

# 光纤通道 SAN 配置指南

ESX 4.0

ESXi 4.0

vCenter Server 4.0

ZH\_CN-000109-00



您可以在 VMware 的网站上找到最新的技术文档，网址为

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

VMware 网站还提供了最新的产品更新。

如果您对本文档有任何意见和建议，请将您的反馈提交到：

[docfeedback@vmware.com](mailto:docfeedback@vmware.com)

© 2009 VMware, Inc. 保留所有权利。本产品受美国和国际版权及知识产权法的保护。VMware 产品受一项或多项专利保护，有关专利详情，请访问 <http://www.vmware.com/go/patents-cn>。

VMware、VMware “箱状” 徽标及设计、Virtual SMP 和 VMotion 都是 VMware, Inc. 在美国和/或其他法律辖区的注册商标或商标。此处提到的所有其他商标和名称分别是其各自公司的商标。

**VMware, Inc.**  
3401 Hillview Ave.  
Palo Alto, CA 94304  
[www.vmware.com](http://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](http://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](http://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](http://www.vmware.com/cn)

# 目录

关于本文档	5
<b>1 VMware ESX/ESXi 概述</b>	<b>7</b>
ESX/ESXi 简介	7
了解虚拟化	8
与 ESX/ESXi 系统交互	11
<b>2 将 ESX/ESXi 与光纤通道 SAN 配合使用</b>	<b>13</b>
存储区域网络概念	13
将 ESX/ESXi 与 SAN 配合使用概述	14
了解 VMFS 数据存储	16
决定 LUN 的大小和数目	17
将 SAN 存储器与 ESX/ESXi 配合使用的细节	18
虚拟机如何访问 SAN 上的数据	19
了解多路径和故障切换	19
选择虚拟机位置	22
针对服务器故障的设计	23
优化资源利用	24
<b>3 要求和安装</b>	<b>25</b>
常规 ESX/ESXi SAN 要求	25
ESX 从 SAN 引导的要求	26
安装和设置步骤	27
<b>4 设置与 ESX/ESXi 配合使用的 SAN 存储设备</b>	<b>29</b>
测试 ESX/ESXi SAN 配置	29
光纤通道 SAN 阵列的常规设置注意事项	30
EMC CLARiiON 存储系统	30
EMC Symmetrix 存储系统	31
IBM TotalStorage DS4800 存储系统	31
IBM TotalStorage 8000	33
HP StorageWorks 存储系统	34
Hitachi Data Systems 存储器	36
Network Appliance 存储器	36
<b>5 对 ESX 系统使用从 SAN 引导</b>	<b>37</b>
从 SAN 引导概述	37
准备从 SAN 引导	38
为从 SAN 引导设置 QLogic FC HBA	40
为从 SAN 引导设置 Emulex FC HBA	42

## 6 管理使用 SAN 存储器的 ESX/ESXi 系统 45

- 查看存储适配器信息 45
- 查看存储设备信息 46
- 查看数据存储信息 48
- 解决显示问题 48
- N-Port ID 虚拟化 51
- 路径扫描和声明 53
- 路径管理和手动或静态负载平衡 56
- 故障切换 57
- 共享诊断分区 58
- 避免和解决 SAN 问题 58
- 优化 SAN 存储器性能 59
- 解决性能问题 60
- SAN 存储器备份注意事项 62
- 分层应用程序 64
- 管理重复 VMFS 数据存储 64

## A 多路径对照表 69

## B 管理存储路径和多路径插件 71

- 列出主机的声明规则 71
- 显示多路径模块 72
- 显示主机的 SATP 73
- 显示 NMP 存储设备 73
- 添加 PSA 声明规则 74
- 删除 PSA 声明规则 74
- 屏蔽路径 75
- 取消路径屏蔽 76
- 定义 NMP SATP 规则 76
- esxcli corestorage 命令行选项 77

## 索引 79

# 关于本文档

---

本手册（《光纤通道 SAN 配置指南》）说明如何将 VMware® ESX 和 VMware ESXi 系统与光纤通道存储区域网络 (SAN) 配合使用。本手册将在以下主要主题中讨论背景概念、安装要求和管理信息：

- 了解 ESX/ESXi - 向 SAN 管理员介绍 ESX/ESXi 系统。
- ESX/ESXi 与 SAN 配合使用 - 讨论使用 ESX/ESXi 时在设置 SAN 方面的要求与明显差异，以及如何在两个系统并用的情况下进行管理和故障排除。
- 使 ESX 系统可从 SAN 上的 LUN 进行引导 - 讨论从 SAN 进行引导的要求、限制及管理。

《光纤通道 SAN 配置指南》涵盖了 ESX、ESXi 和 vCenter Server。

## 目标读者

本手册的目标读者为熟悉虚拟机技术和数据中心操作且具丰富经验的 Windows 或 Linux 系统管理员。

## 文档反馈

VMware 欢迎您提出宝贵建议，以便改进我们的文档。如有意见，请将反馈发送到 [docfeedback@vmware.com](mailto:docfeedback@vmware.com)。

## VMware vSphere 文档

VMware vSphere 文档包括 VMware vCenter Server 和 ESX/ESXi 文档集。

## 技术支持和教育资源

您可以获取以下技术支持资源。有关本文档和其他文档的最新版本，请访问：  
<http://www.vmware.com/support/pubs>。

### 在线支持和电话支持

要通过在线支持提交技术支持请求、查看产品和合同信息以及注册您的产品，请访问 <http://www.vmware.com/support>。  
客户只要拥有相应的支持合同，就可以通过电话支持，尽快获得对优先级高的问题的答复。请访问 [http://www.vmware.com/support/phone\\_support.html](http://www.vmware.com/support/phone_support.html)。

### 支持服务项目

要了解 VMware 支持服务项目如何帮助您满足业务需求，请访问  
<http://www.vmware.com/support/services>。

### VMware 专业服务

VMware 教育服务课程提供了大量实践操作环境、案例研究示例，以及用作作业参考工具的课程材料。这些课程可以通过现场指导、教室授课的方式学习，也可以通过在线直播的方式学习。关于现场试点项目及实施的最佳实践，VMware 咨询服务可提供多种服务，协助您评估、计划、构建和管理虚拟环境。要了解有关教育课程、认证计划和咨询服务的信息，请访问  
<http://www.vmware.com/services>。

# VMware ESX/ESXi 概述

---

您可以将 ESX/ESXi 与光纤通道存储区域网络 (SAN) 配合使用，后者是使用光纤通道 (FC) 协议在您的计算机系统与高性能存储子系统之间传输数据的专用高速网络。将 ESX/ESXi 与 SAN 配合使用可为整合提供额外的存储器，提高可靠性，并在灾难恢复方面提供帮助。

要将 ESX/ESXi 与 SAN 有效配合使用，您必须掌握 ESX/ESXi 系统与 SAN 概念的相关应用知识。

本章讨论了以下主题：

- [第 7 页，“ESX/ESXi 简介”](#)
- [第 8 页，“了解虚拟化”](#)
- [第 11 页，“与 ESX/ESXi 系统交互”](#)

## ESX/ESXi 简介

管理员通过 ESX/ESXi 架构可将硬件资源分配给完全隔离的环境中的多个工作负载，这些环境称作虚拟机。

### 系统组件

ESX/ESXi 的主要组件包括虚拟化层、硬件接口组件和用户界面。

ESX/ESXi 系统具有以下关键组件。

#### 虚拟化层

该层提供理想化的硬件环境及基础物理资源到虚拟机的虚拟化。该层包括负责监控虚拟化的虚拟机监控程序 (VMM) 及 VMkernel。

虚拟化层可调度虚拟机操作系统，如果在 ESX 主机上运行，还可调度服务控制台。虚拟化层将管理操作系统对物理资源的访问方式。VMkernel 必须使用自身的驱动程序来提供对物理设备的访问。VMkernel 驱动程序是经过修改的 Linux 驱动程序，尽管 VMkernel 并非 Linux 变体。

### 硬件接口组件

虚拟机使用硬件接口组件与 CPU 或磁盘之类的硬件进行通信。这些组件包括设备驱动程序，可实现特定于硬件的服务交付，同时隐藏与系统其他组成部分的硬件差异。

### 用户界面

管理员可以通过几种方式查看和管理 ESX/ESXi 主机和虚拟机：

- VMware vSphere Client (vSphere Client) 可以直接连接到 ESX/ESXi 主机。此设置适合环境中仅有一台主机的情况。  
  
vSphere Client 也可连接 vCenter Server 并与 vCenter Server 管理的所有 ESX/ESXi 主机交互。
- vSphere Web Access Client 可让您使用基于浏览器的界面执行多项管理任务。
- 当必须使用命令行访问时，可以使用 VMware vSphere 命令行界面 (vSphere CLI)。

## 软件和硬件兼容性

在 VMware ESX/ESXi 架构中，虚拟机的操作系统（客户机操作系统）仅与虚拟化层呈现的标准 x86 兼容虚拟硬件交互。通过此架构，VMware 产品可支持任何 x86 兼容操作系统。

大多数应用程序仅与客户机操作系统交互，并不与基础硬件交互。因此，如果在虚拟机上安装了应用程序所需的操作系统，您便能够在所选硬件上运行应用程序。

## 了解虚拟化

VMware 虚拟化层在各款 VMware 桌面产品（如 VMware Workstation）及服务器产品（如 VMware ESX/ESXi）之间是通用的。该层为应用程序工作负载的开发、测试、交付及支持提供了一致平台。

虚拟化层构成方式如下：

- 每台虚拟机都运行各自的操作系统（客户机操作系统）和应用程序。
- 虚拟化层提供映射至特定物理设备份额的虚拟设备。这些设备包括虚拟化的 CPU、内存、I/O 总线、网络接口、存储适配器和设备、人机接口设备及 BIOS。



## CPU、内存及网络虚拟化

VMware 虚拟机可提供完全的硬件虚拟化。虚拟机上运行的客户机操作系统和应用程序永远无法直接确定其所访问的物理资源（例如，在多处理器系统中运行了哪个物理 CPU，或者哪个物理内存映射到了其页面）。

将发生以下虚拟化过程。

### CPU 虚拟化

每台虚拟机显示为分别运行于各自的 CPU（或一组 CPU）之上，与其他虚拟机完全隔离。各虚拟机的注册表、翻译后备缓存及其他控制结构将分开保存。大多数指令直接在物理 CPU 上执行，使得需占用大量资源的工作负载才能以接近本地的速度运行。虚拟化层可安全执行特权指令。

### 内存虚拟化

各虚拟机可见一块连续的内存空间。但是，所分配的物理内存可能并不连续，而是将非连续的物理页面重新映射并呈现给各虚拟机。对于占用极大内存的负载，服务器内存将处于过量使用状态。在这种情况下，虚拟机的部分物理内存可能映射到共享页面，或者映射到未映射或换出的页面。

ESX/ESXi 无需客户机操作系统所具有的信息便可执行此虚拟内存管理，并且不会影响客户机操作系统的内存管理子系统。

### 网络虚拟化

虚拟化层确保每台虚拟机与其他虚拟机相隔离。虚拟机仅可通过用于连接独立物理机的类似网络机制相互通信。

这种隔离可让管理员构建内部防火墙或其他网络隔离环境，从而使一些虚拟机可与外部连接，而另一些虚拟机只能通过虚拟网络与其他虚拟机连接。

## 存储器虚拟化

ESX/ESXi 提供主机级别的存储器虚拟化，即采用逻辑方式从虚拟机中抽象物理存储器层。在 ESX/ESXi 主机上运行的虚拟机不清楚主机所连接的存储设备的复杂性和特殊性。

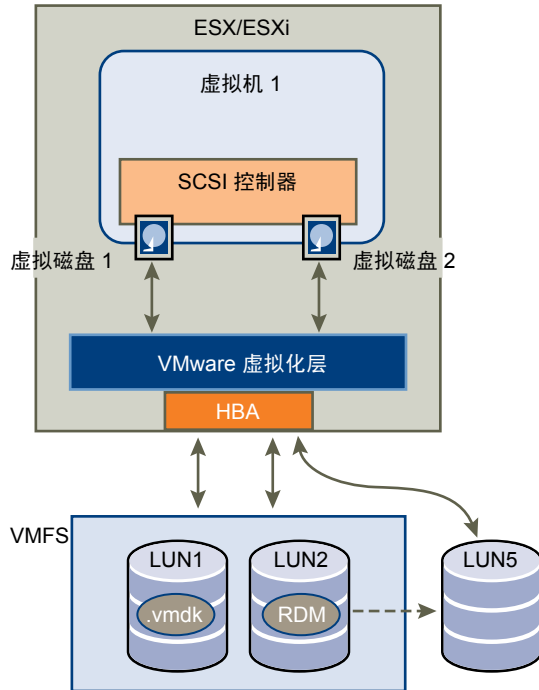
ESX/ESXi 虚拟机使用虚拟硬盘来存储其操作系统、程序文件，以及与其活动相关联的其他数据。虚拟磁盘是一个大型物理文件或一组文件，可以像任何其他文件一样轻松地对其进行复制、移动、存档和备份。您可以配置具有多个虚拟磁盘的虚拟机。

要访问虚拟磁盘，虚拟机需使用虚拟 SCSI 控制器。这些虚拟控制器对于虚拟机而言是不同类型的控制器，包括 BusLogic 并行、LSI 逻辑并行、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。

虚拟机可通过上述某一虚拟 SCSI 控制器访问的每个虚拟磁盘，驻留在 VMware 虚拟机文件系统 (VMFS) 数据存储（基于 NFS 的数据存储）或裸磁盘上。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。实际的物理磁盘设备是通过并行 SCSI、iSCSI、网络还是主机上的光纤通道适配器来访问，这对客户机操作系统以及虚拟机上运行的应用程序而言是透明的。

图 1-1 概述了存储器虚拟化。图中所示为使用 VMFS 的存储器和使用裸机映射 (RDM) 的存储器。

图 1-1。 SAN 存储器虚拟化



### 虚拟机文件系统

在简单配置中，虚拟机磁盘作为虚拟机文件系统 (VMFS) 内的文件进行存储。当客户机操作系统向其虚拟磁盘发出 SCSI 命令时，虚拟化层会将这些命令转换成 VMFS 文件操作。

ESX/ESXi 主机使用 VMFS 存储虚拟机文件。使用 VMFS，多个虚拟机可以并发运行，并且可以并发访问它们的虚拟磁盘文件。由于 VMFS 是一个群集文件系统，因此多台主机可以同时 SAN LUN 上的 VMFS 数据存储进行共享访问。VMFS 提供分布式锁定以确保多主机环境的安全。

可以在本地磁盘或 SAN LUN 上配置 VMFS 数据存储。如果使用 ESXi 主机，则将在主机首次引导期间捕获本地磁盘，并将其用于 VMFS 数据存储。

VMFS 数据存储可以映射到单个 SAN LUN，也可以跨越多个 SAN LUN。可以通过增加数据存储或添加新的数据区，在虚拟机正在数据存储上运行时扩展数据存储。VMFS 数据存储可扩展为 32 个相同存储类型的物理存储数据区。

### 裸机映射

裸机映射 (RDM) 是 VMFS 卷中充当裸机代理的特殊文件（例如 SAN LUN）。使用 RDM，SAN LUN 可以直接整个分配到虚拟机。RDM 可提供 VMFS 文件系统中虚拟磁盘的一些优点，同时保持了直接访问物理设备的部分优势。

如果您使用 Microsoft 群集服务 (MSCS) 或者在虚拟机上运行 SAN 快照或其他分层应用程序，则可能需要 RDM。RDM 使系统能够使用 SAN 阵列所固有的硬件功能。但是，与具有存储在 VMFS 数据存储上的虚拟磁盘文件的虚拟机相比，具有 RDM 的虚拟机并没有出现性能提升。

有关 RDM 的详细信息，请参见《ESX 配置指南》或《ESXi 配置指南》。

## 与 ESX/ESXi 系统交互

可以通过几种不同方式与 ESX/ESXi 系统交互。可以使用客户端或以编程方式（在特殊情况下）交互。

管理员可以通过以下方式之一与 ESX/ESXi 系统交互：

- 使用 GUI 客户端（vSphere Client 或 vSphere Web Access）。可以直接将客户端连接到 ESX/ESXi 主机，也可以使用 vCenter Server 同时管理多台 ESX/ESXi 主机。
- 通过命令行界面。vSphere 命令行界面 (vSphere CLI) 命令是在 vSphere SDK for Perl 上运行的脚本。vSphere CLI 软件包包括存储器、网络、虚拟机和用户管理的命令，并允许执行大多数管理操作。有关详细信息，请参见《vSphere 命令行界面安装和参考指南》。
- ESX 管理员还可以使用 ESX 服务控制台，此控制台支持完整的 Linux 环境，并包括所有 vSphere CLI 命令。使用服务控制台的安全性比远程运行 vSphere CLI 的安全性低。ESXi 不支持服务控制台。

## VMware vCenter Server

vCenter Server 是 ESX/ESXi 主机的中心管理员。可以通过 vSphere Client 或 vSphere Web Access 访问 vCenter Server。

<b>vCenter Server</b>	vCenter Server 可充当已连接到网络的主机的中心管理员。该服务器指导虚拟机和 VMware ESX/ESXi 上的操作。
<b>vSphere Client</b>	vSphere Client 在 Microsoft Windows 上运行。在多主机环境中，管理员使用 vSphere Client 向 vCenter Server 发送请求，由此转而影响其虚拟机和主机。在单服务器环境中，vSphere Client 直接连接 ESX/ESXi 主机。
<b>vSphere Web Access</b>	通过 vSphere Web Access，您可以使用 HTML 浏览器连接 vCenter Server。



## 将 ESX/ESXi 与光纤通道 SAN 配合使用

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

本章讨论了以下主题：

- 第 13 页，“存储区域网络概念”
- 第 14 页，“将 ESX/ESXi 与 SAN 配合使用概述”
- 第 16 页，“了解 VMFS 数据存储”
- 第 17 页，“决定 LUN 的大小和数目”
- 第 18 页，“将 SAN 存储器与 ESX/ESXi 配合使用的细节”
- 第 19 页，“虚拟机如何访问 SAN 上的数据”
- 第 19 页，“了解多路径和故障切换”
- 第 22 页，“选择虚拟机位置”
- 第 23 页，“针对服务器故障的设计”
- 第 24 页，“优化资源利用”

### 存储区域网络概念

如果您是 ESX/ESXi 管理员，并计划设置 ESX/ESXi 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。LUN 屏蔽通常在 SP 或服务器级别执行。

## 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（主机、存储设备及架构组件）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 ESX/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。

## 多路径和路径故障切换

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

如果路径或路径所经过的任一组件（HBA 或网卡、电缆、交换机/交换机端口或存储处理器）出现故障，服务器将选择其他可用路径。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。

## 存储系统类型

存储磁盘系统类型可以是主动-主动和主动-被动。

ESX/ESXi 支持以下存储系统类型：

- 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 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，其中一个端口主动提供对给定 LUN 的访问。其他端口充当备用 LUN，并且可以主动提供对其他 LUN I/O 的访问。只能向指定 LUN 的活动端口成功发送 I/O。如果通过主存储器端口访问失败，则其中一个辅助端口或存储处理器将自动或通过管理员干预变为活动状态。

## 将 ESX/ESXi 与 SAN 配合使用概述

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

下面是将 ESX/ESXi 与 SAN 配合使用的优点：

- 可存储冗余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。ESX/ESXi 系统在默认情况下为每个虚拟机提供多路径。
- 将 SAN 与 ESX/ESXi 系统配合使用可将故障恢复功能扩展到服务器。使用 SAN 存储器时，所有应用程序可在发生主机故障后立即重新启动。
- 可以使用 VMware VMotion 执行虚拟机的实时迁移。
- 将 VMware High Availability (HA) 与 SAN 一同用于冷备用解决方案，该解决方案可保证快速的自动响应。

- 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。由于存储位于 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 ESX/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 ESX/ESXi 主机。随后便可执行升级或其他维护操作。

VMware 虚拟机的可传输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。

## ESX/ESXi 和 SAN 用例

将 ESX/ESXi 与 SAN 配合使用时，可以执行多项任务。

将 ESX/ESXi 与 SAN 配合使用对于以下任务非常有效：

<b>零停机时间维护</b>	在执行 ESX/ESXi 主机或基础结构维护时，使用 VMware DRS 或 VMotion 将虚拟机迁移至其他服务器。如果共享存储器位于 SAN 上，您无需中断用户服务就可以执行维护。
<b>负载平衡</b>	使用 VMotion 或 VMware DRS 将虚拟机迁移至其他主机以实现负载平衡。如果共享存储器位于 SAN 上，则无需中断用户连接就可以执行负载平衡。
<b>存储器整合与存储器布局的简化</b>	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。 先预留一个较大的 LUN，然后根据需要各部分分配给虚拟机。从存储设备预留及创建 LUN 需一次完成。
<b>灾难恢复</b>	将所有数据存储于 SAN 上为数据备份的远程存储提供了便利。如果某一站点受到损坏，可以在远程 ESX/ESXi 主机上重新启动虚拟机进行恢复。
<b>简化阵列迁移和存储升级</b>	在购买新存储系统或阵列时，使用存储 VMotion 执行实时自动迁移，将虚拟机磁盘文件从现有存储器迁移到新的目标。

## 查看详细信息

除本文档外，另有许多其他资源可帮助您配置 ESX/ESXi 系统与 SAN 配合使用：

- 对于大多数设置问题，请使用存储阵列供应商的文档。存储阵列供应商可能还会提供介绍在 ESX/ESXi 环境中使用存储阵列的文档。
- VMware 文档网站。
- 《iSCSI SAN 配置指南》论述了 ESX/ESXi 与 iSCSI 存储区域网络配合使用的情况。
- 《VMware I/O 兼容性指南》列出了当前已认可的 HBA、HBA 驱动程序以及驱动程序版本。
- 《VMware 存储器/SAN 兼容性指南》列出了当前已认可的存储阵列。
- 《VMware 发行说明》提供了有关已知问题和解决办法的信息。
- 《VMware 知识库》包含有关常见问题和解决办法的信息。

## 了解 VMFS 数据存储

ESX/ESXi 使用数据存储来存储虚拟磁盘，数据存储是一种逻辑容器，它将存储器的细节针对虚拟机隐藏起来，并提供一个统一的模型来存储虚拟机文件。存储设备上部署的数据存储使用 VMware 虚拟机文件系统 (VMFS) 格式，该格式是针对存储虚拟机而优化的特殊高性能的文件系统格式。

VMFS 数据存储可将多个虚拟机作为一个工作负载来运行。VMFS 为虚拟机文件提供分布式锁定，因此在多台 ESX/ESXi 主机共享一组 LUN 的 SAN 环境中，虚拟机也能安全运作。

使用 vSphere Client，可以在 ESX/ESXi 主机发现的任何基于 SCSI 的存储设备上预先设置 VMFS 数据存储。一个 VMFS 数据存储可扩展为多个物理存储数据区，其中包括 SAN LUN 和本地存储器。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存储卷。

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。ESX/ESXi 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适当的访问控制。

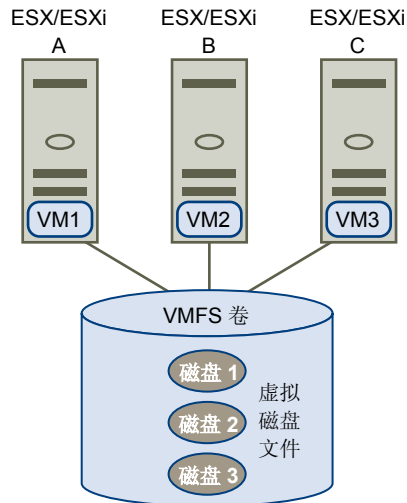
## 跨 ESX/ESXi 主机共享 VMFS 数据存储

作为一个群集文件系统，VMFS 允许多个 ESX/ESXi 主机同时访问同一个 VMFS 数据存储。

为了确保多台服务器不会同时访问同一个虚拟机，VMFS 提供了磁盘锁定。为了协调对 VMFS 内部文件系统信息的访问，ESX/ESXi 会在整个 LUN 上使用 SCSI 预留。

图 2-1 显示了共享同一 VMFS 卷的若干 ESX/ESXi 系统。

**图 2-1。跨 ESX/ESXi 主机共享 VMFS 数据存储**



由于虚拟机共享一个公共的 VMFS 数据存储，因此可能很难得出固定的高峰访问时段或优化性能。必须针对高峰时段规划虚拟机存储访问，但是不同的应用程序可能具有不同的高峰访问时段。VMware 建议您使服务器、CPU 及存储器上的虚拟机达到负载平衡。在每台服务器上都运行多台虚拟机的组合，以便同一区域不会同时面临很高的资源需求。



## 元数据更新

VMFS 数据存储保存虚拟机文件、目录、符号链接、RDM 等等。VMS 数据存储还保存这些对象的所有映射信息的一致性视图。此映射信息称为元数据。

元数据会在每次访问虚拟机文件的属性时更新或在执行以下任一操作时修改：

- 创建、扩展或锁定虚拟机文件
- 更改文件的属性
- 启动或关闭虚拟机

## 决定 LUN 的大小和数目

在使用 VMFS 数据存储格式化 LUN 之前，必须规划如何设置 ESX/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，适用于使用该 LUN 的虚拟机中的应用程序。
- 一个 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。

如果没有相关虚拟机的存储描述，通常很难决定要使用的 LUN 大小和数量。可以使用预测性或自适应方案决定 LUN 大小和数量。

## 使用预测性方案来决定 LUN 的大小和数目

在使用 VMFS 数据存储格式化 LUN 之前规划如何设置 ESX/ESXi 系统的存储器时，必须决定要使用的 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 创建若干具有不同存储特性的 LUN。
- 2 在每个 LUN 上构建一个 VMFS 数据存储，并依照相应特性标记各个数据存储。
- 3 分配虚拟磁盘以包含在 LUN 上构建的 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。

磁盘份额仅表示给定主机内的比例。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

在使用 VMFS 数据存储格式化 LUN 之前规划如何设置 ESX/ESXi 系统的存储器时，必须决定要使用的 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 创建一个较大的 LUN（RAID 1+0 或 RAID 5），同时启用写入缓存。
- 2 在该 LUN 上构建 VMFS。
- 3 在 VMFS 上放置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，请新建更大的 LUN（可能采用其他 RAID 级别）并重复此过程。使用迁移，以便不会在重新创建 LUN 时丢失虚拟机。

## 使用磁盘份额区分虚拟机优先级

如果多台虚拟机访问同一 VMFS 数据存储（因此也是访问同一 LUN），请使用磁盘份额区分虚拟机对磁盘的访问优先级。磁盘份额可区别高优先级虚拟机与低优先级虚拟机。

### 步骤

- 1 启动 vSphere Client 并连接到 vCenter Server。
- 2 在“清单”面板中选择虚拟机，并从菜单中选择**编辑设置**。
- 3 单击**资源**选项卡并单击**磁盘**。
- 4 双击要修改的磁盘的**份额**列，然后在下拉菜单中选择所需值。  
 份额是表示用于控制所有虚拟机磁盘带宽的相对衡量指标的值。将“低”、“正常”、“高”及“自定义”值与服务器、ESX 主机和服务控制台中所有虚拟机的所有份额的总数进行比较。份额分配符号值可用于将其转换配置为数字值。
- 5 单击**确定**保存选择。

---

**注意** 磁盘份额仅表示给定 ESX/ESXi 主机内的比例。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。

---

## 将 SAN 存储器与 ESX/ESXi 配合使用的细节

将 SAN 与 ESX/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 ESX/ESXi 配合使用时，请记住以下注意事项：

- 您无法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 ESX/ESXi 操作系统。可以使用 vSphere Client 监控虚拟机。
- 默认情况下，在创建虚拟机时，虚拟机将配置一个虚拟硬盘和一个虚拟 SCSI 控制器。可以通过使用 vSphere Client 编辑虚拟机设置来修改 SCSI 控制器类型及 SCSI 总线共享特性。您也可以将硬盘添加到虚拟机。
- 通过 SAN 管理工具可看到的 HBA 属于 ESX/ESXi 系统（而不是属于虚拟机）。
- ESX/ESXi 系统可执行多路径。

## 第三方管理应用程序

可以将第三方管理应用程序与 ESX/ESXi 主机配合使用。

大多数 SAN 硬件都附送 SAN 管理软件。此软件通常在存储阵列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，管理软件可能检测不到 SAN。使用 RDM 可解决此问题。

---

**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。

---

## 虚拟机如何访问 SAN 上的数据

ESX/ESXi 将虚拟机的磁盘文件存储到 SAN 存储设备上所部署的 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，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。
  - 在 VMFS 卷中查找与客户机虚拟机磁盘对应的文件。
  - 将对虚拟磁盘上块的请求映射到相应物理设备上的块。
  - 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（主机 HBA）。
- 5 主机 HBA 将执行以下任务。
  - 将请求从本身的二进制数据形式转换成经光缆传输所需的光学形式。
  - 依据 FC 协议的规则将请求打包。
  - 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。

此存储设备对主机显示为某一特定磁盘，但它可能是与 SAN 上的物理设备相对应的逻辑设备。交换机必须确定哪个物理设备可作为主机的目标逻辑设备。

## 了解多路径和故障切换

要维持 ESX/ESXi 主机和其存储器之间的持续连接，ESX/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 ESX/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。

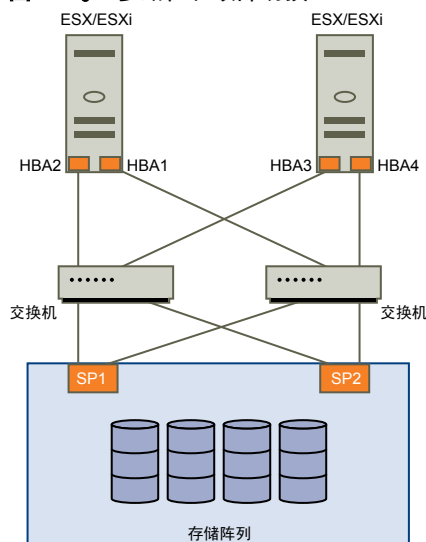
**注意** 在路径故障切换发生时，虚拟机 I/O 最多能延迟 60 秒。此延迟使 SAN 可以在拓扑更改后稳定其配置。通常，主动-被动阵列上的 I/O 延迟时间可能会更长，而在主动-主动阵列上则更短。

## 基于主机的光纤通道故障切换

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。

在图 2-2 中，可通过多条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 2-2。多路径和故障切换



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 ESX/ESXi 通过多路径功能支持 HBA 和 SP 故障切换。

## 管理多路径

为管理存储多路径，ESX/ESXi 使用特殊的 VMkernel 层（即，可插入存储架构 (PSA)）。PSA 是一个协调多个多路径插件 (MPP) 的同时操作的开放式模块框架。

ESX/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 的附属或替代运行。

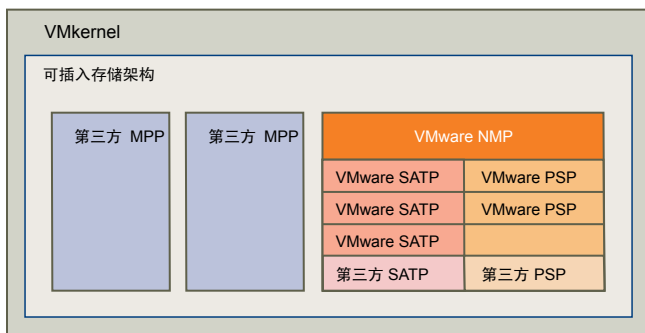
当协调 VMware NMP 和所安装的任何第三方 MPP 时，PSA 将执行以下任务：

- 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。

如图 2-3 所示，多个第三方 MPP 可以与 VMware NMP 并行运行。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均衡操作。

图 2-3。 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。
- 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，如中止或重置逻辑设备。

### VMware 多路径模块

默认情况下，ESX/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。

### 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。

ESX/ESXi 为 VMware 支持的各种类型阵列提供 SATP。这些 SATP 包括适于非指定存储阵列的主动/主动 SATP 和主动/被动 SATP，以及适于直接连接存储器的本地 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调用哪个 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。
- 执行存储器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) 与 VMware NMP 一起运行，负责选择 I/O 请求的物理路径。

VMware NMP 根据与每个逻辑设备的物理路径关联的 SATP 为其分配默认 PSP。可以替代默认 PSP。

默认情况下，VMware NMP 支持以下 PSP：

### 最近使用 (MRU)

选择 ESX/ESXi 主机最近用于访问指定设备的路径。如果此路径不可用，则主机将切换到替代路径并在该新路径可用时继续使用它。

### 固定

使用指定首选路径（如果已配置）。否则，它将使用在系统引导时间发现的第一个工作路径。如果主机不能使用首选路径，则它会选择随机替代可用路径。一旦首选路径可用，主机就会自动恢复到首选路径。

---

**注意** 对于具有**固定**路径策略的主动-被动阵列，路径颠簸可能是个问题。

---

### 循环 (RR)

使用路径选择算法轮流选择所有可用的路径，并在路径之间启用负载平衡。

## 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 如果 I/O 操作成功，则 NMP 报告其完成。
- 4 如果 I/O 操作报告错误，则 NMP 调用适当的 SATP。
- 5 SATP 解释 I/O 命令错误，并在适当时激活非活动路径。
- 6 此时将调用 PSP 以选择要通过其发出 I/O 的新路径。

## 选择虚拟机位置

如果您想要优化虚拟机的性能，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 SP 冗余和光纤驱动器。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 SP 冗余以及 SCSI 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。

如果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。

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？
- 有哪些时间点 (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。

## 针对服务器故障的设计

SAN 存储器的 RAID 架构本质上是在物理磁盘级别提供故障保护。双重架构拥有所有架构组件的副本，可在大多数架构发生故障的情况下保护 SAN。使整个环境变得耐故障的最后一步即提供针对服务器故障的保护。

### 使用 VMware HA

使用 VMware HA 可以按故障切换组对虚拟机进行组织。某一主机发生故障时，其所有虚拟机将立即在其他主机上启动。HA 需要 SAN 存储器。

虚拟机在其他主机上还原后会丢失其内存状况，但磁盘状况与主机发生故障时完全一致（崩溃一致故障切换）。

---

**注意** 您必须获得许可才能使用 VMware HA。

---

### 使用群集服务

服务器群集是一种使用高速网络连接尝试将两个或更多服务器集合在一起的方法，这样，一组服务器便可作为单个逻辑服务器运行。如果其中一台服务器发生故障，群集内的其他服务器将继续运行，同时接管故障服务器所执行的操作。

VMware 对 Microsoft 群集服务与 ESX/ESXi 系统配合使用进行了测试，但是其他群集解决方案可能同样可行。多种配置选项可用于通过群集实现故障切换：

<b>机箱内群集</b>	同一主机上的两台虚拟机可相互作为对方的故障切换服务器。一台虚拟机发生故障后，将由另一台取代。此配置不会对主机故障提供保护，而且最常用于测试群集应用程序。
<b>机箱间群集</b>	某一 ESX/ESXi 主机上的虚拟机在另一 ESX/ESXi 主机上具有与其相匹配的虚拟机。
<b>物理到虚拟群集（N+1 群集）</b>	某一 ESX/ESXi 主机上的虚拟机用作一台物理服务器的故障切换服务器。由于单个主机上运行的虚拟机可用作多台物理服务器的故障切换服务器，因此该群集方式是一种具有成本效益的 N+1 解决方案。

## 服务器故障切换和存储器注意事项

对于各种类型的服务器故障切换，您必须考虑有关存储器的问题。

- 仅当每台服务器都对同一存储器具有访问权限时用于服务器故障切换的方法才可行。因为多台服务器需要大量磁盘空间，而且存储阵列故障切换与服务器故障切换相辅相成，所以通常会将 SAN 与服务器故障切换结合使用。
- 在将 SAN 设计为与服务器故障切换协同工作时，由群集虚拟机使用的所有 LUN 必须能够由所有的 ESX/ESXi 主机检测到。这一要求与 SAN 管理员的直觉正好相反，但却适用于使用虚拟机的情况。

虽然主机可以访问 LUN，但并非该主机上的所有虚拟机就一定具有对 LUN 上所有数据的访问权限。虚拟机只能访问已为其配置的虚拟磁盘。假设出现配置错误，在虚拟机引导时，虚拟磁盘将被锁定，因此不会发生损坏现象。

---

**注意** 一般来说，从 SAN LUN 引导时，只有正在从 LUN 引导的主机才能够看到每个引导 LUN。一种例外情况就是当您通过将另一主机指向同一 LUN 来尝试从故障中恢复时。在这种情况下，上述 SAN LUN 并非真正从 SAN 引导。因 SAN LUN 已损坏，因此没有任何主机从其引导。SAN LUN 是主机可见的非引导 LUN。

---

## 优化资源利用

使用 VMware vSphere 可将虚拟机从过度利用的主机迁移到利用不足的主机，从而优化资源分配。

这时您有以下选择：

- 使用 VMotion 手动迁移虚拟机。
- 使用 VMware DRS 自动迁移虚拟机。

仅当虚拟磁盘位于可由多台服务器访问的共享存储器上时才能使用 VMotion 或 DRS。多数情况下使用 SAN 存储器。

### 使用 VMotion 迁移虚拟机

管理员通过 VMotion 可以手动将虚拟机迁移到不同的主机。管理员可以将正在运行的虚拟机迁移到同一 SAN 所连接的另一台物理服务器，无需中断服务。

通过 VMotion 可以执行以下任务：

- 通过移动虚拟机执行零停机时间维护，使得对基础硬件及存储器的维修不会导致用户会话中断。
- 根据业务需求的变化不断平衡数据中心间的工作负载，实现最有效的资源利用。

### 使用 VMware DRS 迁移虚拟机

VMware DRS 有助于改善所有主机和资源池之间的资源分配。

DRS 将收集 VMware 群集中所有主机和虚拟机的资源使用情况信息，并在出现以下两种情况之一时给出建议（或迁移虚拟机）：

#### 初始放置位置

当您在群集中首次启动虚拟机时，DRS 将放置该虚拟机或提出建议。

#### 负载平衡

DRS 通过执行虚拟机自动迁移 (VMotion) 或提供虚拟机迁移建议来设法改善群集中的资源利用。



## 要求和安装

---

将 ESX/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 25 页](#)，“常规 ESX/ESXi SAN 要求”
- [第 26 页](#)，“ESX 从 SAN 引导的要求”
- [第 27 页](#)，“安装和设置步骤”

### 常规 ESX/ESXi SAN 要求

当您准备配置 SAN 并设置 ESX/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 ESX/ESXi 系统配合使用。
- 将系统配置为每个 LUN 只有一个 VMFS 卷。使用 VMFS-3 时无需设置可访问性。
- 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。
- VMware 建议从装有 ESX Server 2.5 或更高版本的计算机访问任意裸磁盘时使用 RDM。
- 要使多路径正常工作，每个 LUN 必须对所有 ESX/ESXi 主机呈现相同的 LUN ID 号。
- 确保客户机操作系统中使用的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。
- 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。

### 将 ESX/ESXi 与 SAN 配合使用的限制

本主题列出了将 ESX/ESXi 与 SAN 配合使用时存在的限制。

- ESX/ESXi 不支持 FC 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。
- 您不能使用虚拟机逻辑卷管理器软件对虚拟磁盘进行镜像。Microsoft Windows 虚拟机上的动态磁盘是个例外，但需要进行特殊配置。

## 设置 LUN 分配

此主题提供 ESX/ESXi 与 SAN 配合使用时如何分配 LUN 的部分常规信息。

设置 LUN 分配时，请注意以下几点：

- |                             |   |
|-----------------------------|---|
| <b>存储器置备。</b>               | 为确保 ESX/ESXi 系统在启动时识别 LUN，将 SAN 连接到 ESX/ESXi 系统前请将所有 LUN 置备到相应的 HBA。<br>VMware 建议您同时将所有 LUN 置备到所有 ESX/ESXi HBA。仅当所有 HBA 都看到相同 LUN 时 HBA 故障切换才可行。  |
| <b>VMotion 和 VMware DRS</b> | 当您使用 vCenter Server 以及 VMotion 或 DRS 时，请确保用于虚拟机的 LUN 已置备到所有的 ESX/ESXi 主机。这可为移动虚拟机提供最大的自由。   |
| <b>主动/主动阵列与主动/被动阵列间的比较</b>  | 将 VMotion 或 DRS 用于主动/被动 SAN 存储设备时，请确保所有 ESX/ESXi 系统通向所有存储处理器的路径均一致。否则在进行 VMotion 迁移时可能导致路径抖动。<br>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 ESX/ESXi 主机呈现 LUN。 |

## 设置光纤通道 HBA

此主题提供在 ESX/ESXi 主机上设置 FC HBA 的常规准则。

设置 FC HBA 的过程中，请考虑以下几个问题：

### HBA 默认设置

FC HBA 可在默认配置设置下正常工作。请遵循存储阵列供应商提供的配置准则。

---

**注意** 不应在单个服务器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。

---

### HBA 间的静态负载平衡

使用主动/主动和主动/被动存储阵列，可以将主机设置为使用不同路径访问不同的 LUN，从而实现适配器的均衡使用。请参见第 56 页，“[路径管理和手动或静态负载平衡](#)”。

### 对故障切换设置超时

设置用于检测 HBA 驱动程序中的路径出现故障的超时值。VMware 建议将超时设置为 30 秒以确保最佳的性能。

### 对磁带驱动器使用专用适配器

为达到最佳效果，请对 ESX/ESXi 系统所连接的任何磁带驱动器都使用专用的 SCSI 适配器。不支持 FC 连接磁带驱动器。请使用 Consolidated Backup 代理，如《虚拟机备份指南》中所述。

## ESX 从 SAN 引导的要求

如果已针对 ESX 系统对 SAN 存储器进行了配置，则可以将 ESX 引导映像置于 SAN 中的某个 LUN 上。此配置必须符合特定条件。

要使 ESX 系统能够从 SAN 引导，环境必须满足表 3-1 中列出的要求。

表 3-1。 从 SAN 引导的要求

要求	描述
ESX 系统要求	建议使用 ESX 3.x 或更高版本。使用 ESX 3.x 系统或更高版本时，支持 RDM 与从 SAN 引导一起使用。对于 ESX Server 2.5.x 系统，不支持 RDM 与从 SAN 引导一起使用。
HBA 要求	必须启用并正确配置 HBA FC 卡的 HBA BIOS 才能访问引导 LUN。 应将 HBA 插入 PCI 总线和插槽号最小的位置。这使得驱动程序能够迅速检测到 HBA，因为驱动程序按 PCI 总线和插槽号的升序来扫描 HBA，与关联的虚拟机 HBA 号无关。
引导 LUN 注意事项	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 从主动/被动存储阵列引导时，与 HBA BIOS 配置中指定的 WWN 相对应的 SP 必须是主动的。如果该 SP 是被动的，则 HBA 无法支持引导过程。</li> <li>■ 为便于 BIOS 配置，请屏蔽各引导 LUN，使其仅对各自的 ESX 系统可见。每个 ESX 系统应看到自身的引导 LUN，但是不应看到任何其他 ESX 系统的引导 LUN。</li> </ul>
SAN 注意事项	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 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。</li> <li>■ 支持冗余或非冗余配置。在冗余的情况下，ESX 会将冗余路径折叠以使用户仅看到一条 LUN 路径。</li> </ul>
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。

## 安装和设置步骤

本主题提供配置 SAN 环境以使用 ESX/ESXi 时需遵循的安装和设置步骤的概述。

请遵循这些步骤以配置 ESX/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 ESX/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 ESX/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 ESX/ESXi。
- 6 创建虚拟机。
- 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。



# 设置与 ESX/ESXi 配合使用的 SAN 存储设备

# 4

本节讨论支持与 VMware ESX/ESXi 一起使用的几种存储设备。对于每种设备，本章将列出可能出现的主要已知问题，指示特定供应商的信息（如果有），并包括来自 VMware 知识库文章的信息。

**注意** 特定存储设备相关的信息仅随每个版本更新。新的信息或许已可通过其他途径获取。请参考最新版本的《存储器/SAN 兼容性指南》，咨询存储阵列供应商，以及查看 VMware 知识库文章。

本章讨论了以下主题：

- 第 29 页，“测试 ESX/ESXi SAN 配置”
- 第 30 页，“光纤通道 SAN 阵列的常规设置注意事项”
- 第 30 页，“EMC CLARiiON 存储系统”
- 第 31 页，“EMC Symmetrix 存储系统”
- 第 31 页，“IBM TotalStorage DS4800 存储系统”
- 第 33 页，“IBM TotalStorage 8000”
- 第 34 页，“HP StorageWorks 存储系统”
- 第 36 页，“Hitachi Data Systems 存储器”
- 第 36 页，“Network Appliance 存储器”

## 测试 ESX/ESXi SAN 配置

ESX/ESXi 支持各种具有不同配置的 SAN 存储系统。通常，VMware 使用支持的存储系统测试 ESX/ESXi，测试内容包括基本连接、HBA 故障切换等。

并非所有存储设备都针对 ESX/ESXi 的所有特性和功能进行了认证，供应商可能就 ESX/ESXi 提供特定形式的支持。

### 基本连接

测试 ESX/ESXi 能否识别存储阵列并与存储阵列共同运行。此配置不允许应用多路径或任何类型的故障切换。

### HBA 故障切换

服务器配备了多个 HBA，这些 HBA 与一个或多个 SAN 交换机连接。服务器仅在发生 HBA 和交换机故障时能保证正常运行。

### 存储器端口故障切换

服务器与多个存储器端口相连，并在发生存储器端口故障和交换机故障时能正常运行。

### 从 SAN 引导（仅限 ESX）

ESX 主机从 SAN 上配置的 LUN 引导而不是从服务器自身引导。

### 直接连接

服务器不通过交换机，而仅使用 FC 线缆连接阵列。对于所有其他测试，使用架构连接。FC 仲裁环路 (AL) 不受支持。

### 群集

通过在虚拟机中运行 Microsoft 群集服务来测试系统。

## 光纤通道 SAN 阵列的常规设置注意事项

当准备要与 ESX/ESXi 配合使用的 FC SAN 存储时，必须遵循适用于所有存储阵列的特定常规要求。

对于所有存储阵列，请确保满足以下要求：

- LUN 对每台主机的每个 HBA 呈现的 LUN ID 号都必须相同。  
有关如何配置相同 SAN LUN ID 的说明因供应商而异，因此请参考存储阵列文档了解详细信息。
- 除非是个别存储阵列的指定主机类型，否则请将向 ESX/ESXi 显示的 LUN 的主机类型设置为 **Linux**、**Linux Cluster** 或者设置为 **vmware** 或 **esx**（如果可用）。
- 如果使用了 VMotion、DRS 或 HA，则请确保虚拟机的源主机与目标主机都能看到具有相同 LUN ID 的同一 LUN。

出于对可能出现数据损坏的担心，SAN 管理员可能认为使多个主机看见相同的 LUN 不合常规。但是，VMFS 可防止多个虚拟机同时对同一文件进行写入，因此给所有需要的 ESX/ESXi 系统置备 LUN 是可行的。

## EMC CLARiiON 存储系统

EMC CLARiiON 存储系统可与采用 SAN 配置的 ESX/ESXi 计算机配合使用。

基本配置包括以下步骤：

- 1 安装并配置存储设备。
- 2 在交换机级别配置分区。
- 3 创建 RAID 组。
- 4 创建并绑定 LUN。
- 5 注册 SAN 所连接的服务器。
- 6 创建包含服务器和 LUN 的存储组。

使用 EMC 软件执行配置。请参见 EMC 文档。

此阵列是主动/被动磁盘阵列，因此适用于以下相关问题：

- 为避免发生路径抖动的可能，默认多路径策略为**最近使用**，而非**固定**。ESX/ESXi 系统在识别阵列时设置默认策略。
- AX100 存储设备不支持自动对卷再签名。
- 要使用从 SAN 引导，请确保在 HBA BIOS 中选择主动 SP 作为引导 LUN 的目标。

---

**重要事项** 如果 EMC CLARiiON CX 存储系统使用 ALUA 协议，主机将无法从系统引导，也将无法显示在这些系统上部署的 VMFS 数据存储。在启用了 ALUA 时，这些存储系统不支持 ESX/ESXi 执行其操作所需的 SCSI-2 预留。

---

## EMC CLARiiON AX100 与 RDM

在 EMC CLARiiON AX100 系统上，只有在使用 Navisphere Management Suite 进行 SAN 管理时才支持 RDM。不保证 Navilight 能正常运作。

要成功使用 RDM，给定的 LUN 必须对群集中所有 ESX/ESXi 主机呈现相同的 LUN ID。默认情况下，AX100 不支持此配置。

## AX100 非活动连接的显示问题

使用直接连接 ESX/ESXi 系统的 AX100 FC 存储设备时，必须验证所有连接均可工作，并将任何不再使用的连接注销。否则，ESX/ESXi 将无法发现新的 LUN 或路径。

请考虑以下情况：

ESX/ESXi 系统直接连接 AX100 存储设备。ESX/ESXi 有两个 FC HBA。其中一个 HBA 先前已在存储阵列注册并且已对其 LUN 进行了配置，但现在连接为非活动状态。

将 ESX/ESXi 主机上的另一 HBA 连接到 AX100 并进行注册后，ESX/ESXi 主机可正确显示阵列具有一个活动连接。但是，所有先前配置给 ESX/ESXi 主机的 LUN 均不可见，即使反复地重新扫描也是如此。

要解决此问题，请移除非活动的 HBA、注销非活动 HBA 的连接，或使所有非活动连接处于活动状态。这会使得存储组中仅包含活动的 HBA。完成此更改后，通过重新扫描添加已配置的 LUN。

## 将主机配置更改应用于阵列

使用 AX100 存储阵列时，并无主机代理定期检查主机配置并将更改应用于阵列。`axnaviserverutil cli` 实用程序将用于更新所作的更改。此为手动操作并应根据需要执行。

该实用程序仅在服务控制台上运行，而在 ESXi 中不可用。

## EMC Symmetrix 存储系统

EMC Symmetrix 存储系统可与采用 FC SAN 配置的 ESX/ESXi 主机配合使用。通常，使用 EMC 软件执行配置操作。

以下设置在 Symmetrix 网络存储系统是必需的。有关详细信息，请参见 EMC 文档。

- 公共序列号 (C)
- 启用自动协商 (EAN)
- 在此端口上启用 Fibrepath (VCM)
- 启用 SCSI 3 (SC3) 集
- 唯一的全球名称 (UWN)
- 需要 SPC-2 (Decal) (SPC2) SPC-2 标记

ESX/ESXi 主机将所有来自 Symmetrix 存储阵列、容量不超过 50 MB 的所有 LUN 均视作管理 LUN。这些 LUN 也称为伪 LUN 或网关 LUN。这些 LUN 可显示在 EMC Symmetrix Management Interface 中，并且不应用于保存数据。

## IBM TotalStorage DS4800 存储系统

IBM TotalStorage DS4800 系统曾叫作 IBM FAStT。许多存储阵列供应商（包括 LSI 和 StorageTek）都生产与 DS4800 兼容的 SAN 存储阵列。

除 IBM TotalStorage 存储系统的正常配置步骤外，您还必须执行特定任务。您必须确保多路径策略设置为最近使用。

## 配置用于 DS4800 存储服务器 SAN 故障切换的硬件

本主题提供如何对 ESX/ESXi 主机和 DS4800 存储设置高可用性 SAN 故障切换配置的相关信息。

必须配备以下硬件组件：

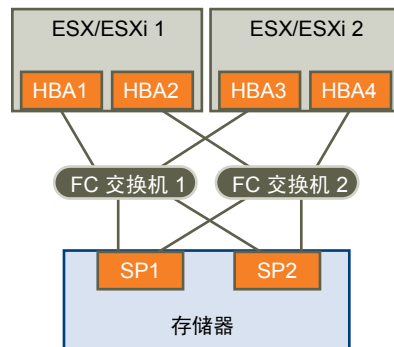
- 每台 ESX/ESXi 计算机上两个 FC HBA，如 QLogic 或 Emulex。
- 两台 FC 交换机，将 HBA 连接到 SAN（例如，FC 交换机 1 和 FC 交换机 2）。
- 两个 SP（例如，SP1 和 SP2）。

每个 SP 必须至少有两个连接 SAN 的端口。

使用以下 ESX/ESXi 主机连接设置，如图 4-1 所示：

- 将每台 ESX/ESXi 计算机上的每个 HBA 各自连接不同交换机。例如，使 HBA1 连接 FC 交换机 1，HBA2 连接 FC 交换机 2。
- 在 FC 交换机 1 上，SP1 连接的交换机端口号低于 SP2 连接的交换机端口号，从而确保 SP1 先列出。例如，SP1 连接 FC 交换机 1 端口 1，SP2 连接 FC 交换机 1 端口 2。
- 在 FC 交换机 2 上，SP1 连接的交换机端口号低于 SP2 连接的交换机端口号，从而确保 SP1 先列出。例如，将 SP1 连接到 FC 交换机 2 上的端口 1，将 SP2 连接到 FC 交换机 2 上的端口 2。

图 4-1。 SAN 故障切换



此配置对每个 HBA 提供两条路径，使得每条连接均能在发生故障时切换到冗余路径。此配置中的路径顺序可提供 HBA 和交换机故障切换，无需触发 SP 故障切换。LUN 所有权必须属于首选路径所连的存储处理器。在上述示例配置中，SP1 拥有 LUN 的所有权。

**注意** 上述示例假定交换机并非通过一个架构中的交换机内链路 (ISL) 连接。

## 验证存储处理器端口配置

可以通过对比 vSphere Client 信息和 DS4800 子系统配置文件中的信息来验证 SP 端口配置。

### 步骤

- 1 使用 vSphere Client 连接 ESX/ESXi 主机。
- 2 选择主机并选择**配置**选项卡。
- 3 在“硬件”面板中单击**存储适配器**。
- 4 选择各存储适配器以查看其 WWPN。
- 5 选择**存储**查看可用数据存储。

对比 WWPN 信息与 DS4800 存储子系统配置文件中列出的信息。



## 禁用自动卷传输

为避免发生路径抖动的可能，请在 SAN 存储处理器上禁用自动卷传输 (AVT)。如果启用了 AVT，那么两个存储处理器在特定情况下可交替取得 LUN 的所有权，这会致使性能降低。AVT 也称为 ADT（自动磁盘传输）。

要禁用 AVT，在 DS 4800 Storage Manager 中，对于包含一台或多台 ESX/ESXi 计算机的 HBA 的各主机组，请为其中定义的每个端口将主机类型设置为 LNXCL 或 VMware（用于更高版本）。

更改 AVT 配置后必须重新引导 ESX/ESXi 主机。

## 配置存储处理器检测数据

将 Windows 作为客户机操作系统运行的 DS4800 SP 在静态时应返回 Not Ready 检测数据。返回 Unit Attention 可能导致 Windows 客户机操作系统在故障切换期间发生故障。

### 步骤

- 1 在 Shell 窗口中，使用以下命令确定 LNXCL 主机类型的索引号。

输入每条命令后均按 Enter。

```
SMcli.exe <ip-addr-for-SPA> show hosttopology; <Enter>
SMcli.exe <ip-addr-for-SPB> show hosttopology; <Enter>
```

以下命令假定 13 是 NVSRAM 主机类型定义中与 LNXCL 对应的索引号。如果存储处理器的 LNXCL 对应的索引号不同，请用其替换以下命令中的 13。

- 2 对 SPA 执行下述命令使其返回 Not Ready 检测数据。

仅在输入所有命令后按 Enter。

```
SMcli.exe <ip-addr-for-SPA>
set controller [a] HostNVSRAMBYTE [13,0x12]=0x01;
set controller [a] HostNVSRAMBYTE [13,0x13]=0x00;
reset Controller [a];
<Enter>
```

- 3 对 SPB 执行下述命令使其返回 Not Ready 检测数据。

仅在输入所有命令后按 Enter。

```
SMcli.exe <ip-addr-for-SPB>
set controller [b] HostNVSRAMBYTE [13,0x12]=0x01;
set controller [b] HostNVSRAMBYTE [13,0x13]=0x00;
reset Controller [b];
<Enter>
```

---

**注意** 如果使用 DS4800 Storage Manager GUI，请将用于两个存储处理器的配置命令粘贴到单个脚本中，并同时二者进行配置。如果使用 SMcli.exe，请分别连接每个 SP。

---

## IBM TotalStorage 8000

IBM TotalStorage 8000 系统使用主动/主动阵列，无需特殊配置即可与 VMware ESX/ESXi 一起使用。

要成功使用 RDM，给定的 LUN 必须对群集中所有 ESX/ESXi 主机呈现相同的 LUN ID。

在 TotalStorage Configuration Management 工具中，选择对源和目标中的 LUN 使用相同 ID。

IBM TotalStorage 8000 系统不支持自动执行再签名。

---

**注意** 如果要将 ESX 主机配置为从 IBM TotalStorage 8000 阵列上的某个 LUN 使用从 SAN 引导，请在安装完成之前禁用相应刀片服务器的内部光纤端口。

---

## HP StorageWorks 存储系统

本节包含用于不同 HP StorageWorks 存储系统的配置信息。

有关其他信息，请参见 HP 网站上 HP ActiveAnswers 有关 VMware ESX/ESXi 的部分。

### HP StorageWorks MSA

本节列出了使用 HP StorageWorks MSA 主动/被动版本时用户所关心的问题。

#### 将配置文件名称设置为 Linux

要将 HP StorageWorks MSA 1000 和 MSA 1500 与 ESX/ESXi 系统配合使用，请配置 SAN 阵列与 ESX/ESXi 主机之间的 FC 连接，将配置文件名称设置为 Linux。

#### 步骤

- 1 使用 MSA 1000 命令行界面在 MSA 1000 上创建静态连接。

有关安装和配置命令行界面的信息，请参见 HP StorageWorks MSA 1000 文档。

---

**注意** 无法使用 HP Array Configuration 实用程序创建连接设置。

---

- 2 将 MSA 1000 命令行界面连接至 MSA 1000。
- 3 验证 MSA 1000 与 ESX/ESXi 主机之间的 FC 网络运行正常。
- 4 启动命令行界面，并在提示符处输入以下命令：

#### SHOW CONNECTIONS

输出显示 MSA 1000 所连各个 FC WWNN 和 WWPNN 的连接规范。

```
Connection Name:
Host WWNN = 20:02:00:a0:b8:0c:d5:56
Host WWPNN = 20:03:00:a0:b8:0c:d5:57
Profile Name = Default
Unit Offset 0
Controller 1 Port 1 Status = Online
Controller 2 Port 1 Status = Online
```

- 5 确保主机的 WWNN 和 WWPNN 显示 ESX/ESXi 计算机上每个 FC 适配器的正确连接。
- 6 创建静态连接。

```
ADD CONNECTION ESX_CONN_1 WWNN=20:02:00:a0:b8:0c:d5:56 WWPNN=20:03:00:a0:b8:0c:d5:57
PROFILE=LINUX
```

- 7 通过输入以下内容验证连接：

#### SHOW CONNECTIONS

输出显示单个连接，其 WWNN 和 WWPN 对为 20:02:00:a0:b8:0c:d5:56 和 20:03:00:a0:b8:0c:d5:57，且 Profile Name 设置为 Linux：

```
Connection Name: ESX_CONN_1
Host WWNN = 20:02:00:a0:b8:0c:d5:56
Host WWPN = 20:03:00:a0:b8:0c:d5:57
Profile Name = Linux
Unit Offset = 0
Controller 1 Port 1 Status = Online
Controller 2 Port 1 Status = Online
```

---

**注意** 确保 WWNN = 20:02:00:a0:b8:0c:d5:56 与 WWPN = 20:03:00:a0:b8:0c:d5:57 显示单个连接。

---

对于 WWNN=20:02:00:a0:b8:0c:d5:56 和 WWPN =20:03:00:a0:b8:0c:d5:57，此时不应再有连接名为 unknown 的连接。

- 8 使用不同的连接名称值为 ESX/ESXi 主机上的每个 WWNN 和 WWPN 添加静态连接。

### 集线器控制器问题

ESX/ESXi 系统在使用 MSA 集线器控制器的情况下可能无法正常工作。请改用 2/8 内部交换机或单端口控制器。

## HP StorageWorks EVA

HP StorageWorks EVA 系统的两种类型分别为 EVA\_GL 和 EVA\_XL，前者为主动/被动系统，后者为主动/主动系统。

向 ESX/ESXi 主机显示 LUN 时请将连接类型设置为“自定义”。请采用以下值之一：

- 对于 HP EVAgl 3000/5000（主动/被动），请使用主机模式类型 000000002200282E。
- 对于 HP EVAgl 固件 4.001（GL 系列的主动/主动固件）及更高版本，请使用主机模式类型 VMware。
- 对于所用固件版本低于 5.031 的 EVA4000/6000/8000 主动/主动阵列，请使用主机模式类型 000000202200083E。
- 对于使用 5.031 及更高版本固件的 EVA4000/6000/8000 主动/主动阵列，则请使用主机模式类型 VMware。

对于其他情况，EVA 系统无需特殊的配置更改即可与 ESX/ESXi 系统配合使用。

请参见 HP 网站上的《VMware Infrastructure 与 HP StorageWorks 最佳配置方案》。

## HP StorageWorks XP

对于 HP StorageWorks XP，请将主机模式设置为 Windows（而非 Linux）。Hitachi Data Systems 也提供此系统。

## Hitachi Data Systems 存储器

本节介绍 Hitachi Data Systems 存储器的相关设置。Sun 也可提供此存储解决方案，且该方案可由 HP XP 存储器实现。

### LUN 屏蔽

要屏蔽 ESX/ESXi 主机上的 LUN，最好使用 HDS Storage Navigator 软件。

### 微码和配置

请咨询 HDS 代表获取与 ESX/ESXi 交互操作所需的准确配置及微码级别。如果微码不受支持，则通常不能与 ESX/ESXi 进行交互。

### 模式

模式设置取决于所使用的机型，例如：

- 9900 和 9900v 使用 Netware 主机模式。
- 9500v 系列使用 Hostmode1: standard 及 Hostmode2: SUN Cluster。

有关此处未列出机型的主机模式设置，请咨询 HDS 代表。

## Network Appliance 存储器

配置 Network Appliance 存储设备时，首先为存储阵列设置适当的 LUN 类型及启动器组类型。

### LUN 类型

VMware（如果 VMware 类型不可用，请使用 Linux）。

### 启动器组类型

VMware（如果 VMware 类型不可用，请使用 Linux）。

随后必须置备存储器。

## 从 Network Appliance 存储设备置备存储器

可以使用 CLI 或 FilerView GUI 在 Network Appliance 存储系统上置备存储器。

有关 Network Appliance 存储器如何与 VMware 技术配合使用的其他信息，请参见 Network Appliance 文档。

### 步骤

- 1 如果需要，可使用 CLI 或 FilerView GUI 创建集合。

```
aggr create <vmware-aggr> <number of disks>
```

- 2 创建灵活卷。

```
vol create <aggregate name> <volume size>
```

- 3 创建 Qtree 存储各个 LUN。

```
qtree create <path>
```

- 4 创建 LUN。

```
lun create -s <size> -t vmware <path>
```

- 5 创建启动器组。

```
igroup create -f -t vmware <igroup name>
```

- 6 将 LUN 映射到刚创建的启动器组。

```
lun map (<path>) <igroup name> <LUN ID>
```

## 对 ESX 系统使用从 SAN 引导

---

本节讨论从 SAN 引导的优点，并介绍将 ESX 引导映像存储到 SAN LUN 上时需要执行的任务。

---

**注意** 如果不计划从 SAN 引导 ESX 主机，则请跳过本信息。

---

本章讨论了以下主题：

- [第 37 页，“从 SAN 引导概述”](#)
- [第 38 页，“准备从 SAN 引导”](#)
- [第 40 页，“为从 SAN 引导设置 QLogic FC HBA”](#)
- [第 42 页，“为从 SAN 引导设置 Emulex FC HBA”](#)

### 从 SAN 引导概述

考虑如何设置系统从 SAN 引导之前，请先判断这对您的环境而言是否可行。

请在以下情况下使用从 SAN 引导：

- 不想维护本地存储器时。
- 需要对服务控制台进行简单克隆时。
- 在无磁盘硬件配置中，例如，某些刀片系统上。

在以下情况下不应使用从 SAN 引导：

- 正在使用 Microsoft 群集服务时。
- 当服务控制台与 VMkernel 之间可能发生 I/O 冲突时。

---

**注意** 对于 ESX Server 2.5，从 SAN 引导无法与 RDM 一起使用。而 ESX 3.x 或更高版本中则取消了这一限制。

---

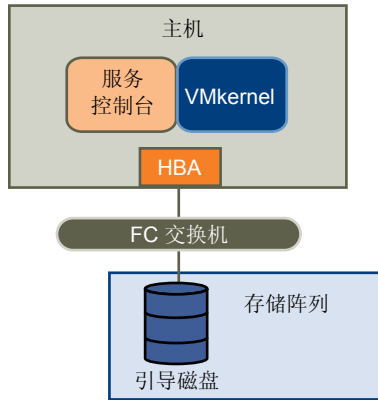
### 从 SAN 引导的工作原理

将主机设置为从 SAN 引导时，引导映像并非存储在 ESX 主机的本地磁盘上，而是存储在 SAN LUN 上。主机将获知有关引导映像位置的信息。主机启动之后，即从 SAN 阵列上的 LUN 进行引导。

在设置为从 SAN 引导的系统上：

- HBA BIOS 必须指定 FC 卡作为引导控制器。
- 必须配置 FC 卡以启动与目标引导 LUN 的原始连接。

图 5-1。从 SAN 引导的工作原理



**注意** 对 ESX 主机使用从 SAN 引导时，每台主机都必须拥有自己的引导 LUN。

## 从 SAN 引导的优点

从 SAN 引导 ESX 主机有许多优点。

这些优点包括：

- 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。
- 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。
- 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。

## 准备从 SAN 引导

除了 ESX 与 SAN 合用的常规配置任务外，请完成以下任务使 ESX 主机能够从 SAN 引导。

- 1 确保配置设置满足从 SAN 引导的基本要求。
- 2 准备硬件元素。

其中包括 HBA、网络设备和存储系统。请参阅各设备的产品文档。

- 3 配置 SAN 上的 LUN 屏蔽。

这将确保每个 ESX 主机都有专用的 LUN 作为引导分区。引导 LUN 必须专用于单台服务器。

- 4 选择诊断分区的位置。

诊断分区可与引导分区置于相同的 LUN 上。核心转储存储在诊断分区中。

**重要事项** 主机无法从使用 ALUA 协议的 EMC CLARiiON CX 存储系统引导。启用 ALUA 时，这些存储系统不支持 SCSI-2 预留，而 ESX 需要此预留才能从 SAN LUN 引导。

## 开始前

当您准备将 ESX 主机和存储阵列设置为从 SAN 引导时，请查看包括具体建议和要求、供应商文档在内的所有可用信息。

请查看以下信息：

- 所需配置类型的相关建议或样本设置：
  - 指向引导 LUN 的单一路径或冗余路径。
  - FC 交换机架构。
  - 适用于所用存储阵列类型的任何特定建议。
- 限制和要求，其中包括：
  - 从 SAN 引导的限制。
  - 有关要用于从 SAN 引导的存储阵列的供应商建议。
  - 有关从 SAN 引导的服务器的供应商建议。
- 使用以下方法之一查找引导路径 HBA 的 WWN：
  - 在引导刚开始时进入 FC HBA BIOS。
  - 在物理卡上找到 WWN。其与 MAC 地址类似。

## 从 SAN 引导模式中的 LUN 屏蔽

正确的 LUN 屏蔽对从 SAN 引导模式非常重要。

- 每台服务器只能看到其自身的引导 LUN，而看不到其他服务器的引导 LUN。
- 多台服务器可以共享一个诊断分区。这点可以通过使用 LUN 屏蔽来实现。

有关如何对主机上的特定 LUN 屏蔽路径的详细信息，请参见第 75 页，“屏蔽路径”。

## 准备 SAN

本节列出的步骤用于准备从 SAN 引导的 SAN 存储阵列。

### 步骤

- 1 连接 FC 和以太网线缆，请参阅适用于您的设置的任何线缆连接指南。  
检查 FC 交换机接线（如果有）。
- 2 配置存储阵列。
  - a 在 SAN 存储阵列中，使 ESX 主机对于 SAN 为可见。（这通常称为创建对象。）
  - b 在 SAN 存储阵列中，设置 ESX 主机，将主机 FC 适配器的 WWPN 作为端口名称或节点名称使用。
  - c 创建 LUN。
  - d 分配 LUN。
  - e 记录 FC 交换机和存储阵列的 IP 地址。
  - f 记录涉及到的各个 SP 及主机适配器的 WWPN。



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

- 3 将 HBA BIOS 配置为从 SAN 引导。
- 4 从 ESX 安装 CD 引导 ESX 系统。

QLogic BIOS 使用路径 (`wwpn:lun`) 搜索列表查找引导映像。如果某一 `wwpn:lun` 路径与一条被动路径相关联 (如使用 CLARiiON 或 IBM TotalStorage DS 4000 系统的情况), BIOS 将采用该被动路径且不查找主动路径。如果从 SAN LUN 引导 ESX 系统, 则引导会在主机尝试访问被动路径时失败。

## 尽可能减少启动器数目

确保分区包含尽量少的主机和存储器端口。如果同一分区内包含若干其他启动器而尝试选择引导 LUN, 则 Emulex 和 QLogic BIOS 可能变得没有响应。

例如, 如果一个分区内有 15 个启动器和 4 个 Symmetrix 端口, 则可能因 Emulex 或 QLogic BIOS 没有响应而无法从中选择引导设备。如果将两个主机端口作为一个分区, 从这一分区仅看到四个存储器端口, 那么便可以选择引导 LUN。

## 将系统设置为先从 CD-ROM 引导

因为 VMware 安装 CD 已放入 CD-ROM 驱动器, 所以请将系统设置为先从 CD-ROM 引导。为此, 请在系统 BIOS 设置中更改系统引导顺序。

例如, 在 IBM X-Series 345 服务器上, 您需要完成以下操作。

### 步骤

- 1 在系统启动过程中, 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**。

现在即可安装 ESX 系统。

## 为从 SAN 引导设置 QLogic FC HBA

配置 QLogic HBA BIOS 以从 SAN 引导 ESX 时, 包括启用 QLogic HBA BIOS、启用可选式引导和选择引导 LUN。

---

**注意** 如果正在使用 IBM BladeCenter, 则请从服务器断开所有本地磁盘驱动器。

---



## 启用 QLogic HBA BIOS

配置 QLogic HBA BIOS 以从 SAN 引导 ESX 时，请从启用 QLogic HBA BIOS 开始。

### 步骤

- 1 进入 BIOS Fast!UTIL 配置实用程序。
  - a 引导服务器。
  - b 引导服务器时，请按 **Ctrl+Q**。
- 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 <a href="#">步骤 3</a> 。
多个 HBA	如果有多个 HBA，请手动选择 HBA。 <ol style="list-style-type: none"> <li>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。</li> <li>b 按 <b>Enter</b>。</li> </ol>

- 3 在“Fast!UTIL 选项”页面中，选择**配置设置**并按 **Enter**。
- 4 在“配置设置”页面中，选择**主机适配器设置**并按 **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。

## 启用可选式引导

需要启用可选式引导。

### 步骤

- 1 选择**可选式引导设置**并按 **Enter**。
- 2 在“可选式引导设置”页面中，选择**可选式引导**。
- 3 按 **Enter** 将值切换至**已启用**。

## 选择引导 LUN

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。

### 步骤

- 1 使用光标键选择存储处理器列表中的第一个条目。
- 2 按 **Enter** 打开“选择光纤通道设备”页面。
- 3 使用光标键选择所选 SP 并按 **Enter**。
  - 如果 SP 仅连接一个 LUN，则该 LUN 将被选为引导 LUN，并可以跳至[步骤 4](#)。
  - 如果 SP 连接多个 LUN，此时将打开“选择 LUN”页面。使用箭头键定位到所选 LUN 并按 **Enter**。
 如果列表中显示任何其他存储处理器，请定位到相应条目并按 **C** 清除数据。

- 4 按两次 Esc 退出。
- 5 按 Enter 保存设置。

## 为从 SAN 引导设置 Emulex FC HBA

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

### 启用 BootBIOS 提示

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

#### 步骤

- 1 在 ESX 服务控制台或 Linux 命令提示符中，运行 **lputil**。

---

**注意** 考虑到是从装入 Emulex 驱动器的 Linux Administration CD 引导 ESX 主机，因而在此处运行 **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 ESX 时，需要启用 BIOS。

#### 步骤

- 1 重新引导 ESX 计算机。
- 2 在 Emulex 提示处按 ALT+E。
  - a 选择适配器（支持 BIOS）。
  - b 选择 <2> **配置适配器参数**。
  - c 选择 <1> **启用或禁用 BIOS**。
  - d 选择 <1> 以启用 BIOS。
  - e 选择 <x> 退出，选择 <N> 返回主菜单。
- 3 在 Emulex 主菜单中：
  - 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。



## 管理使用 SAN 存储器的 ESX/ESXi 系统

---

本节可在管理 ESX/ESXi 系统、有效使用 SAN 存储器以及执行故障排除方面为您提供帮助。另外，本节还将说明如何查找有关存储设备、适配器及多路径等的信息。

本章讨论了以下主题：

- [第 45 页](#)，“查看存储适配器信息”
- [第 46 页](#)，“查看存储设备信息”
- [第 48 页](#)，“查看数据存储信息”
- [第 48 页](#)，“解决显示问题”
- [第 51 页](#)，“N-Port ID 虚拟化”
- [第 53 页](#)，“路径扫描和声明”
- [第 56 页](#)，“路径管理和手动或静态负载平衡”
- [第 57 页](#)，“故障切换”
- [第 58 页](#)，“共享诊断分区”
- [第 58 页](#)，“避免和解决 SAN 问题”
- [第 59 页](#)，“优化 SAN 存储器性能”
- [第 60 页](#)，“解决性能问题”
- [第 62 页](#)，“SAN 存储器备份注意事项”
- [第 64 页](#)，“分层应用程序”
- [第 64 页](#)，“管理重复 VMFS 数据存储”

### 查看存储适配器信息

在 vSphere Client 中，可以显示主机使用的存储适配器并检查其信息。

列出所有可用适配器后，可以查看其型号、类型（如光纤通道、并行 SCSI 或 iSCSI）及其唯一标识符（如果可用）。

光纤通道 HBA 使用全球名称 (WWN) 作为唯一标识符。

显示每个光纤通道 HBA 的详细信息时，可了解以下信息。

**表 6-1。 存储适配器信息**

适配器信息	描述
型号	适配器的型号。
目标	通过适配器访问的目标数。
WWN	根据唯一标识 FC 适配器的光纤通道标准形成的全球名称。
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。

## 查看存储适配器信息

使用 vSphere Client 显示存储适配器，并查看其信息。

### 步骤

- 1 在“清单”中，选择**主机和群集**。
- 2 选择主机，然后单击**配置**选项卡。
- 3 在“硬件”中，选择**存储适配器**。
- 4 要查看特定适配器的详细信息，请从“存储适配器”列表中选择适配器。
- 5 要列出适配器可以访问的所有存储设备，请单击**设备**。
- 6 要列出适配器使用的所有路径，请单击**路径**。

## 查看存储设备信息

可以使用 vSphere Client 显示主机可用的所有存储设备或 LUN，包括所有本地和联网的设备。如果使用任何第三方多路径插件，则通过插件可用的存储设备也将出现在列表上。

对于每个存储适配器，可以显示仅通过此适配器可访问的存储设备的单独列表。在检查存储设备的列表时，通常可以看到以下信息。

**表 6-2。 存储设备信息**

设备信息	描述
名称	主机根据存储器类型和制造商为设备分配的友好名称。
标识符	通用唯一标识符是存储设备的固有名称。
运行时名称	设备第一条路径的名称。
LUN	显示目标中 LUN 位置的 LUN 号。
类型	设备类型，例如，磁盘或 CD-ROM。
传输	主机用于访问设备的传输协议。
容量	存储设备的总容量。
所有者	主机用于管理存储设备的插件（如 NMP 或第三方插件）。

每个存储设备的详细信息包括以下内容：

- 指向 `/vmfs/devices/` 目录中存储设备的路径。
- 主分区和逻辑分区，包括 VMFS 数据存储（如果已配置）。

## 了解存储设备命名

在 vSphere Client 中，每个存储设备或 LUN 均由多个名称进行标识。

<b>名称</b>	主机根据存储器类型和制造商分配给设备的友好名称。您可以使用 vSphere Client 修改名称。
<b>标识符</b>	主机从存储器提取的通用唯一标识符。根据存储器的类型，主机使用不同算法提取标识符。标识符在重新引导后仍然存在，且在共享设备的所有主机中相同。
<b>运行时名称</b>	<p>设备第一条路径的名称。运行时名称由主机创建。此名称不是设备的可靠标识符，并不持久。</p> <p>运行时名称具有以下格式：</p> <p>vmhba#:C#:T#:L#，其中</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ <b>vmhba#</b> 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。</li> <li>■ <b>C#</b> 是存储器通道号。</li> <li>■ <b>T#</b> 是目标号。目标编号由主机决定，可能会在对于主机可见的目标的映射更改时发生变化。由不同主机共享的目标可能没有相同的目标号。</li> <li>■ <b>L#</b> 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)。</li> </ul> <p>例如，<b>vmhba1:C0:T3:L1</b> 表示通过存储适配器 <b>vmhba1</b> 和通道 0 访问的目标 3 上的 LUN 1。</p>

## 显示主机的存储设备

可以使用 vSphere Client 显示主机可用的所有存储设备或 LUN，包括所有本地和联网的设备。如果使用任何第三方多路径插件，则通过插件可用的存储设备也将出现在列表上。

### 步骤

- 1 在“清单”中，选择**主机和群集**。
- 2 选择主机，然后单击**配置**选项卡。
- 3 在“硬件”中，选择**存储器**。
- 4 单击**设备**。
- 5 要查看有关特定设备的其他详细信息，请从列表中选择设备。

## 显示适配器的存储设备

对于主机上的每个存储适配器，可以显示只有通过此适配器才可访问的存储设备的列表。

### 步骤

- 1 在“清单”中，选择**主机和群集**。
- 2 选择主机，然后单击**配置**选项卡。
- 3 在“硬件”中，选择**存储适配器**。
- 4 从“存储适配器”列表中选择适配器。
- 5 单击**设备**。

## 查看数据存储信息

可以查看可用数据存储列表并分析它们的属性。

“数据存储”窗格显示有关数据存储的摘要信息。

- 数据存储所在的目标存储设备。
- 数据存储使用的文件系统。
- 总容量和可用空间。

对于每个数据存储，还可以检查以下详细信息：

- 数据存储的位置。
- 总容量，包括已用空间和可用空间。
- 数据存储跨越的个别数据区及其容量。要查看数据区详细信息，请单击**属性**并选择**数据区**面板。
- 用来访问存储设备的路径。

## 检查数据存储属性

使用 vSphere Client 检查数据存储属性。

### 步骤

- 1 在清单中选择主机，然后单击**配置**选项卡。
- 2 在“硬件”中，选择**存储器**。
- 3 单击**数据存储**视图。
- 4 要显示特定数据存储的详细信息，请从列表中选择数据存储。

## 解决显示问题

当使用 vSphere Client 查看 ESX/ESXi 主机可用的存储设备时，如果输出与您的期望有所不同，请执行故障排除任务。

如果存在显示问题，请执行以下故障排除任务。

**表 6–3。 排除光纤通道 LUN 显示故障**

故障排除任务	描述
检查线缆连接。	如果看不到端口，问题可能在于线缆连接。请先检查线缆。请确保线缆已连接端口，且链路指示灯表示连接良好。如果线缆任意一端的链路指示灯未显示连接良好，请更换线缆。
检查区域分配。	区域分配限制对特定存储设备的访问，增加安全性，同时降低网络流量。有些存储供应商仅允许单启动器区域。在这种情况下，一个 HBA 可处于仅面向一个目标的多个区域。另一些供应商允许多启动器区域。请参见存储供应商的文档了解区域分配要求。使用 SAN 交换机软件配置和管理区域分配。
检查访问控制配置。	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ MASK_PATH 插件允许您阻止主机看见特定存储阵列或存储阵列上的特定 LUN。如果主机在阵列上看不见预期的 LUN，则路径屏蔽可能设置不正确。</li> <li>■ 要从 SAN 引导，请确保每台 ESX 主机仅看到所需的 LUN。不要使任何 ESX 主机看到不归其所有的任何引导 LUN。使用存储系统软件确保 ESX 主机仅能看到应对其可见的 LUN。</li> <li>■ 确保通过 <b>Disk.MaxLUN</b> 设置可查看预期为可见的 LUN。</li> </ul>



表 6-3。 排除光纤通道 LUN 显示故障（续）

故障排除任务	描述
检查存储处理器设置。	如果磁盘阵列有多个存储处理器 (SP)，请确保 SAN 交换机连接了要访问的 LUN 所属的 SP。在某些磁盘阵列上，仅有一个 SP 为主动，另一 SP 在发生故障前是被动的。如果连接错误的 SP（对应被动路径的 SP），则您可能看到了 LUN，但在尝试进行访问时出错。
重新扫描 HBA。	在每次完成以下任务时，执行重新扫描： <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 在 SAN 上创建新 LUN。</li> <li>■ 更改 ESX/ESXi 主机存储系统上的路径屏蔽配置。</li> <li>■ 重新连接线缆。</li> <li>■ 对群集中的主机进行更改。</li> </ul>

## 存储刷新和重新扫描操作

刷新操作可更新 vSphere Client 中显示的数据存储列表和存储信息（例如数据存储容量）。在 ESX/ESXi 主机或 SAN 配置中进行更改时，可能需要使用重新扫描操作。

可以重新扫描主机上的所有适配器。如果进行的更改只针对特定适配器，则只需重新扫描此适配器。如果 vSphere Client 已连接到 vCenter Server 系统，则可以重新扫描由 vCenter Server 系统管理的所有主机上的适配器。

每次进行以下更改之一后请执行重新扫描：

- 针对某一 ESX/ESXi 主机对 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。
- 对群集中的主机进行更改。

**重要事项** 不要在路径不可用时重新扫描。如果一条路径发生故障，将由另一条路径取代，系统的所有功能仍继续运行。但是，如果在路径不可用时重新扫描，主机会将该路径从指向设备的路径列表中移除。直到下次在该路径处于活动状态下执行重新扫描后，主机才能使用此路径。

## 重新扫描存储适配器

在 ESX/ESXi 主机或 SAN 配置中进行更改时，可能需要重新扫描存储适配器。可以重新扫描主机上的所有适配器。如果进行的更改只针对特定适配器，则只需重新扫描此适配器。

如果只需要重新扫描特定主机或特定主机上的适配器，请使用此步骤。如果要重新扫描由 vCenter Server 系统管理的所有主机上的适配器，则可以通过右键单击包含这些主机的数据中心、群集或文件夹并选择**重新扫描数据存储**来执行此操作。

### 步骤

- 1 在 vSphere Client 中，选择一台主机，然后单击**配置**选项卡。
- 2 在“硬件”面板中，选择**存储适配器**，然后单击“存储适配器”面板上方的**重新扫描**。

也可右键单击一个适配器，并单击**重新扫描**只对该适配器进行重新扫描。

**重要事项** 在 ESXi 上，不可能重新扫描单个存储适配器。如果重新扫描单个适配器，则所有适配器都会进行重新扫描。

- 3 要发现新的磁盘或 LUN，请选择**扫描新的存储设备**。  
新发现的 LUN 将显示在设备列表上。
- 4 要发现新的数据存储或在其配置更改后更新数据存储，请选择**扫描新的 VMFS 卷**。  
发现的新数据存储或 VMFS 卷将出现在数据存储列表上。

## 更改扫描的 LUN 数目

默认情况下，VMkernel 从每一目标的 LUN 0 扫描到 LUN 255（总共 256 个 LUN）。可以修改 **Disk.MaxLUN** 参数以提升发现 LUN 的速度。

---

**重要事项** 无法发现 LUN ID 号大于 255 的 LUN。

---

减小该值可缩短重新扫描时间和引导时间。但是，重新扫描 LUN 所需的时间可能取决于其他因素，其中包括存储系统类型以及是否启用了稀疏 LUN 支持。

### 步骤

- 1 在 vSphere Client “清单” 面板中，选择主机，然后依次单击**配置**选项卡和**高级设置**。
- 2 选择**磁盘**。
- 3 向下滚动至 **Disk.MaxLUN**。
- 4 将现有值更改为所选的值，并单击**确定**。

输入的值会将 LUN 指定为要发现的最后一个 LUN 的后面一个。

例如，要发现 0 到 31 的 LUN，则将 **Disk.MaxLUN** 设置为 32。

## 禁用稀疏 LUN 支持

可以禁用默认稀疏 LUN 支持以减少 ESX/ESXi 扫描 LUN 所需的时间。

VMkernel 默认提供稀疏 LUN 支持。稀疏 LUN 支持使 VMkernel 在存储系统显示非顺序编号的 LUN（例如 0、6 和 23）时可以执行不中断的 LUN 扫描。如果存储系统显示的所有 LUN 均为顺序编号，则可以禁用稀疏 LUN 支持。

### 步骤

- 1 在 vSphere Client “清单” 面板中，选择主机，然后依次单击**配置**选项卡和**高级设置**。
- 2 在“高级设置”对话框中，选择**磁盘**。
- 3 向下滚动至 **Disk.SupportSparseLUN**，将值更改为 0，然后单击**确定**。

## 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）。当该虚拟机已启动时，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，虚拟机关闭后，VPORT 便在主机上消失，并且不会再显示于 FC 架构。当虚拟机从一个 ESX/ESXi 迁移到另一个时，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四个 WWN 对（WWPN 和 WWNN）。启动使用 NPIV 的虚拟机后，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 数目等于主机上存在的物理 HBA 个数，最大为四。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。

---

**注意** 如果主机将四个物理 HBA 作为指向存储器的路径，所有物理路径必须由 SAN 管理员针对虚拟机进行区域分配。这需要支持多路径，即使一次只有一条路径处于活动状态。

---

### 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和限制。

存在以下要求和限制：

- NPIV 仅能用于具备 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。
- 对于此 NPIV 实施，ESX/ESXi 主机上的物理 HBA（使用其自身的 WWN）必须对该主机上运行的虚拟机要访问的所有 LUN 具有访问权限。
- ESX/ESXi 主机的物理 HBA 必须支持 NPIV。目前，以下供应商及 HBA 类型提供这一支持：
  - QLogic - 所有 4 GB HBA。
  - Emulex - 具有 NPIV 兼容固件的 4 GB HBA。
- 每台虚拟机仅生成四个 WWN 对。
- 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。
- 使用的交换机必须是 NPIV 可识别的。

- 配置用于在存储器级别进行访问的 NPIV LUN 时，请确保 NPIV LUN 号和 NPIV 目标 ID 与物理 LUN 和目标 ID 相匹配。
- 始终使用 vSphere Client 对具有 WWN 的虚拟机进行操作。



**小心** 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

可在创建带有 RDM 磁盘的新虚拟机时向此虚拟机分配 WWN，或者向可以暂时关闭的现有虚拟机分配 WWN。

### 步骤

- 1 在 vSphere Client 中，单击导航栏中的**清单**，并在必要时展开清单。
- 2 在清单列表中，选择要添加新虚拟机的受管主机。
- 3 选择**文件 > 新建 > 虚拟机**。  
此时将显示创建新的虚拟机向导。
- 4 选择**自定义**，然后单击**下一步**。
- 5 键入虚拟机名称，然后单击**下一步**。
- 6 选择一个文件夹或数据中心的根目录，然后单击**下一步**。
- 7 如果资源池选项可用，请展开此树直到找到要运行虚拟机的资源池，将其突出显示，然后单击**下一步**。
- 8 选择在其中存储虚拟机文件的数据存储，然后单击**下一步**。
- 9 在**客户机操作系统**下，选择操作系统系列（Microsoft Windows、Linux、Novell NetWare、Solaris 或其他）。
- 10 在下拉菜单中选择版本，然后单击**下一步**。
- 11 在下拉列表中选择虚拟机的虚拟处理器数目，然后单击**下一步**。
- 12 选择以兆字节为单位的数字来配置虚拟机的内存大小，然后单击**下一步**。
- 13 配置网络连接，然后单击**下一步**。
- 14 选择希望虚拟机使用的 SCSI 适配器的类型。
- 15 选择**裸机映射**，然后单击**下一步**。
- 16 在 SAN 磁盘或 LUN 列表中，选择想要虚拟机直接访问的裸 LUN。
- 17 为 RDM 映射文件选择数据存储。

可以将 RDM 文件置于虚拟机文件所驻留的同一数据存储上，也可以选择不同的数据存储。

**注意** 如果要对启用了 NPIV 的虚拟机使用 VMotion，请确保 RDM 文件位于虚拟机配置文件所驻留的同一数据存储。启用 NPIV 后，无法在数据存储之间执行 Storage VMotion 或 VMotion。

- 18 选择兼容模式：物理或虚拟。

根据您的选择，后续屏幕将提供不同的选项。

- 物理兼容模式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）。
- 虚拟兼容允许 RDM 像虚拟磁盘一样工作，因此您可以使用快照和克隆之类的功能。

- 19 在“高级选项”页面中，可以更改虚拟设备节点，然后单击**下一步**。

- 20 向虚拟机分配 WWN。
- 21 在“即将完成”新建虚拟机页面上，请选择**完成前编辑虚拟机设置**复选框，并单击**下一步**。

分配或修改 WWN

创建了带有 RDM 的虚拟机后，您可以向其分配虚拟 WWN。您还可以对带有 RDM 的现有虚拟机修改 WWN 分配。

前提条件

如果要编辑现有的 WWN，请确保关闭相应虚拟机。

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 ESX/ESXi 主机进行访问。

步骤

- 1 打开“虚拟机属性”对话框。

选项	操作
新建虚拟机	对于新的虚拟机，创建虚拟机后，在“即将完成”新建虚拟机页面上选中 <b>完成前编辑虚拟机设置</b> 复选框，然后单击 <b>继续</b> 。
现有虚拟机	对于现有的虚拟机，在“清单”面板中选择虚拟机，然后单击 <b>编辑设置</b> 链接。

- 2 选择**选项**选项卡。
- 3 选择**光纤通道 NPIV**。
- 4 在打开的对话框中，选择以下选项之一：

选项	描述
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。 <b>小心</b> 移除或更改虚拟机的现有 WWN 分配可导致其与存储 LUN 的连接丢失。

- 5 单击**确定**保存更改。

路径扫描和声明

启动 ESX/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 `/etc/vmware/esx.conf` 文件中所定义的一组声明规则，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 SATP 应当用于管理特定阵列类型的路径，以及哪些 PSP 用于各个存储设备。例如，对于属于 EMC CLARiON CX 存储系列的存储设备，默认 SATP 是 VMW\_SATP\_CX，默认 PSP 是“最近使用”。

使用 vSphere 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 71 页，附录 B “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 命令行界面安装和参考指南》。

## 查看路径信息

使用 vSphere Client 确定 ESX/ESXi 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。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。

路径信息包括分配用来管理设备的 SATP、路径选择策略 (PSP)、路径及其物理特性的列表（如适配器和各条路径使用的目标）以及各条路径的状态。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)。

---

**注意** 对于运行 ESX/ESXi 3.5 或更低版本的主机，术语“主动”意为只有一条路径被主机用来向 LUN 发出 I/O。

---

**备用** 路径处于工作状态，并且在活动路径发生故障时可用于 I/O。

**禁用** 路径已禁用，无法传输数据。

**中断** 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 (\*)。

## 查看数据存储路径

使用 vSphere Client 检查连接到部署了数据存储的存储设备的路径。

### 步骤

- 1 登录 vSphere Client，在“清单”面板中选择服务器。
- 2 依次单击**配置**选项卡和“硬件”面板中的**存储器**。
- 3 在“查看”下方单击**数据存储**。
- 4 在已配置的数据存储列表中，选择要查看或配置其路径的数据存储。  
“详细信息”面板显示用来访问设备的路径总数，以及是否有任何路径已中断或已禁用。
- 5 单击**属性 > 管理路径**以打开“管理路径”对话框。  
可以使用“管理路径”对话框来启用或禁用路径、设置多路径策略，以及指定首选路径。

## 查看存储设备路径

使用 vSphere 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。

### 步骤

- 1 登录 vSphere Client，在“清单”面板中选择服务器。
- 2 依次单击**配置**选项卡和“硬件”面板中的**存储器**。
- 3 在“查看”下方单击**设备**。
- 4 单击**管理路径**以打开“管理路径”对话框。

设置路径选择策略

对于每个存储设备，ESX/ESXi 主机都将根据 `/etc/vmware/esx.conf` 文件中所定义的声明规则来设置路径选择策略。

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)

当通往磁盘的首选路径可用时，主机将始终使用此路径。如果主机无法通过首选路径访问磁盘，它会尝试替代路径。“固定”是主动-主动存储设备的默认策略。
- 最近使用 (VMware)

主机使用磁盘的路径，直到路径不可用为止。当路径不可用时，主机将选择替代路径之一。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 是主动-被动存储设备的默认策略并且对于这些设备是必需的。
- 循环 (VMware)

主机使用自动路径选择算法轮流选择所有可用路径。这样可跨所有可用物理路径实现负载平衡。

负载平衡即是将服务器 I/O 请求分散于所有可用主机路径的过程。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。

表 6-4 总结了主机的行为随不同阵列类型和故障切换策略变化的情况。

表 6-4。 路径策略影响

策略/控制器	主动-主动	主动-被动
最近使用	发生路径故障后进行故障恢复需要管理员操作。	发生路径故障后进行故障恢复需要管理员操作。
固定	连接恢复后，VMkernel 继续使用首选路径。	VMkernel 尝试继续使用首选路径。这会导致路径抖动或故障，因为另一 SP 现拥有 LUN 的所有权。
循环	无故障恢复。	选择了循环调度中的下一路径。

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“管理路径”对话框修改路径选择策略并指定“固定”策略的首选路径。

步骤

- 1

从“数据存储”视图或“设备”视图打开“管理路径”对话框。
- 2

选择路径选择策略。

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)

■ 最近使用 (VMware)

■ 循环 (VMware)
- 3

对于“固定”策略，请指定首选路径，方法是：右键单击要作为首选路径分配的路径并选择**首选**。
- 4

单击**确定**以保存设置并退出对话框。

## 禁用路径

由于维护或其他原因，可以暂时禁用路径。您可以使用 vSphere Client 完成此操作。

### 步骤

- 1 从“数据存储”视图或“设备”视图打开“管理路径”对话框。
- 2 在“路径”面板中，右键单击要禁用的路径，然后选择**禁用**。
- 3 单击**确定**以保存设置并退出对话框。

还可以通过右键单击列表中的路径，然后选择**禁用**来从适配器的“路径”视图禁用路径。

## 路径管理和手动或静态负载平衡

在可用路径间平衡负载将提高性能。使用主动/主动和主动/被动存储阵列，可以将主机设置为使用不同路径访问不同的 LUN，从而实现适配器的平均使用。

如果某一路径发生故障，其余可用路径将承载所有流量。路径故障切换可能需要一分钟或更长时间，因为 SAN 可能要协同新的拓扑来尝试还原服务。此延迟对于允许 SAN 在拓扑更改后稳定其配置是必要的。

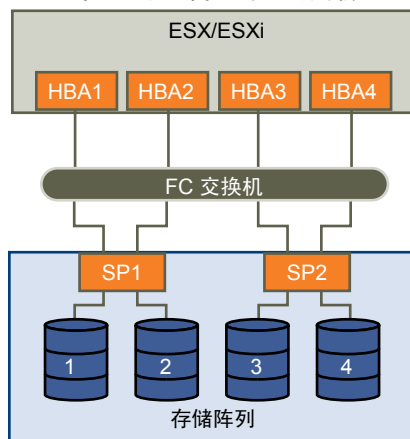
使用主动/主动存储阵列，通过将首选的路径分配到 LUN，可以配置 ESX/ESXi 主机以跨多个适配器平衡流量负载。路径策略必须设置为“固定”。

以下示例演示如何在主动/主动阵列执行手动负载平衡。

假定以下设置，如图 6-1 中所示。

- 主动/主动 SP
- 一个 ESX/ESXi 系统
- 每台服务器中有四个光纤通道 HBA
- Director 级软件

图 6-1。手动平衡光纤通道负载



为实现负载平衡，请按如下所示设置首选路径。尽管此示例使用四个 HBA，其实只需使用两个 HBA 即可执行负载平衡。

- 对于 LUN 1: HBA1-SP1-LUN1
- 对于 LUN 2: HBA2-SP1-LUN2
- 对于 LUN 3: HBA3-SP2-LUN3
- 对于 LUN 4: HBA4-SP2-LUN4



在主动/被动阵列中，如果阵列支持两个活动路径，并且 HBA 端口可以在阵列中访问全部两个 SP，则可以执行负载平衡。

**注意** 主动/被动阵列使用没有首选路径的 MRU 路径策略。如果出现路径故障，则没有故障恢复。因此，静态负载平衡随着时间的推进可能不平衡。

## 故障切换

路径故障切换指的是指向 LUN 的活动路由由某一路径更改为另一路径的情况，通常是因为当前路径沿线的某一 SAN 组件发生故障。服务器通常有一个或两个 HBA，每个 HBA 连接到给定 SAN 阵列上的一个或两个存储处理器。通过查看 LUN 的属性可以确定活动路径，即服务器当前所使用的路径。

拔出 FC 线缆后，I/O 可能会暂停 30-60 秒，直到 FC 驱动程序确定链路无法工作并且故障切换完成为止。因此，虚拟机（其虚拟磁盘安装在 SAN 存储器上）可能变得没有响应。如果尝试显示主机、主机存储设备或主机适配器，操作可能被挂起。故障切换完成后，I/O 恢复正常。

如果发生存在多处故障的灾难性事件，所有与 SAN 存储设备的连接可能都会丢失。如果任何与存储设备的连接均无法工作，某些虚拟机在其虚拟 SCSI 磁盘上可能遇到 I/O 错误。

### 对故障切换设置 HBA 超时

通常在存储 HBA 驱动程序中设置用于 I/O 重试操作的超时值。VMware 建议将 HBA 驱动程序超时值设置为 30 秒。

配置超时值：

- 对于 QLogic HBA，超时值为  $2 * n + 5$  秒，其中  $n$  是 QLogic 卡 BIOS 的 PortDownRetryCount 参数值。通过更改模块参数 qlport\_down\_retry 的值（默认值为 10）可以改变路径故障检测时间。此参数建议设置为默认值。
- 对于 Emulex HBA，通过更改模块参数 lpfc\_devloss\_tmo（默认是 10）的值，可以修改路径故障检测时间。建议设置为默认值。

要更改此参数，您必须向驱动程序传递额外选项，如 qlport\_down\_retry 或 lpfc\_devloss\_tmo。下一节介绍如何向驱动程序传递这些选项。

### 设置 SCSI 控制器的设备驱动程序选项

本节将描述如何设置 QLogic、Emulex 或其他 SCSI 卡驱动程序的设备驱动程序选项。

#### 步骤

- 1 备份 /etc/vmware/esx.conf 文件，然后将其打开进行编辑。

文件包含对应每个 SCSI 设备的一节内容，如下例所示。

```
/device/002:02.0/class = "0c0400"
/device/002:02.0/devID = "2312"
/device/002:02.0/irq = "19"
/device/002:02.0/name = "QLogic Corp QLA231x/2340 (rev 02)"
/device/002:02.0/options = ""
/device/002:02.0/owner = "vmkernel"
/device/002:02.0/subsysDevID = "027d"
/device/002:02.0/subsysVendor = "1014"
/device/002:02.0/vendor = "1077"
/device/002:02.0/vmkernel = "vmhba0"
```

- 2 找到紧邻 name 行之下的 options 行，然后根据需要进行修改。
- 3 如果需要，对由同一驱动程序控制的所有 SCSI 适配器重复上述操作。

## 设置操作系统超时

您可能想要增加标准磁盘超时值，以便 Windows 客户机操作系统不会在故障切换过程中发生大范围中断。

对于 Windows 2000 和 Windows Server 2003 客户机操作系统，可以使用注册表设置操作系统超时。

### 前提条件

开始操作前，请先备份 Windows 注册表。

### 步骤

- 1 选择**开始 > 运行**。
- 2 在命令窗口中，键入 **regedit.exe**，并单击**确定**。
- 3 在左面板层次结构视图中，依次双击 **HKEY\_LOCAL\_MACHINE**、**System**、**CurrentControlSet**、**Services** 和 **Disk**。
- 4 选中 **TimeOutValue** 并将数据值设置为 **x03c**（十六进制）或 **60**（十进制）。
 

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。
- 5 单击**确定**退出注册表编辑器。

## 共享诊断分区

通常，将 ESX/ESXi 主机的本地磁盘用作诊断分区。但对于从 SAN 引导的无磁盘 ESX 服务器，多个主机可共享同一 SAN LUN 上的一个诊断分区。

如果多个 ESX/ESXi 系统使用一个 LUN 作为诊断分区，必须对该 LUN 进行区域分配以便所有服务器都可对其进行访问。

每台服务器需要 100 MB 空间，因此 LUN 的大小将决定可共享该 LUN 的服务器数目。每个 ESX/ESXi 系统均映射到一个诊断插槽。如果服务器共享诊断分区，VMware 建议磁盘空间至少满足 16 个插槽所需 (1600 MB)。

如果设备上只有一个诊断插槽，所有共享该设备的 ESX/ESXi 系统将映射到同一插槽。这样设置很容易产生问题。如果两个 ESX/ESXi 系统同时执行核心转储，则诊断分区上最后一个插槽上的核心转储会被覆盖。

如果分配足够的磁盘空间用于 16 个插槽，即使两个 ESX/ESXi 系统同时执行核心转储，核心转储也不太可能映射到诊断分区上的同一位置。

## 避免和解决 SAN 问题

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

应特别注意这些避免和解决 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。特别是，使用主动-被动阵列的同时将路径策略设置为**固定**可导致路径抖动。
- 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 ESX/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。
- 在所有可视点（包括 ESX/ESXi 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。
- 更改由 ESX/ESXi 主机使用的 VMFS 数据存储的 LUN 的 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 49 页，“重新扫描存储适配器”。

## 优化 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。

分配 LUN 时，请记住，每个 LUN 由多台 ESX/ESXi 主机访问，而且各主机上可运行多台虚拟机。由 ESX/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，ESX/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 ESX/ESXi 用于 I/O 密集型应用程序。

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手动重新平衡 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** ESX/ESXi 目前尚不支持动态负载平衡。

---

### 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 ESX/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 ESX/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 ESX/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 ESX/ESXi LUN 分配四倍大小的性能容量。
- 将多个 ESX/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。
- ESX/ESXi 系统上运行的应用程序所需的未完成 I/O 数目应与 HBA 和存储阵列能处理的 I/O 数目相匹配。

## 解决性能问题

vSphere Client 提供多种工具用于收集性能信息。这些信息以图形方式显示在 vSphere Client 中。vSphere Client 可定期更新显示屏幕。

还可以使用 `resxtop` vSphere CLI 命令，该命令允许您检查 ESX/ESXi 主机使用资源的方式。有关 `resxtop` 的信息，请参见《资源管理指南》或《vSphere 命令行界面安装和参考指南》。

## 解决路径抖动

如果服务器无法访问 LUN，或者访问速度很慢，则可能是路径抖动（也称为 LUN 抖动）带来的问题。两台主机通过不同 SP 访问 LUN 时，LUN 从未真正可用，此时可能出现路径抖动。

只有特定的 SAN 配置与以下条件同时作用时才会导致路径抖动：

- 使用主动-被动阵列。路径抖动仅发生在主动-被动阵列上。对于主动-主动阵列或提供透明故障切换的阵列，不会出现路径抖动。
- 两个主机使用不同存储处理器 (SP) 访问同一 LUN。例如，LUN 配置为使用固定 PSP。在主机 A 上，到 LUN 的首选路径设置为使用经由 SP A 的路径。在主机 B 上，到 LUN 的首选路径配置为使用经由 SP B 的路径。

路径抖动也有可能在 LUN 配置为使用固定 PSP 或 MRU PSP、主机 A 仅可通过经由 SP A 的路径访问 LUN，且主机 B 仅可通过经由 SP B 的路径访问 LUN 时发生。

直接连接阵列（如 AX100）的一个或多个节点上发生 HBA 故障切换时也可能出现这一问题。

路径抖动问题通常不会出现于其他操作系统：

- 没有其他常见操作系统使用超过两个服务器共享的 LUN。该设置通常为群集所预留。
- 如果同时仅一个服务器正在发出到 LUN 的 I/O，则路径抖动不会成为问题。

相比而言，多个 ESX/ESXi 系统可能同时向同一 LUN 发出 I/O。

### 解决路径抖动

使用此过程解决路径抖动。两台主机通过不同 SP 访问 LUN 时，LUN 从未真正可用，此时可能在主动-被动阵列上出现路径抖动。

#### 步骤

- 1 确保在主动-被动阵列上共享同一组 LUN 的所有主机使用同一存储处理器。
- 2 更正不同 ESX/ESXi 主机与 SAN 目标间的任何线缆接线不一致问题，以便相同的目标以同一顺序呈现给所有 HBA。
- 3 配置路径以使用最近使用 PSP（默认）。

## 了解路径抖动

在存储阵列中，SP 就像对部分共享存储器具有访问权限的独立计算机。如何处理并发的访问将由算法决定。

对于主动/被动阵列，存储器上组成特定 LUN 的所有扇区每次只能由一个 SP 访问。LUN 所有权将在存储处理器之间传递。原因在于存储阵列将使用缓存且 SP A 不得向磁盘写入使 SP B 缓存无效的内容。由于 SP 在完成操作后必须刷新缓存，因此转移所有权需要一些时间。在这期间，任何 SP 均无法处理与 LUN 相关的 I/O。

部分主动/被动阵列尝试在 I/O 到达时将 LUN 的所有权传递给不同的 SP，试图看起来如同主动/主动阵列。此方法适用于群集设置，但如果多个 ESX/ESXi 系统通过不同的 SP 同时访问同一 LUN，则会导致路径抖动。

考虑路径选择如何运作：

- 在主动/主动阵列上，ESX/ESXi 系统开始沿新路径发送 I/O。
- 在主动/被动阵列上，ESX/ESXi 系统将检查所有备用路径。当前待考虑路径的 SP 将向系统发送信息，指示其当前是否拥有 LUN 的所有权。
  - 如果 ESX/ESXi 系统找到拥有 LUN 所有权的 SP，则会选定该路径并沿该路径发送 I/O。
  - 如果 ESX/ESXi 主机找不到此类路径，ESX/ESXi 主机便挑选一条备用路径并向 SP 发送命令将 LUN 所有权移至此 SP。

以下路径选择会导致发生路径抖动：如果服务器 A 只能通过一个 SP 到达某个 LUN，而服务器 B 只能通过另一 SP 到达同一个 LUN，那么二者将使得 LUN 的所有权在两个 SP 之间不断转移，就像打乒乓球。由于系统转移所有权的速度很快，存储阵列无法处理任何 I/O（或只能处理非常少的一部分）。因此，由于 LUN 完成每个 I/O 请求需要花费很长时间，依靠 LUN 的所有服务器都将遭遇吞吐量低下的情形。

## 平衡虚拟机之间的磁盘访问

可以在 vSphere Client 中通过 `Disk.SchedNumReqOutstanding` 参数调整未完成的磁盘请求的最大数目。两台或多台虚拟机访问同一 LUN 时，此参数将控制每台虚拟机可向 LUN 发出的未完成请求数量。调整该限制有助于平衡虚拟机之间的磁盘访问。

此限制不适用于 LUN 上只有一个虚拟机处于活动状态的情况。在这种情况下，带宽由存储适配器的队列深度限制。

### 步骤

- 1 在 vSphere Client 的“清单”面板中选择主机。
- 2 单击配置选项卡，然后单击“软件”下的高级设置。
- 3 在左侧面板中单击**磁盘**，并向下滚动至 `Disk.SchedNumReqOutstanding`。
- 4 将参数值更改为所选的数字并单击**确定**。

此更改可对磁盘带宽调度产生影响，但是实验结果证明此更改对磁盘密集型工作负载有改善作用。

### 下一步

如果在 VMkernel 中调整此值，您可能还需要调整存储适配器中的队列深度。

## 减少 SCSI 预留

需要在 VMFS 中获取文件锁或元数据锁的操作可导致暂时性 SCSI 预留。SCSI 预留将锁定整个 LUN。某一服务器使用过多 SCSI 预留可导致其他服务器访问相同 VMFS 时性能降低。

需要取得文件锁或元数据锁的操作示例包括：

- 启动虚拟机。
- VMotion。

- 在虚拟机上运行虚拟磁盘快照。
- 需要打开文件或执行元数据更新的文件操作。

如果在访问相同 VMFS 的多台服务器上经常发生此类操作，则会导致性能降低。例如，VMware 不建议在相同 VMFS 上运行来自多台服务器的多台使用虚拟磁盘快照的虚拟机。在 VMFS 上运行多台虚拟机时请限制 VMFS 文件操作的数目。

## 调整 QLogic HBA 的队列深度

如果对 QLogic 适配器的性能不甚满意，您可以更改其最大队列深度。

可以使用 vSphere CLI 调整 QLogic qla2xxx 系列适配器的最大队列深度。

### 步骤

- 1 通过输入以下命令确认目前正在加载的 QLogic HBA 模块：`vmkload_mod -l | grep qla2xxx`。
- 2 运行下列命令。

示例显示 qla2300\_707 模块。请使用与上一步骤的输出相对应的模块。

```
vicfg-module -s ql2xmaxqdepth=64 qla2300_707
```

在这种情况下，ql2x 所代表的 HBA 的 LUN 队列深度将设置为 64。

- 3 重新引导主机。

## 调整 Emulex HBA 的队列深度

如果对 Emulex 适配器的性能不甚满意，您可以更改其最大队列深度。

可以使用 vSphere CLI 调整 Emulex HBA 的最大队列深度。

### 步骤

- 1 通过输入 `vmkload_mod -l | grep lpfcdd` 命令确认目前已加载的 Emulex HBA 模块。
- 2 运行下列命令。

示例所示为 lpfcdd\_7xx 模块。请使用与步骤 1 的输出相对应的模块。

```
vicfg-module -s lpfc0_lun_queue_depth=16 lpfcdd_7xx
```

在这种情况下，lpfc0 所代表的 HBA 的 LUN 队列深度将设置为 16。

- 3 重新引导主机。

## SAN 存储器备份注意事项

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。也就是考虑重新置备数据所需的时间和资源。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。

## 快照软件

管理员通过快照软件可以对磁盘子系统内定义的任一虚拟磁盘生成即时副本。

快照软件分为不同的可用级别：

- 通过 ESX/ESXi 主机可创建虚拟机的快照。此软件在 ESX/ESXi 基本软件包中附送。
- 第三方备份软件可能允许更全面的备份过程，并可能包含更高级的配置选项。

管理员可出于多种原因而生成快照，其中包括：

- 备份
- 灾难恢复
- 多种配置和/或版本的可用性
- 取证 (Forensics)（在系统运行时通过查看快照寻找导致问题的原因）
- 数据挖掘 (Data mining)（查看数据的副本以降低生产系统的负载）

## 使用第三方备份软件包

使用第三方软件具有环境统一的优点。但是，第三方快照软件带来的额外开销会随着 SAN 规模的扩大而变得更高。

如果使用第三方备份软件，请确保 ESX/ESXi 主机支持该软件。

如果使用快照来备份数据，请考虑以下几点：

- 有些供应商同时支持 VMFS 和 RDM 的快照。如果二者均支持，您可以生成主机的整个虚拟机文件系统的快照，也可以生成单个虚拟机的快照（每个磁盘一个快照）。
- 有些供应商仅对使用 RDM 的设置支持快照。如果仅支持 RDM，您可以对单个虚拟机执行快照。

请参见存储供应商的文档。

---

**注意** ESX/ESXi 系统还包括 Consolidated Backup 组件。

---

## 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 ESX/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 ESX/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，请仔细阅读再签名一节。

### 基于文件 (VMFS) 的解决方案

将 ESX/ESXi 系统与 SAN 一起使用时，您必须确定基于主机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，每台虚拟机都需要一个新 LUN。
- 快照服务随 ESX/ESXi 主机附送，无需额外付费。因此基于文件的解决方案相比基于阵列的解决方案更为经济高效。
- 对 ESX/ESXi 管理员而言，使用 VMFS 更容易。
- ESX/ESXi 管理员若使用基于文件的解决方案可减轻对 SAN 管理员的依赖性。

## 管理重复 VMFS 数据存储

当 LUN 包含 VMFS 数据存储副本时，您可以使用现有签名或通过分配新签名来挂载该数据存储。

在 LUN 中创建的每个 VMFS 数据存储都有一个唯一的 UUID，该 UUID 存储在文件系统超级块中。对 LUN 进行复制或生成快照后，生成的 LUN 副本的每个字节都与原始 LUN 完全相同。因此，如果原始 LUN 包含具有 UUID X 的 VMFS 数据存储，则 LUN 副本会显示包含具有完全相同 UUID X 的相同的 VMFS 数据存储或 VMFS 数据存储副本。

ESX/ESXi 可以确定 LUN 是否包含 VMFS 数据存储副本，并使用其原始 UUID 挂载数据存储副本，或更改 UUID 从而对该数据存储进行再签名。



## 使用现有签名挂载 VMFS 数据存储

可能无需再签名 VMFS 数据存储副本。可以挂载 VMFS 数据存储副本，而不更改其签名。

例如，作为灾难恢复计划的一部分，可以在辅助站点上维护虚拟机的同步副本。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启动虚拟机。

---

**重要事项** 仅当与具有相同 UUID 的已挂载 VMFS 数据存储不冲突时，才可以挂载 VMFS 数据存储。

---

挂载 VMFS 数据存储时，ESX/ESXi 允许对驻留在 LUN 副本上的数据存储执行读取和写入操作。LUN 副本必须为可写入状态。在系统重新引导后，数据存储挂载也是持久有效的。

由于 ESX/ESXi 不允许对挂载的数据存储进行再签名，所以请在进行再签名之前卸载数据存储。

### 使用现有签名挂载 VMFS 数据存储

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。

#### 前提条件

在挂载 VMFS 数据存储之前，请在主机上执行存储重新扫描，以便更新为其显示的 LUN 视图。

#### 步骤

- 1 登录 vSphere Client，然后在“清单”面板中选择服务器。
- 2 依次单击**配置**选项卡和“硬件”面板中的**存储器**。
- 3 单击**添加存储器**。
- 4 选择**磁盘/LUN**存储器类型，然后单击**下一步**。
- 5 从 LUN 列表中，选择数据存储名称显示在“VMFS 标签”列中的 LUN，然后单击**下一步**。  
“VMFS 标签”列中显示的名称表示 LUN 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 在“即将完成”页面，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。

### 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。它继续出现在其他主机上并在这些主机上它保持挂载状态。

只能卸载以下类型的数据存储：

- NFS 数据存储
- 已挂载却没有再签名的 VMFS 数据存储副本

#### 步骤

- 1 显示数据存储。
- 2 右键单击要卸载的数据存储，然后选择**卸载**。

- 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。
  - a 如果需要，请取消选中要使其中的数据存储保持挂载状态的主机。  
默认情况下，会选中所有主机。
  - b 单击**下一步**。
  - c 检查要从中卸载数据存储的主机列表，然后单击**完成**。
- 4 确认要卸载数据存储。

## 对 VMFS 副本进行再签名

使用数据存储再签名保留 VMFS 数据存储副本上所存储的数据。对 VMFS 副本进行再签名时，ESX/ESXi 会为副本分配新的 UUID 和新的标签，并将副本挂载为与原始数据存储明显不同的数据存储。

分配到数据存储的新标签的默认格式是 `snap-<snapID>-<oldLabel>`，其中 `<snapID>` 是整数并且 `<oldLabel>` 是原始数据存储的标签。

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。
- 不再将包含再签名的 VMFS 数据存储的 LUN 副本视为 LUN 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。
- 可以挂载新的 VMFS 数据存储，而无需承担其 UUID 与其他任何数据存储 UUID 相冲突的风险，如 LUN 快照层次结构中的祖先或子项。

### 对 VMFS 数据存储副本进行再签名

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。

#### 前提条件

要对挂载的数据存储副本进行再签名，请先将其卸载。

对 VMFS 数据存储进行再签名之前，请在主机上执行存储重新扫描，以便主机更新为其显示的 LUN 视图并发现所有 LUN 副本。

#### 步骤

- 1 登录 vSphere Client，然后在“清单”面板中选择服务器。
- 2 依次单击**配置**选项卡和“硬件”面板中的**存储器**。
- 3 单击**添加存储器**。
- 4 选择**磁盘/LUN** 存储器类型，然后单击**下一步**。
- 5 从 LUN 列表中，选择数据存储名称显示在“VMFS 标签”列中的 LUN，然后单击**下一步**。  
“VMFS 标签”列中显示的名称表示 LUN 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 在“即将完成”页面，检查数据存储配置信息，然后单击**完成**。

## 下一步

进行再签名之后，可能需要执行以下操作：

- 如果再签名的数据存储包含虚拟机，则在虚拟机文件中更新对原始 VMFS 数据存储的引用，这些虚拟机文件包括 `.vmx`、`.vmdk`、`.vmsd` 和 `.vmsn`。
- 要启动虚拟机，请在 vCenter Server 中注册它们。



## 多路径对照表

本主题提供用于不同存储阵列的多路径设置要求对照表。

**表 A-1。 多路径设置要求**

组件	备注
所有存储阵列	没有备用电池时必须禁用写入缓存。
拓扑	一处故障不会导致 HBA 和 SP 同时进行故障切换，尤其是使用主动-被动存储阵列时。
IBM TotalStorage DS 4000 (之前称为 FastT)	在较高版本中，主机类型必须为 <b>LNXCL</b> 或 <b>VMware</b> 。 此主机模式中禁用 AVT (自动卷传输, Auto Volume Transfer)。
HDS 99xx 和 95xxV 系列	HDS 9500V 系列 (Thunder) 需要两种主机模式： <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 主机模式 1: <b>Standard</b>。</li> <li>■ 主机模式 2: <b>Sun Cluster</b></li> </ul> HDS 99xx 系列 (Lightning) 及 HDS Tabma (USP) 需将主机模式设置为 <b>Netware</b> 。
EMC Symmetrix	启用 SPC2 和 SC3 设置。请联系 EMC 获取最新设置。
EMC Clariion	所有启动器记录必须包含如下设置： <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Failover Mode = 1</li> <li>■ Initiator Type = “Clariion Open”</li> <li>■ Array CommPath = “Enabled” 或 1</li> </ul>
HP MSA	主机类型必须为 <b>Linux</b> 。 将每个 HBA 端口的连接类型设置为 <b>Linux</b> 。
HP EVA	对于 EVA3000/5000 固件 4.001 及更高版本和 EVA4000/6000/8000 固件 5.031 及更高版本， 将主机类型设置为 <b>VMware</b> 。 否则将主机模式类型设置为 <b>Custom</b> 。值为： <ul style="list-style-type: none"> <li>■ EVA3000/5000 固件 3.x: 000000002200282E</li> <li>■ EVA4000/6000/8000: 000000202200083E</li> </ul>
HP XP	对于 XP 128/1024/10000/12000，主机模式应设置为 <b>0C (Windows)</b> ，即 <b>zeroC (Windows)</b> 。
NetApp	无特定要求
ESX/ESXi 配置	对于主动-被动阵列，所有托管群集磁盘的 LUN 必须使用 <b>最近使用的</b> PSP。主动-主动阵列上的 LUN 可使用 <b>最近使用的</b> PSP 或 <b>固定</b> PSP。 所有 FC HBA 必须为同一型号。



## 管理存储路径和多路径插件

使用 vSphere CLI 可管理可插入存储架构 (PSA) 多路径插件和分配给它们的存储路径。

可以使用 vSphere CLI 显示主机上可用的所有多路径插件。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 的其他命令的详细信息，请参见《vSphere 命令行界面安装和参考指南》。

本附录讨论了以下主题：

- 第 71 页，“列出主机的声明规则”
- 第 72 页，“显示多路径模块”
- 第 73 页，“显示主机的 SATP”
- 第 73 页，“显示 NMP 存储设备”
- 第 74 页，“添加 PSA 声明规则”
- 第 74 页，“删除 PSA 声明规则”
- 第 75 页，“屏蔽路径”
- 第 76 页，“取消路径屏蔽”
- 第 76 页，“定义 NMP SATP 规则”
- 第 77 页，“esxcli corestorage 命令行选项”

### 列出主机的声明规则

使用 vSphere CLI 列出从 0 到 65535 的所有声明规则。

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）

#### 步骤

- ◆ 使用 `esxcli corestorage claimrule list` 可列出声明规则。

示例 B-1 显示了命令的输出。

**示例 B-1。** esxcli corestorage claimrule list 命令的示例输出

Rule	Class	Type	Plugin	Matches
0	runtime	transport	NMP	transport=usb
1	runtime	transport	NMP	transport=sata
2	runtime	transport	NMP	transport=ide
3	runtime	transport	NMP	transport=block
101	runtime	vendor	MASK_PATH	vendor=DELL model=Universal Xport
101	file	vendor	MASK_PATH	vendor=DELL model=Universal Xport
200	runtime	vendor	MPP_1	vendor=NewVend model=*
200	file	vendor	MPP_1	vendor=NewVend model=*
201	runtime	location	MPP_2	adapter=vmhba41 channel=* target=* lun=*
201	file	location	MPP_2	adapter=vmhba41 channel=* target=* lun=*
202	runtime	driver	MPP_3	driver=megaraid
202	file	driver	MPP_3	driver=megaraid
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。
- MASK\_PATH 模块声明所有返回供应商字符串为 DELL 且型号字符串为 Universal Xport 的 SCSI 查询数据的路径。MASK\_PATH 用于屏蔽主机的路径。
- 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“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 vSphere CLI 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。

### 步骤

- ◆ 要列出所有多路径模块，请运行以下命令：

```
vicfg-mpath --server <server> --list-plugins,
```

其中 <server> 是 vSphere CLI 管理服务器。系统可能会提示您输入用户名和密码。

此命令至少将返回 NMP 模块。如果已加载任何第三方 MPP，也会将它们一并列出。

**示例 B-2。** vicfg-mpath 命令的示例输出

```
MPP_1
MPP_2
MPP_3
MASK_PATH
NMP
```



## 显示主机的 SATP

使用 vSphere CLI 列出已加载到系统中的所有 VMware NMP SATP。

### 步骤

- ◆ 要列出所有 VMware SATP，请运行以下命令：

```
esxcli nmp satp list
```

对于每个 SATP，该命令将显示如下信息：此 SATP 支持的存储阵列或系统的类型；使用此 SATP 的任何 LUN 的默认 PSP。

请记住以下事项：

- 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。
- 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，则此设备将没有任何匹配的声明规则。在这种情况下，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。

### 示例 B-3。 esxcli nmp satp list 命令的示例输出

Name	Default PSP	Description
VMW_SATP_ALUA_CX	VMW_PSP_FIXED	Supports EMC CX that use the ALUA protocol
VMW_SATP_SVC	VMW_PSP_FIXED	Supports IBM SVC
VMW_SATP_MSA	VMW_PSP_MRU	Supports HP MSA
VMW_SATP_EQL	VMW_PSP_FIXED	Supports EqualLogic arrays
VMW_SATP_INV	VMW_PSP_FIXED	Supports EMC Invista
VMW_SATP_SYMM	VMW_PSP_FIXED	Supports EMC Symmetrix

## 显示 NMP 存储设备

使用 vSphere CLI 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。

### 步骤

- 1 要列出所有存储设备，请运行以下命令：

```
esxcli nmp device list
```

- 2 要显示特定设备的信息，请运行以下命令：

```
esxcli nmp device list -d <device_ID>
```

## 添加 PSA 声明规则

使用 vSphere CLI 将新的 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，则可能需要创建新的声明规则。



**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 的不同物理路由由不同的 MPP 进行声明。除非某个 MPP 是 MASK\_PATH MPP，否则此配置将导致性能错误。

### 步骤

- 1 要定义新声明规则，请在 vSphere CLI 上运行以下命令：

```
esxcli corestorage claimrule add -r <claimrule_ID> -t <type> <required_option (基于类型)> -P <MPP_name>
```

有关命令所需选项的信息，请参阅第 77 页，“[esxcli corestorage 命令行选项](#)”。

- 2 要将新声明规则加载到系统中，请运行以下命令：

```
esxcli corestorage claimrule load
```

此命令没有选项。它从系统的配置文件加载最近创建的所有声明规则。

### 示例 B-4。 添加 PSA 声明规则

在下面的示例中，将定义编号为 500 的声明规则，此规则指定 NMP 模块声明 NewMod 型号的 NewVend 存储阵列的所有路径。然后将此声明规则加载到系统中。

```
1 # esxcli corestorage claimrule add -r 500 -t vendor -V NewVend -M NewMod -P NMP
```

```
2 # esxcli corestorage claimrule load
```

如果现在运行 **esxcli corestorage claimrule list** 命令，则可以看到新的声明规则在列表中出现。

**注意** 声明规则的两行，一行中的“Class”为 file，另一行中的“Class”为 runtime，表示新声明规则已加载到系统中且处于活动状态。

Rule	Class	Type	Plugin	Matches
0	runtime	transport	NMP	transport=usb
1	runtime	transport	NMP	transport=sata
2	runtime	transport	NMP	transport=ide
3	runtime	transport	NMP	transport=block
101	runtime	vendor	MASK_PATH	vendor=DELL model=Universal Xport
101	file	vendor	MASK_PATH	vendor=DELL model=Universal Xport
500	runtime	vendor	NMP	vendor=NewVend model=NewMod
500	file	vendor	NMP	vendor=NewVend model=NewMod

## 删除 PSA 声明规则

使用 vSphere CLI 将 PSA 声明规则从系统上的一组声明规则中移除。

### 步骤

- 1 从声明规则集中删除声明规则。

```
esxcli corestorage claimrule delete -r <claimrule_ID>
```

有关命令使用的选项的信息，请参阅第 77 页，“[esxcli corestorage 命令行选项](#)”。

---

**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。

---

- 2 从 ESX/ESXi 系统移除声明规则。

```
esxcli corestorage claimrule load
```

## 屏蔽路径

可以阻止 ESX/ESXi 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 vSphere CLI 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。

### 步骤

- 1 检查下一个可用的规则 ID 是多少。

```
esxcli corestorage 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 corestorage claimrule add -r <claimrule_ID> -t <type> <required_option> -P <MASK_PATH>
```

有关命令行选项的信息，请参见第 77 页，“[esxcli corestorage 命令行选项](#)”。

- 3 将 MASK\_PATH 声明规则加载到系统中。

```
esxcli corestorage claimrule load
```

- 4 验证是否正确添加了 MASK\_PATH 声明规则。

```
esxcli corestorage claimrule list
```

- 5 如果存在已屏蔽路径的声明规则，则将规则移除。

```
esxcli corestorage claiming unclaim <type> <required_option>
```

- 6 运行路径声明规则。

```
esxcli corestorage 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 B-5。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 corestorage claimrule list

2  #esxcli corestorage claimrule add -P MASK_PATH -r 109 -t location -A vmhba2 -C 0 -T 1 -L 20
   #esxcli corestorage claimrule add -P MASK_PATH -r 110 -t location -A vmhba3 -C 0 -T 1 -L 20
   #esxcli corestorage claimrule add -P MASK_PATH -r 111 -t location -A vmhba2 -C 0 -T 2 -L 20
   #esxcli corestorage claimrule add -P MASK_PATH -r 112 -t location -A vmhba3 -C 0 -T 2 -L 20

3  #esxcli corestorage claimrule load

4  #esxcli corestorage claimrule list

5  #esxcli corestorage claiming unclaim -t location -A vmhba2
   #esxcli corestorage claiming unclaim -t location -A vmhba3

6  # esxcli corestorage 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。

**步骤**

- 1 通过运行 `esxcli corestorage claiming unclaim` 命令，取消对存储设备路径的屏蔽。

对存储设备的每条路径运行此命令。

例如：

```
esxcli corestorage claiming unclaim -t location -A vmhba0 -C 0 -T 0 -L 149
```

- 2 通过运行 `esxcli corestorage claimrule load` 命令，将路径声明规则加载到 VMkernel 中。
- 3 通过输入 `esxcli corestorage claimrule run` 运行路径声明规则。

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 vSphere CLI 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，可能需要创建新 SATP 规则。

**步骤**

- 1 要添加特定 SATP 的声明规则，请运行以下命令。

```
esxcli nmp satp addrule <rule_parameter> -e <description> -o <option> -s <SATP_name>
```

使用 <rule\_parameter> 的下列选项。-V 和 -M 选项可以同时使用。它们不能与 -R 或 -D 选项一起使用。

**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。

- -D <driver> -- 在添加 SATP 声明规则时要设置的驱动程序字符串。
- -V <vendor> -- 在添加 SATP 声明规则时要设置的供应商字符串。
- -M <model> -- 在添加 SATP 声明规则时要设置的型号字符串。
- -R <transport> -- 在添加 SATP 声明规则时要设置的传输类型字符串。

为任何 SATP 声明规则指定下列选项：

- `-e <description>` -- 在添加 SATP 声明规则时要设置的描述字符串。
  - `-o <option>` -- 在添加 SATP 声明规则时要设置的声明选项字符串。当 SATP 声明路径时，此字符串将传递到 SATP。此字符串的内容和由此导致的 SATP 的行为方式，对每个 SATP 都是唯一的。例如，某些 SATP 支持声明选项字符串 `tpgs_on` 和 `tpgs_off`。如果指定了 `tpgs_on`，则仅当在存储设备上启用了 ALUA 目标端口组支持时，SATP 才将声明路径。
- 2 要从指定 SATP 的声明规则列表中删除规则，请运行以下命令。在运行此命令时可以使用与 `addrule` 相同的选项。
- ```
esxcli nmp satp deleterule <rule_parameter> -s <SATP_name>
```
- 3 重新引导主机。

### 示例 B-6。 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 nmp satp addrule -V NewVend -M NewMod -s VMW_SATP_INV
```

如果运行 `esxcli nmp satp listrules -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。

| Name         | Vendor  | Model   | Driver | Transport | Options | Claim Options | Description  |
|--------------|---------|---------|--------|-----------|---------|---------------|--------------|
| VMW_SATP_INV | EMC     | Invista |        |           |         |               |              |
| VMW_SATP_INV | EMC     | LUNZ    |        |           |         |               | Invista LUNZ |
| VMW_SATP_INV | NewVend | NewMod  |        |           |         |               |              |

## esxcli corestorage 命令行选项

某些 `esxcli corestorage` 命令（例如为添加新声明规则、移除规则或屏蔽路径而运行的命令）需要您指定多个选项。

表 B-1 列出了 `esxcli corestorage` 命令的可用选项。

**表 B-1。 esxcli corestorage 命令行选项**

| 选项                                   | 描述                                                  | 必需选项                                                                                                                                                       |
|--------------------------------------|-----------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <code>-r &lt;claimrule_ID&gt;</code> | 用于为声明规则指定从 0 到 65535 的序号。                           |                                                                                                                                                            |
| <code>-t &lt;type&gt;</code>         | 用于定义声明规则的路径集。为 <code>&lt;type&gt;</code> 变量指定以下值之一： | 这些选项根据您为 <code>&lt;type&gt;</code> 输入的值而变化。                                                                                                                |
|                                      | <b>vendor</b> - 表示用于此路径的存储设备的供应商和型号。                | <code>-V &lt;vendor&gt;</code> <code>-M &lt;model&gt;</code><br>使用星号 (*) 指定所有供应商或型号。                                                                       |
|                                      | <b>location</b> - 表示用于此路径的适配器、通道、目标或 LUN。           | 使用以下任一参数：<br>■ <code>-A &lt;adapter&gt;</code><br>■ <code>-C &lt;channel&gt;</code><br>■ <code>-T &lt;target&gt;</code><br>■ <code>-L &lt;lunID&gt;</code> |
|                                      | <b>driver</b> - 表示用于此路径的驱动程序。                       | <code>-D &lt;driver&gt;</code>                                                                                                                             |

**表 B-1。** esxcli corestorage 命令行选项（续）

| 选项            | 描述                                                                          | 必需选项                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|---------------|-----------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|               | transport - 表示用于此路径的传输。                                                     | -R <transport><br>对于 <transport> 变量使用下列任一选项： <ul style="list-style-type: none"> <li>■ block - RAID 块设备，如 cciss</li> <li>■ fc - 光纤通道</li> <li>■ iscsi - 默认 iSCSI</li> <li>■ iscsivendor - 带有供应商提供的 IMA 的 iSCSI</li> <li>■ ide - IDE</li> <li>■ sas - 串行连接的 SCSI</li> <li>■ sata - 串行 ATA</li> <li>■ usb - USB 存储设备</li> <li>■ parallel - 并行 SCSI 设备</li> <li>■ unknown - 未知存储设备类型</li> </ul> |
| -P <MPP_name> | 表示应当对声明规则所定义的路径进行声明的 MPP 插件。<br><br>运行 vicfg-mpath --list-plugins 命令以查看有效值。 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |

# 索引

## A

安装

步骤 27

准备从 SAN 引导 38

AVT 33

AX100

非活动连接 31

显示问题 31

axnaviserverutil cli 实用程序 31

## B

被动磁盘阵列, 路径抖动 61

备份

第三方备份软件包 63

注意事项 62

本机多路径插件 20, 21

避免问题 58

BIOS

为 BFS 启用 42

为 BFS 启用 Qlogic HBA 41

BusLogic, 队列深度 25

## C

参数, lpfc\_nodedev\_tmo 57

操作系统超时 58

CD-ROM, 引导方式 40

查看信息 15

超时 57, 58

重新扫描

路径发生故障时 49

路径屏蔽 49

LUN 创建 48, 49

LUN 屏蔽 48

添加磁盘阵列 49

磁带设备 26

磁盘访问, 平衡 61

磁盘份额 18

磁盘阵列

磁盘阵列区域分配 49

主动-被动 55

主动/主动 26

主动/被动 26, 41, 61

主动-主动 55

从 CD-ROM 引导 40

从 SAN 引导

Emulex FC HBA 42

ESX 要求 26

概念性综述 37

HBA 要求 26

简介 37

建议 39

LUN 屏蔽 39

启用 Qlogic HBA BIOS 41

Qlogic FC HBA 40

要求 26

引导 LUN 注意事项 26

优点 38

诊断分区 38

准备安装 38

CPU 虚拟化 9

存储处理器

端口配置 32

检测数据 33

配置检测数据 33

存储器虚拟化 9

存储设备

查看信息 46

路径 54

命名 47

通过适配器可访问 47

显示 73

主机可用的 47

存储适配器

在 vSphere Client 中查看 45

在 vSphere Client 中显示 46

存储系统

EMC CLARiiON 30

EMC Symmetrix 31

Hitachi 36

HP StorageWorks 34

类型 14

Network Appliance 36

存储阵列

配置 29

性能 59

存储阵列类型插件 21

## D

当前的多路径状况 54

- 低端存储器 22
- 第三方备份软件包 63
- 第三方管理应用程序 19
- Disk.MaxLUN 50
- Disk.SchedNumReqOutstanding 参数 61
- Disk.SupportSparseLUN 50
- DRS 24
- DS4800, 配置用于 SAN 故障切换的硬件 32
- 端口, 配置 32
- 队列深度 62
- 多路径插件, 路径声明 53
- 多路径
  - 备用路径 54
  - 查看当前的状况 54
  - 活动路径 54
  - 已断开路径 54
  - 已禁用路径 54
- 多路径策略 55
- 多路径状况 54

## E

- EMC CLARiiON 30
- EMC Symmetrix, 伪 LUN 31
- Emulex FC HBA
  - 从 SAN 引导 42
  - lpfc\_linkdown\_tmo 57
  - NPIV 支持 51
- esx, 主机类型 30
- ESX/ESXi
  - 共享 VMFS 16
  - 简介 7
- ESX/ESXi 和 SAN, 要求 25
- EVA (HP StorageWorks) 35

## F

- 访问, 平衡磁盘访问 61
- FC HBA 设置 26
- 分布式锁定 10
- 分层应用程序 64
- 分配 26
- 服务控制台 37
- 服务器故障 23
- 服务器故障切换 24
- 服务器性能 59
- 负载平衡, 手动 56

## G

- 高端存储器 22
- 共享诊断分区 58
- 光纤通道, 概念 13
- 挂载 VMFS 数据存储 65
- “固定” 路径策略, 路径抖动 60

- 故障 23
- 故障排除 58
- 故障切换
  - FASTT 存储器 32
  - HBA 57
  - 透明 14
- 故障切换路径, 状态 54

## H

- HA 23
- HBA
  - 超时 57
  - 队列深度 62
  - Emulex 42, 51
  - 静态负载平衡 26
  - Qlogic 40, 51
  - 设置 26
  - 为 BFS 启用 Qlogic HBA BIOS 41
- Hitachi Data Systems 存储器, 微码 36
- HP StorageWorks
  - EVA 35
  - MSA 34
  - XP 36

## I

- IBM TotalStorage DS4000 31
- IBM TotalStorage Enterprise 存储系统 33
- ISL 32

## J

- 交换机间链路 32
- 基本连接 29
- 解决问题 58
- 禁用路径 56
- 禁用自动卷传输 33
- 机箱间群集 23
- 机箱内群集 23
- 集线器控制器问题 35
- 基于文件 (VMFS) 的解决方案 64
- 基于阵列 (第三方) 的解决方案 64
- 基于主机的故障切换 20
- 卷再签名 64, 66

## K

- 可插入存储架构 20
- 可见性问题 48
- 可选式引导, 启用 41
- 跨服务器共享 VMFS 16
- 快照软件 63

## L

- Linux
  - 配置文件名称 34



- VMkernel 7
  - 主机类型 30
- Linux 群集, 主机类型 30
- lpfc\_linkdown\_tmo 参数 57
- lpfc\_nodedev\_tmo 参数 57
- LSILogic 队列深度 25
- 路径
  - 禁用 56
  - 屏蔽 75
  - 首选 54
- 路径策略
  - 更改默认值 55
  - 固定 22, 55
  - MRU 55
  - 循环 22, 55
  - 最近使用 22, 55
- 路径策略重置, 主动-被动磁盘阵列 58
- 路径抖动, 解决 60
- 路径管理 19, 56
- 路径故障重新扫描 49
- 路径故障切换 19, 20
- 路径旁边的 \* 54
- 路径旁边的星号 54
- 路径声明 53
- 路径选择插件 22
- LUN
  - 创建, 和重新扫描 48, 49
  - 多路径策略 55
  - 分配 26
  - 更改扫描的数目 50
  - 进行更改和重新扫描 49
  - 基于 NPIV 的访问 51
  - 决定 17
  - 屏蔽 75
  - 屏蔽更改和重新扫描 48, 49
  - 扫描的数目 50
  - 设置多路径策略 55
  - 无法看见 48
  - 稀疏 50
  - 选择引导 LUN 41
  - 1 个 VMFS 卷 25
  - 引导 LUN 41
- LUN 不可见, SP 可见性 48
- LUN 决定
  - 预测性方案 17
  - 自适应性方案 18
- LUN 屏蔽, 从 SAN 引导 39
- 裸机映射, 映射文件 10

**M**

- Microsoft 群集服务 10, 29

- 命令
  - SDK 11
  - vSphere CLI 11
- MPP
  - 显示 72
  - 另请参见 多路径插件
- MRU 路径策略 55
- MSA (HP StorageWorks) 34
- MSCS 29

## N

- N-Port ID 虚拟化 (NPIV), 要求 51
- N+1 群集 23
- 内存虚拟化 9
- Netware 主机模式 36
- Network Appliance 存储器, 置备存储器 36
- NFS 数据存储, 卸载 65
- NMP, 路径声明 53

## P

- 配置, 存储处理器检测数据 33
- 配置文件名称, Linux 34
- 配置用于 SAN 故障切换的硬件, DS4800 32
- 屏蔽 LUN 75
- 平衡磁盘访问 61
- Port\_ID 14
- PortDownRetryCount 参数 57
- PSA, , 请参见 可插入存储架构
- PSP, , 请参见 路径选择插件

## Q

- 启动器, 减少数目 40
- Qlogic FC HBA
  - 从 SAN 引导 40
  - NPIV 支持 51
  - PortDownRetryCount 57
- Qlogic HBA BIOS, 为 BFS 启用 41
- 全球名称 (WWN)
  - 全球端口名称 (WWPN) 32, 51
  - 向虚拟机分配 52
- 驱动程序, 设备驱动程序 57
- 区分虚拟机优先级 18
- 群集 29
- 群集服务 23
- 区域分配 13

## R

- RDM
  - Microsoft 群集服务 10
  - 映射文件 10
- 软件兼容性 8

## S

### SAN

- 备份注意事项 62
- 访问 19
- 服务器故障切换 24
- 详细信息 18
- 要求 25
- 硬件故障切换 32
- 准备 39
- SAN 存储器性能, 优化 59
- SAN 存储器, 优点 14
- SAN 管理软件 19
- SAN 架构 13
- 扫描, 更改数目 50
- SATP, 显示 73
- SATP 规则, 添加 76
- SCSI 控制器 9
- SCSI 控制器, 设备驱动程序选项 57
- SCSI 预留, 减少 61
- SDK 11
- 设备驱动程序 7
- 设备驱动程序选项 57
- 设计, 针对服务器故障 23
- 声明规则, 添加 74
- 设置步骤 27
- 手动负载平衡 56
- 首选路径 54
- 刷新 49
- 数据存储
  - 查看信息 48
  - 管理副本 64
  - 挂载 65
  - 检查属性 48
  - 路径 54
  - 刷新 49
  - 卸载 65
- 数据存储副本, 挂载 65
- 数据区 10
- 数据区数目 10
- SP 可见性, LUN 不可见 48
- 锁定 10

## T

- TimeoutValue 参数 25

## V

- vCenter Server, 访问 11
- VMFS
  - 创建新卷 10
  - 大小下限 10
  - 卷再签名 64
  - 跨 ESX/ESXi 主机共享 16

- 每个 LUN 1 个卷 25

- 数据区数目 10

- 锁定 10

- VMFS 卷再签名 64

- VMFS 数据存储

- 更改签名 66

- 卸载 65

- 再签名副本 66

- VMkernel 7

- VMM 7

- VMotion 14, 15, 24, 26

- vmware, 主机类型 30

- VMware DRS 14, 15, 24

- VMware HA 14, 23

- VMware NMP

- I/O 流 22

- 另请参见 本机多路径插件

- VMware vSphere Client 7

- vSphere CLI, , 请参见 vSphere 命令行界面

- vSphere Client 7, 11

- vSphere 命令行界面 11

- vSphere SDK 11

- vSphere Web Access 7, 11

## W

- 网络虚拟化 9

- 为 BFS 启用 BIOS 42

- 为 BFS 启用引导 BIOS 提示 42

- 维护 15

- 微码, Hitachi Data Systems 存储器 36

- 未完成磁盘请求 61

- 未完成磁盘请求的数目 61

- 问题

- 避免 58

- 集线器控制器 35

- 可见性 48

- 性能 60

- 无法看见 LUN 48

- 物理到虚拟群集 23

- WWN

- 分配 53

- 更改 53

- WWPN 14

## X

- 显示问题, AX100 31

- 限制 25

- 性能

- SCSI 预留 16

- 问题 60

- 优化 59

- 稀疏 LUN 支持 50

XP (HP StorageWorks) 36

循环路径策略 22

“循环”路径策略 55

虚拟端口 (VPORT) 51

虚拟化 8

虚拟机

访问 SAN 19

分配 WWN 52

平衡磁盘访问 61

区分优先级 18

位置 22

虚拟机的位置 22

虚拟机监控程序 7

虚拟机文件系统 10

## Y

要求, 从 SAN 引导 26

引导 BIOS 提示, 为 BFS 启用 42

引导 LUN 41

引导 LUN, 选择 41

硬件兼容性 8

映射文件 10

应用程序, 分层 64

用例 15

优点 14

优化资源利用率 24

元数据更新 17

预测性方案 17

与 ESX/ESXi 系统交互 11

预留, 减少 SCSI 预留 61

## Z

灾难恢复 15

诊断分区

从 SAN 引导 38

共享 58

支持的设备 30

直接连接 29

中端存储器 22

转储分区, 共享 58

主动-被动磁盘阵列, 路径策略重置 58

主动/被动磁盘阵列

从 SAN 引导 26

管理路径 56

HP StorageWorks MSA 34

路径抖动 61

主动-主动磁盘阵列 14, 55

主动/主动磁盘阵列, 管理路径 56

主机类型 30

自动卷传输 33

自适应性方案 18

资源利用率, 优化 24

最大 HBA 队列深度 62

“最近使用”路径策略, 路径抖动 60

