使用Trident

Trident

NetApp
February 02, 2026

This PDF was generated from https://docs.netapp.com/zh-cn/trident/trident-use/worker-node-prep.html on February 02, 2026. Always check docs.netapp.com for the latest.

目录

使用Trident 1
准备工作节点 1
选择合适的工具 1
节点服务发现 1
NFS volumes 2
iSCSI 卷 2
NVMe/TCP卷 6
基于FC卷的SCSI 7
准备配置SMB卷 9
配置和管理后端 10
配置后端 10
Azure NetApp Files 10
Google Cloud NetApp卷 29
配置 NetApp HCI 或 SolidFire 后端 45
ONTAP SAN 驱动程序 50
ONTAP NAS 驱动程序 77
适用于 NetApp ONTAP 的 Amazon FSX 111
使用 kubectl 创建后端 142
管理后端 148
创建和管理存储类 158
创建存储类。 158
管理存储类 161
配置和管理卷 163
配置卷 163
展开卷 166
导入卷 177
自定义卷名称和标签 187
在命名空间之间共享NFS卷 190
跨命名空间克隆卷 194
使用SnapMirror复制卷 196
使用 CSI 拓扑 202
使用快照 210
使用卷组快照 218

使用Trident

准备工作节点

Kubernetes集群中的所有工作节点都必须能够挂载为Pod配置的卷。要准备工作节点、必须根据您选择的驱动程序安装NFS、iSCSI、NVMe/TCP或FC工具。

选择合适的工具

如果您使用的是驱动程序组合、则应安装驱动程序所需的所有工具。默认情况下、最新版本的Red Hat Enterprise Linux CoreTM OS (RHCOS)已安装这些工具。

NFS工具

"安装NFS工具"如果您正在使用： `ontap-nas` ， `ontap-nas-economy` ， `ontap-nas-flexgroup` ， 或者 `azure-netapp-files`。

iSCSI工具

"安装iSCSI工具" 如果您使用的是： `ontap-san`， `ontap-san-economy`， `solidfire-san`。

NVMe工具

"安装NVMe工具" 如果您使用的是 `ontap-san` 适用于基于TCP (NVMe/TCP)协议的非易失性内存标准(NVMe)。

> NetApp建议对NVMe/TCP使用ONTAP 9.12或更高版本。

基于**FC**的**SCSI**工具

请参见"配置FC和FC-NVMe SAN主机的方式()"有关配置FC和FC-NVMe SAN主机的详细信息、。

"安装FC工具"如果您使用的是 `ontap-san`\`sanType `fcp` (基于FC的SCSI)。

注意事项：* OpenShift和KubeVirt环境支持基于FC的SCSI。* Docker不支持基于FC的SCSI。* iSCSI自我修复不适用于基于FC的SCSI。

SMB工具

"准备配置SMB卷" 如果您正在使用： `ontap-nas` 为 SMB 提供卷。

节点服务发现

Trident会尝试自动检测节点是否可以运行iSCSI或NFS服务。

> 节点服务发现可识别已发现的服务、但无法保证服务已正确配置。相反、如果没有发现的服务、则无法保证卷挂载将失败。

查看事件

Trident会为此节点创建事件以确定发现的服务。要查看这些事件、请运行：

```
kubectl get event -A --field-selector involvedObject.name=<Kubernetes node
name>
```

查看发现的服务

Trident标识为Trident节点CR上的每个节点启用的服务。要查看发现的服务、请运行：

```
tridentctl get node -o wide -n <Trident namespace>
```

NFS volumes

使用适用于您的操作系统的命令安装NFS工具。确保NFS服务已在启动期间启动。

RHEL 8+

```
sudo yum install -y nfs-utils
```

Ubuntu

```
sudo apt-get install -y nfs-common
```

安装NFS工具后重新启动工作节点、以防止在将卷连接到容器时失败。

iSCSI 卷

Trident可以自动建立iSCSI会话、扫描LUN、发现多路径设备、对其进行格式化并将其挂载到Pod。

iSCSI自我修复功能

对于ONTAP系统、Trident每五分钟运行一次iSCSI自我修复、以便：

1. *确定*所需的iSCSI会话状态和当前的iSCSI会话状态。
2. 将所需状态与当前状态进行比较、以确定所需的修复。Trident确定修复优先级以及何时抢占修复。
3. 需要执行*修复*才能将当前iSCSI会话状态恢复为所需的iSCSI会话状态。

自我修复活动日志位于相应的Demonset Pod上的容器中 `trident-main`。要查看日志、必须在Trident安装期间将设置 `debug`为"TRUE"。

Trident iSCSI自我修复功能有助于防止：

- 在网络连接问题描述 之后可能发生的陈旧或运行不正常的iSCSI会话。如果会话陈旧、Trident将等待七分钟后再注销、以便重新建立与门户的连接。

> 例如、如果在存储控制器上轮换了CHAP密钥、而网络断开了连接、则旧的(*stal*) CHAP密钥可能会持续存在。自修复功能可以识别此问题、并自动重新建立会话以应用更新后的CHAP密码。

- 缺少iSCSI会话
- 缺少LUN

升级**Trident**前的注意事项

- 如果仅使用了每个节点的igroup (在23.04及更高版本中推出)、则iSCSI自我修复功能将对SCSI总线中的所有设备启动SCSI重新检查。
- 如果仅使用后端范围的igroup (自23.04起已弃用)、则iSCSI自行恢复功能将启动SCSI重新检查、以确定SCSI总线中的确切LUN ID。
- 如果混合使用了每个节点的igroub和后端范围的igroux、则iSCSI自我修复功能将对SCSI总线中的确切LUN ID启动SCSI重新检查。

安装**iSCSI**工具

使用适用于您的操作系统的命令安装iSCSI工具。

开始之前

- Kubernetes 集群中的每个节点都必须具有唯一的 IQN 。* 这是必要的前提条件 * 。
- 如果使用RHCOS 4.5或更高版本或其他与RHEL兼容的Linux分发版、请与结合使用 `solidfire-san` 驱动程序和Element OS 12：5或更早版本、请确保中的CHAP身份验证算法设置为MD5 `/etc/iscsi/iscsid.conf`。Element 12.7提供了符合FIPS的安全CHAP算法SHA1、SHA-256和SHA3-256。

  ```
  sudo sed -i 's/^\(node.session.auth.chap_algs\).*/\1 = MD5/'
  /etc/iscsi/iscsid.conf
  ```

- 如果将运行RHL/Red Hat Enterprise Linux Core-OS (RHOS)的工作节点与iSCSI PVs结合使用、请在StorageClass中指定 `discard`mountOption以执行实时空间回收。请参阅 "Red Hat 文档"。
- 确保您已升级到最新版本 `multipath-tools` 。

RHEL 8+

1. 安装以下系统软件包：

```
sudo yum install -y lsscsi iscsi-initiator-utils device-mapper-
multipath
```

2. 检查 iscsi-initiator-utils 版本是否为 6.2.0.877-2.el7 或更高版本：

```
rpm -q iscsi-initiator-utils
```

3. 将扫描设置为手动：

```
sudo sed -i 's/^\(node.session.scan\).*/\1 = manual/'
/etc/iscsi/iscsid.conf
```

4. 启用多路径：

```
sudo mpathconf --enable --with_multipathd y --find_multipaths n
```

> 确保 `/etc/multipath.conf`包含 `find_multipaths no`在下 `defaults`。

5. 确保 `iscsid` 和 `multipathd` 正在运行：

```
sudo systemctl enable --now iscsid multipathd
```

6. 启用并启动 `iSCSI`：

```
sudo systemctl enable --now iscsi
```

Ubuntu

1. 安装以下系统软件包：

```
sudo apt-get install -y open-iscsi lsscsi sg3-utils multipath-tools
scsitools
```

2. 检查 open-iscsi 版本是否为 2.0.877-5ubuntu2.10 或更高版本（对于双子系统）或 2.0.877-7.1ubuntu6.1 或更高版本（对于 Focal ）：

```
dpkg -l open-iscsi
```

3. 将扫描设置为手动：

```
sudo sed -i 's/^\(node.session.scan\).*/\1 = manual/'
/etc/iscsi/iscsid.conf
```

4. 启用多路径：

```
sudo tee /etc/multipath.conf <<-EOF
defaults {
    user_friendly_names yes
    find_multipaths no
}
EOF
sudo systemctl enable --now multipath-tools.service
sudo service multipath-tools restart
```

> 确保 `/etc/multipath.conf`包含 `find_multipaths no`在下 `defaults`。

5. 确保已启用并运行 `open-iscsi` 和 `multipath-tools`：

```
sudo systemctl status multipath-tools
sudo systemctl enable --now open-iscsi.service
sudo systemctl status open-iscsi
```

> 对于 Ubuntu 18.04，您必须先使用 `iscsiadm` 发现目标端口，然后再启动 `open-iscsi`， iSCSI 守护进程才能启动。您也可以将 `iscsi` 服务修改为自动启动 `iscsid`。

配置或禁用**iSCSI**自我修复

您可以配置以下Trident iSCSI自我修复设置来修复陈旧会话：

- **iSCSI**自我修复间隔：确定调用iSCSI自我修复的频率(默认值：5分钟)。您可以将其配置为通过设置较小的数字来提高运行频率、也可以通过设置较大的数字来降低运行频率。

> 将iSCSI自我修复间隔设置为0可完全停止iSCSI自我修复。建议不要禁用iSCSI自我修复；只有在iSCSI自我修复功能无法正常工作或出于调试目的时、才应禁用它。

- **iSCSI**自我修复等待时间：确定在注销运行状况不正常的会话并尝试重新登录之前iSCSI自我修复等待的时

间(默认值：7分钟)。您可以将其配置为较大的数字、以便确定为运行状况不正常的会话必须等待较长的时间才能注销、然后再尝试重新登录、或者配置为较小的数字以较早地注销和登录。

掌舵

要配置或更改iSCSI自我修复设置、请传递 `iscsiSelfHealingInterval` 和 `iscsiSelfHealingWaitTime` 舵安装或舵更新期间的参数。

以下示例将iSCSI自我修复间隔设置为3分钟、并将自我修复等待时间设置为6分钟：

```
helm install trident trident-operator-100.2506.0.tgz --set
iscsiSelfHealingInterval=3m0s --set iscsiSelfHealingWaitTime=6m0s -n
trident
```

Tridentctl

要配置或更改iSCSI自我修复设置、请传递 `iscsi-self-healing-interval` 和 `iscsi-self-healing-wait-time` 在安装或更新TRDentcdr期间的参数。

以下示例将iSCSI自我修复间隔设置为3分钟、并将自我修复等待时间设置为6分钟：

```
tridentctl install --iscsi-self-healing-interval=3m0s --iscsi-self
-healing-wait-time=6m0s -n trident
```

NVMe/TCP卷

使用适用于您的操作系统的命令安装NVMe工具。

- NVMe需要RHEL 9或更高版本。
- 如果Kubelnetes节点的内核版本太旧、或者NVMe软件包不适用于您的内核版本、您可能需要将节点的内核版本更新为具有NVMe软件包的版本。

RHEL 9

```
sudo yum install nvme-cli
sudo yum install linux-modules-extra-$(uname -r)
sudo modprobe nvme-tcp
```

Ubuntu

```
sudo apt install nvme-cli
sudo apt -y install linux-modules-extra-$(uname -r)
sudo modprobe nvme-tcp
```

验证安装

安装后、使用命令验证Kubenetes集群中的每个节点是否都具有唯一的NQN：

```
cat /etc/nvme/hostnqn
```

> Trident会修改此 `ctrl_device_tmo`值、以确保NVMe在路径发生故障时不会放弃此路径。请勿更改此设置。

基于FC卷的SCSI

现在、您可以在Trident中使用光纤通道(Fibre Channel、FC)协议来配置和管理ONTAP系统上的存储资源。

前提条件

为FC配置所需的网络和节点设置。

网络设置

1. 获取目标接口的WWPN。有关详细信息、请参见 "network interface show" 。
2. 获取启动程序(主机)上接口的WWPN。

   请参阅相应的主机操作系统实用程序。

3. 使用主机和目标的WWPN在FC交换机上配置分区。

   有关信息、请参见相应的交换机供应商文档。

   有关详细信息、请参见以下ONTAP文档：

   - "光纤通道和 FCoE 分区概述"
   - "配置FC和FC-NVMe SAN主机的方式()"

安装FC工具

使用适用于您的操作系统的命令安装FC工具。

- 如果将运行RHL/Red Hat Enterprise Linux Core-OS (RHOS)的工作节点与FC PVs结合使用、请在StorageClass中指定 `discard`mountOption以执行实时空间回收。请参阅 "Red Hat 文档"。

RHEL 8+

1. 安装以下系统软件包：

```
sudo yum install -y lsscsi device-mapper-multipath
```

2. 启用多路径：

```
sudo mpathconf --enable --with_multipathd y --find_multipaths n
```

> 确保 `/etc/multipath.conf`包含 `find_multipaths no`在下 `defaults`。

3. 确保 `multipathd`正在运行：

```
sudo systemctl enable --now multipathd
```

Ubuntu

1. 安装以下系统软件包：

```
sudo apt-get install -y lsscsi sg3-utils multipath-tools scsitools
```

2. 启用多路径：

```
sudo tee /etc/multipath.conf <<-EOF
defaults {
    user_friendly_names yes
    find_multipaths no
}
EOF
sudo systemctl enable --now multipath-tools.service
sudo service multipath-tools restart
```

> 确保 `/etc/multipath.conf`包含 `find_multipaths no`在下 `defaults`。

3. 确保 `multipath-tools`已启用且正在运行：

```
sudo systemctl status multipath-tools
```

准备配置SMB卷

您可以使用以下方式配置 SMB 卷 `ontap-nas` 司机。

> 您必须在SVM上同时配置NFS和SMB/CCIFS协议、才能为ONTAP内部集群创建 `ontap-nas-economy`SMB卷。如果未能配置其中任一协议、则发生原因 SMB卷创建将失败。

> `autoExportPolicy`SMB卷不支持。

开始之前

在配置SMB卷之前、您必须满足以下条件。

- 一个Kubernetes集群、其中包含一个Linux控制器节点以及至少一个运行Windows Server 2022的Windows工作节点。Trident仅支持挂载到Windows节点上运行的Pod的SMB卷。
- 至少一个包含Active Directory凭据的Trident密钥。生成密钥 `smbcreds`：

```
kubectl create secret generic smbcreds --from-literal username=user
--from-literal password='password'
```

- 配置为Windows服务的CSI代理。配置 `csi-proxy`、请参见 "GitHub：CSI代理" 或 "GitHub：适用于Windows的CSI代理" 适用于在Windows上运行的Kubernetes节点。

步骤

1. 对于内部ONTAP、您可以选择创建SMB共享、也可以选择Trident为您创建一个共享。

   > Amazon FSx for ONTAP需要SMB共享。

   您可以使用以下两种方式之一创建SMB管理共享 "Microsoft管理控制台" 共享文件夹管理单元或使用ONTAP命令行界面。要使用ONTAP 命令行界面创建SMB共享、请执行以下操作：

   a. 如有必要，为共享创建目录路径结构。

      。 `vserver cifs share create` 命令会在创建共享期间检查-path选项中指定的路径。如果指定路径不存在，则命令将失败。

   b. 创建与指定SVM关联的SMB共享：

      ```
      vserver cifs share create -vserver vserver_name -share-name
      share_name -path path [-share-properties share_properties,...]
      [other_attributes] [-comment text]
      ```

   c. 验证是否已创建共享：

      ```
      vserver cifs share show -share-name share_name
      ```

请参见 "创建 SMB 共享" 了解完整详细信息。

2. 创建后端时、必须配置以下内容以指定SMB卷。有关适用于ONTAP 后端的所有FSX配置选项、请参见 "适用于ONTAP 的FSX配置选项和示例"。

参数	Description	示例
`smbShare`	您可以指定以下选项之一：使用Microsoft管理控制台或ONTAP命令行界面创建的SMB共享的名称；允许Trident创建SMB共享的名称；或者、您可以将参数留空以防止对卷进行通用共享访问。对于内部ONTAP、此参数是可选的。此参数对于Amazon FSx for ONTAP后端为必填项、不能为空。	`smb-share`
`nasType`	*必须设置为 `smb``如果为空、则默认为 `nfs`。	`smb`
`securityStyle`	新卷的安全模式。必须设置为 **`ntfs`** 或 **`mixed`** 用于**SMB**卷。	`ntfs` 或 `mixed` 对于SMB卷
`unixPermissions`	新卷的模式。对于SMB卷、必须留空。	""

配置和管理后端

配置后端

后端用于定义Trident与存储系统之间的关系。它会告诉Trident如何与该存储系统通信、以及Trident如何从该存储系统配置卷。

Trident会自动从满足存储类定义的要求的后端提供存储池。了解如何为存储系统配置后端。

- "配置 Azure NetApp Files 后端"
- "配置Google Cloud NetApp卷后端"
- "配置 NetApp HCI 或 SolidFire 后端"
- "使用 ONTAP 或 Cloud Volumes ONTAP NAS 驱动程序配置后端"
- "使用 ONTAP 或 Cloud Volumes ONTAP SAN 驱动程序配置后端"
- "将Trident与Amazon FSx for NetApp ONTAP结合使用"

Azure NetApp Files

配置 **Azure NetApp Files** 后端

您可以将Azure NetApp Files配置为Trident的后端。您可以使用Azure NetApp Files后端连接NFS和SMB卷。Trident还支持使用托管身份对Azure Kubnetes Services (AKS)集群进行凭据管理。

Azure NetApp Files驱动程序详细信息

Trident提供了以下Azure NetApp Files存储驱动程序来与集群进行通信。支持的访问模式包括：*ReadWriteOnce*(RWO)、*ReadOnlyMany*(ROX)、*ReadWriteMany*(rwx)、*ReadWriteOncePod*(RWOP)。

驱动程序	协议	卷模式	支持的访问模式	支持的文件系统
`azure-netapp-files`	NFS SMB	文件系统	Rwo、ROX、rwx、RWOP	`nfs`， `smb`

注意事项

- Azure NetApp Files服务不支持小于50 GiB的卷。如果请求的卷较小、Trident会自动创建50 GiB卷。
- Trident仅支持挂载到Windows节点上运行的Pod的SMB卷。

AKS的受管身份

Trident支持"受管身份"Azure Kubnetes服务集群。要利用受管身份提供的简化凭据管理、您必须：

- 使用AKS部署的Kubbernetes集群
- 在AKS Kubbernetes集群上配置的受管身份
- 安装了Trident，其中包括要指定 `"Azure"`的 `cloudProvider`。

Trident 运算符

要使用Trident运算符安装Trident，请编辑 `tridentorchestrator_cr.yaml`以将设置 `cloudProvider`为 `"Azure"。例如：

```
apiVersion: trident.netapp.io/v1
kind: TridentOrchestrator
metadata:
  name: trident
spec:
  debug: true
  namespace: trident
  imagePullPolicy: IfNotPresent
  cloudProvider: "Azure"
```

掌舵

以下示例使用环境变量将Trident集安装 `cloudProvider`到`Azure `$CP`：

```
helm install trident trident-operator-100.2506.0.tgz --create
-namespace --namespace <trident-namespace> --set cloudProvider=$CP
```

<code>tridentctl</code>

以下示例将安装Trident并将标志设置 `cloudProvider`为 `Azure`：

```
tridentctl install --cloud-provider="Azure" -n trident
```

适用于**AKS**的云身份

通过云身份、Kubnetes Pod可以通过作为工作负载身份进行身份验证来访问Azure资源、而不是提供明确的Azure凭据。

要在Azure中利用云身份、您必须：

- 使用AKS部署的Kubbernetes集群
- 在AKS Kubelnetes集群上配置的工作负载身份和oidc-Issuer
- 已安装Trident、其中包括 `cloudProvider`用于指定 `"Azure"`和 `cloudIdentity`指定工作负载标识的

Trident 运算符

要使用Trident运算符安装Trident，请编辑 `tridentorchestrator_cr.yaml`以将设置为，并将 `cloudIdentity`设置 `cloudProvider`为 `"Azure" azure.workload.identity/client-id: xxxxxxxx-xxxx-xxxx-xxxx-xxxxxxxxxxx`。

例如：

```
apiVersion: trident.netapp.io/v1
kind: TridentOrchestrator
metadata:
  name: trident
spec:
  debug: true
  namespace: trident
  imagePullPolicy: IfNotPresent
  cloudProvider: "Azure"
  cloudIdentity: 'azure.workload.identity/client-id: xxxxxxxx-xxxx-
xxxx-xxxx-xxxxxxxxxxx' # Edit
```

掌舵

使用以下环境变量设置*云提供程序(CP)*和*云身份(CI)*标志的值：

```
export CP="Azure"
export CI="'azure.workload.identity/client-id: xxxxxxxx-xxxx-xxxx-xxxx-
xxxxxxxxxxx'"
```

以下示例将安装Trident并使用环境变量将设置 `cloudProvider`为`Azure` `$CP`、并使用环境变量 `$CI`设置 `cloudIdentity`：

```
helm install trident trident-operator-100.6.0.tgz --set
cloudProvider=$CP --set cloudIdentity="$CI"
```

<code>tridentctl</code>

使用以下环境变量设置*云提供程序*和*云身份*标志的值：

```
export CP="Azure"
export CI="azure.workload.identity/client-id: xxxxxxxx-xxxx-xxxx-xxxx-
xxxxxxxxxxx"
```

以下示例将安装Trident并将标志设置 `cloud-provider`为 `$CP`、和 `cloud-identity` `$CI`：

```
tridentctl install --cloud-provider=$CP --cloud-identity="$CI" -n
trident
```

准备配置**Azure NetApp Files** 后端

在配置Azure NetApp Files 后端之前、您需要确保满足以下要求。

NFS和**SMB**卷的前提条件

如果您是首次使用Azure NetApp Files 或在新位置使用、则需要进行一些初始配置来设置Azure NetApp Files 并创建NFS卷。请参见 "Azure：设置Azure NetApp Files 并创建NFS卷"。

配置和使用 "Azure NetApp Files" 后端，您需要满足以下要求：

> - `subscriptionID`， `tenantID`， `clientID`， `location`，和 `clientSecret` 在AKS集群上使用受管身份时为可选。
> - `tenantID`， `clientID`，和 `clientSecret` 在AKS集群上使用云标识时可选。

- 一个容量池。请参见 "Microsoft：为Azure NetApp Files 创建容量池"。
- 委派给Azure NetApp Files 的子网。请参见 "Microsoft：将子网委派给Azure NetApp Files"。
- `ssubscriptionID` 来自启用了 Azure NetApp Files 的 Azure 订阅。
- `tenantID`， `clientID`，和 `clientSecret` 从 "应用程序注册" 在 Azure Active Directory 中，具有足够的 Azure NetApp Files 服务权限。应用程序注册应使用以下任一项：
  - 所有者或贡献者角色 "由Azure预定义"。
  - "自定义贡献者角色"订阅级别(`assignableScopes`的)具有以下权限，这些权限仅限于Trident所需的权限。创建自定义角色后，"使用Azure门户分配角色"。

自定义贡献者角色

```
{
  "id": "/subscriptions/<subscription-
id>/providers/Microsoft.Authorization/roleDefinitions/<role-
definition-id>",
  "properties": {
    "roleName": "custom-role-with-limited-perms",
    "description": "custom role providing limited permissions",
    "assignableScopes": [
      "/subscriptions/<subscription-id>"
    ],
    "permissions": [
      {
        "actions": [
          "Microsoft.NetApp/netAppAccounts/capacityPools/read",
          "Microsoft.NetApp/netAppAccounts/capacityPools/write",

"Microsoft.NetApp/netAppAccounts/capacityPools/volumes/read",

"Microsoft.NetApp/netAppAccounts/capacityPools/volumes/write",

"Microsoft.NetApp/netAppAccounts/capacityPools/volumes/delete",

"Microsoft.NetApp/netAppAccounts/capacityPools/volumes/snapshots/
read",

"Microsoft.NetApp/netAppAccounts/capacityPools/volumes/snapshots/
write",

"Microsoft.NetApp/netAppAccounts/capacityPools/volumes/snapshots/
delete",

"Microsoft.NetApp/netAppAccounts/capacityPools/volumes/MountTarge
ts/read",
          "Microsoft.Network/virtualNetworks/read",
          "Microsoft.Network/virtualNetworks/subnets/read",

"Microsoft.Features/featureProviders/subscriptionFeatureRegistrat
ions/read",

"Microsoft.Features/featureProviders/subscriptionFeatureRegistrat
ions/write",

"Microsoft.Features/featureProviders/subscriptionFeatureRegistrat
```

```
ions/delete",
          "Microsoft.Features/features/read",
          "Microsoft.Features/operations/read",
          "Microsoft.Features/providers/features/read",

"Microsoft.Features/providers/features/register/action",

"Microsoft.Features/providers/features/unregister/action",

"Microsoft.Features/subscriptionFeatureRegistrations/read"
        ],
        "notActions": [],
        "dataActions": [],
        "notDataActions": []
      }
    ]
  }
}
```

- Azure `location` 至少包含一个 "委派子网"。自Trident 22.01日开始 `location` 参数是后端配置文件顶层的必填字段。在虚拟池中指定的位置值将被忽略。
- 以使用 `Cloud Identity`请获取 `client ID` 从A "用户分配的托管身份" 并在中指定此ID `azure.workload.identity/client-id: xxxxxxxx-xxxx-xxxx-xxxx-xxxxxxxxxxx`。

SMB卷的其他要求

要创建SMB卷、您必须具有：

- 已配置Active Directory并连接到Azure NetApp Files。请参见 "Microsoft：创建和管理Azure NetApp Files的Active Directory连接"。
- 一个Kubernetes集群、其中包含一个Linux控制器节点以及至少一个运行Windows Server 2022的Windows工作节点。Trident仅支持挂载到Windows节点上运行的Pod的SMB卷。
- 至少一个包含Active Directory凭据的Trident密钥、以便Azure NetApp Files可以向Active Directory进行身份验证。生成密钥 `smbcreds`：

  ```
  kubectl create secret generic smbcreds --from-literal username=user
  --from-literal password='password'
  ```

- 配置为Windows服务的CSI代理。配置 `csi-proxy`、请参见 "GitHub：CSI代理" 或 "GitHub：适用于Windows的CSI代理" 适用于在Windows上运行的Kubernetes节点。

Azure NetApp Files 后端配置选项和示例

了解适用于Azure NetApp Files的NFS和SMB后端配置选项并查看配置示例。

后端配置选项

Trident可使用您的后端配置(子网、虚拟网络、服务级别和位置)在请求位置可用的容量池上创建Azure NetApp Files卷、并与请求的服务级别和子网匹配。

Azure NetApp Files后端提供了这些配置选项。

参数	Description	Default
ve版本		始终为 1
storageDriverName	存储驱动程序的名称	"Azure-netapp-files"
backendName	自定义名称或存储后端	驱动程序名称 + "_" + 随机字符
ssubscriptionID。	Azure 订阅中的订阅 ID 如果在AKS集群上启用了受管标识、则为可选。	
租户 ID。	应用程序注册中的租户 ID 如果在AKS集群上使用托管身份或云身份、则可选。	
客户端 ID。	应用程序注册中的客户端 ID 如果在AKS集群上使用托管身份或云身份、则可选。	
clientSecret。	应用程序注册中的客户端密钥 如果在AKS集群上使用托管身份或云身份、则可选。	
s服务级别	S标准， 高级 或 超级 之一	"" （随机）
位置	要创建新卷的 Azure 位置的名称 如果在AKS集群上启用了受管标识、则为可选。	
resourceGroups	用于筛选已发现资源的资源组列表	"[]" （无筛选器）
netappAccounts	用于筛选已发现资源的 NetApp 帐户列表	"[]" （无筛选器）
容量池	用于筛选已发现资源的容量池列表	"[]" （无筛选器，随机）
virtualNetwork	具有委派子网的虚拟网络的名称	""
ssubnet	委派给 Microsoft.Netapp/volumes 的子网的名称	""

参数	Description	Default
网络功能	一个卷的一组vNet功能可能是 `Basic` 或 `Standard`。网络功能并非在所有地区都可用、可能需要在订阅中启用。指定 `networkFeatures` 如果未启用此功能、则会导致卷配置失败。	""
`nfsMountOptions`	精细控制 NFS 挂载选项。SMB卷已忽略。要使用NFS 4.1挂载卷、请包括 `nfsvers=4` 在逗号分隔的挂载选项列表中选择NFS v4.1。存储类定义中设置的挂载选项会覆盖后端配置中设置的挂载选项。	"nfsvers=3"
`limitVolumeSize`	如果请求的卷大小超过此值，则配置失败	"" （默认情况下不强制实施）
`debugTraceFlags`	故障排除时要使用的调试标志。示例，`\ {"api"： false，"method"： true，"discovery"： true} `。除非您正在进行故障排除并需要详细的日志转储，否则请勿使用此功能。	空
`nasType`	配置NFS或SMB卷创建。选项包括 `nfs`， `smb` 或为空。默认情况下、将设置为空会将NFS卷设置为空。	`nfs`
`supportedTopologies`	表示此后端支持的区域和区域的列表。有关详细信息，请参阅 "使用 CSI 拓扑"。	
`qosType`	表示 QoS 类型：自动或手动。	自动
`maxThroughput`	设置允许的最大吞吐量，单位为 MiB/秒。仅支持手动 QoS 容量池。	`4 MiB/sec`

> 有关网络功能的详细信息、请参见 "配置Azure NetApp Files 卷的网络功能"。

所需权限和资源

如果在创建PVC时收到"No Capacity Pools"(未找到容量池)错误、则您的应用程序注册可能没有关联的所需权限和资源(子网、虚拟网络、容量池)。如果启用了调试、Trident将记录在创建后端时发现的Azure资源。验证是否正在使用适当的角色。

的值 `resourceGroups`， `netappAccounts`， `capacityPools`， `virtualNetwork`，和 `subnet` 可以使用短名称或完全限定名称来指定。在大多数情况下、建议使用完全限定名称、因为短名称可以与多个同名资源匹配。

> 如果虚拟网络与Azure NetApp Files(ANF) 存储帐户位于不同的资源组中，则在配置后端资源组列表时，请为虚拟网络指定资源组。

。 `resourceGroups`， `netappAccounts`，和 `capacityPools` 值是指筛选器、用于将发现的一组资源限制

为此存储后端可用的资源、并且可以以任意组合方式指定。完全限定名称采用以下格式：

Type	格式。
Resource group	< 资源组 >
NetApp 帐户	< 资源组 >/< NetApp 帐户 >
容量池	< 资源组 >/< NetApp 帐户 >/< 容量池 >
虚拟网络	< 资源组 >/< 虚拟网络 >
Subnet	< 资源组 >/< 虚拟网络 >/< 子网 >

卷配置

您可以通过在配置文件的特殊部分中指定以下选项来控制默认卷配置。请参见 [示例配置] 了解详细信息。

参数	Description	Default
`exportRule`	新卷的导出规则。`exportRule` 必须是以CIDR表示法表示的任意IPv4地址或IPv4子网组合的逗号分隔列表。SMB卷已忽略。	"0.0.0.0/0
`snapshotDir`	控制 .snapshot 目录的可见性	对于NFSv4、为"TRUE"；对于NFSv3、为"false"
`s`大小	新卷的默认大小	"100 克 "
`unixPermissions`	新卷的UNIX权限(4个八进制数字)。SMB卷已忽略。	"" （预览功能，需要在订阅中列入白名单）

示例配置

以下示例显示了将大多数参数保留为默认值的基本配置。这是定义后端的最简单方法。

最低配置

这是绝对的最低后端配置。使用此配置时、Trident会发现在所配置位置委派给Azure NetApp Files的所有NetApp帐户、容量池和子网、并随机将新卷放置在其中一个池和子网上。由于 `nasType` 省略了、因此会 `nfs` 应用默认设置、后端将为NFS卷配置。

当您刚刚开始使用Azure NetApp Files并尝试某些操作时、此配置是理想的选择、但实际上、您需要为所配置的卷提供额外的范围界定。

```
---
apiVersion: trident.netapp.io/v1
kind: TridentBackendConfig
metadata:
  name: backend-tbc-anf-1
  namespace: trident
spec:
  version: 1
  storageDriverName: azure-netapp-files
  subscriptionID: 9f87c765-4774-fake-ae98-a721add45451
  tenantID: 68e4f836-edc1-fake-bff9-b2d865ee56cf
  clientID: dd043f63-bf8e-fake-8076-8de91e5713aa
  clientSecret: SECRET
  location: eastus
```

AKS的受管身份

此后端配置会出现异常 `subscriptionID`， `tenantID`， `clientID`，和 `clientSecret`，在使用受管身份时是可选的。

```
apiVersion: trident.netapp.io/v1
kind: TridentBackendConfig
metadata:
  name: backend-tbc-anf-1
  namespace: trident
spec:
  version: 1
  storageDriverName: azure-netapp-files
  capacityPools:
    - resource-group-1/netapp-account-1/ultra-pool
  resourceGroups:
    - resource-group-1
  netappAccounts:
    -  resource-group-1/netapp-account-1
  virtualNetwork: resource-group-1/eastus-prod-vnet
  subnet: resource-group-1/eastus-prod-vnet/eastus-anf-subnet
```

适用于**AKS**的云身份

此后端配置会出现异常 `tenantID`， `clientID`，和 `clientSecret`，在使用云标识时是可选的。

```
apiVersion: trident.netapp.io/v1
kind: TridentBackendConfig
metadata:
  name: backend-tbc-anf-1
  namespace: trident
spec:
  version: 1
  storageDriverName: azure-netapp-files
  capacityPools:
    - ultra-pool
  resourceGroups:
    - aks-ami-eastus-rg
  netappAccounts:
    - smb-na
  virtualNetwork: eastus-prod-vnet
  subnet: eastus-anf-subnet
  location: eastus
  subscriptionID: 9f87c765-4774-fake-ae98-a721add45451
```

使用容量池筛选器的特定服务级别配置

此后端配置会将卷放置在Azure的 `eastus`容量池中 `Ultra`。Trident会自动发现该位置委派给Azure NetApp Files的所有子网、并随机在其中一个子网上放置一个新卷。

```
---
version: 1
storageDriverName: azure-netapp-files
subscriptionID: 9f87c765-4774-fake-ae98-a721add45451
tenantID: 68e4f836-edc1-fake-bff9-b2d865ee56cf
clientID: dd043f63-bf8e-fake-8076-8de91e5713aa
clientSecret: SECRET
location: eastus
serviceLevel: Ultra
capacityPools:
  - application-group-1/account-1/ultra-1
  - application-group-1/account-1/ultra-2
```

具有手动 **QoS** 容量池的后端示例

此后端配置将卷放置在 Azure 中 `eastus`具有手动 QoS 容量池的位置。

```
---
version: 1
storageDriverName: azure-netapp-files
backendName: anf1
location: eastus
labels:
  clusterName: test-cluster-1
  cloud: anf
  nasType: nfs
defaults:
  qosType: Manual
storage:
  - serviceLevel: Ultra
    labels:
      performance: gold
    defaults:
      maxThroughput: 10
  - serviceLevel: Premium
    labels:
      performance: silver
    defaults:
      maxThroughput: 5
  - serviceLevel: Standard
    labels:
      performance: bronze
    defaults:
      maxThroughput: 3
```

高级配置

此后端配置进一步将卷放置范围缩小为一个子网，并修改了某些卷配置默认值。

```yaml
---
version: 1
storageDriverName: azure-netapp-files
subscriptionID: 9f87c765-4774-fake-ae98-a721add45451
tenantID: 68e4f836-edc1-fake-bff9-b2d865ee56cf
clientID: dd043f63-bf8e-fake-8076-8de91e5713aa
clientSecret: SECRET
location: eastus
serviceLevel: Ultra
capacityPools:
  - application-group-1/account-1/ultra-1
  - application-group-1/account-1/ultra-2
virtualNetwork: application-group-1/eastus-prod-vnet
subnet: application-group-1/eastus-prod-vnet/my-subnet
networkFeatures: Standard
nfsMountOptions: vers=3,proto=tcp,timeo=600
limitVolumeSize: 500Gi
defaults:
  exportRule: 10.0.0.0/24,10.0.1.0/24,10.0.2.100
  snapshotDir: "true"
  size: 200Gi
  unixPermissions: "0777"
```

虚拟池配置

此后端配置可在一个文件中定义多个存储池。如果您有多个容量池支持不同的服务级别，并且您希望在 Kubernetes 中创建表示这些服务级别的存储类，则此功能非常有用。虚拟池标签用于根据区分池 `performance`。

```
---
version: 1
storageDriverName: azure-netapp-files
subscriptionID: 9f87c765-4774-fake-ae98-a721add45451
tenantID: 68e4f836-edc1-fake-bff9-b2d865ee56cf
clientID: dd043f63-bf8e-fake-8076-8de91e5713aa
clientSecret: SECRET
location: eastus
resourceGroups:
  - application-group-1
networkFeatures: Basic
nfsMountOptions: vers=3,proto=tcp,timeo=600
labels:
  cloud: azure
storage:
  - labels:
      performance: gold
    serviceLevel: Ultra
    capacityPools:
      - application-group-1/netapp-account-1/ultra-1
      - application-group-1/netapp-account-1/ultra-2
    networkFeatures: Standard
  - labels:
      performance: silver
    serviceLevel: Premium
    capacityPools:
      - application-group-1/netapp-account-1/premium-1
  - labels:
      performance: bronze
    serviceLevel: Standard
    capacityPools:
      - application-group-1/netapp-account-1/standard-1
      - application-group-1/netapp-account-1/standard-2
```

支持的拓扑配置

Trident可以根据区域和可用性区域为工作负载配置卷。 `supportedTopologies`此后端配置中的块用于提供每个后端的区域和分区列表。此处指定的区域和分区值必须与每个Kubnetes集群节点上标签中的区域和分区值匹配。这些区域和分区表示可在存储类中提供的允许值列表。对于包含后端提供的部分区域和区域的存储类、Trident会在上述区域和区域中创建卷。有关详细信息，请参阅 "使用 CSI 拓扑"。

```
---
version: 1
storageDriverName: azure-netapp-files
subscriptionID: 9f87c765-4774-fake-ae98-a721add45451
tenantID: 68e4f836-edc1-fake-bff9-b2d865ee56cf
clientID: dd043f63-bf8e-fake-8076-8de91e5713aa
clientSecret: SECRET
location: eastus
serviceLevel: Ultra
capacityPools:
  - application-group-1/account-1/ultra-1
  - application-group-1/account-1/ultra-2
supportedTopologies:
  - topology.kubernetes.io/region: eastus
    topology.kubernetes.io/zone: eastus-1
  - topology.kubernetes.io/region: eastus
    topology.kubernetes.io/zone: eastus-2
```

存储类定义

以下内容 `StorageClass` 定义是指上述存储池。

使用的示例定义 `parameter.selector` 字段

使用 `parameter.selector` 您可以为每个指定 `StorageClass` 用于托管卷的虚拟池。卷将在选定池中定义各个方面。

```yaml
---
apiVersion: storage.k8s.io/v1
kind: StorageClass
metadata:
  name: gold
provisioner: csi.trident.netapp.io
parameters:
  selector: performance=gold
allowVolumeExpansion: true

---
apiVersion: storage.k8s.io/v1
kind: StorageClass
metadata:
  name: silver
provisioner: csi.trident.netapp.io
parameters:
  selector: performance=silver
allowVolumeExpansion: true

---
apiVersion: storage.k8s.io/v1
kind: StorageClass
metadata:
  name: bronze
provisioner: csi.trident.netapp.io
parameters:
  selector: performance=bronze
allowVolumeExpansion: true
```

SMB卷的示例定义

使用 `nasType`， `node-stage-secret-name`，和 `node-stage-secret-namespace`、您可以指定SMB卷并提供所需的Active Directory凭据。

默认命名空间上的基本配置

```yaml
apiVersion: storage.k8s.io/v1
kind: StorageClass
metadata:
  name: anf-sc-smb
provisioner: csi.trident.netapp.io
parameters:
  backendType: "azure-netapp-files"
  trident.netapp.io/nasType: "smb"
  csi.storage.k8s.io/node-stage-secret-name: "smbcreds"
  csi.storage.k8s.io/node-stage-secret-namespace: "default"
```

每个命名空间使用不同的密钥

```yaml
apiVersion: storage.k8s.io/v1
kind: StorageClass
metadata:
  name: anf-sc-smb
provisioner: csi.trident.netapp.io
parameters:
  backendType: "azure-netapp-files"
  trident.netapp.io/nasType: "smb"
  csi.storage.k8s.io/node-stage-secret-name: "smbcreds"
  csi.storage.k8s.io/node-stage-secret-namespace: ${pvc.namespace}
```

每个卷使用不同的密钥

```yaml
apiVersion: storage.k8s.io/v1
kind: StorageClass
metadata:
  name: anf-sc-smb
provisioner: csi.trident.netapp.io
parameters:
  backendType: "azure-netapp-files"
  trident.netapp.io/nasType: "smb"
  csi.storage.k8s.io/node-stage-secret-name: ${pvc.name}
  csi.storage.k8s.io/node-stage-secret-namespace: ${pvc.namespace}
```

`nasType: smb` 支持SMB卷的池的筛选器。 `nasType: nfs` 或 `nasType: null` NFS池的筛选器。

创建后端

创建后端配置文件后，运行以下命令：

```
tridentctl create backend -f <backend-file>
```

如果后端创建失败，则后端配置出现问题。您可以运行以下命令来查看日志以确定发生原因：

```
tridentctl logs
```

确定并更正配置文件中的问题后，您可以再次运行 create 命令。

Google Cloud NetApp卷

配置**Google Cloud NetApp**卷后端

现在、您可以将Google Cloud NetApp卷配置为Trident的后端。您可以使用Google Cloud NetApp卷后端连接NFS和SMB卷。

Google Cloud NetApp卷驱动程序详细信息

Trident提供了 `google-cloud-netapp-volumes`用于与集群通信的驱动程序。支持的访问模式包括：*ReadWriteOnce*(RWO)、*ReadOnlyMany*(ROX)、*ReadWriteMany*(rwx)、*ReadWriteOncePod*(RWOP)。

驱动程序	协议	卷模式	支持的访问模式	支持的文件系统
`google-cloud-netapp-volumes`	NFS SMB	文件系统	Rwo、ROX、rwx、RWOP	`nfs`， `smb`

适用于**GKE**的云身份

通过云身份、Kubnetes Pod可以通过作为工作负载身份进行身份验证来访问Google Cloud资源、而不是提供明确的Google Cloud凭据。

要在Google Cloud中利用云身份、您必须：

- 使用GKE部署的Kubbernetes集群。
- 在GKE集群上配置的工作负载标识以及在节点池上配置的GKE元数据服务器。
- 具有Google Cloud NetApp卷管理员(角色/GCP .admin)角色或自定义角色的NetApp服务帐户。
- 已安装Trident、其中包括用于指定"gcp"的云提供程序和用于指定新GCP服务帐户的云标识。下面给出了一个示例。

Trident 运算符

要使用Trident运算符安装Trident，请编辑 `tridentorchestrator_cr.yaml`以将设置为，并将 `cloudIdentity`设置 `cloudProvider`为 `"GCP" iam.gke.io/gcp-service-account: cloudvolumes-admin-sa@mygcpproject.iam.gserviceaccount.com。

例如：

```
apiVersion: trident.netapp.io/v1
kind: TridentOrchestrator
metadata:
  name: trident
spec:
  debug: true
  namespace: trident
  imagePullPolicy: IfNotPresent
  cloudProvider: "GCP"
  cloudIdentity: 'iam.gke.io/gcp-service-account: cloudvolumes-
admin-sa@mygcpproject.iam.gserviceaccount.com'
```

掌舵

使用以下环境变量设置*云提供程序(CP)*和*云身份(CI)*标志的值：

```
export CP="GCP"
export ANNOTATION="'iam.gke.io/gcp-service-account: cloudvolumes-admin-
sa@mygcpproject.iam.gserviceaccount.com'"
```

以下示例将安装Trident并使用环境变量将设置 `cloudProvider`为GCP `$CP`，并使用环境变量 `$ANNOTATION`设置 `cloudIdentity`：

```
helm install trident trident-operator-100.6.0.tgz --set
cloudProvider=$CP --set cloudIdentity="$ANNOTATION"
```

<code>tridentctl</code>

使用以下环境变量设置*云提供程序*和*云身份*标志的值：

```
export CP="GCP"
export ANNOTATION="'iam.gke.io/gcp-service-account: cloudvolumes-admin-
sa@mygcpproject.iam.gserviceaccount.com'"
```

以下示例将安装Trident并将标志设置 `cloud-provider`为 `$CP`、和 `cloud-identity` `$ANNOTATION`：

```
tridentctl install --cloud-provider=$CP --cloud
-identity="$ANNOTATION" -n trident
```

准备配置Google Cloud NetApp卷后端

在配置Google Cloud NetApp Volumes后端之前、您需要确保满足以下要求。

NFS卷的前提条件

如果您是首次使用Google Cloud NetApp卷或在新位置使用、则需要进行一些初始配置才能设置Google Cloud NetApp卷和创建NFS卷。请参阅 "开始之前"。

在配置Google Cloud NetApp卷后端之前、请确保您满足以下条件：

- 配置有Google Cloud NetApp卷服务的Google Cloud帐户。请参阅 "Google Cloud NetApp卷"。
- 您的Google Cloud帐户的项目编号。请参阅 "确定项目"。
- 具有NetApp卷管理员角色的Google Cloud服务帐户 (`roles/netapp.admin`。请参阅 "身份和访问管理角色和权限"。
- 您的GCNV帐户的API密钥文件。请参见 "创建服务帐户密钥"
- 存储池。请参阅 "存储池概述"。

有关如何设置对Google Cloud NetApp卷的访问权限的详细信息，请参阅 "设置对Google Cloud NetApp卷的访问权限"。

Google Cloud NetApp Volumes后端配置选项和示例

了解Google Cloud NetApp卷的后端配置选项并查看配置示例。

后端配置选项

每个后端都会在一个 Google Cloud 区域中配置卷。要在其他区域创建卷，您可以定义其他后端。

参数	Description	Default
`ve`版本		始终为 1
`storageDriverName`	存储驱动程序的名称	的值 `storageDriverName` 必须指定为"gosle-Cloud NetApp-volumes"。
`backendName`	(可选)存储后端的自定义名称	驱动程序名称 + "_" + API 密钥的一部分
`storagePools`	用于指定用于创建卷的存储池的可选参数。	
`projectNumber`	Google Cloud 帐户项目编号。此值可在Google Cloud 门户主页上找到。	
位置	Trident创建GCNV卷的Google Cloud位置。创建跨区域Kubnetes集群时、在中创建的卷 `location` 可用于在多个Google Cloud区域的节点上计划的工作负载。跨区域流量会产生额外成本。	

参数	Description	Default
apiKey	具有角色的Google Cloud服务帐户的API密钥 netapp.admin 。它包括 Google Cloud 服务帐户专用密钥文件的 JSON 格式的内容（逐字复制到后端配置文件）。 apiKey`必须包括以下键的键值对：`type、 project_id、 client_email、、client_id auth_uri token_uri auth_provider_x509_cert_url`和 `client_x509_cert_url。	
nfsMountOptions	精细控制 NFS 挂载选项。	"nfsvers=3"
limitVolumeSize	如果请求的卷大小超过此值、则配置失败。	"" （默认情况下不强制实施）
s服务级别	存储池及其卷的服务级别。值为 flex、、 standard premium`或 `extreme。	
标签	要应用于卷的一组任意 JSON 格式的标签	""
网络	用于GCNV卷的Google Cloud网络。	
debugTraceFlags	故障排除时要使用的调试标志。例如，{"api":false, "method":true}。除非您正在进行故障排除并需要详细的日志转储，否则请勿使用此功能。	空
nasType	配置NFS或SMB卷创建。选项包括 nfs， smb 或为空。默认情况下、将设置为空会将NFS卷设置为空。	nfs
supportedTopologies	表示此后端支持的区域和区域的列表。有关详细信息，请参阅 "使用 CSI 拓扑"。例如：supportedTopologies: - topology.kubernetes.io/region: asia-east1 topology.kubernetes.io/zone: asia-east1-a	

卷配置选项

您可以在中控制默认卷配置 defaults 部分。

参数	Description	Default
exportRule	新卷的导出规则。必须是IPv4地址任意组合的逗号分隔列表。	"0.0.0.0/0
snapshotDir	访问 `.snapshot` 目录	对于NFSv4、为"TRUE"；对于NFSv3、为"false"
sSnapshot 预留	为快照预留的卷百分比	""(接受默认值0)
unixPermissions	新卷的UNIX权限(4个八进制数字)。	""

示例配置

以下示例显示了将大多数参数保留为默认值的基本配置。这是定义后端的最简单方法。

最低配置

这是绝对的最低后端配置。使用此配置时、Trident会发现在配置位置委派给Google Cloud NetApp卷的所有存储池、并随机将新卷放置在其中一个池上。由于 `nasType` 省略了、因此会 `nfs` 应用默认设置、后端将为NFS卷配置。

当您刚刚开始使用Google Cloud NetApp卷并尝试操作时、此配置是理想的选择、但实际上、您很可能需要为您配置的卷提供额外的范围界定。

```yaml
---
apiVersion: v1
kind: Secret
metadata:
  name: backend-tbc-gcnv-secret
type: Opaque
stringData:
  private_key_id: f2cb6ed6d7cc10c453f7d3406fc700c5df0ab9ec
  private_key: |
    -----BEGIN PRIVATE KEY-----
    znHczZsrrtHisIsAbOguSaPIKeyAZNchRAGzlzZE4jK3bl/qp8B4Kws8zX5ojY9m
    znHczZsrrtHisIsAbOguSaPIKeyAZNchRAGzlzZE4jK3bl/qp8B4Kws8zX5ojY9m
    znHczZsrrtHisIsAbOguSaPIKeyAZNchRAGzlzZE4jK3bl/qp8B4Kws8zX5ojY9m
    XsYg6gyxy4zq7OlwWgLwGa==
    -----END PRIVATE KEY-----

---
apiVersion: trident.netapp.io/v1
kind: TridentBackendConfig
metadata:
  name: backend-tbc-gcnv
spec:
  version: 1
  storageDriverName: google-cloud-netapp-volumes
  projectNumber: "123455380079"
  location: europe-west6
  serviceLevel: premium
  apiKey:
    type: service_account
    project_id: my-gcnv-project
    client_email: myproject-prod@my-gcnv-
project.iam.gserviceaccount.com
    client_id: "103346282737811234567"
    auth_uri: https://accounts.google.com/o/oauth2/auth
    token_uri: https://oauth2.googleapis.com/token
    auth_provider_x509_cert_url:
https://www.googleapis.com/oauth2/v1/certs
    client_x509_cert_url:
https://www.googleapis.com/robot/v1/metadata/x509/myproject-prod%40my-
gcnv-project.iam.gserviceaccount.com
  credentials:
    name: backend-tbc-gcnv-secret
```

SMB卷的配置

```
apiVersion: trident.netapp.io/v1
kind: TridentBackendConfig
metadata:
  name: backend-tbc-gcnv1
  namespace: trident
spec:
  version: 1
  storageDriverName: google-cloud-netapp-volumes
  projectNumber: "123456789"
  location: asia-east1
  serviceLevel: flex
  nasType: smb
  apiKey:
    type: service_account
    project_id: cloud-native-data
    client_email: trident-sample@cloud-native-
data.iam.gserviceaccount.com
    client_id: "123456789737813416734"
    auth_uri: https://accounts.google.com/o/oauth2/auth
    token_uri: https://oauth2.googleapis.com/token
    auth_provider_x509_cert_url:
https://www.googleapis.com/oauth2/v1/certs
    client_x509_cert_url:
https://www.googleapis.com/robot/v1/metadata/x509/trident-
sample%40cloud-native-data.iam.gserviceaccount.com
  credentials:
    name: backend-tbc-gcnv-secret
```

使用**StoragePools**筛选器的配置

```yaml
---
apiVersion: v1
kind: Secret
metadata:
  name: backend-tbc-gcnv-secret
type: Opaque
stringData:
  private_key_id: f2cb6ed6d7cc10c453f7d3406fc700c5df0ab9ec
  private_key: |
    -----BEGIN PRIVATE KEY-----
    znHczZsrrtHisIsAbOguSaPIKeyAZNchRAGzlzZE4jK3bl/qp8B4Kws8zX5ojY9m
    znHczZsrrtHisIsAbOguSaPIKeyAZNchRAGzlzZE4jK3bl/qp8B4Kws8zX5ojY9m
    znHczZsrrtHisIsAbOguSaPIKeyAZNchRAGzlzZE4jK3bl/qp8B4Kws8zX5ojY9m
    XsYg6gyxy4zq7OlwWgLwGa==
    -----END PRIVATE KEY-----

---
apiVersion: trident.netapp.io/v1
kind: TridentBackendConfig
metadata:
  name: backend-tbc-gcnv
spec:
  version: 1
  storageDriverName: google-cloud-netapp-volumes
  projectNumber: "123455380079"
  location: europe-west6
  serviceLevel: premium
  storagePools:
    - premium-pool1-europe-west6
    - premium-pool2-europe-west6
  apiKey:
    type: service_account
    project_id: my-gcnv-project
    client_email: myproject-prod@my-gcnv-
project.iam.gserviceaccount.com
    client_id: "103346282737811234567"
    auth_uri: https://accounts.google.com/o/oauth2/auth
    token_uri: https://oauth2.googleapis.com/token
    auth_provider_x509_cert_url:
https://www.googleapis.com/oauth2/v1/certs
    client_x509_cert_url:
https://www.googleapis.com/robot/v1/metadata/x509/myproject-prod%40my-
gcnv-project.iam.gserviceaccount.com
  credentials:
    name: backend-tbc-gcnv-secret
```

虚拟池配置

此后端配置可在一个文件中定义多个虚拟池。虚拟池在一节中进行了定义 `storage` 。如果您有多个存储池支持不同的服务级别、而您希望在Kubbernetes中创建表示这些服务级别的存储类、则这些选项板非常有用。虚拟池标签用于区分池。例如、在以下示例中 `performance` 、标签和 `serviceLevel` 类型用于区分虚拟池。

此外、您还可以设置一些适用于所有虚拟池的默认值、并覆盖各个虚拟池的默认值。在以下示例中、`snapshotReserve` 和 `exportRule` 用作所有虚拟池的默认值。

有关详细信息，请参阅 "虚拟池"。

```
---
apiVersion: v1
kind: Secret
metadata:
  name: backend-tbc-gcnv-secret
type: Opaque
stringData:
  private_key_id: f2cb6ed6d7cc10c453f7d3406fc700c5df0ab9ec
  private_key: |
    -----BEGIN PRIVATE KEY-----
    znHczZsrrtHisIsAbOguSaPIKeyAZNchRAGzlzZE4jK3bl/qp8B4Kws8zX5ojY9m
    znHczZsrrtHisIsAbOguSaPIKeyAZNchRAGzlzZE4jK3bl/qp8B4Kws8zX5ojY9m
    znHczZsrrtHisIsAbOguSaPIKeyAZNchRAGzlzZE4jK3bl/qp8B4Kws8zX5ojY9m
    znHczZsrrtHisIsAbOguSaPIKeyAZNchRAGzlzZE4jK3bl/qp8B4Kws8zX5ojY9m
    XsYg6gyxy4zq7OlwWgLwGa==
    -----END PRIVATE KEY-----

---
apiVersion: trident.netapp.io/v1
kind: TridentBackendConfig
metadata:
  name: backend-tbc-gcnv
spec:
  version: 1
  storageDriverName: google-cloud-netapp-volumes
  projectNumber: "123455380079"
  location: europe-west6
  apiKey:
    type: service_account
    project_id: my-gcnv-project
    client_email: myproject-prod@my-gcnv-
project.iam.gserviceaccount.com
    client_id: "103346282737811234567"
    auth_uri: https://accounts.google.com/o/oauth2/auth
    token_uri: https://oauth2.googleapis.com/token
```

```
    auth_provider_x509_cert_url:
https://www.googleapis.com/oauth2/v1/certs
    client_x509_cert_url:
https://www.googleapis.com/robot/v1/metadata/x509/myproject-prod%40my-
gcnv-project.iam.gserviceaccount.com
  credentials:
    name: backend-tbc-gcnv-secret
  defaults:
    snapshotReserve: "10"
    exportRule: 10.0.0.0/24
  storage:
    - labels:
        performance: extreme
      serviceLevel: extreme
      defaults:
        snapshotReserve: "5"
        exportRule: 0.0.0.0/0
    - labels:
        performance: premium
      serviceLevel: premium
    - labels:
        performance: standard
      serviceLevel: standard
```

适用于**GKE**的云身份

```
apiVersion: trident.netapp.io/v1
kind: TridentBackendConfig
metadata:
  name: backend-tbc-gcp-gcnv
spec:
  version: 1
  storageDriverName: google-cloud-netapp-volumes
  projectNumber: '012345678901'
  network: gcnv-network
  location: us-west2
  serviceLevel: Premium
  storagePool: pool-premium1
```

支持的拓扑配置

Trident可以根据区域和可用性区域为工作负载配置卷。 `supportedTopologies`此后端配置中的块用于提供每个后端的区域和分区列表。此处指定的区域和分区值必须与每个Kubnetes集群节点上标签中的区域和分区值匹配。这些区域和分区表示可在存储类中提供的允许值列表。对于包含后端提供的部分区域和区域的存储类、Trident会在上述区域和区域中创建卷。有关详细信息，请参阅 "使用 CSI 拓扑"。

```
---
version: 1
storageDriverName: google-cloud-netapp-volumes
subscriptionID: 9f87c765-4774-fake-ae98-a721add45451
tenantID: 68e4f836-edc1-fake-bff9-b2d865ee56cf
clientID: dd043f63-bf8e-fake-8076-8de91e5713aa
clientSecret: SECRET
location: asia-east1
serviceLevel: flex
supportedTopologies:
  - topology.kubernetes.io/region: asia-east1
    topology.kubernetes.io/zone: asia-east1-a
  - topology.kubernetes.io/region: asia-east1
    topology.kubernetes.io/zone: asia-east1-b
```

下一步是什么?

创建后端配置文件后，运行以下命令：

```
kubectl create -f <backend-file>
```

要验证是否已成功创建后端、请运行以下命令：

```
kubectl get tridentbackendconfig

NAME                  BACKEND NAME        BACKEND UUID
PHASE    STATUS
backend-tbc-gcnv    backend-tbc-gcnv    b2fd1ff9-b234-477e-88fd-713913294f65
Bound    Success
```

如果后端创建失败，则后端配置出现问题。您可以使用命令说明后端 `kubectl get tridentbackendconfig <backend-name>` 、或者运行以下命令查看日志以确定原因：

```
tridentctl logs
```

确定并更正配置文件的问题后、您可以删除后端并再次运行create命令。

存储类定义

下面是有关上述后端的基本 `StorageClass` 定义。

```
apiVersion: storage.k8s.io/v1
kind: StorageClass
metadata:
  name: gcnv-nfs-sc
provisioner: csi.trident.netapp.io
parameters:
  backendType: "google-cloud-netapp-volumes"
```

使用字段的示例定义 **`parameter.selector`**：

使用、 `parameter.selector` 您可以为每个指定 `StorageClass` "虚拟池" 用于托管卷的。卷将在选定池中定义各个方面。

```yaml
apiVersion: storage.k8s.io/v1
kind: StorageClass
metadata:
  name: extreme-sc
provisioner: csi.trident.netapp.io
parameters:
  selector: performance=extreme
  backendType: google-cloud-netapp-volumes

---
apiVersion: storage.k8s.io/v1
kind: StorageClass
metadata:
  name: premium-sc
provisioner: csi.trident.netapp.io
parameters:
  selector: performance=premium
  backendType: google-cloud-netapp-volumes

---
apiVersion: storage.k8s.io/v1
kind: StorageClass
metadata:
  name: standard-sc
provisioner: csi.trident.netapp.io
parameters:
  selector: performance=standard
  backendType: google-cloud-netapp-volumes
```

有关存储类的详细信息，请参见 "创建存储类。"。

SMB卷的示例定义

使用 `nasType`、 `node-stage-secret-name`和 `node-stage-secret-namespace`，您可以指定SMB卷并提供所需的Active Directory凭据。任何具有任何/无权限的Active Directory用户/密码均可用作节点阶段密钥。

默认命名空间上的基本配置

```yaml
apiVersion: storage.k8s.io/v1
kind: StorageClass
metadata:
  name: gcnv-sc-smb
provisioner: csi.trident.netapp.io
parameters:
  backendType: "google-cloud-netapp-volumes"
  trident.netapp.io/nasType: "smb"
  csi.storage.k8s.io/node-stage-secret-name: "smbcreds"
  csi.storage.k8s.io/node-stage-secret-namespace: "default"
```

每个命名空间使用不同的密钥

```yaml
apiVersion: storage.k8s.io/v1
kind: StorageClass
metadata:
  name: gcnv-sc-smb
provisioner: csi.trident.netapp.io
parameters:
  backendType: "google-cloud-netapp-volumes"
  trident.netapp.io/nasType: "smb"
  csi.storage.k8s.io/node-stage-secret-name: "smbcreds"
  csi.storage.k8s.io/node-stage-secret-namespace: ${pvc.namespace}
```

每个卷使用不同的密钥

```yaml
apiVersion: storage.k8s.io/v1
kind: StorageClass
metadata:
  name: gcnv-sc-smb
provisioner: csi.trident.netapp.io
parameters:
  backendType: "google-cloud-netapp-volumes"
  trident.netapp.io/nasType: "smb"
  csi.storage.k8s.io/node-stage-secret-name: ${pvc.name}
  csi.storage.k8s.io/node-stage-secret-namespace: ${pvc.namespace}
```

> `nasType: smb` 支持SMB卷的池的筛选器。 `nasType: nfs` 或 `nasType: null` NFS池的筛选器。

PVC定义示例

```
kind: PersistentVolumeClaim
apiVersion: v1
metadata:
  name: gcnv-nfs-pvc
spec:
  accessModes:
    - ReadWriteMany
  resources:
    requests:
      storage: 100Gi
  storageClassName: gcnv-nfs-sc
```

要验证PVC是否已绑定、请运行以下命令：

```
kubectl get pvc gcnv-nfs-pvc

NAME           STATUS   VOLUME                                     CAPACITY
ACCESS MODES   STORAGECLASS AGE
gcnv-nfs-pvc   Bound    pvc-b00f2414-e229-40e6-9b16-ee03eb79a213   100Gi
RWX            gcnv-nfs-sc   1m
```

配置 NetApp HCI 或 SolidFire 后端

了解如何在Trident安装中创建和使用Element后端。

Element驱动程序详细信息

Trident提供了 `solidfire-san`用于与集群通信的存储驱动程序。支持的访问模式包括：*ReadWriteOnce*(RWO)、*ReadOnlyMany*(ROX)、*ReadWriteMany*(rwx)、*ReadWriteOncePod*(RWOP)。

> `solidfire-san`存储驱动程序支持_file_和_block_卷模式。对于 `Filesystem`卷模式、`Trident`会创建一个卷并创建一个文件系统。文件系统类型由 `StorageClass` 指定。

驱动程序	协议	卷模式	支持的访问模式	支持的文件系统
`solidfire-san`	iSCSI	块	Rwo、ROX、rwx、RWOP	无文件系统。原始块设备。

驱动程序	协议	卷模式	支持的访问模式	支持的文件系统
`solidfire-san`	iSCSI	文件系统	Rwo、RWO1.	`xfs` ， `ext3` ， `ext4`

开始之前

在创建Element后端之前、您需要满足以下要求。

- 运行 Element 软件的受支持存储系统。
- NetApp HCI/SolidFire 集群管理员或租户用户的凭据，可用于管理卷。
- 所有 Kubernetes 工作节点都应安装适当的 iSCSI 工具。请参见 "工作节点准备信息"。

后端配置选项

有关后端配置选项，请参见下表：

参数	**Description**	**Default**
`ve`版本		始终为 1
`storageDriverName`	存储驱动程序的名称	始终为SolidFire SAN
`backendName`	自定义名称或存储后端	"iSCSI_"+存储(SolidFire) IP地址
端点	使用租户凭据的 SolidFire 集群的 MVIP	
`sVIP`	存储（ iSCSI ） IP 地址和端口	
标签	要应用于卷的一组任意 JSON 格式的标签。	""
租户名称	要使用的租户名称（如果未找到，则创建）	
`InitiatorIFace`	将 iSCSI 流量限制为特定主机接口	default
`UseCHAP`	使用CHAP对iSCSI进行身份验证。Trident使用CHAP。	true
访问组	要使用的访问组 ID 列表	查找名为Trident的访问组的ID
类型	QoS 规范	
`limitVolumeSize`	如果请求的卷大小超过此值，则配置失败	"" （默认情况下不强制实施）
`debugTraceFlags`	故障排除时要使用的调试标志。例如、 {"api"：false、"METHO"：true}	空

请勿使用 `debugTraceFlags` ，除非您正在进行故障排除并需要详细的日志转储。

示例1：的后端配置 solidfire-san 具有三种卷类型的驱动程序

此示例显示了一个后端文件，该文件使用 CHAP 身份验证并使用特定 QoS 保证对三种卷类型进行建模。然后，您很可能会使用 IOPS storage class 参数定义存储类以使用其中的每种类型。

```
---
version: 1
storageDriverName: solidfire-san
Endpoint: https://<user>:<password>@<mvip>/json-rpc/8.0
SVIP: <svip>:3260
TenantName: <tenant>
labels:
  k8scluster: dev1
  backend: dev1-element-cluster
UseCHAP: true
Types:
  - Type: Bronze
    Qos:
      minIOPS: 1000
      maxIOPS: 2000
      burstIOPS: 4000
  - Type: Silver
    Qos:
      minIOPS: 4000
      maxIOPS: 6000
      burstIOPS: 8000
  - Type: Gold
    Qos:
      minIOPS: 6000
      maxIOPS: 8000
      burstIOPS: 10000
```

示例2：的后端和存储类配置 solidfire-san 具有虚拟池的驱动程序

此示例显示了使用虚拟池配置的后端定义文件以及引用这些池的StorageClasses。

配置时、Trident会将存储池上的标签复制到后端存储LUN。为了方便起见、存储管理员可以按标签为每个虚拟池和组卷定义标签。

在下面所示的示例后端定义文件中、为所有存储池设置了特定的默认值、这些存储池设置了 type 在Silver。虚拟池在中进行定义 storage 部分。在此示例中、某些存储池会设置自己的类型、而某些存储池会覆盖上面设置的默认值。

```
---
version: 1
storageDriverName: solidfire-san
```

```yaml
Endpoint: https://<user>:<password>@<mvip>/json-rpc/8.0
SVIP: <svip>:3260
TenantName: <tenant>
UseCHAP: true
Types:
  - Type: Bronze
    Qos:
      minIOPS: 1000
      maxIOPS: 2000
      burstIOPS: 4000
  - Type: Silver
    Qos:
      minIOPS: 4000
      maxIOPS: 6000
      burstIOPS: 8000
  - Type: Gold
    Qos:
      minIOPS: 6000
      maxIOPS: 8000
      burstIOPS: 10000
type: Silver
labels:
  store: solidfire
  k8scluster: dev-1-cluster
region: us-east-1
storage:
  - labels:
      performance: gold
      cost: "4"
    zone: us-east-1a
    type: Gold
  - labels:
      performance: silver
      cost: "3"
    zone: us-east-1b
    type: Silver
  - labels:
      performance: bronze
      cost: "2"
    zone: us-east-1c
    type: Bronze
  - labels:
      performance: silver
      cost: "1"
    zone: us-east-1d
```

以下StorageClass定义引用了上述虚拟池。使用 `parameters.selector` 字段中、每个StorageClass都会调用可用于托管卷的虚拟池。卷将在选定虚拟池中定义各个方面。

第一个StorageClass(`solidfire-gold-four`)将映射到第一个虚拟池。这是唯一一个提供金牌性能的池 `Volume Type QoS`。最后一个StorageClass(`solidfire-silver`)会调用任何提供银牌性能的存储池。Trident将决定选择哪个虚拟池、并确保满足存储要求。

```yaml
apiVersion: storage.k8s.io/v1
kind: StorageClass
metadata:
  name: solidfire-gold-four
provisioner: csi.trident.netapp.io
parameters:
  selector: performance=gold; cost=4
  fsType: ext4

---
apiVersion: storage.k8s.io/v1
kind: StorageClass
metadata:
  name: solidfire-silver-three
provisioner: csi.trident.netapp.io
parameters:
  selector: performance=silver; cost=3
  fsType: ext4

---
apiVersion: storage.k8s.io/v1
kind: StorageClass
metadata:
  name: solidfire-bronze-two
provisioner: csi.trident.netapp.io
parameters:
  selector: performance=bronze; cost=2
  fsType: ext4

---
apiVersion: storage.k8s.io/v1
kind: StorageClass
metadata:
  name: solidfire-silver-one
provisioner: csi.trident.netapp.io
parameters:
  selector: performance=silver; cost=1
  fsType: ext4

---
```

```yaml
apiVersion: storage.k8s.io/v1
kind: StorageClass
metadata:
  name: solidfire-silver
provisioner: csi.trident.netapp.io
parameters:
  selector: performance=silver
  fsType: ext4
```

了解更多信息

- "卷访问组"

ONTAP SAN 驱动程序

ONTAP SAN驱动程序概述

了解如何使用 ONTAP 和 Cloud Volumes ONTAP SAN 驱动程序配置 ONTAP 后端。

ONTAP SAN驱动程序详细信息

Trident提供了以下SAN存储驱动程序来与ONTAP集群进行通信。支持的访问模式包括：*ReadWriteOnce*(RWO)、*ReadOnlyMany*(ROX)、*ReadWriteMany*(rwx)、*ReadWriteOncePod*(RWOP)。

驱动程序	协议	卷模式	支持的访问模式	支持的文件系统
`ontap-san`	基于FC的iSCSI SCSI	块	Rwo、ROX、rwx、RWOP	无文件系统；原始块设备
`ontap-san`	基于FC的iSCSI SCSI	文件系统	Rwo、RWO1. Rox和rwx在文件系统卷模式下不可用。	`xfs` ， `ext3` ， `ext4`
`ontap-san`	NVMe/TCP 请参见NVMe/TCP的其他注意事项。	块	Rwo、ROX、rwx、RWOP	无文件系统；原始块设备
`ontap-san`	NVMe/TCP 请参见NVMe/TCP的其他注意事项。	文件系统	Rwo、RWO1. Rox和rwx在文件系统卷模式下不可用。	`xfs` ， `ext3` ， `ext4`

驱动程序	协议	卷模式	支持的访问模式	支持的文件系统
`ontap-san-economy.`	iSCSI	块	Rwo、ROX、rwx、RWOP	无文件系统；原始块设备
`ontap-san-economy.`	iSCSI	文件系统	Rwo、RWO1. Rox和rwx在文件系统卷模式下不可用。	`xfs` ， `ext3` ， `ext4`

- 使用 … `ontap-san-economy` 只有当永久性卷使用量计数预期高于时、才会显示此值 "支持的ONTAP卷限制"。
- 使用 … `ontap-nas-economy` 只有当永久性卷使用量计数预期高于时、才会显示此值 "支持的ONTAP卷限制" 和 `ontap-san-economy` 无法使用驱动程序。
- 请勿使用 `ontap-nas-economy` 预测数据保护、灾难恢复或移动性的需求。
- NetApp不建议在所有ONTAP驱动程序中使用FlexVol自动增长、但ONTAP SAN除外。解决方法是、Trident支持使用快照预留并相应地扩展FlexVol卷。

用户权限

Trident应以ONTAP或SVM管理员身份运行、通常使用集群用户 `vsadmin`或SVM用户、或者使用 `admin`具有相同角色的其他名称的用户。对于Amazon FSx for NetApp ONTAP部署、Trident应使用集群用户 `vsadmin`或SVM用户以ONTAP或SVM管理员身份运行、或者使用具有相同角色的其他名称的用户运行 `fsxadmin`。此 `fsxadmin`用户只能有限地替代集群管理员用户。

如果使用 `limitAggregateUsage`参数、则需要集群管理员权限。将Amazon FSx for NetApp ONTAP与Trident结合使用时、 `limitAggregateUsage`参数不适用于 `vsadmin`和 `fsxadmin`用户帐户。如果指定此参数，配置操作将失败。

虽然可以在ONTAP中创建一个可以由三端驱动程序使用的限制性更强的角色、但我们不建议这样做。大多数新版本的 Trident 都会调用需要考虑的其他 API ，从而使升级变得困难且容易出错。

NVMe/TCP的其他注意事项

Trident使用以下驱动程序支持非易失性内存快速(NVMe)协议 `ontap-san`：

- IPv6
- NVMe卷的快照和克隆
- 调整NVMe卷大小
- 导入在Trident外部创建的NVMe卷、以便Trident可以管理其生命周期
- NVMe本机多路径
- 正常或非正常关闭K8s节点(24.06)

Trident不支持：

- NVMe 原生支持的 DH-HMAC-CHAP

- 设备映射程序(Device maper、DM)多路径
- 进行了加密

> NVMe 仅支持ONTAP REST API，不支持 ONTAPI (ZAPI)。

准备使用**ONTAP SAN**驱动程序配置后端

了解使用ONTAP SAN驱动程序配置ONTAP后端的要求和身份验证选项。

要求

对于所有 ONTAP 后端，Trident 要求至少将一个聚合分配给 SVM。

> "ASA r2系统"与其他ONTAP系统（ASA、 AFF和FAS）在存储层的实现上有所不同。在ASA r2系统中，使用存储可用区而不是聚合。请参阅"这"知识库文章，介绍如何在ASA r2 系统中将聚合分配给 SVM。

请记住，您还可以运行多个驱动程序，并创建指向其中一个驱动程序的存储类。例如，您可以配置使用 `ontap-san` 驱动程序的 `san-dev` 类和使用 `ontap-san-economy-one` 的 `san-default` 类。

所有Kubernetes工作节点都必须安装适当的iSCSI工具。请参见 "准备工作节点" 了解详细信息。

对**ONTAP**后端进行身份验证

Trident提供了两种对ONTAP后端进行身份验证的模式。

- Credential Based ：具有所需权限的 ONTAP 用户的用户名和密码。建议使用 `admin` 或 `vsadmin` 等预定义的安全登录角色，以确保与 ONTAP 版本的最大兼容性。
- 基于证书：Trident还可以使用后端安装的证书与ONTAP集群进行通信。此处，后端定义必须包含客户端证书，密钥和可信 CA 证书的 Base64 编码值（如果使用）（建议）。

您可以更新现有后端、以便在基于凭据的方法和基于证书的方法之间移动。但是、一次仅支持一种身份验证方法。要切换到其他身份验证方法、必须从后端配置中删除现有方法。

> 如果您尝试同时提供*凭据和证书*、则后端创建将失败、并显示一条错误、指出配置文件中提供了多种身份验证方法。

启用基于凭据的身份验证

Trident需要SVM范围/集群范围的管理员的凭据才能与ONTAP后端进行通信。建议使用标准的预定义角色，如 `admin`或 `vsadmin`。这样可以确保与未来ONTAP版本的正向兼容性、这些版本可能会公开未来Trident版本要使用的功能API。可以创建自定义安全登录角色并将其用于Trident、但不建议这样做。

后端定义示例如下所示：

YAML

```yaml
---
version: 1
backendName: ExampleBackend
storageDriverName: ontap-san
managementLIF: 10.0.0.1
svm: svm_nfs
username: vsadmin
password: password
```

JSON

```json
{
  "version": 1,
  "backendName": "ExampleBackend",
  "storageDriverName": "ontap-san",
  "managementLIF": "10.0.0.1",
  "svm": "svm_nfs",
  "username": "vsadmin",
  "password": "password"
}
```

请注意，后端定义是凭据以纯文本格式存储的唯一位置。创建后端后，用户名 / 密码将使用 Base64 进行编码并存储为 Kubernetes 密钥。创建或更新后端是唯一需要了解凭据的步骤。因此，这是一项仅由管理员执行的操作，由 Kubernetes 或存储管理员执行。

启用基于证书的身份验证

新的和现有的后端可以使用证书并与 ONTAP 后端进行通信。后端定义需要三个参数。

- clientCertificate： 客户端证书的 Base64 编码值。
- clientPrivateKey： 关联私钥的 Base64 编码值。
- trustedCACertifate： 受信任 CA 证书的 Base64 编码值。如果使用可信 CA，则必须提供此参数。如果不使用可信 CA，则可以忽略此设置。

典型的工作流包括以下步骤。

步骤

1. 生成客户端证书和密钥。生成时，将公用名（Common Name， CN）设置为要作为身份验证的 ONTAP 用户。

```
openssl req -x509 -nodes -days 1095 -newkey rsa:2048 -keyout k8senv.key
-out k8senv.pem -subj "/C=US/ST=NC/L=RTP/O=NetApp/CN=admin"
```

2. 将可信 CA 证书添加到 ONTAP 集群。此问题可能已由存储管理员处理。如果未使用可信 CA ，则忽略。

```
security certificate install -type server -cert-name <trusted-ca-cert-
name> -vserver <vserver-name>
ssl modify -vserver <vserver-name> -server-enabled true -client-enabled
true -common-name <common-name> -serial <SN-from-trusted-CA-cert> -ca
<cert-authority>
```

3. 在 ONTAP 集群上安装客户端证书和密钥（从步骤 1 开始）。

```
security certificate install -type client-ca -cert-name <certificate-
name> -vserver <vserver-name>
security ssl modify -vserver <vserver-name> -client-enabled true
```

> 运行此命令后，ONTAP 提示输入证书。粘贴步骤 1 中生成的 `k8senv.pem`文件内容，然后输入 `END`以完成安装。

4. 确认 ONTAP 安全登录角色支持 `cert` 身份验证方法。

```
security login create -user-or-group-name admin -application ontapi
-authentication-method cert
security login create -user-or-group-name admin -application http
-authentication-method cert
```

5. 使用生成的证书测试身份验证。将 <SVM 管理 LIF> 和 <SVM 名称 > 替换为管理 LIF IP 和 ONTAP 名称。

```
curl -X POST -Lk https://<ONTAP-Management-
LIF>/servlets/netapp.servlets.admin.XMLrequest_filer --key k8senv.key
--cert ~/k8senv.pem -d '<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?><netapp
xmlns="http://www.netapp.com/filer/admin" version="1.21"
vfiler="<vserver-name>"><vserver-get></vserver-get></netapp>'
```

6. 使用 Base64 对证书，密钥和可信 CA 证书进行编码。

```
base64 -w 0 k8senv.pem >> cert_base64
base64 -w 0 k8senv.key >> key_base64
base64 -w 0 trustedca.pem >> trustedca_base64
```

7. 使用从上一步获得的值创建后端。

```
cat cert-backend.json
{
"version": 1,
"storageDriverName": "ontap-san",
"backendName": "SanBackend",
"managementLIF": "1.2.3.4",
"svm": "vserver_test",
"clientCertificate": "Faaaakkkkeeee...Vaaallllluuuueeee",
"clientPrivateKey": "LS0tFaKE...0VaLuES0tLS0K",
"trustedCACertificate": "QNFinfO...SiqOyN",
"storagePrefix": "myPrefix_"
}

tridentctl create backend -f cert-backend.json -n trident
+------------+----------------+--------------------------------------
+--------+---------+
|    NAME    | STORAGE DRIVER |                  UUID                 |
STATE  | VOLUMES |
+------------+----------------+--------------------------------------
+--------+---------+
| SanBackend | ontap-san      | 586b1cd5-8cf8-428d-a76c-2872713612c1 |
online |       0 |
+------------+----------------+--------------------------------------
+--------+---------+
```

更新身份验证方法或轮换凭据

您可以更新现有后端以使用其他身份验证方法或轮换其凭据。这两种方式都适用：使用用户名 / 密码的后端可以更新为使用证书；使用证书的后端可以更新为基于用户名 / 密码的后端。为此、您必须删除现有身份验证方法并添加新的身份验证方法。然后、使用包含所需参数的更新后端.json文件执行`tridentctl backend update`。

```
cat cert-backend-updated.json
{
"version": 1,
"storageDriverName": "ontap-san",
"backendName": "SanBackend",
"managementLIF": "1.2.3.4",
"svm": "vserver_test",
"username": "vsadmin",
"password": "password",
"storagePrefix": "myPrefix_"
}

#Update backend with tridentctl
tridentctl update backend SanBackend -f cert-backend-updated.json -n
trident
+------------+----------------+--------------------------------------
+--------+---------+
|    NAME    | STORAGE DRIVER |                  UUID                 |
STATE   | VOLUMES |
+------------+----------------+--------------------------------------
+--------+---------+
| SanBackend | ontap-san      | 586b1cd5-8cf8-428d-a76c-2872713612c1 |
online |       9 |
+------------+----------------+--------------------------------------
+--------+---------+
```

> 轮换密码时，存储管理员必须先在 ONTAP 上更新用户的密码。然后进行后端更新。轮换证书时，可以向用户添加多个证书。之后，后端将更新以使用新证书，然后可以从 ONTAP 集群中删除旧证书。

更新后端不会中断对已创建卷的访问，也不会影响在之后建立的卷连接。后端更新成功表示Trident可以与ONTAP后端通信并处理未来的卷操作。

为**Trident**创建自定义**ONTAP**角色

您可以创建Privileges最低的ONTAP集群角色、这样就不必使用ONTAP管理员角色在Trident中执行操作。如果在Trident后端配置中包含用户名、则Trident将使用您创建的ONTAP集群角色来执行操作。

有关创建Trident自定义角色的详细信息、请参见"Trident自定义角色生成器"。

使用**ONTAP**命令行界面

1. 使用以下命令创建新角色：

```
security login role create <role_name\> -cmddirname "command" -access all
-vserver <svm_name\>
```

2. 为Trident用户创建用户名：

```
security login create -username <user_name\> -application ontapi
-authmethod <password\> -role <name_of_role_in_step_1\> -vserver
<svm_name\> -comment "user_description"
```

3. 将角色映射到用户：

```
security login modify username <user_name\> -vserver <svm_name\> -role
<role_name\> -application ontapi -application console -authmethod
<password\>
```

使用 **System Manager**

在ONTAP系统管理器中执行以下步骤：

1. 创建自定义角色：
   a. 要在集群级别创建自定义角色，请选择*Cluster > Settings*。

      (或)要在SVM级别创建自定义角色、请选择*存储> Storage VM `required SVM` >>设置>用户和角色*。

   b. 选择*用户和角色*旁边的箭头图标(→)。
   c. 在*角色*下选择*+添加*。
   d. 定义角色的规则，然后单击*Save*。
2. 将角色映射到**Trident user**：+在*Users and Roles*页面上执行以下步骤：
   a. 在*用户*下选择添加图标*+*。
   b. 选择所需的用户名，然后在下拉菜单中为*rouser*选择一个角色。
   c. 单击 * 保存 * 。

有关详细信息、请参见以下页面：

- "用于管理ONTAP的自定义角色"或"定义自定义角色"
- "使用角色和用户"

使用双向 **CHAP** 验证连接

Trident可以使用和 `ontap-san-economy`驱动程序的双向CHAP对iSCSI会话进行身份验证 `ontap-san`。这需要在后端定义中启用此 `useCHAP`选项。设置为时 `true`，Trident会将SVM的默认启动程序安全性配置为双向CHAP，并设置后端文件中的用户名和密钥。NetApp 建议使用双向 CHAP 对连接进行身份验证。请参见以

下配置示例：

```
---
version: 1
storageDriverName: ontap-san
backendName: ontap_san_chap
managementLIF: 192.168.0.135
svm: ontap_iscsi_svm
useCHAP: true
username: vsadmin
password: password
chapInitiatorSecret: cl9qxIm36DKyawxy
chapTargetInitiatorSecret: rqxigXgkesIpwxyz
chapTargetUsername: iJF4heBRT0TCwxyz
chapUsername: uh2aNCLSd6cNwxyz
```

> useCHAP 参数是一个布尔选项，只能配置一次。默认情况下，此参数设置为 false 。将其设置为 true 后，无法将其设置为 false 。

除了 useCHAP=true 之外，后端定义还必须包括 chapInitiatorSecret ， chapTargetInitiatorSecret ， chapTargetUsername 和 chapUsername 字段。通过运行 tridentctl update 创建后端，可以更改这些密钥。

工作原理

如果将设置 `useCHAP`为true、则存储管理员将指示Trident在存储后端配置CHAP。其中包括：

- 在 SVM 上设置 CHAP ：
  - 如果SVM的默认启动程序安全类型为none (默认设置)*和*卷中已没有已有的LUN、则Trident会将默认安全类型设置为 CHAP、并继续配置CHAP启动程序以及目标用户名和密码。
  - 如果SVM包含LUN、则Trident不会在此SVM上启用CHAP。这样可确保对SVM上已存在的LUN的访问不受限制。
- 配置 CHAP 启动程序以及目标用户名和密码；必须在后端配置中指定这些选项（如上所示）。

创建后端后、Trident会创建相应的 `tridentbackend`CRD并将CHAP密码和用户名存储为Kubbernetes密码。Trident在此后端创建的所有PV,都将通过CHAP进行挂载和连接。

轮换凭证并更新后端

您可以通过更新 backend.json 文件中的 CHAP 参数来更新 CHAP 凭据。这需要更新 CHAP 密码并使用 tridentctl update 命令反映这些更改。

> 更新后端的CHAP密码时、必须使用 `tridentctl`更新后端。请勿使用ONTAP命令行界面或ONTAP系统管理器更新存储集群上的凭据、因为Trident将无法接受这些更改。

```
cat backend-san.json
{
    "version": 1,
    "storageDriverName": "ontap-san",
    "backendName": "ontap_san_chap",
    "managementLIF": "192.168.0.135",
    "svm": "ontap_iscsi_svm",
    "useCHAP": true,
    "username": "vsadmin",
    "password": "password",
    "chapInitiatorSecret": "cl9qxUpDaTeD",
    "chapTargetInitiatorSecret": "rqxigXgkeUpDaTeD",
    "chapTargetUsername": "iJF4heBRT0TCwxyz",
    "chapUsername": "uh2aNCLSd6cNwxyz",
}

./tridentctl update backend ontap_san_chap -f backend-san.json -n trident
+----------------+----------------+-------------------------------------
+--------+---------+
|   NAME         | STORAGE DRIVER |                 UUID                |
STATE   | VOLUMES |
+----------------+----------------+-------------------------------------
+--------+---------+
| ontap_san_chap | ontap-san      | aa458f3b-ad2d-4378-8a33-1a472ffbeb5c |
online |       7 |
+----------------+----------------+-------------------------------------
+--------+---------+
```

现有连接不会受到影响；如果Trident在SVM上更新凭据、这些连接将继续保持活动状态。新连接将使用更新后的凭据、现有连接将继续保持活动状态。断开并重新连接旧的 PV 将导致它们使用更新后的凭据。

ONTAP SAN配置选项和示例

了解如何在Trident安装中创建和使用ONTAP SAN驱动程序。本节提供了将后端映射到StorageClasses的后端配置示例和详细信息。

"ASA r2系统"与其他ONTAP系统（ASA、 AFF和FAS）在存储层的实现上有所不同。这些变化会影响某些参数的使用，如注释中所述。"详细了解 ASA r2 系统与其他 ONTAP 系统之间的差异"。

> 只有 `ontap-san`ASA r2 系统支持驱动程序（支持 iSCSI、NVMe/TCP 和 FC 协议）。

在Trident后端配置中，无需指定您的系统是ASA r2。当您选择 `ontap-san`作为 `storageDriverName`Trident可自动检测ASA r2 或其他ONTAP系统。如下表所示，某些后端配置参数不适用于ASA r2 系统。

有关后端配置选项，请参见下表：

参数	Description	Default
ve版本		始终为 1
storageDriverName	存储驱动程序的名称	ontap-san`或 `ontap-san-economy
backendName	自定义名称或存储后端	驱动程序名称+"_"+ dataLIF
m年 月 日	集群或SVM管理LIF的IP地址。 可以指定完全限定域名(FQDN)。 如果Trident是使用IPv6标志安装的、则可以设置为使用IPv6地址。IPv6地址必须用方括号定义，例如 [28e8:d9fb:a825:b7bf:69a8:d02f:9e7b:3555]。 有关无缝MetroCluster切换的信息，请参见MetroCluster示例。 ⓘ 如果您使用的是"vsadmin"凭据、managementLIF`则必须是SVM的凭据；如果使用的是"admin"凭据、则必须是集群的凭据 `managementLIF。	"10.0.0.1"、"[2001：1234：abc：：：fefe]"
dataLIF	协议 LIF 的 IP 地址。如果Trident是使用IPv6标志安装的、则可以设置为使用IPv6地址。IPv6地址必须用方括号定义，例如 [28e8:d9fb:a825:b7bf:69a8:d02f:9e7b:3555]。*不指定iSCSI。*Trident使用"ONTAP 选择性LUN映射"发现建立多路径会话所需的iSCSI LUN。如果明确定义、则会生成警告 dataLIF。*省略MetroCluster。*请参见MetroCluster示例。	由SVM派生
sVM	要使用的 Storage Virtual Machine *对于MetroCluster省略。*请参见 MetroCluster示例。	如果指定了 SVM managementLIF，则派生
使用 CHAP	使用CHAP对iSCSI的ONTAP SAN驱动程序进行身份验证[布尔值]。将设置为 true、以便Trident配置双向CHAP并将其用作后端中给定SVM的默认身份验证。有关详细信息、请参见 "准备使用ONTAP SAN驱动程序配置后端" 。不支持 **FCP** 或 **NVMe/TCP**。	false
chapInitiatorSecret	CHAP 启动程序密钥。如果为 useCHAP=true ，则为必需项	""
标签	要应用于卷的一组任意 JSON 格式的标签	""

参数	Description	Default
`chapTargetInitiatorSecret`	CHAP 目标启动程序密钥。如果为 `useCHAP=true` ，则为必需项	""
`chapUsername`	入站用户名。如果为 `useCHAP=true` ，则为必需项	""
`chapTargetUsername`	目标用户名。如果为 `useCHAP=true` ，则为必需项	""
客户端证书	客户端证书的 Base64 编码值。用于基于证书的身份验证	""
`clientPrivateKey`	客户端专用密钥的 Base64 编码值。用于基于证书的身份验证	""
`trustedCACertifate`	受信任 CA 证书的 Base64 编码值。可选。用于基于证书的身份验证。	""
用户名	与ONTAP集群通信所需的用户名。用于基于凭证的身份验证。有关 Active Directory 身份验证，请参阅 "使用 Active Directory 凭据向后端 SVM 验证Trident 的身份"。	""
密码	与ONTAP集群通信所需的密码。用于基于凭证的身份验证。有关 Active Directory 身份验证，请参阅 "使用 Active Directory 凭据向后端 SVM 验证Trident 的身份"。	""
`sVM`	要使用的 Storage Virtual Machine	如果指定了 SVM `managementLIF` ，则派生
s存储前缀	在 SVM 中配置新卷时使用的前缀。无法稍后修改。要更新此参数、您需要创建一个新的后端。	`trident`
聚合	要配置的聚合（可选；如果设置了聚合，则必须将其分配给 SVM ）。对于 `ontap-nas-flexgroup`驱动程序、此选项将被忽略。如果未分配、则 可以使用任何可用聚合来配置FlexGroup卷。 在SVM中更新聚合后、该聚合将在Trident中自动更新、方法是轮询SVM、而无需重新启动Trident控制器。在Trident中配置了特定聚合以配置卷后、如果将该聚合重命名或移出SVM、则在轮询SVM聚合时、后端将在Trident中变为故障状态。您必须将聚合更改为SVM上的聚合、或者将其全部删除、以使后端恢复联机。 不要指定 **ASA r2** 系统。	""

参数	Description	Default
limitAggregateUsage	如果使用量超过此百分比，则配置失败。如果您使用的是Amazon FSx for NetApp ONTAP后端，请勿指定 limitAggregateUsage。提供的和 `vsadmin`不包含使用Trident检索聚合使用情况并对其进行限制所需的 `fsxadmin`权限。不要指定 **ASA r2** 系统。	"" （默认情况下不强制实施）
limitVolumeSize	如果请求的卷大小超过此值、则配置失败。此外、还会限制它为LUN管理的卷的大小上限。	""(默认情况下不强制实施)
lunsPerFlexvol	每个 FlexVol 的最大 LUN 数，必须在 50 ， 200 范围内	100
debugTraceFlags	故障排除时要使用的调试标志。例如、 {"api"：false、"METHO"：true} 除非正在进行故障排除并需要详细的日志转储、否则请勿使用。	null
useREST	使用ONTAP REST API 的布尔参数。 `useREST`当设置为 `true`，Trident使用ONTAP REST API 与后端通信；当设置为 `false`，Trident使用 ONTAPI （ZAPI）调用与后端进行通信。此功能需要ONTAP 9.11.1 及更高版本。此外，使用的ONTAP登录角色必须具有访问 `ontapi`应用。这是通过预定义的 `vsadmin`和 `cluster-admin` 角色。从Trident 24.06 版本和ONTAP 9.15.1 或更高版本开始，`useREST`设置为 `true`默认；改变 `useREST`到 `false`使用 ONTAPI (ZAPI) 调用。 `useREST`完全符合 NVMe/TCP 的要求。 NVMe 仅支持ONTAP REST API，不支持 ONTAPI (ZAPI)。 如果指定，则始终设置为 **`true`**适用于**ASA r2** 系统。	true 对于ONTAP 9.151或更高版本，否则 false。
sanType	用于为iSCSI、 nvme`NVMe/TCP或基于光纤通道的 `fcp`SCSI (FC)选择 `iscsi。	iscsi 如果为空

参数	Description	Default
formatOptions	`formatOptions`用于指定命令的命令行参数、每当对卷进行格式化时、都会应用这些参数 `mkfs`。这样、您可以根据偏好格式化卷。请确保指定与mkfs命令选项类似的格式选项，但不包括设备路径。示例："-E nobdiscard" 支持 `**ontap-san**`和 `**ontap-san-economy**`带有 **iSCSI** 协议的驱动程序。*此外，在使用 iSCSI 和 NVMe/TCP 协议时，支持 ASA r2 系统。*	
limitVolumePoolSize	在LUS-SAN-Economy后端使用ONTAP时可要求的最大FlexVol大小。	"" （默认情况下不强制实施）
denyNewVolumePools	限制 `ontap-san-economy`后端创建新的FlexVol卷以包含其LUN。仅会使用已有的FlexVol配置新的PV.	

有关使用**formatOptions**的建议

Trident建议采用以下选项来加快格式化过程：

- **-E nodiscard (ext3, ext4):** 不要尝试在 mkfs 时丢弃块（最初丢弃块对固态设备和稀疏/精简配置存储很有用）。这将取代已弃用的选项“-K”，并且适用于 ext3、ext4 文件系统。
- **-K (xfs):** 不要在执行 mkfs 时尝试丢弃块。此选项适用于 xfs 文件系统。

使用 **Active Directory** 凭据向后端 **SVM** 验证**Trident** 的身份

您可以配置Trident以使用 Active Directory (AD) 凭据对后端 SVM 进行身份验证。在 AD 帐户可以访问 SVM 之前，您必须配置 AD 域控制器对集群或 SVM 的访问权限。对于使用 AD 帐户进行集群管理，您必须创建域隧道。参考 "在ONTAP中配置 Active Directory 域控制器访问" 了解详情。

步骤

1. 为后端 SVM 配置域名系统 (DNS) 设置：

   ```
   vserver services dns create -vserver <svm_name> -dns-servers
   <dns_server_ip1>,<dns_server_ip2>
   ```

2. 运行以下命令在 Active Directory 中为 SVM 创建计算机帐户：

   ```
   vserver active-directory create -vserver DataSVM -account-name ADSERVER1
   -domain demo.netapp.com
   ```

3. 使用此命令创建 AD 用户或组来管理集群或 SVM

   ```
   security login create -vserver <svm_name> -user-or-group-name
   <ad_user_or_group> -application <application> -authentication-method domain
   -role vsadmin
   ```

4. 在Trident后端配置文件中，设置 `username` 和 `password` 参数分别为 AD 用户或组名称和密码。

用于配置卷的后端配置选项

您可以在中使用这些选项控制默认配置 `defaults` 配置部分。有关示例，请参见以下配置示例。

参数	Description	Default
`spaceAllocation`	LUN 的空间分配	"true" 如果指定，则设置为 `**true**`适用于 **ASA r2** 系统。
`s`页面预留	空间预留模式；"无"(精简)或"卷"(厚)。设置为 `**none**` 适用于 **ASA r2** 系统。	"无"
`sSnapshot` 策略	要使用的Snapshot策略。设置为 `**none**`适用于 **ASA r2** 系统。	"无"
`qosPolicy`	要为创建的卷分配的 QoS 策略组。选择每个存储池 / 后端的 qosPolicy 或 adaptiveQosPolicy 之一。将QoS策略组与Trident结合使用需要使用ONTAP 9™8或更高版本。您应使用非共享QoS策略组、并确保此策略组分别应用于每个成分卷。共享QoS策略组会对所有工作负载的总吞吐量实施上限。	""
`adaptiveQosPolicy`	要为创建的卷分配的自适应 QoS 策略组。选择每个存储池 / 后端的 qosPolicy 或 adaptiveQosPolicy 之一	""
`sSnapshot` 预留	为快照预留的卷百分比。不要为 **ASA r2** 系统指定。	如果为"0"、则为"0" `snapshotPolicy` 为"none"、否则为""
`splitOnClone`	创建克隆时，从其父级拆分该克隆	false
加密	在新卷上启用NetApp卷加密(NVE)；默认为 `false`。要使用此选项，必须在集群上获得 NVE 的许可并启用 NVE 。如果在后端启用了NAE、则在Trident中配置的任何卷都将启用NAE。有关详细信息，请参阅："Trident如何与NVE和NAE配合使用"。	“false” 如果指定，则设置为 `**true**`适用于 **ASA r2** 系统。
`luksEncryption`	启用LUKS加密。请参阅 "使用Linux统一密钥设置(LUKS)"。	"" 设置为 `**false**`适用于 **ASA r2** 系统。
分层策略	分层策略使用“无” 不要为 **ASA r2** 系统指定。	
`nameTemplate`	用于创建自定义卷名称的模板。	""

卷配置示例

下面是一个定义了默认值的示例：

```yaml
---
version: 1
storageDriverName: ontap-san
managementLIF: 10.0.0.1
svm: trident_svm
username: admin
password: <password>
labels:
  k8scluster: dev2
  backend: dev2-sanbackend
storagePrefix: alternate-trident
debugTraceFlags:
  api: false
  method: true
defaults:
  spaceReserve: volume
  qosPolicy: standard
  spaceAllocation: 'false'
  snapshotPolicy: default
  snapshotReserve: '10'
```

> 对于使用驱动程序创建的所有卷 `ontap-san`、Trident会向FlexVol额外添加10%的容量、以容纳LUN元数据。LUN 将使用用户在 PVC 中请求的确切大小进行配置。Trident会将10%的空间添加到FlexVol中(在ONTAP中显示为可用大小)。用户现在将获得所请求的可用容量。此更改还可防止 LUN 变为只读状态，除非已充分利用可用空间。这不适用于 ontap-san-economy.

对于定义的后端 `snapshotReserve`，Trident将按如下所示计算卷的大小：

```
Total volume size = [(PVC requested size) / (1 - (snapshotReserve
percentage) / 100)] * 1.1
```

1.1 是Trident为容纳 LUN 元数据而额外添加到FlexVol 的10%。对于 `snapshotReserve` = 5%，PVC 请求 = 5 GiB，则总卷大小为 5.79 GiB，可用大小为 5.5 GiB。 `volume show`命令应显示与此示例类似的结果：

```
Vserver   Volume       Aggregate    State      Type       Size  Available Used%
--------- ------------ ------------ ---------- ---- ---------- ---------- -----
          _pvc_89f1c156_3801_4de4_9f9d_034d54c395f4
                                  online     RW         10GB     5.00GB    0%
          _pvc_e42ec6fe_3baa_4af6_996d_134adbbb8e6d
                                  online     RW       5.79GB     5.50GB    0%
          _pvc_e8372153_9ad9_474a_951a_08ae15e1c0ba
                                  online     RW          1GB    511.8MB    0%
3 entries were displayed.
```

目前，调整大小是对现有卷使用新计算的唯一方法。

最低配置示例

以下示例显示了将大多数参数保留为默认值的基本配置。这是定义后端的最简单方法。

> 如果您在NetApp ONTAP上使用Amazon FSx和、NetApp建议您为Trident指定DNS名称、而不是IP地址。

ONTAP SAN示例

这是使用的基本配置 `ontap-san` 驱动程序。

```
---
version: 1
storageDriverName: ontap-san
managementLIF: 10.0.0.1
svm: svm_iscsi
labels:
  k8scluster: test-cluster-1
  backend: testcluster1-sanbackend
username: vsadmin
password: <password>
```

MetroCluster示例

您可以对后端进行配置、以避免在切换和切回后手动更新后端定义 "SVM复制和恢复"。

要进行无缝切换和切回、请使用指定SVM `managementLIF`、并省略这些 `svm`参数。例如：

```
version: 1
storageDriverName: ontap-san
managementLIF: 192.168.1.66
username: vsadmin
password: password
```

ONTAP SAN经济性示例

```
version: 1
storageDriverName: ontap-san-economy
managementLIF: 10.0.0.1
svm: svm_iscsi_eco
username: vsadmin
password: <password>
```

基于证书的身份验证示例

在本基本配置示例中 `clientCertificate`， `clientPrivateKey`，和 `trustedCACertificate` (如果使用可信CA、则可选)将填充 `backend.json` 和分别采用客户端证书、专用密钥和可信CA证书的base64编码值。

```
---
version: 1
storageDriverName: ontap-san
backendName: DefaultSANBackend
managementLIF: 10.0.0.1
svm: svm_iscsi
useCHAP: true
chapInitiatorSecret: cl9qxIm36DKyawxy
chapTargetInitiatorSecret: rqxigXgkesIpwxyz
chapTargetUsername: iJF4heBRT0TCwxyz
chapUsername: uh2aNCLSd6cNwxyz
clientCertificate: ZXR0ZXJwYXB...ICMgJ3BhcGVyc2
clientPrivateKey: vciwKIyAgZG...0cnksIGRlc2NyaX
trustedCACertificate: zcyBbaG...b3Igb3duIGNsYXNz
```

双向**CHAP**示例

这些示例使用创建后端 `useCHAP` 设置为 `true`。

ONTAP SAN CHAP示例

```
---
version: 1
storageDriverName: ontap-san
managementLIF: 10.0.0.1
svm: svm_iscsi
labels:
  k8scluster: test-cluster-1
  backend: testcluster1-sanbackend
useCHAP: true
chapInitiatorSecret: cl9qxIm36DKyawxy
chapTargetInitiatorSecret: rqxigXgkesIpwxyz
chapTargetUsername: iJF4heBRT0TCwxyz
chapUsername: uh2aNCLSd6cNwxyz
username: vsadmin
password: <password>
```

ONTAP SAN经济性**CHAP**示例

```
---
version: 1
storageDriverName: ontap-san-economy
managementLIF: 10.0.0.1
svm: svm_iscsi_eco
useCHAP: true
chapInitiatorSecret: cl9qxIm36DKyawxy
chapTargetInitiatorSecret: rqxigXgkesIpwxyz
chapTargetUsername: iJF4heBRT0TCwxyz
chapUsername: uh2aNCLSd6cNwxyz
username: vsadmin
password: <password>
```

NVMe/TCP示例

您必须在ONTAP后端为SVM配置NVMe。这是NVMe/TCP的基本后端配置。

```
---
version: 1
backendName: NVMeBackend
storageDriverName: ontap-san
managementLIF: 10.0.0.1
svm: svm_nvme
username: vsadmin
password: password
sanType: nvme
useREST: true
```

基于FC的SCSI (FCP)示例

您必须在ONTAP后端为SVM配置FC。这是FC的基本后端配置。

```
---
version: 1
backendName: fcp-backend
storageDriverName: ontap-san
managementLIF: 10.0.0.1
svm: svm_fc
username: vsadmin
password: password
sanType: fcp
useREST: true
```

使用**nameTemplate**的后端配置示例

```
---
version: 1
storageDriverName: ontap-san
backendName: ontap-san-backend
managementLIF: <ip address>
svm: svm0
username: <admin>
password: <password>
defaults:
  nameTemplate:
"{{.volume.Name}}_{{.labels.cluster}}_{{.volume.Namespace}}_{{.vo\
    lume.RequestName}}"
labels:
  cluster: ClusterA
  PVC: "{{.volume.Namespace}}_{{.volume.RequestName}}"
```

formatOptions的**ONTAP SAN**经济驱动程序示例

```
---
version: 1
storageDriverName: ontap-san-economy
managementLIF: ""
svm: svm1
username: ""
password: "!"
storagePrefix: whelk_
debugTraceFlags:
  method: true
  api: true
defaults:
  formatOptions: -E nodiscard
```

虚拟池后端示例

在这些示例后端定义文件中、为所有存储池设置了特定默认值、例如 `spaceReserve` 无、 `spaceAllocation` 为false、和 `encryption` 为false。虚拟池在存储部分中进行定义。

Trident会在"Comments"字段中设置配置标签。在配置时、FlexVol volume Trident会将虚拟池上的所有标签复制到存储卷上、从而设置注释。为了方便起见、存储管理员可以按标签为每个虚拟池和组卷定义标签。

在这些示例中、某些存储池会自行设置 `spaceReserve`， `spaceAllocation`，和 `encryption` 值、而某些

池会覆盖默认值。

```yaml
---
version: 1
storageDriverName: ontap-san
managementLIF: 10.0.0.1
svm: svm_iscsi
useCHAP: true
chapInitiatorSecret: cl9qxIm36DKyawxy
chapTargetInitiatorSecret: rqxigXgkesIpwxyz
chapTargetUsername: iJF4heBRT0TCwxyz
chapUsername: uh2aNCLSd6cNwxyz
username: vsadmin
password: <password>
defaults:
  spaceAllocation: "false"
  encryption: "false"
  qosPolicy: standard
labels:
  store: san_store
  kubernetes-cluster: prod-cluster-1
region: us_east_1
storage:
  - labels:
      protection: gold
      creditpoints: "40000"
    zone: us_east_1a
    defaults:
      spaceAllocation: "true"
      encryption: "true"
      adaptiveQosPolicy: adaptive-extreme
  - labels:
      protection: silver
      creditpoints: "20000"
    zone: us_east_1b
    defaults:
      spaceAllocation: "false"
      encryption: "true"
      qosPolicy: premium
  - labels:
      protection: bronze
      creditpoints: "5000"
    zone: us_east_1c
    defaults:
      spaceAllocation: "true"
      encryption: "false"
```

ONTAP SAN经济性示例

```yaml
---
version: 1
storageDriverName: ontap-san-economy
managementLIF: 10.0.0.1
svm: svm_iscsi_eco
useCHAP: true
chapInitiatorSecret: cl9qxIm36DKyawxy
chapTargetInitiatorSecret: rqxigXgkesIpwxyz
chapTargetUsername: iJF4heBRT0TCwxyz
chapUsername: uh2aNCLSd6cNwxyz
username: vsadmin
password: <password>
defaults:
  spaceAllocation: "false"
  encryption: "false"
labels:
  store: san_economy_store
region: us_east_1
storage:
  - labels:
      app: oracledb
      cost: "30"
    zone: us_east_1a
    defaults:
      spaceAllocation: "true"
      encryption: "true"
  - labels:
      app: postgresdb
      cost: "20"
    zone: us_east_1b
    defaults:
      spaceAllocation: "false"
      encryption: "true"
  - labels:
      app: mysqldb
      cost: "10"
    zone: us_east_1c
    defaults:
      spaceAllocation: "true"
      encryption: "false"
  - labels:
      department: legal
      creditpoints: "5000"
```

```
    zone: us_east_1c
    defaults:
      spaceAllocation: "true"
      encryption: "false"
```

NVMe/TCP示例

```
---
version: 1
storageDriverName: ontap-san
sanType: nvme
managementLIF: 10.0.0.1
svm: nvme_svm
username: vsadmin
password: <password>
useREST: true
defaults:
  spaceAllocation: "false"
  encryption: "true"
storage:
  - labels:
      app: testApp
      cost: "20"
    defaults:
      spaceAllocation: "false"
      encryption: "false"
```

将后端映射到 StorageClasses

以下StorageClass定义涉及 [虚拟池后端示例]。使用 `parameters.selector` 字段中、每个StorageClass都会指出可用于托管卷的虚拟池。卷将在选定虚拟池中定义各个方面。

- 。 `protection-gold` StorageClass将映射到中的第一个虚拟池 `ontap-san` 后端。这是唯一提供金牌保护的池。

```yaml
apiVersion: storage.k8s.io/v1
kind: StorageClass
metadata:
  name: protection-gold
provisioner: csi.trident.netapp.io
parameters:
  selector: "protection=gold"
  fsType: "ext4"
```

- 。 `protection-not-gold` StorageClass将映射到中的第二个和第三个虚拟池 `ontap-san` 后端。只有这些池提供的保护级别不是gold。

```yaml
apiVersion: storage.k8s.io/v1
kind: StorageClass
metadata:
  name: protection-not-gold
provisioner: csi.trident.netapp.io
parameters:
  selector: "protection!=gold"
  fsType: "ext4"
```

- 。 `app-mysqldb` StorageClass将映射到中的第三个虚拟池 `ontap-san-economy` 后端。这是为mysqldb类型的应用程序提供存储池配置的唯一池。

```yaml
apiVersion: storage.k8s.io/v1
kind: StorageClass
metadata:
  name: app-mysqldb
provisioner: csi.trident.netapp.io
parameters:
  selector: "app=mysqldb"
  fsType: "ext4"
```

- 。 `protection-silver-creditpoints-20k` StorageClass将映射到中的第二个虚拟池 `ontap-san` 后端。这是唯一提供银牌保护和20000个信用点的池。

```yaml
apiVersion: storage.k8s.io/v1
kind: StorageClass
metadata:
  name: protection-silver-creditpoints-20k
provisioner: csi.trident.netapp.io
parameters:
  selector: "protection=silver; creditpoints=20000"
  fsType: "ext4"
```

- 。 `creditpoints-5k` StorageClass将映射到中的第三个虚拟池 `ontap-san` 中的后端和第四个虚拟池 `ontap-san-economy` 后端。这是唯一一款信用点数为5000的池产品。

```yaml
apiVersion: storage.k8s.io/v1
kind: StorageClass
metadata:
  name: creditpoints-5k
provisioner: csi.trident.netapp.io
parameters:
  selector: "creditpoints=5000"
  fsType: "ext4"
```

- 。 `my-test-app-sc` StorageClass将映射到 `testAPP` 中的虚拟池 `ontap-san` 驱动程序 `sanType: nvme`。这是唯一的池产品 `testApp`。

```yaml
---
apiVersion: storage.k8s.io/v1
kind: StorageClass
metadata:
  name: my-test-app-sc
provisioner: csi.trident.netapp.io
parameters:
  selector: "app=testApp"
  fsType: "ext4"
```

Trident将决定选择哪个虚拟池、并确保满足存储要求。

ONTAP NAS 驱动程序

ONTAP NAS驱动程序概述

了解如何使用 ONTAP 和 Cloud Volumes ONTAP NAS 驱动程序配置 ONTAP 后端。

ONTAP NAS驱动程序详细信息

Trident提供了以下NAS存储驱动程序来与ONTAP集群进行通信。支持的访问模式包括：*ReadWriteOnce*(RWO)、*ReadOnlyMany*(ROX)、*ReadWriteMany*(rwx)、*ReadWriteOncePod*(RWOP)。

驱动程序	协议	卷模式	支持的访问模式	支持的文件系统
`ontap-NAS`	NFS SMB	文件系统	Rwo、ROX、rwx、RWOP	""、 `nfs`， `smb`
`ontap-nas-economy.`	NFS SMB	文件系统	Rwo、ROX、rwx、RWOP	""、 `nfs`， `smb`
`ontap-nas-flexgroup`	NFS SMB	文件系统	Rwo、ROX、rwx、RWOP	""、 `nfs`， `smb`

- 使用 … `ontap-san-economy` 只有当永久性卷使用量计数预期高于时、才会显示此值 "支持的ONTAP卷限制"。
- 使用 … `ontap-nas-economy` 只有当永久性卷使用量计数预期高于时、才会显示此值 "支持的ONTAP卷限制" 和 `ontap-san-economy` 无法使用驱动程序。
- 请勿使用 `ontap-nas-economy` 预测数据保护、灾难恢复或移动性的需求。
- NetApp不建议在所有ONTAP驱动程序中使用FlexVol自动增长、但ONTAP SAN除外。解决方法是、Trident支持使用快照预留并相应地扩展FlexVol卷。

用户权限

Trident应以ONTAP或SVM管理员身份运行、通常使用集群用户 `vsadmin`或SVM用户、或者使用 `admin`具有相同角色的其他名称的用户。

对于Amazon FSx for NetApp ONTAP部署、Trident应使用集群用户 `vsadmin`或SVM用户以ONTAP或SVM管理员身份运行、或者使用具有相同角色的其他名称的用户运行 `fsxadmin`。此 `fsxadmin`用户只能有限地替代集群管理员用户。

如果使用 `limitAggregateUsage`参数、则需要集群管理员权限。将Amazon FSx for NetApp ONTAP与Trident结合使用时、 `limitAggregateUsage`参数不适用于 `vsadmin`和 `fsxadmin`用户帐户。如果指定此参数，配置操作将失败。

虽然可以在ONTAP中创建一个可以由三端驱动程序使用的限制性更强的角色、但我们不建议这样做。大多数新版本的 Trident 都会调用需要考虑的其他 API ，从而使升级变得困难且容易出错。

准备使用**ONTAP NAS**驱动程序配置后端

了解使用ONTAP NAS驱动程序配置ONTAP后端的要求、身份验证选项和导出策略。

从 25.10 版本开始， NetApp Trident支持"NetApp AFX存储系统"。NetApp AFX 存储系统与其他ONTAP系统（ASA、 AFF和FAS）在存储层的实现方式上有所不同。

只有 `ontap-nas`AFX 系统支持 NFS 协议驱动程序；不支持 SMB 协议。

在Trident后端配置中，您无需指定您的系统是 AFX。当您选择 `ontap-nas`作为 `storageDriverName`Trident可自动检测 AFX 系统。

要求

- 对于所有 ONTAP 后端，Trident 要求至少将一个聚合分配给 SVM。
- 您可以运行多个驱动程序，并创建指向其中一个驱动程序的存储类。例如、您可以配置一个使用的黄金类 `ontap-nas` 驱动程序和使用的铜牌类 `ontap-nas-economy` 一个。
- 所有Kubernetes工作节点都必须安装适当的NFS工具。请参见 "此处" 有关详细信息：
- Trident仅支持挂载到Windows节点上运行的Pod的SMB卷。有关详细信息、请参见 准备配置SMB卷 。

对**ONTAP**后端进行身份验证

Trident提供了两种对ONTAP后端进行身份验证的模式。

- 基于凭据：此模式需要对ONTAP后端具有足够的权限。建议使用与预定义安全登录角色关联的帐户、例如 `admin` 或 `vsadmin` 以确保与ONTAP 版本的最大兼容性。
- 基于证书：此模式需要在后端安装证书、Trident才能与ONTAP集群进行通信。此处，后端定义必须包含客户端证书，密钥和可信 CA 证书的 Base64 编码值（如果使用）（建议）。

您可以更新现有后端、以便在基于凭据的方法和基于证书的方法之间移动。但是、一次仅支持一种身份验证方法。要切换到其他身份验证方法、必须从后端配置中删除现有方法。

> 如果您尝试同时提供*凭据和证书*、则后端创建将失败、并显示一条错误、指出配置文件中提供了多种身份验证方法。

启用基于凭据的身份验证

Trident需要SVM范围/集群范围的管理员的凭据才能与ONTAP后端进行通信。建议使用标准的预定义角色，如 `admin`或 `vsadmin`。这样可以确保与未来ONTAP版本的正向兼容性、这些版本可能会公开未来Trident版本要使用的功能API。可以创建自定义安全登录角色并将其用于Trident、但不建议这样做。

后端定义示例如下所示：

YAML

```yaml
---
version: 1
backendName: ExampleBackend
storageDriverName: ontap-nas
managementLIF: 10.0.0.1
dataLIF: 10.0.0.2
svm: svm_nfs
credentials:
  name: secret-backend-creds
```

JSON

```json
{
  "version": 1,
  "backendName": "ExampleBackend",
  "storageDriverName": "ontap-nas",
  "managementLIF": "10.0.0.1",
  "dataLIF": "10.0.0.2",
  "svm": "svm_nfs",
  "credentials": {
        "name": "secret-backend-creds"
    }
}
```

请注意，后端定义是凭据以纯文本格式存储的唯一位置。创建后端后，用户名 / 密码将使用 Base64 进行编码并存储为 Kubernetes 密钥。创建 / 更新后端是唯一需要了解凭据的步骤。因此，这是一项仅由管理员执行的操作，由 Kubernetes 或存储管理员执行。

启用基于证书的身份验证

新的和现有的后端可以使用证书并与 ONTAP 后端进行通信。后端定义需要三个参数。

- clientCertificate ： 客户端证书的 Base64 编码值。
- clientPrivateKey ： 关联私钥的 Base64 编码值。
- trustedCACertifate ： 受信任 CA 证书的 Base64 编码值。如果使用可信 CA ，则必须提供此参数。如果不使用可信 CA ，则可以忽略此设置。

典型的工作流包括以下步骤。

步骤

1. 生成客户端证书和密钥。生成时，将公用名（ Common Name ， CN ）设置为要作为身份验证的 ONTAP 用户。

```
openssl req -x509 -nodes -days 1095 -newkey rsa:2048 -keyout k8senv.key
-out k8senv.pem -subj "/C=US/ST=NC/L=RTP/O=NetApp/CN=vsadmin"
```

2. 将可信 CA 证书添加到 ONTAP 集群。此问题可能已由存储管理员处理。如果未使用可信 CA ，则忽略。

```
security certificate install -type server -cert-name <trusted-ca-cert-
name> -vserver <vserver-name>
ssl modify -vserver <vserver-name> -server-enabled true -client-enabled
true -common-name <common-name> -serial <SN-from-trusted-CA-cert> -ca
<cert-authority>
```

3. 在 ONTAP 集群上安装客户端证书和密钥（从步骤 1 开始）。

```
security certificate install -type client-ca -cert-name <certificate-
name> -vserver <vserver-name>
security ssl modify -vserver <vserver-name> -client-enabled true
```

4. 确认 ONTAP 安全登录角色支持 `cert` 身份验证方法。

```
security login create -user-or-group-name vsadmin -application ontapi
-authentication-method cert -vserver <vserver-name>
security login create -user-or-group-name vsadmin -application http
-authentication-method cert -vserver <vserver-name>
```

5. 使用生成的证书测试身份验证。将 <SVM 管理 LIF> 和 <SVM 名称 > 替换为管理 LIF IP 和 ONTAP 名称。您必须确保 LIF 的服务策略设置为 `default-data-management` 。

```
curl -X POST -Lk https://<ONTAP-Management-
LIF>/servlets/netapp.servlets.admin.XMLrequest_filer --key k8senv.key
--cert ~/k8senv.pem -d '<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?><netapp
xmlns="http://www.netapp.com/filer/admin" version="1.21"
vfiler="<vserver-name>"><vserver-get></vserver-get></netapp>'
```

6. 使用 Base64 对证书，密钥和可信 CA 证书进行编码。

```
base64 -w 0 k8senv.pem >> cert_base64
base64 -w 0 k8senv.key >> key_base64
base64 -w 0 trustedca.pem >> trustedca_base64
```

7. 使用从上一步获得的值创建后端。

```
cat cert-backend-updated.json
{
"version": 1,
"storageDriverName": "ontap-nas",
"backendName": "NasBackend",
"managementLIF": "1.2.3.4",
"dataLIF": "1.2.3.8",
"svm": "vserver_test",
"clientCertificate": "Faaaakkkkeeee...Vaaallllluuuueeee",
"clientPrivateKey": "LS0tFaKE...0VaLuES0tLS0K",
"storagePrefix": "myPrefix_"
}

#Update backend with tridentctl
tridentctl update backend NasBackend -f cert-backend-updated.json -n
trident
+------------+----------------+--------------------------------------
+--------+---------+
|    NAME    | STORAGE DRIVER |                 UUID                 |
STATE  | VOLUMES |
+------------+----------------+--------------------------------------
+--------+---------+
| NasBackend | ontap-nas      | 98e19b74-aec7-4a3d-8dcf-128e5033b214 |
online |       9 |
+------------+----------------+--------------------------------------
+--------+---------+
```

更新身份验证方法或轮换凭据

您可以更新现有后端以使用其他身份验证方法或轮换其凭据。这两种方式都适用：使用用户名 / 密码的后端可以更新为使用证书；使用证书的后端可以更新为基于用户名 / 密码的后端。为此、您必须删除现有身份验证方法并添加新的身份验证方法。然后、使用更新后的backend.json文件、该文件包含要执行的所需参数 `tridentctl update backend`。

```
cat cert-backend-updated.json
```

```
{
"version": 1,
"storageDriverName": "ontap-nas",
"backendName": "NasBackend",
"managementLIF": "1.2.3.4",
"dataLIF": "1.2.3.8",
"svm": "vserver_test",
"username": "vsadmin",
"password": "password",
"storagePrefix": "myPrefix_"
}
```

```
#Update backend with tridentctl
tridentctl update backend NasBackend -f cert-backend-updated.json -n
trident
+------------+----------------+--------------------------------------
+--------+---------+
|    NAME    | STORAGE DRIVER |                  UUID                |
STATE   | VOLUMES |
+------------+----------------+--------------------------------------
+--------+---------+
| NasBackend | ontap-nas      | 98e19b74-aec7-4a3d-8dcf-128e5033b214 |
online |       9 |
+------------+----------------+--------------------------------------
+--------+---------+
```

> 轮换密码时，存储管理员必须先在 ONTAP 上更新用户的密码。然后进行后端更新。轮换证书时，可以向用户添加多个证书。之后，后端将更新以使用新证书，然后可以从 ONTAP 集群中删除旧证书。

更新后端不会中断对已创建卷的访问，也不会影响在之后建立的卷连接。后端更新成功表示Trident可以与ONTAP后端通信并处理未来的卷操作。

为**Trident**创建自定义**ONTAP**角色

您可以创建Privileges最低的ONTAP集群角色、这样就不必使用ONTAP管理员角色在Trident中执行操作。如果在Trident后端配置中包含用户名、则Trident将使用您创建的ONTAP集群角色来执行操作。

有关创建Trident自定义角色的详细信息、请参见"Trident自定义角色生成器"。

使用**ONTAP**命令行界面

1. 使用以下命令创建新角色：

```
security login role create <role_name\> -cmddirname "command" -access all
-vserver <svm_name\>
```

2. 为Trident用户创建用户名：

```
security login create -username <user_name\> -application ontapi
-authmethod <password\> -role <name_of_role_in_step_1\> -vserver
<svm_name\> -comment "user_description"
```

3. 将角色映射到用户：

```
security login modify username <user_name\> -vserver <svm_name\> -role
<role_name\> -application ontapi -application console -authmethod
<password\>
```

使用 **System Manager**

在ONTAP系统管理器中执行以下步骤：

1. 创建自定义角色：
   a. 要在集群级别创建自定义角色，请选择*Cluster > Settings*。

      (或)要在SVM级别创建自定义角色、请选择*存储> Storage VM `required SVM` >>设置>用户和角色*。

   b. 选择*用户和角色*旁边的箭头图标(→)。
   c. 在*角色*下选择*+添加*。
   d. 定义角色的规则，然后单击*Save*。
2. 将角色映射到**Trident user**：+在*Users and Roles*页面上执行以下步骤：
   a. 在*用户*下选择添加图标*+*。
   b. 选择所需的用户名，然后在下拉菜单中为*rouser*选择一个角色。
   c. 单击 * 保存 * 。

有关详细信息、请参见以下页面：

- "用于管理ONTAP的自定义角色"或"定义自定义角色"
- "使用角色和用户"

管理 NFS 导出策略

Trident使用NFS导出策略控制对其配置的卷的访问。

使用导出策略时、Trident提供了两个选项：

- Trident可以动态管理导出策略本身；在此操作模式下、存储管理员可以指定一个表示可接受IP地址的CIDR块列表。Trident会在发布时自动将这些范围内的适用节点IP添加到导出策略中。或者、如果未指定CIDR、则在要发布卷的节点上找到的所有全局范围单播IP都将添加到导出策略中。
- 存储管理员可以手动创建导出策略和添加规则。除非在配置中指定了其他导出策略名称、否则Trident将使用默认导出策略。

动态管理导出策略

通过Trident、可以动态管理ONTAP后端的导出策略。这样，存储管理员就可以为工作节点 IP 指定允许的地址空间，而不是手动定义显式规则。它大大简化了导出策略管理；修改导出策略不再需要手动干预存储集群。此外、这还有助于将对存储集群的访问限制为仅限正在挂载卷且IP位于指定范围内的工作节点访问、从而支持精细的自动化管理。

> 使用动态导出策略时、请勿使用网络地址转换(Network Address Translation、NAT)。使用NAT时、存储控制器会看到前端NAT地址、而不是实际IP主机地址、因此、如果在导出规则中找不到匹配项、则会拒绝访问。

示例

必须使用两个配置选项。下面是一个后端定义示例：

```
---
version: 1
storageDriverName: ontap-nas-economy
backendName: ontap_nas_auto_export
managementLIF: 192.168.0.135
svm: svm1
username: vsadmin
password: password
autoExportCIDRs:
  - 192.168.0.0/24
autoExportPolicy: true
```

> 使用此功能时、您必须确保SVM中的根接合具有先前创建的导出策略、并具有允许节点CIDR块的导出规则(例如默认导出策略)。始终遵循NetApp建议的最佳实践、将SVM专用于Trident。

以下是使用上述示例对此功能的工作原理进行的说明：

- `autoExportPolicy`设置为 `true`。这表示Trident会为SVM的使用此后端配置的每个卷创建一个导出策略 `svm1`、并使用地址块处理规则的添加和删除 `autoexportCIDRs`。在将卷连接到节点之前、此卷会使用一个空导出策略、此策略不带任何规则来防止对该卷进行不必要的访问。将卷发布到节点后、Trident会创建一个与指定CIDR块中包含节点IP的底层qtree同名的导出策略。这些IP也会添加到父FlexVol volume使用的导出策略中
  - 例如：
    - 后端UUID 403b5326/8482-40db-96d0-d83fb3f4daec
    - `autoExportPolicy`将设置为 `true`

    - 存储前缀 `trident`
    - pvc UUID a79bcf5f-7b6d-4a40-9876- e2551f159c1c
    - 名为svm_pvc_a79bcf5f_7b6d_4a40_9876_e2551f159c1c的qtree会为名为的FlexVol创建一个导出策略、为名为的qtree创建一个导出策略、`trident_pvc_a79bcf5f_7b6d_4a40_9876_e2551f159c1c`并在`Trident`上创建`trident-403b5326-8482-40db96d0-d83fb3f4daec`一个名为的空导出策略`trident_empty`。FlexVol导出策略的规则将是qtree导出策略中包含的任何规则的超集。空导出策略将由所有未附加的卷重复使用。

- `autoExportCIDRs`包含地址块列表。此字段为可选字段，默认为 "0.0.0.0/0 ， "：： /0" 。如果未定义、则Trident会添加在具有出版物的工作节点上找到的所有全局范围单播地址。

在此示例中、 `192.168.0.0/24`提供了地址空间。这表示属于此地址范围且发布内容的`Kub`联网 节点`IP`将添加到`Trident`创建的导出策略中。当`Trident`注册运行该功能的节点时，它将检索该节点的`IP`地址，并根据中提供的地址块对其进行检查 `autoExportCIDRs`。发布时，在筛选IP之后，Trident将为要发布到的节点的客户端IP创建导出策略规则。

创建后，您可以为后端更新 `autosExportPolicy` 和 `autosExportCIDR` 。您可以为自动管理的后端附加新的 CIDR ，也可以删除现有的 CIDR 。删除 CIDR 时请务必小心，以确保现有连接不会断开。您也可以选择对后端禁用 `autosExportPolicy` ，并回退到手动创建的导出策略。这需要在后端配置中设置 `exportPolicy` 参数。

在Trident创建或更新后端后、您可以使用或相应的 `tridentbackend`CRD检查后端 `tridentctl`：

```
./tridentctl get backends ontap_nas_auto_export -n trident -o yaml
items:
- backendUUID: 403b5326-8482-40db-96d0-d83fb3f4daec
  config:
    aggregate: ""
    autoExportCIDRs:
    - 192.168.0.0/24
    autoExportPolicy: true
    backendName: ontap_nas_auto_export
    chapInitiatorSecret: ""
    chapTargetInitiatorSecret: ""
    chapTargetUsername: ""
    chapUsername: ""
    dataLIF: 192.168.0.135
    debug: false
    debugTraceFlags: null
    defaults:
      encryption: "false"
      exportPolicy: <automatic>
      fileSystemType: ext4
```

删除节点后、Trident会检查所有导出策略以删除与该节点对应的访问规则。通过从受管后端的导出策略中删除此节点IP、Trident可防止恶意挂载、除非集群中的新节点重复使用此IP。

对于以前存在的后端、使用更新后端 `tridentctl update backend`可确保Trident自动管理导出策略。这样会根据需要创建两个新的导出策略、并以后端的UUID和qtree名称命名。后端上的卷在卸载并重新挂载后将使用新创建的导出策略。

> 删除具有自动管理导出策略的后端将删除动态创建的导出策略。如果重新创建后端，则会将其视为新的后端，并会创建新的导出策略。

如果更新了活动节点的IP地址、则必须在此节点上重新启动Trident Pod。然后、Trident将更新其管理的后端的导出策略、以反映此IP更改。

准备配置SMB卷

只需稍作准备、您就可以使用配置SMB卷 `ontap-nas` 驱动程序。

> 您必须在SVM上同时配置NFS和SMB/CCIFS协议、才能为ONTAP内部集群创建 `ontap-nas-economy`SMB卷。如果未能配置其中任一协议、则发生原因 SMB卷创建将失败。

> `autoExportPolicy`SMB卷不支持。

开始之前

在配置SMB卷之前、您必须满足以下条件。

- 一个Kubernetes集群、其中包含一个Linux控制器节点以及至少一个运行Windows Server 2022的Windows工作节点。Trident仅支持挂载到Windows节点上运行的Pod的SMB卷。
- 至少一个包含Active Directory凭据的Trident密钥。生成密钥 `smbcreds`：

```
kubectl create secret generic smbcreds --from-literal username=user
--from-literal password='password'
```

- 配置为Windows服务的CSI代理。配置 `csi-proxy`、请参见 "GitHub：CSI代理" 或 "GitHub：适用于Windows的CSI代理" 适用于在Windows上运行的Kubernetes节点。

步骤

1. 对于内部ONTAP、您可以选择创建SMB共享、也可以选择Trident为您创建一个共享。

   > Amazon FSx for ONTAP需要SMB共享。

   您可以使用以下两种方式之一创建SMB管理共享 "Microsoft管理控制台" 共享文件夹管理单元或使用ONTAP命令行界面。要使用ONTAP 命令行界面创建SMB共享、请执行以下操作：

   a. 如有必要，为共享创建目录路径结构。

      。 `vserver cifs share create` 命令会在创建共享期间检查-path选项中指定的路径。如果指定路径不存在，则命令将失败。

   b. 创建与指定SVM关联的SMB共享：

```
vserver cifs share create -vserver vserver_name -share-name
share_name -path path [-share-properties share_properties,...]
[other_attributes] [-comment text]
```

c. 验证是否已创建共享：

```
vserver cifs share show -share-name share_name
```

请参见 "创建 SMB 共享" 了解完整详细信息。

2. 创建后端时、必须配置以下内容以指定SMB卷。有关适用于ONTAP 后端的所有FSX配置选项、请参见 "适用于ONTAP 的FSX配置选项和示例"。

参数	**Description**	示例
`smbShare`	您可以指定以下选项之一：使用Microsoft管理控制台或ONTAP命令行界面创建的SMB共享的名称；允许Trident创建SMB共享的名称；或者、您可以将参数留空以防止对卷进行通用共享访问。对于内部ONTAP、此参数是可选的。此参数对于Amazon FSx for ONTAP后端为必填项、不能为空。	`smb-share`
`nasType`	*必须设置为 `smb``如果为空、则默认为 `nfs`。	`smb`
`securityStyle`	新卷的安全模式。必须设置为 **`ntfs`** 或 **`mixed`** 用于**SMB**卷。	`ntfs` 或 `mixed` 对于SMB卷
`unixPermissions`	新卷的模式。对于SMB卷、必须留空。	""

启用安全 **SMB**

从 25.06 版本开始，NetApp Trident 支持使用以下方式创建的 SMB 卷的安全配置 `ontap-nas`和 `ontap-nas-economy`后端。启用安全 SMB 后，您可以使用访问控制列表 (ACL) 为 Active Directory (AD) 用户和用户组提供对 SMB 共享的受控访问。

需要记住的要点

- 输入 `ontap-nas-economy`不支持卷。
- 仅支持只读克隆 `ontap-nas-economy`卷。
- 如果启用了安全 SMB，Trident 将忽略后端提到的 SMB 共享。
- 更新 PVC 注释、存储类注释和后端字段不会更新 SMB 共享 ACL。
- 克隆 PVC 注释中指定的 SMB 共享 ACL 将优先于源 PVC 中的 ACL。
- 启用安全 SMB 时，请确保提供有效的 AD 用户。无效用户将不会被添加到 ACL。
- 如果您在后端、存储类和 PVC 中为同一个 AD 用户提供不同的权限，则权限优先级为：PVC、存储类、后端。
- 安全 SMB 支持 `ontap-nas`托管卷导入，不适用于非托管卷导入。

步骤

1. 在 TridentBackendConfig 中指定 adAdminUser，如以下示例所示：

```
apiVersion: trident.netapp.io/v1
kind: TridentBackendConfig
metadata:
  name: backend-tbc-ontap
  namespace: trident
spec:
  version: 1
  storageDriverName: ontap-nas
  managementLIF: 10.193.176.x
  svm: svm0
  useREST: true
  defaults:
    adAdminUser: tridentADtest
  credentials:
    name: backend-tbc-ontap-invest-secret
```

2. 在存储类中添加注释。

   添加 `trident.netapp.io/smbShareAdUser`注释到存储类，以启用安全 SMB 而不会失败。为注释指定的用户值 `trident.netapp.io/smbShareAdUser`应该与 `smbcreds`秘密。您可以选择以下之一 `smbShareAdUserPermission： full_control， change， 或者 read。默认权限是 full_control。

```
apiVersion: storage.k8s.io/v1
kind: StorageClass
metadata:
  name: ontap-smb-sc
  annotations:
    trident.netapp.io/smbShareAdUserPermission: change
    trident.netapp.io/smbShareAdUser: tridentADuser
parameters:
  backendType: ontap-nas
  csi.storage.k8s.io/node-stage-secret-name: smbcreds
  csi.storage.k8s.io/node-stage-secret-namespace: trident
  trident.netapp.io/nasType: smb
provisioner: csi.trident.netapp.io
reclaimPolicy: Delete
volumeBindingMode: Immediate
```

1. 创建 PVC。

以下示例创建 PVC：

```
apiVersion: v1
kind: PersistentVolumeClaim
metadata:
  name: my-pvc4
  namespace: trident
  annotations:
    trident.netapp.io/snapshotDirectory: "true"
    trident.netapp.io/smbShareAccessControl: |
      read:
        - tridentADtest
spec:
  accessModes:
    - ReadWriteOnce
  resources:
    requests:
      storage: 1Gi
  storageClassName: ontap-smb-sc
```

ONTAP NAS配置选项和示例

了解如何在Trident安装中创建和使用ONTAP NAS驱动程序。本节提供了将后端映射到StorageClasses的后端配置示例和详细信息。

从 25.10 版本开始， NetApp Trident支持"NetApp AFX 存储系统"。NetApp AFX 存储系统与其他基于ONTAP的系统（ASA、 AFF和FAS）在存储层的实现方式上有所不同。

> 只有 `ontap-nas`NetApp AFX 系统支持 NFS 协议驱动程序；不支持 SMB 协议。

在Trident后端配置中，无需指定您的系统是NetApp AFX 存储系统。当您选择 `ontap-nas`作为 `storageDriverName`Trident会自动检测 AFX 存储系统。如下表所示，某些后端配置参数不适用于 AFX 存储系统。

后端配置选项

有关后端配置选项，请参见下表：

参数	Description	Default
`ve`版本		始终为 1
`storageDriverName`	存储驱动程序的名称 仅适用于NetApp AFX 系统 `ontap-nas`已支持。	`ontap-nas` `ontap-nas-economy`或 `ontap-nas-flexgroup`

参数	Description	Default
`backendName`	自定义名称或存储后端	驱动程序名称+"_"+ dataLIF
`m`年 月 日	集群或SVM管理LIF的IP地址可以指定完全限定域名(FQDN)。如果Trident是使用IPv6标志安装的、则可以设置为使用IPv6地址。IPv6地址必须用方括号定义，例如 `[28e8:d9fb:a825:b7bf:69a8:d02f:9e7b:3555]`。有关无缝MetroCluster切换的信息，请参见MetroCluster示例。	"10.0.0.1"、"[2001：1234：abc：：：fefe]"
`dataLIF`	协议 LIF 的 IP 地址。NetApp建议指定 `dataLIF`。如果未提供此参数、则Trident将从SVM提取数据LIF。您可以指定要用于NFS挂载操作的完全限定域名(FQDN)、以便创建轮叫DNS来在多个dataLIF之间进行负载平衡。可以在初始设置后更改。请参阅 。如果Trident是使用IPv6标志安装的、则可以设置为使用IPv6地址。IPv6地址必须用方括号定义，例如 `[28e8:d9fb:a825:b7bf:69a8:d02f:9e7b:3555]`。*省略MetroCluster。*请参见MetroCluster示例。	指定的地址或派生自SVM (如果未指定)(不建议)
`sVM`	要使用的 Storage Virtual Machine *对于MetroCluster省略。*请参见 MetroCluster示例。	如果指定了 SVM `managementLIF`，则派生
`autosExportPolicy`	启用自动创建和更新导出策略[布尔值]。使用 `autoExportPolicy`和 `autoExportCIDRs`选项、Trident可以自动管理导出策略。	false
`autosExportCIDR`	用于筛选KubeNet节点IP的CIDR列表(启用时)。`autoExportPolicy`使用 `autoExportPolicy`和 `autoExportCIDRs`选项、Trident可以自动管理导出策略。	["0.0.0.0/0、"：：：/0"]`
标签	要应用于卷的一组任意 JSON 格式的标签	""
客户端证书	客户端证书的 Base64 编码值。用于基于证书的身份验证	""
`clientPrivateKey`	客户端专用密钥的 Base64 编码值。用于基于证书的身份验证	""
`trustedCACertifate`	受信任 CA 证书的 Base64 编码值。可选。用于基于证书的身份验证	""
用户名	用于连接到集群/SVM 的用户名。用于基于凭据的身份验证。有关 Active Directory 身份验证，请参阅 "使用 Active Directory 凭据向后端 SVM 验证Trident 的身份"。	
密码	连接到集群/SVM 的密码。用于基于凭据的身份验证。有关 Active Directory 身份验证，请参阅 "使用 Active Directory 凭据向后端 SVM 验证Trident 的身份"。	

参数	Description	Default
s存储前缀	在 SVM 中配置新卷时使用的前缀。设置后无法更新 如果使用的ONTAP是包含24个或更多字符的storagePrefix、则qtrees不会嵌入存储前缀、但会显示在卷名称中。	"三级联"
聚合	要配置的聚合（可选；如果设置了聚合，则必须将其分配给 SVM ）。对于 `ontap-nas-flexgroup`驱动程序、此选项将被忽略。如果未分配、则 可以使用任何可用聚合来配置FlexGroup卷。 在SVM中更新聚合后、该聚合将在Trident中自动更新、方法是轮询SVM、而无需重新启动Trident控制器。在Trident中配置了特定聚合以配置卷后、如果将该聚合重命名或移出SVM、则在轮询SVM聚合时、后端将在Trident中变为故障状态。您必须将聚合更改为SVM上的聚合、或者将其全部删除、以使后端恢复联机。 请勿指定用于 **AFX** 存储系统。	""
`limitAggregateUsage`	如果使用率超过此百分比，则配置失败。不适用于**Amazon FSx for ONTAP**。请勿指定用于 **AFX** 存储系统。	"" （默认情况下不强制实施）
FlexgroupGroupGroupRegateList	要配置的聚合列表(可选；如果已设置、则必须将其分配给SVM)。分配给SVM的所有聚合均用于配置FlexGroup卷。支持* ONTAP－NAS－FlexGroup－Storage驱动程序。 在SVM中更新聚合列表后、此列表将在Trident中自动更新、方法是轮询SVM、而无需重新启动Trident控制器。在Trident中配置特定聚合列表以配置卷后、如果聚合列表重命名或移出SVM、则在轮询SVM聚合时、后端将在Trident中变为故障状态。您必须将聚合列表更改为SVM上的聚合列表、或者将其全部删除、以使后端恢复联机。	""
`limitVolumeSize`	如果请求的卷大小大于此值，则配置失败。	""(默认情况下不强制实施)

参数	Description	Default
`debugTraceFlags`	故障排除时要使用的调试标志。例如、 {"api"：false、"METHO"：true} 请勿使用 `debugTraceFlags` 除非您正在进行故障排除并需要详细的日志转储。	空
`nasType`	配置 NFS 或 SMB 卷的创建。选项有 `nfs`， `smb`或空值。设置为 null 则默认使用 NFS 卷。如果指定，则始终设置为 **`nfs`**适用于 **AFX** 存储系统。	`nfs`
`nfsMountOptions`	NFS挂载选项的逗号分隔列表。通常会在存储类中为Kubnetes-永久性 卷指定挂载选项、但如果在存储类中未指定挂载选项、则Trident将回退到使用存储后端配置文件中指定的挂载选项。如果在存储类或配置文件中未指定挂载选项、则Trident不会在关联的永久性卷上设置任何挂载选项。	""
`qtreesPerFlexvol`	每个 FlexVol 的最大 qtree 数，必须在 50 ， 300 范围内	"200"
`smbShare`	您可以指定以下选项之一：使用Microsoft管理控制台或ONTAP命令行界面创建的SMB共享的名称；允许Trident创建SMB共享的名称；或者、您可以将参数留空以防止对卷进行通用共享访问。对于内部ONTAP、此参数是可选的。此参数对于Amazon FSx for ONTAP后端为必填项、不能为空。	`smb-share`
`useREST`	使用ONTAP REST API 的布尔参数。 `useREST`设置为 `true`Trident使用ONTAP REST API 与后端通信；当设置为 `false`Trident使用 ONTAPI (ZAPI) 调用与后端通信。此功能需要ONTAP 9.11.1 及更高版本。此外，所使用的ONTAP登录角色必须具有访问权限。 `ontapi`应用。预定义项满足了这一点。 `vsadmin`和 `cluster-admin`角色。从Trident 24.06 版本和ONTAP 9.15.1 或更高版本开始， `useREST`设置为 `true`默认；更改 `useREST`到 `false`使用 ONTAPI (ZAPI) 调用。如果指定，则始终设置为 **`true`**适用于 **AFX** 存储系统。	`true` 对于ONTAP 9.151或更高版本，否则 `false`。
`limitVolumePoolSize`	在qtree-NAS ONTAP经济型后端使用qtrees时可请求的最大FlexVol大小。	"" （默认情况下不强制实施）
`denyNewVolumePools`	限制 `ontap-nas-economy`后端创建新的FlexVol卷以包含其qtrees。仅会使用已有的FlexVol配置新的PV.	
`adAdminUser`	具有 SMB 共享完全访问权限的 Active Directory 管理员用户或用户组。使用此参数可为 SMB 共享提供具有完全控制权的管理员权限。	

用于配置卷的后端配置选项

您可以在中使用这些选项控制默认配置 `defaults` 配置部分。有关示例，请参见以下配置示例。

参数	Description	Default
spaceAllocation	qtrees的空间分配	"正确"
s页面预留	空间预留模式；"无"(精简)或"卷"(厚)	"无"
sSnapshot 策略	要使用的 Snapshot 策略	"无"
qosPolicy	要为创建的卷分配的 QoS 策略组。选择每个存储池 / 后端的 qosPolicy 或 adaptiveQosPolicy 之一	""
adaptiveQosPolicy	要为创建的卷分配的自适应 QoS 策略组。选择每个存储池 / 后端的 qosPolicy 或 adaptiveQosPolicy 之一。不受 ontap-nas-economy.	""
sSnapshot 预留	为快照预留的卷百分比	如果为"0"、则为"0" snapshotPolicy 为"none"、否则为""
splitOnClone	创建克隆时，从其父级拆分该克隆	false
加密	在新卷上启用NetApp卷加密(NVE)；默认为 false。要使用此选项，必须在集群上获得 NVE 的许可并启用 NVE 。如果在后端启用了NAE、则在Trident中配置的任何卷都将启用NAE。有关详细信息，请参阅："Trident如何与NVE和NAE配合使用"。	false
分层策略	使用"无"的层策略	
unixPermissions	新卷的模式	"777"表示NFS卷；空(不适用)表示SMB卷
snapshotDir	控制对的访问 .snapshot 目录	对于NFSv4、为"TRUE"；对于NFSv3、为"false"
exportPolicy	要使用的导出策略	default
securityStyle	新卷的安全模式。NFS支持 mixed 和 unix 安全模式。SMB支持 mixed 和 ntfs 安全模式。	NFS默认值为 unix。SMB默认值为 ntfs。
nameTemplate	用于创建自定义卷名称的模板。	""

> 将QoS策略组与Trident结合使用需要使用ONTAP 9™8或更高版本。您应使用非共享QoS策略组、并确保此策略组分别应用于每个成分卷。共享QoS策略组会对所有工作负载的总吞吐量实施上限。

卷配置示例

下面是一个定义了默认值的示例：

```yaml
---
version: 1
storageDriverName: ontap-nas
backendName: customBackendName
managementLIF: 10.0.0.1
dataLIF: 10.0.0.2
labels:
  k8scluster: dev1
  backend: dev1-nasbackend
svm: trident_svm
username: cluster-admin
password: <password>
limitAggregateUsage: 80%
limitVolumeSize: 50Gi
nfsMountOptions: nfsvers=4
debugTraceFlags:
  api: false
  method: true
defaults:
  spaceReserve: volume
  qosPolicy: premium
  exportPolicy: myk8scluster
  snapshotPolicy: default
  snapshotReserve: "10"
```

为了 `ontap-nas`和 `ontap-nas-flexgroups`Trident现在使用新的计算方法，以确保FlexVol 的尺寸与 snapshotReserve 百分比和 PVC 正确匹配。当用户请求 PVC 时， Trident会使用新的计算方法创建具有更多空间的原始FlexVol 。此计算确保用户在 PVC 中获得其请求的可写空间，而不是少于其请求的空间。在 v21.07 之前，当用户请求 PVC（例如 5 GiB）时，如果快照预留百分比为 50%，则只能获得 2.5 GiB 的可写空间。这是因为用户请求的是整个卷。 `snapshotReserve`是其中的百分比。在Trident 21.07 中，用户请求的是可写空间，而Trident定义了该空间。 `snapshotReserve`将数值表示为占总体积的百分比。这不适用于 `ontap-nas-economy。请参阅以下示例了解其工作原理：

计算方法如下：

```
Total volume size = <PVC requested size> / (1 - (<snapshotReserve
percentage> / 100))
```

对于快照预留 = 50% 且 PVC 请求 = 5 GiB 的情况，总卷大小为 5/.5 = 10 GiB，可用大小为 5 GiB，这正是用户在 PVC 请求中请求的大小。 `volume show`命令应显示与此示例类似的结果：

```
Vserver   Volume       Aggregate    State      Type       Size  Available Used%
--------- ------------ ------------ ---------- ---- ---------- ---------- -----
                 _pvc_89f1c156_3801_4de4_9f9d_034d54c395f4
                                      online     RW         10GB     5.00GB    0%
                 _pvc_e8372153_9ad9_474a_951a_08ae15e1c0ba
                                      online     RW          1GB    511.8MB    0%
2 entries were displayed.
```

升级Trident时，先前安装的现有后端将按上述方式配置卷。对于升级前创建的卷，您应该调整其大小才能观察到更改。例如，一个 2 GiB 的 PVC 包含 `snapshotReserve=50`之前的结果是卷提供了 1 GiB 的可写空间。例如，将卷大小调整为 3 GiB，将在 6 GiB 的卷上为应用程序提供 3 GiB 的可写空间。

最低配置示例

以下示例显示了将大多数参数保留为默认值的基本配置。这是定义后端的最简单方法。

> 如果在采用 Trident 的 NetApp ONTAP 上使用 Amazon FSx ，建议为 LIF 指定 DNS 名称，而不是 IP 地址。

ONTAP NAS经济性示例

```yaml
---
version: 1
storageDriverName: ontap-nas-economy
managementLIF: 10.0.0.1
dataLIF: 10.0.0.2
svm: svm_nfs
username: vsadmin
password: password
```

ONTAP NAS FlexGroup示例

```yaml
---
version: 1
storageDriverName: ontap-nas-flexgroup
managementLIF: 10.0.0.1
dataLIF: 10.0.0.2
svm: svm_nfs
username: vsadmin
password: password
```

MetroCluster示例

您可以对后端进行配置、以避免在切换和切回后手动更新后端定义 "SVM复制和恢复"。

要进行无缝切换和切回、请使用指定SVM `managementLIF` 并省略 `dataLIF` 和 `svm` parameters例如：

```
---
version: 1
storageDriverName: ontap-nas
managementLIF: 192.168.1.66
username: vsadmin
password: password
```

SMB卷示例

```
---
version: 1
backendName: ExampleBackend
storageDriverName: ontap-nas
managementLIF: 10.0.0.1
nasType: smb
securityStyle: ntfs
unixPermissions: ""
dataLIF: 10.0.0.2
svm: svm_nfs
username: vsadmin
password: password
```

基于证书的身份验证示例

这是一个最低后端配置示例。 `clientCertificate`， `clientPrivateKey`，和 `trustedCACertificate` (如果使用可信CA、则可选)将填充 `backend.json` 和分别采用客户端证书、专用密钥和可信CA证书的base64编码值。

```
---
version: 1
backendName: DefaultNASBackend
storageDriverName: ontap-nas
managementLIF: 10.0.0.1
dataLIF: 10.0.0.15
svm: nfs_svm
clientCertificate: ZXR0ZXJwYXB...ICMgJ3BhcGVyc2
clientPrivateKey: vciwKIyAgZG...0cnksIGRlc2NyaX
trustedCACertificate: zcyBbaG...b3Igb3duIGNsYXNz
storagePrefix: myPrefix_
```

自动导出策略示例

此示例介绍如何指示Trident使用动态导出策略自动创建和管理导出策略。这对于和 `ontap-nas-flexgroup`驱动程序是相同的 `ontap-nas-economy`。

```
---
version: 1
storageDriverName: ontap-nas
managementLIF: 10.0.0.1
dataLIF: 10.0.0.2
svm: svm_nfs
labels:
  k8scluster: test-cluster-east-1a
  backend: test1-nasbackend
autoExportPolicy: true
autoExportCIDRs:
- 10.0.0.0/24
username: admin
password: password
nfsMountOptions: nfsvers=4
```

IPv6地址示例

此示例显示了 `managementLIF` 使用IPv6地址。

```
---
version: 1
storageDriverName: ontap-nas
backendName: nas_ipv6_backend
managementLIF: "[5c5d:5edf:8f:7657:bef8:109b:1b41:d491]"
labels:
  k8scluster: test-cluster-east-1a
  backend: test1-ontap-ipv6
svm: nas_ipv6_svm
username: vsadmin
password: password
```

Amazon FSx for ONTAP使用SMB卷示例

- `smbShare` 使用SMB卷的FSx for ONTAP需要参数。

```
---
version: 1
backendName: SMBBackend
storageDriverName: ontap-nas
managementLIF: example.mgmt.fqdn.aws.com
nasType: smb
dataLIF: 10.0.0.15
svm: nfs_svm
smbShare: smb-share
clientCertificate: ZXR0ZXJwYXB...ICMgJ3BhcGVyc2
clientPrivateKey: vciwKIyAgZG...0cnksIGRlc2NyaX
trustedCACertificate: zcyBbaG...b3Igb3duIGNsYXNz
storagePrefix: myPrefix_
```

使用**nameTemplate**的后端配置示例

```
---
version: 1
storageDriverName: ontap-nas
backendName: ontap-nas-backend
managementLIF: <ip address>
svm: svm0
username: <admin>
password: <password>
defaults:
  nameTemplate:
"{{.volume.Name}}_{{.labels.cluster}}_{{.volume.Namespace}}_{{.vo\
    lume.RequestName}}"
labels:
  cluster: ClusterA
  PVC: "{{.volume.Namespace}}_{{.volume.RequestName}}"
```

虚拟池后端示例

在下面显示的示例后端定义文件中、为所有存储池设置了特定默认值、例如 `spaceReserve` 无、`spaceAllocation` 为false、和 `encryption` 为false。虚拟池在存储部分中进行定义。

Trident会在"Comments"字段中设置配置标签。注释在FlexVol for或FlexGroup `ontap-nas-flexgroup` for上设置 `ontap-nas`。配置时、Trident会将虚拟池上的所有标签复制到存储卷。为了方便起见、存储管理员可以按标签为每个虚拟池和组卷定义标签。

在这些示例中、某些存储池会自行设置 `spaceReserve`， `spaceAllocation`，和 `encryption` 值、而某些池会覆盖默认值。

ONTAP NAS示例

```yaml
---
version: 1
storageDriverName: ontap-nas
managementLIF: 10.0.0.1
svm: svm_nfs
username: admin
password: <password>
nfsMountOptions: nfsvers=4
defaults:
  spaceReserve: none
  encryption: "false"
  qosPolicy: standard
labels:
  store: nas_store
  k8scluster: prod-cluster-1
region: us_east_1
storage:
  - labels:
      app: msoffice
      cost: "100"
    zone: us_east_1a
    defaults:
      spaceReserve: volume
      encryption: "true"
      unixPermissions: "0755"
      adaptiveQosPolicy: adaptive-premium
  - labels:
      app: slack
      cost: "75"
    zone: us_east_1b
    defaults:
      spaceReserve: none
      encryption: "true"
      unixPermissions: "0755"
  - labels:
      department: legal
      creditpoints: "5000"
    zone: us_east_1b
    defaults:
      spaceReserve: none
      encryption: "true"
      unixPermissions: "0755"
  - labels:
```

```
      app: wordpress
      cost: "50"
    zone: us_east_1c
    defaults:
      spaceReserve: none
      encryption: "true"
      unixPermissions: "0775"
  - labels:
      app: mysqldb
      cost: "25"
    zone: us_east_1d
    defaults:
      spaceReserve: volume
      encryption: "false"
      unixPermissions: "0775"
```

ONTAP NAS FlexGroup示例

```yaml
---
version: 1
storageDriverName: ontap-nas-flexgroup
managementLIF: 10.0.0.1
svm: svm_nfs
username: vsadmin
password: <password>
defaults:
  spaceReserve: none
  encryption: "false"
labels:
  store: flexgroup_store
  k8scluster: prod-cluster-1
region: us_east_1
storage:
  - labels:
      protection: gold
      creditpoints: "50000"
    zone: us_east_1a
    defaults:
      spaceReserve: volume
      encryption: "true"
      unixPermissions: "0755"
  - labels:
      protection: gold
      creditpoints: "30000"
    zone: us_east_1b
    defaults:
      spaceReserve: none
      encryption: "true"
      unixPermissions: "0755"
  - labels:
      protection: silver
      creditpoints: "20000"
    zone: us_east_1c
    defaults:
      spaceReserve: none
      encryption: "true"
      unixPermissions: "0775"
  - labels:
      protection: bronze
      creditpoints: "10000"
    zone: us_east_1d
```

```
    defaults:
      spaceReserve: volume
      encryption: "false"
      unixPermissions: "0775"
```

ONTAP NAS经济性示例

```yaml
---
version: 1
storageDriverName: ontap-nas-economy
managementLIF: 10.0.0.1
svm: svm_nfs
username: vsadmin
password: <password>
defaults:
  spaceReserve: none
  encryption: "false"
labels:
  store: nas_economy_store
region: us_east_1
storage:
  - labels:
      department: finance
      creditpoints: "6000"
    zone: us_east_1a
    defaults:
      spaceReserve: volume
      encryption: "true"
      unixPermissions: "0755"
  - labels:
      protection: bronze
      creditpoints: "5000"
    zone: us_east_1b
    defaults:
      spaceReserve: none
      encryption: "true"
      unixPermissions: "0755"
  - labels:
      department: engineering
      creditpoints: "3000"
    zone: us_east_1c
    defaults:
      spaceReserve: none
      encryption: "true"
      unixPermissions: "0775"
  - labels:
      department: humanresource
      creditpoints: "2000"
    zone: us_east_1d
    defaults:
```

```
      spaceReserve: volume
      encryption: "false"
      unixPermissions: "0775"
```

将后端映射到 StorageClasses

以下StorageClass定义请参见 [虚拟池后端示例]。使用 `parameters.selector` 字段中、每个StorageClass都会指出可用于托管卷的虚拟池。卷将在选定虚拟池中定义各个方面。

- 。 `protection-gold` StorageClass将映射到中的第一个和第二个虚拟池 `ontap-nas-flexgroup` 后端。这些池是唯一提供金牌保护的池。

```
apiVersion: storage.k8s.io/v1
kind: StorageClass
metadata:
  name: protection-gold
provisioner: csi.trident.netapp.io
parameters:
  selector: "protection=gold"
  fsType: "ext4"
```

- 。 `protection-not-gold` StorageClass将映射到中的第三个和第四个虚拟池 `ontap-nas-flexgroup` 后端。这些池是唯一提供黄金级以外保护级别的池。

```
apiVersion: storage.k8s.io/v1
kind: StorageClass
metadata:
  name: protection-not-gold
provisioner: csi.trident.netapp.io
parameters:
  selector: "protection!=gold"
  fsType: "ext4"
```

- 。 `app-mysqldb` StorageClass将映射到中的第四个虚拟池 `ontap-nas` 后端。这是为mysqldb类型的应用程序提供存储池配置的唯一池。

```yaml
apiVersion: storage.k8s.io/v1
kind: StorageClass
metadata:
  name: app-mysqldb
provisioner: csi.trident.netapp.io
parameters:
  selector: "app=mysqldb"
  fsType: "ext4"
```

- 。 `protection-silver-creditpoints-20k` StorageClass将映射到中的第三个虚拟池 `ontap-nas-flexgroup` 后端。这是唯一提供银牌保护和20000个信用点的池。

```yaml
apiVersion: storage.k8s.io/v1
kind: StorageClass
metadata:
  name: protection-silver-creditpoints-20k
provisioner: csi.trident.netapp.io
parameters:
  selector: "protection=silver; creditpoints=20000"
  fsType: "ext4"
```

- 。 `creditpoints-5k` StorageClass将映射到中的第三个虚拟池 `ontap-nas` 中的后端和第二个虚拟池 `ontap-nas-economy` 后端。这是唯一一款信用点数为5000的池产品。

```yaml
apiVersion: storage.k8s.io/v1
kind: StorageClass
metadata:
  name: creditpoints-5k
provisioner: csi.trident.netapp.io
parameters:
  selector: "creditpoints=5000"
  fsType: "ext4"
```

Trident将决定选择哪个虚拟池、并确保满足存储要求。

更新 `dataLIF` 初始配置后

您可以在初始配置后更改dataLIF、方法是运行以下命令、为新的后端JSON文件提供更新后的dataLIF。

```
tridentctl update backend <backend-name> -f <path-to-backend-json-file-with-updated-dataLIF>
```

如果一个或多个Pod连接了PVC、则必须先关闭所有相应的Pod、然后再将其重新启动、以使新的dataLIF生效。

安全 **SMB** 示例

使用 **ontap-nas** 驱动程序的后端配置

```
apiVersion: trident.netapp.io/v1
kind: TridentBackendConfig
metadata:
  name: backend-tbc-ontap-nas
  namespace: trident
spec:
  version: 1
  storageDriverName: ontap-nas
  managementLIF: 10.0.0.1
  svm: svm2
  nasType: smb
  defaults:
    adAdminUser: tridentADtest
  credentials:
    name: backend-tbc-ontap-invest-secret
```

使用 **ontap-nas-economy** 驱动程序的后端配置

```
apiVersion: trident.netapp.io/v1
kind: TridentBackendConfig
metadata:
  name: backend-tbc-ontap-nas
  namespace: trident
spec:
  version: 1
  storageDriverName: ontap-nas-economy
  managementLIF: 10.0.0.1
  svm: svm2
  nasType: smb
  defaults:
    adAdminUser: tridentADtest
  credentials:
    name: backend-tbc-ontap-invest-secret
```

具有存储池的后端配置

```yaml
apiVersion: trident.netapp.io/v1
kind: TridentBackendConfig
metadata:
  name: backend-tbc-ontap-nas
  namespace: trident
spec:
  version: 1
  storageDriverName: ontap-nas
  managementLIF: 10.0.0.1
  svm: svm0
  useREST: false
  storage:
  - labels:
      app: msoffice
    defaults:
      adAdminUser: tridentADuser
  nasType: smb
  credentials:
    name: backend-tbc-ontap-invest-secret
```

采用 **ontap-nas** 驱动程序的存储类示例

```yaml
apiVersion: storage.k8s.io/v1
kind: StorageClass
metadata:
  name: ontap-smb-sc
  annotations:
    trident.netapp.io/smbShareAdUserPermission: change
    trident.netapp.io/smbShareAdUser: tridentADtest
parameters:
  backendType: ontap-nas
  csi.storage.k8s.io/node-stage-secret-name: smbcreds
  csi.storage.k8s.io/node-stage-secret-namespace: trident
  trident.netapp.io/nasType: smb
provisioner: csi.trident.netapp.io
reclaimPolicy: Delete
volumeBindingMode: Immediate
```

确保添加 `annotations`启用安全 SMB。如果没有注释，安全 SMB 就无法工作，无论后端或 PVC 中设置了什么配置。

采用 **ontap-nas-economy** 驱动程序的存储类示例

```yaml
apiVersion: storage.k8s.io/v1
kind: StorageClass
metadata:
  name: ontap-smb-sc
  annotations:
    trident.netapp.io/smbShareAdUserPermission: change
    trident.netapp.io/smbShareAdUser: tridentADuser3
parameters:
  backendType: ontap-nas-economy
  csi.storage.k8s.io/node-stage-secret-name: smbcreds
  csi.storage.k8s.io/node-stage-secret-namespace: trident
  trident.netapp.io/nasType: smb
provisioner: csi.trident.netapp.io
reclaimPolicy: Delete
volumeBindingMode: Immediate
```

具有单个 **AD** 用户的 **PVC** 示例

```yaml
apiVersion: v1
kind: PersistentVolumeClaim
metadata:
  name: my-pvc4
  namespace: trident
  annotations:
    trident.netapp.io/smbShareAccessControl: |
      change:
        - tridentADtest
      read:
        - tridentADuser
spec:
  accessModes:
    - ReadWriteOnce
  resources:
    requests:
      storage: 1Gi
  storageClassName: ontap-smb-sc
```

具有多个 **AD** 用户的 **PVC** 示例

```yaml
apiVersion: v1
kind: PersistentVolumeClaim
metadata:
  name: my-test-pvc
  annotations:
    trident.netapp.io/smbShareAccessControl: |
      full_control:
        - tridentTestuser
        - tridentuser
        - tridentTestuser1
        - tridentuser1
      change:
        - tridentADuser
        - tridentADuser1
        - tridentADuser4
        - tridentTestuser2
      read:
        - tridentTestuser2
        - tridentTestuser3
        - tridentADuser2
        - tridentADuser3
spec:
  accessModes:
    - ReadWriteOnce
  resources:
    requests:
      storage: 1Gi
```

适用于 NetApp ONTAP 的 Amazon FSX

将Trident与Amazon FSx for NetApp ONTAP结合使用

"适用于 NetApp ONTAP 的 Amazon FSX" 是一种完全托管的AWS服务、可使客户启动和运行由NetApp ONTAP 存储操作系统提供支持的文件系统。借助适用于ONTAP 的FSx、您可以利用您熟悉的NetApp功能、性能和管理功能、同时利用在AWS上存储数据的简便性、灵活性、安全性和可扩展性。FSX for ONTAP 支持ONTAP 文件系统功能和管理API。

您可以将Amazon FSx for NetApp ONTAP文件系统与Trident进行集成、以确保在Amazon Elic Kubelnetes Service (EKS)中运行的Kubelnetes集群可以配置ONTAP支持的块和文件永久性卷。

文件系统是 Amazon FSX 中的主要资源，类似于内部部署的 ONTAP 集群。在每个 SVM 中，您可以创建一个或多个卷，这些卷是将文件和文件夹存储在文件系统中的数据容器。借助Amazon FSx for NetApp ONTAP、将在云中作为托管文件系统提供。新的文件系统类型称为 * NetApp ONTAP * 。

通过将Trident与Amazon FSx for NetApp ONTAP结合使用、您可以确保在Amazon Elic Kubelnetes Service (EKS)中运行的Kubelnetes集群可以配置ONTAP支持的块和文件永久性卷。

要求

除了"Trident要求"，要将FSx for ONTAP与Trident集成，您还需要：

- 已安装 `kubectl` 的现有 Amazon EKS 集群或自管理 Kubernetes 集群。
- 可从集群的工作节点访问的现有Amazon FSx for NetApp ONTAP文件系统和Storage Virtual Machine (SVM)。
- 为准备工作的工作节点 "NFS或iSCSI"。

> 确保按照Amazon Linux和Ubuntu所需的节点准备步骤进行操作 "Amazon Machine 映像" （AMIS），具体取决于您的 EKS AMI 类型。

注意事项

- SMB卷：
  - SMB卷支持使用 `ontap-nas` 仅限驱动程序。
  - Trident EKS加载项不支持SMB卷。
  - Trident仅支持挂载到Windows节点上运行的Pod的SMB卷。有关详细信息、请参见 "准备配置SMB卷" 。
- 在Trident 24.02之前的版本中、Trident无法删除在已启用自动备份的Amazon FSx文件系统上创建的卷。要在Trident 24.02或更高版本中防止此问题，请在AWS FSx for ONTAP的后端配置文件中指定 `fsxFilesystemID`、AWS、 `apikey`AWS `apiRegion`和AWS `secretKey`。

> 如果要为Trident指定IAM角色，则可以省略为Trident明确指定 `apiRegion`、 `apiKey`和 `secretKey`字段。有关详细信息，请参阅 "适用于ONTAP 的FSX配置选项和示例"。

同时使用**Trident SAN/iSCSI** 和 **EBS-CSI** 驱动程序

如果您计划将 ontap-san 驱动程序（例如 iSCSI）与 AWS（EKS、ROSA、EC2 或任何其他实例）一起使用，则节点上所需的多路径配置可能会与 Amazon Elastic Block Store (EBS) CSI 驱动程序冲突。为了确保多路径功能不会干扰同一节点上的 EBS 磁盘，您需要在多路径设置中排除 EBS。这个例子展示了 `multipath.conf`包含所需Trident设置的文件，同时将 EBS 磁盘排除在多路径之外：

```
defaults {
    find_multipaths no
}
blacklist {
    device {
        vendor "NVME"
        product "Amazon Elastic Block Store"
    }
}
```

身份验证

Trident提供两种身份验证模式。

- 基于凭据(建议)：将凭据安全地存储在AWS机密管理器中。您可以使用文件系统的用户、也可以使用 `fsxadmin` `vsadmin` 为SVM配置的用户。

> Trident应以SVM用户身份运行、或者以具有相同角色的其他名称的用户身份运行 `vsadmin` 。Amazon FSx for NetApp ONTAP的某个 `fsxadmin`用户只能有限地替代`ONTAP` `admin` 集群用户。强烈建议将与`Trident`结合使用 `vsadmin`。

- 基于证书：Trident将使用SVM上安装的证书与FSx文件系统上的SVM进行通信。

有关启用身份验证的详细信息、请参阅适用于您的驱动程序类型的身份验证：

- "ONTAP NAS身份验证"
- "ONTAP SAN身份验证"

测试过的**Amazon**计算机映像**(AMI)**

EKS集群支持各种操作系统、但AWS已针对容器和EKS优化了某些Amazon计算机映像(AMI)。以下 AMI 已通过 NetApp Trident 25.02 测试。

AMI	NAS	NAS经济型	iSCSI	iSCSI经济型
AL2023_x86_64_STANDARD	是的。	是的。	是的。	是的。
AL2_x86_64	是的。	是的。	是 *	是 *
BOTTLEROCKET_x86_64	是**	是的。	不适用	不适用
AL2023_ARM_64_STANDARD	是的。	是的。	是的。	是的。
AL2_ARM_64	是的。	是的。	是 *	是 *
BOTTLEROCKET_ARM_64	是**	是的。	不适用	不适用

- * 如果不重启节点，则无法删除 PV
- ** 不适用于Trident版本 25.02 的 NFSv3。

> 如果此处未列出您所需的AMI、并不表示它不受支持、而只是表示它尚未经过测试。此列表可作为已知可运行的 AMI 的指南。

使用以下项执行的测试：

- EKS版本：1.32
- 安装方法：Helm 25.06 和 AWS 附加组件 25.06
- 对于NAS、我们同时测试了NFSv3和NFSv4.1。

- 对于SAN、测试的是仅iSCSI、而不是NVMe-oF。

执行的测试：

- 创建：存储类、PVC、POD
- 删除：POD、PVC (常规、qtree/LUN—经济型、NAS与AWS备份)

了解更多信息

- "Amazon FSX for NetApp ONTAP 文档"
- "有关适用于 NetApp ONTAP 的 Amazon FSX 的博客文章"

创建**IAM**角色和**AWS**机密

您可以通过作为AWS IAM角色进行身份验证(而不是提供显式AWS凭据)来配置Kubbernetes Pod以访问AWS资源。

> 要使用AWS IAM角色进行身份验证、您必须使用EKS部署Kubenetes集群。

创建**AWS**机密管理器密钥

由于Trident将对FSx Sx Sv服务器发出API来为您管理存储、因此它需要凭据才能执行此操作。传递这些凭据的安全方法是通过AWS机密管理器密钥。因此、如果您还没有、则需要创建一个AWS机密管理器密钥、其中包含vsadmin帐户的凭据。

以下示例将创建一个AWS机密管理器密钥来存储Trident CSI凭据：

```
aws secretsmanager create-secret --name trident-secret --description
"Trident CSI credentials"\
  --secret-string
"{\"username\":\"vsadmin\",\"password\":\"<svmpassword>\"}"
```

创建**IAM**策略

Trident还需要AWS权限才能正常运行。因此、您需要创建一个策略来为Trident提供所需的权限。

以下示例将使用AWS命令行界面创建IAM策略：

```
aws iam create-policy --policy-name AmazonFSxNCSIDriverPolicy --policy
-document file://policy.json
  --description "This policy grants access to Trident CSI to FSxN and
Secrets manager"
```

策略**JSON**示例：

```
{
  "Statement": [
    {
      "Action": [
        "fsx:DescribeFileSystems",
        "fsx:DescribeVolumes",
        "fsx:CreateVolume",
        "fsx:RestoreVolumeFromSnapshot",
        "fsx:DescribeStorageVirtualMachines",
        "fsx:UntagResource",
        "fsx:UpdateVolume",
        "fsx:TagResource",
        "fsx:DeleteVolume"
      ],
      "Effect": "Allow",
      "Resource": "*"
    },
    {
      "Action": "secretsmanager:GetSecretValue",
      "Effect": "Allow",
      "Resource": "arn:aws:secretsmanager:<aws-region>:<aws-account-
id>:secret:<aws-secret-manager-name>*"
    }
  ],
  "Version": "2012-10-17"
}
```

为服务帐户关联 **(IRSA)** 创建 **Pod Identity** 或 **IAM** 角色

您可以使用 EKS Pod Identity 配置 Kubernetes 服务账户，使其代入 AWS Identity and Access Management (IAM) 角色，或使用 IAM 角色进行服务账户关联 (IRSA)。任何配置为使用该服务账户的 Pod 都可以访问该角色有权访问的任何 AWS 服务。

Pod 身份

Amazon EKS Pod Identity 关联提供了管理应用程序凭证的能力，类似于 Amazon EC2 实例配置文件向 Amazon EC2 实例提供凭证的方式。

在您的 **EKS** 集群上安装 **Pod Identity**：

您可以通过 AWS 控制台或使用以下 AWS CLI 命令创建 Pod 身份：

```
aws eks create-addon --cluster-name <EKS_CLUSTER_NAME> --addon-name
eks-pod-identity-agent
```

更多信息请参阅"设置 Amazon EKS Pod Identity Agent" 。

创建 **trust-relationship.json**：

创建 trust-relationship.json 文件，使 EKS 服务主体能够承担 Pod Identity 的此角色。然后创建一个具有以下信任策略的角色：

```
aws iam create-role \
  --role-name fsxn-csi-role --assume-role-policy-document file://trust-
relationship.json \
  --description "fsxn csi pod identity role"
```

trust-relationship.json 文件：

```
{
  "Version": "2012-10-17",
  "Statement": [
    {
      "Effect": "Allow",
      "Principal": {
        "Service": "pods.eks.amazonaws.com"
      },
      "Action": [
        "sts:AssumeRole",
        "sts:TagSession"
      ]
    }
  ]
}
```

将角色策略附加到 **IAM** 角色：

将上一步中的角色策略附加到创建的 IAM 角色：

```
aws iam attach-role-policy \
  --policy-arn arn:aws:iam::aws:111122223333:policy/fsxn-csi-policy \
  --role-name fsxn-csi-role
```

创建 **pod** 身份关联：

在 IAM 角色和 Trident 服务帐户（trident-controller）之间创建 pod 身份关联

```
aws eks create-pod-identity-association \
  --cluster-name <EKS_CLUSTER_NAME> \
  --role-arn arn:aws:iam::111122223333:role/fsxn-csi-role \
  --namespace trident --service-account trident-controller
```

服务帐户关联 **(IRSA)** 的 **IAM** 角色
使用 **AWS CLI**：

```
aws iam create-role --role-name AmazonEKS_FSxN_CSI_DriverRole \
  --assume-role-policy-document file://trust-relationship.json
```

信任关系**.json**文件：

```
{
  "Version": "2012-10-17",
  "Statement": [
    {
      "Effect": "Allow",
      "Principal": {
        "Federated": "arn:aws:iam::<account_id>:oidc-
provider/<oidc_provider>"
      },
      "Action": "sts:AssumeRoleWithWebIdentity",
      "Condition": {
        "StringEquals": {
          "<oidc_provider>:aud": "sts.amazonaws.com",
          "<oidc_provider>:sub":
"system:serviceaccount:trident:trident-controller"
        }
      }
    }
  ]
}
```

更新文件中的以下值 `trust-relationship.json`：

- **AWS**-您的<account_id>帐户ID
- **EKS**-<oidc_provider>集群的OIDC*。您可以通过运行以下命令来获取oidc_Provider：

```
aws eks describe-cluster --name my-cluster --query
"cluster.identity.oidc.issuer"\
  --output text | sed -e "s/^https:\/\///"
```

将**IAM**角色附加到**IAM**策略：

创建角色后、使用以下命令将在上述步骤中创建的策略附加到此角色：

```
aws iam attach-role-policy --role-name my-role --policy-arn <IAM policy
ARN>
```

验证**OCD**提供程序是否关联：

验证OIDC提供程序是否已与集群关联。您可以使用以下命令进行验证：

```
aws iam list-open-id-connect-providers | grep $oidc_id | cut -d "/" -f4
```

如果输出为空、请使用以下命令将IAM OIDC与集群关联：

```
eksctl utils associate-iam-oidc-provider --cluster $cluster_name
--approve
```

如果您使用 **eksctl**，请使用以下示例为 EKS 中的服务账户创建 IAM 角色：

```
eksctl create iamserviceaccount --name trident-controller --namespace
trident \
  --cluster <my-cluster> --role-name AmazonEKS_FSxN_CSI_DriverRole
--role-only \
  --attach-policy-arn <IAM-Policy ARN> --approve
```

安装 **Trident**

Trident简化了Kubelnetes中适用于NetApp ONTAP的Amazon FSx存储管理、使开发人员和管理员能够专注于应用程序部署。

您可以使用以下方法之一安装Trident：

- 掌舵
- EKS附加项

如果要使用快照功能、请安装CSI快照控制器加载项。有关详细信息、请参见 "为CSI卷启用快照功能" 。

通过舵安装**Trident**

Pod 身份

1. 添加Trident Helm存储库：

```
helm repo add netapp-trident https://netapp.github.io/trident-helm-chart
```

2. 使用以下示例安装 Trident：

```
helm install trident-operator netapp-trident/trident-operator --version 100.2502.1 --namespace trident --create-namespace
```

您可以使用 `helm list`命令查看安装详细信息、例如名称、命名空间、图表、状态、应用程序版本和修订版号。

```
helm list -n trident
```

```
NAME                NAMESPACE   REVISION    UPDATED
STATUS       CHART                          APP VERSION

trident-operator    trident     1           2024-10-14
14:31:22.463122 +0300 IDT    deployed     trident-operator-
100.2502.0    25.02.0
```

服务帐户协会 **(IRSA)**

1. 添加Trident Helm存储库：

```
helm repo add netapp-trident https://netapp.github.io/trident-helm-chart
```

2. 设置“云提供商”和“云身份”的值：

```
helm install trident-operator netapp-trident/trident-operator --version 100.2502.1  \
--set cloudProvider="AWS" \
--set cloudIdentity="'eks.amazonaws.com/role-arn: arn:aws:iam::<accountID>:role/<AmazonEKS_FSxN_CSI_DriverRole>'" \
--namespace trident \
--create-namespace
```

您可以使用 `helm list`命令查看安装详细信息、例如名称、命名空间、图表、状态、应用程序版本和修订版号。

```
helm list -n trident
```

```
NAME                NAMESPACE   REVISION    UPDATED
STATUS       CHART                          APP VERSION

trident-operator    trident     1           2024-10-14
14:31:22.463122 +0300 IDT    deployed     trident-operator-
100.2510.0    25.10.0
```

如果您计划使用 iSCSI，请确保在客户端计算机上启用了 iSCSI。如果您使用的是 AL2023 工作节点操作系统，则可以通过在 helm 安装中添加 node prep 参数来自动安装 iSCSI 客户端：

```
helm install trident-operator netapp-trident/trident-operator
--version 100.2502.1 --namespace trident --create-namespace --
set nodePrep={iscsi}
```

通过**EKS**插件安装**Trident**

Trident EKS加载项包括最新的安全修补程序和错误修复、并已通过AWS验证、可与Amazon EKS配合使用。通过EKS加载项、您可以始终确保Amazon EKS集群安全稳定、并减少安装、配置和更新加载项所需的工作量。

前提条件

在配置适用于AWS EKS的Trident加载项之前、请确保满足以下条件：

- 具有附加订阅的Amazon EKS集群帐户
- AWS对AWS Marketplace的权限：
  `"aws-marketplace:ViewSubscriptions",`
  `"aws-marketplace:Subscribe",`
  `"aws-marketplace:Unsubscribe`
- AMI类型：Amazon Linux 2 (AL2_x86_64)或Amazon Linux 2 ARM (AL2_ARM_64)
- 节点类型：AMD或ARM
- 现有Amazon FSx for NetApp ONTAP文件系统

启用适用于**AWS**的**Trident**加载项

管理控制台

1. 打开Amazon EKS控制台，网址为 https://console.aws.amazon.com/eks/home#/clusters。
2. 在左侧导航窗格中，选择*群集*。
3. 选择要为其配置NetApp Trident CSI加载项的集群的名称。
4. 选择*Add-ones*，然后选择*Get more add-ones*。
5. 请按照以下步骤选择附加组件：
   a. 向下滚动到 **AWS Marketplace** 附加组件 部分，然后在搜索框中输入 **“Trident”**。
   b. 选中 NetApp 的 Trident 框右上角的复选框。
   c. 选择 * 下一步 * 。
6. 在“*配置选定的附加项*设置”页面上，执行以下操作：

   ⓘ 如果您使用 **Pod Identity** 关联，请跳过这些步骤。

   a. 选择要使用的*版本*。
   b. 如果您使用 IRSA 身份验证，请确保设置可选配置设置中可用的配置值：
      - 选择要使用的*版本*。
      - 按照 附加组件配置模式，将 配置值 部分中的 **configurationValues** 参数设置为您在上一步中创建的角色 ARN（值应采用以下格式）：

```
{

  "cloudIdentity": "'eks.amazonaws.com/role-arn: <role ARN>'",
  "cloudProvider": "AWS"

}
```

   +
   如果您为冲突解决方法选择覆盖、则可以使用Amazon EKS附加设置覆盖现有附加项的一个或多个设置。如果未启用此选项、并且与现有设置存在冲突、则操作将失败。您可以使用生成的错误消息来解决冲突。在选择此选项之前、请确保Amazon EKS附加组件未管理您需要自行管理的设置。

7. 选择“下一步”。
8. 在*Review and add*页上，选择*Cree*。

   加载项安装完成后、您将看到已安装的加载项。

AWS命令行界面

1.创建 `**add-on.json**`文件：

对于 **Pod Identity**，请使用以下格式：

使用

```
{
  "clusterName": "<eks-cluster>",
  "addonName": "netapp_trident-operator",
  "addonVersion": "v25.6.0-eksbuild.1",
}
```

对于 **IRSA** 身份验证，请使用以下格式：

```
{
  "clusterName": "<eks-cluster>",
  "addonName": "netapp_trident-operator",
  "addonVersion": "v25.6.0-eksbuild.1",
  "serviceAccountRoleArn": "<role ARN>",
  "configurationValues": {
    "cloudIdentity": "'eks.amazonaws.com/role-arn: <role ARN>'",
    "cloudProvider": "AWS"
  }
}
```

替换 `<role ARN>`为上一步中创建的角色的ARN。

2.安装 **Trident EKS** 插件。

```
aws eks create-addon --cli-input-json file://add-on.json
```

eksc

以下示例命令将安装Trident EKS加载项：

```
eksctl create addon --name netapp_trident-operator --cluster
<cluster_name> --force
```

更新**Trident EKS**加载项

管理控制台

1. 打开Amazon EKS控制台 https://console.aws.amazon.com/eks/home#/clusters。
2. 在左侧导航窗格中，选择*群集*。
3. 选择要更新NetApp Trident CSI加载项的集群的名称。
4. 选择*Add-ones*选项卡。
5. 选择* Trident按NetApp显示*，然后选择*编辑*。
6. 在“*按NetApp配置Trident”页上，执行以下操作：
   a. 选择要使用的*版本*。
   b. 展开*可选配置设置*并根据需要进行修改。
   c. 选择 * 保存更改 * 。

AWS命令行界面

以下示例将更新EKS加载项：

```
aws eks update-addon --cluster-name <eks_cluster_name> --addon-name
netapp_trident-operator --addon-version v25.6.0-eksbuild.1 \
  --service-account-role-arn <role-ARN> --resolve-conflict preserve \
  --configuration-values "{\"cloudIdentity\":
\"'eks.amazonaws.com/role-arn: <role ARN>'\"}"
```

eksc

- 检查FSxN Trident CSI加载项的当前版本。请替换 `my-cluster`为您的集群名称。

  ```
  eksctl get addon --name netapp_trident-operator --cluster my-cluster
  ```

  示例输出：

  ```
  NAME                        VERSION             STATUS    ISSUES
  IAMROLE    UPDATE AVAILABLE    CONFIGURATION VALUES
  netapp_trident-operator    v25.6.0-eksbuild.1    ACTIVE    0
  {"cloudIdentity":"'eks.amazonaws.com/role-arn:
  arn:aws:iam::139763910815:role/AmazonEKS_FSXN_CSI_DriverRole'"}
  ```

- 将此加载项更新到上一步输出中的update下返回的版本。

  ```
  eksctl update addon --name netapp_trident-operator --version
  v25.6.0-eksbuild.1 --cluster my-cluster --force
  ```

如果您删除了该 `--force` 选项、并且任何Amazon EKS附加设置与您的现有设置冲突、则更新Amazon EKS附加设置将失败；您将收到一条错误消息、以帮助您解决冲突。在指定此选项之前、请确保Amazon EKS附加组件不会管理您需要管理的设置、因为这些设置会被此选项覆盖。有关此设置的其他选项的详细信息，请参见 "插件"。有关Amazon EKS Kubenetes字段管理的详细信息，请参阅 "Kubbernetes现场管理"。

卸载/删除**Trident EKS**加载项

您可以通过两种方式删除Amazon EKS附加项：

- 保留集群上的附加软件–此选项将删除Amazon EKS对任何设置的管理。此外、它还会使Amazon EKS无法通知您更新、并在您启动更新后自动更新Amazon EKS附加项。但是、它会保留集群上的附加软件。此选项可使附加组件成为自管理安装、而不是Amazon EKS附加组件。通过此选项、此附加组件不会出现停机。保留命令中的 `--preserve` 选项以保留此附加项。
- 从集群中完全删除附加软件–NetApp建议您仅在集群中没有依赖于此附加软件的资源时、才从集群中删除此附加软件。从命令中删除 `--preserve` 此选项 `delete` 以删除此加载项。

> 如果此附加项具有关联的IAM帐户、则不会删除此IAM帐户。

管理控制台

1. 打开Amazon EKS控制台，网址为 https://console.aws.amazon.com/eks/home#/clusters。
2. 在左侧导航窗格中，选择*群集*。
3. 选择要删除的NetApp Trident CSI加载项的集群名称。
4. 选择*Add-ons*选项卡，然后选择Trident by NetApp。*
5. 选择 * 删除 * 。
6. 在*Remove NetApp_trdent-operator con確 認*对话框中，执行以下操作：
   a. 如果您希望Amazon EKS停止管理此附加组件的设置、请选择*保留集群*。如果要在集群上保留附加软件、以便您可以自行管理附加软件的所有设置、请执行此操作。
   b. 输入*NetApp_trdent-operator*。
   c. 选择 * 删除 * 。

AWS命令行界面

请使用集群的名称进行替换 `my-cluster` 、然后运行以下命令。

```
aws eks delete-addon --cluster-name my-cluster --addon-name
netapp_trident-operator --preserve
```

eksc

以下命令将卸载Trident EKS加载项：

```
eksctl delete addon --cluster K8s-arm --name netapp_trident-operator
```

配置存储后端

ONTAP SAN和NAS驱动程序集成

要创建存储后端、您需要创建JSON或YAML格式的配置文件。该文件需要指定所需的存储类型(NAS或SAN)、文件系统和用于获取该文件的SVM以及如何向其进行身份验证。以下示例显示了如何定义基于NAS的存储以及如何使用AWS密钥将凭据存储到要使用的SVM：

YAML

```yaml
apiVersion: trident.netapp.io/v1
kind: TridentBackendConfig
metadata:
  name: backend-tbc-ontap-nas
  namespace: trident
spec:
  version: 1
  storageDriverName: ontap-nas
  backendName: tbc-ontap-nas
  svm: svm-name
  aws:
    fsxFilesystemID: fs-xxxxxxxxxx
  credentials:
    name: "arn:aws:secretsmanager:us-west-2:xxxxxxxx:secret:secret-
name"
    type: awsarn
```

JSON

```json
{
  "apiVersion": "trident.netapp.io/v1",
  "kind": "TridentBackendConfig",
  "metadata": {
    "name": "backend-tbc-ontap-nas"
    "namespace": "trident"
  },
  "spec": {
    "version": 1,
    "storageDriverName": "ontap-nas",
    "backendName": "tbc-ontap-nas",
    "svm": "svm-name",
    "aws": {
      "fsxFilesystemID": "fs-xxxxxxxxxx"
    },
    "managementLIF": null,
    "credentials": {
      "name": "arn:aws:secretsmanager:us-west-2:xxxxxxxx:secret:secret-
name",
      "type": "awsarn"
    }
  }
}
```

运行以下命令以创建和验证Trident后端配置(TBC)：

- 从YAML文件创建Trident后端配置(TBC)并运行以下命令：

```
kubectl create -f backendconfig.yaml -n trident
```

```
tridentbackendconfig.trident.netapp.io/backend-tbc-ontap-nas created
```

- 验证是否已成功创建Trident后端配置(TBC)：

```
Kubectl get tbc -n trident
```

```
NAME                           BACKEND NAME          BACKEND UUID
PHASE   STATUS

backend-tbc-ontap-nas          tbc-ontap-nas         933e0071-66ce-4324-
b9ff-f96d916ac5e9   Bound   Success
```

FSx for ONTAP驱动程序详细信息

您可以使用以下驱动程序将Trident与Amazon FSx for NetApp ONTAP集成：

- `ontap-san`：配置的每个PV都是其自身Amazon FSx for NetApp ONTAP卷中的一个LUN。建议用于块存储。
- `ontap-nas`：配置的每个PV都是一个完整的Amazon FSx for NetApp ONTAP卷。建议用于NFS和SMB。
- `ontap-san-economi`：为 NetApp ONTAP 卷配置的每个 PV 都是一个 LUN，每个 Amazon FSX 具有可配置的 LUN 数量。
- `ontap-nas-economy.`：配置的每个 PV 都是一个 qtree，对于 NetApp ONTAP 卷，每个 Amazon FSx 的 qtree 数量是可配置的。
- `ontap-nas-flexgroup`：配置的每个 PV 都是适用于 NetApp ONTAP FlexGroup 卷的完整 Amazon FSX。

有关驱动程序详细信息、请参见 "NAS驱动程序" 和 "SAN驱动程序"。

创建配置文件后、运行此命令在EKS中创建该文件：

```
kubectl create -f configuration_file
```

要验证状态、请运行以下命令：

```
kubectl get tbc -n trident
```

```
NAME                     BACKEND NAME            BACKEND UUID
PHASE   STATUS
backend-fsx-ontap-nas   backend-fsx-ontap-nas   7a551921-997c-4c37-a1d1-
f2f4c87fa629   Bound   Success
```

后端高级配置和示例

有关后端配置选项，请参见下表：

参数	**Description**	示例
ve版本		始终为 1
storageDriverName	存储驱动程序的名称	ontap-nas， ontap-nas-economy， ontap-nas-flexgroup， ontap-san， ontap-san-economy
backendName	自定义名称或存储后端	驱动程序名称+"_"+ dataLIF
m年 月 日	集群或SVM管理LIF的IP地址可以指定完全限定域名(FQDN)。如果Trident是使用IPv6标志安装的、则可以设置为使用IPv6地址。IPv6地址必须用方括号定义、例如：[28e8：d9fb：a825：b7bf：69a8：d02f：9e7b：3555]。如果在字段下 aws`提供 `fsxFilesystemID、则无需提供、 managementLIF`因为Trident会从AWS检索SVM `managementLIF`信息。因此、您必须提供SVM下某个用户的凭据（例如vsadmin）、并且该用户必须具有此 `vsadmin 角色。	"10.0.0.1"、"[2001：1234：abc：：：fefe]"

参数	Description	示例
dataLIF	协议 LIF 的 IP 地址。* ONTAP NAS驱动程序*：NetApp建议指定dataLIF。如果未提供此参数、则Trident将从SVM提取数据LIF。您可以指定要用于NFS挂载操作的完全限定域名(FQDN)、以便创建轮叫DNS来在多个dataLIF之间进行负载平衡。可以在初始设置后更改。请参阅 。* ONTAP SAN驱动程序*：不为iSCSI指定。Trident使用ONTAP选择性LUN映射来发现建立多路径会话所需的iSCI LI。如果明确定义了dataLIF、则会生成警告。如果Trident是使用IPv6标志安装的、则可以设置为使用IPv6地址。IPv6地址必须用方括号定义、例如：[28e8：d9fb：a825：b7bf：69a8：d02f：9e7b：3555]。	
autosExportPolicy	启用自动创建和更新导出策略[布尔值]。使用 `autoExportPolicy`和 `autoExportCIDRs`选项、Trident可以自动管理导出策略。	false
autosExportCIDR	用于筛选KubeNet节点IP的CIDR列表(启用时)。 `autoExportPolicy`使用 `autoExportPolicy`和 `autoExportCIDRs`选项、Trident可以自动管理导出策略。	"["0.0.0.0/0、"：：：/0"]"
标签	要应用于卷的一组任意 JSON 格式的标签	""
客户端证书	客户端证书的 Base64 编码值。用于基于证书的身份验证	""
clientPrivateKey	客户端专用密钥的 Base64 编码值。用于基于证书的身份验证	""
trustedCACertifate	受信任 CA 证书的 Base64 编码值。可选。用于基于证书的身份验证。	""
用户名	用于连接到集群或SVM的用户名。用于基于凭据的身份验证。例如、vsadmin。	
密码	用于连接到集群或SVM的密码。用于基于凭据的身份验证。	
sVM	要使用的 Storage Virtual Machine	如果指定SVM管理LIF则派生。
s存储前缀	在 SVM 中配置新卷时使用的前缀。创建后无法修改。要更新此参数、您需要创建一个新的后端。	trident

参数	Description	示例
limitAggregateUsage	*请勿指定Amazon FSx for NetApp ONTAP。*提供的和 `vsadmin`不包含使用Trident检索聚合使用情况并对其进行限制所需的 `fsxadmin`权限。	请勿使用。
limitVolumeSize	如果请求的卷大小超过此值、则配置失败。此外、还会限制它为qtrees和FlexVol volume管理的卷的大小上限、并且此选项允许自定义每个LUN `qtreesPerFlexvol`的qtrees的最大数量	"" （默认情况下不强制实施）
lunsPerFlexvol	每个FlexVol volume的最大LUN数必须在[50、200]范围内。仅SAN。	“100”
debugTraceFlags	故障排除时要使用的调试标志。例如、 {"api"：false、"METHO" ：true} 请勿使用 debugTraceFlags 除非您正在进行故障排除并需要详细的日志转储。	空
nfsMountOptions	NFS挂载选项的逗号分隔列表。通常会在存储类中为Kubnetes-永久性卷指定挂载选项、但如果在存储类中未指定挂载选项、则Trident将回退到使用存储后端配置文件中指定的挂载选项。如果在存储类或配置文件中未指定挂载选项、则Trident不会在关联的永久性卷上设置任何挂载选项。	""
nasType	配置NFS或SMB卷创建。选项包括 nfs， smb`或为空。*必须设置为 `smb 对于SMB卷。*如果设置为空、则默认为NFS卷。	nfs
qtreesPerFlexvol	每个FlexVol volume的最大qtrees数、必须在[50、300]范围内	"200"
smbShare	您可以指定以下选项之一：使用Microsoft管理控制台或ONTAP命令行界面创建的SMB共享的名称、或者允许Trident创建SMB共享的名称。对于Amazon FSx for ONTAP后端、此参数是必需的。	smb-share

参数	Description	示例
useREST	用于使用 ONTAP REST API 的布尔参数。如果设置为 true，则Trident将使用ONTAP REST API与后端进行通信。此功能需要使用ONTAP 9.11.1及更高版本。此外、使用的ONTAP登录角色必须有权访问 ontap 应用程序。预定义的和角色可以满足这一 vsadmin 要求 cluster-admin 。	false
aws	您可以在AWS FSx for ONTAP的配置文件中指定以下内容： - fsxFilesystemID：指定AWS FSx文件系统的ID。 - apiRegion：AWS API区域名称。 - apikey：AWS API密钥。 - secretKey：AWS机密密钥。	"" "" ""
credentials	指定要存储在AWS密码管理器中的FSx SVM凭据。- name：密钥的Amazon资源名称(ARN)、其中包含SVM的凭据。- type：设置为 awsarn。有关详细信息、请参见 "创建AWS机密管理器密钥" 。	

用于配置卷的后端配置选项

您可以在中使用这些选项控制默认配置 defaults 配置部分。有关示例，请参见以下配置示例。

参数	Description	Default
spaceAllocation	LUN 的空间分配	true
s页面预留	空间预留模式；"无"(精简)或"卷"(厚)	无
sSnapshot 策略	要使用的 Snapshot 策略	无
qosPolicy	要为创建的卷分配的 QoS 策略组。选择每个存储池或后端的qosPolicy或adaptiveQosPolicy之一。将QoS策略组与Trident结合使用需要使用ONTAP 9™8或更高版本。您应使用非共享QoS策略组、并确保此策略组分别应用于每个成分卷。共享QoS策略组会对所有工作负载的总吞吐量实施上限。	""
adaptiveQosPolicy	要为创建的卷分配的自适应 QoS 策略组。选择每个存储池或后端的qosPolicy或adaptiveQosPolicy之一。不受 ontap-nas-economy.	""

参数	Description	Default
sSnapshot 预留	为快照"0"预留的卷百分比	如果 snapshotPolicy`为 `none，else“”
splitOnClone	创建克隆时，从其父级拆分该克隆	false
加密	在新卷上启用NetApp卷加密(NVE)；默认为 false。要使用此选项，必须在集群上获得 NVE 的许可并启用 NVE 。如果在后端启用了NAE、则在Trident中配置的任何卷都将启用NAE。有关详细信息，请参阅："Trident如何与NVE和NAE配合使用"。	false
luksEncryption	启用LUKS加密。请参见 "使用Linux统一密钥设置(LUKS)"。仅限SAN。	""
分层策略	要使用的层策略 none	
unixPermissions	新卷的模式。对于**SMB**卷保留为空。	""
securityStyle	新卷的安全模式。NFS支持 mixed 和 unix 安全模式。SMB支持 mixed 和 ntfs 安全模式。	NFS默认值为 unix。SMB默认值为 ntfs。

提供 **SMB** 卷

您可以使用以下方式配置 SMB 卷：`ontap-nas`司机。在你完成之前 ONTAP SAN和NAS驱动程序集成 请完成以下步骤： "准备配置SMB卷"。

配置存储类和**PVC**

配置Kubnetes StorageClass对象并创建存储类、以指示Trident如何配置卷。创建一个使用已配置的Kubernetes StorageClass来请求PV访问权限的永久性卷请求(PVC)。然后、您可以将PV挂载到POD。

创建存储类。

配置**Kubnetes StorageClass**对象

这 "Kubnetes StorageClass对象"对象将Trident标识为用于该类的供应器，并指示Trident如何供应卷。使用此示例为使用 NFS 的卷设置 Storageclass（有关属性的完整列表，请参阅下面的Trident属性部分）：

```
apiVersion: storage.k8s.io/v1
kind: StorageClass
metadata:
  name: ontap-gold
provisioner: csi.trident.netapp.io
parameters:
  backendType: "ontap-nas"
  provisioningType: "thin"
  snapshots: "true"
```

使用此示例为使用 iSCSI 的卷设置 Storageclass：

```
apiVersion: storage.k8s.io/v1
kind: StorageClass
metadata:
  name: ontap-gold
provisioner: csi.trident.netapp.io
parameters:
  backendType: "ontap-san"
  provisioningType: "thin"
  snapshots: "true"
```

要在AWS Bottler套 件上配置NFS3卷、请将所需添加 `mountOptions`到存储类：

```
apiVersion: storage.k8s.io/v1
kind: StorageClass
metadata:
  name: ontap-gold
provisioner: csi.trident.netapp.io
parameters:
  backendType: "ontap-nas"
  media: "ssd"
  provisioningType: "thin"
  snapshots: "true"
mountOptions:
  - nfsvers=3
  - nolock
```

有关存储类如何与和参数交互以控制Trident如何配置卷的详细信息 `PersistentVolumeClaim`、请参见"Kubernetes 和 Trident 对象"。

创建存储类。

步骤

1. 这是一个Kubbernetes对象、因此请使用 `kubectl` 以在Kubernetes中创建。

```
kubectl create -f storage-class-ontapnas.yaml
```

2. 现在，Kubernetes和Trident中都应显示一个*BASIC－Csi*存储类，并且Trident应已发现后端的池。

```
kubectl get sc basic-csi
```

```
NAME          PROVISIONER             AGE
basic-csi     csi.trident.netapp.io   15h
```

创建PVC

A "*PersigentVolumeClaim*" (PVC)是指请求访问集群上的永久卷。

可以将PVC配置为请求特定大小的存储或访问模式。通过使用关联的StorageClass，集群管理员可以控制不限于持续卷大小和访问模式(例如性能或服务级别)。

创建PVC后、您可以将卷挂载到Pod中。

示例清单

PersentVolumeClaim示例清单

这些示例显示了基本的PVC配置选项。

PVC、可接入rwx

此示例显示了一个具有rwx访问权限的基本PVC，该PVC与名为的StorageClass关联 `basic-csi`。

```
kind: PersistentVolumeClaim
apiVersion: v1
metadata:
  name: pvc-storage
spec:
  accessModes:
    - ReadWriteMany
  resources:
    requests:
      storage: 1Gi
  storageClassName: ontap-gold
```

使用 iSCSI 示例的 PVC

此示例展示了具有 RWO 访问权限的 iSCSI 基本 PVC，它与名为 `protection-gold`。

```
kind: PersistentVolumeClaim
apiVersion: v1
metadata:
name: pvc-san
spec:
accessModes:
  - ReadWriteOnce
resources:
  requests:
    storage: 1Gi
storageClassName: protection-gold
```

创建 PVC

步骤

1. 创建 PVC 。

```
kubectl create -f pvc.yaml
```

2. 验证PVC状态。

```
kubectl get pvc
```

```
NAME         STATUS VOLUME     CAPACITY ACCESS MODES STORAGECLASS AGE
pvc-storage Bound  pv-name 2Gi       RWO                          5m
```

有关存储类如何与和参数交互以控制Trident如何配置卷的详细信息 `PersistentVolumeClaim`、请参见"Kubernetes 和 Trident 对象"。

Trident属性

这些参数决定了应使用哪些 Trident 管理的存储池来配置给定类型的卷。

属性	Type	值	优惠	请求	支持
介质[1]	string	HDD ，混合，SSD	Pool 包含此类型的介质；混合表示两者	指定的介质类型	ontap-nas ，ontap-nas-economy. ontap-nas-flexgroup ，ontap-san ，solidfire-san
配置类型	string	精简，厚	Pool 支持此配置方法	指定的配置方法	Thick：All ONTAP ；Thin ：All ONTAP & solidfire-san
后端类型	string	ontap-nas 、ontap-nas-economy、ontap-nas-flexgroup 、ontap-san 、solidfire-san 、azure-netapp-files、ontap-san-economy	池属于此类型的后端	指定后端	所有驱动程序
snapshots	池	true false	Pool 支持具有快照的卷	启用了快照的卷	ontap-nas 、ontap-san 、solidfire-san
克隆	池	true false	Pool 支持克隆卷	启用了克隆的卷	ontap-nas 、ontap-san 、solidfire-san
加密	池	true false	池支持加密卷	已启用加密的卷	ontap-nas ，ontap-nas-economy-、ontap-nas-flexgroups ，ontap-san

属性	Type	值	优惠	请求	支持
IOPS	内部	正整数	Pool 能够保证此范围内的 IOPS	卷保证这些 IOPS	solidfire-san

[1]： ONTAP Select 系统不支持

部署示例应用程序

创建存储类和PVC后、您可以将PV挂载到Pod。本节列出了将PV连接到POD的示例命令和配置。

步骤

1. 将卷挂载到Pod中。

```
kubectl create -f pv-pod.yaml
```

以下示例显示了将PVC连接到POD的基本配置：基本配置：

```
kind: Pod
apiVersion: v1
metadata:
  name: pv-pod
spec:
  volumes:
    - name: pv-storage
      persistentVolumeClaim:
       claimName: basic
  containers:
    - name: pv-container
      image: nginx
      ports:
        - containerPort: 80
          name: "http-server"
      volumeMounts:
        - mountPath: "/my/mount/path"
          name: pv-storage
```

> 您可以使用监控进度 `kubectl get pod --watch`。

2. 验证卷是否已挂载到上 `/my/mount/path`。

```
kubectl exec -it pv-pod -- df -h /my/mount/path
```

```
Filesystem                                                      Size
Used  Avail Use%  Mounted on
192.168.188.78:/trident_pvc_ae45ed05_3ace_4e7c_9080_d2a83ae03d06  1.1G
320K  1.0G   1%   /my/mount/path
```

现在、您可以删除Pod。Pod应用程序将不再存在、但卷将保留。

```
kubectl delete pod pv-pod
```

在EKS集群上配置Trident EKS加载项

NetApp Trident简化了Kubelnetes中适用于NetApp ONTAP的Amazon FSx存储管理、使开发人员和管理员能够专注于应用程序部署。NetApp Trident EKS加载项包括最新的安全修补程序和错误修复、并已通过AWS验证、可与Amazon EKS配合使用。通过EKS加载项、您可以始终确保Amazon EKS集群安全稳定、并减少安装、配置和更新加载项所需的工作量。

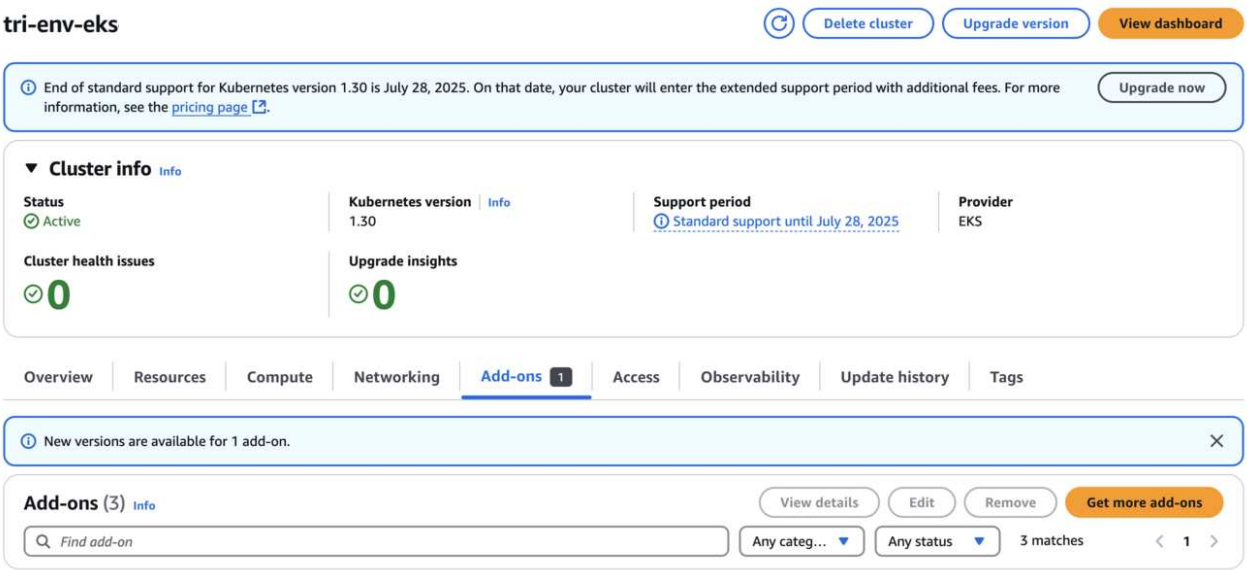
前提条件

在配置适用于AWS EKS的Trident加载项之前、请确保满足以下条件：

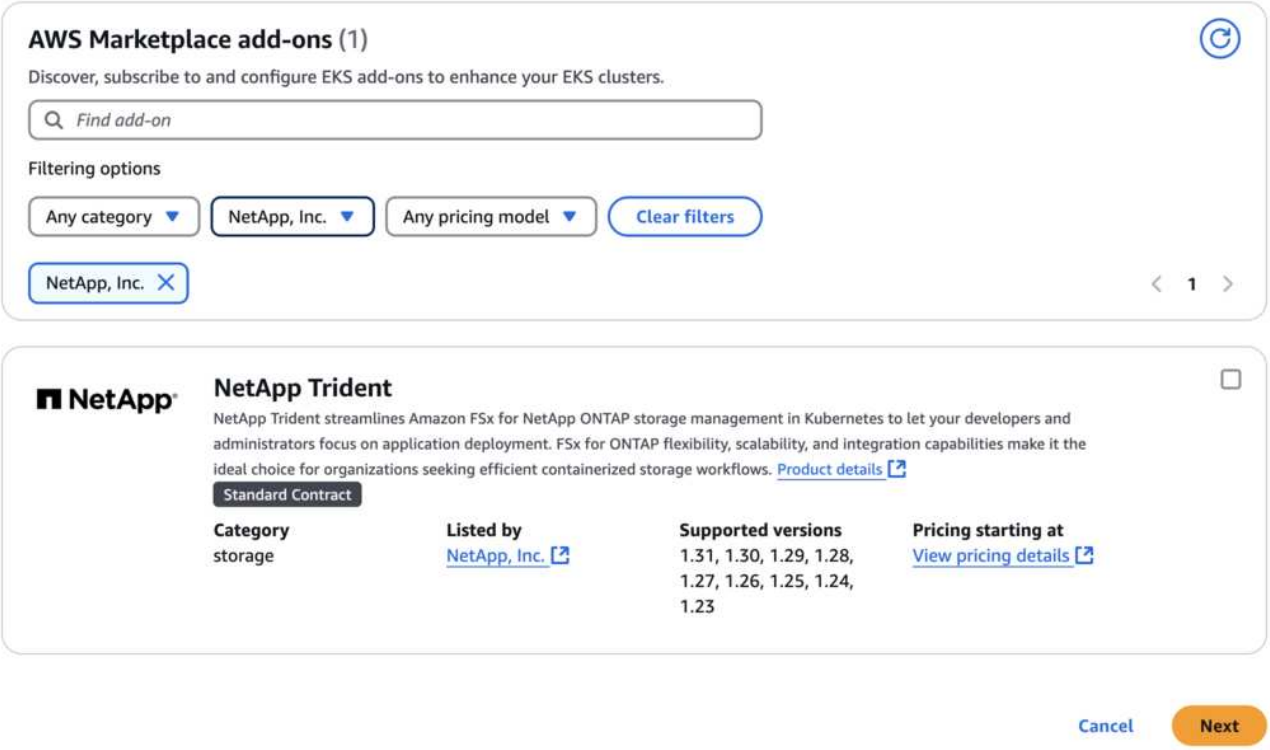
- 具有使用加载项的权限的Amazon EKS集群帐户。请参阅 "Amazon EKS附加项"。
- AWS对AWS Marketplace的权限：
  `"aws-marketplace:ViewSubscriptions",`
  `"aws-marketplace:Subscribe",`
  `"aws-marketplace:Unsubscribe`
- AMI类型：Amazon Linux 2 (AL2_x86_64)或Amazon Linux 2 ARM (AL2_ARM_64)
- 节点类型：AMD或ARM
- 现有Amazon FSx for NetApp ONTAP文件系统

步骤

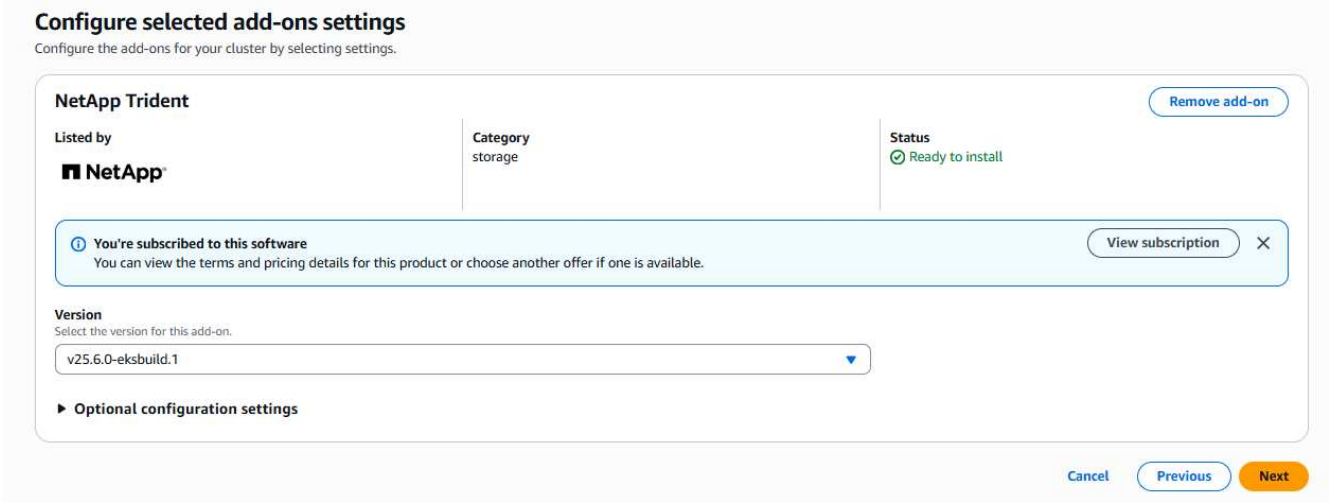
1. 请务必创建IAM角色和AWS密钥、以使EKS Pod能够访问AWS资源。有关说明，请参阅"创建IAM角色和AWS机密"。
2. 在EKS Kubernetes集群上、导航到*加载项*选项卡。



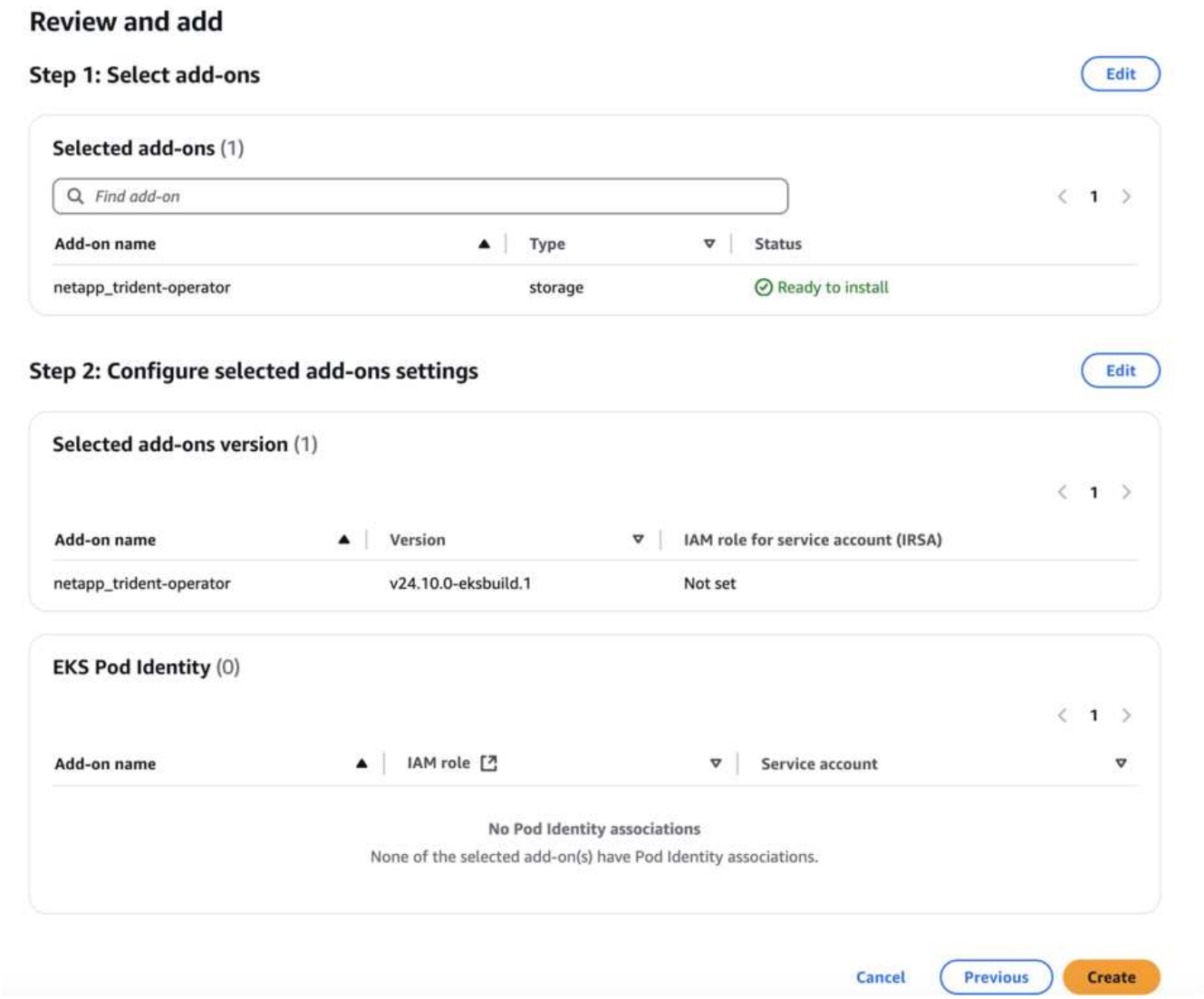
3. 转到*AWS Marketplace附加项*并选择_storage_类别。



4. 找到*Next* NetApp Trident并选中Trident插件的复选框，然后单击*Next*。
5. 选择所需的附加软件版本。

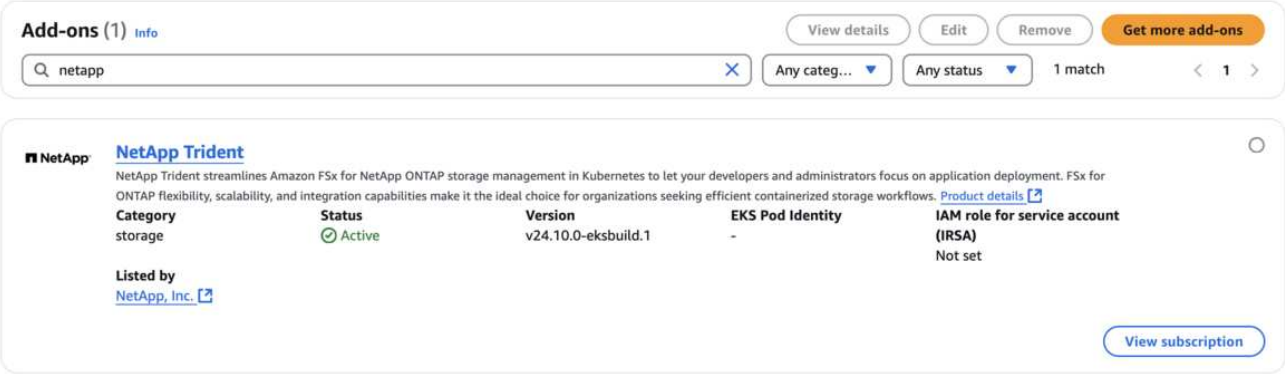


6. 配置所需的附加组件设置。



7. 如果您使用 IRSA（服务帐户的 IAM 角色），请参阅其他配置步骤"此处"。
8. 选择 * 创建 * 。

9. 验证此加载项的状态是否为_Active_.



10. 运行以下命令以验证Trident是否已正确安装在集群上：

```
kubectl get pods -n trident
```

11. 继续设置并配置存储后端。有关信息，请参见 "配置存储后端"。

使用命令行界面安装/卸载**Trident EKS**加载项

使用命令行界面安装**NetApp Trident EKS**加载项：

以下示例命令安装Trident EKS 附加组件：

```
eksctl create addon --cluster clusterName --name netapp_trident-operator
--version v25.6.0-eksbuild.1 （附专用版本）
```

以下示例命令安装 Trident EKS 插件版本 25.6.1：

```
eksctl create addon --cluster clusterName --name netapp_trident-operator
--version v25.6.1-eksbuild.1（带有专用版本）
```

以下示例命令安装 Trident EKS 插件版本 25.6.2：

```
eksctl create addon --cluster clusterName --name netapp_trident-operator
--version v25.6.2-eksbuild.1（带有专用版本）
```

使用命令行界面卸载**NetApp Trident EKS**加载项：

以下命令将卸载Trident EKS加载项：

```
eksctl delete addon --cluster K8s-arm --name netapp_trident-operator
```

使用 **kubectl** 创建后端

后端用于定义Trident与存储系统之间的关系。它会告诉Trident如何与该存储系统通信、以及Trident如何从该存储系统配置卷。安装Trident后、下一步是创建后端。`TridentBackendConfig`通过自定义资源定义(CRD)、您可以直接通过Kubednetes界面创建和管理Trident后端。您可以使用或对Kubornetes分发等效的命令行界面工具来执行此操作 `kubectl。

`TridentBackendConfig`

`TridentBackendConfig`(`tbc` `tbconfig`、、 `tbackendconfig`)是一个前端，具有名称节奏的CRD，使您可以使用管理Trident后端 `kubectl`。现在，Kubbernetes和存储管理员可以直接通过Kubbernetes CLI创建和管理后端，而无需专用的命令行实用程序(`tridentctl`)。

创建 `TridentBackendConfig` 对象时，将发生以下情况：

- Trident会根据您提供的配置自动创建后端。这在内部表示为 `TridentBackend` (`tbe`， `tridentbackend`) CR。
- `TridentBackendConfig``唯一绑定到由`Trident`创建的 `TridentBackend`。

每个 `TridentBackendConfig` 都与 `TridentBackend` 保持一对一映射。前者是为用户提供的用于设计和配置后端的接口；后者是 Trident 表示实际后端对象的方式。

> `TridentBackend`CRS由`Trident`自动创建。您 * 不应 * 修改它们。如果要更新后端、请通过修改对象来执行此操作 `TridentBackendConfig`。

有关 `TridentBackendConfig` CR 的格式，请参见以下示例：

```yaml
apiVersion: trident.netapp.io/v1
kind: TridentBackendConfig
metadata:
  name: backend-tbc-ontap-san
spec:
  version: 1
  backendName: ontap-san-backend
  storageDriverName: ontap-san
  managementLIF: 10.0.0.1
  dataLIF: 10.0.0.2
  svm: trident_svm
  credentials:
    name: backend-tbc-ontap-san-secret
```

您还可以查看中的示例 "Trident 安装程序" 所需存储平台 / 服务的示例配置目录。

。 `spec` 获取后端特定的配置参数。在此示例中、后端使用 `ontap-san` 存储驱动程序、并使用此处所示的配置参数。有关所需存储驱动程序的配置选项列表、请参阅 "存储驱动程序的后端配置信息"。

`sPec` 部分还包括 `credentials` 和 `deletionPolicy` 字段，这些字段在 `TridentBackendConfig` CR 中新增：

- `credentials` ： 此参数为必填字段，包含用于向存储系统 / 服务进行身份验证的凭据。此密码设置为用户创建的 Kubernetes Secret 。凭据不能以纯文本形式传递，因此会导致错误。
- `deeltionPolicy` ： 此字段定义删除 `TridentBackendConfig` 时应发生的情况。它可以采用以下两种可能值之一：
  - `delete` ： 这将同时删除 `TridentBackendConfig` CR 和关联后端。这是默认值。

- retain ：删除 TrdentBackendConfig CR 后，后端定义仍存在，可使用 tridentctl 进行管理。将删除策略设置为 retain 允许用户降级到早期版本（21.04 之前）并保留创建的后端。创建 TridentBackendConfig 后，可以更新此字段的值。

> 后端名称使用 sPec.backendName 设置。如果未指定，则后端的名称将设置为 TridentBackendConfig 对象的名称（metadata.name）。建议使用 sPec.backendName 显式设置后端名称。

> 使用创建的后端 tridentctl`没有关联 `TridentBackendConfig`对象。您可以通过创建CR来 `TridentBackendConfig`选择使用管理此类后端 `kubectl。必须注意指定相同的配置参数(如 spec.backendName、、 spec.storagePrefix spec.storageDriverName`等)。Trident将自动将新创建的与已有的后端绑定 `TridentBackendConfig。

步骤概述

要使用 kubectl 创建新后端，应执行以下操作：

1. 创建 "Kubernetes 机密"。此密钥包含Trident与存储集群/服务通信所需的凭据。
2. 创建 TridentBackendConfig 对象。其中包含有关存储集群 / 服务的详细信息，并引用了上一步中创建的密钥。

创建后端后，您可以使用 kubectl get tbc <tbc-name> -n <trident 命名空间 > 来观察其状态，并收集其他详细信息。

第 **1** 步：创建 **Kubernetes** 机密

创建一个机密，其中包含后端的访问凭据。这是每个存储服务 / 平台所特有的。以下是一个示例：

```
kubectl -n trident create -f backend-tbc-ontap-san-secret.yaml
```

```yaml
apiVersion: v1
kind: Secret
metadata:
  name: backend-tbc-ontap-san-secret
type: Opaque
stringData:
  username: cluster-admin
  password: password
```

下表汇总了每个存储平台的机密中必须包含的字段：

存储平台机密字段问题描述	机密	字段问题描述
Azure NetApp Files	clientId	应用程序注册中的客户端 ID

存储平台机密字段问题描述	机密	字段问题描述
Element （NetApp HCI/SolidFire）	端点	使用租户凭据的 SolidFire 集群的 MVIP
ONTAP	username	用于连接到集群 /SVM 的用户名。用于基于凭据的身份验证
ONTAP	password	连接到集群 /SVM 的密码。用于基于凭据的身份验证
ONTAP	客户端权限密钥	客户端专用密钥的 Base64 编码值。用于基于证书的身份验证
ONTAP	用户名	入站用户名。如果 useCHAP=true ，则为必需项。适用于 `ontap-san` 和 `ontap-san-economy`.
ONTAP	chapInitiatorSecret	CHAP 启动程序密钥。如果 useCHAP=true ，则为必需项。适用于 `ontap-san` 和 `ontap-san-economy`.
ONTAP	chapTargetUsername	目标用户名。如果 useCHAP=true ，则为必需项。适用于 `ontap-san` 和 `ontap-san-economy`.
ONTAP	chapTargetInitiatorSecret	CHAP 目标启动程序密钥。如果 useCHAP=true ，则为必需项。适用于 `ontap-san` 和 `ontap-san-economy`.

在下一步中创建的 `TrdentBackendConfig` 对象的 `sPec.credentials` 字段将引用此步骤中创建的机密。

第**2**步：创建 `TridentBackendConfig` **CR**

现在，您可以创建 `TridentBackendConfig` CR 了。在此示例中，使用 `TriventBackendConfig` 对象创建使用` ontap-san `驱动程序的后端，如下所示：

```
kubectl -n trident create -f backend-tbc-ontap-san.yaml
```

```yaml
apiVersion: trident.netapp.io/v1
kind: TridentBackendConfig
metadata:
  name: backend-tbc-ontap-san
spec:
  version: 1
  backendName: ontap-san-backend
  storageDriverName: ontap-san
  managementLIF: 10.0.0.1
  dataLIF: 10.0.0.2
  svm: trident_svm
  credentials:
    name: backend-tbc-ontap-san-secret
```

第3步：验证的状态 `TridentBackendConfig` CR

现在，您已创建 `TridentBackendConfig` CR ，可以验证状态。请参见以下示例：

```
kubectl -n trident get tbc backend-tbc-ontap-san
NAME                     BACKEND NAME          BACKEND UUID
PHASE   STATUS
backend-tbc-ontap-san   ontap-san-backend     8d24fce7-6f60-4d4a-8ef6-
bab2699e6ab8   Bound   Success
```

已成功创建后端并将其绑定到 `TridentBackendConfig` CR 。

阶段可以采用以下值之一：

- `Bound`： `TridentBackendConfig` CR与后端关联、后端包含 `configRef` 设置为 `TridentBackendConfig` CR的uid。
- `Unbound` ：使用 `""` 表示。`TridentBackendConfig` 对象未绑定到后端。默认情况下，所有新创建的 `TridentBackendConfig` CRS 均处于此阶段。此阶段发生更改后，它将无法再次还原为 "Unbound （已取消绑定）" 。
- `Deleting`： `TridentBackendConfig` CR `deletionPolicy` 已设置为delete。当 `TridentBackendConfig` CR将被删除、它将过渡到Deleting状态。
  - 如果后端不存在永久性卷请求(PVC)、则删除 `TridentBackendConfig`将导致`Trident`删除后端以及`CR`。 `TridentBackendConfig`
  - 如果后端存在一个或多个 PVC ，则会进入删除状态。`TridentBackendConfig` CR 随后也会进入删除阶段。只有在删除所有 PVC 后，才会删除后端和 `TridentBackendConfig` 。
- `Lost` ：与 `TridentBackendConfig` CR 关联的后端被意外或故意删除， `TridentBackendConfig` CR 仍引用已删除的后端。无论 `detionPolicy` 值如何，仍可删除 `TridentBackendConfig` CR 。
- `Unknown`：Trident无法确定与CR关联的后端的状态或是否存在 `TridentBackendConfig`。例如、如果API服务器未响应或 `tridentbackends.trident.netapp.io`缺少CRD。这可能需要干预。

在此阶段，已成功创建后端！此外，还可以处理多个操作，例如 "后端更新和后端删除"。

（可选）第 **4** 步：获取更多详细信息

您可以运行以下命令来获取有关后端的详细信息：

```
kubectl -n trident get tbc backend-tbc-ontap-san -o wide
```

```
NAME                     BACKEND NAME        BACKEND UUID
PHASE   STATUS    STORAGE DRIVER   DELETION POLICY
backend-tbc-ontap-san   ontap-san-backend   8d24fce7-6f60-4d4a-8ef6-
bab2699e6ab8   Bound   Success   ontap-san        delete
```

此外，您还可以获取 YAML/JSON 转储 `TridentBackendConfig` 。

```
kubectl -n trident get tbc backend-tbc-ontap-san -o yaml
```

```yaml
apiVersion: trident.netapp.io/v1
kind: TridentBackendConfig
metadata:
  creationTimestamp: 2021-04-21T20:45:11Z
  finalizers:
    - trident.netapp.io
  generation: 1
  name: backend-tbc-ontap-san
  namespace: trident
  resourceVersion: "947143"
  uid: 35b9d777-109f-43d5-8077-c74a4559d09c
spec:
  backendName: ontap-san-backend
  credentials:
    name: backend-tbc-ontap-san-secret
  managementLIF: 10.0.0.1
  dataLIF: 10.0.0.2
  storageDriverName: ontap-san
  svm: trident_svm
  version: 1
status:
  backendInfo:
    backendName: ontap-san-backend
    backendUUID: 8d24fce7-6f60-4d4a-8ef6-bab2699e6ab8
  deletionPolicy: delete
  lastOperationStatus: Success
  message: Backend 'ontap-san-backend' created
  phase: Bound
```

`backendInfo`包含 `backendName`响应CR而创建的后端的 `TridentBackendConfig`和 `backendUUID。 lastOperationStatus`字段表示CR的上次操作状态，可以是用户触发的操作（例如，用户在中更改了某些内容），也可以是Trident触发的操作 `TridentBackendConfig(例如， spec` 在Trident重新启动期间）。可以是成功、也可以是失败。 `phase`表示CR和后端之间关系的状态 `TridentBackendConfig。在上面的示例中、 `phase`具有绑定值、这意味着 `TridentBackendConfig`CR与后端关联。

您可以运行 `kubectl -n trident describe tbc <tbc-cr-name>` 命令来获取事件日志的详细信息。

> 您不能使用 `tridentctl` 更新或删除包含关联的 `TridentBackendConfig` 对象的后端。要了解在 `tridentctl` 和 `TridentBackendConfig` 之间切换所涉及的步骤， "请参见此处"。

管理后端

使用 **kubectl** 执行后端管理

了解如何使用 `kubectl` 执行后端管理操作。

删除后端

通过删除 `TridentBackendConfig`，您可以指示Trident删除/保留后端(基于 `deletionPolicy`)。要删除后端、请确保 `deletionPolicy`将设置为`delete`。要仅删除 `TridentBackendConfig`，请确保 `deletionPolicy`将设置为保留。这样可以确保后端仍然存在，并且可以使用进行管理 `tridentctl`。

运行以下命令：

```
kubectl delete tbc <tbc-name> -n trident
```

Trident不会删除正在使用的Kubnetes加密 `TridentBackendConfig`。Kubernetes 用户负责清理密钥。删除机密时必须小心。只有在后端未使用机密时，才应将其删除。

查看现有后端

运行以下命令：

```
kubectl get tbc -n trident
```

您也可以运行 `tridentctl get backend -n trident` 或 `tridentctl get backend -o YAML -n trident` 来获取存在的所有后端的列表。此列表还将包括使用 `tridentctl` 创建的后端。

更新后端

更新后端可能有多种原因：

- 存储系统的凭据已更改。要更新凭据、必须更新对象中使用的Kubbernetes机密 `TridentBackendConfig`。Trident将使用提供的最新凭据自动更新后端。运行以下命令以更新 Kubernetes Secret：

  ```
  kubectl apply -f <updated-secret-file.yaml> -n trident
  ```

- 需要更新参数（例如所使用的 ONTAP SVM 的名称）。
  - 您可以更新 `TridentBackendConfig` 使用以下命令直接通过KubeNet访问对象：

    ```
    kubectl apply -f <updated-backend-file.yaml>
    ```

  - 或者、您也可以对现有进行更改 `TridentBackendConfig` 使用以下命令执行CR：

    ```
    kubectl edit tbc <tbc-name> -n trident
    ```

- 如果后端更新失败，则后端仍会保持在其上次已知配置中。您可以通过运行 `kubectl get tbc <tbc-name> -o yaml -n trident` 或 `kubectl describe tbc <tbc-name> -n trident` 来查看日志以确定发生原因。
- 确定并更正配置文件中的问题后，您可以重新运行 update 命令。

使用 **tridentctl** 执行后端管理

了解如何使用 `tridentctl` 执行后端管理操作。

创建后端

创建后 "后端配置文件"下，运行以下命令：

```
tridentctl create backend -f <backend-file> -n trident
```

如果后端创建失败，则后端配置出现问题。您可以运行以下命令来查看日志以确定发生原因：

```
tridentctl logs -n trident
```

确定并更正配置文件中的问题后，您只需再次运行 `create` 命令即可。

删除后端

要从Trident中删除后端、请执行以下操作：

1. 检索后端名称：

   ```
   tridentctl get backend -n trident
   ```

2. 删除后端：

   ```
   tridentctl delete backend <backend-name> -n trident
   ```

如果Trident从此后端配置了仍存在的卷和快照、则删除后端将阻止其配置新卷。后端将继续处于"正在删除"状态。

查看现有后端

要查看 Trident 了解的后端，请执行以下操作：

- 要获取摘要，请运行以下命令：

```
tridentctl get backend -n trident
```

- 要获取所有详细信息，请运行以下命令：

```
tridentctl get backend -o json -n trident
```

更新后端

创建新的后端配置文件后，运行以下命令：

```
tridentctl update backend <backend-name> -f <backend-file> -n trident
```

如果后端更新失败，则后端配置出现问题或您尝试的更新无效。您可以运行以下命令来查看日志以确定发生原因：

```
tridentctl logs -n trident
```

确定并更正配置文件中的问题后，您只需再次运行 `update` 命令即可。

确定使用后端的存储类

以下是您可以使用问题解答与 JSON 回答的问题的示例，这些问题会 `tridentctl` 后端对象的输出。此操作将使用 `JQ` 实用程序，您需要安装该实用程序。

```
tridentctl get backend -o json | jq '[.items[] | {backend: .name,
storageClasses: [.storage[].storageClasses]|unique}]'
```

这也适用于使用 `TridentBackendConfig` 创建的后端。

在后端管理选项之间移动

了解在Trident中管理后端的不同方法。

用于管理后端的选项

随附 `TridentBackendConfig`现在、管理员可以通过两种独特的方式管理后端。这会提出以下问题：

- 使用 `tridentctl` 创建的后端是否可以使用 `TridentBackendConfig` 进行管理？
- 使用 `TridentBackendConfig` 创建的后端是否可以使用 `tridentctl` 进行管理？

管理 tridentctl 后端使用 TridentBackendConfig

本节介绍通过创建 TridentBackendConfig 对象直接通过 Kubernetes 界面管理使用 tridentctl 创建的后端所需的步骤。

这适用于以下情形：

- 已有后端、但没有 TridentBackendConfig 因为它们是使用创建的 tridentctl。
- 使用 tridentctl 创建的新后端，而存在其他 TridentBackendConfig 对象。

在这两种情况下、都将继续存在后端、Trident会为这些后端计划卷并在其上运行。管理员可以选择以下两种方式之一：

- 继续使用 tridentctl 管理使用它创建的后端。
- 使用 tridentctl 创建的后端绑定到新的 TridentBackendConfig 对象。这样做意味着将使用 kubectl 而不是 tridentctl 来管理后端。

要使用 kubectl 管理已有后端，您需要创建一个绑定到现有后端的 TridentBackendConfig 。下面简要介绍了它的工作原理：

1. 创建 Kubernetes 机密。此密钥包含Trident与存储集群/服务通信所需的凭据。
2. 创建 TridentBackendConfig 对象。其中包含有关存储集群 / 服务的详细信息，并引用了上一步中创建的密钥。必须注意指定相同的配置参数（例如 sPec.backendName ， sPec.storagePrefix ， sPec.storageDriverName 等）。sPec.backendName 必须设置为现有后端的名称。

第 **0** 步：确定后端

以创建 TridentBackendConfig 如果绑定到现有后端、则需要获取后端配置。在此示例中，假设已使用以下 JSON 定义创建了后端：

```
tridentctl get backend ontap-nas-backend -n trident
+---------------------+----------------
+--------------------------------------+--------+---------+
|          NAME       | STORAGE DRIVER |                  UUID
| STATE   | VOLUMES |
+---------------------+----------------
+--------------------------------------+--------+---------+
| ontap-nas-backend   | ontap-nas      | 52f2eb10-e4c6-4160-99fc-
96b3be5ab5d7 | online |      25 |
+---------------------+----------------
+--------------------------------------+--------+---------+
```

```
cat ontap-nas-backend.json
```

```
{
  "version": 1,
  "storageDriverName": "ontap-nas",
  "managementLIF": "10.10.10.1",
  "dataLIF": "10.10.10.2",
  "backendName": "ontap-nas-backend",
  "svm": "trident_svm",
  "username": "cluster-admin",
  "password": "admin-password",
  "defaults": {
    "spaceReserve": "none",
    "encryption": "false"
  },
  "labels": {
    "store": "nas_store"
  },
  "region": "us_east_1",
  "storage": [
    {
      "labels": {
        "app": "msoffice",
        "cost": "100"
      },
      "zone": "us_east_1a",
      "defaults": {
        "spaceReserve": "volume",
        "encryption": "true",
        "unixPermissions": "0755"
      }
    },
    {
      "labels": {
        "app": "mysqldb",
        "cost": "25"
      },
      "zone": "us_east_1d",
      "defaults": {
        "spaceReserve": "volume",
        "encryption": "false",
        "unixPermissions": "0775"
      }
    }
  ]
}
```

第 1 步：创建 Kubernetes 机密

创建一个包含后端凭据的机密，如以下示例所示：

```
cat tbc-ontap-nas-backend-secret.yaml
```

```yaml
apiVersion: v1
kind: Secret
metadata:
  name: ontap-nas-backend-secret
type: Opaque
stringData:
  username: cluster-admin
  password: admin-password
```

```
kubectl create -f tbc-ontap-nas-backend-secret.yaml -n trident
secret/backend-tbc-ontap-san-secret created
```

第2步：创建 `TridentBackendConfig` CR

下一步是创建一个 `TridentBackendConfig` CR ，该 CR 将自动绑定到已有的 `ontap-nas-backend` （如本示例所示）。确保满足以下要求：

- 在 `sPec.backendName` 中定义了相同的后端名称。
- 配置参数与原始后端相同。
- 虚拟池(如果存在)必须与原始后端的顺序相同。
- 凭据通过 Kubernetes Secret 提供，而不是以纯文本形式提供。

在这种情况下， `TridentBackendConfig` 将如下所示：

```
cat backend-tbc-ontap-nas.yaml
```

```yaml
apiVersion: trident.netapp.io/v1
kind: TridentBackendConfig
metadata:
  name: tbc-ontap-nas-backend
spec:
  version: 1
  storageDriverName: ontap-nas
  managementLIF: 10.10.10.1
  dataLIF: 10.10.10.2
  backendName: ontap-nas-backend
  svm: trident_svm
  credentials:
    name: mysecret
  defaults:
    spaceReserve: none
    encryption: 'false'
  labels:
    store: nas_store
  region: us_east_1
  storage:
  - labels:
      app: msoffice
      cost: '100'
    zone: us_east_1a
    defaults:
      spaceReserve: volume
      encryption: 'true'
      unixPermissions: '0755'
  - labels:
      app: mysqldb
      cost: '25'
    zone: us_east_1d
    defaults:
      spaceReserve: volume
      encryption: 'false'
      unixPermissions: '0775'
```

```
kubectl create -f backend-tbc-ontap-nas.yaml -n trident
tridentbackendconfig.trident.netapp.io/tbc-ontap-nas-backend created
```

第3步：验证的状态 `TridentBackendConfig` CR

创建 `TridentBackendConfig` 后，其阶段必须为 `bound` 。它还应反映与现有后端相同的后端名称和 UUID 。

```
kubectl get tbc tbc-ontap-nas-backend -n trident
NAME                    BACKEND NAME          BACKEND UUID
PHASE   STATUS
tbc-ontap-nas-backend  ontap-nas-backend     52f2eb10-e4c6-4160-99fc-
96b3be5ab5d7   Bound   Success

#confirm that no new backends were created (i.e., TridentBackendConfig did
not end up creating a new backend)
tridentctl get backend -n trident
+----------------------+----------------
+--------------------------------------+--------+---------+
|          NAME        | STORAGE DRIVER |                  UUID
| STATE  | VOLUMES |
+----------------------+----------------
+--------------------------------------+--------+---------+
| ontap-nas-backend   | ontap-nas      | 52f2eb10-e4c6-4160-99fc-
96b3be5ab5d7 | online |      25 |
+----------------------+----------------
+--------------------------------------+--------+---------+
```

现在，可以使用 `tbc-ontap-nas-backend` `TridentBackendConfig` 对象对后端进行全面管理。

管理 `TridentBackendConfig` 后端使用 `tridentctl`

`tridentctl` 可用于列出使用 `TridentBackendConfig` 创建的后端。此外，管理员还可以选择通过 `tridentctl` 来完全管理此类后端，方法是删除 `TridentBackendConfig` 并确保将 `spec.deletionPolicy` 设置为 `retain` 。

第 0 步：确定后端

例如，假设使用 `TridentBackendConfig` 创建了以下后端：

```
kubectl get tbc backend-tbc-ontap-san -n trident -o wide
NAME                     BACKEND NAME        BACKEND UUID
PHASE   STATUS    STORAGE DRIVER   DELETION POLICY
backend-tbc-ontap-san   ontap-san-backend   81abcb27-ea63-49bb-b606-
0a5315ac5f82   Bound   Success   ontap-san        delete

tridentctl get backend ontap-san-backend -n trident
+-------------------+----------------
+--------------------------------------+--------+---------+
|       NAME        | STORAGE DRIVER |                 UUID
| STATE  | VOLUMES |
+-------------------+----------------
+--------------------------------------+--------+---------+
| ontap-san-backend | ontap-san      | 81abcb27-ea63-49bb-b606-
0a5315ac5f82 | online |      33 |
+-------------------+----------------
+--------------------------------------+--------+---------+
```

从输出中可以看出这一点 `TridentBackendConfig` 已成功创建并绑定到后端[观察后端的UUID]。

第1步：确认 `deletionPolicy` 设置为 `retain`

让我们来看看的价值 `deletionPolicy`。需要将其设置为 `retain`。这样可以确保在删除CR时 `TridentBackendConfig`，后端定义仍然存在，并且可以使用进行管理 `tridentctl`。

```
kubectl get tbc backend-tbc-ontap-san -n trident -o wide
NAME                     BACKEND NAME        BACKEND UUID
PHASE   STATUS    STORAGE DRIVER   DELETION POLICY
backend-tbc-ontap-san   ontap-san-backend   81abcb27-ea63-49bb-b606-
0a5315ac5f82   Bound   Success   ontap-san        delete

# Patch value of deletionPolicy to retain
kubectl patch tbc backend-tbc-ontap-san --type=merge -p
'{"spec":{"deletionPolicy":"retain"}}' -n trident
tridentbackendconfig.trident.netapp.io/backend-tbc-ontap-san patched

#Confirm the value of deletionPolicy
kubectl get tbc backend-tbc-ontap-san -n trident -o wide
NAME                     BACKEND NAME        BACKEND UUID
PHASE   STATUS    STORAGE DRIVER   DELETION POLICY
backend-tbc-ontap-san   ontap-san-backend   81abcb27-ea63-49bb-b606-
0a5315ac5f82   Bound   Success   ontap-san        retain
```

请勿继续执行下一步，除非将 `deletionPolicy` 设置为 `retain`。

第2步：删除 `TridentBackendConfig` CR

最后一步是删除 `TridentBackendConfig` CR 。确认 `deeltionPolicy` 设置为 `retain` 后，您可以继续执行删除：

```
kubectl delete tbc backend-tbc-ontap-san -n trident
tridentbackendconfig.trident.netapp.io "backend-tbc-ontap-san" deleted

tridentctl get backend ontap-san-backend -n trident
+-------------------+----------------
+--------------------------------------+--------+---------+
|       NAME        | STORAGE DRIVER |                 UUID
| STATE  | VOLUMES |
+-------------------+----------------
+--------------------------------------+--------+---------+
| ontap-san-backend | ontap-san      | 81abcb27-ea63-49bb-b606-
0a5315ac5f82 | online |      33 |
+-------------------+----------------
+--------------------------------------+--------+---------+
```

删除对象后 `TridentBackendConfig`、Trident会直接将其删除、而不会实际删除后端本身。

创建和管理存储类

创建存储类。

配置Kubnetes StorageClass对象并创建存储类、以指示Trident如何配置卷。

配置Kubnetes StorageClass对象

```
https://kubernetes.io/docs/concepts/storage/storage-classes/["Kubnetes
StorageClass对象"^]将Trident标识为用于该类的配置程序、并指示Trident如何配置卷。例如
：
```

```yaml
apiVersion: storage.k8s.io/v1
kind: StorageClass
metadata:
  name: ontap-gold
provisioner: csi.trident.netapp.io
mountOptions:
  - nfsvers=3
  - nolock
parameters:
  backendType: "ontap-nas"
  media: "ssd"
allowVolumeExpansion: true
volumeBindingMode: Immediate
```

有关存储类如何与和参数交互以控制Trident如何配置卷的详细信息 `PersistentVolumeClaim`、请参见"Kubernetes 和 Trident 对象"。

创建存储类。

创建StorageClass对象后、您可以创建存储类。 [存储类示例] 提供了一些可供您使用或修改的基本示例。

步骤

1. 这是一个Kubbernetes对象、因此请使用 `kubectl` 以在Kubernetes中创建。

```
kubectl create -f sample-input/storage-class-basic-csi.yaml
```

2. 现在，Kubernetes和Trident中都应显示一个*BASIC－Csi*存储类，并且Trident应已发现后端的池。

```
kubectl get sc basic-csi
```

```
NAME          PROVISIONER             AGE
basic-csi     csi.trident.netapp.io   15h
```

```
./tridentctl -n trident get storageclass basic-csi -o json
```

```
{
  "items": [
    {
      "Config": {
        "version": "1",
        "name": "basic-csi",
        "attributes": {
          "backendType": "ontap-nas"
        },
        "storagePools": null,
        "additionalStoragePools": null
      },
      "storage": {
        "ontapnas_10.0.0.1": [
          "aggr1",
          "aggr2",
          "aggr3",
          "aggr4"
        ]
      }
    }
  ]
}
```

存储类示例

Trident提供 "适用于特定后端的简单存储类定义"。

或者、您也可以进行编辑 `sample-input/storage-class-csi.yaml.templ` 安装程序随附的文件、然后进行替换 *`BACKEND_TYPE`* 和存储驱动程序名称。

```
./tridentctl -n trident get backend
+-------------+----------------+--------------------------------------
+--------+---------+
|    NAME     | STORAGE DRIVER |                 UUID                 |
STATE  | VOLUMES |
+-------------+----------------+--------------------------------------
+--------+---------+
| nas-backend | ontap-nas      | 98e19b74-aec7-4a3d-8dcf-128e5033b214 |
online |       0 |
+-------------+----------------+--------------------------------------
+--------+---------+

cp sample-input/storage-class-csi.yaml.templ sample-input/storage-class-
basic-csi.yaml

# Modify __BACKEND_TYPE__ with the storage driver field above (e.g.,
ontap-nas)
vi sample-input/storage-class-basic-csi.yaml
```

管理存储类

您可以查看现有存储类、设置默认存储类、确定存储类后端以及删除存储类。

查看现有存储类

- 要查看现有 Kubernetes 存储类，请运行以下命令：

```
kubectl get storageclass
```

- 要查看 Kubernetes 存储类详细信息，请运行以下命令：

```
kubectl get storageclass <storage-class> -o json
```

- 要查看Trident的同步存储类、请运行以下命令：

```
tridentctl get storageclass
```

- 要查看Trident的已同步存储类详细信息、请运行以下命令：

```
tridentctl get storageclass <storage-class> -o json
```

设置默认存储类

Kubernetes 1.6 增加了设置默认存储类的功能。如果用户未在永久性卷声明（PVC）中指定永久性卷，则此存储类将用于配置永久性卷。

- 通过在存储类定义中将标注 `storageclass.Kubernetes 。 io/is-default-class` 设置为 true 来定义默认存储类。根据规范，任何其他值或标注不存在均视为 false 。
- 您可以使用以下命令将现有存储类配置为默认存储类：

```
kubectl patch storageclass <storage-class-name> -p '{"metadata":
{"annotations":{"storageclass.kubernetes.io/is-default-class":"true"}}}'
```

- 同样，您也可以使用以下命令删除默认存储类标注：

```
kubectl patch storageclass <storage-class-name> -p '{"metadata":
{"annotations":{"storageclass.kubernetes.io/is-default-class":"false"}}}'
```

Trident 安装程序包中也有包含此标注的示例。

> 集群中一次只能有一个默认存储类。Kubernetes 在技术上不会阻止您拥有多个存储类，但其行为就像根本没有默认存储类一样。

确定存储类的后端

以下是您可以使用为Trident后端对象输出的JSON回答的问题示例 `tridentctl`。这将使用 `jq`实用程序、您可能需要先安装该实用程序。

```
tridentctl get storageclass -o json | jq  '[.items[] | {storageClass:
.Config.name, backends: [.storage]|unique}]'
```

删除存储类

要从 Kubernetes 中删除存储类，请运行以下命令：

```
kubectl delete storageclass <storage-class>
```

`< 存储类 >` 应替换为您的存储类。

通过此存储类创建的任何永久性卷将保持不变、Trident将继续对其进行管理。

> Trident会对其创建的卷强制使用空白 `fsType`。对于iSCSI后端、建议在StorageClass中强制实施 `parameters.fsType`。您应删除现有StorageClasses、然后使用指定的重新创建它们 `parameters.fsType`。

配置和管理卷

配置卷

创建一个使用已配置的Kubernetes StorageClass来请求PV访问权限的永久性卷请求(PVC)。然后、您可以将PV挂载到POD。

概述

A "*PersigentVolumeClaim*" (PVC)是指请求访问集群上的永久卷。

可以将PVC配置为请求特定大小的存储或访问模式。通过使用关联的StorageClass，集群管理员可以控制不限于持续卷大小和访问模式(例如性能或服务级别)。

创建PVC后、您可以将卷挂载到Pod中。

创建**PVC**

步骤

1. 创建 PVC 。

```
kubectl create -f pvc.yaml
```

2. 验证PVC状态。

```
kubectl get pvc
```

```
NAME         STATUS   VOLUME     CAPACITY   ACCESS MODES   STORAGECLASS AGE
pvc-storage Bound    pv-name    1Gi        RWO                    5m
```

1. 将卷挂载到Pod中。

```
kubectl create -f pv-pod.yaml
```

> 您可以使用监控进度 `kubectl get pod --watch`。

2. 验证卷是否已挂载到上 `/my/mount/path`。

```
kubectl exec -it task-pv-pod -- df -h /my/mount/path
```

3. 现在、您可以删除Pod。Pod应用程序将不再存在、但卷将保留。

```
kubectl delete pod pv-pod
```

示例清单

PersentVolumeClaim示例清单

这些示例显示了基本的PVC配置选项。

PVC、带读取器

此示例显示了一个具有读取权限的基本PVC、该PVC与名为的StorageClass关联 `basic-csi`。

```
kind: PersistentVolumeClaim
apiVersion: v1
metadata:
  name: pvc-storage
spec:
  accessModes:
    - ReadWriteOnce
  resources:
    requests:
      storage: 1Gi
  storageClassName: basic-csi
```

采用NVMe/TCP的PVC

此示例显示了一个与名为的StorageClass关联的具有读取权限的NVMe/TCP的基本PVC `protection-gold`。

```
kind: PersistentVolumeClaim
apiVersion: v1
metadata:
name: pvc-san-nvme
spec:
accessModes:
  - ReadWriteOnce
resources:
  requests:
    storage: 300Mi
storageClassName: protection-gold
```

POD清单示例

这些示例显示了将PVC连接到POD的基本配置。

基本配置

```
kind: Pod
apiVersion: v1
metadata:
  name: pv-pod
spec:
  volumes:
    - name: storage
      persistentVolumeClaim:
       claimName: pvc-storage
  containers:
    - name: pv-container
      image: nginx
      ports:
        - containerPort: 80
          name: "http-server"
      volumeMounts:
        - mountPath: "/my/mount/path"
          name: storage
```

基本**NVMe/TCP**配置

```
apiVersion: v1
kind: Pod
metadata:
  name: pod-nginx
spec:
  volumes:
    - name: basic-pvc
      persistentVolumeClaim:
        claimName: pvc-san-nvme
  containers:
    - name: task-pv-container
      image: nginx
      volumeMounts:
        - mountPath: "/my/mount/path"
          name: basic-pvc
```

有关存储类如何与和参数交互以控制Trident如何配置卷的详细信息 `PersistentVolumeClaim`、请参见"Kubernetes 和 Trident 对象"。

展开卷

Trident为 Kubernetes 用户提供了在创建卷后扩展卷的能力。查找有关扩展 iSCSI、NFS、SMB、NVMe/TCP 和 FC 卷所需的配置的信息。

展开 **iSCSI** 卷

您可以使用 CSI 配置程序扩展 iSCSI 永久性卷（PV）。

> iSCSI 卷扩展受 `ontap-san`， `ontap-san-economy`， `solidfire-san` 驱动程序支持，需要 Kubernetes 1.16 及更高版本。

第 **1** 步：配置 **StorageClass** 以支持卷扩展

编辑StorageClass定义以设置 `allowVolumeExpansion` 字段设置为 `true`。

```
cat storageclass-ontapsan.yaml
```

```yaml
apiVersion: storage.k8s.io/v1
kind: StorageClass
metadata:
  name: ontap-san
provisioner: csi.trident.netapp.io
parameters:
  backendType: "ontap-san"
allowVolumeExpansion: True
```

对于已存在的 StorageClass，请对其进行编辑，使其包含 `allowVolumeExpansion` 参数。

第 **2** 步：使用您创建的 **StorageClass** 创建 **PVC**

编辑PVC定义并更新 `spec.resources.requests.storage` 以反映新需要的大小、该大小必须大于原始大小。

```
cat pvc-ontapsan.yaml
```

```yaml
kind: PersistentVolumeClaim
apiVersion: v1
metadata:
  name: san-pvc
spec:
  accessModes:
  - ReadWriteOnce
  resources:
    requests:
      storage: 1Gi
  storageClassName: ontap-san
```

Trident会创建一个永久性卷(PV)并将其与此永久性卷请求(PVC)相关联。

```
kubectl get pvc
NAME      STATUS   VOLUME                                     CAPACITY
ACCESS MODES   STORAGECLASS   AGE
san-pvc   Bound    pvc-8a814d62-bd58-4253-b0d1-82f2885db671   1Gi
RWO            ontap-san      8s

kubectl get pv
NAME                                       CAPACITY   ACCESS MODES
RECLAIM POLICY   STATUS   CLAIM             STORAGECLASS   REASON   AGE
pvc-8a814d62-bd58-4253-b0d1-82f2885db671   1Gi        RWO
Delete           Bound    default/san-pvc   ontap-san               10s
```

第 3 步：定义连接 PVC 的 POD

将PV连接到POD以调整大小。调整 iSCSI PV 大小时，有两种情况：

- 如果PV连接到Pod、则Trident会扩展存储后端的卷、重新扫描设备并重新设置文件系统大小。
- 尝试调整未连接PV的大小时、Trident会扩展存储后端的卷。将 PVC 绑定到 Pod 后， Trident 会重新扫描设备并调整文件系统大小。然后， Kubernetes 会在扩展操作成功完成后更新 PVC 大小。

在此示例中，创建了一个使用 `san-PVC` 的 Pod 。

```
 kubectl get pod
NAME         READY   STATUS    RESTARTS   AGE
ubuntu-pod   1/1     Running   0          65s

 kubectl describe pvc san-pvc
Name:          san-pvc
Namespace:     default
StorageClass:  ontap-san
Status:        Bound
Volume:        pvc-8a814d62-bd58-4253-b0d1-82f2885db671
Labels:        <none>
Annotations:   pv.kubernetes.io/bind-completed: yes
               pv.kubernetes.io/bound-by-controller: yes
               volume.beta.kubernetes.io/storage-provisioner:
csi.trident.netapp.io
Finalizers:    [kubernetes.io/pvc-protection]
Capacity:      1Gi
Access Modes:  RWO
VolumeMode:    Filesystem
Mounted By:    ubuntu-pod
```

第 **4** 步：展开 **PV**

要将已创建的 PV 从 1Gi 调整为 2Gi ，请编辑 PVC 定义并将 `sPec.resources.requests.storage` 更新为 2Gi 。

```
kubectl edit pvc san-pvc
```

```
# Please edit the object below. Lines beginning with a '#' will be
ignored,
# and an empty file will abort the edit. If an error occurs while saving
this file will be
# reopened with the relevant failures.
#
apiVersion: v1
kind: PersistentVolumeClaim
metadata:
  annotations:
    pv.kubernetes.io/bind-completed: "yes"
    pv.kubernetes.io/bound-by-controller: "yes"
    volume.beta.kubernetes.io/storage-provisioner: csi.trident.netapp.io
  creationTimestamp: "2019-10-10T17:32:29Z"
  finalizers:
  - kubernetes.io/pvc-protection
  name: san-pvc
  namespace: default
  resourceVersion: "16609"
  selfLink: /api/v1/namespaces/default/persistentvolumeclaims/san-pvc
  uid: 8a814d62-bd58-4253-b0d1-82f2885db671
spec:
  accessModes:
  - ReadWriteOnce
  resources:
    requests:
      storage: 2Gi
 # ...
```

第 **5** 步：验证扩展

您可以通过检查PVC、PV和Trident卷的大小来验证扩展是否正常：

```
kubectl get pvc san-pvc
NAME      STATUS   VOLUME                                     CAPACITY
ACCESS MODES   STORAGECLASS   AGE
san-pvc   Bound    pvc-8a814d62-bd58-4253-b0d1-82f2885db671   2Gi
RWO            ontap-san      11m
kubectl get pv
NAME                                       CAPACITY   ACCESS MODES
RECLAIM POLICY   STATUS   CLAIM             STORAGECLASS   REASON   AGE
pvc-8a814d62-bd58-4253-b0d1-82f2885db671   2Gi        RWO
Delete           Bound    default/san-pvc   ontap-san               12m
tridentctl get volumes -n trident
+------------------------------------------+---------+---------------
+----------+--------------------------------------+--------+---------+
|                   NAME                   |  SIZE   | STORAGE CLASS |
PROTOCOL |             BACKEND UUID             | STATE  | MANAGED |
+------------------------------------------+---------+---------------
+----------+--------------------------------------+--------+---------+
| pvc-8a814d62-bd58-4253-b0d1-82f2885db671 | 2.0 GiB | ontap-san     |
block    | a9b7bfff-0505-4e31-b6c5-59f492e02d33 | online | true    |
+------------------------------------------+---------+---------------
+----------+--------------------------------------+--------+---------+
```

展开 **FC** 卷

您可以使用CSI配置程序扩展FC持久卷(PV)。

> 驱动程序支持FC卷扩展 `ontap-san`、并且需要Kubernetes 1.16及更高版本。

第 **1** 步：配置 **StorageClass** 以支持卷扩展

编辑StorageClass定义以设置 `allowVolumeExpansion` 字段设置为 `true`。

```
cat storageclass-ontapsan.yaml
```

```yaml
apiVersion: storage.k8s.io/v1
kind: StorageClass
metadata:
  name: ontap-san
provisioner: csi.trident.netapp.io
parameters:
  backendType: "ontap-san"
allowVolumeExpansion: True
```

对于已存在的 StorageClass ，请对其进行编辑，使其包含 `allowVolumeExpansion` 参数。

第 2 步：使用您创建的 StorageClass 创建 PVC

编辑PVC定义并更新 `spec.resources.requests.storage` 以反映新需要的大小、该大小必须大于原始大小。

```
cat pvc-ontapsan.yaml
```

```yaml
kind: PersistentVolumeClaim
apiVersion: v1
metadata:
  name: san-pvc
spec:
  accessModes:
  - ReadWriteOnce
  resources:
    requests:
      storage: 1Gi
  storageClassName: ontap-san
```

Trident会创建一个永久性卷(PV)并将其与此永久性卷请求(PVC)相关联。

```
kubectl get pvc
NAME      STATUS   VOLUME                                     CAPACITY
ACCESS MODES   STORAGECLASS   AGE
san-pvc   Bound    pvc-8a814d62-bd58-4253-b0d1-82f2885db671   1Gi
RWO            ontap-san      8s

kubectl get pv
NAME                                       CAPACITY   ACCESS MODES
RECLAIM POLICY   STATUS   CLAIM             STORAGECLASS   REASON   AGE
pvc-8a814d62-bd58-4253-b0d1-82f2885db671   1Gi        RWO
Delete           Bound    default/san-pvc   ontap-san               10s
```

第 3 步：定义连接 PVC 的 POD

将PV连接到POD以调整大小。调整FC PV大小有两种情形：

- 如果PV连接到Pod、则Trident会扩展存储后端的卷、重新扫描设备并重新设置文件系统大小。
- 尝试调整未连接PV的大小时、Trident会扩展存储后端的卷。将 PVC 绑定到 Pod 后， Trident 会重新扫描设备并调整文件系统大小。然后， Kubernetes 会在扩展操作成功完成后更新 PVC 大小。

在此示例中，创建了一个使用 `san-PVC` 的 Pod 。

```
 kubectl get pod
NAME         READY   STATUS    RESTARTS   AGE
ubuntu-pod   1/1     Running   0          65s

 kubectl describe pvc san-pvc
Name:          san-pvc
Namespace:     default
StorageClass:  ontap-san
Status:        Bound
Volume:        pvc-8a814d62-bd58-4253-b0d1-82f2885db671
Labels:        <none>
Annotations:   pv.kubernetes.io/bind-completed: yes
               pv.kubernetes.io/bound-by-controller: yes
               volume.beta.kubernetes.io/storage-provisioner:
csi.trident.netapp.io
Finalizers:    [kubernetes.io/pvc-protection]
Capacity:      1Gi
Access Modes:  RWO
VolumeMode:    Filesystem
Mounted By:    ubuntu-pod
```

第 **4** 步：展开 **PV**

要将已创建的 PV 从 1Gi 调整为 2Gi ，请编辑 PVC 定义并将 `sPec.resources.requests.storage` 更新为 2Gi 。

```
kubectl edit pvc san-pvc
```

```
# Please edit the object below. Lines beginning with a '#' will be
ignored,
# and an empty file will abort the edit. If an error occurs while saving
this file will be
# reopened with the relevant failures.
#
apiVersion: v1
kind: PersistentVolumeClaim
metadata:
  annotations:
    pv.kubernetes.io/bind-completed: "yes"
    pv.kubernetes.io/bound-by-controller: "yes"
    volume.beta.kubernetes.io/storage-provisioner: csi.trident.netapp.io
  creationTimestamp: "2019-10-10T17:32:29Z"
  finalizers:
  - kubernetes.io/pvc-protection
  name: san-pvc
  namespace: default
  resourceVersion: "16609"
  selfLink: /api/v1/namespaces/default/persistentvolumeclaims/san-pvc
  uid: 8a814d62-bd58-4253-b0d1-82f2885db671
spec:
  accessModes:
  - ReadWriteOnce
  resources:
    requests:
      storage: 2Gi
 # ...
```

第 **5** 步：验证扩展

您可以通过检查PVC、PV和Trident卷的大小来验证扩展是否正常：

```
kubectl get pvc san-pvc
NAME      STATUS   VOLUME                                     CAPACITY
ACCESS MODES   STORAGECLASS   AGE
san-pvc   Bound    pvc-8a814d62-bd58-4253-b0d1-82f2885db671   2Gi
RWO            ontap-san      11m
kubectl get pv
NAME                                       CAPACITY   ACCESS MODES
RECLAIM POLICY   STATUS   CLAIM             STORAGECLASS   REASON   AGE
pvc-8a814d62-bd58-4253-b0d1-82f2885db671   2Gi        RWO
Delete           Bound    default/san-pvc   ontap-san               12m
tridentctl get volumes -n trident
+------------------------------------------+---------+---------------
+----------+--------------------------------------+--------+---------+
|                   NAME                   |  SIZE   | STORAGE CLASS |
PROTOCOL |             BACKEND UUID             | STATE  | MANAGED |
+------------------------------------------+---------+---------------
+----------+--------------------------------------+--------+---------+
| pvc-8a814d62-bd58-4253-b0d1-82f2885db671 | 2.0 GiB | ontap-san     |
block    | a9b7bfff-0505-4e31-b6c5-59f492e02d33 | online | true    |
+------------------------------------------+---------+---------------
+----------+--------------------------------------+--------+---------+
```

展开 NFS 卷

Trident支持为已配置的 NFS PV 扩展容量。 `ontap-nas` ， `ontap-nas-economy` ， `ontap-nas-flexgroup` ， 和 `azure-netapp-files`后端。

第 1 步：配置 StorageClass 以支持卷扩展

要调整 NFS PV 的大小，管理员首先需要将 `allowVolumeExpansion` 字段设置为 `true` 来配置存储类以允许卷扩展：

```
cat storageclass-ontapnas.yaml
```

```yaml
apiVersion: storage.k8s.io/v1
kind: StorageClass
metadata:
  name: ontapnas
provisioner: csi.trident.netapp.io
parameters:
  backendType: ontap-nas
allowVolumeExpansion: true
```

如果您已创建没有此选项的存储类，则只需使用 `kubectl edit storageclass` 编辑现有存储类即可进行卷扩展。

第 2 步：使用您创建的 StorageClass 创建 PVC

```
cat pvc-ontapnas.yaml
```

```yaml
kind: PersistentVolumeClaim
apiVersion: v1
metadata:
  name: ontapnas20mb
spec:
  accessModes:
  - ReadWriteOnce
  resources:
    requests:
      storage: 20Mi
  storageClassName: ontapnas
```

Trident应该为该 PVC 创建一个 20 MiB 的 NFS PV：

```
kubectl get pvc
NAME           STATUS   VOLUME
CAPACITY     ACCESS MODES   STORAGECLASS    AGE
ontapnas20mb   Bound    pvc-08f3d561-b199-11e9-8d9f-5254004dfdb7   20Mi
RWO            ontapnas        9s

kubectl get pv pvc-08f3d561-b199-11e9-8d9f-5254004dfdb7
NAME                                       CAPACITY   ACCESS MODES
RECLAIM POLICY   STATUS   CLAIM                  STORAGECLASS    REASON
AGE
pvc-08f3d561-b199-11e9-8d9f-5254004dfdb7   20Mi       RWO
Delete           Bound    default/ontapnas20mb   ontapnas
2m42s
```

第 3 步：展开 PV

要将新创建的 20 MiB PV 调整为 1 GiB，请编辑 PVC 并设置 `spec.resources.requests.storage`至 1 GiB：

```
kubectl edit pvc ontapnas20mb
```

```
# Please edit the object below. Lines beginning with a '#' will be
ignored,
# and an empty file will abort the edit. If an error occurs while saving
this file will be
# reopened with the relevant failures.
#
apiVersion: v1
kind: PersistentVolumeClaim
metadata:
  annotations:
    pv.kubernetes.io/bind-completed: "yes"
    pv.kubernetes.io/bound-by-controller: "yes"
    volume.beta.kubernetes.io/storage-provisioner: csi.trident.netapp.io
  creationTimestamp: 2018-08-21T18:26:44Z
  finalizers:
  - kubernetes.io/pvc-protection
  name: ontapnas20mb
  namespace: default
  resourceVersion: "1958015"
  selfLink: /api/v1/namespaces/default/persistentvolumeclaims/ontapnas20mb
  uid: c1bd7fa5-a56f-11e8-b8d7-fa163e59eaab
spec:
  accessModes:
  - ReadWriteOnce
  resources:
    requests:
      storage: 1Gi
# ...
```

第 **4** 步：验证扩展

您可以通过检查PVC、PV和Trident卷的大小来验证调整大小是否正常：

```
kubectl get pvc ontapnas20mb
NAME           STATUS   VOLUME
CAPACITY   ACCESS MODES   STORAGECLASS    AGE
ontapnas20mb   Bound    pvc-08f3d561-b199-11e9-8d9f-5254004dfdb7   1Gi
RWO            ontapnas        4m44s

kubectl get pv pvc-08f3d561-b199-11e9-8d9f-5254004dfdb7
NAME                                       CAPACITY   ACCESS MODES
RECLAIM POLICY   STATUS   CLAIM                  STORAGECLASS    REASON
AGE
pvc-08f3d561-b199-11e9-8d9f-5254004dfdb7   1Gi        RWO
Delete           Bound    default/ontapnas20mb   ontapnas
5m35s

tridentctl get volume pvc-08f3d561-b199-11e9-8d9f-5254004dfdb7 -n trident
+------------------------------------------+---------+---------------
+----------+--------------------------------------+--------+---------+
|                   NAME                   |  SIZE   | STORAGE CLASS |
PROTOCOL |             BACKEND UUID             | STATE  | MANAGED |
+------------------------------------------+---------+---------------
+----------+--------------------------------------+--------+---------+
| pvc-08f3d561-b199-11e9-8d9f-5254004dfdb7 | 1.0 GiB | ontapnas      |
file     | c5a6f6a4-b052-423b-80d4-8fb491a14a22 | online | true    |
+------------------------------------------+---------+---------------
+----------+--------------------------------------+--------+---------+
```

导入卷

您可以使用 `tridentctl import`或通过创建带有 Trident 导入注释的持久卷声明 (PVC) 将现有存储卷导入为 Kubernetes PV。

概述和注意事项

您可以将卷导入到Trident中、以便：

- 将应用程序容器化并重复使用其现有数据集
- 对一个应用程序使用数据集的克隆
- 重建发生故障的Kubrenetes集群
- 在灾难恢复期间迁移应用程序数据

注意事项

导入卷之前、请查看以下注意事项。

- Trident只能导入RW (读写)类型的ONTAP卷。DP (数据保护)类型的卷是SnapMirror目标卷。在将卷导入Trident之前、应先中断镜像关系。

- 我们建议导入没有活动连接的卷。要导入当前使用的卷、请克隆此卷、然后执行导入。

> 这对于块卷尤其重要、因为Kubnetes不会意识到先前的连接、并且可以轻松地将活动卷连接到Pod。这可能会导致数据损坏。

- 虽然 `StorageClass`必须在PVC上指定、但Trident在导入期间不使用此参数。创建卷期间会使用存储类根据存储特征从可用池中进行选择。由于卷已存在、因此导入期间不需要选择池。因此、即使卷位于与PVC中指定的存储类不匹配的后端或池中、导入也不会失败。
- 现有卷大小在PVC中确定和设置。存储驱动程序导入卷后，系统将创建 PV ，并为其创建一个 Claims Ref 。
  - 回收策略最初设置为 `retain` 在PV中。Kubernetes 成功绑定 PVC 和 PV 后，将更新回收策略以匹配存储类的回收策略。
  - 存储类的回收策略为时 `delete`、删除PV时、存储卷将被删除。
- 默认情况下， Trident管理 PVC，并在后端重命名FlexVol volume和 LUN。你可以通过 `--no-manage`导入非托管卷的标志和 `--no-rename`标记以保留卷名。
  - `--no-manage`* - 如果您使用 `--no-manage`标志表明， Trident在对象的生命周期内不会对 PVC 或 PV 执行任何额外的操作。删除 PV 时，存储卷不会被删除，其他操作（如卷克隆和卷调整大小）也会被忽略。
  - `--no-rename`* - 如果您使用 `--no-rename`**标志， `Trident`在导入卷时保留现有卷名称，并管理卷的生命周期。此选项仅支持以下情况： `ontap-nas` ， `ontap-san` （包括ASA r2 系统） `ontap-san-economy`司机。**

> 如果您想使用 Kubernetes 进行容器化工作负载，但又想在 Kubernetes 之外管理存储卷的生命周期，那么这些选项非常有用。

- PVC 和 PV 中会添加一个标注，用于指示卷已导入以及 PVC 和 PV 是否已管理。不应修改或删除此标注。

导入卷

您可以使用 `tridentctl import`或通过创建带有 Trident 导入注释的 PVC 来导入卷。

> 如果使用 PVC 注释，则无需下载或使用 `tridentctl`来导入卷。

使用 **tridentctl**

步骤

1. 创建一个 PVC 文件（例如， `pvc.yaml`），该文件将用于创建 PVC。PVC 文件应包括 `name`、`namespace`、 `accessModes`和 `storageClassName`。或者，您可以在 PVC 定义中指定 `unixPermissions`。

   以下是最低规格示例：

   ```
   kind: PersistentVolumeClaim
   apiVersion: v1
   metadata:
     name: my_claim
     namespace: my_namespace
   spec:
     accessModes:
       - ReadWriteOnce
     storageClassName: my_storage_class
   ```

   仅包括所需的参数。PV 名称或卷大小等附加参数可能导致导入命令失败。

2. 使用 `tridentctl import`用于指定包含卷的Trident后端名称以及唯一标识存储上卷的名称的命令（例如：ONTAP FlexVol、Element Volume）。这 `-f`需要提供参数来指定PVC文件的路径。

   ```
   tridentctl import volume <backendName> <volumeName> -f <path-to-pvc-file>
   ```

使用 **PVC** 注释

步骤

1. 使用所需的 Trident 导入注释创建 PVC YAML 文件（例如， `pvc.yaml`）。PVC 文件应包括：

   - `name` 和 `namespace` 在元数据中
   - `accessModes`、 `resources.requests.storage` 和 `storageClassName` 在规格中
   - 标注：
     - `trident.netapp.io/importOriginalName`: 后端上的卷名称
     - `trident.netapp.io/importBackendUUID`：卷存在的后端 UUID
     - `trident.netapp.io/notManaged` (*Optional*)：为非托管卷设置为 `"true"`。默认值为 `"false"`。

     下面是导入托管卷的示例规范：

```yaml
kind: PersistentVolumeClaim
apiVersion: v1
metadata:
  name: <pvc-name>
  namespace: <namespace>
  annotations:
    trident.netapp.io/importOriginalName: "<volume-name>"
    trident.netapp.io/importBackendUUID: "<backend-uuid>"
spec:
  accessModes:
    - ReadWriteOnce
  resources:
    requests:
      storage: <size>
  storageClassName: <storage-class-name>
```

2. 将 PVC YAML 文件应用到 Kubernetes 集群：

```
kubectl apply -f <pvc-file>.yaml
```

Trident 将自动导入卷并将其绑定到 PVC。

示例

查看以下卷导入示例、了解受支持的驱动程序。

ONTAP NAS和ONTAP NAS FlexGroup

Trident支持使用和 `ontap-nas-flexgroup`驱动程序导入卷 `ontap-nas。

- Trident不支持使用 `ontap-nas-economy` 司机。
- 。 `ontap-nas` 和 `ontap-nas-flexgroup` 驱动程序不允许使用重复的卷名称。

使用驱动程序创建的每个卷 `ontap-nas`都是ONTAP集群上的一个FlexVol volume。使用驱动程序导入FlexVol卷的 `ontap-nas`工作原理相同。可以将ONTAP集群上已存在的FlexVol卷作为PVC导入 `ontap-nas。同样、FlexGroup vols也可以作为PVC导入 `ontap-nas-flexgroup。

使用 **tridentctl** 的 **ONTAP NAS** 示例

以下示例演示如何使用 `tridentctl` 导入托管卷和非托管卷。

受管卷

以下示例将导入名为的卷 `managed_volume` 位于名为的后端 `ontap_nas`：

```
tridentctl import volume ontap_nas managed_volume -f <path-to-pvc-file>

+------------------------------------------+---------+---------------
+----------+--------------------------------------+--------+---------+
|                   NAME                   |  SIZE   | STORAGE CLASS |
PROTOCOL |             BACKEND UUID             | STATE  | MANAGED |
+------------------------------------------+---------+---------------
+----------+--------------------------------------+--------+---------+
| pvc-bf5ad463-afbb-11e9-8d9f-5254004dfdb7 | 1.0 GiB | standard      |
file     | c5a6f6a4-b052-423b-80d4-8fb491a14a22 | online | true    |
+------------------------------------------+---------+---------------
+----------+--------------------------------------+--------+---------+
```

非受管卷

使用参数时 `--no-manage`、Trident不会重命名卷。

以下示例导入 `unmanaged_volume` 在上 `ontap_nas` 后端：

```
tridentctl import volume nas_blog unmanaged_volume -f <path-to-pvc-
file> --no-manage

+------------------------------------------+---------+---------------
+----------+--------------------------------------+--------+---------+
|                   NAME                   |  SIZE   | STORAGE CLASS |
PROTOCOL |             BACKEND UUID             | STATE  | MANAGED |
+------------------------------------------+---------+---------------
+----------+--------------------------------------+--------+---------+
| pvc-df07d542-afbc-11e9-8d9f-5254004dfdb7 | 1.0 GiB | standard      |
file     | c5a6f6a4-b052-423b-80d4-8fb491a14a22 | online | false   |
+------------------------------------------+---------+---------------
+----------+--------------------------------------+--------+---------+
```

使用 **PVC** 注释的 **ONTAP NAS** 示例

以下示例演示如何使用 PVC 注释导入托管和非托管卷。

受管卷

以下示例从后端 `81abcb27-ea63-49bb-b606-0a5315ac5f21`导入名为 `ontap_volume1`的 1GiB `ontap-nas` 卷，使用 PVC 注释设置了 RWO 访问模式：

```
kind: PersistentVolumeClaim
apiVersion: v1
metadata:
  name: <managed-imported-volume>
  namespace: <namespace>
  annotations:
    trident.netapp.io/importOriginalName: "ontap_volume1"
    trident.netapp.io/importBackendUUID: "81abcb27-ea63-49bb-b606-
0a5315ac5f21"
spec:
  accessModes:
    - ReadWriteOnce
  resources:
    requests:
      storage: 1Gi
  storageClassName: <storage-class-name>
```

非受管卷

以下示例使用 PVC 注释从后端 `34abcb27-ea63-49bb-b606-0a5315ac5f34`导入名为 `ontap-volume2`的 1Gi `ontap-nas` 卷，并设置 RWO 访问模式：

```
kind: PersistentVolumeClaim
apiVersion: v1
metadata:
  name: <umanaged-imported-volume>
  namespace: <namespace>
  annotations:
    trident.netapp.io/importOriginalName: "ontap-volume2"
    trident.netapp.io/importBackendUUID: "34abcb27-ea63-49bb-b606-
0a5315ac5f34"
    trident.netapp.io/notManaged: "true"
spec:
  accessModes:
    - ReadWriteOnce
  resources:
    requests:
      storage: 1Gi
  storageClassName: <storage-class-name>
```

ONTAP SAN

Trident支持使用卷导入 `ontap-san` （iSCSI、NVMe/TCP 和 FC）和 `ontap-san-economy` 司机。

Trident可以导入包含单个 LUN 的ONTAP SAN FlexVol卷。这与 `ontap-san` 驱动程序，它为每个 PVC 创建一个FlexVol volume，并在FlexVol volume内创建一个 LUN。Trident导入FlexVol volume并将其与 PVC 定义关联。Trident可以导入 `ontap-san-economy` 包含多个 LUN 的卷。

以下示例显示了如何导入托管卷和非托管卷：

受管卷

对于受管卷，Trident会将FlexVol volume重命名为格式，并将FlexVol volume中的LUN重命名 `pvc-<uuid>`为 `lun0`。

以下示例将导入 `ontap-san-managed`后端上的`FlexVol volume `ontap_san_default`：

```
tridentctl import volume ontapsan_san_default ontap-san-managed -f pvc-
basic-import.yaml -n trident -d

+------------------------------------------+--------+---------------
+----------+--------------------------------------+--------+---------+
|                   NAME                   |  SIZE  | STORAGE CLASS |
PROTOCOL |             BACKEND UUID             | STATE  | MANAGED |
+------------------------------------------+--------+---------------
+----------+--------------------------------------+--------+---------+
| pvc-d6ee4f54-4e40-4454-92fd-d00fc228d74a | 20 MiB | basic         |
block    | cd394786-ddd5-4470-adc3-10c5ce4ca757 | online | true    |
+------------------------------------------+--------+---------------
+----------+--------------------------------------+--------+---------+
```

非受管卷

以下示例导入 `unmanaged_example_volume` 在上 `ontap_san` 后端：

```
tridentctl import volume -n trident san_blog unmanaged_example_volume
-f pvc-import.yaml --no-manage
+------------------------------------------+---------+---------------
+----------+--------------------------------------+--------+---------+
|                   NAME                   |  SIZE   | STORAGE CLASS |
PROTOCOL |             BACKEND UUID             | STATE  | MANAGED |
+------------------------------------------+---------+---------------
+----------+--------------------------------------+--------+---------+
| pvc-1fc999c9-ce8c-459c-82e4-ed4380a4b228 | 1.0 GiB | san-blog      |
block    | e3275890-7d80-4af6-90cc-c7a0759f555a | online | false   |
+------------------------------------------+---------+---------------
+----------+--------------------------------------+--------+---------+
```

如果您将LUN映射到与Kubornetes节点IQN共享IQN的igroux、如以下示例所示、您将收到错误： `LUN already mapped to initiator(s) in this group`。您需要删除启动程序或取消映射LUN才能导入卷。

```
Vserver   Igroup       Protocol OS Type  Initiators
--------- ------------ -------- -------- ------------------------------------
svm0      k8s-nodename.example.com-fe5d36f2-cded-4f38-9eb0-c7719fc2f9f3
                       iscsi    linux    iqn.1994-05.com.redhat:4c2e1cf35e0
svm0      unmanaged-example-igroup
                       mixed    linux    iqn.1994-05.com.redhat:4c2e1cf35e0
```

Element

Trident支持使用驱动程序导入NetApp Element软件和NetApp HCI卷 `solidfire-san`。

> Element 驱动程序支持重复的卷名称。但是、如果存在重复的卷名称、Trident将返回错误。作为临时解决策、克隆卷、提供唯一的卷名称并导入克隆的卷。

以下示例将导入 `element-managed` 后端上的卷 `element_default`。

```
tridentctl import volume element_default element-managed -f pvc-basic-
import.yaml -n trident -d

+------------------------------------------+--------+---------------
+----------+--------------------------------------+--------+---------+
|                   NAME                   |  SIZE  | STORAGE CLASS |
PROTOCOL |             BACKEND UUID             | STATE  | MANAGED |
+------------------------------------------+--------+---------------
+----------+--------------------------------------+--------+---------+
| pvc-970ce1ca-2096-4ecd-8545-ac7edc24a8fe | 10 GiB | basic-element |
block    | d3ba047a-ea0b-43f9-9c42-e38e58301c49 | online | true    |
+------------------------------------------+--------+---------------
+----------+--------------------------------------+--------+---------+
```

Azure NetApp Files

Trident支持使用驱动程序导入卷 `azure-netapp-files`。

> 要导入Azure NetApp Files卷、请按卷路径确定该卷。卷路径是卷的导出路径的一部分、位于之后 `:/`。例如、如果挂载路径为 `10.0.0.2:/importvol1`、卷路径为 `importvol1`。

以下示例将导入 `azure-netapp-files` 后端上的卷 `azurenetappfiles_40517` 卷路径 `importvol1`。

```
tridentctl import volume azurenetappfiles_40517 importvol1 -f <path-to-
pvc-file> -n trident

+------------------------------------------+---------+---------------
+----------+--------------------------------------+--------+---------+
|                   NAME                   |  SIZE   | STORAGE CLASS |
PROTOCOL |             BACKEND UUID             | STATE  | MANAGED |
+------------------------------------------+---------+---------------
+----------+--------------------------------------+--------+---------+
| pvc-0ee95d60-fd5c-448d-b505-b72901b3a4ab | 100 GiB | anf-storage   |
file     | 1c01274f-d94b-44a3-98a3-04c953c9a51e | online | true    |
+------------------------------------------+---------+---------------
+----------+--------------------------------------+--------+---------+
```

Google Cloud NetApp卷

Trident支持使用驱动程序导入卷 `google-cloud-netapp-volumes`。

以下示例在后端 `backend-tbc-gcnv1` 上导入卷 `testvoleasiaeast1`。

```
tridentctl import volume backend-tbc-gcnv1 "testvoleasiaeast1" -f < path-
to-pvc> -n trident

+------------------------------------------+---------
+----------------------+----------+--------------------------------------
+--------+---------+
|                   NAME                   |  SIZE   | STORAGE CLASS
| PROTOCOL |             BACKEND UUID             | STATE  | MANAGED |
+------------------------------------------+---------
+----------------------+----------+--------------------------------------
+--------+---------+
| pvc-a69cda19-218c-4ca9-a941-aea05dd13dc0 |  10 GiB | gcnv-nfs-sc-
identity | file     | 8c18cdf1-0770-4bc0-bcc5-c6295fe6d837 | online | true
|
+------------------------------------------+---------
+----------------------+----------+--------------------------------------
+--------+---------+
```

以下示例将在两个卷位于同一区域时导入 `google-cloud-netapp-volumes`卷：

```
tridentctl import volume backend-tbc-gcnv1
"projects/123456789100/locations/asia-east1-a/volumes/testvoleasiaeast1"
-f <path-to-pvc> -n trident

+------------------------------------------+---------
+----------------------+----------+--------------------------------------
+--------+---------+
|                   NAME                   |  SIZE   | STORAGE CLASS
| PROTOCOL |             BACKEND UUID             | STATE  | MANAGED |
+------------------------------------------+---------
+----------------------+----------+--------------------------------------
+--------+---------+
| pvc-a69cda19-218c-4ca9-a941-aea05dd13dc0 |  10 GiB | gcnv-nfs-sc-
identity | file     | 8c18cdf1-0770-4bc0-bcc5-c6295fe6d837 | online | true
|
+------------------------------------------+---------
+----------------------+----------+--------------------------------------
+--------+---------+
```

自定义卷名称和标签

使用Trident、您可以为创建的卷分配有意义的名称和标签。这有助于您识别卷并轻松地将其映射到其各自的Kubnetes资源(PVC)。您还可以在后端级别定义用于创建自定义卷名称和自定义标签的模板；您创建、导入或克隆的任何卷都将遵循这些模板。

开始之前

可自定义的卷名称和标签支持：

- 卷创建、导入和克隆操作。
- 就此而言 `ontap-nas-economy` 驱动程序中，只有 Qtree 卷的名称符合名称模板。
- 就此而言 `ontap-san-economy` 驱动程序中，只有 LUN 名称符合名称模板。

限制

- 自定义卷名称仅与ONTAP本地驱动程序兼容。
- 仅对以下情况支持自定义标签： `ontap-san`， `ontap-nas`， 和 `ontap-nas-flexgroup` 司机。
- 自定义卷名称不适用于现有卷。

可自定义卷名称的关键行为

- 如果因名称模板中的语法无效而导致失败、则后端创建将失败。但是、如果模板应用程序失败、则会根据现有命名约定对卷进行命名。
- 如果使用后端配置中的名称模板来命名卷、则存储前缀不适用。任何所需的前缀值都可以直接添加到模板

中。

具有名称模板和标签的后端配置示例

可以在根和/或池级别定义自定义名称模板。

根级别示例

```
{
  "version": 1,
  "storageDriverName": "ontap-nas",
  "backendName": "ontap-nfs-backend",
  "managementLIF": "<ip address>",
  "svm": "svm0",
  "username": "<admin>",
  "password": "<password>",
  "defaults": {
    "nameTemplate":
"{{.volume.Name}}_{{.labels.cluster}}_{{.volume.Namespace}}_{{.volume.Requ
estName}}"
  },
  "labels": {
    "cluster": "ClusterA",
    "PVC": "{{.volume.Namespace}}_{{.volume.RequestName}}"
  }
}
```

池级别示例

```
{
  "version": 1,
  "storageDriverName": "ontap-nas",
  "backendName": "ontap-nfs-backend",
  "managementLIF": "<ip address>",
  "svm": "svm0",
  "username": "<admin>",
  "password": "<password>",
  "useREST": true,
  "storage": [
    {
      "labels": {
        "labelname": "label1",
        "name": "{{ .volume.Name }}"
      },
      "defaults": {
        "nameTemplate": "pool01_{{ .volume.Name }}_{{ .labels.cluster
}}_{{ .volume.Namespace }}_{{ .volume.RequestName }}"
      }
    },
    {
      "labels": {
        "cluster": "label2",
        "name": "{{ .volume.Name }}"
      },
      "defaults": {
        "nameTemplate": "pool02_{{ .volume.Name }}_{{ .labels.cluster
}}_{{ .volume.Namespace }}_{{ .volume.RequestName }}"
      }
    }
  ]
}
```

命名模板示例

示例**1**：

```
"nameTemplate": "{{ .config.StoragePrefix }}_{{ .volume.Name }}_{{
.config.BackendName }}"
```

示例**2**：

```
"nameTemplate": "pool_{{ .config.StoragePrefix }}_{{ .volume.Name }}_{{
slice .volume.RequestName 1 5 }}""
```

需要考虑的要点

1. 对于卷导入、只有当现有卷具有特定格式的标签时、才会更新标签。例如：`{"provisioning":{"Cluster":"ClusterA", "PVC": "pvcname"}}`。
2. 对于受管卷导入、卷名称遵循后端定义中根级别定义的名称模板。
3. Trident不支持使用带有存储前缀的分区操作符。
4. 如果这些模板不会生成唯一的卷名称、则Trident将附加一些随机字符来创建唯一的卷名称。
5. 如果NAS经济型卷的自定义名称长度超过64个字符、则Trident将根据现有命名约定为卷命名。对于所有其他ONTAP驱动程序、如果卷名称超过名称限制、则卷创建过程将失败。

在命名空间之间共享NFS卷

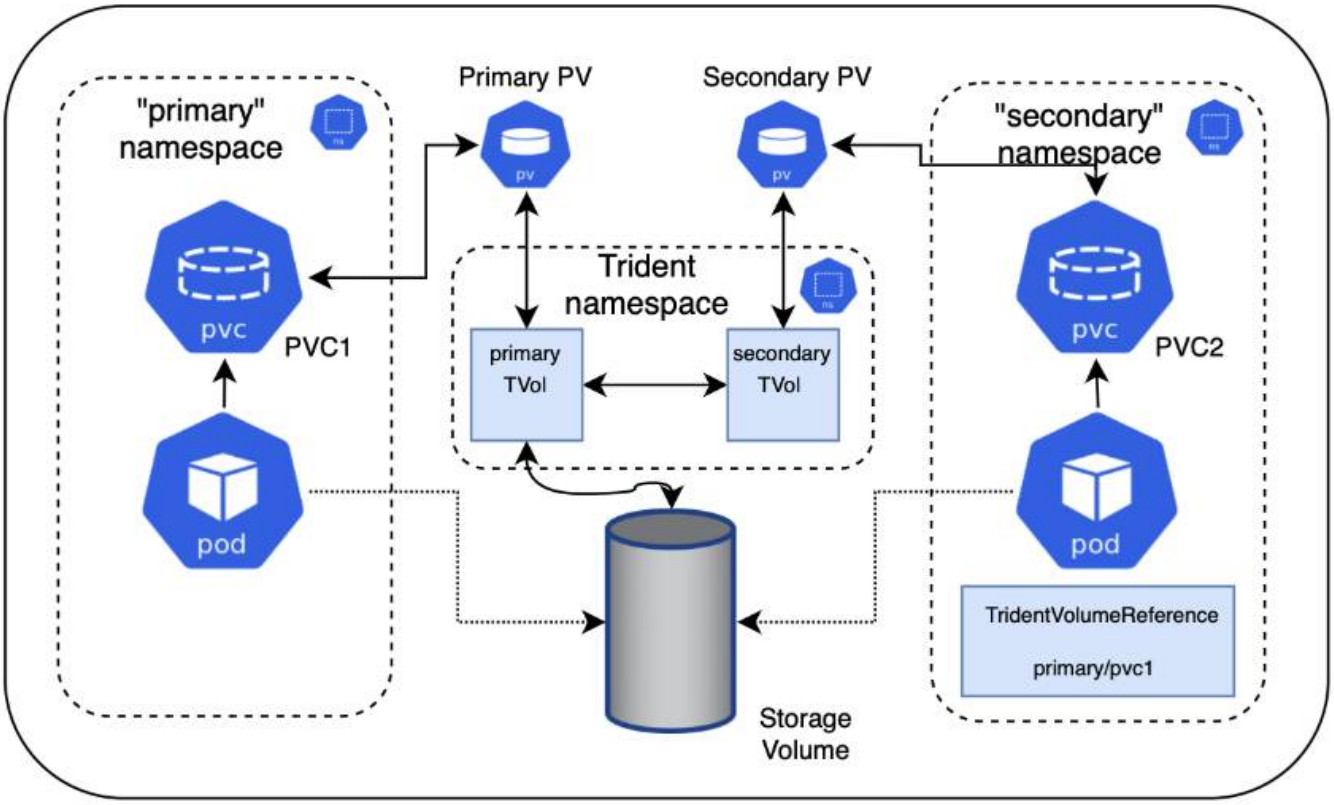
使用Trident、您可以在主命名空间中创建卷、并在一个或多个二级命名空间中共享该卷。

功能

通过TridentvolumeReference CR、您可以在一个或多个Kubernetes名空间之间安全地共享ReadwriteMany (rwx) NFS卷。此Kubernetes本机解决方案 具有以下优势：

- 可通过多个级别的访问控制来确保安全性
- 适用于所有Trident NFS卷驱动程序
- 不依赖于tridentctl或任何其他非本机Kubernetes功能

此图显示了两个Kubernetes命名空间之间的NFS卷共享。



快速入门

只需几个步骤即可设置NFS卷共享。

1 配置源**PVC**以共享卷

源命名空间所有者授予访问源PVC中数据的权限。

2 授予在目标命名空间中创建**CR**的权限

集群管理员向目标命名空间的所有者授予创建TridentVolumeReference CR的权限。

3 在目标命名空间中创建**TridentVolumeReference**

目标命名空间的所有者将创建TridentVolumeReference CR以引用源PVC。

4 在目标命名空间中创建从属**PVC**

目标命名空间的所有者创建从属PVC以使用源PVC中的数据源。

配置源和目标命名空间

为了确保安全性、跨命名空间共享需要源命名空间所有者、集群管理员和目标命名空间所有者的协作和操作。每个步骤都会指定用户角色。

步骤

1. *源命名空间所有者：*创建PVC (`pvc1`)、以授予与目标命名空间共享的权限 (`namespace2`) `shareToNamespace` 标注。

```
kind: PersistentVolumeClaim
apiVersion: v1
metadata:
  name: pvc1
  namespace: namespace1
  annotations:
    trident.netapp.io/shareToNamespace: namespace2
spec:
  accessModes:
    - ReadWriteMany
  storageClassName: trident-csi
  resources:
    requests:
      storage: 100Gi
```

Trident将创建PV及其后端NFS存储卷。

> ◦ 您可以使用逗号分隔列表将PVC共享给多个命名空间。例如：`trident.netapp.io/shareToNamespace: namespace2,namespace3,namespace4`。
> ◦ 您可以使用共享到所有命名空间 `*`。例如：`trident.netapp.io/shareToNamespace: *`
> ◦ 您可以更新PVC以包括 `shareToNamespace` 随时添加标注。

2. *集群管理员：*确保已建立适当的 RBAC，以授予目标命名空间所有者在目标命名空间中创建 TridentVolumeReference CR 的权限。
3. *目标命名空间所有者：*在目标命名空间中创建引用源命名空间的TridentVolumeReference CR `pvc1`。

```
apiVersion: trident.netapp.io/v1
kind: TridentVolumeReference
metadata:
  name: my-first-tvr
  namespace: namespace2
spec:
  pvcName: pvc1
  pvcNamespace: namespace1
```

4. *目标命名空间所有者：*创建PVC (`pvc2`) (`namespace2`) `shareFromPVC` 用于指定源PVC的标注。

```yaml
kind: PersistentVolumeClaim
apiVersion: v1
metadata:
  annotations:
    trident.netapp.io/shareFromPVC: namespace1/pvc1
  name: pvc2
  namespace: namespace2
spec:
  accessModes:
    - ReadWriteMany
  storageClassName: trident-csi
  resources:
    requests:
      storage: 100Gi
```

目标PVC的大小必须小于或等于源PVC。

结果

Trident会读取 `shareFromPVC`目标PVC上的标注、并将目标PV创建为其自身没有指向源PV的存储资源的子卷、同时共享源PV存储资源。目标PVC和PV显示为正常绑定。

删除共享卷

您可以删除跨多个命名空间共享的卷。Trident将删除对源命名空间上的卷的访问权限、并保留共享该卷的其他命名空间的访问权限。删除引用卷的所有名称空间后、Trident将删除该卷。

使用 ... `tridentctl get` 查询从属卷

使用[`tridentctl` 实用程序中、您可以运行 `get` 用于获取从属卷的命令。有关详细信息、请参见链接：./trident referation/tridentctl.html[`tridentctl` 命令和选项]。

```
Usage:
  tridentctl get [option]
```

flags

- `-h, --help`：卷帮助。
- `--parentOfSubordinate string`：将查询限制为从源卷。
- `--subordinateOf string`：将查询限制为卷的下属。

限制

- Trident无法阻止目标名称空间写入共享卷。您应使用文件锁定或其他进程来防止覆盖共享卷数据。

- 您不能通过删除来撤消对源PVC的访问 `shareToNamespace` 或 `shareFromNamespace` 标注或删除 `TridentVolumeReference` CR.要撤消访问、必须删除从属PVC。
- 无法在从属卷上执行快照、克隆和镜像。

有关详细信息 ...

要了解有关跨命名空间卷访问的详细信息、请执行以下操作：

- 请访问 "在命名空间之间共享卷：对跨命名空间卷访问说Hello"。
- 观看上的演示 "NetAppTV"。

跨命名空间克隆卷

通过使用Trident、您可以使用同一个Kubornetes集群中不同命名空间的现有卷或卷快照创建新卷。

前提条件

克隆卷之前、请确保源后端和目标后端的类型相同、并且具有相同的存储类。

> 跨命名空间克隆仅支持 `ontap-san`和 `ontap-nas`存储驱动程序。不支持只读克隆。

快速入门

只需几个步骤即可设置卷克隆。

1. 配置源**PVC**以克隆卷

源命名空间所有者授予访问源PVC中数据的权限。

2. 授予在目标命名空间中创建**CR**的权限

集群管理员向目标命名空间的所有者授予创建TridentVolumeReference CR的权限。

3. 在目标命名空间中创建**TridentVolumeReference**

目标命名空间的所有者将创建TridentVolumeReference CR以引用源PVC。

4. 在目标命名空间中创建克隆**PVC**

目标命名空间的所有者创建PVC以从源命名空间克隆PVC。

配置源和目标命名空间

为确保安全性、跨命名空间克隆卷需要源命名空间所有者、集群管理员和目标命名空间所有者进行协作并采取相应操作。每个步骤都会指定用户角色。

步骤

1. **Source命名空间owner:**(`pvc1`在源命名空间中创建PVC(`namespace1`)，用于(`namespace2`使用标注授予与目标命名空间共享的权限。 `cloneToNamespace`

```
kind: PersistentVolumeClaim
apiVersion: v1
metadata:
  name: pvc1
  namespace: namespace1
  annotations:
    trident.netapp.io/cloneToNamespace: namespace2
spec:
  accessModes:
    - ReadWriteMany
  storageClassName: trident-csi
  resources:
    requests:
      storage: 100Gi
```

Trident将创建PV及其后端存储卷。

> ◦ 您可以使用逗号分隔列表将PVC共享给多个命名空间。例如，`trident.netapp.io/cloneToNamespace: namespace2,namespace3,namespace4`。
> ◦ 您可以使用共享到所有 `*`的文件。例如、`trident.netapp.io/cloneToNamespace: *`
> ◦ 您可以随时更新PVC以包含 `cloneToNamespace`标注。

2. 集群管理员：确保已建立适当的 RBAC，以授予目标命名空间所有者在目标命名空间中创建 TridentVolumeReference CR 的权限(`namespace2`）。
3. *目标命名空间所有者：*在目标命名空间中创建引用源命名空间的TridentVolumeReference CR `pvc1`。

```
apiVersion: trident.netapp.io/v1
kind: TridentVolumeReference
metadata:
  name: my-first-tvr
  namespace: namespace2
spec:
  pvcName: pvc1
  pvcNamespace: namespace1
```

4. **Destination命名空间owner:**(`pvc2`在目标命名空间中创建PVC(`namespace2`)，使用 `cloneFromPVC`或 `cloneFromSnapshot`和 `cloneFromNamespace`标注指定源PVC。

```yaml
kind: PersistentVolumeClaim
apiVersion: v1
metadata:
  annotations:
    trident.netapp.io/cloneFromPVC: pvc1
    trident.netapp.io/cloneFromNamespace: namespace1
  name: pvc2
  namespace: namespace2
spec:
  accessModes:
    - ReadWriteMany
  storageClassName: trident-csi
  resources:
    requests:
      storage: 100Gi
```

限制

- 对于使用PV-NAS经济型驱动程序配置的ONTAP、不支持只读克隆。

使用SnapMirror复制卷

Trident支持在一个集群上的源卷与对等集群上的目标卷之间建立镜像关系、以便为灾难恢复复制数据。 您可以使用名为 Trident 镜像关系 (TMR) 的命名空间自定义资源定义 (CRD) 来执行以下操作：

- 在卷之间创建镜像关系(PVC)
- 删除卷之间的镜像关系
- 中断镜像关系
- 在灾难情况下提升二级卷(故障转移)
- 在集群之间执行应用程序无中断过渡(在计划内故障转移或迁移期间)

复制前提条件

开始之前、请确保满足以下前提条件：

ONTAP 集群

- **Kubernet**：使用ONTAP作为后端的源和目标Trident集群上必须存在Trident版本22.10或更高版本。
- 许可证：必须在源和目标ONTAP集群上启用使用数据保护包的ONTAP SnapMirror异步许可证。有关详细信息、请参见 "ONTAP 中的SnapMirror许可概述" 。

  从ONTAP 9.10.1开始、所有许可证均以NetApp许可证文件(NLG)的形式提供、NLG是一个支持多项功能的文件。有关详细信息、请参见 "ONTAP One附带的许可证" 。

仅支持 SnapMirror 异步保护。

对等

- 集群和**SVM**：ONTAP存储后端必须建立对等状态。有关详细信息、请参见 "集群和 SVM 对等概述" 。

  确保两个ONTAP集群之间的复制关系中使用的SVM名称是唯一的。

- * Trident和SVM*：对等远程SVM必须可供目标集群上的Trident使用。

支持的驱动程序

NetApp Trident 支持使用 NetApp SnapMirror 技术进行卷复制，使用由以下驱动程序支持的存储类： **`ontap-nas`** ： **NFS** `ontap-san` ： iSCSI **`ontap-san`** ： **FC** `ontap-san` ： NVMe/TCP（要求最低 ONTAP 版本 9.15.1）

ASA r2 系统不支持使用 SnapMirror 进行卷复制。有关 ASA r2 系统的信息，请参阅"了解ASA R2存储系统" 。

创建镜像**PVC**

按照以下步骤并使用CRD示例在主卷和二级卷之间创建镜像关系。

步骤

1. 在主Kubbernetes集群上执行以下步骤：
   a. 使用参数创建StorageClass对象 `trident.netapp.io/replication: true` 。

      示例

      ```
      apiVersion: storage.k8s.io/v1
      kind: StorageClass
      metadata:
        name: csi-nas
      provisioner: csi.trident.netapp.io
      parameters:
        backendType: "ontap-nas"
        fsType: "nfs"
        trident.netapp.io/replication: "true"
      ```

   b. 使用先前创建的StorageClass创建PVC。

示例

```
kind: PersistentVolumeClaim
apiVersion: v1
metadata:
  name: csi-nas
spec:
  accessModes:
  - ReadWriteMany
  resources:
    requests:
      storage: 1Gi
  storageClassName: csi-nas
```

c. 使用本地信息创建镜像关系CR。

示例

```
kind: TridentMirrorRelationship
apiVersion: trident.netapp.io/v1
metadata:
  name: csi-nas
spec:
  state: promoted
  volumeMappings:
  - localPVCName: csi-nas
```

Trident会提取卷的内部信息以及卷的当前数据保护(DP)状态、然后填充镜像关系的状态字段。

d. 获取TridentMirorRelationship CR以获取PVC的内部名称和SVM。

```
kubectl get tmr csi-nas
```

```yaml
kind: TridentMirrorRelationship
apiVersion: trident.netapp.io/v1
metadata:
  name: csi-nas
  generation: 1
spec:
  state: promoted
  volumeMappings:
  - localPVCName: csi-nas
status:
  conditions:
  - state: promoted
    localVolumeHandle:
"datavserver:trident_pvc_3bedd23c_46a8_4384_b12b_3c38b313c1e1"
    localPVCName: csi-nas
    observedGeneration: 1
```

2. 在二级Kubbernetes集群上执行以下步骤：
   a. 使用trident.netapp.io/replication: true参数创建StorageClass。

      示例

```yaml
apiVersion: storage.k8s.io/v1
kind: StorageClass
metadata:
  name: csi-nas
provisioner: csi.trident.netapp.io
parameters:
  trident.netapp.io/replication: true
```

   b. 使用目标和源信息创建镜像关系CR。

      示例

```yaml
kind: TridentMirrorRelationship
apiVersion: trident.netapp.io/v1
metadata:
  name: csi-nas
spec:
  state: established
  volumeMappings:
  - localPVCName: csi-nas
    remoteVolumeHandle:
"datavserver:trident_pvc_3bedd23c_46a8_4384_b12b_3c38b313c1e1"
```

Trident将使用配置的关系策略名称(或ONTAP的默认策略)创建SnapMirror关系并对其进行初始化。

c. 使用先前创建的StorageClass创建一个PVC以用作二级(SnapMirror目标)。

示例

```
kind: PersistentVolumeClaim
apiVersion: v1
metadata:
  name: csi-nas
  annotations:
    trident.netapp.io/mirrorRelationship: csi-nas
spec:
  accessModes:
  - ReadWriteMany
resources:
  requests:
    storage: 1Gi
storageClassName: csi-nas
```

Trident将检查是否存在TridentMirorRelationship CRD、如果此关系不存在、则无法创建卷。如果存在此关系、Trident将确保将新FlexVol volume放置到与镜像关系中定义的远程SVM建立对等关系的SVM上。

卷复制状态

三级镜像关系(TCR)是一种CRD、表示PVC之间复制关系的一端。目标T关系 管理器具有一个状态、此状态会告知Trident所需的状态。目标T关系 管理器具有以下状态：

- 已建立：本地PVC是镜像关系的目标卷、这是一个新关系。
- 提升：本地PVC可读写并可挂载、当前未建立任何有效的镜像关系。
- 重新建立：本地PVC是镜像关系的目标卷、以前也位于该镜像关系中。
  - 如果目标卷曾经与源卷建立关系、因为它会覆盖目标卷的内容、则必须使用重新建立的状态。
  - 如果卷之前未与源建立关系、则重新建立的状态将失败。

在计划外故障转移期间提升辅助**PVC**

在二级Kubbernetes集群上执行以下步骤：

- 将TridentMirorRelationship的_spec.state_字 段更新到 `promoted`。

在计划内故障转移期间提升辅助**PVC**

在计划内故障转移(迁移)期间、执行以下步骤以提升二级PVC：

步骤

1. 在主Kubbernetes集群上、创建PVC的快照、并等待创建快照。

2. 在主Kubnetes集群上、创建SnapshotInfo CR以获取内部详细信息。

   示例

```
kind: SnapshotInfo
apiVersion: trident.netapp.io/v1
metadata:
  name: csi-nas
spec:
  snapshot-name: csi-nas-snapshot
```

3. 在二级Kubernetes集群上、将_TridentMirorRelationship_ CR的_spec.state_字 段更新为_promoted_和_spec.promotedSnapshotHandle_、以成为快照的内部名称。
4. 在二级Kubernetes集群上、确认Trident镜像 关系的状态(stats.state字段)为已提升。

在故障转移后还原镜像关系

在还原镜像关系之前、请选择要用作新主卷的那一端。

步骤

1. 在二级Kubernetes集群上、确保已更新TundentMirorRelationship上的_spic.netVolumeHandle_字段的值。
2. 在二级Kubernetes集群上，将Trident镜像 关系的_spec.mirector_字段更新到 `reestablished`。

其他操作

Trident支持对主卷和二级卷执行以下操作：

将主PVC复制到新的二级PVC

确保您已有一个主PVC和一个次要PVC。

步骤

1. 从已建立的二级(目标)集群中删除PerbestentVolumeClaim和TridentMirorRelationship CRD。
2. 从主(源)集群中删除TridentMirorRelationship CRD。
3. 在主(源)集群上为要建立的新二级(目标) PVC创建新的TridentMirorRelationship CRD。

调整镜像、主PVC或二级PVC的大小

可以正常调整PVC的大小、如果数据量超过当前大小、ONTAP将自动扩展任何目标flevxvol。

从PVC中删除复制

要删除复制、请对当前二级卷执行以下操作之一：

- 删除次要PVC上的镜像关系。此操作将中断复制关系。
- 或者、将spec.state字段更新为_promoted_。

删除PVC (之前已镜像)

Trident会检查是否存在复制的PVC、并在尝试删除卷之前释放复制关系。

删除TTr

删除镜像关系一端的T磁 还原会导致剩余的T磁 还原在Trident完成删除之前过渡到_promoted 状态。如果选择删除的*TMirror*已处于*_Promved"*状态、则不存在现有镜像关系、此时*TMirror*将被删除、*Trident*会将本地*PVC*提升为*_ReadWrite*。此删除操作将释放ONTAP中本地卷的SnapMirror元数据。如果此卷将来要在镜像关系中使用、则在创建新镜像关系时、它必须使用具有_re设立_卷复制状态的新TMirror。

在ONTAP联机时更新镜像关系

建立镜像关系后、可以随时更新这些关系。您可以使用 `state: promoted` 或 `state: reestablished` 字段更新关系。将目标卷提升为常规ReadWrite卷时、可以使用_promotedSnapshotHandle_指定要将当前卷还原到的特定快照。

在ONTAP脱机时更新镜像关系

您可以使用CRD执行SnapMirror更新、而无需Trident直接连接到ONTAP集群。请参阅以下TridentAction镜像 更新的示例格式：

示例

```
apiVersion: trident.netapp.io/v1
kind: TridentActionMirrorUpdate
metadata:
  name: update-mirror-b
spec:
  snapshotHandle: "pvc-1234/snapshot-1234"
  tridentMirrorRelationshipName: mirror-b
```

`status.state` 反映TridentAction镜像 更新CRD的状态。它可以从_suced_、_in Progress _或_failed中获取值。

使用 CSI 拓扑

Trident可以通过使用有选择地创建卷并将其连接到Kubbernetes集群中的节点 "CSI 拓扑功能"。

概述

使用 CSI 拓扑功能，可以根据区域和可用性区域将对卷的访问限制为一小部分节点。如今，借助云提供商，Kubernetes 管理员可以生成基于分区的节点。节点可以位于一个区域内的不同可用性区域中，也可以位于不同区域之间。为了便于在多区域架构中为工作负载配置卷、Trident使用CSI拓扑。

> 了解有关 CSI 拓扑功能的更多信息 "此处"。

Kubernetes 提供了两种唯一的卷绑定模式：

- 将设置为 `Immediate`时，`Trident`创建卷时 `VolumeBindingMode`不具有任何拓扑感知功能。创建 `PVC` 时会处理卷绑定和动态配置。这是默认设置 `VolumeBindingMode`、适合不强制实施拓扑限制的集群。创建永久性卷时、不会依赖于发出请求的POD的计划要求。
- 如果将 `VolumeBindingMode` 设置为 `WaitForFirstConsuming` ，则为 PVC 创建和绑定永久性卷的操作将延迟，直到计划并创建使用 PVC 的 Pod 为止。这样，卷就会根据拓扑要求强制实施的计划限制来创建。

> `WaitForFirstConsumer"` 绑定模式不需要拓扑标签。此功能可独立于 CSI 拓扑功能使用。

您需要的内容

要使用 CSI 拓扑，您需要满足以下条件：

- 运行的Kubernetes集群 "支持的Kubernetes版本"

```
kubectl version
Client Version: version.Info{Major:"1", Minor:"19",
GitVersion:"v1.19.3",
GitCommit:"1e11e4a2108024935ecfcb2912226cedeafd99df",
GitTreeState:"clean", BuildDate:"2020-10-14T12:50:19Z",
GoVersion:"go1.15.2", Compiler:"gc", Platform:"linux/amd64"}
Server Version: version.Info{Major:"1", Minor:"19",
GitVersion:"v1.19.3",
GitCommit:"1e11e4a2108024935ecfcb2912226cedeafd99df",
GitTreeState:"clean", BuildDate:"2020-10-14T12:41:49Z",
GoVersion:"go1.15.2", Compiler:"gc", Platform:"linux/amd64"}
```

- 集群中的节点应具有可引入拓扑感知的标签(`topology.kubernetes.io/region`和 `topology.kubernetes.io/zone`)。在安装Trident之前，这些标签*应出现在群集中的节点上*，以便Trident能够识别拓扑。

```
kubectl get nodes -o=jsonpath='{range .items[*]}[{.metadata.name},
{.metadata.labels}]{"\n"}{end}' | grep --color "topology.kubernetes.io"
[node1,
{"beta.kubernetes.io/arch":"amd64","beta.kubernetes.io/os":"linux","kube
rnetes.io/arch":"amd64","kubernetes.io/hostname":"node1","kubernetes.io/
os":"linux","node-
role.kubernetes.io/master":"","topology.kubernetes.io/region":"us-
east1","topology.kubernetes.io/zone":"us-east1-a"}]
[node2,
{"beta.kubernetes.io/arch":"amd64","beta.kubernetes.io/os":"linux","kube
rnetes.io/arch":"amd64","kubernetes.io/hostname":"node2","kubernetes.io/
os":"linux","node-
role.kubernetes.io/worker":"","topology.kubernetes.io/region":"us-
east1","topology.kubernetes.io/zone":"us-east1-b"}]
[node3,
{"beta.kubernetes.io/arch":"amd64","beta.kubernetes.io/os":"linux","kube
rnetes.io/arch":"amd64","kubernetes.io/hostname":"node3","kubernetes.io/
os":"linux","node-
role.kubernetes.io/worker":"","topology.kubernetes.io/region":"us-
east1","topology.kubernetes.io/zone":"us-east1-c"}]
```

第 **1** 步：创建可感知拓扑的后端

Trident存储后端可以设计为根据可用性区域选择性地配置卷。每个后端都可以包含一个可选 `supportedTopologies` 块、该块代表受支持的分区和区域列表。对于使用此后端的 StorageClasses ，只有在受支持区域 / 区域中计划的应用程序请求时，才会创建卷。

下面是一个后端定义示例：

YAML

```yaml
---
version: 1
storageDriverName: ontap-san
backendName: san-backend-us-east1
managementLIF: 192.168.27.5
svm: iscsi_svm
username: admin
password: password
supportedTopologies:
  - topology.kubernetes.io/region: us-east1
    topology.kubernetes.io/zone: us-east1-a
  - topology.kubernetes.io/region: us-east1
    topology.kubernetes.io/zone: us-east1-b
```

JSON

```json
{
  "version": 1,
  "storageDriverName": "ontap-san",
  "backendName": "san-backend-us-east1",
  "managementLIF": "192.168.27.5",
  "svm": "iscsi_svm",
  "username": "admin",
  "password": "password",
  "supportedTopologies": [
    {
      "topology.kubernetes.io/region": "us-east1",
      "topology.kubernetes.io/zone": "us-east1-a"
    },
    {
      "topology.kubernetes.io/region": "us-east1",
      "topology.kubernetes.io/zone": "us-east1-b"
    }
  ]
}
```

`supportedTopologies`用于提供每个后端的区域和分区列表。这些区域和分区表示可在 StorageClass 中提供的允许值列表。对于包含后端提供的部分区域和分区的StorageClasses 、Trident会在后端创建一个卷。

您也可以为每个存储池定义 `supportedTopologies` 。请参见以下示例：

```yaml
---
version: 1
storageDriverName: ontap-nas
backendName: nas-backend-us-central1
managementLIF: 172.16.238.5
svm: nfs_svm
username: admin
password: password
supportedTopologies:
  - topology.kubernetes.io/region: us-central1
    topology.kubernetes.io/zone: us-central1-a
  - topology.kubernetes.io/region: us-central1
    topology.kubernetes.io/zone: us-central1-b
storage:
  - labels:
      workload: production
    supportedTopologies:
      - topology.kubernetes.io/region: us-central1
        topology.kubernetes.io/zone: us-central1-a
  - labels:
      workload: dev
    supportedTopologies:
      - topology.kubernetes.io/region: us-central1
        topology.kubernetes.io/zone: us-central1-b
```

在此示例中， `reGion` 和 `zone` 标签表示存储池的位置。`topology.Kubernees.io/zone` 和 `topology.Kubernees.io/zone` 指定存储池的使用位置。

第 **2** 步：定义可识别拓扑的 **StorageClasses**

根据为集群中的节点提供的拓扑标签，可以将 StorageClasses 定义为包含拓扑信息。这将确定用作 PVC 请求候选对象的存储池，以及可使用 Trident 配置的卷的节点子集。

请参见以下示例：

```yaml
apiVersion: storage.k8s.io/v1
kind: StorageClass
metadata: null
name: netapp-san-us-east1
provisioner: csi.trident.netapp.io
volumeBindingMode: WaitForFirstConsumer
allowedTopologies:
  - matchLabelExpressions: null
  - key: topology.kubernetes.io/zone
    values:
      - us-east1-a
      - us-east1-b
  - key: topology.kubernetes.io/region
    values:
      - us-east1
parameters:
  fsType: ext4
```

在上述StorageClass定义中， `volumeBindingMode`将设置为 `WaitForFirstConsumer`。在此存储类中请求的 PVC 在 Pod 中引用之前不会执行操作。和 `allowedTopologies`提供了要使用的分区和区域。`StorageClass`会 `netapp-san-us-east1`在上述定义的后端创建`PVC` `san-backend-us-east1`。

第 **3** 步：创建和使用 **PVC**

创建 StorageClass 并将其映射到后端后，您现在可以创建 PVC 。

请参见以下示例 `sPec`：

```yaml
---
kind: PersistentVolumeClaim
apiVersion: v1
metadata: null
name: pvc-san
spec: null
accessModes:
  - ReadWriteOnce
resources:
  requests:
    storage: 300Mi
storageClassName: netapp-san-us-east1
```

使用此清单创建 PVC 将导致以下结果：

```
kubectl create -f pvc.yaml
persistentvolumeclaim/pvc-san created
kubectl get pvc
NAME      STATUS    VOLUME   CAPACITY   ACCESS MODES   STORAGECLASS
AGE
pvc-san   Pending                                      netapp-san-us-east1
2s
kubectl describe pvc
Name:          pvc-san
Namespace:     default
StorageClass:  netapp-san-us-east1
Status:        Pending
Volume:
Labels:        <none>
Annotations:   <none>
Finalizers:    [kubernetes.io/pvc-protection]
Capacity:
Access Modes:
VolumeMode:    Filesystem
Mounted By:    <none>
Events:
  Type    Reason                Age   From                         Message
  ----    ------                ----  ----                         -------
  Normal  WaitForFirstConsumer  6s    persistentvolume-controller  waiting
for first consumer to be created before binding
```

要使 Trident 创建卷并将其绑定到 PVC ，请在 Pod 中使用 PVC 。请参见以下示例：

```yaml
apiVersion: v1
kind: Pod
metadata:
  name: app-pod-1
spec:
  affinity:
    nodeAffinity:
      requiredDuringSchedulingIgnoredDuringExecution:
        nodeSelectorTerms:
        - matchExpressions:
          - key: topology.kubernetes.io/region
            operator: In
            values:
            - us-east1
      preferredDuringSchedulingIgnoredDuringExecution:
      - weight: 1
        preference:
          matchExpressions:
          - key: topology.kubernetes.io/zone
            operator: In
            values:
            - us-east1-a
            - us-east1-b
  securityContext:
    runAsUser: 1000
    runAsGroup: 3000
    fsGroup: 2000
  volumes:
  - name: vol1
    persistentVolumeClaim:
      claimName: pvc-san
  containers:
  - name: sec-ctx-demo
    image: busybox
    command: [ "sh", "-c", "sleep 1h" ]
    volumeMounts:
    - name: vol1
      mountPath: /data/demo
    securityContext:
      allowPrivilegeEscalation: false
```

此 podSpec 指示 Kubernetes 在 `us-East1` 区域中的节点上计划 Pod ，并从 `us-East1-a` 或 `us-East1-b` 区域中的任何节点中进行选择。

请参见以下输出：

```
kubectl get pods -o wide
NAME        READY   STATUS    RESTARTS   AGE   IP                NODE
NOMINATED NODE   READINESS GATES
app-pod-1   1/1     Running   0          19s   192.168.25.131   node2
<none>           <none>
kubectl get pvc -o wide
NAME      STATUS   VOLUME                                     CAPACITY
ACCESS MODES   STORAGECLASS          AGE   VOLUMEMODE
pvc-san   Bound    pvc-ecb1e1a0-840c-463b-8b65-b3d033e2e62b   300Mi
RWO            netapp-san-us-east1   48s   Filesystem
```

更新后端以包括 `supportedTopologies`

可以使用 `tridentctl backend update` 更新原有后端，以包含 `supportedTopologies` 列表。这不会影响已配置的卷，并且仅用于后续的 PVC 。

了解更多信息

- "管理容器的资源"
- "节点选择器"
- "关联性和反关联性"
- "损害和公差"

使用快照

持久卷(PVs)的Kubbernetes卷快照支持卷的时间点副本。您可以为使用Trident创建的卷创建快照、导入在Trident外部创建的快照、从现有快照创建新卷以及从快照恢复卷数据。

概述

卷快照受支持 `ontap-nas`， `ontap-nas-flexgroup` ， `ontap-san` ， `ontap-san-economy` ， `solidfire-san` ， `azure-netapp-files` ， 和 `google-cloud-netapp-volumes`司机。

开始之前

要使用快照、您必须具有外部快照控制器和自定义资源定义(CRD)。这是Kubernetes流程编排程序(例如：Kubeadm、GKE、OpenShift)的职责。

如果您的Kubernetes分发版不包含快照控制器和CRD、请参见 [部署卷快照控制器]。

> 如果在GKE环境中创建按需卷快照、请勿创建快照控制器。GKE-使用内置的隐藏快照控制器。

创建卷快照

步骤

1. 创建 `VolumeSnapshotClass`。有关详细信息，请参见 "VolumeSnapshotClass"。

- `driver`指向Trident CSI驱动程序。
- `deletionPolicy` 可以是 `Delete` 或 `Retain`。设置为时 `Retain`、存储集群上的底层物理快照会保留、即使在使用时也是如此 `VolumeSnapshot` 对象已删除。

  示例

  ```
  cat snap-sc.yaml
  ```

  ```yaml
  apiVersion: snapshot.storage.k8s.io/v1
  kind: VolumeSnapshotClass
  metadata:
    name: csi-snapclass
  driver: csi.trident.netapp.io
  deletionPolicy: Delete
  ```

2. 创建现有PVC的快照。

   示例

   - 此示例将创建现有PVC的快照。

     ```
     cat snap.yaml
     ```

     ```yaml
     apiVersion: snapshot.storage.k8s.io/v1
     kind: VolumeSnapshot
     metadata:
       name: pvc1-snap
     spec:
       volumeSnapshotClassName: csi-snapclass
       source:
         persistentVolumeClaimName: pvc1
     ```

   - 此示例将为名为的PVC创建卷快照对象 `pvc1` 快照的名称设置为 `pvc1-snap`。VolumeSnapshot类似于PVC、并与关联 `VolumeSnapshotContent` 表示实际快照的对象。

     ```
     kubectl create -f snap.yaml
     volumesnapshot.snapshot.storage.k8s.io/pvc1-snap created

     kubectl get volumesnapshots
     NAME                    AGE
     pvc1-snap               50s
     ```

   - 您可以确定 `VolumeSnapshotContent` 的对象 `pvc1-snap` VolumeSnapshot的说明。。 `Snapshot`

`Content Name` 标识提供此快照的VolumeSnapshotContent对象。。 `Ready To Use` 参数表示快照可用于创建新PVC。

```
kubectl describe volumesnapshots pvc1-snap
Name:         pvc1-snap
Namespace:    default
...
Spec:
  Snapshot Class Name:    pvc1-snap
  Snapshot Content Name:  snapcontent-e8d8a0ca-9826-11e9-9807-
525400f3f660
  Source:
    API Group:
    Kind:       PersistentVolumeClaim
    Name:       pvc1
Status:
  Creation Time:  2019-06-26T15:27:29Z
  Ready To Use:   true
  Restore Size:   3Gi
...
```

从卷快照创建**PVC**

您可以使用 `dataSource` 使用名为的卷快照创建PVC `<pvc-name>` 作为数据源。创建 PVC 后，可以将其附加到 Pod 上，并像使用任何其他 PVC 一样使用。

> PVC将与源卷在同一后端创建。请参见 "知识库文章：无法在备用后端创建从三端PVC Snapshot创建PVC"。

以下示例将使用创建PVC `pvc1-snap` 作为数据源。

```
cat pvc-from-snap.yaml
```

```yaml
apiVersion: v1
kind: PersistentVolumeClaim
metadata:
  name: pvc-from-snap
spec:
  accessModes:
    - ReadWriteOnce
  storageClassName: golden
  resources:
    requests:
      storage: 3Gi
  dataSource:
    name: pvc1-snap
    kind: VolumeSnapshot
    apiGroup: snapshot.storage.k8s.io
```

导入卷快照

Trident支持通过"Kubbernetes预配置快照过程"、集群管理员可以创建 `VolumeSnapshotContent`对象并导入在Trident外部创建的快照。

开始之前

Trident必须已创建或导入快照的父卷。

步骤

1. *集群管理员：*创建 `VolumeSnapshotContent`引用后端快照的对象。这将在Trident中启动快照工作流。
   - 在中指定后端快照的名称 `annotations` 作为 `trident.netapp.io/internalSnapshotName: <"backend-snapshot-name">`。
   - 在中指定 `<name-of-parent-volume-in-trident>/<volume-snapshot-content-name>`。这是调用中 `snapshotHandle`外部快照程序向`Trident`提供的唯一信息。 `ListSnapshots`

     ⓘ 。`<volumeSnapshotContentName>` 由于CR命名限制、不能始终与后端快照名称匹配。

     示例

     以下示例将创建 `VolumeSnapshotContent` 引用后端快照的对象 `snap-01`。

```yaml
apiVersion: snapshot.storage.k8s.io/v1
kind: VolumeSnapshotContent
metadata:
  name: import-snap-content
  annotations:
    trident.netapp.io/internalSnapshotName: "snap-01"  # This is the
name of the snapshot on the backend
spec:
  deletionPolicy: Retain
  driver: csi.trident.netapp.io
  source:
    snapshotHandle: pvc-f71223b5-23b9-4235-bbfe-e269ac7b84b0/import-
snap-content # <import PV name or source PV name>/<volume-snapshot-
content-name>
  volumeSnapshotRef:
    name: import-snap
    namespace: default
```

2. *集群管理员：*创建 `VolumeSnapshot` 引用的CR `VolumeSnapshotContent` 对象。此操作将请求访问以使用 `VolumeSnapshot` 在给定命名空间中。

   示例

   以下示例将创建 `VolumeSnapshot` CR已命名 `import-snap` 引用的 `VolumeSnapshotContent` 已命名 `import-snap-content`。

```yaml
apiVersion: snapshot.storage.k8s.io/v1
kind: VolumeSnapshot
metadata:
  name: import-snap
spec:
  # volumeSnapshotClassName: csi-snapclass (not required for pre-
provisioned or imported snapshots)
  source:
    volumeSnapshotContentName: import-snap-content
```

3. *内部处理(无需执行任何操作)：*外部快照程序识别新创建的 `VolumeSnapshotContent``并运行 `ListSnapshots`调用。`Trident`将创建 `TridentSnapshot`。
   - 外部快照程序用于设置 `VolumeSnapshotContent` to `readyToUse` 和 `VolumeSnapshot` to `true`。
   - TRIdent返回 `readyToUse=true`。
4. *任何用户:*创建一个 `PersistentVolumeClaim` 以引用新的 `VolumeSnapshot`、其中 `spec.dataSource` (或 `spec.dataSourceRef`)名称为 `VolumeSnapshot` 名称。

   示例

以下示例将创建一个引用的PVC `VolumeSnapshot` 已命名 `import-snap`。

```
apiVersion: v1
kind: PersistentVolumeClaim
metadata:
  name: pvc-from-snap
spec:
  accessModes:
    - ReadWriteOnce
  storageClassName: simple-sc
  resources:
    requests:
      storage: 1Gi
  dataSource:
    name: import-snap
    kind: VolumeSnapshot
    apiGroup: snapshot.storage.k8s.io
```

使用快照恢复卷数据

默认情况下、快照目录处于隐藏状态、以便最大程度地提高使用配置的卷的兼容性 `ontap-nas` 和 `ontap-nas-economy` 驱动程序。启用 `.snapshot` 目录以直接从快照恢复数据。

使用volume Snapshot restore ONTAP命令行界面将卷还原到先前快照中记录的状态。

```
cluster1::*> volume snapshot restore -vserver vs0 -volume vol3 -snapshot
vol3_snap_archive
```

还原Snapshot副本时、现有卷配置将被覆盖。创建Snapshot副本后对卷数据所做的更改将丢失。

从快照原位还原卷

Trident可使用(TSR) CR从快照快速原位还原卷 `TridentActionSnapshotRestore`。此CR用作要务Kubbernetes操作、在操作完成后不会持久保留。

Trident支持快照恢复 `ontap-san`， `ontap-san-economy` ， `ontap-nas` ， `ontap-nas-flexgroup` ， `azure-netapp-files` ， `google-cloud-netapp-volumes` ， 和 `solidfire-san`司机。

开始之前

您必须具有绑定的PVC和可用的卷快照。

- 验证PVC状态是否已绑定。

```
kubectl get pvc
```

- 确认卷快照已准备就绪、可以使用。

```
kubectl get vs
```

步骤

1. 创建TSR CR。此示例将为PVC和卷快照创建CR `pvc1` `pvc1-snapshot`。

   TSR CR必须位于PVC和VS所在的命名空间中。

```
cat tasr-pvc1-snapshot.yaml
```

```yaml
apiVersion: trident.netapp.io/v1
kind: TridentActionSnapshotRestore
metadata:
  name: trident-snap
  namespace: trident
spec:
  pvcName: pvc1
  volumeSnapshotName: pvc1-snapshot
```

2. 应用CR以从快照还原。此示例将从Snapshot恢复 `pvc1`。

```
kubectl create -f tasr-pvc1-snapshot.yaml
```

```
tridentactionsnapshotrestore.trident.netapp.io/trident-snap created
```

结果

Trident将从快照还原数据。您可以验证快照还原状态：

```
kubectl get tasr -o yaml
```

```
apiVersion: trident.netapp.io/v1
items:
- apiVersion: trident.netapp.io/v1
  kind: TridentActionSnapshotRestore
  metadata:
    creationTimestamp: "2023-04-14T00:20:33Z"
    generation: 3
    name: trident-snap
    namespace: trident
    resourceVersion: "3453847"
    uid: <uid>
  spec:
    pvcName: pvc1
    volumeSnapshotName: pvc1-snapshot
  status:
    startTime: "2023-04-14T00:20:34Z"
    completionTime: "2023-04-14T00:20:37Z"
    state: Succeeded
kind: List
metadata:
  resourceVersion: ""
```

- 在大多数情况下、如果出现故障、Trident不会自动重试此操作。您需要再次执行此操作。
- 没有管理员访问权限的Kubbernetes用户可能必须获得管理员授予的权限、才能在其应用程序命名空间中创建TSR CR。

删除具有关联快照的**PV**

删除具有关联快照的永久性卷时、相应的Trident卷将更新为"正在删除"状态。删除卷快照以删除Trident卷。

部署卷快照控制器

如果您的Kubernetes分发版不包含快照控制器和CRD、则可以按如下所示进行部署。

步骤

1. 创建卷快照CRD。

```
cat snapshot-setup.sh
```

```
#!/bin/bash
# Create volume snapshot CRDs
kubectl apply -f https://raw.githubusercontent.com/kubernetes-
csi/external-snapshotter/release-
6.1/client/config/crd/snapshot.storage.k8s.io_volumesnapshotclasses.yaml
kubectl apply -f https://raw.githubusercontent.com/kubernetes-
csi/external-snapshotter/release-
6.1/client/config/crd/snapshot.storage.k8s.io_volumesnapshotcontents.yam
l
kubectl apply -f https://raw.githubusercontent.com/kubernetes-
csi/external-snapshotter/release-
6.1/client/config/crd/snapshot.storage.k8s.io_volumesnapshots.yaml
```

2. 创建快照控制器。

```
kubectl apply -f https://raw.githubusercontent.com/kubernetes-
csi/external-snapshotter/release-6.1/deploy/kubernetes/snapshot-
controller/rbac-snapshot-controller.yaml
```

```
kubectl apply -f https://raw.githubusercontent.com/kubernetes-
csi/external-snapshotter/release-6.1/deploy/kubernetes/snapshot-
controller/setup-snapshot-controller.yaml
```

> 如有必要、打开 `deploy/kubernetes/snapshot-controller/rbac-snapshot-controller.yaml` 并更新 `namespace` 命名空间。

相关链接

- "卷快照"
- "VolumeSnapshotClass"

使用卷组快照

Kubernetes 持久卷 (PV) 卷组快照 NetApp Trident 提供了创建多个卷（一组卷快照）的功能。此卷组快照代表在同一时间点创建的多个卷的副本。

> VolumeGroupSnapshot 是 Kubernetes 中的一个 Beta 功能，包含 Beta 版 API 。VolumeGroupSnapshot所需的最低版本为 Kubernetes 1.32。

创建卷组快照

以下存储驱动程序支持卷组快照：

- `ontap-san`驱动程序 - 仅适用于 iSCSI 和 FC 协议，不适用于 NVMe/TCP 协议。
- `ontap-san-economy` - 仅适用于 iSCSI 协议。
- `ontap-NAS`

> NetApp ASA r2 或 AFX 存储系统不支持卷组快照。

开始之前

- 确保您的 Kubernetes 版本是 K8s 1.32 或更高版本。
- 要使用快照、您必须具有外部快照控制器和自定义资源定义(CRD)。这是Kubernetes流程编排程序(例如：Kubeadm、GKE、OpenShift)的职责。

  如果您的 Kubernetes 发行版不包含外部快照控制器和 CRD，请参阅[部署卷快照控制器] 。

  > 如果在 GKE 环境中创建按需卷组快照，请不要创建快照控制器。GKE-使用内置的隐藏快照控制器。

- 在快照控制器 YAML 中，设置 `CSIVolumeGroupSnapshot`功能门控设置为“true”，以确保卷组快照已启用。
- 在创建卷组快照之前，创建所需的卷组快照类。
- 确保所有 PVC/卷都在同一个 SVM 上，以便能够创建 VolumeGroupSnapshot。

步骤

- 在创建 VolumeGroupSnapshot 之前创建一个 VolumeGroupSnapshotClass。有关详细信息，请参阅 "卷组快照类"。

```
apiVersion: groupsnapshot.storage.k8s.io/v1beta1
kind: VolumeGroupSnapshotClass
metadata:
  name: csi-group-snap-class
  annotations:
    kubernetes.io/description: "Trident group snapshot class"
driver: csi.trident.netapp.io
deletionPolicy: Delete
```

- 使用现有存储类创建具有所需标签的 PVC，或将这些标签添加到现有 PVC。

  以下示例使用以下方式创建 PVC `pvc1-group-snap`作为数据源和标签 `consistentGroupSnapshot: groupA`.根据您的要求定义标签键和值。

```
kind: PersistentVolumeClaim
apiVersion: v1
metadata:
  name: pvc1-group-snap
  labels:
    consistentGroupSnapshot: groupA
spec:
  accessModes:
    - ReadWriteOnce
  resources:
    requests:
      storage: 100Mi
  storageClassName: sc1-1
```

- 创建具有相同标签的 VolumeGroupSnapshot (`consistentGroupSnapshot: groupA`) 在 PVC 中指定。

  此示例创建卷组快照：

```
apiVersion: groupsnapshot.storage.k8s.io/v1beta1
kind: VolumeGroupSnapshot
metadata:
  name: "vgs1"
  namespace: trident
spec:
  volumeGroupSnapshotClassName: csi-group-snap-class
  source:
    selector:
      matchLabels:
        consistentGroupSnapshot: groupA
```

使用组快照恢复卷数据

您可以使用作为卷组快照的一部分创建的各个快照来恢复各个持久卷。您无法将卷组快照作为一个整体进行恢复。

使用volume Snapshot restore ONTAP命令行界面将卷还原到先前快照中记录的状态。

```
cluster1::*> volume snapshot restore -vserver vs0 -volume vol3 -snapshot
vol3_snap_archive
```

> 还原Snapshot副本时、现有卷配置将被覆盖。创建Snapshot副本后对卷数据所做的更改将丢失。

从快照原位还原卷

Trident可使用(TSR) CR从快照快速原位还原卷 `TridentActionSnapshotRestore`。此CR用作要务Kubbernetes操作、在操作完成后不会持久保留。

有关详细信息，请参见 "从快照原位还原卷"。

删除与组快照关联的 PV

删除组卷快照时：

- 您可以删除整个 VolumeGroupSnapshots，而不是删除组中的单个快照。
- 如果在持久卷存在快照的情况下删除了该持久卷，Trident 会将该卷移至“删除”状态，因为必须先删除快照，然后才能安全删除该卷。
- 如果已使用分组快照创建了克隆，然后要删除该组，则会开始克隆拆分操作，并且在拆分完成之前无法删除该组。

部署卷快照控制器

如果您的Kubernetes分发版不包含快照控制器和CRD、则可以按如下所示进行部署。

步骤

1. 创建卷快照CRD。

```
cat snapshot-setup.sh
```

```
#!/bin/bash
# Create volume snapshot CRDs
kubectl apply -f https://raw.githubusercontent.com/kubernetes-
csi/external-snapshotter/release-
8.2/client/config/crd/groupsnapshot.storage.k8s.io_volumegroupsnapshotcl
asses.yaml
kubectl apply -f https://raw.githubusercontent.com/kubernetes-
csi/external-snapshotter/release-
8.2/client/config/crd/groupsnapshot.storage.k8s.io_volumegroupsnapshotco
ntents.yaml
kubectl apply -f https://raw.githubusercontent.com/kubernetes-
csi/external-snapshotter/release-
8.2/client/config/crd/groupsnapshot.storage.k8s.io_volumegroupsnapshots.
yaml
```

2. 创建快照控制器。

```
kubectl apply -f https://raw.githubusercontent.com/kubernetes-csi/external-snapshotter/release-8.2/deploy/kubernetes/snapshot-controller/rbac-snapshot-controller.yaml
```

```
kubectl apply -f https://raw.githubusercontent.com/kubernetes-csi/external-snapshotter/release-8.2/deploy/kubernetes/snapshot-controller/setup-snapshot-controller.yaml
```

> 如有必要、打开 `deploy/kubernetes/snapshot-controller/rbac-snapshot-controller.yaml` 并更新 `namespace` 命名空间。

相关链接

- "卷组快照类"
- "卷快照"

版权信息

版权所有 © 2026 NetApp, Inc.。保留所有权利。中国印刷。未经版权所有者事先书面许可，本文档中受版权保护的任何部分不得以任何形式或通过任何手段（图片、电子或机械方式，包括影印、录音、录像或存储在电子检索系统中）进行复制。

从受版权保护的 NetApp 资料派生的软件受以下许可和免责声明的约束：

本软件由 NetApp 按“原样”提供，不含任何明示或暗示担保，包括但不限于适销性以及针对特定用途的适用性的隐含担保，特此声明不承担任何责任。在任何情况下，对于因使用本软件而以任何方式造成的任何直接性、间接性、偶然性、特殊性、惩罚性或后果性损失（包括但不限于购买替代商品或服务；使用、数据或利润方面的损失；或者业务中断），无论原因如何以及基于何种责任理论，无论出于合同、严格责任或侵权行为（包括疏忽或其他行为），NetApp 均不承担责任，即使已被告知存在上述损失的可能性。

NetApp 保留在不另行通知的情况下随时对本文档所述的任何产品进行更改的权利。除非 NetApp 以书面形式明确同意，否则 NetApp 不承担因使用本文档所述产品而产生的任何责任或义务。使用或购买本产品不表示获得 NetApp 的任何专利权、商标权或任何其他知识产权许可。

本手册中描述的产品可能受一项或多项美国专利、外国专利或正在申请的专利的保护。

有限权利说明：政府使用、复制或公开本文档受 DFARS 252.227-7013（2014 年 2 月）和 FAR 52.227-19（2007 年 12 月）中“技术数据权利 — 非商用”条款第 (b)(3) 条规定的限制条件的约束。

本文档中所含数据与商业产品和/或商业服务（定义见 FAR 2.101）相关，属于 NetApp, Inc. 的专有信息。根据本协议提供的所有 NetApp 技术数据和计算机软件具有商业性质，并完全由私人出资开发。 美国政府对这些数据的使用权具有非排他性、全球性、受限且不可撤销的许可，该许可既不可转让，也不可再许可，但仅限在与交付数据所依据的美国政府合同有关且受合同支持的情况下使用。除本文档规定的情形外，未经 NetApp, Inc. 事先书面批准，不得使用、披露、复制、修改、操作或显示这些数据。美国政府对国防部的授权仅限于 DFARS 的第 252.227-7015(b)（2014 年 2 月）条款中明确的权利。

商标信息

NetApp、NetApp 标识和 http://www.netapp.com/TM 上所列的商标是 NetApp, Inc. 的商标。其他公司和产品名称可能是其各自所有者的商标。