



开始使用 Trident

NetApp
January 15, 2026

目录

开始使用	1
了解Trident	1
了解Trident	1
Trident架构	2
概念	5
Trident快速入门	8
下一步是什么?	9
要求	9
关于Trident的关键信息	9
支持的前端（编排器）	10
支持的后端（存储）	10
Trident对 KubeVirt 和 OpenShift 虚拟化的支持	11
功能需求	11
测试过的主机操作系统	12
主机配置	12
存储系统配置	12
Trident港口	12
容器镜像和相应的 Kubernetes 版本	13

开始使用

了解Trident

了解Trident

Trident是由NetApp维护的完全支持的开源项目。它旨在帮助您使用行业标准接口（例如容器存储接口 (CSI)）来满足容器化应用程序的持久性需求。

什么是Trident？

NetApp Trident支持在所有流行的NetApp存储平台（包括公有云和本地）上使用和管理存储资源，例如本地ONTAP集群（AFF、FAS和ASA）、ONTAP Select、Cloud Volumes ONTAP、Element 软件（NetApp HCI、SolidFire）、Azure NetApp Files、Amazon FSx for NetApp ONTAP和 Google Cloud 上的Cloud Volumes Service。

Trident是一个符合容器存储接口 (CSI) 标准的动态存储编排器，可与以下系统原生集成：["Kubernetes"](#)。Trident以单个 Controller Pod 和集群中每个工作节点上的 Node Pod 的形式运行。参考 ["Trident架构"](#) 了解详情。

Trident还为NetApp存储平台提供与 Docker 生态系统的直接集成。NetApp Docker Volume Plugin (nDVP) 支持从存储平台到 Docker 主机的存储资源配置和管理。参考 ["部署适用于 Docker 的Trident"](#) 了解详情。



如果您是第一次使用 Kubernetes，您应该先熟悉一下它。["Kubernetes 概念和工具"](#)。

Kubernetes 与NetApp产品集成

NetApp的存储产品组合与 Kubernetes 集群的许多方面集成，提供高级数据管理功能，从而增强 Kubernetes 部署的功能、能力、性能和可用性。

Amazon FSx for NetApp ONTAP

["Amazon FSx for NetApp ONTAP"](#)是一项完全托管的 AWS 服务，可让您启动和运行由NetApp ONTAP存储操作系统支持的文件系统。

Azure NetApp Files

["Azure NetApp Files"](#)是由NetApp提供支持的企业级 Azure 文件共享服务。您可以在 Azure 中原生运行要求最高的基于文件的工作负载，并获得您期望从NetApp获得的高性能和丰富的数据管理功能。

Cloud Volumes ONTAP

["Cloud Volumes ONTAP"](#)是一款纯软件存储设备，可在云端运行ONTAP数据管理软件。

Google Cloud NetApp Volumes

"Google Cloud NetApp Volumes"是 Google Cloud 中完全托管的文件存储服务，提供高性能、企业级的文件存储。

Element软件

"Element"通过保证性能并实现简化和精简的存储布局，使存储管理员能够整合工作负载。

NetApp HCI

"NetApp HCI"通过自动化日常任务，简化数据中心的管理和扩展，使基础设施管理员能够专注于更重要的功能。

Trident可以直接针对底层NetApp HCI存储平台，为容器化应用程序配置和管理存储设备。

NetApp ONTAP

"NetApp ONTAP"NetApp是 NetApp 的多协议统一存储操作系统，可为任何应用程序提供高级数据管理功能。

ONTAP系统具有全闪存、混合或全 HDD 配置，并提供多种不同的部署模型：本地FAS、AFA 和ASA集群、ONTAP Select和Cloud Volumes ONTAP。Trident支持这些ONTAP部署模型。

Trident架构

Trident以单个 Controller Pod 和集群中每个工作节点上的 Node Pod 的形式运行。节点 pod 必须运行在您希望挂载Trident卷的任何主机上。

了解控制器 pod 和节点 pod

Trident以单个部署。Trident控制器舱以及一个或多个Trident节点 Pod在 Kubernetes 集群上，并使用标准的 Kubernetes CSI Sidecar Containers 来简化 CSI 插件的部署。"Kubernetes CSI Sidecar 容器"由 Kubernetes 存储社区维护。

Kubernetes"节点选择器"和"容忍与污点"用于限制 pod 在特定或首选节点上运行。在Trident安装过程中，您可以为控制器和节点 pod 配置节点选择器和容差。

- 控制器插件负责卷的配置和管理，例如快照和调整大小。
- 节点插件负责将存储连接到节点。

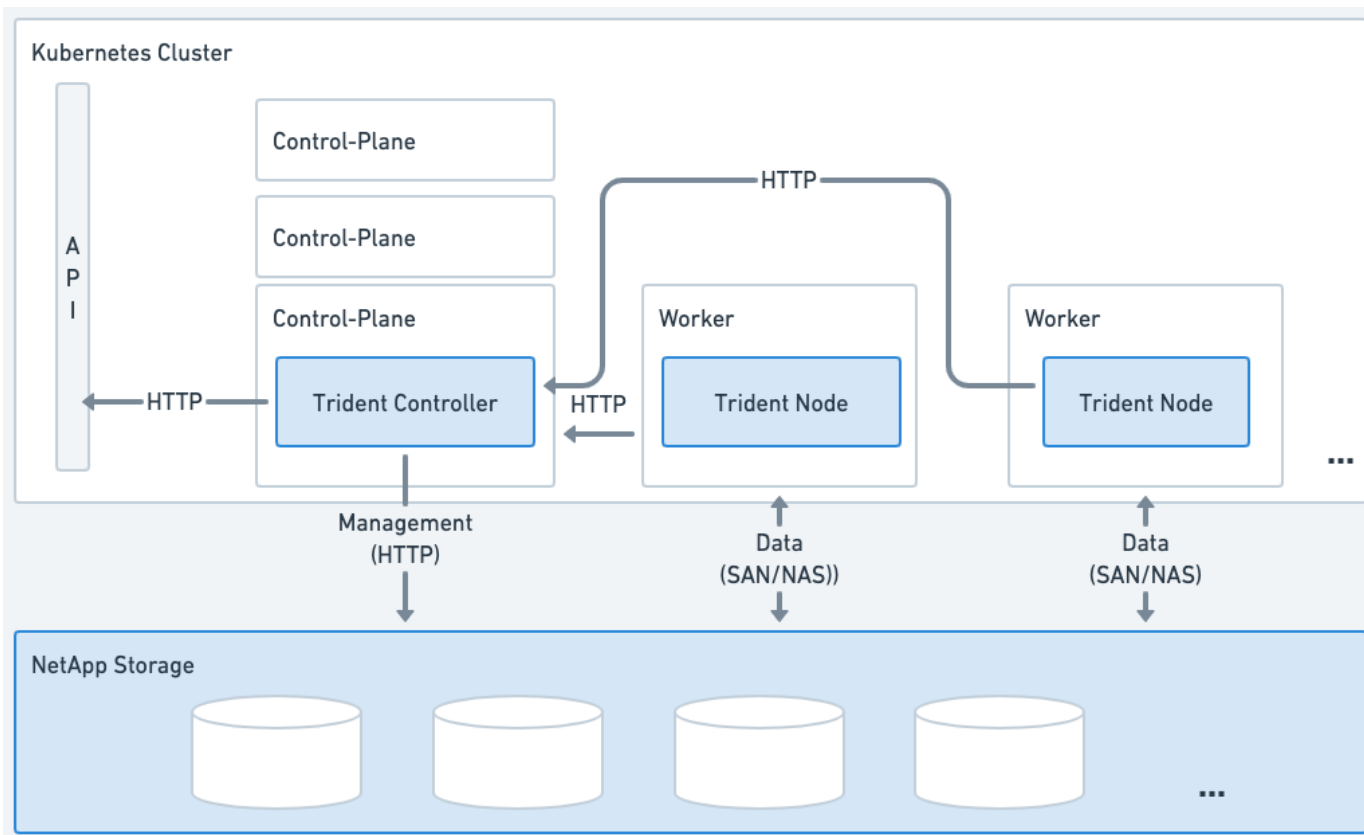


图 1. Trident已部署在 Kubernetes 集群上

Trident控制器舱

Trident Controller Pod 是一个运行 CSI Controller 插件的单个 Pod。

- 负责在NetApp存储中配置和管理卷
- 由 Kubernetes 部署管理
- 根据安装参数的不同，可以在控制平面或工作节点上运行。

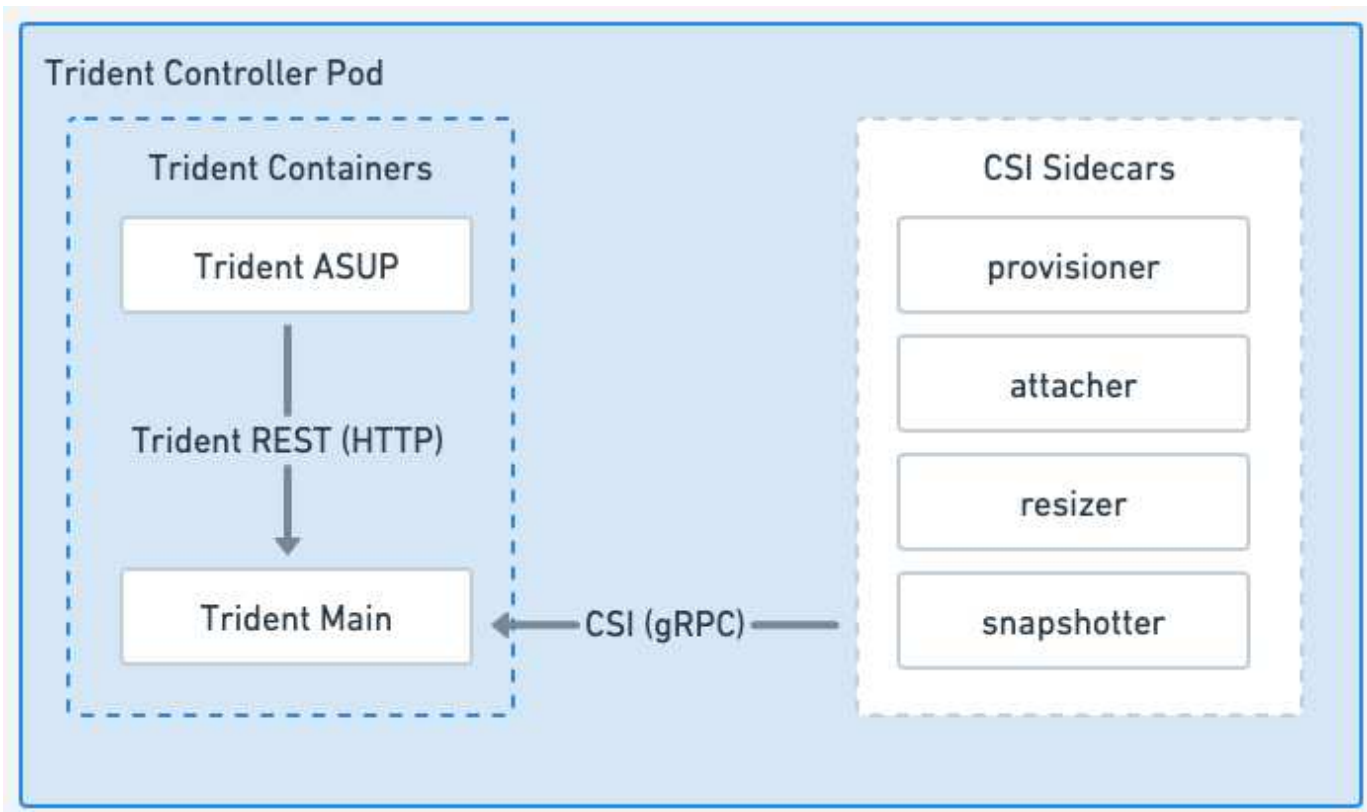


图 2. Trident控制器舱示意图

Trident节点 Pod

Trident Node Pod 是运行 CSI Node 插件的特权 Pod。

- 负责挂载和卸载主机上运行的 Pod 的存储设备
- 由 Kubernetes DaemonSet 管理
- 必须在任何能够挂载NetApp存储的节点上运行

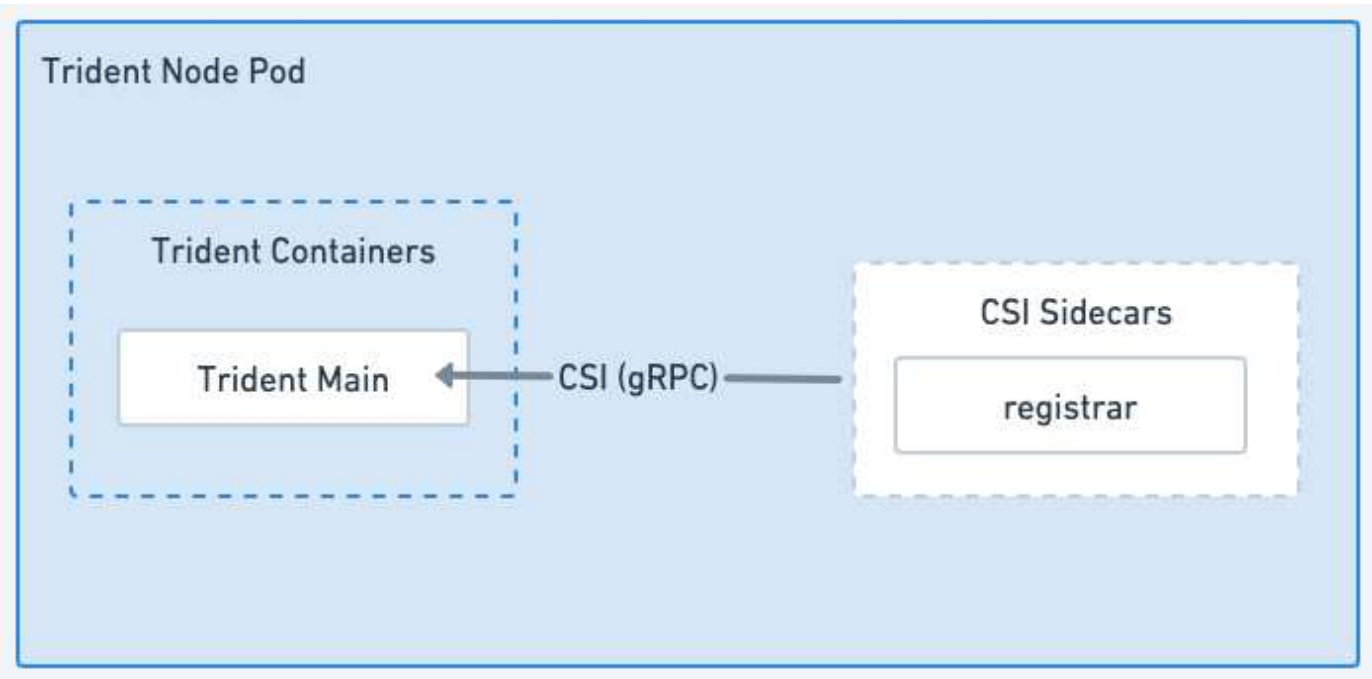


图 3. Trident节点舱示意图

支持的 Kubernetes 集群架构

Trident支持以下 Kubernetes 架构：

Kubernetes集群架构	支持	默认安装
单主控计算	是	是
多主计算	是	是
掌握，`etcd`计算	是	是
主控、基础设施、计算	是	是

概念

配置

Trident的配置过程分为两个主要阶段。第一阶段将存储类与一组合适的后端存储池关联起来，这是在进行配置之前必须进行的准备工作。第二阶段包括卷的创建本身，需要从与待创建卷的存储类别关联的存储池中选择一个存储池。

存储类关联

将后端存储池与存储类关联起来，取决于存储类的请求属性及其 `storagePools`，`additionalStoragePools`，和 `excludeStoragePools` 列表。创建存储类时，Trident会将其每个后端提供的属性和池与存储类请求的属性和池进行比较。如果存储池的属性和名称与所有请求的属性和池名称匹配，Trident会将该存储池添加到该存储类的适用存储池集合中。此外，Trident还添加了列表中列出的所有存储池。

`additionalStoragePools`即使它们的属性不满足存储类的所有或任何请求属性，也要将其添加到该集合中。您应该使用`excludeStoragePools`列出要覆盖和移除存储类使用的存储池。每次添加新的后端时，Trident都会执行类似的过程，检查其存储池是否满足现有存储类的要求，并删除任何被标记为排除的存储池。

创建卷

Trident然后利用存储类和存储池之间的关联来确定在哪里配置卷。创建卷时，Trident首先获取该卷存储类别的存储池集合，如果您为该卷指定了协议，Trident会删除那些无法提供所请求协议的存储池（例如，NetApp HCI/ SolidFire后端无法提供基于文件的卷，而ONTAP NAS 后端无法提供基于块的卷）。Trident会随机化所得集合的顺序，以方便卷的均匀分布，然后遍历该集合，依次尝试在每个存储池上配置卷。如果一次成功，则返回成功结果，并将过程中遇到的任何失败记录下来。Trident仅在无法为请求的存储类别和协议配置所有可用的存储池时才会返回失败。

卷快照

了解更多关于Trident如何处理其驱动程序的卷快照创建的信息。

了解如何创建卷快照

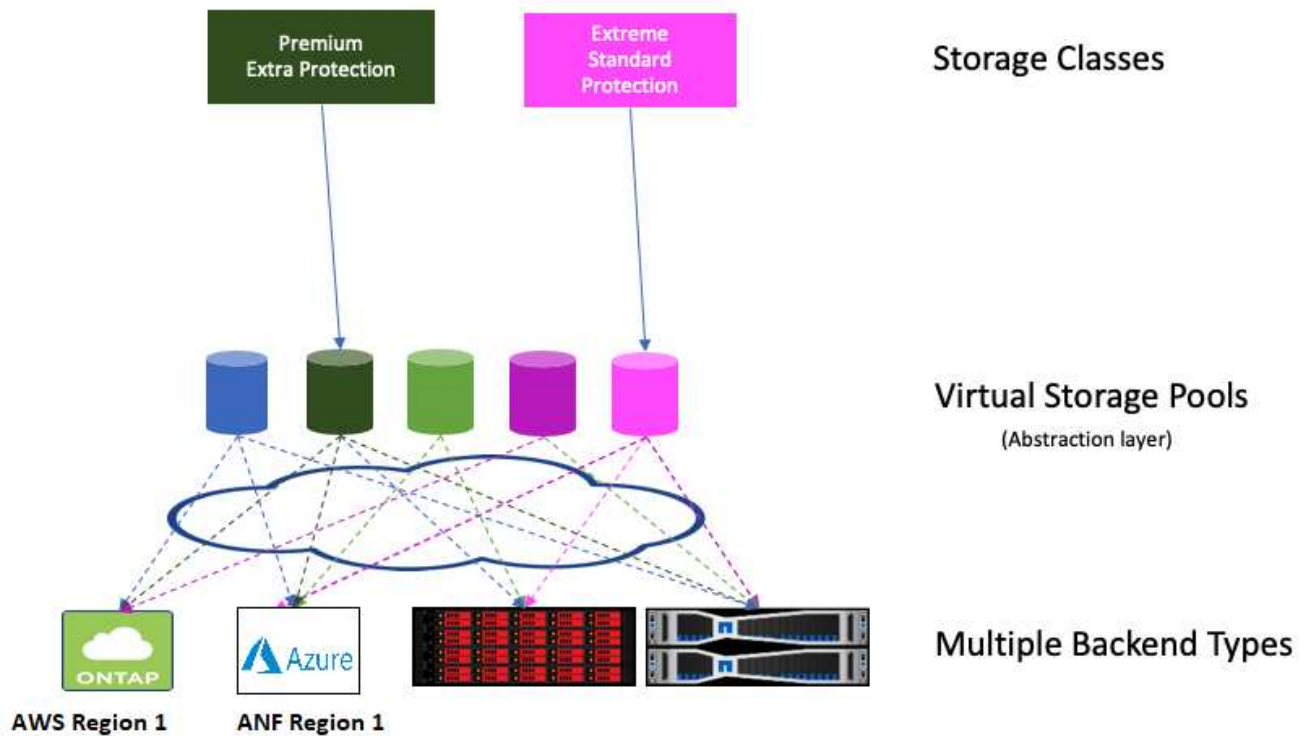
- 对于`ontap-nas`，`ontap-san`，`gcp-cvs`，和`azure-netapp-files`驱动程序中，每个持久卷 (PV) 都映射到一个FlexVol volume。因此，卷快照被创建为NetApp快照。NetApp快照技术比同类快照技术具有更高的稳定性、可扩展性、可恢复性和性能。这些快照副本在创建所需时间和存储空间方面都非常高效。
- 对于`ontap-nas-flexgroup`驱动程序中，每个持久卷 (PV) 都映射到一个FlexGroup。因此，卷快照将创建为NetApp FlexGroup快照。NetApp快照技术比同类快照技术具有更高的稳定性、可扩展性、可恢复性和性能。这些快照副本在创建所需时间和存储空间方面都非常高效。
- 对于`ontap-san-economy`驱动程序，PV 映射到在共享FlexVol卷上创建的 LUN。通过对关联的 LUN 执行FlexClone 操作，即可获得 PV 的 VolumeSnapshot。ONTAP FlexClone技术能够几乎瞬间创建即使是最大数据集的副本。副本与其父级共享数据块，除了元数据所需的空间外，不占用任何存储空间。
- 对于`solidfire-san`驱动程序中，每个 PV 映射到在NetApp Element软件/ NetApp HCI集群上创建的 LUN。VolumeSnapshots 由底层 LUN 的 Element 快照表示。这些快照是特定时间点的副本，仅占用少量系统资源和空间。
- 当与`ontap-nas`和`ontap-san`驱动程序中，ONTAP快照是FlexVol的某个时间点的副本，会占用FlexVol本身的空间。随着快照的创建/计划，这会导致卷中的可写空间随时间减少。解决此问题的一个简单方法是通过 Kubernetes 调整大小来增加卷。另一种方法是删除不再需要的快照。当通过 Kubernetes 创建的 VolumeSnapshot 被删除时，Trident将删除关联的ONTAP快照。并非通过 Kubernetes 创建的ONTAP快照也可以删除。

使用Trident，您可以利用 VolumeSnapshots 从中创建新的 PV。使用FlexClone技术从这些快照创建 PV，适用于受支持的ONTAP和 CVS 后端。从快照创建 PV 时，后备卷是快照父卷的FlexClone。这`solidfire-san`驱动程序使用 Element 软件卷克隆从快照创建 PV。它在这里从 Element 快照创建一个克隆。

虚拟池

虚拟池在Trident存储后端和 Kubernetes 之间提供了一个抽象层。StorageClasses。它们允许管理员以通用的、与后端无关的方式定义每个后端的各个方面，例如位置、性能和保护，而无需创建单独的配置。`StorageClass`指定要使用的物理后端、后端池或后端类型，以满足所需条件。

存储管理员可以在任何Trident后端上，通过 JSON 或 YAML 定义文件定义虚拟池。



在虚拟池列表之外指定的任何方面对于后端都是全局的，并将应用于所有虚拟池；而每个虚拟池可以单独指定一个或多个方面（覆盖任何后端全局方面）。



- 定义虚拟池时，不要尝试重新排列后端定义中现有虚拟池的顺序。
- 我们不建议修改现有虚拟池的属性。您需要定义一个新的虚拟池来进行更改。

大多数方面都是用后端特有的术语来规定的。至关重要的是，这些方面值不会暴露在后端驱动程序之外，也无法用于匹配。`StorageClasses`相反，管理员可以为每个虚拟池定义一个或多个标签。每个标签都是一个键值对，并且标签可能不同的后端中是相同的。与方面类似，标签可以针对每个池进行指定，也可以全局指定到后端。与具有预定义名称和值的方面不同，管理员可以完全自主地根据需要定义标签键和值。为了方便起见，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。

可以使用以下字符来定义虚拟池标签：

- 大写字母 A-Z
- 小写字母 a-z
- 数字 0-9
- 下划线 _
- 连字符 -

一个 `StorageClass` 通过引用选择器参数中的标签来确定要使用的虚拟池。虚拟池选择器支持以下运算符：

运算符	示例	池的标签值必须：
=	性能=优质	匹配
!=	性能!=极限	不匹配
in	位置在（东，西）	属于价值集合。
notin	表演奖（银奖、铜奖）	不在值集中
<key>	保护	存在且具有任意值
!<key>	！ 保护	不存在

卷访问组

了解更多关于Trident如何使用 ["卷访问组"](#)。



如果您使用的是 CHAP，请忽略此部分。建议使用 CHAP 以简化管理并避免下文所述的扩展限制。此外，如果您在 CSI 模式下使用Trident，则可以忽略此部分。Trident在作为增强型 CSI 配置器安装时使用 CHAP。

了解卷访问组

Trident可以使用卷访问组来控制对其所配置卷的访问。如果 CHAP 被禁用，它会寻找一个名为“访问组”的访问组。`trident` 除非您在配置中指定一个或多个访问组 ID。

Trident会将新卷与已配置的访问组关联起来，但它本身并不创建或以其他方式管理访问组。在将存储后端添加到Trident之前，访问组必须存在，并且它们需要包含 Kubernetes 集群中每个节点的 iSCSI IQN，这些节点可能会挂载由该后端配置的卷。在大多数安装中，这包括集群中的每个工作节点。

对于节点数超过 64 个的 Kubernetes 集群，您应该使用多个访问组。每个访问组最多可包含 64 个 IQN，每个卷可属于四个访问组。配置最多四个访问组后，集群中最多 256 个节点中的任何节点都将能够访问任何卷。有关卷访问组的最新限制，请参阅 ["此处"](#)。

如果您要修改的配置是基于默认配置的，那么请注意以下事项。`trident` 访问组必须与其他组一起使用，并且必须包含 ID。`trident` 访问列表中的组。

Trident快速入门

只需几个步骤，即可安装Trident并开始管理存储资源。开始之前，请先回顾一下["Trident的要求"](#)。



有关 Docker 的信息，请参阅["Trident for Docker"](#)。



准备工作节点

Kubernetes 集群中的所有工作节点都必须能够挂载您为 Pod 配置的卷。

["准备工作节点"](#)

2

安装Trident

Trident提供多种安装方法和模式，针对各种环境和组织进行了优化。

["安装Trident"](#)

3

创建后端

后端定义了Trident与存储系统之间的关系。它告诉Trident如何与该存储系统通信，以及Trident应该如何从中配置卷。

["配置后端"](#)适用于您的存储系统

4

创建 Kubernetes 存储类

Kubernetes StorageClass 对象指定Trident作为配置器，并允许您创建存储类以配置具有可自定义属性的卷。Trident为指定Trident配置器的 Kubernetes 对象创建匹配的存储类。

["创建存储类"](#)

5

提供一定量

持久卷 (PV) 是 Kubernetes 集群上由集群管理员配置的物理存储资源。 *PersistentVolumeClaim* (PVC) 是对集群上持久卷的访问请求。

创建一个持久卷 (PV) 和一个持久卷声明 (PVC)，使用配置的 Kubernetes StorageClass 请求访问 PV。然后您可以将光伏组件安装到支架上。

["提供一定量"](#)

下一步是什么？

现在您可以添加其他后端、管理存储类、管理后端以及执行卷操作。

要求

安装Trident之前，您应该查看这些通用系统要求。特定后端可能还有其他要求。

关于Trident的关键信息

您必须阅读以下关于Trident的重要信息。

- Trident现已支持 Kubernetes 1.34。在升级 Kubernetes 之前先升级Trident。
- Trident严格强制要求在 SAN 环境中使用多路径配置，建议值为 `find_multipaths: no` 在 `multipath.conf` 文件中。

使用非多路径配置或使用 `find_multipaths: yes` 或者 `find_multipaths: smart` `multipath.conf` 文件中的值会导致挂载失败。Trident建议使用 `find_multipaths: no` 自 21.07 版本发布以来。

支持的前端（编排器）

Trident支持多种容器引擎和编排器，包括以下几种：

- Anthos On-Prem (VMware) 和 Anthos on Bare Metal 1.16
- Kubernetes 1.27 - 1.34
- OpenShift 4.12、4.14 - 4.19（如果您计划使用 OpenShift 4.19 进行 iSCSI 节点准备，则支持的最低Trident版本为 25.06.1。）



Trident继续支持旧版本的 OpenShift，以符合.....["Red Hat 扩展更新支持 \(EUS\) 发布生命周期"](#)即使他们依赖于上游不再官方支持的 Kubernetes 版本。在这种情况下安装Trident时，您可以放心地忽略有关 Kubernetes 版本的任何警告消息。

- Rancher Kubernetes Engine 2 (RKE2) v1.27.x - 1.34.x



虽然Trident在 Rancher Kubernetes Engine 2 (RKE2) 版本 1.27.x - 1.34.x 上受支持，但Trident目前仅在 RKE2 v1.28.5+rke2r1 上获得认证。

Trident还与许多其他完全托管和自托管的 Kubernetes 产品合作，包括 Google Kubernetes Engine (GKE)、Amazon Elastic Kubernetes Services (EKS)、Azure Kubernetes Service (AKS)、Mirantis Kubernetes Engine (MKE) 和 VMWare Tanzu Portfolio。

Trident和ONTAP可用作存储提供程序["KubeVirt"](#)。



在将已安装Trident的 Kubernetes 集群从 1.25 版本升级到 1.26 或更高版本之前，请参阅以下内容：["升级 Helm 安装"](#)。

支持的后端（存储）

要使用Trident，您需要以下一个或多个受支持的后端：

- Amazon FSx for NetApp ONTAP
- Azure NetApp Files
- Cloud Volumes ONTAP
- Google Cloud NetApp Volumes

- NetApp全 SAN 阵列 (ASA)
- NetApp 有限支持下的本地FAS、 AFF、 Select 或ASA r2 (iSCSI 和 NVMe/TCP) 集群版本。看["软件版本支持"](#)。
- NetApp HCI/Element 软件 11 或更高版本

Trident对 KubeVirt 和 OpenShift 虚拟化的支持

支持的存储驱动程序：

Trident支持以下适用于 KubeVirt 和 OpenShift 虚拟化的ONTAP驱动程序：

- ontap-nas
- ontap-nas-economy
- ontap-san (基于 TCP 的 iSCSI、 FCP、 NVMe)
- ontap-san-economy (仅限 iSCSI)

需要考虑的要点：

- 更新存储类以使其具有 `fsType` 参数 (例如： `fsType: "ext4"` 在 OpenShift 虚拟化环境中。如果需要，请使用以下方式显式设置音量模式为阻止模式： `volumeMode=Block` 参数 `dataVolumeTemplates` 通知 CDI 创建块数据卷。
- 块存储驱动程序的 *RWX* 访问模式: ontap-san (iSCSI、 NVMe/TCP、 FC) 和 ontap-san-economy (iSCSI) 驱动程序仅支持“volumeMode: Block” (原始设备)。对于这些司机来说， `fstype` 由于卷是以原始设备模式提供的，因此无法使用该参数。
- 对于需要 *RWX* 访问模式的实时迁移工作流程，支持以下组合：
 - NFS+ volumeMode=Filesystem
 - iSCSI+ volumeMode=Block (原始设备)
 - NVMe/TCP + volumeMode=Block (原始设备)
 - FC+ volumeMode=Block (原始设备)

功能需求

下表总结了此版本Trident提供的功能及其支持的 Kubernetes 版本。

功能	Kubernetes 版本	需要设置特色门吗？
Trident	1.27 - 1.34	否
卷 Snapshot	1.27 - 1.34	否
PVC 来自卷快照	1.27 - 1.34	否
iSCSI PV 调整大小	1.27 - 1.34	否
ONTAP双向 CHAP	1.27 - 1.34	否

功能	Kubernetes 版本	需要设置特色门吗?
动态出口政策	1.27 - 1.34	否
Trident操作员	1.27 - 1.34	否
CSI拓扑	1.27 - 1.34	否

测试过的主机操作系统

虽然Trident官方并未正式支持特定操作系统，但已知以下操作系统可以正常工作：

- OpenShift 容器平台在 AMD64 和 ARM64 架构上支持的 Red Hat Enterprise Linux CoreOS (RHCOS) 版本
- Red Hat Enterprise Linux (RHEL) 8 或更高版本，支持 AMD64 和 ARM64 架构



NVMe/TCP 需要 RHEL 9 或更高版本。

- Ubuntu 22.04 LTS 或更高版本，支持 AMD64 和 ARM64 架构
- Windows Server 2022
- SUSE Linux Enterprise Server (SLES) 15 或更高版本

默认情况下，Trident在容器中运行，因此可以在任何 Linux 工作节点上运行。但是，这些工作人员需要能够使用标准 NFS 客户端或 iSCSI 发起程序挂载Trident提供的卷，具体取决于您使用的后端。

这 `tridentctl` 该实用程序也可在上述任何 Linux 发行版上运行。

主机配置

Kubernetes 集群中的所有工作节点都必须能够挂载您为 Pod 配置的卷。要准备工作节点，您必须根据所选驱动程序安装 NFS、iSCSI 或 NVMe 工具。

["准备工作节点"](#)

存储系统配置

Trident可能需要对存储系统进行更改，后端配置才能使用它。

["配置后端"](#)

Trident港口

Trident需要访问特定端口才能进行通信。

["Trident港口"](#)

容器镜像和相应的 **Kubernetes** 版本

对于物理隔离安装，以下列表是安装Trident所需的容器镜像参考。使用 `tridentctl images` 用于验证所需容器镜像列表的命令。

Trident 25.06.2 所需的容器镜像

Kubernetes 版本	容器图像
v1.27.0、v1.28.0、v1.29.0、v1.30.0、v1.31.0、v1.32.0、v1.33.0、v1.34.0	• docker.io/netapp/trident:25.06.2 • docker.io/netapp/trident-autosupport:25.06 • registry.k8s.io/sig-storage/csi-provisioner:v5.2.0 • registry.k8s.io/sig-storage/csi-attacher:v4.8.1 • registry.k8s.io/sig-storage/csi-resizer:v1.13.2 • registry.k8s.io/sig-storage/csi-snapshotter:v8.2.1 • registry.k8s.io/sig-storage/csi-node-driver-registrar:v2.13.0 • docker.io/netapp/trident-operator:25.06.2（可选）

Trident 25.06 所需的容器镜像

Kubernetes 版本	容器图像
v1.27.0、v1.28.0、v1.29.0、v1.30.0、v1.31.0、v1.32.0、v1.33.0、v1.34.0	• docker.io/netapp/trident:25.06.0 • docker.io/netapp/trident-autosupport:25.06 • registry.k8s.io/sig-storage/csi-provisioner:v5.2.0 • registry.k8s.io/sig-storage/csi-attacher:v4.8.1 • registry.k8s.io/sig-storage/csi-resizer:v1.13.2 • registry.k8s.io/sig-storage/csi-snapshotter:v8.2.1 • registry.k8s.io/sig-storage/csi-node-driver-registrar:v2.13.0 • docker.io/netapp/trident-operator:25.06.0（可选）

版权信息

版权所有 © 2026 NetApp, Inc.。保留所有权利。中国印刷。未经版权所有者事先书面许可，本文档中受版权保护的任何部分不得以任何形式或通过任何手段（图片、电子或机械方式，包括影印、录音、录像或存储在电子检索系统中）进行复制。

从受版权保护的 NetApp 资料派生的软件受以下许可和免责声明的约束：

本软件由 NetApp 按“原样”提供，不含任何明示或暗示担保，包括但不限于适销性以及针对特定用途的适用性的隐含担保，特此声明不承担任何责任。在任何情况下，对于因使用本软件而以任何方式造成的任何直接性、间接性、偶然性、特殊性、惩罚性或后果性损失（包括但不限于购买替代商品或服务；使用、数据或利润方面的损失；或者业务中断），无论原因如何以及基于何种责任理论，无论出于合同、严格责任或侵权行为（包括疏忽或其他行为），NetApp 均不承担责任，即使已被告知存在上述损失的可能性。

NetApp 保留在不另行通知的情况下随时对本文档所述的任何产品进行更改的权利。除非 NetApp 以书面形式明确同意，否则 NetApp 不承担因使用本文档所述产品而产生的任何责任或义务。使用或购买本产品不表示获得 NetApp 的任何专利权、商标权或任何其他知识产权许可。

本手册中描述的产品可能受一项或多项美国专利、外国专利或正在申请的专利的保护。

有限权利说明：政府使用、复制或公开本文档受 DFARS 252.227-7013（2014 年 2 月）和 FAR 52.227-19（2007 年 12 月）中“技术数据权利 — 非商用”条款第 (b)(3) 条规定的限制条件的约束。

本文档中所含数据与商业产品和/或商业服务（定义见 FAR 2.101）相关，属于 NetApp, Inc. 的专有信息。根据本协议提供的所有 NetApp 技术数据和计算机软件具有商业性质，并完全由私人出资开发。美国政府对这些数据的使用权具有非排他性、全球性、受限且不可撤销的许可，该许可既不可转让，也不可再许可，但仅限在与交付数据所依据的美国政府合同有关且受合同支持的情况下使用。除本文档规定的情形外，未经 NetApp, Inc. 事先书面批准，不得使用、披露、复制、修改、操作或显示这些数据。美国政府对国防部的授权仅限于 DFARS 的第 252.227-7015(b)（2014 年 2 月）条款中明确的权利。

商标信息

NetApp、NetApp 标识和 <http://www.netapp.com/TM> 上所列的商标是 NetApp, Inc. 的商标。其他公司和产品名称可能是其各自所有者的商标。