OpenShift Dedicated 4

Operator

OpenShift Dedicated Operator

Last Updated: 2024-07-03

OpenShift Dedicated 4 Operator

OpenShift Dedicated Operator

法律通告

摘要

Operator 如何在 control plane 上打包、部署和管理服务。

目录

第 1 章 OPERATOR 概述 3
1.1. 对于开发人员 3
1.2. 对于管理员 3
1.3. 后续步骤 3

第 2 章 了解 OPERATOR 4
2.1. 什么是 OPERATOR? 4
2.2. OPERATOR FRAMEWORK 打包格式 5
2.3. OPERATOR FRAMEWORK 常用术语表 18
2.4. OPERATOR LIFECYCLE MANAGER (OLM) 20
2.5. 了解 OPERATORHUB 57
2.6. 红帽提供的 OPERATOR 目录 58
2.7. 多租户集群中的 OPERATOR 60
2.8. CRD 62

第 3 章 用户任务 65
3.1. 从已安装的 OPERATOR 创建应用程序 65

第 4 章 管理员任务 67
4.1. 在集群中添加 OPERATOR 67
4.2. 更新安装的 OPERATOR 83
4.3. 从集群中删除 OPERATOR 85
4.4. 在 OPERATOR LIFECYCLE MANAGER 中配置代理支持 88
4.5. 查看 OPERATOR 状态 91
4.6. 管理 OPERATOR 条件 94
4.7. 管理自定义目录 96
4.8. 目录源 POD 调度 111
4.9. TROUBLESHOOTING OPERATOR 的问题 114

第 5 章 开发 OPERATOR 120
5.1. 关于 OPERATOR SDK 120
5.2. 安装 OPERATOR SDK CLI 121
5.3. 基于 GO 的 OPERATOR 124
5.4. 基于 ANSIBLE 的 OPERATOR 143
5.5. 基于 HELM 的 OPERATOR 173
5.6. 定义集群服务版本（CSV） 188
5.7. 使用捆绑包镜像 215
5.8. 遵守 POD 安全准入 225
5.9. 使用 SCORECARD 工具验证 OPERATOR 230
5.10. 验证 OPERATOR 捆绑包 239
5.11. 高可用性或单节点集群检测和支持 242
5.12. 使用 PROMETHEUS 配置内置监控 244
5.13. 配置领导选举机制 245
5.14. 基于 GO 的 OPERATOR 的对象修剪工具 247
5.15. 将软件包清单项目迁移到捆绑包格式 249
5.16. OPERATOR SDK CLI 参考 251
5.17. 迁移到 OPERATOR SDK V0.1.0 259

第 1 章 OPERATOR 概述

Operator 是 OpenShift Dedicated 中最重要的组件。Operator 是 control plane 上打包、部署和管理服务的首选方法。它们还可以为用户运行的应用程序提供优势。

Operator 与 Kubernetes API 和 CLI 工具（如 **kubectl** 和 **oc** 命令）集成。它们提供了监控应用程序、执行健康检查、管理无线(OTA)更新的方法，并确保应用程序保持在指定的状态。

虽然这两个操作都遵循类似的 Operator 概念和目标，但 OpenShift Dedicated 中的 Operator 由两个不同的系统管理，具体取决于其用途：

- 由 Cluster Version Operator (CVO) 管理的 Cluster Operator 被默认安装来执行集群功能。
- 可选的附加组件 Operator 由 Operator Lifecycle Manager(OLM)管理，供用户在其应用程序中运行。

使用 Operator，您可以创建应用程序来监控集群中运行的服务。Operator 是专为您的应用程序而设计的。Operator 实施并自动执行常见的第 1 天操作，如安装和配置以及第 2 天操作，如自动缩放和缩减并创建备份。所有这些活动均位于集群中运行的一个软件中。

1.1. 对于开发人员

作为开发人员，您可以执行以下 Operator 任务：

- 安装 Operator SDK CLI。
- 创建基于 Go 的 Operator、基于 Ansible 的 Operator 和基于 Helm 的 Operator。
- 使用 Operator SDK 来构建、测试并部署 Operator。
- 通过 Web 控制台 从已安装的 Operator 创建应用程序。

1.2. 对于管理员

作为具有 **dedicated-admin** 角色的管理员，您可以执行以下 Operator 任务：

- 管理自定义目录。
- 从 OperatorHub 安装 Operator。
- 查看 Operator 状态。
- 管理 Operator 条件。
- 升级已安装的 Operator。
- 删除已安装的 Operator。
- 配置代理支持。

1.3. 后续步骤

要了解更多有关 Operator 的信息，请参阅 Operator 是什么？

第 2 章 了解 OPERATOR

2.1. 什么是 OPERATOR?

从概念上讲，*Operator* 会收集人类操作知识，并将其编码成更容易分享给消费者的软件。

Operator 是一组软件，可用于降低运行其他软件的操作复杂程度。它可以被看作是软件厂商的工程团队的扩展，可以在 Kubernetes 环境中（如 OpenShift Dedicated）监控软件的运行情况，并根据软件的当前状态实时做出决策。Advanced Operator 被设计为用来无缝地处理升级过程，并对出现的错误自动进行响应，而且不会采取"捷径"（如跳过软件备份过程来节省时间）。

从技术上讲，Operator 是一种打包、部署和管理 Kubernetes 应用程序的方法。

Kubernetes 应用程序是一款 app，可在 Kubernetes 上部署，也可使用 Kubernetes API 和 **kubectl** 或 **oc** 工具进行管理。要想充分利用 Kubernetes，您需要一组统一的 API 进行扩展，以便服务和管理 Kubernetes 上运行的应用程序。可将 Operator 看成管理 Kubernetes 中这类应用程序的运行时。

2.1.1. 为什么要使用 Operator？

Operator 可以：

- 重复安装和升级。
- 持续对每个系统组件执行运行状况检查。
- 无线 (OTA) 更新 OpenShift 组件和 ISV 内容。
- 汇总现场工程师了解的情况并将其传输给所有用户，而非一两个用户。

为什么在 Kubernetes 上部署？

Kubernetes（扩展至 OpenShift Dedicated）包含构建复杂分布式系统（可在本地和云提供商之间工作）需要的所有原语，包括 secret 处理、负载均衡、服务发现、自动扩展。

为什么使用 Kubernetes API 和 kubectl 工具来管理您的应用程序？

这些 API 功能丰富，所有平台均有对应的客户端，并可插入到集群的访问控制/审核中。Operator 会使用 Kubernetes 的扩展机制"自定义资源定义 (CRD)"支持您的自定义对象，如 **MongoDB**，它类似于内置的原生 Kubernetes 对象。

Operator 与 Service Broker 的比较？

服务代理（service broker）是实现应用程序的编程发现和部署的一个步骤。但它并非一个长时间运行的进程，所以无法执行第 2 天操作，如升级、故障转移或扩展。它在安装时提供对可调参数的自定义和参数化，而 Operator 则可持续监控集群的当前状态。非集群服务仍非常适合于 Service Broker，但也存在合适于这些服务的 Operator。

2.1.2. Operator Framework

Operator Framework 是基于上述客户体验提供的一系列工具和功能。不仅仅是编写代码；测试、交付和更新 Operator 也同样重要。Operator Framework 组件包含用于解决这些问题的开源工具：

Operator SDK

Operator SDK 辅助 Operator 作者根据自身专业知识，引导、构建、测试和包装其 Operator，而无需了解 Kubernetes API 的复杂性。

Operator Lifecycle Manager

Operator Lifecycle Manager (OLM) 能够控制集群中 Operator 的安装、升级和基于角色的访问控制 (RBAC)。它默认部署在 OpenShift Dedicated 4 中。

Operator Registry

Operator Registry 存储 ClusterServiceVersions (CSV) 和自定义资源定义 (CRD) 以便在集群中创建，并存储有关软件包和频道的 Operator 元数据。它运行在 Kubernetes 或 OpenShift 集群中，向 OLM 提供这些 Operator 目录数据。

OperatorHub

OperatorHub 是一个 web 控制台，供集群管理员用来发现并选择要在其集群上安装的 Operator。它默认部署在 OpenShift Dedicated 中。

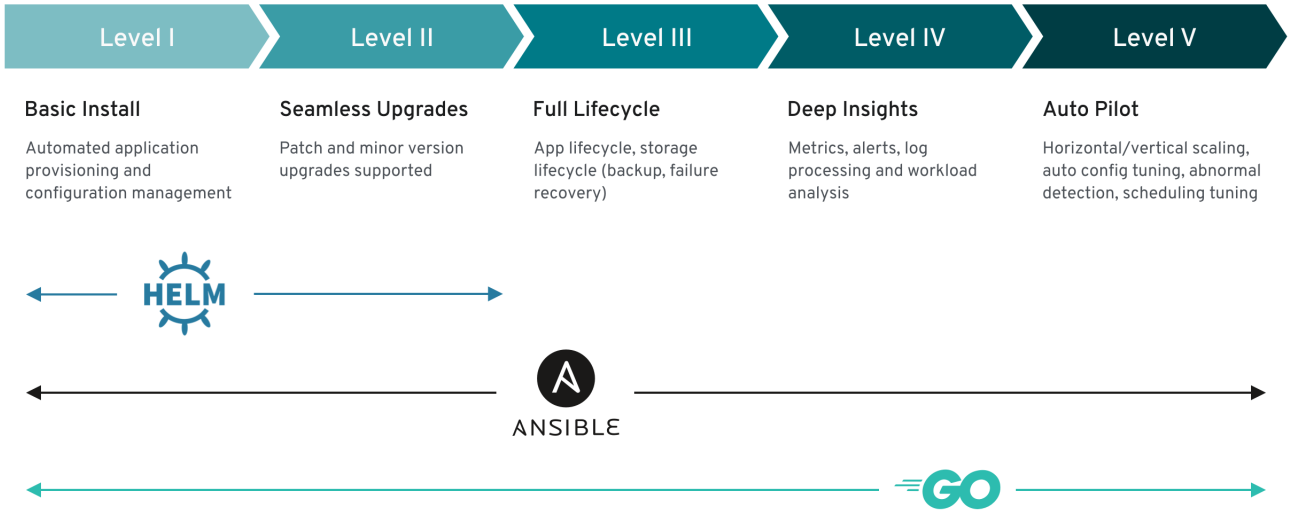
这些工具可组合使用，因此您可自由选择对您有用的工具。

2.1.3. Operator 成熟度模型

Operator 内部封装的管理逻辑的复杂程度各有不同。该逻辑通常还高度依赖于 Operator 所代表的服务类型。

对于大部分 Operator 可能包含的特定功能集来说，可以大致推断出 Operator 封装操作的成熟度等级。就此而言，以下 Operator 成熟度模型针对 Operator 的第二天通用操作定义了五个成熟度阶段：

图 2.1. Operator 成熟度模型



以上模型还显示了如何通过 Operator SDK 的 Helm、Go 和 Ansible 功能更好地开发这些功能。

2.2. OPERATOR FRAMEWORK 打包格式

本指南概述了 OpenShift Dedicated 中 Operator Lifecycle Manager (OLM) 支持的 Operator 打包格式。

2.2.1. 捆绑包格式

Operator 的 *Bundle Format* 是 Operator Framework 引入的新打包格式。为提高可伸缩性并为自行托管目录的上游用户提供更好地支持，Bundle Format 规格简化了 Operator 元数据的发布。

Operator 捆绑包代表 Operator 的单一版本。磁盘上的*捆绑包清单*是容器化的，并作为*捆绑包镜像*提供，该镜像是一个不可运行的容器镜像，其中存储了 Kubernetes 清单和 Operator 元数据。然后，使用现有容器工具（如 **podman** 和 **docker**）和容器 registry（如 Quay）来管理捆绑包镜像的存储和发布。

Operator 元数据可以包括：

- 标识 Operator 的信息，如名称和版本。
- 驱动 UI 的额外信息，例如其图标和一些示例自定义资源 (CR)。
- 所需的和所提供的 API。
- 相关镜像。

将清单加载到 Operator Registry 数据库中时，会验证以下要求：

- 该捆绑包必须在注解中至少定义一个频道。
- 每个捆绑包都只有一个集群服务版本（CSV）。
- 如果 CSV 拥有自定义资源定义（CRD），则该 CRD 必须存在于捆绑包中。

2.2.1.1. 清单

捆绑包清单指的是一组 Kubernetes 清单，用于定义 Operator 的部署和 RBAC 模型。

捆绑包包括每个目录的一个 CSV，一般情况下，用来定义 CRD 所拥有的 API 的 CRD 位于 **/manifest** 目录中。

捆绑包格式布局示例

```
etcd
├── manifests
│   ├── etcdcluster.crd.yaml
│   └── etcdoperator.clusterserviceversion.yaml
│   └── secret.yaml
│   └── configmap.yaml
└── metadata
    └── annotations.yaml
    └── dependencies.yaml
```

额外支持的对象
以下对象类型也可以包括在捆绑包的 **/manifests** 目录中：

支持的可选对象类型

- **ClusterRole**
- **ClusterRoleBinding**
- **ConfigMap**
- **ConsoleCLIDownload**
- **ConsoleLink**

- **ConsoleQuickStart**
- **ConsoleYamlSample**
- **PodDisruptionBudget**
- **PriorityClass**
- **PrometheusRule**
- **角色**
- **RoleBinding**
- **Secret**
- **服务**
- **ServiceAccount**
- **ServiceMonitor**
- **VerticalPodAutoscaler**

当捆绑包中包含这些可选对象时，Operator Lifecycle Manager（OLM）可以从捆绑包创建对象，并随 CSV 一起管理其生命周期：

可选对象的生命周期

- 删除 CSV 后，OLM 会删除可选对象。
- 当 CSV 被升级时：
  - 如果可选对象的名称相同，OLM 会更新它。
  - 如果可选对象的名称在版本间有所变化，OLM 会删除并重新创建它。

2.2.1.2. 注解

捆绑包还在其 **/metadata** 文件夹中包含 **annotations.yaml** 文件。此文件定义了更高级别的聚合数据，以帮助描述有关如何将捆绑包添加到捆绑包索引中的格式和软件包信息：

annotations.yaml 示例

```
annotations:
  operators.operatorframework.io.bundle.mediatype.v1: "registry+v1" 1
  operators.operatorframework.io.bundle.manifests.v1: "manifests/" 2
  operators.operatorframework.io.bundle.metadata.v1: "metadata/" 3
  operators.operatorframework.io.bundle.package.v1: "test-operator" 4
  operators.operatorframework.io.bundle.channels.v1: "beta,stable" 5
  operators.operatorframework.io.bundle.channel.default.v1: "stable" 6
```

1 Operator 捆绑包的介质类型或格式。**registry+v1** 格式表示它包含 CSV 及其关联的 Kubernetes 对象。

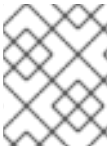
2 镜像中的该路径指向含有 Operator 清单的目录。该标签保留给以后使用，当前默认为 **manifests/**。**manifests.v1** 值表示捆绑包包含 Operator 清单。

3 镜像中的该路径指向包含捆绑包元数据文件的目录。该标签保留给以后使用，当前默认为 **metadata/**。**metadata.v1** 值表示这个捆绑包包含 Operator 元数据。

4 捆绑包的软件包名称。

5 捆绑包添加到 Operator Registry 时订阅的频道列表。

6 从 registry 安装时，Operator 应该订阅到的默认频道。



注意

如果出现不匹配的情况，则以 **annotations.yaml** 文件为准，因为依赖这些注解的集群 Operator Registry 只能访问此文件。

2.2.1.3. 依赖项

Operator 的依赖项列在捆绑包的 **metadata/** 目录中的 **dependencies.yaml** 文件中。此文件是可选的，目前仅用于指明 Operator-version 依赖项。

依赖项列表中，每个项目包含一个 **type** 字段，用于指定这一依赖项的类型。支持以下 Operator 依赖项：

olm.package

这个类型表示特定 Operator 版本的依赖项。依赖项信息必须包含软件包名称以及软件包的版本，格式为 semver。例如，您可以指定具体版本，如 **0.5.2**，也可指定一系列版本，如 **>0.5.1**。

olm.gvk

使用这个类型，作者可以使用 group/version/kind(GVK)信息指定依赖项，类似于 CSV 中现有 CRD 和基于 API 的使用量。该路径使 Operator 作者可以合并所有依赖项、API 或显式版本，使它们处于同一位置。

olm.constraint

这个类型在任意 Operator 属性上声明通用限制。

在以下示例中，为 Prometheus Operator 和 etcd CRD 指定依赖项：

dependencies.yaml 文件示例

```
dependencies:
  - type: olm.package
    value:
      packageName: prometheus
      version: ">0.27.0"
  - type: olm.gvk
    value:
      group: etcd.database.coreos.com
      kind: EtcdCluster
      version: v1beta2
```

其他资源

- Operator Lifecycle Manager 依赖项解析

2.2.1.4. 关于 opm CLI

opm CLI 工具由 Operator Framework 提供,用于 Operator 捆绑格式。您可以通过此工具从与软件存储库类似的 Operator 捆绑包列表中创建和维护 Operator 目录。其结果是一个容器镜像，它可以存储在容器的 registry 中，然后安装到集群中。

目录包含一个指向 Operator 清单内容的指针数据库，可通过在运行容器镜像时提供的已包含 API 进行查询。在 OpenShift Dedicated 中，Operator Lifecycle Manager (OLM) 可以引用由 **CatalogSource** 对象定义的目录源中的镜像，它会定期轮询镜像，以对集群上安装的 Operator 进行更新。

- 有关安装 **opm** CLI 的步骤，请参阅 CLI 工具。

2.2.2. 基于文件的目录

*基于文件的目录*是 Operator Lifecycle Manager (OLM) 中目录格式的最新迭代。它是基于纯文本（JSON 或 YAML）和早期 SQLite 数据库格式的声明式配置演变，并且完全向后兼容。此格式的目标是启用 Operator 目录编辑、可组合性和可扩展性。

编辑

使用基于文件的目录，与目录内容交互的用户可以对格式进行直接更改，并验证其更改是否有效。由于这种格式是纯文本 JSON 或 YAML，因此目录维护人员可以通过手动或广泛支持的 JSON 或 YAML 工具（如 **jq** CLI）轻松操作目录元数据。
此可编辑功能启用以下功能和用户定义的扩展：

- 将现有捆绑包提升到新频道
- 更改软件包的默认频道
- 用于添加、更新和删除升级边缘的自定义算法

Composability

基于文件的目录存储在任意目录层次结构中，从而启用目录组成。例如，考虑两个单独的基于文件的目录目录：**catalogA** 和 **catalogB**。目录维护人员可以通过生成新目录 **catalogC** 并将 **catalogA** 和 **catalogB** 复制到其中来创建新的组合目录。
这种可组合性支持分散的目录。格式允许 Operator 作者维护特定于 Operator 的目录，它允许维护人员轻松构建由单个 Operator 目录组成的目录。基于文件的目录可以通过组合多个其他目录、提取一个目录的子集或两者的组合来组成。

注意

不允许软件包中重复软件包和重复捆绑包。如果找到任何重复项，**opm validate** 命令将返回错误。

因为 Operator 作者最熟悉其 Operator、其依赖项及其升级兼容性，所以他们可以维护自己的 Operator 目录并直接控制其内容。对于基于文件的目录，Operator 作者负责在目录中构建和维护其软件包的任务。但是，复合目录维护者仅拥有在其目录中管理软件包并将目录发布到用户的任务。

可扩展性

基于文件的目录规格是目录的一个低级别表示。虽然目录维护器可以直接以低级形式维护，但目录维护人员可以在其自己的自定义工具上构建有趣的扩展，以供其自身的自定义工具用于实现任意数量的变异。
例如，工具可以将一个高级 API （如**(mode=semver)**） 转换为升级边缘基于文件的低级别目录格式。或目录维护人员可能需要通过添加新属性到符合特定标准的捆绑包来自定义所有捆绑包元数据。

虽然这种可扩展性允许在低级别 API 上开发额外的官方工具，用于将来的 OpenShift Dedicated 版本，但目录维护人员也具有此功能。

重要

从 OpenShift Dedicated 4.11 开始，默认的红帽提供的 Operator 目录以基于文件的目录格式发布。通过以过时的 SQLite 数据库格式发布的 4.10，用于 OpenShift Dedicated 4.6 的默认红帽提供的 Operator 目录。

与 SQLite 数据库格式相关的 **opm** 子命令、标志和功能已被弃用，并将在以后的版本中删除。功能仍被支持，且必须用于使用已弃用的 SQLite 数据库格式的目录。

许多 **opm** 子命令和标志都用于 SQLite 数据库格式，如 **opm index prune**，它们无法使用基于文件的目录格式。有关使用基于文件的目录的更多信息，请参阅管理自定义目录。

2.2.2.1. 目录结构

基于文件的目录可从基于目录的文件系统进行存储和加载。**opm** CLI 通过遍历根目录并递归到子目录来加载目录。CLI 尝试加载它找到的每个文件，如果发生错误，则会失败。

可以使用 **.indexignore** 文件忽略非目录文件，这些文件对模式和优先级与 **.gitignore** 文件具有相同的规则。

示例 .indexignore 文件

```
# Ignore everything except non-object .json and .yaml files
**/*
!*.json
!*.yaml
**/objects/*.json
**/objects/*.yaml
```

目录维护人员具有选择所需的布局的灵活性，但建议将每个软件包基于文件的目录 Blob 存储在单独的子目录中。每个单独的文件可以是 JSON 或 YAML；目录中的每一文件并不需要使用相同的格式。

基本推荐结构

```
catalog
├── packageA
│   └── index.yaml
├── packageB
│   ├── .indexignore
│   ├── index.yaml
│   └── objects
│       └── packageB.v0.1.0.clusterserviceversion.yaml
└── packageC
    └── index.json
    └── deprecations.yaml
```

此推荐结构具有目录层次结构中的每个子目录都是自包含目录的属性，它使得目录组成、发现和导航简单文件系统操作。通过将目录复制到父目录的根目录，目录也可以包含在父目录中。

2.2.2.2. 模式

基于文件的目录使用基于 CUE 语言规范 的格式，该格式可使用任意模式进行扩展。以下 **_Meta** CUE 模式定义了所有基于文件的目录 Blob 必须遵循的格式：

_Meta 架构

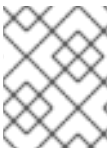
```
_Meta: {
  // schema is required and must be a non-empty string
  schema: string & !=""

  // package is optional, but if it's defined, it must be a non-empty string
  package?: string & !=""

  // properties is optional, but if it's defined, it must be a list of 0 or more properties
  properties?: [... #Property]
}

#Property: {
  // type is required
  type: string & !=""

  // value is required, and it must not be null
  value: !=null
}
```

注意

此规格中列出的 CUE 模式不可被视为详尽模式。**opm validate** 命令具有额外的验证，很难或不可能在 CUE 中简洁地表达。

Operator Lifecycle Manager (OLM) 目录目前使用三种模式（**olm.package**、**olm.channel** 和 **olm.bundle**），它们对应于 OLM 的现有软件包和捆绑包概念。

目录中的每个 Operator 软件包都需要一个 **olm.package** blob、至少一个 **olm.channel** blob 以及一个或多个 **olm.bundle** blob。



注意

所有 **olm.*** 模式都为 OLM 定义的模式保留。自定义模式必须使用唯一前缀，如您拥有的域。

2.2.2.2.1. olm.package schema

olm.package 模式为 Operator 定义软件包级别的元数据。这包括其名称、描述、默认频道和图标。

例 2.1. olm.package schema

```
#Package: {
  schema: "olm.package"

  // Package name
  name: string & !=""

  // A description of the package
  description?: string
```

```
  // The package's default channel
  defaultChannel: string & !=""

  // An optional icon
  icon?: {
    base64data: string
    mediatype:  string
  }
}
```

2.2.2.2.2. olm.channel schema

olm.channel 模式在软件包中定义频道、属于频道成员的捆绑包条目，以及这些捆绑包的升级边缘。

如果捆绑包条目代表多个 **olm.channel** blob 中的边缘，则每个频道只能显示一次。

它对条目的 **replaces** 值有效，以引用无法在此目录或其他目录中找到的另一捆绑包名称。但是，所有其他频道变量都必须为 true，比如频道没有多个磁头。

例 2.2. olm.channel schema

```
#Channel: {
  schema: "olm.channel"
  package: string & !=""
  name: string & !=""
  entries: [...#ChannelEntry]
}

#ChannelEntry: {
  // name is required. It is the name of an `olm.bundle` that
  // is present in the channel.
  name: string & !=""

  // replaces is optional. It is the name of bundle that is replaced
  // by this entry. It does not have to be present in the entry list.
  replaces?: string & !=""

  // skips is optional. It is a list of bundle names that are skipped by
  // this entry. The skipped bundles do not have to be present in the
  // entry list.
  skips?: [...string & !=""]

  // skipRange is optional. It is the semver range of bundle versions
  // that are skipped by this entry.
  skipRange?: string & !=""
}
```

警告

在使用 **skipRange** 字段时，跳过的 Operator 版本会从更新图中删除，因此不再可以被带有 **Subscription** 对象的 **spec.startingCSV** 属性的用户安装。

您可以使用 **skipRange** 和 **replaces** 字段以递增方式更新 Operator，同时保留以前安装的版本供用户使用。确保 **replaces** 字段指向相关的 Operator 版本前一个版本。

2.2.2.2.3. olm.bundle schema

例 2.3. olm.bundle schema

```
#Bundle: {
  schema: "olm.bundle"
  package: string & !=""
  name: string & !=""
  image: string & !=""
  properties: [...#Property]
  relatedImages?: [...#RelatedImage]
}

#Property: {
  // type is required
  type: string & !=""

  // value is required, and it must not be null
  value: !=null
}

#RelatedImage: {
  // image is the image reference
  image: string & !=""

  // name is an optional descriptive name for an image that
  // helps identify its purpose in the context of the bundle
  name?: string & !=""
}
```

2.2.2.2.4. olm.deprecations schema

可选的 **olm.deprecations** 模式定义了目录中软件包、捆绑包和频道的弃用信息。Operator 作者可使用此模式向从目录运行这些 Operator 的用户提供与 Operator 相关的信息，如支持状态和推荐的升级路径。

olm.deprecations schema 条目包含一个或多个 **reference** 类型，这表示弃用范围。安装 Operator 后，可以在相关的 **Subscription** 对象上查看任何指定的信息作为状态条件。

表 2.1. 弃用的 reference 类型

类型	影响范围	状态条件
olm.package	代表整个软件包	**PackageDeprecated**
olm.channel	代表一个频道	**ChannelDeprecated**
olm.bundle	表示一个捆绑包版本	**BundleDeprecated**

每个 **reference** 类型都有自己的要求，如下例所示。

例 2.4. 带有每个 reference 类型的 olm.deprecations 模式示例

```
schema: olm.deprecations
package: my-operator 1
entries:
 - reference:
    schema: olm.package 2
   message: | 3
   The 'my-operator' package is end of life. Please use the
   'my-operator-new' package for support.
 - reference:
    schema: olm.channel
    name: alpha 4
   message: |
   The 'alpha' channel is no longer supported. Please switch to the
   'stable' channel.
 - reference:
    schema: olm.bundle
    name: my-operator.v1.68.0 5
   message: |
   my-operator.v1.68.0 is deprecated. Uninstall my-operator.v1.68.0 and
   install my-operator.v1.72.0 for support.
```

1. 每个弃用模式都必须有一个 **package** 值，且该软件包引用必须在目录间唯一。不能有关联的 **name** 字段。
2. **olm.package** 模式不得包含 **name** 字段，因为它由之前在 schema 中定义的 **package** 字段决定。
3. 所有 **message** 字段 （对于任何 **reference** 类型）都必须是一个非零长度，并以 opaque 文本 blob 表示。
4. **olm.channel** schema 的 **name** 字段是必需的。
5. **olm.bundle** schema 的 **name** 字段是必需的。

注意

弃用功能没有考虑重叠的弃用，例如，软件包与频道与捆绑包的比较。

Operator 作者可在与软件包的 **index.yaml** 文件相同的目录中将 **olm.deprecations** schema 条目保存为 **deprecations.yaml** 文件：

带有弃用的目录的目录结构示例

```
my-catalog
└── my-operator
    ├── index.yaml
    └── deprecations.yaml
```

其他资源

- 更新或过滤基于文件的目录镜像

2.2.2.3. Properties

属性是可附加到基于文件的目录方案的任意元数据片段。**type** 字段是一个有效指定 **value** 字段语义和语法含义的字符串。该值可以是任意 JSON 或 YAML。

OLM 定义几个属性类型，再次使用保留的 **olm.*** 前缀。

2.2.2.3.1. olm.package 属性

olm.package 属性定义软件包名称和版本。这是捆绑包上的必要属性，必须正好有一个这些属性。**packageName** 字段必须与捆绑包的 first-class **package** 字段匹配，并且 **version** 字段必须是有效的语义版本。

例 2.5. olm.package 属性

```
#PropertyPackage: {
  type: "olm.package"
  value: {
    packageName: string & !=""
    version: string & !=""
  }
}
```

2.2.2.3.2. olm.gvk 属性

olm.gvk 属性定义此捆绑包提供的 Kubernetes API 的 group/version/kind (GVK)。OLM 使用此属性解析捆绑包，作为列出与所需 API 相同的 GVK 的其他捆绑包的依赖项。GVK 必须遵循 Kubernetes GVK 验证。

例 2.6. olm.gvk 属性

```
#PropertyGVK: {
  type: "olm.gvk"
  value: {
    group: string & !=""
    version: string & !=""
```

```
    kind: string & !=""
  }
}
```

2.2.2.3.3. olm.package.required

olm.package.required 属性定义此捆绑包需要的另一软件包的软件包名称和版本范围。对于捆绑包列表的每个所需软件包属性，OLM 确保集群中为列出的软件包和所需版本范围安装了一个 Operator。**versionRange** 字段必须是有效的语义版本（模拟）范围。

例 2.7. olm.package.required 属性

```
#PropertyPackageRequired: {
  type: "olm.package.required"
  value: {
    packageName: string & !=""
    versionRange: string & !=""
  }
}
```

2.2.2.3.4. olm.gvk.required

olm.gvk.required 属性定义此捆绑包需要的 Kubernetes API 的 group/version/kind (GVK)。对于捆绑包列表的每个必需的 GVK 属性，OLM 确保集群中安装了提供它的 Operator。GVK 必须遵循 Kubernetes GVK 验证。

例 2.8. olm.gvk.required 属性

```
#PropertyGVKRequired: {
  type: "olm.gvk.required"
  value: {
    group: string & !=""
    version: string & !=""
    kind: string & !=""
  }
}
```

2.2.2.4. 目录示例

对于基于文件的目录，目录维护人员可以专注于 Operator 策展和兼容性。由于 Operator 作者已为其 Operator 创建了特定于 Operator 的目录，因此目录维护人员可以通过将每个 Operator 目录渲染到目录根目录的子目录来构建其目录。

构建基于文件的目录的方法有很多；以下步骤概述了一个简单的方法：

1. 为目录维护一个配置文件，其中包含目录中每个 Operator 的镜像引用：

目录配置文件示例

```
name: community-operators
```

```
repo: quay.io/community-operators/catalog
tag: latest
references:
- name: etcd-operator
  image: quay.io/etcd-
operator/index@sha256:5891b5b522d5df086d0ff0b110fbd9d21bb4fc7163af34d08286a2e846f
6be03
- name: prometheus-operator
  image: quay.io/prometheus-
operator/index@sha256:e258d248fda94c63753607f7c4494ee0fcbe92f1a76bfdac795c9d84101
eb317
```

2. 运行一个脚本，该脚本将解析配置文件并从其引用中创建新目录：

脚本示例

```
name=$(yq eval '.name' catalog.yaml)
mkdir "$name"
yq eval '.name + "/" + .references[].name' catalog.yaml | xargs mkdir
for l in $(yq e '.name as $catalog | .references[] | .image + "|" + $catalog + "/" + .name +
"/index.yaml"' catalog.yaml); do
  image=$(echo $l | cut -d'|' -f1)
  file=$(echo $l | cut -d'|' -f2)
  opm render "$image" > "$file"
done
opm generate dockerfile "$name"
indexImage=$(yq eval '.repo + ":" + .tag' catalog.yaml)
docker build -t "$indexImage" -f "$name.Dockerfile" .
docker push "$indexImage"
```

2.2.2.5. 指南

在维护基于文件的目录时，请考虑以下准则。

2.2.2.5.1. 不可变捆绑包

Operator Lifecycle Manager (OLM) 的常规建议是捆绑包镜像及其元数据应视为不可变。

如果一个错误的捆绑包被推送到目录，您必须假设至少有一个用户已升级到该捆绑包。基于这种假设，您必须从损坏的捆绑包中发布另一个带有升级边缘的捆绑包，以确保安装了有问题的捆绑包的用户收到升级。如果目录中更新了该捆绑包的内容，OLM 将不会重新安装已安装的捆绑包。

然而，在某些情况下首选更改目录元数据：

- 频道升级：如果您已发布了捆绑包，且之后决定将其添加到另一个频道，您可以在另一个 **olm.channel** blob 中添加捆绑包条目。
- 新的升级边缘：如果您发布一个新的 **1.2.z** 捆绑包版本，如 **1.2.4**，但 **1.3.0** 已发布，您可以更新 **1.3.0** 的目录元数据以跳过 **1.2.4**。

2.2.2.5.2. 源控制

目录元数据应存储在源控制中，并被视为事实来源。目录镜像的更新应包括以下步骤：

1. 使用新的提交来更新源控制的目录目录。

2. 构建并推送目录镜像。使用一致的标记分类，如 **:latest** 或 **:<target_cluster_version>**，以便用户可以在目录可用时接收到更新。

2.2.2.6. CLI 用法

有关使用 **opm** CLI 创建基于文件的目录的说明，请参阅管理自定义目录。

有关管理基于文件的目录的 **opm** CLI 命令的参考文档，请参阅 CLI 工具。

2.2.2.7. 自动化

建议 Operator 作者和目录维护人员使用 CI/CD 工作流自动化其目录维护。目录维护人员可通过构建 GitOps 自动化以完成以下任务来进一步改进：

- 检查是否允许拉取请求 (PR) 作者进行请求的更改，例如更新其软件包的镜像引用。
- 检查目录更新是否通过 **opm validate** 命令。
- 检查是否有更新的捆绑包或目录镜像引用，目录镜像在集群中成功运行，来自该软件包的 Operator 可以成功安装。
- 自动合并通过之前检查的 PR。
- 自动重新构建和重新发布目录镜像。

2.3. OPERATOR FRAMEWORK 常用术语表

本主题提供了与 Operator Framework 相关的常用术语表，包括 Operator Lifecycle Manager（OLM）和 Operator SDK。

2.3.1. 常见 Operator Framework 术语

2.3.1.1. 捆绑包（Bundle）

在 Bundle Format 中，*捆绑包*是 Operator CSV、清单和元数据的集合。它们一起构成了可在集群中安装的 Operator 的唯一版本。

2.3.1.2. 捆绑包镜像

在 Bundle Format 中，*捆绑包镜像*是一个从 Operator 清单中构建的容器镜像，其中包含一个捆绑包。捆绑包镜像由 Open Container Initiative (OCI) spec 容器 registry 存储和发布，如 Quay.io 或 DockerHub。

2.3.1.3. 目录源

目录源 *catalog source* 代表 OLM 可查询的元数据存储，以发现和安装 Operator 及其依赖项。

2.3.1.4. Channel

*频道*为 Operator 定义更新流，用于为订阅者推出更新。频道头指向该频道的最新版本。例如，**stable** 频道中会包含 Operator 的所有稳定版本，按由旧到新的顺序排列。

Operator 可以有几个频道，与特定频道绑定的订阅只会在该频道中查找更新。

2.3.1.5. 频道头

*频道头*是指特定频道中最新已知的更新。

2.3.1.6. 集群服务版本

集群服务版本（cluster service version，简称 CSV）是一个利用 Operator 元数据创建的 YAML 清单，可辅助 OLM 在集群中运行 Operator。它是 Operator 容器镜像附带的元数据，用于在用户界面填充徽标、描述和版本等信息。

此外，CSV 还是运行 Operator 所需的技术信息来源，类似于其需要的 RBAC 规则及其管理或依赖的自定义资源 (CR)。

2.3.1.7. 依赖项

Operator 可能会依赖于*集群*中存在的另一个 Operator。例如，Vault Operator 依赖于 etcd Operator 的数据持久性层。

OLM 通过确保在安装过程中在集群中安装 Operator 和 CRD 的所有指定版本来解决依赖关系。通过在目录中查找并安装满足所需 CRD API 且与软件包或捆绑包不相关的 Operator，解决这个依赖关系。

2.3.1.8. 索引镜像

在 Bundle Format 中，*索引镜像*是一种数据库（数据库快照）镜像，其中包含关于 Operator 捆绑包（包括所有版本的 CSV 和 CRD）的信息。此索引可以托管集群中 Operator 的历史记录，并可使用 **opm** CLI 工具添加或删除 Operator 来加以维护。

2.3.1.9. 安装计划

*安装计划（install plan）*是一个列出了为自动安装或升级 CSV 而需创建的资源的计算列表。

2.3.1.10. 多租户

OpenShift Dedicated 中的 *租户*是为一组部署的工作负载（通常由命名空间或项目表示）共享共同访问权限和特权的用户或组。您可以使用租户在不同的组或团队之间提供一定程度的隔离。

当集群由多个用户或组共享时，它被视为 *多租户*集群。

2.3.1.11. operator 组

*Operator 组*将部署在同一命名空间中的所有 Operator 配置为 **OperatorGroup** 对象，以便在一系列命名空间或集群范围内监视其 CR。

2.3.1.12. 软件包

在 Bundle Format 中，*软件包*是一个目录，其中包含每个版本的 Operator 的发布历史记录。CSV 清单中描述了发布的 Operator 版本和 CRD。

2.3.1.13. 容器镜像仓库（Registry）

Registry *是*一个存储了 Operator 捆绑包镜像的数据库，每个都包含所有频道的最新和历史版本。

2.3.1.14. Subscription

订阅（subscription） 通过跟踪软件包中的频道来保持 CSV 最新。

2.3.1.15. 更新图表

*更新图表*将 CSV 的版本关联到一起，与其他打包软件的更新图表类似。可以依次安装 Operator，也可以跳过某些版本。只有在添加新版本时，更新图表才会在频道头上扩大。

2.4. OPERATOR LIFECYCLE MANAGER (OLM)

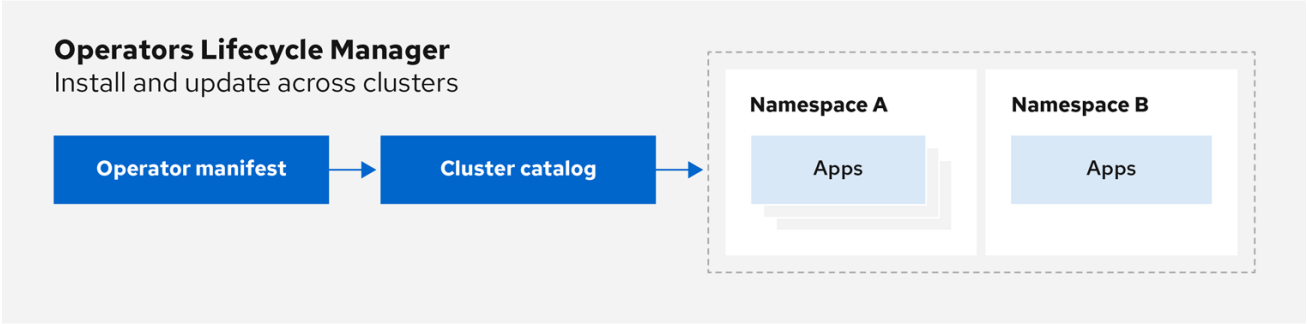
2.4.1. Operator Lifecycle Manager 概念和资源

本指南概述了 OpenShift Dedicated 中 Operator Lifecycle Manager (OLM) 的概念。

2.4.1.1. Operator Lifecycle Manager 是什么？

Operator Lifecycle Manager （OLM）可帮助用户安装、更新和管理所有 Kubernetes 原生应用程序（Operator）以及在 OpenShift Dedicated 集群中运行的关联服务的生命周期。它是 Operator Framework 的一部分，后者是一个开源工具包，用于以有效、自动化且可扩展的方式管理 Operator。

图 2.2. Operator Lifecycle Manager 工作流



OLM 默认在 OpenShift Dedicated 4 中运行，辅助具有 **dedicated-admin** 角色的管理员安装、升级和授予其集群中运行的 Operator 访问权限。OpenShift Dedicated Web 控制台为 **dedicated-admin** 管理员提供管理界面，用于安装 Operator，以及授予特定项目访问权限以使用集群中可用的 Operator 目录。

开发人员通过自助服务体验，无需成为相关问题的专家也可自由置备和配置数据库、监控和大数据服务的实例，因为 Operator 已将相关知识融入其中。

2.4.1.2. OLM 资源

以下自定义资源定义 (CRD) 由 Operator Lifecycle Manager (OLM) 定义和管理：

表 2.2. 由 OLM 和 Catalog Operator 管理的 CRD

资源	短名称	描述
ClusterServiceVersion (CSV)	**csv**	应用程序元数据。例如：名称、版本、图标、所需资源。

资源	短名称	描述
CatalogSource	**catsrc**	定义应用程序的 CSV、CRD 和软件包存储库。
Subscription	**sub**	通过跟踪软件包中的频道来保持 CSV 最新。
InstallPlan	**ip**	为自动安装或升级 CSV 而需创建的资源的计算列表。
OperatorGroup	**og**	将部署在同一命名空间中的所有 Operator 配置为 **OperatorGroup** 对象，以便在一系列命名空间或集群范围内监视其自定义资源 (CR)。
OperatorConditions	-	在 OLM 和它管理的 Operator 之间创建通信频道。操作员可以写入 **Status.Conditions** 数组，以向 OLM 通报复杂状态。

2.4.1.2.1. 集群服务版本

集群服务版本 (CSV) 代表 OpenShift Dedicated 集群中运行的 Operator 的特定版本。它是一个利用 Operator 元数据创建的 YAML 清单，可辅助 Operator Lifecycle Manager (OLM) 在集群中运行 Operator。

OLM 需要与 Operator 相关的元数据，以确保它可以在集群中安全运行，并在发布新版 Operator 时提供有关如何应用更新的信息。这和传统的操作系统的打包软件相似；可将 OLM 的打包步骤认为是制作 **rpm**、**deb** 或 **apk** 捆绑包的阶段。

CSV 中包含 Operator 容器镜像附带的元数据，用于在用户界面填充名称、版本、描述、标签、存储库链接和徽标等信息。

此外，CSV 还是运行 Operator 所需的技术信息来源，例如其管理或依赖的自定义资源 (CR)、RBAC 规则、集群要求和安装策略。此信息告诉 OLM 如何创建所需资源并将 Operator 设置为部署。

2.4.1.2.2. 目录源

catalog source 代表元数据存储，通常通过引用存储在容器 registry 中的 *index image*。Operator Lifecycle Manager (OLM) 查询目录源来发现和安装 Operator 及其依赖项。OpenShift Dedicated Web 控制台中的 OperatorHub 也会显示由目录源提供的 Operator。

提示

集群管理员可以使用 web 控制台中的 **Administration → Cluster Settings → Configuration → OperatorHub** 页面查看集群中已启用的目录源提供的 Operator 的完整列表。

CatalogSource 的 **spec** 指明了如何构造 pod，以及如何与服务于 Operator Registry gRPC API 的服务进行通信。

例 2.9. CatalogSource 对象示例

```
apiVersion: operators.coreos.com/v1alpha1
kind: CatalogSource
metadata:
  generation: 1
```

```
  name: example-catalog (1)
  namespace: openshift-marketplace (2)
  annotations:
    olm.catalogImageTemplate: (3)
      "quay.io/example-org/example-catalog:v{kube_major_version}.{kube_minor_version}.
{kube_patch_version}"
spec:
  displayName: Example Catalog (4)
  image: quay.io/example-org/example-catalog:v1 (5)
  priority: -400 (6)
  publisher: Example Org
  sourceType: grpc (7)
  grpcPodConfig:
    securityContextConfig: <security_mode> (8)
    nodeSelector: (9)
      custom_label: <label>
    priorityClassName: system-cluster-critical (10)
    tolerations: (11)
      - key: "key1"
        operator: "Equal"
        value: "value1"
        effect: "NoSchedule"
  updateStrategy:
    registryPoll: (12)
      interval: 30m0s
status:
  connectionState:
    address: example-catalog.openshift-marketplace.svc:50051
    lastConnect: 2021-08-26T18:14:31Z
    lastObservedState: READY (13)
  latestImageRegistryPoll: 2021-08-26T18:46:25Z (14)
  registryService: (15)
    createdAt: 2021-08-26T16:16:37Z
    port: 50051
    protocol: grpc
    serviceName: example-catalog
    serviceNamespace: openshift-marketplace
```

1. **CatalogSource** 对象的名称。此值也用作在请求的命名空间中创建相关 pod 的名称的一部分。

2. 要创建目录的命名空间。要使目录在所有命名空间中都可用，请将此值设置为 **openshift-marketplace**。默认红帽提供的目录源也使用 **openshift-marketplace** 命名空间。否则，将值设置为特定命名空间，使 Operator 仅在该命名空间中可用。

3. 可选：为避免集群升级可能会使 Operator 安装处于不受支持的状态或没有持续更新路径，您可以启用自动更改 Operator 目录的索引镜像版本作为集群升级的一部分。

   将 **olm.catalogImageTemplate** 注解设置为索引镜像名称，并使用一个或多个 Kubernetes 集群版本变量，如为镜像标签构建模板时所示。该注解会在运行时覆盖 **spec.image** 字段。如需了解更多详细信息，请参阅"用于自定义目录源的镜像模板"。

4. 在 Web 控制台和 CLI 中显示目录的名称。

5. 目录的索引镜像。在使用 **olm.catalogImageTemplate** 注解时，也可以省略，该注解会在运行时设置 pull spec。

设置 pull spec。

6 目录源的权重。OLM 在依赖项解析过程中使用权重进行优先级排序。权重越高，表示目录优先于轻量级目录。

7 源类型包括以下内容：

- 带有**镜像**引用的 **grpc**：OLM 拉取镜像并运行 pod，为兼容的 API 服务。
- 带有**地址**字段的 **grpc**：OLM 会尝试联系给定地址的 gRPC API。在大多数情况下不应该使用这种类型。
- **configmap**：OLM 解析配置映射数据，并运行一个可以为其提供 gRPC API 的 pod。

8 指定 **legacy** 或 **restricted** 的值。如果没有设置该字段，则默认值为 **legacy**。在以后的 OpenShift Dedicated 发行版本中，计划默认值为 **restricted**。如果您的目录无法使用 **restricted** 权限运行，建议您手动将此字段设置为 **legacy**。

9 可选：对于 **grpc** 类型目录源，请覆盖在 **spec.image** 中提供内容的 pod 的默认节点选择器（如果定义）。

10 可选：对于 **grpc** 类型目录源，请覆盖在 **spec.image** 中提供内容的 pod 的默认优先级类名称（如果定义）。Kubernetes 默认提供 **system-cluster-critical** 和 **system-node-critical** 优先级类。将字段设置为空 (**""**) 可为 pod 分配默认优先级。可以手动定义其他优先级类。

11 可选：对于 **grpc** 类型目录源，请覆盖 **spec.image** 中提供内容的 pod 的默认容限（如果定义）。

12 在指定的时间段内自动检查新版本以保持最新。

13 目录连接的最后观察到状态。例如：

- **READY**：成功建立连接。
- **CONNECTING**：连接正在尝试建立。
- **TRANSIENT_FAILURE**：尝试建立连接（如超时）时发生了临时问题。该状态最终将切回到 **CONNECTING**，然后重试。

如需了解更多详细信息，请参阅 gRPC 文档中的连接状态。

14 存储目录镜像的容器注册表最近轮询的时间，以确保镜像为最新版本。

15 目录的 Operator Registry 服务的状态信息。

在订阅中引用 **CatalogSource** 对象的**名称**会指示 OLM 搜索查找请求的 Operator 的位置：

例 2.10. 引用目录源的 Subscription 对象示例

```
apiVersion: operators.coreos.com/v1alpha1
kind: Subscription
metadata:
  name: example-operator
  namespace: example-namespace
spec:
  channel: stable
```

```
name: example-operator
source: example-catalog
sourceNamespace: openshift-marketplace
```

其他资源

- 了解 OperatorHub
- 红帽提供的 Operator 目录
- 在集群中添加目录源
- 目录优先级
- 使用 CLI 查看 Operator 目录源状态
- 目录源 pod 调度

2.4.1.2.2.1. 自定义目录源的镜像模板

与底层集群的 Operator 兼容性可以通过目录源以各种方式表示。其中一种用于红帽默认提供的目录源的方法是识别为特定平台发行版本（如 OpenShift Dedicated 4）特别创建的索引镜像的镜像标签。

在集群升级过程中，默认红帽提供的目录源的索引镜像标签由 Cluster Version Operator (CVO) 自动更新，以便 Operator Lifecycle Manager (OLM) 拉取目录的更新版本。例如，在从 OpenShift Dedicated 4.15 升级到 4.16 的过程中，**redhat-operators** 目录的 **CatalogSource** 对象中的 **spec.image** 字段被更新：

```
registry.redhat.io/redhat/redhat-operator-index:v4.15
```

改为：

```
registry.redhat.io/redhat/redhat-operator-index:v4.16
```

但是，CVO 不会自动更新自定义目录的镜像标签。为确保用户在集群升级后仍然安装兼容并受支持的 Operator，还应更新自定义目录以引用更新的索引镜像。

从 OpenShift Dedicated 4.9 开始，集群管理员可以在自定义目录的 **CatalogSource** 对象中添加 **olm.catalogImageTemplate** 注解到包含模板的镜像引用。模板中支持使用以下 Kubernetes 版本变量：

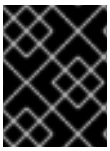
- **kube_major_version**
- **kube_minor_version**
- **kube_patch_version**

注意

您必须指定 Kubernetes 集群版本，而不是 OpenShift Dedicated 集群版本，因为后者目前不适用于模板。

如果您已创建并推送了带有指定更新 Kubernetes 版本标签的索引镜像，设置此注解可使自定义目录中的索引镜像版本在集群升级后自动更改。注解值用于设置或更新 **CatalogSource** 对象的 **spec.image** 字段

中的镜像引用。这有助于避免集群升级，从而避免在不受支持的状态或没有持续更新路径的情况下安装 Operator。



重要

您必须确保集群可在集群升级时访问带有更新标签的索引镜像（无论存储在哪一 registry 中）。

例 2.11. 带有镜像模板的目录源示例

```
apiVersion: operators.coreos.com/v1alpha1
kind: CatalogSource
metadata:
  generation: 1
  name: example-catalog
  namespace: openshift-marketplace
  annotations:
    olm.catalogImageTemplate:
      "quay.io/example-org/example-catalog:v{kube_major_version}.{kube_minor_version}"
spec:
  displayName: Example Catalog
  image: quay.io/example-org/example-catalog:v1.29
  priority: -400
  publisher: Example Org
```

注意

如果设置了 **spec.image** 字段和 **olm.catalogImageTemplate** 注解，则 **spec.image** 字段会被注解中的解析值覆盖。如果注解没有解析为可用的 pull spec，目录源会回退到设置的 **spec.image** 值。

如果没有设置 **spec.image** 字段，且注解没有解析为可用的 pull spec，OLM 会停止目录源的协调，并将其设置为人类可读的错误条件。

对于使用 Kubernetes 1.29 的 OpenShift Dedicated 4 集群，上例中的 **olm.catalogImageTemplate** 注解会解析为以下镜像引用：

```
quay.io/example-org/example-catalog:v1.29
```

对于将来的 OpenShift Dedicated 版本，您可以为自定义目录创建更新的索引镜像，该镜像以更新的 Kubernetes 版本为目标，供以后的 OpenShift Dedicated 版本使用。升级前设置了 **olm.catalogImageTemplate** 注解，将集群升级到更新的 OpenShift Dedicated 版本也会自动更新目录的索引镜像。

2.4.1.2.2.2. 目录健康要求

集群上的 Operator 目录可从安装解析视角进行交换；**Subscription** 对象可能会引用特定目录，但依赖项会根据集群中的所有目录解决。

例如，如果 Catalog A 不健康，则引用 Catalog A 的订阅可能会解析 Catalog B 中的依赖项，集群管理员可能还没有预期，因为 B 通常具有比 A 更低的目录优先级。

因此，OLM 要求所有具有给定全局命名空间的目录（例如，默认的 **openshift-marketplace** 命名空间或自定义全局命名空间）都健康。当目录不健康时，其共享全局命名空间中的所有 Operator 或更新操作都将因为 **CatalogSourcesUnhealthy** 条件而失败。如果这些操作处于不健康状态，OLM 可能会做出对集群管理员意外的解析和安装决策。

作为集群管理员，如果您观察一个不健康的目录，并希望将目录视为无效并恢复 Operator 安装，请参阅"删除自定义目录"或"Disabling the default OperatorHub 目录源"部分，以了解有关删除不健康目录的信息。

2.4.1.2.3. 订阅

订阅（由一个 **Subscription** 对象定义）代表安装 Operator 的意图。它是将 Operator 与目录源关联的自定义资源。

Subscription 描述了要订阅 Operator 软件包的哪个频道，以及是自动还是手动执行更新。如果设置为自动，订阅可确保 Operator Lifecycle Manager（OLM）自动管理并升级 Operator，以确保集群中始终运行最新版本。

Subscription 对象示例

```
apiVersion: operators.coreos.com/v1alpha1
kind: Subscription
metadata:
  name: example-operator
  namespace: example-namespace
spec:
  channel: stable
  name: example-operator
  source: example-catalog
  sourceNamespace: openshift-marketplace
```

此 **Subscription** 对象定义了 Operator 的名称和命名空间，以及从中查找 Operator 数据的目录。频道（如 **alpha**、**beta** 或 **stable**）可帮助确定应从目录源安装哪些 Operator 流。

订阅中的频道名称可能会因 Operator 而异，但应遵守给定 Operator 中的常规约定。例如，频道名称可能会遵循 Operator 提供的应用程序的次发行版本更新流（**1.2**、**1.3**）或发行的频率（**stable**、**fast**）。

除了可从 OpenShift Dedicated Web 控制台轻松查看外，还可以通过检查相关订阅的状态来识别是否有较新版本的 Operator 可用。与 **currentCSV** 字段关联的值是 OLM 已知的最新版本，而 **installedCSV** 是集群中安装的版本。

其他资源

- 使用 CLI 查看 Operator 订阅状态

2.4.1.2.4. 安装计划

安装计划（由一个 **InstallPlan** 对象定义） 描述了 Operator Lifecycle Manager (OLM) 为安装或升级到 Operator 的特定版本而创建的一组资源。该版本由集群服务版本 (CSV) 定义。

要安装 Operator、集群管理员或被授予 Operator 安装权限的用户，必须首先创建一个 **Subscription** 对象。订阅代表了从目录源订阅 Operator 可用版本流的意图。然后，订阅会创建一个 **InstallPlan** 对象来方便为 Operator 安装资源。

然后，根据以下批准策略之一批准安装计划：

- 如果订阅的 **spec.installPlanApproval** 字段被设置为 **Automatic**，则会自动批准安装计划。
- 如果订阅的 **spec.installPlanApproval** 字段被设置为 **Manual**，则安装计划必须由集群管理员或具有适当权限的用户手动批准。

批准安装计划后，OLM 会创建指定的资源，并在订阅指定的命名空间中安装 Operator。

例 2.12. InstallPlan 对象示例

```
apiVersion: operators.coreos.com/v1alpha1
kind: InstallPlan
metadata:
  name: install-abcde
  namespace: operators
spec:
  approval: Automatic
  approved: true
  clusterServiceVersionNames:
    - my-operator.v1.0.1
  generation: 1
status:
  ...
  catalogSources: []
  conditions:
    - lastTransitionTime: '2021-01-01T20:17:27Z'
      lastUpdateTime: '2021-01-01T20:17:27Z'
      status: 'True'
      type: Installed
  phase: Complete
  plan:
    - resolving: my-operator.v1.0.1
      resource:
        group: operators.coreos.com
        kind: ClusterServiceVersion
        manifest: >-
        ...
        name: my-operator.v1.0.1
        sourceName: redhat-operators
        sourceNamespace: openshift-marketplace
        version: v1alpha1
      status: Created
    - resolving: my-operator.v1.0.1
      resource:
        group: apiextensions.k8s.io
        kind: CustomResourceDefinition
        manifest: >-
        ...
        name: webservers.web.servers.org
        sourceName: redhat-operators
        sourceNamespace: openshift-marketplace
        version: v1beta1
      status: Created
    - resolving: my-operator.v1.0.1
      resource:
        group: ''
        kind: ServiceAccount
```

```
    manifest: >-
    ...
    name: my-operator
    sourceName: redhat-operators
    sourceNamespace: openshift-marketplace
    version: v1
  status: Created
- resolving: my-operator.v1.0.1
  resource:
    group: rbac.authorization.k8s.io
    kind: Role
    manifest: >-
    ...
    name: my-operator.v1.0.1-my-operator-6d7cbc6f57
    sourceName: redhat-operators
    sourceNamespace: openshift-marketplace
    version: v1
  status: Created
- resolving: my-operator.v1.0.1
  resource:
    group: rbac.authorization.k8s.io
    kind: RoleBinding
    manifest: >-
    ...
    name: my-operator.v1.0.1-my-operator-6d7cbc6f57
    sourceName: redhat-operators
    sourceNamespace: openshift-marketplace
    version: v1
  status: Created
  ...
```

2.4.1.2.5. operator 组

由 **OperatorGroup** 资源定义的 *Operator 组*，为 OLM 安装的 Operator 提供多租户配置。Operator 组选择目标命名空间，在其中为其成员 Operator 生成所需的 RBAC 访问权限。

这一组目标命名空间通过存储在 CSV 的 **olm.targetNamespaces** 注解中的以逗号分隔的字符串来提供。该注解应用于成员 Operator 的 CSV 实例，并注入它们的部署中。

其他资源

- operator 组

2.4.1.2.6. Operator 条件

作为管理 Operator 生命周期的角色的一部分，Operator Lifecycle Manager（OLM）从定义 Operator 的 Kubernetes 资源状态中推断 Operator 状态。虽然此方法提供了一定程度的保证来确定 Operator 处于给定状态，但在有些情况下，Operator 可能需要直接向 OLM 提供信息，而这些信息不能被推断出来。这些信息可以被 OLM 使用来更好地管理 Operator 的生命周期。

OLM 提供了一个名为 **OperatorCondition** 的自定义资源定义（CRD），它允许 Operator 与 OLM 相互通信条件信息。当在一个 **OperatorCondition** 资源的 **Spec.Conditions** 数组中存在时，则代表存在一组会影响 OLM 管理 Operator 的支持条件。

注意

默认情况下，**OperatorCondition** 对象中没有 **Spec.Conditions** 数组，直到由用户添加或使用自定义 Operator 逻辑的结果为止。

其他资源

- Operator 条件

2.4.2. Operator Lifecycle Manager 架构

本指南概述了 OpenShift Dedicated 中 Operator Lifecycle Manager (OLM) 的组件架构。

2.4.2.1. 组件职责

Operator Lifecycle Manager (OLM) 由两个 Operator 组成，分别为：OLM Operator 和 Catalog Operator。

每个 Operator 均负责管理 CRD，而 CRD 是 OLM 的框架基础：

表 2.3. 由 OLM 和 Catalog Operator 管理的 CRD

资源	短名称	所有者	描述
ClusterServiceVersion (CSV)	**csv**	OLM	应用程序元数据：名称、版本、图标、所需资源、安装等。
InstallPlan	**ip**	Catalog	为自动安装或升级 CSV 而需创建的资源的计算列表。
CatalogSource	**catsrc**	Catalog	定义应用程序的 CSV、CRD 和软件包存储库。
Subscription	**sub**	Catalog	用于通过跟踪软件包中的频道来保持 CSV 最新。
OperatorGroup	**og**	OLM	将部署在同一命名空间中的所有 Operator 配置为 **OperatorGroup** 对象，以便在一系列命名空间或集群范围内监视其自定义资源 (CR)。

每个 Operator 还负责创建以下资源：

表 2.4. 由 OLM 和 Catalog Operator 创建的资源

资源	所有者
部署	OLM
ServiceAccounts	

资源	所有者
(Cluster)Roles	
(Cluster)RoleBindings	
CustomResourceDefinitions (CRD)	Catalog
ClusterServiceVersions	

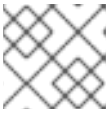
2.4.2.2. OLM Operator

集群中存在 CSV 中指定需要的资源后，OLM Operator 将负责部署由 CSV 资源定义的应用程序。

OLM Operator 不负责创建所需资源；用户可选择使用 CLI 手动创建这些资源，也可选择使用 Catalog Operator 来创建这些资源。这种关注点分离的机制可以使得用户逐渐增加他们选择用于其应用程序的 OLM 框架量。

OLM Operator 使用以下工作流：

1. 观察命名空间中的集群服务版本（CSV），并检查是否满足要求。
2. 如果满足要求，请运行 CSV 的安装策略。



注意

CSV 必须是 Operator 组的活跃成员，才可运行该安装策略。

2.4.2.3. Catalog Operator

Catalog Operator 负责解析和安装集群服务版本（CSV）以及它们指定的所需资源。另外还负责监视频道中的目录源中是否有软件包更新，并将其升级（可选择自动）至最新可用版本。

要跟踪频道中的软件包，您可以创建一个 **Subscription** 对象来配置所需的软件包、频道和 **CatalogSource** 对象，以便拉取更新。在找到更新后，便会代表用户将一个适当的 **InstallPlan** 对象写入命名空间。

Catalog Operator 使用以下工作流：

1. 连接到集群中的每个目录源。
2. 监视是否有用户创建的未解析安装计划，如果有：
   a. 查找与请求名称相匹配的 CSV，并将此 CSC 添加为已解析的资源。
   b. 对于每个受管或所需 CRD，将其添加为已解析的资源。
   c. 对于每个所需 CRD，找到管理相应 CRD 的 CSV。
3. 监视是否有已解析的安装计划并为其创建已发现的所有资源（用户批准或自动）。
4. 观察目录源和订阅并根据它们创建安装计划。

2.4.2.4. Catalog Registry

Catalog Registry 存储 CSV 和 CRD 以便在集群中创建，并存储有关软件包和频道的元数据。

package manifest 是 Catalog Registry 中的一个条目，用于将软件包标识与 CSV 集相关联。在软件包中，频道指向特定 CSV。因为 CSV 明确引用了所替换的 CSV，软件包清单向 Catalog Operator 提供了将 CSV 更新至频道中最新版本所需的信息，逐步安装和替换每个中间版本。

2.4.3. Operator Lifecycle Manager 工作流

本指南概述了 OpenShift Dedicated 中 Operator Lifecycle Manager (OLM) 的工作流。

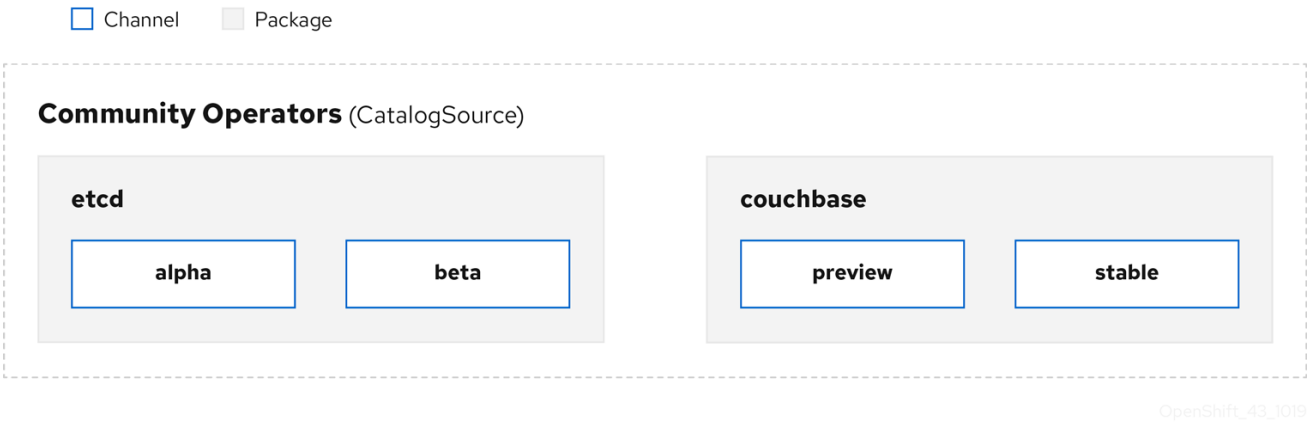
2.4.3.1. OLM 中的 Operator 安装和升级工作流

在 Operator Lifecycle Manager (OLM) 生态系统中，以下资源用于解决 Operator 的安装和升级问题：

- **ClusterServiceVersion** (CSV)
- **CatalogSource**
- **Subscription**

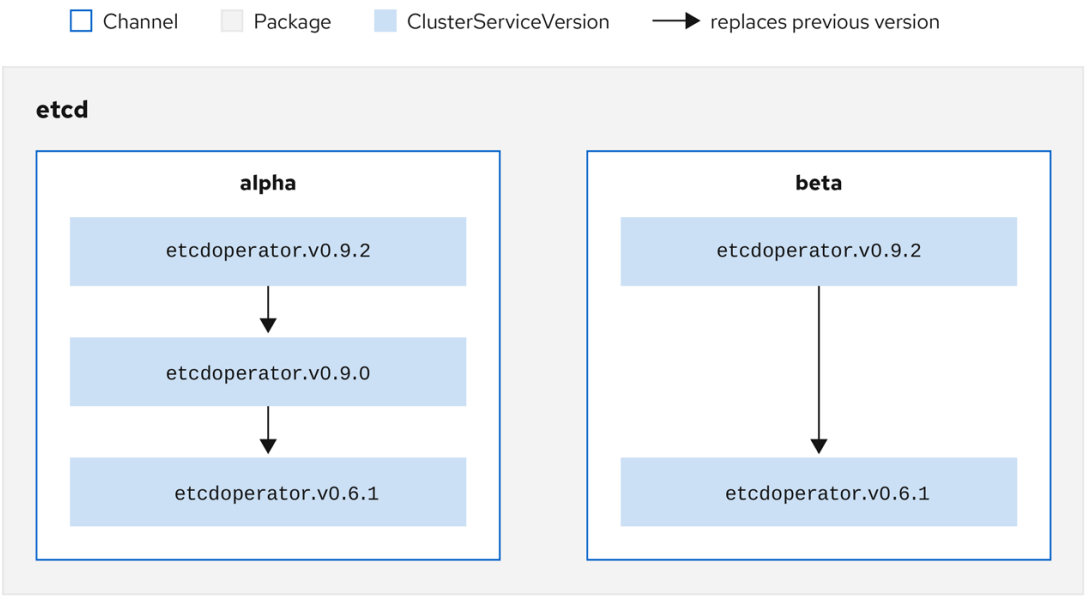
CSV 中定义的 Operator 元数据可保存在一个称为目录源的集合中。目录源使用 Operator Registry API，OLM 又使用目录源来查询是否有可用的 Operator 及已安装 Operator 是否有升级版本。

图 2.3. 目录源概述

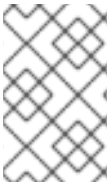


在目录源中，Operator 被整合为更新*软件包*和更新流，我们称为*频道*，这应是 OpenShift Dedicated 或其他软件（如 Web 浏览器）在持续发行周期中的常见更新模式。

图 2.4. 目录源中的软件包和频道



用户在*订阅*中的特定目录源中指示特定软件包和频道，如 **etcd** 包及其 **alpha** 频道。如果订阅了命名空间中尚未安装的软件包，则会安装该软件包的最新 Operator。

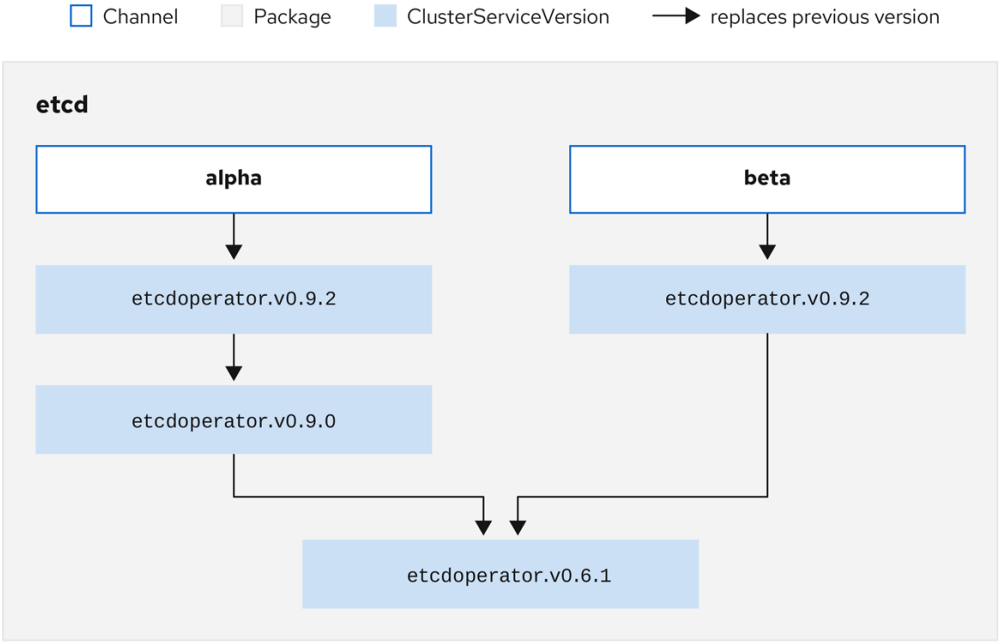


注意

OLM 会刻意避免版本比较，因此给定 *catalog → channel → package* 路径提供的"latest"或"newest"Operator 不一定是最高版本号。更应将其视为频道的 *head* 引用，类似 Git 存储库。

每个 CSV 均有一个 **replaces** 参数，指明所替换的是哪个 Operator。这样便构建了一个可通过 OLM 查询的 CSV 图，且不同频道之间可共享更新。可将频道视为更新图表的入口点：

图 2.5. OLM 的可用频道更新图表



软件包中的频道示例

```
packageName: example
channels:
- name: alpha
  currentCSV: example.v0.1.2
- name: beta
  currentCSV: example.v0.1.3
defaultChannel: alpha
```

为了让 OLM 成功查询更新、给定一个目录源、软件包、频道和 CSV，目录必须能够明确无误地返回**替换**输入 CSV 的单个 CSV。

2.4.3.1.1. 升级路径示例

对于示例升级场景，假设安装的 Operator 对应于 **0.1.1** 版 CSV。OLM 查询目录源，并在订阅的频道中检测升级，新的 **0.1.3** 版 CSV 替换了旧的但未安装的 **0.1.2** 版 CSV，后者又取代了较早且已安装的 **0.1.1** 版 CSV。

OLM 通过 CSV 中指定的 **replaces** 字段从频道头倒退至之前的版本，以确定升级路径为 **0.1.3 → 0.1.2 → 0.1.1**，其中箭头代表前者取代后者。OLM 一次仅升级一个 Operator 版本，直至到达频道头。

对于该给定场景，OLM 会安装 **0.1.2** 版 Operator 来取代现有的 **0.1.1** 版 Operator。然后再安装 **0.1.3** 版 Operator 来取代之前安装的 **0.1.2** 版 Operator。至此，所安装的 **0.1.3** 版 Operator 与频道头相匹配，意味着升级已完成。

2.4.3.1.2. 跳过升级

OLM 中升级的基本路径是：

- 通过对 Operator 的一个或多个更新来更新目录源。
- OLM 会遍历 Operator 的所有版本，直到到达目录源包含的最新版本。

但有时这不是一种安全操作。某些情况下，已发布但尚未就绪的 Operator 版本不可安装至集群中，如版本中存在严重漏洞。

这种情况下，OLM 必须考虑两个集群状态，并提供支持这两个状态的更新图：

- 集群发现并安装了"不良"中间 Operator。
- "不良"中间 Operator 尚未安装至集群中。

通过发送新目录并添加*跳过的*发行版本，可保证无论集群状态如何以及是否发现了不良更新，OLM 总能获得单个唯一更新。

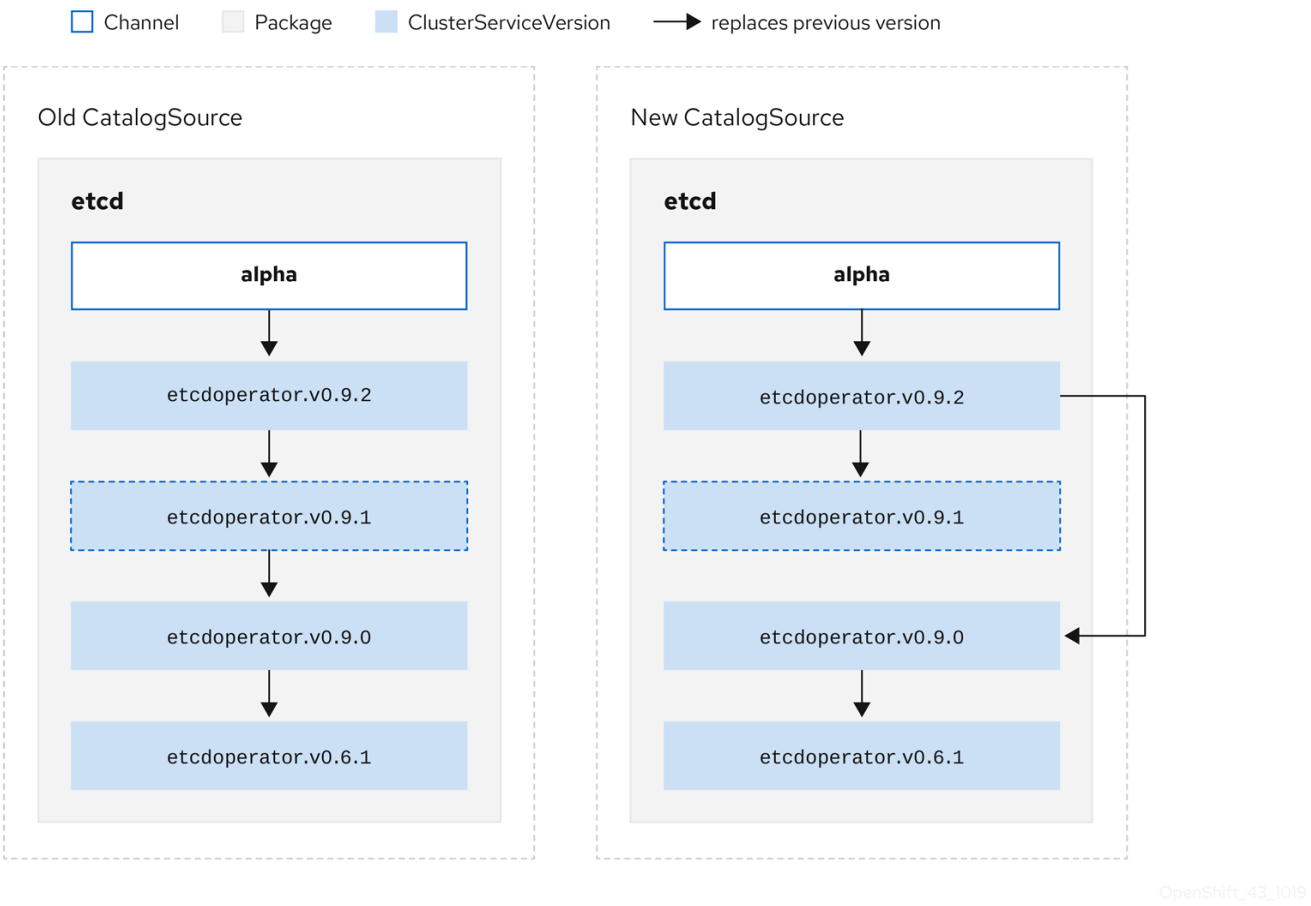
带有跳过发行版本的 CSV 示例

```
apiVersion: operators.coreos.com/v1alpha1
kind: ClusterServiceVersion
metadata:
  name: etcdoperator.v0.9.2
  namespace: placeholder
  annotations:
spec:
    displayName: etcd
    description: Etcd Operator
```

```
replaces: etcdoperator.v0.9.0
skips:
- etcdoperator.v0.9.1
```

考虑以下 **Old CatalogSource** 和 **New CatalogSource** 示例。

图 2.6. 跳过更新



该图表明：

- **Old CatalogSource** 中的任何 Operator 在 **New CatalogSource** 中均有单一替换项。
- **New CatalogSource** 中的任何 Operator 在 **New CatalogSource** 中均有单一替换项。
- 如果未曾安装不良更新，将来也绝不会安装。

2.4.3.1.3. 替换多个 Operator

按照描述创建 **New CatalogSource** 需要发布 CSV 来**替换**单个 Operator，但可**跳过**多个。该操作可通过 **skipRange** 注解来完成：

```
olm.skipRange: <semver_range>
```

其中 **<semver_range>** 具有 semver library 所支持的版本范围格式。

当在目录中搜索更新时，如果某个频道头提供一个 **skipRange** 注解，且当前安装的 Operator 的版本字段在该范围内，则 OLM 会更新至该频道中的最新条目。

先后顺序：

1. Subscription 上由 **sourceName** 指定的源中的频道头（满足其他跳过条件的情况下）。
2. 在 **sourceName** 指定的源中替换当前 Operator 的下一 Operator。
3. 对 Subscription 可见的另一个源中的频道头（满足其他跳过条件的情况下）。
4. 在对 Subscription 可见的任何源中替换当前 Operator 的下一 Operator。

带有 skipRange 的 CSV 示例

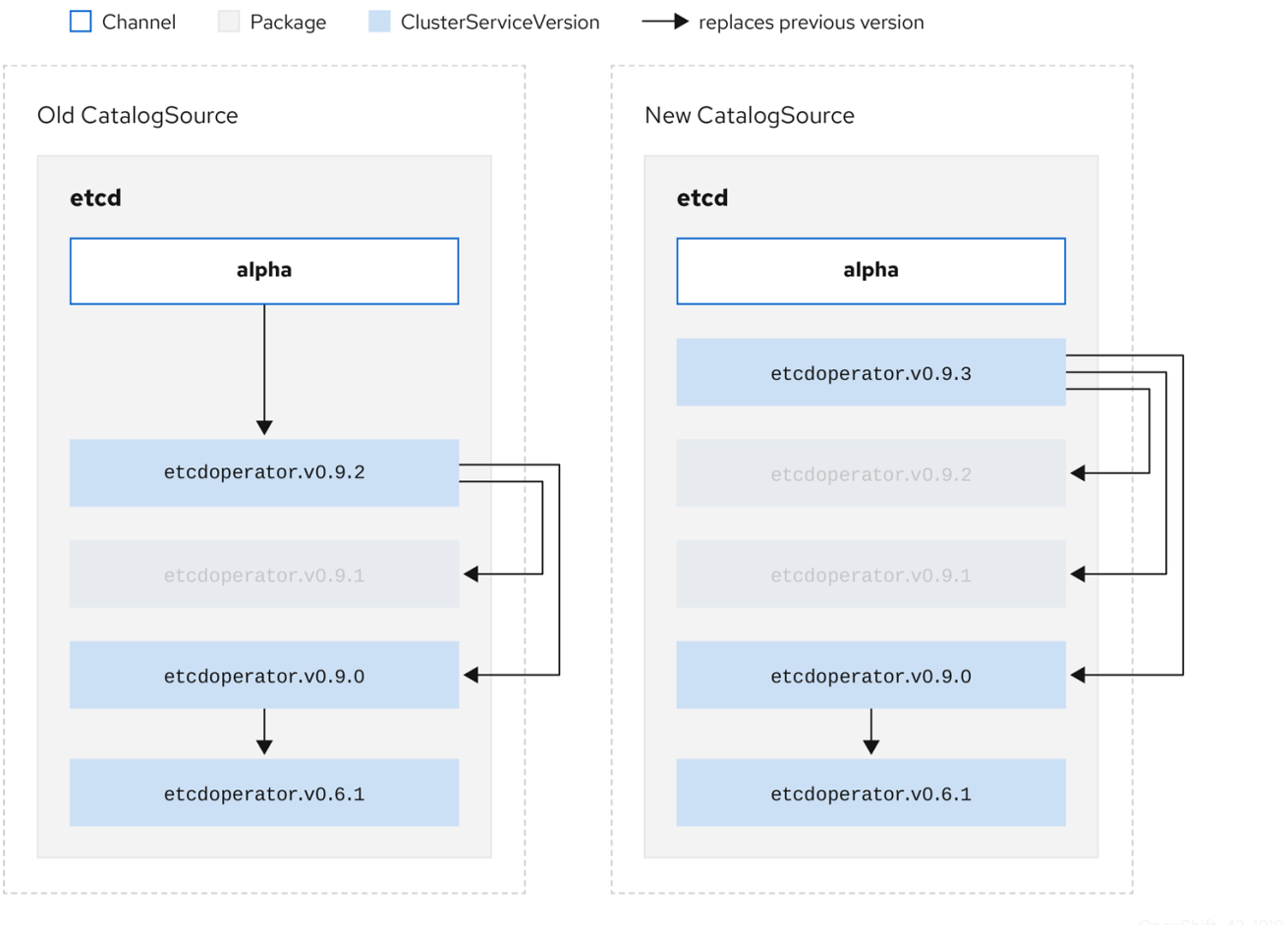
```
apiVersion: operators.coreos.com/v1alpha1
kind: ClusterServiceVersion
metadata:
  name: elasticsearch-operator.v4.1.2
  namespace: <namespace>
  annotations:
    olm.skipRange: '>=4.1.0 <4.1.2'
```

2.4.3.1.4. Z-stream 支持

对于相同从版本，*z-stream* 或补丁版本必须取代所有先前 z-stream 版本。OLM 不考虑主版本、次版本或补丁版本，只需要在目录中构建正确的图表。

换句话说，OLM 必须能够像在 **Old CatalogSource** 中一样获取一个图表，像在 **New CatalogSource** 中一样生成一个图表：

图 2.7. 替换多个 Operator



该图表明：

- **Old CatalogSource** 中的任何 Operator 在 **New CatalogSource** 中均有单一替换项。
- **New CatalogSource** 中的任何 Operator 在 **New CatalogSource** 中均有单一替换项。
- **Old CatalogSource** 中的所有 z-stream 版本均会更新至 **New CatalogSource** 中最新 z-stream 版本。
- 不可用版本可被视为"虚拟"图表节点；它们的内容无需存在，注册表只需像图表看上去这样响应即可。

2.4.4. Operator Lifecycle Manager 依赖项解析

本指南概述了 OpenShift Dedicated 中 Operator Lifecycle Manager (OLM)的依赖项解析和自定义资源定义(CRD)升级生命周期。

2.4.4.1. 关于依赖项解析

Operator Lifecycle Manager(OLM)管理运行 Operator 的依赖项解析和升级生命周期。在很多方面，OLM 的问题与其他系统或语言软件包管理器类似，如 **yum** 和 **rpm**。

但其中有一个限制是相似系统一般不存在而 OLM 存在的，那就是：因为 Operator 始终在运行，所以 OLM 会努力确保您所接触的 Operator 组始终相互兼容。

因此，OLM 不得创建以下情况：

- 安装一组需要无法提供的 API 的 Operator
- 更新某个 Operator 之时导致依赖该 Operator 的另一 Operator 中断

这可以通过两种类型的数据：

Properties	在依赖项解析器中输入构成了公共接口的 Operator 元数据。示例包括 Operator 提供的 API 的 group/version/kind(GVK)，以及 Operator 的语义版本(semver)。
约束或依赖项	应该对可能或还没有在目标集群中安装的其他 Operator 满足 Operator 的要求。它们充当所有可用 Operator 的查询或过滤，并在依赖项解析和安装过程中限制选择。例如，需要特定的 API 在集群中可用，或希望安装带有特定版本的特定 Operator。

OLM 将这些属性和约束转换为布尔值公式系统，并将其传递给 SAT solver，SAT solver 是一个处理布尔值的程序，用于确定应该安装哪些 Operator。

2.4.4.2. Operator 属性

目录中的所有 Operator 均具有以下属性：

olm.package

包括软件包和 Operator 版本的名称

olm.gvk

集群服务版本(CSV)中每个提供的 API 的单个属性

Operator 作者也可以在 Operator 捆绑包的 **metadata/** 目录中包括 **properties.yaml** 文件来直接声明其他属性。

任意（arbitrary）属性示例

```
properties:
- type: olm.kubeversion
  value:
    version: "1.16.0"
```

2.4.4.2.1. 任意属性

Operator 作者可在 Operator 捆绑包的 **metadata/** 目录中的 **properties.yaml** 文件中声明任意属性。这些属性转换为映射数据结构，该结构用作运行时 Operator Lifecycle Manager(OLM)解析器的输入。

这些属性对解析器不理解属性而不理解这些属性，但可以针对这些属性评估通用限制，以确定约束是否可以满足给定的属性列表。

任意属性示例

```
properties:
  - property:
      type: color
      value: red
  - property:
      type: shape
      value: square
  - property:
      type: olm.gvk
      value:
        group: olm.coreos.io
        version: v1alpha1
        kind: myresource
```

此结构可用于为通用限制构建通用表达式语言(CEL)表达式。

其他资源

- 常见表达式语言(CEL)约束

2.4.4.3. Operator 依赖项

Operator 的依赖项列在捆绑包的 **metadata/** 目录中的 **dependencies.yaml** 文件中。此文件是可选的，目前仅用于指明 Operator-version 依赖项。

依赖项列表中，每个项目包含一个 **type** 字段，用于指定这一依赖项的类型。支持以下 Operator 依赖项：

olm.package

这个类型表示特定 Operator 版本的依赖项。依赖项信息必须包含软件包名称以及软件包的版本，格式为 semver。例如，您可以指定具体版本，如 **0.5.2**，也可指定一系列版本，如 **>0.5.1**。

olm.gvk

使用这个类型，作者可以使用 group/version/kind(GVK)信息指定依赖项，类似于 CSV 中现有 CRD 和基于 API 的使用量。该路径使 Operator 作者可以合并所有依赖项、API 或显式版本，使它们处于同一位置。

olm.constraint

这个类型在任意 Operator 属性上声明通用限制。

在以下示例中，为 Prometheus Operator 和 etcd CRD 指定依赖项：

dependencies.yaml 文件示例

```
dependencies:
  - type: olm.package
    value:
      packageName: prometheus
      version: ">0.27.0"
  - type: olm.gvk
    value:
      group: etcd.database.coreos.com
      kind: EtcdCluster
      version: v1beta2
```

2.4.4.4. 通用限制

olm.constraint 属性声明特定类型的依赖项约束，区分非约束和约束属性。其 **value** 字段是一个包含 **failureMessage** 字段的对象，其中包含约束消息的字符串表。如果约束在运行时不满意，则这一消息被作为信息性提供给用户使用。

以下键表示可用的约束类型：

gvk

其值及对其的解释与 **olm.gvk** 类型相同的类型

package

其值及对其的解释与 **olm.package** 类型相同的类型

cel

Operator Lifecycle Manager(OLM)解析程序通过任意捆绑包属性和集群信息在运行时评估的通用表达式语言(CEL)表达式

all, any, not

分别为 Conjunction, disjunction, 和 negation 约束，包括一个或多个 concrete 约束，如 **gvk** 或一个嵌套的 compound 约束

2.4.4.4.1. 常见表达式语言(CEL)约束

cel 约束类型支持将通用表达式语言(CEL) 用作表达式语言。**cel** struct 有一个 **rule** 字段，其中包含在运行时针对 Operator 属性评估的 CEL 表达式字符串，以确定 Operator 是否满足约束。

cel 约束示例

```
type: olm.constraint
value:
  failureMessage: 'require to have "certified"'
  cel:
    rule: 'properties.exists(p, p.type == "certified")'
```

CEL 语法支持广泛的逻辑运算符，如 **AND** 和 **OR**。因此，单个 CEL 表达式可以具有多个规则，这些条件由这些逻辑运算符链接在一起。这些规则针对来自捆绑包或任何给定源的多个不同属性的数据评估，输出可以解决单一约束内满足所有这些规则的捆绑包或 Operator。

使用多个规则的 cel 约束示例

```
type: olm.constraint
value:
  failureMessage: 'require to have "certified" and "stable" properties'
  cel:
    rule: 'properties.exists(p, p.type == "certified") && properties.exists(p, p.type == "stable")'
```

2.4.4.4.2. Compound 约束 (all, any, not)

复合约束类型按照其逻辑定义进行评估。

以下是两个软件包的 conjunctive 约束（**all**）的示例，以及一个 GVK。这代表，安装捆绑包都必须满足它们：

all 约束示例

```
schema: olm.bundle
name: red.v1.0.0
properties:
- type: olm.constraint
  value:
    failureMessage: All are required for Red because...
    all:
      constraints:
      - failureMessage: Package blue is needed for...
        package:
          name: blue
          versionRange: '>=1.0.0'
      - failureMessage: GVK Green/v1 is needed for...
        gvk:
          group: greens.example.com
          version: v1
          kind: Green
```

以下是同一个 GVK 的三个版本的 disjunctive 约束 (**any**) 示例。这代表，安装捆绑包必须至少满足其中一项：

any 约束示例

```
schema: olm.bundle
name: red.v1.0.0
properties:
- type: olm.constraint
  value:
    failureMessage: Any are required for Red because...
    any:
      constraints:
      - gvk:
          group: blues.example.com
```

```
      version: v1beta1
      kind: Blue
    - gvk:
      group: blues.example.com
      version: v1beta2
      kind: Blue
    - gvk:
      group: blues.example.com
      version: v1
      kind: Blue
```

以下是 GVK 的一个版本的 negation 约束（**not**）的示例。这代表，此 GVK 无法由结果集中的任何捆绑包提供：

not 约束示例

```
schema: olm.bundle
name: red.v1.0.0
properties:
- type: olm.constraint
  value:
  all:
    constraints:
    - failureMessage: Package blue is needed for...
      package:
        name: blue
        versionRange: '>=1.0.0'
    - failureMessage: Cannot be required for Red because...
      not:
        constraints:
        - gvk:
            group: greens.example.com
            version: v1alpha1
            kind: greens
```

对于 **not** 约束，其中的负语义可能并不明确。这里的负语义代表指示解析器删除所有可能的解决方案，这些解决方案包括特定 GVK、特点版本的软版本，或满足结果集中的一些子复合约束。

not compound 约束不应该和 **all** 或 **any** 一起使用，因为这里的负语言在没有先选择一组可能的依赖项时是并没有意义。

2.4.4.4.3. 嵌套复合限制

一个嵌套复合约束（包括最少一个子复合约束以及零个或更多简单约束）会从底向上的顺序被评估，并根据每个前面描述的约束类型的过程进行。

以下是一个 disjunction 的 conjunctions 示例，其中一个、另一个、或两者都能满足约束：

嵌套复合约束示例

```
schema: olm.bundle
name: red.v1.0.0
properties:
- type: olm.constraint
  value:
```

```
    failureMessage: Required for Red because...
    any:
      constraints:
      - all:
          constraints:
          - package:
              name: blue
              versionRange: '>=1.0.0'
          - gvk:
              group: blues.example.com
              version: v1
              kind: Blue
      - all:
          constraints:
          - package:
              name: blue
              versionRange: '<1.0.0'
          - gvk:
              group: blues.example.com
              version: v1beta1
              kind: Blue
```

注意

olm.constraint 类型的最大原始大小为 64KB，用于限制资源耗尽的情况。

2.4.4.5. 依赖项首选项

有很多选项同样可以满足 Operator 的依赖性。Operator Lifecycle Manager（OLM）中的依赖项解析器决定哪个选项最适合所请求 Operator 的要求。作为 Operator 作者或用户，了解这些选择非常重要，以便明确依赖项解析。

2.4.4.5.1. 目录优先级

在 OpenShift Dedicated 集群中，OLM 会读取目录源以了解哪些 Operator 可用于安装。

CatalogSource 对象示例

```
apiVersion: "operators.coreos.com/v1alpha1"
kind: "CatalogSource"
metadata:
  name: "my-operators"
  namespace: "operators"
spec:
  sourceType: grpc
  grpcPodConfig:
    securityContextConfig: <security_mode> 1
  image: example.com/my/operator-index:v1
  displayName: "My Operators"
  priority: 100
```

1 指定 **legacy** 或 **restricted** 的值。如果没有设置该字段，则默认值为 **legacy**。在以后的 OpenShift Dedicated 发行版本中，计划默认值为 **restricted**。如果您的目录无法使用 **restricted** 权限运行，建议您手动将此字段设置为 **legacy**。

CatalogSource 有一个 **priority** 字段，解析器使用它来知道如何为依赖关系设置首选选项。

目录首选项有两个规则：

- 优先级较高目录中的选项优先于较低优先级目录的选项。
- 与依赖项相同的目录里的选项优先于其它目录。

2.4.4.5.2. 频道排序

目录中的 Operator 软件包是用户可以在 OpenShift Dedicated 集群中订阅的更新频道集合。可使用频道为次发行版本（**1.2**, **1.3**）或者发行的频率（**stable**, **fast**）提供特定的更新流。

同一软件包中的 Operator 可能会满足依赖项，但可能会在不同的频道。例如，Operator 版本 **1.2** 可能存在于 **stable** 和 **fast** 频道中。

每个软件包都有一个默认频道，该频道总是首选非默认频道。如果默认频道中没有选项可以满足依赖关系，则会在剩余的频道中按频道名称的字母顺序考虑这些选项。

2.4.4.5.3. 频道中的顺序

一般情况下，总会有多个选项来满足单一频道中的依赖关系。例如，一个软件包和频道中的 Operator 提供了相同的 API 集。

当用户创建订阅时，它们会指示要从哪个频道接收更新。这会立即把搜索范围限制在那个频道。但是在频道中，可以会有许多 Operator 可以满足依赖项。

在频道中，应该首选考虑使用更新图中位置较高的较新的 Operator。如果某个频道的头满足依赖关系，它将会被首先尝试。

2.4.4.5.4. 其他限制

除了软件包依赖关系的限制外，OLM 还添加了其他限制来代表所需用户状态和强制实施解析变量。

2.4.4.5.4.1. 订阅约束

一个订阅（Subscription）约束会过滤可满足订阅的 Operator 集合。订阅是对依赖项解析程序用户提供的限制。它们会声明安装一个新的 Operator（如果还没有在集群中安装），或对现有 Operator 进行更新。

2.4.4.5.4.2. 软件包约束

在命名空间中，不同的两个 Operator 不能来自于同一软件包。

2.4.4.5.5. 其他资源

- 目录健康要求

2.4.4.6. CRD 升级

如果自定义资源定义（CRD）属于单一集群服务版本（CSV），OLM 会立即对其升级。如果某个 CRD 被多个 CSV 拥有，则当该 CRD 满足以下所有向后兼容条件时才会升级：

- 所有已存在于当前 CRD 中的服务版本都包括在新 CRD 中。

- 在根据新 CRD 的验证模式（schema）进行验证后，与 CRD 的服务版本关联的所有现有实例或自定义资源均有效。

其他资源

- 添加新版 CRD
- 弃用或删除 CRD 版本

2.4.4.7. 依赖项最佳实践

在指定依赖项时应该考虑的最佳实践。

依赖于 API 或 Operator 的特定版本范围

操作员可以随时添加或删除 API；始终针对 Operator 所需的任何 API 指定 **olm.gvk** 依赖项。例外情况是，指定 **olm.package** 约束来替代。

设置最小版本

Kubernetes 文档中与 API 的改变相关的部分描述了 Kubernetes 风格的 Operator 允许进行哪些更改。只要 API 向后兼容，Operator 就允许 Operator 对 API 进行更新，而不需要更改 API 的版本。
对于 Operator 依赖项，这意味着了解依赖的 API 版本可能不足以确保依赖的 Operator 正常工作。

例如：

- TestOperator v1.0.0 提供 **MyObject** 资源的 v1alpha1 API 版本。
- TestOperator v1.0.1 为 **MyObject** 添加了一个新的 **spec.newfield** 字段，但仍是 v1alpha1。

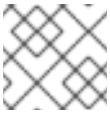
您的 Operator 可能需要将 **spec.newfield** 写入 **MyObject** 资源。仅使用 **olm.gvk** 约束还不足以让 OLM 决定您需要 TestOperator v1.0.1 而不是 TestOperator v1.0.0。

如果事先知道提供 API 的特定 Operator，则指定额外的 **olm.package** 约束来设置最小值。

省略一个最大版本，或允许一个广泛的范围

因为 Operator 提供了集群范围的资源，如 API 服务和 CRD，所以如果一个 Operator 为依赖项指定了一个小的窗口，则可能会对依赖项的其他用户的更新产生不必要的约束。
在可能的情况下，尽量不要设置最大版本。或者，设置一个非常宽松的语义范围，以防止与其他 Operator 冲突。例如：**>1.0.0 <2.0.0**。

与传统的软件包管理器不同，Operator 作者显性地对更新通过 OLM 中的频道进行编码。如果现有订阅有可用更新，则假定 Operator 作者表示它可以从上一版本更新。为依赖项设置最大版本会绕过作者的更新流，即不必要的将它截断到特定的上限。



注意

集群管理员无法覆盖 Operator 作者设置的依赖项。

但是，如果已知有需要避免的不兼容问题，就应该设置最大版本。通过使用版本范围语法，可以省略特定的版本，如 **> 1.0.0 !1.2.1**。

其他资源

- Kubernetes 文档： 更改 API

2.4.4.8. 依赖项注意事项

当指定依赖项时，需要考虑一些注意事项。

没有捆绑包约束（AND）

目前还没有方法指定约束间的 AND 关系。换句话说，无法指定一个 Operator，它依赖于另外一个 Operator，它提供一个给定的 API 且版本是 **>1.1.0**。
这意味着，在指定依赖项时，如：

```
dependencies:
- type: olm.package
  value:
    packageName: etcd
    version: ">3.1.0"
- type: olm.gvk
  value:
    group: etcd.database.coreos.com
    kind: EtcdCluster
    version: v1beta2
```

OLM 可以通过两个 Operator 来满足这个要求：一个提供 EtcdCluster，另一个有版本 **>3.1.0**。是否发生了这种情况，或者选择某个 Operator 是否满足这两个限制，这取决于是否准备了潜在的选项。依赖项偏好和排序选项被明确定义并可以指定原因，但为了谨慎起见，Operator 应该遵循一种机制或其他机制。

跨命名空间兼容性

OLM 在命名空间范围内执行依赖项解析。如果更新某个命名空间中的 Operator 会对另一个命名空间中的 Operator 造成问题，则可能会造成更新死锁。

2.4.4.9. 依赖项解析方案示例

在以下示例中，*provider（供应商）* 是指"拥有" CRD 或 API 服务的 Operator。

示例：弃用从属 API
A 和 B 是 API（CRD）：

- A 的供应商依赖 B。
- B 的供应商有一个订阅。
- B 更新供应商提供 C，但弃用 B。

结果：

- B 不再有供应商。
- A 不再工作。

这是 OLM 通过升级策略阻止的一个案例。

示例：版本死锁
A 和 B 均为 API：

- A 的供应商需要 B。

- B 的供应商需要 A。
- A 更新的供应商到（提供 A2，需要 B2）并弃用 A。
- B 更新的供应商到（提供 B2,需要 A2）并弃用 B。

如果 OLM 试图在更新 A 的同时不更新 B，或更新 B 的同时不更新 A，则无法升级到新版 Operator，即使可找到新的兼容集也无法更新。

这是 OLM 通过升级策略阻止的另一案例。

2.4.5. operator 组

本指南概述了 OpenShift Dedicated 中 Operator Lifecycle Manager (OLM) 的 Operator 组使用情况。

2.4.5.1. 关于 Operator 组

由 **OperatorGroup** 资源定义的 *Operator 组*，为 OLM 安装的 Operator 提供多租户配置。Operator 组选择目标命名空间，在其中为其成员 Operator 生成所需的 RBAC 访问权限。

这一组目标命名空间通过存储在 CSV 的 **olm.targetNamespaces** 注解中的以逗号分隔的字符串来提供。该注解应用于成员 Operator 的 CSV 实例，并注入它们的部署中。

2.4.5.2. Operator 组成员

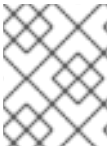
满足以下任一条件，Operator 即可被视为 Operator 组的 *member*：

- Operator 的 CSV 与 Operator 组位于同一命名空间中。
- Operator CSV 中的安装模式支持 Operator 组的目标命名空间集。

CSV 中的安装模式由 **InstallModeType** 字段和 **Supported** 的布尔值字段组成。CSV 的 spec 可以包含一组由四个不同 **InstallModeTypes** 组成的安装模式：

表 2.5. 安装模式和支持的 Operator 组

InstallModeType	描述
OwnNamespace	Operator 可以是选择其自有命名空间的 Operator 组的成员。
SingleNamespace	Operator 可以是选择一个命名空间的 Operator 组的成员。
MultiNamespace	Operator 可以是选择多个命名空间的 Operator 组的成员。
AllNamespaces	Operator 可以是选择所有命名空间的 Operator 组的成员（目标命名空间集为空字符串 **""**）。



注意

如果 CSV 的 spec 省略 **InstallModeType** 条目，则该类型将被视为不受支持，除非可通过隐式支持的现有条目推断出支持。

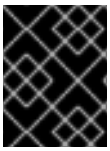
2.4.5.3. 目标命名空间选择

您可以使用 **spec.targetNamespaces** 参数为 Operator 组显式命名目标命名空间：

```
apiVersion: operators.coreos.com/v1
kind: OperatorGroup
metadata:
  name: my-group
  namespace: my-namespace
spec:
  targetNamespaces:
  - my-namespace
```

您还可以使用带有 **spec.selector** 参数的标签选择器指定命名空间：

```
apiVersion: operators.coreos.com/v1
kind: OperatorGroup
metadata:
  name: my-group
  namespace: my-namespace
spec:
  selector:
    cool.io/prod: "true"
```



重要

不建议通过 **spec.targetNamespaces** 列出多个命名空间，或通过 **spec.selector** 使用标签选择器，因为在以后的版本中可能会删除对 Operator 组中多个目标命名空间的支持。

如果 **spec.targetNamespaces** 和 **spec.selector** 均已定义，则会忽略 **spec.selector**。另外，您可以省略 **spec.selector** 和 **spec.targetNamespaces** 来指定一个 *全局* Operator 组，该组选择所有命名空间：

```
apiVersion: operators.coreos.com/v1
kind: OperatorGroup
metadata:
  name: my-group
  namespace: my-namespace
```

Opeator 组的 **status.namespaces** 参数中会显示所选命名空间的解析集合。全局 OperatorGroup 的 **status.namespace** 包含空字符串 (**""**)，而该字符串会向正在使用的 Operator 发出信号，要求其监视所有命名空间。

2.4.5.4. operator 组 CSV 注解

Operator 组的成员 CSV 具有以下注解：

注解	描述
olm.operatorGroup=<group_name>	包含 Operator 组的名称。
olm.operatorNamespace=<group_namespace>	包含 Operator 组的命名空间。

注解	描述
olm.targetNamespaces=<target_namespaces>	包含以逗号分隔的字符串，列出 Operator 组的目标命名空间选择。

注意

除 **olm.targetNamespaces** 以外的所有注解均包含在复制的 CSV 中。在复制的 CSV 上省略 **olm.targetNamespaces** 注解可防止租户之间目标命名空间出现重复。

2.4.5.5. 所提供的 API 注解

group/version/kind (GVK) 是 Kubernetes API 的唯一标识符。 **olm.providedAPIs** 注解中会显示有关 Operator 组提供哪些 GVK 的信息。该注解值为一个字符串，由用逗号分隔的 **<kind>.<version>.<group>** 组成。其中包括由 Operator 组的所有活跃成员 CSV 提供的 CRD 和 APIService 的 GVK。

查看以下 **OperatorGroup** 示例，该 OperatorGroup 带有提供 **PackageManifest** 资源的单个活跃成员 CSV：

```
apiVersion: operators.coreos.com/v1
kind: OperatorGroup
metadata:
  annotations:
    olm.providedAPIs: PackageManifest.v1alpha1.packages.apps.redhat.com
  name: olm-operators
  namespace: local
  ...
spec:
  selector: {}
  serviceAccount:
    metadata:
      creationTimestamp: null
  targetNamespaces:
  - local
status:
  lastUpdated: 2019-02-19T16:18:28Z
  namespaces:
  - local
```

2.4.5.6. 基于角色的访问控制

创建 Operator 组时，会生成三个集群角色。每个 ClusterRole 均包含一个聚会规则，后者带有一个选择器以匹配标签，如下所示：

集群角色	要匹配的标签
olm.og.<operatorgroup_name>-admin-<hash_value>	**olm.opgroup.permissions/aggregate-to-admin: <operatorgroup_name>**

集群角色	要匹配的标签
olm.og.<operatorgroup_name>-edit-<hash_value>	**olm.opgroup.permissions/aggregate-to-edit: <operatorgroup_name>**
olm.og.<operatorgroup_name>-view-<hash_value>	**olm.opgroup.permissions/aggregate-to-view: <operatorgroup_name>**

当 CSV 成为 Operator 组的活跃成员时，只要该 CSV 正在使用 **AllNamespaces** 安装模式来监视所有命名空间，且没有因 **InterOperatorGroupOwnerConflict** 原因处于故障状态，便会生成以下 RBAC 资源：

- 来自 CRD 的每个 API 资源的集群角色
- 来自 API 服务的每个 API 资源的集群角色
- 其他角色和角色绑定

表 2.6. 来自 CRD 的为每个 API 资源生成的集群角色

集群角色	设置
<kind>.<group>-<version>-admin	**<kind>** 上的操作动词： • ***** 聚合标签： • **rbac.authorization.k8s.io/aggregate-to-admin: true** • **olm.opgroup.permissions/aggregate-to-admin: <operatorgroup_name>**
<kind>.<group>-<version>-edit	**<kind>** 上的操作动词： • **create** • **update** • **patch** • **delete** 聚合标签： • **rbac.authorization.k8s.io/aggregate-to-edit: true** • **olm.opgroup.permissions/aggregate-to-edit: <operatorgroup_name>**

集群角色	设置
<kind>.<group>-<version>-view	**<kind>** 上的操作动词： • **get** • **list** • **watch** 聚合标签： • **rbac.authorization.k8s.io/aggregate-to-view: true** • **olm.opgroup.permissions/aggregate-to-view: <operatorgroup_name>**
<kind>.<group>-<version>-view-crdview	**apiextensions.k8s.io customresourcedefinitions <crd-name>** 上的操作动词： • **get** 聚合标签： • **rbac.authorization.k8s.io/aggregate-to-view: true** • **olm.opgroup.permissions/aggregate-to-view: <operatorgroup_name>**

表 2.7. 来自 API 服务的为每个 API 资源生成的集群角色

集群角色	设置
<kind>.<group>-<version>-admin	**<kind>** 上的操作动词： • *** 聚合标签： • **rbac.authorization.k8s.io/aggregate-to-admin: true** • **olm.opgroup.permissions/aggregate-to-admin: <operatorgroup_name>**

集群角色	设置
<kind>.<group>-<version>-edit	**<kind>** 上的操作动词： • **create** • **update** • **patch** • **delete** 聚合标签： • **rbac.authorization.k8s.io/aggregate-to-edit: true** • **olm.opgroup.permissions/aggregate-to-edit: <operatorgroup_name>**
<kind>.<group>-<version>-view	**<kind>** 上的操作动词： • **get** • **list** • **watch** 聚合标签： • **rbac.authorization.k8s.io/aggregate-to-view: true** • **olm.opgroup.permissions/aggregate-to-view: <operatorgroup_name>**

其他角色和角色绑定

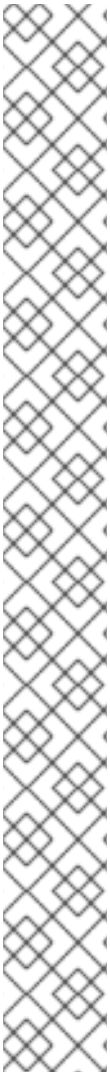
- 如果 CSV 定义了一个目标命名空间，其中包括 *，则会针对 CSV 权限字段中定义的每个 **permissions** 生成集群角色和对应集群角色绑定。所有生成的资源均会标上 **olm.owner: <csv_name>** 和 **olm.owner.namespace: <csv_namespace>** 标签。
- 如果 CSV *没有*定义一个包含 * 的目标命名空间，则 Operator 命名空间中的所有角色和角色绑定都使用 **olm.owner: <csv_name>** 和 **olm.owner.namespace: <csv_namespace>** 标签复制到目标命名空间中。

2.4.5.7. 复制的 CSV

OLM 会在 Operator 组的每个目标命名空间中创建 Operator 组的所有活跃成员 CSV 的副本。复制 CSV 的目的在于告诉目标命名空间的用户，特定 Operator 已配置为监视在此创建的资源。

复制的 CSV 会**复制**状态原因，并会更新以匹配其源 CSV 的状态。在集群上创建复制的 CSV 之前，会从这些 CSV 中分离 **olm.targetNamespaces** 注解。省略目标命名空间选择可避免租户之间存在目标命名空间重复的现象。

当所复制的 CSV 的源 CSV 不存在或其源 CSV 所属的 Operator 组不再指向复制 CSV 的命名空间时，会删除复制的 CSV。



注意

默认情况下禁用 **disableCopiedCSVs** 字段。启用 **disableCopiedCSVs** 字段后，OLM 会删除集群中的现有复制的 CSV。当 **disableCopiedCSVs** 字段被禁用时，OLM 会再次添加复制的 CSV。

- 禁用 **disableCopiedCSVs** 字段：

```
$ cat << EOF | oc apply -f -
apiVersion: operators.coreos.com/v1
kind: OLMConfig
metadata:
  name: cluster
spec:
  features:
    disableCopiedCSVs: false
EOF
```

- 启用 **disableCopiedCSVs** 字段：

```
$ cat << EOF | oc apply -f -
apiVersion: operators.coreos.com/v1
kind: OLMConfig
metadata:
  name: cluster
spec:
  features:
    disableCopiedCSVs: true
EOF
```

2.4.5.8. 静态 Operator 组

如果 Operator 组的 **spec.staticProvidedAPIs** 字段被设置为 **true**，则 Operator 组为*静态*。因此，OLM 不会修改 Operator 组的 **olm.providedAPIs** 注解，这意味着可以提前设置它。如果一组命名空间没有活跃的成员 CSV 来为资源提供 API，而用户想使用 Operator 组来防止命名空间集中发生资源争用，则这一操作十分有用。

以下是一个 Operator 组示例，它使用 **something.cool.io/cluster-monitoring: "true"** 注解来保护所有命名空间中的 **Prometheus** 资源：

```
apiVersion: operators.coreos.com/v1
kind: OperatorGroup
metadata:
  name: cluster-monitoring
  namespace: cluster-monitoring
  annotations:
    olm.providedAPIs:
Alertmanager.v1.monitoring.coreos.com,Prometheus.v1.monitoring.coreos.com,PrometheusRule.v1.monitoring.coreos.com,ServiceMonitor.v1.monitoring.coreos.com
spec:
  staticProvidedAPIs: true
```

```
selector:
  matchLabels:
    something.cool.io/cluster-monitoring: "true"
```

2.4.5.9. operator 组交集

如果两个 Operator 组的目标命名空间集的交集不是空集，且根据 **olm.providedAPIs** 注解的定义，所提供的 API 集的交集也不是空集，则称这两个 OperatorGroup 的*提供的 API 有交集*。

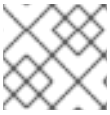
一个潜在问题是，提供的 API 有交集的 Operator 组可能在命名空间交集中竞争相同资源。

注意

在检查交集规则时，Operator 组的命名空间始终包含在其所选目标命名空间中。

交集规则
每次活跃成员 CSV 同步时，OLM 均会查询集群，以获取 CSV 组和其他所有 CSV 组之间提供的 API 交集。然后 OLM 会检查该交集是否为空集：

- 如果结果为 **true**，且 CSV 提供的 API 是 Operator 组提供的 API 的子集：
  - 继续转变。
- 如果结果为 **true**，且 CSV 提供的 API *不是* Operator 组提供的 API 的子集：
  - 如果 Operator 组是静态的：
    - 则清理属于 CSV 的所有部署。
    - 将 CSV 转变为故障状态，状态原因为：**CannotModifyStaticOperatorGroupProvidedAPIs**。
  - 如果 Operator 组*不是*静态的：
    - 将 Operator 组的 **olm.providedAPIs** 注解替换为其本身与 CSV 提供的 API 的并集。
- 如果结果为 **false**，且 CSV 提供的 API *不是* Operator 组提供的 API 的子集：
  - 则清理属于 CSV 的所有部署。
  - 将 CSV 转变为故障状态，状态原因为：**InterOperatorGroupOwnerConflict**。
- 如果结果为 **false**，且 CSV 提供的 API 是 Operator 组提供的 API 的子集：
  - 如果 Operator 组是静态的：
    - 则清理属于 CSV 的所有部署。
    - 将 CSV 转变为故障状态，状态原因为：**CannotModifyStaticOperatorGroupProvidedAPIs**。
  - 如果 Operator 组*不是*静态的：
    - 将 Operator 组的 **olm.providedAPIs** 注解替换为其本身与 CSV 提供的 API 的差集。



注意

Operator 组所造成的故障状态不是终端状态。

每次 Operator 组同步时都会执行以下操作：

- 来自活跃成员 CSV 的提供的 API 集是通过集群计算出来的。注意，复制的 CSV 会被忽略。
- 将集群集与 **olm.providedAPIs** 进行比较，如果 **olm.providedAPIs** 包含任何额外 API，则将删除这些 API。
- 在所有命名空间中提供相同 API 的所有 CSV 均会重新排序。这样可向交集组中的冲突 CSV 发送通知，表明可能已通过调整大小或删除冲突的 CSV 解决了冲突。

2.4.5.10. 多租户 Operator 管理的限制

OpenShift Dedicated 提供在同一集群中安装不同版本的 Operator 的有限支持。Operator Lifecycle Manager (OLM) 会在不同的命名空间中多次安装 Operator。其中一个限制是 Operator 的 API 版本必须相同。

Operator 是控制平面的扩展，因为它们使用了 **CustomResourceDefinition** 对象 (CRD)，它们是 Kubernetes 中的全局资源。一个 Operator 的不同主版本通常具有不兼容的 CRD。这使得它们不兼容，可以在集群中的不同命名空间中安装。

所有租户或命名空间共享同一集群的 control plane。因此，多租户集群中的租户也共享全局 CRD，这限制同一集群中可以并行使用同一 Operator 实例的不同 Operator 实例。

支持的场景包括：

- 提供相同 CRD 定义的不同版本的 Operator （如果版本化 CRD，则完全相同的版本）
- 没有提供 CRD 的不同版本的 Operator，并在 OperatorHub 上的单独捆绑包中提供它们的 CRD

不支持所有其他场景，因为如果不同 Operator 版本中的多个竞争或重叠 CRD 在同一集群中协调，则无法保证集群数据的完整性。

其他资源

- 多租户集群中的 Operator

2.4.5.11. 对 Operator 组进行故障排除

成员资格

- 安装计划的命名空间必须只包含一个 Operator 组。当尝试在命名空间中生成集群服务版本（CSV）时，安装计划会认为一个 Operator 组在以下情况下无效：
  - 安装计划的命名空间中没有 Operator 组。
  - 安装计划的命名空间中存在多个 Operator 组。
  - 在 Operator 组中指定不正确或不存在的服务帐户名称。

  如果安装计划遇到无效的 Operator 组，则不会生成 CSV，**InstallPlan** 资源将继续使用相关消息进行安装。例如，如果同一命名空间中存在多个 Operator 组，则会提供以下信息：

> attenuated service account query failed - more than one operator group(s) are managing this namespace count=2

其中 **count=** 指定命名空间中的 Operator 组数量。

- 如果 CSV 的安装模式不支持其命名空间中 Operator 组的目标命名空间选择，CSV 会转变为故障状态，原因为 **UnsupportedOperatorGroup**。处于故障状态的 CSV 会在 Operator 组的目标命名空间选择变为受支持的配置后转变为待处理，或者 CSV 的安装模式被修改来支持目标命名空间选择。

2.4.6. 多租户和 Operator 共处

本指南概述了 Operator Lifecycle Manager (OLM) 中的多租户和 Operator 共处。

2.4.6.1. 命名空间中的 Operator 共处

Operator Lifecycle Manager (OLM) 处理在同一命名空间中安装的 OLM 管理的 Operator，这意味着其 **Subscription** 资源与相关 Operator 位于同一个命名空间中。即使它们实际不相关，OLM 会在更新其中任何一个时考虑其状态，如它们的版本和更新策略。

这个默认行为清单可以通过两种方式：

- 待处理的更新的 **InstallPlan** 资源包括同一命名空间中的所有其他 Operator 的 **ClusterServiceVersion** (CSV) 资源。
- 同一命名空间中的所有 Operator 都共享相同的更新策略。例如，如果一个 Operator 设置为手动更新，则所有其他 Operator 更新策略也会设置为 manual。

这些场景可能会导致以下问题：

- 很难了解有关 Operator 更新安装计划的原因，因为它们中定义了除更新 Operator 以外的更多资源。
- 在命名空间更新中，无法自动更新一些 Operator，而其他 Operator 也无法手动更新，这对集群管理员来说很常见。

这些问题通常是使用 OpenShift Dedicated Web 控制台安装 Operator，默认行为会将支持 **All namespaces** 安装模式的 Operator 安装到默认的 **openshift-operators** 全局命名空间中。

作为具有 **dedicated-admin** 角色的管理员，您可以使用以下工作流手动绕过此默认行为：

1. 为安装 Operator 创建项目。
2. 创建自定义 *全局 Operator 组*，这是监视所有命名空间的 Operator 组。通过将此 Operator 组与您刚才创建的命名空间关联，从而使安装命名空间成为全局命名空间，从而使 Operator 在所有命名空间中都可用。
3. 在安装命名空间中安装所需的 Operator。

如果 Operator 具有依赖项，依赖项会在预先创建的命名空间中自动安装。因此，它对依赖项 Operator 有效，使其具有相同的更新策略和共享安装计划。具体步骤，请参阅"在自定义命名空间中安装全局 Operator"。

其他资源

- 在自定义命名空间中安装全局 Operator

- 多租户集群中的 Operator

2.4.7. Operator 条件

本指南概述了 Operator Lifecycle Manager（OLM）如何使用 Operator 条件。

2.4.7.1. 关于 Operator 条件

作为管理 Operator 生命周期的角色的一部分，Operator Lifecycle Manager（OLM）从定义 Operator 的 Kubernetes 资源状态中推断 Operator 状态。虽然此方法提供了一定程度的保证来确定 Operator 处于给定状态，但在有些情况下，Operator 可能需要直接向 OLM 提供信息，而这些信息不能被推断出来。这些信息可以被 OLM 使用来更好地管理 Operator 的生命周期。

OLM 提供了一个名为 **OperatorCondition** 的自定义资源定义（CRD），它允许 Operator 与 OLM 相互通信条件信息。当在一个 **OperatorCondition** 资源的 **Spec.Conditions** 数组中存在时，则代表存在一组会影响 OLM 管理 Operator 的支持条件。

注意

默认情况下，**OperatorCondition** 对象中没有 **Spec.Conditions** 数组，直到由用户添加或使用自定义 Operator 逻辑的结果为止。

2.4.7.2. 支持的条件

Operator Lifecycle Manager（OLM）支持以下 Operator 条件。

2.4.7.2.1. Upgradeable（可升级）条件

Upgradeable Operator 条件可防止现有集群服务版本（CSV）被 CSV 的新版本替换。这一条件在以下情况下很有用：

- Operator 即将启动关键进程，不应在进程完成前升级。
- Operator 正在执行一个自定义资源（CR）迁移，这个迁移必须在 Operator 准备进行升级前完成。

重要

将 **Upgradeable** Operator 条件设置为 **False** 值不会避免 pod 中断。如果需要确保 pod 没有中断，请参阅"使用 pod 中断预算来指定必须在线的 pod 数量，以及 "Additional resources" 部分的 "Graceful termination"。

Upgradeable Operator 条件

```
apiVersion: operators.coreos.com/v1
kind: OperatorCondition
metadata:
  name: my-operator
  namespace: operators
spec:
  conditions:
  - type: Upgradeable (1)
    status: "False" (2)
```

```
reason: "migration"
message: "The Operator is performing a migration."
lastTransitionTime: "2020-08-24T23:15:55Z"
```

1. 条件的名称。
2. **False** 值表示 Operator 未准备好升级。OLM 可防止替换 Operator 现有 CSV 的 CSV 离开 **Pending** 状态。**False** 值不会阻止集群升级。

2.4.7.3. 其他资源

- 管理 Operator 条件
- 启用 Operator 条件

2.4.8. Operator Lifecycle Manager 指标数据

2.4.8.1. 公开的指标

Operator Lifecycle Manager (OLM) 会公开某些 OLM 特定资源，供基于 Prometheus 的 OpenShift Dedicated 集群监控堆栈使用。

表 2.8. OLM 公开的指标

名称	描述
catalog_source_count	目录源数量。
catalogsource_ready	目录源的状态。值 **1** 表示目录源处于 **READY** 状态。**0** 表示目录源没有处于 **READY** 状态。
csv_abnormal	在协调集群服务版本（CSV）时，每当 CSV 版本处于 **Succeeded** 以外的任何状态时（如没有安装它时）就会存在。包括 **name**、**namespace**、**phase**、**reason** 和 **version** 标签。当存在此指标数据时会创建一个 Prometheus 警报。
csv_count	成功注册的 CSV 数量。
csv_succeeded	在协调 CSV 时，代表 CSV 版本处于 **Succeeded** 状态（值为 **1**）或没有处于这个状态（值为 **0**）。包含 **name**、**namespace** 和 **version** 标签。
csv_upgrade_count	CSV 升级的 Monotonic 计数。
install_plan_count	安装计划的数量。
installplan_warnings_total	由资源生成的警告数量（如已弃用资源）包含在安装计划中。

名称	描述
olm_resolution_duration_seconds	依赖项解析尝试的持续时间。
subscription_count	订阅数。
subscription_sync_total	订阅同步的单调计数。包括 **channel**、**installed** CSV 和订阅 **name** 标签。

2.4.9. Operator Lifecycle Manager 中的 Webhook 管理

Webhook 允许 Operator 作者在资源被保存到对象存储并由 Operator 控制器处理之前，拦截、修改、接受或拒绝资源。当 webhook 与 Operator 一同提供时，Operator Lifecycle Manager（OLM）可以管理这些 webhook 的生命周期。

如需有关 Operator 开发人员如何为其 Operator 定义 webhook，以及 OLM 上运行时的注意事项的详细信息，请参阅定义集群服务版本（CSV）。

2.4.9.1. 其他资源

- Kubernetes 文档：
  - 验证准入 webhook
  - 变异准入 webhook
  - webhook 转换

2.5. 了解 OPERATORHUB

2.5.1. 关于 OperatorHub

OperatorHub 是集群管理员用来发现和安装 Operator 的 OpenShift Dedicated 中的 Web 控制台界面。只需单击一次，即可从其非集群源拉取 Operator，并将其安装和订阅至集群中，为工程团队使用 Operator Lifecycle Manager (OLM) 在部署环境中自助管理产品做好准备。

集群管理员可从划分为以下类别的目录进行选择：

类别	描述
红帽 Operator	已由红帽打包并提供的红帽产品。受红帽支持。
经认证的 Operator	来自主要独立软件供应商 (ISV) 的产品。红帽与 ISV 合作打包并提供。受 ISV 支持。

类别	描述
Red Hat Marketplace	可通过 Red Hat Marketplace 购买认证的软件。
社区 Operator	由 redhat-openshift-ecosystem/community-operators-prod/operators GitHub 存储库中相关代表维护的可选可见软件。无官方支持。
自定义 Operator	您自行添加至集群的 Operator。如果您尚未添加任何自定义 Operator，则您的 OperatorHub 上 Web 控制台中便不会出现**自定义**类别。

OperatorHub 上的操作员被打包在 OLM 上运行。这包括一个称为集群服务版本（CSV）的 YAML 文件，其中包含安装和安全运行 Operator 所需的所有 CRD 、RBAC 规则、Deployment 和容器镜像。它还包含用户可见的信息，如功能描述和支持的 Kubernetes 版本。

Operator SDK 可以用来协助开发人员打包 Operators 以用于 OLM 和 OperatorHub。如果您有一个需要方便客户访问的商业应用程序，请使用红帽合作伙伴连接门户（connect.redhat.com）提供的认证工作流来包括这个应用程序。

2.5.2. OperatorHub 架构

OperatorHub UI 组件默认由 **openshift-marketplace** 命名空间中 OpenShift Dedicated 上的 Marketplace Operator 驱动。

2.5.2.1. OperatorHub 自定义资源

Marketplace Operator 管理名为 **cluster** 的 **OperatorHub** 自定义资源（CR），用于管理 OperatorHub 提供的默认 **CatalogSource** 对象。

2.5.3. 其他资源

- 目录源
- 关于 Operator SDK
- 定义集群服务版本（CSV）
- OLM 中的 Operator 安装和升级工作流
- Red Hat Partner Connect
- Red Hat Marketplace

2.6. 红帽提供的 OPERATOR 目录

红帽提供了一些默认包含在 OpenShift Dedicated 中的 Operator 目录。

重要

从 OpenShift Dedicated 4.11 开始，默认的红帽提供的 Operator 目录以基于文件的目录格式发布。通过以过时的 SQLite 数据库格式发布的 4.10，用于 OpenShift Dedicated 4.6 的默认红帽提供的 Operator 目录。

与 SQLite 数据库格式相关的 **opm** 子命令、标志和功能已被弃用，并将在以后的版本中删除。功能仍被支持，且必须用于使用已弃用的 SQLite 数据库格式的目录。

许多 **opm** 子命令和标志都用于 SQLite 数据库格式，如 **opm index prune**，它们无法使用基于文件的目录格式。有关使用基于文件的目录的更多信息，请参阅管理自定义目录和 Operator Framework 打包格式。

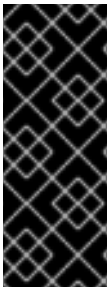
2.6.1. 关于 Operator 目录

Operator 目录是 Operator Lifecycle Manager（OLM）可以查询的元数据存储库，以在集群中发现和安装 Operator 及其依赖项。OLM 始终从目录的最新版本安装 Operator。

基于 Operator Bundle Format 的索引镜像是目录的容器化快照。这是一个不可变的工件，包含指向一组 Operator 清单内容的指针数据库。目录可以引用索引镜像来获取集群中 OLM 的内容。

随着目录的更新，Operator 的最新版本会发生变化，旧版本可能会被删除或修改。另外，当 OLM 在受限网络环境中的 OpenShift Dedicated 集群上运行时，它无法直接从互联网访问目录来拉取最新内容。

作为集群管理员，您可以根据红帽提供的目录或从头创建自己的自定义索引镜像，该镜像可用于提供集群中的目录内容。创建和更新您自己的索引镜像提供了一种方法来自定义集群上可用的一组 Operator，同时避免了上面提到的受限网络环境中的问题。



重要

Kubernetes 定期弃用后续版本中删除的某些 API。因此，从使用删除 API 的 Kubernetes 版本的 OpenShift Dedicated 版本开始，Operator 无法使用删除 API 的 API。

如果您的集群使用自定义目录，请参阅控制 Operator 与 OpenShift Dedicated 版本的兼容性，以了解更多有关 Operator 作者如何更新其项目的详细信息，以帮助避免工作负载问题并防止不兼容的升级。

注意

OpenShift Dedicated 4.8 及之后的版本中删除了对 Operator 的*传统软件包清单格式*的支持，包括使用传统格式的自定义目录。

在创建自定义目录镜像时，在以前的 OpenShift Dedicated 4 版本中需要使用 **oc adm catalog build** 命令，这个命令已在多个版本中被弃用，现在已被删除。从 OpenShift Dedicated 4.6 开始，红帽提供的索引镜像可用后,目录构建器必须使用 **opm index** 命令来管理索引镜像。

其他资源

- 管理自定义目录
- 打包格式

2.6.2. 关于红帽提供的 Operator 目录

在 **openshift-marketplace** 命名空间中默认安装红帽提供的目录源，从而使目录在所有命名空间中都可用。

以下 Operator 目录由红帽发布：

目录	索引镜像	描述
redhat-operators	**registry.redhat.io/redhat/redhat-operator-index:v4**	已由红帽打包并提供的红帽产品。受红帽支持。
certified-operators	**registry.redhat.io/redhat/certified-operator-index:v4**	来自主要独立软件供应商 (ISV) 的产品。红帽与 ISV 合作打包并提供。受 ISV 支持。
redhat-marketplace	**registry.redhat.io/redhat/redhat-marketplace-index:v4**	可通过 Red Hat Marketplace 购买认证的软件。
community-operators	**registry.redhat.io/redhat/community-operator-index:v4**	由 redhat-openshift-ecosystem/community-operators-prod/operators GitHub 仓库中相关代表维护的软件。无官方支持。

在集群升级过程中，默认红帽提供的目录源的索引镜像标签由 Cluster Version Operator (CVO) 自动更新，以便 Operator Lifecycle Manager (OLM) 拉取目录的更新版本。例如，在从 OpenShift Dedicated 4.8 升级到 4.9 过程中，**redhat-operators** 目录的 **CatalogSource** 对象中的 **spec.image** 字段被更新：

```
registry.redhat.io/redhat/redhat-operator-index:v4.8
```

改为：

```
registry.redhat.io/redhat/redhat-operator-index:v4.9
```

2.7. 多租户集群中的 OPERATOR

Operator Lifecycle Manager (OLM) 的默认行为旨在简化 Operator 的安装过程。但是，此行为可能会缺少灵活性，特别是在多租户集群中。为了让 OpenShift Dedicated 集群上的多个租户使用 Operator，OLM 的默认行为要求管理员以 **All namespaces** 模式安装 Operator，这可能被视为违反最小特权的原则。

请考虑以下场景，以确定哪个 Operator 安装工作流最适合您的环境和要求。

其他资源

- 常见术语：多租户（Multitenant）
- 多租户 Operator 管理的限制

2.7.1. 默认 Operator 安装模式和行为

当以管理员身份使用 Web 控制台安装 Operator 时，通常会根据 Operator 的功能，对安装模式有两个选择：

单个命名空间

在所选命名空间中安装 Operator，并发出 Operator 请求在该命名空间中提供的所有权限。

所有命名空间

将 Operator 安装至默认**openshift-operators** 命名空间，以便供集群中的所有命名空间监视和使用。进行所有命名空间中 Operator 请求的所有权限。在某些情况下，Operator 作者可以定义元数据，为用户授予该 Operator 建议的命名空间的第二个选项。

此选择还意味着受影响命名空间中的用户可以访问 Operator API，该 API 可以利用他们拥有的自定义资源 (CR)，具体取决于命名空间中的角色：

- **namespace-admin** 和 **namespace-edit** 角色可以对 Operator API 进行读/写，这意味着他们可以使用它们。
- **namespace-view** 角色可以读取该 Operator 的 CR 对象。

对于 **Single namespace** 模式，因为 Operator 本身安装在所选命名空间中，所以其 pod 和服务帐户也位于那里。对于 **All namespaces** 模式，Operator 的权限会自动提升到集群角色，这意味着 Operator 在所有命名空间中都有这些权限。

其他资源

- 在集群中添加 Operator
- 安装模式类型
- 设置建议的命名空间

2.7.2. 多租户集群的建议解决方案

虽然 **Multinamespace** 安装模式存在，但只有少数 Operator 支持它。作为标准 **All namespaces** 和 **Single namespace** 安装模式之间的中间解决方案，您可以使用以下工作流安装同一 Operator 的多个实例，每个租户一个实例：

1. 为租户 Operator 创建命名空间，与租户的命名空间分开。您可以通过创建项目来完成此操作。
2. 为租户 Operator 创建 Operator 组，范围仅限于租户的命名空间。
3. 在租户 Operator 命名空间中安装 Operator。

因此，Operator 驻留在租户 Operator 命名空间中，并监视租户命名空间，但 Operator 的 pod 及其服务帐户都无法被租户可见或可用。

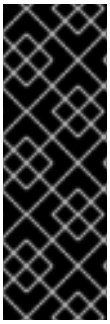
此解决方案以资源使用量成本提供更好的租户分离，以及确保满足约束的额外编配功能。如需详细步骤，请参阅"为多租户集群准备 Operator 的多个实例"。

限制和注意事项

只有在满足以下限制时，这个解决方案才可以正常工作：

- 同一 Operator 的所有实例都必须是相同的版本。

- Operator 无法依赖于其他 Operator。
- Operator 无法提供 CRD 转换 Webhook。



重要

您不能在同一集群中使用相同的 Operator 的不同版本。最后，当 Operator 的安装满足以下条件时，会阻断另一个 Operator 实例：

- 实例不是 Operator 的最新版本。
- 该实例提供了一个较老的 CRD 修订，它缺少新修订版本已在集群中使用的信息或版本。

其他资源

- 为多租户集群准备多个 Operator 实例

2.7.3. Operator 共处和 Operator 组

Operator Lifecycle Manager (OLM) 处理在同一命名空间中安装的 OLM 管理的 Operator，这意味着其 **Subscription** 资源与相关 Operator 位于同一个命名空间中。即使它们实际不相关，OLM 会在更新其中任何一个时考虑其状态，如它们的版本和更新策略。

如需有关 Operator 共处和使用 Operator 组的更多信息，请参阅 Operator Lifecycle Manager (OLM)→ Multitenancy 和 Operator colocation。

2.8. CRD

2.8.1. 管理自定义资源定义中的资源

本指南向开发人员介绍了如何管理来自自定义资源定义 (CRD) 的自定义资源 (CR)。

2.8.1.1. 自定义资源定义

在 Kubernetes API 中，*resource（资源）*是存储某一类 API 对象集的端点。例如，内置 **Pod** 资源包含一组 **Pod** 对象。

自定义资源定义（CRD）对象在集群中定义一个新的、唯一的对象类型，称为 *kind*，并允许 Kubernetes API 服务器处理其整个生命周期。

自定义资源 (CR) 对象由集群管理员通过集群中已添加的 CRD 创建，并支持所有集群用户在项目中增加新的资源类型。

Operator 会通过将 CRD 与任何所需 RBAC 策略和其他软件特定逻辑打包到一起来利用 CRD。

2.8.1.2. 通过文件创建自定义资源

将自定义资源定义 (CRD) 添加至集群后，可使用 CLI 按照自定义资源 (CR) 规范通过文件创建 CR。

流程

1. 为 CR 创建 YAML 文件。在下面的定义示例中，**cronSpec** 和 **image** 自定义字段在 **Kind: CronTab** 的 CR 中设定。**Kind** 来自 CRD 对象的 **spec.kind** 字段：

CR 的 YAML 文件示例

```
apiVersion: "stable.example.com/v1" 1
kind: CronTab 2
metadata:
  name: my-new-cron-object 3
  finalizers: 4
  - finalizer.stable.example.com
spec: 5
  cronSpec: "* * * * /5"
  image: my-awesome-cron-image
```

1. 指定 CRD 中的组名称和 API 版本（名称/版本）。
2. 指定 CRD 中的类型。
3. 指定对象的名称。
4. 指定对象的结束程序（如有）。结束程序可让控制器实现在删除对象之前必须完成的条件。
5. 指定特定于对象类型的条件。

2. 创建完文件后，再创建对象：

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

2.8.1.3. 检查自定义资源

您可使用 CLI 检查集群中存在的自定义资源 (CR) 对象。

先决条件

- 您有权访问的命名空间中已存在 CR 对象。

流程

1. 要获取特定类型的 CR 的信息，请运行：

```
$ oc get <kind>
```

例如：

```
$ oc get crontab
```

输出示例

```
NAME                 KIND
my-new-cron-object   CronTab.v1.stable.example.com
```

资源名称不区分大小写，您既可使用 CRD 中定义的单数或复数形式，也可使用简称。例如：

```
$ oc get crontabs
```

```
$ oc get crontab
```

```
$ oc get ct
```

2. 还可查看 CR 的原始 YAML 数据：

```
$ oc get <kind> -o yaml
```

例如：

```
$ oc get ct -o yaml
```

输出示例

```
apiVersion: v1
items:
- apiVersion: stable.example.com/v1
  kind: CronTab
  metadata:
    clusterName: ""
    creationTimestamp: 2017-05-31T12:56:35Z
    deletionGracePeriodSeconds: null
    deletionTimestamp: null
    name: my-new-cron-object
    namespace: default
    resourceVersion: "285"
    selfLink: /apis/stable.example.com/v1/namespaces/default/crontabs/my-new-cron-object
    uid: 9423255b-4600-11e7-af6a-28d2447dc82b
  spec:
    cronSpec: '* * * * /5' 1
    image: my-awesome-cron-image 2
```

1 2 显示用于创建对象的 YAML 的自定义数据。

第 3 章 用户任务

3.1. 从已安装的 OPERATOR 创建应用程序

本指南指导开发人员使用 OpenShift Dedicated Web 控制台从已安装的 Operator 创建应用程序示例。

3.1.1. 使用 Operator 创建 etcd 集群

本流程介绍了如何通过由 Operator Lifecycle Manager (OLM) 管理的 etcd Operator 来新建一个 etcd 集群。

先决条件

- 访问 OpenShift Dedicated 集群。
- 管理员已在集群范围内安装了 etcd Operator。

流程

1. 针对此流程在 OpenShift Dedicated Web 控制台中新建一个项目。这个示例使用名为 **my-etcd** 的项目。
2. 导航至 **Operators → Installed Operators** 页面。由 dedicated-admin 安装到集群且可供使用的 Operator 将以集群服务版本（CSV）列表形式显示在此处。CSV 用于启动和管理由 Operator 提供的软件。

   提示

   使用以下命令从 CLI 获得该列表：

   ```
   $ oc get csv
   ```

3. 在 **Installed Operators** 页面中，点 etcd Operator 查看更多详情和可用操作。
   正如 **Provided API** 下所示，该 Operator 提供了三类新资源，包括一种用于 **etcd Cluster** 的资源（**EtcdCluster** 资源）。这些对象的工作方式与内置的原生 Kubernetes 对象（如 **Deployment** 或 **ReplicaSet**）相似，但包含特定于管理 etcd 的逻辑。
4. 新建 etcd 集群：
   a. 在 **etcd Cluster** API 框中，点 **Create instance**。
   b. 在下一页中，您可对 **EtcdCluster** 对象的最小起始模板进行任何修改，比如集群大小。现在，点击 **Create** 即可完成。点击后即可触发 Operator 启动 pod、服务和新 etcd 集群的其他组件。
5. 点 **example** etcd 集群，然后点 **Resources** 选项卡，您可以看到项目现在包含很多由 Operator 自动创建和配置的资源。
   验证已创建了支持您从项目中的其他 pod 访问数据库的 Kubernetes 服务。
6. 给定项目中具有 **edit** 角色的所有用户均可创建、管理和删除应用程序实例（本例中为 etcd 集群），这些实例由已在项目中创建的 Operator 以自助方式管理，就像云服务一样。如果要赋予其他用户这一权利，项目管理员可使用以下命令添加角色：

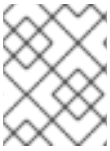
```
$ oc policy add-role-to-user edit <user> -n <target_project>
```

现在您有了一个 etcd 集群，当 pod 运行不畅，或在集群中的节点之间迁移时，该集群将对故障做出反应并重新平衡数据。最重要的是，具有适当访问权限的 dedicated-admin 或开发人员现在可轻松将该数据库用于其应用程序。

第 4 章 管理员任务

4.1. 在集群中添加 OPERATOR

使用 Operator Lifecycle Manager (OLM)，具有 **dedicated-admin** 角色的管理员可以将基于 OLM 的 Operator 安装到 OpenShift Dedicated 集群。



注意

如需有关 OLM 如何处理在同一命名空间中并置安装的 Operator 的更新，以及使用自定义全局 Operator 组安装 Operator 的替代方法，请参阅多租户和 Operator 共处。

4.1.1. 关于使用 OperatorHub 安装 Operator

OperatorHub 是一个发现 Operator 的用户界面，它与 Operator Lifecycle Manager（OLM）一起工作，后者在集群中安装和管理 Operator。

作为 **dedicated-admin**，您可以使用 OpenShift Dedicated Web 控制台或 CLI 安装来自 OperatorHub 的 Operator。将 Operator 订阅到一个或多个命名空间，供集群上的开发人员使用。

安装过程中，您必须为 Operator 确定以下初始设置：

安装模式

选择 **All namespaces on the cluster (default)**将 Operator 安装至所有命名空间；或选择单个命名空间（如果可用），仅在选定命名空间中安装 Operator。本例选择 **All namespaces...** 使 Operator 可供所有用户和项目使用。

更新频道

如果某个 Operator 可通过多个频道获得，则可任选您想要订阅的频道。例如，要通过 **stable** 频道部署（如果可用），则从列表中选择这个选项。

批准策略

您可以选择自动或者手动更新。
如果选择自动更新某个已安装的 Operator，则当所选频道中有该 Operator 的新版本时，Operator Lifecycle Manager（OLM）将自动升级 Operator 的运行实例，而无需人为干预。

如果选择手动更新，则当有新版 Operator 可用时，OLM 会创建更新请求。作为 **dedicated-admin**，您必须手动批准该更新请求，才能将 Operator 更新至新版本。

其他资源

- 了解 OperatorHub

4.1.2. 使用 Web 控制台从 OperatorHub 安装

您可以使用 OpenShift Dedicated Web 控制台从 OperatorHub 安装并订阅 Operator。

先决条件

- 使用具有 **dedicated-admin** 角色的帐户访问 OpenShift Dedicated 集群。

流程

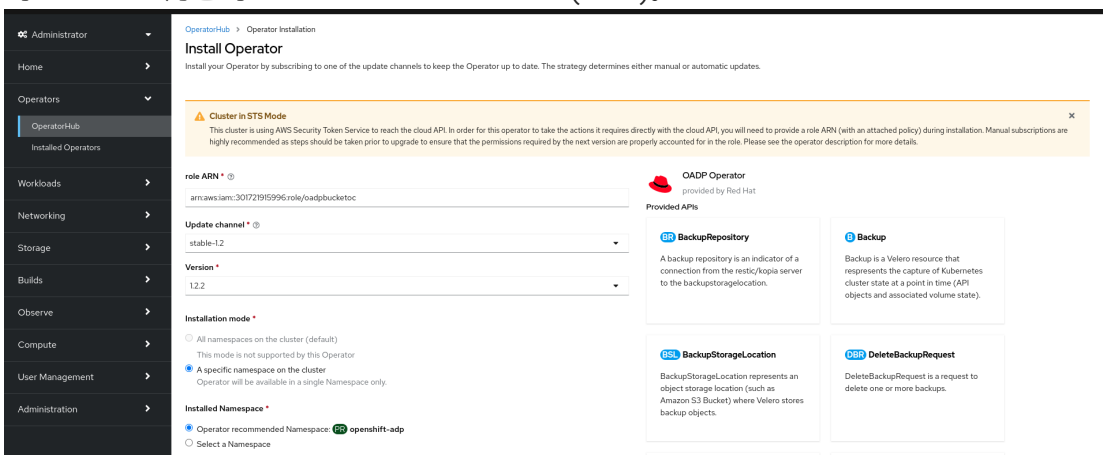
1. 在 Web 控制台中导航至 **Operators → OperatorHub** 页面。
2. 找到您需要的 Operator（滚动页面会在 **Filter by keyword** 框中输入查找关键字）。例如，输入 **advanced** 来查找 Advanced Cluster Management for Kubernetes Operator。
   您还可以根据**基础架构功能**过滤选项。例如，如果您希望 Operator 在断开连接的环境中工作，请选择 **Disconnected**。
3. 选择要显示更多信息的 Operator。

注意

选择 Community Operator 会警告红帽没有认证社区 Operator；您必须确认该警告方可继续。

4. 阅读 Operator 信息并单击 **Install**。
5. 在 **Install Operator** 页面中：
   a. 任选以下一项：
      - **All namespaces on the cluster (default)** 选择该项会将 Operator 安装至默认 **openshift-operators** 命名空间，以便供集群中的所有命名空间监视和使用。该选项并非始终可用。
      - **A specific namespace on the cluster**，该项支持您选择单一特定命名空间来安装 Operator。该 Operator 仅限在该单一命名空间中监视和使用。

   b. 对于启用了令牌身份验证的云供应商上的集群：
      - 如果集群使用 AWS STS (Web 控制台中的**STS 模式**)，在 **role ARN** 字段中输入服务帐户的 AWS IAM 角色的 Amazon Resource Name (ARN)。

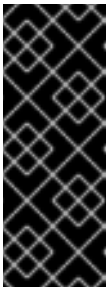


要创建角色的 ARN，请按照 准备 AWS 帐户 中所述的步骤进行操作。

      - 如果集群使用 Microsoft Entra Workload ID (Web 控制台中的**Workload Identity / Federated Identity Mode**)，请在适当的项中添加客户端 ID、租户 ID 和订阅 ID。

   c. 如果有多个更新频道可用，请选择一个 **更新频道**。

   d. 如前面所述，选择**自动**或**手动**批准策略。



重要

如果 web 控制台显示集群使用 AWS STS 或 Microsoft Entra Workload ID，您必须将 **Update approval** 设置为 **Manual**。

不建议使用具有自动更新批准的订阅，因为更新前可能会有权限更改。使用手动批准的订阅可确保管理员有机会验证更新版本的权限，并在更新前采取必要的操作。

6. 点 **Install** 使 Operator 可供此 OpenShift Dedicated 集群上的所选命名空间使用。

   a. 如果选择了**手动**批准策略，订阅的升级状态将保持在 **Upgrading** 状态，直至您审核并批准安装计划。
   在 **Install Plan** 页面批准后，订阅的升级状态将变为 **Up to date**。

   b. 如果选择了 **Automatic** 批准策略，升级状态会在不用人工参与的情况下变为 **Up to date**。

7. 在订阅的升级状态成为 **Up to date** 后，选择 **Operators → Installed Operators** 来验证已安装 Operator 的 ClusterServiceVersion（CSV）是否最终出现了。**状态**最终会在相关命名空间中变为 **InstallSucceeded**。

注意

对于 **All namespaces...** 安装模式，状态在 **openshift-operators** 命名空间中解析为 **InstallSucceeded**，但如果检查其他命名空间，则状态为 **Copied**。

如果没有：

a. 检查 **openshift-operators** 项目（如果选择了 **A specific namespace...** 安装模式）中的 openshift-operators 项目中的 pod 的日志，这会在 **Workloads → Pods** 页面中报告问题以便进一步排除故障。

4.1.3. 使用 CLI 从 OperatorHub 安装

您可以使用 CLI 从 OperatorHub 安装 Operator，而不必使用 OpenShift Dedicated Web 控制台。使用 **oc** 命令来创建或更新一个**订阅**对象。

先决条件

- 使用具有 **dedicated-admin** 角色的帐户访问 OpenShift Dedicated 集群。
- 已安装 OpenShift CLI(**oc**)。

流程

1. 查看 OperatorHub 中集群可用的 Operator 列表：

```
$ oc get packagemanifests -n openshift-marketplace
```

输出示例

```
NAME                              CATALOG               AGE
3scale-operator                   Red Hat Operators     91m
advanced-cluster-management       Red Hat Operators     91m
```

```
amq7-cert-manager                 Red Hat Operators     91m
...
couchbase-enterprise-certified    Certified Operators   91m
crunchy-postgres-operator         Certified Operators   91m
mongodb-enterprise                Certified Operators   91m
...
etcd                              Community Operators   91m
jaeger                            Community Operators   91m
kubefed                           Community Operators   91m
...
```

记录下所需 Operator 的目录。

2. 检查所需 Operator，以验证其支持的安装模式和可用频道：

```
$ oc describe packagemanifests <operator_name> -n openshift-marketplace
```

3. 一个 Operator 组（由 **OperatorGroup** 对象定义），在其中选择目标命名空间，在其中为与 Operator 组相同的命名空间中的所有 Operator 生成所需的 RBAC 访问权限。
订阅 Operator 的命名空间必须具有与 Operator 的安装模式相匹配的 Operator 组，可采用 **AllNamespaces** 模式，也可采用 **SingleNamespace** 模式。如果要安装的 Operator 使用 **AllNamespaces** 模式，**openshift-operators** 命名空间已有适当的 **global-operators** Operator 组。

   如果要安装的 Operator 采用 **SingleNamespace** 模式，而您没有适当的 Operator 组，则必须创建一个。

注意

- 在选择 **SingleNamespace** 模式时，该流程的 Web 控制台版本会在后台自动为您处理 **OperatorGroup** 和 **Subscription** 对象的创建。
- 每个命名空间只能有一个 Operator 组。如需更多信息，请参阅"Operator 组"。

   a. 创建 **OperatorGroup** 对象 YAML 文件，如 **operatorgroup.yaml**：

   OperatorGroup 对象示例

```
apiVersion: operators.coreos.com/v1
kind: OperatorGroup
metadata:
  name: <operatorgroup_name>
  namespace: <namespace>
spec:
  targetNamespaces:
  - <namespace>
```

   b. 创建 **OperatorGroup** 对象：

```
$ oc apply -f operatorgroup.yaml
```

4. 创建一个 **Subscription** 对象 YAML 文件，以便为 Operator 订阅一个命名空间，如 **sub.yaml**：

Subscription 对象示例

```
apiVersion: operators.coreos.com/v1alpha1
kind: Subscription
metadata:
  name: <subscription_name>
  namespace: openshift-operators (1)
spec:
  channel: <channel_name> (2)
  name: <operator_name> (3)
  source: redhat-operators (4)
  sourceNamespace: openshift-marketplace (5)
  config:
    env: (6)
    - name: ARGS
      value: "-v=10"
    envFrom: (7)
    - secretRef:
        name: license-secret
    volumes: (8)
    - name: <volume_name>
      configMap:
        name: <configmap_name>
    volumeMounts: (9)
    - mountPath: <directory_name>
      name: <volume_name>
    tolerations: (10)
    - operator: "Exists"
    resources: (11)
      requests:
        memory: "64Mi"
        cpu: "250m"
      limits:
        memory: "128Mi"
        cpu: "500m"
    nodeSelector: (12)
      foo: bar
```

(1) 对于默认的 **AllNamespaces** 安装模式用法，请指定 **openshift-operators** 命名空间。另外，如果创建了自定义全局命名空间，您可以指定一个自定义全局命名空间。否则，为 **SingleNamespace** 安装模式使用指定相关单一命名空间。

(2) 要订阅的频道的名称。

(3) 要订阅的 Operator 的名称。

(4) 提供 Operator 的目录源的名称。

(5) 目录源的命名空间。将 **openshift-marketplace** 用于默认的 OperatorHub 目录源。

(6) **env** 参数定义必须存在于由 OLM 创建的 pod 中所有容器中的环境变量列表。

(7) **envFrom** 参数定义要在容器中填充环境变量的源列表。

8. **volumes** 参数定义 OLM 创建的 pod 上必须存在的卷列表。
9. **volumeMounts** 参数定义由 OLM 创建的 pod 中必须存在的卷挂载列表。如果 **volumeMount** 引用不存在的 **卷**，OLM 无法部署 Operator。
10. **tolerations** 参数为 OLM 创建的 pod 定义 Tolerations 列表。
11. **resources** 参数为 OLM 创建的 pod 中所有容器定义资源限制。
12. **nodeSelector** 参数为 OLM 创建的 pod 定义 **NodeSelector**。

5. 对于启用了令牌身份验证的云供应商上的集群：

   a. 确保 **Subscription** 对象被设置为手动更新批准：

```
kind: Subscription
# ...
spec:
  installPlanApproval: Manual (1)
```

   1. 不建议使用具有自动更新批准的订阅，因为更新前可能会有权限更改。使用手动批准的订阅可确保管理员有机会验证更新版本的权限，并在更新前采取必要的操作。

   b. 在 **Subscription** 对象的 **config** 部分包括相关的云供应商相关字段：

   - 如果集群处于 AWS STS 模式，请包含以下字段：

```
kind: Subscription
# ...
spec:
  config:
    env:
    - name: ROLEARN
      value: "<role_arn>" (1)
```

     1. 包含角色 ARN 详情。

   - 如果集群处于 Microsoft Entra Workload ID 模式，请包括以下字段：

```
kind: Subscription
# ...
spec:
 config:
   env:
   - name: CLIENTID
     value: "<client_id>" (1)
   - name: TENANTID
     value: "<tenant_id>" (2)
   - name: SUBSCRIPTIONID
     value: "<subscription_id>" (3)
```

     1. 包含客户端 ID。

2. 包含租户 ID。
3. 包括订阅 ID。

6. 创建 **Subscription** 对象：

```
$ oc apply -f sub.yaml
```

此时，OLM 已了解所选的 Operator。Operator 的集群服务版本（CSV）应出现在目标命名空间中，由 Operator 提供的 API 应可用于创建。

其他资源

- 关于 Operator 组

4.1.4. 安装 Operator 的特定版本

您可以通过在 **Subscription** 对象中设置集群服务版本（CSV）来安装 Operator 的特定版本。

先决条件

- 使用具有 **dedicated-admin** 角色的帐户访问 OpenShift Dedicated 集群。
- 已安装 OpenShift CLI(**oc**)。

流程

1. 运行以下命令，查找您要安装的 Operator 的可用版本和频道：

命令语法

```
$ oc describe packagemanifests <operator_name> -n <catalog_namespace>
```

例如，以下命令从 OperatorHub 打印 Red Hat Quay Operator 可用频道和版本：

示例命令

```
$ oc describe packagemanifests quay-operator -n openshift-marketplace
```

例 4.1. 输出示例

```
Name:         quay-operator
Namespace:    operator-marketplace
Labels:       catalog=redhat-operators
              catalog-namespace=openshift-marketplace
              hypershift.openshift.io/managed=true
              operatorframework.io/arch.amd64=supported
              operatorframework.io/os.linux=supported
              provider=Red Hat
              provider-url=
Annotations:  <none>
API Version:  packages.operators.coreos.com/v1
```

```
Kind:         PackageManifest
...
    Current CSV:  quay-operator.v3.7.11
...
    Entries:
      Name:       quay-operator.v3.7.11
      Version:    3.7.11
      Name:       quay-operator.v3.7.10
      Version:    3.7.10
      Name:       quay-operator.v3.7.9
      Version:    3.7.9
      Name:       quay-operator.v3.7.8
      Version:    3.7.8
      Name:       quay-operator.v3.7.7
      Version:    3.7.7
      Name:       quay-operator.v3.7.6
      Version:    3.7.6
      Name:       quay-operator.v3.7.5
      Version:    3.7.5
      Name:       quay-operator.v3.7.4
      Version:    3.7.4
      Name:       quay-operator.v3.7.3
      Version:    3.7.3
      Name:       quay-operator.v3.7.2
      Version:    3.7.2
      Name:       quay-operator.v3.7.1
      Version:    3.7.1
      Name:       quay-operator.v3.7.0
      Version:    3.7.0
    Name:         stable-3.7
...
    Current CSV:  quay-operator.v3.8.5
...
    Entries:
      Name:       quay-operator.v3.8.5
      Version:    3.8.5
      Name:       quay-operator.v3.8.4
      Version:    3.8.4
      Name:       quay-operator.v3.8.3
      Version:    3.8.3
      Name:       quay-operator.v3.8.2
      Version:    3.8.2
      Name:       quay-operator.v3.8.1
      Version:    3.8.1
      Name:       quay-operator.v3.8.0
      Version:    3.8.0
    Name:         stable-3.8
  Default Channel:  stable-3.8
  Package Name:     quay-operator
```

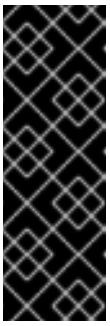
提示

您可以运行以下命令来以 YAML 格式输出 Operator 的版本和频道信息：

```
$ oc get packagemanifests <operator_name> -n <catalog_namespace> -o yaml
```

- 如果在命名空间中安装多个目录，请运行以下命令从特定目录中查找 Operator 的可用版本和频道：

```
$ oc get packagemanifest \
  --selector=catalog=<catalogsource_name> \
  --field-selector metadata.name=<operator_name> \
  -n <catalog_namespace> -o yaml
```



重要

如果没有指定 Operator 的目录，运行 **oc get packagemanifest** 和 **oc describe packagemanifest** 命令可能会在满足以下条件时从一个意料外的目录中返回一个软件包：

- 在同一命名空间中安装多个目录。
- 目录包含具有相同名称的相同 Operator 或 Operator。

2. 由 **OperatorGroup** 对象定义的 Operator 组选择目标命名空间，在其中为与 Operator 组相同的命名空间中的所有 Operator 生成所需的基于角色的访问控制 (RBAC) 访问权限。
订阅 Operator 的命名空间必须具有与 Operator 的安装模式相匹配的 Operator 组，可采用 **AllNamespaces** 模式，也可采用 **SingleNamespace** 模式。如果您要使用 **AllNamespaces** 模式安装的 Operator，则 **openshift-operators** 命名空间已有适当的 Operator 组。

   如果要安装的 Operator 采用 **SingleNamespace** 模式，而您没有适当的 Operator 组，则必须创建一个：

   a. 创建 **OperatorGroup** 对象 YAML 文件，如 **operatorgroup.yaml**：

      OperatorGroup 对象示例

```
apiVersion: operators.coreos.com/v1
kind: OperatorGroup
metadata:
  name: <operatorgroup_name>
  namespace: <namespace>
spec:
  targetNamespaces:
  - <namespace>
```

   b. 创建 **OperatorGroup** 对象：

```
$ oc apply -f operatorgroup.yaml
```

3. 通过设置 **startingCSV** 字段，创建一个 **Subscription** 对象 YAML 文件，向带有特定版本的 Operator 订阅一个命名空间。将 **installPlanApproval** 字段设置为 **Manual**，以便在目录中存在更新的版本时防止 Operator 自动升级。

例如，可以使用以下 **sub.yaml** 文件安装 Red Hat Quay Operator，专门用于版本 3.7.10：

带有特定起始 Operator 版本的订阅

```
apiVersion: operators.coreos.com/v1alpha1
kind: Subscription
metadata:
  name: quay-operator
  namespace: quay
spec:
  channel: stable-3.7
  installPlanApproval: Manual (1)
  name: quay-operator
  source: redhat-operators
  sourceNamespace: openshift-marketplace
  startingCSV: quay-operator.v3.7.10 (2)
```

(1) 如果您指定的版本会被目录中的更新版本取代，则将批准策略设置为 **Manual**。此计划阻止自动升级到更新的版本，且需要在启动 CSV 可以完成安装前手动批准。

(2) 设置 Operator CSV 的特定版本。

4. 创建 **Subscription** 对象：

```
$ oc apply -f sub.yaml
```

5. 手动批准待处理的安装计划以完成 Operator 安装。

其他资源

- 手动批准待处理的 Operator 更新
- 在自定义命名空间中安装全局 Operator

4.1.5. 在 web 控制台中安装 Operator 的特定版本

您可以使用 Web 控制台中的 OperatorHub 安装 Operator 的特定版本。您可以在其可能具有的任何频道中浏览 Operator 的各种版本，查看该频道和版本的元数据，然后选择您要安装的确切版本。

先决条件

- 您必须具有管理员特权。

流程

1. 在 Web 控制台中，点 **Operators → OperatorHub**。
2. 选择您要安装的 Operator。
3. 在所选的 Operator 中，您可以从列表中选择一个 **Channel** 和 **Version**。

注意

版本选择默认为所选频道的最新版本。如果选择了该频道的最新版本，则默认启用自动批准策略。如果没有为所选频道安装最新版本，则需要手动批准。

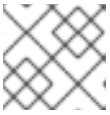
手动批准适用于命名空间中安装的所有 Operator。

使用手动批准安装 Operator 会导致命名空间中安装的所有 Operator 并使用 Manual 批准策略和所有 Operator 一起更新。将 Operator 安装到单独的命名空间中，以独立更新。

4. 点 **Install**

验证

- 安装 Operator 时，元数据会指示安装了哪个频道和版本。



注意

频道和版本下拉菜单仍可查看此目录上下文中的其他版本元数据。

4.1.6. 为多租户集群准备多个 Operator 实例

作为具有 **dedicated-admin** 角色的管理员，您可以添加多个 Operator 实例以用于多租户集群。这是使用标准 **All namespaces** 安装模式的替代解决方案，可被视为违反最小特权的原则，或 **Multinamespace** 模式（没有被广泛采用）。如需更多信息，请参阅"多租户集群中的Operator"。

在以下步骤中，*租户* 是为一组部署的工作负载共享通用访问和特权的用户或组。*租户 Operator* 是 Operator 实例，仅用于由该租户使用。

先决条件

- 您可以使用具有 **dedicated-admin** 角色的用户访问集群。
- 您要安装的 Operator 的所有实例都必须在给定集群中相同。

重要

有关这个限制和其他限制的更多信息，请参阅"多租户集群中的Operator"。

流程

1. 在安装 Operator 前，为租户 Operator 创建一个命名空间，该 Operator 与租户的命名空间分开。您可以通过创建项目来完成此操作。例如，如果租户的命名空间是 **team1**，您可以创建一个 **team1-operator** 项目：

```
$ oc new-project team1-operator
```

2. 为租户 Operator 创建 Operator 组，范围到租户的命名空间，只有 **spec.targetNamespaces** 列表中有一个命名空间条目：

   a. 定义 **OperatorGroup** 资源并保存 YAML 文件，如 **team1-operatorgroup.yaml** ：

```
apiVersion: operators.coreos.com/v1
```

```
kind: OperatorGroup
metadata:
  name: team1-operatorgroup
  namespace: team1-operator
spec:
  targetNamespaces:
  - team1 1
```

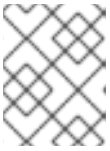
1 仅在 **spec.targetNamespaces** 列表中定义租户的命名空间。

b. 运行以下命令来创建 Operator 组：

```
$ oc create -f team1-operatorgroup.yaml
```

后续步骤

- 在租户 Operator 命名空间中安装 Operator。通过在 Web 控制台中使用 OperatorHub 而不是 CLI，可以更轻松地执行此任务；请参阅 使用 Web 控制台从 OperatorHub 安装。



注意

完成 Operator 安装后，Operator 驻留在租户 Operator 命名空间中，并监视租户命名空间，但 Operator 的 pod 及其服务帐户都无法被租户可见或可用。

其他资源

- 多租户集群中的 Operator

4.1.7. 在自定义命名空间中安装全局 Operator

当使用 OpenShift Dedicated Web 控制台安装 Operator 时，默认行为会将支持 **All namespaces** 安装模式的 Operator 安装到默认的 **openshift-operators** 全局命名空间中。这可能导致与命名空间中所有 Operator 共享安装计划和更新策略相关的问题。有关这些限制的详情，请参阅 "Multitenancy 和 Operator colocation"。

作为具有 **dedicated-admin** 角色的管理员，您可以通过创建自定义全局命名空间并使用该命名空间安装单个或范围 Operator 及其依赖项来手动绕过此默认行为。

先决条件

- 您可以使用具有 **dedicated-admin** 角色的用户访问集群。

流程

1. 在安装 Operator 前，为所需 Operator 安装创建一个命名空间。您可以通过创建项目来完成此操作。此项目的命名空间将成为自定义全局命名空间：

```
$ oc new-project global-operators
```

2. 创建自定义 *全局 Operator 组*，这是监视所有命名空间的 Operator 组：

a. 定义 **OperatorGroup** 资源并保存 YAML 文件，如 **global-operatorgroup.yaml**。省略 **spec.selector** 和 **spec.targetNamespaces** 字段，使其成为一个 *全局 Operator 组*，该组选择所有命名空间：

```
apiVersion: operators.coreos.com/v1
kind: OperatorGroup
metadata:
  name: global-operatorgroup
  namespace: global-operators
```

注意

创建的全局 OperatorGroup 的 **status.namespace** 包含空字符串 (**""**)，而该字符串会向正在使用的 Operator 发出信号，要求其监视所有命名空间。

b. 运行以下命令来创建 Operator 组：

```
$ oc create -f global-operatorgroup.yaml
```

后续步骤

- 在自定义全局命名空间中安装所需的 Operator。因为 Web 控制台没有在 Operator 安装过程中使用自定义全局命名空间填充 **Installed Namespace** 菜单，所以此任务只能使用 OpenShift CLI (**oc**) 执行。具体步骤请参阅使用 CLI 从 OperatorHub 安装。

注意

启动 Operator 安装时，如果 Operator 有依赖项，依赖项也会自动安装到自定义全局命名空间中。因此，它对依赖项 Operator 有效，使其具有相同的更新策略和共享安装计划。

其他资源

- 多租户和 Operator 共处

4.1.8. Operator 工作负载的 Pod 放置

默认情况下，Operator Lifecycle Manager（OLM）在安装 Operator 或部署 Operand 工作负载时，会将 pod 放置到任意 worker 节点上。作为管理员，您可以使用节点选择器、污点和容限组合使用项目来控制将 Operator 和 Operands 放置到特定节点。

控制 Operator 和 Operand 工作负载的 pod 放置有以下先决条件：

1. 根据您的要求，确定 pod 的目标节点或一组节点。如果可用，请注意现有标签，如 **node-role.kubernetes.io/app**，用于标识节点。否则，使用计算机器集或直接编辑节点来添加标签，如 **myoperator**。您将在以后的步骤中使用此标签作为项目上的节点选择器。

2. 如果要确保只有具有特定标签的 pod 才能在节点上运行，同时将不相关的工作负载加载到其他节点，通过使用一个计算机器集或直接编辑节点为节点添加污点。使用一个效果来确保与污点不匹配的新 pod 不能调度到节点上。例如，**myoperator:NoSchedule** 污点确保与污点不匹配的新 pod 不能调度到该节点上，但节点上现有的 pod 可以保留。

3. 创建使用默认节点选择器配置的项目，如果您添加了污点，则创建一个匹配的容限。

此时，您创建的项目可在以下情况下用于将 pod 定向到指定节点：

对于 Operator pod

管理员可以在项目中创建 **Subscription** 对象，如以下部分所述。因此，Operator pod 放置在指定的节点上。

对于 Operand pod

通过使用已安装的 Operator，用户可以在项目中创建一个应用程序，这样可将 Operator 拥有的自定义资源（CR）放置到项目中。因此，Operand pod 放置到指定节点上，除非 Operator 在其他命名空间中部署集群范围对象或资源，在这种情况下，不会应用这个自定义的 pod 放置。

其他资源

- 创建项目范围节点选择器

4.1.9. 控制安装 Operator 的位置

默认情况下，当安装 Operator 时，OpenShift Dedicated 会随机将 Operator pod 安装到其中一个 worker 节点。然而，在某些情况下，您可能希望该 pod 调度到特定节点或一组节点上。

以下示例描述了您可能希望将 Operator pod 调度到特定节点或一组节点的情况：

- 如果您希望 Operator 在同一个主机上或位于同一机架的主机上工作
- 如果您希望 Operator 在整个基础架构中分散，以避免因为网络或硬件问题而停机

您可以通过在 Operator 的 **Subscription** 对象中添加节点关联性、pod 关联性或 pod 反关联性限制来控制 Operator pod 的安装位置。节点关联性是由调度程序用来确定 pod 的可放置位置的一组规则。pod 关联性允许您确保将相关的 pod 调度到同一节点。通过 Pod 反关联性，您可以防止 pod 调度到节点上。

以下示例演示了如何使用节点关联性或 pod 反关联性将自定义 Metrics Autoscaler Operator 实例安装到集群中的特定节点：

将 Operator pod 放置到特定节点的节点关联性示例

```
apiVersion: operators.coreos.com/v1alpha1
kind: Subscription
metadata:
  name: openshift-custom-metrics-autoscaler-operator
  namespace: openshift-keda
spec:
  name: my-package
  source: my-operators
  sourceNamespace: operator-registries
  config:
    affinity:
      nodeAffinity: 1
        requiredDuringSchedulingIgnoredDuringExecution:
          nodeSelectorTerms:
          - matchExpressions:
            - key: kubernetes.io/hostname
              operator: In
              values:
              - ip-10-0-163-94.us-west-2.compute.internal
#...
```

1 要求 Operator 的 pod 调度到名为 **ip-10-0-163-94.us-west-2.compute.internal** 的节点关联性。

将 Operator pod 放置到带有特定平台的节点关联性示例

```
apiVersion: operators.coreos.com/v1alpha1
kind: Subscription
metadata:
  name: openshift-custom-metrics-autoscaler-operator
  namespace: openshift-keda
spec:
  name: my-package
  source: my-operators
  sourceNamespace: operator-registries
  config:
    affinity:
      nodeAffinity: 1
        requiredDuringSchedulingIgnoredDuringExecution:
          nodeSelectorTerms:
          - matchExpressions:
            - key: kubernetes.io/arch
              operator: In
              values:
              - arm64
            - key: kubernetes.io/os
              operator: In
              values:
              - linux
#...
```

1 要求 Operator 的 pod 调度到具有 **kubernetes.io/arch=arm64** 和 **kubernetes.io/os=linux** 标签的节点上。

将 Operator pod 放置到一个或多个特定节点的 Pod 关联性示例

```
apiVersion: operators.coreos.com/v1alpha1
kind: Subscription
metadata:
  name: openshift-custom-metrics-autoscaler-operator
  namespace: openshift-keda
spec:
  name: my-package
  source: my-operators
  sourceNamespace: operator-registries
  config:
    affinity:
      podAffinity: 1
        requiredDuringSchedulingIgnoredDuringExecution:
        - labelSelector:
            matchExpressions:
            - key: app
              operator: In
              values:
```

```
          - test
      topologyKey: kubernetes.io/hostname
#...
```

1 将 Operator 的 pod 放置到具有 **app=test** 标签的 pod 的节点上的 pod 关联性。

防止 Operator pod 来自一个或多个特定节点的 Pod 反关联性示例

```
apiVersion: operators.coreos.com/v1alpha1
kind: Subscription
metadata:
  name: openshift-custom-metrics-autoscaler-operator
  namespace: openshift-keda
spec:
  name: my-package
  source: my-operators
  sourceNamespace: operator-registries
  config:
    affinity:
      podAntiAffinity: 1
        requiredDuringSchedulingIgnoredDuringExecution:
        - labelSelector:
            matchExpressions:
            - key: cpu
              operator: In
              values:
              - high
          topologyKey: kubernetes.io/hostname
#...
```

1 一个 pod 反关联性，它可防止 Operator 的 pod 调度到具有 **cpu=high** 标签的 pod 的节点上。

流程

要控制 Operator pod 的放置，请完成以下步骤：

1. 照常安装 Operator。
2. 如果需要，请确保您的节点已标记为正确响应关联性。
3. 编辑 Operator **Subscription** 对象以添加关联性：

```
apiVersion: operators.coreos.com/v1alpha1
kind: Subscription
metadata:
  name: openshift-custom-metrics-autoscaler-operator
  namespace: openshift-keda
spec:
  name: my-package
  source: my-operators
  sourceNamespace: operator-registries
  config:
    affinity: 1
      nodeAffinity:
```

```
        requiredDuringSchedulingIgnoredDuringExecution:
          nodeSelectorTerms:
          - matchExpressions:
            - key: kubernetes.io/hostname
              operator: In
              values:
              - ip-10-0-185-229.ec2.internal
#...
```

1 添加 **nodeAffinity**、**podAffinity** 或 **podAntiAffinity**。有关创建关联性的详情，请参考下面的附加资源部分。

验证

- 要确保 pod 部署到特定的节点上，请运行以下命令：

```
$ oc get pods -o wide
```

输出示例

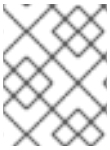
```
NAME                                          READY   STATUS    RESTARTS   AGE   IP
NODE                          NOMINATED NODE   READINESS GATES
custom-metrics-autoscaler-operator-5dcc45d656-bhshg   1/1     Running   0          50s
10.131.0.20   ip-10-0-185-229.ec2.internal   <none>           <none>
```

其他资源

- 了解 pod 关联性
- 了解节点关联性

4.2. 更新安装的 OPERATOR

作为具有 **dedicated-admin** 角色的管理员，您可以更新之前使用 OpenShift Dedicated 集群上的 Operator Lifecycle Manager (OLM) 安装的 Operator。



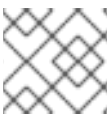
注意

如需有关 OLM 如何处理在同一命名空间中并置安装的 Operator 的更新，以及使用自定义全局 Operator 组安装 Operator 的替代方法，请参阅多租户和 Operator 共处。

4.2.1. 准备 Operator 更新

已安装的 Operator 的订阅指定一个更新频道，用于跟踪和接收 Operator 的更新。您可以更改更新频道，以开始跟踪并从更新频道接收更新。

订阅中更新频道的名称可能会因 Operator 而异，但应遵守给定 Operator 中的常规约定。例如，频道名称可能会遵循 Operator 提供的应用程序的次发行版本更新流（**1.2**、**1.3**）或发行的频率（**stable**、**fast**）。



注意

您不能将已安装的 Operator 更改为比当前频道旧的频道。

红帽客户门户网站 Labs 包括以下应用程序，可帮助管理员准备更新其 Operator：

- Red Hat OpenShift Container Platform Operator Update Information Checker

您可以使用应用程序搜索基于 Operator Lifecycle Manager 的 Operator，并在不同版本的 OpenShift Dedicated 中验证每个更新频道的可用 Operator 版本。不包含基于 Cluster Version Operator 的 Operator。

4.2.2. 更改 Operator 的更新频道

您可以使用 OpenShift Dedicated Web 控制台更改 Operator 的更新频道。

提示

如果订阅中的批准策略被设置为 **Automatic**，则更新过程会在所选频道中提供新的 Operator 版本时立即启动。如果批准策略设为 **Manual**，则必须手动批准待处理的更新。

先决条件

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

流程

1. 在 web 控制台的 **Administrator** 视角中，导航到 **Operators → Installed Operators**。
2. 点击您要更改更新频道的 Operator 名称。
3. 点 **Subscription** 标签页。
4. 点 **Update channel** 下的更新频道名称。
5. 点要更改的更新频道，然后点 **Save**。
6. 对于带有 **自动批准策略** 的订阅，更新会自动开始。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**。
   对于采用**手动**批准策略的订阅，您可以从 **Subscription** 选项卡中手动批准更新。

4.2.3. 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 Dedicated Web 控制台的 **Administrator** 视角中，进入到 **Operators → Installed Operators**。
2. 处于待定更新的 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。

4.3. 从集群中删除 OPERATOR

下面介绍如何删除或卸载之前使用 OpenShift Dedicated 集群上的 Operator Lifecycle Manager (OLM) 安装的 Operator。

重要

在尝试重新安装同一 Operator 前，您必须已成功并完全卸载了 Operator。没有正确地完全卸载 Operator 可能会留下一些资源，如项目或命名空间，处于"Terminating"状态，并导致尝试重新安装 Operator 时观察到 "error resolving resource" 消息。

4.3.1. 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 **dedicated-admin** 权限的账户访问 OpenShift Dedicated 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。

4.3.2. 使用 CLI 从集群中删除 Operator

集群管理员可以使用 CLI 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 **dedicated-admin** 权限的账户访问 OpenShift Dedicated 集群。
- OpenShift CLI (**oc**)安装在您的工作站上。

流程

1. 确保在 **currentCSV** 字段中标识了订阅 Operator 的最新版本（如 **serverless-operator**）。

```
$ oc get subscription.operators.coreos.com serverless-operator -n openshift-serverless -o
yaml | grep currentCSV
```

输出示例

```
  currentCSV: serverless-operator.v1.28.0
```

2. 删除订阅（如 **serverless-operator**）：

```
$ oc delete subscription.operators.coreos.com serverless-operator -n openshift-serverless
```

输出示例

```
subscription.operators.coreos.com "serverless-operator" deleted
```

3. 使用上一步中的 **currentCSV** 值来删除目标命名空间中相应 Operator 的 CSV：

```
$ oc delete clusterserviceversion serverless-operator.v1.28.0 -n openshift-serverless
```

输出示例

```
clusterserviceversion.operators.coreos.com "serverless-operator.v1.28.0" deleted
```

4.3.3. 刷新失败的订阅

在 Operator Lifecycle Manager（OLM）中，如果您订阅的是引用网络中无法访问的镜像的 Operator，您可以在 **openshift-marketplace** 命名空间中找到带有以下错误的作业：

输出示例

```
ImagePullBackOff for
Back-off pulling image "example.com/openshift4/ose-elasticsearch-operator-
bundle@sha256:6d2587129c846ec28d384540322b40b05833e7e00b25cca584e004af9a1d292e"
```

输出示例

```
rpc error: code = Unknown desc = error pinging docker registry example.com: Get
"https://example.com/v2/": dial tcp: lookup example.com on 10.0.0.1:53: no such host
```

因此，订阅会处于这个失败状态，Operator 无法安装或升级。

您可以通过删除订阅、集群服务版本（CSV）及其他相关对象来刷新失败的订阅。重新创建订阅后，OLM 会重新安装 Operator 的正确版本。

先决条件

- 您有一个失败的订阅，无法拉取不能访问的捆绑包镜像。

- 已确认可以访问正确的捆绑包镜像。

流程

1. 从安装 Operator 的命名空间中获取 **Subscription** 和 **ClusterServiceVersion** 对象的名称：

```
$ oc get sub,csv -n <namespace>
```

输出示例

```
NAME                                         PACKAGE                SOURCE             CHANNEL
subscription.operators.coreos.com/elasticsearch-operator   elasticsearch-operator   redhat-operators   5.0

NAME                                                  DISPLAY                  VERSION    REPLACES   PHASE
clusterserviceversion.operators.coreos.com/elasticsearch-operator.5.0.0-65   OpenShift Elasticsearch Operator   5.0.0-65              Succeeded
```

2. 删除订阅：

```
$ oc delete subscription <subscription_name> -n <namespace>
```

3. 删除集群服务版本：

```
$ oc delete csv <csv_name> -n <namespace>
```

4. 在 **openshift-marketplace** 命名空间中获取所有失败的作业的名称和相关配置映射：

```
$ oc get job,configmap -n openshift-marketplace
```

输出示例

```
NAME                                                              COMPLETIONS   DURATION   AGE
job.batch/1de9443b6324e629ddf31fed0a853a121275806170e34c926d69e53a7fcbccb   1/1           26s        9m30s

NAME                                                              DATA   AGE
configmap/1de9443b6324e629ddf31fed0a853a121275806170e34c926d69e53a7fcbccb   3      9m30s
```

5. 删除作业：

```
$ oc delete job <job_name> -n openshift-marketplace
```

这样可确保尝试拉取无法访问的镜像的 Pod 不会被重新创建。

6. 删除配置映射：

```
$ oc delete configmap <configmap_name> -n openshift-marketplace
```

7. 在 Web 控制台中使用 OperatorHub 重新安装 Operator。

验证

- 检查是否已成功重新安装 Operator:

```
$ oc get sub,csv,installplan -n <namespace>
```

4.4. 在 OPERATOR LIFECYCLE MANAGER 中配置代理支持

如果在 OpenShift Dedicated 集群中配置了全局代理，Operator Lifecycle Manager（OLM）会自动配置使用集群范围代理管理的 Operator。但是，您也可以配置已安装的 Operator 来覆盖全局代理服务器或注入自定义 CA 证书。

其他资源

- 配置集群范围代理
- 开发支持 Go、Ansible 和 Helm 的代理设置的 Operator

4.4.1. 覆盖 Operator 的代理设置

如果配置了集群范围的出口代理，使用 Operator Lifecycle Manager（OLM）运行的 Operator 会继承其部署上的集群范围代理设置。具有 **dedicated-admin** 角色的管理员还可以通过配置 Operator 的订阅来覆盖这些代理设置。

重要

操作员必须为任何受管 Operands 处理 pod 中的代理设置环境变量。

先决条件

- 使用具有 **dedicated-admin** 角色的用户访问 OpenShift Dedicated 集群。

流程

1. 在 Web 控制台中导航至 **Operators → OperatorHub** 页面。
2. 选择 Operator 并点 **Install**。
3. 在 **Install Operator** 页面中，修改 **Subscription** 对象，使其在 **spec** 部分中包含一个或多个以下环境变量：
   - **HTTP_PROXY**
   - **HTTPS_PROXY**
   - **NO_PROXY**

   例如：

   带有代理设置的Subscription 对象覆盖

```
apiVersion: operators.coreos.com/v1alpha1
kind: Subscription
metadata:
```

```
  name: etcd-config-test
  namespace: openshift-operators
spec:
  config:
    env:
    - name: HTTP_PROXY
      value: test_http
    - name: HTTPS_PROXY
      value: test_https
    - name: NO_PROXY
      value: test
  channel: clusterwide-alpha
  installPlanApproval: Automatic
  name: etcd
  source: community-operators
  sourceNamespace: openshift-marketplace
  startingCSV: etcdoperator.v0.9.4-clusterwide
```

注意

这些环境变量也可以使用空值取消设置，以删除所有之前设定的集群范围或自定义代理设置。

OLM 将这些环境变量作为一个单元处理; 如果至少设置了一个环境变量，则所有三个变量都将被视为覆盖，并且集群范围的默认值不会用于订阅的 Operator 部署。

4. 点击 **Install** 使 Operator 可供所选命名空间使用。

5. 当 Operator 的 CSV 出现在相关命名空间中后，您可以验证部署中是否设置了自定义代理环境变量。例如，使用 CLI：

```
$ oc get deployment -n openshift-operators \
    etcd-operator -o yaml \
    | grep -i "PROXY" -A 2
```

输出示例

```
        - name: HTTP_PROXY
          value: test_http
        - name: HTTPS_PROXY
          value: test_https
        - name: NO_PROXY
          value: test
        image: quay.io/coreos/etcd-
operator@sha256:66a37fd61a06a43969854ee6d3e21088a98b93838e284a6086b13917f96b0
d9c
...
```

4.4.2. 注入自定义 CA 证书

当具有 **dedicated-admin** 角色的管理员使用配置映射在集群中添加自定义 CA 证书时，Cluster Network Operator 会将用户提供的证书和系统 CA 证书合并到单个捆绑包中。您可以将这个合并捆绑包注入 Operator Lifecycle Manager (OLM) 上运行的 Operator 中，如果您有一个中间人（man-in-the-middle）HTTPS 代理，这将会有用。

先决条件

- 使用具有 **dedicated-admin** 角色的用户访问 OpenShift Dedicated 集群。
- 使用配置映射添加自定义 CA 证书至集群。
- 在 OLM 上安装并运行所需的 Operator。

流程

1. 在存在 Operator 订阅的命名空间中创建一个空配置映射，并包括以下标签：

```
apiVersion: v1
kind: ConfigMap
metadata:
  name: trusted-ca 1
  labels:
    config.openshift.io/inject-trusted-cabundle: "true" 2
```

1 配置映射的名称。

2 请求 Cluster Network Operator 注入合并的捆绑包。

创建此配置映射后，它会立即使用合并捆绑包的证书内容填充。

2. 更新您的 **Subscription** 对象，使其包含 **spec.config** 部分，该部分可将 **trusted-ca** 配置映射作为卷挂载到需要自定义 CA 的 pod 中的每个容器：

```
apiVersion: operators.coreos.com/v1alpha1
kind: Subscription
metadata:
  name: my-operator
spec:
  package: etcd
  channel: alpha
  config: 1
    selector:
      matchLabels:
        <labels_for_pods> 2
    volumes: 3
    - name: trusted-ca
      configMap:
        name: trusted-ca
        items:
          - key: ca-bundle.crt 4
            path: tls-ca-bundle.pem 5
    volumeMounts: 6
    - name: trusted-ca
      mountPath: /etc/pki/ca-trust/extracted/pem
      readOnly: true
```

1 如果不存在，请添加 **config** 部分。

2 指定标签以匹配 Operator 拥有的 pod。

3. 创建一个 **trusted-ca** 卷。
4. **ca-bundle.crt** 需要作为配置映射键。
5. **tls-ca-bundle.pem** 需要作为配置映射路径。
6. 创建一个 **trusted-ca** 卷挂载。

注意

Operator 的部署可能无法验证颁发机构，并显示 **x509 certificate signed by unknown authority** 错误。即使在使用 Operator 订阅时注入自定义 CA，也会发生这个错误。在这种情况下，您可以使用 Operator 的订阅将 **mountPath** 设置为 trusted-ca 的 **/etc/ssl/certs**。

4.5. 查看 OPERATOR 状态

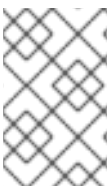
了解 Operator Lifecycle Manager (OLM) 中的系统状态，对于决定和调试已安装 Operator 的问题来说非常重要。OLM 可让您了解订阅和相关目录源的状态以及执行的操作。这样有助于用户更好地理解 Operator 的运行状况。

4.5.1. operator 订阅状况类型

订阅可报告以下状况类型：

表 4.1. 订阅状况类型

状况	描述
CatalogSourcesUnhealthy	用于解析的一个或多个目录源不健康。
InstallPlanMissing	缺少订阅的安装计划。
InstallPlanPending	订阅的安装计划正在安装中。
InstallPlanFailed	订阅的安装计划失败。
ResolutionFailed	订阅的依赖项解析失败。



注意

默认 OpenShift Dedicated 集群 Operator 由 Cluster Version Operator（CVO）管理，它们没有 **Subscription** 对象。应用程序 Operator 由 Operator Lifecycle Manager（OLM）管理，它们具有 **Subscription** 对象。

其他资源

- 刷新失败的订阅

4.5.2. 使用 CLI 查看 Operator 订阅状态

您可以使用 CLI 查看 Operator 订阅状态。

先决条件

- 您可以使用具有 **dedicated-admin** 角色的用户访问集群。
- 已安装 OpenShift CLI(**oc**)。

流程

1. 列出 Operator 订阅：

```
$ oc get subs -n <operator_namespace>
```

2. 使用 **oc describe** 命令检查 **Subscription** 资源：

```
$ oc describe sub <subscription_name> -n <operator_namespace>
```

3. 在命令输出中，找到 Operator 订阅状况类型的 **Conditions** 部分。在以下示例中，**CatalogSourcesUnhealthy** 条件类型具有 **false** 状态，因为所有可用目录源都健康：

输出示例

```
Name:         cluster-logging
Namespace:    openshift-logging
Labels:       operators.coreos.com/cluster-logging.openshift-logging=
Annotations:  <none>
API Version:  operators.coreos.com/v1alpha1
Kind:         Subscription
# ...
Conditions:
  Last Transition Time:  2019-07-29T13:42:57Z
  Message:               all available catalogsources are healthy
  Reason:                AllCatalogSourcesHealthy
  Status:                False
  Type:                  CatalogSourcesUnhealthy
# ...
```

注意

默认 OpenShift Dedicated 集群 Operator 由 Cluster Version Operator（CVO）管理，它们没有 **Subscription** 对象。应用程序 Operator 由 Operator Lifecycle Manager（OLM）管理，它们具有 **Subscription** 对象。

4.5.3. 使用 CLI 查看 Operator 目录源状态

您可以使用 CLI 查看 Operator 目录源的状态。

先决条件

- 您可以使用具有 **dedicated-admin** 角色的用户访问集群。
- 已安装 OpenShift CLI(**oc**)。

流程

1. 列出命名空间中的目录源。例如，您可以检查 **openshift-marketplace** 命名空间，该命名空间用于集群范围的目录源：

```
$ oc get catalogsources -n openshift-marketplace
```

输出示例

```
NAME                  DISPLAY               TYPE   PUBLISHER   AGE
certified-operators   Certified Operators   grpc   Red Hat     55m
community-operators   Community Operators   grpc   Red Hat     55m
example-catalog       Example Catalog       grpc   Example Org 2m25s
redhat-marketplace    Red Hat Marketplace   grpc   Red Hat     55m
redhat-operators      Red Hat Operators     grpc   Red Hat     55m
```

2. 使用 **oc describe** 命令获取有关目录源的详情和状态：

```
$ oc describe catalogsource example-catalog -n openshift-marketplace
```

输出示例

```
Name:         example-catalog
Namespace:    openshift-marketplace
Labels:       <none>
Annotations:  operatorframework.io/managed-by: marketplace-operator
              target.workload.openshift.io/management: {"effect": "PreferredDuringScheduling"}
API Version:  operators.coreos.com/v1alpha1
Kind:         CatalogSource
# ...
Status:
  Connection State:
    Address:              example-catalog.openshift-marketplace.svc:50051
    Last Connect:         2021-09-09T17:07:35Z
    Last Observed State:  TRANSIENT_FAILURE
  Registry Service:
    Created At:         2021-09-09T17:05:45Z
    Port:               50051
    Protocol:           grpc
    Service Name:       example-catalog
    Service Namespace:  openshift-marketplace
# ...
```

在上例的输出中，最后观察到的状态是 **TRANSIENT_FAILURE**。此状态表示目录源建立连接时出现问题。

3. 列出创建目录源的命名空间中的 pod：

```
$ oc get pods -n openshift-marketplace
```

输出示例

```
NAME                                    READY   STATUS          RESTARTS   AGE
```

```
certified-operators-cv9nn              1/1     Running           0          36m
community-operators-6v8lp              1/1     Running           0          36m
marketplace-operator-86bfc75f9b-jkgbc  1/1     Running           0          42m
example-catalog-bwt8z                  0/1     ImagePullBackOff  0          3m55s
redhat-marketplace-57p8c               1/1     Running           0          36m
redhat-operators-smxx8                 1/1     Running           0          36m
```

在命名空间中创建目录源时，会在该命名空间中为目录源创建一个 pod。在前面的示例中，**example-catalog-bwt8z** pod 的状态是 **ImagePullBackOff**。此状态表示拉取目录源的索引镜像存在问题。

4. 使用 **oc describe** 命令检查 pod 以获取更多详细信息：

```
$ oc describe pod example-catalog-bwt8z -n openshift-marketplace
```

输出示例

```
Name:         example-catalog-bwt8z
Namespace:    openshift-marketplace
Priority:     0
Node:         ci-ln-jyryyg2-f76d1-ggdbq-worker-b-vsxjd/10.0.128.2
...
Events:
  Type     Reason          Age                From               Message
  ----     ------          ----               ----               -------
  Normal   Scheduled       48s                default-scheduler  Successfully assigned openshift-marketplace/example-catalog-bwt8z to ci-ln-jyryyf2-f76d1-fgdbq-worker-b-vsxjd
  Normal   AddedInterface  47s                multus             Add eth0 [10.131.0.40/23] from openshift-sdn
  Normal   BackOff         20s (x2 over 46s)  kubelet            Back-off pulling image "quay.io/example-org/example-catalog:v1"
  Warning  Failed          20s (x2 over 46s)  kubelet            Error: ImagePullBackOff
  Normal   Pulling         8s (x3 over 47s)   kubelet            Pulling image "quay.io/example-org/example-catalog:v1"
  Warning  Failed          8s (x3 over 47s)   kubelet            Failed to pull image "quay.io/example-org/example-catalog:v1": rpc error: code = Unknown desc = reading manifest v1 in quay.io/example-org/example-catalog: unauthorized: access to the requested resource is not authorized
  Warning  Failed          8s (x3 over 47s)   kubelet            Error: ErrImagePull
```

在前面的示例输出中，错误消息表示目录源的索引镜像因为授权问题而无法成功拉取。例如，索引镜像可能存储在需要登录凭证的 registry 中。

其他资源

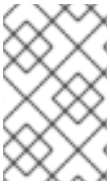
- Operator Lifecycle Manager 概念和资源 → Catalog 源
- gRPC 文档：连接状态

4.6. 管理 OPERATOR 条件

作为具有 **dedicated-admin** 角色的管理员，您可以使用 Operator Lifecycle Manager (OLM) 管理 Operator 条件。

4.6.1. 覆盖 Operator 条件

作为具有 **dedicated-admin** 角色的管理员，您可能希望忽略 Operator 报告的受支持 Operator 条件。存在时，**Spec.Overrides** 阵列中的 Operator 条件会覆盖 **Spec.Conditions** 阵列中的条件，允许 **dedicated-admin** 管理员处理 Operator Lifecycle Manager (OLM) 错误报告状态的情况。



注意

默认情况下，**OperatorCondition** 对象中不存在 **Spec.Overrides** 数组，直到管理员添加了 **dedicated-admin** 角色。**Spec.Conditions** 数组还不存在，直到被用户添加或因为自定义 Operator 逻辑而添加为止。

例如，一个 Operator 的已知版本，它始终会告知它是不可升级的。在这种情况下，尽管报告是不可升级的，您仍然希望升级 Operator。这可以通过在 **OperatorCondition** 对象的 **Spec.Overrides** 阵列中添加 **type** 和 **status** 来覆盖 Operator 条件来实现。

先决条件

- 您可以使用具有 **dedicated-admin** 角色的用户访问集群。
- 具有 **OperatorCondition** 对象的 Operator，使用 OLM 安装。

流程

1. 编辑 Operator 的 **OperatorCondition** 对象：

```
$ oc edit operatorcondition <name>
```

2. 在对象中添加 **Spec.Overrides** 数组：

Operator 条件覆盖示例

```
apiVersion: operators.coreos.com/v1
kind: OperatorCondition
metadata:
  name: my-operator
  namespace: operators
spec:
  overrides:
  - type: Upgradeable (1)
    status: "True"
    reason: "upgradeIsSafe"
    message: "This is a known issue with the Operator where it always reports that it cannot be upgraded."
  conditions:
  - type: Upgradeable
    status: "False"
    reason: "migration"
    message: "The operator is performing a migration."
    lastTransitionTime: "2020-08-24T23:15:55Z"
```

(1) 允许 **dedicated-admin** 用户将升级就绪状态更改为 **True**。

4.6.2. 更新 Operator 以使用 Operator 条件

Operator Lifecycle Manager（OLM）会自动为每个它所协调的 **ClusterServiceVersion** 资源创建一个 **OperatorCondition** 资源。CSV 中的所有服务帐户都会被授予 RBAC，以便与 Operator 拥有的 **OperatorCondition** 交互。

Operator 作者可开发其自己的 Operator 来使用 **operator-lib** 库，以便在由 OLM 部署 Operator 后，它可以设置自己的条件。有关将 Operator 条件设置为 Operator 作者的更多信息，请参阅启用 Operator 条件页面。

4.6.2.1. 设置默认值

为了保持向后兼容，OLM 认为在没有 **OperatorCondition** 时代表不使用条件。因此，要使用 Operator 条件的 Operator，在将 pod 的就绪探测设置为 **true** 前应设置默认条件。这为 Operator 提供了一个宽限期，用于将条件更新为正确的状态。

4.6.3. 其他资源

- Operator 条件

4.7. 管理自定义目录

具有 **dedicated-admin** 角色和 Operator 目录的维护人员可以使用 OpenShift Dedicated 中的 Operator Lifecycle Manager (OLM) 上的 捆绑包格式 创建和管理打包的自定义目录。

重要

Kubernetes 定期弃用后续版本中删除的某些 API。因此，从使用删除 API 的 Kubernetes 版本的 OpenShift Dedicated 版本开始，Operator 无法使用删除 API 的 API。

如果您的集群使用自定义目录，请参阅控制 Operator 与 OpenShift Dedicated 版本的兼容性，以了解更多有关 Operator 作者如何更新其项目的详细信息，以帮助避免工作负载问题并防止不兼容的升级。

其他资源

- 红帽提供的 Operator 目录

4.7.1. 先决条件

- 已安装 **opm** CLI。

4.7.2. 基于文件的目录

*基于文件的目录*是 Operator Lifecycle Manager (OLM) 中目录格式的最新迭代。它是基于纯文本（JSON 或 YAML）和早期 SQLite 数据库格式的声明式配置演变，并且完全向后兼容。

重要

从 OpenShift Dedicated 4.11 开始，默认的红帽提供的 Operator 目录以基于文件的目录格式发布。通过以过时的 SQLite 数据库格式发布的 4.10，用于 OpenShift Dedicated 4.6 的默认红帽提供的 Operator 目录。

与 SQLite 数据库格式相关的 **opm** 子命令、标志和功能已被弃用，并将在以后的版本中删除。功能仍被支持，且必须用于使用已弃用的 SQLite 数据库格式的目录。

许多 **opm** 子命令和标志都用于 SQLite 数据库格式，如 **opm index prune**，它们无法使用基于文件的目录格式。有关使用基于文件的目录的更多信息，请参阅 Operator Framework 打包格式。

4.7.2.1. 创建基于文件的目录镜像

您可以使用 **opm** CLI 创建一个目录镜像，它使用纯文本（*基于文件的目录*）格式（JSON 或 YAML），替换已弃用的 SQLite 数据库格式。

先决条件

- 已安装 **opm** CLI。
- 您有 **podman** 版本 1.9.3+。
- 已构建捆绑包镜像并推送到支持 Docker v2-2 的 registry。

流程

1. 初始化目录：
   a. 运行以下命令，为目录创建一个目录：

```
$ mkdir <catalog_dir>
```

   b. 运行 **opm generate dockerfile** 命令生成可构建目录镜像的 Dockerfile：

```
$ opm generate dockerfile <catalog_dir> \
    -i registry.redhat.io/openshift4/ose-operator-registry:v4 (1)
```

(1) 使用 **-i** 标志指定官方红帽基础镜像，否则 Dockerfile 使用默认的上游镜像。

   Dockerfile 必须与您在上一步中创建的目录目录位于相同的父目录中：

   目录结构示例

```
. (1)
├── <catalog_dir> (2)
└── <catalog_dir>.Dockerfile (3)
```

(1) 父目录

(2) Catalog 目录

3 **opm generate dockerfile** 命令生成的 Dockerfile

c. 运行 **opm init** 命令，使用 Operator 的软件包定义填充目录：

```
$ opm init <operator_name> \ 1
    --default-channel=preview \ 2
    --description=./README.md \ 3
    --icon=./operator-icon.svg \ 4
    --output yaml \ 5
    > <catalog_dir>/index.yaml 6
```

1 operator 或 package, name

2 在未指定时该订阅默认到的频道

3 Operator 的 **README.md** 或者其它文档的路径

4 到 Operator 图标的路径

5 输出格式：JSON 或 YAML

6 创建目录配置文件的路径

此命令在指定的目录配置文件中生成 **olm.package** 声明性配置 blob。

2. 运行 **opm render** 命令向目录添加捆绑包：

```
$ opm render <registry>/<namespace>/<bundle_image_name>:<tag> \ 1
    --output=yaml \
    >> <catalog_dir>/index.yaml 2
```

1 拉取捆绑包镜像的 spec

2 目录配置文件的路径

注意

频道必须至少包含一个捆绑包。

3. 为捆绑包添加频道条目。例如，根据您的规格修改以下示例，并将其添加到 **<catalog_dir>/index.yaml** 文件中：

频道条目示例

```
---
schema: olm.channel
package: <operator_name>
name: preview
entries:
  - name: <operator_name>.v0.1.0 1
```

1 确定在 **<operator_name>** 之后、版本 **v** 中包含句点 (**.**)。否则，条目无法传递 **opm validate** 命令。

4. 验证基于文件的目录：

   a. 针对目录目录运行 **opm validate** 命令：

   ```
   $ opm validate <catalog_dir>
   ```

   b. 检查错误代码是否为 **0**:

   ```
   $ echo $?
   ```

   输出示例

   ```
   0
   ```

5. 运行 **podman build** 命令构建目录镜像：

   ```
   $ podman build . \
     -f <catalog_dir>.Dockerfile \
     -t <registry>/<namespace>/<catalog_image_name>:<tag>
   ```

6. 将目录镜像推送到 registry：

   a. 如果需要，运行 **podman login** 命令与目标 registry 进行身份验证：

   ```
   $ podman login <registry>
   ```

   b. 运行 **podman push** 命令来推送目录镜像：

   ```
   $ podman push <registry>/<namespace>/<catalog_image_name>:<tag>
   ```

其他资源

- **opm** CLI 参考

4.7.2.2. 更新或过滤基于文件的目录镜像

您可以使用 **opm** CLI 更新或过滤使用基于文件的目录格式的目录镜像。通过提取现有目录镜像的内容，您可以根据需要修改目录，例如：

- 添加软件包
- 删除软件包
- 更新现有软件包条目
- 详细说明每个软件包、频道和捆绑包的弃用信息

然后，您可以将镜像重新构建为目录的更新版本。

先决条件

- 在您的工作站上有以下内容：
  - **opm** CLI。
  - **podman** 版本 1.9.3+。
  - 基于文件的目录镜像。
  - 最近在与此目录相关的工作站上初始化的目录结构。
    如果您没有初始化的 catalog 目录，请创建目录并生成 Dockerfile。如需更多信息，请参阅"创建基于文件的目录镜像"中的"初始化目录"步骤。

流程

1. 以 YAML 格式将目录镜像的内容提取到 catalog 目录中的 **index.yaml** 文件中：

```
$ opm render <registry>/<namespace>/<catalog_image_name>:<tag> \
    -o yaml > <catalog_dir>/index.yaml
```

注意

或者，您可以使用 **-o json** 标志以 JSON 格式输出。

2. 将生成的 **index.yaml** 文件的内容修改为您的规格：

重要

在目录中发布捆绑包后，假设您安装了其中一个用户。确保之前发布目录中的所有捆绑包都具有到当前或更新频道头的更新路径，以避免安装该版本的用户。

- 要添加 Operator，请按照"创建基于文件的目录镜像"过程中创建软件包、捆绑包和频道条目的步骤进行操作。
- 要删除 Operator，请删除与软件包相关的 **olm.package**、**olm.channel** 和 **olm.bundle** blob 的集合。以下示例显示了一个需要删除的集合，才能从目录中删除 **example-operator** 软件包：

例 4.2. 删除条目示例

```
---
defaultChannel: release-2.7
icon:
  base64data: <base64_string>
  mediatype: image/svg+xml
name: example-operator
schema: olm.package
---
entries:
- name: example-operator.v2.7.0
  skipRange: '>=2.6.0 <2.7.0'
- name: example-operator.v2.7.1
  replaces: example-operator.v2.7.0
  skipRange: '>=2.6.0 <2.7.1'
```

```
- name: example-operator.v2.7.2
  replaces: example-operator.v2.7.1
  skipRange: '>=2.6.0 <2.7.2'
- name: example-operator.v2.7.3
  replaces: example-operator.v2.7.2
  skipRange: '>=2.6.0 <2.7.3'
- name: example-operator.v2.7.4
  replaces: example-operator.v2.7.3
  skipRange: '>=2.6.0 <2.7.4'
name: release-2.7
package: example-operator
schema: olm.channel
---
image: example.com/example-inc/example-operator-bundle@sha256:<digest>
name: example-operator.v2.7.0
package: example-operator
properties:
- type: olm.gvk
  value:
    group: example-group.example.io
    kind: MyObject
    version: v1alpha1
- type: olm.gvk
  value:
    group: example-group.example.io
    kind: MyOtherObject
    version: v1beta1
- type: olm.package
  value:
    packageName: example-operator
    version: 2.7.0
- type: olm.bundle.object
  value:
    data: <base64_string>
- type: olm.bundle.object
  value:
    data: <base64_string>
relatedImages:
- image: example.com/example-inc/example-related-image@sha256:<digest>
  name: example-related-image
schema: olm.bundle
---
```

- 要为 Operator 添加或更新弃用信息，请确保在与软件包的 **index.yaml** 文件相同的目录中有一个 **deprecations.yaml** 文件。有关 **deprecations.yaml** 文件格式的详情，请参考 "olm.deprecations schema"。

3. 保存您的更改。

4. 验证目录：

```
$ opm validate <catalog_dir>
```

5. 重建目录：

```
$ podman build . \
   -f <catalog_dir>.Dockerfile \
   -t <registry>/<namespace>/<catalog_image_name>:<tag>
```

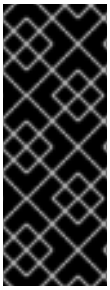
6. 将更新的目录镜像推送到 registry：

```
$ podman push <registry>/<namespace>/<catalog_image_name>:<tag>
```

验证

1. 在 Web 控制台中，进入 **Administration → Cluster Settings → Configuration** 页面中的 OperatorHub 配置资源。
2. 添加目录源或更新现有目录源，以便将 pull spec 用于更新的目录镜像。
   如需更多信息，请参阅本节的"添加资源"中的"在集群中添加目录源"。
3. 在目录源处于 **READY** 状态后，进入 **Operators → OperatorHub** 页面，检查您所做的更改是否反映在 Operator 列表中。

4.7.3. 基于 SQLite 的目录



重要

Operator 目录的 SQLite 数据库格式是一个弃用的功能。弃用的功能仍然包含在 OpenShift Dedicated 中，并且仍然被支持。但是，这个功能会在以后的发行版本中被删除，且不建议在新的部署中使用。

有关 OpenShift Dedicated 中已弃用或删除的主要功能的最新列表，请参阅 OpenShift Dedicated 发行注记中 *已弃用和删除的功能*部分。

4.7.3.1. 创建基于 SQLite 的索引镜像

您可以使用 **opm** CLI 根据 SQLite 数据库格式创建索引镜像。

先决条件

- 已安装 **opm** CLI。
- 您有 **podman** 版本 1.9.3+。
- 已构建捆绑包镜像并推送到支持 Docker v2-2 的 registry。

流程

1. 启动一个新的索引：

```
$ opm index add \
   --bundles <registry>/<namespace>/<bundle_image_name>:<tag> \ 1
   --tag <registry>/<namespace>/<index_image_name>:<tag> \ 2
   [--binary-image <registry_base_image>] 3
```

1 要添加到索引中的捆绑包镜像以逗号分隔的列表。

2 希望索引镜像具有的镜像标签。

3 可选：用于为目录提供服务的备选 registry 基础镜像。

2. 将索引镜像推送到 registry。

   a. 如果需要，与目标 registry 进行身份验证：

   ```
   $ podman login <registry>
   ```

   b. 推送索引镜像：

   ```
   $ podman push <registry>/<namespace>/<index_image_name>:<tag>
   ```

4.7.3.2. 更新基于 SQLite 的索引镜像

在将 OperatorHub 配置为使用引用自定义索引镜像的目录源后，具有 **dedicated-admin** 角色的管理员可以通过将捆绑包镜像添加到索引镜像来使集群中的可用 Operator 保持最新状态。

您可以使用 **opm index add** 命令来更新存在的索引镜像。

先决条件

- 已安装 **opm** CLI。
- 您有 **podman** 版本 1.9.3+。
- 构建并推送到 registry 的索引镜像。
- 引用索引镜像的现有目录源。

流程

1. 通过添加捆绑包镜像来更新现有索引：

```
$ opm index add \
   --bundles <registry>/<namespace>/<new_bundle_image>@sha256:<digest> \ 1
   --from-index <registry>/<namespace>/<existing_index_image>:<existing_tag> \ 2
   --tag <registry>/<namespace>/<existing_index_image>:<updated_tag> \ 3
   --pull-tool podman 4
```

1 **--bundles** 标志指定要添加到索引中的、以逗号分隔的额外捆绑包镜像列表。

2 **--from-index** 标志指定之前推送的索引。

3 **--tag** 标志指定要应用到更新的索引镜像的镜像标签。

4 **--pull-tool** 标志指定用于拉取容器镜像的工具。

其中：

<registry>
指定 registry 的主机名，如 **quay.io** 或 **mirror.example.com**。

<namespace>

指定 registry 的命名空间，如 **ocs-dev** 或 **abc**。

<new_bundle_image>

指定要添加到 registry 的新捆绑包镜像，如 **ocs-operator**。

<digest>

指定捆绑包镜像的 SHA 镜像 ID 或摘要，如 **c7f11097a628f092d8bad148406aa0e0951094a03445fd4bc0775431ef683a41**。

<existing_index_image>

指定之前推送的镜像，如 **abc-redhat-operator-index**。

<existing_tag>

指定之前推送的镜像标签，如 **4**。

<updated_tag>

指定要应用到更新的索引镜像的镜像标签，如 **4.1**。

示例命令

```
$ opm index add \
   --bundles quay.io/ocs-dev/ocs-
operator@sha256:c7f11097a628f092d8bad148406aa0e0951094a03445fd4bc0775431ef683a
41 \
   --from-index mirror.example.com/abc/abc-redhat-operator-index:4 \
   --tag mirror.example.com/abc/abc-redhat-operator-index:4.1 \
   --pull-tool podman
```

2. 推送更新的索引镜像：

```
$ podman push <registry>/<namespace>/<existing_index_image>:<updated_tag>
```

3. Operator Lifecycle Manager（OLM）会在常规时间段内自动轮询目录源中引用的索引镜像，验证是否已成功添加新软件包：

```
$ oc get packagemanifests -n openshift-marketplace
```

4.7.3.3. 过滤基于 SQLite 的索引镜像

基于 Operator Bundle Format 的索引镜像是 Operator 目录的容器化快照。您可以过滤或 *prune（修剪）*除指定的软件包列表以外的所有索引，创建只包含您想要的 Operator 的源索引副本。

先决条件

- 您有 **podman** 版本 1.9.3+。
- **grpcurl**（第三方命令行工具）
- 已安装 **opm** CLI。
- 访问支持 Docker v2-2 的 registry

流程

1. 通过目标 registry 进行身份验证：

```
$ podman login <target_registry>
```

2. 确定您要包括在您的修剪索引中的软件包列表。

   a. 运行您要修剪容器中的源索引镜像。例如：

```
$ podman run -p50051:50051 \
    -it registry.redhat.io/redhat/redhat-operator-index:v4
```

   输出示例

```
Trying to pull registry.redhat.io/redhat/redhat-operator-index:v4...
Getting image source signatures
Copying blob ae8a0c23f5b1 done
...
INFO[0000] serving registry                 database=/database/index.db port=50051
```

   b. 在一个单独的终端会话中，使用 **grpcurl** 命令获取由索引提供的软件包列表：

```
$ grpcurl -plaintext localhost:50051 api.Registry/ListPackages > packages.out
```

   c. 检查 **package.out** 文件，确定要保留在此列表中的哪个软件包名称。例如：

   软件包列表片断示例

```
...
{
  "name": "advanced-cluster-management"
}
...
{
  "name": "jaeger-product"
}
...
{
{
  "name": "quay-operator"
}
...
```

   d. 在您执行 **podman run** 命令的终端会话中，按 **Ctrl** 和 **C** 停止容器进程。

3. 运行以下命令来修剪指定软件包以外的所有源索引：

```
$ opm index prune \
    -f registry.redhat.io/redhat/redhat-operator-index:v4 \ 1
    -p advanced-cluster-management,jaeger-product,quay-operator \ 2
    [-i registry.redhat.io/openshift4/ose-operator-registry:v4.9] \ 3
    -t <target_registry>:<port>/<namespace>/redhat-operator-index:v4 4
```

1 到修剪的索引。

2 要保留的软件包用逗号隔开。

3 只适用于 IBM Power® 和 IBM Z® 镜像： Operator Registry 基础镜像和与目标 OpenShift Dedicated 集群主版本和次版本匹配的标签。

4 用于正在构建新索引镜像的自定义标签。

4. 运行以下命令将新索引镜像推送到目标 registry:

```
$ podman push <target_registry>:<port>/<namespace>/redhat-operator-index:v4
```

其中 **<namespace>** 是 registry 上的任何现有命名空间。

4.7.4. 目录源和 pod 安全准入

OpenShift Dedicated 4.11 中引入了 *Pod 安全准入*，以确保 pod 安全标准。使用基于 SQLite 的目录格式构建的目录源以及在 OpenShift Dedicated 4.11 无法运行受限 pod 安全强制前发布的 **opm** CLI 工具版本。

在 OpenShift Dedicated 4 中，命名空间默认没有限制 pod 安全强制，默认目录源安全模式设置为 **legacy**。

计划在以后的 OpenShift Dedicated 发行版本中包括所有命名空间的默认限制强制。当发生受限强制时，目录源 pod 规格的安全上下文必须与受限 pod 安全标准匹配。如果您的目录源镜像需要不同的 pod 安全标准，则必须明确设置命名空间的 pod 安全准入标签。

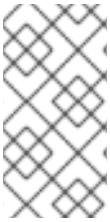
注意

如果您不想以受限方式运行基于 SQLite 的目录源 pod，则不需要在 OpenShift Dedicated 4 中更新目录源。

但是，建议您采取措施来确保目录源在受限 pod 安全强制下运行。如果您不采取措施来确保目录源在受限 pod 安全强制下运行，您的目录源可能不会在以后的 OpenShift Dedicated 版本中运行。

作为目录作者，您可以通过完成以下任一操作来启用与受限 pod 安全强制的兼容性：

- 将您的目录迁移到基于文件的目录格式。
- 使用 OpenShift Dedicated 4.11 或更高版本发布的 **opm** CLI 工具版本更新您的目录镜像。



注意

SQLite 数据库目录格式已弃用，但仍然被红帽支持。在以后的发行版本中，不支持 SQLite 数据库格式，目录将需要迁移到基于文件的目录格式。从 OpenShift Dedicated 4.11 开始，默认的红帽提供的 Operator 目录以基于文件的目录格式发布。基于文件的目录与受限 pod 安全强制兼容。

如果您不想更新 SQLite 数据库目录镜像，或将目录迁移到基于文件的目录格式，您可以将目录配置为使用升级的权限运行。

其他资源

- 了解并管理 pod 安全准入

4.7.4.1. 将 SQLite 数据库目录迁移到基于文件的目录格式

您可以将已弃用的 SQLite 数据库格式目录更新为基于文件的目录格式。

先决条件

- SQLite 数据库目录源
- 您可以使用具有 **dedicated-admin** 角色的用户访问集群。
- 您有工作站上 OpenShift Dedicated 4 发布的 **opm** CLI 工具的最新版本。

流程

1. 运行以下命令，将 SQLite 数据库目录迁移到基于文件的目录：

```
$ opm migrate <registry_image> <fbc_directory>
```

2. 运行以下命令，为您的基于文件的目录生成 Dockerfile：

```
$ opm generate dockerfile <fbc_directory> \
  --binary-image \
  registry.redhat.io/openshift4/ose-operator-registry:v4
```

后续步骤

- 生成的 Dockerfile 可以构建、标记并推送到 registry。

其他资源

- 在集群中添加目录源

4.7.4.2. 重建 SQLite 数据库目录镜像

您可以使用 OpenShift Dedicated 版本发布的 **opm** CLI 工具的最新版本重建 SQLite 数据库目录镜像。

先决条件

- SQLite 数据库目录源
- 您可以使用具有 **dedicated-admin** 角色的用户访问集群。
- 您有工作站上 OpenShift Dedicated 4 发布的 **opm** CLI 工具的最新版本。

流程

- 运行以下命令，使用 **opm** CLI 工具的最新版本重建目录：

```
$ opm index add --binary-image \
  registry.redhat.io/openshift4/ose-operator-registry:v4 \
  --from-index <your_registry_image> \
```

```
--bundles "" -t \<your_registry_image>
```

4.7.4.3. 配置目录以使用升级的权限运行

如果您不想更新 SQLite 数据库目录镜像，或将目录迁移到基于文件的目录格式，您可以执行以下操作以确保目录源在默认 pod 安全强制更改为受限时运行：

- 在目录源定义中手动将目录安全模式设置为 legacy。此操作可确保您的目录使用旧权限运行，即使默认目录安全模式更改为 restricted。
- 为基准或特权 pod 安全强制标记目录源命名空间。

注意

SQLite 数据库目录格式已弃用，但仍然被红帽支持。在以后的发行版本中，不支持 SQLite 数据库格式，目录将需要迁移到基于文件的目录格式。基于文件的目录与受限 pod 安全强制兼容。

先决条件

- SQLite 数据库目录源
- 您可以使用具有 **dedicated-admin** 角色的用户访问集群。
- 支持运行带有升级 pod 安全准入标准 **baseline** 或 **privileged** 的 pod 的目标命名空间

流程

1. 通过将 **spec.grpcPodConfig.securityContextConfig** 标签设置为 **legacy** 来编辑 **CatalogSource** 定义，如下例所示：

   CatalogSource 定义示例

   ```
   apiVersion: operators.coreos.com/v1alpha1
   kind: CatalogSource
   metadata:
     name: my-catsrc
     namespace: my-ns
   spec:
     sourceType: grpc
     grpcPodConfig:
       securityContextConfig: legacy
     image: my-image:latest
   ```

   提示

   在 OpenShift Dedicated 4 中，**spec.grpcPodConfig.securityContextConfig** 字段默认设置为 **legacy**。在以后的 OpenShift Dedicated 发行版本中，计划默认设置将更改为 **restricted**。如果您的目录无法在受限强制下运行，建议您手动将此字段设置为 **legacy**。

2. 编辑 **<namespace>.yaml** 文件，将升级的 pod 安全准入标准添加到目录源命名空间中，如下例所示：

   <namespace>.yaml 文件示例

```
apiVersion: v1
kind: Namespace
metadata:
...
  labels:
    security.openshift.io/scc.podSecurityLabelSync: "false" (1)
    openshift.io/cluster-monitoring: "true"
    pod-security.kubernetes.io/enforce: baseline (2)
  name: "<namespace_name>"
```

1. 通过在命名空间中添加 **security.openshift.io/scc.podSecurityLabelSync=false** 标签来关闭 pod 安全标签同步。

2. 应用 pod 安全准入 **pod-security.kubernetes.io/enforce** 标签。将标签设置为 **baseline** 或 **privileged**。使用 **baseline** pod 安全配置集，除非命名空间中的其他工作负载需要 **privileged** 配置集。

4.7.5. 在集群中添加目录源

将目录源添加到 OpenShift Dedicated 集群可为用户发现和安装 Operator。具有 **dedicated-admin** 角色的管理员可以创建一个 **CatalogSource** 对象来引用索引镜像。OperatorHub 使用目录源来填充用户界面。

提示

或者，您可以使用 Web 控制台管理目录源。在 **Home → Search** 页面中，选择一个项目，点 **Resources** 下拉菜单并搜索 **CatalogSource**。您可以创建、更新、删除、禁用和启用单独的源。

先决条件

- 构建并推送索引镜像到 registry。
- 您可以使用具有 **dedicated-admin** 角色的用户访问集群。

流程

1. 创建一个 **CatalogSource** 对象来引用索引镜像。
   a. 根据您的规格修改以下内容，并将它保存为 **catalogSource.yaml** 文件：

```
apiVersion: operators.coreos.com/v1alpha1
kind: CatalogSource
metadata:
  name: my-operator-catalog
  namespace: openshift-marketplace (1)
  annotations:
    olm.catalogImageTemplate: (2)
      "<registry>/<namespace>/<index_image_name>:v{kube_major_version}.
{kube_minor_version}.{kube_patch_version}"
spec:
  sourceType: grpc
  grpcPodConfig:
    securityContextConfig: <security_mode> (3)
```

```
image: <registry>/<namespace>/<index_image_name>:<tag> 4
displayName: My Operator Catalog
publisher: <publisher_name> 5
updateStrategy:
  registryPoll: 6
    interval: 30m
```

1. 如果您希望目录源对所有命名空间中的用户全局可用，请指定 **openshift-marketplace** 命名空间。否则，您可以指定一个不同的命名空间来对目录进行作用域并只对该命名空间可用。

2. 可选：将 **olm.catalogImageTemplate** 注解设置为索引镜像名称，并使用一个或多个 Kubernetes 集群版本变量，如为镜像标签构建模板时所示。

3. 指定 **legacy** 或 **restricted** 的值。如果没有设置该字段，则默认值为 **legacy**。在以后的 OpenShift Dedicated 发行版本中，计划默认值为 **restricted**。如果您的目录无法使用 **restricted** 权限运行，建议您手动将此字段设置为 **legacy**。

4. 指定索引镜像。如果您在镜像名称后指定了标签，如 **:v4**，则目录源 Pod 会使用镜像 pull 策略 **Always**，这意味着 pod 始终在启动容器前拉取镜像。如果您指定了摘要，如 **@sha256:<id>**，则镜像拉取策略为 **IfNotPresent**，这意味着仅在节点上不存在的镜像时才拉取镜像。

5. 指定发布目录的名称或机构名称。

6. 目录源可以自动检查新版本以保持最新。

b. 使用该文件创建 **CatalogSource** 对象：

```
$ oc apply -f catalogSource.yaml
```

2. 确定成功创建以下资源。

a. 检查 pod:

```
$ oc get pods -n openshift-marketplace
```

输出示例

```
NAME                                  READY   STATUS    RESTARTS  AGE
my-operator-catalog-6njx6             1/1     Running   0         28s
marketplace-operator-d9f549946-96sgr  1/1     Running   0         26h
```

b. 检查目录源：

```
$ oc get catalogsource -n openshift-marketplace
```

输出示例

```
NAME                  DISPLAY               TYPE PUBLISHER  AGE
my-operator-catalog   My Operator Catalog   grpc           5s
```

c. 检查软件包清单：

```
$ oc get packagemanifest -n openshift-marketplace
```

输出示例

```
NAME                  CATALOG               AGE
jaeger-product        My Operator Catalog   93s
```

现在，您可以在 OpenShift Dedicated Web 控制台中通过 **OperatorHub** 安装 Operator。

其他资源

- Operator Lifecycle Manager 概念和资源 → Catalog 源

4.7.6. 删除自定义目录

作为具有 **dedicated-admin** 角色的管理员，您可以通过删除相关的目录源来删除之前添加到集群中的自定义 Operator 目录。

先决条件

- 您可以使用具有 **dedicated-admin** 角色的用户访问集群。

流程

1. 在 Web 控制台的 **Administrator** 视角中，进入到 **Home → Search**。
2. 从 **Project:** 列表中选择一个项目。
3. 从 **Resources** 列表中选择 **CatalogSource**。
4. 选择您要删除的目录的 **Options** 菜单  ，然后点 **Delete CatalogSource**。

4.8. 目录源 POD 调度

当源类型 **grpc** 的 Operator Lifecycle Manager (OLM) 目录源定义 **spec.image** 时，Catalog Operator 会创建一个提供定义的镜像内容的 pod。默认情况下，此 pod 在规格中定义以下内容：

- 只有 **kubernetes.io/os=linux** 节点选择器。
- 默认优先级类名称：**system-cluster-critical**。
- 没有容限。

作为管理员，您可以通过修改 **CatalogSource** 对象的可选 **spec.grpcPodConfig** 部分中的字段来覆盖这些值。

重要

Marketplace Operator **openshift-marketplace** 负责管理默认的 **OperatorHub** 自定义资源 (CR)。此 CR 管理 **CatalogSource** 对象。如果您试图修改 **CatalogSource** 对象的 **spec.grpcPodConfig** 部分中的字段，则 Marketplace Operator 会自动恢复这些修改。默认情况下，如果您修改了 **CatalogSource** 对象的 **spec.grpcPodConfig** 部分中的字段，则 Marketplace Operator 会自动恢复这些更改。

要将持久性更改应用到 **CatalogSource** 对象，您必须首先禁用一个默认的 **CatalogSource** 对象。

其他资源

- OLM 概念和资源 → Catalog source

4.8.1. 在本地级别禁用默认 CatalogSource 对象

您可以通过禁用默认的 **CatalogSource** 对象，对 **CatalogSource** 对象（如目录源 pod）应用到本地级别。当默认 **CatalogSource** 对象的配置不符合您的机构需求时，请考虑默认配置。默认情况下，如果您修改 **CatalogSource** 对象的 **spec.grpcPodConfig** 部分中的字段，Marketplace Operator 会自动恢复这些更改。

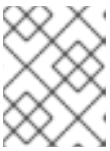
Marketplace Operator **openshift-marketplace** 负责管理 **OperatorHub** 的默认自定义资源 (CR)。**OperatorHub** 管理 **CatalogSource** 对象。

要将持久性更改应用到 **CatalogSource** 对象，您必须首先禁用一个默认的 **CatalogSource** 对象。

流程

- 要在本地级别禁用所有默认 **CatalogSource** 对象，请输入以下命令：

```
$ oc patch operatorhub cluster -p '{"spec": {"disableAllDefaultSources": true}}' --type=merge
```



注意

您还可以将默认 **OperatorHub** CR 配置为禁用所有 **CatalogSource** 对象或禁用特定对象。

其他资源

- OperatorHub 自定义资源

4.8.2. 覆盖目录源 pod 的节点选择器

先决条件

- 源类型的 **CatalogSource** 对象， 定义了 **spec.image**
- 您可以使用具有 **dedicated-admin** 角色的用户访问集群。

流程

- 编辑 **CatalogSource** 对象并添加或修改 **spec.grpcPodConfig** 部分，使其包含以下内容：

```
grpcPodConfig:
  nodeSelector:
    custom_label: <label>
```

其中 **<label>** 是您希望目录源 pod 用于调度的节点选择器的标签。

其他资源

- 使用节点选择器将 pod 放置到特定节点

4.8.3. 覆盖目录源 pod 的优先级类名称

先决条件

- 源类型的 **CatalogSource** 对象， 定义了 **spec.image**
- 您可以使用具有 **dedicated-admin** 角色的用户访问集群。

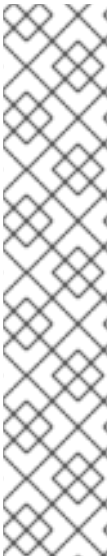
流程

- 编辑 **CatalogSource** 对象并添加或修改 **spec.grpcPodConfig** 部分，使其包含以下内容：

```
grpcPodConfig:
  priorityClassName: <priority_class>
```

其中 **<priority_class>** 是以下之一：

  - Kubernetes 提供的默认优先级类之一：**system-cluster-critical** 或 **system-node-critical**
  - 用于分配默认优先级的空集合 (**""**)
  - 预先存在的和自定义优先级类



注意

在以前的版本中，唯一可以被覆盖的 pod 调度参数是 **priorityClassName**。这可以通过将 **operatorframework.io/priorityclass** 注解添加到 **CatalogSource** 对象来实现。例如：

```
apiVersion: operators.coreos.com/v1alpha1
kind: CatalogSource
metadata:
  name: example-catalog
  namespace: openshift-marketplace
  annotations:
    operatorframework.io/priorityclass: system-cluster-critical
```

如果 **CatalogSource** 对象同时定义了注解和 **spec.grpcPodConfig.priorityClassName**，注解优先于配置参数。

其他资源

- Pod 优先级类

4.8.4. 覆盖目录源 pod 的容限

先决条件

- 源类型的 **CatalogSource** 对象， 定义了 **spec.image**
- 您可以使用具有 **dedicated-admin** 角色的用户访问集群。

流程

- 编辑 **CatalogSource** 对象并添加或修改 **spec.grpcPodConfig** 部分，使其包含以下内容：

```
grpcPodConfig:
  tolerations:
    - key: "<key_name>"
      operator: "<operator_type>"
      value: "<value>"
      effect: "<effect>"
```

4.9. TROUBLESHOOTING OPERATOR 的问题

如果遇到 Operator 问题，请验证 Operator 订阅状态。检查集群中的 Operator pod 健康状况，并收集 Operator 日志以进行诊断。

4.9.1. operator 订阅状况类型

订阅可报告以下状况类型：

表 4.2. 订阅状况类型

状况	描述
CatalogSourcesUnhealthy	用于解析的一个或多个目录源不健康。
InstallPlanMissing	缺少订阅的安装计划。
InstallPlanPending	订阅的安装计划正在安装中。
InstallPlanFailed	订阅的安装计划失败。
ResolutionFailed	订阅的依赖项解析失败。

注意

默认 OpenShift Dedicated 集群 Operator 由 Cluster Version Operator（CVO）管理，它们没有 **Subscription** 对象。应用程序 Operator 由 Operator Lifecycle Manager（OLM）管理，它们具有 **Subscription** 对象。

其他资源

- 目录健康要求

4.9.2. 使用 CLI 查看 Operator 订阅状态

您可以使用 CLI 查看 Operator 订阅状态。

先决条件

- 您可以使用具有 **dedicated-admin** 角色的用户访问集群。
- 已安装 OpenShift CLI(**oc**)。

流程

1. 列出 Operator 订阅：

```
$ oc get subs -n <operator_namespace>
```

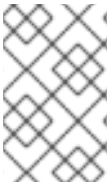
2. 使用 **oc describe** 命令检查 **Subscription** 资源：

```
$ oc describe sub <subscription_name> -n <operator_namespace>
```

3. 在命令输出中，找到 Operator 订阅状况类型的 **Conditions** 部分。在以下示例中，**CatalogSourcesUnhealthy** 条件类型具有 **false** 状态，因为所有可用目录源都健康：

输出示例

```
Name:         cluster-logging
Namespace:    openshift-logging
Labels:       operators.coreos.com/cluster-logging.openshift-logging=
Annotations:  <none>
API Version:  operators.coreos.com/v1alpha1
Kind:         Subscription
# ...
Conditions:
  Last Transition Time:  2019-07-29T13:42:57Z
  Message:               all available catalogsources are healthy
  Reason:                AllCatalogSourcesHealthy
  Status:                False
  Type:                  CatalogSourcesUnhealthy
# ...
```



注意

默认 OpenShift Dedicated 集群 Operator 由 Cluster Version Operator（CVO）管理，它们没有 **Subscription** 对象。应用程序 Operator 由 Operator Lifecycle Manager（OLM）管理，它们具有 **Subscription** 对象。

4.9.3. 使用 CLI 查看 Operator 目录源状态

您可以使用 CLI 查看 Operator 目录源的状态。

先决条件

- 您可以使用具有 **dedicated-admin** 角色的用户访问集群。

- 已安装 OpenShift CLI(**oc**)。

流程

1. 列出命名空间中的目录源。例如，您可以检查 **openshift-marketplace** 命名空间，该命名空间用于集群范围的目录源：

```
$ oc get catalogsources -n openshift-marketplace
```

输出示例

```
NAME                  DISPLAY               TYPE   PUBLISHER   AGE
certified-operators   Certified Operators   grpc   Red Hat     55m
community-operators   Community Operators   grpc   Red Hat     55m
example-catalog       Example Catalog       grpc   Example Org 2m25s
redhat-marketplace    Red Hat Marketplace   grpc   Red Hat     55m
redhat-operators      Red Hat Operators     grpc   Red Hat     55m
```

2. 使用 **oc describe** 命令获取有关目录源的详情和状态：

```
$ oc describe catalogsource example-catalog -n openshift-marketplace
```

输出示例

```
Name:         example-catalog
Namespace:    openshift-marketplace
Labels:       <none>
Annotations:  operatorframework.io/managed-by: marketplace-operator
              target.workload.openshift.io/management: {"effect": "PreferredDuringScheduling"}
API Version:  operators.coreos.com/v1alpha1
Kind:         CatalogSource
# ...
Status:
  Connection State:
    Address:              example-catalog.openshift-marketplace.svc:50051
    Last Connect:         2021-09-09T17:07:35Z
    Last Observed State:  TRANSIENT_FAILURE
  Registry Service:
    Created At:         2021-09-09T17:05:45Z
    Port:               50051
    Protocol:           grpc
    Service Name:       example-catalog
    Service Namespace:  openshift-marketplace
# ...
```

在上例的输出中，最后观察到的状态是 **TRANSIENT_FAILURE**。此状态表示目录源建立连接时出现问题。

3. 列出创建目录源的命名空间中的 pod：

```
$ oc get pods -n openshift-marketplace
```

输出示例

```
NAME                                READY   STATUS             RESTARTS   AGE
certified-operators-cv9nn           1/1     Running            0          36m
community-operators-6v8lp           1/1     Running            0          36m
marketplace-operator-86bfc75f9b-jkgbc   1/1     Running            0          42m
example-catalog-bwt8z               0/1     ImagePullBackOff   0          3m55s
redhat-marketplace-57p8c            1/1     Running            0          36m
redhat-operators-smxx8              1/1     Running            0          36m
```

在命名空间中创建目录源时，会在该命名空间中为目录源创建一个 pod。在前面的示例中，**example-catalog-bwt8z** pod 的状态是 **ImagePullBackOff**。此状态表示拉取目录源的索引镜像存在问题。

4. 使用 **oc describe** 命令检查 pod 以获取更多详细信息：

```
$ oc describe pod example-catalog-bwt8z -n openshift-marketplace
```

输出示例

```
Name:         example-catalog-bwt8z
Namespace:    openshift-marketplace
Priority:     0
Node:         ci-ln-jyryyg2-f76d1-ggdbq-worker-b-vsxjd/10.0.128.2
...
Events:
  Type     Reason          Age              From               Message
  ----     ------          ----             ----               -------
  Normal   Scheduled       48s              default-scheduler  Successfully assigned openshift-marketplace/example-catalog-bwt8z to ci-ln-jyryyf2-f76d1-fgdbq-worker-b-vsxjd
  Normal   AddedInterface  47s              multus             Add eth0 [10.131.0.40/23] from openshift-sdn
  Normal   BackOff         20s (x2 over 46s)  kubelet          Back-off pulling image "quay.io/example-org/example-catalog:v1"
  Warning  Failed          20s (x2 over 46s)  kubelet          Error: ImagePullBackOff
  Normal   Pulling         8s (x3 over 47s)   kubelet          Pulling image "quay.io/example-org/example-catalog:v1"
  Warning  Failed          8s (x3 over 47s)   kubelet          Failed to pull image "quay.io/example-org/example-catalog:v1": rpc error: code = Unknown desc = reading manifest v1 in quay.io/example-org/example-catalog: unauthorized: access to the requested resource is not authorized
  Warning  Failed          8s (x3 over 47s)   kubelet          Error: ErrImagePull
```

在前面的示例输出中，错误消息表示目录源的索引镜像因为授权问题而无法成功拉取。例如，索引镜像可能存储在需要登录凭证的 registry 中。

其他资源

- gRPC 文档：连接状态

4.9.4. 查询 Operator pod 状态

您可以列出集群中的 Operator pod 及其状态。您还可以收集详细的 Operator pod 概述。

先决条件

- 您可以使用具有 **dedicated-admin** 角色的用户访问集群。
- API 服务仍然可以正常工作。
- 已安装 OpenShift CLI（**oc**）。

流程

1. 列出集群中运行的 Operator。输出包括 Operator 版本、可用性和运行时间信息：

```
$ oc get clusteroperators
```

2. 列出在 Operator 命名空间中运行的 Operator pod，以及 pod 状态、重启和年龄：

```
$ oc get pod -n <operator_namespace>
```

3. 输出详细的 Operator pod 概述：

```
$ oc describe pod <operator_pod_name> -n <operator_namespace>
```

4.9.5. 收集 Operator 日志

如果遇到 Operator 问题，您可以从 Operator pod 日志中收集详细诊断信息。

先决条件

- 您可以使用具有 **dedicated-admin** 角色的用户访问集群。
- API 服务仍然可以正常工作。
- 已安装 OpenShift CLI(**oc**)。
- 您有 control plane 或 control plane 机器的完全限定域名。

流程

1. 列出在 Operator 命名空间中运行的 Operator pod，以及 pod 状态、重启和年龄：

```
$ oc get pods -n <operator_namespace>
```

2. 检查 Operator pod 的日志：

```
$ oc logs pod/<pod_name> -n <operator_namespace>
```

如果 Operator pod 具有多个容器，则上述命令将会产生一个错误，其中包含每个容器的名称。从独立容器查询日志：

```
$ oc logs pod/<operator_pod_name> -c <container_name> -n <operator_namespace>
```

3. 如果 API 无法正常工作，请使用 SSH 来查看每个 control plane 节点上的 Operator pod 和容器日志。将 **<master-node>.<cluster_name>.<base_domain>** 替换为适当的值。

   a. 列出每个 control plane 节点上的 pod：

```
$ ssh core@<master-node>.<cluster_name>.<base_domain> sudo crictl pods
```

b. 对于任何未显示 **Ready** 状态的 Operator pod，详细检查 Pod 的状态。将 **<operator_pod_id>** 替换为上一命令输出中列出的 Operator pod ID:

```
$ ssh core@<master-node>.<cluster_name>.<base_domain> sudo crictl inspectp
<operator_pod_id>
```

c. 列出与 Operator pod 相关的容器：

```
$ ssh core@<master-node>.<cluster_name>.<base_domain> sudo crictl ps --pod=
<operator_pod_id>
```

d. 对于任何未显示 **Ready** 状态的 Operator 容器，请详细检查容器的状态。将 **<container_id>** 替换为上一命令输出中列出的容器 ID:

```
$ ssh core@<master-node>.<cluster_name>.<base_domain> sudo crictl inspect
<container_id>
```

e. 检查任何未显示 **Ready** 状态的 Operator 容器的日志。将 **<container_id>** 替换为上一命令输出中列出的容器 ID:

```
$ ssh core@<master-node>.<cluster_name>.<base_domain> sudo crictl logs -f
<container_id>
```

注意

运行 Red Hat Enterprise Linux CoreOS (RHCOS) 的 OpenShift Dedicated 4 集群节点不可变，它依赖于 Operator 来应用集群更改。不建议使用 SSH 访问集群节点。在尝试通过 SSH 收集诊断数据前，请运行 **oc adm must gather** 和其他 **oc** 命令看它们是否可以提供足够的数据。但是，如果 OpenShift Dedicated API 不可用，或 kubelet 在目标节点上无法正常工作, **oc** 操作将会受到影响。在这种情况下,可以使用 **ssh core@<node>.<cluster_name>.<base_domain>** 来访问节点。

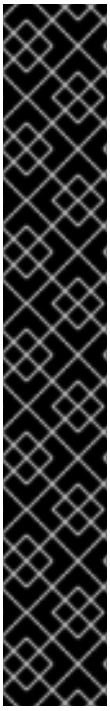
第 5 章 开发 OPERATOR

5.1. 关于 OPERATOR SDK

Operator Framework 是一个开源工具包，用于以有效、自动化且可扩展的方式管理 Kubernetes 原生应用程序，即 *Operator*。Operator 利用 Kubernetes 的可扩展性来展现云服务的自动化优势，如置备、扩展以及备份和恢复，同时能够在 Kubernetes 可运行的任何地方运行。

Operator 有助于简化对 Kubernetes 上的复杂、有状态的应用程序的管理。然而，现在编写 Operator 并不容易，会面临一些挑战，如使用低级别 API、编写样板文件以及缺乏模块化功能（这会导致重复工作）。

Operator SDK 是 Operator Framework 的一个组件，它提供了一个命令行界面（CLI）工具，供 Operator 开发人员用来构建、测试和部署 Operator。



重要

红帽支持的 Operator SDK CLI 工具版本，包括 Operator 项目的相关构建和测试工具已被弃用，计划在以后的 OpenShift Dedicated 发行版本中删除。红帽将在当前发行生命周期中提供对这个功能的程序错误修复和支持，但此功能将不再获得改进，并将在以后的 OpenShift Dedicated 版本中删除。

对于创建新 Operator 项目，不建议使用红帽支持的 Operator SDK 版本。现有 Operator 项目的 Operator 作者可使用 OpenShift Dedicated 4 发布的 Operator SDK CLI 工具版本来维护其项目，并创建针对较新版本的 OpenShift Dedicated 的 Operator 发行版本。

以下与 Operator 项目相关的基础镜像 *没有*被弃用。这些基础镜像的运行时功能和配置 API 仍然会有程序错误修复和并提供对相关 CVE 的解决方案。

- 基于 Ansible 的 Operator 项目的基础镜像
- 基于 Helm 的 Operator 项目的基础镜像

有关 Operator SDK 不支持的、社区维护版本的信息，请参阅 Operator SDK (Operator Framework)。

为什么使用 Operator SDK?

Operator SDK 简化了这一构建 Kubernetes 原生应用程序的过程，它需要深入掌握特定于应用程序的操作知识。Operator SDK 不仅降低了这一障碍，而且有助于减少许多常见管理功能（如 metering 或监控）所需的样板代码量。

Operator SDK 是一个框架，它使用 controller-runtime 库来简化 Operator 的编写，并具有以下特色：

- 高级 API 和抽象，用于更直观地编写操作逻辑
- 支架和代码生成工具，用于快速引导新项目
- 与 Operator Lifecycle Manager（OLM）集成，简化了集群上的打包、安装和运行的 Operator
- 扩展项，覆盖常见的 Operator 用例
- 指标（metrics）在基于 Go 的 Operator 中自动设置，用于部署 Prometheus Operator 的集群

具有 dedicated-admin 访问 OpenShift Dedicated 的 operator 作者，可以使用 Operator SDK CLI 根据

Go、Ansible、Java 或 Helm 开发自己的 Operator。Kubebuilder 作为基于 Go 的 Operator 的构建解决方案嵌入到 Operator SDK 中，这意味着现有的 Kubebuilder 项目可以象 Operator SDK 一样使用并继续工作。

注意

OpenShift Dedicated 4 支持 Operator SDK 1.31.0。

5.1.1. 什么是 Operator?

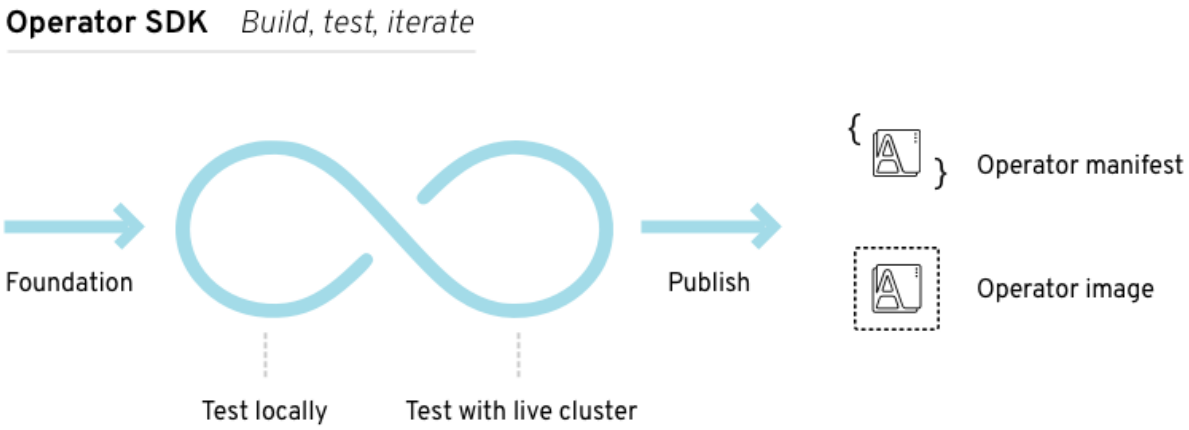
有关基本 Operator 概念和术语的概述，请参阅了解 Operator。

5.1.2. 开发工作流

Operator SDK 提供以下工作流来开发新的 Operator：

1. 使用 Operator SDK 命令行界面（CLI）创建 Operator 项目。
2. 通过添加自定义资源定义 (CRD) 来定义新的资源 API。
3. 使用 Operator SDK API 指定要监视的资源。
4. 在指定的处理程序中定义 Operator 协调逻辑，并使用 Operator SDK API 与资源交互。
5. 使用 Operator SDK CLI 来构建和生成 Operator 部署清单。

图 5.1. Operator SDK 工作流



在高级别上，使用 Operator SDK 的 Operator 会在 Operator 作者定义的处理程序中处理与被监视资源相关的事件，并采取措施协调应用程序的状态。

5.1.3. 其他资源

- 认证的 Operator 构建指南

5.2. 安装 OPERATOR SDK CLI

Operator SDK 提供了一个命令行界面（CLI）工具，Operator 开发人员可使用它来构建、测试和部署 Operator。您可以在工作站上安装 Operator SDK CLI，以便准备开始编写自己的 Operator。

重要

红帽支持的 Operator SDK CLI 工具版本，包括 Operator 项目的相关构建和测试工具已被弃用，计划在以后的 OpenShift Dedicated 发行版本中删除。红帽将在当前发行生命周期中提供对这个功能的程序错误修复和支持，但此功能将不再获得改进，并将在以后的 OpenShift Dedicated 版本中删除。

对于创建新 Operator 项目，不建议使用红帽支持的 Operator SDK 版本。现有 Operator 项目的 Operator 作者可使用 OpenShift Dedicated 4 发布的 Operator SDK CLI 工具版本来维护其项目，并创建针对较新版本的 OpenShift Dedicated 的 Operator 发行版本。

以下与 Operator 项目相关的基础镜像 *没有*被弃用。这些基础镜像的运行时功能和配置 API 仍然会有程序错误修复和并提供对相关 CVE 的解决方案。

- 基于 Ansible 的 Operator 项目的基础镜像
- 基于 Helm 的 Operator 项目的基础镜像

有关 Operator SDK 不支持的、社区维护版本的信息，请参阅 Operator SDK (Operator Framework)。

具有 dedicated-admin 访问 OpenShift Dedicated 的 operator 作者，可以使用 Operator SDK CLI 根据 Go、Ansible、Java 或 Helm 开发自己的 Operator。Kubebuilder 作为基于 Go 的 Operator 的构建解决方案嵌入到 Operator SDK 中，这意味着现有的 Kubebuilder 项目可以象 Operator SDK 一样使用并继续工作。

注意

OpenShift Dedicated 4 支持 Operator SDK 1.31.0。

5.2.1. 在 Linux 上安装 Operator SDK CLI

您可以在 Linux 上安装 OpenShift SDK CLI 工具。

先决条件

- Go v1.19+
- **docker** v17.03+、**podman** v1.9.3+ 或 **buildah** v1.7+

流程

1. 进入到 OpenShift 镜像站点。
2. 从最新的 4 目录中，下载适用于 Linux 的 tarball 的最新版本。
3. 解包存档：

```
$ tar xvf operator-sdk-v1.31.0-ocp-linux-x86_64.tar.gz
```

4. 使文件可执行：

```
$ chmod +x operator-sdk
```

5. 将提取的 **operator-sdk** 二进制文件移到 **PATH** 中的一个目录中。

提示

检查 **PATH**：

```
$ echo $PATH
```

```
$ sudo mv ./operator-sdk /usr/local/bin/operator-sdk
```

验证

- 安装 Operator SDK CLI 后，验证它是否可用：

```
$ operator-sdk version
```

输出示例

```
operator-sdk version: "v1.31.0-ocp", ...
```

5.2.2. 在 macOS 上安装 Operator SDK CLI

您可以在 macOS 上安装 OpenShift SDK CLI 工具。

先决条件

- Go v1.19+
- **docker** v17.03+、**podman** v1.9.3+ 或 **buildah** v1.7+

流程

1. 对于 **amd64** 架构，进入到 **amd64** 架构的 OpenShift 镜像站点。
2. 从最新的 4 目录中，下载 macOS 的 tarball 的最新版本。
3. 运行以下命令，为 **amd64** 架构解包 Operator SDK 归档：

```
$ tar xvf operator-sdk-v1.31.0-ocp-darwin-x86_64.tar.gz
```

4. 运行以下命令使文件可执行：

```
$ chmod +x operator-sdk
```

5. 运行以下命令，将提取的 **operator-sdk** 二进制文件移到 **PATH** 上的目录中：

提示

运行以下命令检查 **PATH** ：

```
$ echo $PATH
```

```
$ sudo mv ./operator-sdk /usr/local/bin/operator-sdk
```

验证

- 安装 Operator SDK CLI 后，运行以下命令验证是否可用：

```
$ operator-sdk version
```

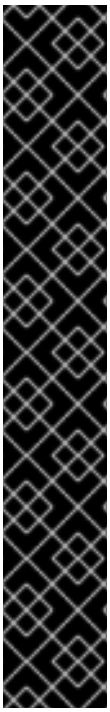
输出示例

```
operator-sdk version: "v1.31.0-ocp", ...
```

5.3. 基于 GO 的 OPERATOR

5.3.1. 基于 Go 的 Operator 的 operator SDK 指南

Operator SDK 中的 Go 编程语言支持可以利用 Operator SDK 中的 Go 编程语言支持，为 Memcached 构建基于 Go 的 Operator 示例、分布式键值存储并管理其生命周期。



重要

红帽支持的 Operator SDK CLI 工具版本，包括 Operator 项目的相关构建和测试工具已被弃用，计划在以后的 OpenShift Dedicated 发行版本中删除。红帽将在当前发行生命周期中提供对这个功能的程序错误修复和支持，但此功能将不再获得改进，并将在以后的 OpenShift Dedicated 版本中删除。

对于创建新 Operator 项目，不建议使用红帽支持的 Operator SDK 版本。现有 Operator 项目的 Operator 作者可使用 OpenShift Dedicated 4 发布的 Operator SDK CLI 工具版本来维护其项目，并创建针对较新版本的 OpenShift Dedicated 的 Operator 发行版本。

以下与 Operator 项目相关的基础镜像 *没有*被弃用。这些基础镜像的运行时功能和配置 API 仍然会有程序错误修复和并提供对相关 CVE 的解决方案。

- 基于 Ansible 的 Operator 项目的基础镜像
- 基于 Helm 的 Operator 项目的基础镜像

有关 Operator SDK 不支持的、社区维护版本的信息，请参阅 Operator SDK (Operator Framework)。

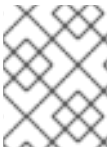
通过以下两个 Operator Framework 核心组件来完成此过程：

Operator SDK

operator-sdk CLI 工具和 **controller-runtime** 库 API

Operator Lifecycle Manager (OLM)

集群中 Operator 的安装、升级和基于角色的访问控制（RBAC）



注意

本教程的内容比 OpenShift Container Platform 文档中的基于 Go 的 Operator 开始使用 Operator SDK 更详细。

5.3.1.1. 先决条件

- 已安装 operator SDK CLI
- 已安装 OpenShift CLI (**oc**) 4+
- Go 1.19+
- 使用具有 **dedicated-admin** 权限的 **oc** 登录到 OpenShift Dedicated 集群
- 要允许集群拉取镜像，推送镜像的存储库必须设置为公共的存储库，或必须配置一个镜像 pull secret

其他资源

- 安装 Operator SDK CLI
- OpenShift CLI 入门

5.3.1.2. 创建一个项目

使用 Operator SDK CLI 创建名为 **memcached-operator 的** 项目。

流程

1. 为项目创建一个目录：

```
$ mkdir -p $HOME/projects/memcached-operator
```

2. 进入该目录：

```
$ cd $HOME/projects/memcached-operator
```

3. 激活对 Go 模块的支持：

```
$ export GO111MODULE=on
```

4. 运行 **operator-sdk init** 命令以初始化项目：

```
$ operator-sdk init \
    --domain=example.com \
    --repo=github.com/example-inc/memcached-operator
```

注意

operator-sdk init 命令默认使用 Go 插件。

operator-sdk init 命令生成一个 **go.mod** 文件，用于 Go 模块。在创建 **$GOPATH/src/** 项目时需要 **--repo** 标志，因为生成的文件需要有效的模块路径。

5.3.1.2.1. PROJECT 文件

operator-sdk init 命令生成的文件中是一个 Kubebuilder **PROJECT** 文件。从项目 root 运行的后续 **operator-sdk** 命令以及 **help** 输出会读取该文件，并注意到项目的类型为 Go。例如：

```
domain: example.com
layout:
- go.kubebuilder.io/v3
projectName: memcached-operator
repo: github.com/example-inc/memcached-operator
version: "3"
plugins:
  manifests.sdk.operatorframework.io/v2: {}
  scorecard.sdk.operatorframework.io/v2: {}
  sdk.x-openshift.io/v1: {}
```

5.3.1.2.2. 关于 Manager

Operator 的主要程序是 **main.go** 文件，它初始化并运行 Manager。Manager 会自动注册所有自定义资源（CR）API 定义的方案，并设置和运行控制器和 webhook。

Manager 可以限制所有控制器监视资源的命名空间：

```
mgr, err := ctrl.NewManager(cfg, manager.Options{Namespace: namespace})
```

默认情况下， Manager 会监视 Operator 的运行命名空间。要监视所有命名空间，您可以将 **namespace** 选项留空：

```
mgr, err := ctrl.NewManager(cfg, manager.Options{Namespace: ""})
```

您还可以使用 **MultiNamespacedCacheBuilder** 功能监控特定命名空间集合：

```
var namespaces []string (1)
mgr, err := ctrl.NewManager(cfg, manager.Options{ (2)
  NewCache: cache.MultiNamespacedCacheBuilder(namespaces),
})
```

1. 命名空间列表。
2. 创建 **Cmd** 指令以提供共享依赖关系和启动组件。

5.3.1.2.3. 关于多组 API

在创建 API 和控制器前，请考虑您的 Operator 是否需要多个 API 组。本教程涵盖了单个组 API 的默认情况，但要更改项目布局来支持多组 API，您可以运行以下命令：

```
$ operator-sdk edit --multigroup=true
```

这个命令更新了 **PROJECT** 文件，该文件应该类似以下示例：

```
domain: example.com
layout: go.kubebuilder.io/v3
multigroup: true
...
```

对于多组项目，API Go 类型文件会在 **apis/<group> /<version>** / 目录中创建，控制器在 **controllers/<group>** / 目录中创建。然后会相应地更新 Dockerfile。

其他资源

- 有关迁移到多组项目的详情，请参阅 Kubebuilder 文档。

5.3.1.3. 创建 API 和控制器

使用 Operator SDK CLI 创建自定义资源定义（CRD）API 和控制器。

流程

1. 运行以下命令创建带有组 **cache**、版本**v1** 和种类 **Memcached** 的 API：

```
$ operator-sdk create api \
    --group=cache \
    --version=v1 \
    --kind=Memcached
```

2. 提示时，输入 **y** 来创建资源和控制器：

```
Create Resource [y/n]
y
Create Controller [y/n]
y
```

输出示例

```
Writing scaffold for you to edit...
api/v1/memcached_types.go
controllers/memcached_controller.go
...
```

此过程会在 **api/v1/memcached_types.go** 和 **controllers/memcached_controller.go** 中生成 **Memcached** 资源 API。

5.3.1.3.1. 定义 API

定义 **Memcached** 自定义资源（CR）的 API。

流程

1. 修改 **api/v1/memcached_types.go** 中的 Go 类型定义，使其具有以下 **spec** 和 **status**：

```
// MemcachedSpec defines the desired state of Memcached
type MemcachedSpec struct {
 // +kubebuilder:validation:Minimum=0
```

```
 // Size is the size of the memcached deployment
 Size int32 `json:"size"`
}

// MemcachedStatus defines the observed state of Memcached
type MemcachedStatus struct {
 // Nodes are the names of the memcached pods
 Nodes []string `json:"nodes"`
}
```

2. 为资源类型更新生成的代码：

```
$ make generate
```

提示

在修改了 ***_types.go** 文件后，您必须运行 **make generate** 命令来更新该资源类型生成的代码。

以上 Makefile 目标调用 **controller-gen** 程序来更新 **api/v1/zz_generated.deepcopy.go** 文件。这样可确保您的 API Go 类型定义实现了 **runtime.Object** 接口，所有 Kind 类型都必须实现。

5.3.1.3.2. 生成 CRD 清单

在使用 **spec** 和 **status** 字段和自定义资源定义（CRD）验证标记定义后，您可以生成 CRD 清单。

流程

- 运行以下命令以生成和更新 CRD 清单：

```
$ make manifests
```

此 Makefile 目标调用 **controller-gen** 实用程序在 **config/crd/bases/cache.example.com_memcacheds.yaml** 文件中生成 CRD 清单。

5.3.1.3.2.1. 关于 OpenAPI 验证

当生成清单时，openAPIV3 模式会添加到 **spec.validation** 块中的 CRD 清单中。此验证块允许 Kubernetes 在 Memcached 自定义资源（CR）创建或更新时验证其中的属性。

标记或注解可用于为您的 API 配置验证。这些标记始终具有 **+kubebuilder:validation** 前缀。

其他资源

- 如需有关在 API 代码中使用标记的更多详细信息，请参阅以下 Kubebuilder 文档：
  - CRD 生成
  - Markers（标记）
  - OpenAPIv3 验证标记列表
- 有关 CRD 中的 OpenAPIv3 验证模式的详情，请参阅 Kubernetes 文档。

5.3.1.4. 实现控制器

在创建新 API 和控制器后，您可以实现控制器逻辑。

流程

- 在本例中，将生成的控制器文件 **controllers/memcached_controller.go** 替换为以下示例实现：

例 5.1. memcached_controller.go示例

```
/*
Copyright 2020.

Licensed under the Apache License, Version 2.0 (the "License");
you may not use this file except in compliance with the License.
You may obtain a copy of the License at

    http://www.apache.org/licenses/LICENSE-2.0

Unless required by applicable law or agreed to in writing, software
distributed under the License is distributed on an "AS IS" BASIS,
WITHOUT WARRANTIES OR CONDITIONS OF ANY KIND, either express or implied.
See the License for the specific language governing permissions and
limitations under the License.
*/

package controllers

import (
	appsv1 "k8s.io/api/apps/v1"
	corev1 "k8s.io/api/core/v1"
	"k8s.io/apimachinery/pkg/api/errors"
	metav1 "k8s.io/apimachinery/pkg/apis/meta/v1"
	"k8s.io/apimachinery/pkg/types"
	"reflect"

	"context"

	"github.com/go-logr/logr"
	"k8s.io/apimachinery/pkg/runtime"
	ctrl "sigs.k8s.io/controller-runtime"
	"sigs.k8s.io/controller-runtime/pkg/client"
	ctrllog "sigs.k8s.io/controller-runtime/pkg/log"

	cachev1 "github.com/example-inc/memcached-operator/api/v1"
)

// MemcachedReconciler reconciles a Memcached object
type MemcachedReconciler struct {
	client.Client
	Log    logr.Logger
	Scheme *runtime.Scheme
}

//
+kubebuilder:rbac:groups=cache.example.com,resources=memcacheds,verbs=get;list;watcl
```

```
;create;update;patch;delete
//
+kubebuilder:rbac:groups=cache.example.com,resources=memcacheds/status,verbs=get;up
date;patch
//
+kubebuilder:rbac:groups=cache.example.com,resources=memcacheds/finalizers,verbs=upd
ate
//
+kubebuilder:rbac:groups=apps,resources=deployments,verbs=get;list;watch;create;update;
patch;delete
// +kubebuilder:rbac:groups=core,resources=pods,verbs=get;list;

// Reconcile is part of the main kubernetes reconciliation loop which aims to
// move the current state of the cluster closer to the desired state.
// TODO(user): Modify the Reconcile function to compare the state specified by
// the Memcached object against the actual cluster state, and then
// perform operations to make the cluster state reflect the state specified by
// the user.
//
// For more details, check Reconcile and its Result here:
// - https://pkg.go.dev/sigs.k8s.io/controller-runtime@v0.7.0/pkg/reconcile
func (r *MemcachedReconciler) Reconcile(ctx context.Context, req ctrl.Request)
(ctrl.Result, error) {
	//log := r.Log.WithValues("memcached", req.NamespacedName)
	log := ctrllog.FromContext(ctx)
	// Fetch the Memcached instance
	memcached := &cachev1.Memcached{}
	err := r.Get(ctx, req.NamespacedName, memcached)
	if err != nil {
		if errors.IsNotFound(err) {
			// Request object not found, could have been deleted after reconcile
request.
			// Owned objects are automatically garbage collected. For additional
cleanup logic use finalizers.
			// Return and don't requeue
			log.Info("Memcached resource not found. Ignoring since object must be
deleted")
			return ctrl.Result{}, nil
		}
		// Error reading the object - requeue the request.
		log.Error(err, "Failed to get Memcached")
		return ctrl.Result{}, err
	}

	// Check if the deployment already exists, if not create a new one
	found := &appsv1.Deployment{}
	err = r.Get(ctx, types.NamespacedName{Name: memcached.Name, Namespace:
memcached.Namespace}, found)
	if err != nil && errors.IsNotFound(err) {
		// Define a new deployment
		dep := r.deploymentForMemcached(memcached)
		log.Info("Creating a new Deployment", "Deployment.Namespace",
dep.Namespace, "Deployment.Name", dep.Name)
		err = r.Create(ctx, dep)
		if err != nil {
			log.Error(err, "Failed to create new Deployment",
```

```
"Deployment.Namespace", dep.Namespace, "Deployment.Name", dep.Name)
                return ctrl.Result{}, err
            }
            // Deployment created successfully - return and requeue
            return ctrl.Result{Requeue: true}, nil
        } else if err != nil {
            log.Error(err, "Failed to get Deployment")
            return ctrl.Result{}, err
        }

        // Ensure the deployment size is the same as the spec
        size := memcached.Spec.Size
        if *found.Spec.Replicas != size {
            found.Spec.Replicas = &size
            err = r.Update(ctx, found)
            if err != nil {
                log.Error(err, "Failed to update Deployment", "Deployment.Namespace",
found.Namespace, "Deployment.Name", found.Name)
                return ctrl.Result{}, err
            }
            // Spec updated - return and requeue
            return ctrl.Result{Requeue: true}, nil
        }

        // Update the Memcached status with the pod names
        // List the pods for this memcached's deployment
        podList := &corev1.PodList{}
        listOpts := []client.ListOption{
            client.InNamespace(memcached.Namespace),
            client.MatchingLabels(labelsForMemcached(memcached.Name)),
        }
        if err = r.List(ctx, podList, listOpts...); err != nil {
            log.Error(err, "Failed to list pods", "Memcached.Namespace",
memcached.Namespace, "Memcached.Name", memcached.Name)
            return ctrl.Result{}, err
        }
        podNames := getPodNames(podList.Items)

        // Update status.Nodes if needed
        if !reflect.DeepEqual(podNames, memcached.Status.Nodes) {
            memcached.Status.Nodes = podNames
            err := r.Status().Update(ctx, memcached)
            if err != nil {
                log.Error(err, "Failed to update Memcached status")
                return ctrl.Result{}, err
            }
        }

        return ctrl.Result{}, nil
}

// deploymentForMemcached returns a memcached Deployment object
func (r *MemcachedReconciler) deploymentForMemcached(m *cachev1.Memcached)
*appsv1.Deployment {
        ls := labelsForMemcached(m.Name)
        replicas := m.Spec.Size
```

```
        dep := &appsv1.Deployment{
                ObjectMeta: metav1.ObjectMeta{
                        Name:      m.Name,
                        Namespace: m.Namespace,
                },
                Spec: appsv1.DeploymentSpec{
                        Replicas: &replicas,
                        Selector: &metav1.LabelSelector{
                                MatchLabels: ls,
                        },
                        Template: corev1.PodTemplateSpec{
                                ObjectMeta: metav1.ObjectMeta{
                                        Labels: ls,
                                },
                                Spec: corev1.PodSpec{
                                        Containers: []corev1.Container{{
                                                Image:   "memcached:1.4.36-alpine",
                                                Name:    "memcached",
                                                Command: []string{"memcached", "-m=64", "-o", "modern",
"-v"},
                                                Ports: []corev1.ContainerPort{{
                                                        ContainerPort: 11211,
                                                        Name:          "memcached",
                                                }},
                                        }},
                                },
                        },
                },
        }
        // Set Memcached instance as the owner and controller
        ctrl.SetControllerReference(m, dep, r.Scheme)
        return dep
}

// labelsForMemcached returns the labels for selecting the resources
// belonging to the given memcached CR name.
func labelsForMemcached(name string) map[string]string {
        return map[string]string{"app": "memcached", "memcached_cr": name}
}

// getPodNames returns the pod names of the array of pods passed in
func getPodNames(pods []corev1.Pod) []string {
        var podNames []string
        for _, pod := range pods {
                podNames = append(podNames, pod.Name)
        }
        return podNames
}

// SetupWithManager sets up the controller with the Manager.
func (r *MemcachedReconciler) SetupWithManager(mgr ctrl.Manager) error {
        return ctrl.NewControllerManagedBy(mgr).
                For(&cachev1.Memcached{}).
```

```
                Owns(&appsv1.Deployment{}).
                Complete(r)
    }
```

示例控制器为每个 **Memcached** 自定义资源（CR）运行以下协调逻辑：

- 如果尚无 Memcached 部署，创建一个。
- 确保部署大小与 **Memcached** CR spec 指定的大小相同。
- 使用 **memcached** Pod 的名称更新 **Memcached** CR 状态。

下面的小节解释了示例中的控制器如何监视资源以及如何触发协调循环。您可以跳过这些小节来直接进入运行 Operator。

5.3.1.4.1. 控制器监视的资源

controllers/memcached_controller.go 中的 **SetupWithManager()** 功能指定如何构建控制器来监视 CR 和其他控制器拥有和管理的资源。

```
import (
 ...
 appsv1 "k8s.io/api/apps/v1"
 ...
)

func (r *MemcachedReconciler) SetupWithManager(mgr ctrl.Manager) error {
 return ctrl.NewControllerManagedBy(mgr).
  For(&cachev1.Memcached{}).
  Owns(&appsv1.Deployment{}).
  Complete(r)
}
```

NewControllerManagedBy() 提供了一个控制器构建器，它允许各种控制器配置。

for(&cachev1.Memcached{}) 将 **Memcached** 类型指定为要监视的主要资源。对于 **Memcached** 类型的每个 Add、Update 或 Delete 事件，协调循环都会为该 **Memcached** 对象发送一个协调 **Request** 参数，其中包括命名空间和名称键。

owns(&appsv1.Deployment{}) 将 **Deployment** 类型指定为要监视的辅助资源。对于 **Deployment** 类型的每个 Add、Update 或 Delete 事件，事件处理程序会将每个事件映射到部署所有者的协调请求。在本例中，所有者是创建部署的 **Memcached** 对象。

5.3.1.4.2. 控制器配置

您可以不同的配置来初始化控制器。例如：

- 使用 **MaxConcurrentReconciles** 选项设置控制器的并发协调的最大数量，其默认值为 **1**：

```
func (r *MemcachedReconciler) SetupWithManager(mgr ctrl.Manager) error {
    return ctrl.NewControllerManagedBy(mgr).
        For(&cachev1.Memcached{}).
        Owns(&appsv1.Deployment{}).
        WithOptions(controller.Options{
```

```
        MaxConcurrentReconciles: 2,
    }).
    Complete(r)
}
```

- 使用 predicates 过滤监视事件。
- 选择 EventHandler 类型来更改监视事件转换方式以协调协调循环的请求。对于比主和从属资源更复杂的 Operator 关系，您可以使用 **EnqueueRequestsFromMapFunc** 处理程序将监控事件转换为一组任意协调请求。

有关这些配置和其他配置的详情，请参阅上游 Builder 和 Controller GoDocs。

5.3.1.4.3. 协调循环

每个控制器都有一个协调器对象，它带有实现了协调循环的 **Reconcile()** 方法。协调循环通过 **Request** 参数传递，该参数是从缓存中查找主资源对象 **Memcached** 的命名空间和名称键：

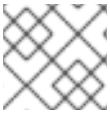
```
import (
 ctrl "sigs.k8s.io/controller-runtime"

 cachev1 "github.com/example-inc/memcached-operator/api/v1"
 ...
)

func (r *MemcachedReconciler) Reconcile(ctx context.Context, req ctrl.Request) (ctrl.Result, error) {
  // Lookup the Memcached instance for this reconcile request
  memcached := &cachev1.Memcached{}
  err := r.Get(ctx, req.NamespacedName, memcached)
  ...
}
```

根据返回值、结果和错误，请求可能会重新排序，协调循环可能会再次触发：

```
// Reconcile successful - don't requeue
return ctrl.Result{}, nil
// Reconcile failed due to error - requeue
return ctrl.Result{}, err
// Requeue for any reason other than an error
return ctrl.Result{Requeue: true}, nil
```

您可以将 **Result.RequeueAfter** 设置为在宽限期后重新排序请求：

```
import "time"

// Reconcile for any reason other than an error after 5 seconds
return ctrl.Result{RequeueAfter: time.Second*5}, nil
```



注意

您可以返回带有 **RequeueAfter** 设置的 **Result** 来定期协调一个 CR。

有关协调器、客户端并与资源事件交互的更多信息，请参阅 Controller Runtime Client API 文档。

5.3.1.4.4. 权限和 RBAC 清单

控制器需要特定的 RBAC 权限与它管理的资源交互。它们通过 RBAC 标记来指定，如下所示：

```
//
+kubebuilder:rbac:groups=cache.example.com,resources=memcacheds,verbs=get;list;watch;create;upd
ate;patch;delete
//
+kubebuilder:rbac:groups=cache.example.com,resources=memcacheds/status,verbs=get;update;patch

// +kubebuilder:rbac:groups=cache.example.com,resources=memcacheds/finalizers,verbs=update
//
+kubebuilder:rbac:groups=apps,resources=deployments,verbs=get;list;watch;create;update;patch;delete

// +kubebuilder:rbac:groups=core,resources=pods,verbs=get;list;

func (r *MemcachedReconciler) Reconcile(ctx context.Context, req ctrl.Request) (ctrl.Result, error) {
  ...
}
```

config/rbac/role.yaml 中的 **ClusterRole** 对象清单通过在每次运行 **manifests** 命令时使用 **controller-gen** 实用程序的以前的标记生成。

5.3.1.5. 启用代理支持

Operator 作者可开发支持网络代理的 Operator。具有 **dedicated-admin** 角色的管理员配置对 Operator Lifecycle Manager (OLM) 处理的环境变量的代理支持。要支持代理集群，Operator 必须检查以下标准代理变量的环境，并将值传递给 Operands：

- **HTTP_PROXY**
- **HTTPS_PROXY**
- **NO_PROXY**

注意

本教程使用 **HTTP_PROXY** 作为示例环境变量。

先决条件

- 启用了集群范围的出口代理的集群。

流程

1. 编辑 **controllers/memcached_controller.go** 文件，使其包含以下项：
   a. 从 **operator-lib** 库导入 **proxy** 软件包：

```
import (
  ...
  "github.com/operator-framework/operator-lib/proxy"
)
```

b. 将 **proxy.ReadProxyVarsFromEnv** helper 功能添加到协调循环中，并将结果附加到 Operand 环境：

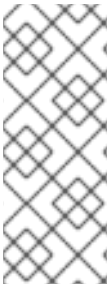
```
for i, container := range dep.Spec.Template.Spec.Containers {
  dep.Spec.Template.Spec.Containers[i].Env = append(container.Env,
proxy.ReadProxyVarsFromEnv()...)
}
...
```

2. 通过在 **config/manager/manager.yaml** 文件中添加以下内容来设置 Operator 部署上的环境变量：

```
containers:
 - args:
   - --leader-elect
   - --leader-election-id=ansible-proxy-demo
   image: controller:latest
   name: manager
   env:
     - name: "HTTP_PROXY"
       value: "http_proxy_test"
```

5.3.1.6. 运行 Operator

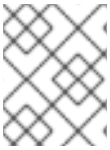
要构建并运行 Operator，请使用 Operator SDK CLI 捆绑 Operator，然后使用 Operator Lifecycle Manager (OLM) 部署到集群中。



注意

如果要在 OpenShift Container Platform 集群上部署 Operator 而不是 OpenShift Dedicated 集群，可以使用两个额外的部署选项：

- 作为 Go 程序在集群外本地运行。
- 作为集群的部署运行。



注意

在将基于 Go 的 Operator 作为使用 OLM 的捆绑包运行前，请确保您的项目已更新为使用支持的镜像。

其他资源

- 在集群外本地运行 (OpenShift Container Platform 文档)
- 作为集群的部署运行 (OpenShift Container Platform 文档)

5.3.1.6.1. 捆绑 Operator 并使用 Operator Lifecycle Manager 进行部署

5.3.1.6.1.1. 捆绑 Operator

Operator 捆绑包格式是 Operator SDK 和 Operator Lifecycle Manager（OLM）的默认打包方法。您可以使用 Operator SDK 来构建和推送 Operator 项目作为捆绑包镜像，使 Operator 可供 OLM 使用。

先决条件

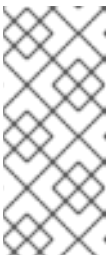
- 在开发工作站上安装 operator SDK CLI
- 已安装 OpenShift CLI (**oc**) v4+
- 使用 Operator SDK 初始化 operator 项目
- 如果 Operator 基于 Go，则必须更新您的项目以使用支持的镜像在 OpenShift Dedicated 上运行

流程

1. 在 Operator 项目目录中运行以下 **make** 命令来构建和推送 Operator 镜像。在以下步骤中修改 **IMG** 参数来引用您可访问的库。您可以获取在存储库站点（如 Quay.io）存储容器的帐户。

   a. 构建镜像：

   ```
   $ make docker-build IMG=<registry>/<user>/<operator_image_name>:<tag>
   ```

   注意

   由 SDK 为 Operator 生成的 Dockerfile 需要为 **go build** 明确引用 **GOARCH=amd64**。这可以在非 AMD64 构架中使用 **GOARCH=$TARGETARCH**。Docker 自动将环境变量设置为 **-platform** 指定的值。对于 Buildah，需要使用 **-build-arg** 来实现这一目的。如需更多信息，请参阅多个架构。

   b. 将镜像推送到存储库：

   ```
   $ make docker-push IMG=<registry>/<user>/<operator_image_name>:<tag>
   ```

2. 运行 **make bundle** 命令创建 Operator 捆绑包清单，该命令调用多个命令，其中包括 Operator SDK **generate bundle** 和 **bundle validate** 子命令：

   ```
   $ make bundle IMG=<registry>/<user>/<operator_image_name>:<tag>
   ```

   Operator 的捆绑包清单描述了如何显示、创建和管理应用程序。**make bundle** 命令在 Operator 项目中创建以下文件和目录：

   - 包含 **ClusterServiceVersion** 对象的捆绑包清单目录，名为 **bundle/manifests**
   - 名为 **bundle/metadata** 的捆绑包元数据目录
   - **config/crd** 目录中的所有自定义资源定义（CRD）
   - 一个 Dockerfile **bundle.Dockerfile**

   然后，使用 **operator-sdk bundle validate** 自动验证这些文件，以确保磁盘上的捆绑包的格式是正确的。

3. 运行以下命令来构建和推送捆绑包镜像。OLM 使用索引镜像来消耗 Operator 捆绑包，该镜像引用一个或多个捆绑包镜像。

   a. 构建捆绑包镜像。使用您要推送镜像的 registry、用户命名空间和镜像标签的详情，设置 **BUNDLE_IMG**：

```
$ make bundle-build BUNDLE_IMG=<registry>/<user>/<bundle_image_name>:<tag>
```

b. 推送捆绑包镜像：

```
$ docker push <registry>/<user>/<bundle_image_name>:<tag>
```

5.3.1.6.1.2. 使用 Operator Lifecycle Manager 部署 Operator

Operator Lifecycle Manager（OLM）可帮助您在 Kubernetes 集群中安装、更新和管理 Operator 及其相关服务的生命周期。OLM 在 OpenShift Dedicated 上默认安装，并作为 Kubernetes 扩展运行，以便您可以在没有任何额外工具的情况下将 Web 控制台和 OpenShift CLI（**oc**）用于所有 Operator 生命周期管理功能。

Operator Bundle Format 是 Operator SDK 和 OLM 的默认打包方法。您可以使用 Operator SDK 在 OLM 上快速运行捆绑包镜像，以确保它正确运行。

先决条件

- 在开发工作站上安装 operator SDK CLI
- 构建并推送到 registry 的 Operator 捆绑包镜像
- OLM安装在一个基于 Kubernetes 的集群上（如果使用 **apiextensions.k8s.io/v1** CRD，则为 v1.16.0 或更新版本，如 OpenShift Dedicated 4）
- 使用具有 **dedicated-admin** 权限的账户使用 **oc** 登录到集群
- 如果 Operator 基于 Go，则必须更新您的项目以使用支持的镜像在 OpenShift Dedicated 上运行

流程

- 输入以下命令在集群中运行 Operator：

```
$ operator-sdk run bundle \(1)
    -n <namespace> \(2)
    <registry>/<user>/<bundle_image_name>:<tag> (3)
```

(1) **run bundle** 命令创建基于文件的有效目录，并使用 OLM 在集群中安装 Operator 捆绑包。

(2) 可选：默认情况下，命令会在 **~/.kube/config** 文件中当前活跃的项目中安装 Operator。您可以添加 **-n** 标志来为安装设置不同的命名空间范围。

(3) 如果没有指定镜像，该命令使用 **quay.io/operator-framework/opm:latest** 作为默认索引镜像。如果指定了镜像，该命令会使用捆绑包镜像本身作为索引镜像。

重要

从 OpenShift Dedicated 4.11 开始，**run bundle** 命令默认支持 Operator 目录的基于文件的目录格式。Operator 目录已弃用的 SQLite 数据库格式仍被支持，但将在以后的发行版本中删除。建议 Operator 作者将其工作流迁移到基于文件的目录格式。

这个命令执行以下操作：

- 创建引用捆绑包镜像的索引镜像。索引镜像不透明且具有临时性，但准确反映了如何将捆绑包添加到生产中的目录中。
- 创建指向新索引镜像的目录源，以便 OperatorHub 能够发现 Operator。
- 通过创建一个 **OperatorGroup**、**Subscription**、**InstallPlan** 和所有其他所需资源（包括 RBAC），将 Operator 部署到集群中。

5.3.1.7. 创建自定义资源

安装 Operator 后，您可以通过创建一个由 Operator 在集群中提供的自定义资源（CR）来测试它。

先决条件

- 在集群中安装的 Memcached Operator 示例，它提供 **Memcached** CR

流程

1. 切换到安装 Operator 的命名空间。例如，如果使用 **make deploy** 命令部署 Operator：

```
$ oc project memcached-operator-system
```

2. 编辑 **config/samples/cache_v1_memcached.yaml** 上的 **Memcached** CR 清单示例，使其包含以下规格：

```
apiVersion: cache.example.com/v1
kind: Memcached
metadata:
  name: memcached-sample
...
spec:
...
  size: 3
```

3. 创建 CR:

```
$ oc apply -f config/samples/cache_v1_memcached.yaml
```

4. 确保 **Memcached** Operator 为示例 CR 创建部署，其大小正确：

```
$ oc get deployments
```

输出示例

```
NAME                                  READY   UP-TO-DATE   AVAILABLE   AGE
memcached-operator-controller-manager   1/1     1            1           8m
memcached-sample                      3/3     3            3           1m
```

5. 检查 pod 和 CR 状态，以确认其状态是否使用 Memcached pod 名称更新。

   a. 检查 pod:

```
$ oc get pods
```

输出示例

```
NAME                                READY     STATUS    RESTARTS   AGE
memcached-sample-6fd7c98d8-7dqdr      1/1       Running   0          1m
memcached-sample-6fd7c98d8-g5k7v      1/1       Running   0          1m
memcached-sample-6fd7c98d8-m7vn7      1/1       Running   0          1m
```

b. 检查 CR 状态：

```
$ oc get memcached/memcached-sample -o yaml
```

输出示例

```
apiVersion: cache.example.com/v1
kind: Memcached
metadata:
...
  name: memcached-sample
...
spec:
  size: 3
status:
  nodes:
  - memcached-sample-6fd7c98d8-7dqdr
  - memcached-sample-6fd7c98d8-g5k7v
  - memcached-sample-6fd7c98d8-m7vn7
```

6. 更新部署大小。

a. 更新 **config/samples/cache_v1_memcached.yaml** 文件，将 **Memcached** CR 中的 **spec.size** 字段从 **3** 改为 **5**：

```
$ oc patch memcached memcached-sample \
    -p '{"spec":{"size": 5}}' \
    --type=merge
```

b. 确认 Operator 已更改部署大小：

```
$ oc get deployments
```

输出示例

```
NAME                                READY   UP-TO-DATE   AVAILABLE   AGE
memcached-operator-controller-manager   1/1     1            1           10m
memcached-sample                    5/5     5            5           3m
```

7. 运行以下命令来删除 CR：

```
$ oc delete -f config/samples/cache_v1_memcached.yaml
```

8. 清理本教程中创建的资源。

   - 如果使用 **make deploy** 命令来测试 Operator，请运行以下命令：

     ```
     $ make undeploy
     ```

   - 如果使用 **operator-sdk run bundle** 命令来测试 Operator，请运行以下命令：

     ```
     $ operator-sdk cleanup <project_name>
     ```

5.3.1.8. 其他资源

- 请参阅基于 Go 的 Operator 的项目布局，以了解 Operator SDK 创建的目录结构。
- 如果配置了集群范围的出口代理，则具有 **dedicated-** admin 角色的管理员可以覆盖代理设置，或为 Operator Lifecycle Manager (OLM)上运行的特定 Operator 注入自定义 CA 证书。

5.3.2. 基于 Go 的 Operator 的项目布局

operator-sdk CLI 可为每个 Operator 项目生成或 *scaffold* 多个 软件包和文件。

重要

红帽支持的 Operator SDK CLI 工具版本，包括 Operator 项目的相关构建和测试工具已被弃用，计划在以后的 OpenShift Dedicated 发行版本中删除。红帽将在当前发行生命周期中提供对这个功能的程序错误修复和支持，但此功能将不再获得改进，并将在以后的 OpenShift Dedicated 版本中删除。

对于创建新 Operator 项目，不建议使用红帽支持的 Operator SDK 版本。现有 Operator 项目的 Operator 作者可使用 OpenShift Dedicated 4 发布的 Operator SDK CLI 工具版本来维护其项目，并创建针对较新版本的 OpenShift Dedicated 的 Operator 发行版本。

以下与 Operator 项目相关的基础镜像 *没有*被弃用。这些基础镜像的运行时功能和配置 API 仍然会有程序错误修复和并提供对相关 CVE 的解决方案。

- 基于 Ansible 的 Operator 项目的基础镜像
- 基于 Helm 的 Operator 项目的基础镜像

有关 Operator SDK 不支持的、社区维护版本的信息，请参阅 Operator SDK (Operator Framework)。

5.3.2.1. 基于 Go 的项目布局

使用 **operator-sdk init** 命令生成的基于 Go 的 Operator 项目（默认类型）包含以下文件和目录：

文件或目录	用途
main.go	Operator 的主要程序。这会实例化一个新管理器，它会在 **apis/** 目录中注册所有自定义资源定义（CRD），并启动 **controllers/** 目录中的所有控制器。
apis/	定义 CRD API 的目录树。您必须编辑 **apis/<version> /<kind>_types.go** 文件，为每个资源类型定义 API，并在控制器中导入这些软件包以监视这些资源类型。

文件或目录	用途
controllers/	控制器的实现。编辑 **controller/<kind>_controller.go** 文件，以定义控制器处理指定种类资源类型的协调逻辑。
config/	用于在集群中部署控制器的 Kubernetes 清单，包括 CRD、RBAC 和证书。
Makefile	用于构建和部署控制器的目标。
Docker	容器引擎用来构建 Operator 的说明。
manifests/	Kubernetes 清单用于注册 CRD、设置 RBAC 和将 Operator 部署为部署。

5.3.3. 为较新的 Operator SDK 版本更新基于 Go 的 Operator 项目

OpenShift Dedicated 4 支持 Operator SDK 1.31.0。如果您已在工作站上安装了 1.28.0 CLI，您可以通过安装最新版本将 CLI 更新至 1.31.0。

重要

红帽支持的 Operator SDK CLI 工具版本，包括 Operator 项目的相关构建和测试工具已被弃用，计划在以后的 OpenShift Dedicated 发行版本中删除。红帽将在当前发行生命周期中提供对这个功能的程序错误修复和支持，但此功能将不再获得改进，并将在以后的 OpenShift Dedicated 版本中删除。

对于创建新 Operator 项目，不建议使用红帽支持的 Operator SDK 版本。现有 Operator 项目的 Operator 作者可使用 OpenShift Dedicated 4 发布的 Operator SDK CLI 工具版本来维护其项目，并创建针对较新版本的 OpenShift Dedicated 的 Operator 发行版本。

以下与 Operator 项目相关的基础镜像 *没有*被弃用。这些基础镜像的运行时功能和配置 API 仍然会有程序错误修复和并提供对相关 CVE 的解决方案。

- 基于 Ansible 的 Operator 项目的基础镜像
- 基于 Helm 的 Operator 项目的基础镜像

有关 Operator SDK 不支持的、社区维护版本的信息，请参阅 Operator SDK (Operator Framework)。

但是，要确保现有 Operator 项目保持与 Operator SDK 1.31.0 的兼容性，需要执行更新的相关步骤才能解决从 1.28.0 以来引入的相关破坏更改。您必须在之前使用 1.28.0 创建或维护的任何 Operator 项目中手动执行更新步骤。

5.3.3.1. 为 Operator SDK 1.31.0 更新基于 Go 的 Operator 项目

以下流程更新了基于 Go 的 Operator 项目，以便与 1.31.0 兼容。

先决条件

- 已安装 operator SDK 1.31.0
- 使用 Operator SDK 1.28.0 创建或维护的 Operator 项目

流程

- 编辑 Operator 项目的 makefile，将 Operator SDK 版本更新至 1.31.0，如下例所示：

  makefile 示例

  ```
  # Set the Operator SDK version to use. By default, what is installed on the system is used.
  # This is useful for CI or a project to utilize a specific version of the operator-sdk toolkit.
  OPERATOR_SDK_VERSION ?= v1.31.0 (1)
  ```

  (1) 将版本从 **1.28.0** 更改为 **1.31.0**。

5.3.3.2. 其他资源

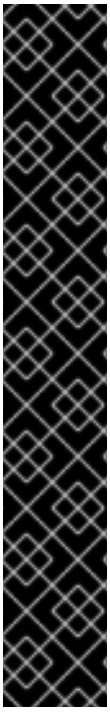
- 将软件包清单项目迁移到捆绑包格式
- 为 Operator SDK 1.16.0 升级项目
- 升级 Operator SDK v1.10.1 的项目
- 针对 Operator SDK v1.8.0 升级项目

5.4. 基于 ANSIBLE 的 OPERATOR

5.4.1. 基于 Ansible 的 Operator 的 operator SDK 指南

operator 开发人员可以利用 Operator SDK 中的 Ansible 支持来为 Memcached 构建基于 Ansible 的示例 Operator、分布式键值存储并管理其生命周期。本教程介绍了以下过程：

- 创建 Memcached 部署
- 确保部署大小与 **Memcached** 自定义资源（CR）spec 指定的大小相同
- 使用 status writer 带有 **memcached** Pod 的名称来更新 **Memcached** CR 状态



重要

红帽支持的 Operator SDK CLI 工具版本，包括 Operator 项目的相关构建和测试工具已被弃用，计划在以后的 OpenShift Dedicated 发行版本中删除。红帽将在当前发行生命周期中提供对这个功能的程序错误修复和支持，但此功能将不再获得改进，并将在以后的 OpenShift Dedicated 版本中删除。

对于创建新 Operator 项目，不建议使用红帽支持的 Operator SDK 版本。现有 Operator 项目的 Operator 作者可使用 OpenShift Dedicated 4 发布的 Operator SDK CLI 工具版本来维护其项目，并创建针对较新版本的 OpenShift Dedicated 的 Operator 发行版本。

以下与 Operator 项目相关的基础镜像 *没有*被弃用。这些基础镜像的运行时功能和配置 API 仍然会有程序错误修复和并提供对相关 CVE 的解决方案。

- 基于 Ansible 的 Operator 项目的基础镜像
- 基于 Helm 的 Operator 项目的基础镜像

有关 Operator SDK 不支持的、社区维护版本的信息，请参阅 Operator SDK (Operator Framework)。

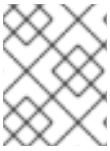
此过程可通过以下两个 Operator Framework 核心组件完成：

Operator SDK

operator-sdk CLI 工具和 **controller-runtime** 库 API

Operator Lifecycle Manager (OLM)

集群中 Operator 的安装、升级和基于角色的访问控制（RBAC）



注意

本教程的内容比 OpenShift Container Platform 文档中的基于 Ansible 的 Operator 开始使用 Operator SDK 更详细。

5.4.1.1. 先决条件

- 已安装 operator SDK CLI
- 已安装 OpenShift CLI (**oc**) 4+
- Ansible 2.15.0
- Ansible Runner 2.3.3+
- Ansible Runner HTTP Event Emitter plugin 1.0.0+
- Python 3.9+
- Python Kubernetes 客户端
- 使用具有 **dedicated-admin** 权限的 **oc** 登录到 OpenShift Dedicated 集群
- 要允许集群拉取镜像，推送镜像的存储库必须设置为公共的存储库，或必须配置一个镜像 pull secret

其他资源

- 安装 Operator SDK CLI
- OpenShift CLI 入门

5.4.1.2. 创建一个项目

使用 Operator SDK CLI 创建名为 **memcached-operator 的** 项目。

流程

1. 为项目创建一个目录：

```
$ mkdir -p $HOME/projects/memcached-operator
```

2. 进入该目录：

```
$ cd $HOME/projects/memcached-operator
```

3. 使用 **ansible** 插件运行 **operator-sdk init** 命令以初始化项目：

```
$ operator-sdk init \
    --plugins=ansible \
    --domain=example.com
```

5.4.1.2.1. PROJECT 文件

operator-sdk init 命令生成的文件中是一个 Kubebuilder **PROJECT** 文件。从项目 root 运行的后续 **operator-sdk** 命令以及 **help** 输出可读取该文件，并注意到项目的类型是 Ansible。例如：

```
domain: example.com
layout:
- ansible.sdk.operatorframework.io/v1
plugins:
  manifests.sdk.operatorframework.io/v2: {}
  scorecard.sdk.operatorframework.io/v2: {}
  sdk.x-openshift.io/v1: {}
projectName: memcached-operator
version: "3"
```

5.4.1.3. 创建 API

使用 Operator SDK CLI 创建 Memcached API。

流程

- 运行以下命令创建带有组 **cache**、版本**v1** 和种类 **Memcached** 的 API：

```
$ operator-sdk create api \
    --group cache \
    --version v1 \
    --kind Memcached \
    --generate-role 1
```

1 为 API 生成 Ansible 角色。

创建 API 后，Operator 项目会以以下结构更新：

Memcached CRD

包括一个 **Memcached** 资源示例

Manager（管理者）

使用以下方法将集群状态协调到所需状态的程序：

- 一个协调器，可以是 Ansible 角色或 playbook
- 一个 **watches.yaml** 文件，将 **Memcached** 资源连接到 **memcached** Ansible 角色

5.4.1.4. 修改管理者

更新您的 Operator 项目，以提供协调逻辑，其格式为 Ansible 角色，它在每次创建、更新或删除 **Memcached** 资源时运行。

流程

1. 用下列结构更新 **roles/memcached/tasks/main.yml** 文件：

```
---
- name: start memcached
  k8s:
    definition:
      kind: Deployment
      apiVersion: apps/v1
      metadata:
        name: '{{ ansible_operator_meta.name }}-memcached'
        namespace: '{{ ansible_operator_meta.namespace }}'
      spec:
        replicas: "{{size}}"
        selector:
          matchLabels:
            app: memcached
        template:
          metadata:
            labels:
              app: memcached
          spec:
            containers:
            - name: memcached
              command:
              - memcached
              - -m=64
              - -o
              - modern
              - -v
              image: "docker.io/memcached:1.4.36-alpine"
              ports:
                - containerPort: 11211
```

这个 **memcached** 角色可确保存在 **memcached** 部署并设置部署大小。

2. 通过编辑 **roles/memcached/defaults/main.yml** 文件，为您的 Ansible 角色中使用的变量设置默认值：

```
---
# defaults file for Memcached
size: 1
```

3. 使用以下结构更新 **config/samples/cache_v1_memcached.yaml** 文件中的 **Memcached** 示例资源：

```
apiVersion: cache.example.com/v1
kind: Memcached
metadata:
  labels:
    app.kubernetes.io/name: memcached
    app.kubernetes.io/instance: memcached-sample
    app.kubernetes.io/part-of: memcached-operator
    app.kubernetes.io/managed-by: kustomize
    app.kubernetes.io/created-by: memcached-operator
  name: memcached-sample
spec:
  size: 3
```

自定义资源（CR）spec 中的键值对作为额外变量传递给 Ansible。

注意

在运行 Ansible 前，Operator 会将 **spec** 字段中所有变量的名称转换为 snake case，即小写并附带下划线。例如，spec 中的 **serviceAccount** 在 Ansible 中会变成 **service_account**。

您可以通过在 **watches.yaml** 文件中将 **snakeCaseParameters** 选项设置为 **false** 来禁用大小写转换。建议您在 Ansible 中对变量执行一些类型验证，以确保应用程序收到所需输入。

5.4.1.5. 启用代理支持

Operator 作者可开发支持网络代理的 Operator。具有 **dedicated-admin** 角色的管理员配置对 Operator Lifecycle Manager (OLM) 处理的环境变量的代理支持。要支持代理集群，Operator 必须检查以下标准代理变量的环境，并将值传递给 Operands：

- **HTTP_PROXY**
- **HTTPS_PROXY**
- **NO_PROXY**

注意

本教程使用 **HTTP_PROXY** 作为示例环境变量。

先决条件

- 启用了集群范围的出口代理的集群。

流程

1. 通过使用以下内容更新 **roles/memcached/tasks/main.yml** 文件，将环境变量添加到部署中：

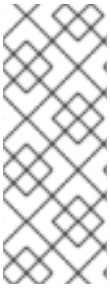
```
...
env:
  - name: HTTP_PROXY
    value: '{{ lookup("env", "HTTP_PROXY") | default("", True) }}'
  - name: http_proxy
    value: '{{ lookup("env", "HTTP_PROXY") | default("", True) }}'
...
```

2. 通过在 **config/manager/manager.yaml** 文件中添加以下内容来设置 Operator 部署上的环境变量：

```
containers:
 - args:
   - --leader-elect
   - --leader-election-id=ansible-proxy-demo
   image: controller:latest
   name: manager
   env:
     - name: "HTTP_PROXY"
       value: "http_proxy_test"
```

5.4.1.6. 运行 Operator

要构建并运行 Operator，请使用 Operator SDK CLI 捆绑 Operator，然后使用 Operator Lifecycle Manager (OLM) 部署到集群中。



注意

如果要在 OpenShift Container Platform 集群上部署 Operator 而不是 OpenShift Dedicated 集群，可以使用两个额外的部署选项：

- 作为 Go 程序在集群外本地运行。
- 作为集群的部署运行。

其他资源

- 在集群外本地运行 (OpenShift Container Platform 文档)
- 作为集群的部署运行 (OpenShift Container Platform 文档)

5.4.1.6.1. 捆绑 Operator 并使用 Operator Lifecycle Manager 进行部署

5.4.1.6.1.1. 捆绑 Operator

Operator 捆绑包格式是 Operator SDK 和 Operator Lifecycle Manager（OLM）的默认打包方法。您可以使用 Operator SDK 来构建和推送 Operator 项目作为捆绑包镜像，使 Operator 可供 OLM 使用。

先决条件

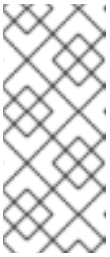
- 在开发工作站上安装 operator SDK CLI
- 已安装 OpenShift CLI (**oc**) v4+
- 使用 Operator SDK 初始化 operator 项目

流程

1. 在 Operator 项目目录中运行以下 **make** 命令来构建和推送 Operator 镜像。在以下步骤中修改 **IMG** 参数来引用您可访问的库。您可以获取在存储库站点（如 Quay.io）存储容器的帐户。

   a. 构建镜像：

   ```
   $ make docker-build IMG=<registry>/<user>/<operator_image_name>:<tag>
   ```

   注意

   由 SDK 为 Operator 生成的 Dockerfile 需要为 **go build** 明确引用 **GOARCH=amd64**。这可以在非 AMD64 构架中使用 **GOARCH=$TARGETARCH**。Docker 自动将环境变量设置为 **-platform** 指定的值。对于 Buildah，需要使用 **-build-arg** 来实现这一目的。如需更多信息，请参阅多个架构。

   b. 将镜像推送到存储库：

   ```
   $ make docker-push IMG=<registry>/<user>/<operator_image_name>:<tag>
   ```

2. 运行 **make bundle** 命令创建 Operator 捆绑包清单，该命令调用多个命令，其中包括 Operator SDK **generate bundle** 和 **bundle validate** 子命令：

   ```
   $ make bundle IMG=<registry>/<user>/<operator_image_name>:<tag>
   ```

   Operator 的捆绑包清单描述了如何显示、创建和管理应用程序。**make bundle** 命令在 Operator 项目中创建以下文件和目录：

   - 包含 **ClusterServiceVersion** 对象的捆绑包清单目录，名为 **bundle/manifests**
   - 名为 **bundle/metadata** 的捆绑包元数据目录
   - **config/crd** 目录中的所有自定义资源定义（CRD）
   - 一个 Dockerfile **bundle.Dockerfile**

   然后，使用 **operator-sdk bundle validate** 自动验证这些文件，以确保磁盘上的捆绑包的格式是正确的。

3. 运行以下命令来构建和推送捆绑包镜像。OLM 使用索引镜像来消耗 Operator 捆绑包，该镜像引用一个或多个捆绑包镜像。

   a. 构建捆绑包镜像。使用您要推送镜像的 registry、用户命名空间和镜像标签的详情，设置 **BUNDLE_IMG**：

   ```
   $ make bundle-build BUNDLE_IMG=<registry>/<user>/<bundle_image_name>:<tag>
   ```

b. 推送捆绑包镜像：

```
$ docker push <registry>/<user>/<bundle_image_name>:<tag>
```

5.4.1.6.1.2. 使用 Operator Lifecycle Manager 部署 Operator

Operator Lifecycle Manager（OLM）可帮助您在 Kubernetes 集群中安装、更新和管理 Operator 及其相关服务的生命周期。OLM 在 OpenShift Dedicated 上默认安装，并作为 Kubernetes 扩展运行，以便您可以在没有任何额外工具的情况下将 Web 控制台和 OpenShift CLI（**oc**）用于所有 Operator 生命周期管理功能。

Operator Bundle Format 是 Operator SDK 和 OLM 的默认打包方法。您可以使用 Operator SDK 在 OLM 上快速运行捆绑包镜像，以确保它正确运行。

先决条件

- 在开发工作站上安装 operator SDK CLI
- 构建并推送到 registry 的 Operator 捆绑包镜像
- OLM安装在一个基于 Kubernetes 的集群上（如果使用 **apiextensions.k8s.io/v1** CRD，则为 v1.16.0 或更新版本，如 OpenShift Dedicated 4）
- 使用具有 **dedicated-admin** 权限的账户使用 **oc** 登录到集群

流程

- 输入以下命令在集群中运行 Operator：

```
$ operator-sdk run bundle \ 1
    -n <namespace> \ 2
    <registry>/<user>/<bundle_image_name>:<tag> 3
```

1. **run bundle** 命令创建基于文件的有效目录，并使用 OLM 在集群中安装 Operator 捆绑包。
2. 可选：默认情况下，命令会在 **~/.kube/config** 文件中当前活跃的项目中安装 Operator。您可以添加 **-n** 标志来为安装设置不同的命名空间范围。
3. 如果没有指定镜像，该命令使用 **quay.io/operator-framework/opm:latest** 作为默认索引镜像。如果指定了镜像，该命令会使用捆绑包镜像本身作为索引镜像。

重要

从 OpenShift Dedicated 4.11 开始，**run bundle** 命令默认支持 Operator 目录的基于文件的目录格式。Operator 目录已弃用的 SQLite 数据库格式仍被支持，但将在以后的发行版本中删除。建议 Operator 作者将其工作流迁移到基于文件的目录格式。

这个命令执行以下操作：

- 创建引用捆绑包镜像的索引镜像。索引镜像不透明且具有临时性，但准确反映了如何将捆绑包添加到生产中的目录中。

- 创建指向新索引镜像的目录源，以便 OperatorHub 能够发现 Operator。
- 通过创建一个 **OperatorGroup**、**Subscription**、**InstallPlan** 和所有其他所需资源（包括 RBAC），将 Operator 部署到集群中。

5.4.1.7. 创建自定义资源

安装 Operator 后，您可以通过创建一个由 Operator 在集群中提供的自定义资源（CR）来测试它。

先决条件

- 在集群中安装的 Memcached Operator 示例，它提供 **Memcached** CR

流程

1. 切换到安装 Operator 的命名空间。例如，如果使用 **make deploy** 命令部署 Operator：

```
$ oc project memcached-operator-system
```

2. 编辑 **config/samples/cache_v1_memcached.yaml** 上的 **Memcached** CR 清单示例，使其包含以下规格：

```
apiVersion: cache.example.com/v1
kind: Memcached
metadata:
  name: memcached-sample
...
spec:
...
  size: 3
```

3. 创建 CR:

```
$ oc apply -f config/samples/cache_v1_memcached.yaml
```

4. 确保 **Memcached** Operator 为示例 CR 创建部署，其大小正确：

```
$ oc get deployments
```

输出示例

```
NAME                                  READY   UP-TO-DATE   AVAILABLE   AGE
memcached-operator-controller-manager   1/1     1            1           8m
memcached-sample                      3/3     3            3           1m
```

5. 检查 pod 和 CR 状态，以确认其状态是否使用 Memcached pod 名称更新。

   a. 检查 pod:

```
$ oc get pods
```

输出示例

```
NAME                                READY     STATUS    RESTARTS   AGE
memcached-sample-6fd7c98d8-7dqdr    1/1       Running   0          1m
memcached-sample-6fd7c98d8-g5k7v    1/1       Running   0          1m
memcached-sample-6fd7c98d8-m7vn7    1/1       Running   0          1m
```

b. 检查 CR 状态：

```
$ oc get memcached/memcached-sample -o yaml
```

输出示例

```
apiVersion: cache.example.com/v1
kind: Memcached
metadata:
...
  name: memcached-sample
...
spec:
  size: 3
status:
  nodes:
  - memcached-sample-6fd7c98d8-7dqdr
  - memcached-sample-6fd7c98d8-g5k7v
  - memcached-sample-6fd7c98d8-m7vn7
```

6. 更新部署大小。

a. 更新 **config/samples/cache_v1_memcached.yaml** 文件，将 **Memcached** CR 中的 **spec.size** 字段从 **3** 改为 **5**：

```
$ oc patch memcached memcached-sample \
    -p '{"spec":{"size": 5}}' \
    --type=merge
```

b. 确认 Operator 已更改部署大小：

```
$ oc get deployments
```

输出示例

```
NAME                                  READY   UP-TO-DATE   AVAILABLE   AGE
memcached-operator-controller-manager   1/1     1            1           10m
memcached-sample                      5/5     5            5           3m
```

7. 运行以下命令来删除 CR：

```
$ oc delete -f config/samples/cache_v1_memcached.yaml
```

8. 清理本教程中创建的资源。

- 如果使用 **make deploy** 命令来测试 Operator，请运行以下命令：

```
$ make undeploy
```

- 如果使用 **operator-sdk run bundle** 命令来测试 Operator，请运行以下命令：

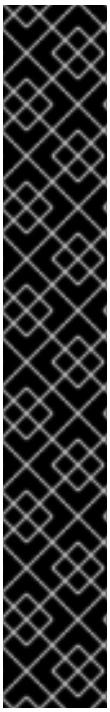
```
$ operator-sdk cleanup <project_name>
```

5.4.1.8. 其他资源

- 请参阅基于 Ansible 的 Operator 的项目布局，以了解 Operator SDK 创建的目录结构。
- 如果配置了集群范围的出口代理，则具有 **dedicated-** admin 角色的管理员可以覆盖代理设置，或为 Operator Lifecycle Manager (OLM)上运行的特定 Operator 注入自定义 CA 证书。

5.4.2. 基于 Ansible 的 Operator 的项目布局

operator-sdk CLI 可为每个 Operator 项目生成或 *scaffold* 多个 软件包和文件。



重要

红帽支持的 Operator SDK CLI 工具版本，包括 Operator 项目的相关构建和测试工具已被弃用，计划在以后的 OpenShift Dedicated 发行版本中删除。红帽将在当前发行生命周期中提供对这个功能的程序错误修复和支持，但此功能将不再获得改进，并将在以后的 OpenShift Dedicated 版本中删除。

对于创建新 Operator 项目，不建议使用红帽支持的 Operator SDK 版本。现有 Operator 项目的 Operator 作者可使用 OpenShift Dedicated 4 发布的 Operator SDK CLI 工具版本来维护其项目，并创建针对较新版本的 OpenShift Dedicated 的 Operator 发行版本。

以下与 Operator 项目相关的基础镜像 *没有*被弃用。这些基础镜像的运行时功能和配置 API 仍然会有程序错误修复和并提供对相关 CVE 的解决方案。

- 基于 Ansible 的 Operator 项目的基础镜像
- 基于 Helm 的 Operator 项目的基础镜像

有关 Operator SDK 不支持的、社区维护版本的信息，请参阅 Operator SDK (Operator Framework)。

5.4.2.1. 基于 Ansible 的项目布局

使用 **operator-sdk init --plugins ansible** 命令生成的基于 Ansible 的 Operator 项目包含以下目录和文件：

文件或目录	用途
Docker	用于为 Operator 构建容器镜像的 Dockerfile。
Makefile	用于构建、发布、部署容器镜像的目标，其中包含 Operator 二进制文件，用于安装和卸载自定义资源定义（CRD）。
PROJECT	包含 Operator 元数据信息的 YAML 文件。
config/crd	基本 CRD 文件和 **kustomization.yaml** 文件的设置。

文件或目录	用途
config/default	为部署收集所有 Operator 清单。被 **make deploy** 命令使用。
config/manager	Controller Manager 部署。
config/prometheus	用于监控 Operator 的**ServiceMonitor** 资源。
config/rbac	领导选举和身份验证代理的角色和角色绑定。
config/samples	为 CRD 创建的资源示例。
config/testing	用于测试的示例配置。
playbooks/	要运行的 playbook 的子目录。
roles/	要运行的角色树的子目录。
watches.yaml	要监视的资源的 Group/version/kind（GVK）和 Ansible 调用方法。使用 **create api** 命令添加新条目。
requirements.yml	包含要在构建期间安装的 Ansible 集合和角色依赖项的 YAML 文件。
molecule/	模拟您角色和 Operator 端到端测试的场景。

5.4.3. 为较新的 Operator SDK 版本更新项目

OpenShift Dedicated 4 支持 Operator SDK 1.31.0。如果您已在工作站上安装了 1.28.0 CLI，您可以通过安装最新版本将 CLI 更新至 1.31.0。

重要

红帽支持的 Operator SDK CLI 工具版本，包括 Operator 项目的相关构建和测试工具已被弃用，计划在以后的 OpenShift Dedicated 发行版本中删除。红帽将在当前发行生命周期中提供对这个功能的程序错误修复和支持，但此功能将不再获得改进，并将在以后的 OpenShift Dedicated 版本中删除。

对于创建新 Operator 项目，不建议使用红帽支持的 Operator SDK 版本。现有 Operator 项目的 Operator 作者可使用 OpenShift Dedicated 4 发布的 Operator SDK CLI 工具版本来维护其项目，并创建针对较新版本的 OpenShift Dedicated 的 Operator 发行版本。

以下与 Operator 项目相关的基础镜像 *没有*被弃用。这些基础镜像的运行时功能和配置 API 仍然会有程序错误修复和并提供对相关 CVE 的解决方案。

- 基于 Ansible 的 Operator 项目的基础镜像
- 基于 Helm 的 Operator 项目的基础镜像

有关 Operator SDK 不支持的、社区维护版本的信息，请参阅 Operator SDK (Operator Framework)。

但是，要确保现有 Operator 项目保持与 Operator SDK 1.31.0 的兼容性，需要执行更新的相关步骤才能解决从 1.28.0 以来引入的相关破坏更改。您必须在之前使用 1.28.0 创建或维护的任何 Operator 项目中手动执行更新步骤。

5.4.3.1. 为 Operator SDK 1.31.0 更新基于 Ansible 的 Operator 项目

以下流程更新了基于 Ansible 的 Operator 项目，以便与 1.31.0 兼容。

先决条件

- 已安装 operator SDK 1.31.0
- 使用 Operator SDK 1.28.0 创建或维护的 Operator 项目

流程

1. 对 Operator 的 Dockerfile 进行以下更改：
   a. 将 **ansible-operator-2.11-preview** 基础镜像替换为 **ansible-operator** 基础镜像，并将版本更新至 1.31.0，如下例所示：

      Dockerfile 示例

      ```
      FROM quay.io/operator-framework/ansible-operator:v1.31.0
      ```

   b. Ansible Operator 版本 1.30.0 中的 Ansible 2.15.0 的更新删除了以下预安装的 Python 模块：
      - **ipaddress**
      - **openshift**
      - **jmespath**
      - **cryptography**

- **oauthlib**

如果您的 Operator 依赖于其中一个删除的 Python 模块，请更新 Dockerfile 以使用 **pip install** 命令安装所需的模块。

2. 编辑 Operator 项目的 makefile，将 Operator SDK 版本更新至 1.31.0，如下例所示：

makefile 示例

```
# Set the Operator SDK version to use. By default, what is installed on the system is used.
# This is useful for CI or a project to utilize a specific version of the operator-sdk toolkit.
OPERATOR_SDK_VERSION ?= v1.31.0 (1)
```

(1) 将版本从 **1.28.0** 更改为 **1.31.0**。

3. 更新 **requirements.yaml** 和 **requirements.go** 文件，以删除 **community.kubernetes** 集合，并将 **operator_sdk.util** 集合更新至版本 **0.5.0**，如下例所示：

requirements.yaml 文件示例

```
 collections:
-  - name: community.kubernetes (1)
-    version: "2.0.1"
   - name: operator_sdk.util
-    version: "0.4.0"
+    version: "0.5.0" (2)
   - name: kubernetes.core
     version: "2.4.0"
   - name: cloud.common
```

(1) 删除 **community.kubernetes** 集合

(2) 将 **operator_sdk.util** 集合更新至 **0.5.0** 版本。

4. 从 **molecule/kind/molecule.yml** 和 **molecule/default/molecule.yml** 文件中删除 **lint** 字段的所有实例，如下例所示：

```
 ---
 dependency:
   name: galaxy
 driver:
   name: delegated
-  lint: |
-    set -e
-    yamllint -d "{extends: relaxed, rules: {line-length: {max: 120}}}" .
 platforms:
   - name: cluster
     groups:
 - k8s
 provisioner:
   name: ansible
-    lint: |
-      set -e
```

```
      ansible-lint
    inventory:
      group_vars:
  all:
    namespace: ${TEST_OPERATOR_NAMESPACE:-osdk-test}
      host_vars:
  localhost:
    ansible_python_interpreter: '{{ ansible_playbook_python }}'
    config_dir: ${MOLECULE_PROJECT_DIRECTORY}/config
    samples_dir: ${MOLECULE_PROJECT_DIRECTORY}/config/samples
    operator_image: ${OPERATOR_IMAGE:-""}
    operator_pull_policy: ${OPERATOR_PULL_POLICY:-"Always"}
    kustomize: ${KUSTOMIZE_PATH:-kustomize}
    env:
      K8S_AUTH_KUBECONFIG: ${KUBECONFIG:-"~/.kube/config"}
  verifier:
    name: ansible
-     lint: |
-       set -e
-       ansible-lint
```

5.4.3.2. 其他资源

- 为 Operator SDK v1.25.4 升级项目
- 为 Operator SDK v1.22.0 升级项目
- 为 Operator SDK v1.16.0 升级项目
- 升级 Operator SDK v1.10.1 的项目
- 针对 Operator SDK v1.8.0 升级项目
- 将软件包清单项目迁移到捆绑包格式

5.4.4. Operator SDK 中的 Ansible 支持

重要

红帽支持的 Operator SDK CLI 工具版本，包括 Operator 项目的相关构建和测试工具已被弃用，计划在以后的 OpenShift Dedicated 发行版本中删除。红帽将在当前发行生命周期中提供对这个功能的程序错误修复和支持，但此功能将不再获得改进，并将在以后的 OpenShift Dedicated 版本中删除。

对于创建新 Operator 项目，不建议使用红帽支持的 Operator SDK 版本。现有 Operator 项目的 Operator 作者可使用 OpenShift Dedicated 4 发布的 Operator SDK CLI 工具版本来维护其项目，并创建针对较新版本的 OpenShift Dedicated 的 Operator 发行版本。

以下与 Operator 项目相关的基础镜像 *没有*被弃用。这些基础镜像的运行时功能和配置 API 仍然会有程序错误修复和并提供对相关 CVE 的解决方案。

- 基于 Ansible 的 Operator 项目的基础镜像
- 基于 Helm 的 Operator 项目的基础镜像

有关 Operator SDK 不支持的、社区维护版本的信息，请参阅 Operator SDK (Operator Framework)。

5.4.4.1. 自定义资源文件

Operator 会使用 Kubernetes 的扩展机制，即自定义资源定义 (CRD)，这样您的自定义资源 (CR) 的外观和行为均类似于内置的原生 Kubernetes 对象。

CR 文件格式是一个 Kubernetes 资源文件。该对象具有必填和选填字段：

表 5.1. 自定义资源字段

字段	描述
apiVersion	要创建 CR 的版本。
kind	要创建 CR 的类型。
metadata	要创建的 Kubernetes 特定元数据。
spec（选填）	传输至 Ansible 的变量键值列表。本字段默认为空。
status	总结对象的当前状态。对于基于 Ansible 的 Operator，**status** 子资源默认为 CRD 启用，由 **operator_sdk.util.k8s_status** Ansible 模块管理，其中包含 CR **status** 的 **condition** 信息。
annotations	要附于 CR 的 Kubernetes 特定注解。

以下 CR 注解列表会修改 Operator 的行为：

表 5.2. 基于 Ansible 的 Operator 注解

注解	描述
ansible.operator-sdk/reconcile-period	为 CR 指定协调间隔。该值将通过标准 Golang 软件包 **time** 来解析。具体来说，使用 **ParseDuration**，默认后缀 **s**，给出的数值以秒为单位。

基于 Ansible 的 Operator 注解示例

```
apiVersion: "test1.example.com/v1alpha1"
kind: "Test1"
metadata:
  name: "example"
annotations:
  ansible.operator-sdk/reconcile-period: "30s"
```

5.4.4.2. watches.yaml 文件

group/version/kind (GVK) 是 Kubernetes API 的唯一标识符。 **watches.yaml** 文件包含从自定义资源（CR）中标识的自定义资源（CR）到 Ansible 角色或 playbook 的映射列表。Operator 期望这个映射文件位于 **/opt/ansible/watches.yaml** 的预定义位置。

表 5.3. watches.yaml 文件映射

字段	描述
group	要监视的 CR 组。
version	要监视的 CR 版本。
kind	要监视的 CR 类型
role（默认）	添加至容器中的 Ansible 角色的路径。例如：如果您的 **roles** 目录位于 **/opt/ansible/roles/** 中，角色名为 **busybox**，则该值应为 **/opt/ansible/roles/busybox**。该字段与 **playbook** 字段相互排斥。
playbook	添加至容器中的 Ansible playbook 的路径。期望这个 playbook 作为一种调用角色的方法。该字段与 **role** 字段相互排斥。
reconcilePeriod（选填）	给定 CR 的协调间隔，角色或 playbook 运行的频率。
manageStatus（选填）	如果设置为 **true**（默认），则 CR 的状态通常由 Operator 来管理。如果设置为 **false**，则 CR 的状态则会由指定角色或 playbook 在别处管理，或在单独控制器中管理。

watches.yaml 文件示例

```
- version: v1alpha1 (1)
  group: test1.example.com
  kind: Test1
```

```
    role: /opt/ansible/roles/Test1

  - version: v1alpha1 (2)
    group: test2.example.com
    kind: Test2
    playbook: /opt/ansible/playbook.yml

  - version: v1alpha1 (3)
    group: test3.example.com
    kind: Test3
    playbook: /opt/ansible/test3.yml
    reconcilePeriod: 0
    manageStatus: false
```

1. 将 **Test1** 映射到 **test1** 角色的简单示例。
2. 将 **Test2** 映射到 playbook 的简单示例。
3. **Test3** kind 更复杂的示例。在 playbook 中禁止对 CR 状态重新排队和管理。

5.4.4.2.1. 高级选项

高级功能可通过添加至每个 GVK 的 **watches.yaml** 文件中来启用。它们可放在 **group**、**version**、**kind** 和 **playbook** 或 **role** 字段下方。

可使用 CR 上的注解覆盖每个资源的一些功能。可覆盖的选项会指定以下注解。

表 5.4. 高级的 watches.yaml 文件选项

功能	YAML 密钥	描述	覆盖注解	默认值
协调周期	**reconcilePeriod**	特定 CR 的协调运行间隔时间。	**ansible.operator-sdk/reconcile-period**	**1m**
管理状态	**manageStatus**	允许 Operator 管理每个 CR **status** 部分中的 **conditions** 部分。		**true**
监视依赖资源	**watchDependentResources**	支持 Operator 动态监视由 Ansible 创建的资源。		**true**
监控集群范围内的资源	**watchClusterScopedResources**	支持 Operator 监视由 Ansible 创建的集群范围的资源。		**false**

功能	YAML 密钥	描述	覆盖注解	默认值
最大运行程序工件	**maxRunnerArtifacts**	管理 Ansible Runner 在 Operator 容器中为每个单独资源保存的构件目录的数量。	**ansible.operator-sdk/max-runner-artifacts**	**20**

带有高级选项的 watches.yml 文件示例

```
- version: v1alpha1
  group: app.example.com
  kind: AppService
  playbook: /opt/ansible/playbook.yml
  maxRunnerArtifacts: 30
  reconcilePeriod: 5s
  manageStatus: False
  watchDependentResources: False
```

5.4.4.3. 发送至 Ansible 的额外变量

额外变量可发送至 Ansible，然后由 Operator 管理。自定义资源 (CR) 的 **spec** 部分作为额外变量按照键值对传递。等同于传递给 **ansible-playbook** 命令的额外变量。

Operator 还会在 **meta** 字段下传递额外变量，用于 CR 的名称和 CR 的命名空间。

对于以下 CR 示例：

```
apiVersion: "app.example.com/v1alpha1"
kind: "Database"
metadata:
  name: "example"
spec:
  message: "Hello world 2"
  newParameter: "newParam"
```

作为额外变量传递至 Ansible 的结构为：

```
{ "meta": {
        "name": "<cr_name>",
        "namespace": "<cr_namespace>",
  },
  "message": "Hello world 2",
  "new_parameter": "newParam",
  "_app_example_com_database": {
     <full_crd>
   },
}
```

message 和 **newParameter** 字段在顶层被设置为额外变量，**meta** 则为 Operator 中定义的 CR 提供相关元数据。**meta** 字段可使用 Ansible 中的点符号来访问，如：

```
---
- debug:
    msg: "name: {{ ansible_operator_meta.name }}, {{ ansible_operator_meta.namespace }}"
```

5.4.4.4. Ansible Runner 目录

Ansible Runner 会将与 Ansible 运行相关的信息保存至容器中。具体位于：**/tmp/ansible-operator/runner/<group>/<version>/<kind>/<namespace>/<name>**。

其他资源

- 要了解有关 **runner** 目录的更多信息，请参阅 Ansible Runner 文档。

5.4.5. Kubernetes Collection for Ansible

要使用 Ansible 管理 Kubernetes 上的应用程序生命周期，您可以使用 Kubernetes Collection for Ansible。此 Ansible 模块集合允许开发人员利用通过 YAML 编写的现有 Kubernetes 资源文件，或用原生 Ansible 表达生命周期管理。

重要

红帽支持的 Operator SDK CLI 工具版本，包括 Operator 项目的相关构建和测试工具已被弃用，计划在以后的 OpenShift Dedicated 发行版本中删除。红帽将在当前发行生命周期中提供对这个功能的程序错误修复和支持，但此功能将不再获得改进，并将在以后的 OpenShift Dedicated 版本中删除。

对于创建新 Operator 项目，不建议使用红帽支持的 Operator SDK 版本。现有 Operator 项目的 Operator 作者可使用 OpenShift Dedicated 4 发布的 Operator SDK CLI 工具版本来维护其项目，并创建针对较新版本的 OpenShift Dedicated 的 Operator 发行版本。

以下与 Operator 项目相关的基础镜像 *没有*被弃用。这些基础镜像的运行时功能和配置 API 仍然会有程序错误修复和并提供对相关 CVE 的解决方案。

- 基于 Ansible 的 Operator 项目的基础镜像
- 基于 Helm 的 Operator 项目的基础镜像

有关 Operator SDK 不支持的、社区维护版本的信息，请参阅 Operator SDK (Operator Framework)。

将 Ansible 与现有 Kubernetes 资源文件相结合的一个最大好处在于可使用 Jinja 模板，这样您只需借助 Ansible 中的几个变量即可轻松自定义资源。

本节详细介绍了 Kubernetes 集合的使用方法。开始之前，在本地工作站上安装集合，并使用 playbook 进行测试，然后再移至 Operator 内使用它。

5.4.5.1. 为 Ansible 安装 Kubernetes 集合

您可以在本地工作站上安装 Kubernetes Collection for Ansible。

流程

1. 安装 Ansible 2.15+：

```
$ sudo dnf install ansible
```

2. 安装 Python Kubernetes 客户端软件包 ：

```
$ pip install kubernetes
```

3. 使用以下方法之一安装 Kubernetes Collection：

- 您可以直接从 Ansible Galaxy 安装集合：

```
$ ansible-galaxy collection install community.kubernetes
```

- 如果您已初始化了 Operator，则可能在项目顶层都有一个 **requirements.yml** 文件。此文件指定必须安装的 Ansible 依赖项，才能让 Operator 正常工作。默认情况下，此文件会安装 **community.kubernetes** 集合以及 **operator_sdk.util** 集合，它为特定于 Operator 的功能提供模块和插件。
  安装来自 **requirements.yml** 文件的依赖模块：

```
$ ansible-galaxy collection install -r requirements.yml
```

5.4.5.2. 本地测试 Kubernetes Collection

operator 开发人员可以从其本地机器运行 Ansible 代码，而不是每次运行和重建 Operator。

先决条件

- 初始化基于 Ansible 的 Operator 项目，并使用 Operator SDK 创建具有生成 Ansible 角色的 API
- 安装 Kubernetes Collection for Ansible

流程

1. 在基于 Ansible 的 Operator 项目目录中，使用您想要的 Ansible 逻辑来修改 **roles/<kind>/tasks/main.yml** 文件。在创建 API 时，当使用 **--generate-role** 标志时，会创建 **roles/<kind>/** 目录。**<kind>** 可替换与您为 API 指定的类型匹配。
   以下示例根据名为 **state** 的变量值创建并删除配置映射：

```
---
- name: set ConfigMap example-config to {{ state }}
  community.kubernetes.k8s:
    api_version: v1
    kind: ConfigMap
    name: example-config
    namespace: <operator_namespace> (1)
    state: "{{ state }}"
  ignore_errors: true (2)
```

(1) 指定要创建配置映射的命名空间。

(2) 设置 **ignore_errors: true** 可确保删除不存在的配置映射不会失败。

2. 修改 **roles/<kind> /defaults/main.yml** 文件，将默认 **state** 设置为 **present**：

```
---
state: present
```

3. 通过在项目目录的顶层创建一个 **playbook.yml** 文件来创建一个 Ansible playbook，其中包含您的 **<kind>** 角色：

```
---
- hosts: localhost
  roles:
    - <kind>
```

4. 运行 playbook：

```
$ ansible-playbook playbook.yml
```

输出示例

```
[WARNING]: provided hosts list is empty, only localhost is available. Note that the implicit
localhost does not match 'all'

PLAY [localhost] ***************************************************************************

TASK [Gathering Facts]
*********************************************************************************
ok: [localhost]

TASK [memcached : set ConfigMap example-config to present]
*********************************************************************************
changed: [localhost]

PLAY RECAP *********************************************************************************
localhost                  : ok=2    changed=1    unreachable=0    failed=0    skipped=0
rescued=0    ignored=0
```

5. 验证配置映射是否已创建：

```
$ oc get configmaps
```

输出示例

```
NAME             DATA   AGE
example-config    0     2m1s
```

6. 重新运行 playbook，设置 **state** 为 **absent**：

```
$ ansible-playbook playbook.yml --extra-vars state=absent
```

输出示例

```
[WARNING]: provided hosts list is empty, only localhost is available. Note that the implicit
```

```
localhost does not match 'all'

PLAY [localhost] ***************************************************************************************

TASK [Gathering Facts]
*********************************************************************************
ok: [localhost]

TASK [memcached : set ConfigMap example-config to absent]
**********************************************************************************
changed: [localhost]

PLAY RECAP *********************************************************************************************
localhost                  : ok=2    changed=1    unreachable=0    failed=0    skipped=0
rescued=0    ignored=0
```

7. 验证配置映射是否已删除：

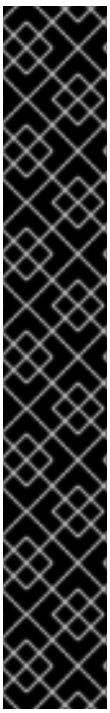
```
$ oc get configmaps
```

5.4.5.3. 后续步骤

- 如需了解当自定义资源（CR）更改时在 Operator 内触发自定义 Ansible 逻辑的详情，请参阅在 Operator 中使用 Ansible。

5.4.6. 在 Operator 中使用 Ansible

熟悉在本地使用 Kubernetes Collection for Ansible 后，当自定义资源（CR）发生变化时，您可以在 Operator 内部触发相同的 Ansible 逻辑。本示例将 Ansible 角色映射到 Operator 所监视的特定 Kubernetes 资源。该映射在 **watches.yaml** 文件中完成。



重要

红帽支持的 Operator SDK CLI 工具版本，包括 Operator 项目的相关构建和测试工具已被弃用，计划在以后的 OpenShift Dedicated 发行版本中删除。红帽将在当前发行生命周期中提供对这个功能的程序错误修复和支持，但此功能将不再获得改进，并将在以后的 OpenShift Dedicated 版本中删除。

对于创建新 Operator 项目，不建议使用红帽支持的 Operator SDK 版本。现有 Operator 项目的 Operator 作者可使用 OpenShift Dedicated 4 发布的 Operator SDK CLI 工具版本来维护其项目，并创建针对较新版本的 OpenShift Dedicated 的 Operator 发行版本。

以下与 Operator 项目相关的基础镜像 *没有*被弃用。这些基础镜像的运行时功能和配置 API 仍然会有程序错误修复和并提供对相关 CVE 的解决方案。

- 基于 Ansible 的 Operator 项目的基础镜像
- 基于 Helm 的 Operator 项目的基础镜像

有关 Operator SDK 不支持的、社区维护版本的信息，请参阅 Operator SDK (Operator Framework)。

5.4.6.1. 自定义资源文件

Operator 会使用 Kubernetes 的扩展机制，即自定义资源定义 (CRD)，这样您的自定义资源 (CR) 的外观和行为均类似于内置的原生 Kubernetes 对象。

CR 文件格式是一个 Kubernetes 资源文件。该对象具有必填和选填字段：

表 5.5. 自定义资源字段

字段	描述
apiVersion	要创建 CR 的版本。
kind	要创建 CR 的类型。
metadata	要创建的 Kubernetes 特定元数据。
spec（选填）	传输至 Ansible 的变量键值列表。本字段默认为空。
status	总结对象的当前状态。对于基于 Ansible 的 Operator，**status** 子资源默认为 CRD 启用，由 **operator_sdk.util.k8s_status** Ansible 模块管理，其中包含 CR **status** 的 **condition** 信息。
annotations	要附于 CR 的 Kubernetes 特定注解。

以下 CR 注解列表会修改 Operator 的行为：

表 5.6. 基于 Ansible 的 Operator 注解

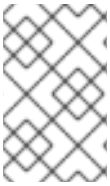
注解	描述
ansible.operator-sdk/reconcile-period	为 CR 指定协调间隔。该值将通过标准 Golang 软件包 **time** 来解析。具体来说，使用 **ParseDuration**，默认后缀 **s**，给出的数值以秒为单位。

基于 Ansible 的 Operator 注解示例

```
apiVersion: "test1.example.com/v1alpha1"
kind: "Test1"
metadata:
  name: "example"
annotations:
  ansible.operator-sdk/reconcile-period: "30s"
```

5.4.6.2. 本地测试基于 Ansible 的 Operator

您可以使用 Operator 项目的顶层目录中的 **make run** 命令，测试本地运行的基于 Ansible 的 Operator 内部的逻辑。**make run** Makefile 目标在本地运行 **ansible-operator** 二进制文件，从 **watches.yaml** 文件中读取并使用 **~/.kube/config** 文件与 Kubernetes 集群通信，就像 **k8s** 模块一样。



注意

您可以通过设置环境变量 **ANSIBLE_ROLES_PATH** 或者使用 **ansible-roles-path** 标记来自定义角色路径。如果在 **ANSIBLE_ROLES_PATH** 值中没有找到该角色，Operator 会在 **{{current directory}}/roles** 中查找它。

先决条件

- Ansible Runner v2.3.3+
- Ansible Runner HTTP Event Emitter plugin v1.0.0+
- 执行前面的步骤在本地测试 Kubernetes Collection

流程

1. 为自定义资源（CR）安装自定义资源定义（CRD）和正确的基于角色的访问控制（RBAC）定义：

```
$ make install
```

输出示例

```
/usr/bin/kustomize build config/crd | kubectl apply -f -
customresourcedefinition.apiextensions.k8s.io/memcacheds.cache.example.com created
```

2. 运行 **make run** 命令：

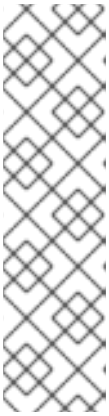
```
$ make run
```

输出示例

```
/home/user/memcached-operator/bin/ansible-operator run
{"level":"info","ts":1612739145.2871568,"logger":"cmd","msg":"Version","Go
Version":"go1.15.5","GOOS":"linux","GOARCH":"amd64","ansible-
operator":"v1.10.1","commit":"1abf57985b43bf6a59dcd18147b3c574fa57d3f6"}
...
{"level":"info","ts":1612739148.347306,"logger":"controller-runtime.metrics","msg":"metrics
server is starting to listen","addr":":8080"}
{"level":"info","ts":1612739148.3488882,"logger":"watches","msg":"Environment variable not
set; using default
value","envVar":"ANSIBLE_VERBOSITY_MEMCACHED_CACHE_EXAMPLE_COM","default":
2}
{"level":"info","ts":1612739148.3490262,"logger":"cmd","msg":"Environment variable not set;
using default
value","Namespace":"","envVar":"ANSIBLE_DEBUG_LOGS","ANSIBLE_DEBUG_LOGS":fals
e}
{"level":"info","ts":1612739148.3490646,"logger":"ansible-controller","msg":"Watching
resource","Options.Group":"cache.example.com","Options.Version":"v1","Options.Kind":"Memc
ached"}
{"level":"info","ts":1612739148.350217,"logger":"proxy","msg":"Starting to
serve","Address":"127.0.0.1:8888"}
{"level":"info","ts":1612739148.3506632,"logger":"controller-runtime.manager","msg":"starting
metrics server","path":"/metrics"}
```

```
{"level":"info","ts":1612739148.350784,"logger":"controller-
runtime.manager.controller.memcached-controller","msg":"Starting
EventSource","source":"kind source: cache.example.com/v1, Kind=Memcached"}
{"level":"info","ts":1612739148.5511978,"logger":"controller-
runtime.manager.controller.memcached-controller","msg":"Starting Controller"}
{"level":"info","ts":1612739148.5512562,"logger":"controller-
runtime.manager.controller.memcached-controller","msg":"Starting workers","worker
count":8}
```

现在，Operator 会监控 CR 的事件，创建 CR 将触发您的 Ansible 角色运行。



注意

考虑 **config/samples/<gvk>.yaml** CR 清单示例：

```
apiVersion: <group>.example.com/v1alpha1
kind: <kind>
metadata:
  name: "<kind>-sample"
```

因为未设置 **spec** 字段，所以调用 Ansible 时无额外变量。其他部分将涵盖从 CR 传递给 Ansible 的额外变量。为 Operator 设置适当的默认值是很重要的。

3. 创建 CR 实例，并将默认变量 **state** 设置为 **present**：

```
$ oc apply -f config/samples/<gvk>.yaml
```

4. 检查 **example-config** 配置映射是否已创建：

```
$ oc get configmaps
```

输出示例

```
NAME                 STATUS    AGE
example-config         Active    3s
```

5. 修改 **config/samples/<gvk>.yaml** 文件，将 **state** 字段设置为 **absent**。例如：

```
apiVersion: cache.example.com/v1
kind: Memcached
metadata:
  name: memcached-sample
spec:
  state: absent
```

6. 应用更改：

```
$ oc apply -f config/samples/<gvk>.yaml
```

7. 确认配置映射已被删除：

```
$ oc get configmap
```

5.4.6.3. 在集群上测试基于 Ansible 的 Operator

在 Operator 本地测试了自定义 Ansible 逻辑后，您可以在 OpenShift Dedicated 集群的 pod 内测试 Operator，该集群首选在生产环境中使用该逻辑。

您可以作为一个部署在集群中运行 Operator 项目。

流程

1. 运行以下 **make** 命令来构建和推送 Operator 镜像。在以下步骤中修改 **IMG** 参数来引用您可访问的库。您可以获取在存储库站点（如 Quay.io）存储容器的帐户。

   a. 构建镜像：

   ```
   $ make docker-build IMG=<registry>/<user>/<image_name>:<tag>
   ```

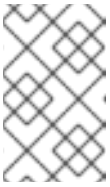
   

   注意

   由 SDK 为 Operator 生成的 Dockerfile 需要为 **go build** 明确引用 **GOARCH=amd64**。这可以在非 AMD64 构架中使用 **GOARCH=$TARGETARCH**。Docker 自动将环境变量设置为 **-platform** 指定的值。对于 Buildah，需要使用 **-build-arg** 来实现这一目的。如需更多信息，请参阅多个架构。

   b. 将镜像推送到存储库：

   ```
   $ make docker-push IMG=<registry>/<user>/<image_name>:<tag>
   ```

   注意

   镜像的名称和标签，如 **IMG=<registry> /<user> /<image_name>:<tag>**，在两个命令中都可在您的 Makefile 中设置。修改 **IMG ?= controller:latest** 值来设置您的默认镜像名称。

2. 运行以下命令来部署 Operator：

   ```
   $ make deploy IMG=<registry>/<user>/<image_name>:<tag>
   ```

   默认情况下，这个命令会创建一个带有 Operator 项目名称的命名空间，格式为 **<project_name>-system**，用于部署。此命令还从 **config/rbac** 安装 RBAC 清单。

3. 运行以下命令验证 Operator 是否正在运行：

   ```
   $ oc get deployment -n <project_name>-system
   ```

   输出示例

   ```
   NAME                                READY   UP-TO-DATE   AVAILABLE   AGE
   <project_name>-controller-manager   1/1     1            1           8m
   ```

5.4.6.4. Ansible 日志

基于 Ansible 的 Operator 提供有关 Ansible 运行的日志，可用于调试 Ansible 任务。日志也可以包含有关 Operator 内部及其与 Kubernetes 交互的详细信息。

5.4.6.4.1. 查看 Ansible 日志

先决条件

- 基于 Ansible 的 Operator 作为在集群中的部署方式运行

流程

- 要查看基于 Ansible 的 Operator 的日志，请运行以下命令：

```
$ oc logs deployment/<project_name>-controller-manager \
  -c manager \ 1
  -n <namespace> 2
```

1. 查看 **Manager** 容器的日志。
2. 如果您使用 **make deploy** 命令作为部署运行 Operator，使用 **<project_name>-system** 命名空间。

输出示例

```
{"level":"info","ts":1612732105.0579333,"logger":"cmd","msg":"Version","Go
Version":"go1.15.5","GOOS":"linux","GOARCH":"amd64","ansible-
operator":"v1.10.1","commit":"1abf57985b43bf6a59dcd18147b3c574fa57d3f6"}
{"level":"info","ts":1612732105.0587437,"logger":"cmd","msg":"WATCH_NAMESPACE
environment variable not set. Watching all namespaces.","Namespace":""}
I0207 21:08:26.110949       7 request.go:645] Throttling request took 1.035521578s, request:
GET:https://172.30.0.1:443/apis/flowcontrol.apiserver.k8s.io/v1alpha1?timeout=32s
{"level":"info","ts":1612732107.768025,"logger":"controller-runtime.metrics","msg":"metrics
server is starting to listen","addr":"127.0.0.1:8080"}
{"level":"info","ts":1612732107.768796,"logger":"watches","msg":"Environment variable not
set; using default
value","envVar":"ANSIBLE_VERBOSITY_MEMCACHED_CACHE_EXAMPLE_COM","default":
2}
{"level":"info","ts":1612732107.7688773,"logger":"cmd","msg":"Environment variable not set;
using default
value","Namespace":"","envVar":"ANSIBLE_DEBUG_LOGS","ANSIBLE_DEBUG_LOGS":fals
e}
{"level":"info","ts":1612732107.7688901,"logger":"ansible-controller","msg":"Watching
resource","Options.Group":"cache.example.com","Options.Version":"v1","Options.Kind":"Memc
ached"}
{"level":"info","ts":1612732107.770032,"logger":"proxy","msg":"Starting to
serve","Address":"127.0.0.1:8888"}
I0207 21:08:27.770185       7 leaderelection.go:243] attempting to acquire leader lease
memcached-operator-system/memcached-operator...
{"level":"info","ts":1612732107.770202,"logger":"controller-runtime.manager","msg":"starting
metrics server","path":"/metrics"}
I0207 21:08:27.784854       7 leaderelection.go:253] successfully acquired lease
memcached-operator-system/memcached-operator
{"level":"info","ts":1612732107.7850506,"logger":"controller-
runtime.manager.controller.memcached-controller","msg":"Starting
```

```
EventSource","source":"kind source: cache.example.com/v1, Kind=Memcached"}
{"level":"info","ts":1612732107.8853772,"logger":"controller-
runtime.manager.controller.memcached-controller","msg":"Starting Controller"}
{"level":"info","ts":1612732107.8854098,"logger":"controller-
runtime.manager.controller.memcached-controller","msg":"Starting workers","worker
count":4}
```

5.4.6.4.2. 启用完整的 Ansible 结果会包括在日志中

您可以将环境变量 **ANSIBLE_DEBUG_LOGS** 设置为 **True**，以启用检查完整 Ansible 结果日志，这在调试时很有用。

流程

- 编辑 **config/manager/manager.yaml** 和 **config/default/manager_auth_proxy_patch.yaml** 文件，使其包含以下配置：

```
    containers:
    - name: manager
      env:
      - name: ANSIBLE_DEBUG_LOGS
        value: "True"
```

5.4.6.4.3. 在日志中启用详细调试

在开发基于 Ansible 的 Operator 时，在日志中启用额外的调试可能会有所帮助。

流程

- 在自定义资源中添加 **ansible.sdk.operatorframework.io/verbosity** 注解，以启用您想要的详细程度。例如：

```
apiVersion: "cache.example.com/v1alpha1"
kind: "Memcached"
metadata:
  name: "example-memcached"
  annotations:
    "ansible.sdk.operatorframework.io/verbosity": "4"
spec:
  size: 4
```

5.4.7. 自定义资源状态管理

重要

红帽支持的 Operator SDK CLI 工具版本，包括 Operator 项目的相关构建和测试工具已被弃用，计划在以后的 OpenShift Dedicated 发行版本中删除。红帽将在当前发行生命周期中提供对这个功能的程序错误修复和支持，但此功能将不再获得改进，并将在以后的 OpenShift Dedicated 版本中删除。

对于创建新 Operator 项目，不建议使用红帽支持的 Operator SDK 版本。现有 Operator 项目的 Operator 作者可使用 OpenShift Dedicated 4 发布的 Operator SDK CLI 工具版本来维护其项目，并创建针对较新版本的 OpenShift Dedicated 的 Operator 发行版本。

以下与 Operator 项目相关的基础镜像 *没有*被弃用。这些基础镜像的运行时功能和配置 API 仍然会有程序错误修复和并提供对相关 CVE 的解决方案。

- 基于 Ansible 的 Operator 项目的基础镜像
- 基于 Helm 的 Operator 项目的基础镜像

有关 Operator SDK 不支持的、社区维护版本的信息，请参阅 Operator SDK (Operator Framework)。

5.4.7.1. 基于 Ansible 的 Operator 中的自定义资源状态

基于 Ansible 的 Operator 会自动将上一次 Ansible 运行的一般信息更新到自定义资源 (CR) **status** 子资源中。其中包括成功和失败任务的数量以及相关的错误消息，如下所示：

```
status:
  conditions:
  - ansibleResult:
      changed: 3
      completion: 2018-12-03T13:45:57.13329
      failures: 1
      ok: 6
      skipped: 0
    lastTransitionTime: 2018-12-03T13:45:57Z
    message: 'Status code was -1 and not [200]: Request failed: <urlopen error [Errno
      113] No route to host>'
    reason: Failed
    status: "True"
    type: Failure
  - lastTransitionTime: 2018-12-03T13:46:13Z
    message: Running reconciliation
    reason: Running
    status: "True"
    type: Running
```

基于 Ansible 的 Operator 还支持 Operator 作者通过 **k8s_status** Ansible 模块提供自定义状态值，该模块包含在 **operator_sdk.util** 集中。作者可以根据需要使用任意键值对从 Ansible 内部更新 **status**。

基于 Ansible 的 Operator 默认始终包含如上所示的通用 Ansible 运行输出。如果*不*希望您的应用程序使用 Ansible 输出来更新状态，您可以通过应用程序来手动跟踪状态。

5.4.7.2. 手动跟踪自定义资源状态

您可以使用 **operator_sdk.util** 集合来修改基于 Ansible 的 Operator，以手动从应用程序跟踪自定义资源（CR）状态。

先决条件

- 使用 Operator SDK 创建基于 Ansible 的 Operator 项目

流程

1. 更新 **watches.yaml** 文件，把一个 **manageStatus** 项设置为 **false**：

```
- version: v1
  group: api.example.com
  kind: <kind>
  role: <role>
  manageStatus: false
```

2. 使用 **operator_sdk.util.k8s_status** Ansible 模块来更新子资源。例如，使用键 **test** 和值 **data** 更新，**operator_sdk.util** 可以按以下方式使用：

```
- operator_sdk.util.k8s_status:
    api_version: app.example.com/v1
    kind: <kind>
    name: "{{ ansible_operator_meta.name }}"
    namespace: "{{ ansible_operator_meta.namespace }}"
    status:
      test: data
```

3. 您可以为角色在 **meta/main.yml** 文件中声明集合，用于构建基于 Ansible 的 Operator：

```
collections:
  - operator_sdk.util
```

4. 在角色 meta 中声明集合后，您可以直接调用 **k8s_status** 模块：

```
k8s_status:
  ...
  status:
    key1: value1
```

5.5. 基于 HELM 的 OPERATOR

5.5.1. 基于 Helm 的 Operator 的 operator SDK 指南

Operator 开发人员可以利用 Operator SDK 中的 Helm 支持来为 Nginx 构建基于 Helm 的 Operator 示例，并管理其生命周期。本教程介绍了以下过程：

- 创建 Nginx 部署
- 确保部署大小与 **Nginx** 自定义资源（CR）spec 指定的大小相同
- 使用 status writer 带有 **nginx** Pod 的名称来更新 **Nginx** CR 状态

重要

红帽支持的 Operator SDK CLI 工具版本，包括 Operator 项目的相关构建和测试工具已被弃用，计划在以后的 OpenShift Dedicated 发行版本中删除。红帽将在当前发行生命周期中提供对这个功能的程序错误修复和支持，但此功能将不再获得改进，并将在以后的 OpenShift Dedicated 版本中删除。

对于创建新 Operator 项目，不建议使用红帽支持的 Operator SDK 版本。现有 Operator 项目的 Operator 作者可使用 OpenShift Dedicated 4 发布的 Operator SDK CLI 工具版本来维护其项目，并创建针对较新版本的 OpenShift Dedicated 的 Operator 发行版本。

以下与 Operator 项目相关的基础镜像 *没有*被弃用。这些基础镜像的运行时功能和配置 API 仍然会有程序错误修复和并提供对相关 CVE 的解决方案。

- 基于 Ansible 的 Operator 项目的基础镜像
- 基于 Helm 的 Operator 项目的基础镜像

有关 Operator SDK 不支持的、社区维护版本的信息，请参阅 Operator SDK (Operator Framework)。

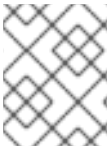
通过以下两个 Operator Framework 核心组件来完成此过程：

Operator SDK

operator-sdk CLI 工具和 **controller-runtime** 库 API

Operator Lifecycle Manager (OLM)

集群中 Operator 的安装、升级和基于角色的访问控制（RBAC）



注意

本教程的内容比 OpenShift Container Platform 文档中的基于 Helm 的 Operator 开始使用 Operator SDK 更详细。

5.5.1.1. 先决条件

- 已安装 operator SDK CLI
- 已安装 OpenShift CLI (**oc**) 4+
- 使用具有 **dedicated-admin** 权限的 **oc** 登录到 OpenShift Dedicated 集群
- 要允许集群拉取镜像，推送镜像的存储库必须设置为公共的存储库，或必须配置一个镜像 pull secret

其他资源

- 安装 Operator SDK CLI
- OpenShift CLI 入门

5.5.1.2. 创建一个项目

使用 Operator SDK CLI 创建名为 **nginx-operator** 的项目。

流程

流程

1. 为项目创建一个目录：

```
$ mkdir -p $HOME/projects/nginx-operator
```

2. 进入该目录：

```
$ cd $HOME/projects/nginx-operator
```

3. 使用 **helm** 插件运行 **operator-sdk init** 命令以初始化项目：

```
$ operator-sdk init \
    --plugins=helm \
    --domain=example.com \
    --group=demo \
    --version=v1 \
    --kind=Nginx
```

注意

默认情况下，**helm** 插件使用样板 Helm Chart 初始化项目。您可以使用其他标记（如 **--helm-chart** 标志）使用现有 Helm chart 初始化项目。

init 命令创建 **nginx-operator** 项目，专门用于监视 API 版本为 **example.com/v1** 和 kind **Nginx** 的资源。

4. 对于基于 Helm 的项目，**init** 命令根据 chart 的默认清单部署的资源，在 **config/rbac/role.yaml** 文件中生成 RBAC 规则。验证此文件生成的规则是否满足 Operator 的权限要求。

5.5.1.2.1. 现有 Helm chart

您可以使用以下标记，而不是使用样板 Helm Chart 创建项目，而是使用现有 chart（可以从本地文件系统或远程 Chart 仓库中）使用现有 chart:

- **--helm-chart**
- **--helm-chart-repo**
- **--helm-chart-version**

如果指定了 **--helm-chart** 标志，**--group**、**--version** 和 **--kind** 标志将变为可选。如果保留未设置，则使用以下默认值：

标记	值
--domain	**my.domain**
--group	**charts**
--version	**v1**

标记	值
--kind	从指定的 chart 中分离

如果 **--helm-chart** 标志指定本地 chart 归档，如 **example-chart-1.2.0.tgz** 或目录，则 chart 被验证并解包或复制到项目中。否则，Operator SDK 会尝试从远程存储库中获取 chart。

如果没有通过 **--helm-chart-repo** 标志指定自定义存储库 URL，则支持以下 chart 引用格式：

格式	描述
<repo_name>/<chart_name>	从名为 **<repo_name>** 的 helm chart 中获取名为 **<chart_name>** 的 Helm chart，如 **$HELM_HOME/repositories/repositories.yaml** 文件指定。使用 **helm repo add** 命令来配置此文件。
<url>	通过指定的 URL 获取 Helm Chart 归档。

如果自定义仓库 URL 由 **--helm-chart-repo** 指定，则支持以下 chart 引用格式：

格式	描述
<chart_name>	在由 **--helm-chart-repo** URL 值指定的 Helm Chart 仓库中获取名为 **<chart_name>** 的 Helm Chart。

如果 **--helm-chart-version** 标志未设置，Operator SDK 会获取最新可用的 Helm Chart 版本。否则，它会获取指定的版本。当使用 **--helm-chart** 标记指定一个特定版本（例如一个本地路径或 URL）的 chart 时，**--helm-chart-version** 标志不会被使用。

如需更多详细信息和示例，请运行：

```
$ operator-sdk init --plugins helm --help
```

5.5.1.2.2. PROJECT 文件

operator-sdk init 命令生成的文件中是一个 Kubebuilder **PROJECT** 文件。从项目 root 运行的后续 **operator-sdk** 命令以及 **help** 输出可读取该文件，并注意项目类型是 Helm。例如：

```
domain: example.com
layout:
- helm.sdk.operatorframework.io/v1
plugins:
  manifests.sdk.operatorframework.io/v2: {}
  scorecard.sdk.operatorframework.io/v2: {}
  sdk.x-openshift.io/v1: {}
projectName: nginx-operator
resources:
- api:
    crdVersion: v1
    namespaced: true
```

```
  domain: example.com
  group: demo
  kind: Nginx
  version: v1
version: "3"
```

5.5.1.3. 了解 Operator 逻辑

在本例中，**nginx-operator** 项目会针对每个 **Nginx** 自定义资源 (CR) 执行以下协调逻辑：

- 如果尚无 Nginx 部署，请创建一个。
- 如果尚无 Nginx 服务，请创建一个。
- 如果被启用且不存在，请创建一个 Nginx ingress。
- 确保部署、服务和可选入口与 **Nginx** CR 指定的配置匹配，如副本数、镜像和服务类型。

默认情况下，**nginx-operator** 项目会监视 **Vginx** 资源事件，如 **watches.yaml** 文件中所示，并使用指定 Chart 执行 Helm 发行版本：

```
# Use the 'create api' subcommand to add watches to this file.
- group: demo
  version: v1
  kind: Nginx
  chart: helm-charts/nginx
# +kubebuilder:scaffold:watch
```

5.5.1.3.1. Helm chart 示例

创建 Helm Operator 项目后，Operator SDK 会创建一个 Helm Chart 示例，其中包含一组模板，用于简单的 Nginx 发行版本。

本例中，针对部署、服务和 Ingress 资源提供了模板，另外还有 **NOTES.txt** 模板，Helm Chart 开发人员可利用该模板传达有关发型版本的实用信息。

如果您对 Helm chart 有一定的了解，请参阅 Helm 开发人员文档。

5.5.1.3.2. 修改自定义资源规格

Helm 使用名为 values 的概念来自定义 Helm Chart 的默认配置，该 chart 在 **values.yaml** 文件中定义。

您可以通过在自定义资源（CR）spec 中设置所需的值来覆盖这些默认值。以副本数量为例。

流程

1. 在默认情况下，**helm-charts/nginx/values.yaml** 文件有一个设置为 **1** 的名为 **replicaCount** 的值。要在部署中有两个 Nginx 实例，您的 CR spec 必须包含 **replicaCount: 2**。
   编辑 **config/samples/demo_v1_nginx.yaml** 文件以设置 **replicaCount: 2**：

```
apiVersion: demo.example.com/v1
kind: Nginx
metadata:
  name: nginx-sample
```

```
...
spec:
...
  replicaCount: 2
```

2. 同样，服务端口默认设置为 **80**。要使用 **8080**，编辑 **config/samples/demo_v1_nginx.yaml** 文件来设置 **spec.port: 8080**，它会添加服务端口覆盖：

```
apiVersion: demo.example.com/v1
kind: Nginx
metadata:
  name: nginx-sample
spec:
  replicaCount: 2
  service:
    port: 8080
```

Helm Operator 应用整个 spec，将其视为 values 文件内容，与 **helm install -f ./overrides.yaml** 命令的工作方式类似。

5.5.1.4. 启用代理支持

Operator 作者可开发支持网络代理的 Operator。具有 **dedicated-admin** 角色的管理员配置对 Operator Lifecycle Manager (OLM) 处理的环境变量的代理支持。要支持代理集群，Operator 必须检查以下标准代理变量的环境，并将值传递给 Operands：

- **HTTP_PROXY**
- **HTTPS_PROXY**
- **NO_PROXY**

注意

本教程使用 **HTTP_PROXY** 作为示例环境变量。

先决条件

- 启用了集群范围的出口代理的集群。

流程

1. 通过添加 **overrideValues** 字段来编辑 **watches.yaml** 文件，使其包含基于环境变量的覆盖：

```
...
- group: demo.example.com
  version: v1alpha1
  kind: Nginx
  chart: helm-charts/nginx
  overrideValues:
    proxy.http: $HTTP_PROXY
...
```

2. 在 **helm-charts/nginx/values.yaml** 文件中添加 **proxy.http** 值：

```
...
proxy:
  http: ""
  https: ""
  no_proxy: ""
```

3. 要确保 Chart 模板支持使用变量，请编辑 **helm-charts/nginx/templates/deployment.yaml** 文件中的 chart 模板，使其包含以下内容：

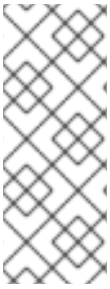
```
containers:
  - name: {{ .Chart.Name }}
    securityContext:
      - toYaml {{ .Values.securityContext | nindent 12 }}
    image: "{{ .Values.image.repository }}:{{ .Values.image.tag | default .Chart.AppVersion }}"
    imagePullPolicy: {{ .Values.image.pullPolicy }}
    env:
      - name: http_proxy
        value: "{{ .Values.proxy.http }}"
```

4. 通过在 **config/manager/manager.yaml** 文件中添加以下内容来设置 Operator 部署上的环境变量：

```
containers:
 - args:
   - --leader-elect
   - --leader-election-id=ansible-proxy-demo
   image: controller:latest
   name: manager
   env:
     - name: "HTTP_PROXY"
       value: "http_proxy_test"
```

5.5.1.5. 运行 Operator

要构建并运行 Operator，请使用 Operator SDK CLI 捆绑 Operator，然后使用 Operator Lifecycle Manager (OLM) 部署到集群中。



注意

如果要在 OpenShift Container Platform 集群上部署 Operator 而不是 OpenShift Dedicated 集群，可以使用两个额外的部署选项：

- 作为 Go 程序在集群外本地运行。
- 作为集群的部署运行。

其他资源

- 在集群外本地运行 (OpenShift Container Platform 文档)
- 作为集群的部署运行 (OpenShift Container Platform 文档)

5.5.1.5.1. 捆绑 Operator 并使用 Operator Lifecycle Manager 进行部署

5.5.1.5.1.1. 捆绑 Operator

Operator 捆绑包格式是 Operator SDK 和 Operator Lifecycle Manager（OLM）的默认打包方法。您可以使用 Operator SDK 来构建和推送 Operator 项目作为捆绑包镜像，使 Operator 可供 OLM 使用。

先决条件

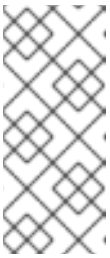
- 在开发工作站上安装 operator SDK CLI
- 已安装 OpenShift CLI (**oc**) v4+
- 使用 Operator SDK 初始化 operator 项目

流程

1. 在 Operator 项目目录中运行以下 **make** 命令来构建和推送 Operator 镜像。在以下步骤中修改 **IMG** 参数来引用您可访问的库。您可以获取在存储库站点（如 Quay.io）存储容器的帐户。

   a. 构建镜像：

   ```
   $ make docker-build IMG=<registry>/<user>/<operator_image_name>:<tag>
   ```

   注意

   由 SDK 为 Operator 生成的 Dockerfile 需要为 **go build** 明确引用 **GOARCH=amd64**。这可以在非 AMD64 构架中使用 **GOARCH=$TARGETARCH**。Docker 自动将环境变量设置为 **-platform** 指定的值。对于 Buildah，需要使用 **-build-arg** 来实现这一目的。如需更多信息，请参阅多个架构。

   b. 将镜像推送到存储库：

   ```
   $ make docker-push IMG=<registry>/<user>/<operator_image_name>:<tag>
   ```

2. 运行 **make bundle** 命令创建 Operator 捆绑包清单，该命令调用多个命令，其中包括 Operator SDK **generate bundle** 和 **bundle validate** 子命令：

   ```
   $ make bundle IMG=<registry>/<user>/<operator_image_name>:<tag>
   ```

   Operator 的捆绑包清单描述了如何显示、创建和管理应用程序。**make bundle** 命令在 Operator 项目中创建以下文件和目录：

   - 包含 **ClusterServiceVersion** 对象的捆绑包清单目录，名为 **bundle/manifests**
   - 名为 **bundle/metadata** 的捆绑包元数据目录
   - **config/crd** 目录中的所有自定义资源定义（CRD）
   - 一个 Dockerfile **bundle.Dockerfile**

   然后，使用 **operator-sdk bundle validate** 自动验证这些文件，以确保磁盘上的捆绑包的格式是正确的。

3. 运行以下命令来构建和推送捆绑包镜像。OLM 使用索引镜像来消耗 Operator 捆绑包，该镜像引用一个或多个捆绑包镜像。

a. 构建捆绑包镜像。使用您要推送镜像的 registry、用户命名空间和镜像标签的详情，设置 **BUNDLE_IMG**：

```
$ make bundle-build BUNDLE_IMG=<registry>/<user>/<bundle_image_name>:<tag>
```

b. 推送捆绑包镜像：

```
$ docker push <registry>/<user>/<bundle_image_name>:<tag>
```

5.5.1.5.1.2. 使用 Operator Lifecycle Manager 部署 Operator

Operator Lifecycle Manager（OLM）可帮助您在 Kubernetes 集群中安装、更新和管理 Operator 及其相关服务的生命周期。OLM 在 OpenShift Dedicated 上默认安装，并作为 Kubernetes 扩展运行，以便您可以在没有任何额外工具的情况下将 Web 控制台和 OpenShift CLI（**oc**）用于所有 Operator 生命周期管理功能。

Operator Bundle Format 是 Operator SDK 和 OLM 的默认打包方法。您可以使用 Operator SDK 在 OLM 上快速运行捆绑包镜像，以确保它正确运行。

先决条件

- 在开发工作站上安装 operator SDK CLI
- 构建并推送到 registry 的 Operator 捆绑包镜像
- OLM安装在一个基于 Kubernetes 的集群上（如果使用 **apiextensions.k8s.io/v1** CRD，则为 v1.16.0 或更新版本，如 OpenShift Dedicated 4）
- 使用具有 **dedicated-admin** 权限的账户使用 **oc** 登录到集群

流程

- 输入以下命令在集群中运行 Operator：

```
$ operator-sdk run bundle \ (1)
  -n <namespace> \ (2)
  <registry>/<user>/<bundle_image_name>:<tag> (3)
```

(1) **run bundle** 命令创建基于文件的有效目录，并使用 OLM 在集群中安装 Operator 捆绑包。

(2) 可选：默认情况下，命令会在 **~/.kube/config** 文件中当前活跃的项目中安装 Operator。您可以添加 **-n** 标志来为安装设置不同的命名空间范围。

(3) 如果没有指定镜像，该命令使用 **quay.io/operator-framework/opm:latest** 作为默认索引镜像。如果指定了镜像，该命令会使用捆绑包镜像本身作为索引镜像。

重要

从 OpenShift Dedicated 4.11 开始，**run bundle** 命令默认支持 Operator 目录的基于文件的目录格式。Operator 目录已弃用的 SQLite 数据库格式仍被支持，但将在以后的发行版本中删除。建议 Operator 作者将其工作流迁移到基于文件的目录格式。

这个命令执行以下操作：

- 创建引用捆绑包镜像的索引镜像。索引镜像不透明且具有临时性，但准确反映了如何将捆绑包添加到生产中的目录中。
- 创建指向新索引镜像的目录源，以便 OperatorHub 能够发现 Operator。
- 通过创建一个 **OperatorGroup**、**Subscription**、**InstallPlan** 和所有其他所需资源（包括 RBAC），将 Operator 部署到集群中。

5.5.1.6. 创建自定义资源

安装 Operator 后，您可以通过创建一个由 Operator 在集群中提供的自定义资源（CR）来测试它。

先决条件

- Nginx Operator 示例，它提供了 **Nginx** CR，在集群中安装

流程

1. 切换到安装 Operator 的命名空间。例如，如果使用 **make deploy** 命令部署 Operator：

```
$ oc project nginx-operator-system
```

2. 编辑 **config/samples/demo_v1_nginx.yaml** 中的 **Nginx** CR 清单示例，使其包含以下规格：

```
apiVersion: demo.example.com/v1
kind: Nginx
metadata:
  name: nginx-sample
...
spec:
...
  replicaCount: 3
```

3. Nginx 服务帐户需要特权访问权限才能在 OpenShift Dedicated 中运行。将以下安全性上下文约束 (SCC) 添加到 **nginx-sample** pod 的服务帐户中：

```
$ oc adm policy add-scc-to-user \
    anyuid system:serviceaccount:nginx-operator-system:nginx-sample
```

4. 创建 CR:

```
$ oc apply -f config/samples/demo_v1_nginx.yaml
```

5. 确保 **Nginx** Operator 为示例 CR 创建部署，其大小正确：

```
$ oc get deployments
```

输出示例

```
NAME                                  READY   UP-TO-DATE   AVAILABLE   AGE
nginx-operator-controller-manager     1/1     1            1           8m
nginx-sample                          3/3     3            3           1m
```

6. 检查 pod 和 CR 状态，以确认其状态是否使用 Nginx pod 名称更新。

   a. 检查 pod:

   ```
   $ oc get pods
   ```

   输出示例

   ```
   NAME                              READY    STATUS    RESTARTS   AGE
   nginx-sample-6fd7c98d8-7dqdr      1/1      Running   0          1m
   nginx-sample-6fd7c98d8-g5k7v      1/1      Running   0          1m
   nginx-sample-6fd7c98d8-m7vn7      1/1      Running   0          1m
   ```

   b. 检查 CR 状态：

   ```
   $ oc get nginx/nginx-sample -o yaml
   ```

   输出示例

   ```
   apiVersion: demo.example.com/v1
   kind: Nginx
   metadata:
   ...
     name: nginx-sample
   ...
   spec:
     replicaCount: 3
   status:
     nodes:
     - nginx-sample-6fd7c98d8-7dqdr
     - nginx-sample-6fd7c98d8-g5k7v
     - nginx-sample-6fd7c98d8-m7vn7
   ```

7. 更新部署大小。

   a. 更新 **config/samples/demo_v1_nginx.yaml** 文件，将 **Nginx** CR 中的 **spec.size** 字段从 **3** 改为 **5**：

   ```
   $ oc patch nginx nginx-sample \
       -p '{"spec":{"replicaCount": 5}}' \
       --type=merge
   ```

   b. 确认 Operator 已更改部署大小：

   ```
   $ oc get deployments
   ```

   输出示例

```
NAME                                    READY   UP-TO-DATE   AVAILABLE   AGE
nginx-operator-controller-manager       1/1     1            1           10m
nginx-sample                            5/5     5            5           3m
```

8. 运行以下命令来删除 CR：

```
$ oc delete -f config/samples/demo_v1_nginx.yaml
```

9. 清理本教程中创建的资源。

- 如果使用 **make deploy** 命令来测试 Operator，请运行以下命令：

```
$ make undeploy
```

- 如果使用 **operator-sdk run bundle** 命令来测试 Operator，请运行以下命令：

```
$ operator-sdk cleanup <project_name>
```

5.5.1.7. 其他资源

- 请参阅基于 Helm 的 Operator 的项目布局，以了解 Operator SDK 创建的目录结构。
- 如果配置了集群范围的出口代理，则具有 **dedicated-** admin 角色的管理员可以覆盖代理设置，或为 Operator Lifecycle Manager (OLM)上运行的特定 Operator 注入自定义 CA 证书。

5.5.2. 基于 Helm 的 Operator 的项目布局

operator-sdk CLI 可为每个 Operator 项目生成或 *scaffold* 多个 软件包和文件。

重要

红帽支持的 Operator SDK CLI 工具版本，包括 Operator 项目的相关构建和测试工具已被弃用，计划在以后的 OpenShift Dedicated 发行版本中删除。红帽将在当前发行生命周期中提供对这个功能的程序错误修复和支持，但此功能将不再获得改进，并将在以后的 OpenShift Dedicated 版本中删除。

对于创建新 Operator 项目，不建议使用红帽支持的 Operator SDK 版本。现有 Operator 项目的 Operator 作者可使用 OpenShift Dedicated 4 发布的 Operator SDK CLI 工具版本来维护其项目，并创建针对较新版本的 OpenShift Dedicated 的 Operator 发行版本。

以下与 Operator 项目相关的基础镜像 *没有*被弃用。这些基础镜像的运行时功能和配置 API 仍然会有程序错误修复和并提供对相关 CVE 的解决方案。

- 基于 Ansible 的 Operator 项目的基础镜像
- 基于 Helm 的 Operator 项目的基础镜像

有关 Operator SDK 不支持的、社区维护版本的信息，请参阅 Operator SDK (Operator Framework)。

5.5.2.1. 基于 Helm 的项目布局

使用 **operator-sdk init --plugins helm** 命令生成的基于 Helm 的 Operator 项目包含以下目录和文件：

文件/文件夹	用途
config/	kustomize 清单，用于在 Kubernetes 集群上部署 Operator。
helm-charts/	Helm Chart 使用 **operator-sdk create api** 命令初始化。
Docker	用于使用 **make docker-build** 命令构建 Operator 镜像。
watches.yaml	Group/version/kind（GVK）和 Helm Chart 的位置。
Makefile	用于管理项目的目标。
PROJECT	包含 Operator 元数据信息的 YAML 文件。

5.5.3. 为较新的 Operator SDK 版本更新基于 Helm 的项目

OpenShift Dedicated 4 支持 Operator SDK 1.31.0。如果您已在工作站上安装了 1.28.0 CLI，您可以通过安装最新版本将 CLI 更新至 1.31.0。

重要

红帽支持的 Operator SDK CLI 工具版本，包括 Operator 项目的相关构建和测试工具已被弃用，计划在以后的 OpenShift Dedicated 发行版本中删除。红帽将在当前发行生命周期中提供对这个功能的程序错误修复和支持，但此功能将不再获得改进，并将在以后的 OpenShift Dedicated 版本中删除。

对于创建新 Operator 项目，不建议使用红帽支持的 Operator SDK 版本。现有 Operator 项目的 Operator 作者可使用 OpenShift Dedicated 4 发布的 Operator SDK CLI 工具版本来维护其项目，并创建针对较新版本的 OpenShift Dedicated 的 Operator 发行版本。

以下与 Operator 项目相关的基础镜像 *没有*被弃用。这些基础镜像的运行时功能和配置 API 仍然会有程序错误修复和并提供对相关 CVE 的解决方案。

- 基于 Ansible 的 Operator 项目的基础镜像
- 基于 Helm 的 Operator 项目的基础镜像

有关 Operator SDK 不支持的、社区维护版本的信息，请参阅 Operator SDK (Operator Framework)。

但是，要确保现有 Operator 项目保持与 Operator SDK 1.31.0 的兼容性，需要执行更新的相关步骤才能解决从 1.28.0 以来引入的相关破坏更改。您必须在之前使用 1.28.0 创建或维护的任何 Operator 项目中手动执行更新步骤。

5.5.3.1. 为 Operator SDK 1.31.0 更新基于 Helm 的 Operator 项目

以下流程更新了基于 Helm 的 Operator 项目，以便与 1.31.0 兼容。

先决条件

- 已安装 operator SDK 1.31.0

- 使用 Operator SDK 1.28.0 创建或维护的 Operator 项目

流程

1. 编辑 Operator 的 Dockerfile，将 Helm Operator 版本更新至 1.31.0，如下例所示：

   Dockerfile 示例

   ```
   FROM quay.io/operator-framework/helm-operator:v1.31.0 1
   ```

   1 将 Helm Operator 版本从 **1.28.0** 更新至 **1.31.0**

2. 编辑 Operator 项目的 makefile，将 Operator SDK 更新至 1.31.0，如下例所示：

   makefile 示例

   ```
   # Set the Operator SDK version to use. By default, what is installed on the system is used.
   # This is useful for CI or a project to utilize a specific version of the operator-sdk toolkit.
   OPERATOR_SDK_VERSION ?= v1.31.0 1
   ```

   1 将版本从 **1.28.0** 更改为 **1.31.0**。

3. 如果使用自定义服务帐户进行部署，请定义以下角色来需要对 secret 资源进行监视操作，如下例所示：

   config/rbac/role.yaml 文件示例

   ```
   apiVersion: rbac.authorization.k8s.io/v1
   kind: ClusterRoleBinding
   metadata:
     name: <operator_name>-admin
   subjects:
   - kind: ServiceAccount
     name: <operator_name>
     namespace: <operator_namespace>
   roleRef:
     kind: ClusterRole
     name: cluster-admin
     apiGroup: ""
   rules: 1
     - apiGroups:
         - ""
       resources:
         - secrets
       verbs:
         - watch
   ```

   1 添加 **rules** 小节，为您的 secret 资源创建监视操作。

5.5.3.2. 其他资源

- 将软件包清单项目迁移到捆绑包格式
- 为 Operator SDK 1.16.0 升级项目
- 升级 Operator SDK v1.10.1 的项目
- 针对 Operator SDK v1.8.0 升级项目

5.5.4. Operator SDK 中的 Helm 支持

重要

红帽支持的 Operator SDK CLI 工具版本，包括 Operator 项目的相关构建和测试工具已被弃用，计划在以后的 OpenShift Dedicated 发行版本中删除。红帽将在当前发行生命周期中提供对这个功能的程序错误修复和支持，但此功能将不再获得改进，并将在以后的 OpenShift Dedicated 版本中删除。

对于创建新 Operator 项目，不建议使用红帽支持的 Operator SDK 版本。现有 Operator 项目的 Operator 作者可使用 OpenShift Dedicated 4 发布的 Operator SDK CLI 工具版本来维护其项目，并创建针对较新版本的 OpenShift Dedicated 的 Operator 发行版本。

以下与 Operator 项目相关的基础镜像 *没有*被弃用。这些基础镜像的运行时功能和配置 API 仍然会有程序错误修复和并提供对相关 CVE 的解决方案。

- 基于 Ansible 的 Operator 项目的基础镜像
- 基于 Helm 的 Operator 项目的基础镜像

有关 Operator SDK 不支持的、社区维护版本的信息，请参阅 Operator SDK (Operator Framework)。

5.5.4.1. Helm chart

通过 Operator SDK 生成 Operator 项目的其中一种方案是利用现有 Helm Chart 来部署 Kubernetes 资源作为统一应用程序，而无需编写任何 Go 代码。这种基于 Helm 的 Operator 非常适合于推出时所需逻辑极少的无状态应用程序，因为更改应该应用于作为 Chart 一部分生成的 Kubernetes 对象。这听起来似乎很有局限性，但就 Kubernetes 社区构建的 Helm Chart 的增长而言，这足以满足它们的大量用例需要。

Operator 的主要功能是从代表应用程序实例的自定义对象中读取数据，并使其所需状态与正在运行的状态相匹配。对于基于 Helm 的 Operator，对象的 **spec** 字段是一个配置选项列表，通常在 Helm **values.yaml** 文件中描述。您可以不使用 Helm CLI（如 **helm install -f values.yaml**）来通过标志设置这些值，而是在自定义资源 (CR) 中表达这些值，因为 CR 作为原生 Kubernetes 对象能够实现应用的 RBAC 以及审核跟踪所带来的好处。

举一个名为 **Tomcat** 的简单 CR 示例：

```
apiVersion: apache.org/v1alpha1
kind: Tomcat
metadata:
  name: example-app
spec:
  replicaCount: 2
```

replicaCount 值（本例中为 **2**）会被传播到使用以下内容的 Chart 模板中：

```
{{ .Values.replicaCount }}
```

构建并部署完 Operator 后，您可通过新建一个 CR 实例来部署新的应用实例，或使用 **oc** 命令列出所有环境中运行的不同实例：

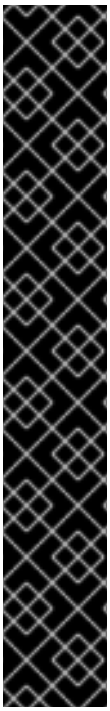
```
$ oc get Tomcats --all-namespaces
```

不要求使用 Helm CLI 或安装 Tiller；基于 Helm 的 Operator 会从 Helm 项目中导入代码。您要做的只是运行一个 Operator 实例，并使用自定义资源定义 (CRD) 注册 CR。因其遵循 RBAC，所以可以更容易防止生产环境改变。

5.6. 定义集群服务版本（CSV）

由 **ClusterServiceVersion** 对象定义的 *集群服务版本*（CSV）是一个利用 Operator 元数据创建的 YAML 清单，可辅助 Operator Lifecycle Manager（OLM）在集群中运行 Operator。它是 Operator 容器镜像附带的元数据，用于在用户界面填充徽标、描述和版本等信息。此外，CSV 还是运行 Operator 所需的技术信息来源，类似于其需要的 RBAC 规则及其管理或依赖的自定义资源 (CR)。

Operator SDK 包括 CSV 生成器，用于为当前 Operator 项目生成 CSV，使用 YAML 清单和 Operator 源文件中包含的信息自定义。



重要

红帽支持的 Operator SDK CLI 工具版本，包括 Operator 项目的相关构建和测试工具已被弃用，计划在以后的 OpenShift Dedicated 发行版本中删除。红帽将在当前发行生命周期中提供对这个功能的程序错误修复和支持，但此功能将不再获得改进，并将在以后的 OpenShift Dedicated 版本中删除。

对于创建新 Operator 项目，不建议使用红帽支持的 Operator SDK 版本。现有 Operator 项目的 Operator 作者可使用 OpenShift Dedicated 4 发布的 Operator SDK CLI 工具版本来维护其项目，并创建针对较新版本的 OpenShift Dedicated 的 Operator 发行版本。

以下与 Operator 项目相关的基础镜像 *没有*被弃用。这些基础镜像的运行时功能和配置 API 仍然会有程序错误修复和并提供对相关 CVE 的解决方案。

- 基于 Ansible 的 Operator 项目的基础镜像
- 基于 Helm 的 Operator 项目的基础镜像

有关 Operator SDK 不支持的、社区维护版本的信息，请参阅 Operator SDK (Operator Framework)。

借助生成 CSV 的命令，Operator 作者便无需深入掌握为了让其 Operator 与 OLM 交互或向 Catalog Registry 发布元数据所需的 OLM 知识。此外，因为实现了新的 Kubernetes 和 OLM 功能，CSV spec 可能会随着时间的推移而有所变化，而 Operator SDK 可轻松扩展其更新系统，以应对 CSV 的未来新功能。

5.6.1. CSV 生成的工作方式

Operator 捆绑包清单，其中包括集群服务版本（CSV），描述如何使用 Operator Lifecycle Manager（OLM）显示、创建和管理应用程序。Operator SDK 中的 CSV 生成器（由 **generate bundle** 子命令调用）是将 Operator 发布到目录并使用 OLM 部署的第一个步骤。子命令需要特定的输入清单来构造 CSV 清单，在调用命令时会读取所有输入，以及 CSV 基础，以便预先生成或重新生成 CSV。

通常，**generate kustomize manifests** 子命令会首先运行，以生成由 **generate bundle** 子命令使用的输入 Kustomize 基础。但是，Operator SDK 提供 **make bundle** 命令，它自动执行一些任务，包括按顺序运行以下子命令：

1. **generate kustomize manifests**
2. **generate bundle**
3. **bundle validate**

其他资源

- 如需了解包括生成捆绑包和 CSV 的完整流程，请参阅捆绑 Operator。

5.6.1.1. 生成的文件和资源

make bundle 命令在 Operator 项目中创建以下文件和目录：

- 名为 **bundle/manifests** 的捆绑包清单目录，其中包含 **ClusterServiceVersion**（CSV）对象
- 名为 **bundle/metadata** 的捆绑包元数据目录
- **config/crd** 目录中的所有自定义资源定义（CRD）
- 一个 Dockerfile **bundle.Dockerfile**

以下资源通常包含在 CSV 中：

角色
定义命名空间中的 Operator 权限。

ClusterRole
定义集群范围的 Operator 权限。

Deployment
定义如何在 pod 中运行 Operator 的 Operand。

CustomResourceDefinition (CRD)
定义 Operator 协调的自定义资源。

自定义资源示例
遵循特定 CRD 规格的资源示例。

5.6.1.2. 版本管理

generate bundle 子命令的 **--version** 标志在首次创建以及升级现有捆绑包时，为您提供语义版本。

通过在 **Makefile** 中设置 **VERSION** 变量，当使用 **make bundle** 命令运行 **generate bundle** 子命令时使用该值自动调用 **--version** 标志。CSV 版本与 Operator 版本相同，在升级 Operator 版本时会生成新 CSV。

5.6.2. 手动定义的 CSV 字段

很多 CSV 字段无法使用生成的、不属于 Operator SDK 的特殊通用清单进行填充。这些字段大多由人工编写，是一些有关 Operator 和各种自定义资源定义 (CRD) 的元数据。

Operator 作者必须直接修改其集群服务版本(CSV)YAML 文件，将个性化数据添加到以下必填字段。当检测到任何必填字段中缺少数据时，Operator SDK 在生成 CSV 时发出警告。

下表详细介绍了需要手动定义的 CSV 字段，哪些是可选的。

表 5.7. 必需的 CSV 字段

字段	描述
metadata.name	该 CSV 的唯一名称。Operator 版本应包含在名称中，以保证唯一性，如 **app-operator.v0.1.1**。
metadata.capabilities	根据 Operator 成熟度模型划分的能力等级。选项包括 **Basic Install**、**Seamless Upgrades**、**Full Lifecycle**、**Deep Insights** 和 **Auto Pilot**。
spec.displayName	用于标识 Operator 的公共名称。
spec.description	有关 Operator 功能的简短描述。
spec.keywords	描述 Operator 的关键词。
spec.maintainers	维护 Operator 的个人或组织实体，含**名称**和**电子邮件地址**。
spec.provider	Operator 的供应商（通常是机构）,含 **名称**。
spec.labels	供 Operator 内部使用的键值对。
spec.version	Operator 的语义版本，如 **0.1.1**。
spec.customresourcedefinitions	Operator 使用的任何 CRD。如果 **deploy/** 中存在任何 CRD YAML 文件，Operator SDK 将自动填充该字段。但 CRD 清单 spec 中没有的几个字段需要用户输入： ● **description**：CRD 描述。 ● **resources**：CRD 利用的任何 Kubernetes 资源，如**Pod** 和 **StatefulSet** 对象。 ● **specDescriptors**：用于 Operator 输入和输出的 UI 提示。

表 5.8. 可选的 CSV 字段

字段	描述
spec.replaces	被该 CSV 替换的 CSV 名称。
spec.links	与被管理的 Operator 或应用程序相关的 URL（如网站和文档），各自含**名称**和 **url**。

字段	描述
spec.selector	Operator 可用于配对群集中资源的选择器。
spec.icon	Operator 独有的 base64 编码图标，通过 **mediatype** 在 **base64data** 字段中设置。
spec.maturity	软件在这个版本中达到的成熟度。选项包括 **planning**、**pre-alpha**、**alpha**、**beta**、**stable**、**mature**、**inactive** 和 **deprecated**。

有关以上每个字段应包含哪些数据的更多详情，请参见 CSV spec。

注意

目前需要用户干预的几个 YAML 字段可能会从 Operator 代码中解析。

其他资源

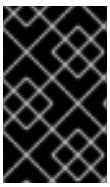
- Operator 成熟度模型

5.6.3. Operator 元数据注解

Operator 开发人员可以在集群服务版本(CSV)的元数据中设置某些注解，以启用功能或在用户界面(UI)中突出显示功能，如 OperatorHub 或 Red Hat Ecosystem Catalog。通过在 CSV YAML 文件中设置 **metadata.annotations** 字段来手动定义 Operator 元数据注解。

5.6.3.1. 基础架构功能注解

features.operators.openshift.io 组中的注解详细说明 Operator 可能支持的基础架构功能，通过设置 **"true"** 或 **"false"** 值来指定。在 web 控制台或 红帽生态系统目录 中通过 OperatorHub 发现 Operator 时，用户可以查看和过滤这些功能。OpenShift Dedicated 4.10 及更新的版本支持这些注解。



重要

features.operators.openshift.io 基础架构功能注解弃用早期版本的 OpenShift Dedicated 中使用的 **operators.openshift.io/infrastructure-features** 注解。如需更多信息，请参阅"过时的基础架构功能注解"。

表 5.9. 基础架构功能注解

注解	描述	有效值[1]
features.operators.openshift.io/disconnected	指定 Operator 支持被镜像到断开连接的目录中，包括所有依赖项，且不需要访问互联网。Operator 利用 **spec.relatedImages** CSV 字段来根据其摘要引用任何相关镜像。	**"true"** 或 **"false"**

注解	描述	有效值[1]
features.operators.openshift.io/fips-compliant	指定 Operator 是否接受底层平台的 FIPS-140 配置，并可用于引导到 FIPS 模式的节点。在这个模式中，Operator 及其管理（操作）的任何工作负载都只调用为 FIPS-140 验证提交的 Red Hat Enterprise Linux (RHEL) 加密库。	**"true"** 或 **"false"**
features.operators.openshift.io/proxy-aware	通过接受标准 **HTTP_PROXY** 和 **HTTPS_PROXY** 代理环境变量来指定 Operator 支持在代理后面的集群中运行。如果适用，Operator 会将此信息传递给它管理的工作负载（操作）。	**"true"** 或 **"false"**
features.operators.openshift.io/tls-profiles	指定 Operator 是否实现已知的可调项，以修改 Operator 使用的 TLS 密码套件；如果适用，它管理的任何工作负载（操作）。	**"true"** 或 **"false"**
features.operators.openshift.io/token-auth-aws	使用 Cloud Credential Operator (CCO) 指定 Operator 支持通过 AWS Secure Token Service (STS)使用 AWS API 进行 tokenzied 身份验证配置。	**"true"** 或 **"false"**
features.operators.openshift.io/token-auth-azure	指定 Operator 支持使用 Cloud Credential Operator (CCO) 通过 Azure Managed Identity 通过 Azure API 进行 tokenzied 身份验证配置。	**"true"** 或 **"false"**
features.operators.openshift.io/token-auth-gcp	指定 Operator 支持使用 Cloud Credential Operator (CCO) 通过 GCP Workload Identity Foundation (WIF)通过 GCP Workload Identity Foundation (WIF) 进行 tokenzied 身份验证的配置。	**"true"** 或 **"false"**
features.operators.openshift.io/cnf	指定 Operator 是否提供 Cloud-Native Network Function (CNF) Kubernetes 插件。	**"true"** 或 **"false"**
features.operators.openshift.io/cni	指定 Operator 是否提供 Container Network Interface (CNI) Kubernetes 插件。	**"true"** 或 **"false"**
features.operators.openshift.io/csi	指定 Operator 是否提供 Container Storage Interface (CSI) Kubernetes 插件。	**"true"** 或 **"false"**

1. 这里我们有意在有效值中使用了双引号，因为 Kubernetes 注解必须是字符串。

具有基础架构功能注解的 CSV 示例

```
apiVersion: operators.coreos.com/v1alpha1
kind: ClusterServiceVersion
metadata:
  annotations:
    features.operators.openshift.io/disconnected: "true"
    features.operators.openshift.io/fips-compliant: "false"
    features.operators.openshift.io/proxy-aware: "false"
    features.operators.openshift.io/tls-profiles: "false"
    features.operators.openshift.io/token-auth-aws: "false"
    features.operators.openshift.io/token-auth-azure: "false"
    features.operators.openshift.io/token-auth-gcp: "false"
```

其他资源

- 为受限网络环境启用 Operator （断开连接模式）

5.6.3.2. 弃用的基础架构功能注解

从 OpenShift Dedicated 4.14 开始，带有 **features.operators.openshift.io** 命名空间的注解组 **operators.openshift.io/infrastructure-features** 已弃用。虽然我们推荐使用较新的注解，但当前可以并行使用这两个组。

这些注解详细介绍了 Operator 支持的基础架构功能。在 web 控制台或 红帽生态系统目录 中通过 OperatorHub 发现 Operator 时，用户可以查看和过滤这些功能。

表 5.10. 弃用的 operators.openshift.io/infrastructure-features 注解

有效注解值	描述
断开连接	Operator 支持被镜像到断开连接的目录中，包括所有依赖项，且不需要访问互联网。Operator 列出了镜像所需的所有相关镜像。
cnf	Operator 提供了一个 Cloud-native Network Function（CNF）Kubernetes 插件。
cni	Operator 提供了一个 Container Network Interface (CNI) Kubernetes 插件。
csi	Operator 提供了一个 Container Storage Interface (CSI) Kubernetes 插件。
fips	Operator 接受底层平台的 FIPS 模式，并可用于引导到 FIPS 模式的节点。  **重要** 当以 FIPS 模式运行 Red Hat Enterprise Linux (RHEL)或 Red Hat Enterprise Linux CoreOS (RHCOS) 时，OpenShift Dedicated 核心组件使用 RHEL 加密库，在 x86_64、ppc64le 和 s390x 架构上提交给 NIST 的 FIPS 140-2/140-3 Validation。

有效注解值	描述
proxy-aware	Operator 支持在代理后面的集群上运行。Operator 接受标准代理环境变量 **HTTP_PROXY** 和 **HTTPS_PROXY**，Operator Lifecycle Manager（OLM）在集群配置为使用代理时自动为 Operator 提供这些环境变量。传递给受管工作负载的 Operands 所需的环境变量。

支持断开连接的和代理支持的 CSV 示例

```
apiVersion: operators.coreos.com/v1alpha1
kind: ClusterServiceVersion
metadata:
  annotations:
    operators.openshift.io/infrastructure-features: '["disconnected", "proxy-aware"]'
```

5.6.3.3. 其他可选注解

以下 Operator 注解是可选的。

表 5.11. 其他可选注解

注解	描述
alm-examples	提供自定义资源定义（CRD）模板最小配置集。兼容的 UI 会预先填充此模板，供用户进一步自定义。
operatorframework.io/initialization-resource	通过在 Operator 安装过程中将 **operatorframework.io/initialization-resource** 注解添加到集群服务版本 (CSV) 来指定所需的自定义资源。然后，系统会提示您通过 CSV 中提供的模板创建自定义资源。必须包含带有完整 YAML 定义的模板。
operatorframework.io/suggested-namespace	设置部署 Operator 的建议命名空间。
operatorframework.io/suggested-namespace-template	为 **Namespace** 对象设置清单，为指定命名空间使用默认节点选择器。
operators.openshift.io/valid-subscription	用于列出使用 Operator 所需的任何特定订阅的空闲数组。例如，**'["3Scale Commercial License", "Red Hat Managed Integration"]'**。
operators.operatorframework.io/internal-objects	在 UI 中隐藏不用于用户操作的 CRD。

具有 OpenShift Dedicated 许可证要求的 CSV 示例

```
apiVersion: operators.coreos.com/v1alpha1
```

```
kind: ClusterServiceVersion
metadata:
  annotations:
    operators.openshift.io/valid-subscription: '["OpenShift Container Platform"]'
```

具有 3scale 许可证要求的 CSV 示例

```
apiVersion: operators.coreos.com/v1alpha1
kind: ClusterServiceVersion
metadata:
  annotations:
    operators.openshift.io/valid-subscription: '["3Scale Commercial License", "Red Hat Managed Integration"]'
```

其他资源

- CRD 模板
- 初始化所需的自定义资源
- 设置建议的命名空间
- 使用默认节点选择器设置建议的命名空间
- 隐藏内部对象

5.6.4. 为受限网络环境启用 Operator

作为 Operator 作者，您的 Operator 必须满足额外要求才能在受限网络或断开连接的环境中正常运行。

支持断开连接模式的 Operator 的要求

- 使用环境变量替换硬编码的镜像引用。
- 在 Operator 的集群服务版本（CSV）中：
  - 列出 Operator 执行其功能可能需要的任何 *相关镜像*或其他容器镜像。
  - 通过摘要 (SHA) 而不是标签来引用所有指定的镜像。
- Operator 的所有依赖项还必须支持以断开连接的模式运行。
- 您的 Operator 不得要求任何非集群资源。

先决条件

- 包含 CSV 的 Operator 项目。以下流程使用 Memcached Operator 作为基于 Go-、Ansible 和 Helm 的项目的示例。

流程

1. 为 Operator 在 **config/manager/manager.yaml** 文件中被 Operator 使用的额外镜像引用设置环境变量：

   例 5.2. config/manager/manager.yaml 文件示例

   _

```
...
spec:
  ...
    spec:
      ...
      containers:
      - command:
        - /manager
        ...
        env:
        - name: <related_image_environment_variable> 1
          value: "<related_image_reference_with_tag>" 2
```

1 定义 环境变量，如 **RELATED_IMAGE_MEMCACHED**。

2 设置相关的镜像引用和标签，如 **docker.io/memcached:1.4.36-alpine**。

2. 将硬编码镜像引用替换为 Operator 项目类型的相关文件中的环境变量：

- 对于基于 Go 的 Operator 项目，将环境变量添加到 **controllers/memcached_controller.go** 文件中，如下例所示：

例 5.3. controllers/memcached_controller.go 文件示例

```
// deploymentForMemcached returns a memcached Deployment object

...

Spec: corev1.PodSpec{
        Containers: []corev1.Container{{
-   Image:   "memcached:1.4.36-alpine", 1
+   Image:   os.Getenv("<related_image_environment_variable>"), 2
    Name:    "memcached",
    Command: []string{"memcached", "-m=64", "-o", "modern", "-v"},
    Ports: []corev1.ContainerPort{{

...
```

1 删除镜像引用和标签。

2 使用 **os.Getenv** 函数调用 **<related_image_environment_variable>**。

注意

如果未设置变量，则 **os.Getenv** 函数会返回空字符串。在更改文件前设置 **<related_image_environment_variable>**。

- 对于基于 Ansible 的 Operator 项目，将环境变量添加到 **roles/memcached/tasks/main.yml** 文件，如下例所示：

例 5.4. roles/memcached/tasks/main.yml 文件示例

```
spec:
  containers:
  - name: memcached
    command:
    - memcached
    - -m=64
    - -o
    - modern
    - -v
-   image: "docker.io/memcached:1.4.36-alpine"
+   image: "{{ lookup('env', '<related_image_environment_variable>') }}"
    ports:
      - containerPort: 11211

...
```

1. 删除镜像引用和标签。
2. 使用 **lookup** 功能调用 **<related_image_environment_variable>**。

- 对于基于 Helm 的 Operator 项目，将 **overrideValues** 字段添加到 **watches.yaml** 文件中，如下例所示：

例 5.5. watches.yaml 文件示例

```
...
- group: demo.example.com
  version: v1alpha1
  kind: Memcached
  chart: helm-charts/memcached
  overrideValues: 1
    relatedImage: ${<related_image_environment_variable>} 2
```

1. 添加 **overrideValues** 字段。
2. 使用 **<related_image_environment_variable>** 来定义 **overrideValues** 字段，如 **RELATED_IMAGE_MEMCACHED**。

a. 将 **overrideValues** 字段的值添加到 **helm-charts/memchached/values.yaml** 文件中，如下例所示：

helm-charts/memchached/values.yaml 文件示例

```
...
relatedImage: ""
```

b. 编辑 **helm-charts/memcached/templates/deployment.yaml** 文件中的 chart 模板，如下例所示：

例 5.6. helm-charts/memcached/templates/deployment.yaml 文件示例

```
containers:
  - name: {{ .Chart.Name }}
    securityContext:
      - toYaml {{ .Values.securityContext | nindent 12 }}
    image: "{{ .Values.image.pullPolicy }}
    env: (1)
      - name: related_image (2)
        value: "{{ .Values.relatedImage }}" (3)
```

1. 添加 **env** 字段。
2. 命名环境变量。
3. 定义环境变量的值。

3. 使用以下更改将 **BUNDLE_GEN_FLAGS** 变量定义添加到 **Makefile** 中：

Makefile示例

```
  BUNDLE_GEN_FLAGS ?= -q --overwrite --version $(VERSION)
$(BUNDLE_METADATA_OPTS)

  # USE_IMAGE_DIGESTS defines if images are resolved via tags or digests
  # You can enable this value if you would like to use SHA Based Digests
  # To enable set flag to true
  USE_IMAGE_DIGESTS ?= false
  ifeq ($(USE_IMAGE_DIGESTS), true)
      BUNDLE_GEN_FLAGS += --use-image-digests
  endif

...

-  $(KUSTOMIZE) build config/manifests | operator-sdk generate bundle -q --overwrite --
version $(VERSION) $(BUNDLE_METADATA_OPTS) (1)
+  $(KUSTOMIZE) build config/manifests | operator-sdk generate bundle
$(BUNDLE_GEN_FLAGS) (2)

...
```

1. 删除 **Makefile** 中的这一行。
2. 将上面的行替换为这一行。

4. 要将 Operator 镜像更新为使用摘要(SHA)而不是标签，请运行 **make bundle** 命令，并将 **USE_IMAGE_DIGESTS** 设置为 **true** ：

```
$ make bundle USE_IMAGE_DIGESTS=true
```

5. 添加 **disconnected** 注解，这表示 Operator 在断开连接的环境中工作：

```
metadata:
  annotations:
    operators.openshift.io/infrastructure-features: '["disconnected"]'
```

OperatorHub 中可根据此基础架构功能来过滤 Operator。

5.6.5. 为多个架构和操作系统启用您的 Operator

Operator Lifecycle Manager (OLM) 假设所有 Operator 都在 Linux 主机中运行。但是，作为 Operator 作者，如果 OpenShift Dedicated 集群中有 worker 节点，您可以指定 Operator 是否支持管理其他架构上的工作负载。

如果 Operator 支持 AMD64 和 Linux 以外的变体，您可以向 CSV 添加标签，从而提供 Operator 列出支持的变体。标注支持的架构和操作系统的标签定义如下：

```
labels:
    operatorframework.io/arch.<arch>: supported (1)
    operatorframework.io/os.<os>: supported (2)
```

(1) 将 **<arch>** 设置为受支持的字符串。

(2) 将 **<os>** 设置为受支持的字符串。

注意

只有默认频道的频道头的标签才会在根据标签进行过滤时考虑软件包清单。例如，这表示有可能在非默认频道中为 Operator 提供额外的架构，但该架构在 **PackageManifest** API 中不可用。

如果 CSV 不包括 **os** 标签，它将被视为默认具有以下 Linux 支持标签：

```
labels:
    operatorframework.io/os.linux: supported
```

如果 CSV 不包括 **arch** 标签，它将被视为默认具有以下 AMD64 支持标签：

```
labels:
    operatorframework.io/arch.amd64: supported
```

如果 Operator 支持多个节点架构或操作系统，您也可以添加多个标签。

先决条件

- 包含 CSV 的 Operator 项目。
- 要支持列出多个架构和操作系统，CSV 中引用的 Operator 镜像必须是清单列表镜像。
- 要使 Operator 在受限网络或断开连接的环境中正常工作，还必须使用摘要（SHA）而不是标签（tag）来指定引用的镜像。

流程

- 在 CSV 的 **metadata.labels** 中为每个 Operator 支持的架构和操作系统添加标签：

```
labels:
  operatorframework.io/arch.s390x: supported
  operatorframework.io/os.zos: supported
  operatorframework.io/os.linux: supported 1
  operatorframework.io/arch.amd64: supported 2
```

1 2 在添加新的构架或操作系统后，您必须明确包含默认的 **os.linux** 和 **arch.amd64** 变体。

其他资源

- 如需有关清单列表的更多信息，请参阅Image Manifest V 2, Schema 2 说明。

5.6.5.1. Operator 的架构和操作系统支持

在标记或过滤支持多个架构和操作系统的 Operator 时，OpenShift Dedicated 上的 Operator Lifecycle Manager (OLM) 支持以下字符串：

表 5.12. OpenShift Dedicated 支持的架构

架构	字符串
AMD64	**amd64**
ARM64	**arm64**
IBM Power®	**ppc64le**
IBM Z®	**s390x**

表 5.13. OpenShift Dedicated 支持的操作系统

操作系统	字符串
Linux	**linux**
z/OS	**zos**

注意

OpenShift Dedicated 和其他基于 Kubernetes 的发行版本的不同版本可能支持一组不同的架构和操作系统。

5.6.6. 设置建议的命名空间

有些 Operator 必须部署到特定命名空间中，或使用特定命名空间中的辅助资源进行部署，才能正常工作。如果从订阅中解析，Operator Lifecycle Manager(OLM)会将 Operator 的命名空间的资源默认设置为订阅的命名空间。

作为 Operator 作者，您可以将所需的目标命名空间作为集群服务版本(CSV)的一部分来控制为 Operator 安装的资源的最终命名空间。当使用 OperatorHub 将 Operator 添加到集群时，这可让 Web 控制台在安装过程中为安装程序自动填充建议的命名空间。

流程

- 在 CSV 中，将 **operatorframework.io/suggested-namespace** 注解设置为建议的命名空间：

```
metadata:
  annotations:
    operatorframework.io/suggested-namespace: <namespace> 1
```

1 设置建议的命名空间。

5.6.7. 使用默认节点选择器设置建议的命名空间

有些 Operator 只在 control plane 节点上运行，这可以通过由 Operator 本身在 **Pod** 规格中设置 **nodeSelector** 来完成。

为了避免重复重复且可能冲突集群范围的默认 **nodeSelector**，您可以在运行 Operator 的命名空间上设置默认节点选择器。默认节点选择器优先于集群默认值，因此集群默认不会应用到 Operator 命名空间中的 pod。

当使用 OperatorHub 将 Operator 添加到集群时，Web 控制台会在安装过程中自动填充安装程序的建议命名空间。建议的命名空间使用 YAML 中的命名空间清单创建，该清单包含在集群服务版本 (CSV) 中。

流程

- 在 CSV 中，使用 **Namespace** 对象的清单设置 **operatorframework.io/suggested-namespace-template**。以下示例是指定了命名空间默认节点选择器的示例**命名空间**的清单：

```
metadata:
  annotations:
    operatorframework.io/suggested-namespace-template: 1
      {
        "apiVersion": "v1",
        "kind": "Namespace",
        "metadata": {
          "name": "vertical-pod-autoscaler-suggested-template",
          "annotations": {
            "openshift.io/node-selector": ""
          }
        }
      }
```

1 设置建议的命名空间。

注意

如果 CSV 中存在 **recommendations-namespace** 和 **recommended-namespace-template** 注解，则 recommend **-namespace-template** 应该优先使用。

5.6.8. 启用 Operator 条件

Operator Lifecycle Manager（OLM）为 Operator 提供一个频道来交流影响 Operator 在管理 Operator 的复杂状态。默认情况下，OLM 在安装 Operator 时会创建一个 **OperatorCondition** 自定义资源定义（CRD）。根据 **OperatorCondition** 自定义资源（CR）中设置的条件，OLM 的行为会相应更改。

要支持 Operator 条件，Operator 必须能够读取 OLM 创建的 **OperatorCondition** CR，并能够完成以下任务：

- 获取特定条件。
- 设置特定条件的状态。

这可以通过使用 **operator-lib** 库来实现。Operator 作者可在 Operator 中提供 **controller-runtime** 客户端，以便该程序库访问集群中 Operator 拥有的 **OperatorCondition** CR。

该程序库提供了一个通用的 **Conditions** 接口，它使以下方法在 **OperatorCondition** CR 中 **Get** 和 **Set** 一个 **conditionType**：

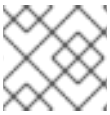
Get

要获得特定条件，程序库使用来自 **controller-runtime** 的 **client.Get** 函数，它需要在 **conditionAccessor** 中存在类型 **type.NamespacedName** 的 **ObjectKey**。

Set

要更新特定条件的状态，程序库使用来自 **controller-runtime** 的 **client.Update** 功能。如果 CRD 中不存在 **conditionType**，则会出现错误。

Operator 只允许修改 CR 的 **status** 子资源。operator 可以删除或更新 **status.conditions** 数组，使其包含条件。有关条件中字段的格式和描述的详情，请查看上游的条件 GoDocs。



注意

Operator SDK 1.31.0 支持 **operator-lib** v0.11.0。

先决条件

- 使用 Operator SDK 生成一个 Operator 项目。

流程

在 Operator 项目中启用 Operator 条件：

1. 在 Operator 项目的 **go.mod** 文件中，将 **operator-framework/operator-lib** 添加为所需的库：

```
module github.com/example-inc/memcached-operator

go 1.19

require (
  k8s.io/apimachinery v0.26.0
  k8s.io/client-go v0.26.0
  sigs.k8s.io/controller-runtime v0.14.1
  operator-framework/operator-lib v0.11.0
)
```

2. 在 Operator 逻辑中编写您自己的构造器会导致以下结果：

- 接受 **controller-runtime** 客户端。
- 接受 **conditionType**。
- 返回一个 **Condition** 接口以更新或添加条件。

由于 OLM 目前支持 **Upgradeable** 条件，因此可以创建一个接口，它具有访问 **Upgradeable** 条件的方法。例如：

```
import (
  ...
  apiv1 "github.com/operator-framework/api/pkg/operators/v1"
)

func NewUpgradeable(cl client.Client) (Condition, error) {
  return NewCondition(cl, "apiv1.OperatorUpgradeable")
}

cond, err := NewUpgradeable(cl);
```

在这个示例中，**NewUpgradeable** constructor 被进一步使用来创建类型为 **Condition** 的一个变量 **cond**。**cond** 变量依次使用 **Get** 和 **Set** 方法，可用于处理 OLM 的 **Upgradeable** 条件。

其他资源

- Operator 条件

5.6.9. 定义 webhook

Webhook 允许 Operator 作者在资源被保存到对象存储并由 Operator 控制器处理之前，拦截、修改、接受或拒绝资源。当 webhook 与 Operator 一同提供时，Operator Lifecycle Manager（OLM）可以管理这些 webhook 的生命周期。

Operator 的集群服务版本(CSV)资源可能包含 **webhookdefinitions** 部分，以定义以下 Webhook 类型：

- Admission webhook（validating and mutating）
- webhook 转换

流程

- 在 Operator 的 **spec** 部分添加 **webhookdefinitions** 部分，并使用 **ValidatingAdmissionWebhook**、**MutatingAdmissionWebhook** 或 **ConversionWebhook type** 包括任何 webhook 定义。以下示例包含所有三种类型的 Webhook:

  包含 Webhook 的 CSV

```
apiVersion: operators.coreos.com/v1alpha1
kind: ClusterServiceVersion
metadata:
  name: webhook-operator.v0.0.1
spec:
  customresourcedefinitions:
    owned:
    - kind: WebhookTest
```

```
    name: webhooktests.webhook.operators.coreos.io 1
    version: v1
install:
  spec:
    deployments:
    - name: webhook-operator-webhook
      ...
      ...
      ...
  strategy: deployment
installModes:
- supported: false
  type: OwnNamespace
- supported: false
  type: SingleNamespace
- supported: false
  type: MultiNamespace
- supported: true
  type: AllNamespaces
webhookdefinitions:
- type: ValidatingAdmissionWebhook 2
  admissionReviewVersions:
  - v1beta1
  - v1
  containerPort: 443
  targetPort: 4343
  deploymentName: webhook-operator-webhook
  failurePolicy: Fail
  generateName: vwebhooktest.kb.io
  rules:
  - apiGroups:
    - webhook.operators.coreos.io
    apiVersions:
    - v1
    operations:
    - CREATE
    - UPDATE
    resources:
    - webhooktests
  sideEffects: None
  webhookPath: /validate-webhook-operators-coreos-io-v1-webhooktest
- type: MutatingAdmissionWebhook 3
  admissionReviewVersions:
  - v1beta1
  - v1
  containerPort: 443
  targetPort: 4343
  deploymentName: webhook-operator-webhook
  failurePolicy: Fail
  generateName: mwebhooktest.kb.io
  rules:
  - apiGroups:
    - webhook.operators.coreos.io
    apiVersions:
    - v1
    operations:
```

```
      - CREATE
      - UPDATE
      resources:
      - webhooktests
    sideEffects: None
    webhookPath: /mutate-webhook-operators-coreos-io-v1-webhooktest
  - type: ConversionWebhook (4)
    admissionReviewVersions:
    - v1beta1
    - v1
    containerPort: 443
    targetPort: 4343
    deploymentName: webhook-operator-webhook
    generateName: cwebhooktest.kb.io
    sideEffects: None
    webhookPath: /convert
    conversionCRDs:
    - webhooktests.webhook.operators.coreos.io (5)
...
```

(1) 转换 Webhook 的目标 CRD 必须在这里存在。

(2) 验证准入 Webhook。

(3) 变异准入 Webhook。

(4) 转换 Webhook。

(5) 每个 CRD 的 **spec.PreserveUnknownFields** 属性必须设置为 **false** 或 **nil**。

其他资源

- Kubernetes 文档：
  - 验证准入 webhook
  - 变异准入 webhook
  - webhook 转换

5.6.9.1. 针对 OLM 的 Webhook 注意事项

使用 Operator Lifecycle Manager（OLM）部署带有 webhook 的 Operator 时，您必须定义以下内容：

- **type** 字段必须设置为 **ValidatingAdmissionWebhook**、**MutatingAdmissionWebhook** 或 **ConversionWebhook**，否则 CSV 会进入失败的阶段。
- CSV 必须包含一个部署，它的名称相当于 **webhookdefinition** 的 **deploymentName** 字段中提供的值。

创建 webhook 时，OLM 确保 webhook 仅在与 Operator 部署的 Operator 组相匹配的命名空间上操作。

证书颁发机构限制
将 OLM 配置为为每个部署提供一个单独的证书颁发机构（CA）。将 CA 生成并挂载到部署的逻辑最初由 API 服务生命周期逻辑使用。因此：

- TLS 证书文件挂载到部署的 **/apiserver.local.config/certificates/apiserver.crt**。
- TLS 密钥文件挂载到部署的 **/apiserver.local.config/certificates/apiserver.key**。

Admission webhook 规则约束
为防止 Operator 将集群配置为无法恢复的状态，OLM 如果准入 webhook 中定义的规则拦截了以下请求中的规则，则 OLM 会将 CSV 放置到失败的阶段：

- 请求目标所有组
- 请求以 **operators.coreos.com** 组为目标
- 请求目标为 **ValidatingWebhookConfigurations** 或 **MutatingWebhookConfigurations** 资源

转换 Webhook 约束
如果转换 Webhook 定义未遵循以下限制，OLM 会将 CSV 放置到失败的阶段：

- 带有转换 Webhook 的 CSV 只能支持 **AllNamespaces** 安装模式。
- 转换 Webhook 的目标 CRD 必须将其 **spec.preserveUnknownFields** 字段设置为 **false** 或 **nil**。
- CSV 中定义的转换 webhook 必须针对拥有的 CRD。
- 在整个集群中，给定 CRD 只能有一个转换 Webhook。

5.6.10. 了解您的自定义资源定义（CRD）

您的 Operator 可能会使用两类自定义资源定义 (CRD)：一类归 Operator *拥有*，另一类为 Operator 依赖的*必要* CRD。

5.6.10.1. 拥有的 CRD

Operator 拥有的自定义资源定义（CRD）是 CSV 最重要的部分。这类 CRD 会在您的 Operator 与所需 RBAC 规则、依赖项管理和其他 Kubernetes 概念之间建立联系。

Operator 通常会使用多个 CRD 将各个概念链接在一起，例如一个对象中的顶级数据库配置和另一对象中的副本集表示代表。这在 CSV 文件中应逐一列出。

表 5.14. 拥有的 CRD 字段

字段	描述	必需/可选
名称	CRD 的全名。	必填
Version	该对象 API 的版本。	必填
Kind	CRD 的机器可读名称。	必填
DisplayName	CRD 名称的人类可读版本，如 **MongoDB Standalone**。	必填
描述	有关 Operator 如何使用该 CRD 的简短描述，或有关 CRD 所提供功能的描述。	必填

字段	描述	必需/可选
Group	该 CRD 所属的 API 组，如 **database.example.com**。	选填
Resources	您的 CRD 可能拥有一类或多类 Kubernetes 对象。它们将在 **resources** 部分列出，用于告知用户他们可能需要排除故障的对象或如何连接至应用程序，如公开数据库的服务或 Ingress 规则。 建议仅列出对人重要的对象，而不必列出您编排的所有对象。例如，不要列出存储用户不会修改的内部状态的配置映射。	选填
SpecDescriptors、**StatusDescriptors** 和 **ActionDescriptors**	这些描述符是通过对终端用户来说最重要的 Operator 的某些输入或输出提示 UI 的一种方式。如果您的 CRD 包含用户必须提供的 Secret 或 ConfigMap 的名称，您可在此处指定。这些项目在兼容的 UI 中链接并突出显示。 共有以下三类描述符： • **SpecDescriptors**：引用对象 **spec** 块中的字段。 • **StatusDescriptors**：引用对象 **status** 块中的字段。 • **ActionDescriptors**：引用对象上可执行的操作。 所有描述符都接受以下字段： • **DisplayName**: **Spec**、**Status** 或 **Action** 的人类可读名称。 • **Description**:有关 **Spec**、**Status** 或 **Action** 以及 Operator 如何使用它的简短描述。 • **Path**：描述符描述的对象上字段的点分隔路径。 • **X-Descriptors**：用于决定该描述符拥有哪些"功能"以及要使用哪个 UI 组件。如需 OpenShift Dedicated 的 React UI X-Descriptors 列表，请参阅 **openshift/console** 项目。 有关描述符的更多一般信息，请参见 **openshift/console** 项目。	选填

以下示例描述了一个 **MongoDB Standalone** CRD，要求某些用户以 Secret 和配置映射的形式输入，并编排服务、有状态集、pod 和 配置映射：

拥有的 CRD 示例

```
- displayName: MongoDB Standalone
  group: mongodb.com
  kind: MongoDbStandalone
  name: mongodbstandalones.mongodb.com
  resources:
    - kind: Service
      name: ''
```

```
      version: v1
    - kind: StatefulSet
      name: ''
      version: v1beta2
    - kind: Pod
      name: ''
      version: v1
    - kind: ConfigMap
      name: ''
      version: v1
  specDescriptors:
    - description: Credentials for Ops Manager or Cloud Manager.
      displayName: Credentials
      path: credentials
      x-descriptors:
        - 'urn:alm:descriptor:com.tectonic.ui:selector:core:v1:Secret'
    - description: Project this deployment belongs to.
      displayName: Project
      path: project
      x-descriptors:
        - 'urn:alm:descriptor:com.tectonic.ui:selector:core:v1:ConfigMap'
    - description: MongoDB version to be installed.
      displayName: Version
      path: version
      x-descriptors:
        - 'urn:alm:descriptor:com.tectonic.ui:label'
  statusDescriptors:
    - description: The status of each of the pods for the MongoDB cluster.
      displayName: Pod Status
      path: pods
      x-descriptors:
        - 'urn:alm:descriptor:com.tectonic.ui:podStatuses'
  version: v1
  description: >-
    MongoDB Deployment consisting of only one host. No replication of
    data.
```

5.6.10.2. 必需的 CRD

是否依赖其他必需 CRD 完全可以自由选择，它们存在的目的只是为了缩小单个 Operator 的范围，并提供一种将多个 Operator 组合到一起来解决端到端用例的办法。

例如，一个 Operator 可设置一个应用程序并（从 etcd Operator）安装一个 etcd 集群以用于分布式锁定，以及一个 Postgres 数据库（来自 Postgres Operator）以用于数据存储。

Operator Lifecycle Manager (OLM) 对照集群中可用的 CRD 和 Operator 进行检查，以满足这些要求。如果找到合适的版本，Operator 将在所需命名空间中启动，并为每个 Operator 创建一个服务账户，以创建、监视和修改所需的 Kubernetes 资源。

表 5.15. 必需的 CRD 字段

字段	描述	必需/可选
名称	所需 CRD 的全称。	必填

字段	描述	必需/可选
Version	该对象 API 的版本。	必填
Kind	Kubernetes 对象类型。	必填
DisplayName	CRD 的人类可读版本。	必填
描述	概述该组件如何适合您的更大架构。	必填

必需的 CRD 示例

```
required:
- name: etcdclusters.etcd.database.coreos.com
  version: v1beta2
  kind: EtcdCluster
  displayName: etcd Cluster
  description: Represents a cluster of etcd nodes.
```

5.6.10.3. CRD 升级

如果自定义资源定义（CRD）属于单一集群服务版本（CSV），OLM 会立即对其升级。如果某个 CRD 被多个 CSV 拥有，则当该 CRD 满足以下所有向后兼容条件时才会升级：

- 所有已存在于当前 CRD 中的服务版本都包括在新 CRD 中。
- 在根据新 CRD 的验证模式（schema）进行验证后，与 CRD 的服务版本关联的所有现有实例或自定义资源均有效。

5.6.10.3.1. 添加新版 CRD

流程

将新版 CRD 添加到 Operator:

1. 在 CSV 的 **versions** 部分的 CRD 资源中添加新条目。
   例如，如果当前 CRD 有一个 **v1alpha1** 版本，而您想要添加新的 **v1beta1** 版本并 将其标记为新的存储版本，请为 **v1beta1** 添加新条目：

```
versions:
  - name: v1alpha1
    served: true
    storage: false
  - name: v1beta1 (1)
    served: true
    storage: true
```

(1) 新条目。

2. 如果 CSV 打算使用新版本，请确保更新您的 CSV **owned** 部分中的 CRD 引用版本：

```
customresourcedefinitions:
  owned:
  - name: cluster.example.com
    version: v1beta1 (1)
    kind: cluster
    displayName: Cluster
```

(1) 更新 **version**。

3. 将更新的 CRD 和 CSV 推送至您的捆绑包中。

5.6.10.3.2. 弃用或删除 CRD 版本

Operator Lifecycle Manager(OLM)不允许立即删除自定义资源定义(CRD)的服务版本。弃用的 CRD 版本应首先通过将 CRD 的 **served** 字段设置为 **false** 来禁用。随后在升级 CRD 时便可将非服务版本删除。

流程

要弃用和删除特定 CRD 版本：

1. 将弃用版本标记为非服务版本，表明该版本已不再使用且后续升级时可删除。例如：

```
versions:
  - name: v1alpha1
    served: false (1)
    storage: true
```

(1) 设置为 **false**。

2. 如果要弃用的版本目前为 **storage** 版本，则将该 **storage** 版本切换至服务版本。例如：

```
versions:
  - name: v1alpha1
    served: false
    storage: false (1)
  - name: v1beta1
    served: true
    storage: true (2)
```

(1) (2) 对应更新 **storage** 字段。

注意

要从 CRD 中删除曾是或现在是 **storage** 的特定版本，该版本必须从 CRD 状态下的 **storedVersion** 中删除。OLM 一旦检测到某个已存储版本在新 CRD 中不再存在，OLM 将尝试执行这一操作。

3. 使用以上更改来升级 CRD。

4. 在后续升级周期中，非服务版本可从 CRD 中完全删除。例如：

```
versions:
  - name: v1beta1
    served: true
    storage: true
```

5. 如果该版本已从 CRD 中删除，请确保相应更新您的 CSV **owned** 部分中的引用 CRD 版本。

5.6.10.4. CRD 模板

Operator 用户必须了解哪个选项必填，而不是可选选项。您可为您的每个 CRD 提供模板，并以最小配置集作为名为 **alm-examples** 的注解。兼容 UI 会预先填充该模板，供用户进一步自定义。

该注解由一个 kind 列表组成，如 CRD 名称和对应的 Kubernetes 对象的 **metadata** 和 **spec**。

以下完整示例提供了 **EtcdCluster**、**EtcdBackup** 和 **EtcdRestore** 模板：

```
metadata:
  annotations:
    alm-examples: >-
      [{"apiVersion":"etcd.database.coreos.com/v1beta2","kind":"EtcdCluster","metadata":
{"name":"example","namespace":"<operator_namespace>"},"spec":{"size":3,"version":"3.2.13"}},
{"apiVersion":"etcd.database.coreos.com/v1beta2","kind":"EtcdRestore","metadata":
{"name":"example-etcd-cluster"},"spec":{"etcdCluster":{"name":"example-etcd-
cluster"},"backupStorageType":"S3","s3":{"path":"<full-s3-path>","awsSecret":"<aws-secret>"}}},
{"apiVersion":"etcd.database.coreos.com/v1beta2","kind":"EtcdBackup","metadata":
{"name":"example-etcd-cluster-backup"},"spec":{"etcdEndpoints":["<etcd-cluster-
endpoints>"],"storageType":"S3","s3":{"path":"<full-s3-path>","awsSecret":"<aws-secret>"}}}]
```

5.6.10.5. 隐藏内部对象

Operator 在内部使用自定义资源定义 (CRD) 来完成任务是常见的。这些对象并不是供用户操作的，且可能会让 Operator 用户混淆。例如，数据库 Operator 可能会有一个 **Replication** CRD，当用户创建带有 **replication:true** 的数据库对象时就会创建它。

作为 Operator 作者，您可以通过将 **operators.operatorframework.io/internal-objects** 注解添加到 Operator 的 ClusterServiceVersion（CSV）来隐藏用户界面中不用于用户操作的任何 CRD。

流程

1. 在将一个 CRD 标记为 internal 之前，请确保任何管理应用程序所需的调试信息或配置都会反映在 CR 的状态或 **spec** 块中（如果适用于您的 Operator）。

2. 向 Operator 的 CSV 添加 **operators.operatorframework.io/internal-objects** 注解，以指定要在用户界面中隐藏的任何内部对象：

   内部对象注解

```
apiVersion: operators.coreos.com/v1alpha1
kind: ClusterServiceVersion
metadata:
  name: my-operator-v1.2.3
  annotations:
```

```
    operators.operatorframework.io/internal-objects:
'["my.internal.crd1.io","my.internal.crd2.io"]' 1
...
```

1 将任何内部 CRD 设置为字符串数组。

5.6.10.6. 初始化所需的自定义资源

Operator 可能需要用户在 Operator 完全正常工作前实例化自定义资源。然而，用户很难确定需要什么或怎样定义资源。

作为 Operator 开发人员，您可以通过在 Operator 安装过程中将 **operatorframework.io/initialization-resource** 添加到集群服务版本 (CSV) 来指定单个所需的自定义资源。然后，系统会提示您通过 CSV 中提供的模板创建自定义资源。该注解必须有包含完整 YAML 定义模板，该定义是在安装过程中初始化资源所需的。

如果定义了此注解，在从 OpenShift Dedicated Web 控制台安装 Operator 后，会提示用户使用 CSV 中提供的模板创建资源。

流程

- 为 Operator 的 CSV 添加 **operatorframework.io/initialization-resource** 注解，以指定所需的自定义资源。例如，以下注解需要创建 **StorageCluster** 资源，并提供完整的 YAML 定义：

  初始化资源注解

```
apiVersion: operators.coreos.com/v1alpha1
kind: ClusterServiceVersion
metadata:
 name: my-operator-v1.2.3
 annotations:
  operatorframework.io/initialization-resource: |-
    {
      "apiVersion": "ocs.openshift.io/v1",
      "kind": "StorageCluster",
      "metadata": {
        "name": "example-storagecluster"
      },
      "spec": {
        "manageNodes": false,
        "monPVCTemplate": {
          "spec": {
            "accessModes": [
              "ReadWriteOnce"
            ],
            "resources": {
              "requests": {
                "storage": "10Gi"
              }
            },
            "storageClassName": "gp2"
          }
        },
        "storageDeviceSets": [
```

```
                {
                   "count": 3,
                   "dataPVCTemplate": {
                      "spec": {
                         "accessModes": [
                            "ReadWriteOnce"
                         ],
                         "resources": {
                            "requests": {
                               "storage": "1Ti"
                            }
                         },
                         "storageClassName": "gp2",
                         "volumeMode": "Block"
                      }
                   },
                   "name": "example-deviceset",
                   "placement": {},
                   "portable": true,
                   "resources": {}
                }
             ]
          }
       }
...
```

5.6.11. 了解您的 API 服务

与 CRD 一样，您的 Operator 可使用两类 APIService：*拥有的*和*必需的*。

5.6.11.1. 拥有的 API 服务

当 CSV 拥有 API 服务时，它将负责描述为其提供支持的扩展 **api-server** 的部署及其提供的组/version/kind（GVK）。

API 服务由它提供的 group/version 唯一标识，并可以多次列出，以表示期望提供的不同类型。

表 5.16. 拥有的 API 服务字段

字段	描述	必需/可选
Group	API 服务提供的组，如 **database.example.com**。	必填
Version	API 服务的版本，如 **v1alpha1**。	必填
Kind	API 服务应提供的类型。	必填
名称	提供的 API 服务的复数名称。	必填

字段	描述	必需/可选
DeploymentName	由您的 CSV 定义的部署名称，对应您的 API 服务（对于拥有的 API 服务是必需的）。在 CSV 待定阶段，OLM Operator 会在您的 CSV **InstallStrategy** 中搜索具有匹配名称的 **Deployment** spec，如果未找到，则不会将 CSV 转换至安装就绪阶段。	必填
DisplayName	API 服务名称的人类可读版本，如 **MongoDB Standalone**。	必填
描述	有关 Operator 如何使用此 API 服务的简短描述，或有关 API 服务提供的功能描述。	必填
资源	您的 API 服务拥有一类或多类 Kubernetes 对象。它们将在 resources 部分列出，用于告知用户他们可能需要排除故障的对象或如何连接至应用程序，如公开数据库的服务或 Ingress 规则。 建议仅列出对人重要的对象，而不必列出您编排的所有对象。例如，不要列出存储用户不会修改的内部状态的配置映射。	选填
SpecDescriptors、**StatusDescriptors** 和 **ActionDescriptors**	与拥有的 CRD 基本相同。	选填

5.6.11.1.1. API 服务资源创建

Operator Lifecycle Manager (OLM) 负责为每个唯一拥有的 API 服务创建或替换服务及 API 服务资源：

- Service pod 选择器从与 API 服务描述的 **DeploymentName** 字段匹配的 CSV 部署中复制。
- 每次安装都会生成一个新的 CA 密钥/证书对，并且将 base64 编码的 CA 捆绑包嵌入到对应的 API 服务资源中。

5.6.11.1.2. API service serving 证书

每当安装拥有的 API 服务时，OLM 均会处理服务密钥/证书对的生成。服务证书有一个通用名称（CN），其中包含生成的 **Service** 资源的主机名，并由嵌入在对应 API 服务资源中的 CA 捆绑包的私钥签名。

该证书作为类型 **kubernetes.io/tls** secret 存储在部署命名空间中，名为 **apiservice-cert** 的卷会自动附加至 CSV 中与 API 服务描述的 **DeploymentName** 字段匹配的 volumes 部分中。

如果尚不存在，则具有匹配名称的卷挂载也会附加至该部署的所有容器中。这样用户便可使用预期名称来定义卷挂载，以适应任何自定义路径要求。所生成的卷挂载的默认路径为 **/apiserver.local.config/certificates**，具有相同路径的任何现有卷挂载都会被替换。

5.6.11.2. 所需的 API 服务

OLM 可保证所有必需的 CSV 均有可用的 API 服务，且所有预期的 GVK 在试图安装前均可发现。这允许 CSV 依赖于由它拥有的 API 服务提供的特定类型。

表 5.17. 所需的 API 服务字段

字段	描述	必需/可选
Group	API 服务提供的组，如 **database.example.com**。	必填
Version	API 服务的版本，如 **v1alpha1**。	必填
Kind	API 服务应提供的类型。	必填
DisplayName	API 服务名称的人类可读版本，如 **MongoDB Standalone**。	必填
描述	有关 Operator 如何使用此 API 服务的简短描述，或有关 API 服务提供的功能描述。	必填

5.7. 使用捆绑包镜像

您可以使用 Operator SDK 在 Operator Lifecycle Manager（OLM）中以捆绑格式（Bundle Format）打包、部署和升级 Operator。

重要

红帽支持的 Operator SDK CLI 工具版本，包括 Operator 项目的相关构建和测试工具已被弃用，计划在以后的 OpenShift Dedicated 发行版本中删除。红帽将在当前发行生命周期中提供对这个功能的程序错误修复和支持，但此功能将不再获得改进，并将在以后的 OpenShift Dedicated 版本中删除。

对于创建新 Operator 项目，不建议使用红帽支持的 Operator SDK 版本。现有 Operator 项目的 Operator 作者可使用 OpenShift Dedicated 4 发布的 Operator SDK CLI 工具版本来维护其项目，并创建针对较新版本的 OpenShift Dedicated 的 Operator 发行版本。

以下与 Operator 项目相关的基础镜像 *没有*被弃用。这些基础镜像的运行时功能和配置 API 仍然会有程序错误修复和并提供对相关 CVE 的解决方案。

- 基于 Ansible 的 Operator 项目的基础镜像
- 基于 Helm 的 Operator 项目的基础镜像

有关 Operator SDK 不支持的、社区维护版本的信息，请参阅 Operator SDK (Operator Framework)。

5.7.1. 捆绑 Operator

Operator 捆绑包格式是 Operator SDK 和 Operator Lifecycle Manager（OLM）的默认打包方法。您可以使用 Operator SDK 来构建和推送 Operator 项目作为捆绑包镜像，使 Operator 可供 OLM 使用。

先决条件

- 在开发工作站上安装 operator SDK CLI

- 已安装 OpenShift CLI (**oc**) v4+
- 使用 Operator SDK 初始化 operator 项目
- 如果 Operator 基于 Go，则必须更新您的项目以使用支持的镜像在 OpenShift Dedicated 上运行

流程

1. 在 Operator 项目目录中运行以下 **make** 命令来构建和推送 Operator 镜像。在以下步骤中修改 **IMG** 参数来引用您可访问的库。您可以获取在存储库站点（如 Quay.io）存储容器的帐户。

   a. 构建镜像：

   ```
   $ make docker-build IMG=<registry>/<user>/<operator_image_name>:<tag>
   ```

   注意

   由 SDK 为 Operator 生成的 Dockerfile 需要为 **go build** 明确引用 **GOARCH=amd64**。这可以在非 AMD64 构架中使用 **GOARCH=$TARGETARCH**。Docker 自动将环境变量设置为 **-platform** 指定的值。对于 Buildah，需要使用 **-build-arg** 来实现这一目的。如需更多信息，请参阅多个架构。

   b. 将镜像推送到存储库：

   ```
   $ make docker-push IMG=<registry>/<user>/<operator_image_name>:<tag>
   ```

2. 运行 **make bundle** 命令创建 Operator 捆绑包清单，该命令调用多个命令，其中包括 Operator SDK **generate bundle** 和 **bundle validate** 子命令：

   ```
   $ make bundle IMG=<registry>/<user>/<operator_image_name>:<tag>
   ```

   Operator 的捆绑包清单描述了如何显示、创建和管理应用程序。**make bundle** 命令在 Operator 项目中创建以下文件和目录：

   - 包含 **ClusterServiceVersion** 对象的捆绑包清单目录，名为 **bundle/manifests**
   - 名为 **bundle/metadata** 的捆绑包元数据目录
   - **config/crd** 目录中的所有自定义资源定义（CRD）
   - 一个 Dockerfile **bundle.Dockerfile**

   然后，使用 **operator-sdk bundle validate** 自动验证这些文件，以确保磁盘上的捆绑包的格式是正确的。

3. 运行以下命令来构建和推送捆绑包镜像。OLM 使用索引镜像来消耗 Operator 捆绑包，该镜像引用一个或多个捆绑包镜像。

   a. 构建捆绑包镜像。使用您要推送镜像的 registry、用户命名空间和镜像标签的详情，设置 **BUNDLE_IMG**：

   ```
   $ make bundle-build BUNDLE_IMG=<registry>/<user>/<bundle_image_name>:<tag>
   ```

b. 推送捆绑包镜像：

```
$ docker push <registry>/<user>/<bundle_image_name>:<tag>
```

5.7.2. 使用 Operator Lifecycle Manager 部署 Operator

Operator Lifecycle Manager（OLM）可帮助您在 Kubernetes 集群中安装、更新和管理 Operator 及其相关服务的生命周期。OLM 在 OpenShift Dedicated 上默认安装，并作为 Kubernetes 扩展运行，以便您可以在没有任何额外工具的情况下将 Web 控制台和 OpenShift CLI（**oc**）用于所有 Operator 生命周期管理功能。

Operator Bundle Format 是 Operator SDK 和 OLM 的默认打包方法。您可以使用 Operator SDK 在 OLM 上快速运行捆绑包镜像，以确保它正确运行。

先决条件

- 在开发工作站上安装 operator SDK CLI
- 构建并推送到 registry 的 Operator 捆绑包镜像
- OLM安装在一个基于 Kubernetes 的集群上（如果使用 **apiextensions.k8s.io/v1** CRD，则为 v1.16.0 或更新版本，如 OpenShift Dedicated 4）
- 使用具有 **dedicated-admin** 权限的账户使用 **oc** 登录到集群
- 如果 Operator 基于 Go，则必须更新您的项目以使用支持的镜像在 OpenShift Dedicated 上运行

流程

- 输入以下命令在集群中运行 Operator：

```
$ operator-sdk run bundle \ 1
  -n <namespace> \ 2
  <registry>/<user>/<bundle_image_name>:<tag> 3
```

1. **run bundle** 命令创建基于文件的有效目录，并使用 OLM 在集群中安装 Operator 捆绑包。
2. 可选：默认情况下，命令会在 **~/.kube/config** 文件中当前活跃的项目中安装 Operator。您可以添加 **-n** 标志来为安装设置不同的命名空间范围。
3. 如果没有指定镜像，该命令使用 **quay.io/operator-framework/opm:latest** 作为默认索引镜像。如果指定了镜像，该命令会使用捆绑包镜像本身作为索引镜像。

重要

从 OpenShift Dedicated 4.11 开始，**run bundle** 命令默认支持 Operator 目录的基于文件的目录格式。Operator 目录已弃用的 SQLite 数据库格式仍被支持，但将在以后的发行版本中删除。建议 Operator 作者将其工作流迁移到基于文件的目录格式。

这个命令执行以下操作：

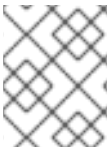
- 创建引用捆绑包镜像的索引镜像。索引镜像不透明且具有临时性，但准确反映了如何将捆绑包添加到生产中的目录中。
- 创建指向新索引镜像的目录源，以便 OperatorHub 能够发现 Operator。
- 通过创建一个 **OperatorGroup**、**Subscription**、**InstallPlan** 和所有其他所需资源（包括 RBAC），将 Operator 部署到集群中。

其他资源

- Operator Framework 打包格式的基于文件的目录
- 管理自定义目录的基于文件的目录
- 捆绑包格式

5.7.3. 发布包含捆绑 Operator 的目录

要安装和管理 Operator，Operator Lifecycle Manager（OLM）要求 Operator 捆绑包列在索引镜像中，该镜像由集群中的目录引用。作为 Operator 作者，您可以使用 Operator SDK 为 Operator 及其所有依赖项创建一个包含捆绑包的索引。这可用于测试远程集群并发布到容器 registry。



注意

Operator SDK 使用 **opm** CLI 来简化索引镜像的创建。不要求具备 **opm** 命令相关经验。对于高级用例，可以直接使用 **opm** 命令，而不是 Operator SDK。

先决条件

- 在开发工作站上安装 operator SDK CLI
- 构建并推送到 registry 的 Operator 捆绑包镜像
- OLM安装在一个基于 Kubernetes 的集群上（如果使用 **apiextensions.k8s.io/v1** CRD，则为 v1.16.0 或更新版本，如 OpenShift Dedicated 4）
- 使用具有 **dedicated-admin** 权限的账户使用 **oc** 登录到集群

流程

1. 在 Operator 项目目录中运行以下 **make** 命令，以构建包含 Operator 捆绑包的索引镜像：

```
$ make catalog-build CATALOG_IMG=<registry>/<user>/<index_image_name>:<tag>
```

其中 **CATALOG_IMG** 参数引用您有权访问的存储库。您可以获取在存储库站点（如 Quay.io）存储容器的帐户。

2. 将构建的索引镜像推送到存储库：

```
$ make catalog-push CATALOG_IMG=<registry>/<user>/<index_image_name>:<tag>
```

提示

如果您要同时按顺序执行多个操作，您可以使用 Operator SDK **make** 命令。例如，如果您还没有为 Operator 项目构建捆绑包镜像，您可以使用以下语法构建和推送捆绑包镜像和索引镜像：

```
$ make bundle-build bundle-push catalog-build catalog-push \
    BUNDLE_IMG=<bundle_image_pull_spec> \
    CATALOG_IMG=<index_image_pull_spec>
```

另外，您可以将 **Makefile** 中的 **IMAGE_TAG_BASE** 字段设置为现有的存储库：

```
IMAGE_TAG_BASE=quay.io/example/my-operator
```

然后，您可以使用以下语法使用自动生成的名称构建和推送镜像，例如捆绑包镜像 **quay.io/example/my-operator-bundle:v0.0.1** 和 **quay.io/example/my-operator-catalog:v0.0.1** 作为索引镜像：

```
$ make bundle-build bundle-push catalog-build catalog-push
```

3. 定义一个 **CatalogSource** 对象来引用您刚才生成的索引镜像，然后使用 **oc apply** 命令或 Web 控制台创建对象：

CatalogSource YAML 示例

```
apiVersion: operators.coreos.com/v1alpha1
kind: CatalogSource
metadata:
  name: cs-memcached
  namespace: <operator_namespace>
spec:
  displayName: My Test
  publisher: Company
  sourceType: grpc
  grpcPodConfig:
    securityContextConfig: <security_mode> 1
  image: quay.io/example/memcached-catalog:v0.0.1 2
  updateStrategy:
    registryPoll:
      interval: 10m
```

1. 指定 **legacy** 或 **restricted** 的值。如果没有设置该字段，则默认值为 **legacy**。在以后的 OpenShift Dedicated 发行版本中，计划默认值为 **restricted**。如果您的目录无法使用 **restricted** 权限运行，建议您手动将此字段设置为 **legacy**。

2. 将 **image** 设置为您之前与 **CATALOG_IMG** 参数搭配使用的镜像拉取规格。

4. 检查目录源：

```
$ oc get catalogsource
```

输出示例

```
NAME          DISPLAY     TYPE   PUBLISHER   AGE
cs-memcached   My Test     grpc   Company     4h31m
```

验证

1. 使用您的目录安装 Operator:

   a. 定义 **OperatorGroup** 对象并使用 **oc apply** 命令或 Web 控制台创建它：

   OperatorGroup YAML 示例

   ```
   apiVersion: operators.coreos.com/v1
   kind: OperatorGroup
   metadata:
     name: my-test
     namespace: <operator_namespace>
   spec:
     targetNamespaces:
     - <operator_namespace>
   ```

   b. 定义 **Subscription** 对象并使用 **oc apply** 命令或 Web 控制台创建它：

   Subscription YAML 示例

   ```
   apiVersion: operators.coreos.com/v1alpha1
   kind: Subscription
   metadata:
     name: catalogtest
     namespace: <catalog_namespace>
   spec:
     channel: "alpha"
     installPlanApproval: Manual
     name: catalog
     source: cs-memcached
     sourceNamespace: <operator_namespace>
     startingCSV: memcached-operator.v0.0.1
   ```

2. 验证已安装的 Operator 是否正在运行：

   a. 检查 Operator 组：

   ```
   $ oc get og
   ```

   输出示例

   ```
   NAME          AGE
   my-test       4h40m
   ```

   b. 检查集群服务版本（CSV）：

   ```
   $ oc get csv
   ```

   输出示例

```
NAME                    DISPLAY   VERSION   REPLACES   PHASE
memcached-operator.v0.0.1   Test      0.0.1             Succeeded
```

c. 检查 Operator 的 pod:

```
$ oc get pods
```

输出示例

```
NAME                                                READY   STATUS      RESTARTS   AGE
9098d908802769fbde8bd45255e69710a9f8420a8f3d814abe88b68f8ervdj6   0/1
Completed   0          4h33m
catalog-controller-manager-7fd5b7b987-69s4n                 2/2     Running     0
4h32m
cs-memcached-7622r                                  1/1     Running     0          4h33m
```

其他资源

- 如需了解更多高级用例，请参阅管理自定义目录以了解有关 **opm** CLI 直接使用的详情。

5.7.4. 在 Operator Lifecycle Manager 中测试 Operator 升级

您可以使用 Operator Lifecycle Manager（OLM）集成 Operator SDK 来快速测试 Operator 升级，而无需手动管理索引镜像和目录源。

run bundle-upgrade 子命令通过为以后的版本指定捆绑包镜像来自动触发已安装的 Operator 以升级到更新的版本。

先决条件

- 使用 **run bundle** 子命令或传统的 OLM 安装安装 OLM 的 operator
- 代表已安装 Operator 的更新版本的捆绑包镜像

流程

1. 如果 Operator 尚未安装 OLM，请使用 **run bundle** 子命令或传统的 OLM 安装安装较早的版本。

注意

如果通过传统方式使用 OLM 安装捆绑包的早期版本，则您要升级到的较新的捆绑包不能存在于目录源引用的索引镜像中。否则，运行 **run bundle-upgrade** 子命令将导致 registry pod 失败，因为较新的捆绑包已被提供软件包和集群服务版本的索引引用。

例如，您可以通过指定更早的捆绑包镜像，为 Memcached Operator 使用以下 **run bundle** 子命令：

```
$ operator-sdk run bundle <registry>/<user>/memcached-operator:v0.0.1
```

输出示例

```
INFO[0006] Creating a File-Based Catalog of the bundle "quay.io/demo/memcached-
operator:v0.0.1"
INFO[0008] Generated a valid File-Based Catalog
INFO[0012] Created registry pod: quay-io-demo-memcached-operator-v1-0-1
INFO[0012] Created CatalogSource: memcached-operator-catalog
INFO[0012] OperatorGroup "operator-sdk-og" created
INFO[0012] Created Subscription: memcached-operator-v0-0-1-sub
INFO[0015] Approved InstallPlan install-h9666 for the Subscription: memcached-operator-
v0-0-1-sub
INFO[0015] Waiting for ClusterServiceVersion "my-project/memcached-operator.v0.0.1" to
reach 'Succeeded' phase
INFO[0015] Waiting for ClusterServiceVersion ""my-project/memcached-operator.v0.0.1" to
appear
INFO[0026] Found ClusterServiceVersion "my-project/memcached-operator.v0.0.1" phase:
Pending
INFO[0028] Found ClusterServiceVersion "my-project/memcached-operator.v0.0.1" phase:
Installing
INFO[0059] Found ClusterServiceVersion "my-project/memcached-operator.v0.0.1" phase:
Succeeded
INFO[0059] OLM has successfully installed "memcached-operator.v0.0.1"
```

2. 通过为后续的 Operator 版本指定捆绑包镜像来升级已安装的 Operator：

```
$ operator-sdk run bundle-upgrade <registry>/<user>/memcached-operator:v0.0.2
```

输出示例

```
INFO[0002] Found existing subscription with name memcached-operator-v0-0-1-sub and
namespace my-project
INFO[0002] Found existing catalog source with name memcached-operator-catalog and
namespace my-project
INFO[0008] Generated a valid Upgraded File-Based Catalog
INFO[0009] Created registry pod: quay-io-demo-memcached-operator-v0-0-2
INFO[0009] Updated catalog source memcached-operator-catalog with address and
annotations
INFO[0010] Deleted previous registry pod with name "quay-io-demo-memcached-operator-
v0-0-1"
INFO[0041] Approved InstallPlan install-gvcjh for the Subscription: memcached-operator-v0-
0-1-sub
INFO[0042] Waiting for ClusterServiceVersion "my-project/memcached-operator.v0.0.2" to
reach 'Succeeded' phase
INFO[0019] Found ClusterServiceVersion "my-project/memcached-operator.v0.0.2" phase:
Pending
INFO[0042] Found ClusterServiceVersion "my-project/memcached-operator.v0.0.2" phase:
InstallReady
INFO[0043] Found ClusterServiceVersion "my-project/memcached-operator.v0.0.2" phase:
Installing
INFO[0044] Found ClusterServiceVersion "my-project/memcached-operator.v0.0.2" phase:
Succeeded
INFO[0044] Successfully upgraded to "memcached-operator.v0.0.2"
```

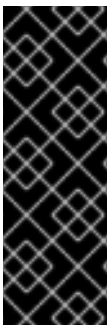
3. 清理已安装的 Operator：

```
$ operator-sdk cleanup memcached-operator
```

其他资源

- 使用 OLM 安装传统的 Operator

5.7.5. 控制与 OpenShift Dedicated 版本的 Operator 兼容性



重要

Kubernetes 定期弃用后续版本中删除的某些 API。如果 Operator 使用已弃用的 API，则在 OpenShift Dedicated 集群升级到已删除 API 的 Kubernetes 版本后，它可能无法正常工作。

作为 Operator 作者，强烈建议您查阅 Kubernetes 文档中的已弃用 API 迁移指南，并保持您的 Operator 项目最新状态以避免使用已弃用和删除的 API。理想情况下，您应该在以后的 OpenShift Dedicated 版本发布前更新 Operator，使 Operator 不兼容。

当从 OpenShift Dedicated 版本中删除 API 时，在该集群版本上运行的仍使用删除的 API 的 Operator 将不再正常工作。作为 Operator 作者，您应该计划更新 Operator 项目，以适应 API 弃用和删除情况，以避免 Operator 用户中断。

提示

您可以检查 Operator 的事件警报，以查找有关当前是否正在使用 API 的警告。以下警报在检测到正在使用的 API 会在下一发行版本中会被删除时发出一个警告：

APIRemovedInNextReleaseInUse

将在下一个 OpenShift Dedicated 发行版本中删除的 API。

APIRemovedInNextEUSReleaseInUse

将在下一个 OpenShift Dedicated Extended Update Support (EUS) 发行版本中删除的 API。

如果集群管理员安装了 Operator，在升级到下一个 OpenShift Dedicated 版本前，必须确保安装与下一个集群版本兼容的 Operator 版本。虽然建议您将 Operator 项目更新为不再使用已弃用或删除的 API，但如果您仍需要发布带有已删除 API 的 Operator 捆绑包，以便在早期版本的 OpenShift Dedicated 上继续使用，请确保正确配置了捆绑包。

以下流程可帮助管理员在不兼容的 OpenShift Dedicated 版本上安装 Operator 版本。这些步骤还可防止管理员升级到与当前在集群中安装的 Operator 版本不兼容的 OpenShift Dedicated 的更新版本。

当您知道当前版本的 Operator 因任何原因无法在特定的 OpenShift Dedicated 版本上正常工作时，此过程也很有用。通过定义应分发 Operator 的集群版本，可确保 Operator 不出现在允许范围内的集群版本目录中。

重要

当集群管理员升级到不再支持 API 的未来 OpenShift Dedicated 版本时，使用已弃用 API 的 Operator 可能会对关键工作负载造成负面影响。如果您的 Operator 使用已弃用的 API，则应该尽快在 Operator 项目中配置以下设置。

先决条件

- 现有 Operator 项目

流程

1. 如果您知道特定 Operator 捆绑包不受支持，且早于特定集群版本无法在 OpenShift Dedicated 上正常工作，请配置 Operator 兼容的最大 OpenShift Dedicated 版本。在 Operator 项目的集群服务版本 (CSV) 中，设置 **olm.maxOpenShiftVersion** 注解以防止管理员在将已安装的 Operator 升级到兼容版本前升级其集群：

重要

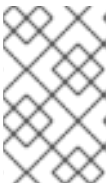
只有在 Operator 捆绑包版本稍后无法工作时，才必须使用 **olm.maxOpenShiftVersion** 注解。请注意，集群管理员无法使用安装的解决方案升级其集群。如果没有提供更新的版本和有效的升级路径，管理员可以卸载 Operator，并可升级集群版本。

带有 olm.maxOpenShiftVersion 注解的 CSV 示例

```
apiVersion: operators.coreos.com/v1alpha1
kind: ClusterServiceVersion
metadata:
  annotations:
    "olm.properties": '[{"type": "olm.maxOpenShiftVersion", "value": "<cluster_version>"}]' (1)
```

(1) 指定 Operator 兼容的最大 OpenShift Dedicated 集群版本。例如，当在集群中安装这个捆绑包时，将 **value** 设为 **4.9** 可防止集群升级到 4.9 之后的 OpenShift Dedicated 版本。

2. 如果您的捆绑包旨在在红帽提供的 Operator 目录中发布，请通过设置以下属性为 Operator 配置兼容版本的 OpenShift Dedicated。此配置可确保您的 Operator 只包含在以兼容 OpenShift Dedicated 版本为目标的目录中：



注意

仅当在红帽提供的目录中发布 Operator 时，才需要这个步骤。如果您的捆绑包只用于在自定义目录中分发，您可以跳过这一步。如需了解更多详细信息，请参阅"红帽提供的 Operator 目录"。

a. 在项目的 **bundle/metadata/annotations.yaml** 文件中设置 **com.redhat.openshift.versions** 注解：

兼容版本的 bundle/metadata/annotations.yaml 文件示例

```
com.redhat.openshift.versions: "v4.7-v4.9" (1)
```

(1) 设置一个范围或一个版本。

b. 为防止您的捆绑包被传输到不兼容的 OpenShift Dedicated 版本，请确保索引镜像使用 Operator 捆绑包镜像中的正确 **com.redhat.openshift.versions** 标签生成。例如，如果您的项目是使用 Operator SDK 生成的，请更新 **bundle.Dockerfile** 文件：

与兼容版本的 bundle.Dockerfile 示例

```
LABEL com.redhat.openshift.versions="<versions>" (1)
```

1 设置为范围或单个版本，如 **v4.7-v4.9**。通过这个设置，您可以定义应分发 Operator 的集群版本，Operator 不会出现在范围之外的集群版本目录中。

现在，您可以捆绑 Operator 的新版本，并将更新的版本发布到目录以进行分发。

其他资源

- *认证的 Operator 构建指南*中的管理OpenShift 版本
- 更新安装的 Operator
- 红帽提供的 Operator 目录

5.7.6. 其他资源

- 如需有关捆绑格式的更多详情，请参阅 Operator Framework 打包格式。
- 有关使用 **opm** 命令将捆绑包镜像添加到索引镜像的详情，请参阅管理自定义目录。
- 如需了解有关升级已安装的 Operator 的工作原理的详细信息，请参阅 Operator Lifecycle Manager 工作流。

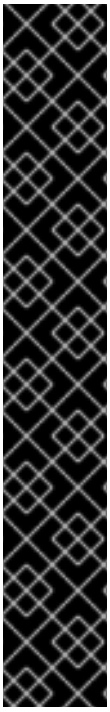
5.8. 遵守 POD 安全准入

Pod 安全准入 是 Kubernetes pod 安全标准的实现。Pod 安全准入 限制 pod 的行为。不遵循全局或命名空间级别定义的 pod 安全准入的 Pod 不会被接受到集群且无法运行。

如果 Operator 项目不需要升级的权限才能运行，您可以确保您的工作负载在将命名空间设置为 **restricted** pod 安全级别。如果 Operator 项目需要升级的权限才能运行，您必须设置以下安全上下文配置：

- Operator 命名空间允许的 pod 安全准入级别
- 工作负载服务帐户允许的安全性上下文约束 (SCC)

如需更多信息，请参阅 了解和管理 pod 安全准入。



重要

红帽支持的 Operator SDK CLI 工具版本，包括 Operator 项目的相关构建和测试工具已被弃用，计划在以后的 OpenShift Dedicated 发行版本中删除。红帽将在当前发行生命周期中提供对这个功能的程序错误修复和支持，但此功能将不再获得改进，并将在以后的 OpenShift Dedicated 版本中删除。

对于创建新 Operator 项目，不建议使用红帽支持的 Operator SDK 版本。现有 Operator 项目的 Operator 作者可使用 OpenShift Dedicated 4 发布的 Operator SDK CLI 工具版本来维护其项目，并创建针对较新版本的 OpenShift Dedicated 的 Operator 发行版本。

以下与 Operator 项目相关的基础镜像 *没有*被弃用。这些基础镜像的运行时功能和配置 API 仍然会有程序错误修复和并提供对相关 CVE 的解决方案。

- 基于 Ansible 的 Operator 项目的基础镜像
- 基于 Helm 的 Operator 项目的基础镜像

有关 Operator SDK 不支持的、社区维护版本的信息，请参阅 Operator SDK (Operator Framework)。

5.8.1. 关于 pod 安全准入

OpenShift Dedicated 包括 Kubernetes pod 安全准入。不遵循全局或命名空间级别定义的 pod 安全准入的 Pod 不会被接受到集群且无法运行。

在全局范围内，会强制 **privileged** 配置集，**restricted** 配置集用于警告和审核。

您还可以在命名空间级别配置 pod 安全准入设置。

重要

不要在默认项目中运行工作负载或共享对默认项目的访问权限。为运行核心集群组件保留默认项目。

以下默认项目被视为具有高度特权：**default**, **kube-public**, **kube-system**, **openshift**, **openshift-infra**, **openshift-node**，其他系统创建的项目的标签 **openshift.io/run-level** 被设置为 **0** 或 **1**。依赖于准入插件（如 pod 安全准入、安全性上下文约束、集群资源配额和镜像引用解析）的功能无法在高特权项目中工作。

5.8.1.1. Pod 安全准入模式

您可以为命名空间配置以下 pod 安全准入模式：

表 5.18. Pod 安全准入模式

模式	标签	描述
enforce	**pod-security.kubernetes.io/enforce**	如果 pod 不符合集合配置集，则拒绝 pod 来自准入
audit	**pod-security.kubernetes.io/audit**	如果 pod 不符合集合配置集，日志审计事件

模式	标签	描述
warn	**pod-security.kubernetes.io/warn**	如果 pod 不符合集合配置集，则会显示警告

5.8.1.2. Pod 安全准入配置集

您可以将每个 pod 安全准入模式设置为以下配置集之一：

表 5.19. Pod 安全准入配置集

profile	描述
privileged	最低限制策略；允许已知特权升级
baseline	最低限制策略；防止已知特权升级
restricted	最严格的策略；遵循当前的 pod 强化最佳实践

5.8.1.3. 特权命名空间

以下系统命名空间总是设置为 **privileged** pod 安全准入配置集：

- **default**
- **kube-public**
- **kube-system**

您无法更改这些特权命名空间的 pod 安全配置集。

5.8.2. 关于 pod 安全准入同步

除了全局 pod 安全准入控制配置外，还存在一个控制器，它会根据给定命名空间中的服务帐户的 SCC 权限将 pod 安全准入控制 **warn** 和 **audit** 标签应用到命名空间。

控制器检查 **ServiceAccount** 对象权限，以便在每个命名空间中使用安全性上下文约束。安全性上下文约束 (SCC) 根据其字段值映射到 Pod 安全配置集，控制器使用这些翻译配置集。Pod 安全准入 **warn** 和 **audit** 标签被设置为命名空间中的最特权 pod 安全配置集，以防止在创建 pod 时显示警告和日志记录审计事件。

命名空间标签基于对命名空间本地服务帐户权限的考虑。

直接应用 pod 可能会使用运行 Pod 的用户的 SCC 特权。但是，在自动标记过程中不会考虑用户权限。

5.8.2.1. Pod 安全准入同步命名空间排除

在系统创建的命名空间中永久禁用 Pod 安全准入同步，**openshift** Block 前缀的命名空间。

定义为集群有效负载一部分的命名空间会永久禁用 pod 安全准入同步。以下命名空间被永久禁用：

- **default**

- **kube-node-lease**
- **kube-system**
- **kube-public**
- **openshift**
- 所有带有 **openshift-**前缀的系统创建命名空间。

5.8.3. 确保 Operator 工作负载在命名空间中运行，设置为受限 pod 安全级别

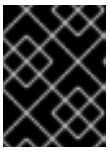
为确保 Operator 项目可以在各种部署和环境中运行，请将 Operator 的工作负载配置为在命名空间中运行，设置为 **restricted** pod 安全级别。

警告

您必须将 **runAsUser** 字段留空。如果您的镜像需要特定用户，则无法在受限安全性上下文约束 (SCC) 和受限 Pod 安全强制下运行。

流程

- 要将 Operator 工作负载配置为在设置为 **restricted** pod 安全级别的命名空间中运行，请编辑类似以下示例的 Operator 命名空间定义：



重要

建议您在 Operator 的命名空间定义中设置 seccomp 配置集。但是，OpenShift Dedicated. 4.10 不支持设置 seccomp 配置集。

  - 对于必须在 OpenShift Dedicated 4.11 及之后的版本中运行的 Operator 项目，请编辑类似以下示例的 Operator 命名空间定义：

config/manager/manager.yaml 文件示例

```
...
spec:
 securityContext:
   seccompProfile:
     type: RuntimeDefault 1
   runAsNonRoot: true
 containers:
   - name: <operator_workload_container>
     securityContext:
       allowPrivilegeEscalation: false
       capabilities:
         drop:
           - ALL
...
```

1 通过将 seccomp 配置集类型设置为 **RuntimeDefault**，SCC 默认为命名空间的 pod 安全配置集。

- 对于必须在 OpenShift Dedicated 4.10 中运行的 Operator 项目，请编辑类似以下示例的 Operator 命名空间定义：

  config/manager/manager.yaml 文件示例

```
...
spec:
 securityContext: 1
   runAsNonRoot: true
 containers:
   - name: <operator_workload_container>
     securityContext:
       allowPrivilegeEscalation: false
       capabilities:
         drop:
           - ALL
...
```

1 不设置 seccomp 配置集类型可确保您的 Operator 项目可以在 OpenShift Dedicated. 4.10 中运行。

其他资源

- 管理安全性上下文约束

5.8.4. 为需要升级权限的 Operator 工作负载管理 pod 安全准入

如果 Operator 项目需要升级的权限才能运行，您必须编辑 Operator 的集群服务版本 (CSV)。

流程

1. 将安全上下文配置设置为 Operator CSV 中所需的权限级别，如下例所示：

   具有网络管理员特权的 <operator_name>.clusterserviceversion.yaml 文件示例

```
...
containers:
   - name: my-container
     securityContext:
       allowPrivilegeEscalation: false
       capabilities:
         add:
           - "NET_ADMIN"
...
```

2. 设置服务帐户权限，允许 Operator 工作负载使用所需的安全性上下文约束 (SCC)，如下例所示：

   <operator_name>.clusterserviceversion.yaml 文件示例

```
...
  install:
    spec:
      clusterPermissions:
      - rules:
        - apiGroups:
          - security.openshift.io
          resourceNames:
          - privileged
          resources:
          - securitycontextconstraints
          verbs:
          - use
        serviceAccountName: default
...
```

3. 编辑 Operator 的 CSV 描述，以说明 Operator 项目需要升级的权限，如下例所示：

<operator_name>.clusterserviceversion.yaml 文件示例

```
...
spec:
  apiservicedefinitions:{}
  ...
description: The <operator_name> requires a privileged pod security admission label set on the Operator's namespace. The Operator's agents require escalated permissions to restart the node if the node needs remediation.
```

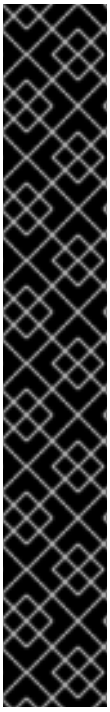
5.8.5. 其他资源

- 了解并管理 pod 安全准入

5.9. 使用 SCORECARD 工具验证 OPERATOR

作为 Operator 作者，您可以使用 Operator SDK 中的 scorecard 工具来执行以下任务：

- 验证您的 Operator 项目没有语法错误，并正确打包
- 查看有关如何改进 Operator 的建议



重要

红帽支持的 Operator SDK CLI 工具版本，包括 Operator 项目的相关构建和测试工具已被弃用，计划在以后的 OpenShift Dedicated 发行版本中删除。红帽将在当前发行生命周期中提供对这个功能的程序错误修复和支持，但此功能将不再获得改进，并将在以后的 OpenShift Dedicated 版本中删除。

对于创建新 Operator 项目，不建议使用红帽支持的 Operator SDK 版本。现有 Operator 项目的 Operator 作者可使用 OpenShift Dedicated 4 发布的 Operator SDK CLI 工具版本来维护其项目，并创建针对较新版本的 OpenShift Dedicated 的 Operator 发行版本。

以下与 Operator 项目相关的基础镜像 *没有*被弃用。这些基础镜像的运行时功能和配置 API 仍然会有程序错误修复和并提供对相关 CVE 的解决方案。

- 基于 Ansible 的 Operator 项目的基础镜像
- 基于 Helm 的 Operator 项目的基础镜像

有关 Operator SDK 不支持的、社区维护版本的信息，请参阅 Operator SDK (Operator Framework)。

5.9.1. 关于 scorecard 工具

虽然 Operator SDK **bundle validate** 子命令可为内容和结构验证本地捆绑包目录和远程捆绑包镜像，但您可以使用 **scorecard** 命令基于配置文件和测试镜像对 Operator 运行测试。这些测试在由 scorecard 配置并组成执行的测试镜像中实施。

Scorecard 假设它是在可以访问已配置的 Kubernetes 集群（如 OpenShift Dedicated.）的情况下运行的。Scorecard 在 pod 中运行每个测试，从中聚合 pod 日志并将测试结果发送到控制台。Scorecard 内置了基本测试和 Operator Lifecycle Manager（OLM）测试，同时还提供了执行自定义测试定义的方法。

Scorecard 工作流

1. 创建任何相关的自定义资源（CR）和 Operator 所需的所有资源
2. 在 Operator 部署中创建代理容器，记录对 API 服务器的调用并运行测试
3. 检查 CR 中的参数

Scorecard 测试不会假定要测试的 Operator 状态。为 Operator 创建 Operator 和 CR 超出了 scorecard 本身的范围。但是，如果测试是为创建资源而设计的，则 scorecard 测试可以创建其所需的任何资源。

scorecard 命令语法

```
$ operator-sdk scorecard <bundle_dir_or_image> [flags]
```

Scorecard 需要一个位置参数，它是指向 Operator 捆绑包的磁盘路径或捆绑包镜像的名称。

如需有关标记的更多信息，请运行：

```
$ operator-sdk scorecard -h
```

5.9.2. Scorecard 配置

Scorecard 工具使用一个配置来供您配置内部插件以及几个全局配置选项。测试是由名为 **config.yaml** 的配置文件驱动的，该文件由 **make bundle** 命令生成，位于 **bundle/** 目录中：

```
./bundle
...
└── tests
    └── scorecard
        └── config.yaml
```

Scorecard 配置文件示例

```
kind: Configuration
apiversion: scorecard.operatorframework.io/v1alpha3
metadata:
  name: config
stages:
- parallel: true
  tests:
  - image: quay.io/operator-framework/scorecard-test:v1.31.0
    entrypoint:
    - scorecard-test
    - basic-check-spec
    labels:
      suite: basic
      test: basic-check-spec-test
  - image: quay.io/operator-framework/scorecard-test:v1.31.0
    entrypoint:
    - scorecard-test
    - olm-bundle-validation
    labels:
      suite: olm
      test: olm-bundle-validation-test
```

配置文件定义 scorecard 可执行的每个测试。Scorecard 配置文件的以下字段定义测试，如下所示：

配置字段	描述
image	测试实现测试的容器镜像名称
entrypoint	测试镜像中调用的命令和参数来执行测试
labels	选择要运行的测试的 scorecard 定义或自定义标签

5.9.3. 内置 scorecard 测试

Scorecard 附带预定义的测试，这些测试被放在套件中：基本测试套件和 Operator Lifecycle Manager（OLM）套件。

表 5.20. 基本测试套件

测试	描述	短名称
Spec Block Exists	此测试会检查集群中创建的自定义资源（CR）以确保所有 CR 都有一个 **spec** 块。	**basic-check-spec-test**

表 5.21. OLM 测试套件

测试	描述	短名称
捆绑包验证	此测试会验证传递给 scorecard 的捆绑包中的捆绑包清单。如果捆绑包内容包含错误，那么测试结果输出中将包括验证器日志以及验证库中的错误消息。	**olm-bundle-validation-test**
Provided APIs Have Validation	此测试会验证提供的 CR 的自定义资源定义（CRD）是否包含一个验证部分，并且 CR 中检测到的每个 **spec** 和 **status** 字段是否已验证。	**olm-crds-have-validation-test**
Owned CRDs Have Resources Listed	此测试确保通过 **cr-manifest** 选项提供的每个 CR 的 CRD 在 ClusterServiceVersion（CSV）的 **owned CRDs** 部分中有一个 **resources** 子部分。如果测试检测到未在 resources 部分中列出的已使用资源，它会在测试结束时将它们列在建议中。为这个测试通过初始代码生成后，用户需要填写 resources 部分。	**olm-crds-have-resources-test**
Spec Fields With Descriptors	此测试会验证 CRs **spec** 部分中的每一个字段是否都在 CSV 中列出对应的描述符。	**olm-spec-descriptors-test**
Status Fields With Descriptors	此测试会验证 CRs **status** 部分中的每一个字段是否都在 CSV 中列出对应的描述符。	**olm-status-descriptors-test**

5.9.4. 运行 scorecard 工具

Operator SDK 在运行 **init** 命令后生成一组默认 Kustomize 文件。生成的默认 **bundle/tests/scorecard/config.yaml** 文件可立即用于针对 Operator 运行 scorecard 工具，或者您可以根据测试规格修改该文件。

先决条件

- 使用 Operator SDK 生成的 operator 项目

流程

1. 为 Operator 生成或重新生成捆绑包清单和元数据：

```
$ make bundle
```

   此命令自动将 scorecard 注解添加到捆绑包元数据中，由 **scorecard** 命令用来运行测试。

2. 针对 Operator 捆绑包的磁盘路径或捆绑包镜像的名称运行 scorecard:

```
$ operator-sdk scorecard <bundle_dir_or_image>
```

5.9.5. Scorecard 输出

scorecard 命令的 **--output** 标志指定 scorecard 结果输出格式： **text** 或 **json**。

例 5.7. JSON 输出片断示例


```
{
  "apiVersion": "scorecard.operatorframework.io/v1alpha3",
  "kind": "TestList",
  "items": [
    {
      "kind": "Test",
      "apiVersion": "scorecard.operatorframework.io/v1alpha3",
      "spec": {
        "image": "quay.io/operator-framework/scorecard-test:v1.31.0",
        "entrypoint": [
          "scorecard-test",
          "olm-bundle-validation"
        ],
        "labels": {
          "suite": "olm",
          "test": "olm-bundle-validation-test"
        }
      },
      "status": {
        "results": [
          {
            "name": "olm-bundle-validation",
            "log": "time=\"2020-06-10T19:02:49Z\" level=debug msg=\"Found manifests directory\"
name=bundle-test\ntime=\"2020-06-10T19:02:49Z\" level=debug msg=\"Found metadata
directory\" name=bundle-test\ntime=\"2020-06-10T19:02:49Z\" level=debug msg=\"Getting
mediaType info from manifests directory\" name=bundle-test\ntime=\"2020-06-10T19:02:49Z\"
level=info msg=\"Found annotations file\" name=bundle-test\ntime=\"2020-06-10T19:02:49Z\"
level=info msg=\"Could not find optional dependencies file\" name=bundle-test\n",
            "state": "pass"
          }
        ]
      }
    }
  ]
}
```


例 5.8. 文本输出片段示例

```
--------------------------------------------------------------------------------
Image:      quay.io/operator-framework/scorecard-test:v1.31.0
Entrypoint: [scorecard-test olm-bundle-validation]
Labels:
 "suite":"olm"
 "test":"olm-bundle-validation-test"
Results:
```

```
  Name: olm-bundle-validation
  State: pass
  Log:
   time="2020-07-15T03:19:02Z" level=debug msg="Found manifests directory" name=bundle-test
   time="2020-07-15T03:19:02Z" level=debug msg="Found metadata directory" name=bundle-test
   time="2020-07-15T03:19:02Z" level=debug msg="Getting mediaType info from manifests
directory" name=bundle-test
   time="2020-07-15T03:19:02Z" level=info msg="Found annotations file" name=bundle-test
   time="2020-07-15T03:19:02Z" level=info msg="Could not find optional dependencies file"
name=bundle-test
```

注意

输出格式 spec 与 **Test** 类型布局匹配。

5.9.6. 选择测试

Scorecard 测试通过将 **--selector** CLI 标志设置为一组标签字符串来选择。如果没有提供选择器标志，则运行 scorecard 配置文件中的所有测试。

测试通过 scorecard 聚合并写入标准输出或 *stdout* 以序列方式运行。

流程

1. 要选择单个测试（如 **basic-check-spec-test**），使用 **--selector** 标志来指定测试：

```
$ operator-sdk scorecard <bundle_dir_or_image> \
    -o text \
    --selector=test=basic-check-spec-test
```

2. 要选择一组测试（如 **olm** ），请指定所有 OLM 测试使用的标签：

```
$ operator-sdk scorecard <bundle_dir_or_image> \
    -o text \
    --selector=suite=olm
```

3. 要选择多个测试，按照以下语法使用 **selector** 标记指定测试名称：

```
$ operator-sdk scorecard <bundle_dir_or_image> \
    -o text \
    --selector='test in (basic-check-spec-test,olm-bundle-validation-test)'
```

5.9.7. 启用并行测试

作为 Operator 作者，您可以使用 scorecard 配置文件为测试定义独立阶段。阶段会根据配置文件中定义的顺序按照顺序运行。一个阶段（stage）包含测试列表以及一个可配置的 **parallel** 设置。

默认情况，或当阶段把 **parallel** 明确设置为 **false** 时，阶段中的测试会按配置文件中定义的顺序运行。每次只运行一个测试有助于保证两个测试间不会相互交互和冲突。

但是，如果测试被设计为完全隔离，则可以实现并行化。

流程

- 要并行运行一组隔离测试，在同一个阶段中包括它们，并把 **parallel** 设置为 **true**：

```
apiVersion: scorecard.operatorframework.io/v1alpha3
kind: Configuration
metadata:
  name: config
stages:
- parallel: true (1)
  tests:
  - entrypoint:
    - scorecard-test
    - basic-check-spec
    image: quay.io/operator-framework/scorecard-test:v1.31.0
    labels:
      suite: basic
      test: basic-check-spec-test
  - entrypoint:
    - scorecard-test
    - olm-bundle-validation
    image: quay.io/operator-framework/scorecard-test:v1.31.0
    labels:
      suite: olm
      test: olm-bundle-validation-test
```

(1) 启用并行测试

所有并行阶段中的测试都会同时执行，scorecard 会在进入下一阶段前等待所有测试完成。这使得测试可以更快地运行。

5.9.8. 自定义 scorecard 测试

scorecard 工具可按照以下强制约定运行自定义测试：

- 测试在容器镜像内实施
- 测试可以接受包含命令和参数的入口点
- 测试以 JSON 格式生成 **v1alpha3** scorecard 输出，在测试输出中没有无关的日志信息
- 测试可在 **/bundle** 的共享挂载点获取捆绑包内容
- 测试可以使用集群内客户端连接访问 Kubernetes API

如果测试镜像遵循上述指南，则可以使用其他编程语言编写自定义测试。

以下示例显示了在 Go 中写入的自定义测试镜像：

例 5.9. 自定义 scorecard 测试示例

```
// Copyright 2020 The Operator-SDK Authors
//
// Licensed under the Apache License, Version 2.0 (the "License");
// you may not use this file except in compliance with the License.
```

```
// You may obtain a copy of the License at
//
//     http://www.apache.org/licenses/LICENSE-2.0
//
// Unless required by applicable law or agreed to in writing, software
// distributed under the License is distributed on an "AS IS" BASIS,
// WITHOUT WARRANTIES OR CONDITIONS OF ANY KIND, either express or implied.
// See the License for the specific language governing permissions and
// limitations under the License.

package main

import (
 "encoding/json"
 "fmt"
 "log"
 "os"

 scapiv1alpha3 "github.com/operator-framework/api/pkg/apis/scorecard/v1alpha3"
 apimanifests "github.com/operator-framework/api/pkg/manifests"
)

// This is the custom scorecard test example binary
// As with the Redhat scorecard test image, the bundle that is under
// test is expected to be mounted so that tests can inspect the
// bundle contents as part of their test implementations.
// The actual test is to be run is named and that name is passed
// as an argument to this binary.  This argument mechanism allows
// this binary to run various tests all from within a single
// test image.

const PodBundleRoot = "/bundle"

func main() {
 entrypoint := os.Args[1:]
 if len(entrypoint) == 0 {
  log.Fatal("Test name argument is required")
 }

 // Read the pod's untar'd bundle from a well-known path.
 cfg, err := apimanifests.GetBundleFromDir(PodBundleRoot)
 if err != nil {
  log.Fatal(err.Error())
 }

 var result scapiv1alpha3.TestStatus

 // Names of the custom tests which would be passed in the
 // `operator-sdk` command.
 switch entrypoint[0] {
 case CustomTest1Name:
  result = CustomTest1(cfg)
 case CustomTest2Name:
  result = CustomTest2(cfg)
 default:
  result = printValidTests()
```

```
 }

 // Convert scapiv1alpha3.TestResult to json.
 prettyJSON, err := json.MarshalIndent(result, "", "    ")
 if err != nil {
  log.Fatal("Failed to generate json", err)
 }
 fmt.Printf("%s\n", string(prettyJSON))

}

// printValidTests will print out full list of test names to give a hint to the end user on what the valid
tests are.
func printValidTests() scapiv1alpha3.TestStatus {
 result := scapiv1alpha3.TestResult{}
 result.State = scapiv1alpha3.FailState
 result.Errors = make([]string, 0)
 result.Suggestions = make([]string, 0)

 str := fmt.Sprintf("Valid tests for this image include: %s %s",
  CustomTest1Name,
  CustomTest2Name)
 result.Errors = append(result.Errors, str)
 return scapiv1alpha3.TestStatus{
  Results: []scapiv1alpha3.TestResult{result},
 }
}

const (
 CustomTest1Name = "customtest1"
 CustomTest2Name = "customtest2"
)

// Define any operator specific custom tests here.
// CustomTest1 and CustomTest2 are example test functions. Relevant operator specific
// test logic is to be implemented in similarly.

func CustomTest1(bundle *apimanifests.Bundle) scapiv1alpha3.TestStatus {
 r := scapiv1alpha3.TestResult{}
 r.Name = CustomTest1Name
 r.State = scapiv1alpha3.PassState
 r.Errors = make([]string, 0)
 r.Suggestions = make([]string, 0)
 almExamples := bundle.CSV.GetAnnotations()["alm-examples"]
 if almExamples == "" {
  fmt.Println("no alm-examples in the bundle CSV")
 }

 return wrapResult(r)
}

func CustomTest2(bundle *apimanifests.Bundle) scapiv1alpha3.TestStatus {
 r := scapiv1alpha3.TestResult{}
 r.Name = CustomTest2Name
 r.State = scapiv1alpha3.PassState
 r.Errors = make([]string, 0)
```

```
 r.Suggestions = make([]string, 0)
 almExamples := bundle.CSV.GetAnnotations()["alm-examples"]
 if almExamples == "" {
  fmt.Println("no alm-examples in the bundle CSV")
 }
 return wrapResult(r)
}

func wrapResult(r scapiv1alpha3.TestResult) scapiv1alpha3.TestStatus {
 return scapiv1alpha3.TestStatus{
  Results: []scapiv1alpha3.TestResult{r},
 }
}
```

5.10. 验证 OPERATOR 捆绑包

作为 Operator 作者，您可以在 Operator SDK 中运行 **bundle validate** 命令来验证 Operator 捆绑包的内容和格式。您可以在远程 Operator 捆绑包镜像或本地 Operator 捆绑包目录上运行该命令。

重要

红帽支持的 Operator SDK CLI 工具版本，包括 Operator 项目的相关构建和测试工具已被弃用，计划在以后的 OpenShift Dedicated 发行版本中删除。红帽将在当前发行生命周期中提供对这个功能的程序错误修复和支持，但此功能将不再获得改进，并将在以后的 OpenShift Dedicated 版本中删除。

对于创建新 Operator 项目，不建议使用红帽支持的 Operator SDK 版本。现有 Operator 项目的 Operator 作者可使用 OpenShift Dedicated 4 发布的 Operator SDK CLI 工具版本来维护其项目，并创建针对较新版本的 OpenShift Dedicated 的 Operator 发行版本。

以下与 Operator 项目相关的基础镜像 *没有*被弃用。这些基础镜像的运行时功能和配置 API 仍然会有程序错误修复和并提供对相关 CVE 的解决方案。

- 基于 Ansible 的 Operator 项目的基础镜像
- 基于 Helm 的 Operator 项目的基础镜像

有关 Operator SDK 不支持的、社区维护版本的信息，请参阅 Operator SDK (Operator Framework)。

5.10.1. 关于 bundle validate 命令

虽然 Operator SDK **scorecard** 命令可以根据配置文件和测试镜像在 Operator 上运行测试，但 **bundle validate** 子命令可为内容和结构验证本地捆绑包目录和远程捆绑包镜像。

bundle validate 命令语法

```
$ operator-sdk bundle validate <bundle_dir_or_image> <flags>
```

注意

当您使用 **make bundle** 命令构建捆绑包时，**bundle validate** 命令会自动运行。

捆绑包镜像从远程 registry 中拉取，并在验证前在本地构建。本地捆绑包目录必须包含 Operator 元数据和清单。捆绑包元数据和清单必须具有类似以下捆绑包布局的结构：

捆绑包布局示例

```
./bundle
  ├── manifests
  │   ├── cache.my.domain_memcacheds.yaml
  │   └── memcached-operator.clusterserviceversion.yaml
  └── metadata
      └── annotations.yaml
```

如果检测到错误，捆绑包测试会传递验证，并使用退出代码 **0** 完成。

输出示例

```
INFO[0000] All validation tests have completed successfully
```

如果检测到错误，则测试失败的验证，并使用退出代码 **1** 完成。

输出示例

```
ERRO[0000] Error: Value cache.example.com/v1alpha1, Kind=Memcached: CRD
"cache.example.com/v1alpha1, Kind=Memcached" is present in bundle "" but not defined in CSV
```

在未检测错误时，导致警告的捆绑测试仍可使用退出代码 **0** 传递验证。测试只在错误时失败。

输出示例

```
WARN[0000] Warning: Value : (memcached-operator.v0.0.1) annotations not found
INFO[0000] All validation tests have completed successfully
```

有关 **bundle validate** 子命令的更多信息，请运行：

```
$ operator-sdk bundle validate -h
```

5.10.2. 内置捆绑包验证测试

Operator SDK 附带了预定义的验证器组合到套件中。如果您在没有指定验证器的情况下运行 **bundle validate** 命令，则默认测试会运行。默认测试会验证捆绑包是否遵循 Operator Framework 社区定义的规格。如需更多信息，请参阅"Bundle Format"。

您可以运行可选的验证器来测试 OperatorHub 兼容性或已弃用的 Kubernetes API 等问题。可选验证器总是在默认测试之外运行。

用于可选测试集的 bundle validate 命令语法

```
$ operator-sdk bundle validate <bundle_dir_or_image>
  --select-optional <test_label>
```

表 5.22. 额外的 bundle validate 验证

Name	描述	标签
Operator Framework	这个验证器会根据 Operator Framework 提供的整个验证器套件测试 Operator 捆绑包。	**suite=operatorframework**
OperatorHub	这个验证器会测试 Operator 捆绑包以便与 OperatorHub 的兼容性。	**name=operatorhub**
最佳实践	此验证程序测试 Operator 捆绑包是否遵循 Operator Framework 定义的良好实践。它检查是否有问题，如空 CRD 描述或不支持的 Operator Lifecycle Manager(OLM) 资源。	**name=good-practices**

其他资源

- 捆绑包格式

5.10.3. 运行 bundle validate 命令

每次进入 **bundle validate** 命令时，默认验证器都会运行测试。您可以使用 **--select-optional** 标志来运行可选验证器。可选验证器除默认测试外还运行测试。

先决条件

- 使用 Operator SDK 生成的 operator 项目

流程

1. 如果要针对本地捆绑包目录运行默认验证器，请从 Operator 项目目录中输入以下命令：

```
$ operator-sdk bundle validate ./bundle
```

2. 如果要针对远程 Operator 捆绑包镜像运行默认验证器，请输入以下命令：

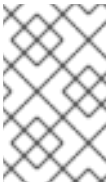
```
$ operator-sdk bundle validate \
  <bundle_registry>/<bundle_image_name>:<tag>
```

其中：

<bundle_registry>
指定托管捆绑包的 registry，如 **quay.io/example**。

<bundle_image_name>
指定捆绑包镜像的名称，如 **memcached-operator**。

<tag>
指定捆绑包镜像的标签，如 **v1.31.0**。



注意

如果要验证 Operator 捆绑包镜像，则必须在远程 registry 中托管您的镜像。Operator SDK 在运行测试前拉取(pull)镜像并在本地构建。**bundle validate** 命令不支持测试本地捆绑包镜像。

3. 如果要针对 Operator 捆绑包运行附加验证器，请输入以下命令：

```
$ operator-sdk bundle validate \
  <bundle_dir_or_image> \
  --select-optional <test_label>
```

其中：

<bundle_dir_or_image>

指定本地捆绑包目录或远程捆绑包镜像，如 **~/projects/memcached** 或 **quay.io/example/memcached-operator:v1.31.0**。

<test_label>

指定您要运行的验证器的名称，如 **name=good-practices**。

输出示例

```
ERRO[0000] Error: Value apiextensions.k8s.io/v1, Kind=CustomResource: unsupported
media type registry+v1 for bundle object
WARN[0000] Warning: Value k8sevent.v0.0.1: owned CRD
"k8sevents.k8s.k8sevent.com" has an empty description
```

5.11. 高可用性或单节点集群检测和支持

为确保 Operator 在 OpenShift Container Platform 集群中的高可用性 (HA) 和非 HA 模式下运行，您可以使用 Operator SDK 来检测集群的基础架构拓扑，并设置资源要求以适合集群的拓扑。

OpenShift Container Platform 集群能够以高可用性 (HA) 模式配置，该模式使用多个节点，或者在非 HA 模式中使用单一节点。单节点集群（也称为单节点 OpenShift）可能会有更保守的资源约束。因此，在单一节点集群中安装 Operator 务必要进行相应调整，并且仍然运行良好。

通过访问 OpenShift Dedicated 中提供的集群高可用性模式 API，Operator 作者可使用 Operator SDK 来让 Operator 检测集群的基础架构拓扑，不论是 HA 模式还是非 HA 模式。可以开发使用检测到的集群拓扑的自定义 Operator 逻辑，以自动将 Operator 及其管理的任何 Operands 或工作负载的资源要求切换到最适合拓扑的配置集。

重要

红帽支持的 Operator SDK CLI 工具版本，包括 Operator 项目的相关构建和测试工具已被弃用，计划在以后的 OpenShift Dedicated 发行版本中删除。红帽将在当前发行生命周期中提供对这个功能的程序错误修复和支持，但此功能将不再获得改进，并将在以后的 OpenShift Dedicated 版本中删除。

对于创建新 Operator 项目，不建议使用红帽支持的 Operator SDK 版本。现有 Operator 项目的 Operator 作者可使用 OpenShift Dedicated 4 发布的 Operator SDK CLI 工具版本来维护其项目，并创建针对较新版本的 OpenShift Dedicated 的 Operator 发行版本。

以下与 Operator 项目相关的基础镜像 *没有*被弃用。这些基础镜像的运行时功能和配置 API 仍然会有程序错误修复和并提供对相关 CVE 的解决方案。

- 基于 Ansible 的 Operator 项目的基础镜像
- 基于 Helm 的 Operator 项目的基础镜像

有关 Operator SDK 不支持的、社区维护版本的信息，请参阅 Operator SDK (Operator Framework)。

5.11.1. 关于集群高可用性模式 API

OpenShift Dedicated 提供了一个集群高可用性模式 API，可供 Operator 用于帮助检测基础架构拓扑。基础架构 API 包含有关基础架构的集群范围信息。由 Operator Lifecycle Manager (OLM) 管理的操作员如果需要根据高可用性模式以不同的方式配置 Operand 或受管理的工作负载，则可以使用 Infrastructure API。

在 Infrastructure API 中，**infrastructureTopology** 状态表达了对未在 control plane 节点上运行的基础架构服务的期望，通常由节点选择器针对 **master** 以外的 **role** 值表示。**controlPlaneTopology** 状态表达了通常在 control plane 节点上运行的 Operand 的预期。

两个状态的默认设置都是 **HighlyAvailable**，它代表 Operator 在多个节点集群中具有的行为。**SingleReplica** 设置在单节点集群中（也称为单节点 OpenShift）中使用，表示 Operator 不应该为高可用性操作配置 Operands。

OpenShift Dedicated 安装程序根据以下规则，根据集群创建的副本数设置 **controlPlaneTopology** 和 **infrastructureTopology** 状态字段：

- 当 control plane 副本数小于 3 时，**controlPlaneTopology** 状态被设置为 **SingleReplica**。否则，它被设置为 **HighlyAvailable**。
- 当 worker 副本数为 0 时，control plane 节点也会配置为 worker。因此，**infrastructureTopology** 状态将与 **controlPlaneTopology** 状态相同。
- 当 worker 副本数为 1 时，**infrastructureTopology** 被设置为 **SingleReplica**。否则，它被设置为 **HighlyAvailable**。

5.11.2. Operator 项目中的 API 使用量示例

作为 Operator 作者，您可以使用普通的 Kubernetes 构造和 **controller-runtime** 库更新 Operator 项目以访问 Infrastructure API，如下例所示：

controller-runtime 库示例

```
// Simple query
```

```
nn := types.NamespacedName{
Name: "cluster",
}
infraConfig := &configv1.Infrastructure{}
err = crClient.Get(context.Background(), nn, infraConfig)
if err != nil {
return err
}
fmt.Printf("using crclient: %v\n", infraConfig.Status.ControlPlaneTopology)
fmt.Printf("using crclient: %v\n", infraConfig.Status.InfrastructureTopology)
```

Kubernetes 构造示例

```
operatorConfigInformer := configinformer.NewSharedInformerFactoryWithOptions(configClient,
2*time.Second)
infrastructureLister = operatorConfigInformer.Config().V1().Infrastructures().Lister()
infraConfig, err := configClient.ConfigV1().Infrastructures().Get(context.Background(), "cluster",
metav1.GetOptions{})
if err != nil {
return err
}
// fmt.Printf("%v\n", infraConfig)
fmt.Printf("%v\n", infraConfig.Status.ControlPlaneTopology)
fmt.Printf("%v\n", infraConfig.Status.InfrastructureTopology)
```

5.12. 使用 PROMETHEUS 配置内置监控

Operator SDK 使用 Prometheus Operator 提供内置的监控支持，您可以使用它来为 Operator 公开自定义指标。

重要

红帽支持的 Operator SDK CLI 工具版本，包括 Operator 项目的相关构建和测试工具已被弃用，计划在以后的 OpenShift Dedicated 发行版本中删除。红帽将在当前发行生命周期中提供对这个功能的程序错误修复和支持，但此功能将不再获得改进，并将在以后的 OpenShift Dedicated 版本中删除。

对于创建新 Operator 项目，不建议使用红帽支持的 Operator SDK 版本。现有 Operator 项目的 Operator 作者可使用 OpenShift Dedicated 4 发布的 Operator SDK CLI 工具版本来维护其项目，并创建针对较新版本的 OpenShift Dedicated 的 Operator 发行版本。

以下与 Operator 项目相关的基础镜像 *没有*被弃用。这些基础镜像的运行时功能和配置 API 仍然会有程序错误修复和并提供对相关 CVE 的解决方案。

- 基于 Ansible 的 Operator 项目的基础镜像
- 基于 Helm 的 Operator 项目的基础镜像

有关 Operator SDK 不支持的、社区维护版本的信息，请参阅 Operator SDK (Operator Framework)。

警告

默认情况下，OpenShift Dedicated 在 **openshift-user-workload-monitoring** 项目中提供了一个 Prometheus Operator。您应该使用此 Prometheus 实例来监控 OpenShift Dedicated 中的用户工作负载。

不要使用 **openshift-monitoring** 项目中的 Prometheus Operator。Red Hat Site Reliability Engineers (SRE) 使用这个 Prometheus 实例来监控核心集群组件。

其他资源

- 公开基于 Go 的 Operator 的自定义指标 (OpenShift Container Platform 文档)
- 公开基于 Ansible 的 Operator 的自定义指标 (OpenShift Container Platform 文档)
- 了解 OpenShift Dedicated 中的监控堆栈

5.13. 配置领导选举机制

在 Operator 的生命周期中，在任意给定时间可能有多个实例在运行，例如，推出 Operator 升级程序。这种情况下，需要使用领导选举机制来避免多个 Operator 实例争用。这样可确保只有一个领导实例处理协调，其他实例均不活跃，但却会做好准备，随时接管领导实例的的工作。

有两种不同的领导选举实现可供选择，每种机制都有各自的利弊权衡问题：

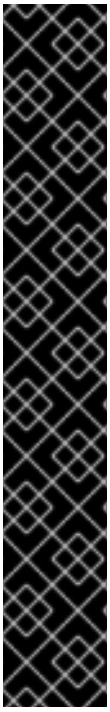
leader-for-life

领导 pod 只在删除垃圾回收时放弃领导权。这种实现可以避免两个实例错误地作为领导运行，一个也被称为"裂脑（split brain）"的状态。但这种方法可能会延迟选举新的领导。例如，当领导 pod 位于无响应或分区的节点上时，您可以在领导 pod 上指定 **node.kubernetes.io/unreachable** 和 **node.kubernetes.io/not-ready** 容限，并使用 **tolerationSeconds** 值来指定领导 pod 从节点删除所需的时间，并缩减。这些容限默认添加到 pod 的准入中，**tolerationSeconds** 值为 5 分钟。详情请参见 Leader-for-life Go 文档。

Leader-with-lease

领导 pod 定期更新领导租期，并在无法更新租期时放弃领导权。当现有领导 Pod 被隔离时，这种实现方式可更快速地过渡至新领导，但在某些情况下存在脑裂的可能性。详情请参见 Leader-with-lease Go 文档。

Operator SDK 默认启用 Leader-for-life 实现。请查阅相关的 Go 文档来了解这两种方法，以考虑对您的用例来说有意义的利弊得失。



重要

红帽支持的 Operator SDK CLI 工具版本，包括 Operator 项目的相关构建和测试工具已被弃用，计划在以后的 OpenShift Dedicated 发行版本中删除。红帽将在当前发行生命周期中提供对这个功能的程序错误修复和支持，但此功能将不再获得改进，并将在以后的 OpenShift Dedicated 版本中删除。

对于创建新 Operator 项目，不建议使用红帽支持的 Operator SDK 版本。现有 Operator 项目的 Operator 作者可使用 OpenShift Dedicated 4 发布的 Operator SDK CLI 工具版本来维护其项目，并创建针对较新版本的 OpenShift Dedicated 的 Operator 发行版本。

以下与 Operator 项目相关的基础镜像 *没有*被弃用。这些基础镜像的运行时功能和配置 API 仍然会有程序错误修复和并提供对相关 CVE 的解决方案。

- 基于 Ansible 的 Operator 项目的基础镜像
- 基于 Helm 的 Operator 项目的基础镜像

有关 Operator SDK 不支持的、社区维护版本的信息，请参阅 Operator SDK (Operator Framework)。

5.13.1. Operator 领导选举示例

以下示例演示了如何为 Operator、Leader-for-life 和 Leader-with-lease 使用两个领导选举选项。

5.13.1.1. leader-for-life 选举机制

实现 Leader-for-life 选举机制时，调用 **leader.Become()** 会在 Operator 重试时进行阻止，直至通过创建名为 **memcached-operator-lock** 的配置映射使其成为领导：

```
import (
  ...
  "github.com/operator-framework/operator-sdk/pkg/leader"
)

func main() {
  ...
  err = leader.Become(context.TODO(), "memcached-operator-lock")
  if err != nil {
    log.Error(err, "Failed to retry for leader lock")
    os.Exit(1)
  }
  ...
}
```

如果 Operator 不在集群内运行，则只会返回 **leader.Become()** 而无任何错误，以跳过该领导选举机制，因其无法检测 Operator 的名称。

5.13.1.2. Leader-with-lease 选举机制

Leader-with-lease 实现可使用 Manager Options 来启用以作为领导选举机制：

```
import (
  ...
  "sigs.k8s.io/controller-runtime/pkg/manager"
```

```
)

func main() {
  ...
  opts := manager.Options{
    ...
    LeaderElection: true,
    LeaderElectionID: "memcached-operator-lock"
  }
  mgr, err := manager.New(cfg, opts)
  ...
}
```

当 Operator 没有在集群中运行时，Manager 会在启动时返回一个错误，因为它无法检测到 Operator 的命名空间，以便为领导选举机制创建配置映射。您可通过设置 Manager 的 **LeaderElectionNamespace** 选项来覆盖该命名空间。

5.14. 基于 GO 的 OPERATOR 的对象修剪工具

operator-lib 修剪工具使基于 Go 的 Operator 清理或修剪对象（当不再需要时）。Operator 作者也可以使用实用程序创建自定义 hook 和策略。

重要

红帽支持的 Operator SDK CLI 工具版本，包括 Operator 项目的相关构建和测试工具已被弃用，计划在以后的 OpenShift Dedicated 发行版本中删除。红帽将在当前发行生命周期中提供对这个功能的程序错误修复和支持，但此功能将不再获得改进，并将在以后的 OpenShift Dedicated 版本中删除。

对于创建新 Operator 项目，不建议使用红帽支持的 Operator SDK 版本。现有 Operator 项目的 Operator 作者可使用 OpenShift Dedicated 4 发布的 Operator SDK CLI 工具版本来维护其项目，并创建针对较新版本的 OpenShift Dedicated 的 Operator 发行版本。

以下与 Operator 项目相关的基础镜像 *没有*被弃用。这些基础镜像的运行时功能和配置 API 仍然会有程序错误修复和并提供对相关 CVE 的解决方案。

- 基于 Ansible 的 Operator 项目的基础镜像
- 基于 Helm 的 Operator 项目的基础镜像

有关 Operator SDK 不支持的、社区维护版本的信息，请参阅 Operator SDK (Operator Framework)。

5.14.1. 关于 operator-lib 修剪工具

对象（如作业或 pod）作为 Operator 生命周期的一个普通部分创建。如果具有 **dedicated-admin** 角色或 Operator 的管理员没有删除这些对象，他们可以保留在集群中并消耗资源。

在以前的版本中，可以使用以下选项修剪不必要的对象：

- Operator 作者必须为其 Operator 创建唯一的修剪解决方案。
- 集群管理员必须自行清理对象。

operator-lib pruning（修剪）工具可为给定的命名空间从 Kubernetes 集群中删除对象。该程序库被添加到 **operator-lib** 库的 **0.9.0** 版本中，作为 Operator Framework 的一部分。

5.14.2. 修剪工具配置

operator-lib 修剪工具使用 Go 编写，包括基于 Go 的 Operator 的通用修剪策略。

配置示例

```
cfg = Config{
        log:          logf.Log.WithName("prune"),
        DryRun:       false,
        Clientset:    client,
        LabelSelector: "app=<operator_name>",
        Resources: []schema.GroupVersionKind{
                {Group: "", Version: "", Kind: PodKind},
        },
        Namespaces: []string{"<operator_namespace>"},
        Strategy: StrategyConfig{
                Mode:           MaxCountStrategy,
                MaxCountSetting: 1,
        },
        PreDeleteHook: myhook,
}
```

修剪工具配置文件通过使用以下字段定义修剪操作：

配置字段	描述
log	用于处理库日志消息的日志记录器。
DryRun	确定是否应删除资源的布尔值。如果设置为 **true**，则实用程序将运行，但不会删除资源。
Clientset	用于 Kubernetes API 调用的 client-go Kubernetes ClientSet。
LabelSelector	用于查找要修剪的资源的 Kubernetes 标签选择器表达式。
Resources	Kubernetes 资源类型.**PodKind** 和 **JobKind** 目前被支持。
命名空间	用于搜索资源的 Kubernetes 命名空间列表。
策略	要运行的策略。
Strategy.Mode	目前支持 **MaxCountStrategy**、**MaxAgeStrategy** 或 **CustomStrategy**。
Strategy.MaxCountSetting	**MaxCountStrategy** 的整数值，用于指定修剪实用程序运行后应保留多少个资源。
Strategy.MaxAgeSetting	Go **time.Duration** 字符串值，如 **48h**，用于指定要修剪的资源的年龄。

配置字段	描述
Strategy.CustomSettings	制作可传递到自定义策略函数的值映射。
PreDeleteHook	可选：在修剪资源前调用 Go 功能。
CustomStrategy	可选：实现自定义修剪策略的 Go 功能

修剪执行

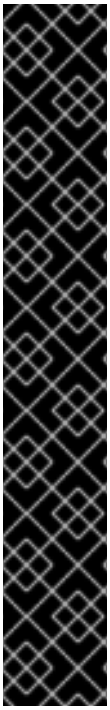
您可以通过在修剪配置上运行 execute 功能来调用修剪操作。

```
err := cfg.Execute(ctx)
```

您还可以使用 cron 软件包或通过触发器的事件调用修剪程序来调用修剪操作。

5.15. 将软件包清单项目迁移到捆绑包格式

OpenShift Dedicated 4.8 及更高版本中删除了对 Operator 的*传统软件包清单格式*的支持。如果您有一个最初使用软件包清单格式创建的 Operator 项目，您可以使用 Operator SDK 将项目迁移到捆绑包格式。从 OpenShift Dedicated 4.6 开始，捆绑包格式是 Operator Lifecycle Manager（OLM）的首选打包格式。



重要

红帽支持的 Operator SDK CLI 工具版本，包括 Operator 项目的相关构建和测试工具已被弃用，计划在以后的 OpenShift Dedicated 发行版本中删除。红帽将在当前发行生命周期中提供对这个功能的程序错误修复和支持，但此功能将不再获得改进，并将在以后的 OpenShift Dedicated 版本中删除。

对于创建新 Operator 项目，不建议使用红帽支持的 Operator SDK 版本。现有 Operator 项目的 Operator 作者可使用 OpenShift Dedicated 4 发布的 Operator SDK CLI 工具版本来维护其项目，并创建针对较新版本的 OpenShift Dedicated 的 Operator 发行版本。

以下与 Operator 项目相关的基础镜像 *没有*被弃用。这些基础镜像的运行时功能和配置 API 仍然会有程序错误修复和并提供对相关 CVE 的解决方案。

- 基于 Ansible 的 Operator 项目的基础镜像
- 基于 Helm 的 Operator 项目的基础镜像

有关 Operator SDK 不支持的、社区维护版本的信息，请参阅 Operator SDK (Operator Framework)。

5.15.1. 关于打包格式迁移

Operator SDK **pkgman-to-bundle** 命令有助于将 Operator Lifecycle Manager（OLM）软件包清单迁移到捆绑包。命令采用输入软件包清单目录，并为输入目录中存在的每个清单版本生成捆绑包。然后，您还可以为每个生成的捆绑包构建捆绑包镜像。

例如，以软件包清单格式考虑项目的以下 **packagemanifests/** 目录：

软件包清单格式布局示例

```
packagemanifests/
└── etcd
    ├── 0.0.1
    │   ├── etcdcluster.crd.yaml
    │   └── etcdoperator.clusterserviceversion.yaml
    ├── 0.0.2
    │   ├── etcdbackup.crd.yaml
    │   ├── etcdcluster.crd.yaml
    │   ├── etcdoperator.v0.0.2.clusterserviceversion.yaml
    │   └── etcdrestore.crd.yaml
    └── etcd.package.yaml
```

运行迁移后，**bundle/** 目录中会生成以下捆绑包：

捆绑包格式布局示例

```
bundle/
├── bundle-0.0.1
│   ├── bundle.Dockerfile
│   ├── manifests
│   │   ├── etcdcluster.crd.yaml
│   │   └── etcdoperator.clusterserviceversion.yaml
│   ├── metadata
│   │   └── annotations.yaml
│   └── tests
│       └── scorecard
│           └── config.yaml
└── bundle-0.0.2
    ├── bundle.Dockerfile
    ├── manifests
    │   ├── etcdbackup.crd.yaml
    │   ├── etcdcluster.crd.yaml
    │   ├── etcdoperator.v0.0.2.clusterserviceversion.yaml
    │   └── etcdrestore.crd.yaml
    ├── metadata
    │   └── annotations.yaml
    └── tests
        └── scorecard
            └── config.yaml
```

根据生成的布局，两个捆绑包的捆绑包镜像也使用以下名称构建：

- **quay.io/example/etcd:0.0.1**
- **quay.io/example/etcd:0.0.2**

其他资源

- Operator Framework 打包格式

5.15.2. 迁移软件包清单项目到捆绑包格式

Operator 作者可以使用 Operator SDK 将软件包清单格式 Operator 项目迁移到捆绑包格式项目。

先决条件

- 已安装 operator SDK CLI
- Operator 项目最初使用 Operator SDK 以软件包清单格式生成

流程

- 使用 Operator SDK 将软件包清单项目迁移到捆绑包格式并生成捆绑包镜像：

```
$ operator-sdk pkgman-to-bundle <package_manifests_dir> \ 1
  [--output-dir <directory>] \ 2
  --image-tag-base <image_name_base> 3
```

1. 指定项目的软件包清单目录的位置，如 **packagemanifests/** 或 **manifests/**。
2. 可选：默认情况下，生成的捆绑包在本地写入磁盘到 **bundle/** 目录。您可以使用 **--output-dir** 标志来指定备选位置。
3. 设置 **--image-tag-base** 标志，以提供镜像名称的基础，如 **quay.io/example/etcd**，它将用于捆绑包。提供一个没有标签的名称，因为镜像的标签将根据捆绑包版本进行设置。例如，生成完整捆绑包镜像名称的格式为 **<image_name_base>:<bundle_version>**。

验证

- 验证生成的捆绑包镜像是否成功运行：

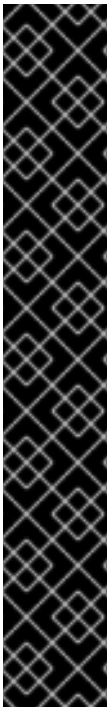
```
$ operator-sdk run bundle <bundle_image_name>:<tag>
```

输出示例

```
INFO[0025] Successfully created registry pod: quay-io-my-etcd-0-9-4
INFO[0025] Created CatalogSource: etcd-catalog
INFO[0026] OperatorGroup "operator-sdk-og" created
INFO[0026] Created Subscription: etcdoperator-v0-9-4-sub
INFO[0031] Approved InstallPlan install-5t58z for the Subscription: etcdoperator-v0-9-4-sub
INFO[0031] Waiting for ClusterServiceVersion "default/etcdoperator.v0.9.4" to reach
'Succeeded' phase
INFO[0032]   Waiting for ClusterServiceVersion "default/etcdoperator.v0.9.4" to appear
INFO[0048]   Found ClusterServiceVersion "default/etcdoperator.v0.9.4" phase: Pending
INFO[0049]   Found ClusterServiceVersion "default/etcdoperator.v0.9.4" phase: Installing
INFO[0064]   Found ClusterServiceVersion "default/etcdoperator.v0.9.4" phase: Succeeded
INFO[0065] OLM has successfully installed "etcdoperator.v0.9.4"
```

5.16. OPERATOR SDK CLI 参考

Operator SDK 命令行界面（CLI）是一个开发组件，旨在更轻松地编写 Operator。



重要

红帽支持的 Operator SDK CLI 工具版本，包括 Operator 项目的相关构建和测试工具已被弃用，计划在以后的 OpenShift Dedicated 发行版本中删除。红帽将在当前发行生命周期中提供对这个功能的程序错误修复和支持，但此功能将不再获得改进，并将在以后的 OpenShift Dedicated 版本中删除。

对于创建新 Operator 项目，不建议使用红帽支持的 Operator SDK 版本。现有 Operator 项目的 Operator 作者可使用 OpenShift Dedicated 4 发布的 Operator SDK CLI 工具版本来维护其项目，并创建针对较新版本的 OpenShift Dedicated 的 Operator 发行版本。

以下与 Operator 项目相关的基础镜像 *没有*被弃用。这些基础镜像的运行时功能和配置 API 仍然会有程序错误修复和并提供对相关 CVE 的解决方案。

- 基于 Ansible 的 Operator 项目的基础镜像
- 基于 Helm 的 Operator 项目的基础镜像

有关 Operator SDK 不支持的、社区维护版本的信息，请参阅 Operator SDK (Operator Framework)。

operator SDK CLI 语法

```
$ operator-sdk <command> [<subcommand>] [<argument>] [<flags>]
```

具有集群管理员访问权限的 operator 作者（如 OpenShift Dedicated）可以使用 Operator SDK CLI 根据 Go、Ansible、或 Helm 开发自己的 Operator。Kubebuilder 作为基于 Go 的 Operator 的构建解决方案嵌入到 Operator SDK 中，这意味着现有的 Kubebuilder 项目可以象 Operator SDK 一样使用并继续工作。

5.16.1. bundle

operator-sdk bundle 命令管理 Operator 捆绑包元数据。

5.16.1.1. validate

bundle validate 子命令会验证 Operator 捆绑包。

表 5.23. bundle validate 标记

标记	描述
-h，--help	**bundle validate** 子命令的帮助输出。
--index-builder（字符串）	拉取和解包捆绑包镜像的工具。仅在验证捆绑包镜像时使用。可用选项是 **docker**（默认值）、**podman** 或 **none**。
--list-optional	列出所有可用的可选验证器。设置后，不会运行验证器。
--select-optional（字符串）	选择要运行的可选验证器的标签选择器。当使用 **--list-optional** 标志运行时，会列出可用的可选验证器。

5.16.2. cleanup

operator-sdk cleanup 命令会销毁并删除为通过 **run** 命令部署的 Operator 创建的资源。

表 5.24. **cleanup** 标记

标记	描述
-h，--help	**run bundle** 子命令的帮助输出。
--kubeconfig (string)	用于 CLI 请求的 **kubeconfig** 文件的路径。
-n、--namespace（字符串）	如果存在，代表在其中运行 CLI 请求的命名空间。
--timeout <duration>	失败前，等待命令完成的时间。默认值为 **2m0s**。

5.16.3. completion

operator-sdk completion 命令生成 shell completion，以便更迅速、更轻松地发出 CLI 命令。

表 5.25. **completion 子命令**

子命令	描述
bash	生成 bash completion。
zsh	生成 zsh completion。

表 5.26. **completion** 标记

标记	描述
-h, --help	使用方法帮助输出。

例如：

```
$ operator-sdk completion bash
```

输出示例

```
# bash completion for operator-sdk                  -*- shell-script -*-
...
# ex: ts=4 sw=4 et filetype=sh
```

5.16.4. create

operator-sdk create 命令用于创建或 *scaffold* Kubernetes API。

5.16.4.1. api

create api 子命令构建 Kubernetes API。子命令必须在 **init** 命令初始化的项目中运行。

表 5.27. create api 标记

标记	描述
-h，--help	**run bundle** 子命令的帮助输出。

5.16.5. generate

operator-sdk generate 命令调用特定的生成器来生成代码或清单。

5.16.5.1. bundle

generate bundle 子命令为您的 Operator 项目生成一组捆绑包清单、元数据和 **bundle.Dockerfile** 文件。

注意

通常，您首先运行 **generate kustomize manifests** 子命令来生成由 **generate bundle** 子命令使用的输入 Kustomize 基础。但是，您可以使用初始项目中的 **make bundle** 命令按顺序自动运行这些命令。

表 5.28. generate bundle 标记

标记	描述
--channels（字符串）	捆绑包所属频道的以逗号分隔的列表。默认值为 **alpha**。
--crds-dir（字符串）	**CustomResoureDefinition** 清单的根目录。
--default-channel（字符串）	捆绑包的默认频道。
--deploy-dir（字符串）	Operator 清单的根目录，如部署和 RBAC。这个目录与传递给 **--input-dir** 标记的目录不同。
-h，--help	**generate bundle** 的帮助信息
--input-dir（字符串）	从中读取现有捆绑包的目录。这个目录是捆绑包 **manifests** 目录的父目录，它与 **--deploy-dir** 目录不同。
--kustomize-dir（字符串）	包含 Kustomize 基础的目录以及用于捆绑包清单的 **kustomization.yaml** 文件。默认路径为 **config/manifests**。
--manifests	生成捆绑包清单。
--metadata	生成捆绑包元数据和 Dockerfile。

标记	描述
--output-dir（字符串）	将捆绑包写入的目录。
--overwrite	如果捆绑包元数据和 Dockerfile 存在，则覆盖它们。默认值为 **true**。
--package（字符串）	捆绑包的软件包名称。
-q、--quiet	在静默模式下运行。
--stdout	将捆绑包清单写入标准输出。
--version（字符串）	生成的捆绑包中的 Operator 语义版本。仅在创建新捆绑包或升级 Operator 时设置。

其他资源

- 如需了解包括使用 **make bundle** 命令调用 **generate bundle** 子命令的完整流程，请参阅捆绑 Operator。

5.16.5.2. kustomize

generate kustomize 子命令包含为 Operator 生成 Kustomize 数据的子命令。

5.16.5.2.1. 清单

generate kustomize manifests 子命令生成或重新生成 Kustomize 基础以及 **config/manifests** 目录中的 **kustomization.yaml** 文件，用于其他 Operator SDK 命令构建捆绑包清单。在默认情况下，这个命令会以互动方式询问 UI 元数据，即清单基础的重要组件，除非基础已存在或设置了 **--interactive=false** 标志。

表 5.29. generate kustomize manifests 标记

标记	描述
--apis-dir（字符串）	API 类型定义的根目录。
-h、--help	**generate kustomize manifests** 的帮助信息。
--input-dir（字符串）	包含现有 Kustomize 文件的目录。
--interactive	当设置为 **false** 时，如果没有 Kustomize 基础，则会出现交互式命令提示符来接受自定义元数据。
--output-dir（字符串）	写入 Kustomize 文件的目录。
--package（字符串）	软件包名称。
-q、--quiet	在静默模式下运行。

5.16.6. init

operator-sdk init 命令初始化 Operator 项目，并为给定插件生成或 *scaffolds* 默认项目目录布局。

这个命令会写入以下文件：

- boilerplate 许可证文件
- 带有域和库的**PROJECT** 文件
- 构建项目的**Makefile**
- **go.mod** 文件带有项目依赖项
- 用于自定义清单的 **kustomization.yaml** 文件
- 用于为管理器清单自定义镜像的补丁文件
- 启用 Prometheus 指标的补丁文件
- 运行的 **main.go** 文件

表 5.30. init 标记

标记	描述
--help, -h	**init** 命令的帮助输出。
--plugins（字符串）	插件的名称和可选版本，用于初始化项目。可用插件包括 **ansible.sdk.operatorframework.io/v1**、**go.kubebuilder.io/v2**、**go.kubebuilder.io/v3** 和 **helm.sdk.operatorframework.io/v1**。
--project-version	项目版本。可用值为 **2** 和 **3-alpha**（默认值）。

5.16.7. run

operator-sdk run 命令提供可在各种环境中启动 Operator 的选项。

5.16.7.1. bundle

run bundle 子命令使用 Operator Lifecycle Manager（OLM）以捆绑包格式部署 Operator。

表 5.31. run bundle 标记

标记	描述
--index-image（字符串）	在其中注入捆绑包的索引镜像。默认镜像为 **quay.io/operator-framework/upstream-opm-builder:latest**。
--install-mode <install_mode_value>	安装 Operator 的集群服务版本（CSV）支持的模式，如 **AllNamespaces** 或 **SingleNamespace**。

标记	描述
--timeout <duration>	安装超时。默认值为 **2m0s**。
--kubeconfig (string)	用于 CLI 请求的 **kubeconfig** 文件的路径。
-n、--namespace（字符串）	如果存在，代表在其中运行 CLI 请求的命名空间。
--security-context-config <security_context>	指定用于目录 pod 的安全上下文。允许的值包括 **restricted** 和 **legacy**。默认值为 **legacy**。[1]
-h，--help	**run bundle** 子命令的帮助输出。

1. **restricted** 安全上下文与 **default** 命名空间不兼容。要在生产环境中配置 Operator 的 pod 安全准入，请参阅"Complying with pod 安全准入"。如需有关 pod 安全准入的更多信息，请参阅"了解和管理 pod 安全准入"。

其他资源

- 有关可能安装模式的详情，请参阅 Operator 组成员资格。
- 遵守 pod 安全准入
- 了解并管理 pod 安全准入

5.16.7.2. bundle-upgrade

run bundle-upgrade 子命令升级之前使用 Operator Lifecycle Manager（OLM）以捆绑包格式安装的 Operator。

表 5.32. run bundle-upgrade 标记

标记	描述
--timeout <duration>	升级超时。默认值为 **2m0s**。
--kubeconfig (string)	用于 CLI 请求的 **kubeconfig** 文件的路径。
-n、--namespace（字符串）	如果存在，代表在其中运行 CLI 请求的命名空间。
--security-context-config <security_context>	指定用于目录 pod 的安全上下文。允许的值包括 **restricted** 和 **legacy**。默认值为 **legacy**。[1]
-h，--help	**run bundle** 子命令的帮助输出。

1. **restricted** 安全上下文与 **default** 命名空间不兼容。要在生产环境中配置 Operator 的 pod 安全准入，请参阅"Complying with pod 安全准入"。如需有关 pod 安全准入的更多信息，请参阅"了解和管理 pod 安全准入"。

其他资源

- 遵守 pod 安全准入
- 了解并管理 pod 安全准入

5.16.8. scorecard

operator-sdk scorecard 命令运行 scorecard 工具来验证 Operator 捆绑包并提供改进建议。该命令使用一个参数，可以是捆绑包镜像，也可以是包含清单和元数据的目录。如果参数包含镜像标签，则镜像必须远程存在。

表 5.33. scorecard 标记

标记	描述
-c, --config（字符串）	scorecard 配置文件的路径。默认路径为 **bundle/tests/scorecard/config.yaml**。
-h，--help	**scorecard** 命令的帮助输出。
--kubeconfig (string)	**kubeconfig** 文件的路径。
-L、--list	列出哪些测试可以运行。
-n、--namespace（字符串）	运行测试镜像的命名空间。
-o, --output（字符串）	结果的输出格式。可用值为 **text** （默认值）和 **json**。
--pod-security <security_context>	使用指定安全上下文运行 scorecard 的选项。允许的值包括 **restricted** 和 **legacy**。默认值为 **legacy**。[1]
-l、--selector（字符串）	标识选择器以确定要运行哪个测试。
-s、--service-account（字符串）	用于测试的服务帐户。默认值为 **default**。
-x、--skip-cleanup	运行测试后禁用资源清理。
-w、--wait-time <duration>	等待测试完成的时间，如 **35s**。默认值为 **30s**。

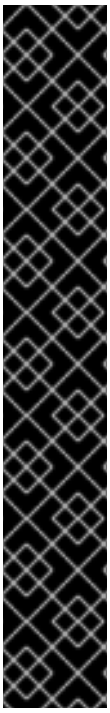
1. **restricted** 安全上下文与 **default** 命名空间不兼容。要在生产环境中配置 Operator 的 pod 安全准入，请参阅"Complying with pod 安全准入"。如需有关 pod 安全准入的更多信息，请参阅"了解和管理 pod 安全准入"。

其他资源

- 如需有关运行scorecard 工具的详细信息，请参阅使用 scorecard 工具验证 Operator。
- 遵守 pod 安全准入
- 了解并管理 pod 安全准入

5.17. 迁移到 OPERATOR SDK V0.1.0

本指南论述了如何将使用 Operator SDK v0.0.x 构建的 Operator 项目迁移到 Operator SDK v0.1.0 所需的项目结构。



重要

红帽支持的 Operator SDK CLI 工具版本，包括 Operator 项目的相关构建和测试工具已被弃用，计划在以后的 OpenShift Dedicated 发行版本中删除。红帽将在当前发行生命周期中提供对这个功能的程序错误修复和支持，但此功能将不再获得改进，并将在以后的 OpenShift Dedicated 版本中删除。

对于创建新 Operator 项目，不建议使用红帽支持的 Operator SDK 版本。现有 Operator 项目的 Operator 作者可使用 OpenShift Dedicated 4 发布的 Operator SDK CLI 工具版本来维护其项目，并创建针对较新版本的 OpenShift Dedicated 的 Operator 发行版本。

以下与 Operator 项目相关的基础镜像 *没有*被弃用。这些基础镜像的运行时功能和配置 API 仍然会有程序错误修复和并提供对相关 CVE 的解决方案。

- 基于 Ansible 的 Operator 项目的基础镜像
- 基于 Helm 的 Operator 项目的基础镜像

有关 Operator SDK 不支持的、社区维护版本的信息，请参阅 Operator SDK (Operator Framework)。

迁移项目的建议方法是：

1. 初始化新的 v0.1.0 项目。
2. 将您的代码复制到新项目。
3. 修改新项目，如 v0.1.0 所述。

本指南使用 **memcached-operator** （来自 Operator SDK 的示例项目）来说明迁移步骤。有关 pre- 和 post-migration 示例，请参阅 v0.0.7 memcached-operator 和 v0.1.0 memcached-operator 项目结构。

5.17.1. 创建新的 Operator SDK v0.1.0 项目

重命名 Operator SDK v0.0.x 项目，并在其位置创建一个新的 v0.1.0 项目。

先决条件

- 开发工作站上安装 operator SDK v0.1.0 CLI
- 之前使用较早版本的 Operator SDK 部署 **memcached-operator** 项目

流程

1. 确保 SDK 版本为 v0.1.0 ：

```
$ operator-sdk --version
operator-sdk version 0.1.0
```

2. 创建一个新项目

```
$ mkdir -p $GOPATH/src/github.com/example-inc/
$ cd $GOPATH/src/github.com/example-inc/
$ mv memcached-operator old-memcached-operator
$ operator-sdk new memcached-operator --skip-git-init
$ ls
memcached-operator old-memcached-operator
```

3. 从旧项目中复制 **.git** ：

```
$ cp -rf old-memcached-operator/.git memcached-operator/.git
```

5.17.2. 从 pkg/apis 中迁移自定义类型

将项目的自定义类型迁移到更新的 Operator SDK v0.1.0 用法。

先决条件

- 开发工作站上安装 operator SDK v0.1.0 CLI
- 之前使用较早版本的 Operator SDK 部署 **memcached-operator** 项目
- 使用 Operator SDK v0.1.0 创建新项目

流程

1. 为**自定义类型创建 scaffold API。**
   a. 使用 **operator-sdk add api --api-version=<apiversion> --kind=<kind>** 在新项目中创建自定义资源 (CR) 的 API：

```
$ cd memcached-operator
$ operator-sdk add api --api-version=cache.example.com/v1alpha1 --kind=Memcached

$ tree pkg/apis
pkg/apis/
├── addtoscheme_cache_v1alpha1.go
├── apis.go
└── cache
    └── v1alpha1
        ├── doc.go
        ├── memcached_types.go
        ├── register.go
        └── zz_generated.deepcopy.go
```

b. 对旧项目中定义的自定义类型重复上一个命令。每个类型都在文件 **pkg/apis/<group>/<version>/<kind>_types.go** 中定义。

2. **复制类型的内容。**

a. 将来自旧项目的 **pkg/apis/<group>/<version>/types.go** 文件的 **Spec** 和 **Status** 的内容复制到新项目的 **pkg/apis/<group>/<version>/<kind>_types.go** 文件。

b. 每个 **<kind>_types.go** 文件都有一个 **init()** 函数。确保不要删除该类型，因为这会使用 Manager 的方案注册类型：

```
func init() {
 SchemeBuilder.Register(&Memcached{}, &MemcachedList{})
```

5.17.3. 迁移协调代码

将项目的自定义类型迁移到更新的 Operator SDK v0.1.0 用法。

先决条件

- 开发工作站上安装 operator SDK v0.1.0 CLI
- 之前使用较早版本的 Operator SDK 部署 **memcached-operator** 项目
- 从 **pkg/apis** 中迁移自定义类型

流程

1. **添加控制器以监视 CR。**
在 v0.0.x 项目中，之前在 **cmd/<operator-name>/main.go** 中定义要监视的资源：

```
sdk.Watch("cache.example.com/v1alpha1", "Memcached", "default",
time.Duration(5)*time.Second)
```

对于 v0.1.0 项目，您必须定义一个 Controller 监视资源：

a. 添加控制器以使用 **operator-sdk add controller --api-version=<apiversion> --kind=<kind>** 监视您的 CR 类型。

```
$ operator-sdk add controller --api-version=cache.example.com/v1alpha1 --
kind=Memcached

$ tree pkg/controller
pkg/controller/
├── add_memcached.go
├── controller.go
└── memcached
    └── memcached_controller.go
```

b. 检查 **pkg/controller/<kind>/<kind>_controller.go** 文件中的 **add()** 功能：

```
import (
    cachev1alpha1 "github.com/example-inc/memcached-
operator/pkg/apis/cache/v1alpha1"
    ...
```

```
)

func add(mgr manager.Manager, r reconcile.Reconciler) error {
    c, err := controller.New("memcached-controller", mgr, controller.Options{Reconciler: r})

    // Watch for changes to the primary resource Memcached
    err = c.Watch(&source.Kind{Type: &cachev1alpha1.Memcached{}},
&handler.EnqueueRequestForObject{})

    // Watch for changes to the secondary resource pods and enqueue reconcile requests
for the owner Memcached
    err = c.Watch(&source.Kind{Type: &corev1.Pod{}},
&handler.EnqueueRequestForOwner{
  IsController: true,
  OwnerType:    &cachev1alpha1.Memcached{},
 })
}
```

删除第二个 **Watch()** 或修改它，以监视您的 CR 拥有的二级资源类型。

通过监控多个资源，您可以针对与应用程序相关的多个资源触发协调循环。如需了解更多详细信息，请参阅 监视和事件处理 文档和 Kubernetes 控制器惯例 文档。

如果 Operator 监视多个 CR 类型，您可以根据应用程序执行以下操作之一：

- 如果 CR 归您的主 CR 所有，请将其视为同一控制器中的辅助资源，以触发主资源的协调循环。

```
// Watch for changes to the primary resource Memcached
    err = c.Watch(&source.Kind{Type: &cachev1alpha1.Memcached{}},
&handler.EnqueueRequestForObject{})

    // Watch for changes to the secondary resource AppService and enqueue
reconcile requests for the owner Memcached
    err = c.Watch(&source.Kind{Type: &appv1alpha1.AppService{}},
&handler.EnqueueRequestForOwner{
  IsController: true,
  OwnerType:    &cachev1alpha1.Memcached{},
 })
```

- 添加新控制器来独立于其他 CR 监视和协调 CR。

```
$ operator-sdk add controller --api-version=app.example.com/v1alpha1 --
kind=AppService
```

```
  // Watch for changes to the primary resource AppService
    err = c.Watch(&source.Kind{Type: &appv1alpha1.AppService{}},
&handler.EnqueueRequestForObject{})
```

2. **从 pkg/stub/handler.go 复制和修改协调代码。**
在 v0.1.0 项目中，协调代码在控制器的 Reconciler 的**Reconcile()** 方法中定义。这与较旧的项目中的 **Handle()** 函数类似。请注意参数和返回值之间的区别：

- Reconcile:

```
    func (r *ReconcileMemcached) Reconcile(request reconcile.Request)
(reconcile.Result, error)
```

- Handle:

```
    func (h *Handler) Handle(ctx context.Context, event sdk.Event) error
```

Reconcile() 函数不会接收 **sdk.Event** (对象会)，而是接收一个 Request (**Name**/**Namespace** 键)来查找对象。

如果 **Reconcile()** 函数返回错误，控制器会重新排队并重试 **Request**。如果没有返回错误，则根据 Result，控制器不会在指定持续时间后重试 **Request**、或立即重试。

a. 将旧项目的 **Handle()** 函数中的代码复制到控制器的 **Reconcile()** 函数中的现有代码。务必在 **Reconcile()** 代码中保留初始部分，该代码查找 **Request** 并检查它是否已被删除。

```
import (
    apierrors "k8s.io/apimachinery/pkg/api/errors"
    cachev1alpha1 "github.com/example-inc/memcached-
operator/pkg/apis/cache/v1alpha1"
    ...
)
func (r *ReconcileMemcached) Reconcile(request reconcile.Request) (reconcile.Result,
error) {
    // Fetch the Memcached instance
 instance := &cachev1alpha1.Memcached{}
    err := r.client.Get(context.TODO()
    request.NamespacedName, instance)
    if err != nil {
        if apierrors.IsNotFound(err) {
            // Request object not found, could have been deleted after reconcile request.
            // Owned objects are automatically garbage collected.
            // Return and don't requeue
            return reconcile.Result{}, nil
        }
        // Error reading the object - requeue the request.
        return reconcile.Result{}, err
    }

    // Rest of your reconcile code goes here.
    ...
}
```

b. 更改协调代码中的返回值：

   i. 将 **return err** 替换为 **return reconcile.Result{}, err**。

   ii. 将 **return nil** 替换为 **return reconcile.Result{}, nil**。

c. 要定期协调控制器中的 CR，您可以为 **reconcile.Result** 设置 RequeueAfter 字段。这会导致控制器重新排队 **Request**，并在所需持续时间后触发协调。请注意，默认值 **0** 表示没有重新队列。

```
reconcilePeriod := 30 * time.Second
reconcileResult := reconcile.Result{RequeueAfter: reconcilePeriod}
```

```
...

// Update the status
err := r.client.Update(context.TODO(), memcached)
if err != nil {
    log.Printf("failed to update memcached status: %v", err)
    return reconcileResult, err
}
return reconcileResult, nil
```

d. 将对 SDK 客户端的调用 (Create, Update, Delete, Get, List) 替换为协调器的客户端。
如需了解更多详细信息，请参阅 **operator-sdk** 项目中的 **controller-runtime**客户端 API 文档
示例：

```
// Create
dep := &appsv1.Deployment{...}
err := sdk.Create(dep)
// v0.0.1
err := r.client.Create(context.TODO(), dep)

// Update
err := sdk.Update(dep)
// v0.0.1
err := r.client.Update(context.TODO(), dep)

// Delete
err := sdk.Delete(dep)
// v0.0.1
err := r.client.Delete(context.TODO(), dep)

// List
podList := &corev1.PodList{}
labelSelector := labels.SelectorFromSet(labelsForMemcached(memcached.Name))
listOps := &metav1.ListOptions{LabelSelector: labelSelector}
err := sdk.List(memcached.Namespace, podList, sdk.WithListOptions(listOps))
// v0.1.0
listOps := &client.ListOptions{Namespace: memcached.Namespace, LabelSelector:
labelSelector}
err := r.client.List(context.TODO(), listOps, podList)

// Get
dep := &appsv1.Deployment{APIVersion: "apps/v1", Kind: "Deployment", Name: name,
Namespace: namespace}
err := sdk.Get(dep)
// v0.1.0
dep := &appsv1.Deployment{}
err = r.client.Get(context.TODO(), types.NamespacedName{Name: name, Namespace:
namespace}, dep)
```

e. 将您的 **Handler** 结构中的任何其他字段复制到 **Reconcile<Kind>** 中并初始它们：

```
// newReconciler returns a new reconcile.Reconciler
func newReconciler(mgr manager.Manager) reconcile.Reconciler {
 return &ReconcileMemcached{client: mgr.GetClient(), scheme: mgr.GetScheme(), foo:
"bar"}
```

```
}

// ReconcileMemcached reconciles a Memcached object
type ReconcileMemcached struct {
    client client.Client
    scheme *runtime.Scheme
    // Other fields
    foo string
}
```

3. **Copy changes from main.go.**
   cmd/manager/main.go 中 v0.1.0 Operator 的主要功能设置 Manager，它将注册自定义资源并启动所有控制器。

   因为逻辑已在控制器中定义，所以现在不需要从旧的 **main.go** 中迁移 SDK 函数 **sdk.Watch()**,**sdk.Handle()**, 和 **sdk.Run()**。

   但是，如果在旧的 **main.go** 文件中定义了任何特定于 Operator 的标记或设置，则需要复制它们。

   如果您使用 SDK 的方案注册了任何第三方资源类型，请参阅 **operator-sdk** 项目中的 高级主题，了解如何使用新项目中的 Manager 方案注册。

4. **复制用户定义的文件。**
   如果较旧的项目中有任何用户定义的 **pkgs**、脚本或文档，请将这些文件复制到新项目中。

5. **将更改复制到部署清单。**
   对于对旧项目中以下清单所做的任何更新，请将更改复制到新项目中的对应文件。请注意，不要直接覆盖文件，而是检查并进行必要的更改：

   - **tmp/build/Dockerfile** 到 **build/Dockerfile**
     - 在新项目的布局中没有 tmp 目录
   - RBAC 规则从 **deploy/rbac.yaml** 更新至 **deploy/role.yaml** 和 **deploy/role_binding.yaml**
   - **deploy/cr.yaml** 到 **deploy/crds/<group>_<version>_<kind>_cr.yaml**
   - **deploy/crd.yaml** 到 **deploy/crds/<group>_<version>_<kind>_crd.yaml**

6. **复制用户定义的依赖项。**
   对于添加到旧项目的 **Gopkg.toml** 的任何用户定义的依赖项，请复制它们并将其附加到新项目的 **Gopkg.toml** 中。运行 **dep ensure** 更新新项目中的供应商。

7. **确认您的更改。**
   构建并运行 Operator 以验证其是否正常工作。