



## 数据存储库和协议 Enterprise applications

NetApp  
February 11, 2026

# 目录

- 数据存储库和协议 ..... 1
  - vSphere数据存储库和协议功能概述 ..... 1
    - 选择存储协议 ..... 3
    - 数据存储库布局 ..... 4
    - 数据存储库和 VM 迁移 ..... 5
    - 适用于 VMware vSphere 的 ONTAP 工具 ..... 5
    - 常规网络连接 ..... 5
  - SAN （ FC ， FCoE ， NVMe/FC ， iSCSI ） ， RDM ..... 6
  - NFS ..... 8
  - FlexGroup 卷 ..... 11
    - 副本卸载 ..... 11
    - QoS设置 ..... 11
    - 指标 ..... 12
    - 最佳实践 ..... 12

# 数据存储库和协议

## vSphere数据存储库和协议功能概述

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

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

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

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

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

下表列出了支持的 VMware 存储相关功能。

| 容量 / 功能  | FC  | iSCSI          | NVMe-oF        | NFS                                  |
|--|-----|----------------|----------------|--------------------------------------|
| VMotion  | 是的。 | 是的。            | 是的。            | 是的。                                  |
| 存储 vMotion   | 是的。 | 是的。            | 是的。            | 是的。                                  |
| VMware HA  | 是的。 | 是的。            | 是的。            | 是的。                                  |
| 存储分布式资源计划程序（ Storage Distributed Resource Scheduler， SDRS） | 是的。 | 是的。            | 是的。            | 是的。                                  |
| 启用了VMware vStorage APIS for Data Protection (VADP)的备份软件    | 是的。 | 是的。            | 是的。            | 是的。                                  |
| 虚拟机中的 Microsoft 集群服务（ MSCS）或故障转移集群                         | 是的。 | 是 <sup>1</sup> | 是 <sup>1</sup> | 不支持                                  |
| 容错   | 是的。 | 是的。            | 是的。            | 是的。                                  |
| Live Site Recon/Site Recovery Manager                      | 是的。 | 是的。            | 否 <sup>2</sup> | 仅v3 <sup>2</sup>                     |
| 精简配置的 VM（虚拟磁盘）   | 是的。 | 是的。            | 是的。            | 是的。<br>如果不使用VAAI、则此设置是NFS上所有VM的默认设置。 |
| VMware 原生多路径   | 是的。 | 是的。            | 是的。            | NFS v4.1会话中继需要ONTAP 9.14.1及更高版本      |

下表列出了支持的 ONTAP 存储管理功能。

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

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

下表列出了支持的备份功能。

| 功能 / 功能        | FC                                | iSCSI                             | NVMe-oF                           | NFS   |
|----------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|---|
| ONTAP Snapshot | 是的。                               | 是的。                               | 是的。                               | 是的。   |
| 复制的备份支持 SRM    | 是的。                               | 是的。                               | 否 <sup>2</sup>                    | 仅v3 <sup>2</sup>  |
| 卷 SnapMirror   | 是的。                               | 是的。                               | 是的。                               | 是的。   |
| VMDK 映像访问      | 支持SnapCenter和VADP的备份软件            | 支持SnapCenter和VADP的备份软件            | 支持SnapCenter和VADP的备份软件            | 启用了SnapCenter和VADP的备份软件、vSphere Client和vSphere Web Client数据存储库浏览器 |
| vmdk 文件级访问     | 启用了SnapCenter和VADP的备份软件、仅限Windows | 启用了SnapCenter和VADP的备份软件、仅限Windows | 启用了SnapCenter和VADP的备份软件、仅限Windows | 支持SnapCenter和VADP的备份软件和第三方应用程序                                    |
| NDMP 粒度        | 数据存储库                             | 数据存储库                             | 数据存储库                             | 数据存储库或虚拟机   |

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

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

## 选择存储协议

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

在考虑选择协议时，以下因素可能会很有用：

- \*当前操作环境。\*虽然IT团队通常擅长管理以太网IP基础架构、但并非所有IT团队都擅长管理FC SAN网络结构。但是、如果使用的是不针对存储流量设计的通用IP网络、则可能效果不会很好。请考虑您已有的网络基础架构，任何计划内的改进，以及管理这些改进的人员的技能和可用性。
- \*易于设置。\*除了 FC 网络结构的初始配置（额外的交换机以及 HBA 和固件的布线，分区以及互操作性验

证) 之外, 块协议还需要创建和映射 LUN 以及通过子操作系统进行发现和格式化。创建并导出 NFS 卷后, 它们将由 ESXi 主机挂载并准备好使用。NFS 没有特殊的硬件资格认定或固件可供管理。

- \*易于管理。\*对于 SAN 协议, 如果需要更多空间, 则需要执行几个步骤, 包括扩展 LUN、重新扫描以发现新的大小, 然后扩展文件系统。虽然可以增加 LUN, 但减小 LUN 的大小则不可能。NFS 允许轻松调整大小, 并且可以由存储系统自动调整大小。SAN 通过来宾操作系统 DEALLOCATE/TRIM/UNMAP 命令提供空间回收, 允许将已删除文件的空间返回到阵列。这种类型的空间回收对于 NFS 数据存储区是不可能的。
- \*存储空间透明度。\* 在 NFS 环境中, 存储利用率通常更容易查看, 因为精简配置可以立即实现节省。同样, 重复数据删除和克隆节省的空间可立即用于同一数据存储库中的其他虚拟机或其他存储系统卷。NFS 数据存储库中的虚拟机密度通常也会更高, 这样可以减少要管理的数据存储库数量, 从而节省重复数据删除的空间, 并降低管理成本。

## 数据存储库布局

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

- 使用 ONTAP NFS 数据存储部署 vSphere 可实现高性能、易于管理的实施, 提供基于块的存储协议无法获得的 VM 与数据存储比率。这种架构可以使数据存储密度增加十倍, 并相应地减少数据存储的数量。虽然较大的数据存储可以提高存储效率并提供运营优势, 但请考虑每个节点至少使用四个数据存储 (FlexVol 卷) 将 VM 存储在单个 ONTAP 控制器上, 以从硬件资源中获得最大性能。这种方法还允许您建立具有不同恢复策略的数据存储。根据业务需求, 某些数据存储可以比其他数据存储更频繁地备份或复制。对于性能而言, FlexGroup 卷不需要多个数据存储, 因为它们通过设计进行扩展。
- \*NetApp 建议\*对大多数 NFS 数据存储使用 FlexVol 卷。从 ONTAP 9.8 开始, FlexGroup 卷也支持用作数据存储, 通常建议用于某些用例。一般不建议使用其他 ONTAP 存储容器, 例如 qtree, 因为目前 ONTAP tools for VMware vSphere 或 NetApp SnapCenter plugin for VMware vSphere 都不支持这些容器。
- 对于 FlexVol 卷数据存储库, 大小合适的数据存储库大约为 4 TB 到 8 TB。这种大小可以很好地平衡性能, 易管理性和数据保护。从小规模入手 (例如 4 TB), 然后根据需要扩展数据存储库 (最大 300 TB)。较小的数据存储库可以更快地从备份中或发生灾难后进行恢复, 并可在集群中快速移动。请考虑使用 ONTAP 自动调整大小功能在已用空间发生变化时自动增长和缩减卷。默认情况下、适用于 VMware vSphere 的 ONTAP 工具数据存储库配置向导会对新数据存储库使用自动调整大小。可以使用 System Manager 或命令行对增长和缩减阈值以及大小上限和下限进行其他自定义。
- 或者、也可以为 VMFS 数据存储库配置可通过 FC、iSCSI、NVMe/FC 或 NVMe/TCP 访问的 LUN 或 NVMe 命名空间 (在新 ASA 系统中称为存储单元)。VMFS 允许集群中的每个 ESX 服务器同时访问数据存储库。VMFS 数据存储库的大小最多可达 64 TB, 并且最多可包含 32 个 2 TB LUN (VMFS 3) 或一个 64 TB LUN (VMFS 5)。在 AFF、ASA 和 FAS 系统上、ONTAP 的最大 LUN 大小为 128 TB。NetApp 始终建议对每个数据存储库使用一个大型 LUN、而不是尝试使用块区。与 NFS 一样、请考虑使用多个数据存储库 (卷或存储单元)、以最大程度地提高单个 ONTAP 控制器的性能。
- 较旧的子操作系统 (OS) 需要与存储系统对齐, 以获得最佳性能和存储效率。但是, Microsoft 和 Linux 分销商 (例如 Red Hat) 提供的现代供应商支持的操作系统不再需要进行调整, 以便在虚拟环境中将文件系统分区与底层存储系统的块对齐。如果您使用的是可能需要对齐的旧操作系统、请使用 "VM 对齐" 搜索 NetApp 支持知识库文章、或者向 NetApp 销售人员或合作伙伴联系人申请 TR-3747 副本。
- 避免在子操作系统中使用碎片整理实用程序、因为这不会带来任何性能优势、并会影响存储效率和快照空间使用量。此外, 还应考虑在子操作系统中关闭虚拟桌面的搜索索引。
- ONTAP 凭借创新的存储效率功能引领行业发展, 帮助您充分利用可用磁盘空间。AFF 系统通过默认实时重复数据删除和数据压缩进一步提高了这种效率。数据会在聚合中的所有卷之间进行重复数据删除, 因此您无需再将相似的操作系统和类似应用程序分组到一个数据存储库中, 即可最大程度地节省空间。
- 在某些情况下, 您甚至可能不需要数据存储库。考虑子系统拥有的文件系统、例如由子系统管理的 NFS、SMB、NVMe/TCP 或 iSCSI 文件系统。有关具体的应用指南, 请参见适用于您的应用程序的 NetApp 技术

报告。例如、"[基于 ONTAP 的 Oracle 数据库](#)"中有一节介绍虚拟化、并提供了有用的详细信息。

- 一级磁盘（或经过改进的虚拟磁盘）支持独立于运行 vSphere 6.5 及更高版本的 VM 的 vCenter 管理磁盘。虽然它们主要由 API 管理，但对于 VVOL 很有用，尤其是在由 OpenStack 或 Kubernetes 工具管理时。ONTAP 以及适用于 VMware vSphere 的 ONTAP 工具均支持这些功能。

## 数据存储库和 VM 迁移

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

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

## 适用于 VMware vSphere 的 ONTAP 工具

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

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



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

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

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

## 常规网络连接

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

- 将存储网络流量与其他网络分开。可以通过使用专用 VLAN 或单独的存储交换机来实现单独的网络。如果存储网络共享上行链路等物理路径，您可能需要 QoS 或其他上行链路端口来确保带宽充足。请勿将主机直接



连接到存储；使用交换机提供冗余路径、并允许VMware HA在没有干预的情况下运行。请参见 ["直连网络"](#) 适用于追加信息。

- 如果您的网络需要并支持巨型帧，则可以使用巨型帧，尤其是在使用 iSCSI 时。如果使用这些协议，请确保在存储和 ESXi 主机之间的路径中的所有网络设备，VLAN 等上对其进行相同的配置。否则，您可能会看到性能或连接问题。此外，还必须在 ESXi 虚拟交换机，VMkernel 端口以及每个 ONTAP 节点的物理端口或接口组上以相同的方式设置 MTU。
- NetApp仅建议在ONTAP集群中的集群互连端口上禁用网络流量控制。对于用于数据流量的其余网络端口，NetApp 不提供其他最佳实践建议。您应根据需要启用或禁用。有关流量控制的更多背景信息、请参见 ["TR-4182"](#)。
- 当ESXi和ONTAP存储阵列连接到以太网存储网络时，**PortFast** NetApp建议将这些系统连接到的以太网端口配置为快速生成树协议(RSTP)边缘端口或使用Cisco端口快速功能。\* NetApp建议\*在使用Cisco PortFast功能且为ESXi服务器或ONTAP存储阵列启用了802.1Q VLAN中继的环境中启用生成树PortFast中继功能。
- \* NetApp建议\*以下链路聚合最佳实践：
  - 使用支持使用多机箱链路聚合组方法（例如 Cisco 的 Virtual PortChannel (vPC)）在两个独立交换机机箱上进行端口链路聚合的交换机。
  - 对连接到ESXi的交换机端口禁用LACP、除非您使用的是配置了LACP的dvSwitches 5.1或更高版本。
  - 使用LACP为具有端口或IP哈希动态多模式接口组的ONTAP存储系统创建链路聚合。请参见 ["网络管理"](#) 以获得进一步指导。
  - 如果对vSphere分布式交换机使用静态链路聚合(例如EtherChannel)和标准vswitch或基于LACP的链路聚合、请在ESXi上使用IP哈希绑定策略。如果未使用链路聚合、请改用"基于源虚拟端口ID路由"。

## SAN（FC，FCoE，NVMe/FC，iSCSI），RDM

在vSphere中、可以通过四种方式使用块存储设备：

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

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



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

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

vSphere和ONTAP均支持使用NVMe/FC和NVMe/TCP为光纤通道和iSCSI建立主动/优化和主动/非优化路径、并为NVMe命名空间建立非对称命名空间访问(ANA)。在ONTAP中、AUA或ANA优化的路径遵循直接数据路径、使用托管要访问的LUN或命名空间的节点上的目标端口。默认情况下、vSphere和ONTAP均会启用ALOA/ANA



。vSphere中的多路径软件会将ONTAP集群识别为AUA或ANA、并使用适当的本机插件和轮叫负载平衡策略。

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



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

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



有关ESXi中支持的最新限制、请参见["VMware配置最大值工具"](#)。

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

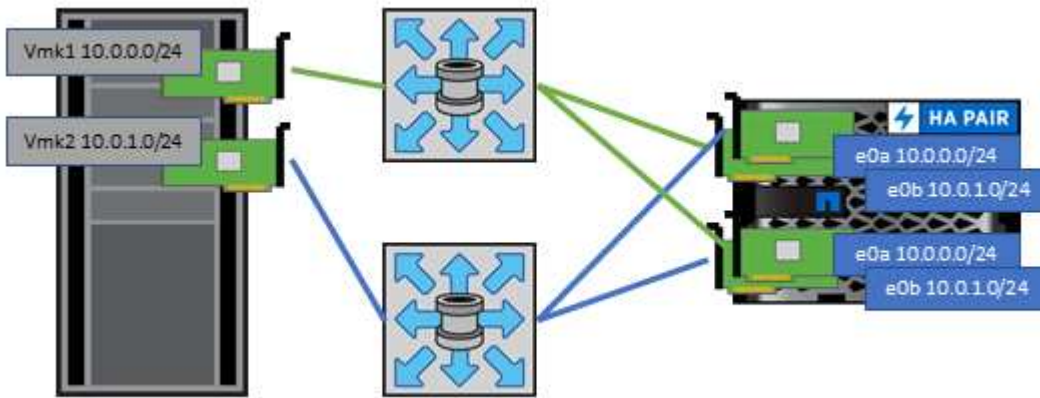
- 默认情况下，SLM 处于启用状态。除非使用端口集，否则不需要进行其他配置。
- 对于在Data ONTAP 8.3之前创建的LUN、请运行命令手动应用SLM lun mapping remove-reporting-nodes、以删除LUN报告节点并限制LUN访问权限、使其只能访问拥有LUN的节点及其HA配对节点。

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

要考虑的其他最佳实践：

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

- 有关将 NVMe/FC 与 vSphere 7.0 结合使用的详细信息，请参见此部分 "[《ONTAP NVMe/FC 主机配置指南》](#)" 和 "[TR-4684](#)." 下图显示了从 vSphere 主机到 ONTAP LUN 的多路径连接。



## NFS

ONTAP是企业级横向扩展NAS阵列、其中包括许多功能。ONTAP支持VMware vSphere从许多ESXi主机并发访问NFS连接的数据存储库、远远超出了对VMFS文件系统施加的限制。将NFS与vSphere结合使用可提供一些易用性和存储效率可见性优势、如一节中所述"[数据存储库](#)"。

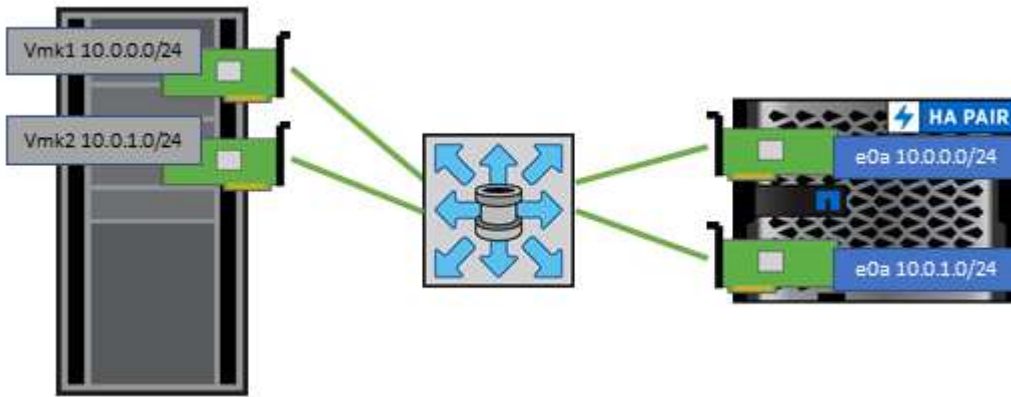
将 ONTAP NFS 与 vSphere 结合使用时，建议采用以下最佳实践：

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



- 在vSphere 8中、nconnect的最大值为4、默认值为1。可以通过高级设置按主机提高vSphere中的最大值限制、但通常不需要。
  - 对于需要比单个TCP连接所能提供的性能更高的环境、建议将值设置为4。
  - 请注意、ESXi的NFS连接数限制为256个、每个nconnect连接数均计入此总数。例如、两个nconnect = 4的数据存储库总共会计入八个连接。
  - 在生产环境中实施大规模更改之前、必须测试nconnect对环境的性能影响。
- 值得注意的是、NFSv3和NFSv4.1使用不同的锁定机制。NFSv3使用客户端锁定、而NFSv4.1使用服务器端锁定。虽然ONTAP卷可以通过这两种协议导出、但ESXi只能通过一种协议挂载数据存储库。但是、这并不意味着其他ESXi主机不能通过其他版本挂载同一数据存储库。为了避免出现任何问题、请务必指定挂载时要使用的协议版本、以确保所有主机使用相同版本、从而使用相同的锁定模式。请务必避免在主机之间混用NFS版本。如果可能、请使用主机配置文件检查合规性。
- 由于 NFSv3 和 NFSv4.1 之间不会自动转换数据存储库，因此请创建一个新的 NFSv4.1 数据存储库，并使用 Storage vMotion 将 VM 迁移到新数据存储库。
  - 有关支持所需的特定ESXi修补程序级别、请参见中的NFS v4.1互操作性表说明"[NetApp 互操作性表工具](#)"。
- 如中所述"[设置](#)"，如果您不使用适用于Kubnetes的vSphere CSI，则应将newSyncInterval设置为 "[VMware 知识库 386364](#)"
  - NFS导出策略规则用于控制vSphere主机的访问。您可以对多个卷（数据存储库）使用一个策略。对于NFS、ESXi会使用sys (UNIX)安全模式、并需要根据挂载选项来执行VM。在 ONTAP 中，此选项称为超级用户，使用超级用户选项时，无需指定匿名用户 ID 。请注意、对于和 ``-allow-suid``使用不同值的导出策略规则 ``-anon``可能会导致ONTAP工具出现SVM发现问题。IP地址应是一个逗号分隔列表、挂载数据存储库的vmkernel端口地址不含空格。下面是一个策略规则示例：
    - 访问协议：NFS (包括nfs3和nfs4)
    - 客户端匹配主机名、IP地址、网络组或域列表：192.168.42.21、192.168.42.22
    - RO访问规则：任意
    - RW Access Rule：any (RW访问规则：任意)
    - 匿名用户映射到的用户ID：6554
    - 超级用户安全类型：any
    - 在SETATTR中使用set\_id位：true
    - 允许创建设备：true
  - 如果使用适用于VMware VAAI的NetApp NFS插件、则在创建或修改导出策略规则时、应将此协议设置为 `nfs`。要使VAAI副本卸载正常工作、需要使用NFSv4协议、而将协议指定为 ``nfs``会自动包括NFS3和NFSv4版本。即使数据存储库类型创建为NFS v3、也需要执行此操作。
  - NFS 数据存储库卷是从 SVM 的根卷接合的；因此，ESXi 也必须有权访问根卷，才能导航和挂载数据存储库卷。根卷以及嵌套了数据存储库卷接合的任何其他卷的导出策略必须包含一条或多条适用于ESXi服务器的规则、以便为其授予只读访问权限。下面是根卷的示例策略、该策略也使用VAAI插件：
    - 访问协议：NFS
    - 客户端匹配规范：192.168.42.21、192.168.42.22
    - RO 访问规则：sys
    - RW访问规则：从不(根卷的最佳安全性)

- 匿名UID
- 超级用户：sys (使用VAAI的根卷也需要此功能)
- 虽然 ONTAP 提供了一个灵活的卷命名空间结构，可以使用接合在树中排列卷，但这种方法对于 vSphere 来说毫无价值。无论存储的命名空间层次结构如何，它都会在数据存储库的根目录下为每个 VM 创建一个目录。因此，最佳实践是，只需将 vSphere 卷的接合路径挂载到 SVM 的根卷，即适用于 VMware vSphere 的 ONTAP 工具如何配置数据存储库。如果没有嵌套的接合路径，也意味着任何卷都不依赖于根卷以外的任何卷，即使有意使某个卷脱机或销毁该卷，也不会影响指向其他卷的路径。
- 对于 NFS 数据存储库上的 NTFS 分区，块大小为 4k 是可以的。下图显示了从 vSphere 主机到 ONTAP NFS 数据存储库的连接。



下表列出了 NFS 版本和支持的功能。

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



# FlexGroup 卷

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

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

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

## 副本卸载

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

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

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

请考虑以下情形：

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

在这种情况下、要完成的前8个克隆将是完整副本、而不是本地文件克隆。在160秒超时时间到期之前对该VM执行任何其他克隆操作都将使用每个成分卷中的文件克隆引擎以循环方式创建几乎即时的副本、这些副本均匀分布在各个成分卷上。

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

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

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

## QoS设置

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

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

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

## 指标

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

## 最佳实践

- 使用ONTAP工具创建FlexGroup数据存储库、以确保以最佳方式创建FlexGroup、并根据您的vSphere环境配置导出策略。但是、在使用ONTAP工具创建FlexGroup卷之后、您会发现vSphere集群中的所有节点都使用一个IP地址挂载数据存储库。这可能会导致网络端口出现瓶颈。要避免此问题、请卸载此数据存储库、然后使用标准vSphere数据存储库向导使用轮叫DNS名称重新挂载它、以便在SVM上的各个SVM之间平衡负载。重新挂载后、ONTAP工具将再次能够管理数据存储库。如果ONTAP工具不可用、请使用FlexGroup默认值并按照中的准则创建导出策略 "[数据存储库和协议—NFS](#)"。
- 在估算 FlexGroup 数据存储库的规模时,请记住, FlexGroup 由多个较小的 FlexVol 卷组成,这些卷会创建一个较大的命名空间。因此、请将数据存储库的大小至少设置为最大VMDK文件大小的8倍(假设默认为8个成分卷)、外加10-20%的未使用余量、以便灵活地重新平衡。例如、如果您的环境中存在6 TB VMDK、请将FlexGroup数据存储库的大小设置为不小于52.8 TB (6x8 + 10%)。
- 从ONTAP 9.14.1开始、VMware和NetApp支持NFSv4.1会话中继。有关特定版本的详细信息、请参见NetApp NFS 4.1互操作性表工具(IMT)说明。从vSphere 8.0U2开始、NFSv3不支持卷的多个物理路径、但支持nconnect。有关nconnect的详细信息,请参见"[NetApp和VMware的NFSv3 nConnect功能](#)"。
- 使用适用于 VMware VAAI 的 NFS 插件执行副本卸载。请注意、如前文所述、虽然FlexGroup数据存储库中的克隆功能得到了增强、但在FlexVol和/或FlexGroup卷之间复制VM时、ONTAP与ESXi主机副本相比、不会提供显著的性能优势。因此、在决定使用VAAI或FlexGroup卷时、请考虑克隆工作负载。修改成分卷数量是针对基于FlexGroup的克隆进行优化的一种方法。正如调整前面提到的缓存超时。
- 使用适用于VMware vSphere的ONTAP工具9.8-9.13通过ONTAP指标(信息板和VM报告)监控FlexGroup VM的性能、并管理各个VM上的QoS。目前无法通过 ONTAP 命令或 API 获得这些指标。
- 适用于VMware vSphere的SnapCenter插件4.4及更高版本支持备份和恢复主存储系统上FlexGroup数据存储库中的VM。4.6号选择控制阀为基于FlexGroup的数据存储库增加了SnapMirror支持。使用基于阵列的快照和复制是保护数据的最有效方式。



## 版权信息

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

从受版权保护的 NetApp 资料派生的软件受以下许可和免责声明的约束：

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

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

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

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

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

## 商标信息

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