配置和管理后端
Trident

NetApp
July 01, 2026

目录

配置和管理后端

配置后端

后端定义 Trident 与存储系统之间的关系。它告诉 Trident 如何与该存储系统进行通信，以及 Trident 应如何从中配置卷。

Trident 自动从后端提供与存储类定义的要求相匹配的存储池。了解如何为您的存储系统配置后端。

- "配置 Azure NetApp Files 后端"
- "配置 Google Cloud NetApp Volumes 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

使用 Azure NetApp Files 作为 Trident 的后端。此后端支持 NFS 和 SMB 卷。Trident 支持 Azure Kubernetes Service (AKS) 集群的托管身份和工作负载身份。

支持的 **Azure** 云环境

Trident 支持多个 Azure 云环境中的 Azure NetApp Files 后端。

支持的 Azure 云包括：

- Azure 商业版
- Azure Government（Azure Government / MAG）

部署 Trident 或配置 Azure NetApp Files 后端时，请确保 Azure Resource Manager 和身份验证终结点与 Azure 云环境匹配。

查看 **Azure NetApp Files** 驱动程序支持

Trident 提供了以下 Azure NetApp Files 存储驱动程序。

支持的访问模式包括 *ReadWriteOnce* (RWO)、*ReadOnlyMany* (ROX)、*ReadWriteMany* (RWX) 和 *ReadWriteOncePod* (RWOP)。

驱动程序	协议	**volumeMode**	支持的访问模式	支持的文件系统
`azure-netapp-files`	NFS SMB	Filesystem	RWO、ROX、RWX、RWOP	`nfs`, `smb`

查看考虑事项

- Azure NetApp Files 不支持小于 50 GiB 的卷。当请求较小的卷时，Trident 会创建 50-GiB 卷。
- Trident 仅支持将 SMB 卷挂载到在 Windows 节点上运行的 Pod。
- 非商业 Azure 云中的 Azure NetApp Files 部署需要特定于云的 Azure Resource Manager 和身份验证端点。确保 Trident 和任何后端配置使用适合您的 Azure 云环境的端点。

对 **AKS** 使用托管标识

Trident 支持 "托管标识" AKS 集群。

如果使用 `tridentctl` 来创建或管理 Azure NetApp Files 后端，请确保为正确的 Azure 云环境配置它。

要使用托管身份，必须具有：

- 使用 AKS 部署的 Kubernetes 集群
- 在 AKS Kubernetes 集群上配置的托管身份
- Trident 已安装， `cloudProvider` 设置为 `"Azure"`

Trident 操作员

编辑 `tridentorchestrator_cr.yaml` 并设置 `cloudProvider` 为 "Azure"。

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

Helm

以下示例安装 Trident 并通过环境变量 `cloudProvider`进行设置 `$CP`：

```
helm install trident trident-operator-100.2602.0.tgz --create-namespace
--namespace <trident-namespace> --set cloudProvider=$CP
```

<code>tridentctl</code>

以下示例安装 Trident 并将 `cloud-provider` 标志设置为 `Azure`：

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

使用 **AKS** 的工作负载标识

工作负载标识使 Kubernetes Pod 能够通过作为工作负载标识进行身份验证来访问 Azure 资源。

如果使用 `tridentctl` 来创建或管理 Azure NetApp Files 后端，请确保为正确的 Azure 云环境配置它。

要使用工作负载标识，必须具有：

- 使用 AKS 部署的 Kubernetes 集群
- 在 AKS Kubernetes 集群上配置的工作负载标识和 oidc-issuer
- 已安装 Trident，其中 `cloudProvider`设置为 `"Azure"`，`cloudIdentity`设置为工作负载身份值

Trident 操作员

编辑 `tridentorchestrator_cr.yaml` 并设置 `cloudProvider` 为 `"Azure"`。设置 `cloudIdentity` 为 `azure.workload.identity/client-id: xxxxxxxx-xxxx-xxxx-xxxx-xxxxxxxxxxx`。

```
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
```

Helm

使用以下环境变量设置 **cloud-provider (CP)** 和 **cloud-identity (CI)** 标志的值：

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

以下示例安装 Trident，并使用 `cloudProvider`进行设置，使用 `$CP，并使用 `cloudIdentity`进行设置，使用 `$CI：

```
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 **cloud provider** 和 **cloud identity** 标志的值：

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

以下示例安装 Trident 并将 `cloud-provider`设置为 `$CP`并将 `cloud-identity`设置为 `$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，需要确保满足以下要求。

支持的 **Azure** 云环境

Trident 支持多个 Azure 云环境中的 Azure NetApp Files 后端。

支持的 Azure 云包括：

- Azure 商业版
- Azure Government（Azure Government / MAG）

在准备环境时，请确保在相应的 Azure 云环境中创建 Azure 订阅、标识配置和 Azure NetApp Files 资源。

NFS 和 **SMB** 卷的先决条件

如果是首次使用 Azure NetApp Files 或在新位置使用，则需要一些初始配置才能设置 Azure NetApp Files 并创建 NFS 卷。请参阅 "Azure：设置 Azure NetApp Files 并创建 NFS 卷"。

要配置和使用 "Azure NetApp Files"后端，您需要以下内容：

> - 在 AKS 集群上使用托管标识时，`subscriptionID`、 `tenantID`、 `clientID`、 `location` 和 `clientSecret` 是可选的。
> - `tenantID`、 `clientID` 和 `clientSecret` 在 AKS 集群上使用云标识时是可选的。
> - 非商业 Azure 云中的 Azure NetApp Files 部署需要特定于云的 Azure Resource Manager 和身份验证端点。确保 Trident 和任何后端配置使用适合您的 Azure 云环境的端点。

- 容量池。请参见 "Microsoft：为 Azure NetApp Files 创建容量池"。
- 委托给 Azure NetApp Files 的子网。请参见 "Microsoft：将子网委托给 Azure NetApp Files"。
- `subscriptionID` 从已启用 Azure NetApp Files 的 Azure 订阅。
- `tenantID`、 `clientID` 和 `clientSecret` 来自 Azure Active Directory 中对 Azure NetApp Files 服务具有足够权限的 "应用注册"。应用程序注册应使用以下任一功能：
  - 所有者或参与者角色"由 Azure 预定义"。
  - 订阅级别的 "自定义 Contributor 角色"(`assignableScopes`）具有以下权限，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": []
      }
    ]
  }
}
```

- 包含至少一个 `location`的 Azure "委派子网"。从 Trident 22.01 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。
- 要使用 `Cloud Identity`，请从 "用户分配的托管标识"获取 `client ID`，并在 `azure.workload.identity/client-id: xxxxxxxx-xxxx-xxxx-xxxx-xxxxxxxxxxx`中指定该 ID。

SMB 卷的其他要求

要创建 SMB 卷，必须具有：

- Active Directory 已配置并连接到 Azure NetApp Files。请参见 "Microsoft：为 Azure NetApp Files 创建和管理 Active Directory 连接"。
- 具有 Linux 控制器节点和至少一个运行 Windows Server 2022 的 Windows worker 节点的 Kubernetes 集群。Trident 仅支持将 SMB 卷挂载到在 Windows 节点上运行的 Pod。
- 至少包含一个包含 Active Directory 凭据的 Trident 密码，以便 Azure NetApp Files 可以向 Active Directory 进行身份验证。要生成密钥 `smbcreds`：

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

- 配置为 Windows 服务的 CSI 代理。要配置 `csi-proxy`，请参阅"GitHub：CSI Proxy"或"GitHub：适用于 Windows 的 CSI 代理"了解在 Windows 上运行的 Kubernetes 节点。

Azure NetApp Files 后端配置选项和示例

了解 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 使用后端配置（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 后端提供这些配置选项。

参数	说明	默认
`version`	后端配置版本。	始终为 1
`storageDriverName`	存储驱动程序的名称	"azure-netapp-files"
`backendName`	存储后端的自定义名称	驱动程序名称 + "_" + 随机字符
`subscriptionID`	来自您的 Azure 订阅的订阅 ID，在 AKS 集群上启用托管标识时为可选。	
`tenantID`	当在 AKS 集群上使用托管标识或云标识时，来自应用注册的租户 ID 可选。	
`clientID`	当在 AKS 集群上使用托管标识或云标识时，来自应用注册的客户端 ID 可选。	
`clientSecret`	当在 AKS 集群上使用托管标识或云标识时，来自应用注册的客户端密钥可选。	
`serviceLevel`	`Standard`、 `Premium`或 `Ultra`之一	""（随机）
`location`	将在其中创建新卷的 Azure 位置的名称在 AKS 群集上启用托管标识时可选。	
`resourceGroups`	用于筛选已发现资源的资源组列表	"[]"（无过滤器）
`netappAccounts`	用于筛选发现的资源的 NetApp 帐户列表	"[]"（无过滤器）
`capacityPools`	用于筛选发现资源的容量池列表	"[]"（无过滤器，随机）
`virtualNetwork`	具有委派子网的虚拟网络的名称	""
`subnet`	委托给 `Microsoft.Netapp/volumes`的子网的名称	""
`networkFeatures`	卷的 VNet 功能集，可以是 `Basic`或 `Standard`。并非所有地区都提供 Network Features，可能必须在订阅中启用。在未启用此功能时指定 `networkFeatures`会导致卷配置失败。	""

参数	说明	默认
`nfsMountOptions`	NFS 挂载选项的精细控制。SMB 卷将被忽略。要使用 NFS 版本 4.1 挂载卷，请在逗号分隔的挂载选项列表中包含 `nfsvers=4`以选择 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`	如果请求的卷大小高于此值，则配置失败	"（默认情况下不强制执行）
`debugTraceFlags`	故障排除时使用的调试标志。示例，`\{"api": false, "method": true, "discovery": true}`。除非正在进行故障排除并需要详细的日志转储，否则不要使用此选项。	空
`nasType`	配置 NFS 或 SMB 卷创建。选项为 `nfs`、 `smb`或 null。设置为 null 默认为 NFS 卷。	`nfs`
`supportedTopologies`	表示此后端支持的区域和可用区列表。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（以 MiB/秒为单位）。仅支持手动 QoS 容量池。	`4 MiB/sec`

有关网络功能的更多信息，请参阅 "为 Azure NetApp Files 卷配置网络功能"。

考虑 **Azure** 云环境（**26.02**）

从 26.02 版本开始，Trident 支持在多个 Azure 云环境中创建和管理 Azure NetApp Files 后端。

支持的 Azure 云包括：

- Azure 商业版
- Azure Government（Azure Government / MAG）

部署 Trident 或创建 Azure NetApp Files 后端时，请确保 Azure Resource Manager 和身份验证终结点与 Azure 云环境匹配。如果端点不匹配， `tridentctl`无法进行身份验证，并且后端创建失败。

所需权限和资源

如果在创建 PVC 时收到"未找到容量池"错误，则您的应用注册可能没有关联所需的权限和资源（子网、虚拟网络、容量池）。如果启用调试，Trident 会记录创建后端时发现的 Azure 资源。验证是否正在使用适当的角色。

`resourceGroups`、 `netappAccounts`、 `capacityPools`、 `virtualNetwork` 和 `subnet`
的值可以使用短名称或完全限定名称指定。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 vNet 位于与 Azure NetApp Files (ANF) 存储帐户不同的资源组中，请在为后端配置 resourceGroups 列表时为虚拟网络指定资源组。

`resourceGroups`、 `netappAccounts` 和 `capacityPools`
值是将发现的资源集限制为此存储后端可用的资源的筛选器，可以以任何组合指定。完全限定的名称遵循以下格式：

类型	格式
资源组	<resource group>
NetApp 帐户	<resource group>/<netapp account>
容量池	<resource group>/<netapp account>/<capacity pool>
虚拟网络	<resource group>/<virtual network>
子网	<resource group>/<virtual network>/<subnet>

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。有关详细信息，请参见 [示例配置]。

参数	说明	默认
`exportRule`	新卷的导出规则。 `exportRule` 必须是以 CIDR 表示法表示的 IPv4 地址或 IPv4 子网任意组合的逗号分隔列表。SMB 卷将被忽略。	"0.0.0.0/0"
`snapshotDir`	访问 `.snapshot` 目录	`true`, `false` (显式设置)。
`size`	新卷的默认大小	"100G"
`unixPermissions`	新卷的 unix 权限（4 位八进制数字）。SMB 卷将被忽略。	"（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。

最小配置

这是绝对最小后端配置。通过此配置，Trident 发现配置位置中委托给 Azure NetApp Files 的所有 NetApp 帐户、容量池和子网，并在其中一个池和子网上随机放置新卷。由于 `nasType`被省略， `nfs`默认值适用，后端将为 NFS 卷进行配置。

当您刚刚开始使用 Azure NetApp Files 并尝试各种功能时，此配置非常理想，但在实践中，您需要为所配置的卷提供额外的范围。

```
---
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

此后端配置省略了 `subscriptionID`、 `tenantID`、 `clientID`和 `clientSecret`，这些在使用托管身份时是可选的。

```
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** 的云标识

此后端配置省略 `tenantID`、 `clientID`和 `clientSecret`，这些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
```

具有容量池筛选器的特定服务级别配置

此后端配置将卷放置在 Azure 的 `eastus`位置中的 `Ultra`容量池中。Trident 自动发现该位置中委托给 Azure NetApp Files 的所有子网，并随机在其中一个子网上放置新卷。

```
---
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

此后端配置使用手动 QoS 容量池将卷放置在 Azure `eastus` 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到单个子网，并修改了一些卷配置默认值。

```
---
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

此后端配置在单个文件中定义多个存储池。当您有多个支持不同服务级别的容量池，并且希望在 Kubernetes 中创建表示这些级别的存储类时，这非常有用。虚拟池标签用于根据 `performance`来区分池。

```
---
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 便于根据区域和可用区为工作负载调配卷。此后端配置中的 `supportedTopologies`块用于为每个后端提供区域和区域的列表。此处指定的区域和区域值必须与每个 Kubernetes 集群节点上标签的区域和区域值匹配。这些区域和区域表示可以在存储类中提供的允许值列表。对于包含后端提供的区域和区域子集的存储类，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 `StorageClass`定义参考了上述存储池。

使用 `parameter.selector` 字段的定义示例

使用 `parameter.selector`，您可以为每个 `StorageClass`指定用于托管卷的虚拟池。卷将具有所选池中定义的方面。

```
---
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 卷的定义示例

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

默认命名空间的基本配置

```
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机密

```
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

```
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>
```

如果使用非商业 Azure 云，请确保 `tridentctl`已配置为使用 Azure 资源管理器和 Azure 云环境的身份验证终结点。如果后端创建失败，请检查后端配置并查看日志以确定原因：

```
tridentctl logs
```

在识别并更正配置文件的问题后，您可以再次运行 create 命令。

Google Cloud NetApp Volumes

配置 Google Cloud NetApp Volumes

您可以将 Google Cloud NetApp Volumes 配置为 Trident 的后端，以便为 Kubernetes 工作负载配置存储。

概述

Trident 支持用于 NAS (NFS 和 SMB) 和块 (iSCSI) 工作负载的 Google Cloud NetApp Volumes。

- NAS 工作负载使用 `google-cloud-netapp-volumes` 后端
- 块 (iSCSI) 工作负载使用 `google-cloud-netapp-volumes-san` 后端

NAS 卷提供基于文件的存储，并使用 NFS 或 SMB 协议进行访问。这些卷支持跨多个 pod 或节点的共享访问。

块卷提供原始块存储，并作为连接到 Kubernetes 节点的 iSCSI 设备进行访问。当应用程序需要块级访问时，将使用这些卷。

这适用于以下环境：

- Trident 26.02 及更高版本
- Google Kubernetes Engine (GKE) 或 Red Hat OpenShift
- Google Cloud NetApp Volumes 存储池

要配置块 (iSCSI) 存储，请参见 "配置块存储 (iSCSI)"。

准备配置

云身份使 Kubernetes 工作负载能够通过作为工作负载身份进行身份验证而不是使用静态凭据来访问 Google Cloud 资源。

要在 Google Cloud NetApp Volumes 中使用云标识，必须具有：

- 使用 Google Kubernetes Engine (GKE) 部署的 Kubernetes 集群
- 已在 GKE 群集上启用工作负载标识，已在节点池上启用元数据服务器
- 具有 Google Cloud NetApp Volumes Admin 角色(`roles/netapp.admin`）的 Google Cloud 服务帐户或同等自定义角色
- 安装 Trident 时，云提供商设置为 `GCP`并配置了云身份注释

Trident 操作员

要使用 Trident 操作员安装 Trident，请编辑 `tridentorchestrator_cr.yaml`：

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

Helm

使用 Helm 安装 Trident 时设置云提供商和云标识：

```
helm install trident trident-operator-100.6.0.tgz \
  --set cloudProvider=GCP \
  --set cloudIdentity="iam.gke.io/gcp-service-account: cloudvolumes-
admin-sa@mygcpproject.iam.gserviceaccount.com"
```

tridentctl

通过指定云提供商和云身份来安装 Trident：

```
tridentctl install \
  --cloud-provider=GCP \
  --cloud-identity="iam.gke.io/gcp-service-account: cloudvolumes-admin-
sa@mygcpproject.iam.gserviceaccount.com" \
  -n trident
```

配置 NAS 存储

对于 Google Cloud NetApp Volumes UNIFIED 存储池，Trident 在卷操作期间应用 UNIFIED 特定的命名和验证规则。

定位卷时，Trident 可以评估多个兼容的卷名变体（例如，连字符和下划线格式），以提高导入和发现的可靠性。

驱动程序详细信息

Trident 提供 `google-cloud-netapp-volumes` 驱动程序，用于从 Google Cloud NetApp Volumes 配置 NAS 存储。

驱动程序支持以下访问模式：

- ReadWriteOnce（RWO）
- ReadOnlyMany（ROX）
- ReadWriteMany（RWX）
- ReadWriteOncePod（RWOP）

驱动程序	协议	**volumeMode**	支持的访问模式	支持的文件系统
`google-cloud-netapp-volumes`	NFS SMB	Filesystem	RWO、ROX、RWX、RWOP	`nfs, smb`

配置 **Trident NAS** 后端

```
apiVersion: trident.netapp.io/v1
kind: TridentBackendConfig
metadata:
  name: gcnv-nas
  namespace: trident
spec:
  version: 1
  storageDriverName: google-cloud-netapp-volumes
  projectNumber: "<project-number>"
  location: "<region>"
  sdkTimeout: "600"
  storage:
  - labels:
      cloud: gcp
    network: "<vpc-network>"
```

配置 **NAS** 卷

NAS 卷使用 `google-cloud-netapp-volumes`后端进行调配，并支持 NFS 和 SMB 协议。

StorageClass 适用于 **NFS** 卷

要配置 NFS 卷，请将 `nasType`设置为 `nfs`。

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

StorageClass 适用于 SMB 卷

要配置 SMB 卷，请将 `nasType`设置为 `smb`并提供凭据。

```yaml
apiVersion: storage.k8s.io/v1
kind: StorageClass
metadata:
  name: gcnv-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"
allowVolumeExpansion: true
```

PersistentVolumeClaim 示例 (RWX)

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

PersistentVolumeClaim 示例 (RWO)

```
apiVersion: v1
kind: PersistentVolumeClaim
metadata:
  name: gcnv-nas-rwo
spec:
  accessModes:
    - ReadWriteOnce
  resources:
    requests:
      storage: 100Gi
  storageClassName: gcnv-nfs
```

NAS 卷使用 `volumeMode: Filesystem`。

为 SAN 工作负载配置 Google Cloud NetApp Volumes

您可以将 Trident 配置为使用 iSCSI 协议从 Google Cloud NetApp Volumes 配置块存储卷。SAN 卷使用 `google-cloud-netapp-volumes-san`存储驱动程序从 Flex Unified 存储池进行配置。

此驱动程序专用于块工作负载，不支持 NAS 协议。

`google-cloud-netapp-volumes-san` 后端需要配置 iSCSI 块卷。 `google-cloud-netapp-volumes` 后端仅支持 NAS 协议，不能用于 SAN 工作负载。

概述

Trident 支持 Google Cloud NetApp Volumes SAN (iSCSI) 工作负载，使用 `google-cloud-netapp-volumes-san` 驱动程序。

SAN 卷从 Flex Unified 存储池进行调配，并作为 iSCSI 块设备呈现给 Kubernetes 节点。

这适用于以下环境：

- Trident 26.02 及更高版本
- Google Kubernetes Engine (GKE) 或 Red Hat OpenShift
- Google Cloud NetApp Volumes Flex 统一存储池
- 基于 iSCSI 的工作负载

Flex Unified 存储池

Flex Unified 存储池使用 iSCSI 协议提供块存储，是 SAN 配置所必需的：

- 支持 Flex Unified REGIONAL 池。

- 从 Trident 26.02.1 开始支持 Flex Unified ZONAL 池。
- SAN 工作负载仅支持 **Flex** 服务级别。

配置 **Trident SAN** 后端

```
apiVersion: trident.netapp.io/v1
kind: TridentBackendConfig
metadata:
  name: gcnv-san
  namespace: trident
spec:
  version: 1
  storageDriverName: google-cloud-netapp-volumes-san
  projectNumber: "<project-number>"
  location: "<region>"
  sdkTimeout: "600"
  storage:
  - labels:
      cloud: gcp
      performance: flex
    network: "<vpc-network>"
    serviceLevel: Flex
```

创建 **StorageClass**

配置 SAN 后端后，创建一个引用 `google-cloud-netapp-volumes-san`驱动程序的 StorageClass。

文件系统类型在 StorageClass 中定义，而不是在后端。

```
apiVersion: storage.k8s.io/v1
kind: StorageClass
metadata:
  name: gcnv-san
provisioner: csi.trident.netapp.io
parameters:
  backendType: "google-cloud-netapp-volumes-san"
  fsType: "ext4"
allowVolumeExpansion: true
```

支持的文件系统类型：

- `ext4` (默认)
- `ext3`
- `xfs`

SAN 驱动程序仅支持 Flex 服务级别，不使用特定于 NAS 的后端参数，例如 `exportRule`、`unixPermissions`、 `nasType`、 `snapshotDir`、 `nfsMountOptions`或与分层相关的设置。

配置块卷

ReadWriteOnce（RWO）

```
apiVersion: v1
kind: PersistentVolumeClaim
metadata:
  name: gcnv-san-rwo
spec:
  accessModes:
    - ReadWriteOnce
  resources:
    requests:
      storage: 100Gi
  storageClassName: gcnv-san
```

ReadWriteOncePod（RWOP）

```
apiVersion: v1
kind: PersistentVolumeClaim
metadata:
  name: gcnv-san-rwop
spec:
  accessModes:
    - ReadWriteOncePod
  resources:
    requests:
      storage: 100Gi
  storageClassName: gcnv-san
```

ReadOnlyMany（ROX）

ROX 的常见模式是克隆现有 ReadWriteOnce 卷并将克隆挂载为只读。

```yaml
apiVersion: v1
kind: PersistentVolumeClaim
metadata:
  name: gcnv-san-rox
spec:
  accessModes:
    - ReadOnlyMany
  resources:
    requests:
      storage: 100Gi
  storageClassName: gcnv-san
  dataSource:
    kind: PersistentVolumeClaim
    name: gcnv-san-rwo
```

ReadWriteMany (RWX) — 仅原始块

只有当 `volumeMode: Block`时才支持 ReadWriteMany。

```yaml
apiVersion: v1
kind: PersistentVolumeClaim
metadata:
  name: gcnv-san-raw-rwx
spec:
  accessModes:
    - ReadWriteMany
  volumeMode: Block
  resources:
    requests:
      storage: 100Gi
  storageClassName: gcnv-san
```

块卷行为

块卷被调配为 iSCSI LUN，并作为块设备呈现给 Kubernetes 节点。

块卷：

- 使用 iSCSI 协议
- 支持文件系统和原始块呈现
- 由 Trident 连接和管理
- 支持多种 Kubernetes 访问模式

访问模式

Trident 配置的块卷支持以下访问模式：

- `ReadWriteOnce`（RWO）
- `ReadOnlyMany`（ROX）
- `ReadWriteOncePod`（RWOP）
- `ReadWriteMany` (RWX)，仅在 `volumeMode: Block`时受支持

volumeMode 行为

`volumeMode` 字段控制块卷的暴露方式：

- `Filesystem` Trident 格式化和装载卷。
- `Block` Trident 附加设备并将其公开为原始块设备。

支持的操作

使用 `google-cloud-netapp-volumes-san` 驱动程序配置的块卷支持：

- 创建
- 删除
- 克隆
- Snapshot
- 调整大小
- 导入

额外的 **GiB** 过度配置行为

Google Cloud NetApp Volumes 块卷包括内部元数据开销。与调配的容量相比，这种开销减少了内核可见的设备大小。

测试显示：

- 初始创建时约 300 KiB 的开销
- 调整大小后开销高达约 107 MiB

由于 Google Cloud NetApp Volumes 仅接受全 GiB 分配，Trident 确保可用设备大小始终满足或超过 PVC 请求：

- 将请求的大小舍入至下一个整 GiB
- 添加额外的 1 GiB 缓冲区

示例：

- PVC 请求：100 GiB
- Google Cloud NetApp Volumes 中的预配大小：101 GiB
- 应用程序可见的可用空间：至少 100 GiB

Pod 示例

文件系统挂载的块卷 (RWO)

```
apiVersion: v1
kind: Pod
metadata:
  name: app-rwo
spec:
  containers:
  - name: app
    image: ubuntu:22.04
    command: ["sleep", "infinity"]
    volumeMounts:
    - name: data
      mountPath: /mnt/data
  volumes:
  - name: data
    persistentVolumeClaim:
      claimName: gcnv-san-rwo
```

原始块设备 (RWX)

```
apiVersion: v1
kind: Pod
metadata:
  name: app-raw-rwx
spec:
  containers:
  - name: app
    image: ubuntu:22.04
    command: ["sleep", "infinity"]
    volumeDevices:
    - name: data
      devicePath: /dev/xda
  volumes:
  - name: data
    persistentVolumeClaim:
      claimName: gcnv-san-raw-rwx
```

连接和挂载行为

对于从 Google Cloud NetApp Volumes 配置的 SAN 卷：

- Trident 在 Flex Unified 存储池中创建逻辑单元号 (LUN)。
- 在发布期间， Trident 将 LUN 映射到每个节点的主机组。
- 在节点暂存期间，Trident：
  - 登录到 iSCSI 目标
  - 发现 LUN
  - 配置多路径
- 如果 `volumeMode： Filesystem`，Trident 会根据需要格式化设备并挂载它。
- 如果 `volumeMode： Block`，Trident 会连接设备并将其直接暴露给 pod，无需格式化或挂载。

> SAN 块卷不提供分布式锁定或写入协调。当一个块卷被多个节点访问时（ReadWriteMany 与 `volumeMode： Block`），应用程序或文件系统必须管理并发。

准备配置 **Google Cloud NetApp Volumes** 后端

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

NFS 或 **SMB** 卷的先决条件

如果是首次使用 Google Cloud NetApp Volumes 或在新位置使用，则需要一些初始配置才能设置 Google Cloud NetApp Volumes 并创建 NFS 或 SMB 卷。请参见 "开始之前"。

在配置 Google Cloud NetApp Volumes 后端之前，请确保您具有以下内容：

- 使用 Google Cloud NetApp Volumes 服务配置的 Google Cloud 帐户。请参见 "Google Cloud NetApp Volumes"。
- 您的 Google Cloud 帐户的项目编号。请参见 "识别项目"。
- 具有 NetApp Volumes Admin (`roles/netapp.admin`) 角色的 Google Cloud 服务帐户。请参见 "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。请参见 "存储池概述"。

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

Google Cloud NetApp Volumes 后端配置选项和示例

了解 Google Cloud NetApp Volumes 的后端配置选项，并查看配置示例。

后端配置选项

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

参数	说明	默认
`version`		始终为 1
`storageDriverName`	存储驱动程序的名称	`storageDriverName` 的值必须指定为"google-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`	用于指定卷创建的存储池的可选参数。	
`projectNumber`	Google Cloud 帐户项目编号。该值位于 Google Cloud 门户主页上。	
`location`	Trident 创建 GCNV 卷的 Google Cloud 位置。在创建跨区域 Kubernetes 集群时，在 `location`中创建的卷可用于在多个 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费用。	
`apiKey`	具有 `netapp.admin`角色的 `Google Cloud` 服务帐户的 `API` 密钥。它包括 `Google Cloud` 服务帐户私钥文件的 `JSON` 格式内容（逐字复制到后端配置文件中）。 `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`	NFS 挂载选项的精细控制。	"nfsvers=3"
`limitVolumeSize`	如果请求的卷大小高于此值，则设置失败。	" （默认情况下不强制执行）
`serviceLevel`	存储池及其卷的服务级别。值为 `flex`、 `standard`、`premium`或 `extreme`。	
`labels`	要应用于卷的任意 JSON 格式标签集	""
`network`	用于 GCNV 卷的 Google Cloud 网络。	
`debugTraceFlags`	故障排除时使用的调试标志。示例，`{"api":false, "method":true}`。除非正在进行故障排除并需要详细的日志转储，否则不要使用此选项。	空
`nasType`	配置 NFS 或 SMB 卷创建。选项为 `nfs`、 `smb`或 null。设置为 null 默认为 NFS 卷。	`nfs`

参数	说明	默认
supportedTopologies	表示此后端支持的区域和可用区列表。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

您可以在配置文件的 defaults 部分中控制默认卷配置。

参数	说明	默认
exportRule	新卷的导出规则。必须是任何 IPv4 地址组合的逗号分隔列表。	"0.0.0.0/0"
snapshotDir	访问 .snapshot 目录	true, false (默认行为可能会有所不同。显式设置) NFSv3 的 "false"
snapshotReserve	为快照预留的卷百分比	" (接受默认值 0)
unixPermissions	新卷的 unix 权限（4 位八进制数字）。	""

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。

最小配置

这是绝对最小后端配置。通过此配置，Trident 发现配置位置中委托给 Google Cloud NetApp Volumes 的所有存储池，并将新卷随机放置在其中一个池中。由于 `nasType`被省略， `nfs`默认值适用，后端将为 NFS 卷进行配置。

当您刚刚开始使用 Google Cloud NetApp Volumes 并尝试使用时，此配置非常理想，但在实践中，您可能需要为配置的卷提供额外的范围。

请将 `<id_value>` 和 `<key_value>` 替换为您的服务帐户凭据。

```
---
apiVersion: v1
kind: Secret
metadata:
  name: backend-tbc-gcnv-secret
type: Opaque
stringData:
  private_key_id: "<id_value>"
  private_key: |
    -----BEGIN PRIVATE KEY-----
    <key_value>
    -----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** 过滤器的配置

```
---
apiVersion: v1
kind: Secret
metadata:
  name: backend-tbc-gcnv-secret
type: Opaque
stringData:
  private_key_id: "<id_value>"
  private_key: |
    -----BEGIN PRIVATE KEY-----
    <key_value>
    -----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

此后端配置在单个文件中定义多个虚拟池。虚拟池在 `storage` 部分中定义。当您有多个支持不同服务级别的存储池，并且希望在 Kubernetes 中创建表示这些级别的存储类时，它们非常有用。虚拟池标签用于区分池。例如，在下面的示例中， `performance` 标签和 `serviceLevel` 类型用于区分虚拟池。

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: "<id_value>"
  private_key: |
    -----BEGIN PRIVATE KEY-----
    <key_value>
    -----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** 的云标识

```
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 便于根据区域和可用区为工作负载调配卷。此后端配置中的 `supportedTopologies`块用于为每个后端提供区域和区域的列表。此处指定的区域和区域值必须与每个 Kubernetes 集群节点上标签的区域和区域值匹配。这些区域和区域表示可以在存储类中提供的允许值列表。对于包含后端提供的区域和区域子集的存储类，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，则后端配置有问题。您可以使用 `kubectl get tridentbackendconfig <backend-name>` 命令描述后端或通过运行以下命令查看日志以确定原因：

```
tridentctl logs
```

在识别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

以下是参考上述后端的基本 `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 **`parameter.selector`**字段的定义示例：

使用 `parameter.selector`，您可以为每个 `StorageClass`指定用于托管卷的"虚拟池"。卷将具有所选池中定义的方面。

```
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
```

有关存储类的更多详细信息，请参阅 "创建存储类"。

SMB 卷的定义示例

使用 `nasType`、 `node-stage-secret-name` 和 `node-stage-secret-namespace`，可以指定 SMB 卷并提供所需的 Active Directory 凭据。任何具有任何权限/无权限的 Active Directory 用户/密码都可以用于节点阶段密码。

默认命名空间的基本配置

```
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机密

```
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

```
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
```

为 **Google Cloud NetApp Volumes** 配置自动分层

自动分层通过 Trident 后端参数和 PersistentVolumeClaim 注释在卷配置期间进行配置。您可以使用 Trident 为 Google Cloud NetApp Volumes 配置自动分层。

概述

自动分层允许 Trident 配置卷，自动将非活动数据从性能层移动到容量层。这降低了存储成本，同时保留了频繁访问数据的性能。

Trident 仅在卷创建时应用自动分层设置。Trident 26.02 不支持预配后更改。

概念

自动分层

自动分层根据访问模式将不经常访问的数据从性能层移动到容量层。数据移动是异步发生的，并不是立即发生的。

分层策略

分层策略确定是否为卷启用自动分层。

支持以下策略：* `auto`：根据访问模式启用自动分层 * `none`：禁用自动分层

冷却天数

冷却天数指定数据块在符合分层条件之前必须保持非活动状态的最短天数。仅当分层策略设置为 `auto`时，才适用冷却天数。

配置模型

配置范围

可以在多个范围内配置自动分层：

- 存储池范围 适用于从池中配置的所有卷。
- 卷范围 通过 PersistentVolumeClaim 注释应用于单个卷。

Trident 根据每个设置的定义位置确定有效配置。

配置优先级

当在多个作用域中定义了相同的设置时，Trident 应用以下优先级顺序：

1. PersistentVolumeClaim 注释
2. Trident 后端配置
3. 存储池默认值

在较高优先级定义的设置将覆盖较低级别的值。

Trident 26.02 中支持的功能

Trident 26.02 支持 Google Cloud NetApp Volumes 的以下自动分层功能：

- 在卷配置期间启用或禁用自动分层
- 在 Trident 后端配置中定义分层策略
- 使用 PVC 注释覆盖分层策略和每个卷的冷却天数
- 为启用自动分层的卷配置冷却天数

Trident 26.02 中不支持的功能

不支持以下操作：

- 创建卷后修改自动分层设置
- 使用 Kubernetes 更新更改现有卷的分层策略
- 在 Trident 管理的配置工作流之外应用自动分层设置

后端配置参数

以下参数在 Trident 后端配置中定义时控制自动分层行为：

参数	必填项	说明
tieringPolicy	否	卷的分层策略（(`auto`或 `none`）
tieringMinimumCoolingDays	否	数据分层前的非活动天数（范围：2–183，默认值：31）

使用 **PersistentVolumeClaim** 注释的卷级覆盖

支持的注释

PersistentVolumeClaim 批注允许按卷覆盖自动分层设置。

标注	说明
`trident.netapp.io/tieringPolicy`	覆盖卷的分层策略
`trident.netapp.io/tieringMinimumCoolingDays`	覆盖该卷的冷却天数值

示例：**PersistentVolumeClaim** 使用自动分层覆盖

```
apiVersion: v1
kind: PersistentVolumeClaim
metadata:
  name: auto-tiering-pvc
  annotations:
    trident.netapp.io/tieringPolicy: auto
    trident.netapp.io/tieringMinimumCoolingDays: "45"
spec:
  accessModes:
    - ReadWriteOnce
  storageClassName: google-cloud-netapp-volumes-auto-tiering
  resources:
    requests:
      storage: 500Gi
```

行为和限制

配置行为

- 自动分层设置仅在创建卷时进行评估和应用。
- Trident 在配置后不会协调分层配置。
- 当分层策略设置为 `none`时，冷却天数将被忽略。

平台限制

- 只有 NAS 卷（NFS 和 SMB）才支持自动分层。
- 块卷 (iSCSI) 不支持自动分层。
- Google Cloud NetApp Volumes 存储池必须在 Google Cloud 中启用自动分层。

支持的值

- `tieringMinimumCoolingDays` 的有效范围：2 到 183
- 默认值：31

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 `solidfire-san`存储驱动程序来与集群通信。支持的访问模式有：*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` volumeMode，Trident 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	**VolumeMode**	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。
`solidfire-san`	iSCSI	Filesystem	RWO、RWOP	`xfs`, `ext3`, `ext4`

开始之前

在创建 Element 后端之前，您需要执行下列操作。

- 运行 Element 软件的受支持存储系统。
- 可管理卷的 NetApp HCI/SolidFire 群集管理员或租户用户的凭据。
- 所有 Kubernetes worker 节点都应安装相应的 iSCSI 工具。请参见 "worker 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	说明	默认
`version`		始终为 1
`storageDriverName`	存储驱动程序的名称	总是 "solidfire-san"
`backendName`	自定义名称或存储后端	"solidfire_" + 存储 (iSCSI) IP 地址
`Endpoint`	具有租户凭据的 SolidFire 集群的 MVIP	
`SVIP`	存储 (iSCSI) IP 地址和端口	
`labels`	要应用于卷的任意 JSON 格式标签集。	""
`TenantName`	要使用的租户名称（未找到时创建）	
`InitiatorIFace`	将 iSCSI 流量限制到特定主机接口	"default"
`UseCHAP`	使用 CHAP 对 iSCSI 进行身份验证。Trident 使用 CHAP。	true
`AccessGroups`	要使用的访问组 ID 列表	查找名为"trident"的访问组的 ID
`Types`	QoS 规范	
`limitVolumeSize`	如果请求的卷大小高于此值，则配置失败	"（默认情况下不强制执行）
`debugTraceFlags`	故障排除时使用的调试标志。例如，{"api":false, "method":true}	空

警告 除非正在进行故障排除并需要详细的日志转储，否则不要使用 `debugTraceFlags`。

示例 1：具有三种卷类型的 `solidfire-san` 驱动程序的后端配置

此示例显示了一个使用 CHAP 身份验证并使用特定 QoS 保证对三种卷类型进行建模的后端文件。然后，您很可能会使用 `IOPS` storage class 参数定义要使用其中每个的存储类。

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

此示例显示了使用虚拟池配置的后端定义文件以及引用它们的 StorageClasses。

Trident 在配置时将存储池上的标签复制到后端存储 LUN。为方便起见，存储管理员可以为每个虚拟池定义标签，并按标签对卷进行分组。

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的默认值，将 `type`设置为 Silver。虚拟池在`storage`部分中定义。在此示例中，一些存储池设置了自己的类型，一些池覆盖了上面设置的默认值。

```
---
version: 1
storageDriverName: solidfire-san
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 定义引用上述虚拟池。使用 `parameters.selector` 字段，每个 StorageClass 调用可用于托管卷的虚拟池。卷将具有所选虚拟池中定义的方面。

第一个 StorageClass (`solidfire-gold-four` 将映射到第一个虚拟池。这是唯一提供黄金性能的池，具有 `Volume Type QoS` 为 Gold。最后一个 StorageClass (`solidfire-silver` 调用任何提供银色性能的存储

池。Trident 将决定选择哪个虚拟池，并确保满足存储要求。

```
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

---
apiVersion: storage.k8s.io/v1
kind: StorageClass
metadata:
  name: solidfire-silver
```

```
provisioner: csi.trident.netapp.io
parameters:
  selector: performance=silver
  fsType: ext4
```

查找更多信息

- "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 提供以下 SAN 存储驱动程序以与 ONTAP 集群通信。支持的访问模式有：*ReadWriteOnce* (RWO)、*ReadOnlyMany* (ROX)、*ReadWriteMany* (RWX)、*ReadWriteOncePod* (RWOP)。

驱动程序	协议	**volumeMode**	支持的访问模式	支持的文件系统
`ontap-san`	iSCSI SCSI over FC	块	RWO、ROX、RWX、RWOP	无文件系统；原始块设备
`ontap-san`	iSCSI SCSI over FC	Filesystem	RWO、RWOP 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。	Filesystem	RWO、RWOP ROX 和 RWX 在文件系统卷模式下不可用。	`xfs`, `ext3`, `ext4`
`ontap-san-economy`	iSCSI	块	RWO、ROX、RWX、RWOP	无文件系统；原始块设备

驱动程序	协议	**volumeMode**	支持的访问模式	支持的文件系统
`ontap-san-economy`	iSCSI	Filesystem	RWO、RWOP ROX 和 RWX 在文件系统卷模式下不可用。	`xfs`, `ext3`, `ext4`

警告

- 仅当预期持久卷使用次数高于"支持的 ONTAP 卷限制"时，才使用 `ontap-san-economy`。
- 仅当预期持久卷使用次数高于"支持的 ONTAP 卷限制"且无法使用 `ontap-san-economy`驱动程序时，才使用 `ontap-nas-economy`。
- 如果您预计需要数据保护、灾难恢复或移动性，请勿使用 `ontap-nas-economy`。
- NetApp 不建议在所有 ONTAP 驱动程序中使用 Flexvol 自动增长，除了 ontap-san。作为一种解决方法，Trident 支持使用快照保留并相应地扩展 Flexvol 卷。

用户权限

Trident 希望以 ONTAP 或 SVM 管理员的身份运行，通常使用 `admin`集群用户或 `vsadmin`SVM 用户，或具有相同角色的不同名称的用户。对于 Amazon FSx for NetApp ONTAP 部署，Trident 希望以 ONTAP 或 SVM 管理员的身份运行，使用集群 `fsxadmin`用户或 `vsadmin`SVM 用户，或具有相同角色的不同名称的用户。`fsxadmin`用户是集群管理员用户的有限替代品。

备注

如果使用 `limitAggregateUsage` 参数，则需要群集管理员权限。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 Trident 驱动程序可以使用的更具限制性的角色，但我们不建议这样做。大多数新版本的 Trident 会调用必须考虑到的其他 API，这使得升级变得困难且容易出错。

NVMe/TCP 的其他注意事项

Trident 支持非易失性存储器 Express (NVMe) 协议，使用 `ontap-san`驱动程序，包括：

- IPv6
- NVMe 卷的快照和克隆
- 调整 NVMe 卷的大小
- 导入在 Trident 之外创建的 NVMe 卷，以便 Trident 可以管理其生命周期
- NVMe 原生多路径
- K8s 节点的优雅或不优雅关闭（24.06）

Trident 不支持：

- NVMe 本机支持的 DH-HMAC-CHAP
- 设备映射器 (DM) 多路径
- LUKS 加密

备注	仅 ONTAP REST API 支持 NVMe，ONTAPI (ZAPI) 不支持 NVMe。

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。

备注	"ASA r2 系统" 不同于其他 ONTAP 系统（ASA、AFF 和 FAS）的存储层实现。在 ASA r2 系统中，使用存储可用区而不是聚合。请参阅 "此" 知识库文章，了解如何在 ASA r2 系统中为 SVM 分配聚合。

请记住，您还可以运行多个驱动程序，并创建指向一个或另一个的存储类。例如，您可以配置一个 `san-dev`类，该类使用 `ontap-san`驱动程序，以及一个 `san-default`类，该类使用 `ontap-san-economy`驱动程序。

所有 Kubernetes 工作节点都必须安装相应的 iSCSI 工具。有关详细信息，请参见 "准备工作节点"。

对 **ONTAP** 后端进行身份验证

Trident 提供两种身份验证 ONTAP 后端的模式。

- 基于凭据：具有所需权限的 ONTAP 用户的用户名和密码。建议使用预定义的安全登录角色，例如 `admin`或 `vsadmin`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）（推荐）。

您可以更新现有后端以在基于凭据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。

警告	如果您尝试提供*凭据和证书*，则后端创建将失败，错误为配置文件中提供了多个身份验证方法。

启用基于凭据的身份验证

Trident 需要向 SVM 范围/集群范围的管理员提供凭据，以便与 ONTAP 后端进行通信。建议使用标准、预定义的角色，如 `admin`或 `vsadmin`。这确保了与未来 ONTAP 版本的向前兼容性，这些版本可能会公开未来 Trident 版本使用的功能 API。可以创建自定义安全登录角色并与 Trident 一起使用，但不建议这样做。

示例后端定义如下所示：

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"
}
```

请记住，后端定义是凭据以纯文本形式存储的唯一位置。后端创建后，用户名/密码使用 Base64 进行编码，并存储为 Kubernetes 密码。创建或更新后端是唯一需要了解凭据的步骤。因此，它是一个仅限管理员的操作，由 Kubernetes/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 后端通信。后端定义中需要三个参数。

- clientCertificate: 客户端证书的 Base64 编码值。
- clientPrivateKey: 关联专用密钥的 Base64 编码值。
- trustedCACertificate：受信任的 CA 证书的 Base64 编码值。如果使用受信任的 CA，则必须提供此参数。如果未使用受信任的 CA，则可以忽略此设置。

典型的工作流程包括以下步骤。

步骤

1. 生成客户端证书和密钥。生成时，将公用名 (CN) 设置为要进行身份验证的 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. 将受信任的 CA 证书添加到 ONTAP 集群。这可能已由存储管理员处理。如果未使用受信任的 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（来自步骤 1）。

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

备注	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 <ONTAP Management LIF> 和 <vserver name> 替换为管理 LIF IP 和 SVM 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...Vaaalllluuuueeee",
"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不同的身份验证方法或轮换其凭据。这可以双向工作：可以将使用用户名/密码的后端更新为使用证书；可以将使用证书的后端更新为基于用户名/密码。为此，您必须删除现有的身份验证方法并添加新的身份验证方法。然后使用更新的 backend.json 文件，其中包含执行 `tridentctl backend update` 所需的参数。

```
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 |
+------------+----------------+--------------------------------------
+--------+---------+
```

备注	轮换密码时，存储管理员必须首先更新 ONTAP 上用户的密码。然后进行后端更新。轮换证书时，可以向用户添加多个证书。然后更新后端以使用新证书，之后可以从 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，也不会影响之后建立的卷连接。成功的后端更新表明，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

您可以使用最低权限创建 ONTAP 集群角色，这样您就不必使用 ONTAP 管理员角色在 Trident 中执行操作。在 Trident 后端配置中包含用户名时，Trident 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 CLI**

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

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 `ontap-san`和 `ontap-san-economy`驱动程序的双向 CHAP 对 iSCSI 会话进行身份验证。这需要在后端定义中启用 `useCHAP`选项。当设置为 `true`时，Trident 将 SVM 的默认启动器安全配置为双向 CHAP，并从后端文件设置用户名和密码。NetApp 建议使用双向 CHAP 来验证连接。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
```

警告	useCHAP 参数是一个布尔选项，只能配置一次。默认设置为 false。将其设置为 true 后，无法将其设置为 false。

除了 useCHAP=true`之外，后端定义中还必须包含 `chapInitiatorSecret、chapTargetInitiatorSecret、 `chapTargetUsername`和 `chapUsername`字段。创建后端后，可以通过运行 `tridentctl update`来更改密钥。

工作原理

通过设置 `useCHAP`为 true，存储管理员指示 Trident 在存储后端上配置 CHAP。其中包括以下内容：

- 在 SVM 上设置 CHAP：
  - 如果 SVM 的默认启动器安全类型为 none（默认设置）*和*卷中没有预先存在的 LUN，Trident 会将默认安全类型设置为 `CHAP`并继续配置 CHAP 启动器以及目标用户名和密码。
  - 如果 SVM 包含 LUN，Trident 将不会在 SVM 上启用 CHAP。这可确保对 SVM 上已存在的 LUN 的访问不受限制。
- 配置 CHAP 启动器以及目标用户名和密码；这些选项必须在后端配置中指定（如上所示）。

创建后端后，Trident 创建相应的 tridentbackend CRD，并将 CHAP secrets 和用户名存储为 Kubernetes secrets。由 Trident 在此后端上创建的所有 PV 都将通过 CHAP 进行挂载和连接。

轮换凭据并更新后端

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

警告	更新后端的 CHAP 密码时，必须使用 `tridentctl`来更新后端。请勿使用 ONTAP CLI 或 ONTAP System Manager 更新存储集群上的凭据，因为 Trident 将无法获取这些更改。

```
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 |
+----------------+----------------+--------------------------------------
+--------+---------+
```

现有连接将不受影响；如果 Trident 在 SVM 上更新了凭据，它们将继续保持活动状态。新连接使用更新的凭据，现有连接继续保持活动状态。断开和重新连接旧的 PV 将导致它们使用更新的凭据。

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" 不同于其他 ONTAP 系统（ASA、AFF 和 FAS）的存储层实现。这些变化会影响某些标注参数的使用。"详细了解 ASA r2 系统与其他 ONTAP 系统之间的差异".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`时，Trident 会自动检测 ASA r2 或其他 ONTAP 系统。某些后端配置参数不适用于 ASA r2 系统，如下表所示。

备注	ASA r2 系统仅支持 `ontap-san` 驱动程序（具有 iSCSI、NVMe/TCP 和 FC 协议）。

后端配置选项

有关后端配置选项，请参见下表：

参数	说明	默认
`version`		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
`managementLIF`	集群或 SVM 管理 LIF 的 IP 地址。 可以指定完全限定的域名 (FQDN)。 如果使用 IPv6 标志安装了 Trident，则可以设置为使用 IPv6 地址。IPv6 地址必须在方括号中定义，例如 `[28e8:d9fb:a825:b7bf:69a8:d02f:9e7b:3555]`。 有关无缝 MetroCluster 切换，请参见 MetroCluster 示例。 备注：如果使用 "vsadmin" 凭据，`managementLIF` 必须是 SVM 的凭据；如果使用 "admin" 凭据，`managementLIF` 必须是集群的凭据。	“10.0.0.1”，“[2001:1234:abcd::fefe]”
`dataLIF`	协议 LIF 的 IP 地址。如果使用 IPv6 标志安装了 Trident，则可以设置为使用 IPv6 地址。IPv6 地址必须在方括号中定义，例如 `[28e8:d9fb:a825:b7bf:69a8:d02f:9e7b:3555]`。*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 iSCSI LIF。如果明确定义了 `dataLIF`，则会生成警告。*省略 MetroCluster。*请参阅MetroCluster 示例。	由 SVM 派生
`svm`	要使用的 Storage Virtual Machine *对于 MetroCluster 请省略。*请参阅MetroCluster 示例。	如果指定了 SVM `managementLIF`，则派生
`useCHAP`	使用 CHAP 对 ONTAP SAN 驱动程序的 iSCSI 进行身份验证 [Boolean]。设置为 `true`，Trident 将配置和使用双向 CHAP 作为后端给定的 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 启动器密钥。如果 `useCHAP=true`为必需	""
`labels`	要应用于卷的任意 JSON 格式标签集	""
`chapTargetInitiatorSecret`	CHAP 目标发起者密钥。如果 `useCHAP=true`为必需	""
`chapUsername`	入站用户名。如果 `useCHAP=true`为必需	""

参数	说明	默认
chapTargetUsername	目标用户名。如果 `useCHAP=true`为必需	""
clientCertificate	客户端证书的 Base64 编码值。用于基于证书的身份验证	""
clientPrivateKey	客户端私钥的 Base64 编码值。用于基于证书的身份验证	""
trustedCACertificate	受信任 CA 证书的 Base64 编码值。可选。用于基于证书的身份验证。	""
username	与 ONTAP 集群通信所需的用户名。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"。	""
password	与 ONTAP 集群通信所需的密码。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"。	""
svm	要使用的 Storage Virtual Machine	如果指定了 SVM managementLIF，则派生
storagePrefix	在 SVM 中配置新卷时使用的前缀。以后无法修改。要更新此参数，您需要创建一个新的后端。	trident
aggregate	用于配置的聚合（可选；如果设置，则必须分配给 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的聚合来配置 FlexGroup 卷。 备注：当聚合在 SVM 中更新时，它会通过轮询 SVM 在 Trident 中自动更新，而无需重新启动 Trident Controller。当您在 Trident 中配置了特定聚合来配置卷时，如果聚合被重命名或移出 SVM，则在轮询 SVM 聚合时，后端将在 Trident 中移至失败状态。您必须将聚合更改为存在于 SVM 上的聚合，或者将其完全删除，以使后端恢复联机。 请勿为 **ASA r2** 系统指定。	""
limitAggregateUsage	如果使用率超过此百分比，则配置失败。如果您使用的是 Amazon FSx for NetApp ONTAP 后端，请不要指定 limitAggregateUsage。提供的 `fsxadmin`和 `vsadmin`不包含检索聚合使用情况并使用 Trident 限制它所需的权限。请勿为 **ASA r2** 系统指定。	"（默认情况下不强制执行）
limitVolumeSize	如果请求的卷大小高于此值，则设置失败。还限制它为 LUN 管理的卷的最大大小。	"（默认情况下不强制执行）
lunsPerFlexvol	每个 FlexVol 的最大 LUN 数，必须在 [50, 200] 范围内	100

参数	说明	默认
debugTraceFlags	故障排除时使用的调试标志。例如，{"api":false, "method":true} 除非正在进行故障排除并需要详细的日志转储，否则不要使用。	null
useREST	使用 ONTAP REST API 的布尔参数。 `useREST`设置为 `true`时，Trident 使用 ONTAP REST API 与后端通信；设置为 `false`时，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 登录角色必须能够访问 `ontapi`应用程序。这通过预定义的 `vsadmin`和 `cluster-admin`角色来满足。从 Trident 24.06 版本和 ONTAP 9.15.1 或更高版本开始，`useREST`默认设置为 `true`；将 `useREST`更改为 `false`以使用 ONTAPI (ZAPI) 调用。 useREST 完全符合 NVMe/TCP。 备注：仅 ONTAP REST API 支持 NVMe，ONTAPI (ZAPI) 不支持 NVMe。 如果指定，则对于 **ASA r2** 系统始终设置为 **true**。	true 适用于 ONTAP 9.15.1 或更高版本，否则 false。
sanType	用于选择 iscsi iSCSI、 nvme NVMe/TCP 或 fcp 光纤通道 (FC) 上的 SCSI。	iscsi 如果为空
formatOptions	使用 formatOptions 为 mkfs 命令指定命令行参数，该参数将在卷格式化时应用。这允许您根据您的偏好格式化卷。请务必指定与 mkfs 命令选项类似的 formatOptions，但不包括设备路径。例如："-E nodiscard" 支持 **ontap-san** 和 **ontap-san-economy** 驱动程序的 **iSCSI** 协议。*此外，使用 iSCSI 和 NVMe/TCP 协议时，支持 ASA r2 系统。*	
limitVolumePoolSize	在 ontap-san-economy 后端中使用 LUN 时可请求的最大 FlexVol 大小。	"（默认情况下不强制执行）
denyNewVolumePools	限制 `ontap-san-economy`后端创建包含其 LUN 的新 FlexVol 卷。仅预先存在的 FlexVol 用于配置新的 PV。	

有关使用 **formatOptions** 的建议

Trident 建议使用以下选项来加快格式化过程：

- **-E nodiscard (ext3, ext4):** 不要尝试在 mkfs 时间丢弃块（丢弃块最初在固态设备和稀疏/精简配置的存储上很有用）。这将替换已弃用的选项 "-K"，并且适用于 ext3、ext4 文件系统。
- **-K (xfs):** 不要尝试在 mkfs 时间丢弃块。此选项适用于 xfs 文件系统。

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

您可以配置 Trident 使用 Active Directory (AD) 凭据向后端 SVM 进行身份验证。在 AD 帐户可以访问 SVM 之前，必须配置 AD 域控制器对集群或 SVM 的访问。对于使用 AD 帐户的集群管理，必须创建域隧道。有关详细信息，请参见 "在 ONTAP 中配置 Active Directory 域控制器访问"。

步骤

1. 配置后端 SVM 的域名系统 (DNS) 设置：

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

2. 运行以下命令为 Active Directory 中的 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 用户或组以管理集群或 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，将 `username` 和 `password` 参数分别设置为 AD 用户或组名称和密码。

用于配置卷的后端配置选项

您可以使用配置的 `defaults` 部分中的这些选项来控制默认配置。有关示例，请参阅下面的配置示例。

参数	说明	默认
`spaceAllocation`	LUN 的空间分配	"true" 如果指定，则对于 **ASA r2** 系统设置为 **`true`**。
`spaceReserve`	空间预留模式；"none"（精简）或"volume"（厚）。对于 **ASA r2** 系统，设置为 **`none`**。	"无"
`snapshotPolicy`	要使用的 Snapshot 策略。对于 **ASA r2** 系统设置为 **`none`**。	"无"

参数	说明	默认
`qosPolicy`	要为创建的卷分配的 QoS 策略组。为每个存储池/后端选择 qosPolicy 或 adaptiveQosPolicy 中的一个。在 Trident 中使用 QoS 策略组需要 ONTAP 9.8 或更高版本。您应该使用非共享 QoS 策略组，并确保该策略组单独应用于每个组成部分。共享 QoS 策略组强制执行所有工作负载总吞吐量的上限。	""
`adaptiveQosPolicy`	要为创建的卷分配的自适应 QoS 策略组。为每个存储池/后端选择 qosPolicy 或 adaptiveQosPolicy 中的一个	""
`snapshotReserve`	为快照保留的卷的百分比。请勿为 **ASA r2** 系统指定。	"0" 如果 `snapshotPolicy` 为 "none"，否则为 "
`splitOnClone`	创建时从其父级拆分克隆	"false"
`encryption`	在新卷上启用 NetApp Volume Encryption (NVE)；默认为 `false`。必须在群集上许可并启用 NVE 才能使用此选项。如果在后端启用了 NAE，则在 Trident 中配置的任何卷都将启用 NAE。有关更多信息，请参阅："Trident 如何与 NVE 和 NAE 配合使用"。	"false" 如果指定，则对于 **ASA r2** 系统设置为 **`true`**。
`luksEncryption`	启用 LUKS 加密。请参见 "使用 Linux Unified Key Setup (LUKS)"。	" 对于 **ASA r2** 系统，设置为 **`false`**。
`tieringPolicy`	使用 "none" 的分层策略 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

以下是定义了默认值的示例：

```
---
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'
```

备注	对于使用 `ontap-san` 驱动程序创建的所有卷，Trident 会为 FlexVol 增加 10% 的额外容量以容纳 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 为 FlexVol 增加 10%（在 ONTAP 中显示为可用大小）。用户现在将获得他们请求的可用容量。此更改还可防止 LUN 变为只读，除非可用空间得到充分利用。这不适用于 ontap-san-economy。

对于定义 `snapshotReserve` 的后端，Trident 计算卷的大小如下：

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

1.1 是 Trident 添加到 FlexVol 以容纳 LUN 元数据的额外 10%。对于 `snapshotReserve` = 5%，且 PVC 请求 = 5 GiB，总体积大小为 5.79 GiB，可用大小为 5.5 GiB。 `volume show`命令应显示类似于以下示例的结果：

当前，对现有卷使用新计算的唯一方法是调整大小。

最小配置示例

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。

备注	如果您在 Trident 中使用 Amazon FSx for NetApp ONTAP，NetApp 建议为 LIF 指定 DNS 名称而不是 IP 地址。

ONTAP SAN 示例

这是使用 `ontap-san` 驱动程序的基本配置。

```
---
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

您可以配置后端，以避免在 "SVM 复制和恢复" 期间进行切换和切换后手动更新后端定义。

对于无缝切换和切回，使用 `managementLIF` 指定 SVM 并省略 `svm` 参数。例如：

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

ONTAP SAN 经济示例

```
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

在此基本配置示例中， `clientCertificate`、 `clientPrivateKey` 和 `trustedCACertificate`（可选，如果使用受信任的 CA）填充在 `backend.json` 中，并分别采用客户端证书、私钥和受信任 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

这些示例创建一个后端，其中 `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 economy 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

必须在 ONTAP 后端上配置具有 NVMe 的 SVM。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 后端上配置带有 FC 的 SVM。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
```

带有 **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 示例，适用于 **ontap-san-economy** 驱动程序

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

具有虚拟池的后端示例

在这些示例后端定义文件中，为所有存储池设置了特定的默认值，例如 `spaceReserve` 为 none、`spaceAllocation` 为 false 和 `encryption` 为 false。虚拟池在存储部分中定义。

Trident 在"Comments"字段中设置配置标签。注释在 FlexVol 卷上设置，Trident 在配置时将虚拟池中存在的所有标签复制到存储卷。为方便起见，存储管理员可以为每个虚拟池定义标签，并按标签对卷进行分组。

在这些示例中，一些存储池设置了自己的 `spaceReserve`、 `spaceAllocation` 和 `encryption` 值，而一些

池覆盖了默认值。

ONTAP SAN 示例

```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>
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 定义请参阅 [具有虚拟池的后端示例]。使用 `parameters.selector` 字段，每个 StorageClass 调用哪些虚拟池可用于托管卷。卷将具有所选虚拟池中定义的方面。

- `protection-gold` StorageClass 将映射到 `ontap-san`后端中的第一个虚拟池。这是唯一提供黄金级保护的池。

```
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 `ontap-san`后端的第二个和第三个虚拟池。这些是唯一提供黄金以外保护级别的池。

```
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 `ontap-san-economy`后端的第三个虚拟池。这是唯一为 mysqldb 类型应用程序提供存储池配置的池。

```
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 `ontap-san` 后端的第二个虚拟池。这是唯一提供银级保护和 20000 creditpoints 的池。

```
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 `ontap-san`后端的第三个虚拟池和 `ontap-san-economy`后端的第四个虚拟池。这些是唯一拥有 5000 个信用点的池产品。

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

- 该 `my-test-app-sc` StorageClass 将映射到 `testAPP` 驱动程序中的 `ontap-san` 虚拟池，并带有 `sanType: nvme`。这是唯一提供 `testApp` 的池。

```
---
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 提供以下 NAS 存储驱动程序以与 ONTAP 集群通信。支持的访问模式有：*ReadWriteOnce* (RWO)、*ReadOnlyMany* (ROX)、*ReadWriteMany* (RWX)、*ReadWriteOncePod* (RWOP)。

驱动程序	协议	**volumeMode**	支持的访问模式	支持的文件系统
`ontap-nas`	NFS SMB	Filesystem	RWO、ROX、RWX、RWOP	", `nfs`, `smb`
`ontap-nas-economy`	NFS SMB	Filesystem	RWO、ROX、RWX、RWOP	", `nfs`, `smb`
`ontap-nas-flexgroup`	NFS SMB	Filesystem	RWO、ROX、RWX、RWOP	", `nfs`, `smb`

警告

- 仅当预期持久卷使用次数高于"支持的 ONTAP 卷限制"时，才使用 `ontap-san-economy`。
- 仅当预期持久卷使用次数高于"支持的 ONTAP 卷限制"且无法使用 `ontap-san-economy`驱动程序时，才使用 `ontap-nas-economy`。
- 如果您预计需要数据保护、灾难恢复或移动性，请勿使用 `ontap-nas-economy`。
- NetApp 不建议在所有 ONTAP 驱动程序中使用 Flexvol 自动增长，除了 ontap-san。作为一种解决方法，Trident 支持使用快照保留并相应地扩展 Flexvol 卷。

用户权限

Trident 希望以 ONTAP 或 SVM 管理员的身份运行，通常使用 `admin`集群用户或 `vsadmin`SVM 用户，或具有相同角色的不同名称的用户。

对于 Amazon FSx for NetApp ONTAP 部署，Trident 希望以 ONTAP 或 SVM 管理员的身份运行，使用集群 `fsxadmin`用户或 `vsadmin`SVM 用户，或具有相同角色的不同名称的用户。 `fsxadmin`用户是集群管理员用户的有限替代品。

备注

如果使用 `limitAggregateUsage` 参数，则需要群集管理员权限。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 Trident 驱动程序可以使用的更具限制性的角色，但我们不建议这样做。大多数新版本的 Trident 会调用必须考虑到的其他 API，这使得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）在存储层的实现方面有所不同。在 Trident 后端配置中，无需指定您的系统是 AFX。当您选择 `ontap-nas`作为 `storageDriverName`时，Trident 会自动检测 AFX 系统。

备注	AFX 系统仅支持 `ontap-nas`驱动程序（使用 NFS 协议）；不支持 SMB 协议。

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，并创建指向一个或另一个的存储类。例如，您可以配置一个使用 `ontap-nas`驱动程序的 Gold 类和一个使用 `ontap-nas-economy`驱动程序的 Bronze 类。
- 所有 Kubernetes worker 节点都必须安装相应的 NFS 工具。有关更多详细信息，请参见 "此处"。
- Trident 仅支持将 SMB 卷挂载到在 Windows 节点上运行的 Pod。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 提供两种身份验证 ONTAP 后端的模式。

- 基于凭据：此模式需要对 ONTAP 后端的足够权限。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）（推荐）。

您可以更新现有后端以在基于凭据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。

警告	如果您尝试提供*凭据和证书*，则后端创建将失败，错误为配置文件中提供了多个身份验证方法。

启用基于凭据的身份验证

Trident 需要向 SVM 范围/集群范围的管理员提供凭据，以便与 ONTAP 后端进行通信。建议使用标准、预定义的角色，如 `admin`或 `vsadmin`。这确保了与未来 ONTAP 版本的向前兼容性，这些版本可能会公开未来 Trident 版本使用的功能 API。可以创建自定义安全登录角色并与 Trident 一起使用，但不建议这样做。

示例后端定义如下所示：

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"
    }
}
```

请记住，后端定义是凭据以纯文本形式存储的唯一位置。后端创建后，用户名/密码使用 Base64 进行编码，并存储为 Kubernetes 密码。创建/更新后端是唯一需要了解凭据的步骤。因此，它是一个仅限管理员的操作，由 Kubernetes/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 后端通信。后端定义中需要三个参数。

- clientCertificate: 客户端证书的 Base64 编码值。
- clientPrivateKey: 关联专用密钥的 Base64 编码值。
- trustedCACertificate：受信任的 CA 证书的 Base64 编码值。如果使用受信任的 CA，则必须提供此参数。如果未使用受信任的 CA，则可以忽略此设置。

典型的工作流程包括以下步骤。

步骤

1. 生成客户端证书和密钥。生成时，将公用名 (CN) 设置为要进行身份验证的 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. 将受信任的 CA 证书添加到 ONTAP 集群。这可能已由存储管理员处理。如果未使用受信任的 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（来自步骤 1）。

```
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 <ONTAP Management LIF> 和 <vserver name> 替换为管理 LIF IP 和 SVM 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...Vaaalllluuuueeee",
"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不同的身份验证方法或轮换其凭据。这可以双向工作：可以将使用用户名/密码的后端更新为使用证书；可以将使用证书的后端更新为基于用户名/密码。为此，您必须删除现有的身份验证方法并添加新的身份验证方法。然后使用更新的 backend.json 文件，其中包含执行 `tridentctl update backend` 所需的参数。

```
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 |
+------------+----------------+--------------------------------------
+--------+---------+
```

备注	轮换密码时，存储管理员必须首先更新 ONTAP 上用户的密码。然后进行后端更新。轮换证书时，可以向用户添加多个证书。然后更新后端以使用新证书，之后可以从 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，也不会影响之后建立的卷连接。成功的后端更新表明，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

您可以使用最低权限创建 ONTAP 集群角色，这样您就不必使用 ONTAP 管理员角色在 Trident 中执行操作。在 Trident 后端配置中包含用户名时，Trident 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 CLI**

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

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 导出策略来控制对其提供的卷的访问。

使用出口策略时，Trident 提供两种选择：

- Trident 可以动态管理导出策略本身；在这种操作模式下，存储管理员指定表示可允许 IP 地址的 CIDR 块列表。Trident 会在发布时自动将落在这些范围内的适用节点 IP 添加到导出策略中。或者，当未指定 CIDR 时，在要发布的卷的节点上找到的所有全局范围的单播 IP 都将添加到导出策略中。
- 存储管理员可以创建导出策略并手动添加规则。除非在配置中指定不同的导出策略名称，否则 Trident 使用默认导出策略。

动态管理导出策略

Trident 能够动态管理 ONTAP 后端的导出策略。这使存储管理员能够为工作节点 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；对导出策略的修改不再需要对存储集群进行手动干预。此外，这有助于将对存储集群的访问限制为仅挂载卷且 IP 位于指定范围内的工作节点，从而支持精细化和自动化管理。

备注	使用动态导出策略时不要使用网络地址转换 (NAT)。对于 NAT，存储控制器看到的是前端 NAT 地址，而不是实际的 IP 主机地址，因此在导出规则中未找到匹配项时将拒绝访问。

示例

必须使用两个配置选项。以下是后端定义示例：

```
---
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
```

备注	使用此功能时，必须确保 SVM 中的根接合点具有先前创建的导出策略以及允许节点 CIDR 块的导出规则（例如默认导出策略）。始终遵循 NetApp 推荐的最佳实践，为 Trident 专用一个 SVM。

以下是使用上述示例说明此功能工作原理的解释：

- `autoExportPolicy` 设置为 `true`。这表示 Trident 为使用此后端为 `svm1` SVM 配置的每个卷创建导出策略，并使用 `autoexportCIDRs`地址块处理规则的添加和删除。在卷连接到节点之前，该卷使用没有规则的空导出策略来防止对该卷的不必要访问。当卷发布到节点时，Trident 会创建一个与底层 qtree 同名的导出策略，该 qtree 包含指定 CIDR 块中的节点 IP。这些 IP 也将被添加到父 FlexVol 卷使用的导出策略中
  - 例如：
    - 后端 UUID 403b5326-8482-40db-96d0-d83fb3f4daec
    - `autoExportPolicy` 设置为 `true`
    - 存储前缀 `trident`

- PVC UUID a79bcf5f-7b6d-4a40-9876-e2551f159c1c
- 名为 trident_pvc_a79bcf5f_7b6d_4a40_9876_e2551f159c1c 的 qtree 为名为 `trident-403b5326-8482-40db96d0-d83fb3f4daec`的 FlexVol 创建导出策略，为名为 `trident_pvc_a79bcf5f_7b6d_4a40_9876_e2551f159c1c`的 qtree 创建导出策略，并在 SVM 上创建名为 `trident_empty`的空导出策略。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。空导出策略将由未附加的任何卷重用。

- `autoExportCIDRs` 包含地址块列表。此字段是可选的，默认为 ["0.0.0.0/0", "::/0"]。如果未定义，Trident 会添加在工作节点上找到的所有全局范围单播地址及其发布。

在此示例中，提供了 `192.168.0.0/24` 地址空间。这表示此地址范围内包含发布的 Kubernetes 节点 IP 将被添加到 Trident 创建的导出策略中。当 Trident 注册其运行的节点时，它会检索节点的 IP 地址，并根据 `autoExportCIDRs` 中提供的地址块进行检查。发布时，过滤 IP 后，Trident 为其发布到的节点的客户端 IP 创建导出策略规则。

您可以在创建后端后对其 `autoExportPolicy`和 `autoExportCIDRs`进行更新。您可以为自动管理的后端追加新的 CIDR 或删除现有的 CIDR。删除 CIDR 时要小心，以确保现有连接不会丢失。您还可以选择对后端禁用 `autoExportPolicy`并回退到手动创建的导出策略。这将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 `tridentctl`或相应的 `tridentbackend` CRD 检查后端：

```
./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
```

删除节点时，Trident 检查所有导出策略，以删除与该节点对应的访问规则。通过从托管后端的导出策略中删除此节点 IP，Trident 可以防止流氓挂载，除非此 IP 被集群中的新节点重用。

对于以前存在的后端，使用 `tridentctl update backend`更新后端可确保 Trident 自动管理导出策略。这会在需要时创建两个以后端 UUID 和 qtree 名称命名的新导出策略。后端上存在的卷在卸载并再次装载后将使用新创建的导出策略。

备注	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，它将被视为新的后端，并将导致创建新的导出策略。

如果实时节点的 IP 地址已更新，则必须在节点上重新启动 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

通过一些额外的准备，您可以使用 `ontap-nas` 驱动程序配置 SMB 卷。

警告	必须在 SVM 上配置 NFS 和 SMB/CIFS 协议，才能为 ONTAP 本地群集创建 `ontap-nas-economy` SMB 卷。无法配置这些协议中的任何一个都将导致 SMB 卷创建失败。
备注	`autoExportPolicy` 不支持 SMB 卷。

开始之前

在设置 SMB 卷之前，必须具有下列内容。

- 具有 Linux 控制器节点和至少一个运行 Windows Server 2022 的 Windows worker 节点的 Kubernetes 集群。Trident 仅支持将 SMB 卷挂载到在 Windows 节点上运行的 Pod。
- 至少有一个包含您的 Active Directory 凭据的 Trident 密码。要生成密钥 `smbcreds`：

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

- 配置为 Windows 服务的 CSI 代理。要配置 `csi-proxy`，请参阅"GitHub：CSI Proxy"或"GitHub：适用于 Windows 的 CSI 代理"了解在 Windows 上运行的 Kubernetes 节点。

步骤

1. 对于本地 ONTAP，您可以选择创建 SMB 共享，或者 Trident 可以为您创建一个共享。

备注	Amazon FSx for ONTAP 需要 SMB 共享。

   您可以使用 "Microsoft 管理控制台" 共享文件夹管理单元或使用 ONTAP CLI 以两种方式之一创建 SMB 管理共享。要使用 ONTAP CLI 创建 SMB 共享：

   a. 如有必要，请为共享创建目录路径结构。

      此 `vserver cifs share create` 命令在共享创建期间检查 -path 选项中指定的路径。如果指定的路径不存在，则命令失败。

   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. 验证是否已创建此共享：

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

备注 | 有关详细信息，请参见 "创建 SMB 共享"。

2. 创建后端时，必须配置以下内容以指定 SMB 卷。对于所有 FSx for ONTAP 后端配置选项，请参阅 "FSx for ONTAP 配置选项和示例"。

参数	说明	示例
`smbShare`	可以指定以下选项之一：使用 Microsoft Management Console 或 ONTAP CLI 创建的 SMB 共享的名称；允许 Trident 创建 SMB 共享的名称；或者可以将参数留空以阻止对卷的公共共享访问。此参数对于本地 ONTAP 是可选的。此参数是 Amazon FSx for ONTAP 后端所必需的，不能为空。	`smb-share`
`nasType`	*必须设置为 `smb`。*如果为 null，则默认为 `nfs`。	`smb`
`securityStyle`	新卷的安全样式。对于 **SMB** 卷，必须设置为 **`ntfs`** 或 **`mixed`**。	`ntfs` 或 `mixed` 用于 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 `ontap-nas`和 `ontap-nas-economy`后端创建的 SMB 卷的安全配置。启用安全 SMB 后，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

- 不支持导入 `ontap-nas-economy`卷。
- 仅支持 `ontap-nas-economy` 卷的只读克隆。
- 如果启用了安全 SMB，Trident 将忽略后端中提到的 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。
- 在克隆 PVC 的注释中指定的 SMB 共享 ACL 将优先于源 PVC 中的 ACL。
- 确保在启用安全 SMB 的同时提供有效的 AD 用户。无效用户将不会添加到 ACL。
- 如果在后端、存储类和 PVC 中为相同的 AD 用户提供不同的权限，则权限优先级为：PVC、存储类，然后是后端。
- 安全 SMB 受 `ontap-nas`托管卷导入支持，不适用于非托管卷导入。

步骤

1. 如下面的示例所示，在 TridentBackendConfig 中指定 adAdminUser：

```
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. 在存储类中添加批注。

   将 `trident.netapp.io/smbShareAdUser` 注释添加到存储类，以始终启用安全的 SMB。为注释 `trident.netapp.io/smbShareAdUser`指定的用户值应与 `smbcreds`密钥中指定的用户名相同。您可以从以下选项中选择一项 `smbShareAdUserPermission`： `full_control`、 `change`或 `read`。默认权限为 `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。

以下示例创建了 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）在存储层的实现方面有所不同。

备注	仅支持 `ontap-nas`驱动程序（使用 NFS 协议）用于 NetApp AFX 系统；不支持 SMB 协议。

后端配置选项

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`时，Trident 会自动检测 AFX 存储系统。某些后端配置参数不适用于 AFX 存储系统。

下表显示了后端配置选项：

参数	说明	默认
`version`		始终为 1
`storageDriverName`	存储驱动程序的名称 备注：对于 NetApp AFX 系统，仅支持 `ontap-nas`。	`ontap-nas`， `ontap-nas-economy`，或 `ontap-nas-flexgroup`
`backendName`	自定义名称或存储后端	驱动程序名称 + "_" + dataLIF

参数	说明	默认
managementLIF	集群或 SVM 管理 LIF 的 IP 地址，也可以指定完全限定域名（FQDN）。如果使用 IPv6 标志安装了 Trident，则可以设置为使用 IPv6 地址。IPv6 地址必须在方括号中定义，例如 [28e8:d9fb:a825:b7bf:69a8:d02f:9e7b:3555]。有关无缝 MetroCluster 切换，请参见 MetroCluster 示例。	“10.0.0.1”，“[2001:1234:abcd::fefe]”
dataLIF	协议 LIF 的 IP 地址。NetApp 建议指定 dataLIF。如果未提供，Trident 将从 SVM 获取 dataLIF。可以指定要用于 NFS 挂载操作的完全限定域名 (FQDN)，允许您创建轮询 DNS 以跨多个 dataLIF 进行负载平衡。可以在初始设置后更改。请参见 。如果使用 IPv6 标志安装了 Trident，则可以设置为使用 IPv6 地址。IPv6 地址必须在方括号中定义，例如 [28e8:d9fb:a825:b7bf:69a8:d02f:9e7b:3555]。*省略 MetroCluster。*请参阅MetroCluster 示例。	指定地址或源自 SVM，如果未指定（不推荐）
svm	要使用的 Storage Virtual Machine *对于 MetroCluster 请省略。*请参阅MetroCluster 示例。	如果指定了 SVM managementLIF，则派生
autoExportPolicy	启用自动导出策略创建和更新 [Boolean]。使用 `autoExportPolicy`和 `autoExportCIDRs`选项，Trident 可以自动管理导出策略。	false
autoExportCIDRs	启用 `autoExportPolicy`时用于过滤 Kubernetes 节点 IP 的 CIDR 列表。使用 `autoExportPolicy`和 `autoExportCIDRs`选项，Trident 可以自动管理导出策略。	["0.0.0.0/0", "::/0"]`
labels	要应用于卷的任意 JSON 格式标签集	""
clientCertificate	客户端证书的 Base64 编码值。用于基于证书的身份验证	""
clientPrivateKey	客户端私钥的 Base64 编码值。用于基于证书的身份验证	""
trustedCACertificate	受信任 CA 证书的 Base64 编码值。可选。用于基于证书的身份验证	""
username	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"。	
password	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"。	
storagePrefix	在 SVM 中配置新卷时使用的前缀。设置后无法更新 备注：当使用 ontap-nas-economy 和 24 个或更多字符的 storagePrefix 时，qtree 将不会嵌入存储前缀，尽管它将位于卷名称中。	“trident”

参数	说明	默认
aggregate	用于配置的聚合（可选；如果设置，则必须分配给 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的聚合来配置 FlexGroup 卷。 备注：当聚合在 SVM 中更新时，它会通过轮询 SVM 在 Trident 中自动更新，而无需重新启动 Trident Controller。当您在 Trident 中配置了特定聚合来配置卷时，如果聚合被重命名或移出 SVM，则在轮询 SVM 聚合时，后端将在 Trident 中移至失败状态。您必须将聚合更改为存在于 SVM 上的聚合，或者将其完全删除，以使后端恢复联机。 不要为 **AFF** 存储系统指定。	""
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**。不要为 **AFF** 存储系统指定。	"（默认情况下不强制执行）
flexgroupAggregateList	用于配置的聚合列表（可选；如果设置，则必须分配给 SVM）。分配给 SVM 的所有聚合都用于配置 FlexGroup 卷。支持 **ontap-nas-flexgroup** 存储驱动程序。 备注：在 SVM 中更新聚合列表时，通过轮询 SVM 自动在 Trident 中更新列表，而无需重新启动 Trident Controller。当您在 Trident 中配置了特定的聚合列表来配置卷时，如果聚合列表被重命名或移出 SVM，则在轮询 SVM 聚合时，后端将移至 Trident 中的失败状态。您必须将聚合列表更改为 SVM 上存在的列表，或者将其完全删除，以使后端恢复联机。	""
limitVolumeSize	如果请求的卷大小高于此值，则设置失败。	"（默认情况下不强制执行）
debugTraceFlags	故障排除时使用的调试标志。例如，{"api":false, "method":true} 除非正在进行故障排除并需要详细的日志转储，否则不要使用 debugTraceFlags。	空
nasType	配置 NFS 或 SMB 卷创建。选项为 nfs、 smb`或 null。设置为 null 默认为 NFS 卷。如果指定，对于 **AFF** 存储系统始终设置为 `**nfs**。	nfs

参数	说明	默认
nfsMountOptions	NFS 挂载选项的逗号分隔列表。Kubernetes 持久卷的挂载选项通常在存储类中指定，但如果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。如果存储类或配置文件中未指定挂载选项，Trident 将不会在关联的持久卷上设置任何挂载选项。	""
qtreesPerFlexvol	每个 FlexVol 的最大 Qtrees，必须在 [50, 300] 范围内	"200"
smbShare	可以指定以下选项之一：使用 Microsoft Management Console 或 ONTAP CLI 创建的 SMB 共享的名称；允许 Trident 创建 SMB 共享的名称；或者可以将参数留空以阻止对卷的公共共享访问。此参数对于本地 ONTAP 是可选的。此参数是 Amazon FSx for ONTAP 后端所必需的，不能为空。	smb-share
useREST	使用 ONTAP REST API 的布尔参数。 useREST`设置为 `true`时，Trident 使用 ONTAP REST API 与后端通信；设置为 `false`时，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 登录角色必须能够访问 `ontapi`应用程序。这通过预定义的 `vsadmin`和 `cluster-admin`角色来满足。从 Trident 24.06 版本和 ONTAP 9.15.1 或更高版本开始， `useREST`默认设置为 `true；将 useREST`更改为 `false`以使用 ONTAPI (ZAPI) 调用。如果指定，对于 **AFF** 存储系统始终设置为 `**true**。	true 适用于 ONTAP 9.15.1 或更高版本，否则 false。
limitVolumePoolSize	在 ontap-nas-economy 后端使用 Qtrees 时的最大可请求 FlexVol 大小。	"（默认情况下不强制执行）
denyNewVolumePools	限制 `ontap-nas-economy`后端创建新 FlexVol 卷以包含其 Qtree。仅预先存在的 FlexVol 用于配置新的 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。使用此参数为具有完全控制权限的 SMB 共享提供管理员权限。	

用于配置卷的后端配置选项

您可以使用配置的 defaults 部分中的这些选项来控制默认配置。有关示例，请参阅下面的配置示例。

参数	说明	默认
spaceAllocation	Qtree 的空间分配	"true"
spaceReserve	空间预留模式；"none"（精简）或 "volume"（厚）	"无"
snapshotPolicy	要使用的 Snapshot 策略	"无"

参数	说明	默认
qosPolicy	要为创建的卷分配的 QoS 策略组。为每个存储池/后端选择 qosPolicy 或 adaptiveQosPolicy 中的一个	""
adaptiveQosPolicy	要为创建的卷分配的自适应 QoS 策略组。为每个存储池/后端选择 qosPolicy 或 adaptiveQosPolicy 中的一个。ontap-nas-economy 不支持此功能。	""
snapshotReserve	为快照预留的卷百分比	"0" 如果 snapshotPolicy 为 "none"，否则为 "
splitOnClone	创建时从其父级拆分克隆	"false"
encryption	在新卷上启用 NetApp Volume Encryption (NVE)；默认为 false。必须在群集上许可并启用 NVE 才能使用此选项。如果在后端启用了 NAE，则在 Trident 中配置的任何卷都将启用 NAE。有关更多信息，请参阅："Trident 如何与 NVE 和 NAE 配合使用"。	"false"
tieringPolicy	要使用"none"的分层策略	
unixPermissions	新卷的模式	NFS 卷为 "777"；SMB 卷为空（不适用）
snapshotDir	控制对 .snapshot 目录的访问	true, false (显式设置)。
exportPolicy	要使用的导出策略	"default"
securityStyle	新卷的安全样式。NFS 支持 `mixed`和 `unix`安全样式。SMB 支持 `mixed`和 `ntfs`安全样式。	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。	""

备注	在 Trident 中使用 QoS 策略组需要 ONTAP 9.8 或更高版本。您应该使用非共享 QoS 策略组，并确保该策略组单独应用于每个组成部分。共享 QoS 策略组强制执行所有工作负载总吞吐量的上限。

卷配置示例

以下是定义了默认值的示例：

```
---
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"
```

对于 `ontap-nas`和 `ontap-nas-flexgroups`，Trident 现在使用新的计算来确保 FlexVol 使用 snapshotReserve 百分比和 PVC 正确调整大小。当用户请求 PVC 时，Trident 使用新的计算创建具有更多空间的原始 FlexVol。此计算可确保用户收到他们在 PVC 中请求的可写空间，而不是少于他们请求的空间。在 v21.07 之前，当用户请求 PVC（例如 5 GiB）时，如果 snapshotReserve 为 50%，则仅获得 2.5 GiB 的可写空间。这是因为用户请求的是整个卷，而 `snapshotReserve`是该卷的百分比。对于 `Trident 21.07`，用户要求的是可写空间，`Trident` 将 `snapshotReserve`数字定义为整个卷的百分比。此情况不适用于 `ontap-nas-economy`。请参见以下示例以了解其工作原理：

计算结果如下所示：

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

对于 snapshotReserve = 50% 和 PVC 请求 = 5 GiB，总体积大小为 5/.5 = 10 GiB，可用大小为 5 GiB，这是用户在 PVC 请求中请求的内容。 `volume show`命令应显示类似于以下示例的结果：

升级 Trident 时，先前安装的现有后端将按上述说明配置卷。对于升级前创建的卷，应调整其卷的大小，以便观察更改。例如，较早的 2 GiB PVC 与 `snapshotReserve=50`导致提供 1 GiB 可写空间的卷。例如，将卷的大小调整为 3 GiB，可在 6 GiB 卷上为应用程序提供 3 GiB 的可写空间。

最小配置示例

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。

备注	如果要在 Trident 上使用 Amazon FSx for NetApp ONTAP，建议为 LIF 指定 DNS 名称而不是 IP 地址。

ONTAP NAS 经济示例

```
---
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

```
---
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

您可以配置后端，以避免在 "SVM 复制和恢复" 期间进行切换和切换后手动更新后端定义。

对于无缝切换和切回，使用 `managementLIF` 指定 SVM 并省略 `dataLIF` 和 `svm` 参数。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

这是一个最小后端配置示例。 `clientCertificate`、 `clientPrivateKey` 和 `trustedCACertificate`（可选，如果使用受信任的 CA）分别填充在 `backend.json` 中并获取客户端证书、私钥和可信 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

此示例演示如何指导 Trident 使用动态导出策略自动创建和管理导出策略。这对 `ontap-nas-economy` 和 `ontap-nas-flexgroup` 驱动程序也同样适用。

```
---
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
```

使用 **SMB** 卷的 **Amazon FSx for ONTAP** 示例

对于使用 SMB 卷的 FSx for ONTAP， `smbShare` 参数是必需的。

```
---
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_
```

带有 **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}}"
```

具有虚拟池的后端示例

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的默认值，例如 `spaceReserve`为 none、`spaceAllocation`为 false 和 `encryption`为 false。虚拟池在存储部分中定义。

Trident 在"Comments"字段中设置配置标签。Comments 设置在 FlexVol 上用于 `ontap-nas`或 `FlexGroup` 用于 `ontap-nas-flexgroup`。Trident 在配置时将虚拟池上存在的所有标签复制到存储卷。为方便起见，存储管理员可以为每个虚拟池定义标签，并按标签对卷进行分组。

在这些示例中，一些存储池设置了自己的 `spaceReserve`、 `spaceAllocation` 和 `encryption` 值，而一些池覆盖了默认值。

ONTAP NAS 示例

```
---
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

```
---
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 经济示例

```
---
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 定义参考了 [具有虚拟池的后端示例]。使用 `parameters.selector` 字段，每个 StorageClass 调用哪些虚拟池可用于托管卷。卷将具有所选虚拟池中定义的方面。

- `protection-gold` StorageClass 将映射到 `ontap-nas-flexgroup`后端中的第一个和第二个虚拟池。这些是唯一提供黄金级保护的池。

```
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 `ontap-nas-flexgroup`后端的第三个和第四个虚拟池。这些是唯一提供黄金以外防护等级的池。

```
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 `ontap-nas`后端的第四个虚拟池。这是唯一为 mysqldb 类型应用程序提供存储池配置的池。

```
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 `ontap-nas-flexgroup`后端中的第三个虚拟池。这是唯一提供银级保护和 20000 creditpoints 的池。

```
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 `ontap-nas`后端中的第三个虚拟池和 `ontap-nas-economy`后端中的第二个虚拟池。这些是唯一拥有 5000 个信用点的池产品。

```
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。

初始配置后更新 `dataLIF`

您可以在初始配置后通过运行以下命令更改 dataLIF，以提供具有更新的 dataLIF 的新后端 JSON 文件。

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

备注	如果 PVC 连接到一个或多个 pod，则必须关闭所有相应的 pod，然后将其重新启动，以使新的 dataLIF 生效。

安全 SMB 示例

带有 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
```

使用存储池的后端配置

```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
```

带有 **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
```

备注	请确保添加 `annotations`以启用安全的 SMB。如果没有注释，无论后端或 PVC 中设置的配置如何，Secure SMB 都无法正常工作。

具有 **ontap-nas-economy** 驱动程序的存储类示例

```
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
```

单个 **AD** 用户的 **PVC** 示例

```
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

```
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
```

Amazon FSx for NetApp ONTAP

将 **Trident** 与 **Amazon FSx for NetApp ONTAP** 结合使用

"Amazon FSx for NetApp ONTAP" 是一项完全托管的 AWS 服务，运行由 NetApp ONTAP 存储操作系统支持的文件系统。它提供 ONTAP 功能、性能和管理，具有 AWS 的可扩展性和操作简便性。文件系统是 Amazon FSx 中的主要资源，类似于本地 ONTAP 集群。每个文件系统包含一个或多个存储虚拟机 (SVM)，每个 SVM 包含一个或多个存储文件和目录的卷。这种集成使在 Amazon Elastic Kubernetes Service (EKS) 中运行的 Kubernetes 集群能够为块和文件工作负载配置 ONTAP 支持的持久卷。

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 集群或自我管理的 Kubernetes 集群。

- 可从群集的工作节点访问的现有 Amazon FSx for NetApp ONTAP 文件系统和 Storage Virtual Machine (SVM)。
- 已为 "NFS 或 iSCSI" 准备好的工作节点。

> 备注 请确保遵循 Amazon Linux 和 Ubuntu "Amazon Machine Images" (AMI) 所需的节点准备步骤，具体取决于您的 EKS AMI 类型。

注意事项

- SMB 卷：
  - 仅使用 `ontap-nas` 驱动程序支持 SMB 卷。
  - Trident EKS 加载项不支持 SMB 卷。
  - Trident 仅支持将 SMB 卷挂载到在 Windows 节点上运行的 Pod。有关详细信息，请参见 "准备配置 SMB 卷"。
- 在 Trident 24.02 之前，在启用了自动备份的 Amazon FSx 文件系统上创建的卷无法被 Trident 删除。要防止 Trident 24.02 或更高版本中的此问题，请在 AWS FSx for ONTAP 的后端配置文件中指定 `fsxFilesystemID`、AWS `apiRegion`、AWS `apikey` 和 AWS `secretKey`。

> 备注 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 "FSx for ONTAP 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。此示例显示了一个 `multipath.conf`文件，其中包含所需的 Trident 设置，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 提供了两种身份验证模式。

- 基于凭据（推荐）：在 AWS Secrets Manager 中安全地存储凭据。您可以使用文件系统的 `fsxadmin` 用户或为 SVM 配置的 `vsadmin` 用户。

警告	Trident 希望以 `vsadmin` SVM 用户身份或以具有相同角色的不同名称的用户身份运行。Amazon FSx for NetApp ONTAP 有一个 `fsxadmin` 用户，它是 ONTAP `admin` 集群用户的有限替代品。我们强烈建议将 `vsadmin` 与 Trident 一起使用。

- 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"

已测试的 **Amazon Machine Images (AMIs)**

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 Machine Images (AMI)。以下 AMI 已通过 NetApp Trident 25.02 测试。

AMI	NAS	NAS-经济型	iSCSI	iSCSI-经济性
AL2023_x86_64_STANDARD	是	是	是	是
AL2_x86_64	是	是	是*	是*
BOTTLEROCKET_x86_64	是**	是	不适用	不适用
AL2023_ARM_64_STANDARD	是	是	是	是
AL2_ARM_64	是	是	是*	是*
BOTTLEROCKET_ARM_64	是**	是	不适用	不适用

- * 如果不重新启动节点，则无法删除 PV
- ** 不适用于 Trident 版本 25.02 的 NFSv3。

备注	如果您所需的 AMI 未在此处列出，这并不意味着它不受支持；它只是意味着它尚未经过测试。此列表可作为已知有效的 AMI 的指南。

执行测试使用：

- EKS 版本：1.32
- 安装方法：Helm 25.06 和作为 AWS 插件 25.06
- 对于 NAS，已测试 NFSv3 和 NFSv4.1。
- 对于 SAN，仅测试了 iSCSI，而未测试 NVMe-oF。

已执行的测试：

- 创建：Storage Class、pvc、pod

- 删除：pod、pvc（常规、qtree/lun – economy、带 AWS 备份的 NAS）

查找更多信息

- "Amazon FSx for NetApp ONTAP 文档"
- "关于 Amazon FSx for NetApp ONTAP 的博客文章"

创建 IAM 角色和 AWS Secret

您可以通过作为 AWS IAM 角色进行身份验证，而不是提供明确的 AWS 凭据，来配置 Kubernetes Pod 以访问 AWS 资源。

备注	要使用 AWS IAM 角色进行身份验证，必须使用 EKS 部署 Kubernetes 集群。

创建 AWS Secrets Manager 密钥

由于 Trident 将针对 FSx vserver 发布 API 来为您管理存储，因此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 Secrets Manager 密钥。因此，如果您还没有 AWS Secrets Manager 密钥，则需要创建包含 vsadmin 帐户凭据的 AWS Secrets Manager 密钥。

此示例创建 AWS Secrets Manager 密码以存储 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，为 Trident 提供所需的权限。

以下示例使用 AWS CLI 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

您可以将 Kubernetes 服务帐户配置为具有 EKS Pod Identity 或 IAM role for Service account association (IRSA) 的 AWS Identity and Access Management (IAM) 角色。然后，配置为使用服务帐户的任何 Pod 都可以访问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据的功能，类似于 Amazon EC2 实例配置文件向 Amazon EC2 实例提供凭据的方式。

在 **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 标识：

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

有关详细信息，请参阅 "设置 Amazon EKS Pod Identity Agent"。

创建 **trust-relationship.json**：

创建 trust-relationship.json 以启用 EKS Service Principal 承担 Pod Identity 的此角色。然后使用此信任策略创建角色：

```
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已创建的 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** 标识关联：

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
```

trust-relationship.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 `trust-relationship.json` 文件中的以下值：

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

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

将 **IAM** 角色与 **IAM** 策略绑定：

创建角色后，使用此命令将策略（在上述步骤中创建的）附加到角色：

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

验证 **OICD** 提供者是否关联：

验证您的 OIDC 提供程序是否与您的集群关联。您可以使用以下命令验证它：

```
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 关联到您的群集：

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

如果使用 **eksctl**，请使用以下示例在 EKS 中为服务帐户创建 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 Kubernetes 中 Amazon FSx for NetApp ONTAP 存储管理，使您的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：

- Helm
- 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 **helm** 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. 请使用以下示例安装 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
```

服务账户关联 (IRSA)

1. 添加 Trident Helm 存储库：

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

2. 设置 **cloud provider** 和 **cloud identity** 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
```

备注

如果您计划使用 iSCSI，请确保在您的客户端计算机上启用了 iSCSI。如果您使用的是 AL2023 Worker 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** 附加组件安装 **Trident**

Trident EKS 加载项包含最新的安全补丁、错误修复，并经过 AWS 验证可与 Amazon EKS 配合使用。EKS 加载项使您能够始终如一地确保 Amazon EKS 集群的安全和稳定，并减少安装、配置和更新加载项所需的工作量。

前提条件

在为 AWS EKS 配置 Trident 加载项之前，请确保具备以下条件：

- 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

为 **AWS** 启用 **Trident** 加载项

管理控制台

1. 在 https://console.aws.amazon.com/eks/home#/clusters 打开 Amazon EKS 控制台。
2. 在左侧导航窗格中，选择 **Clusters**。
3. 选择要为其配置 NetApp Trident CSI 加载项的群集的名称。
4. 选择 **Add-ons**，然后选择 **Get more add-ons**。
5. 按照以下步骤选择附加组件：
   a. 向下滚动到 **AWS Marketplace add-ons** 部分，然后在搜索框中键入 **"Trident"**。
   b. 选中 Trident by NetApp 框右上角的复选框。
   c. 选择 **Next**。
6. 在 **Configure selected add-ons** 设置页面上，执行以下操作：

   备注 | 如果您使用的是 **Pod Identity** 关联，请跳过这些步骤。

   a. 选择您想要使用的 **Version**。
   b. 如果使用 IRSA 身份验证，请确保在可选配置设置中设置可用的配置值：
      - 选择您想要使用的 **Version**。
      - 按照*附加组件配置模式*，将*配置值*部分的*configurationValues*参数设置为您在上一步骤中创建的角色 arn（值应采用以下格式）：

```
{

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

}
```

+
如果为冲突解决方法选择覆盖，则可以使用 Amazon EKS 加载项设置覆盖现有加载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排除冲突。在选择此选项之前，请确保 Amazon EKS 加载项不会管理您需要自我管理的设置。

7. 选择 **Next**。
8. 在 **Review and add** 页面上，选择 **Create**。

   加载项安装完成后，您将看到已安装的加载项。

AWS CLI

1.创建 **`add-on.json`**文件：

对于 **Pod Identity**，请使用以下格式：

备注 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"
  }
}
```

备注 将 `<role ARN>` 替换为上一步中创建的角色的 ARN。

2.安装 **Trident EKS** 附加组件。

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

eksctl

以下示例命令安装 Trident EKS 加载项：

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

更新 **Trident EKS** 附加组件

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 **Clusters**。
3. 选择要为其更新 NetApp Trident CSI 加载项的群集的名称。
4. 选择 **Add-ons** 选项卡。
5. 选择 **Trident by NetApp** ，然后选择 **Edit** 。
6. 在 **Configure Trident by NetApp** 页面上，执行以下操作：
   a. 选择您想要使用的 **Version**。
   b. 展开 **Optional configuration settings** 并根据需要进行修改。
   c. 选择 **Save changes**。

AWS CLI

以下示例更新 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>'\"}"
```

eksctl

- 检查 FSxN Trident CSI 附加组件的当前版本。将 `my-cluster` 替换为您的集群名称。

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

输出示例：

```
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'"}
```

- 将加载项更新到上一步输出中的 UPDATE AVAILABLE 下返回的版本。

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

如果您删除该 `--force` 选项，并且任何 Amazon EKS 加载项设置与现有设置冲突，则更新 Amazon EKS 加载项失败；您会收到一条错误消息，以帮助您解决冲突。在指定此选项之前，请确保 Amazon EKS 加载项不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 Kubernetes 字段管理的详细信息，请参见 "Kubernetes 字段管理"。

卸载/删除 **Trident EKS** 插件

您有两种删除 Amazon EKS 加载项的选项：

- 保留集群上的附加软件 – 此选项可删除任何设置的 Amazon EKS 管理。它还删除了 Amazon EKS 通知您更新并在您启动更新后自动更新 Amazon EKS 加载项的功能。但是，它会保留集群上的加载项软件。此选项使加载项成为自我管理的安装，而不是 Amazon EKS 加载项。使用此选项，附加组件不会停机。保留命令中的 `--preserve` 选项以保留加载项。
- 从集群中完全移除附加软件 – NetApp 建议仅当您的集群上没有依赖该附加组件的资源时，才从集群中移除 Amazon EKS 附加组件。从 `--preserve`命令中移除 `delete`选项以移除该附加组件。

备注	如果附加组件具有关联的 IAM 帐户，则不会删除该 IAM 帐户。

管理控制台

1. 在 https://console.aws.amazon.com/eks/home#/clusters 打开 Amazon EKS 控制台。
2. 在左侧导航窗格中，选择 **Clusters**。
3. 选择要删除其 NetApp Trident CSI 加载项的群集的名称。
4. 选择 **Add-ons** 选项卡，然后选择 **Trident by NetApp**。
5. 选择 **Remove**。
6. 在 删除 **netapp_trident-operator** 确认 对话框中，执行以下操作：
   a. 如果希望 Amazon EKS 停止管理加载项的设置，请选择 **Preserve on cluster**。如果要将加载项软件保留在集群上，以便可以自行管理加载项的所有设置，请执行此操作。
   b. 输入 **netapp_trident-operator**。
   c. 选择 **Remove**。

AWS CLI

将 `my-cluster` 替换为群集的名称，然后运行以下命令。

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

eksctl

以下命令卸载 Trident EKS 加载项：

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

配置存储类

`https://kubernetes.io/docs/concepts/storage/storage-classes/["Kubernetes StorageClass 对象"^] 标识置备程序并指示置备程序如何置备卷。本节将向您展示如何配置将 Trident 指定为置备程序的 Kubernetes StorageClass 对象。`

创建 **StorageClass** 对象

当您为 FSx for ONTAP 创建 StorageClass 时，Trident 将自动创建后端配置。

备注	如果要手动配置存储后端，请参阅 [create-a-kubernetes-storageclass-without-automatic-backend-configuration] 部分了解如何分别创建 Trident 后端和存储类。

指定所需 **StorageClass** 参数

创建 StorageClass 时需要定义以下三个参数：

参数	必填项	类型	说明
`fsxFilesystemID`	是	string	FSx for NetApp ONTAP 文件系统 ID
`storageDriverName`	是	string	Trident 存储驱动程序（例如， `ontap-nas` 或 `ontap-san`）
`credentialsName`	是	string	包含 FSx for ONTAP 凭据的 Kubernetes Secret 的名称

指定可选参数

您可以通过 StorageClass 传递可选的后端参数。在 StorageClass `parameters` 部分中将所有可选值定义为字符串。有关后端参数的完整列表，请参阅："FSx for NetApp ONTAP 后端配置"。

示例 **StorageClass** 配置文件。

以下示例显示了触发自动后端配置的 StorageClass。

YAML

```yaml
apiVersion: storage.k8s.io/v1
kind: StorageClass
metadata:
  name: ontap-fsx-demo
  annotations:
    description: "Demo StorageClass for FSx for NetApp ONTAP"
provisioner: csi.trident.netapp.io
parameters:
  fsxFilesystemID: "fs-0abc123"
  storageDriverName: "ontap-nas"
  credentialsName: trident-fsx-credentials
allowVolumeExpansion: true
reclaimPolicy: Delete
volumeBindingMode: Immediate
```

JSON

```json
{
  "apiVersion": "storage.k8s.io/v1",
  "kind": "StorageClass",
  "metadata": {
    "name": "ontap-fsx-demo",
    "annotations": {
      "description": "Demo StorageClass for FSx for NetApp ONTAP"
    }
  },
  "provisioner": "csi.trident.netapp.io",
  "parameters": {
    "fsxFilesystemID": "fs-0abc123",
    "storageDriverName": "ontap-nas",
    "credentialsName": "trident-fsx-credentials"
  },
  "allowVolumeExpansion": true,
  "reclaimPolicy": "Delete",
  "volumeBindingMode": "Immediate"
}
```

创建 **StorageClass**

创建配置文件后，请运行以下命令来创建存储类。

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

现在，您应该在 Kubernetes 和 Trident 中都看到 **basic-csi** 存储类，并且 Trident 应该已经发现了后端的池。

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

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

应用 StorageClass 后，Trident 会自动创建后端。然后，您可以创建引用此 StorageClass 的 PersistentVolumeClaims。

验证后端配置状态

Trident 在 StorageClass 注释中记录后端创建的结果。

标注	说明
`trident.netapp.io/configuratorStatus`	配置结果 (`Success` 或 `Failure`)
`trident.netapp.io/configuratorMessage`	详细状态或错误消息
`trident.netapp.io/configuratorName`	内部配置器资源的名称
`trident.netapp.io/managed`	表示 StorageClass 由 Trident 管理
`trident.netapp.io/additionalStoragePools`	为此后端创建的存储池

要验证状态，请运行：

```
kubectl get storageclass ontap-fsx-demo -o yaml
```

确认 `trident.netapp.io/configuratorStatus`已设置为 `Success。如果值为 `Failure`，请检查 `trident.netapp.io/configuratorMessage`以了解错误。

添加其他 **FSxN** 文件系统

如果在继续使用相同的 StorageClass 的同时需要额外的存储容量，请添加其他 FSxN 文件系统 ID。

编辑 StorageClass 并添加以下注释：

```
metadata:
  annotations:
    trident.netapp.io/additionalFsxNFileSystemID: '["fs-
xxxxxxxxxxxxxxxxx"]'
```

应用更改后，Trident 更新后端配置并更新 StorageClass 注释。

操作注意事项和限制

- 删除具有自动后端配置的 StorageClass 通常会删除关联的 Trident 后端。这可能会中断存储连接并中断正在运行的工作负载。在删除托管的 StorageClass 之前，请验证影响。
- 只有适用于 NetApp ONTAP 的 AWS FSx 才支持自动后端配置。

创建没有自动后端配置的 **Kubernetes StorageClass**

如果要单独创建 Trident 后端和 StorageClass，请按照以下步骤操作。

了解自动后端配置的工作原理

Trident 从 StorageClass 定义中导出后端配置。当您应用 StorageClass 时，Trident 验证所需的参数，创建后端，并使用状态注释 StorageClass。

Trident 只创建一次 VolumeSnapshotClass。Trident 会为后续的 StorageClasses 重复使用同一个 VolumeSnapshotClass。

创建 **Trident** 后端

要创建 Trident 后端，需要创建 JSON 或 YAML 格式的配置文件。文件需要指定所需的存储类型（NAS 或 SAN ）、文件系统和获取该文件的 SVM 以及使用该文件进行身份验证的方式。以下示例演示如何定义基于 NAS 的存储并使用 AWS 密钥将凭据存储到要使用的 SVM：

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

```
{
  "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"
    }
  }
}
```

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：

驱动程序名称	说明
`ontap-san`	每个配置的 PV 都是其自己的 Amazon FSx for NetApp ONTAP 卷中的一个 LUN。推荐用于块存储。
`ontap-nas`	配置的每个 PV 都是完整的 Amazon FSx for NetApp ONTAP 卷。推荐用于 NFS 和 SMB。
`ontap-san-economy`	每个配置的 PV 都是一个 LUN，每个 Amazon FSx for NetApp ONTAP 卷具有可配置数量的 LUN。
`ontap-nas-economy`	配置的每个 PV 都是一个 qtree，每个 Amazon FSx for NetApp ONTAP 卷具有可配置数量的 qtree。
`ontap-nas-flexgroup`	每个已配置的 PV 都是一个完整的 Amazon FSx for NetApp ONTAP FlexGroup 卷。

有关驱动程序的详细信息，请参阅 "NAS 驱动程序" 和 "SAN 驱动程序"。

创建后端

创建配置文件后，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
```

有关其他配置选项的详细信息，请参见以下 [Backend-advanced-configuration-and-examples] 部分。

以下是与 Trident 和 FSx for ONTAP 配合使用的存储类配置示例。

NFS 存储类

您可以使用此示例为使用 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"
```

适用于 **iSCSI** 的 **Storage Class**

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"
```

使用 **NFSv3** 和 **AWS Bottlerocket** 的存储类

要在 AWS Bottlerocket 上配置 NFSv3 卷，请将所需的 `mountOptions`添加到存储类：

```
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
```

Trident StorageClass 属性

这些参数确定应使用哪些 Trident 管理的存储池来配置给定类型的卷。

属性	类型	值	提供	请求	支持方
媒体[1]	string	hdd、hybrid、ssd	池包含此类型的介质；混合意味着两者兼有	指定媒体类型	ontap-nas，ontap-nas-economy，ontap-nas-flexgroup，ontap-san，solidfire-san
provisioningType	string	薄、厚	池支持此配置方法	已指定配置方法	thick：所有 ONTAP；thin：所有 ONTAP 和 solidfire-san
backendType	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	布尔值	true，false	池支持具有快照的卷	已启用快照的卷	ontap-nas、ontap-san、solidfire-san
个克隆	布尔值	true，false	池支持克隆卷	已启用克隆的卷	ontap-nas、ontap-san、solidfire-san

属性	类型	值	提供	请求	支持方
加密	布尔值	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
IOPS	int	正整数	池能够保证此范围内的 IOPS	卷保证这些 IOPS	solidfire-san

[1]：ONTAP Select 或 FSx for ONTAP 系统不支持

请参阅"Kubernetes 和 Trident 对象"，了解存储类如何与 `PersistentVolumeClaim`交互，以及用于控制 Trident 配置卷的参数详情。

创建存储类

配置 StorageClass 后，您可以在 Kubernetes 中创建它。

步骤

1. 这是一个 Kubernetes 对象，因此请使用 `kubectl` 在 Kubernetes 中创建它。

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

2. 现在，您应该在 Kubernetes 和 Trident 中都看到 **basic-csi** 存储类，并且 Trident 应该已经发现了后端的池。

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

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

配置 **SMB** 卷

您可以使用 `ontap-nas` 驱动程序配置 SMB 卷。但是，要执行此操作，您必须完成以下步骤："准备配置 SMB 卷"。

后端高级配置和示例

有关后端配置选项，请参见下表：

参数	说明	示例
`version`		始终为 1

参数	说明	示例
`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
`managementLIF`	集群或 SVM 管理 LIF 的 IP 地址，也可以指定完全限定域名（FQDN）。如果使用 IPv6 标志安装了 Trident，则可以设置为使用 IPv6 地址。IPv6 地址必须以方括号定义，例如 [28e8:d9fb:a825:b7bf:69a8:d02f:9e7b:3555]。如果你在 `fsxFilesystemID`下的 `aws` 字段中提供了 `managementLIF`，则无需再提供 `managementLIF`，因为 Trident 会从 AWS 检索 SVM 信息。因此，你必须为 SVM 下的用户（例如：vsadmin）提供凭据，并且该用户必须具有 `vsadmin`角色。	“10.0.0.1”，“[2001:1234:abcd::fefe]”
`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，Trident 将从 SVM 获取 dataLIF。可以指定要用于 NFS 挂载操作的完全限定域名 (FQDN)，允许您创建轮询 DNS 以跨多个 dataLIF 进行负载平衡。可以在初始设置后更改。**ONTAP SAN** 驱动程序：不要为 iSCSI 指定。Trident 使用 ONTAP Selective LUN Map 来发现建立多路径会话所需的 iSCSI LIF。如果明确定义了 dataLIF，则会生成警告。如果使用 IPv6 标志安装了 Trident，则可以设置为使用 IPv6 地址。IPv6 地址必须以方括号定义，例如 [28e8:d9fb:a825:b7bf:69a8:d02f:9e7b:3555]。	
`autoExportPolicy`	启用自动导出策略创建和更新 [Boolean]。使用 `autoExportPolicy` 和 `autoExportCIDRs`选项，Trident 可以自动管理导出策略。	`false`
`autoExportCIDRs`	启用 `autoExportPolicy`时用于过滤 Kubernetes 节点 IP 的 CIDR 列表。使用 `autoExportPolicy`和 `autoExportCIDRs`选项，Trident 可以自动管理导出策略。	"["0.0.0.0/0", "::/0"]"
`labels`	要应用于卷的任意 JSON 格式标签集	""

参数	说明	示例
clientCertificate	客户端证书的 Base64 编码值。用于基于证书的身份验证	""
clientPrivateKey	客户端私钥的 Base64 编码值。用于基于证书的身份验证	""
trustedCACertificate	受信任 CA 证书的 Base64 编码值。可选。用于基于证书的身份验证。	""
username	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。	
password	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	如果指定了 SVM managementLIF，则派生。
storagePrefix	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
limitAggregateUsage	*请勿为 Amazon FSx for NetApp ONTAP 指定。*提供的 `fsxadmin` 和 `vsadmin`不包含检索聚合使用情况并使用 Trident 限制它所需的权限。	请勿使用。
limitVolumeSize	如果请求的卷大小高于此值，则设置失败。还限制其为 qtree 和 LUN 管理的卷的最大大小，并且该 `qtreesPerFlexvol`选项允许自定义每个 FlexVol 卷的最大 qtree 数	" （默认情况下不强制执行）
lunsPerFlexvol	每个 FlexVol volume 的最大 LUN 数必须在 [50, 200] 范围内。仅限 SAN。	“100”
debugTraceFlags	故障排除时使用的调试标志。例如，{"api":false, "method":true} 除非正在进行故障排除并需要详细的日志转储，否则不要使用 debugTraceFlags。	空
nfsMountOptions	NFS 挂载选项的逗号分隔列表。Kubernetes 持久卷的挂载选项通常在存储类中指定，但如果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。如果存储类或配置文件中未指定挂载选项，Trident 将不会在关联的持久卷上设置任何挂载选项。	""

参数	说明	示例
nasType	配置 NFS 或 SMB 卷创建。选项为 nfs、 smb`或 null。*对于 SMB 卷，必须设置为 `smb。*设置为 null 默认为 NFS 卷。	nfs
qtreesPerFlexvol	每个 FlexVol 卷的最大 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 Management Console 或 ONTAP CLI 创建的 SMB 共享的名称，或允许 Trident 创建 SMB 共享的名称。Amazon FSx for ONTAP 后端需要此参数。	smb-share
useREST	使用 ONTAP REST API 的布尔参数。当设置为 `true`时，Trident 将使用 ONTAP REST API 与后端进行通信。此功能需要 ONTAP 9.11.1 及更高版本。此外，所使用的 ONTAP 登录角色必须能够访问 `ontap`应用程序。这通过预定义的 `vsadmin`和 `cluster-admin`角色来满足。	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 密钥。	"" "" ""
credentials	指定要存储在 AWS Secrets Manager 中的 FSx SVM 凭据。- name：机密的 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 Secrets Manager 密钥"。	

用于配置卷的后端配置选项

您可以使用配置的 defaults 部分中的这些选项来控制默认配置。有关示例，请参阅下面的配置示例。

参数	说明	默认
spaceAllocation	LUN 的空间分配	true
spaceReserve	空间预留模式；"none"（精简）或 "volume"（厚）	none
snapshotPolicy	要使用的 Snapshot 策略	none

参数	说明	默认
qosPolicy	要为创建的卷分配的 QoS 策略组。为每个存储池或后端选择 qosPolicy 或 adaptiveQosPolicy 中的一个。在 Trident 中使用 QoS 策略组需要 ONTAP 9.8 或更高版本。您应该使用非共享 QoS 策略组，并确保该策略组单独应用于每个组成部分。共享 QoS 策略组强制执行所有工作负载总吞吐量的上限。	""
adaptiveQosPolicy	要为创建的卷分配的自适应 QoS 策略组。为每个存储池或后端选择 qosPolicy 或 adaptiveQosPolicy 中的一个。ontap-nas-economy 不支持此功能。	""
snapshotReserve	为快照"0"保留的卷的百分比	如果 snapshotPolicy 是 none，else ""
splitOnClone	创建时从其父级拆分克隆	false
encryption	在新卷上启用 NetApp Volume Encryption (NVE)；默认为 false。必须在群集上许可并启用 NVE 才能使用此选项。如果在后端启用了 NAE，则在 Trident 中配置的任何卷都将启用 NAE。有关更多信息，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 Unified Key Setup (LUKS)"。仅限 SAN。	""
tieringPolicy	要使用的分层策略 none	
unixPermissions	新卷的模式。对于 **SMB** 卷，请留空。	""
securityStyle	新卷的安全样式。NFS 支持 `mixed` 和 `unix`安全样式。SMB 支持 `mixed`和 `ntfs`安全样式。	NFS 默认值为 unix。SMB 默认值为 ntfs。

配置 **PVC**

本节包含有关如何创建使用已配置 Kubernetes StorageClass 来请求 PV 的 PersistentVolumeClaim（PVC）的说明。如果成功，您随后可以将该 PV 挂载到 pod。

创建 **PVC**

https://kubernetes.io/docs/concepts/storage/persistent-volumes["_PersistentVolumeClaim_"^]（PVC）是访问集群上 PersistentVolume 的请求。PVC 可以配置为请求特定大小或访问模式的存储。使用关联的 StorageClass，集群管理员可以控制超出 PersistentVolume 大小和访问模式的更多内容—例如性能或服务级别。

创建 Trident 后端和 StorageClass 后，您可以创建 PVC。创建 PVC 后，您可以将卷挂载到 Pod 中。

示例清单

以下示例显示了基本的 PVC 配置选项。

带 **RWX** 访问的 **PVC**

此示例显示了一个与名为 `basic-csi`的 StorageClass 相关联的具有 RWX 访问权限的基本 PVC。

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

PVC 使用 **iSCSI** 示例

此示例显示了一个与名为 `protection-gold`的 StorageClass 相关联的具有 RWO 访问权限的 iSCSI 基本 PVC。

```
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
```

请参阅"Kubernetes 和 Trident 对象"，了解存储类如何与 `PersistentVolumeClaim`交互，以及用于控制 Trident 配置卷的参数详情。

部署应用程序

创建存储类和 PVC 后，您可以将 PV 安装到 Pod 上。本节列出了将 PV 附加到 Pod 的示例命令和配置。

部署示例应用程序

步骤

1. 在 Pod 中挂载卷。

```
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
```

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

2. 验证卷是否已装入 `/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 了。Pod 应用程序将不再存在，但卷将保持不变。

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

在 EKS 集群上配置 Trident EKS 附加组件

NetApp Trident 简化了 Kubernetes 中 Amazon FSx for NetApp ONTAP 存储管理，使您的开发人员和管理员能够专注于应用程序部署。NetApp Trident EKS 加载项包含最新的安全补丁、错误修复，并经过 AWS 验证可与 Amazon EKS 配合使用。EKS 加载项使您能够始终如一地确保 Amazon EKS 集群的安全和稳定，并减少安装、配置和更新加载项所需的工

作量。

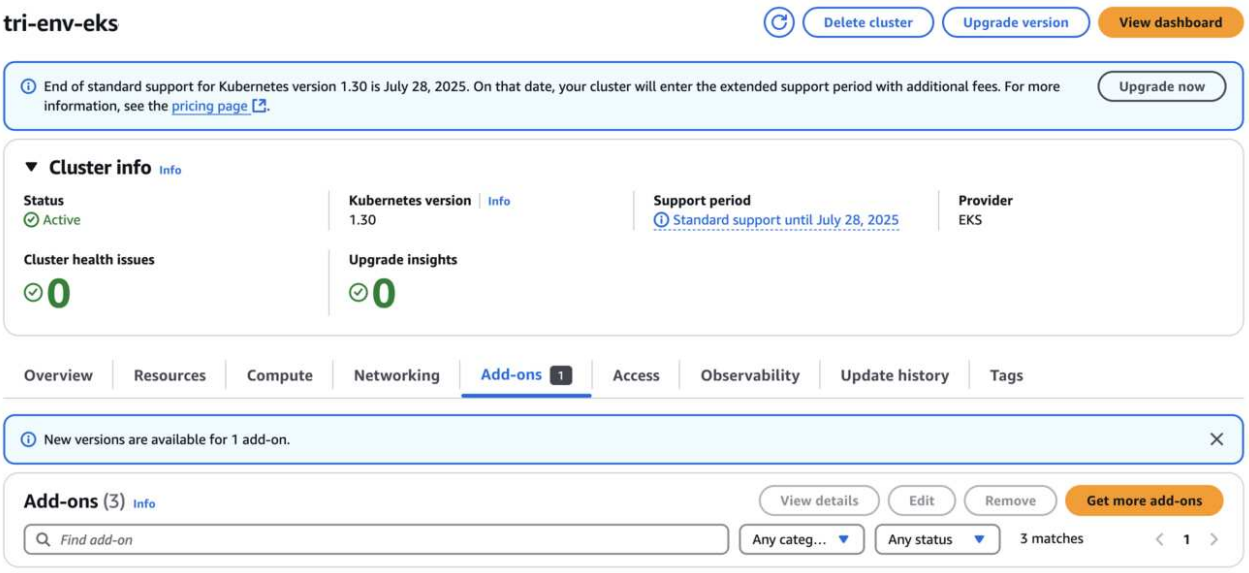
前提条件

在为 AWS EKS 配置 Trident 加载项之前，请确保具备以下条件：

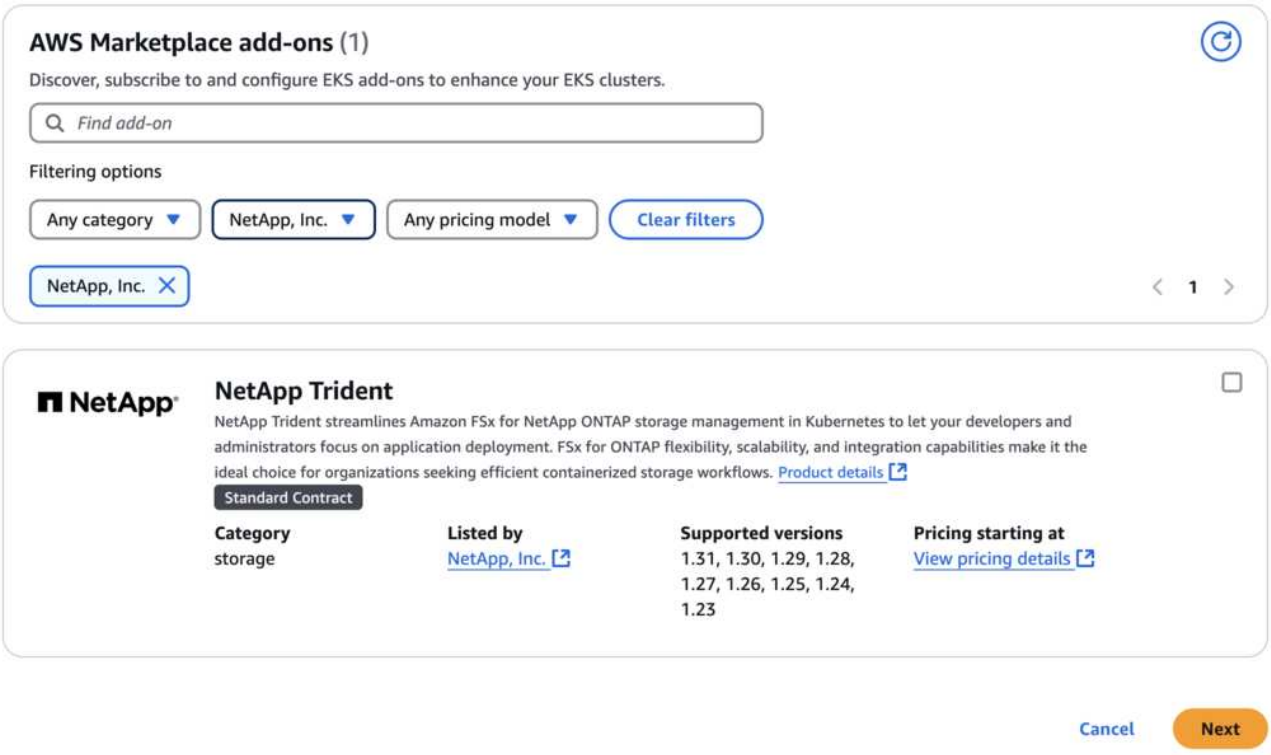
- 具有使用加载项权限的 Amazon EKS 群集帐户。请参见 "Amazon EKS 附加组件"。
- AWS 对 AWS marketplace 的权限：
  ```
  "aws-marketplace:ViewSubscriptions",
  "aws-marketplace:Subscribe",
  "aws-marketplace:Unsubscribe
  ```
- AMI 类型：Amazon Linux 2 (AL2_x86_64) 或 Amazon Linux 2 Arm(AL2_ARM_64)
- 节点类型：AMD 或 ARM
- 现有 Amazon FSx for NetApp ONTAP 文件系统

步骤

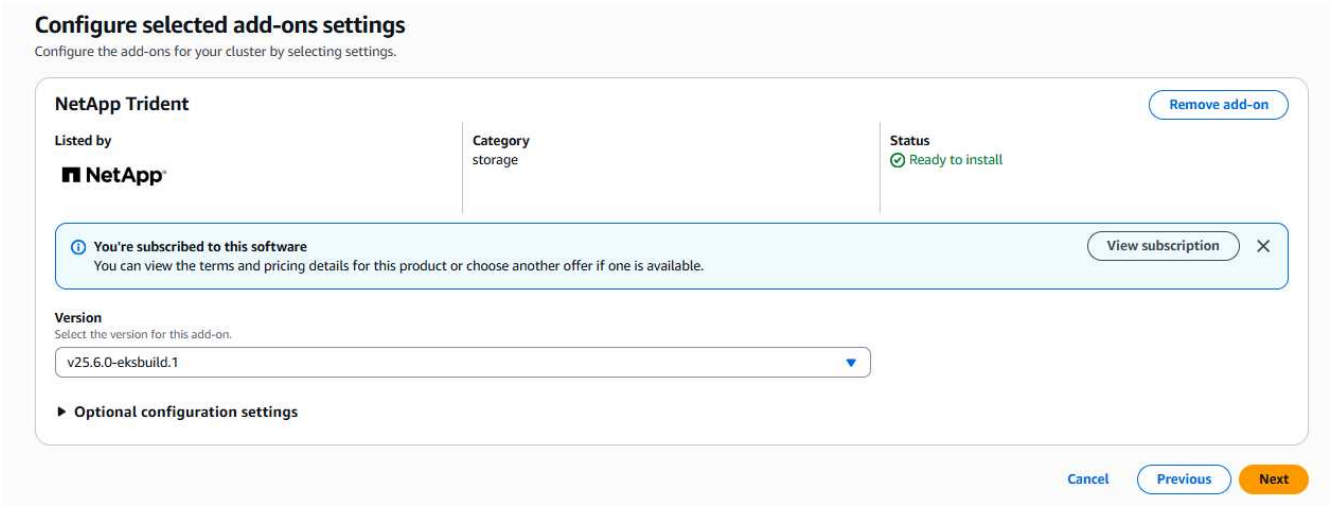
1. 请确保创建 IAM 角色和 AWS 密钥，以使 EKS Pod 能够访问 AWS 资源。有关说明，请参阅 "创建 IAM 角色和 AWS Secret"。
2. 在 EKS Kubernetes 集群上，导航到 **Add-ons** 选项卡。



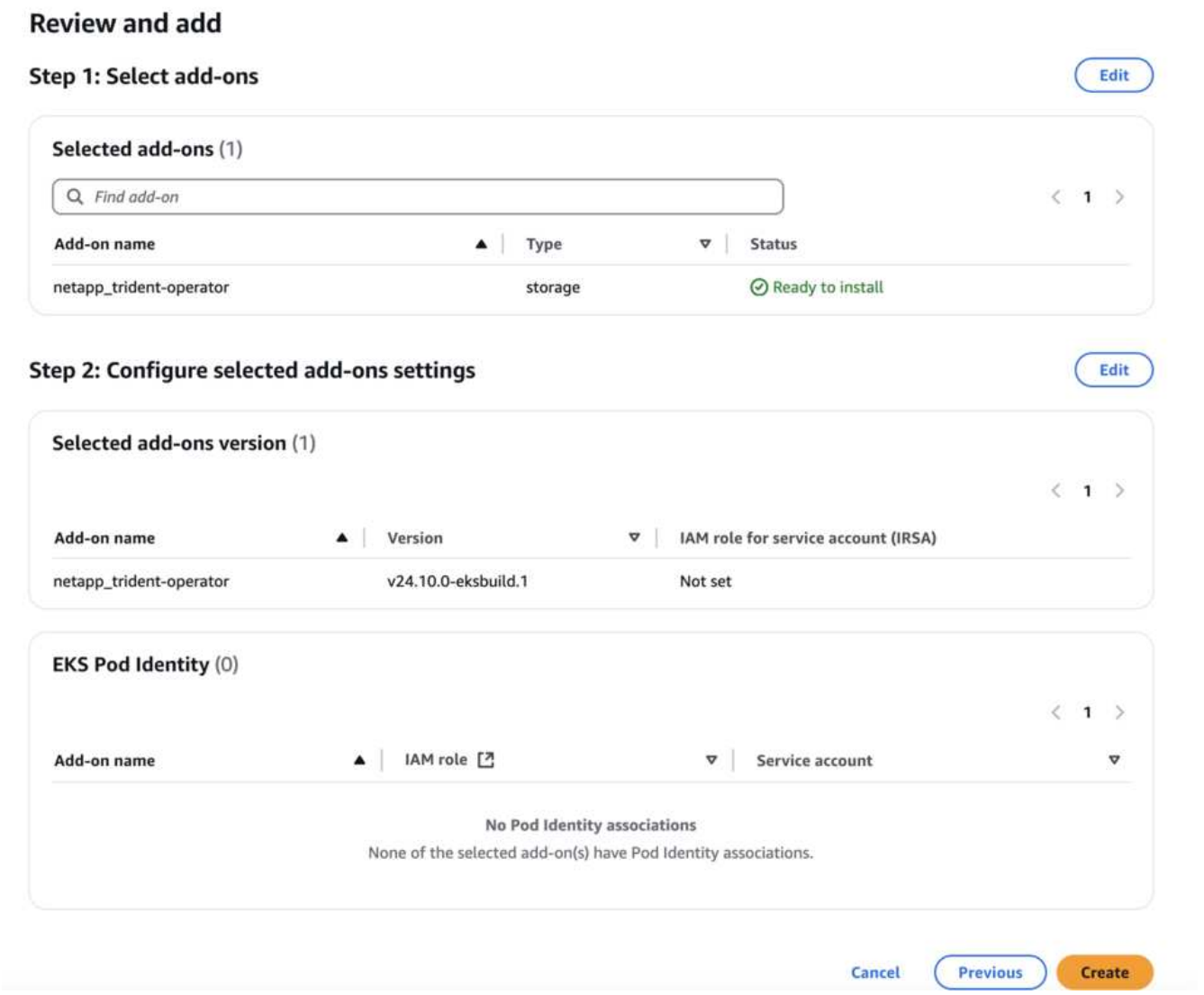
3. 转到 *AWS Marketplace 加载项*并选择 *storage* 类别。



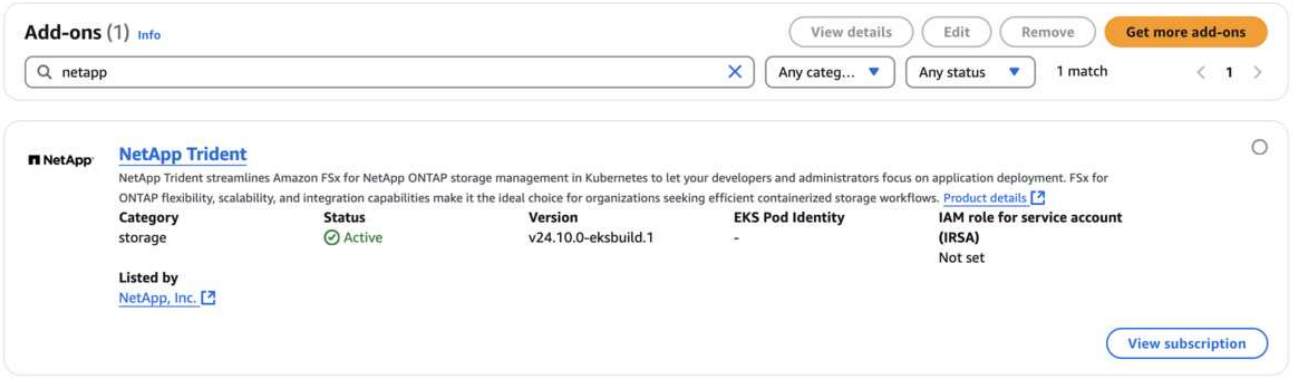
4. 找到 **NetApp Trident** 并选中 Trident 附加组件的复选框，然后单击 **Next**。
5. 选择所需的加载项版本。



6. 配置所需的附加组件设置。



7. 如果使用 IRSA（服务帐户的 IAM 角色），请参阅其他配置步骤"此处"。
8. 选择 **Create**。
9. 验证加载项的状态是否为 *Active*。



10. 运行以下命令来验证集群上是否正确安装了 Trident：

```
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 **CLI** 安装/卸载 **Trident EKS** 附加组件

使用 **CLI** 安装 **NetApp Trident EKS** 附加组件：

以下示例命令安装 Trident EKS 加载项：

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

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 **CLI** 卸载 **NetApp Trident EKS** 附加组件：

以下命令卸载 Trident EKS 加载项：

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

使用 kubectl 创建后端

后端定义 Trident 与存储系统之间的关系。它告诉 Trident 如何与该存储系统进行通信，以及 Trident 应如何从中配置卷。安装 Trident 后，下一步是创建后端。`TridentBackendConfig` 自定义资源定义 (CRD) 使您能够直接通过 Kubernetes 界面创建和管理 Trident 后端。您可以通过使用 `kubectl` 或为您的 Kubernetes 发行版使用等效的 CLI 工具来完成此操作。

`TridentBackendConfig`

`TridentBackendConfig` (`tbc`, `tbconfig`, `tbackendconfig`) 是一个前端、命名空间的 CRD，使您能够使用 `kubectl` 管理 Trident 后端。Kubernetes 和存储管理员现在可以直接通过 Kubernetes 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` 对象后，会发生以下情况：

- Trident 将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。前者是提供给用户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。

警告	TridentBackend CR 由 Trident 自动创建。您*不应该*修改它们。如果要对后端进行更新，请通过修改 `TridentBackendConfig`对象来执行此操作。

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

```
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 "trident-installer" 目录中的示例，了解所需存储平台/服务的示例配置。

`spec` 需要特定于后端的配置参数。在此示例中，后端使用 `ontap-san` 存储驱动程序，并使用此处列出的配置参数。有关所需存储驱动程序的配置选项列表，请参阅 xref:{relative_path}backends.html["您的存储驱动程序的后端配置信息"^]。

`spec` 部分还包括 `credentials` 和 `deletionPolicy` 字段，这些字段是在 `TridentBackendConfig` CR 中新引入的：

- credentials：此参数为必填字段，包含用于对存储系统/服务进行身份验证的凭据。这将设置为用户创建的 Kubernetes Secret。凭据无法以纯文本形式传递，将导致错误。
- deletionPolicy：此字段定义删除 TridentBackendConfig 时应执行的操作。它可以采用以下两种可能的值之一：
  - delete：这将导致 TridentBackendConfig CR 和相关后端都被删除。这是默认值。
  - retain：删除 TridentBackendConfig CR 时，后端定义仍将存在，可以使用 tridentctl 进行管理。将删除策略设置为 retain 允许用户降级到较早版本（21.04 之前）并保留创建的后端。此字段的值可以在创建 TridentBackendConfig 后更新。

备注	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。

提示	使用 `tridentctl`创建的后端没有关联的 `TridentBackendConfig`对象。你可以通过创建 `TridentBackendConfig` CR，选择用 `kubectl`来管理这些后端。必须注意指定相同的配置参数（如 `spec.backendName`、 `spec.storagePrefix`、 `spec.storageDriverName`等）。Trident 会自动将新创建的 `TridentBackendConfig`与已有的后端绑定。

步骤概述

要使用 `kubectl` 创建新的后端，应执行以下操作：

1. 创建 "Kubernetes Secret"。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。其中包含有关存储群集/服务的详细信息，并引用了上一步中创建的密码。

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

步骤 1：创建 Kubernetes Secret

创建一个包含后端访问凭据的 Secret。这对于每个存储服务/平台都是独一无二的。下面是一个示例：

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

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

下表总结了每个存储平台的 Secret 中必须包含的字段：

存储平台 **Secret** 字段描述	密钥	字段说明
Azure NetApp Files	clientID	来自应用注册的客户端 ID
Element（NetApp HCI/SolidFire）	端点	具有租户凭据的 SolidFire 集群的 MVIP
ONTAP	用户名	连接到集群/SVM 的用户名。用于基于凭据的身份验证

存储平台 **Secret** 字段描述	密钥	字段说明
ONTAP	password	连接到集群/SVM 的密码。用于基于凭据的身份验证
ONTAP	clientPrivateKey	客户端私钥的 Base64 编码值。用于基于证书的身份验证
ONTAP	chapUsername	入站用户名。如果 useCHAP=true，则为必需。对于 `ontap-san`和 `ontap-san-economy`
ONTAP	chapInitiatorSecret	CHAP 启动器密钥。如果 useCHAP=true，则为必需。对于 `ontap-san`和 `ontap-san-economy`
ONTAP	chapTargetUsername	目标用户名。如果 useCHAP=true，则为必需。对于 `ontap-san`和 `ontap-san-economy`
ONTAP	chapTargetInitiatorSecret	CHAP 目标发起者密钥。如果 useCHAP=true，则为必需。对于 `ontap-san`和 `ontap-san-economy`

在此步骤中创建的 Secret 将在下一步创建的 `TridentBackendConfig` 对象的 `spec.credentials` 字段中被引用。

步骤 2：创建 `TridentBackendConfig` CR

您现在可以创建 `TridentBackendConfig` CR 了。在此示例中，使用 `ontap-san`驱动程序的后端是通过使用以下所示的 `TridentBackendConfig`对象创建的：

```
kubectl -n trident create -f backend-tbc-ontap-san.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 `TridentBackendConfig` CR 的状态

现在已创建 `TridentBackendConfig` CR，您可以验证状态。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
```

已成功创建后端并绑定到 `TridentBackendConfig` CR。

Phase 可以采用以下其中一个值：

- `Bound`： `TridentBackendConfig` CR 与后端相关联，该后端包含 `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` CR 都处于此阶段。阶段变更后，无法再次还原为未绑定状态。
- `Deleting`： `TridentBackendConfig` CR `deletionPolicy` 已设置为删除。删除 `TridentBackendConfig` CR 后，它将转换到"删除"状态。
  - 如果后端上不存在持久卷声明（PVC），则删除 `TridentBackendConfig`将导致 `Trident` 删除后端和 `TridentBackendConfig` CR。
  - 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，而 `TridentBackendConfig` CR 仍然引用已删除的后端。无论 `TridentBackendConfig`值如何， `deletionPolicy` CR 仍然可以被删除。
- `Unknown`：Trident 无法确定与 `TridentBackendConfig` CR 关联的后端的状态或存在。例如，如果 API 服务器没有响应或 `tridentbackends.trident.netapp.io` CRD 丢失。这可能需要干预。

在此阶段，已成功创建后端！有几个操作可以额外处理，例如"backend 更新和 backend 删除"。

(可选) 步骤 4：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 `TridentBackendConfig` 的 YAML/JSON 转储。

```
kubectl -n trident get tbc backend-tbc-ontap-san -o 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` 包含了 `backendName` 和 `backendUUID`，这些是响应 `TridentBackendConfig` CR 创建的后端信息。 `lastOperationStatus` 字段表示 `TridentBackendConfig` CR 最后一次操作的状态，该操作可以由用户触发（例如，用户在 `spec` 中进行了更改）或由 Trident 触发（例如，在 Trident 重启期间）。它可以是 Success 或 Failed。 `phase` 表示 `TridentBackendConfig` CR 与后端之间关系的状态。在上面的示例中， `phase` 的值为 Bound，这意味着 `TridentBackendConfig` CR 已与后端关联。

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

警告

您无法使用 `tridentctl`更新或删除包含关联 `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`，您指示 Trident 删除/保留后端（基于 `deletionPolicy`）。要删除后端，请确保将 `deletionPolicy`设置为 `delete`。要仅删除 `TridentBackendConfig`，请确保将 `deletionPolicy`设置为 retain。这可以确保后端仍然存在，并且可以通过使用 `tridentctl`进行管理。

运行以下命令：

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

Trident 不会删除正在使用的 Kubernetes Secrets `TridentBackendConfig`。Kubernetes 用户负责清理机密。删除机密时必须谨慎行事。仅当机密未被后端使用时，才应将其删除。

查看现有后端

运行以下命令：

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

您还可以运行 `tridentctl get backend -n trident`或 `tridentctl get backend -o yaml -n trident`以获取所有现有后端的列表。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 `TridentBackendConfig` 对象中使用的 Kubernetes Secret。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（例如正在使用的 ONTAP SVM 的名称）。
  - 您可以使用以下命令直接通过 Kubernetes 更新 `TridentBackendConfig`对象：

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

  - 或者，您可以使用以下命令更改现有 `TridentBackendConfig` CR：

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

备注	• 如果后端更新失败，则后端继续保持其最后已知的配置。您可以通过运行 `kubectl get tbc <tbc-name> -o yaml -n trident`或 `kubectl describe tbc <tbc-name> -n trident`来查看日志以确定原因。 • 确定并更正配置文件的问题后，您可以重新运行更新命令。

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 "后端配置文件" 后，运行以下命令：

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

如果后端创建失败，则表示后端配置有问题。您可以通过运行以下命令查看日志以确定原因：

```
tridentctl logs -n trident
```

在识别并更正配置文件的问题后，只需再次运行此 `create` 命令即可。

删除后端

要从 Trident 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
   ```

备注	如果 Trident 已从此后端配置仍然存在的卷和快照，则删除后端会阻止其配置新卷。后端将继续处于"Deleting"状态。

查看现有后端

要查看 Trident 知道的后端，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，则说明后端配置有问题或您尝试的更新无效。您可以通过运行以下命令查看日志以确定原因：

```
tridentctl logs -n trident
```

在识别并更正配置文件的问题后，只需再次运行此 `update` 命令即可。

标识使用后端的存储类

这是一个示例，说明您可以使用 `tridentctl` 为后端对象输出的 JSON 来回答这类问题。这使用了 `jq` 实用程序，您需要安装它。

```
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。

管理后端的选项

随着 `TridentBackendConfig` 的推出，管理员现在有两种独特的后端管理方式。这就提出了以下问题：

- 使用 `tridentctl`创建的后端可以通过 `TridentBackendConfig`进行管理吗?
- 使用 `TridentBackendConfig`创建的后端可以通过 `tridentctl`进行管理吗?

使用 tridentctl`管理后端 `TridentBackendConfig

本节介绍了管理通过 tridentctl 直接通过 Kubernetes 界面创建 TridentBackendConfig 对象而创建的后端所需的步骤。

这适用于以下情形：

- 已存在的后端，没有 TridentBackendConfig，因为它们是使用 tridentctl 创建的。
- 已使用 `tridentctl`创建新后端，但存在其他 `TridentBackendConfig`对象。

在这两种情况下，后端都将继续存在，Trident 调度卷并对其进行操作。管理员在此处有两种选择：

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

要使用 `kubectl`管理预先存在的后端，您需要创建一个 `TridentBackendConfig`绑定到现有后端。以下是其工作原理概述：

1. 创建 Kubernetes Secret。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。其中包含有关存储群集/服务的详细信息，并引用了上一步中创建的密码。必须注意指定相同的配置参数（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：识别后端

要创建绑定到现有后端的 TridentBackendConfig，您需要获取后端配置。在此示例中，假设后端是使用以下 JSON 定义创建的：

```
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"
      }
    }
  ]
}
```

步骤 1：创建 **Kubernetes Secret**

创建一个包含后端凭据的 Secret，如以下示例所示：

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

步骤 2：创建 `TridentBackendConfig` **CR**

下一步是创建一个 `TridentBackendConfig` CR，该 CR 将自动绑定到预先存在的 `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）必须保持与原始后端相同的顺序。
- 凭据通过 Kubernetes Secret 提供，而不是以纯文本形式提供。

在此情况下， `TridentBackendConfig` 将如下所示：

```
cat backend-tbc-ontap-nas.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 `TridentBackendConfig` CR 的状态

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，将使用 tbc-ontap-nas-backend TridentBackendConfig 对象来完全管理后端。

使用 TridentBackendConfig`管理后端 `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` 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：识别后端

例如，让我们假设以下后端是使用 TridentBackendConfig 创建的：

```
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， `TridentBackendConfig` 已成功创建并绑定到后端 [观察后端的 UUID]。

步骤 **1**：确认 `deletionPolicy` 设置为 `retain`

让我们来看看 `deletionPolicy` 的价值。这需要设置为 `retain`。这可以确保在删除 `TridentBackendConfig` CR 时，后端定义仍然存在，并且可以使用 `tridentctl` 进行管理。

```
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
```

备注	除非 `deletionPolicy`设置为 `retain`，否则请勿继续下一步。

步骤 2：删除 `TridentBackendConfig` CR

最后一步是删除 `TridentBackendConfig` CR。确认 `deletionPolicy`设置为 `retain`后，您可以继续删除：

```
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 `TridentBackendConfig` 对象后，Trident 只需将其删除，而不会实际删除后端本身。