



VMware

Enterprise applications

NetApp
May 03, 2024

目录

VMware	1
采用ONTAP的VMware vSphere	1
使用ONTAP的虚拟卷(Virtual Volume、Virtual Volume、Virtual Volume、Virtual Volume)	35
采用ONTAP的VMware Site Recovery Manager	58
采用ONTAP的vSphere Metro存储集群	76
产品安全性	104

VMware

采用ONTAP的VMware vSphere

采用ONTAP的VMware vSphere

近20年来、ONTAP一直是适用于VMware vSphere环境的领先存储解决方案、并不断增加创新功能、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，其中包括用于简化部署，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。请参见 "[NetApp 互操作性表工具](#)" 和 "[VMware 兼容性指南](#)" 有关特定版本的详细信息。

为什么选择适用于 vSphere 的 ONTAP ?

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。

将 ONTAP 与 vSphere 结合使用是一个很好的组合，可帮助您降低主机硬件和 VMware 软件支出。您还可以通过稳定一致的高性能以更低的成本保护数据。由于虚拟化工作负载是移动的，因此您可以使用 Storage vMotion 探索不同的方法，以便在 VMFS ， NFS 或 VVOL 数据存储库之间移动 VM ，所有这些都位于同一存储系统上。

以下是客户目前重视的关键因素：

- *** 统一存储。** * 运行 ONTAP 软件的系统在多个重要方面实现了统一。最初，这种方法既指 NAS 协议，也指 SAN 协议，而 ONTAP 除了在 NAS 中具有最初的优势之外，仍然是 SAN 的领先平台。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 软件的系统的 VSI 成本通常更低，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。
- **基于虚拟卷和存储策略的管理。** NetApp是VMware的早期设计合作伙伴、参与了vSphere虚拟卷(vvol)的开发、为vvol和VMware vSphere APIS for Storage AWARE I VAINVAL (vasa)提供了架构建议和早期支持。这种方法不仅可以为VMFS提供精细的VM存储管理、还可以通过基于存储策略的管理来实现存储配置自动化。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 管理员可以轻松地使用这些功能。ONTAP 在 VVOL 规模方面处于存储行业的领先地位，在一个集群中支持数十万个 VVOL ，而企业级阵列和小型闪存阵列供应商则支持每个阵列仅支持数千个 VVOL 。此外，NetApp 还在推动细粒度虚拟机管理的发展，即将推出支持 VVOL 3.0 的功能。
- ***存储效率。** *虽然NetApp是第一家为生产工作负载提供重复数据删除的公司、但这项创新并非该领域的第一项或最后一项创新。它从快照开始、这是一种节省空间的数据保护机制、不会影响性能、同时还采用

了FlexClone技术、可即时为VM创建读/写副本、以供生产和备份使用。NetApp 继续提供包括重复数据删除，数据压缩和零块重复数据删除在内的实时功能，以从昂贵的 SSD 中挤出最大的存储空间。最近，ONTAP 增加了使用数据缩减将较小的 I/O 操作和文件打包到磁盘块中的功能。这些功能相结合，客户发现 VSI 可节省高达 5 : 1 的空间，VDI 可节省高达 30 : 1 的空间。

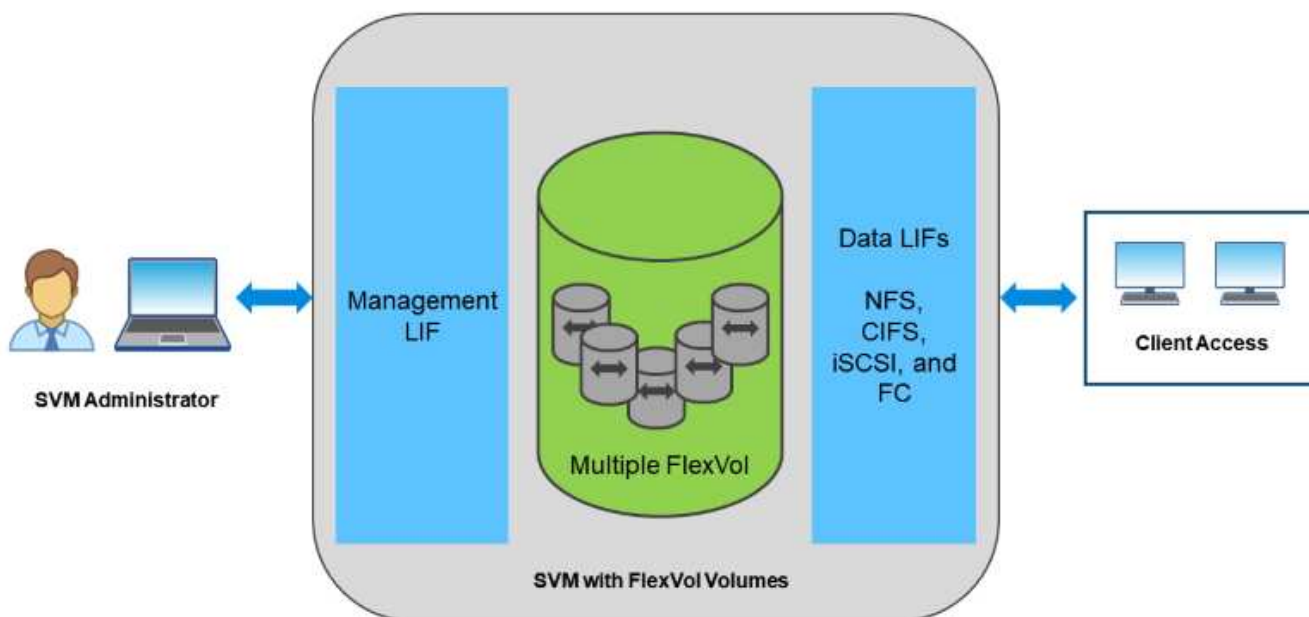
- * 混合云。 * 无论是用于内部私有云，公有云基础架构还是结合两者优势的混合云，ONTAP 解决方案均可帮助您构建数据网络结构，以简化和优化数据管理。从高性能全闪存系统开始，然后将其与磁盘或云存储系统结合使用，以实现数据保护和云计算。您可以选择 Azure ， AWS ， IBM 或 Google 云来优化成本并避免受制于云。根据需要利用对 OpenStack 和容器技术的高级支持。NetApp 还为 ONTAP 提供基于云的备份（ SnapMirror 云， Cloud Backup Service 和 Cloud Sync ）以及存储分层和归档工具（ FabricPool ），以帮助降低运营支出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

NetApp 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。您可以在中了解有关ONTAP中S3协议支持的更多信息 "[S3配置概述](#)"。

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软件的系统。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 软件的系统的 VSI 成本通常更低，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 提供了多种独立软件工具，可与 ONTAP 和 vSphere 结合使用来管理虚拟化环境。

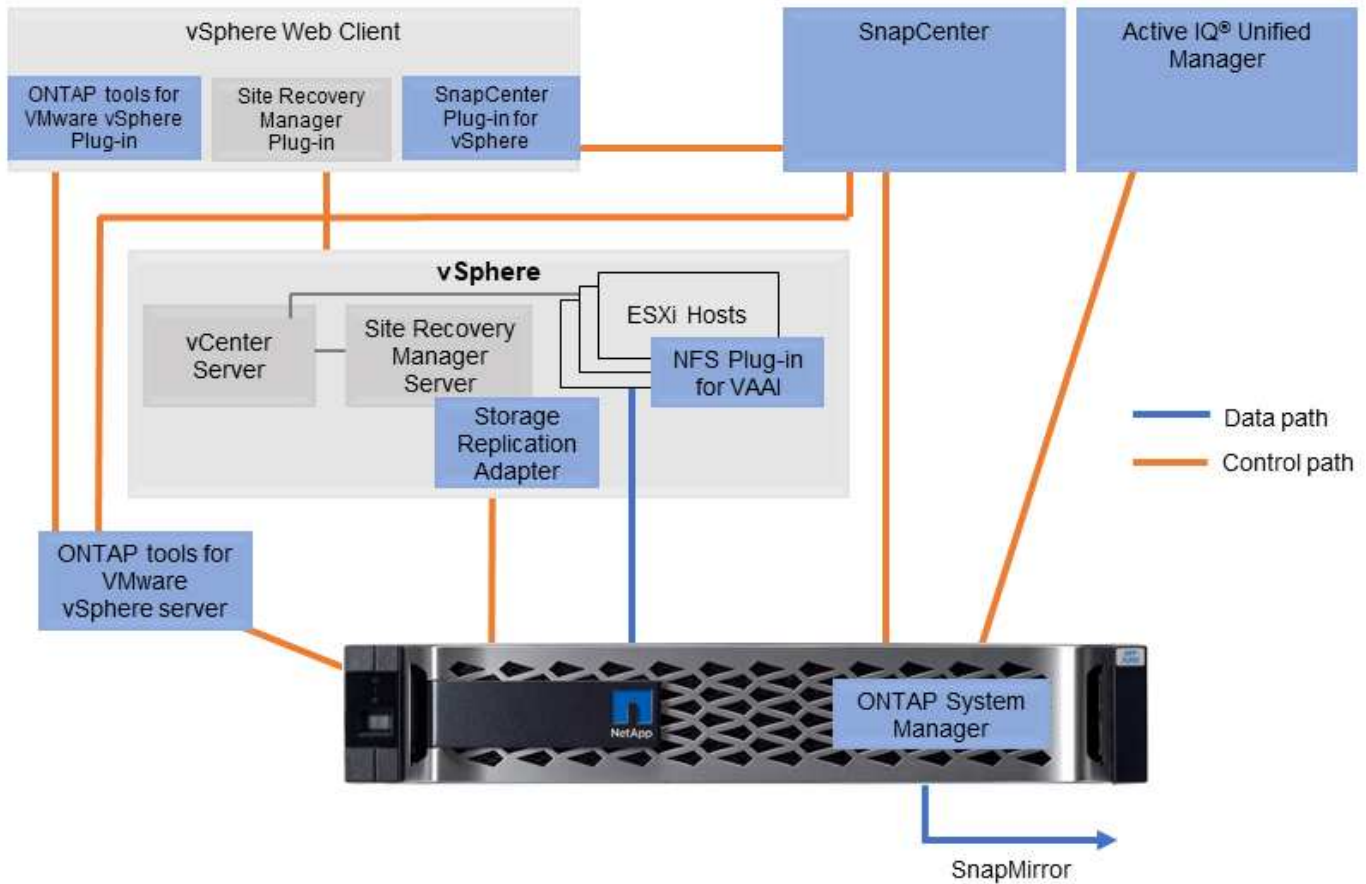
ONTAP 许可证附带了以下工具，无需额外付费。有关这些工具在 vSphere 环境中如何协同工作的说明，请参见图 1。

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 软件的系统结合使用时，最佳做法是使用这些 ONTAP 工具。它包括服务器设备、vCenter 的用户界面扩展、VASA Provider 和 Storage Replication Adapter。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 扩展通过直接在 vCenter UI 中加入易于使用的上下文相关菜单来管理主机和存储、信息 Portlet 以及本机警报功能、简化了操作团队和 vCenter 管理员的工作、从而简化了 workflow。
- * 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 Site Recovery Manager (SRM) 结合使用、用于管理生产站点和灾难恢复站点之间的数据复制、并无中断地测试灾难恢复副本。它有助于自动执行发现，恢复和重新保护任务。它包括适用于 Windows SRM 服务器和 SRM 设备的 SRA 服务器设备和 SRA 适配器。

下图显示了适用于 vSphere 的 ONTAP 工具。



适用于 VMware VAAI 的 NFS 插件

适用于VMware VAAI的NetApp NFS插件是一个适用于ESXi主机的插件、可用于在ONTAP 上对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。

虚拟卷（VVOL）和基于存储策略的管理（SPBM）

NetApp 是 VMware 在开发 vSphere 虚拟卷（VVOL）方面的早期设计合作伙伴，为 VVOL 和 VMware vSphere 存储感知 API（VASA）提供架构输入和早期支持。这种方法不仅可以为VMFS实现VM粒度存储管理、还支持通过基于存储策略的管理(Storage Policy Based Management、SPBM)实现存储配置自动化。

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 管理员可以轻松地使用这些功能。然后，管理员可以将虚拟机工作负载要求与配置的存储池进行匹配，从而可以在每个 VM 或虚拟磁盘级别精细控制各种设置。

ONTAP 在 VVOL 规模方面处于存储行业的领先地位，在一个集群中支持数十万个 VVOL ，而企业级阵列和小型闪存阵列供应商支持的每个阵列仅支持数千个 VVOL 。NetApp 还在推动 VM 粒度管理的发展，即将推出支持 VVOL 3.0 的功能。



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"](#)。

数据存储库和协议

vSphere数据存储库和协议功能概述

在运行ONTAP 软件的系统上、可以使用七种协议将VMware vSphere连接到数据存储库：

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

FCP、FCoE、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 卷中包含的ONTAP LUN或NVMe命名空间中。请注意，从 vSphere 7.0 开始，VMware 不再支持在生产环境中使用软件 FCoE。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。

下表介绍了ONTAP支持vSphere的传统数据存储库功能。此信息不适用于VVOL数据存储库、但它通常适用于使用受支持的ONTAP 版本的适用场景 vSphere 6.x及更高版本。您也可以参考 "[VMware配置最大值](#)" 用于确认特定限制的特定 vSphere 版本。

功能 / 功能	FC/FCoE	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	每个主机1024个LUN	每个服务器1024个LUN	每个服务器256个命名空间	256个挂载 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 100 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/FCoE	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。
支持 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 *	是 *	不支持
容错	是的。	是的。	是的。	是的。
Site Recovery Manager	是的。	是的。	否	仅v3
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、使用新的高性能插件(HPP)	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/FCoE	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。	否	是的。
使用适用于 VMware vSphere 的 ONTAP 工具监控和主机配置	是的。	是的。	否	是的。

功能 / 功能	FC/FCoE	iSCSI	NVMe-oF	NFS
使用适用于 VMware vSphere 的 ONTAP 工具进行配置	是的。	是的。	否	是的。

下表列出了支持的备份功能。

功能 / 功能	FC/FCoE	iSCSI	NVMe-oF	NFS
ONTAP快照	是的。	是的。	是的。	是的。
复制的备份支持 SRM	是的。	是的。	否	仅v3
卷 SnapMirror	是的。	是的。	是的。	是的。
VMDK 映像访问	支持 VADP 的备份软件	支持 VADP 的备份软件	支持 VADP 的备份软件	启用了 VADP 的备份软件，vSphere Client 和 vSphere Web Client 数据存储库浏览器
vmdk 文件级访问	启用了 VADP 的备份软件，仅限 Windows	启用了 VADP 的备份软件，仅限 Windows	启用了 VADP 的备份软件，仅限 Windows	支持 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

- NetApp建议对Microsoft集群使用来宾iSCSI、而不是在VMFS数据存储库中使用启用了多写入程序的VMDK。Microsoft 和 VMware 完全支持这种方法，并可通过 ONTAP（SnapMirror 到内部或云中的 ONTAP 系统）提供极大的灵活性，易于配置和自动化，并可通过 SnapCenter 进行保护。vSphere 7 添加了一个新的集群模式 VMDK 选项。这与启用了多写入程序的VMDK不同、它需要一个通过FC协议提供的数据存储库、该协议已启用集群模式VMDK支持。其他限制适用。请参见VMware "[Windows Server 故障转移集群设置](#)" 配置准则文档。

*使用NVMe-oF和NFS v4.1的数据存储库需要vSphere复制。SRM不支持基于阵列的复制。

选择存储协议

运行 ONTAP 软件的系统支持所有主要存储协议，因此客户可以根据现有和计划的网络基础架构以及员工技能选择最适合其环境的存储协议。NetApp 测试通常表明，以相似的线路速度运行的协议之间差别不大，因此，与原始协议性能相比，最好重点关注您的网络基础架构和员工能力。

在考虑选择协议时，以下因素可能会很有用：

- * 当前的客户环境。 * 尽管 IT 团队通常擅长管理以太网 IP 基础架构，但并非所有团队都擅长管理 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。 * 使用 SAN 协议时，如果需要更多空间，则需要执行几个步骤，包括增加 LUN，重新扫描以发现新大小，然后增加文件系统大小。虽然可以增加 LUN 的大小，但不能减小 LUN 的大小，因此恢复未使用的空间可能需要额外的工作。NFS 可以轻松地进行大小调整，存储系统可以自动调整大小。SAN 可通过

子操作系统剪切 /UNMAP 命令提供空间回收，从而允许将已删除文件中的空间返回到阵列。使用 NFS 数据存储库时，这种类型的空间回收会更加困难。

- * 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。尽管在使用 VSC 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](#)"，下面是需要考虑的其他一些准则：

- 使用 ONTAP NFS 数据存储库部署 vSphere 可实现高性能，易于管理的实施，从而提供基于块的存储协议无法实现的虚拟机与数据存储库比率。此架构可将数据存储库密度提高十倍，并相应地减少数据存储库数量。虽然较大的数据存储库可以提高存储效率并提供运营优势，但请考虑至少使用四个数据存储库（FlexVol 卷）将虚拟机存储在一个 ONTAP 控制器上，以便从硬件资源中获得最大性能。通过这种方法，您还可以使用不同的恢复策略建立数据存储库。根据业务需求、某些备份或复制的频率比其他备份或复制的频率要高。FlexGroup 卷不需要多个数据存储库来提高性能、因为它们可以根据设计进行扩展。
- NetApp 建议对大多数 NFS 数据存储库使用 FlexVol 卷。从 ONTAP 9.8 开始、也支持将 FlexGroup 卷用作数据存储库、并且通常建议在某些使用情形下使用。通常不建议使用其他 ONTAP 存储容器、例如 qtrees、因为适用于 VMware vSphere 的 ONTAP 工具或适用于 VMware vSphere 的 NetApp SnapCenter 插件目前均不支持这些存储容器。尽管如此、在一个卷中将数据存储库部署为多个 qtrees 可能会对高度自动化的环境非常有用、这些环境可以从数据存储库级别的配额或 VM 文件克隆中受益。
- 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 100 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 数据存储库配置向导的 ONTAP 工具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 数据存储库配置由 FC，iSCSI 或 FCoE 访问的 LUN。VMFS 允许集群中的每个 ESX 服务器同时访问传统 LUN。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）。大多数系统上的 ONTAP 最大 LUN 大小为 16 TB、而全 SAN 阵列系统上的最大 LUN 大小为 128 TB。因此，可以使用四个 16 TB LUN 在大多数 ONTAP 系统上创建最大大小的 VMFS 5 数据存储库。尽管具有多个 LUN（使用高端 FAS 或 AFF 系统）的高 I/O 工作负载可获得性能优势、但创建、管理和保护数据存储库 LUN 的管理复杂性增加以及可用性风险增加、抵消了这一优势。NetApp 通常建议为每个数据存储库使用一个大型 LUN，并且只有在特殊需要超过 16 TB 数据存储库时才会跨越。与 NFS 一样，请考虑使用多个数据存储库（卷），以便在一个 ONTAP 控制器上最大限度地提高性能。
- 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。如果您使用的旧操作系统可能需要对齐，请使用“VM 对齐”在 NetApp 支持知识库中搜索文章，或者向 NetApp 销售人员或合作伙伴联系人请求 TR-3747 的副本。
- 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。为了获得最佳性能和易管理性，请避免对数据库和某些应用程序等高 I/O 应用程序使用数据存储库。而是考虑由子系统拥有的文件系统，例如由子系统管理或使用

RDM 管理的 NFS 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"](#) 包含一个有关虚拟化的章节，其中包含有用的详细信息。

- 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库，但批量迁移之后再根据需要进行组织往往会更简单。如果您有特定的数据保护需求(例如不同的Snapshot计划)、则可能需要使用此方法来指导您迁移到不同的数据存储库。
- 大多数 VM 及其存储可以在运行时进行迁移（热迁移），但从另一个存储系统迁移连接的存储（不在数据存储库中），例如 ISO，LUN 或 NFS 卷可能需要冷迁移。
- 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。请参见 ["TR-4534"](#) 有关详细信息 ...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

将 vSphere 与运行 ONTAP 软件的系统结合使用时，最重要的最佳实践是安装和使用适用于 VMware vSphere 的 ONTAP 工具插件（以前称为虚拟存储控制台）。无论使用 SAN 还是 NAS，此 vCenter 插件均可简化存储管理，提高可用性并降低存储成本和运营开销。它使用最佳实践来配置数据存储库，并针对多路径和 HBA 超时优化 ESXi 主机设置（这些内容在附录 B 中进行了介绍）。由于它是 vCenter 插件、因此可供连接到 vCenter Server 的所有 vSphere Web Client 使用。

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。

该插件也是适用于 ONTAP 的 VASA Provider 的许多功能的管理界面，支持使用 VVOL 进行基于存储策略的管理。注册适用于 VMware vSphere 的 ONTAP 工具后，可使用它创建存储功能配置文件，将其映射到存储，并确保数据存储库随时间的推移符合这些配置文件。VASA Provider 还提供了一个用于创建和管理 VVol 数据存储库的界面。

一般来说，NetApp 建议在 vCenter 中使用适用于 VMware vSphere 的 ONTAP 工具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

在将 vSphere 与运行 ONTAP 软件的系统结合使用时，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。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 集群中的集群网络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。请参见 ["TR-4182"](#) 了解有关流量控制的更多背景信息。
- 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"。

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
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，FCoE，NVMe/FC，iSCSI），RDM

NetApp ONTAP使用iSCSI、光纤通道协议(FCP、简称FC)和基于网络结构的NVMe (NVMe-oF)为VMware vSphere提供企业级块存储。以下是在vSphere和ONTAP中为VM存储实施块协议的最佳实践。

在 vSphere 中，可以通过三种方式使用块存储 LUN：

- 使用 VMFS 数据存储库
- 使用原始设备映射（RDM）
- 作为 LUN，由软件启动程序从 VM 子操作系统访问和控制

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。

vSphere 内置了对存储设备的多条路径的支持，称为原生多路径（NMP）。NMP 可以检测受支持存储系统的存储类型，并自动配置 NMP 堆栈以支持正在使用的存储系统的功能。

NMP 和 ONTAP 都支持通过非对称逻辑单元访问 (ANAA) 来协商优化和非优化路径。在 ONTAP 中，经过 ALUA 优化的路径遵循直接数据路径，并使用托管所访问 LUN 的节点上的目标端口。默认情况下，在 vSphere 和 ONTAP 中均已启用 ALUA。NMP 会将 ONTAP 集群识别为 ALOA，并使用 ALOA 存储阵列类型插件 (VMW_SATP_ALUA)、然后选择轮循环路径选择插件 (VMW_PSP_RR)。

ESXi 6 最多支持 256 个 LUN 以及 1, 024 个 LUN 的总路径。ESXi 不会发现任何超出这些限制的 LUN 或路径。假设 LUN 数量达到最大值，则路径限制允许每个 LUN 使用四个路径。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)。

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一个 LIF，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 对公布这些路径。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，请通过运行手动应用 `SLM lun mapping remove-reporting-nodes` 命令以删除 LUN 报告节点并将 LUN 访问限制为 LUN 所属节点及其 HA 配对节点。

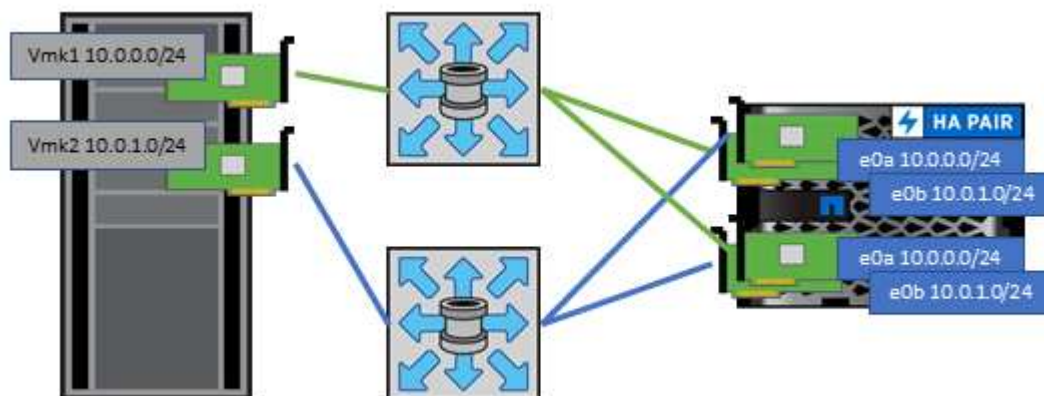
块协议（iSCSI，FC 和 FCoE）使用 LUN ID 和序列号以及唯一名称来访问 LUN。FC 和 FCoE 使用全球通用名称 (WWPN 和 WWPN)，iSCSI 使用 iSCSI 限定名称 (IQN)。存储中 LUN 的路径对于块协议没有意义，并且不会显示在协议的任何位置。因此，只包含 LUN 的卷根本无需在内部挂载，而包含数据存储库中使用的 LUN 的卷则不需要接合路径。ONTAP 中的 NVMe 子系统的工作原理类似。

要考虑的其他最佳实践：

- 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

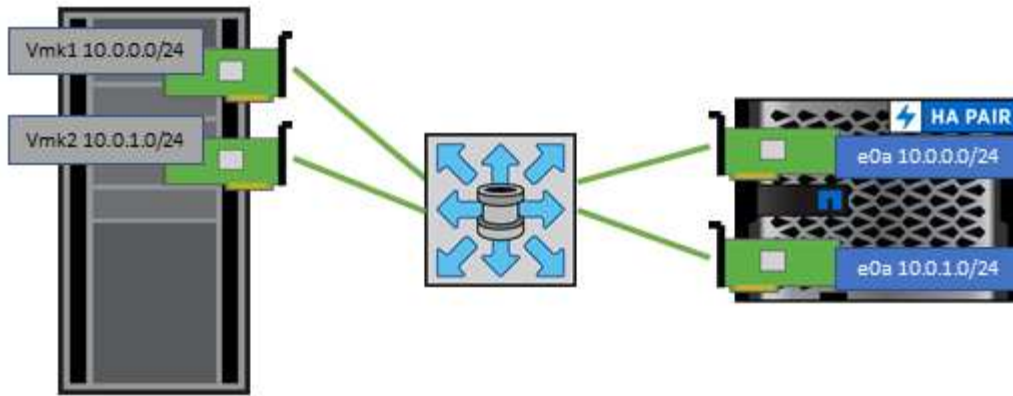
NetApp ONTAP是企业级横向扩展NAS阵列、其中包括许多功能。ONTAP支持VMware vSphere从许多ESXi主机并发访问NFS连接的数据存储库、远远超出了对VMFS文件系统施加的限制。将NFS与vSphere结合使用可提供一些易用性和存储效率可见性优势、如中所述 "数据存储库" 部分。

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

- 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)。
- 自 VMware Infrastructure 3 以来，VMware 一直支持 NFSv3。vSphere 6.0 增加了对 NFSv4.1 的支持，该支持可实现 Kerberos 安全性等一些高级功能。如果 NFSv3 使用客户端锁定，则 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。此单协议挂载并不会阻止其他 ESXi 主机通过不同版本挂载同一数据存储库。请务必指定挂载时要使用的协议版本，以便所有主机都使用相同的版本，从而使用相同的锁定模式。请勿在主机之间混用 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。
 - 请参见中的 NFS v4.1 互操作性表注释 "NetApp 互操作性表工具" 支持所需的特定 ESXi 修补程序级别。
 - 从vSphere 8.0U2开始、VMware支持使用NFSv3进行nconnect。有关nconnect的详细信息、请参见 "NetApp和VMware的NFSv3 nConnect功能"
- NFS 导出策略用于控制 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 NFSv3，ESXi 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，的导出策略规则具有不同的值 `-anon` 和 `-allow-suid` ONTAP 工具是否存在发生原因 SVM发现问题。下面是一个策略示例：

- 访问协议：NFS (包括nfs3和nfs4)
 - 客户端匹配规范： 192.168.42.21
 - RO 访问规则： sys
 - RW访问规则： sys
 - 匿名UID
 - 超级用户： sys
- 如果使用适用于VMware VAAI的NetApp NFS插件、则此协议应设置为 `nfs` 而不是 `nfs3` 创建或修改导出策略规则时。VAAI副本卸载功能要求使用NFSv4协议才能运行、即使数据协议为NFS3也是如此。将协议指定为 `nfs` 包括NFS3和NFSv4版本。
 - 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 (包括nfs3和nfs4)
 - 客户端匹配规范： 192.168.42.21
 - 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)
- 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，因为它可以自动简化导出策略的管理。
 - 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。
 - 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	是的。

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 9.8的ONTAP工具和适用于VMware 4.4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。

有关FlexGroup卷的详细信息、请参见 "[FlexCache和FlexGroup卷技术报告](#)"。

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、或者您的克隆工作负载非常大、可以从新的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 9.8或更高版本的ONTAP工具、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：

在将 vSphere 与运行 ONTAP 软件的系统结合使用时，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。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 集群中的集群网络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它。请参见 "[TR-4182](#)" 了解有关流量控制的更多背景信息。
- 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
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 , FCoE , NVMe/FC , iSCSI) , RDM

在 vSphere 中，可以通过三种方式使用块存储 LUN :

- 使用 VMFS 数据存储库
- 使用原始设备映射 (RDM)
- 作为 LUN ， 由软件启动程序从 VM 子操作系统访问和控制

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 LUN ， 这些 LUN 可通过 NVMe/FC 协议访问的 FC ， iSCSI ， FCoE 或 NVMe 命名空间进行访问。VMFS 允许集群中的每个 ESX 服务器同时访问传统 LUN 。 ONTAP 最大 LUN 大小通常为 16 TB ； 因此，使用四个 16 TB LUN (所有 SAN 阵列系统均支持最大 VMFS LUN 大小为 64 TB) 来创建最大 64 TB 的 VMFS 5 数据存储库 (请参见本节中的第一个表) 。 由于 ONTAP LUN 架构不具有较小的单个队列深度，因此 ONTAP 中的 VMFS 数据存储库可以以相对简单的方式扩展到比传统阵列架构更大的程度。

vSphere 内置了对存储设备的多条路径的支持，称为原生多路径 (NMP) 。 NMP 可以检测受支持存储系统的存储类型，并自动配置 NMP 堆栈以支持正在使用的存储系统的功能。

NMP和ONTAP都支持通过非对称逻辑单元访问(ANAA)来协商优化和非优化路径。在 ONTAP 中，经过 ALUA 优化的路径遵循直接数据路径，并使用托管所访问 LUN 的节点上的目标端口。默认情况下，在 vSphere 和 ONTAP 中均已启用 ALUA 。 NMP会将ONTAP集群识别为ALOA、并使用ALOA存储阵列类型插件 (VMW_SATP_ALUA)、然后选择循环路径选择插件 (VMW_PSP_RR) 。

ESXi 6 最多支持 256 个 LUN 以及 1 ， 024 个 LUN 的总路径。ESXi 无法识别超出这些限制的任何 LUN 或路径。假设 LUN 数量达到最大值，则路径限制允许每个 LUN 使用四个路径。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）。

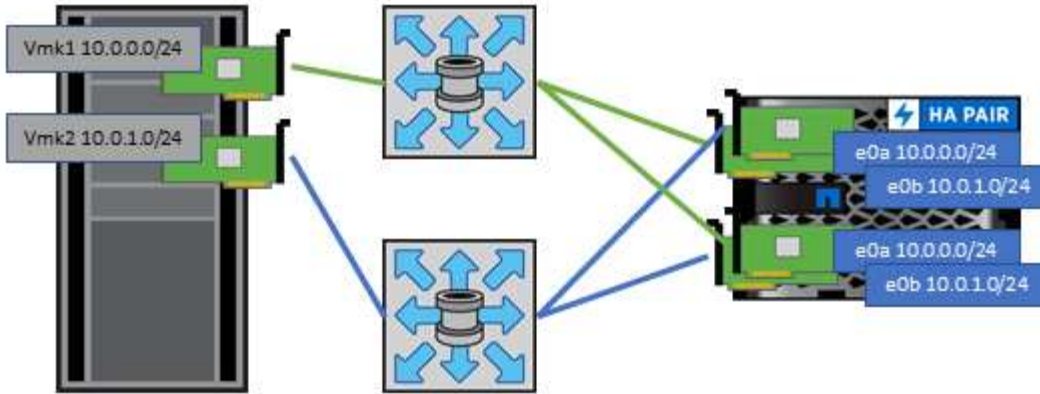
SLM 会限制向给定 LUN 公布路径的节点。NetApp 最佳实践是，每个 SVM 的每个节点至少具有一个 LIF，并使用 SLM 限制向托管 LUN 的节点及其 HA 配对节点公布的路径。虽然存在其他路径、但默认情况下不会公布这些路径。可以使用 SLM 中的添加和删除报告节点参数修改公布的路径。请注意、在 8.3 之前的版本中创建的 LUN 会公布所有路径、需要进行修改、以便仅向托管 HA 对公布路径。有关 SLM 的详细信息，请查看的第 5.9 节 "TR-4080"。也可以使用先前的端口集方法进一步减少 LUN 的可用路径。端口集有助于减少 igroup 中启动程序可通过的可见路径数。

- 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、请通过运行手动应用 SLM `lun mapping remove-reporting-nodes` 命令以删除 LUN 报告节点并将 LUN 访问限制为 LUN 所属节点及其 HA 配对节点。

块协议（iSCSI，FC 和 FCoE）使用 LUN ID 和序列号以及唯一名称来访问 LUN。FC 和 FCoE 使用全球通用名称（WWPN 和 WWPN），iSCSI 使用 iSCSI 限定名称（IQN）。存储中 LUN 的路径对于块协议没有意义，并且不会显示在协议的任何位置。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。ONTAP 中的 NVMe 子系统的工作原理类似。

要考虑的其他最佳实践：

- 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、使用单模式接口组与不同交换机建立多条链路、或者使用 LACP 与多模式接口组建立连接、以实现高可用性和链路聚合优势。
- 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

通过 vSphere，客户可以使用企业级 NFS 阵列作为 ESXi 集群中的所有节点提供对数据存储库的并发访问。如数据存储库一节所述，在将 NFS 与 vSphere 结合使用时，可以获得一些易用性和存储效率可见性优势。

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

- 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)。
- 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 for NFS v3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。您可以通过了解有关nconnect功能及其如何提高性能的更多信息 "[NetApp和VMware的NFSv3 nConnect功能](#)"。

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。

请参阅中的NFS v4.1互操作性表说明 "[NetApp 互操作性表工具](#)" 支持所需的特定 ESXi 修补程序级别。

* NFS导出策略用于控制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 NFSv3，ESXi 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、的导出策略规则具有不同的值 `-anon` 和 `-allow-suid` ONTAP 工具是否存在发生原因 SVM发现问题。下面是一个策略示例：

访问协议：**nfs3**。

客户端匹配规范：192.168.42.21

RO访问规则：**sys**。

RW访问规则：**sys**。

匿名**UID**

超级用户：**sys**

*如果使用适用于VMware VAAI的NetApp NFS插件、则此协议应设置为 `nfs` 创建或修改导出策略规则时。要使VAAI副本卸载正常工作、需要使用NFSv4协议、并将协议指定为 `nfs` 自动包括NFSv3和NFSv4版本。

* NFS数据存储库卷从SVM的根卷接合；因此、ESXi还必须有权访问根卷以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 (包括nfs3和nfs4)**

客户端匹配规范：192.168.42.21

RO访问规则：sys.

RW Access Rule：Never (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)

*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，因为这样可以简化导出策略的自动管理。

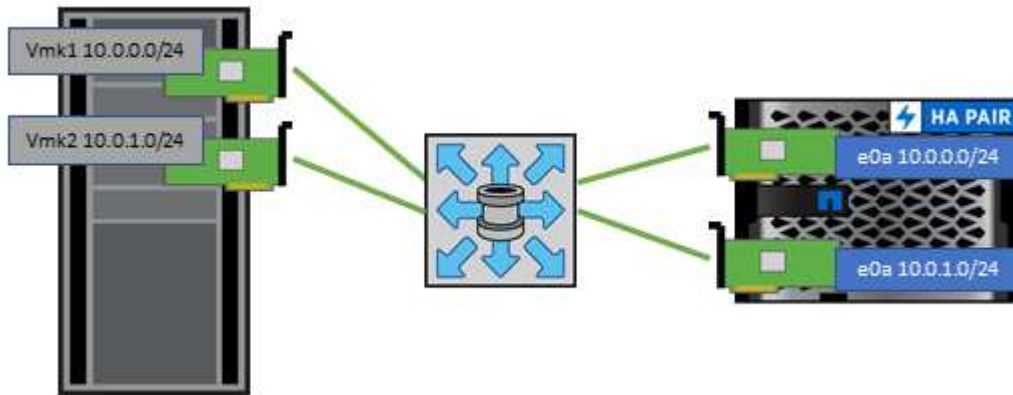
使用此插件为VMware集群创建数据存储库时，请选择此集群，而不是单个ESX服务器。选择此选项会将数据存储库自动挂载到集群中的所有主机。

使用插件挂载功能将现有数据存储库应用于新服务器。

如果不使用适用于VMware vSphere的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群集使用一个导出策略。

*虽然ONTAP提供了一种灵活的卷命名空间结构、可通过接合将卷排列在树中、但此方法对于vSphere没有任何价值。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即可。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。

vSphere 功能	NFSv3	NFSv4.1
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)

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。

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192.168.1.2、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。在服务还原之前、IO应挂起、可以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

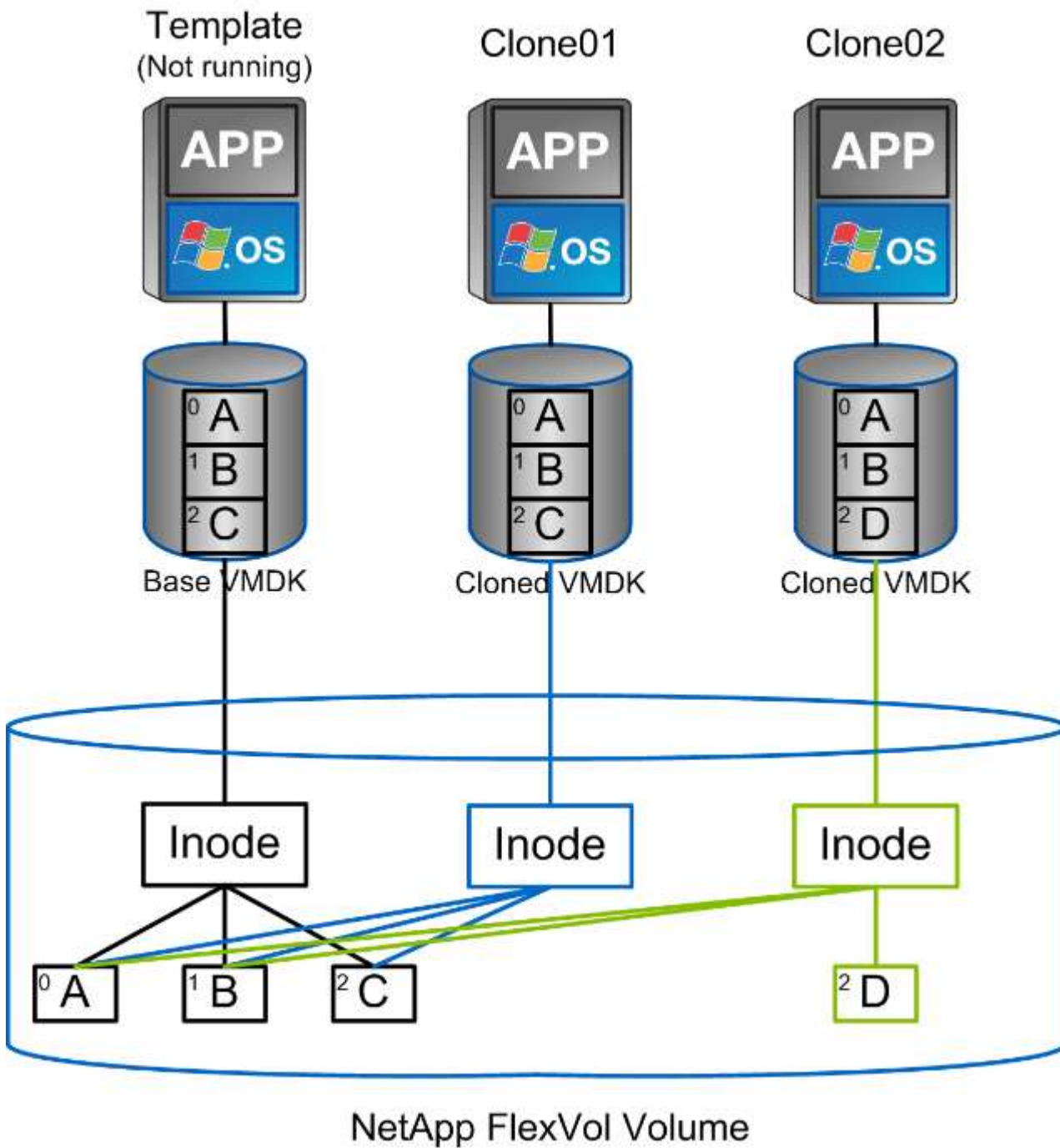
通过克隆存储对象，您可以快速创建副本以供将来使用，例如配置其他 VM ， 备份 / 恢复操作等。

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。



可以通过多种机制将克隆卸载到运行 ONTAP 软件的系统，通常是在 VM，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，VM 克隆操

作均可卸载到 ONTAP（NetApp 提供了一个 ESXi 插件，用于为 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（克隆和存储 vMotion）上的操作也会卸载到 SAN 上。ONTAP 会根据源、目标和已安装的产品许可证使用最高效的方法。VMware Horizon View 也使用此功能。

- SRA（与 VMware 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，以便可以复制单个文件。

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 卷在使用 FlexClone 的传统数据存储库中进行副本卸载速度快，效率高，但 FlexVol 卷之间的副本卸载速度可能较慢。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

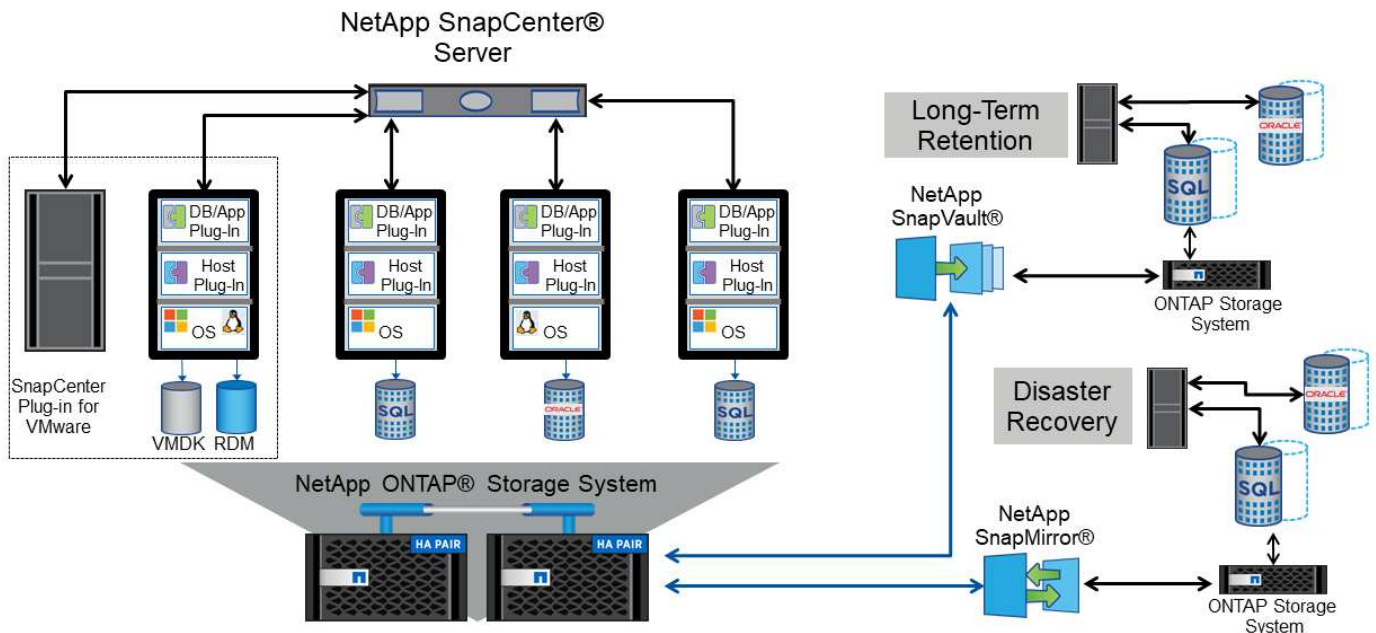
备份虚拟机并快速恢复虚拟机是 ONTAP for vSphere 的一项强大优势，使用适用于 VMware vSphere 的 SnapCenter 插件在 vCenter 中轻松管理此功能。

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。

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 插件等应用程序工具来保护 SQL Server 或 Oracle 等事务数据。这些快照与 VMware（一致性）快照不同、适用于长期保护。VMware 快照仅为“建议”因性能和其他影响而短期使用。

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。借助 vSphere，您可以使用它们来保护 SQL Server 或 Oracle 数据库，其中的数据存储在 RDM LUN 上，直接连接到子操作系统的 iSCSI LUN 或 VMFS 或 NFS 数据存储库上的 VMDK 文件上。通过这些插件，可以指定不同类型的数据库备份，支持联机或脱机备份，以及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。



要增强灾难恢复功能，请考虑将适用于 ONTAP 的 NetApp SRA 与 VMware Site Recovery Manager 结合使用。除了支持将数据存储库复制到灾难恢复站点之外，它还可以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。通过 SRA 中内置的自动化功能，还可以轻松地从灾难中恢复并在中断解决后重新保护生产。

最后，要获得最高级别的数据保护，请考虑使用 NetApp MetroCluster 的 VMware vSphere 域存储集群（VMSC）配置。VMSC 是一款经过 VMware 认证的解决方案，它将同步复制与基于阵列的集群相结合，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 MetroCluster 可为同步复制提供经济高效的配置，可从任何单个存储组件故障中透明恢复，并在发生站点灾难时提供单命令恢复。中详细介绍了 VMSC "TR-4128"。

服务质量（QoS）

运行 ONTAP 软件的系统可以使用 ONTAP 存储服务功能来限制文件，LUN，卷或整个 SVM 等不同存储对象的吞吐量（以 MBps 和 / 或每秒 I/O 数（IOPS）为单位）。

吞吐量限制对于在部署之前控制未知或测试工作负载非常有用、可确保它们不会影响其他工作负载。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。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。

对于 NFS 数据存储库，可以将 QoS 策略应用于整个 FlexVol 卷或其中的单个 VMDK 文件。对于使用 ONTAP LUN 的 VMFS 数据存储库，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。使用 VVOL 时，可以使用存储功能配置文件和 VM 存储策略在各个 VM 上设置最小和 / 或最大 QoS。

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。

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。

使用适用于 VMware vSphere 的 ONTAP 工具或 Virtual Storage Console 7.1 及更高版本，可以轻松地为基于 VVOL 的虚拟机分配最大和最小 QoS。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。

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。

ONTAP QoS 和 VMware SIOC

ONTAP QoS 和 VMware vSphere 存储 I/O 控制（SIOC）是 vSphere 和存储管理员可以结合使用的补充技术，用于管理运行 ONTAP 软件的系统上托管的 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 SIOC
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。	否

属性	ONTAP QoS	VMware SIIOC
是否为卷（NFS 数据存储库）设置 QoS ？	是的。	否
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

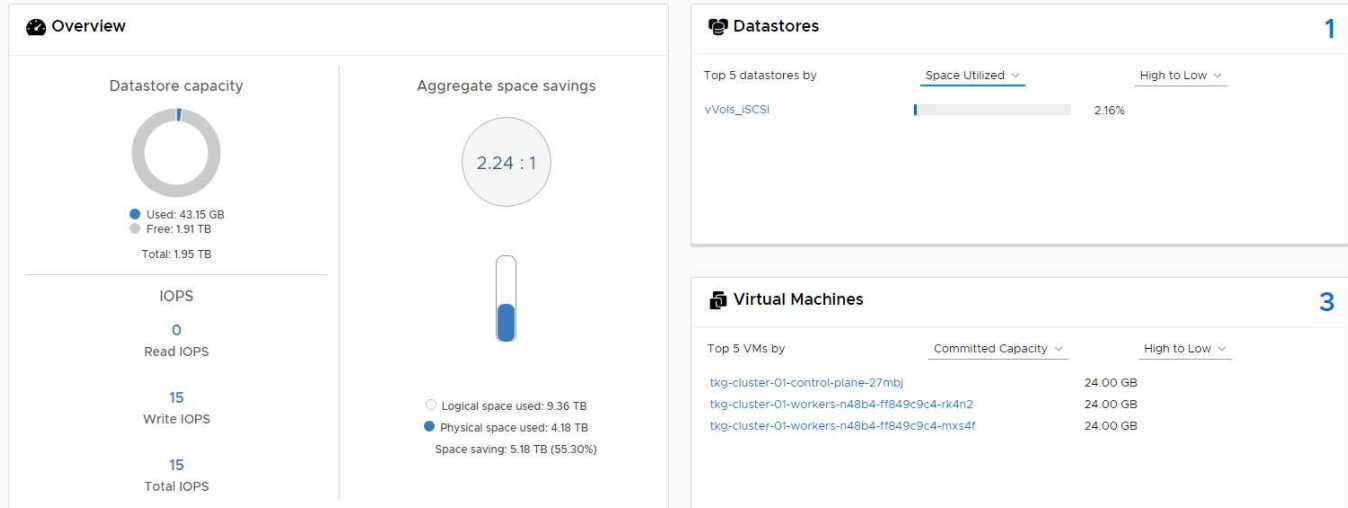
通过 VMware vSphere 存储感知 API（VASA），存储管理员可以轻松地为数据存储库配置定义明确的功能，并允许 VM 管理员在需要时使用这些功能来配置 VM，而无需彼此交互。值得一看的是、这种方法可以帮助您简化虚拟化存储操作、避免大量琐碎的工作。

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合作，通常使用文档或命名约定来确定适当的数据存储库。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。

The dashboard displays IOPS, latency, throughput, and logical space values obtained from ONTAP.



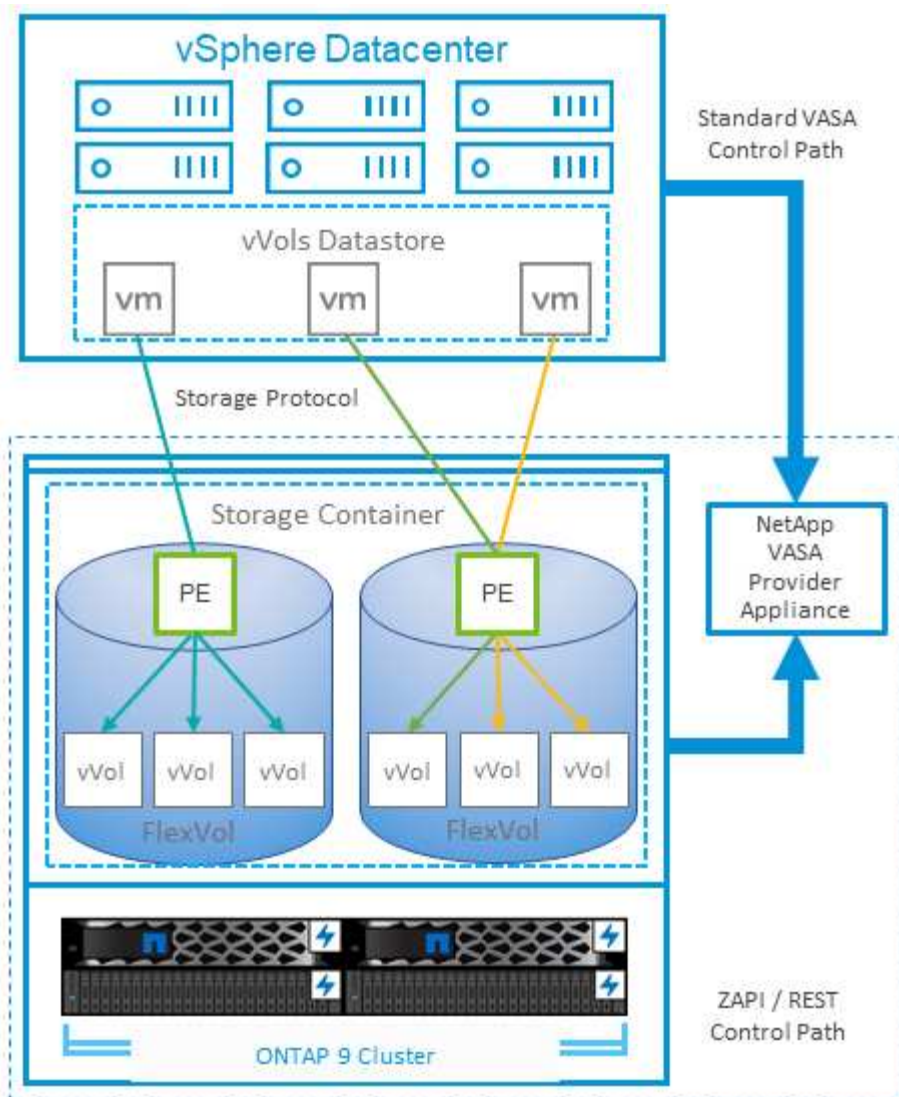
定义存储功能配置文件后，可以使用该配置文件来使用存储策略来配置 VM，以确定其要求。通过 VM 存储策略与数据存储库存储功能配置文件之间的映射，vCenter 可以显示一个兼容数据存储库列表以供选择。这种方法称为基于存储策略的管理。

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：

- *云卷。*适用于Amazon Web Services或Google云平台的NetApp Cloud Volumes Service和适用于ANF的Azure NetApp Files可在领先的公共云环境中提供高性能、多协议托管存储服务。它们可以直接由VMware Cloud VM 子系统使用。
- * Cloud Volumes ONTAP 。* NetApp Cloud Volumes ONTAP 数据管理软件可在您选择的云中控制，保护，灵活性和效率您的数据。Cloud Volumes ONTAP是基于ONTAP存储构建的云原生数据管理软件。与Cloud Manager 结合使用，可与内部 ONTAP 系统一起部署和管理 Cloud Volumes ONTAP 实例。利用高级NAS和iSCSI SAN功能以及统一数据管理、包括快照和SnapMirror复制。
- * 云服务。* 使用 Cloud Backup Service 或 SnapMirror 云保护数据免受使用公有云存储的内部系统的影响。Cloud Sync 有助于在 NAS ， 对象存储和 Cloud Volumes Service 存储之间迁移和保持数据同步。
- * 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 VM 的应用程序时，请考虑未来的云移动性。例如，与其将应用程序和数据文件放在一起，不如对数据使用单独的 LUN 或 NFS 导出。这样，您就可以将虚拟机和数据单独迁移到云服务。

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 软件的系统可通过空闲加密轻松保护任何数据。NetApp 存储加密（ NetApp Storage Encryption ， NSE ）使用带有 ONTAP 的自加密磁盘驱动器来保护 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。您可以在不中断客户端或应用程序的情况下升级并开始使用它，并且它们已通过 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 软件加密包括板载密钥管理器，无需额外付费，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启动。
- * 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。

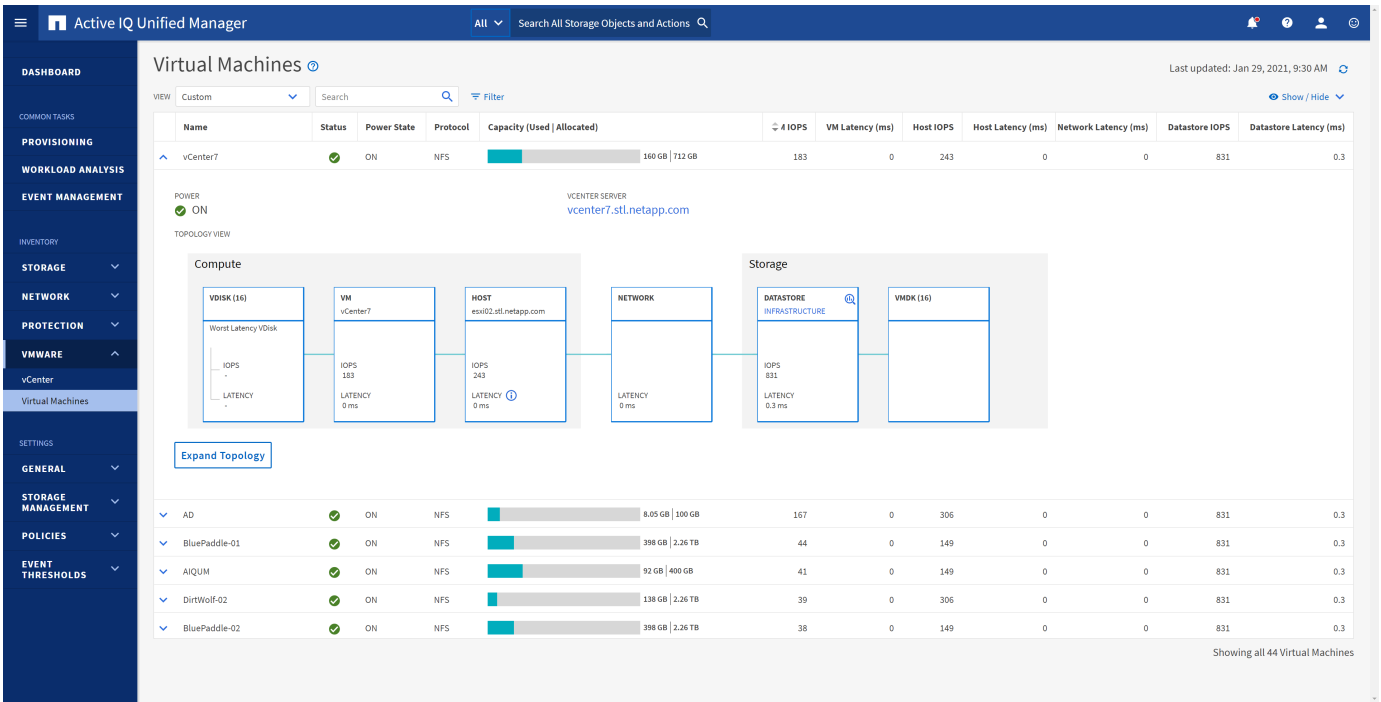
软件加密入门非常简单。安装许可证后，只需通过指定密码短语来配置板载密钥管理器，然后创建新卷或移动存储端卷以启用加密即可。NetApp 正在努力在其未来版本的 VMware 工具中增加对加密功能的集成支持。

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。

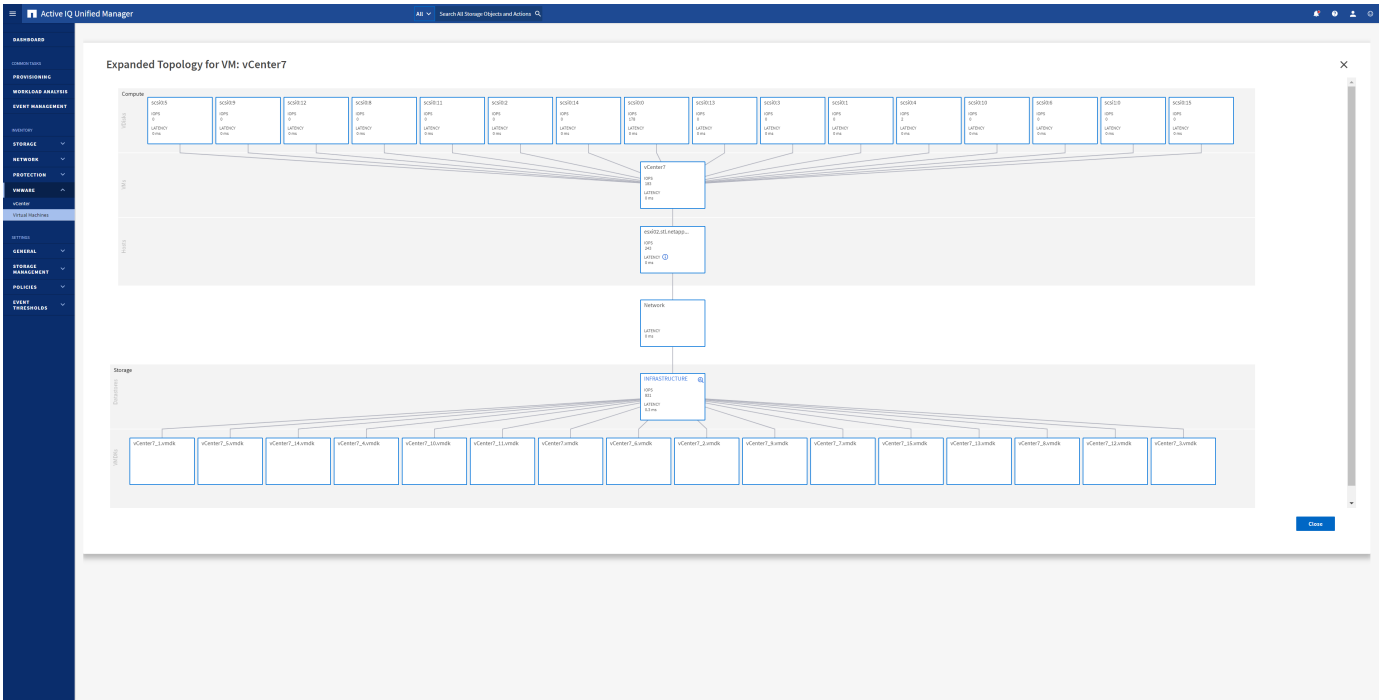
ONTAP 上的典型虚拟基础架构部署包含多个组件，这些组件分布在计算层，网络层和存储层上。VM 应用程序中的任何性能滞后都可能是由于各个层的各个组件同时面临的延迟造成的。

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

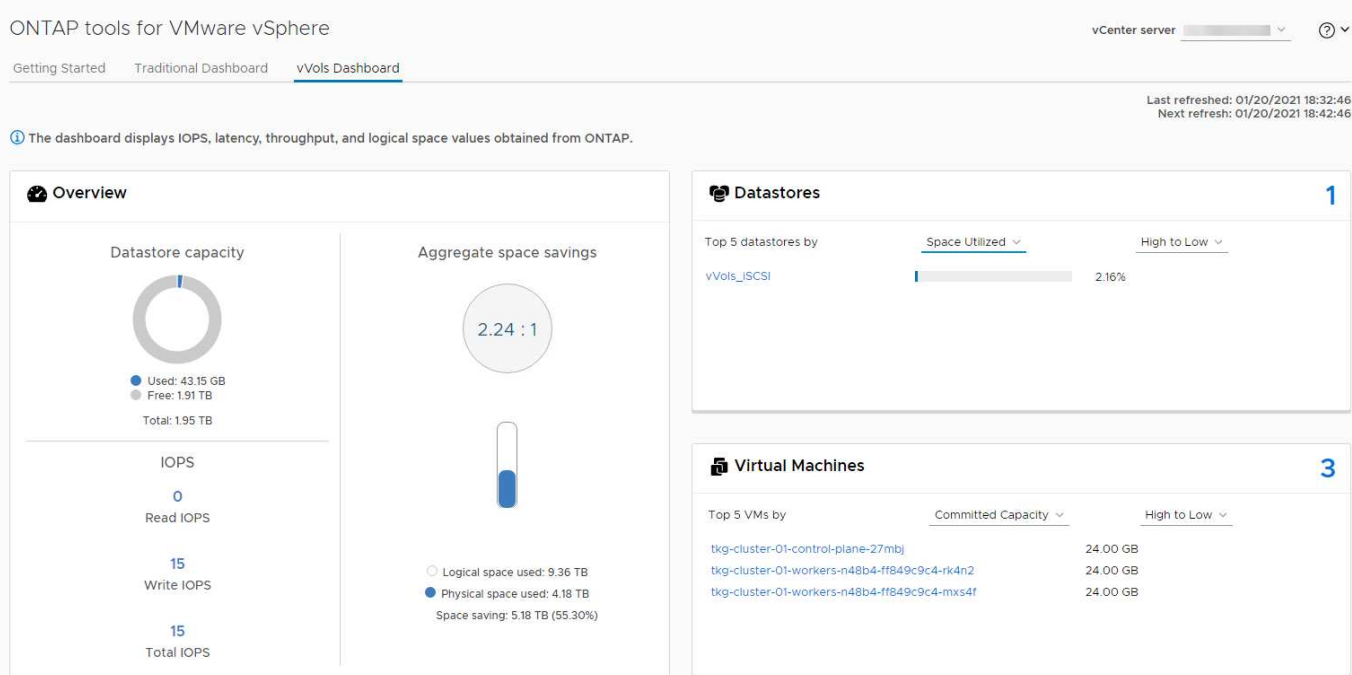
通过 VMware vSphere 存储感知 API（VASA），存储管理员可以轻松地为数据存储库配置定义明确的功能，并允许 VM 管理员在需要使用这些功能来配置 VM，而无需彼此交互。

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合作，通常使用文档或命名约定来确定适当的数据存储库。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。

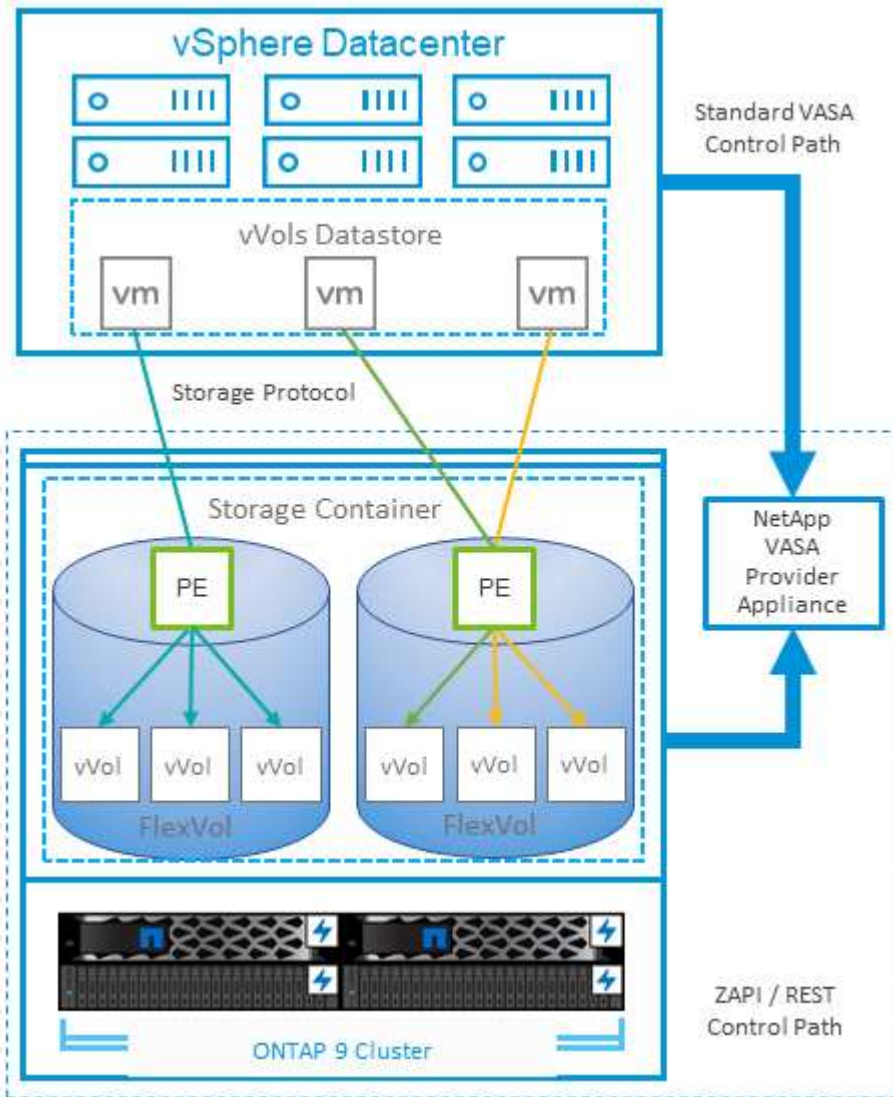
VASA 提供了查询存储并将一组存储功能返回到 vCenter 的技术。VASA 供应商提供程序可在存储系统 API 和构造与 vCenter 可识别的 VMware API 之间进行转换。适用于 ONTAP 的 NetApp VASA Provider 是作为适用于 VMware vSphere 设备 VM 的 ONTAP 工具的一部分提供的。vCenter 插件提供了用于配置和管理 VVOL 数据存储库的界面、并能够定义存储功能配置文件 (Storage Capability profile、SCP)。

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。

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：从摘要信息板中、单击主机系统 portlet 中的编辑设置、或者在 vCenter 中右键单击主机、然后导航到 ONTAP 工具 > 设置建议值。

下面是目前在 9.8-9.13 版本中建议的主机设置。

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 "VMware 知识库2007427"	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		
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 1024 MB。	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或更高版本、请设置为128。	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
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



1—使用VMware vSphere ESXi 7.0.1和VMware vSphere ESXi 7.0.2时、NFS高级配置选项MaxQueueDepth可能无法按预期工作。请参考 "[VMware知识库86331](#)" 有关详细信息 ...

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：

- 在高性能环境中或使用单个 LUN 数据存储库测试性能时，请考虑将轮循 (VMW_PSP_RR) 路径选择策略 (PSP) 的负载均衡设置从默认 IOPS 设置 1000 更改为 1。请参见 VMware 知识库 "2069356" 了解更多信息。
- 在 vSphere 6.7 Update 1 中，VMware 为轮循 PSP 引入了一种新的延迟负载均衡机制。新选项会在选择最佳 I/O 路径时考虑 I/O 带宽和路径延迟在路径连接不等的环境中使用它可能会受益、例如、一条路径上的网络跃点比另一条路径多、或者使用NetApp全SAN阵列系统。请参见 "路径选择插件和策略" 有关详细信息 ...

其他文档

对于vSphere 7中的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"](#)

使用ONTAP的虚拟卷(Virtual Volume、Virtual Volume、Virtual Volume)

概述

二十年来、ONTAP一直是适用于VMware vSphere环境的领先存储解决方案、并不断增加创新功能、以简化管理并降低成本。

本文档介绍了适用于VMware vSphere虚拟卷(vvol)的ONTAP 功能、包括最新的产品信息和用例以及最佳实践和其他可简化部署和减少错误的信息。



本文档将取代先前发布的技术报告_TR-4400: 《使用ONTAP的VMware vSphere虚拟卷(Vvol)》 _

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。它们可能不是唯一有效或受支持的实践、但通常是最简单的解决方案、可满足大多数客户的需求。



本文档已进行更新、加入了vSphere 8.0 Update 1中的新vvol功能、这些功能在ONTAP 工具9.12版本中受支持。

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

NetApp于2012年开始与VMware合作、为适用于vSphere 5的vSphere APIS for Storage AWARMIVAIVAICHUIAICHUDE(VASA)提供支持。通过早期的VASA Provider、可以在配置文件中定义存储功能、这些功能可用于在配置时筛选数据存储库、并在此后检查是否符合策略。随着时间的推移、这种情况不断发展、增加了一些新功能、以便在配置以及添加虚拟卷或vvol (其中、各个存储对象用于虚拟机文件和虚拟磁盘)方面实现更大的自动化。这些对象可以是LUN和文件、现在在vSphere 8中、NVMe namespaces.NetApp与VMware密切合作、作为2015年随vSphere 6发布的vvol的参考合作伙伴、并再次作为在vSphere 8中基于网络结构使用NVMe的vvol的设计合作伙伴。NetApp将继续增强ONTAP 以利用其最新功能。

需要注意以下几个组件：

VASA Provider
这是一个软件组件、用于处理VMware vSphere与存储系统之间的通信。对于ONTAP 、 VASA Provider在一种称为适用于VMware vSphere的ONTAP 工具(简称ONTAP 工具)的设备中运行。ONTAP 工具还包括一个vCenter插件、一个适用于VMware Site Recovery Manager的存储复制适配器(Storage Replication Adapter、SRA)以及用于构建您自己的自动化的REST API服务器。配置ONTAP 工具并将其注册到vCenter后、几乎不再需要直接与ONTAP 系统交互、因为几乎所有存储需求都可以直接在vCenter UI中进行管理、或者通过REST API自动化进行管理。
协议端点(PE)
协议端点是ESXi主机和VMware数据存储库之间的I/O代理。ONTAP VASA Provider会自动创建这些LUN、可以是VVOL数据存储库的每个FlexVol卷一个协议端点LUN (大小为4 MB)、也可以是托管此数据存储库中的FlexVol卷的存储节点上的每个NFS接口(NFS挂载点、LIF)一个。ESXi主机直接装载这些协议端点、而不是装载单个VVOLLUN和虚拟磁盘文件。协议端点由VASA Provider自动创建、挂载、卸载和删除、因此无需对这些端点进行管理、同时也无需管理任何必要的接口组或导出策略。
虚拟协议端点(VPE)
vSphere 8中的新增功能是、在将基于网络结构的NVMe (NVMe-oF)与vvol结合使用时、协议端点的概念在ONTAP 中不再适用。相反、ESXi主机会在第一个虚拟机启动后自动为每个ANA组建立虚拟PE。ONTAP 会自动为数据存储库使用的每个FlexVol 卷创建ANA组。 使用NVMe-oF for VVOLs的另一个优势是、VASA Provider不需要任何绑定请求。相反、ESXi主机会根据VPE在内部处理VVOI绑定功能。这样可以减少VVOV绑定风暴影响服务的机会。
有关详细信息，请参见 " NVMe和虚拟卷 " 开启 " vmware.com "
虚拟卷数据存储库
虚拟卷数据存储库是由VASA Provider创建和维护的VVOI容器的逻辑数据存储库表示形式。容器表示从由VASA Provider管理的存储系统配置的存储容量池。ONTAP 工具支持将多个FlexVol 卷(称为后备卷)分配给一个数据存储库、这些FlexVol数据存储库可以跨越ONTAP 集群中的多个节点、从而将具有不同功能的闪存和混合系统组合在一起。管理员可以使用配置向导或REST API创建新的FlexVol 卷、或者选择预创建的FlexVol 卷作为后备存储(如果有)。
虚拟卷(Vvol)

虚拟卷是指存储在虚拟卷数据存储库中的实际虚拟机文件和磁盘。术语VVOL(单个)是指单个特定文件、LUN或命名空间。ONTAP 会根据数据存储库使用的协议创建NVMe命名空间、LUN或文件。Vvol有几种不同的类型；最常见的类型是配置(元数据文件)、数据(虚拟磁盘或VMDK)和交换(在启动VM时创建)。受VMware VM加密保护的Vvol的类型为其他。不应将VMware VM加密与ONTAP 卷或聚合加密相混淆。

基于策略的管理

通过VMware vSphere APIS for Storage AWARDMIVAIVI API(VASA)、VM管理员可以轻松地使用配置VM所需的任何存储功能、而无需与其存储团队进行交互。在使用VASA之前、VM管理员可以定义VM存储策略、但必须与其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。通过使用VASA、具有适当权限的vCenter管理员可以定义一系列存储功能、然后vCenter用户可以使用这些功能来配置VM。通过在VM存储策略和数据存储库存储功能配置文件之间进行映射、vCenter可以显示兼容数据存储库列表以供选择、并支持Aria (以前称为vReise) Automation或Tanzu Kubernetes Grid等其他技术自动从分配的策略中选择存储。这种方法称为基于存储策略的管理。虽然存储功能配置文件和策略也可用于传统数据存储库、但我们在此重点关注的是虚拟卷数据存储库。

有两个要素：

存储功能配置文件(SCP)

存储功能配置文件(SCP)是一种存储模板形式、通过该模板、vCenter管理员可以定义所需的存储功能、而无需实际了解如何在ONTAP 中管理这些功能。通过采用模板模式方法、管理员可以轻松地以一致且可预测的方式提供存储服务。SCP中介绍的功能包括性能、协议、存储效率和其他功能。具体功能因版本而异。它们是使用vCenter UI中的适用于VMware vSphere的ONTAP 工具菜单创建的。您还可以使用REST API创建SCP。它们可以通过选择各个功能手动创建、也可以从现有(传统)数据存储库中自动生成。

VM存储策略

VM存储策略在vCenter中的策略和配置文件下创建。对于虚拟卷、请使用NetApp虚拟卷存储类型提供程序中的规则创建一个规则集。ONTAP 工具提供了一种简化的方法、您只需选择SCP、而无需强制指定各个规则。

如上所述、使用策略有助于简化配置卷的任务。只需选择一个适当的策略、VASA Provider就会显示支持该策略的VVOs数据存储库、并将VVOV放入一个合规的FlexVol 卷中(图1)。

使用存储策略部署虚拟机

New Virtual Machine

- ✓ 1 Select a creation type
- ✓ 2 Select a name and folder
- ✓ 3 Select a compute resource
- 4 Select storage**
- 5 Select compatibility
- 6 Select a guest OS
- 7 Customize hardware
- 8 Ready to complete

Select storage

Select the storage for the configuration and disk files

Encrypt this virtual machine (Requires Key Management Server)

VM Storage Policy Platinum

Disable Storage DRS for this virtual machine

	Name	Storage Compatibility	Capacity	Provisioned	Free	Type	Clu
<input checked="" type="radio"/>	vVolsiSCSI	Compatible	100 GB	40.74 GB	64.88 GB	vVol	
<input type="radio"/>	vVolsNFS2202...	Compatible	2 TB	36.88 GB	1.96 TB	vVol	
<input type="radio"/>	local-esx01	Incompatible	3.63 TB	1.46 GB	3.63 TB	VMFS 6	
<input type="radio"/>	local-esx07	Incompatible	1.81 TB	3.85 GB	1.81 TB	VMFS 6	
<input type="radio"/>	local-esx08	Incompatible	1.69 TB	1.43 GB	1.69 TB	VMFS 6	
<input type="radio"/>	local-esx09	Incompatible	1.81 TB	3.85 GB	1.81 TB	VMFS 6	
<input type="radio"/>	local-esx15	Incompatible	3.63 TB	1.46 GB	3.63 TB	VMFS 6	
<input type="radio"/>	tier001_ds	Incompatible	22 TB	23.73 TB	18.09 TB	NFS v3	

CANCEL

BACK

NEXT

配置VM后、VASA Provider将继续检查合规性、并在后备卷不再符合策略时在vCenter中向VM管理员发出警报(图2)。

虚拟机存储策略合规性

Storage Policies

VM Storage Policies

AFF_VASA10

VM Storage Policy Compliance

Noncompliant

Last Checked Date

5/20/2022, 12:59:35 PM

VM Replication Groups

[CHECK COMPLIANCE](#)

NetApp虚拟卷支持

自2012年首次发布以来、ONTAP便一直支持此规范。虽然其他NetApp存储系统可能支持VASA、但本文档重点介绍当前受支持的ONTAP 9版本。

ONTAP

除了AFF、ASA和FAS系统上的ONTAP 9之外、NetApp还支持ONTAP Select上的VMware工作负载、基于AWS上的VMware Cloud的Amazon FSx for NetApp、基于Azure VMware解决方案的Azure NetApp Files、基于Google Cloud VMware Engine的Cloud Volumes Service以及Equinix中的NetApp私有存储。但是、具体功能可能会因服务提供商和可用网络连接而异。此外、vSphere子系统还可以访问这些配置以及Cloud Volumes ONTAP 中存储的数据。

在本报告发布时、超规模云环境仅限于传统NFS v3数据存储库、因此、Vvol仅适用于内部ONTAP 系统或提供内部系统全部功能的云连接系统、例如由全球NetApp合作伙伴和服务提供商托管的系统。

有关ONTAP 的详细信息，请参见 ["ONTAP 产品文档"](#)

有关ONTAP 和VMware vSphere最佳实践的详细信息、请参见 ["TR-4597"](#)

将ONTAP与虚拟卷结合使用的优势

VMware在2015年将VVOL支持引入到了ASA 2.0中、他们将其称为"一个集成和管理框架、为外部存储(SAN/NAS)提供了新的运营模式。" 此操作模式与ONTAP 存储相结合、可提供多种优势。

基于策略的管理

如第1.2节所述、基于策略的管理允许使用预定义的策略配置VM、然后对其进行管理。这可以从几个方面帮助IT运营：

- 加快速度。ONTAP 工具无需vCenter管理员向存储团队开立存储配置活动的服务单。但是、vCenter和ONTAP 系统中的ONTAP 工具RBAC角色仍然允许独立的团队(例如存储团队)、或者允许同一团队通过根据需要限制对特定功能的访问来进行独立的活动。
- *更智能的配置。*存储系统功能可通过VASAAPI公开、使配置工作流可以利用高级功能、而虚拟机管理员无需了解如何管理存储系统。
- *配置速度更快。*单个数据存储库可支持不同的存储功能、并根据虚拟机策略自动为虚拟机选择相应的存储功能。
- *避免出错。*存储和VM策略是提前制定的、并根据需要应用、而无需在每次配置VM时自定义存储。如果存储功能偏离定义的策略、则会发出合规警报。如前文所述、通过使用SCP、初始配置可预测且可重复、而根据SCP制定VM存储策略可确保准确放置。
- *更好的容量管理。*通过使用VASA和ONTAP 工具、可以根据需要查看低至细小聚合级别的存储容量、并在容量开始不足时提供多层警报。

在现代SAN上进行VM粒度管理

使用光纤通道和iSCSI的SAN存储系统是VMware支持的第一个ESX存储系统、但它们无法从存储系统管理各个VM文件和磁盘。而是配置LUN、并由VMFS管理各个文件。这样、存储系统就很难直接管理各个VM的存储性能、克隆和保护。利用ONTAP 强大的高性能SAN功能、虚拟卷可以为使用NFS存储的客户带来已有的存储粒度。

现在、借助适用于VMware vSphere 9.12及更高版本的vSphere 8和ONTAP 工具、在使用基于网络结构的NVMe

的现代光纤通道SAN中、可以使用vvol对基于SCSI的传统协议所使用的相同粒度控制、从而获得更大的规模化性能。借助vSphere 8.0 Update 1、现在可以使用vvol部署完整的端到端NVMe解决方案、而无需在虚拟机管理程序存储堆栈中进行任何I/O转换。

更出色的存储卸载功能

虽然VAAI提供了多种卸载到存储的操作、但VASA Provider可以解决一些差距。SAN VAAI无法将VMware托管的快照卸载到存储系统。NFS VAAI可以卸载VM托管的快照、但使用存储本机快照的VM存在一些限制。由于Vvol会对虚拟机磁盘使用单个LUN、命名空间或文件、因此ONTAP可以快速高效地克隆文件或LUN、以创建不再需要增量文件的VM粒度快照。NFS VAAI也不支持卸载热(已启动) Storage vMotion迁移的克隆操作。在将VAAI与传统NFS数据存储库结合使用时、必须关闭VM电源、以实现迁移负载分流。ONTAP工具中的VASA Provider支持近乎即时的高效存储克隆、用于热迁移和冷迁移、还支持近乎即时的副本、以便跨卷迁移VVO尔。由于具有这些显著的存储效率优势、您可以充分利用下的虚拟卷工作负载 **"效率担保"** 计划。同样、如果使用VAAI的跨卷克隆不能满足您的要求、您或许能够通过改进Vvol的复制体验来解决业务挑战。

常见的卷使用情形

除了这些优势之外、我们还会看到VVOV存储的以下常见使用情形：

- 按需配置虚拟机
 - 私有云或服务提供商的IaaS。
 - 通过Aria (原vReise)套件、OpenStack等利用自动化和流程编排
- 一流磁盘(FCD)
 - VMware Tanzu Kubernetes Grid [TKG]永久性卷。
 - 通过独立的VMDK生命周期管理提供类似于Amazon EBS的服务。
- 按需配置临时虚拟机
 - 测试/开发实验室
 - 培训环境

使用卷的常见优势

在充分发挥其优势时(例如在上述使用情形中)、此类卷可提供以下具体改进：

- 克隆可以在一个卷内或ONTAP 集群中的多个卷之间快速创建、与启用了VAAI的传统克隆相比、这是一个优势。它们还具有高效存储的特点。卷中的克隆会使用ONTAP文件克隆、这与FlexClone卷类似、只会存储源VVOL/LUN /命名空间中的更改。因此、可以快速创建用于生产或其他应用程序目的的长期VM、占用的空间极少、并可受益于VM级别保护(使用适用于VMware vSphere的NetApp SnapCenter 插件、VMware托管快照或VADP备份)和性能管理(使用ONTAP QoS)。
- 在将TKG与vSphere CSI结合使用时、Vvol是理想的存储技术、可提供由vCenter管理员管理的离散存储类和容量。
- 类似于Amazon EBS的服务可以通过FCD提供、因为顾名思义、FCD VMDK是vSphere中的一流公民、其生命周期可以独立于可能连接到的VM进行管理。

将ONTAP 与虚拟卷结合使用

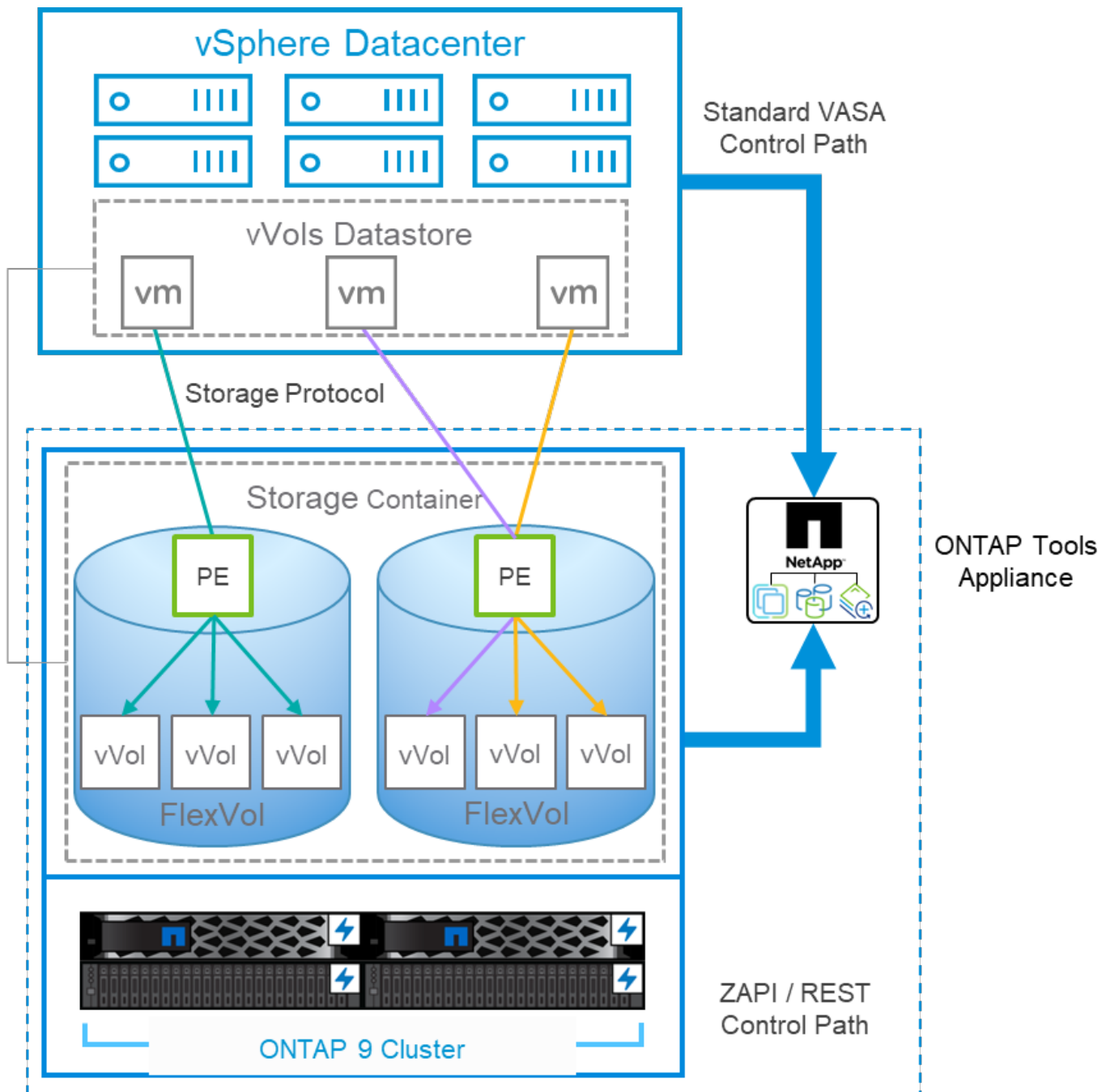
要将VVOLS与ONTAP 结合使用、关键在于适用于VMware vSphere虚拟设备的ONTAP 工具附带的VASA Provider软件。

ONTAP 工具还包括vCenter UI扩展、REST API服务器、适用于VMware Site Recovery Manager的存储复制适配器、监控和主机配置工具以及一系列可帮助您更好地管理VMware环境的报告。

产品和文档

FlexClone许可证(随ONTAP One提供)和ONTAP工具设备是在ONTAP中使用ONTAP所需的唯一附加产品。最新版本的ONTAP 工具作为一个在ESXi上运行的统一设备提供、可提供以前三个不同设备和服务器的功能。对于vvol、请务必将ONTAP 工具vCenter UI扩展或REST API与提供特定vvol功能的VASA Provider结合使用、作为用于vSphere中ONTAP 功能的常规管理工具和用户界面。传统数据存储库会附带SRA组件、但VMware Site Recovery Manager不会对VVO尔 使用SRA、而是在SRM 8.3及更高版本中实施新服务、从而利用VASA Provider进行VVO尔 复制。

使用iSCSI或FCP时、可使用ONTAP 工具VASA Provider架构



产品安装

对于全新安装、请将虚拟设备部署到vSphere环境中。当前版本的ONTAP 工具会自动将自身注册到vCenter中、并默认启用VASA Provider。除了ESXi主机和vCenter Server信息之外、您还需要设备的IP地址配置详细信息。如前文所述、VASA Provider要求您已在计划用于VVO尔的任何ONTAP 集群上安装ONTAP FlexClone许可证。此设备具有一个内置的监视程序来确保可用性、作为最佳实践、应配置VMware高可用性功能和可选的容错功能。有关更多详细信息、请参见第4.1节。请勿将ONTAP 工具设备或vCenter Server设备(VCSAS)安装或移动到VVOI存储中、因为这样可能会阻止设备重新启动。

可以使用可从NetApp 支持站点 (NSS)下载的升级ISO文件原位升级ONTAP 工具。按照《部署和设置指南》说明升级设备。

要估算虚拟设备的规模并了解配置限制、请参阅以下知识库文章：["适用于VMware vSphere的ONTAP 工具规模估算指南"](#)

产品文档

以下文档可帮助您部署ONTAP 工具。

["有关完整的文档库和#44；请访问docs.netapp.com链接"](#)

入门

- ["发行说明"](#)
- ["了解适用于VMware vSphere的ONTAP 工具"](#)
- ["ONTAP 工具快速入门"](#)
- ["部署 ONTAP 工具"](#)
- ["升级 ONTAP 工具"](#)

使用 ONTAP 工具

- ["配置传统数据存储库"](#)
- ["配置 VVOL 数据存储库"](#)
- ["配置基于角色的访问控制"](#)
- ["配置远程诊断"](#)
- ["配置高可用性"](#)

保护和管理数据存储库

- ["保护传统数据存储库" 使用SRM](#)
- ["保护基于虚拟卷的虚拟机" 使用SRM](#)
- ["监控传统数据存储库和虚拟机"](#)
- ["监控 VVOL 数据存储库和虚拟机"](#)

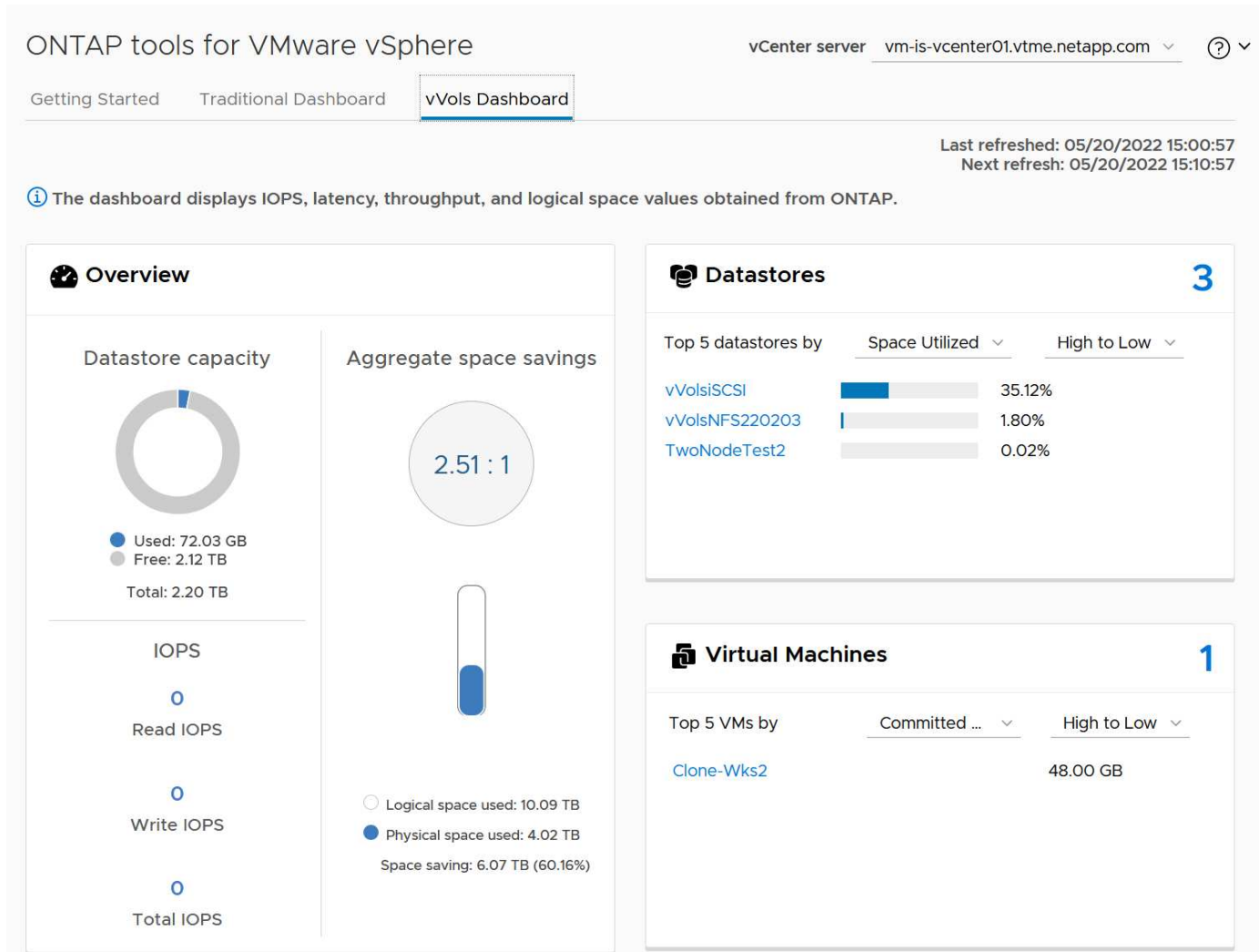
除了产品文档之外、还有一些可能有用的支持知识库文章。

- ["如何执行VASA Provider灾难恢复—解决方案指南"](#)

VASA Provider信息板

VASA Provider包括一个信息板、其中包含各个VVO尔VM的性能和容量信息。此信息直接来自ONTAP 中有关VVOL文件 和LUN的信息、包括前5个虚拟机的延迟、IOPS、吞吐量和正常运行时间以及前5个数据存储库的延迟和IOPS。使用ONTAP 9.7或更高版本时、默认情况下会启用此功能。检索初始数据并将其显示在信息板中可能需要长达30分钟的时间。

ONTAP 工具的虚拟卷信息板



最佳实践

在vSphere中使用ONTAP vvol非常简单、并且遵循已发布的vSphere方法(请参见适用于您的ESXi版本的VMware文档中的在vSphere存储下使用虚拟卷)。以下是与ONTAP 结合使用时需要考虑的一些其他实践。

限制

一般来说、ONTAP 支持VMware定义的vvol限制(请参见已发布的 "配置最大值")。下表汇总了ONTAP 在大小和数量方面的特定限制。请始终检查 "NetApp Hardware Universe" 更新了有关LUN和文件数量和大小限制。

- ONTAP 虚拟卷限制*

容量 / 功能	SAN (SCSI或NVMe-oF)	NFS
最大卷大小	62 TiB*	62 TiB*
每个FlexVol 卷的最大虚拟卷数	1024	20亿
每个ONTAP 节点的最大虚拟卷数	最多12 288个**	500亿
每个ONTAP 对的最大虚拟卷数	最多24 576个**	500亿
每个ONTAP 集群的最大虚拟卷数	最多98、304个**	无特定集群限制
最大QoS对象数(共享策略组和单个虚拟卷服务级别)	12、000到ONTAP 9.3; 40、000到ONTAP 9.4及更高版本	

- 大小限制取决于运行ONTAP 9.12.1P2及更高版本的ASA 系统或AFF 和FAS 系统。
 - SAN VMvol (NVMe命名库或LUN)的数量因平台而异。请始终检查 ["NetApp Hardware Universe"](#) 更新了有关LUN和文件数量和大小限制。

使用适用于VMware vSphere的UI扩展或REST API的ONTAP 工具来配置vvol数据存储库*和协议端点

虽然可以使用常规vSphere界面创建vvol数据存储库、但使用ONTAP工具将根据需要自动创建协议端点、并根据您定义的存储功能配置文件根据ONTAP最佳实践创建FlexVol卷。只需右键单击主机/集群/数据中心、然后选择_ONTAP tools_和_配置数据存储库_。您只需在向导中选择所需的卷选项即可。

切勿将ONTAP 工具设备或vCenter Server设备(VCSA)存储在其所管理的VVOLs数据存储库中。

如果您需要重新启动设备、因为它们在重新启动期间无法重新绑定自己的虚拟卷、这可能会导致出现"鸡肉和鸡蛋的情况"。您可以将其存储在由其他ONTAP 工具和vCenter部署管理的Vvol数据存储库中。

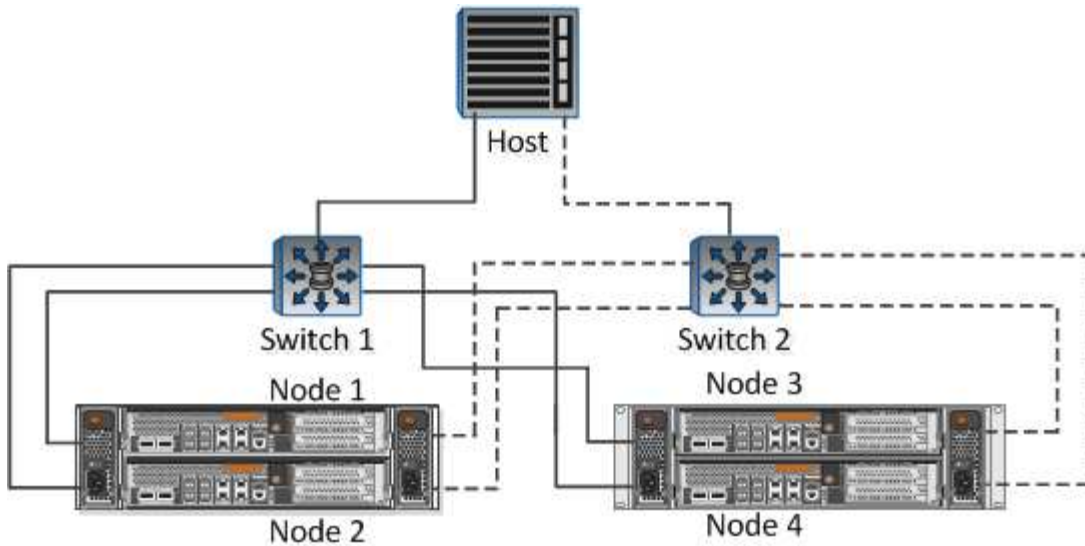
避免在不同ONTAP 版本之间执行虚拟卷操作。

VASA Provider的各个版本中支持的存储功能(例如QoS、特性等)发生了变化、其中一些功能取决于ONTAP 版本。在ONTAP 集群中使用不同版本或在具有不同版本的集群之间移动虚拟卷可能会导致意外行为或合规性警报。

对光纤通道网络结构进行分区、然后再对其使用NVMe/FC或FCP来创建卷。

ONTAP 工具的VASA提供程序负责根据已发现的受管ESXi主机启动程序管理ONTAP 中的FCP和iSCSI igrou以及NVMe子系统。但是、它不会与光纤通道交换机集成来管理分区。必须先根据最佳实践进行分区、然后才能进行任何配置。以下是单个启动程序分区到四个ONTAP系统的示例：

单个启动程序分区：



有关更多最佳实践、请参见以下文档：

["_TR-4080: 《现代SAN ONTAP 9_最佳实践》"](#)

["_TR-4684使用NVMe-oF实施和配置现代SAN"](#)

根据需要规划您的后备FlexVol。

最好向您的ONTAP 数据存储库添加多个后备卷、以便在集群中分布工作负载、支持不同的策略选项或增加允许的LUN或文件数量。但是、如果需要最大的存储效率、请将所有备份卷放在一个聚合上。或者、如果需要最大的克隆性能、则可以考虑使用一个FlexVol 卷、并将模板或内容库保留在同一个卷中。VASA Provider会将许多VVOLs存储操作(包括迁移、克隆和快照)卸载到ONTAP。如果在一个FlexVol 卷中执行此操作、则会使用节省空间的文件克隆、并且这些克隆几乎可以即时使用。在FlexVol 卷之间执行此操作时、这些副本可以快速可用并使用实时重复数据删除和数据压缩、但只有在使用后台重复数据删除和数据压缩的卷上运行后台作业后、才能最大程度地恢复存储效率。根据源和目标、某些效率可能会降级。

保持存储功能配置文件(SCP)简单。

通过将功能设置为任何、避免指定不需要的功能。这样可以最大程度地减少选择或创建FlexVol 卷时出现的问题。例如、在VASA Provider 7.1及更早版本中、如果将数据压缩保留在默认SCP设置为No、则会尝试禁用数据压缩、即使在AFF 系统上也是如此。

使用默认的SCP作为示例模板来创建您自己的模板。

随附的SRP适用于大多数通用用途、但您的要求可能有所不同。

请考虑使用最大IOPS来控制未知或测试VM。

最大IOPS首次在VASA Provider 7.1中推出、可用于将未知工作负载的IOPS限制为特定VVOR、以避免对其他更关键的工作负载产生影响。有关性能管理的详细信息、请参见表4。

确保您具有足够的数据Lifs。

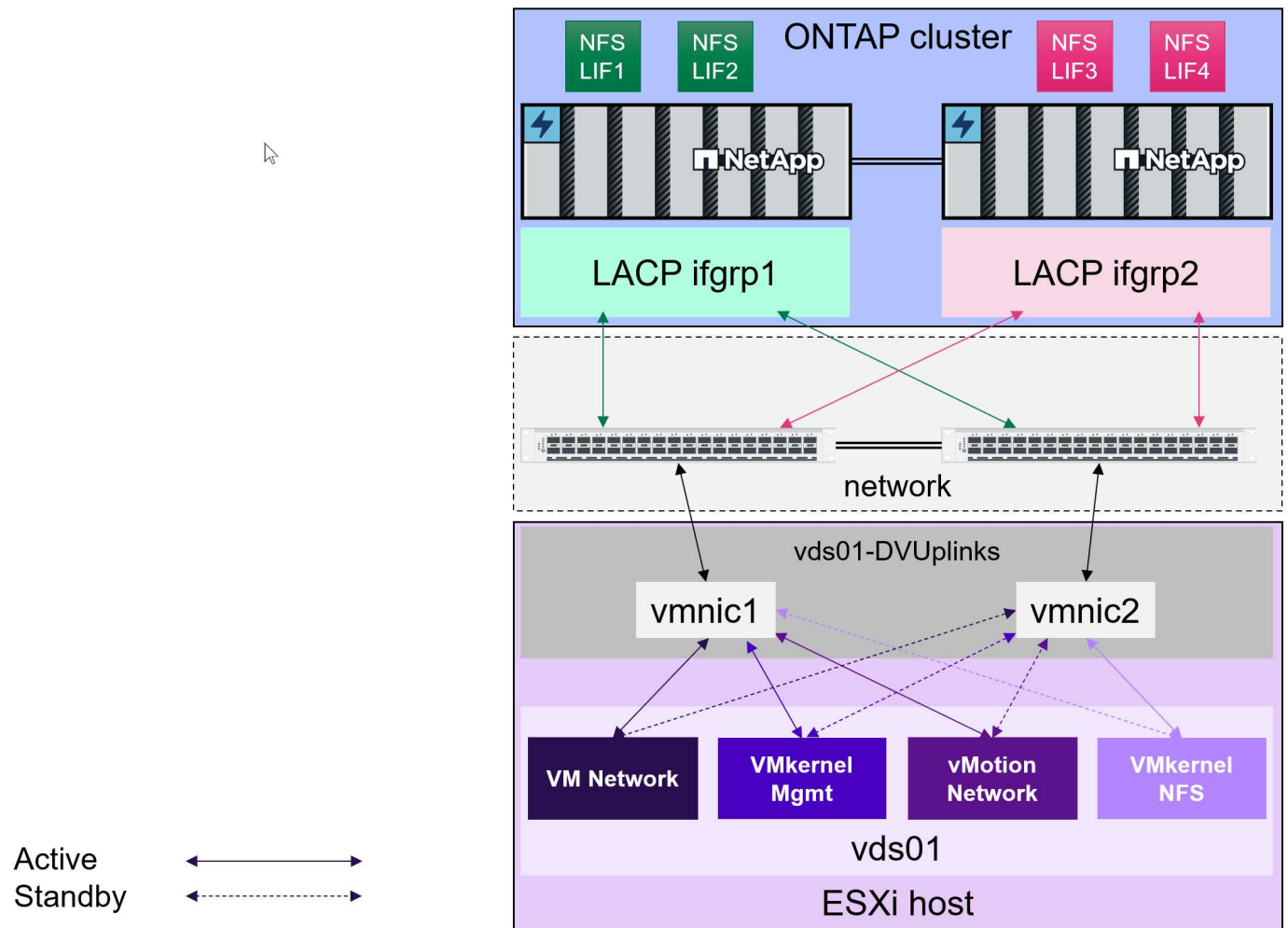
每个HA对的每个节点至少创建两个生命周期。根据您的工作负载、可能需要更多资源。

遵循所有协议最佳实践。

请参见NetApp和VMware针对您选择的协议提供的其他最佳实践指南。一般而言、除了上述情况外、没有任何其

他变化。

*使用基于NFS v3*的Vvol的网络配置示例



部署Virtual Storage

为VM创建Vvol存储需要执行几个步骤。

对于对传统数据存储库使用ONTAP 的现有vSphere环境、可能不需要执行前两个步骤。您可能已经在使用ONTAP工具来管理、自动化和报告VMFS或基于NFS的传统存储。下一节将更详细地介绍这些步骤。

1. 创建Storage Virtual Machine (SVM)及其协议配置。您将选择NVMe/FC、NFSv3、NFSv4.1、iSCSI、FCP、或这些选项的组合。您可以使用ONTAP系统管理器向导或集群Shell命令行。
 - 对于每个交换机/网络结构连接、每个节点至少需要一个LIF。作为最佳实践、为每个节点创建两个或更多基于FCP、iSCSI或NVMe的协议。
 - 此时可以创建卷、但使用_ProVision数据存储库_向导创建卷会更简单。此规则的唯一例外情况是、您计划将vvol复制与VMware Site Recovery Manager结合使用。对于具有现有SnapMirror关系的已有FlexVol卷、设置起来更容易。请注意、不要在要用于虚拟卷的任何卷上启用QoS、因为这是要由SPBM和ONTAP 工具管理的。
2. 使用从NetApp 支持站点 下载的OVA部署适用于VMware vSphere的ONTAP 工具。
3. 为您的环境配置ONTAP 工具。

- 将ONTAP 集群添加到_Storage Systems_下的ONTAP 工具中
 - 虽然ONTAP 工具和SRA支持集群级别和SVM级别的凭据、但VASA Provider仅支持存储系统的集群级别凭据。这是因为许多用于创建卷的API仅在集群级别可用。因此、如果您计划使用ONTAP、则必须使用集群范围的凭据添加此集群。
 - 如果ONTAP 数据LIF与VMkernel适配器位于不同子网上、则必须将VMkernel适配器子网添加到ONTAP 工具的设置菜单中的选定子网列表中。默认情况下、ONTAP 工具仅允许本地子网访问、从而确保存储流量的安全。
 - ONTAP工具附带了多个预定义策略、您可以使用这些策略、也可以查看这些策略 [使用策略管理VM](#) 有关创建SCP的指导。
4. 使用vCenter中的_ ONTAP tools_菜单启动_配置数据存储库_向导。
 5. 请提供有意义的名称并选择所需协议。您也可以提供数据存储库的问题描述。
 6. 选择一个或多个要由此卷数据存储库支持的SCP。此操作将筛选出无法与配置文件匹配的所有ONTAP 系统。从显示的列表中、选择所需的集群和SVM。
 7. 使用向导为每个指定的FlexVol 创建新的SCP卷、或者通过选择相应的单选按钮使用现有卷。
 8. 在vCenter UI的_policies and Profiles _菜单中、为要在数据存储库中使用的每个SCP创建VM策略。
 9. 选择"NetApp.Clustered.Data.ONTAP VP.VVol"存储规则集。"NetApp.Clustered.Data.ONTAP .VP.VASE10"存储规则集用于为非VVOLs数据存储库提供SPBM支持
 10. 在创建VM存储策略时、您需要按名称指定存储功能配置文件。在此步骤中、您还可以使用复制选项卡配置SnapMirror策略匹配、并使用标记选项卡配置基于标记的匹配。请注意、必须已创建标记、才能进行选择。
 11. 创建VM、在Select storage下选择VM存储策略和兼容数据存储库。

将VM从传统数据存储库迁移到Vvol

将VM从传统数据存储库迁移到Vvol数据存储库就像在传统数据存储库之间移动VM一样简单。只需选择虚拟机、然后从操作列表中选择迁移、并选择迁移类型_ change storage only"。对于SAN VMFS到Vvol的迁移、迁移副本操作将随vSphere 6.0及更高版本卸载、但不会从NAS VMDK卸载到Vvol。

使用策略管理VM

要通过基于策略的管理自动配置存储、我们需要：

- 使用存储功能配置文件(Storage Capability Profiles、ONTAP)定义存储(Storage Node和FlexVol 卷)的功能。
- 创建映射到定义的SRP的VM存储策略。

从VASA Provider 7.2开始、NetApp简化了这些功能和映射、并在更高版本中不断进行改进。本节重点介绍这一新方法。早期版本支持更多功能、并允许将这些功能单独映射到存储策略、但不再支持此方法。

按ONTAP 工具版本列出的存储功能配置文件功能

SCP功能	功能值	支持的版本	* 注释 *
* 数据压缩 *	是、否、任何	全部	对于7.2及更高版本的AFF为必填项。
* 重复数据删除 *	是、否、任何	全部	Mandatory for AFF in 7.2及更高版本。

SCP功能	功能值	支持的版本	* 注释 *
* 加密 *	是、否、任何	7.2及更高版本	选择/创建加密的FlexVol卷。需要ONTAP 许可证。
* 最大 IOPS*	<number>	7.1及更高版本、但存在差异	在7.2及更高版本的QoS策略组下列出。请参见 使用ONTAP 工具9.10及更高版本进行性能管理 有关详细信息 ...
个人设置	A FF、FAS	7.2及更高版本	FAS 还包括其他非AF系统、例如ONTAP Select。AFF 包括ASA。
协议	NFS、NFS 4.1、iSCSI、FCP、NVMe/FC、任何	7.1及更早版本、9.10及更高版本	7.2-9.8实际上是"任意"。从9.10开始、NFS 4.1和NVMe/FC已添加到原始列表中。
空间预留(精简配置)	精简、厚、(任意)	所有、但存在差异	在7.1及更早版本中称为精简配置、该配置也允许使用任何值。在7.2中称为空间预留。所有版本均默认为精简。
* 分层策略 *	任意、无、快照、自动	7.2及更高版本	用于FabricPool -需要使用AFF或ASA以及ONTAP 9.4或更高版本。除非使用NetApp StorageGRID等内部部署S3解决方案、否则建议仅使用Snapshot。

正在创建存储功能配置文件

NetApp VASA Provider附带了多个预定义的SCP。可以使用vCenter UI手动创建新的SCP、也可以使用REST API通过自动化方式创建新的SCP。通过在新配置文件中指定功能、克隆现有配置文件或从现有传统数据存储库自动生成配置文件。可使用ONTAP 工具下的菜单来完成此操作。使用_Storage Capability Profiles_创建或克隆配置文件、使用_Storage Mapping_自动生成配置文件。

ONTAP 工具9.10及更高版本的存储功能

Create Storage Capability Profile

1 General

2 Platform

3 Protocol

4 Performance

5 Storage attributes

6 Summary

General

Specify a name and description for the storage capability profile. ?

Name:

Description:

CANCEL

NEXT

Create Storage Capability Profile

1 General

2 Platform

3 Protocol

4 Performance

5 Storage attributes

6 Summary

Platform

Platform:

CANCEL

BACK

NEXT

Create Storage Capability Profile

- 1 General
- 2 Platform
- 3 Protocol**
- 4 Performance
- 5 Storage attributes
- 6 Summary

Protocol

Protocol:

Any

- Any
- FCP
- NFS
- NFS 4.1
- iSCSI
- NVMe/FC

CANCEL

BACK

NEXT

Create Storage Capability Profile

- 1 General
- 2 Platform
- 3 Protocol
- 4 Performance**
- 5 Storage attributes
- 6 Summary

Performance

None ⓘ

QoS policy group ⓘ

Min IOPS: 1000

Max IOPS:

Unlimited

CANCEL

BACK

NEXT

Create Storage Capability Profile

- 1 General
- 2 Platform
- 3 Protocol
- 4 Performance
- 5 Storage attributes
- 6 Summary

Storage attributes

Deduplication:	Yes	▼
Compression:	Yes	▼
Space reserve:	Thin	▼
Encryption:	Yes	▼
Tiering policy (FabricPool):	Snapshot	▼

CANCEL
BACK
NEXT

Create Storage Capability Profile

- 1 General
- 2 Platform
- 3 Protocol
- 4 Performance
- 5 Storage attributes
- 6 Summary

Summary

Name:	New_SCP	
Description:	N/A	
Platform:	All Flash FAS (AFF)	
Protocol:	Any	
Min IOPS:	1000 IOPS	
Max IOPS:	Unlimited	
Space reserve:	Thin	
Deduplication:	Yes	
Compression:	Yes	
Encryption:	Yes	
Tiering policy (FabricPool):	Snapshot	

CANCEL
BACK
FINISH

正在创建Svols存储库

创建必要的FlexVol后，可以使用它们创建此数据存储库(也可以是此数据存储库的Snapshot卷)。右键单击要创建ONTAP数据存储库的主机、集群或数据中心，然后选择 `_VMware tools_ > ProVision DataData存储库_`。选择要由数据存储库支持的一个或多个FlexVol，然后从现有FlexVol卷中进行选择和/或为此数据存储库配置新的SCP卷。最后，为数据存储库指定默认SCP，此SCP将用于策略未指定SCP的虚拟机以及交换Vvol (这些虚拟机不需要高性能存储)。

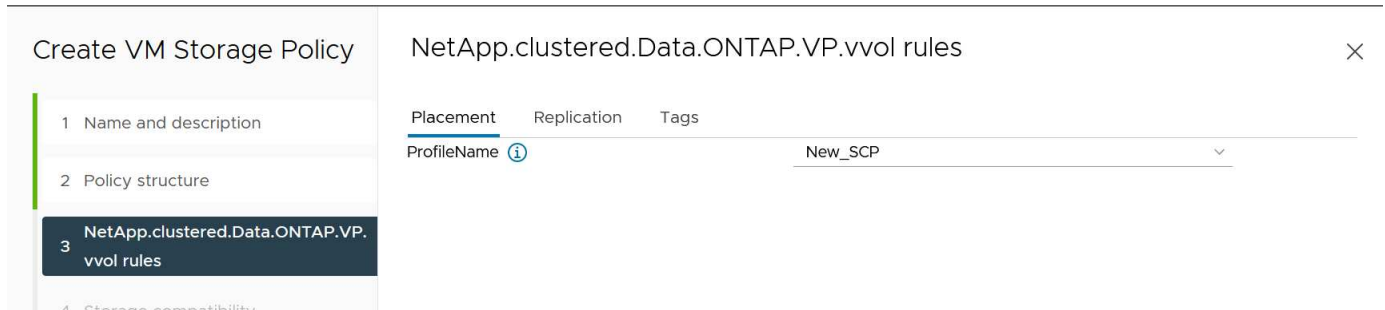
正在创建VM存储策略

在vSphere中，VM存储策略用于管理可选功能，例如存储I/O控制或vSphere加密。它们还可与Vvol结合使用，以便为VM应用特定的存储功能。使用"NetApp.Clustered.Data.ONTAP.VP.VVol"存储类型和"proFileName"规则通过使用此策略将特定SCP应用于VM。有关使用ONTAP工具VASA Provider的示例，请参见链接：[vmware-vvols-ONTAP.html#Best Practices\[使用基于NFS v3的VVOLs的网络配置示例\]](#)。
 "NetApp.Clustered.Data.ONTAP.VP.VASA10"存储的规则适用于非基于VVO尔的数据存储库。

早期版本与此类似、但如中所述 [按ONTAP 工具版本列出的存储功能配置文件功能](#)，您的选择将有所不同。

创建存储策略后、即可在配置新VM时使用该策略、如中所示 "使用存储策略部署虚拟机"。有关在VASA Provider 7.2中使用性能管理功能的准则、请参见 [使用ONTAP 工具9.10及更高版本进行性能管理](#)。

使用ONTAP工具创建VM存储策略VASA Provider 9.10.



使用ONTAP 工具9.10及更高版本进行性能管理

- ONTAP 工具9.10使用自己的平衡放置算法将新的VVOV放置在VVOLS数据存储库中最佳的FlexVol 卷中。放置基于指定的SCP和匹配的FlexVol 卷。这样可以确保数据存储库和后备存储满足指定的性能要求。
- 更改性能功能(如最小和最大IOPS)需要注意特定配置。
 - 可以在SCP中指定*最小和最大IOPS*，并在VM策略中使用。
 - 在SCP中更改IOPS不会更改Vvol上的QoS、除非编辑了VM策略、然后将其重新应用于使用它的VM (请参见 [ONTAP 工具9.10及更高版本的存储功能](#))。或者、使用所需的IOPS创建一个新的SCP、并将策略更改为使用它(然后重新应用于VM)。通常、建议只为不同的服务层定义单独的SCP和VM存储策略、只需更改VM上的VM存储策略即可。
 - AFF 和FAS 个性化设置具有不同的IOPS设置。最小值和最大值在AFF 上均可用。但是、非Af系统只能使用最大IOPS设置。
- 在某些情况下、可能需要在策略更改(手动或由VASA Provider和ONTAP 自动迁移)后迁移VVOR：
 - 某些更改不需要迁移(例如、更改最大IOPS、可如上所述立即应用于虚拟机)。
 - 如果存储VVOR的当前FlexVol 卷不支持此策略更改(例如、此平台不支持所请求的加密或分层策略)、则您需要在vCenter中手动迁移此虚拟机。
- ONTAP 工具使用当前支持的ONTAP 版本创建单个非共享QoS策略。因此、每个单独的VMDK都将收到自己分配的IOPS。

正在重新应用虚拟机存储策略

VM Storage Policies

CREATE CHECK EDIT CLONE **REAPPLY** DELETE

Filter

<input type="checkbox"/>	Name	VC
<input type="checkbox"/>	Management Storage Policy - Large	vm-is-vcenter01.vtme.netapp.com
<input type="checkbox"/>	VVol No Requirements Policy	vm-is-vcenter01.vtme.netapp.com
<input type="checkbox"/>	Management Storage Policy - Stretched Lite	vm-is-vcenter01.vtme.netapp.com
<input type="checkbox"/>	VM Encryption Policy	vm-is-vcenter01.vtme.netapp.com
<input type="checkbox"/>	Management Storage policy - Encryption	vm-is-vcenter01.vtme.netapp.com
<input type="checkbox"/>	Management Storage Policy - Single Node	vm-is-vcenter01.vtme.netapp.com
<input type="checkbox"/>	Management Storage policy - Thin	vm-is-vcenter01.vtme.netapp.com
<input checked="" type="checkbox"/>	AFF_ISCSI_VMSP	vm-is-vcenter01.vtme.netapp.com
<input type="checkbox"/>	Host-local PMem Default Storage Policy	vm-is-vcenter01.vtme.netapp.com
<input checked="" type="checkbox"/>	1	

14 items

保护卷

以下各节概述了将VMware vvol与ONTAP存储结合使用的过程和最佳实践。

VASA Provider高可用性

NetApp VASA Provider与vCenter插件和REST API服务器(以前称为Virtual Storage Console [VSC])以及Storage Replication Adapter一起作为虚拟设备的一部分运行。如果VASA Provider不可用、则使用vvol的VM将继续运行。但是、无法创建新的vvol数据存储库、也无法创建vvol或将其绑定到vSphere。这意味着、由于vCenter无法请求创建交换vVol、因此无法启动使用vVol的VM。并且正在运行的VM无法使用vMotion迁移到其他主机、因为vvol无法绑定到新主机。

VASA Provider 7.1及更高版本支持一些新功能、可确保服务在需要时可用。它包括用于监控VASA Provider和集成数据库服务的新监视程序进程。如果检测到故障、则会更新日志文件、然后自动重新启动服务。

vSphere管理员必须使用与保护其他任务关键型VM免受软件、主机硬件和网络故障影响相同的可用性功能来配置进一步的保护。要使用这些功能、无需对虚拟设备进行其他配置；只需使用标准vSphere方法进行配置即可。它们已通过测试、并受NetApp支持。

vSphere High Availability可轻松配置为在发生故障时在主机集群中的另一主机上重新启动虚拟机。vSphere Fault Tolerance可通过创建一个持续复制并可随时接管的二级虚拟机来提高可用性。有关这些功能的追加信息、请参见 ["适用于VMware vSphere的ONTAP 工具文档\(为ONTAP 工具配置高可用性\)"](#)以及VMware vSphere文档(请在ESXi和vCenter Server下查找vSphere可用性)。

ONTAP 工具VASA Provider会自动实时将vvol配置备份到托管ONTAP 系统、其中vvol信息存储在FlexVol 卷元数据中。如果ONTAP 工具设备因任何原因而不可用、您可以轻松快速地部署新设备并导入配置。有关VASA Provider恢复步骤的详细信息、请参见此知识库文章：

["如何执行VASA Provider灾难恢复—解决方案指南"](#)

卷复制

许多ONTAP 客户使用NetApp SnapMirror将其传统数据存储库复制到二级存储系统、然后在发生灾难时使用二

级系统恢复单个VM或整个站点。在大多数情况下、客户会使用软件工具来管理此问题、例如适用于VMware vSphere的NetApp SnapCenter插件等备份软件产品或VMware Site Recovery Manager等灾难恢复解决方案(以及ONTAP工具中的存储复制适配器)。

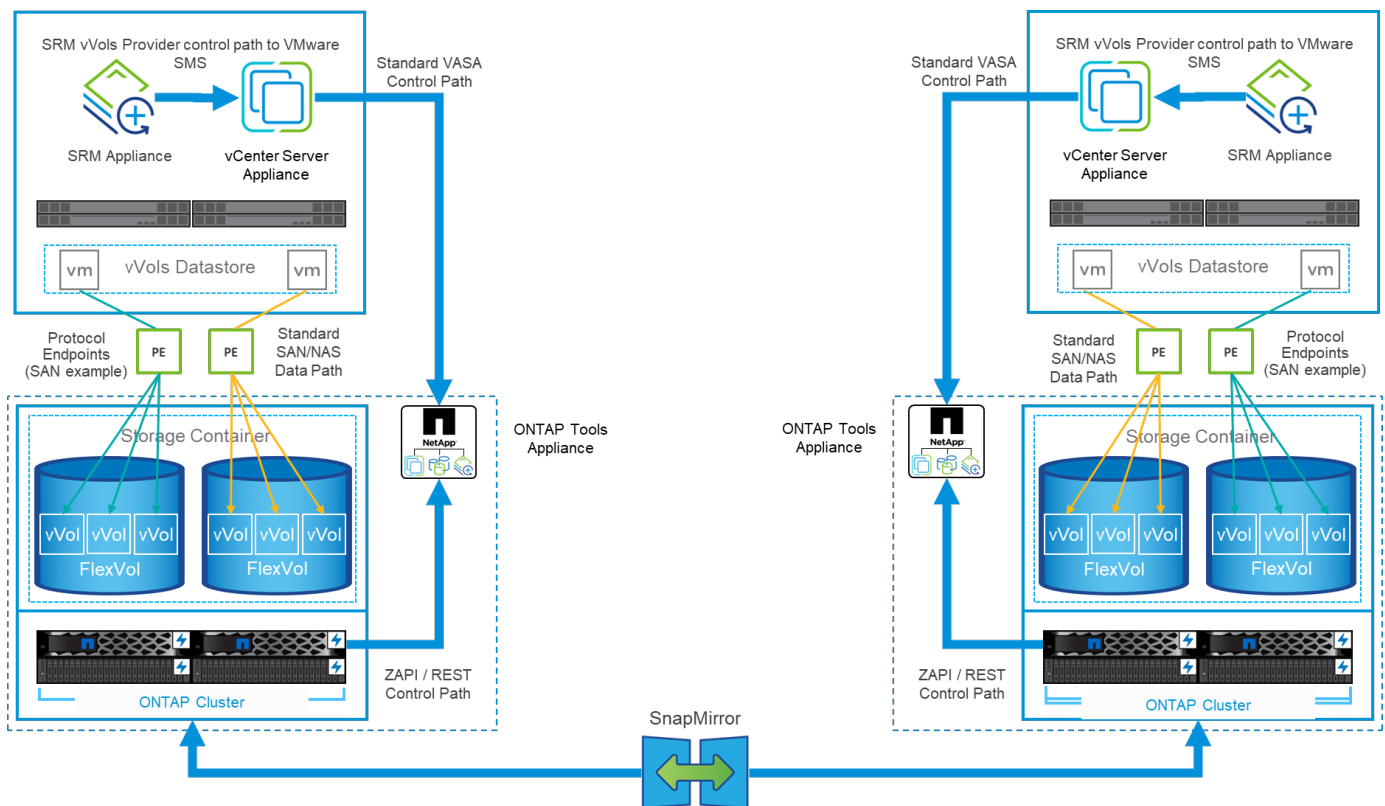
这种对软件工具的要求对于管理vols复制更为重要。虽然某些方面可以通过本机功能进行管理(例如、由VMware管理的vvol快照会卸载到使用快速、高效的文件或LUN克隆的ONTAP)、但通常需要通过业务流程来管理复制和恢复。有关vvol的元数据受ONTAP和VASA Provider保护、但要在二级站点上使用这些元数据、需要进行额外处理。

ONTAP 工具9.7.1与VMware Site Recovery Manager (SRM) 8.3版结合使用、可利用NetApp SnapMirror技术增加对灾难恢复和迁移工作流程编排的支持。

在ONTAP 工具9.7.1的SRM支持初始版本中、需要先预先创建FlexVol并启用SnapMirror保护、然后再将其用作VVO尔 数据存储库的后备卷。从ONTAP 工具9.10开始、不再需要此过程。现在、您可以向现有备份卷添加SnapMirror保护、并更新VM存储策略、以便利用与SRM集成的灾难恢复和迁移流程编排及自动化功能、实现基于策略的管理。

目前、VMware SRM是NetApp支持的唯一适用于vvol的灾难恢复和迁移自动化解决方案、ONTAP 工具将检查是否存在已向vCenter注册的SRM 8.3或更高版本服务器、然后再允许您启用vvol复制。虽然可以利用ONTAP 工具REST API创建您自己的服务。

使用SRM进行的卷复制



MetroCluster 支持

虽然ONTAP 工具无法触发MetroCluster 切换、但它支持在统一vSphere Metro Storage Cluster (VMSC)配置中使用NetApp MetroCluster 系统作为Vvol的后备卷。MetroCluster 系统的切换将按常规方式进行。

虽然NetApp SnapMirror业务连续性(SM-BC)也可用作VMSC配置的基础、但Vvol目前不支持它。

有关NetApp MetroCluster 的详细信息、请参见以下指南：

["TR-4689 MetroCluster IP解决方案 架构和设计"](#)

["TR-4705 NetApp MetroCluster 解决方案 架构和设计"](#)

["VMware知识库2031038 NetApp MetroCluster 的VMware vSphere支持"](#)

《vCenter Server备份概述》

保护VM有多种方法、例如使用子系统内备份代理、将VM数据文件附加到备份代理或使用定义的API (如VMware VADP)。可以使用相同的机制来保护V卷、许多NetApp合作伙伴都支持VM备份、包括Vvol。

如前文所述、VMware vCenter管理的快照会卸载到节省空间的快速ONTAP 文件/LUN克隆。这些快照可用于快速手动备份、但受vCenter限制、最多不超过32个快照。您可以使用vCenter根据需要创建快照和还原。

从适用于VMware vSphere (SCV) 4.6的SnapCenter 插件开始、如果与ONTAP 工具9.10及更高版本结合使用、则可通过支持SnapMirror和SnapVault 复制的ONTAP FlexVol 卷快照为基于Vvol的VM添加崩溃状态一致的备份和恢复功能。每个卷最多支持1023个快照。SCV还可以使用SnapMirror和镜像存储策略在二级卷上存储更多快照、保留时间更长。

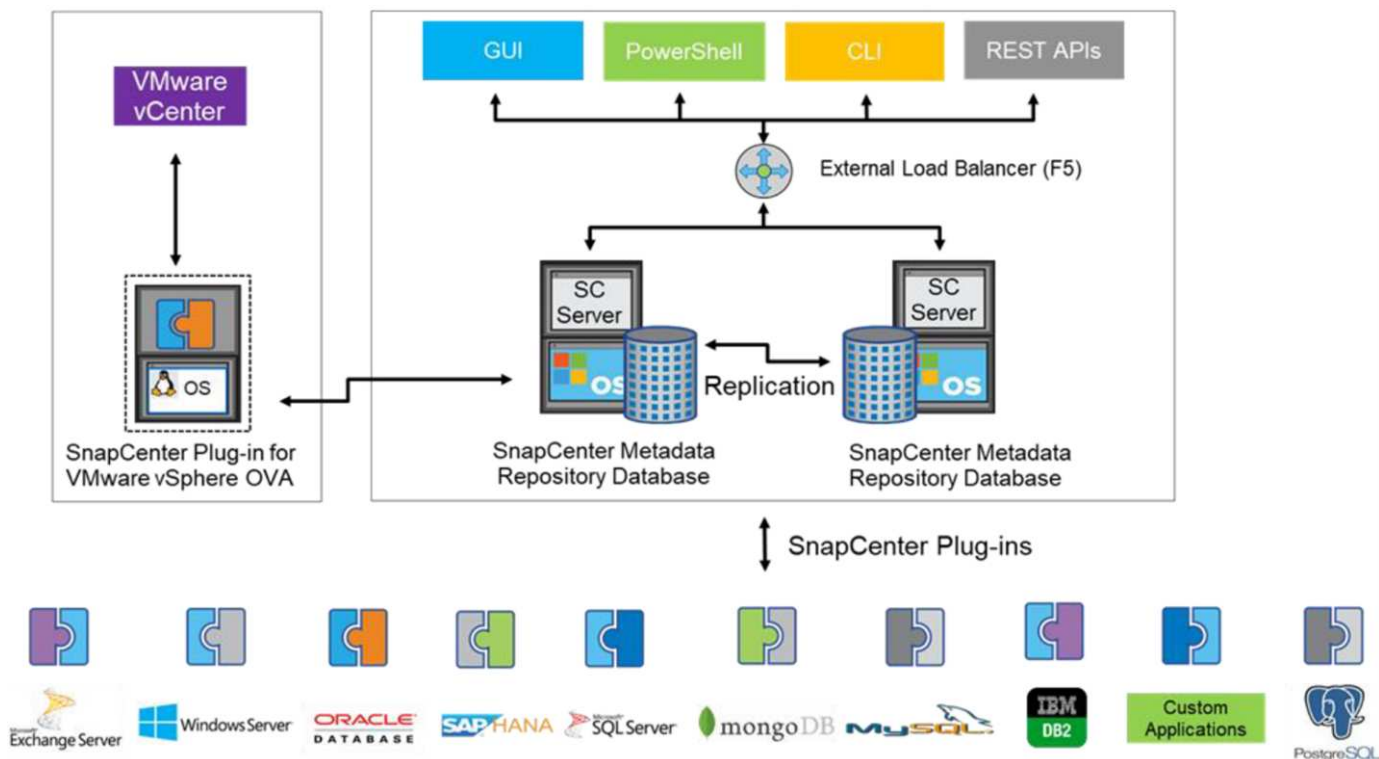
vSphere 8.0支持是在SCV 4.7中引入的、它使用一个隔离的本地插件架构。vSphere 8.0U1支持已添加到SCV 4.8中、并已完全过渡到新的远程插件架构。

适用于VMware vSphere的vvol Backup with SnapCenter 插件

现在、借助NetApp SnapCenter、您可以基于标记和/或文件夹为Vvol创建资源组、以便为基于Vvol的VM自动利用ONTAP基于FlexVol的快照。这样、您可以定义备份和恢复服务、当VM在环境中动态配置时、这些服务将自动保护VM。

适用于VMware vSphere的SnapCenter 插件部署为注册为vCenter扩展的独立设备、可通过vCenter UI或REST API进行管理、以实现备份和恢复服务自动化。

SnapCenter 架构



由于其他SnapCenter插件在撰写本文时尚不支持虚拟卷、因此我们将在本文档中重点介绍独立部署模式。

由于SnapCenter 使用ONTAP FlexVol 快照、因此vSphere不会产生任何开销、也不会像使用vCenter托管快照的传统VM那样对性能造成任何影响。此外、由于选择控制的功能通过REST API公开、因此可以使用VMware Aia Automation、Ansible、Terraform等工具以及几乎任何其他能够使用标准REST API的自动化工具轻松创建自动化工作流。

有关 SnapCenter REST API 的信息，请参见 ["REST API 概述"](#)

有关适用于 VMware vSphere 的 SnapCenter 插件 REST API 的信息，请参见 ["适用于 VMware vSphere 的 SnapCenter 插件 REST API"](#)

最佳实践

以下最佳实践可帮助您充分利用SnapCenter 部署。

- SCV同时支持vCenter Server RBAC和ONTAP RBAC、并包括预定义的vCenter角色、这些角色会在注册插件时自动为您创建。您可以阅读有关支持的RBAC类型的更多信息 ["此处"](#)。
 - 使用vCenter UI使用所述的预定义角色分配特权最低的帐户访问权限 ["此处"](#)。
 - 如果在SnapCenter 服务器中使用SCV，则必须分配_SnapCenterAdmin_角色。
 - ONTAP RBAC是指用于添加和管理SCV使用的存储系统的用户帐户。ONTAP RBAC不适用于基于虚拟卷的备份。阅读有关ONTAP RBAC和SCV的更多信息 ["此处"](#)。
- 使用SnapMirror将备份数据集复制到另一个系统、以创建源卷的完整副本。如前所述、您还可以使用镜像存储策略长期保留备份数据、而不受源卷快照保留设置的影响。这两种机制都支持使用这两种方法的卷。

- 由于SCV还需要适用于VMware vSphere的ONTAP 工具来实现Vvol功能、因此请始终查看NetApp互操作性表工具(IMT)以了解特定版本的兼容性
- 如果要将vvol复制与VMware SRM结合使用、请注意策略RPO和备份计划
- 使用符合组织定义的恢复点目标(Recovery Point目标、Recovery Point目标、RPO)的保留设置设计备份策略
- 在资源组上配置通知设置、以便在备份运行时收到状态通知(请参见下面的图10)

资源组通知选项

Edit Resource Group

1. General info & notification

2. Resource

3. Spanning disks

4. Policies

5. Schedules

6. Summary

vCenter Server:

Name:

Description:

Notification:

Email send from:

Email send to:

Email subject:

Latest Snapshot name Enable _recent suffix for latest Snapshot Copy ⓘ

Custom snapshot format: Use custom name format for Snapshot copy

Note that the Plug-in for VMware vSphere cannot do the following:

BACK

NEXT

FINISH

CANCEL

使用这些文档开始使用选择控制阀

["了解适用于 VMware vSphere 的 SnapCenter 插件"](#)

["部署适用于 VMware vSphere 的 SnapCenter 插件"](#)

故障排除

追加信息 提供了多种故障排除资源。

NetApp 支持站点

除了有关NetApp虚拟化产品的各种知识库文章之外，NetApp 支持站点 还为提供了一个方便的登录页面 "[适用于VMware vSphere 的 ONTAP 工具](#)" 产品。此门户可通过链接访问NetApp社区中的文章、下载内容、技术报告和VMware解决方案讨论。可从以下位置获取：

["_ NetApp 支持站点 _"](#)

有关其他解决方案 文档、请访问：

["NetApp虚拟化解决方案"](#)

产品故障排除

ONTAP 工具的各种组件(例如vCenter插件、VASA Provider和Storage Replication Adapter)都记录在NetApp文档库中。但是、每个都有一个单独的知识库子部分、并且可能具有特定的故障排除过程。这些说明解决了使用VASA Provider时可能遇到的最常见问题。

VASA Provider UI问题

有时、vCenter vSphere Web Client会遇到与Serenity组件相关的问题、从而导致无法显示适用于ONTAP的VASA Provider菜单项。请参见部署指南或本知识库中的解决VASA Provider注册问题 "[文章](#)"。

配置卷数据存储库失败

有时、在创建Vvol数据存储库时、vCenter服务可能会超时。要更正此错误、请重新启动vmware-sps服务、然后使用vCenter菜单("Storage"(存储)>"New DataStorage"(新建数据存储库)重新挂载Vvol数据存储库。此问题将在《管理指南》中的"使用vCenter Server 6.5配置Vvol数据存储库失败"一节中进行介绍。

升级Unified Appliance无法挂载ISO

由于vCenter中的错误、用于将Unified Appliance从一个版本升级到下一个版本的ISO可能无法挂载。如果ISO能够连接到vCenter中的设备、请按照本知识库中的过程进行操作 "[文章](#)" 以解决此问题。

采用ONTAP的VMware Site Recovery Manager

采用ONTAP的VMware Site Recovery Manager

自2002年将ONTAP引入现代数据中心以来、它一直是适用于VMware vSphere环境的领先存储解决方案、并不断增加创新功能来简化管理、同时降低成本。

本文档介绍了VMware行业领先的灾难恢复(Disaster Recovery、DR)软件ONTAP 解决方案for VMware Site Recovery Manager (SRM)、其中包括可简化部署、降低风险和简化日常管理的最新产品信息和最佳实践。



本文档将取代先前发布的技术报告_TR-4900: 《使用ONTAP的VMware Site Recovery Manager_》

最佳实践是指南和兼容性工具等其他文档的补充。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。在某些情况下，建议的最佳实践可能不适合您的环境；但是，它们通常是最简单的解决方案，可满足大多数客户的需求。

本文档重点介绍与适用于VMware vSphere 9.12的ONTAP工具(包括NetApp存储复制适配器[SRA]和VASA Provider [VP])以及VMware Site Recovery Manager 8.7结合使用时、ONTAP 9最新版本中的功能。

为什么要将 **ONTAP** 与 **SRM** 结合使用?

由 ONTAP 软件提供支持的 NetApp 数据管理平台是 SRM 采用最广泛的一些存储解决方案。原因很多：一个安全、高性能、统一协议(NAS和SAN结合使用)的数据管理平台、可提供行业定义的存储效率、多租户、服务质量控制、利用节省空间的快照保护数据、以及利用SnapMirror进行复制。利用原生混合多云集成来保护 VMware 工作负载，以及触手可及的大量自动化和流程编排工具。

使用SnapMirror进行基于阵列的复制时、您可以利用ONTAP最成熟、最成熟的技术之一。SnapMirror 可以让您获得安全高效的数据传输优势，只复制更改过的文件系统块，而不是复制整个 VM 或数据存储库。即使这些块也可以利用重复数据删除，数据压缩和数据缩减等空间节省。现代 ONTAP 系统现在使用与版本无关的 SnapMirror ， 让您可以灵活地选择源集群和目标集群。SnapMirror 确实已成为灾难恢复可用的最强大工具之一。

无论您使用的是传统 NFS ， iSCSI 还是光纤通道连接的数据存储库（现在支持 VVol 数据存储库）， SRM 都可以提供强大的第一方产品，充分利用 ONTAP 的最佳功能进行灾难恢复或数据中心迁移规划和编排。

SRM 如何利用 ONTAP 9

SRM 可通过与适用于 VMware vSphere 的 ONTAP 工具集成来利用 ONTAP 系统的高级数据管理技术，VMware vSphere 是一种虚拟设备，其中包括三个主要组件：

- 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 软件的系统结合使用时使用此插件。
- 适用于 ONTAP 的 VASA Provider 支持 VMware vStorage APIs for Storage Awareness （ VASA ） 框架。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 ），并可管理存储功能配置文件（包括 VVOL 复制功能）和单个 VM VVOL 性能。此外，它还提供警报，用于监控容量以及配置文件合规性。与 SRM 结合使用时，适用于 ONTAP 的 VASA Provider 支持基于 VVOL 的虚拟机，而无需在 SRM 服务器上安装 SRA 适配器。
- SRA 与 SRM 结合使用，用于管理传统 VMFS 和 NFS 数据存储库的生产站点和灾难恢复站点之间的 VM 数据复制，并用于无中断测试灾难恢复副本。它有助于自动执行发现，恢复和重新保护任务。它包括适用于 Windows SRM 服务器和 SRM 设备的 SRA 服务器设备和 SRA 适配器。

在 SRM 服务器上安装并配置 SRA 适配器以保护非 VVOL 数据存储库和 / 或在 VASA Provider 设置中启用 VVOL 复制后，您可以开始配置 vSphere 环境以实现灾难恢复的任务。

SRA 和 VASA Provider 为 SRM 服务器提供了一个命令和控制界面，用于管理包含 VMware 虚拟机（ VM ）的 ONTAP FlexVol 以及保护它们的 SnapMirror 复制。

从 SRM 8.3 开始， SRM 服务器引入了一个新的 SRM VVol Provider 控制路径，使其可以与 vCenter 服务器进行通信，并通过该服务器与 VASA Provider 进行通信，而无需 SRA。这样， SRM 服务器就可以比以前更深入地控制 ONTAP 集群，因为 VASA 可提供一个完整的 API 来实现紧密耦合的集成。

SRM可以使用NetApp的专有FlexClone技术无干扰地测试您的灾难恢复计划、以便为灾难恢复站点上受保护的数据存储库创建近乎即时的克隆。SRM 会创建一个沙盒来进行安全测试，以便在发生真正灾难时保护您的组织和客户，从而让您对组织在发生灾难时执行故障转移的能力充满信心。

如果发生真正的灾难甚至是计划内迁移， SRM 允许您通过最终 SnapMirror 更新（如果您选择这样做）向数据

集发送任何最后一分钟的更改。然后，它会中断镜像并将数据存储库挂载到灾难恢复主机。此时，您可以根据预先规划的策略按任意顺序自动启动 VM。

采用 **ONTAP** 的 **SRM** 以及其他使用情形：混合云和迁移

与本地存储选项相比，将 SRM 部署与 ONTAP 高级数据管理功能相集成，可以显著提高扩展能力和性能。除此之外，它还带来了混合云的灵活性。通过混合云，您可以使用 FabricPool 将未使用的数据块从高性能阵列分层到首选超大规模存储器，从而节省资金。StorageGRID 可以是 NetApp 等内部 S3 存储。您还可以使用 Cloud Volumes ONTAP (CVO) 或对基于边缘的系统使用 SnapMirror，并使用软件定义的 ONTAP Select 或基于云的灾难恢复 "Equinix 中的 NetApp 私有存储" 适用于 Amazon Web Services (AWS)，Microsoft Azure 和 Google Cloud Platform (GCP)，可在云中创建完全集成的存储，网络和计算服务堆栈。

借助 FlexClone，您可以在云服务提供商的数据中心内执行测试故障转移、存储占用空间接近零。现在，保护您的组织的成本比以往任何时候都低。

SRM 还可用于执行计划内迁移，方法是利用 SnapMirror 将 VM 从一个数据中心高效地传输到另一个数据中心，甚至在同一个数据中心内高效地传输 VM，无论您自己还是通过任意数量的 NetApp 合作伙伴服务提供商。

部署最佳实践

以下各节概述了 ONTAP 和 VMware SRM 的部署最佳实践。

SMT 的 SVM 布局 and 分段

借助 ONTAP，Storage Virtual Machine (SVM) 的概念可在安全多租户环境中提供严格的分段。一个 SVM 上的 SVM 用户无法从另一个 SVM 访问或管理资源。这样，您就可以利用 ONTAP 技术，为在同一集群上管理自己 SRM workflows 的不同业务单位创建单独的 SVM，从而提高整体存储效率。

请考虑使用 SVM 范围的帐户和 SVM 管理 LIF 管理 ONTAP，这样不仅可以改进安全控制，还可以提高性能。使用 SVM 范围的连接时，性能本身就会更高，因为处理整个集群中的所有资源（包括物理资源）并不需要 SRA。相反，它只需要了解抽象到特定 SVM 的逻辑资产。

仅使用 NAS 协议（无 SAN 访问）时，您甚至可以通过设置以下参数来利用新的 NAS 优化模式（请注意，此名称是如此，因为 SRA 和 VASA 在设备中使用相同的后端服务）：

1. 登录到控制面板 `https://<IP address>:9083` 然后单击基于 Web 的命令行界面。
2. 运行命令 `vp updateconfig -key=enable.qtree.discovery -value=true`。
3. 运行命令 `vp updateconfig -key=enable.optimised.sra -value=true`。
4. 运行命令 `vp reloadconfig`。

部署适用于 VVOL 的 ONTAP 工具和注意事项

如果要将 SRM 与 VVol 结合使用，则必须使用集群范围的凭据和集群管理 LIF 来管理存储。这是因为 VASA Provider 必须了解底层物理架构，才能满足 VM 存储策略的策略要求。例如，如果您的策略需要全闪存存储，则 VASA Provider 必须能够查看哪些系统全闪存。

另一个部署最佳实践是，切勿将 ONTAP 工具设备存储在其管理的 VVOL 数据存储库上。这可能导致无法启动 VASA Provider，因为您无法为设备创建交换 VVol，因为设备已脱机。

管理 ONTAP 9 系统的最佳实践

如前所述，您可以使用集群或 SVM 范围的凭据和管理 LIF 来管理 ONTAP 集群。为了获得最佳性能、您可能需要考虑在不使用Vvol的情况下使用SVM范围的凭据。但是，在执行此操作时，您应了解一些要求，并且确实会丢失某些功能。

- 默认 vsadmin SVM 帐户没有执行 ONTAP 工具任务所需的访问级别。因此，您需要创建新的 SVM 帐户。
- 如果您使用的是ONTAP 9.8或更高版本、NetApp建议使用ONTAP System Manager的"用户"菜单以及ONTAP工具设备上提供的JSON文件创建一个RBAC权限最低的用户帐户、网址为 `https://<IP address>:9083/vsc/config/`。使用您的管理员密码下载 JSON 文件。这可以用于 SVM 或集群范围的帐户。

如果您使用的是 ONTAP 9.6 或更早版本，则应使用中提供的 RBAC User Creator (RUC) 工具 "[NetApp 支持站点工具箱](#)"。

- 由于 vCenter UI 插件， VASA Provider 和 SRA 服务器都是完全集成的服务，因此您必须按照在 vCenter UI for ONTAP Tools 中添加存储的方式在 SRM 中向 SRA 适配器添加存储。否则， SRA 服务器可能无法识别通过 SRA 适配器从 SRM 发送的请求。
- 使用 SVM 范围的凭据时，不会执行 NFS 路径检查。这是因为物理位置从 SVM 中进行了逻辑抽象。不过，这并不是一个值得关注的发生原因，因为现代 ONTAP 系统在使用间接路径时不再出现任何明显的性能下降。
- 可能不会报告因存储效率而节省的聚合空间。
- 如果支持，则无法更新负载共享镜像。
- 可能不会在使用 SVM 范围的凭据管理的 ONTAP 系统上执行 EMS 日志记录。

操作最佳实践

以下各节概述了VMware SRM和ONTAP存储的最佳操作实践。

数据存储库和协议

- 如果可能，请始终使用 ONTAP 工具配置数据存储库和卷。这样可以确保卷，接合路径， LUN ， igroup ， 导出策略， 以及其他设置均以兼容的方式进行配置。
- 通过 SRA 使用基于阵列的复制时， SRM 支持在 ONTAP 9 中使用 iSCSI ， 光纤通道和 NFS 版本 3 。对于使用传统或 VVol 数据存储库的 NFS 版本 4.1 ， SRM 不支持基于阵列的复制。
- 要确认连接，请始终验证您是否可以从目标 ONTAP 集群在灾难恢复站点挂载和卸载新的测试数据存储库。测试要用于数据存储库连接的每个协议。最佳做法是使用 ONTAP 工具创建测试数据存储库，因为它正在按照 SRM 的指示执行所有数据存储库自动化。
- 每个站点的 SAN 协议都应是同构的。您可以混合使用 NFS 和 SAN ， 但不应在站点内混合使用 SAN 协议。例如，您可以在站点 A 中使用 FCP ， 在站点 B 中使用 iSCSI 站点 A 不应同时使用 FCP 和 iSCSI 原因是 SRA 不会在恢复站点创建混合 igroup ， 并且 SRM 不会筛选为 SRA 提供的启动程序列表。
- 之前的指南建议创建LIF以定位数据。也就是说，始终使用物理拥有卷的节点上的 LIF 挂载数据存储库。在现代版本的 ONTAP 9 中，不再需要此功能。如果给定了集群范围的凭据、则ONTAP工具仍会尽可能选择在数据本地的各个LUN之间进行负载平衡、但这并不是高可用性或高性能的要求。
- 可以将ONTAP 9配置为在自动调整大小无法提供足够的紧急容量时自动删除快照、以便在空间不足的情况下保持正常运行时间。此功能的默认设置不会自动删除由SnapMirror创建的快照。如果删除了SnapMirror快照、则NetApp SRA将无法反转和重新同步受影响卷的复制。要防止ONTAP删除SnapMirror快照、请

将Snapshot自动删除功能配置为尝试。

```
snap autodelete modify -volume -commitment try
```

- 卷自动调整大小应设置为 `grow` 对于包含SAN数据存储库和的卷 `grow_shrink` 对于NFS数据存储库。了解更多信息 "将卷配置为自动增长或缩减"。
- 如果恢复计划中的数据存储库数量和保护组数量达到最低、则SRM的性能最佳。因此、您应考虑在受SRM保护的环境中优化虚拟机密度、在这种环境中、应使用最重要的是RTO。
- 使用Distributed Resource Scheduler (DRS)帮助平衡受保护和恢复ESXi集群上的负载。请记住、如果您计划故障恢复、则在运行重新保护时、先前受保护的集群将成为新的恢复集群。DRS将有助于平衡两个方向的放置。
- 如有可能、请避免对SRM使用IP自定义、因为这会增加您的RTO。

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

从SRM 8.3开始、支持使用Vvol数据存储库保护VM。在 ONTAP 工具设置菜单中启用 VVOL 复制后， VASA Provider 会将 SnapMirror 计划公开到 VM 存储策略中，如以下屏幕截图所示。

以下示例显示了已启用的卷复制。

Manage Capabilities



Enable VASA Provider

vStorage APIs for Storage Awareness (VASA) is a set of application program interfaces (APIs) that enables vSphere vCenter to recognize the capabilities of storage arrays.



Enable vVols replication

Enables replication of vVols when used with VMware Site Recovery Manager 8.3 or later.



Enable Storage Replication Adapter (SRA)

Storage Replication Adapter (SRA) allows VMware Site Recovery Manager (SRM) to integrate with third party storage array technology.

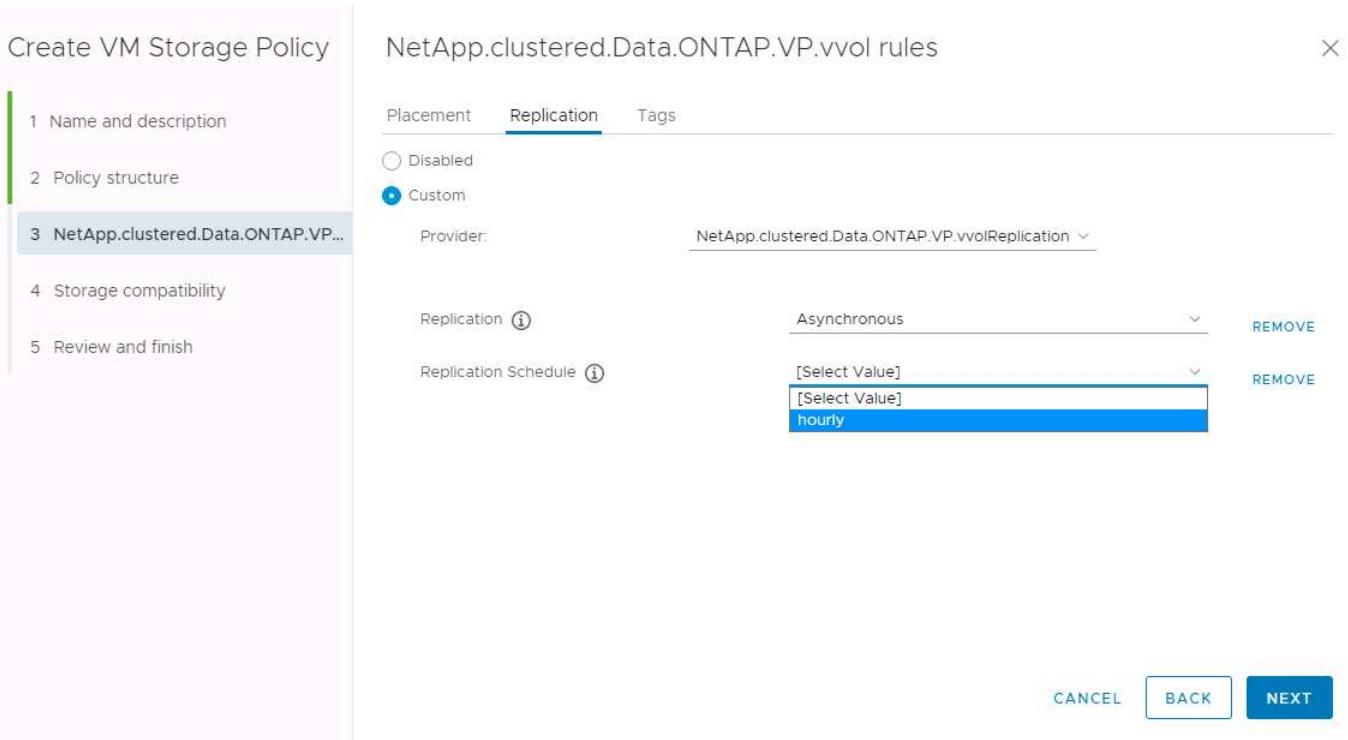
Enter authentication details for VASA Provider and SRA server:

IP address or hostname: 192.168.64.7
Username: Administrator
Password: _____

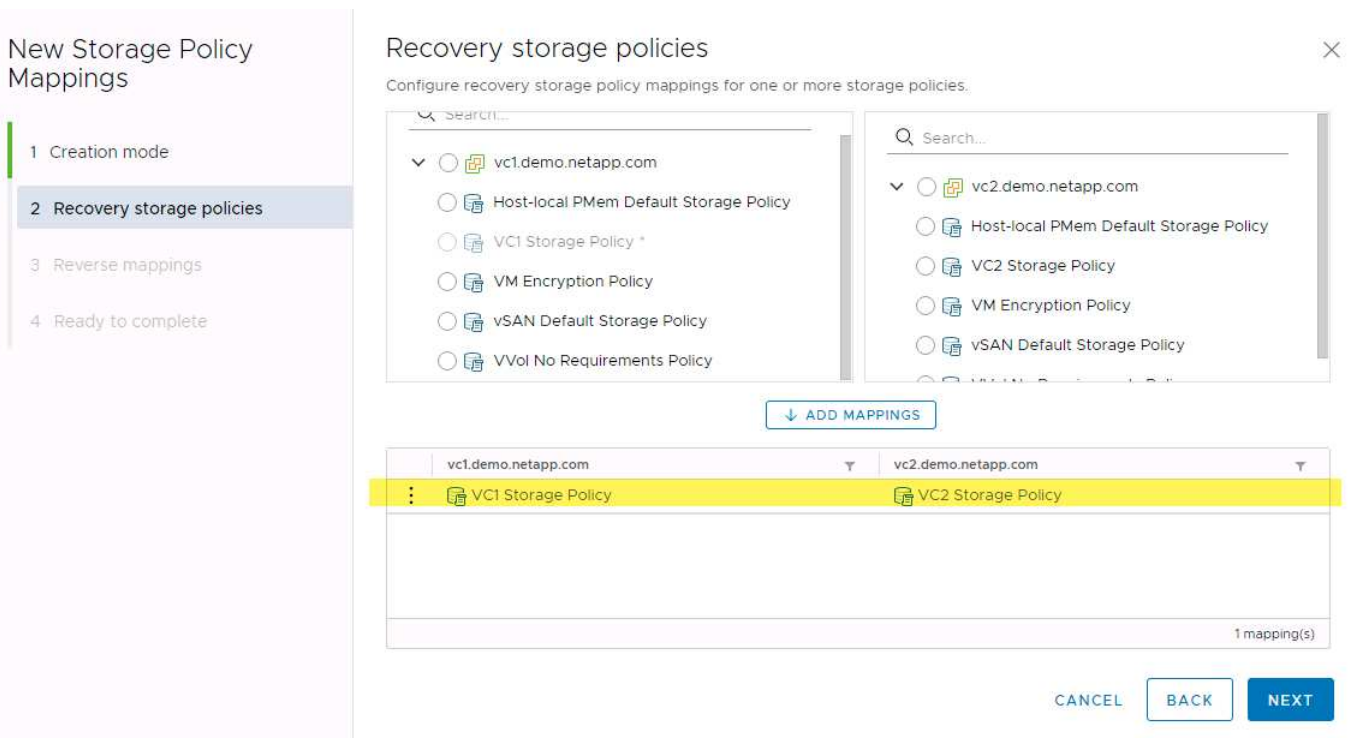
CANCEL

APPLY

以下屏幕截图提供了创建 VM 存储策略向导中显示的 SnapMirror 计划示例。



ONTAP VASA Provider 支持故障转移到不同的存储。例如，系统可以从边缘位置的 ONTAP Select 故障转移到核心数据中心的 AFF 系统。无论存储相似性如何，您都必须始终为启用了复制的 VM 存储策略配置存储策略映射和反向映射，以确保在恢复站点提供的服务满足预期和要求。以下屏幕截图突出显示了一个示例策略映射。

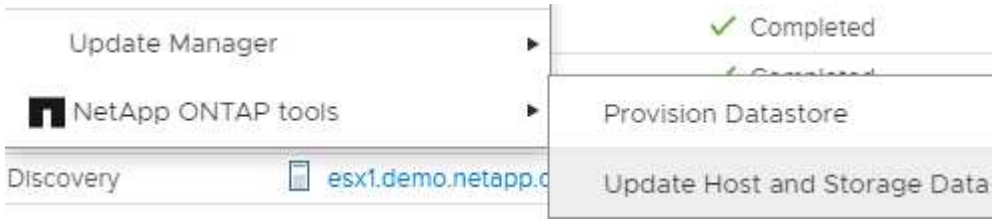


为 VVOL 数据存储库创建复制的卷

与以前的 VVOL 数据存储库不同，复制的 VVOL 数据存储库必须在启用复制的情况下从头开始创建，并且它们必须使用在具有 SnapMirror 关系的 ONTAP 系统上预创建的卷。这需要预先配置集群对等和 SVM 对等。这些活动应由 ONTAP 管理员执行，因为这样可以在管理多个站点的 ONTAP 系统的人员与主要负责 vSphere 操作的人

员之间实现严格的职责分离。

这代表 vSphere 管理员提出了一项新要求。由于卷是在 ONTAP 工具的范围之外创建的，因此在定期计划的重新发现期间之前，它不会意识到 ONTAP 管理员所做的更改。因此，最好在创建要用于 VVol 的卷或 SnapMirror 关系时始终运行重新发现。只需右键单击主机或集群、然后选择 ONTAP 工具 > 更新主机和存储数据、如以下屏幕截图所示。

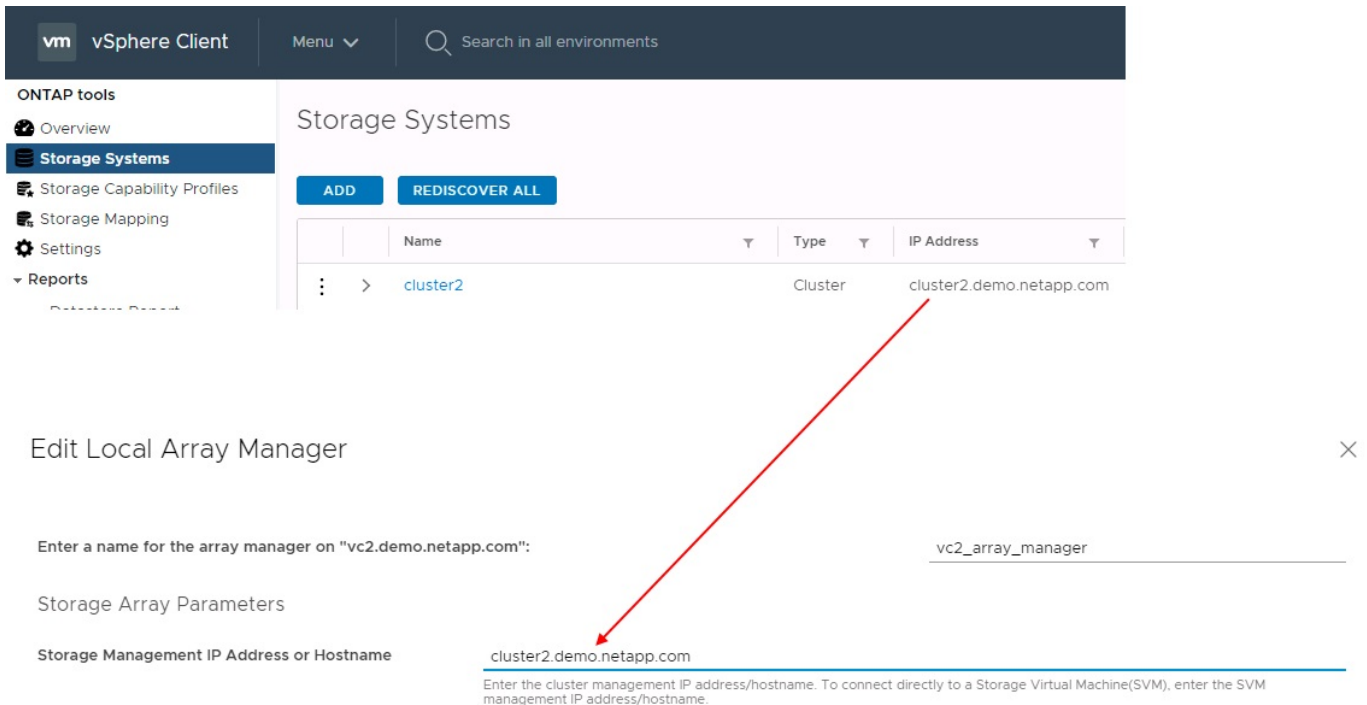


对于 VVOL 和 SRM，应注意一个事项。切勿在同一个 VVOL 数据存储库中混用受保护和未受保护的 VM。原因是，在使用 SRM 故障转移到灾难恢复站点时，灾难恢复中只会使属于保护组的 VM 联机。因此，在重新保护（将 SnapMirror 从灾难恢复反转至生产环境）时，您可能会覆盖未进行故障转移且可能包含有价值数据的 VM。

关于阵列对

系统会为每个阵列对创建一个阵列管理器。使用 SRM 和 ONTAP 工具，每个阵列配对都在 SVM 的范围内完成，即使您使用的是集群凭据也是如此。这样，您可以根据租户分配给他们管理的 SVM 在租户之间划分灾难恢复工作流程。您可以为一个给定集群创建多个阵列管理器、这些阵列管理器可以是非对称的。您可以在不同的 ONTAP 9 集群之间扇出或扇入。例如，可以将集群 1 上的 SVM-A 和 SVM-B 复制到集群 2 上的 SVM-C，集群 3 上的 SVM-D，反之亦然。

在 SRM 中配置阵列对时，应始终按照将其添加到 ONTAP 工具的方式在 SRM 中添加这些阵列对，也就是说，它们必须使用相同的用户名，密码和管理 LIF。此要求可确保 SRA 与阵列正确通信。以下屏幕截图说明了集群在 ONTAP 工具中的显示方式以及如何将其添加到阵列管理器中。



关于复制组

复制组包含同时恢复的虚拟机的逻辑集合。ONTAP 工具 VASA Provider 会自动为您创建复制组。由于 ONTAP SnapMirror 复制是在卷级别进行的，因此卷中的所有 VM 都位于同一个复制组中。

对于复制组以及如何在 FlexVol 卷之间分布虚拟机，需要考虑几个因素。对于缺少聚合级重复数据删除的旧版ONTAP系统、将相似的VM分组在同一个卷中可以提高存储效率、但分组会增加卷的大小并减少卷I/O并行性。在现代ONTAP系统中、可以通过在同一聚合中的FlexVol卷之间分布虚拟机、从而利用聚合级重复数据删除并在多个卷之间实现更大的I/O并行处理能力、从而在性能和存储效率之间实现最佳平衡。您可以同时恢复卷中的 VM ，因为一个保护组（如下所述）可以包含多个复制组。此布局的缺点是、由于卷SnapMirror不考虑聚合重复数据删除、数据块可能会通过缆线传输多次。

对于复制组，最后要考虑的一点是，每个复制组本身都是一个逻辑一致性组（不要与 SRM 一致性组相混淆）。这是因为卷中的所有 VM 都会使用同一个快照一起传输。因此，如果您的虚拟机必须彼此一致，请考虑将其存储在同一个 FlexVol 中。

关于保护组

保护组用于定义从受保护站点一起恢复的组中的 VM 和数据存储库。受保护站点是指在正常稳定状态操作期间，在保护组中配置的 VM 所在的站点。请务必注意，即使 SRM 可能会为一个保护组显示多个阵列管理器，一个保护组也不能跨越多个阵列管理器。因此，您不应将 VM 文件跨越不同 SVM 上的数据存储库。

关于恢复计划

恢复计划定义了在同一过程中恢复的保护组。可以在同一恢复计划中配置多个保护组。此外，要为执行恢复计划提供更多选项，可以在多个恢复计划中包含一个保护组。

通过恢复计划，SRM 管理员可以定义恢复 workflow，方法是将 VM 分配给优先级组，优先级组从 1（最高）到 5（最低）不等，默认值为 3（中等）。在优先级组中，可以为 VM 配置依赖关系。

例如、您的公司可能拥有一个第1层业务关键型应用程序、该应用程序的数据库依赖于Microsoft SQL Server。因此，您决定将 VM 置于优先级组 1 中。在优先级组 1 中，您开始规划订单以启动服务。您可能希望 Microsoft Windows 域控制器在 Microsoft SQL 服务器之前启动，而该服务器需要在应用程序服务器之前联机，依此类推。您可以将所有这些VM添加到优先级组、然后设置依赖关系、因为依赖关系仅适用于给定优先级组。

NetApp 强烈建议您与应用程序团队合作，了解故障转移场景中所需的操作顺序，并相应地构建恢复计划。

测试故障转移

作为最佳实践，每当对受保护 VM 存储的配置进行更改时，始终执行测试故障转移。这样可以确保在发生灾难时、您可以相信Site Recovery Manager可以在预期的Recovery目标范围内还原服务。

NetApp 还建议偶尔确认子系统中的应用程序功能，尤其是在重新配置 VM 存储之后。

执行测试恢复操作时，会在 ESXi 主机上为 VM 创建一个专用测试气泡网络。但是，此网络不会自动连接到任何物理网络适配器，因此不会在 ESXi 主机之间提供连接。为了允许在灾难恢复测试期间不同 ESXi 主机上运行的 VM 之间进行通信，在灾难恢复站点的 ESXi 主机之间创建了一个物理专用网络。要验证测试网络是否为专用网络，可以通过物理方式或使用 VLAN 或 VLAN 标记来隔离测试气泡网络。必须将此网络与生产网络隔离，因为在恢复 VM 后，不能将其放置在 IP 地址可能与实际生产系统冲突的生产网络上。在 SRM 中创建恢复计划时，可以选择创建的测试网络作为测试期间 VM 连接到的专用网络。

验证测试并使其不再需要后，请执行清理操作。运行清理会将受保护的 VM 恢复到其初始状态，并将恢复计划重置为就绪状态。

故障转移注意事项

除了本指南中所述的操作顺序之外，在对站点进行故障转移时还需要考虑其他几个注意事项。

您可能需要应对的一个问题描述是站点之间的网络差异。某些环境可能能够在主站点和灾难恢复站点使用相同的网络 IP 地址。此功能称为延伸型虚拟 LAN（VLAN）或延伸型网络设置。其他环境可能要求主站点使用与灾难恢复站点相对的不同网络 IP 地址（例如，在不同的 VLAN 中）。

VMware 提供了多种方法来解决此问题。例如，VMware NSX-T Data Center 等网络虚拟化技术可从操作环境中将整个网络堆栈从第 2 层抽象为第 7 层，从而提供更便携的解决方案。了解更多信息 "[SRM的NSX-T选项](#)"。

通过 SRM，您还可以在虚拟机恢复后更改其网络配置。此重新配置包括 IP 地址、网关地址和 DNS 服务器设置等设置。恢复计划中 VM 的属性设置中可以指定不同的网络设置、这些设置会在恢复后应用于各个 VM。

要将 SRM 配置为对多个 VM 应用不同的网络设置，而无需编辑恢复计划中每个 VM 的属性，VMware 提供了一个名为 dr-ip-customizer 的工具。要了解如何使用此实用程序、请参见 "[VMware 文档](#)"。

重新保护

恢复后，恢复站点将成为新的生产站点。由于恢复操作中断了 SnapMirror 复制，因此新生产站点不会受到任何未来灾难的影响。最佳实践是，在恢复后立即将新生产站点保护到另一站点。如果原始生产站点正常运行，VMware 管理员可以使用原始生产站点作为新的恢复站点来保护新生产站点，从而有效地反转保护方向。只有在发生非灾难性故障时，才可重新保护。因此，原始 vCenter Server，ESXi 服务器，SRM 服务器和相应的数据库最终必须可恢复。如果没有可用的保护组和新的恢复计划，则必须创建新的保护组和恢复计划。

故障恢复

从根本上说，故障恢复操作是指方向与以前不同的故障转移。作为最佳实践，在尝试故障恢复或换句话说，故障转移到原始站点之前，您应验证原始站点是否已恢复到可接受的功能级别。如果原始站点仍然受到影响，您应延迟故障恢复，直到故障得到充分修复为止。

另一个故障恢复最佳实践是，始终在完成重新保护之后以及执行最终故障恢复之前执行测试故障转移。此操作将验证原始站点上的系统是否可以完成此操作。

重新保护原始站点

在故障恢复之后、您应与所有利益相关方确认其服务已恢复正常、然后再再次运行重新保护。

在故障恢复后运行重新保护实际上会使环境恢复到最初的状态，同时重新运行从生产站点到恢复站点的 SnapMirror 复制。

复制拓扑

在 ONTAP 9 中，集群管理员可以看到集群的物理组件，但使用集群的应用程序和主机无法直接看到这些物理组件。物理组件提供了一个共享资源池，用于构建逻辑集群资源。应用程序和主机仅通过包含卷和 LIF 的 SVM 访问数据。

在 VMware vCenter Site Recovery Manager 中，每个 NetApp SVM 都被视为一个阵列。SRM 支持某些阵列到阵列（或 SVM 到 SVM）复制布局。

一个虚拟机不能在多个 SRM 阵列上拥有虚拟机磁盘（Virtual Machine Disk，VMDK）或 RDM 数据，原因如下：

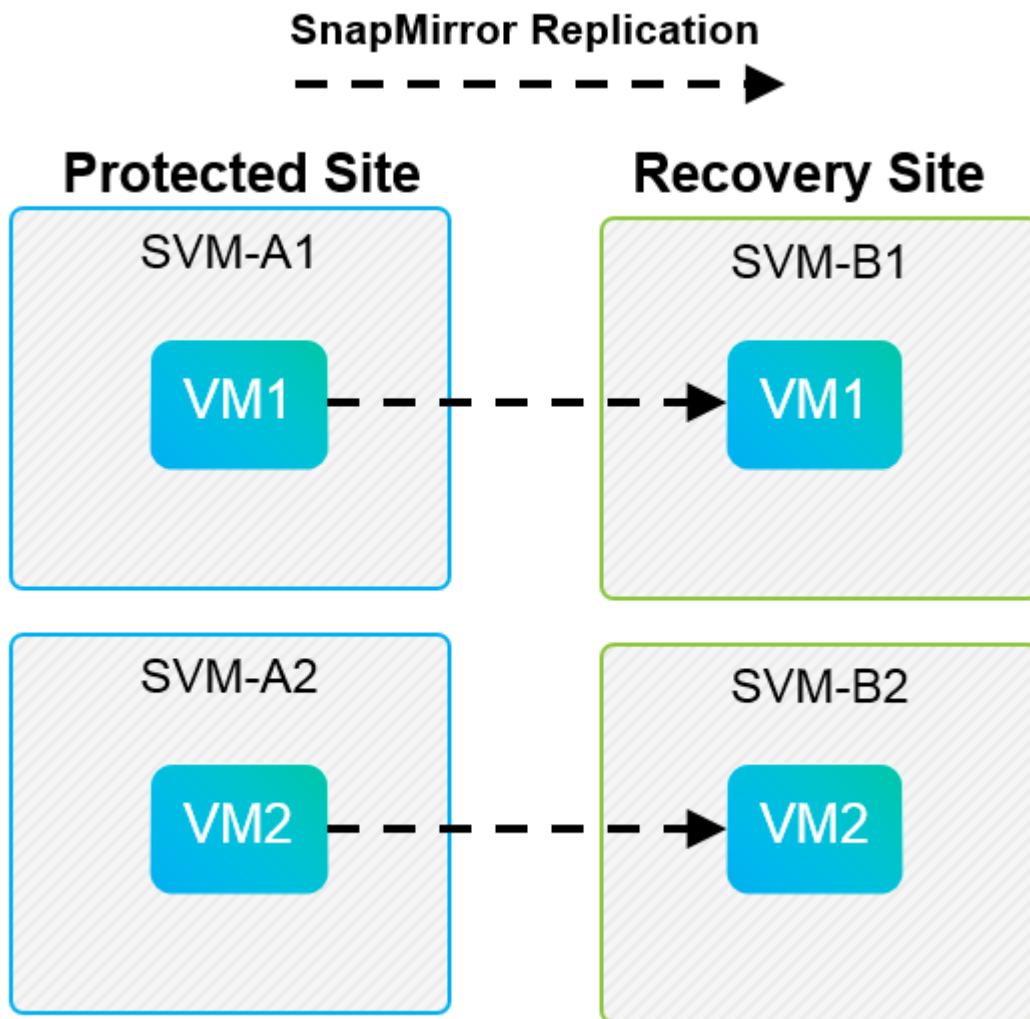
- SRM 只能识别 SVM ，而不能识别单个物理控制器。
- SVM 可以控制跨越集群中多个节点的 LUN 和卷。

最佳实践

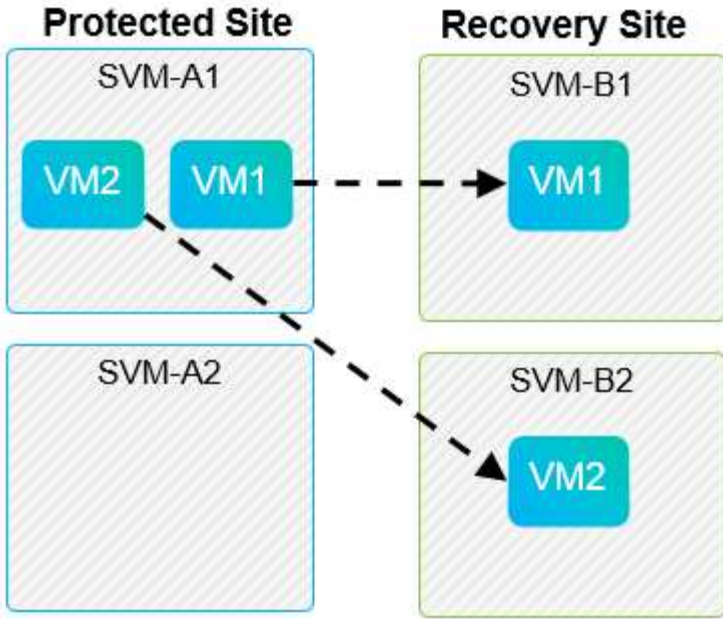
要确定可支持性，请牢记以下规则：要使用 SRM 和 NetApp SRA 保护 VM ， VM 的所有部分都必须仅位于一个 SVM 上。此规则适用于受保护站点和恢复站点。

支持的 SnapMirror 布局

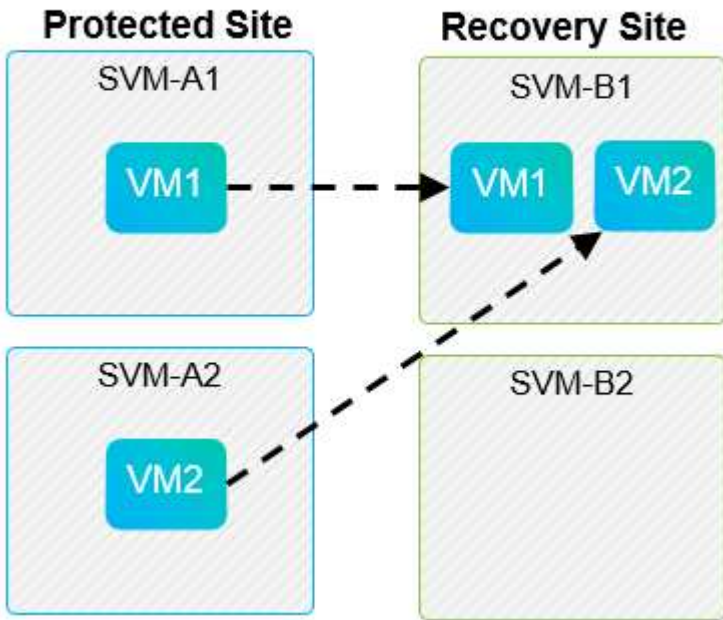
下图显示了 SRM 和 SRA 支持的 SnapMirror 关系布局方案。复制卷中的每个 VM 在每个站点上仅拥有一个 SRM 阵列（ SVM ）上的数据。

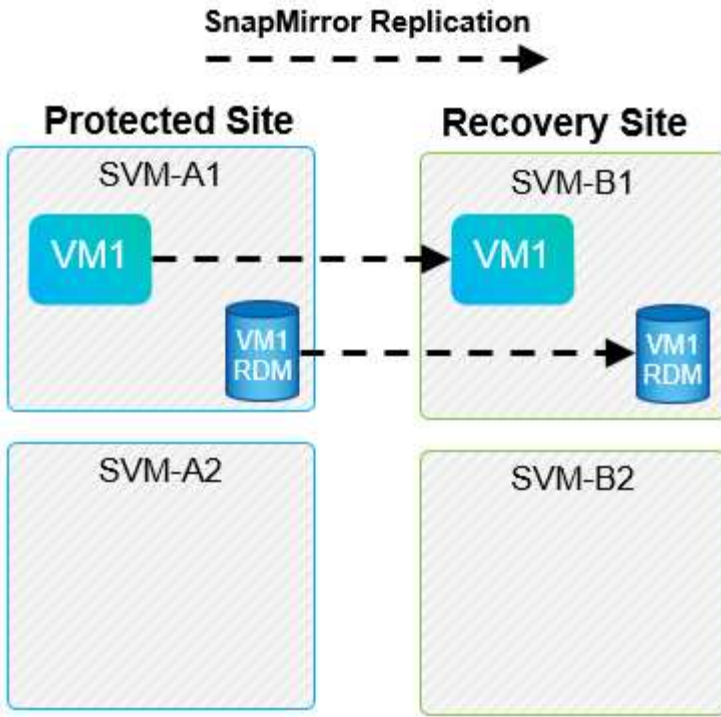


SnapMirror Replication



SnapMirror Replication





支持的阵列管理器布局

在 SRM 中使用基于阵列的复制（ABR）时，保护组会隔离到一个阵列对中，如以下屏幕截图所示。在此情景中，SVM1 和 SVM2 与建立对等关系 SVM3 和 SVM4 在恢复站点上。但是，在创建保护组时，您只能选择两个阵列对中的一个。

New Protection Group

- 1 Name and direction
- 2 Type
- 3 Datastore groups
- 4 Recovery plan
- 5 Ready to complete

Type ×

Select the type of protection group you want to create:

- Datastore groups (array-based replication)**
Protect all virtual machines which are on specific datastores.
- Individual VMs (vSphere Replication)**
Protect specific virtual machines, regardless of the datastores.
- Virtual Volumes (vVol replication)**
Protect virtual machines which are on replicated vVol storage.
- Storage policies (array-based replication)**
Protect virtual machines with specific storage policies.

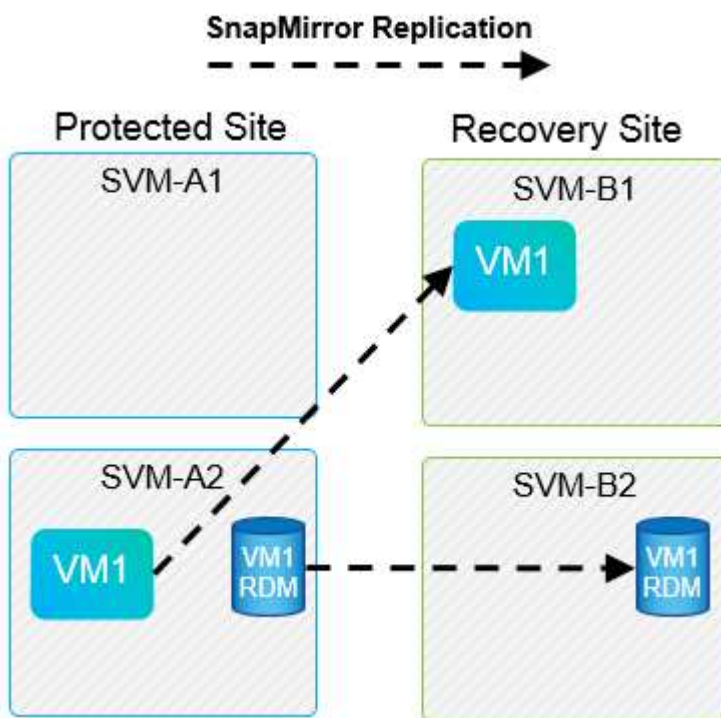
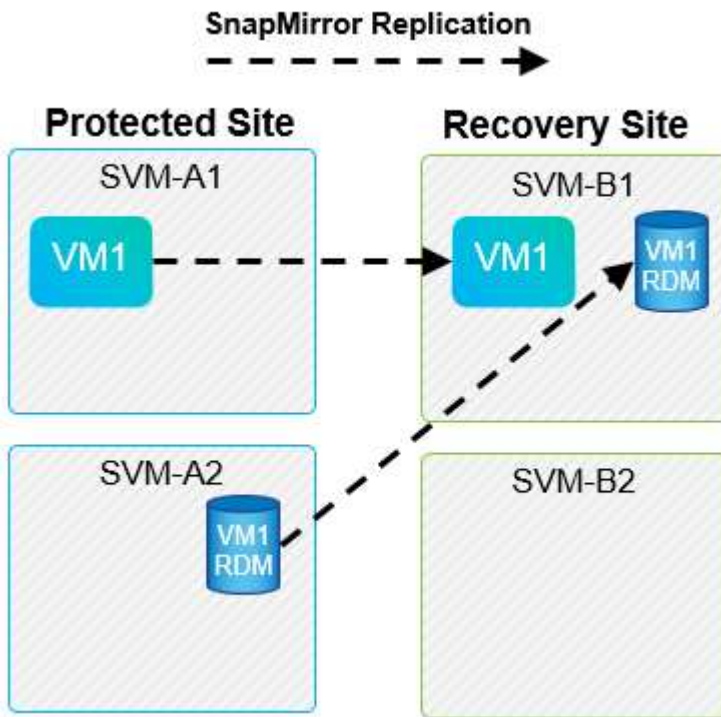
Select array pair

	Array Pair	Array Manager Pair
<input type="radio"/>	✓ cluster1:svm1 ↔ cluster2:svm2	vc1 array manager ↔ vc2 array manager
<input type="radio"/>	✓ cluster1:svm3 ↔ cluster2:svm4	vc1 trad datastores ↔ vc2 trad datastores

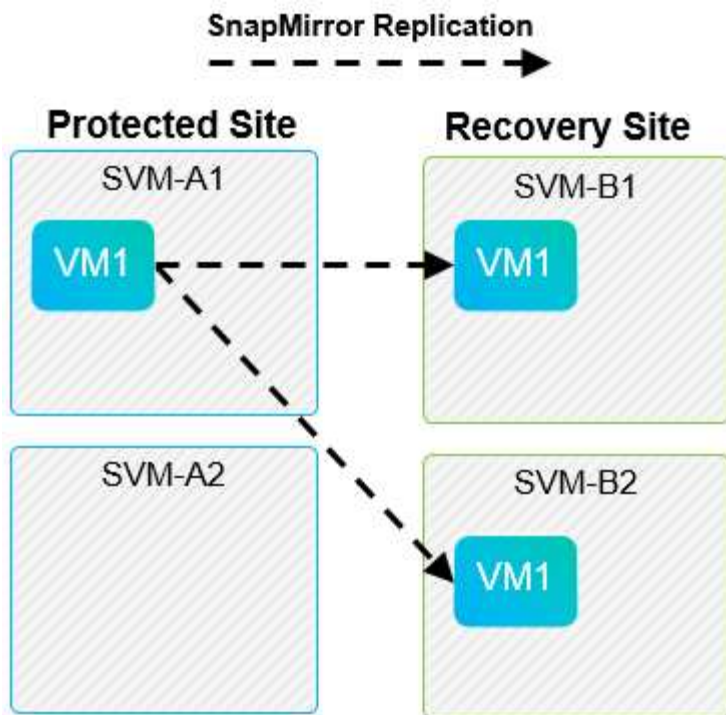
CANCEL
BACK
NEXT

不支持的布局

不受支持的配置会在单个虚拟机所拥有的多个 SVM 上包含数据（VMDK 或 RDM）。在下图所示的示例中，VM1 无法配置为使用 SRM 进行保护，因为 VM1 数据位于两个 SVM 上。

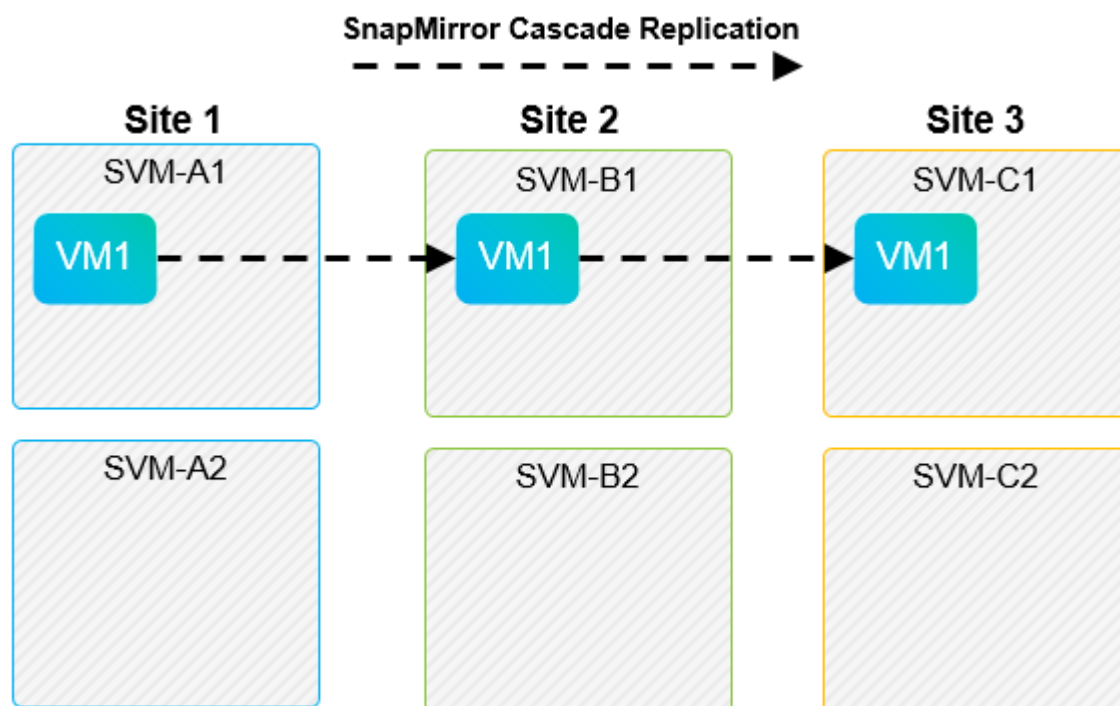


如果任何复制关系将单个 NetApp 卷从一个源 SVM 复制到同一 SVM 或不同 SVM 中的多个目标，则称为 SnapMirror 扇出。SRM 不支持扇出。在下图所示的示例中，VM1 无法在 SRM 中配置保护，因为它已通过 SnapMirror 复制到两个不同位置。



SnapMirror 级联

SRM 不支持 SnapMirror 关系的级联，即，将源卷复制到目标卷，同时使用 SnapMirror 将目标卷复制到另一个目标卷。在下图所示的情形中，不能使用 SRM 在任何站点之间进行故障转移。



SnapMirror 和 SnapVault

NetApp SnapVault 软件支持在 NetApp 存储系统之间对企业数据进行基于磁盘的备份。SnapVault 和 SnapMirror 可以同时位于同一环境中；但是，SRM 仅支持 SnapMirror 关系的故障转移。



NetApp SRA支持 `mirror-vault` 策略类型。

SnapVault 是为 ONTAP 8.2 从头开始重建的。虽然以前的 Data ONTAP 7- 模式用户应该发现相似之处，但此版本的 SnapVault 已进行了重大改进。其中一项重大进步是，能够在 SnapVault 传输期间保持主数据的存储效率。

一个重要的架构变化是，ONTAP 9 中的 SnapVault 在卷级别进行复制，而不是像 7- 模式 SnapVault 那样在 qtree 级别进行复制。此设置意味着 SnapVault 关系的源必须为卷，并且该卷必须复制到 SnapVault 二级系统上其自身的卷。

在使用 SnapVault 的环境中，会在主存储系统上创建专门命名的快照。根据所实施的配置，可以通过 SnapVault 计划或 NetApp Active IQ Unified Manager 等应用程序在主系统上创建命名快照。然后，在主系统上创建的命名快照会复制到 SnapMirror 目标，并从该目标存储到 SnapVault 目标。

可以在级联配置中创建源卷，在级联配置中，卷会复制到灾难恢复站点中的 SnapMirror 目标，然后从该位置存储到 SnapVault 目标。也可以在扇出关系中创建源卷，其中一个目标是 SnapMirror 目标，另一个目标是 SnapVault 目标。但是，在发生 SRM 故障转移或复制反转时，SRA 不会自动重新配置 SnapVault 关系以使用 SnapMirror 目标卷作为存储源。

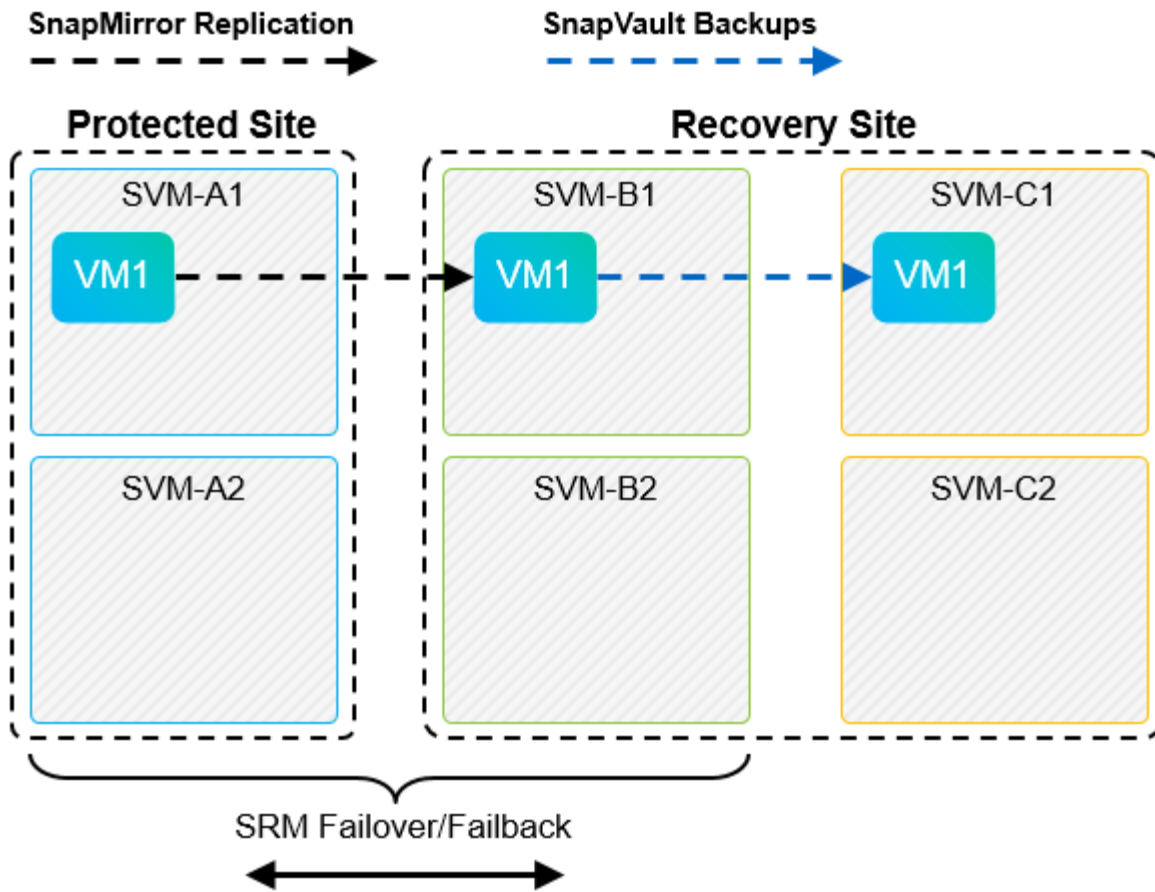
有关适用于 ONTAP 9 的 SnapMirror 和 SnapVault 的最新信息，请参见 ["TR-4015 《适用于 ONTAP 9 的 SnapMirror 配置最佳实践指南》"](#)。

最佳实践

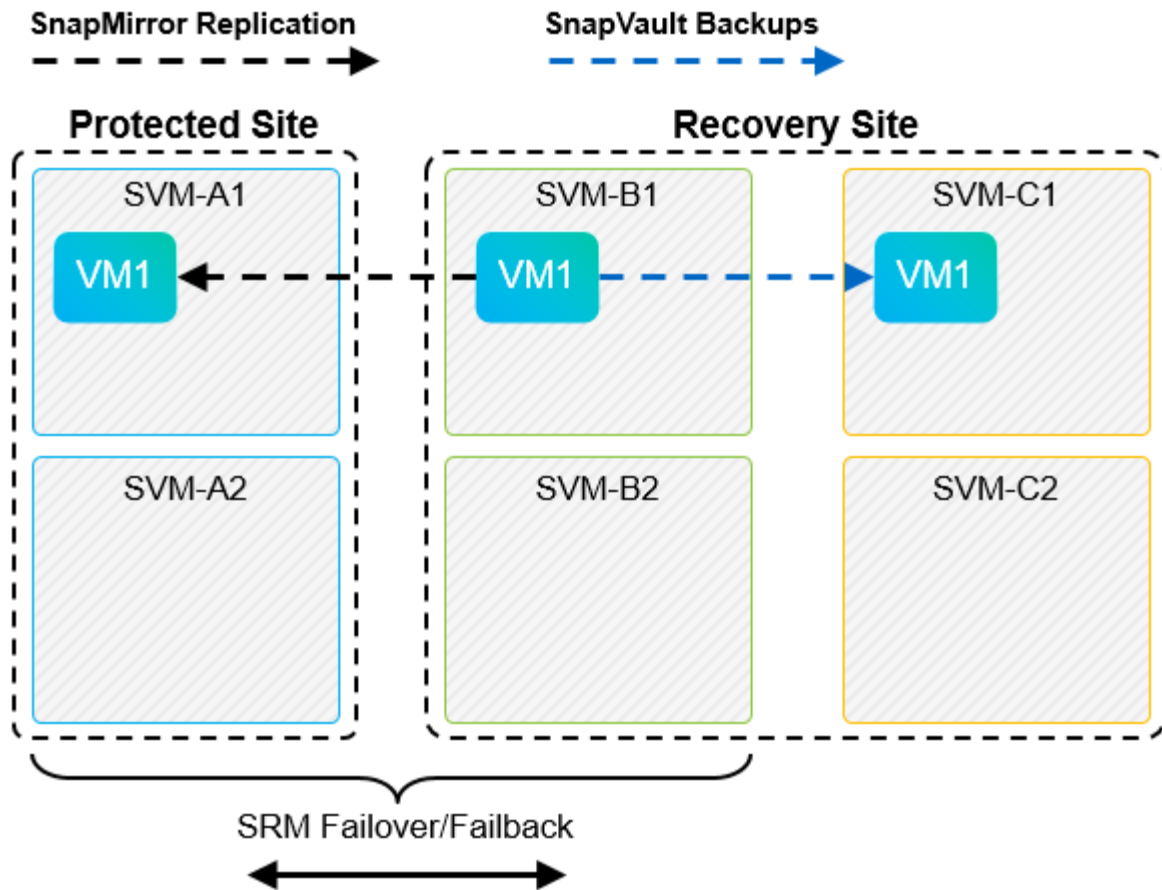
如果在同一环境中使用 SnapVault 和 SRM，NetApp 建议使用 SnapMirror 到 SnapVault 级联配置，其中通常会从灾难恢复站点的 SnapMirror 目标执行 SnapVault 备份。发生灾难时，此配置会使主站点无法访问。通过将 SnapVault 目标保留在恢复站点上，可以在故障转移后重新配置 SnapVault 备份，以便在恢复站点上运行时可以继续执行 SnapVault 备份。

在 VMware 环境中，每个数据存储库都有一个通用唯一标识符（UUID），每个 VM 都有一个唯一的受管对象 ID（MOID）。在故障转移或故障恢复期间，SRM 不会维护这些 ID。由于 SRM 在故障转移期间不会维护数据存储库 UUID 和 VM MOID，因此，在 SRM 故障转移后，必须重新配置依赖这些 ID 的所有应用程序。例如，NetApp Active IQ Unified Manager 可将 SnapVault 复制与 vSphere 环境进行协调。

下图显示了 SnapMirror 到 SnapVault 的级联配置。如果 SnapVault 目标位于灾难恢复站点或不受主站点中断影响的三级站点上，则可以重新配置环境，以便在故障转移后继续备份。



下图显示了使用 SRM 将 SnapMirror 复制反转回主站点后的配置。此外，还对环境进行了重新配置，使 SnapVault 备份从现在的 SnapMirror 源进行。此设置为 SnapMirror SnapVault 扇出配置。



在 SRM 执行故障恢复并再次反转 SnapMirror 关系后，生产数据将返回到主站点。现在，此数据将通过 SnapMirror 和 SnapVault 备份获得与故障转移到灾难恢复站点之前相同的保护方式。

在 Site Recovery Manager 环境中使用 qtree

qtree 是一种特殊目录，可用于为 NAS 应用文件系统配额。ONTAP 9 允许创建 qtree，而 qtree 可以存在于使用 SnapMirror 复制的卷中。但是，SnapMirror 不允许复制单个 qtree 或 qtree 级复制。所有 SnapMirror 复制仅在卷级别进行。因此，NetApp 不建议在 SRM 中使用 qtree。

FC 和 iSCSI 混合环境

借助支持的 SAN 协议（FC，FCoE 和 iSCSI），ONTAP 9 可提供 LUN 服务，即创建 LUN 并将其映射到连接的主机。由于集群由多个控制器组成，因此，多路径 I/O 可管理多个逻辑路径，并将其连接到任何单个 LUN。主机上使用非对称逻辑单元访问（ALUA），以便选择 LUN 的优化路径并使其处于活动状态以进行数据传输。如果指向任何 LUN 的优化路径发生变化（例如，由于移动了包含 LUN 的卷），ONTAP 9 会自动识别此更改并无中断地进行调整。如果优化路径不可用，ONTAP 可以无中断地切换到任何其他可用路径。

VMware SRM 和 NetApp SRA 支持在一个站点使用 FC 协议，而在另一个站点使用 iSCSI 协议。但是，不支持在同一 ESXi 主机或同一集群中的不同主机中混合使用 FC 连接的数据存储库和 iSCSI 连接的数据存储库。SRM 不支持此配置，因为在 SRM 故障转移或测试故障转移期间，SRM 会在请求中包括 ESXi 主机中的所有 FC 和 iSCSI 启动程序。

最佳实践

SRM 和 SRA 支持在受保护站点和恢复站点之间混合使用 FC 和 iSCSI 协议。但是，每个站点只能配置一个 FC 或 iSCSI 协议，而不能在同一站点上同时配置这两个协议。如果要求在同一站点同时配置 FC 和 iSCSI 协议，NetApp 建议某些主机使用 iSCSI，而其他主机使用 FC。在这种情况下，NetApp 还建议设置 SRM 资源映射，以便将 VM 配置为故障转移到一组主机或另一组主机。

对使用 VVol 复制的 SRM 进行故障排除

使用 VVOL 复制时，SRM 中的工作流与使用 SRA 和传统数据存储库时的工作流有明显不同。例如，没有阵列管理器概念。因此，`discoverarrays` 和 `discoverdevices` 无法看到命令。

在进行故障排除时，了解下面列出的新工作流非常有用：

1. `queryReplicationPeer`：发现两个故障域之间的复制协议。
2. `queryFaultDomain`：发现故障域层次结构。
3. `queryReplicationGroup`：发现源域或目标域中的复制组。
4. `syncReplicationGroup`：同步源和目标之间的数据。
5. `queryPointInTimeReplica`：发现目标上的时间点副本。
6. `testFailoverReplicationGroupStart`：开始测试故障转移。
7. `testFailoverReplicationGroupStop`：结束测试故障转移。
8. `promoteReplicationGroup`：将当前正在测试的组提升为生产组。
9. `prepareFailoverReplicationGroup`：准备灾难恢复。
10. `failoverReplicationGroup`：执行灾难恢复。
11. `reverseReplicateGroup`：启动反向复制。
12. `queryMatchingContainer`：查找可能使用给定策略满足配置请求的容器（以及主机或复制组）。
13. `queryResourceMetadata`：从 VASA 提供程序中发现所有资源的元数据，资源利用率可以作为问题解答返回给 `queryMatchingContainer` 函数。

配置 VVOL 复制时，最常见的错误是无法发现 SnapMirror 关系。之所以出现这种情况，是因为卷和 SnapMirror 关系是在 ONTAP 工具的权限范围之外创建的。因此，最佳做法是，在尝试创建复制的 VVOL 数据存储库之前，始终确保 SnapMirror 关系已完全初始化，并且您已在两个站点的 ONTAP 工具中运行重新发现。

追加信息

要了解有关本文档中所述信息的更多信息，请查看以下文档和 / 或网站：

- TR-4597：适用于 ONTAP 的 VMware vSphere
["https://docs.netapp.com/us-en/ontap-apps-dbs/vmware/vmware-vsphere-overview.html"](https://docs.netapp.com/us-en/ontap-apps-dbs/vmware/vmware-vsphere-overview.html)
- TR-4400：采用 ONTAP 的 VMware vSphere 虚拟卷
["https://docs.netapp.com/us-en/ontap-apps-dbs/vmware/vmware-vvols-overview.html"](https://docs.netapp.com/us-en/ontap-apps-dbs/vmware/vmware-vvols-overview.html)
- TR-4015 《适用于 ONTAP 9 的 SnapMirror 配置最佳实践指南》
<https://www.netapp.com/media/17229-tr4015.pdf?v=127202175503P>

- 适用于 ONTAP 的 RBAC User Creator
["https://mysupport.netapp.com/site/tools/tool-eula/rbac"](https://mysupport.netapp.com/site/tools/tool-eula/rbac)
- 适用于 VMware vSphere 的 ONTAP 工具资源
["https://mysupport.netapp.com/site/products/all/details/otv/docsandkb-tab"](https://mysupport.netapp.com/site/products/all/details/otv/docsandkb-tab)
- VMware Site Recovery Manager 文档
["https://docs.vmware.com/en/Site-Recovery-Manager/index.html"](https://docs.vmware.com/en/Site-Recovery-Manager/index.html)

请参见 ["互操作性表工具 \(IMT\)"](#) 在 NetApp 支持站点上, 验证您的特定环境是否支持本文档中所述的确切产品和功能版本。NetApp IMT 定义了可用于构建 NetApp 支持的配置的产品组件和版本。具体结果取决于每个客户是否按照已发布的规格进行安装。

采用ONTAP的vSphere Metro存储集群

采用ONTAP的vSphere Metro存储集群

VMware行业领先的vSphere虚拟机管理程序可部署为延伸型集群、称为vSphere Metro Storage Cluster (VMSC)。

NetApp@MetroCluster™和SnapMirror主动同步(以前称为SnapMirror业务连续性或SMBC)均支持VMSC解决方案, 如果一个或多个故障域发生完全中断, 则可以提供高级业务连续性。不同故障模式的故障恢复能力取决于您选择的配置选项。

适用于vSphere环境的持续可用性解决方案

ONTAP架构是一个灵活且可扩展的存储平台、可为数据存储库提供SAN (FCP、iSCSI和NVMe-oF)和NAS (NFS v3和v4.1)服务。NetApp AFF、ASA和FAS存储系统使用ONTAP操作系统为子系统存储访问提供其他协议、例如S3和SMB/CCIFS。

NetApp MetroCluster使用NetApp的HA (控制器故障转移或CFO)功能来防止控制器发生故障。它还包括本地SyncMirror技术、灾难时集群故障转移(控制器按需故障转移或CFOD)、硬件冗余和地理分隔、以实现高可用性。SyncMirror通过将数据写入两个丛(本地磁盘架上主动提供数据的本地丛和通常不提供数据的远程丛)、在MetroCluster配置的两部分之间同步镜像数据。所有MetroCluster组件(例如控制器、存储、缆线、交换机(用于光纤MetroCluster)和适配器)都具有硬件冗余。

NetApp SnapMirror主动同步可通过FCP和iSCSI SAN协议提供数据存储库粒度保护、从而使您可以有选择地仅保护高优先级工作负载。与主动-备用解决方案NetApp MetroCluster不同、它可以同时对本地和远程站点进行主动-主动访问。目前、主动同步是一种非对称解决方案、其中一方优先于另一方、可提供更好的性能。这可通过ALOA (非对称逻辑单元访问)功能来实现、ALOA功能会自动通知ESXi主机首选控制器。但是、NetApp已宣布活动同步很快将启用完全对称访问。

要在两个站点之间创建VMware HA/DRS集群、需要使用vCenter Server Appliance (VCA)来管理ESXi主机。vSphere管理、vMotion®和虚拟机网络通过两个站点之间的冗余网络进行连接。管理HA/DRS集群的vCenter Server可以连接到两个站点上的ESXi主机、并且应使用vCenter HA进行配置。

请参见 ["如何在vSphere Client中创建和配置集群"](#) 配置vCenter HA。

您还应参考 ["VMware vSphere Metro Storage Cluster 建议的实践"](#)。

什么是vSphere Metro Storage Cluster?

vSphere Metro Storage Cluster (VMSC)是一种经过认证的配置、可保护虚拟机(VM)和容器免受故障的影响。这可以通过使用延伸型存储概念以及分布在不同故障域(例如机架、建筑物、园区甚至城市)中的ESXi主机集群来实现。NetApp MetroCluster和SnapMirror主动同步存储技术用于分别为主机集群提供RPO = 0或接近RPO = 0的保护。VMSC配置旨在确保数据始终可用、即使完整的物理或逻辑"站点"发生故障也是如此。在成功完成VMSC认证过程后、属于VMSC配置的存储设备必须经过认证。可在[中找到所有受支持的存储设备](#) "《VMware存储兼容性指南》"。

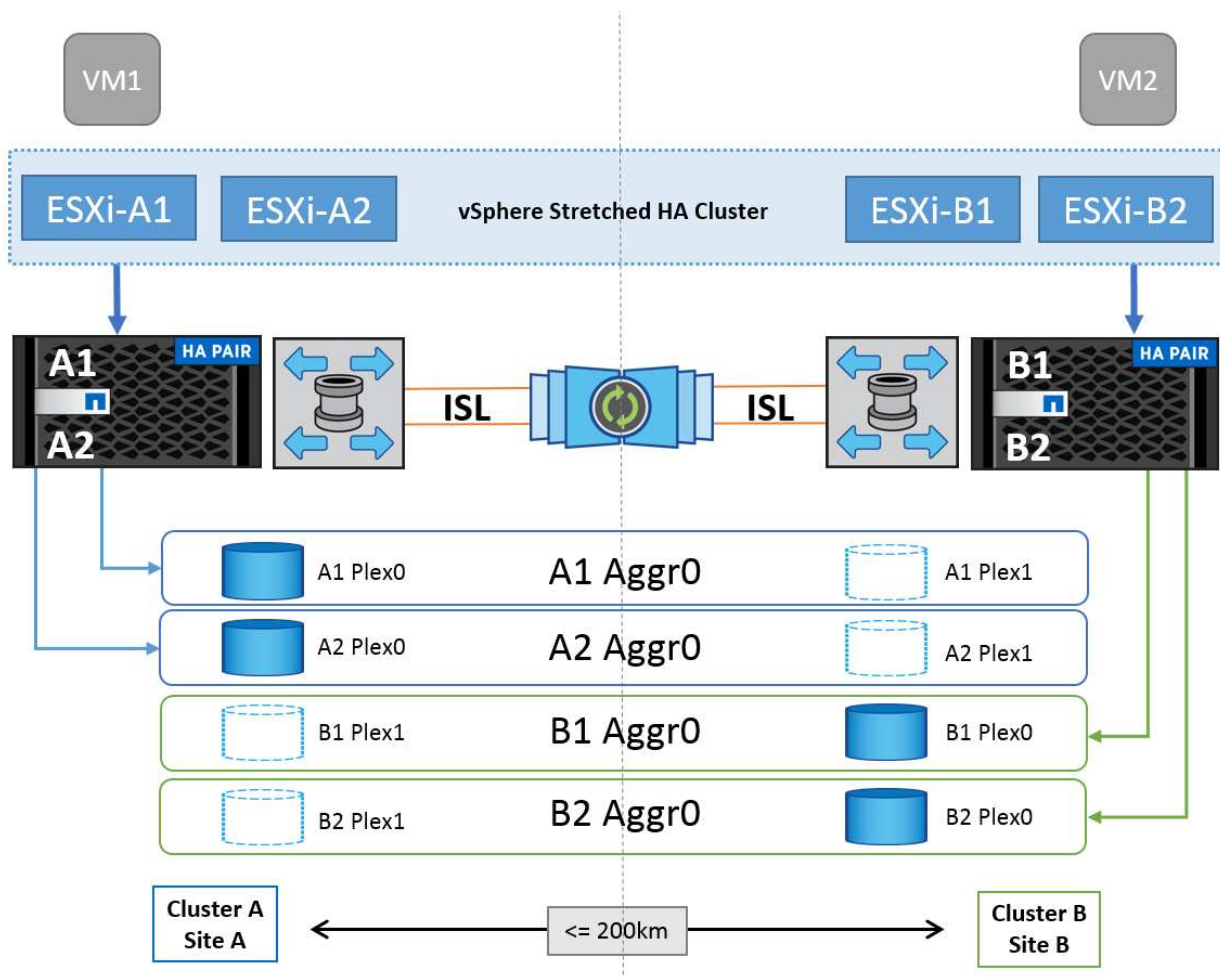
如果您需要有关vSphere Metro Storage Cluster设计准则的详细信息、请参阅以下文档:

- ["NetApp MetroCluster支持VMware vSphere"](#)
- ["VMware vSphere支持NetApp SnapMirror业务连续性"](#) (现在称为SnapMirror活动同步)

根据延迟注意事项、可以将NetApp MetroCluster部署在两种不同的配置中以用于vSphere:

- 延伸型MetroCluster
- 光纤MetroCluster

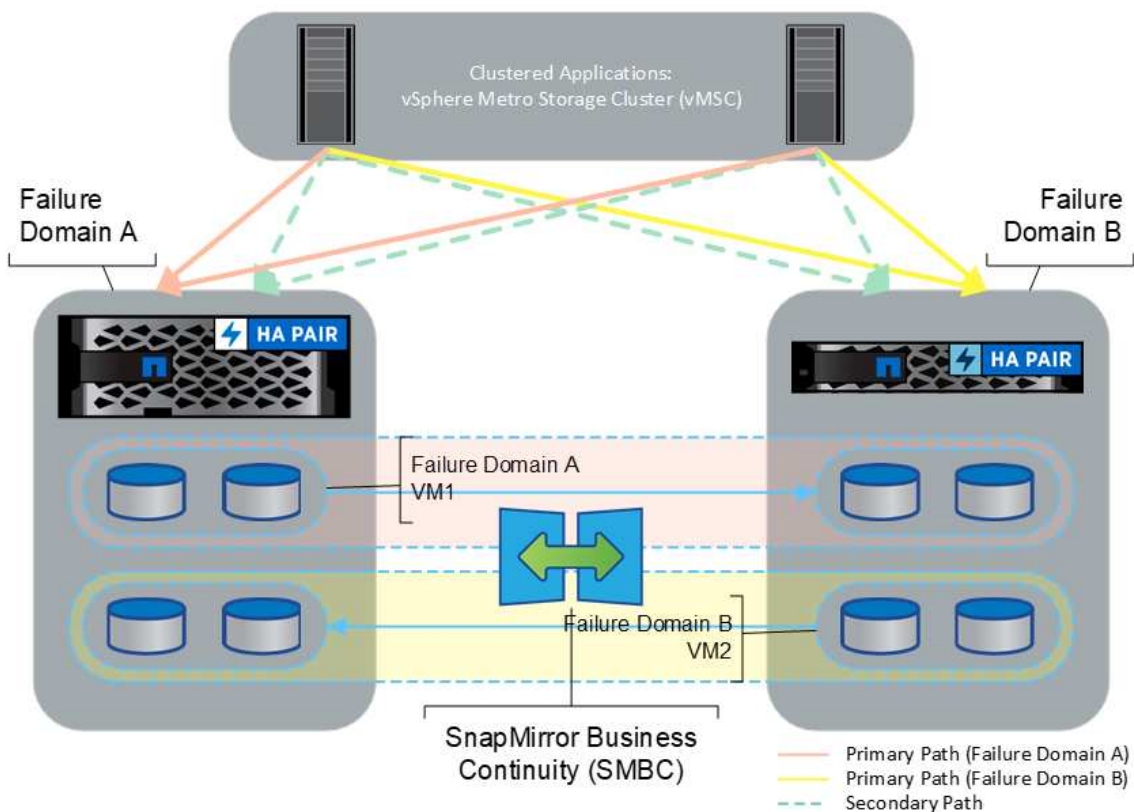
下图展示了延伸型MetroCluster的高层面拓扑图。



请参见 ["MetroCluster 文档"](#) 了解MetroCluster的特定设计和部署信息。

SnapMirror主动同步也可以通过两种不同的方式进行部署。

- 非对称
- 对称(ONTAP 9.14.1中的私有预览)



请参见 "NetApp文档" 有关SnapMirror活动同步的特定设计和部署信息、请参见。

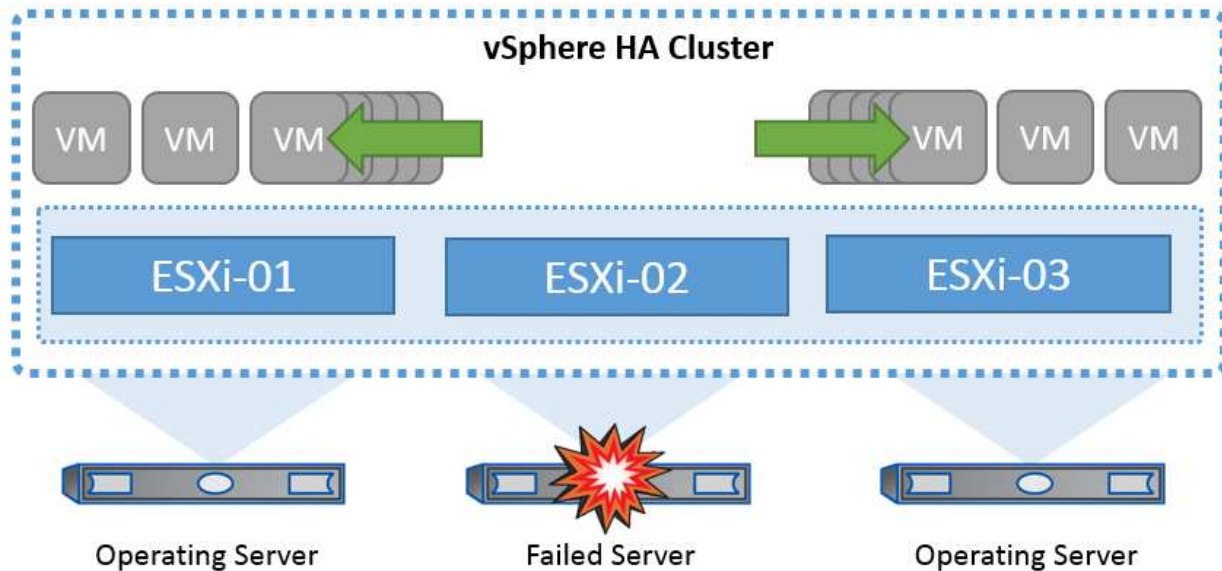
VMware vSphere解决方案概述

vCenter Server Appliance (VCCSA)是一款功能强大的集中式管理系统和适用于vSphere的单一管理平台、可使管理员有效地运行ESXi集群。它有助于实现关键功能、例如VM配置、vMotion操作、高可用性(HA)、分布式资源计划程序(DRS)、Tanzu Kubernetes Grid等。它是VMware云环境中的一个重要组件、在设计时应考虑服务可用性。

vSphere高可用性

VMware的集群技术可将ESXi服务器分组到虚拟机的共享资源池中、并提供vSphere High Availability (HA)。vSphere HA可为虚拟机中运行的应用程序提供易于使用的高可用性。在集群上启用HA功能后、每个ESXi服务器都会与其他主机保持通信、以便在任何ESXi主机无响应或隔离时、HA集群可以在集群中的无故障主机之间协商恢复该ESXi主机上运行的虚拟机。如果操作系统发生故障、vSphere HA会在同一物理服务器上重新启动受影响的虚拟机。借助vSphere HA、可以减少计划内停机、防止计划外停机并从中断中快速恢复。

vSphere HA集群从故障服务器中恢复VM。



请务必了解、VMware vSphere不了解NetApp MetroCluster或SnapMirror活动同步、并且会根据主机和VM组关联性配置、将vSphere集群中的所有ESXi主机视为符合HA集群操作条件的主机。

主机故障检测

创建HA集群后、集群中的所有主机都会参与选择、其中一个主机将成为主主机。每个从节点对主节点执行网络检测信号、而主节点则对所有从节点主机执行网络检测信号。vSphere HA集群的主主机负责检测从主机的故障。

根据检测到的故障类型、可能需要对主机上运行的虚拟机进行故障转移。

在vSphere HA集群中、检测到三种类型的主机故障：

- 故障—主机停止运行。
- 隔离—主机变为网络隔离。
- 分区-主机与主主机断开网络连接。

主主机监控集群中的从主机。此通信通过每秒交换一次网络检测信号来完成。当主主机停止从从主机接收这些检测信号时、它会先检查主机活动性、然后再声明主机出现故障。主主机执行的活动性检查用于确定从主机是否正在与某个数据存储库交换检测搏。此外、主主机还会检查该主机是否对发送到其管理IP地址的ICMP ping做出响应、以检测它是仅与其主节点隔离还是与网络完全隔离。它通过对默认网关执行pinging来实现此目的。可以手动指定一个或多个隔离地址、以提高隔离验证的可靠性。

最佳实践

NetApp建议至少指定两个额外的隔离地址、并且每个地址都是站点本地地址。这将提高隔离验证的可靠性。

主机隔离响应

隔离响应是vSphere HA中的一项设置、用于确定当vSphere HA集群中的主机丢失其管理网络连接但仍继续运行时在虚拟机上触发的操作。此设置有三个选项："Disabled (禁用)"、"Shut Down and Restart VMs"(关闭并重新启动VM)和"Power Off and Restart VMs"(关闭并重新启动VM)。

"Shut down (关闭)"优于"Power Off (关闭)"、后者不会刷新最近对磁盘所做的更改或提交事务。如果虚拟机

在300秒内未关闭、则会将其关闭。要更改等待时间、请使用高级选项`as.isolationshutdowntimeout`。

在HA启动隔离响应之前、它会首先检查vSphere HA主代理是否拥有包含VM配置文件的数据存储库。否则、主机将不会触发隔离响应、因为没有主节点可重新启动VM。主机将定期检查数据存储库状态、以确定是否由具有主角色的vSphere HA代理声明数据存储库。

最佳实践

NetApp建议将"主机隔离响应"设置为"已禁用"。

如果主机与vSphere HA主主机隔离或分区、并且主主机无法通过检测信号数据存储库或ping进行通信、则可能发生脑裂情况。主节点会声明隔离的主机已停止运行、并在集群中的其他主机上重新启动VM。现在存在脑裂情况、因为虚拟机有两个实例正在运行、其中只有一个实例可以读取或写入虚拟磁盘。现在、可以通过配置虚拟机组件保护(VM Component Protection、VMCP)来避免脑裂情况。

VM组件保护(VMCP)

vSphere 6中与HA相关的一项增强功能是VMCP。VMCP可针对块(FC、iSCSI、FCoE)和文件存储(NFS)提供增强的保护、使其免受所有路径关闭(APD)和永久设备丢失(PDL)情况的影响。

永久设备丢失(永久设备丢失)(财产和财产)

如果存储设备永久出现故障或被管理员删除、并且不希望返回、则会出现上述情况。NetApp存储阵列向ESXi发出SCSI检测代码、声明设备已永久丢失。在vSphere HA的故障条件和VM响应部分中、您可以配置检测到无效条件后的响应。

最佳实践

NetApp建议将"Response for Data with PCL"(使用数据存储库的响应)设置为"关闭并重新启动VMS"。检测到这种情况后、VM将在vSphere HA集群中运行正常的主机上立即重新启动。

所有路径已关闭(APD)

APD是指主机无法访问存储设备且没有指向阵列的路径时发生的情况。ESXi认为此问题是设备的临时问题、并希望它能够再次可用。

检测到APD情况时、计时器将启动。140秒后、系统将正式声明APD条件、并且设备会标记为APD超时。超过140秒后、HA将开始计算VM故障转移APD延迟中指定的分钟数。指定时间过后、HA将重新启动受影响的虚拟机。您可以根据需要将VMCP配置为以不同方式响应("Disabled (已禁用)"、"VM Events (问题描述事件)"或"Power Off and Restart VM (关闭并重新启动VM)")。

最佳实践

NetApp建议将"Response for Data with APD"配置为"关闭并重新启动VM (保守)"。

保守是指HA能够重新启动VM的可能性。如果设置为保守、则只有在HA知道其他主机可以重新启动受APD影响的虚拟机时、它才会重新启动该虚拟机。如果发生主动、即使HA不知道其他主机的状态、也会尝试重新启动虚拟机。如果任何主机都无法访问虚拟机所在的数据存储库、则可能导致虚拟机无法重新启动。

如果APD状态为已解决、并且在超时之前还原了对存储的访问、则HA不会不必要地重新启动虚拟机、除非您明确对此虚拟机进行配置。如果即使环境已从APD条件中恢复、也需要响应、则应将APD超时后APD恢复的响应配置为重置VM。

最佳实践

NetApp建议将APD超时后APD恢复的响应配置为已禁用。

适用于NetApp MetroCluster的VMware DRS实施

VMware DRS是一项将主机资源聚合到集群中的功能、主要用于在虚拟基础架构中的集群内进行负载平衡。VMware DRS主要计算在集群中执行负载平衡所需的CPU和内存资源。由于vSphere无法识别延伸型集群、因此在执行负载平衡时、它会考虑两个站点中的所有主机。为了避免跨站点流量、NetApp建议配置DRS关联性规则、以管理VM的逻辑隔离。这样可以确保、除非完全发生站点故障、否则HA和DRS将仅使用本地主机。

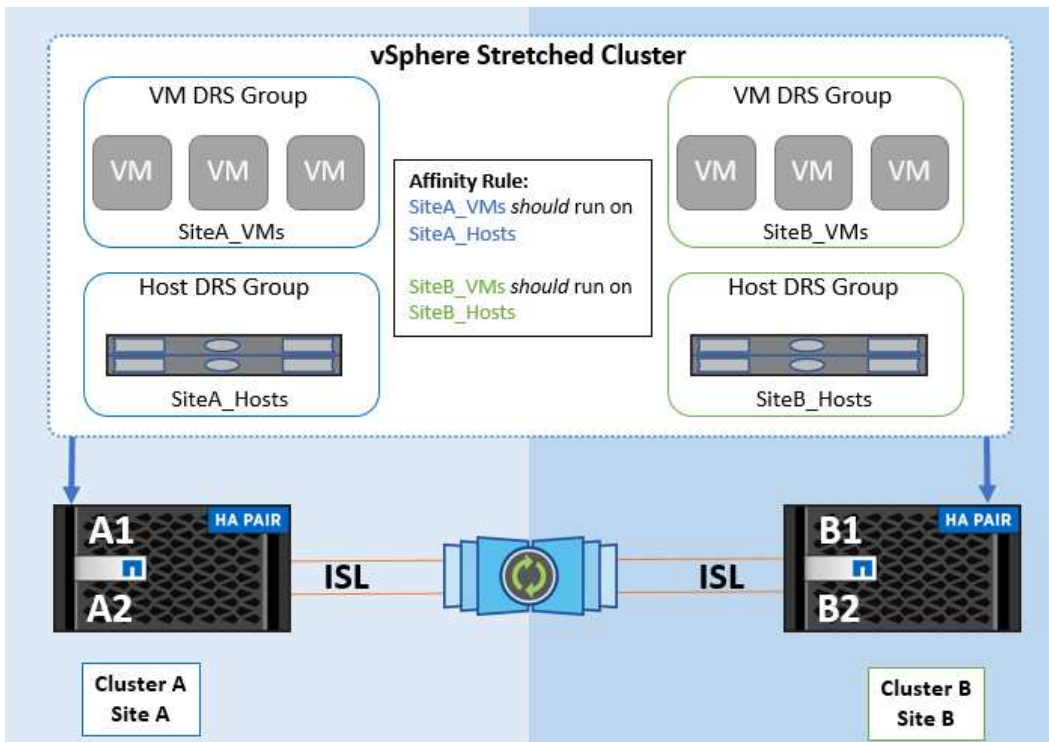
如果为集群创建DRS关联性规则、则可以指定vSphere在虚拟机故障转移期间如何应用该规则。

您可以通过两种类型的规则来指定vSphere HA故障转移行为：

- VM反关联性规则会强制指定的虚拟机在故障转移操作期间保持分离状态。
- 在故障转移操作期间、VM主机关联性规则会将指定的虚拟机放置在特定主机或已定义主机组的成员上。

使用VMware DRS中的VM主机关联性规则、可以在站点A和站点B之间进行逻辑隔离、以便VM与配置为给定数据存储库的主读/写控制器的阵列在同一站点的主机上运行。此外、VM主机关联性规则还可以使虚拟机保持在存储本地、从而确保在站点间发生网络故障时虚拟机连接。

以下是VM主机组和关联性规则的示例。



最佳实践

NetApp建议实施"应该"规则、而不是"必须"规则、因为如果发生故障、vSphere HA会违反这些规则。使用"必须"规则可能会导致服务中断。

服务的可用性应始终高于性能。如果完整数据中心发生故障、则"必须"规则必须从VM主机关联性组中选择主机、并且当数据中心不可用时、虚拟机不会重新启动。

使用NetApp MetroCluster实施VMware存储DRS

通过VMware Storage DRS功能、可以将数据存储库聚合到一个单元中、并在超过存储I/O控制阈值时平衡虚拟机磁盘。

默认情况下、启用了存储DRS的DRS集群会启用存储I/O控制。通过存储I/O控制、管理员可以控制在I/O拥塞期间分配给虚拟机的存储I/O量、这样、在分配I/O资源时、更重要的虚拟机就可以优先于不太重要的虚拟机。

存储DRS使用Storage vMotion将虚拟机迁移到数据存储库集群中的不同数据存储库。在NetApp MetroCluster环境中、需要在该站点的数据存储库中控制虚拟机迁移。例如、在站点A的主机上运行的虚拟机A最好在站点A的SVM数据存储库中进行迁移否则、虚拟机将继续运行、但性能会下降、因为虚拟磁盘读/写操作将通过站点间链路从站点B进行。

最佳实践

NetApp建议创建与存储站点关联性相关的数据存储库集群；也就是说、与站点A具有站点关联性的数据存储库不应与与站点B具有站点关联性的数据存储库的数据存储库集群混用

每当使用Storage vMotion新配置或迁移虚拟机时、NetApp建议相应地手动更新特定于这些虚拟机的所有VMware DRS规则。这样可以确定主机和数据存储库在站点级别的虚拟机关联性、从而降低网络和存储开销。

《VMSC设计和实施准则》

本文档概述了使用ONTAP存储系统的VMSC的设计和实施方案。

NetApp存储配置

有关NetApp MetroCluster (称为MCC配置)的设置说明、请参见 "[MetroCluster 文档](#)"。有关SnapMirror活动同步的说明、请参见 "[SnapMirror 业务连续性概述](#)"。

配置MetroCluster后、对其进行管理就像管理传统ONTAP环境一样。您可以使用命令行界面(CLI)、System Manager或Ans得 等各种工具设置Storage Virtual Machine (SVM)。配置SVM后、在集群上创建要用于正常操作的逻辑接口(Logical Interface、Li)、卷和逻辑单元号(Logical Unit Number、LUN)。这些对象将自动通过集群对等网络复制到另一个集群。

如果不使用MetroCluster、则可以使用SnapMirror主动同步、它可以在不同故障域的多个ONTAP集群之间提供数据存储库粒度保护和主动-主动访问。SnapMirror主动同步使用一致性组来确保一个或多个数据存储库之间的写入顺序一致性、您可以根据应用程序和数据存储库要求创建多个一致性组。对于需要在多个数据存储库之间同步数据的应用程序、一致性组尤其有用。SnapMirror主动同步还支持原始设备映射(Raw Device Mapping、RDM)以及子系统连接的存储(具有子系统内iSCSI启动程序)。有关一致性组的详细信息、请参见 "[一致性组概述](#)"。

与MetroCluster相比、使用SnapMirror活动同步管理VMSC配置有一些不同。首先、这是一种仅SAN配置、任何NFS数据存储库都无法通过SnapMirror主动同步进行保护。其次、您必须将两个LUN副本映射到ESXi主机、以使其能够访问这两个故障域中复制的数据存储库。

VMware vSphere HA

创建vSphere HA集群

创建vSphere HA集群是一个多步骤过程、有关详细信息、请参见 "[如何在docs.vmware.com上的vSphere Client中创建和配置集群](#)"。简而言之、您必须先创建一个空集群、然后使用vCenter添加主机并指定集群的vSphere HA和其他设置。

*注：*本文档中的任何内容均不可取代 "VMware vSphere Metro Storage Cluster 建议的实践"

要配置HA集群、请完成以下步骤：

1. 连接到vCenter UI。
2. 在主机和集群中、浏览到要创建HA集群的数据中心。
3. 右键单击数据中心对象、然后选择"New Cluster"(新建集群)。在基础下、确保已启用vSphere DRS和vSphere HA。完成向导。

New Cluster

Basics

Name	MCC Cluster
Location	Raleigh
vSphere DRS	<input checked="" type="checkbox"/>
vSphere HA	<input checked="" type="checkbox"/>
vSAN	<input type="checkbox"/>

Manage all hosts in the cluster with a single image

Choose how to set up the cluster's image

Compose a new image

Import image from an existing host in the vCenter inventory

Import image from a new host

Manage configuration at a cluster level

1. 选择集群并转到配置选项卡。选择vSphere HA、然后单击编辑。
2. 在"Host Monitoring"(主机监控)下、选择"Enable Host Monitoring"(启用主机监控)选项。

vSphere HA



Failures and responses | Admission Control | Heartbeat Datastores | Advanced Options

You can configure how vSphere HA responds to the failure conditions on this cluster. The following failure conditions are supported: host, host isolation, VM component protection (datastore with PDL and APD), VM and application.

Enable Host Monitoring

> Host Failure Response	Restart VMs ▾
> Response for Host Isolation	Disabled ▾
> Datastore with PDL	Power off and restart VMs ▾
> Datastore with APD	Power off and restart VMs - Conservative restart policy ▾
> VM Monitoring	Disabled ▾

CANCEL

OK

1. 仍在故障和响应选项卡上的VM监控下、选择仅VM监控选项或VM和应用程序监控选项。

> Response for Host Isolation Disabled ▼

> Datastore with PDL Power off and restart VMs ▼

> Datastore with APD Power off and restart VMs - Conservative restart policy ▼

▼ VM Monitoring

Enable heartbeat monitoring

VM monitoring resets individual VMs if their VMware tools heartbeats are not received within a set time. Application monitoring resets individual VMs if their in-guest heartbeats are not received within a set time.

Disabled

VM Monitoring Only

Turns on VMware tools heartbeats. When heartbeats are not received within a set time, the VM is reset.

VM and Application Monitoring

Turns on application heartbeats. When heartbeats are not received within a set time, the VM is reset.

CANCEL
OK

1. 在"Admission Control"(准入控制)下、将HA准入控制选项设置为"Cluster Resource resource"(集群资源预留)；使用50% CPU/MEM。

vSphere HA

Failures and responses | Admission Control | Heartbeat Datastores | Advanced Options

Admission control is a policy used by vSphere HA to ensure failover capacity within a cluster. Raising the number of potential host failures will increase the availability constraints and capacity reserved.

Host failures cluster tolerates: 1
Maximum is one less than number of hosts in cluster.

Define host failover capacity by: Cluster resource Percentage

Override calculated failover capacity.

Reserved failover CPU capacity: 50 % CPU

Reserved failover Memory capacity: 50 % Memory

Reserve Persistent Memory failover capacity

Override calculated Persistent Memory failover capacity

CANCEL OK

1. 单击"OK"(确定)。
2. 选择DRS并单击编辑。
3. 除非您的应用程序要求、否则请将自动化级别设置为手动。

vSphere DRS

Automation | Additional Options | Power Management | Advanced Options

Automation Level: Manual
DRS generates both power-on placement recommendations, and migration recommendations for virtual machines. Recommendations need to be manually applied or ignored.

Migration Threshold: Conservative (Less Frequent vMotions) | Aggressive (More Frequent vMotions)

Predictive DRS: Enable

Virtual Machine Automation: Enable

1. 启用VM组件保护、请参见 "docs.vmware.com"。
2. 对于采用MCC的VMSC、建议使用以下附加vSphere HA设置：

失败	响应
主机故障	重新启动VM
主机隔离	已禁用
具有永久设备丢失(永久设备丢失)的数据存储库	关闭并重新启动VM
所有路径均已关闭的数据存储库(APD)	关闭并重新启动VM
子系统不检测信号	重置虚拟机
VM重新启动策略	由虚拟机的重要性决定
主机隔离响应	关闭并重新启动VM
对使用了基于数据存储库的数据存储库的响应	关闭并重新启动VM
使用APD响应数据存储库	关闭并重新启动VM (保守)
APD的VM故障转移延迟	3分钟
响应APD恢复并显示APD超时	已禁用
VM监控敏感度	预设为高

配置用于检测信号的存储库

当管理网络出现故障时、vSphere HA使用数据存储库监控主机和虚拟机。您可以配置vCenter选择检测信号数据存储库的方式。要为数据存储库配置检测信号、请完成以下步骤：

1. 在数据存储库检测信号部分中、选择使用指定列表中的数据存储库并根据需要自动完成。
2. 从两个站点中选择要vCenter使用的数据存储库、然后按OK。

vSphere HA









Failures and responses Admission Control **Heartbeat Datastores** Advanced Options

vSphere HA uses datastores to monitor hosts and virtual machines when the HA network has failed. vCenter Server selects 4 datastores for each host using the policy and datastore preferences specified below.

Heartbeat datastore selection policy:

- Automatically select datastores accessible from the hosts
- Use datastores only from the specified list
- Use datastores from the specified list and complement automatically if needed

Available heartbeat datastores

	Name ↑	Datastore Cluster	Hosts Mounting Datastore
<input checked="" type="checkbox"/>	 d11	N/A	2
<input checked="" type="checkbox"/>	 d12	N/A	2
<input checked="" type="checkbox"/>	 d21	N/A	2
<input checked="" type="checkbox"/>	 d22	N/A	2
<input type="checkbox"/>	 d31	N/A	2
<input type="checkbox"/>	 d32	N/A	2
<input type="checkbox"/>	 d41	N/A	2
<input type="checkbox"/>	 d42	N/A	2

11 items

CANCEL OK

配置高级选项

主机故障检测

如果HA集群中的主机与网络或集群中的其他主机断开连接、则会发生隔离事件。默认情况下、vSphere HA将使用其管理网络的默认网关作为默认隔离地址。但是、您可以为要执行ping操作的主机指定其他隔离地址、以确定是否应触发隔离响应。添加两个可执行ping操作的隔离IP、每个站点一个。请勿使用网关IP。使用的vSphere HA高级设置为"as.isolationaddress"。为此、您可以使用ONTAP或调解器IP地址。

请参见 "core.vmware.com" 有关详细信息。

vSphere HA

Failures and responses Admission Control Heartbeat Datastores **Advanced Options**

You can set advanced options that affect the behavior of your vSphere HA cluster.

+ Add ✕ Delete

Option	Value
das.IgnoreRedundantNetWarning	true
das.Isolationaddress0	10.61.99.100
das.Isolationaddress1	10.61.99.110
das.heartbeatDsPerHost	4

4 items

CANCEL OK

添加名为ds.heartbeatDsPerHost的高级设置可以增加检测信号数据存储库的数量。使用四个检测信号数据存储库(HB DSS)—每个站点两个。使用“从列表中选择但恭维”选项。这是必需的、因为如果一个站点发生故障、您仍需要两个HB DSS。但是、这些数据不必通过MCC或SnapMirror主动同步进行保护。

请参见 "core.vmware.com" 有关详细信息。

适用于NetApp MetroCluster的VMware DRS关联

在本节中、我们将为MetroCluster环境中每个站点\集群的VM和主机创建DRS组。然后、我们配置VM\Host规则、使VM主机与本地存储资源的关联性保持一致。例如、站点A的VM属于VM组sitea_vm、站点A的主机属于主机组sitea_hosts。接下来、在VM\Host规则中、我们说明site_vm应在sitea_hosts中的主机上运行。

最佳实践

- NetApp强烈建议使用规范“*应在组中的主机上运行”，而不是规范“必须在组中的主机上运行”。如果站点A主机发生故障、则需要通过vSphere HA在站点B的主机上重新启动站点A的VM、但后一种规范不允许HA重新启动站点B上的VM、因为这是一条硬规则。前一种规范是一种软规则、在发生HA时会违反该规范、从而实现可用性而非性能。

*注意：*您可以创建基于事件的警报，当虚拟机违反VM-主机关联性规则时触发该警报。在vSphere Client中、为虚拟机添加新警报、然后选择"VM is violating VM-Host Affinity Rule "作为事件触发器。有关创建和编辑警报

的详细信息、请参见 ["vSphere监控和性能"](#) 文档。

创建DRS主机组

要创建特定于站点A和站点B的DRS主机组、请完成以下步骤：

1. 在vSphere Web Client中、右键单击清单中的集群、然后选择设置。
2. 单击VM\Host Groups。
3. 单击添加。
4. 键入组的名称(例如、sitea_hosts)。
5. 从类型菜单中、选择主机组。
6. 单击Add、然后从站点A中选择所需主机、然后单击OK。
7. 重复上述步骤、为站点B添加另一个主机组
8. 单击确定。

创建DRS VM组

要创建特定于站点A和站点B的DRS VM组、请完成以下步骤：

1. 在vSphere Web Client中、右键单击清单中的集群、然后选择设置。
2. 单击VM\Host Groups。
3. 单击添加。
4. 键入组的名称(例如、sitea_VMs.)。
5. 从Type菜单中、选择VM Group。
6. 单击添加并从站点A选择所需的VM、然后单击确定。
7. 重复上述步骤、为站点B添加另一个主机组
8. 单击确定。

创建VM主机规则

要创建特定于站点A和站点B的DRS相关性规则、请完成以下步骤：

1. 在vSphere Web Client中、右键单击清单中的集群、然后选择设置。
2. 单击VM\Host Rule。
3. 单击添加。
4. 键入规则的名称(例如、sitea_affinity)。
5. 验证是否已选中"Enable Rule (启用规则)"选项。
6. 从类型菜单中、选择虚拟机到主机。
7. 选择VM组(例如、sitea_vm)。
8. 选择主机组(例如、sitea_hosts)。
9. 重复上述步骤、为站点B添加另一个VM\Host规则

10. 单击确定。

Create VM/Host Rule | Cluster-01 ×

Name	sitea_affinity <input checked="" type="checkbox"/> Enable rule.
Type	Virtual Machines to Hosts ▼

Virtual machines that are members of the Cluster VM Group sitea_vms should run on host group sitea_hosts.

VM Group:

sitea_vms ▼
Should run on hosts in group ▼

Host Group:

sitea_hosts ▼

适用于NetApp MetroCluster的VMware vSphere存储DRS

创建数据存储库集群

要为每个站点配置数据存储库集群、请完成以下步骤：

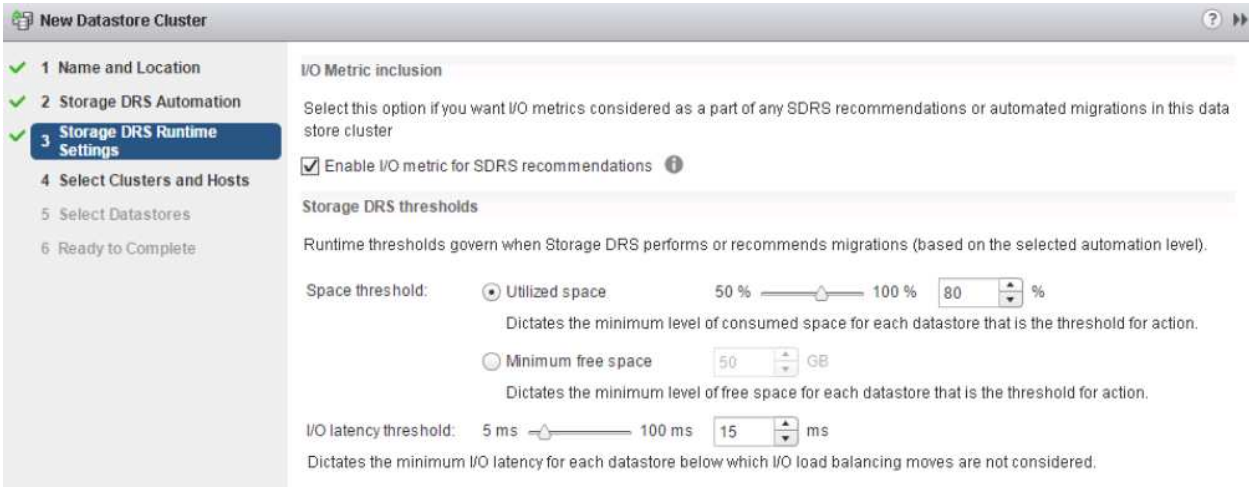
1. 使用vSphere Web Client、浏览到"Storage"(存储)下HA集群所在的数据中心。
2. 右键单击数据中心对象、然后选择"Storage"(存储)>"New Datastore Cluster"(新建数据存储库集群)。
3. 选择"Turn on Storage DRs"(打开存储DRS)选项、然后单击"Next"(下一步)。
4. 将所有选项设置为无自动化(手动模式)、然后单击下一步。

最佳实践

- NetApp建议在手动模式下配置存储DRS、以便管理员能够决定和控制何时需要进行迁移。

Storage DRS automation	
Cluster automation level	<input checked="" type="radio"/> No Automation (Manual Mode) vCenter Server will make migration recommendations for virtual machine storage, but will not perform automatic migrations.
	<input type="radio"/> Fully Automated Files will be migrated automatically to optimize resource usage.

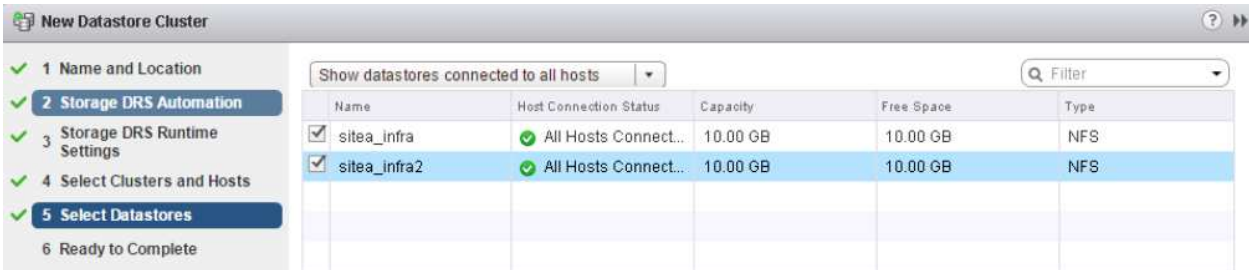
1. 验证是否已选中为SDRS建议启用I/O指标复选框；指标设置可以保留默认值。



1. 选择HA集群、然后单击"Next"(下一步)。



1. 选择属于站点A的数据存储库、然后单击下一步。



1. 查看选项、然后单击完成。

2. 重复上述步骤以创建站点B数据存储库集群、并验证是否仅选择了站点B的数据存储库。

vCenter Server可用性

您的vCenter Server设备(VCSA)应通过vCenter HA进行保护。通过vCenter HA、您可以在一个主动-被动HA对中部署两个VCSA。每个故障域一个。您可以在上阅读有关vCenter HA的更多信息 "docs.vmware.com"。

计划内和计划外事件的故障恢复能力

NetApp MetroCluster和SnapMirror主动同步是功能强大的工具，可提高NetApp硬件和ONTAP®软件的高可用性和无中断运行。

这些工具可为整个存储环境提供站点范围的保护、确保数据始终可用。无论您使用的是独立服务器、高可用性服务器集群、Docker容器还是虚拟化服务器、NetApp技术都可以在因断电、散热或网络连接中断、存储阵列关闭

或操作错误而导致全面中断时无缝保持存储可用性。

MetroCluster和SnapMirror主动同步提供了三种在发生计划内或计划外事件时保持数据连续性的基本方法：

- 冗余组件、用于防止出现单组件故障
- 影响单个控制器的事件的本地HA接管
- 全面的站点保护—通过将存储和客户端访问从源集群移动到目标集群、快速恢复服务

这意味着在单个组件发生故障时可以无缝地继续运行、并在更换故障组件后自动恢复为冗余操作。

除单节点集群(通常为软件定义的版本、例如ONTAP Select)之外、所有ONTAP集群都具有称为接管和交还的内置HA功能。集群中的每个控制器都会与另一个控制器配对、形成一个HA对。这些对可确保每个节点在本地连接到存储。

接管是一个自动化过程、其中一个节点接管另一个节点的存储以维护数据服务。相反、恢复过程会恢复正常操作。接管可以是计划内的(例如在执行硬件维护或ONTAP升级时)、也可以是计划外的(因节点崩溃或硬件故障而导致)。

在接管期间、MetroCluster配置中的网络连接存储逻辑接口(NAS LUN)会自动进行故障转移。但是、存储区域网络Lifs (SAN Lifs)不会进行故障转移；它们将继续使用逻辑单元号(Logical Unit Number、LUN)的直接路径。

有关HA接管和交还的详细信息、请参见 "[HA对管理概述](#)"。值得注意的是、此功能并不特定于MetroCluster或SnapMirror活动同步。

如果一个站点脱机或作为计划内活动进行站点范围维护、则会使用MetroCluster进行站点切换。另一个站点接管脱机集群的存储资源(磁盘和聚合)的所有权、故障站点上的SVM将联机并在灾难站点上重新启动、从而保留其完整身份、以供客户端和主机访问。

使用SnapMirror主动同步时、由于两个副本会同时使用、因此现有主机将继续运行。要确保正确进行站点故障转移、需要使用NetApp调解器。

使用MCC的VMSC的故障情形

以下各节概述了VMSC和NetApp MetroCluster系统的各种故障情形的预期结果。

单个存储路径故障

在这种情况下、如果组件(例如HBA端口、网络端口、前端数据交换机端口或FC或以太网缆线)发生故障、ESXi主机会将存储设备的特定路径标记为无活动。如果通过在HB/网络/交换机端口提供故障恢复能力来为存储设备配置多个路径、则ESXi最好执行路径切换。在此期间、虚拟机将保持运行状态、而不会受到影响、因为通过提供存储设备的多个路径、可以确存储可用性。

*注意：*在这种情况下、MetroCluster行为没有变化、所有数据存储库在其各自的站点中仍保持完好。

最佳实践

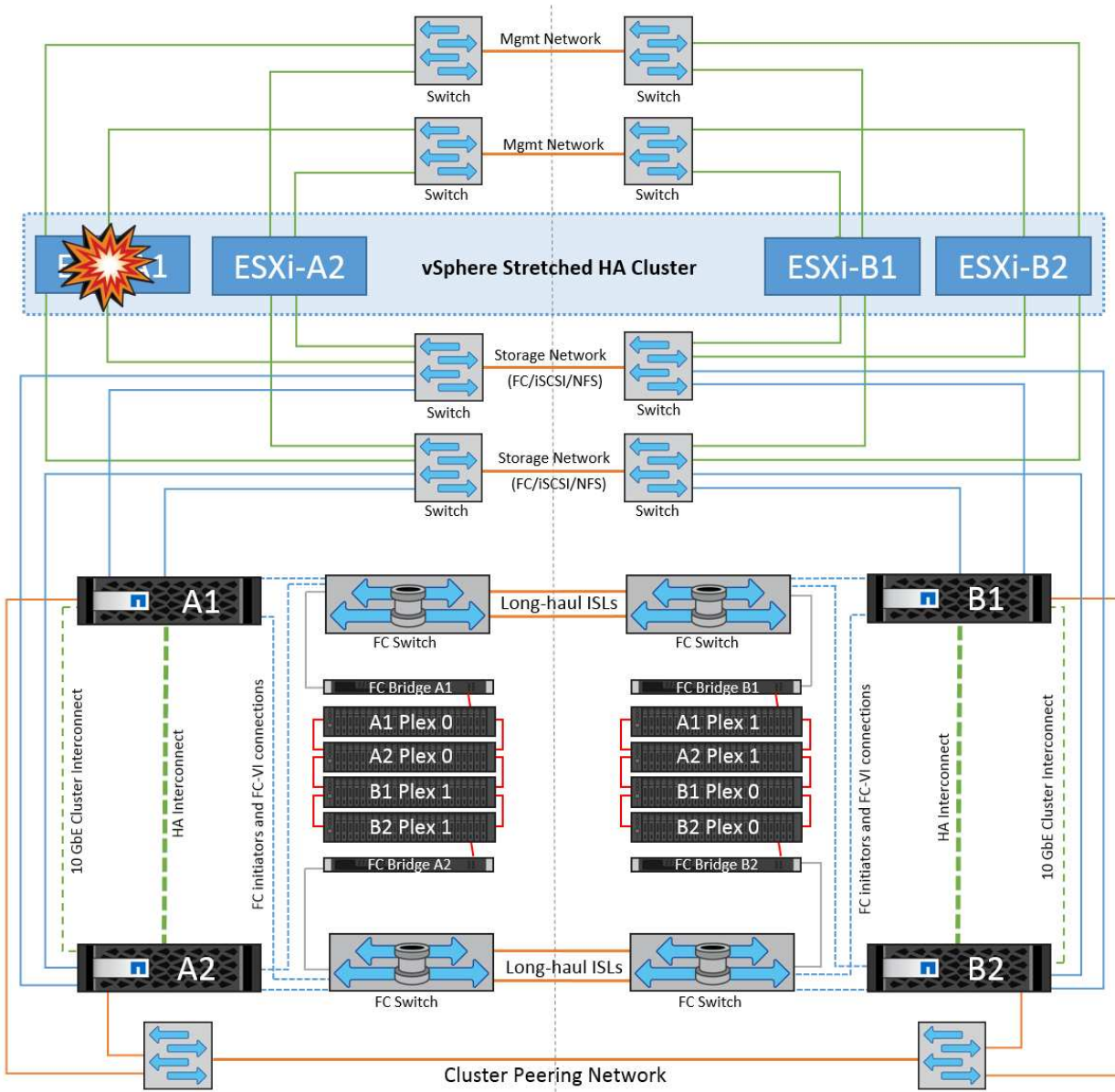
在使用NFS/iSCSI卷的环境中、NetApp建议为标准vSwitch中的NFS vmkernel端口至少配置两个网络上行链路、并且在为分布式vSwitch映射NFS vmkernel接口的端口组上配置相同的网络上行链路。NIC绑定可以配置为主动-主动或主动-备用。

此外、对于iSCSI LUN、必须通过将vmkernel接口绑定到iSCSI网络适配器来配置多路径。有关详细信息、请参阅vSphere存储文档。

在使用光纤通道LUN的环境中、NetApp建议至少配置两个HBA、以确保HHBA/Port级别的故障恢复能力。NetApp还建议配置分区的最佳做法是、为单个目标分区配置单个启动程序。

应使用虚拟存储控制台(VSC)设置多路径策略、因为它会为所有新的和现有的NetApp存储设备设置策略。

单个ESXi主机故障



在这种情况下、如果ESXi主机发生故障、VMware HA集群中的主节点会检测到主机故障、因为它不再接收网络检测信号。为了确定主机是否确实已关闭或仅为网络分区、主节点会监控数据存储库检测点、如果没有检测点、它会对故障主机的管理IP地址执行屏显操作来执行最终检查。如果所有这些检查均为否定、则主节点会将此主机声明为故障主机、并且在此故障主机上运行的所有虚拟机都会在集群中的无故障主机上重新启动。

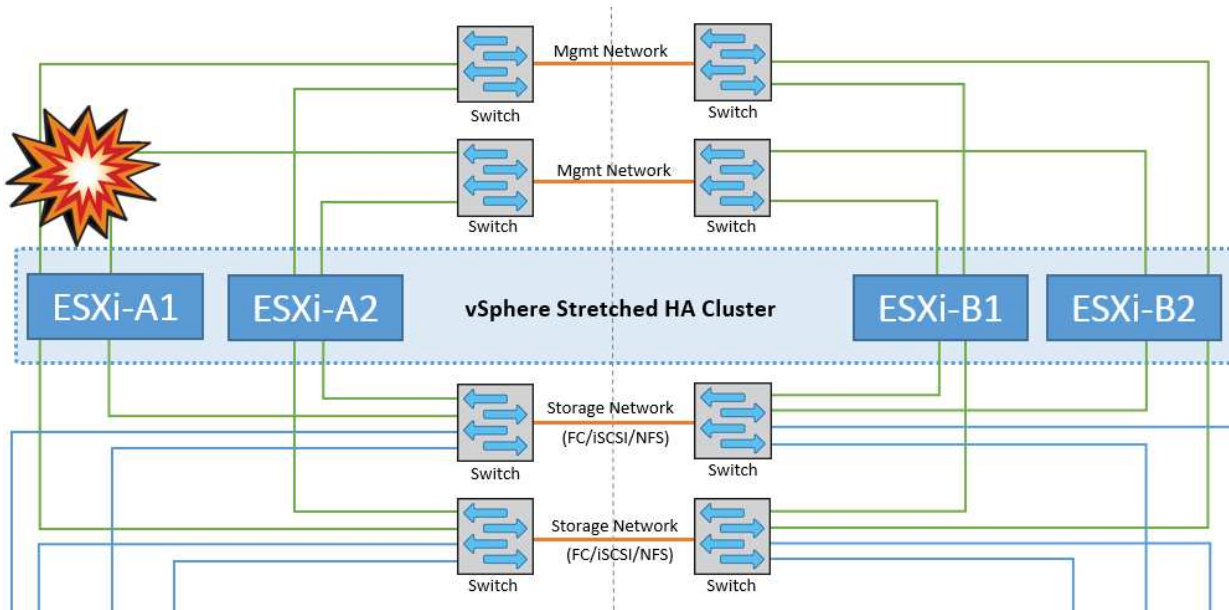
如果已配置DRS VM和主机关联性规则(VM组site_VMs中的VM应运行主机组site_hosts中的主机)、则HA主节点会首先检查站点A上的可用资源如果站点A上没有可用主机、主节点将尝试重新启动站点B主机上的VM

如果本地站点存在资源限制、则虚拟机可能会在另一站点的ESXi主机上启动。但是、如果将虚拟机迁移回本地

站点中任何无故障的ESXi主机时违反了任何规则、则定义的DRS VM和主机关联性规则将会进行更正。如果DRS设置为手动、则NetApp建议调用DRS并应用建议以更正虚拟机放置。

在这种情况下、MetroCluster的行为没有变化、所有数据存储库在其各自的站点中仍保持完好。

ESXi主机隔离

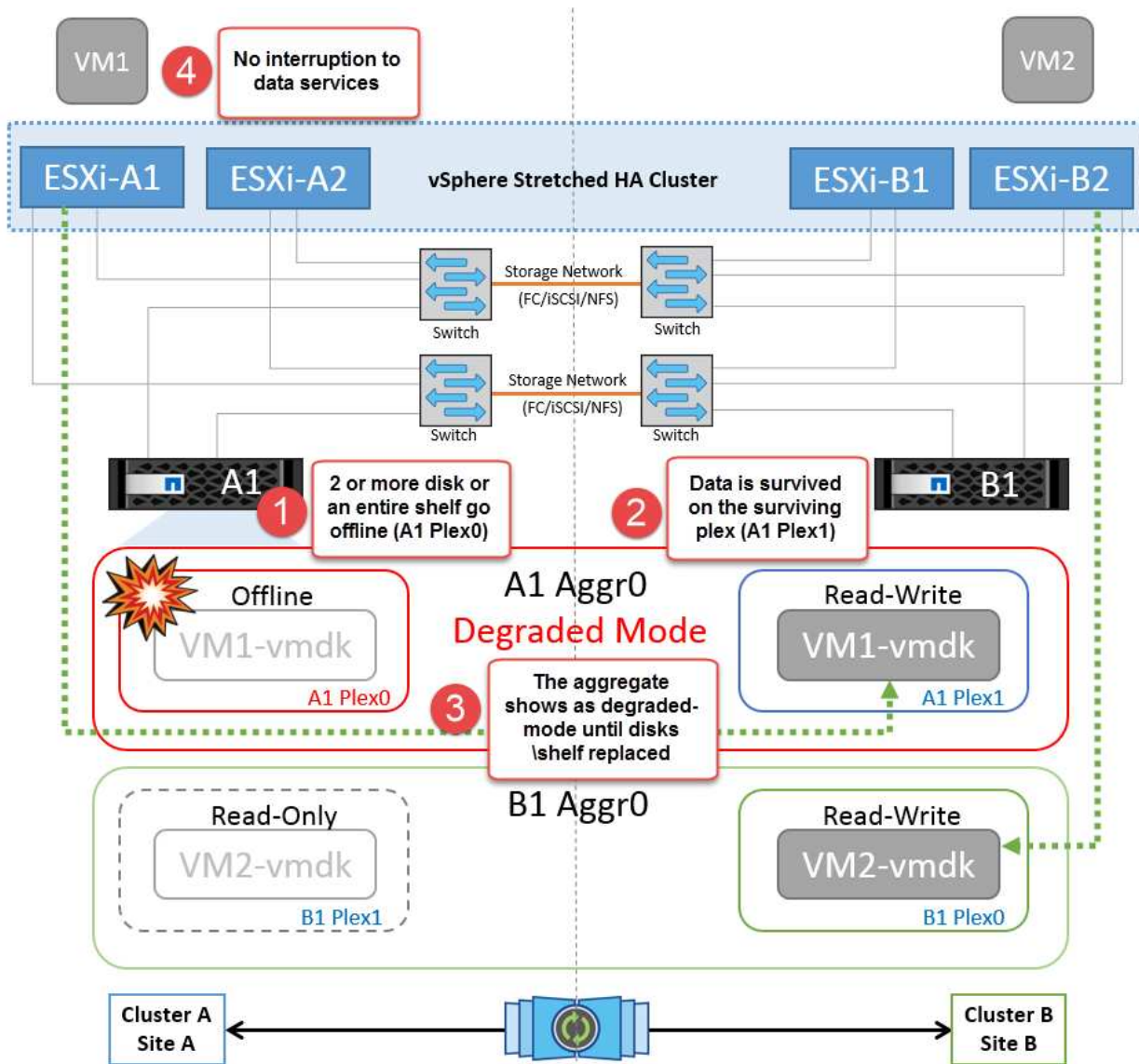


在这种情况下、如果ESXi主机的管理网络关闭、HA集群中的主节点将不会收到任何检测信号、因此此主机将在网络中隔离。要确定数据存储库是发生故障还是仅被隔离、主节点会开始监控数据存储库检测信号。如果存在、则主节点会声明主机已隔离。根据配置的隔离响应、主机可以选择关闭电源、关闭虚拟机、甚至保持虚拟机处于打开状态。隔离响应的默认间隔为30秒。

在这种情况下、MetroCluster的行为没有变化、所有数据存储库在其各自的站点中仍保持完好。

磁盘架故障

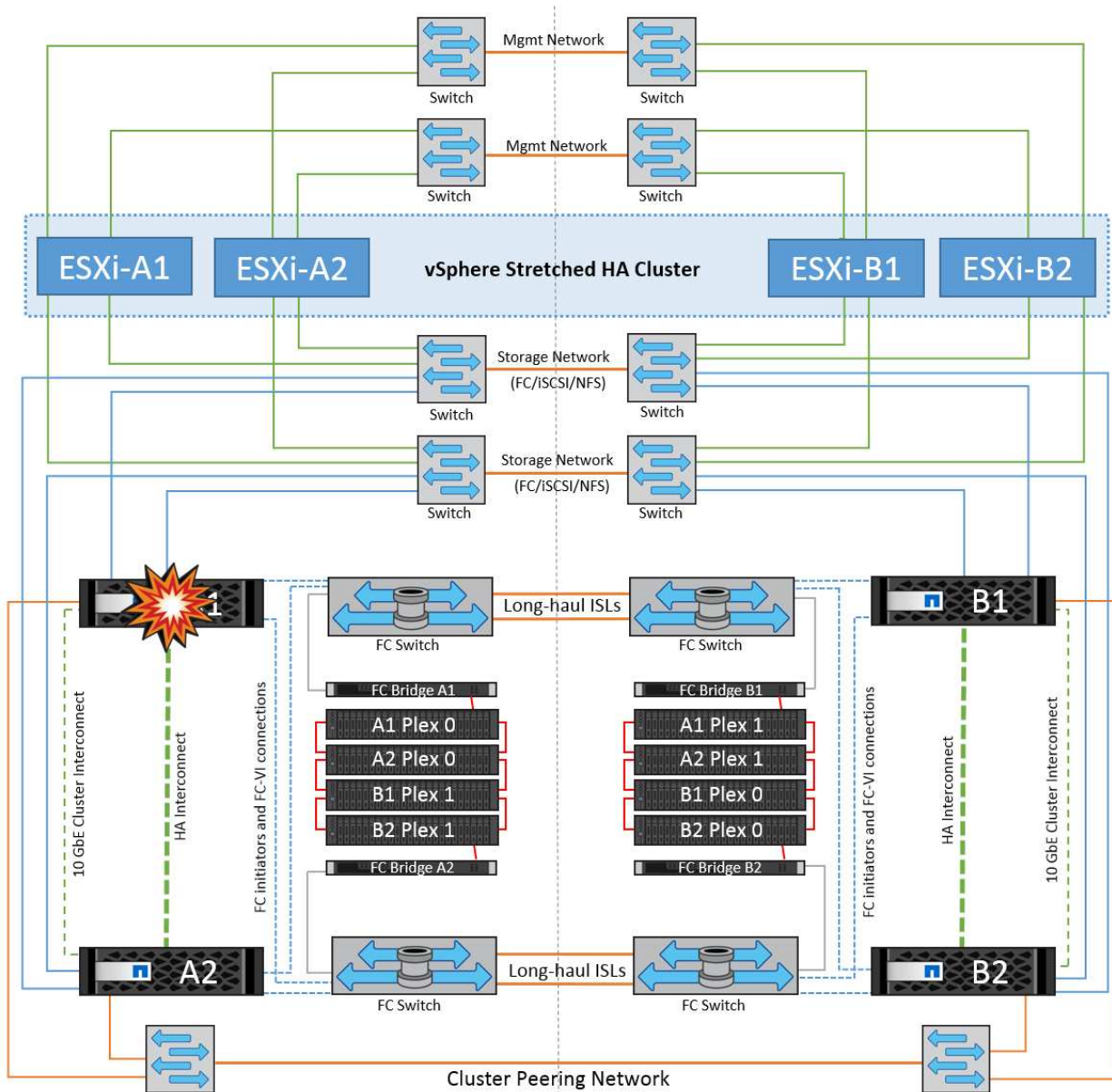
在这种情况下、出现两个以上磁盘或整个磁盘架故障。数据从无故障丛提供、而不会中断数据服务。磁盘故障可能会影响本地丛或远程丛。聚合将显示为降级模式、因为只有一个丛处于活动状态。更换故障磁盘后、受影响的聚合将自动重新同步以重建数据。重新同步后、聚合将自动恢复为正常镜像模式。如果一个RAID组中有两个以上的磁盘出现故障、则必须从头开始重建丛。



*注意：*在此期间、虚拟机I/O操作不会受到影响、但性能会下降、因为数据是通过ISL链路从远程磁盘架访问的。

单个存储控制器故障

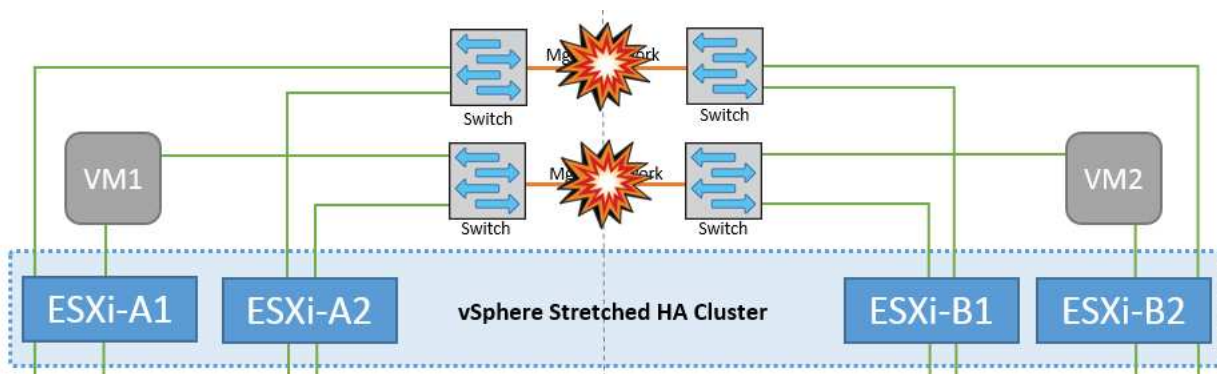
在这种情况下、一个站点上的两个存储控制器之一发生故障。由于每个站点都有一个HA对、因此一个节点发生故障会透明地自动触发故障转移到另一个节点。例如、如果节点A1发生故障、其存储和工作负载将自动传输到节点A2。虚拟机不会受到影响、因为所有的plexes都保持可用。第二个站点节点(B1和B2)不受影响。此外、vSphere HA不会执行任何操作、因为集群中的主节点仍将接收网络检测信号。



如果故障转移是滚动灾难的一部分(节点A1故障转移到A2)、则在后续发生A2故障或站点A完全故障时、站点B可能会发生灾难后切换

交换机间链路故障

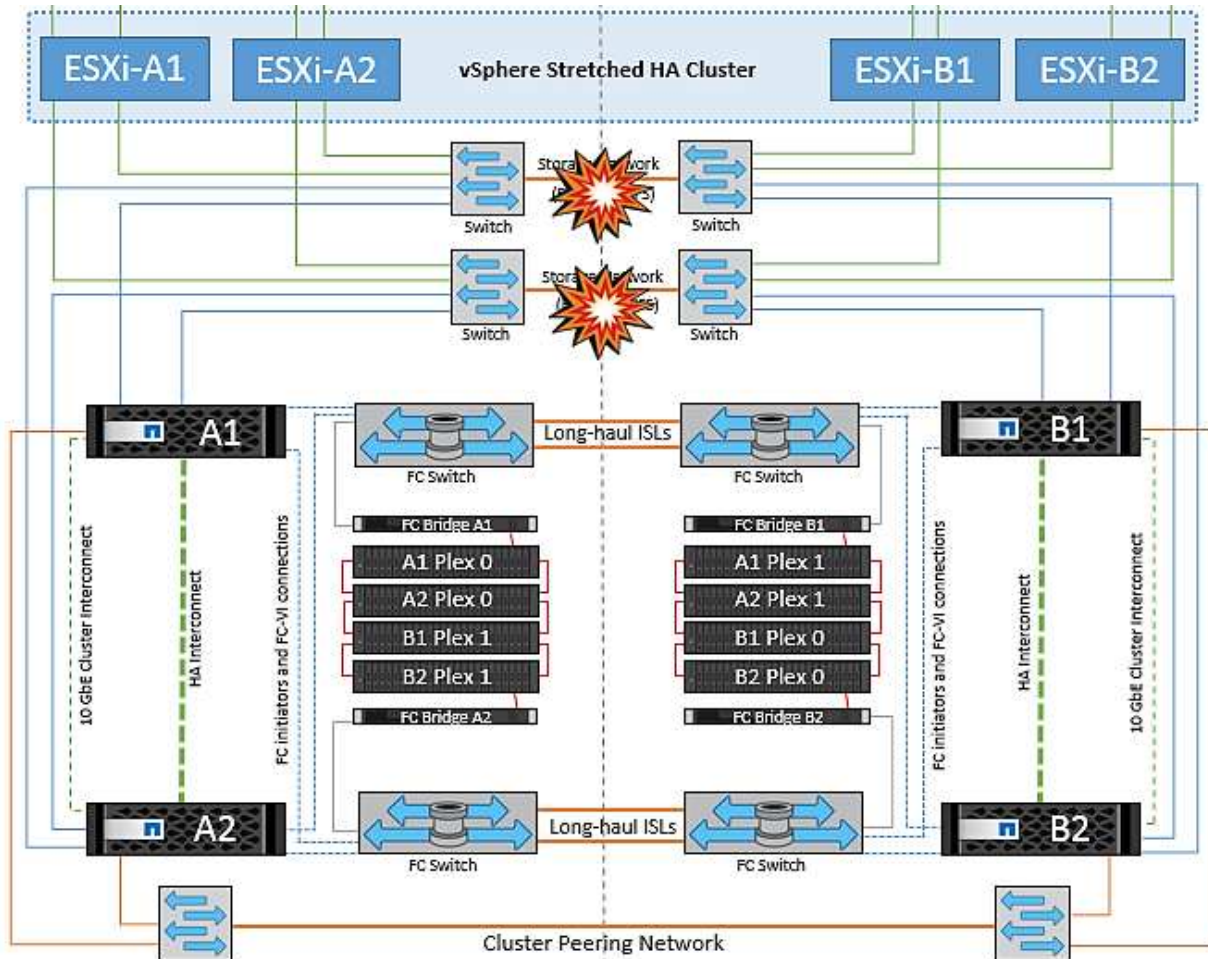
管理网络发生交换机间链路故障



在这种情况下、如果前端主机管理网络的ISL链路发生故障、站点A的ESXi主机将无法与站点B的ESXi主机进行通信这将导致网络分区、因为特定站点上的ESXi主机将无法向HA集群中的主节点发送网络检测点。因此、由于分区、会有两个网段、每个网段中都有一个主节点、用于保护VM免受特定站点中主机故障的影响。

*注意：*在此期间、虚拟机将保持运行状态、MetroCluster行为在这种情况下没有变化。所有数据存储库在其各自的站点中仍保持完好。

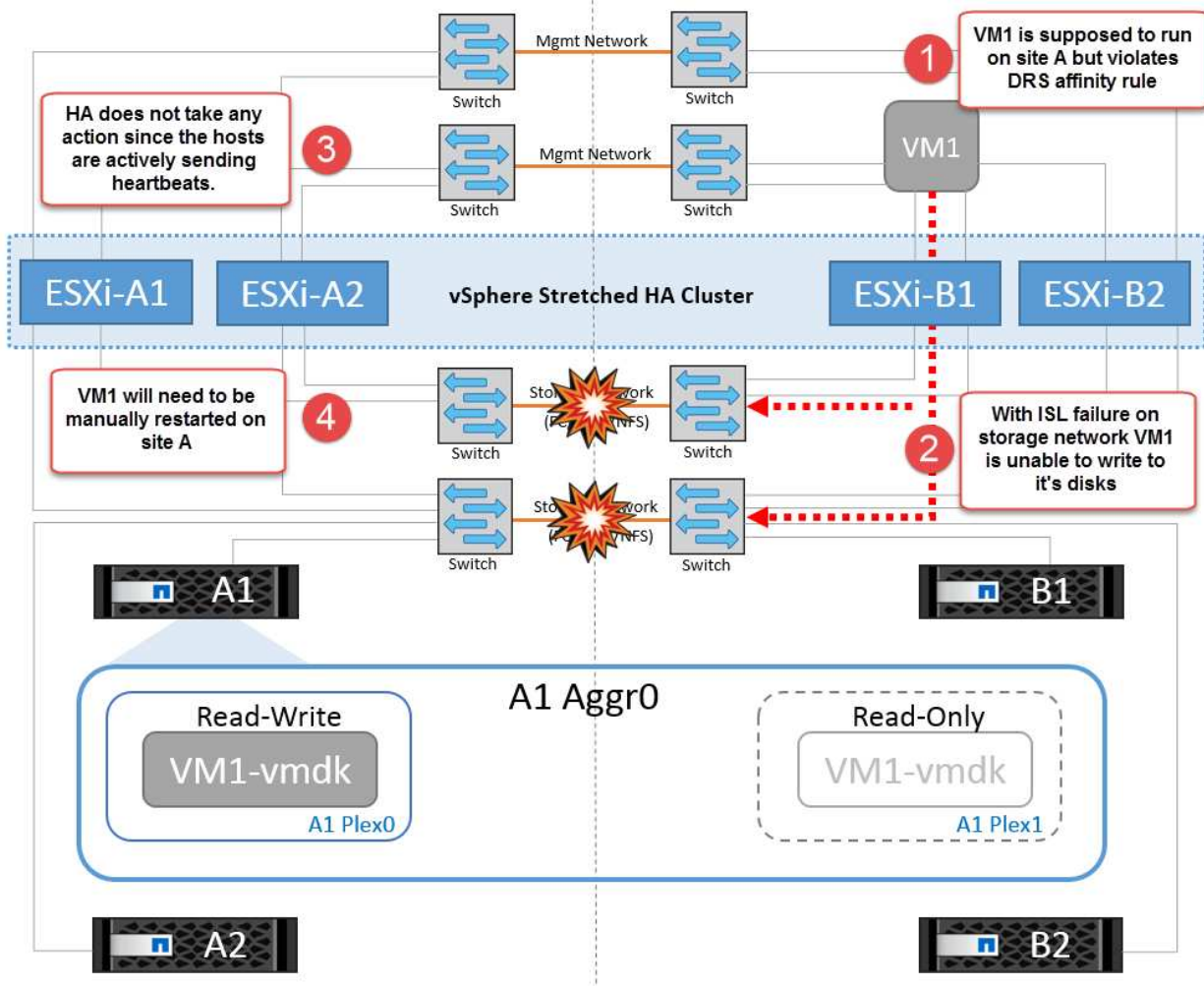
存储网络发生交换机间链路故障



在这种情况下、如果后端存储网络上的ISL链路发生故障、站点A的主机将无法访问站点B上集群B的存储卷或LUN、反之亦然。定义了VMware DRS规则、以便主机-存储站点关联性有利于虚拟机在站点内运行而不会受到影响。

在此期间、虚拟机会在其各自的站点上保持运行状态、并且在此情形下、MetroCluster的行为没有变化。所有数据存储库在其各自的站点中仍保持完好。

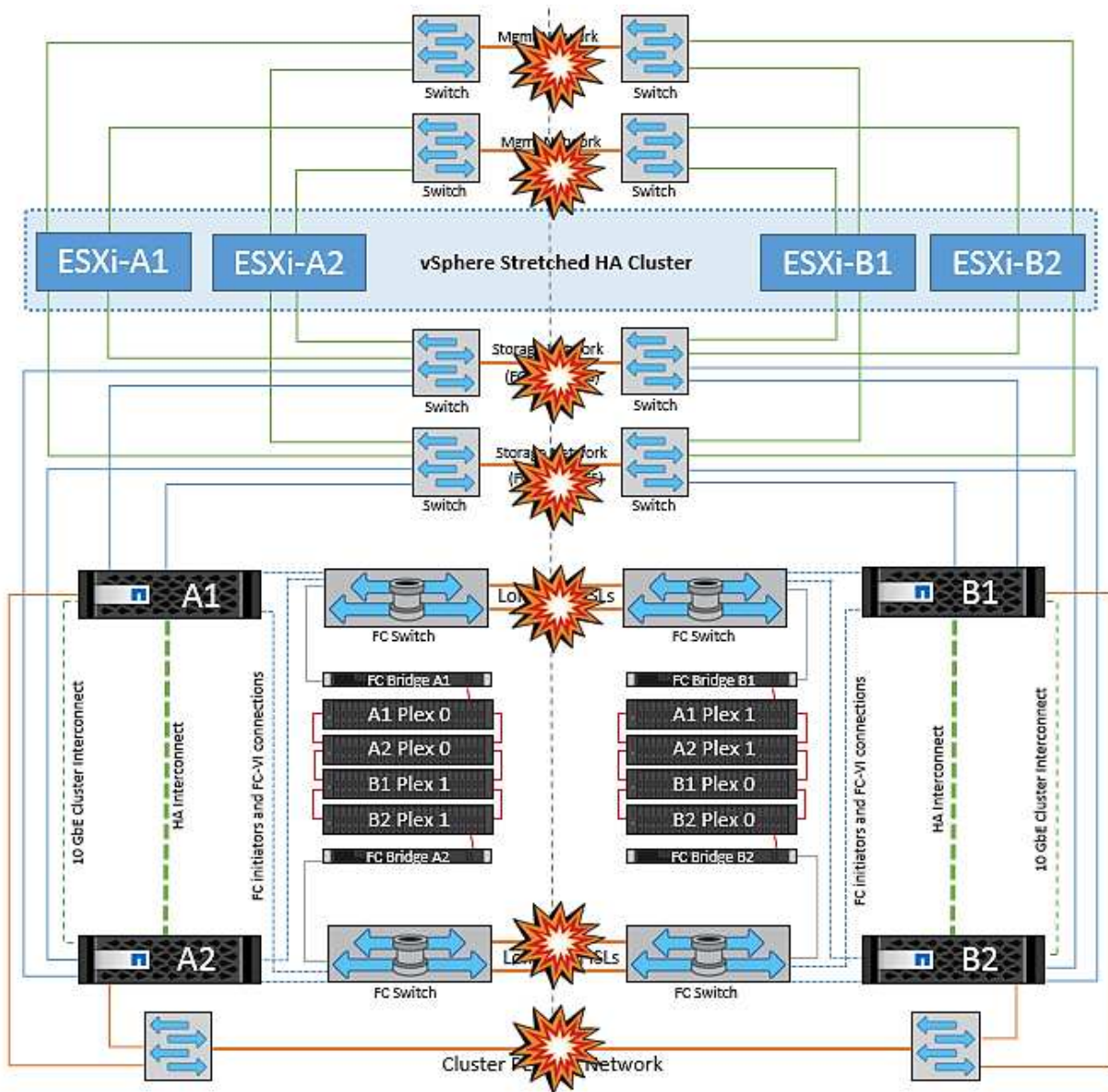
如果出于某种原因违反了相关性规则(例如、VM1本应从站点A运行、而其磁盘位于本地集群A节点上、但却在站点B的主机上运行)、则可以通过ISL链路远程访问虚拟机的磁盘。由于ISL链路故障、在站点B上运行的VM1将无法向其磁盘写入数据、因为存储卷的路径已关闭、并且该特定虚拟机已关闭。在这些情况下、VMware HA不会执行任何操作、因为主机正在主动发送检测信号。这些虚拟机需要在其各自的站点中手动关闭和启动。下图显示了违反DRS关联性规则的虚拟机。



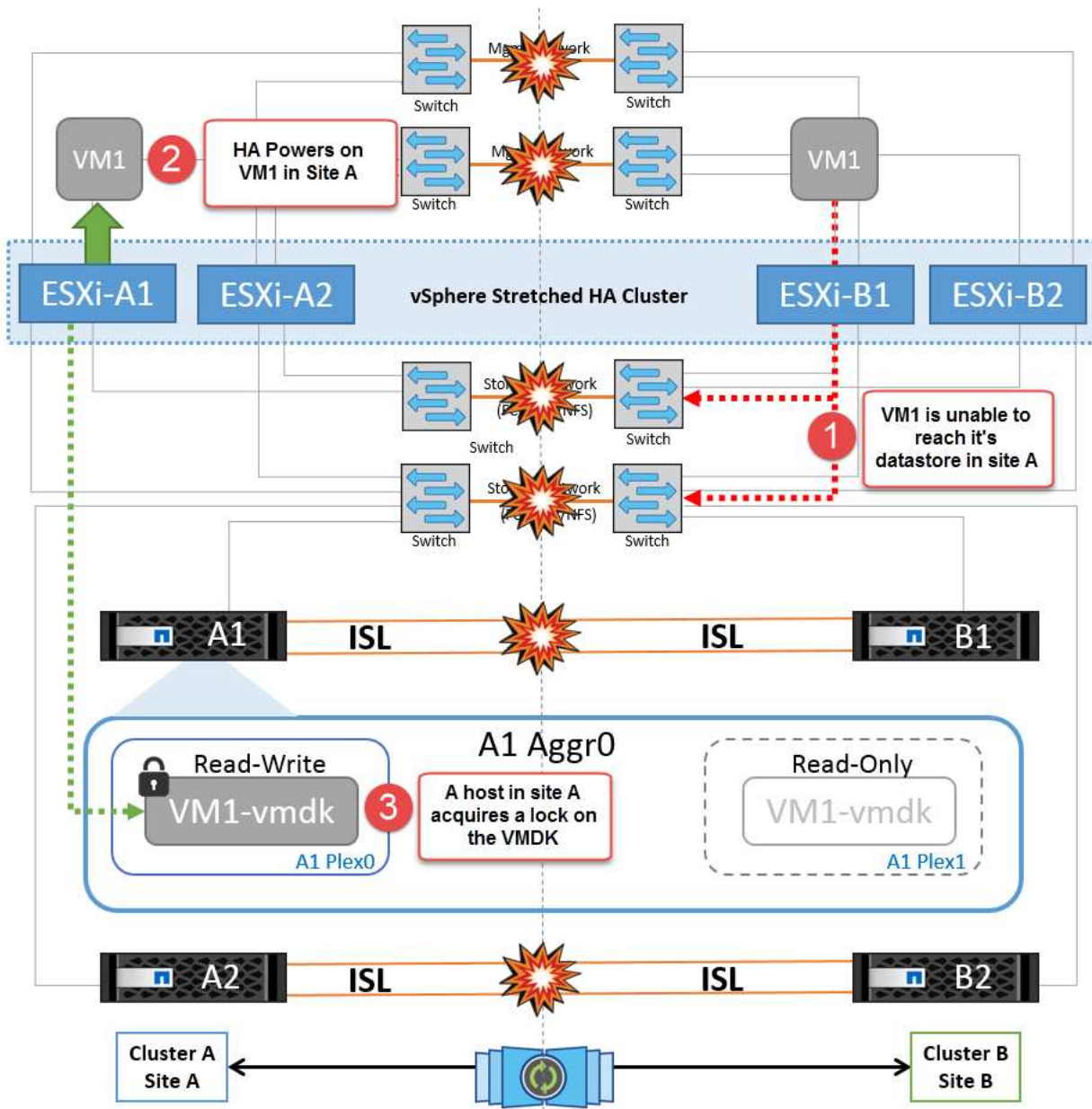
所有交换机间故障或完整数据中心分区

在此场景中、两个站点之间的所有ISL链路均已关闭、并且两个站点彼此隔离。如前文所述(例如、管理网络和存储网络出现ISL故障)、虚拟机不会在完全ISL故障时受到影响。

在站点之间对ESXi主机进行分区后、vSphere HA代理将检查数据存储库检测点、并且在每个站点中、本地ESXi主机将能够将此数据存储库检测点更新到其各自的读写卷/LUN。站点A中的主机将假定站点B中的其他ESXi主机发生故障、因为不存在网络/数据存储库检测点。站点A的vSphere HA将尝试重新启动站点B的虚拟机、但此操作最终将失败、因为存储ISL故障将无法访问站点B的数据存储库。站点B也会出现类似情况



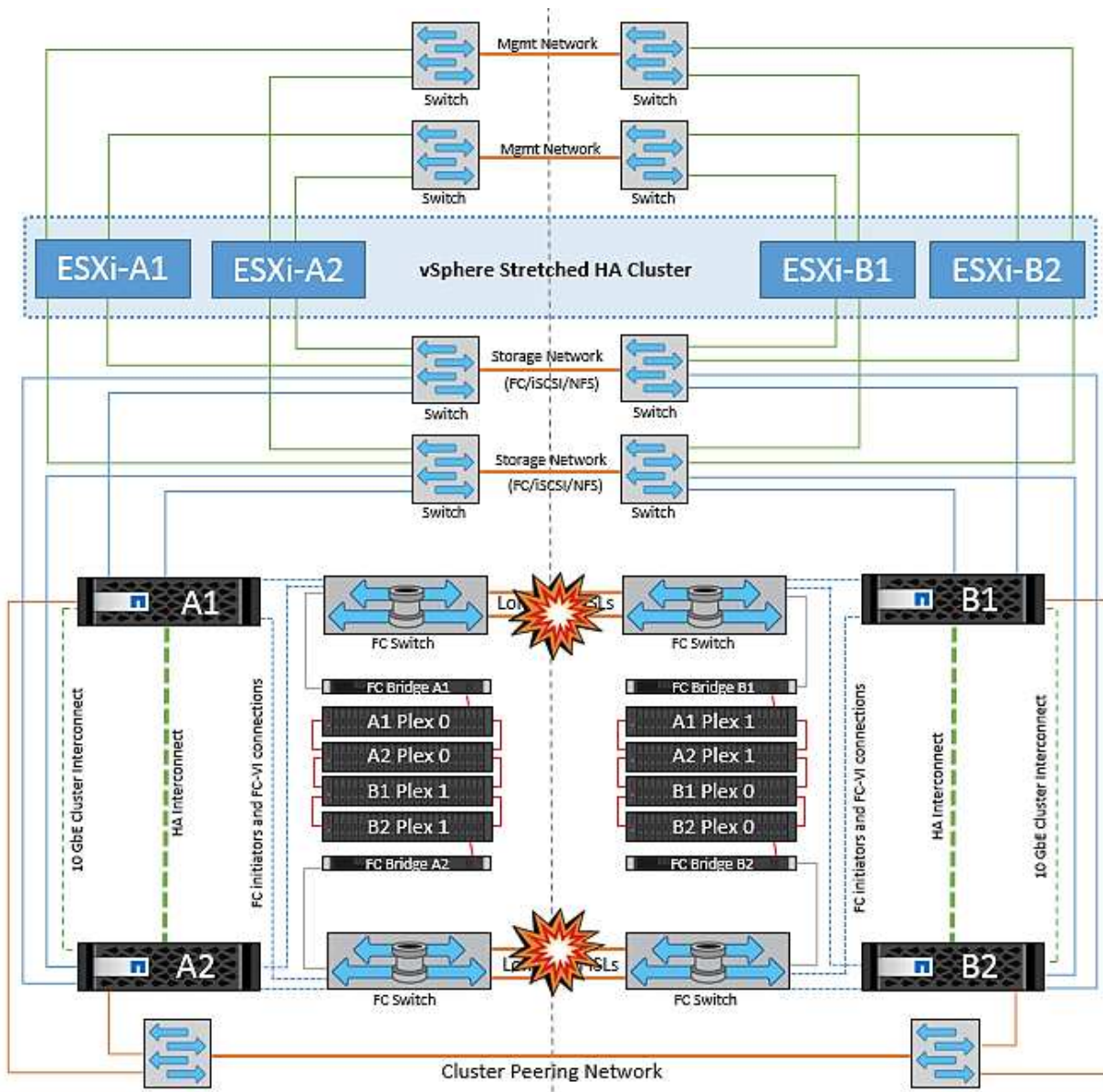
NetApp建议确定是否有任何虚拟机违反了DRS规则。从远程站点运行的任何虚拟机都将关闭、因为它们将无法访问数据存储库、vSphere HA将在本地站点上重新启动该虚拟机。ISL链路恢复联机后、远程站点上运行的虚拟机将被终止、因为不能存在两个使用相同MAC地址运行的虚拟机实例。



NetApp MetroCluster中的两个网络结构上的交换机间链路均出现故障

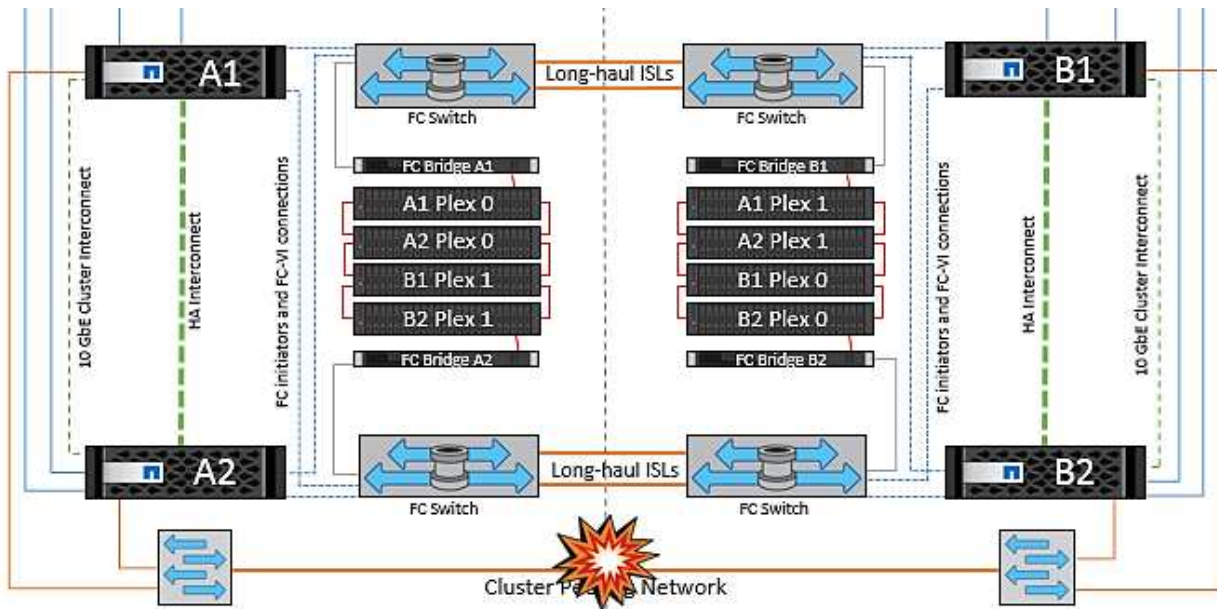
如果一个或多个ISL发生故障、流量将继续通过其余链路。如果两个网络结构上的所有ISO都发生故障、以致于站点之间没有用于存储和NVRAM复制的链路、则每个控制器将继续提供其本地数据。在还原至少一个ISL时、将自动重新同步所有plexes。

在所有ISL关闭后发生的任何写入操作都不会镜像到另一站点。因此、如果在配置处于此状态时发生灾难切换、则会丢失未同步的数据。在这种情况下、需要手动干预才能在切换后进行恢复。如果很可能在很长时间内不会有任何可用的CRL、则管理员可以选择关闭所有数据服务、以避免在发生灾难时需要切换时数据丢失的风险。在至少有一个ISL可用之前、应权衡执行此操作与发生灾难时需要切换的可能性。或者、如果在级联情形下、CRL发生故障、管理员可以在所有链路发生故障之前触发到某个站点的计划内切换。



对等集群链路故障

在对等集群链路故障情形下、由于网络结构的CRL仍处于活动状态、因此两个站点上的数据服务(读取和写入)将继续提供给两个plexes。任何集群配置更改(例如、添加新SVM、在现有SVM中配置卷或LUN)都无法传播到其他站点。这些卷保存在本地CRS元数据卷中、并在对等集群链路还原后自动传播到另一集群。如果需要强制切换才能还原对等集群链路、则在切换过程中、系统将从正常运行的站点上元数据卷的远程复制副本自动重做未完成的集群配置更改。



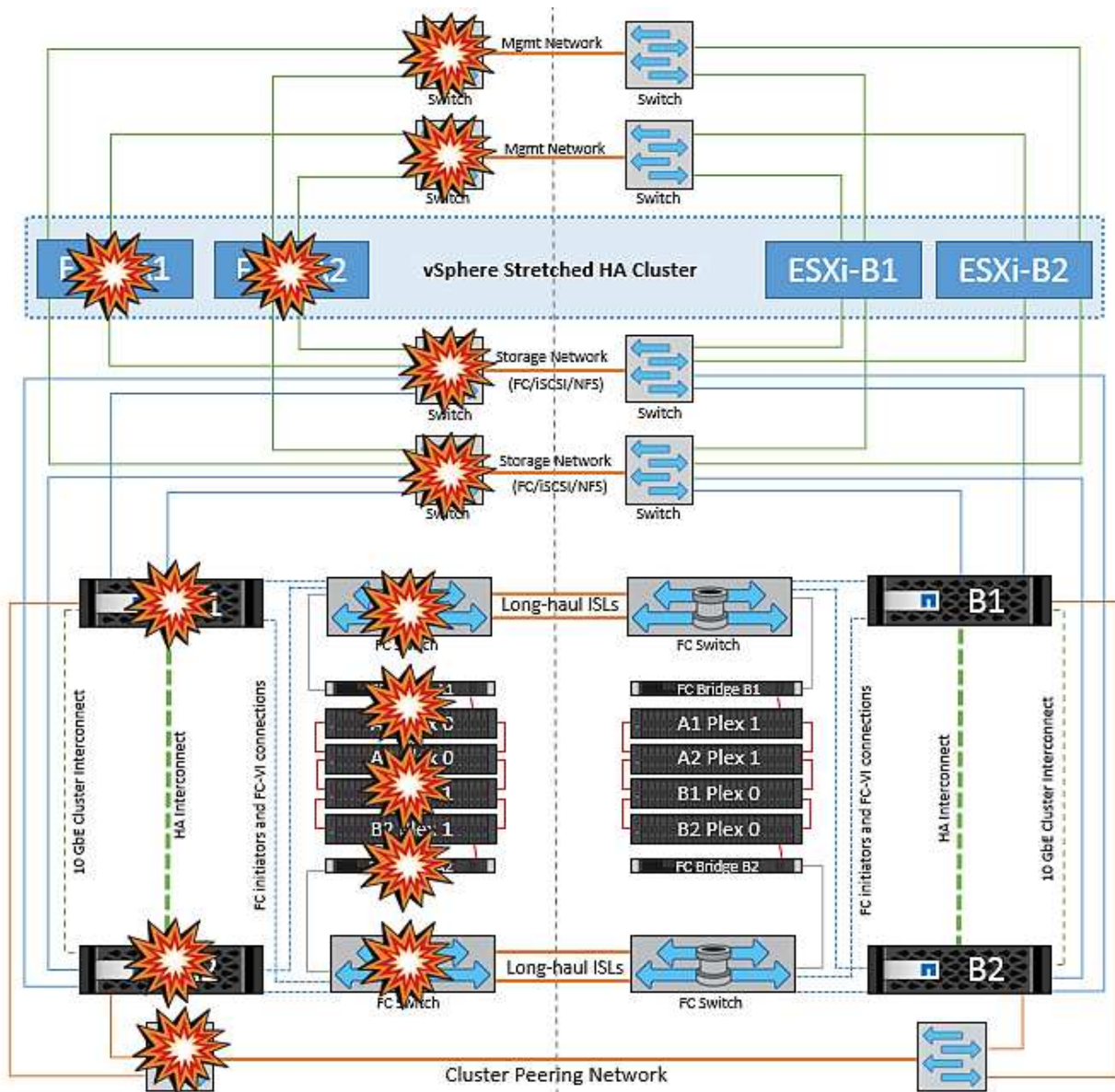
站点完全瘫痪

在完整站点A发生故障的情况下、站点B的ESXi主机无法从站点A的ESXi主机获取网络检测信号、因为它们已关闭。站点B的HA主节点将验证数据存储库检测点是否不存在、并声明站点A的主机出现故障、然后尝试在站点B中重新启动站点A虚拟机在此期间、存储管理员将执行切换以恢复运行正常的站点上故障节点的服务、从而恢复站点B上站点A的所有存储服务当站点A的卷或LUN在站点B上可用后、HA主代理将尝试在站点B中重新启动站点A的虚拟机

如果vSphere HA主代理尝试重新启动虚拟机(包括注册虚拟机并打开虚拟机电源)失败、则会在出现延迟后重试重新启动。重新启动之间的延迟最长可配置为30分钟。vSphere HA尝试这些重新启动的次数最多(默认为六次)。

*注意：*除非布局管理器找到合适的存储、否则HA主节点不会开始尝试重新启动、因此、如果站点完全瘫痪、则应在执行切换后进行。

如果站点A已切换、则可以通过故障转移到运行正常的节点来无缝处理其中一个运行正常的站点B节点的后续故障。在这种情况下、四个节点的工作现在仅由一个节点执行。在这种情况下、恢复将包括向本地节点执行一次恢复。然后、在还原站点A后、将执行切回操作以还原配置的稳定状态操作。



产品安全性

适用于 VMware vSphere 的 ONTAP 工具

适用于 VMware vSphere 的 ONTAP 工具的软件工程采用以下安全开发活动：

- 威胁建模。* 威胁建模的目的是在软件开发生命周期早期发现功能，组件或产品中的安全缺陷。威胁模型是影响应用程序安全性的所有信息的结构化表示。从本质上说，它是从安全性角度来看待应用程序及其环境的。
- * 动态应用程序安全测试（DAST）。* 此技术用于检测处于运行状态的应用程序上的易受到攻击的情况。Dast 会测试 Web 应用程序公开的 HTTP 和 HTML 接口。
- * 第三方代码货币。* 作为开源软件（OSS）软件开发的一部分，您必须解决可能与产品中包含的任何 OSS 相关的安全漏洞。这是一项持续努力，因为新的 OSS 版本可能会随时报告新发现的漏洞。
- * 漏洞扫描。* 漏洞扫描的目的是在 NetApp 产品发布给客户之前检测其常见和已知安全漏洞。
- * 渗透测试。* 渗透测试是指评估系统，Web 应用程序或网络以发现攻击者可能利用的安全漏洞的过

程。NetApp 的渗透测试（笔测试）由一组经过批准且值得信赖的第三方公司执行。其测试范围包括使用复杂的利用方法或工具对与恶意入侵者或黑客类似的应用程序或软件发起攻击。

产品安全功能

适用于VMware vSphere的ONTAP工具在每个版本中都包含以下安全功能。

- 默认情况下，* 登录横幅。* SSH 处于禁用状态，如果从 VM 控制台启用，则仅允许一次性登录。用户在登录提示符中输入用户名后，将显示以下登录横幅：
- 警告：* 禁止未经授权访问此系统，并将受到法律的起诉。访问此系统即表示您同意，如果怀疑未经授权使用，您的操作可能会受到监控。

用户通过SSH通道完成登录后、将显示以下文本：

```
Linux vsc1 4.19.0-12-amd64 #1 SMP Debian 4.19.152-1 (2020-10-18) x86_64
The programs included with the Debian GNU/Linux system are free software;
the exact distribution terms for each program are described in the
individual files in /usr/share/doc/*/copyright.
Debian GNU/Linux comes with ABSOLUTELY NO WARRANTY, to the extent
permitted by applicable law.
```

- * 基于角色的访问控制（Role-Based Access Control，RBAC）。* ONTAP 工具与两种类型的 RBAC 控制相关联：
 - 原生 vCenter Server 特权
 - vCenter 插件的特定特权。有关详细信息，请参见 ["此链接。"](#)。
- * 加密通信通道。* 所有外部通信均使用 TLS 1.2 版通过 HTTPS 进行。
- * 最小端口暴露。* 只有必要的端口在防火墙上处于打开状态。

下表介绍了打开的端口详细信息。

TCP v4/v6 端口号	方向	功能
8143.	入站	用于 REST API 的 HTTPS 连接
8043	入站	HTTPS 连接
9060	入站	HTTPS 连接 用于基于 https 的 SOAP 连接 必须打开此端口、客户端才能连接到ONTAP工具API服务器。
22.	入站	SSH（默认为禁用）
9080	入站	HTTPS 连接— VP 和 SRA —仅从环回进行内部连接
9083.	入站	HTTPS 连接— VP 和 SRA 用于基于 https 的 SOAP 连接
1162.	入站	VP SNMP 陷阱数据包

TCP v4/v6 端口号	方向	功能
1527.	仅限内部	Derby 数据库端口，仅在此计算机与自身之间，不接受外部连接—仅限内部连接
443.	双向	用于连接到 ONTAP 集群

- * 支持证书颁发机构（CA）签名证书。* 适用于 VMware vSphere 的 ONTAP 工具支持 CA 签名证书。请参见此内容 ["知识库文章"](#) 有关详细信息 ...
- * 审核日志记录。* 支持包可以下载，并且非常详细。ONTAP 工具会将所有用户登录和注销活动记录在一个单独的日志文件中。VASA API 调用会记录在专用的 VASA 审核日志（本地 CXF.log）中。
- * 密码策略。* 遵循以下密码策略：
 - 密码不会记录在任何日志文件中。
 - 密码不会以纯文本形式传达。
 - 密码是在安装过程本身期间配置的。
 - 密码历史记录是一个可配置的参数。
 - 密码最短期限设置为 24 小时。
 - 已禁用密码字段的自动完成。
 - ONTAP 工具使用 SHA256 哈希对所有存储的凭据信息进行加密。

SnapCenter 插件 VMware vSphere

适用于 VMware vSphere 的 NetApp SnapCenter 插件软件工程部门使用以下安全开发活动：

- 威胁建模。* 威胁建模的目的是在软件开发生命周期早期发现功能，组件或产品中的安全缺陷。威胁模型是影响应用程序安全性的所有信息的结构化表示。从本质上说，它是从安全性角度来看待应用程序及其环境的。
- * 动态应用程序安全测试 (DAST)。* 用于检测处于运行状态的应用程序上的易受到攻击的情况的技术。Dast 会测试 Web 应用程序公开的 HTTP 和 HTML 接口。
- * 第三方代码货币。* 在开发软件和使用开源软件 (OSS) 的过程中、解决可能与您的产品中所含的 OSS 相关的安全漏洞非常重要。这是一项持续努力、因为 OSS 组件的版本可能随时报告新发现的漏洞。
- * 漏洞扫描。* 漏洞扫描的目的是在 NetApp 产品发布给客户之前检测其常见和已知安全漏洞。
- * 渗透测试。* 渗透测试是指评估系统、Web 应用程序或网络以发现攻击者可能利用的安全漏洞的过程。NetApp 的渗透测试（笔测试）由一组经过批准且值得信赖的第三方公司执行。其测试范围包括使用复杂的利用方法或工具对恶意入侵者或黑客等应用程序或软件发起攻击。
- * 产品安全事件响应活动。* 安全漏洞在公司内部和外部均已发现、如果不及时解决、可能会对 NetApp 的声誉造成严重风险。为了便于执行此过程、产品安全意外事件响应团队 (PSIRT) 会报告并跟踪漏洞。

产品安全功能

适用于 VMware vSphere 的 NetApp SnapCenter 插件在每个版本中都包含以下安全功能：

- * 限制 Shell 访问。* 默认情况下、SSH 处于禁用状态、只有在从 VM 控制台启用一次性登录后、才允许进行此

类登录。

- *登录横幅中显示访问警告。*用户在登录提示符中输入用户名后、将显示以下登录横幅：
- 警告：* 禁止未经授权访问此系统，并将受到法律的起诉。访问此系统即表示您同意，如果怀疑未经授权使用，您的操作可能会受到监控。

用户通过SSH通道完成登录后、将显示以下输出：

```
Linux vscl 4.19.0-12-amd64 #1 SMP Debian 4.19.152-1 (2020-10-18) x86_64
The programs included with the Debian GNU/Linux system are free software;
the exact distribution terms for each program are described in the
individual files in /usr/share/doc/*/copyright.
Debian GNU/Linux comes with ABSOLUTELY NO WARRANTY, to the extent
permitted by applicable law.
```

- * 基于角色的访问控制（ Role-Based Access Control ， RBAC ）。 * ONTAP 工具与两种类型的 RBAC 控制相关联：
 - 本机vCenter Server特权。
 - VMware vCenter插件的特定特权。有关详细信息，请参见 "[基于角色的访问控制（ Role-Based Access Control ， RBAC ）](#)"。
- *加密通信通道。*所有外部通信均使用TLS通过HTTPS进行。
- * 最小端口暴露。 * 只有必要的端口在防火墙上处于打开状态。

下表提供了打开的端口详细信息。

TCP v4/v6端口号	功能
8144.	用于 REST API 的 HTTPS 连接
8080	用于OVA GUI的HTTPS连接
22.	SSH (默认情况下处于禁用状态)
3306.	MySQL (仅限内部连接；默认情况下、外部连接处于禁用状态)
443.	nginx (数据保护服务)

- *支持证书颁发机构(CA)签名证书。*适用于VMware vSphere的SnapCenter 插件支持CA签名证书的功能。请参见 "[如何创建和/或将SSL证书导入到适用于VMware vSphere的SnapCenter 插件\(SCV\)](#)"。
- *密码策略。*以下密码策略有效：
 - 密码不会记录在任何日志文件中。
 - 密码不会以纯文本形式传达。
 - 密码是在安装过程本身期间配置的。
 - 所有凭据信息均使用SHA256哈希进行存储。
- *基本操作系统映像。*本产品随附Debian基础操作系统、用于OVA、但访问受限且Shell访问已禁用。这样可以减少攻击占用空间。每个SnapCenter 版本基础操作系统都会更新最新的安全修补程序、以最大限度地提

高安全性。

NetApp针对适用于VMware vSphere设备的SnapCenter 插件开发软件功能和安全修补程序、然后将其作为捆绑软件平台发布给客户。由于这些设备包括特定的Linux子操作系统依赖关系以及我们的专有软件、因此NetApp建议您不要更改子操作系统、因为这很可能会影响NetApp设备。这可能会影响NetApp支持此设备的能力。NetApp建议测试和部署我们最新的设备代码版本、因为发布这些代码版本是为了修补任何与安全相关的问题。

版权信息

版权所有 © 2024 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。