



VMware Tanzu 与 NetApp

NetApp container solutions

NetApp
August 18, 2025

目录

VMware Tanzu 与NetApp	1
NVA-1166: VMware Tanzu 与NetApp合作	1
使用情形	1
商业价值	1
技术概述	2
已验证版本的当前支持矩阵	3
VMware Tanzu 产品组合	3
VMware Tanzu 概述	3
VMware Tanzu Kubernetes Grid (TKG) 概述	4
VMware Tanzu Kubernetes Grid Service (TKGS) 概述	5
VMware Tanzu Kubernetes Grid 集成版 (TKGI) 概述	7
VMware vSphere with Tanzu 概述	8
NetApp存储系统	10
NetApp存储系统概述	10
NetApp ONTAP	10
NetApp存储集成	13
NetApp存储集成概述	13
NetApp Trident	14
Trident概述	14
NetApp ONTAP NFS 配置	16
NetApp ONTAP iSCSI 配置	22
附加信息: VMware Tanzu 与NetApp	27

VMware Tanzu 与NetApp

NVA-1166：VMware Tanzu 与NetApp合作

NetApp 的Alan Cowles 和 Nikhil M Kulkarni

本参考文档提供了不同版本的 VMware Tanzu Kubernetes 解决方案的部署验证，这些解决方案经 NetApp 验证，可以作为 Tanzu Kubernetes Grid (TKG)、Tanzu Kubernetes Grid Service (TKGS) 或 Tanzu Kubernetes Grid Integrated (TKGI) 部署在NetApp不同的数据中心环境中。它还描述了与NetApp存储系统和Trident存储编排器的存储集成，用于管理持久存储，以及Trident Protect 用于使用该持久存储备份和克隆有状态应用程序。最后，该文档提供了解决方案集成和验证的视频演示。

使用情形

VMware Tanzu 与NetApp解决方案的架构旨在通过以下用例为客户提供卓越的价值：

- 易于部署和管理部署在 VMware vSphere 上并与NetApp存储系统集成的 VMware Tanzu Kubernetes Grid 产品。
- 企业容器和虚拟化工作负载与 VMware Tanzu Kubernetes Grid 产品的综合实力。
- 真实的配置和用例突出显示了 VMware Tanzu 与NetApp存储和NetApp Trident产品套件一起使用时的功能。
- 使用Trident Protect 对部署在 VMware Tanzu Kubernetes Grid 集群上且数据驻留在NetApp存储系统上的容器化工作负载进行应用程序一致性保护或迁移。

商业价值

企业越来越多地采用 DevOps 实践来创建新产品、缩短发布周期并快速添加新功能。由于其固有的敏捷特性，容器和微服务在支持 DevOps 实践方面发挥着至关重要的作用。然而，在企业环境中以生产规模实践 DevOps 也面临着自身的挑战，并对底层基础设施提出了一定的要求，例如：

- 堆栈中所有层的高可用性
- 简化部署程序
- 无中断运行和升级
- API 驱动和可编程的基础设施，以跟上微服务的敏捷性
- 具有性能保证的多租户
- 能够同时运行虚拟化和容器化工作负载
- 能够根据工作负载需求独立扩展基础设施
- 能够在混合云模型中部署，容器可以在本地数据中心和云中运行。

VMware Tanzu 与NetApp共同承认这些挑战，并提出了一种解决方案，通过在客户选择的混合云环境中部署 VMware Tanzu Kubernetes 产品来帮助解决每个问题。

技术概述

VMware Tanzu 与NetApp解决方案由以下主要组件组成：

VMware Tanzu Kubernetes 平台

VMware Tanzu 具有多种版本，NetApp的解决方案工程团队已在我们的实验室中对其进行了验证。每个 Tanzu 版本都与NetApp存储产品组合成功集成，并且每个版本都可以帮助满足特定的基础设施需求。以下重点介绍了本文档中描述的 Tanzu 每个版本的功能和产品。

VMware Tanzu Kubernetes 网格 (TKG)

- 在 VMware vSphere 环境中部署的标准上游 Kubernetes 环境。
- 以前称为 Essential PKS（来自 Heptio 收购，2019 年 2 月）。
- TKG 部署了单独的管理集群实例，以支持 vSphere 6.7U3 及更高版本。
- TKG 部署也可以通过 AWS 或 Azure 部署在云中。
- 允许使用 Windows 或 Linux 工作节点（Ubuntu/Photon）。
- NSX-T、HA Proxy、AVI 网络或负载均衡器可用于控制平面。
- TKG 支持应用程序/数据平面的 MetalLB。
- 可以使用 vSphere CSI 以及第三方 CSI，如NetApp Trident。

VMware Tanzu Kubernetes 网格服务 (TKGS)

- 在 VMware vSphere 环境中部署的标准上游 Kubernetes 环境。
- 以前称为 Essential PKS（来自 Heptio 收购，2019 年 2 月）。
- TKGS 仅在 vSphere 7.0U1 及更高版本上与主管集群和工作负载集群一起部署。
- 允许使用 Windows 或 Linux 工作节点（Ubuntu/Photon）。
- NSX-T、HA Proxy、AVI 网络或负载均衡器可用于控制平面。
- TKGS 支持应用程序/数据平面的 MetalLB。
- 可以使用 vSphere CSI 以及第三方 CSI，如NetApp Trident。
- 通过 Tanzu 提供对 vSphere Pods 的支持，允许 Pod 直接在环境中启用的 ESXi 主机上运行。

VMware Tanzu Kubernetes Grid 集成 (TKGI)

- 以前称为 Enterprise PKS（来自 Heptio 收购，2019 年 2 月）。
- 可以使用 NSX-T、HA Proxy 或 Avi。您还可以提供自己的负载均衡器。
- 从 vSphere 6.7U3 开始受支持，以及 AWS、Azure 和 GCP。
- 通过向导进行设置，以便于部署。
- 在由 BOSH 管理的受控不可变虚拟机中运行 Tanzu。
- 可以使用 vSphere CSI 以及第三方 CSI，如NetApp Trident（适用某些条件）。

带有 Tanzu 的 vSphere（vSphere Pod）

- vSphere 原生 pod 在基于光子的薄层中运行，并具有规定的虚拟硬件，以实现完全隔离。
- 需要 NSX-T，但允许额外的功能支持，例如 Harbor 映像注册表。
- 在 vSphere 7.0U1 及更高版本中使用 TKGS 等虚拟 Supervisor 集群进行部署和管理。直接在 ESXi 节点上运行 pod。
- 完全集成 vSphere，通过 vSphere 管理实现最高的可见性和控制。
- 基于 CRX 的隔离舱可实现最高级别的安全性。
- 仅支持 vSphere CSI 进行持久存储。不支持第三方存储协调器。

NetApp存储系统

NetApp拥有多种非常适合企业数据中心和混合云部署的存储系统。NetApp产品组合包括NetApp ONTAP、NetApp Element和NetApp e-Series 存储系统，所有这些系统都可以为容器化应用程序提供持久存储。

如需了解更多信息，请访问NetApp网站 ["此处"](#)。

NetApp存储集成

Trident是一个开源的、完全支持的存储编排器，适用于容器和 Kubernetes 发行版，包括 VMware Tanzu。

欲了解更多信息，请访问Trident网站 ["此处"](#)。

已验证版本的当前支持矩阵

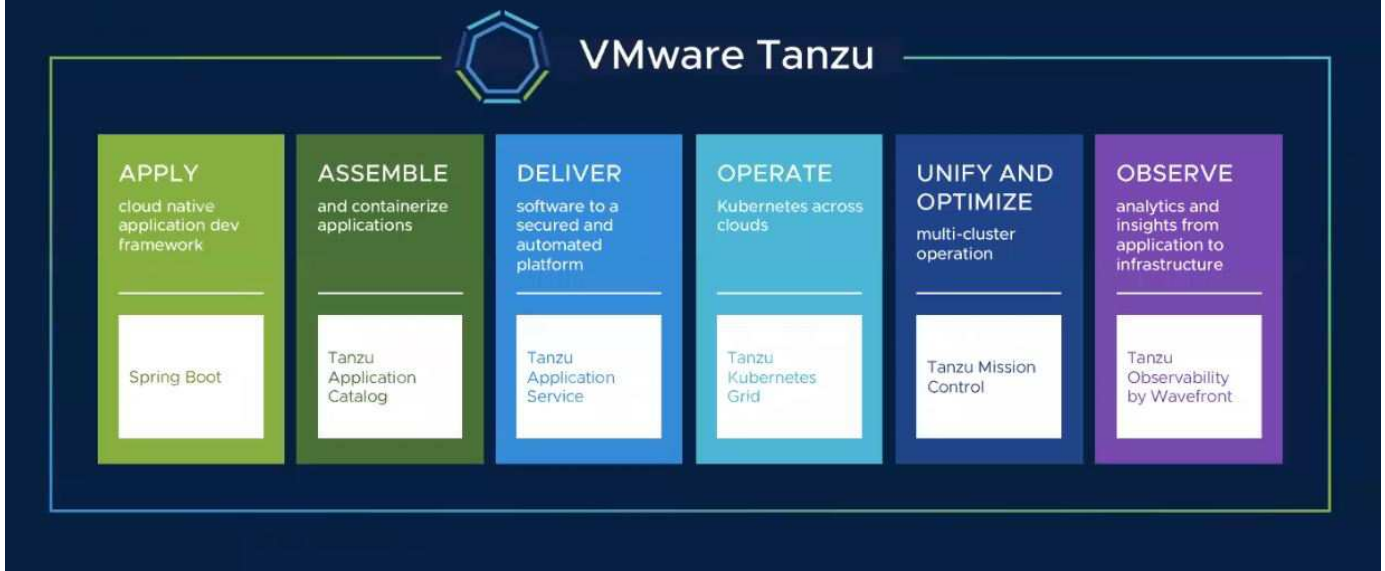
技术	目的	软件版本
NetApp ONTAP	存储	9.9.1
NetApp Trident	存储编排	22.04.0
VMware Tanzu Kubernetes 网格	容器编排	1.4+
VMware Tanzu Kubernetes 网格服务	容器编排	0.0.15 [vSphere 命名空间]
		1.22.6 [主管集群 Kubernetes]
VMware Tanzu Kubernetes Grid集成	容器编排	1.13.3
VMware vSphere	数据中心虚拟化	7.0U3
VMware NSX-T 数据中心	网络和安全	3.1.3
VMware NSX 高级负载均衡器	负载均衡器	20.1.3

VMware Tanzu 产品组合

VMware Tanzu 概述

VMware Tanzu 是一套产品组合，可帮助企业实现其应用程序及其运行的基础架构的现代化。VMware Tanzu 的全栈功能将开发和 IT 运营团队整合到一个平台上，以便在本地和混合云环境中一致地实现应用程序和基础架构的现代化，从而持续向生产提供更好的软件。

VMware Tanzu Portfolio



要详细了解 Tanzu 产品组合中的不同产品及其功能，请访问文档["此处"](#)。

关于 Tanzu 的 Kubernetes 操作目录，VMware 为 Tanzu Kubernetes Grid 提供了多种实现，所有这些实现都在各种平台上配置和管理 Tanzu Kubernetes 集群的生命周期。Tanzu Kubernetes 集群是一个成熟的 Kubernetes 发行版，由 VMware 构建和支持。

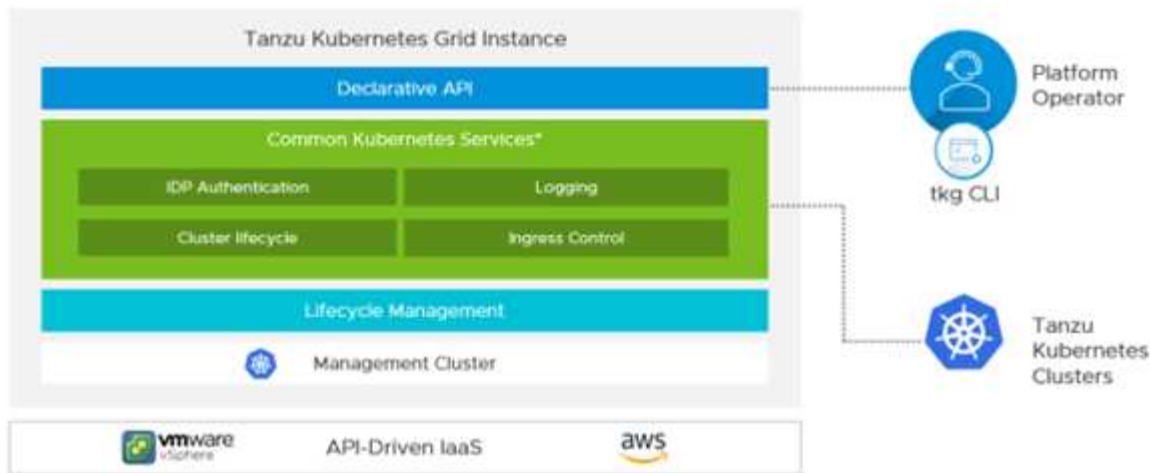
NetApp已在其实验室中测试并验证了 VMware Tanzu 产品组合中以下产品的部署和互操作性：

- "VMware Tanzu Kubernetes 网格 (TKG)"
- "VMware Tanzu Kubernetes 网格服务 (TKGS)"
- "VMware Tanzu Kubernetes Grid 集成 (TKGI)"
- "带有 Tanzu 的 VMware vSphere (vSphere Pod) "

VMware Tanzu Kubernetes Grid (TKG) 概述

VMware Tanzu Kubernetes Grid（也称为 TKG）允许您在混合云或公共云环境中部署 Tanzu Kubernetes 集群。TKG 作为管理集群安装，它本身就是一个 Kubernetes 集群，用于部署和操作 Tanzu Kubernetes 集群。这些 Tanzu Kubernetes 集群是部署实际工作负载的工作负载 Kubernetes 集群。

Tanzu Kubernetes Grid 建立在一些有前景的上游社区项目之上，并提供由 VMware 开发、营销和支持的 Kubernetes 平台。除了 Kubernetes 发行版之外，Tanzu Kubernetes Grid 还提供了额外的附加组件，这些附加组件是必需的生产级服务，例如注册表、负载平衡、身份验证等。带有管理集群的 VMware TKG 广泛用于 vSphere 6.7 环境，尽管它受支持，但不建议在 vSphere 7 环境中部署，因为 TKGS 具有与 vSphere 7 的原生集成功能。



有关 Tanzu Kubernetes Grid 的更多信息，请参阅文档["此处"](#)。

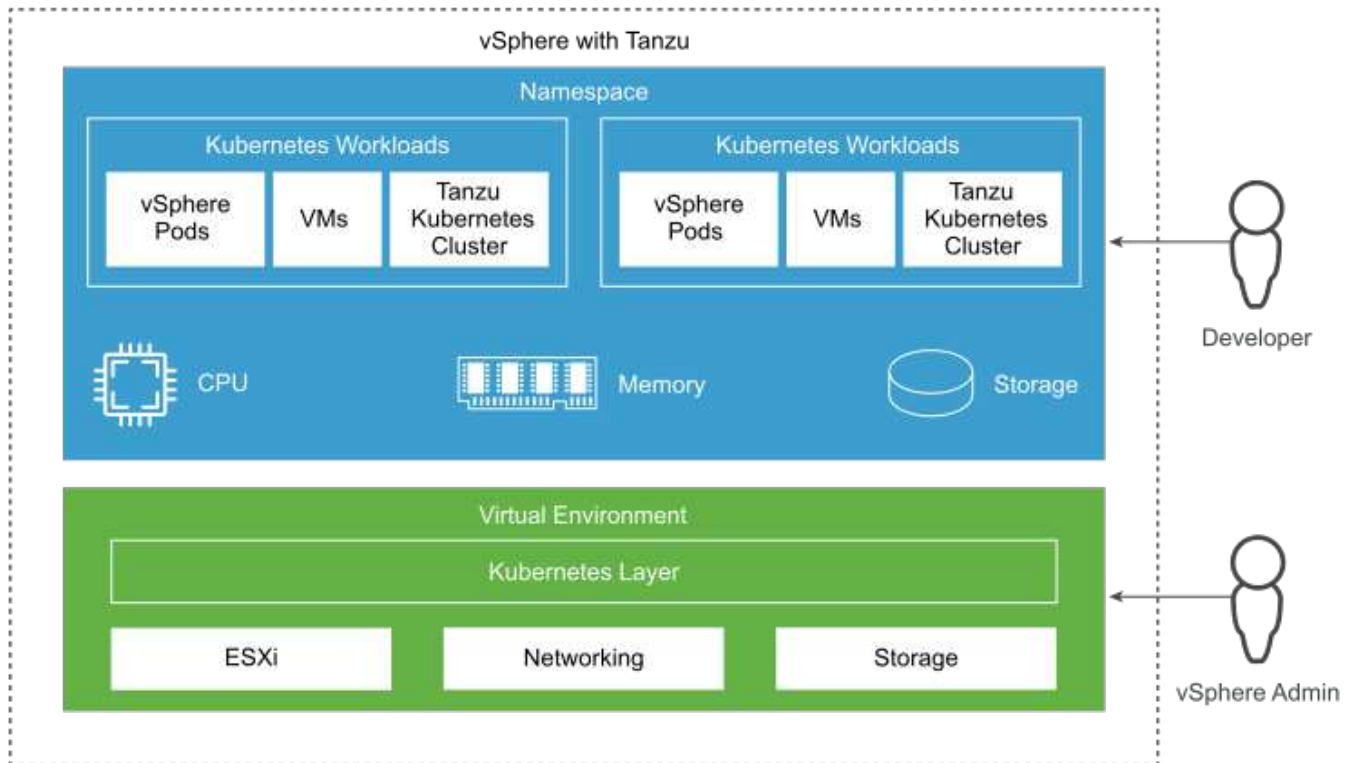
根据 Tanzu Kubernetes Grid 是安装在 vSphere 集群本地还是云环境中，按照安装指南准备和部署 Tanzu Kubernetes Grid["此处"](#)。

安装 Tanzu Kubernetes Grid 的管理集群后，请按照文档中的说明根据需要部署用户集群或工作负载集群["此处"](#)。VMware TKG 管理集群需要提供 SSH 密钥才能安装和运行 Tanzu Kubernetes 集群。此密钥可用于使用以下方式登录集群节点：`capv` 用户。

VMware Tanzu Kubernetes Grid Service (TKGS) 概述

VMware Tanzu Kubernetes Grid Service（也称为 vSphere with Tanzu）允许您在 vSphere 中本地创建和操作 Tanzu Kubernetes 集群，还允许您直接在 ESXi 主机上运行一些较小的工作负载。它允许您将 vSphere 转变为在虚拟机管理程序层上本地运行容器化工作负载的平台。Tanzu Kubernetes Grid Service 启用后会在 vSphere 上部署一个主管集群，用于部署和操作工作负载所需的集群。它与 vSphere 7 原生集成，并利用许多可靠的 vSphere 功能（如 vCenter SSO、内容库、vSphere 网络、vSphere 存储、vSphere HA 和 DRS 以及 vSphere 安全性），以实现更无缝的 Kubernetes 体验。

vSphere with Tanzu 为混合应用程序环境提供了一个单一平台，您可以在容器或虚拟机中运行应用程序组件，从而为开发人员、DevOps 工程师和 vSphere 管理员提供更好的可视性和易操作性。VMware TKGS 仅支持 vSphere 7 环境，并且是 Tanzu Kubernetes 运营产品组合中唯一允许您直接在 ESXi 主机上运行 pod 的产品。



有关 Tanzu Kubernetes Grid Service 的更多信息，请关注文档["此处"](#)。

关于功能集、网络等，有很多架构方面的考虑。根据所选的架构，Tanzu Kubernetes Grid Service 的先决条件和部署过程会有所不同。要在您的环境中部署和配置 Tanzu Kubernetes Grid Service，请遵循指南["此处"](#)。此外，要登录通过 TKGS 部署的 Tanzu Kubernetes 集群节点，请按照此处列出的步骤操作 ["链接"](#)。

NetApp建议将所有生产环境部署在多个主部署中，以实现容错，并选择工作节点的配置来满足预期工作负载的要求。因此，针对高度密集型工作负载，建议的 VM 类至少具有 4 个 vCPU 和 12GB RAM。

在命名空间中创建 Tanzu Kubernetes 集群时，具有 `owner` 或者 `edit` 权限可以使用用户帐户直接在任何命名空间中创建 pod。这是因为用户 `owner` 或者 `edit` 权限被分配给集群管理员角色。但是，在任何命名空间中创建部署、守护进程集、有状态集或其他内容时，必须为相应的服务帐户分配具有所需权限的角色。这是必需的，因为部署或守护进程集利用服务帐户来部署 pod。

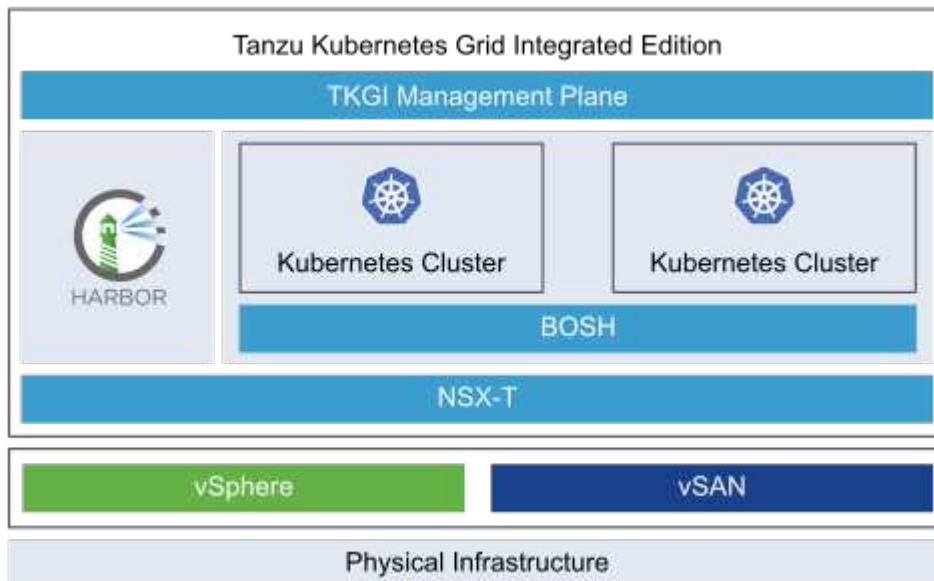
请参阅以下 ClusterRoleBinding 示例，将集群管理员角色分配给集群中的所有服务帐户：

```
apiVersion: rbac.authorization.k8s.io/v1
kind: ClusterRoleBinding
metadata:
  name: all_sa_ca
subjects:
- kind: Group
  name: system:serviceaccounts
  namespace: default
roleRef:
  kind: ClusterRole
  name: psp:vmware-system-privileged
  apiGroup: rbac.authorization.k8s.io
```

VMware Tanzu Kubernetes Grid 集成版 (TKGI) 概述

VMware Tanzu Kubernetes Grid Integrated (TKGI) Edition（以前称为 VMware Enterprise PKS）是一个基于 Kubernetes 的独立容器编排平台，具有生命周期管理、集群健康监控、高级网络、容器注册表等功能。TKGI 使用由 BOSH 和 Ops Manager 组成的 TKGI 控制平面来配置和管理 Kubernetes 集群。

TKGI 可以在本地 vSphere 或 OpenStack 环境中安装和运行，也可以在其各自的 IaaS 产品上的任何主要公共云中安装和运行。此外，TKGI 与 NSX-T 和 Harbour 的集成为企业工作负载提供了更广泛的用例。要了解有关 TKGI 及其功能的更多信息，请访问文档["此处"](#)。



TKGI 根据不同的用例和设计以多种配置安装在各种平台上。按照指南操作["此处"](#)安装和配置 TKGI 及其先决条件。TKGI 使用 Bosh VM 作为 Tanzu Kubernetes 集群的节点，这些集群运行不可变的配置映像，并且 Bosh VM 上的任何手动更改在重启后都不会保留。

重要说明：

- NetApp Trident需要特权容器访问。因此，在 TKGI 安装期间，请确保在配置 Tanzu Kubernetes 集群节点计划的步骤中选中“启用特权容器”复选框。

The screenshot displays the configuration interface for a Tanzu Kubernetes cluster. It includes several sections:

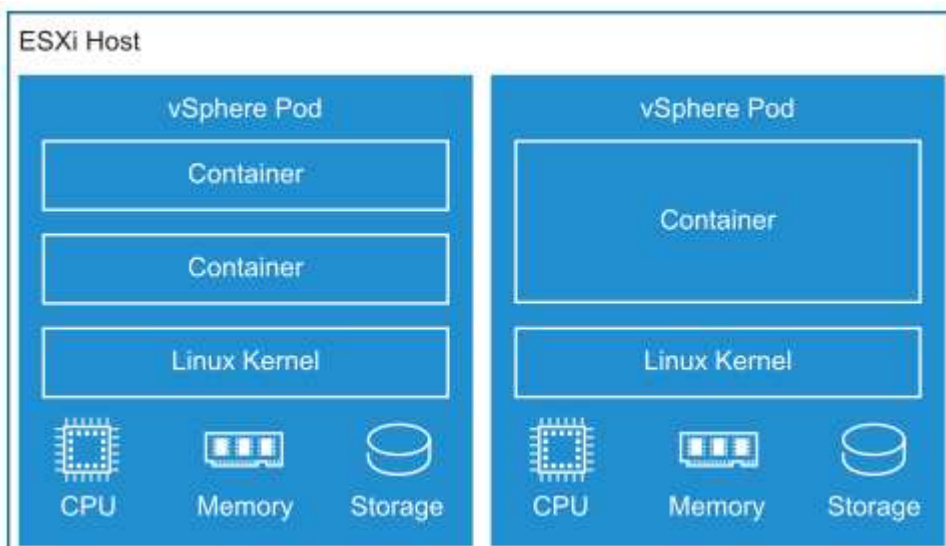
- Worker Node Instances:** Set to 3.
- Worker Persistent Disk Size:** Set to 50 GB.
- Worker Availability Zones:** Set to az (selected).
- Worker VM Type:** Set to medium.disk (cpu: 2, ram: 4 GB, disk: 32 GB).
- Max Worker Node Instances:** Set to 50.
- Errand VM Type:** Set to medium.disk (cpu: 2, ram: 4 GB, disk: 32 GB).
- Node Drain Timeout (minutes, min: 0, max: 1440):** Set to 0.
- Pod Shutdown Grace Period (seconds, min: -1, max: 86400):** Set to 10.
- Enable Privileged Containers (Use with caution):** Checked.
- Admission Plugins:** PodSecurityPolicy and SecurityContextDeny are both disabled.
- Cluster Services:**
 - Force node to drain even if it has running pods not managed by a ReplicationController, ReplicaSet, Job, DaemonSet or Stateful Set: Enabled.
 - Force node to drain even if it has running DaemonSet managed pods: Enabled.
 - Force node to drain even if it has running pods using emptyDir: Enabled.
 - Force node to drain even if pods are still running after timeout: Disabled.

At the bottom, there are buttons for **SAVE PLAN** and **DELETE**.

- NetApp建议将所有生产环境部署在多个主部署中以实现容错，并选择工作节点的配置来满足预期工作负载的要求。因此，建议的 TKGI 集群计划将由至少三个主服务器和三个从服务器组成，并配备至少四个 vCPU 和 12GB RAM，以应对高强度的工作负载。

VMware vSphere with Tanzu 概述

VMware vSphere with Tanzu（也称为 vSphere Pod）允许您将 VMware vSphere 环境中的 ESXi 虚拟机管理程序节点用作裸机 Kubernetes 环境中的工作节点。

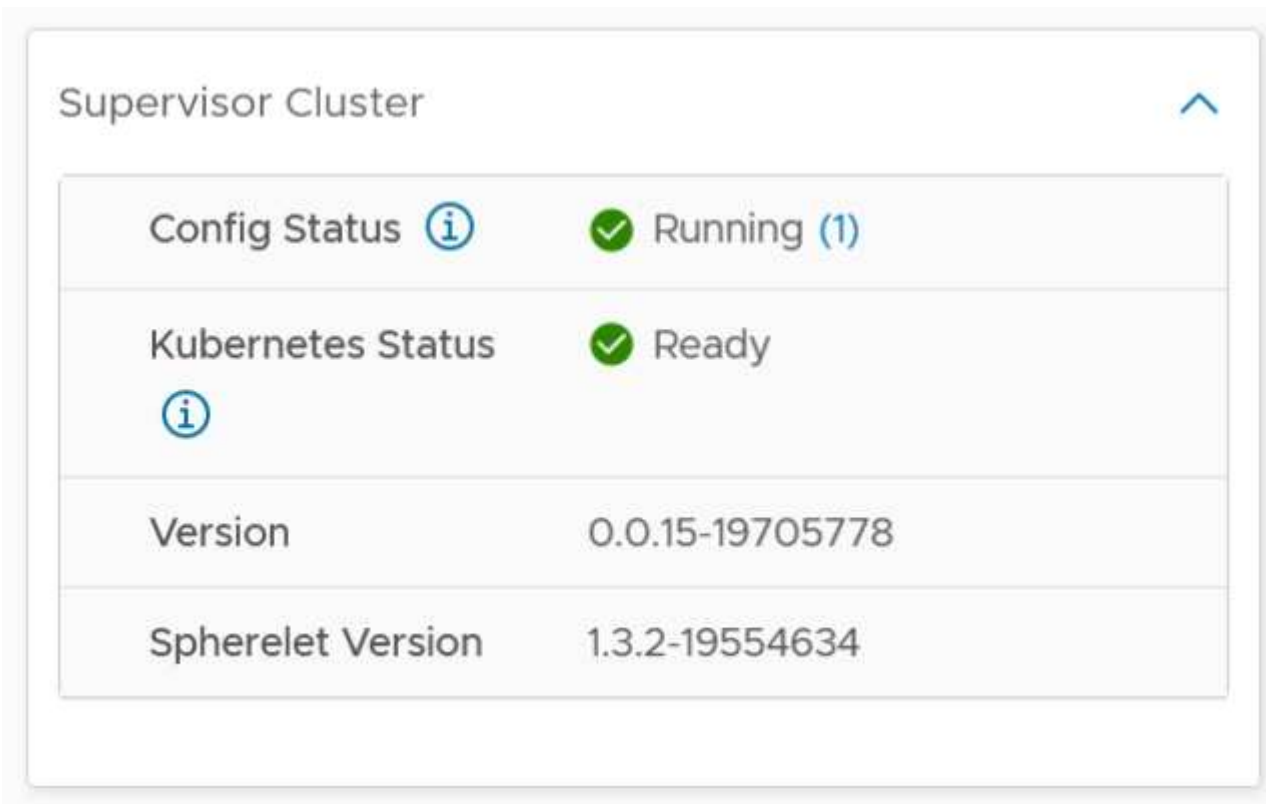


带有 Tanzu 的 VMware vSphere 环境与本机 TKGS 集群一样在工作负载管理下启用。

创建虚拟化的 Supervisor Cluster 为 Kubernetes 提供高可用的控制平面，并为每个应用程序创建单独的命名空间，确保用户的资源隔离。



启用 VMware vSphere with Tanzu 后，每个 ESXi 主机都安装并配置了 Spherelet 应用程序。这使得每个节点能够充当 Kubernetes 部署中的工作程序并管理部署在每个节点上的 pod。



目前，VMware vSphere with Tanzu 和 vSphere Pods 仅支持本地 vSphere CSI 驱动程序。其工作原理是让管理员在 vSphere 客户端中创建存储策略，从当前可用作 vSphere 数据存储的存储目标中进行选择。这些策略用于为容器化应用程序创建持久卷。



虽然目前不支持直接连接到外部ONTAP和 Element 存储阵列的NetApp Trident CSI 驱动程序，但这些NetApp存储系统通常用于支持 vSphere 环境的主存储，并且可以以这种方式使用NetApp高级数据管理和存储效率工具。

如果您想了解有关 VMware vSphere with Tanzu 的更多信息，请参阅文档["此处"](#)。

NetApp存储系统

NetApp存储系统概述

NetApp拥有多个符合Trident和Trident Protect 标准的存储平台，可以为容器化应用程序配置、保护和管理数据，从而有助于定义和最大化 DevOps 吞吐量。

NetApp拥有多个符合Trident的存储平台，可以为容器化应用程序配置、保护和管理数据。



- AFF和FAS系统运行NetApp ONTAP并为基于文件 (NFS) 和基于块 (iSCSI) 的用例提供存储。
- Cloud Volumes ONTAP和ONTAP Select分别在云和虚拟空间中提供相同的优势。
- Google Cloud NetApp Volumes (AWS/GCP) 和Azure NetApp Files在云中提供基于文件的存储。



NetApp产品组合中的每个存储系统都可以简化数据管理和内部站点与云之间的移动，以便您的数据位于您的应用程序所在的位置。

以下页面包含有关在 VMware Tanzu with NetApp 解决方案中验证的NetApp存储系统的更多信息：

- ["NetApp ONTAP"](#)

NetApp ONTAP

NetApp ONTAP是一款功能强大的存储软件工具，具有直观的 GUI、具有自动化集成的 REST API、基于 AI 的预测分析和纠正措施、无中断硬件升级以及跨存储导入等功能。

NetApp ONTAP是一款功能强大的存储软件工具，具有直观的 GUI、具有自动化集成的 REST API、基于 AI 的

预测分析和纠正措施、无中断硬件升级以及跨存储导入等功能。

有关NetApp ONTAP存储系统的更多信息，请访问 ["NetApp ONTAP网站"](#)。

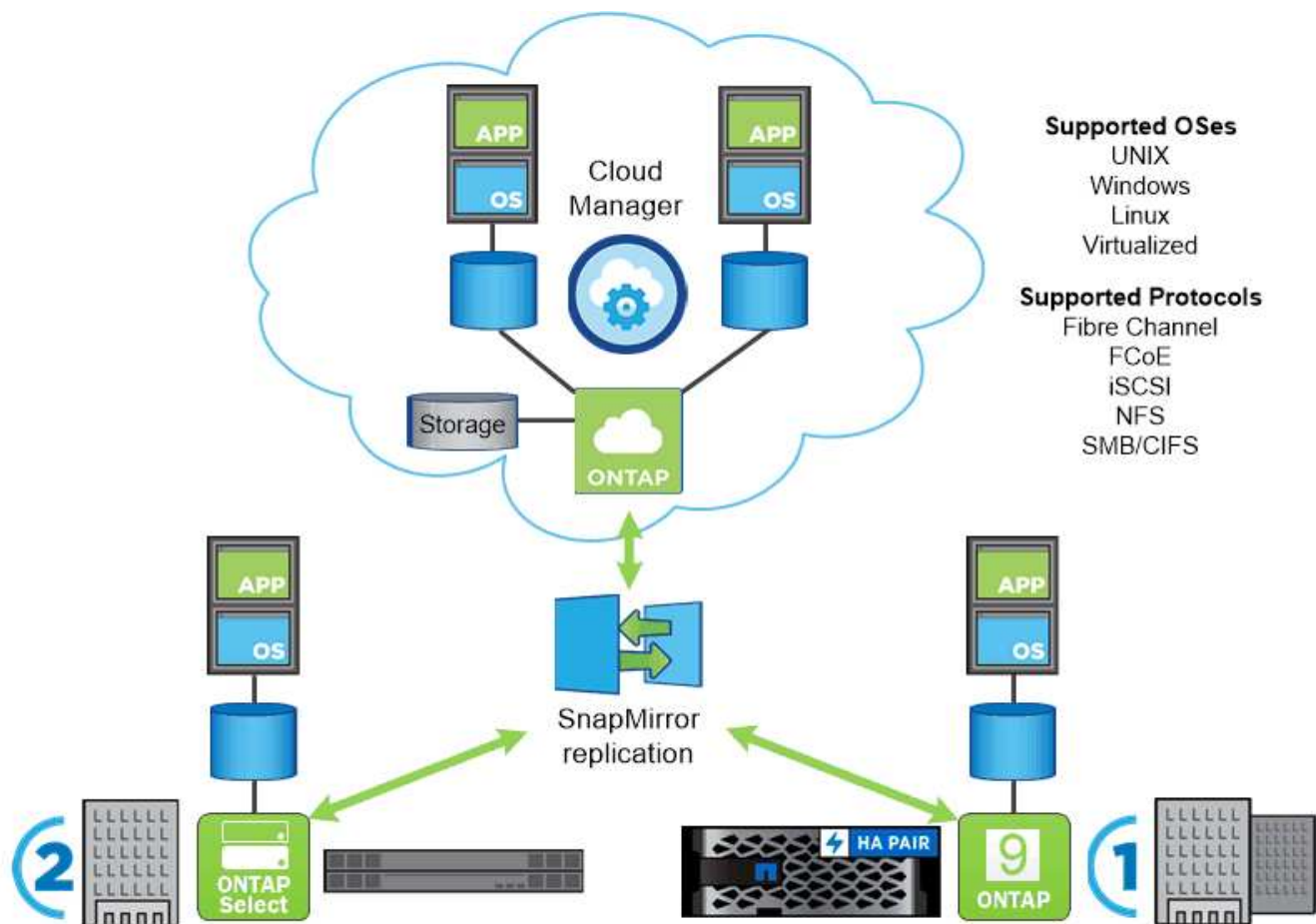
ONTAP提供以下功能：

- 一个统一的存储系统，可同时访问和管理 NFS、CIFS、iSCSI、FC、FCoE 和 FC-NVMe 协议的数据。
- 不同的部署模型包括全闪存、混合和全 HDD 硬件配置上的本地部署；受支持的虚拟机管理程序（如ONTAP Select）上的基于 VM 的存储平台；以及在云中的Cloud Volumes ONTAP。
- 通过支持自动数据分层、内联数据压缩、重复数据删除和压缩，提高了ONTAP系统上的数据存储效率。
- 基于工作负载、QoS 控制的存储。
- 与公共云无缝集成，实现数据分层和保护。 ONTAP还提供强大的数据保护功能，使其在任何环境中都脱颖而出：
 - * NetApp Snapshot 副本。*使用最少的磁盘空间快速进行时间点数据备份，且不产生额外的性能开销。
 - * NetApp SnapMirror。*将数据的 Snapshot 副本从一个存储系统镜像到另一个存储系统。 ONTAP还支持将数据镜像到其他物理平台和云原生服务。
 - * NetApp SnapLock。*通过将不可重写数据写入在指定时间内无法覆盖或擦除的特殊卷，可以有效地管理这些数据。
 - * NetApp SnapVault。*将来自多个存储系统的数据备份到中央 Snapshot 副本，作为所有指定系统的备份。
 - * NetApp SyncMirror。*为物理连接到同一控制器的两个不同磁盘丛提供实时 RAID 级数据镜像。
 - * NetApp SnapRestore。*提供从 Snapshot 副本按需快速恢复备份数据的功能。
 - * NetApp FlexClone。*根据 Snapshot 副本提供NetApp卷的完全可读、可写副本的即时配置。

有关ONTAP的更多信息，请参阅 ["ONTAP 9 文档中心"](#)。



NetApp ONTAP可在本地、虚拟化或云中使用。



NetApp平台

NetApp AFF/ FAS

NetApp提供强大的全闪存 (AFF) 和横向扩展混合 (FAS) 存储平台，这些平台具有低延迟性能、集成数据保护和多协议支持等特点。

这两个系统均由NetApp ONTAP数据管理软件提供支持，这是业界最先进的数据管理软件，可实现简化、高可用、云集成的存储管理，为您的数据结构需求提供企业级的速度、效率 and 安全性。

有关 NETAPP AFF/ FAS平台的更多信息，请单击 ["此处"](#)。

ONTAP Select

ONTAP Select是NetApp ONTAP的软件定义部署，可以部署到您环境中的虚拟机管理程序上。它可以安装在VMware vSphere 或 KVM 上，并提供基于硬件的ONTAP系统的全部功能和体验。

有关ONTAP Select的更多信息，请单击 ["此处"](#)。

Cloud Volumes ONTAP

NetApp Cloud Volumes ONTAP是NetApp ONTAP的云部署版本，可以部署在许多公共云中，包括 Amazon AWS、Microsoft Azure 和 Google Cloud。

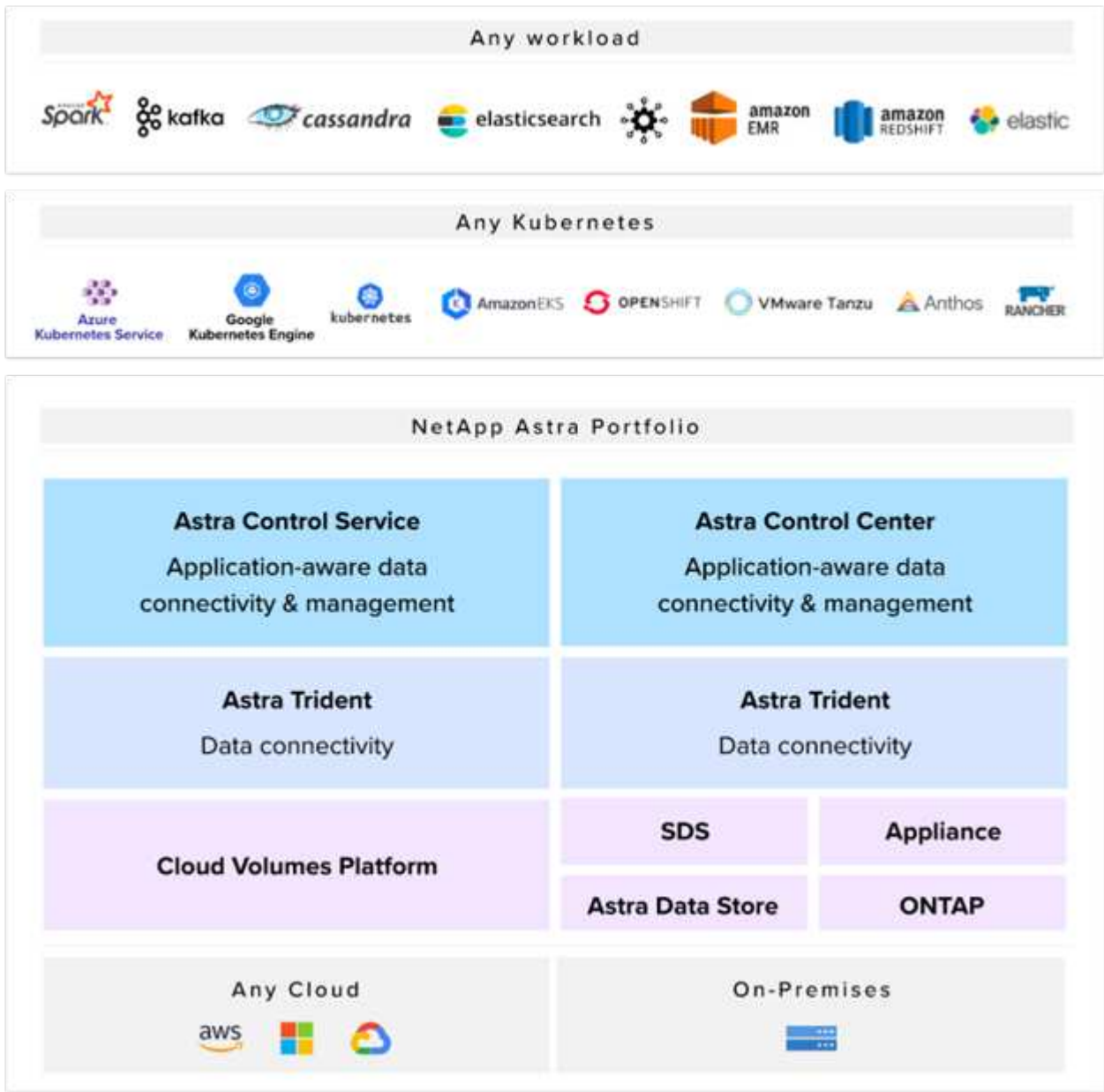
有关Cloud Volumes ONTAP 的更多信息，请单击 ["此处"](#)。

NetApp存储集成

NetApp存储集成概述

NetApp provides a number of products which assist our customers with orchestrating and managing persistent data in container based environments.

NetApp提供多种产品来帮助您协调、管理、保护和迁移有状态的容器化应用程序及其数据。



NetApp Trident是一个开源且完全支持的存储编排器，适用于容器和 Kubernetes 发行版（如 Red Hat OpenShift, Rancher, VMware Tanzu etc）。欲了解更多信息，请访问Trident网站 ["此处"](#)。

以下页面包含有关已在 VMware Tanzu with NetApp 解决方案中针对应用程序和持久存储管理进行验证的 NetApp 产品的更多信息：

- ["NetApp Trident"](#)

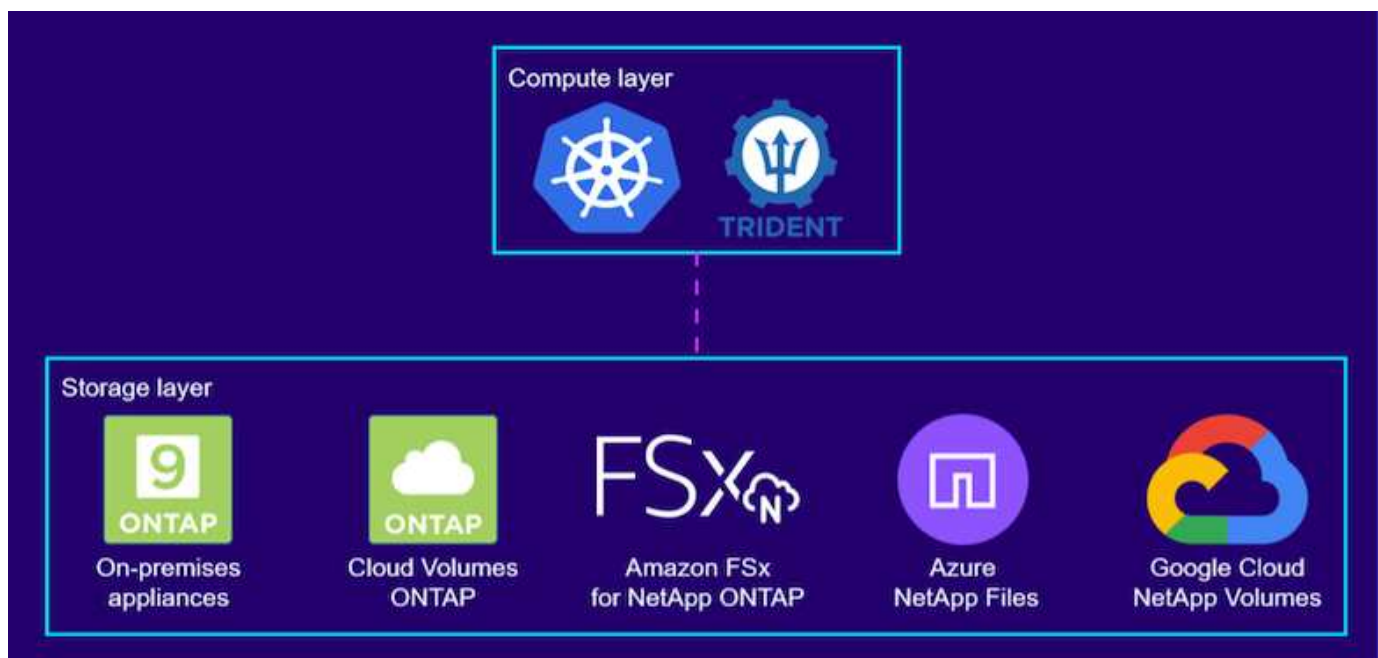
NetApp Trident

Trident概述

Trident是一个开源且完全支持的容器和 Kubernetes 发行版（包括 VMware Tanzu）存储编排器。

Trident是一个开源的、完全支持的存储编排器，适用于容器和 Kubernetes 发行版（如 Red Hat OpenShift, VMware Tanzu, Anthos by Google Cloud, Rancher etc）。Trident可与整个NetApp存储产品组合配合使用，包括NetApp ONTAP和 Element 存储系统，并且还支持 NFS 和 iSCSI 连接。Trident允许最终用户从其NetApp存储系统配置和管理存储，而无需存储管理员的干预，从而加速 DevOps 工作流程。

管理员可以根据项目需求和存储系统模型配置多个存储后端，以实现高级存储功能，包括压缩、特定磁盘类型或保证一定性能水平的 QoS 级别。定义完成后，开发人员可以在他们的项目中使用这些后端来创建持久卷声明 (PVC) 并可根据需要将持久存储附加到他们的容器。



Trident的开发周期很快，和 Kubernetes 一样，每年发布四次。

Trident的最新版本是 2022 年 4 月发布的 22.04。已测试过哪个版本的Trident以及可以找到哪个 Kubernetes 发行版的支持矩阵 ["此处"](#)。

从 20.04 版本开始，Trident设置由Trident操作员执行。该操作员使大规模部署变得更容易，并提供额外的支持，包括作为Trident安装的一部分部署的 pod 的自我修复。

随着 21.01 版本的发布，Helm 图表可用来简化Trident Operator 的安装。

使用 Helm 部署Trident Operator

1. 首先设置用户集群的 `kubeconfig` 文件作为环境变量，这样您就不必引用它，因为Trident没有选项来传递此文件。

```
[netapp-user@rhel7]$ export KUBECONFIG=~/.tanzu-install/auth/kubeconfig
```

2. 添加NetApp Trident helm 存储库。

```
[netapp-user@rhel7]$ helm repo add netapp-trident  
https://netapp.github.io/trident-helm-chart  
"netapp-trident" has been added to your repositories
```

3. 更新 helm 存储库。

```
[netapp-user@rhel7]$ helm repo update  
Hang tight while we grab the latest from your chart repositories...  
...Successfully got an update from the "netapp-trident" chart repository  
...Successfully got an update from the "bitnami" chart repository  
Update Complete. ☐Happy Helming!☐
```

4. 为Trident的安装创建一个新的命名空间。

```
[netapp-user@rhel7]$ kubectl create ns trident
```

5. 使用 DockerHub 凭证创建一个密钥来下载Trident镜像。

```
[netapp-user@rhel7]$ kubectl create secret docker-registry docker-  
registry-cred --docker-server=docker.io --docker-username=netapp  
-solutions-tme --docker-password=xxxxxxx -n trident
```

6. 对于由 TKGS（带有 Tanzu 的 vSphere）或具有管理集群部署的 TKG 管理的用户或工作负载集群，请完成以下步骤来安装Trident：
 - a. 确保登录的用户有在 trident 命名空间中创建服务账户的权限，并且 trident 命名空间中的服务账户有创建 pod 的权限。
 - b. 运行以下 helm 命令在创建的命名空间中安装Trident操作符。

```
[netapp-user@rhel7]$ helm install trident netapp-trident/trident-  
operator -n trident --set imagePullSecrets[0]=docker-registry-cred
```

7. 对于由 TKGI 部署管理的用户或工作负载集群，运行以下 helm 命令在创建的命名空间中安装Trident操作员。

```
[netapp-user@rhel7]$ helm install trident netapp-trident/trident-operator -n trident --set imagePullSecrets[0]=docker-registry-cred,kubeletDir="/var/vcap/data/kubelet"
```

8. 验证Trident pod 是否已启动并正在运行。

NAME	READY	STATUS	RESTARTS
trident-csi-6vv62	2/2	Running	0
trident-csi-cfd844bcc-sqhcg	6/6	Running	0
trident-csi-dfcmz	2/2	Running	0
trident-csi-pb2n7	2/2	Running	0
trident-csi-qsw6z	2/2	Running	0
trident-operator-67c94c4768-xw978	1/1	Running	0

```
[netapp-user@rhel7]$ ./tridentctl -n trident version
+-----+
| SERVER VERSION | CLIENT VERSION |
+-----+
| 22.04.0        | 22.04.0        |
+-----+
```

创建存储系统后端

完成Trident Operator 安装后，您必须为正在使用的特定NetApp存储平台配置后端。按照下面的链接继续设置和配置Trident。

- ["NetApp ONTAP NFS"](#)
- ["NetApp ONTAP iSCSI"](#)

NetApp ONTAP NFS 配置

要通过 NFS 实现Trident与NetApp ONTAP存储系统的集成，您必须创建一个能够与存储系统通信的后端。我们在此解决方案中配置了一个基本的后端，但如果您正在寻找更多自定义选项，请访问文档["此处"](#)。

在ONTAP中创建 SVM

- 1. 登录ONTAP系统管理器，导航到“存储”>“存储虚拟机”，然后单击“添加”。
- 2. 输入 SVM 的名称，启用 NFS 协议，选中允许 NFS 客户端访问复选框，并在导出策略规则中添加工作节点所在的子网，以允许将卷作为 PV 挂载到工作负载集群中。

Add Storage VM

STORAGE VM NAME

trident_svm

Access Protocol

SMB/CIFS, NFS, S3

iSCSI

Enable SMB/CIFS

Enable NFS

Allow NFS client access

Add at least one rule to allow NFS clients to access volumes in this storage VM.

EXPORT POLICY

Default

RULES

Rule Index	Clients	Access Protocols	Read-Only Rule	Read/Wr
	0.0.0.0/0	Any	Any	Any

如果您使用 NSX-T 的 NAT 部署用户集群或工作负载集群，则需要将出口子网（对于 TKGS0 而言）或浮动 IP 子网（对于 TKGI 而言）添加到导出策略规则中。

- 3. 提供数据 LIF 的详细信息和 SVM 管理帐户的详细信息，然后单击“保存”。

17

NETWORK INTERFACE

Use multiple network interfaces when client traffic is high.

K8s-Ontap-01

IP ADDRESS

172.21.252.180

SUBNET MASK

24

GATEWAY

172.21.252.1



BROADCAST DOMAIN

Default



Storage VM Administration

☒ Manage administrator account

USER NAME

vsadmin

PASSWORD

CONFIRM PASSWORD

☐ Add a network interface for storage VM management.

4. 将聚合分配给 SVM。导航到“存储”>“存储虚拟机”，单击新创建的 SVM 旁边的省略号，然后单击“编辑”。选中“限制卷创建到首选本地层”复选框并将所需的聚合附加到该复选框。

Edit Storage VM



STORAGE VM NAME

trident_svm

DEFAULT LANGUAGE

c.utf_8



DELETED VOLUME RETENTION PERIOD 

12

HOURS

Resource Allocation

☒ Limit volume creation to preferred local tiers

LOCAL TIERS

K8s_Ontap_01_SSD_1 

Cancel

Save

5. 如果要安装Trident的用户或工作负载集群采用 NAT 部署，则由于 SNAT，存储挂载请求可能会从非标准端口到达。默认情况下，ONTAP仅允许来自根端口的卷挂载请求。因此，登录ONTAP CLI 并修改设置以允许来自非标准端口的挂载请求。

```
ontap-01> vservers nfs modify -vservers tanzu_svm -mount-rootonly disabled
```

创建后端和存储类

1. 对于提供 NFS 服务的NetApp ONTAP系统，请在跳转主机上创建后端配置文件，其中包含 backendName、managementLIF、dataLIF、svm、用户名、密码和其他详细信息。

```
{
  "version": 1,
  "storageDriverName": "ontap-nas",
  "backendName": "ontap-nas+10.61.181.221",
  "managementLIF": "172.21.224.201",
  "dataLIF": "10.61.181.221",
  "svm": "trident_svm",
  "username": "admin",
  "password": "password"
}
```



最佳做法是将自定义 backendName 值定义为 storageDriverName 和为 NFS 提供服务的 dataLIF 的组合，以便于识别。

2. 通过运行以下命令创建Trident后端。

```
[netapp-user@rhel7]$ ./tridentctl -n trident create backend -f backend-ontap-nas.json
+-----+-----+
+-----+-----+-----+
|          NAME          | STORAGE DRIVER |          UUID          |
| STATE | VOLUMES | |
+-----+-----+-----+
+-----+-----+-----+
| ontap-nas+10.61.181.221 | ontap-nas      | be7a619d-c81d-445c-b80c-5c87a73c5b1e |
| online |          0 |
+-----+-----+-----+
+-----+-----+-----+
```

3. 创建后端后，接下来必须创建存储类。以下示例存储类定义突出显示了必需字段和基本字段。参数 `backendType` 应该反映新创建的Trident后端的存储驱动程序。

```

apiVersion: storage.k8s.io/v1
kind: StorageClass
metadata:
  name: ontap-nfs
provisioner: csi.trident.netapp.io
parameters:
  backendType: "ontap-nas"

```

4. 通过运行 `kubectl` 命令创建存储类。

```

[netapp-user@rhel7 trident-installer]$ kubectl create -f storage-class-nfs.yaml
storageclass.storage.k8s.io/ontap-nfs created

```

5. 创建存储类后，您必须创建第一个持久卷声明 (PVC)。下面给出了一个 PVC 定义示例。确保 `storageClassName` 字段与刚刚创建的存储类的名称匹配。PVC 定义可以根据需要配置的工作负载进一步定制。

```

kind: PersistentVolumeClaim
apiVersion: v1
metadata:
  name: basic
spec:
  accessModes:
    - ReadWriteOnce
  resources:
    requests:
      storage: 1Gi
  storageClassName: ontap-nfs

```

6. 通过发出 `kubectl` 命令创建 PVC。创建可能需要一些时间，具体取决于所创建的备份卷的大小，因此您可以在创建完成时观察该过程。

```

[netapp-user@rhel7 trident-installer]$ kubectl create -f pvc-basic.yaml
persistentvolumeclaim/basic created

```

```

[netapp-user@rhel7 trident-installer]$ kubectl get pvc

```

NAME	STATUS	VOLUME	CAPACITY
basic	Bound	pvc-b4370d37-0fa4-4c17-bd86-94f96c94b42d	1Gi
ACCESS MODES		STORAGECLASS	AGE
RWO		ontap-nfs	7s

NetApp ONTAP iSCSI 配置

要通过 iSCSI 将 NetApp ONTAP 存储系统与 VMware Tanzu Kubernetes 集群集成以实现持久卷，第一步是通过登录每个节点并配置 iSCSI 实用程序或软件包来挂载 iSCSI 卷，从而准备节点。为此，请按照本["链接"](#)。



NetApp 不建议对 VMware Tanzu Kubernetes 集群的 NAT 部署使用此过程。



TKGI 使用 Bosh VM 作为运行不可变配置映像的 Tanzu Kubernetes 集群的节点，并且 Bosh VM 上 iSCSI 包的任何手动更改在重新启动后都不会保留。因此，NetApp 建议使用 NFS 卷作为由 TKGI 部署和运营的 Tanzu Kubernetes 集群的持久存储。

在集群节点准备好 iSCSI 卷后，您必须创建一个能够与存储系统通信的后端。我们在此解决方案中配置了一个基本的后端，但是，如果您正在寻找更多自定义选项，请访问文档["此处"](#)。

在 ONTAP 中创建 SVM

要在 ONTAP 中创建 SVM，请完成以下步骤：

1. 登录 ONTAP 系统管理器，导航到“存储”>“存储虚拟机”，然后单击“添加”。
2. 输入 SVM 的名称，启用 iSCSI 协议，然后提供数据 LIF 的详细信息。

Add Storage VM



STORAGE VM NAME

trident_svm_iscsi

Access Protocol

SMB/CIFS, NFS, S3

iSCSI

☒ Enable iSCSI

NETWORK INTERFACE

K8s-Ontap-01

IP ADDRESS	SUBNET MASK	GATEWAY	BROADCAST DOMAIN
10.61.181.231	24	10.61.181.1	Defa...

☐ Use the same subnet mask, gateway, and broadcast domain for all of the following interfaces

IP ADDRESS	SUBNET MASK	GATEWAY	BROADCAST DOMAIN
10.61.181.232	24	10.61.181.1	Defa...

3. 输入 SVM 管理帐户的详细信息，然后单击“保存”。

Storage VM Administration

☒ Manage administrator account

USER NAME

vsadmin

PASSWORD

CONFIRM PASSWORD

☐ Add a network interface for storage VM management.

Save

Cancel

4. 要将聚合分配给 SVM，请导航到“存储”>“存储虚拟机”，单击新创建的 SVM 旁边的省略号，然后单击“编辑”。选中“限制卷创建到首选本地层”复选框，并将所需的聚合附加到该复选框。

Edit Storage VM



STORAGE VM NAME

trident_svm_iscsi

DEFAULT LANGUAGE

c.utf_8



DELETED VOLUME RETENTION PERIOD 

12

HOURS

Resource Allocation

☒ Limit volume creation to preferred local tiers

LOCAL TIERS

K8s_Ontap_01_SSD_1 

Cancel

Save

创建后端和存储类

1. 对于提供 NFS 服务的NetApp ONTAP系统，请在跳转主机上创建后端配置文件，其中包含 backendName、managementLIF、dataLIF、svm、用户名、密码和其他详细信息。

```
{
  "version": 1,
  "storageDriverName": "ontap-san",
  "backendName": "ontap-san+10.61.181.231",
  "managementLIF": "172.21.224.201",
  "dataLIF": "10.61.181.231",
  "svm": "trident_svm_iscsi",
  "username": "admin",
  "password": "password"
}
```

2. 通过运行以下命令创建Trident后端。

```
[netapp-user@rhel7 trident-installer]$ ./tridentctl -n trident create
backend -f backend-ontap-san.json
+-----+-----+
+-----+-----+-----+-----+
|           NAME           | STORAGE DRIVER |           UUID           |
| STATE | VOLUMES | |           |           |
+-----+-----+-----+-----+
+-----+-----+-----+-----+
| ontap-san+10.61.181.231 | ontap-san      | 6788533c-7fea-4a35-b797- |
| fb9bb3322b91 | online |      0 | |
+-----+-----+-----+-----+
+-----+-----+-----+-----+
```

3. 创建后端后，接下来必须创建存储类。以下示例存储类定义突出显示了必需字段和基本字段。参数`backendType`应该反映新创建的Trident后端的存储驱动程序。还要注意名称字段值，该值必须在后续步骤中引用。

```
apiVersion: storage.k8s.io/v1
kind: StorageClass
metadata:
  name: ontap-iscsi
provisioner: csi.trident.netapp.io
parameters:
  backendType: "ontap-san"
```



有一个可选字段称为`fsType`这是在这个文件中定义的。在 iSCSI 后端，可以将此值设置为特定的 Linux 文件系统类型（XFS、ext4 等），或者可以删除此值以允许 Tanzu Kubernetes 集群决定使用哪种文件系统。

4. 通过运行 kubectl 命令创建存储类。

```
[netapp-user@rhel7 trident-installer]$ kubectl create -f storage-class-iscsi.yaml
storageclass.storage.k8s.io/ontap-iscsi created
```

5. 创建存储类后，您必须创建第一个持久卷声明 (PVC)。下面给出了一个 PVC 定义示例。确保 `storageClassName` 字段与刚刚创建的存储类的名称匹配。PVC 定义可以根据需要配置的工作负载进一步定制。

```
kind: PersistentVolumeClaim
apiVersion: v1
metadata:
  name: basic
spec:
  accessModes:
    - ReadWriteOnce
  resources:
    requests:
      storage: 1Gi
  storageClassName: ontap-iscsi
```

6. 通过发出 `kubectl` 命令创建 PVC。创建可能需要一些时间，具体取决于所创建的备份卷的大小，因此您可以在创建完成时观察该过程。

```
[netapp-user@rhel7 trident-installer]$ kubectl create -f pvc-basic.yaml
persistentvolumeclaim/basic created

[netapp-user@rhel7 trident-installer]$ kubectl get pvc
NAME      STATUS    VOLUME                                     CAPACITY
ACCESS MODES  STORAGECLASS  AGE
basic      Bound       pvc-7ceac1ba-0189-43c7-8f98-094719f7956c  1Gi
RWO                ontap-iscsi      3s
```

附加信息：VMware Tanzu 与 NetApp

要了解有关本文档中描述的信息的更多信息，请查看以下网站：

- NetApp 文档

["https://docs.netapp.com/"](https://docs.netapp.com/)

- Trident 文档

["https://docs.netapp.com/us-en/trident/"](https://docs.netapp.com/us-en/trident/)

- Ansible 文档

["https://docs.ansible.com/"](https://docs.ansible.com/)

- VMware Tanzu 文档

["https://docs.vmware.com/en/VMware-Tanzu/index.html"](https://docs.vmware.com/en/VMware-Tanzu/index.html)

- VMware Tanzu Kubernetes 网格文档

["https://docs.vmware.com/en/VMware-Tanzu-Kubernetes-Grid/1.5/vmware-tanzu-kubernetes-grid-15/GUID-index.html"](https://docs.vmware.com/en/VMware-Tanzu-Kubernetes-Grid/1.5/vmware-tanzu-kubernetes-grid-15/GUID-index.html)

- VMware Tanzu Kubernetes Grid 服务文档

["https://docs.vmware.com/en/VMware-vSphere/7.0/vmware-vsphere-with-tanzu/GUID-152BE7D2-E227-4DAA-B527-557B564D9718.html"](https://docs.vmware.com/en/VMware-vSphere/7.0/vmware-vsphere-with-tanzu/GUID-152BE7D2-E227-4DAA-B527-557B564D9718.html)

- VMware Tanzu Kubernetes Grid 集成版文档

["https://docs.vmware.com/en/VMware-Tanzu-Kubernetes-Grid-Integrated-Edition/index.html"](https://docs.vmware.com/en/VMware-Tanzu-Kubernetes-Grid-Integrated-Edition/index.html)

版权信息

版权所有 © 2025 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。