采用ONTAP的VMware vSphere

Enterprise applications

NetApp
February 11, 2026

This PDF was generated from https://docs.netapp.com/zh-cn/ontap-apps-dbs/vmware/vmware-vsphere-overview.html on February 11, 2026. Always check docs.netapp.com for the latest.

目录

采用ONTAP的VMware vSphere 1
采用ONTAP的VMware vSphere 1
为什么选择适用于VMware vSphere的ONTAP? 1
使用适用于vSphere的ONTAP的优势 1
统一存储 2
适用于 ONTAP 的虚拟化工具 3
适用于 VMware vSphere 的 ONTAP 工具 4
适用于VMware vSphere的SnapCenter插件 5
适用于 VMware VAAI 的 NFS 插件 5
高级软件选项 5
虚拟卷（ VVOL ）和基于存储策略的管理（ SPBM ） 5
虚拟卷(Virtual Volume、Virtual Volume、Virtual Volume) 5
基于存储策略的管理(Storage Policy Based Management、SPBM) 6
NetApp ONTAP和虚拟卷 6
数据存储库和协议 6
vSphere数据存储库和协议功能概述 6
SAN （ FC ， FCoE ， NVMe/FC ， iSCSI ）， RDM 12
NFS 13
FlexGroup 卷 16
网络配置： 18
SAN (FC、NVMe/FC、iSCSI、NVMe/TCP)、RDM 19
NFS 19
直连网络 19
虚拟机和数据存储库克隆 20
数据保护 22
NetApp ONTAP卷快照 22
适用于VMware vSphere的SnapCenter插件 23
适用于采用VMware Live Site Recovery的VMware vSphere的ONTAP工具 23
NetApp Disaster Recovery 24
NetApp MetroCluster和SnapMirror处于活动同步状态的vSphere Metro Storage Cluster (VMSC) 24
服务质量（ QoS ） 24
ONTAP QoS策略支持 24
非卷NFS数据存储库 25
VMFS数据存储库 25
数据存储库 25
ONTAP QoS 和 VMware SIOC 26
VMware Storage Distributed Resource Scheduler 26
基于存储策略的管理和虚拟卷 27
云迁移和备份 29

vSphere 数据加密 . . . 30
Active IQ Unified Manager . . . 31
基于存储策略的管理和虚拟卷 . . . 32
VMware Storage Distributed Resource Scheduler . . . 34
建议的 ESXi 主机和其他 ONTAP 设置 . . . 35
    多路径性能设置 . . . 37
    其他文档 . . . 37

采用ONTAP的VMware vSphere

采用ONTAP的VMware vSphere

自2002年引入现代数据中心以来、ONTAP已成为VMware vSphere以及最近的Cloud Foundation环境的主要存储解决方案。它继续推出创新功能、以简化管理并降低成本。

本文档介绍了适用于vSphere的ONTAP解决方案、其中重点介绍了可简化部署、降低风险和简化管理的最新产品信息和最佳实践。

本文档可替代先前发布的技术报告_TR-4597：《适用于ONTAP的VMware vSphere》_

最佳实践是指南和兼容性列表等其他文档的补充。它们是根据 NetApp 工程师和客户的实验室测试和丰富的现场经验开发的。它们可能并不是在每个环境中都能使用的唯一受支持的实践，但它们通常是最简单的解决方案，可满足大多数客户的需求。

本文档重点介绍在vSphere 7.0或更高版本上运行的ONTAP (9.x)的最新版本中的功能。有关特定版本的详细信息、请参见 "互操作性表工具（ IMT ）"和 "VMware 兼容性指南"。

为什么选择适用于VMware vSphere的ONTAP?

客户可以放心地选择ONTAP for vSphere 作为 SAN 和 NAS 存储解决方案。最新的 All SAN 阵列采用了新的简化分解存储架构，为 SAN 存储管理员提供了熟悉的简化体验，同时保留了传统ONTAP系统的大部分集成和功能集。 ONTAP系统提供卓越的快照保护和强大的管理工具。通过将功能卸载到专用存储， ONTAP可以最大限度地利用主机资源、降低成本并保持最佳性能。此外，可以使用 Storage vMotion 轻松跨 VMFS、NFS 或vVols迁移工作负载。

使用适用于vSphere的ONTAP的优势

成千上万的客户选择ONTAP作为其vSphere存储解决方案的原因有很多、例如、支持SAN和NAS协议的统一存储系统、使用节省空间的快照的强大数据保护功能以及大量可帮助您管理应用程序数据的工具。使用与虚拟机管理程序不同的存储系统，您可以卸载许多功能，并最大程度地提高对 vSphere 主机系统的投资。这种方法不仅可以确保主机资源专注于应用程序工作负载，还可以避免存储操作对应用程序造成随机性能影响。

ONTAP与 vSphere 结合使用是一种很好的组合，可以让您减少主机硬件和 VMware 软件的费用。您还可以以较低的成本保护您的数据，同时保持始终如一的高性能。由于虚拟化工作负载是移动的，您可以探索使用 Storage vMotion 的不同方法在同一存储系统上跨 VMFS、NFS 或vVols数据存储移动虚拟机。

以下是当今客户重视的关键因素：

- *统一存储。*运行ONTAP 的系统在几个重要方面是统一的。最初，这种方法同时涉及 NAS 和 SAN 协议，ONTAP继续成为 SAN 的领先平台，同时又具有 NAS 方面的原有优势。在 vSphere 世界中，这种方法还意味着虚拟桌面基础架构 (VDI) 与虚拟服务器基础架构 (VSI) 的统一系统。运行ONTAP 的系统对于 VSI 而言通常比传统企业阵列更便宜，并且具有高级存储效率功能，可在同一系统中处理 VDI。 ONTAP还统一了各种存储介质，从 SSD 到 SATA，并且可以轻松将其扩展到云端。没有必要为了性能而购买一个存储操作系统，为了归档而购买另一个，为了云而购买另一个。 ONTAP将它们全部联系在一起。

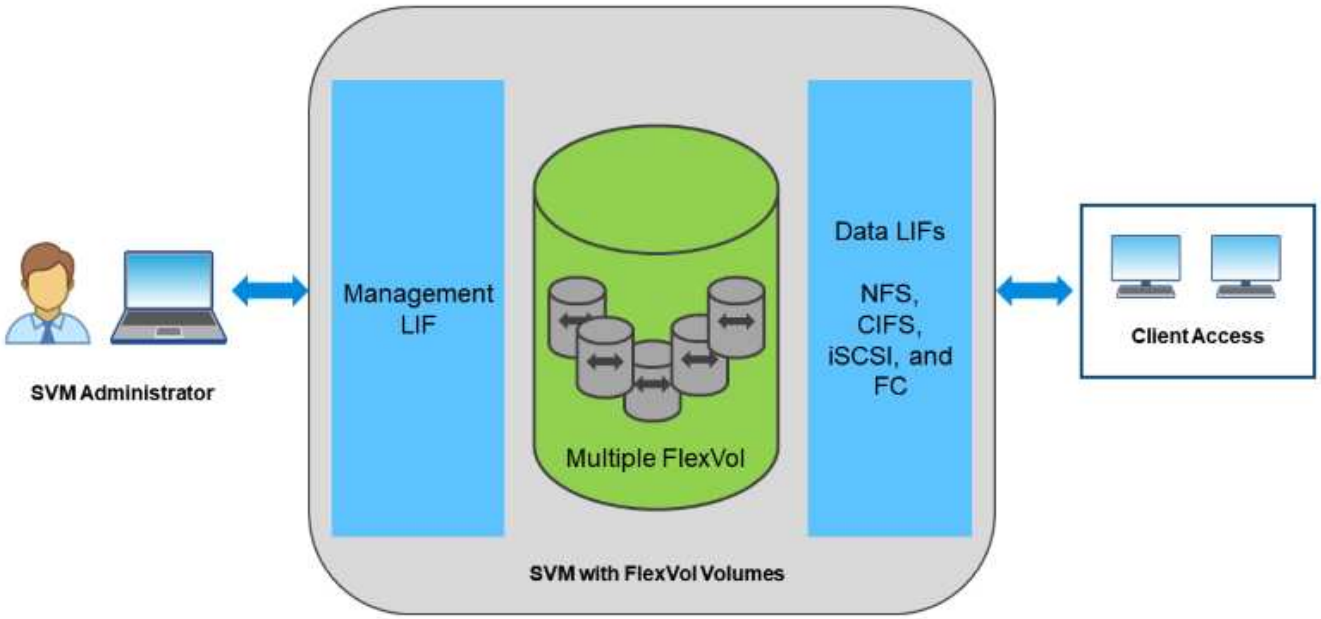
- *全SAN阵列(ASA)。*最新的ONTAP ASA系统(从A1K、A90、A70、A50、A30和A20开始)基于新的存储架构构建、消除了管理聚合和卷的传统ONTAP存储模式。由于没有文件系统共享、因此不需要卷！连接到HA对的所有存储都被视为通用存储可用性区域(SAZ)、其中LUN和NVMe命名空间配置为"存储单元"(SUS)。最新的ASA系统易于管理、并具有SAN存储管理员熟悉的体验。这种新架构非常适合vSphere环境、因为它可以轻松管理存储资源、并为SAN存储管理员提供简化的体验。ASA架构还支持最新的基于网络结构的NVMe (NVMe-oF)技术、可为vSphere工作负载提供更高的性能和可扩展性。
- *快照技术。*ONTAP是第一家提供数据保护快照技术的公司、它仍然是业内最先进的公司。这种节省空间的数据保护方法已扩展为支持VMware vSphere APIS for Array Integration (VAAI)。通过这种集成、您可以利用ONTAP的快照功能执行备份和还原操作、从而减少对生产环境的影响。通过这种方法、您还可以使用快照快速恢复VM、从而减少恢复数据所需的时间和精力。此外、ONTAP的快照技术还与VMware的实时站点恢复(VSR、以前称为站点恢复管理器[SRM])解决方案相集成、为您的虚拟化环境提供全面的数据保护策略。
- 虚拟卷和基于存储策略的管理。 NetApp是 VMware 在 vSphere Virtual Volumes (vVols) 开发方面的早期设计合作伙伴，为vVols和 VMware vSphere APIs for Storage Awareness (VASA) 提供架构输入和早期支持。这种方法不仅为 VMFS 带来了细粒度的 VM 存储管理，还支持通过基于存储策略的管理实现存储配置的自动化。这种方法允许存储架构师设计具有不同功能的存储池，以便虚拟机管理员轻松使用。 ONTAP在 vVol 规模方面处于存储行业领先地位，在单个集群中支持数十万个vVols ，而企业阵列和小型闪存阵列供应商每个阵列仅支持几千个vVols 。 NetApp还通过即将推出的功能推动细粒度 VM 管理的发展。
- *存储效率。*尽管NetApp是第一个为生产工作负载提供重复数据删除功能的公司，但这项创新并不是该领域的第一次或最后一次创新。它从快照开始，这是一种节省空间且不会影响性能的数据保护机制，同时结合FlexClone技术，可以立即为生产和备份使用制作虚拟机的读/写副本。 NetApp继续提供内联功能，包括重复数据删除、压缩和零块重复数据删除，以从昂贵的 SSD 中榨取最多的存储空间。 ONTAP还增加了使用压缩将较小的 I/O 操作和文件打包到磁盘块中的功能。这些功能的结合使得客户普遍看到 VSI 节省高达 5:1 ，VDI 节省高达 30:1。最新一代ONTAP系统还包括硬件加速压缩和重复数据删除功能，可以进一步提高存储效率并降低成本。这种方法允许您在更少的空间内存储更多数据，从而降低总体存储成本并提高性能。NetApp对其存储效率功能非常有信心，因此提供了一个链接： https://www.netapp.com/pdf.html?item=/media/79014-ng-937-Efficiency-Guarantee-Customer-Flyer.pdf item=/media/79014-ng-937-Efficiency-Guarantee-Customer-Flyer.pdf [效率保证^]。
- 多租户 ONTAP长期以来一直是多租户领域的领导者，允许您在单个集群上创建多个存储虚拟机 (SVM)。这种方法允许您隔离工作负载并为不同的租户提供不同级别的服务，使其成为服务提供商和大型企业的理想选择。最新一代ONTAP系统还包括对租户容量管理的支持。此功能允许您为每个租户设置容量限制，确保没有单个租户可以消耗所有可用资源。这种方法有助于确保所有租户都能获得他们期望的服务级别，同时还能在租户之间提供高级别的安全性和隔离。此外，ONTAP 的多租户功能与 VMware 的 vSphere 平台集成，使您可以通过以下方式轻松管理和监控虚拟化环境 "适用于 VMware vSphere 的 ONTAP 工具"和 "数据基础架构洞察力"。
- *混合云。*无论用于本地私有云、公共云基础架构还是结合两者优点的混合云， ONTAP解决方案都可以帮助您构建数据结构以简化和优化数据管理。从高性能全闪存系统开始，然后将它们与磁盘或云存储系统结合，以实现数据保护和云计算。从 Azure、AWS、IBM 或 Google Cloud 中选择，以优化成本并避免锁定。根据需要利用对 OpenStack 和容器技术的高级支持。 NetApp还为ONTAP提供基于云的备份（ SnapMirror Cloud、 Cloud Backup Service和Cloud Sync）以及存储分层和归档工具（FabricPool ），以帮助降低运营费用并利用云的广泛覆盖范围。
- 等等。 * 利用 NetApp AFF A 系列阵列的极致性能，在管理成本的同时加快虚拟化基础架构的运行速度。使用横向扩展 ONTAP 集群享受从维护到升级到完全更换存储系统的无中断运行。利用 NetApp 加密功能保护空闲数据，无需额外付费。通过精细的服务质量功能确保性能满足业务服务级别要求。它们都是行业领先的企业级数据管理软件ONTAP提供的广泛功能的一部分。

统一存储

ONTAP通过简化的软件定义方法统一存储、实现安全高效的管理、提高性能和无缝可扩展性。这种方法可增强数据保护并有效利用云资源。

最初、这种统一方法指的是在一个存储系统上同时支持NAS和SAN协议、而ONTAP凭借其在NAS中的原有优势、仍然是SAN的领先平台。ONTAP现在还提供S3对象协议支持。虽然S3不用于数据存储库、但您可以将其用于子系统内应用程序。有关ONTAP中S3协议支持的详细信息，请参见"S3配置概述"。统一存储一词已发展为一种统一的存储管理方法、包括通过一个界面管理所有存储资源的能力。这包括能够同时管理内部和云存储资源、最新的全SAN阵列(ASA)系统、以及从一个界面管理多个存储系统。

Storage Virtual Machine (SVM)是ONTAP中的安全多租户单元。它是一种逻辑构造、允许客户端访问运行ONTAP的系统。SVM 可以通过多个数据访问协议通过逻辑接口（ Logical Interface ， LIF ）同时提供数据。SVM 可通过 CIFS 和 NFS 等 NAS 协议提供文件级数据访问，并通过 iSCSI ， FC/FCoE 和 NVMe 等 SAN 协议提供块级数据访问。SVM可以同时分别为SAN和NAS客户端以及S3提供数据。



在 vSphere 环境中，这种方法还可能意味着为虚拟桌面基础架构 (VDI) 和虚拟服务器基础架构（ VSI ）提供一个统一的系统。与传统企业阵列相比、运行ONTAP的系统在VSI方面的成本通常较低、但具有高级存储效率功能、可以在同一系统中处理VDI。ONTAP 还统一了从 SSD 到 SATA 的各种存储介质，并可轻松地将其扩展到云。无需购买一个闪存阵列即可实现高性能、一个SATA阵列可用于归档、而单独的系统则可用于云。ONTAP将所有这些问题联系在一起。

*注：*有关SVM、统一存储和客户端访问的详细信息、请参见 "存储虚拟化" 在 ONTAP 9 文档中心。

适用于 ONTAP 的虚拟化工具

NetApp提供了多个与传统ONTAP和ASA系统兼容的独立软件工具、可通过集成vSphere来有效管理您的虚拟化环境。

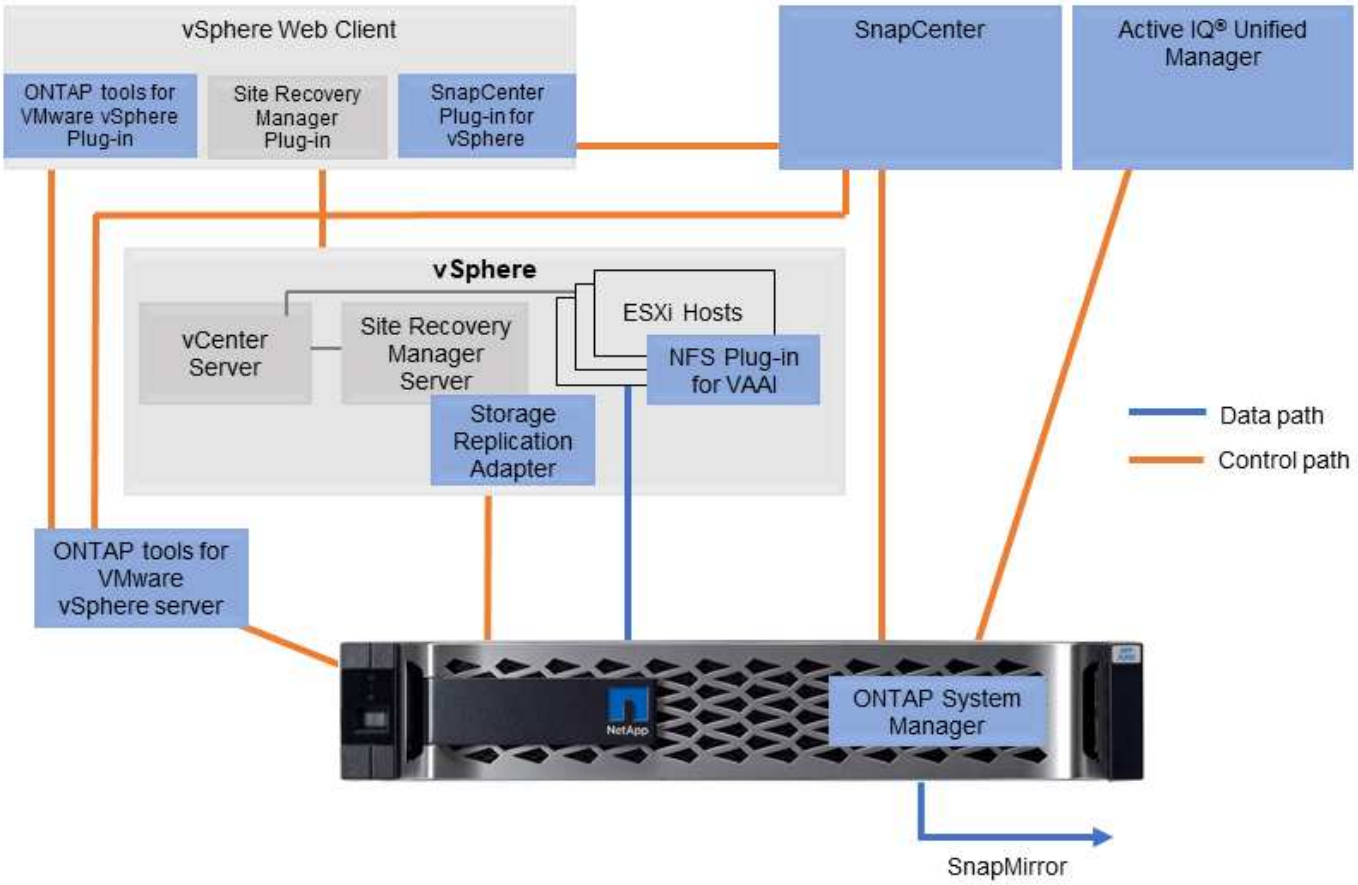
ONTAP One许可证附带了以下工具、无需额外付费。有关这些工具在 vSphere 环境中如何协同工作的说明，请参见图 1 。

适用于 **VMware vSphere** 的 **ONTAP** 工具

"适用于 VMware vSphere 的 ONTAP 工具"是一组用于将ONTAP存储与vSphere结合使用的工具。无论您使用的是 SAN 还是 NAS ， vCenter 插件（以前称为 Virtual Storage Console （ VSC ））均可简化存储管理和效率功能，提高可用性并降低存储成本和运营开销。它使用最佳实践配置数据存储库，并为 NFS 和块存储环境优化 ESXi 主机设置。为了获得所有这些优势、NetApp建议在将vSphere与运行ONTAP的系统结合使用时、最佳做法是使用这些ONTAP工具。它包括服务器设备、vCenter、VASA Provider和Storage Replication Adapter的用户界面扩展。ONTAP 工具中的几乎所有内容都可以通过简单的REST API实现自动化、而大多数现代自动化工具都可以使用这些API。

- *vCenter UI扩展。*ONTAP工具UI扩展可通过直接在vCenter UI中嵌入易于使用的上下文相关菜单来管理主机和存储、信息性portlet以及本机警报功能来简化工作流、从而简化运营团队和vCenter管理员的工作。
- *适用于ONTAP 的VASA Provider。*适用于ONTAP 的VASA Provider支持VMware vStorage APIs for Storage Awareness (VASA)框架。它作为适用于 VMware vSphere 的 ONTAP 工具的一部分提供，作为一个虚拟设备，易于部署。VASA Provider 可将 vCenter Server 与 ONTAP 连接起来，以帮助配置和监控 VM 存储。它支持 VMware 虚拟卷（ VVOL ）支持，管理存储功能配置文件和单个 VM VVOL 性能，并提供警报以监控容量和配置文件合规性。
- *存储复制适配器。*SRA 与 VMware Live Site Recovery (VLSR)/Site Recovery Manager (SRM) 一起使用，使用SnapMirror进行基于阵列的复制，管理生产站点和灾难恢复站点之间的数据复制。它可以在发生灾难时自动执行故障转移任务，并可以帮助无中断地测试 DR 副本，以确保对 DR 解决方案的信心。

下图显示了适用于 vSphere 的 ONTAP 工具。



适用于VMware vSphere的SnapCenter插件

这 "适用于VMware vSphere的SnapCenter插件" 是 vCenter Server 的一个插件，可让您管理虚拟机 (VM) 和数据存储区的备份和还原。它提供了一个单一界面来管理跨多个ONTAP系统的虚拟机和数据存储库的备份、恢复和克隆。SnapCenter支持使用SnapMirror复制到辅助站点以及从辅助站点恢复。最新版本还支持SnapMirror到云（S3）、防篡改快照、 SnapLock和SnapMirror主动同步。适用于 VMware vSphere 的SnapCenter插件可以与SnapCenter应用程序插件集成，以提供应用程序一致的备份。

适用于 VMware VAAI 的 NFS 插件

`https://mysupport.netapp.com/site/products/all/details/nfsplugin-vmware-vaai/about-tab["适用于VMware VAAI的NetApp NFS插件"]是适用于ESXi主机的插件、允许这些主机对ONTAP上的NFS数据存储库使用VAAI功能。它支持克隆操作的副本卸载、厚虚拟磁盘文件的空间预留以及快照卸载。将副本操作卸载到存储不一定会更快完成、但它会降低网络带宽要求、并减轻CPU周期、缓冲区和队列等主机资源的负载。您可以使用适用于VMware vSphere的ONTAP 工具在ESXi主机或vSphere Lifecycle Manager （如果支持）上安装此插件。`

高级软件选项

NetApp提供以下优质软件产品。它们不包含在ONTAP One 许可证中，必须单独购买。

- "NetApp Disaster Recovery(DR)"适用于 VMware vSphere。这是一项基于云的服务，为 VMware 环境提供灾难恢复和备份。它可以与SnapCenter一起使用，也可以单独使用，并且支持使用 SAN 或 NAS 进行本地到本地的 DR，以及使用 NFS 进行本地到云/从云（如果支持）。
- "数据基础架构洞察力(DII)"。这是一项基于云的服务，为 VMware 环境提供监控和分析。它支持异构存储环境中的其他存储供应商，以及多个交换机供应商和其他虚拟机管理程序。DII 提供有关 VMware 环境的性能、容量和健康状况的完整端到端洞察。

虚拟卷（ VVOL ）和基于存储策略的管理（ SPBM ）

NetApp于2012年首次宣布、是VMware的早期设计合作伙伴、负责开发VMware vSphere APIS for Storage AWAREIVAWARE(VASA)、这是企业级存储阵列基于存储策略的管理(Storage Policy Based Management、SPBM)的基础。这种方法为VMFS和NFS存储提供了有限的VM粒度存储管理。

作为技术设计合作伙伴、NetApp提供了架构方面的投入、并于2015年宣布支持虚拟卷。现在、这项新技术可通过SPBM实现VM粒度和真正的阵列本机存储配置自动化。

虚拟卷(Virtual Volume、Virtual Volume、Virtual Volume)

vvol是一种革命性的存储架构、支持VM粒度存储管理、不仅可以按VM (包括VM元数据)管理存储、还可以按VMDK管理存储。vvol是软件定义的数据中心(SDDC)战略的一个关键组件、该战略构成了VMware Cloud Foundation (VCF)的基础、可为虚拟化环境提供更高效、可扩展的存储架构。

通过Vvol、VM可以按每个VM使用存储、因为每个VM存储对象都是NetApp ONTAP中的一个唯一实体。对于不再需要卷管理的ASA R2系统、这意味着每个VM存储对象都是阵列上的一个唯一存储单元(SU)、可以独立控

制。这样、便可创建可应用于单个VM或VMDK (从而实现独立SUS)的存储策略、从而对性能、可用性和数据保护等存储服务进行精细控制。

基于存储策略的管理(Storage Policy Based Management、SPBM)

SPBM 提供了一个框架，可用作虚拟化环境可用存储服务与通过策略配置的存储元素之间的抽象层。通过这种方法、存储架构师可以设计具有不同功能的存储池。VM管理员可以轻松使用这些池。然后、管理员可以将虚拟机工作负载要求与所配置的存储池进行匹配。此方法可简化存储管理、并可更高效地利用存储资源。

SPBM是虚拟卷的一个关键组件、可提供一个基于策略的框架来管理存储服务。策略由vSphere管理员使用供应商的VASA Provider (VP)提供的规则和功能来创建。可以为性能、可用性和数据保护等不同存储服务创建策略。可以将策略分配给单个VM或VMDK、从而对存储服务进行精细控制。

NetApp ONTAP和虚拟卷

NetApp ONTAP在虚拟卷扩展领域居于存储行业领先地位，可在一个集群中支持数十万个虚拟卷*。相比之下、企业级阵列供应商和小型闪存阵列供应商支持的每个阵列只能支持数千个的卷。ONTAP为VMware vSphere环境提供了一个可扩展的高效存储解决方案、可通过一组丰富的存储服务(包括重复数据删除、数据压缩、精简配置和数据保护)来支持vvol。SPBM支持与VMware vSphere环境无缝集成。

我们之前提到、VM管理员可以将容量用作存储池。这可以通过使用存储容器来实现、这些存储容器在vSphere中表示为逻辑数据存储库。

存储容器由存储管理员创建、用于对可由VM管理员使用的存储资源进行分组。根据您使用的ONTAP系统类型、创建存储容器的方式可能有所不同。对于传统ONTAP 9集群、系统会为容器分配一个或多个后备FlexVol卷、这些卷共同构成存储池。对于ASA R2系统、整个集群都是存储池。

> 有关 VMware vSphere 虚拟卷， SPBM 和 ONTAP 的详细信息，请参见 "TR-4400 ： 采用 ONTAP 的 VMware vSphere 虚拟卷"。

*取决于平台和协议

数据存储库和协议

vSphere数据存储库和协议功能概述

可使用六种协议将VMware vSphere连接到运行ONTAP的系统上的数据存储库：

- FCP
- NVMe/FC
- NVMe/TCP
- iSCSI
- NFS v3
- NFS v4.1

FCP、NVMe/FC、NVMe/TCP和iSCSI是块协议、它们使用vSphere虚拟机文件系统(VMFS)将VM存储在ONTAP FlexVol volume中包含的ONTAP LUN或NVMe命名空间中。NFS 是一种文件协议，无需使用 VMFS 即可将虚拟机放置到数据存储库（即 ONTAP 卷）中。SMB (CIFS)、iSCSI、NVMe/TCP或NFS也可以从子操作系统直接使用到ONTAP。

以下表格展示了 vSphere 支持的使用 ONTAP 的传统数据存储功能。此信息不适用于 vVols 数据存储区，但它通常适用于使用支持的 ONTAP 版本的 vSphere 6.x 及更高版本。您也可以查阅 "VMware配置最大值工具" 有关特定 vSphere 版本的信息，以确认特定限制。

功能 / 功能	FC	iSCSI	NVMe-oF	NFS
格式。	VMFS 或原始设备映射（ RDM ）	VMFS 或 RDM	VMFS	不适用
数据存储库或 LUN 的最大数量	每个 ESXi 主机 1024 个 LUN，每个 LUN 最多 32 个路径，每个主机最多 4096 个总路径，每个数据存储区最多 128 个主机	每个 ESXi 主机 1024 个 LUN，每个 LUN 最多 32 个路径，每个主机最多 4096 个总路径，每个数据存储区最多 128 个主机	每个 ESXi 主机 256 个命名空间，每个主机每个命名空间最多 32 个路径，每个主机总共 2048 个路径，每个数据存储区最多 16 个主机	每个主机256个NFS连接(受nconnect和会话中继的影响)默认NFS。最大卷数为 8 。使用适用于 VMware vSphere 的 ONTAP 工具将其增加到 256 。
最大数据存储库大小	64 TB	64 TB	64 TB	使用 FlexGroup 卷时为 300 TB 或更高的 FlexVol 卷
最大数据存储库文件大小	62 TB	62 TB	62 TB	使用ONTAP 9.12.1P2及更高版本时为62 TB
每个 LUN 或文件系统的最佳队列深度	64－256	64－256	已自动协商	请参见中的NFS.MaxQueueDepth "建议的 ESXi 主机和其他 ONTAP 设置"。

下表列出了支持的 VMware 存储相关功能。

容量 / 功能	FC	iSCSI	NVMe-oF	NFS
VMotion	是的。	是的。	是的。	是的。
存储 vMotion	是的。	是的。	是的。	是的。
VMware HA	是的。	是的。	是的。	是的。
存储分布式资源计划程序（ Storage Distributed Resource Scheduler ， SDRS ）	是的。	是的。	是的。	是的。
启用了VMware vStorage APIS for Data Protection (VADP)的备份软件	是的。	是的。	是的。	是的。
虚拟机中的 Microsoft 集群服务（ MSCS ）或故障转移集群	是的。	是[1]	是[1]	不支持
容错	是的。	是的。	是的。	是的。

容量 / 功能	FC	iSCSI	NVMe-oF	NFS
Live Site Recon/Site Recovery Manager	是的。	是的。	否[2]	仅v3 [2]
精简配置的 VM （虚拟磁盘）	是的。	是的。	是的。	是的。 如果不使用VAAI、则此设置是NFS上所有VM的默认设置。
VMware 原生多路径	是的。	是的。	是的。	NFS v4.1会话中继需要ONTAP 9.14.1及更高版本

下表列出了支持的 ONTAP 存储管理功能。

功能 / 功能	FC	iSCSI	NVMe-oF	NFS
重复数据删除	阵列中的节省量	阵列中的节省量	阵列中的节省量	数据存储库中的节省量
精简配置	数据存储库或 RDM	数据存储库或 RDM	数据存储库	数据存储库
调整数据存储库大小	仅增长	仅增长	仅增长	增长，自动增长和缩减
适用于 Windows 和 Linux 应用程序的 SnapCenter 插件（在子系统中）	是的。	是的。	是的。	是的。
使用适用于 VMware vSphere 的 ONTAP 工具监控和主机配置	是的。	是的。	是的。	是的。
使用适用于 VMware vSphere 的 ONTAP 工具进行配置	是的。	是的。	是的。	是的。

下表列出了支持的备份功能。

功能 / 功能	FC	iSCSI	NVMe-oF	NFS
ONTAP Snapshot	是的。	是的。	是的。	是的。
复制的备份支持 SRM	是的。	是的。	否[2]	仅v3 [2]
卷 SnapMirror	是的。	是的。	是的。	是的。
VMDK 映像访问	支持SnapCenter和VADP的备份软件	支持SnapCenter和VADP的备份软件	支持SnapCenter和VADP的备份软件	启用了SnapCenter和VADP的备份软件、vSphere Client和vSphere Web Client数据存储库浏览器

功能 / 功能	FC	iSCSI	NVMe-oF	NFS
vmdk 文件级访问	启用了SnapCenter和VADP的备份软件、仅限Windows	启用了SnapCenter和VADP的备份软件、仅限Windows	启用了SnapCenter和VADP的备份软件、仅限Windows	支持SnapCenter和VADP的备份软件和第三方应用程序
NDMP 粒度	数据存储库	数据存储库	数据存储库	数据存储库或虚拟机

[1] *NetApp 建议*对 Microsoft 群集使用来宾内 iSCSI，而不是在 VMFS 数据存储中使用启用了多写入器的 VMDK。这种方法得到了 Microsoft 和 VMware 的充分支持，通过 ONTAP 提供了极大的灵活性（SnapMirror 到本地或云中的 ONTAP 系统），易于配置和自动化，并且可以使用 SnapCenter 进行保护。vSphere 7 添加了新的群集 VMDK 选项。这与启用了多写入器的 VMDK 不同，后者需要启用了群集 VMDK 支持的 VMFS 6 数据存储。其他限制适用。有关配置指南，请参阅 VMware 的 "Windows Server 故障转移集群设置" 文档。

[2]使用NVMe-oF和NFS v4.1的数据存储库需要vSphere复制。SRM目前不支持对NFS v4.1执行基于阵列的复制。适用于VMware vSphere Storage Replication Adapter (SRA)的ONTAP工具目前不支持使用NVMe-oF进行基于阵列的复制。

选择存储协议

运行 ONTAP 的系统支持所有主要的存储协议，因此客户可以根据现有和计划的网络基础设施和员工技能选择最适合其环境的存储协议。从历史上看，NetApp 测试通常显示以相似线速和连接数量运行的协议之间几乎没有差异。但是，NVMe-oF（NVMe/TCP 和 NVMe/FC）在 IOPS 方面显示出显著的增益，延迟减少，并且存储 IO 的主机 CPU 消耗减少了 50% 或更多。另一方面，NFS 提供了最大的灵活性和易管理性，特别是对于大量的虚拟机。所有这些协议都可以使用 ONTAP tools for VMware vSphere 进行使用和管理，该工具提供了一个简单的界面来创建和管理数据存储。

在考虑选择协议时，以下因素可能会很有用：

- *当前操作环境。*虽然IT团队通常擅长管理以太网IP基础架构、但并非所有IT团队都擅长管理FC SAN网络结构。但是、如果使用的是不针对存储流量设计的通用IP网络、则可能效果不会很好。请考虑您已有的网络基础架构，任何计划内的改进，以及管理这些改进的人员的技能和可用性。
- * 易于设置。 * 除了 FC 网络结构的初始配置（额外的交换机以及 HBA 和固件的布线，分区以及互操作性验证）之外，块协议还需要创建和映射 LUN 以及通过子操作系统进行发现和格式化。创建并导出 NFS 卷后，它们将由 ESXi 主机挂载并准备好使用。NFS 没有特殊的硬件资格认定或固件可供管理。
- *易于管理。*对于 SAN 协议，如果需要更多空间，则需要执行几个步骤，包括扩展 LUN、重新扫描以发现新的大小，然后扩展文件系统。虽然可以增加 LUN，但减小 LUN 的大小则不可能。NFS 允许轻松调整大小，并且可以由存储系统自动调整大小。SAN 通过来宾操作系统 DEALLOCATE/TRIM/UNMAP 命令提供空间回收，允许将已删除文件的空间返回到阵列。这种类型的空间回收对于 NFS 数据存储区是不可能的。
- * 存储空间透明度。 * 在 NFS 环境中，存储利用率通常更容易查看，因为精简配置可以立即实现节省。同样，重复数据删除和克隆节省的空间可立即用于同一数据存储库中的其他虚拟机或其他存储系统卷。NFS 数据存储库中的虚拟机密度通常也会更高，这样可以减少要管理的数据存储库数量，从而节省重复数据删除的空间，并降低管理成本。

数据存储库布局

ONTAP 存储系统可以非常灵活地为 VM 和虚拟磁盘创建数据存储库。虽然在使用ONTAP工具为vSphere配置数据存储库时会应用许多ONTAP最佳实践(在一节中列出"建议的 ESXi 主机和其他 ONTAP 设置")，但还需要考虑以下一些准则：

- 使用 ONTAP NFS 数据存储部署 vSphere 可实现高性能、易于管理的实施，提供基于块的存储协议无法获得的 VM 与数据存储比率。这种架构可以使数据存储密度增加十倍，并相应地减少数据存储的数量。虽然较

大的数据存储可以提高存储效率并提供运营优势，但请考虑每个节点至少使用四个数据存储（FlexVol 卷）将 VM 存储在单个 ONTAP 控制器上，以从硬件资源中获得最大性能。这种方法还允许您建立具有不同恢复策略的数据存储。根据业务需求，某些数据存储可以比其他数据存储更频繁地备份或复制。对于性能而言，FlexGroup 卷不需要多个数据存储，因为它们通过设计进行扩展。

- *NetApp 建议*对大多数 NFS 数据存储使用 FlexVol 卷。从 ONTAP 9.8 开始，FlexGroup 卷也支持用作数据存储，通常建议用于某些用例。一般不建议使用其他 ONTAP 存储容器，例如 qtree，因为目前 ONTAP tools for VMware vSphere 或 NetApp SnapCenter plugin for VMware vSphere 都不支持这些容器。
- 对于 FlexVol 卷数据存储库，大小合适的数据存储库大约为 4 TB 到 8 TB 。这种大小可以很好地平衡性能，易管理性和数据保护。从小规模入手（例如 4 TB ），然后根据需要扩展数据存储库（最大 300 TB ）。较小的数据存储库可以更快地从备份中或发生灾难后进行恢复，并可在集群中快速移动。请考虑使用 ONTAP 自动调整大小功能在已用空间发生变化时自动增长和缩减卷。默认情况下、适用于VMware vSphere 的ONTAP工具数据存储库配置向导会对新数据存储库使用自动调整大小。可以使用 System Manager 或命令行对增长和缩减阈值以及大小上限和下限进行其他自定义。
- 或者、也可以为VMFS数据存储库配置可通过FC、iSCSI、NVMe/FC或NVMe/TCP访问的LUN或NVMe命名空间(在新ASA系统中称为存储单元)。VMFS允许集群中的每个ESX服务器同时访问数据存储库。VMFS 数据存储库的大小最多可达 64 TB ，并且最多可包含 32 个 2 TB LUN （ VMFS 3 ）或一个 64 TB LUN （ VMFS 5 ）。在AFF、ASA和FAS系统上、ONTAP的最大LUN大小为128 TB。NetApp始终建议对每个数据存储库使用一个大型LUN、而不是尝试使用块区。与NFS一样、请考虑使用多个数据存储库(卷或存储单元)、以最大程度地提高单个ONTAP控制器的性能。
- 较旧的子操作系统（ OS ）需要与存储系统对齐，以获得最佳性能和存储效率。但是， Microsoft 和 Linux 分销商（例如 Red Hat ）提供的现代供应商支持的操作系统不再需要进行调整，以便在虚拟环境中将文件系统分区与底层存储系统的块对齐。如果您使用的是可能需要对齐的旧操作系统、请使用"VM对齐"搜索NetApp支持知识库文章、或者向NetApp销售人员或合作伙伴联系人申请TR-3747副本。
- 避免在子操作系统中使用碎片整理实用程序、因为这不会带来任何性能优势、并会影响存储效率和快照空间使用量。此外，还应考虑在子操作系统中关闭虚拟桌面的搜索索引。
- ONTAP 凭借创新的存储效率功能引领行业发展，帮助您充分利用可用磁盘空间。AFF 系统通过默认实时重复数据删除和数据压缩进一步提高了这种效率。数据会在聚合中的所有卷之间进行重复数据删除，因此您无需再将相似的操作系统和类似应用程序分组到一个数据存储库中，即可最大程度地节省空间。
- 在某些情况下，您甚至可能不需要数据存储库。考虑子系统拥有的文件系统、例如由子系统管理的NFS、SMB、NVMe/TCP或iSCSI文件系统。有关具体的应用指南，请参见适用于您的应用程序的 NetApp 技术报告。例如、"基于 ONTAP 的 Oracle 数据库"中有一节介绍虚拟化、并提供了有用的详细信息。
- 一级磁盘（或经过改进的虚拟磁盘）支持独立于运行 vSphere 6.5 及更高版本的 VM 的 vCenter 管理磁盘。虽然它们主要由 API 管理，但对于 VVOL 很有用，尤其是在由 OpenStack 或 Kubernetes 工具管理时。ONTAP 以及适用于 VMware vSphere 的 ONTAP 工具均支持这些功能。

数据存储库和 **VM** 迁移

将 VM 从另一个存储系统上的现有数据存储库迁移到 ONTAP 时，请记住以下一些实践：

- 使用 Storage vMotion 将虚拟机的批量移动到 ONTAP 。这种方法不仅不会对正在运行的 VM 造成中断，而且还可以通过实时重复数据删除和数据压缩等 ONTAP 存储效率功能在数据迁移时对其进行处理。请考虑使用 vCenter 功能从清单列表中选择多个 VM ，然后在适当的时间计划迁移（单击操作时使用 Ctrl 键）。
- 虽然您可以仔细规划迁移到适当的目标数据存储，但批量迁移后再根据需要进行组织通常更简单。如果您有特定的数据保护需求，例如不同的 Snapshot 计划，您可能需要使用此方法来指导您迁移到不同的数据存储。此外，一旦 VM 在 NetApp 集群上，存储 vMotion 可以使用 VAAI 卸载在集群上的数据存储之间移动 VM，而无需基于主机的副本。请注意，NFS 不会卸载已开机 VM 的存储 vMotion；但是，VMFS 会。
- 需要更仔细迁移的虚拟机包括使用连接存储的数据库和应用程序。一般情况下、请考虑使用应用程序的工具来管理迁移。对于 Oracle ，请考虑使用 RMAN 或 ASM 等 Oracle 工具迁移数据库文件。有关详细信息、请

参见 "将Oracle数据库迁移到ONTAP存储系统" 。同样，对于 SQL Server ，请考虑使用 SQL Server Management Studio 或 NetApp 工具，例如适用于 SQL Server 的 SnapManager 或 SnapCenter 。

适用于 **VMware vSphere** 的 **ONTAP** 工具

在使用运行 ONTAP 的系统与 vSphere 时，最重要的最佳实践是安装并使用 ONTAP tools for VMware vSphere 插件（以前称为 Virtual Storage Console）。这个 vCenter 插件简化了存储管理，提高了可用性，并降低了存储成本和运维开销，无论是在 ASA、AFF、FAS 还是 ONTAP Select（在 VMware 或 KVM 虚拟机中运行的 ONTAP 软件定义版本）上使用 SAN 或 NAS。它采用了为数据存储配置制定的最佳实践，并针对多路径和 HBA 超时优化了 ESXi 主机设置（这些内容在附录 B 中有描述）。由于它是一个 vCenter 插件，所有连接到 vCenter 服务器的 vSphere Web 客户端都可以使用它。

此插件还可帮助您在 vSphere 环境中使用其他 ONTAP 工具。您可以通过此插件安装适用于VMware VAAI 的NFS插件、以便将副本卸载到ONTAP以执行VM克隆操作、为厚虚拟磁盘文件预留空间以及卸载ONTAP快照。

> ⓘ 在基于映像的 vSphere 群集上，仍要将 NFS 插件添加到映像中，以便在使用 ONTAP tools 安装时不会出现合规性问题。

ONTAP工具也是适用于ONTAP的VASA Provider的许多功能的管理界面、支持使用VVO尔 进行基于存储策略的管理。

一般来说、* NetApp建议*在vCenter中使用适用于VMware vSphere的ONTAP工具界面来配置传统数据存储库和Vvol数据存储库、以确保遵循最佳实践。

常规网络连接

在运行 ONTAP 的系统中使用 vSphere 时配置网络设置非常简单，与其他网络配置类似。以下是一些需要考虑的事项：

- 将存储网络流量与其他网络分开。可以通过使用专用 VLAN 或单独的存储交换机来实现单独的网络。如果存储网络共享上行链路等物理路径，您可能需要 QoS 或其他上行链路端口来确保带宽充足。请勿将主机直接连接到存储；使用交换机提供冗余路径、并允许VMware HA在没有干预的情况下运行。请参见 "直连网络" 适用于追加信息 。
- 如果您的网络需要并支持巨型帧，则可以使用巨型帧，尤其是在使用 iSCSI 时。如果使用这些协议，请确保在存储和 ESXi 主机之间的路径中的所有网络设备， VLAN 等上对其进行相同的配置。否则，您可能会看到性能或连接问题。此外，还必须在 ESXi 虚拟交换机， VMkernel 端口以及每个 ONTAP 节点的物理端口或接口组上以相同的方式设置 MTU 。
- NetApp仅建议在ONTAP集群中的集群互连端口上禁用网络流量控制。对于用于数据流量的其余网络端口，NetApp 不提供其他最佳实践建议。您应根据需要启用或禁用。有关流量控制的更多背景信息、请参见 "TR-4182"。
- 当ESXi和ONTAP存储阵列连接到以太网存储网络时，**PortFast** NetApp建议将这些系统连接到的以太网端口配置为快速生成树协议(RSTP)边缘端口或使用Cisco端口快速功能。* NetApp建议*在使用Cisco PortFast功能且为ESXi服务器或ONTAP存储阵列启用了802.1Q VLAN中继的环境中启用生成树PortFast中继功能。
- * NetApp建议*以下链路聚合最佳实践：
  - 使用支持使用多机箱链路聚合组方法（例如 Cisco 的 Virtual PortChannel (vPC)）在两个独立交换机机箱上进行端口链路聚合的交换机。
  - 对连接到ESXi的交换机端口禁用LACP、除非您使用的是配置了LACP的dvSwitches 5.1或更高版本。
  - 使用LACP为具有端口或IP哈希动态多模式接口组的ONTAP存储系统创建链路聚合。请参见 "网络管理"

以获得进一步指导。

- 如果对vSphere分布式交换机使用静态链路聚合(例如EtherChannel)和标准vswitch或基于LACP的链路聚合、请在ESXi上使用IP哈希绑定策略。如果未使用链路聚合、请改用"基于源虚拟端口ID路由"。

SAN （FC， FCoE， NVMe/FC， iSCSI）， RDM

在vSphere中、可以通过四种方式使用块存储设备：

- 使用 VMFS 数据存储库
- 使用原始设备映射（ RDM ）
- 作为iSCSI连接的LUN或NVMe/TCP连接的命名空间、由软件启动程序从VM子操作系统访问和控制
- 作为一个卷数据存储库

VMFS 是一种高性能集群文件系统，可提供共享存储池中的数据存储库。可以为VMFS数据存储库配置使用FC、iSCSI、FCoE访问的LUN、或者配置使用NVMe/FC或NVMe/TCP协议访问的NVMe命名区。VMFS允许集群中的每个ESX服务器同时访问存储。从ONTAP 9.12.1P2 (以及ASA系统中的更早版本)开始、最大LUN大小通常为128 TB；因此、可以使用一个LUN来创建大小上限为64 TB的VMFS 5或6数据存储库。

块区是一个vSphere存储概念、您可以将多个LUN "拼接"在一起、以创建一个更大的数据存储库。切勿使用块区来达到所需的数据存储库大小。对于VMFS数据存储库、最佳做法是使用一个LUN。

vSphere内置了对存储设备的多个路径的支持。vSphere可以检测受支持存储系统的存储设备类型、并自动配置多路径堆栈以支持所使用存储系统的功能、无论所使用的协议如何、也无论使用的是ASA、AFF、FAS还是软件定义的ONTAP。

vSphere和ONTAP均支持使用NVMe/FC和NVMe/TCP为光纤通道和iSCSI建立主动/优化和主动/非优化路径、并为NVMe命名空间建立非对称命名空间访问(ANA）。在ONTAP中、AUA或ANA优化的路径遵循直接数据路径、使用托管要访问的LUN或命名空间的节点上的目标端口。默认情况下、vSphere和ONTAP均会启用ALOA/ANA。vSphere中的多路径软件会将ONTAP集群识别为AUA或ANA、并使用适当的本机插件和轮叫负载平衡策略。

在NetApp的ASA系统中、LUN和名称库会通过对称路径提供给ESXi主机。表示所有路径均处于活动状态并已进行优化。vSphere中的多路径软件会将ASA系统识别为对称系统、并使用适当的本机插件和循环负载平衡策略。

有关优化的多路径设置、请参见"建议的 ESXi 主机和其他 ONTAP 设置"。

ESXi不会发现任何超出其限制的LUN、名称和路径。在较大的 ONTAP 集群中，可以在达到 LUN 限制之前达到路径限制。为了解决此限制， ONTAP 在 8.3 及更高版本中支持选择性 LUN 映射（ SLM ）。

有关ESXi中支持的最新限制、请参见"VMware配置最大值工具"。

SLM 会限制向给定 LUN 公布路径的节点。NetApp最佳实践是、每个SVM的每个节点至少具有两个LIT、并使用SLM限制向托管LUN的节点及其HA配对节点公布的路径。虽然存在其他路径、但默认情况下不会公布这些路径。可以使用 SLM 中的添加和删除报告节点参数修改公布的路径。请注意、在8.3之前的版本中创建的LUN会公布所有路径、需要进行修改、以便仅向托管HA对公布路径。有关SLM的详细信息，请查看的第5.9节 "TR-4080"。也可以使用先前的端口集方法进一步减少 LUN 的可用路径。端口集有助于减少 igroup 中启动程序可通过的可见路径数。

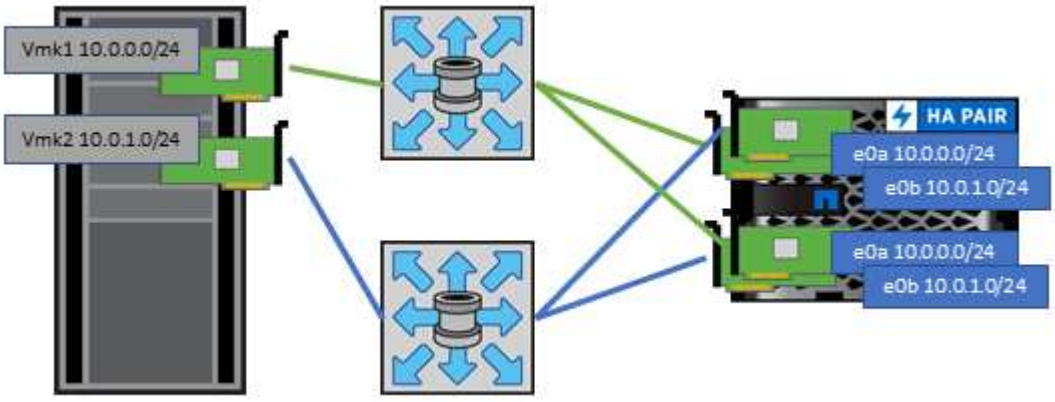
- 默认情况下， SLM 处于启用状态。除非使用端口集，否则不需要进行其他配置。

- 对于在Data ONTAP 8.3之前创建的LUN、请运行命令手动应用SLM `lun mapping remove-reporting-nodes`、以删除LUN报告节点并限制LUN访问权限、使其只能访问拥有LUN的节点及其HA配对节点。

基于SCSI的块协议(iSCSI、FC和FCoE)使用LUN ID、序列号以及唯一名称来访问LUN。FC和FCoE使用全球通用名称(WWNN和WWPN)、而iSCSI则使用iSCSI限定名称(iSCSI限定名称、IQN)根据按端口集和SLM筛选的LUN到igrou的映射来建立路径。基于NVMe的块协议可通过将具有自动生成的命名空间ID的命名空间分配给NVMe子系统并将该子系统映射到主机的NVMe限定名称(NQN)来进行管理。无论FC或TCP如何、NVMe命名空间都使用NQN而不是WWPN或WWNN进行映射。然后、主机会为映射的子系统创建一个软件定义的控制器、以访问其命名存储。ONTAP中LUN和名称区的路径对于块协议没有意义、不会显示在协议中的任何位置。因此，只包含 LUN 的卷根本无需在内部挂载，而包含数据存储库中使用的 LUN 的卷则不需要接合路径。

要考虑的其他最佳实践：

- 检查"建议的 ESXi 主机和其他 ONTAP 设置"NetApp与VMware合作建议的设置。
- 确保为 ONTAP 集群中每个节点上的每个 SVM 创建一个逻辑接口（ LIF ），以最大程度地提高可用性和移动性。ONTAP SAN 最佳实践是，每个节点使用两个物理端口和 LIF ，每个网络结构使用一个。ALUA 用于解析路径并识别活动优化（直接）路径与活动非优化路径。ALUA 用于 FC ， FCoE 和 iSCSI 。
- 对于 iSCSI 网络，如果存在多个虚拟交换机，请在采用 NIC 绑定的不同网络子网上使用多个 VMkernel 网络接口。您还可以使用连接到多个物理交换机的多个物理 NIC 来提供 HA 并提高吞吐量。下图提供了多路径连接的示例。在 ONTAP 中，使用连接到两个或更多交换机的两个或更多链路配置一个单模式接口组以进行故障转移，或者使用 LACP 或其他具有多模式接口组的链路聚合技术来提供 HA 和链路聚合的优势。
- 如果在ESXi中使用质询握手身份验证协议(Challenge-Handshake Authentication Protocol、CHAP)进行目标身份验证、则还必须在ONTAP中使用命令行界面配置此协议 (`vserver iscsi security create`)或使用System Manager (在"Storage">"SVM">"SVM Settings"(SVM设置)>"Protocols"(协议)>"iSCSI"下编辑"Initiator Security"(启动程序安全性)。
- 使用适用于 VMware vSphere 的 ONTAP 工具创建和管理 LUN 和 igroup 。此插件会自动确定服务器的 WWPN 并创建适当的 igroup 。它还会根据最佳实践配置 LUN 并将其映射到正确的 igroup 。
- 请谨慎使用VMM、因为它们更难管理、而且它们还会使用路径、如前文所述、这些路径会受到限制。ONTAP LUN 支持这两者 "物理和虚拟兼容模式" RDM 。
- 有关将 NVMe/FC 与 vSphere 7.0 结合使用的详细信息，请参见此部分 "《 ONTAP NVMe/FC 主机配置指南》 " 和 "TR-4684."下图显示了从 vSphere 主机到 ONTAP LUN 的多路径连接。



NFS

ONTAP是企业级横向扩展NAS阵列、其中包括许多功能。ONTAP支持VMware vSphere从许多ESXi主机并发访问NFS连接的数据存储库、远远超出了对VMFS文件系统施加的限

制。将NFS与vSphere结合使用可提供一些易用性和存储效率可见性优势、如一节中所述"数据存储库"。

将 ONTAP NFS 与 vSphere 结合使用时，建议采用以下最佳实践：

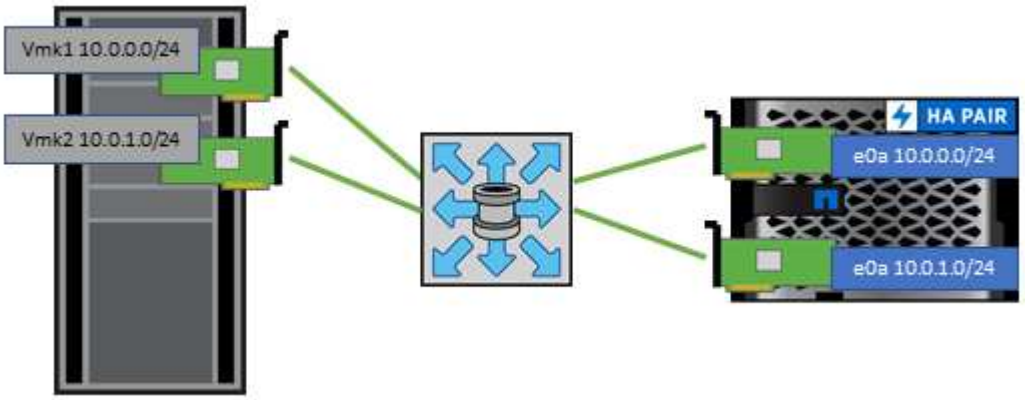
- 使用适用于 VMware vSphere 的 ONTAP 工具（最重要的最佳实践）：
  - 使用适用于VMware vSphere的ONTAP工具配置数据存储库、因为它可以简化导出策略的自动管理。
  - 使用此插件为VMware集群创建数据存储库时、请选择集群、而不是单个ESX服务器。选择此选项会将数据存储库自动挂载到集群中的所有主机。
  - 使用插件挂载功能将现有数据存储库应用于新服务器。
  - 如果不对 VMware vSphere 使用 ONTAP 工具，请对所有服务器或需要额外访问控制的每个服务器集群使用一个导出策略。
- 为 ONTAP 集群中每个节点上的每个 SVM 使用一个逻辑接口（ LIF ）。不再需要以往为每个数据存储库建议的 LIF 。虽然直接访问(LIF和同一节点上的数据存储库)是最佳选择、但无需担心间接访问、因为对性能的影响通常很小(微秒)。
- 如果使用fpolicy、请务必排除.lck文件、因为vSphere会使用这些文件在启动虚拟机时进行锁定。
- 当前支持的所有VMware vSphere版本均可同时使用NFS v3和v4.1。vSphere 8.0 Update 2 (适用于NFS v3)和Update 3 (适用于NFS v4.1)新增了对nconnect的官方支持。对于NFS v4.1、vSphere仍支持会话中继、Kerberos身份验证和具有完整性的Kerberos身份验证。请务必注意、会话中继需要ONTAP 9.14.1或更高版本。有关nconnect功能及其如何提高性能的详细信息，请访问"NetApp和VMware的NFSv3 nconnect功能"。

  - 在vSphere 8中、nconnect的最大值为4、默认值为1。可以通过高级设置按主机提高vSphere中的最大值限制、但通常不需要。
  - 对于需要比单个TCP连接所能提供的性能更高的环境、建议将值设置为4。
  - 请注意、ESXi的NFS连接数限制为256个、每个nconnect连接数均计入此总数。例如、两个nconnect = 4的数据存储库总共会计入八个连接。
  - 在生产环境中实施大规模更改之前、必须测试nconnect对环境的性能影响。

- 值得注意的是、NFSv3和NFSv4.1使用不同的锁定机制。NFSv3使用客户端锁定、而NFSv4.1使用服务器端锁定。虽然ONTAP卷可以通过这两种协议导出、但ESXi只能通过一种协议挂载数据存储库。但是、这并不意味着其他ESXi主机不能通过其他版本挂载同一数据存储库。为了避免出现任何问题、请务必指定挂载时要使用的协议版本、以确保所有主机使用相同版本、从而使用相同的锁定模式。请务必避免在主机之间混用NFS版本。如果可能、请使用主机配置文件检查合规性。
  - 由于 NFSv3 和 NFSv4.1 之间不会自动转换数据存储库，因此请创建一个新的 NFSv4.1 数据存储库，并使用 Storage vMotion 将 VM 迁移到新数据存储库。
  - 有关支持所需的特定ESXi修补程序级别、请参见中的NFS v4.1互操作性表说明"NetApp 互操作性表工具"。
- 如中所述"设置"，如果您不使用适用于Kubnetes的vSphere CSI，则应将newSyncInterval设置为 "VMware知识库 386364"
- NFS导出策略规则用于控制vSphere主机的访问。您可以对多个卷（数据存储库）使用一个策略。对于NFS、ESXi会使用sys (UNIX)安全模式、并需要根挂载选项来执行VM。在 ONTAP 中，此选项称为超级用户，使用超级用户选项时，无需指定匿名用户 ID 。请注意、对于和 `-allow-suid`使用不同值的导出策略规则`-anon`可能会导致ONTAP工具出现SVM发现问题。IP地址应是一个逗号分隔列表、挂载数据存储库的vmkernel端口地址不含空格。下面是一个策略规则示例：

- 访问协议：NFS (包括nfs3和nfs4)
- 客户端匹配主机名、IP地址、网络组或域列表：192.168.42.21、192.168.42.22
- RO访问规则：任意
- RW Access Rule：any (RW访问规则：任意)
- 匿名用户映射到的用户ID：6554
- 超级用户安全类型：any
- 在SETATTR中使用set_id位：true
- 允许创建设备：true

- 如果使用适用于VMware VAAI的NetApp NFS插件、则在创建或修改导出策略规则时、应将此协议设置为 `nfs`。要使VAAI副本卸载正常工作、需要使用NFSv4协议、而将协议指定为 `nfs`会自动包括NFS3和NFSv4版本。即使数据存储库类型创建为NFS v3、也需要执行此操作。
- NFS 数据存储库卷是从 SVM 的根卷接合的；因此， ESXi 也必须有权访问根卷，才能导航和挂载数据存储库卷。根卷以及嵌套了数据存储库卷接合的任何其他卷的导出策略必须包含一条或多条适用于ESXi服务器的规则、以便为其授予只读访问权限。下面是根卷的示例策略、该策略也使用VAAI插件：
  - 访问协议：NFS
  - 客户端匹配规范：192.168.42.21、192.168.42.22
  - RO 访问规则： sys
  - RW访问规则：从不(根卷的最佳安全性)
  - 匿名UID
  - 超级用户：sys (使用VAAI的根卷也需要此功能)
- 虽然 ONTAP 提供了一个灵活的卷命名空间结构，可以使用接合在树中排列卷，但这种方法对于 vSphere 来说毫无价值。无论存储的命名空间层次结构如何，它都会在数据存储库的根目录下为每个 VM 创建一个目录。因此，最佳实践是，只需将 vSphere 卷的接合路径挂载到 SVM 的根卷，即适用于 VMware vSphere 的 ONTAP 工具如何配置数据存储库。如果没有嵌套的接合路径，也意味着任何卷都不依赖于根卷以外的任何卷，即使有意使某个卷脱机或销毁该卷，也不会影响指向其他卷的路径。
- 对于 NFS 数据存储库上的 NTFS 分区，块大小为 4k 是可以的。下图显示了从 vSphere 主机到 ONTAP NFS 数据存储库的连接。



下表列出了 NFS 版本和支持的功能。

vSphere 功能	NFSv3	NFSv4.1
VMotion 和 Storage vMotion	是的。	是的。
高可用性	是的。	是的。
容错	是的。	是的。
DRS	是的。	是的。
主机配置文件	是的。	是的。
存储 DRS	是的。	否
存储 I/O 控制	是的。	否
SRM	是的。	否
虚拟卷	是的。	否
硬件加速（ VAAI ）	是的。	是的。
Kerberos 身份验证	否	是（在 vSphere 6.5 及更高版本中进行了增强，可支持 AES ， krb5i ）
多路径支持	否	是(ONTAP 9.14.1)

FlexGroup 卷

将ONTAP和FlexGroup卷与VMware vSphere结合使用、可实现简单且可扩展的数据存储库、从而充分利用整个ONTAP集群的全部功能。

ONTAP 9.8以及适用于VMware vSphere的ONTAP工具9.8-9.13和适用于VMware 4.4及更高版本的SnapCenter插件增加了对vSphere中FlexGroup卷支持的数据存储库的支持。FlexGroup卷可以简化大型数据存储库的创建过程、并自动在ONTAP集群中创建必要的分布式成分卷、以最大程度地提高ONTAP系统的性能。

如果您需要一个具有完整ONTAP集群功能的可扩展vSphere数据存储库、或者如果您的克隆工作负载非常大、可以通过持续保持克隆缓存预热来从FlexGroup克隆机制中受益、请将FlexGroup卷与vSphere结合使用。

副本卸载

除了对vSphere工作负载进行广泛的系统测试之外、ONTAP 9.8还为FlexGroup数据存储库添加了一种新的副本卸载机制。这一新系统使用经过改进的复制引擎在后台成分卷之间复制文件、同时允许访问源和目标。然后、可以使用此成分卷本地缓存根据需要快速例化VM克隆。

要启用FlexGroup优化的副本卸载、请参见 "如何配置ONTAP FlexGroup卷以允许VAAI副本卸载"

您可能会发现、如果您使用VAAI克隆、但克隆量不足以保持缓存热度、则克隆速度可能不会比基于主机的副本快。如果是这种情况、您可以调整缓存超时以更好地满足您的需求。

请考虑以下情形：

- 您已创建一个包含8个成分卷的新FlexGroup
- 新FlexGroup的缓存超时设置为160分钟

在这种情况下、要完成的前8个克隆将是完整副本、而不是本地文件克隆。在160秒超时时间到期之前对该VM执

行任何其他克隆操作都将使用每个成分卷中的文件克隆引擎以循环方式创建几乎即时的副本、这些副本均匀分布在各个成分卷上。

卷收到的每个新克隆作业都会重置超时。如果示例FlexGroup中的成分卷在超时之前未收到克隆请求、则会清除该特定虚拟机的缓存、并且需要重新填充该卷。此外、如果原始克隆的源发生更改(例如、您已更新模板)、则每个成分卷上的本地缓存都将失效、以防止发生任何冲突。如前文所述、缓存可进行调整、并可根据环境需求进行设置。

有关将FlexGroup卷与VAAI结合使用的详细信息、请参阅此知识库文章： "VAAI：如何对FlexGroup卷使用缓存？"

如果您无法充分利用FlexGroup缓存、但仍需要快速跨卷克隆、请考虑使用虚拟卷。与使用传统数据存储库相比、使用FlexVol进行跨卷克隆的速度要快得多、并且不依赖于缓存。

QoS设置

支持使用ONTAP系统管理器或集群Shell在FlexGroup级别配置QoS、但它不提供VM感知或vCenter集成。

此时、可以在vCenter UI中或使用ONTAP工具通过REST API在数据存储库中的单个虚拟机或所有虚拟机上设置QoS (最大/最小IOPS)。在所有 VM 上设置 QoS 将取代任何单独的每 VM 设置。将来，设置不会扩展到新的或迁移的虚拟机；可以在新虚拟机上设置 QoS ，也可以将 QoS 重新应用于数据存储库中的所有虚拟机。

请注意、VMware vSphere会将NFS数据存储库的所有IO视为每个主机的一个队列、而一个VM上的QoS限制可能会影响该主机的同一数据存储库中其他VM的性能。这与Vvol不同、Vvol可以在迁移到另一个数据存储库时保持其QoS策略设置、并且在受到控制时不会影响其他VM的IO。

指标

ONTAP 9.8还为FlexGroup文件添加了新的基于文件的性能指标(IOPS、吞吐量和延迟)、您可以在适用于VMware vSphere的ONTAP工具信息板和VM报告中查看这些指标。适用于 VMware vSphere 的 ONTAP 工具插件还允许您结合使用最大和 / 或最小 IOPS 来设置服务质量（ QoS ）规则。可以在数据存储库中的所有 VM 之间设置这些值，也可以为特定 VM 单独设置这些值。

最佳实践

- 使用ONTAP工具创建FlexGroup数据存储库、以确保以最佳方式创建FlexGroup、并根据您的vSphere环境配置导出策略。但是、在使用ONTAP工具创建FlexGroup卷之后、您会发现vSphere集群中的所有节点都使用一个IP地址挂载数据存储库。这可能会导致网络端口出现瓶颈。要避免此问题、请卸载此数据存储库、然后使用标准vSphere数据存储库向导使用轮叫DNS名称重新挂载它、以便在SVM上的各个SVM之间平衡负载。重新挂载后、ONTAP工具将再次能够管理数据存储库。如果ONTAP工具不可用、请使用FlexGroup默认值并按照中的准则创建导出策略 "数据存储库和协议—NFS"。
- 在估算 FlexGroup 数据存储库的规模时，请记住， FlexGroup 由多个较小的 FlexVol 卷组成，这些卷会创建一个较大的命名空间。因此、请将数据存储库的大小至少设置为最大VMDK文件大小的8倍(假设默认为8个成分卷)、外加10-20%的未使用余量、以便灵活地重新平衡。例如、如果您的环境中有6 TB VMDK、请将FlexGroup数据存储库的大小设置为不小于52.8 TB (6x8 + 10%)。
- 从ONTAP 9.14.1开始、VMware和NetApp支持NFSv4.1会话中继。有关特定版本的详细信息、请参见NetApp NFS 4.1互操作性表工具(IMT)说明。从vSphere 8.0U2开始、NFSv3不支持卷的多个物理路径、但支持nconnect。有关nconnect的详细信息，请参见"NetApp和VMware的NFSv3 nConnect功能"。
- 使用适用于 VMware VAAI 的 NFS 插件执行副本卸载。请注意、如前文所述、虽然FlexGroup数据存储库中的克隆功能得到了增强、但在FlexVol和/或FlexGroup卷之间复制VM时、ONTAP与ESXi主机副本相比、不会提供显著的性能优势。因此、在决定使用VAAI或FlexGroup卷时、请考虑克隆工作负载。修改成分卷数量是针对基于FlexGroup的克隆进行优化的一种方法。正如调整前面提到的缓存超时。

- 使用适用于VMware vSphere的ONTAP工具9.8-9.13通过ONTAP指标(信息板和VM报告)监控FlexGroup VM的性能、并管理各个VM上的QoS。目前无法通过 ONTAP 命令或 API 获得这些指标。
- 适用于VMware vSphere的SnapCenter插件4.4及更高版本支持备份和恢复主存储系统上FlexGroup数据存储库中的VM。4．6号选择控制阀为基于FlexGroup的数据存储库增加了SnapMirror支持。使用基于阵列的快照和复制是保护数据的最有效方式。

网络配置：

在运行ONTAP的系统上使用vSphere时、配置网络设置非常简单、与其他网络配置类似。

需要考虑以下几点：

- 将存储网络流量与其他网络分开。可以通过使用专用 VLAN 或单独的存储交换机来实现单独的网络。如果存储网络共享上行链路等物理路径，您可能需要 QoS 或其他上行链路端口来确保带宽充足。除非您的解决方案指南明确要求、否则请勿将主机直接连接到存储；使用交换机提供冗余路径、并允许VMware HA在没有干预的情况下运行。
- 如果您的网络支持巨型帧、则应使用巨型帧。如果使用这些协议，请确保在存储和 ESXi 主机之间的路径中的所有网络设备， VLAN 等上对其进行相同的配置。否则，您可能会看到性能或连接问题。此外，还必须在 ESXi 虚拟交换机， VMkernel 端口以及每个 ONTAP 节点的物理端口或接口组上以相同的方式设置 MTU 。
- NetApp仅建议在ONTAP集群中的集群互连端口上禁用网络流量控制。对于用于数据流量的其余网络端口的流量控制最佳实践、NetApp不提供任何其他建议。您应根据需要启用或禁用它。有关流量控制的更多背景信息、请参见 "TR-4182"。
- 当 ESXi 和 ONTAP 存储阵列连接到以太网存储网络时， NetApp 建议将这些系统连接到的以太网端口配置为快速生成树协议（ RSTP ）边缘端口或使用 Cisco PortFast 功能。NetApp 建议在使用 Cisco PortFast 功能且为 ESXi 服务器或 ONTAP 存储阵列启用了 802.1Q VLAN 中继的环境中启用生成树 PortFast 中继功能。
- NetApp 建议采用以下链路聚合最佳实践：
  - 使用支持在两个独立交换机机箱上对端口进行链路聚合的交换机、并采用多机箱链路聚合组方法、例如Cisco的虚拟端口通道(vPC)。
  - 对连接到ESXi的交换机端口禁用LACP、除非您使用的是配置了LACP的dvSwitches 5.1或更高版本。
  - 使用LACP为具有IP哈希的动态多模式接口组的ONTAP 存储系统创建链路聚合。
  - 在ESXi上使用IP哈希绑定策略。

下表汇总了网络配置项，并指出了这些设置的应用位置。

项目	**ESXi**	交换机	**Node**	**SVM**
IP 地址	VMkernel	否	否	是的。
链路聚合	虚拟交换机	是的。	是的。	否 *
VLAN	VMkernel 和 VM 端口组	是的。	是的。	否 *
流量控制	NIC	是的。	是的。	否 *
生成树	否	是的。	否	否

项目	ESXi	交换机	Node	SVM
MTU （适用于巨型帧）	虚拟交换机和 VMkernel 端口（ 9000 ）	是（设置为最大值）	是（ 9000 ）	否 *
故障转移组	否	否	是（创建）	是（选择）

- SVM LIF连接到具有VLAN、MTU和其他设置的端口、接口组或VLAN接口。但是、这些设置不会在SVM级别进行管理。

这些设备具有自己的 IP 地址进行管理，但这些地址不会在 ESXi 存储网络环境中使用。

SAN (FC、NVMe/FC、iSCSI、NVMe/TCP)、RDM

ONTAP使用传统iSCSI和光纤通道协议(Fibre Channel Protocol、FCP)以及高效率和高性能的下一代块协议基于网络结构的NVMe (NVMe-oF)为VMware vSphere提供企业级块存储、并支持NVMe/FC和NVMe/TCP。

有关在vSphere和ONTAP中为VM存储实施块协议的详细最佳实践、请参见"数据存储库和协议—SAN"

NFS

通过 vSphere ，客户可以使用企业级 NFS 阵列为 ESXi 集群中的所有节点提供对数据存储库的并发访问。如一节所述"数据存储库"、在vSphere中使用NFS具有一些易用性和存储效率可见性优势。

有关建议的最佳实践、请参见"数据存储库和协议—NFS"

直连网络

存储管理员有时倾向于通过从配置中删除网络交换机来简化其基础架构。在某些情况下、可以支持此功能。但是、需要注意一些限制和注意事项。

iSCSI和NVMe/TCP

使用iSCSI或NVMe/TCP的主机可以直接连接到存储系统并正常运行。原因是路径问题。直接连接到两个不同的存储控制器会导致数据流有两条独立的路径。丢失路径、端口或控制器不会阻止使用另一个路径。

NFS

可以使用直连NFS存储、但有一个重大限制—如果没有大量的脚本编写工作、故障转移将无法正常工作、这是客户的责任。

直连NFS存储的无中断故障转移之所以复杂、是因为本地操作系统上会发生路由。例如、假设主机的IP地址为192.168.1.1/24、并且直接连接到IP地址为192.168.1.50/24的ONTAP控制器。在故障转移期间、该192.168.1.50地址可以故障转移到另一个控制器、并且该地址可供主机使用、但主机如何检测到它的存在？原来的192.168.1.1地址仍然位于不再连接到操作系统的主机NIC上。发往192.168.1.50的流量将继续发送到无法运行的网络端口。

第二个操作系统NIC可配置为19 2.168.1.2、并且能够与故障转移的192.168.1.50地址通信、但本地路由表默认使用一个*且仅一个*地址与192.168.1.0/24子网通信。sysadmin可以创建一个脚本框架、用于检测失败的网络连接并更改本地路由表或启动和关闭接口。确切的操作步骤取决于所使用的操作系统。

在实践中、NetApp客户确实使用直连NFS、但通常仅适用于故障转移期间IO暂停的工作负载。使用硬挂载时、暂停期间不应出现任何IO错误。IO应冻结、直到服务还原为止、方法是通过故障恢复或手动干预在主机上的NIC之间移动IP地址。

FC直连

不能使用FC协议将主机直接连接到ONTAP存储系统。原因是使用了NPIV。用于向FC网络标识ONTAP FC端口的WWN使用一种称为NPIV的虚拟化类型。连接到ONTAP系统的任何设备都必须能够识别NPIV WWN。目前没有HBA供应商提供可安装在能够支持NPIV目标的主机中的HBA。

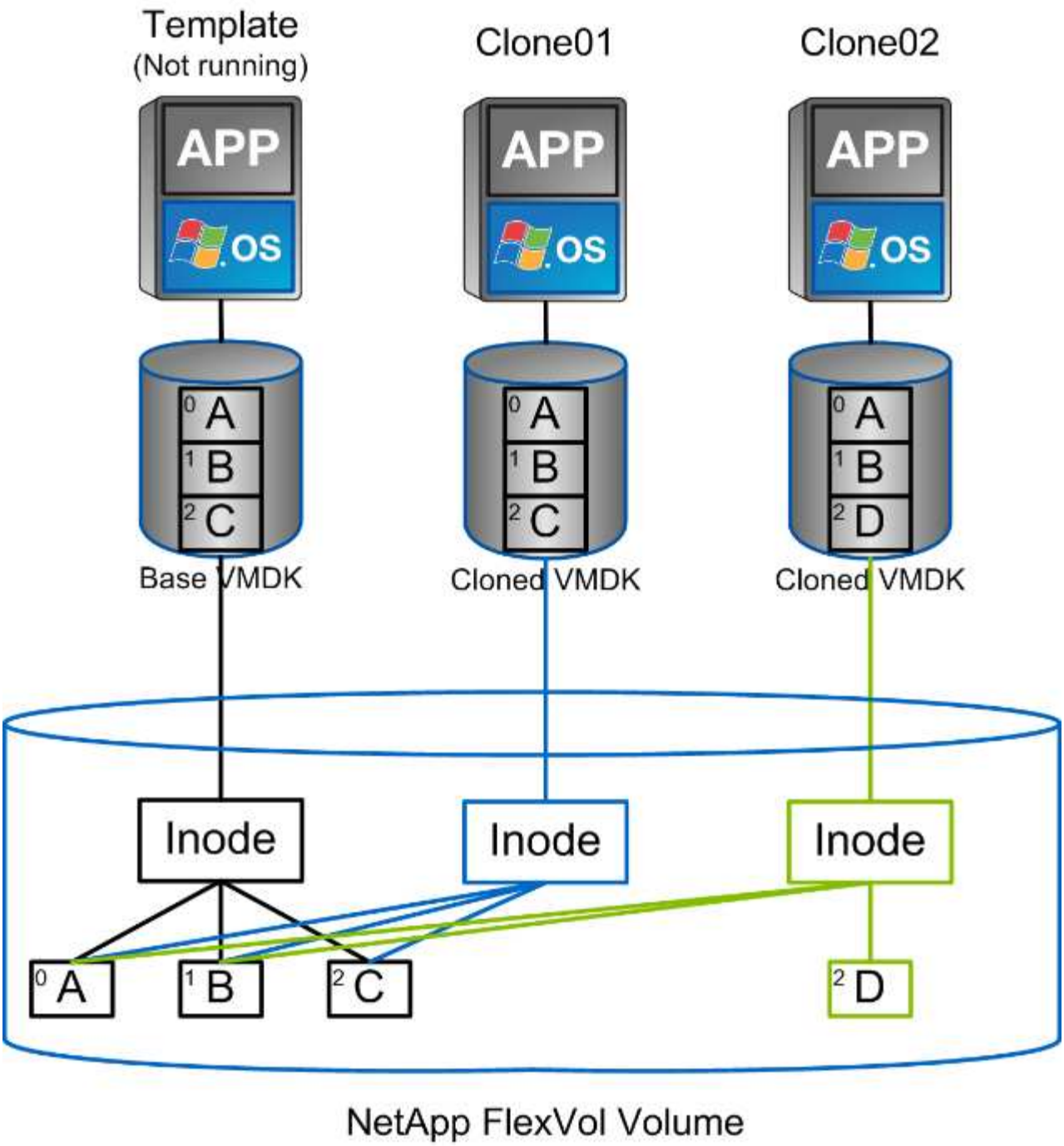
虚拟机和数据存储库克隆

通过克隆存储对象，您可以快速创建副本以供将来使用，例如配置其他 VM ，备份 / 恢复操作等。

在 vSphere 中，您可以克隆虚拟机，虚拟磁盘， VVol 或数据存储库。克隆后，通常可以通过自动化过程进一步自定义对象。vSphere 既支持完整副本克隆，也支持链接克隆，在这些克隆中，它可以独立于原始对象跟踪更改。

链接克隆非常有助于节省空间，但它们会增加 vSphere 为虚拟机处理的 I/O 量，从而影响该虚拟机的性能，甚至整个主机的性能。因此、NetApp客户经常使用基于存储系统的克隆来充分利用这两种环境：高效利用存储和提高性能。

下图显示了 ONTAP 克隆。



克隆可以通过多种机制卸载到运行ONTAP的系统、通常是在虚拟机、VVOL或 数据存储库级别。其中包括：

- 使用 NetApp vSphere APIs for Storage Awareness （ VASA ） Provider 的 VVOL 。 ONTAP克隆用于支持由vCenter管理的VVol快照、这些快照可节省空间、并且创建和删除这些快照时的I/O影响极小。 此外，还可以使用 vCenter 克隆 VM ，这些 VM 也会卸载到 ONTAP ，无论是在单个数据存储库 / 卷中还是在数据存储库 / 卷之间。
- 使用 vSphere API —阵列集成（ VAAI ）进行 vSphere 克隆和迁移。在SAN和NAS环境中、可以将VM克隆操作卸载到ONTAP (NetApp提供了一个ESXi插件来为NFS启用VAAI)。vSphere仅会卸载NAS数据存储库中冷(已关闭) VM上的操作、而热VM上的操作(克隆和Storage vMotion)也会卸载到SAN上。ONTAP根据源和目标使用最高效的方法。此功能也可供使用 "Omnissa地平线景观"。
- SRA (与VMware Live Site Recon/Site Recovery Manager结合使用)。此处，克隆用于无中断测试灾难恢复副本的恢复情况。

- 使用 SnapCenter 等 NetApp 工具进行备份和恢复。VM克隆用于验证备份操作以及挂载VM备份、以便可以还原各个文件。

VMware ， NetApp 和第三方工具可以调用 ONTAP 卸载克隆。卸载到 ONTAP 的克隆具有多个优势。在大多数情况下，它们节省空间，只需要存储即可更改对象；读取和写入它们不会产生额外的性能影响，在某些情况下，通过在高速缓存中共享块来提高性能。它们还会从 ESXi 服务器卸载 CPU 周期和网络 I/O 。使用FlexVol volume的传统数据存储库中的副本卸载在获得FlexClone许可(包含在ONTAP One许可证中)的情况下可以快速而高效、但FlexVol卷之间的副本速度可能会较慢。如果您将 VM 模板维护为克隆源，请考虑将其放置在数据存储库卷中（使用文件夹或内容库对其进行组织），以实现节省空间的快速克隆。

您也可以直接在 ONTAP 中克隆卷或 LUN 以克隆数据存储库。使用 NFS 数据存储库时， FlexClone 技术可以克隆整个卷，并且可以从 ONTAP 导出克隆并由 ESXi 作为另一个数据存储库挂载该克隆。对于 VMFS 数据存储库， ONTAP 可以克隆卷或整个卷中的 LUN ，包括其中的一个或多个 LUN 。包含 VMFS 的 LUN 必须映射到 ESXi 启动程序组（ igroup ），然后由 ESXi 重新签名，才能挂载并用作常规数据存储库。对于某些临时使用情形，可以挂载克隆的 VMFS 而无需重新签名。克隆数据存储库后，可以注册，重新配置和自定义数据存储库中的 VM ，就像它们是单独克隆的 VM 一样。

在某些情况下，可以使用其他许可功能来增强克隆功能，例如用于备份的 SnapRestore 或 FlexClone 。这些许可证通常包含在许可证包中，无需额外付费。要执行vVol克隆操作以及支持vVol的受管快照(从虚拟机管理程序卸载到ONTAP)、需要FlexClone许可证。在数据存储库 / 卷中使用 FlexClone 许可证还可以改进某些基于 VAAI 的克隆（创建节省空间的即时副本，而不是块副本）。 此外， SRA 还会使用它来测试灾难恢复副本的恢复，并使用 SnapCenter 来执行克隆操作，以及浏览备份副本以还原单个文件。

数据保护

备份和快速恢复虚拟机(VM)是使用适用于vSphere的ONTAP的主要优势。可以通过适用于VMware vSphere的SnapCenter插件在vCenter中轻松管理此功能。许多客户通过SnapCenter增强了第三方备份解决方案、以利用ONTAP的快照技术、因为它提供了使用ONTAP恢复VM的最快、最直接的方式。拥有ONTAP One许可证的客户可以免费获得SnapCenter、也可以获得其他许可证包。

此外，适用于 VMware 的SnapCenter插件可以与 "NetApp Backup and Recovery"，为大多数ONTAP系统提供有效的 3-2-1 备份解决方案。请注意，如果使用具有高级服务的虚拟机备份和恢复，可能会收取一些费用，例如用于额外备份存储的对象存储。本节概述了可用于保护虚拟机和数据存储的各种选项。

NetApp ONTAP卷快照

使用快照快速创建虚拟机或数据存储库的副本而不影响性能、然后使用SnapMirror将其发送到二级系统、以实现长期异地数据保护。这种方法只存储更改后的信息，从而最大限度地减少存储空间和网络带宽。

快照是ONTAP的一项重要功能、可用于创建数据的时间点副本。它们节省空间、并且可以快速创建、因此非常适合保护虚拟机和数据存储库。快照可用于各种用途、包括备份、恢复和测试。这些快照与VMware (一致性)快照不同、适用于长期保护。由于性能和其他影响、建议仅在短期内使用VMware vCenter管理的快照。"Snapshot限制"有关详细信息、请参见。

快照是在卷级别创建的、可用于保护该卷中的所有虚拟机和数据存储库。这意味着、您可以创建整个数据存储库的快照、其中包括该数据存储库中的所有虚拟机。

对于NFS数据存储库、您可以通过浏览.Snapshot目录轻松查看快照中的VM文件。这样、您就可以快速从快照访问和还原文件、而无需使用特定的备份解决方案。

对于VMFS数据存储库、您可以根据所需的快照创建数据存储库的FlexClone。这样、您就可以根据快照创建新的数据存储库、此数据存储库可用于测试或开发目的。FlexClone仅会为创建快照后所做的更改占用空间、从而可以节省空间来创建数据存储库副本。创建FlexClone后、您可以像常规数据存储库一样、将LUN或命名空间映射到ESXi主机。这样、您不仅可以还原特定的VM文件、还可以根据生产数据快速创建测试或开发环境、而不会影响生产环境的性能。

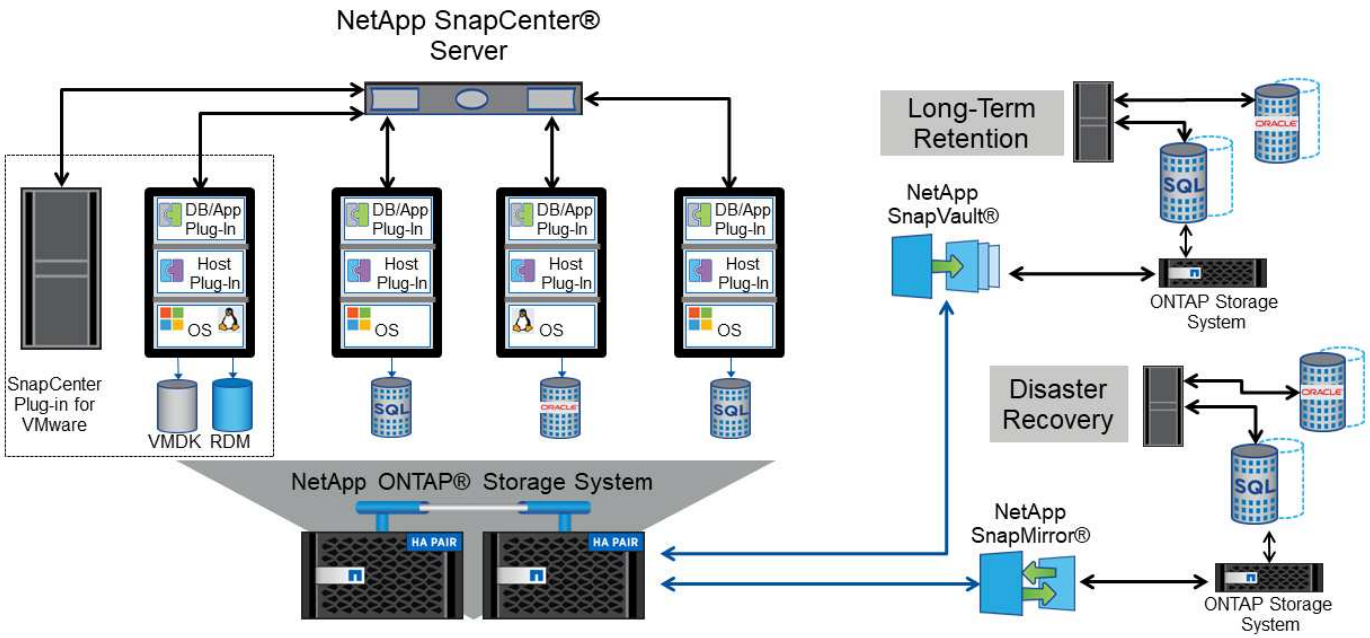
有关快照的更多信息，请参阅ONTAP文档。以下链接提供了更多详细信息： "ONTAP本地Snapshot副本" "ONTAP SnapMirror复制工作流程"

适用于VMware vSphere的SnapCenter插件

使用 SnapCenter ，您可以创建可应用于多个作业的备份策略。这些策略可以定义计划，保留，复制和其他功能。它们仍然允许选择虚拟机一致的快照、从而利用虚拟机管理程序在创建VMware快照之前将I/O置于静修状态的功能。但是，由于 VMware 快照对性能的影响，通常不建议使用这些快照，除非您需要暂停子文件系统。而是使用快照进行常规保护、并使用SnapCenter应用程序插件等应用程序工具来保护SQL Server或Oracle等事务处理数据。

这些插件提供了扩展功能，可在物理和虚拟环境中保护数据库。在vSphere中、您可以使用它们来保护SQL Server或Oracle数据库、其中数据存储在RDM LUN、Vvol或NVMe/TCP命名空间和直接连接到子操作系统的iSCSI LUN上、或者VMFS或NFS数据存储库上的VMDK文件上。这些插件允许指定不同类型的数据库备份、支持联机或脱机备份、并保护数据库文件和日志文件。除了备份和恢复之外、这些插件还支持出于开发或测试目的克隆数据库。

下图显示了 SnapCenter 部署的一个示例。



有关规模估算信息、请参见 "适用于VMware vSphere的SnapCenter插件规模估算指南"

适用于采用VMware Live Site Recovery的VMware vSphere的ONTAP工具

适用于VMware vSphere的ONTAP工具(OT4VS)是一款免费插件、可在VMware vSphere和NetApp ONTAP之间实现无缝集成。您可以通过它直接从vSphere Web Client管理ONTAP存储、从而更轻松地执行配置存储、管理复制和监控性能等任务。

要改进灾难恢复功能、请考虑使用适用于VMware vSphere的ONTAP工具中的适用于ONTAP的NetApp SRA以及VMware Live Site Recovery (以前称为Site Recovery Manager)。此工具不仅支持使用SnapMirror将数据存储库复制到灾难恢复站点、还支持通过克隆复制的数据存储库在灾难恢复环境中进行无中断测试。此外、借助内置的自动化功能、还可以简化从灾难中恢复以及在解决中断后重新保护生产环境的过程。

NetApp Disaster Recovery

灾难恢复 (DR) 是一种基于云的服务，可在发生灾难时提供保护您的数据和应用程序的全面解决方案。它提供了一系列功能，包括自动故障转移和故障恢复、多个时间点恢复点、应用程序一致的灾难恢复以及对本地和基于云的ONTAP系统的支持。NetApp Disaster Recovery旨在与ONTAP和您的 VMware vSphere 环境无缝协作，提供统一的灾难恢复解决方案。

NetApp MetroCluster和SnapMirror处于活动同步状态的vSphere Metro Storage Cluster (VMSC)

最后、要获得最高级别的数据保护、请考虑使用NetApp MetroCluster的VMware vSphere Metro Storage Cluster (VMSC)配置。VMSC是一款经VMware认证且受NetApp支持的解决方案、它使用同步复制、可提供与高可用性集群相同的优势、但分布在不同的站点上以防止站点灾难。NetApp SnapMirror Active Sync (采用ASA和AFF)以及MetroCluster (采用AFF)为同步复制提供了经济高效的配置，可从任何单个存储组件故障中透明恢复，并可在SnapMirror活动同步时透明恢复，或在发生站点灾难时使用MetroCluster进行单命令恢复。中详细介绍了VMSC。 "TR-4128"

服务质量（ QoS ）

在控制服务级别、管理未知工作负载或在部署之前测试应用程序以确保它们不会影响生产环境中的其他工作负载时、吞吐量限制非常有用。它们还可用于在确定抢占资源的工作负载后对其进行限制。

ONTAP QoS策略支持

运行ONTAP的系统可以使用存储服务质量(QoS)功能来限制不同存储对象(例如文件、LUN、卷或整个SVM)的吞吐量(以MBps和/或每秒I/O数(IOPS)为单位)。

此外，还支持基于 IOPS 的最低服务级别，以便为 ONTAP 9.2 中的 SAN 对象和 ONTAP 9.3 中的 NAS 对象提供稳定一致的性能。

可以使用 MBps 和 / 或 IOPS 设置对象的 QoS 最大吞吐量限制。如果同时使用这两者，则 ONTAP 会强制实施达到的第一个限制。一个工作负载可以包含多个对象，一个 QoS 策略可以应用于一个或多个工作负载。将一个策略应用于多个工作负载时，这些工作负载将共享此策略的总限制。不支持嵌套对象（例如，卷中的文件不能各自具有自己的策略）。QoS 最小值只能以 IOPS 为单位进行设置。

目前，以下工具可用于管理 ONTAP QoS 策略并将其应用于对象：

- ONTAP 命令行界面
- ONTAP 系统管理器
- OnCommand Workflow Automation
- Active IQ Unified Manager
- 适用于 ONTAP 的 NetApp PowerShell 工具包

- 适用于 VMware vSphere VASA Provider 的 ONTAP 工具

要为 LUN （包括 VMFS 和 RDM ）分配 QoS 策略，可以从适用于 VMware vSphere 的 ONTAP 工具主页上的存储系统菜单获取 ONTAP SVM （显示为 Vserver ）， LUN 路径和序列号。选择存储系统(SVM)、然后选择相关对象> SAN。 使用 ONTAP 工具之一指定 QoS 时，请使用此方法。

请参见 "性能监控和管理概述" 有关详细信息 …

非卷**NFS**数据存储库

ONTAP QoS策略可应用于整个数据存储库或其中的各个VMDK文件。但是、请务必了解、传统(非Vvol) NFS数据存储库上的所有VM都会共享给定主机的一个通用I/O队列。如果任何虚拟机受到ONTAP QoS策略的控制、则实际上会导致该主机上该数据存储库的所有I/O都受到控制。

- 示例： *
  *对于主机ESXi -01作为传统NFS数据存储库挂载的卷、您需要在vm1.vmdk上配置QoS限制。
  *同一主机(ESXi -01)正在使用vm2.vmdk、并且位于同一个卷上。
  *如果vm1.vmdk受到节流、则vm2.vmdk也会显示为已节流、因为它与vm1.vmdk共享同一个IO队列。

这不适用于此类卷。

从vSphere 6.5开始、您可以利用具有存储I/O控制(SIIOC) v2的基于存储策略的管理(Storage Policy-Based Management、SPBM)来管理非Vvol数据存储库的文件粒度限制。

有关使用SIC和SPBM策略管理性能的详细信息、请参见以下链接。

"SPBM基于主机的规则：SIIOC v2"
"使用vSphere管理存储I/O资源"

要将 QoS 策略分配给 NFS 上的 VMDK ，请注意以下准则：

- 必须将此策略应用于 `vmname-flat.vmdk` 包含实际虚拟磁盘映像、而不是 `vmname.vmdk` (虚拟磁盘描述符文件)或 `vmname.vmx` (VM描述符文件)。
- 不要将策略应用于其他虚拟机文件、例如虚拟交换文件 (`vmname.vswp`）。
- 在使用vSphere Web Client查找文件路径("数据存储库">"文件")时、请注意、它会合并的信息 - `flat.vmdk` 和 . `vmdk` 只需显示一个名为的文件 . `vmdk` 但的大小 - `flat.vmdk`。添加 `-flat` 以获取正确的路径。

在使用适用于 VMware vSphere 9.8 及更高版本的 ONTAP 工具时， FlexGroup 数据存储库可提供增强的 QoS 功能。您可以轻松地在数据存储库中的所有 VM 或特定 VM 上设置 QoS 。有关详细信息，请参见本报告的 FlexGroup 一节。请注意、上述传统NFS数据存储库的QoS限制仍然适用。

VMFS数据存储库

使用ONTAP LUN、可以将QoS策略应用于包含LUN或单个LUN的FlexVol卷、但不能应用于单个VMDK文件、因为ONTAP无法识别VMFS文件系统。

数据存储库

使用基于存储策略的管理和Vvol、可以轻松地在各个VM或VMDK上设置最小和/或最大QoS、而不会影响任何其

他VM或VMDK。

在为VVOV容器创建存储功能配置文件时、请在性能功能下指定一个最大和/或最小IOPS值、然后使用虚拟机的存储策略引用此SCP。在创建虚拟机时使用此策略或将此策略应用于现有虚拟机。

vvol需要使用适用于VMware vSphere的ONTAP工具、该工具可用作适用于ONTAP的VASA Provider。请参见"采用ONTAP的VMware vSphere虚拟卷(Vvol)"、了解有关此类卷的最佳实践。

ONTAP QoS 和 VMware SIOC

ONTAP服务质量(QoS)和VMware vSphere存储I/O控制(SIO)是两项相辅相成的技术、vSphere和存储管理员可以结合使用这些技术来管理运行ONTAP的系统上托管的vSphere VM的性能。每个工具都有自己的优势，如下表所示。由于 VMware vCenter 和 ONTAP 的作用域不同，因此某些对象可以由一个系统查看和管理，而不能由另一个系统查看和管理。

属性	ONTAP QoS	VMware SIIOC
处于活动状态时	策略始终处于活动状态	存在争用时处于活动状态（数据存储库延迟超过阈值）
单位类型	IOPS ， MBps	IOPS ，共享
vCenter 或应用程序范围	多个 vCenter 环境，其他虚拟机管理程序和应用程序	单个 vCenter 服务器
是否在虚拟机上设置 QoS ？	仅限 NFS 上的 VMDK	NFS 或 VMFS 上的 VMDK
是否为 LUN 设置 QoS （ RDM ）？	是的。	否
是否为 LUN （ VMFS ）设置 QoS ？	是的。	是(数据存储库可能会受到控制)
是否为卷（ NFS 数据存储库）设置 QoS ？	是的。	是(数据存储库可能会受到控制)
是否在 SVM （租户）上设置 QoS ？	是的。	否
基于策略的方法?	是；可以由策略中的所有工作负载共享，也可以将其全部应用于策略中的每个工作负载。	是，在 vSphere 6.5 及更高版本中。
需要许可证	随 ONTAP 提供	Enterprise Plus

VMware Storage Distributed Resource Scheduler

VMware Storage Distributed Resource Scheduler （ SDRS ）是一项 vSphere 功能，可根据当前 I/O 延迟和空间使用情况将 VM 放置在存储上。然后，它会在数据存储库集群（也称为 Pod ）中的数据存储库之间无中断地移动虚拟机或 VMDK ，从而选择最佳数据存储库，以便将虚拟机或 VMDK 放置在数据存储库集群中。数据存储库集群是一组相似的数据存储库、从vSphere管理员的角度来看、这些数据存储库会聚合到一个使用单元中。

在将SDRS与适用于VMware vSphere的ONTAP工具结合使用时、您必须先使用此插件创建数据存储库、使用vCenter创建数据存储库集群、然后再将此数据存储库添加到其中。创建数据存储库集群后，可以直接从详细信息页面上的配置向导将其他数据存储库添加到数据存储库集群中。

有关 SDRS 的其他 ONTAP 最佳实践包括：

- 集群中的所有数据存储库都应使用相同类型的存储（例如 SAS ， SATA 或 SSD ），可以是所有 VMFS 或 NFS 数据存储库，并且具有相同的复制和保护设置。
- 请考虑在默认（手动）模式下使用 SDRS 。通过此方法，您可以查看建议并决定是否应用这些建议。请注意 VMDK 迁移的以下影响：
  - 在数据存储库之间移动 VMDK 时，通过 ONTAP 克隆或重复数据删除节省的任何空间都将丢失。您可以重新运行重复数据删除以重新获得这些节省。
  - 在SDRS移动VMDK后、NetApp建议在源数据存储库中重新创建快照、因为空间会被移动的VM锁定。
  - 在同一聚合上的数据存储库之间移动 VMDK 没有什么优势， SDRS 无法查看可能共享该聚合的其他工作负载。

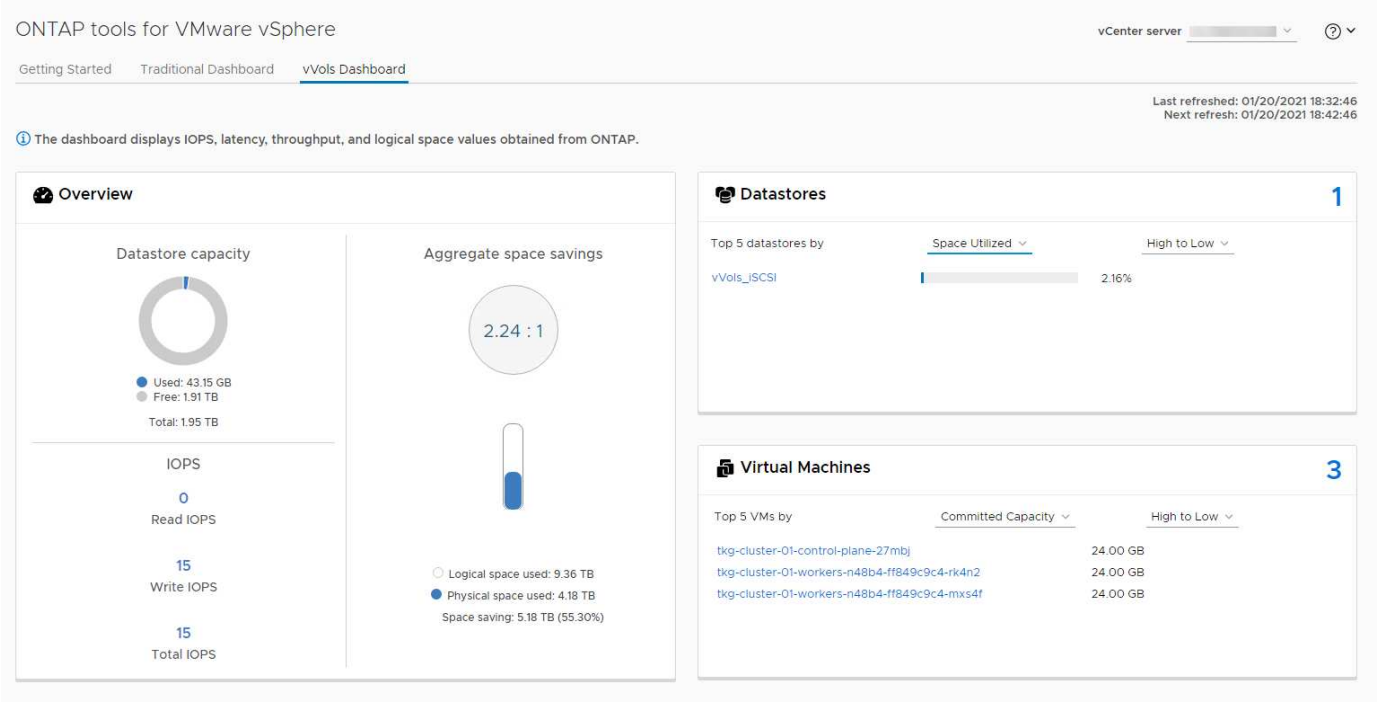
基于存储策略的管理和虚拟卷

利用VMware vSphere APIS for Storage AWARENYUIYUHEYUJIYUDEJIYUDEJIYUDEJUDEJIEMIYUDEJUDEJUDEJUDEJUHE值得一看的是、这种方法可以帮助您简化虚拟化存储操作、避免大量琐碎的工作。

在使用VASA之前、VM管理员可以定义VM存储策略、但他们必须与存储管理员一起确定适当的数据存储库、通常使用文档或命名约定。借助 VASA ，存储管理员可以定义一系列存储功能，包括性能，分层，加密和复制。一个卷或一组卷的一组功能称为存储功能配置文件（ Storage Capability Profile ， SCP ）。

SCP支持为VM的数据Vvol设置最小和/或最大QoS。只有 AFF 系统才支持最低 QoS 。适用于 VMware vSphere 的 ONTAP 工具包含一个信息板，用于显示 ONTAP 系统上 VVol 的 VM 粒度性能和逻辑容量。

下图显示了适用于 VMware vSphere 9.8 VVol 的 ONTAP 工具信息板。



定义存储功能配置文件后，可以使用该配置文件来使用存储策略来配置 VM ，以确定其要求。通过 VM 存储策略与数据存储库存储功能配置文件之间的映射， vCenter 可以显示一个兼容数据存储库列表以供选择。这种方法称为基于存储策略的管理。

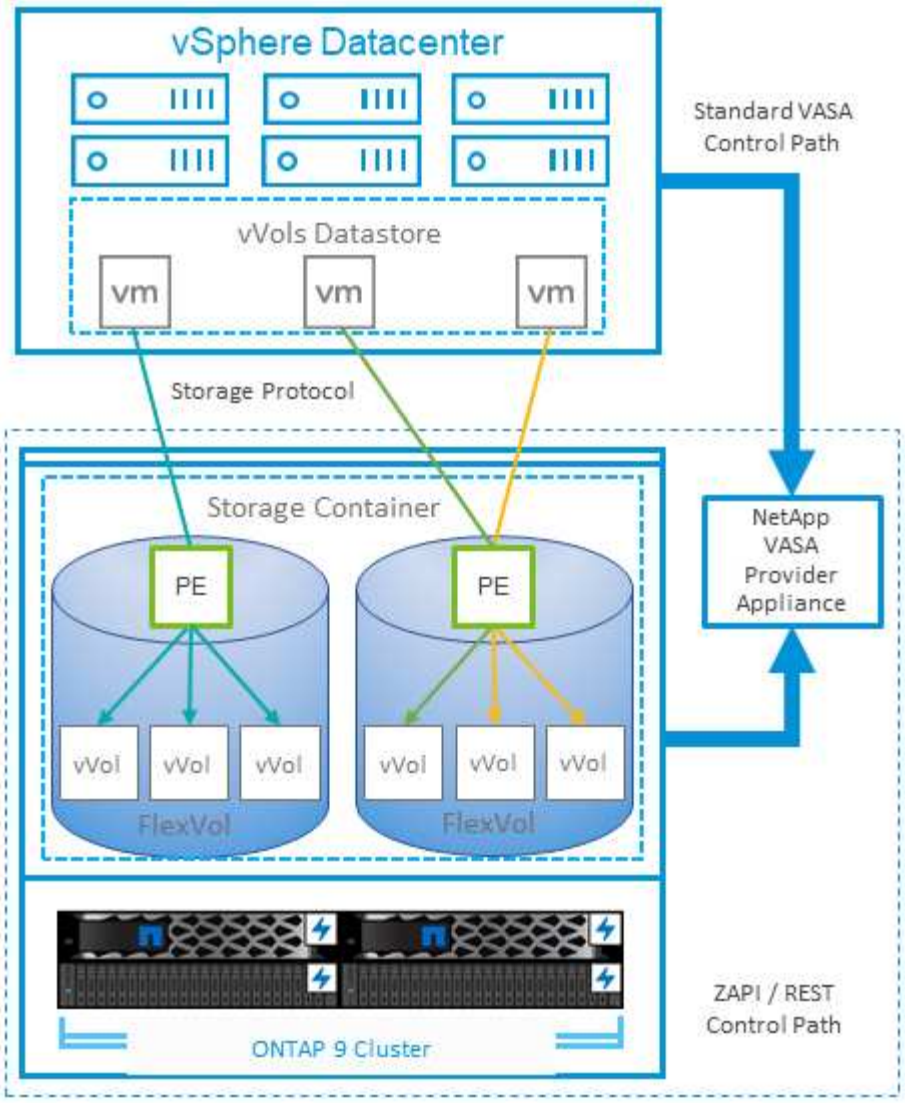
VASA 提供了查询存储并将一组存储功能返回到 vCenter 的技术。VASA 供应商提供程序可在存储系统 API 和构

造与 vCenter 可识别的 VMware API 之间进行转换。适用于ONTAP的NetApp VASA Provider是作为适用于VMware vSphere设备VM的ONTAP工具的一部分提供的、vCenter插件提供了用于配置和管理VVOP数据存储库的界面、并能够定义存储功能配置文件(Storage Capability profile、SCP)。

ONTAP 同时支持 VMFS 和 NFS VVol 数据存储库。将 VVOL 与 SAN 数据存储库结合使用可带来 NFS 的一些优势，例如虚拟机级别粒度。下面是一些需要考虑的最佳实践，您可以在中找到追加信息 "TR-4400"：

- 一个 VVOL 数据存储库可以在多个集群节点上包含多个 FlexVol 卷。最简单的方法是使用一个数据存储库，即使卷具有不同的功能也是如此。SPBM 可确保为 VM 使用兼容的卷。但是，这些卷都必须属于一个 ONTAP SVM ，并使用一个协议进行访问。对于每个协议，每个节点一个 LIF 就足够了。避免在一个 VVOL 数据存储库中使用多个 ONTAP 版本，因为存储功能可能因版本而异。
- 使用适用于 VMware vSphere 的 ONTAP 工具插件创建和管理 VVOL 数据存储库。除了管理数据存储库及其配置文件之外，它还会根据需要自动创建一个协议端点来访问 VVol 。如果使用 LUN ，请注意， LUN PE 会使用 LUN ID 300 及更高版本进行映射。验证ESXi主机的高级系统设置 `Disk.MaxLUN` 允许LUN ID号大于300 (默认值为1、024)。执行此步骤的方法是、在vCenter中选择ESXi主机、然后选择配置选项卡并查找 `Disk.MaxLUN` 在高级系统设置列表中。
- 请勿将适用于 VMware vSphere 的 VASA Provider ， vCenter Server （设备或基于 Windows ）或 ONTAP 工具本身安装或迁移到 VVOL 数据存储库中，因为它们相互依赖，因此会限制您在发生断电或其他数据中心中断时对其进行管理的能力。
- 定期备份 VASA Provider 虚拟机。至少每小时为包含VASA Provider的传统数据存储库创建一次快照。有关保护和恢复 VASA Provider 的详细信息，请参见此部分 "知识库文章"。

下图显示了 VVOL 组件。



云迁移和备份

ONTAP 的另一个优势是广泛支持混合云，将内部私有云中的系统与公有云功能相结合。以下是可与 vSphere 结合使用的一些 NetApp 云解决方案：

- *第一方产品。*Amazon FSx for NetApp ONTAP、 Google Cloud NetApp Volumes和Azure NetApp Files在领先的公共云环境中提供高性能、多协议托管存储服务。VMware Cloud on AWS（VMC on AWS）、Azure VMware Solution（AVS）和 Google Cloud VMware Engine（GCVE）可以直接将它们用作客户操作系统（GOS）和计算实例的数据存储或存储。
- *云服务。*使用NetApp Backup and Recovery或SnapMirror Cloud 通过公共云存储保护来自本地系统的数据。NetApp Copy and Sync有助于在 NAS 和对象存储之间迁移数据并保持数据同步。NetApp Disaster Recovery提供了一种经济高效的解决方案，利用NetApp技术作为强大且功能强大的灾难恢复解决方案的基础，适用于 DR 到云、DR 到本地以及本地到本地。
- * FabricPool 。 * FabricPool 可为 ONTAP 数据快速轻松地分层。冷块可以迁移到公有云或私有StorageGRID对象存储中的对象存储、并在再次访问ONTAP数据时自动重新调用。或者，使用对象层作为已由 SnapVault 管理的数据的第三级保护。这种方法可以让您做到 "为VM存储更多快照" 在主和 / 或二级 ONTAP 存储系统上。
- * ONTAP Select 。 * 使用 NetApp 软件定义的存储将您的私有云扩展到 Internet 上的远程设施和办公室，您

可以在这些设施和办公室使用 ONTAP Select 支持块和文件服务以及您在企业数据中心拥有的相同 vSphere 数据管理功能。

在设计基于虚拟机的应用程序时，请考虑未来的云移动性。例如，不要将应用程序和数据文件放在一起，而是对数据使用单独的 LUN 或 NFS 导出。这使您可以将虚拟机和数据分别迁移到云服务。

要深入了解更多安全主题、请参阅以下资源。

- "ONTAP Select 文档"
- "备份和恢复文档"
- "灾难恢复文档"
- "适用于 NetApp ONTAP 的 Amazon FSX"
- "基于 AWS 的 VMware Cloud"
- "什么是Azure NetApp Files？"
- "Azure VMware 解决方案"
- "Google Cloud VMware 引擎"
- "什么是Google Cloud NetApp卷？"

vSphere 数据加密

如今，通过加密保护空闲数据的需求日益增长。虽然最初的关注点是金融和医疗保健信息、但人们越来越关注保护所有信息、无论是存储在文件、数据库中还是其他数据类型中。

运行ONTAP的系统可通过空闲加密轻松保护任何数据。NetApp存储加密(NSE)将自加密驱动器(Self-Encryption Drive、SE)与ONTAP结合使用来保护SAN和NAS数据。NetApp 还提供 NetApp 卷加密和 NetApp 聚合加密，这是一种基于软件的简单方法，用于对任何磁盘驱动器上的卷进行加密。这种软件加密不需要特殊的磁盘驱动器或外部密钥管理器、ONTAP客户可以免费使用。您可以升级并开始使用它、而不会对客户端或应用程序造成任何中断、并且这些客户端或应用程序已通过FIPS 140-2 1级标准(包括板载密钥管理器)的验证。

可以通过多种方法保护在 VMware vSphere 上运行的虚拟化应用程序的数据。一种方法是在子操作系统级别使用虚拟机中的软件保护数据。vSphere 6.5 等较新的虚拟机管理程序现在支持在 VM 级别进行加密，这是另一种替代方案。但是， NetApp 软件加密简单易用，并且具有以下优势：

- * 对虚拟服务器 CPU 没有影响。 * 某些虚拟服务器环境需要为其应用程序提供每个可用的 CPU 周期，但测试表明，使用虚拟机管理程序级别的加密最多需要 5 倍的 CPU 资源。即使加密软件支持英特尔的AES-NI指令集来卸载加密工作负载(就像NetApp软件加密一样)、但由于需要新CPU来与旧服务器不兼容、因此这种方法可能不可行。
- *包括板载密钥管理器。*NetApp软件加密包括一个板载密钥管理器、无需购买和使用复杂的高可用性密钥管理服务器、即可轻松上手。
- * 对存储效率没有影响。 * 重复数据删除和数据压缩等存储效率技术目前已广泛应用，是经济高效地使用闪存磁盘介质的关键。但是，加密数据通常无法进行重复数据删除或压缩。与其他方法不同， NetApp 硬件和存储加密的运行级别较低，并允许充分利用行业领先的 NetApp 存储效率功能。
- * 轻松的数据存储库粒度加密。 * 借助 NetApp 卷加密，每个卷都获得自己的 AES 256 位密钥。如果需要更改，只需使用一个命令即可。如果您有多个租户或需要为不同部门或应用程序证明独立加密，则此方法非常适合。此加密在数据存储库级别进行管理，比管理单个虚拟机要简单得多。

软件加密入门非常简单。安装许可证后、只需指定密码短语来配置板载密钥管理器、然后创建新卷或执行存储端卷移动以启用加密即可。NetApp 正在努力在其未来版本的 VMware 工具中增加对加密功能的集成支持。

要深入了解更多安全主题、请参阅以下资源。

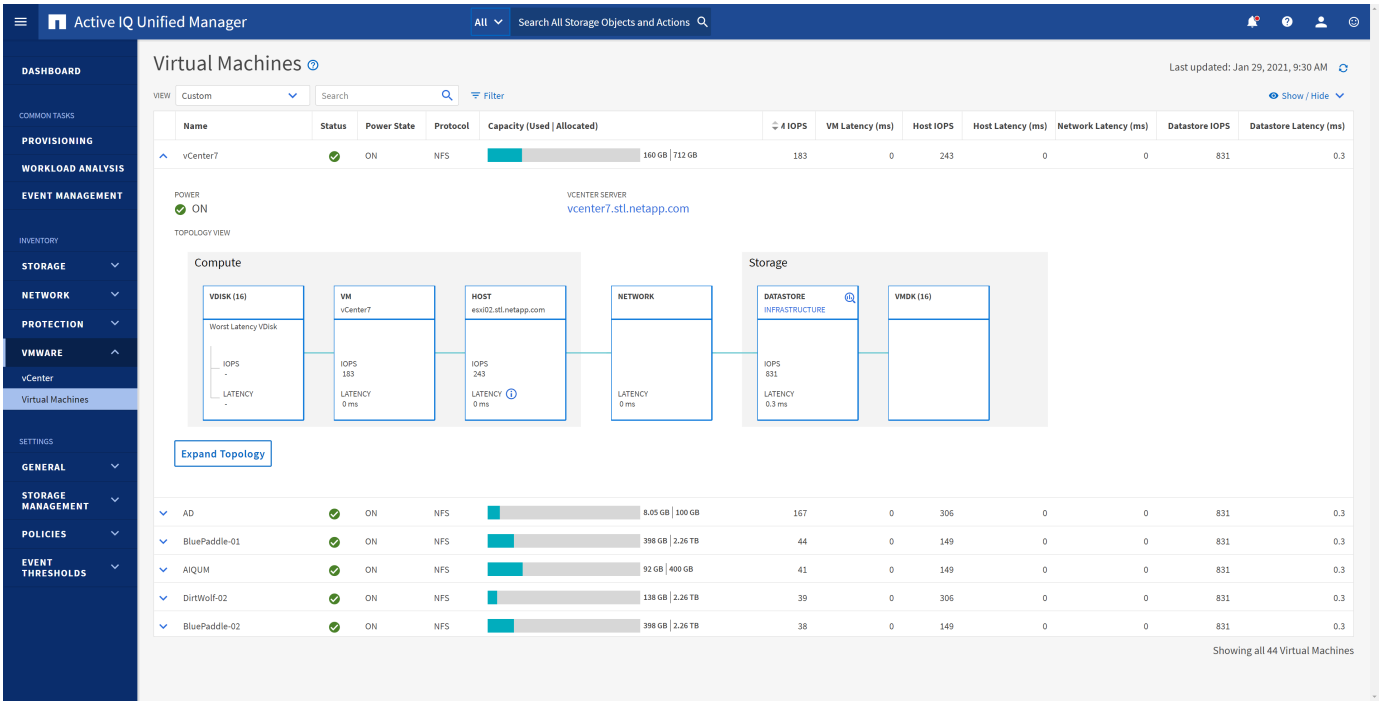
- "安全技术报告"
- "安全强化指南"
- "ONTAP安全性和数据加密产品文档"

Active IQ Unified Manager

通过 Active IQ Unified Manager 可以查看虚拟基础架构中的虚拟机，并监控虚拟环境中的存储和性能问题并对其进行故障排除。

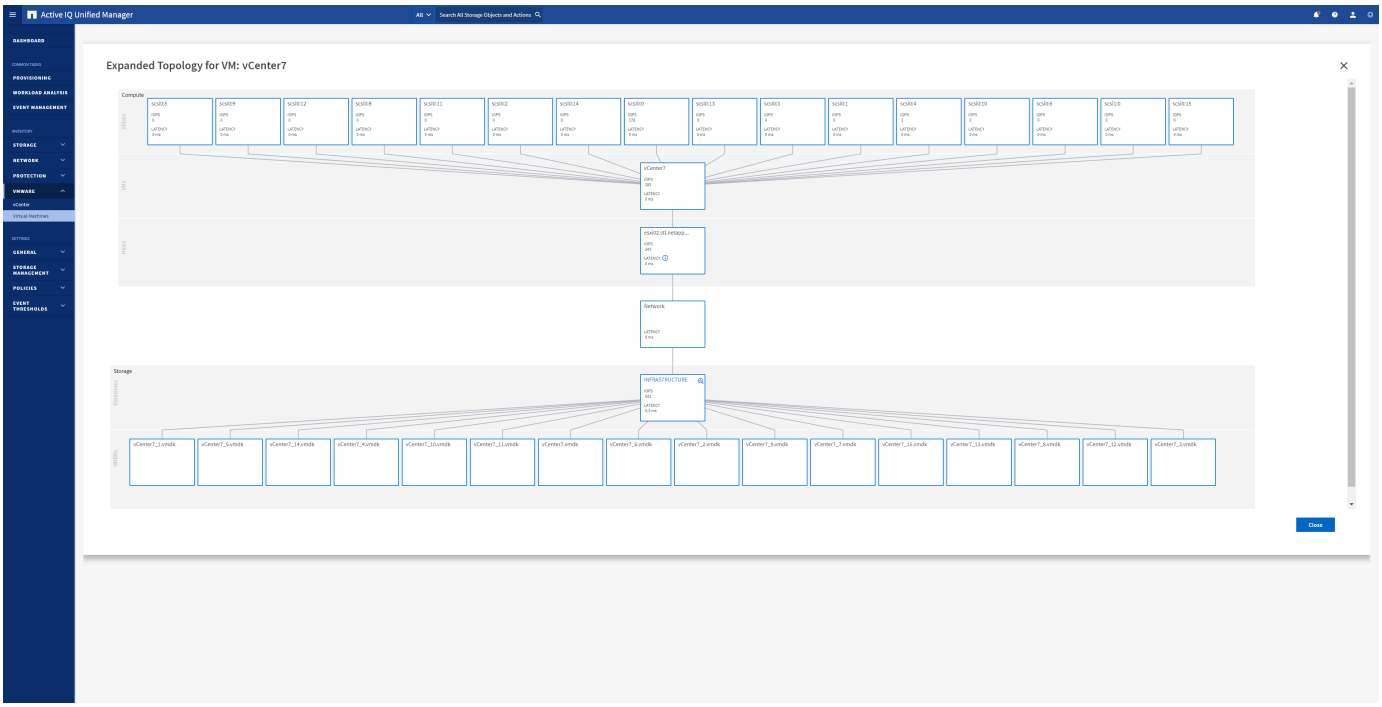
ONTAP 上的典型虚拟基础架构部署包含多个组件，这些组件分布在计算层，网络层和存储层上。VM 应用程序中的任何性能滞后都可能是由于各个层的各个组件同时面临的延迟造成的。

以下屏幕截图显示了 Active IQ Unified Manager 虚拟机视图。



Unified Manager 以拓扑视图形式呈现虚拟环境的底层子系统，用于确定计算节点，网络或存储是否发生延迟问题描述。此视图还会突出显示导致执行补救步骤和解决底层问题描述时出现性能滞后的特定对象。

以下屏幕截图显示了 AIQUM 扩展拓扑。



基于存储策略的管理和虚拟卷

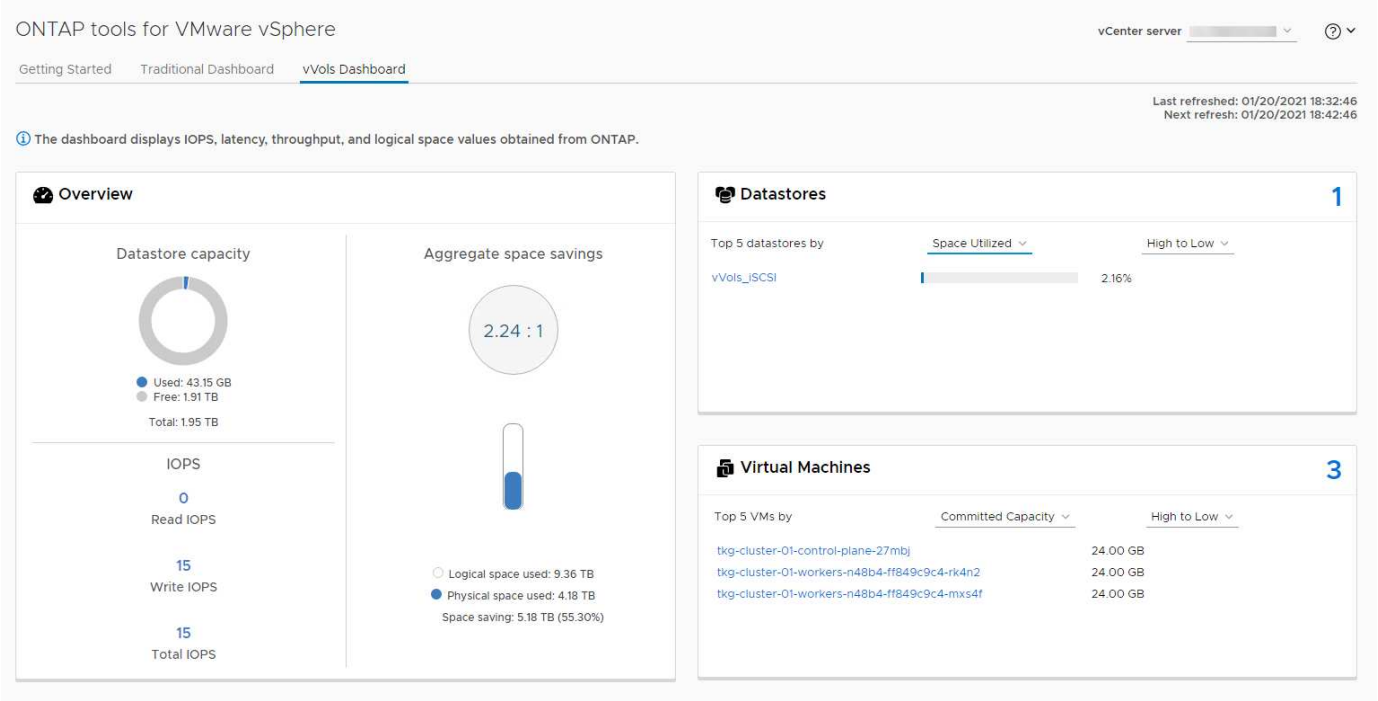
利用VMware vSphere APIS for Storage AWARENYUIYUHEYUJIYUDEJIYUDEJIYUDEJUDEJIEMIYUDEJUDEJUDEJUDEJUHE

值得一看的是、这种方法可以帮助您简化虚拟化存储操作、避免大量琐碎的工作。

在使用VASA之前、VM管理员可以定义VM存储策略、但他们必须与存储管理员一起确定适当的数据存储库、通常使用文档或命名约定。借助 VASA ，存储管理员可以定义一系列存储功能，包括性能，分层，加密和复制。一个卷或一组卷的一组功能称为存储功能配置文件（ Storage Capability Profile ， SCP ）。

SCP支持为VM的数据Vvol设置最小和/或最大QoS。只有 AFF 系统才支持最低 QoS 。适用于 VMware vSphere 的 ONTAP 工具包含一个信息板，用于显示 ONTAP 系统上 VVol 的 VM 粒度性能和逻辑容量。

下图显示了适用于 VMware vSphere 9.8 VVol 的 ONTAP 工具信息板。



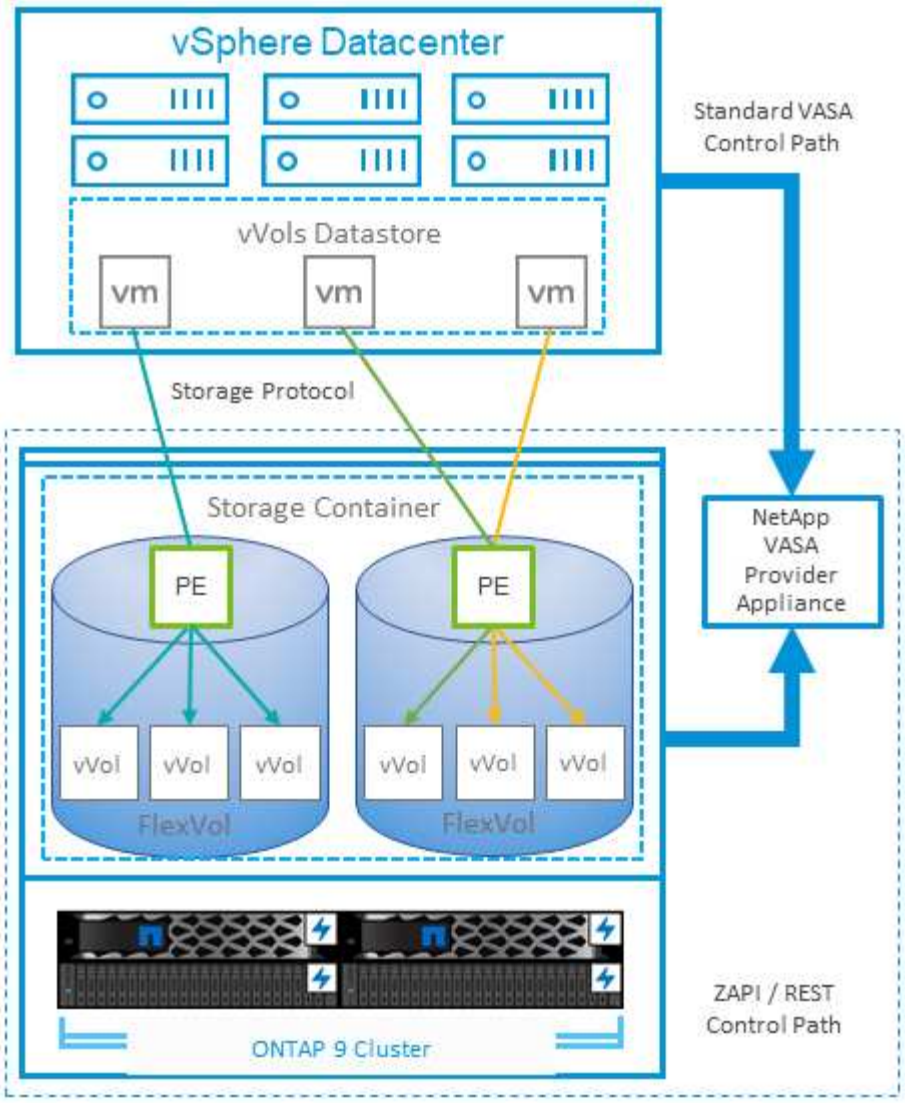
定义存储功能配置文件后，可以使用该配置文件来使用存储策略来配置 VM ，以确定其要求。通过 VM 存储策略与数据存储库存储功能配置文件之间的映射， vCenter 可以显示一个兼容数据存储库列表以供选择。这种方法称为基于存储策略的管理。

VASA 提供了查询存储并将一组存储功能返回到 vCenter 的技术。VASA 供应商提供程序可在存储系统 API 和构造与 vCenter 可识别的 VMware API 之间进行转换。适用于ONTAP的NetApp VASA Provider是作为适用于VMware vSphere设备VM的ONTAP工具的一部分提供的、vCenter插件提供了用于配置和管理VVOP数据存储库的界面、并能够定义存储功能配置文件(Storage Capability profile、SCP)。

ONTAP 同时支持 VMFS 和 NFS VVol 数据存储库。将 VVOL 与 SAN 数据存储库结合使用可带来 NFS 的一些优势，例如虚拟机级别粒度。下面是一些需要考虑的最佳实践，您可以在中找到追加信息 "TR-4400"：

- 一个 VVOL 数据存储库可以在多个集群节点上包含多个 FlexVol 卷。最简单的方法是使用一个数据存储库，即使卷具有不同的功能也是如此。SPBM 可确保为 VM 使用兼容的卷。但是，这些卷都必须属于一个 ONTAP SVM ，并使用一个协议进行访问。对于每个协议，每个节点一个 LIF 就足够了。避免在一个 VVOL 数据存储库中使用多个 ONTAP 版本，因为存储功能可能因版本而异。
- 使用适用于 VMware vSphere 的 ONTAP 工具插件创建和管理 VVOL 数据存储库。除了管理数据存储库及其配置文件之外，它还会根据需要自动创建一个协议端点来访问 VVol 。如果使用 LUN ，请注意， LUN PE 会使用 LUN ID 300 及更高版本进行映射。验证ESXi主机的高级系统设置 `Disk.MaxLUN` 允许LUN ID号大于300 (默认值为1、024)。执行此步骤的方法是、在vCenter中选择ESXi主机、然后选择配置选项卡并查找 `Disk.MaxLUN` 在高级系统设置列表中。
- 请勿将适用于 VMware vSphere 的 VASA Provider ， vCenter Server （设备或基于 Windows ）或 ONTAP 工具本身安装或迁移到 VVOL 数据存储库中，因为它们相互依赖，因此会限制您在发生断电或其他数据中心中断时对其进行管理的能力。
- 定期备份 VASA Provider 虚拟机。至少每小时为包含VASA Provider的传统数据存储库创建一次快照。有关保护和恢复 VASA Provider 的详细信息，请参见此部分 "知识库文章"。

下图显示了 VVOL 组件。



VMware Storage Distributed Resource Scheduler

VMware Storage Distributed Resource Scheduler (SDRS)是一项vSphere功能、可根据当前I/O延迟和空间使用情况自动将VM放置在数据存储库集群中。

然后，它会在数据存储库集群（也称为 Pod ）中的数据存储库之间无中断地移动虚拟机或 VMDK ，从而选择最佳数据存储库，以便将虚拟机或 VMDK 放置在数据存储库集群中。数据存储库集群是一组相似的数据存储库、从vSphere管理员的角度来看、这些数据存储库会聚合到一个使用单元中。

在将SDRS与适用于VMware vSphere的ONTAP工具结合使用时、您必须先使用此插件创建数据存储库、使用vCenter创建数据存储库集群、然后再将此数据存储库添加到其中。创建数据存储库集群后，可以直接从详细信息页面上的配置向导将其他数据存储库添加到数据存储库集群中。

有关 SDRS 的其他 ONTAP 最佳实践包括：

- 除非您有特定要求、否则请勿使用SDRS。
  - 使用ONTAP时不需要SDRS。SDRS无法识别重复数据删除和数据压缩等ONTAP存储效率功能、因此、它可能会做出不适合您环境的决策。

- SDRS无法识别ONTAP QoS策略、因此可能会做出性能不理想的决策。
- SDRS无法识别ONTAP Snapshot副本、因此它可能会做出导致快照呈指数级增长的决策。例如、将虚拟机移动到另一个数据存储库会在新数据存储库中创建新文件、从而导致快照增长。对于具有大型磁盘或多个快照的VM尤其如此。然后、如果将虚拟机移回原始数据存储库、则原始数据存储库上的快照将增大。

如果您确实使用SDRS、请考虑以下最佳实践：

- 集群中的所有数据存储库都应使用相同类型的存储（例如 SAS ， SATA 或 SSD ），可以是所有 VMFS 或 NFS 数据存储库，并且具有相同的复制和保护设置。
- 请考虑在默认（手动）模式下使用 SDRS 。通过此方法，您可以查看建议并决定是否应用这些建议。请注意 VMDK 迁移的以下影响：
  - 当SDRS在数据存储库之间移动VMDK时、ONTAP克隆或重复数据删除节省的空间可能会减少、具体取决于重复数据删除或数据压缩在目标上的效果。
  - 在SDRS移动VMDK后、NetApp建议在源数据存储库中重新创建快照、因为空间会被移动的VM锁定。
  - 在同一聚合上的数据存储库之间移动 VMDK 没有什么优势， SDRS 无法查看可能共享该聚合的其他工作负载。

有关SDRS的详细信息，请参见VMware文档，网址为 "存储DRS常见问题解答"。

建议的 ESXi 主机和其他 ONTAP 设置

NetApp为NFS和块协议开发了一组最佳ESXi主机设置。此外、还提供了有关多路径和HBA超时设置的特定指导、以便根据NetApp和VMware内部测试在ONTAP中正常运行。

可以使用适用于VMware vSphere的ONTAP工具轻松设置这些值：从ONTAP工具概述页面向下滚动到底部、然后单击ESXi主机合规性portlet中的应用建议设置。

下面是当前所有受支持的ONTAP版本的建议主机设置。

主机设置	* NetApp建议值*	需要重新启动
* ESXi高级配置*		
VMFS3.HardwareAcceleratedLocking	保留默认值(1)	否
VMFS3.EnableBlockDelete	保留默认值(0)、但可以根据需要进行更改。有关详细信息、请参见"VMFS5虚拟机的空间回收"	否
VMFS3.EnableVMFS6Unmap	保留默认值(1)有关详细信息、请参见"VMware vSphere API：阵列集成(VAAI)"	否
NFS设置		
newSyncInterval	如果您不使用适用于Kubnetes的vSphere CSI、请按设置"VMware 知识库 386364"	否

主机设置	* NetApp建议值*	需要重新启动
Net.TcpipHeapSize	vSphere 6.0 或更高版本，设置为 32 。 所有其他NFS配置、设置为30	是的。
Net.TcpipHeapMax	对于大多数vSphere 6.X版本、设置为512 MB。 对于6.5U3、6.7U3和7.0或更高版本、设置为默认值(1024MB)。	是的。
NFS.MaxVolumes	vSphere 6.0或更高版本、请设置为256 所有其他NFS配置均设置为64。	否
NFS41.MaxVolumes	vSphere 6.0或更高版本、请设置为256。	否
NFS.MaxQueueDepth[1]	vSphere 6.0或更高版本、设置为128	是的。
nfs.HeartbeatMaxFailures	对于所有NFS配置、均设置为10	否
nfs.Heartbeat频率	对于所有NFS配置、请设置为12	否
nfs.HeartbeatTimeout	对于所有NFS配置、设置为5。	否
SUNRPC.MaxConnPerIP	vSphere 7.0 到 8.0，设置为 128。 ESXi 8.0 之后的版本中将忽略此设置。	否
* FC/FCoE 设置 *		
路径选择策略	如果使用采用 ALUA 的 FC 路径，则设置为 RR （轮循）。对于所有其他配置，设置为 FIXED 。 将此值设置为 RR 有助于在所有主动 / 优化路径之间实现负载平衡。 固定值适用于较旧的非 ALUA 配置，有助于防止代理 I/O换言之、它有助于防止I/O流向在7-模式下运行Data ONTAP 的环境中高可用性(HA)对的另一节点	否
disk.qFullSampSize	对于所有配置，均设置为 32 。 设置此值有助于防止出现 I/O 错误。	否
disk.qFullThreshold	对于所有配置、均设置为8。 设置此值有助于防止出现 I/O 错误。	否
Emulex FC HBA 超时	使用默认值。	否
QLogic FC HBA 超时	使用默认值。	否
* iSCSI 设置 *		
路径选择策略	对于所有 iSCSI 路径，设置为 RR （轮循）。 将此值设置为 RR 有助于在所有主动 / 优化路径之间实现负载平衡。	否

主机设置	* NetApp建议值*	需要重新启动
disk.qFullSampSize	对于所有配置，均设置为 32 。 设置此值有助于防止出现I/O错误	否
disk.qFullThreshold	对于所有配置、均设置为8。 设置此值有助于防止出现 I/O 错误。	否

使用VMware vSphere 7.0.1和VMware vSphere ESXi 7.3.2时、NFS高级配置选项MaxQueue深度 可能无法正常工作。有关详细信息、请参见"VMware知识库86331"。

在创建 ONTAP FlexVol 卷和 LUN 时， ONTAP 工具还会指定某些默认设置：

* ONTAP Tool*	默认设置
Snapshot 预留（ -percent-snapshot-space ）	0
预留百分比（ -fractional-reserve ）	0
访问时间更新（ -atime-update ）	false
最小预读（ -min-readahead ）	false
计划快照	无
存储效率	enabled
卷保证	无（精简配置）
卷自动调整大小	grow_shrink
LUN 空间预留	已禁用
LUN 空间分配	enabled

多路径性能设置

虽然当前未使用可用的ONTAP工具进行配置、但NetApp建议使用以下配置选项：

- 在高性能环境中使用非ASA系统或使用单个 LUN 数据存储测试性能时，请考虑将循环 (VMW_PSP_RR) 路径选择策略 (PSP) 的负载平衡设置从默认 IOPS 设置 1000 更改为值 1。看"VMware 知识库 2069356"了解更多信息。
- 在 vSphere 6.7 Update 1 中，VMware 为 Round Robin PSP 引入了一种新的延迟负载平衡机制。现在，当使用带有 NVMe 命名空间的 HPP（高性能插件）以及 vSphere 8.0u2 及更高版本、iSCSI 和 FCP 连接的 LUN 时，也可以使用延迟选项。新选项在选择 I/O 最佳路径时会考虑 I/O 带宽和路径延迟。 NetApp建议在具有非等效路径连接的环境中使用延迟选项，例如一条路径上的网络跳数比另一条路径上的网络跳数更多的情况，或者使用NetApp ASA系统时。看 "更改延迟轮循的默认参数"了解更多信息。

其他文档

对于采用vSphere 7的FCP和iSCSI、有关详细信息、请参见。"将VMware vSphere 7.x与ONTAP结合使用"对于采用vSphere 8的FCP和iSCSI、有关详细信息、请参见"将VMware vSphere 8.x与ONTAP结合使用"。对于采用vSphere 7的NVMe-oF、有关详细信息、请参见"对于NVMe-oF、有关详细信息、请参见适用于采用ONTAP的ESXi 7.x的NVMe-oF主机配置"。对于采用vSphere 8的NVMe-oF、有关详细信息、请参见"对于NVMe-oF、有关详细信息、请参见适用于采用ONTAP的ESXi 8.x的NVMe-oF主机配置"

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。