务可从集群外部访问。

#### LoadBalancer

在当前云中创建外部负载均衡器（如果支持），并为该服务分配固定的外部 IP 地址。

### 9.19.2.1.1. 双栈支持



如果为集群启用了 IPv4 和 IPv6 双栈网络，您可以通过定义 **Service** 对象中的 **spec.ipFamilyPolicy** 和 **spec.ipFamilies** 字段来创建使用 IPv4、IPv6 或两者的服务。

**spec.ipFamilyPolicy** 字段可以设置为以下值之一：

#### SingleStack

control plane 根据配置的第一个服务集群 IP 范围为该服务分配集群 IP 地址。

#### PreferDualStack

control plane 为配置了双栈的集群中的服务分配 IPv4 和 IPv6 集群 IP 地址。

#### RequireDualStack

对于没有启用双栈网络的集群，这个选项会失败。对于配置了双栈的集群，其行为与将值设置为 **PreferDualStack** 时相同。control plane 从 IPv4 和 IPv6 地址范围分配集群 IP 地址。

您可以通过将 **spec.ipFamilies** 字段设置为以下数组值之一来定义用于单堆栈的 IP 系列，或者定义双栈 IP 系列的顺序：

- [IPv4]
- [IPv6]
- [IPv4, IPv6]
- [IPv6, IPv4]

### 9.19.2.2. 将虚拟机作为服务公开

创建 **ClusterIP**、**NodePort** 或 **LoadBalancer** 服务，以便从集群内部或外部连接到正在运行的虚拟机 (VM)。

#### 流程

1. 编辑 **VirtualMachine** 清单，为创建服务添加标签：

```
apiVersion: kubevirt.io/v1
kind: VirtualMachine
metadata:
 name: vm-ephemeral
 namespace: example-namespace
spec:
 running: false
 template:
 metadata:
 labels:
 special: key 1
...
```

- 1** 在 **spec.template.metadata.labels** 部分添加标签 **special: key**。



#### 注意

虚拟机上的标签会传递到 pod。**special: key** 标签必须与 **Service** 清单的 **spec.selector** 属性中的标签匹配。

- 保存 **VirtualMachine** 清单文件以应用更改。
- 创建 **Service** 清单以公开虚拟机：

```

apiVersion: v1
kind: Service
metadata:
 name: vmervice 1
 namespace: example-namespace 2
spec:
 externalTrafficPolicy: Cluster 3
 ports:
 - nodePort: 30000 4
 port: 27017
 protocol: TCP
 targetPort: 22 5
 selector:
 special: key 6
 type: NodePort 7

```

- Service** 对象的名称。
- Service** 对象所在的命名空间。这必须与 **VirtualMachine** 清单的 **metadata.namespace** 字段匹配。
- 可选：指定节点如何分发给外部 IP 地址上接收的服务流量。这只适用于 **NodePort** 和 **LoadBalancer** 服务类型。默认值为 **Cluster**，它将流量平均路由到所有集群端点。
- 可选：设置后，**nodePort** 值必须在所有服务间是唯一的。如果没有指定，则会动态分配以上 **30000** 范围中的值。
- 可选：由服务公开的虚拟机端口。如果虚拟机清单中定义了端口列表，则必须引用打开端口。如果没有指定 **targetPort**，它将采用与 **port** 相同的值。
- 对您在 **VirtualMachine** 清单的 **spec.template.metadata.labels** 小节中添加的标签的引用。
- 服务的类型。可能的值有 **ClusterIP**、**NodePort** 和 **LoadBalancer**。

- 保存 **Service** 清单文件。
- 运行以下命令来创建服务：

```
$ oc create -f <service_name>.yaml
```

- 启动虚拟机。如果虚拟机已在运行，重启它。

## 验证

- 查询 **Service** 对象以验证它是否可用：

```
$ oc get service -n example-namespace
```

### ClusterIP 服务的输出示例

| NAME     | TYPE      | CLUSTER-IP   | EXTERNAL-IP | PORT(S)   | AGE |
|----------|-----------|--------------|-------------|-----------|-----|
| vmervice | ClusterIP | 172.30.3.149 | <none>      | 27017/TCP | 2m  |

### NodePort 服务的输出示例

| NAME     | TYPE     | CLUSTER-IP    | EXTERNAL-IP | PORT(S)         | AGE |
|----------|----------|---------------|-------------|-----------------|-----|
| vmervice | NodePort | 172.30.232.73 | <none>      | 27017:30000/TCP | 5m  |

### LoadBalancer 服务的输出示例

| NAME     | TYPE         | CLUSTER-IP  | EXTERNAL-IP                 | PORT(S)         | AGE |
|----------|--------------|-------------|-----------------------------|-----------------|-----|
| vmervice | LoadBalancer | 172.30.27.5 | 172.29.10.235,172.29.10.235 | 27017:31829/TCP | 5s  |

## 2. 选择连接到虚拟机的适当方法：

- 对于 **ClusterIP** 服务，使用服务 IP 地址和服务端口从集群内部连接到虚拟机。例如：

```
$ ssh fedora@172.30.3.149 -p 27017
```

- 对于 **NodePort** 服务，通过指定节点 IP 地址和集群网络之外的节点端口来连接到虚拟机。例如：

```
$ ssh fedora@$NODE_IP -p 30000
```

- 对于 **LoadBalancer** 服务，使用 **vinagre** 客户端使用公共 IP 地址和端口连接到虚拟机。外部端口是动态分配的。

### 9.19.2.3. 其他资源

- [使用 NodePort 配置集群入口流量](#)
- [使用负载均衡器配置集群入口流量](#)

## 9.19.3. 将虚拟机连接到 Linux 网桥网络

默认情况下，OpenShift Virtualization 安装了一个内部 pod 网络。

您必须创建一个 Linux 网桥网络附加定义(NAD)以连接到额外网络。

将虚拟机附加到额外网络：

1. 创建 Linux 网桥节点网络配置策略。
2. 创建 Linux 网桥网络附加定义。
3. 配置虚拟机，使虚拟机能够识别网络附加定义。

有关调度、接口类型和其他节点网络活动的更多信息，请参阅[节点网络部分](#)。

### 9.19.3.1. 通过网络附加定义连接到网络

### 9.19.3.1.1. 创建 Linux 网桥节点网络配置策略

使用 **NodeNetworkConfigurationPolicy** 清单 YAML 文件来创建 Linux 网桥。

#### 先决条件

- 已安装 Kubernetes NMState Operator。

#### 流程

- 创建 **NodeNetworkConfigurationPolicy** 清单。本例包含示例值，您必须替换为您自己的信息。

```
apiVersion: nmstate.io/v1
kind: NodeNetworkConfigurationPolicy
metadata:
 name: br1-eth1-policy 1
spec:
 desiredState:
 interfaces:
 - name: br1 2
 description: Linux bridge with eth1 as a port 3
 type: linux-bridge 4
 state: up 5
 ipv4:
 enabled: false 6
 bridge:
 options:
 stp:
 enabled: false 7
 port:
 - name: eth1 8
```

- 1 策略的名称。
- 2 接口的名称。
- 3 可选：接口人类可读的接口描述。
- 4 接口的类型。这个示例会创建一个桥接。
- 5 创建后接口的请求状态。
- 6 在这个示例中禁用 IPv4。
- 7 在这个示例中禁用 STP。
- 8 网桥附加到的节点 NIC。

### 9.19.3.2. 创建 Linux 网桥网络附加定义

**警告**

不支持在虚拟机的网络附加定义中配置 IP 地址管理(IPAM)。

**9.19.3.2.1. 在 web 控制台中创建 Linux 网桥网络附加定义**

网络管理员可创建网络附加定义，为 Pod 和虚拟机提供第 2 层网络。

**流程**

1. 在 Web 控制台中，点击 **Networking → Network Attachment Definitions**。
2. 点 **Create Network Attachment Definition**。

**注意**

网络附加定义必须与 pod 或虚拟机位于同一个命名空间中。

3. 输入唯一 **Name** 和可选 **Description**。
4. 点击 **Network Type** 列表并选择 **CNV Linux bridge**。
5. 在 **Bridge Name** 字段输入网桥名称。
6. 可选：如果资源配置了 VLAN ID，请在 **VLAN Tag Number** 字段中输入 ID 号。
7. 可选：选择 **MAC Spoof Check** 来启用 MAC spoof 过滤。此功能只允许单个 MAC 地址退出 pod，从而可以防止使用 MAC 欺骗进行的安全攻击。
8. 点 **Create**。

**注意**

Linux 网桥网络附加定义是将虚拟机连接至 VLAN 的最有效方法。

**9.19.3.2.2. 在 CLI 中创建 Linux 网桥网络附加定义**

作为网络管理员，您可以配置 **cnv-bridge** 类型的网络附加定义，为 Pod 和虚拟机提供第 2 层网络。

**先决条件**

- 节点必须支持 nftables，必须部署 **nft** 二进制文件才能启用 MAC 欺骗检查。

**流程**

1. 在与虚拟机相同的命名空间中创建网络附加定义。
2. 在网络附加定义中添加虚拟机，如下例所示：

```
apiVersion: "k8s.cni.cncf.io/v1"
```

```

kind: NetworkAttachmentDefinition
metadata:
 name: <bridge-network> ❶
 annotations:
 k8s.v1.cni.cncf.io/resourceName: bridge.network.kubevirt.io/<bridge-interface> ❷
spec:
 config: '{
 "cniVersion": "0.3.1",
 "name": "<bridge-network>", ❸
 "type": "cnv-bridge", ❹
 "bridge": "<bridge-interface>", ❺
 "macspoofchk": true, ❻
 "vlan": 1 ❼
 }'
```

- ❶ **NetworkAttachmentDefinition** 对象的名称。
- ❷ 可选：为节点选择注解键值对，其中 **bridge-interface** 必须与某些节点上配置的桥接名称匹配。如果在网络附加定义中添加此注解，您的虚拟机实例将仅在连接 **bridge-interface** 网桥的节点中运行。
- ❸ 配置的名称。建议您将配置名称与网络附加定义的 **name** 值匹配。
- ❹ 为这个网络附加定义的 Container Network Interface (CNI) 插件的实际名称。不要更改此字段，除非要使用不同的 CNI。
- ❺ 节点上配置的 Linux 网桥名称。
- ❻ 可选：启用 MAC 欺骗检查。当设置为 **true** 时，您无法更改 pod 或客户机接口的 MAC 地址。此属性仅允许单个 MAC 地址退出容器集，从而防止 MAC 欺骗攻击。
- ❼ 可选：VLAN 标签。节点网络配置策略不需要额外的 VLAN 配置。



### 注意

Linux 网桥网络附加定义是将虚拟机连接至 VLAN 的最有效方法。

### 3. 创建网络附加定义：

```
$ oc create -f <network-attachment-definition.yaml> ❶
```

- ❶ 其中 **<network-attachment-definition.yaml>** 是网络附加定义清单的文件名。

### 验证

- 运行以下命令验证网络附加定义是否已创建：

```
$ oc get network-attachment-definition <bridge-network>
```

### 9.19.3.3. 为 Linux 网桥网络配置虚拟机

### 9.19.3.3.1. 在 web 控制台中为虚拟机创建 NIC

从 web 控制台创建并附加额外 NIC。

#### 先决条件

- 网络附加定义必须可用。

#### 流程

1. 在 OpenShift Container Platform 控制台的正确项目中，从侧边菜单中点 **Virtualization** → **VirtualMachines**。
2. 选择虚拟机以打开 **VirtualMachine** 详情页面。
3. 点 **Network Interfaces** 选项卡查看已附加到虚拟机的 NIC。
4. 点 **Add Network Interface** 在列表中创建新插槽。
5. 从 **Network** 列表中选择额外网络的网络附加定义。
6. 填写新 NIC 的 **Name**、**Model**、**Type** 和 **MAC Address**。
7. 点 **Save** 保存并附加 NIC 到虚拟机。

### 9.19.3.3.2. 网络字段

| 名称     | 描述                                                                                                                                                                             |
|--------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Name   | 网络接口控制器的名称。                                                                                                                                                                    |
| model  | 指明网络接口控制器的型号。支持的值有 <b>e1000e</b> 和 <b>virtio</b> 。                                                                                                                             |
| 网络     | 可用网络附加定义的列表。                                                                                                                                                                   |
| 类型     | 可用绑定方法列表。选择适合网络接口的绑定方法： <ul style="list-style-type: none"> <li>• 默认 pod 网络：<b>masquerade</b></li> <li>• Linux 网桥网络：<b>bridge</b></li> <li>• SR-IOV 网络：<b>SR-IOV</b></li> </ul> |
| MAC 地址 | 网络接口控制器的 MAC 地址。如果没有指定 MAC 地址，则会自动分配一个。                                                                                                                                        |

### 9.19.3.3.3. 在 CLI 中将虚拟机附加到额外网络

通过添加桥接接口并在虚拟机配置中指定网络附加定义，将虚拟机附加到额外网络。

此流程使用 YAML 文件来演示编辑配置，并将更新的文件应用到集群。您还可以使用 `oc edit <object> <name>` 命令编辑现有虚拟机。

## 先决条件

- 在编辑配置前关闭虚拟机。如果编辑正在运行的虚拟机，您必须重启虚拟机才能使更改生效。

## 流程

- 创建或编辑您要连接到桥接网络的虚拟机的配置。
- 将网桥接口添加到 `spec.template.spec.domain.devices.interfaces` 列表中，把网络附加定义添加到 `spec.template.spec.networks` 列表中。这个示例添加了名为 `bridge-net` 的桥接接口，它连接到 `a-bridge-network` 网络附加定义：

```

apiVersion: kubevirt.io/v1
kind: VirtualMachine
metadata:
 name: <example-vm>
spec:
 template:
 spec:
 domain:
 devices:
 interfaces:
 - masquerade: {}
 name: <default>
 - bridge: {}
 name: <bridge-net> ①
 ...
 networks:
 - name: <default>
 pod: {}
 - name: <bridge-net> ②
 multus:
 networkName: <network-namespace>/<a-bridge-network> ③
 ...

```

- 网桥接口的名称。
- 网络的名称。这个值必须与对应的 `spec.template.spec.domain.devices.interfaces` 条目的 `name` 值匹配。
- 网络附加定义的名称，并以其存在的命名空间为前缀。命名空间必须是 `default` 命名空间或创建虚拟机的同一命名空间。本例中使用 `multus`。Multus 是一个云网络接口(CNI)插件，它支持多个 CNI 存在，以便 pod 或虚拟机可以使用它所需的接口。

- 应用配置：

```
$ oc apply -f <example-vm.yaml>
```

- 可选：如果编辑了正在运行的虚拟机，您必须重启它才能使更改生效。

### 9.19.4. 将虚拟机连接到 SR-IOV 网络

您可以通过执行以下步骤将虚拟机 (VM) 连接到单根 I/O 虚拟化 (SR-IOV) 网络：



1. 配置 SR-IOV 网络设备。
2. 配置 SR-IOV 网络。
3. 将虚拟机连接到 SR-IOV 网络。

#### 9.19.4.1. 先决条件

- 您必须在 [固件中为主机启用全局 SR-IOV 和 VT-d 设置](#)。
- [您必须已安装了 SR-IOV Network Operator](#)。

#### 9.19.4.2. 配置 SR-IOV 网络设备

SR-IOV Network Operator 把 **SriovNetworkNodePolicy.sriovnetwork.openshift.io** CRD 添加到 OpenShift Container Platform。您可以通过创建一个 SriovNetworkNodePolicy 自定义资源 (CR) 来配置 SR-IOV 网络设备。



#### 注意

在应用由 **SriovNetworkNodePolicy** 对象中指定的配置时，SR-IOV Operator 可能会排空节点，并在某些情况下会重启节点。

它可能需要几分钟时间来应用配置更改。

#### 先决条件

- 已安装 OpenShift CLI (**oc**) 。
- 您可以使用具有 **cluster-admin** 角色的用户访问集群。
- 已安装 SR-IOV Network Operator。
- 集群中有足够的可用节点，用于处理从排空节点中驱除的工作负载。
- 您还没有为 SR-IOV 网络设备配置选择任何 control plane 节点。

#### 流程

1. 创建一个 **SriovNetworkNodePolicy** 对象，然后在 `<name>-sriov-node-network.yaml` 文件中保存 YAML。使用配置的实际名称替换 `<name>`。

```
apiVersion: sriovnetwork.openshift.io/v1
kind: SriovNetworkNodePolicy
metadata:
 name: <name> ①
 namespace: openshift-sriov-network-operator ②
spec:
 resourceName: <sriov_resource_name> ③
 nodeSelector:
 feature.node.kubernetes.io/network-sriov.capable: "true" ④
 priority: <priority> ⑤
 mtu: <mtu> ⑥
 numVfs: <num> ⑦
```

```

nicSelector: 8
 vendor: "<vendor_code>" 9
 deviceID: "<device_id>" 10
 pfNames: ["<pf_name>", ...] 11
 rootDevices: ["<pci_bus_id>", "..."] 12
deviceType: vfio-pci 13
isRdma: false 14

```

- 1 为 CR 对象指定一个名称。
- 2 指定 SR-IOV Operator 安装到的命名空间。
- 3 指定 SR-IOV 设备插件的资源名称。您可以为一个资源名称创建多个 **SriovNetworkNodePolicy** 对象。
- 4 指定节点选择器来选择要配置哪些节点。只有所选节点上的 SR-IOV 网络设备才会被配置。SR-IOV Container Network Interface (CNI) 插件和设备插件仅在所选节点上部署。
- 5 可选：指定一个 0 到 99 之间的整数。较小的数值具有较高的优先权，优先级 10 高于优先级 99。默认值为 99。
- 6 可选：为虚拟功能 (VF) 的最大传输单位 (MTU) 指定一个值。最大 MTU 值可能因不同的 NIC 型号而有所不同。
- 7 为 SR-IOV 物理网络设备指定要创建的虚拟功能 (VF) 的数量。对于 Intel 网络接口控制器 (NIC)，VF 的数量不能超过该设备支持的 VF 总数。对于 Mellanox NIC，VF 的数量不能超过 128。
- 8 **nicSelector** 映射为 Operator 选择要配置的以太网设备。您不需要为所有参数指定值。建议您以足够的准确度来识别以太网适配器，以便尽量减小意外选择其他以太网设备的可能性。如果指定了 **rootDevices**，则必须同时为 **vendor**、**deviceID** 或 **pfNames** 指定一个值。如果同时指定了 **pfNames** 和 **rootDevices**，请确保它们指向同一个设备。
- 9 可选：指定 SR-IOV 网络设备的厂商十六进制代码。允许的值只能是 8086 或 15b3。
- 10 可选：指定 SR-IOV 网络设备的设备十六进制代码。允许的值只能是 158b、1015、1017。
- 11 可选：参数接受包括以太网设备的一个或多个物理功能 (PF) 的数组。
- 12 参数接受一个包括一个或多个 PCI 总线地址，用于以太网设备的物理功能的数组。使用以下格式提供地址：0000:02:00.1。
- 13 OpenShift Virtualization 中的虚拟功能需要 **vfio-pci** 驱动程序类型。
- 14 可选：指定是否启用远程直接访问 (RDMA) 模式。对于 Mellanox 卡，请将 **isRdma** 设置为 **false**。默认值为 **false**。



### 注意

如果将 **RDMA** 标记设定为 **true**，您可以继续使用启用了 RDMA 的 VF 作为普通网络设备。设备可在其中的一个模式中使用。

2. 可选：将 SR-IOV 功能的集群节点标记为 **SriovNetworkNodePolicy.Spec.NodeSelector**（如果它们还没有标记）。有关标记节点的更多信息，请参阅“了解如何更新节点上的标签”。

3. 创建 **SriovNetworkPolicy** 对象：

```
$ oc create -f <name>-sriov-node-network.yaml
```

其中 **<name>** 指定这个配置的名称。

在应用配置更新后，**sriov-network-operator** 命名空间中的所有 Pod 都会变为 **Running** 状态。

4. 要验证是否已配置了 SR-IOV 网络设备，请输入以下命令。将 **<node\_name>** 替换为带有您刚才配置的 SR-IOV 网络设备的节点名称。

```
$ oc get sriovnetworknodestates -n openshift-sriov-network-operator <node_name> -o
jsonpath='{.status.syncStatus}'
```

## 9.19.4.3. 配置 SR-IOV 额外网络

您可以通过创建一个 **SriovNetwork** 对象来配置使用 SR-IOV 硬件的额外网络。

创建 **SriovNetwork** 对象时，SR-IOV Network Operator 会自动创建一个 **NetworkAttachmentDefinition** 对象。

**注意**

如果一个 **SriovNetwork** 对象已被附加到状态为 **running** 的 Pod 或虚拟机上，则不能修改或删除它。

**先决条件**

- 安装 OpenShift CLI (**oc**)。
- 以具有 **cluster-admin** 特权的用户身份登录。

**流程**

1. 创建以下 **SriovNetwork** 对象，然后在 **<name>-sriov-network.yaml** 文件中保存 YAML。用这个额外网络的名称替换 **<name>**。

```
apiVersion: sriovnetwork.openshift.io/v1
kind: SriovNetwork
metadata:
 name: <name> 1
 namespace: openshift-sriov-network-operator 2
spec:
 resourceName: <sriov_resource_name> 3
 networkNamespace: <target_namespace> 4
 vlan: <vlan> 5
 spoofChk: "<spoof_check>" 6
 linkState: <link_state> 7
 maxTxRate: <max_tx_rate> 8
 minTxRate: <min_rx_rate> 9
 vlanQoS: <vlan_qos> 10
 trust: "<trust_vf>" 11
 capabilities: <capabilities> 12
```

- 1 将 `<name>` 替换为对象的名称。SR-IOV Network Operator 创建一个名称相同的 **NetworkAttachmentDefinition** 对象。
- 2 指定 SR-IOV Network Operator 安装到的命名空间。
- 3 将 `<sriov_resource_name>` 替换为来自为这个额外网络定义 SR-IOV 硬件的 **SriovNetworkNodePolicy** 对象的 `.spec.resourceName` 参数的值。
- 4 将 `<target_namespace>` 替换为 SriovNetwork 的目标命名空间。只有目标命名空间中的 pod 或虚拟机可以附加到 SriovNetwork。
- 5 可选：使用额外网络的虚拟 LAN (VLAN) ID 替换 `<vlan>`。它需要是一个从 0 到 4095 范围内的一个整数值。默认值为 0。
- 6 可选：将 `<spoof_check>` 替换为 VF 的 spoof 检查模式。允许的值是字符串 "on" 和 "off"。



### 重要

指定的值必须由引号包括，否则 SR-IOV Network Operator 将拒绝 CR。

- 7 可选：将 `<link_state>` 替换为 Virtual Function (VF) 的链接状态。允许的值是 **enable**、**disable** 和 **auto**。
- 8 可选：将 `<max_tx_rate>` 替换为 VF 的最大传输率（以 Mbps 为单位）。
- 9 可选：将 `<min_tx_rate>` 替换为 VF 的最小传输率（以 Mbps 为单位）。这个值应该总是小于或等于最大传输率。



### 注意

Intel NIC 不支持 **minTxRate** 参数。如需更多信息，请参阅 [BZ#1772847](#)。

- 10 可选：将 `<vlan_qos>` 替换为 VF 的 IEEE 802.1p 优先级级别。默认值为 0。
- 11 可选：将 `<trust_vf>` 替换为 VF 的信任模式。允许的值是字符串 "on" 和 "off"。



### 重要

指定的值必须由引号包括，否则 SR-IOV Network Operator 将拒绝 CR。

- 12 可选：将 `<capabilities>` 替换为为这个网络配置的功能。

2. 运行以下命令来创建对象。用这个额外网络的名称替换 `<name>`。

```
$ oc create -f <name>-sriov-network.yaml
```

- 3. 可选：要确认与您在上一步中创建的 **SriovNetwork** 对象关联的 **NetworkAttachmentDefinition** 对象是否存在，请输入以下命令。将 `<namespace>` 替换为您在 **SriovNetwork** 对象中指定的命名空间。

```
$ oc get net-attach-def -n <namespace>
```

### 9.19.4.4. 将虚拟机连接到 SR-IOV 网络

您可以通过在虚拟机配置中包含网络详情将虚拟机 (VM) 连接到 SR-IOV 网络。

#### 流程

1. 在虚拟机配置的 `spec.domain.devices.interfaces` 和 `spec.networks` 中包含 SR-IOV 网络详情：

```
kind: VirtualMachine
...
spec:
 domain:
 devices:
 interfaces:
 - name: <default> 1
 masquerade: {} 2
 - name: <nic1> 3
 sriov: {}
 networks:
 - name: <default> 4
 pod: {}
 - name: <nic1> 5
 multus:
 networkName: <sriov-network> 6
...

```

- 1 连接到 pod 网络的接口的唯一名称。
- 2 `masquerade` 绑定到默认 pod 网络。
- 3 SR-IOV 接口的唯一名称。
- 4 pod 网络接口的名称。这必须与之前定义的 `interfaces.name` 相同。
- 5 SR-IOV 接口的名称。这必须与之前定义的 `interfaces.name` 相同。
- 6 SR-IOV 网络附加定义的名称。

2. 应用虚拟机配置：

```
$ oc apply -f <vm-sriov.yaml> 1
```

- 1 虚拟机 YAML 文件的名称。

### 9.19.5. 将虚拟机连接到服务网格

OpenShift Virtualization 现在与 OpenShift Service Mesh 集成。您可以使用 IPv4 监控、视觉化和控制在默认 pod 网络上运行虚拟机工作负载的 pod 之间的流量。

#### 9.19.5.1. 先决条件

- 您必须已安装 [Service Mesh Operator](#) 并部署了服务网格 control plane。
- 您必须已将创建虚拟机的命名空间添加到 [服务网格 member roll](#) 中。
- 您必须将 **masquerade** 绑定方法用于默认 pod 网络。

### 9.19.5.2. 为服务网格配置虚拟机

要将虚拟机 (VM) 工作负载添加到服务网格中，请在虚拟机配置文件中启用自动 sidecar 注入，方法是将 `sidecar.istio.io/inject` 注解设置为 `true`。然后，将虚拟机公开为服务，以便在网格中查看应用程序。

#### 先决条件

- 为了避免端口冲突，请不要使用 Istio sidecar 代理使用的端口。它们包括 15000、15001、15006、15008、15020、15021 和 15090。

#### 流程

1. 编辑虚拟机配置文件以添加 `sidecar.istio.io/inject: "true"` 注解。

#### 配置文件示例

```

apiVersion: kubevirt.io/v1
kind: VirtualMachine
metadata:
 labels:
 kubevirt.io/vm: vm-istio
 name: vm-istio
spec:
 runStrategy: Always
 template:
 metadata:
 labels:
 kubevirt.io/vm: vm-istio
 app: vm-istio ①
 annotations:
 sidecar.istio.io/inject: "true" ②
 spec:
 domain:
 devices:
 interfaces:
 - name: default
 masquerade: {} ③
 disks:
 - disk:
 bus: virtio
 name: containerdisk
 - disk:
 bus: virtio
 name: cloudinitdisk
 resources:
 requests:
 memory: 1024M
 networks:
 - name: default

```

```

pod: {}
terminationGracePeriodSeconds: 180
volumes:
- containerDisk:
 image: registry:5000/kubevirt/fedora-cloud-container-disk-demo:devel
 name: containerdisk

```

- ❶ 键/值对（标签）必须与 service selector 属性匹配。
- ❷ 启用自动 sidecar 注入的注解。
- ❸ 用于默认 pod 网络的绑定方法（伪装模式）。

## 2. 应用 VM 配置：

```
$ oc apply -f <vm_name>.yaml ❶
```

- ❶ 虚拟机 YAML 文件的名称。

## 3. 创建一个 **Service** 对象，将虚拟机公开给服务网格。

```

apiVersion: v1
kind: Service
metadata:
 name: vm-istio
spec:
 selector:
 app: vm-istio ❶
 ports:
 - port: 8080
 name: http
 protocol: TCP

```

- ❶ 服务选择器，决定服务的目标 pod 集合。此属性对应于虚拟机配置文件中的 **spec.metadata.labels** 字段。在上例中，名为 **vm-istio** 的 **Service** 对象在任何带有标签 **app=vm-istio** 的 pod 上都以 TCP 端口 8080 为目标。

## 4. 创建服务：

```
$ oc create -f <service_name>.yaml ❶
```

- ❶ 服务 YAML 文件的名称。

### 9.19.6. 为虚拟机配置 IP 地址

您可以为虚拟机配置动态或静态置备的 IP 地址。

#### 先决条件

- 虚拟机必须连接到外部网络。

- 您必须在额外网络中有一个 DHCP 服务器，才能为虚拟机配置动态 IP。

### 9.19.6.1. 使用 cloud-init 为新虚拟机配置 IP 地址

在创建虚拟机时，您可以使用 cloud-init 来配置 IP 地址。IP 地址可以动态部署，也可以静态置备。

#### 流程

- 创建虚拟机配置并在虚拟机配置的 `spec.volumes.cloudInitNoCloud.networkData` 字段中包含 cloud-init 网络详情：
  - 要配置动态 IP，请指定接口名称和 `dhcp4` 布尔值：

```
kind: VirtualMachine
spec:
...
volumes:
- cloudInitNoCloud:
 networkData: |
 version: 2
 ethernets:
 eth1: 1
 dhcp4: true 2
```

- 1 接口名称。
- 2 使用 DHCP 来置备 IPv4 地址。

- 要配置静态 IP，请指定接口名称和 IP 地址：

```
kind: VirtualMachine
spec:
...
volumes:
- cloudInitNoCloud:
 networkData: |
 version: 2
 ethernets:
 eth1: 1
 addresses:
 - 10.10.10.14/24 2
```

- 1 接口名称。
- 2 虚拟机的静态 IP 地址。

### 9.19.7. 在虚拟机上查看 NIC 的 IP 地址

您可以使用 Web 控制台或 `oc` 客户端查看网络接口控制器 (NIC) 的 IP 地址。[QEMU 客户机代理](#) 显示有关虚拟机辅助网络的附加信息。

#### 9.19.7.1. 先决条件



- 在虚拟机上安装 QEMU 客户机代理。

### 9.19.7.2. 在 CLI 中查看虚拟机接口的 IP 地址

`oc describe vmi <vmi_name>` 命令中包含网络接口配置。

您还可通过在虚拟机上运行 `ip addr` 或通过运行 `oc get vmi <vmi_name> -o yaml` 来查看 IP 地址信息。

#### 流程

- 使用 `oc describe` 命令来显示虚拟机接口配置：

```
$ oc describe vmi <vmi_name>
```

#### 输出示例

```
...
Interfaces:
 Interface Name: eth0
 Ip Address: 10.244.0.37/24
 Ip Addresses:
 10.244.0.37/24
 fe80::858:aff:fef4:25/64
 Mac: 0a:58:0a:f4:00:25
 Name: default
 Interface Name: v2
 Ip Address: 1.1.1.7/24
 Ip Addresses:
 1.1.1.7/24
 fe80::f4d9:70ff:fe13:9089/64
 Mac: f6:d9:70:13:90:89
 Interface Name: v1
 Ip Address: 1.1.1.1/24
 Ip Addresses:
 1.1.1.1/24
 1.1.1.2/24
 1.1.1.4/24
 2001:de7:0:f101::1/64
 2001:db8:0:f101::1/64
 fe80::1420:84ff:fe10:17aa/64
 Mac: 16:20:84:10:17:aa
```

### 9.19.7.3. 在 web 控制台中查看虚拟机接口的 IP 地址

IP 信息显示在虚拟机的 `VirtualMachine Details` 页面中。

#### 流程

1. 在 OpenShift Container Platform 控制台中，从侧边菜单中点 `Virtualization` → `VirtualMachines`。
2. 选择虚拟机名称以打开 `VirtualMachine` 详情页。

每个附加 NIC 的信息会显示在 `Details` 标签页中的 `IP Address` 下。

### 9.19.8. 为虚拟机使用 MAC 地址池

*KubeMacPool* 组件为命名空间中的虚拟机 NIC 提供 MAC 地址池服务。

#### 9.19.8.1. 关于 KubeMacPool

*KubeMacPool* 为每个命名空间提供一个 MAC 地址池，并从池中为虚拟机 NIC 分配 MAC 地址。这样可确保为 NIC 分配一个唯一的 MAC 地址，该地址与另一个虚拟机的 MAC 地址不会有冲突。

从该虚拟机创建的虚拟机实例会在重启后保留分配的 MAC 地址。



#### 注意

*KubeMacPool* 不处理独立于虚拟机创建的虚拟机实例。

安装 OpenShift Virtualization 时，*KubeMacPool* 会被默认启用。您可以通过将 **mutatevirtualmachines.kubemacpool.io=ignore** 标签添加到命名空间来在命名空间中禁用一个 MAC 地址池。通过删除标签为命名空间重新启用 *KubeMacPool*。

#### 9.19.8.2. 在 CLI 中为命名空间禁用 MAC 地址池

通过将 **mutatevirtualmachines.kubemacpool.io=ignore** 标签添加到命名空间来禁用命名空间中虚拟机的 MAC 地址池。

#### 流程

- 将 **mutatevirtualmachines.kubemacpool.io=ignore** 标签添加到命名空间。以下示例为 `<namespace1>` 和 `<namespace2>` 这两个命名空间禁用 *KubeMacPool*：

```
$ oc label namespace <namespace1> <namespace2>
mutatevirtualmachines.kubemacpool.io=ignore
```

#### 9.19.8.3. 在 CLI 中为命名空间重新启用 MAC 地址池

如果您为命名空间禁用 *KubeMacPool* 并希望重新启用它，请从命名空间中删除 **mutatevirtualmachines.kubemacpool.io=ignore** 标签。



#### 注意

早期版本的 OpenShift Virtualization 使用标签 **mutatevirtualmachines.kubemacpool.io=allocate** 为命名空间启用 *KubeMacPool*。这仍然被支持，但是冗余的，因为 *KubeMacPool* 现在被默认启用。

#### 流程

- 从命名空间中删除 *KubeMacPool* 标签。以下示例为 `<namespace1>` 和 `<namespace2>` 这两个命名空间重新启用 *KubeMacPool*：

```
$ oc label namespace <namespace1> <namespace2>
mutatevirtualmachines.kubemacpool.io-
```

## 9.20. 虚拟机磁盘

## 9.20.1. 存储特性

使用下表来决定 OpenShift Virtualization 中的本地和共享持久性存储的功能可用性。

### 9.20.1.1. OpenShift Virtualization 存储功能列表

表 9.6. OpenShift Virtualization 存储功能列表

|                                        | 虚拟机实时迁移 | 主机辅助虚拟机磁盘克隆 | 存储辅助虚拟机磁盘克隆 | 虚拟机快照 |
|----------------------------------------|---------|-------------|-------------|-------|
| OpenShift Data Foundation : RBD 块模式卷   | 是       | 是           | 是           | 是     |
| OpenShift Virtualization hostpath 置备程序 | 不是      | 是           | 否           | 否     |
| 其他多节点可写入存储                             | 是 [1]   | 是           | 是 [2]       | 是 [2] |
| 其他单节点可写入存储                             | 否       | 是           | 是 [2]       | 是 [2] |

1. PVC 必须请求 ReadWriteMany 访问模式。
2. 存储供应商必须支持 Kubernetes 和 CSI 快照 API



#### 注意

您无法实时迁移使用以下配置的虚拟机：

- 具有 ReadWriteOnce (RWO) 访问模式的存储类
- 透传功能，比如 GPU

对于这些虚拟机，不要将 **evictionStrategy** 字段设置为 **LiveMigrate**。

## 9.20.2. 为虚拟机配置本地存储

您可以使用 hostpath 置备程序(HPP)为虚拟机配置本地存储。

安装 OpenShift Virtualization Operator 时，会自动安装 Hostpath Provisioner(HPP)Operator。HPP 是一个本地存储置备程序，用于由 Hostpath Provisioner Operator 创建的 OpenShift Virtualization。要使用 HPP，您必须创建一个 HPP 自定义资源(CR)。

### 9.20.2.1. 使用基本存储池创建 hostpath 置备程序

您可以使用 **storagePools** 小节创建 HPP 自定义资源(CR)，以使用基本存储池配置 hostpath 置备程序(HPP)。存储池指定 CSI 驱动程序使用的名称和路径。

#### 先决条件

- 在 **spec.storagePools.path** 中指定的目录必须具有读/写访问权限。

- 存储池不能与操作系统位于同一个分区。否则，操作系统分区可能会被填充到容量中，这会影  
性能或导致节点不稳定或不可用。

## 流程

1. 使用 **storagePools** 小节创建一个 **hpp\_cr.yaml** 文件，如下例所示：

```
apiVersion: hostpathprovisioner.kubevirt.io/v1beta1
kind: HostPathProvisioner
metadata:
 name: hostpath-provisioner
spec:
 imagePullPolicy: IfNotPresent
 storagePools: 1
 - name: any_name
 path: "/var/myvolumes" 2
workload:
 nodeSelector:
 kubernetes.io/os: linux
```

- 1** **storagePools** 小节是一个数组，您可以添加多个条目。
- 2** 指定此节点路径下的存储池目录。

2. 保存文件并退出。
3. 运行以下命令来创建 HPP：

```
$ oc create -f hpp_cr.yaml
```

### 9.20.2.1.1. 关于创建存储类

当您创建存储类时，您将设置参数，它们会影响属于该存储类的持久性卷(PV)的动态置备。您不能在创建 **StorageClass** 对象后更新其参数。

要使用 **hostpath** 置备程序(HPP)，您必须使用 **storagePools** 小节为 CSI 驱动程序创建关联的存储类。



#### 注意

虚拟机使用基于本地 PV 的数据卷。本地 PV 与特定节点绑定。虽然磁盘镜像准备供虚拟机消耗，但可能不会将虚拟机调度到之前固定本地存储 PV 的节点。

要解决这个问题，使用 Kubernetes pod 调度程序将持久性卷声明(PVC)绑定到正确的节点上的 PV。通过使用 **volumeBindingMode** 参数设置为 **WaitForFirstConsumer** 的 **StorageClass** 值，PV 的绑定和置备会延迟到 pod 使用 PVC。

### 9.20.2.1.2. 使用 storagePools 小节为 CSI 驱动程序创建存储类

您可以为 **hostpath** 置备程序(HPP)CSI 驱动程序创建存储类自定义资源(CR)。

## 流程

1. 创建 **storageclass\_csi.yaml** 文件来定义存储类：

-

```

apiVersion: storage.k8s.io/v1
kind: StorageClass
metadata:
 name: hostpath-csi
provisioner: kubevirt.io.hostpath-provisioner
reclaimPolicy: Delete ❶
volumeBindingMode: WaitForFirstConsumer ❷
parameters:
 storagePool: my-storage-pool ❸

```

- ❶ 两个可能的 **reclaimPolicy** 值为 **Delete** 和 **Retain**。如果没有指定值，则默认值为 **Delete**。
- ❷ **volumeBindingMode** 参数决定何时发生动态置备和卷绑定。指定 **WaitForFirstConsumer**，将持久性卷(PV)的绑定和置备延迟到创建使用持久性卷声明(PVC)的 pod 后。这样可确保 PV 满足 pod 的调度要求。
- ❸ 指定 HPP CR 中定义的存储池名称。
  1. 保存文件并退出。
  2. 运行以下命令来创建 **StorageClass** 对象：

```
$ oc create -f storageclass_csi.yaml
```

### 9.20.2.2. 关于使用 PVC 模板创建的存储池

如果您有单个大持久性卷(PV)，可以通过在 **hostpath** 置备程序(HPP)自定义资源(CR)中定义 PVC 模板来创建存储池。

使用 PVC 模板创建的存储池可以包含多个 HPP 卷。将 PV 拆分为较小的卷，可为数据分配提供更大的灵活性。

PVC 模板基于 **PersistentVolumeClaim** 对象的 **spec** 小节：

#### **PersistentVolumeClaim** 对象示例

```

apiVersion: v1
kind: PersistentVolumeClaim
metadata:
 name: iso-pvc
spec:
 volumeMode: Block ❶
 storageClassName: my-storage-class
 accessModes:
 - ReadWriteOnce
 resources:
 requests:
 storage: 5Gi

```

- ❶ 这个值只适用于块卷模式 PV。

您可以使用 HPP CR 中的 **pvcTemplate** 规格来定义存储池。Operator 从包含 **HPP** CSI 驱动程序程序的每个节点中创建一个 PVC。从 PVC 模板创建的 PVC 使用单个大 PV，允许 HPP 创建较小的动态卷。

您可以将基本存储池与从 PVC 模板中创建的存储池合并。

### 9.20.2.2.1. 使用 PVC 模板创建存储池

您可以通过在 HPP 自定义资源(CR)中指定 PVC 模板，为多个 hostpath 置备程序(HPP)卷创建存储池。

#### 先决条件

- 在 **spec.storagePools.path** 中指定的目录必须具有读/写访问权限。
- 存储池不能与操作系统位于同一个分区。否则，操作系统分区可能会被填充到容量中，这会影响到性能或导致节点不稳定或不可用。

#### 流程

1. 为 HPP CR 创建 **hpp\_pvc\_template\_pool.yaml** 文件，该文件指定 **storagePools** 小节中的持久性卷(PVC)模板，如下例所示：

```
apiVersion: hostpathprovisioner.kubevirt.io/v1beta1
kind: HostPathProvisioner
metadata:
 name: hostpath-provisioner
spec:
 imagePullPolicy: IfNotPresent
 storagePools: ❶
 - name: my-storage-pool
 path: "/var/myvolumes" ❷
 pvcTemplate:
 volumeMode: Block ❸
 storageClassName: my-storage-class ❹
 accessModes:
 - ReadWriteOnce
 resources:
 requests:
 storage: 5Gi ❺
 workload:
 nodeSelector:
 kubernetes.io/os: linux
```

- ❶ **storagePools** 小节是一个可包含基本和 PVC 模板存储池的数组。
- ❷ 指定此节点路径下的存储池目录。
- ❸ 可选：**volumeMode** 参数可以是 **Block** 或 **Filesystem**，只要它与置备的卷格式匹配。如果没有指定值，则默认为 **Filesystem**。如果 **volumeMode** 是 **Block**，挂载 pod 会在挂载前在块卷中创建一个 XFS 文件系统。
- ❹ 如果省略 **storageClassName** 参数，则使用默认存储类来创建 PVC。如果省略 **storageClassName**，请确保 HPP 存储类不是默认存储类。
- ❺ 您可以指定静态或动态置备的存储。在这两种情况下，确保请求的存储大小适合您要虚拟分割的卷，或者 PVC 无法绑定到大型 PV。如果您使用的存储类使用动态置备的存储，请选择与典型请求大小匹配的分配大小。

2. 保存文件并退出。
3. 运行以下命令，使用存储池创建 HPP：

```
$ oc create -f hpp_pvc_template_pool.yaml
```

## 其他资源

- [自定义存储配置集](#)

### 9.20.3. 创建数据卷

当您创建数据卷时，Containerized Data Importer(CDI)会创建一个持久性卷声明(PVC)，并使用您的数据填充 PVC。您可以将数据卷创建为独立资源，也可以使用虚拟机规格中的 **dataVolumeTemplate** 资源。您可以使用 PVC API 或存储 API 创建数据卷。



#### 重要

在 OpenShift Container Platform Container Storage 中使用 OpenShift Virtualization 时，指定创建虚拟机磁盘时 RBD 块模式持久性卷声明(PVC)。使用虚拟机磁盘时，RBD 块模式卷更高效，并且比 Ceph FS 或 RBD 文件系统模式 PVC 提供更好的性能。

要指定 RBD 块模式 PVC，请使用 'ocs-storagecluster-ceph-rbd' 存储类和 **VolumeMode: Block**。

#### 提示

在可能的情况下，使用存储 API 来优化空间分配并最大限度地提高性能。

*存储配置集*是 CDI 管理的自定义资源。它根据关联的存储类提供推荐的存储设置。为每个存储类分配一个存储配置文件。

存储配置集可让您快速创建数据卷，同时减少编码并最大程度减少潜在的错误。

对于可识别的存储类型，CDI 提供优化 PVC 创建的值。但是，如果您自定义存储配置集，您可以为存储类配置自动设置。

#### 9.20.3.1. 使用存储 API 创建数据卷

当您使用存储 API 创建数据卷时，Containerized Data Interface (CDI) 会根据所选存储类支持的存储类型优化持久性卷声明 (PVC) 分配。您只需要指定数据卷名称、命名空间和要分配的存储量。

例如：

- 使用 Ceph RBD 时，**accessModes** 会自动设置为 **ReadWriteMany**，这将启用实时迁移。**volumeMode** 设置为 **Block** 以最大化性能。
- 当使用 **volumeMode: Filesystem** 时，如果需要满足文件系统开销,CDI 将自动请求更多空间。

在以下 YAML 中，使用存储 API 请求具有 2G 可用空间的数据卷。用户不需要知道 **volumeMode** 就可正确估算所需的持久性卷声明 (PVC) 大小。CDI 自动选择 **accessModes** 和 **volumeMode** 属性的最佳组合。这些最佳值基于存储类型或您在存储配置文件中定义的默认值。如果要提供自定义值，它们会覆盖系

统计算的值。

## DataVolume 定义示例

```

apiVersion: cdi.kubevirt.io/v1beta1
kind: DataVolume
metadata:
 name: <datavolume> ❶
spec:
 source:
 pvc: ❷
 namespace: "<source_namespace>" ❸
 name: "<my_vm_disk>" ❹
 storage: ❺
 resources:
 requests:
 storage: 2Gi ❻
 storageClassName: <storage_class> ❼

```

- ❶ 新数据卷的名称。
- ❷ 指明导入的来源是一个现有的持久性卷声明（PVC）。
- ❸ 源 PVC 所在的命名空间。
- ❹ 源 PVC 的名称。
- ❺ 表示使用存储 API 的分配。
- ❻ 指定您为 PVC 请求的可用空间量。
- ❼ 可选：存储类的名称。如果没有指定存储类，则会使用系统默认存储类。

### 9.20.3.2. 使用 PVC API 创建数据卷

当使用 PVC API 创建数据卷时，Containerized Data Interface（CDI）会根据您为以下字段指定的内容创建数据卷：

- **accessModes**（**ReadWriteOnce**、**ReadWriteMany** 或 **ReadOnlyMany**）
- **volumeMode**（**Filesystem** 或 **Block**）
- **capacity of storage**（例如，**5Gi**）

在以下 YAML 中，使用 PVC API 分配存储容量为 2GB 的数据卷。您可以指定 **ReadWriteMany** 访问模式来启用实时迁移。因为您知道系统可以支持的值，所以可以指定 **Block** 存储而不是默认的 **Filesystem**。

## DataVolume 定义示例

```

apiVersion: cdi.kubevirt.io/v1beta1
kind: DataVolume
metadata:
 name: <datavolume> ❶
spec:

```



```

source:
 pvc: ❷
 namespace: "<source_namespace>" ❸
 name: "<my_vm_disk>" ❹
 pvc: ❺
 accessModes: ❻
 - ReadWriteMany
 resources:
 requests:
 storage: 2Gi ❼
 volumeMode: Block ❽
 storageClassName: <storage_class> ❾

```

- ❶ 新数据卷的名称。
- ❷ 在 **source** 部分中，**pvc** 表示导入的来源是一个现有的持久性卷声明（PVC）。
- ❸ 源 PVC 所在的命名空间。
- ❹ 源 PVC 的名称。
- ❺ 表示使用 PVC API 的分配。
- ❻ 使用 PVC API 时需要 **accessModes**。
- ❼ 指定为数据卷请求的空间量。
- ❽ 指定目标为一个块 PVC。
- ❾ 另外，还可指定存储类。如果没有指定存储类，则会使用系统默认存储类。

### 重要

当您使用 PVC API 明确分配数据卷且没有使用 **volumeMode: Block** 时，请考虑文件系统开销。

文件系统开销是文件系统维护其元数据所需的空间量。文件系统元数据所需的空间量取决于文件系统。无法考虑存储容量请求中的文件系统开销会导致底层持久性卷声明（PVC）不足以容纳您的虚拟机磁盘。

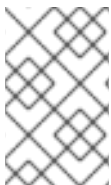
如果您使用存储 API，CDI 将包含在文件系统开销中，并请求更大的持久性卷声明（PVC）以确保您的分配请求成功。

### 9.20.3.3. 自定义存储配置集

您可以通过编辑置备程序存储类的 **StorageProfile** 对象来指定默认参数。这些默认参数只有在 **DataVolume** 对象中没有配置持久性卷声明（PVC）时才适用。

#### 先决条件

- 确保存储类及其供应商支持您计划的配置。在存储配置集中指定不兼容的配置会导致卷置备失败。



## 注意

存储配置文件中的空 **status** 部分表示存储置备程序不被 Containerized Data Interface (CDI) 识别。如果您有一个存储置备程序无法被 CDI 识别，则需要自定义存储配置集。在这种情况下，管理员在存储配置集中设置适当的值以确保分配成功。



## 警告

如果您创建数据卷并省略 YAML 属性，且存储配置集中没有定义这些属性，则不会分配请求的存储，也不会创建底层持久性卷声明 (PVC)。

## 流程

1. 编辑存储配置文件。在本例中，CDI 不支持置备程序：

```
$ oc edit -n openshift-cnv storageprofile <storage_class>
```

### 存储配置集示例

```
apiVersion: cdi.kubevirt.io/v1beta1
kind: StorageProfile
metadata:
 name: <unknown_provisioner_class>
...
spec: {}
status:
 provisioner: <unknown_provisioner>
 storageClass: <unknown_provisioner_class>
```

2. 在存储配置集中提供所需的属性值：

### 存储配置集示例

```
apiVersion: cdi.kubevirt.io/v1beta1
kind: StorageProfile
metadata:
 name: <unknown_provisioner_class>
...
spec:
 claimPropertySets:
 - accessModes:
 - ReadWriteOnce 1
 volumeMode:
 Filesystem 2
status:
 provisioner: <unknown_provisioner>
 storageClass: <unknown_provisioner_class>
```

**1** 您选择的 **accessModes**。

## 2 您选择的 `volumeMode`。

保存更改后，所选值将显示在存储配置集的 `status` 项中。

### 9.20.3.3.1. 使用存储配置集设置默认克隆策略

您可以使用存储配置集为存储类设置默认克隆方法，从而创建 *克隆策略*。例如，如果您的存储供应商只支持某些克隆方法，设置克隆策略会很有用。它还允许您选择一个限制资源使用或最大化性能的方法。

可以通过将存储配置集中的 `cloneStrategy` 属性设置为以下值之一来指定克隆策略：

- **snapshot** - 在配置快照时默认使用此方法。此克隆策略使用临时卷快照来克隆卷。存储置备程序必须支持 CSI 快照。
- **copy** - 此方法使用源 pod 和目标 pod 将数据从源卷复制到目标卷。主机辅助克隆是最有效的克隆方法。
- **csi-clone** - 此方法使用 CSI 克隆 API 高效地克隆现有卷，而无需使用临时卷快照。与 **snapshot** 或 **copy** 不同（它们在没有定义存储配置集时被默认使用），只有在 **StorageProfile** 对象中为置备程序存储类指定它时，才会使用 CSI 卷克隆。



#### 注意

您还可以在不修改 YAML `spec` 部分中的默认 `claimPropertySets` 的情况下使用 CLI 设置克隆策略。

### 存储配置集示例

```
apiVersion: cdi.kubevirt.io/v1beta1
kind: StorageProfile
metadata:
 name: <provisioner_class>
...
spec:
 claimPropertySets:
 - accessModes:
 - ReadWriteOnce 1
 volumeMode:
 Filesystem 2
 cloneStrategy:
 csi-clone 3
status:
 provisioner: <provisioner>
 storageClass: <provisioner_class>
```

1 您选择的 `accessModes`。

2 您选择的 `volumeMode`。

3 选择的默认克隆方法。在本例中，指定了 CSI 卷克隆。

### 9.20.3.4. 其他资源

- [关于创建存储类](#)
- [覆盖默认文件系统开销值](#)
- [使用 smart-cloning（智能克隆）克隆数据卷](#)

#### 9.20.4. 为文件系统开销保留 PVC 空间

默认情况下，OpenShift Virtualization 在使用 **Filesystem** 卷模式的持久性卷声明 (PVC) 中为文件系统开销数据保留空间。您可以设置在全局范围内保留空间的百分比，以及为特定存储类保留空间。

##### 9.20.4.1. 文件系统的开销对虚拟机磁盘空间的影响

当您向使用 **Filesystem** 卷模式的持久性卷声明 (PVC) 添加虚拟机磁盘时，必须确保 PVC 中有足够的空间用于：

- 虚拟机磁盘。
- 为文件系统开销保留的空间，如元数据

默认情况下，OpenShift Virtualization 为开销保留 5.5% 的 PVC 空间，从而减少了虚拟机磁盘的可用空间。

您可以通过编辑 **HCO** 对象来配置不同的开销值。您可以在全局范围内更改值，也可以为特定存储类指定值。

##### 9.20.4.2. 覆盖默认文件系统开销值

通过编辑 **HCO** 对象的 **spec.filesystemOverhead** 属性来更改 OpenShift Virtualization 为文件系统开销保留的持久性卷声明 (PVC) 空间量。

#### 先决条件

- 安装 OpenShift CLI (**oc**)。

#### 流程

1. 运行以下命令，打开 **HCO** 对象进行编辑：

```
$ oc edit hco -n openshift-cnv kubevirt-hyperconverged
```

2. 编辑 **spec.filesystemOverhead** 字段，使用您选择的值填充它们：

```
...
spec:
 filesystemOverhead:
 global: "<new_global_value>" 1
 storageClass:
 <storage_class_name>: "<new_value_for_this_storage_class>" 2
```

1 任何还没有设置值的存储类使用的默认文件系统开销百分比。例如，**global: "0.07"** 为文件系统开销保留 PVC 的 7%。

2 指定存储类的文件系统开销百分比。例如，**mystorageclass: "0.04"** 将 **mystorageclass** 存储类中 PVC 的默认开销值改为 4%。

- 保存并退出编辑器以更新 **HCO** 对象。

## 验证

- 运行以下命令之一查看 **CDIConfig** 状态并验证您的更改：  
通常验证 **CDIConfig** 的更改：

```
$ oc get cdiconfig -o yaml
```

查看您对 **CDIConfig** 的具体更改：

```
$ oc get cdiconfig -o jsonpath='{.items..status.filesystemOverhead}'
```

### 9.20.5. 配置 CDI 以使用具有计算资源配额的命名空间

您可以使用 Containerized Data Importer (CDI) 将虚拟机磁盘导入、上传并克隆到命名空间中，这可能受 CPU 和内存资源限制。

#### 9.20.5.1. 关于命名空间中的 CPU 和内存配额

*资源配额* 由 **ResourceQuota** 对象定义，对一个命名空间实施限制，该命名空间限制可被该命名空间中资源消耗的计算资源总量。

**HyperConverged** 自定义资源 (CR) 定义了 Containerized Data Importer (CDI) 的用户配置。CPU 和内存请求和限制值设置为默认值 **0**。这样可确保由 CDI 创建的无需计算资源要求的 Pod 具有默认值，并允许在使用配额限制的命名空间中运行。

#### 9.20.5.2. 覆盖 CPU 和内存默认值

通过将 **spec.resourceRequirements.storageWorkloads** 小节添加到 **HyperConverged** 自定义资源 (CR)，为您的用例修改 CPU 和内存请求和限值的默认设置。

## 先决条件

- 安装 OpenShift CLI (**oc**)。

## 流程

- 运行以下命令来编辑 **HyperConverged** CR：

```
$ oc edit hco -n openshift-cnv kubevirt-hyperconverged
```

- 将 **spec.resourceRequirements.storageWorkloads** 小节添加到 CR，根据您的用例设置值。例如：

```
apiVersion: hco.kubevirt.io/v1beta1
kind: HyperConverged
metadata:
 name: kubevirt-hyperconverged
spec:
 resourceRequirements:
```

```

storageWorkloads:
 limits:
 cpu: "500m"
 memory: "2Gi"
 requests:
 cpu: "250m"
 memory: "1Gi"

```

- 保存并退出编辑器以更新 **HyperConverged** CR。

### 9.20.5.3. 其他资源

- 项目的资源配额

### 9.20.6. 管理数据卷注解

数据卷（DV）注解允许您管理 pod 行为。您可以将一个或多个注解添加到数据卷，然后将其传播到创建的导入程序 pod。

#### 9.20.6.1. 示例：数据卷注解

本例演示了如何配置数据卷（DV）注解来控制 importer pod 使用的网络。**v1.multus-cni.io/default-network: bridge-network** 注解会导致 pod 使用名为 **bridge-network** 的 multus 网络作为其默认网络。如果您希望 importer pod 使用集群中的默认网络和从属 multus 网络，请使用 **k8s.v1.cni.cncf.io/networks: <network\_name>** 注解。

#### Multus 网络注解示例

```

apiVersion: cdi.kubevirt.io/v1beta1
kind: DataVolume
metadata:
 name: dv-ann
 annotations:
 v1.multus-cni.io/default-network: bridge-network 1
spec:
 source:
 http:
 url: "example.exampleurl.com"
 pvc:
 accessModes:
 - ReadWriteOnce
 resources:
 requests:
 storage: 1Gi

```

- Multus 网络注解

### 9.20.7. 对数据卷使用预分配

Containerized Data Importer 可以预先分配磁盘空间，以便在创建数据卷时提高写入性能。

您可以为特定数据卷启用预分配。

### 9.20.7.1. 关于预分配

Containerized Data Importer (CDI) 可以使用 QEMU 预先分配数据卷模式来提高写入性能。您可以使用预分配模式导入和上传操作，并在创建空白数据卷时使用。

如果启用了预分配，CDI 根据底层文件系统和设备类型使用更好的预分配方法：

#### fallocate

如果文件系统支持它，CDI 通过使用 **posix\_fallocate** 功能（它分配块并将其标记为未初始化），来使用操作系统本身的（**fallocate** 调用来预分配空间。

#### full

如果无法使用 **fallocate** 模式，则会使用 **full** 模式通过将数据写入底层存储来为镜像分配空间。根据存储位置，所有空分配的空间都可能会为零。

### 9.20.7.2. 为数据卷启用预分配

您可以通过在数据卷清单中包含 **spec.preallocation** 字段来为特定数据卷启用预分配。您可以在 web 控制台中或使用 OpenShift CLI (**oc**) 启用预分配模式。

所有 CDI 源类型都支持 Preallocation 模式。

#### 流程

- 指定数据卷清单中的 **spec.preallocation** 字段：

```
apiVersion: cdi.kubevirt.io/v1beta1
kind: DataVolume
metadata:
 name: preallocated-datavolume
spec:
 source: ❶
 ...
pvc:
 ...
preallocation: true ❷
```

❶ 所有 CDI 源类型支持预分配，但在克隆操作中会忽略预分配。

❷ **preallocation** 字段是一个布尔值，默认值为 false。

## 9.20.8. 使用 Web 控制台上传本地磁盘镜像

您可以使用 web 控制台上传本地存储的磁盘镜像文件。

### 9.20.8.1. 先决条件

- 您必须有 IMG、ISO 或 QCOW2 格式的虚拟机镜像文件。
- 如果您根据 [CDI 支持的操作列表要求](#) 涂销空间，您必须首先定义一个 [StorageClass](#) 或准备 CDI [涂销空间](#) 才能成功完成此操作。

### 9.20.8.2. CDI 支持的操作列表

此列表针对端点显示内容类型支持的 CDI 操作，以及哪些操作需要涂销空间（scratch space）。

| 内容类型             | HTTP                                                                                    | HTTPS                                                                                     | HTTP 基本身份验证                                                                             | Registry                                                                                                                             | 上传                                                                                       |
|------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|
| KubeVirt (QCOW2) | <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ QCOW2</li> <li>✓ GZ*</li> <li>✓ XZ*</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ QCOW2**</li> <li>✓ GZ*</li> <li>✓ XZ*</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ QCOW2</li> <li>✓ GZ*</li> <li>✓ XZ*</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ QCOW2*</li> <li><input type="checkbox"/> GZ</li> <li><input type="checkbox"/> XZ</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ QCOW2*</li> <li>✓ GZ*</li> <li>✓ XZ*</li> </ul> |
| KubeVirt (RAW)   | <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ RAW</li> <li>✓ GZ</li> <li>✓ XZ</li> </ul>     | <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ RAW</li> <li>✓ GZ</li> <li>✓ XZ</li> </ul>       | <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ RAW</li> <li>✓ GZ</li> <li>✓ XZ</li> </ul>     | <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ RAW*</li> <li><input type="checkbox"/> GZ</li> <li><input type="checkbox"/> XZ</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ RAW*</li> <li>✓ GZ*</li> <li>✓ XZ*</li> </ul>   |

✓ 支持的操作

不支持的操作

\* 需要涂销空间

\*\* 如果需要自定义证书颁发机构，则需要涂销空间

### 9.20.8.3. 使用 Web 控制台上传镜像文件

使用 Web 控制台将镜像文件上传到新持久性卷声明（PVC）。之后，您可以使用此 PVC 将镜像附加到新虚拟机。

#### 先决条件

- 您必须有以下之一：
  - 原始虚拟机镜像文件，可以是 ISO 或 IMG 格式。
  - 虚拟机镜像文件（QCOW2 格式）。
- 要获得最佳结果，先根据以下方法压缩您的镜像文件：
  - 使用 **xz** 或 **gzip** 压缩原始映像文件。



#### 注意

使用压缩的原始镜像文件的上传效果最佳。

- 使用为您的客户端推荐的方法压缩 QCOW2 镜像文件：
  - 如果使用 Linux 客户端，使用 [virt-sparsify](#) 工具对 QCOW2 文件进行 *sparsify*。
  - 如果您使用 Windows 客户端。使用 **xz** 或者 **gzip** 压缩 QCOW2 文件。

#### 流程

1. 在 web 控制台的侧边菜单中点击 **Storage → Persistent Volume Claims**。
2. 点 **Create Persistent Volume Claim** 下拉列表展开它。



3. 点 **With Data Upload Form** 打开 **Upload Data to Persistent Volume Claim** 页面。
4. 点 **Browse** 打开文件管理器并选择要上传的镜像，或者将文件拖到 **Drag a file here or browse to upload** 项中。
5. 可选：将此镜像设置为特定操作系统的默认镜像。
  - a. 选择 **Attach this data to a virtual machine operating system** 复选框。
  - b. 从列表中选择一个操作系统。
6. **Persistent Volume Claim Name** 字段自动填充唯一名称，且无法编辑。记录分配给 PVC 的名称，以便以后根据需要指定它。
7. 从 **Storage Class** 列表中选择存储类。
8. 在 **Size** 字段中输入 PVC 的大小值。从下拉列表中选择对应的度量单位。



#### 警告

PVC 大小必须大于未压缩的虚拟磁盘的大小。

9. 选择与您选择的存储类匹配的 **Access Mode**。
10. 点 **Upload**。

#### 9.20.8.4. 其他资源

- [配置预分配模式](#)以提高数据卷操作的写入性能。

#### 9.20.9. 使用 virtctl 工具上传本地磁盘镜像

您可使用 **virtctl** 命令行实用程序将本地存储的磁盘镜像上传到新的或已有的数据卷中。

##### 9.20.9.1. 先决条件

- [启用 kubevirt-virtctl](#) 软件包。
- 如果您根据 [CDI 支持的操作列表要求](#) 涂销空间，您必须首先定义一个 [StorageClass](#) 或准备 [CDI 涂销空间](#) 才能成功完成此操作。

##### 9.20.9.2. 关于数据卷

**DataVolume** 对象是 Containerized Data Importer (CDI) 项目提供的自定义资源。DataVolume 编配与底层持久性卷声明 (PVC) 关联的导入、克隆和上传操作。数据卷与 OpenShift Virtualization 集成，它们可在 PVC 准备好前阻止虚拟机启动。

##### 9.20.9.3. 创建上传数据卷

您可以使用 **upload** 数据源手动创建数据源，用于上传本地磁盘镜像。

## 流程

1. 创建指定 **spec: source: upload{}** 的数据卷配置：

```

apiVersion: cdi.kubevirt.io/v1beta1
kind: DataVolume
metadata:
 name: <upload-datavolume> ❶
spec:
 source:
 upload: {}
 pvc:
 accessModes:
 - ReadWriteOnce
 resources:
 requests:
 storage: <2Gi> ❷

```

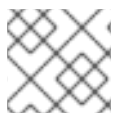
- ❶ 数据卷的名称。
- ❷ 数据卷的大小。请确定这个值大于或等于您要上传的磁盘的大小。

2. 运行以下命令来创建数据卷：

```
$ oc create -f <upload-datavolume>.yaml
```

### 9.20.9.4. 上传本地磁盘镜像至数据卷

您可使用 **virtctl** CLI 实用程序将客户端机器中的本地磁盘镜像上传到集群中的数据卷（DV）。您可以使用集群中已存在的 DV，也可以在此过程中创建新的 DV。



#### 注意

上传本地磁盘镜像后，您可将其添加到虚拟机中。

#### 先决条件

- 您必须有以下之一：
  - 原始虚拟机镜像文件，可以是 ISO 或 IMG 格式。
  - 虚拟机镜像文件（QCOW2 格式）。
- 要获得最佳结果，先根据以下方法压缩您的镜像文件：
  - 使用 **xz** 或 **gzip** 压缩原始映像文件。



#### 注意

使用压缩的原始镜像文件的上传效果最佳。

- 使用为您的客户端推荐的方法压缩 QCOW2 镜像文件：
  - 如果使用 Linux 客户端，使用 **virt-sparsify** 工具对 QCOW2 文件进行 *sparsify*。

- 如果您使用 Windows 客户端。使用 **xz** 或者 **gzip** 压缩 QCOW2 文件。
- **kubvirt-virtctl** 软件包必须安装在客户端机器上。
- 客户端机器必须配置为信任 OpenShift Container Platform 路由器的证书。

## 流程

### 1. 确定以下各项：

- 要使用的上传数据卷的名称。如果这个数据卷不存在，则会自动创建。
- 在上传过程中创建数据卷的大小。大小必须大于或等于磁盘镜像的大小。
- 要上传的虚拟机磁盘镜像的文件位置。

### 2. 运行 **virtctl image-upload** 命令上传磁盘镜像。指定您在上一步中获得的参数。例如：

```
$ virtctl image-upload dv <datavolume_name> \ 1
--size=<datavolume_size> \ 2
--image-path=</path/to/image> \ 3
```

- 1 数据卷的名称。
- 2 数据卷的大小。例如：**--size=500Mi**, **--size=1G**
- 3 虚拟机磁盘镜像的文件路径。



### 注意

- 如果您不想创建新数据卷，请省略 **--size** 参数，并包含 **--no-create** 标志。
- 将磁盘镜像上传到 PVC 时，PVC 大小必须大于未压缩的虚拟磁盘的大小。
- 若要在使用 HTTPS 时允许不安全的服务器连接，请使用 **--insecure** 参数。注意，在使用 **--insecure** 标志时，**不会验证上传端点的真实性**。

### 3. 可选。要验证数据卷是否已创建，运行以下命令来查看所有数据卷：

```
$ oc get dvs
```

## 9.20.9.5. CDI 支持的操作列表

此列表针对端点显示内容类型支持的 CDI 操作，以及哪些操作需要涂销空间（scratch space）。

| 内容类型 | HTTP | HTTPS | HTTP 基本身份验证 | Registry | 上传 |
|------|------|-------|-------------|----------|----|
|      |      |       |             |          |    |

| 内容类型             | HTTP                                                                                                                            | HTTPS                                                                                                                             | HTTP 基本身份验证                                                                                                                     | Registry                                                                                                 | 上传                                                                                                                               |
|------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| KubeVirt (QCOW2) | <input checked="" type="checkbox"/> QCOW2<br><input checked="" type="checkbox"/> GZ*<br><input checked="" type="checkbox"/> XZ* | <input checked="" type="checkbox"/> QCOW2**<br><input checked="" type="checkbox"/> GZ*<br><input checked="" type="checkbox"/> XZ* | <input checked="" type="checkbox"/> QCOW2<br><input checked="" type="checkbox"/> GZ*<br><input checked="" type="checkbox"/> XZ* | <input checked="" type="checkbox"/> QCOW2*<br><input type="checkbox"/> GZ<br><input type="checkbox"/> XZ | <input checked="" type="checkbox"/> QCOW2*<br><input checked="" type="checkbox"/> GZ*<br><input checked="" type="checkbox"/> XZ* |
| KubeVirt (RAW)   | <input checked="" type="checkbox"/> RAW<br><input checked="" type="checkbox"/> GZ<br><input checked="" type="checkbox"/> XZ     | <input checked="" type="checkbox"/> RAW<br><input checked="" type="checkbox"/> GZ<br><input checked="" type="checkbox"/> XZ       | <input checked="" type="checkbox"/> RAW<br><input checked="" type="checkbox"/> GZ<br><input checked="" type="checkbox"/> XZ     | <input checked="" type="checkbox"/> RAW*<br><input type="checkbox"/> GZ<br><input type="checkbox"/> XZ   | <input checked="" type="checkbox"/> RAW*<br><input checked="" type="checkbox"/> GZ*<br><input checked="" type="checkbox"/> XZ*   |

支持的操作

不支持的操作

\* 需要涂销空间

\*\* 如果需要自定义证书颁发机构，则需要涂销空间

### 9.20.9.6. 其他资源

- [配置预分配模式](#)以提高数据卷操作的写入性能。

### 9.20.10. 上传本地磁盘镜像至块存储数据卷

您可以使用 `virtctl` 命令行实用程序将本地磁盘镜像上传到块数据卷中。

在此工作流程中，您会创建一个本地块设备用作 PV，将此块卷与 `upload` 数据卷关联，并使用 `virtctl` 将本地磁盘镜像上传至数据卷中。

#### 9.20.10.1. 先决条件

- 启用 `kubevirt-virtctl` 软件包。
- 如果您根据 [CDI 支持的操作列表要求](#) 涂销空间，您必须首先定义一个 `StorageClass` 或准备 [CDI 涂销空间](#) 才能成功完成此操作。

#### 9.20.10.2. 关于数据卷

`DataVolume` 对象是 Containerized Data Importer (CDI) 项目提供的自定义资源。DataVolume 编配与底层持久性卷声明 (PVC) 关联的导入、克隆和上传操作。数据卷与 OpenShift Virtualization 集成，它们可在 PVC 准备好前阻止虚拟机启动。

#### 9.20.10.3. 关于块持久性卷

块持久性卷 (PV) 是一个受原始块设备支持的 PV。这些卷没有文件系统，可以通过降低开销来为虚拟机提供性能优势。

原始块卷可以通过在 PV 和持久性卷声明 (PVC) 规格中指定 `volumeMode: Block` 来置备。

#### 9.20.10.4. 创建本地块持久性卷

通过填充文件并将其挂载为循环设备，在节点上创建本地块持久性卷（PV）。然后，您可以在 PV 清单中将该循环设备作为 **Block（块）** 卷引用，并将其用作虚拟机镜像的块设备。

##### 流程

1. 以 **root** 身份登录节点，在其上创建本地 PV。本流程以 **node01** 为例。
2. 创建一个文件并用空字符填充，以便可将其用作块设备。以下示例创建 **loop10** 文件，大小为 2Gb（20,100 Mb 块）：

```
$ dd if=/dev/zero of=<loop10> bs=100M count=20
```

3. 将 **loop10** 文件挂载为 loop 设备。

```
$ losetup </dev/loop10>d3 <loop10> ① ②
```

- ① 挂载 loop 设备的文件路径。
- ② 上一步中创建的文件，挂载为 loop 设备。

4. 创建引用所挂载 loop 设备的 **PersistentVolume** 清单。

```
kind: PersistentVolume
apiVersion: v1
metadata:
 name: <local-block-pv10>
 annotations:
spec:
 local:
 path: </dev/loop10> ①
 capacity:
 storage: <2Gi>
 volumeMode: Block ②
 storageClassName: local ③
 accessModes:
 - ReadWriteOnce
 persistentVolumeReclaimPolicy: Delete
 nodeAffinity:
 required:
 nodeSelectorTerms:
 - matchExpressions:
 - key: kubernetes.io/hostname
 operator: In
 values:
 - <node01> ④
```

- ① 节点上的 loop 设备路径。
- ② 将其指定为块 PV。
- ③ 可选：为 PV 设置存储类。如果省略此项，将使用默认集群。
- ④

- 4 挂载块设备的节点。

#### 5. 创建块 PV。

```
oc create -f <local-block-pv10.yaml> 1
```

- 1 上一步中创建的持久性卷的文件名。

### 9.20.10.5. 创建上传数据卷

您可以使用 **upload** 数据源手动创建数据源，用于上传本地磁盘镜像。

#### 流程

1. 创建指定 **spec: source: upload{}** 的数据卷配置：

```
apiVersion: cdi.kubevirt.io/v1beta1
kind: DataVolume
metadata:
 name: <upload-datavolume> 1
spec:
 source:
 upload: {}
 pvc:
 accessModes:
 - ReadWriteOnce
 resources:
 requests:
 storage: <2Gi> 2
```

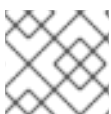
- 1 数据卷的名称。
- 2 数据卷的大小。请确定这个值大于或等于您要上传的磁盘的大小。

2. 运行以下命令来创建数据卷：

```
$ oc create -f <upload-datavolume>.yaml
```

### 9.20.10.6. 上传本地磁盘镜像至数据卷

您可使用 **virtctl** CLI 实用程序将客户端机器中的本地磁盘镜像上传到集群中的数据卷（DV）。您可以使用集群中已存在的 DV，也可以在此过程中创建新的 DV。



#### 注意

上传本地磁盘镜像后，您可将其添加到虚拟机中。

#### 先决条件

- 您必须有以下之一：

- 原始虚拟机镜像文件，可以是 ISO 或 IMG 格式。
- 虚拟机镜像文件（QCOW2 格式）。
- 要获得最佳结果，先根据以下方法压缩您的镜像文件：
  - 使用 **xz** 或 **gzip** 压缩原始映像文件。



### 注意

使用压缩的原始镜像文件的上传效果最佳。

- 使用为您的客户端推荐的方法压缩 QCOW2 镜像文件：
  - 如果使用 Linux 客户端，使用 **virt-sparsify** 工具对 QCOW2 文件进行 *sparsify*。
  - 如果您使用 Windows 客户端。使用 **xz** 或者 **gzip** 压缩 QCOW2 文件。
- **kubvirt-virtctl** 软件包必须安装在客户端机器上。
- 客户端机器必须配置为信任 OpenShift Container Platform 路由器的证书。

## 流程

### 1. 确定以下各项：

- 要使用的上传数据卷的名称。如果这个数据卷不存在，则会自动创建。
- 在上传过程中创建数据卷的大小。大小必须大于或等于磁盘镜像的大小。
- 要上传的虚拟机磁盘镜像的文件位置。

### 2. 运行 **virtctl image-upload** 命令上传磁盘镜像。指定您在上一步中获得的参数。例如：

```
$ virtctl image-upload dv <datavolume_name> \ ①
--size=<datavolume_size> \ ②
--image-path=</path/to/image> \ ③
```

- ① 数据卷的名称。
- ② 数据卷的大小。例如：**--size=500Mi**, **--size=1G**
- ③ 虚拟机磁盘镜像的文件路径。



### 注意

- 如果您不想创建新数据卷，请省略 **--size** 参数，并包含 **--no-create** 标志。
- 将磁盘镜像上传到 PVC 时，PVC 大小必须大于未压缩的虚拟磁盘的大小。
- 若要在使用 HTTPS 时允许不安全的服务器连接，请使用 **--insecure** 参数。注意，在使用 **--insecure** 标志时，**不会验证上传端点的真实性**。

### 3. 可选。要验证数据卷是否已创建，运行以下命令来查看所有数据卷：

```
$ oc get dvs
```

### 9.20.10.7. CDI 支持的操作列表

此列表针对端点显示内容类型支持的 CDI 操作，以及哪些操作需要涂销空间（scratch space）。

| 内容类型             | HTTP                      | HTTPS                       | HTTP 基本身份验证               | Registry                                                               | 上传                         |
|------------------|---------------------------|-----------------------------|---------------------------|------------------------------------------------------------------------|----------------------------|
| KubeVirt (QCOW2) | ✓ QCOW2<br>✓ GZ*<br>✓ XZ* | ✓ QCOW2**<br>✓ GZ*<br>✓ XZ* | ✓ QCOW2<br>✓ GZ*<br>✓ XZ* | ✓ QCOW2*<br><input type="checkbox"/> GZ<br><input type="checkbox"/> XZ | ✓ QCOW2*<br>✓ GZ*<br>✓ XZ* |
| KubeVirt (RAW)   | ✓ RAW<br>✓ GZ<br>✓ XZ     | ✓ RAW<br>✓ GZ<br>✓ XZ       | ✓ RAW<br>✓ GZ<br>✓ XZ     | ✓ RAW*<br><input type="checkbox"/> GZ<br><input type="checkbox"/> XZ   | ✓ RAW*<br>✓ GZ*<br>✓ XZ*   |

- ✓ 支持的操作
- 不支持的操作
- \* 需要涂销空间

\*\* 如果需要自定义证书颁发机构，则需要涂销空间

### 9.20.10.8. 其他资源

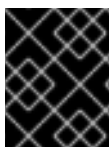
- [配置预分配模式](#)以提高数据卷操作的写入性能。

### 9.20.11. 管理虚拟机快照

您可以为虚拟机创建和删除虚拟机快照，无论是关闭（离线）还是（在线）虚拟机。您只能恢复到已关机（脱机）虚拟机。OpenShift Virtualization 支持以下虚拟机快照：

- Red Hat OpenShift Data Foundation
- 使用支持 Kubernetes 卷快照 API 的 Container Storage Interface (CSI) 驱动程序的任何其他云存储供应商

在线快照的默认时间期限为五分钟(5m)，可根据需要进行更改。



#### 重要

具有热插虚拟磁盘的虚拟机支持在线快照。但是，没有在虚拟机规格中的热插磁盘不会包含在快照中。





## 注意

要为具有最高完整性的在线（Running 状态）虚拟机创建快照，请安装 QEMU 客户机代理。

QEMU 客户机代理通过尝试静止虚拟机的文件系统来尽可能取一个一致的快照，具体取决于系统工作负载。这样可确保在进行快照前将 in-flight I/O 写入磁盘。如果没有客户机代理，则无法静止并生成最佳快照。执行快照的条件反映在 web 控制台或 CLI 中显示的快照声明中。

### 9.20.11.1. 关于虚拟机快照

快照代表虚拟机（VM）在特定时间点的状态和数据。您可以使用快照将现有虚拟机恢复到以前的状态（由快照代表）进行备份和恢复，或者快速回滚到以前的开发版本。

虚拟机快照从关机（停止状态）或 powered on（Running 状态）上的虚拟机创建。

在为正在运行的虚拟机执行快照时，控制器将检查 QEMU 客户机代理是否已安装并在运行。如果是这样，它会在拍摄快照前冻结虚拟机文件系统，并在拍摄快照后修改文件系统。

快照存储附加到虚拟机的每个 Container Storage Interface（CSI）卷的副本以及虚拟机规格和元数据的副本。创建后无法更改快照。

借助 VM 快照功能，集群管理员和应用程序开发人员可以：

- 创建新快照
- 列出附加到特定虚拟机的所有快照
- 从快照恢复虚拟机
- 删除现有虚拟机快照

#### 9.20.11.1.1. 虚拟机快照控制器和自定义资源定义（CRD）

VM 快照功能引入了三个新的 API 对象，定义为 CRD，用于管理快照：

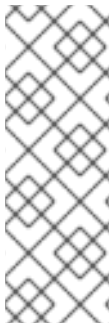
- **VirtualMachineSnapshot**:代表创建快照的用户请求。它包含有关虚拟机当前状态的信息。
- **VirtualMachineSnapshotContent**:代表集群中置备的资源（快照）。它由虚拟机快照控制器创建，其中包含恢复虚拟机所需的所有资源的引用。
- **VirtualMachineRestore**:代表从快照中恢复虚拟机的用户请求。

VM 快照控制器会把一个 **VirtualMachineSnapshotContent** 对象与创建它的 **VirtualMachineSnapshotContent** 对象绑定，并具有一对一的映射。

#### 9.20.11.2. 在 Linux 虚拟机上安装 QEMU 客户机代理

**qemu-guest-agent** 广泛可用，默认在红帽虚拟机中可用。安装代理并启动服务。

要检查您的虚拟机（VM）是否已安装并运行 QEMU 客户机代理，请验证 **AgentConnected** 是否列在 VM spec 中。



### 注意

要为具有最高完整性的在线（Running 状态）虚拟机创建快照，请安装 QEMU 客户机代理。

QEMU 客户机代理通过尝试静止虚拟机的文件系统来尽可能取一个一致的快照，具体取决于系统工作负载。这样可确保在进行快照前将 in-flight I/O 写入磁盘。如果没有客户机代理，则无法静止并生成最佳快照。执行快照的条件反映在 web 控制台或 CLI 中显示的快照声明中。

### 流程

1. 通过其中一个控制台或通过 SSH 访问虚拟机命令行。
2. 在虚拟机上安装 QEMU 客户机代理：

```
$ yum install -y qemu-guest-agent
```

3. 确保服务持久并启动它：

```
$ systemctl enable --now qemu-guest-agent
```

### 9.20.11.3. 在 Windows 虚拟机上安装 QEMU 客户机代理

对于 Windows 虚拟机，QEMU 客户机代理包含在 VirtIO 驱动程序中。在现有或者新的 Windows 安装上安装驱动程序。

要检查您的虚拟机 (VM) 是否已安装并运行 QEMU 客户机代理，请验证 **AgentConnected** 是否列在 VM spec 中。



### 注意

要为具有最高完整性的在线（Running 状态）虚拟机创建快照，请安装 QEMU 客户机代理。

QEMU 客户机代理通过尝试静止虚拟机的文件系统来尽可能取一个一致的快照，具体取决于系统工作负载。这样可确保在进行快照前将 in-flight I/O 写入磁盘。如果没有客户机代理，则无法静止并生成最佳快照。执行快照的条件反映在 web 控制台或 CLI 中显示的快照声明中。

#### 9.20.11.3.1. 在现有 Windows 虚拟机上安装 VirtIO 驱动程序

从附加的 SATA CD 驱动器将 VirtIO 驱动程序安装到现有 Windows 虚拟机。



### 注意

该流程使用通用方法为 Windows 添加驱动。具体流程可能会因 Windows 版本而稍有差异。有关具体安装步骤，请参阅您的 Windows 版本安装文档。

### 流程

1. 启动虚拟机并连接至图形控制台。
2. 登录 Windows 用户会话。

3. 打开 **Device Manager** 并展开 **Other devices** 以列出所有 **Unknown device**.
  - a. 打开 **Device Properties** 以识别未知设备。右击设备并选择 **Properties**。
  - b. 单击 **Details** 选项卡，并在 **Property** 列表中选择 **Hardware Ids**。
  - c. 将 **Hardware Ids** 的 **Value** 与受支持的 VirtIO 驱动程序相比较。
4. 右击设备并选择 **Update Driver Software**。
5. 单击 **Browse my computer for driver software** 并浏览所附加的 VirtIO 驱动程序所在 SATA CD 驱动器。驱动程序将按照其驱动程序类型、操作系统和 CPU 架构分层排列。
6. 单击 **Next** 以安装驱动程序。
7. 对所有必要 VirtIO 驱动程序重复这一过程。
8. 安装完驱动程序后，单击 **Close** 关闭窗口。
9. 重启虚拟机以完成驱动程序安装。

#### 9.20.11.3.2. 在 Windows 安装过程中安装 VirtIO 驱动程序

在 Windows 安装过程中，从附加的 SATA CD 驱动程序安装 VirtIO 驱动程序。



#### 注意

该流程使用通用方法安装 Windows，且安装方法可能因 Windows 版本而异。有关您要安装的 Windows 版本，请参阅相关文档。

#### 流程

1. 启动虚拟机并连接至图形控制台。
2. 开始 Windows 安装过程。
3. 选择 **Advanced** 安装。
4. 加载驱动程序前无法识别存储目的地。单击 **Load driver**。
5. 驱动程序将附加为 SATA CD 驱动器。单击 **OK** 并浏览 CD 驱动器以加载存储驱动程序。驱动程序将按照其驱动程序类型、操作系统和 CPU 架构分层排列。
6. 对所有所需驱动程序重复前面两步。
7. 完成 Windows 安装。

#### 9.20.11.4. 在 web 控制台中创建虚拟机快照

您可以使用 web 控制台创建虚拟机 (VM) 快照。



### 注意

要为具有最高完整性的在线（Running 状态）虚拟机创建快照，请安装 QEMU 客户机代理。

QEMU 客户机代理通过尝试静止虚拟机的文件系统来尽可能取一个一致的快照，具体取决于系统工作负载。这样可确保在进行快照前将 in-flight I/O 写入磁盘。如果没有客户机代理，则无法静止并生成最佳快照。执行快照的条件反映在 web 控制台或 CLI 中显示的快照声明中。

VM 快照只包含满足以下要求的磁盘：

- 必须是数据卷或持久性卷声明
- 属于支持容器存储接口（CSI）卷快照的存储类

### 流程

1. 在侧边菜单中点 **Virtualization** → **VirtualMachines**。
2. 选择虚拟机以打开 **VirtualMachine** 详情页面。
3. 如果虚拟机正在运行，点 **Actions** → **Stop** 关闭它。
4. 点 **Snapshots** 标签页，然后点 **Take Snapshot**。
5. 填写 **Snapshot Name** 和可选的 **Description** 字段。
6. 扩展 **Disks included in this Snapshot** 以查看快照中包含的存储卷。
7. 如果您的虚拟机磁盘无法包含在快照中，并且您仍然希望继续，请选择 **I am aware of this warning and wish to proceed** 复选框。
8. 点击 **Save**。

#### 9.20.11.5. 通过 CLI 创建虚拟机快照

您可以通过创建一个 **VirtualMachineSnapshot** 对象来为离线或在线虚拟机创建虚拟机快照。kubevirt 与 QEMU 客户机代理协调，以创建在线虚拟机的快照。



### 注意

要为具有最高完整性的在线（Running 状态）虚拟机创建快照，请安装 QEMU 客户机代理。

QEMU 客户机代理通过尝试静止虚拟机的文件系统来尽可能取一个一致的快照，具体取决于系统工作负载。这样可确保在进行快照前将 in-flight I/O 写入磁盘。如果没有客户机代理，则无法静止并生成最佳快照。执行快照的条件反映在 web 控制台或 CLI 中显示的快照声明中。

### 先决条件

- 确保持久性卷声明（PVC）位于支持 Container Storage Interface（CSI）卷快照的存储类中。
- 安装 OpenShift CLI (**oc**)。

- 可选：关闭您要为其创建快照的虚拟机。

## 流程

1. 创建一个 YAML 文件来定义 **VirtualMachineSnapshot** 对象，以指定新 **VirtualMachineSnapshot** 的名称和源虚拟机的名称。

例如：

```
apiVersion: snapshot.kubevirt.io/v1alpha1
kind: VirtualMachineSnapshot
metadata:
 name: my-vm snapshot ❶
spec:
 source:
 apiGroup: kubevirt.io
 kind: VirtualMachine
 name: my-vm ❷
```

❶ 新的 **VirtualMachineSnapshot** 对象的名称。

❷ 源虚拟机的名称。

2. 创建 **VirtualMachineSnapshot** 资源。快照控制器会创建一个 **VirtualMachineSnapshotContent** 对象，将其绑定到 **VirtualMachineSnapshot** 并更新 **VirtualMachineSnapshot** 对象的 **status** 和 **readyToUse** 字段。

```
$ oc create -f <my-vm snapshot>.yaml
```

3. 可选：如果要执行在线快照，您可以使用 **wait** 命令并监控快照的状态：

- a. 输入以下命令：

```
$ oc wait my-vm my-vm snapshot --for condition=Ready
```

- b. 验证快照的状态：

- **InProgress** - 在线快照操作仍在进行中。
- **succeeded** - 在线快照操作成功完成。
- **Failed** - 在线快照操作失败。



## 注意

在线快照的默认时间期限为五分钟(5m)。如果快照在五分钟内没有成功完成，其状态将设为 **failed**。之后，文件系统将被“解冻”，虚拟机将取消冻结，但状态会一直 **failed**，直到您删除失败的快照镜像。

要更改默认时间期限，在 VM 快照 spec 中添加 **FailureDeadline** 属性，指定在快照超时前的时间，以分钟(m)或秒(s)为单位。

要设置截止时间，您可以指定 **0**，但通常不建议这样做，因为它可能会导致虚拟机没有响应。

如果您没有指定时间单位，如 **m** 或 **s**，则默认为 秒(s)。

## 验证

1. 验证 **VirtualMachineSnapshot** 对象是否已创建并绑定到 **VirtualMachineSnapshotContent**。 **readyToUse** 标志必须设为 **true**。

```
$ oc describe vmsnapshot <my-vmsnapshot>
```

## 输出示例

```
apiVersion: snapshot.kubevirt.io/v1alpha1
kind: VirtualMachineSnapshot
metadata:
 creationTimestamp: "2020-09-30T14:41:51Z"
 finalizers:
 - snapshot.kubevirt.io/vmsnapshot-protection
 generation: 5
 name: mysnap
 namespace: default
 resourceVersion: "3897"
 selfLink:
/apis/snapshot.kubevirt.io/v1alpha1/namespaces/default/virtualmachinesnapshots/my-
vmsnapshot
 uid: 28eedf08-5d6a-42c1-969c-2eda58e2a78d
spec:
 source:
 apiGroup: kubevirt.io
 kind: VirtualMachine
 name: my-vm
status:
 conditions:
 - lastProbeTime: null
 lastTransitionTime: "2020-09-30T14:42:03Z"
 reason: Operation complete
 status: "False" ❶
 type: Progressing
 - lastProbeTime: null
 lastTransitionTime: "2020-09-30T14:42:03Z"
 reason: Operation complete
 status: "True" ❷
 type: Ready
 creationTime: "2020-09-30T14:42:03Z"
```

```

readyToUse: true 3
sourceUID: 355897f3-73a0-4ec4-83d3-3c2df9486f4f
virtualMachineSnapshotContentName: vmsnapshot-content-28eedf08-5d6a-42c1-969c-
2eda58e2a78d 4

```

- 1 **Progressing** 的 **status** 字段指定快照是否仍然在创建。
- 2 **Ready** 条件的 **status** 字段指定快照创建过程是否完成。
- 3 指定快照是否准备就绪可用被使用。
- 4 指定快照被绑定到快照控制器创建的 **VirtualMachineSnapshotContent** 对象。

2. 检查 **VirtualMachineSnapshotContent** 资源的 **spec:volumeBackups** 属性，以验证快照中包含了预期的 PVC。

### 9.20.11.6. 使用快照声明验证在线快照创建

快照表示是有关在线虚拟机 (VM) 快照操作的上下文信息。对于离线虚拟机 (VM) 快照操作，提示不可用。暗示有助于描述在线快照创建的详细信息。

#### 先决条件

- 要查看提示信息，您必须已尝试使用 CLI 或 Web 控制台创建在线虚拟机快照。

#### 流程

1. 通过执行以下操作之一来显示快照的输出：
  - 对于使用 CLI 创建的快照，请查看 **VirtualMachineSnapshot** 对象 YAML 中的 **status** 字段中的指示器输出。
  - 对于使用 Web 控制台创建的快照，请点击 **Snapshot details** 屏幕中的 **VirtualMachineSnapshot > Status**。
2. 验证在线虚拟机快照的状态：
  - **Online** 代表虚拟机在在线快照创建期间运行。
  - **NoGuestAgent** 表示 QEMU 客户机代理在在线快照创建过程中没有运行。QEMU 客户机代理无法用于冻结和构建文件系统，要么因为 QEMU 客户机代理尚未安装或正在运行，要么是另一个错误。

### 9.20.11.7. 在 web 控制台中从快照中恢复虚拟机

您可以将虚拟机 (VM) 恢复到 web 控制台中由快照表示的以前的配置。

#### 流程

1. 在侧边菜单中点 **Virtualization** → **VirtualMachines**。
2. 选择虚拟机以打开 **VirtualMachine** 详情页面。
3. 如果虚拟机正在运行，点 **Actions** → **Stop** 关闭它。

4. 点 **Snapshots** 标签页。该页面显示与虚拟机关联的快照列表。
5. 选择以下方法之一恢复虚拟机快照：
  - a. 对于您要用作恢复虚拟机的源的快照，点 **Restore**。
  - b. 选择快照以打开 **Snapshot Details** 屏幕，然后点 **Actions → Restore VirtualMachineSnapshot**。
6. 在确认弹出窗口中，点 **Restore** 可将虚拟机恢复到快照代表的以前的配置中。

### 9.20.11.8. 通过 CLI 从快照中恢复虚拟机

您可以使用虚拟机快照将现有虚拟机 (VM) 恢复到以前的配置。您只能从离线虚拟机快照中恢复。

#### 先决条件

- 安装 OpenShift CLI (**oc**)。
- 关闭您要恢复到之前状态的虚拟机。

#### 流程

1. 创建一个 YAML 文件来定义 **VirtualMachineRestore** 对象，它指定您要恢复的虚拟机的名称以及要用作源的快照名称。  
例如：

```
apiVersion: snapshot.kubevirt.io/v1alpha1
kind: VirtualMachineRestore
metadata:
 name: my-vmrestore ①
spec:
 target:
 apiGroup: kubevirt.io
 kind: VirtualMachine
 name: my-vm ②
 virtualMachineSnapshotName: my-vmssnapshot ③
```

- ① 新 **VirtualMachineRestore** 对象的名称。
- ② 要恢复的目标虚拟机的名称。
- ③ 作为源的 **VirtualMachineSnapshot** 对象的名称。

2. 创建 **VirtualMachineRestore** 资源。快照控制器更新了 **VirtualMachineRestore** 对象的 status 字段，并将现有虚拟机配置替换为快照内容。

```
$ oc create -f <my-vmrestore>.yaml
```

#### 验证

- 验证虚拟机是否已恢复到快照代表的以前的状态。**complete** 标志需要被设置为 **true**。



```
$ oc get vmrestore <my-vmrestore>
```

## 输出示例

```
apiVersion: snapshot.kubevirt.io/v1alpha1
kind: VirtualMachineRestore
metadata:
 creationTimestamp: "2020-09-30T14:46:27Z"
 generation: 5
 name: my-vmrestore
 namespace: default
 ownerReferences:
 - apiVersion: kubevirt.io/v1
 blockOwnerDeletion: true
 controller: true
 kind: VirtualMachine
 name: my-vm
 uid: 355897f3-73a0-4ec4-83d3-3c2df9486f4f
 resourceVersion: "5512"
 selfLink:
/apis/snapshot.kubevirt.io/v1alpha1/namespaces/default/virtualmachinerestores/my-
vmrestore
 uid: 71c679a8-136e-46b0-b9b5-f57175a6a041
 spec:
 target:
 apiGroup: kubevirt.io
 kind: VirtualMachine
 name: my-vm
 virtualMachineSnapshotName: my-vmssnapshot
 status:
 complete: true ①
 conditions:
 - lastProbeTime: null
 lastTransitionTime: "2020-09-30T14:46:28Z"
 reason: Operation complete
 status: "False" ②
 type: Progressing
 - lastProbeTime: null
 lastTransitionTime: "2020-09-30T14:46:28Z"
 reason: Operation complete
 status: "True" ③
 type: Ready
 deletedDataVolumes:
 - test-dv1
 restoreTime: "2020-09-30T14:46:28Z"
 restores:
 - dataVolumeName: restore-71c679a8-136e-46b0-b9b5-f57175a6a041-datavolumedisk1
 persistentVolumeClaim: restore-71c679a8-136e-46b0-b9b5-f57175a6a041-
datavolumedisk1
 volumeName: datavolumedisk1
 volumeSnapshotName: vmsnapshot-28eedf08-5d6a-42c1-969c-2eda58e2a78d-volume-
datavolumedisk1
```


① 指定将虚拟机恢复到快照代表的状态的进程是否已完成。

- 2 **Progressing** 条件的 **status** 字段指定 VM 是否仍然被恢复。
- 3 **Ready** 条件的 **status** 字段指定 VM 恢复过程是否完成。

### 9.20.11.9. 删除 web 控制台中的虚拟机快照

您可以使用 web 控制台删除现有虚拟机快照。

#### 流程

1. 在侧边菜单中点 **Virtualization** → **VirtualMachines**。
2. 选择虚拟机以打开 **VirtualMachine** 详情页面。
3. 点 **Snapshots** 标签页。该页面显示与虚拟机关联的快照列表。
4. 点您要删除的虚拟机快照  的 **Options** 菜单，然后选择 **Delete Virtual Machine Snapshot**。
5. 在确认弹出窗口中点 **Delete** 删除快照。

### 9.20.11.10. 通过 CLI 删除虚拟机快照

您可以通过删除正确的 **VirtualMachineSnapshot** 对象来删除现有虚拟机（VM）快照。

#### 先决条件

- 安装 OpenShift CLI (**oc**)。

#### 流程

- 删除 **VirtualMachineSnapshot** 对象。快照控制器会删除 **VirtualMachineSnapshot** 和关联的 **VirtualMachineSnapshotContent** 对象。

```
$ oc delete vmsnapshot <my-vmsnapshot>
```

#### 验证

- 验证快照是否已删除，且不再附加到此虚拟机：

```
$ oc get vmsnapshot
```

### 9.20.11.11. 其他资源

- [CSI 卷快照](#)

### 9.20.12. 将本地虚拟机磁盘移动到不同的节点中

使用本地卷存储的虚拟机可被移动，以便在特定节点中运行。

因为以下原因，您可能想要将该虚拟机移动到特定的节点上：

- 当前节点对本地存储配置有限制。
- 新节点对那个虚拟机的工作负载进行了更好的优化。

要移动使用本地存储的虚拟机，您必须使用数据卷克隆基础卷。克隆操作完成后，您可以 [编辑虚拟机配置](#)，以便使用新数据卷，或 [将新数据卷添加到其他虚拟机](#)。

## 提示

当您全局启用预分配或单个数据卷时，Containerized Data Importer (CDI) 会在克隆过程中预分配磁盘空间。预分配可提高写入性能。如需更多信息，请参阅[对数据卷使用预分配](#)。



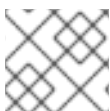
### 注意

没有 **cluster-admin** 角色的用户需要[额外的用户权限才能在命名空间间克隆卷](#)。

### 9.20.12.1. 克隆本地卷到另一个节点

您可以通过克隆底层 PVC，移动虚拟机磁盘使其在特定节点上运行。

要确保虚拟机磁盘克隆到正确的节点，您必须创建新的持久性卷 (PV) 或在正确的节点上识别它。对 PV 应用一个唯一标签，以便数据卷可以引用它。



### 注意

目标 PV 的大小不得小于源 PVC。如果目标 PV 小于源 PVC，克隆操作会失败。

## 先决条件

- 虚拟机不能正在运行。在克隆虚拟机磁盘前关闭虚拟机。

## 流程

1. 在节点上创建新本地 PV，或使用已有的本地 PV:
  - 创建包含 **nodeAffinity.nodeSelectorTerms** 参数的本地 PV。以下 manifest 在 **node01** 上创建了一个 **10Gi** 的本地 PV。

```
kind: PersistentVolume
apiVersion: v1
metadata:
 name: <destination-pv> 1
 annotations:
spec:
 accessModes:
 - ReadWriteOnce
 capacity:
 storage: 10Gi 2
 local:
 path: /mnt/local-storage/local/disk1 3
 nodeAffinity:
 required:
 nodeSelectorTerms:
 - matchExpressions:
```

```

- key: kubernetes.io/hostname
 operator: In
 values:
 - node01 4
persistentVolumeReclaimPolicy: Delete
storageClassName: local
volumeMode: Filesystem

```

- 1 PV 的名称。
  - 2 PV 的大小。您必须分配足够空间，否则克隆操作会失败。其大小不得低于源 PVC。
  - 3 节点上的挂载路径。
  - 4 要创建 PV 的节点的名称。
- 已存在于节点上的一个 PV。您可以通过查看其配置中的 **nodeAffinity** 字段来标识置备 PV 的节点：

```
$ oc get pv <destination-pv> -o yaml
```

以下输出显示 PV 位于 **node01**：

#### 输出示例

```

...
spec:
 nodeAffinity:
 required:
 nodeSelectorTerms:
 - matchExpressions:
 - key: kubernetes.io/hostname 1
 operator: In
 values:
 - node01 2
...

```

- 1 **Kubernetes.io/hostname** 使用节点主机名来选择节点。
  - 2 节点的主机名。
2. 为 PV 添加唯一标签：

```
$ oc label pv <destination-pv> node=node01
```

3. 创建引用以下内容的数据卷清单：

- 虚拟机的 PVC 名称和命名空间。
- 应用上一步中的 PV 标签。
- 目标 PV 的大小。

```

apiVersion: cdi.kubevirt.io/v1beta1
kind: DataVolume
metadata:
 name: <clone-datavolume> ❶
spec:
 source:
 pvc:
 name: "<source-vm-disk>" ❷
 namespace: "<source-namespace>" ❸
 pvc:
 accessModes:
 - ReadWriteOnce
 selector:
 matchLabels:
 node: node01 ❹
 resources:
 requests:
 storage: <10Gi> ❺

```

- ❶ 新数据卷的名称。
- ❷ 源 PVC 的名称。如果您不知道 PVC 名称，您可以在虚拟机配置中找到它：  
**spec.volumes.persistentVolumeClaim.claimName**。
- ❸ 源 PVC 所在的命名空间。
- ❹ 应用于上一步中 PV 的标签。
- ❺ 目标 PV 的大小。

4. 通过将数据卷清单应用到集群来开始克隆操作：

```
$ oc apply -f <clone-datavolume.yaml>
```

数据卷将虚拟机的 PVC 克隆到特定节点上的 PV 中。

### 9.20.13. 通过添加空白磁盘镜像扩展虚拟存储

您可向 OpenShift Virtualization 添加空白磁盘镜像来提高存储容量或创建新数据分区。

#### 9.20.13.1. 关于数据卷

**DataVolume** 对象是 Containerized Data Importer (CDI) 项目提供的自定义资源。DataVolume 编配与底层持久性卷声明 (PVC) 关联的导入、克隆和上传操作。数据卷与 OpenShift Virtualization 集成，它们可在 PVC 准备好前阻止虚拟机启动。

#### 9.20.13.2. 使用数据卷创建空白磁盘镜像

您可以通过自定义和部署数据卷配置文件在持久性卷声明中创建新空白磁盘镜像。

##### 先决条件

- 至少一个可用持久性卷。

- 安装 OpenShift CLI (**oc**)。

## 流程

1. 编辑 **DataVolume** 清单：

```
apiVersion: cdi.kubevirt.io/v1beta1
kind: DataVolume
metadata:
 name: blank-image-datavolume
spec:
 source:
 blank: {}
 pvc:
 # Optional: Set the storage class or omit to accept the default
 # storageClassName: "hostpath"
 accessModes:
 - ReadWriteOnce
 resources:
 requests:
 storage: 500Mi
```

2. 运行以下命令，创建空白磁盘镜像：

```
$ oc create -f <blank-image-datavolume>.yaml
```

### 9.20.13.3. 其他资源

- [配置预分配模式](#)以提高数据卷操作的写入性能。

## 9.20.14. 使用 smart-cloning（智能克隆）克隆数据卷

Smart-cloning（智能克隆）是 Red Hat OpenShift Data Foundation 的内置功能。与主机辅助克隆相比，智能克隆速度更快、效率更高。

您不需要执行任何操作来启用智能克隆功能，但需要确保您的存储环境与智能克隆兼容。

使用持久性卷声明（PVC）源创建数据卷时，会自动启动克隆过程。如果您的环境支持智能克隆，则始终会收到数据卷的克隆。但是，只有存储供应商支持智能克隆时，才会获得智能克隆的性能优势。

### 9.20.14.1. 关于智能克隆

当一个数据卷被智能克隆时，会出现以下情况：

1. 创建源持久性卷声明（PVC）的快照。
2. 从快照创建一个 PVC。
3. 快照被删除。

### 9.20.14.2. 克隆数据卷

#### 先决条件

要实现智能克隆，需要满足以下条件：

- 您的存储供应商必须支持快照。
- 源和目标 PVC 必须定义为相同的存储类。
- 源和目标 PVC 共享相同的 `volumeMode`。
- `VolumeSnapshotClass` 对象必须引用定义为源和目标 PVC 的存储类。

## 流程

启动数据卷克隆：

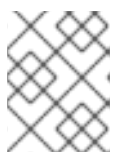
1. 为 `DataVolume` 对象创建一个 YAML 文件，用于指定新数据卷的名称以及源 PVC 的名称和命名空间。在这个示例中，因为指定了 `storage API`，因此不需要指定 `accessModes` 或 `volumeMode`。将自动为您计算最佳值。

```
apiVersion: cdi.kubevirt.io/v1beta1
kind: DataVolume
metadata:
 name: <cloner-datavolume> 1
spec:
 source:
 pvc:
 namespace: "<source-namespace>" 2
 name: "<my-favorite-vm-disk>" 3
 storage: 4
 resources:
 requests:
 storage: <2Gi> 5
```

- 1 新数据卷的名称。
- 2 源 PVC 所在的命名空间。
- 3 源 PVC 的名称。
- 4 使用 `storage API` 指定分配
- 5 新数据卷的大小。

2. 通过创建数据卷开始克隆 PVC:

```
$ oc create -f <cloner-datavolume>.yaml
```



### 注意

在 PVC 就绪前，`DataVolume` 会阻止虚拟机启动，以便您可以在 PVC 克隆期间创建引用新数据卷的虚拟机。

### 9.20.14.3. 其他资源

- [将虚拟机磁盘的持久性卷声明克隆到新数据卷中](#)

- [配置预分配模式](#)以提高数据卷操作的写入性能。
- [自定义存储配置集](#)

## 9.20.15. 创建并使用引导源

引导源包含可引导操作系统(OS)以及操作系统的所有配置设置，如驱动程序。

您可以使用引导源创建带有特定配置的虚拟机模板。这些模板可用于创建任意数量的可用虚拟机。

OpenShift Container Platform Web 控制台提供了快速入门导览，可帮助您创建自定义引导源、上传引导源和其他任务。从 **Help** 菜单中选择 **Quick Starts** 以查看快速入门。

### 9.20.15.1. 关于虚拟机和引导源

虚拟机由虚拟机定义以及由数据卷支持的一个或多个磁盘组成。虚拟机模板允许您使用预定义的虚拟机规格创建虚拟机。

每个虚拟机模板都需要一个引导源，它是一个完全配置的虚拟机磁盘镜像，包括配置的驱动程序。每个虚拟机模板包含一个虚拟机定义，其中包含指向引导源的指针。每个引导源都有一个预定义的名称和命名空间。对于某些操作系统，会自动提供一个引导源。如果没有提供，管理员必须准备自定义引导源。

提供的引导源会自动更新至操作系统的最新版本。对于自动更新的引导源，持久性卷声明(PVC)使用集群的默认存储类创建。如果在配置后选择了不同的默认存储类，您必须删除使用之前的默认存储类配置的集群命名空间中的现有数据卷。

要使用引导源功能，请安装 OpenShift Virtualization 的最新版本。命名空间 **openshift-virtualization-os-images** 启用该功能，并安装 OpenShift Virtualization Operator。安装引导源功能后，您可以创建引导源，将它们附加到模板，并从模板创建虚拟机。

使用通过上传本地文件、克隆现有 PVC、从 registry 或 URL 导入的持久性卷声明 (PVC) 定义引导源。使用 web 控制台将引导源附加到虚拟机模板。在启动源附加到虚拟机模板后，您可从模板创建任意数量的已完全配置的可随时使用虚拟机。

### 9.20.15.2. 将 RHEL 镜像导入为引导源

您可以通过指定镜像的 URL 来导入 Red Hat Enterprise Linux(RHEL)镜像作为引导源。

#### 先决条件

- 您必须有权访问带有操作系统镜像的网页。例如：使用镜像下载 Red Hat Enterprise Linux 网页。

#### 流程

1. 在 OpenShift Container Platform 控制台中，从侧边菜单中点 **Virtualization → Templates**。
2. 找到您要为其配置引导源的 RHEL 模板并点 **Add source**。
3. 在 **Add boot source to template**窗口中，从 **Boot source type**列表中选择 **URL(creates PVC)**。
4. 点击 **RHEL 下载页面** 访问红帽客户门户。下载 Red Hat Enterprise Linux 页面中显示可用安装程序和镜像的列表。
5. 确定您要下载的 Red Hat Enterprise Linux KVM 客户机镜像。右键单击 **Download Now**，再复制镜像的 URL。



6. 在 **Add boot source to template** 窗口中，将 URL 粘贴到 **Import URL** 字段中，然后点 **Save and import**。

## 验证

1. 验证模板在 **Templates** 页面上的 **Boot source** 列中显示绿色勾号。

现在，您可以使用此模板创建 RHEL 虚拟机。

### 9.20.15.3. 为虚拟机模板添加引导源

对于您要用于创建虚拟机或自定义模板的任何虚拟机模板，可以配置引导源。当使用引导源配置虚拟机模板时，会在 **Templates** 页面中被标记为 **Source**。在向模板中添加引导源后，您可以使用该模板创建新虚拟机。

在 web 控制台中选择和添加引导源有四个方法：

- 上传本地文件（创建 PVC）
- URL（创建 PVC）
- Clone（创建 PVC）
- Registry（创建 PVC）

## 先决条件

- 要添加引导源，您必须以具有 **os-images.kubevirt.io:edit** RBAC 角色或管理员的用户身份登录。您不需要特殊权限才能从附加了引导源的模板创建虚拟机。
- 要上传本地文件，操作系统镜像文件必须存在于本地机器中。
- 要通过 URL 导入，您需要访问带操作系统镜像的 web 服务器。例如：带有镜像的 Red Hat Enterprise Linux 网页。
- 要克隆现有的 PVC，需要使用 PVC 访问项目。
- 要通过 registry 导入，需要访问容器 registry。

## 流程

1. 在 OpenShift Container Platform 控制台中，从侧边菜单中点 **Virtualization** → **Templates**。
2. 点模板旁边的选项菜单，然后选择 **Edit boot source**。
3. 点 **Add disk**。
4. 在 **Add disk** 窗口中，选择 **Use this disk** 作为引导源。
5. 输入磁盘名称并选择 **Source**，例如 **Blank(creates PVC)** 或 **使用现有 PVC**。
6. 为 **持久性卷声明大小** 输入一个值，以指定适合未压缩镜像的 PVC 大小，以及任何需要的额外空间。
7. 选择一个 **Type**，如 **Disk** 或 **CD-ROM**。

8. 可选：点 **Storage class** 并选择用于创建磁盘的存储类。通常，这个存储类是创建供所有 PVC 使用的默认存储类。



### 注意

提供的引导源会自动更新至操作系统的最新版本。对于自动更新的引导源，持久性卷声明(PVC)使用集群的默认存储类创建。如果在配置后选择了不同的默认存储类，您必须删除使用之前的默认存储类配置的集群命名空间中的现有数据卷。

9. 可选：清除 **Apply optimized StorageProfile settings**，以编辑访问模式或卷模式。
10. 选择保存引导源的适当方法：
  - a. 如果您上传一个本地文件，请点击 **Save and upload**。
  - b. 如果从 URL 或 registry 中导入内容，点 **Save and import**。
  - c. 如果克隆现有的 PVC，点 **Save and clone**。

**Catalog** 页面中列出了带有引导源的自定义虚拟机模板。您可以使用此模板创建虚拟机。

#### 9.20.15.4. 从带有附加引导源的模板创建虚拟机

将引导源添加到模板后，即可从模板创建虚拟机。

#### 流程

1. 在 OpenShift Container Platform web 控制台中，在侧边菜单中点 **Virtualization** → **Catalog**。
2. 选择更新的模板并点 **Quick create VirtualMachine**。

**VirtualMachine** 详情会显示状态为 **Starting**。

#### 9.20.15.5. 其他资源

- [创建虚拟机模板](#)
- [自动导入和更新预定义的引导源](#)

#### 9.20.16. 热插虚拟磁盘

您可以在不停止虚拟机(VM)或虚拟机实例(VMI)的情况下添加或删除虚拟磁盘。

##### 9.20.16.1. 关于热插虚拟磁盘

当您热插虚拟磁盘时，可以在虚拟机运行时将虚拟磁盘附加到虚拟机实例中。

当热拔虚拟磁盘时，您可以在虚拟机运行时从虚拟机实例分离虚拟磁盘。

只有数据卷和持久性卷声明（PVC）才能热插和热拔。您不能热插或热拔容器磁盘。

热插虚拟磁盘后，它会保持附加状态，直到分离它，即使您重启虚拟机。

##### 9.20.16.2. 关于 virtio-scsi

在 OpenShift Virtualization 中，每个虚拟机 (VM) 都有一个 **virtio-scsi** 控制器，以便热插磁盘可以使用 **scsi** 总线。**virtio-scsi** 控制器克服了 **virtio** 的限制，同时保持其性能优势。它高度可扩展，支持超过 400 万个磁盘的热插拔。

常规 **virtio** 不适用于热插磁盘，因为它无法扩展：每个 **virtio** 磁盘使用虚拟机中的有限 PCI Express (PCIe) 插槽。PCIe 插槽也被其他设备使用，必须提前保留，因此插槽可能按需提供。

### 9.20.16.3. 使用 CLI 热插虚拟磁盘

在虚拟机运行时热插要附加到虚拟机实例 (VMI) 的虚拟磁盘。

#### 先决条件

- 您必须有一个正在运行的虚拟机才能热插虚拟磁盘。
- 您必须至少有一个数据卷或持久性卷声明 (PVC) 可用于热插。

#### 流程

- 运行以下命令来热插虚拟磁盘：

```
$ virtctl addvolume <virtual-machine|virtual-machine-instance> --volume-name=
<datavolume|PVC> \
[--persist] [--serial=<label-name>]
```

- 使用可选 **--persist** 标志，将热插磁盘作为永久挂载的虚拟磁盘添加到虚拟机规格中。停止、重新启动或重新启动虚拟机以永久挂载虚拟磁盘。指定 **--persist** 标志后，您无法再热插或热拔虚拟磁盘。**Persist** 标志适用于虚拟机，不适用于虚拟机实例。
- 可选 **--serial** 标志允许您添加您选择的字母数字字符串标签。这有助于您识别客户机虚拟机中的热插磁盘。如果没有指定这个选项，则标签默认为热插数据卷或 PVC 的名称。

### 9.20.16.4. 使用 CLI 热拔虚拟磁盘

在虚拟机运行时，热拔您想要从虚拟机实例 (VMI) 断开的虚拟磁盘。

#### 先决条件

- 您的虚拟机必须正在运行。
- 您必须至少有一个数据卷或持久性卷声明 (PVC) 可用并为热插。

#### 流程

- 运行以下命令来热拔虚拟磁盘：

```
$ virtctl removevolume <virtual-machine|virtual-machine-instance> --volume-name=
<datavolume|PVC>
```

### 9.20.16.5. 使用 web 控制台热插虚拟磁盘

在虚拟机运行时热插要附加到虚拟机实例 (VMI) 的虚拟磁盘。当您热插虚拟磁盘时，它会一直附加到 VMI 中，直到您拔出为止。

## 先决条件

- 您必须有一个正在运行的虚拟机才能热插虚拟磁盘。

## 流程

1. 在侧边菜单中点 **Virtualization** → **VirtualMachines**。
2. 选择您要热插虚拟磁盘的虚拟机。
3. 在 **VirtualMachine** 详情页，点 **Disks** 选项卡。
4. 点 **Add disk**。
5. 在 **Add disk(hot plugged)** 窗口中，填写您要热插的虚拟磁盘的信息。
6. 点击 **Save**。


### 9.20.16.6. 使用 web 控制台热拔出虚拟磁盘

在虚拟机运行时，热拔您想要从虚拟机实例（VMI）断开的虚拟磁盘。

## 先决条件

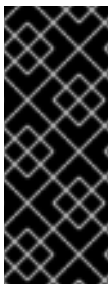
- 虚拟机必须在连接热插拔磁盘的情况下运行。

## 流程

1. 在侧边菜单中点 **Virtualization** → **VirtualMachines**。
2. 使用您要热拔的磁盘选择正在运行的虚拟机以打开 **VirtualMachine** 详情页面。
3. 在 **Disks** 选项卡中，点您要热拔的虚拟磁盘的 **Options** 菜单 。
4. 单击 **Detach**。

### 9.20.17. 将容器磁盘与虚拟机搭配使用

您可以将虚拟机镜像构建到容器磁盘中，并将其存储在容器 registry 中。然后，您可以将容器磁盘导入虚拟机的持久性存储中，或者将其直接附加到虚拟机临时存储。



## 重要

如果您使用大型容器磁盘，则 I/O 流量可能会增加，影响 worker 节点。这可能导致不可用的节点。您可以通过以下方法解决这个问题：

- 修剪 **DeploymentConfig** 对象
- 配置垃圾回收

#### 9.20.17.1. 关于容器磁盘

容器磁盘是一个虚拟机镜像，它作为容器镜像存储在容器镜像 registry 中。您可以使用容器磁盘将同一磁盘镜像传送到多个虚拟机，并创建大量虚拟机克隆。

容器磁盘可以使用附加到虚拟机的数据卷导入到持久性卷声明 (PVC)，也可以作为临时 **containerDisk** 卷直接附加到虚拟机。

### 9.20.17.1.1. 使用数据卷将容器磁盘导入到 PVC 中

通过 Containerized Data Importer (CDI) 使用数据卷将容器磁盘导入到 PVC 中。然后，您可以将数据卷附加到虚拟机以获取持久性存储。

### 9.20.17.1.2. 将容器磁盘作为 **containerDisk** 卷附加到虚拟机

**containerDisk** 卷是临时的。将在虚拟机停止、重启或删除时丢弃。当一个带有 **containerDisk** 卷的虚拟机启动时，容器镜像从 registry 中拉取，并托管在托管虚拟机的节点上。

将 **containerDisk** 卷用于只读文件系统，如 CD-ROM 或可处理的虚拟机。



#### 重要

不建议将 **containerDisk** 卷用于读写文件系统，因为数据是临时写入托管节点上的本地存储。这会减慢虚拟机的实时迁移速度，如节点维护，因为数据必须迁移到目标节点。另外，如果节点断电或者意外关闭，则所有数据都会丢失。

### 9.20.17.2. 为虚拟机准备容器磁盘

您必须使用虚拟机镜像构建容器磁盘，并将其推送到容器 registry，然后才能用于虚拟机。然后，您可以使用数据卷将容器磁盘导入到 PVC 中，并将其附加到虚拟机，或者将容器磁盘作为临时 **containerDisk** 卷直接附加到虚拟机。

容器磁盘中磁盘镜像的大小受托管容器磁盘的 registry 的最大层大小的限制。



#### 注意

对于 [Red Hat Quay](#)，您可以通过编辑首次部署 Red Hat Quay 时创建的 YAML 配置文件来更改最大层大小。

#### 先决条件

- 如果还没有安装，安装 **podman**。
- 虚拟机镜像必须是 QCOW2 或 RAW 格式。

#### 流程

1. 创建一个 Dockerfile 以将虚拟机镜像构建到容器镜像中。虚拟机镜像必须属于 QEMU，其 UID 为 **107**，并放置在容器的 **/disk/** 目录中。**/disk/** 目录的权限必须设为 **0440**。  
以下示例在第一阶段使用 Red Hat Universal Base Image (UBI) 来处理这些配置更改，并使用第二阶段中的最小 **scratch** 镜像存储结果：

```
$ cat > Dockerfile << EOF
FROM registry.access.redhat.com/ubi8/ubi:latest AS builder
ADD --chown=107:107 <vm_image>.qcow2 /disk/ 1
RUN chmod 0440 /disk/*
```

```
FROM scratch
COPY --from=builder /disk/* /disk/
EOF
```

- 1 其中，<vm\_image> 是 QCOW2 或 RAW 格式的虚拟机镜像。  
要使用远程虚拟机镜像，将 <vm\_image>.qcow2 替换为远程镜像的完整 url。

## 2. 构建和标记容器：

```
$ podman build -t <registry>/<container_disk_name>:latest .
```

## 3. 将容器镜像推送到 registry:

```
$ podman push <registry>/<container_disk_name>:latest
```

如果容器镜像敞开着没有 TLS，您必须将其添加为一个不安全的容器镜像仓库，然后才能将容器磁盘导入持久性存储。

### 9.20.17.3. 禁用容器镜像仓库的 TLS，以用作不安全的容器镜像仓库

您可以通过编辑 **HyperConverged** 自定义资源的 **insecureRegistries** 字段来禁用一个或多个容器 registry 的 TLS（传输层安全）。

#### 先决条件

- 以具有 **cluster-admin** 角色的用户身份登录集群。

#### 流程

- 编辑 **HyperConverged** 自定义资源，将不安全 registry 列表添加到 **spec.storageImport.insecureRegistries** 字段中。

```
apiVersion: hco.kubevirt.io/v1beta1
kind: HyperConverged
metadata:
 name: kubevirt-hyperconverged
 namespace: openshift-cnv
spec:
 storageImport:
 insecureRegistries: 1
 - "private-registry-example-1:5000"
 - "private-registry-example-2:5000"
```

- 1 将此列表中的示例替换为有效的 registry 主机名。

### 9.20.17.4. 后续步骤

- [将容器磁盘导入虚拟机的持久性存储中。](#)
- [创建一个虚拟机](#)，使用 **containerDisk** 卷作为临时存储。

## 9.20.18. 准备 CDI 涂销空间

### 9.20.18.1. 关于数据卷

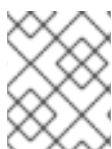
**DataVolume** 对象是 Containerized Data Importer (CDI) 项目提供的自定义资源。DataVolume 编配与底层持久性卷声明 (PVC) 关联的导入、克隆和上传操作。数据卷与 OpenShift Virtualization 集成，它们可在 PVC 准备好前阻止虚拟机启动。

### 9.20.18.2. 关于涂销空间

Containerized Data Importer (CDI) 需要涂销空间 (临时存储) 来完成一些操作，如导入和上传虚拟机镜像。在此过程中，CDI 会提供一个与支持目标数据卷 (DV) 的 PVC 大小相等的涂销空间 PVC。该涂销空间 PVC 将在操作完成或中止后删除。

您可以在 **HyperConverged** 自定义资源的 **spec.scratchSpaceStorageClass** 字段中定义绑定涂销空间 PVC 的存储类。

如果定义的存储类与集群中的存储类不匹配，则会使用为集群定义的默认存储类。如果没有在集群中定义默认存储类，则会使用置备原始 DV 或 PVC 的存储类。



#### 注意

CDI 需要通过 **file** 卷模式来请求涂销空间，与支持原始数据卷的 PVC 无关。如果 **block** 卷模式支持原始 PVC，则您必须定义一个能够置备 **file** 卷模式 PVC 的 StorageClass。

#### 手动调配

如果没有存储类，CDI 将使用项目中与镜像的大小要求匹配的任何 PVC。如果没有与这些要求匹配的 PVC，则 CDI 导入 Pod 将保持 **Pending** 状态，直至有适当的 PVC 可用或直至超时功能关闭 Pod。

### 9.20.18.3. 需要涂销空间的 CDI 操作

| 类型                 | 原因                                                                |
|--------------------|-------------------------------------------------------------------|
| registry 导入        | CDI 必须下载镜像至涂销空间，并对层进行提取，以查找镜像文件。然后镜像文件传递至 QEMU-IMG 以转换成原始磁盘。      |
| 上传镜像               | QEMU-IMG 不接受来自 STDIN 的输入。相反，要上传的镜像保存到涂销空间中，然后才可传递至 QEMU-IMG 进行转换。 |
| 存档镜像的 HTTP 导入      | QEMU-IMG 不知道如何处理 CDI 支持的存档格式。相反，镜像取消存档并保存到涂销空间中，然后再传递至 QEMU-IMG。  |
| 经过身份验证的镜像的 HTTP 导入 | QEMU-IMG 未充分处理身份验证。相反，镜像保存到涂销空间中并进行身份验证，然后再传递至 QEMU-IMG。          |

| 类型             | 原因                                                                 |
|----------------|--------------------------------------------------------------------|
| 自定义证书的 HTTP 导入 | QEMU-IMG 未充分处理 HTTPS 端点的自定义证书。相反，CDI 下载镜像到涂销空间，然后再将文件传递至 QEMU-IMG。 |

#### 9.20.18.4. 定义存储类

您可以通过将 `spec.scratchSpaceStorageClass` 字段添加到 **HyperConverged** 自定义资源（CR）来定义 Containerized Data Importer（CDI）在分配涂销空间时使用的存储类。

##### 先决条件

- 安装 OpenShift CLI (**oc**)。

##### 流程

1. 运行以下命令来编辑 **HyperConverged** CR：

```
$ oc edit hco -n openshift-cnv kubevirt-hyperconverged
```

2. 将 `spec.scratchSpaceStorageClass` 字段添加到 CR，将值设置为集群中存在的存储类的名称：

```
apiVersion: hco.kubevirt.io/v1beta1
kind: HyperConverged
metadata:
 name: kubevirt-hyperconverged
spec:
 scratchSpaceStorageClass: "<storage_class>" 1
```

- 1** 如果您没有指定存储类，CDI 将使用正在填充的持久性卷声明的存储类。

3. 保存并退出默认编辑器以更新 **HyperConverged** CR。

#### 9.20.18.5. CDI 支持的操作列表

此列表针对端点显示内容类型支持的 CDI 操作，以及哪些操作需要涂销空间（scratch space）。

| 内容类型             | HTTP                                                                                    | HTTPS                                                                                     | HTTP 基本身份验证                                                                             | Registry                                                                                                                             | 上传                                                                                       |
|------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|
| KubeVirt (QCOW2) | <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ QCOW2</li> <li>✓ GZ*</li> <li>✓ XZ*</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ QCOW2**</li> <li>✓ GZ*</li> <li>✓ XZ*</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ QCOW2</li> <li>✓ GZ*</li> <li>✓ XZ*</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ QCOW2*</li> <li><input type="checkbox"/> GZ</li> <li><input type="checkbox"/> XZ</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ QCOW2*</li> <li>✓ GZ*</li> <li>✓ XZ*</li> </ul> |
| KubeVirt (RAW)   | <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ RAW</li> <li>✓ GZ</li> <li>✓ XZ</li> </ul>     | <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ RAW</li> <li>✓ GZ</li> <li>✓ XZ</li> </ul>       | <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ RAW</li> <li>✓ GZ</li> <li>✓ XZ</li> </ul>     | <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ RAW*</li> <li><input type="checkbox"/> GZ</li> <li><input type="checkbox"/> XZ</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ RAW*</li> <li>✓ GZ*</li> <li>✓ XZ*</li> </ul>   |



✓ 支持的操作

□ 不支持的操作

\* 需要涂销空间

\*\* 如果需要自定义证书颁发机构，则需要涂销空间

### 9.20.18.6. 其他资源

- [动态置备](#)

## 9.20.19. 重新使用持久性卷

要重新使用静态置备的持久性卷（PV），您必须首先重新声明该卷。这涉及删除 PV，以便重新使用存储配置。

### 9.20.19.1. 关于重新声明静态置备的持久性卷

当重新声明持久性卷（PV）时，您从持久性卷声明（PVC）中卸载 PV 并删除 PV。根据底层存储，您可能需要手动删除共享存储。

然后，您可以重新使用 PV 配置来创建具有不同名称的 PV。

静态置备的 PV 必须具有 **Retain** 的重新声明策略才能重新声明。如果没有，则当 PVC 取消和 PV 的绑定后，PV 将进入失败的状态。



#### 重要

在 OpenShift Container Platform 4 中，**Recycle** 重新声明策略已被弃用。

### 9.20.19.2. 重新声明静态置备的持久性卷

通过取消绑定持久性卷声明（PVC）并删除 PV 重新声明静态置备的持久性卷（PV）。您可能还需要手动删除共享存储。

重新声明静态置备的 PV 依赖于底层存储。此流程提供一般方法，可能需要根据您的存储进行调整。

#### 流程

1. 确保 PV 的 reclaim 策略被设置为 **Retain**:

- a. 检查 PV 上的 reclaim 策略：

```
$ oc get pv <pv_name> -o yaml | grep 'persistentVolumeReclaimPolicy'
```

- b. 如果 **persistentVolumeReclaimPolicy** 没有设置为 **Retain**，使用以下命令编辑 reclaim 策略：

```
$ oc patch pv <pv_name> -p '{"spec":{"persistentVolumeReclaimPolicy":"Retain"}}'
```

2. 确保没有资源在使用 PV:

```
$ oc describe pvc <pvc_name> | grep 'Mounted By:'
```

在继续操作前，删除所有使用 PVC 的资源。

3. 删除 PVC 以释放 PV:

```
$ oc delete pvc <pvc_name>
```

4. 可选：将 PV 配置导出到 YAML 文件。如果在稍后手动删除共享存储，您可以参考此配置。您还可以使用该文件中的 **spec** 参数作为基础，在重新声明 PV 后创建具有相同存储配置的新 PV:

```
$ oc get pv <pv_name> -o yaml > <file_name>.yaml
```

5. 删除 PV :

```
$ oc delete pv <pv_name>
```

6. 可选：根据存储类型，您可能需要删除共享存储文件夹的内容：

```
$ rm -rf <path_to_share_storage>
```

7. 可选：创建一个使用与删除 PV 相同的存储配置的 PV。如果您之前导出了重新声明的 PV 配置，您可以使用该文件的 **spec** 参数作为新 PV 清单的基础：



### 注意

为了避免可能的冲突，最好为新 PV 对象赋予与您删除的名称不同的名称。

```
$ oc create -f <new_pv_name>.yaml
```

## 其他资源

- [为虚拟机配置本地存储](#)
- OpenShift Container Platform Storage 文档包含更多有关[持久性存储](#)的信息。

## 9.20.20. 扩展虚拟机磁盘

您可以通过调整磁盘持久性卷声明(PVC)大小来扩大虚拟机(VM)磁盘的大小，以提供更大的存储容量。

但是，您无法缩小虚拟机磁盘的大小。

### 9.20.20.1. 划分虚拟机磁盘

VM 磁盘扩大为虚拟机提供额外空间。但是，虚拟机所有者负责决定如何使用存储。

如果磁盘是一个 **Filesystem** PVC，则匹配的文件会扩展到剩余大小，同时为文件系统开销保留一些空间。

## 流程

1. 编辑您要扩展的虚拟机磁盘的 **PersistentVolumeClaim** 清单：

```
$ oc edit pvc <pvc_name>
```

- 将 `spec.resource.requests.storage` 属性的值更改为较大的大小。

```

apiVersion: v1
kind: PersistentVolumeClaim
metadata:
 name: vm-disk-expand
spec:
 accessModes:
 - ReadWriteMany
 resources:
 requests:
 storage: 3Gi ①
 ...

```

- ① 可增加的 VM 磁盘大小

### 9.20.20.2. 其他资源

- [在 Windows 中扩展基本卷。](#)
- [在 Red Hat Enterprise Linux 中扩展现有文件系统分区而不破坏数据。](#)
- [在 Red Hat Enterprise Linux 中在线扩展逻辑卷及其文件系统。](#)

### 9.20.21. 删除数据卷

您可以使用 `oc` CLI 手动删除数据卷。



#### 注意

当您删除虚拟机时，其使用的数据卷会被自动删除。

#### 9.20.21.1. 关于数据卷

**DataVolume** 对象是 Containerized Data Importer (CDI) 项目提供的自定义资源。DataVolume 编配与底层持久性卷声明 (PVC) 关联的导入、克隆和上传操作。数据卷与 OpenShift Virtualization 集成，它们可在 PVC 准备好前阻止虚拟机启动。

#### 9.20.21.2. 列出所有数据卷

您可以使用 `oc` CLI 列出集群中的数据卷。

#### 流程

- 运行以下命令列出所有数据卷：

```
$ oc get dvs
```

#### 9.20.21.3. 删除数据卷

您可以使用 `oc` CLI 删除数据卷。

## 先决条件

- 找出您要删除的数据卷的名称。

## 流程

- 运行以下命令来删除数据卷：

```
$ oc delete dv <datavolume_name>
```



### 注意

此命令只删除当前项目中存在的对象。如果您要删除其他项目或命名空间中的对象，请使用 **-n <project\_name>** 选项。

## 第 10 章 虚拟机模板

### 10.1. 创建虚拟机模板

#### 10.1.1. 关于虚拟机模板

**Virtualization → Templates** 页面中列出了预先配置的红帽虚拟机模板。这些模板适用于 Red Hat Enterprise Linux、Fedora、微软 Windows 10 和 Microsoft Windows Servers 的不同版本。每个红帽虚拟机模板都预先配置了操作系统镜像、操作系统的默认设置、类型（CPU 和内存）以及工作负载类型 (server)。

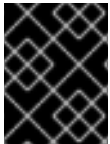
**Templates** 页面中显示四个类型的虚拟机模板：

- 红帽支持的模板完全被红帽模板。
- 用户支持的模板红帽支持的模板，但由用户克隆并创建。
- 红帽提供的模板，红帽会提供有限的支持。
- 用户提供的模板是由红帽提供的，但由用户克隆和创建的模板。

您可以使用模板目录中的过滤器，按照引导源可用性、操作系统和工作负载等属性对模板进行排序。

您不能编辑或删除 **Red Hat Supported** 或 **Red Hat Provided** 模板。您可以克隆模板，将其保存为自定义虚拟机模板，然后编辑该模板。

您还可以通过编辑 YAML 文件示例来创建自定义虚拟机模板。



#### 重要

由于存储行为的区别，一些虚拟机模板与单节点 OpenShift 不兼容。为确保兼容性，请不要为使用数据卷或存储配置集的任何模板或虚拟机设置 **evictionStrategy** 字段。

#### 10.1.2. 关于虚拟机和引导源

虚拟机由虚拟机定义以及由数据卷支持的一个或多个磁盘组成。虚拟机模板允许您使用预定义的虚拟机规格创建虚拟机。

每个虚拟机模板都需要一个引导源，它是一个完全配置的虚拟机磁盘镜像，包括配置的驱动程序。每个虚拟机模板包含一个虚拟机定义，其中包含指向引导源的指针。每个引导源都有一个预定义的名称和命名空间。对于某些操作系统，会自动提供一个引导源。如果没有提供，管理员必须准备自定义引导源。

提供的引导源会自动更新至操作系统的最新版本。对于自动更新的引导源，持久性卷声明(PVC)使用集群的默认存储类创建。如果在配置后选择了不同的默认存储类，您必须删除使用之前的默认存储类配置的集群命名空间中的现有数据卷。

要使用引导源功能，请安装 OpenShift Virtualization 的最新版本。命名空间 **openshift-virtualization-os-images** 启用该功能，并安装 OpenShift Virtualization Operator。安装引导源功能后，您可以创建引导源，将它们附加到模板，并从模板创建虚拟机。

使用通过上传本地文件、克隆现有 PVC、从 registry 或 URL 导入的持久性卷声明 (PVC) 定义引导源。使用 web 控制台将引导源附加到虚拟机模板。在启动源附加到虚拟机模板后，您可从模板创建任意数量的已完全配置的可随时使用虚拟机。

### 10.1.3. 在 web 控制台中创建虚拟机模板

您可以通过编辑 OpenShift Container Platform web 控制台中的 YAML 文件示例来创建虚拟机模板。

#### 流程

1. 在 web 控制台中，在侧边菜单中点 **Virtualization** → **Templates**。
2. 点 **Create Template**。
3. 通过编辑 YAML 文件来指定模板参数。
4. 点 **Create**。  
模板显示在 **Templates** 页面中。
5. 可选：点 **Download** 下载并保存 YAML 文件。

### 10.1.4. 为虚拟机模板添加引导源

对于您要用于创建虚拟机或自定义模板的任何虚拟机模板，可以配置引导源。当使用引导源配置虚拟机模板时，会在 **Templates** 页面中被标记为 **Source**。在向模板中添加引导源后，您可以使用该模板创建新虚拟机。

在 web 控制台中选择和添加引导源有四个方法：

- 上传本地文件（创建 PVC）
- URL（创建 PVC）
- Clone（创建 PVC）
- Registry（创建 PVC）

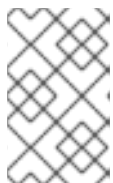
#### 先决条件

- 要添加引导源，您必须以具有 **os-images.kubevirt.io:edit** RBAC 角色或管理员的用户身份登录。您不需要特殊权限才能从附加了引导源的模板创建虚拟机。
- 要上传本地文件，操作系统镜像文件必须存在于本地机器中。
- 要通过 URL 导入，您需要访问带操作系统镜像的 web 服务器。例如：带有镜像的 Red Hat Enterprise Linux 网页。
- 要克隆现有的 PVC，需要使用 PVC 访问项目。
- 要通过 registry 导入，需要访问容器 registry。

#### 流程

1. 在 OpenShift Container Platform 控制台中，从侧边菜单中点 **Virtualization** → **Templates**。
2. 点模板旁边的选项菜单，然后选择 **Edit boot source**。
3. 点 **Add disk**。
4. 在 **Add disk** 窗口中，选择 **Use this disk** 作为引导源。

5. 输入磁盘名称并选择 **Source**，例如 **Blank(creates PVC)** 或 **使用现有 PVC**。
6. 为 **持久性卷声明大小** 输入一个值，以指定适合未压缩镜像的 PVC 大小，以及任何需要的额外空间。
7. 选择一个 **Type**，如 **Disk** 或 **CD-ROM**。
8. 可选：点 **Storage class** 并选择用于创建磁盘的存储类。通常，这个存储类是创建供所有 PVC 使用的默认存储类。



### 注意

提供的引导源会自动更新至操作系统的最新版本。对于自动更新的引导源，持久性卷声明(PVC)使用集群的默认存储类创建。如果在配置后选择了不同的默认存储类，您必须删除使用之前的默认存储类配置的集群命名空间中的现有数据卷。

9. 可选：清除 **Apply optimized StorageProfile settings**，以编辑访问模式或卷模式。
10. 选择保存引导源的适当方法：
  - a. 如果您上传一个本地文件，请点击 **Save and upload**。
  - b. 如果从 URL 或 registry 中导入内容，点 **Save and import**。
  - c. 如果克隆现有的 PVC，点 **Save and clone**。

**Catalog** 页面中列出了带有引导源的自定义虚拟机模板。您可以使用此模板创建虚拟机。

#### 10.1.4.1. 用于添加引导源的虚拟机模板字段

下表描述了在 **模板窗口** 中添加引导源的字段。当您点 **Virtualization → Templates** 页面中的虚拟机模板的 **Add source** 时会显示此窗口。

| Name  | 参数                | 描述                                                                                                                                                                 |
|-------|-------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 引导源类型 | 上传本地文件 (创建 PVC)   | 从本地设备上传文件。支持的文件类型包括 gz、xz、tar 和 qcow2。                                                                                                                             |
|       | URL (创建 PVC)      | 从 HTTP 或 HTTPS 端点提供的镜像导入内容。从镜像下载可用的网页中获取下载链接 URL，并在 <b>Import URL</b> 字段中输入该 URL 链接。示例：对于 Red Hat Enterprise Linux 镜像，登录到红帽客户门户网站，访问进行下载页面，并复制 KVM 客户机镜像的下载链接 URL。 |
|       | PVC (创建 PVC)      | 使用集群中已可用的 PVC 并克隆它。                                                                                                                                                |
|       | Registry (创建 PVC) | 指定位于 registry 中并可从集群访问的可引导操作系统容器。示例：kubevirt/cirros-registry-dis-demo。                                                                                             |
| 源供应商  |                   | 可选字段。添加有关模板源的描述性文本，或者创建模板的用户名称。例如：Red Hat。                                                                                                                         |

| Name   | 参数           | 描述                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|--------|--------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 高级存储设置 | StorageClass | 用于创建磁盘的存储类。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|        | 访问模式         | 持久性卷访问模式。支持的访问模式有：单用户（RWO）、共享访问（RWX）和只读（ROX）。如果选择了 Single User（RWO），则该磁盘可以被单一节点以读写模式挂载。如果选择了 Shared Access（RWX），则该磁盘可以被多个节点以读写模式挂载。 <b>kubevirt-storage-class-defaults</b> 配置映射为数据卷提供默认的访问模式。默认值会根据集群中每个存储类的最佳选项设置。<br><br> <b>注意</b><br>对一些功能（如虚拟机在节点间实时迁移）需要共享访问(RWX)。 |
|        | 卷模式          | 定义持久性卷是否使用格式化的文件系统或原始块状态。支持的模式是 Block 和 Filesystem。 <b>kubevirt-storage-class-defaults</b> 配置映射为数据卷的卷模式提供默认卷模式。默认值会根据集群中每个存储类的最佳选项设置。                                                                                                                                                                                                                     |

### 10.1.5. 其他资源

- [创建并使用引导源](#)
- [自定义存储配置集](#)

## 10.2. 编辑虚拟机模板

您可在 web 控制台中编辑虚拟机模板。



### 注意

您不能编辑 Red Hat Virtualization Operator 提供的模板。如果克隆模板，您可以编辑该模板。

### 10.2.1. 在 web 控制台中编辑虚拟机模板

点相关字段旁的铅笔图标来编辑 web 控制台中虚拟机磁盘的选择值。可使用 CLI 编辑其他值。

您可以为任何模板（包括红帽提供的标签和注解）编辑标签和注解。其他字段只适用于用户自定义模板。

#### 流程

1. 从侧边菜单中点 **Virtualization** → **Templates**。
2. 可选：使用 **Filter** 下拉菜单根据状态、模板、节点或操作系统(OS)等属性对虚拟机模板列表进行排序。



3. 选择虚拟机模板以打开 **Template 详情** 页面。
4. 点具有铅笔图标的字段，这表示该字段可编辑。例如，点当前的 **引导模式** 设置（如 BIOS 或 UEFI）打开 **引导模式** 窗口并从列表中选择一项。
5. 进行相关的更改并点击 **Save**。

编辑虚拟机模板不会影响已经从该模板中创建的虚拟机。

### 10.2.1.1. 虚拟机模板字段

下表列出了您可以在 OpenShift Container Platform web 控制台中编辑的虚拟机模板字段：

表 10.1. 虚拟机模板字段

| 标签页  | 字段或功能                                                                                                                                                                                          |
|------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 详情   | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 标签</li> <li>● 注解</li> <li>● 显示名称</li> <li>● 描述</li> <li>● Workload 配置集</li> <li>● CPU/内存</li> <li>● 引导模式</li> <li>● GPU 设备</li> <li>● 主机设备</li> </ul> |
| YAML | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 查看、编辑或下载自定义资源。</li> </ul>                                                                                                                             |
| 调度   | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 节点选择器</li> <li>● 容限 (Tolerations)</li> <li>● 关联性规则</li> <li>● 专用资源</li> <li>● 驱除策略</li> <li>● Descheduler 设置</li> </ul>                               |
| 网络接口 | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 添加、编辑或删除网络接口。</li> </ul>                                                                                                                              |

| 标签页    | 字段或功能                                                                              |
|--------|------------------------------------------------------------------------------------|
| 磁盘     | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 添加、编辑或删除磁盘。</li> </ul>                    |
| 脚本     | <ul style="list-style-type: none"> <li>● cloud-init 设置</li> </ul>                  |
| 参数（可选） | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 虚拟机名称</li> <li>● cloud-user 密码</li> </ul> |

### 10.2.1.2. 将网络接口添加到虚拟机模板

将网络接口添加到虚拟机模板。

#### 流程

1. 从侧边菜单中点 **Virtualization → Templates**。
2. 选择虚拟机模板以打开 **Template Details** 屏幕。
3. 点击 **Network Interfaces** 选项卡。
4. 点击 **Add Network Interface**。
5. 在 **Add Network Interface** 窗口中，指定网络接口的 **Name**、**Model**、**Network**、**Type** 和 **MAC Address**。
6. 点击 **Add**。

### 10.2.1.3. 将虚拟磁盘添加到虚拟机模板

使用这个步骤将虚拟磁盘添加到虚拟机模板。

#### 流程

1. 从侧边菜单中点 **Virtualization → Templates**。
2. 选择虚拟机模板以打开 **Template Details** 屏幕。
3. 点 **Disks** 选项卡，然后点 **Add disk**。
4. 在 **Add disk** 窗口中，指定 **Source**、**Name**、**Size**、**Interface** 和 **Storage Class**。
  - a. 可选：如果您使用空磁盘源并在创建数据卷时要求最大写入性能，则可以启用预分配。如果要这样做，可选中启用**预分配**复选框。
  - b. 可选：您可以清除 **Apply optimized StorageProfile** 设置，以更改虚拟磁盘的**卷模式**和**访问模式**。如果没有指定这些参数，系统将使用 **kubevirt-storage-class-defaults** 配置映射中的默认值。

5. 点击 **Add**。

#### 10.2.1.4. 为模板编辑 CD-ROM

使用以下步骤为虚拟机模板编辑 CD-ROM。

##### 流程

1. 从侧边菜单中点 **Virtualization → Templates**。
2. 选择虚拟机模板以打开 **Template Details** 屏幕。
3. 点 **Disks** 选项卡。
4. 点您要编辑的 CD-ROM 的 Options 菜单 ，然后选择 **Edit**。
5. 在 **Edit CD-ROM** 窗口中，编辑字段：**Source**、**Persistent Volume Claim**、**Name**、**Type** 和 **Interface**。
6. 点 **Save**。

### 10.3. 为虚拟机模板启用专用资源

虚拟机可以具有一个节点的资源，比如 CPU，以便提高性能。

#### 10.3.1. 关于专用资源

当为您的虚拟机启用专用资源时，您的工作负载将会在不会被其他进程使用的 CPU 上调度。通过使用专用资源，您可以提高虚拟机性能以及延迟预测的准确性。

#### 10.3.2. 先决条件

- 节点上必须配置 **CPU Manager**。在调度虚拟机工作负载前，请确认节点具有 **cpumanager = true** 标签。

#### 10.3.3. 为虚拟机模板启用专用资源

您可以在 **Details** 选项卡中为虚拟机模板启用专用资源。从红帽模板创建的虚拟机可以使用专用资源进行配置。

##### 流程

1. 在 OpenShift Container Platform 控制台中，从侧边菜单中点 **Virtualization → Templates**。
2. 选择虚拟机模板以打开 **Template** 详情页面。
3. 在 **Scheduling** 选项卡中，点 **Dedicated Resources** 旁边的铅笔图标。
4. 选择 **Schedule this workload with dedicated resources (guaranteed policy)**。
5. 点击 **Save**。

## 10.4. 将虚拟机模板部署到自定义命名空间

红帽提供在 **openshift** 命名空间中安装的预配置虚拟机模板。默认情况下，**ssp-operator** 将虚拟机模板部署到 **openshift** 命名空间。**openshift** 命名空间中的模板可公开供所有用户使用。这些模板列在不同操作系统的 **Virtualization → Templates** 页面中。

### 10.4.1. 为模板创建自定义命名空间

您可以创建一个自定义命名空间，用于部署虚拟机模板，供具有访问这些模板权限的任何人使用。要将模板添加到自定义命名空间，请编辑 **HyperConverged** 自定义资源(CR)，将 **commonTemplatesNamespace** 添加到 spec，并为虚拟机模板指定自定义命名空间。修改了 **HyperConverged** CR 后，**ssp-operator** 会填充自定义命名空间中的模板。

#### 先决条件

- 安装 OpenShift Container Platform CLI **oc**。
- 以具有 cluster-admin 权限的用户身份登录。

#### 流程

- 使用以下命令创建自定义命名空间：

```
$ oc create namespace <mycustomnamespace>
```

### 10.4.2. 将模板添加到自定义命名空间中

默认情况下，**ssp-operator** 将虚拟机模板部署到 **openshift** 命名空间。**openshift** 命名空间中的模板对所有用户都公开。当创建自定义命名空间并添加到该命名空间中时，您可以修改或删除 **openshift** 命名空间中的虚拟机模板。要将模板添加到自定义命名空间，请编辑包含 **ssp-operator** 的 **HyperConverged** 自定义资源(CR)。

#### 流程

1. 查看 **openshift** 命名空间中可用的虚拟机模板列表。

```
$ oc get templates -n openshift
```

2. 运行以下命令，在默认编辑器中编辑 **HyperConverged** CR：

```
$ oc edit hco -n openshift-cnv kubevirt-hyperconverged
```

3. 查看自定义命名空间中可用的虚拟机模板列表。

```
$ oc get templates -n customnamespace
```

4. 添加 **commonTemplatesNamespace** 属性并指定自定义命名空间。Example:

```
apiVersion: hco.kubevirt.io/v1beta1
kind: HyperConverged
metadata:
```

```
name: kubevirt-hyperconverged
spec:
 commonTemplatesNamespace: customnamespace ❶
```

- ❶ 用于部署模板的自定义命名空间。

- 保存更改并退出编辑器。**ssp-operator** 将默认 **openshift** 命名空间中存在的虚拟机模板添加到自定义命名空间中。

#### 10.4.2.1. 从自定义命名空间中删除模板

要从自定义命名空间中删除虚拟机模板，请从 **HyperConverged** 自定义资源(CR)中删除 **commonTemplateNamespace** 属性，并从那个自定义命名空间中删除每个模板。

##### 流程

- 运行以下命令，在默认编辑器中编辑 **HyperConverged** CR：

```
$ oc edit hco -n openshift-cnv kubevirt-hyperconverged
```

- 删除 **commonTemplateNamespace** 属性。

```
apiVersion: hco.kubevirt.io/v1beta1
kind: HyperConverged
metadata:
 name: kubevirt-hyperconverged
spec:
 commonTemplatesNamespace: customnamespace ❶
```

- ❶ 要删除的 **commonTemplatesNamespace** 属性。

- 从已删除的自定义命名空间中删除特定模板。

```
$ oc delete templates -n customnamespace <template_name>
```

##### 验证

- 验证模板是否已从自定义命名空间中删除。

```
$ oc get templates -n customnamespace
```

#### 10.4.2.2. 其他资源

- [创建虚拟机模板](#)

## 10.5. 删除虚拟机模板

您可以使用 web 控制台删除基于红帽模板的自定义虚拟机模板。

您不能删除红帽模板。

## 10.5.1. 删除 web 控制台中的虚拟机模板


删除虚拟机模板会将其从集群中永久移除。



### 注意

您可以删除自定义虚拟机模板。您不能删除红帽提供的模板。

### 流程

1. 在 OpenShift Container Platform 控制台中，从侧边菜单中点 **Virtualization** → **Templates**。
2. 点模板的 Options 菜单  并选择 **Delete template**。
3. 点击 **Delete**。

## 第 11 章 实时迁移

### 11.1. 虚拟机实时迁移

#### 11.1.1. 关于实时迁移

实时迁移是在不中断虚拟工作负载或访问的情况下，将正在运行的虚拟机实例（VMI）迁移到集群中另一节点的过程。如果 VMI 使用 **LiveMigrate** 驱除策略，它会在 VMI 运行的节点置于维护模式时自动迁移。您还可以选择要迁移的 VMI 手动启动实时迁移。

如果满足以下条件，您可以使用实时迁移：

- 使用 **ReadWriteMany** (RWX) 访问模式的共享存储。
- 足够的 RAM 和网络带宽。
- 如果虚拟机使用主机型号 CPU，则节点必须支持虚拟机的主机型号 CPU。

默认情况下，实时迁移流量使用传输层安全 (TLS) 加密。

#### 11.1.2. 其他资源

- [迁移虚拟机实例到另一节点](#)
- [实时迁移限制](#)
- [自定义存储配置集](#)

### 11.2. 实时迁移限制和超时

应用实时迁移限制和超时，以便迁移过程不会给集群造成负担。通过编辑 **HyperConverged** 自定义资源（CR）来配置这些设置。

#### 11.2.1. 配置实时迁移限制和超时

通过更新位于 **openshift-cnv** 命名空间中的 **HyperConverged** 自定义资源（CR）为集群配置实时迁移限制和超时。

#### 流程

- 编辑 **HyperConverged** CR 并添加必要的实时迁移参数。

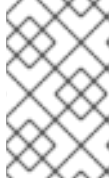
```
$ oc edit hco -n openshift-cnv kubevirt-hyperconverged
```

#### 配置文件示例

```
apiVersion: hco.kubevirt.io/v1beta1
kind: HyperConverged
metadata:
 name: kubevirt-hyperconverged
 namespace: openshift-cnv
spec:
 liveMigrationConfig: 1
```

bandwidthPerMigration: 64Mi  
 completionTimeoutPerGiB: 800  
 parallelMigrationsPerCluster: 5  
 parallelOutboundMigrationsPerNode: 2  
 progressTimeout: 150

**1** 在本例中，`spec.liveMigrationConfig` 数组包含每个字段的默认值。



### 注意

您可以通过删除该键/值对并保存文件来恢复任何 `spec.liveMigrationConfig` 字段的默认值。例如，删除 `progressTimeout: <value>` 以恢复默认的 `progressTimeout: 150`。

## 11.2.2. 集群范围内的实时迁移限制和超时

表 11.1. 迁移参数

| 参数                                             | 描述                                                                                                                                             | 默认               |
|------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| <code>parallelMigrationsPerCluster</code>      | 集群中并行运行的迁移数。                                                                                                                                   | 5                |
| <code>parallelOutboundMigrationsPerNode</code> | 每个节点的最大出站迁移数。                                                                                                                                  | 2                |
| <code>bandwidthPerMigration</code>             | 每个迁移的带宽限制，其中值为每秒字节数。例如， <code>2048Mi</code> 表示 2048 MiB/s。                                                                                     | 0 <sup>[1]</sup> |
| <code>completionTimeoutPerGiB</code>           | 如果迁移未能在此时间内完成则会取消，以每 GiB 内存秒数为单位。例如，如果 6GiB 内存的虚拟机实例未能在 4800 秒内完成，该虚拟机实例将超时。如果 <b>Migration Method</b> 是 <b>BlockMigration</b> ，则迁移磁盘的大小纳入计算中。 | 800              |
| <code>progressTimeout</code>                   | 如果内存复制未能在此时间内取得进展，则会取消迁移，以秒为单位。                                                                                                                | 150              |

1. 默认值 **0** 代表没有限制。

## 11.3. 迁移虚拟机实例到另一节点

使用 web 控制台或 CLI 手动将虚拟机实例实时迁移到另一节点。



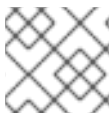
### 注意

如果虚拟机使用主机模型 CPU，则只能在支持其主机 CPU 模型的节点之间进行实时迁移。

### 11.3.1. 在 web 控制台中启动虚拟机实例的实时迁移



将正在运行的虚拟机实例迁移到集群中的不同节点。



### 注意

**Migrate** 操作对所有用户可见，但只有 admin 用户可以启动虚拟机迁移。

### 流程

1. 在 OpenShift Container Platform 控制台中，从侧边菜单中点 **Virtualization** → **VirtualMachines**。
2. 您从此页面启动迁移，这有助于在同一页面上对多个虚拟机执行操作，也可从 **VirtualMachine** 详情页面（您可以在其中查看所选虚拟机的综合详情）：

- 点虚拟机旁边的 Options 菜单  并选择 **Migrate**。
- 点虚拟机名称，打开 **VirtualMachine** 详情页面，然后单击 **Actions** → **Migrate**。

3. 单击 **Migrate** 把虚拟机迁移到另一节点。

### 11.3.2. 在 CLI 中启动虚拟机实例的实时迁移

通过在集群中创建 **VirtualMachineInstanceMigration** 对象并引用虚拟机实例的名称来启动正在运行的虚拟机实例的实时迁移。

### 流程

1. 为要迁移的虚拟机实例创建 **VirtualMachineInstanceMigration** 配置文件。例如 **VMI-migrate.yaml**：

```
apiVersion: kubevirt.io/v1
kind: VirtualMachineInstanceMigration
metadata:
 name: migration-job
spec:
 vmiName: vmi-fedora
```

2. 运行以下命令在集群中创建对象：

```
$ oc create -f vmi-migrate.yaml
```

**VirtualMachineInstanceMigration** 对象触发虚拟机实例的实时迁移。只要虚拟机实例在运行，该对象便始终存在于集群中，除非手动删除。

### 其他资源：

- [监控虚拟机实例的实时迁移](#)
- [取消虚拟机实例的实时迁移](#)

## 11.4. 在专用额外网络中迁移虚拟机

您可以为实时迁移配置专用 [Multus 网络](#)。专用的网络可最小化实时迁移期间对租户工作负载的网络饱和和影响。

### 11.4.1. 为虚拟机实时迁移配置专用的二级网络

要为实时迁移配置专用的二级网络，您必须首先使用 CLI 为 **openshift-cnv** 命名空间创建一个桥接网络附加定义。然后，将 **NetworkAttachmentDefinition** 对象的名称添加到 **HyperConverged** 自定义资源 (CR)。

#### 先决条件

- 已安装 OpenShift CLI (**oc**)。
- 您以具有 **cluster-admin** 角色的用户身份登录到集群。
- Multus Container Network Interface (CNI) 插件已安装在集群中。
- 集群中的每个节点至少有两个网络接口卡(NIC)，用于实时迁移的 NIC 则连接到同一个 VLAN。
- 虚拟机(VM)使用 **LiveMigrate** 驱除策略运行。

#### 流程

1. 创建 **NetworkAttachmentDefinition** 清单。

#### 配置文件示例

```
apiVersion: "k8s.cni.cncf.io/v1"
kind: NetworkAttachmentDefinition
metadata:
 name: my-secondary-network 1
 namespace: openshift-cnv 2
spec:
 config: '{
 "cniVersion": "0.3.1",
 "name": "migration-bridge",
 "type": "macvlan",
 "master": "eth1", 3
 "mode": "bridge",
 "ipam": {
 "type": "whereabouts", 4
 "range": "10.200.5.0/24" 5
 }
 }'
```

- 1 **NetworkAttachmentDefinition** 对象的名称。
- 2 **NetworkAttachmentDefinition** 对象所在的命名空间。这必须是 **openshift-cnv**。
- 3 用于实时迁移的 NIC 名称。
- 4 为这个网络附加定义提供网络的 CNI 插件名称。
- 5 二级网络的 IP 地址范围。这个范围不得与主网络的 IP 地址有任何重叠。

- 运行以下命令，在默认编辑器中打开 **HyperConverged** CR：

```
oc edit hyperconverged kubevirt-hyperconverged -n openshift-cnv
```

- 将 **NetworkAttachmentDefinition** 对象的名称添加到 **HyperConverged** CR 的 **spec.liveMigrationConfig** 小节中。例如：

### 配置文件示例

```
apiVersion: hco.kubevirt.io/v1beta1
kind: HyperConverged
metadata:
 name: kubevirt-hyperconverged
spec:
 liveMigrationConfig:
 completionTimeoutPerGiB: 800
 network: my-secondary-network 1
 parallelMigrationsPerCluster: 5
 parallelOutboundMigrationsPerNode: 2
 progressTimeout: 150
 ...
```

- 用于实时迁移的 Multus **NetworkAttachmentDefinition** 对象的名称。

- 保存更改并退出编辑器。**virt-handler** Pod 会重启并连接到二级网络。

### 验证

- 当运行虚拟机的节点置于维护模式时，虚拟机会自动迁移到集群中的另一个节点。您可以通过检查虚拟机实例(VMI)元数据中的目标 IP 地址，验证迁移是否在二级网络中发生，而不是默认 pod 网络。

```
oc get vmi <vmi_name> -o jsonpath='{.status.migrationState.targetNodeAddress}'
```

### 11.4.2. 其他资源

- [实时迁移限制和超时](#)

## 11.5. 监控虚拟机实例的实时迁移

您可通过 web 控制台或 CLI 监控虚拟机实例的实时迁移进程。

### 11.5.1. 在 web 控制台中监控虚拟机实例的实时迁移

在迁移期间，虚拟机的状态为 **Migrating**。此状态显示在 **VirtualMachines** 页面中或迁移虚拟机的 **VirtualMachine** 详情页中。

### 流程

- 在 OpenShift Container Platform 控制台中，从侧边菜单中点 **Virtualization** → **VirtualMachines**。

2. 选择虚拟机以打开 **VirtualMachine** 详情页面。

### 11.5.2. 在 CLI 中监控虚拟机实例的实时迁移

虚拟机迁移的状态保存在 **VirtualMachineInstance** 配置的 **Status** 组件中。

#### 流程

- 在正在迁移的虚拟机实例上使用 **oc describe** 命令：

```
$ oc describe vmi vmi-fedora
```

#### 输出示例

```
...
Status:
 Conditions:
 Last Probe Time: <nil>
 Last Transition Time: <nil>
 Status: True
 Type: LiveMigratable
 Migration Method: LiveMigration
 Migration State:
 Completed: true
 End Timestamp: 2018-12-24T06:19:42Z
 Migration UID: d78c8962-0743-11e9-a540-fa163e0c69f1
 Source Node: node2.example.com
 Start Timestamp: 2018-12-24T06:19:35Z
 Target Node: node1.example.com
 Target Node Address: 10.9.0.18:43891
 Target Node Domain Detected: true
```

## 11.6. 取消虚拟机实例的实时迁移

取消实时迁移，以便虚拟机实例保留在原始节点上。


您可通过 web 控制台或 CLI 取消实时迁移。

### 11.6.1. 在 web 控制台中取消虚拟机实例的实时迁移

您可以在 web 控制台中取消虚拟机实例的实时迁移。

#### 流程

1. 在 OpenShift Container Platform 控制台中，从侧边菜单中点 **Virtualization** → **VirtualMachines**。

2. 点虚拟机旁边的 Options 菜单  并选择 **Cancel Migration**。

### 11.6.2. 在 CLI 中取消虚拟机实例的实时迁移

通过删除与迁移关联的 **VirtualMachineInstanceMigration** 对象来取消虚拟机实例的实时迁移。

## 流程

- 删除触发实时迁移的 **VirtualMachineInstanceMigration** 对象，本例中为 **migration-job**：

```
$ oc delete vmim migration-job
```

## 11.7. 配置虚拟机驱除策略

**LiveMigrate** 驱除策略可确保当节点置于维护中或排空时，虚拟机实例不会中断。具有驱除策略的虚拟机实例将实时迁移到另一节点。

### 11.7.1. 使用 LiveMigration 驱除策略配置自定义虚拟机

您只需在自定义虚拟机上配置 **LiveMigration** 驱除策略。通用模板默认已配置该驱除策略。

## 流程

- 将 **evictionStrategy: LiveMigrate** 选项添加到虚拟机配置文件的 **spec.template.spec** 部分。本例使用 **oc edit** 来更新 **VirtualMachine** 配置文件中的相关片段：

```
$ oc edit vm <custom-vm> -n <my-namespace>
```

```
apiVersion: kubevirt.io/v1
kind: VirtualMachine
metadata:
 name: custom-vm
spec:
 template:
 spec:
 evictionStrategy: LiveMigrate
 ...
```

- 重启虚拟机以使更新生效：

```
$ virtctl restart <custom-vm> -n <my-namespace>
```

## 11.8. 配置实时迁移策略

您可以使用实时迁移策略为指定虚拟机实例 (VMI) 组定义不同的迁移配置。



### 重要

实时迁移策略只是一个技术预览功能。技术预览功能不受红帽产品服务等级协议 (SLA) 支持，且功能可能并不完整。红帽不推荐在生产环境中使用它们。这些技术预览功能可以使用户提早试用新的功能，并有机会在开发阶段提供反馈意见。

有关红帽技术预览功能支持范围的更多信息，请参阅[技术预览功能支持范围](#)。

### 11.8.1. 配置实时迁移策略

使用 **MigrationPolicy** 自定义资源定义 (CRD) 为一个或多个所选虚拟机实例 (VMI) 定义迁移策略。

您可以使用以下任一组合指定 VMI 组：

- 虚拟机实例标签，如 **size**, **os**, **gpu**, 和其他 VMI 标签。
- 命名空间标签，如 **priority**, **bandwidth**, **hpc-workload**, 和其他命名空间标签。

要使策略应用到特定 VMI 组，VMI 组的所有标签都必须与策略中的标签匹配。



### 注意

如果多个实时迁移策略应用到 VMI，则具有最高匹配标签的策略会优先使用。如果有多个策略满足此条件，策略会按照字典的顺序匹配标签键，第一个有最高的优先级。

### 流程

1. 为指定 VMI 组创建一个 **MigrationPolicy** CRD。以下示例 YAML 使用标签 **hpc-workloads:true,xyz-workloads-type: ""**, **workload-type: db**, 和 **operating-system: ""** 配置组：

```
apiVersion: migrations.kubevirt.io/v1alpha1
kind: MigrationPolicy
metadata:
 name: my-awesome-policy
spec:
 # Migration Configuration
 allowAutoConverge: true
 bandwidthPerMigration: 217Ki
 completionTimeoutPerGiB: 23
 allowPostCopy: false

 # Matching to VMIs
 selectors:
 namespaceSelector: 1
 matchLabels:
 hpc-workloads: "True"
 xyz-workloads-type: ""
 virtualMachineInstanceSelector: 2
 matchLabels:
 workload-type: "db"
 operating-system: ""
```

- 1 使用 **namespaceSelector** 使用命名空间标签定义 VMI 组。
- 2 使用 **virtualMachineInstanceSelector** 使用 VMI 标签定义一组 VMI。

## 第 12 章 节点维护

### 12.1. 关于节点维护

#### 12.1.1. 关于节点维护模式

节点可以使用 **oc adm** 实用程序或者使用 **NodeMaintenance** 自定义资源 (CR) 置于维护模式。

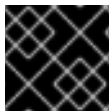


#### 注意

OpenShift Virtualization 不再提供 **node-maintenance-operator** (NMO)。现在，它可以被部署为 OpenShift Container Platform Web 控制台中的 **OperatorHub** 的独立 Operator，或使用 OpenShift CLI (**oc**)。

将节点置于维护中可将节点标记为不可调度，并排空其中的所有虚拟机和 pod。具有 **LiveMigrate** 驱除策略的虚拟机实例实时迁移到另一节点不会丢失服务。在从通用模板创建的虚拟机中默认配置此驱除策略，而自定义虚拟机则必须手动更改配置。

没有驱除策略的虚拟机实例将被关闭。具有 **Running** 或 **RerunOnFailure** 的 **RunStrategy** 的虚拟机会在另一节点上重新创建。带有 **Manual** 的 **RunStrategy** 虚拟机不会被自动重启。



#### 重要

虚拟机必须具有一个采用共享 **ReadWriteMany** (RWX) 访问模式的 PVC 才能实时迁移。

Node Maintenance Operator 监视是否有新的或删除的 **NodeMaintenance** CR。当检测到新的 **NodeMaintenance** CR 时，不会调度新的工作负载，并且该节点从集群的其余部分中分离。所有可被驱除的 pod 都会从节点上驱除。删除 **NodeMaintenance** CR 时，CR 中引用的节点将可用于新工作负载。



#### 注意

使用 **NodeMaintenance** CR 进行节点维护任务可实现与 **oc adm cordon** 和 **oc adm drain** 命令相同的结果，使用标准 OpenShift Container Platform 自定义资源处理。

#### 12.1.2. 维护裸机节点

当您在裸机基础架构上部署 OpenShift Container Platform 时，与在云基础架构上部署相比，还需要考虑其他的注意事项。与集群节点被视为临时的云环境中不同，重新置备裸机节点需要大量时间和精力进行维护任务。

当裸机节点出现故障时，例如，如果发生致命内核错误或发生 NIC 卡硬件故障，在修复或替换问题节点时，故障节点上的工作负载需要重启。节点维护模式允许集群管理员安全关闭节点，将工作负载移到集群的其它部分，并确保工作负载不会中断。详细进度和节点状态详情会在维护过程中提供。

#### 12.1.3. 其他资源

- [使用 CLI 安装 Node Maintenance Operator](#)
- [将节点设置为维护模式](#)
- [从维护模式恢复节点](#)

- [关于虚拟机的 RunStrategies](#)
- [虚拟机实时迁移](#)
- [配置虚拟机驱除策略](#)

## 12.2. 自动续订 TLS 证书

OpenShift Virtualization 组件的所有 TLS 证书都会被更新并自动轮转。您不需要手动刷新它们。

### 12.2.1. TLS 证书自动续订计划

TLS 证书会根据以下调度自动删除并替换：

- kubeVirt 证书每天都会被更新。
- 容器化数据导入程序控制器（CDI）证书每 15 天更新一次。
- MAC 池证书会每年续订。

自动 TLS 证书轮转不会破坏任何操作。例如，以下操作可在没有任何中断的情况下继续工作：

- 迁移
- 镜像上传
- VNC 和控制台连接

## 12.3. 为过时的 CPU 型号管理节点标签

只要节点支持 VM CPU 模型和策略，您可以在节点上调度虚拟机（VM）。

### 12.3.1. 关于过时 CPU 型号的节点标签

OpenShift Virtualization Operator 使用预定义的过时 CPU 型号列表来确保节点只支持调度的虚拟机的有效 CPU 型号。

默认情况下，从为节点生成的标签列表中删除了以下 CPU 型号：

#### 例 12.1. 过时的 CPU 型号

```
"486"
Conroe
athlon
core2duo
coreduo
kvm32
kvm64
n270
pentium
pentium2
pentium3
pentiumpro
```



```
phenom
qemu32
qemu64
```

在 **HyperConverged** CR 中无法看到这个预定义列表。您无法从此列表中 *删除* CPU 型号，但您可以通过编辑 **HyperConverged** CR 的 `spec.obsoleteCPUs.cpuModels` 字段来添加到列表中。

### 12.3.2. 关于 CPU 功能的节点标签

在迭代过程中，从为节点生成的标签列表中删除最小 CPU 模型中的基本 CPU 功能。

例如：

- 一个环境可能有两个支持的 CPU 型号：**Penryn** 和 **Haswell**。
- 如果将 **Penryn** 指定为 **minCPU** 的 CPU 型号，**Penryn** 的每个基本 CPU 功能都会与 **Haswell** 支持的 CPU 功能列表进行比较。

#### 例 12.2. Penryn支持的 CPU 功能

```
apic
clflush
cmov
cx16
cx8
de
fpu
fxsr
lahf_lm
lm
mca
mce
mmx
msr
mtrr
nx
pae
pat
pge
pni
pse
pse36
sep
sse
sse2
sse4.1
ssse3
syscall
tsc
```

#### 例 12.3. Haswell支持的 CPU 功能

```
aes
```

```
apic
avx
avx2
bmi1
bmi2
clflush
cmov
cx16
cx8
de
erms
fma
fpu
fsgsbase
fxsr
hle
invpcid
lahf_lm
lm
mca
mce
mmx
movbe
msr
mtrr
nx
pae
pat
pcid
pclmuldq
pge
pni
popcnt
pse
pse36
rdtscp
rtm
sep
smep
sse
sse2
sse4.1
sse4.2
ssse3
syscall
tsc
tsc-deadline
x2apic
xsave
```

- 如果 **Penryn** 和 **Haswell** 都支持特定的 CPU 功能，则不会为该功能创建一个标签。为仅受 **Haswell** 支持且不受 **Penryn** 支持的 CPU 功能生成标签。

例 12.4. 迭代后为 CPU 功能创建的节点标签

```

aes
avx
avx2
bmi1
bmi2
erms
fma
fsgsbase
hle
invpcid
movbe
pcid
pclmuldq
popcnt
rdtscp
rtm
sse4.2
tsc-deadline
x2apic
xsave

```

### 12.3.3. 配置过时的 CPU 型号

您可以通过编辑 **HyperConverged** 自定义资源（CR）来配置过时的 CPU 型号列表。

#### 流程

- 编辑 **HyperConverged** 自定义资源，在 **obsoleteCPUs** 阵列中指定过时的 CPU 型号。例如：

```

apiVersion: hco.kubevirt.io/v1beta1
kind: HyperConverged
metadata:
 name: kubevirt-hyperconverged
 namespace: openshift-cn
spec:
 obsoleteCPUs:
 cpuModels: ❶
 - "<obsolete_cpu_1>"
 - "<obsolete_cpu_2>"
 minCPUModel: "<minimum_cpu_model>" ❷

```

- ❶ 将 **cpuModels** 数组中的示例值替换为过时的 CPU 型号。您指定的任何值都会添加到预定义的过时 CPU 型号列表中。预定义的列表在 CR 中不可见。
- ❷ 使用您要用于基本 CPU 功能的最低 CPU 型号替换这个值。如果没有指定值，则默认使用 **Penryn**。

## 12.4. 防止节点协调

使用 **skip-node** 注解来防止 **node-labeller** 协调节点。

### 12.4.1. 使用 skip-node 注解

如果您希望 **node-labeller** 跳过节点，请使用 **oc** CLI 注解该节点。

#### 先决条件

- 已安装 OpenShift CLI (**oc**)。

#### 流程

- 运行以下命令来注解您要跳过的节点：

```
$ oc annotate node <node_name> node-labeller.kubevirt.io/skip-node=true 1
```

- 1 将 **<node\_name>** 替换为要跳过的相关节点的名称。

在节点注解被删除或设置为 `false` 后，协调会在下一个周期中恢复。

### 12.4.2. 其他资源

- [为过时的 CPU 型号管理节点标签](#)

## 第 13 章 日志记录、事件和监控

### 13.1. 查看虚拟化概述

**Virtualization Overview** 页面提供对虚拟化资源、详情、状态和顶级用户的全面视图。通过深入了解 OpenShift Virtualization 的整体健康状况，您可以确定是否需要干预来解决通过检查数据发现的特定问题。

使用 **Getting Started** 资源访问快速启动，阅读有关虚拟化的最新博客，以及如何使用操作员。获取有关警报、事件、清单和虚拟机状态的完整信息。自定义 **Top Consumer** 卡，以按项目、虚拟机或节点对特定资源进行高利用率获取数据。单击 **View virtualization dashboard** 以快速访问 **Dashboards** 页面。

#### 13.1.1. 先决条件

要使用 **Top Consumers** 卡中的 **vCPU wait** 指标，**schedstats=enable** 内核参数必须应用到 **MachineConfig** 对象。此内核参数启用用于调试和性能调优的调度程序统计，并为调度程序添加较小的额外负载。如需有关应用内核参数的更多信息，请参阅 [OpenShift Container Platform 机器配置任务](#) 文档。

#### 13.1.2. 在 Virtualization Overview 页面中主动监控资源

下表显示了 **Virtualization Overview** 页面中主动监控的资源、指标和字段。当您需要获取相关数据并间解决问题时，这些信息很有用。

| 监控资源、字段和指标     | 描述                                                                |
|----------------|-------------------------------------------------------------------|
| 详情             | <b>OpenShift Virtualization</b> 的服务和版本信息的简要概述。                    |
| Status         | 虚拟化和网络的警报。                                                        |
| 活动             | 虚拟机的持续事件。消息与集群的最新活动相关，如创建 pod 或虚拟机迁移到另一台主机。                       |
| 通过模板运行虚拟机      | 圆环图为每个虚拟机模板显示一个唯一颜色，并显示使用各个模板的正在运行的虚拟机数量。                         |
| 清单 (Inventory) | 活跃虚拟机、模板、节点和网络的总数。                                                |
| 虚拟机状态          | 虚拟机的当前状态：运行、调配、启动、迁移、暂停、停止、终止，以及未知。                               |
| 权限             | 通过权限启用功能的任务：访问公共模板、访问公共引导源、克隆虚拟机、把 VM 附加到多个网络、从本地磁盘上传基础镜像，以及共享模板。 |

#### 13.1.3. 监视 top 消耗的资源

**Virtualization Overview** 页面中的 **Top Consumers** 卡会显示项目、虚拟机或节点，且最大消耗资源。您可以选择项目、虚拟机或节点，并查看特定资源的前五或十大消费者。



## 注意

查看最大资源消耗仅限于每个 **Top Consumers** 卡中前五个或前十个用户。

下表显示了对顶级使用者监控的资源。

| 监视 top 消耗的资源 | 描述                                                      |
|--------------|---------------------------------------------------------|
| CPU          | 消耗最多 CPU 的项目、虚拟机或节点。                                    |
| 内存           | 占用内存最多的项目、虚拟机或节点（以字节为单位）。显示单位（如 MiB 或 GiB）由资源消耗的大小决定。   |
| 使用的文件系统      | 文件系统消耗最高的项目、虚拟机或节点（以字节为单位）。显示单位（如 MiB 或 GiB）由资源消耗的大小决定。 |
| 内存交换         | 在内存交换时，项目、虚拟机或节点会消耗最大的内存压力。                             |
| vCPU 等待      | 具有 vCPU 最长等待时间（以秒为单位）的项目、虚拟机或节点。                        |
| 存储吞吐量        | 来自于存储介质（在 mbps）中对最多数据传输率的项目、虚拟机或节点。                     |
| 存储 IOPS      | 一段时间内的最大存储 IOPS（每秒输入/输出操作）的项目、虚拟机或节点。                   |

### 13.1.4. 检查项目、虚拟机和节点的主要使用者

您可以在 **Virtualization Overview** 页面中查看所选项目、虚拟机或节点的资源顶级使用者。

#### 先决条件

- 您可以使用具有 **cluster-admin** 角色的用户访问集群。

#### 流程

1. 在 OpenShift Virtualization web 控制台的 **Administrator** 视角中，导航到 **Virtualization → Overview**。
2. 导航到 **Top Consumers** 卡。
3. 从下拉菜单中选择 **Show top 5** 或 **Show top 10**。
4. 对于 **Top Consumer** 卡，从下拉菜单中选择资源类型：**CPU**, **Memory**, **Used Filesystem**, **Memory Swap**, **vCPU Wait**, 或 **Storage Throughput**。
5. 选择 **By Project**, **By VM**, 或 **By Node**。此时会显示选定资源前五或十大消费者的列表。

### 13.1.5. 其他资源

- [监控概述](#)
- [查看监控仪表盘](#)
- [仪表盘](#)

## 13.2. 查看 OPENSIFT VIRTUALIZATION 日志

您可以使用 web 控制台或 **oc** CLI 查看 OpenShift Virtualization 组件和虚拟机的日志。您可以从 **virt-launcher** pod 检索虚拟机日志。要控制日志详细程度，请编辑 **HyperConverged** 自定义资源。

### 13.2.1. 使用 CLI 查看 OpenShift Virtualization 日志

通过编辑 **HyperConverged** 自定义资源(CR) 来配置 OpenShift Virtualization 组件的日志详细程度。然后，使用 **oc** CLI 工具查看组件 pod 的日志。

#### 流程

1. 要为特定组件设置日志详细程度，请运行以下命令在默认文本编辑器中打开 **HyperConverged** CR：

```
$ oc edit hyperconverged kubevirt-hyperconverged -n openshift-cnv
```

2. 通过编辑 **spec.logVerbosityConfig** 小节，为一个或多个组件设置日志级别。例如：

```
apiVersion: hco.kubevirt.io/v1beta1
kind: HyperConverged
metadata:
 name: kubevirt-hyperconverged
spec:
 logVerbosityConfig:
 kubevirt:
 virtAPI: 5 1
 virtController: 4
 virtHandler: 3
 virtLauncher: 2
 virtOperator: 6
```

1. 日志详细程度值必须是范围 **1-9** 中的一个整数，其中较高的数字表示更详细的日志。在本例中，如果优先级级别为 **5** 或更高版本，则 **virtAPI** 组件日志会公开。

3. 通过保存并退出编辑器来应用您的更改。
4. 运行以下命令，查看 OpenShift Virtualization 命名空间中的 pod 列表：

```
$ oc get pods -n openshift-cnv
```

#### 例 13.1. 输出示例

```
NAME READY STATUS RESTARTS AGE
disks-images-provider-7gqbc 1/1 Running 0 32m
```

```

disks-images-provider-vg4kx 1/1 Running 0 32m
virt-api-57fcc4497b-7qfmc 1/1 Running 0 31m
virt-api-57fcc4497b-tx9nc 1/1 Running 0 31m
virt-controller-76c784655f-7fp6m 1/1 Running 0 30m
virt-controller-76c784655f-f4pbd 1/1 Running 0 30m
virt-handler-2m86x 1/1 Running 0 30m
virt-handler-9qs6z 1/1 Running 0 30m
virt-operator-7ccfdbf65f-q5snk 1/1 Running 0 32m
virt-operator-7ccfdbf65f-vllz8 1/1 Running 0 32m

```

5. 要查看组件 pod 的日志，请运行以下命令：

```
$ oc logs -n openshift-cnv <pod_name>
```

例如：

```
$ oc logs -n openshift-cnv virt-handler-2m86x
```



### 注意

如果 pod 无法启动，您可以使用 **--previous** 选项查看最后一次尝试的日志。

要实时监控日志输出，请使用 **-f** 选项。

### 例 13.2. 输出示例

```

{"component":"virt-handler","level":"info","msg":"set verbosity to 2","pos":"virt-
handler.go:453","timestamp":"2022-04-17T08:58:37.373695Z"}
{"component":"virt-handler","level":"info","msg":"set verbosity to 2","pos":"virt-
handler.go:453","timestamp":"2022-04-17T08:58:37.373726Z"}
{"component":"virt-handler","level":"info","msg":"setting rate limiter to 5 QPS and 10
Burst","pos":"virt-handler.go:462","timestamp":"2022-04-17T08:58:37.373782Z"}
{"component":"virt-handler","level":"info","msg":"CPU features of a minimum baseline CPU
model: map[apic:true clflush:true cmov:true cx16:true cx8:true de:true fpu:true fxsr:true
lahf_lm:true lm:true mca:true mce:true mmx:true msr:true mtrr:true nx:true pae:true
pat:true pge:true pni:true pse:true pse36:true sep:true sse:true sse2:true sse4.1:true
ssse3:true syscall:true tsc:true]","pos":"cpu_plugin.go:96","timestamp":"2022-04-
17T08:58:37.390221Z"}
{"component":"virt-handler","level":"warning","msg":"host model mode is expected to
contain only one model","pos":"cpu_plugin.go:103","timestamp":"2022-04-
17T08:58:37.390263Z"}
{"component":"virt-handler","level":"info","msg":"node-labeller is
running","pos":"node_labeller.go:94","timestamp":"2022-04-17T08:58:37.391011Z"}

```

### 13.2.2. 在 web 控制台中查看虚拟机日志

从关联的虚拟机启动程序 Pod 中获取虚拟机日志。

#### 流程



1. 在 OpenShift Container Platform 控制台中，从侧边菜单中点 **Virtualization** → **VirtualMachines**。
2. 选择虚拟机以打开 **VirtualMachine** 详情页面。
3. 点 **Details** 标签页。
4. 点 **Pod** 部分中的 **virt-launcher-<name>** pod 以打开 **Pod** 详情页面。
5. 点 **Logs** 选项卡，以查看 pod 日志。

### 13.2.3. 常见错误消息

OpenShift Virtualization 日志中可能会出现以下出错信息：

#### **ErrImagePull 或 ImagePullBackOff**

表示引用镜像的部署配置或问题。

## 13.3. 查看事件

### 13.3.1. 关于虚拟机事件

OpenShift Container Platform 事件是命名空间中重要生命周期信息的记录，有助于对资源调度、创建和删除问题进行监控和故障排除。



OpenShift Virtualization 为虚拟机和虚拟机实例添加事件。您可以在 Web 控制台或 CLI 中查看这些事件。

另请参阅：[查看 OpenShift Container Platform 集群中的系统事件信息](#)。

### 13.3.2. 在 web 控制台中查看虚拟机的事件

您可以在 web 控制台的 **VirtualMachine details** 页中查看正在运行的虚拟机的流传输事件。

#### 流程

1. 在侧边菜单中点 **Virtualization** → **VirtualMachines**。
2. 选择虚拟机以打开 **VirtualMachine** 详情页面。
3. 点 **Events** 选项卡，以查看虚拟机的流事件。
  -  按钮可暂停事件流。
  -  按钮恢复暂停的事件流。

### 13.3.3. 在 CLI 中查看命名空间事件

使用 OpenShift Container Platform 客户端来获取命名空间的事件。

#### 流程

- 在命名空间中，使用 **oc get** 命令：

```
$ oc get events
```

### 13.3.4. 在 CLI 中查看资源事件

资源描述中包含事件，您可以使用 OpenShift Container Platform 客户端获取这些事件。

#### 流程

- 在命名空间中，使用 **oc describe** 命令。以下示例演示了如何为虚拟机、虚拟机实例和虚拟机的 virt-launcher pod 获取事件：

```
$ oc describe vm <vm>
```

```
$ oc describe vmi <vmi>
```

```
$ oc describe pod virt-launcher-<name>
```

## 13.4. 使用事件和条件诊断数据卷

使用 **oc describe** 命令分析并帮助解决数据卷的问题。

### 13.4.1. 关于条件和事件

通过检查命令生成的 **Conditions** 和 **Events** 部分的输出结果来诊断数据卷的问题：

```
$ oc describe dv <DataVolume>
```

在 **Conditions** 部分会有三个 **Types**：

- **Bound**
- **Running**
- **Ready**

**Events** 部分提供以下额外信息：

- 事件类型
- 日志原因
- 事件源
- 包含其他诊断信息的信息。

**oc describe** 的输出并不总是包含 **Events**。

当 **Status**、**Reason** 或 **Message** 改变时会产生一个事件。条件和事件均响应数据卷状态的变化。

例如，在导入操作中错误拼写了 URL，则导入会生成 404 信息。该消息的更改会生成一个带有原因的事件。**Conditions** 部分中的输出也会更新。

### 13.4.2. 使用条件和事件分析数据卷

通过检查 **describe** 命令生成的 **Conditions** 和 **Events** 部分，您可以确定与 PVC 相关的数据卷的状态，以及某个操作是否正在主动运行或完成。您可能还会收到信息，它们提供了有关数据卷状态的特定详情，以及如何处于当前状态。

有多种条件的组合。对每个条件组合的评估都必须其特定的环境下进行。

下面是各种组合的例子。

- **Bound** - 本示例中显示一个成功绑定 PVC。

请注意, **Type** 是 **Bound**, 所以 **Status** 为 **True**。如果 PVC 没有绑定, **Status** 为 **False**。

当 PVC 被绑定时, 会生成一个事件声明 PVC 已被绑定。在本例中, **Reason** 为 **Bound**, **Status** 为 **True**。 **Message** 指明了哪个 PVC 拥有数据卷。

在 **Events** 部分, **Message** 提供了更多详细信息, 包括 PVC 被绑定的时间 (**Age**) 和它的源 (**From**), 在本例中是 **datavolume-controller**:

#### 输出示例

```
Status:
Conditions:
 Last Heart Beat Time: 2020-07-15T03:58:24Z
 Last Transition Time: 2020-07-15T03:58:24Z
 Message: PVC win10-rootdisk Bound
 Reason: Bound
 Status: True
 Type: Bound

Events:
 Type Reason Age From Message
 ---- -
 Normal Bound 24s datavolume-controller PVC example-dv Bound
```

- **Running** - 在本例中, 请注意 **Type** 是 **Running**, **Status** 为 **False**。这表示发生事件导致尝试的操作失败, 将 **Status** 从 **True** 改为 **False**。然而, 请注意 **Reason** 是 **Completed**, **Message** 显示 **Import Complete**。

在 **Events** 部分, **Reason** 和 **Message** 包含有关失败操作的额外故障排除信息。在这个示例中, **Message** 显示因为 **404** 无法连接, 这在 **Events** 部分的第一个 **Warning** 中列出。

根据这些信息, 您认为导入操作正在运行, 并为试图访问数据卷的其他操作创建竞争:

#### 输出示例

```
Status:
Conditions:
 Last Heart Beat Time: 2020-07-15T04:31:39Z
 Last Transition Time: 2020-07-15T04:31:39Z
 Message: Import Complete
 Reason: Completed
 Status: False
 Type: Running

Events:
```

| Type    | Reason | Age               | From                  | Message                                                                                         |
|---------|--------|-------------------|-----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Warning | Error  | 12s (x2 over 14s) | datavolume-controller | Unable to connect to http data source: expected status code 200, got 404. Status: 404 Not Found |

- **Ready** - 如果 **Type** 是 **Ready**, **Status** 为 **True**, 则代表数据卷已就绪, 如下例所示。如果数据卷未就绪, 则 **Status** 为 **False**:

#### 输出示例

```
Status:
Conditions:
 Last Heart Beat Time: 2020-07-15T04:31:39Z
 Last Transition Time: 2020-07-15T04:31:39Z
Status: True
Type: Ready
```

## 13.5. 查看有关虚拟机工作负载的信息

您可以使用 OpenShift Container Platform Web 控制台中的 **Virtual Machines** dashboard 来查看有关虚拟机的高级别的信息。


### 13.5.1. 虚拟机仪表板

进入 **Virtualization** → **VirtualMachines** 页面, 点虚拟机(VM)查看 **VirtualMachine** 详情页面, 从 OpenShift Container Platform web 控制台访问虚拟机(VM)。


**Overview** 标签显示以下卡 :

- **Details** 提供了有关虚拟机的识别信息, 包括 :
  - Name
  - Status
  - 创建日期
  - 操作系统
  - CPU 和内存
  - 主机名
  - 模板

如果虚拟机正在运行, 则有一个活跃的 VNC preview 窗口和一个链接来打开 VNC web 控制

台。Details 卡中的 **Options** 菜单  提供了停止或暂停虚拟机的选项, 以及复制 **ssh over nodeport** 命令用于 SSH 隧道。

- 警报列出了具有三个严重性级别的虚拟机警报 :
  - Critical
  - Warning

- info
- **快照**提供有关虚拟机快照和创建快照功能的信息。对于列出的每个快照，**快照**卡包括：
  - 快照的状态的可视化指示器（如果成功创建）仍在进行中，或者失败。
  - **Options** 菜单  带有恢复或删除快照的选项
- **网络接口**提供有关虚拟机网络接口的信息，包括：
  - 名称（网络和类型）
  - IP 地址，能够将 IP 地址复制到剪贴板中
- **磁盘**列出了虚拟机磁盘详情，包括：
  - Name
  - Drive
  - Size
- **使用率**包括显示以下使用数据的图表：
  - CPU
  - 内存
  - Storage
  - 网络传输



### 注意

使用下拉列表选择使用率数据持续的时间。可用的选项有 **5 分钟**、**1 小时**、**6 小时** 和 **24 小时**。

- **硬件设备**提供有关 GPU 和主机设备的信息，包括：
  - 资源名称
  - 硬件设备名称

## 13.6. 监控虚拟机健康状况

虚拟机实例 (VMI) 可能会变得不健康，原因可能源自连接丢失、死锁或外部依赖项相关问题等临时问题。健康检查使用就绪度和存活度探测的组合定期对 VMI 执行诊断。

### 13.6.1. 关于就绪度和存活度探测

使用就绪度和存活度探测来检测和处理不健康的虚拟机实例 (VMI)。您可以在 VMI 规格中包含一个或多个探测，以确保流量无法访问未准备好的 VMI，并在 VMI 变得不响应时创建新实例。

**就绪度探测**决定 VMI 是否准备好接受服务请求。如果探测失败，则 VMI 会从可用端点列表中移除，直到 VMI 就绪为止。

存活度探测决定 VMI 是否响应。如果探测失败，则会删除 VMI 并创建一个新实例来恢复响应性。

您可以通过设置 `VirtualMachineInstance` 对象的 `spec.readinessProbe` 和 `spec.livenessProbe` 字段来配置就绪度和存活度探测。这些字段支持以下测试：

### HTTP GET

该探测使用 Web hook 确定 VMI 的健康状况。如果 HTTP 响应代码介于 200 和 399 之间，则测试成功。您可以将 HTTP GET 测试用于在完全初始化时返回 HTTP 状态代码的应用程序。

### TCP 套接字

该探测尝试为 VMI 打开一个套接字。只有在探测可以建立连接时，VMI 才被视为健康。对于在初始化完成前不会开始监听的应用程序，可以使用 TCP 套接字测试。

## 13.6.2. 定义 HTTP 就绪度探测

通过设置虚拟机实例 (VMI) 配置的 `spec.readinessProbe.httpGet` 字段来定义 HTTP 就绪度探测。

### 流程

1. 在 VMI 配置文件中包括就绪度探测的详细信息。

#### 使用 HTTP GET 测试就绪度探测示例

```
...
spec:
 readinessProbe:
 httpGet: ❶
 port: 1500 ❷
 path: /healthz ❸
 httpHeaders:
 - name: Custom-Header
 value: Awesome
 initialDelaySeconds: 120 ❹
 periodSeconds: 20 ❺
 timeoutSeconds: 10 ❻
 failureThreshold: 3 ❼
 successThreshold: 3 ❽
...
```

- ❶ 执行的 HTTP GET 请求以连接 VMI。
- ❷ 探测查询的 VMI 端口。在上例中，探测查询端口 1500。
- ❸ 在 HTTP 服务器上访问的路径。在上例中，如果服务器的 `/healthz` 路径的处理程序返回成功代码，则 VMI 被视为健康。如果处理程序返回失败代码，则 VMI 将从可用端点列表中移除。
- ❹ VMI 启动就绪度探测前的时间（以秒为单位）。
- ❺ 执行探测之间的延迟（以秒为单位）。默认延迟为 10 秒。这个值必须大于 `timeoutSeconds`。
- ❻ 在不活跃的时间（以秒为单位）超过这个值时探测会超时，且假定 VMI 失败。默认值为 1。这个值必须小于 `periodSeconds`。

- 7 探测允许失败的次数。默认值为 3。在进行了指定数量的尝试后，pod 被标记为 **Unready**。
- 8 在失败后，在探测报告成功的次数达到这个值时才能被视为成功。默认值为 1。

2. 运行以下命令来创建 VMI :

```
$ oc create -f <file_name>.yaml
```

### 13.6.3. 定义 TCP 就绪度探测

通过设置虚拟机实例 (VMI) 配置的 **spec.readinessProbe.tcpSocket** 字段来定义 TCP 就绪度探测。

#### 流程

1. 在 VMI 配置文件中包括 TCP 就绪探测的详细信息。

#### 使用 TCP 套接字测试的就绪度探测示例

```
...
spec:
 readinessProbe:
 initialDelaySeconds: 120 1
 periodSeconds: 20 2
 tcpSocket: 3
 port: 1500 4
 timeoutSeconds: 10 5
...
```

- 1 VMI 启动就绪度探测前的时间（以秒为单位）。
- 2 执行探测之间的延迟（以秒为单位）。默认延迟为 10 秒。这个值必须大于 **timeoutSeconds**。
- 3 要执行的 TCP 操作。
- 4 探测查询的 VMI 端口。
- 5 在不活跃的时间（以秒为单位）超过这个值时探测会超时，且假定 VMI 失败。默认值为 1。这个值必须小于 **periodSeconds**。

2. 运行以下命令来创建 VMI :

```
$ oc create -f <file_name>.yaml
```

### 13.6.4. 定义 HTTP 存活度探测

通过设置虚拟机实例 (VMI) 配置的 **spec.livenessProbe.httpGet** 字段来定义 HTTP 存活度探测。您可以按照与就绪度探测相同的方式为存活度探测定义 HTTP 和 TCP 测试。此流程使用 HTTP GET 测试配置示例存活度探测。

#### 流程

1. 在 VMI 配置文件中包括 HTTP 存活度探测的详细信息。

### 使用 HTTP GET 测试的存活度探测示例

```
...
spec:
 livenessProbe:
 initialDelaySeconds: 120 ①
 periodSeconds: 20 ②
 httpGet: ③
 port: 1500 ④
 path: /healthz ⑤
 httpHeaders:
 - name: Custom-Header
 value: Awesome
 timeoutSeconds: 10 ⑥
...
```

- ① VMI 启动存活度探测前的时间（以秒为单位）。
- ② 执行探测之间的延迟（以秒为单位）。默认延迟为 10 秒。这个值必须大于 **timeoutSeconds**。
- ③ 执行的 HTTP GET 请求以连接 VMI。
- ④ 探测查询的 VMI 端口。在上例中，探测查询端口 1500。VMI 通过 cloud-init 在端口 1500 上安装并运行最小 HTTP 服务器。
- ⑤ 在 HTTP 服务器上访问的路径。在上例中，如果服务器的 **/healthz** 路径的处理程序返回成功代码，则 VMI 被视为健康。如果处理程序返回失败代码，则 VMI 被删除并创建新实例。
- ⑥ 在不活跃的时间（以秒为单位）超过这个值时探测会超时，且假定 VMI 失败。默认值为 1。这个值必须小于 **periodSeconds**。

2. 运行以下命令来创建 VMI：

```
$ oc create -f <file_name>.yaml
```

### 13.6.5. 模板：用于定义健康检查的虚拟机配置文件

```
apiVersion: kubevirt.io/v1
kind: VirtualMachine
metadata:
 labels:
 special: vm-fedora
 name: vm-fedora
spec:
 template:
 metadata:
 labels:
 special: vm-fedora
 spec:
 domain:
```



```

devices:
 disks:
 - disk:
 bus: virtio
 name: containerdisk
 - disk:
 bus: virtio
 name: cloudinitdisk
 resources:
 requests:
 memory: 1024M
 readinessProbe:
 httpGet:
 port: 1500
 initialDelaySeconds: 120
 periodSeconds: 20
 timeoutSeconds: 10
 failureThreshold: 3
 successThreshold: 3
 terminationGracePeriodSeconds: 180
 volumes:
 - name: containerdisk
 containerDisk:
 image: kubevirt/fedora-cloud-registry-disk-demo
 - cloudInitNoCloud:
 userData: |-
 #cloud-config
 password: fedora
 chpasswd: { expire: False }
 bootcmd:
 - setenforce 0
 - dnf install -y nmap-ncat
 - systemd-run --unit=httpserver nc -klp 1500 -e '/usr/bin/echo -e HTTP/1.1 200 OK\n\nHello
World!'
 name: cloudinitdisk

```

### 13.6.6. 其他资源

- [使用健康检查来监控应用程序的健康状态](#)

## 13.7. 使用 OPENSHIFT CONTAINER PLATFORM DASHBOARD 获取集群信息

从 OpenShift Container Platform web 控制台点击 **Home > Dashboards > Overview**，访问 OpenShift Container Platform 仪表盘，其中包含有关集群的高级信息。

OpenShift Container Platform 仪表盘提供各种集群信息，包含在各个仪表盘卡。

### 13.7.1. 关于 OpenShift Container Platform 仪表盘页

访问 OpenShift Container Platform 仪表盘，它捕获了有关集群的高级别信息，方法是进入到 OpenShift Container Platform Web 控制台中的 **Home → Overview**。

OpenShift Container Platform 仪表盘提供各种集群信息，被分别显示在独立的仪表盘卡中。

OpenShift Container Platform 仪表板由以下各卡组成：

- **Details** 提供有关信息型集群详情的简单概述。  
状态包括 **ok**、**error**、**warning**、**in progress** 和 **unknown**。资源可添加自定义状态名称。
  - 集群 ID
  - 提供者
  - 版本
- **Cluster Inventory** 详细列出资源数目和相关状态。这在通过干预解决问题时非常有用，其中包含以下相关信息：
  - 节点数
  - pod 数量
  - 持久性存储卷声明
  - 虚拟机（如果安装了 OpenShift Virtualization 则可用）
  - 集群中的裸机主机，根据其状态列出（只在 **metal3** 环境中可用）。
- **Cluster Health** 总结了整个集群的当前健康状况，包括相关警报和描述。如果安装了 OpenShift Virtualization，还会诊断 OpenShift virtualization 的整体健康状况。如出现多个子系统，请点击 **See All** 查看每个子系统的状态。
  - 集群中的裸机主机，根据其状态列出（只在 **metal3** 环境中可用）
- **Status** 可帮助管理员了解集群资源是如何被消耗的。点一个资源可以进入一个包括详细信息的页面，它列出了对指定集群资源（CPU、内存或者存储）消耗最多的 Pod 和节点。
- **Cluster Utilization** 显示指定时间段内各种资源的容量，以帮助管理员了解高资源消耗的规模和频率，包括以下信息：
  - CPU 时间
  - 内存分配
  - 所消耗的存储
  - 所消耗的网络资源
  - Pod 数量
- **Activity** 列出了与集群中最近活动相关的消息，如创建 pod 或虚拟机迁移到另一台主机。

## 13.8. 查看虚拟机的资源使用情况

OpenShift Container Platform Web 控制台中的仪表板提供集群指标的可视化表示，以帮助您快速了解集群状态。仪表板属于为核心平台组件提供监控的 [Monitoring overview](#)。

OpenShift Virtualization 仪表板提供有关虚拟机和相关 pod 资源消耗的数据。OpenShift Virtualization 仪表板中显示的视觉化指标基于 [Prometheus Query Language \(PromQL\)](#) 查询。

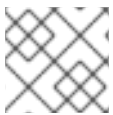
为了在 OpenShift Virtualization 仪表板中监控用户定义的命名空间，需要一个 [monitoring 角色](#)。

### 13.8.1. 关于查看主要消费者

在 OpenShift Virtualization 仪表板中，您可以选择特定的时间段，并查看该时间段内资源的顶级消费者。顶级消费者是虚拟机或 **virt-launcher** pod，消耗最多资源。

下表显示了控制面板中监控的资源，并描述了与顶级使用者的每个资源关联的指标。

| 受监控的资源        | 描述                                        |
|---------------|-------------------------------------------|
| 内存交换流量        | 虚拟机在交换内存时占用最多内存压力。                        |
| vCPU 等待       | 经历其 vCPU 最长等待时间（以秒为单位）的虚拟机。               |
| pod 的 CPU 使用量 | 使用最多 CPU 的 <b>virt-launcher</b> pod。      |
| 网络流量          | 正在通过接收最多网络流量（以字节为单位）来饱和网络的虚拟机。            |
| 存储流量          | 与存储相关的流量具有最高数量（以字节为单位）的虚拟机。               |
| 存储 IOPS       | 在一个时间段内每秒 I/O 操作量最高的虚拟机。                  |
| 内存用量          | 使用最多内存的 <b>virt-launcher</b> pod（以字节为单位）。 |



#### 注意

仅供前五名使用者查看资源消耗量。

### 13.8.2. 回顾顶端消费者

在 **Administrator** 视角中，您可以查看显示资源顶端用户的 OpenShift Virtualization 仪表板。

#### 先决条件

- 您可以使用具有 **cluster-admin** 角色的用户访问集群。

#### 流程

- 在 OpenShift Virtualization web 控制台中的 **Administrator** 视角中，导航到 **Observe** → **Dashboards**。
- 从 **Dashboard** 列表中选择 **KubeVirt/Infrastructure Resources/Top Consumers** 仪表板。
- 从 **Period** 下拉菜单中选择预定义的时间周期。您可以在表中查看顶级使用者的数据。
- 可选：点击 **Inspect** 以查看或编辑与表顶使用者关联的 Prometheus Query Language (PromQL) 查询。

### 13.8.3. 其他资源

- [监控概述](#)
- [查看监控仪表盘](#)

## 13.9. OPENSIFT CONTAINER PLATFORM 集群监控、日志记录和遥测技术

OpenShift Container Platform 在集群层面提供各种监控资源。

### 13.9.1. 关于 OpenShift Container Platform 监控

OpenShift Container Platform 包括一个预配置、预安装和自我更新的监控堆栈，可为核心平台组件提供监控。OpenShift Container Platform 提供了与监控相关的现成的最佳实践。其中默认包括一组警报，可立即就集群问题通知集群管理员。OpenShift Container Platform Web 控制台中的默认仪表盘包括集群指标的直观表示，以帮助您快速了解集群状态。

安装 OpenShift Container Platform 4.11 后，集群管理员可以选择性地为用户定义的项目启用监控。通过使用此功能，集群管理员、开发人员和其他用户可以指定在其自己的项目中如何监控服务和 Pod。然后，您可以在 OpenShift Container Platform web 控制台中查询指标、查看仪表盘，并管理您自己的项目的警报规则和静默。



#### 注意

集群管理员可以授予开发人员和其他用户权限来监控他们自己的项目。通过分配一个预定义的监控角色即可授予权限。

### 13.9.2. 日志记录架构

日志记录的主要组件有：

#### Collector

收集器是一个 daemonset，它将 pod 部署到每个 OpenShift Container Platform 节点。它从每个节点收集日志数据，转换数据并将其转发到配置的输出。您可以使用 Vector 收集器或旧的 Fluentd 收集器。



#### 注意

Fluentd 已被弃用，计划在以后的发行版本中删除。红帽将在当前发行生命周期中将提供对这个功能的 bug 修复和支持，但此功能将不再获得改进。作为 Fluentd 的替代选择，您可以使用 Vector。

#### 日志存储

日志存储用于分析的日志数据，是日志转发器的默认输出。您可以使用默认的 LokiStack 日志存储、传统的 Elasticsearch 日志存储，或将日志转发到额外的外部日志存储。

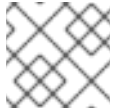


#### 注意

OpenShift Elasticsearch Operator 已被弃用，计划在以后的发行版本中删除。红帽将在当前发行生命周期中将提供对这个功能的 bug 修复和支持，但此功能将不再获得改进。您可以使用 Loki Operator 作为 OpenShift Elasticsearch Operator 的替代方案来管理默认日志存储。

## 视觉化

您可以使用 UI 组件查看日志数据的可视化表示。UI 提供了一个图形界面，用于搜索、查询和查看存储的日志。OpenShift Container Platform Web 控制台 UI 通过启用 OpenShift Container Platform 控制台插件来提供。



### 注意

Kibana Web 控制台现已弃用，计划在以后的日志记录发行版本中删除。

日志记录收集容器日志和节点日志。它们被归类为：

### 应用程序日志

由集群中运行的用户应用程序生成的容器日志（基础架构容器应用程序除外）。

### 基础架构日志

由基础架构命名空间生成的容器日志：**openshift\***、**kube\*** 或 **default**，以及来自节点的 journald 信息。

### 审计日志

由 auditd 生成的日志，节点审计系统存储在 `/var/log/audit/audit.log` 文件中，以及 **auditd**、**kube-apiserver**、**openshift-apiserver** 服务以及 **ovn** 项目（如果启用）中的日志。

如需有关 OpenShift Logging 的更多信息，请参阅 [OpenShift Logging](#) 文档。

## 13.9.3. 关于 Telemetry

Telemetry 会向红帽发送一组精选的集群监控指标子集。Telemeter 客户端每四分三十秒获取一次指标值，并将数据上传到红帽。本文档中描述了这些指标。

红帽使用这一数据流来实时监控集群，必要时将对影响客户的问题做出反应。它同时还有助于红帽向客户推出 OpenShift Container Platform 升级，以便最大程度降低服务影响，持续改进升级体验。

这类调试信息将提供给红帽支持和工程团队，其访问限制等同于访问通过问题单报告的数据。红帽利用所有连接集群信息来帮助改进 OpenShift Container Platform，提高其易用性。

### 13.9.3.1. Telemetry 收集的信息

Telemetry 收集以下信息：

#### 13.9.3.1.1. 系统信息

- 版本信息，包括 OpenShift Container Platform 集群版本并安装了用于决定更新版本可用性的更新详情
- 更新信息，包括每个集群可用的更新数、用于更新的频道和镜像存储库、更新进度信息以及更新中发生的错误数
- 安装期间生成的唯一随机标识符
- 帮助红帽支持为客户提供有用支持的配置详情，包括云基础架构级别的节点配置、主机名、IP 地址、Kubernetes pod 名称、命名空间和服务
- 在集群中安装的 OpenShift Container Platform 框架组件及其状况和状态

- 为降级 Operator 列出为 "related objects" 的所有命名空间的事件
- 有关降级软件的信息
- 有关证书的有效性的信息
- 部署 OpenShift Container Platform 的供应商平台的名称及数据中心位置

#### 13.9.3.1.2. 大小信息

- 有关集群、机器类型和机器的大小信息，包括 CPU 内核数和每个机器所使用的 RAM 量
- 集群中正在运行的虚拟机实例的数量
- etcd 成员数和存储在 etcd 集群中的对象数量
- 根据构建策略类型进行应用构建数量

#### 13.9.3.1.3. 使用信息

- 有关组件、功能和扩展的使用情况信息
- 有关技术预览和不受支持配置的使用详情

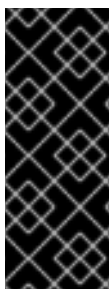
Telemetry 不会收集任何身份识别的信息，如用户名或密码。红帽不会收集个人信息。如果红帽发现个人信息被意外地收到，红帽会删除这些信息。有关红帽隐私实践的更多信息，请参考[红帽隐私声明](#)。

### 13.9.4. CLI 故障排除和调试命令

如需 `oc` 客户端故障排除和调试命令列表，请参阅 [OpenShift Container Platform CLI 工具](#) 文档。

## 13.10. 运行集群检查

OpenShift Virtualization 4.11 包含一个诊断框架，用于运行预定义的检查，可用于集群维护和故障排除。



### 重要

OpenShift Container Platform 集群检查框架只是一个技术预览功能。技术预览功能不受红帽产品服务等级协议 (SLA) 支持，且功能可能并不完整。红帽不推荐在生产环境中使用它们。这些技术预览功能可以使用户提早试用新的功能，并有机会在开发阶段提供反馈意见。

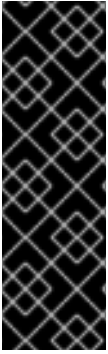
有关红帽技术预览功能支持范围的更多信息，请参阅[技术预览功能支持范围](#)。

### 13.10.1. 关于 OpenShift Container Platform 集群检查框架

`checkup` 是一个自动测试工作负载，可让您验证特定的集群功能是否按预期工作。集群检查框架使用原生 Kubernetes 资源来配置和执行检查。

通过使用预定义的检查，集群管理员可以提高集群可维护性，排除意外行为，最小化错误并节省时间。还可以检查结果并与专家分享，以进一步进行分析。供应商可以编写和发布它们所提供的功能或服务的检查，并验证其客户环境是否已正确配置。

在集群中运行预定义的检查涉及为框架设置命名空间和服务帐户，为服务帐户创建 `ClusterRole` 和 `ClusterRoleBinding` 对象，启用检查权限，以及创建输入配置映射和检查作业。您可以多次运行检查。



## 重要

您必须始终：

- 在应用前，请验证检查镜像是否来自可信源。
- 在创建 **ClusterRole** 对象前，检查检查权限。
- 验证配置映射中 **ClusterRole** 对象的名称。这是因为框架会自动将这些权限绑定到检查实例。

### 13.10.2. 检查二级网络上的虚拟机的网络连接和延迟

作为集群管理员，您可以使用预定义的检查来验证附加到二级网络接口的虚拟机(VM)之间的网络连接和测量延迟。

要第一次运行检查，请按照以下步骤执行。

如果您之前已运行检查，请跳至步骤 5 步，因为安装框架的步骤并不需要启用检查权限。

#### 先决条件

- 已安装 OpenShift CLI (**oc**)。
- 您以具有 **cluster-admin** 角色的用户身份登录到集群。
- 集群至少有两个 worker 节点。
- Multus Container Network Interface (CNI) 插件已安装在集群中。
- 为命名空间配置了网络附加定义。

#### 流程

1. 创建包含设置框架的资源的配置文件。这包括用于框架的命名空间和服务帐户，以及 **ClusterRole** 和 **ClusterRoleBinding** 对象来为服务帐户定义权限。

#### 例 13.3. 框架清单文件示例

```

apiVersion: v1
kind: Namespace
metadata:
 name: kiagnose

apiVersion: v1
kind: ServiceAccount
metadata:
 name: kiagnose
 namespace: kiagnose

apiVersion: rbac.authorization.k8s.io/v1
kind: ClusterRole
metadata:
 name: kiagnose
rules:
```

```
- apiGroups: [""]
 resources: ["configmaps"]
 verbs:
 - get
 - list
 - create
 - update
 - patch
- apiGroups: [""]
 resources: ["namespaces"]
 verbs:
 - get
 - list
 - create
 - delete
 - watch
- apiGroups: [""]
 resources: ["serviceaccounts"]
 verbs:
 - get
 - list
 - create
- apiGroups: ["rbac.authorization.k8s.io"]
 resources:
 - roles
 - rolebindings
 - clusterrolebindings
 verbs:
 - get
 - list
 - create
 - delete
- apiGroups: ["rbac.authorization.k8s.io"]
 resources:
 - clusterroles
 verbs:
 - get
 - list
 - create
 - bind
- apiGroups: ["batch"]
 resources: ["jobs"]
 verbs:
 - get
 - list
 - create
 - delete
 - watch

apiVersion: rbac.authorization.k8s.io/v1
kind: ClusterRoleBinding
metadata:
 name: kiagnose
roleRef:
 apiGroup: rbac.authorization.k8s.io
 kind: ClusterRole
```



```

name: kiagnose
subjects:
- kind: ServiceAccount
 name: kiagnose
 namespace: kiagnose
...

```

- 应用框架清单：

```
$ oc apply -f <framework_manifest>.yaml
```

- 创建一个包含 **ClusterRole** 和 **Role** 对象的配置文件，并带有检查集群访问权限所需的权限：

### 集群角色清单文件示例

```

apiVersion: rbac.authorization.k8s.io/v1
kind: ClusterRole
metadata:
 name: kubevirt-vm-latency-checker
rules:
- apiGroups: ["kubevirt.io"]
 resources: ["virtualmachineinstances"]
 verbs: ["get", "create", "delete"]
- apiGroups: ["subresources.kubevirt.io"]
 resources: ["virtualmachineinstances/console"]
 verbs: ["get"]
- apiGroups: ["k8s.cni.cncf.io"]
 resources: ["network-attachment-definitions"]
 verbs: ["get"]

```

- 应用检查角色清单：

```
$ oc apply -f <latency_roles>.yaml
```

- 创建包含检查的输入参数的 **ConfigMap** 清单。配置映射提供运行检查的框架输入并存储检查的结果。

### 输入配置映射示例

```

apiVersion: v1
kind: ConfigMap
metadata:
 name: kubevirt-vm-latency-checkup
 namespace: kiagnose
data:
 spec.image: registry.redhat.io/container-native-virtualization/vm-network-latency-checkup:v4.11.0
 spec.timeout: 10m
 spec.clusterRoles: |
 kubevirt-vmis-manager
 spec.param.network_attachment_definition_namespace: "default" 1

```

```
spec.param.network_attachment_definition_name: "bridge-network" 2
spec.param.max_desired_latency_milliseconds: "10" 3
spec.param.sample_duration_seconds: "5" 4
```

- 1 **NetworkAttachmentDefinition** 对象所在的命名空间。
- 2 **NetworkAttachmentDefinition** 对象的名称。
- 3 可选：虚拟机之间所需最大延迟（以毫秒为单位）。如果测量的延迟超过这个值，则检查会失败。
- 4 可选：延迟检查的持续时间，以秒为单位。

6. 在框架的命名空间中创建配置映射：

```
$ oc apply -f <latency_config_map>.yaml
```

7. 创建一个 **Job** 对象以运行检查：

### 任务清单示例

```
apiVersion: batch/v1
kind: Job
metadata:
 name: kubevirt-vm-latency-checkup
 namespace: kiagnose
spec:
 backoffLimit: 0
 template:
 spec:
 serviceAccount: kiagnose
 restartPolicy: Never
 containers:
 - name: framework
 image: registry.redhat.io/container-native-virtualization/checkup-framework:v4.11.0
 env:
 - name: CONFIGMAP_NAMESPACE
 value: kiagnose
 - name: CONFIGMAP_NAME
 value: kubevirt-vm-latency-checkup
```

8. 应用 **Job** 清单。检查程序使用 ping 程序来验证连接和测量延迟。

```
$ oc apply -f <latency_job>.yaml
```

9. 等待作业完成：

```
$ oc wait --for=condition=complete --timeout=10m job.batch/kubevirt-vm-latency-checkup -n kiagnose
```

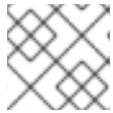
10. 通过检索 **ConfigMap** 对象的状态来查看延迟检查的结果。如果测量的延迟大于 **spec.param.max\_desired\_latency\_seconds** 属性的值，则检查过程会失败并返回错误。

```
$ oc get configmap kubevirt-vm-latency-checkup -n kiagnose -o yaml
```

### 输出配置映射（成功）示例

```
apiVersion: v1
kind: ConfigMap
metadata:
 name: kubevirt-vm-latency-checkup
 namespace: kiagnose
...
status.succeeded: "true"
status.failureReason: ""
status.result.minLatencyNanoSec: 2000
status.result.maxLatencyNanoSec: 3000
status.result.avgLatencyNanoSec: 2500
status.results.measurementDurationSec: 300
...
```

11. 删除框架并检查之前创建的资源。这包括作业、配置映射、集群角色和框架清单文件。



### 注意

如果您计划运行另一个检查，请不要删除框架和集群角色清单文件。

```
$ oc delete -f <file_name>.yaml
```

### 13.10.3. 其他资源

- [将虚拟机附加到多个网络](#)

## 13.11. PROMETHEUS 对虚拟资源的查询

OpenShift Virtualization 提供用于监控集群中如何使用基础架构资源的指标。指标涵盖了以下资源：

- vCPU
- 网络
- Storage
- 虚拟机内存交换

使用 OpenShift Container Platform 监控仪表盘查询虚拟化指标。

### 13.11.1. 先决条件

- 要使用 vCPU 指标，必须将 **schedstats=enable** 内核参数应用到 **MachineConfig** 对象。此内核参数启用用于调试和性能调优的调度程序统计，并为调度程序添加较小的额外负载。如需有关应用内核参数的更多信息，请参阅 [OpenShift Container Platform 机器配置任务](#) 文档。
- 要进行客户机内存交换查询以返回数据，必须在虚拟客户机上启用内存交换。

### 13.11.2. 关于查询指标

OpenShift Container Platform 监控仪表盘可供您运行 Prometheus Query Language (PromQL) 查询来查看图表中呈现的指标。此功能提供有关集群以及要监控的任何用户定义工作负载的状态信息。

作为**集群管理员**，您可以查询所有 OpenShift Container Platform 核心项目和用户定义的项目的指标。

作为**开发者**，您必须在查询指标时指定项目名称。您必须具有所需权限才能查看所选项目的指标。

#### 13.11.2.1. 以集群管理员身份查询所有项目的指标

作为**集群管理员**，或具有所有项目的查看权限的用户，您可以在 Metrics UI 中访问所有 OpenShift Container Platform 默认项目和用户定义的项目的指标。

#### 先决条件

- 您可以使用具有 **cluster-admin** 集群角色的用户访问集群，或者具有所有项目的查看权限。
- 已安装 OpenShift CLI(**oc**)。




#### 流程

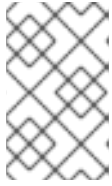
1. 在 OpenShift Container Platform Web 控制台中选择 **Administrator** 视角。
2. 选择 **Observe → Metrics**。
3. 选择 **Insert Metric at Cursor** 来查看预定义的查询列表。
4. 要创建自定义查询，请将 Prometheus Query Language (PromQL) 查询添加到 **Expression** 字段。



#### 注意

当您输入 PromQL 表达式时，自动完成建议会出现在下拉列表中。这些建议包括功能、指标、标签和时间令牌。您可以使用键盘箭头选择其中一项建议的项目，然后按 Enter 将项目添加到您的表达式中。您还可以将鼠标指针移到建议的项目上，以查看该项目的简短描述。

5. 要添加多个查询，选择 **Add Query**。
6. 要复制现有查询，请选择查询旁边的 ，然后选择 **Duplicate** 查询。
7. 要删除查询，选择查询旁边的 ，然后选择 **Delete query**。
8. 要禁止运行查询，请选择查询旁边的  并选择 **Disable query**。
9. 要运行您创建的查询，请选择 **Run Queries**。图表中会直观呈现查询的指标。如果查询无效，则 UI 会显示错误消息。



### 注意

如果查询对大量数据进行运算，这可能会在绘制时序图时造成浏览器超时或过载。要避免这种情况，请选择 **Hide graph** 并且仅使用指标表来校准查询。然后，在找到可行的查询后，启用图表来绘制图形。

10. 可选：页面 URL 现在包含您运行的查询。要在以后再次使用这一组查询，请保存这个 URL。

#### 13.11.2.2. 以开发者身份查询用户定义的项目的指标

您可以以开发者或具有项目查看权限的用户身份访问用户定义项目的指标。

在 **Developer** 视角中，Metrics UI 包括所选项目的一些预定义 CPU、内存、带宽和网络数据包查询。您还可以对项目的 CPU、内存、带宽、网络数据包和应用程序指标运行自定义 Prometheus Query Language (PromQL) 查询。



### 注意

开发者只能使用 **Developer** 视角，而不能使用 **Administrator** 视角。作为开发者，您一次只能查询 web 控制台的 **Observe → Metrics** 页面用于用户定义的项目的指标。

#### 先决条件

- 对于您要查看指标的项目，您可以作为开发者或具有查看权限的用户访问集群。
- 您已为用户定义的项目启用了监控。
- 您已在用户定义的项目中部署了服务。
- 您已为该服务创建了 **ServiceMonitor** 自定义资源定义（CRD），以定义如何监控该服务。

#### 流程

1. 在 OpenShift Container Platform web 控制台中选择 **Developer** 视角。
2. 选择 **Observe → Metrics**。
3. 在 **Project:** 列表中选择您要查看指标的项目。
4. 从 **Select query** 列表中选择查询，或者通过选择 **Show PromQL** 根据所选查询创建自定义 PromQL 查询。
5. 可选：从 **Select query** 列表中选择 **Custom query** 来输入新的查询。当您输入时，自动完成建议会出现在下拉列表中。这些建议包括功能和指标。点推荐的项目来选择它。

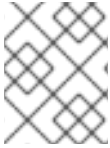


### 注意

在 **Developer** 视角中，您一次只能运行一个查询。

#### 13.11.3. 虚拟化指标

以下指标描述包括示例 Prometheus Query Language (PromQL) 查询。这些指标不是 API，可能在不同版本之间有所变化。



### 注意

以下示例使用 **topk** 查询来指定时间段。如果在那个时间段内删除虚拟机，它们仍然会显示在查询输出中。

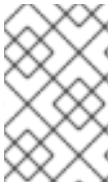
#### 13.11.3.1. vCPU 指标

以下查询可以识别等待输入/输出 (I/O) 的虚拟机：

##### **kubevirt\_vmi\_vcpu\_wait\_seconds**

返回虚拟机的 vCPU 等待时间（以秒为单位）。

高于“0”的值表示 vCPU 要运行，但主机调度程序还无法运行它。无法运行代表 I/O 存在问题。



### 注意

要查询 vCPU 指标，必须首先将 **schedstats=enable** 内核参数应用到 **MachineConfig** 对象。此内核参数启用用于调试和性能调优的调度程序统计，并为调度程序添加较小的额外负载。

#### vCPU 等待时间查询示例

```
topk(3, sum by (name, namespace) (rate(kubevirt_vmi_vcpu_wait_seconds[6m]))) > 0 1
```

**1** 此查询会返回在六分钟内每次都等待 I/O 的 3 台虚拟机。

#### 13.11.3.2. 网络指标

以下查询可以识别正在饱和网络的虚拟机：

##### **kubevirt\_vmi\_network\_receive\_bytes\_total**

返回虚拟机网络中接收的流量总数（以字节为单位）。

##### **kubevirt\_vmi\_network\_transmit\_bytes\_total**

返回虚拟机网络上传的流量总数（以字节为单位）。

#### 网络流量查询示例

```
topk(3, sum by (name, namespace) (rate(kubevirt_vmi_network_receive_bytes_total[6m])) + sum by (name, namespace) (rate(kubevirt_vmi_network_transmit_bytes_total[6m]))) > 0 1
```

**1** 此查询会返回每给定时间在六分钟内传输最多流量的 3 台虚拟机。

#### 13.11.3.3. 存储指标

##### 13.11.3.3.1. 与存储相关的流量

以下查询可以识别正在写入大量数据的虚拟机：

##### **kubevirt\_vmi\_storage\_read\_traffic\_bytes\_total**

返回虚拟机与存储相关的流量的总量（以字节为单位）。

#### **kubevirt\_vmi\_storage\_write\_traffic\_bytes\_total**

返回虚拟机与存储相关的流量的存储写入总量（以字节为单位）。

#### 与存储相关的流量查询示例

```
topk(3, sum by (name, namespace) (rate(kubevirt_vmi_storage_read_traffic_bytes_total[6m])) + sum by (name, namespace) (rate(kubevirt_vmi_storage_write_traffic_bytes_total[6m]))) > 0 1
```

**1** 此查询会返回在六分钟内每给定时间执行最多存储流量的 3 台虚拟机。

#### 13.11.3.3.2. 存储快照数据

#### **kubevirt\_vmsnapshot\_disks\_restored\_from\_source\_total**

返回从源虚拟机中恢复的虚拟机磁盘总数。

#### **kubevirt\_vmsnapshot\_disks\_restored\_from\_source\_bytes**

返回从源虚拟机恢复的字节空间量。

#### 存储快照数据查询示例

```
kubevirt_vmsnapshot_disks_restored_from_source_total{vm_name="simple-vm", vm_namespace="default"} 1
```

**1** 此查询返回从源虚拟机恢复的虚拟机磁盘总数。

```
kubevirt_vmsnapshot_disks_restored_from_source_bytes{vm_name="simple-vm", vm_namespace="default"} 1
```

**1** 此查询返回源虚拟机恢复的空间大小，以字节为单位。

#### 13.11.3.3.3. I/O 性能

以下查询可决定存储设备的 I/O 性能：

#### **kubevirt\_vmi\_storage\_iops\_read\_total**

返回虚拟机每秒执行的写入 I/O 操作量。

#### **kubevirt\_vmi\_storage\_iops\_write\_total**

返回虚拟机每秒执行的读取 I/O 操作量。

#### I/O 性能查询示例

```
topk(3, sum by (name, namespace) (rate(kubevirt_vmi_storage_iops_read_total[6m])) + sum by (name, namespace) (rate(kubevirt_vmi_storage_iops_write_total[6m]))) > 0 1
```

**1** 此查询返回在六分钟内每给定时间每秒执行最多 I/O 操作数的 3 台虚拟机。

### 13.11.3.4. 客户机内存交换指标

以下查询可识别启用了交换最多的客户端执行内存交换最多：

#### kubevirt\_vmi\_memory\_swap\_in\_traffic\_bytes\_total

返回虚拟客户机交换的内存总量（以字节为单位）。

#### kubevirt\_vmi\_memory\_swap\_out\_traffic\_bytes\_total

返回虚拟 guest 正在交换的内存总量（以字节为单位）。

### 内存交换查询示例

```
topk(3, sum by (name, namespace) (rate(kubevirt_vmi_memory_swap_in_traffic_bytes_total[6m])) +
sum by (name, namespace) (rate(kubevirt_vmi_memory_swap_out_traffic_bytes_total[6m]))) > 0 1
```

- 1** 此查询返回前 3 台虚拟机，其中客户机在六分钟内执行每个给定时间段内每个给定时间最多的内存交换。



### 注意

内存交换表示虚拟机面临内存压力。增加虚拟机的内存分配可以缓解此问题。

### 13.11.4. 其他资源

- [监控概述](#)

## 13.12. 为虚拟机公开自定义指标

OpenShift Container Platform 包括一个预配置、预安装和自我更新的监控堆栈，可为核心平台组件提供监控。此监控堆栈基于 Prometheus 监控系统。Prometheus 是一个时间序列数据库和用于指标的规则评估引擎。

除了使用 OpenShift Container Platform 监控堆栈外，您还可以使用 CLI 启用对用户定义的项目的监控，并查询通过 **node-exporter** 服务为虚拟机公开的自定义指标。

### 13.12.1. 配置节点导出器服务

node-exporter 代理部署在您要从中收集指标的集群中的每个虚拟机上。将 node-exporter 代理配置为服务，以公开与虚拟机关联的内部指标和进程。

#### 先决条件

- 安装 OpenShift Container Platform CLI **oc**。
- 以具有 **cluster-admin** 权限的用户身份登录集群。
- 在 **openshift-monitoring** 项目中创建 **cluster-monitoring-config ConfigMap** 对象。
- 通过将 **enableUserWorkload** 设置为 **true**，配置 **openshift-user-workload-monitoring** 项目中的 **user-workload-monitoring-config ConfigMap** 对象。

#### 流程



1. 创建 **Service** YAML 文件。在以下示例中，该文件名为 **node-exporter-service.yaml**。

```

kind: Service
apiVersion: v1
metadata:
 name: node-exporter-service 1
 namespace: dynamation 2
 labels:
 servicetype: metrics 3
spec:
 ports:
 - name: exmet 4
 protocol: TCP
 port: 9100 5
 targetPort: 9100 6
 type: ClusterIP
 selector:
 monitor: metrics 7

```

- 1 从虚拟机公开指标的 node-exporter 服务。
- 2 创建服务的命名空间。
- 3 服务的标签。**ServiceMonitor** 使用此标签来匹配此服务。
- 4 提供给通过端口 9100 为 **ClusterIP** 服务公开指标的端口的名称。
- 5 **node-exporter-service** 用来侦听请求的目标端口。
- 6 配置有 **monitor** 标签的虚拟机的 TCP 端口号。
- 7 用于与虚拟机的 pod 匹配的标签。在本例中，任何具有标签 **monitor**，值为 **metrics** 的虚拟机的 pod 将被匹配。

2. 创建 node-exporter 服务：

```
$ oc create -f node-exporter-service.yaml
```

### 13.12.2. 配置使用节点 exporter 服务的虚拟机

将 **node-exporter** 文件下载到虚拟机。然后，创建一个在虚拟机引导时运行 node-exporter 服务的 **systemd** 服务。

#### 先决条件

- 该组件的 Pod 在 **openshift-user-workload-monitoring** 项目中运行。
- 向需要监控此用户定义的项目的用户授予 **monitoring-edit** 角色。

#### 流程

1. 登录虚拟机。

- 使用应用到 **node-exporter** 文件的目录的路径，将 **node-exporter** 文件下载到虚拟机。

```
$ wget
https://github.com/prometheus/node_exporter/releases/download/v1.3.1/node_exporter-
1.3.1.linux-amd64.tar.gz
```

- 提取可执行文件并将其放置在 **/usr/bin** 目录中。

```
$ sudo tar xvf node_exporter-1.3.1.linux-amd64.tar.gz \
--directory /usr/bin --strip 1 "*/node_exporter"
```

- 在此目录路径中创建 **node\_exporter.service** 文件：**/etc/systemd/system**。此 **systemd** 服务文件在虚拟机重启时运行 **node-exporter** 服务。

```
[Unit]
Description=Prometheus Metrics Exporter
After=network.target
StartLimitIntervalSec=0

[Service]
Type=simple
Restart=always
RestartSec=1
User=root
ExecStart=/usr/bin/node_exporter

[Install]
WantedBy=multi-user.target
```

- 启用并启动 **systemd** 服务。

```
$ sudo systemctl enable node_exporter.service
$ sudo systemctl start node_exporter.service
```

## 验证

- 验证 **node-exporter** 代理是否已报告虚拟机的指标。

```
$ curl http://localhost:9100/metrics
```

## 输出示例

```
go_gc_duration_seconds{quantile="0"} 1.5244e-05
go_gc_duration_seconds{quantile="0.25"} 3.0449e-05
go_gc_duration_seconds{quantile="0.5"} 3.7913e-05
```

### 13.12.3. 为虚拟机创建自定义监控标签

要启用来自单个服务的多个虚拟机的查询，请在虚拟机的 YAML 文件中添加自定义标签。

#### 先决条件

- 安装 OpenShift Container Platform CLI **oc**。
- 以具有 **cluster-admin** 特权的用户身份登录。
- 访问 web 控制台以停止和重启虚拟机。

## 流程

1. 编辑虚拟机配置文件的**模板** spec。在本例中，标签 **monitor** 具有值 **metrics**。

```
spec:
 template:
 metadata:
 labels:
 monitor: metrics
```

2. 停止并重启虚拟机，以创建具有与 **monitor** 标签给定标签名称的新 pod。

### 13.12.3.1. 查询 node-exporter 服务以获取指标

指标通过 **/metrics** 规范名称下的 HTTP 服务端点公开。当您查询指标时，Prometheus 会直接从虚拟机公开的指标端点中提取指标，并展示这些指标来查看。

#### 先决条件

- 您可以使用具有 **cluster-admin** 特权或 **monitoring-edit** 角色的用户访问集群。
- 您已通过配置 node-exporter 服务为用户定义的项目启用了监控。

## 流程

1. 通过为服务指定命名空间来获取 HTTP 服务端点：

```
$ oc get service -n <namespace> <node-exporter-service>
```

2. 要列出 node-exporter 服务的所有可用指标，请查询 **metrics** 资源。

```
$ curl http://<172.30.226.162:9100>/metrics | grep -vE "^#|^$"
```

#### 输出示例

```
node_arp_entries{device="eth0"} 1
node_boot_time_seconds 1.643153218e+09
node_context_switches_total 4.4938158e+07
node_cooling_device_cur_state{name="0",type="Processor"} 0
node_cooling_device_max_state{name="0",type="Processor"} 0
node_cpu_guest_seconds_total{cpu="0",mode="nice"} 0
node_cpu_guest_seconds_total{cpu="0",mode="user"} 0
node_cpu_seconds_total{cpu="0",mode="idle"} 1.10586485e+06
node_cpu_seconds_total{cpu="0",mode="iowait"} 37.61
node_cpu_seconds_total{cpu="0",mode="irq"} 233.91
node_cpu_seconds_total{cpu="0",mode="nice"} 551.47
node_cpu_seconds_total{cpu="0",mode="softirq"} 87.3
node_cpu_seconds_total{cpu="0",mode="steal"} 86.12
```

```

node_cpu_seconds_total{cpu="0",mode="system"} 464.15
node_cpu_seconds_total{cpu="0",mode="user"} 1075.2
node_disk_discard_time_seconds_total{device="vda"} 0
node_disk_discard_time_seconds_total{device="vdb"} 0
node_disk_discarded_sectors_total{device="vda"} 0
node_disk_discarded_sectors_total{device="vdb"} 0
node_disk_discards_completed_total{device="vda"} 0
node_disk_discards_completed_total{device="vdb"} 0
node_disk_discards_merged_total{device="vda"} 0
node_disk_discards_merged_total{device="vdb"} 0
node_disk_info{device="vda",major="252",minor="0"} 1
node_disk_info{device="vdb",major="252",minor="16"} 1
node_disk_io_now{device="vda"} 0
node_disk_io_now{device="vdb"} 0
node_disk_io_time_seconds_total{device="vda"} 174
node_disk_io_time_seconds_total{device="vdb"} 0.054
node_disk_io_time_weighted_seconds_total{device="vda"} 259.79200000000003
node_disk_io_time_weighted_seconds_total{device="vdb"} 0.039
node_disk_read_bytes_total{device="vda"} 3.71867136e+08
node_disk_read_bytes_total{device="vdb"} 366592
node_disk_read_time_seconds_total{device="vda"} 19.128
node_disk_read_time_seconds_total{device="vdb"} 0.039
node_disk_reads_completed_total{device="vda"} 5619
node_disk_reads_completed_total{device="vdb"} 96
node_disk_reads_merged_total{device="vda"} 5
node_disk_reads_merged_total{device="vdb"} 0
node_disk_write_time_seconds_total{device="vda"} 240.66400000000002
node_disk_write_time_seconds_total{device="vdb"} 0
node_disk_writes_completed_total{device="vda"} 71584
node_disk_writes_completed_total{device="vdb"} 0
node_disk_writes_merged_total{device="vda"} 19761
node_disk_writes_merged_total{device="vdb"} 0
node_disk_written_bytes_total{device="vda"} 2.007924224e+09
node_disk_written_bytes_total{device="vdb"} 0

```

#### 13.12.4. 为节点 exporter 服务创建 ServiceMonitor 资源

您可以使用 Prometheus 客户端库和从 `/metrics` 端点中提取指标来访问和查看 node-exporter 服务公开的指标。使用 **ServiceMonitor** 自定义资源定义(CRD)来监控节点 exporter 服务。

##### 先决条件

- 您可以使用具有 **cluster-admin** 特权或 **monitoring-edit** 角色的用户访问集群。
- 您已通过配置 node-exporter 服务为用户定义的项目启用了监控。

##### 流程

1. 为 **ServiceMonitor** 资源配置创建一个 YAML 文件。在本例中，服务监控器与带有标签 **metrics** 的任意服务匹配，每 30 秒对 **exmet** 端口进行查询。

```

apiVersion: monitoring.coreos.com/v1
kind: ServiceMonitor
metadata:
 labels:

```

```
k8s-app: node-exporter-metrics-monitor
name: node-exporter-metrics-monitor ❶
namespace: dynamation ❷
spec:
 endpoints:
 - interval: 30s ❸
 port: exmet ❹
 scheme: http
 selector:
 matchLabels:
 servicetype: metrics
```

- ❶ **ServiceMonitor** 的名称。
- ❷ 创建 **ServiceMonitor** 的命名空间。
- ❸ 要查询端口的时间间隔。
- ❹ 每 30 秒查询的端口名称

2. 为 node-exporter 服务创建 **ServiceMonitor** 配置。

```
$ oc create -f node-exporter-metrics-monitor.yaml
```

#### 13.12.4.1. 访问集群外的节点导出服务

您可以访问集群外的 node-exporter 服务，并查看公开的指标。

##### 先决条件

- 您可以使用具有 **cluster-admin** 特权或 **monitoring-edit** 角色的用户访问集群。
- 您已通过配置 node-exporter 服务为用户定义的项目启用了监控。

##### 流程

1. 公开 node-exporter 服务。

```
$ oc expose service -n <namespace> <node_exporter_service_name>
```

2. 获取路由的 FQDN（全限定域名）。

```
$ oc get route -o=custom-columns=NAME:.metadata.name,DNS:.spec.host
```

##### 输出示例

```
NAME DNS
node-exporter-service node-exporter-service-dynamation.apps.cluster.example.org
```

3. 使用 **curl** 命令显示 node-exporter 服务的指标。

```
$ curl -s http://node-exporter-service-dynamation.apps.cluster.example.org/metrics
```

## 输出示例

```
go_gc_duration_seconds{quantile="0"} 1.5382e-05
go_gc_duration_seconds{quantile="0.25"} 3.1163e-05
go_gc_duration_seconds{quantile="0.5"} 3.8546e-05
go_gc_duration_seconds{quantile="0.75"} 4.9139e-05
go_gc_duration_seconds{quantile="1"} 0.000189423
```

### 13.12.5. 其他资源

- [配置监控堆栈](#)
- [为用户定义的项目启用监控](#)
- [管理指标](#)
- [查看监控仪表盘](#)
- [使用健康检查来监控应用程序的健康状态](#)
- [创建和使用配置映射](#)
- [控制虚拟机状态](#)

## 13.13. OPENSIFT VIRTUALIZATION CRITICAL 警报

OpenShift Virtualization 有警报，在出现问题时通知您。Critical 警报需要立即关注。

每个警报都有相应问题的描述，这是发生警报的原因，一种故障排除过程来诊断问题的来源，以及解析警报的步骤。

### 13.13.1. 网络警报

网络警报提供有关 OpenShift Virtualization Network Operator 的问题的信息。

#### 13.13.1.1. KubeMacPoolDown 警报

##### 描述

KubeMacPool 组件分配 MAC 地址并防止 MAC 地址冲突。

##### 原因

如果 KubeMacPool-manager pod 已关闭，则 **VirtualMachine** 对象的创建会失败。

##### 故障排除

1. 确定 Kubemacpool-manager pod 命名空间和名称。

```
$ export KMP_NAMESPACE="$(oc get pod -A --no-headers -l control-plane=mac-controller-manager | awk '{print $1}')
```

```
$ export KMP_NAME="$(oc get pod -A --no-headers -l control-plane=mac-controller-manager | awk '{print $2}')
```

2. 检查 Kubemacpool-manager pod 描述和日志，以确定问题的来源。

```
$ oc describe pod -n $KMP_NAMESPACE $KMP_NAME
```

```
$ oc logs -n $KMP_NAMESPACE $KMP_NAME
```

## 解决方案

创建一个支持问题，并提供故障排除过程中收集的信息。

### 13.13.2. SSP 警报

SSP 警报提供有关 OpenShift Virtualization SSP Operator 的问题的信息。

#### 13.13.2.1. SSPFailingToReconcile 警报

##### 描述

SSP Operator 的 pod 已启动，但 pod 的协调周期会持续失败。此失败包括无法更新负责部署模板验证器的资源、部署模板验证器或无法部署或更新通用模板的资源失败。

##### 原因

如果 SSP Operator 无法协调，则依赖组件的部署失败，对组件更改的协调会失败，或者两者。另外，对通用模板和模板验证器的更新重置并失败。

##### 故障排除

1. 检查 ssp-operator pod 的日志中的错误：

```
$ export NAMESPACE="$(oc get deployment -A | grep ssp-operator | awk '{print $1}')
```

```
$ oc -n $NAMESPACE describe pods -l control-plane=ssp-operator
```

```
$ oc -n $NAMESPACE logs --tail=-1 -l control-plane=ssp-operator
```

2. 验证模板验证器是否已启动。如果模板验证器没有启动，请检查 pod 的日志中的错误。

```
$ export NAMESPACE="$(oc get deployment -A | grep ssp-operator | awk '{print $1}')
```

```
$ oc -n $NAMESPACE get pods -l name=virt-template-validator
```

```
$ oc -n $NAMESPACE describe pods -l name=virt-template-validator
```

```
$ oc -n $NAMESPACE logs --tail=-1 -l name=virt-template-validator
```

## 解决方案

创建一个支持问题，并提供故障排除过程中收集的信息。

#### 13.13.2.2. SSPOperatorDown 警报

## 描述

SSP Operator 部署并协调通用模板和模板验证器。

## 原因

如果 SSP Operator 已关闭，则依赖组件的部署会失败，对组件更改进行协调会失败，或者两者都失败。另外，对通用模板和模板验证器的更新重置并失败。

## 故障排除

1. 检查 ssp-operator 的 pod 命名空间：

```
$ export NAMESPACE="$(oc get deployment -A | grep ssp-operator | awk '{print $1}')
```

2. 验证 ssp-operator 的 pod 当前是否已停机。

```
$ oc -n $NAMESPACE get pods -l control-plane=ssp-operator
```

3. 检查 ssp-operator 的 pod 描述和日志。

```
$ oc -n $NAMESPACE describe pods -l control-plane=ssp-operator
```

```
$ oc -n $NAMESPACE logs --tail=-1 -l control-plane=ssp-operator
```

## 解决方案

创建一个支持问题，并提供故障排除过程中收集的信息。

### 13.13.2.3. SSPTemplateValidatorDown 警报

## 描述

模板验证器验证虚拟机(VM)不会违反其分配的模板。

## 原因

如果每个模板验证器 pod 都关闭，则模板验证器无法根据所分配的模板来验证虚拟机。

## 故障排除

1. 检查 ssp-operator pod 和 virt-template-validator pod 的命名空间。

```
$ export NAMESPACE_SSP="$(oc get deployment -A | grep ssp-operator | awk '{print $1}')
```

```
$ export NAMESPACE="$(oc get deployment -A | grep virt-template-validator | awk '{print $1}')
```

2. 验证 virt-template-validator 的 pod 当前是否已关闭。

```
$ oc -n $NAMESPACE get pods -l name=virt-template-validator
```

3. 检查 ssp-operator 和 virt-template-validator 的 pod 描述和日志。



```
$ oc -n $NAMESPACE_SSP describe pods -l name=ssp-operator
```

```
$ oc -n $NAMESPACE_SSP logs --tail=-1 -l name=ssp-operator
```

```
$ oc -n $NAMESPACE describe pods -l name=virt-template-validator
```

```
$ oc -n $NAMESPACE logs --tail=-1 -l name=virt-template-validator
```

## 解决方案

创建一个支持问题，并提供故障排除过程中收集的信息。

### 13.13.3. virt 警报

virt 警报提供有关 OpenShift Virtualization Virt Operator 的问题的信息。

#### 13.13.3.1. NoLeadingVirtOperator 警报

##### 描述

在过去 10 分钟内，没有 virt-operator pod 有领导租期，尽管一个或多个 virt-operator pod 处于 **Ready** 状态。该警报指明没有正常工作的 virt-operator pod。

##### 原因

virt-operator 是 OpenShift Container Platform 集群中活跃的的第一个 Kubernetes Operator。其主要职责包括：

- 安装
- 实时更新
- 集群的实时升级
- 监控顶层控制器的生命周期，如 virt-controller、virt-handler 和 virt-launcher
- 管理顶层控制器的协调

另外，virt-operator 负责集群范围的任务，如证书轮转和一些基础架构管理。

virt-operator 部署具有两个 pod 的默认副本，一个领导 pod 保存领导租期，代表一个操作 virt-operator pod。

此警报表示集群级别的故障。关键的集群范围的管理功能（如认证轮转、升级和协调）可能临时不可用。

##### 故障排除

从 pod 日志中确定 virt-operator pod 的领导状态。包含 **Started leading** 和 **acquire leader** 的日志消息指示给定 virt-operator pod 的领导状态。

另外，使用以下命令检查是否有正在运行的 virt-operator pod 和 pod 的状态：

```
$ export NAMESPACE="$(oc get kubevirt -A -o custom-columns="":.metadata.namespace)"
```

```
$ oc -n $NAMESPACE get pods -l kubevirt.io=virt-operator
```

-

```
$ oc -n $NAMESPACE logs <pod-name>
```

```
$ oc -n $NAMESPACE describe pod <pod-name>
```

领导 pod 示例：

```
$ oc -n $NAMESPACE logs <pod-name> |grep lead
```

输出示例

```
{"component":"virt-operator","level":"info","msg":"Attempting to acquire leader
status","pos":"application.go:400","timestamp":"2021-11-30T12:15:18.635387Z"}
I1130 12:15:18.635452 1 leaderelection.go:243] attempting to acquire leader lease
<namespace>/virt-operator...
I1130 12:15:19.216582 1 leaderelection.go:253] successfully acquired lease <namespace>/virt-
operator
```

```
{"component":"virt-operator","level":"info","msg":"Started
leading","pos":"application.go:385","timestamp":"2021-11-30T12:15:19.216836Z"}
```

非领导 pod 示例：

```
$ oc -n $NAMESPACE logs <pod-name> |grep lead
```

输出示例

```
{"component":"virt-operator","level":"info","msg":"Attempting to acquire leader
status","pos":"application.go:400","timestamp":"2021-11-30T12:15:20.533696Z"}
I1130 12:15:20.533792 1 leaderelection.go:243] attempting to acquire leader lease
<namespace>/virt-operator...
```

解决方案

因为一些原因，没有 virt-operator pod 有领导租期，尽管一个或多个 virt-operator pod 处于 **Ready** 状态。确定根本原因并采取适当的操作。

否则，创建一个支持问题，并提供故障排除过程中收集的信息。

### 13.13.3.2. NoReadyVirtController 警报

描述

virt-controller 监控虚拟机实例(VMI)。virt-controller 还通过创建和管理与 VMI 对象关联的 pod 的生命周期来管理相关的 pod。

VMI 对象始终在其生命周期内与 pod 关联。但是，pod 实例可能会因为 VMI 迁移而变化。

当检查到没有状态为就绪的 virt-controllers 超过五分钟时，会发出此警报。

原因

如果 virt-controller 失败，则虚拟机生命周期管理完全失败。生命周期管理任务包括启动新的 VMI 或关闭现有的 VMI。

## 故障排除

1. 检查 virt-controller 的 vdeployment 状态是否有可用的副本和条件。

```
$ oc -n $NAMESPACE get deployment virt-controller -o yaml
```

2. 检查 virt-controller pod 是否存在并检查其状态。

```
get pods -n $NAMESPACE |grep virt-controller
```

3. 检查 virt-controller pod 的事件。

```
$ oc -n $NAMESPACE describe pods <virt-controller pod>
```

4. 检查 virt-controller pod 的日志。

```
$ oc -n $NAMESPACE logs <virt-controller pod>
```

5. 检查节点是否有问题，如节点是否处于 **NotReady** 状态。

```
$ oc get nodes
```

## 解决方案

一些原因可能会造成没有 **Ready** 状态的 virt-controller pod。确定根本原因并采取适当的操作。

否则，创建一个支持问题，并提供故障排除过程中收集的信息。

### 13.13.3.3. NoReadyVirtOperator 警报

#### 描述

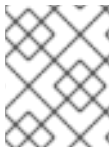
在过去 10 分钟内，没有检查到处于 **Ready** 状态的 virt-operator pod。virt-operator 部署有两个 pod 的默认副本。

#### 原因

virt-operator 是 OpenShift Container Platform 集群中活跃的第一个 Kubernetes Operator。其主要职责包括：

- 安装
- 实时更新
- 集群的实时升级
- 监控顶层控制器的生命周期，如 virt-controller、virt-handler 和 virt-launcher
- 管理顶层控制器的协调

另外，virt-operator 负责集群范围的任务，如证书轮转和一些基础架构管理。



## 注意

virt-operator 不直接负责集群中的虚拟机。virt-operator 不可用不会影响自定义工作负载。

此警报表示集群级别的故障。关键的集群范围的管理功能（如认证轮转、升级和协调）可能临时不可用。

## 故障排除

1. 检查 virt-operator 的部署状态以获取可用副本和条件。

```
$ oc -n $NAMESPACE get deployment virt-operator -o yaml
```

2. 检查 virt-controller pod 的事件。

```
$ oc -n $NAMESPACE describe pods <virt-operator pod>
```

3. 检查 virt-operator pod 的日志。

```
$ oc -n $NAMESPACE logs <virt-operator pod>
```

4. 检查 control plane 和 master 节点是否存在问题，如它们是否处于 **NotReady** 状态。

```
$ oc get nodes
```

## 解决方案

一些原因可能会造成没有 **Ready** 状态的 virt-operator pod。确定根本原因并采取适当的操作。

否则，创建一个支持问题，并提供故障排除过程中收集的信息。

### 13.13.3.4. VirtAPIDown 警报

#### 描述

所有 OpenShift Container Platform API 服务器都停机。

#### 原因

如果所有 OpenShift Container Platform API 服务器都停机，则不会对 OpenShift Container Platform 实体进行 API 调用。

#### 故障排除

1. 修改环境变量 **NAMESPACE**。

```
$ export NAMESPACE="$(oc get kubevirt -A -o custom-columns="":.metadata.namespace)"
```

2. 验证是否有正在运行的 virt-api pod。

```
$ oc -n $NAMESPACE get pods -l kubevirt.io=virt-api
```

3. 使用 **oc logs** 和 **oc describe** 来查看 pod 的日志。

4. 检查 virt-api 部署的状态。使用这些命令了解相关的事件，并演示拉取镜像、崩溃 pod 或其他类似问题时是否存在任何问题。

```
$ oc -n $NAMESPACE get deployment virt-api -o yaml
```

```
$ oc -n $NAMESPACE describe deployment virt-api
```

5. 检查节点是否有问题，如节点是否处于 **NotReady** 状态。

```
$ oc get nodes
```

## 解决方案

virt-api pod 可能会因为以下原因而停机。确定根本原因并采取适当的操作。

否则，创建一个支持问题，并提供故障排除过程中收集的信息。

### 13.13.3.5. VirtApiRESErrorsBurst 警报

#### 描述

在过去五分钟内，virt-api 中超过 80% 的 REST 调用会失败。

#### 原因

对 virt-api 的 REST 调用非常高，导致对 API 调用速度缓慢、速度较慢的 API 调用，甚至完全没有 API 调用。

#### 故障排除

1. 修改环境变量 **NAMESPACE**。

```
$ export NAMESPACE="$(oc get kubevirt -A -o custom-columns="":.metadata.namespace)"
```

2. 检查存在多少个运行 virt-api pod。

```
$ oc -n $NAMESPACE get pods -l kubevirt.io=virt-api
```

3. 使用 **oc logs** 和 **oc describe** 来查看 pod 的日志。
4. 检查 virt-api 部署的状态，以查找更多信息。这些命令提供相关的事件，并显示拉取镜像或崩溃 pod 是否存在任何问题。

```
$ oc -n $NAMESPACE get deployment virt-api -o yaml
```

```
$ oc -n $NAMESPACE describe deployment virt-api
```

5. 检查节点是否有问题，例如节点是否已过载或未处于 **NotReady** 状态。

```
$ oc get nodes
```

## 解决方案

一些原因会造成高的 REST 调用故障率。确定根本原因并采取适当的操作。

- 节点资源耗尽
- 集群没有足够内存
- 节点已停机
- API 服务器过载，如调度程序没有 100%可用)
- 网络问题

否则，创建一个支持问题，并提供故障排除过程中收集的信息。

### 13.13.3.6. VirtControllerDown 警报

#### 描述

如果过去五分钟中没有对 virt-controller 的检测，则 virt-controller 部署具有两个 pod 的默认副本。

#### 原因

如果 virt-controller 失败，则虚拟机生命周期管理任务（如启动新的 VMI 或关闭现有 VMI）完全失败。

#### 故障排除

1. 修改环境变量 **NAMESPACE**。

```
$ export NAMESPACE="$(oc get kubevirt -A -o custom-columns="":.metadata.namespace)"
```

2. 检查 virt-controller 部署的状态。

```
$ oc get deployment -n $NAMESPACE virt-controller -o yaml
```

3. 检查 virt-controller pod 的事件。

```
$ oc -n $NAMESPACE describe pods <virt-controller pod>
```

4. 检查 virt-controller pod 的日志。

```
$ oc -n $NAMESPACE logs <virt-controller pod>
```

5. 检查 manager pod 的日志，以确定创建 virt-controller pod 为何会失败。

```
$ oc get logs <virt-controller-pod>
```

日志中 virt-controller pod 名称的例子是 **virt-controller-7888c64d66-dzc9p**。但是，可能会有多个运行 virt-controller 的 pod。

#### 解决方案

一些原因可以造成检查没有运行的 virt-controller 发生。从可能的原因列表找出根本原因，并采取适当的操作。

- 节点资源耗尽
- 集群没有足够内存

- 节点已停机
- API 服务器过载，如调度程序没有 100%可用)
- 网络问题

否则，创建一个支持问题，并提供故障排除过程中收集的信息。

### 13.13.3.7. VirtControllerRESErrorsBurst 警报

#### 描述

在过去五分钟内，virt-controller 中已有超过 80% 的 REST 调用失败。

#### 原因

virt-controller 可能已完全丢失与 API 服务器的连接。这个丢失不会影响运行的工作负载，但会传播状态更新和迁移等操作。

#### 故障排除

与 virt-controller REST 调用失败有关的两个常见错误类型：

- API 服务器过载，从而导致超时。检查 API 服务器指标和详情，如响应时间和总体调用。
- virt-controller pod 无法访问 API 服务器。常见原因包括：
  - 节点上的 DNS 问题
  - 网络连接问题

#### 解决方案

检查 virt-controller 日志，以确定 virt-controller pod 是否无法连接到 API 服务器。如果是，请删除 pod 来强制重启。

另外，验证节点资源耗尽或者集群中没有足够的内存会导致连接失败。

这个问题通常与此警报范围以外的 DNS 或 CNI 问题相关。

否则，创建一个支持问题，并提供故障排除过程中收集的信息。

### 13.13.3.8. VirtHandlerRESErrorsBurst 警报

#### 描述

在过去五分钟内，virt-handler 中已有超过 80% 的 REST 调用失败。

#### 原因

virt-handler 丢失与 API 服务器的连接。在受影响节点上运行的工作负载仍在运行，但状态更新无法传播，迁移等操作无法进行。

#### 故障排除

与 virt-operator REST 调用失败有关的两个常见错误类型：

- API 服务器过载，从而导致超时。检查 API 服务器指标和详情，如响应时间和总体调用。

- virt-operator pod 无法访问 API 服务器。常见原因包括：
  - 节点上的 DNS 问题
  - 网络连接问题

## 解决方案

如果 virt-handler 无法连接 API 服务器，请删除该 Pod 以强制重启。这个问题通常与此警报范围以外的 DNS 或 CNI 问题相关。确定根本原因并采取适当的操作。

否则，创建一个支持问题，并提供故障排除过程中收集的信息。

### 13.13.3.9. VirtOperatorDown 警报

#### 描述

过去 10 分钟内没有 virt-operator pod 处于 **Running** 状态时发生此警报。virt-operator 部署有两个 pod 的默认副本。

#### 原因

virt-operator 是 OpenShift Container Platform 集群中活跃的第一个 Kubernetes Operator。其主要职责包括：

- 安装
- 实时更新
- 集群的实时升级
- 监控顶层控制器的生命周期，如 virt-controller、virt-handler 和 virt-launcher
- 管理顶层控制器的协调

另外，virt-operator 负责集群范围的任务，如证书轮转和一些基础架构管理。



#### 注意

virt-operator 不直接负责集群中的虚拟机。virt-operator 不可用不会影响自定义工作负载。

此警报表示集群级别的故障。关键的集群范围的管理功能（如认证轮转、升级和协调）可能临时不可用。

#### 故障排除

1. 修改环境变量 **NAMESPACE**。

```
$ export NAMESPACE="$(oc get kubevirt -A -o custom-columns="":.metadata.namespace)"
```

2. 检查 virt-operator 部署的状态。

```
$ oc get deployment -n $NAMESPACE virt-operator -o yaml
```

3. 检查 virt-operator pod 的事件。



```
$ oc -n $NAMESPACE describe pods <virt-operator pod>
```

4. 检查 virt-operator pod 的日志。

```
$ oc -n $NAMESPACE logs <virt-operator pod>
```

5. 检查 manager pod 的日志，以确定创建 virt-operator pod 为何会失败。

```
$ oc get logs <virt-operator-pod>
```

日志中 virt-operator pod 名称的例子是 **virt-operator-7888c64d66-dzc9p**。但是，可能会有多个运行 virt-operator 的 pod。

## 解决方案

一些原因可以造成检查没有运行的 virt-operator 发生。从可能的原因列表中找到根本原因，并采取适当的操作。

- 节点资源耗尽
- 集群没有足够内存
- 节点已停机
- API 服务器过载，如调度程序没有 100% 可用)
- 网络问题

否则，创建一个支持问题，并提供故障排除过程中收集的信息。

### 13.13.3.10. VirtOperatorRESErrorsBurst 警报

#### 描述

在过去五分钟内，virt-operator 中有超过 80% 的 REST 调用会失败。

#### 原因

virt-operator 丢失与 API 服务器的连接。升级和控制器协调等集群级别操作无法正常工作。对客户工作负载（如虚拟机和 VMI）没有影响。

#### 故障排除

与 virt-operator REST 调用失败有关的两个常见错误类型：

- API 服务器过载，从而导致超时。检查 API 服务器指标和详情，如响应时间和总体调用。
- virt-operator pod 无法访问 API 服务器。常见原因是节点上的网络连接问题和 DNS 问题。检查 virt-operator 日志，以验证 pod 是否可以连接到 API 服务器。

```
$ export NAMESPACE="$(oc get kubevirt -A -o custom-columns="":.metadata.namespace)"
```

```
$ oc -n $NAMESPACE get pods -l kubevirt.io=virt-operator
```

```
$ oc -n $NAMESPACE logs <pod-name>
```

```
$ oc -n $NAMESPACE describe pod <pod-name>
```

## 解决方案

如果 virt-operator 无法连接到 API 服务器，请删除 pod 来强制重启。这个问题通常与此警报范围以外的 DNS 或 CNI 问题相关。确定根本原因并采取适当的操作。

否则，创建一个支持问题，并提供故障排除过程中收集的信息。

### 13.13.4. 其他资源

- [获取支持](#)

## 13.14. 为红帽支持收集数据

当您向红帽支持 [提交支持问题单](#) 时，使用以下工具为 OpenShift Container Platform 和 OpenShift Virtualization 提供调试信息会很有帮助：

### must-gather 工具

**must-gather** 工具收集诊断信息，包括资源定义和服务日志。

### Prometheus

Prometheus 是一个时间序列数据库和用于指标的规则评估引擎。Prometheus 将警报发送到 Alertmanager 进行处理。

### Alertmanager

Alertmanager 服务处理从 Prometheus 接收的警报。Alertmanager 还负责将警报发送到外部通知系统。

### 13.14.1. 收集有关环境的数据

收集有关环境的数据可最小化分析和确定根本原因所需的时间。

#### 先决条件

- 将 Prometheus 指标数据的保留时间设置为最少 7 天。
- 配置 Alertmanager 以捕获相关的警报并将其发送到专用邮箱，以便可以在集群外部查看和保留它们。
- 记录受影响的节点和虚拟机的确切数量。

#### 流程

1. 使用默认的 **must-gather** 镜像为集群收集 **must-gather** 数据。
2. 如有必要，为 Red Hat OpenShift Data Foundation 收集 **must-gather** 数据。
3. 使用 OpenShift Virtualization **must-gather** 镜像收集 OpenShift Virtualization 的 **must-gather** 数据。
4. 收集集群的 Prometheus 指标。

#### 13.14.1.1. 其他资源

- 为 Prometheus 指标数据配置[保留时间](#)
- 配置 Alertmanager [将警报通知发送到外部系统](#)
- 为 [OpenShift Container Platform](#) 收集 **must-gather** 数据
- 为 [Red Hat OpenShift Data Foundation](#) 收集 **must-gather** 数据
- 为 [OpenShift Virtualization](#) 收集 **must-gather** 数据
- 以集群管理员身份收集[所有项目](#)的 Prometheus 指标

### 13.14.2. 收集虚拟机的数据

收集有关出现故障的虚拟机 (VM) 的数据可最小化分析和确定根本原因所需的时间。

#### 先决条件

- Windows 虚拟机：
  - 记录红帽支持的 Windows 补丁更新详情。
  - 安装最新版本的 VirtIO 驱动程序。VirtIO 驱动程序包括 QEMU 客户机代理。
  - 如果启用了远程桌面协议 (RDP)，请尝试通过 RDP 连接到虚拟机，以确定是否存在与连接软件相关的问题。

#### 流程

1. 收集故障虚拟机的详细 **must-gather** 数据。
2. 收集在重启前崩溃的虚拟机截图。
3. 记录出现故障的虚拟机通常具有的因素。例如，虚拟机具有相同的主机或网络。

#### 13.14.2.1. 其他资源

- 在 Windows 虚拟机上安装 [VirtIO 驱动程序](#)
- 在没有主机访问的 Windows 虚拟机上下载并安装 [VirtIO 驱动程序](#)
- 使用 [Web 控制台](#)或[命令行](#)通过 RDP 连接到 Windows 虚拟机
- 收集有关[虚拟机](#)的 **must-gather** 数据

### 13.14.3. 为 OpenShift Virtualization 使用 must-gather 工具

您可以使用 OpenShift Virtualization 镜像运行 **must-gather** 命令收集有关 OpenShift Virtualization 资源的数据。

默认数据收集包含有关以下资源的信息：

- OpenShift Virtualization Operator 命名空间，包括子对象
- OpenShift Virtualization 自定义资源定义

- 包含虚拟机的命名空间
- 基本虚拟机定义

## 流程

- 运行以下命令来收集有关 OpenShift Virtualization 的数据：

```
$ oc adm must-gather --image-stream=openshift/must-gather \
--image=registry.redhat.io/container-native-virtualization/cnv-must-gather-rhel8:v4.11.8
```

### 13.14.3.1. must-gather 工具选项

您可以为以下选项指定脚本和环境变量组合：

- 从命名空间收集详细虚拟机 (VM) 信息
- 收集指定虚拟机的详细信息
- 收集镜像和镜像流信息
- 限制 **must-gather** 工具使用的最大并行进程数

#### 13.14.3.1.1. 参数

##### 环境变量

您可以为兼容脚本指定环境变量。

##### NS=<namespace\_name>

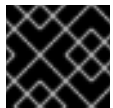
从您指定的命名空间中收集虚拟机信息，包括 **virt-launcher** pod 详情。为所有命名空间收集 **VirtualMachine** 和 **VirtualMachineInstance** CR 数据。

##### VM=<vm\_name>

收集特定虚拟机的详情。要使用这个选项，还必须使用 **NS** 环境变量指定命名空间。

##### PROS=<number\_of\_processes>

修改 **must-gather** 工具使用的最大并行进程数。默认值为 **5**。



#### 重要

使用太多的并行进程可能会导致性能问题。不建议增加并行进程的最大数量。

## 脚本

每个脚本仅与某些环境变量组合兼容。

### gather\_vms\_details

收集属于 OpenShift Virtualization 资源的虚拟机日志文件、虚拟机定义和命名空间（及其子对象）。如果您在指定命名空间或虚拟机的情况下使用这个参数，**must-gather** 工具会为集群中的所有虚拟机收集这个数据。此脚本与所有环境变量兼容，但是如果使用 **VM** 变量，则必须指定一个命名空间。

### gather

使用默认 **must-gather** 脚本，从所有命名空间中收集集群数据，且仅包含基本的虚拟机信息。此脚本只与 **PROS** 变量兼容。

### gather\_images

收集镜像和镜像流自定义资源信息。此脚本只与 **PROS** 变量兼容。

#### 13.14.3.1.2. 使用和示例

环境变量是可选的。您可以自行运行脚本，也可以使用一个或多个兼容环境变量来运行脚本。

表 13.1. 兼容参数

| 脚本                        | 兼容环境变量                                                                                                                                                                                                              |
|---------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>gather_vms_details</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 对于命名空间：<b>NS=&lt;namespace_name&gt;</b></li> <li>● 对于虚拟机：<b>VM=&lt;vm_name&gt; NS=&lt;namespace_name&gt;</b></li> <li>● <b>PROS=&lt;number_of_processes&gt;</b></li> </ul> |
| <b>gather</b>             | <ul style="list-style-type: none"> <li>● <b>PROS=&lt;number_of_processes&gt;</b></li> </ul>                                                                                                                         |
| <b>gather_images</b>      | <ul style="list-style-type: none"> <li>● <b>PROS=&lt;number_of_processes&gt;</b></li> </ul>                                                                                                                         |

要自定义 **must-gather** 收集的数据，您可以在该命令中附加一个双短划线 (--)，后跟一个空格和一个或多个兼容参数。

### 语法

```
$ oc adm must-gather \
 --image=registry.redhat.io/container-native-virtualization/cnv-must-gather-rhel8:v4.11.8 \
 -- <environment_variable_1> <environment_variable_2> <script_name>
```

### 详细虚拟机信息

以下命令在 **mynamespace** 命名空间中收集 **my-vm** 虚拟机的详细虚拟机信息：

```
$ oc adm must-gather \
 --image=registry.redhat.io/container-native-virtualization/cnv-must-gather-rhel8:v4.11.8 \
 -- NS=mynamespace VM=my-vm gather_vms_details ❶
```

❶ 如果您使用 **VM** 环境变量，则需要 **NS** 环境变量。

### 默认数据收集限制为三个并行进程

以下命令使用最多三个并行进程收集默认的 **must-gather** 信息：

```
$ oc adm must-gather \
 --image=registry.redhat.io/container-native-virtualization/cnv-must-gather-rhel8:v4.11.8 \
 -- PROS=3 gather
```

### 镜像和镜像流信息

以下命令从集群收集镜像和镜像流信息：

```
$ oc adm must-gather \
 --image=registry.redhat.io/container-native-virtualization/cnv-must-gather-rhel8:v4.11.8 \
 -- gather_images
```

### 13.14.3.2. 其他资源

- [关于 must-gather 工具](#)

## 第 14 章 备份和恢复

### 14.1. 安装和配置 OADP

作为集群管理员，您可以通过安装 OADP Operator 来为数据保护(OADP)安装 OpenShift API。Operator 会安装 [Velero 1.11](#)。

您可以为备份存储供应商创建一个默认 **Secret**，然后安装数据保护应用程序。

#### 14.1.1. 安装 OADP Operator

您可以使用 Operator Lifecycle Manager(OLM)在 OpenShift Container Platform 4.11 上安装 Data Protection(OADP)Operator 的 OpenShift API。

OADP Operator 安装 [Velero 1.11](#)。

##### 先决条件

- 您必须以具有 **cluster-admin** 权限的用户身份登录。

##### 流程

1. 在 OpenShift Container Platform Web 控制台中，点击 **Operators** → **OperatorHub**。
2. 使用 **Filter by keyword** 字段查找 **OADP Operator**。
3. 选择 **OADP Operator** 并点 **Install**。
4. 点 **Install** 在 **openshift-adp** 项目中安装 Operator。
5. 点 **Operators** → **Installed Operators** 来验证安装。

#### 14.1.2. 关于备份和恢复位置及其 secret

您可以在 **DataProtectionApplication** 自定义资源(CR)中指定备份和快照位置及其 secret。

##### 备份位置

您可以将 S3 兼容对象存储（如 Multicloud Object Gateway 或 MinIO）指定为备份位置。

Velero 将 OpenShift Container Platform 资源、Kubernetes 对象和内部镜像备份为对象存储上的存档文件。

##### 快照位置

如果使用云供应商的原生快照 API 备份持久性卷，您必须将云供应商指定为快照位置。

如果使用 Container Storage Interface(CSI)快照，则不需要指定快照位置，因为您要创建一个 **VolumeSnapshotClass** CR 来注册 CSI 驱动程序。

如果使用 Restic，则不需要指定快照位置，因为 Restic 备份对象存储中的文件系统。

##### Secrets

如果备份和快照位置使用相同的凭证，或者不需要快照位置，请创建一个默认 **Secret**。

如果备份和恢复位置使用不同的凭证，您可以创建两个 secret 对象：

- 您在 **DataProtectionApplication** CR 中指定的备份位置的自定义 **Secret**。
- 快照位置的默认 **Secret**，在 **DataProtectionApplication** CR 中没有引用。



### 重要

数据保护应用程序需要一个默认的 **Secret**。否则，安装将失败。

如果您不想在安装过程中指定备份或快照位置，您可以使用空 **credentials-velero** 文件创建默认 **Secret**。

#### 14.1.2.1. 创建默认 Secret

如果您的备份和快照位置使用相同的凭证，或者不需要快照位置，则创建一个默认 **Secret**。



### 注意

**DataProtectionApplication** 自定义资源(CR)需要一个默认的 **Secret**。否则，安装将失败。如果没有指定备份位置 **Secret** 的名称，则会使用默认名称。

如果您不想在安装过程中使用备份位置凭证，您可以使用空 **credentials-velero** 文件创建带有默认名称的 **Secret**。

#### 先决条件

- 您的对象存储和云存储（若有）必须使用相同的凭证。
- 您必须为 Velero 配置对象存储。
- 您必须以适当的格式为对象存储创建一个 **credentials-velero** 文件。

#### 流程

- 使用默认名称创建 **Secret**：

```
$ oc create secret generic cloud-credentials -n openshift-adp --from-file cloud=credentials-velero
```

在安装 Data Protection Application 时，**secret** 会在 **DataProtectionApplication** CR 的 **spec.backupLocations.credential** 块中引用。

#### 14.1.3. 配置数据保护应用程序

您可以通过设置 Velero 资源分配或启用自签名 CA 证书来配置数据保护应用程序。

##### 14.1.3.1. 设置 Velero CPU 和内存分配

您可以通过编辑 **DataProtectionApplication** 自定义资源(CR)清单来为 **Velero** pod 设置 CPU 和内存分配。

#### 先决条件

- 您必须安装了 OpenShift API for Data Protection(OADP)Operator。



## 流程

- 编辑 **DataProtectionApplication** CR 清单的 **spec.configuration.velero.podConfig.ResourceAllocations** 块中的值，如下例所示：

```

apiVersion: oadp.openshift.io/v1alpha1
kind: DataProtectionApplication
metadata:
 name: <dpa_sample>
spec:
 ...
 configuration:
 velero:
 podConfig:
 nodeSelector: <node selector> ❶
 resourceAllocations: ❷
 limits:
 cpu: "1"
 memory: 1024Mi
 requests:
 cpu: 200m
 memory: 256Mi

```

- ❶ 指定要提供给 Velero podSpec 的节点选择器。
- ❷ 列出的 **resourceAllocations** 用于平均使用。

### 14.1.3.2. 启用自签名 CA 证书

您必须通过编辑 **DataProtectionApplication** 自定义资源(CR)清单来为对象存储启用自签名 CA 证书，以防止由未知颁发机构签名的证书。

#### 先决条件

- 您必须安装了 OpenShift API for Data Protection(OADP)Operator。

## 流程

- 编辑 **DataProtectionApplication** CR 清单的 **spec.backupLocations.velero.objectStorage.caCert** 参数和 **spec.backupLocations.velero.config** 参数：

```

apiVersion: oadp.openshift.io/v1alpha1
kind: DataProtectionApplication
metadata:
 name: <dpa_sample>
spec:
 ...
 backupLocations:
 - name: default
 velero:
 provider: aws
 default: true
 objectStorage:

```

```

bucket: <bucket>
prefix: <prefix>
caCert: <base64_encoded_cert_string> ❶
config:
 insecureSkipTLSVerify: "false" ❷
...

```

- ❶ 指定 Base46 编码的 CA 证书字符串。
- ❷ `insecureSkipTLSVerify` 配置可以设置为 `"true"` 或 `"false"`。如果设置为 `"true"`，则禁用 SSL/TLS 安全性。如果设置为 `"false"`，则启用 SSL/TLS 安全性。

#### 14.1.4. 安装数据保护应用程序

您可以通过创建 `DataProtectionApplication` API 的实例来安装数据保护应用程序(DPA)。

##### 先决条件

- 您必须安装 OADP Operator。
- 您必须将对象存储配置为备份位置。
- 如果使用快照来备份 PV，云供应商必须支持原生快照 API 或 Container Storage Interface(CSI) 快照。
- 如果备份和快照位置使用相同的凭证，您必须创建带有默认名称 `cloud-credentials` 的 `Secret`。
- 如果备份和快照位置使用不同的凭证，您必须创建两个 `Secret`：
  - 带有备份位置的自定义名称的 `secret`。您可以将此 `Secret` 添加到 `DataProtectionApplication` CR 中。
  - 带有默认名称 `cloud-credentials` 的 `secret`，用于快照位置。这个 `Secret` 没有在 `DataProtectionApplication` CR 中被引用。



##### 注意

如果您不想在安装过程中指定备份或快照位置，您可以使用空 `credentials-velero` 文件创建默认 `Secret`。如果没有默认 `Secret`，安装将失败。



##### 注意

Velero 在 OADP 命名空间中创建一个名为 `velero-repo-credentials` 的 `secret`，其中包含默认的备份存储库密码。在运行第一个面向备份存储库的备份之前，您可以使用自己的密码更新 `secret`，以 base64 编码。要更新的键值是 `Data[repository-password]`。

创建 DPA 后，第一次运行指向备份存储库的备份时，Velero 会创建一个备份存储库，其 `secret` 为 `velero-repo-credentials`，其中包含默认密码或您替换它。如果在首次备份之后更新 `secret` 密码，新密码将与 `velero-repo-credentials` 中的密码不匹配，因此 Velero 将无法与旧的备份连接。

##### 流程

1. 点 **Operators** → **Installed Operators** 并选择 **OADP Operator**。
2. 在 **Provided APIs** 下，点 **DataProtectionApplication** 框中的 **Create 实例**。
3. 点 **YAML View** 并更新 **DataProtectionApplication** 清单的参数：

```

apiVersion: oadp.openshift.io/v1alpha1
kind: DataProtectionApplication
metadata:
 name: <dpa_sample>
 namespace: openshift-adp
spec:
 configuration:
 velero:
 defaultPlugins:
 - kubevirt 1
 - gcp 2
 - csi 3
 - openshift 4
 resourceTimeout: 10m 5
 restic:
 enable: true 6
 podConfig:
 nodeSelector: <node_selector> 7
 backupLocations:
 - velero:
 provider: gcp 8
 default: true
 credential:
 key: cloud
 name: <default_secret> 9
 objectStorage:
 bucket: <bucket_name> 10
 prefix: <prefix> 11

```

- 1** OpenShift Virtualization 需要 **kubevirt** 插件。
- 2** 为备份供应商指定插件，如 **gcp**（如果存在）。
- 3** **csi** 插件是使用 CSI 快照备份 PV 所必需的。**csi** 插件使用 [Velero CSI beta 快照 API](#)。您不需要配置快照位置。
- 4** **openshift** 插件是必需的。
- 5** 指定在超时发生前等待多个 Velero 资源的分钟，如 Velero CRD 可用、volumeSnapshot 删除和备份存储库可用。默认值为 10m。
- 6** 如果要禁用 Restic 安装，则将此值设置为 **false**。Restic 部署一个守护进程集，这意味着 Restic pod 在每个工作节点上运行。在 OADP 版本 1.2 及更高版本中，您可以通过在 **Backup** CR 中添加 **spec.defaultVolumesToFsBackup: true** 来配置 Restic 进行备份。在 OADP 版本 1.1 中，将 **spec.defaultVolumesToRestic: true** 添加到 **Backup** CR 中。
- 7** 指定 Restic 在哪些节点上可用。默认情况下，Restic 在所有节点上运行。
- 8** 指定备份供应商。

- 9 如果备份供应商使用一个默认插件，为 **Secret** 指定正确的默认名称，如 **cloud-credentials-gcp**。如果指定了一个自定义名称，则使用自定义名称用于备份位置。如果没有
- 10 指定存储桶作为备份存储位置。如果存储桶不是 Velero 备份的专用存储桶，您必须指定一个前缀。
- 11 如果存储桶用于多个目的，请为 Velero 备份指定一个前缀，如 **velero**。

4. 点 **Create**。

5. 通过查看 OADP 资源来验证安装：

```
$ oc get all -n openshift-adp
```

#### 输出示例

```

NAME READY STATUS RESTARTS AGE
pod/oadp-operator-controller-manager-67d9494d47-6l8z8 2/2 Running 0 2m8s
pod/restic-9cq4q 1/1 Running 0 94s
pod/restic-m4lts 1/1 Running 0 94s
pod/restic-pv4kr 1/1 Running 0 95s
pod/velero-588db7f655-n842v 1/1 Running 0 95s

NAME TYPE CLUSTER-IP EXTERNAL-IP
PORT(S) AGE
service/oadp-operator-controller-manager-metrics-service ClusterIP 172.30.70.140
<none> 8443/TCP 2m8s

NAME DESIRED CURRENT READY UP-TO-DATE AVAILABLE NODE
SELECTOR AGE
daemonset.apps/restic 3 3 3 3 3 <none> 96s

NAME READY UP-TO-DATE AVAILABLE AGE
deployment.apps/oadp-operator-controller-manager 1/1 1 1 2m9s
deployment.apps/velero 1/1 1 1 96s

NAME DESIRED CURRENT READY AGE
replicaset.apps/oadp-operator-controller-manager-67d9494d47 1 1 1 2m9s
replicaset.apps/velero-588db7f655 1 1 1 96s

```

#### 14.1.4.1. 在 DataProtectionApplication CR 中启用 CSI

您可以在 **DataProtectionApplication** 自定义资源(CR)中启用 Container Storage Interface(CSI)来备份持久性卷，以使用 CSI 快照备份持久性卷。

##### 先决条件

- 云供应商必须支持 CSI 快照。

##### 流程

- 编辑 **DataProtectionApplication** CR，如下例所示：

```
apiVersion: oadp.openshift.io/v1alpha1
```

```

kind: DataProtectionApplication
...
spec:
 configuration:
 velero:
 defaultPlugins:
 - openshift
 - csi 1

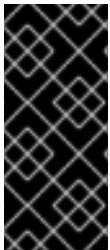
```

**1** 添加 **csi** 默认插件。

### 14.1.5. 卸载 OADP

您可以通过删除 OADP Operator 来卸载 OpenShift API for Data Protection(OADP)。详情请参阅[从集群中删除 Operator](#)。

## 14.2. 备份和恢复虚拟机



### 重要

OADP for OpenShift Virtualization 只是一个技术预览功能。技术预览功能不受红帽产品服务等级协议 (SLA) 支持，且功能可能并不完整。红帽不推荐在生产环境中使用它们。这些技术预览功能可以使用户提早试用新的功能，并有机会在开发阶段提供反馈意见。

有关红帽技术预览功能支持范围的更多信息，请参阅[技术预览功能支持范围](#)。

您可以使用 [OpenShift API 进行数据保护\(OADP\)](#) 来备份和恢复虚拟机。

### 先决条件

- 使用具有 **cluster-admin** 角色的用户访问集群。

### 流程

1. 根据您的存储供应商说明安装 [OADP Operator](#)。
2. 使用 **kubevirt** 和 **openshift** 插件 安装 [数据保护应用程序](#)。
3. 通过创建一个 **Backup** 自定义资源 (CR) 来备份虚拟机。
4. 通过创建一个 **Restore CR** 来恢复 **Backup CR**。

### 14.2.1. 其他资源

- [OADP 功能和插件](#)
- [故障排除](#)

## 14.3. 备份虚拟机

您可以通过创建一个 **Backup** 自定义资源 (CR) 来备份虚拟机 (VM)

**Backup CR** 执行以下操作：

- 通过在 S3 兼容对象存储上创建存档文件来备份 OpenShift Virtualization 资源，如 [Multicloud Object Gateway](#)、Noobaa 或 Minio。
- 使用以下选项之一备份虚拟机磁盘：
  - 启用 CSI 的云存储上的 [容器存储接口\(CSI\)快照](#)，如 Ceph RBD 或 Ceph FS。
  - 对象存储上的 [Restic 文件系统备份](#)。



### 注意

OADP 提供备份 hook，以便在备份操作前冻结虚拟机文件系统，并在备份完成后取消解冻。

**kubevirt-controller** 使用注解创建 **virt-launcher** pod，使 Velero 可以在备份操作前和之后运行 **virt-freezer** 二进制文件。

**freeze** 和 **unfreeze** API 是虚拟机快照 API 的子资源。有关详细信息，请参阅 [关于虚拟机快照](#)。

您可以在 **Backup CR** 中添加 **hook**，以便在备份操作前或之后在特定虚拟机上运行命令。

您可以通过创建一个 **Schedule CR** 而不是 **Backup CR** 来调度备份。

### 14.3.1. 创建备份 CR

您可以通过创建 **Backup** 备份自定义资源(CR)来备份 Kubernetes 镜像、内部镜像和持久性卷(PV)。

#### 先决条件

- 您必须安装用于数据保护(OADP)Operator 的 OpenShift API。
- **DataProtectionApplication CR** 必须处于 **Ready** 状态。
- 备份位置先决条件：
  - 您必须为 Velero 配置 S3 对象存储。
  - 您必须在 **DataProtectionApplication CR** 中配置了一个备份位置。
- 快照位置先决条件：
  - 您的云供应商必须具有原生快照 API 或支持 Container Storage Interface(CSI)快照。
  - 对于 CSI 快照，您必须创建一个 **VolumeSnapshotClass CR** 来注册 CSI 驱动程序。
  - 您必须在 **DataProtectionApplication CR** 中配置了一个卷位置。

#### 流程

1. 输入以下命令来检索 **backupStorageLocations CR**：

```
$ oc get backupStorageLocations -n openshift-adp
```

## 输出示例

| NAMESPACE     | NAME            | PHASE     | LAST VALIDATED | AGE | DEFAULT |
|---------------|-----------------|-----------|----------------|-----|---------|
| openshift-adp | velero-sample-1 | Available | 11s            | 31m |         |

2. 创建一个 **Backup** CR，如下例所示：

```

apiVersion: velero.io/v1
kind: Backup
metadata:
 name: <backup>
 labels:
 velero.io/storage-location: default
 namespace: openshift-adp
spec:
 hooks: {}
 includedNamespaces:
 - <namespace> ①
 includedResources: [] ②
 excludedResources: [] ③
 storageLocation: <velero-sample-1> ④
 ttl: 720h0m0s
 labelSelector: ⑤
 matchLabels:
 app=<label_1>
 app=<label_2>
 app=<label_3>
 orLabelSelectors: ⑥
 - matchLabels:
 app=<label_1>
 app=<label_2>
 app=<label_3>

```

① 指定要备份的命名空间数组。

② 可选：指定一个要包含在备份中的资源的数组。资源可以是缩写方式（例如，'po' 代表 'pods'）或完全限定的方式。如果未指定，则会包含所有资源。

③ 可选：指定要从备份中排除的资源数组。资源可以是缩写方式（例如，'po' 代表 'pods'）或完全限定的方式。

④ 指定 **backupStorageLocations** CR 的名称。

⑤ 具有所有指定标签的备份资源的 {key,value} 对映射。

⑥ 具有一个或多个指定标签的备份资源的 {key,value} 对映射。

3. 验证 **Backup** CR 的状态是否为 **Completed**：

```
$ oc get backup -n openshift-adp <backup> -o jsonpath='{.status.phase}'
```

## 14.3.1.1. 使用 CSI 快照备份持久性卷

在创建 **Backup** CR 前，您可以编辑云存储的 **VolumeSnapshotClass** 自定义资源(CR)来备份持久性卷(CSI)快照。

### 先决条件

- 云供应商必须支持 CSI 快照。
- 您必须在 **DataProtectionApplication** CR 中启用 CSI。

### 流程

- 将 **metadata.labels.velero.io/csi-volumesnapshot-class: "true"** 键值对添加到 **VolumeSnapshotClass** CR :

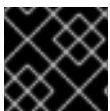
```
apiVersion: snapshot.storage.k8s.io/v1
kind: VolumeSnapshotClass
metadata:
 name: <volume_snapshot_class_name>
 labels:
 velero.io/csi-volumesnapshot-class: "true"
driver: <csi_driver>
deletionPolicy: Retain
```

现在，您可以创建一个 **Backup** CR。

#### 14.3.1.2. 使用 Restic 备份应用程序

您可以通过编辑备份自定义资源(CR)来使用 Restic **Backup** 资源、内部镜像和持久性卷备份 Kubernetes 资源。

您不需要在 **DataProtectionApplication** CR 中指定快照位置。



#### 重要

Restic 不支持备份 **hostPath** 卷。如需更多信息，请参阅[额外的 Rustic 限制](#)。

### 先决条件

- 您必须安装用于数据保护(OADP)Operator 的 OpenShift API。
- 您不能将 **DataProtectionApplication** CR 中的 **spec.configuration.restic.enable** 设置为 **false** 来禁用默认的 Restic 安装。
- **DataProtectionApplication** CR 必须处于 **Ready** 状态。

### 流程

- 编辑 **Backup** CR，如下例所示：

```
apiVersion: velero.io/v1
kind: Backup
metadata:
 name: <backup>
 labels:
```



```

 velero.io/storage-location: default
 namespace: openshift-adp
spec:
 defaultVolumesToFsBackup: true 1
 ...

```

- 1 在 OADP 版本 1.2 及更高版本中，在 **spec** 块中添加 **defaultVolumesToFsBackup: true** 设置。在 OADP 版本 1.1 中，添加 **defaultVolumesToRestic: true**。

### 14.3.1.3. 创建备份 hook

您可以通过编辑备份自定义资源(CR)来创建 **Backup** hook 以在 pod 中运行的容器中运行命令。

在 pod 备份前运行 *Pre hook*。在备份后运行 *Post hook*。

#### 流程

- 在 **Backup** CR 的 **spec.hooks** 块中添加 hook，如下例所示：

```

apiVersion: velero.io/v1
kind: Backup
metadata:
 name: <backup>
 namespace: openshift-adp
spec:
 hooks:
 resources:
 - name: <hook_name>
 includedNamespaces:
 - <namespace> 1
 excludedNamespaces: 2
 - <namespace>
 includedResources: []
 - pods 3
 excludedResources: [] 4
 labelSelector: 5
 matchLabels:
 app: velero
 component: server
 pre: 6
 - exec:
 container: <container> 7
 command:
 - /bin/uname 8
 - -a
 onError: Fail 9
 timeout: 30s 10
 post: 11
 ...

```

- 1 可选：您可以指定 hook 应用的命名空间。如果没有指定这个值，则 hook 适用于所有命名空间。

- 2 可选：您可以指定 hook 不应用到的命名空间。
- 3 目前，pod 是唯一可以应用 hook 的支持的资源。
- 4 可选：您可以指定 hook 不应用到的资源。
- 5 可选：此 hook 仅适用于与标签匹配的对象。如果没有指定这个值，则 hook 适用于所有命名空间。
- 6 备份前要运行的 hook 数组。
- 7 可选：如果没有指定容器，该命令将在 pod 的第一个容器中运行。
- 8 这是正在添加的 init 容器的入口点。
- 9 错误处理允许的值是 **Fail** 和 **Continue**。默认值为 **Fail**。
- 10 可选：等待命令运行的时间。默认值为 **30s**。
- 11 此块定义了备份后运行的一组 hook，其参数与 pre-backup hook 相同。

### 14.3.2. 调度备份

您可以通过创建 **Schedule** 自定义资源(CR)而不是 **Backup** CR 来调度备份。



#### 警告

在您的备份调度中留有足够的时间，以便在创建另一个备份前完成了当前的备份。

例如，如果对一个命名空间进行备份通常需要 10 分钟才能完成，则调度的备份频率不应该超过每 15 分钟一次。

#### 先决条件

- 您必须安装用于数据保护(OADP)Operator 的 OpenShift API。
- **DataProtectionApplication** CR 必须处于 **Ready** 状态。

#### 流程

1. 检索 **backupStorageLocations** CR：

```
$ oc get backupStorageLocations -n openshift-adp
```

#### 输出示例

```

NAMESPACE NAME PHASE LAST VALIDATED AGE DEFAULT
openshift-adp velero-sample-1 Available 11s 31m

```

## 2. 创建一个 **Schedule** CR，如下例所示：

```
$ cat << EOF | oc apply -f -
apiVersion: velero.io/v1
kind: Schedule
metadata:
 name: <schedule>
 namespace: openshift-adp
spec:
 schedule: 0 7 * * * 1
 template:
 hooks: {}
 includedNamespaces:
 - <namespace> 2
 storageLocation: <velero-sample-1> 3
 defaultVolumesToFsBackup: true 4
 ttl: 720h0m0s
EOF
```

- 1 调度备份的 **cron** 表达式，例如 **0 7 \* \* \*** 代表在每天 7:00 执行备份。
- 2 要备份的命名空间数组。
- 3 **backupStorageLocations** CR 的名称。
- 4 可选：在 OADP 版本 1.2 及更高版本中，在使用 Restic 进行卷备份时，将 **defaultVolumesToFsBackup: true** 键值对添加到您的配置中。在 OADP 版本 1.1 中，在使用 Restic 备份卷时添加 **defaultVolumesToRestic: true** 键值对。

## 3. 在调度的备份运行后验证 **Schedule** CR 的状态是否为 **Completed**：

```
$ oc get schedule -n openshift-adp <schedule> -o jsonpath='{.status.phase}'
```

### 14.3.3. 其他资源

- [CSI 卷快照概述](#)

## 14.4. 恢复虚拟机

您可以通过创建一个 **Restore** CR 来恢复一个 OpenShift API for Data Protection (OADP) **Backup** 自定义资源 (CR)。

您可以在 **Restore** CR 中添加 **hook**，以便在应用程序容器启动前，在初始 (init) 容器中运行命令，或在应用程序容器中运行命令。

### 14.4.1. 创建恢复 CR

您可以通过创建一个 **Restore** CR 来恢复 **Backup** 自定义资源(CR)。

#### 先决条件

- 您必须安装用于数据保护(OADP)Operator 的 OpenShift API。

- **DataProtectionApplication** CR 必须处于 **Ready** 状态。
- 您必须具有 Velero **Backup** CR。
- 调整请求的大小，以便持久性卷 (PV) 容量与备份时请求的大小匹配。

## 流程

1. 创建一个 **Restore** CR，如下例所示：

```
apiVersion: velero.io/v1
kind: Restore
metadata:
 name: <restore>
 namespace: openshift-adp
spec:
 backupName: <backup> 1
 includedResources: [] 2
 excludedResources:
 - nodes
 - events
 - events.events.k8s.io
 - backups.velero.io
 - restores.velero.io
 - resticrepositories.velero.io
 restorePVs: true 3
```

- 1 备份 CR 的名称。
- 2 可选：指定要包含在恢复过程中的资源数组。资源可以是缩写方式（例如，**po** 代表 **Pods**）或完全限定的方式。如果未指定，则会包含所有资源。
- 3 可选：**restorePV** 参数可以被设置为 **false**，以便在配置了 **VolumeSnapshotLocation** 时从 **VolumeSnapshot** Container Storage Interface (CSI) 快照中关闭 **PersistentVolume**。

2. 输入以下命令验证 **Restore** CR 的状态是否为 **Completed**：

```
$ oc get restore -n openshift-adp <restore> -o jsonpath='{.status.phase}'
```

3. 输入以下命令验证备份资源是否已恢复：

```
$ oc get all -n <namespace> 1
```

- 1 备份的命名空间。

4. 如果您使用 Restic 恢复 **DeploymentConfig** 对象，或使用 **post-restore hook**，请输入以下命令运行 **dc-restic-post-restore.sh** cleanup 脚本：

```
$ bash dc-restic-post-restore.sh <restore-name>
```



## 注意

在恢复过程中，OADP Velero 插件会缩减 **DeploymentConfig** 对象，并将 pod 恢复为独立 pod，以防止集群在恢复时立即删除恢复的 **DeploymentConfig** pod，并允许 Restic 和 post-restore hook 在恢复的 pod 上完成其操作。清理脚本会删除这些断开连接的 pod，并将任何 **DeploymentConfig** 对象扩展至适当的副本数。

### 例 14.1. dc-restic-post-restore.sh cleanup 脚本

```
#!/bin/bash
set -e

if sha256sum exists, use it to check the integrity of the file
if command -v sha256sum >/dev/null 2>&1; then
 CHECKSUM_CMD="sha256sum"
else
 CHECKSUM_CMD="shasum -a 256"
fi

label_name () {
 if ["${#1}" -le "63"]; then
 echo $1
 return
 fi
 sha=$(echo -n $1|$CHECKSUM_CMD)
 echo "${1:0:57}${sha:0:6}"
}

OADP_NAMESPACE=${OADP_NAMESPACE:=openshift-adp}

if [[$# -ne 1]]; then
 echo "usage: ${BASH_SOURCE} restore-name"
 exit 1
fi

echo using OADP Namespace $OADP_NAMESPACE
echo restore: $1

label=$(label_name $1)
echo label: $label

echo Deleting disconnected restore pods
oc delete pods -l oadp.openshift.io/disconnected-from-dc=$label

for dc in $(oc get dc --all-namespaces -l oadp.openshift.io/replicas-modified=$label -o
jsonpath='{range .items[*]}{.metadata.namespace},""{.metadata.name},"'
{.metadata.annotations.oadp\.openshift\.io/original-replicas},"'
{.metadata.annotations.oadp\.openshift\.io/original-paused}"\n"'
do
 IFS=',' read -ra dc_arr <<< "$dc"
 if [${#dc_arr[0]} -gt 0]; then
 echo Found deployment ${dc_arr[0]}/${dc_arr[1]}, setting replicas: ${dc_arr[2]}, paused:
${dc_arr[3]}
 cat <<EOF | oc patch dc -n ${dc_arr[0]} ${dc_arr[1]} --patch-file /dev/stdin
spec:
```

```

 replicas: ${dc_arr[2]}
 paused: ${dc_arr[3]}
EOF
fi
done

```

#### 14.4.1.1. 创建恢复 hook

您可以创建恢复 hook，以便在 pod 中运行的容器运行命令，同时通过编辑 **Restore** 自定义资源(CR)恢复应用程序。

您可以创建两种类型的恢复 hook：

- **init** hook 将 init 容器添加到 pod，以便在应用程序容器启动前执行设置任务。如果您恢复 Restic 备份，则会在恢复 hook init 容器前添加 **restic-wait** init 容器。
- **exec** hook 在恢复的 pod 的容器中运行命令或脚本。

#### 流程

- 在 **Restore** CR 的 **spec.hooks** 块中添加 hook，如下例所示：

```

apiVersion: velero.io/v1
kind: Restore
metadata:
 name: <restore>
 namespace: openshift-adp
spec:
 hooks:
 resources:
 - name: <hook_name>
 includedNamespaces:
 - <namespace> ❶
 excludedNamespaces:
 - <namespace>
 includedResources:
 - pods ❷
 excludedResources: []
 labelSelector: ❸
 matchLabels:
 app: velero
 component: server
 postHooks:
 - init:
 initContainers:
 - name: restore-hook-init
 image: alpine:latest
 volumeMounts:
 - mountPath: /restores/pvc1-vm
 name: pvc1-vm
 command:
 - /bin/ash
 - -c
 timeout: ❹

```

```

- exec:
 container: <container> 5
 command:
 - /bin/bash 6
 - -c
 - "psql < /backup/backup.sql"
 waitTimeout: 5m 7
 execTimeout: 1m 8
 onError: Continue 9

```

- 1 可选：hook 应用的命名空间数组。如果没有指定这个值，则 hook 适用于所有命名空间。
- 2 目前，pod 是唯一可以应用 hook 的支持的资源。
- 3 可选：此 hook 仅适用于与标签选择器匹配的对象。
- 4 可选：超时指定了 Velero 等待 **initContainers** 完成的最大时间长度。
- 5 可选：如果没有指定容器，该命令将在 pod 的第一个容器中运行。
- 6 这是正在添加的 init 容器的入口点。
- 7 可选：等待容器就绪的时间。这应该足够长，以便容器可以启动，在相同容器中的任何以前的 hook 可以完成。如果没有设置，恢复过程会无限期等待。
- 8 可选：等待命令运行的时间。默认值为 **30s**。
- 9 错误处理的允许值为 **Fail** 和 **Continue** :
  - **Continue**: 只记录命令失败。
  - **Fail**: 任何 pod 中的任何容器中没有更多恢复 hook 运行。**Restore** CR 的状态将是 **PartiallyFailed**。