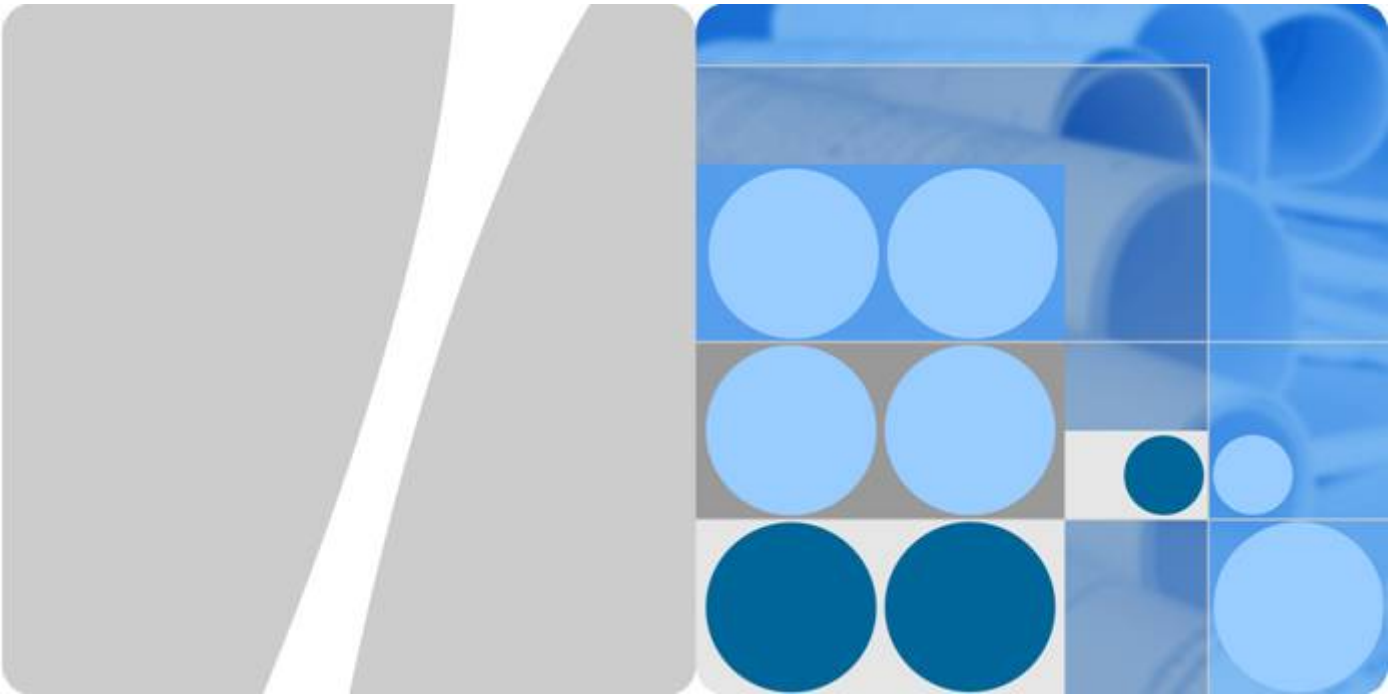


云容器实例

开发指南

文档版本　01

发布日期　2019-10-18

华为技术有限公司

商标声明


和其他华为商标均为华为技术有限公司的商标。
本文档提及的其他所有商标或注册商标，由各自的所有人拥有。

注意

您购买的产品、服务或特性等应受华为公司商业合同和条款的约束，本文档中描述的全部或部分产品、服务或特性可能不在您的购买或使用范围之内。除非合同另有约定，华为公司对本文档内容不做任何明示或默示的声明或保证。

由于产品版本升级或其他原因，本文档内容会不定期进行更新。除非另有约定，本文档仅作为使用指导，本文档中的所有陈述、信息和建议不构成任何明示或暗示的担保。

目 录

1 简介

云容器实例（Cloud Container Instance， CCI）服务提供 Serverless Container（无服务器容器）引擎，让您无需创建和管理服务器集群即可直接运行容器。云容器实例的 Serverless Container 就是从使用角度，无需创建、管理 Kubernetes 集群，也就是从使用的角度看不见服务器（Serverless），直接通过控制台、kubectl、Kubernetes API 创建和使用容器负载，且只需为容器所使用的资源付费。

本文旨在介绍如何**使用kubectl**或调用**云容器实例的API**使用云容器实例的各种功能。

文档导读

本文档分为如下几个部分。

1. **使用kubectl**
   介绍如何在云容器实例中如何配置kubectl。
2. **Namespace和Network**
   介绍云容器示例中Namespace与Network的概念。
3. **Pod**
   介绍Pod相关概念，以及如何使用Pod。
4. **Label**
   介绍Label的作用，以及如何使用Label。
5. **无状态负载（Deployment）**
   介绍Deployment的使用场景，如何使用Deployment将Docker镜像部署到云容器实例中。
6. **访问负载**
   介绍Service和Ingress两种管理负载访问的资源对象，使用Service和Ingress解决负载访问的问题。
   - Service：定义一系列Pod以及访问这些Pod的策略的一层抽象。
   - Ingress：管理外部访问的资源对象。
7. **使用存储**
   介绍负载中如何使用存储，即如何容器中如何使用存储卷。包括如何使用云硬盘（EVS）、弹性文件服务（SFS）、对象存储（OBS）。
8. **使用ConfigMap和Secret**
   介绍如何使用ConfigMap和Secret。

ConfigMap和Secret用于保存配置信息和敏感信息，从而提高负载配置的易用性和灵活性。

9. **使用Job和CronJob**

   介绍如何使用Job。Job适用于一次性任务的场景。

2 使用 kubectl

云容器实例提供了定制的kubectl工具，支持使用Kubectl命令行创建负载等资源。

支持的 kubectl 命令

相比Kubernetes社区的kubectl，云容器实例提供的kubectl进行了适配，您可以在**云容器实例 kubectl 命令参考**查看云容器实例支持的 kubectl 命令。kubectl的命令是通过调用API操作云容器实例资源（Pod、Deployment、Job等等），其能操作的资源和能力与**云容器实例API**一致。

下载 kubectl

云容器实例提供定制化kubectl，**最新版本为v2.4.20**。

Linux版本下载地址：**https://cci-kubectl.obs.cn-north-1.myhuaweicloud.com/kubectl-linux.zip**。

Mac版本下载地址：**https://cci-kubectl-for-mac.obs.cn-north-1.myhuaweicloud.com/kubectl-darwin.zip**。

说明

仅提供最新版本下载地址。

表 2-1 kubectl 版本

版本	修订记录
2.4.20（最新）	第四次发布。 修复非root用户使用kubectl概率性失败的问题。
v2.4.2	第三次发布。 禁用kubectl cp命令，规避kubernetes安全漏洞。
v2.2.23	第二次发布。 修改问题： ● 修复aksk认证方式无法执行kubectl exec命令的问题。 ● 修复从文件中读取aksk内容进行aksk认证概率性失败的问题。

版本	修订记录
v1.1.13	第一次发布。

配置 kubectl

下载后解压到任意目录，无需安装，解压后目录结构如下：

```
kubectl
README.md
```

执行如下命令将kubectl所在目录添加到环境变量，并赋予kubectl可执行权限。其中**/DIR/TO/KUBECTL**为kubectl所在目录，请替换为实际的路径。

export PATH=**/DIR/TO/KUBECTL**:$PATH

chmod +x **/DIR/TO/KUBECTL**/kubectl

执行**kubectl --help**，查看支持命令与资源的范围，如果回显如下，则说明kubectl可以正常使用。

```
# kubectl --help
kubectl controls the Kubernetes cluster manager.

Find more information at: https://kubernetes.io/docs/reference/kubectl/overview/

Basic Commands (Beginner):
  create        Create a resource from a file or from stdin.
  expose        Take a replication controller, service, deployment or pod and expose it as a new
Kubernetes Service
  run           Run a particular image on the cluster
  set           Set specific features on objects

......
```

您还可以通过**kubectl version**命令查看kubectl的版本，如下所示。

```
# kubectl version
Client Version: v2.2.23, Build Date: 2019-02-23T10:28:53Z
```

获取云容器实例 Endpoint

Endpoint在**地区和终端节点**页面获取，如下图所示。

云容器实例 CCI

区域名称	区域	终端节点（Endpoint）
华北-北京四	cn-north-4	cci.cn-north-4.myhuaweicloud.com
华北-北京一	cn-north-1	cci.cn-north-1.myhuaweicloud.com
华东-上海一	cn-east-3	cci.cn-east-3.myhuaweicloud.com

使用 kubectl

步骤1 设置服务端点。

kubectl config set-cluster *$cluster_name* **--server=***https://CCI_ENDPOINT*

其中*$cluster_name* 为设置集群名称，可自定义；*CCI_ENDPOINT* 为云容器实例的Endpoint。

示例如下：

```
kubectl config set-cluster cci-cluster --server=https://cci.cn-north-1.myhuaweicloud.com
```

步骤2 设置认证信息。

使用 kubectl 每次执行时需要带上认证信息，当前支持 Token 和 AK/SK 两种认证方式，您可以选择其中一种进行认证鉴权。

- **Token认证**：Token 的有效期为24小时，Token 获取方法请参见**获取Token**。

  kubectl config set-credentials *$credential_name* **--token=***$token*

  其中，$credential_name 为设置的 credential 名称，可以自定义；*$token* 为Token。

  例如 credential 名称设置为 credential-token，token值为 MIIEYwYJKoZIhvcNAQc...，则命令如下所示：

  ```
  kubectl config set-credentials credential-token --token=MIIEYwYJKoZIhvcNAQc...
  ```

- **AK/SK认证**：AK/SK 长期有效，AK/SK 获取方法请参见**获取AK/SK**。

  首先需要将 AK/SK 设置成 credential，支持下面两种方式：

  - 指定 Access Key 和 Secret Key 的值，示例命令如下：

    kubectl config set-credentials *$credential_name* **--auth-provider=hws --auth-provider-arg=ak=***$ak* **--auth-provider-arg=sk=***$sk*

    其中，$credential_name 为设置的 credential 名称，可以自定义，$ak 为文件中 Access Key 部分， $sk 为文件中 Secret Key 部分

    例如 ak 的值为 ABCDEFAK.. ，sk的值为 ABCDEFSK.. ，则命令如下所示：

    ```
    kubectl config set-credentials credential-aksk --auth-provider=hws --auth-provider-arg=ak=ABCDEFAK..  --auth-provider-arg=sk=ABCDEFAK..
    ```

  - 指定 Access Key 和 Secret Key 文件所在的目录，示例命令如下：

    kubectl config set-credentials *$credential_name* **--auth-provider=hws --auth-provider-arg=akskDir=***$akskDir*

    指定目录的方式需要事前将 Access Key 和 Secret Key 分别保存到文件（Access Key 对应的文件名为 ak，Secret Key 对应的文件名为 sk），保存后放置于 $akskDir 对应的目录。

    例如在 /home/aksk 文件夹下存放了名为 ak 和 sk 的文件，则命令如下所示：

    ```
    kubectl config set-credentials credential-aksk --auth-provider=hws --auth-provider-arg=akskDir=/home/aksk
    ```

步骤3 设置kubectl上下文。

先根据前面步骤的信息创建一个kubectl上下文。

kubectl config set-context *$context* **--user=***$credential_name* **--cluster=***$cluster_name*

其中，*$context* 为上下文的名称，可以自定义；$credential_name 为设置的 credential 名称，与**步骤2**中设置的名称一致，*$cluster_name* 为端点信息，与**步骤1**中设置的名称一致。

例如上下文的名称设置为 cci-context，则命令如下

```
kubectl config set-context cci-context --user=credential-aksk  --cluster=cci-cluster
```

把上面创建的上下文切换为**current-context**

kubectl config set current-context *$context*

示例如下：

```
kubectl config set current-context cci-context
```

kubectl 上下文设置好后，就可以使用 kubectl 命令直接操作云容器实例的相关资源。

如下所示，执行**kubectl get namespace**，查看资源。

```
# kubectl get namespace
No resources found.
```

您可以从回显中看到这里没有任何命名空间，在云容器实例中创建资源首先需要创建一个命名空间，具体方法请参见**3 Namespace和Network**。

----结束

获取 Token

发送“POST https://***IAM的Endpoint***/v3/auth/tokens”，详情请参考《**统一身份认证服务API参考**》。

IAM的Endpoint请参见**地区和终端节点**，请注意需要使用与云容器实例地区相同的Endpoint。

请求内容示例如下：

```
{
  "auth": {
    "identity": {
      "methods": [
        "password"
      ],
      "password": {
        "user": {
          "name": "username",
          "password": "******",
          "domain": {
            "name": "domainname"
          }
        }
      }
    },
    "scope": {
      "project": {
         "name": "cn-north-1"
      }
    }
  }
}
```

请求响应成功后在响应消息头中包含的“X-Subject-Token”的值即为Token值。

获取 AK/SK

AK(Access Key ID)：访问密钥ID。与私有访问密钥关联的唯一标识符；访问密钥ID和私有访问密钥一起使用，对请求进行加密签名。

SK(Secret Access Key)：与访问密钥ID结合使用的密钥，对请求进行加密签名，可标识发送方，并防止请求被修改。

1. 登录管理控制台。
2. 单击用户名，在下拉列表中单击“我的凭证”。
3. 单击“管理访问密钥”。

4. 单击“新增访问密钥”，进入“新增访问密钥”页面。
5. 输入当前用户的登录密码。
6. 通过邮箱或者手机进行验证，输入对应的验证码。

   说明

   在统一身份服务中创建的用户，如果创建时未填写邮箱或者手机号，则只需校验登录密码。

7. 单击“确定”，下载访问密钥。

   说明

   为防止访问密钥泄露，建议您将其保存到安全的位置。

3 Namespace 和 Network

Namespace（命名空间）是一种在多个用户之间划分资源的方法。适用于用户中存在多个团队或项目的情况。当前云容器实例提供“通用计算型”和“GPU型”两种类型的资源，创建命名空间时需要选择资源类型，后续创建的负载中容器就运行在此类型的集群上。

- **通用计算型**：支持创建含CPU资源的容器实例及工作负载，适用于通用计算场景。
- **GPU型**：支持创建含GPU资源的容器实例及工作负载，适用于深度学习、科学计算、视频处理等场景。

Network是云容器实例扩展的一种Kubernetes资源对象，用于关联VPC及子网，从而使得容器实例能够使用公有云的网络资源。

Namespace 与网络的关系

从网络角度看，命名空间对应一个虚拟私有云（VPC）中一个子网，如图3-1所示，在创建命名空间时会关联已有VPC或创建一个新的VPC，并在VPC下创建一个子网。后续在该命名空间下创建Pod、Service等资源时都会在对应的VPC及子网之内，且占用子网中的IP地址。

通常情况下，如果您在同一个VPC下还会使用其他服务的资源，您需要考虑您的网络规划，如子网网段划分、IP数量规划等，确保有可用的网络资源。

图 3-1 命名空间与 VPC 子网的关系

哪些情况下适合使用多个命名空间

因为Namespace可以实现部分的环境隔离，当您的项目和人员众多的时候可以考虑根据项目属性，例如生产、测试、开发划分不同的Namespace。

创建 Namespace

Namespace下需要有一个Network关联VPC及子网，创建完Namespace后需要创建一个Network。

说明

通常情况下，没有频繁创建Namespace的需求，建议通过云容器实例的控制台界面创建Namespace，具体方法请参见**创建命名空间**。

以下示例创建一个名为namespace-test的Namespace，指定云容器实例的资源类型为general-computing。

```
apiVersion: v1
kind: Namespace
metadata:
  name: namespace-test
  labels:
    sys_enterprise_project_id: "0"   #企业项目id，可选字段，不配置时默认为0，表示default企业项目
  annotations:
    namespace.kubernetes.io/flavor: general-computing   # 指定命名空间类型
spec:
  finalizers:
  - kubernetes
```

这里的定义文件采用YAML格式描述（如果您对YAML格式不了解，可以参考**YAML语法**），也是使用JSON格式。

sys_enterprise_project_id字段表示企业项目ID，可进入**企业管理**的企业项目详情页面获取。未开通企业管理的用户无需配置此参数。

命令空间的类型有如下两种：

- **general-computing**：通用计算型，支持创建含CPU资源的容器实例及工作负载，适用于通用计算场景。
- **gpu-accelerated**：GPU型，支持创建含GPU资源的容器实例及工作负载，适用于深度学习、科学计算、视频处理等场景。

假如上面Namespace定义的文件名称为ns.yaml，则执行kubectl create -f ns.yaml即可创建命名空间，-f 表示从文件创建。

```
# kubectl create -f ns.yaml
namespace/namespace-test created
```

执行kubectl get ns查询namespace是否创建成功，ns为namespace的缩写。

```
# kubectl get ns
NAME             STATUS    AGE
namespace-test   Active    23s
```

如上，可以看到namespace-test这个命名空间创建成功，且存在的时长为23秒。

登录云容器实例控制台，单击左侧导航栏“命名空间”，您可以看到命令空间创建成功，但状态为“异常”。这是因为在云容器实例中，您需要为Namespace定义网络策略，具体操作方法请参见**创建Network**。

图 3-2 Namespace-异常

名称	类型	状态
namespace-test	通用计算型	异常

创建 Network

Namespace创建好后，需要为Namespace创建网络策略，关联VPC及子网。

以下示例创建一个名为test-network的Network。

```
apiVersion: networking.cci.io/v1beta1                # API版本为networking.cci.io/v1beta1
kind: Network
metadata:
  annotations:
    network.alpha.kubernetes.io/default-security-group: security-group-id   # 安全组ID，需要替换为实际值
    network.alpha.kubernetes.io/domain-id: domain-id                        # 账号ID，需要替换为实际值
    network.alpha.kubernetes.io/project-id: project-id                      # 项目ID，需要替换为实际值
  name: test-network
spec:
  availableZone: cnnorth1a              # az名称，当前仅支持"cnnorth1a"、"cn-north-4a"或"cn-east-3a"
  cidr: 192.168.0.0/24                  # 子网的网段
  attachedVPC: vpc-id                   # VPC ID，需要替换为实际值
  networkID: network-id                 # 子网的网络ID，需要替换为实际值
  networkType: underlay_neutron         # 网络类型，当前仅支持underlay_neutron网络模式
  subnetID: subnet-id                   # 子网ID，需要替换为实际值
```

说明

此处VPC和子网的网段不能为10.247.0.0/16，10.247.0.0/16是云容器实例预留给Service的网段。如果您使用此网段，后续可能会造成IP冲突，导致负载无法创建或服务不可用；如果您不需要通过Service访问，而是直接访问Pod，则可以使用此网段。

上面参数获取方法如下：

- 账号ID和项目ID可以在**我的凭证**获取。
- 安全组ID可以在**安全组控制台**获取，如下图。

图 3-3 获取安全组 ID

- VPC ID、子网ID和网络ID可以VPC控制台获取。

图 3-4 获取 VPC ID

图 3-5 获取子网 ID 和网络 ID

假如上面Network定义的文件名称为network.yaml，则执行kubectl create -f network.yaml即可创建命名空间，-f 表示从文件创建。这里--namespace namespace-test是指定在namespace-test这个命名空间下创建。

```
# kubectl create -f network.yaml --namespace namespace-test
network.networking.cci.io/test-network created
```

登录云容器实例控制台，单击左侧导航栏“命名空间”，您可以看到命令空间创建成功，且状态为“正常”。

图 3-6 Namespace-正常

名称	类型	状态
namespace-test	通用计算型	正常

为 kubectl 上下文指定 Namespace

上面创建Network是在指定的Namespace下创建的，本文档后续的的资源创建都是在某个命名空间下操作，每次都指定命名空间比较麻烦，您可以为kubectl上下文指定命名空间，这样在某个上下文中，创建的资源就都是在某个命名空间下，方便操作。

指定Namespace只需要在设置上下文命令中添加一个“--namespace”选项，如下所示。

kubectl config set-context *$context* **--user=***$credential_name* **--cluster=***$cluster_name* **--namespace=***$ns*

这里与**使用kubectl**中的区别仅仅在于多指定了Namespace，其余完全一致。其中，*$context* 为上下文的名称，可以自定义；$credential_name 为设置的 credential 名称，与**步骤2**中设置的名称一致，*$cluster_name* 为端点信息，与**步骤1**中设置的名称一致，*$ns* 为Namespace的名称。

假如指定上面创建的namespe-test这个Namespace，则示例如下。

```
# kubectl config set-context cci-context --user=credential-aksk  --cluster=cci-cluster --
namespace=namespace-test
```

指定Namespace后，就可以使用 kubectl 命令直接操作云容器实例的相关资源。如下所示，执行**kubectl get pod**，查看Pod资源，一切正常。

```
# kubectl get pod
No resources found.
```

4 Pod

4.1 Pod

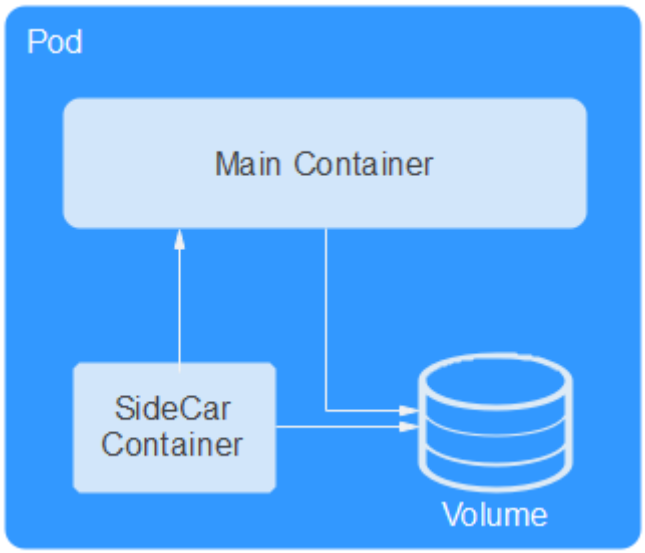
什么是 Pod

Pod是Kubernetes创建或部署的最小单位。一个Pod封装一个或多个容器（container）、存储资源（volume）、一个独立的网络IP以及管理控制容器运行方式的策略选项。

Pod使用主要分为两种方式：

- Pod中运行一个容器。这是Kubernetes最常见的用法，您可以将Pod视为单个封装的容器，但是Kubernetes是直接管理Pod而不是容器。
- Pod中运行多个需要耦合在一起工作、需要共享资源的容器。通常这种场景下是应用包含一个主容器和几个辅助容器（SideCar Container），如图4-1所示，例如主容器为一个web服务器，从一个固定目录下对外提供文件服务，而辅助的容器周期性的从外部下载文件存到这个固定目录下。

图 4-1 Pod



实际使用中很少直接创建Pod，而是使用Kubernetes中称为Controller的抽象层来管理Pod实例，例如Deployment和Job。Controller可以创建和管理多个Pod，提供副本管理、滚动升级和自愈能力。通常，Controller会使用Pod Template来创建相应的Pod。

容器的规格

云容器实例支持使用GPU（必须在GPU类型**命名空间**下）或不使用GPU。

当前提供3种类型的Pod，包括通用计算型（通用计算型命名空间下使用）、**RDMA**加速型和GPU加速性（GPU型命名空间下使用）。

GPU加速型Pod提供NVIDIA Tesla V100 32G显卡、NVIDIA Tesla V100 16G显卡以及NVIDIA Tesla P4 8G显卡，具体的规格有如下所示。

- NVIDIA Tesla V100 32G显卡：
  - NVIDIA Tesla V100 32G x 1，CPU 4核，内存32GB
  - NVIDIA Tesla V100 32G x 2，CPU 8核，内存64GB
  - NVIDIA Tesla V100 32G x 4，CPU 16核，内存128GB
  - NVIDIA Tesla V100 32G x 8，CPU 32核，内存256GB
- NVIDIA Tesla V100 16G显卡：
  - NVIDIA Tesla V100 16G x 1，CPU 4核，内存32GB
  - NVIDIA Tesla V100 16G x 2，CPU 8核，内存64GB
  - NVIDIA Tesla V100 16G x 4，CPU 16核，内存128GB
  - NVIDIA Tesla V100 16G x 8，CPU 32核，内存256GB
- NVIDIA Tesla P4 8G显卡：
  - NVIDIA Tesla P4 8G x 1，CPU 4核，内存32GB
  - NVIDIA Tesla P4 8G x 2，CPU 8核，内存64GB
  - NVIDIA Tesla P4 8G x 3，CPU 16核，内存128GB
  - NVIDIA Tesla P4 8G x 4，CPU 32核，内存256GB

当不使用GPU时，容器规格需满足如下要求：

- Pod的CPU取值范围为0.25核-32核，另外还可选48核和64核，且单个容器的CPU必须为0.25核的整数倍
- Pod的内存取值范围为1GB-512GB，且内存必须为1GB的整数倍
- Pod的CPU/内存配比值必须在1:2到1:8之间
- 一个Pod内最多支持5个容器，单个容器最小配置是0.25核、0.2GB，最大同容器实例的最大配置

创建 Pod

kubernetes种资源可以使用YAML描述（如果您对YAML格式不了解，可以参考**YAML语法**），也可以使用JSON，如下示例描述了一个名为nginx的Pod，这个Pod中包含一个名为container-0的容器，使用nginx:alpine镜像，使用的资源为0.5核CPU、1024M内存。

```
apiVersion: v1                      # Kubernetes的API Version
kind: Pod                           # Kubernetes的资源类型
metadata:
  name: nginx                       # Pod的名称
spec:                               # Pod的具体规格（specification）
  containers:
  - image: nginx:alpine             # 使用的镜像为 nginx:alpine
```

```
    name: container-0                # 容器的名称
    resources:                       # 申请容器所需的资源，云容器实例中limits与requests的值必须相同
      limits:
        cpu: 500m
        memory: 1024Mi
      requests:
        cpu: 500m
        memory: 1024Mi
  imagePullSecrets:                  # 拉取镜像使用的证书，必须为imagepull-secret
  - name: imagepull-secret
```

如上面YAML的注释，YAML描述文件主要为如下部分：

- **metadata**：一些名称/标签/namespace等信息
- **spec**：Pod实际的配置信息，包括使用什么镜像，volume等

如果去查询Kubernetes的资源，您会看到还有一个**status**字段，status描述kubernetes资源的实际状态，创建时不需要配置。这个示例是一个最小集，其他参数定义后面会逐步介绍。

kubernetes资源的参数定义的解释，您可以通过具体资源的**API参考**查询对应的解释。

Pod定义好后就可以使用kubectl创建，如果上面YAML文件名称为nginx.yaml，则创建命令如下所示，-f 表示使用文件方式创建。

```
$ kubectl create -f nginx.yaml
pod/nginx created
```

使用 GPU

云容器实例支持使用GPU（必须在GPU类型**命名空间**下），申请GPU资源的方法非常简单，只需要在容器定制中申请GPU字段即可。

GPU加速型Pod提供NVIDIA Tesla V100 32G显卡、NVIDIA Tesla V100 16G显卡以及NVIDIA Tesla P4 8G显卡，具体的规格有如下所示。

- NVIDIA Tesla V100 32G显卡：
  - NVIDIA Tesla V100 32G x 1，CPU 4核，内存32GB
  - NVIDIA Tesla V100 32G x 2，CPU 8核，内存64GB
  - NVIDIA Tesla V100 32G x 4，CPU 16核，内存128GB
  - NVIDIA Tesla V100 32G x 8，CPU 32核，内存256GB
- NVIDIA Tesla V100 16G显卡：
  - NVIDIA Tesla V100 16G x 1，CPU 4核，内存32GB
  - NVIDIA Tesla V100 16G x 2，CPU 8核，内存64GB
  - NVIDIA Tesla V100 16G x 4，CPU 16核，内存128GB
  - NVIDIA Tesla V100 16G x 8，CPU 32核，内存256GB
- NVIDIA Tesla P4 8G显卡：
  - NVIDIA Tesla P4 8G x 1，CPU 4核，内存32GB
  - NVIDIA Tesla P4 8G x 2，CPU 8核，内存64GB
  - NVIDIA Tesla P4 8G x 3，CPU 16核，内存128GB
  - NVIDIA Tesla P4 8G x 4，CPU 32核，内存256GB

当前支持使用Nvidia GPU的驱动版本为**396.26**和**410.104**，您应用程序中使用的CUDA需满足如**表4-1**所示的配套关系。CUDA与驱动的配套关系来源于Nvidia官网，详细信息请参见**CUDA Compatibility**。

表 4-1 Nvidia GPU 驱动与 CUDA 配套关系

Nvidia GPU驱动版本	CUDA Toolkit版本
396.26	CUDA 9.2 (9.2.88)及以下
410.104	CUDA 10.0 (10.0.130)及以下

您需要设置Pod的metadata.annotations中添加cri.cci.io/gpu-driver字段，指定使用哪个版本显卡驱动，取值如下：

- gpu-410.104
- gpu-396.26

如下示例创建一个容器规格为NVIDIA V100 16G x 1，CPU 4核，内存32GB的Pod。

```
apiVersion: v1
kind: Pod
metadata:
  name: gpu-test
  annotations:
    cri.cci.io/gpu-driver: gpu-410.104           # 指定GPU显卡的驱动版本
spec:
  containers:
  - image: tensorflow:latest
    name: container-0
    resources:
      limits:
        cpu: 4000m
        memory: 32Gi
        nvidia.com/gpu-tesla-v100-16GB: 1         # 申请GPU资源，支持 1、2、4、8，代表几块显卡
      requests:
        cpu: 4000m
        memory: 32Gi
        nvidia.com/gpu-tesla-v100-16GB: 1
  imagePullSecrets:
  - name: imagepull-secret
```

Docker 镜像

上面的例子中，使用的镜像为nginx:alpine和tensorflow:latest，这表示直接使用**Dockerhub**中公共镜像，华为云**容器镜像服务**从Dockerhub同步了部分常用镜像，使得您可以在内部网络中直接使用，您可以在容器镜像服务控制台中查询同步了哪些镜像；对于没有同步的Dockerhub镜像，容器需要访问外部网络，从而下载Dockerhub的镜像，这种情况下，您需要做一些网络配置，具体请参见**从容器访问公网**。

除了使用Dockerhub中的镜像，更为常用的一种方式是将您的镜像上传到华为云**容器镜像服务**。

查询 Pod 详情

Pod创建完成后，可以使用kubectl get pods命令查询Pod的状态，如下所示。

```
$ kubectl get pods
NAME          READY   STATUS    RESTARTS   AGE
nginx         1/1     Running   0          40s
```

可以看到此处nginx这个Pod的状态为Running，表示正在运行；READY为1/1，表示这个Pod中有1个容器，其中1个容器的状态为Ready。

可以使用kubectl get命令查询具体Pod的配置信息，如下所示，-o yaml表示以YAML格式返回，还可以使用 -o json，以JSON格式返回。

```
$ kubectl get pod nginx -o yaml
```

您还可以使用kubectl describe命令查看Pod的详情。

```
$ kubectl describe pod nginx
```

删除 Pod

删除pod时，Kubernetes终止Pod中所有容器。 Kubernetes向进程发送SIGTERM信号并等待一定的秒数（默认为30）让容器正常关闭。 如果它没有在这个时间内关闭，Kubernetes会发送一个SIGKILL信号杀死该进程。

Pod的停止与删除有多种方法，比如按名称删除，如下所示。

```
$ kubectl delete po nginx
pod "nginx" deleted
```

同时删除多个Pod。

```
$ kubectl delete po pod1 pod2
```

删除所有Pod。

```
$ kubectl delete po --all
pod "nginx" deleted
```

根据Label删除Pod，**Label**详细内容将会在下一个章节介绍。

```
$ kubectl delete po -l app=nginx
pod "nginx" deleted
```

4.2 环境变量

环境变量是容器运行环境中设定的一个变量。

环境变量为应用提供极大的灵活性，您可以在应用程序中使用环境变量，在创建容器时为环境变量赋值，容器运行时读取环境变量的值，从而做到灵活的配置，而不是每次都重新编写应用程序制作镜像。

另外，您还可以使用ConfigMap和Secret作为环境变量，详细信息请参见**9 使用ConfigMap和Secret提高配置灵活性**。

环境变量的使用方法如下所示，配置spec.containers.env字段即可。

```
apiVersion: v1
kind: Pod
metadata:
  name: nginx
spec:
    containers:
    - image: nginx:1
      name: container-0
      resources:
        limits:
          cpu: 500m
          memory: 1024Mi
        requests:
          cpu: 500m
```

```
        memory: 1024Mi
    env:                                # 环境变量
    - name: env_key
      value: env_value
    - name: pod_name
      valueFrom:                        # 引用Pod的名称
        fieldRef:
          fieldPath: metadata.name
    - name: pod_ip
      valueFrom:                        # 引用Pod的IP地址
        fieldRef:
          fieldPath: status.podIP
  imagePullSecrets:
  - name: imagepull-secret
```

4.3 启动命令

启动容器就是启动主进程，但有些时候，启动主进程前，需要一些准备工作。比如MySQL类的数据库，可能需要一些数据库配置、初始化的工作，这些工作要在最终的MySQL服务器运行之前解决。这些操作，可以在制作镜像时通过在Dockerfile文件中设置**ENTRYPOINT**或**CMD**来完成，如下所示的Dockerfile中设置了**ENTRYPOINT ["top", "-b"]**命令，其将会在容器启动时执行。

```
FROM ubuntu
ENTRYPOINT ["top", "-b"]
```

调用接口时，只需配置pod的containers.command参数，该参数是list类型，第一个参数为执行命令，后面均为命令的参数。

```
apiVersion: v1
kind: Pod
metadata:
  name: nginx
spec:
  containers:
  - image: nginx:latest
    name: container-0
    resources:
      limits:
        cpu: 500m
        memory: 1024Mi
      requests:
        cpu: 500m
        memory: 1024Mi
    command:                    # 启动命令
    - top
    - "-b"
  imagePullSecrets:
  - name: imagepull-secret
```

4.4 生命周期管理

云容器实例基于Kubernetes，提供了**容器生命周期钩子**，在容器的生命周期的特定阶段执行调用，比如容器在停止前希望执行某项操作，就可以注册相应的钩子函数。目前提供的生命周期钩子函数如下所示。

- 启动后处理（PostStart）：负载启动后触发。
- 停止前处理（PreStop）：负载停止前触发。

调用接口时，只需配置pod的lifecycle.postStart或lifecycle.preStop参数，如下所示。

```
apiVersion: v1
kind: Pod
```

```
metadata:
  name: nginx
spec:
  containers:
  - image: nginx:latest
    name: container-0
    resources:
      limits:
        cpu: 500m
        memory: 1024Mi
      requests:
        cpu: 500m
        memory: 1024Mi
    lifecycle:
      postStart:                # 启动后处理
        exec:
          command:
          - "/postStart.sh"
      preStop:                  # 停止前处理
        exec:
          command:
          - "/preStop.sh"
  imagePullSecrets:
  - name: imagepull-secret
```

4.5 存活探针（liveness probe）

存活探针

Kubernetes提供了自愈的能力，具体就是能感知到容器崩溃，然后能够重启这个容器。但是有时候例如Java程序内存泄漏了，程序无法正常工作，但是JVM进程却是一直运行的，对于这种应用本身业务出了问题的情况，kubernetes提供了liveness probe机制，通过检测容器响应是否正常来决定是否重启，这是一种很好的健康检查机制。

毫无疑问，每个pod最好都定义liveness probe，否则Kubernetes无法感知Pod是否正常运行。

当前云容器实例支持如下两种探测机制。

- HTTP GET：向容器发送HTTP GET请求，如果probe收到2xx或3xx，说明容器是健康的。
- Exec：probe执行容器中的命令并检查命令退出的状态码，如果状态码为0则说明健康。

HTTP GET

HTTP GET方式是最常见的探测方法，其具体机制是向容器发送HTTP GET请求，如果probe收到2xx或3xx，说明容器是健康的，定义方法如下所示。

```
apiVersion: v1
kind: Pod
metadata:
  name: liveness-http
spec:
  containers:
  - name: liveness
    image: k8s.gcr.io/liveness
    args:
    - /server
    livenessProbe:          # liveness probe
      httpGet:              # HTTP GET定义
```



```
      path: /healthz
      port: 8080
```

创建这个Pod。

```
$ kubectl create -f liveness-http.yaml
pod/liveness-http created
```

如上，这个probe往容器的8080端口发送HTTP GET请求，上面的程序会在第五次请求会返回500状态码，这时Kubernetes会去重启容器。

查看Pod详情。

```
$ kubectl describe po liveness-http
Name:         liveness-http
......
Containers:
  container-0:
    ......
    State:          Running
      Started:      Mon, 12 Nov 2018 22:57:28 +0800
    Last State:     Terminated
      Reason:       Error
      Exit Code:    137
      Started:      Mon, 12 Nov 2018 22:55:40 +0800
      Finished:     Mon, 12 Nov 2018 22:57:27 +0800
    Ready:          True
    Restart Count:  1
    Liveness:       http-get http://:8080/ delay=0s timeout=1s period=10s #success=1 #failure=3
......
Events:
  Type     Reason     Age                 From               Message
  ----     ------     ----                ----               -------
  Normal   Scheduled  3m5s                default-scheduler  Successfully assigned default/pod-
liveness to node2
  Normal   Pulling    74s (x2 over 3m4s)  kubelet, node2     pulling image "pod-liveness"
  Normal   Killing    74s                 kubelet, node2     Killing container with id docker://
container-0:Container failed liveness probe.. Container will be killed and recreated.
```

可以看到Pod当前状态是Running，Last State是Terminated，Restart Count为1，说明已经重启1次，另外从事件中也可以看到 Killing container with id docker://container-0:Container failed liveness probe.. Container will be killed and recreated.

另外，容器Kill后会重新创建一个新容器，不只是之前的容器重启。

Exec

Exec即执行具体命令，具体机制是probe执行容器中的命令并检查命令退出的状态码，如果状态码为0则说明健康，定义方法如下所示。

```
apiVersion: v1
kind: Pod
metadata:
  labels:
    test: liveness
  name: liveness-exec
spec:
  containers:
  - name: liveness
    image: busybox
    args:
    - /bin/sh
    - -c
    - touch /tmp/healthy; sleep 30; rm -rf /tmp/healthy; sleep 600
    livenessProbe:           # liveness probe
      exec:                  # Exec定义
        command:
```



```
    - cat
    - /tmp/healthy
```

上面定义在容器中执行cat /tmp/healthy命令，如果成功执行并返回0，则说明容器是健康的。

Liveness Probe 高级配置

上面liveness-http的describe命令回显中有如下行。

```
Liveness: http-get http://:8080/ delay=0s timeout=1s period=10s #success=1 #failure=3
```

这一行表示liveness probe的具体参数配置，其含义如下：

- delay=0s 表示容器启动后立即开始探测，没有延迟时间
- timeout=1s 表示容器必须在1s内做出相应反馈给probe，否则视为探测失败
- period=10s 表示每10s探测一次
- #success=1 表示探测连续1次成功表示成功
- #failure=3 表示探测连续3次失败后会重启容器

这些是创建时默认设置的，您也可以手动配置，如下所示。

```
apiVersion: v1
kind: Pod
metadata:
  name: liveness-http
spec:
  containers:
  - image: k8s.gcr.io/liveness
    livenessProbe:
      httpGet:
        path: /
        port: 8080
      initialDelaySeconds: 10    # 容器启动后多久开始探测
      timeoutSeconds: 2          # 表示容器必须在2s内做出相应反馈给probe，否则视为探测失败
      periodSeconds: 30          # 探测周期，每30s探测一次
      successThreshold: 1        # 连续探测1次成功表示成功
      failureThreshold: 3        # 连续探测3次失败表示失败
```

initialDelaySeconds一般要设置大于0，这是由于很多情况下容器虽然启动成功，但应用就绪也需要一定的时间，需要等就绪时间之后才能返回成功，否则就会导致probe经常失败。

另外failureThreshold可以设置多次循环探测，这样在实际应用中健康检查的程序就不需要多次循环，这一点在开发应用时需要注意。

配置有效的 Liveness Probe

- **liveness probe应该检查什么**

  一个好的liveness probe应该检查应用内部所有关键部分是否健康，并使用一个专有的URL访问，例如 /health，当访问 /health 时执行这个功能，然后返回对应结果。这里要注意不能做鉴权，不然 probe 就会一直失败导致陷入重启的死循环。

  另外检查只能限制在应用内部，不能检查依赖外部的部分，例如当前端web server不能连接数据库时，这个就不能看成web server不健康。

- **liveness probe必须轻量**

  liveness probe不能占用过多的资源，且不能占用过长的时间，否则所有资源都在做健康检查，这就没有意义了。例如Java应用，就最好用HTTP GET方式，如果用Exec 方式，JVM启动就占用了非常多的资源。

5 Label

为什么需要 Label

当资源变得非常多的时候，如何分类管理就非常重要要了，Kubernetes提供了一种机制来为资源分类，那就是Label（标签）。Label非常简单，但是却很强大，Kubernetes中**几乎所有资源都可以**用Label来组织。

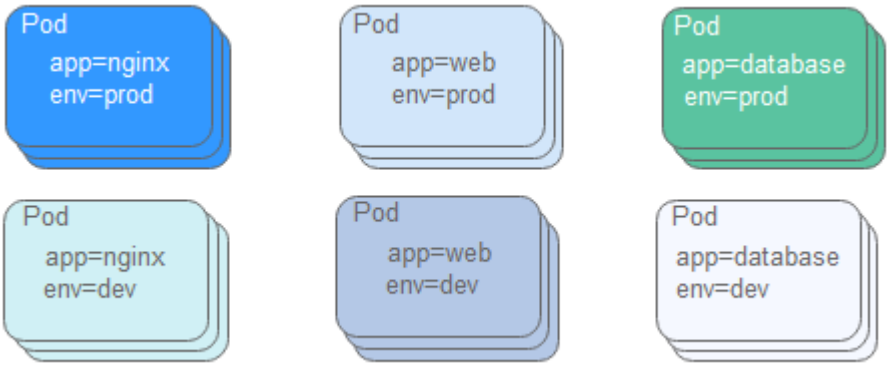
Label的具体形式是key-value的标记对，可以在创建资源的时候设置，也可以在后期添加和修改。

以Pod为例，当Pod变得多起来后，就显得杂乱且难以管理，如下图所示。

图 5-1 没有分类组织的 Pod

如果我们为Pod打上不同标签，那情况就完全不同了，如下图所示。

图 5-2 使用 Label 组织的 Pod



添加 Label

Label的形式为key-value形式，使用非常简单，如下，为Pod设置了app=nginx和env=prod两个Label。

```
apiVersion: v1
kind: Pod
metadata:
  name: nginx
  labels:                    # 为Pod设置两个Label
    app: nginx
    env: prod
spec:
  containers:
  - image: nginx:latest
    name: container-0
    resources:
      limits:
        cpu: 500m
        memory: 1024Mi
      requests:
        cpu: 500m
        memory: 1024Mi
  imagePullSecrets:
  - name: imagepull-secret
```

Pod有了Label后，在查询Pod的时候带上 --show-labels 就可以看到Pod的Label。

```
$ kubectl get pod --show-labels
NAME              READY   STATUS    RESTARTS   AGE   LABELS
nginx             1/1     Running   0          50s   app=nginx,env=prod
```

还可以使用 -L 只查询某些固定的Label。

```
$ kubectl get pod -L app,env
NAME              READY   STATUS    RESTARTS   AGE   APP     ENV
nginx             1/1     Running   0          1m    nginx   prod
```

对已存在的Pod，可以直接使用 kubectl label 命令直接添加Label。

```
$ kubectl label po nginx creation_method=manual
pod "nginx" labeled

$ kubectl get pod --show-labels
NAME              READY   STATUS    RESTARTS   AGE   LABELS
nginx             1/1     Running   0          50s   app=nginx,env=prod,creation_method=manual
```

修改 Label

对于已存在的Label，如果要修改的话，需要在命令中带上--overwrite，如下所示。

```
$ kubectl label po nginx env=debug --overwrite
pod "nginx" labeled

$ kubectl get pod --show-labels
NAME              READY   STATUS    RESTARTS   AGE   LABELS
nginx             1/1     Running   0          50s   app=nginx,env=debug,creation_method=manual
```

6 Deployment

在4 Pod这个章节介绍了Pod，Pod是Kubernetes创建或部署的最小单位，但是Pod是被设计为相对短暂的一次性实体，Pod可以被驱逐（当节点资源不足时）、随着集群的节点fail而消失。同时kubernetes提供了Controller（控制器）来管理Pod，Controller可以创建和管理多个Pod，提供副本管理、滚动升级和自愈能力，其中最为常用的就是Deployment。

一个Deployment可以包含一个或多个Pod副本，每个Pod副本的角色相同，所以系统会自动为Deployment的多个Pod副本分发请求。

Deployment集成了上线部署、滚动升级、创建副本，恢复上线任务，在某种程度上，Deployment可以帮我们实现无人值守的上线，大大降低我们的上线过程的复杂沟通、操作风险。

创建 Deployment

以下示例为创建一个名为nginx的Deployment负载，使用nginx:latest镜像创建两个Pod，每个Pod占用500m core CPU、1G内存。

```
apiVersion: apps/v1      # 注意这里与Pod的区别，Deployment是apps/v1而不是v1
kind: Deployment         # 资源类型为Deployment
metadata:
  name: nginx            # Deployment的名称
spec:
  replicas: 2            # Pod的数量，Deployment会确保一直有2个Pod运行
  selector:              # Label Selector
    matchLabels:
      app: nginx
  template:              # Pod的定义，用于创建Pod，也称为Pod template
    metadata:
      labels:
        app: nginx
    spec:
      containers:
      - image: nginx:latest
        name: container-0
        resources:
          limits:
            cpu: 500m
            memory: 1024Mi
          requests:
            cpu: 500m
            memory: 1024Mi
      imagePullSecrets:          # 拉取镜像使用的证书，必须为imagepull-secret
      - name: imagepull-secret
```


从这个定义中可以看到Deployment的名称为nginx，spec.replicas定义了Pod的数量，即这个Deployment控制2个Pod；spec.selector是Label Selector（标签选择器），表示这个Deployment会选择Label为app=nginx的Pod；spec.template是Pod的定义，内容与**4.1 Pod**中的定义完全一致。

将上面Deployment的定义保存到deployment.yaml文件中，使用kubectl创建这个Deployment。

使用kubectl get查看Deployment和Pod，可以看到DESIRED值为2，这表示这个Deployment期望有2个Pod，CURRENT也为2，这表示当前有2个Pod，AVAILABLE为2表示有2个Pod是可用的。

```
$ kubectl create -f deployment.yaml

$ kubectl get deployment
NAME      DESIRED   CURRENT   UP-TO-DATE   AVAILABLE   AGE
nginx     2         2         2            2           8s
```

Deployment 如何控制 Pod

继续查询Pod，如下所示。

```
$ kubectl get pods
NAME                     READY     STATUS    RESTARTS   AGE
nginx-7f98958cdf-tdmqk   1/1       Running   0          13s
nginx-7f98958cdf-txckx   1/1       Running   0          13s
```

如果删掉一个Pod，您会发现立马会有一个新的Pod被创建出来，如下所示，这就是前面所说的Deployment会确保有2个Pod在运行，如果删掉一个，Deployment会重新创建一个，如果某个Pod崩溃或有什么问题，Deployment会自动拉起这个Pod。

```
$ kubectl delete pod nginx-7f98958cdf-txckx

$ kubectl get pods
NAME                     READY     STATUS    RESTARTS   AGE
nginx-7f98958cdf-tdmqk   1/1       Running   0          21s
nginx-7f98958cdf-tesqr   1/1       Running   0          21s
```

看到有如下两个名为nginx-7f98958cdf-tdmqk和nginx-7f98958cdf-tesqr的Pod， 其中nginx是直接使用Deployment的名称，-7f98958cdf-tdmqk和-7f98958cdf-tesqr是kubernetes随机生成的后缀。

您也许会发现这两个后缀中前面一部分是相同的，都是7f98958cdf，这是因为Deployment不是直接控制Pod的，Deployment是通过一种名为ReplicaSet的控制器控制Pod，通过如下命令可以查询ReplicaSet，其中rs是ReplicaSet的缩写。

```
$ kubectl get rs
NAME               DESIRED   CURRENT   READY     AGE
nginx-7f98958cdf   3         3         3         1m
```

这个ReplicaSet的名称为nginx-7f98958cdf，后缀-7f98958cdf也是随机生成的。

Deployment控制Pod的的方式如**图6-1**所示，Deployment控制ReplicaSet，ReplicaSet控制Pod。

图 6-1 Deployment 通过 ReplicaSet 控制 Pod

如果使用kubectl describe命令查看Deployment的详情，您就可以看到ReplicaSet，如下所示，可以看到有一行 NewReplicaSet: nginx-7f98958cdf (2/2 replicas created)，而且

Events 里面事件确是把ReplicaSet的实例扩容到2个。在实际使用中您也许不会直接操作ReplicaSet，但了解Deployment通过控制ReplicaSet来控制Pod会有助于您定位问题。

```
$ kubectl describe deploy nginx
Name:                   nginx
Namespace:              default
CreationTimestamp:      Sun, 16 Dec 2018 19:21:58 +0800
Labels:                 app=nginx

...

NewReplicaSet:   nginx-7f98958cdf (2/2 replicas created)
Events:
  Type    Reason             Age   From                   Message
  ----    ------             ----  ----                   -------
  Normal  ScalingReplicaSet  5m    deployment-controller  Scaled up replica set nginx-7f98958cdf
to 2
```

升级

在实际应用中，升级是一个常见的场景，Deployment能够很方便的支撑应用升级。

Deployment 可以设置不同的升级策略，有如下两种。

- RollingUpdate：也就是滚动升级（逐步创建新Pod然后删除旧Pod），也是默认策略
- Recreate：也就是先把当前Pod删掉再重新创建Pod

Deployment的升级可以是声明式的，也就是说只需要修改Deployment的YAML定义即可，比如使用kubectl edit命令将上面Deployment中的镜像修改为nginx:alpine。修改完成后再查询ReplicaSet和Pod，发现创建了一个新的ReplicaSet，Pod也重新创建了。

```
$ kubectl edit deploy nginx

$ kubectl get rs
NAME               DESIRED   CURRENT   READY     AGE
nginx-6f9f58dffd   2         2         2         1m
nginx-7f98958cdf   0         0         0         48m

$ kubectl get pods
NAME                     READY     STATUS    RESTARTS   AGE
nginx-6f9f58dffd-tdmqk   1/1       Running   0          21s
nginx-6f9f58dffd-tesqr   1/1       Running   0          21s
```

Deployment可以通过maxSurge 和 maxUnavailable两个参数控制升级过程中同时重新创建Pod的比例，这在很多时候是非常有用，配置如下所示。

```
spec:
  strategy:
    rollingUpdate:
      maxSurge: 1
      maxUnavailable: 0
    type: RollingUpdate
```

- maxSurge：与Deployment中spec.replicas相比，可以有多少个Pod存在，默认值是25%，比如spec.replicas为 4，那升级过程中就不能超过5个 Pod存在，即按1个的步伐升级，实际升级过程中会换算成数字，且换算会向上取整。这个值也可以直接设置成数字。
- maxUnavailable：与Deployment中spec.replicas相比，可以有多少个Pod失效，也就是删除的比例，默认值是25%，比如spec.replicas为 4，那升级过程中就至少有3个Pod存在，即删除Pod 的步伐是 1。同样这个值也可以设置成数字。

在前面的例子中，由于spec.replicas是2，如果maxSurge和maxUnavailable都为默认值25%，那实际升级过程中，maxSurge允许最多3个 Pod 存在（向上取整，2*1.25=2.5，

取整为3），而 maxUnavailable 则不允许有 Pod Unavailable（向上取整，2*0.75=1.5，取整为2），也就是说在升级过程中，一直会有2个Pod处于运行状态，每次新建一个Pod，等这个Pod创建成功后再删掉一个旧Pod，直至Pod全部为新Pod。

回滚

回滚也称为回退，即当发现升级出现问题时，让应用回到老的版本。Deployment可以非常方便的回滚到老版本。

例如上面升级的新版镜像有问题，可以执行kubectl rollout undo命令进行回滚。

```
$ kubectl rollout undo deployment nginx
deployment ″nginx″ rolled back
```

Deployment之所以能如此容易的做到回滚，是因为Deployment是通过ReplicaSet控制Pod的，升级后之前ReplicaSet都一直存在，Deployment回滚做的就是使用之前的ReplicaSet再次把Pod创建出来。Deployment中保存ReplicaSet的数量可以使用revisionHistoryLimit参数限制，默认值为10。

7 使用 Service 和 Ingress 管理网络访问

7.1 Service

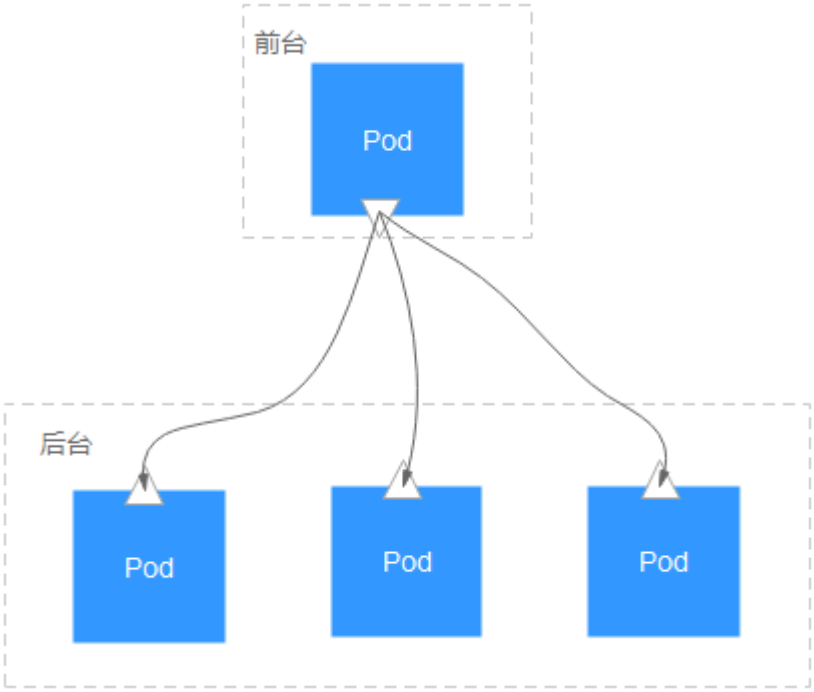
直接访问 Pod 的问题

负载创建完成后，如何访问负载呢？访问负载实际上就是访问Pod，但是直接访问Pod会有如下几个问题：

- Pod会随时被Deployment这样的控制器删除重建，那访问Pod的结果就会变得不可预知。
- Pod的IP地址是在Pod启动后才被分配，在启动前并不知道Pod的IP地址。
- 应用往往都是由多个运行相同镜像的一组Pod组成，一个个Pod的访问也变得不现实。

举个例子，假设有这样一个应用程序，使用Deployment创建了前台和后台，前台会调用后台做一些计算处理，如图7-1所示。后台运行了3个Pod，这些Pod是相互独立且可被替换的，当Pod出现状况被重建时，新建的Pod的IP地址是新IP，前台的Pod无法直接感知。

图 7-1 负载间访问

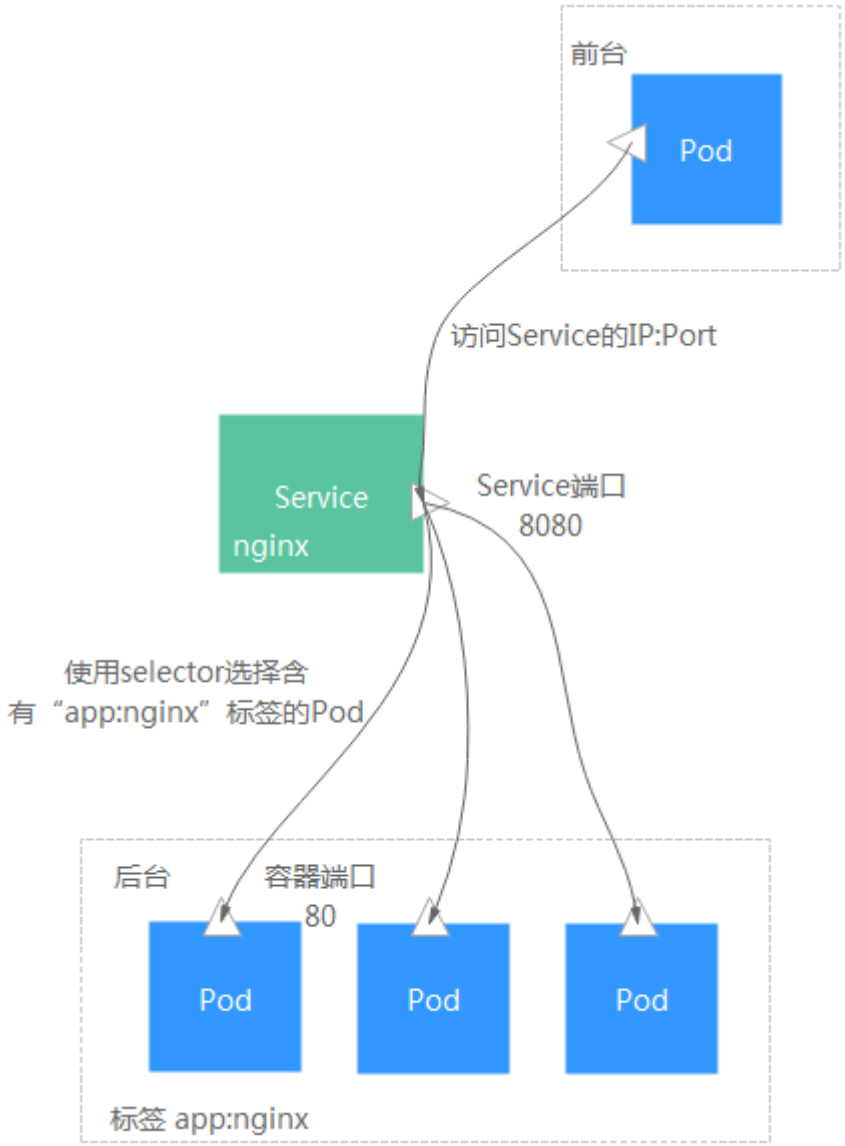


Service 是如何工作的

Kubernetes中的Service对象就是用来解决上述Pod访问问题的。Service有一个固定IP地址，Service将访问他的流量转发给Pod，具体转发给哪些Pod通过Label来选择，而且Service可以给这些Pod做负载均衡。

那么对于上面的例子，通过为前后台添加两个Service，通过Service来访问Pod，这样前台Pod就无需感知后台Pod的变化，如图7-2所示。

图 7-2 通过 Service 访问 Pod



创建 Service

下面示例创建一个名为“nginx”的Service，通过selector选择到标签“app:nginx”的Pod，目标Pod的端口为80，Service对外暴露的端口为8080。

访问服务只需要通过“服务名称:对外暴露的端口”接口，对应本例即“nginx:8080”。这样，在其他负载中，只需要通过“nginx:8080”就可以访问到“nginx”关联的Pod。

```
apiVersion: v1
kind: Service
metadata:
  name: nginx        # Service的名称
spec:
  selector:          # Label Selector，选择包含app=nginx标签的Pod
    app: nginx
  ports:
  - name: service0
    targetPort: 80   # Pod的端口
```

```
    port: 8080        # Service对外暴露的端口
    protocol: TCP     # 转发协议类型，支持TCP和UDP
  type: ClusterIP     # Service的类型
```

说明

在原生kubernetes中，Service还有NodePort类型，当前云容器实例不支持使用NodePort类型Service。

将上面Service的定义保存到nginx-svc.yaml文件中，使用kubectl创建这个Service。

```
# kubectl create -f nginx-svc.yaml
service/nginx created

# kubectl get svc
NAME         TYPE        CLUSTER-IP       EXTERNAL-IP   PORT(S)          AGE
kube-dns     ClusterIP   10.247.9.190     <none>        53/UDP,53/TCP    7m
nginx        ClusterIP   10.247.148.137   <none>        8080/TCP         1h
```

您可以看到Service有个Cluster IP，这个IP是固定不变的，除非Service被删除，所以您也可以使用ClusterIP在内部访问Service。

说明

kube-dns是预留给域名解析使用的Service，云容器实例会自动创建，域名解析的详细内容请参见**使用ServiceName访问Service**。

使用 ServiceName 访问 Service

云容器实例中您可以使用**CoreDNS**插件给Service做域名解析，然后使用“ServiceName:Port”访问Service，这也是Kubernetes种最常用的一种使用方式，CoreDNS的安装请参见**插件管理**。

CoreDNS安装成功后会成为DNS服务器，当创建Service后，CoreDNS会将Service的名称与IP记录起来，这样Pod就可以通过向CoreDNS查询Service的名称获得Service的IP地址。

访问时通过nginx.<namespace>.svc.cluster.local访问，其中nginx为Service的名称，<namespace>为命名空间名称，svc.cluster.local为域名后缀，在实际使用中，可以省略<namespace>.svc.cluster.local，直接使用Service的名称即可。

例如上面创建的名为nginx的Service，直接通过“nginx:8080”就可以访问到Service，进而访问后台Pod。

使用ServiceName的方式有个主要的优点就是可以在开发应用程序时可以将ServiceName写在程序中，这样无需感知具体Service的IP地址。

注意

CoreDNS插件占用计算资源，共2个Pod，每个Pod占用0.5核1G的资源，您需要为此付费。

LoadBalancer 类型的 Service

现在您知道可以创建ClusterIP类型的Service，通过Service的IP可以访问到Service后端的Pod。

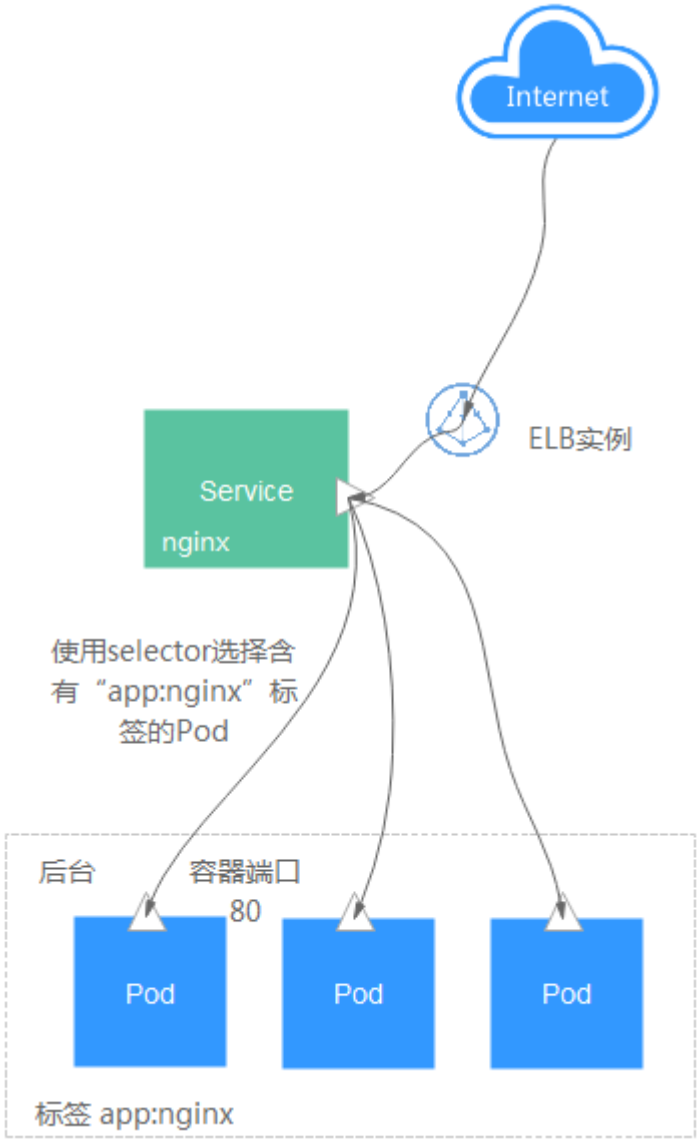
云容器实例同时还支持创建LoadBalancer类型的Service，将**增强型ELB实例**与Service绑定，这样访问ELB实例的流量就会访问到Service。

ELB实例根据IP地址不同可以分为私网ELB实例和公网ELB实例，区别在于公网ELB实例绑定了一个公网IP，您可以根据需要选择。您可以调用**创建负载均衡器（增强型）**创建ELB实例，更方便的方法是通过**ELB控制台**创建增强型ELB实例。

说明

ELB实例必须与Service在同一个VPC内，否则无法绑定。

图 7-3 LoadBalancer Service



下面是一个创建LoadBalancer类型的Service。创建完成后，可以通过ELB的IP:Port访问到后端Pod。

```
apiVersion: v1
kind: Service
metadata:
  name: nginx
  annotations:
    kubernetes.io/elb.id: 77e6246c-a091-xxxx-xxxx-789baa571280  # ELB的ID
    tenant.kubernetes.io/project-id: a9cab8xxxxxxxxxxxxxxx41c0aeb  # 项目ID
    tenant.kubernetes.io/domain-id: 65382xxxxxxxxxxxxxxxxxe684b  # 账号ID
```

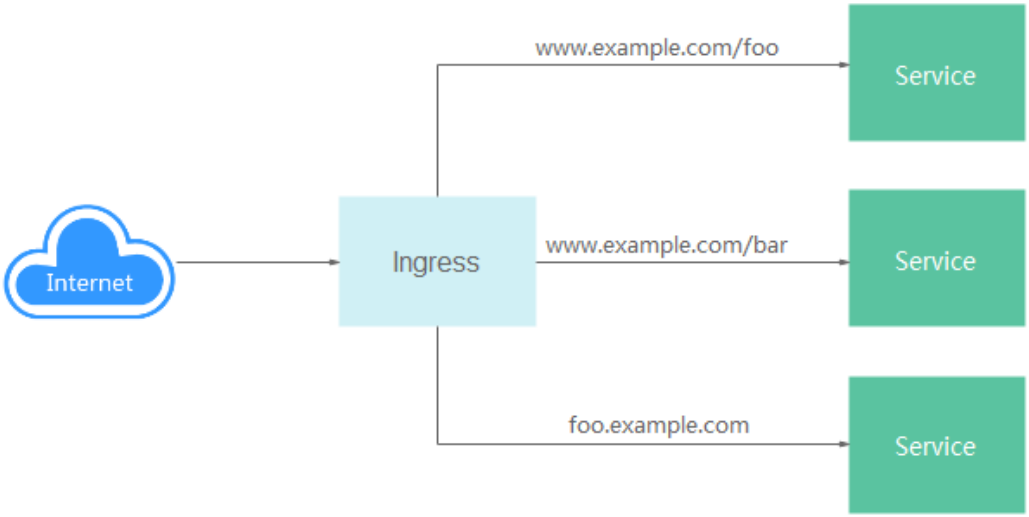
```
spec:
  selector:
    app: nginx
  ports:
  - name: service0
    targetPort: 80
    port: 8080          # ELB访问端口
    protocol: TCP
  type: LoadBalancer    # Service的类型
```

7.2 Ingress

上一节中讲了创建LoadBalancer类型的Service，使用ELB实例从外部访问Pod。

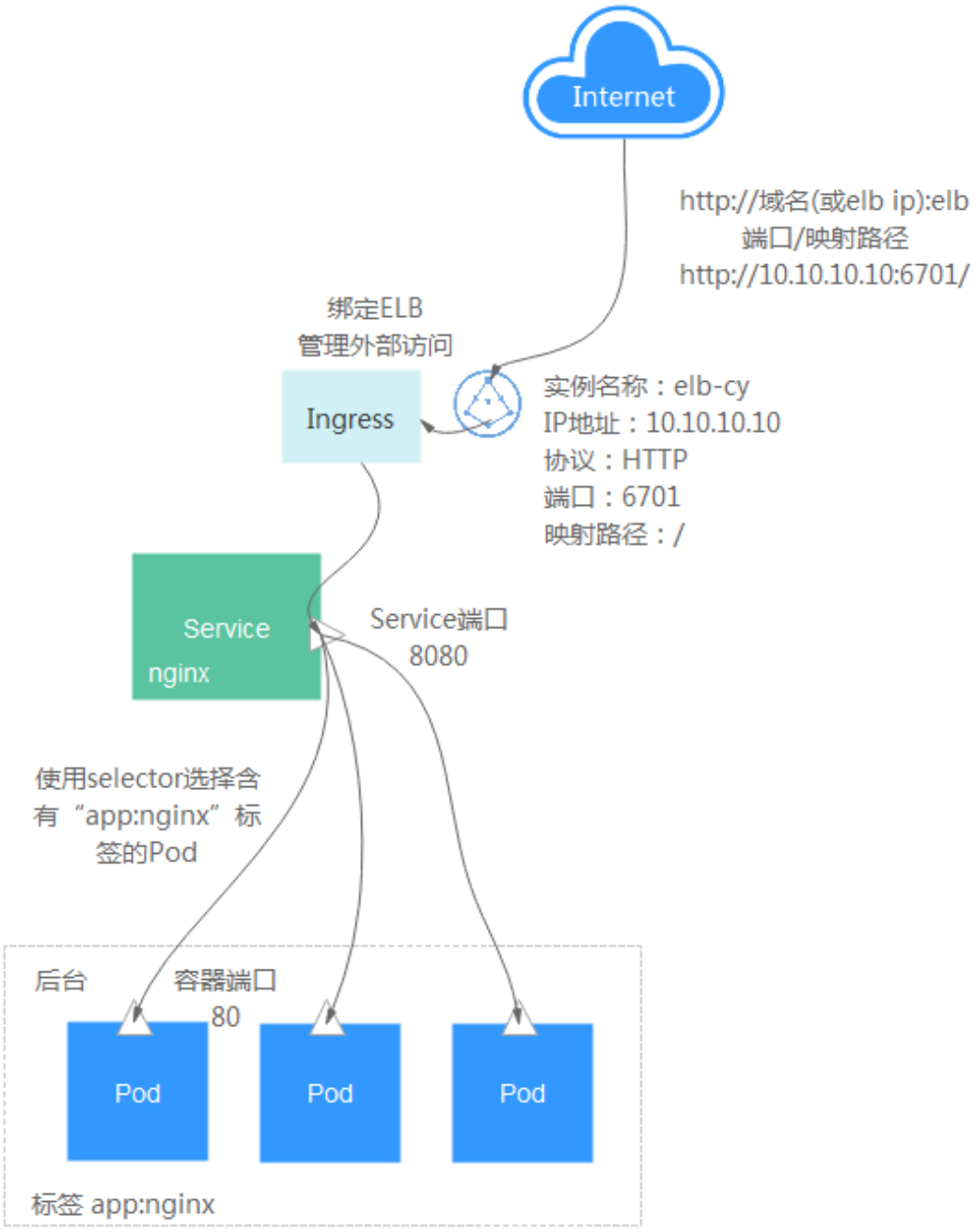
但是Service是基于四层TCP和UDP协议转发的，Ingress可以基于七层的HTTP和HTTPS协议转发，可以通过域名和路径做到更细粒度的划分，如下图所示。

图 7-4 Ingress-Service



在云容器实例中，使用Ingress绑定ELB的IP和端口，实现外部访问，如图7-5所示。

图 7-5 Ingress



ELB 实例

Ingress支持绑定增强型ELB实例，您可以调用**创建负载均衡器（增强型）**创建ELB实例，更方便的方法是通过**ELB控制台**创建增强型ELB实例。

ELB实例根据IP地址不同可以分为私网ELB实例和公网ELB实例，区别在于公网ELB实例绑定了一个公网IP，您可以根据需要选择。

创建 Ingress

下面例子中，使用http协议，关联的backend为“nginx:8080”，当访问“http://10.10.10.10:6071/”时，流量转发“nginx:8080”对应的Service，从而放到都对应负载中的Pod。

```
apiVersion: extensions/v1beta1                                  # Ingress的版本
kind: Ingress
metadata:
  name: nginx
  labels:
    app: nginx
    isExternal: "true"   # 必选参数，取值必须为 "true"
    zone: data         # 数据平面模式，必选参数，取值必须为data
  annotations:
    kubernetes.io/elb.id: 2d48d034-6046-48db-8bb2-53c67e8148b5   # ELB实例的ID，必选参数
    kubernetes.io/elb.ip: 192.168.137.182                        # ELB实例的IP，可选参数
    kubernetes.io/elb.port: '6071'                               # ELB实例的端口，必选参数
spec:
  rules:                                                         # 路由规则
  - http:                                                        # 使用http协
议
      paths:
      - path: /                                                  # 路由
        backend:
          serviceName: nginx                                     # 转发到的Service名称
          servicePort: 8080                                      # 转发到的Service端口
```

Ingress中还可以设置外部域名，这样您就可以通过域名来访问到ELB，进而访问到后端服务。

说明

域名访问依赖于域名解析，需要您将域名解析指向ELB实例的IP地址，例如您可以使用**云解析服务 DNS**来实现域名解析。

```
spec:
  rules:
  - host: www.example.com       # 域名
    http:
      paths:
      - path: /
        backend:
          serviceName: nginx
          servicePort: 80
```

路由到多个服务

Ingress可以同时路由到多个服务，配置如下所示。

- 当访问“http://foo.bar.com/foo”时，访问的是“s1:80”后端。
- 当访问“http://foo.bar.com/bar”时，访问的是“s2:80”后端。

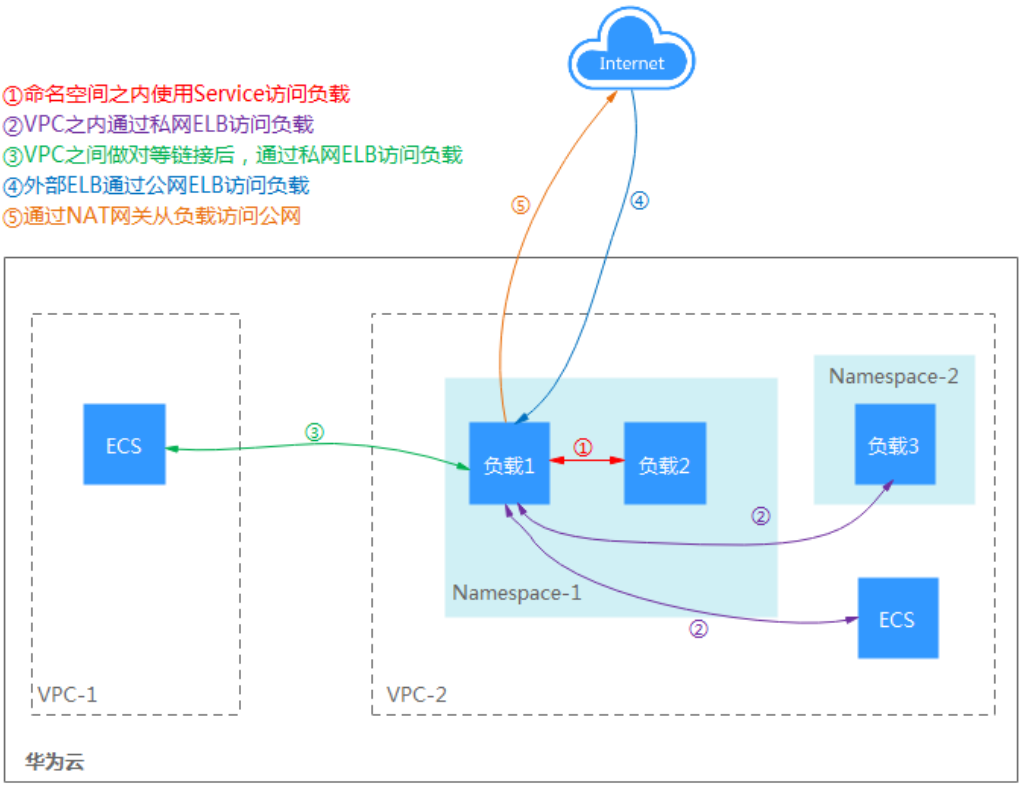
```
spec:
  rules:
  - host: foo.bar.com          # host地址
    http:
      paths:
      - path: "/foo"
        backend:
          serviceName: s1
          servicePort: 80
      - path: "/bar"
        backend:
          serviceName: s2
          servicePort: 80
```


7.3 网络访问场景

在前面两节中介绍了如何通过Service和Ingress访问Pod，本节总结一下云容器实例中Pod的访问场景，如图7-6所示，访问负载可以分为如下几种场景，每种场景下可以使用Service和Ingress来解决访问问题。

1. 同一个命名空间中的负载相互访问：只需创建Service，使用“服务名称:服务端口”访问负载。
2. 同一个VPC内资源互相访问：直接访问Service的IP地址，或者通过Ingress绑定私网ELB，使用私网ELB的IP访问负载。
3. 不同VPC内资源互相访问：不同VPC内，可以选择创建VPC对等连接，使得两个VPC之间网络互通，在访问时通过Service的IP地址或私网ELB访问负载。
4. 从公网访问负载：从华为云外部访问负载，需要通过Ingress绑定公网ELB，通过ELB的IP访问负载。
5. 从负载中访问公网：通过在NAT网关服务中配置SNAT规则，使得容器能够访问公网，具体配置方法请参见从容器访问公网。

图 7-6 网络访问示意图



7.4 就绪探针（Readiness probe）

一个新Pod创建后，Service就能立即选择到它，并会把请求转发给Pod，那问题就来了，通常一个Pod启动是需要时间的，如果Pod还没准备好（可能需要时间来加载配置或数据，或者可能需要执行 一个预热程序之类），这时把请求转给Pod的话，Pod也无法处理，造成请求失败。

Kubernetes中解决这个问题的方法就是给Pod加一个业务就绪探针Readiness Probe，当检测到Pod就绪后才允许Service请求转给Pod。

Readiness Probe同样是周期性的检测Pod，然后根据响应来判断Pod是否就绪，与**4.5 存活探针（liveness probe）**相同，云容器实例中也支持两种类型的Readiness Probe。

- HTTP GET：往容器的IP:Port发送HTTP GET请求，如果probe收到2xx或3xx，说明已经就绪。
- Exec：probe执行容器中的命令并检查命令退出的状态码，如果状态码为0则说明已经就绪。

Readiness Probe 的工作原理

如果调用kubectl describe命令查看Service的信息，您会看下如下信息。

```
$ kubectl describe svc nginx
Name:              nginx
......
Endpoints:         192.168.113.81:80,192.168.165.64:80,192.168.198.10:80
......
```

可以看到一个Endpoints，Endpoints同样也是Kubernetes的一种资源对象，可以查询得到。

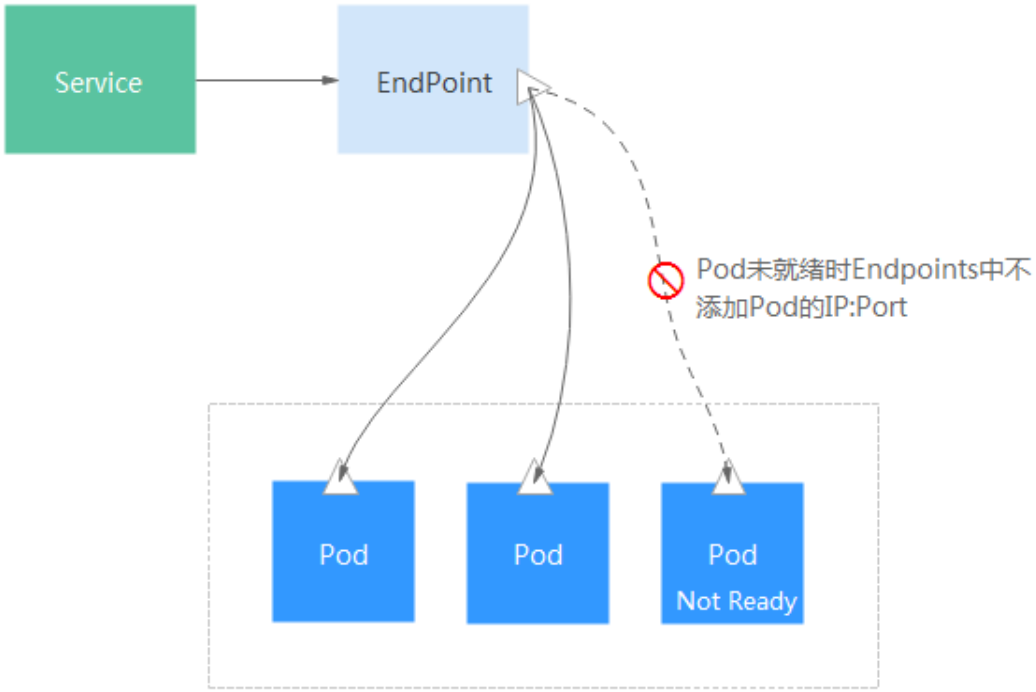
```
$ kubectl get endpoints
NAME         ENDPOINTS                                            AGE
nginx        192.168.113.81:80,192.168.165.64:80,192.168.198.10:80   14m
```

这里的192.168.113.81:80是Pod的IP:Port，通过如下命令可以查看到Pod的IP，与上面的IP一致。

```
# kubectl get pods -o wide
NAME                     READY     STATUS    RESTARTS   AGE
IP
nginx-55c54cc5c7-49chn   1/1       Running   0          1m        192.168.198.10
nginx-55c54cc5c7-x87lb   1/1       Running   0          1m        192.168.165.64
nginx-55c54cc5c7-xp4c5   1/1       Running   0          1m        192.168.113.81
```

通过Endpoints就可以实现Readiness Probe的效果，当Pod还未就绪时，将Pod的IP:Port在Endpoints中删除，Pod就绪后再加入到Endpoints中，如下图所示。

图 7-7 Readiness Probe 的实现原理



Exec

Exec方式与HTTP GET方式一致，如下所示，这个探针执行**ls /ready**命令，如果这个文件存在，则返回0，说明Pod就绪了，否则返回其他状态码。

```
apiVersion: apps/v1
kind: Deployment
metadata:
  name: nginx
spec:
  replicas: 3
  selector:
    matchLabels:
      app: nginx
  template:
    metadata:
      labels:
        app: nginx
    spec:
      containers:
      - image: nginx:latest
        name: container-0
        resources:
          limits:
            cpu: 500m
            memory: 1024Mi
          requests:
            cpu: 500m
            memory: 1024Mi
        readinessProbe:      # Readiness Probe
          exec:              # 定义 ls /ready 命令
            command:
            - ls
            - /ready
      imagePullSecrets:
      - name: imagepull-secret
```


将上面Deployment的定义保存到deploy-read.yaml文件中，删除之前创建的Deployment，用deploy-read.yaml创建这个Deployment。

```
# kubectl delete deploy nginx
deployment.apps "nginx" deleted

# kubectl create -f deploy-read.yaml
deployment.apps/nginx created
```

这里由于nginx镜像不包含 /ready 这个文件，所以在创建完成后容器不在Ready状态，如下所示，注意READY这一列的值为0/1，表示容器没有Ready。

```
# kubectl get po
NAME                     READY     STATUS    RESTARTS   AGE
nginx-7955fd7786-686hp   0/1       Running   0          7s
nginx-7955fd7786-9tgwq   0/1       Running   0          7s
nginx-7955fd7786-bqsbj   0/1       Running   0          7s
```

再次查看Service，发现Endpoints一行的值为空，表示没有Endpoints。

```
$ kubectl describe svc nginx
Name:              nginx
......
Endpoints:
......
```

如果此时给容器中创建一个 /ready 的文件，让Readiness Probe成功，则容器会处于Ready状态。再查看Pod和Endpoints，发现创建了/ready文件的容器已经Ready，Endpoints也已经添加。

```
# kubectl exec nginx-7955fd7786-686hp -- touch /ready

# kubectl get po -o wide
NAME                     READY     STATUS    RESTARTS   AGE       IP
nginx-7955fd7786-686hp   1/1       Running   0          10m       192.168.93.169
nginx-7955fd7786-9tgwq   0/1       Running   0          10m       192.168.166.130
nginx-7955fd7786-bqsbj   0/1       Running   0          10m       192.168.252.160

# kubectl get endpoints
NAME       ENDPOINTS           AGE
nginx      192.168.93.169:80   14d
```

HTTP GET

Readiness Probe的配置与**存活探针（livness probe）**一样，都是在 Pod Template 的 containers 里面，如下所示，这个Readiness Probe向Pod发送HTTP请求，当Probe收到2xx或3xx返回时，说明Pod已经就绪，这

```
apiVersion: apps/v1
kind: Deployment
metadata:
  name: nginx
spec:
  replicas: 3
  selector:
    matchLabels:
      app: nginx
  template:
    metadata:
      labels:
        app: nginx
    spec:
      containers:
      - image: nginx:latest
        name: container-0
        resources:
          limits:
```



```
          cpu: 500m
          memory: 1024Mi
        requests:
          cpu: 500m
          memory: 1024Mi
      readinessProbe:           # readinessProbe
        httpGet:                # HTTP GET定义
          path: /read
          port: 80
    imagePullSecrets:
    - name: imagepull-secret
```

Readiness Probe 高级配置

与Liveness Probe相同，Readiness Probe也有同样的高级配置选项，上面nginx Pod的describe命令回显有中有如下行。

```
Readiness: exec [ls /var/ready] delay=0s timeout=1s period=10s #success=1 #failure=3
```

这一行表示readiness probe的具体参数配置，其含义如下：

- delay=0s 表示容器启动后立即开始探测，没有延迟时间
- timeout=1s 表示容器必须在1s内做出相应反馈给probe，否则视为探测失败
- period=10s 表示每10s探测一次
- #success=1 表示探测连续1次成功表示成功
- #failure=3 表示探测连续3次失败后会重启容器

这些是创建时默认设置的，您也可以手动配置，如下所示。

```
      readinessProbe:      # Readiness Probe
        exec:              # 定义 ls /readiness/ready 命令
          command:
          - ls
          - /readiness/ready
        initialDelaySeconds: 10    # 容器启动后多久开始探测
        timeoutSeconds: 2          # 表示容器必须在2s内做出相应反馈给probe，否则视为探测失败
        periodSeconds: 30          # 探测周期，每30s探测一次
        successThreshold: 1        # 连续探测1次成功表示成功
        failureThreshold: 3        # 连续探测3次失败表示失败
```


8 使用 PersistentVolumeClaim 申请持久化存储

云容器实例当前支持在容器中使用如下三种持久化存储。

- 云硬盘（Elastic Volume Service，EVS），EVS是一种块存储服务，提供高I/O（sas）、超高I/O（ssd）和普通I/O（sata）三种类型云硬盘。
- 弹性文件服务（Scalable File Service，SFS），SFS提供共享的文件存储，支持标准文件协议类型（nfs-rw）。
- 对象存储服务（Object Storage Service，OBS），OBS是一个基于对象的海量存储服务，为客户提供海量、安全、高可靠、低成本的数据存储能力。

上面三种存储中，OBS的使用方式最为直接，云容器实例当前支持直接以SDK方式使用对象存储服务（OBS）。您可以在应用程序中使用SDK方式使用OBS，将应用程序打包成Docker镜像，在云容器实例中使用镜像创建负载。OBS的SDK的下载及使用方法请参见**https://developer.huaweicloud.com/sdk?OBS**。

EVS和SFS的使用有个挂载的过程，下面将介绍如何使用EVS和SFS。

PersistentVolumeClaim（PVC）

Kubernetes提供PVC专门用于持久化存储的申请，PVC可以让您无需关心底层存储资源如何创建、释放等动作，而只需要申明您需要何种类型的存储资源、多大的存储空间。

在实际使用中，您可以通过Pod中的Volume来关联PVC，通过PVC使用持久化存储，如图8-1所示。

图 8-1 使用持久化存储

创建 PVC

您可以通过如下定义创建PVC，这个定义申请了一块大小为1G的SATA型云硬盘。


```
apiVersion: v1
kind: PersistentVolumeClaim     # 资源类型
metadata:
  name: pvc-test                # PVC名称
spec:
  accessModes:
  - ReadWriteMany               # 访问模式
  resources:
    requests:
      storage: 1Gi              # 存储的大小
  storageClassName: sata        # 存储类型
```

accessModes为存储访问模式，支持如下3种模式：

- ReadWriteOnce：可以被单个节点以读/写模式挂载
- ReadOnlyMany：可以被多个节点以只读模式挂载
- ReadWriteMany：可以被多个节点以读/写模式挂载

storageClassName表示申请的存储类型，当前支持如下4个参数：

- sata：SATA（普通I/O）型EVS硬盘
- sas：SAS（高I/O）型EVS硬盘
- ssd：SSD（超高I/O）型EVS硬盘
- nfs-rw：标准文件协议类型SFS文件存储

使用 PVC

使用PVC申请到存储资源后，您可以在Pod中使用Volume来关联PVC，并将Volume挂载到容器中使用。

下面是的示例中说明了PVC如何在Pod中使用，这个Pod定义了一个名为“pvc-test-example”的Volume，并将这个Volume挂载到容器的“/tmp/volume0”路径，这样您写入到/tmp的数据就是写到名为pvc-test的PVC中，即上面申请的sata型云硬盘中。

```
apiVersion: v1
kind: Pod
metadata:
  name: nginx
  labels:
    app: nginx
spec:
  containers:
  - image: nginx:latest
    name: container-0
    resources:
      limits:
        cpu: 500m
        memory: 1024Mi
      requests:
        cpu: 500m
        memory: 1024Mi
    volumeMounts:
    - mountPath: "/tmp/volume0"   # 将PVC挂载到容器的/tmp/volume0路径
      name: pvc-test-example      # Volume的名称
  volumes:                        # 定义Volume，关联PVC
  - name: pvc-test-example
    persistentVolumeClaim:
      claimName: pvc-test         # PVC的名称
  imagePullSecrets:
  - name: imagepull-secret
```

当创建PVC申请文件存储（storageClassName设置为nfs-rw型）时，在volumeMounts中可设置挂载子路径，即文件存储根路径下子路径。


```
    volumeMounts:
    - mountPath: "/tmp/volume0"   # 将PVC挂载到容器的/tmp/volume0路径
      subPath: "abc"              # 文件存储根路径下子路径，如果不存在会自动在文件存储中创建。该子
路径必须为相对路径。
      name: pvc-test-example      # Volume的名称
```


9 使用 ConfigMap 和 Secret 提高配置灵活性

9.1 ConfigMap

ConfigMap是一种用于存储应用所需配置信息的资源类型，用于保存配置数据的键值对，可以用来保存单个属性，也可以用来保存配置文件。

通过ConfigMap可以方便的做到配置解耦，使得不同环境有不同的配置。相比环境变量，Pod中引用的ConfigMap可以做到实时更新，当您更新ConfigMap的数据后，Pod中引用的ConfigMap会同步刷新。

创建 ConfigMap

下面示例创建了一个名为configmap-test的ConfigMap，ConfigMap的配置数据在data字段下定义。

```
apiVersion: v1
kind: ConfigMap
metadata:
  name: configmap-test
data:                    # 配置数据
  property_1: Hello
  property_2: World
```

在环境变量中引用 ConfigMap

ConfigMap最为常见的使用方式就是在环境变量和Volume中引用。

例如下面例子中，引用了configmap-test的property_1，将其作为环境变量EXAMPLE_PROPERTY_1的值，这样容器启动后里面EXAMPLE_PROPERTY_1的值就是property_1的值，即“Hello”。

```
apiVersion: v1
kind: Pod
metadata:
  name: nginx
spec:
  containers:
  - image: nginx:latest
    resources:
      limits:
        cpu: 500m
        memory: 1024Mi
```



```
    requests:
      cpu: 500m
      memory: 1024Mi
  env:
  - name: EXAMPLE_PROPERTY_1
    valueFrom:
      configMapKeyRef:          # 引用ConfigMap
        name: configmap-test
        key: property_1
imagePullSecrets:
- name: imagepull-secret
```

在 Volume 中引用 ConfigMap

在Volume中引用ConfigMap，就是通过文件的方式直接将ConfigMap的每条数据填入Volume，每条数据是一个文件，键就是文件名，键值就是文件内容。

如下示例中，创建一个名为vol-configmap的Volume，这个Volume引用名为“configmap-test”的ConfigMap，再将Volume挂载到容器的“/tmp”路径下。Pod创建成功后，在容器的“/tmp”路径下，就有两个文件property_1和property_2，他们的值分别为“Hello”和“World”。

```
apiVersion: v1
kind: Pod
metadata:
  name: nginx
spec:
  containers:
  - image: nginx:latest
    resources:
      limits:
        cpu: 500m
        memory: 1024Mi
      requests:
        cpu: 500m
        memory: 1024Mi
    volumeMounts:
    - name: vol-configmap           # 挂载名为vol-configmap的Volume
      mountPath: "/tmp1"
  imagePullSecrets:
  - name: imagepull-secret
  volumes:
  - name: vol-configmap
    configMap:                      # 引用ConfigMap
      name: configmap-test
```

9.2 Secret

Secret是一种加密存储的资源对象，您可以将认证信息、证书、私钥等保存在密钥中，从而解决了密码、token、密钥等敏感数据的配置问题，而不需要把这些敏感数据暴露到镜像或者Pod Spec中，只需在容器启动时以环境变量等方式加载到容器中。

Secret与ConfigMap非常像，都是key-value键值对形式，使用方式也相同，不同的是Secret会加密存储，所以适用于存储敏感信息。

Base64 编码

Secret与ConfigMap相同，是以键值对形式保存数据，所不同的是在创建时，Secret的Value必须使用Base64编码。

对字符串进行Base64编码，可以直接使用“echo -n 要编码的内容 | base64”命令即可，示例如下：


```
root@ubuntu:~# echo -n "3306" | base64
MzMwNg==
```

创建 Secret

如下示例中定义的Secret中包含两条Key-Value。

```
apiVersion: v1
kind: Secret
metadata:
  name: mysecret
data:
  key1: VkZNME0wVlpVbEpQVHpGTFdrSkRWVWhCV2s5T1ZrNUxUVlZNUjBzMFRWcElVMFpVUkVWV1N3PT0=    # Base64编码
后的值
  key2: T0VkR1RGRlZVRlpVU2xCWFdUZFBVRUZCUmtzPQ==                                          # Base64编码
后的值
```

在环境变量中引用 Secret

Secret最常见的用法是作为环境变量注入到容器中，如下示例。

```
apiVersion: v1
kind: Pod
metadata:
  name: nginx
spec:
  containers:
  - image: nginx:latest
    resources:
      limits:
        cpu: 500m
        memory: 1024Mi
      requests:
        cpu: 500m
        memory: 1024Mi
    env:
    - name: key
      valueFrom:
        secretKeyRef:
          name: mysecret
          key: key1
  imagePullSecrets:
  - name: imagepull-secret
```

在 Volume 中引用 Secret

在Volume中引用Secret，就是通过文件的方式直接将Secret的每条数据填入Volume，每条数据是一个文件，键就是文件名，键值就是文件内容。

如下示例中，创建一个名为vol-secret的Volume，这个Volume引用名为“mysecret”的Secret，再将Volume挂载到容器的“/tmp”路径下。Pod创建成功后，在容器的“/tmp”路径下，就有两个文件key1和key2，他们的值分别为“VkZNME0wVlpVbEpQVHpGTFdrSkRWVWhCV2s5T1ZrNUxUVlZNUjBzMFRWcElVMFpVUkVWV1N3PT0=”和“T0VkR1RGRlZVRlpVU2xCWFdUZFBVRUZCUmtzPQ==”。

```
apiVersion: v1
kind: Pod
metadata:
  name: nginx
spec:
  containers:
  - image: nginx:latest
    resources:
```



```
    limits:
      cpu: 500m
      memory: 1024Mi
    requests:
      cpu: 500m
      memory: 1024Mi
  volumeMounts:
  - name: vol-secret              # 挂载名为vol-secret的Volume
    mountPath: "/tmp"
imagePullSecrets:
- name: imagepull-secret
volumes:
- name: vol-secret
  secret:                         # 引用Secret
    secretName: mysecret
```


10 使用 Job 和 CronJob 创建任务负载

任务负载是负责批量处理短暂的一次性任务(short lived one-off tasks)，即仅执行一次的任务，它保证批处理任务的一个或多个 Pod 成功结束。

- 短时任务（Job）：是Kubernetes用来控制批处理型任务的资源对象。批处理业务与长期伺服业务（Deployment、Statefulset）的主要区别是批处理业务的运行有头有尾，而长期伺服业务在用户不停止的情况下永远运行。Job管理的Pod根据用户的设置把任务成功完成就自动退出（Pod自动删除）。
- 定时任务（CronJob）：是基于时间的Job，就类似于Linux系统的crontab文件中的一行，在指定的时间周期运行指定的Job。

任务负载的这种用完即停止的特性特别适合一次性任务，比如持续集成，配合云容器实例按秒计费，真正意义上做到按需使用。

创建 Job

以下是一个Job配置，其计算π到2000位并打印输出。Job结束需要运行50个Pod，这个示例中就是打印π 50次，并行运行5个Pod，Pod如果失败最多重试5次。

```
apiVersion: batch/v1
kind: Job
metadata:
  name: pi-with-timeout
spec:
  completions: 50            # 运行的次数，即Job结束需要成功运行的Pod个数
  parallelism: 5             # 并行运行Pod的数量，默认为1
  backoffLimit: 5            # 表示失败Pod的重试最大次数，超过这个次数不会继续重试。
  activeDeadlineSeconds: 10  # 表示Pod超期时间，一旦达到这个时间，Job即其所有的Pod都会停止。
  template:                  # Pod定义
    spec:
      containers:
      - name: pi
        image: perl
        command:
        - perl
        - "-Mbignum=bpi"
        - "-wle"
        - print bpi(2000)
      restartPolicy: Never
```

根据completions和parallelism的设置，可以将Job划分为以下几种类型。

表 10-1 任务类型

Job类型	说明	使用示例
一次性Job	创建一个Pod直至其成功结束	数据库迁移
固定结束次数的Job	依次创建一个Pod运行直至completions个成功结束	处理工作队列的Pod
固定结束次数的并行Job	依次创建多个Pod运行直至completions个成功结束	多个Pod同时处理工作队列
并行Job	创建一个或多个Pod直至有一个成功结束	多个Pod同时处理工作队列

创建 CronJob

相比Job，CronJob就是一个加了定时的Job，CronJob执行时是在指定的时间创建出Job，然后由Job创建出Pod。

```
apiVersion: batch/v1beta1
kind: CronJob
metadata:
  name: cronjob-example
spec:
  schedule: "0,15,30,45 * * * *"            # 定时相关配置
  jobTemplate:                              # Job的定义
    spec:
      template:
        spec:
          restartPolicy: OnFailure
          containers:
          - name: main
            image: pi
```

cron的格式从前到后就是：

- Minute
- Hour
- Day of month
- Month
- Day of week

如 "0,15,30,45 * * * * "，前面逗号隔开的是分钟，后面第一个* 表示每小时，第二个 * 表示每个月的哪天，第三个表示每月，第四个表示每周的哪天。

如果你想要每个月的第一天里面每半个小时执行一次，那就可以设置为" 0,30 * 1 * * "
如果你想每个星期天的3am执行一次任务，那就可以设置为 "0 3 * * 0"。

更详细的cron格式说明请参见**https://zh.wikipedia.org/wiki/Cron**。

A YAML 语法

YAML 是一种简洁强大的语言，它的设计目标是便于设计和使用人员阅读。

基本语法规则

- 大小写敏感。
- 使用缩进表示层级关系。
- 缩进时不允许使用Tab键，只允许使用空格。
- 缩进的空格数目不重要，要求相同层级的元素左侧对齐。
- 使用#表示注释。

YAML 支持三种数据结构

- 对象：键值对的集合，又称为映射（mapping）/ 哈希（hashes）/ 字典（dictionary）。
- 数组：一组按次序排列的值，又称为序列（sequence） / 列表（list）。
- 纯量（scalars）：数据最小的单位， 单个的、不可再分的值。

对象

对象是一组键值对（key: value，冒号后面必须有一个空格或换行），合法的表示方法如下：

```
animal: pets
plant:
  tree
```

也可以将多个键值对写成一个行内对象：

```
hash: {name: Steve, foo: bar}
```

下面这种情况会出错

```
foo: somebody said I should put a colon here: so I did
windows_drive: c:
```

用引号括起来就没有问题，如下所示

```
foo: 'somebody said I should put a colon here: so I did'
windows_drive: 'c:'
```


数组

数组使用连字符和空格“- ”表示，合法的表示方法如下：

```
animal:
- Cat
- Dog
- Goldfish
```

也可使用行内表示法：

```
animal: [Cat, Dog, Goldfish]
```

对象和数组可以嵌套使用，形成复合结构：

```
languages:
 - Ruby
 - Perl
 - Python
websites:
 YAML: yaml.org
 Ruby: ruby-lang.org
 Python: python.org
 Perl: use.perl.org
```

纯量

纯量的数据类型有字符串、布尔值、整数、浮点数、Null、时间、日期。

- 字符串表示：

  字符串默认不使用引号表示：

  ```
  str: This_is_a_line
  ```

  如果字符串之中包含空格或特殊字符，需要放在引号之中：

  ```
  str: 'content: a string'
  ```

  单引号和双引号都可以使用，两者区别是单引号可以识别转义字符：双引号不会对特殊字符转义:↵

  ```
  s1: 'content:\n a string'
  s2: "content:\n a string"
  ```

  单引号之中如果还有单引号，必须连续使用两个单引号转义。

  ```
  str: 'labor''s day'
  ```

  字符串可以写成多行，从第二行开始，必须有一个单空格缩进。换行符会被转为空格。

  ```
  str: This_is
   a_multi_line
  ```

- 整数表示：

  ```
  int_value: 314
  ```

- 浮点型表示：

  ```
  float_value: 3.14
  ```

- Null表示：

  ```
  parent: ~
  ```

- 时间表示：

  时间采用ISO8601格式。

  ```
  iso8601: 2018-12-14t21:59:43.10-05:00
  ```

- 日期表示：

  日期采用复合ISO8601格式的年、月、日表示。

  ```
  date: 1976-07-31
  ```

一些特殊符号

- “---”表示一个Yaml文件的开始，“...”表示一个Yaml文件的结束。

```
---
# 一个美味水果的列表
- Apple
- Orange
- Strawberry
- Mango
...
```

- 对于整数型、浮点型、布尔型数据用两个感叹号“!!”进行强制转换：

```
strbool: !!str true
strint: !!str 10
```

- 多行字符串可以使用“|”保留换行符，也可以使用“>”折叠换行。这两个符号是Yaml中字符串经常使用的符号。

```
this: |
 Foo
 Bar
that: >
 Foo
 Bar
```

对应的对象为：

```
{ this: 'Foo\nBar\n', that: 'Foo Bar\n' }
```

一般**YAML 语言教程**推荐使用“|”就能够满足大多数场景了。

注释

YAML支持注释，这是YAML相比JSON的一个优点。

YAML的注释使用“#”开头，如下所示。

```
languages:
 - Ruby                 # 这是Ruby语言
 - Go                   # 这是Go语言
 - Python               # 这是Python语言
```

参考文档

- **YAML 1.2 规格**
- **Ansible YAML Syntax**
- **YAML 语言教程**