

vSphere 存储

ESXi 6.5

vCenter Server 6.5

在本文档被更新的版本替代之前，本文档支持列出的每个产品的版本和所有后续版本。要查看本文档的更新版本，请访问 <http://www.vmware.com/cn/support/pubs>。

ZH_CN-002312-00

vmware[®]

最新的技术文档可以从 VMware 网站下载：

<http://www.vmware.com/cn/support/>

VMware 网站还提供最近的产品更新信息。

您如果对本文档有任何意见或建议，请把反馈信息提交至：

docfeedback@vmware.com

版权所有 © 2009 – 2016 VMware, Inc. 保留所有权利。 [版权和商标信息](#)。

VMware, Inc.
3401 Hillview Ave.
Palo Alto, CA 94304
www.vmware.com

北京办公室
北京市海淀区科学院南路 2 号
融科资讯中心 C 座南 8 层
www.vmware.com/cn

上海办公室
上海市浦东新区浦东南路 999 号
新梅联合广场 23 楼
www.vmware.com/cn

广州办公室
广州市天河北路 233 号
中信广场 7401 室
www.vmware.com/cn

目录

关于 vSphere 存储	9
1 存储简介	11
存储虚拟化	11
物理存储器的类型	12
目标和设备表示形式	15
存储设备特性	16
支持的存储适配器	17
数据存储特性	18
虚拟机如何访问存储器	21
比较存储器类型	22
vSphere Storage API	23
2 将 ESXi 与 SAN 配合使用概览	25
ESXi 和 SAN 用例	26
将 SAN 存储器与 ESXi 配合使用的细节	26
ESXi 主机和多个存储阵列	26
决定 LUN 的大小和数目	27
选择虚拟机位置	28
分层应用程序	28
第三方管理应用程序	29
SAN 存储器备份注意事项	29
3 将 ESXi 与光纤通道 SAN 配合使用	31
光纤通道 SAN 概念	31
将区域分配与光纤通道 SAN 配合使用	32
虚拟机如何访问光纤通道 SAN 上的数据	33
4 配置光纤通道存储器	35
ESXi 光纤通道 SAN 要求	35
安装和设置步骤	36
N-Port ID 虚拟化	37
5 配置以太网光纤通道	41
以太网光纤通道适配器	41
软件 FCoE 配置准则	42
设置软件 FCoE 的网络连接	42
添加软件 FCoE 适配器	43

- 6 从光纤通道 SAN 引导 ESXi 45**
 - 从 SAN 引导的优点 45
 - 从光纤通道 SAN 引导的要求和注意事项 46
 - 准备从 SAN 引导 46
 - 将 Emulex HBA 配置为从 SAN 引导 47
 - 将 QLogic HBA 配置为从 SAN 引导 49

- 7 通过软件 FCoE 引导 ESXi 51**
 - 软件 FCoE 引导的要求和注意事项 51
 - 软件 FCoE 引导最佳做法 52
 - 设置软件 FCoE 引导 52
 - 对从软件 FCoE 安装和引导进行故障排除 53

- 8 光纤通道存储最佳做法 55**
 - 防止出现光纤通道 SAN 问题 55
 - 禁用自动主机注册 56
 - 优化光纤通道 SAN 存储器性能 56

- 9 将 ESXi 与 iSCSI SAN 配合使用 59**
 - iSCSI SAN 概念 59
 - 虚拟机如何访问 iSCSI SAN 上的数据 63

- 10 配置 iSCSI 适配器和存储器 65**
 - ESXi iSCSI SAN 要求 66
 - ESXi iSCSI SAN 限制 66
 - 为 iSCSI 设置 LUN 分配 66
 - 网络配置和身份验证 66
 - 设置独立硬件 iSCSI 适配器 67
 - 关于从属硬件 iSCSI 适配器 70
 - 关于软件 iSCSI 适配器 73
 - 修改 iSCSI 适配器的常规属性 76
 - 设置 iSCSI 网络 76
 - 将巨帧与 iSCSI 配合使用 86
 - 配置 iSCSI 适配器的发现地址 87
 - 配置 iSCSI 适配器的 CHAP 参数 89
 - 配置 iSCSI 的高级参数 92
 - iSCSI 会话管理 93

- 11 从 iSCSI SAN 引导 97**
 - 关于从 iSCSI SAN 引导的常规建议 97
 - 准备 iSCSI SAN 98
 - 配置独立硬件 iSCSI 适配器进行 SAN 引导 98
 - iBFT iSCSI 引导概览 99

- 12 iSCSI 存储器的最佳做法 105**
 - 防止出现 iSCSI SAN 问题 105
 - 优化 iSCSI SAN 存储器性能 106
 - 检查以太网交换机统计信息 108
- 13 管理存储设备 109**
 - 存储设备特性 109
 - 了解存储设备命名 111
 - 存储重新扫描操作 112
 - 确定设备连接问题 114
 - 编辑配置文件参数 118
 - 启用或禁用存储设备上的定位符 LED 119
 - 擦除存储设备 119
- 14 使用闪存设备 121**
 - 对 ESXi 使用闪存设备 122
 - 标记存储设备 122
 - 监控闪存设备 123
 - 闪存设备的最佳做法 124
 - 关于虚拟闪存资源 125
 - 配置主机交换缓存 126
- 15 关于 VMware vSphere Flash Read Cache 129**
 - 针对闪存读取缓存的 DRS 支持 129
 - vSphere High Availability 支持闪存读取缓存 130
 - 为虚拟机配置 Flash Read Cache 130
 - 迁移虚拟机和 Flash Read Cache 130
- 16 使用数据存储 133**
 - 了解 VMFS 数据存储 134
 - 了解网络文件系统数据存储 141
 - 创建数据存储 150
 - 管理重复 VMFS 数据存储 153
 - 增加 VMFS 数据存储容量 154
 - 数据存储的管理操作 155
 - 设置动态磁盘镜像 162
 - 在存储设备上收集 ESXi 主机的诊断信息 163
 - 使用 VOMA 检查元数据一致性 166
 - 配置 VMFS 指针块缓存 167
- 17 了解多路径和故障切换 171**
 - 光纤通道故障切换 171
 - 基于主机的 iSCSI 故障切换 172
 - 基于阵列的 iSCSI 故障切换 173
 - 路径故障切换和虚拟机 174

- 管理多路径 175
- VMware 多路径模块 176
- 路径扫描和声明 178
- 管理存储路径和多路径插件 181
- 虚拟机 I/O 的调度队列 189
- 18 裸设备映射 191**
 - 关于裸设备映射 191
 - 裸设备映射特性 194
 - 使用 RDM 创建虚拟机 195
 - 管理映射的 LUN 的路径 197
- 19 基于存储策略的管理 199**
 - 虚拟机存储策略 200
 - 使用虚拟机存储策略 200
 - 填充“虚拟机存储策略”界面 200
 - 默认存储策略 203
 - 创建和管理虚拟机存储策略 205
 - 存储策略和虚拟机 213
- 20 使用存储提供程序 219**
 - 存储提供程序和数据呈现形式 220
 - 存储提供程序要求和注意事项 221
 - 注册存储提供程序 221
 - 查看存储提供程序信息 222
 - 取消注册存储提供程序 222
 - 更新存储提供程序 222
 - 刷新存储提供程序证书 222
- 21 使用 Virtual Volumes 225**
 - Virtual Volumes 概念 226
 - 使用 Virtual Volumes 时的最佳做法 229
 - Virtual Volumes 和存储协议 230
 - Virtual Volumes 架构 231
 - Virtual Volumes 和 VMware Certificate Authority 232
 - 快照和 Virtual Volumes 232
 - 启用 Virtual Volumes 之前 233
 - 配置 Virtual Volumes 234
 - 在 Virtual Volumes 数据存储中置备虚拟机 236
 - Virtual Volumes 和复制 240
- 22 筛选虚拟机 I/O 245**
 - 关于 I/O 筛选器 245
 - 使用闪存设备与缓存 I/O 筛选器 247
 - I/O 筛选器系统要求 248

	在 vSphere 环境中配置 I/O 筛选器	249
	管理 I/O 筛选器	253
	I/O 筛选器准则和最佳实践	254
23	存储硬件加速	257
	硬件加速的优点	257
	硬件加速要求	258
	硬件加速支持状态	258
	块存储设备的硬件加速	258
	NAS 设备上的硬件加速	262
	硬件加速注意事项	264
24	存储厚置备和精简置备	267
	虚拟磁盘精简置备	267
	ESXi 和阵列精简置备	271
	存储空间回收	272
25	使用 vmkfstools	277
	vmkfstools 命令语法	277
	vmkfstools 选项	278
	索引	287

关于 vSphere 存储

《vSphere 存储》介绍了您可用的存储选项，并阐述了如何配置 VMware ESXi™ 系统和 VMware vCenter Server®，以便您可以使用和管理不同类型的存储。《vSphere 存储》清楚地集中介绍了传统存储类型，包括光纤通道、iSCSI 和 NAS，并讨论了在这些环境中使用 ESXi 和 vCenter Server 的具体细节。此外，《vSphere 存储》还介绍了 ESXi 和 vCenter Server 支持的存储虚拟化机制。《vSphere 存储》阐述了如何启用和使用诸如 VMware vSphere®、Flash Read Cache™、VMware vSphere® Virtual Volumes™、基于存储策略的管理 (SPBM) 和 I/O 筛选器之类的虚拟化技术。

目标读者

本信息的目标读者为熟悉虚拟机和存储虚拟化技术、数据中心操作以及 SAN 存储概念且具有丰富经验的系统管理员。

vSphere Web Client 和 vSphere Client

本指南中的任务说明基于 vSphere Web Client。您也可以使用新的 vSphere Client 执行本指南中的大部分任务。新的 vSphere Client 用户界面术语、拓扑及工作流与 vSphere Web Client 用户界面的相同方面和元素保持高度一致。可以将 vSphere Web Client 说明应用到新的 vSphere Client，除非另有指示。

注意 在 vSphere 6.5 版本中，并未针对 vSphere Client 实现 vSphere Web Client 中的所有功能。有关不受支持的功能的最新列表，请参见《vSphere Client 功能更新指南》，网址为 <http://www.vmware.com/info?id=1413>。

存储简介

本简介部分介绍了 vSphere 中的可用存储选项，并说明了如何配置 ESXi 主机以便可以使用和管理不同类型的存储。

本章讨论了以下主题：

- 第 11 页，“存储虚拟化”
- 第 12 页，“物理存储器的类型”
- 第 15 页，“目标和设备表示形式”
- 第 16 页，“存储设备特性”
- 第 17 页，“支持的存储适配器”
- 第 18 页，“数据存储特性”
- 第 21 页，“虚拟机如何访问存储器”
- 第 22 页，“比较存储器类型”
- 第 23 页，“vSphere Storage API”

存储虚拟化

ESXi 和 vCenter Server 支持存储虚拟化功能，包括虚拟机、Virtual SAN、Virtual Volumes、基于存储策略的管理 (Storage Policy Based Management, SPBM) 等。

ESXi 提供主机级别的存储虚拟化，即采用逻辑方式从虚拟机中抽象物理存储层。ESXi 虚拟机使用虚拟磁盘来存储其操作系统、程序文件，以及与其活动相关联的其他数据。虚拟磁盘是一个较大的物理文件或一组文件，可以像处理任何其他文件那样复制、移动、归档和备份虚拟磁盘。您可以配置具有多个虚拟磁盘的虚拟机。

要访问虚拟磁盘，虚拟机需使用虚拟 SCSI 控制器。这些虚拟控制器包括 BusLogic 并行、LSI Logic 并行、LSI Logic SAS 和 VMware 准虚拟。虚拟机只能查看和访问以上类型的 SCSI 控制器。

每个虚拟磁盘都位于物理存储上部署的一个数据存储上。从虚拟机的角度而言，每个虚拟磁盘看上去都好像是与 SCSI 控制器连接的 SCSI 驱动器。物理存储是通过主机上的存储适配器还是网络适配器访问，这对于客户机操作系统和虚拟机上的应用程序而言通常是透明的。

除虚拟磁盘外，vSphere 还提供称为裸设备映射 (RDM) 的机制。在虚拟机内部的客户机操作系统需要对存储设备的直接访问权限时，RDM 非常有用。有关 RDM 的信息，请参见第 191 页，第 18 章“裸设备映射”。

ESXi 和 vCenter Server 提供的其他存储虚拟化功能包括 Virtual SAN、虚拟闪存资源、Virtual Volumes 和基于存储策略的管理 (SPBM)。有关 Virtual SAN 的信息，请参见 *管理 VMware Virtual SAN* 文档。

物理存储器的类型

ESXi 存储器管理过程以存储器管理员在不同存储系统上预先分配的存储空间开始。

ESXi 支持下列类型的存储器：

本地存储器

将虚拟机文件存储在内部存储磁盘或直接连接的外部存储磁盘上。

联网的存储器

将虚拟机文件存储在通过直接连接或高速网络与主机相连的外部存储磁盘或阵列上。

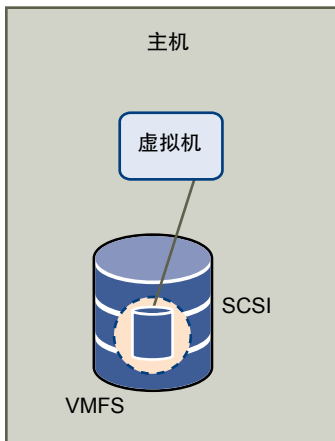
本地存储器

本地存储器可以是位于 ESXi 主机内部的内部硬盘，也可以是位于主机之外并直接通过 SAS 或 SATA 等协议连接主机的外部存储系统。

本地存储不需要存储网络即可与主机进行通信。您需要一根连接到存储单元的电缆；必要时，主机中需要有一个兼容的 HBA。

下图描述了一台使用本地 SCSI 存储器的虚拟机。

图 1-1 本地存储器



在这个本地存储器拓扑示例中，主机使用的是到存储磁盘的单一连接。可以在该磁盘上创建 VMFS 数据存储，以存储虚拟机磁盘文件。

虽然可以使用这种存储器配置拓扑，但不推荐使用。如果在存储阵列和主机间使用单一连接，那么，在连接不稳定或出现故障时，会产生将导致中断的单一故障点 (SPOF)。但是，由于大多数本地存储设备不支持多个连接，因此无法使用多个路径访问本地存储器。

ESXi 支持各种本地存储设备，包括 SCSI、IDE、SATA、USB 和 SAS 存储系统。无论使用何种存储器类型，主机都会向虚拟机隐藏物理存储器层。

注意 不能使用 IDE/ATA 或 USB 驱动器来存储虚拟机。

本地存储器不支持在多个主机之间共享。只有一个主机可以访问本地存储设备上的数据存储。因此，虽然可以使用本地存储器创建虚拟机，但却无法使用需要用到共享存储器的 VMware 功能，如 HA 和 vMotion。

但是，如果您使用的是仅有本地存储设备的主机群集，则可以实施 Virtual SAN。Virtual SAN 可将本地存储资源转变为软件定义的共享存储器，并允许您使用需要共享存储器的功能。有关详细信息，请参见 *管理 VMware Virtual SAN* 文档。

联网的存储器

联网的存储器由 ESXi 主机用于远程存储虚拟机文件的外部存储系统组成。通常，主机通过高速存储器网络访问这些系统。

网络存储设备将被共享。网络存储设备上的数据存储可同时由多个主机来访问。ESXi 支持多种网络存储技术。

除了本主题中介绍的传统网络存储，VMware 还支持虚拟共享存储（如 Virtual SAN）。Virtual SAN 可将 ESXi 主机的内部存储资源转变为可为虚拟机提供 High Availability 和 vMotion 等功能的共享存储。有关详细信息，请参见 *管理 VMware Virtual SAN* 文档。

注意 同一 LUN 无法通过不同存储协议提供给一个 ESXi 主机或多个主机。要访问 LUN，主机必须始终使用单一协议，例如仅使用光纤通道或仅使用 iSCSI。

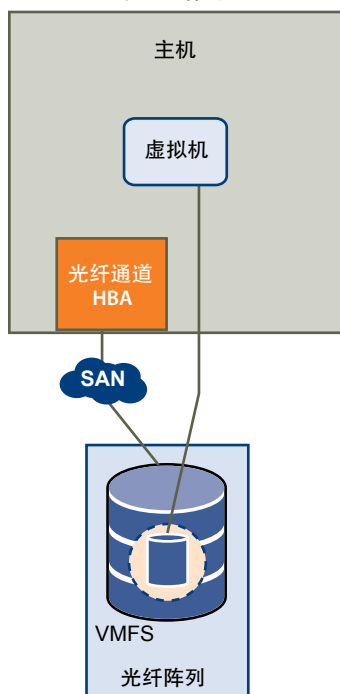
光纤通道 (FC)

在 FC 存储区域网络 (SAN) 上远程存储虚拟机文件。FC SAN 是一种将主机连接到高性能存储设备的专用高速网络。该网络使用光纤通道协议，将 SCSI 流量从虚拟机传输到 FC SAN 设备。

要连接到 FC SAN，您的主机应该配有光纤通道总线适配器 (HBA)。除非使用光纤通道直接连接存储器，否则需要光纤通道交换机来路由存储器流量。如果主机包含 FCoE（以太网光纤通道）适配器，则可以使用以太网网络连接共享光纤通道设备。

光纤通道存储器描述了使用光纤通道存储器的虚拟机。

图 1-2 光纤通道存储器



在该配置中，主机通过光纤通道适配器连接 SAN 架构（包括光纤通道交换机及存储阵列）。此时，存储阵列的 LUN 变得对于主机可用。您可以访问 LUN 并创建用于满足存储需求的数据存储。数据存储采用 VMFS 格式。

有关设置光纤通道 SAN 的特定信息，请参见第 31 页，第 3 章“将 ESXi 与光纤通道 SAN 配合使用”。

Internet SCSI (iSCSI)

在远程 iSCSI 存储设备上存储虚拟机文件。iSCSI 将 SCSI 存储器流量打包在 TCP/IP 协议中，使其通过标准 TCP/IP 网络（而不是专用 FC 网络）传输。通过 iSCSI 连接，主机可以充当与位于远程 iSCSI 存储系统的目标进行通信的启动器。

ESXi 提供下列 iSCSI 连接类型：

硬件 iSCSI

主机通过能够卸载 iSCSI 和网络处理的第三方适配器连接到存储器。硬件适配器可以是附属适配器，也可以是独立适配器。

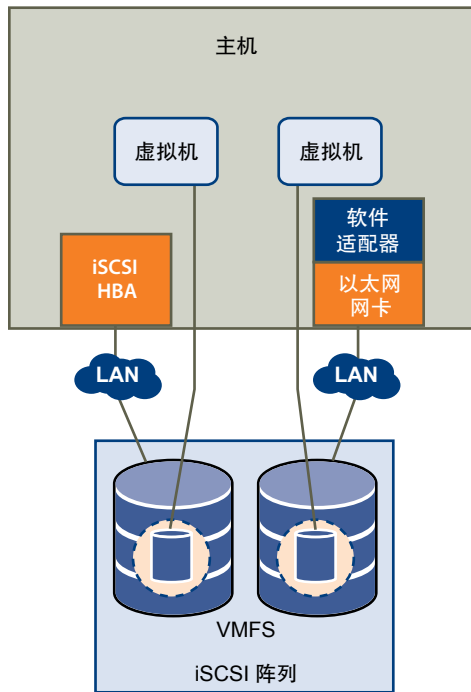
软件 iSCSI

主机使用 VMkernel 中基于软件的 iSCSI 启动器连接到存储器。通过这种 iSCSI 连接类型，主机只需要一个标准的网络适配器来进行网络连接。

必须配置 iSCSI 启动器以使主机能够访问和显示 iSCSI 存储设备。

iSCSI 存储器描述了不同类型的 iSCSI 启动器。

图 1-3 iSCSI 存储器



在左侧示例中，主机使用硬件 iSCSI 适配器连接到 iSCSI 存储系统。

在右侧示例中，主机使用软件 iSCSI 适配器和以太网网卡连接到 iSCSI 存储器。

此时，存储系统中的 iSCSI 存储设备变得对于主机可用。您可以访问存储设备并创建用于满足存储需求的 VMFS 数据存储。

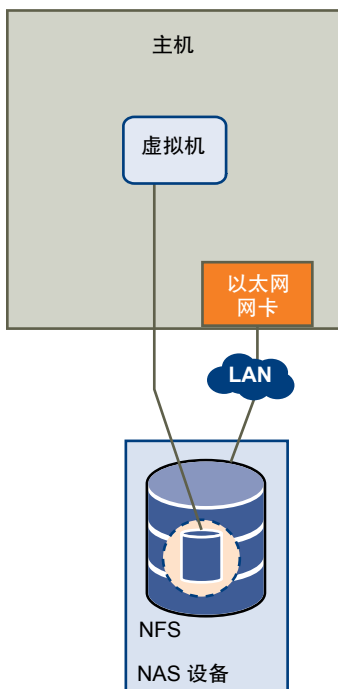
有关设置 iSCSI SAN 的特定信息，请参见第 59 页，第 9 章“将 ESXi 与 iSCSI SAN 配合使用”。

网络附加存储 (NAS)

在通过标准 TCP/IP 网络访问的远程文件服务器上存储虚拟机文件。ESXi 中内置的 NFS 客户端使用网络文件系统 (NFS) 协议第 3 版和第 4.1 版来与 NAS/NFS 服务器进行通信。为了进行网络连接，主机需要一个标准的网络适配器。

NFS 存储器描述了使用 NFS 卷存储其文件的虚拟机。在此配置中，主机连接到 NFS 服务器，此服务器通过常规网络适配器存储虚拟磁盘文件。

图 1-4 NFS 存储器



有关设置 NFS 存储的特定信息，请参见第 141 页，“了解网络文件系统数据存储”。

共享串行连接的 SCSI (SAS)

在可向多个主机提供共享访问的直接连接的 SAS 存储系统上存储虚拟机。这种类型的访问允许多个主机访问 LUN 上的同一个 VMFS 数据存储。

目标和设备表示形式

在 ESXi 环境中，“目标”一词标识可以由主机访问的单个存储单元。术语“设备”和“LUN”描述代表目标上的存储空间的逻辑卷。通常，“设备”和“LUN”等词在 ESXi 环境中表示通过存储器目标向主机呈现的存储卷，对于该卷可以格式化。

不同存储器供应商通过不同的方式向 ESXi 主机呈现存储系统。某些供应商在单个目标上呈现多个存储设备或 LUN，而有些供应商则向多个目标各呈现一个 LUN。

图 1-5 目标和 LUN 表示形式



在此图示中，每种配置都有三个 LUN 可用。在其中一个示例中，主机可以看到一个目标，但该目标具有三个可供使用的 LUN。每个 LUN 表示单个存储卷。在另一个示例中，主机可以看到三个不同的目标，每个目标都拥有一个 LUN。

通过网络访问的目标都有唯一的名称，该名称由存储系统提供。iSCSI 目标使用 iSCSI 名称，而光纤通道目标使用全球名称 (WWN)。

注意 ESXi 不支持通过不同传输协议（如 iSCSI 和光纤通道）访问相同的 LUN。

设备或 LUN 由其 UUID 名称标识。如果某个 LUN 由多个主机共享，则必须将该 LUN 提供给具有相同 UUID 的所有主机。

存储设备特性

可以显示对主机可用的所有存储设备或 LUN（包括所有的本地设备和联网设备）。如果使用第三方多路径插件，则通过此类插件可用的存储设备也将出现在列表中。

对于每个存储适配器，可以显示此适配器可用的存储设备的单独列表。

通常，在查看存储设备时，您可看到以下信息。

表 1-1 存储设备信息

存储设备信息	描述
名称	也称为显示名称。ESXi 主机根据存储类型和制造商为设备分配的名称。可以根据需要更改此名称。
标识符	通用唯一标识符是设备的固有名称。
操作状况	指示设备已挂载或已卸载。有关详细信息，请参见第 115 页，“分离存储设备”。
LUN	SCSI 目标中的逻辑单元号 (LUN)。LUN 号由存储系统提供。如果目标只有一个 LUN，则 LUN 号始终为零 (0)。
类型	设备类型，例如，磁盘或 CD-ROM。
驱动器类型	有关设备是闪存驱动器还是常规 HDD 驱动器的信息。有关闪存驱动器的信息，请参见第 121 页，第 14 章“使用闪存设备”。
传输	主机用于访问设备的传输协议。协议取决于所使用的存储类型。请参见第 12 页，“物理存储器的类型”。
容量	存储设备的总容量。
所有者	主机用于管理存储设备路径的插件（如 NMP 或第三方插件）。有关详细信息，请参见第 175 页，“管理多路径”。
硬件加速	有关存储设备是否能帮助主机执行虚拟机管理操作的信息。状态可以为“支持”、“不支持”或“未知”。有关详细信息，请参见第 257 页，第 23 章“存储硬件加速”。
扇区格式化	指示设备使用的是传统格式化、512n 还是高级扇区格式化，如 512e。有关详细信息，请参见第 135 页，“存储设备格式和 VMFS 数据存储”。
位置	指向 /vmfs/devices/ 目录中存储设备的路径。
分区格式	存储设备采用的分区方案。可能是主引导记录 (MBR) 或 GUID 分区表 (GPT) 格式。GPT 设备可以支持超过 2 TB 的数据存储。有关详细信息，请参见第 135 页，“存储设备格式和 VMFS 数据存储”。
分区	主分区和逻辑分区，包括 VMFS 数据存储（如果已配置）。
多路径策略（VMFS 数据存储）	主机用于管理存储设备的路径选择策略和存储阵列类型策略。有关详细信息，请参见第 171 页，第 17 章“了解多路径和故障切换”。
路径（VMFS 数据存储）	用于访问存储及其状态的路径。

显示主机的存储设备

显示主机可用的所有存储设备。如果使用任何第三方多路径插件，则通过此类插件可用的存储设备也将出现在列表中。

通过“存储设备”视图，您可列出主机的存储设备、分析其信息并修改属性。

步骤

- 1 在 vSphere Web Client 导航器中，浏览到主机。
- 2 单击**配置**选项卡。
- 3 在**存储**下，单击**存储设备**。
主机可用的所有存储设备都会列在“存储设备”表中。
- 4 要查看特定设备的详细信息，请从列表中选择该设备。
- 5 使用“设备详细信息”下的选项卡访问其他信息，并修改所选设备的属性。

选项卡	描述
属性	查看设备属性和特性。查看和修改设备的多路径策略。
路径	显示设备的可用路径。禁用或启用所选路径。

显示适配器的存储设备

显示可通过主机上的特定存储适配器访问的存储设备列表。

步骤

- 1 在 vSphere Web Client 导航器中，浏览到主机。
- 2 单击**配置**选项卡。
- 3 在**存储**下，单击**存储适配器**。
主机上安装的所有存储适配器都会列在“存储适配器”表中。
- 4 从列表中选择适配器，然后单击**设备**选项卡。
此时将显示主机可通过该适配器访问的存储设备。

支持的存储适配器

存储适配器为 ESXi 主机提供到特定存储单元或网络的连接。

ESXi 支持不同的适配器类别，包括 SCSI、iSCSI、RAID、光纤通道、以太网上的光纤通道 (FCoE) 和以太网。ESXi 通过 VMkernel 中的设备驱动程序直接访问适配器。

根据所使用的存储器类型，可能需要在主机上启用和配置存储适配器。

有关设置软件 FCoE 适配器的信息，请参见第 41 页，第 5 章“配置以太网光纤通道”。

有关配置不同类型的 iSCSI 适配器的信息，请参见第 65 页，第 10 章“配置 iSCSI 适配器和存储器”。

查看存储适配器信息

主机使用存储适配器来访问不同的存储设备。可以显示有关可用存储适配器的详细信息，并查看这些信息。

前提条件

必须启用某些适配器（如软件 iSCSI 或 FCoE）后，才能查看它们的信息。要配置适配器，请参见以下内容：

- [第 65 页，第 10 章“配置 iSCSI 适配器和存储器”](#)
- [第 41 页，第 5 章“配置以太网光纤通道”](#)

步骤

- 1 在 vSphere Web Client 导航器中，浏览到主机。
- 2 单击**配置**选项卡。
- 3 在**存储**下，单击**存储适配器**。
- 4 要查看特定适配器的详细信息，请从列表中选择适配器。
- 5 使用“适配器详细信息”下的选项卡访问其他信息，并修改所选适配器的属性。

通常，您会看到以下适配器特性。

适配器信息	描述
型号	适配器的型号。
目标（光纤通道和 iSCSI）	通过适配器访问的目标数。
WWN（光纤通道）	根据用来唯一标识 FC 适配器的光纤通道标准形成的全球名称。
iSCSI 名称 (iSCSI)	根据用来标识 iSCSI 适配器的 iSCSI 标准形成的唯一名称。
iSCSI 别名 (iSCSI)	用以替代 iSCSI 名称的友好名称。
IP 地址（独立硬件 iSCSI）	分配给 iSCSI HBA 的地址。
设备	适配器可以访问的所有存储设备或 LUN。
路径	适配器用于访问存储设备的所有路径。
属性	一般适配器属性。对于 iSCSI 和 FCoE 适配器，使用此选项卡配置其他属性，例如，身份验证。

数据存储特性

数据存储是逻辑容器，类似于文件系统，它将各个存储设备的特性隐藏起来，并提供一个统一的模型来存储虚拟机文件。可以显示对主机可用的所有数据存储，并分析其属性。

可通过以下方式将数据存储添加到 vCenter Server 中：

- 您可以使用“新建数据存储”向导创建 VMFS 数据存储、NFS 版本 3 或 4.1 数据存储或 Virtual Volumes 数据存储。启用 Virtual SAN 时，会自动创建一个 Virtual SAN 数据存储。
- 将 ESXi 主机添加到 vCenter Server 时，主机上的所有数据存储都将添加到 vCenter Server。

下表说明了通过 vSphere Web Client 查看数据存储时您可以看到的数据存储详细信息。某些特性可能不可用或不适用于所有类型的数据存储。

表 1-2 数据存储信息

数据存储信息	适用的数据存储类型	描述
名称	VMFS NFS Virtual SAN Virtual Volumes	为数据存储指定的可编辑名称。有关重命名数据存储的信息，请参见第 156 页，“更改数据存储名称”。
文件系统类型	VMFS NFS Virtual SAN Virtual Volumes	数据存储使用的文件系统。有关 VMFS 和 NFS 数据存储以及如何管理它们的信息，请参见第 133 页，第 16 章“使用数据存储”。 有关 Virtual SAN 数据存储的信息，请参见《管理 VMware Virtual SAN》文档。 有关 Virtual Volumes 的信息，请参见第 225 页，第 21 章“使用 Virtual Volumes”。
设备备用	VMFS NFS Virtual SAN	关于基础存储的信息，如部署数据存储所在的存储设备 (VMFS)、服务器和文件夹 (NFS) 或磁盘组 (Virtual SAN)。
协议端点	Virtual Volumes	有关相应的协议端点的信息。请参见第 228 页，“协议端点”。
数据区	VMFS	数据存储跨越的个别数据区及其容量。
驱动器类型	VMFS	基础存储设备的类型，例如闪存驱动器或常规 HDD 驱动器。有关详细信息，请参见第 121 页，第 14 章“使用闪存设备”。
容量	VMFS NFS Virtual SAN Virtual Volumes	包括总容量、已置备的空间和可用空间。
挂载点	VMFS NFS Virtual SAN Virtual Volumes	数据存储在主机的 /vmfs/volumes/ 目录中的路径。
功能集	VMFS 注意 多数据区 VMFS 数据存储将仅显示其中一个数据区的功能。 NFS Virtual SAN Virtual Volumes	有关基础存储实体提供的存储数据服务的信息。您不能对其进行修改。
Storage I/O Control	VMFS NFS	有关是否启用群集范围存储 I/O 优先化的信息。请参见 <i>vSphere 资源管理</i> 文档。
硬件加速	VMFS NFS Virtual SAN Virtual Volumes	有关基础存储实体是否支持硬件加速的信息。状态可以为“支持”、“不支持”或“未知”。有关详细信息，请参见第 257 页，第 23 章“存储硬件加速”。 注意 NFS 4.1 不支持硬件加速。
标记	VMFS NFS Virtual SAN Virtual Volumes	您定义并将其以标记形式与数据存储关联的数据存储功能。有关信息，请参见第 202 页，“向数据存储分配标记”。

表 1-2 数据存储信息（续）

数据存储信息	适用的数据存储类型	描述
与主机的连接	VMFS	挂载了数据存储的主机。
	NFS	
	Virtual Volumes	
多路径	VMFS	主机用于访问存储的路径选择策略。有关详细信息，请参见第 171 页，第 17 章“了解多路径和故障切换”。
	Virtual Volumes	

显示数据存储信息

使用 vSphere Web Client 导航器访问“数据存储”视图。

通过“数据存储”视图，您可以列出 vSphere 基础架构清单中的所有数据存储、分析信息和修改属性。您也可使用视图创建数据存储。

步骤

- 1 可使用以下方法之一导航到数据存储。
 - 在 vSphere Web Client 导航器中，选择 **vCenter 清单列表 > 数据存储**。
 - 浏览到一个属于数据存储有效父对象的对象（例如数据中心、群集或主机），然后单击 **数据存储** 选项卡。清单中的数据存储会显示在中心面板中。
- 2 使用图标创建数据存储或执行所选数据存储的基本任务。

图标	描述
	创建新的数据存储。
	增加数据存储容量。
	导航到数据存储文件浏览器。
	将数据存储挂载到某些主机。
	移除数据存储。
	从某些主机卸载数据存储。

- 3 要查看特定数据存储详细信息，请单击所选数据存储。
- 4 使用选项卡访问其他信息，并修改数据存储属性。

选项卡	描述
入门	查看介绍信息并查看基本操作。
摘要	查看所选数据存储的统计信息和配置。
监控	查看数据存储的警报、性能数据、资源分配、事件及其他状态信息。
管理	查看和修改数据存储属性、警报定义、标记和权限。使用该选项卡访问支持数据存储的存储设备，并查看和编辑数据存储设备的多路径详细信息。
主机	查看挂载了数据存储的主机。
虚拟机	查看数据存储上的虚拟机。

为基础架构对象列出数据存储

为特定父对象（例如，数据中心、群集或主机）显示数据存储。

步骤

- 1 使用 vSphere Web Client 对象导航器可以浏览到属于数据存储的有效父对象的对象，例如数据中心、群集或主机。
- 2 单击**数据存储**选项卡。
如果为此对象配置了任何数据存储，则这些存储将显示在中心“数据存储”面板中。
- 3 使用图标创建数据存储或执行所选数据存储的基本任务。

图标	描述
	创建新的数据存储。
	增加数据存储容量。
	导航到数据存储文件浏览器。
	将数据存储挂载到某些主机。
	移除数据存储。
	从某些主机卸载数据存储。

- 4 使用选项卡访问其他信息，并修改数据存储属性。

选项卡	描述
入门	查看介绍信息并查看基本操作。
摘要	查看所选数据存储的统计信息和配置。
监控	查看数据存储的警报、性能数据、资源分配、事件及其他状态信息。
管理	查看和修改数据存储属性、警报定义、标记和权限。使用该选项卡访问支持数据存储的存储设备，并查看和编辑数据存储设备的多路径详细信息。
主机	查看挂载了数据存储的主机。
虚拟机	查看数据存储上的虚拟机。

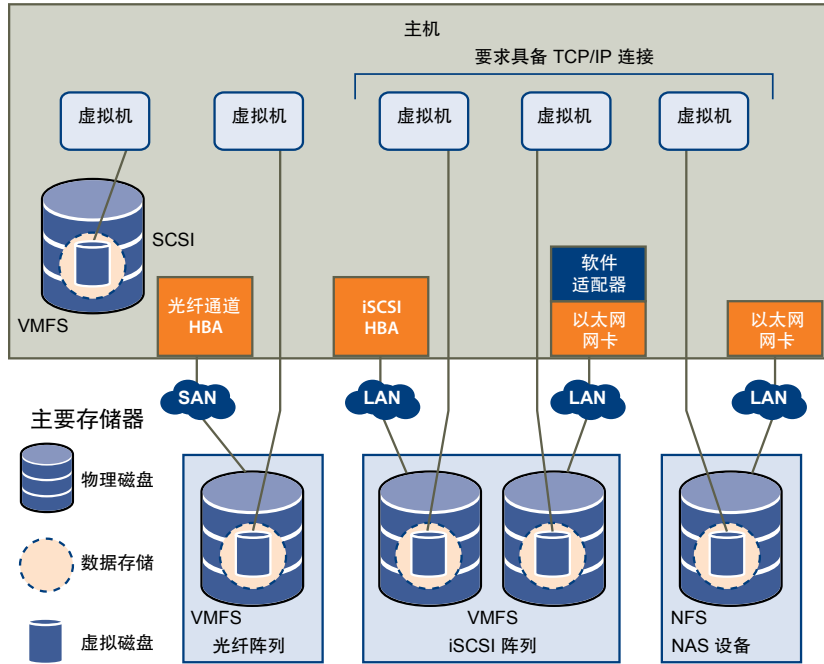
虚拟机如何访问存储器

当虚拟机与存储在数据存储上的虚拟磁盘进行通信时，它会发出 **SCSI** 命令。由于数据存储可以存在于各种类型的物理存储器上，因此根据 ESXi 主机用来连接存储设备的协议，这些命令会封装成其他形式。

ESXi 支持光纤通道 (FC)、Internet SCSI (iSCSI)、以太网上的光纤通道 (FCoE) 和 NFS 协议。无论主机使用何种类型的存储设备，虚拟磁盘始终会以挂载的 SCSI 设备形式呈现给虚拟机。虚拟磁盘会向虚拟机操作系统隐藏物理存储器层。这样可以在虚拟机内部运行未针对特定存储设备（如 SAN）而认证的操作系统。

下图描述了使用不同存储器类型的五个虚拟机，以说明各个类型之间的区别。

图 1-6 访问不同类型存储器的虚拟机



注意 此图表仅用于展示概念。它并非是推荐的配置。

比较存储器类型

某些 vSphere 功能是否受支持可能取决于所用存储技术。

下表比较了 ESXi 支持的各种网络存储技术。

表 1-3 ESXi 支持的联网存储器

技术	协议	传输	接口
Fibre Channel (光纤通道)	FC/SCSI	数据/LUN 的块访问	FC HBA
以太网光纤通道	FCoE/SCSI	数据/LUN 的块访问	<ul style="list-style-type: none"> ■ 聚合网络适配器 (硬件 FCoE) ■ 支持 FCoE 的网卡 (软件 FCoE)
iSCSI	IP/SCSI	数据/LUN 的块访问	<ul style="list-style-type: none"> ■ iSCSI HBA 或启用 iSCSI 的网卡 (硬件 iSCSI) ■ 网络适配器 (软件 iSCSI)
NAS	IP/NFS	文件 (无直接 LUN 访问)	网络适配器

下表比较了不同类型存储器支持的 vSphere 功能。

表 1-4 存储器支持的 vSphere 功能

存储器类型	引导虚拟机	vMotion	数据存储	RDM	虚拟机群集	VMware HA 和 DRS	Storage API - Data Protection
本地存储器	是	否	VMFS	否	是	否	是
Fibre Channel (光纤通道)	是	是	VMFS	是	是	是	是

表 1-4 存储器支持的 vSphere 功能（续）

存储器类型	引导虚拟机	vMotion	数据存储	RDM	虚拟机群集	VMware HA 和 DRS	Storage API - Data Protection
iSCSI	是	是	VMFS	是	是	是	是
NFS 上的 NAS	是	是	NFS 3 和 NFS 4.1	否	否	是	是

注意 本地存储器支持单个主机上的虚拟机群集（也称为机箱内群集）。需要共享的虚拟磁盘。有关此配置的详细信息，请参见 *vSphere 资源管理* 文档。

vSphere Storage API

Storage API 是指一系列 API，第三方硬件、软件和存储提供程序使用这些 API 来开发可增强多项 vSphere 功能和解决方案的组件。

此存储出版物介绍了多个可用于存储环境的 Storage API。有关此系列中其他 API 的信息，包括 vSphere API - Data Protection，请参见 VMware 网站。

vSphere APIs for Storage Awareness

这些 API 也称为 VASA。这些 API 由第三方供应商或 VMware 提供，用于实现 vCenter Server 与底层存储之间的通信。通过 VASA，存储实体可以将其配置、功能、存储运行状况和事件通知给 vCenter Server。同时，在某些环境中，VASA 可以将 vCenter Server 的虚拟机存储要求传递给存储实体，并确保存储层满足这些要求。

使用 Virtual Volumes、Virtual SAN、vSphere APIs for I/O Filtering (VAIO) 和存储虚拟机策略时，VASA 将会非常重要。请参见第 219 页，第 20 章“使用存储提供程序”。

vSphere APIs for Array Integration

这些 API 也称为 VAAI，包括以下组件：

- 硬件加速 API。允许阵列与 vSphere 集成，以便透明地将某些存储操作卸载给阵列。此集成显著降低了主机上的 CPU 开销。请参见第 257 页，第 23 章“存储硬件加速”。
- 阵列精简置备 API。帮助监控精简置备存储阵列上的空间使用情况，以防止出现空间不足的情况，并执行空间回收。请参见第 271 页，“ESXi 和阵列精简置备”。

vSphere APIs for Multipathing

这些 API 也称为可插入存储架构 (Pluggable Storage Architecture, PSA)。利用这些 API，存储合作伙伴可以创建并提供针对各阵列优化的多路径和负载均衡插件。这些插件与存储阵列通信，并确定最佳路径选择策略，以提高从 ESXi 主机到存储阵列的 I/O 性能和可靠性。有关详细信息，请参见第 175 页，“管理多路径”。

将 ESXi 与 SAN 配合使用概览

将 ESXi 与 SAN 配合使用可提高灵活性、效率以及可靠性。将 ESXi 与 SAN 配合使用还支持集中式管理、故障切换和负载平衡技术。

下面是将 ESXi 与 SAN 配合使用的优点：

- 您可安全地存储数据并配置多个指向存储器的路径，从而避免出现单一故障点。
- 将 SAN 与 ESXi 系统配合使用可将故障恢复能力扩展到服务器。使用 SAN 存储器时，所有应用程序都可在原始主机出现故障后在其他主机上立即重新启动。
- 可以使用 VMware vMotion 执行虚拟机的实时迁移。
- 如果虚拟机的主机出现故障，可将 VMware High Availability (HA) 与 SAN 结合使用，在另一台服务器上以虚拟机的最后已知状态重新启动虚拟机。
- 可使用 VMware Fault Tolerance (FT) 复制两台不同主机上的受保护虚拟机。如果首选主机出现故障，虚拟机可在辅助主机上继续不间断地运行。
- 使用 VMware Distributed Resource Scheduler (DRS) 将虚拟机从一台主机迁移到另一台主机以实现负载平衡。由于存储器位于共享 SAN 阵列，因此应用程序可继续无缝运行。
- 如果使用 VMware DRS 群集，请将 ESXi 主机置于维护模式，以便系统将所有正在运行的虚拟机迁移到其他 ESXi 主机。随后便可在原始主机上执行升级或其他维护操作。

VMware 虚拟机的可移植性和封装与此存储器的共享特性相辅相成。当虚拟机位于基于 SAN 的存储器上时，您可以快速关闭一台服务器上的虚拟机并在另一台服务器上将其启动，或在一台服务器上将其挂起并在同一网络上的另一台服务器上恢复操作。此功能可实现在迁移计算资源的同时保持一致的共享访问。

本章讨论了以下主题：

- [第 26 页，“ESXi 和 SAN 用例”](#)
- [第 26 页，“将 SAN 存储器与 ESXi 配合使用的细节”](#)
- [第 26 页，“ESXi 主机和多个存储阵列”](#)
- [第 27 页，“决定 LUN 的大小和数目”](#)
- [第 28 页，“选择虚拟机位置”](#)
- [第 28 页，“分层应用程序”](#)
- [第 29 页，“第三方管理应用程序”](#)
- [第 29 页，“SAN 存储器备份注意事项”](#)

ESXi 和 SAN 用例

与 SAN 配合使用时，ESXi 可从 Storage vMotion、Distributed Resource Scheduler (DRS)、High Availability 等多个 vSphere 功能中受益。

将 ESXi 与 SAN 配合使用对于以下任务非常有效：

存储器整合与存储器布局的简化

如果使用多台主机，且每台主机都运行多个虚拟机，那么当主机上的存储器不再够用时将需要使用外部存储器。选择 SAN 作为外部存储器可使系统架构更为简单，同时还有其他优点。

零停机时间维护

在执行 ESXi 主机或基础结构维护时，使用 vMotion 将虚拟机迁移到其他主机。如果共享存储器位于 SAN 上，您无需中断虚拟机的用户服务便可执行维护。虚拟机工作进程在整个迁移过程中继续执行。

负载均衡

可以将主机添加到 DRS 群集，该主机的资源将成为群集资源的一部分。将持续监控群集内所有主机和虚拟机的 CPU 和内存资源的分布情况和使用情况。DRS 会将这些衡量指标与理想状态下的资源利用率进行比较。理想状态下的利用率会考虑群集内资源池和虚拟机的属性、当前需求以及不平衡目标。然后，它会相应地执行虚拟机迁移（或提供迁移建议）。

灾难恢复

可以使用 VMware High Availability 将多台 ESXi 主机配置为群集，为虚拟机中运行的应用程序提供快速中断恢复和具有成本效益的高可用性。

简化阵列迁移和存储升级

如果购买了新的存储系统或阵列，则可通过 Storage vMotion 执行实时自动迁移，在不中断虚拟机用户操作的情况下，将虚拟机磁盘文件从现有存储器迁移到新的目标存储器。

将 SAN 存储器与 ESXi 配合使用的细节

将 SAN 与 ESXi 主机一起使用在很多方面有别于传统的 SAN 使用情况。

将 SAN 存储器与 ESXi 配合使用时，请记住以下注意事项：

- 您无法使用 SAN 管理工具直接访问使用该存储器的虚拟机操作系统。使用传统工具，只能监控 VMware ESXi 操作系统。可以使用 vSphere Web Client 监控虚拟机。
- 通过 SAN 管理工具可看到的 HBA 属于 ESXi 系统（而不是属于虚拟机）。
- 通常，ESXi 系统会为您执行多路径。

ESXi 主机和多个存储阵列

ESXi 主机可访问来自多个存储阵列（包括不同供应商的阵列）的存储设备。

使用不同供应商的多个阵列时，需要考虑以下注意事项：

- 如果主机将同一存储阵列类型插件 (SATP) 用于多个阵列，需要更改该 SATP 的默认路径选择策略 (PSP) 时请多加注意。更改将应用于所有阵列。有关 SATP 和 PSP 的信息，请参见第 171 页，第 17 章“了解多路径和故障切换”。
- 某些存储阵列会对队列深度及其他设置提出建议。通常，这些设置在 ESXi 主机级别进行全局配置。对一个阵列进行更改会影响向主机提供 LUN 的其他阵列。有关更改队列深度的信息，请参见 VMware 知识库文章，网址为：<http://kb.vmware.com/kb/1267>。
- 为光纤通道阵列进行 ESXi 主机区域分配时，请使用单启动器单目标区域分配。采用这种类型的配置，一个阵列上发生的光纤相关事件不会影响其他阵列。有关区域分配的详细信息，请参见第 32 页，“将区域分配与光纤通道 SAN 配合使用”。

决定 LUN 的大小和数目

在格式化包含 VMFS 数据存储的 LUN 之前，必须规划如何设置 ESXi 系统的存储器。

决定 LUN 的大小和数目时，请牢记以下注意事项：

- 每个 LUN 应具有正确的 RAID 级别和存储特性，适用于在使用该 LUN 的虚拟机中运行的应用程序。
- 每个 LUN 必须仅包含一个 VMFS 数据存储。
- 如果多台虚拟机访问同一个 VMFS，请使用磁盘份额区分虚拟机的优先级。

出于以下原因，您可能需要较少、较大的 LUN：

- 在不向存储管理员要求更多空间的情况下，使创建虚拟机的灵活性更大。
- 使调整虚拟磁盘大小、执行快照等等的灵活性更大。
- 使要管理的 VMFS 数据存储变得更少。

出于以下原因，您可能需要较多、较小的 LUN：

- 减少存储空间浪费。
- 不同的应用程序可能需要不同的 RAID 特性。
- 为每个 LUN 设置多路径策略和磁盘份额，从而增加灵活性。
- 使用 Microsoft 群集服务要求每个群集磁盘资源位于各自的 LUN 中。
- 由于对单个卷的争用情况较少，因此性能更佳。

当虚拟机的存储特性不可用时，通常没有简单的方法来确定要置备的 LUN 的数目和大小。可以使用预测性或自适应性方案决定 LUN 大小和数量。

使用预测性方案来决定 LUN 的大小和数目

设置 ESXi 系统的存储器时，必须在创建 VMFS 数据存储之前决定要置备的 LUN 的大小和数目。可以使用预测性方案决定 LUN 的大小和数目。

步骤

- 1 置备若干具有不同存储特性的 LUN。
- 2 在每个 LUN 上创建一个 VMFS 数据存储，并依照相应特性标记各个数据存储。
- 3 创建虚拟磁盘以包含在 LUN 上创建的 VMFS 数据存储中的虚拟机应用程序数据，这些 LUN 具有满足其上应用程序要求的 RAID 级别。
- 4 使用磁盘份额来区别高优先级虚拟机与低优先级虚拟机。

注意 磁盘份额只与给定主机相关。分配给某一主机上虚拟机的份额并不影响其他主机上的虚拟机。

- 5 运行应用程序以确定虚拟机性能是否可接受。

使用自适应性方案来决定 LUN 的大小和数目

设置 ESXi 主机的存储器时，必须在创建 VMFS 数据存储之前决定要置备的 LUN 的大小和数目。可以使用自适应性方案决定 LUN 的大小和数目。

步骤

- 1 置备一个较大的 LUN（RAID 1+0 或 RAID 5），同时启用写入缓存。

- 2 在该 LUN 上创建 VMFS。
- 3 在 VMFS 上创建四个或五个虚拟磁盘。
- 4 运行应用程序以确定磁盘性能是否可接受。

如果性能可接受，您可以在 VMFS 上再添加虚拟磁盘。如果性能不可接受，请新建大的 LUN（可能采用其他 RAID 级别）并重复此过程。使用迁移，以防止在重新创建 LUN 时丢失虚拟机数据。

选择虚拟机位置

如果您要设法优化虚拟机的性能，存储位置是个重要因素。提供高性能和高可用性但价格昂贵的存储器与性能较低但成本也较低的存储器之间始终存在一个权衡。

根据多种因素，存储器可分为不同级别：

- 高端。提供高性能和高可用性。可能提供内置快照，便于备份及时间点 (PiT) 还原。支持复制、完全存储处理器冗余和 SAS 驱动器。使用高成本心轴。
- 中端。提供中等程度的性能、较低可用性、部分存储处理器冗余和 SCSI 或 SAS 驱动器。可能提供快照。使用中等成本的心轴。
- 低端。提供低性能及少许内部存储冗余。使用低端 SCSI 驱动器或 SATA（串行低成本心轴）。

并非所有应用程序都需要性能最高、可用性最佳的存储器，至少不是在整个生命周期内一直需要。

注意 如果需要使用某些高端功能（如快照），但不希望额外支出费用，则可以在软件中实现某些高性能特性。例如，您可以在软件中创建快照。

决定放置某虚拟机的位置时，请考虑以下问题：

- 该虚拟机的重要程度如何？
- 有哪些性能及可用性要求？
- 有哪些 PiT 还原要求？
- 有哪些备份要求？
- 有哪些复制要求？

由于重要程度发生改变或技术发展使得目前的较高端功能降为低端功能，虚拟机在其整个生命周期过程中可能变更级别。重要程度是相对的，并且可能由于多种原因（包括组织、操作流程、法规要求及灾难规划等方面的变化）而改变。

分层应用程序

SAN 管理员通常使用基于阵列的专用软件进行备份、灾难恢复、数据挖掘、取证以及配置测试。

存储器供应商通常对 LUN 提供两种类型的高级服务：快照和复制。

- 快照将创建包含 LUN 的高效率副本的空间，这些副本共享公共的数据块。快照通常在主 LUN 所在的同一存储系统上本地执行，用于快速备份、应用程序测试、取证或数据挖掘。
- 复制将创建 LUN 的完整副本。通常对单独的存储系统或站点进行副本复制，以防御可使整个阵列或站点变为不可用或遭破坏的主要故障。

将 ESXi 系统与 SAN 一起使用时，您必须确定是基于阵列的工具还是基于主机的工具更适合特定的情形。

基于阵列（第三方）的解决方案

将 ESXi 系统与 SAN 一起使用时，您必须确定基于阵列的工具是否更适合特定的情形。

考虑基于阵列的解决方案时，请记住以下几点：

- 基于阵列的解决方案通常可得到更全面的统计信息。使用 RDM，数据始终采用同一路径，使得性能管理更为简单。
- 使用 RDM 和基于阵列的解决方案时，安全性对于存储管理员而言更为透明，因为使用 RDM 时虚拟机与物理机更为相似。
- 如果使用基于阵列的解决方案，通常会将物理兼容 RDM 用作虚拟机的存储器。如果不打算使用 RDM，请查看存储器供应商的文档，确认是否支持在带有 VMFS 卷的 LUN 上进行操作。如果在 VMFS LUN 上使用阵列操作，请仔细阅读重新签名一节。

基于文件 (VMFS) 的解决方案

将 ESXi 系统与 SAN 一起使用时，您必须确定基于文件的工具是否更适合特定的情形。

考虑使用 VMware Tools 和 VMFS（而非阵列工具）的基于文件的解决方案时，请注意以下几点：

- 使用 VMware Tools 和 VMFS 更利于置备。分配一个较大 LUN，多个 .vmdk 文件可置于该 LUN 上。使用 RDM，每个虚拟机都需要一个新 LUN。
- 快照服务随 ESXi 主机附送，无需额外付费。
- 对 ESXi 管理员而言，使用 VMFS 更容易。
- ESXi 管理员如使用基于文件的解决方案可减轻对 SAN 管理员的依赖性。

第三方管理应用程序

可以将第三方管理应用程序与 ESXi 主机配合使用。

大多数 SAN 硬件都附送存储管理软件。在许多情况下，此软件是一个 Web 应用程序，可与连接到网络的任何 Web 浏览器配合使用。在其他情况下，此软件通常在存储系统或单个服务器上运行，独立于使用 SAN 作为存储器的服务器。

此第三方管理软件可用于执行下列任务：

- 存储阵列管理（包括 LUN 创建、阵列缓存管理、LUN 映射以及 LUN 安全）。
- 设置复制、检查点、快照或镜像。

如果决定在虚拟机上运行 SAN 管理软件，您可享受有运行虚拟机的一系列优点，包括使用 vMotion 和 VMware HA 进行故障切换。但是，由于附加了间接级别，管理软件可能无法看到 SAN。在这种情况下，可以使用 RDM。

注意 虚拟机能否成功运行管理软件取决于特定的存储系统。

SAN 存储器备份注意事项

具有正确的备份策略是 SAN 管理的最重要的方面之一。在 SAN 环境中，备份有两个目的。第一个目的是将联机数据归档至脱机介质。可对所有联机数据按时间表定期重复执行此过程。第二个目的是提供对脱机数据的访问，用于从故障中恢复。例如，数据库恢复通常需要检索当前未联机的已归档日志文件。

计划备份取决于多种因素：

- 重要应用程序的标识，这些应用程序在给定的一段时间内需要较频繁地备份。
- 恢复点和恢复时间目标。考虑恢复点所需的精确度，以及愿意为此而等待的时间长度。

- 与数据关联的变化率 (**Rate of Change, RoC**)。例如，如果使用同步/异步复制，RoC 将影响主存储设备与辅助存储设备间所需带宽的大小。
- 对 SAN 环境、存储器性能（备份时）以及其他应用程序的总体影响。
- SAN 上高峰流量时段的标识（计划于这些高峰时段执行的备份会降低应用程序和备份过程的运行速度）。
- 计划数据中心内所有备份所需的时间。
- 备份单个应用程序所需的时间。
- 归档数据的资源可用性；通常为脱机介质访问（磁带）。

设计备份策略时要包括各应用程序的恢复时间目标。也就是考虑执行备份所需的时间和资源。例如，如果已计划的备份要存储过多数据，导致恢复需要大量时间，那么请检查已计划的备份。增加执行备份的频率，这可减少每次备份的数据，从而缩短恢复时间。

如果特定的应用程序需要在某一期限内恢复，则备份过程需要提供时间表及特殊数据处理以满足此需求。快速恢复可能需要使用驻留在联机存储器上的恢复卷，从而尽可能避免通过访问速度较慢的脱机介质来获取缺少的数据组件。

使用第三方备份软件包

可以使用第三方备份解决方案来保护虚拟机中的系统、应用程序和用户数据。

VMware 提供 **Storage API - Data Protection** 来与第三方产品一起使用。使用这些 API 时，第三方软件可以执行备份，而无需在 ESXi 主机上加载备份任务的处理。

使用 **Storage API - Data Protection** 的第三方产品可以执行以下备份任务：

- 对虚拟机执行完整、差异、增量映像备份以及还原。
- 对使用受支持的 Windows 和 Linux 操作系统的虚拟机执行文件级备份。
- 通过对运行受支持的 Microsoft Windows 操作系统的虚拟机使用 Microsoft 卷影复制服务 (VSS)，确保数据一致性。

因为 **Storage API - Data Protection** 利用 VMFS 的快照功能，所以执行备份时不需要虚拟机停机。这些备份是不间断的，可以随时执行，因此不需要更长的备份时段。

有关 **Storage API - Data Protection** 及与备份产品集成的信息，请参见 VMware 网站或与备份供应商联系。

将 ESXi 与光纤通道 SAN 配合使用

将 ESXi 主机设置为使用 FC SAN 存储阵列时，必须考虑若干特殊注意事项。本节介绍如何将 ESXi 与 SAN 阵列配合使用。

本章讨论了以下主题：

- [第 31 页，“光纤通道 SAN 概念”](#)
- [第 32 页，“将区域分配与光纤通道 SAN 配合使用”](#)
- [第 33 页，“虚拟机如何访问光纤通道 SAN 上的数据”](#)

光纤通道 SAN 概念

如果您是 ESXi 管理员，并计划设置主机与 SAN 配合使用，那么您必须掌握 SAN 概念的相关应用知识。在某些出版资料中和 Internet 上可以找到 SAN 的相关信息。这一领域的发展日新月异，请时常查看上述资源。

如果您对 SAN 技术不甚了解，请先熟悉基本术语。

存储区域网络 (SAN) 是将计算机系统或主机服务器连接到高性能存储子系统的专用高速网络。SAN 组件包括主机服务器中的主机总线适配器 (HBA)、用于路由存储流量的交换机、线缆、存储处理器 (SP) 以及存储磁盘阵列。

在网络上至少存在一台交换机的 SAN 拓扑构成了 SAN 架构。

为将流量从主机服务器传输到共享存储器，SAN 使用光纤通道 (FC) 协议将 SCSI 命令打包到光纤通道帧中。

为限制服务器访问未分配给该服务器的存储阵列，SAN 将使用区域分配。通常会为访问一组共享存储设备和 LUN 的各组服务器创建区域。区域定义了哪些 HBA 可连接哪些 SP。某区域以外的设备对该区域之内的设备不可见。

区域分配与 LUN 屏蔽类似，后者常用于权限管理。LUN 屏蔽是使 LUN 对某些主机可用而对另外一些主机不可用的过程。

在主机服务器与存储器之间传输数据时，SAN 将使用一种叫做多路径的技术。使用多路径，您可以通过多条物理路径从 ESXi 主机到达存储系统上的 LUN。

通常，从主机到 LUN 的单一路径包括 HBA、交换机端口、连接电缆和存储控制器端口。如果路径中的任何组件出现故障，主机将选择另一条可用路径用于 I/O。检测故障路径并切换到另一条路径的过程称为路径故障切换。

光纤通道 SAN 中的端口

在本文档的上下文中，端口是指设备与 SAN 的连接。SAN 中的每个节点（例如主机、存储设备或架构组件）均有一个或多个端口，用于将其连接到 SAN。端口可通过多种方式进行标识。

WWPN（全球端口名称）	一种全球唯一的端口标识符，可允许特定应用程序访问相应端口。FC 交换机会发现设备或主机的 WWPN，并向该设备分配一个端口地址。
Port_ID（或端口地址）	在 SAN 中，各端口具有唯一的端口 ID，用作端口的 FC 地址。通过这个唯一 ID 可将数据经由 SAN 路由至相应端口。FC 交换机在设备登录到相应架构时为其分配端口 ID。仅当设备登录后端口 ID 才有效。

使用 N-Port ID 虚拟化 (NPIV) 时，单一 FC HBA 端口 (N-port) 可使用多个 WWPN 向架构注册。这个方法允许一个 N-port 声明多个架构地址，每个地址都显示为一个唯一的实体。当 ESXi 主机使用 SAN 时，上述多个唯一标识符允许在配置各个虚拟机的过程中为虚拟机分配 WWN。

光纤通道存储阵列类型

ESXi 可支持不同的存储系统和阵列。

主机支持的存储类型包括主动-主动、主动-被动和 ALUA 合规。

主动-主动存储系统	允许通过所有可用的存储器端口同时访问多个 LUN，而不会明显降低性能。所有路径始终保持活动状态，除非路径发生故障。
主动-被动存储系统	存储处理器在其中主动提供对给定 LUN 的访问权限的系统。其他处理器用作备用 LUN，并且可以主动提供对其他 LUN I/O 的访问权限。只能向给定 LUN 的主动端口成功发送 I/O。如果通过主动存储器端口访问失败，则其中一个被动存储处理器可通过服务器对其进行访问而激活。
非对称存储系统	支持非对称逻辑单元访问 (ALUA)。ALUA 合规存储系统对每个端口提供不同级别的访问。ALUA 允许主机确定目标端口的状态，并区分路径的优先级。主机将某些活动路径用作主路径，其他用作辅助路径。

将区域分配与光纤通道 SAN 配合使用

区域分配可在 SAN 拓扑中提供访问控制。区域分配定义了哪些 HBA 可连接哪些目标。使用区域分配配置 SAN 后，某区域以外的设备对该区域之内的设备将不可见。

区域分配具有以下作用：

- 减少提供给主机的目标和 LUN 的数目。
- 控制和隔离架构中的路径。
- 可以防止非 ESXi 系统访问特定的存储系统，以及避免 VMFS 数据遭到破坏。
- 可用于分隔不同的环境（例如，将测试环境与生产环境分开）。

对于 ESXi 主机，可使用单启动器区域分配或单启动器单目标区域分配。后者是首选区域分配做法。使用更严格的区域分配可防止出现 SAN 上可能发生的问题和配置错误。

有关详细说明和最佳区域分配做法，请与存储阵列或交换机供应商联系。

虚拟机如何访问光纤通道 SAN 上的数据

ESXi 会将虚拟机的磁盘文件存储到位于 SAN 存储设备上的 VMFS 数据存储内。当虚拟机客户机操作系统向其虚拟磁盘发出 SCSI 命令时，SCSI 虚拟化层会将这些命令转换成 VMFS 文件操作。

虚拟机与其在 SAN 上存储的虚拟磁盘交互时，将发生以下过程：

- 1 虚拟机中的客户机操作系统读写 SCSI 磁盘时，将向虚拟磁盘发出 SCSI 命令。
- 2 虚拟机操作系统中的设备驱动程序将与虚拟 SCSI 控制器进行通信。
- 3 虚拟 SCSI 控制器将命令转发至 VMkernel。
- 4 VMkernel 将执行以下任务。
 - a 在 VMFS 卷中查找与客户机虚拟机磁盘对应的文件。
 - b 将对虚拟磁盘上块的请求映射到相应物理设备上的块。
 - c 将修改后的 I/O 请求从 VMkernel 中的设备驱动程序发送到物理 HBA。
- 5 物理 HBA 可执行以下任务。
 - a 依据 FC 协议的规则将 I/O 请求打包。
 - b 将请求传输至 SAN。
- 6 根据 HBA 用于连接架构的端口，相应 SAN 交换机会收到请求并将其路由至主机要访问的存储设备。

配置光纤通道存储器

将 ESXi 系统与 SAN 存储器配合使用时，存在特定的硬件和系统要求。

本章讨论了以下主题：

- [第 35 页，“ESXi 光纤通道 SAN 要求”](#)
- [第 36 页，“安装和设置步骤”](#)
- [第 37 页，“N-Port ID 虚拟化”](#)

ESXi 光纤通道 SAN 要求

当您准备配置 SAN 并设置 ESXi 系统以使用 SAN 存储器时，请查看要求和建议。

- 确保支持使用的 SAN 存储硬件和固件组合与 ESXi 系统配合使用。有关最新的列表，请参见 *VMware 兼容性指南*。
- 将系统配置为每个 LUN 只有一个 VMFS 卷。
- 除非使用无磁盘服务器，否则请勿在 SAN LUN 上设置诊断分区。
共享的诊断分区适用于从 SAN 引导无磁盘服务器的情况。
- 使用 RDM 访问裸磁盘。有关信息，请参见 [第 191 页，第 18 章“裸设备映射”](#)。
- 要使多路径正常工作，每个 LUN 必须对所有 ESXi 主机呈现相同的 LUN ID 号。
- 确保存储设备驱动程序指定一个足够大的队列。您可以在系统设置过程中设置物理 HBA 的队列深度。有关更改 HBA 和虚拟机的队列深度的信息，请参见 *vSphere 故障排除文档*。
- 在运行 Microsoft Windows 的虚拟机上，将 SCSI TimeoutValue 参数值增加为 60。此增加使 Windows 可以接受因路径故障切换导致的更长 I/O 延迟。有关信息，请参见 [第 175 页，“在 Windows 客户机操作系统上设置超时”](#)。

ESXi 光纤通道 SAN 限制

将 ESXi 与 SAN 配合使用时，会有一些限制。

- ESXi 不支持 FC 连接磁带设备。
- 您不能使用虚拟机内的多路径软件对单个物理 LUN 执行 I/O 负载平衡。但是，此限制不适用于 Microsoft Windows 虚拟机使用动态磁盘的情况。有关配置动态磁盘的信息，请参见 [第 162 页，“设置动态磁盘镜像”](#)。

设置 LUN 分配

此主题提供了有关 ESXi 与 SAN 配合使用时如何分配 LUN 的常规信息。

设置 LUN 分配时，请注意以下几点：

存储器置备

为确保 ESXi 系统在启动时识别 LUN，将 SAN 连接到 ESXi 系统前请将所有 LUN 置备到相应的 HBA。

VMware 建议您同时将所有 LUN 置备到所有 ESXi HBA。仅当所有 HBA 都看到相同 LUN 时 HBA 故障切换才可行。

对于将在多个主机间共享的 LUN，确保 LUN ID 在所有主机间一致。例如，LUN 5 应作为 LUN 5 映射到主机 1、主机 2 和主机 3。

vMotion 和 VMware DRS

当您使用 vCenter Server 以及 vMotion 或 DRS 时，请确保用于虚拟机的 LUN 已置备到所有 ESXi 主机。这就提供了移动虚拟机的最大能力。

主动-主动阵列与主动-被动阵列之间的比较

将 vMotion 或 DRS 用于主动-被动 SAN 存储设备时，请确保所有 ESXi 系统通向所有存储处理器的路径均一致。否则在进行 vMotion 迁移时可能会导致路径抖动。

对于《存储器/SAN 兼容性指南》中未列出的主动-被动存储阵列，VMware 不支持存储器端口故障切换。在上述情况下，您必须将服务器连接到存储阵列上的主动端口。此配置可确保向 ESXi 主机呈现 LUN。

设置光纤通道 HBA

通常，在 ESXi 主机上使用的 FC HBA 可在默认配置设置下正常工作。

应遵循存储阵列供应商提供的配置准则。设置 FC HBA 的过程中，请考虑以下几个问题：

- 不要在单个主机中混合使用不同供应商的 FC HBA。支持拥有相同 HBA 的不同型号，但单个 LUN 无法通过两个不同类型的 HBA 访问，只能通过相同类型的 HBA 访问。
- 请确保各 HBA 上的固件级别相同。
- 设置用于检测故障切换的超时值。要确保获得最佳性能，请不要更改默认值。
- ESXi 支持 16 GB 端到端光纤通道连接。

安装和设置步骤

本主题提供了配置 SAN 环境以使用 ESXi 时所需遵循的安装和设置步骤的概览。

请遵循这些步骤来配置 ESXi SAN 环境。

- 1 如果尚未配置 SAN，请设计 SAN。多数现有的 SAN 只需略微修改即可用于 ESXi。
- 2 检查所有 SAN 组件是否满足要求。
- 3 进行任何必要的存储阵列修改。

多数供应商会提供各自的特定文档，介绍如何设置 SAN 与 VMware ESXi 配合使用。

- 4 为已连接至 SAN 的主机设置 HBA。
- 5 在主机上安装 ESXi。
- 6 创建虚拟机并安装客户机操作系统。
- 7 （可选）为实现 VMware HA 故障切换或使用 Microsoft 群集服务而对系统进行设置。

8 根据需要升级或修改环境。

N-Port ID 虚拟化

N-Port ID 虚拟化 (NPIV) 是一个 ANSI T11 标准，介绍单个光纤通道 HBA 端口如何使用多个全球端口名称 (WWPN) 向架构注册。这将允许架构所连接的 N-port 要求使用多个架构地址。每个地址在光纤通道架构上都显示为唯一的实体。

基于 NPIV 的 LUN 访问如何运作

NPIV 使得单一 FC HBA 端口可以向架构注册多个唯一的 WWN，其中每个 WWN 都可分配给单个虚拟机。

可向 SAN 对象（如交换机、HBA、存储设备或虚拟机）分配全球名称 (WWN) 标识符。WWN 在光纤通道架构中唯一标识此类对象。如果虚拟机具有 WWN 分配，它们将分配的 WWN 用于所有 RDM 流量，因此虚拟机上任何 RDM 所指向的 LUN 不得针对其 WWN 进行屏蔽。如果虚拟机没有 WWN 分配，它们将使用主机物理 HBA 的 WWN 访问存储 LUN。但是，通过使用 NPIV，SAN 管理员可以按虚拟机监控和路由存储访问。下一节将介绍其运作方式。

向虚拟机分配了 WWN 后，该虚拟机的配置文件 (.vmx) 将更新为包含一个 WWN 对（由全球端口名称 (WWPN) 和全球节点名称 (WWNN) 组成）。当该虚拟机已打开电源时，VMkernel 将在物理 HBA 上实例化一个虚拟端口 (VPORT)，用于访问 LUN。VPORT 是虚拟 HBA，在 FC 架构中显示为物理 HBA，也就是说，它有自己唯一的标识符，即分配给虚拟机的 WWN 对。每个 VPORT 均特定于虚拟机，虚拟机关闭电源后，VPORT 便主机上消失，并且不会再显示于 FC 架构。当虚拟机从一台主机迁移到另一台主机时，VPORT 会在第一台主机上关闭，然后在目标主机上打开。

如果启用了 NPIV，在创建时会为每个虚拟机指定 WWN 对（WWPN 和 WWNN）。打开使用 NPIV 的虚拟机的电源后，它会依次使用上述各个 WWN 对来尝试发现指向存储器的访问路径。实例化的 VPORT 数量等于主机上存在的物理 HBA 的数量。VPORT 创建于建立了物理路径的各物理 HBA 之上。各条物理路径可用于确定将来访问 LUN 的虚拟路径。请注意，NPIV 无法识别的 HBA 在此发现过程中将被跳过，因为其无法实例化 VPORT。

使用 NPIV 的要求

如果计划在虚拟机上启用 NPIV，则应当了解某些要求。

存在以下要求：

- NPIV 仅可用于具备 RDM 磁盘的虚拟机。具备常规虚拟磁盘的虚拟机将使用主机物理 HBA 的 WWN。
- 主机上的 HBA 必须支持 NPIV。

有关信息，请参见 *VMware 兼容性指南* 和供应商文档。

- 应使用相同类型的 HBA，即，要么全都为 QLogic，要么全都为 Emulex。VMware 不支持访问相同 LUN 的同一主机上的异构 HBA。
- 如果某台主机使用多个物理 HBA 作为指向存储器的路径，应将所有物理路径划分到虚拟机。这需要支持多路径，即使一次只有一条路径处于活动状态。
- 确保主机上的物理 HBA 能够访问在该主机上运行且支持 NPIV 的虚拟机将要访问的所有 LUN。
- 该架构中的交换机必须是 NPIV 可识别的。
- 配置用于在存储器级别访问 NPIV 的 LUN 时，请确保 NPIV LUN 号和 NPIV 目标 ID 与物理 LUN 和目标 ID 相匹配。

NPIV 功能和限制

了解将 NPIV 与 ESXi 配合使用的特定功能和限制。

具有 NPIV 的 ESXi 可支持以下各项：

- NPIV 支持 vMotion。使用 vMotion 迁移虚拟机时，它将保留已分配的 WWN。
如果将已启用 NPIV 的虚拟机迁移到不支持 NPIV 的主机，则 VMkernel 将恢复为使用物理 HBA 来路由 I/O。
- 如果 FC SAN 环境支持主动-主动阵列中磁盘上的并行 I/O，则连接到两个不同的 NPIV 端口的并行 I/O 也受支持。

将 ESXi 与 NPIV 配合使用时，您必须注意以下限制：

- 由于 NPIV 技术是 FC 协议的扩展，因此，它需要具备 FC 交换机，且不会在直接连接的 FC 磁盘上工作。
- 对分配了 WWN 的虚拟机或模板进行克隆后，得到的克隆副本不保留 WWN。
- NPIV 不支持 Storage vMotion。
- 在虚拟机正在运行时，在 FC 交换机上禁用 NPIV 功能然后重新将其启用可能会导致 FC 链接失败和 I/O 停止。

向虚拟机分配 WWN

向带有 RDM 磁盘的虚拟机分配 WWN 设置。

可以创建 1-16 个 WWN 对，它们可以映射到主机上的第 1-16 个物理 FC HBA。

前提条件

创建带有 RDM 磁盘的虚拟机。请参见第 195 页，“使用 RDM 创建虚拟机”。

步骤

- 1 在 vSphere Web Client 中，浏览到虚拟机。
- 2 右键单击虚拟机，然后选择 **编辑设置**。
- 3 单击**虚拟机选项**。
- 4 单击“光纤通道 NPIV”三角符号展开 NPIV 选项。
- 5 取消选择**临时禁用此虚拟机的 NPIV** 复选框。
- 6 选择**生成新的 WWN**。
- 7 指定 WWNN 和 WWPN 的数目。

要支持通过 NPIV 进行故障切换，至少需要 2 个 WWPN。通常只为每个虚拟机创建 1 个 WWNN。

主机创建了虚拟机的 WWN 分配。

下一步

注册架构中新创建的 WWN，以便虚拟机能够登录交换机并向该 WWN 分配存储 LUN。

修改 WWN 分配

可以对带有 RDM 的虚拟机修改 WWN 分配。

通常不需要更改虚拟机上的现有 WWN 分配。在某些情况下，例如，当手动分配的 WWN 在 SAN 上导致冲突时，可能需要更改或移除 WWN。

前提条件

如果要编辑现有的 WWN，请确保关闭相应虚拟机的电源。

在开始操作前，请确保 SAN 管理员已置备了存储 LUN ACL，允许虚拟机的 ESXi 主机进行访问。

步骤

- 1 通过对所选虚拟机单击**编辑设置**链接，打开“虚拟机属性”对话框。
- 2 单击**选项**选项卡，然后选择**光纤通道 NPIV**。
此时将打开 [虚拟机属性 (Virtual Machine Properties)] 对话框。
- 3 通过选择以下选项之一编辑 WWN 分配：

选项	描述
暂时禁用此虚拟机的 NPIV	禁用虚拟机的 WWN 分配
保留不变	保留现有 WWN 分配。此对话框的只读“WWN 分配”部分显示所有现有 WWN 分配的节点和端口值。
生成新的 WWN	生成新的 WWN 并分配给虚拟机，覆盖任何现有 WWN（HBA 自身的 WWN 不受影响）。
移除 WWN 分配	移除向虚拟机分配的 WWN，虚拟机将使用 HBA WWN 访问存储 LUN。如果创建新的虚拟机，则此选项不可用。

- 4 单击**确定**保存更改。

配置以太网光纤通道

要访问光纤通道存储器，ESXi 主机可以使用以太网光纤通道 (FCoE) 协议。

FCoE 协议将光纤通道帧封装到以太网帧中。因此，主机不需要特殊的光纤通道链接来连接到光纤通道存储器，但可以使用 10 Gbit 无损以太网传输光纤通道流量。

本章讨论了以下主题：

- [第 41 页](#)，“以太网光纤通道适配器”
- [第 42 页](#)，“软件 FCoE 配置准则”
- [第 42 页](#)，“设置软件 FCoE 的网络连接”
- [第 43 页](#)，“添加软件 FCoE 适配器”

以太网光纤通道适配器

若要使用以太网光纤通道 (FCoE)，您需要在主机上安装 FCoE 适配器。

VMware 支持的适配器通常可分为两类，即使用 ESXi 中的本机 FCoE 堆栈的硬件 FCoE 适配器和软件 FCoE 适配器。

硬件 FCoE 适配器

此类别包括完全卸载的专用聚合网络适配器 (CNA)，该适配器在同一个卡上包含了网络和光纤通道功能。

安装了此类适配器后，主机可检测并使用两个 CNA 组件。在客户端中，网络连接组件显示为标准网络适配器 (vmnic)，光纤通道组件显示为 FCoE 适配器 (vmhba)。您无需配置硬件 FCoE 适配器即可进行使用。

软件 FCoE 适配器

软件 FCoE 适配器使用 ESXi 中的本机 FCoE 协议堆栈进行协议处理。软件 FCoE 适配器与提供数据中心桥接 (DCB) 和 I/O 卸载功能的网卡配合使用。Intel X520 正是此类网卡的一个示例。有关支持软件 FCoE 的网卡的信息，请参见 *VMware 兼容性指南*。

对于软件 FCoE 适配器，必须正确配置网络连接，然后才能激活该适配器。

注意 所激活的软件 FCoE 适配器的数量与物理网卡端口的数量相对应。ESXi 最多支持在一台主机上使用四个软件 FCoE 适配器。

软件 FCoE 配置准则

设置网络环境以使用 ESXi 软件 FCoE 时，请遵循 VMware 提供的准则和最佳做法。

网络交换机准则

配置软件 FCoE 环境的网络交换机时，请遵循以下准则：

- 在与 ESXi 主机通信的端口上，禁用跨树协议 (STP)。启用 STP 可能会延迟交换机上的 FCoE 初始化协议 (FIP) 响应，还可能导致出现全部路径异常 (APD) 的情况。
FIP 是 FCoE 用来在以太网上发现和初始化 FCoE 实体的协议。
- 打开基于优先级的流控制 (PFC) 并将其设置为 AUTO。
- 请确保在 FCoE 交换机上安装兼容的固件版本。

网络适配器最佳做法

如果计划启用软件 FCoE 适配器以便与网络适配器一起工作，需注意以下特定的注意事项。

- 确保在 FCoE 网络适配器上安装最新的微码。
- 如果网络适配器有多个端口，配置网络时请将每个端口添加到单独的 vSwitch。此操作有助于避免在发生破坏性事件（如 MTU 更改）时出现 APD 的情况。
- FCoE 流量处于活动状态时，请勿在不同 vSwitch 之间移动网络适配器端口。如果需要进行此更改，请随后重新引导主机。
- 如果更改网络适配器端口的 vSwitch 后引起故障，将端口移回原始 vSwitch 可以解决该问题。

设置软件 FCoE 的网络连接

激活软件 FCoE 适配器之前，需要为主机上安装的所有物理 FCoE 网卡创建 VMkernel 网络适配器。

该过程说明了如何创建通过 vSphere 标准交换机连接到单个 FCoE 物理网络适配器的单个 VMkernel 网络适配器。如果主机有多个网络适配器或适配器上有多个端口，则要将每个 FCoE 网卡连接到单独的标准交换机。有关详细信息，请参见《vSphere 网络连接》文档。

步骤

- 1 在 vSphere Web Client 导航器中，浏览到主机。
- 2 单击**操作 > 添加网络**。
- 3 选择 **VMkernel 网络适配器**，然后单击**下一步**。
- 4 选择**新建标准交换机**以创建 vSphere 标准交换机。
- 5 在“空闲适配器”下，选择支持 FCoE 的网络适配器 (vmnic#)，然后单击**分配**。

确保将该适配器分配给活动适配器。

- 6 输入网络标签。
网络标签是用于识别所创建的 VMkernel 适配器的友好名称，如 FCoE。
- 7 指定 VLAN ID，然后单击**下一步**。

由于 FCoE 流量要求隔离的网络，因此请确保您输入的 VLAN ID 与用于主机上的常规网络不同。有关详细信息，请参见《vSphere 网络连接》文档。

- 8 完成配置后，查看信息并单击**完成**。

为主机上安装的物理 FCoE 网络适配器创建了虚拟 VMkernel 适配器。

注意 为避免 FCoE 流量中断，设置完 FCoE 网络连接后，不要从 vSphere 标准交换机中移除 FCoE 网络适配器 (vmnic#)。

添加软件 FCoE 适配器

必须先激活软件 FCoE 适配器，主机才能使用这些适配器访问光纤通道存储。

可以激活的软件 FCoE 适配器的数量与主机上 FCoE 物理网卡端口的数量相对应。ESXi 最多支持在一台主机上使用四个软件 FCoE 适配器。

前提条件

设置软件 FCoE 适配器的网络连接。

步骤

- 1 在 vSphere Web Client 导航器中，浏览到主机。
- 2 单击**配置**选项卡。
- 3 在**存储**下，依次单击**存储适配器**和**添加图标 (+)**。
- 4 选择**软件 FCoE 适配器**。
- 5 在“添加软件 FCoE 适配器”对话框中，从物理网络适配器的下拉列表中选择适当的 vmnic。
仅列出尚未用于 FCoE 流量的适配器。
- 6 单击**确定**。
存储适配器列表上将显示软件 FCoE 适配器。

激活软件 FCoE 适配器后，可以查看其属性。如果不使用此适配器，可以将其从适配器列表中移除。

从光纤通道 SAN 引导 ESXi

将主机设置为从 SAN 引导时，主机的引导映像存储在 SAN 存储系统中的一个或多个 LUN 上。主机在启动时，将从 SAN 上的 LUN 引导，而不是从其本地磁盘引导。

ESXi 支持通过光纤通道主机总线适配器 (HBA) 或以太网上的光纤通道 (FCoE) 聚合网络适配器 (CNA) 引导。

本章讨论了以下主题：

- [第 45 页，“从 SAN 引导的优点”](#)
- [第 46 页，“从光纤通道 SAN 引导的要求和注意事项”](#)
- [第 46 页，“准备从 SAN 引导”](#)
- [第 47 页，“将 Emulex HBA 配置为从 SAN 引导”](#)
- [第 49 页，“将 QLogic HBA 配置为从 SAN 引导”](#)

从 SAN 引导的优点

从 SAN 引导可以给环境带来很多好处。但是，在某些情况下，不应该对 ESXi 主机使用从 SAN 引导。设置系统从 SAN 引导之前，请先判断这是否适合您的环境。



小心 对多台 ESXi 主机使用从 SAN 引导时，每台主机都必须拥有自己的引导 LUN。如果将多台主机配置为共享相同引导 LUN，则 ESXi 映像可能会损坏。

如果使用从 SAN 引导，将为环境带来以下好处：

- 服务器成本更低。无需内部存储器，可更密集地安置服务器，且运行过程散热也更少。
- 服务器更换更方便。可以更换服务器并将新服务器指向旧的引导位置。
- 减少了空间浪费。没有本地磁盘的服务器通常占用较少空间。
- 备份过程更轻松。可作为 SAN 整体备份过程的一部分来备份 SAN 中的系统引导映像。此外，还可以使用高级阵列功能，如引导映像上的快照。
- 改善了管理。创建和管理操作系统映像变得更简单且更高效。
- 可靠性更高。可以通过多条路径访问引导磁盘，从而防止磁盘成为单一故障点。

从光纤通道 SAN 引导的要求和注意事项

ESXi 引导配置必须满足特定要求。

表 6-1 从 SAN 引导的要求

要求	描述
ESXi 系统要求	遵循供应商针对从 SAN 引导服务器提出的建议。
适配器要求	启用并正确配置适配器，以便它可以访问引导 LUN。请参见供应商文档。
访问控制	<ul style="list-style-type: none"> ■ 每台主机只能访问其自己的引导 LUN，不能访问其他主机的引导 LUN。使用存储系统软件确保主机只访问指定的 LUN。 ■ 多台服务器可以共享一个诊断分区。这点可以通过使用阵列特定的 LUN 屏蔽来实现。
多路径支持	由于 BIOS 不支持多路径，并且无法激活备用路径，因此不支持多条路径指向主动/被动阵列上的引导 LUN。
SAN 注意事项	如果阵列未通过直接连接拓扑认证，则 SAN 必须通过交换拓扑连接。如果阵列已通过直接连接拓扑认证，则 SAN 可以直接连接到阵列。如果指定阵列的交换拓扑和直接连接拓扑都已通过认证，则二者都支持从 SAN 引导。
特定于硬件的注意事项	如果正在运行 IBM eServer BladeCenter 并使用从 SAN 引导，您必须禁用刀片服务器上的 IDE 驱动器。

准备从 SAN 引导

设置为从 SAN 环境引导时，需要执行多项任务。

本节介绍在机架式安装服务器上启用从 SAN 引导的通过程。有关在 Cisco Unified Computing System FCoE 刀片服务器上启用从 SAN 引导的信息，请参阅 Cisco 文档。

- 1 [配置 SAN 组件和存储系统](#)第 46 页，
在将 ESXi 主机设置为从 SAN LUN 引导之前，请先配置 SAN 组件和存储系统。
- 2 [将存储适配器配置为从 SAN 引导](#)第 47 页，
将主机设置为从 SAN 引导时，需要在主机 BIOS 中启用引导适配器。然后，配置该引导适配器以启动与目标引导 LUN 的原始连接。
- 3 [将系统设置为从安装介质引导](#)第 47 页，
将主机设置为从 SAN 引导时，首先需要从 VMware 安装介质引导主机。为此，需要在 BIOS 设置中更改系统引导顺序。

配置 SAN 组件和存储系统

在将 ESXi 主机设置为从 SAN LUN 引导之前，请先配置 SAN 组件和存储系统。

由于配置 SAN 组件因供应商而异，因此，请参阅各组件的产品文档。

步骤

- 1 请参见适用于您的设置的任何电缆连接指南，连接网络电缆。
检查交换机接线（如果有）。
- 2 配置存储阵列。
 - a 在 SAN 存储阵列中，使 ESXi 主机对 SAN 可见。此过程通常叫做创建对象。
 - b 在 SAN 存储阵列中，设置主机以将主机适配器的 WWPN 用作端口名称或节点名称。

- c 创建 LUN。
- d 分配 LUN。
- e 记录交换机和存储阵列的 IP 地址。
- f 记录各个 SP 的 WWPN。



小心 如果使用脚本式安装在从 SAN 引导模式下安装 ESXi，需要执行特殊步骤来避免意外丢失数据。

将存储适配器配置为从 SAN 引导

将主机设置为从 SAN 引导时，需要在主机 BIOS 中启用引导适配器。然后，配置该引导适配器以启动与目标引导 LUN 的原始连接。

前提条件

确定存储适配器的 WWPN。

步骤

- ◆ 将存储适配器配置为从 SAN 引导。

由于配置引导适配器是特定于供应商的，请参阅供应商文档。

将系统设置为从安装介质引导

将主机设置为从 SAN 引导时，首先需要从 VMware 安装介质引导主机。为此，需要在 BIOS 设置中更改系统引导顺序。

由于在 BIOS 中更改引导顺序因供应商而异，因此，请参考供应商文档来了解相关说明。以下过程说明如何在 IBM 主机上更改引导顺序。

步骤

- 1 在系统打开电源过程中，进入系统的“BIOS 配置/设置实用程序”。
- 2 选择**启动选项**，并按 Enter。
- 3 选择**启动顺序选项**，并按 Enter。
- 4 将**第一启动设备**更改为 CD-ROM。

现在可以安装 ESXi。

将 Emulex HBA 配置为从 SAN 引导

配置 Emulex HBA BIOS 以从 SAN 引导时，包括启用 BootBIOS 提示和启用 BIOS。

步骤

- 1 启用 [BootBIOS 提示](#) 第 48 页，
将 Emulex HBA BIOS 配置为从 SAN 引导 ESXi 时，需要启用 BootBIOS 提示。
- 2 启用 [BIOS](#) 第 48 页，
将 Emulex HBA BIOS 配置为从 SAN 引导 ESXi 时，需要启用 BIOS。

启用 BootBIOS 提示

将 Emulex HBA BIOS 配置为从 SAN 引导 ESXi 时，需要启用 BootBIOS 提示。

步骤

- 1 运行 `lputil`。
- 2 选择 **3. 固件维护**。
- 3 选择适配器。
- 4 选择 **6. 引导 BIOS 维护**。
- 5 选择 **1. 启用引导 BIOS**。

启用 BIOS

将 Emulex HBA BIOS 配置为从 SAN 引导 ESXi 时，需要启用 BIOS。

步骤

- 1 重新引导主机。
- 2 要配置适配器参数，在 Emulex 提示处按 ALT+E 并按照以下步骤执行。
 - a 选择适配器（支持 BIOS）。
 - b 选择 **2. 配置此适配器的参数**。
 - c 选择 **1. 启用或禁用 BIOS**。
 - d 选择 **1 启用 BIOS**。
 - e 选择 **x** 退出，选择 **Esc** 返回上一个菜单。
- 3 要配置引导设备，在 Emulex 主菜单中按照以下步骤执行。
 - a 选择同一适配器。
 - b 选择 **1. 配置引导设备**。
 - c 选择引导条目的位置。
 - d 输入表示引导设备的两位数。
 - e 输入表示启动 LUN 的两位数 (HEX)（例如，**08**）。
 - f 选择引导 LUN。
 - g 选择 **1. WWPN**。（使用 WWPN 而非 DID 引导此设备）。
 - h 选择 **x** 退出，选择 **Y** 重新引导。
- 4 进入系统 BIOS，将 Emulex 移到引导控制器顺序的第一位。
- 5 重新引导并在 SAN LUN 上安装。

将 QLogic HBA 配置为从 SAN 引导

此示例步骤说明了如何配置 QLogic HBA 来从 SAN 引导 ESXi。此步骤包含启用 QLogic HBA BIOS、启用可选式引导和选择引导 LUN。

步骤

- 1 引导服务器时，按 **Ctrl+Q** 可进入 Fast!UTIL 配置实用程序。
- 2 根据 HBA 的数目执行适当的操作。

选项	描述
一个 HBA	如果只有一个主机总线适配器 (HBA)，此时将显示 “Fast!UTIL 选项” 页面。请跳至 步骤 3 。
多个 HBA	如果有多个 HBA，请手动选择 HBA。 a 在 “选择主机适配器” 页面中，使用箭头键将光标定位到适当的 HBA 上。 b 按 Enter 。

- 3 在 “Fast!UTIL 选项” 页面中，选择**配置设置**，然后按 **Enter**。
- 4 在 “配置设置” 页面中，选择**适配器设置**，然后按 **Enter**。
- 5 设置 BIOS 来搜索 SCSI 设备。
 - a 在 “主机适配器设置” 页面中，选择**主机适配器 BIOS**。
 - b 按 **Enter** 将值切换至 “已启用”。
 - c 按 **Esc** 退出。
- 6 启用可选式引导。
 - a 选择**可选式引导设置**，然后按 **Enter**。
 - b 在 “可选式引导设置” 页面中，选择**可选式引导**。
 - c 按 **Enter** 将值切换至**已启用**。
- 7 使用光标键选择存储处理器 (SP) 列表中的 “引导端口名称” 条目，然后按 **Enter** 打开 “选择光纤通道设备” 屏幕。
- 8 使用光标键选择特定的 SP，然后按 **Enter**。
 如果使用主动-被动存储阵列，选定的 SP 必须在指向引导 LUN 的首选（主动）路径上。如果不确定哪个 SP 在主动路径上，请使用存储阵列管理软件进行查找。目标 ID 由 BIOS 创建，并可能随每次重新引导而变化。
- 9 根据附加到 SP 的 LUN 的数量，执行相应的操作。

选项	描述
一个 LUN	选择此 LUN 作为引导 LUN。无需进入 “选择 LUN” 屏幕。
多个 LUN	“选择 LUN” 屏幕将打开。使用光标选择引导 LUN，然后按 Enter 。

- 10 如果列表中显示了其他任何存储处理器，按 **C** 可清除相应的数据。
- 11 按两次 **Esc** 可退出，按 **Enter** 可保存设置。

通过软件 FCoE 引导 ESXi

ESXi 支持从具有 FCoE 功能的网络适配器引导。

从 FCoE LUN 安装并引导 ESXi 时，主机可以使用 VMware 软件 FCoE 适配器和具有 FCoE 功能的网络适配器。主机不需要专用 FCoE HBA。

您可以通过网络适配器的选项 ROM 执行大多数配置。网络适配器必须支持以下格式之一，这些格式可将有关 FCoE 引导设备的参数传递给 VMkernel。

- FCoE 引导固件表 (FBFT)。FBFT 是 Intel 规范。
- FCoE 引导参数表 (FBPT)。FBPT 是 VMware 为第三方供应商定义的，用于实施软件 FCoE 引导。

配置参数在您的适配器的选项 ROM 中设置。在 ESXi 安装或后续引导期间，这些参数将以 FBFT 格式或 FBPT 格式导出至系统内存。VMkernel 可以读取配置设置，并使用它们来访问引导 LUN。

本章讨论了以下主题：

- [第 51 页](#)，“软件 FCoE 引导的要求和注意事项”
- [第 52 页](#)，“软件 FCoE 引导最佳做法”
- [第 52 页](#)，“设置软件 FCoE 引导”
- [第 53 页](#)，“对从软件 FCoE 安装和引导进行故障排除”

软件 FCoE 引导的要求和注意事项

使用软件 FCoE 从 SAN 引导 ESXi 主机时，某些要求和注意事项适用。

要求

- ESXi 5.1 或更高版本。
- 网络适配器必须具有以下功能：
 - 支持 FCoE。
 - 支持 ESXi 开放式 FCoE 堆栈。
 - 包含能以 FBFT 格式或 FBPT 格式导出引导信息的 FCoE 引导固件。

注意事项

- 您不能从 ESXi 中更改软件 FCoE 引导配置。
- 任何软件 FCoE LUN（包括引导 LUN）都不支持 Coredump。

- 预引导时不支持多路径。
- 即使在共享存储上，也不能与其他主机共享引导 LUN。

软件 FCoE 引导最佳做法

VMware 建议了从软件 FCoE LUN 引导系统时可遵循的多个最佳做法。

- 确保主机具有对整个引导 LUN 的访问权限。引导 LUN 不能与其他主机共享，即使在共享存储器上也是如此。
- 如果将 Intel 10 千兆以太网控制器 (Niantec) 用于 Cisco 交换机，请通过以下方式配置交换机端口：
 - 启用跨树协议 (STP)。
 - 为用于 FCoE 的 VLAN 禁用 `switchport trunk native vlan`。

设置软件 FCoE 引导

您可使用软件 FCoE 适配器（网络适配器）通过 FCoE LUN 引导 ESXi 主机。

对主机进行软件 FCoE 引导配置时，要执行多项任务。

前提条件

网络适配器具有以下功能：

- 支持部分 FCoE 卸载（软件 FCoE）。
- 包含 FCoE 引导固件表 (FBFT) 或 FCoE 引导参数表 (FBPT)。

有关支持软件 FCoE 引导的网络适配器的信息，请参见 *VMware 兼容性指南*。

步骤

- 1 [配置软件 FCoE 引导参数](#) 第 52 页，
要支持软件 FCoE 引导过程，主机上的网络适配器必须具有专门配置的 FCoE 引导固件。配置固件时，为软件 FCoE 引导启用适配器并指定引导 LUN 参数。
- 2 [从软件 FCoE LUN 安装并引导 ESXi](#) 第 53 页，
当您系统设置为从软件 FCoE LUN 引导时，会将 ESXi 映像安装到目标 LUN。然后您便可以从该 LUN 引导主机。

配置软件 FCoE 引导参数

要支持软件 FCoE 引导过程，主机上的网络适配器必须具有专门配置的 FCoE 引导固件。配置固件时，为软件 FCoE 引导启用适配器并指定引导 LUN 参数。

步骤

- ◆ 在网络适配器的选项 ROM 中，指定软件 FCoE 引导参数。
这些参数包括引导目标、引导 LUN、VLAN ID 等。
由于配置网络适配器因供应商而异，因此，请查看供应商文档来了解相关说明。

从软件 FCoE LUN 安装并引导 ESXi

当您将系统设置为从软件 FCoE LUN 引导时，会将 ESXi 映像安装到目标 LUN。然后您便可以从该 LUN 引导主机。

前提条件

- 将网络适配器的选项 ROM 配置为指向要用作引导 LUN 的目标 LUN。确保您具备有关可引导 LUN 的信息。
- 将系统 BIOS 中的引导顺序更改为以下顺序：
 - a 用于软件 FCoE 引导的网络适配器。
 - b ESXi 安装介质。

请参见所用系统的供应商文档。

步骤

- 1 从 ESXi 安装 CD/DVD 启动交互式安装。

ESXi 安装程序确认是否已在 BIOS 中启用 FCoE 引导，并在需要时为支持 FCoE 的网络适配器创建标准虚拟交换机。vSwitch 的名称为 VMware_FCoE_vSwitch。安装程序然后便会使用预配置的 FCoE 引导参数发现和显示所有可用的 FCoE LUN。

- 2 在选择磁盘屏幕中，选择您在引导参数设置中指定的软件 FCoE LUN。

如果引导 LUN 未出现在此菜单中，请确保您已对网络适配器的选项 ROM 中的引导参数进行了正确配置。

- 3 按照提示完成安装。
- 4 重新引导主机。
- 5 更改系统 BIOS 中的引导顺序，使 FCoE 引导 LUN 成为首个可引导设备。

ESXi 继续从软件 FCoE LUN 引导，直至其可以使用。

下一步

如果需要，您可以重命名和修改安装程序自动创建的 VMware_FCoE_vSwitch。确保已将 Cisco 发现协议 (CDP) 模式设置为“侦听”或“二者”。

对从软件 FCoE 安装和引导进行故障排除

如果从软件 FCoE LUN 安装或引导 ESXi 失败，则可以使用以下多种故障排除的方法。

问题

当使用 VMware 软件 FCoE 适配器和包含部分 FCoE 卸载功能的网络适配器从 FCoE 存储器安装或引导 ESXi 时，安装或引导过程失败。

解决方案

- 确保已对 FCoE 网络适配器的选项 ROM 中的引导参数进行了正确配置。
- 在安装过程中，监控 FCoE 网络适配器的 BIOS 中的任何错误。
- 如果可能，检查 VMkernel 日志中的错误。
- 使用 `esxcli` 命令验证引导 LUN 是否存在。

```
esxcli conn_options hardware bootdevice list
```


光纤通道存储最佳做法

将 ESXi 与光纤通道 SAN 配合使用时，请按照 VMware 提供的最佳做法以避免性能问题。

vSphere Web Client 提供多种工具用于收集性能信息。这些信息以图表方式显示并时常更新。

也可以使用 `resxtop` 或 `esxtop` 命令行实用程序。通过这些实用程序，可以实时详细查看 ESXi 使用资源的情况。有关详细信息，请参见 *vSphere 资源管理* 文档。

请咨询存储代表，以确定存储系统是否支持 **Storage API - Array Integration** 硬件加速功能。如果支持硬件加速，有关如何在存储系统端启用硬件加速支持的信息，请参阅供应商文档。有关详细信息，请参见 [第 257 页，第 23 章“存储硬件加速”](#)。

本章讨论了以下主题：

- [第 55 页，“防止出现光纤通道 SAN 问题”](#)
- [第 56 页，“禁用自动主机注册”](#)
- [第 56 页，“优化光纤通道 SAN 存储器性能”](#)

防止出现光纤通道 SAN 问题

将 ESXi 与光纤通道 SAN 一起使用时，必须依照特定准则才能避免 SAN 问题。

应特别留意这些防止出现 SAN 配置问题的提示：

- 每个 LUN 上仅放置一个 VMFS 数据存储。
- 不要更改系统为您设置的路径策略，除非您了解做出此类更改的影响。
- 将所有信息记录在案。其中包括涉及以下项目的信息：区域分配、访问控制、存储器、交换机、服务器和 FC HBA 配置、软件和固件版本以及存储器线缆布局。
- 对故障情况进行规划：
 - 制作多个拓扑映射副本。考虑每一元素发生故障时可能对 SAN 带来的影响。
 - 除去不同链接、交换机、HBA 和其他元素，确保未遗漏设计中的关键故障点。
- 确保根据插槽和总线速度将光纤通道 HBA 安装到主机中的正确插槽。在服务器中的可用总线之间平衡 PCI 总线负载。
- 在所有可视点（包括主机的性能图表、FC 交换机统计信息及存储性能统计信息）熟悉存储网络中的不同监控点。

- 对于包含 ESXi 主机正在使用的 VMFS 数据存储的 LUN，更改其 ID 时，请务必小心操作。如果您更改此 ID，则数据存储变为非活动状态，且其虚拟机失败。可以对数据存储进行重新签名，使其再次处于活动状态。请参见第 153 页，“管理重复 VMFS 数据存储”。

如果 VMFS 数据存储上没有正在运行的虚拟机，则在您更改 LUN 的 ID 后，必须使用重新扫描在主机上重置 ID。有关使用重新扫描的详细信息，请参阅第 112 页，“存储重新扫描操作”。

禁用自动主机注册

某些存储阵列要求在阵列中注册 ESXi 主机。ESXi 通过将主机的名称和 IP 地址发送到阵列来执行自动主机注册。如果更喜欢使用存储管理软件执行手动注册，请禁用 ESXi 自动注册功能。

步骤

- 1 在 vSphere Web Client 导航器中，浏览到主机。
- 2 单击配置选项卡。
- 3 在系统下，单击高级系统设置。
- 4 在“高级系统设置”下，选择 `Disk.EnableNaviReg` 参数，然后单击编辑图标。
- 5 将该值设置为 0。

此操作将禁用默认情况下启用的自动主机注册。

优化光纤通道 SAN 存储器性能

要优化典型 SAN 环境，需要考虑多个因素。

如果环境配置正确，SAN 架构组件（特别是 SAN 交换机）对优化的影响较小，因为这些组件的延迟相对于服务器和存储阵列而言较短。确保经由交换机架构的路径尚未饱和，即交换机架构未以最高吞吐量运行。

存储阵列性能

存储阵列性能是影响整个 SAN 环境性能的主要因素之一。

如果存储阵列性能存在问题，务必参考存储阵列供应商文档了解任何相关信息。

请遵循以下常规准则以提高 vSphere 环境中的阵列性能：

- 分配 LUN 时，请记住，每个 LUN 由多台主机访问，而且各主机上可运行多台虚拟机。由主机使用的一个 LUN 可向运行于不同操作系统的多个不同应用程序提供 I/O 服务。由于此工作负载并非恒定不变，ESXi LUN 所在的 RAID 组不应包括其他服务器所使用的 LUN，这些服务器上未运行 ESXi。
- 确保启用了读/写缓存。
- 需要不断对 SAN 存储阵列进行重新设计和调试，以确保所有存储阵列路径间的 I/O 负载平衡。为满足此要求，请在所有 SP 间分发指向 LUN 的路径以提供最佳负载平衡效果。密切监控可指示何时需要重新平衡 LUN 的分发。

调试静态平衡存储阵列即是监控特定性能统计信息（如每秒 I/O 操作数、每秒块数及响应时间）并通过分发 LUN 工作负载将工作负载分散到所有 SP。

注意 ESXi 目前尚不支持动态负载平衡。

光纤通道的服务器性能

为确保最佳服务器性能，必须考虑几个因素。

各服务器应用程序访问其专用存储器时必须满足以下条件：

- 高 I/O 速率（每秒 I/O 操作数）
- 高吞吐量（每秒兆字节数）
- 最小延迟（响应时间）

由于各应用程序的要求不尽相同，您可以选择存储阵列上的适当 RAID 组来实现上述目标。要实现性能目标，请执行以下操作：

- 将每个 LUN 置于提供必要性能级别的 RAID 组。请注意所分配的 RAID 组中其他 LUN 的活动及资源利用率。对于高性能 RAID 组，因有过多应用程序对其执行 I/O 操作，它可能无法满足 ESXi 主机上运行的应用程序所需的性能目标。
- 确保各服务器具有足够多的 HBA，能满足高峰时段服务器上托管的所有应用程序的最大吞吐量。将 I/O 分散到多个 HBA 可为各应用程序提供更高的吞吐量及更短的延迟。
- 要在 HBA 发生故障时提供冗余，请确保服务器连接一个双冗余架构。
- 为 ESXi 系统分配 LUN 或 RAID 组时，多个操作系统将使用和共享该资源。因此，当您使用 ESXi 系统时，存储子系统中各个 LUN 所需的性能要远高于使用物理机的情况。例如，如果计划运行四个 I/O 密集型应用程序，请为 ESXi LUN 分配四倍大小的性能容量。
- 将多个 ESXi 系统与 vCenter Server 一起使用时，存储子系统所需的性能将相应增加。
- ESXi 系统上运行的应用程序所需的待处理 I/O 数目应与 HBA 和存储阵列能处理的 I/O 数目相匹配。

将 ESXi 与 iSCSI SAN 配合使用

您可以将 ESXi 与存储区域网络 (SAN) 配合使用，SAN 是将计算机系统连接至高性能存储子系统的专用高速网络。将 ESXi 与 SAN 配合使用可提供存储器整合，提高可靠性，并在灾难恢复方面提供帮助。

要将 ESXi 与 SAN 有效地配合使用，您必须掌握 ESXi 系统和 SAN 概念的相关应用知识。此外，将 ESXi 主机设置为使用 Internet SCSI (iSCSI) SAN 存储系统时，必须了解存在的若干特殊注意事项。

本章讨论了以下主题：

- [第 59 页](#)，“iSCSI SAN 概念”
- [第 63 页](#)，“虚拟机如何访问 iSCSI SAN 上的数据”

iSCSI SAN 概念

如果您是管理员，并计划设置 ESXi 主机与 iSCSI SAN 配合使用，那么您必须掌握 iSCSI 概念的相关应用知识。

iSCSI SAN 在计算机系统或主机服务器与高性能存储子系统之间使用以太网连接。SAN 组件包括主机服务器中的 iSCSI 主机总线适配器 (HBA) 或网络接口卡 (NIC)、传输存储流量的交换机和路由器、电缆、存储处理器 (SP) 及存储磁盘系统。

iSCSI SAN 使用客户端-服务器架构。客户端（也称为 iSCSI 启动器）在主机上操作。它通过发出 SCSI 命令并将封装到 iSCSI 协议中的这些命令传输到服务器来启动 iSCSI 会话。服务器也称为 iSCSI 目标。iSCSI 目标表示网络上的物理存储系统。它也可以由虚拟 iSCSI SAN（例如，正在虚拟机中运行的 iSCSI 目标仿真器）提供。iSCSI 目标通过传输必需的 iSCSI 数据响应启动器的命令。

iSCSI 多路径

在主机服务器与存储器之间传输数据时，SAN 将使用一种叫做多路径的技术。使用多路径，您可以通过多条物理路径从 ESXi 主机到达存储系统上的 LUN。

通常，从主机到 LUN 的单一路径包括 iSCSI 适配器或网卡、交换机端口、连接电缆和存储控制器端口。如果路径中的任何组件出现故障，主机将选择另一条可用路径用于 I/O。检测故障路径并切换到另一条路径的过程称为路径故障切换。

有关多路径的详细信息，请参见 [第 171 页](#)，第 17 章“了解多路径和故障切换”。

iSCSI SAN 中的端口

iSCSI SAN 上单个可发现的实体（如启动器或目标）表示一个 iSCSI 节点。每个节点都有一个或多个将其连接到 SAN 的端口。

iSCSI 端口是 iSCSI 会话的端点。每个节点可通过多种方式进行标识。

IP 地址	每个 iSCSI 节点都可具有一个与其相关联的 IP 地址，以便网络上的路由和交换设备可以在服务器与存储器之间建立连接。此地址就像为了访问公司的网络或 Internet 而分配给计算机的 IP 地址一样。
iSCSI 名称	<p>用于标识节点的全球唯一名称。iSCSI 使用 iSCSI 限定名 (IQN) 和扩展唯一标识符 (EUI)。</p> <p>默认情况下，ESXi 为 iSCSI 启动器生成唯一 iSCSI 名称，例如，<code>iqn.1998-01.com.vmware:iscsitestox-68158ef2</code>。通常，无需更改默认值；但如果这样做，请确保输入的新 iSCSI 名称是全球唯一的。</p>
iSCSI 别名	即一种替代 iSCSI 名称使用的更易于管理的 iSCSI 设备或端口名称。iSCSI 别名不是唯一的，它只是一个与端口关联的友好名称。

iSCSI 命名约定

iSCSI 使用一种特殊、唯一的名称来标识 iSCSI 节点（目标或启动器）。此名称类似于与光纤通道设备相关联的全球名称 (WWN)，可作为一种通用的节点识别方式使用。

iSCSI 名称通过两种不同方式格式化。最常见的是 IQN 格式。

有关 iSCSI 命名要求和字符串配置文件的更多详细信息，请参见 IETF 网站上的 RFC 3721 和 RFC 3722。

iSCSI 限定名 (IQN) 格式

IQN 格式采用 `iqn.yyyy-mm.naming-authority:unique name` 的形式，其中：

- *yyyy-mm* 是命名机构成立的年份和月份。
- *naming-authority* 通常是命名机构的 Internet 域名的反向语法。例如，`iscsi.vmware.com` 命名机构的 iSCSI 限定名形式可能是 `iqn.1998-01.com.vmware.iscsi`。此名称表示 `vmware.com` 域名于 1998 年 1 月注册，`iscsi` 是一个由 `vmware.com` 维护的子域。
- *unique name* 是希望使用的任何名称，如主机的名称。命名机构必须确保在冒号后面分配的任何名称都是唯一的，例如：
 - `iqn.1998-01.com.vmware.iscsi:name1`
 - `iqn.1998-01.com.vmware.iscsi:name2`
 - `iqn.1998-01.com.vmware.iscsi:name999`

企业唯一标识符 (EUI) 格式

EUI 格式采用 `eui.16 hex digits` 的形式。

例如，`eui.0123456789ABCDEF`。

16 位十六进制数字是 IEEE EUI（扩展唯一标识符）格式的 64 位数的文本表示形式。前 24 位是 IEEE 向特定公司注册的公司 ID。后 40 位由持有该公司 ID 的实体分配，并且必须是唯一的。

iSCSI 启动器

要访问 iSCSI 目标，主机需要使用 iSCSI 启动器。启动器在主机与 iSCSI 目标之间传输封装到 iSCSI 协议中的 SCSI 请求和响应。

主机可支持不同类型的启动器。

有关配置和使用 iSCSI 适配器的信息，请参见第 65 页，第 10 章“配置 iSCSI 适配器和存储器”。

软件 iSCSI 适配器

软件 iSCSI 适配器是 VMkernel 中内置的 VMware 代码。借助于该适配器，主机可通过标准网络适配器连接到 iSCSI 存储设备。软件 iSCSI 适配器可在与网络适配器进行通信的过程中负责 iSCSI 处理过程。借助软件 iSCSI 适配器，您无需购买专用硬件便可使用 iSCSI 技术。

硬件 iSCSI 适配器

硬件 iSCSI 适配器是第三方适配器，可从主机卸载 iSCSI 和网络处理。硬件 iSCSI 适配器分为几种类别。

从属硬件 iSCSI 适配器

基于 VMware 网络以及由 VMware 提供的 iSCSI 配置和管理界面。

这种类型的适配器可以是一张为同一端口提供标准网络适配器和 iSCSI 卸载功能的卡。iSCSI 卸载功能取决于主机获取 IP、MAC 和其他用于 iSCSI 会话的参数。iSCSI 许可的 Broadcom 5709 网卡就是一种从属适配器。

独立硬件 iSCSI 适配器

执行自己的网络及 iSCSI 配置和管理界面。

只提供 iSCSI 卸载功能，或者提供 iSCSI 卸载功能和标准网卡功能的卡就是一种独立硬件 iSCSI 适配器。iSCSI 卸载功能具有独立的配置管理，可分配 IP、MAC 和其他用于 iSCSI 会话的参数。QLogic QLA4052 适配器就是一种独立适配器。

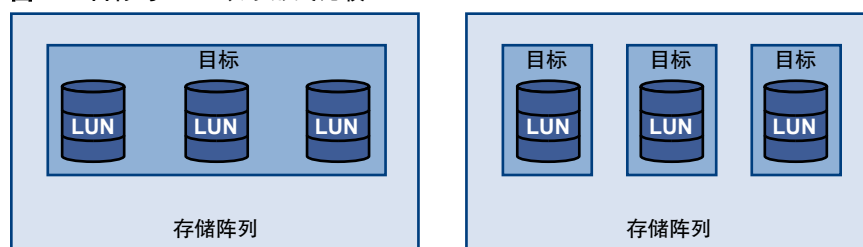
硬件 iSCSI 适配器可能需要获得许可。否则，将不会出现在客户端或 vSphere CLI 中。有关许可信息，请联系供应商。

建立 iSCSI 连接

在 ESXi 环境中，“目标”一词标识可以由主机访问的单个存储单元。术语“存储设备”和“LUN”描述代表目标上的存储空间逻辑卷。通常，“设备”和“LUN”等词在 ESXi 环境中表示呈现给主机的可格式化的存储目标 SCSI 卷。

不同的 iSCSI 存储器供应商通过不同方式向服务器呈现存储器。有些供应商在单个目标上呈现多个 LUN，而有些供应商则向多个目标各呈现一个 LUN。虽然 ESXi 使用存储器的方式相似，但通过管理工具呈现信息的方式却不相同。

图 9-1 目标与 LUN 表示形式比较



这些配置中的每一个配置都有三个 LUN 可用。在第一种情况中，主机可以检测到一个目标，但该目标具有三个可供使用的 LUN。每个 LUN 均表示单独的存储卷。在第二种情况中，主机可以检测到三个不同的目标，每个目标都拥有一个 LUN。

基于主机的 iSCSI 启动器建立与各目标的连接。具有包含多个 LUN 的单个目标的存储系统通过一个连接向所有 LUN 输送流量。在具有三个目标（每个均有一个 LUN）的系统中，主机分别连接至三个 LUN。当您尝试从具有多个 iSCSI HBA 的主机（其中一个目标的流量可以设置为一个特定的 HBA，而另一个目标的流量可以使用其他 HBA）聚合多个连接上的存储流量时，此信息很有用。

iSCSI 存储系统类型

ESXi 可支持不同的存储系统和阵列。

主机支持的存储类型包括主动-主动、主动-被动和 ALUA 合规。

主动-主动存储系统	允许通过所有可用的存储器端口同时访问多个 LUN，而不会明显降低性能。所有路径始终保持活动状态，除非路径发生故障。
主动-被动存储系统	存储处理器在其中主动提供对给定 LUN 的访问权限的系统。其他处理器用作备用 LUN，并且可以主动提供对其他 LUN I/O 的访问权限。只能向给定 LUN 的主动端口成功发送 I/O。如果通过主动存储器端口访问失败，则其中一个被动存储处理器可通过服务器对其进行访问而激活。
非对称存储系统	支持非对称逻辑单元访问 (ALUA)。ALUA 合规存储系统对每个端口提供不同级别的访问。ALUA 允许主机确定目标端口的状态，并区分路径的优先级。主机会将某些活动路径用作主路径，其他用作辅助路径。
虚拟端口存储系统	允许通过一个虚拟端口访问所有可用的 LUN。这些是主动-主动存储设备，但通过单个端口隐藏其多个连接。默认情况下，ESXi 多路径不会在特定端口与存储器之间建立多个连接。某些存储器供应商提供会话管理器来建立并管理与其存储器的多个连接。这些存储系统以透明的方式处理端口故障切换和连接平衡。这通常称为透明故障切换。

发现、身份验证和访问控制

可以使用多种机制发现存储器并限制对它的访问。

必须配置主机和 iSCSI 存储系统以支持存储访问控制策略。

发现

发现会话是 iSCSI 协议的一部分，它返回可在 iSCSI 存储系统上访问的一组目标。ESXi 上提供的两类发现为：动态和静态。动态发现从 iSCSI 存储系统获取可访问目标的列表，而静态发现仅可按目标名称和地址尝试访问一个特定目标。

有关详细信息，请参见第 87 页，“配置 iSCSI 适配器的发现地址”。

身份验证

iSCSI 存储系统通过名称和密钥对来对启动器进行身份验证。ESXi 支持 CHAP 协议，VMware 建议将此协议用于 SAN 实施。要使用 CHAP 身份验证，ESXi 主机和 iSCSI 存储系统必须启用 CHAP，并具有公共凭据。

有关启用 CHAP 的信息，请参见第 89 页，“配置 iSCSI 适配器的 CHAP 参数”。

访问控制

访问控制是在 iSCSI 存储系统中设置的策略。大多数实施都支持以下三种访问控制类型的一种或多种：

- 通过启动器名称

- 通过 IP 地址
- 通过 CHAP 协议

仅符合所有规则的启动器才可以访问 iSCSI 卷。

由于 ESXi 主机可以发现所有目标，因此只使用 CHAP 进行访问控制可能会降低重新扫描的速度，但是随后会在身份验证这一步失败。如果主机仅发现其可以进行身份验证的目标，则 iSCSI 重新扫描会进行得更快。

错误纠正

为保护 iSCSI 标头和数据的完整性，iSCSI 协议定义了错误纠正方法，这些方法称为标头摘要和数据摘要。

这两类参数默认情况下为禁用状态，但可以启用它们。这些摘要分别适用于 iSCSI 启动器和目标之间双向传输的标头和 SCSI 数据。

除其他网络层（例如 TCP 和以太网）提供的完整性检查外，标头和数据摘要还检查端到端、非加密数据的完整性。它们检查完整的通信路径，包括可更改网络级流量的所有因素，例如路由器、交换机和代理。

建立 iSCSI 连接之后，将协商摘要的存在和类型。启动器和目标就摘要配置达成一致后，此摘要必须用于它们之间的所有流量。

启用标头和数据摘要要求对启动器和目标进行额外处理，并可影响吞吐量和 CPU 使用性能。

注意 使用 Intel Nehalem 处理器的系统会卸载 iSCSI 摘要计算功能，从而减少对性能的影响。

有关启用标头和数据摘要的信息，请参见第 92 页，“配置 iSCSI 的高级参数”。

虚拟机如何访问 iSCSI SAN 上的数据

ESXi 会将虚拟机的磁盘文件存储到位于 SAN 存储设备上的 VMFS 数据存储内。当虚拟机客户机操作系统向其虚拟磁盘发出 SCSI 命令时，SCSI 虚拟化层会将这些命令转换成 VMFS 文件操作。

虚拟机与其在 SAN 上存储的虚拟磁盘交互时，将发生以下过程：

- 1 虚拟机中的客户机操作系统读写 SCSI 磁盘时，将向虚拟磁盘发出 SCSI 命令。
- 2 虚拟机操作系统中的设备驱动程序将与虚拟 SCSI 控制器进行通信。
- 3 虚拟 SCSI 控制器将命令转发至 VMkernel。
- 4 VMkernel 将执行以下任务。
 - a 在 VMFS 卷中查找与客户机虚拟机磁盘对应的文件。
 - b 将对虚拟磁盘上块的请求映射到相应物理设备上的块。
 - c 将修改后的 I/O 请求从 VMkernel 中的设备驱动程序发送至 iSCSI 启动器（硬件或软件）。
- 5 如果 iSCSI 启动器是硬件 iSCSI 适配器（独立或从属），则该适配器执行以下任务：
 - a 将 I/O 请求封装到 iSCSI 协议数据单元 (Protocol Data Unit, PDU)。
 - b 将 iSCSI PDU 封装到 TCP/IP 数据包。
 - c 通过以太网将 IP 数据包发送至 iSCSI 存储系统。
- 6 如果 iSCSI 启动器是软件 iSCSI 适配器，则将发生以下事件。
 - a iSCSI 启动器将 I/O 请求封装到 iSCSI PDU 中。
 - b 启动器通过 TCP/IP 连接发送 iSCSI PDU。
 - c VMkernel TCP/IP 堆栈将 TCP/IP 数据包转发到物理网卡。

- d 物理网卡通过以太网将 IP 数据包发送至 iSCSI 存储系统。
- 7 根据 iSCSI 启动器用于连接网络的端口，以太网交换机和路由器将请求递送至主机要访问的存储设备。

配置 iSCSI 适配器和存储器

必须先设置 iSCSI 适配器和存储器，ESXi 才能与 SAN 配合使用。

为此，必须首先遵循某些基本要求，然后按照安装和设置硬件或软件 iSCSI 适配器的最佳做法来访问 SAN。

下表列出了 ESXi 支持的 iSCSI 适配器 (vmhbas)，并指示是否需要 VMkernel 网络配置。

表 10-1 受支持的 iSCSI 适配器

iSCSI 适配器 (vmhba)	描述	VMkernel 网络连接
软件	使用标准网卡将主机连接到 IP 网络上的远程 iSCSI 目标。	必需
独立硬件	从主机卸载 iSCSI 以及网络处理和管理的第三方适配器。	不需要
从属硬件	依赖 VMware 网络以及 iSCSI 配置和管理界面的第三方适配器。	必需

设置 iSCSI 适配器后，您可以在 iSCSI 存储器上创建数据存储。有关如何创建和管理数据存储的详细信息，请参见第 150 页，“创建数据存储”。

本章讨论了以下主题：

- 第 66 页，“ESXi iSCSI SAN 要求”
- 第 66 页，“ESXi iSCSI SAN 限制”
- 第 66 页，“为 iSCSI 设置 LUN 分配”
- 第 66 页，“网络配置和身份验证”
- 第 67 页，“设置独立硬件 iSCSI 适配器”
- 第 70 页，“关于从属硬件 iSCSI 适配器”
- 第 73 页，“关于软件 iSCSI 适配器”
- 第 76 页，“修改 iSCSI 适配器的常规属性”
- 第 76 页，“设置 iSCSI 网络”
- 第 86 页，“将巨帧与 iSCSI 配合使用”
- 第 87 页，“配置 iSCSI 适配器的发现地址”
- 第 89 页，“配置 iSCSI 适配器的 CHAP 参数”
- 第 92 页，“配置 iSCSI 的高级参数”

- [第 93 页](#)，“iSCSI 会话管理”

ESXi iSCSI SAN 要求

必须满足多项要求，才能使 ESXi 主机与 SAN 一起正常工作。

- 验证是否支持 SAN 存储硬件和固件组合与 ESXi 系统配合使用。有关最新的列表，请参见 *VMware 兼容性指南*。
- 将系统配置为每个 LUN 只有一个 VMFS 数据存储。
- 除非使用无磁盘服务器，否则请在本地存储器上设置诊断分区。如果具有从 iSCSI SAN 引导的无磁盘服务器，请参见 [第 97 页](#)，“关于从 iSCSI SAN 引导的常规建议”获取有关具有 iSCSI 的诊断分区的信息。
- 使用 RDM 访问任何裸磁盘。有关信息，请参见 [第 191 页](#)，第 18 章“裸设备映射”。
- 设置客户机操作系统中的 SCSI 控制器驱动程序以指定一个足够大的队列。有关更改 iSCSI 适配器和虚拟机的队列深度的信息，请参见 *vSphere 故障排除*。
- 在运行 Microsoft Windows 的虚拟机上，增加 SCSI TimeoutValue 参数值，以使 Windows 能接受因路径故障切换所导致的更长 I/O 延迟。有关信息，请参见 [第 175 页](#)，“在 Windows 客户机操作系统上设置超时”。

ESXi iSCSI SAN 限制

将 ESXi 与 iSCSI SAN 配合使用时，存在很多限制。

- ESXi 不支持 iSCSI 连接磁带设备。
- 您不能使用虚拟机多路径软件对单个物理 LUN 执行 I/O 负载平衡。
- 当您将独立硬件适配器与软件适配器或从属硬件适配器组合时，ESXi 不支持多路径。

为 iSCSI 设置 LUN 分配

准备让 ESXi 系统使用 iSCSI SAN 存储器时，需要设置 LUN 分配。

请注意以下几点：

- 存储器置备。为了确保主机在启动时能够识别 LUN，请配置所有 iSCSI 存储目标，以便主机可以对它们进行访问和使用。此外，请对主机进行配置，使其可以发现所有可用的 iSCSI 目标。
- vMotion 和 VMware DRS。当您使用 vCenter Server 以及 vMotion 或 DRS 时，请确保用于虚拟机的 LUN 已置备到所有主机。此配置可为移动虚拟机提供最大的自由。
- 主动-主动与主动-被动阵列。将 vMotion 或 DRS 用于主动-被动 SAN 存储设备时，请确保所有主机通向所有存储处理器的路径均一致。否则在进行 vMotion 迁移时可能会导致路径抖动。

对于《存储器/SAN 兼容性指南》中未列出的主动-被动存储阵列，VMware 不支持存储器-端口故障切换。必须将服务器连接到存储系统的主动端口。此配置可确保向主机呈现 LUN。

网络配置和身份验证

必须先配置 iSCSI 启动器并设置身份验证，ESXi 主机才能发现 iSCSI 存储器。

- 对于软件 iSCSI 和从属硬件 iSCSI，必须针对 VMkernel 对网络进行配置。可以使用 `vmkping` 实用程序来验证网络配置。使用软件 iSCSI 和从属 iSCSI 时，支持 IPv4 和 IPv6 协议。
- 对于独立硬件 iSCSI，必须为 HBA 配置网络参数（例如 IP 地址、子网掩码和默认网关）。还可以为适配器指定网络协议 IPv4 或 IPv6。

- 如有必要，请检查并更改默认启动器名称。
- 必须设置动态发现地址或静态发现地址，以及存储系统的目标名称。对于软件 iSCSI 和从属硬件 iSCSI，应该可以使用 `vmkping ping` 此地址。
- 在启动器和存储系统端启用 CHAP 身份验证。启用身份验证后，其适用于尚未发现的所有目标，但不适用于已发现的目标。设置发现地址后，发现的新目标将被公开，且在当时即可用。

有关如何使用 `vmkping` 命令的详细信息，请搜索 VMware 知识库。

设置独立硬件 iSCSI 适配器

独立硬件 iSCSI 适配器是可通过 TCP/IP 访问 iSCSI 存储器的专用第三方适配器。此 iSCSI 适配器负责 ESXi 系统的所有 iSCSI 和网络处理及管理。

前提条件

- 检查适配器是否需要获得许可。
- 安装适配器。

有关许可、安装和固件更新的信息，请参见供应商文档。

步骤

- 1 [查看独立硬件 iSCSI 适配器](#) 第 67 页，
可以查看独立硬件 iSCSI 适配器以验证它是否已正确安装并准备好进行配置。
- 2 [修改 iSCSI 适配器的常规属性](#) 第 68 页，
可以更改分配到 iSCSI 适配器的默认 iSCSI 名称和别名。对于独立硬件 iSCSI 适配器，也可以更改默认 IP 设置。
- 3 [编辑硬件 iSCSI 的网络设置](#) 第 68 页，
安装独立硬件 iSCSI 适配器后，您可能需要更改其默认网络设置，以便为 iSCSI SAN 正确配置该适配器。
- 4 [设置 iSCSI 的动态或静态发现](#) 第 69 页，
使用动态发现时，启动器每次与指定的 iSCSI 存储系统联系时，都会向该系统发送 `SendTargets` 请求。iSCSI 系统通过向启动器提供一个可用目标的列表来做出响应。除动态发现方法外，还可以使用静态发现并手动输入目标的信息。

下一步

根据需要配置 CHAP 参数和巨帧。

查看独立硬件 iSCSI 适配器

可以查看独立硬件 iSCSI 适配器以验证它是否已正确安装并准备好进行配置。

在主机上安装独立硬件 iSCSI 适配器后，它会显示在可供配置的存储适配器列表上。您可查看其属性。

前提条件

所需特权：[主机.配置.存储器分区配置](#)

步骤

- 1 在 vSphere Web Client 导航器中，浏览到主机。
- 2 单击 **配置** 选项卡。

- 3 在**存储**下，单击**存储适配器**。

如果已安装，则硬件 iSCSI 适配器将显示在存储适配器列表上。

- 4 选择要查看的适配器。

此时会显示适配器的默认详细信息，包括型号、iSCSI 名称、iSCSI 别名、IP 地址及目标和路径信息。

修改 iSCSI 适配器的常规属性

可以更改分配到 iSCSI 适配器的默认 iSCSI 名称和别名。对于独立硬件 iSCSI 适配器，也可以更改默认 IP 设置。

重要事项 在修改 iSCSI 适配器的任何默认属性时，请确保使用正确的名称和 IP 地址格式。

前提条件

所需特权：**主机.配置.存储分区配置**

步骤

- 1 在 vSphere Web Client 导航器中，浏览到主机。
- 2 单击**配置**选项卡。
- 3 在**存储**下，单击**存储适配器**，然后选择要配置的适配器 (vmhba#)。
- 4 在“适配器详细信息”下，单击**属性**选项卡，然后在“常规”面板中单击**编辑**。
- 5 （可选）修改下列常规属性。

选项	描述
iSCSI 名称	根据用来标识 iSCSI 适配器的 iSCSI 标准形成的唯一名称。更改名称时，请确保所输入的名称在整个环境中唯一且其格式正确。否则某些存储设备可能无法识别 iSCSI 适配器。
iSCSI 别名	用以替代 iSCSI 名称的友好名称。

如果更改 iSCSI 名称，该名称将在新的 iSCSI 会话中使用。但对于现有会话，注销并重新登录后才能使用新设置。

编辑硬件 iSCSI 的网络设置

安装独立硬件 iSCSI 适配器后，您可能需要更改其默认网络设置，以便为 iSCSI SAN 正确配置该适配器。

步骤

- 1 在 vSphere Web Client 导航器中，浏览到主机。
- 2 单击**配置**选项卡。
- 3 在**存储**下，单击**存储适配器**，然后选择要配置的适配器 (vmhba#)。
- 4 在“适配器详细信息”下，单击**网络设置**选项卡，然后单击**编辑**。
- 5 在 IPv4 设置部分中，禁用 IPv6 或选择获取 IP 地址的方法。

注意 自动 DHCP 选项和静态选项相互排斥。

选项	描述
不使用 IPv4 设置	禁用 IPv4。
自动获取 IPv4 设置	使用 DHCP 获取 IP 设置。
使用静态 IPv4 设置	输入 iSCSI 适配器的 IPv4 IP 地址、子网掩码和默认网关。

- 6 在 IPv6 设置部分中，禁用 IPv6 或选择用于获取 IPv6 地址的相应选项。

注意 自动选项和静态选项相互排斥。

选项	描述
不使用 IPv6 设置	禁用 IPv6。
启用 IPv6	选择用于获取 IPv6 地址的选项。
通过 DHCP 自动获取 IPv6 地址	使用 DHCP 获取 IPv6 地址。
通过路由器播发自动获取 IPv6 地址	使用路由器播发获取 IPv6 地址。
替代 IPv6 的本地链接地址	通过配置静态 IP 地址，可以替代本地链接 IP 地址。
静态 IPv6 地址	a 单击 添加 以添加新的 IPv6 地址。 b 输入 IPv6 地址和子网前缀长度，然后单击 确定 。

- 7 在 DNS 设置部分中，提供首选 DNS 服务器和备用 DNS 服务器的 IP 地址。

必须同时提供这两个值。

设置 iSCSI 的动态或静态发现

使用动态发现时，启动器每次与指定的 iSCSI 存储系统联系时，都会向该系统发送 SendTargets 请求。iSCSI 系统通过向启动器提供一个可用目标的列表来做出响应。除动态发现方法外，还可以使用静态发现并手动输入目标的信息。

设置静态或动态发现时，只能添加新的 iSCSI 目标。您可以更改现有目标的任何参数。要进行更改，请移除现有目标，然后添加一个新目标。

前提条件

所需特权：**主机.配置.存储分区配置**

步骤

- 1 在 vSphere Web Client 导航器中，浏览到主机。
- 2 单击**配置**选项卡。
- 3 在**存储**下，单击**存储适配器**，然后选择要配置的适配器 (vmhba#)。
- 4 在“适配器详细信息”下，单击**目标**选项卡。
- 5 配置发现方法。

选项	描述
动态发现	a 依次单击 动态发现 和 添加 。 b 键入存储系统的 IP 地址或 DNS 名称，然后单击 确定 。 c 重新扫描 iSCSI 适配器。 与 iSCSI 系统建立 SendTargets 会话后，主机会以新发现的所有目标填充“静态发现”列表。
静态发现	a 依次单击 静态发现 和 添加 。 b 输入目标信息，然后单击 确定 。 c 重新扫描 iSCSI 适配器。

关于从属硬件 iSCSI 适配器

从属硬件 iSCSI 适配器是基于 VMware 网络以及由 VMware 提供的 iSCSI 配置和管理界面的第三方适配器。

Broadcom 5709 网卡就是一种从属 iSCSI 适配器。安装在主机上时，将在同一端口上显示两个组件，标准网络适配器和 iSCSI 引擎。iSCSI 引擎作为 iSCSI 适配器 (vmhba) 显示在存储适配器列表中。虽然默认情况下 iSCSI 适配器已启用，但若要使其正常工作，必须先通过虚拟 VMkernel 适配器 (vmk) 将其连接到与其关联的物理网络适配器 (vmnic)。然后，可以配置此 iSCSI 适配器。

配置从属硬件 iSCSI 适配器后，发现和身份验证数据将通过网络连接传递，而 iSCSI 流量将通过 iSCSI 引擎绕网络。

从属硬件 iSCSI 注意事项

当将从属硬件 iSCSI 适配器与 ESXi 一起使用时，有一些注意事项。

- 使用任何从属硬件 iSCSI 适配器时，与该适配器关联的网卡的性能报告可能显示很少活动或无活动，即使在 iSCSI 流量很大时也是如此。出现这种行为是因为 iSCSI 流量绕过常规网络堆栈。
- 如果使用第三方虚拟交换机（例如 Cisco Nexus 1000V DVS），请禁用自动固定。而是使用手动固定，确保将 VMkernel 适配器 (vmk) 连接到相应的物理网卡 (vmnic)。有关信息，请参见虚拟交换机供应商文档。
- Broadcom iSCSI 适配器在硬件中执行数据重组，其缓冲区空间有限。在拥堵的网络中或在高负载下使用 Broadcom iSCSI 适配器时，启用流量控制可避免性能下降。

流量控制可管理两个节点之间的数据传输速率，以防止发送方的速度过快而超过接收方。为了获得最佳效果，请在 I/O 路径端点处、主机和 iSCSI 存储系统上启用流量控制。

要为主机启用流量控制，请使用 `esxcli system module parameters` 命令。有关详细信息，请参见 VMware 知识库文章，网址为 <http://kb.vmware.com/kb/1013413>

- 从属硬件适配器支持 IPv4 和 IPv6。

配置从属硬件 iSCSI 适配器

从属硬件 iSCSI 适配器的完整设置和配置过程包括多个步骤。设置适配器后，可能需要配置 CHAP 参数和巨帧。

步骤

- 1 [查看从属硬件 iSCSI 适配器](#) 第 71 页，
查看从属硬件 iSCSI 适配器以验证其加载正确。
- 2 [修改 iSCSI 适配器的常规属性](#) 第 71 页，
可以更改分配到 iSCSI 适配器的默认 iSCSI 名称和别名。对于独立硬件 iSCSI 适配器，也可以更改默认 IP 设置。
- 3 [确定 iSCSI 与网络适配器之间的关联](#) 第 72 页，
您可创建网络连接来绑定从属 iSCSI 与物理网络适配器。必须确定与从属硬件 iSCSI 适配器相关联的物理网卡的名称后，才能正确创建连接。
- 4 [设置 iSCSI 网络](#) 第 72 页，
如果使用软件 iSCSI 适配器或从属硬件 iSCSI 适配器，则必须为 iSCSI 组件和物理网络适配器之间的流量配置连接。
- 5 [设置 iSCSI 的动态或静态发现](#) 第 72 页，
使用动态发现时，启动器每次与指定的 iSCSI 存储系统联系时，都会向该系统发送 `SendTargets` 请求。iSCSI 系统通过向启动器提供一个可用目标的列表来做出响应。除动态发现方法外，还可以使用静态发现并手动输入目标的信息。

下一步

根据需要配置 CHAP 参数和巨帧。

查看从属硬件 iSCSI 适配器

查看从属硬件 iSCSI 适配器以验证其加载正确。

如果已经安装，则从属硬件 iSCSI 适配器 (vmhba#) 将显示在以下类别下的存储适配器列表上，如 **Broadcom iSCSI 适配器**。如果从属硬件适配器未显示在存储适配器列表中，请检查是否需要获取它的许可。请参见供应商文档。

步骤

- 1 在 vSphere Web Client 导航器中，浏览到主机。
- 2 单击**配置**选项卡。
- 3 在**存储**下，单击**存储适配器**。
- 4 选择要查看的适配器 (vmhba#)。

将显示适配器的默认详细信息，包括 iSCSI 名称、iSCSI 别名以及状态。

下一步

虽然默认情况下从属 iSCSI 适配器已启用，但要使其运行，必须设置适用于 iSCSI 流量的网络，并将此适配器绑定到相应的 VMkernel iSCSI 端口。然后配置发现地址和 CHAP 参数。

修改 iSCSI 适配器的常规属性

可以更改分配到 iSCSI 适配器的默认 iSCSI 名称和别名。对于独立硬件 iSCSI 适配器，也可以更改默认 IP 设置。

重要事项 在修改 iSCSI 适配器的任何默认属性时，请确保使用正确的名称和 IP 地址格式。

前提条件

所需特权：**主机.配置.存储分区配置**

步骤

- 1 在 vSphere Web Client 导航器中，浏览到主机。
- 2 单击**配置**选项卡。
- 3 在**存储**下，单击**存储适配器**，然后选择要配置的适配器 (vmhba#)。
- 4 在“适配器详细信息”下，单击**属性**选项卡，然后在“常规”面板中单击**编辑**。
- 5 （可选）修改下列常规属性。

选项	描述
iSCSI 名称	根据用来标识 iSCSI 适配器的 iSCSI 标准形成的唯一名称。更改名称时，请确保所输入的名称在整个环境中唯一且其格式正确。否则某些存储设备可能无法识别 iSCSI 适配器。
iSCSI 别名	用以替代 iSCSI 名称的友好名称。

如果更改 iSCSI 名称，该名称将在新的 iSCSI 会话中使用。但对于现有会话，注销并重新登录后才能使用新设置。

确定 iSCSI 与网络适配器之间的关联

您可创建网络连接来绑定从属 iSCSI 与物理网络适配器。必须确定与从属硬件 iSCSI 适配器相关联的物理网卡的名称后，才能正确创建连接。

前提条件

在 vSphere Web Client 中，浏览到从属硬件 iSCSI 适配器 (vmhba#)。请参见第 71 页，“[查看从属硬件 iSCSI 适配器](#)”。

步骤

- 1 选择 iSCSI 适配器 (vmhba#)，然后在“适配器详细信息”下单击**网络端口绑定**选项卡。
- 2 单击**添加**。

与从属 iSCSI 适配器对应的网络适配器 (vmnic#) 会列在“物理网络适配器”列中。

下一步

如果“VMkernel 适配器”列为空，请为物理网络适配器 (vmnic#) 创建 VMkernel 适配器 (vmk#)，然后将其绑定到关联的从属硬件 iSCSI。请参见第 76 页，“[设置 iSCSI 网络](#)”。

设置 iSCSI 网络

如果使用软件 iSCSI 适配器或从属硬件 iSCSI 适配器，则必须为 iSCSI 组件和物理网络适配器之间的流量配置连接。

配置网络连接包括为各个物理网络适配器创建虚拟 VMkernel 适配器。然后将 VMkernel 适配器与相应的 iSCSI 适配器关联。此过程称为端口绑定。

有关信息，请参见第 76 页，“[设置 iSCSI 网络](#)”。

设置 iSCSI 的动态或静态发现

使用动态发现时，启动器每次与指定的 iSCSI 存储系统联系时，都会向该系统发送 **SendTargets** 请求。iSCSI 系统通过向启动器提供一个可用目标的列表来做出响应。除动态发现方法外，还可以使用静态发现并手动输入目标的信息。

设置静态或动态发现时，只能添加新的 iSCSI 目标。您可以更改现有目标的任何参数。要进行更改，请移除现有目标，然后添加一个新目标。

前提条件

所需特权：**主机.配置.存储分区配置**

步骤

- 1 在 vSphere Web Client 导航器中，浏览到主机。
- 2 单击**配置**选项卡。
- 3 在**存储**下，单击**存储适配器**，然后选择要配置的适配器 (vmhba#)。
- 4 在“适配器详细信息”下，单击**目标**选项卡。

5 配置发现方法。

选项	描述
动态发现	<p>a 依次单击动态发现和添加。</p> <p>b 键入存储系统的 IP 地址或 DNS 名称，然后单击确定。</p> <p>c 重新扫描 iSCSI 适配器。</p> <p>与 iSCSI 系统建立 SendTargets 会话后，主机将以新发现的所有目标填充“静态发现”列表。</p>
静态发现	<p>a 依次单击静态发现和添加。</p> <p>b 输入目标信息，然后单击确定。</p> <p>c 重新扫描 iSCSI 适配器。</p>

关于软件 iSCSI 适配器

借助基于软件的 iSCSI 实现，可使用标准网卡将主机连接至 IP 网络上的远程 iSCSI 目标。ESXi 中内置的软件 iSCSI 适配器通过利用网络堆栈与物理网卡进行通信，方便了此连接。

在使用软件 iSCSI 适配器之前，必须设置网络、激活适配器，并配置发现地址和 CHAP 等参数。

如果您使用软件 iSCSI 适配器，请记住以下注意事项：

- 为 iSCSI 指定一个单独的网络适配器。不要在 100 Mbps 或更慢的适配器上使用 iSCSI。
- 避免在脚本中对软件适配器的名称 `vmhbaXX` 进行硬编码。名称在不同的 ESXi 版本之间可能会发生更改。如果现有脚本使用硬编码的旧名称，则名称更改可能会导致脚本发生错误。名称更改不影响 iSCSI 软件适配器的行为。

配置软件 iSCSI 适配器

软件 iSCSI 适配器配置工作流程包括以下步骤。

步骤

- 1 [激活软件 iSCSI 适配器](#)第 73 页，
必须激活软件 iSCSI 适配器，以便主机可以使用它来访问 iSCSI 存储。
- 2 [修改 iSCSI 适配器的常规属性](#)第 74 页，
可以更改分配到 iSCSI 适配器的默认 iSCSI 名称和别名。对于独立硬件 iSCSI 适配器，也可以更改默认 IP 设置。
- 3 [设置 iSCSI 网络](#)第 75 页，
如果使用软件 iSCSI 适配器或从属硬件 iSCSI 适配器，则必须为 iSCSI 组件和物理网络适配器之间的流量配置连接。
- 4 [设置 iSCSI 的动态或静态发现](#)第 75 页，
使用动态发现时，启动器每次与指定的 iSCSI 存储系统联系时，都会向该系统发送 **SendTargets** 请求。iSCSI 系统通过向启动器提供一个可用目标的列表来做出响应。除动态发现方法外，还可以使用静态发现并手动输入目标的信息。

下一步

根据需要配置 CHAP 参数和巨帧。

激活软件 iSCSI 适配器

必须激活软件 iSCSI 适配器，以便主机可以使用它来访问 iSCSI 存储。

可以仅激活一个软件 iSCSI 适配器。

前提条件

所需特权：**主机.配置.存储分区配置**

注意 如果使用软件 iSCSI 适配器从 iSCSI 进行引导，则在首次引导时会启用该适配器，并创建网络配置。如果禁用了该适配器，它会在您每次引导主机时重新启用。

步骤

- 1 在 vSphere Web Client 导航器中，浏览到主机。
- 2 单击**配置**选项卡。
- 3 在**存储**下，依次单击**存储适配器**和**添加图标 (+)**。
- 4 选择**软件 iSCSI 适配器**，然后确认您要添加该适配器。

软件 iSCSI 适配器 (vmhba#) 将启用并显示在存储适配器列表上。启用适配器之后，主机将为其分配默认的 iSCSI 名称。如果需要更改默认名称，请遵循 iSCSI 命名约定。

下一步

选择适配器并使用“适配器详细信息”部分完成配置。

修改 iSCSI 适配器的常规属性

可以更改分配到 iSCSI 适配器的默认 iSCSI 名称和别名。对于独立硬件 iSCSI 适配器，也可以更改默认 IP 设置。

重要事项 在修改 iSCSI 适配器的任何默认属性时，请确保使用正确的名称和 IP 地址格式。

前提条件

所需特权：**主机.配置.存储分区配置**

步骤

- 1 在 vSphere Web Client 导航器中，浏览到主机。
- 2 单击**配置**选项卡。
- 3 在**存储**下，单击**存储适配器**，然后选择要配置的适配器 (vmhba#)。
- 4 在“适配器详细信息”下，单击**属性**选项卡，然后在“常规”面板中单击**编辑**。
- 5 (可选) 修改下列常规属性。

选项	描述
iSCSI 名称	根据用来标识 iSCSI 适配器的 iSCSI 标准形成的唯一名称。更改名称时，请确保所输入的名称在整个环境中唯一且其格式正确。否则某些存储设备可能无法识别 iSCSI 适配器。
iSCSI 别名	用以替代 iSCSI 名称的友好名称。

如果更改 iSCSI 名称，该名称将在新的 iSCSI 会话中使用。但对于现有会话，注销并重新登录后才能使用新设置。

设置 iSCSI 网络

如果使用软件 iSCSI 适配器或从属硬件 iSCSI 适配器，则必须为 iSCSI 组件和物理网络适配器之间的流量配置连接。

配置网络连接包括为各个物理网络适配器创建虚拟 VMkernel 适配器。然后将 VMkernel 适配器与相应的 iSCSI 适配器关联。此过程称为端口绑定。

有关信息，请参见第 76 页，“设置 iSCSI 网络”。

设置 iSCSI 的动态或静态发现

使用动态发现时，启动器每次与指定的 iSCSI 存储系统联系时，都会向该系统发送 SendTargets 请求。iSCSI 系统通过向启动器提供一个可用目标的列表来做出响应。除动态发现方法外，还可以使用静态发现并手动输入目标的信息。

设置静态或动态发现时，只能添加新的 iSCSI 目标。您可以更改现有目标的任何参数。要进行更改，请移除现有目标，然后添加一个新目标。

前提条件

所需特权：主机.配置.存储分区配置

步骤

- 1 在 vSphere Web Client 导航器中，浏览到主机。
- 2 单击配置选项卡。
- 3 在存储下，单击存储适配器，然后选择要配置的适配器 (vmhba#)。
- 4 在“适配器详细信息”下，单击目标选项卡。
- 5 配置发现方法。

选项	描述
动态发现	<div>a 依次单击动态发现和添加。</div> <div>b 键入存储系统的 IP 地址或 DNS 名称，然后单击确定。</div> <div>c 重新扫描 iSCSI 适配器。</div> <div>与 iSCSI 系统建立 SendTargets 会话后，主机会以新发现的所有目标填充“静态发现”列表。</div>
静态发现	<div>a 依次单击静态发现和添加。</div> <div>b 输入目标信息，然后单击确定</div> <div>c 重新扫描 iSCSI 适配器。</div>

禁用软件 iSCSI 适配器

如果不需要软件 iSCSI 适配器，可将其禁用。

禁用软件 iSCSI 适配器会对其进行标记以便移除。该适配器将在下次重新引导主机时从主机中移除。移除后，主机将不能访问与该适配器关联的所有虚拟机以及存储设备上的其他数据。

前提条件

所需特权：主机.配置.存储分区配置

步骤

- 1 在 vSphere Web Client 导航器中，浏览到主机。
- 2 单击配置选项卡。

- 3 在**存储**下，单击**存储适配器**，然后选择要配置的适配器 (vmhba#)。
 - 4 在“适配器详细信息”下，单击**属性**选项卡。
 - 5 单击**禁用**，并确认您要禁用适配器。
状态指示适配器是否已禁用。
 - 6 重新引导主机。
在重新引导后，适配器不再显示在存储适配器列表中。
- iSCSI 软件适配器不再可用，与其关联的存储设备也不能访问。您随后可激活该适配器。

修改 iSCSI 适配器的常规属性

可以更改分配到 iSCSI 适配器的默认 iSCSI 名称和别名。对于独立硬件 iSCSI 适配器，也可以更改默认 IP 设置。

重要事项 在修改 iSCSI 适配器的任何默认属性时，请确保使用正确的名称和 IP 地址格式。

前提条件

所需特权：**主机.配置.存储分区配置**

步骤

- 1 在 vSphere Web Client 导航器中，浏览到主机。
- 2 单击**配置**选项卡。
- 3 在**存储**下，单击**存储适配器**，然后选择要配置的适配器 (vmhba#)。
- 4 在“适配器详细信息”下，单击**属性**选项卡，然后在“常规”面板中单击**编辑**。
- 5 （可选）修改下列常规属性。

选项	描述
iSCSI 名称	根据用来标识 iSCSI 适配器的 iSCSI 标准形成的唯一名称。更改名称时，请确保所输入的名称在整个环境中唯一且其格式正确。否则某些存储设备可能无法识别 iSCSI 适配器。
iSCSI 别名	用以替代 iSCSI 名称的友好名称。

如果更改 iSCSI 名称，该名称将在新的 iSCSI 会话中使用。但对于现有会话，注销并重新登录后才能使用新设置。

设置 iSCSI 网络

软件和从属硬件 iSCSI 适配器取决于 VMkernel 网络。如果使用软件 iSCSI 适配器或从属硬件 iSCSI 适配器，则必须为 iSCSI 组件和物理网络适配器之间的流量配置连接。

配置网络连接包括为各个物理网络适配器创建虚拟 VMkernel 适配器。然后将 VMkernel 适配器与相应的 iSCSI 适配器关联。此过程称为端口绑定。

有关配合使用网络连接与软件 iSCSI 的时机和方法的特定注意事项，请参见 VMware 知识库文章，网址为 <http://kb.vmware.com/kb/2038869>。

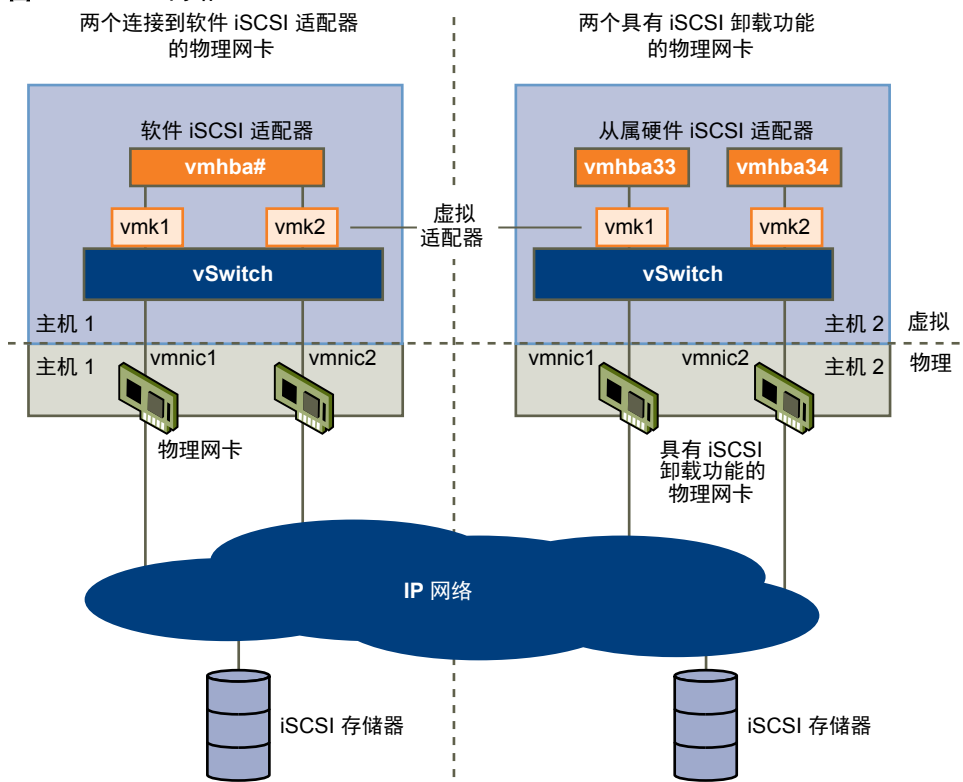
iSCSI 配置中的多个网络适配器

如果主机有多个物理网络适配器用于软件和从属硬件 iSCSI，请将这些适配器用于多路径。

可以将软件 iSCSI 适配器与主机上任何可用的物理网卡进行连接。从属 iSCSI 适配器必须只能与其自己的物理网卡进行连接。

注意 物理网卡和它们连接到的 iSCSI 存储系统必须位于同一子网上。

图 10-1 iSCSI 网络



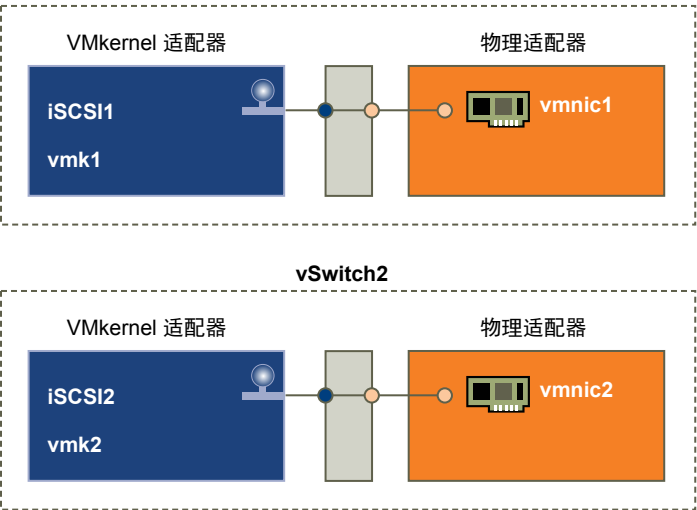
iSCSI 适配器和物理网卡通过虚拟 VMkernel 适配器（又称为虚拟网络适配器或 VMkernel 端口）进行连接。应该在每个虚拟网络适配器和物理网络适配器之间使用 1:1 映射，在 vSphere 交换机 (vSwitch) 上创建 VMkernel 适配器 (vmk)。

具有多张网卡时，实现 1:1 映射的一种方法是，为每对虚拟适配器与物理适配器指定一个单独的 vSphere 交换机。

注意 如果使用多个不同的 vSphere 交换机，则必须将其连接到不同的 IP 子网。否则，VMkernel 适配器可能会遇到连接问题，并且主机将无法发现 iSCSI LUN。

以下示例显示了使用 vSphere 标准交换机的配置，但您也可以使用 Distributed Switch。有关 vSphere Distributed Switch 的详细信息，请参见 *vSphere 网络连接* 文档。

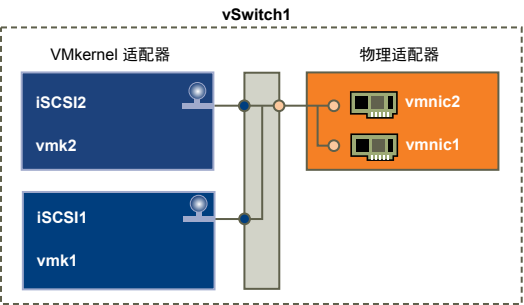
图 10-2 多个单独的 vSphere 标准交换机上的一对一适配器映射



替代方法是将所有网卡和 VMkernel 适配器添加到单个 vSphere 标准交换机中。在这种情况下，必须替代默认网络设置，并确保每个 VMkernel 适配器只映射到一个对应的活动物理适配器。

注意 如果 VMkernel 适配器位于同一个子网中，请使用单 vSwitch 配置。

图 10-3 单个 vSphere 标准交换机上的一对一适配器映射



下表汇总了本主题中所述的 iSCSI 网络配置。

表 10-2 iSCSI 的网络配置

iSCSI 适配器	VMkernel 适配器 (端口)	物理适配器 (网卡)
软件 iSCSI		
vmhbaX2	vmk1	vmnic1
	vmk2	vmnic2
从属硬件 iSCSI		
vmhbaX3	vmk1	vmnic1
vmhbaX4	vmk2	vmnic2

iSCSI 端口绑定要求

可以使用绑定到 iSCSI 的多个 VMkernel 适配器让广播一个 IP 地址的 iSCSI 阵列具有多个路径。

对多路径使用端口绑定时，请遵循以下准则：

- 阵列目标的 iSCSI 端口必须与 VMkernel 适配器处于相同的广播域和 IP 子网中。

- 用于 iSCSI 端口绑定的所有 VMkernel 适配器必须处于相同的广播域和 IP 子网中。
 - 用于 iSCSI 连接的所有 VMkernel 适配器必须处于相同的虚拟交换机中。
- 如果存在以下任意情况，请不要使用端口绑定：
- 阵列目标 iSCSI 端口处于不同的广播域和 IP 子网中。
 - 用于 iSCSI 连接的 VMkernel 适配器位于不同的广播域、IP 子网中，或使用不同的虚拟交换机。

使用软件 iSCSI 配置网络连接的最佳做法

使用软件 iSCSI 配置网络连接时，请考虑以下几种最佳做法。

软件 iSCSI 端口绑定

您可以将 ESXi 主机上的软件 iSCSI 启动器绑定到单个或多个 VMkernel 端口，以便 iSCSI 流量仅通过绑定端口。配置端口绑定后，iSCSI 启动器将创建从所有绑定端口到所有配置目标门户的 iSCSI 会话。

请参见下面的示例。

VMkernel 端口	目标门户	iSCSI 会话
2 个绑定的 VMkernel 端口	2 个目标门户	4 个会话 (2 x 2)
4 个绑定的 VMkernel 端口	1 个目标门户	4 个会话 (4 x 1)
2 个绑定的 VMkernel 端口	4 个目标门户	8 个会话 (2 x 4)

注意 如果使用端口绑定，请确保所有目标门户可从所有 VMkernel 端口进行访问。否则，可能无法创建 iSCSI 会话。因此，重新扫描操作需要的时间可能比预期更长。

无端口绑定

如果不使用端口绑定，ESXi 网络连接层会根据其路由表选择最佳 VMkernel 端口。主机通过该端口使用目标门户创建 iSCSI 会话。若无端口绑定，只能为每个目标门户创建一个会话。

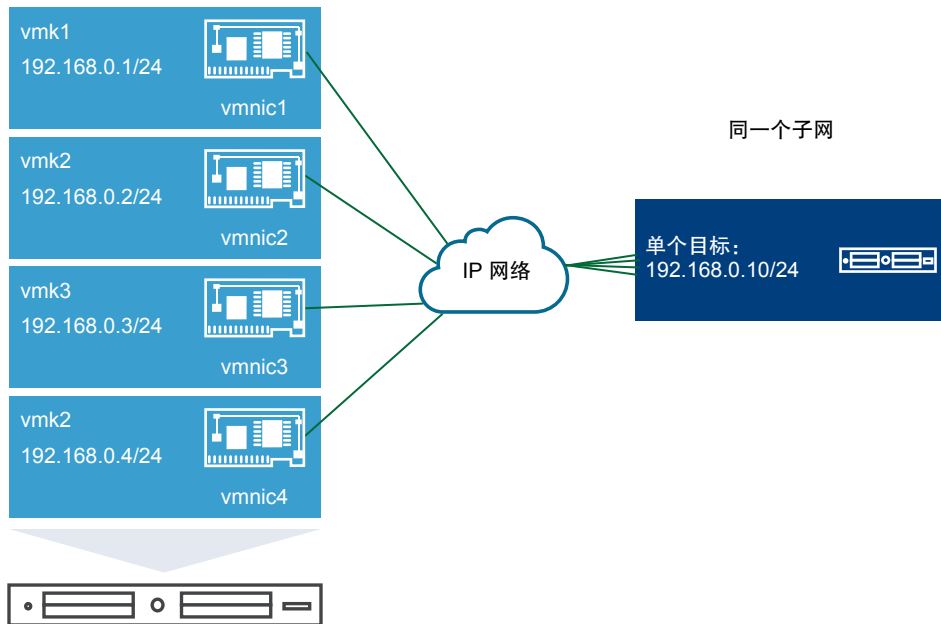
请参见下面的示例。

VMkernel 端口	目标门户	iSCSI 会话
2 个未绑定的 VMkernel 端口	2 个目标门户	2 个会话
4 个未绑定的 VMkernel 端口	1 个目标门户	1 个会话
2 个未绑定的 VMkernel 端口	4 个目标门户	4 个会话

软件 iSCSI 多路径

示例 1. 含单个网络门户的 iSCSI 目标的多个路径

如果您的目标只有一个网络门户，则可通过在 ESXi 主机上添加多个 VMkernel 端口并将其绑定到 iSCSI 启动器，创建多个指向该目标的路径。

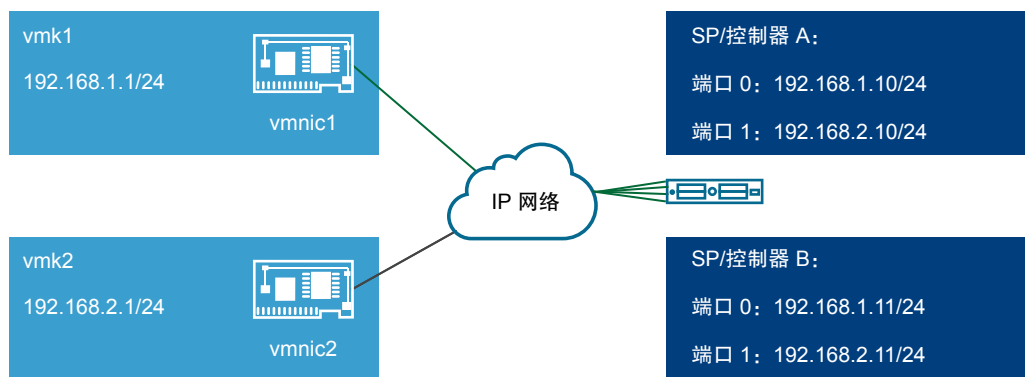


在此示例中，所有启动器端口和目标门户均在同一子网中配置。该目标可通过所有绑定端口访问。您有四个 VMkernel 端口和一个目标门户，因此总共创建了四个路径。

若无端口绑定，只会创建一个路径。

示例 2. 含不同子网中的 VMkernel 端口的多个路径

通过在不同的 IP 子网上配置多个端口和目标门户，即可创建多个路径。通过将启动器和目标端口保留在不同的子网中，您可以强制 ESXi 创建经过特定端口的路径。在此配置中，并不使用端口绑定，因为端口绑定要求所有启动器和目标端口位于同一子网上。



ESXi 在连接到控制器 A 和控制器 B 的端口 0 时选择 vmk1，因为所有这三个端口均位于同一子网上。同样地，在连接到控制器 A 和控制器 B 的端口 1 时选择 vmk2。您可以在配置中使用网卡绑定。

总共创建了四个路径。

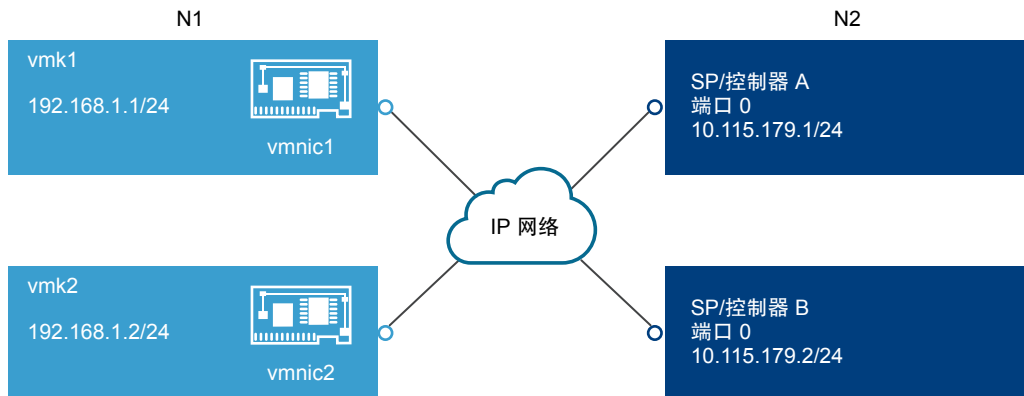
路径	描述
路径 1	vmk1 和控制器 A 的端口 0
路径 2	vmk1 和控制器 B 的端口 0
路径 3	vmk2 和控制器 A 的端口 1
路径 4	vmk2 和控制器 B 的端口 2

使用软件 iSCSI 路由

您可以使用 `esxcli` 命令为 iSCSI 流量添加静态路由。配置静态路由后，不同子网中的启动器和目标端口可以相互通信。

示例 1. 使用具有端口绑定的静态路由

在此示例中，您将所有绑定的 VMkernel 端口保留在一个子网 (N1) 中，并在另一个子网 (N2) 中配置所有目标门户。然后，可以为目标子网 (N2) 添加静态路由。

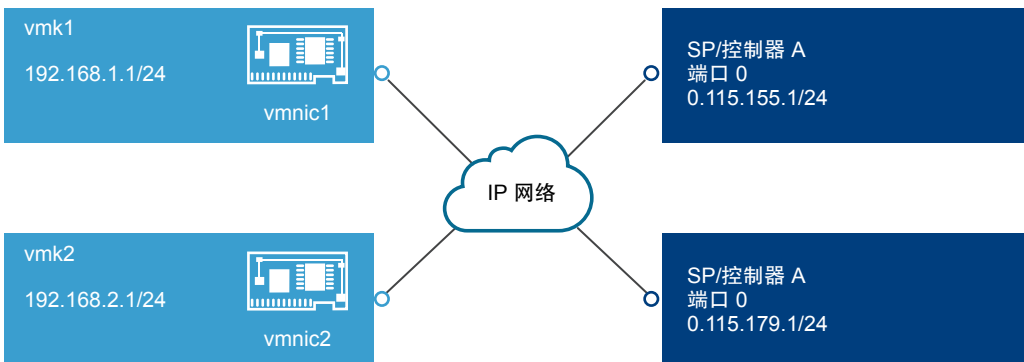


使用以下命令：

```
# esxcli network ip route ipv4 add --gateway 192.168.1.253 --network 10.115.179.0/24
```

示例 2. 使用静态路由创建多个路径

在此示例中，使用不同的子网时将使用静态路由。不能在此配置中使用端口绑定。



您在独立子网 192.168.1.0 和 192.168.2.0 中配置 vmk1 和 vmk2。此外，目标门户也位于独立子网 10.115.155.0 和 10.155.179.0 中。

可以从 vmk1 为 10.115.155.0 添加静态路由。请确保网关可从 vmk1 进行访问。

```
# esxcli network ip route ipv4 add --gateway 192.168.1.253 --network 10.115.155.0/24
```

然后从 vmk2 为 10.115.179.0 添加静态路由。请确保网关可从 vmk2 进行访问。

```
# esxcli network ip route ipv4 add --gateway 192.168.2.253 --network 10.115.179.0/24
```

使用控制器 A 的端口 0 进行连接时，将使用 vmk1。

使用控制器 B 的端口 0 进行连接时，将使用 vmk2。

示例 3. 每个 VMkernel 端口使用一个单独的网关进行路由

从 vSphere 6.5 开始，您可以为每个 VMkernel 端口配置一个单独网关。如果使用 DHCP 获取 VMkernel 端口的 IP 配置，还可使用 DHCP 获取网关信息。

要查看每个 VMkernel 端口的网关信息，请使用以下命令：

```
# esxcli network ip interface ipv4 address list
```

Name	IPv4 Address	IPv4 Netmask	IPv4 Broadcast	Address Type	Gateway	DHCP	DNS
vmk0	10.115.155.122	255.255.252.0	10.115.155.255	DHCP	10.115.155.253	true	
vmk1	10.115.179.209	255.255.252.0	10.115.179.255	DHCP	10.115.179.253	true	
vmk2	10.115.179.146	255.255.252.0	10.115.179.255	DHCP	10.115.179.253	true	

通过每个 VMkernel 端口的单独网关，您可使用端口绑定访问不同子网中的目标。

配置 iSCSI 端口绑定

iSCSI 端口绑定为软件或从属硬件 iSCSI 适配器与物理网络适配器之间的流量创建连接。

以下任务将讨论使用 vSphere 标准交换机的 iSCSI 网络配置。

您还可以在 iSCSI 端口绑定配置中使用 VMware vSphere® Distributed Switch™ 和 VMware NSX® Virtual Switch™。有关 NSX Virtual Switch 的信息，请参见 *VMware NSX* 文档。

如果将具有多个上行链路端口的 vSphere Distributed Switch 用于端口绑定，则需要为每个物理网卡创建一个单独的分布式端口组。然后，应设置绑定策略，以便每个分布式端口组只有一个活动上行链路端口。有关分布式交换机的详细信息，请参见 *vSphere 网络连接* 文档。

步骤

- 1 [为 iSCSI 创建一个 VMkernel 适配器](#) 第 82 页，
将运行 iSCSI 存储服务的 VMkernel 连接到物理网络适配器。
- 2 [为 iSCSI 创建附加的 VMkernel 适配器](#) 第 83 页，
如果有两个或更多 iSCSI 物理网络适配器，并且要将所有物理适配器连接到单个 vSphere 标准交换机，请执行该任务。在该任务中，要将物理适配器和 VMkernel 适配器添加到现有 vSphere 标准交换机。
- 3 [更改 iSCSI 的网络策略](#) 第 84 页，
如果使用单个 vSphere 标准交换机将多个 VMkernel 适配器连接到多个网络适配器，请设置网络策略，以便每个 VMkernel 适配器仅有一个活动的物理网络适配器。
- 4 [将 iSCSI 与 VMkernel 适配器绑定](#) 第 85 页，
将 iSCSI 适配器与 VMkernel 适配器绑定。
- 5 [查看端口绑定详细信息](#) 第 85 页，
查看绑定到 iSCSI 适配器的 VMkernel 适配器的网络连接详细信息。

为 iSCSI 创建一个 VMkernel 适配器

将运行 iSCSI 存储服务的 VMkernel 连接到物理网络适配器。

步骤

- 1 在 vSphere Web Client 导航器中，浏览到主机。
- 2 单击 **操作 > 添加网络**。
- 3 选择 **VMkernel 网络适配器**，然后单击 **下一步**。
- 4 选择 **新建标准交换机** 以创建 vSphere 标准交换机。

- 5 单击**添加适配器**图标，然后选择要用于 iSCSI 的网络适配器 (vmnic#)。

确保将该适配器分配给活动适配器。

重要事项 如果要为从属硬件 iSCSI 创建 VMkernel 适配器，请选择与 iSCSI 组件对应的网络适配器。请参见第 72 页，“[确定 iSCSI 与网络适配器之间的关联](#)”。

- 6 输入网络标签。

网络标签是用于标识您所创建的 VMkernel 适配器的友好名称，如 iSCSI。

- 7 指定 IP 设置。

- 8 检查信息，然后单击**完成**。

此时即为主机上的物理网络适配器 (vmnic#) 创建了虚拟 VMkernel 适配器 (vmk#)。

下一步

如果主机具有一个用于 iSCSI 流量的物理网络适配器，则必须将所创建的虚拟适配器绑定到 iSCSI 适配器。

如果具有多个网络适配器，请创建附加的 VMkernel 适配器，然后执行 iSCSI 绑定。虚拟适配器的数量必须与主机上的物理适配器的数量相对应。

为 iSCSI 创建附加的 VMkernel 适配器

如果有两个或更多 iSCSI 物理网络适配器，并且要将所有物理适配器连接到单个 vSphere 标准交换机，请执行该任务。在该任务中，要将物理适配器和 VMkernel 适配器添加到现有 vSphere 标准交换机。

前提条件

创建一个可将 iSCSI VMkernel 适配器映射到为 iSCSI 流量指定的单个物理网络适配器的 vSphere 标准交换机。

步骤

- 1 在 vSphere Web Client 导航器中，浏览到主机。
- 2 单击**配置**选项卡。
- 3 在**网络**下，单击**虚拟交换机**，然后从列表中选择要修改的 vSphere 交换机。
- 4 将附加的网络适配器连接到该交换机。
 - a 单击**添加主机网络**图标。
 - b 选择**物理网络适配器**，然后单击**下一步**。
 - c 确保使用现有交换机，然后单击**下一步**。
 - d 单击**添加适配器**图标，然后选择要用于 iSCSI 的一个或多个网络适配器 (vmnic#)。
对于从属硬件 iSCSI 适配器，请仅选择具有相应 iSCSI 组件的网卡。
 - e 完成配置，然后单击**完成**。

- 5 为添加的所有物理网络适配器创建 iSCSI VMkernel 适配器。

VMkernel 接口数量必须与 vSphere 标准交换机上的物理网络适配器数量相对应。

- a 单击**添加主机网络**图标。
- b 选择**VMkernel 网络适配器**，然后单击**下一步**。
- c 确保使用现有交换机，然后单击**下一步**。
- d 完成配置，然后单击**完成**。

下一步

更改所有 VMkernel 适配器的网络策略，使得对于每个 VMkernel 适配器，只有一个物理网络适配器处于活动状态。然后即可将 iSCSI VMkernel 适配器绑定到软件 iSCSI 或从属硬件 iSCSI 适配器。

更改 iSCSI 的网络策略

如果使用单个 vSphere 标准交换机将多个 VMkernel 适配器连接到多个网络适配器，请设置网络策略，以便每个 VMkernel 适配器仅有一个活动的物理网络适配器。

默认情况下，对于 vSphere 标准交换机上的每个 VMkernel 适配器，所有网络适配器均显示为活动状态。您必须替代此设置，以便每个 VMkernel 适配器只映射到一个相应的活动物理适配器。例如，vmk1 映射到 vmnic1，vmk2 映射到 vmnic2，等等。

前提条件

创建将 VMkernel 与为 iSCSI 流量指定的物理网络适配器连接的 vSphere 标准交换机。VMkernel 适配器的数量必须与 vSphere 标准交换机上物理适配器的数量相对应。

步骤

- 1 在 vSphere Web Client 导航器中，浏览到主机。
- 2 单击配置选项卡。
- 3 在网络下，单击虚拟交换机，然后从列表中选择要修改的 vSphere 交换机。
- 4 在 vSwitch 图上，选择 VMkernel 适配器，然后单击编辑设置图标。
- 5 在编辑设置向导中，单击绑定和故障切换，然后在“故障切换顺序”下选择替代。
- 6 仅将一个物理适配器指定为活动适配器，并将所有剩余的适配器移动到未用的适配器类别。
- 7 对 vSphere 标准交换机上的每个 iSCSI VMkernel 接口，重复步骤 4 至步骤 6。

示例：iSCSI 网络策略

下表展示了正确的 iSCSI 映射，其中每个 VMkernel 适配器仅对应一个活动的物理网络适配器。

VMkernel 适配器 (vmk#)	物理网络适配器 (vmnic#)
vmk1	活动适配器
	vmnic1
	未用的适配器
	vmnic2
vmk2	活动适配器
	vmnic2
	未用的适配器
	vmnic1

下一步

执行该任务后，将虚拟 VMkernel 适配器绑定到软件 iSCSI 适配器或从属硬件 iSCSI 适配器。

将 iSCSI 与 VMkernel 适配器绑定

将 iSCSI 适配器与 VMkernel 适配器绑定。

前提条件

为主机上的每个物理网络适配器创建虚拟 VMkernel 适配器。如果使用多个 VMkernel 适配器，请设置正确的网络策略。

所需特权：**主机配置:存储分区配置**

步骤

- 1 在 vSphere Web Client 导航器中，浏览到主机。
- 2 单击**配置**选项卡。
- 3 在**存储**下，单击**存储适配器**，然后从列表中选择要配置的软件或从属 iSCSI 适配器。
- 4 在“适配器详细信息”下，单击**网络端口绑定**选项卡，然后单击**添加图标 (+)**。
- 5 选择要与 iSCSI 适配器绑定的 VMkernel 适配器。

注意 确保 VMkernel 适配器的网络策略符合绑定要求。

可以将软件 iSCSI 适配器绑定到一个或多个 VMkernel 适配器。对于从属硬件 iSCSI 适配器，只能使用一个与正确的物理网卡关联的 VMkernel 适配器。

- 6 单击**确定**。

iSCSI 适配器的 VMkernel 端口绑定列表上将显示此网络连接。

查看端口绑定详细信息

查看绑定到 iSCSI 适配器的 VMkernel 适配器的网络连接详细信息。

步骤

- 1 在 vSphere Web Client 导航器中，浏览到主机。
- 2 单击**配置**选项卡。
- 3 在**存储**下，单击**存储适配器**，然后从列表中选择软件或从属 iSCSI 适配器。
- 4 在“适配器详细信息”下，单击**网络端口绑定**选项卡，然后单击**查看详细信息**图标。
- 5 通过在选项卡之间切换查看 VMkernel 适配器信息。

管理 iSCSI 网络

特殊注意事项适用于与 iSCSI 适配器关联的网络适配器，包括物理网络适配器和 VMkernel 网络适配器。

为 iSCSI 创建网络连接后，许多“网络”对话框上的 iSCSI 指示器将启用。此指示器显示特定虚拟网络适配器或物理网络适配器是 iSCSI 绑定的。为避免 iSCSI 流量中断，请在管理 iSCSI 绑定的虚拟网络适配器和物理网络适配器时遵循以下准则和注意事项：

- 确保 VMkernel 网络适配器已在与其所连接的 iSCSI 存储门户相同的子网上分配了地址。
- 使用 VMkernel 适配器的 iSCSI 适配器无法连接到不同子网上的 iSCSI 端口，即使这些端口是由 iSCSI 适配器发现的也是如此。
- 使用单独的 vSphere 交换机连接物理网络适配器和 VMkernel 适配器时，请确保 vSphere 交换机连接到不同的 IP 子网。

- 如果 VMkernel 适配器位于同一子网上，则它们必须连接到一个 vSwitch。
- 如果将 VMkernel 适配器迁移到其他 vSphere 交换机，请移动关联的物理适配器。
- 请勿对 iSCSI 绑定的 VMkernel 适配器或物理网络适配器进行配置更改。
- 请勿进行可能中断 VMkernel 适配器与物理网络适配器的关联的更改。移除其中一个适配器或连接适配器的 vSphere 交换机时，或更改其连接的 1:1 网络策略时，可能会中断关联。

iSCSI 网络故障排除

警告标记表示 iSCSI 绑定的 VMkernel 适配器的不合规端口组策略。

问题

VMkernel 适配器的端口组策略在以下情况下被认为不合规：

- VMkernel 适配器未连接到活动物理网络适配器。
- VMkernel 适配器连接到多个物理网络适配器。
- VMkernel 适配器连接到一个或多个待机物理适配器。
- 活动物理适配器已更改。

解决方案

按照第 84 页，“更改 iSCSI 的网络策略”中的步骤为 iSCSI 绑定的 VMkernel 适配器设置正确的网络策略。

将巨帧与 iSCSI 配合使用

ESXi 支持将巨帧与 iSCSI 配合使用。

巨帧是大小超过 1500 字节的以太网帧。通常情况下，最大传输单元 (MTU) 参数用于测量巨帧的大小。ESXi 允许巨帧的 MTU 最大为 9000 字节。

将巨帧用于 iSCSI 流量时，需要考虑以下注意事项：

- 要使巨帧生效，网络必须端到端支持巨帧。
- 请咨询供应商以确保您的物理网卡和 iSCSI HBA 支持巨帧。
- 要为巨帧设置和验证物理网络交换机，请参见供应商文档。

下表说明了 ESXi 对巨帧的支持级别。

表 10-3 对巨帧的支持

iSCSI 适配器的类型	巨帧支持
软件 iSCSI	支持
从属硬件 iSCSI	受支持。咨询供应商。
独立硬件 iSCSI	受支持。咨询供应商。

为软件和从属硬件 iSCSI 启用巨帧

要在 vSphere Web Client 中为软件和从属硬件 iSCSI 适配器启用巨帧，请更改最大传输单元 (MTU) 参数的默认值。

您要用于 iSCSI 流量的 vSphere 交换机更改 MTU 参数。有关详细信息，请参见 *vSphere 网络连接* 文档。

步骤

- 1 在 vSphere Web Client 导航器中，浏览到主机。
- 2 单击**配置**选项卡。
- 3 在**网络**下，单击**虚拟交换机**，然后从列表中选择要修改的 vSphere 交换机。
- 4 单击**编辑设置**图标。
- 5 在“属性”页面上，更改 MTU 参数。

此步骤为该标准交换机上的所有物理网卡设置 MTU。所设置的 MTU 值在连接到标准交换机的所有网卡中应是最大的 MTU 大小。ESXi 支持 MTU 大小最多包含 9000 个字节。

为独立硬件 iSCSI 启用巨帧

要在 vSphere Web Client 中为独立硬件 iSCSI 适配器启用巨帧，请更改最大传输单元 (MTU) 参数的默认值。使用“高级选项”设置更改 iSCSI HBA 的 MTU 参数。

步骤

- 1 在 vSphere Web Client 导航器中，浏览到主机。
- 2 单击**配置**选项卡。
- 3 在**存储**下单击**存储适配器**，然后从适配器列表中选择独立硬件 iSCSI 适配器。
- 4 在“适配器详细信息”下，单击**高级选项**选项卡，然后单击**编辑**。
- 5 更改 MTU 参数的值。

ESXi 支持 MTU 最多包含 9000 个字节。

配置 iSCSI 适配器的发现地址

需要设置目标发现地址，以便 iSCSI 适配器确定网络上可供访问的存储资源。

ESXi 系统支持以下发现方法：

动态发现

也称为 SendTargets 发现。启动器每次与指定的 iSCSI 服务器联系时，都会向该服务器发送 SendTargets 请求。服务器通过向启动器提供一个可用目标的列表来做出响应。这些目标的名称和 IP 地址显示在**静态发现**选项卡上。如果移除了通过动态发现添加的静态目标，则该目标会在下次进行重新扫描、重置 iSCSI 适配器或重新引导主机时恢复到列表中。

注意 使用软件和从属硬件 iSCSI，ESXi 可基于指定的 iSCSI 服务器地址的 IP 系列筛选目标地址。如果地址是 IPv4，则会筛选出可能进入来自 iSCSI 服务器的 SendTargets 响应的 IPv6 地址。当 DNS 名称用于指定 iSCSI 服务器，或来自 iSCSI 服务器的 SendTargets 响应包含 DNS 名称时，ESXi 将依赖于 DNS 查询中第一个解析条目的 IP 系列。

静态发现

除动态发现方法外，还可以使用静态发现并手动输入目标的信息。iSCSI 适配器将使用您提供的目标列表与 iSCSI 服务器进行联系和通信。

设置 iSCSI 的动态或静态发现

使用动态发现时，启动器每次与指定的 iSCSI 存储系统联系时，都会向该系统发送 SendTargets 请求。iSCSI 系统通过向启动器提供一个可用目标的列表来做出响应。除动态发现方法外，还可以使用静态发现并手动输入目标的信息。

设置静态或动态发现时，只能添加新的 iSCSI 目标。您可以更改现有目标的任何参数。要进行更改，请移除现有目标，然后添加一个新目标。

前提条件

所需特权：**主机.配置.存储分区配置**

步骤

- 1 在 vSphere Web Client 导航器中，浏览到主机。
- 2 单击**配置**选项卡。
- 3 在**存储**下，单击**存储适配器**，然后选择要配置的适配器 (vmhba#)。
- 4 在“适配器详细信息”下，单击**目标**选项卡。
- 5 配置发现方法。

选项	描述
动态发现	<ol style="list-style-type: none"> a 依次单击动态发现和添加。 b 键入存储系统的 IP 地址或 DNS 名称，然后单击确定。 c 重新扫描 iSCSI 适配器。 与 iSCSI 系统建立 SendTargets 会话后，主机会以新发现的所有目标填充“静态发现”列表。
静态发现	<ol style="list-style-type: none"> a 依次单击静态发现和添加。 b 输入目标信息，然后单击确定。 c 重新扫描 iSCSI 适配器。

移除动态或静态 iSCSI 目标

移除目标列表中显示的 iSCSI 服务器。

步骤

- 1 在 vSphere Web Client 导航器中，浏览到主机。
- 2 单击**配置**选项卡。
- 3 在**存储**下，单击**存储适配器**，然后从列表中选择要修改的 iSCSI 适配器。
- 4 在“适配器详细信息”下，单击**目标**选项卡。
- 5 在**动态发现**和**静态发现**之间切换。
- 6 选择要移除的 iSCSI 服务器，然后单击**移除**。
- 7 重新扫描 iSCSI 适配器。

如果要移除动态发现的静态目标，则需要执行重新扫描前将其从存储系统中移除。否则，重新扫描适配器时，主机会自动发现该目标并将其添加到静态目标列表中。

配置 iSCSI 适配器的 CHAP 参数

由于 iSCSI 技术用来连接远程目标的 IP 网络不保护其传输的数据，因此必须确保连接的安全。质询握手身份验证协议 (CHAP) 是 iSCSI 实现的协议之一，该协议会验证访问网络上目标的启动器的合法性。

在主机和目标建立连接时，CHAP 使用三路握手算法验证主机和 iSCSI 目标（如果适用的话）的身份。系统根据启动器和目标共享的预定义的专用值或 CHAP 密钥进行验证。

ESXi 支持适配器级别的 CHAP 身份验证。在这种情况下，所有目标从 iSCSI 启动器接收相同的 CHAP 名称和密钥。对于软件和从属硬件 iSCSI 适配器，ESXi 还支持基于每个目标的 CHAP 身份验证，此身份验证使您能够为每个目标配置不同的凭据以实现更高级别的安全性。

选择 CHAP 身份验证方法

ESXi 支持为所有类型的 iSCSI 启动器设置单向 CHAP，以及为软件和从属硬件 iSCSI 设置双向 CHAP。

在配置 CHAP 前，请检查是否在 iSCSI 存储系统中启用了 CHAP 并检查系统所支持的 CHAP 身份验证方法。如果已启用 CHAP，请为启动器启用 CHAP，并确保 CHAP 身份验证凭据与 iSCSI 存储器上的身份验证凭据相匹配。

ESXi 支持下列 CHAP 身份验证方法：

单向 CHAP	在单向 CHAP 身份验证中，目标需验证启动器，但启动器无需验证目标。
双向 CHAP	在双向 CHAP 身份验证中，提供了供启动器验证目标的附加安全级别。VMware 仅对软件和从属硬件 iSCSI 适配器支持此方法。

对于软件和从属硬件 iSCSI 适配器，可以为每个适配器或在目标级别设置单向 CHAP 和双向 CHAP。独立硬件 iSCSI 仅支持适配器级别的 CHAP。

设置 CHAP 参数时，请指定 CHAP 的安全级别。

注意 指定 CHAP 安全级别时，存储阵列的响应方式取决于阵列的 CHAP 实施，且因供应商而异。有关不同的启动器和目标配置中的 CHAP 身份验证行为的信息，请参阅阵列文档。

表 10-4 CHAP 安全级别

CHAP 安全级别	描述	受支持
无	主机不使用 CHAP 身份验证。如果当前已启用，则选择此选项禁用身份验证。	软件 iSCSI 从属硬件 iSCSI 独立硬件 iSCSI
使用单向 CHAP (如果目标需要)	主机首选非 CHAP 连接，但如果目标要求可以使用 CHAP 连接。	软件 iSCSI 从属硬件 iSCSI
使用单向 CHAP (除非目标禁止)	主机首选 CHAP，但如果目标不支持 CHAP，可以使用非 CHAP 连接。	软件 iSCSI 从属硬件 iSCSI 独立硬件 iSCSI
使用单向 CHAP	主机需要成功的 CHAP 身份验证。如果 CHAP 协商失败，则连接失败。	软件 iSCSI 从属硬件 iSCSI 独立硬件 iSCSI
使用双向 CHAP	主机和目标支持双向 CHAP。	软件 iSCSI 从属硬件 iSCSI

设置 iSCSI 适配器的 CHAP

在 iSCSI 适配器级别设置 CHAP 名称和密钥时，所有目标都从适配器接收相同的参数。默认情况下，所有发现地址或静态目标都继承在适配器级别设置的 CHAP 参数。

CHAP 名称长度不应超过 511 个数字字符，CHAP 密钥长度不应超过 255 个数字字符。有些适配器（例如 QLogic 适配器）的限值更低，CHAP 名称不得超过 255 个字母数字字符，CHAP 密钥不得超过 100 个字母数字字符。

前提条件

- 为软件或从属硬件 iSCSI 设置 CHAP 参数前，要确定是配置单向还是双向 CHAP。独立硬件 iSCSI 适配器不支持双向 CHAP。
- 验证在存储器端配置的 CHAP 参数。您配置的参数必须与在存储器端配置的相符。
- 所需特权：**主机.配置.存储器分区配置**

步骤

- 1 显示存储适配器，然后选择要配置的 iSCSI 适配器。
- 2 在“适配器详细信息”下，单击**属性**选项卡，然后在“身份验证”面板中单击**编辑**。
- 3 指定身份验证方法。
 - 无
 - 使用单向 CHAP (如果目标需要)
 - 使用单向 CHAP (除非目标禁止)
 - 使用单向 CHAP
 - 使用双向 CHAP。要配置双向 CHAP，必须选择该选项。
- 4 指定出站 CHAP 名称。

确保指定的名称与在存储器端配置的名称相匹配。

 - 要将 CHAP 名称设置为 iSCSI 适配器名称，请选中**使用启动器名称**。
 - 要将 CHAP 名称设置为除 iSCSI 启动器名称之外的任何其他名称，请取消选中**使用启动器名称**，然后在**名称**文本框中键入名称。
- 5 输入要在身份验证过程中使用的出站 CHAP 密钥。使用在存储器端输入的同一密钥。
- 6 如果配置双向 CHAP，请指定入站 CHAP 凭据。

确保对出站和入站 CHAP 使用不同的密钥。
- 7 单击**确定**。
- 8 重新扫描 iSCSI 适配器。

如果更改了 CHAP 参数，则它们会用于新的 iSCSI 会话。但对于现有会话，注销并重新登录后才能使用新设置。

设置目标的 CHAP

如果使用软件和从属硬件 iSCSI 适配器，可为每个发现地址或静态目标配置不同的 CHAP 凭据。

CHAP 名称不得超过 511 个字母数字字符，CHAP 密钥不得超过 255 个字母数字字符。

前提条件

- 为软件或从属硬件 iSCSI 设置 CHAP 参数前，要确定是配置单向还是双向 CHAP。
- 验证在存储器端配置的 CHAP 参数。您配置的参数必须与在存储器端配置的相符。
- 访问存储适配器。
- 所需特权：**主机.配置.存储器分区配置**

步骤

- 1 选择要配置的 iSCSI 适配器，然后在“适配器详细信息”下单击**目标**选项卡。
- 2 单击**动态发现**或**静态发现**。
- 3 从现有目标列表中，选择要配置的目标，然后单击**身份验证**。
- 4 取消选中**从父项继承设置**，然后指定身份验证方法。
 - 无
 - 使用单向 CHAP (如果目标需要)
 - 使用单向 CHAP (除非目标禁止)
 - 使用单向 CHAP
 - 使用双向 CHAP。要配置双向 CHAP，必须选择该选项。
- 5 指定出站 CHAP 名称。

确保指定的名称与在存储器端配置的名称相匹配。

 - 要将 CHAP 名称设置为 iSCSI 适配器名称，请选中**使用启动器名称**。
 - 要将 CHAP 名称设置为除 iSCSI 启动器名称之外的任何其他名称，请取消选中**使用启动器名称**，然后在**名称**文本框中键入名称。
- 6 输入要在身份验证过程中使用的出站 CHAP 密钥。使用在存储器端输入的同一密钥。
- 7 如果配置双向 CHAP，请指定入站 CHAP 凭据。

确保对出站和入站 CHAP 使用不同的密钥。
- 8 单击**确定**。
- 9 重新扫描 iSCSI 适配器。

如果更改了 CHAP 参数，则它们会用于新的 iSCSI 会话。但对于现有会话，直到注销并重新登录之后才能使用新设置。

禁用 CHAP

如果存储系统不需要 CHAP，则可以将其禁用。

如果在需要进行 CHAP 身份验证的系统上禁用 CHAP，则现有 iSCSI 会话将保持处于活动状态，直到重新引导主机、通过命令行结束会话或存储系统强制注销。在会话结束之后，您将不能再连接需要 CHAP 的目标。

所需特权：**主机.配置.存储器分区配置**

步骤

- 1 打开“CHAP 凭据”对话框。
- 2 对于软件和从属硬件 iSCSI 适配器，若要仅禁用双向 CHAP 而保留单向 CHAP，请在“双向 CHAP”区域选择**不使用 CHAP**。

- 3 要禁用单向 CHAP，请在 CHAP 区域中选择**不使用 CHAP**。

如果设置了双向 CHAP，则在禁用单向 CHAP 时，双向 CHAP 将自动转换为**不使用 CHAP**。

- 4 单击**确定**。

配置 iSCSI 的高级参数

可能需要为 iSCSI 启动器配置其他参数。例如，有些 iSCSI 存储系统要求 ARP（地址解析协议）重定向，以在端口间动态移动 iSCSI 流量。在这种情况下，必须在主机上激活 ARP 重定向。

下表列出了可以使用 vSphere Web Client 进行配置的高级 iSCSI 参数。此外，可以使用 vSphere CLI 命令配置部分高级参数。有关信息，请参见 *vSphere Command-Line Interface* 入门文档。

重要事项 请勿对高级 iSCSI 设置进行任何更改，除非 VMware 支持或存储供应商指示。

表 10-5 iSCSI 启动器的其他参数

高级参数	描述	配置对象
头摘要	增加数据完整性。启用头摘要后，系统会对每个 iSCSI 协议数据单元 (PDU) 的头部计算校验和，并使用 CRC32C 算法进行验证。	软件 iSCSI 从属硬件 iSCSI
数据摘要	增加数据完整性。启用数据摘要后，系统会对每个 PDU 的数据部分计算校验和，并使用 CRC32C 算法进行验证。 注意 使用 Intel Nehalem 处理器的系统会清除软件 iSCSI 的 iSCSI 摘要计算，因此可以减少对性能的影响。	软件 iSCSI 从属硬件 iSCSI
最大未完成 R2T 数	定义在收到确认 PDU 前可转换的 R2T（即将传输）PDU。	软件 iSCSI 从属硬件 iSCSI
初次突发长度	指定在执行单个 SCSI 命令期间 iSCSI 启动器可以发送到目标的未经请求的数据的最大数量，以字节为单位。	软件 iSCSI 从属硬件 iSCSI
最大突发长度	传入数据或请求的传出数据 iSCSI 序列中的最大 SCSI 数据负载，以字节为单位。	软件 iSCSI 从属硬件 iSCSI
最大接收数据段长度	在 iSCSI PDU 中可以接收的最大数据段长度，以字节为单位。	软件 iSCSI 从属硬件 iSCSI
会话恢复超时	指定执行会话恢复的时间限制（秒）。如果该超时时间超过限值，则 iSCSI 启动器将终止会话。	软件 iSCSI 从属硬件 iSCSI
无操作时间间隔	指定在从 iSCSI 启动器发送到 iSCSI 目标的 NOP-Out 请求之间的时间间隔（秒）。NOP-Out 请求充当验证 iSCSI 启动器和 iSCSI 目标之间的连接是否处于活动状态的 ping 机制。	软件 iSCSI 从属硬件 iSCSI
无操作超时	指定主机收到 NOP-In 消息之前的时间限制（秒）。该消息由 iSCSI 目标发出，以响应 NOP-Out 请求。无操作超时时间超过限值时，启动器将终止当前会话并启动新的会话。	软件 iSCSI 从属硬件 iSCSI
ARP 重定向	允许存储系统将 iSCSI 流量从一个端口动态移动到另一个端口。ARP 对执行基于阵列的故障切换的存储系统是必需的。	软件 iSCSI 从属硬件 iSCSI 独立硬件 iSCSI
延迟的 ACK	允许系统对接收的数据包进行延迟确认。	软件 iSCSI 从属硬件 iSCSI

配置 iSCSI 的高级参数

高级 iSCSI 设置控制如标头、数据摘要、ARP 重定向、延迟的 ACK 等参数。



小心 除非在与 VMware 支持团队进行合作，或拥有为设置所提供值的全面信息，否则不要对高级 iSCSI 设置进行任何更改。

前提条件

所需特权：**主机配置.存储器分区配置**

步骤

- 1 在 vSphere Web Client 导航器中，浏览到主机。
- 2 单击**配置**选项卡。
- 3 在**存储**下，单击**存储适配器**，然后选择要配置的适配器 (vmhba#)。
- 4 配置高级参数。
 - 要在适配器级别配置高级参数，请在“适配器详细信息”下，单击**高级选项**选项卡，然后单击**编辑**。
 - 在目标级别配置高级参数。
 - a 单击**目标**选项卡，然后单击**动态发现**或**静态发现**。
 - b 从可用目标的列表中，选择要配置的目标，然后单击**高级选项**。
- 5 为您要修改的高级参数输入任何所需的值。

iSCSI 会话管理

要相互通信，iSCSI 启动器和目标需要建立 iSCSI 会话。您可以使用 vSphere CLI 查看和管理 iSCSI 会话。

默认情况下，软件 iSCSI 和从属硬件 iSCSI 启动器会在每个启动器端口与每个目标端口之间启动一个 iSCSI 会话。如果 iSCSI 启动器或目标有多个端口，则主机可以建立多个会话。每个目标的默认会话数等于 iSCSI 适配器上的端口数乘以目标端口数。

使用 vSphere CLI，您可以显示所有当前会话，以便对它们进行分析和调试。要创建多条指向存储系统的路径，可以通过复制 iSCSI 适配器与目标端口之间的现有会话来增大默认会话数。

此外，也可以建立与特定目标端口的会话。如果主机连接到默认情况下为启动器提供一个目标端口，但可将其其他会话重定向到不同目标端口的单端口存储系统，则此操作很有用。在 iSCSI 启动器与另一个目标端口之间建立新会话，将创建一条指向存储系统的其他路径。

以下注意事项适用于 iSCSI 会话管理：

- 某些存储系统不支持源自同一启动器名称或端点的多个会话。尝试创建多个与此类目标的会话可能会导致 iSCSI 环境的行为不可预知。
- 存储器供应商可提供自动会话管理器。使用自动会话管理器添加或删除会话不能保证持续的结果，并且会影响存储性能。

查看 iSCSI 会话

使用 vCLI 命令可显示 iSCSI 适配器与存储系统之间的 iSCSI 会话。

在此过程中，**--server=server_name** 指定目标服务器。指定的目标服务器会提示您输入用户名和密码。支持其他连接选项，如配置文件或会话文件。有关连接选项的列表，请参见《vSphere Command-Line Interface 入门》。

前提条件

安装 vCLI 或部署 vSphere Management Assistant (vMA) 虚拟机。请参见 *vSphere Command-Line Interface 入门*。要进行故障排除，请在 ESXi Shell 中运行 `esxcli` 命令。

步骤

- ◆ 要列出 iSCSI 会话，请运行以下命令：

```
esxcli --server=server_name iscsi session list
```

该命令采用以下选项：

选项	描述
-A --adapter=str	iSCSI 适配器名称，如 vmhba34。
-s --isid=str	iSCSI 会话标识符。
-n --name=str	iSCSI 目标名称，如 iqn.X。

添加 iSCSI 会话

使用 vCLI 为指定的目标添加 iSCSI 会话或复制现有会话。通过复制会话，可增大默认会话数并创建指向存储系统的其他路径。

在此过程中，**--server=server_name** 指定目标服务器。指定的目标服务器会提示您输入用户名和密码。支持其他连接选项，如配置文件或会话文件。有关连接选项的列表，请参见《*vSphere Command-Line Interface 入门*》。

前提条件

安装 vCLI 或部署 vSphere Management Assistant (vMA) 虚拟机。请参见 *vSphere Command-Line Interface 入门*。要进行故障排除，请在 ESXi Shell 中运行 `esxcli` 命令。

步骤

- ◆ 要添加或复制 iSCSI 会话，请运行以下命令：

```
esxcli --server=server_name iscsi session add
```

该命令采用以下选项：

选项	描述
-A --adapter=str	iSCSI 适配器名称，如 vmhba34。此为必需选项。
-s --isid=str	要复制的会话的 ISID。您可以通过列出所有会话来进行查找。
-n --name=str	iSCSI 目标名称，如 iqn.X。

下一步

重新扫描 iSCSI 适配器。

删除 iSCSI 会话

使用 vCLI 命令可删除 iSCSI 适配器与目标之间的 iSCSI 会话。

在此过程中，**--server=server_name** 指定目标服务器。指定的目标服务器会提示您输入用户名和密码。支持其他连接选项，如配置文件或会话文件。有关连接选项的列表，请参见《*vSphere Command-Line Interface 入门*》。

前提条件

安装 vCLI 或部署 vSphere Management Assistant (vMA) 虚拟机。请参见 *vSphere Command-Line Interface 入门*。要进行故障排除，请在 ESXi Shell 中运行 `esxcli` 命令。

步骤

- ◆ 要移除会话，请运行以下命令：

```
esxcli --server=server_name iscsi session remove
```

该命令采用以下选项：

选项	描述
-A --adapter=<i>str</i>	iSCSI 适配器名称，如 vmhba34。此为必需选项。
-s --isid=<i>str</i>	要移除的会话的 ISID。您可以通过列出所有会话来进行查找。
-n --name=<i>str</i>	iSCSI 目标名称，如 iqn.X。

下一步

重新扫描 iSCSI 适配器。

从 iSCSI SAN 引导

将主机设置为从 SAN 引导时，主机的引导映像存储在 SAN 存储系统中的一个或多个 LUN 上。主机在启动时，将从 SAN 上的 LUN 引导，而不是从其本地磁盘引导。

如果您不想处理本地存储器的维护，或者具有无磁盘硬件配置（如刀片系统），则可以使用从 SAN 引导。

ESXi 支持从 iSCSI SAN 引导的不同方法。

表 11-1 从 iSCSI SAN 引导支持

独立硬件 iSCSI	软件 iSCSI 和从属硬件 iSCSI
将 iSCSI HBA 配置为从 SAN 引导。有关配置 HBA 的信息，请参见 第 98 页 ，“配置独立硬件 iSCSI 适配器进行 SAN 引导”。	使用支持 iBFT 的网络适配器。有关信息，请参见 第 99 页 ，“iBFT iSCSI 引导概览”。

本章讨论了以下主题：

- [第 97 页](#)，“关于从 iSCSI SAN 引导的常规建议”
- [第 98 页](#)，“准备 iSCSI SAN”
- [第 98 页](#)，“配置独立硬件 iSCSI 适配器进行 SAN 引导”
- [第 99 页](#)，“iBFT iSCSI 引导概览”

关于从 iSCSI SAN 引导的常规建议

如果您计划将 iSCSI LUN 设置为主机的引导设备并使用它，则您需要遵循某些常规准则。

下列准则适用于从独立硬件 iSCSI 和 iBFT 引导。

- 查看供应商针对引导配置中使用的硬件提出的任何建议。
- 有关安装必备条件和要求，请查看《vSphere 安装和设置》。
- 使用静态 IP 地址以减少出现 DHCP 冲突的机会。
- 对 VMFS 数据存储和引导分区使用不同的 LUN。
- 在存储系统上配置正确的 ACL。
 - 引导 LUN 只应对使用该 LUN 的主机可见。不应允许 SAN 上的其他任何主机看到该引导 LUN。
 - 如果 LUN 用于 VMFS 数据存储，则可由多个主机共享。存储系统上的 ACL 可允许您这样做。
- 配置诊断分区。
 - 可以将诊断分区放置在引导 LUN 上（仅适用于独立硬件 iSCSI）。如果配置引导 LUN 中的诊断分区，则此 LUN 不能在多个主机中共享。如果某个单独的 LUN 用于诊断分区，则该 LUN 可由多个主机共享。

- 如果使用 iBFT 从 SAN 进行引导，则不能在 SAN LUN 上设置诊断分区。要收集主机的诊断信息，请在远程服务器上使用 vSphere ESXi Dump Collector。有关 ESXi Dump Collector 的信息，请参见 *vSphere 安装和设置* 和 *vSphere 网络连接*。

准备 iSCSI SAN

在将主机配置为从 iSCSI LUN 引导之前，需要准备并配置存储区域网络。



小心 如果从 SAN 引导时使用脚本式安装来安装 ESXi，则必须执行特殊步骤以避免数据意外丢失。

步骤

- 1 请参见适用于您的设置的任何线缆连接指南，连接网络线缆。
- 2 确保存储系统与服务器之间的 IP 连接的正确性。
这包括正确配置存储网络上的任何路由器或交换机。存储系统必须能够 ping 主机中的 iSCSI 适配器。
- 3 配置存储系统。
 - a 在存储系统上创建要从中引导主机的卷（或 LUN）。
 - b 配置存储系统，以便主机能够访问所分配的 LUN。
这可能涉及到用主机上所使用的 IP 地址、iSCSI 名称和 CHAP 身份验证参数来更新 ACL。在某些存储系统上，除了提供 ESXi 主机的访问信息外，还必须将分配的 LUN 与主机显式关联起来。
 - c 确保已将 LUN 正确提供给主机。
 - d 确保没有其他系统能够访问配置的 LUN。
 - e 记下分配给主机的目标的 iSCSI 名称和 IP 地址。
您必须使用此信息来配置 iSCSI 适配器。

配置独立硬件 iSCSI 适配器进行 SAN 引导

如果 ESXi 主机使用独立硬件 iSCSI 适配器（如 QLogic HBA），则需要将适配器配置为从 SAN 引导。

此过程讨论如何启用 QLogic iSCSI HBA 以从 SAN 引导。有关详细信息以及有关 QLogic 适配器配置设置的最新详细信息，请参见 QLogic 网站。

前提条件

由于您先需要从 VMware 安装介质引导，因此，请将主机设置为从 CD/DVD-ROM 引导。为此，请在系统 BIOS 设置中更改系统引导顺序。

步骤

- 1 将安装 CD/DVD 插入到 CD/DVD-ROM 驱动器中，然后重新引导主机。
- 2 先使用 BIOS 将主机设置为从 CD/DVD-ROM 驱动器引导。
- 3 在服务器开机自检 (POST) 期间，按 Ctrl+q 进入 QLogic iSCSI HBA 配置菜单。
- 4 选择要配置的 I/O 端口。
默认情况下，适配器引导模式设置为“禁用”。

- 5 配置 HBA。
 - a 在 **Fast!UTIL 选项** 菜单中，选择**配置设置 > 主机适配器设置**。
 - b 为主机适配器配置以下设置：启动器 IP 地址、子网掩码、网关、启动器 iSCSI 名称和 CHAP（如果需要）。
- 6 配置 iSCSI 设置。
请参见第 99 页，“配置 iSCSI 引导设置”。
- 7 保存更改并重新启动系统。

配置 iSCSI 引导设置

将 ESXi 主机设置为从 iSCSI 引导时，需要配置 iSCSI 引导设置。

步骤

- 1 在 **Fast!UTIL 选项** 菜单中，选择**配置设置 > iSCSI 引导设置**。
- 2 必须先将适配器引导模式设置为**手动**才能设置 SendTargets。
- 3 选择**主要引导设备设置**。
 - a 输入发现目标 IP 和目标端口。
 - b 如果指定地址只有一个要从其中引导的 iSCSI 目标和 LUN，则可将**引导 LUN** 和 **iSCSI 名称** 字段留空。否则，必须指定这些字段以确保不会从某个其他系统的卷进行引导。到达目标存储系统之后，这些字段将在重新扫描后进行填充。
 - c 保存更改。
- 4 在 **iSCSI 引导设置** 菜单中，选择主要引导设备。此时将自动重新扫描 HBA 以查找新的目标 LUN。
- 5 选择 iSCSI 目标。

注意 如果目标内存在多个 LUN，则可在找到 iSCSI 设备之后按 **Enter** 来选择特定 LUN ID。

- 6 返回至**主要引导设备设置**菜单。重新扫描后，**引导 LUN** 和 **iSCSI 名称** 字段将被填充。将**引导 LUN** 的值更改为所需的 LUN ID。

iBFT iSCSI 引导概览

可以使用软件或从属硬件 iSCSI 适配器和网络适配器从 iSCSI SAN 引导 ESXi 主机。

要部署 ESXi 并从 iSCSI SAN 引导，主机必须具备可支持 iSCSI 引导固件表 (iBFT) 格式的能够进行 iSCSI 引导的网络适配器。iBFT 是一种将 iSCSI 引导设备的相关参数传递到操作系统的方法。

在安装 ESXi 并从 iSCSI SAN 引导之前，请先配置网络适配器上的网络参数和 iSCSI 引导参数，并启用此适配器以进行 iSCSI 引导。由于配置网络适配器因供应商而异，因此，请查看供应商文档来了解相关说明。

首次从 iSCSI 引导时，系统上的 iSCSI 引导固件将连接到 iSCSI 目标。如果登录成功，则固件会将网络 and iSCSI 引导参数保存到 iBFT，并将该表存储在系统内存中。系统可使用此表配置其自己的 iSCSI 连接和网络并启动。

以下列表介绍了 iBFT iSCSI 引导顺序。

- 1 重新启动后，系统 BIOS 将检测网络适配器上的 iSCSI 引导固件。
- 2 iSCSI 引导固件使用预先配置的引导参数与指定的 iSCSI 目标连接。

- 3 如果成功连接到 iSCSI 目标，则 iSCSI 引导固件会将网络参数和 iSCSI 引导参数写入 iBFT，并将该表存储在系统内存中。

注意 系统可使用此表配置其自己的 iSCSI 连接和网络并启动。

- 4 BIOS 将引导引导设备。
- 5 VMkernel 则开始加载并取代引导操作。
- 6 VMkernel 使用 iBFT 中的引导参数连接到 iSCSI 目标。
- 7 iSCSI 连接建立后，系统将进行引导。

iBFT iSCSI 引导注意事项

使用已启用 iBFT 的网络适配器从 iSCSI 引导 ESXi 主机时，有几点需要特别注意。

- 在尝试安装和引导 VMware ESXi 之前，先使用供应商提供的工具更新网卡的引导代码和 iBFT 固件。请查看供应商文档和 VMware HCL，获取 VMware ESXi iBFT 引导支持的引导代码和 iBFT 固件版本。
- iBFT iSCSI 引导不支持为已启用 iBFT 的网络适配器进行故障切换。
- 将主机设置为从 iBFT iSCSI 引导后，您必须注意以下限制：
 - 不能禁用软件 iSCSI 适配器。如果 BIOS 中存在 iBFT 配置，则主机会在每次重新引导的过程中重新启用软件 iSCSI 适配器。

注意 如果您为 iSCSI 引导使用的不是已启用 iBFT 的网络适配器并且不希望始终启用软件 iSCSI 适配器，请从网络适配器中移除 iBFT 配置。

- 不能使用 vSphere Web Client 来移除 iBFT iSCSI 引导目标。该目标将在适配器静态目标列表中显示。

配置从 SAN 进行的 iBFT 引导

可以使用软件 iSCSI 适配器或者从属硬件 iSCSI 适配器和网络适配器从 iSCSI SAN 引导。网络适配器必须支持 iBFT。

将主机设置为使用 iBFT 引导时，需要执行多项任务。

- 1 [配置 iSCSI 引导参数](#)第 100 页，
要开始 iSCSI 引导过程，主机上的网络适配器必须具有专门配置的 iSCSI 引导固件。配置该固件时，需要指定网络参数和 iSCSI 参数，并启用适配器以进行 iSCSI 引导。
- 2 [在 BIOS 中更改引导顺序](#)第 101 页，
将主机设置为从 iBFT iSCSI 引导后，可以更改引导顺序来强制主机按相应的顺序进行引导。
- 3 [将 ESXi 安装到 iSCSI 目标](#)第 101 页，
将主机设置为从 iBFT iSCSI 引导时，需要将 ESXi 映像安装到目标 LUN。
- 4 [从 iSCSI 目标引导 ESXi](#)第 101 页，
在准备好主机以进行 iBFT iSCSI 引导并将 ESXi 映像复制到 iSCSI 目标之后，可以执行实际引导。

配置 iSCSI 引导参数

要开始 iSCSI 引导过程，主机上的网络适配器必须具有专门配置的 iSCSI 引导固件。配置该固件时，需要指定网络参数和 iSCSI 参数，并启用适配器以进行 iSCSI 引导。

网络适配器上的配置可以是动态的，也可以是静态的。如果使用动态配置，则指示所有目标和启动器引导参数都将使用 DHCP 获得。对于静态配置，需要手动输入包括主机的 IP 地址和启动器 IQN 在内的数据以及目标参数。

步骤

- ◆ 在用于从 iSCSI 引导的网络适配器上，指定网络和 iSCSI 参数。

由于配置网络适配器因供应商而异，因此，请查看供应商文档来了解相关说明。

在 BIOS 中更改引导顺序

将主机设置为从 iBFT iSCSI 引导后，可以更改引导顺序来强制主机按相应的顺序进行引导。

将 BIOS 引导顺序更改为以下顺序：

- iSCSI
- DVD-ROM

由于在 BIOS 中更改引导顺序因供应商而异，因此，请参考供应商文档来了解相关说明。以下示例步骤介绍了如何在使用 Broadcom 网络适配器的 Dell 主机上更改引导顺序。

步骤

- 1 打开该主机。
- 2 在开机自检 (POST) 期间，按 F2 进入 BIOS Setup。
- 3 在 BIOS Setup 中，选择 **Boot Sequence**，然后按 Enter。
- 4 在 Boot Sequence 菜单中，排列可引导项，以便 iSCSI 优先于 DVD-ROM。
- 5 按 Esc 退出 Boot Sequence 菜单。
- 6 按 Esc 退出 BIOS Setup。
- 7 选择 **Save Changes**，然后单击 **Exit** 退出 BIOS Setup 菜单。

将 ESXi 安装到 iSCSI 目标

将主机设置为从 iBFT iSCSI 引导时，需要将 ESXi 映像安装到目标 LUN。

前提条件

- 将引导网卡上的 iSCSI 引导固件配置为指向要用作引导 LUN 的目标 LUN。
- 在 BIOS 中更改引导顺序，以便 iSCSI 优先于 DVD-ROM。
- 如果使用 Broadcom 适配器，请将**引导至 iSCSI 目标**设置为**已禁用**。

步骤

- 1 将安装介质插入到 CD/DVD-ROM 驱动器中，然后重新启动主机。
- 2 当安装程序启动时，遵循一般安装过程。
- 3 出现提示时，选择 iSCSI LUN 作为安装目标。
安装程序将 ESXi 引导映像复制到 iSCSI LUN 中。
- 4 系统重新启动后，取出安装 DVD。

从 iSCSI 目标引导 ESXi

在准备好主机以进行 iBFT iSCSI 引导并将 ESXi 映像复制到 iSCSI 目标之后，可以执行实际引导。

前提条件

- 将引导网卡上的 iSCSI 引导固件配置为指向引导 LUN。

- 在 BIOS 中更改引导顺序，以便 iSCSI 优先于引导设备。
- 如果使用 Broadcom 适配器，请将引导至 iSCSI 目标设置为已启用。

步骤

- 1 重新启动主机。

主机使用 iBFT 数据从 iSCSI LUN 引导。首次引导过程中，iSCSI 初始化脚本将设置默认网络。在后续重新引导后，网络设置仍持久有效。

- 2 （可选）使用 vSphere Web Client 调整网络配置。

网络最佳做法

要使用 iBFT 从 iSCSI 引导 ESXi 主机，必须正确配置网络连接。

为了获得更好的安全性和更佳性能，主机上需要有冗余网络适配器。

设置所有网络适配器的方式取决于您的环境是使用共享网络，还是使用隔离网络传输 iSCSI 流量和主机管理流量。

共享 iSCSI 网络和管理网络

在主机的第一个网络适配器上配置网络参数和 iSCSI 参数。主机引导后，可以将辅助网络适配器添加到默认的端口组。

隔离 iSCSI 网络和管理网络

配置隔离 iSCSI 网络和管理网络时，请遵循以下准则来避免出现带宽的问题。

- 隔离网络必须位于不同的子网上。
- 如果使用 VLAN 隔离网络，那么它们必须具有不同的子网来确保能够正确设置路由表。
- VMware 建议您将 iSCSI 适配器和 iSCSI 目标配置到相同子网上。如果将 iSCSI 适配器和目标设置到不同的子网上，您必须注意以下限制：
 - 默认的 VMkernel 网关必须能够路由管理流量和 iSCSI 流量。
 - 引导主机后，只能将启用了 iBFT 的网络适配器用于 iBFT。不能将此适配器用于其他 iSCSI 流量。
- 将第一个物理网络适配器用于管理网络。
- 将第二个物理网络适配器用于 iSCSI 网络。确保配置 iBFT。
- 主机引导后，可以将辅助网络适配器添加到管理网络和 iSCSI 网络。

更改 iBFT iSCSI 引导设置

如果 iSCSI 存储器或主机上的 IQN 名称、IP 地址等设置更改，则需要更新 iBFT。此任务假定引导 LUN 和该 LUN 上存储的数据保持原样。

步骤

- 1 关闭 ESXi 主机。
- 2 更改 iSCSI 存储器设置。
- 3 使用新设置更新主机上的 iBFT。
- 4 重新启动主机。

主机使用 iBFT 中存储的新信息进行引导。

对 iBFT iSCSI 引导进行故障排除

本节中的主题帮助您标识和解决使用 iBFT iSCSI 引导时可能会遇到的问题。

系统网关丢失导致网络连接丢失

在删除与 iBFT 网络适配器关联的端口组时丢失网络连接。

问题

删除端口组后丢失网络连接。

原因

安装 ESXi 期间，如果在启用了 iBFT 的网络适配器中指定一个网关，则此网关将成为系统默认网关。如果删除与该网络适配器关联的端口组，系统默认网关将丢失。此操作导致网络连接丢失。

解决方案

除非需要，否则不要设置 iBFT 网关。如果需要此网关，安装后请手动将系统默认网关设置为管理网络使用的网关。

更改 iSCSI 引导参数导致 ESXi 在无状态模式下引导

首次引导后更改网络适配器上的 iSCSI 引导参数不会更新 ESXi 主机上的 iSCSI 和网络配置。

问题

如果在首次从 iSCSI 引导 ESXi 后更改了网络适配器上的 iSCSI 引导参数，则主机将在无状态模式下进行引导。

原因

固件使用已更新的引导配置，且能够连接到 iSCSI 目标并加载 ESXi 映像。但加载时，系统不使用新的参数，而是继续使用上次引导时所使用的网络参数和 iSCSI 参数。因此，主机无法连接到目标并在无状态模式下引导。

解决方案

- 1 使用 vSphere Web Client 连接到 ESXi 主机。
- 2 重新配置主机上的 iSCSI 参数和网络参数，以与 iBFT 参数相匹配。
- 3 执行重新扫描。

iSCSI 存储器的最佳做法

将 ESXi 与 iSCSI SAN 配合使用时，请按照 VMware 提供的最佳做法以避免出现问题。

请咨询存储代表，以确定存储系统是否支持 **Storage API - Array Integration** 硬件加速功能。如果支持硬件加速，有关如何在存储系统端启用硬件加速支持的信息，请参阅供应商文档。有关详细信息，请参见第 257 页，第 23 章“存储硬件加速”。

本章讨论了以下主题：

- 第 105 页，“防止出现 iSCSI SAN 问题”
- 第 106 页，“优化 iSCSI SAN 存储器性能”
- 第 108 页，“检查以太网交换机统计信息”

防止出现 iSCSI SAN 问题

将 ESXi 与 SAN 一起使用时，必须依照特定准则才能避免 SAN 问题。

应特别留意这些避免 SAN 配置问题的提示：

- 每个 LUN 上仅放置一个 VMFS 数据存储。不建议将多个 VMFS 数据存储放置在同一 LUN 上。
- 不要更改系统为您设置的路径策略，除非您了解做出此类更改的影响。
- 将所有信息记录在案。其中包括涉及以下项目的信息：配置、访问控制、存储器、交换机、服务器和 iSCSI HBA 配置、软件和固件版本以及存储器线缆布局。
- 对故障情况进行规划：
 - 制作多个拓扑映射副本。考虑每一元素发生故障时可能对 SAN 带来的影响。
 - 除去不同链接、交换机、HBA 和其他元素，确保未遗漏设计中的关键故障点。
- 请确保根据插槽和总线速度将 iSCSI HBA 安装到 ESXi 主机中的正确插槽。在服务器中的可用总线之间平衡 PCI 总线负载。
- 在所有可见点（包括 ESXi 性能图表、以太网交换机统计信息及存储性能统计信息）熟悉存储网络中的各个监控点。
- 对于包含主机正在使用的 VMFS 数据存储的 LUN，更改其 ID 时，请务必小心操作。如果您更改此 ID，则 VMFS 数据存储上运行的虚拟机将发生故障。

如果 VMFS 数据存储上没有正在运行的虚拟机，则在您更改 LUN 的 ID 后，必须使用重新扫描在主机上重置 ID。有关使用重新扫描的详细信息，请参阅第 112 页，“存储重新扫描操作”。

- 如果需要更改 iSCSI 适配器的默认 iSCSI 名称，请确保输入的名称在整个环境中唯一且其格式正确。为了避免存储访问问题，即使在不同的主机上，也从不将相同的 iSCSI 名称分配给不同的适配器。

优化 iSCSI SAN 存储器性能

要优化典型 SAN 环境，需要考虑多个因素。

如果正确配置了网络环境，则 iSCSI 组件将为 iSCSI 启动器和目标提供足够的吞吐量及足够短的延迟。如果网络拥塞，并且链接、交换机或路由器处于饱和状态，则 iSCSI 性能会下降，不能满足 ESXi 环境的需求。

存储系统性能

存储系统性能是影响整个 iSCSI 环境性能的主要因素之一。

如果存储系统性能出现问题，请参阅存储系统供应商文档以获取任何相关信息。

分配 LUN 时，请记住，您可以通过多台主机访问每个共享的 LUN，而且每台主机上都可运行多台虚拟机。由 ESXi 主机使用的一个 LUN 可向运行于不同操作系统的多个不同应用程序提供 I/O 服务。由于此工作负载并非恒定不变，ESXi LUN 所在的 RAID 组不应包括其他主机所使用的 LUN，这些主机上未运行 ESXi 用于 I/O 密集型应用程序。

启用读缓存和写缓存。

负载平衡的过程即是将服务器 I/O 请求分散于所有可用 SP 及其关联的主机服务器路径。目的是针对吞吐量（每秒 I/O 流量、每秒兆字节数或响应时间）实现最佳性能。

需要不断对 SAN 存储系统进行重新设计和调试，以确保所有存储系统路径间的 I/O 负载平衡。为满足此要求，请在所有 SP 间分发指向 LUN 的路径以提供最佳负载平衡效果。密切监控可指示何时需要手动重新平衡 LUN 的分发。

调试静态平衡存储系统即是监控特定性能统计信息（例如每秒 I/O 操作数、每秒块数及响应时间）并通过分发 LUN 工作负载将工作负载分散到所有 SP。

iSCSI 服务器性能

为确保最佳服务器性能，必须考虑几个因素。

各服务器应用程序访问其专用存储器时必须满足以下条件：

- 高 I/O 速率（每秒 I/O 操作数）
- 高吞吐量（每秒兆字节数）
- 最小延迟（响应时间）

由于各应用程序的要求不尽相同，您可以选择存储系统上的适当 RAID 组来实现上述目标。要实现性能目标，请执行以下任务：

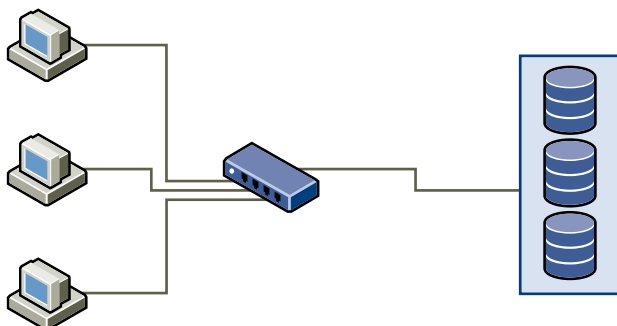
- 将每个 LUN 置于提供必要性能级别的 RAID 组。请注意所分配的 RAID 组中其他 LUN 的活动及资源利用率。对于高性能 RAID 组，因有过多应用程序对其执行 I/O 操作，它可能无法满足 ESXi 主机上运行的应用程序所需的性能目标。
- 为各服务器提供足够多的网络适配器或 iSCSI 硬件适配器，以便能满足高峰时段服务器上托管的所有应用程序的最大吞吐量。将 I/O 分散到多个端口可为各应用程序提供更高的吞吐量及更短的延迟。
- 要提供软件 iSCSI 的冗余，请确保启动器连接到用于 iSCSI 连接的所有网络适配器。
- 为 ESXi 系统分配 LUN 或 RAID 组时，多个操作系统将使用和共享该资源。因此，当您使用 ESXi 系统时，存储子系统中各个 LUN 所需的性能要远高于使用物理机的情况。例如，如果计划运行四个 I/O 密集型应用程序，请为 ESXi LUN 分配四倍大小的性能容量。
- 将多个 ESXi 系统与 vCenter Server 一起使用时，存储子系统所需的性能将相应增加。
- ESXi 系统上运行的应用程序所需的未完成 I/O 数目应与 SAN 能处理的 I/O 数目相匹配。

网络性能

典型的 SAN 包括一组通过交换机网络连接一组存储系统的计算机。多台计算机访问的都是同一个存储器。

“单个以太网链路连接与存储器的连接”显示了通过以太网交换机连接到存储系统的多个计算机系统。在此配置中，每个系统都通过单个以太网链接连接交换机，该交换机也通过单个以太网链接连接存储系统。在具有新式交换机和普通流量的多数配置中，这不是一个问题。

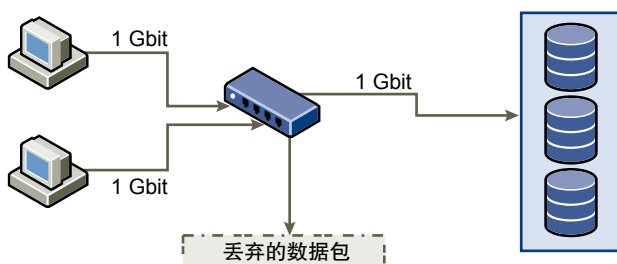
图 12-1 单个以太网链接与存储器的连接



系统从存储器读取数据时，来自存储器的最大响应是发送足够的数据来填充存储系统与以太网交换机之间的链接。任何单个系统或虚拟机都不可能充分利用网络速度，但这是在多个系统共享一个存储设备时可能发生的预期情形。

将数据写入存储器时，多个系统或虚拟机会尝试填充其链接。如“丢弃的数据包”所示，发生这种情况时，系统与存储系统间的交换机必须丢弃数据。发生这种情况是因为：使用单个存储设备连接时，要发送至存储系统的流量超过了单个链接所能承载的流量。在这种情况下，交换机会丢弃网络数据包，因为可传输的数据量受到交换机与存储系统间的链接速度的限制。

图 12-2 丢弃的数据包



恢复丢弃的网络数据包会导致性能明显降低。除了花时间确定数据已丢弃，重新传输操作还需使用网络带宽，否则网络带宽将用于当前事务。

iSCSI 流量通过传输控制协议 (Transmission Control Protocol, TCP) 进行网络传输。TCP 是一个可靠的传输协议，可确保重试丢弃的数据包并使其最终到达目标。TCP 旨在恢复并快速、无缝地重新传输丢弃的数据包。但是，如果交换机定期丢弃数据包，网络吞吐量将显著降低。网络会充满重新发送数据的请求以及已重新发送的数据包，并且实际传输的数据量少于网络未拥堵时的数据量。

大多数以太网交换机可缓冲或存储数据，并为每个尝试发送数据的设备提供到达目标的同等机会。这种缓冲部分传输数据的功能与限制未完成命令数目的许多系统相结合，可允许若干系统的小型突发依次发送至存储系统。

如果事务较大，且多台服务器正尝试通过单个交换机端口发送数据，则交换机将无法在传输一个请求的同时缓冲另一个请求。在这种情况下，交换机会丢弃无法发送的数据，且存储系统必须请求重新传输丢弃的数据包。例如，如果以太网交换机可在输入端口上缓冲 32 KB，而与其连接的服务器认为可向存储设备发送 256 KB，则会丢弃一些数据。

大多数受管交换机都会提供有关所丢弃数据包的信息，类似以下形式：

```
*: interface is up
IHQ:pkts in input hold queue      IQD:pkts dropped from input queue
OHQ:pkts in output hold queue    OQD:pkts dropped from output queue
RXBS:rx rate (bits/sec)          RXPS:rx rate (pkts/sec)
TXBS:tx rate (bits/sec)          TXPS:tx rate (pkts/sec)
TRTL:throttle count
```

表 12-1 交换机信息示例

接口	IHQ	IQD	OHQ	OQD	RXBS	RXPS	TXBS	TXPS	TRTL
*	3	9922	0	0	47630300	62273	47784000	63677	0
GigabitEthernet0/1					0		0		

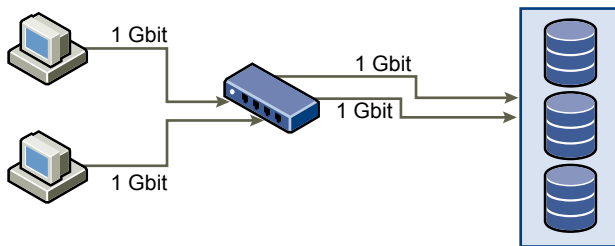
在此 Cisco 交换机示例中，使用的带宽为 476303000 位/秒，低于线速的一半。尽管如此，端口仍缓冲入站数据包，丢弃了许多数据包。此界面摘要最后一行的 IQD 列表示该端口已丢弃近 10,000 个入站数据包。

为避免此问题而对配置进行更改时需确保多个输入以太网链接不缩减为一个输出链接，否则会导致链接超额预定。如果在几乎满载时进行传输的多个链接切换为较小数量的链接，则可能发生超额预定情况。

通常，向存储器写入大量数据的应用程序或系统（例如数据获取或事务日志记录系统）不应共享与存储设备的以太网链接。通过与存储设备的多个连接，这些类型的应用程序可实现最佳性能。

“交换机与存储器的多个连接”显示了交换机与存储器的多个连接。

图 12-3 交换机与存储器的多个连接



使用 VLAN 或 VPN 不能针对共享配置中的链接超额预定问题提供合适的解决方案。VLAN 和网络的其他虚拟分区提供了逻辑设计网络的方法，但不能更改交换机之间链接和中继的物理功能。当存储流量和其他网络流量最终要共享物理连接时，就像 VPN 一样，可能出现超额预定和丢失数据包的现象。此情况也适用于共享交换机间中继的 VLAN。设计 SAN 的性能时，必须考虑网络的物理限制而不是逻辑分配。

检查以太网交换机统计信息

许多以太网交换机提供了监控交换机状况的不同方法。

如果端口经常都需要处理接近最大值的吞吐量，则交换机无法提供最佳性能。如果 iSCSI SAN 中的端口需要处理接近最大值的吞吐量，请减少负载。如果端口与 ESXi 系统或 iSCSI 存储器连接，则可使用手动负载平衡来减少负载。

如果端口与多个交换机或路由器连接，请考虑在这些组件间安装更多链接以处理更大的负载。以太网交换机通常还提供有关传输错误、排队的数据包和丢弃的以太网数据包的信息。如果交换机定期报告用于 iSCSI 流量的端口上的上述任何状况，iSCSI SAN 的性能将受影响。

管理存储设备

管理 ESXi 主机可访问的本地和已联网的存储设备。

本章讨论了以下主题：

- [第 109 页](#)，“存储设备特性”
- [第 111 页](#)，“了解存储设备命名”
- [第 112 页](#)，“存储重新扫描操作”
- [第 114 页](#)，“确定设备连接问题”
- [第 118 页](#)，“编辑配置文件参数”
- [第 119 页](#)，“启用或禁用存储设备上的定位符 LED”
- [第 119 页](#)，“擦除存储设备”

存储设备特性

可以显示对主机可用的所有存储设备或 LUN（包括所有的本地设备和联网设备）。如果使用第三方多路径插件，则通过此类插件可用的存储设备也将出现在列表中。

对于每个存储适配器，可以显示此适配器可用的存储设备的单独列表。

通常，在查看存储设备时，您可看到以下信息。

表 13-1 存储设备信息

存储设备信息	描述
名称	也称为显示名称。ESXi 主机根据存储类型和制造商为设备分配的名称。可以根据需要更改此名称。
标识符	通用唯一标识符是设备的固有名称。
操作状况	指示设备已挂载或已卸载。有关详细信息，请参见 第 115 页 ，“分离存储设备”。
LUN	SCSI 目标中的逻辑单元号 (LUN)。LUN 号由存储系统提供。如果目标只有一个 LUN，则 LUN 号始终为零 (0)。
类型	设备类型，例如，磁盘或 CD-ROM。
驱动器类型	有关设备是闪存驱动器还是常规 HDD 驱动器的信息。有关闪存驱动器的信息，请参见 第 121 页 ， 第 14 章 “使用闪存设备”。
传输	主机用于访问设备的传输协议。协议取决于所使用的存储类型。请参见 第 12 页 ，“物理存储器的类型”。
容量	存储设备的总容量。

表 13-1 存储设备信息（续）

存储设备信息	描述
所有者	主机用于管理存储设备路径的插件（如 NMP 或第三方插件）。有关详细信息，请参见第 175 页，“管理多路径”。
硬件加速	有关存储设备是否能帮助主机执行虚拟机管理操作的信息。状态可以为“支持”、“不支持”或“未知”。有关详细信息，请参见第 257 页，第 23 章“存储硬件加速”。
扇区格式化	指示设备使用的是传统格式化、512n 还是高级扇区格式化，如 512e。有关详细信息，请参见第 135 页，“存储设备格式和 VMFS 数据存储”。
位置	指向 /vmfs/devices/ 目录中存储设备的路径。
分区格式	存储设备采用的分区方案。可能是主引导记录 (MBR) 或 GUID 分区表 (GPT) 格式。GPT 设备可以支持超过 2 TB 的数据存储。有关详细信息，请参见第 135 页，“存储设备格式和 VMFS 数据存储”。
分区	主分区和逻辑分区，包括 VMFS 数据存储（如果已配置）。
多路径策略（VMFS 数据存储）	主机用于管理存储设备的路径选择策略和存储阵列类型策略。有关详细信息，请参见第 171 页，第 17 章“了解多路径和故障切换”。
路径（VMFS 数据存储）	用于访问存储及其状态的路径。

显示主机的存储设备

显示主机可用的所有存储设备。如果使用任何第三方多路径插件，则通过此类插件可用的存储设备也将出现在列表中。

通过“存储设备”视图，您可列出主机的存储设备、分析其信息并修改属性。

步骤

- 1 在 vSphere Web Client 导航器中，浏览到主机。
- 2 单击**配置**选项卡。
- 3 在**存储**下，单击**存储设备**。
主机可用的所有存储设备都会列在“存储设备”表中。
- 4 要查看特定设备的详细信息，请从列表中选择该设备。
- 5 使用“设备详细信息”下的选项卡访问其他信息，并修改所选设备的属性。

选项卡	描述
属性	查看设备属性和特性。查看和修改设备的多路径策略。
路径	显示设备的可用路径。禁用或启用所选路径。

显示适配器的存储设备

显示可通过主机上的特定存储适配器访问的存储设备列表。

步骤

- 1 在 vSphere Web Client 导航器中，浏览到主机。
- 2 单击**配置**选项卡。
- 3 在**存储**下，单击**存储适配器**。
主机上安装的所有存储适配器都会列在“存储适配器”表中。

- 4 从列表中选择适配器，然后单击**设备**选项卡。
- 此时将显示主机可通过该适配器访问的存储设备。

了解存储设备命名

每个存储设备或 LUN 由多个名称标识。

设备标识符

ESXi 主机使用不同的算法和约定为每个存储设备生成标识符，具体取决于存储类型。

SCSI INQUIRY 标识符。

主机使用 SCSI INQUIRY 命令查询存储设备，并使用所得到的数据（尤其是第 83 页的信息）生成唯一标识符。基于第 83 页信息的设备标识符在所有主机中是唯一的且永久的，并且具有以下格式之一：

- naa.号
- t10.号
- eui.号

这些格式遵循 T10 委员会标准。请参见 T10 委员会网站上的 SCSI-3 文档。

基于路径的标识符。

如果设备未提供第 83 页的信息，则主机会生成 `mpx.path` 名称，其中 *path* 代表设备的第一个路径，如 `mpx.vmhba1:C0:T1:L3`。此标识符的使用方法与 SCSI INQUIRY 标识符相同。

本地设备的路径名称唯一时，为其创建 `mpx.` 标识符。但是，此标识符既不是唯一的也不是永久的，并且每次引导后都会发生变化。

设备路径通常采用以下格式：

`vmhbaAdapter:CChannel:TTarget:LLUN`

- `vmhbaAdapter` 是存储适配器的名称。此名称指的是主机上的物理适配器，而不是由虚拟机使用的 SCSI 控制器。
- `CChannel` 是存储器通道号。
软件 iSCSI 适配器和从属硬件适配器使用通道号来显示到同一目标的多个路径。
- `TTarget` 为目标号。目标编号由主机确定，如果对主机可见的目标的映射更改时，编号也可能更改。由不同主机共享的目标可能没有相同的目标号。
- `LLUN` 是显示目标中 LUN 位置的 LUN 号。LUN 号由存储系统提供。如果目标只有一个 LUN，则 LUN 号始终为零 (0)。

例如，`vmhba1:C0:T3:L1` 表示通过存储适配器 `vmhba1` 和通道 0 访问的目标 3 上的 LUN 1。

旧标识符

除了 SCSI INQUIRY 或 `mpx.` 标识符之外，ESXi 还为每个设备生成一个旧备用名称。标识符具有以下格式：

`vml.number`

旧标识符包含一系列对于设备是唯一的数字，并且标识符的一部分派生自第 83 页的信息（如果可用）。对于不支持第 83 页信息的非本地设备，仅 `vml.` 名称用作唯一标识符。

示例：在 vSphere CLI 中显示设备名称

可以使用 `esxcli --server=server_name storage core device list` 命令以在 vSphere CLI 中显示所有设备名称。输出与下例类似：

```
# esxcli --server=server_name storage core device list
naa.number
    Display Name:DGC Fibre Channel Disk(naa.number)
    ...
    Other UUIDs:vm1.number
```

重命名存储设备

您可更改存储设备的显示名称。显示名称由 ESXi 主机根据存储类型和制造商分配。

步骤

- 1 在 vSphere Web Client 导航器中，浏览到主机。
- 2 单击**配置**选项卡。
- 3 在**存储**下，单击**存储设备**。
- 4 选择要重命名的设备，然后单击**重命名**。
- 5 将设备名称更改为友好名称。

存储重新扫描操作

当执行存储管理任务或进行 SAN 配置更改时，可能需要重新扫描存储。

执行 VMFS 数据存储管理操作时，例如创建 VMFS 数据存储或 RDM、添加数据区和增加或删除 VMFS 数据存储，主机或 vCenter Server 将自动重新扫描和更新存储。可以通过关闭“主机重新扫描筛选器”来禁用自动重新扫描功能。请参见第 161 页，“关闭存储筛选器”。

在某些情况下，需要执行手动重新扫描。您可以重新扫描您的主机或文件夹中的所有主机、群集和数据中心可用的所有存储。

如果进行的更改只针对通过特定适配器连接的存储，则需要重新扫描此适配器。

每次进行以下更改之一后请手动执行重新扫描：

- 对 SAN 上的新磁盘阵列进行区域分配。
- 在 SAN 上创建新 LUN。
- 更改主机上的路径屏蔽。
- 重新连接线缆。
- 更改 CHAP 设置（只适用于 iSCSI）。
- 添加或移除发现或静态地址（只适用于 iSCSI）。
- 在 vCenter Server 中编辑或移除由 vCenter Server 主机和单台主机共享的数据存储之后，向 vCenter Server 中添加该单台主机。

重要事项 如果在某条路径不可用时重新扫描，则主机将从到设备的路径的列表中移除该路径。当该路径再次变得可用并且开始工作时，会立即重新显示在列表中。

执行存储重新扫描

在 SAN 配置中进行更改后，可能需要重新扫描存储。您可以重新扫描主机、群集或数据中心可用的所有存储。如果进行的更改只针对通过特定主机访问的存储，则只重新扫描此主机。

步骤

- 1 在 vSphere Web Client 对象导航器中，浏览到主机、群集、数据中心或者包含主机的文件夹。
- 2 从右键单击菜单中选择**存储 > 重新扫描存储**。
- 3 指定重新扫描的数据区。

选项	描述
扫描新的存储设备	重新扫描所有适配器以发现新的存储设备。新发现的设备将显示在设备列表上。
扫描新的 VMFS 卷	重新扫描所有存储设备以发现上次扫描后添加的新数据存储。任何新数据存储均显示在数据存储列表中。

执行适配器重新扫描

当您在 SAN 配置中进行更改并且这些更改被隔离到通过特定适配器访问的存储中时，请只针对该适配器执行重新扫描。

步骤

- 1 在 vSphere Web Client 导航器中，浏览到主机。
- 2 单击**配置**选项卡。
- 3 在**存储**下，单击**存储适配器**，然后从列表中选择要重新扫描的适配器。
- 4 单击**重新扫描适配器**图标。

更改扫描的存储设备的数量

尽管一个 ESXi 主机最多可以访问 1024 个 SCSI 存储设备，但扫描 LUN ID 的范围可以从 1 到 16,384。ESXi 会忽略大于 16,384 的 LUN ID。可配置的 Disk.MaxLUN 参数控制扫描 LUN ID 的范围。该参数的默认值为 1024。

当 SCSI 目标不支持使用 REPORT_LUNS 进行直接发现时，Disk.MaxLUN 参数还决定 SCSI 扫描代码尝试使用单个 INQUIRY 命令发现的 LUN 的数量。

您可以视需要修改 Disk.MaxLUN 参数。例如，如果环境中的存储设备数较少，LUN ID 介于 1 到 100 之间，请将值设置为 101。因此，您可以提高不支持 REPORT_LUNS 的目标上的设备发现速度。减小该值可缩短重新扫描时间和引导时间。但是，重新扫描存储设备所用的时间可能还取决于其他因素，包括存储系统的类型和存储系统上的负载。

在其他情况下，如果环境使用的 LUN ID 大于 1024，可能需要增大该值。

步骤

- 1 在 vSphere Web Client 导航器中，浏览到主机。
- 2 单击**配置**选项卡。
- 3 在**系统**下，单击**高级系统设置**。
- 4 在“高级系统设置”表中，选择 **Disk.MaxLUN**，然后单击**编辑**图标。

- 5 将现有值更改为所选的值，并单击**确定**。

所输入的值指定的是要发现的最后一个 LUN ID 后面的 LUN ID。

例如，要发现从 1 到 100 的 LUN ID，请将 **Disk.MaxLUN** 设置为 101。

确定设备连接问题

如果 ESXi 主机在连接到存储设备时遇到问题，则主机会根据某些因素将该问题视为永久或临时性问题。

存储连接问题由多种原因造成。尽管 ESXi 不能始终确定存储设备或其路径不可用的原因，但是主机对设备的永久设备丢失 (PDL) 状况和存储的暂时性全部路径异常 (APD) 状况能够加以区分。

永久设备丢失 (PDL)

是当存储设备出现永久性故障或以管理方式被移除或排除时所出现的一种情况。预计该设备将来不再可用。当设备永久不可用时，ESXi 会从存储阵列收到相应的感知代码或登录拒绝，并能够确认此设备已永久丢失。

全部路径异常 (APD)

是当主机无法访问存储设备且没有可用的设备路径时所出现的一种情况。ESXi 会将其视为一种暂时性状况，因为设备中出现的问题通常为临时性的，因而设备有望再次可用。

检测 PDL 情况

如果 ESXi 主机永久无法使用某个存储设备，则会将其视为处于永久设备丢失 (PDL) 状态。

通常，如果无意移除了某个设备、其唯一 ID 发生更改或该设备发生不可恢复的硬件错误，就会出现 PDL 情况。

如果存储阵列确定设备永久无法使用，会向 ESXi 主机发送 SCSI 感知代码。通过感知代码，主机可识别设备已发生故障，并将其状态注册为 PDL。必须在设备的所有路径上都收到感知代码，才能将设备视为永久丢失。

注册设备的 PDL 状态后，主机将停止尝试与设备重新建立连接或向其发出命令，以避免受阻或无响应。

vSphere Web Client 会显示关于设备的以下信息：

- 设备的操作状态会更改为通信中断。
- 全部路径显示为不活动。
- 设备上的数据存储会灰显。

如果设备不存在打开的连接或者在最后连接关闭之后，主机将自动移除 PDL 设备和通向该设备的所有路径。通过将高级主机参数 **Disk.AutoremoveOnPDL** 设置为 0 可禁用路径的自动删除功能。请参见第 168 页，“设置高级主机属性”。

如果设备通过 PDL 条件返回，则主机可以发现该设备，但会将其视为新设备。不保证已恢复设备上虚拟机的数据一致性。

注意 如果存储设备发生永久性故障，无法返回相应的 SCSI 感知代码或 iSCSI 登录拒绝，则主机无法检测 PDL 情况，而是继续将设备连接问题视为 APD。

永久设备丢失和 SCSI 感知代码

以下是 VMkernel 日志中 SCSI 感知代码的示例，表明设备处于 PDL 状态。

```
H:0x0 D:0x2 P:0x0 Valid sense data:0x5 0x25 0x0 or Logical Unit Not Supported
```

有关 SCSI 感知代码的信息，请参见《vSphere Troubleshooting》vSphere 故障排除中的“存储故障排除”。

永久设备丢失和 iSCSI

如果 iSCSI 阵列中每个目标对应一个 LUN，则通过 iSCSI 登录失败检测 PDL。iSCSI 存储器阵列会拒绝主机尝试启动 iSCSI 会话，原因为 **Target Unavailable**。与感知代码一样，也必须在所有路径上都收到该响应，才能将设备视为永久丢失。

永久设备丢失和虚拟机

注册设备的 PDL 状态之后，主机将终止虚拟机中所有 I/O。vSphere HA 可以检测到 PDL 并重新启动失败的虚拟机。有关详细信息，请参见第 118 页，“设备连接问题和 High Availability”。

执行计划的存储设备移除

当存储设备出现故障时，您可以取消永久设备丢失 (PDL) 条件或全部路径异常 (APD) 条件，并执行计划的移除和重新连接存储设备。

计划的设备移除是指有意断开存储设备的连接。您也可以出于多种原因计划移除设备，如升级硬件或重新配置存储设备。当按顺序执行移除和重新连接存储设备时，您需要完成一些任务。

- 1 从计划分离的设备迁移虚拟机。

请参见 *vCenter Server 和主机管理* 文档。

- 2 卸载设备上部署的数据存储。

请参见第 156 页，“卸载数据存储”。

- 3 分离存储设备。

请参见第 115 页，“分离存储设备”。

- 4 对于每目标具有一个 LUN 的 iSCSI 设备，请从具有该存储设备路径的每个 iSCSI HBA 中删除该静态目标项。

请参见第 88 页，“移除动态或静态 iSCSI 目标”。

- 5 通过使用阵列控制台执行任何必要的存储设备重新配置。

- 6 重新附加存储设备。

请参见第 116 页，“附加存储设备”。

- 7 挂载数据存储并重新启动虚拟机。请参见第 157 页，“挂载数据存储”。

分离存储设备

安全地从主机分离存储设备。

您可能需要分离设备以使主机无法对其进行访问，例如，在存储端执行硬件升级时。

前提条件

- 该设备不包含任何数据存储。
- 该设备未被任何虚拟机作为 RDM 磁盘使用。
- 该设备不包含诊断分区或暂存分区。

步骤

- 1 在 vSphere Web Client 导航器中，浏览到主机。
- 2 单击 **配置** 选项卡。
- 3 在 **存储** 下，单击 **存储设备**。

- 4 选择要分离的设备，然后单击**分离**图标。

此时该设备无法进行访问。该设备的操作状态更改为“已卸载”。

下一步

如果多个主机共用该设备，请从每个主机分别分离该设备。

附加存储设备

重新附加先前分离的存储设备。

步骤

- 1 在 vSphere Web Client 导航器中，浏览到主机。
- 2 单击**配置**选项卡。
- 3 在**存储**下，单击**存储设备**。
- 4 选择分离的存储设备，然后单击**附加**按钮。

此时该设备可以进行访问。

从 PDL 情况中恢复

当存储设备变为永久不可用且未从 ESXi 主机正常分离时，会出现非计划的永久设备丢失 (PDL) 情况。

vSphere Web Client 中的以下各项表明设备处于 PDL 状况：

- 设备上部署的数据存储不再可用。
- 设备的操作状态更改为“通信中断”。
- 全部路径显示为“不活动”。
- VMkernel 日志文件中将出现有关设备永久不可用的警告消息。

若要从非计划的 PDL 情况中恢复，并从主机中移除不可用的设备，您需要执行多个任务。

- 1 将受 PDL 情况影响的数据存储上运行的所有虚拟机关闭电源并取消注册。
- 2 卸载数据存储。
请参见第 156 页，“[卸载数据存储](#)”。
- 3 在已访问该设备的所有 ESXi 主机上执行重新扫描。
请参见第 113 页，“[执行存储重新扫描](#)”。

注意 如果重新扫描失败并且主机继续列出设备，则设备的某些挂起 I/O 或活动引用可能仍然存在。检查是否仍存在对设备或数据存储的引用处于活动状态的虚拟机、模板、ISO 映像、裸设备映射等。

处理暂时性 APD 情况

如果存储设备在未指定的一段时间内对 ESXi 主机不可用，则被视为处于全部路径异常 (APD) 状况。

例如，APD 状况的原因可能会是交换机发生故障，或者存储电缆断开连接。

与永久设备丢失 (PDL) 状况相反，主机将 APD 状况视为瞬间现象，并预计设备会再次可用。

主机不断重新尝试发出的命令，以便重新建立与设备之间的连接。如果主机命令在较长一段时间内无法重新尝试，则主机及其虚拟机可能会存在性能问题以及潜在无法响应的风险。

为了避免出现这些问题，您的主机使用默认的 APD 处理功能。当设备进入 APD 状况时，系统便会立即打开定时器，并允许主机在限定时间段内继续重试非虚拟机命令。

默认情况下，APD 超时时间设置为 140 秒，这通常长于大部分设备从连接丢失恢复所需的时间。如果设备在此时间内可用，主机及其虚拟机则会继续运行，而不会遭遇任何问题。

如果设备未恢复并且超时时间结束，则主机停止重新尝试，并终止任何非虚拟机 I/O。虚拟机 I/O 将继续重试。vSphere Web Client 对 APD 超时过期的设备显示以下信息：

- 该设备的操作状态更改为不活动或出错。
- 全部路径显示为不活动。
- 设备中的数据存储显示为灰色。

即便设备和数据存储不可用，虚拟机仍处于响应状态。您可以关闭虚拟机电源，或者将其迁移到不同的数据存储或主机。

如果稍后一个或多个设备路径处于运行状态，则系统会正常发出后续设备 I/O 请求，并且所有特殊 APD 处理结束。

禁用存储 APD 处理

默认情况下，ESXi 主机上的存储全部路径异常 (APD) 处理功能处于启用状态。如果启用了该功能，主机会在有限的一段时间内持续向处于 APD 状态的存储设备重试非虚拟机 I/O 命令。时限到期后，主机将停止重试尝试，并终止所有非虚拟机 I/O。您可禁用主机上的 APD 处理功能。

如果禁用了 APD 处理功能，主机将无限期持续重试发出命令，尝试重新连接到 APD 设备。继续重试行为与 ESXi 版本 5.0 中的行为相同。该行为可能导致主机上的虚拟机超过其内部 I/O 超时值而无响应或发生故障。主机可能与 vCenter Server 断开连接。

步骤

- 1 在 vSphere Web Client 导航器中，浏览到主机。
- 2 单击配置选项卡。
- 3 在系统下，单击高级系统设置。
- 4 在“高级系统设置”表中，选择 **Misc.APDHandlingEnable** 参数，然后单击 Edit 图标。
- 5 将该值设置为 0。

如果禁用了 APD 处理功能，您可在某个设备进入 APD 状态时将其重新启用。内部 APD 处理功能立即启动，定时器从处于 APD 状态的每个设备当前的超时值开始。

更改存储 APD 的超时限值

超时参数控制 ESXi 主机必须在多少秒内对出现全部路径异常 (APD) 状况的存储设备重试 I/O 命令。您可以更改默认超时值。

在设备进入 APD 状况后，超时期限立即开始。超时结束后，主机将 APD 设备标记为无法访问。主机将停止尝试重试并非来自虚拟机的任何 I/O。主机将继续重试虚拟机 I/O。

默认情况下，主机上的超时参数设置为 140 秒。在某些情况下，例如连接到您的 ESXi 主机的存储设备从断开连接状态恢复所需的时间超过 140 秒，您可以增加该超时值。

注意 如果您在设备变得不可用之后更改超时参数，则更改对于该特定的 APD 事件不会生效。

步骤

- 1 在 vSphere Web Client 导航器中，浏览到主机。
- 2 单击配置选项卡。

- 3 在系统下，单击**高级系统设置**。
 - 4 在“高级系统设置”表中，选择 **Misc.APDTimeout** 参数，然后单击 **Edit** 图标。
 - 5 更改默认值。
- 您可以输入介于 20 和 99999 秒之间的值。

检查存储设备的连接状态

使用 **esxcli** 命令可验证特定存储设备的连接状态。

在此过程中，**--server=server_name** 指定目标服务器。指定的目标服务器会提示您输入用户名和密码。支持其他连接选项，如配置文件或会话文件。有关连接选项的列表，请参见《*vSphere Command-Line Interface 入门*》。

前提条件

安装 vCLI 或部署 vSphere Management Assistant (vMA) 虚拟机。请参见 *vSphere Command-Line Interface 入门*。要进行故障排除，请在 ESXi Shell 中运行 **esxcli** 命令。

步骤

- 1 运行 **esxcli --server=server_name storage core device list -d=device_ID** 命令。
- 2 检查 **Status:** 字段中的连接状态。
 - on - 设备已连接。
 - dead - 设备已进入 APD 状态。APD 定时器已启动。
 - dead timeout - APD 超时已过期。
 - not connected - 设备处于 PDL 状态。

设备连接问题和 High Availability

当设备进入永久设备丢失 (PDL) 或全部路径异常 (APD) 状态时，vSphere High Availability (HA) 可以检测连接问题并为受影响的虚拟机提供自动恢复。

vSphere HA 使用虚拟机组件保护 (VMCP) 来防止在 vSphere HA 群集中主机上运行的虚拟机发生可访问性故障。有关 VMCP 及如何配置在出现 APD 或 PDL 情况时数据存储和虚拟机的响应的详细信息，请参见 *vSphere 可用性文档*。

编辑配置文件参数

您可在 VMware 技术支持代表指导下，或者通过查看指导您添加或更改参数来修复系统问题的 VMware 文档，更改或添加虚拟机配置参数。

重要事项 在系统没有问题时更改或添加参数可能会导致系统性能降低和不稳定。

下列条件适用：

- 要更改参数，可更改关键字/值对的现有值。例如，如果以关键字/值对 **keyword/value** 开始，并将其更改为 **keyword/value2**，因此，**keyword=value2**。
- 不能删除配置参数条目。



小心 必须为配置参数关键字分配一个值。如果不分配值，则该关键字会返回值 0、false 或 disable，这可能会导致无法打开虚拟机电源。

步骤

- 1 右键单击清单中的虚拟机，然后选择**编辑设置**。
- 2 单击**虚拟机选项**选项卡，然后展开**高级**。
- 3 单击**编辑配置**。
- 4 （可选）要添加参数，请单击**添加行**，然后键入参数的名称和值。
- 5 （可选）要更改参数，请在**值**文本框中为该参数键入新值。
- 6 单击**确定**。

启用或禁用存储设备上的定位符 LED

使用定位符 LED 识别特定存储设备，以便可从其他设备中对其定位。您可以打开或关闭定位符 LED。

步骤

- 1 在 vSphere Web Client 导航器中，浏览到主机。
- 2 单击**配置**选项卡。
- 3 在**存储**下，单击**存储设备**。
- 4 从存储设备列表选择一个或多个磁盘，并启用或禁用定位符 LED 指示器。

选项	描述
Enable	单击 打开定位符 LED 图标。
禁用	单击 关闭定位符 LED 图标。

擦除存储设备

某些功能（例如，Virtual SAN 或虚拟闪存资源）要求您使用干净设备。您可以擦除 HHD 或闪存设备，并移除所有之前存在的数据。

前提条件

- 确保主机处于连接状态。
- 确认计划擦除的设备未被使用。
- 所需特权：**Host.Config.Storage**

步骤

- 1 在 vSphere Web Client 导航器中，浏览到主机。
- 2 单击**配置**选项卡。
- 3 在**存储**下，单击**存储设备**。
- 4 选择一个或多个设备，然后单击**所有操作 > 清除分区**
如果您正在擦除单个设备，则会打开一个带有分区信息的对话框。
- 5 对于单个设备，确认将要擦除的分区信息不是重要信息。
- 6 单击**确定**以确认您的更改。

使用闪存设备

除了常规存储硬盘驱动器 (Hard Disk Drive, HDD) 以外, ESXi 还支持闪存设备。

与属于机电设备 (包含移动式零件) 的常规 HDD 不同, 闪存设备将半导体用作其存储介质且没有移动式零件。通常, 闪存设备具有很好的弹性, 并可提供对数据的快速访问。

要检测闪存设备, ESXi 可使用基于 T10 标准的查询机制。ESXi 主机可在多个存储阵列上检测闪存设备。请咨询供应商, 以确认您的存储阵列是否支持 ESXi 闪存设备检测机制。

主机检测到闪存设备后, 您可以将其用于多项任务和功能。

本章讨论了以下主题:

- [第 122 页, “对 ESXi 使用闪存设备”](#)
- [第 122 页, “标记存储设备”](#)
- [第 123 页, “监控闪存设备”](#)
- [第 124 页, “闪存设备的最佳做法”](#)
- [第 125 页, “关于虚拟闪存资源”](#)
- [第 126 页, “配置主机交换缓存”](#)

对 ESXi 使用闪存设备

在 ESXi 环境中，可以将闪存设备用于多项功能。

表 14-1 对 ESXi 使用闪存设备

功能互操作	描述
Virtual SAN	Virtual SAN 需要闪存设备。有关详细信息，请参见《 <i>管理 VMware Virtual SAN</i> 》文档。
VMFS 数据存储	<p>可以在闪存设备上创建 VMFS 数据存储。数据存储可用作下列用途：</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ 存储虚拟机。某些客户机操作系统可以将存储在这些数据存储上的虚拟磁盘标识为闪存虚拟磁盘。请参见第 122 页，“标识闪存虚拟磁盘”。 ■ 为 ESXi 主机交换缓存分配数据存储空间。请参见第 126 页，“配置主机交换缓存”。
虚拟闪存资源 (VFFS)	<p>设置虚拟闪存资源并将其用于以下功能：</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ 用作虚拟机的虚拟 Flash Read Cache。请参见第 129 页，第 15 章“关于 VMware vSphere Flash Read Cache”。 ■ 为 ESXi 主机交换缓存分配虚拟闪存资源。这是一种替代方法，该方法使用 VFFS 卷而不是 VMFS 数据存储配置主机缓存。请参见第 127 页，“使用虚拟闪存资源配置主机交换缓存”。 ■ 如果供应商要求，请对 I/O 缓存筛选器使用虚拟闪存资源。请参见第 245 页，第 22 章“筛选虚拟机 I/O”。

标识闪存虚拟磁盘

客户机操作系统可以将驻留在闪存数据存储上的虚拟磁盘标识为闪存虚拟磁盘。

要确认该功能是否已启用，客户机操作系统可使用标准查询命令，例如对 SCSI 设备运行 SCSI VPD Page (B1h)，对 IDE 设备运行 ATA IDENTIFY DEVICE (Word 217)。

对于链接克隆、本机快照和增量磁盘，查询命令将报告基础磁盘的虚拟闪存状态。

在下列情况下，操作系统可以检测虚拟磁盘是否为闪存磁盘：

- ESXi 5.x 和更高版本的主机及虚拟硬件版本 8 或更高版本支持检测闪存虚拟磁盘。
- 仅 VMFS5 或更高版本支持检测闪存虚拟磁盘。
- 如果虚拟磁盘位于带有闪存设备数据区的共享 VMFS 数据存储上，则此设备必须在所有主机上标记为闪存。
- 对于要标识为虚拟闪存的虚拟磁盘，所有基础物理数据区都应基于闪存。

标记存储设备

您可以使用 vSphere Web Client 将无法自动识别的存储设备标记为本地闪存设备。

配置 Virtual SAN 或设置虚拟闪存资源时，存储环境必须包含本地闪存设备。

但是，当设备供应商不支持自动闪存设备检测时，ESXi 可能无法将某些存储设备识别为闪存设备。在其他情况下，某些设备不会检测为本地设备，ESXi 会将它们标记为远程设备。当设备未被识别为本地闪存时，针对 Virtual SAN 或虚拟闪存资源提供的设备列表中不包含这些设备。将这些设备标记为本地闪存可使其可用于 Virtual SAN 和虚拟闪存资源。

将存储设备标记为闪存设备

如果 ESXi 未将其设备识别为闪存，请将其标记为闪存设备。

当设备供应商不支持自动闪存磁盘检测时，ESXi 不会将某些设备识别为闪存。设备的“驱动器类型”列显示其类型为 HDD。




小心 将 HDD 设备标记为闪存会使数据存储以及使用这些数据存储的服务的性能降低。仅当您确定设备为闪存设备时标记它们。

前提条件

确认设备不在使用中。

步骤

- 1 在 vSphere Web Client 对象导航器中，浏览到主机。
 - 2 单击**配置**选项卡。
 - 3 在**存储**下，单击**存储设备**。
 - 4 从存储设备列表中，选择一个或多个需要标记为闪存设备的 HDD 设备，然后单击**标记为闪存磁盘**图标 ()。
 - 5 单击**是**以保存所做的更改。
- 设备的类型更改为闪存。

下一步

如果要标记的闪存设备可以在多个主机之间共享，请确保从共享此设备的所有主机标记设备。

将存储设备标记为本地

使用 ESXi 可以将设备标记为本地设备。当 ESXi 无法确定某些设备是否为本地设备时，此操作非常有用。

前提条件

- 确保设备未共享。
- 关闭设备上的虚拟机电源，然后卸载关联的数据存储。

步骤

- 1 在 vSphere Web Client 对象导航器中，浏览到主机。
- 2 单击**配置**选项卡。
- 3 在**存储**下，单击**存储设备**。
- 4 从存储设备列表中，选择一个或多个需要标记为本地设备的远程设备，然后单击**所有操作**图标。
- 5 单击**标记为本地**，然后单击**是**以保存更改。

监控闪存设备

您可以从 ESXi 主机监控某些关键闪存设备参数，包括介质磨损指数、温度和重分配扇区数量。

使用 `esxcli` 命令可以监控闪存设备。

在此过程中，`--server=server_name` 指定目标服务器。指定的目标服务器会提示您输入用户名和密码。支持其他连接选项，如配置文件或会话文件。有关连接选项的列表，请参见《*vSphere Command-Line Interface 入门*》。

前提条件

安装 vCLI 或部署 vSphere Management Assistant (vMA) 虚拟机。请参见 *vSphere Command-Line Interface 入门*。要进行故障排除，请在 ESXi Shell 中运行 `esxcli` 命令。

步骤

- ◆ 运行以下命令可显示闪存设备统计信息：

```
esxcli server=server_name storage core device smart get -d=flash_device_ID
```

闪存设备的最佳做法

在 vSphere 环境中使用闪存设备时，请遵循以下最佳做法。

- 确保将最新的固件与闪存设备配合使用。时常向存储器供应商确认更新内容。
- 严密监控使用闪存设备的频率并计算其预计生命周期。预计生命周期取决于您继续使用闪存设备的频率。

估算闪存设备的使用寿命

在使用闪存设备时，可监控闪存设备的使用频率并估算其生命周期。

通常，存储供应商将可靠地估算闪存设备在理想情况下的生命周期。例如，供应商可能会保证在每天写入 20 GB 的情况下生命周期为 5 年。然而，在实际使用中，设备的预期生命周期将取决于 ESXi 主机每天实际生成的写入量。可按照下列步骤来计算闪存设备的使用寿命。

前提条件

请注意距上次重新引导 ESXi 主机已过去的天数。例如，十天。

步骤

- 1 获取自上次重新引导后写入闪存设备的块的总数量。

运行 `esxcli storage core device stats get -d=device_ID` 命令。例如：

```
~ # esxcli storage core device stats get -d t10.xxxxxxxxxxxxxxx
Device: t10.xxxxxxxxxxxxxxx
Successful Commands: xxxxxxxx
Blocks Read: xxxxxxxx
Blocks Written: 629145600
Read Operations: xxxxxxxx
```

输出中的“写入的块”项显示自上次重新引导后写入设备的块的数量。在此示例中，该值为 629,145,600。每次重新引导后，该值会重置为 0。

- 2 计算写入的总量，并转换为 GB。

一个块是 512 字节。要计算写入的总量，请将“写入的块”值乘以 512，然后将得到的值转换为 GB。

在此示例中，自上次重新引导后写入的总量大约为 322 GB。

- 3 估算每天平均写入量（以 GB 单位）。

用距上次重新引导后写入的总量除以距上次重新引导的天数。

如果上次重新引导是在十天之前，则每天的写入量为 32 GB。您可以算出在一段时间内的每天平均写入量。

- 4 使用以下公式估算设备的使用寿命：

供应商提供的每天写入量乘以供应商提供的生命周期除以每天实际平均写入量

例如，如果供应商保证在每天写入 20 GB 的情况下生命周期为 5 年，而每天实际写入量为 30 GB，则闪存设备的使用寿命约为 3.3 年。

关于虚拟闪存资源

可以将 ESXi 主机上的本地闪存设备汇总成单个虚拟化缓存层（称为虚拟闪存资源）。

设置虚拟闪存资源时，将创建新文件系统，即虚拟闪存文件系统 (VFFS)。VFFS 是 VMFS 的派生物，后者可针对闪存设备进行优化并用于将物理闪存设备分组到单个缓存资源池。作为非持久资源，无法用于存储虚拟机。

以下 vSphere 功能需要虚拟闪存资源：

- 虚拟机读取缓存。请参见第 129 页，第 15 章“关于 VMware vSphere Flash Read Cache”。
- 主机交换缓存。请参见第 127 页，“使用虚拟闪存资源配置主机交换缓存”。
- I/O 缓存筛选器（如果供应商要求）。请参见《第 245 页，第 22 章“筛选虚拟机 I/O”》。

设置虚拟闪存资源之前，请确保使用《VMware 兼容性指南》批准的设备。

虚拟闪存资源的注意事项

配置供 ESXi 主机和虚拟机使用的虚拟闪存资源时，需要考虑一些注意事项。

- 一台 ESXi 主机上只能有一个虚拟闪存资源，也称为 VFFS 卷。只能在主机级别管理虚拟闪存资源。
- 不能使用虚拟闪存资源来存储虚拟机。虚拟闪存资源只是缓存层。
- 对于虚拟闪存资源，只能使用本地闪存设备。
- 可以从混合闪存设备中创建虚拟闪存资源。所有设备类型都将一视同仁，在进行 SAS、SATA 或 PCI Express 连接时不会区别对待。从混合闪存设备中创建资源时，请确保将执行方式类似的设备组合在一起，以实现最佳性能。
- 不能对虚拟闪存资源和 Virtual SAN 使用相同的闪存设备。两者均需要各自独占和专用的闪存设备。
- 设置虚拟闪存资源后，总可用容量既可供 ESXi 主机用于主机交换缓存，又可供虚拟机用于读取缓存。
- 不能选择单个闪存设备用于交换缓存或读取缓存。所有闪存设备将合并为一个闪存资源实体。

设置虚拟闪存资源

可以设置虚拟闪存资源或为现有虚拟闪存资源添加容量。

要设置虚拟闪存资源，请使用连接到主机的本地闪存设备。要增加虚拟闪存资源的容量，您可以添加多个设备，最多不超过 *最高配置* 文档中指示的最大数目。单个闪存设备必须以独占方式分配给虚拟闪存资源，不能与其他 vSphere 服务（例如 Virtual SAN 或 VMFS）共享。

步骤

- 1 在 vSphere Web Client 中，导航到主机。
- 2 单击 **配置** 选项卡。
- 3 在“虚拟闪存”下，选择 **虚拟闪存资源管理**，然后单击 **添加容量**。
- 4 从可用的闪存设备列表中，选择要用于虚拟闪存资源的一个或多个设备，然后单击 **确定**。

在某些情况下，您可能无法看到列表中的闪存设备。有关详细信息，请参见《vSphere 故障排除》文档中的“对闪存设备进行故障排除”部分。

将创建虚拟闪存资源。“设备备份”区域列出了所有用于虚拟闪存资源的设备。

下一步

您可以将虚拟闪存资源用于主机上的缓存配置以及虚拟磁盘上的闪存读取缓存配置。此外，通过 vSphere APIs for I/O Filtering 开发的 I/O 缓存筛选器可能需要虚拟闪存资源。

可以通过向虚拟闪存资源中添加多个闪存设备来增加其容量。

移除虚拟闪存资源

您可能需要移除本地闪存设备上已部署的虚拟闪存资源以释放设备供其他服务使用。

如果虚拟闪存资源配置了主机交换缓存，或者主机具有配置了闪存读取缓存的已打开电源的虚拟机，则无法移除该虚拟闪存资源。

步骤

- 1 在 vSphere Web Client 中，导航到配置了虚拟闪存的主机。
- 2 单击 **配置** 选项卡。
- 3 在“虚拟闪存”下，选择 **虚拟闪存资源管理**，然后单击 **移除全部**。

移除虚拟闪存资源并清除闪存设备后，该设备将可用于其他操作。

虚拟闪存高级设置

可以更改虚拟闪存的高级选项。

步骤

- 1 在 vSphere Web Client 中，导航到主机。
- 2 单击 **配置** 选项卡。
- 3 在 **系统** 下，单击 **高级系统设置**。
- 4 选择要更改的设置，然后单击 **编辑** 按钮。

选项	描述
VFLASH.VFlashResourceUsageThreshold	当虚拟闪存资源使用率超过阈值时，系统会触发主机 vFlash 资源使用情况警报。默认阈值为 80%。您可以将阈值更改为适当的值。当虚拟闪存资源使用率降至低于阈值时，系统会自动清除该警报。
VFLASH.MaxResourceGBForVmCache	ESXi 主机会将 Flash Read Cache 元数据存储在内存中。主机上虚拟机总缓存大小的默认限值为 2TB。可以重新配置此设置。必须重新启动主机，才能使新设置生效。

- 5 单击 **确定**。

配置主机交换缓存

ESXi 主机可以将闪存支持的存储实体的一部分用作所有虚拟机共享的交换缓存。

主机级别的缓存由短滞后时间磁盘上的文件组成，ESXi 将该磁盘用作虚拟机交换文件的回写缓存。该缓存由主机上运行的所有虚拟机共享。虚拟机页面的主机级别交换充分利用可能受限的闪存设备空间。

根据所在环境和许可软件包，可以使用以下方法配置主机级别的交换缓存。两种方法可提供类似的结果。

- 您可以在闪存设备上创建 VMFS 数据存储，然后使用该数据存储为主机缓存分配空间。主机会预留一定的空间量用于交换到主机缓存。
- 如果拥有允许您设置和管理虚拟闪存资源的相应 vSphere 许可证，则可以使用该资源在主机上配置交换缓存。主机交换缓存是从虚拟闪存资源的一个分区分配的。

使用 VMFS 数据存储配置主机缓存

允许 ESXi 主机交换到主机缓存。此外，还可以更改为主机缓存分配的空间的百分比。

如果您没有设置和管理虚拟闪存资源所需的相应许可证，请使用此任务。如果拥有相应许可证，则可以使用虚拟闪存资源进行主机缓存配置。

前提条件

创建闪存支持的 VMFS 数据存储。请参见第 150 页，“创建 VMFS 数据存储”。

步骤

- 1 在 vSphere Web Client 导航器中，浏览到主机。
- 2 单击**配置**选项卡。
- 3 在**存储**下，单击**主机缓存配置**。
- 4 在列表中选择闪存数据存储，然后单击**分配主机缓存空间**图标。
- 5 要为每个数据存储启用主机交换缓存，请选中**分配主机缓存空间**复选框。
默认情况下，为主机缓存分配最大的可用空间。
- 6 （可选）要更改主机缓存大小，请选择**自定义大小**并进行适当调整。
- 7 单击**确定**。

使用虚拟闪存资源配置主机交换缓存

可以预留一定量的虚拟闪存资源用于主机交换缓存。

前提条件

设置虚拟闪存资源。请参见第 125 页，“设置虚拟闪存资源”。

注意 如果使用虚拟闪存配置的 ESXi 主机处于维护模式下，则无法添加或修改主机交换缓存。您必须先在主机上退出维护模式，然后才能配置主机交换缓存。

步骤

- 1 在 vSphere Web Client 导航器中，浏览到主机。
- 2 单击**配置**选项卡。
- 3 在“虚拟闪存”下，选择**虚拟闪存主机交换缓存配置**，然后单击**编辑**。
- 4 选中**启用虚拟闪存主机交换缓存**复选框。
- 5 指定要预留用于主机交换缓存的虚拟闪存资源量。
- 6 单击**确定**。

关于 VMware vSphere Flash Read Cache

15

Flash Read Cache™ 允许您通过将主机所在的闪存设备用作缓存的方式来加快虚拟机的性能。

可以为任何一个虚拟磁盘预留 Flash Read Cache。Flash Read Cache 仅在虚拟机打开电源时创建，当虚拟机挂起或关闭电源时，会将其删除。迁移虚拟机时，可以选择迁移缓存。如果源和目标主机上的虚拟闪存模块兼容，则默认迁移缓存。如果未迁移缓存，则会在目标主机上重新热启用缓存。可以在虚拟机电源打开的情况下更改缓存的大小。此时，系统将删除现有缓存，并将创建新的完全写入缓存，这将产生一个缓存预热过程。创建新缓存的优势是缓存大小可以更好地匹配应用程序的活动数据。

Flash Read Cache 支持完全写入或读取缓存。不支持回写或写入缓存。如果存在，则可以从缓存中获得满足条件的数据读取。数据写入分派到备份存储，例如 SAN 或 NAS。从备份存储读取或写入到备份存储的所有数据将无条件地存储在缓存中。

Flash Read Cache 不支持物理兼容性 RDM。Flash Read Cache 支持虚拟兼容性 RDM。

有关 Flash Read Cache 的详细信息，请观看相关视频。



配置 vSphere Flash Read Cache (http://link.brightcove.com/services/player/bcpid2296383276001?bctid=ref:video_config_vsphere_flash_read_cache)

注意 并非所有工作负载都会因使用 Flash Read Cache 而受益。性能提升取决于工作负载模式和工作集大小。读取密集型工作负载如果包含适合缓存的工作集时，则会得益于 Flash Read Cache 配置。如果对读取密集型工作负载配置了 Flash Read Cache，您的共享存储中则会增加额外的 I/O 可用资源，这样会提高其他工作负载的性能，即使这些工作负载未配置使用 Flash Read Cache 也是如此。

本章讨论了以下主题：

- 第 129 页，“针对闪存读取缓存的 DRS 支持”
- 第 130 页，“vSphere High Availability 支持闪存读取缓存”
- 第 130 页，“为虚拟机配置 Flash Read Cache”
- 第 130 页，“迁移虚拟机和 Flash Read Cache”

针对闪存读取缓存的 DRS 支持

DRS 将虚拟闪存作为一项资源提供支持。

DRS 管理具有闪存读取缓存预留的虚拟机。每次运行 DRS 时，它将显示 ESXi 主机报告的可用虚拟闪存容量。每个主机支持一个虚拟闪存资源。DRS 选择具有足够可用虚拟闪存容量的主机以启动虚拟机。DRS 会将具有闪存读取缓存的已打开电源的虚拟机视为与其当前主机关联的软虚拟机，除非有必须执行的理由，或者必须更正主机使用过度时才会移动它们。

vSphere High Availability 支持闪存读取缓存

High Availability (HA) 支持闪存读取缓存。

vSphere HA 重新启动配置了闪存读取缓存的虚拟机时，该虚拟机将在满足闪存读取缓存、CPU、内存和开销预留条件的群集中的主机上重新启动。如果未预留的闪存不足，无法满足虚拟闪存预留的要求，vSphere HA 将不重新启动虚拟机。如果目标主机没有足够的可用虚拟闪存资源，则您必须手动重新配置虚拟机以减少或丢弃闪存读取缓存。

为虚拟机配置 Flash Read Cache

可以为虚拟机配置 Flash Read Cache。

启用 Flash Read Cache 后，可以指定块大小和缓存大小预留。

块大小是指可以在缓存中存储的最小连续字节数。此块大小可以大于 512 字节的标称磁盘块大小，介于 4 KB 到 1024 KB 之间。如果客户机操作系统写入了一个 512 字节的磁盘块，则将缓存周围的缓存块大小字节。请勿将块大小与磁盘块大小混淆。

预留是指缓存块的预留大小。缓存块的最低数值为 256。如果缓存块大小为 1 MB，则最低缓存大小为 256 MB。如果缓存块大小为 4 K，则最低缓存大小为 1 MB。

有关确定大小的准则的详细信息，请搜索 VMware 网站上的白皮书《VMware vSphere 中 vSphere Flash Read Cache 的性能》。

前提条件

设置虚拟闪存资源。

步骤

- 1 导航到虚拟机。
- 2 右键单击虚拟机，然后选择**编辑设置**。
- 3 在**虚拟硬件**选项卡上，展开**硬盘**以查看磁盘选项。
- 4 要为虚拟机启用 Flash Read Cache，请在**虚拟 Flash Read Cache**文本框中输入一个值。
- 5 单击**高级**指定以下参数。

选项	描述
预留	选择缓存大小预留。
块大小	选择块大小。

- 6 单击**确定**。

迁移虚拟机和 Flash Read Cache

将打开电源的虚拟机从一个主机迁移到另一个主机时，可以指定是否要与虚拟磁盘一起迁移 Flash Read Cache 内容。

前提条件

如果计划迁移 Flash Read Cache 内容，请在目标主机上配置充足的虚拟闪存资源。

步骤

- 1 右键单击正在运行的虚拟机，然后选择**迁移**。

- 2 指定迁移类型。

选项	描述
仅更改计算资源	将虚拟机迁移到另一个主机或群集上。
更改计算资源和存储	将虚拟机迁移到特定主机或群集，将其存储迁移到特定数据存储或数据存储群集。

- 3 选择目标主机，然后单击**下一步**。
- 4 为所有配置了虚拟 Flash Read Cache 的虚拟磁盘指定迁移设置。不更改主机，仅更改数据存储时，不会显示该迁移参数。

闪存读取缓存迁移设置	描述
始终迁移缓存内容	只有当所有缓存内容都可迁移至目标主机时，才会继续进行虚拟机迁移。此选项在缓存非常小或缓存大小与应用程序的活动数据极为相近时非常有用。
不迁移缓存内容	删除完全写入缓存。缓存将在目标主机上重新创建。此选项在缓存非常大或缓存大小大于应用程序的活动数据时非常有用。

- 5 如果有多个配置了 Flash Read Cache 的虚拟磁盘，可以调整每个单个磁盘的迁移设置。
- 单击**高级**。
 - 选择要修改其迁移设置的虚拟磁盘。
 - 从虚拟 Flash Read Cache 迁移设置列中的下拉菜单选择相应的选项。
- 6 完成迁移配置，然后单击**完成**。

下一步

通过查看虚拟机的**摘要**选项卡验证迁移是否成功：

- 请确保该选项卡显示目标主机的正确 IP 地址。
- 请确保“虚拟机硬件”面板为每个虚拟磁盘显示正确的虚拟 Flash Read Cache 信息。

使用数据存储

数据存储是一种逻辑容器，类似于文件系统，它将物理存储的特性隐藏起来，提供一个统一模型来存储虚拟机文件。数据存储还可以用来存储 ISO 映像、虚拟机模板和软盘映像。

根据所使用的存储，数据存储可分为不同类型。

表 16-1 数据存储的类型

数据存储类型	描述
VMFS（版本 3、5 和 6）	块存储设备上部署的数据存储使用 vSphere 虚拟机文件系统格式，该格式是一种针对存储虚拟机而优化的特殊高性能文件系统格式。请参见第 134 页，“了解 VMFS 数据存储”。
NFS（版本 3 和 4.1）	ESXi 中内置的 NFS 客户端使用网络文件系统 (NFS) 协议通过 TCP/IP 访问位于 NAS 服务器上的指定 NFS 卷。ESXi 主机将卷作为 NFS 数据存储挂载，并将其用于存储需求。ESXi 支持 3 和 4.1 版本的 NFS 协议。请参见第 141 页，“了解网络文件系统数据存储”。
Virtual SAN	Virtual SAN 会将主机上所有可用的本地容量设备聚合到由 Virtual SAN 群集中的所有主机共享的单个数据存储中。请参见 <i>管理 VMware Virtual SAN</i> 文档。
Virtual Volumes	Virtual Volumes 数据存储表示 vCenter Server 和 vSphere Web Client 中的存储容器。请参见第 225 页，第 21 章“使用 Virtual Volumes”。

创建数据存储后，可以对数据存储执行多个管理操作。某些操作（如重命名数据存储）适用于所有类型的数据存储。而其他操作适用于特定类型的数据存储。

还可以使用不同方式组织数据存储。例如，可以根据业务实践将其分组到文件夹。对数据存储分组后，可以一次性在组中的数据存储上分配相同的权限和警报。

可以将数据存储添加到数据存储群集中。数据存储群集是具有共享资源和共享管理接口的数据存储的集合。创建数据存储群集后，可以使用 Storage DRS 管理存储资源。有关数据存储群集的信息，请参见 *vSphere 资源管理* 文档。

本章讨论了以下主题：

- 第 134 页，“了解 VMFS 数据存储”
- 第 141 页，“了解网络文件系统数据存储”
- 第 150 页，“创建数据存储”
- 第 153 页，“管理重复 VMFS 数据存储”
- 第 154 页，“增加 VMFS 数据存储容量”

- 第 155 页，“数据存储的管理操作”
- 第 162 页，“设置动态磁盘镜像”
- 第 163 页，“在存储设备上收集 ESXi 主机的诊断信息”
- 第 166 页，“使用 VOMA 检查元数据一致性”
- 第 167 页，“配置 VMFS 指针块缓存”

了解 VMFS 数据存储

要存储虚拟磁盘，ESXi 可使用数据存储。数据存储是逻辑容器，它对虚拟机隐藏物理存储的特性，并提供一个统一的模型来存储虚拟机文件。块存储设备上部署的数据存储使用本机 vSphere 虚拟机文件系统 (Virtual Machine File System, VMFS) 格式。该格式是一种针对存储虚拟机而优化的特殊高性能文件系统格式。

使用 vSphere Web Client，可以在 ESXi 主机发现的基于块的存储设备上预先设置 VMFS 数据存储。VMFS 数据存储可扩展为包括 SAN LUN 和本地存储的多个物理存储设备。使用此功能可以将存储放在存储池中，并灵活地创建虚拟机所需的数据存储。

当虚拟机在数据存储上运行时，您可以增加数据存储的容量。这一功能可让您在虚拟机需要新空间时为 VMFS 数据存储添加新空间。VMFS 专用于从多台物理机进行的并发访问，并在虚拟机文件上执行相应的访问控制。

VMFS 数据存储的版本

VMFS 文件系统自推出以来已发行多个版本。ESXi 支持 VMFS3、VMFS5 和 VMFS6。

ESXi 对所有 VMFS 版本提供完全读取和写入支持。您可以在所有 VMFS 版本上创建虚拟机，并打开其电源。

表 16-2 主机对 VMFS 版本的访问

VMFS	ESXi
VMFS 6	读取和写入
VMFS5	读取和写入
VMFS3	读取和写入
	注意 您可以继续使用现有的 VMFS3 数据存储，但不能创建新的 VMFS3 数据存储。如果您当前有 VMFS3 数据存储，请将虚拟机迁移到 VMFS6 数据存储。

下表比较了 VMFS5 和 VMFS6 的主要特性。有关其他信息，请参见《最高配置》。

表 16-3 比较 VMFS5 和 VMFS6

特性和功能	VMFS5	VMFS 6
对 ESXi 6.5 主机的访问	是	是
对 ESXi 主机 6.0 和更早版本的访问	是	否
每个主机的数据存储	1024	1024
512n 存储设备	是（默认）	是
512e 存储设备	是。本地 512e 设备上不支持。	是（默认）
自动空间回收	否	是
通过 esxcli 命令进行手动空间回收。请参见第 275 页，“手动回收累积的存储空间”。	是	是
从客户机操作系统回收空间	受限制	是
GPT 存储设备分区	是	是

表 16-3 比较 VMFS5 和 VMFS6（续）

特性和功能	VMFS5	VMFS 6
MBR 存储设备分区	是 适用于之前从 VMFS3 升级的 VMFS5 数据存储。	否
每个 VMFS 数据区的存储设备大于 2 TB	是	是
支持具有大容量虚拟磁盘或磁盘大于 2 TB 的虚拟机	是	是
支持 1 KB 的小文件	是	是
支持 ATS 的存储设备默认使用“仅限 ATS”锁定机制。请参见第 138 页，“VMFS 锁定机制”。	是	是
块大小	标准 1 MB	标准 1 MB
默认快照	虚拟磁盘的 VMFSsparse 小于 2 TB。 虚拟磁盘的 SEsparse 大于 2 TB。	SEsparse
虚拟磁盘模拟类型	512n	512n
vMotion	是	是
跨不同数据存储类型的 Storage vMotion	是	是
High Availability 和 Fault Tolerance	是	是
DRS 和 Storage DRS	是	是
RDM	是	是

使用 VMFS5 和 VMFS6 数据存储时，请注意以下内容：

- 升级。将 ESXi 主机升级到 6.5 版后，您可以继续使用任何现有的 VMFS5 数据存储。要利用 VMFS6 功能，请创建 VMFS6 数据存储并将虚拟机从 VMFS5 数据存储迁移到 VMFS6 数据存储。您无法将 VMFS5 数据存储升级到 VMFS6。
- 数据存储数据区。跨区的 VMFS 数据存储必须仅使用同类存储设备，512n 或 512e。跨区的数据存储无法在不同格式的设备之间扩展。
- 块大小。VMFS 数据存储上的块大小定义最大文件大小和文件占用的空间量。VMFS5 和 VMFS6 数据存储支持 1 MB 的块大小。
- Storage vMotion。Storage vMotion 支持跨 VMFS、Virtual SAN 和 Virtual Volumes 数据存储执行迁移。vCenter Server 执行兼容性检查以验证跨不同类型的数据存储的 Storage vMotion。
- Storage DRS。VMFS5 和 VMFS6 可以在同一数据存储群集中共存。然而，群集中的所有数据存储必须使用同类存储设备，512n 或 512e。请勿在同一数据存储群集中混用不同格式的设备。

存储设备格式和 VMFS 数据存储

您可以在 512n 和 512e 设备上部署 VMFS 数据存储。设置新 VMFS 数据存储时，使用 GPT 对设备格式化。在特定情况下，VMFS 可以支持 MBR 格式。

设备扇区格式和 VMFS 版本

ESXi 支持采用传统和高级扇区格式的存储设备。

在存储中，扇区是指存储磁盘或设备上的磁道的细分。每个扇区存储固定数量的数据。传统的 512n 存储设备一直使用本地 512 字节扇区大小。此外，由于对更大容量的需求不断增加，存储行业引入了一些高级格式，如 512 字节模拟，简称 512e。512e 是一种高级格式，采用这种格式时，物理扇区的大小是 4096 字节，但是逻辑扇区大小模拟 512 字节扇区大小。使用 512e 格式的存储设备可以支持旧版应用程序和客户机操作系统。

在 512e 存储设备上设置数据存储时，默认情况下选择 VMFS6。对于 512n 存储设备，默认选项为 VMFS5，但是您可以选择 VMFS6。

此表格比较了本地 512 字节存储设备和采用高级 512e 格式的设备。

存储设备格式	逻辑扇区大小	物理扇区大小	VMFS 数据存储
512n	512	512	VMFS5（默认）和 VMFS6
512e	512	4,096	VMFS6（默认）和 VMFS5 注意 本地 512e 存储设备不支持 VMFS5。

设备分区格式和 VMFS 版本

任何新 VMFS5 或 VMFS6 数据存储都使用 GUID 分区表 (GUID Partition Table, GPT) 来格式化存储设备。利用 GPT 格式，可以创建大于 2 TB 的数据存储。如果 VMFS5 数据存储之前是从 VMFS3 升级而来，则它继续使用主引导记录 (MBR) 分区格式，这种格式是 VMFS3 的特征。仅当将数据存储扩展至大于 2TB 之后，才会转换为 GPT。

作为存储库的 VMFS 数据存储

ESXi 可以将基于 SCSI 的存储设备格式化为 VMFS 数据存储。VMFS 数据存储主要充当虚拟机的存储库。

VMFS5 和 VMFS6 均支持每个主机最多具有 1024 个 VMFS 数据存储。

注意 每个 LUN 始终只具有一个 VMFS 数据存储。

可以在同一个 VMFS 数据存储上存储多个虚拟机。封装在一组文件中的各个虚拟机都会占用单独的一个目录。对于虚拟机内的操作系统，VMFS 会保留内部文件系统语义，这样可以确保正确的应用程序行为以及在虚拟机中运行的应用程序的数据完整性。

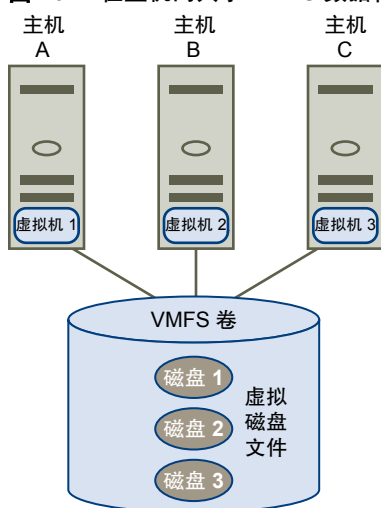
当运行多个虚拟机时，VMFS 针对虚拟机文件提供特定的锁定机制。因此，在多个 ESXi 主机共享同一个 VMFS 数据存储的 SAN 环境中，虚拟机可以安全地操作。

除了虚拟机之外，VMFS 数据存储也可以存储其他文件，如虚拟机模板和 ISO 映像。

在主机间共享 VMFS 数据存储

作为一个群集文件系统，VMFS 允许多个 ESXi 主机同时访问同一个 VMFS 数据存储。

图 16-1 在主机间共享 VMFS 数据存储



有关可连接到单个 VMFS 数据存储的最大主机数目的信息，请参见《最高配置》文档。

为了确保多个主机不会同时访问同一个虚拟机，VMFS 提供了磁盘锁定。

在多个主机之间共享 VMFS 卷可提供一些优势，例如以下优势：

- 可以使用 VMware Distributed Resource Scheduling (DRS) 和 VMware High Availability (HA)。

可以跨越不同的物理服务器分配虚拟机。这意味着，每个服务器上会运行一组虚拟机，这样一来，所有服务器就不会同时在同一个区域面临很高的需求。如果某台服务器发生故障，可以在另一台物理服务器上重新启动虚拟机。如果发生故障，每个虚拟机的磁盘锁定会被释放。有关 VMware DRS 的详细信息，请参见 *vSphere 资源管理* 文档。有关 VMware HA 的信息，请参见 *vSphere 可用性* 文档。
- 可以使用 vMotion 将正在运行的虚拟机从一台物理服务器移动到另一台物理服务器。有关迁移虚拟机的信息，请参见 *vCenter Server 和主机管理* 文档。

要创建共享数据存储，可将数据存储挂载到要求数据存储访问的 ESXi 主机。

VMFS 元数据更新

VMFS 数据存储保存虚拟机文件、目录、符号链接、RDM 描述符文件等。数据存储还维护关于这些对象的所有映射信息的一致视图。这些映射信息称为元数据。

每次执行数据存储或虚拟机管理操作时，都会更新元数据。需要更新元数据的操作示例包括：

- 创建、增加或锁定虚拟机文件
- 更改文件的属性
- 打开或关闭虚拟机电源
- 创建或删除 VMFS 数据存储
- 展开 VMFS 数据存储
- 创建模板
- 从模板部署虚拟机

■ 通过 vMotion 迁移虚拟机

在共享存储环境中执行元数据更改时，VMFS 使用特定的锁定机制保护其数据，并阻止多个主机同时向元数据执行写入操作。

VMFS 锁定机制

在共享存储环境中，当多台主机访问同一 VMFS 数据存储时，将使用特定的锁定机制。这些锁定机制可防止多台主机同时写入元数据并确保不会发生数据损坏。

根据 VMFS 数据存储的配置和底层存储的类型，VMFS 数据存储可能会使用不同类型的锁定机制。它可能会以独占方式使用原子测试并设置锁定机制（仅限 ATS），也可能会结合使用 ATS 和 SCSI 预留 (ATS+SCSI)。

“仅限 ATS” 机制

对于支持基于 T10 标准的 VAAI 规格的存储设备，VMFS 可提供 ATS 锁定，也称为硬件辅助锁定。ATS 算法支持按磁盘扇区进行离散锁定。如果基础存储支持，则所有新格式化的 VMFS5 和 VMFS6 数据存储都将使用“仅限 ATS”机制，绝不会使用 SCSI 预留。

在创建使用 ATS 的多数据区的数据存储时，vCenter Server 会筛选出非 ATS 设备。通过此筛选，您可以仅使用支持 ATS 原语的设备。

在某些情况下，可能需要关闭 VMFS5 或 VMFS6 数据存储的“仅限 ATS”设置。有关信息，请参见第 140 页，“将锁定机制更改为 ATS+SCSI”。

ATS+SCSI 机制

支持 ATS+SCSI 机制的 VMFS 数据存储将配置为使用 ATS 并尽可能尝试使用该机制。如果 ATS 失败，则 VMFS 数据存储将恢复为 SCSI 预留。与 ATS 锁定不同，SCSI 预留在执行需要元数据保护的操作时锁定整个存储设备。操作完成后，VMFS 会释放预留，并且可继续执行其他操作。

使用 ATS+SCSI 机制的数据存储包括从 VMFS3 升级的 VMFS5 数据存储。此外，存储设备上不支持 ATS 的新 VMFS5 或 VMFS6 数据存储将使用 ATS+SCSI 机制。

如果 VMFS 数据存储恢复为 SCSI 预留，则您可能会注意到因过多 SCSI 预留而导致的性能降低。有关如何减少 SCSI 预留的信息，请参见 *vSphere 故障排除* 文档。

显示 VMFS 锁定信息

使用 `esxcli` 命令可获取有关 VMFS 数据存储使用的锁定机制的信息。

在此过程中，`--server=server_name` 指定目标服务器。指定的目标服务器会提示您输入用户名和密码。支持其他连接选项，如配置文件或会话文件。有关连接选项的列表，请参见《*vSphere Command-Line Interface 入门*》。

前提条件

安装 vCLI 或部署 vSphere Management Assistant (vMA) 虚拟机。请参见 *vSphere Command-Line Interface 入门*。要进行故障排除，请在 ESXi Shell 中运行 `esxcli` 命令。

步骤

- ◆ 要显示与 VMFS 锁定机制相关的信息，请运行以下命令：

```
esxcli --server=server_name storage vmfs lockmode list
```

下表列出了该命令的输出可能包括的项目。

表 16-4 VMFS 锁定信息

字段	值	描述
锁定模式		表示数据存储的锁定配置。
	仅限 ATS	数据存储配置为使用“仅限 ATS”。
	ATS+SCSI	数据存储配置为使用 ATS。如果 ATS 失败或不受支持，数据存储可以恢复至 SCSI。
	ATS 升级挂起	数据存储正在联机升级到“仅限 ATS”。
	ATS 降级挂起	数据存储正在联机降级到 ATS+SCSI。
ATS 兼容		表示数据存储是否可以配置为“仅限 ATS”。
ATS 升级模式		表示数据存储支持的升级类型。
	无	数据存储与“仅限 ATS”不兼容。
	联机	数据存储在其升级到“仅限 ATS”的过程中可以使用。
	脱机	数据存储在其升级到“仅限 ATS”的过程中无法使用。
ATS 不兼容原因		如果数据存储与“仅限 ATS”不兼容，该项会指明不兼容的原因。

将 VMFS 锁定更改为“仅限 ATS”

如果 VMFS 数据存储使用 ATS+SCSI 锁定机制，则可以更改为“仅限 ATS”锁定。

通常，此前从 VMFS3 升级的 VMFS5 数据存储继续使用 ATS+SCSI 锁定机制。如果在启用 ATS 的硬件上部署数据存储，则这些数据存储通常符合升级到“仅限 ATS”锁定的条件。根据您的 vSphere 环境，可以使用以下升级模式之一：

- 联机升级到“仅限 ATS”适合于大多数单数据区 VMFS5 数据存储。当您在其中一个主机上执行联机升级时，其他主机可以继续使用数据存储。
- 脱机升级到“仅限 ATS”必须用于跨越多个物理数据区的 VMFS5 数据存储。由多个数据区组成的数据存储不符合联机升级的条件。这些数据存储要求在收到升级请求时没有主机主动使用数据存储。

步骤

- 1 准备升级到“仅限 ATS”第 139 页，
要为联机或脱机升级到“仅限 ATS”锁定做好环境准备，您必须执行多个步骤。
- 2 将锁定机制升级到“仅限 ATS”第 140 页，
如果 VMFS 数据存储为“仅限 ATS”兼容，则可以将其锁定机制从 ATS+SCSI 升级至“仅限 ATS”。

准备升级到“仅限 ATS”

要为联机或脱机升级到“仅限 ATS”锁定做好环境准备，您必须执行多个步骤。

步骤

- 1 将访问 VMFS5 数据存储的所有主机升级到最新版本的 vSphere。

- 2 通过运行 `esxcli storage vmfs lockmode list` 命令来确定数据存储是否符合升级其当前锁定机制的条件。以下示例输出字段表明数据存储符合升级条件，并显示其当前锁定机制及适用于数据存储的升级模式。

```

Locking Mode  ATS Compatible  ATS Upgrade Modes
-----
ATS+SCSI      true           Online or Offline

```

- 3 根据适用于数据存储的升级模式，执行以下操作之一：

升级模式	操作
联机	验证所有主机与 VMFS 数据存储的存储连接是否一致。
脱机	验证所有主机是否均未使用数据存储。

将锁定机制升级到“仅限 ATS”

如果 VMFS 数据存储为“仅限 ATS”兼容，则可以将其锁定机制从 **ATS+SCSI** 升级至“仅限 ATS”。

未跨越多个数据区的大多数数据存储符合联机升级的条件。在其中一个 ESXi 主机上执行联机升级时，其他主机可以继续使用数据存储。只有在所有主机已关闭数据存储后，才能完成联机升级。

前提条件

如果打算通过将数据存储置于维护模式来完成锁定机制升级，请禁用 **Storage DRS**。此必备条件仅适用于联机升级。

步骤

- 1 通过运行以下命令执行锁定机制升级：

```
esxcli storage vmfs lockmode set -a|--ats -l|--volume-label= VMFS label -u|--volume-uuid= VMFS
UUID。
```

- 2 对于联机升级，请执行额外的步骤。

- a 关闭对数据存储具有访问权限的所有主机上的数据存储，以便主机可以识别更改。

可使用下列方法之一：

- 卸载并挂载数据存储。
- 将数据存储置于维护模式并退出维护模式。

- b 要验证数据存储的锁定模式状态是否已更改为“仅限 ATS”，请运行以下命令：

```
esxcli storage vmfs lockmode list
```

- c 如果锁定模式显示任何其他状态（例如 **ATS UPGRADE PENDING**），请通过运行以下命令检查尚未处理升级的主机：

```
esxcli storage vmfs host list
```

将锁定机制更改为 **ATS+SCSI**

在支持原子测试和设置 (ATS) 锁定的设备上创建 VMFS5 数据存储时，该数据存储会设置为使用“仅限 ATS”锁定机制。在某些情况下，可能需要将“仅限 ATS”锁定降级到 **ATS+SCSI**。

例如，在存储设备已降级或者固件更新失败且设备不再支持 **ATS** 等情况下，您可能需要切换到 **ATS+SCSI** 锁定机制。

降级过程与“仅限 ATS”升级过程很相似。与升级一样，根据您的存储配置，可以在联机或脱机模式下执行降级。

步骤

- 1 通过运行以下命令将锁定机制更改为 ATS+SCSI:

```
esxcli storage vmfs lockmode set -s|--scsi -l|--volume-label=VMFS label -u|--volume-uuid=VMFS
UUID。
```

- 2 对于联机模式，在对数据存储具有访问权限的所有主机上关闭数据存储，以便主机可以识别更改。

VMFS 上的快照格式

生成快照时，将保留虚拟磁盘的状况，从而阻止客户机操作系统在该磁盘写入，并会创建增量磁盘或子磁盘。增量磁盘表示虚拟磁盘的当前状况和上次生成快照时存在的状况之间的差异。在 VMFS 数据存储中，增量磁盘为稀疏磁盘。

稀疏磁盘使用写入时复制机制，在这种机制下，虚拟磁盘不包含任何数据，直到通过写入操作将数据复制到磁盘。此优化可节省存储空间。

根据数据存储的类型，增量磁盘使用不同的稀疏格式。

VMFSsparse

对于小于 2 TB 的虚拟磁盘，VMFS5 使用 VMFSsparse 格式。

VMFSsparse 在 VMFS 上实施，向快照虚拟机发出的 I/O 由 VMFSsparse 层处理。从技术方面来讲，VMFSsparse 是一个重做日志，在刚生成虚拟机快照后最初是空的。在生成虚拟机快照后对整个 vmdk 重新写入新数据时，该重做日志将增长到其基础 vmdk 的大小。该重做日志只是 VMFS 数据存储中的一个文件。在创建快照之后，连接到虚拟机的基础 vmdk 会更改为新创建的稀疏 vmdk。

SEsparse

SEsparse 是 VMFS6 数据存储中所有增量磁盘的默认格式。在 VMFS5 中，SEsparse 用于大小为 2 TB 以及更大的虚拟磁盘。

SEsparse 格式与 VMFSsparse 类似，但具有一些增强功能。这种格式可以节省空间，并支持空间回收。通过空间回收，可标记客户机操作系统删除的块，并向管理程序中的 SEsparse 层发出命令以对这些块取消映射。这可帮助在客户机操作系统删除该数据后回收 SEsparse 分配的空间。有关空间回收的详细信息，请参见 *vSphere 存储* 文档。

快照迁移

利用快照可在不同的数据存储之间迁移虚拟机。下列注意事项适用：

- 如果利用 VMFSsparse 快照将虚拟机迁移到 VMFS6，则快照格式会更改为 SEsparse。
- 在将 vmdk 小于 2 TB 的虚拟机迁移到 VMFS5 时，快照格式会更改为 VMFSsparse。
- 在同一层次结构中，不能混用 SEsparse 重做日志和 VMFSsparse 重做日志。

了解网络文件系统数据存储

ESXi 中内置的 NFS 客户端使用网络文件系统 (NFS) 协议通过 TCP/IP 访问位于 NAS 服务器上的指定 NFS 卷。ESXi 主机可以挂载该卷，并用该卷来满足其存储需求。vSphere 支持 NFS 协议版本 3 和 4.1。

通常，NFS 卷或目录由存储管理员创建并从 NFS 服务器中导出。您无需使用本地文件系统（如 VMFS）将 NFS 卷格式化。相反，您可以直接在 ESXi 主机上挂载卷，并将其用于存储和引导虚拟机，使用方式与 VMFS 数据存储相同。

除了在 NFS 数据存储上存储虚拟磁盘以外，还可以使用 NFS 作为 ISO 映像、虚拟机模板等的中央存储库。如果使用适用于 ISO 映像的数据存储，则可将虚拟机的 CD-ROM 设备连接到数据存储上的 ISO 文件。然后，可从 ISO 文件安装客户机操作系统。

NFS 协议和 ESXi

ESXi 支持 NFS 协议版本 3 和 4.1。为了同时支持这个版本，ESXi 使用了两个不同的 NFS 客户端。

NFS 客户端各版本的比较

下表列出了 NFS 版本 3 和 4.1 支持的功能。

特性	NFS 版本 3	NFS 版本 4.1
安全机制	AUTH_SYS	AUTH_SYS 和 Kerberos (krb5 和 krb5i)
使用 Kerberos 的加密算法	不适用	AES256-CTS-HMAC-SHA1-96 和 AES128-CTS-HMAC-SHA1-96
多路径	不支持	通过会话中继支持
锁定机制	专有客户端锁定	服务器端锁定
硬件加速	支持	支持
厚虚拟磁盘	支持	支持
IPv6	支持	AUTH_SYS 和 Kerberos 支持
对于虚拟机显示为 CD-ROM 的 ISO 映像	支持	支持
虚拟机快照	支持	支持
虚拟磁盘大于 2 TB 的虚拟机	支持	支持

NFS 协议和 vSphere 解决方案

下表列出了 NFS 版本支持的主要 vSphere 解决方案。

vSphere 功能	NFS 版本 3	NFS 版本 4.1
vMotion 和 Storage vMotion	是	是
High Availability, HA (高可用性)	是	是
Fault Tolerance (FT)	是	是
Distributed Resource Scheduler, DRS	是	是
主机配置文件	是	是
Storage DRS	是	否
Storage I/O Control	是	否
Site Recovery Manager	是	否
Virtual Volumes	是	是
vSphere Replication	是	是
vRealize Operations Manager	是	是

NFS 升级

将 ESXi 升级到版本 6.5 时，现有 NFS 4.1 数据存储自动开始支持之前 ESXi 版本中不可用的功能。这些功能包括 Virtual Volumes、硬件加速等。

ESXi 不支持从 NFS 版本 3 到 NFS 4.1 的自动数据存储转换。

如果要升级 NFS 3 数据存储，可以使用以下选项：

- 创建 NFS 4.1 数据存储，然后使用 **Storage vMotion** 将虚拟机从旧数据存储迁移到新数据存储。
- 使用 NFS 存储服务器提供的转换方法。有关详细信息，请与存储供应商联系。
- 卸载 NFS 3 数据存储，然后作为 NFS 4.1 存储进行挂载。



小心 如果使用此选项，请确保从有权访问该数据存储的所有主机中卸载数据存储。无法同时使用上述两种协议挂载数据存储。

NFS 存储准则和要求

在使用 NFS 存储时，请遵循与 NFS 服务器配置、网络连接、NFS 数据存储等相关的特定准则。

- [NFS 服务器配置](#) 第 143 页，
在将 NFS 服务器配置为与 ESXi 结合使用时，请遵循存储供应商的建议。除了这些一般性建议，还请使用适用于 vSphere 环境中 NFS 的特定指导准则和最佳实践。
- [NFS 网络](#) 第 144 页，
ESXi 主机使用 TCP/IP 网络连接来访问远程 NAS 服务器。使用 NFS 存储配置网络时，需遵循一定的准则和最佳实践。
- [NFS 文件锁定](#) 第 144 页，
使用文件锁定机制，可以将对存储在服务器上的数据的访问限制为每次仅一个用户或一个进程。NFS 3 和 NFS 4.1 使用不兼容的文件锁定机制。
- [NFS 安全](#) 第 144 页，
借助 NFS 3 和 NFS 4.1，ESXi 可支持 AUTH_SYS 安全。此外，对于 NFS 4.1，还支持 Kerberos 安全机制。
- [NFS 多路径](#) 第 144 页，
虽然采用 ESXi 的 NFS 3 不提供多路径支持，但 NFS 4.1 支持多路径。
- [NFS 和硬件加速](#) 第 145 页，
默认情况下，在 NFS 数据存储上创建的虚拟磁盘为精简置备的虚拟磁盘。为了能够创建厚置备虚拟磁盘，必须使用支持“预留空间”操作的硬件加速。
- [NFS 数据存储](#) 第 145 页，
在创建 NFS 数据存储时，请务必遵循特定的准则。

NFS 服务器配置

在将 NFS 服务器配置为与 ESXi 结合使用时，请遵循存储供应商的建议。除了这些一般性建议，还请使用适用于 vSphere 环境中 NFS 的特定指导准则和最佳实践。

准则包括以下项。

- 确保使用 *VMware HCL* 中列出的 NAS 服务器。使用正确的服务器固件版本。
- 确保使用 NFS 通过 TCP 导出 NFS 卷。
- 确保 NAS 服务器将特定共享导出为 NFS 3 或 NFS 4.1，但无法为同一共享提供两种协议版本。由于 ESXi 不会阻止通过不同 NFS 版本挂载相同的共享，因此 NAS 服务器必须强制执行此策略。
- NFS 3 和非 Kerberos (AUTH_SYS) NFS 4.1 不支持借助于非 root 凭据启用对 NFS 卷访问权的委派用户功能。如果使用 NFS 3 或非 Kerberos NFS 4.1，请确保每台主机对卷具有根访问权限。不同的存储供应商采用不同的方法启用此功能，但通常 NAS 服务器使用 `no_root_squash` 选项。如果 NAS 服务器未授予根访问权限，您仍然可以在主机上挂载 NFS 数据存储。但是，无法在数据存储上创建任何虚拟机。

- 如果存储文件的基础 NFS 卷是只读的，则应确保该卷由 NFS 服务器导出为只读共享，或在 ESXi 主机上将它挂载为只读数据存储。否则，主机会认为该数据存储可以读写，并可能无法打开文件。

NFS 网络

ESXi 主机使用 TCP/IP 网络连接来访问远程 NAS 服务器。使用 NFS 存储配置网络时，需遵循一定的准则和最佳实践。

有关详细信息，请参见《vSphere 网络连接》文档。

- 对于网络连接，请在 ESXi 主机中使用标准网络适配器。
- ESXi 支持第 2 层和第 3 层网络交换机。如果使用第 3 层交换机，则 ESXi 主机和 NFS 存储阵列必须位于不同的子网上，并且网络交换机必须处理路由信息。
- 为 NFS 存储配置 VMkernel 端口组。您可以在现有虚拟交换机 (vSwitch) 或在新 vSwitch 上为 IP 存储创建 VMkernel 端口组。vSwitch 可以是 vSphere 标准交换机 (VSS) 或 vSphere Distributed Switch (VDS)。
- 如果为 NFS 流量使用多个端口，请确保正确配置虚拟交换机和物理交换机。
- NFS 3 和 NFS 4.1 支持 IPv6。

NFS 文件锁定

使用文件锁定机制，可以将对存储在服务器上的数据的访问限制为每次仅一个用户或一个进程。NFS 3 和 NFS 4.1 使用不兼容的文件锁定机制。

ESXi 上的 NFS 3 锁定不会使用网络锁定管理器 (NLM) 协议。相反，VMware 提供自带的锁定协议。通过在 NFS 服务器上创建锁定文件来实施 NFS 3 锁定。锁定文件的名称为 `.lck-file_id`。

NFS 4.1 使用共享预留作为锁定机制。

因为 NFS 3 和 NFS 4.1 客户端使用的锁定协议并不相同，因此您无法使用不同的 NFS 版本在多个主机上挂载相同的数据存储。从两个不兼容的客户端访问同一虚拟磁盘可能导致不正确的行为，并导致数据损坏。

NFS 安全

借助 NFS 3 和 NFS 4.1，ESXi 可支持 AUTH_SYS 安全。此外，对于 NFS 4.1，还支持 Kerberos 安全机制。

NFS 3 支持 AUTH_SYS 安全机制。使用该机制时，存储流量将以未加密格式通过 LAN 进行传输。由于此安全性有限，请仅使用可信网络上的 NFS 存储并隔离不同物理交换机上的流量。您还可以使用专用 VLAN。

NFS 4.1 支持 Kerberos 身份验证协议以确保与 NFS 服务器的通信安全。使用 Kerberos 时，非 root 用户可以访问文件。有关详细信息，请参见第 147 页，“对 NFS 4.1 使用 Kerberos”。

除了 Kerberos，NFS 4.1 还支持采用 AUTH_SYS 安全的传统非 Kerberos 挂载。在此情况下，建议对 NFS 版本 3 使用根访问准则。

注意 不能对多个主机共享的同一个 NFS 4.1 数据存储使用两个安全机制：AUTH_SYS 和 Kerberos。

NFS 多路径

虽然采用 ESXi 的 NFS 3 不提供多路径支持，但 NFS 4.1 支持多路径。

NFS 3 将一个 TCP 连接用于 I/O。因此，ESXi 仅支持 NFS 服务器的一个 IP 地址或主机名上的 I/O，且不支持多路径。根据您的网络基础架构和配置，可以使用网络堆栈配置存储目标的多个连接。在此情况下，必须拥有多个数据存储，且每个数据存储在主机与存储之间使用单独的网络连接。

NFS 4.1 为支持会话中继的服务器提供多路径。中继可用时，可以使用多个 IP 地址访问单个 NFS 卷。不支持客户端 ID 中继。

NFS 和硬件加速

默认情况下，在 NFS 数据存储上创建的虚拟磁盘为精简置备的虚拟磁盘。为了能够创建厚置备虚拟磁盘，必须使用支持“预留空间”操作的硬件加速。

NFS 3 和 NFS 4.1 支持硬件加速，从而允许主机与 NAS 设备相集成并使用 NAS 存储提供的多个硬件操作。有关详细信息，请参见第 262 页，“NAS 设备上的硬件加速”。

NFS 数据存储

在创建 NFS 数据存储时，请务必遵循特定的准则。

NFS 数据存储的准则和最佳做法包括以下项：

- 不能使用不同的 NFS 版本在不同主机上挂载同一数据存储。NFS 3 和 NFS 4.1 客户端是不兼容的，并且使用不同的锁定协议。因此，从两个不兼容的客户端访问同一虚拟磁盘可能导致不正确的行为，并导致数据损坏。
- NFS 3 和 NFS 4.1 数据存储可以在同一主机上共存。
- ESXi 无法自动将 NFS 版本 3 自动升级至版本 4.1，但您可以使用其他转换方法。有关信息，请参见第 142 页，“NFS 协议和 ESXi”。
- 当在不同主机上挂载相同 NFS 3 卷时，确保各主机之间的服务器名称和文件夹名称相同。如果名称不匹配，则主机会将同一 NFS 版本 3 卷视为两个不同的数据存储。该错误可能导致诸如 vMotion 之类的功能运行失败。例如，如果在一台主机上输入 `filer` 作为服务器名称，而在另一台主机上输入 `filer.domain.com` 作为服务器名称，就出现了这种名称不匹配的情况。此准则不适用于 NFS 版本 4.1。
- 如果使用非 ASCII 字符命名数据存储和虚拟机，请确保基础 NFS 服务器提供了国际化支持。如果该服务器不支持国际字符，请仅使用 ASCII 字符，否则可能会出现不可预知的故障。

NFS 存储的防火墙配置

ESXi 在管理接口和网络之间设有防火墙。该防火墙在默认情况下启用。安装时，ESXi 防火墙配置为阻止除 NFS 等默认服务的流量之外的入站和出站流量。

在 ESXi 防火墙目录 `/etc/vmware/firewall/` 中的规则集配置文件中对受支持的服务（包括 NFS）进行了说明。该文件包含防火墙规则以及它们与端口和协议的关系。

NFS 客户端规则集 (`nfsClient`) 的行为与其他规则集不同。

有关防火墙配置的详细信息，请参见《vSphere 安全性》文档。

NFS 客户端防火墙行为

NFS 客户端防火墙规则集的行为方式与其他 ESXi 防火墙规则集不同。挂载或卸载 NFS 数据存储时，ESXi 将配置 NFS 客户端设置。对于不同版本的 NFS，行为有所不同。

添加、挂载或卸载 NFS 数据存储时，产生的行为取决于 NFS 版本。

NFS v3 防火墙行为

添加或挂载 NFS v3 数据存储时，ESXi 将检查 NFS 客户端 (`nfsClient`) 防火墙规则集的状态。

- 如果禁用了 `nfsClient` 规则集，则 ESXi 将启用规则集，并通过将 `allowedAll` 标记设置为 `FALSE` 来禁用“允许所有 IP 地址”策略。NFS 服务器的 IP 地址将会添加到允许的出站 IP 地址的列表中。

- 如果启用了 `nfsClient` 规则集，则规则集状态和允许的 IP 地址策略将不会更改。NFS 服务器的 IP 地址将会添加到允许的出站 IP 地址的列表中。

注意 如果手动启用 `nfsClient` 规则集或手动设置“允许所有 IP 地址”策略，则将 NFS v3 数据存储添加到系统之前或之后，卸载最新 NFS v3 数据存储时将替代您的设置。卸载所有 NFS v3 数据存储时，将禁用 `nfsClient` 规则集。

移除或卸载 NFS v3 数据存储时，ESXi 会执行以下操作之一。

- 如果未从已卸载数据存储的服务器挂载任何剩余的 NFS v3 数据存储，则 ESXi 将从出站 IP 地址列表中移除该服务器的 IP 地址。
- 如果执行卸载操作后没有剩余任何挂载的 NFS v3 数据存储，则 ESXi 将禁用 `nfsClient` 防火墙规则集。

NFS v4.1 防火墙行为

挂载第一个 NFS v4.1 数据存储时，ESXi 将启用 `nfs41client` 规则集并将其 `allowedAll` 标记设置为 TRUE。此操作将打开所有 IP 地址的端口 2049。卸载 NFS v4.1 数据存储不会影响防火墙状态。也就是说，第一个 NFS v4.1 挂载将打开端口 2049，除非明确关闭该端口，否则该端口将保持启用状态。

验证 NFS 客户端的防火墙端口

要启用对 NFS 存储的访问，则在挂载 NFS 数据存储时，ESXi 将自动打开 NFS 客户端的防火墙端口。出于故障排除原因，您可能需要验证相关端口是否已打开。

步骤

- 1 在 vSphere Web Client 导航器中，浏览到主机。
- 2 单击**配置**选项卡。
- 3 在**系统**下，单击**安全配置文件**，然后单击**编辑**。
- 4 向下滚动到相应版本的 NFS 以确保端口已打开。

使用第 3 层路由连接访问 NFS 存储

使用第 3 层 (L3) 路由连接访问 NFS 存储时，请考虑某些要求和限制。

确保您的环境满足以下要求：

- 在 IP 路由器中使用 Cisco 的热备份路由器协议 (HSRP)。如果使用非 Cisco 路由器，请确保使用虚拟路由器冗余协议 (VRRP)。
- 使用服务质量 (QoS) 区分具有带宽限制的网络 NFS L3 流量优先级，或区分遇到网络拥堵的 NFS L3 流量优先级。有关详细信息，请参见路由器文档。
- 遵循存储供应商推荐的 L3 路由 NFS 最佳做法。有关详细信息，请联系您的存储供应商。
- 禁用网络 I/O 资源管理 (NetIORM)。
- 如果计划使用具有机架置顶式交换机或独立于交换机的 I/O 设备分区的系统，请联系您的系统供应商获取兼容性和支持。

在 L3 环境中，仅存在以下限制：

- 该环境不支持 VMware Site Recovery Manager。
- 该环境仅支持 NFS 协议。在同一物理网络内不使用其他存储协议（例如 FCoE）。
- 该环境中的 NFS 流量不支持 IPv6。
- 该环境中的 NFS 流量仅可以通过 LAN 路由。不支持其他环境（例如 WAN）。

对 NFS 4.1 使用 Kerberos

使用 NFS 版本 4.1 时，ESXi 支持 Kerberos 身份验证机制。

RPCSEC_GSS Kerberos 机制是一种身份验证服务。它允许 ESXi 上安装 NFS 4.1 客户端在挂载 NFS 共享之前向 NFS 服务器证明其身份。Kerberos 安全在不安全的网络连接中使用加密进行工作。

ESXi 针对 NFS 4.1 实施 Kerberos 可提供两种安全模型：krb5 和 krb5i，分别提供不同的安全级别。

- 仅用于身份验证的 Kerberos (krb5) 支持身份认证。
- 用于身份验证和数据完整性的 Kerberos (krb5i) 除了提供身份认证，还提供数据完整性服务。这些服务通过检查潜在的数据包修改操作，帮助保护 NFS 流量免受篡改。

Kerberos 支持加密算法，可防止未经授权的用户访问 NFS 流量。ESXi 上的 NFS 4.1 客户端尝试使用 AES256-CTS-HMAC-SHA1-96 或 AES128-CTS-HMAC-SHA1-96 算法访问 NAS 服务器上的共享。使用 NFS 4.1 数据存储之前，确保在 NAS 服务器上启用 AES256-CTS-HMAC-SHA1-96 或 AES128-CTS-HMAC-SHA1-96。

下表比较了 ESXi 支持的 Kerberos 安全级别。

表 16-5 Kerberos 安全类型

		ESXi 6.0	ESXi 6.5
仅用于身份验证的 Kerberos (krb5)	RPC 标头的完整性校验和	是，使用 DES	是，使用 AES
	RPC 数据的集成校验和	否	否
用于身份验证和数据完整性的 Kerberos (krb5i)	RPC 标头的完整性校验和	无 krb5i	是，使用 AES
	RPC 数据的集成校验和		是，使用 AES

使用 Kerberos 身份验证时，需要考虑以下注意事项：

- ESXi 使用 Kerberos 与 Active Directory 域。
- 作为 vSphere 管理员，您可以指定 Active Directory 凭据以向 NFS 用户提供 NFS 4.1 Kerberos 数据存储的访问权限。一组凭据可用于访问在该主机上挂载的所有 Kerberos 数据存储。
- 多个 ESXi 主机共享 NFS 4.1 数据存储时，必须对访问共享数据存储的所有主机使用相同的 Active Directory 凭据。要自动执行分配过程，请在主机配置文件中设置用户并将配置文件应用于所有 ESXi 主机。
- 不能对多个主机共享的同一个 NFS 4.1 数据存储使用两个安全机制：AUTH_SYS 和 Kerberos。

设置 NFS 存储环境

您必须先执行若干配置步骤，然后再在 vSphere 中挂载 NFS 数据存储。

前提条件

- 熟悉第 143 页，“NFS 存储准则和要求”中的准则。
- 有关配置 NFS 存储的详细信息，请参阅存储供应商文档。
- 如果使用 Kerberos，请确保在 NAS 服务器上启用 AES256-CTS-HMAC-SHA1-96 或 AES128-CTS-HMAC-SHA1-96。

步骤

- 1 在 NFS 服务器上，配置 NFS 卷并将其导出以挂载在 ESXi 主机上。
 - a 请记下 NFS 服务器的 IP 地址或 DNS 名称以及 NFS 共享的完整路径或文件夹名称。
对于 NFS 4.1，您可以收集多个 IP 地址或 DNS 名称以利用 NFS 4.1 数据存储提供的多路径支持。
 - b 如果计划将 Kerberos 身份验证与 NFS 4.1 搭配使用，请指定 ESXi 用于进行身份验证的 Kerberos 凭据。
- 2 在每台 ESXi 主机上，配置 NFS 流量的 VMkernel 网络端口。
有关详细信息，请参见《vSphere 网络连接》文档。
- 3 如果计划将 Kerberos 身份验证与 NFS 4.1 数据存储搭配使用，请配置 ESXi 主机进行 Kerberos 身份验证。
请参见第 148 页，“配置 ESXi 主机进行 Kerberos 身份验证”。

下一步

现在，您可以在 ESXi 主机上创建 NFS 数据存储。

配置 ESXi 主机进行 Kerberos 身份验证

如果将 NFS 4.1 与 Kerberos 配合使用，则必须执行多项任务以设置主机进行 Kerberos 身份验证。

多个 ESXi 主机共享 NFS 4.1 数据存储时，必须对访问共享数据存储的所有主机使用相同的 Active Directory 凭据。您可以通过设置主机配置文件中的用户并将该配置文件应用到所有 ESXi 主机来自动执行分配流程。

前提条件

- 确保已将 Microsoft Active Directory (AD) 和 NFS 服务器配置为使用 Kerberos。
- 在 AD 上启用 AES256-CTS-HMAC-SHA1-96 或 AES128-CTS-HMAC-SHA1-96 加密模式。NFS 4.1 客户端不支持 DES-CBC-MD5 加密模式。
- 确保已将 NFS 服务器导出配置为授予 Kerberos 用户完全访问权限。

步骤

- 1 为使用 Kerberos 的 NFS 4.1 配置 DNS 第 149 页，
如果将 NFS 4.1 与 Kerberos 结合使用，则必须更改 ESXi 主机上的 DNS 设置。设置必须指向配置为为 Kerberos 密钥分发中心 (KDC) 分发 DNS 记录的 DNS 服务器。例如，如果使用 AD 作为 DNS 服务器，则使用 Active Directory 服务器地址。
- 2 为使用 Kerberos 的 NFS 4.1 配置网络时间协议第 149 页，
如果将 NFS 4.1 与 Kerberos 配合使用，请配置网络时间协议 (NTP) 以确保 vSphere 网络连接中的所有 ESXi 主机同步。
- 3 在 Active Directory 中启用 Kerberos 身份验证第 149 页，
如果将 NFS 4.1 存储与 Kerberos 配合使用，则必须将每个 ESXi 主机添加到 Active Directory 域并启用 Kerberos 身份验证。Kerberos 可与 Active Directory 集成以实现单点登录，并且在网络不安全连接中使用时可提供额外的安全层。

下一步

为主机配置 Kerberos 后，可以创建启用 Kerberos 的 NFS 4.1 数据存储。

为使用 Kerberos 的 NFS 4.1 配置 DNS

如果将 NFS 4.1 与 Kerberos 结合使用，则必须更改 ESXi 主机上的 DNS 设置。设置必须指向配置为为 Kerberos 密钥分发中心 (KDC) 分发 DNS 记录的 DNS 服务器。例如，如果使用 AD 作为 DNS 服务器，则使用 Active Directory 服务器地址。

步骤

- 1 在 vSphere Web Client 导航器中，浏览到主机。
- 2 单击**配置**选项卡。
- 3 在**网络**下，依次单击 **TCP/IP 配置**和**编辑**图标。
- 4 输入 DNS 设置信息。

选项	描述
域	AD 域名
首选 DNS 服务器	AD 服务器 IP
搜索域	AD 域名

为使用 Kerberos 的 NFS 4.1 配置网络时间协议

如果将 NFS 4.1 与 Kerberos 配合使用，请配置网络时间协议 (NTP) 以确保 vSphere 网络连接中的所有 ESXi 主机同步。

最佳做法是使用 Active Domain 服务器作为 NTP 服务器。

步骤

- 1 在 vSphere 清单中选择主机。
- 2 单击**配置**选项卡。
- 3 在**系统**下，选择**时间配置**。
- 4 单击**编辑**并设置 NTP 服务器。
 - a 选择**使用网络时间协议 (启用 NTP 客户端)**。
 - b 设置 NTP 服务启动策略。
 - c 要与 NTP 服务器同步，请输入其 IP 地址。
 - d 在“NTP 服务状态”部分中单击**启动**或**重新启动**。
- 5 单击**确定**。

此时，主机将与 NTP 服务器同步。

在 Active Directory 中启用 Kerberos 身份验证

如果将 NFS 4.1 存储与 Kerberos 配合使用，则必须将每个 ESXi 主机添加到 Active Directory 域并启用 Kerberos 身份验证。Kerberos 可与 Active Directory 集成以实现单点登录，并且在网络不安全的使用时可提供额外的安全层。

前提条件

设置 AD 域和有权将主机添加到域的域管理员帐户。

步骤

- 1 在 vSphere Web Client 导航器中，浏览到主机。
- 2 单击**配置**选项卡。
- 3 在**系统**下，单击**身份验证服务**。
- 4 将 ESXi 主机添加到 Active Directory 域。
 - a 在“身份验证服务”窗格中，单击**加入域**。
 - b 提供域设置，然后单击**确定**。
 此时目录服务类型更改为 Active Directory。
- 5 配置或编辑 NFS Kerberos 用户的凭据。
 - a 在“NFS Kerberos 凭据”窗格中，单击**编辑**。
 - b 输入用户名和密码 (Windows session credentials cannot be used to log into this server. Enter a user name and password)。
 使用这些凭据可访问存储在所有 Kerberos 数据存储中的文件。
 NFS Kerberos 凭据的状态将更改为“已启用”。

创建数据存储

您可以使用“新建数据存储”向导创建数据存储。根据环境中所使用的存储类型和存储需求，可创建 VMFS、NFS 或 Virtual Volumes 数据存储。

启用 Virtual SAN 时，会自动创建一个 Virtual SAN 数据存储。有关信息，请参见 *管理 VMware Virtual SAN* 文档。

也可以使用“新建数据存储”向导管理 VMFS 数据存储副本。

- [创建 VMFS 数据存储](#)第 150 页，
VMFS 数据存储充当虚拟机的存储库。可以在主机发现的基于 SCSI 的任何存储设备（包括光纤通道、iSCSI 和本地存储设备）上设置 VMFS 数据存储。
- [创建 NFS 数据存储](#)第 152 页，
您可使用新建数据存储向导挂载 NFS 卷。
- [创建 Virtual Volumes 数据存储](#)第 152 页，
您可以使用新建数据存储向导创建 Virtual Volumes 数据存储。

创建 VMFS 数据存储

VMFS 数据存储充当虚拟机的存储库。可以在主机发现的基于 SCSI 的任何存储设备（包括光纤通道、iSCSI 和本地存储设备）上设置 VMFS 数据存储。

注意 您无法在 ESXi 主机上创建 VMFS3 数据存储。现有 VMFS3 数据存储仍然可用，因此您可以将虚拟机迁移到 VMFS5 或 VMFS6 数据存储。

前提条件

- 1 安装并配置存储所需的所有适配器。
- 2 要发现新添加的存储设备，请执行重新扫描。请参见第 112 页，“[存储重新扫描操作](#)”。
- 3 验证您计划用于数据存储的存储设备是否可用。请参见第 16 页，“[存储设备特性](#)”。

步骤

- 1 在 vSphere Web Client 导航器中，选择全局清单列表 > 数据存储。
- 2 单击新建数据存储图标。
- 3 键入数据存储名称，并选择该数据存储的放置位置（如有必要）。
对于数据存储名称，vSphere Web Client 强制执行 42 个字符的限制。
- 4 选择“VMFS”作为数据存储类型。
- 5 选择要用于数据存储的设备。

重要事项 所选设备不得具有任何在“快照卷”列中显示的值。如果存在某值，则设备包含现有 VMFS 数据存储的副本。有关管理数据存储副本的信息，请参见第 153 页，“管理重复 VMFS 数据存储”。

- 6 指定数据存储版本。

选项	描述
VMFS 6	这是 512e 存储设备的默认选项。版本 6.0 或更早版本的 ESXi 主机无法识别 VMFS6 数据存储。如果您的群集同时包含 ESXi 6.0 和 ESXi 6.5 主机，并且它们共享数据存储，则可能不适合使用此版本。
VMFS5	这是 512n 存储设备的默认选项。VMFS5 数据存储支持版本 6.5 或更早版本的 ESXi 主机进行访问。

- 7 为数据存储定义配置详细信息。

- a 指定分区配置。

选项	描述
使用所有可用分区	将整个磁盘专用于单个 VMFS 数据存储。如果选择此选项，则当前存储在此设备上的所有文件系统和数据将损坏。
使用可用空间	在剩余的可用磁盘空间中部署 VMFS 数据存储。

- b 如果为数据存储分配的空间超过您的计划，请调整“数据存储大小”字段中的容量值。
默认情况下，将分配存储设备上的全部可用空间。
- c 对于 VMFS6，请指定块大小并定义空间回收参数。

选项	描述
块大小	VMFS 数据存储中的块大小定义最大文件大小和文件占用的空间量。VMFS6 支持的块大小为 1 MB。
空间回收粒度	为取消映射操作指定粒度。取消映射粒度等于块大小，即 1 MB。不会回收大小小于 1 MB 的存储扇区。
空间回收优先级	选择下列任一选项。 <ul style="list-style-type: none">■ 低（默认值）。按较低的比率处理取消映射操作。■ 无。如果您希望为数据存储禁用空间回收操作，请选择此选项。

- 8 在“即将完成”页面，检查数据存储配置信息，然后单击完成。

即会在基于 SCSI 的存储设备上创建数据存储。该数据存储可用于有权访问此设备的所有主机。

创建 NFS 数据存储

您可使用新建数据存储向导挂载 NFS 卷。

前提条件

- 设置 NFS 存储环境。
- 如果计划将 Kerberos 身份验证与 NFS 4.1 数据存储搭配使用，请确保配置 ESXi 主机进行 Kerberos 身份验证。

步骤

- 1 在 vSphere Web Client 导航器中，选择**全局清单列表 > 数据存储**。
- 2 单击**新建数据存储**图标。
- 3 键入数据存储名称，并选择该数据存储的放置位置（如有必要）。
对于数据存储名称，vSphere Web Client 强制执行 42 个字符的限制。
- 4 选择 NFS 作为数据存储类型。
- 5 指定 NFS 版本。
 - NFS 3
 - NFS 4.1

重要事项 如果多个主机访问同一数据存储，则所有主机上必须使用相同的协议。

- 6 键入服务器名称或 IP 地址及挂载点文件夹名称。
您可以使用 IPv6 或 IPv4 格式。
使用 NFS 4.1 时，如果 NFS 服务器支持中继，则可以添加多个 IP 地址或服务器名称。ESXi 主机将使用这些值实现 NFS 服务器挂载点的多路径。
- 7 如果 NFS 服务器将卷作为只读存储导出，则选择**挂载只读 NFS**。
- 8 要将 Kerberos 安全功能与 NFS 4.1 结合使用，请启用 Kerberos 并选择适当的 Kerberos 模型。

选项	描述
仅将 Kerberos 用于身份验证 (krb5)	支持身份验证
将 Kerberos 用于身份验证和数据完整性 (krb5i)	除了身份验证，还提供数据完整性服务。这些服务通过检查潜在的数据包修改操作，帮助保护 NFS 流量免受篡改。

如果您不启用 Kerberos，则数据存储将使用默认的 AUTH_SYS 安全功能。

- 9 如果在数据中心或群集级别创建数据存储，请选择挂载数据存储的主机。
- 10 检查配置选项，然后单击**完成**。

创建 Virtual Volumes 数据存储

您可以使用新建数据存储向导创建 Virtual Volumes 数据存储。

步骤

- 1 在 vSphere Web Client 导航器中，选择**全局清单列表 > 数据存储**。
- 2 单击**新建数据存储**图标。
- 3 指定该数据存储的放置位置。

- 4 选择 **VVol** 作为数据存储类型。
- 5 从存储容器列表中，选择备用存储容器，然后键入数据存储名称。
确保使用的名称不会与数据中心环境中的其他数据存储名称重复。
如果将同一 **Virtual Volumes** 数据存储挂载到多台主机上，则该数据存储的名称必须在所有主机中保持一致。
- 6 选择需要访问数据存储的主机。
- 7 检查配置选项，然后单击**完成**。

下一步

创建 **Virtual Volumes** 数据存储后，可以执行重命名数据存储、浏览数据存储文件、卸载数据存储等数据存储操作。

无法将 **Virtual Volumes** 数据存储添加到数据存储群集中。

管理重复 VMFS 数据存储

当存储设备包含 **VMFS** 数据存储副本时，您可以利用现有签名挂载此数据存储或为其分配新签名。

在存储磁盘中创建的每个 **VMFS** 数据存储都有一个唯一签名，也称为 **UUID**，存储在文件系统超级块中。对存储磁盘进行复制或存储端生成快照后，生成的磁盘副本的每个字节都与原始磁盘完全相同。因此，如果原始存储磁盘包含具有 **UUID X** 的 **VMFS** 数据存储，则磁盘副本会显示为包含具有相同 **UUID X** 的数据存储。

除了 **LUN** 快照和复制以外，以下设备操作也会导致 **ESXi** 将设备上的数据存储标记为原始数据存储的副本：

- **LUN ID** 变更
- 例如，**SCSI** 设备类型从 **SCSI-2** 更改为 **SCSI-3**
- **SPC-2** 合规性启用

ESXi 可以检测 **VMFS** 数据存储副本，并将其显示在 **vSphere Web Client** 中。您可以选择使用数据存储副本的原始 **UUID** 对其进行挂载或更改 **UUID**，从而对该数据存储进行重新签名。

您是选择重新签名，还是选择挂载而不重新签名，这取决于如何在存储环境中对 **LUN** 进行掩码。如果您的主机能够查看 **LUN** 的两个副本，则推荐使用重新签名。否则，选择挂载。

保留现有的数据存储签名

如果不需要对 **VMFS** 数据存储副本进行再签名，则无需更改其签名即可挂载。

例如，如果作为灾难恢复计划的一部分，在辅助站点上维护虚拟机的同步副本，则可以保留签名。在主站点发生灾难时，可以在辅助站点上挂载数据存储副本并打开虚拟机电源。

前提条件

- 在主机上执行存储重新扫描，以便更新存储设备在主机上呈现的视图。
- 卸载与您计划挂载的副本具有相同 **UUID** 的原始 **VMFS** 数据存储。仅当与原始 **VMFS** 数据存储不冲突时，才可以挂载 **VMFS** 数据存储副本。

步骤

- 1 在 **vSphere Web Client** 导航器中，选择**全局清单列表 > 数据存储**。
- 2 单击**新建数据存储**图标。
- 3 键入数据存储名称，并选择该数据存储的放置位置（如有必要）。
- 4 选择“**VMFS**”作为数据存储类型。

- 5 从存储设备列表中，选择具有显示在“快照卷”列中的特殊值的设备。
“快照卷”列中显示的值表示设备是包含现有 VMFS 数据存储的副本。
- 6 在“挂载选项”下面，选择**保留现有的签名**。
- 7 检查数据存储配置信息，然后单击**完成**。

下一步

如果稍后要对挂载的数据存储进行再签名，则必须先将其卸载。

对 VMFS 数据存储副本进行重新签名

如果要保留 VMFS 数据存储副本上所存储的数据，请使用数据存储再签名。

对 VMFS 副本进行重新签名时，ESXi 会为副本分配新的签名 (UUID)，并将副本装载为与原始数据存储明显不同的数据存储。对虚拟机配置文件中原始签名的所有引用都会进行更新。

在执行数据存储再签名时，请考虑以下几点：

- 数据存储再签名不可逆。
- 重新签名之后，不再将包含 VMFS 副本的存储设备副本视为副本。
- 仅当跨区数据存储的所有数据区联机时，才可对其进行再签名。
- 再签名过程是应急过程，并具有容错性。如果过程中断，可以稍后恢复。
- 您可装载新的 VMFS 数据存储，而无需承担其 UUID 与其他任何数据存储（例如存储设备快照层次结构中的祖先或子项）UUID 相冲突的风险。

前提条件

- 卸载数据存储副本。
- 在主机上执行存储重新扫描，以便更新存储设备在主机上呈现的视图。

步骤

- 1 在 vSphere Web Client 导航器中，选择**全局清单列表 > 数据存储**。
- 2 单击**新建数据存储**图标。
- 3 键入数据存储名称，并选择该数据存储的放置位置（如有必要）。
- 4 选择“VMFS”作为数据存储类型。
- 5 从存储设备列表中，选择具有显示在“快照卷”列中的特殊值的设备。
“快照卷”列中显示的值表示设备是包含现有 VMFS 数据存储的副本。
- 6 在“挂载选项”下，选择**分配新签名**，并单击**下一步**。
- 7 检查数据存储配置信息，然后单击**完成**。

增加 VMFS 数据存储容量

如果 VMFS 数据存储需要更多空间，则可以增加数据存储容量。可以通过增加数据存储数据区或添加数据区来动态增加数据存储容量。

可使用以下方法之一增加数据存储容量：

- 动态增大任何可扩展的数据存储数据区，以便它填充可用的相邻容量。如果底层存储设备在紧邻数据区之后具有可用空间，则该数据区会被视为可扩展的数据区。

- 动态添加数据区。数据存储最多可以跨 32 个数据区，其中每个数据区的大小不会超过 2 TB，但会显示为单个卷。跨区的 VMFS 数据存储可以随时使用其任何或所有数据区。使用下一个数据区之前，不需要填充特定数据区。

注意 仅支持硬件辅助锁定的数据存储（也称为原子测试和设置 (Atomic Test and Set, ATS) 机制）无法跨非 ATS 设备。有关详细信息，请参见第 138 页，“VMFS 锁定机制”。

增加 VMFS 数据存储容量

需要向数据存储添加虚拟机时，或者在数据存储上运行的虚拟机需要更多空间时，可以动态增加 VMFS 数据存储的容量。

如果共享数据存储有已打开电源的虚拟机并被 100% 占用，则仅可以从注册了已打开电源虚拟机的宿主增加数据存储的容量。

步骤

- 1 在 vSphere Web Client 导航器中，选择**全局清单列表 > 数据存储**。
- 2 选择要增加其容量的数据存储，然后单击“增加数据存储容量”图标。
- 3 从存储设备列表选择一个设备。

您的选择取决于是否有可用的可扩展存储设备。

选项	描述
扩展现有数据区	选择对应的“可扩展”列为“是”的设备。存储设备在紧随数据区之后具有可用空间时可扩展。
添加新数据区	选择“可扩展”列为“否”的设备。

- 4 检查**分区布局**以查看可用的配置。
- 5 从底部面板选择配置选项。

根据磁盘的当前布局和以前的选择，您看到的选项可能有所不同。

选项	描述
使用可用空间扩展数据存储	将现有数据区扩展到所需容量。
使用可用空间	在剩余的可用磁盘空间中部署数据区。此选项仅在添加数据区时可用。
使用所有可用分区	将整个磁盘专用于单个数据区。此选项仅在添加数据区并且所格式化的磁盘非空白时可用。磁盘将被重新格式化，其中所包含的数据存储和任何数据将被擦除。

- 6 设置数据区的容量。
数据区最小大小为 1.3 GB。默认情况下，存储设备上的全部可用空间均可供使用。
- 7 单击**下一步**。
- 8 检查推荐的数据区布局和数据存储的新配置，然后单击**完成**。

数据存储的管理操作

创建数据存储后，可以对数据存储执行多个管理操作。某些操作（如重命名数据存储）适用于所有类型的数据存储。其他操作适用于特定类型的数据存储。

- [更改数据存储名称](#)第 156 页，
可更改现有数据存储的名称。

- [卸载数据存储](#)第 156 页，
卸载数据存储时，它会保持原样，但是在指定的主机上再也看不到该存储。该数据存储会继续显示在其他主机上并在这些主机上保持挂载状态。
- [挂载数据存储](#)第 157 页，
您可以挂载之前已卸载的数据存储。您可以将数据存储挂载在其他主机上，让其成为共享存储。
- [移除 VMFS 数据存储](#)第 157 页，
可以删除任何类型的 VMFS 数据存储（包括已挂载但未再签名的副本）。删除数据存储时，会对其造成损坏，而且它将从具有数据存储访问权限的所有主机中消失。
- [使用数据存储浏览器](#)第 158 页，
使用数据存储文件浏览器可管理数据存储的内容。您可以浏览存储在数据存储中的文件夹和文件。您还可以使用该浏览器上载文件并对文件夹和文件执行管理任务。
- [关闭存储筛选器](#)第 161 页，
在执行 VMFS 数据存储管理操作时，vCenter Server 使用默认存储保护筛选器。通过仅检索可用于特定操作的存储设备，这些筛选器可帮助您避免存储设备损坏。不适合的设备不会显示出来供选择。可以关闭筛选器来查看所有设备。

更改数据存储名称

可更改现有数据存储的名称。

步骤

- 1 在 vSphere Web Client 导航器中，选择**全局清单列表 > 数据存储**。
- 2 右键单击要重命名的数据存储，然后选择**重命名**。
- 3 键入新的数据存储名称。

对于数据存储名称，vSphere Web Client 强制执行 42 个字符的限制。

在具有该数据存储访问权限的所有主机上都将显示新名称。

卸载数据存储

卸载数据存储时，它会保持原样，但是在指定的主机上再也看不到该存储。该数据存储会继续显示在其他主机上并在这些主机上保持挂载状态。

正在进行卸载时，请勿对数据存储执行任何可能会导致 I/O 的配置操作。

注意 确保 vSphere HA 检测信号未使用数据存储。vSphere HA 检测信号并不会阻止您卸载数据存储。但是，如果数据存储用于检测信号，卸载它可能会导致主机发生故障并重新启动任何活动虚拟机。

前提条件

适用时，在卸载数据存储之前，请确保符合以下必备条件：

- 数据存储上不存在任何虚拟机。
- 数据存储不受 Storage DRS 管理。
- 已为该数据存储禁用 Storage I/O Control。

步骤

- 1 在 vSphere Web Client 导航器中，选择**全局清单列表 > 数据存储**。
- 2 右键单击要卸载的数据存储，然后选择**卸载数据存储**。

- 3 如果数据存储已共享，请指定不应再访问该数据存储的主机。
- 4 确认要卸载数据存储。

将某个 VMFS 数据存储从所有主机上卸载之后，该数据存储将被标记为非活动。如果将某个 NFS 或 Virtual Volumes 数据存储从所有主机上卸载，该数据存储将从清单中消失。您可以挂载已卸载的 VMFS 数据存储。要挂载已从清单中移除的 NFS 或 Virtual Volumes 数据存储，请使用“新建数据存储”向导。

下一步

如果是在存储正常移除过程中卸载的 VMFS 数据存储，则现在可分离支持该数据存储的存储设备。请参见第 115 页，“分离存储设备”。

挂载数据存储

您可以挂载之前已卸载的数据存储。您可以将数据存储挂载在其他主机上，让其成为共享存储。

已从所有主机上卸载的 VMFS 数据存储仍在清单中，但会被标记为不可访问。可以使用此任务将 VMFS 数据存储挂载到指定的主机或多个主机。

如果已从所有主机上卸载 NFS 或 Virtual Volumes 数据存储，该数据存储将从清单中消失。要挂载已从清单中移除的 NFS 或 Virtual Volumes 数据存储，请使用“新建数据存储”向导。

从部分主机卸载同时又挂载在其他主机上的任何类型的数据存储在清单中显示为处于活动状态。

步骤

- 1 在 vSphere Web Client 导航器中，选择**全局清单列表 > 数据存储**。
- 2 右键单击要挂载的数据存储，然后选择以下选项之一：
 - **挂载数据存储**
 - **在其他主机上挂载数据存储**
 是否可以查看一个或另一个选项取决于所使用的数据存储类型。
- 3 选择应该访问数据存储的主机。

移除 VMFS 数据存储

可以删除任何类型的 VMFS 数据存储（包括已挂载但不再签名的副本）。删除数据存储时，会对其造成损坏，而且它将从具有数据存储访问权限的所有主机中消失。

注意 数据存储删除操作会永久删除与数据存储上的虚拟机相关的所有文件。尽管您可以不进行卸载便删除数据存储，但您最好先卸载数据存储。

前提条件

- 从数据存储中移除或迁移所有虚拟机。
- 确保没有任何其他主机正在访问该数据存储。
- 为数据存储禁用 Storage DRS。
- 为数据存储禁用 Storage I/O Control。
- 确保数据存储未用于 vSphere HA 检测信号。

步骤

- 1 在 vSphere Web Client 导航器中，选择**全局清单列表 > 数据存储**。
- 2 右键单击要移除的数据存储，然后选择**删除数据存储**。

- 3 确认要移除数据存储。

使用数据存储浏览器

使用数据存储文件浏览器可管理数据存储的内容。您可以浏览存储在数据存储中的文件夹和文件。您还可以使用该浏览器上传文件并对文件夹和文件执行管理任务。

步骤

- 1 打开数据存储浏览器。
 - a 显示清单中的数据存储。
 - b 右键单击数据存储，然后选择**浏览文件** (🔍)。
- 2 导航到现有文件夹和文件，了解数据存储的内容。
- 3 利用图标和选项执行管理任务。

图标和选项	描述
	将文件上传到数据存储。请参见第 158 页，“将文件上传至数据存储”。
	从数据存储下载。请参见第 159 页，“从数据存储下载文件”。
	在数据存储上创建一个文件夹。
	将所选文件夹或文件复制到一个新的位置（该位置可以在同一数据存储上，也可在其他数据存储上）。请参见第 159 页，“复制数据存储文件夹或文件”。
	将所选文件夹或文件移动到一个新的位置（该位置可以在同一数据存储上，也可在其他数据存储上）。请参见第 160 页，“移动数据存储文件夹或文件”。
	重命名所选文件夹或文件。请参见第 160 页，“重命名数据存储文件夹或文件”。
	删除所选文件夹或文件。
扩充	将所选精简虚拟磁盘转换为厚虚拟磁盘。该选项仅适用于精简置备磁盘。请参见第 270 页，“扩充精简虚拟磁盘”。

将文件上传至数据存储

使用数据存储文件浏览器可将文件上传至 ESXi 主机可访问的数据存储。

除了用作虚拟机文件存储这一传统用法外，数据存储还可用于存储与虚拟机有关的数据或文件。例如，可以将操作系统的 ISO 映像从本地计算机上传至主机上的数据存储，然后使用这些映像在新虚拟机上安装客户机操作系统。

注意 Virtual Volumes 不支持将文件直接上传到 Virtual Volumes 数据存储。您必须首先在 Virtual Volumes 数据存储中创建一个文件夹，然后将文件上传到此文件夹中。

前提条件

所需特权：**数据存储.浏览数据存储**

步骤

- 1 打开数据存储浏览器。
 - a 显示清单中的数据存储。
 - b 右键单击数据存储，然后选择**浏览文件** (🔍)。
- 2 （可选）创建一个文件夹用于存储该文件。
- 3 选择目标文件夹，然后单击**上传文件到数据存储**图标 (📁)。

- 4 在本地计算机中找到要上载的项目，然后单击**打开**。
- 5 刷新数据存储文件浏览器，查看列表中已上载的文件。

下一步

在部署先导出、然后再上载到数据存储的 OVF 模板时可能会出现问题。有关详细信息和解决办法，请参见 VMware 知识库文章 [2117310](#)。

从数据存储下载文件

使用数据存储文件浏览器从您的 ESXi 主机上可用的数据存储下载文件到您的本地计算机上。

前提条件

所需特权：**数据存储.浏览数据存储**

步骤

- 1 打开数据存储浏览器。
 - a 显示清单中的数据存储。
 - b 右键单击数据存储，然后选择**浏览文件** (🔍)。
- 2 导航至要下载的文件，然后单击**从数据存储下载**图标 (📄)。
- 3 按照提示将文件保存至您的本地计算机。

复制数据存储文件夹或文件

使用数据存储浏览器将文件夹或文件复制到新位置，该位置是同一个数据存储或不同的数据存储。

注意 虚拟磁盘文件无需进行格式转换即可移动或复制。如果您将虚拟磁盘移到的数据存储并非属于源主机，您可能需要转换虚拟磁盘。否则，您可能无法使用该磁盘。

前提条件

所需特权：**数据存储.浏览数据存储**

步骤

- 1 打开数据存储浏览器。
 - a 显示清单中的数据存储。
 - b 右键单击数据存储，然后选择**浏览文件** (🔍)。
- 2 浏览要复制的对象，该对象是一个文件夹或一个文件。
- 3 选择对象，然后单击**将选择复制到新位置**图标。
- 4 指定目标位置。
- 5 （可选）选择**覆盖目标位置上具有匹配名称的文件和文件夹**。
- 6 单击**确定**。

移动数据存储文件夹或文件

可以使用数据存储浏览器将文件夹或文件移到一个新的位置（该位置可以在同一数据存储上，也可在其他数据存储上）。

注意 虚拟磁盘文件无需进行格式转换即可移动或复制。如果您将虚拟磁盘移到的数据存储并非属于源主机，您可能需要转换虚拟磁盘。否则，您可能无法使用该磁盘。

前提条件

所需特权：**数据存储.浏览数据存储**

步骤

- 1 打开数据存储浏览器。
 - a 显示清单中的数据存储。
 - b 右键单击数据存储，然后选择**浏览文件** (🔍)。
- 2 浏览到要移动的对象（文件夹或文件）。
- 3 选择对象，然后单击**将所选内容移至新位置**图标。
- 4 指定目标位置。
- 5 （可选）选择**覆盖目标位置上具有匹配名称的文件和文件夹**。
- 6 单击**确定**。

重命名数据存储文件夹或文件

使用数据存储浏览器重命名文件夹或文件。

前提条件

所需特权：**数据存储.浏览数据存储**

步骤

- 1 打开数据存储浏览器。
 - a 显示清单中的数据存储。
 - b 右键单击数据存储，然后选择**浏览文件** (🔍)。
- 2 浏览到要重命名的对象（文件夹或文件）。
- 3 选择对象，然后单击**重命名所选内容**图标。
- 4 指定新名称，然后单击**确定**。

扩充精简虚拟磁盘

如果创建的是精简格式的虚拟磁盘，则可以将该精简磁盘转换为厚置各格式的虚拟磁盘。

使用数据存储浏览器扩充虚拟磁盘。

前提条件

- 请确保虚拟机驻留的数据存储具有足够的空间。
- 请确保虚拟磁盘为精简磁盘。
- 移除快照。

- 关闭虚拟机电源。

步骤

- 1 导航到要扩充的虚拟磁盘的文件夹。
 - a 在 vSphere Web Client 中，浏览到虚拟机。
 - b 单击**数据存储**选项卡。
此时将列出存储虚拟机文件的数据存储。
 - c 选择数据存储，然后单击**浏览文件**图标 (📁)。
数据存储浏览器将显示该数据存储的内容。
- 2 扩展虚拟机文件夹，浏览到要转换的虚拟磁盘文件。
该文件使用 **.vmdk** 扩展名，并带有虚拟磁盘图标标记 (📁)。
- 3 右键单击虚拟磁盘文件，然后选择**扩充**。

注意 如果虚拟磁盘为厚磁盘或当虚拟机正在运行时，该选项可能不可用。

扩充的虚拟磁盘将占据最初为其置备的整个数据存储空间。

关闭存储筛选器

在执行 VMFS 数据存储管理操作时，vCenter Server 使用默认存储保护筛选器。通过仅检索可用于特定操作的存储设备，这些筛选器可帮助您避免存储设备损坏。不适合的设备不会显示出来供选择。可以关闭筛选器来查看所有设备。

前提条件

在对设备筛选器进行更改之前，请咨询 VMware 技术支持团队。仅当您有其他方法来防止设备损坏时，才可关闭筛选器。

步骤

- 1 在 vSphere Web Client 对象导航器中，浏览到 vCenter Server。
- 2 单击**配置**选项卡。
- 3 在**设置**下，单击**高级设置**，然后单击**编辑**。
- 4 指定要关闭的筛选器。
 - a 在名称文本框中，输入相应的筛选器名称。

名称	描述
config.vpxd.filter.vmfsFilter	VMFS 筛选器
config.vpxd.filter.rdmFilter	RDM 筛选器
config.vpxd.filter.SameHostsAndTransportsFilter	相同主机和传输筛选器
config.vpxd.filter.hostRescanFilter	主机重新扫描筛选器
注意 如果关闭“主机重新扫描筛选器”，则每次将一个新的 LUN 提供给主机或群集时，主机仍继续执行重新扫描。	

- b 在值文本框中，为指定的键输入 **False**。
- 5 单击**添加**，然后单击**确定**保存更改。
无需重新启动 vCenter Server 系统。

存储筛选

vCenter Server 提供存储筛选器来帮助避免发生因使用不受支持的存储设备而可能导致的存储设备损坏或性能下降。默认情况下，这些筛选器是可用的。

表 16-6 存储筛选器

筛选器名称	描述
config.vpxd.filter.vmfsFilter (VMFS 筛选器)	筛选出 vCenter Server 管理的任何主机上的 VMFS 数据存储已使用的存储设备或 LUN。这些 LUN 不会显示为要使用其他 VMFS 数据存储进行格式化或用作 RDM 的候选对象。
config.vpxd.filter.rdmFilter (RDM 筛选器)	筛选出 vCenter Server 管理的任何主机上的 RDM 已引用的 LUN。这些 LUN 不会显示为要使用 VMFS 进行格式化或要用于其他 RDM 的候选对象。 要使虚拟机可以访问相同的 LUN，虚拟机必须共享相同的 RDM 映射文件。有关此配置类型的信息，请参见 <i>vSphere 资源管理</i> 文档。
config.vpxd.filter.SameHostsAndTransportsFilter (相同主机和传输筛选器)	筛选出因为主机或存储类型不兼容而不适合用作 VMFS 数据存储数据区的 LUN。防止将以下 LUN 添加为数据区： <ul style="list-style-type: none"> ■ 不向共享原始 VMFS 数据存储的所有主机公开的 LUN。 ■ 使用的存储类型与原始 VMFS 数据存储使用的存储类型不同的 LUN。例如，无法将光纤通道数据区添加到本地存储设备上的 VMFS 数据存储。
config.vpxd.filter.hostRescanFilter (主机重新扫描筛选器)	在执行数据存储管理操作之后，会自动重新扫描和更新 VMFS 数据存储。该筛选器可帮助提供 vCenter Server 管理的所有主机上的所有 VMFS 数据存储的一致视图。 注意 如果将新的 LUN 提供给主机或群集，无论主机重新扫描筛选器是打开还是关闭，主机都会自动执行重新扫描。

设置动态磁盘镜像

通常，您不能使用虚拟机上的逻辑卷管理器软件对虚拟磁盘进行镜像。但是，如果您的 Microsoft Windows 虚拟机支持动态磁盘，则可以通过对跨两个 SAN LUN 的虚拟磁盘进行镜像来保护虚拟机，以防止发生非计划的存储设备丢失。

前提条件

- 使用支持动态磁盘的 Windows 虚拟机。
- 所需特权：**高级**

步骤

- 1 创建具有两个虚拟磁盘的虚拟机。
确保将这两个磁盘置于不同的数据存储上。
- 2 登录到虚拟机并将磁盘配置为动态镜像磁盘。
请参见 Microsoft 文档。
- 3 同步磁盘后，关闭虚拟机的电源。
- 4 更改虚拟机设置以允许使用动态磁盘镜像。
 - a 右键单击虚拟机，然后选择**编辑设置**。
 - b 单击**虚拟机选项**选项卡，然后展开**高级**菜单。
 - c 单击“配置参数”旁边的**编辑配置**。

- d 单击**添加行**，然后添加以下参数：

名称	值
scsi#.returnNoConnectDuringAPD	有效
scsi#.returnBusyOnNoConnectStatus	无效

- e 单击**确定**。

在存储设备上收集 ESXi 主机的诊断信息

在主机故障过程中，ESXi 必须能够将诊断信息保存到预配置的位置，以供诊断和技术支持之用。

通常，在 ESXi 安装期间会在本地存储设备上创建收集诊断信息的分区（也称为 VMkernel 核心转储）。可以替代此默认行为，例如，如果使用共享存储设备，而不是本地存储。要防止自动格式化本地设备，请在首次安装 ESXi 并打开主机电源之前，将本地设备与主机分离。您随后可以在本地或远程存储设备上设置用于收集诊断信息的位置。

在使用存储设备时，您可以在设置核心转储收集的两个选项中进行选择。您可以使用本地存储设备上预配置的诊断分区或 VMFS 数据存储上的文件。

- [将设备分区设置为核心转储位置](#)第 163 页，
为 ESXi 主机创建诊断分区。
- [将文件设置为核心转储位置](#)第 164 页，
如果可用核心转储分区的大小不足，则可以配置 ESXi 以生成核心转储作为文件。

将设备分区设置为核心转储位置

为 ESXi 主机创建诊断分区。

创建诊断分区时，需要考虑以下注意事项：

- 无法在通过软件 iSCSI 或从属硬件 iSCSI 适配器访问的 iSCSI LUN 上创建诊断分区。有关使用 iSCSI 的诊断分区的详细信息，请参见[第 97 页，“关于从 iSCSI SAN 引导的常规建议”](#)。
- 无法在软件 FCoE LUN 上创建诊断分区。
- 除非使用无磁盘服务器，否则请在本地存储器上设置诊断分区。
- 每台主机必须拥有一个 2.5 GB 的诊断分区。如果多台主机在 SAN LUN 上共享诊断分区，则该分区应足以容纳所有主机的核心转储。
- 如果使用共享诊断分区的主机出现故障，请在出现故障后立即重新引导主机并提取日志文件。否则，在收集第一个主机的诊断数据之前出现故障的第二个主机可能无法保存核心转储。

步骤

- 1 在 vSphere Web Client 导航器中，浏览到主机。
 - 2 右键单击主机，然后选择**添加诊断分区**。
- 如果看不到该选项，则表示主机已拥有诊断分区。

- 3 指定诊断分区的类型。

选项	描述
本地专用	在本地磁盘上创建诊断分区。此分区将仅存储主机的故障信息。
SAN 专用存储器	在非共享 SAN LUN 上创建诊断分区。此分区将仅存储主机的故障信息。
SAN 共享存储器	在共享 SAN LUN 上创建诊断分区。此分区将由多个主机访问并且可以存储多个主机的故障信息。

- 4 单击**下一步**。
- 5 选择要用于诊断分区的设备，然后单击**下一步**。
- 6 检查分区配置信息，然后单击**完成**。

验证诊断分区

使用 `esxcli` 命令验证是否已设置诊断分区。

在此过程中，`--server=server_name` 指定目标服务器。指定的目标服务器会提示您输入用户名和密码。支持其他连接选项，如配置文件或会话文件。有关连接选项的列表，请参见《*vSphere Command-Line Interface 入门*》。

前提条件

安装 vCLI 或部署 vSphere Management Assistant (vMA) 虚拟机。请参见 *vSphere Command-Line Interface 入门*。要进行故障排除，请在 ESXi Shell 中运行 `esxcli` 命令。

步骤

- ◆ 列出分区以验证是否已设置诊断分区。

```
esxcli --server=server_name system coredump partition list
```

如果已设置诊断分区，命令会显示相关信息。否则，命令会显示未激活和配置任何分区。

下一步

要管理主机的诊断分区，请使用 vCLI 命令。请参见 *vSphere Command-Line Interface 概念和示例*。

将文件设置为核心转储位置

如果可用核心转储分区的大小不足，则可以配置 ESXi 以生成核心转储作为文件。

通常，ESXi 安装期间会创建 2.5 GB 的核心转储分区。从 ESXi 5.0 及更早版本升级时，核心转储分区限制为 100 MB。对于此类型的升级，在引导过程中，系统可能会在 VMFS 数据存储上创建核心转储文件。如果系统未创建核心转储文件，则可以手动创建该文件。

注意 核心转储文件位置不支持软件 iSCSI 和软件 FCoE。

前提条件

安装 vCLI 或部署 vSphere Management Assistant (vMA) 虚拟机。请参见 *vSphere Command-Line Interface 入门*。要进行故障排除，请在 ESXi Shell 中运行 `esxcli` 命令。

步骤

- 1 通过运行以下命令创建 VMFS 数据存储核心转储文件：

```
esxcli system coredump file add
```

该命令可以使用以下选项，但这些选项并不是必需的，可以省略：

选项	描述
--datastore -d <i>datastore_UUID 或 datastore_name</i>	如果不提供此选项，系统将选择一个具有足够大小的数据存储。
--file -f <i>file_name</i>	如果不提供此选项，系统将为核心转储文件指定一个唯一的名称。
--size -s <i>file_size_MB</i>	如果不提供此选项，系统将根据主机上安装的内存创建一个大小合适的文件。

- 2 验证文件是否已创建：

```
esxcli system coredump file list
```

您可能会看到类似如下的输出内容：

Path	Active	Configured	Size
/vmfs/volumes/52b021c3-.../vmkdump/test.dumpfile	false	false	104857600

- 3 激活主机的核心转储文件：

```
esxcli system coredump file set
```

该命令采用以下选项：

选项	描述
--path -p	要使用的核心转储文件的路径。必须是一个预先分配的文件。
--smart -s	此标记只能与 --enable -e=true 一起使用。该选项会使用智能选择算法来选择文件。 例如， esxcli system coredump file set --smart --enable true

- 4 验证核心转储文件是否处于活动状态且已配置：

```
esxcli system coredump file list
```

类似如下的输出内容表明核心转储文件处于活动状态且已配置：

Path	Active	Configured	Size
/vmfs/volumes/52b021c3-.../vmkdump/test.dumpfile	false	false	104857600

下一步

有关可用于管理核心转储文件的其他命令的信息，请参见《*vSphere Command-Line Interface 参考*》文档。

取消激活和删除核心转储文件

取消激活配置的核心转储文件，并根据需要将其从 VMFS 数据存储中移除。

您可以临时取消激活核心转储文件。如果不计划使用已取消激活的文件，可以将其从 VMFS 数据存储中移除。要移除尚未取消激活的文件，可以使用带有 **--force | -F** 选项的 **system coredump file remove** 命令。

前提条件

安装 vCLI 或部署 vSphere Management Assistant (vMA) 虚拟机。请参见 *vSphere Command-Line Interface 入门*。要进行故障排除，请在 ESXi Shell 中运行 **esxcli** 命令。

2 检查 VMFS 错误。

提供为 VMFS 数据存储提供后备支持的设备分区的绝对路径，并为分区编号提供设备名称。例如：

```
# voma -m vmfs -f check -d /vmfs/devices/disks/naa.00000000000000000000000000000000703:3
```

输出将列出可能的错误。例如，以下输出表示检测信号地址无效。

```
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
Phase 2: Checking VMFS heartbeat region
ON-DISK ERROR: Invalid HB address
Phase 3: Checking all file descriptors.
Phase 4: Checking pathname and connectivity.
Phase 5: Checking resource reference counts.
```

Total Errors Found: 1

VOMA 工具附带的命令选项包括以下各项。

表 16-7 VOMA 命令选项

命令选项	描述						
<code>-m --module</code>	要运行的模块，包括： <table><tr><td><code>vmfs</code></td><td>如果您未指定模块名称，则默认情况下使用此选项。您可以检查 VMFS3、VMFS5 和 VMFS6 文件系统，以及为虚拟闪存资源提供后备支持的文件系统。如果指定了此模块，也会对 LVM 执行最少量的检查。</td></tr><tr><td><code>lvm</code></td><td>检查用于备份 VMFS 数据存储的逻辑卷。</td></tr><tr><td><code>ptck</code></td><td>检查并验证 VMFS 分区，例如 MBR 或 GPT。如果不存在分区，请确定是否应存在分区。</td></tr></table>	<code>vmfs</code>	如果您未指定模块名称，则默认情况下使用此选项。您可以检查 VMFS3、VMFS5 和 VMFS6 文件系统，以及为虚拟闪存资源提供后备支持的文件系统。如果指定了此模块，也会对 LVM 执行最少量的检查。	<code>lvm</code>	检查用于备份 VMFS 数据存储的逻辑卷。	<code>ptck</code>	检查并验证 VMFS 分区，例如 MBR 或 GPT。如果不存在分区，请确定是否应存在分区。
<code>vmfs</code>	如果您未指定模块名称，则默认情况下使用此选项。您可以检查 VMFS3、VMFS5 和 VMFS6 文件系统，以及为虚拟闪存资源提供后备支持的文件系统。如果指定了此模块，也会对 LVM 执行最少量的检查。						
<code>lvm</code>	检查用于备份 VMFS 数据存储的逻辑卷。						
<code>ptck</code>	检查并验证 VMFS 分区，例如 MBR 或 GPT。如果不存在分区，请确定是否应存在分区。						
<code>-f --func</code>	要执行的功能，包括： <table><tr><td><code>query</code></td><td>列出模块所支持的功能。</td></tr><tr><td><code>check</code></td><td>检查错误。</td></tr></table>	<code>query</code>	列出模块所支持的功能。	<code>check</code>	检查错误。		
<code>query</code>	列出模块所支持的功能。						
<code>check</code>	检查错误。						
<code>-d --device</code>	要检查的设备或磁盘。请务必提供为 VMFS 数据存储提供后备支持的设备分区的绝对路径。例如， <code>/vmfs/devices/disks/naa.00000000000000000000000000000000:1</code> 。						
<code>-s --logfile</code>	指定日志文件以输出结果。						
<code>-v --version</code>	显示 VOMA 的版本。						
<code>-h --help</code>	显示 VOMA 命令的帮助消息。						

有关更多详细信息，请参见 VMware 知识库文章 [2036767](#)。

配置 VMFS 指针块缓存

可以使用高级 VMFS 参数配置指针块缓存。

随着 VMFS 数据存储上虚拟机文件大小的不断增加, 这些文件使用的指针块数量也将随之增加。指针块用于访问 VMFS 数据存储上大型虚拟机文件和虚拟磁盘中的文件块。

可以配置每个 **ESXi** 主机上指针块缓存大小的最小值和最大值。当指针块缓存大小接近配置的最大大小时，逐出机制会从缓存中移除一些指针块条目。

将指针块缓存的最大大小设置为以 **VMFS** 数据存储上所有打开的虚拟磁盘文件的工作大小为基础。主机上的所有 **VMFS** 数据存储均使用单个指针块缓存。

最小值基于系统可为缓存分配的最小保证内存量。1 TB 的打开文件空间需要大约 4 MB 的内存。

要为指针块缓存配置最小和最大值，请使用 vSphere Web Client 的高级系统设置对话框。

表 16-8 调节指针块缓存的高级参数

参数	值	描述
VMFS3.MaxAddressableSpaceTB	默认值为 32（以 TB 为单位）。	VMFS 缓存在逐出开始前支持的所有打开文件的最大大小。
VMFS3.MinAddressableSpaceTB	默认值为 10（以 TB 为单位）。	VMFS 缓存保证支持的所有打开文件的最小大小。

您可以使用 `esxcli storage vmfs pbcache` 命令获取有关指针块缓存大小的信息以及其他统计信息。这些信息可帮助您调整指针块缓存的最小和最大大小，以便您可以获得最佳性能。

设置高级主机属性

可以为主机设置高级属性。



小心 不支持更改高级选项，除非 VMware 技术支持或知识库文章指示您这样做。在其他所有情况下，均不支持更改这些选项。大多数情况下，使用默认设置即可获得最佳结果。

步骤

- 1 在 vSphere Web Client 导航器中，浏览到主机。
- 2 单击 **配置** 选项卡。
- 3 在 **系统** 下，单击 **高级系统设置**。
- 4 在“高级系统设置”中，选择相应项。
- 5 单击 **编辑** 按钮以编辑值。
- 6 单击 **确定**。

获取 VMFS 指针块缓存的信息

您可以获取有关 VMFS 指针块缓存使用情况的信息。该信息可帮助您了解指针块缓存占用的空间大小。您还可以确定是否必须要调整指针块缓存的最小和最大大小。

在此过程中，`--server=server_name` 指定目标服务器。指定的目标服务器会提示您输入用户名和密码。支持其他连接选项，如配置文件或会话文件。有关连接选项的列表，请参见《*vSphere Command-Line Interface 入门*》。

前提条件

安装 vCLI 或部署 vSphere Management Assistant (vMA) 虚拟机。请参见 *vSphere Command-Line Interface 入门*。要进行故障排除，请在 ESXi Shell 中运行 `esxcli` 命令。

步骤

- ◆ 要获取或重置指针块缓存统计信息，请使用以下命令：

```
esxcli storage vmfs pbcache
```

选项	描述
获取	获取 VMFS 指针块缓存统计信息。
重置	重置 VMFS 指针块缓存统计信息。

示例：获取指针块缓存统计信息

```
#esxcli storage vmfs pbcache get
Cache Capacity Miss Ratio: 0 %
Cache Size: 0 MiB
Cache Size Max: 132 MiB
Cache Usage: 0 %
Cache Working Set: 0 TiB
Cache Working Set Max: 32 TiB
Vmfs Heap Overhead: 0 KiB
Vmfs Heap Size: 23 MiB
Vmfs Heap Size Max: 256 MiB
```


了解多路径和故障切换

要维持主机及其存储器之间的持续连接，ESXi 必须支持多路径。通过多路径技术，用户可以使用多个物理路径在主机和外部存储设备之间传输数据。

如果 SAN 网络中的任一网元（如适配器、交换机或线缆）发生故障，则 ESXi 可以切换到另一不使用故障组件的物理路径。这种避免使用故障组件的路径切换过程称为路径故障切换。

除路径故障切换外，多路径还提供负载平衡。负载平衡是在多个物理路径中分配 I/O 负载的过程。负载平衡可以减少或消除潜在的瓶颈。

注意 在路径故障切换发生时，虚拟机 I/O 最多能延迟 60 秒。此延迟使 SAN 可以在拓扑更改后稳定其配置。通常，主动-被动阵列上的 I/O 延迟时间可能会更长，而在主动-主动阵列上则更短。

本章讨论了以下主题：

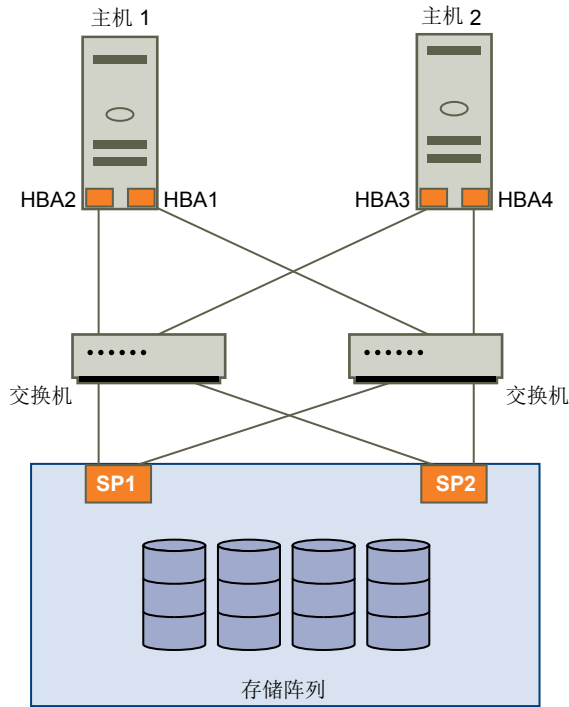
- [第 171 页](#)，“光纤通道故障切换”
- [第 172 页](#)，“基于主机的 iSCSI 故障切换”
- [第 173 页](#)，“基于阵列的 iSCSI 故障切换”
- [第 174 页](#)，“路径故障切换和虚拟机”
- [第 175 页](#)，“管理多路径”
- [第 176 页](#)，“VMware 多路径模块”
- [第 178 页](#)，“路径扫描和声明”
- [第 181 页](#)，“管理存储路径和多路径插件”
- [第 189 页](#)，“虚拟机 I/O 的调度队列”

光纤通道故障切换

要支持多路径，主机通常具有两个或更多个可用的 HBA。此配置对 SAN 多路径配置进行补充，SAN 多路径配置通常为 SAN 架构提供一个或多个交换机并为存储阵列设备本身提供一个或多个存储处理器。

在下图中，可通过多个物理路径将每台服务器与存储设备相连。例如，如果 HBA1 或 HBA1 与 FC 交换机之间的链路发生故障，HBA2 会取代 HBA1 并提供服务器与交换机之间的连接。一个 HBA 取代另一个 HBA 的过程称为 HBA 故障切换。

图 17-1 多路径和光纤通道故障切换



类似地，如果 SP1 发生故障或 SP1 与交换机之间的链路中断，SP2 会取代 SP1 并提供交换机与存储设备之间的连接。此过程称为 SP 故障切换。VMware ESXi 可通过其多路径功能支持 HBA 和 SP 故障切换。

基于主机的 iSCSI 故障切换

在设置 ESXi 主机以用于多路径和故障切换时，可以根据主机上 iSCSI 适配器的类型使用多个 iSCSI HBA 或多个网卡。

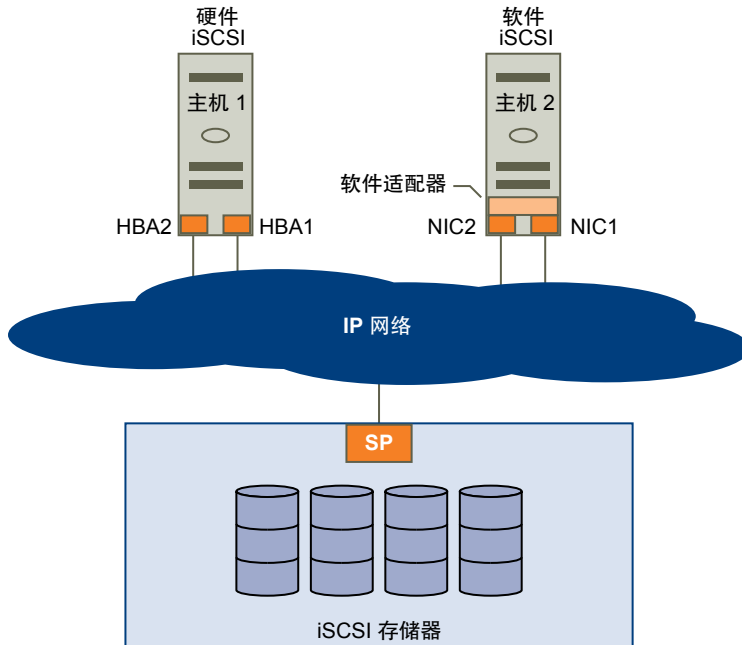
有关不同类型的 iSCSI 适配器的信息，请参见第 61 页，“iSCSI 启动器”。

使用多路径时，需要注意特定事项。

- 将独立硬件适配器与同一主机中的软件 iSCSI 适配器或从属 iSCSI 适配器组合使用时，ESXi 不支持多路径。
- 支持在同一主机内的软件和从属适配器之间使用多路径。
- 在不同的主机上，可以混合使用从属适配器和独立适配器。

下图显示了对于不同类型的 iSCSI 启动器可能的多路径设置。

图 17-2 基于主机的路径故障切换



硬件 iSCSI 故障切换

在硬件 iSCSI 中，主机通常具有两个或更多的可用硬件 iSCSI 适配器，使用一个或多个交换机可从这些适配器到达存储系统。或者，设置可能包括一个适配器和两个存储处理器，以便适配器可以使用不同的路径到达存储系统。

如图“基于主机的路径故障切换”所示，主机 1 有两个硬件 iSCSI 适配器（HBA1 和 HBA2），用于提供两条到存储系统的物理路径。主机上的多路径插件，不论是 VMkernel NMP 还是任何第三方 MPP，默认情况下都可以访问这些路径，并可以监控每个物理路径的健康状况。例如，如果 HBA1 或 HBA1 与网络之间的链路发生故障，多路径插件可以将路径切换到 HBA2。

软件 iSCSI 故障切换

如图“基于主机的路径故障切换”的主机 2 所示，通过软件 iSCSI，您可以使用多张网卡为主机和存储系统间的 iSCSI 连接提供故障切换和负载平衡功能。

对于此设置，因为多路径插件对于主机上的物理网卡没有直接访问权，所以您首先需要将每张物理网卡连接至单独的 VMkernel 端口。然后使用端口绑定技术将所有的 VMkernel 端口与软件 iSCSI 启动器相关联。因此，连接到单独网卡的每个 VMkernel 端口将成为另一个路径，iSCSI 存储堆栈及其能够识别存储器的多路径插件可以使用该路径。

有关如何为软件 iSCSI 配置多路径的信息，请参见第 76 页，“设置 iSCSI 网络”。

基于阵列的 iSCSI 故障切换

有些 iSCSI 存储系统以透明的方式自动管理其 ESXi 端口的路径使用。

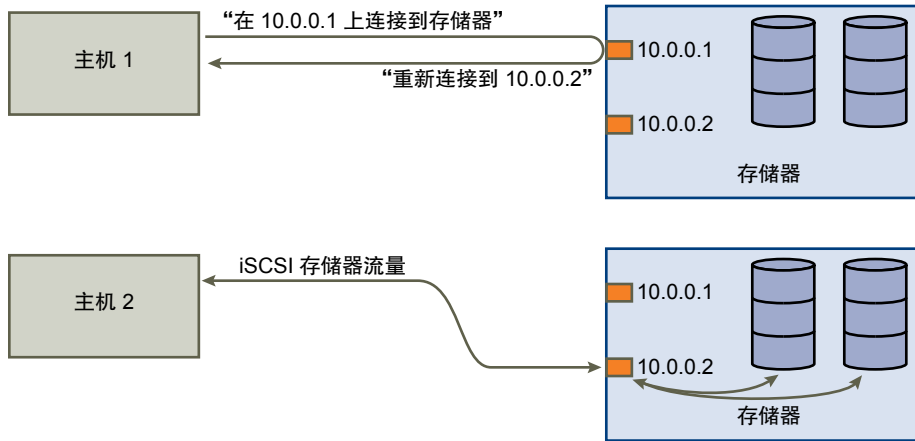
使用此类存储系统时，主机无法识别存储上的多个端口，且无法选择要连接的存储端口。这些系统提供了一个虚拟端口地址，供您主机用于初始通信。在初始通信期间，存储系统可以重定向主机，使其与存储系统上的另一端点进行通信。主机中的 iSCSI 启动器遵守此重新连接请求，并连接到系统上的其他端口。存储系统使用此技术将负载分散在多个可用端口中。

如果 ESXi 主机与其中某一端口断开连接，则会尝试重新连接存储系统的虚拟端口，且应重定向到可用的活动端口。此重新连接和重定向将会快速完成，且通常不会中断正在运行的虚拟机。这些存储系统也可请求 iSCSI 启动器重新连接到系统，以更改其连接的存储端口。这样可以最有效地使用多个端口。

“端口重定向”图显示了端口重定向示例。主机尝试连接到 10.0.0.1 虚拟端口。存储系统将此请求重定向到 10.0.0.2。主机与 10.0.0.2 连接并使用此端口进行 I/O 通信。

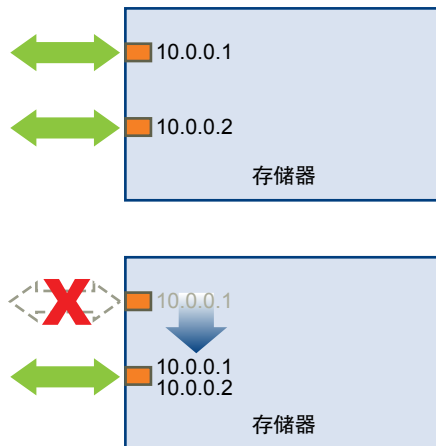
注意 存储系统并不会始终重定向连接。10.0.0.1 的端口也可以用于通信。

图 17-3 端口重定向



如果存储系统上充当虚拟端口的端口变为不可用，则存储系统会将虚拟端口的地址重新分配给系统上的其他端口。“端口重新分配”显示了此类端口重新分配的示例。在这种情况下，虚拟端口 10.0.0.1 变为不可用，且存储系统会将虚拟端口 IP 地址重新分配给其他端口。第二个端口将响应两个地址。

图 17-4 端口重新分配



借助这种基于阵列的故障切换形式，仅当使用 ESXi 主机上的多个端口时，才能拥有多个存储路径。这些路径为主动-主动路径。有关其他信息，请参见第 93 页，“iSCSI 会话管理”。

路径故障切换和虚拟机

路径故障切换在指向 LUN 的活动路径由某一路径更改为另一路径时发生，通常是因为当前路径沿线的某一 SAN 组件发生故障。

路径出现故障后，存储 I/O 可能会暂停 30 到 60 秒，直到主机确定链路不可用并且完成故障切换为止。如果尝试显示主机、主机存储设备或适配器，操作可能会停止。虚拟机（其磁盘安装在 SAN 上）可能变得没有响应。故障切换完成后，I/O 恢复正常，且虚拟机继续运行。

但是，如果故障切换需要较长时间才能完成，则 Windows 虚拟机可能会中断 I/O 并最终失败。为了避免出现此故障，请将 Windows 虚拟机的磁盘超时值至少设置为 60 秒。

在 Windows 客户机操作系统上设置超时

在 Windows 客户机操作系统上增加标准磁盘超时值，以便在路径故障切换过程中避免中断。

此过程说明了如何使用 Windows 注册表更改超时值。

前提条件

备份 Windows 注册表。

步骤

- 1 选择开始 > 运行。
- 2 键入 regedit.exe，然后单击确定。
- 3 在左侧面板层次结构视图中，双击 HKEY_LOCAL_MACHINE > 系统 > CurrentControlSet > 服务 > 磁盘。
- 4 双击 TimeOutValue。
- 5 将数据值设置为 0x3c（十六进制）或 60（十进制），然后单击确定。
进行此更改后，Windows 将至少等待 60 秒，以便延迟的磁盘操作完成，然后才会生成错误。
- 6 重新引导客户机操作系统以使更改生效。

管理多路径

为管理存储多路径，ESXi 使用 Storage API 的集合，也称为可插入存储架构 (PSA)。PSA 是一个开放式模块框架，用于协调多个多路径插件 (MPP) 的同时操作。PSA 允许第三方软件开发人员为特定存储阵列设计他们自己的负载均衡技术和故障切换机制，并将其代码直接插入到 ESXi 存储 I/O 路径中。

讨论路径管理的主题使用以下缩写形式。

表 17-1 多路径缩写形式

缩写形式	定义
PSA	可插入存储架构
NMP	本机多路径插件。通用 VMware 多路径模块。
PSP	路径选择插件，又称为路径选择策略。处理给定设备的路径选择。
SATP	存储阵列类型插件，又称为存储阵列类型策略。处理给定存储阵列的路径故障切换。

ESXi 默认情况下提供的 VMkernel 多路径插件是 VMware 本机多路径插件 (NMP)。NMP 是管理子插件的可扩展模块。NMP 子插件有两种类型，即存储阵列类型插件 (SATP) 和路径选择插件 (PSP)。SATP 和 PSP 可以是 VMware 提供的内置插件，也可以由第三方提供。

如果需要更多多路径功能，第三方还可以提供 MPP 以作为默认 NMP 的替换项或替代运行。

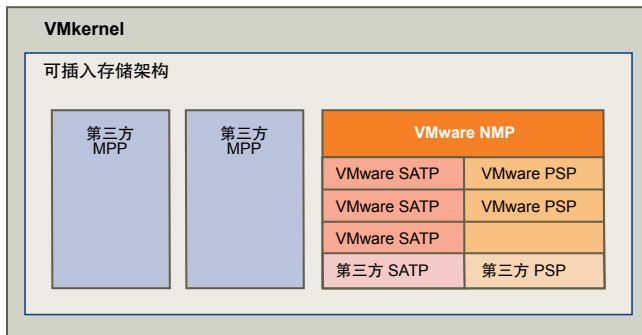
当协调 VMware NMP 和所安装的任何第三方 MPP 时，PSA 将执行以下任务：

- 加载和卸载多路径插件。

- 对特定插件隐藏虚拟机细节。
- 将特定逻辑设备的 I/O 请求路由到管理该设备的 MPP。
- 处理逻辑设备的 I/O 排队操作。
- 在虚拟机之间实现逻辑设备带宽共享。
- 处理物理存储 HBA 的 I/O 排队操作。
- 处理物理路径发现和移除。
- 提供逻辑设备和物理路径 I/O 统计信息。

如“可插入存储架构”图所示，多个第三方 MPP 可以与 VMware NMP 并行运行。安装后，第三方 MPP 将替代 NMP 的行为，并且完全控制指定存储设备的路径故障切换和负载平衡操作。

图 17-5 可插入存储架构



多路径模块执行以下操作：

- 管理物理路径声明和取消声明。
- 管理逻辑设备的创建、注册和取消注册。
- 将物理路径与逻辑设备关联。
- 支持路径故障检测和修复。
- 处理逻辑设备的 I/O 请求：
 - 为请求选择最佳物理路径。
 - 根据存储设备，执行处理路径故障和 I/O 命令重试所需的特定操作。
- 支持管理任务，如重置逻辑设备。

VMware 多路径模块

默认情况下，ESXi 提供名为本机多路径插件 (NMP) 的可扩展多路径模块。

一般来说，VMware NMP 支持 VMware 存储 HCL 上列出的所有存储阵列，并基于阵列类型提供默认的路径选择算法。还将一组物理路径与特定存储设备或 LUN 关联。存储阵列类型插件 (SATP) 负责处理给定存储阵列的路径故障切换。路径选择插件 (PSP) 负责确定哪个物理路径用于向存储设备发出 I/O 请求。SATP 和 PSP 是 NMP 模块中的子插件。

对于 ESXi，会自动安装适合所用阵列的 SATP。您不需要获取或下载任何 SATP。

VMware SATP

存储阵列类型插件 (SATP) 与 VMware NMP 一起运行，负责特定于阵列的操作。

ESXi 为 VMware 支持的各种类型阵列提供 SATP。它还提供默认 SATP 以支持非特定的主动-主动和 ALUA 存储阵列，以及适用于直接连接的设备的本地 SATP。每个 SATP 适合特定类别的存储阵列的特殊特性，并可以执行检测路径状况和激活被动路径所需的特定于阵列的操作。因此，NMP 模块本身可以使用多个存储阵列，而无需了解存储设备的特性。

在 NMP 确定要为特定存储设备使用哪个 SATP 并将该 SATP 与存储设备的物理路径相关联之后，该 SATP 会执行以下任务：

- 监控每个物理路径的健康状况。
- 报告每个物理路径的状况变化。
- 执行存储设备故障切换所需的特定于阵列的操作。例如，对于主动-被动设备，它可以激活被动路径。

VMware PSP

路径选择插件 (PSP) 是 VMware NMP 的子插件，负责选择 I/O 请求的物理路径。

VMware NMP 根据与每个逻辑设备物理路径关联的 SATP 为该设备分配默认 PSP。可以替代默认 PSP。有关信息，请参见第 178 页，“路径扫描和声明”。

默认情况下，VMware NMP 支持以下 PSP：

VMW_PSP_MRU

主机选择它最近使用的路径。当路径不可用时，主机会选择一个替代路径。当该路径再次可用时，主机不会恢复到原始路径。没有 MRU 策略的首选路径设置。MRU 是大多数主动-被动存储设备的默认策略。

借助 VMW_PSP_MRU 排名功能，您可以将排名分配给单个路径。要将排名设置为单个路径，请使用 `esxcli storage nmp psp generic pathconfig set` 命令。有关详细信息，请参见位于 <http://kb.vmware.com/kb/2003468> 的 VMware 知识库文章。

策略作为“最近使用 (VMware)”路径选择策略显示在客户端中。

VMW_PSP_FIXED

主机使用指定首选路径（如果已配置）。否则，它将选择在系统引导时间发现的第一个工作路径。如果希望主机使用特定首选路径，请手动指定该路径。“固定”是大多数主动-主动存储设备的默认策略。

注意 如果主机使用默认首选路径，但该路径的状态变为不活动，则系统会选择一个新路径作为首选路径。但是，如果您明确指定该首选路径，则即使该路径不可访问，它仍会保持为首选路径。

作为“固定 (VMware)”路径选择策略显示在客户端中。

VMW_PSP_RR

当连接到主动-被动阵列时，主机使用自动路径选择算法轮流选择所有活动路径；或者，当连接到主动-主动阵列时，主机使用该算法轮流选择所有可用路径。RR 是许多阵列的默认方式，可以与主动-主动阵列和主动-被动阵列配合使用，以便在不同 LUN 的路径之间实现负载平衡。

作为“循环 (VMware)”路径选择策略显示在客户端中。

VMware NMP I/O 流

当虚拟机向 NMP 管理的存储设备发出 I/O 请求时，将发生以下过程。

- 1 NMP 调用分配给此存储设备的 PSP。

- 2 PSP 将选择要通过其发出 I/O 的相应物理路径。
- 3 NMP 在 PSP 选择的路径上发出 I/O 请求。
- 4 如果 I/O 操作成功，则 NMP 报告其完成。
- 5 如果 I/O 操作报告错误，则 NMP 调用适当的 SATP。
- 6 SATP 解释 I/O 命令错误，并在适当时激活非活动路径。
- 7 此时将调用 PSP 以选择要通过其发出 I/O 的新路径。

路径扫描和声明

启动 ESXi 主机或重新扫描存储适配器时，主机会发现它可以使用的存储设备的所有物理路径。根据一组声明规则，主机会确定应声明特定设备路径并负责管理该设备的多路径支持的多路径插件 (MPP)。

默认情况下，主机每 5 分钟执行一次定期路径评估，从而促使相应 MPP 声明任何尚未声明的路径。

对声明规则进行了编号。对于每个物理路径，主机都通过声明规则运行，首先从最小编号开始。然后，会将物理路径的属性与声明规则中的路径规范进行比较。如果二者匹配，主机会分配声明规则中指定的一个 MPP 来管理物理路径。此过程将持续到所有物理路径均由相应 MPP（第三方多路径插件或本机多路径插件 (NMP)）声明后才结束。

对于由 NMP 模块管理的路径，将应用第二组声明规则。这些规则确定哪些存储阵列类型插件 (SATP) 应当用于管理特定阵列类型的路径，以及哪些路径选择插件 (PSP) 用于各个存储设备。

使用 vSphere Web Client 查看主机用于特定存储设备的 SATP 和 PSP，以及该存储设备的所有可用路径的状态。如果需要，可以使用 vSphere Client 更改默认 VMware PSP。要更改默认 SATP，需要使用 vSphere CLI 修改声明规则。

可以在第 181 页，“管理存储路径和多路径插件”中找到有关修改声明规则的部分信息。

有关可用于管理 PSA 的命令的详细信息，请参见 *vSphere Command-Line Interface 入门*。

有关存储阵列和相应的 SATP 和 PSP 的完整列表，请参见以下文档的“SAN 阵列型号参考”一节：*vSphere 兼容性指南*。

查看路径信息

您可以查看 ESXi 主机用于特定存储设备的存储阵列类型策略 (SATP) 和路径选择策略 (PSP)，以及该存储设备的所有可用路径的状态。可以从“数据存储”和“设备”视图访问路径信息。对于数据存储，请检查与部署了数据存储的设备相连的路径。

路径信息包含用于管理设备而分配的 SATP、PSP、路径列表和每个路径的状态。其中会显示以下路径状态信息：

活动	可用于对 LUN 发出 I/O 的路径。目前用于传输数据的单个或多个工作路径标记为“活动” (I/O)。
待机	如果活动路径出现故障，则该路径很快就处于工作状态并可用于 I/O。
已禁用	路径已禁用，无法传输数据。
不活动	软件无法通过此路径连接磁盘。

如果正在使用**固定**路径策略，就可以看到哪一条路径是首选路径。首选路径的“首选”列标有一个星号 (*)。

对于每个路径，还可以显示路径名称。路径名称包含描述路径的参数：适配器 ID、目标 ID 和设备 ID。通常情况下，路径名称的格式类似于以下格式：

`fc.adapterID-fc.targetID-naa.deviceID`

注意 当使用主机配置文件编辑器编辑路径时，必须指定描述路径的所有三个参数：适配器 ID、目标 ID 和设备 ID。

查看数据存储路径

检查连接到支持您的数据存储的存储设备的路径。

步骤

- 1 在 vSphere Web Client 导航器中，选择**全局清单列表 > 数据存储**。
- 2 单击数据存储以显示其信息。
- 3 单击**配置**选项卡。
- 4 单击**连接和多路径**。
- 5 如果数据存储已共享，则选择一个主机来查看其设备的多路径详细信息。
- 6 在“多路径详细信息”下，检查多路径策略和支持数据存储的存储设备的路径。

查看存储设备路径

查看主机用于特定存储设备的多路径策略，以及该存储设备的所有可用路径的状态。

步骤

- 1 在 vSphere Web Client 导航器中，浏览到主机。
- 2 单击**配置**选项卡。
- 3 在**存储**下，单击**存储设备**。
- 4 选择要查看其路径的存储设备。
- 5 单击**属性**选项卡，然后查看“多路径策略”下的详细信息。
- 6 单击**路径**选项卡，查看存储设备的所有可用路径。

设置路径选择策略

对于每个存储设备，ESXi 主机将根据声明规则设置路径选择策略。

默认情况下，VMware 支持以下路径选择策略。如果在主机上安装了第三方的 PSP，其策略也将显示于列表中。

固定 (VMware)

主机使用指定首选路径（如果已配置）。否则，它将选择在系统引导时间发现的第一个工作路径。如果希望主机使用特定首选路径，请手动指定该路径。“固定”是大多数主动-主动存储设备的默认策略。

注意 如果主机使用默认首选路径，但该路径的状态变为不活动，则系统会选择一个新路径作为首选路径。但是，如果您明确指定该首选路径，则即使该路径不可访问，它仍会保持为首选路径。

最近使用 (VMware)

主机选择它最近使用的路径。当路径不可用时，主机会选择一个替代路径。当该路径再次可用时，主机不会恢复到原始路径。没有 MRU 策略的首选路径设置。MRU 是大多数主动-被动存储设备的默认策略。

循环 (VMware)

当连接到主动-被动阵列时，主机使用自动路径选择算法轮流选择所有活动路径；或者，当连接到主动-主动阵列时，主机使用该算法轮流选择所有可用路径。RR 是许多阵列的默认方式，可以与主动-主动阵列和主动-被动阵列配合使用，以便在不同 LUN 的路径之间实现负载平衡。

更改路径选择策略

通常，不需要更改主机用于特定存储设备的默认多路径设置。但是，如果要进行任何更改，可以使用编辑多路径策略对话框修改路径选择策略并指定“固定”策略的首选路径。您也可以使用该对话框更改基于 SCSI 的协议端点的多路径。

步骤

- 1 在 vSphere Web Client 导航器中，浏览到主机。
- 2 单击**配置**选项卡。
- 3 在**存储**下，单击**存储设备**或**协议端点**。
- 4 选择要更改其路径的项目，然后单击**属性**选项卡。
- 5 在“多路径策略”下，单击**编辑多路径**。
- 6 选择路径策略。

默认情况下，VMware 支持以下路径选择策略。如果在主机上安装了第三方的 PSP，其策略也将显示于列表中。

- 固定 (VMware)
- 最近使用 (VMware)
- 循环 (VMware)

- 7 对于固定策略，指定首选路径。
- 8 单击**确定**以保存设置并退出对话框。

禁用存储路径

由于维护或其他原因，可以暂时禁用路径。

使用“路径”面板禁用路径。访问“路径”面板有多种方式，包括从数据存储、存储设备或者适配器视图。此任务将介绍如何使用存储设备视图禁用路径。

步骤

- 1 在 vSphere Web Client 导航器中，浏览到主机。
- 2 单击**配置**选项卡。
- 3 在**存储**下，单击**存储设备**。
- 4 选择要禁用其路径的存储设备，然后单击**路径**选项卡。
- 5 选择要禁用的路径，然后单击**禁用**。

管理存储路径和多路径插件

使用 `esxcli` 命令可以管理 PSA 多路径插件和分配给它们的存储路径。

您可以显示主机上所有可用的多路径插件。可以列出任何第三方 MPP 以及主机的 NMP 和 SATP，并检查它们所声明的路径。还可以定义新路径，并指定应声明路径的多路径插件。

有关可用于管理 PSA 的命令的详细信息，请参见《vSphere 命令行界面入门》。

多路径注意事项

管理存储多路径插件和声明规则时，需考虑一些特定的注意事项。

以下注意事项可帮助您使用多路径：

- 如果声明规则未将任何 SATP 分配给设备，则 iSCSI 或 FC 设备的默认 SATP 将是 VMW_SATP_DEFAULT_AA。默认 PSP 是 VMW_PSP_FIXED。
- 当系统搜索 SATP 规则以查找给定设备的 SATP 时，会首先搜索驱动程序规则。如果没有匹配项，则搜索供应商/型号规则，最后搜索传输规则。如果未出现匹配项，NMP 将选择设备的默认 SATP。
- 如果已将 VMW_SATP_ALUA 分配给某特定存储设备，但该设备不能识别 ALUA，则该设备将没有任何匹配的声明规则。设备将由默认 SATP 根据设备的传输类型进行声明。
- 由 VMW_SATP_ALUA 声明的所有设备的默认 PSP 是 VMW_PSP_MRU。VMW_PSP_MRU 选择由 VMW_SATP_ALUA 报告的主动/优化的路径，如果没有主动/优化的路径，则选择主动/未优化的路径。在有更好的路径可用 (MRU) 之前，将一直使用此路径。例如，如果 VMW_PSP_MRU 当前正在使用主动/未优化的路径，那么，当主动/优化的路径变为可用时，VMW_PSP_MRU 会将当前路径切换到主动/优化的路径。
- 尽管默认情况下通常为 ALUA 阵列选择 VMW_PSP_MRU，但某些 ALUA 存储阵列仍需使用 VMW_PSP_FIXED。要查看存储阵列是否需要使用 VMW_PSP_FIXED，请参阅《VMware 兼容性指南》或联系存储器供应商。如果将 VMW_PSP_FIXED 用于 ALUA 阵列，则除非明确指定首选路径，否则 ESXi 主机将选择最优的工作路径，并将其指定为默认首选路径。如果主机选择的路径不可用，主机将选择替代的可用路径。但如果您明确指定首选路径，则无论其为何状态，都将始终为首选路径。
- 默认情况下，PSA 声明规则 101 会屏蔽 Dell 阵列伪设备。除非您要取消屏蔽这些设备，否则请不要删除此规则。

列出主机的多路径声明规则

使用 `esxcli` 命令可列出可用的多路径声明规则。

声明规则指出给定的物理路由哪个多路径插件、NMP 或任何第三方 MPP 来管理。每个声明规则基于以下参数标识一组路径：

- 供应商/型号字符串
- 传输（如 SATA、IDE、光纤通道等）
- 适配器、目标或 LUN 位置
- 设备驱动程序（如 Mega-RAID）

在此过程中，`--server=server_name` 指定目标服务器。指定的目标服务器会提示您输入用户名和密码。支持其他连接选项，如配置文件或会话文件。有关连接选项的列表，请参见《*vSphere Command-Line Interface 入门*》。

前提条件

安装 vCLI 或部署 vSphere Management Assistant (vMA) 虚拟机。请参见 *vSphere Command-Line Interface 入门*。要进行故障排除，请在 ESXi Shell 中运行 `esxcli` 命令。

步骤

- ◆ 要列出多路径声明规则，请运行 `esxcli --server=server_name storage core claimrule list --claimrule-class=MP` 命令。

示例：esxcli storage core claimrule list 命令的示例输出

Rule	Class	Rule	Class	Type	Plugin	Matches
MP		0	runtime	transport	NMP	transport=usb
MP		1	runtime	transport	NMP	transport=sata
MP		2	runtime	transport	NMP	transport=ide
MP		3	runtime	transport	NMP	transport=block
MP		4	runtime	transport	NMP	transport=unknown
MP		101	runtime	vendor	MASK_PATH	vendor=DELL model=Universal Xport
MP		101	file	vendor	MASK_PATH	vendor=DELL model=Universal Xport
MP		200	runtime	vendor	MPP_1	vendor=NewVend model=*
MP		200	file	vendor	MPP_1	vendor=NewVend model=*
MP		201	runtime	location	MPP_2	adapter=vmhba41 channel=* target=* lun=*
MP		201	file	location	MPP_2	adapter=vmhba41 channel=* target=* lun=*
MP		202	runtime	driver	MPP_3	driver=megaraid
MP		202	file	driver	MPP_3	driver=megaraid
MP		65535	runtime	vendor	NMP	vendor=* model=*

此示例表示以下内容：

- NMP 声明与使用 USB、SATA、IDE 和块 SCSI 传输的存储设备相连的所有路径。
- 可以使用 MASK_PATH 模块隐藏主机中未使用的设备。默认情况下，PSA 声明规则 101 会屏蔽供应商字符串为 DELL 且型号字符串为 Universal Xport 的 Dell 阵列伪设备。
- MPP_1 模块声明与任何型号 NewVend 存储阵列相连的所有路径。
- MPP_3 模块声明由 Mega-RAID 设备驱动程序控制的存储设备的路径。
- 未在先前的规则中描述的路径由 NMP 声明。
- 输出中的“Rule Class”列说明声明规则的类别。类别可以是 MP（多路径插件）、Filter 或 VAAI。

- “Class”列显示已定义的规则和已加载的规则。“Class”列中的 `file` 参数表示规则已定义。`runtime` 参数表示规则已被加载到系统中。为了激活用户定义的声明规则，应存在两个具有相同规则编号的行，一行是具有 `file` 参数的规则，另一行是具有 `runtime` 的规则。几个低编号的规则只有一行，其“Class”为 `runtime`。这些是系统定义的声明规则，您无法对其进行修改。

显示多路径模块

使用 `esxcli` 命令列出已加载到系统中的所有多路径模块。多路径模块管理将主机与存储器相连的物理路径。

在此过程中，`--server=server_name` 指定目标服务器。指定的目标服务器会提示您输入用户名和密码。支持其他连接选项，如配置文件或会话文件。有关连接选项的列表，请参见《*vSphere Command-Line Interface 入门*》。

前提条件

安装 vCLI 或部署 vSphere Management Assistant (vMA) 虚拟机。请参见 *vSphere Command-Line Interface 入门*。要进行故障排除，请在 ESXi Shell 中运行 `esxcli` 命令。

步骤

- ◆ 要列出多路径模块，请运行以下命令：

```
esxcli --server=server_name storage core plugin list --plugin-class=MP
```

此命令通常显示 NMP 和 MASK_PATH 模块（如果已加载）。如果已加载任何第三方 MPP，也会将它们一并列出。

显示主机的 SATP

使用 `esxcli` 命令列出已加载到系统中的 VMware NMP SATP。显示关于 SATP 的信息。

在此过程中，`--server=server_name` 指定目标服务器。指定的目标服务器会提示您输入用户名和密码。支持其他连接选项，如配置文件或会话文件。有关连接选项的列表，请参见《*vSphere Command-Line Interface 入门*》。

前提条件

安装 vCLI 或部署 vSphere Management Assistant (vMA) 虚拟机。请参见 *vSphere Command-Line Interface 入门*。要进行故障排除，请在 ESXi Shell 中运行 `esxcli` 命令。

步骤

- ◆ 要列出 VMware SATP，请运行以下命令：

```
esxcli --server=server_name storage nmp satp list
```

对于每个 SATP，该输出将显示如下信息：此 SATP 支持的存储阵列或系统的类型和使用此 SATP 的任何 LUN 的默认 PSP。“描述”列中的占位符（未加载插件）表示未加载 SATP。

显示 NMP 存储设备

使用 `esxcli` 命令列出由 VMware NMP 控制的所有存储设备，并显示与每个设备关联的 SATP 和 PSP 信息。

在此过程中，`--server=server_name` 指定目标服务器。指定的目标服务器会提示您输入用户名和密码。支持其他连接选项，如配置文件或会话文件。有关连接选项的列表，请参见《*vSphere Command-Line Interface 入门*》。

前提条件

安装 vCLI 或部署 vSphere Management Assistant (vMA) 虚拟机。请参见 *vSphere Command-Line Interface 入门*。要进行故障排除，请在 ESXi Shell 中运行 `esxcli` 命令。

步骤

- ◆ 要列出所有存储设备，请运行以下命令：

```
esxcli --server=server_name storage nmp device list
```

使用 `--device | -d=device_ID` 选项筛选此命令的输出，以显示单个设备。

添加多路径声明规则

使用 `esxcli` 命令将新的多路径 PSA 声明规则添加到系统上的一组声明规则。为了激活新声明规则，请先定义规则，然后将其加载到系统中。

例如，当加载新的多路径插件 (MPP) 并需要定义此模块应当声明的路径时，需要添加新的 PSA 声明规则。如果添加新路径并需要用现有的 MPP 对它们进行声明，则可能需要创建一条声明规则。



小心 在创建新声明规则时，请注意避免出现以下情况：相同 LUN 的不同物理路径由不同的 MPP 进行声明。除非其中某个 MPP 是 MASK_PATH MPP，否则，此配置将导致出现性能问题。

在此过程中，`--server=server_name` 指定目标服务器。指定的目标服务器会提示您输入用户名和密码。支持其他连接选项，如配置文件或会话文件。有关连接选项的列表，请参见《*vSphere Command-Line Interface 入门*》。

前提条件

安装 vCLI 或部署 vSphere Management Assistant (vMA) 虚拟机。请参见 *vSphere Command-Line Interface 入门*。要进行故障排除，请在 ESXi Shell 中运行 `esxcli` 命令。

步骤

- 1 要定义新声明规则，请运行以下命令：

```
esxcli --server=server_name storage core claimrule add
```

该命令采用以下选项：

选项	描述
<code>-A --adapter=<str></code>	表示此操作中要使用的路径的适配器。
<code>-u --autoassign</code>	系统将自动分配规则 ID。
<code>-C --channel=<long></code>	表示此操作中要使用的路径的通道。
<code>-c --claimrule-class=<str></code>	表示此操作中要使用的声明规则类。 有效值为：MP、Filter 和 VAAI
<code>-d --device=<str></code>	表示要用于此操作的设备 UID。
<code>-D --driver=<str></code>	表示此操作中要使用的路径的驱动程序。
<code>-f --force</code>	强制声明规则在任何情况下均忽略有效性检查并安装规则。
<code>--if-unset=<str></code>	如果此高级用户变量未设置为 1，请执行该命令。
<code>-i --iqn=<str></code>	表示此操作中要使用的目标的 iSCSI 限定名。
<code>-L --lun=<long></code>	表示此操作中要使用的路径的 LUN。
<code>-M --model=<str></code>	表示此操作中要使用的路径的型号。
<code>-P --plugin=<str></code>	表示要用于此操作的 PSA 插件。（必填）
<code>-r --rule=<long></code>	表示要用于此操作的规则 ID。
<code>-T --target=<long></code>	表示此操作中要使用的路径的目标。
<code>-R --transport=<str></code>	表示此操作中要使用的路径的传输。 有效值为：block、fc、iscsi、iscsivendor、ide、sas、sata、usb、parallel 和 unknown。

选项	描述
-t --type=<str>	表示用于声明/取消声明或声明规则的匹配类型。 有效值为：vendor、location、driver、transport、device 和 target。（必填）
-V --vendor=<str>	表示要在此操作中使用的路径的供应商。
--wwnn=<str>	表示此操作中要使用的目标的全球节点号。
--wwpn=<str>	表示此操作中要使用的目标的全球端口号。

- 2 要将新声明规则加载到系统中，请运行以下命令：

```
esxcli --server=server_name storage core claimrule load
```

此命令会从系统的配置文件中加载所有新创建的多路径声明规则。

示例：定义多路径声明规则

在以下示例中，添加并加载编号为 500 的规则，为 NMP 插件声明型号字符串为 NewMod 以及供应商字符串为 NewVend 的所有路径。

```
# esxcli --server=server_name storage core claimrule add -r 500 -t vendor -V NewVend -M NewMod -P NMP
```

```
# esxcli --server=server_name storage core claimrule load
```

运行 **esxcli --server=server_name storage core claimrule list** 命令之后，可以看到新的声明规则显示在列表中。

注意 声明规则的两行，一行中的“Class”为 runtime，另一行中的“Class”为 file，表示新声明规则已加载到系统中且处于活动状态。

Rule	Class	Rule	Class	Type	Plugin	Matches
MP		0	runtime	transport	NMP	transport=usb
MP		1	runtime	transport	NMP	transport=sata
MP		2	runtime	transport	NMP	transport=ide
MP		3	runtime	transport	NMP	transport=block
MP		4	runtime	transport	NMP	transport=unknown
MP		101	runtime	vendor	MASK_PATH	vendor=DELL model=Universal Xport
MP		101	file	vendor	MASK_PATH	vendor=DELL model=Universal Xport
MP		500	runtime	vendor	NMP	vendor=NewVend model=NewMod
MP		500	file	vendor	NMP	vendor=NewVend model=NewMod

删除多路径声明规则

使用 **esxcli** 命令将多路径 PSA 声明规则从系统上的一组声明规则中移除。

在此过程中，**--server=server_name** 指定目标服务器。指定的目标服务器会提示您输入用户名和密码。支持其他连接选项，如配置文件或会话文件。有关连接选项的列表，请参见《*vSphere Command-Line Interface 入门*》。

前提条件

安装 vCLI 或部署 vSphere Management Assistant (vMA) 虚拟机。请参见 *vSphere Command-Line Interface 入门*。要进行故障排除，请在 ESXi Shell 中运行 **esxcli** 命令。

步骤

- 1 从声明规则集中删除声明规则。

```
esxcli --server=server_name storage core claimrule remove
```

注意 默认情况下，PSA 声明规则 101 会屏蔽 Dell 阵列伪设备。除非您要取消屏蔽这些设备，否则请不要删除此规则。

该命令采用以下选项：

选项	描述
-c --claimrule-class=<str>	表示此操作中要使用的声明规则类（MP、Filter 和 VAAI）。
-P --plugin=<str>	表示要用于此操作的插件。
-r --rule=<long>	表示要用于此操作的规则 ID。

此步骤将从“文件”类中移除声明规则。

- 2 从系统移除声明规则。

```
esxcli --server=server_name storage core claimrule load
```

此步骤将从“运行时”类中移除声明规则。

屏蔽路径

可以阻止主机访问存储设备或 LUN，或阻止其使用指向某个 LUN 的单个路径。使用 **esxcli** 命令可屏蔽路径。屏蔽路径时，请创建声明规则，该规则将 MASK_PATH 插件分配给指定路径。

在此过程中，**--server=server_name** 指定目标服务器。指定的目标服务器会提示您输入用户名和密码。支持其他连接选项，如配置文件或会话文件。有关连接选项的列表，请参见《*vSphere Command-Line Interface 入门*》。

前提条件

安装 vCLI 或部署 vSphere Management Assistant (vMA) 虚拟机。请参见 *vSphere Command-Line Interface 入门*。要进行故障排除，请在 ESXi Shell 中运行 **esxcli** 命令。

步骤

- 1 检查下一个可用的规则 ID 是多少。

```
esxcli --server=server_name storage core claimrule list
```

用于屏蔽路径的声明规则的规则 ID 都应该在 101 - 200 范围内。如果此命令显示规则 101 和 102 已经存在，则可以指定 103 来添加规则。

- 2 通过为 MASK_PATH 插件创建新声明规则，将该插件分配给某个路径。

```
esxcli --server=server_name storage core claimrule add -P MASK_PATH
```

- 3 将 MASK_PATH 声明规则加载到系统中。

```
esxcli --server=server_name storage core claimrule load
```

- 4 验证是否正确添加了 MASK_PATH 声明规则。

```
esxcli --server=server_name storage core claimrule list
```

- 5 如果存在已屏蔽路径的声明规则，则将规则移除。

```
esxcli --server=server_name storage core claiming unclaim
```

- 6 运行路径声明规则。

```
esxcli --server=server_name storage core claimrule run
```

在将 MASK_PATH 插件分配给路径之后，路径状态变为不相关，且不再由主机进行维护。因此，显示屏蔽路径信息的命令可能将路径状态显示为失效。

示例：屏蔽 LUN

在此示例中，屏蔽目标 T1 和 T2 上通过存储适配器 vmhba2 和 vmhba3 访问的 LUN 20。

```
1 #esxcli --server=server_name storage core claimrule list
2 #esxcli --server=server_name storage core claimrule add -P MASK_PATH -r 109 -t location -A
  vmhba2 -C 0 -T 1 -L 20
  #esxcli --server=server_name storage core claimrule add -P MASK_PATH -r 110 -t location -A
  vmhba3 -C 0 -T 1 -L 20
  #esxcli --server=server_name storage core claimrule add -P MASK_PATH -r 111 -t location -A
  vmhba2 -C 0 -T 2 -L 20
  #esxcli --server=server_name storage core claimrule add -P MASK_PATH -r 112 -t location -A
  vmhba3 -C 0 -T 2 -L 20
3 #esxcli --server=server_name storage core claimrule load
4 #esxcli --server=server_name storage core claimrule list
5 #esxcli --server=server_name storage core claiming unclaim -t location -A vmhba2
  #esxcli --server=server_name storage core claiming unclaim -t location -A vmhba3
6 #esxcli --server=server_name storage core claimrule run
```

取消路径屏蔽

当需要主机访问被屏蔽的存储设备时，请取消对该设备路径的屏蔽。

在此过程中，**--server=server_name** 指定目标服务器。指定的目标服务器会提示您输入用户名和密码。支持其他连接选项，如配置文件或会话文件。有关连接选项的列表，请参见《*vSphere Command-Line Interface 入门*》。

注意 使用设备属性（例如设备 ID、供应商或型号）运行取消声明操作时，不会取消声明 MASK_PATH 插件声明的路径。MASK_PATH 插件不会跟踪其声明的路径的任何设备属性。

前提条件

安装 vCLI 或部署 vSphere Management Assistant (vMA) 虚拟机。请参见 *vSphere Command-Line Interface 入门*。要进行故障排除，请在 ESXi Shell 中运行 **esxcli** 命令。

步骤

- 1 删除 MASK_PATH 声明规则。
esxcli --server=server_name storage core claimrule remove -r rule#
- 2 验证是否正确删除了此声明规则。
esxcli --server=server_name storage core claimrule list
- 3 将配置文件中的路径声明规则重新加载到 VMkernel 中。
esxcli --server=server_name storage core claimrule load
- 4 对于每个指向被屏蔽的存储设备的路径，运行
esxcli --server=server_name storage core claiming unclaim 命令。

例如：

```
esxcli --server=server_name storage core claiming unclaim -t location -A vmhba0 -C 0 -T 0 -L
149
```

- 运行路径声明规则。

```
esxcli --server=server_name storage core claimrule run
```

您的主机即可访问之前被屏蔽的存储设备。

定义 NMP SATP 规则

NMP SATP 声明规则指定特定的存储设备应当由哪些 SATP 来管理。通常不需要修改 NMP SATP 规则。如果需要这样做，请使用 `esxcli` 命令将规则添加到指定 SATP 的声明规则列表中。

当安装特定存储阵列的第三方 SATP 时，可能需要创建一条 SATP 规则。

在此过程中，`--server=server_name` 指定目标服务器。指定的目标服务器会提示您输入用户名和密码。支持其他连接选项，如配置文件或会话文件。有关连接选项的列表，请参见《*vSphere Command-Line Interface 入门*》。

前提条件

安装 vCLI 或部署 vSphere Management Assistant (vMA) 虚拟机。请参见 *vSphere Command-Line Interface 入门*。要进行故障排除，请在 ESXi Shell 中运行 `esxcli` 命令。

步骤

- 要添加特定 SATP 的声明规则，请运行 `esxcli --server=server_name storage nmp satp rule add` 命令。该命令采用以下选项。

选项	描述
<code>-b --boot</code>	这是在引导时添加的系统默认规则。请勿修改 <code>esx.conf</code> 或添加到主机配置文件。
<code>-c --claim-option=字符串</code>	添加 SATP 声明规则时设置声明选项字符串。
<code>-e --description=字符串</code>	添加 SATP 声明规则时设置声明规则描述。
<code>-d --device=字符串</code>	添加 SATP 声明规则时设置设备。设备规则与供应商/型号规则和驱动程序规则互斥。
<code>-D --driver=字符串</code>	添加 SATP 声明规则时设置驱动程序字符串。驱动程序规则与供应商/型号规则互斥。
<code>-f --force</code>	强制声明规则在任何情况下均忽略有效性检查并安装规则。
<code>-h --help</code>	显示帮助消息。
<code>-M --model=字符串</code>	添加 SATP 声明规则时设置型号字符串。供应商/型号规则与驱动程序规则互斥。
<code>-o --option=字符串</code>	添加 SATP 声明规则时设置选项字符串。
<code>-P --psp=字符串</code>	设置 SATP 声明规则的默认 PSP。
<code>-O --psp-option=字符串</code>	设置 SATP 声明规则的 PSP 选项。
<code>-s --satp=字符串</code>	将为其添加新规则的 SATP。
<code>-R --transport=字符串</code>	添加 SATP 声明规则时设置声明传输类型字符串。
<code>-t --type=字符串</code>	添加 SATP 声明规则时设置声明类型。
<code>-V --vendor=字符串</code>	添加 SATP 声明规则时设置供应商字符串。供应商/型号规则与驱动程序规则互斥。

注意 当搜索 SATP 规则以查找给定设备的 SATP 时，NMP 会首先搜索驱动程序规则。如果没有匹配项，则搜索供应商/型号规则，最后搜索传输规则。如果仍然没有匹配项，NMP 将选择设备的默认 SATP。

- 重新引导主机。

示例：定义 NMP SATP 规则

以下示例命令将分配 VMW_SATP_INV 插件以管理供应商字符串为 NewVend 和型号字符串为 NewMod 的存储阵列。

```
# esxcli --server=server_name storage nmp satp rule add -V NewVend -M NewMod -s VMW_SATP_INV
```

如果运行 `esxcli --server=server_name storage nmp satp list -s VMW_SATP_INV` 命令，则可以看到新规则已添加到 VMW_SATP_INV 规则列表中。

虚拟机 I/O 的调度队列

vSphere 在默认情况下提供了一种机制，可为每个虚拟机文件创建调度队列。每个文件（例如 .vmdk）可获得自己的带宽控制。

此机制可确保特定虚拟机文件（例如 .vmdk）的 I/O 进入其自己单独的队列中，且不会干扰其他文件的 I/O。

默认情况下会启用此功能。如果需要关闭此功能，则可以通过在高级系统设置中调整 `VMkernel.Boot.isPerFileSchedModelActive` 参数将其关闭。

编辑按文件 I/O 调度

高级 `VMkernel.Boot.isPerFileSchedModelActive` 参数可控制按文件 I/O 调度机制。该机制在默认情况下处于启用状态。

步骤

- 1 在 vSphere Web Client 导航器中，浏览到主机。
- 2 单击 **配置** 选项卡。
- 3 在 **系统** 下，单击 **高级系统设置**。
- 4 在“高级系统设置”下，选择 `VMkernel.Boot.isPerFileSchedModelActive` 参数，然后单击 **编辑** 图标。
- 5 选择下列任意选项：

- 要禁用按文件调度机制，请将值更改为**否**。

注意 关闭按文件 I/O 调度模式后，您的主机会恢复到使用单个 I/O 队列的旧调度机制。该主机将为每个虚拟机和存储设备对维护单个 I/O 队列。存储在存储设备上的虚拟机及其虚拟磁盘之间的所有 I/O 都将移到此队列。因此，来自不同虚拟磁盘的 I/O 在共享带宽时可能会相互干扰并影响彼此的性能。

- 要重新启用按文件调度机制，请将值更改为**是**。

- 6 重新引导主机以使更改生效。

使用 esxcli 命令启用或禁用按文件 I/O 调度

可以使用 `esxcli` 命令更改为 I/O 调度功能。默认情况下会启用此功能。

在此过程中，`--server=server_name` 指定目标服务器。指定的目标服务器会提示您输入用户名和密码。支持其他连接选项，如配置文件或会话文件。有关连接选项的列表，请参见《*vSphere Command-Line Interface 入门*》。

前提条件

安装 vCLI 或部署 vSphere Management Assistant (vMA) 虚拟机。请参见 *vSphere Command-Line Interface 入门*。要进行故障排除，请在 ESXi Shell 中运行 `esxcli` 命令。

步骤

- ◆ 要启用或禁用按文件 I/O 调度，请运行以下命令：

选项	描述
esxcli system settings kernel set -s isPerFileSchedModelActive -v FALSE	禁用按文件 I/O 调度
esxcli system settings kernel set -s isPerFileSchedModelActive -v TRUE	启用按文件 I/O 调度

裸设备映射

裸设备映射 (RDM) 为虚拟机提供了一种机制，用于直接访问物理存储子系统上的 LUN。

以下主题包含 RDM 的相关信息，并且说明如何创建和管理 RDM。

本章讨论了以下主题：

- 第 191 页，“关于裸设备映射”
- 第 194 页，“裸设备映射特性”
- 第 195 页，“使用 RDM 创建虚拟机”
- 第 197 页，“管理映射的 LUN 的路径”

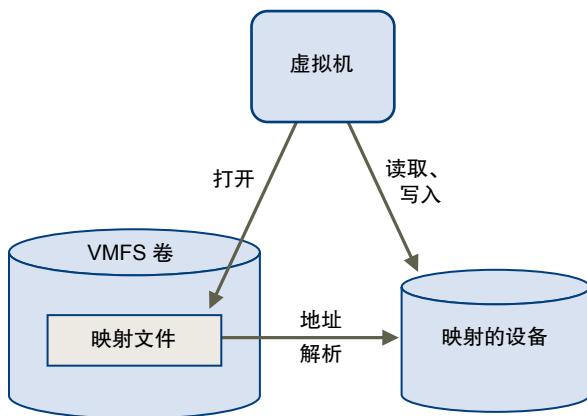
关于裸设备映射

RDM 是独立 VMFS 卷中的映射文件，它可充当裸物理存储设备的代理。RDM 允许虚拟机直接访问和使用存储设备。RDM 包含用于管理和重定向对物理设备进行磁盘访问的元数据。

该文件具有直接访问物理设备的一些优点，同时保留了 VMFS 中虚拟磁盘的一些优点。因此，它可以将 VMFS 易管理性结合到裸设备访问中。

RDM 可以用“将裸设备映射到数据存储”、“映射系统 LUN”或“将磁盘文件映射到物理磁盘卷”等短语来描述。所有这些短语均指 RDM。

图 18-1 裸设备映射



尽管 VMware 建议针对大多数虚拟磁盘存储器使用 VMFS 数据存储，但在特定情况下，您可能需要使用裸 LUN，或者使用位于 SAN 中的逻辑磁盘。

例如，在以下情况下，需要使用裸 LUN 处理 RDM：

- 当在虚拟机中运行 SAN 快照或其他分层应用程序时。RDM 通过使用 SAN 特有功能可以更好地启用可扩展备份卸载系统。
- 在任何跨物理主机的 MSCS 群集情况下 — 虚拟到虚拟群集以及物理到虚拟群集。在此情况下，群集数据和仲裁磁盘应配置为 RDM 而非共享 VMFS 上的虚拟磁盘。

将 RDM 视为从 VMFS 卷到裸 LUN 的符号链接。映射使 LUN 显示为 VMFS 卷中的文件。在虚拟机配置中引用 RDM 而非裸 LUN。RDM 包含对裸 LUN 的引用。

使用 RDM，可以：

- 使用 vMotion 迁移具有裸 LUN 的虚拟机。
- 使用 vSphere Web Client 将原始 LUN 添加到虚拟机。
- 使用分布式文件锁定、权限和命名等文件系统功能。

RDM 有两种可用兼容模式：

- 虚拟兼容模式允许 RDM 的功能与虚拟磁盘文件完全相同，包括使用快照。
- 对于需要较低级别控制的应用程序，物理兼容模式允许直接访问 SCSI 设备。

裸设备映射的优点

RDM 具有许多优点，但并非在每种情况下都适用。通常，对于易管理性而言，虚拟磁盘文件优于 RDM。但是，当需要裸设备时，必须使用 RDM。

RDM 提供几个好处。

用户友好的持久名称

为所映射的设备提供用户友好的名称。使用 RDM 时，不必通过设备名称引用设备。可以根据映射文件的名称来引用设备，例如：

```
/vmfs/volumes/myVolume/myVMDirectory/myRawDisk.vmdk
```

动态名称解析

为各个映射设备存储唯一的标识信息。VMFS 将每个 RDM 与其当前的 SCSI 设备相关联，而不考虑由于适配器硬件更改、路径更改、设备重定位等所引起的服务器物理配置的变化。

分布式文件锁定

使裸 SCSI 设备使用 VMFS 分布式锁定成为可能。当位于不同服务器上的两个虚拟机试图访问同一 LUN 时，RDM 上的分布式锁定使其能够安全使用共享裸 LUN 而不会丢失数据。

文件权限

使文件权限成为可能。在文件打开时，强制执行映射文件权限，以保护映射的卷。

文件系统操作

通过将映射文件作为代理，可以实现使用文件系统实用程序处理映射的卷。对普通文件有效的大部分操作都可应用于映射文件，并且可重定向在映射设备上进行操作。

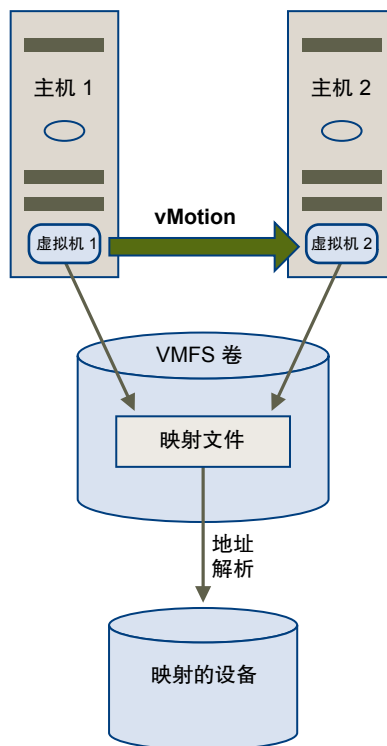
快照

使在映射的卷上使用虚拟机快照成为可能。在物理兼容模式下使用 RDM 时，快照不可用。

vMotion

允许通过 vMotion 迁移虚拟机。映射文件可充当代理，允许 vCenter Server 使用与迁移虚拟磁盘文件相同的机制迁移虚拟机。

图 18-2 使用裸设备映射的虚拟机的 vMotion

**SAN 管理代理**

使在虚拟机内运行某些 SAN 管理代理成为可能。与此相似，可以在虚拟机内运行需要使用硬件特定 SCSI 命令访问设备的任何软件。这种软件称为基于 SCSI 目标的软件。使用 SAN 管理代理时，需要为 RDM 选择物理兼容模式。

N-Port ID 虚拟化 (NPIV)

令使用 NPIV 技术成为可能，通过该技术，单一光纤通道 HBA 端口可使用多个全球端口名称 (WWPN) 向光纤通道架构注册。通过此功能，HBA 端口可显示为多个虚拟端口，每个端口均有其自身的 ID 和虚拟端口名称。因此，虚拟机就可声明其中每个虚拟端口，并将其用于所有 RDM 流量。

注意 只能将 NPIV 用于具备 RDM 磁盘的虚拟机。

VMware 与存储器管理软件的供应商合作，确保他们的软件能够在包括 ESXi 的环境下正常工作。下面是一些这种类型的应用程序：

- SAN 管理软件
- 存储资源管理 (SRM) 软件
- 快照软件
- 复制软件

此类软件将物理兼容模式用于 RDM，以便能够直接访问 SCSI 设备。

各种管理产品都可以完美地集中运行（而不是在 ESXi 计算机上运行），而其他产品则可以在虚拟机中良好运行。VMware 未正式认可这些应用程序，也未提供兼容性列表。要了解在 ESXi 环境中是否支持某个 SAN 管理应用程序，请与该 SAN 管理软件的提供商联系。

RDM 注意事项和限制

使用 RDM 时，有一些注意事项和限制。

- RDM 不可用于直接连接的块设备或某些 RAID 设备。RDM 使用 SCSI 序列号标识映射设备。由于块设备和某些直连 RAID 设备不能导出序列号，因此不能将其用于 RDM。
- 如果在物理兼容模式下使用 RDM，则不能使用磁盘快照。物理兼容模式允许虚拟机管理自己基于存储的快照或镜像操作。
虚拟机快照可用于虚拟兼容模式的 RDM。
- 无法映射到磁盘分区。RDM 需将映射设备作为整个 LUN。
- 如果使用 vMotion 迁移带有 RDM 的虚拟机，应确保使 RDM 的 LUN ID 在所有参与的 ESXi 主机间保持一致。
- 闪存读取缓存不支持物理兼容性 RDM。闪存读取缓存支持虚拟兼容性 RDM。

裸设备映射特性

RDM 是 VMFS 卷中管理映射设备元数据的一种特殊映射文件。管理软件将映射文件视作普通磁盘文件，可用于常规文件系统操作。对于虚拟机，存储器虚拟化层将映射设备显示为虚拟 SCSI 设备。

映射文件中元数据的主要内容包括映射设备的位置（名称解析）、映射设备的锁定状况和权限，等等。

RDM 虚拟兼容模式和物理兼容模式

可以在虚拟兼容或物理兼容模式中使用 RDM。虚拟模式指定映射设备的完整虚拟化。物理模式指定映射设备的最小 SCSI 虚拟化，实现了 SAN 管理软件的最大灵活性。

在虚拟模式下，VMkernel 只将 READ 和 WRITE 发送到映射设备。映射的设备在客户机操作系统中的出现形式与虚拟磁盘文件在 VMFS 卷中的形式完全相同。隐藏真正的硬件特性。如果您正在虚拟模式中使用裸磁盘，您能够认识到 VMFS 的优点，例如，用于保护数据的高级文件锁定和用于简化开发流程的快照等。虚拟模式比物理模式在存储硬件上的移植性更强，表现出来的行为与虚拟磁盘文件相同。

在物理模式下，Vmkernel 将所有 SCSI 命令传递至设备。例外：REPORT LUN 命令被虚拟化，以便 VMkernel 可将 LUN 隔离到所属的虚拟机中。否则，基础硬件的所有物理特性都将显示出来。物理模式对于在虚拟机中运行 SAN 管理代理或其他基于 SCSI 目标的软件非常有用。物理模式还允许虚拟到物理群集，实现具有成本效益的高可用性。

VMFS5 支持在虚拟和物理模式下的 RDM 的磁盘大小可超过 2 TB。不能将超过 2 TB 的 RDM 重定位到除 VMFS5 以外的数据存储。

动态名称解析

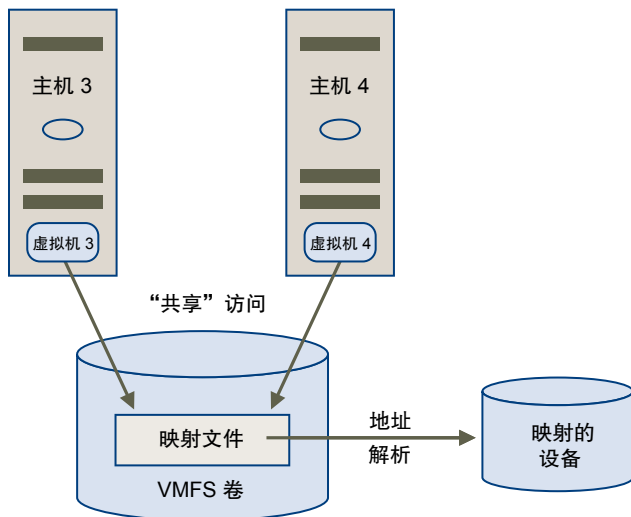
RDM 文件支持动态名称解析（裸设备的路径发生更改时）。

所有映射的存储设备都由 VMFS 进行唯一标识，并且标识存储在其内部数据结构中。裸设备路径中的任何更改（如光纤通道交换机发生故障或添加新的 HBA）都可以造成设备名称发生变化。动态名称解析可解析这些更改，并将原始设备与其新名称自动关联起来。

虚拟机群集的裸设备映射

对需要访问同一裸 LUN 以实施故障切换方案的虚拟机群集执行 RDM。其设置与访问同一虚拟磁盘文件的虚拟机群集的设置相同，但 RDM 会替换虚拟磁盘文件。

图 18-3 从群集虚拟机进行访问



比较可用的 SCSI 设备访问模式

访问基于 SCSI 的存储设备的方法包括 VMFS 数据存储上的虚拟磁盘文件、虚拟模式 RDM 和物理模式 RDM。

为了帮助您在 SCSI 设备的可用访问模式之间进行选择，下表提供了对不同模式可用功能的快速比较。

表 18-1 虚拟磁盘和裸设备映射的可用功能

ESXi 功能	虚拟磁盘文件	虚拟模式 RDM	物理模式 RDM
SCSI 命令已传递	否	否	是 不传递 REPORT LUN
vCenter Server 支持	是	是	是
快照	是	是	否
分布式锁定	是	是	是
群集	仅限机箱内群集	机箱内群集 跨机箱的群集	物理到虚拟群集 跨机箱的群集
基于 SCSI 目标的软件	否	否	是

VMware 建议将虚拟磁盘文件用于群集中的机箱内群集类型。如果计划将机箱内群集重新配置为跨机箱的群集，请为机箱内群集采用虚拟模式 RDM。

使用 RDM 创建虚拟机

授予虚拟机对原始 SAN LUN 的直接访问权限时，会创建位于 VMFS 数据存储并指向 LUN 的 RDM 磁盘。您可创建 RDM 作为新虚拟机的初始磁盘，或将其添加到现有虚拟机中。创建 RDM 时，可以指定要映射的 LUN 以及要用来放置 RDM 的数据存储。

尽管 RDM 磁盘文件与常规虚拟磁盘文件的扩展名均为 .vmdk，但 RDM 仅包含映射信息。实际虚拟磁盘数据直接存储在 LUN 上。

该过程假设正在创建新虚拟机。有关信息，请参见 *vSphere 虚拟机管理* 文档。

步骤

- 1 右键单击属于虚拟机的有效父对象的任何清单对象，例如数据中心、文件夹、群集、资源池或主机，然后选择**新建虚拟机**。
- 2 选择**创建新的虚拟机**，然后单击**下一步**。
- 3 遵循创建虚拟机所需的步骤。
- 4 在“自定义硬件”页面上，单击**虚拟硬件**选项卡。
- 5 （可选）要删除系统为您的虚拟机创建的默认虚拟硬盘，请将光标移至该磁盘上，然后单击**移除**图标。
- 6 从页面底部的**新建**下拉菜单中，选择 **RDM 磁盘**，然后单击**添加**。
- 7 从 SAN 设备或 LUN 列表中，选择虚拟机可直接访问的裸 LUN，然后单击**确定**。

系统即会创建将虚拟机映射到目标 LUN 的 RDM 磁盘。RDM 磁盘在虚拟设备列表中显示为新硬盘。

- 8 单击**新硬盘**三角形符号展开 RDM 磁盘属性。
- 9 选择 RDM 磁盘的位置。

您可将 RDM 置于虚拟机配置文件所在的同一数据存储上，也可选择不同的数据存储。

注意 要将 vMotion 用于启用了 NPIV 的虚拟机，请确保 RDM 文件和虚拟机文件位于同一数据存储上。启用 NPIV 后，无法执行 Storage vMotion。

- 10 选择兼容模式。

选项	描述
物理	允许客户机操作系统直接访问硬件。如果正在虚拟机中使用 SAN 感知应用程序，则物理兼容模式非常有用。但是，带有物理兼容 RDM 的虚拟机不能克隆，不能制作成模板，也不能迁移（如果迁移涉及复制磁盘）。
虚拟	允许 RDM 像虚拟磁盘一样工作，因此您可以使用执行快照和克隆之类的功能。当克隆磁盘或将其制作成模板时，LUN 的内容将复制到 .vmdk 虚拟磁盘文件中。当迁移虚拟兼容模式 RDM 时，可以迁移映射文件，或将 LUN 的内容复制到虚拟磁盘盘中。

- 11 如果已选择虚拟兼容模式，请选择磁盘模式。

磁盘模式对使用物理兼容模式的 RDM 磁盘不可用。

选项	描述
从属	快照中包含从属磁盘。
独立 - 持久	持久模式磁盘的行为与物理机上常规磁盘的行为相似。写入持久模式磁盘的所有数据都会永久性地写入磁盘。
独立 - 非持久	关闭虚拟机电源或重置虚拟机时，对非持久模式磁盘的更改将丢失。使用非持久模式，您可以每次使用相同的虚拟磁盘状态重新启动虚拟机。对磁盘的更改会写入重做日志文件并从中读取，重做日志文件会在关闭虚拟机电源或重置虚拟机时被删除。

- 12 单击**确定**。

管理映射的 LUN 的路径

当在虚拟机中使用 RDM 时，您可以管理映射的裸 LUN 的路径。

步骤

- 1 在 vSphere Web Client 中，浏览到虚拟机。
- 2 右键单击虚拟机，然后选择 **编辑设置**。
- 3 依次单击**虚拟硬件**选项卡和**硬盘**以展开磁盘选项菜单。
- 4 单击**管理路径**。
- 5 使用“编辑多路径策略”对话框启用或禁用路径、设置多路径策略并指定首选的路径。

有关管理路径的信息，请参见第 171 页，第 17 章“了解多路径和故障切换”。

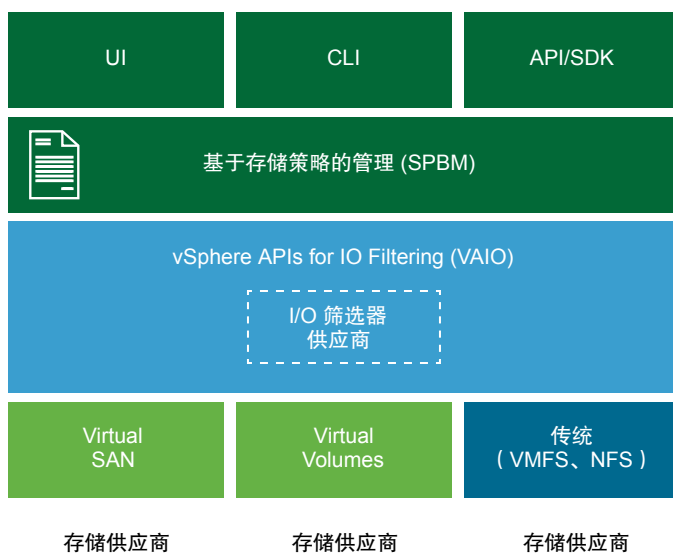
基于存储策略的管理

基于存储策略的管理 (SPBM) 是一种存储策略框架，可跨多种数据服务和存储解决方案提供一个统一的控制面板。该框架可以帮助根据虚拟机的应用程序需求调整存储。

SPBM 支持以下机制：

- 存储阵列和诸如 I/O 筛选器、服务等其他实体的存储功能和数据服务的播发。
- 一方的 ESXi 和 vCenter Server 与另一方的存储阵列和实体之间的双向通信。
- 基于虚拟机存储策略的虚拟机置备。

作为一个抽象层，SPBM 将 Virtual Volumes、Virtual SAN、I/O 筛选器或其他存储实体提供的存储服务进行抽象。许多合作伙伴和供应商都可提供 Virtual Volumes、Virtual SAN 或 I/O 筛选器支持。SPBM 为众多存储解决方案和实体类型提供了一个通用框架，而不是与每个单独的供应商或存储及数据服务类型相整合。



本章讨论了以下主题：

- [第 200 页](#)，“虚拟机存储策略”
- [第 200 页](#)，“使用虚拟机存储策略”
- [第 200 页](#)，“填充“虚拟机存储策略”界面”
- [第 203 页](#)，“默认存储策略”

- [第 205 页](#)，“创建和管理虚拟机存储策略”
- [第 213 页](#)，“存储策略和虚拟机”

虚拟机存储策略

SPBM 的一个方面是虚拟机存储策略，存储策略对于虚拟机置备至关重要。策略控制为虚拟机提供哪种类型的存储，以及如何将虚拟机放置在存储中。它们还确定虚拟机可以使用的数据服务。

vSphere 提供了默认存储策略。此外，您可以定义策略并将它们分配给虚拟机。

使用“虚拟机存储策略”界面创建存储策略。定义策略时，可为虚拟机上运行的应用程序指定各种存储要求。您也可以使用存储策略来为虚拟磁盘请求缓存或复制等特定的数据服务。

您可以在创建、克隆或迁移虚拟机时应用该存储策略。应用存储策略后，SPBM 机制会帮助您将虚拟机放置在匹配的数据存储中。在某些存储环境中，SPBM 确定如何置备和分配存储资源内的虚拟机存储对象，以保证达到要求的服务级别。SPBM 还为虚拟机启用请求的数据服务并帮助您监控策略合规性。

使用虚拟机存储策略

创建和管理存储策略的整个过程通常包括多个步骤。是否必须执行特定步骤可能取决于您的环境所提供的存储或数据服务的类型。

- 1 使用合适的数据填充“虚拟机存储策略”界面。

“虚拟机存储策略”界面填充有关存储环境中可用的数据存储和数据服务的信息。此信息从存储提供程序和数据存储标记获取。

- a 对于由存储提供程序呈现的实体，验证是否已注册相应的提供程序。

使用存储提供程序的实体包括 **Virtual SAN**、**Virtual Volumes** 和 **I/O 筛选器**。根据存储实体的类型，有些提供程序可以自行注册。其他提供程序必须手动注册。请参见 [第 222 页](#)，“[查看存储提供程序信息](#)”和 [第 234 页](#)，“[注册 Virtual Volumes 的存储提供程序](#)”。

- b 标记不是由存储提供程序呈现的数据存储。您还可以使用标记指出并非通过存储提供程序通信的属性，如地理位置或管理组。

请参见 [第 202 页](#)，“[向数据存储分配标记](#)”。

- 2 创建预定义的存储策略组件。

请参见 [第 207 页](#)，“[创建存储策略组件](#)”。

- 3 通过为在虚拟机上运行的应用程序定义要求来创建存储策略。

请参见 [第 209 页](#)，“[为虚拟机定义存储策略](#)”。

- 4 将虚拟机存储策略应用于虚拟机。

部署虚拟机或配置其虚拟磁盘时，可以应用存储策略。请参见 [第 213 页](#)，“[将存储策略分配给虚拟机](#)”。

- 5 确认虚拟机使用符合分配的存储策略的数据存储。

请参见 [第 215 页](#)，“[检查虚拟机存储策略的合规性](#)”。

填充“虚拟机存储策略”界面

您可以使用“虚拟机存储策略”界面定义虚拟机存储策略。在使用“虚拟机存储策略”界面前，必须先在界面中填充有关存储环境中可用的存储实体和数据服务的信息。

该信息可从存储提供程序（也称为 VASA 提供程序）获得，也可从数据存储标记获得。

存储功能与数据服务

某些数据存储（例如，Virtual Volumes 和 Virtual SAN）由存储提供程序呈现。通过存储提供程序，数据存储可在“虚拟机存储策略”界面中播发其功能。数据存储功能、数据服务以及其他带有值范围的特性的列表会填充到“虚拟机存储策略”界面。

您可以使用这些特性为存储策略定义基于功能的放置规则。



存储提供程序还可呈现主机上安装的 I/O 筛选器。通过存储提供程序，可将筛选器服务信息自动填充到“虚拟机存储策略”界面。您在虚拟机存储策略的常用规则中包含了特定数据服务。不同于存储特定放置规则，常用规则不会定义虚拟机的存储放置和存储要求，而是会为虚拟机激活请求的 I/O 筛选器数据服务。

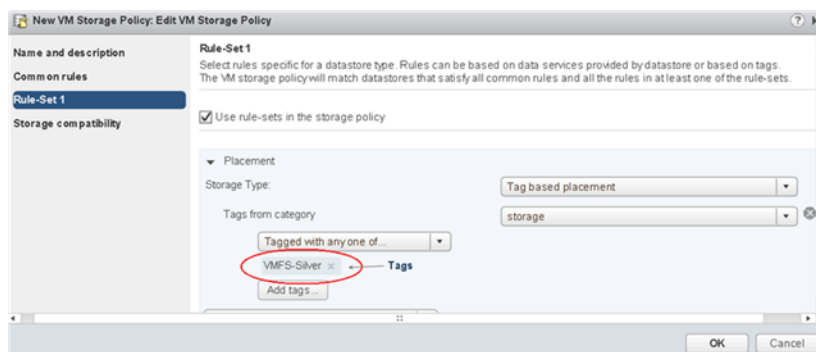


标记

通常，VMFS 和 NFS 数据存储不由存储提供程序呈现，并且不在“虚拟机存储策略”界面中显示其功能和数据服务。您可以使用标记将有关这些数据存储的信息进行编码。例如，您可将 VMFS 数据存储标记为 VMFS-Gold 和 VMFS-Silver 以表示不同的服务级别。

您还可使用标记将存储提供程序未播发的信息编码，如地理位置（帕洛阿尔托）或管理组（会计）。

与存储功能和特性类似，与数据存储关联的所有标记都显示在“虚拟机存储策略”界面中。您可在定义基于标记的放置规则时使用标记。



使用存储提供程序填充“虚拟机存储策略”界面

对于由存储 (VASA) 提供程序呈现的实体，验证是否已注册相应的提供程序。注册存储提供程序后，“虚拟机存储策略”界面将填充提供程序呈现的数据存储和数据服务的有关信息。

使用存储提供程序的实体包括 Virtual SAN、Virtual Volumes 和 I/O 筛选器。根据实体的类型，有些提供程序可以自行注册。其他提供程序必须手动注册，如 Virtual Volumes 存储提供程序。存储提供程序注册后，将向“虚拟机存储策略”界面提供以下数据：

- Virtual Volumes 和 Virtual SAN 等数据存储的存储功能和特性
- I/O 筛选器特性

前提条件

注册需要手动注册的存储提供程序。有关详细信息，请参见相应的文档：

- [管理 VMware Virtual SAN](#)
- [第 225 页，第 21 章“使用 Virtual Volumes”](#)
- [第 245 页，第 22 章“筛选虚拟机 I/O”](#)

步骤

- 1 在 vSphere Web Client 导航器中，浏览到 vCenter Server。
- 2 依次单击 **配置** 选项卡和 **存储提供程序**。
- 3 在“存储提供程序”列表中，查看向 vCenter Server 注册的存储提供程序。
此列表显示一般信息，包括存储提供程序的名称、其 URL 和状态、提供程序呈现的存储实体等。
- 4 要显示更多详细信息，请从列表中选择特定的存储提供程序或其组件。

向数据存储分配标记

可使用标记对有关数据存储的信息进行编码。当数据存储并非由存储提供程序呈现并且未在“虚拟机存储策略”界面中播发其功能和数据服务时，标记非常有用。您还可以使用标记指明不通过存储提供程序传递的属性，例如地理位置或管理组。


可以将包含常规存储信息的新标记应用于数据存储。有关标记、其类别以及如何管理标记的更多详细信息，请参见《*vCenter Server 和主机管理*》文档。

前提条件

所需特权：

- 在根 vCenter Server 实例上的 **vSphere 标记.创建 vSphere 标记** 特权
- 在根 vCenter Server 实例上的 **vSphere 标记.创建 vSphere 标记类别** 特权
- 在根 vCenter Server 实例上的 **vSphere 标记.分配或取消分配 vSphere 标记** 特权

步骤

- 1 为存储标记创建类别。
 - a 在 vSphere Web Client 主页中，单击 **标记与自定义属性**。
 - b 依次单击 **标记** 选项卡和 **类别**。
 - c 单击“新建类别”图标 ()。

d 指定类别选项。请参见下面的示例。

类别属性	示例
类别名称	存储位置
描述	与存储位置相关的标记类别
基数	每个对象对应多个标记
可关联的对象类型	数据存储和数据存储群集

e 单击**确定**。

2 创建存储标记。

a 在**标记**选项卡上，单击**标记**。

b 单击“新建标记”图标 ()。

c 指定标记的属性。请参见下面的示例。

标记属性	示例
名称	德克萨斯
描述	位于德克萨斯的数据存储
类别	存储位置

d 单击**确定**。

3 将标记应用于数据存储。

a 在 vSphere Web Client 导航器中，浏览到数据存储。

b 右键单击数据存储，并选择**标记与自定义属性 > 分配标记**。

c 从**类别**下拉菜单中，选择“存储位置”类别。

d 选择适当的标记，例如“德克萨斯”，然后单击**分配**。

新标记将分配给数据存储，并显示在**标记**窗格中的数据存储**摘要**选项卡上。

下一步

创建虚拟机存储策略时，您可以引用标记以将标记的数据存储包含在兼容存储资源列表中。请参见第 211 页，[“为虚拟机存储策略创建存储特定的规则”](#)。

或者，您可以从虚拟机存储策略中排除标记的数据存储。例如，虚拟存储策略可以包含位于德克萨斯和加利福尼亚的 Virtual Volumes 数据存储，但排除位于内华达的数据存储。

默认存储策略

在基于对象的数据存储上置备虚拟机时，必须向虚拟机分配兼容的虚拟机存储策略。基于对象的数据存储包括 Virtual SAN 或 Virtual Volumes。该分配可保证在基于对象的存储中实施虚拟机对象最佳位置放置。如果未明确地向虚拟机分配存储策略，则系统将使用与数据存储关联的默认存储策略。如果分配的策略不包括特定于 Virtual Volumes 或 Virtual SAN 的规则，则也会使用默认策略。

VMware 为 Virtual SAN 和 Virtual Volumes 提供了默认存储策略。此外，您也可以定义默认策略。VMFS 和 NFS 数据存储没有默认策略。

VMware 提供的默认策略

VMware 可为 Virtual SAN 和 Virtual Volumes 数据存储提供默认存储策略。

Virtual SAN 默认存储策略

如果您未选择任何 Virtual SAN 策略，则系统会向置备在 Virtual SAN 数据存储上的所有虚拟机对象应用默认存储策略。

VMware 提供的 Virtual SAN 默认策略具有以下特性：

- 无法删除此策略。
- 可编辑此策略。要编辑此策略，您必须具有包括查看和更新特权在内的存储策略特权。
- 编辑此策略时，无法更改策略的名称或 Virtual SAN 存储提供程序规范。所有其他参数（包括规则）均可编辑。
- 您可以克隆默认策略，并将其副本用作模板以创建其他存储策略。
- Virtual SAN 默认策略仅与 Virtual SAN 数据存储兼容。
- 您可以为 Virtual SAN 创建虚拟机存储策略，并将其指定为默认策略。

Virtual Volumes 默认存储策略

对于 Virtual Volumes，VMware 提供不包含规则或存储要求的默认存储策略，称为 VVol 无要求策略。与 Virtual SAN 一样，如果没有为 Virtual Volumes 数据存储上的虚拟机指定其他策略，则此策略将应用于虚拟机对象。使用“无要求”策略时，存储阵列可决定虚拟机对象的最佳放置。

VMware 提供的默认“无要求”策略具有以下特性：

- 无法删除、编辑或克隆此策略。
- 此策略仅与 Virtual Volumes 数据存储兼容。
- 您可以为 Virtual Volumes 创建虚拟机存储策略，并将其指定为默认策略。

用户为虚拟机存储定义的默认策略

您可以创建与 Virtual SAN 或 Virtual Volumes 兼容的虚拟机存储策略。然后，可以将此策略指定为 Virtual SAN 和 Virtual Volumes 数据存储的默认策略。用户定义的默认策略将替换 VMware 提供的默认存储策略。

每个 Virtual SAN 和 Virtual Volumes 数据存储一次只能有一个默认策略。但是，您可以创建包含多项规则集的单个存储策略，以便使其匹配多个 Virtual SAN 和 Virtual Volumes 数据存储。您可以将此策略指定为所有数据存储的默认策略。

虚拟机存储策略成为数据存储的默认策略时，除非解除其与数据存储的关联，否则无法删除该策略。

更改数据存储的默认存储策略

对于 Virtual Volumes 和 Virtual SAN 数据存储，VMware 提供的存储策略将在虚拟机置备期间用作默认策略。您可以更改选定 Virtual Volumes 或 Virtual SAN 数据存储的默认存储策略。

注意 不应将包含复制规则的存储策略指定为默认存储策略。否则，该策略将阻止您选择复制组。

前提条件

创建与 Virtual Volumes 或 Virtual SAN 兼容的存储策略。可以创建与两种类型的存储匹配的策略。

步骤

- 1 在 vSphere Web Client 导航器中，选择全局清单列表 > 数据存储。
- 2 单击数据存储。
- 3 单击配置选项卡。
- 4 在设置下，单击常规。
- 5 单击“默认存储策略”窗格中的编辑。
- 6 从可用存储策略的列表中，选择要指定为默认策略的策略，然后单击确定。

所选存储策略将成为数据存储的默认策略。在未选择其他策略时，vSphere 会将此策略分配给在数据存储上置备的任何虚拟机对象。

创建和管理虚拟机存储策略

要为虚拟机创建和管理存储策略，可以使用 vSphere Web Client 的“虚拟机存储策略”界面。

在“虚拟机存储策略”界面中填充适当的数据后，您可以开始创建存储策略。创建存储策略时，您可以定义放置和数据服务规则。规则是虚拟机存储策略的基本要素。在策略中，规则被分组到不同的规则集合或规则集中。

在某些情况下，您可以将规则预先打包到存储策略组件中。组件是您提前定义的模块化的构造块，可以在多个存储策略中引用。

创建存储策略后，您可以编辑或克隆该策略，还可以删除任何不使用的策略。

关于数据存储特定规则集和常用规则集

在“虚拟机存储策略”界面中填充适当的数据后，您可以开始定义存储策略。虚拟机存储策略的基本要素是规则。每个规则都是描述一项虚拟机存储和数据服务要求的语句。在策略中，规则被分组到不同的规则集合中。存在两种类型的集合：常规规则集和常用规则集。

常规规则集

常规规则集是特定于数据存储的。每个规则集都必须包含描述虚拟机存储资源要求的放置规则。单个规则集中的所有放置规则代表一个存储实体。这些规则可以基于标记或存储功能。此外，常规规则集可以包含可选的存储策略组件，它们描述要为虚拟机提供的数据服务。

要定义存储策略，必须提供一个常规规则集。其他规则集则可选择性提供。单个策略可以使用多个规则集来定义备用存储放置参数，这些参数通常来自多个存储提供程序。

常用规则集

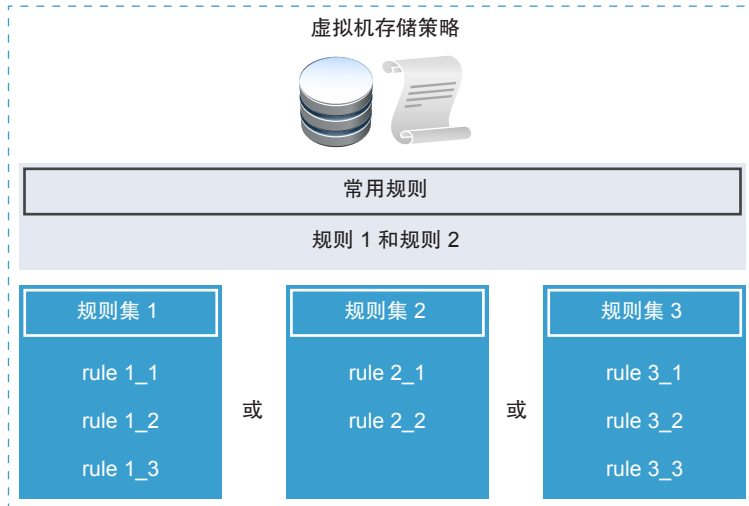
与特定于数据存储的常规规则集不同，常用规则集不定义虚拟机的存储放置，并且不包含放置规则。常用规则集对于所有存储类型是通用的，不依赖于数据存储。这些规则集为虚拟机激活数据服务。常用规则集包含描述特定数据服务（例如加密、复制等）的规则或存储策略组件。

表 19-1 虚拟机存储策略的结构

常用规则	常规规则集
激活安装在 ESXi 主机上的数据服务的规则或预定义存储策略组件。例如，I/O 筛选器进行的复制。	描述虚拟机存储资源要求的放置规则。例如，Virtual Volumes 放置。
	激活存储提供的数据服务的规则或预定义存储策略组件。例如，Virtual Volumes 进行的缓存。

规则和规则集之间的关系

布尔运算符 **OR** 定义策略中常规规则集之间的关系。**AND** 运算符定义单个规则集中所有规则之间的关系。策略可以只包含常用规则，或者只包含数据存储特定规则集，抑或二者兼有。如果不存在常用规则，则满足单个常规规则集的所有规则即符合整个策略。如果存在常用规则，则策略要匹配的数据存储需满足所有常用规则以及至少一个常规规则集中的所有规则。



关于规则

规则是虚拟机存储策略的基本要素。每个规则都是描述一项虚拟机存储和数据服务要求的语句。

通常，规则属于以下类别之一：放置规则（包括基于功能和基于标记两种）和数据服务规则。在存储策略中，各个规则被组织到不同的规则集合或规则集中。

放置规则：基于功能

放置规则指定虚拟机的特定存储要求并使 SPBM 可以从清单内的所有数据存储中区分兼容的数据存储。这些规则还描述如何分配数据存储内的虚拟机存储对象，以达到要求的服务级别。例如，规则可以将 **Virtual Volumes** 作为目标列出并为 **Virtual Volumes** 对象定义最大恢复点目标 (Recovery Point Objective, RPO)。当您置备虚拟机时，这些规则将指导 SPBM 做出有关虚拟机放置的决定。SPBM 查找与规则匹配并满足虚拟机存储要求的 **Virtual Volumes** 数据存储。

放置规则：基于标记

基于标记的规则引用数据存储标记。这些规则可以定义虚拟机放置策略，例如请求具有 **VMFS-Gold** 标记的所有数据存储作为一个目标。您还可以使用基于标记的规则进一步精确调整您的虚拟机放置请求。例如，从 **Virtual Volumes** 数据存储列表中排除具有 **Palo Alto** 标记的数据存储。

数据服务规则

与放置规则不同，数据服务规则不定义虚拟机的存储放置和存储要求。这些规则为虚拟机激活特定数据服务，例如缓存和复制。存储系统或其他实体可以提供这些服务。它们也可以安装在您的主机和 **vCenter Server** 上。您可以将数据服务规则包含在存储策略组件中。如果数据服务由存储系统提供，您可以将组件添加到常规规则集中。如果数据服务由 I/O 筛选器提供，则组件将添加到常用规则集中。

关于存储策略组件

虚拟机存储策略可以包含一个或多个可重复使用和可互换的构造块，称为存储策略组件。每个组件描述要为虚拟机提供的一项特定数据服务。您可以提前定义策略组件并将它们与多个虚拟机存储策略关联。

您无法将预定义的组件直接分配给虚拟机或虚拟磁盘。必须将组件添加到虚拟机存储策略，然后将策略分配给虚拟机。

组件描述来自一个服务提供程序的一种服务类型。根据您使用的提供程序，服务可能有所不同，但通常属于以下类别之一。

- 压缩
- 缓存
- 加密
- 复制

创建存储策略组件时，可以为一个特定类型和级别的服务定义规则。

以下示例说明虚拟机 VM1 和 VM2 具有相同的放置要求，但必须具有不同级别的复制服务。您可以创建具有不同复制参数的存储策略组件并将这些组件添加到相关存储策略中。

表 19-2 存储策略组件

虚拟机	虚拟机存储策略	存储策略组件
VM1 要求每隔 2 小时复制一次	SP1	间隔 2 小时的复制
VM2 要求每隔 4 小时复制一次	SP2（SP1 的克隆）	间隔 4 小时的复制

服务提供程序可以是存储系统、I/O 筛选器或其他实体。如果组件引用 I/O 筛选器，则组件将添加到存储策略的常用规则集中。如果组件引用除 I/O 筛选器以外的实体（例如存储系统），则组件将添加到包含放置规则的常规规则集中。

处理组件时，请遵循以下准则：

- 每个组件只能包含一个规则集。此规则集中的所有特性都属于一个数据服务提供程序。
- 如果组件在虚拟机存储策略中引用，则无法删除组件。在删除组件之前，您必须将其从存储策略中移除或者删除存储策略。
- 将组件添加到策略时，您只能针对每个规则集使用同一类别（例如缓存）中的一个组件。

创建存储策略组件

存储策略组件描述必须为虚拟机提供的单个数据服务，例如复制。您可以提前定义组件并将其与多个虚拟机存储策略关联。组件可重复使用并且可互换。

步骤

- 1 在 vSphere Web Client 主页中，单击**策略和配置文件 > 虚拟机存储策略**。
- 2 依次单击**存储策略组件**选项卡和**创建存储策略组件**图标。
- 3 选择 vCenter Server 实例。
- 4 输入策略组件的名称（例如间隔 4 小时的复制）和描述。
确保名称不与其他组件或存储策略的名称相冲突。
- 5 选择服务类别，例如**复制**。
- 6 选择服务提供程序。

- 7 为所选类别定义规则。

例如，如果您正在配置间隔 4 小时的复制，请将恢复点目标 (RPO) 值设置为 4。

对于基于 I/O 筛选器的加密，请设置**在加密前允许 I/O 筛选器**参数。存储提供的加密不需要此参数。

选项	描述
False (默认)	不允许在加密筛选器前使用其他 I/O 筛选器。
True	允许在加密筛选器前使用其他 I/O 筛选器。其他筛选器（如复制）可以在加密明文数据之前对其进行分析。

- 8 单击**确定**。

新组件将显示在存储策略组件列表中。

下一步

您可以将组件添加到虚拟机存储策略。如果组件引用的数据服务（例如复制）由 I/O 筛选器提供，您可以将组件添加到常用规则集。如果数据服务由存储系统提供，您可以将组件添加到常规规则集。

查看存储策略组件

创建存储策略组件后，可以查看其详细信息并执行其他管理任务。

步骤

- 1 在 vSphere Web Client 主页中，单击**策略和配置文件 > 虚拟机存储策略**。
- 2 单击**存储策略组件**选项卡。
- 3 查看所选存储策略组件的详细信息。
 - a 选择组件。
 - b 在下列选项卡之间切换。

菜单项	描述
内容	显示规则及其相关值。
使用位置	列出引用此组件的虚拟机存储策略。

下一步

使用**存储策略组件**选项卡可编辑、克隆或删除选定的存储策略组件。

编辑或克隆存储策略组件

您可以修改现有的存储策略组件。还可以通过克隆来创建现有组件的副本。

步骤

- 1 在 vSphere Web Client 主页中，单击**策略和配置文件 > 虚拟机存储策略**。
- 2 单击**存储策略组件**选项卡，然后选择要编辑或克隆的组件。
- 3 单击以下图标之一：
 - **编辑设置**
 - **克隆**

- 4 修改相应的值。
- 编辑时，您不能更改数据服务和提供程序的类别。例如，如果原始组件引用 I/O 筛选器提供的复制，则这些设置必须保持不变。克隆时，您可以自定义原始组件的任何设置。
- 5 要保存更改，请单击**确定**。
- 6 如果分配至虚拟机的虚拟机存储策略引用了您编辑的策略组件，则将该存储策略重新应用至虚拟机。

菜单项	描述
稍后手动应用	如果选择此选项，则与存储策略关联的所有虚拟磁盘和虚拟机 home 对象的合规性状态将更改为“已过期”。要更新配置和合规性，请手动将存储策略重新应用于所有关联的条目。请参见第216页，“重新应用虚拟机存储策略”。
现在	编辑存储策略后立即更新虚拟机和合规性状态。

删除存储策略组件

您可以删除不使用的存储策略组件。

前提条件

确认组件未被虚拟存储策略使用。如果已被使用，请从策略中移除组件或者删除策略。组件的**使用位置**选项卡列出了引用组件的虚拟机存储策略。

步骤

- 1 在 vSphere Web Client 主页中，单击**策略和配置文件 > 虚拟机存储策略**。
- 2 单击**存储策略组件**选项卡，然后从列表中选择要删除的组件。
您可以选择多个组件。
- 3 单击**删除**图标并确认您想要删除组件。

组件将从存储策略组件列表中移除。

为虚拟机定义存储策略

为虚拟机定义存储策略时，可指定在虚拟机上运行的应用程序的存储要求。

存储策略可以引用存储实体播发的存储功能。也可以引用数据存储标记。策略可以包含启用 I/O 筛选器、存储系统或其他实体提供的功能（例如复制或缓存）的组件。

前提条件

- 确保“虚拟机存储策略”界面填充了有关存储环境中可用的存储实体和数据服务的信息。请参见第 200 页，“填充“虚拟机存储策略”界面”。
- 定义相应的存储策略组件。请参见第 207 页，“创建存储策略组件”。
- 所需特权：**虚拟机存储策略.更新**和**虚拟机存储策略.查看**。

步骤

- 1 [启动虚拟机存储策略创建过程](#)第 210 页，
要定义虚拟机存储策略，请使用创建新虚拟机存储策略向导。
- 2 [为虚拟机存储策略定义常用规则](#)第 210 页，
在常用规则页面上，指定要包含在虚拟机存储策略中的数据服务。数据服务由安装在 ESXi 主机和 vCenter Server 上的软件组件提供。包含常用规则的虚拟机存储策略为虚拟机激活指定的数据服务。

- 3 [为虚拟机存储策略创建存储特定的规则](#) 第 211 页，
可使用规则集页面定义存储放置规则。如果您的存储提供其他数据服务，例如复制，请使用此页面指定要在虚拟机存储策略中包含哪些数据服务。
- 4 [完成虚拟机存储策略创建](#) 第 212 页，
可以检查与虚拟机存储策略兼容的数据存储列表并可更改任何存储策略设置。

下一步

您可以将此存储策略应用于虚拟机。如果使用基于对象的存储（如 Virtual SAN 和 Virtual Volumes），则可以将此存储策略指定为默认策略。

启动虚拟机存储策略创建过程

要定义虚拟机存储策略，请使用创建新虚拟机存储策略向导。

步骤

- 1 在 vSphere Web Client 主页中，单击**策略和配置文件 > 虚拟机存储策略**。
- 2 单击**虚拟机存储策略**选项卡。
- 3 单击**创建新虚拟机存储策略**图标。
- 4 选择 vCenter Server 实例。
- 5 键入存储策略的名称和描述。

为虚拟机存储策略定义常用规则

在常用规则页面上，指定要包含在虚拟机存储策略中的数据服务。数据服务由安装在 ESXi 主机和 vCenter Server 上的软件组件提供。包含常用规则的虚拟机存储策略为虚拟机激活指定的数据服务。


数据服务对于所有存储类型是通用的，不依赖于数据存储。根据您的环境，数据服务可能属于不同的类别，包括加密、缓存、复制等。某些数据服务（例如加密）由 VMware 提供。其他数据服务由第三方 I/O 筛选器提供。

前提条件

- 有关加密虚拟机的信息，请参见 *vSphere 安全性* 文档。
- 有关 I/O 筛选器的信息，请参见 [第 245 页，第 22 章“筛选虚拟机 I/O”](#)。
- 有关存储策略组件的信息，请参见 [第 207 页，“关于存储策略组件”](#)。

步骤

- 1 通过选择**使用虚拟机存储策略中的常用规则**来启用常用规则。
- 2 单击**添加组件 (+)**图标，然后从下拉菜单中选择数据服务类别，例如复制。
- 3 通过为规则指定相应的提供程序和值来定义数据服务类别的规则。或者从预定义的组件列表中选择数据服务。

选项	描述
 组件名称	如果数据库中具有预定义的存储策略组件，此选项可用。如果您了解要使用哪个组件，请从列表中选择该组件以添加到虚拟机存储策略。
查看全部	查看可用于该类别的所有组件。要包括特定的组件，请从列表中选择该组件，然后单击 确定 。
自定义	通过为规则指定相应的提供程序和值来定义数据服务类别的自定义规则。

- 4 添加更多组件以请求其他数据服务。
每一组常用或常规规则只能使用同一类别中的一个组件，例如缓存。

5 单击下一步。

为虚拟机存储策略创建存储特定的规则

可使用规则集页面定义存储放置规则。如果您的存储提供其他数据服务，例如复制，请使用此页面指定要在虚拟机存储策略中包含哪些数据服务。

前提条件

- 如果所在环境包括 Virtual SAN 或 Virtual Volumes 等存储实体，请查看这些功能。有关信息，请参见《管理 VMware Virtual SAN》文档和[第 225 页，第 21 章“使用 Virtual Volumes”](#)。
- 要配置预定义的存储策略组件，请参见[第 207 页，“关于存储策略组件”](#)。

步骤

- 1 确保选中了**使用存储策略中的规则集**复选框。
- 2 定义放置规则。


放置规则请求特定存储实体，将其作为虚拟机的目标。它们可以是基于功能的规则，也可以是基于标记的规则。基于功能的规则基于存储实体（例如 Virtual SAN 和 Virtual Volumes）通过存储 (VASA) 提供程序播发的数据服务。基于标记的规则引用您分配给数据存储的标记。

选项	描述
基于存储功能放置	<ol style="list-style-type: none"> a 从存储类型下拉菜单中，选择目标存储实体，例如 Virtual Volumes。 b 从添加规则下拉菜单中，选择功能并指定其值。 例如，您可以指定 Virtual Volumes 对象每秒的读取操作数。您可以根据需要为所选的存储实体包含任意数量的规则。验证您提供的值是否位于存储资源播发的值范围内。 c 如果您需要进一步精确调整放置请求，请添加基于标记的规则。 基于标记的规则可以包含或排除特定放置标准。例如，您可以从目标 Virtual Volumes 数据存储列表中排除具有 Palo Alto 标记的数据存储。
基于标记放置	<ol style="list-style-type: none"> a 从存储类型下拉菜单中，选择基于标记放置。 b 从添加规则下拉菜单中，选择类别中的标记。 c 定义基于标记的放置标准。 例如，您可以请求具有 VMFS-Gold 标记的所有数据存储作为一个目标。

- 3 （可选）选择要包含在虚拟机存储策略中的数据服务。

您在“规则集”页面上引用的数据服务由存储提供。引用数据服务的虚拟机存储策略将为虚拟机请求这些服务。

- a 单击**添加组件 (+)**图标，然后从下拉菜单中选择数据服务类别，例如复制。
- b 通过为规则指定相应的提供程序和值来定义数据服务类别的规则。或者从预定义的组件列表中选择数据服务。

选项	描述
 组件名称	如果数据库中具有预定义的存储策略组件，此选项可用。如果您了解要使用哪个组件，请从列表中选择该组件以添加到虚拟机存储策略。
查看全部	查看可用于该类别的所有组件。要包括特定的组件，请从列表中选择该组件，然后单击 确定 。
自定义	通过为规则指定相应的提供程序和值来定义数据服务类别的自定义规则。

- c 添加更多组件以请求其他数据服务。
每一组常用或常规规则只能使用同一类别中的一个组件，例如缓存。

- 4 （可选）要定义其他规则集，请单击**添加其他规则集**并重复步骤 2 到步骤 3。
多个规则集允许使用一个策略来定义备用存储放置参数，这些参数通常来自多个存储提供程序。
- 5 单击**下一步**。

完成虚拟机存储策略创建

可以检查与虚拟机存储策略兼容的数据存储列表并可更改任何存储策略设置。

步骤

- 1 在存储兼容性页面上，检查与此策略匹配的数据存储列表，然后单击**下一步**。
要符合条件，该数据存储必须至少满足一个规则集以及此规则集中的所有规则的要求。
- 2 在即将完成页面，检查存储策略设置。
如果需要更改任何设置，请单击**后退**以返回到相关页面。
- 3 单击**完成**。

该虚拟机存储策略将显示在列表中。

删除虚拟机存储策略

如果您不打算再使用某个存储策略，可以将其删除。

您无法删除 VVol 无要求策略和 Virtual SAN 默认策略。

前提条件

- 如果您想要删除的策略被用作默认策略，请解除它与数据存储的关联。请参见第 204 页，“[更改数据存储的默认存储策略](#)”。
- 如果策略已被虚拟机使用，请更改虚拟机策略分配。请参见第 214 页，“[更改虚拟机文件和磁盘的存储策略分配](#)”。

步骤

- 1 从 vSphere Web Client 主页中，单击**策略和配置文件 > 虚拟机存储策略**。
- 2 单击**虚拟机存储策略**选项卡。
- 3 选择要删除的策略，然后单击**删除**图标 (X)。
您可以选择多个策略。
- 4 单击**是**确认您的操作。
此策略即会从清单中移除。

编辑或克隆虚拟机存储策略

如果虚拟机和虚拟磁盘的存储要求已更改，则可以修改现有的存储策略。还可以通过克隆来创建现有虚拟机存储策略的副本。克隆时，可以选择自定义原始存储策略。

前提条件

所需特权：**StorageProfile.View**

步骤

- 1 从 vSphere Web Client 主页中，单击**策略和配置文件 > 虚拟机存储策略**。
- 2 单击**虚拟机存储策略**选项卡。

- 3 选择存储策略，然后单击以下图标之一：
 - **编辑虚拟机存储策略**
 - **克隆虚拟机存储策略**
- 4 （可选）修改该策略，然后单击**确定**。
- 5 如果编辑由虚拟机使用的存储策略，请将该策略重新应用于虚拟机。

选项	描述
稍后手动应用	如果选择此选项，则与存储策略关联的所有虚拟磁盘和虚拟机 home 对象的合规性状态将更改为“已过期”。要更新配置和合规性，请手动将存储策略重新应用于所有关联的条目。请参见第216页，“ 重新应用虚拟机存储策略 ”。
现在	编辑存储策略后立即更新虚拟机和合规性状态。

存储策略和虚拟机

定义虚拟机存储策略后，即可将其应用于虚拟机。置备虚拟机或配置其虚拟磁盘时，可以应用存储策略。根据其类型和配置，策略可用于不同的目的。该策略可为虚拟机选择最合适的数据存储并强制执行要求的服务水平。或者，它可以为虚拟机及其磁盘启用特定数据服务。

如果未指定存储策略，则系统将使用与数据存储关联的默认存储策略。如果虚拟机上的应用程序的存储要求更改，则可以修改最初应用于虚拟机的存储策略。

将存储策略分配给虚拟机

在虚拟机初始部署期间或在执行其他虚拟机操作（如克隆或迁移）时，可以分配虚拟机存储策略。

本主题介绍如何在创建虚拟机时分配虚拟机存储策略。有关克隆和从模板部署等其他部署方法的信息，请参见《*vSphere 虚拟机管理*》文档。

您可以将同一存储策略应用于虚拟机配置文件及其所有虚拟磁盘。如果虚拟磁盘和配置文件的要求不同，则可以将不同的存储策略与虚拟机配置文件及选定的虚拟磁盘关联。

步骤

- 1 在 vSphere Web Client 中，启动虚拟机置备过程并按照相应的步骤操作。
- 2 将同一存储策略分配给所有虚拟机文件和磁盘。
 - a 在选择存储页面上，从**虚拟机存储策略**下拉菜单中选择存储策略。
根据其配置，存储策略会将所有数据存储分成兼容集和不兼容集。如果策略引用了某一特定存储实体（如 **Virtual Volumes**）提供的服务，则兼容列表将包含仅表示该存储类型的数据存储。
 - b 从兼容数据存储列表中选择相应的数据存储。
该数据存储将成为虚拟机配置文件及所有虚拟磁盘的目标存储资源。
- 3 更改虚拟磁盘的虚拟机存储策略。
如果虚拟磁盘的存储放置的要求不同，请使用此选项。您还可以使用此选项来为虚拟磁盘启用 I/O 筛选器服务，例如缓存和复制。
 - a 在自定义硬件页面上，展开**新硬盘**窗格。
 - b 从**虚拟机存储策略**下拉菜单中，选择要分配给虚拟磁盘的存储策略。
 - c （可选）更改虚拟磁盘的存储位置。
使用此选项可将虚拟磁盘存储在除虚拟机配置文件所在的数据存储以外的数据存储上。
- 4 完成虚拟机置备流程。

创建虚拟机后，**摘要**选项卡将显示已分配的存储策略及其合规性状态。

下一步

如果配置文件或虚拟磁盘的存储放置要求更改，则可随后修改虚拟策略分配。

更改虚拟机文件和磁盘的存储策略分配

如果虚拟机上应用程序的存储要求发生更改，则可以编辑最初应用于该虚拟机的存储策略。

可以为关闭电源或打开电源的虚拟机编辑存储策略。

在更改虚拟机存储策略分配时，您可以将同一存储策略应用于虚拟机配置文件及其所有虚拟磁盘。如果虚拟磁盘和配置文件的要求不同，则可以将不同的存储策略与虚拟机配置文件及选定的虚拟磁盘关联。

步骤

- 1 浏览到虚拟机。
 - a 在 vSphere Web Client 主页中，单击**策略和配置文件 > 虚拟机存储策略**。
 - b 单击您想要更改的存储策略。
 - c 单击**虚拟机**选项卡，然后单击**虚拟机**。

您可以看到使用此存储策略的虚拟机列表。
 - d 从列表中，选择您想要修改其策略的虚拟机。
- 2 依次单击**配置**选项卡和**策略**。
- 3 单击**编辑虚拟机存储策略**。
- 4 为虚拟机指定虚拟机存储策略。

选项	操作
将同一存储策略应用于所有虚拟机对象。	<ol style="list-style-type: none"> a 从虚拟机存储策略下拉菜单中选择策略。 b 单击应用于全部。
将不同的存储策略应用于虚拟机主对象和虚拟磁盘。	<ol style="list-style-type: none"> a 选择对象。 b 在“虚拟机存储策略”列中，从下拉菜单中选择策略。

- 5 如果您将 Virtual Volumes 策略与复制结合使用，请配置复制组。

复制组指明需要将哪些虚拟机和虚拟磁盘一起复制到目标站点。

- a 单击**配置**以打开“配置虚拟机复制组”页面。
- b 指定复制组。

选项	操作
将同一复制组分配给所有虚拟机对象。	选择 公用复制组 并从下拉菜单中选择一个预配置或自动组。
将不同的复制组分配给虚拟机主对象和虚拟磁盘。	<ol style="list-style-type: none"> 1 选择每个存储对象一个复制组。 2 选择要修改的对象。 3 在“复制组”列中，从下拉菜单中选择复制组。

- c 单击**确定**。

- 6 单击**确定**以保存虚拟机存储策略更改。

存储策略即分配给虚拟机及其磁盘。

监控虚拟机的存储合规性

将某一策略与虚拟机对象关联，并选择虚拟机和虚拟磁盘在其上运行的数据存储时，可以检查虚拟机和虚拟磁盘是否使用符合该策略的数据存储。

如果检查其主机或群集已禁用存储策略的虚拟机的合规性，则检查结果将不合规，因为该功能已被禁用。

前提条件

要对存储策略执行合规性检查，请将策略至少与一个虚拟机或虚拟磁盘关联。

步骤

- 1 从 vSphere Web Client 主页中，单击**策略和配置文件 > 虚拟机存储策略**。
- 2 双击某一存储策略。
- 3 单击**监控**选项卡，然后单击**虚拟机和虚拟磁盘**。
- 4 单击**触发虚拟机存储策略合规性检查**图标 (🔍)。

“合规性状态”列将显示虚拟机及其策略的存储合规性状态。

合规性状态	描述
合规	虚拟机或虚拟磁盘使用的数据存储具有策略所需的存储功能。
不合规	数据存储支持指定的存储要求，但目前无法符合虚拟机存储策略。例如，当支持数据存储的物理资源不可用或已用尽时，状态可能变为“不合规”。您可以通过更改物理配置将数据存储变为合规，例如向群集添加主机或磁盘。如果附加的资源符合虚拟机存储策略，状态将变为“合规”。
已过期	该状态表示策略已被编辑，但新的要求尚未传递至虚拟机对象所在的数据存储。要传递更改，请将策略重新应用到已过期的对象。
不适用	此存储策略引用不受虚拟机所在的数据存储支持的数据存储功能。

下一步

当无法将不合规的数据存储变为合规时，请将文件或虚拟磁盘迁移到兼容的数据存储。请参见第 216 页，“[为不合规虚拟机查找兼容存储资源](#)”。

如果状态为“已过期”，请将策略重新应用于对象。请参见第 216 页，“[重新应用虚拟机存储策略](#)”。

检查虚拟机存储策略的合规性

您可以检查虚拟机使用的数据存储是否与该虚拟机存储策略中指定的存储要求兼容。

前提条件

验证虚拟机是否包含与其关联的存储策略。

步骤

- 1 在 vSphere Web Client 中，浏览到虚拟机。
- 2 从右键单击菜单中，依次选择**虚拟机策略 > 检查虚拟机存储策略合规性**。
系统会验证合规性。
- 3 单击虚拟机的**摘要**选项卡。

- 4 在“虚拟机存储策略”窗格中查看合规性状态。

合规性状态	描述
合规	虚拟机或虚拟磁盘使用的数据存储具有策略所需的存储功能。
不合规	数据存储支持指定的存储要求，但目前无法符合虚拟机存储策略。例如，当支持数据存储的物理资源不可用或已用尽时，状态可能变为“不合规”。您可以通过更改物理配置将数据存储变为合规，例如向群集添加主机或磁盘。如果附加的资源符合虚拟机存储策略，状态将变为“合规”。
已过期	该状态表示策略已被编辑，但新的要求尚未传递至虚拟机对象所在的数据存储。要传递更改，请将策略重新应用到已过期的对象。
不适用	此存储策略引用不受虚拟机所在的数据存储支持的数据存储功能。

下一步

当无法将不合规的数据存储变为合规时，请将文件或虚拟磁盘迁移到兼容的数据存储。请参见第 216 页，“[为不合规虚拟机查找兼容存储资源](#)”。

如果状态为“已过期”，请将策略重新应用于对象。请参见第 216 页，“[重新应用虚拟机存储策略](#)”。

为不合规虚拟机查找兼容存储资源

确定与虚拟机关联的存储策略兼容的数据存储。

有时，分配给虚拟机的存储策略可能处于不合规状态。此状态表示虚拟机或其磁盘使用的数据存储与策略不兼容。可以将虚拟机文件和虚拟磁盘迁移到兼容的数据存储中。

使用此任务确定满足策略要求的数据存储。

前提条件

验证虚拟机摘要选项卡上的**虚拟机存储策略合规性**字段是否显示“不合规”状态。

步骤

- 1 在 vSphere Web Client 中，浏览到虚拟机。
- 2 单击**摘要**选项卡。
“虚拟机存储策略”窗格上的“虚拟机存储策略合规性”面板将显示“不合规”状态。
- 3 单击**虚拟机存储策略**面板中的策略链接。
- 4 单击**监控**选项卡，然后单击**虚拟机和虚拟磁盘**以确定不合规的虚拟机文件。
- 5 单击**存储兼容性**。
此时将显示与策略的要求相匹配的数据存储列表。

下一步

可将虚拟机或其磁盘迁移到列表中的其中一个数据存储中。

重新应用虚拟机存储策略

编辑已与虚拟机对象关联的存储策略后，必须重新应用该策略。通过重新应用该策略，可将新的存储要求传递到虚拟机对象所在的数据存储。

前提条件

虚拟机的合规性状态为“已过期”。该状态表示策略已被编辑，但新的要求尚未传递到数据存储。

步骤

- 1 在 vSphere Web Client 中，浏览到虚拟机。
- 2 依次单击配置选项卡和策略。
- 3 验证合规性状态是否为“已过期”。
- 4 单击对所有过期实体重新应用虚拟机存储策略图标 (🔄)。
- 5 检查合规性状态。

合规性状态	描述
合规	虚拟机或虚拟磁盘使用的数据存储具有策略所需的存储功能。
不合规	虚拟机或虚拟磁盘使用的数据存储不具有策略所需的存储功能。可以将虚拟机文件和虚拟磁盘迁移到合规的数据存储中。 当无法将不合规的数据存储变为合规时，请将文件或虚拟磁盘迁移到兼容的数据存储。请参见第 216 页， “为不合规虚拟机查找兼容存储资源”。
不适用	此存储服务级别引用不受虚拟机所在的数据存储支持的数据存储功能。

使用存储提供程序

存储提供程序是由 VMware 提供或由第三方通过 vSphere APIs for Storage Awareness (VASA) 计划开发的软件组件。存储提供程序也可以称为 VASA 提供程序。存储提供程序可与包含外部物理存储和存储抽象的各种存储实体（例如 Virtual SAN 和 Virtual Volumes）相集成。存储提供程序也可以支持软件解决方案，如 I/O 筛选器。

通常，vCenter Server 和 ESXi 使用存储提供程序获取有关存储配置、状态和环境中提供的存储数据服务的信息。此信息显示在 vSphere Web Client 中。此信息可帮助您制定恰当的虚拟机放置决策、设置存储要求以及监控存储环境。

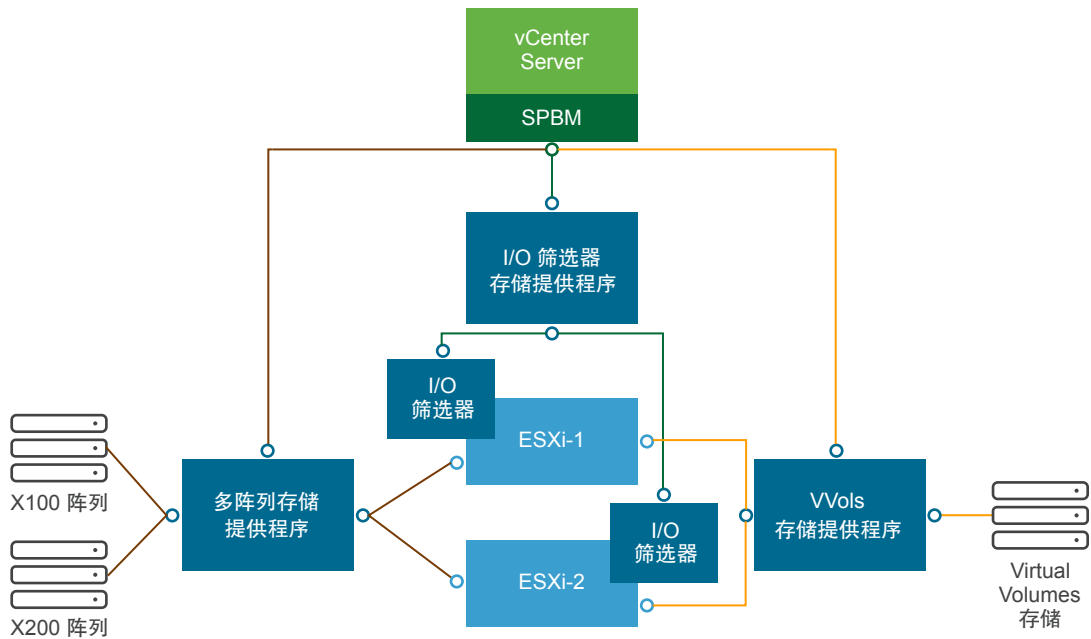
管理阵列和存储抽象的存储提供程序称为持久性存储提供程序。支持 Virtual Volumes 或 Virtual SAN 的提供程序属于此类别。除了存储，持久性提供程序还可以提供其他数据服务，如复制。

另一种提供程序类别是 I/O 筛选器存储提供程序，也可称为数据服务提供程序。这些提供程序提供数据服务，包括基于主机的缓存、压缩和加密。

内置存储提供程序通常无需注册。例如，支持 I/O 筛选器的存储提供程序会自动变为已注册状态。

如果存储提供程序由第三方提供，则通常必须注册此提供程序。Virtual Volumes 提供程序即是此类提供程序。使用 vSphere Web Client 注册和管理每个存储提供程序组件。

下图说明了不同类型的存储提供程序如何帮助实现 vCenter Server 与 ESXi 以及存储环境中的其他组件（如存储阵列、Virtual Volumes 存储和 I/O 筛选器）之间的通信。



本章讨论了以下主题：

- [第 220 页](#)，“存储提供程序和数据呈现形式”
- [第 221 页](#)，“存储提供程序要求和注意事项”
- [第 221 页](#)，“注册存储提供程序”
- [第 222 页](#)，“查看存储提供程序信息”
- [第 222 页](#)，“取消注册存储提供程序”
- [第 222 页](#)，“更新存储提供程序”
- [第 222 页](#)，“刷新存储提供程序证书”

存储提供程序和数据呈现形式

vCenter Server 和 ESXi 与存储提供程序通信，以获取存储提供程序从基础物理存储和软件定义的存储或从可用的 I/O 筛选器收集的信息。vCenter Server 随后可以在 vSphere Web Client 中显示存储数据。

存储提供程序提供的信息可以分为以下几类：

- 存储数据服务和功能。此类信息对 Virtual SAN、Virtual Volumes 和 I/O 筛选器等功能至关重要。呈现这些功能的存储提供程序与基于存储策略的管理 (SPBM) 机制集成。存储提供程序将收集有关基础存储实体或可用 I/O 筛选器提供的数据服务的信息。

在存储策略中定义虚拟机和虚拟磁盘的存储要求时，请引用这些数据服务。根据您的环境，SPBM 机制可确保虚拟机的适当存储放置或启用虚拟磁盘的特定数据服务。有关详细信息，请参见 [第 205 页](#)，“[创建和管理虚拟机存储策略](#)”。

- 存储状态。此类别包含有关各种存储实体的状态报告。它还包含用于通知有关配置变化的警报和事件。

这种类型的信息可以帮助您解决存储连接和性能问题，还可以帮助您将阵列生成的事件和警报与阵列上相应的性能和负载变化相关联。

- 块设备或文件系统上 Distributed Resource Scheduling 的 Storage DRS 信息。存储提供程序将提供有关存储系统的其他信息，以便 Storage DRS 所做的决策与存储系统内部的资源管理决策兼容。

存储提供程序要求和注意事项

使用第三方存储提供程序时，适用特定的要求和注意事项。

通常，供应商负责提供存储提供程序。VMware VASA 计划定义将第三方存储提供程序集成到 vSphere 环境中的架构，以便 vCenter Server 和 ESXi 主机可以与存储提供程序通信。

要使用存储提供程序，请遵循以下要求：

- 确保所使用的每个存储提供程序都经过 VMware 的认证并进行正确部署。有关部署存储提供程序的信息，请联系存储供应商。
 - 确保存储提供程序与 vCenter Server 和 ESXi 版本兼容。请参见 *VMware 兼容性指南*。
- 如果您的环境包含旧版的存储提供程序，现有功能可以继续运行。但是，为了能够使用新功能，应将存储提供程序升级到新版本。
- 请勿将 VASA 提供程序安装到 vCenter Server 所在的系统上。

注册存储提供程序

要在 vCenter Server 和存储提供程序之间建立连接，必须注册存储提供程序。请确保为群集中的每个主机注册单独的存储提供程序。

注意 如果您使用 Virtual SAN，则注册 Virtual SAN 的存储提供程序，并且该提供程序会自动显示在存储提供程序列表中。Virtual SAN 不支持手动注册存储提供程序。请参见 *管理 VMware Virtual SAN* 文档。

前提条件

确认是否在存储端安装了存储提供程序组件，并从存储管理员那里获取其凭据。

步骤

- 1 在 vSphere Web Client 导航器中，浏览到 vCenter Server。
- 2 依次单击 **配置** 选项卡和 **存储提供程序**。
- 3 单击 **注册新的存储提供程序** 图标 (+)。
- 4 键入存储提供程序的连接信息，其中包括名称、URL 和凭据。
- 5 指定安全方法。

操作	描述
指示 vCenter Server 使用存储提供程序证书	选择 使用存储提供程序证书 选项并指定证书的位置。
使用存储提供程序证书的指纹	如果不指示 vCenter Server 使用提供程序证书，则将显示证书指纹。可以检查指纹并批准它。vCenter Server 将证书添加到信任库，然后继续进行连接。

当 vCenter Server 首次连接到提供程序时，存储提供程序会将 vCenter Server 证书添加到其信任库。

- 6 单击 **确定** 以完成注册。

vCenter Server 可注册存储提供程序，并建立与该存储提供程序的安全 SSL 连接。

下一步

如果您的存储提供程序无法注册，请参见 VMware 知识库文章，网址为 <http://kb.vmware.com/kb/2079087>。

查看存储提供程序信息

将存储提供程序组件注册到 vCenter Server 之后，存储提供程序将显示在存储提供程序列表中。某些存储提供程序会自行注册，并在您设置好它们呈现的实体后自动显示在此列表上，例如 Virtual SAN 或 I/O 筛选器。

查看存储提供程序的一般信息以及每个存储组件的详细信息。

步骤

- 1 在 vSphere Web Client 导航器中，浏览到 vCenter Server。
- 2 依次单击 **配置** 选项卡和 **存储提供程序**。
- 3 在“存储提供程序”列表中，查看向 vCenter Server 注册的存储提供程序。
此列表显示一般信息，如存储提供程序的名称、其 URL 和状态、VASA API 的版本、提供程序呈现的存储实体等。
- 4 要显示其他信息，请从列表中选择特定的存储提供程序或其组件。

注意 一个存储提供程序可支持多个不同供应商的存储系统。

取消注册存储提供程序

取消注册不需要的存储提供程序。

注意 无法手动取消注册 VMware 提供的一些存储提供程序，例如 Virtual SAN 存储提供程序。

步骤

- 1 在 vSphere Web Client 导航器中，浏览到 vCenter Server。
- 2 依次单击 **配置** 选项卡和 **存储提供程序**。
- 3 从存储提供程序列表中，选择要取消注册的存储提供程序，然后单击 **取消注册选定的存储提供程序** (✖) 图标。

vCenter Server 会终止连接并从中配置中移除该存储提供程序。

更新存储提供程序

vCenter Server 定期更新其数据库中的存储数据。这些更新是部分更新，仅反映存储提供程序传递到 vCenter Server 中的那些存储更改。可以根据需要为所选存储提供程序执行数据库完全同步。

步骤

- 1 在 vSphere Web Client 导航器中，浏览到 vCenter Server。
- 2 依次单击 **配置** 选项卡和 **存储提供程序**。
- 3 从列表中选择要与其同步的存储提供程序，然后单击 **重新扫描存储提供程序** (🔄) 图标。


vSphere Web Client 会更新提供程序的存储数据。

刷新存储提供程序证书

当分配给存储提供程序的证书即将到期时，vCenter Server 将向您发出警告。您可以刷新证书以继续使用该提供程序。

如果在到期前无法刷新证书，vCenter Server 将中止使用该提供程序。

步骤

- 1 在 vSphere Web Client 导航器中，浏览到 vCenter Server。
- 2 依次单击配置选项卡和存储提供程序。
- 3 从列表中选择存储提供程序，然后单击刷新证书  图标。

使用 Virtual Volumes

Virtual Volumes 功能可将存储管理范式从管理数据存储内的空间更改为管理存储阵列处理的抽象存储对象。使用 Virtual Volumes，单个虚拟机而不是数据存储将成为存储管理单元，而存储硬件可完全控制虚拟磁盘内容、布局和管理。

vSphere 存储管理以前采用以数据存储为中心的方法。使用这种方法，存储管理员和 vSphere 管理员可预先讨论虚拟机的基础存储要求。然后，存储管理员设置 LUN 或 NFS 共享并将其提供给 ESXi 主机。vSphere 管理员基于 LUN 或 NFS 创建数据存储，并使用这些数据存储作为虚拟机存储。从存储角度而言，数据存储通常是发生数据管理的最低粒度级别。然而，单个数据存储包含可能具有不同要求的多个虚拟机。传统方法很难满足单个虚拟机的要求。

Virtual Volumes 功能有助于改善数据管理的粒度。它提供了一种新的存储管理方法，可以帮助您在每个应用程序级别对虚拟机服务进行不同的处理。Virtual Volumes 根据单个虚拟机的需求安排存储，而不是根据存储系统的功能安排存储，从而使存储以虚拟机为中心。

Virtual Volumes 可将虚拟磁盘及其衍生内容、克隆、快照和副本直接映射到存储系统上的对象（即虚拟卷）。此映射使 vSphere 可以将快照、克隆和复制等密集型存储操作转移到存储系统，从而减轻负担。

通过为每个虚拟磁盘创建一个卷，您可以在最佳级别设置策略。您可以预先决定应用程序的存储要求，并将这些要求传达给存储系统。存储系统会基于这些要求创建相应的虚拟磁盘。例如，如果虚拟机需要主动-主动存储阵列，则不必再选择支持主动-主动模式的数据存储，只需创建可自动放置在主动-主动阵列中的单个虚拟卷。

本章讨论了以下主题：

- 第 226 页，“Virtual Volumes 概念”
- 第 229 页，“使用 Virtual Volumes 时的最佳做法”
- 第 230 页，“Virtual Volumes 和存储协议”
- 第 231 页，“Virtual Volumes 架构”
- 第 232 页，“Virtual Volumes 和 VMware Certificate Authority”
- 第 232 页，“快照和 Virtual Volumes”
- 第 233 页，“启用 Virtual Volumes 之前”
- 第 234 页，“配置 Virtual Volumes”
- 第 236 页，“在 Virtual Volumes 数据存储中置备虚拟机”
- 第 240 页，“Virtual Volumes 和复制”

Virtual Volumes 概念

使用 Virtual Volumes 时，抽象的存储容器将替换基于 LUN 或 NFS 共享的传统存储卷。在 vCenter Server 中，存储容器以 Virtual Volumes 数据存储表示。Virtual Volumes 数据存储可以存储虚拟卷，即封装虚拟机文件的对象。

要了解有关 Virtual Volumes 功能的不同组件的详细信息，请观看视频。



Virtual Volumes 第 1 部分：概念 (http://link.brightcove.com/services/player/bcpid2296383276001?bctid=ref:video_vvols_part1_concepts)

- **Virtual Volumes** 第 226 页，
虚拟卷用于封装虚拟机文件、虚拟磁盘及其衍生内容。
- **Virtual Volumes 和存储提供程序** 第 227 页，
Virtual Volumes 存储提供程序也称为 VASA 提供程序，是一款在 vSphere 环境中充当存储感知服务的软件组件。该提供程序可调节一端的 vCenter Server 和 ESXi 主机与另一端的存储系统之间的带外通信。
- **存储容器** 第 227 页，
与传统 LUN 和基于 NFS 的存储不同，Virtual Volumes 功能不需要存储端上的预配置卷。但是，Virtual Volumes 需要使用存储容器。存储容器是原始存储容量池，或者说是存储系统可提供给虚拟卷的存储容量的聚合。
- **协议端点** 第 228 页，
尽管存储系统管理虚拟卷的各个方面，但 ESXi 主机无法直接访问存储端上的虚拟卷。ESXi 主机使用称为协议端点的逻辑 I/O 代理与虚拟卷及虚拟卷封装的虚拟磁盘文件通信。ESXi 使用协议端点按需建立从虚拟机到其各自虚拟卷的数据路径。
- **将 Virtual Volumes 绑定到协议端点和解除绑定** 第 228 页，
虚拟卷在创建时是被动实体，不会立即就可供进行 I/O 操作。要访问虚拟卷，ESXi 或 vCenter Server 会发送绑定请求。
- **Virtual Volumes 数据存储** 第 228 页，
Virtual Volumes (VVol) 数据存储表示 vCenter Server 和 vSphere Web Client 中的存储容器。
- **Virtual Volumes 和虚拟机存储策略** 第 229 页，
在 Virtual Volumes 数据存储中运行的虚拟机需要虚拟机存储策略。

Virtual Volumes

虚拟卷用于封装虚拟机文件、虚拟磁盘及其衍生内容。

虚拟卷存储在通过以太网或 SAN 连接到 ESXi 主机的存储系统本机内部。虚拟卷由合规存储系统导出为对象，并完全通过存储端的硬件进行管理。通常，唯一的 GUID 可标识虚拟卷。系统不会预置备虚拟卷，而是在执行虚拟机管理操作时自动创建虚拟卷。这些操作包括虚拟机创建、克隆和快照。ESXi 和 vCenter Server 会将一个或多个虚拟卷关联到虚拟机。

系统将为构成虚拟机的核心元素创建以下类型的虚拟卷：

- **数据 VVol。** 直接与每个虚拟磁盘 .vmdk 文件对应的数据虚拟卷。作为传统数据存储上的虚拟磁盘文件，虚拟卷将作为 SCSI 磁盘提供给虚拟机。数据 VVol 可以厚置备，也可以精简置备。
- **配置 VVol。** 配置虚拟卷或主目录，它代表一个小目录，其中包含虚拟机的元数据文件。此类文件包括 .vmx 文件、虚拟磁盘的描述符文件、日志文件等等。配置虚拟卷将使用文件系统进行格式化。ESXi 使用 SCSI 协议连接到存储时，配置虚拟卷将使用 VMFS 进行格式化。使用 NFS 协议，配置虚拟卷将显示为 NFS 目录。它通常精简置备。

- 交换 VVol。首次打开虚拟机电源时创建。该虚拟卷用于保存内存中无法保留的虚拟机内存页副本。它的大小由虚拟机的内存大小决定。它默认为厚置备。
- 快照 VVol。用于保存快照的虚拟机内存内容的虚拟内存卷。厚置备。
- 其他。用于特定功能的虚拟卷。例如，系统会为基于内容的读缓存 (CBRC) 创建一个摘要虚拟卷。

通常，虚拟机至少会创建三个虚拟卷：数据 VVol、配置 VVol 和交换 VVol。最大虚拟卷数量取决于虚拟机上驻留的虚拟磁盘数和快照数。

例如，以下 SQL Server 有六个虚拟卷：

- 配置 VVol
- 用于操作系统的数据 VVol
- 用于数据库的数据 VVol
- 用于日志的数据 VVol
- 打开电源时创建的交换 VVol
- 快照 VVol

通过为不同虚拟机组件使用不同虚拟卷，可在最佳粒度级别应用和操作存储策略。例如，与虚拟机引导磁盘的虚拟卷相比，包含虚拟磁盘的虚拟卷具有一组更丰富的数据服务。同样，与当前虚拟卷相比，快照虚拟卷可以使用不同的存储层。

Virtual Volumes 和存储提供程序

Virtual Volumes 存储提供程序也称为 VASA 提供程序，是一款在 vSphere 环境中充当存储感知服务的软件组件。该提供程序可调节一端的 vCenter Server 和 ESXi 主机与另一端的存储系统之间的带外通信。

存储提供程序通过 VMware APIs for Storage Awareness (VASA) 实现，并用于管理 Virtual Volumes 存储的各个方面。存储提供程序与 vSphere 附带的存储监控服务 (SMS) 集成，从而与 vCenter Server 和 ESXi 主机进行通信。

存储提供程序可提供来自基础存储容器的信息。在 vCenter Server 和 vSphere Web Client 中都可以查看存储容器功能。反过来，存储提供程序会将虚拟机存储要求传达给存储层，您可以采用存储策略的形式定义这些要求。此集成过程可确保在存储层中创建的虚拟卷符合策略中概述的要求。

通常，供应商负责提供可与 vSphere 集成并可为 Virtual Volumes 提供支持的存储提供程序。每个存储提供程序必须经过 VMware 的认证并进行正确部署。有关部署 Virtual Volumes 存储提供程序以及将其升级到与当前 ESXi 版本兼容的版本的版本信息，请联系存储供应商。

部署存储提供程序之后，必须在 vCenter Server 中注册该存储提供程序，才能使其通过 SMS 与 vSphere 进行通信。

存储容器

与传统 LUN 和基于 NFS 的存储不同，Virtual Volumes 功能不需要存储端上的预配置卷。但是，Virtual Volumes 需要使用存储容器。存储容器是原始存储容量池，或者说是存储系统可提供给虚拟卷的存储容量的聚合。

存储容器是逻辑存储结构的一部分，并且是基础硬件的逻辑单元。存储容器将根据管理需求对虚拟卷进行逻辑分组。例如，存储容器可包含为多租户部署中的租户或企业部署中的部门创建的所有虚拟卷。每个存储容器作为一个虚拟卷存储，且虚拟卷将在存储容器容量外进行分配。

通常，存储端的存储管理员将定义存储容器。存储容器的数量、存储容量和大小取决于供应商特定的实施。每个存储系统至少需要一个容器。

注意 单个存储容器无法跨越不同的物理阵列。

注册与存储系统关联的存储提供程序后，vCenter Server 会发现所有已配置的存储容器及其存储功能配置文件、协议端点和其他属性。单个存储容器可导出多个功能配置文件。因此，具有不同需求和不同存储策略设置的虚拟机可以作为同一存储容器的一部分。

最初，所有发现的存储容器不会连接到任何特定主机，且您无法在 vSphere Web Client 中查看这些存储容器。要挂载存储容器，必须将其映射到 Virtual Volumes 数据存储。

协议端点

尽管存储系统管理虚拟卷的各个方面，但 ESXi 主机无法直接访问存储端上的虚拟卷。ESXi 主机使用称为协议端点的逻辑 I/O 代理与虚拟卷及虚拟卷封装的虚拟磁盘文件通信。ESXi 使用协议端点按需建立从虚拟机到其各自虚拟卷的数据路径。

每个虚拟卷都会绑定到特定的协议端点。当主机上的虚拟机执行 I/O 操作时，协议端点会将 I/O 定向到相应的虚拟卷。一般来说，存储系统只需要几个协议端点。一个协议端点可以连接到数百或数千个虚拟卷。

在存储端，存储管理员可为每个存储容器配置一个或多个协议端点。协议端点是物理存储架构的一部分。存储系统通过存储提供程序导出协议端点以及关联的存储容器。将存储容器映射到 Virtual Volumes 数据存储后，ESXi 主机会发现协议端点，这些协议端点会显示在 vSphere Web Client 中。在存储重新扫描期间也可发现协议端点。多个主机可以发现和挂载协议端点。

在 vSphere Web Client 中，可用的协议端点列表类似于主机存储设备列表。不同的存储传输可用于向 ESXi 公开协议端点。如果使用基于 SCSI 的传输，则协议端点表示由基于 T10 的 LUN WWN 定义的代理 LUN。对于 NFS 协议，协议端点是挂载点，例如 IP 地址（或 DNS 名称）和共享名称。您可以在基于 SCSI 的协议端点上配置多路径，但不能在基于 NFS 的协议端点上执行此操作。无论使用何种协议，存储阵列都可以提供多个协议端点以实现可用性。

协议端点按阵列管理。ESXi 和 vCenter Server 假设针对阵列报告的所有协议端点都与该阵列上的所有容器关联。例如，如果某个阵列有两个容器和三个协议端点，ESXi 会假设这两个容器上的虚拟卷可以绑定到全部三个协议点。

将 Virtual Volumes 绑定到协议端点和解除绑定

虚拟卷在创建时是被动实体，不会立即就可供进行 I/O 操作。要访问虚拟卷，ESXi 或 vCenter Server 会发送绑定请求。

存储系统使用变为虚拟卷访问点的协议端点 ID 进行响应。协议端点接受发送到虚拟卷的所有 I/O 请求。ESXi 发送虚拟卷解除绑定请求之前，此绑定一直存在。

对于相同虚拟卷上的后续绑定请求，存储系统会返回不同的协议端点 ID。

从多个 ESXi 主机接收发送到虚拟卷的并行绑定请求时，存储系统会向每个请求 ESXi 主机返回相同或不同的端点绑定。也就是说，存储系统会通过不同端点将不同并行主机绑定到相同虚拟卷。

解除绑定操作会移除虚拟卷的 I/O 访问点。存储系统可能会立即解除绑定协议端点中的虚拟卷，也可能在延迟一段时间后或采取其他一些操作之后解除绑定。解除绑定后，才能删除绑定的虚拟卷。

Virtual Volumes 数据存储

Virtual Volumes (VVOL) 数据存储表示 vCenter Server 和 vSphere Web Client 中的存储容器。

vCenter Server 发现存储系统导出的存储容器后，您必须将它们挂载为 Virtual Volumes 数据存储才能使用。Virtual Volumes 数据存储不按传统方法进行格式化。您仍需创建此类数据存储，因为所有 vSphere 功能（包括 FT、HA、DRS 等）均需要数据存储构造才能正常运行。

可以在 vSphere Web Client 中使用数据存储创建向导将存储容器映射到 Virtual Volumes 数据存储。您创建的 Virtual Volumes 数据存储直接与特定的存储容器对应。数据存储表示 vCenter Server 和 vSphere Web Client 中的容器。

从 vSphere 管理员角度而言，Virtual Volumes 数据存储与任何其他数据存储类似，用于保存虚拟机。与其他数据存储一样，Virtual Volumes 数据存储可供浏览并按虚拟机名称列出虚拟卷。它还像传统数据存储一样支持卸载和挂载操作。但是，升级和调整大小等操作不适用于 Virtual Volumes 数据存储。Virtual Volumes 数据存储的容量可由位于 vSphere 外部的存储管理员进行配置。

您可以将 Virtual Volumes 数据存储与传统 VMFS 和 NFS 数据存储以及 Virtual SAN 配合使用。

注意 虚拟卷的大小必须是 1 MB 的倍数，最小大小为 1 MB。因此，在 Virtual Volumes 数据存储中置备的所有虚拟磁盘必须为 1 MB 的偶数倍。如果迁移到 Virtual Volumes 数据存储的虚拟磁盘大小不是 1 MB 的偶数倍，请将磁盘大小扩展到最接近的 1 MB 的偶数倍。

Virtual Volumes 和虚拟机存储策略

在 Virtual Volumes 数据存储中运行的虚拟机需要虚拟机存储策略。

虚拟机存储策略是一组包含虚拟机放置和服务质量要求的规则。策略将在 Virtual Volumes 存储内强制实施适当的虚拟机位置放置，并保证存储可满足虚拟机的需求。

使用“虚拟机存储策略”界面创建 Virtual Volumes 存储策略。将新策略分配给虚拟机时，该策略将强制 Virtual Volumes 存储满足相关要求。

如果未创建与 Virtual Volumes 数据存储兼容的虚拟机存储策略，则系统将使用默认的“无要求”策略。“无要求”策略是不包含规则或存储规格的通用 Virtual Volumes 策略。该策略允许 Virtual Volumes 存储阵列决定虚拟机对象最适当的放置位置。

使用 Virtual Volumes 时的最佳做法

Virtual Volumes 功能具有多个优点和优势。使用 Virtual Volumes 时，必须遵循特定准则。

Virtual Volumes 支持以下功能、特性和 VMware 产品：

- Virtual Volumes 支持将各种操作卸载到存储硬件。这些操作包括快照、克隆和 Storage DRS。
- 借助 Virtual Volumes，您可以使用高级存储服务，其中包括对单个虚拟磁盘执行复制、加密、去重和压缩。
- 借助 Virtual Volumes，存储供应商可使用本机快照工具提高 vSphere 快照的性能。
- 可以将 Virtual Volumes 与支持 vSphere APIs for Array Integration (VAAI) 的存储阵列结合使用。
- Virtual Volumes 支持使用 vSphere APIs for Data Protection (VADP) 的备份软件。虚拟卷完全建模为虚拟磁盘。虚拟卷完全支持备份供应商使用的 VADP API，就像 LUN 上的 vmdk 文件一样。对于 vSphere 和备份软件，备份软件使用 VADP 创建的快照与基于非 VVol 的快照相同。
- Virtual Volumes 支持 vSphere 功能，如 vMotion、Storage vMotion、快照、链接克隆、Flash Read Cache 和 DRS。
- 您可以将群集产品（如 Oracle 真正应用群集）与 Virtual Volumes 结合使用。要使用这些产品，可以为存储在 VVol 数据存储上的虚拟磁盘激活多写入设置。

有关更多详细信息，请参见位于 <http://kb.vmware.com/kb/2112039> 的 VMware 知识库文章。有关 Virtual Volumes 支持的功能和产品的完整列表，请参见《VMware 产品互操作性列表》。

Virtual Volumes 准则和限制

使用 Virtual Volumes 时，请遵循以下准则。

- 由于 Virtual Volumes 环境需要 vCenter Server，因此无法将 Virtual Volumes 和独立主机配合使用。
- Virtual Volumes 不支持 RDM。

- **Virtual Volumes** 存储容器无法跨越不同的物理阵列。某些供应商将多个物理阵列呈现为单个阵列。在这种情况下，从技术方面来讲，仍使用一个逻辑阵列。
- 获取 **Virtual Volumes** 相关的主机配置文件的建议方法是配置一个引用主机，然后提取其配置文件。在 **vSphere Web Client** 中手动编辑现有主机配置文件并将编辑过的配置文件附加到新主机时，可能会触发合规性错误和其他不可预知的问题。有关更多详细信息，请参见 [VMware 知识库文章 2146394](#)。
- 包含 **Virtual Volumes** 数据存储的主机配置文件是 **vCenter Server** 特有的。提取此类型的主机配置文件后，只能将其附加到由管理引用主机的相同 **vCenter Server** 管理的主机和群集。

Virtual Volumes 和存储协议

基于虚拟卷的存储系统提供可在物理存储架构上发现的协议端点。**ESXi** 主机使用协议端点连接到存储上的虚拟卷。协议端点的操作取决于向 **ESXi** 主机公开端点的存储协议。

Virtual Volumes 支持 NFS 版本 3、iSCSI、光纤通道和 FCoE。

不管使用何种存储协议，协议端点均会提供同时访问 **SAN** 和 **NAS** 存储的统一权限。虚拟卷类似于其他传统数据存储上的文件，可以作为 **SCSI** 磁盘提供给虚拟机。

注意 存储容器专用于 **SCSI** 或 **NAS**，不能在这些协议间共享。阵列可以提供一个具有 **SCSI** 协议端点的存储容器和另一个具有 **NFS** 协议端点的容器。容器不能使用 **SCSI** 和 **NFS** 协议端点的组合。

Virtual Volumes 和基于 SCSI 的传输

在磁盘阵列上，虚拟卷支持光纤通道、FCoE 和 iSCSI 协议。

如果使用基于 **SCSI** 的协议，则协议端点表示由基于 **T10** 的 **LUN WWN** 定义的代理 **LUN**。

和任何基于块的 **LUN** 一样，协议端点是使用标准 **LUN** 发现命令发现的。**ESXi** 主机定期重新扫描新设备，并异步发现基于块的协议端点。可以从多个路径访问协议端点。这些路径上的流量遵从已知的路径选择策略，这对 **LUN** 来说是典型的行为。

在基于 **SCSI** 的磁盘阵列上，在创建虚拟机时，**ESXi** 会创建虚拟卷，并将其格式化为 **VMFS**。该小容量虚拟卷存储所有虚拟机元数据文件，称为配置 **VVol**。配置 **VVol** 用作 **vSphere** 的虚拟机存储定位符。

磁盘阵列上的虚拟卷支持的 **SCSI** 命令集与 **VMFS** 相同，并使用 **ATS** 锁定机制。

Virtual Volumes 和 NFS 传输

对于 **NAS** 存储，协议端点是 **ESXi** 主机使用 **IP** 地址或 **DNS** 名称和共享名称挂载的 **NFS** 共享。**Virtual Volumes** 支持 **NFS** 版本 3 访问 **NAS** 存储。

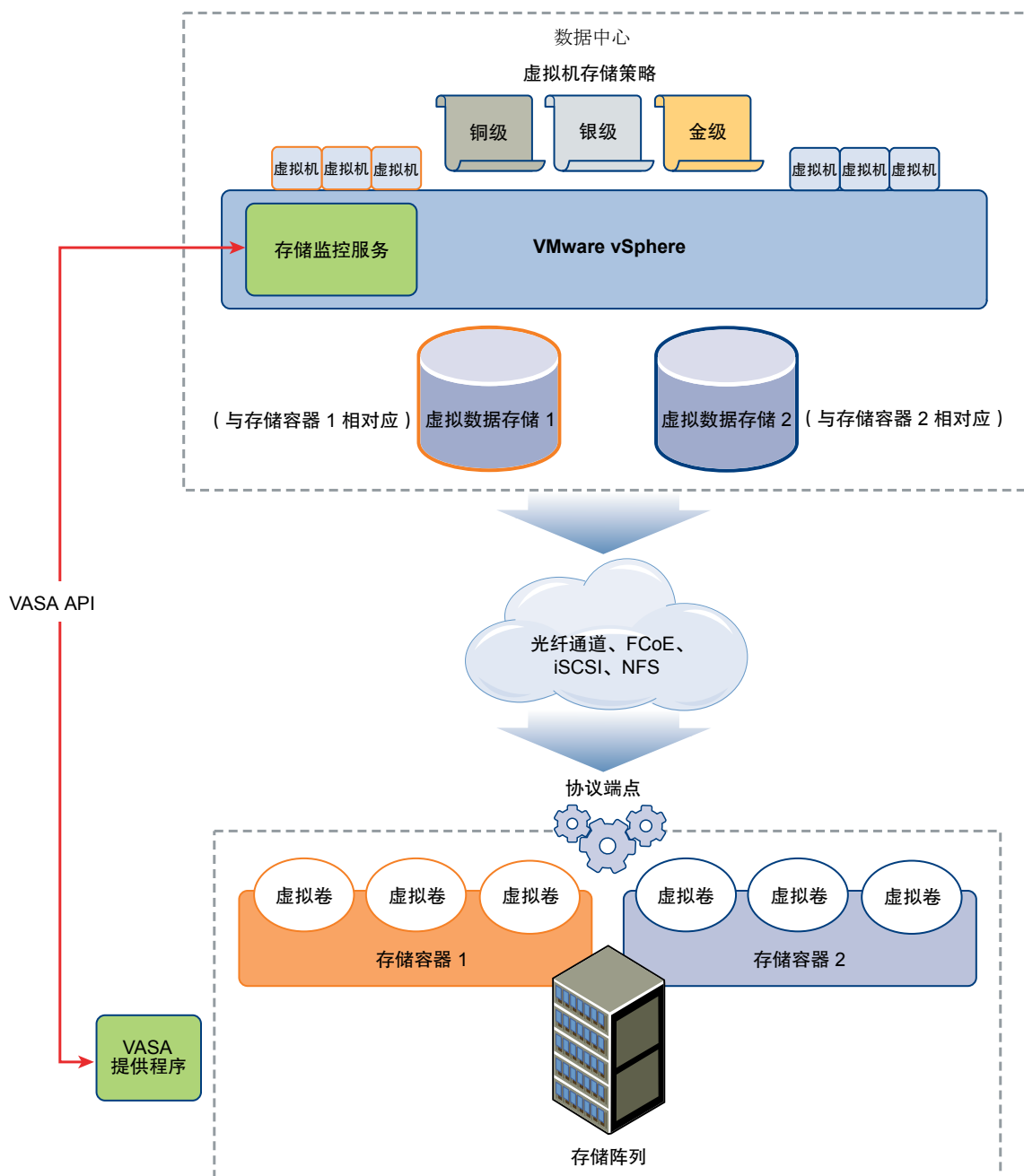
无论使用哪个版本，存储阵列都可以提供多个协议端点以实现可用性。

NAS 设备上的虚拟卷支持的 **NFS** 远程过程调用 (**RPC**) 与 **ESXi** 主机在连接到 **NFS** 挂载点时使用的 **RPC** 相同。

在 **NAS** 设备上，配置 **VVol** 是与配置 **VVol ID** 对应的目录子树。配置 **VVol** 必须支持 **NFS** 所必需的目录和其他操作。

Virtual Volumes 架构

架构图提供了 Virtual Volumes 功能的所有组件如何互相交互的概览。



虚拟卷是由合规存储系统导出的对象，且通常与虚拟机磁盘和其他虚拟机相关的文件一一对应。虚拟卷由 VASA 提供程序创建并在带外而不是在数据路径中操作。

VASA 提供程序或存储提供程序通过 vSphere APIs for Storage Awareness 进行开发。存储提供程序可实现一端上的 ESXi 主机、vCenter Server 和 vSphere Web Client 与另一端上的存储系统之间的通信。VASA 提供程序在存储端运行并与 vSphere 存储监控服务 (SMS) 集成以管理 Virtual Volumes 存储的各个方面。VASA 提供程序可将虚拟磁盘对象及其衍生内容（如克隆、快照和副本）直接映射到存储系统上的虚拟卷中。

ESXi 主机无权直接访问虚拟卷存储。该主机通过数据路径的中间点（称为协议端点）访问虚拟卷。协议端点按需建立从虚拟机到其各自虚拟卷的数据路径。协议端点作为 ESXi 主机与存储系统之间的直接带内 I/O 的网关。ESXi 可以使用光纤通道、FCoE、iSCSI 和 NFS 协议进行带内通信。

虚拟卷驻留在逻辑上表示存储系统上的物理磁盘池的存储容器内。在 vCenter Server 和 ESXi 端，存储容器以 Virtual Volumes 数据存储表示。单个存储容器可以导出多个存储功能集，并可以向不同虚拟卷提供不同的服务水平。

有关 Virtual Volumes 架构的信息，请观看视频。



Virtual Volumes 第 2 部分：架构 (http://link.brightcove.com/services/player/bcpid2296383276001?bctid=ref:video_vvols_part2_architecture)

Virtual Volumes 和 VMware Certificate Authority

vSphere 包含 VMware Certificate Authority (VMCA)。默认情况下，VMCA 将创建 vSphere 环境中使用的所有内部证书。它会为新添加的 ESXi 主机以及管理或代表 Virtual Volumes 存储系统的存储 VASA 提供程序生成证书。

与 VASA 提供程序的通信受 SSL 证书保护。这些证书可以来自 VASA 提供程序或 VMCA。

- 证书可以直接由 VASA 提供程序提供以供长期使用。证书可以自行生成和自行签名，也可以派生自外部证书颁发机构。
- 证书可由 VMCA 生成以供 VASA 提供程序使用。

注册主机或 VASA 提供程序后，VMCA 会自动按照以下步骤操作，而无需 vSphere 管理员参与。

- 1 先将 VASA 提供程序添加到 vCenter Server 存储管理服务 (SMS) 后，它会生成自签名证书。
- 2 对证书进行验证后，SMS 会向 VASA 提供程序请求证书签名请求 (CSR)。
- 3 接收并验证 CSR 后，SMS 会代表 VASA 提供程序将其提供给 VMCA 以请求 CA 签名证书。

VMCA 可配置为充当独立 CA 或充当企业 CA 的辅助机构。如果将 VMCA 设置为辅助 CA，则 VMCA 会通过完整链对 CSR 进行签名。

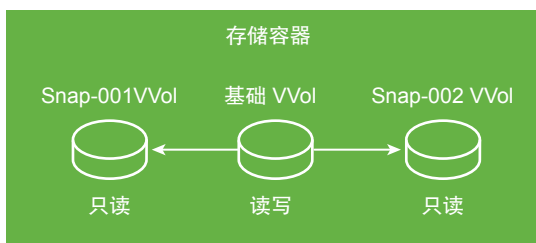
- 4 包含 root 证书的已签名证书将传递到 VASA 提供程序。VASA 提供程序可以对将来所有源自 vCenter Server 和 ESXi 主机上的 SMS 的安全连接进行身份验证。

快照和 Virtual Volumes

当您执行快照时将保留虚拟机的状况和数据。在需要多次恢复至相同虚拟机状况而又不想创建多个虚拟机时，快照会很有用。虚拟卷快照有许多用途。例如，创建用于备份或存档的静默副本，为应用程序创建测试和回滚环境，即时置备应用程序映像等。

在 Virtual Volumes 环境中，快照由 ESXi 和 vCenter Server 管理，但由存储阵列执行。

每个快照都会创建额外的虚拟卷对象（快照、内存或虚拟卷），以用来保存虚拟机内存的内容。原始虚拟机数据复制到此对象后会保持只读状态，这样就可以防止客户机操作系统写入快照。您不能调整快照虚拟卷的大小。将虚拟机恢复为快照后，快照虚拟卷为只读。一般情况下，当您复制虚拟机时，也会复制它的快照虚拟卷。



基础虚拟卷保持活动或可读写状态。创建另一个快照时，它会保留您生成快照时虚拟机的新状态和数据。

删除快照时会保留表示虚拟机最新状态的基础虚拟卷。快照虚拟卷被丢弃。与传统数据存储上的快照不同，虚拟卷快照不需要将内容提交到基础虚拟卷。



有关创建和管理快照的信息，请参见《vSphere 虚拟机管理》文档。

启用 Virtual Volumes 之前

要使用 Virtual Volumes，必须确保正确设置存储器和 vSphere 环境。

为 Virtual Volumes 准备存储系统

要为 Virtual Volumes 准备存储系统环境，请遵循以下准则。有关其他信息，请与存储供应商联系。

- 使用的存储系统或存储阵列必须支持 Virtual Volumes 并通过 vSphere APIs for Storage Awareness (VASA) 与 vSphere 组件集成。存储阵列必须支持精简置备和快照。
- 必须部署 Virtual Volumes 存储提供程序。
- 必须在存储端配置以下组件：
 - 协议端点
 - 存储容器
 - 存储配置文件
 - 复制配置（如果计划将 Virtual Volumes 与复制一起使用）。请参见第 240 页，“Virtual Volumes 复制的要求”。

准备 vSphere 环境

- 请确保遵循所使用的存储类型（光纤通道、FCoE、iSCSI 或 NFS）的相应设置准则。如果需要，请在 ESXi 主机上安装和配置存储适配器。
- 如果使用 iSCSI，则请激活 ESXi 主机上的软件 iSCSI 适配器。配置动态发现，然后输入 Virtual Volumes 存储系统的 IP 地址。请参见第 73 页，“配置软件 iSCSI 适配器”。
- 将存储阵列中的所有组件与 vCenter Server 和所有 ESXi 主机同步。使用网络时间协议 (NTP) 来执行此同步。

有关详细信息，请联系供应商并参见 VMware 兼容性指南。

将 vSphere Storage 环境与网络时间服务器同步

如果使用 Virtual Volumes，请配置网络时间协议 (NTP) 以确保 vSphere 网络中的所有 ESXi 主机均同步。

步骤

- 1 在 vSphere Web Client 导航器中，浏览到主机。
- 2 单击配置选项卡。
- 3 在系统下，选择时间配置。

- 4 单击**编辑**并设置 NTP 服务器。
 - a 选择**使用网络时间协议 (启用 NTP 客户端)**。
 - b 设置 NTP 服务启动策略。
 - c 输入要与其同步的 NTP 服务器的 IP 地址。
 - d 在“NTP 服务状态”部分中单击**启动**或**重新启动**。
 - 5 单击**确定**。
- 此时，主机将与 NTP 服务器同步。

配置 Virtual Volumes

要配置 Virtual Volumes 环境，请遵循几个步骤。

前提条件

请遵循第 233 页，“启用 Virtual Volumes 之前”中的准则。

步骤

- 1 [注册 Virtual Volumes 的存储提供程序](#)第 234 页，
Virtual Volumes 环境必须包括存储提供程序（也称为 VASA 提供程序）。通常，第三方供应商通过 VMware APIs for Storage Awareness (VASA) 开发存储提供程序。存储提供程序可促进 vSphere 与存储端之间的通信。必须在 vCenter Server 中注册存储提供程序才能使用 Virtual Volumes。
- 2 [创建 Virtual Volumes 数据存储](#)第 235 页，
您可以使用新建数据存储向导创建 Virtual Volumes 数据存储。
- 3 [查看和管理协议端点](#)第 236 页，
ESXi 主机使用称为协议端点的逻辑 I/O 代理与虚拟卷及虚拟卷封装的虚拟磁盘文件通信。协议端点和关联的存储容器将由存储系统通过存储提供程序导出。将存储容器映射到 Virtual Volumes 数据存储后，协议端点在 vSphere Web Client 中可见。您可以查看协议端点的属性并修改特定设置。
- 4 [（可选）更改协议端点的路径选择策略](#)第 236 页，
如果 ESXi 主机使用基于 SCSI 的传输与表示存储阵列的协议端点进行通信，则可以修改分配给协议端点的默认多路径策略。使用编辑多路径策略对话框更改路径选择策略。

下一步

现在可以在 Virtual Volumes 数据存储上置备虚拟机。有关创建虚拟机的信息，请参见 *vSphere 虚拟机管理* 文档。有关故障排除信息，请参见 *vSphere 故障排除* 文档。

注册 Virtual Volumes 的存储提供程序

Virtual Volumes 环境必须包括存储提供程序（也称为 VASA 提供程序）。通常，第三方供应商通过 VMware APIs for Storage Awareness (VASA) 开发存储提供程序。存储提供程序可促进 vSphere 与存储端之间的通信。必须在 vCenter Server 中注册存储提供程序才能使用 Virtual Volumes。

注册后，Virtual Volumes 提供程序可与 vCenter Server 进行通信。提供程序将报告存储系统提供的基础存储和数据服务（例如，复制）的特性。相关特性将显示在“虚拟机存储策略”界面中，并可用于创建与 Virtual Volumes 数据存储兼容的虚拟机存储策略。对虚拟机应用此存储策略后，该策略将被推送到 Virtual Volumes 存储。策略将在 Virtual Volumes 存储内强制实施虚拟机最佳位置放置，并保证存储器可满足虚拟机的需求。如果您的存储提供额外服务，例如缓存或复制，则策略将为虚拟机启用这些服务。

前提条件

确认在存储端安装了相应版本的 Virtual Volumes 存储提供程序。获取存储提供程序的凭据。

步骤

- 1 在 vSphere Web Client 导航器中，浏览到 vCenter Server。
- 2 依次单击配置选项卡和存储提供程序。
- 3 单击注册新的存储提供程序图标 (+)。
- 4 键入存储提供程序的连接信息，其中包括名称、URL 和凭据。
- 5 指定安全方法。

操作	描述
指示 vCenter Server 使用存储提供程序证书	选择使用存储提供程序证书选项并指定证书的位置。
使用存储提供程序证书的指纹	如果不指示 vCenter Server 使用提供程序证书，则将显示证书指纹。可以检查指纹并批准它。vCenter Server 将证书添加到信任库，然后继续进行连接。

当 vCenter Server 首次连接到提供程序时，存储提供程序会将 vCenter Server 证书添加到其信任库。

- 6 要完成注册，请单击确定。

vCenter Server 将发现并注册 Virtual Volumes 存储提供程序。

创建 Virtual Volumes 数据存储

您可以使用新建数据存储向导创建 Virtual Volumes 数据存储。

步骤

- 1 在 vSphere Web Client 导航器中，选择全局清单列表 > 数据存储。
- 2 单击新建数据存储图标。
- 3 指定该数据存储的放置位置。
- 4 选择 VVol 作为数据存储类型。
- 5 从存储容器列表中，选择备用存储容器，然后键入数据存储名称。
确保使用的名称不会与数据中心环境中的其他数据存储名称重复。
如果将同一 Virtual Volumes 数据存储挂载到多台主机上，则该数据存储的名称必须在所有主机中保持一致。
- 6 选择需要访问数据存储的主机。
- 7 检查配置选项，然后单击完成。

下一步

创建 Virtual Volumes 数据存储后，可以执行重命名数据存储、浏览数据存储文件、卸载数据存储等数据存储操作。

无法将 Virtual Volumes 数据存储添加到数据存储群集中。

查看和管理协议端点

ESXi 主机使用称为协议端点的逻辑 I/O 代理与虚拟卷及虚拟卷封装的虚拟磁盘文件通信。协议端点和关联的存储容器将由存储系统通过存储提供程序导出。将存储容器映射到 **Virtual Volumes** 数据存储后，协议端点在 vSphere Web Client 中可见。您可以查看协议端点的属性并修改特定设置。

步骤

- 1 在 vSphere Web Client 导航器中，浏览到主机。
- 2 单击**配置**选项卡。
- 3 在**存储**下，单击**协议端点**。
- 4 要查看特定项目的详细信息，请从列表中选择该项目。
- 5 使用“协议端点详细信息”下的选项卡可访问其他信息，并可修改所选协议端点的属性。

选项卡	描述
属性	查看项目属性和特性。对于 SCSI（块）项目，请查看和编辑多路径策略。
路径（仅限 SCSI 协议端点）	显示协议端点的可用路径。禁用或启用所选路径。更改路径选择策略。
数据存储	显示相应的 Virtual Volumes 数据存储。执行数据存储管理操作。

（可选）更改协议端点的路径选择策略

如果 ESXi 主机使用基于 SCSI 的传输与表示存储阵列的协议端点进行通信，则可以修改分配给协议端点的默认多路径策略。使用编辑多路径策略对话框更改路径选择策略。

步骤

- 1 在 vSphere Web Client 导航器中，浏览到主机。
- 2 单击**配置**选项卡。
- 3 在**存储**下，单击**协议端点**。
- 4 选择要更改其路径的协议端点，然后单击**属性**选项卡。
- 5 在“多路径策略”下，单击**编辑多路径**。
- 6 选择路径策略。

可供您选择的路径策略取决于存储供应商的支持。

- 固定 (VMware)
- 最近使用 (VMware)
- 循环 (VMware)

- 7 对于固定策略，指定首选路径。
- 8 单击**确定**以保存设置并退出对话框。

在 Virtual Volumes 数据存储中置备虚拟机

您可以在 Virtual Volumes 数据存储中置备虚拟机。

注意 在 Virtual Volumes 数据存储中置备的所有虚拟磁盘必须为 1 MB 的偶数倍。

在 Virtual Volumes 数据存储中运行的虚拟机需要相应的虚拟机存储策略。

置备虚拟机后，可以执行典型的虚拟机管理任务。有关信息，请参见 *vSphere 虚拟机管理* 文档。

有关故障排除信息，请参见 *vSphere 故障排除* 文档。

步骤

- 1 [为 Virtual Volumes 定义虚拟机存储策略](#) 第 237 页，
VMware 为 Virtual Volumes 提供了默认的“无要求”存储策略。如果需要，您可以创建与 Virtual Volumes 兼容的自定义存储策略。
- 2 [将 Virtual Volumes 存储策略分配给虚拟机](#) 第 238 页，
要确保在分配虚拟机时 Virtual Volumes 数据存储满足特定存储要求，请将 Virtual Volumes 存储策略与虚拟机关联。
- 3 [更改 Virtual Volumes 数据存储的默认存储策略](#) 第 239 页，
对于已在 Virtual Volumes 数据存储上置备的虚拟机，VMware 将提供默认的“无要求”策略。您无法编辑该策略，但可以将新创建的策略指定为默认策略。

为 Virtual Volumes 定义虚拟机存储策略

VMware 为 Virtual Volumes 提供了默认的“无要求”存储策略。如果需要，您可以创建与 Virtual Volumes 兼容的自定义存储策略。

前提条件

- 确认 Virtual Volumes 存储提供程序可用且处于活动状态。请参见第 234 页，“注册 Virtual Volumes 的存储提供程序”。
- 确保“虚拟机存储策略”界面填充了有关存储环境中可用的存储实体和数据服务的信息。请参见第 200 页，“填充“虚拟机存储策略”界面”。
- 定义相应的存储策略组件。请参见第 207 页，“创建存储策略组件”。
- 所需特权：[虚拟机存储策略.更新](#)和[虚拟机存储策略.查看](#)。


步骤

- 1 在 vSphere Web Client 主页中，单击[策略和配置文件 > 虚拟机存储策略](#)。
- 2 单击[虚拟机存储策略](#)选项卡。
- 3 单击[创建新虚拟机存储策略](#)图标。
- 4 选择 vCenter Server 实例。
- 5 键入存储策略的名称和描述。
- 6 在“规则集”页面上，定义放置规则。
 - a 从[存储类型](#)下拉菜单中，选择目标存储实体，例如 Virtual Volumes。
 - b 从[添加规则](#)下拉菜单中，选择功能并指定其值。
例如，您可以指定 Virtual Volumes 对象每秒的读取操作数。您可以根据需要为所选的存储实体包含任意数量的规则。验证您提供的值是否位于存储资源播发的值范围内。
 - c （可选）要进一步精确调整放置请求，请添加基于标记的规则。
基于标记的规则可以包含或排除特定放置标准。例如，您可以从目标 Virtual Volumes 数据存储列表中排除具有 Palo Alto 标记的数据存储。

- 7 （可选）选择要包含在虚拟机存储策略中的数据服务。

您在“规则集”页面上引用的数据服务由存储提供。引用数据服务的虚拟机存储策略将为虚拟机请求这些服务。

- a 单击**添加组件** (+) 图标，然后从下拉菜单中选择数据服务类别，例如复制。
- b 通过为规则指定相应的提供程序和值来定义数据服务类别的规则。或者从预定义的组件列表中选择数据服务。

选项	描述
 组件名称	如果数据库中具有预定义的存储策略组件，此选项可用。如果您了解要使用哪个组件，请从列表中选择该组件以添加到虚拟机存储策略。
查看全部	查看可用于该类别的所有组件。要包括特定的组件，请从列表中选择该组件，然后单击 确定 。
自定义	通过为规则指定相应的提供程序和值来定义数据服务类别的自定义规则。

- c 添加更多组件以请求其他数据服务。
每一组常用或常规规则只能使用同一类别中的一个组件，例如缓存。

- 8 完成创建存储策略，然后单击**完成**。

与 Virtual Volumes 兼容的新虚拟机存储策略将显示在列表中。

下一步

现在即可将此策略与虚拟机关联，或将该策略指定为默认策略。

将 Virtual Volumes 存储策略分配给虚拟机

要确保在分配虚拟机时 Virtual Volumes 数据存储满足特定存储要求，请将 Virtual Volumes 存储策略与虚拟机关联。

在虚拟机初始部署期间或在执行其他虚拟机操作（如克隆或迁移）时，可以分配 Virtual Volumes 存储策略。本主题介绍在创建新的虚拟机时如何分配 Virtual Volumes 存储策略。有关其他虚拟机置备方法的信息，请参见 *vSphere 虚拟机管理* 文档。

您可以将同一存储策略应用于虚拟机配置文件及其所有虚拟磁盘。如果虚拟磁盘和配置文件的要求不同，则可以将不同的存储策略与虚拟机配置文件及选定的虚拟磁盘关联。

步骤

- 1 在 vSphere Web Client 中，启动虚拟机置备流程并按照相应的步骤操作。

- 2 将同一存储策略分配给所有虚拟机文件和磁盘。
 - a 在“选择存储器”页面上，从**虚拟机存储策略**下拉菜单中选择与 Virtual Volumes 兼容的存储策略（如 VVols Silver）。
 - b 从可用数据存储列表中选择 Virtual Volumes 数据存储。
 - c 如果将复制服务与 Virtual Volumes 结合使用，请指定复制组。
复制组指明需要将哪些虚拟机和虚拟磁盘一起复制到目标站点。

选项	描述
预配置复制组	在存储端预先配置的复制组。vCenter Server 和 ESXi 会发现复制组，但不管理其生命周期。
自动复制组	Virtual Volumes 会创建一个复制组并将所有虚拟机对象分配到此组。

该数据存储将成为虚拟机配置文件及所有虚拟磁盘的目标存储资源。

- 3 更改虚拟磁盘的存储策略。
如果虚拟磁盘的存储放置的要求不同，请使用此选项。
 - a 在“自定义硬件”页面上，展开“新硬盘”窗格。
 - b 从**虚拟机存储策略**下拉菜单中，选择要分配给虚拟磁盘的相应存储策略（如 VVols Gold）。
 - c 对于复制，指定或修改复制组。如果使用虚拟机的自动复制组，则无法将其更改为虚拟磁盘的预配置组。
- 4 完成虚拟机置备流程。

创建虚拟机后，**摘要**选项卡将显示已分配的存储策略及其合规性状态。

下一步

如果配置文件或虚拟磁盘的存储放置要求更改，则可随后修改虚拟策略分配。请参见第 214 页，“[更改虚拟机文件和磁盘的存储策略分配](#)”。

更改 Virtual Volumes 数据存储的默认存储策略

对于已在 Virtual Volumes 数据存储上置备的虚拟机，VMware 将提供默认的“无要求”策略。您无法编辑该策略，但可以将新创建的策略指定为默认策略。

前提条件

创建与 Virtual Volumes 兼容的存储策略。

步骤

- 1 浏览到要更改其默认存储策略的 Virtual Volumes 数据存储。
- 2 单击**配置**选项卡。
- 3 在**设置**下，单击**常规**。
- 4 单击“默认存储策略”窗格中的**编辑**。
- 5 从可用存储策略的列表中，选择要指定为默认策略的策略，然后单击**确定**。

所选存储策略将成为 Virtual Volumes 数据存储的默认策略。在未明确选择其他策略时，vSphere 会将此策略分配给在 Virtual Volumes 数据存储上置备的任何虚拟机对象。

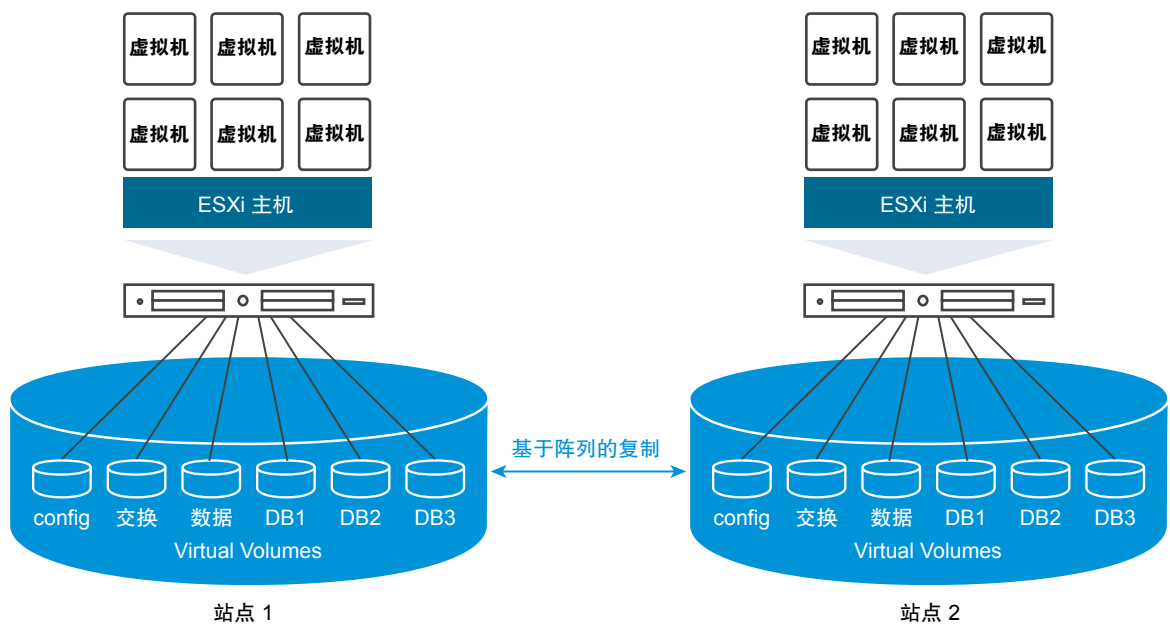
Virtual Volumes 和复制

Virtual Volumes 支持复制和灾难恢复。Virtual Volumes 复制可将虚拟机复制卸载到存储阵列，并使用阵列的全部复制功能。您可以复制单个虚拟机对象（如虚拟磁盘），也可以将多个虚拟机对象或虚拟机分成一组以便将他门作为一个单元进行复制。

基于阵列的复制受策略驱动。配置 Virtual Volumes 复制存储后，存储提供程序提供的阵列复制功能和复制组的信息会显示在 vCenter Server 的“虚拟机存储策略”界面。

可以使用虚拟机存储策略描述虚拟机的复制要求。在存储策略中指定的参数取决于阵列如何实施复制。例如，您的虚拟机存储策略可能包括复制调度、复制频率或恢复点目标 (RPO) 等参数。策略还必须指明复制目标（即在其中复制虚拟机的辅助站点），或者指定是否必须删除副本。

通过在虚拟机置备期间分配复制策略，可以为虚拟机请求复制服务。然后，阵列将接管所有复制调度和进程的管理工作。



Virtual Volumes 复制的要求

启用 Virtual Volumes 复制后，除了一般的 Virtual Volumes 要求，您的环境还必须满足几项特定的必备条件。

有关一般 Virtual Volumes 要求，请参见第 233 页，“启用 Virtual Volumes 之前”。

存储要求

Virtual Volumes 复制的实现取决于您的阵列，并且可能因存储供应商而异。一般而言，以下要求适用于所有供应商。

- 用于实现复制的存储阵列必须与 Virtual Volumes 兼容。
- 阵列必须与 Virtual Volumes 复制兼容的存储 (VASA) 提供程序的版本相集成。
- 存储阵列必须支持复制，且必须配置为使用供应商提供的复制机制。典型的复制通常包括一个或两个复制目标。还必须在存储端执行任何需要的配置，例如配对复制站点和目标站点。
- 如果适用，必须在存储端预配置 Virtual Volumes 的复制组和故障域。

有关详细信息，请联系供应商并参见 *VMware 兼容性指南*。

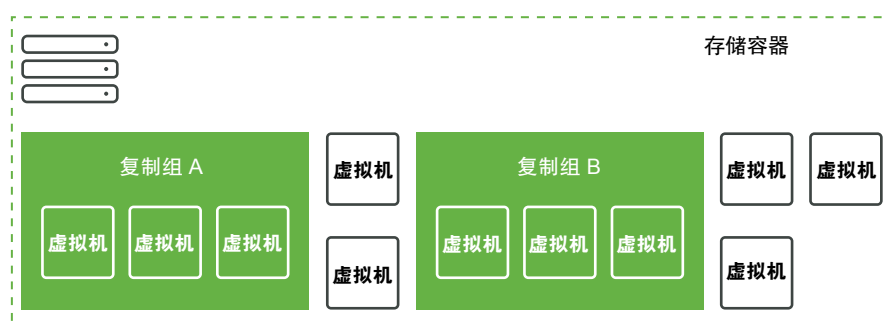
vSphere 要求

- 使用支持 Virtual Volumes 存储复制的 vCenter Server 和 ESXi 版本。早于 6.5 版本的 vCenter Server 和 ESXi 主机不支持复制的 Virtual Volumes 存储。在不兼容主机上创建复制虚拟机的所有尝试均失败，并显示错误。有关信息，请参见 *VMware 兼容性指南*。
- 如果计划迁移虚拟机，请确保目标资源（例如 ESXi 主机和 Virtual Volumes 数据存储）支持存储复制。

Virtual Volumes 和复制组

当您的存储提供复制服务时，除了存储容器和协议端点，存储管理员还可以在存储端上配置复制组。

vCenter Server 和 ESXi 可以发现复制组，但不管理其生命周期。复制组（也称为一致性组）指明需要一起复制到目标站点的虚拟机和虚拟磁盘。您可以将同一虚拟机的组件（例如虚拟机配置文件和虚拟磁盘）分配给不同的预配置复制组。或者从复制中排除某些虚拟机组件。



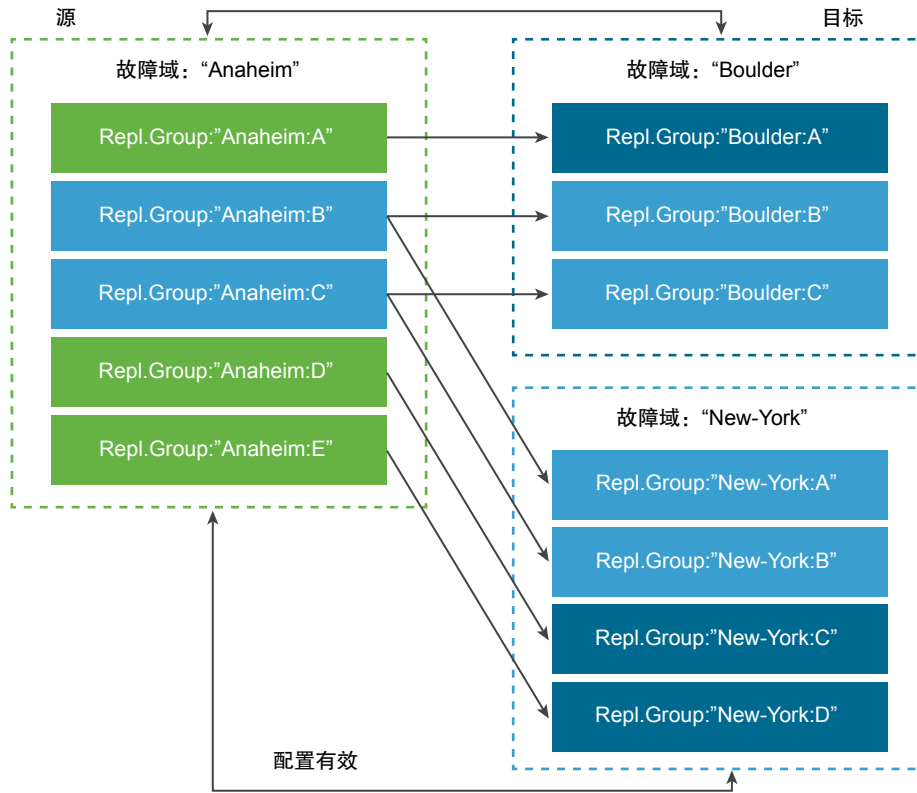
如果没有预配置的组可用，Virtual Volumes 可以使用自动方法。Virtual Volumes 可以使用自动方法根据需要创建复制组，并将此组与正在置备的 Virtual Volumes 对象关联。如果使用自动复制组，虚拟机的所有组件都将分配给该组。对于同一虚拟机的组件，不能混合预配置复制组和自动复制组。

Virtual Volumes 和故障域

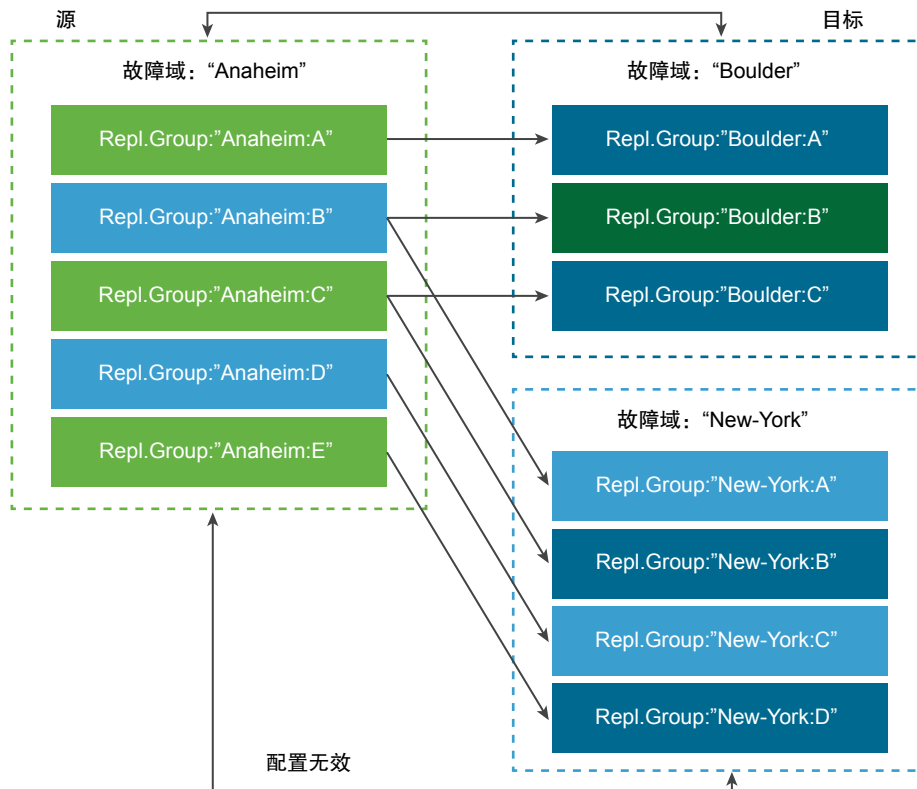
在 Virtual Volumes 复制环境中，故障域定义在从源站点复制到目标站点时如何组合特定复制组。

故障域由存储阵列配置和报告，但不在 vSphere Web Client 中公开。基于存储策略的管理 (SPBM) 机制发现故障域，并在创建虚拟机期间使用它们进行验证。

例如，置备一个包含两个磁盘的虚拟机，其中一个磁盘与复制组 **Anaheim:B** 关联，另一个磁盘与复制组 **Anaheim:C** 关联。SPBM 可以验证置备，因为这两个磁盘都复制到相同的目标故障域中。



现在置备一个包含两个磁盘的虚拟机，其中一个磁盘与复制组 **Anaheim:B** 关联，另一个磁盘与复制组 **Anaheim:D** 关联。此配置无效。这两个复制组都会复制到 **New-York** 故障域，但只有一个会复制到 **Boulder** 故障域。



Virtual Volumes 复制工作流

如果 vCenter Server 中显示了有关 Virtual Volumes 存储阵列复制功能的信息，则可以为您的虚拟机激活复制。为虚拟机激活复制的工作流包括在 Virtual Volumes 存储上置备虚拟机的典型步骤。

- 1 定义与复制存储兼容的虚拟机存储策略。策略中必须包括“规则集”页面上的复制组件。请参见第 237 页，“为 Virtual Volumes 定义虚拟机存储策略”。
- 配置包含复制的存储策略后，vCenter Server 会发现可用的复制组。
- 2 将复制策略分配给虚拟机。配置后，选择兼容的复制组，或者使用自动分配。请参见第 238 页，“将 Virtual Volumes 存储策略分配给虚拟机”。

复制准则和注意事项

通过 Virtual Volumes 进行复制时，应注意以下特定注意事项。

- 只能将复制存储策略应用于配置虚拟卷和数据虚拟卷。其他虚拟机对象通过以下方式继承复制策略：
 - 内存虚拟卷继承配置虚拟卷的策略。
 - 摘要虚拟卷继承数据虚拟卷的策略。
 - 交换虚拟卷（打开虚拟机电源时存在）从复制中排除。
- 如果未向某个虚拟机磁盘应用复制策略，将不会复制该磁盘。
- 复制存储策略不应作为数据存储的默认存储策略。否则，该策略将阻止您选择复制组。
- 复制会保留快照历史记录。如果创建并复制快照，则可以恢复到应用程序一致的快照。
- 您可以复制链接克隆。如果复制链接克隆但不复制其父项，则它会成为完整克隆。
- 如果描述符文件属于一个虚拟机的虚拟磁盘，但驻留在另一个虚拟机的虚拟机主页中，那么这两个虚拟机必须在同一复制组中。如果这两个虚拟机在不同的复制组中，那么这两个复制组必须同时进行故障切换。否则，描述符可能会在故障切换后不可用，并导致无法打开虚拟机的电源。

筛选虚拟机 I/O

I/O 筛选器是可以安装到 ESXi 主机上的软件组件，并可以向虚拟机提供其他数据服务。筛选器处理在虚拟机的客户机操作系统与虚拟磁盘之间移动的 I/O 请求。

I/O 筛选器可以由 VMware 提供，也可以由第三方通过 vSphere APIs for I/O Filtering (VAIO) 创建。

本章讨论了以下主题：

- 第 245 页，“关于 I/O 筛选器”
- 第 247 页，“使用闪存设备与缓存 I/O 筛选器”
- 第 248 页，“I/O 筛选器系统要求”
- 第 249 页，“在 vSphere 环境中配置 I/O 筛选器”
- 第 253 页，“管理 I/O 筛选器”
- 第 254 页，“I/O 筛选器准则和最佳实践”

关于 I/O 筛选器

通过 I/O 筛选器，可以直接访问虚拟机 I/O 路径。您可以在单个虚拟磁盘级别启用 I/O 筛选器。I/O 筛选器独立于存储拓扑。

VMware 提供某些类别的 I/O 筛选器。此外，第三方供应商可以创建 I/O 筛选器。通常，它们以软件包形式分发，可提供安装程序以在 vCenter Server 和 ESXi 主机群集上部署筛选器组件。

在群集上部署 I/O 筛选器时，vCenter Server 会为群集中的每个主机配置并注册 I/O 筛选器存储提供程序（也称为“VASA 提供程序”）。这些存储提供程序与 vCenter Server 进行通信，并使 I/O 筛选器提供的数据服务在“虚拟机存储策略”界面中可见。在定义虚拟机策略的常用规则时，可以引用这些数据服务。将虚拟磁盘与此策略关联后，会在虚拟磁盘上启用 I/O 筛选器。

数据存储支持

I/O 筛选器可以支持所有数据存储类型，包括：

- VMFS
- NFS 3
- NFS 4.1
- Virtual Volumes (VVOL)
- Virtual SAN

I/O 筛选器的类型

VMware 提供了某些类别的 I/O 筛选器，它们安装在您的 ESXi 主机上。此外，VMware 合作伙伴可以通过 vSphere APIs for I/O Filtering (VAIO) 开发人员计划创建 I/O 筛选器。I/O 筛选器有多个用途。

支持的筛选器类型包括：

- 复制。将所有写入 I/O 操作复制到外部目标位置，如其他主机或群集。
- 加密。由 VMware 提供。为虚拟机提供加密机制。有关详细信息，请参见《*vSphere 安全性*》文档。
- 缓存。为虚拟磁盘数据实现缓存。该筛选器可以使用本地闪存设备缓存数据并提高虚拟磁盘的 IOPS 和硬件利用率。如果使用缓存筛选器，则您可能需要配置虚拟闪存资源。
- 存储 I/O 控制。由 VMware 提供。限制数据存储的 I/O 负载并控制在 I/O 拥堵期间分配给虚拟机的存储 I/O 量。有关详细信息，请参见《*vSphere 资源管理*》文档。

注意 您可以在 ESXi 主机上安装多个相同类别的筛选器，如缓存。但是，只能为每个虚拟磁盘安装一个相同类别的筛选器。

I/O 筛选组件

I/O 筛选进程涉及多个组件。

I/O 筛选组件包括：

VAIO 筛选器框架

用户环境与 ESXi 提供的 VMkernel 基础架构的组合，允许将筛选器插件添加到来往于虚拟磁盘的 I/O 路径。基础架构包含 I/O 筛选器存储提供程序（VASA 提供程序）。该提供程序与基于存储策略的管理 (SPBM) 系统集成，并将其筛选器功能导出到 vCenter Server。

I/O 筛选器插件

由 VMware 提供或由 VMware 合作伙伴开发的软件组件，用于拦截并筛选在虚拟磁盘与客户机操作系统之间传输的 I/O 数据。

CIM 提供程序

如果 VMware 合作伙伴开发了 I/O 筛选器，则合作伙伴可以提供用于配置和管理 I/O 筛选器插件的可选组件。

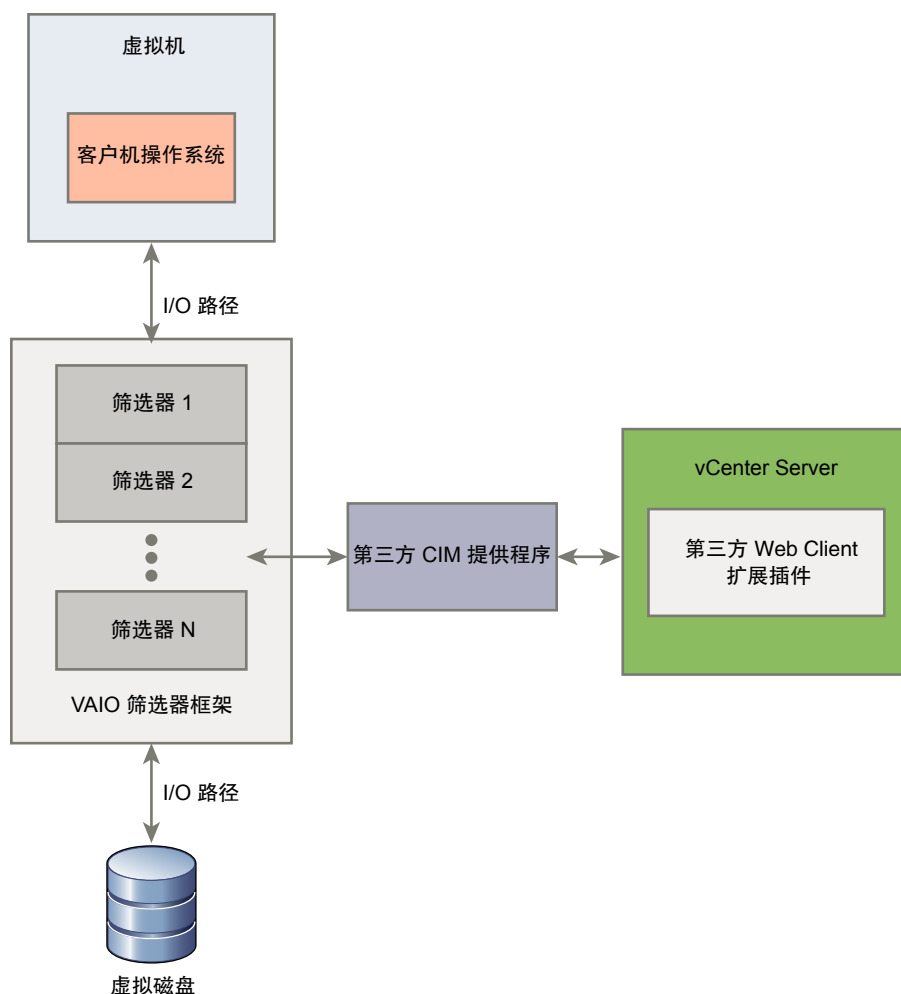
vSphere Web Client 插件

开发 I/O 筛选器时，VMware 合作伙伴可以连同此可选的插件一起开发。该插件向 vSphere 管理员提供与 I/O 筛选器 CIM 提供程序通信的方法以接收有关 I/O 筛选器状态的监控信息。它还将配置命令发送到 CIM 提供程序以配置其 I/O 筛选器。

I/O 筛选器守护进程

VMware 合作伙伴可以开发的可选组件。您可以将其作为其他服务与主机上运行的各个筛选器实例进行交互。该服务可以建立跨主机网络通信通道。

下图说明了 I/O 筛选组件以及客户机操作系统与虚拟磁盘之间的 I/O 流。



虚拟机的所有虚拟机可执行 (VMX) 组件均包含一个筛选器框架，可管理附加到虚拟磁盘的 I/O 筛选器插件。当 I/O 请求在客户机操作系统与虚拟磁盘之间移动时，该筛选器框架会调用筛选器。另外，筛选器还会拦截在运行的虚拟机之外发生的任何虚拟磁盘 I/O 访问。

筛选器按特定顺序依次执行。例如，复制筛选器在缓存筛选器之前执行。多个筛选器可以对虚拟磁盘进行筛选，但是每种类别仅限一个筛选器。

特定磁盘的所有筛选器都验证 I/O 请求后，请求将到达其目标位置，即虚拟机或虚拟磁盘。

由于筛选器在用户空间中运行，因此任何筛选器故障都只会影响虚拟机，而不会对 ESXi 主机产生影响。

I/O 筛选器的存储提供程序

在 ESXi 主机上安装 I/O 筛选器后，I/O 筛选器框架会为群集中的每个主机配置并注册存储提供程序（也称为 VASA 提供程序）。

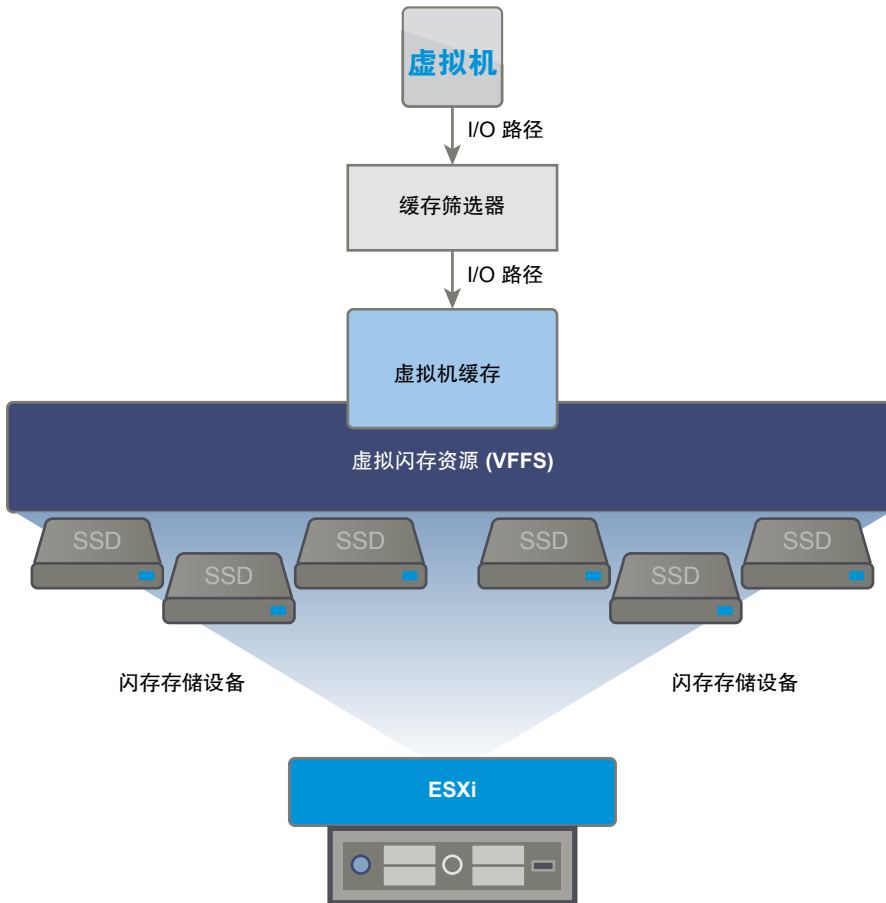
用于 I/O 筛选的存储提供程序是由 vSphere 提供的软件组件。它们与 I/O 筛选器集成并向 vCenter Server 报告 I/O 筛选器支持的数据服务功能。

此功能填充“虚拟机存储策略”界面并且可以在虚拟机存储策略中引用。然后，您可以将此策略应用到虚拟磁盘，以便 I/O 筛选器可以为磁盘处理 I/O。

使用闪存设备与缓存 I/O 筛选器

缓存 I/O 筛选器可以使用本地闪存设备缓存虚拟机数据。

如果缓存 I/O 筛选器使用本地闪存设备，您需要配置虚拟闪存资源（也称为 VFFS 卷）。请在激活筛选器之前在 ESXi 主机上配置资源。处理虚拟机读取 I/O 时，该筛选器会创建虚拟机缓存并将其放置在 VFFS 卷上。



要设置虚拟闪存资源，请使用连接到主机的闪存设备。要增加虚拟闪存资源的容量，您可以添加更多闪存驱动器。单个闪存驱动器必须以独占方式分配给虚拟闪存资源，不能与任何其他 vSphere 服务（例如 Virtual SAN 或 VMFS）共享。

闪存读取缓存和缓存 I/O 筛选器相互排斥，因为这两种功能均使用主机上的虚拟闪存资源。您不能在使用闪存 I/O 筛选器的虚拟磁盘上启用闪存读取缓存。同样，如果虚拟机已配置闪存读取缓存，则不能使用缓存 I/O 筛选器。

I/O 筛选器系统要求

要在环境中使用 I/O 筛选器，必须遵循特定的要求。

下列要求适用。

- 使用与 I/O 筛选器兼容的最新 ESXi 和 vCenter Server 版本。较早的版本可能不支持 I/O 筛选器或只提供部分支持。
- 检查各个合作伙伴解决方案可能具有的任何其他要求。在特定情况下，环境可能需要闪存设备、额外的物理内存或网络连接和带宽。有关信息，请与供应商或 VMware 代表联系。
- 托管合作伙伴软件包以用于筛选器安装的 Web 服务器。服务器必须在初始安装后保持可用。在新的主机加入群集时，服务器会向该主机推送相应的 I/O 筛选器组件。

在 vSphere 环境中配置 I/O 筛选器

要启用 I/O 筛选器为您的虚拟机提供的数据服务，请遵循几个步骤。

前提条件

- 创建至少包含一个 ESXi 主机的群集。
- 除了 VMware 提供的 I/O 筛选器外，您还可以使用 VMware 合作伙伴通过 vSphere APIs for I/O Filtering (VAIO) 开发人员计划创建的筛选器。通常，筛选器软件包会以 vSphere 安装包 (VIB) 的形式分发并且可以包括 I/O 筛选器守护进程、CIM 提供程序以及其他关联组件。有关信息，请与供应商或 VMware 代表联系。

步骤

- 1 [在群集中安装 I/O 筛选器](#) 第 249 页，
如果使用第三方提供的 I/O 筛选器，则将该 I/O 筛选器安装在 ESXi 主机群集上。
- 2 [查看 I/O 筛选器和存储提供程序](#) 第 250 页，
您可以查看环境中可用的 I/O 筛选器并验证 I/O 筛选器是否按预期显示并且处于活动状态。
- 3 [配置用于缓存 I/O 筛选器的虚拟闪存资源](#) 第 250 页，
如果缓存 I/O 筛选器使用本地闪存设备，请配置虚拟闪存资源（也称为 VFFS 卷）。请在激活筛选器之前在 ESXi 主机上配置资源。
- 4 [在虚拟磁盘上启用 I/O 筛选器数据服务](#) 第 250 页，
启用 I/O 筛选器提供的数据服务过程分为两步。先根据 I/O 筛选器提供的数据服务功能创建虚拟机策略，然后将此策略附加到虚拟机。

下一步

有关 I/O 筛选器故障排除的信息，请参见《*vSphere 故障排除*》文档。

在群集中安装 I/O 筛选器

如果使用第三方提供的 I/O 筛选器，则将该 I/O 筛选器安装在 ESXi 主机群集上。

VMware 合作伙伴通过 vSphere APIs for I/O Filtering (VAIO) 开发人员计划创建 I/O 筛选器。一般以 vSphere 安装包 (vSphere Installation Bundle, VIB) 的形式分发该筛选器软件包。VIB 软件包可以包含 I/O 筛选器守护进程、CIM 提供程序和其他关联的组件。

通常，您可以运行供应商提供的安装程序部署筛选器。在 ESXi 群集级别执行安装。您无法在所选主机上安装筛选器。

前提条件

- 所需特权：**Host.Config.Patch**。
- 验证 I/O 筛选器解决方案是否与 vSphere ESX Agent Manager 相集成并经过 VMware 的认证。

步骤

- ◆ 运行供应商提供的安装程序。

安装程序在 vCenter Server 上部署相应的 I/O 筛选器扩展，并在群集内的所有主机上部署筛选器组件。

系统会为群集中的每个 ESXi 主机自动注册存储提供程序（也称为 VASA 提供程序）。成功自动注册 I/O 筛选器存储提供程序后，会触发主机级别的事件。如果存储提供程序自动注册失败，系统会在主机上引发警报。

查看 I/O 筛选器和存储提供程序

您可以查看环境中可用的 I/O 筛选器并验证 I/O 筛选器是否按预期显示并且处于活动状态。

安装第三方 I/O 筛选器后，系统会为群集中的每个 ESXi 主机自动注册一个存储提供程序（也称为 VASA 提供程序）。成功自动注册 I/O 筛选器存储提供程序后，会触发主机级别的事件。如果存储提供程序自动注册失败，系统会在主机上引发警报。

步骤

- 1 验证 I/O 筛选器存储提供程序是否按预期显示且处于活动状态。
 - a 在 vSphere Web Client 导航器中，浏览到 vCenter Server。
 - b 依次单击 **配置** 选项卡和 **存储提供程序**。
 - c 检查 I/O 筛选器的存储提供程序。

I/O 筛选器提供程序经过正确注册后，筛选器提供的功能和数据服务将填充到“虚拟机存储策略”界面中。

- 2 验证 I/O 筛选器组件是否在群集和 ESXi 主机上列出。

选项	操作
查看群集上的 I/O 筛选器	<ol style="list-style-type: none"> a 导航到群集。 b 单击 配置 选项卡。 c 在 配置 下面，单击 I/O 筛选器，以查看群集中安装的筛选器。
查看主机上的 I/O 筛选器	<ol style="list-style-type: none"> a 导航到主机。 b 单击 配置 选项卡。 c 在 存储 下面，单击 I/O 筛选器，以查看主机上安装的筛选器。

配置用于缓存 I/O 筛选器的虚拟闪存资源

如果缓存 I/O 筛选器使用本地闪存设备，请配置虚拟闪存资源（也称为 VFFS 卷）。请在激活筛选器之前在 ESXi 主机上配置资源。

前提条件

要确定是否必须启用虚拟闪存资源，请与 I/O 筛选器供应商核实。

步骤

- 1 在 vSphere Web Client 中，导航到主机。
- 2 单击 **配置** 选项卡。
- 3 在“虚拟闪存”下，选择 **虚拟闪存资源管理**，然后单击 **添加容量**。
- 4 从可用的闪存驱动器列表中，选择要用于虚拟闪存资源的一个或多个驱动器，然后单击 **确定**。

将创建虚拟闪存资源。“设备备用”区域列出了所有用于虚拟闪存资源的驱动器。

在虚拟磁盘上启用 I/O 筛选器数据服务

启用 I/O 筛选器提供的数据服务过程分为两步。先根据 I/O 筛选器提供的数据服务功能创建虚拟机策略，然后将此策略附加到虚拟机。

前提条件

对于缓存 I/O 筛选器，在 ESXi 主机上配置虚拟闪存资源。

步骤

- 1 根据 [I/O 筛选器功能定义虚拟机策略](#) 第 251 页，
要为虚拟机启用 I/O 筛选器，必须先创建虚拟机策略，列出 I/O 筛选器提供的数据服务功能。
- 2 将 [I/O 筛选器策略分配给虚拟机](#) 第 252 页，
要激活 I/O 筛选器提供的数据服务，请将 I/O 筛选器策略与虚拟磁盘关联。您可以在创建或编辑虚拟机时分配该策略。

下一步

如果稍后想要禁用虚拟机的 I/O 筛选器，您可以从虚拟机存储策略中移除筛选器规则，然后重新应用该策略。请参见 [第 212 页](#)，“[编辑或克隆虚拟机存储策略](#)”。或者，可以编辑虚拟机的设置，选择不包含该筛选器的其他存储策略。

根据 I/O 筛选器功能定义虚拟机策略

要为虚拟机启用 I/O 筛选器，必须先创建虚拟机策略，列出 I/O 筛选器提供的数据服务功能。

I/O 筛选器功能显示在“虚拟机存储策略”向导的常用规则页面中。用于启用 I/O 筛选器的策略必须包含常用规则。然而，添加放置规则是可选的。

根据环境中安装的 I/O 筛选器，数据服务可能属于不同的类别，包括缓存、复制等。通过在存储策略中引用特定类别，您可以为虚拟机请求服务。

如果您的 I/O 筛选器和存储提供相同的服务类别（例如加密），则策略可以从两个提供程序请求此服务。因此，虚拟机数据由 I/O 筛选器和存储加密两次。然而，Virtual Volumes 提供的复制和 I/O 筛选器提供的复制不能共存于同一存储策略中。


前提条件

- 确认 I/O 筛选器存储提供程序可用且处于活动状态。请参见 [第 250 页](#)，“[查看 I/O 筛选器和存储提供程序](#)”。
- 定义相应的存储策略组件。请参见 [第 207 页](#)，“[创建存储策略组件](#)”。
- 所需特权：[虚拟机存储策略.更新](#)和[虚拟机存储策略.查看](#)。

步骤

- 1 在 vSphere Web Client 主页中，单击 **策略和配置文件 > 虚拟机存储策略**。
- 2 单击 **虚拟机存储策略** 选项卡。
- 3 单击 **创建新虚拟机存储策略** 图标。
- 4 选择 vCenter Server 实例。
- 5 键入策略的名称（例如 I/O 筛选器）和描述，然后单击 **下一步**。
- 6 在常用规则页面上，定义 I/O 筛选器。
 - a 选择 **使用存储策略中的常用规则**。
 - b 单击 **添加组件 (+)** 图标，然后从下拉菜单中选择数据服务类别，例如复制。

- c 通过为规则指定相应的提供程序和值来定义数据服务类别的规则。或者从预定义的组件列表中选择数据服务。

选项	描述
 组件名称	如果数据库中具有预定义的存储策略组件，此选项可用。如果您了解要使用哪个组件，请从列表中选择该组件以添加到虚拟机存储策略。
查看全部	查看可用于该类别的所有组件。要包括特定的组件，请从列表中选择该组件，然后单击 确定 。
自定义	通过为规则指定相应的提供程序和值来定义数据服务类别的自定义规则。

注意 如果将加密与其他 I/O 筛选器结合使用，请将**在加密前允许 I/O 筛选器**参数设置为 **True**，以便其他筛选器（如复制）可以在加密明文数据之前对其进行分析。

- d 添加更多组件以请求其他数据服务。
每一组常用或常规规则只能使用同一类别中的一个组件，例如缓存。
- e 单击**下一步**。
- 7 如果您的策略包含放置规则，请在规则集页面上指定存储放置要求，然后单击**下一步**。

注意 如果您计划使用 I/O 筛选器跨不同类型的数据存储迁移虚拟机，请确保策略包含每个目标数据存储的放置规则。例如，如果在 VMFS 与 Virtual Volumes 数据存储之间迁移虚拟机，请创建混合虚拟机存储策略。策略必须包含用于 VMFS 数据存储的基于标记的规则以及用于 Virtual Volumes 数据存储的规则。

- 8 在“存储兼容性”页面上，检查可用数据存储列表，然后单击**下一步**。
要与 I/O 筛选器策略兼容，数据存储必须连接到具有 I/O 筛选器的主机并满足策略的存储要求。
- 9 完成创建存储策略，然后单击**完成**。

新策略将添加到列表中。

将 I/O 筛选器策略分配给虚拟机

要激活 I/O 筛选器提供的服务，请将 I/O 筛选器策略与虚拟磁盘关联。您可以在创建或编辑虚拟机时分配该策略。

您可以在虚拟机初始部署期间分配 I/O 筛选器策略。本主题介绍在创建新的虚拟机时如何分配该策略。有关其他部署方法的信息，请参见《vSphere 虚拟机管理》文档。

注意 迁移或克隆虚拟机时，不能更改或分配 I/O 筛选器策略。

前提条件

验证虚拟机在其上运行的 ESXi 主机上是否已安装 I/O 筛选器。

步骤

- 1 在 vSphere Web Client 中，启动虚拟机置备过程并按照相应的步骤操作。
- 2 将同一存储策略分配给所有虚拟机文件和磁盘。
 - a 在选择存储页面上，从**虚拟机存储策略**下拉菜单中选择存储策略。
 - b 从兼容数据存储列表中选择数据存储，然后单击**下一步**。
该数据存储将成为虚拟机配置文件及所有虚拟磁盘的目标存储资源。该策略还会为虚拟磁盘激活 I/O 筛选器服务。

3 更改虚拟磁盘的虚拟机存储策略。

使用此选项可仅为您的虚拟磁盘启用 I/O 筛选器。

- a 在自定义硬件页面上，展开**新硬盘**窗格。
- b 从**虚拟机存储策略**下拉菜单中，选择要分配给虚拟磁盘的存储策略。
- c （可选）更改虚拟磁盘的存储位置。

使用此选项可将虚拟磁盘存储在除虚拟机配置文件所在的数据存储以外的数据存储上。

4 完成虚拟机置备流程。

创建虚拟机后，**摘要**选项卡将显示已分配的存储策略及其合规性状态。

下一步

稍后可以更改虚拟策略分配。请参见第 214 页，“更改虚拟机文件和磁盘的存储策略分配”。

管理 I/O 筛选器

可以运行供应商提供的安装程序来安装、卸载或升级 I/O 筛选器。

使用 I/O 筛选器时，需要考虑以下注意事项：

- vCenter Server 使用 ESX Agent Manager (EAM) 安装和卸载 I/O 筛选器。作为管理员，切勿为由 vCenter Server 创建或使用的 EAM 代理直接调用 EAM API。所有与 I/O 筛选器相关的操作都必须通过 VIM API。如果意外修改了由 vCenter Server 创建的 EAM 代理，则必须恢复所做的更改。如果意外破坏了由 I/O 筛选器使用的 EAM 代理，则必须调用 `Vim.IoFilterManager#uninstallIoFilter` 卸载受影响的 I/O 筛选器。卸载后，执行全新安装。
- 当新主机加入具有 I/O 筛选器的群集时，群集上安装的筛选器将会部署在该主机上。vCenter Server 为该主机注册 I/O 筛选器存储提供程序。任何群集更改都会显示在 vSphere Web Client 的“虚拟机存储策略”界面中。
- 将主机从群集中移出或将其从 vCenter Server 中移除时，I/O 筛选器会从主机上卸载。vCenter Server 取消注册 I/O 筛选器存储提供程序。
- 如果使用无状态 ESXi 主机，可能会在重新引导过程中丢失其 I/O 筛选器 VIB。vCenter Server 将在重新引导后检查安装在主机上的包，并根据需要将 I/O 筛选器 VIB 推送到主机。

从群集卸载 I/O 筛选器

您可以卸载 ESXi 主机群集中部署的 I/O 筛选器。

前提条件

- 所需特权：**Host.Config.Patch**。

步骤

1 通过运行供应商提供的安装程序，卸载 I/O 筛选器。

在卸载过程中，vSphere ESX Agent Manager 会自动将主机置于维护模式。

如果卸载成功，则筛选器以及任何相关的组件将从主机中移除。

2 验证 I/O 筛选器组件是否已从 ESXi 主机中正确卸载：

```
esxcli --server=server_name software vib list
```

卸载后的筛选器不再出现在该列表中。

升级群集中的 I/O 筛选器

使用 I/O 筛选器供应商提供的安装程序升级在 ESXi 主机群集中部署的 I/O 筛选器。

升级包括卸载旧筛选器组件并将其替换为新筛选器组件。为了确定安装是否属于升级，vCenter Server 将检查现有筛选器的名称和版本。如果现有筛选器的名称与新筛选器的名称匹配、但是版本有所不同，则安装被视为升级。

前提条件

- 所需特权：**Host.Config.Patch**。

步骤

- 1 要升级筛选器，请运行供应商提供的安装程序。

在升级过程中，vSphere ESX Agent Manager 会自动将主机置于维护模式。

安装程序将标识任何现有筛选器组件并在安装新筛选器组件之前将其移除。

- 2 验证 I/O 筛选器组件是否已从 ESXi 主机中正确卸载：

```
esxcli --server=server_name software vib list
```

升级后，vSphere ESX Agent Manager 会将主机返回操作模式。

I/O 筛选器准则和最佳实践

在您的环境中使用 I/O 筛选器时，请遵循特定的准则和最佳做法。

- 由于 I/O 筛选器未指定数据存储，因此所有类型的数据存储（包括 VMFS、NFS、Virtual Volumes 和 Virtual SAN）都与 I/O 筛选器兼容。
- I/O 筛选器在虚拟兼容模式下支持 RDM。在物理兼容模式下不支持 RDM。
- 闪存读取缓存和缓存 I/O 筛选器相互排斥，因为这两种功能均使用主机上的虚拟闪存资源。您不能在使用闪存 I/O 筛选器的虚拟磁盘上启用闪存读取缓存。同样，如果虚拟机已配置闪存读取缓存，则不能使用缓存 I/O 筛选器。
- 迁移或克隆虚拟机时，不能更改或分配 I/O 筛选器策略。完成迁移或克隆后，可以更改该策略。
- 将具有 I/O 筛选器策略的虚拟机从一台主机克隆或迁移到另一台主机上时，请确保目标主机上已安装兼容筛选器。此要求适用于管理员或者 HA 或 DRS 等功能启动的迁移。
- 将模板转换为虚拟机且使用 I/O 筛选器策略配置模板时，目标主机必须已安装兼容的 I/O 筛选器。
- 如果使用 vCenter Site Recovery Manager 复制虚拟磁盘，则恢复站点上生成的磁盘不具有 I/O 筛选器策略。您必须在恢复站点中创建 I/O 筛选器策略，并将其重新附加到复制磁盘。
- 创建虚拟机时，可以将加密 I/O 筛选器附加到新的虚拟磁盘上。无法将加密筛选器附加到现有的虚拟磁盘上。
- 如果虚拟机具有与之关联的快照树，则您无法添加、更改或移除虚拟机的 I/O 筛选器策略。

有关 I/O 筛选器故障排除的信息，请参见《vSphere 故障排除》文档。

通过 I/O 筛选器迁移虚拟机

迁移具有 I/O 筛选器的虚拟机时，需要注意特定事项。

如果使用 Storage vMotion 迁移具有 I/O 筛选器的虚拟机，则必须将目标数据存储连接到已安装兼容 I/O 筛选器的主机。

您可能需要跨不同类型的数据存储迁移具有 I/O 筛选器的虚拟机，例如，在 VMFS 与 Virtual Volumes 之间。如果的确如此，请确保虚拟机存储策略包含您计划使用的每种类型的数据存储的规则集。例如，如果在 VMFS 与 Virtual Volumes 数据存储之间迁移虚拟机，请创建包含以下规则的混合虚拟机存储策略：

- 适用于 I/O 筛选器的常用规则
- 适用于 VMFS 数据存储的规则集 1。由于基于存储策略的管理不提供明确的 VMFS 策略，因此该规则集必须包括适用于 VMFS 数据存储的基于标记的规则。
- 适用于 Virtual Volumes 数据存储的规则集 2

当 Storage vMotion 迁移虚拟机时，将会选择对应于目标数据存储的正确规则集。I/O 筛选器规则持不变。

如果您没有为数据存储指定规则，仅为 I/O 筛选器定义了常用规则，则系统会为数据存储应用默认存储策略。

存储硬件加速

硬件加速功能使 ESXi 主机能够集成合规存储阵列并将特定虚拟机和存储管理操作卸载到存储硬件。利用存储硬件的辅助，主机可以更快地执行这些操作并且占用更少的 CPU、内存和存储结构带宽。

块存储设备、光纤通道、iSCSI 和 NAS 设备支持硬件加速。

有关其他详细信息，请参见 VMware 知识库文章，网址为 <http://kb.vmware.com/kb/1021976>。

本章讨论了以下主题：

- 第 257 页，“硬件加速的优点”
- 第 258 页，“硬件加速要求”
- 第 258 页，“硬件加速支持状态”
- 第 258 页，“块存储设备的硬件加速”
- 第 262 页，“NAS 设备上的硬件加速”
- 第 264 页，“硬件加速注意事项”

硬件加速的优点

当支持硬件加速功能时，主机可以获得硬件支持，从而可以更快和更有效地执行多个任务。

主机可以通过以下活动获取帮助：

- 通过 Storage vMotion 迁移虚拟机
- 从模板部署虚拟机
- 克隆虚拟机或模板
- 虚拟机文件的 VMFS 群集锁定和元数据操作
- 置备厚虚拟磁盘
- 创建容错虚拟机
- 在 NFS 数据存储上创建和克隆厚磁盘

硬件加速要求

仅当结合使用相应的主机和存储阵列时，硬件加速功能才起作用。

表 23-1 硬件加速存储要求

ESXi	块存储设备	NAS 设备
ESXi	支持用于阵列集成的 T10 SCSI 标准或块存储插件 (VAAI)	支持用于阵列集成的 NAS 插件

注意 如果 SAN 或 NAS 存储结构在支持硬件加速的存储系统前使用了中间设备，则该中间设备必须也支持硬件加速并且已得到相应认证。该中间设备可能是存储虚拟化设备、I/O 加速设备、加密设备等。

硬件加速支持状态

对于每个存储设备和数据存储，vSphere Web Client 都将显示硬件加速支持状态。

状态值为“未知”、“支持”和“不支持”。初始值为“未知”。

对于块设备，在主机成功执行卸载操作后，状态将更改为“支持”。如果卸载操作失败，状态将更改为“不支持”。如果设备提供部分硬件加速支持，则状态仍为“未知”。

使用 NAS 后，当存储可以执行至少一个硬件卸载操作时，状态将变为“支持”。

当存储设备不支持主机操作或为主机操作提供部分支持时，主机将恢复使用其本机方法以执行不支持的操作。

块存储设备的硬件加速

利用硬件加速，您的主机可以与块存储设备、光纤通道或 iSCSI 相集成，并且可以使用某些存储阵列操作。

ESXi 硬件加速支持以下阵列操作：

- 完全复制，也称为克隆块或复制卸载。使存储阵列可以对阵列内的数据进行完全复制，而无需使主机读取和写入数据。此操作可减少在克隆虚拟机、从模板进行置备或使用 vMotion 进行迁移时所耗费的时间和网络负载。
- 块置零，也称为同写。使存储阵列可以将大量块置零以提供新分配的存储（不包含先前写入的数据）。此操作可减少在创建虚拟机和格式化虚拟磁盘时所耗费的时间和网络负载。
- 硬件辅助锁定，也称为原子测试和设置 (ATS)。支持离散虚拟机锁定，而不使用 SCSI 预留。此操作允许按扇区进行磁盘锁定，取代了使用 SCSI 预留对整个 LUN 进行磁盘锁定。

请向您的供应商确认是否提供硬件加速支持。某些存储阵列要求在存储器端激活该支持。

在主机上，硬件加速功能在默认情况下已启用。如果存储器不支持硬件加速，可以将其禁用。

除了硬件加速支持外，ESXi 还支持阵列精简置备。有关信息，请参见第 271 页，“ESXi 和阵列精简置备”。

禁用块存储设备的硬件加速

在主机上，块存储设备的硬件加速功能在默认情况下已启用。可以使用 vSphere Web Client 高级设置来禁用硬件加速操作。

与任何高级设置一样，在禁用硬件加速之前，请咨询 VMware 支持团队。

步骤

- 1 在 vSphere Web Client 导航器中，浏览到主机。
- 2 单击配置选项卡。

- 3 在系统下，单击高级系统设置。
- 4 将任意选项的值更改为 0（已禁用）：
 - VMFS3.HardwareAcceleratedLocking
 - DataMover.HardwareAcceleratedMove
 - DataMover.HardwareAcceleratedInit

管理块存储设备上的硬件加速

为了与块存储阵列集成并从阵列硬件操作中受益，vSphere 使用称为 Storage API - Array Integration（以前称为 VAAI）的 ESXi 扩展。

在 vSphere 5.x 及更高版本中，这些扩展是以基于 T10 SCSI 的命令形式实现的。因此，通过支持 T10 SCSI 标准的设备，ESXi 主机可以直接通信而不需要 VAAI 插件。

如果设备不支持 T10 SCSI 或提供部分支持，则 ESXi 将恢复使用安装在主机上的 VAAI 插件，或组合使用 T10 SCSI 命令和插件。VAAI 插件是特定于供应商的，可能是 VMware 或合作伙伴开发的。要管理支持 VAAI 的设备，主机可将 VAAI 筛选器和特定于供应商的 VAAI 插件附加到该设备。

有关存储是否需要 VAAI 插件或通过 T10 SCSI 命令支持硬件加速的信息，请参见 *VMware 兼容性指南* 或咨询存储供应商。

可以使用多个 `esxcli` 命令查询存储设备，以获取硬件加速支持信息。对于需要 VAAI 插件的设备，也可以使用声明规则命令。有关 `esxcli` 命令的信息，请参见 *vSphere Command-Line Interface 入门*。

显示硬件加速插件和筛选器

要与不支持 T10 SCSI 标准的设备进行通信，主机应使用单个 VAAI 筛选器和特定于供应商的 VAAI 插件的组合。使用 `esxcli` 命令可查看当前加载到系统中的硬件加速筛选器和插件。

在此过程中，`--server=server_name` 指定目标服务器。指定的目标服务器会提示您输入用户名和密码。支持其他连接选项，如配置文件或会话文件。有关连接选项的列表，请参见《*vSphere Command-Line Interface 入门*》。

前提条件

安装 vCLI 或部署 vSphere Management Assistant (vMA) 虚拟机。请参见 *vSphere Command-Line Interface 入门*。要进行故障排除，请在 ESXi Shell 中运行 `esxcli` 命令。

步骤

- ◆ 运行 `esxcli --server=server_name storage core plugin list --plugin-class=value` 命令。

对于 `value`，输入以下选项之一：

- 键入 VAAI 以显示插件。

此命令的输出与以下示例类似：

```
#esxcli --server=server_name storage core plugin list --plugin-class=VAAI
Plugin name      Plugin class
VMW_VAAIP_EQL    VAAI
VMW_VAAIP_NETAPP VAAI
VMW_VAAIP_CX     VAAI
```

- 键入 Filter 以显示筛选器。

此命令的输出与以下示例类似：

```
esxcli --server=server_name storage core plugin list --plugin-class=Filter
Plugin name  Plugin class
VAAI_FILTER Filter
```

验证硬件加速支持状态

使用 `esxcli` 命令可验证特定存储设备的硬件加速支持状态。

在此过程中，`--server=server_name` 指定目标服务器。指定的目标服务器会提示您输入用户名和密码。支持其他连接选项，如配置文件或会话文件。有关连接选项的列表，请参见《*vSphere Command-Line Interface 入门*》。

前提条件

安装 vCLI 或部署 vSphere Management Assistant (vMA) 虚拟机。请参见 *vSphere Command-Line Interface 入门*。要进行故障排除，请在 ESXi Shell 中运行 `esxcli` 命令。

步骤

- ◆ 运行 `esxcli --server=server_name storage core device list -d=device_ID` 命令。

输出显示硬件加速（或 VAAI）状态，该状态可以为未知、受支持或不受支持。

```
# esxcli --server=server_name storage core device list -d naa.XXXXXXXXXXX4c
naa.XXXXXXXXXXX4c
Display Name:XXXX Fibre Channel Disk(naa.XXXXXXXXXXX4c)
Size: 20480
Device Type:Direct-Access
Multipath Plugin:NMP
XXXXXXXXXXXXXXX
Attached Filters:VAAI_FILTER
VAAI Status:supported
XXXXXXXXXXXXXXX
```

验证硬件加速支持详细信息

使用 `esxcli` 命令查询块存储设备，了解有关设备提供的硬件加速支持。

在此过程中，`--server=server_name` 指定目标服务器。指定的目标服务器会提示您输入用户名和密码。支持其他连接选项，如配置文件或会话文件。有关连接选项的列表，请参见《*vSphere Command-Line Interface 入门*》。

前提条件

安装 vCLI 或部署 vSphere Management Assistant (vMA) 虚拟机。请参见 *vSphere Command-Line Interface 入门*。要进行故障排除，请在 ESXi Shell 中运行 `esxcli` 命令。

步骤

- ◆ 运行 `esxcli --server=server_name storage core device vaa status get -d=device_ID` 命令。

如果设备由 VAAI 插件管理，则输出会显示连接到此设备的插件的名称。此外，输出会显示每个基于 T10 SCSI 的原语的支持状态（如果可用）。输出显示在以下示例中：

```
# esxcli --server=server_name storage core device vaa status get -d naa.XXXXXXXXXXX4c
naa.XXXXXXXXXXX4c
VAAI Plugin Name:VMW_VAAIP_SYMM
ATS Status:supported
Clone Status:supported
Zero Status:supported
Delete Status:unsupported
```

列出硬件加速声明规则

VAAI 插件管理的每个块存储设备都需要两个声明规则，一个指定硬件加速筛选器，而另一个指定该设备的硬件加速插件。可以使用 `esxcli` 命令列出硬件加速筛选器和插件声明规则。

步骤

- 1 要列出筛选器声明规则，请运行

```
esxcli --server=server_name storage core claimrule list --claimrule-class=Filter 命令。
```

在此示例中，筛选器声明规则指定应由 VAAI_FILTER 筛选器声明的设备。

```
# esxcli --server=server_name storage core claimrule list --claimrule-class=Filter
Rule Class Rule Class Type Plugin Matches
Filter 65430 runtime vendor VAAI_FILTER vendor=EMC model=SYMMETRIX
Filter 65430 file vendor VAAI_FILTER vendor=EMC model=SYMMETRIX
Filter 65431 runtime vendor VAAI_FILTER vendor=DGC model=*
Filter 65431 file vendor VAAI_FILTER vendor=DGC model=*
```

- 2 要列出 VAAI 插件声明规则，请运行

```
esxcli --server=server_name storage core claimrule list --claimrule-class=VAAI 命令。
```

在此示例中，VAAI 声明规则指定应由特定 VAAI 插件声明的设备。

```
esxcli --server=server_name storage core claimrule list --claimrule-class=VAAI
Rule Class Rule Class Type Plugin Matches
VAAI 65430 runtime vendor VMW_VAAIP_SYMM vendor=EMC model=SYMMETRIX
VAAI 65430 file vendor VMW_VAAIP_SYMM vendor=EMC model=SYMMETRIX
VAAI 65431 runtime vendor VMW_VAAIP_CX vendor=DGC model=*
VAAI 65431 file vendor VMW_VAAIP_CX vendor=DGC model=*
```

添加硬件加速声明规则

要为新阵列配置硬件加速，需要添加两个声明规则，一个用于 VAAI 筛选器，而另一个用于 VAAI 插件。要激活新声明规则，首先需要定义这些规则，然后将它们加载到系统中。

此过程适用于那些不支持 T10 SCSI 命令但使用 VAAI 插件的块存储设备。

在此过程中，`--server=server_name` 指定目标服务器。指定的目标服务器会提示您输入用户名和密码。支持其他连接选项，如配置文件或会话文件。有关连接选项的列表，请参见《*vSphere Command-Line Interface 入门*》。

前提条件

安装 vCLI 或部署 vSphere Management Assistant (vMA) 虚拟机。请参见 *vSphere Command-Line Interface 入门*。要进行故障排除，请在 ESXi Shell 中运行 `esxcli` 命令。

步骤

- 1 通过运行

```
esxcli --server=server_name storage core claimrule add --claimrule-class=Filter --plugin=VAAI_FILTER 命令，为 VAAI 筛选器定义新声明规则。
```

- 2 通过运行 `esxcli --server=server_name storage core claimrule add --claimrule-class=VAAI` 命令，为 VAAI 插件定义新声明规则。

- 3 运行以下命令加载这两个声明规则：

```
esxcli --server=server_name storage core claimrule load --claimrule-class=Filter
esxcli --server=server_name storage core claimrule load --claimrule-class=VAAI
```

- 4 通过运行 `esxcli --server=server_name storage core claimrule run --claimrule-class=Filter` 命令，运行 VAAI 筛选器声明规则。

注意 只需要运行 Filter 类规则。当 VAAI 筛选器声明设备时，会自动查找要附加的适当 VAAI 插件。

示例：定义硬件加速声明规则

此示例显示如何为使用 VMW_VAAIP_T10 插件的 IBM 阵列配置硬件加速。请使用以下命令序列。有关命令使用的选项的信息，请参见第 184 页，“添加多路径声明规则”。

```
# esxcli --server=server_name storage core claimrule add --claimrule-class=Filter --
plugin=VAAI_FILTER --type=vendor --vendor=IBM --autoassign

# esxcli --server=server_name storage core claimrule add --claimrule-class=VAAI --
plugin=VMW_VAAIP_T10 --type=vendor --vendor=IBM --autoassign

# esxcli --server=server_name storage core claimrule load --claimrule-class=Filter

# esxcli --server=server_name storage core claimrule load --claimrule-class=VAAI

# esxcli --server=server_name storage core claimrule run --claimrule-class=Filter
```

删除硬件加速声明规则

使用 `esxcli` 命令可删除现有硬件加速声明规则。

在此过程中，`--server=server_name` 指定目标服务器。指定的目标服务器会提示您输入用户名和密码。支持其他连接选项，如配置文件或会话文件。有关连接选项的列表，请参见《vSphere Command-Line Interface 入门》。

前提条件

安装 vCLI 或部署 vSphere Management Assistant (vMA) 虚拟机。请参见 *vSphere Command-Line Interface 入门*。要进行故障排除，请在 ESXi Shell 中运行 `esxcli` 命令。

步骤

- ◆ 运行下列命令：

```
esxcli --server=server_name storage core claimrule remove -r claimrule_ID --claimrule-
class=Filter

esxcli --server=server_name storage core claimrule remove -r claimrule_ID --claimrule-
class=VAAI
```

NAS 设备上的硬件加速

硬件加速允许 ESXi 主机与 NAS 设备相集成并使用 NSA 存储所提供的多个硬件操作。硬件加速通过 vSphere APIs for Array Integration (VAAI) 来实现主机与存储设备之间的通信。

VAAI NAS 框架支持这两种版本的 NFS 存储：NFS 3 和 NFS 4.1。

VAAI NAS 定义了一组存储原语，使主机能够将特定存储操作卸载到阵列。以下列表显示支持的 NAS 操作：

- 完整文件克隆。使 NAS 设备能够克隆虚拟磁盘文件。此操作与 VMFS 块克隆类似，不同之处在于 NAS 设备克隆的是整个文件而不是文件段。

- 预留空间。使存储阵列可以为厚格式的虚拟磁盘文件分配空间。

通常，在 NFS 数据存储上创建虚拟磁盘时，NAS 服务器会确定分配策略。大多数 NAS 服务器上的默认分配策略是精简格式，不保证将存储备份到文件。但是，预留空间操作可以指示 NAS 设备使用供应商特定的机制来为虚拟磁盘预留空间。这样，您可以在 NFS 数据存储上创建厚虚拟磁盘。

- 本机快照支持。允许创建虚拟机快照以卸载到阵列。

- 扩展后的统计信息。可查看 NAS 设备上的空间使用情况且对于精简置备非常有用。

使用 NAS 存储设备，可以通过供应商特定的 NAS 插件实施硬件加速集成。这些插件通常是由供应商创建并作为 VIB 软件包通过网页进行分发。这些 NAS 插件无需声明规则便可以正常运行。

可使用多个工具来安装和升级 VIB 软件包。这些工具包括 `esxcli` 命令和 vSphere Update Manager。有关详细信息，请参见 *vSphere 升级和安装和管理 VMware vSphere Update Manager* 文档。

安装 NAS 插件

在主机上安装供应商分发的硬件加速 NAS 插件。

本主题提供了使用 `esxcli` 命令安装 VIB 软件包的示例。有关更多详细信息，请参见 *vSphere 升级* 文档。

在此过程中，`--server=server_name` 指定目标服务器。指定的目标服务器会提示您输入用户名和密码。支持其他连接选项，如配置文件或会话文件。有关连接选项的列表，请参见《*vSphere Command-Line Interface 入门*》。

前提条件

安装 vCLI 或部署 vSphere Management Assistant (vMA) 虚拟机。请参见 *vSphere Command-Line Interface 入门*。要进行故障排除，请在 ESXi Shell 中运行 `esxcli` 命令。

步骤

- 1 将主机置于维护模式。
- 2 设置主机接受程度：

```
esxcli --server=server_name software acceptance set --level=value
```

该命令控制允许在主机上安装的 VIB 软件包。*value* 可以是以下项之一：

- VMwareCertified
- VMwareAccepted
- PartnerSupported
- CommunitySupported

- 3 安装 VIB 软件包：

```
esxcli --server=server_name software vib install -v|--viburl=URL
```

URL 指定要安装的 VIB 软件包的 URL。支持 `http:`、`https:`、`ftp:` 和 `file:`。

- 4 验证插件是否已安装：

```
esxcli --server=server_name software vib list
```

- 5 重新引导主机以使安装生效。

卸载 NAS 插件

要卸载 NAS 插件，请从主机中移除 VIB 软件包。

此主题说明如何使用 `esxcli` 命令卸载 VIB 软件包。有关更多详细信息，请参见 *vSphere 升级* 文档。

在此过程中，`--server=server_name` 指定目标服务器。指定的目标服务器会提示您输入用户名和密码。支持其他连接选项，如配置文件或会话文件。有关连接选项的列表，请参见《*vSphere Command-Line Interface 入门*》。

前提条件

安装 vCLI 或部署 vSphere Management Assistant (vMA) 虚拟机。请参见 *vSphere Command-Line Interface 入门*。要进行故障排除，请在 ESXi Shell 中运行 `esxcli` 命令。

步骤

- 1 卸载插件：

```
esxcli --server=server_name software vib remove -n|--vibName=name
```

name 表示要移除的 VIB 软件包的名称。

- 2 验证插件是否已移除：

```
esxcli --server=server_name software vib list
```

- 3 重新引导主机以使更改生效。

更新 NAS 插件

当存储器供应商发行新的插件版本时，升级主机上的硬件加速 NAS 插件。

在此过程中，**--server=server_name** 指定目标服务器。指定的目标服务器会提示您输入用户名和密码。支持其他连接选项，如配置文件或会话文件。有关连接选项的列表，请参见《*vSphere Command-Line Interface 入门*》。

前提条件

此主题说明如何使用 **esxcli** 命令更新 VIB 软件包。有关更多详细信息，请参见 *vSphere 升级文档*。

安装 vCLI 或部署 vSphere Management Assistant (vMA) 虚拟机。请参见 *vSphere Command-Line Interface 入门*。要进行故障排除，请在 ESXi Shell 中运行 **esxcli** 命令。

步骤

- 1 升级到新的插件版本：

```
esxcli --server=server_name software vib update -v|--viburl=URL
```

URL 指定要更新的 VIB 软件包的 URL。支持 http:、https:、ftp: 和 file: 等。

- 2 验证是否安装了正确版本：

```
esxcli --server=server_name software vib list
```

- 3 重新引导主机。

验证 NAS 的硬件加速状态

除了客户端，还可以使用 **esxcli** 命令验证 NAS 设备的硬件加速状态。

在此过程中，**--server=server_name** 指定目标服务器。指定的目标服务器会提示您输入用户名和密码。支持其他连接选项，如配置文件或会话文件。有关连接选项的列表，请参见《*vSphere Command-Line Interface 入门*》。

前提条件

安装 vCLI 或部署 vSphere Management Assistant (vMA) 虚拟机。请参见 *vSphere Command-Line Interface 入门*。要进行故障排除，请在 ESXi Shell 中运行 **esxcli** 命令。

步骤

- ◆ 运行 **esxcli --server=server_name storage nfs list** 命令。

输出中的“硬件加速”列会显示硬件加速状态。

硬件加速注意事项

使用硬件加速功能时，需注意某些事项。

多个原因可能导致硬件加速操作失败。

对于阵列未实施的任何原语，阵列均会返回错误。错误会触发 ESXi 主机尝试使用其本机方法执行操作。

发生以下任一情况时，VMFS 数据移动程序不会利用硬件下载，而是使用软件数据移动：

- 源 VMFS 数据存储和目标 VMFS 数据存储具有不同的块大小。
- 源文件类型为 RDM，目标文件类型为非 RDM（常规文件）。
- 源 VMDK 类型为 `eagerzeroedthick`，目标 VMDK 类型为精简格式。
- 源 VMDK 或目标 VMDK 为稀疏或托管格式。
- 源虚拟机拥有快照。
- 请求的操作中的逻辑地址和传输长度与存储设备所需的最低对齐要求不一致。使用 vSphere Web Client 创建的所有数据存储将自动对齐。
- VMFS 具有多个 LUN 或数据区，并且它们位于不同的阵列。

阵列之间的硬件克隆（即使在同一 VMFS 数据存储内）无法工作。

存储厚置备和精简置备

vSphere 支持两种模型的存储置备：厚置备和精简置备。

厚置备

厚置备是传统存储置备模型。对于厚置备，预先提供大量存储空间以满足未来的存储需要。但是，空间可能一直未被使用，这样会导致无法充分利用存储容量。

精简置备

此方法与厚置备相反，通过以灵活的按需方式分配存储空间，可帮助您消除无法充分利用存储的问题。可以通过 ESXi，使用两种模型的精简置备（阵列级别和虚拟磁盘级别）。

精简置备允许您报告比真实物理容量更多的虚拟存储空间。这种差异可能会导致存储超额订购，也称为过度置备。当使用精简置备时，要监控实际存储使用情况，避免在用尽物理存储空间时出现各种状况。

本章讨论了以下主题：

- [第 267 页](#)，“虚拟磁盘精简置备”
- [第 271 页](#)，“ESXi 和阵列精简置备”
- [第 272 页](#)，“存储空间回收”

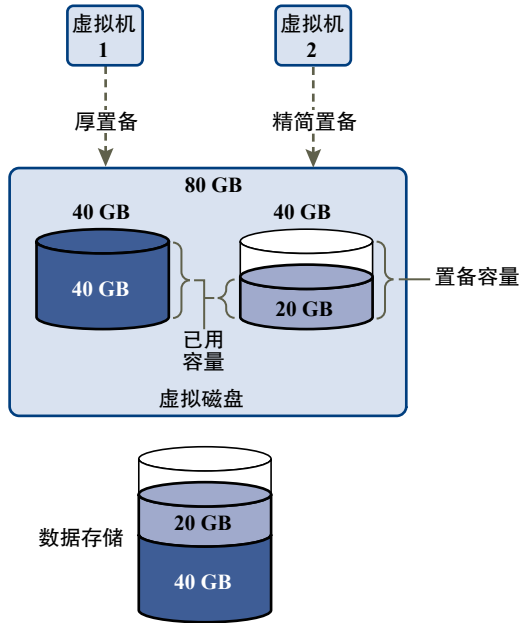
虚拟磁盘精简置备

创建虚拟机时，会在数据存储上为虚拟磁盘文件置备一定量的存储空间。

默认情况下，ESXi 为虚拟机提供传统的存储置备方法。使用这种方法，您可以先估算虚拟机完成其整个生命周期需要的存储空间。然后，预先为其虚拟磁盘置备固定量（如 40 GB）的存储空间，并将整个置备空间提交给虚拟磁盘。立即占据整个置备空间的虚拟磁盘为厚磁盘。

ESXi 支持精简置备虚拟磁盘。使用磁盘级别精简置备功能，可以采用精简格式创建虚拟磁盘。对于精简虚拟磁盘，ESXi 为磁盘的当前和未来活动置备所需的整个空间，例如 40 GB。但是，精简磁盘仅使用磁盘初始操作所需的存储空间大小。在此示例中，精简置备的磁盘只占用 20 GB 的存储空间。当磁盘需要更多空间时，可以增长到其整个置备空间 40 GB。

图 24-1 厚虚拟磁盘和精简虚拟磁盘



关于虚拟磁盘置备策略

执行某些虚拟机管理操作时，您可以为虚拟磁盘文件指定置备策略。这类操作包括创建虚拟磁盘、将虚拟机克隆为模板或者迁移虚拟机。

带有硬件加速功能的 NFS 数据存储和 VMFS 数据存储支持以下磁盘置备策略。在不支持硬件加速功能的 NFS 数据存储上，只有精简格式可用。

可以使用 Storage vMotion 或跨主机 Storage vMotion 将虚拟磁盘从一种格式转换为另一种格式。

厚置备延迟置零

以默认的厚格式创建虚拟磁盘。在创建虚拟磁盘时分配该磁盘所需的空間。创建过程中不会清除物理设备上保留的数据，但以后首次从虚拟机写入时则会按需置零。虚拟机不会从物理设备读取失效数据。

厚置备置零

一种厚虚拟磁盘类型，可支持群集功能，如 Fault Tolerance。在创建时为虚拟磁盘分配所需的空間。与厚置备延迟置零格式相反，创建虚拟磁盘时，会将物理设备上保留的数据置零。创建这种格式的虚拟磁盘所需的时间可能会比创建其他类型的磁盘所用时间长。

精简置备

使用此格式可节省存储空间。对于精简磁盘，可以根据输入的虚拟磁盘大小值置备磁盘所需的数据存储空间。但是，精简磁盘开始时很小，只使用与初始操作所需的大小完全相同的存储空间。如果精简磁盘以后需要更多空间，它可以增长到其最大容量，并占据为其置备的整个数据存储空间。

精简置备是创建虚拟磁盘的最快方法，因为它创建的磁盘仅具有头文件信息。它不会分配存储块或将其置零。初次访问存储块时，才分配存储块并将其置零。

注意 如果虚拟磁盘支持群集解决方案（如 Fault Tolerance），请勿将磁盘设置为精简格式。

创建精简置备虚拟磁盘

为了节省存储空间，您可创建精简置备格式的虚拟磁盘。精简置备虚拟磁盘开始时很小，它会在需要更多磁盘空间时增长。您只能在支持磁盘级别精简置备的数据存储上创建精简磁盘。

该过程假设正在创建新虚拟机。有关信息，请参见 *vSphere 虚拟机管理* 文档。

步骤

- 1 右键单击属于虚拟机的有效父对象的任何清单对象，例如数据中心、文件夹、群集、资源池或主机，然后选择 **新建虚拟机**。
- 2 选择 **创建新的虚拟机**，然后单击 **下一步**。
- 3 遵循创建虚拟机所需的步骤。
- 4 在“自定义硬件”页面上，单击 **虚拟硬件** 选项卡。
- 5 单击 **新硬盘** 三角形符号展开硬盘选项。
- 6 （可选）调整默认磁盘大小。

对于精简虚拟磁盘，磁盘大小值表示为磁盘置备和保证提供的空间。虚拟磁盘最初可能并不使用置备的整个空间，实际存储使用值可能会小于虚拟磁盘大小。

- 7 针对磁盘置备选择 **精简置备**。
- 8 完成虚拟机创建。

此时即已创建带有精简格式磁盘的虚拟机。

下一步

如果创建了精简格式的虚拟磁盘，则以后可以将其增加到最大大小。

查看虚拟机存储资源

可以查看虚拟机的数据存储存储空间的分配方式。

存储使用情况显示虚拟机文件（包括配置和日志文件、快照、虚拟磁盘等等）占用的数据存储空间。当虚拟机正在运行时，使用的存储空间还包括交换文件。

对于带有精简磁盘的虚拟机，实际存储使用值可能小于虚拟磁盘大小。

步骤

- 1 在 vSphere Web Client 中，浏览到虚拟机。
- 2 双击虚拟机，然后单击 **摘要** 选项卡。
- 3 检查 **摘要** 选项卡右上方区域的存储使用信息。

确定虚拟机的磁盘格式

可以确定虚拟磁盘是厚格式还是精简格式。

步骤

- 1 在 vSphere Web Client 中，浏览到虚拟机。
- 2 右键单击虚拟机，然后选择 **编辑设置**。
- 3 单击 **虚拟硬件** 选项卡。

- 4 单击**硬盘**三角形符号展开硬盘选项。

类型文本框会显示虚拟磁盘格式。

下一步

如果虚拟磁盘为精简格式，则可以将其扩充到其最大容量。

扩充精简虚拟磁盘

如果创建的是精简格式的虚拟磁盘，则可以将该精简磁盘转换为厚置备格式的虚拟磁盘。

使用数据存储浏览器扩充虚拟磁盘。

前提条件

- 请确保虚拟机驻留的数据存储具有足够的空间。
- 请确保虚拟磁盘为精简磁盘。
- 移除快照。
- 关闭虚拟机电源。

步骤

- 1 导航到要扩充的虚拟磁盘的文件夹。
 - a 在 vSphere Web Client 中，浏览到虚拟机。
 - b 单击**数据存储**选项卡。
此时将列出存储虚拟机文件的数据存储。
 - c 选择数据存储，然后单击**浏览文件**图标 (📁)。
数据存储浏览器将显示该数据存储的内容。
- 2 扩展虚拟机文件夹，浏览到要转换的虚拟磁盘文件。
该文件使用 **.vmdk** 扩展名，并带有虚拟磁盘图标标记 (📁)。
- 3 右键单击虚拟磁盘文件，然后选择**扩充**。

注意 如果虚拟磁盘为厚磁盘或当虚拟机正在运行时，该选项可能不可用。

扩充的虚拟磁盘将占据最初为其置备的整个数据存储空间。

处理数据存储超额订购

由于为精简磁盘置备的空间可能大于提交的空间，因此可能发生数据存储超额订购，从而导致数据存储上的虚拟机磁盘总置备空间超过实际容量。

通常，所有附带精简磁盘的虚拟机不会同时需要整个置备数据存储空间，因此可能发生超额订购。但是，如果要避免数据存储超额订购，则可以设置警报，它会在置备空间达到特定阈值时通知您。

有关设置警报的信息，请参见 *vCenter Server 和主机管理* 文档。

如果虚拟机需要更多空间，则根据先来先服务的原则分配数据存储空间。当数据存储空间不足时，可以添加更多的物理存储器，并增加数据存储空间。

请参见第 155 页，“增加 VMFS 数据存储容量”。

ESXi 和阵列精简置备

您可以将精简置备的存储阵列用于 ESXi。

ESXi 主机与基于块的存储集成并执行以下任务：

- 主机可以识别基础精简置备的 LUN 并监控空间使用情况以避免物理空间耗尽。随着 VMFS 数据存储的增长，或者如果您使用 **Storage vMotion** 将虚拟机迁移到精简置备的 LUN，主机会与 LUN 通信并针对物理空间违规事件和空间不足状况向您发出警告。
- 主机可以自动从 VMFS6 和虚拟机客户机操作系统发出 **T10 unmap** 命令以从阵列回收未使用的空间。VMFS5 支持手动回收空间。

注意 ESXi 不支持在存储设备上启用和禁用精简置备。

要求

要使用精简置备报告和空间回收功能，请遵循以下要求：

- 使用适当的 ESXi 版本。

表 24-1 ESXi 版本和精简置备支持

支持的精简置备组件	ESXi 6.0 和更早版本	ESXi 6.5
精简置备	是	是
源自 VMFS 的取消映射命令	对于 VMFS5，需要手动发出。请使用 esxcli storage vmfs unmap 。	对于 VMFS6，可以自动发出。
源自客户机操作系统的取消映射命令	是。仅提供有限的支持。	是 (VMFS6)

- 使用支持基于 T10 的 vSphere Storage APIs - Array Integration (VAAI)（包括精简置备和空间回收）的存储系统。有关信息，请联系您的存储提供商并查看 *VMware 兼容性指南*。

空间使用情况监控

精简置备集成功能可帮助您监控精简置备 LUN 上的空间使用情况并避免耗尽空间。

以下示例流程演示了 ESXi 主机和存储阵列如何进行交互来为具有基础精简置备 LUN 的数据存储生成空间违规和空间不足的警告。使用 **Storage vMotion** 将虚拟机迁移到精简置备 LUN 时也可使用相同的机制。

- 1 通过使用特定于存储的工具，存储管理员置备精简 LUN 并设置软阈值限制，在达到该限制时会触发警示。此步骤是特定于供应商的。
- 2 通过使用 **vSphere Web Client**，在精简置备 LUN 上创建 VMFS 数据存储。数据存储可增大到 LUN 报告的最大逻辑大小。
- 3 由于数据存储所使用的空间增加且达到了指定的软阈值，因此会执行以下操作：
 - a 存储阵列向主机报告空间违规。
 - b 主机触发数据存储的警告警报。

您可以与存储管理员联系，以便在 LUN 耗尽容量之前请求更多的物理空间或使用 **Storage vMotion** 清空虚拟机。

- 4 如果没有剩余空间以分配到精简置备的 LUN，将执行以下操作：
 - a 存储阵列向主机报告空间不足状况。



小心 在某些情况下，如果 LUN 已满，则可能会处于脱机状态或从主机取消映射。

- b 主机暂停虚拟机并生成空间不足警报。
通过向存储管理员请求更多的物理空间，可以解决永久的空间不足状况。

识别精简置备的存储设备

使用 `esxcli` 命令验证特定存储设备是否已精简置备。

在此过程中，`--server=server_name` 指定目标服务器。指定的目标服务器会提示您输入用户名和密码。支持其他连接选项，如配置文件或会话文件。有关连接选项的列表，请参见《*vSphere Command-Line Interface 入门*》。

前提条件

安装 vCLI 或部署 vSphere Management Assistant (vMA) 虚拟机。请参见 *vSphere Command-Line Interface 入门*。要进行故障排除，请在 ESXi Shell 中运行 `esxcli` 命令。

步骤

- ◆ 运行 `esxcli --server=server_name storage core device list -d=device_ID` 命令。

以下精简置备状态表示该存储设备已精简置备。

```
# esxcli --server=server_name storage core device list -d naa.XXXXXXXXXXX4c
naa.XXXXXXXXXXX4c
Display Name:XXXX Fibre Channel Disk(naa.XXXXXXXXXXX4c)
Size: 20480
Device Type:Direct-Access
Multipath Plugin:NMP
-----
Thin Provisioning Status:yes
Attached Filters:VAAI_FILTER
VAAI Status:supported
-----
```

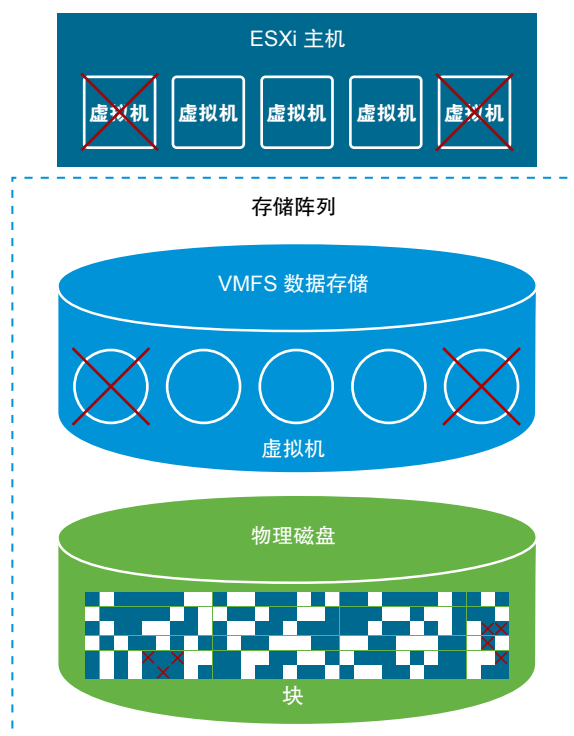
未知状态表示某个存储设备为厚格式。

注意 有些存储系统将所有设备都显示为精简置备，无论这些设备是精简格式还是厚格式。其精简置备状态始终为 **yes**。有关详细信息，请咨询存储器供应商。

存储空间回收

ESXi 支持从 VMFS 数据存储或虚拟机客户机操作系统发出的空间回收命令（也称为 SCSI 取消映射命令）。该命令可帮助精简置备存储阵列从 VMFS 数据存储和数据存储中的精简虚拟磁盘回收未使用的空间。VMFS6 数据存储可自动发送空间回收命令。通过 VMFS5 数据存储，可以手动回收存储空间。

在执行诸如删除或迁移虚拟机、整合快照等操作时，可释放 VMFS 数据存储内的存储空间。在虚拟机中，当删除精简虚拟磁盘上的文件时会释放存储空间。这些操作会将未使用的空间块保留在存储阵列上。但是，在阵列未感知到数据已从块中删除时，阵列仍将分配这些块，直到数据存储将其释放为止。VMFS 使用 SCSI 取消映射命令来指示阵列存储块包含已删除数据，以便阵列可取消分配这些块。



该命令也可从客户机操作系统直接发出。VMFS5 和 VMFS6 数据存储都可对从客户机操作系统进行的取消映射命令提供支持。但是，VMFS5 上的支持级别是有限的。

根据 VMFS 数据存储的类型不同，可以使用不同的方法来配置数据存储和虚拟机的空间回收。

- [VMFS 数据存储的空间回收请求第 273 页](#)，
从 VMFS 数据存储删除或移除文件将释放文件系统内的空间。此可用空间会映射到某个存储设备，直到文件系统释放或取消映射该空间为止。ESXi 支持可用空间回收，也称为取消映射操作。
- [来自客户机操作系统的空间回收请求第 276 页](#)，
ESXi 支持使用直接从客户机操作系统发出的取消映射命令回收存储空间。支持级别和要求取决于虚拟机所在的数据存储的类型。

VMFS 数据存储的空间回收请求

从 VMFS 数据存储删除或移除文件将释放文件系统内的空间。此可用空间会映射到某个存储设备，直到文件系统释放或取消映射该空间为止。ESXi 支持可用空间回收，也称为取消映射操作。

利用此操作，存储阵列可以回收未使用的可用空间。取消映射的空间可以重新用于其他存储分配请求和需求。

异步回收 VMFS6 数据存储上的可用空间

在 VMFS6 数据存储上，ESXi 支持自动式异步回收可用空间。VMFS6 可以自动在后台发布取消映射命令，以释放支持取消映射操作的精简置备存储阵列上的可用存储空间。

异步取消映射操作有多项优势：

- 取消映射请求以恒定速率发送，有助于避免备份阵列上出现任何即时加载。
- 释放的区域按批量一起取消映射。
- 取消映射过程和截断 I/O 路径断开，因此 I/O 性能不会受到影响。

对于 VMFS6 数据存储，可以在创建数据存储时配置以下空间回收参数。

空间回收粒度

粒度定义底层存储可以回收的已释放空间扇区的最小大小。存储无法回收大小低于指定粒度的扇区。

对于 VMFS6，回收粒度等于块大小。如果指定块大小为 1 MB，则粒度也是 1 MB。不会回收大小小于 1 MB 的存储扇区。

注意 有些存储阵列会建议最佳取消映射粒度。如果建议的取消映射粒度大于 1 MB，例如 16 MB，则 ESXi 不支持在这些阵列上执行自动取消映射过程。在最佳粒度为 1 MB 及更低的阵列上，如果粒度为 1 MB 的因数，则支持自动取消映射操作。例如，1 MB 可以被 512 字节、4 K、64 K 等整除。

空间回收优先级

此参数定义执行空间回收操作的速率。通常，VMFS6 可以突然发送大量取消映射命令，也可以零星发送，具体取决于工作负载和配置。创建 VMFS6 数据存储时，可以指定下列选项之一。

- 无。为数据存储禁用取消映射操作。此选项可通过 vSphere Web Client 进行配置。
- 低（默认值）。以较低的频率发送取消映射命令。此选项可通过 vSphere Web Client 进行配置。

手动回收 VMFS5 数据存储上的可用空间

VMFS5 及更早版本的文件系统不会自动取消映射可用空间，但是，您可以使用 `esxcli storage vmfs unmap` 命令手动回收空间。使用此命令时请务必注意，它可能会同时发送大量取消映射请求，因此在执行此操作时可能会锁定某些资源。

为 VMFS6 数据存储配置空间回收

创建 VMFS6 数据存储时，您可以修改自动空间回收的默认参数 - 粒度和优先级，或者为 VMFS6 数据存储禁用空间回收。

步骤

- 1 在 vSphere Web Client 导航器中，选择**全局清单列表 > 数据存储**。
- 2 单击**新建数据存储**图标。
- 3 遵循创建 VMFS6 数据存储所需的步骤。
- 4 在分区配置页面上，指定空间回收参数。

这些参数定义执行空间回收操作时采用的粒度和比率。您还可以使用此页面为数据存储禁用空间回收。

选项	描述
块大小	VMFS 数据存储中的块大小定义最大文件大小和文件占用的空间量。VMFS6 支持的块大小为 1 MB。
空间回收粒度	为取消映射操作指定粒度。取消映射粒度等于块大小，即 1 MB。不会回收大小小于 1 MB 的存储扇区。
空间回收优先级	选择下列任一选项。 <ul style="list-style-type: none"> ■ 低（默认值）。按较低的比率处理取消映射操作。 ■ 无。如果您希望为数据存储禁用空间回收操作，请选择此选项。

- 5 完成数据存储创建。

启用空间回收后，VMFS6 可以自动将未使用空间的指定块释放到存储阵列。

更改空间回收优先级

空间回收优先级定义在为数据存储提供后备支持的 LUN 上如何回收从 VMFS6 数据存储删除的块。默认情况下，LUN 按较低的比率执行空间回收操作。您可以修改默认设置，以便为数据存储禁用该操作。

步骤

- 1 在 vSphere Web Client 导航器中，浏览到数据存储。
- 2 从右键单击菜单中，选择**编辑空间回收**。
- 3 修改空间回收设置。

选项	描述
无	如果您希望为数据存储禁用空间回收操作，请选择此选项。
低（默认设置）	按较低的比率回收空间。

- 4 单击**确定**以保存新设置。

修改的空间回收优先级值显示在数据存储的常规页面上。

验证自动空间回收配置

为 VMFS6 数据存储配置或编辑空间回收参数后，可以查看您的配置。

步骤

- 1 导航到数据存储。
- 2 单击**配置**选项卡。
- 3 单击**常规**，然后验证空间回收设置。
 - a 在“属性”下面，展开**文件系统**并查看空间回收粒度的值。
 - b 在“空间回收”下面，查看空间回收优先级设置。

示例：获取 VMFS6 空间回收的参数

可以使用 `esxcli storage vmfs reclaim config get -l=VMFS_label|-u=VMFS_uuid` 命令获取空间回收配置的信息。

```
# esxcli storage vmfs reclaim config get -l my_datastore
Reclaim Granularity: 1048576 Bytes
Reclaim Priority: low
```

手动回收累积的存储空间

在不支持自动空间回收的 VMFS 数据存储上，可以使用 `esxcli` 命令手动回收未使用的存储空间。

在此过程中，`--server=server_name` 指定目标服务器。指定的目标服务器会提示您输入用户名和密码。支持其他连接选项，如配置文件或会话文件。有关连接选项的列表，请参见《*vSphere Command-Line Interface 入门*》。

前提条件

安装 vCLI 或部署 vSphere Management Assistant (vMA) 虚拟机。请参见 *vSphere Command-Line Interface 入门*。要进行故障排除，请在 ESXi Shell 中运行 `esxcli` 命令。

步骤

- ◆ 要回收精简置备设备上未使用的存储块，请运行以下命令：

```
esxcli --server=server_name storage vmfs unmap
```

该命令采用以下选项：

选项	描述
-l --volume-label=volume_label	要取消映射的 VMFS 卷的标签。这是必需的参数。如果指定了此参数，则请勿使用 -u --volume-uuid=volume_uuid 。
-u --volume-uuid=volume_uuid	要取消映射的 VMFS 卷的 UUID。这是必需的参数。如果指定了此参数，则请勿使用 -l --volume-label=volume_label 。
-n --reclaim-unit=number	每次迭代时要取消映射的 VMFS 块的数量。这是可选参数。如果未指定此参数，此命令将使用默认值 200。

下一步

重要事项 有关其他详细信息，请参见 VMware 知识库文章，网址为 <http://kb.vmware.com/kb/2014849>。

来自客户机操作系统的空间回收请求

ESXi 支持使用直接从客户机操作系统发出的取消映射命令回收存储空间。支持级别和要求取决于虚拟机所在的数据存储的类型。

例如，在虚拟机中，当删除精简虚拟磁盘上的文件时，会释放存储空间。客户机操作系统通过发送取消映射命令向 VMFS 通知释放的空间。从客户机操作系统发送的取消映射命令会释放 VMFS 数据存储中的空间。然后，该命令进到阵列，以便阵列可以回收释放的空间块。

VMFS6 虚拟机空间回收

通常，VMFS6 支持从客户机操作系统生成的自动空间回收请求，并将这些请求传递到阵列。许多客户机操作系统都可以发送取消映射命令，而无需任何额外的配置。不支持自动取消映射的客户机操作系统可能需要用户干预。有关支持 VMFS6 上自动空间回收的客户机操作系统的列表，请参见《VMware 兼容性指南》或与您的供应商联系。

通常，客户机操作系统是基于其播发的取消映射粒度发送取消映射命令。有关详细信息，请参见客户机操作系统随附的文档。

只有在要回收的空间等于 1 MB 或是 1 MB 的倍数时，VMFS6 才会处理来自客户机操作系统的取消映射请求。如果该空间小于 1 MB 或不是 1 MB 倍数，则不会处理取消映射请求。

VMFS5 虚拟机空间回收

通常，从 VMFS5 上的客户机操作系统生成的取消映射命令无法直接传递到阵列。您必须运行 **esxcli storage vmfs unmap** 命令为阵列触发取消映射。

但是，对于一些数量有限的客户机操作系统，VMFS5 支持自动空间回收请求。

要将取消映射请求从客户机操作系统发送至阵列，虚拟机必须满足以下必备条件：

- 虚拟磁盘必须为精简置备虚拟磁盘。
- 虚拟机硬件版本必须为 11 (ESXi 6.0) 或更高版本。
- 高级设置 **EnableBlockDelete** 必须设置为 1。
- 客户机操作系统必须能够将虚拟磁盘识别为精简虚拟置备磁盘。

使用 vmkfstools

`vmkfstools` 是用于管理 VMFS 卷、存储设备和虚拟磁盘的 ESXi Shell 命令之一。可以使用 `vmkfstools` 命令执行很多存储操作。例如，可以在物理分区上创建和管理 VMFS 数据存储，或操作 VMFS 或 NFS 数据存储中存储的虚拟磁盘文件。

注意 使用 `vmkfstools` 进行更改后，vSphere Web Client 可能不会立即更新。在客户端使用刷新或重新扫描操作。

有关 ESXi Shell 的详细信息，请参见《*vSphere Command-Line Interface 入门*》。

本章讨论了以下主题：

- 第 277 页，“`vmkfstools` 命令语法”
- 第 278 页，“`vmkfstools` 选项”

vmkfstools 命令语法

通常，您无需以 `root` 用户身份登录即可运行 `vmkfstools` 命令。但是，有些命令可能需要以 `root` 用户身份登录，如文件系统命令。

`vmkfstools` 命令支持以下命令语法：

`vmkfstools conn_options options target`。

`target` 是指将命令选项应用到的分区、设备或路径。

表 25-1 `vmkfstools` 命令参数

参数	描述
选项	用于指定 <code>vmkfstools</code> 要执行的活动（例如，创建新虚拟磁盘时选择磁盘格式）的一个或多个命令行选项及关联参数。 输入选项后，指定执行此操作的目标。目标可以是分区、设备或路径。
分区	指定磁盘分配。此参数使用 <code>disk_ID:P</code> 格式，其中， <code>disk_ID</code> 是存储阵列返回的设备 ID， <code>P</code> 是代表分区编号的整数。分区数字必须大于零 (0)，并且对应于有效的 VMFS 分区。

表 25-1 vmkfstools 命令参数（续）

参数	描述
设备	<p>指定设备或逻辑卷。此参数使用 ESXi 设备文件系统中的路径名。路径名以 <code>/vmfs/devices</code>（设备文件系统的挂载点）开头。</p> <p>指定不同设备类型时，请使用以下格式：</p> <ul style="list-style-type: none"> 本地磁盘或基于 SAN 的磁盘：<code>/vmfs/devices/disks</code>。 ESXi 逻辑卷：<code>/vmfs/devices/lvm</code>。 一般 SCSI 设备：<code>/vmfs/devices/generic</code>。
路径	<p>指定 VMFS 文件系统或文件。此参数是一个绝对路径或相对路径，用于指定 <code>/vmfs</code> 下面的某个目录符号链接、裸设备映射或文件。</p> <ul style="list-style-type: none"> 要指定 VMFS 文件系统，请使用以下格式： <pre>/vmfs/volumes/file_system_UUID</pre> <p>或</p> <pre>/vmfs/volumes/file_system_label</pre> <ul style="list-style-type: none"> 要指定 VMFS 数据存储上的某个文件，请使用以下格式： <pre>/vmfs/volumes/file_system_label file_system_UUID/[dir]/myDisk.vmdk</pre> <p>如果当前的工作目录是 <code>myDisk.vmdk</code> 的父目录，则无需输入完整路径。</p>

vmkfstools 选项

vmkfstools 命令具有多个选项。有些选项仅建议高级用户使用。

选项的长格式和单字母格式是等效的。例如，以下命令完全相同。

```
vmkfstools --createfs vmfs6 --blocksize 1m disk_ID:P
vmkfstools -C vmfs6 -b 1m disk_ID:P
```

-v 子选项

`-v` 子选项表示命令输出的详细级别。

该子选项的格式如下：

```
-v --verbose number
```

可以指定 *number* 的值，范围是从 1 到 10 的整数。

使用任何 vmkfstools 选项都可以指定 `-v` 子选项。如果选项的输出不适合于 `-v` 子选项，则 vmkfstools 将忽略 `-v`。

注意 由于可以将 `-v` 子选项包含在任何 vmkfstools 命令行中，因此 `-v` 不作为子选项纳入选项描述中。

文件系统选项

文件系统选项可用于创建和管理 VMFS 数据存储。这些选项不适用于 NFS。这些任务中有许多是可以通过 vSphere Web Client 执行的。

列出 VMFS 数据存储的属性

使用 vmkfstools 命令可以列出 VMFS 数据存储的属性。

```
-P|--queryfs
-h|--humanreadable
```

当此选项用于任何驻留在 VMFS 数据存储上的文件或目录时，它将列出指定数据存储的属性。列出的属性一般包括文件系统标签、数据存储的数据区数量、UUID 以及每个数据区驻留的设备列表。

注意 如果任何设备的后备 VMFS 文件系统脱机，则数据区的数量以及可用的空间也将相应更改。

可以在使用 `-P` 选项时指定 `-h|--humanreadable` 子选项。如果这样，则 `vmkfstools` 将以可读性更强的形式列出卷容量。

示例：列出 VMFS 属性的示例

```
~ vmkfstools -P -h /vmfs/volumes/my_vmfs
VMFS-5.81 (Raw Major Version: 14) file system spanning 1 partitions.
File system label (if any): my_vmfs
Mode: public
Capacity 99.8 GB, 97.5 GB available, file block size 1 MB, max supported file size 62.9 TB
UUID: 571fe2fb-ec4b8d6c-d375-XXXXXXXXXXXX
Partitions spanned (on "lvm"):
    eui.3863316131XXXXXX:1
Is Native Snapshot Capable: YES
```

创建 VMFS 数据存储

使用 `vmkfstools` 命令可创建 VMFS 数据存储。

```
-C|--createfs [vmfs5|vmfs6]
-S|--setfsname datastore
```

此选项将在指定的 SCSI 分区（例如 `disk_ID:P`）上创建 VMFS 数据存储。该分区将成为数据存储的主分区。

注意 您无法创建新的 VMFS3 数据存储，但可以使用现有的 VMFS3 数据存储。

如果您当前有 VMFS3 数据存储，请将虚拟机迁移到 VMFS6 数据存储。

可以与 `-C` 选项一同指定以下子选项。

- `-S|--setfsname` - 为创建的 VMFS 数据存储定义卷标。此子选项只与 `-C` 选项结合使用。指定的卷标最多为 128 个字符，并且在开头和结尾不能包含空格。

注意 对于所有实体，vCenter Server 都支持 80 个字符的限制。如果某个数据存储名称超过了该限制，则将该数据存储添加到 vCenter Server 中时，名称会缩短。

在定义卷标之后，则可以在为 `vmkfstools` 命令指定 VMFS 数据存储时使用此卷标。卷标将显示在为 `ls -l` 命令生成的列表中，并且作为指向 `/vmfs/volumes` 目录下 VMFS 卷的符号链接。

要更改 VMFS 卷标，请使用 `ln -sf` 命令。可参考以下示例：

```
ln -sf /vmfs/volumes/UUID /vmfs/volumes/datastore
```

`datastore` 是用于 UUID VMFS 的新卷标。

注意 如果向 vCenter Server 注册了您的主机，则对 VMFS 卷标所做的任何更改都将被 vCenter Server 覆盖。此操作保证 VMFS 标签在所有 vCenter Server 主机中都是一致的。

- `-b|--blocksize #[bBsSkMgGtT]` - 定义 VMFS 数据存储的块大小。对于 VMFS5 和 VMFS6，可用的唯一块大小为 1 MB。输入大小时，请通过添加后缀（例如 `m` 或 `M`）指明单位类型。单位类型不区分大小写。
- `-Y|--unmapGranularity #[bBsSkMgGtT]` - 此子选项仅适用于 VMFS6。为取消映射操作定义粒度。默认粒度为 1 MB。与块大小一样，输入单位类型。
- `-O|--unmapPriority <none|low|medium|high>` - 此子选项仅适用于 VMFS6。为取消映射操作定义优先级。

示例：创建 VMFS 文件系统的示例

此示例说明如何在 `naa.ID:1` 分区上创建名为 `my_vmfs` 的 VMFS6 数据存储。文件块大小为 1 MB。

```
~ vmkfstools -C vmfs6 -b 1m -S my_vmfs /vmfs/devices/disks/naa.ID:1
```

扩展现有 VMFS 数据存储

使用 `vmkfstools` 命令将数据区添加到 VMFS 数据存储。

通过将具有指定主分区的 VMFS 数据存储跨越 `span_partition` 指定的分区，该选项可以扩展该 VMFS 数据存储。

```
-Z|--spanfs span_partition head_partition
```

您必须指定主分区和跨分区的完整路径名称，例如，`/vmfs/devices/disks/disk_ID:1`。每次使用该选项就会增加一个新数据区到 VMFS 数据存储，这样数据存储就会跨越多个分区。



小心 运行该选项时，您将丢失在 `span_partition` 中指定的 SCSI 设备上之前存在的所有数据。

示例：扩展 VMFS 数据存储的示例

在此示例中，您将跨越新的分区扩展 VMFS 数据存储现有的主分区。

```
~ vmkfstools -Z /vmfs/devices/disks/naa.disk_ID_2:1 /vmfs/devices/disks/naa.disk_ID_1:1
```

扩展的数据存储将跨越两个分区 - `naa.disk_ID_1:1` 和 `naa.disk_ID_2:1`。在此示例中，`naa.disk_ID_1:1` 是主分区的名称。

增加现有的数据区

您可以使用 `vmkfstools -G` 命令增加现有的数据区，而不是添加新的扩展区到 VMFS 数据存储。

在增加基础存储容量后使用下列选项增加 VMFS 数据存储的大小。

```
-G|--growfs device device
```

该选项将增加现有 VMFS 数据存储或其数据区。例如，

```
vmkfstools --growfs /vmfs/devices/disks/disk_ID:1 /vmfs/devices/disks/disk_ID:1
```

升级 VMFS 数据存储

如果使用 VMFS3 数据存储，则必须将其升级到 VMFS5。

升级数据存储时，请使用以下选项：

```
-T|--upgradelvms /vmfs/volumes/UUID
```

升级是一种单向过程。将 VMFS3 数据存储转换为 VMFS5 后，无法将其恢复。

所有访问此数据存储的主机必须支持 VMFS5。

虚拟磁盘选项

利用虚拟磁盘选项，您可以设置、迁移和管理存储在数据存储上的虚拟磁盘。其中的大部分任务也可以通过 vSphere Web Client 执行。

支持的磁盘格式

在创建或克隆虚拟磁盘时，可以使用 `-d|--diskformat` 子选项来指定磁盘格式。

您可以选择以下格式：

- **zeroedthick**（默认） - 创建过程中为虚拟磁盘分配所需空间。创建时不会擦除物理设备上保留的任何数据，但是从虚拟机首次执行写入操作时会按需要将其置零。虚拟机不会从磁盘读取失效数据。
- **eagerzeroedthick** - 在创建时为虚拟磁盘分配所需的空间。与 **zeroedthick** 格式相反，在创建过程中会将物理设备上保留的数据置零。创建这种格式的磁盘所需的时间可能会比创建其他类型的磁盘所用时间长。
- **thin** - 精简置备的虚拟磁盘。与 **thick** 格式不同，这种格式在创建时不为虚拟磁盘分配所需空间，而是按需提供空间并置零。
- **rdm: 设备** - 虚拟兼容模式裸磁盘映射。
- **rdmp: 设备** - 物理兼容模式（直通）裸磁盘映射。
- **2gbsparse** - 最大数据区大小为 2 GB 的稀疏磁盘。您可将该格式磁盘与诸如 VMware Fusion 之类的托管 VMware 产品结合使用。但是，除非首先使用 **vmkfstools** 以兼容格式（如 **thick** 或 **thin**）将磁盘重新导入，否则在 ESXi 主机上稀疏磁盘无法开机。

NFS 数据存储上的磁盘格式

NFS 仅可使用的磁盘格式为 **thin**、**thick**、**zeroedthick** 和 **2gbsparse**。

通常，**Thick**、**zeroedthick** 和 **thin** 格式的表现相同，因为决定分配策略的是 NFS 服务器而不是 ESXi 主机。大多数 NFS 服务器上的默认分配策略为 **thin**。但是，在支持 **Storage APIs - Array Integration** 的 NFS 服务器上，可以创建 **zeroedthick** 格式的虚拟磁盘。通过预留空间操作，NFS 服务器可以分配并确保空间。

有关阵列集成 API 的详细信息，请参见 [第 257 页，第 23 章“存储硬件加速”](#)。

创建虚拟磁盘

使用 **vmkfstools** 命令可以创建虚拟磁盘。

```
-c|--createvirtualdisk size[kK|mM|gG]
    -d|--diskformat [thin|zeroedthick|eagerzeroedthick]
    -W|--objecttype [file|vsan|vvol]
    --policyFile fileName
```

此选项将在数据存储上的指定路径创建虚拟磁盘。指定虚拟磁盘的大小。为 **size** 输入值时，可以加上 **k**（千字节）、**m**（兆字节）或 **g**（千兆字节）等后缀以指明其单位类型。单位类型不区分大小写。**vmkfstools** 将 **k** 或 **K** 解释为千字节。如果不指定单位类型，**vmkfstools** 默认使用字节。

可以与 **-c** 选项一同指定以下子选项。

- **-d|--diskformat** 指定磁盘格式。
- **-W|--objecttype** 指定虚拟磁盘是 VMFS 上的文件还是 NFS 数据存储上的文件，是 Virtual SAN 上的对象还是 Virtual Volumes 数据存储上的对象。
- **--policyFile fileName** 指定磁盘的虚拟机存储策略。

示例：创建虚拟磁盘的示例

本示例显示如何创建名为 `disk.vmdk` 的 2 千兆字节虚拟磁盘文件。您将在名为 `myVMFS` 的 VMFS 数据存储上创建该磁盘。该磁盘文件表示虚拟机可以访问的空虚拟磁盘。

```
vmkfstools -c 2048m /vmfs/volumes/myVMFS/disk.vmdk
```

初始化虚拟磁盘

使用 `vmkfstools` 命令可以初始化虚拟磁盘。

```
-w|--writezeros
```

该选项通过对虚拟磁盘的所有数据清零，从而对其进行清除。完成此命令可能需要花费很长时间，具体取决于您的虚拟磁盘的大小和托管虚拟磁盘的设备的 I/O 带宽。



小心 使用此命令时，您将丢失虚拟磁盘上的所有现有数据。

扩充精简虚拟磁盘

使用 `vmkfstools` 命令可以扩充精简虚拟磁盘。

```
-j|--inflatedisk
```

该选项将 `thin` 虚拟磁盘转换为 `eagerzeroedthick`，从而保留了所有的现有数据。该选项将分配并置零所有还未分配的块。

将 Zeroedthick 虚拟磁盘转换为 Eagerzeroedthick 磁盘

可使用 `vmkfstools` 命令将任何 `zeroedthick` 虚拟磁盘转换为 `eagerzeroedthick` 磁盘。

```
-k|--eagerzero
```

执行转换时，此选项会保留虚拟磁盘上的任何数据。

请按以下示例执行操作：

```
vmkfstools --eagerzero /vmfs/volumes/myVMFS/VMName/disk.vmdk
```

移除置零块

使用 `vmkfstools` 命令可以移除置零块。

```
-K|--punchzero
```

该选项会对所有清零块取消分配，只留下那些先前分配且包含有效数据的块。生成的虚拟磁盘为精简格式的虚拟磁盘。

删除虚拟磁盘

使用 `vmkfstools` 命令删除 VMFS 卷上指定路径的虚拟磁盘文件。

使用下列选项：

```
-U|--deletevirtualdisk
```

重命名虚拟磁盘

使用 `vmkfstools` 命令可对 VMFS 卷上指定路径中的虚拟磁盘文件进行重命名。

您必须指定原始文件名或文件路径 `oldName` 以及新文件名或文件路径 `newName`。

```
-E|--renamevirtualdisk oldName newName
```

克隆或转换虚拟磁盘或 RDM

可使用 `vmkfstools` 命令创建您指定的虚拟磁盘或裸磁盘的副本。

不允许非 `root` 用户克隆虚拟磁盘或 RDM。您必须指定原始文件名或文件路径 `oldName` 以及新文件名或文件路径 `newName`。

```
-i|--clonevirtualdisk oldName newName
    -d|--diskformat [thin|zeroedthick|eagerzeroedthick|rdm:device|rdmp:device]
    -w|--objecttype [file|vsan|vvol]
    --policyFile fileName
    -N|--avoidnativeclone
```

可使用以下子选项更改所创建副本的相应参数。

- `-d|--diskformat` 指定磁盘格式。
- `-w|--objecttype` 指定虚拟磁盘是 VMFS 上的文件还是 NFS 数据存储上的文件，是 Virtual SAN 上的对象还是 Virtual Volumes 数据存储上的对象。
- `--policyFile fileName` 指定磁盘的虚拟机存储策略。

默认情况下，ESXi 使用其本机方法执行克隆操作。如果您的阵列支持克隆技术，则您可以将操作卸载到阵列。指定 `-N|--avoidnativeclone` 选项可避免执行 ESXi 本机克隆。

示例：克隆或转换虚拟磁盘的示例

本示例说明了如何将 `templates` 存储库中主虚拟磁盘的内容克隆到 `myVMFS` 文件系统上名为 `myOS.vmdk` 的虚拟磁盘文件。

```
vmkfstools -i /vmfs/volumes/myVMFS/templates/gold-master.vmdk /vmfs/volumes/myVMFS/myOS.vmdk
```

您可以通过向虚拟机配置文件中添加几行内容，将虚拟机配置为使用此虚拟磁盘，如以下示例中所示：

```
scsi0:0.present = TRUE
scsi0:0.fileName = /vmfs/volumes/myVMFS/myOS.vmdk
```

如果您想要转换磁盘的格式，请使用 `-d|--diskformat` 子选项。

当所导入虚拟磁盘的格式与 ESXi 不兼容（例如 `2gbSparse` 格式）时，此子选项非常有用。转换磁盘后，您可以将此磁盘连接到您在 ESXi 中创建的新虚拟机。

例如：

```
vmkfstools -i /vmfs/volumes/myVMFS/templates/gold-master.vmdk /vmfs/volumes/myVMFS/myOS.vmdk -d thin
```

扩展虚拟磁盘

创建虚拟机之后，可以使用 `vmkfstools` 命令扩展分配给该虚拟机的磁盘大小。

```
-X|--extendvirtualdisk newSize[bBsSkKmMgGtT]
```

指定 `newSize` 参数添加相应的单位后缀。单位类型不区分大小写。`vmkfstools` 将 `k` 或 `K` 解释为千字节。如果不指定单位类型，`vmkfstools` 将默认为千字节。

上述 `newSize` 参数将重新定义整个磁盘的大小，而不是定义给磁盘增加的大小。

例如，要给 4 G 的虚拟磁盘扩展 1 G，则输入：`vmkfstools -X 5g disk name`。

通过使用 `-d eagerzeroedthick` 选项，可将虚拟磁盘扩展为 `eagerzeroedthick` 格式。

使用 `-X` 选项时，需要考虑以下注意事项：

- 输入此命令之前，必须先关闭使用此磁盘文件的虚拟机的电源。

- 请勿对具有相关快照的虚拟机的基础磁盘进行扩展。否则，您再也不能提交快照或将基础磁盘转换回原始大小。
- 您无法热扩展虚拟 SATA 磁盘。
- 如果任何类型的磁盘在扩展之后磁盘容量等于或大于 2 TB，则您无法热扩展该磁盘。
- 扩展磁盘之后，您可能需要更新磁盘上的文件系统。这样，客户机操作系统才会识别磁盘的新大小并可以使用它。

升级虚拟磁盘

此选项可将指定的虚拟磁盘文件从 ESX Server 2 格式转换为 ESXi 格式。

使用此选项可转换 LEGACYSPARSE、LEGACYPLAIN、LEGACYVMFS、LEGACYVMFS_SPARSE 和 LEGACYVMFS_RDM 类型的虚拟磁盘。

```
-M|--migratevirtualdisk
```

创建虚拟兼容模式裸设备映射

可使用 `vmkfstools` 命令在 VMFS 卷上创建裸设备映射 (RDM) 文件并将裸 LUN 映射到此文件。建立此映射之后，您可以像访问常规 VMFS 虚拟磁盘那样访问 LUN。映射的文件长度与它指向的裸 LUN 的大小相同。

```
-r|--createrdm device
```

指定 *device* 参数时，请使用以下格式：

```
/vmfs/devices/disks/disk_ID:P
```

示例：创建虚拟兼容模式 RDM 的示例

在此示例中，您可以创建名为 *my_rdm.vmdk* 的 RDM 文件，并将 *disk_ID* 裸磁盘映射到该文件。

```
vmkfstools -r /vmfs/devices/disks/disk_ID my_rdm.vmdk
```

您可以通过在虚拟机配置文件中添加以下行，将虚拟机配置为使用 *my_rdm.vmdk* 映射文件：

```
scsi0:0.present = TRUE
scsi0:0.fileName = /vmfs/volumes/myVMFS/my_rdm.vmdk
```

创建物理兼容模式裸设备映射

可使用 `vmkfstools` 命令将直通裸设备映射到 VMFS 卷上的文件。此映射使虚拟机可以在访问虚拟磁盘时绕过 ESXi SCSI 命令筛选。当虚拟机需要发送专有 SCSI 命令时，例如当 SAN 感知软件在虚拟机上运行时，此类型的映射非常有用。

```
-z|--createrdmpassthru device
```

建立此类型的映射后，您可以使用它像访问任何其他 VMFS 虚拟磁盘那样访问裸磁盘。

指定 *device* 参数时，请使用以下格式：

```
/vmfs/devices/disks/disk_ID
```

例如，

```
vmkfstools -z /vmfs/devices/disks/disk_ID my_rdm.vmdk
```

列出 RDM 的属性

使用 `vmkfstools` 命令列出裸磁盘映射的属性。这些属性帮助标识 RDM 文件要映射到的存储设备对象。

```
-q|--queryrdm my_rdm.vmdk
```

该选项可打印裸磁盘 RDM 的名称。该选项也可打印裸磁盘的其他标识信息，例如，磁盘 ID。

示例：列出 RDM 属性的示例

```
# vmkfstools -q /vmfs/volumes/VMFS/my_vm/my_rdm.vmdk
```

```
Disk /vmfs/volumes/VMFS/my_vm/my_rdm.vmdk is a Passthrough Raw Device Mapping
```

```
Maps to: vml.02000000006005076801900207700000000000005323134352020
```

显示虚拟磁盘几何形状

使用 vmkfstools 命令获取有关虚拟磁盘几何形状的信息。

```
-g|--geometry
```

输出的格式为：Geometry information C/H/S，其中 C 表示柱面数量，H 表示磁头数量，S 表示扇区数量。

注意 将虚拟磁盘从托管的 VMware 产品导入到 ESXi 主机时，您可能会看到磁盘几何形状不匹配的错误消息。磁盘几何形状不匹配也会在您加载客户机操作系统或运行新创建的虚拟机时触发问题。

标记虚拟磁盘的快照

使用 vmkfstools 命令

检查和修复虚拟磁盘

如果虚拟磁盘损坏，可使用 vmkfstools 命令检查或修复。

```
-x|--fix [check|repair]
```

例如，

```
vmkfstools -x check /vmfs/volumes/my_datastore/my_disk.vmdk
```

对磁盘链执行一致性检查

可使用 vmkfstools 命令检查整个快照链。您可以确定链中的任何链接是否损坏或者是否存在任何无效的父子关系。

```
-e|--chainConsistent
```

存储设备选项

借助 vmkfstools 命令的设备选型，可为物理存储设备执行管理任务。

管理 LUN 的 SCSI 预留

使用 vmkfstools 命令可为 ESXi 主机预留专用的 SCSI LUN。您也可以释放预留，以便其他主机可以访问该 LUN，还可以重置预留，强制释放目标主机上的所有预留。

```
-L|--lock [reserve|release|lunreset|targetreset|busreset] device
```



小心 使用 -L 选项会中断 SAN 上其他服务器的操作。仅在排除群集设置故障时使用 -L 选项。

除非 VMware 建议您在托管 VMFS 卷的 LUN 上使用该选项，否则请勿使用。

可以使用多种方式指定 -L 选项：

- **-L reserve** - 预留指定的 LUN。预留之后，只有预留该 LUN 的服务器可以访问它。如果其他服务器尝试访问该 LUN，则会显示预留错误。

- **-L release** - 释放对指定 LUN 的预留。其他服务器可以再次访问该 LUN。
- **-L lunreset** - 通过清除对指定 LUN 的任何预留并将其标记为所有服务器可再次访问，可以重置该 LUN。此重置操作不会影响设备上的任何其他 LUN。如果预留了设备上的另一个 LUN，它会保持预留状态。
- **-L targetreset** - 重置整个目标。此重置操作将对与该目标关联的所有 LUN 清除所有预留，让所有服务器可再次访问这些 LUN。
- **-L busreset** - 重置总线上的所有可访问目标。此重置操作将对可以通过总线访问的所有 LUN 清除任何预留，让所有服务器可以再次访问它。

输入 *device* 参数时，请使用以下格式：

```
/vmfs/devices/disks/disk_ID:P
```

解除设备锁定

可使用 **vmkfstools** 命令解除特定分区上的设备锁定。

-B|--breaklock *device*

输入 *device* 参数时，请使用以下格式：

```
/vmfs/devices/disks/disk_ID:P
```

您可以在主机执行某项数据存储操作（例如增大数据区、添加数据区或重新签名）失败时使用此命令。发出此命令时，请确保其他主机未持有锁定。

索引

数字

512e 存储设备 135

512n 存储设备 135

A

安装

步骤 36

准备从 SAN 引导 46

APD 114, 157

APD

处理 116

和 High Availability 118

Misc.APDHandlingEnable 参数 117

Misc.APDTimeout 117

另请参见 全部路径异常事件

B

绑定虚拟卷 228

被动磁盘阵列 36, 66, 180

备份

第三方备份软件包 30

注意事项 29

本机多路径插件 175, 176

编辑存储策略 212

标记

创建 202

闪存设备 123

应用于数据存储 202

标头摘要 63

标准交换机 83

BIOS, 为 BFS 启用 48

C

擦除, 存储设备 119

策略驱动型存储 200

常见数据服务, 激活 252

CHAP

单向 89

对于 iSCSI 启动器 90

对于发现目标 90

对于静态目标 90

禁用 91

双向 89

CHAP 身份验证 62, 89

CHAP 身份验证方法 89

重命名文件 160

重新扫描

存储 113

存储适配器 113

路径发生故障时 112

路径屏蔽 112

LUN 创建 112

创建 VVol 数据存储 152, 235

创建标记 202

磁带设备 36

磁盘

格式 269

扩充 160, 270

磁盘超时 175

磁盘格式

厚置备 268

精简置备 268

磁盘镜像 162

磁盘链, 一致性 285

磁盘阵列

主动-被动 36, 66, 180

主动-主动 36, 66, 180

从 DVD-ROM 引导 47

从 iSCSI SAN 引导

iBFT 99

配置 HBA 98

配置 iSCSI 设置 99

软件 iSCSI 99

硬件 iSCSI 98

准备 SAN 98

准则 97

从 SAN 引导

概览 45

HBA 要求 46

配置 Emulex HBA 47

配置 Qlogic HBA 49

配置存储器 46

要求 46

引导 LUN 注意事项 46

优点 45

主机要求 46

准备安装 46

从属 iSCSI, 网络 76

- 从属硬件 iSCSI
 - 关联的网卡 72
 - 配置 70
 - 配置工作流程 70
 - 注意事项 70
 - 存储
 - 重新扫描 113
 - 简介 11
 - 存储策略
 - 编辑 212
 - 不合规 216
 - 重新应用 216
 - 规则集 205
 - 合规性 215
 - 克隆 212
 - 删除 212
 - SPBM 199
 - 虚拟机 213
 - 应用于虚拟机 214
 - 存储策略组件
 - 编辑 208
 - 查看 208
 - 定义 207
 - 删除 208, 209
 - 存储功能 220
 - 存储合规性
 - 存储策略 215
 - 虚拟机 215
 - 存储空间 267
 - 存储器
 - 本地 12
 - 类型 12
 - 联网 13
 - 适配器 17
 - 虚拟机访问 21
 - 由虚拟机使用 269
 - 置备 267
 - 支持的 vSphere 功能 22
 - 存储区域网络 59
 - 存储筛选器
 - 禁用 161
 - RDM 162
 - VMFS 162
 - 相同主机和传输 162
 - 主机重新扫描 162
 - 存储设备
 - 标记为本地闪存 122
 - 擦除 119
 - 查看 16, 109
 - 重命名 112
 - 断开连接 114
 - 分离 115
 - 附加 116
 - 管理 109
 - 连接状态 118
 - 路径 179
 - 命名 111
 - 为适配器显示 17, 110
 - 为主机显示 17, 110
 - 显示 183
 - 硬件加速状态 260
 - 存储设备, 标记为本地设备 123
 - 存储适配器
 - 查看 18
 - 重新扫描 113
 - 存储提供程序
 - 查看 222
 - 更新 222
 - 和虚拟卷 227
 - 取消注册 222
 - 要求 221
 - 证书 222
 - 存储提供程序, 注册 221
 - 存储提供程序证书 222
 - 存储拓扑 220
 - 存储系统
 - 类型 32, 62
 - 性能 106
 - 存储虚拟化 11
 - 存储阵列, 性能 56
 - 存储阵列类型插件 177
 - 存储状态 220
- ## D
- 当前的多路径状况 179
 - 单向 CHAP 89
 - 第 3 层连接 146
 - 调度队列 189
 - 低端存储器 28
 - 定位符 LED
 - 打开 119
 - 关闭 119
 - 第三方备份软件包 30
 - 第三方管理应用程序 29
 - Disk.EnableNaviReg 56
 - Disk.MaxLUN, 和协议端点 113
 - 丢失网络连接, 故障排除 103
 - 动态磁盘 162
 - 动态发现, 配置 69, 72, 75, 88
 - 动态发现地址 87
 - 端口绑定 172

- 端口重定向 173
- 对 VMFS 数据存储副本进行重新签名 154
- 队列深度 66
- 独立硬件 iSCSI 适配器, 更改 IP 地址 68
- 多路径
 - 备用路径 178
 - 查看当前的状况 178
 - 活动路径 178
 - 已断开路径 178
 - 已禁用路径 178
 - 注意事项 181
- 多路径策略 180
- 多路径插件, 路径声明 178
- 多路径声明规则
 - 删除 185
 - 添加 184
- 多路径状况 179
- DVD-ROM, 引导 47

E

- esxcli 命令, 和 isPerFileSchedModelActive 189
- esxcli 命令, 获取 VMFS 锁定信息 138
- ESXi NFS 协议 142
- ESXi 主机, 和多个存储阵列 26
- EUI 60

F

- 防火墙, NFS 客户端 145
- 访问存储器 21
- 访问控制 62
- 发现
 - 地址 87
 - 动态 69, 72, 75, 88
- FC HBA 设置 36
- FC SAN
 - 访问 33
 - 硬件要求 35
- FCoE, 最佳做法 42
- FCoE 适配器 41
- 非计划的设备丢失 114, 116
- 分层应用程序 28
- 分配, LUN 36
- 分配, LUN 66
- 分区映射 194
- FIP 42
- Flash Read Cache
 - 迁移设置 130
 - 迁移虚拟机 130
- 服务器性能 57, 106
- 负载平衡 26, 36
- 复制
 - 工作流 243

- 要求 240
- 注意事项 243
- 复制的虚拟卷, 复制组 241
- 复制文件 159

G

- 感知代码 114
- 高端存储器 28
- 高级设置
 - Disk.EnableNaviReg 56
 - Disk.MaxLUN 113
 - VMkernel.Boot.isPerFileSchedModelActive 189
- 高级属性, 主机 168
- GPT 16, 109
- GPT 格式 135
- 光纤通道, 概念 31
- 光纤通道 SAN
 - 避免问题 55
 - 最佳做法 55
- 挂载 VMFS 数据存储 157
- “固定”路径策略 177, 180
- 规则集 205
- 故障排除
 - 丢失网络连接 103
 - 更改 iSCSI 引导参数 103
- 故障切换
 - I/O 延迟 173
 - 透明 32, 62
- 故障切换路径, 状态 178
- 故障域 241

H

- HA 支持虚拟闪存 130
- HBA
 - 队列深度 35
 - 静态负载平衡 36
 - 设置 36
- 核心转储文件
 - 创建 164
 - 正在删除 165
- 厚置备 267
- 回收空间 275

I

- I/O 筛选器
 - 安装要求 248
 - 部署 253
 - 存储提供程序 250
 - Flash Read Cache 250
 - 工作流 249
 - 关于 245
 - 和 VFFS 卷 247

- 和存储提供程序 **247**
- 和虚拟机迁移 **254**
- 和虚拟闪存资源 **247**
- 类 **246**
- 描述 **245**
- 升级 **254**
- 卸载 **253**
- 虚拟磁盘启用 **250**
- 虚拟机存储策略 **251**
- 在群集上安装 **249**
- 注意事项 **254**
- 组件 **246**
- I/O 延迟 **66, 173**
- iBFT **99**
- iBFT iSCSI 引导
 - 安装 ESXi 主机 **101**
 - 更改引导顺序 **101**
 - 故障排除 **103**
 - 设置 ESXi **100**
 - 网络最佳做法 **102**
 - 限制 **100**
 - 引导 ESXi 主机 **101**
- IDE **12**
- IP 地址 **60**
- IQN **60**
- iSCSI **13**
- iSCSI 别名 **60**
- iSCSI 端口 **60**
- iSCSI 端口绑定, 注意事项 **78**
- iSCSI 会话
 - 管理 **93**
 - 为目标添加 **94**
 - 显示 **93**
 - 移除 **94**
- iSCSI 名称, 约定 **60**
- iSCSI 启动器
 - 配置 CHAP **90**
 - 配置高级参数 **93**
 - 设置 CHAP 参数 **89**
 - 硬件 **67**
- iSCSI SAN
 - 避免问题 **105**
 - 访问 **63**
 - 概念 **59**
 - 引导 **97**
 - 最佳做法 **105**
- iSCSI SAN 限制 **66**
- iSCSI 适配器
 - 高级参数 **92**
 - 关于 **65**
 - 软件 **61**
 - 修改常规属性 **68, 71, 74, 76**
 - 硬件 **61**
- iSCSI 网络
 - 绑定适配器 **85**
 - 创建 VMkernel 接口 **82**
 - 端口绑定详细信息 **85**
 - 更改策略 **84**
 - 管理 **85**
 - 故障排除 **86**
- iSCSI 引导, iBFT **99**
- iSCSI 引导参数, 配置 **100**
- iSCSI 引导固件表, , 请参见 iBFT
- J**
- 将 ESXi 主机添加到 Active Directory 域 **149**
- 将标记应用于数据存储 **202**
- 兼容模式
 - 物理 **194**
 - 虚拟 **194**
- 交换到主机缓存 **126**
- 交换缓存, 配置虚拟闪存资源 **125**
- 教育支持 **9**
- 解除绑定, 虚拟卷 **228**
- 计划的设备移除 **115**
- 精简磁盘, 创建 **269**
- 精简置备 **267**
- 精简置备的 LUN
 - 报告 **271**
 - 识别 **272**
- 静态发现地址 **87**
- 静态目标, 移除 **88**
- “仅限 ATS” 升级
 - 必备条件 **139**
 - 联机 **139**
 - 脱机 **139**
- “仅限 ATS” 锁定, 升级 **140**
- “仅限 ATS” 锁定, 降级到 ATS+SCSI **140**
- 技术支持 **9**
- 基于文件 (VMFS) 的解决方案 **29**
- 基于阵列的解决方案 **29**
- 基于主机的故障切换 **171**
- 巨帧
 - 为从属硬件 iSCSI 启用 **86**
 - 为独立硬件 iSCSI 启用 **87**
 - 为软件 iSCSI 启用 **86**
 - 与 iSCSI 配合使用 **86**
- K**
- 可插入存储架构 **175**
- 克隆存储策略 **212**
- Kerberos, 配置 ESXi 主机 **148**

- 空间回收
 - 获取配置 275
 - 禁用 274
 - 客户机操作系统 276
 - 配置 274
 - 手动 275
 - VMFS5 273
 - VMFS 6 273
- 空间回收优先级, 修改 275
- 块设备 194
- 快照
 - 和虚拟卷 232
 - VMFS5 格式 141
 - VMFS6 格式 141
- L**
- 路径
 - 禁用 181
 - 屏蔽 186
 - 取消屏蔽 187
 - 首选 178
- 路径策略
 - 固定 173, 177, 180
 - MRU 180
 - 循环 177, 180
 - 最近使用 177, 180
- 路径管理 171
- 路径故障重新扫描 112
- 路径故障切换
 - 和虚拟机 174
 - 基于阵列 173
 - 基于主机的 172
- 路径旁边的 * 178
- 路径旁边的星号 178
- 路径声明 178
- 路径选择策略, 更改 180
- 路径选择插件 177
- LUN
 - 多路径策略 180
 - 分配 36, 66
 - 更改扫描的数目 113
 - 和 VMFS 数据存储 35
 - 进行更改和重新扫描 112
 - 基于 NPIV 的访问 37
 - 决定 27
 - 屏蔽 186
 - 设置多路径策略 180
 - 一个 VMFS 卷 66
- LUN 决定
 - 预测性方案 27
 - 自适应性方案 27

- LUN 屏蔽 31
- 裸设备映射, 请参见 RDM 191

M

- MBR 16, 109
- MBR 格式 135
- 每个文件 I/O 调度
 - 关闭 189
 - 关于 189
- 默认存储策略
 - 更改 204
 - 用户创建 204
 - 由 VMware 提供 204
- MPP
 - 显示 183
 - 另请参见 多路径插件
- MRU 路径策略 180
- 目标 15, 61
- 目标和 LUN 61

N

- N-Port ID 虚拟化, , 请参见 NPIV
- NAA 60
- NAS 13
- NAS 插件
 - 安装 263
 - 升级 264
 - 卸载 263
- NFS 4.1
 - Kerberos 凭据 147
 - 网络时间协议 149
- NFS 存储
 - 多路径 144
 - 防火墙 145
 - 服务器配置 143
 - 设置 147
 - 数据存储 145
 - 添加 152
 - 网络 144
 - 文件锁定 144
 - 硬件加速 145
 - 准则 143
- NFS 存储, 安全 144
- NFS 客户端
 - 防火墙端口 146
 - 防火墙规则集 145
- NFS 数据存储
 - 特性 18
 - 卸载 156
 - 最大大小 141
- NMP
 - I/O 流 177

路径声明 **178**

另请参见 本机多路径插件

NPIV

分配 WWN **38**

更改 WWN **38**

关于 **37**

限制 **38**

要求 **37**

P

PDL

和 High Availability **118**

另请参见 永久设备丢失

配置

动态发现 **69, 72, 75, 88**

Flash Read Cache **130**

配置参数, 虚拟机 **118**

配置文件, 虚拟机 **118**

屏蔽 LUN **186**

Port_ID **32**

PSA, , 请参见 可插入存储架构

PSP, , 请参见 路径选择插件

Q

迁移

存储 **268**

跨主机 Storage vMotion **268**

迁移虚拟机和闪存读取缓存 **130**

启用 Kerberos 用户 **149**

Qlogic HBA BIOS, 为 BFS 启用 **49**

全部路径异常 **116, 117**

全部路径异常事件 **114**

全球端口名称, , 请参见 WWPN

全球名称, , 请参见 WWN

取消映射命令

客户机操作系统 **276**

VMFS **273**

区域分配 **31, 32**

R

RAID 设备 **194**

RDM

动态名称解析 **194**

概览 **191**

和快照 **194**

和虚拟磁盘文件 **195**

路径管理 **197**

群集 **195**

物理兼容模式 **194**

虚拟兼容模式 **194**

优点 **192**

软件 FCoE

和 VMkernel **42**

激活适配器 **43**

引导 **51**

软件 FCoE 安装, 故障排除 **53**

软件 FCoE 引导

ESXi 安装 **53**

配置参数 **52**

设置 **52**

要求 **51**

最佳做法 **52**

软件 iSCSI

和故障切换 **172**

网络 **76**

诊断分区 **163**

软件 iSCSI 端口绑定, 注意事项 **79**

软件 iSCSI 启动器

启用 **73**

设置发现地址 **87**

软件 iSCSI 适配器

禁用 **75**

配置 **73**

软件 iSCSI 引导, 更改设置 **102**

S

SAN

备份注意事项 **29**

详细信息 **26**

要求 **35**

优点 **25**

SAN 存储器性能, 优化 **56, 106**

SAN 管理软件 **29**

SAN 架构 **31**

扫描, 更改数目 **113**

SAS **12**

SATA **12**

SATP

添加规则 **188**

显示 **183**

另请参见 存储阵列类型插件

SCSI, vmkfstools **277**

SCSI 控制器 **11**

删除存储策略 **212**

闪存设备

标记 **123**

对 vSphere 使用 **122**

估算生命周期 **124**

监控 **123**

最佳做法 **124**

闪存虚拟磁盘 **122**

上载文件 **158**

设备丢失, 非计划 **114, 116**

- 设备锁定, 解除 286
- 身份验证 62, 89
- 声明规则 178
- 设置步骤 36
- 设置虚拟闪存资源 125
- 使用虚拟闪存资源配置交换缓存 125
- 首选路径 178
- 双向 CHAP 89
- 数据存储
 - 查看信息 20
 - 重命名 156
 - 重命名文件 160
 - 创建 150
 - 存储器超额订购 270
 - 复制文件于 159
 - 管理操作 155
 - 管理副本 153
 - 挂载 153
 - 路径 179
 - NFS 133
 - 添加数据区 155
 - VMFS 133
 - 为父对象显示 21
 - 显示 18
 - 卸载 156
 - 虚拟卷 152, 235
 - 移动文件于 160
 - 在 NFS 卷上配置 152
 - 增加容量 155
- 数据存储浏览器, 下载文件 159
- 数据区
 - 添加到数据存储 155
 - 增加 155
- 数据摘要 63
- SPBM 199
- Storage API, Storage Awareness 219
- Storage vMotion, 和 I/O 筛选器 254
- STP 42
- T**
- 添加, NFS 存储 152
- TimeoutValue 参数 35, 66
- U**
- USB 12
- V**
- VAAI 插件, 显示 259
- VAAI 筛选器, 显示 259
- VAAI 声明规则
 - 定义 261
 - 删除 262
- VAAI 插件 261
- VAAI 筛选器 261
- VAIO 筛选器
 - 工作流 249
 - 类 246
 - 组件 246
- Virtual SAN, 默认策略 204
- Virtual SAN 数据存储, 特性 18
- Virtual Volumes 功能
 - 关于
 - , 请参见 虚拟卷功能
- Virtual Volumes 数据存储
 - 更改默认策略 239
 - 挂载 157
 - 默认策略 204
 - 特性 18
 - 卸载 156
- Virtual Volumes, 网络时间协议, 网络时间协议 233
- VMCA, 和 Virtual Volumes 232
- VMFS
 - 比较版本 134
 - 检查元数据一致性 166
 - 每个 LUN 一个卷 66
 - 锁定 138
 - vmkfstools 277
 - 再签名 153
 - 转换 280
- VMFS 数据存储
 - 创建 150
 - 磁盘格式 135
 - 更改签名 154
 - 共享 137
 - 挂载 157
 - 删除 157
 - 特性 18
 - 添加数据区 155
 - 卸载 156
 - 在 iSCSI 存储上创建 150
 - 在 SCSI 磁盘上创建 150
 - 在光纤通道存储上创建 150
 - 增加 154
 - 增加容量 155
- VMFS 数据存储, 配置主机缓存 127
- VMFS 再签名 153
- VMFS6 数据存储, 空间回收 274
- VMkernel 接口 83
- vmkfstools
 - 重命名虚拟磁盘 282
 - 创建 RDM 284
 - 创建虚拟磁盘 281
 - 初始化虚拟磁盘 282
 - 磁盘链 285

- 概览 **277**
- 解除锁定 **286**
- 几何形状 **285**
- 克隆磁盘 **283**
- 扩充精简磁盘 **282**
- 扩展虚拟磁盘 **283**
- RDM 属性 **284**
- SCSI 预留 **285**
- 删除虚拟磁盘 **282**
- 设备选项 **285**
- 升级虚拟磁盘 **284**
- 文件系统选项 **278**
- 虚拟磁盘选项 **281**
- 虚拟磁盘转换 **282**
- 移除置零块 **282**
- 语法 **277**
- vmkfstools -C 命令 **279**
- vmkfstools -G 命令 **280**
- vmkfstools -P 命令 **278**
- vmkfstools -v 命令 **278**
- vmkfstools -Z 命令 **280**
- vmkfstools 命令选项 **278**
- vmkfstools, 标记快照 **285**
- vMotion **25, 26, 36, 66**
- VMware DRS, 使用 vMotion **66**
- VMware HA **25**
- VMware NMP
 - I/O 流 **177**
 - 另请参见 本机多路径插件
- VMware On-disk Metadata Analyzer, , 请参见 VOMA
- VMware PSP, , 请参见 路径选择插件
- VMware SATP, , 请参见 存储阵列类型插件
- VOMA **166**
- VVol 数据存储
 - 创建虚拟机 **236**
 - 挂载 **157**
 - 特性 **18**
 - 卸载 **156**

W

- 网卡, 映射到 VMkernel **83**
- 网络, 配置 **66**
- 网络连接, 创建 **82**
- 网络适配器, 配置以进行 iBFT iSCSI 引导 **100**
- 网络性能 **107**
- 为 NFS 4.1 配置 DNS **149**
- 维护 **26**
- 文件
 - 复制 **159**
 - 移动 **160**

- Windows 客户机操作系统超时 **175**
- WWN
 - 更改 **38**
 - 向虚拟机分配 **38**
- WWNN **38**
- WWPN **32, 38**

X

- 限制 **35**
- 协议端点
 - 编辑路径 **236**
 - 管理 **236**
- 性能
 - 存储系统 **106**
 - 检查以太网交换机统计信息 **108**
 - 网络 **107**
 - 优化 **56, 106**
- 循环路径策略 **177, 180**
- 虚拟磁盘
 - 格式 **268**
 - 扩展 **283**
 - 修复 **285**
 - 支持的格式 **281**
- 虚拟磁盘文件
 - 重命名 **160**
 - 复制 **159**
- 虚拟端口 (VPORT) **37**
- 虚拟机
 - 访问 FC SAN **33**
 - 访问 iSCSI SAN **63**
 - 分配 WWN **38**
 - Flash Read Cache **130**
 - I/O 延迟 **173**
 - 配置参数 **118**
 - 配置文件 **118**
 - 使用 RDM **195**
 - 位置 **28**
- 虚拟机 I/O, 队列 **189**
- 虚拟机存储策略
 - 创建 **205**
 - 定义常用规则 **210**
 - 定义存储特定的规则 **211**
 - 分配 **213**
 - 工作流 **200**
 - 管理 **205**
 - 合规性 **215**
 - 和规则 **206**
 - 和虚拟卷 **229**
 - 检查兼容的数据存储 **212**
 - 默认 **203**
 - 启动创建 **210**

- “虚拟机存储策略”界面
和 I/O 筛选器特性 202
 - 和存储功能 202
 - 虚拟机的位置 28
 - 虚拟机组件保护 118
 - 虚拟卷
 - 分配虚拟机存储策略 238
 - 和虚拟机存储策略 229
 - 虚拟机存储策略 237
 - Virtual Volumes
 - 复制 240
 - 更改默认策略 239
 - 和虚拟磁盘 226
 - 快照 232
 - 准则 229
 - 虚拟卷 VASA 提供程序 227
 - 虚拟卷存储提供程序, 注册 234
 - 虚拟卷功能
 - 绑定 228
 - 必备条件 233
 - 存储容器 227
 - 概念 226
 - 工作流 234
 - 关于 225
 - 和存储协议 230
 - 架构 231
 - 解除绑定 228
 - 数据存储 228
 - 特性 229
 - 限制 229
 - 协议端点 228
 - 另请参见 Virtual Volumes
 - 虚拟卷功能, 概念 226
 - 虚拟卷协议端点, 编辑路径 236
 - 虚拟闪存
 - DRS 支持 129
 - HA 支持 130
 - 禁用 126
 - 虚拟闪存资源
 - 配置交换缓存 125
 - 设置 125
 - 移除 126
 - 注意事项 125
 - 虚拟闪存资源, 配置主机缓存 127
- ## Y
- 要求, 从 SAN 引导 46
 - 移除虚拟闪存资源 126
 - 引导 BIOS 提示, 为 BFS 启用 48
 - 引导适配器 47
 - 硬件 iSCSI, 和故障切换 172
 - 硬件 iSCSI 启动器
 - 安装 67
 - 查看 67
 - 配置 67
 - 设置发现地址 87
 - 硬件 iSCSI 适配器
 - 从属 61
 - 独立 61
 - 硬件加速
 - 关于 257
 - 块存储 258
 - NAS 262
 - NAS 状态 264
 - 启用 258
 - 删除声明规则 262
 - 要求 258
 - 优点 257
 - 支持的详细信息 260
 - 状态 258
 - 硬件加速, 注意事项 264
 - 应用程序, 分层 28
 - 以太网光纤通道 41
 - 永久设备丢失 114, 116
 - 用例 26
 - 元数据, RDM 194
 - 元数据更新 137
 - 元数据一致性, 使用 VOMA 检查 166
 - 预测性方案 27
- ## Z
- 灾难恢复 26
 - 再签名 153
 - 诊断分区
 - 配置 163
 - 验证 164
 - 针对虚拟闪存的 DRS 支持 129
 - 阵列集成, 精简置备 271
 - 指针块缓存
 - 获取信息 168
 - 配置 167
 - 中端存储器 28
 - 转储分区 35, 66
 - 主动-被动磁盘阵列, 从 SAN 引导 46
 - 主动-主动磁盘阵列 32, 36, 62, 66, 180
 - 主机
 - 高级属性 168
 - 和 FC SAN 31
 - 主机缓存, 交换到 126
 - 主机缓存, 使用虚拟闪存资源配置 127
 - 主机缓存, 在 VMFS 数据存储上配置 127
 - 主机配置, 高级设置 56

- 主机注册, 禁用 **56**
- 准则, NFS 存储 **143**
- 自动主机注册, 禁用 **56**
- 自适应性方案 **27**
- 最佳做法, FCoE **42**
- “最近使用” 路径策略 **177, 180**