

# iSCSI SAN 配置指南

ESX Server 3.5、ESX Server 3i 版本 3.5

VirtualCenter 2.5



iSCSI SAN 配置指南

修订时间：20080410

项目：VI-CHS-Q208-536

我们的网站将提供最新技术文档，网址为：

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

此外，VMware 网站还提供最新的产品更新。

如果对本文档有任何意见或建议，请将反馈信息提交至以下地址：

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

© 2008 VMware, Inc. 保留所有权利。受若干项美国专利保护，专利号是 6,397,242、6,496,847、6,704,925、6,711,672、6,725,289、6,735,601、6,785,886、6,789,156、6,795,966、6,880,022、6,944,699、6,961,806、6,961,941、7,069,413、7,082,598、7,089,377、7,111,086、7,111,145、7,117,481、7,149,843、7,155,558 和 7,222,221；以及多项正在申请的专利。

VMware、VMware “箱状”徽标及设计、虚拟 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)

**VMware Global, Inc.**

北京办公室 北京市东城区长安街一号东方广场 W2 办公楼 6 层 601 室  
邮编：100738 电话：+86-10-8520-0148  
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  
邮编：200120 电话：+86-21-6160-1168  
广州办公室 广州市天河北路 233 号中信广场 7401 室  
邮编：510613 电话：+86-20-3877-1938  
<http://www.vmware.com/cn>

# 目录

关于本书 7

## 1 将 ESX Server 与存储区域网络配合使用 11

了解虚拟化 12

网络虚拟化 12

存储虚拟化 12

存储区域网络概念 15

端口 15

多路径和路径故障切换 16

存储系统类型 16

目标与 LUN 表示形式比较 16

iSCSI 命名约定 17

将 ESX Server 与 SAN 配合使用概述 18

将 ESX Server 与 SAN 配合使用的优点 18

用例 19

查看 SAN 配置信息 20

将 SAN 存储系统与 ESX Server 配合使用的基础 20

网络配置和身份验证 20

跨 ESX Server 共享 VMFS 21

元数据更新 22

卷的显示与重新扫描 22

间接级别 22

数据访问：VMFS 或 RDM 23

第三方管理应用程序 24

发现、身份验证和访问控制 24

错误纠正 25

了解 VMFS 和 SAN 存储器选择 25

选择较大或较小的 LUN 25

决定 LUN 的大小和数目 26

关于决定 LUN 大小和数目的提示 27

了解数据访问 27

访问 SAN 上的数据 27

虚拟机如何访问数据 28

虚拟机如何访问 SAN 上的数据 28

- 路径管理和故障切换 29
  - SCSI 存储堆栈故障切换 29
  - 网卡成组和故障切换 30
  - 基于阵列的故障切换 31
- 选择虚拟机位置 32
- 针对服务器故障的设计 33
  - 使用 VMware HA 33
  - 服务器故障切换和存储器注意事项 33
- 2 安装 iSCSI 启动器和存储器 35**
  - 准备设置 iSCSI 存储器 35
    - ESX Server SAN 要求 35
    - 限制 36
    - 建议 36
    - 设置 LUN 分配 36
  - 设置硬件 iSCSI 启动器和存储器 37
    - 安装和查看 iSCSI 硬件启动器 37
    - 配置硬件 iSCSI 启动器 39
    - 添加硬件启动的 iSCSI 存储器 44
    - 设置额外参数 47
  - 设置软件 iSCSI 启动器和存储器 47
    - 软件 iSCSI 存储器的网络配置 47
    - 配置软件 iSCSI 启动器 53
    - 查看软件 iSCSI 启动器 57
    - 添加软件启动的 iSCSI 存储器 59
- 3 修改与 ESX Server 配合工作的 SAN 存储系统 63**
  - 设置概述 64
  - 常规注意事项 64
  - EMC CLARiiON 存储系统 65
    - EMC CLARiiON AX100i 和 AX150i 和 RDM 65
    - 将主机配置更改应用于存储系统 65
  - EMC Symmetrix 存储系统 65
  - HP StorageWorks 存储系统 66
    - HP StorageWorks MSA 66
    - HP StorageWorks EVA 68
  - Network Appliance 存储系统 68
    - 多路径 68
    - 设置 LUN 类型和启动器组类型 69
    - 置备存储器 69

- EqualLogic 存储系统 71
- LeftHand Networks SAN/iQ 存储系统 72
  - 基本配置 72
  - 自动卷重新签名 72
- 4 从配合 ESX Server 系统工作的 SAN 引导 73
  - 从 SAN 引导概述 73
    - 从 SAN 引导的优点 74
    - 确定是否从 SAN 引导 74
  - 实现从 SAN 引导 74
    - 准备 SAN 75
    - 配置 iSCSI HBA 从 SAN 引导 76
- 5 管理使用 SAN 存储器的 ESX Server 系统 81
  - 问题与解决方案 82
    - 避免 SAN 问题的准则 82
    - 获取信息 83
      - 查看 HBA 信息 83
      - 查看数据存储信息 84
    - 解决显示问题 85
      - 了解显示屏幕中的 LUN 命名 85
      - 解决有关 LUN 不可见的问题 85
      - 使用重新扫描 86
      - 移除数据存储 87
    - 高级 LUN 显示配置 87
      - 使用 Disk.MaxLUN 更改扫描的 LUN 的数目 87
      - 使用 Disk.MaskLUNs 屏蔽 LUN 88
      - 使用 DiskSupportSparseLUN 更改稀疏 LUN 支持 89
  - 多路径 89
    - 查看当前的多路径状况 89
    - 活动路径 92
    - 设置 LUN 多路径策略 92
    - 禁用和启用路径 93
    - 设置首选路径（仅限“固定的”路径策略） 94
    - 路径管理和手动负载平衡 95
  - 路径故障切换 96
  - VMkernel 配置 97
  - 共享诊断分区 97
  - 避免和解决 SAN 问题 97
  - 优化 SAN 存储器性能 98

- 存储系统性能 98
- 服务器性能 99
- 网络性能 100
- 解决性能问题 102
  - 监视性能 102
  - 检查以太网交换机统计信息 102
  - 解决路径抖动 103
  - 了解路径抖动 103
  - 平衡虚拟机之间的磁盘访问 104
  - 移除 VMFS-2 驱动程序 105
  - 减少 SCSI 预留 105
  - 设置软件 iSCSI 的最大队列深度 105
- SAN 存储设备备份注意事项 106
  - 快照软件 106
  - 使用第三方备份软件包 107
  - 选择备份解决方案 107
- 分层应用程序 108
  - 基于阵列（第三方）的解决方案 108
  - 基于文件（VMFS）的解决方案 109
- VMFS 卷重新签名 109
  - 装载原始、快照或副本 VMFS 卷 109
  - 了解重新签名选项 110

## **A 多路径对照表 113**

## **B 实用程序 115**

- esxstop 实用程序 115
- storageMonitor 实用程序 116
  - 选项 116
  - 示例 116
- esxcfg-swiscsi 实用程序 117
- esxcfg-hwiscsi 实用程序 117
- vmkping 实用程序 117

## **索引 119**

# 关于本书

---

本手册（《SCSI SAN 配置指南》）说明如何将 ESX Server 系统与存储区域网络 (Storage Area Network, SAN) 配合使用。本手册在以下主题中论述了概念背景、安装要求和管理信息：

- 将 ESX Server 与 SAN 配合使用 - 论述了在使用 ESX Server 时 SAN 设置的要求和差异，以及如何共同管理这两个系统。
- 实现从 SAN 上的 LUN 引导 ESX Server 系统 - 论述从 SAN 引导的要求、限制和管理。

---

**注意** 有关光纤通道 (Fibre Channel, FC) 或 NFS 存储设备的信息，请参见《*光纤通道 SAN 配置指南*》和《*ESX Server 配置指南*》。

---

《*SCSI SAN 配置指南*》涵盖了 ESX Server 3.5 和 ESX Server 3i 版本 3.5。为方便讲解，本书使用以下产品命名约定：

- 对于特定于 ESX Server 3.5 的主题，本书使用术语“ESX Server 3”。
- 对于特定于 ESX Server 3i 版本 3.5 的主题，本书使用术语“ESX Server 3i”。
- 对于上述两款产品的通用主题，本书使用术语“ESX Server”。
- 如果讲解内容需要明确辨识某特定版本，本书将使用带版本号完整名称指代该产品。
- 如果讲解内容适用于 VMware Infrastructure 3 的所有 ESX Server 版本，则本书使用术语“ESX Server 3.x”。

## 目标读者

本手册中提供的信息专为经验丰富的 Windows 或 Linux 系统管理员而编写，他们熟悉虚拟机技术和数据中心操作。

## 文档反馈

VMware® 欢迎您提出宝贵意见和建议，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 Infrastructure 文档

VMware Infrastructure 文档包括 VMware VirtualCenter 和 ESX Server 文档集。

## 图中使用的缩写

本手册中的图片使用表 1 中列出的缩写形式。

**表 1. 缩写**

缩写	描述
数据库	VirtualCenter 数据库
数据存储	受管主机的存储
dsk#	受管主机的存储磁盘
host <i>n</i>	VirtualCenter 管理的主机
SAN	受管主机之间共享的存储区域网络类型数据存储
tmpl <i>t</i>	模板
user#	具有访问权限的用户
VC	VirtualCenter
VI	VMware Infrastructure Client
VM#	受管主机上的虚拟机

## 技术支持和教育资源

下面几节介绍为您提供技术支持资源。可以通过下列网址访问本手册及其他书籍的最新版本：

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



## 在线支持和电话支持

通过在线支持可提交技术支持请求、查看产品和合同信息，以及注册您的产品。网址为：<http://www.vmware.com/cn/support>。

具有相应支持合同的客户应通过电话支持获得优先级为 1 的问题的最快响应。网址为：[http://www.vmware.com/cn/support/phone\\_support.html](http://www.vmware.com/cn/support/phone_support.html)。

## 支持服务项目

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

## VMware 教育服务

VMware 课程提供了大量实践操作环境、案例研究示例，以及设计作为作业参考工具的课程材料。有关 VMware 教育服务的详细信息，请访问 <http://mylearn1.vmware.com/mgreg/index.cfm>。



# 将 ESX Server 与存储区域网络配合使用

---

# 1

您可以将 ESX Server 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 ESX Server 与 SAN 一同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 Server 与 SAN 有效地配合使用，必须掌握 ESX Server 系统和 SAN 概念的相关应用知识。此外，将 ESX Server 主机设置为使用 iSCSI SAN 存储系统时，必须考虑若干特殊注意事项。有关使用 ESX Server 的详细信息，请参见《*ESX Server 配置指南*》。

本章将讨论以下主题：

- [“了解虚拟化”](#)（第 12 页）
- [“存储区域网络概念”](#)（第 15 页）
- [“将 ESX Server 与 SAN 配合使用概述”](#)（第 18 页）
- [“将 SAN 存储系统与 ESX Server 配合使用的基础”](#)（第 20 页）
- [“了解 VMFS 和 SAN 存储器选择”](#)（第 25 页）
- [“了解数据访问”](#)（第 27 页）
- [“路径管理和故障切换”](#)（第 29 页）
- [“选择虚拟机位置”](#)（第 32 页）
- [“针对服务器故障的设计”](#)（第 33 页）

## 了解虚拟化

VMware 虚拟层在各款 VMware 桌面产品（如 VMware Workstation）及服务器产品（如 VMware ESX Server）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，其构成方式如下：

- 每台虚拟机都运行各自的操作系统（客户操作系统）和应用程序。
- 虚拟层可让虚拟设备映射至特定物理设备的份额。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。

## 网络虚拟化

虚拟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。

有关网络概念和虚拟交换机的详细信息，请参见《*ESX Server 配置指南*》。

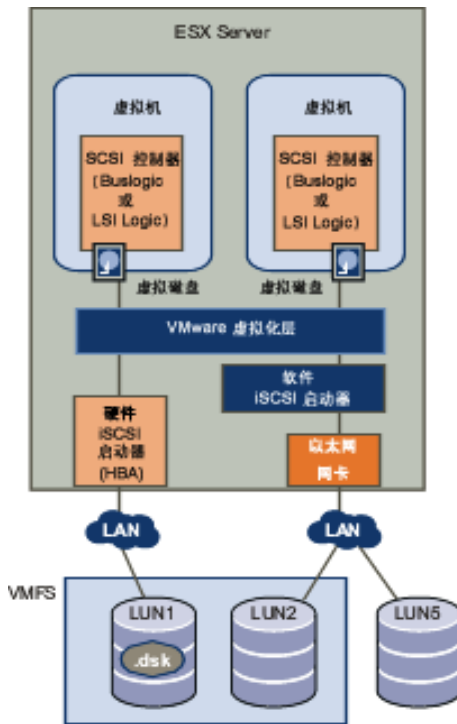
## 存储虚拟化

在 ESX Server 环境中，每台虚拟机包括一到四个虚拟 SCSI 启动器。这些虚拟适配器显示为 Buslogic 或 LSI Logic SCSI 控制器。虚拟机只能访问这些类型的 SCSI 控制器。

虚拟机可通过上述某一虚拟 SCSI 启动器访问的每个虚拟磁盘驻留在 VMware Virtual Machine File System (VMFS) 或裸磁盘上。

图 1-1 概述了存储虚拟化。图中所示为使用 VMFS 的存储器和使用裸设备映射的存储器。该图同时演示了如何通过 iSCSI HBA 或使用 iSCSI 启动器软件的通用网卡来访问 iSCSI 存储器。

图 1-1. iSCSI SAN 存储虚拟化



## iSCSI 启动器

要访问远程目标，您的 ESX Server 主机需要使用 iSCSI 启动器。启动器在 IP 网络上的 ESX Server 系统与目标存储设备之间传输 SCSI 请求和响应。

ESX Server 支持基于硬件和软件的 iSCSI 启动器：

**硬件 iSCSI 启动器。** 能够通过 TCP/IP 访问 iSCSI 的第三方主机总线适配器 (Host Bus Adapter, HBA)。此专用 iSCSI 适配器负责所有 iSCSI 处理和管理。

**软件 iSCSI 启动器。** 嵌入 VMkernel 的代码，可让 ESX Server 通过标准网络适配器连接至 iSCSI 存储设备。软件启动器负责 iSCSI 处理过程，同时通过网络堆栈与网络适配器进行通信。借助软件启动器，无需购买专用硬件即可使用 iSCSI 技术。

---

**注意** 虚拟机中的客户操作系统无法直接查看 iSCSI 存储器。对于客户操作系统，连接 ESX Server 系统的 iSCSI 存储器显示为可通过 SCSI HBA 使用。

---

图 1-1 中的图描述了两台使用不同类型的 iSCSI 启动器的虚拟机。

在 iSCSI 存储器配置的第一个示例中，ESX Server 系统使用硬件 iSCSI 启动器。该专用 iSCSI 启动器通过 LAN 向磁盘发送 iSCSI 数据包。

在第二个示例中，ESX Server 系统配置了软件 iSCSI 启动器。使用软件启动器时，ESX Server 系统通过现有网卡连接 LAN。

## 磁盘配置选项

您可以配置具有多个虚拟 SCSI 驱动器的虚拟机。对于支持的驱动程序，请参见 [www.vmware.com/support/pubs/vi\\_pubs.html](http://www.vmware.com/support/pubs/vi_pubs.html) 上的《存储器/SAN 兼容性指南》。客户操作系统可限制 SCSI 驱动器的总数。

尽管所有 SCSI 设备均作为 SCSI 目标呈现，但有两种物理实施方案可用：

- 存储在 VMFS 卷上的虚拟机 .vmdk 文件。请参见“虚拟机文件系统”（第 14 页）。
- 映射到 SAN 逻辑单元 (Logical Unit, LUN) 的设备。请参见“裸设备映射”（第 15 页）。

从虚拟机的角度而言，每个虚拟磁盘看上去都好像是与 SCSI 启动器连接的 SCSI 驱动器。实际的物理磁盘设备是通过 SCSI、iSCSI 还是 FC 控制器来访问，这对客户操作系统以及虚拟机上运行的应用程序而言是透明的。

## 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 (Virtual Machine File System, VMFS) 内的文件进行存储。当客户操作系统向其虚拟磁盘发出 SCSI 命令时，虚拟层会将这些命令转换为 VMFS 文件操作。

ESX Server 系统使用 VMFS 存储虚拟机文件。为最大程度减少磁盘 I/O 开销，VMFS 已经过优化，可将多台虚拟机作为一个工作负载来运行。VMFS 还为虚拟机文件提供分布式锁定，因此虚拟机在多台 ESX Server 主机共享一组 LUN 的 SAN 环境中也能安全运作。

VMFS 最初作为 ESX Server 安装的一部分进行配置。创建新的 VMFS-3 卷时，该卷必须为 1200 MB 或更大。请参见《安装指南》。然后可以如《ESX Server 配置指南》所述对其进行定制。

VMFS 卷可扩展为 32 个物理存储扩展，其中包括 SAN LUN 和本地存储器。这样便可在创建虚拟机所需的存储卷时提供存储池和灵活性。借助新的 ESX3 逻辑卷管理器 (Logical Volume Manager, LVM)，可在卷上正在运行虚拟机时扩展卷。这可让您根据虚拟机的需要新空间添加至 VMFS 卷。

## 裸设备映射

裸设备映射 (Raw Device Mapping, RDM) 是 VMFS 卷中充当裸设备代理的特殊文件。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点。

如果在虚拟机中运行 SAN 快照或其他分层应用程序，此时可能需要 RDM。RDM 使系统能够更好地使用 SAN 存储系统所拥有的硬件功能。请参见《ESX Server 配置指南》中的“使用裸设备映射”。

## 存储区域网络概念

如果您是 ESX Server 管理员，并计划设置 ESX Server 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。在某些出版资料中或 Internet 上可以找到 SAN 的相关信息。两处网络资源如下：

- [www.iscsistorage.com](http://www.iscsistorage.com)
- [www.snia.org](http://www.snia.org)

如果您对 SAN 不甚了解，请阅读本节以熟悉本文档使用的基本术语。要了解基本的 SAN 概念，请参见《SAN 概念与设计基础》白皮书，网址为：

<http://www.vmware.com/support/pubs>。

该配置指南论述 iSCSI SAN，它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主机总线适配器 (Host Bus Adapter, HBA) 或网络接口卡 (Network Interface Card, NIC)、传输存储流量的交换机和路由器、电缆、存储处理器 (Storage Processor, SP) 及存储磁盘系统。

为将流量从主机服务器传输到共享存储器，SAN 使用 iSCSI 协议将 SCSI 命令打包在 iSCSI 数据包中，并在以太网网络上传输这些数据包。

## 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、存储设备和以太网交换机）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：

**IP 地址** 每个 iSCSI 端口都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。这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** 用于标识端口的唯一名称。iSCSI 名称以 *iqn.*（对于 iSCSI 限定名）或 *eui.*（对于扩展唯一标识符）开头。可以存在多个 iSCSI 设备，它们具有多个 iSCSI 名称，

并可以通过单个物理以太网端口连接。iSCSI 名称通常设置为唯一默认值，无需由用户设置。VMware 生成的 iSCSI 名称的一个示例为 *iqn.1998-01.com.vmware:iscsitestox-68158ef2*。

**iSCSI 别名** iSCSI 设备或端口的一种更易管理的名称，可代替 iSCSI 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。在 ESX Server 系统中，默认的 iSCSI 别名是系统的名称。

## 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 Server 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、线缆、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

存储磁盘系统可分为以下类型：

- 主动 - 主动存储系统，允许通过所有可用的存储端口同时访问 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，其中一个端口或一个 SP 主动提供对给定 LUN 的访问。其他端口或 SP 充当 LUN 的备份，并且可以主动提供对其他 LUN I/O 的访问。I/O 仅可发送到活动端口。如果通过主要存储端口访问失败，则其中一个次要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。
- 虚拟端口存储系统，允许通过单个虚拟端口访问所有可用的卷。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。ESX Server 多路径不知道与存储器的这些多个连接。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”。

## 目标与 LUN 表示形式比较

不同的 iSCSI 存储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（请参见图 1-2）。虽然 ESX Server 使用存储器的方式类似，但通过管理工具呈现信息的方式却不相同。



图 1-2. 目标与 LUN 表示形式比较



上述各配置中均有三个卷（或 LUN，即逻辑单元的 SCSI 术语，表示存储器的一部分）可用。在第一种情况中，ESX Server 可以看到一个目标（由 IQN 名称表示），但该目标具有三个可用 LUN。每个 LUN 均表示单独的存储卷。在第二种情况中，ESX Server 可以看到三个不同的目标，分别由三个单独的 IQN 名称表示。其中每个目标均有一个 LUN。

目标编号（虽然不是 IQN 目标命名）由 ESX Server 确定，因此不同 ESX Server 系统共享的目标可能不具有相同的目标编号（vmhba1:2:3:4，其中 2 显示目标编号位置）。此外，指向同一存储器的多个路径由不同目标编号表示。

LUN 编号由存储系统确定，因此路径和多个 ESX Server 系统间的 LUN 编号始终保持不变（vmhba1:2:3:4，其中 3 显示 LUN 位置）。在具有多个目标的存储系统中（类似上面的第二个示例），LUN 编号始终为零 (0)。

基于 ESX Server 的 iSCSI 启动器仅建立一个与各目标的连接。这意味着如果存储系统只有一个包含多个 LUN 的目标，将通过这一个连接处理所有 LUN 流量。如果系统具有三个各含一个 LUN 的目标，ESX Server 与三个可用的卷之间将存在三个连接。当您尝试从具有多个 iSCSI HBA 的 ESX Server（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。

本文使用术语 *LUN* 表示存储系统可用的卷，即使该 LUN 是 iSCSI 目标上唯一可用的卷。此含义是为了避免与本文档中的术语“卷”的其他用法混淆。虽然存储系统供应商可能不会将其卷称为 LUN，但这最终是卷对于 ESX Server 存储系统的呈现方式。

## iSCSI 命名约定

iSCSI 使用一个名称以唯一标识 iSCSI 设备（目标或启动器）。此名称类似于与光纤通道设备相关联的 WorldWide Name，用作一种以通用方式识别设备的方式。

iSCSI 名称通过两种不同的方式格式化。第一种是通过 iSCSI 限定名，通常称为“IQN 名称”。第二种是通过企业唯一标识符，也称为“EUI 名称”，此方法不常用。

## iSCSI 限定名

iSCSI 限定名采用 `iqn.yyyy-mm.naming-authority:unique name` 的形式。

**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`。`vmware.com` 域名于 1998 年 1 月注册，“iscsi”是一个由 `vmware.com` 维护的子域。

**唯一名称** `iscsi.vmware.com` 命名机构需要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

企业唯一标识符采用 `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。

在许多情况下，人们都会选择 IQN 格式，而不是 EUI 格式，因为 IQN 格式方便阅读，并且是一种更友好的名称分配方式。

## 将 ESX Server 与 SAN 配合使用概述

对 QLogic iSCSI HBA 的支持和基于软件的 iSCSI 实施允许 ESX Server 系统连接 iSCSI 存储器。然后您可以使用 iSCSI 存储卷存储虚拟机配置信息和应用程序数据。将 ESX Server 与 SAN 配合使用可提高灵活性、效率以及可靠性。这一方式还支持集中式管理，以及故障切换和负载平衡技术。

## 将 ESX Server 与 SAN 配合使用的优点

将 SAN 与 ESX Server 配合使用可提高环境的故障恢复能力：

- 可存储冗余数据并配置多个指向 iSCSI 存储器的以太网路径，从而避免出现单一故障点。当一个数据中心不可用时，不会导致整个企业瘫痪。

- ESX Server 系统在默认情况下提供多路径，并自动使所有虚拟机支持这一配置。请参见“[路径管理和故障切换](#)”（第 29 页）。
- 将 SAN 与 ESX Server 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，所有应用程序可在发生主机故障后立即重新启动。请参见“[针对服务器故障的设计](#)”（第 33 页）。

通过专用硬件提供备用服务的成本十分昂贵，相比之下，ESX Server 与 SAN 配合使用让更多应用程序能够负担实现高可用性及自动负载平衡的费用：

- 如果将虚拟机用作现有物理服务器的备用系统，那么共享存储器必不可少，此时 SAN 是最佳解决方案。
- 使用 VMware VMotion 功能将虚拟机从一台主机无缝迁移到另一台主机。
- 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。由于存储器位于 SAN 存储系统，应用程序可无缝继续运行。
- 如果使用 VMware DRS 群集，请将 ESX Server 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 Server 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 iSCSI 存储器的共享特性相辅相成。虚拟机位于基于 SAN 的存储器时，您可以关闭某服务器上的虚拟机并在另一服务器上将其启动，或在某服务器上将其挂起并在同一网络上的另一服务器上恢复操作，这只需几分钟而已。这样可实现在迁移计算资源的同时保持一致的共享访问。

## 用例

将 ESX Server 系统与 SAN 配合使用对于以下任务非常有效：

**零停机时间维护。** 执行维护时，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。

**负载平衡。** 显式使用 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。

**存储整合与存储布局的简化。** 如果使用多台主机，且每台主机运行多台虚拟机，那么主机的存储便不再够用，需要使用外部存储。选择 SAN 作为外部存储可使系统架构更为简单，同时能享有本节所列的其他优点。可以先预留一个较大的卷，然后根据需要要将各部分分配给虚拟机。从存储设备分配及创建卷需要一次完成。

**灾难恢复。** 将所有数据存储存储在 SAN 上可大大方便数据备份的远程存储。此外，如果一个站点受到损害，可以在远程 ESX Server 主机上重启虚拟机以进行恢复。

## 查看 SAN 配置信息

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

- 使用存储供应商文档可解决大多数设置问题。存储供应商可能还会提供介绍在 ESX Server 环境中使用存储系统的文档。
- 《*光纤通道 SAN 配置指南*》- 论述了 ESX Server 与光纤通道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系统。
- 《*VMware 发行说明*》- 提供了有关已知问题和变通方法的信息。
- 《*VMware 知识库*》- 包含有关常见问题和变通方法的信息。

有关详细信息，请参见 VMware 文档网站：<http://www.vmware.com/support/pubs/>。

## 将 SAN 存储系统与 ESX Server 配合使用的基础

将 SAN 与 ESX Server 主机一起使用在很多方面有别于传统的 SAN 应用，本节将具体论述。

### 网络配置和身份验证

在发现使用软件 iSCSI 的卷之前，必须配置存储网络，并且还可能必须设置身份验证。

- 对于软件 iSCSI，需要配置 VMkernel 网络。可以使用 vmkping 实用程序来验证网络配置（请参见附录 B，“实用程序”（第 115 页））。对于硬件 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）。
- 如有必要，请检查并更改默认启动器名称。
- 必须设置存储系统的发现地址，并应能使用 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，发现的新卷将被公开，且在当时即可用。

## 跨 ESX Server 共享 VMFS

ESX Server 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。有关 VMFS 的背景信息，请参见“虚拟机文件系统”（第 14 页）。有关其他信息，请参见《ESX Server 配置指南》。

VMFS 可以：

- 协调对虚拟磁盘文件的访问。ESX Server 使用由 VMFS 分布式锁定管理器管理的文件级锁定。
- 协调对 VMFS 内部文件系统信息（元数据）的访问。

---

**注意** SCSI 预留在对 VMFS 卷进行元数据更新的过程中会保留。ESX Server 使用短暂性的 SCSI 预留作为分布式锁定协议的一部分。

---

由于虚拟机共享一个公共的 VMFS，因此可能很难得出固定的高峰访问时段或优化性能。您需要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。共享 VMFS 的虚拟机越多，由 I/O 争用导致性能降低的可能也就越大。

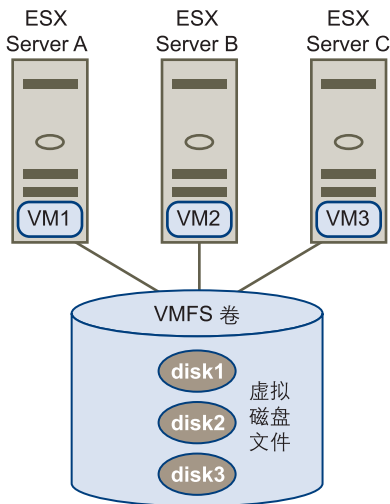
---

**注意** VMware 建议您使服务器、CPU 及存储器上的虚拟机达到负载平衡。在每台服务器上运行多台虚拟机的组合，以免同时在同一个区域面临很高的需求。

---

图 1-3 显示了共享同一 VMFS 卷的若干 ESX Server 系统。

**图 1-3. 访问虚拟磁盘文件**



## 元数据更新

VMFS 保存文件、目录、符号链接、RDM 等等，以及上述对象的相应元数据。每次访问或修改文件的属性时都会访问元数据。这些操作包括但不限于：

- 创建、扩展或锁定文件。
- 更改文件的属性。
- 启动或关闭虚拟机。

## 卷的显示与重新扫描

SAN 是动态的，某特定主机可使用哪些卷随多种因素而变化，其中包括：

- iSCSI 存储器上创建的新卷
- 对卷访问控制的更改
- 网络连接的更改

VMkernel 在启动时会发现卷，这些卷随后即在 VI Client 中可见。如果对卷进行了更改，您必须重新扫描才能看到相应更改。



**小心** 创建了新的 VMFS 卷或扩展了现有的 VMFS 卷之后，您必须从所有可看到该特定卷 (LUN) 的 ESX Server 主机重新扫描 SAN 存储器。否则，这一共享卷对其中一些主机可能不可见。

---

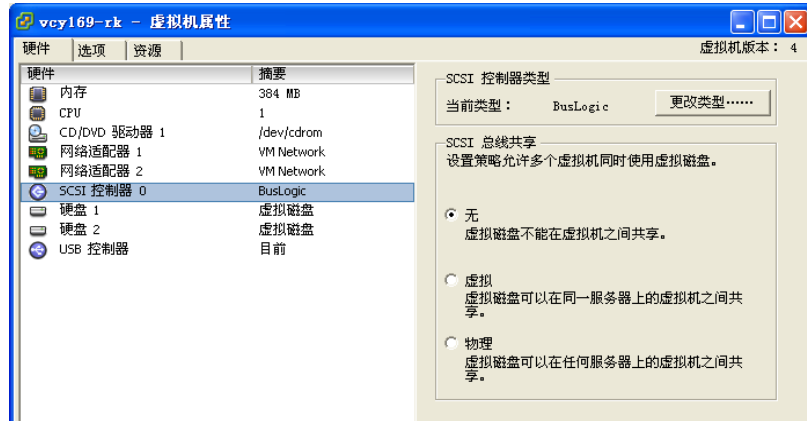
## 间接级别

如果您习惯使用传统的 SAN，则起初可能对间接级别感到困惑。

- 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 Server 操作系统（而不能监视虚拟机操作系统）。可以使用 VI Client 监视虚拟机。
- 默认情况下，各虚拟机在安装过程中将配置一个虚拟硬盘和一个虚拟 SCSI 控制器。可以修改 SCSI 控制器类型及 SCSI 总线共享特性，方法是使用 VI Client 编辑

虚拟机设置，如图 1-4 中所示。您也可以将硬盘添加到虚拟机。请参见《ESX Server 配置指南》。

图 1-4. 设置 SCSI 控制器类型



- 通过 SAN 管理工具可看到的 HBA 属于 ESX Server 系统，而非虚拟机。
- ESX Server 系统可执行多路径。在虚拟机中不支持多路径软件（如 PowerPath），而且也不需要此种软件。

## 数据访问：VMFS 或 RDM

默认情况下，创建虚拟机时会在 VMFS 卷中创建虚拟磁盘。当客户操作系统向其虚拟磁盘发出 SCSI 命令时，虚拟层会将这些命令转换为 VMFS 文件操作。请参见“[虚拟机文件系统](#)”（第 14 页）。

除 VMFS 之外还可使用 RDM。RDM 是 VMFS 卷中充当裸设备代理的特殊文件。RDM 可提供 VMFS 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点。请参见“[裸设备映射](#)”（第 15 页）。

## 第三方管理应用程序

大多数 iSCSI 存储硬件都附送存储管理软件。在许多情况下，这是一个 Web 应用程序，可与和网络连接的任何 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。

可以使用此第三方管理软件执行多种任务：

- 包括 LUN 创建、存储系统缓存管理、LUN 映射和 LUN 安全在内的存储系统管理。
- 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，则可在虚拟机上运行应用程序（使用 VMotion 进行故障切换，使用 VMware HA 进行故障切换等）。但是，由于附加了间接级别，管理软件可能无法看到 SAN。使用 RDM 可解决此问题。请参见“[分层应用程序](#)”（第 108 页）。

---

**注意** 虚拟机能否成功运行管理软件取决于相关的存储系统。

---

## 发现、身份验证和访问控制

可使用多种机制限制 ESX Server 主机可在 iSCSI 存储系统上访问的卷。必须配置 ESX Server 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。ESX Server 上提供动态和静态两类发现。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尝试访问一个特定目标。

**身份验证。** iSCSI 存储系统通过名称和密匙组合对启动器进行身份验证。ESX Server 支持 CHAP 协议，VMware 建议将此协议用于 SAN 实施。ESX Server 主机和 iSCSI 存储系统需要启用 CHAP，并具有公共凭据。在 iSCSI 登录阶段，iSCSI 存储系统会交换并检查这些凭据。

**访问控制。** 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

只有符合 iSCSI 卷附带的所有规则的启动器才可对其进行访问。



## 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。默认情况下这些方法处于禁用状态，但用户可以启用它们。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。

## 了解 VMFS 和 SAN 存储器选择

本节论述可用的 VMFS 和 SAN 存储器选择，并提供有关如何进行选择的建议。

### 选择较大或较小的 LUN

在安装 ESX Server 期间，系统将提示您为系统创建分区。执行安装之前，应计划如何为 ESX Server 系统设置存储器。选择以下方法之一：

- 设置多个 LUN，每个 LUN 上各有一个 VMFS 卷
- 设置一个较大的 LUN 或多个 LUN，所有 LUN 属于单个 VMFS 卷

每个 LUN 最多只能有一个 VMFS 卷。但是，您可以决定使用一个大的 LUN 或多个小的 LUN。

由于以下原因，您可能需要较少、较大的 LUN：

- 更灵活地创建虚拟机，无需向 SAN 管理员要求更多空间。
- 更灵活地调整虚拟磁盘的大小、执行快照等等
- 减少需要标识和管理的 LUN

由于以下原因，您可能需要较多、较小的 LUN：

- 由于锁定和 SCSI 预留问题，每个 VMFS 上的争用更少。
- 不同的应用程序可能需要不同的 RAID 特性。
- 增加灵活性（为每个 LUN 设置多路径策略和磁盘份额）。

---

**注意** 可以将数据中心划分为两种服务器，一种已通过较少、较大的 LUN 进行了最佳配置，另一种则使用较多、较小的 LUN。

---

## 决定 LUN 的大小和数目

如果没有相关虚拟机的存储描述，通常不易决定要使用的 LUN 大小和数量。可使用下列方法之一：

- 预测性方案
- 自适应性方案

### 预测性方案

在预测性方案中，将执行以下操作：

- 创建若干具有不同存储特性的 LUN。
- 在每个 LUN 中构建一个 VMFS 卷（并根据相应特性标记各个卷）。
- 根据各应用程序的需要将其置于适当的 RAID。
- 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 ESX Server 主机内的比例。分配给某一 ESX Server 主机上虚拟机的份额并不影响其他 ESX Server 主机上的虚拟机。

### 自适应性方案

在自适应性方案中，将执行以下操作：

- 创建一个较大的 LUN（RAID 1+0 或 RAID 5），同时启用写入缓存。
- 在该 LUN 中构建 VMFS。
- 将四个或五个虚拟磁盘放在 VMFS 上。
- 运行应用程序并确定磁盘性能是否可满足需要。
- 如果性能可满足需要，您可以向 VMFS 上再添加虚拟磁盘。如果性能无法满足需要，请新建更大的 LUN（可能采用不同的 RAID 级别）并重复此过程。可以使用冷迁移，以便不会在重新创建 LUN 时丢失虚拟机。

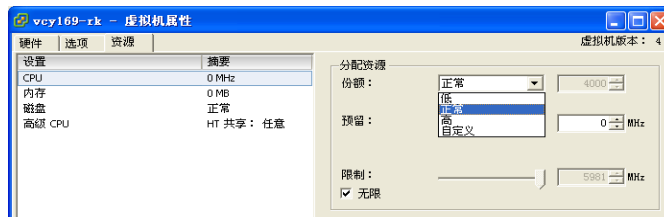
## 关于决定 LUN 大小和数目的提示

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 LUN 卷。
- 如果多台虚拟机访问同一 VMFS（因此也是访问同一 LUN），请使用磁盘份额区分虚拟机优先级。

### 使用磁盘份额区分虚拟机的优先级

- 1 启动 VI Client 并连接 VirtualCenter Server。
- 2 在清单面板中选择虚拟机，右键单击并从菜单中选择 [编辑设置 (Edit Settings)]。
- 3 单击 [资源 (Resources)] 选项卡并单击 [磁盘 (Disk)]。
- 4 右键单击要修改的磁盘的 [份额 (Shares)] 列并从下拉菜单中选择所需的值。



## 了解数据访问

本节论述：

- “访问 SAN 上的数据”（第 27 页）
- “虚拟机如何访问数据”（第 28 页）
- “虚拟机如何访问 SAN 上的数据”（第 28 页）

### 访问 SAN 上的数据

如果不熟悉物理（非虚拟）机如何访问 SAN 存储系统上的数据，请参见 VMware 文档网站 [www.vmware.com/support/pubs/](http://www.vmware.com/support/pubs/) 上的《SAN 概念和设计基础知识》白皮书。

## 虚拟机如何访问数据

虚拟机使用以下方法之一访问数据：

- **VMFS** - 在简单配置中，虚拟机的磁盘将存储为 ESX Server VMFS 内的 .vmdk 文件。当客户操作系统向其虚拟磁盘发出 SCSI 命令时，虚拟层会将这些命令转换为 VMFS 文件操作。

在默认设置中，虚拟机在访问文件时始终经过 VMFS，不管文件位于 SAN 还是主机的本地硬盘。请参见“[虚拟机文件系统](#)”（第 14 页）。

- **裸设备映射 (Raw Device Mapping, RDM)** - RDM 是 VMFS 内充当裸设备代理的映射文件。RDM 可赋予客户操作系统访问裸设备的权限。

在虚拟机必须与 SAN 上的实际磁盘交互时，VMware 建议使用 RDM。当您执行存储系统快照时，或者数据量很大，您不想将其移动到虚拟磁盘时（较为少见），就会出现这种情况。

有关 VMFS 和 RDM 的详细信息，请参见《[ESX Server 配置指南](#)》。

## 虚拟机如何访问 SAN 上的数据

虚拟机与 SAN 交互时，将发生以下过程：

- 1 虚拟机中的客户操作系统需要读写 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。VMware ESX Server 支持两种类型的虚拟 SCSI 控制器：BusLogic 和 LSILogic。
- 3 虚拟 SCSI 控制器将命令转发至 VMkernel。
- 4 VMkernel：
  - 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至 iSCSI 启动器（硬件或软件）。
- 5 如果 iSCSI 启动器是硬件 iSCSI 启动器 (iSCSI HBA)，则 HBA 执行以下操作：
  - 将 I/O 请求封装到 iSCSI 协议数据单元 (Protocol Data Unit, PDU)。
  - 将 iSCSI PDU 封装到 TCP/IP 数据包。
  - 通过以太网将 IP 数据包发送至 iSCSI 存储系统。

如果 iSCSI 启动器是软件 iSCSI 启动器，则：

- 将 I/O 请求封装到 iSCSI PDU。
  - 通过 TCP/IP 连接发送 iSCSI PDU。
  - VMkernel TCP/IP 堆栈将 TCP/IP 数据包转发到物理网卡。
  - 物理网卡通过以太网将 IP 数据包发送至 iSCSI 存储系统。
- 6 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。

从主机的角度来看，此存储设备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。

## 路径管理和故障切换

可使用多种方式管理 iSCSI SAN 中的路径和故障切换：

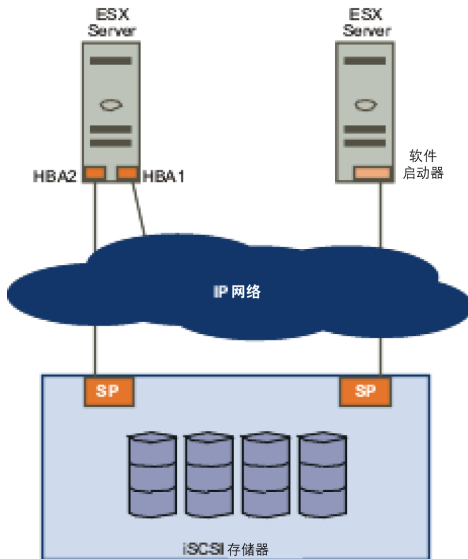
- SCSI 存储堆栈故障切换
- 网卡成组和故障切换
- 基于阵列的故障切换

### SCSI 存储堆栈故障切换

ESX Server 支持多路径，以便在 HBA 或交换机发生故障时维持服务器与存储设备之间的持续连接。多路径支持无需特定故障切换驱动程序。

为了支持路径切换，服务器通常具有两个或更多的可用 HBA，使用一个或多个交换机可从这些 HBA 到达存储系统。或者，设置可能包括一个 HBA 和两个存储处理器，以便 HBA 可以使用不同的路径到达存储系统。

图 1-5. 多路径和故障切换



在图 1-5 中，多条路径将每台服务器与存储设备相连。例如，如果 HBA1 或 HBA1 与网络之间的链路发生故障，HBA2 会取代 HBA1 并提供服务器和网络之间的连接。一个 HBA 取代另一个 HBA 的过程称为 *HBA 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*。ESX Server 通过多路径功能同时支持 HBA 和 SP 故障切换。

您可以为系统选择一个多路径策略：[ 固定的 (Fixed)] 或 [ 最近使用 (Most Recently Used)]。如果策略为 [ 固定的 (Fixed)]，您可以指定一条首选路径。对 ESX Server 主机可见的每个 LUN（磁盘）都可以有各自的路径策略。有关查看当前多路径状况和设置多路径策略的信息，请参见“[多路径](#)”（第 89 页）。

## 网卡成组和故障切换

借助软件 iSCSI，可将单个虚拟 VMKernel iSCSI 网络交换机与多个物理以太网适配器连接，方法是使用称为网卡成组的 VMware Infrastructure 功能。网卡成组为 ESX Server 和存储系统之间的 iSCSI 连接提供网络冗余和一些负载平衡功能。与 SCSI 多路径功能类似，当 ESX Server 系统上的连接或端口出现故障时，网卡成组可提供故障切换。

网卡成组路径不会作为存储器的多条路径出现在 ESX Server 配置中。网卡成组完全由网络层处理，并且必须从 ESX Server SCSI 存储多路径配置中单独配置和监视。

## 基于阵列的故障切换

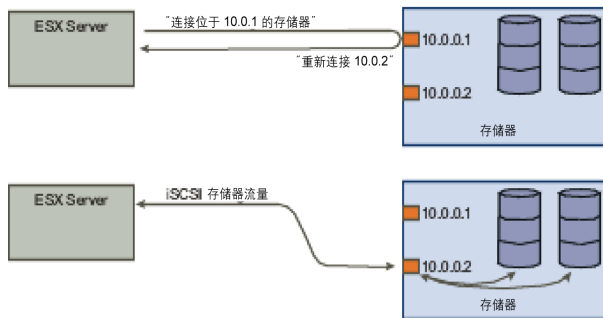
一些 iSCSI 存储系统自动管理其端口的路径使用情况（对 ESX Server 以透明方式）。使用其中一个存储系统时，ESX Server 不会看到存储器上的多个端口，并且不能选择其连接的存储器端口。这些系统只有一个可供 ESX Server 进行初始通信的虚拟端口地址。在初始通信期间，存储系统可重定向 ESX Server，使其与存储系统上的其他端口进行通信。ESX Server 中的 iSCSI 启动器遵守此重新连接请求，并与系统上的其他端口连接。存储系统使用此技术在可用端口间分散负载。

如果 ESX Server 丢失其中一个端口的连接，则会自动尝试与存储系统的虚拟端口重新连接，并应重定向至活动的可用端口。此重新连接和重定向将迅速发生，一般不会中断正在运行的虚拟机。这些存储系统还可请求 iSCSI 启动器重新连接至系统，以更改其连接的存储器端口。这样可最高效地使用多个端口。

**图 1-6** 显示端口重定向的示例。ESX Server 尝试连接至 10.0.0.1 虚拟端口。此存储系统将此请求重定向至 10.0.0.2。ESX Server 与 10.0.0.2 连接并使用此端口进行 I/O 通信。

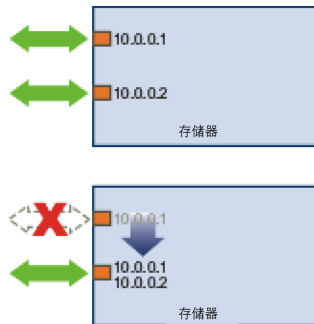
**注意** 此存储系统并不总是重定向连接。端口 10.0.0.1 也可用于流量。

**图 1-6. 端口重定向**



如果存储系统上充当虚拟端口的端口不可用，则存储系统会将虚拟端口地址重新分配至系统上的其他端口。**图 1-7** 显示了此类端口重新分配的示例。在此例中，虚拟端口 10.0.0.1 变得不可用，存储系统将虚拟端口 IP 地址重新分配至其他端口。第二个端口对两个地址做出响应。

图 1-7. 端口重新分配



**注意** 发生故障切换时，虚拟机 I/O 最多可延迟 60 秒，尤其在主动 - 被动阵列中。此延迟允许 SAN 在拓扑更改后稳定其配置。对于路径策略为【**固定的 (Fixed)**】的主动 - 被动阵列，路径抖动可能是个问题。请参见“[解决路径抖动](#)”（第 103 页）。

## 选择虚拟机位置

如果您要设法优化虚拟机的性能，存储器位置是个重要因素。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 (Point-in-Time, PiT) 还原。支持复制、完全 SP 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 SP 冗余以及 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** 如果您需要高端存储器的部分功能（如快照），但不想为此而支付高额成本，那么或许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而改变，包括组织、操作流程、法规要求及灾难规划等方面的变化。

## 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。SAN 在服务器与存储器之间提供多个路径，可防止网络或端口故障。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。ESX Server 系统故障切换选项将在随后几节中进行论述。

### 使用 VMware HA

使用 VMware HA 可将虚拟机组织为故障切换组。某一主机发生故障时，其所有虚拟机将在其他主机上立即启动。虚拟机在其他主机上还原后会丢失内存状况，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）。HA 需要共享存储器（如 SAN）。请参见《资源管理指南》。

---

**注意** 您必须获得许可才能使用 VMware HA。

---

### 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，而且存储系统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。
- 规划 SAN 与服务器故障切换联合使用时，群集虚拟机使用的所有卷都必须对所有 ESX Server 主机可见。

虽然主机可以访问卷，但并非该主机上的所有虚拟机就一定具有对该卷上所有数据的访问权限。虚拟机只能访问为其配置的虚拟磁盘。假设出现配置错误，在虚拟机启动时，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 引导时，只有从该卷引导的 ESX Server 系统才能看到每个引导卷。一种例外情况就是当您通过将另一 ESX Server 系统指向同一个卷来尝试从故障中恢复时。在这种情况下，上述 SAN 卷并非真正从 SAN 中引导。因 SAN 已损坏，未有任何 ESX Server 系统从其引导。SAN 卷是对 ESX Server 系统可见的常规非引导卷。

---



## 安装 iSCSI 启动器和存储器

---

必须先安装 iSCSI 启动器和存储器，ESX Server 才能与 SAN 配合使用。要执行安装，必须先满足某些基本要求。本章将论述这些要求，提供建议，然后详细介绍如何通过安装和设置硬件或软件 iSCSI 启动器来提供对 SAN 的访问。

本章将讨论以下主题：

- “准备设置 iSCSI 存储器”（第 35 页）
- “设置硬件 iSCSI 启动器和存储器”（第 37 页）
- “设置软件 iSCSI 启动器和存储器”（第 47 页）

执行初始安装步骤之后，可能需要修改存储系统。第 3 章，“修改与 ESX Server 配合工作的 SAN 存储系统”（第 63 页）中将对此进行论述。

### 准备设置 iSCSI 存储器

要准备设置 ESX Server 系统以使用 SAN 存储器，请查看以下要求、限制、建议和 LUN 分配提示。

#### ESX Server SAN 要求

必须满足以下要求，ESX Server 环境才能与 SAN 正常配合工作：

- **硬件和固件。** 仅支持有限的若干 SAN 存储硬件和固件组合与 ESX Server 系统配合使用。有关最新列表，请参见《存储器/SAN 兼容性指南》。
- **每个 LUN 一个 VMFS 卷。** 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（从 SAN 引导），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 建议您使用 RDM 访问任何裸磁盘。有关 RDM 的详细信息，请参见《ESX Server 配置指南》。
- **多路径**。要使多路径能够正常工作，每个 LUN 必须对所有 ESX Server 主机呈现相同的 LUN 号。
- **队列大小**。设置客户操作系统中的 BusLogic 或 LSILogic 驱动程序以指定足够大的队列。您可以在系统设置过程中设置物理 HBA 的队列深度。有关支持的驱动程序，请参见《存储器 / SAN 兼容性指南》。
- **SCSI 超时**。在运行 Microsoft Windows 的虚拟机上，增加 SCSI Timeout Value 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。

## 限制

将 ESX Server 与 SAN 配合使用时存在以下限制：

- ESX Server 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。

## 建议

设置包含 ESX Server 主机和 SAN 的环境时，请考虑以下建议：

- 对虚拟机的虚拟磁盘使用裸设备映射，以利用该存储系统的某些硬件快照功能，或从用于数据 LUN 的冷备用主机配置中的虚拟机以及物理机访问磁盘。
- 要使用 VMotion 将虚拟机移至其他主机，那么虚拟机的虚拟磁盘所在的 LUN 必须对所有主机均可见。

## 设置 LUN 分配

设置 LUN 分配时，请注意以下几点：

- **存储器置备**。为确保 ESX Server 系统在启动时识别 LUN，将 SAN 连接到 ESX Server 系统前请将所有 LUN 置备到相应的 HBA。

---

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

---

- **VMotion 和 VMware DRS。** 当您使用 VirtualCenter 以及 VMotion 或 DRS 时，请确保用于虚拟机的 LUN 已置备到所有 ESX Server 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 ESX Server 系统通向所有存储处理器路径均一致。否则在进行 VMotion 迁移时可能导致路径抖动。请参见“[解决路径抖动](#)”（第 103 页）。

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 ESX Server 主机呈现 LUN。

## 设置硬件 iSCSI 启动器和存储器

对于基于硬件的 iSCSI 存储器，您将使用可通过 TCP/IP 访问 iSCSI 存储器的专用第三方适配器。此 iSCSI 启动器负责 ESX Server 系统的所有 iSCSI 处理过程和管理。

硬件 iSCSI 启动器需要配置才能正常工作，因此在设置驻留在 iSCSI 存储设备上的数据存储之前，必须如下列各节中所详述的过程安装和配置硬件 iSCSI 启动器。

---

**注意** 您可以配置某些 ESX Server 系统通过多个 HBA 将流量均衡加载到多个包含特定主动 - 主动阵列的 LUN。为此，请向 LUN 分配首选路径，以便均衡使用 HBA。

---

## 安装和查看 iSCSI 硬件启动器

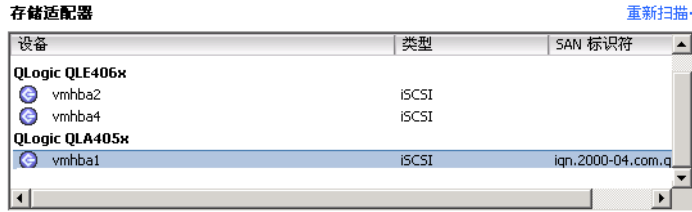
有关支持的启动器的信息，请参见 VMware 网站 [www.vmware.com/cn](http://www.vmware.com/cn) 上的《[I/O 兼容性指南](#)》。

开始配置硬件 iSCSI 启动器之前，请确保 iSCSI HBA 已成功安装并显示在可供配置的启动器列表上。如果启动器已安装，则可查看其属性。

### 查看硬件 iSCSI 启动器属性

- 1 登录 VI Client，然后从清单面板中选择服务器。
- 2 依次单击 [ **配置 (Configuration)** ] 选项卡和 [ **硬件 (Hardware)** ] 组中的 [ **存储适配器 (Storage Adapters)** ]。

此时会显示可用存储适配器（启动器）的列表。iSCSI 启动器显示在存储适配器列表中。

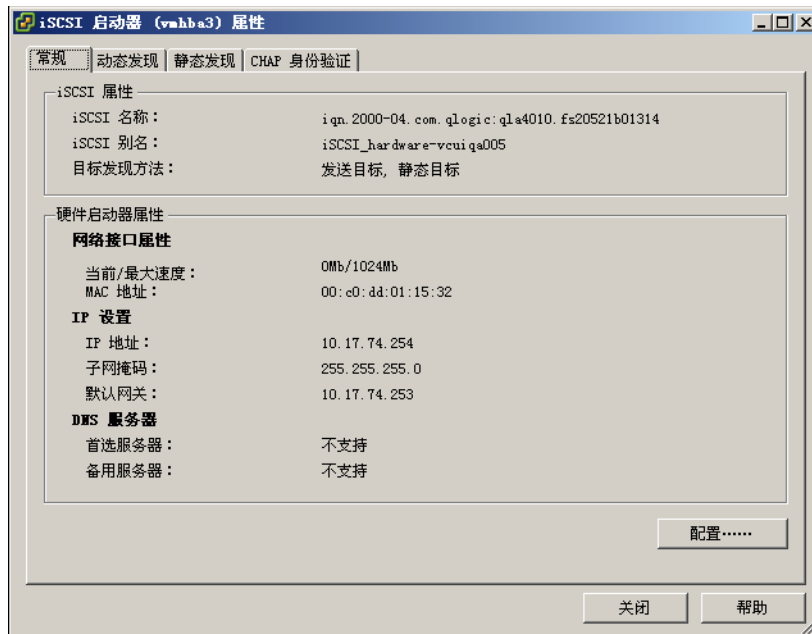


- 3 在 [HBA] 下方，选择要配置的启动器。

此时会显示启动器的详细信息，包括型号、IP 地址、iSCSI 名称、发现方法、iSCSI 别名及所发现的任何目标。

- 4 单击 [ 属性 (Properties) ]。

此时会出现 [iSCSI 启动器属性 (iSCSI Initiator Properties)] 对话框。[ 常规 (General) ] 选项卡显示了启动器的附加特性。



现在可配置硬件启动器或更改其默认特性。

## 配置硬件 iSCSI 启动器

配置硬件 iSCSI 启动器时，需要设置启动器的 iSCSI 名称、IP 地址和发现地址。VMware 还建议设置 CHAP 参数。

配置硬件 iSCSI 启动器后，请重新扫描，以便该启动器可访问的所有 LUN 均出现在可用于 ESX Server 主机的存储设备列表上。

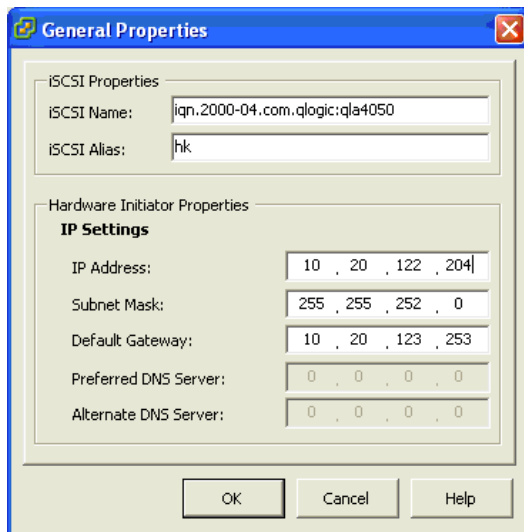
### 设置命名参数

在配置硬件 iSCSI 启动器时，请确保其名称和 IP 地址的格式正确。请参见“[iSCSI 命名约定](#)”（第 17 页）。

### 设置硬件启动器的 iSCSI 名称、别名和 IP 地址

- 1 执行“[查看硬件 iSCSI 启动器属性](#)”（第 37 页）中列出的步骤，打开 **[iSCSI 启动器属性 (iSCSI Initiator Properties)]** 对话框。
- 2 单击 **[配置 (Configure)]**。

此时会显示 **[常规属性 (General Properties)]** 对话框。



- 3 要更改启动器的默认 iSCSI 名称，请输入新的名称。  
正确格式化所输入的名称；否则，某些存储设备可能无法识别硬件 iSCSI 启动器。可以使用供应商提供的默认名称。不需要对其进行更改。
- 4 输入 iSCSI 别名。

别名是一种名称，可用于识别硬件 iSCSI 启动器。

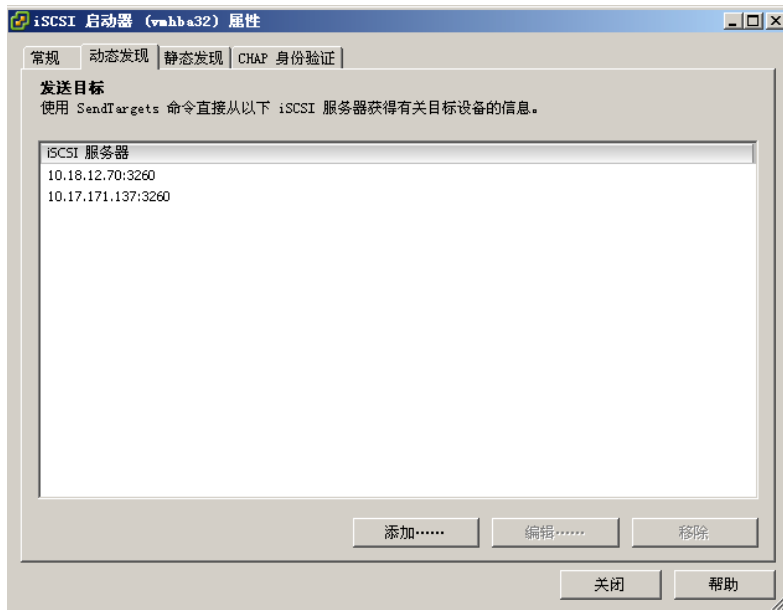
- 5 如果选择了 [ **使用以下 IP 设置 (Use the following IP settings)** ]，则输入以下项目的值：
  - IP 地址
  - 子网掩码
  - 默认网关
- 6 单击 [ **确定 (OK)** ] 保存更改，然后重新启动服务器，以使更改生效。

### 设置硬件启动器的发现地址

设置目标发现地址，以便硬件启动器确定网络上可供访问的存储器资源。您可以使用动态发现（发现与 IP 地址关联的所有目标）或静态发现（必须指定要看见的目标的 IP 地址和 iSCSI 名称）来进行此设置。

### 使用动态发现设置目标发现地址

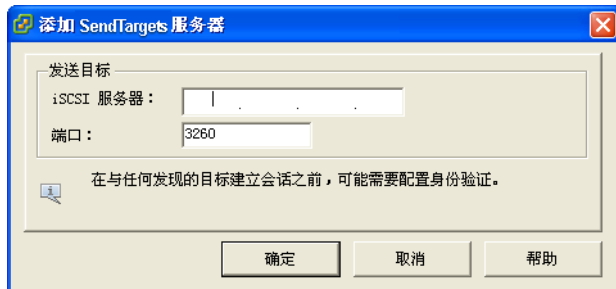
- 1 执行“[查看硬件 iSCSI 启动器属性](#)”（第 37 页）中列出的步骤，打开 [ **iSCSI 启动器属性 (iSCSI Initiator Properties)** ] 对话框。
- 2 在 [ **iSCSI 启动器属性 (iSCSI Initiator Properties)** ] 对话框中，单击 [ **动态发现 (Dynamic Discovery)** ] 选项卡。





- 3 要添加 ESX Server 主机可用于 SendTargets 会话的新 iSCSI 目标，请单击 [ **添加 (Add)** ]。

此时会显示 [ **添加 SendTargets 服务器 (Add SendTargets Server)** ] 对话框。

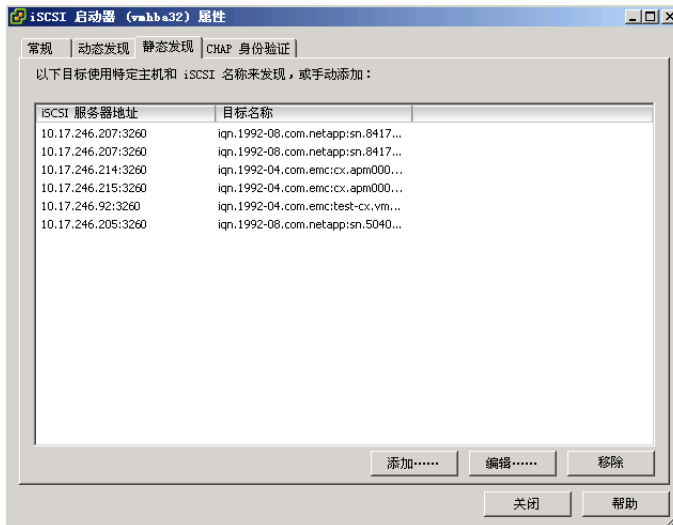


- 4 输入存储系统的 IP 地址并单击 [ **确定 (OK)** ]。  
在 ESX Server 主机与此目标设备建立 SendTargets 会话后，新发现的任何目标均出现在 [ **静态发现 (Static Discovery)** ] 列表中。
- 5 要更改或删除特定 IP 地址，请选择地址并单击 [ **编辑 (Edit)** ] 或 [ **移除 (Remove)** ]。

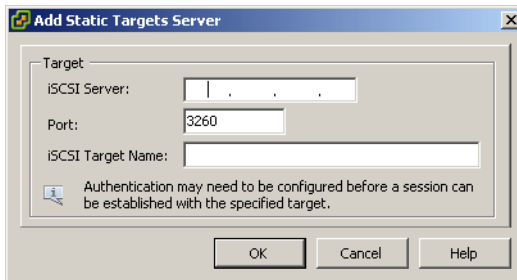
#### 使用静态发现设置目标发现地址

- 1 执行“[查看硬件 iSCSI 启动器属性](#)”（第 37 页）中列出的步骤，打开 [iSCSI 启动器属性 (iSCSI Initiator Properties)] 对话框。
- 2 在 [iSCSI 启动器属性 (iSCSI Initiator Properties)] 对话框中，单击 [ **静态发现 (Static Discovery)** ] 选项卡。

该选项卡将显示所有动态发现目标和已输入的所有静态目标。



- 要添加 ESX Server 主机可访问的目标，请单击 **[添加 (Add)]** 并输入目标的 IP 地址和完全限定域名。



- 要更改或删除特定的动态发现目标，请选择该目标并单击 **[编辑 (Edit)]** 或 **[移除 (Remove)]**。

---

**注意** 如果移除了动态发现的一个静态目标，该目标可在下次进行重新扫描、重置 HBA 或重新引导系统时返回到列表中。

---

## 设置 CHAP 参数

配置硬件 iSCSI 启动器时，请确保 CHAP 配置与 iSCSI 存储器匹配。如果在存储器上启用了 CHAP，则必须在启动器上启用它。如果已启用，必须设置 CHAP 身份验证凭据以与 iSCSI 存储器匹配。

**注意** ESX Server 主机对每个启动器仅支持一组 CHAP 凭据。不可以通过 VI Client 为不同的目标分配不同的 CHAP 凭据。

### 设置硬件启动器的 CHAP 参数

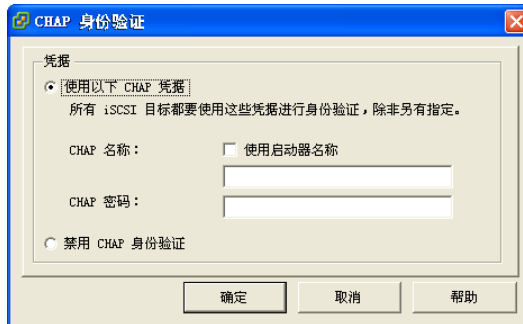
- 1 执行“[查看硬件 iSCSI 启动器属性](#)”（第 37 页）中列出的步骤，打开 **[iSCSI 启动器属性 (iSCSI Initiator Properties)]** 对话框。
- 2 单击 **[CHAP 身份验证 (CHAP Authentication)]** 选项卡。

此时选项卡将显示默认的 CHAP 参数。



- 3 要更改现有 CHAP 参数，请单击 **[配置 (Configure)]**。

此时会打开 [CHAP 身份验证 (CHAP Authentication)] 对话框。



- 4 要使 CHAP 保持启用状态，请选择 [使用以下 CHAP 凭据 (Use the following CHAP credentials)]。
- 5 输入新的 CHAP 名称或选择 [使用启动器名称 (Use initiator name)]。
- 6 如果需要，请指定 [CHAP 密码 (CHAP Secret)]。  
所有新目标均将使用此 CHAP 密码对启动器进行身份验证。
- 7 单击 [确定 (OK)] 保存更改。

---

**注意** 如果禁用 CHAP，则现有会话会一直保持到重新引导或存储系统强制注销，然后您将无法连接到需要 CHAP 的目标。

---

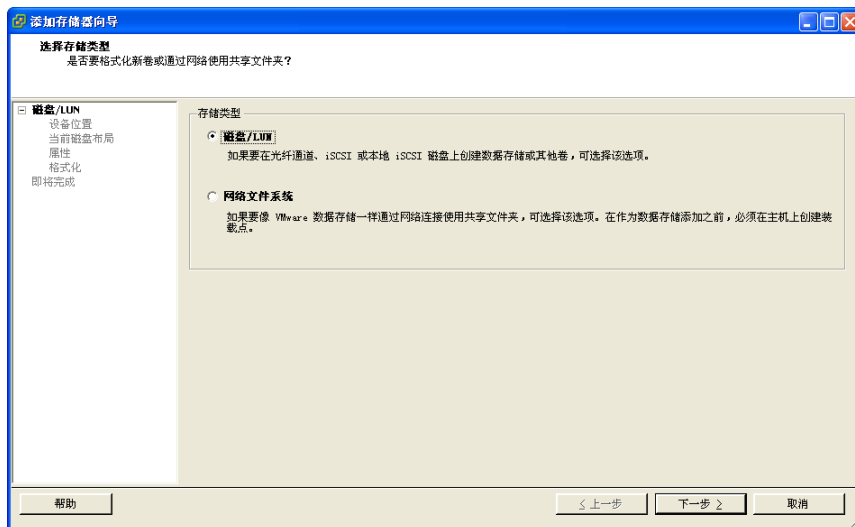
## 添加硬件启动的 iSCSI 存储器

在硬件启动的 iSCSI 存储设备上创建数据存储时，添加存储器向导将指导您完成配置。

### 在硬件启动的 iSCSI 设备上创建数据存储

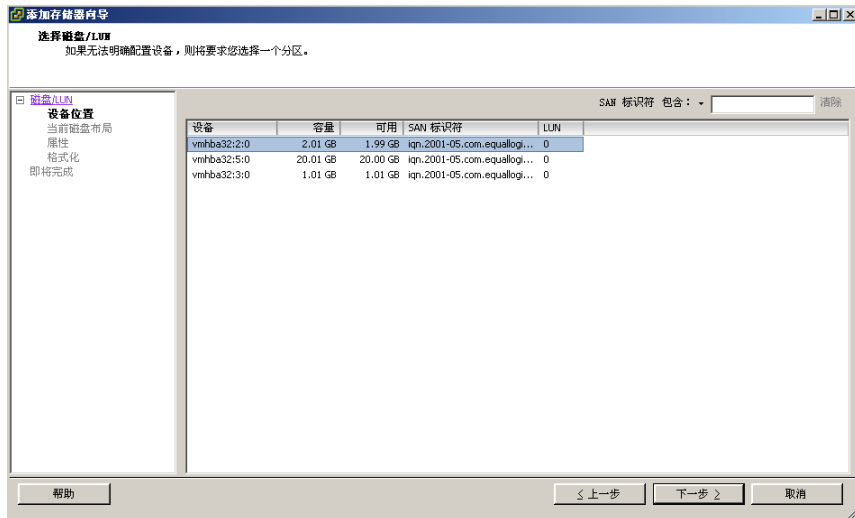
- 1 登录到 VI Client，然后从清单面板中选择服务器。
- 2 依次单击 [配置 (Configuration)] 选项卡和 [存储器 (Storage)]。
- 3 单击 [添加存储器 (Add Storage)]。

此时会出现 [ **选择存储类型 (Select Storage Type)** ] 页面。

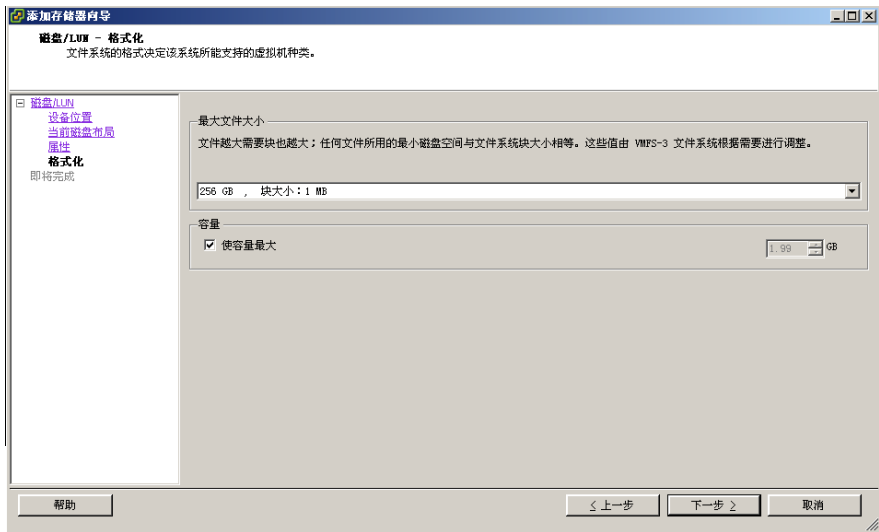


- 4 选择 [ **磁盘/LUN (Disk/LUN)** ]，然后单击 [ **下一步 (Next)** ]。

此时会出现 [ **选择磁盘/LUN (Select Disk/LUN)** ] 页面。这可能需要几秒钟时间，具体视具有的目标数而定。



- 5 选择要用于数据存储的 iSCSI 设备，然后单击 [ 下一步 (Next) ]。  
此时会显示 [ 当前磁盘布局 (Current Disk Layout) ] 页面。
- 6 检查当前磁盘布局，并单击 [ 下一步 (Next) ]。  
此时会出现 [ 磁盘 /LUN- 属性 (Disk/LUN-Properties) ] 页面。
- 7 输入数据存储名称。  
数据存储名称将出现在 VI Client 中，且标签在当前 Virtual Infrastructure 实例中必须是唯一的。
- 8 单击 [ 下一步 (Next) ]。  
此时会出现 [ 磁盘 /LUN- 格式化 (Disk/LUN-Formatting) ] 页面。



- 9 如果需要，请调整用于数据存储的文件系统值和容量。  
默认情况下，存储设备上的全部可用空间均可供使用。
- 10 单击 [ 下一步 (Next) ]。  
此时会显示 [ 摘要 (Summary) ] 页面。
- 11 检查数据存储信息，然后单击 [ 完成 (Finish) ]。  
该过程在硬件启动 iSCSI 设备上创建数据存储。

## 设置额外参数

可以使用 `esxcfg-hwiscsi` 实用程序为硬件 iSCSI HBA 配置额外参数。例如，有些 iSCSI 存储系统要求 ARP 重定向，以在端口间动态移动 iSCSI 流量。在硬件 iSCSI HBA 上必须允许 ARP 重定向。

请参见附录 B，“实用程序”（第 115 页）。

## 设置软件 iSCSI 启动器和存储器

借助基于软件的 iSCSI 实施，可使用标准网络适配器将 ESX Server 系统连接至 IP 网络上的远程 iSCSI 目标。VMkernel 中嵌入的 ESX Server 软件 iSCSI 启动器为此连接提供了便利，可通过网络堆栈与网络适配器进行通信。

配置使用软件启动的 iSCSI 连接访问 iSCSI 存储器的数据存储之前，必须启用网络连接，然后安装和配置软件 iSCSI 启动器。

## 软件 iSCSI 存储器的网络配置

配置 iSCSI 存储器之前，必须创建 VMkernel 端口以处理 iSCSI 网络及（仅限 ESX Server 3）iSCSI 网络的服务控制台连接。

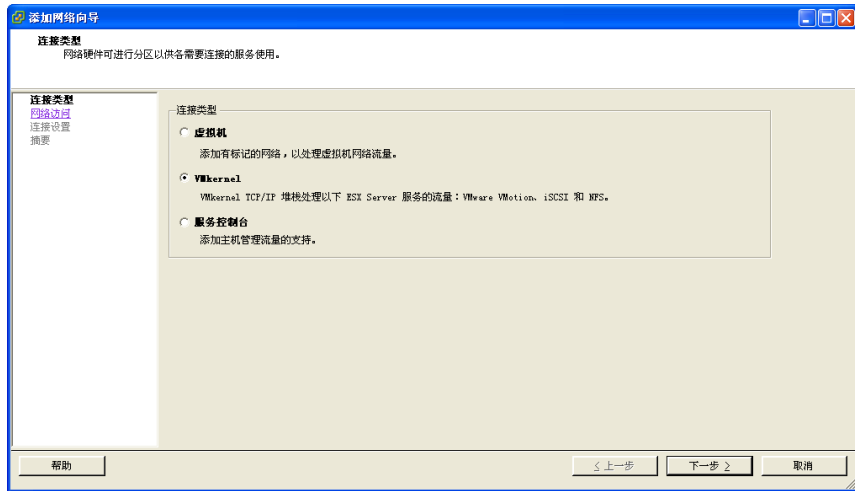


**小心** 如果为 ESX Server 3 配置软件 iSCSI 实施，则必须同时在网络配置中设置 VMkernel 端口和服务控制台连接。

### 为软件 iSCSI 创建 VMkernel 端口

- 1 登录 VI Client，从清单面板中选择服务器。  
此时会出现该服务器的硬件配置页面。
- 2 依次单击 [ **配置 (Configuration)** ] 选项卡和 [ **网络 (Networking)** ]。
- 3 单击 [ **添加网络连接 (Add Networking)** ]。

此时会出现 [ **添加网络向导 (Add Network Wizard)** ]。



对于 ESX Server 3i, [ **服务控制台 (Service Console)** ] 选项不会出现在此向导屏幕中。

- 4 选择 [ **VMkernel** ]，然后单击 [ **下一步 (Next)** ]。

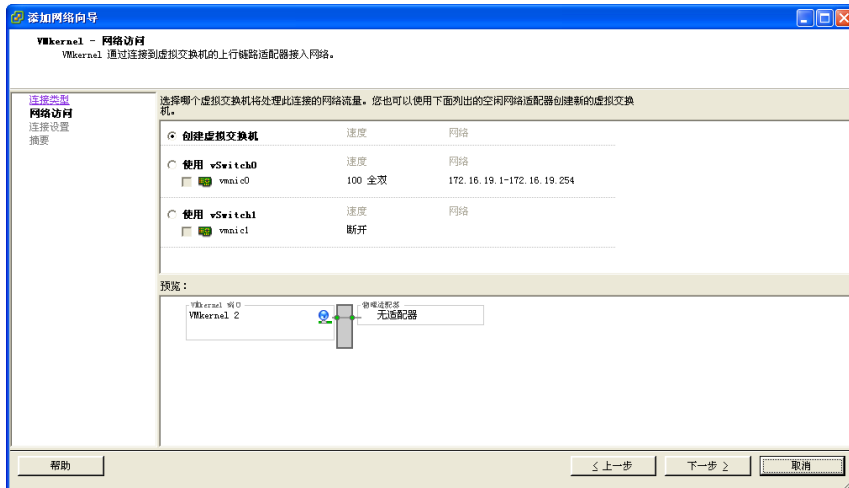
这允许您将运行 iSCSI 存储器服务的 VMkernel 连接至物理网络。

此时会出现 [ **网络访问 (Network Access)** ] 页面。

- 5 选择要使用的 vSwitch，或 [ **创建虚拟交换机 (Create a virtual switch)** ] 单选按钮。



## 6 选择 vSwitch 要使用的网络适配器复选框。



选择将出现在 [ **预览 (Preview)** ] 窗格中。

为每个 vSwitch 选择适配器，以便使通过适配器连接的虚拟机或其他设备可到达正确的以太网分段。如果 [ **创建虚拟交换机 (Create a virtual switch)** ] 下未出现任何适配器，则现有 vSwitch 正在使用系统中的所有网络适配器。

---

**注意** 不要在 100 MB 网卡上使用 iSCSI。

---

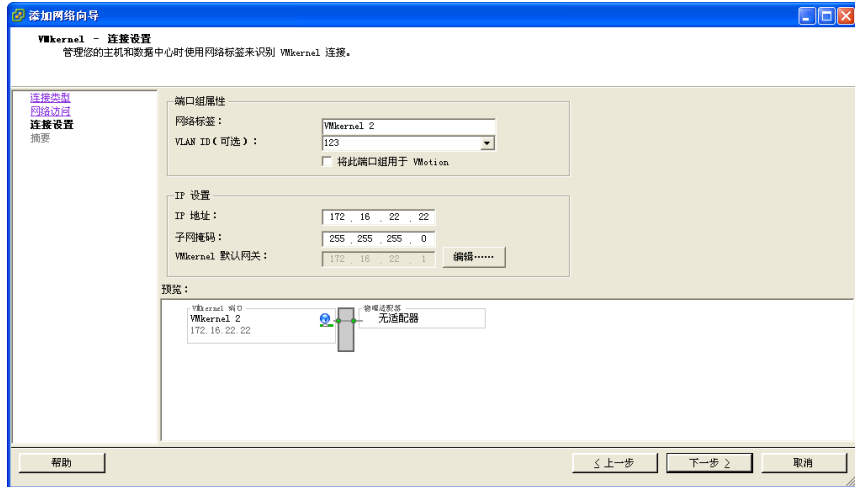
7 单击 [ **下一步 (Next)** ]。

此时会出现 [ **连接设置 (Connection Settings)** ] 页面。

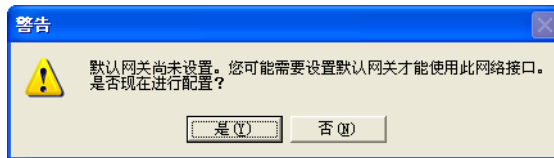
8 在 [ **端口组属性 (Port Group Properties)** ] 下，选择或输入网络标签和 VLAN ID (可选)。您也可以在 [ **IP 设置 (IP Settings)** ] 下输入或更改 [ **IP 地址 (IP Address)** ] 和 [ **子网掩码 (Subnet Mask)** ]。

**网络标签。** 用于识别所创建的端口组的名称。此标签是在配置 iSCSI 存储器的过程中配置与此端口组连接的虚拟适配器时指定的。

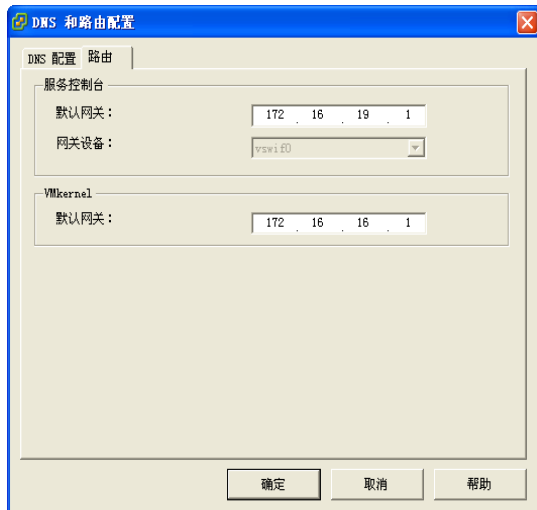
**VLAN ID。** 用于标识端口组网络流量将使用的 VLAN。不需要 VLAN ID。如果您不确定是否需要它们，请向网络管理员咨询。



- 9 您会收到一个警告，指出未设置默认网关。如果所连接的计算机与服务控制台（仅限 ESX Server 3）或 VMkernel 不在同一 IP 子网上，则需要网关。要连接多个子网，请单击 **[是 (Yes)]** 配置一个网关。



- 10 在 **[DNS 和路由配置 (DNS and Routing Configuration)]** 对话框中的 **[路由 (Routing)]** 选项卡上，服务控制台和 VMkernel 需要各自的网关信息。



**注意** 为所创建的端口设置默认网关。必须使用有效的静态 IP 地址配置 VMkernel 堆栈。

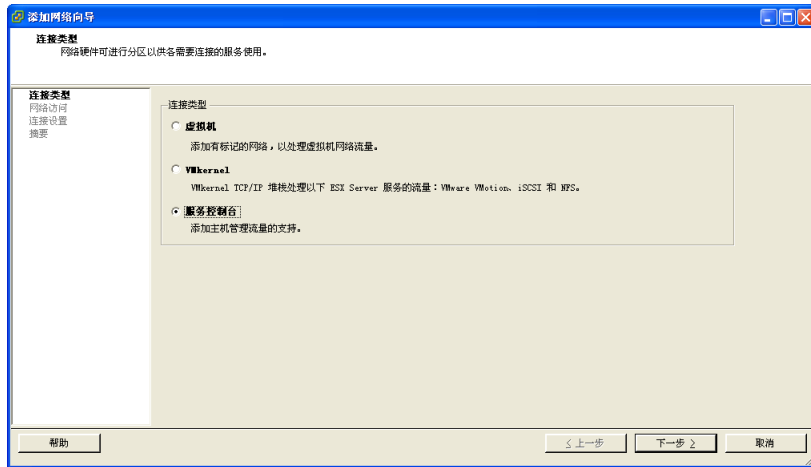
- 11 单击 **[确定 (OK)]** 以保存更改并关闭 **[DNS 和路由配置 (DNS and Routing Configuration)]** 对话框。
- 12 单击 **[下一步 (Next)]**。
- 13 使用 **[上一步 (Back)]** 按钮进行更改。
- 14 检查在 **[即将完成 (Ready to Complete)]** 页面上做出的更改，单击 **[完成 (Finish)]**。

为 iSCSI 创建 VMkernel 端口后，创建的服务控制台必须与 VMkernel 端口连接同一个 vSwitch。如果使用的是 ESX Server 3i，则不必这么做。

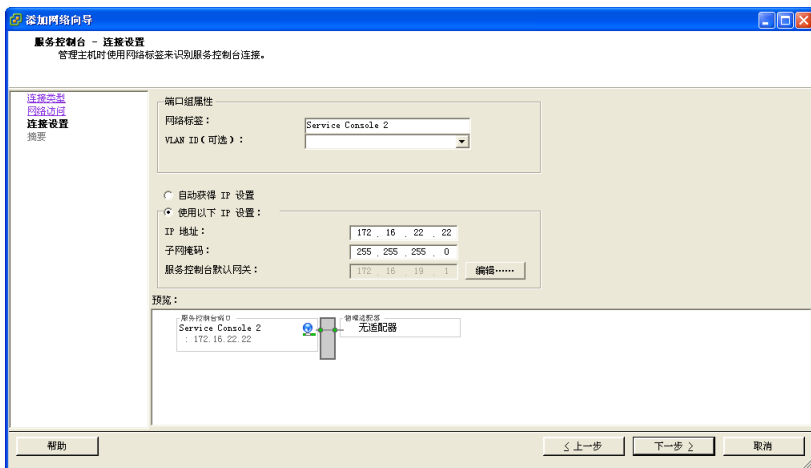
### 为软件 iSCSI 配置服务控制台连接（仅限 ESX Server 3）

- 1 登录 VI Client，从清单面板中选择服务器。  
此时会出现该服务器的硬件配置页面。
- 2 依次单击 **[配置 (Configuration)]** 选项卡和 **[网络 (Networking)]**。
- 3 在屏幕的右侧，单击与您所创建的 VMkernel 端口相关联的 vSwitch 的 **[属性 (Properties)]**。

- 4 在 [ 端口 (Ports) ] 选项卡上, 单击 [ 添加 (Add) ]。  
此时会出现 [ 添加网络向导 (Add Network Wizard) ]。



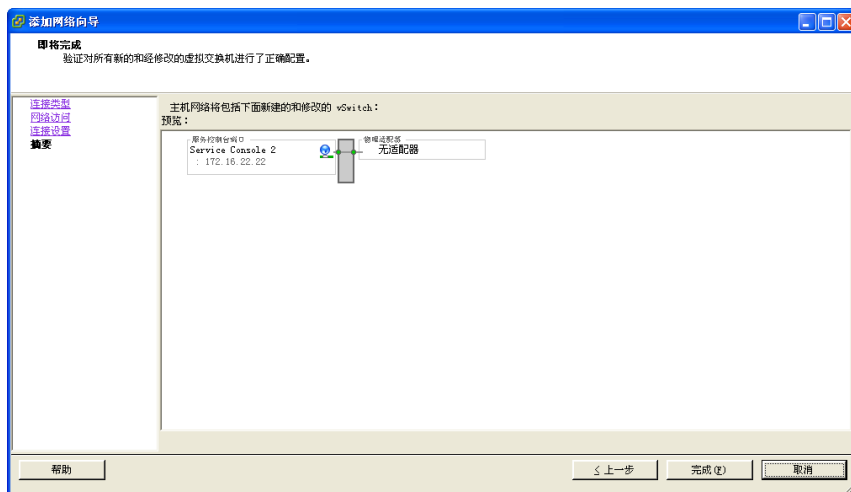
- 5 选择 [ 服务控制台 (Service Console) ] 连接类型, 单击 [ 下一步 (Next) ]。  
此时会出现 [ 连接设置 (Connection Settings) ] 页面。
- 6 在 [ 端口组属性 (Port Group Properties) ] 区域, 输入用于识别所创建的端口组的网络标签。



较新的端口和端口组将出现在 vSwitch 图的顶部。

- 7 输入 [IP 地址 (IP Address)] 和 [子网掩码 (Subnet Mask)], 或为 IP 地址和子网掩码选择 [自动获得 IP 设置 (Obtain IP setting automatically)] DHCP 选项。此 IP 必须不同于为 VMkernel 选择的 IP 地址。
- 8 单击 [编辑 (Edit)], 设置 [服务控制台默认网关 (Service Console Default Gateway)]。
- 9 单击 [下一步 (Next)]。

此时会出现 [即将完成 (Ready to Complete)] 页面。



- 10 确定 vSwitch 配置正确之后, 单击 [完成 (Finish)]。

创建 VMkernel 端口和服务控制台连接后, 即可启用和配置软件 iSCSI 存储器。

## 配置软件 iSCSI 启动器

要配置软件 iSCSI 启动器, 请启用启动器, 并设置其目标地址。VMware 还建议设置其 CHAP 参数。

配置软件 iSCSI 启动器后, 请重新扫描, 以便该启动器可访问的所有 LUN 均出现在可用于 ESX Server 系统的存储设备列表上。

## 启用软件 iSCSI 启动器

启用软件 iSCSI 启动器，以便 ESX Server 可使用该启动器。

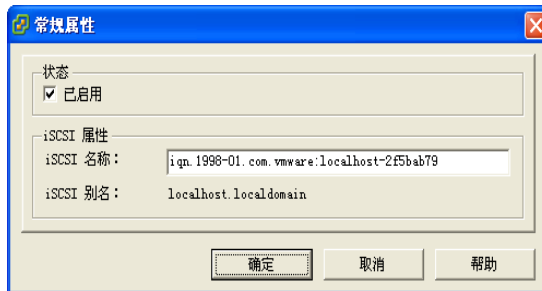
### 启动软件 iSCSI 启动器

- 1 执行“[查看软件 iSCSI 启动器属性](#)”（第 57 页）中列出的步骤，打开 **[iSCSI 启动器属性 (iSCSI Initiator Properties)]** 对话框。

- 2 单击 **[配置 (Configure)]**。

此时将打开 **[常规属性 (General Properties)]** 对话框，显示启动器的状态、默认名称和别名。

- 3 要启用启动器，请选择 **[已启用 (Enabled)]**。



- 4 要更改启动器的默认 iSCSI 名称，请输入新的名称。  
不需要更改默认名称。

正确格式化所输入的名称；否则，某些存储设备可能无法识别软件 iSCSI 启动器。

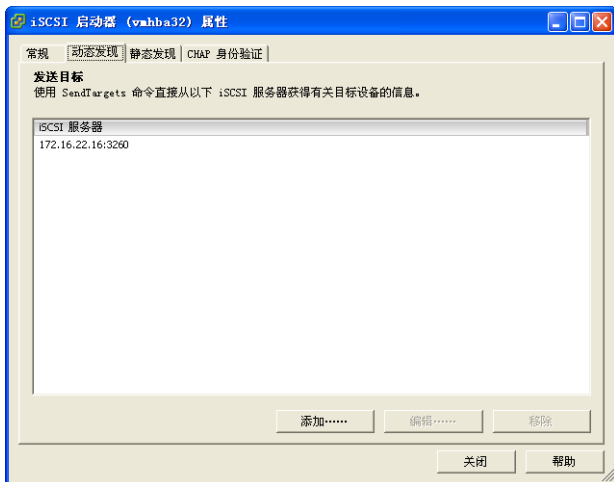
- 5 单击 **[确定 (OK)]** 保存更改。

## 设置发现地址

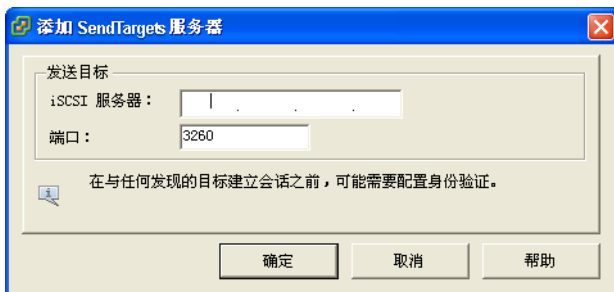
设置目标发现地址，以便软件启动器确定网络上可供访问的存储器资源。

## 设置软件启动器的目标发现地址

- 1 执行“查看软件 iSCSI 启动器属性”（第 57 页）中列出的步骤，打开 [iSCSI 启动器属性 (iSCSI Initiator Properties)] 对话框。
- 2 单击 [动态发现 (Dynamic Discovery)] 选项卡。



- 3 要添加 ESX Server 主机可用于 SendTargets 会话的新 iSCSI 目标，请单击 [添加]。此时会显示 [添加 SendTargets 服务器 (Add Send Targets Server)] 对话框。



- 4 输入 SendTargets 服务器 IP 地址，然后单击 [确定 (OK)]。
- 5 要更改或删除 SendTargets 服务器，请选择服务器并单击 [编辑 (Edit)] 或 [移除 (Remove)]。

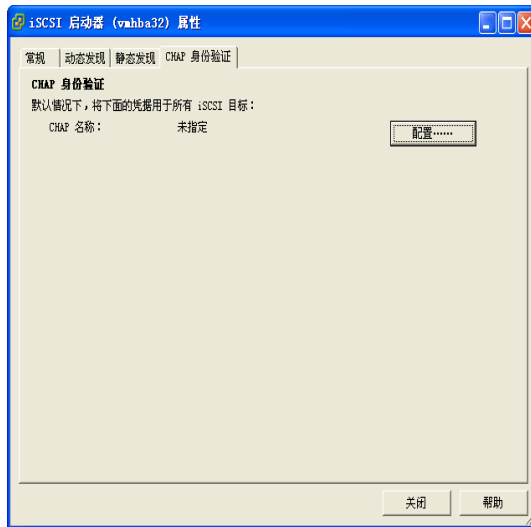
## 设置 CHAP 参数

配置软件 iSCSI 启动器时，请确保 CHAP 配置与 iSCSI 存储器匹配。如果在存储器上启用了 CHAP，则必须在启动器上启用它。如果已启用，必须设置 CHAP 身份验证凭据以便 iSCSI 存储器匹配。

### 设置软件启动器的 CHAP 参数

- 1 执行“[查看软件 iSCSI 启动器属性](#)”（第 57 页）中列出的步骤，打开 **[iSCSI 启动器属性 (iSCSI Initiator Properties)]** 对话框。
- 2 单击 **[CHAP 身份验证 (CHAP Authentication)]** 选项卡。

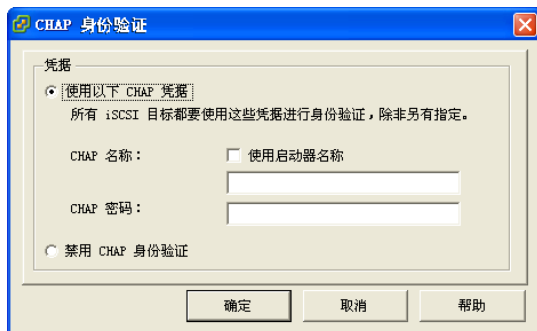
此时选项卡将显示默认的 CHAP 参数。



- 3 要对现有 CHAP 参数作出任何更改，请单击 **[配置 (Configure)]**。



此时会打开 **[CHAP 身份验证 (CHAP Authentication)]** 对话框。



- 4 要使 CHAP 保持启用状态，请选择 **[使用以下 CHAP 凭据 (Use the following CHAP credentials)]**。
- 5 输入新的 CHAP 名称或选择 **[使用启动器名称 (Use initiator name)]**。
- 6 如果需要，请指定 **[CHAP 密码 (CHAP Secret)]**。

所有新目标均将使用此 CHAP 密码对启动器进行身份验证。所建立的任何会话均不受影响。

- 7 单击 **[确定 (OK)]** 保存更改。

---

**注意** 如果禁用 CHAP，则现有会话会保持到重新引导或存储系统强制注销之时，您将无法连接需要 CHAP 的目标。

---

## 查看软件 iSCSI 启动器

ESX Server 系统使用软件 iSCSI 启动器来访问软件启动的 iSCSI 存储设备，该启动器显示在可用适配器列表中。配置软件启动器后，可使用 VI Client 查看其属性。

### 查看软件 iSCSI 启动器属性

- 1 登录 VI Client，然后从清单面板中选择服务器。
- 2 依次单击 **[配置 (Configuration)]** 选项卡和硬件下方的 **[存储适配器 (Storage Adapters)]**。

此时会显示可用存储适配器的列表。

- 3 在 **[iSCSI 软件适配器 (iSCSI Software Adapter)]** 下方，选择可用的软件启动器。

此时会显示启动器的详细信息，包括型号、IP 地址、iSCSI 名称、发现方法、iSCSI 别名及所发现的任何目标。

存储适配器 重新扫描

设备	类型	SAN 标识符
<b>LSI1068</b>		
vmhba0	块 SCSI	
<b>iSCSI Software Adapter</b>		
vmhba32	iSCSI	iqn.1998-01.com.vmware:...

**详细信息** 属性.....

<b>vmhba32</b>			
型号:	iSCSI Software Adapter	IP 地址:	
iSCSI 名称:	iqn.1998-01.com.vmware:localhost-2f5bab79	发现方法:	发送目标
iSCSI 别名:	localhost.localdomain	目标:	0

#### 4 单击 [属性 (Properties)]。

此时会打开 [iSCSI 启动器属性 (iSCSI Initiator Properties)] 对话框。[常规 (General)] 选项卡显示了软件启动器的附加特性。



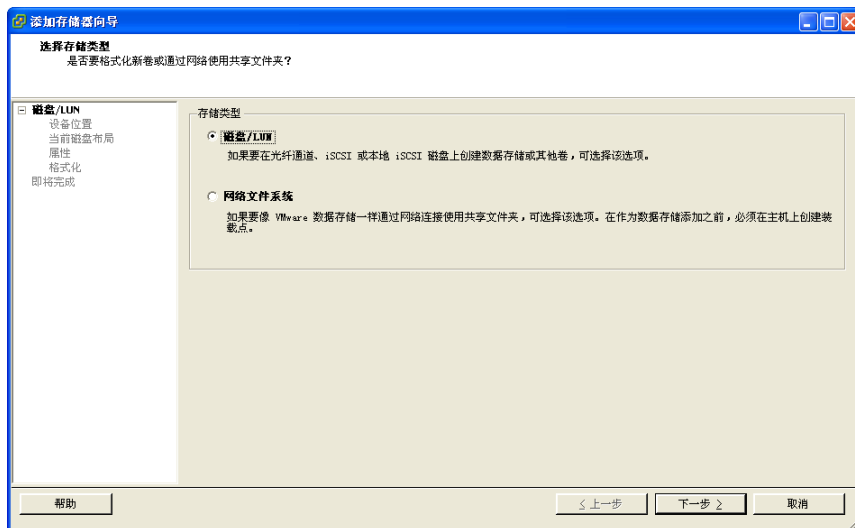
## 添加软件启动的 iSCSI 存储

在软件启动的 iSCSI 存储设备上创建数据存储时，添加存储器向导将指导您完成配置。

### 在软件启动的 iSCSI 设备上创建数据存储

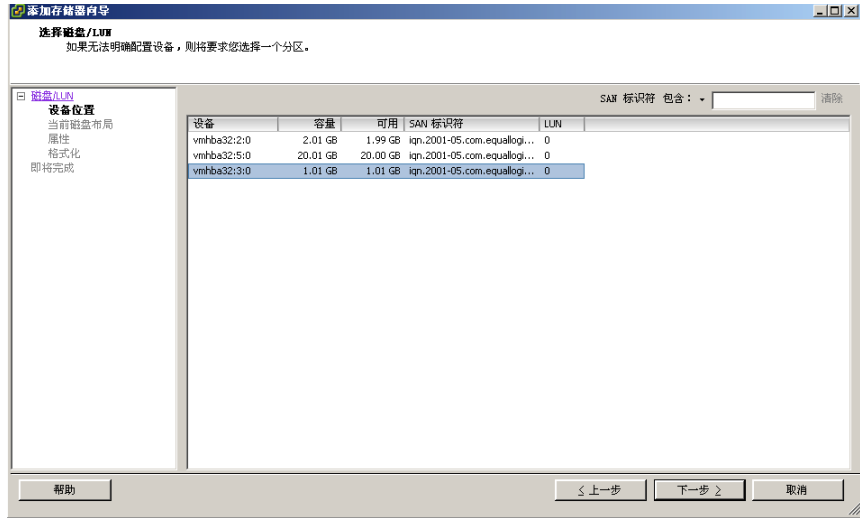
- 1 登录到 VI Client，然后从清单面板中选择服务器。
- 2 依次单击 [配置 (Configuration)] 选项卡和 [存储器 (Storage)]。
- 3 单击 [添加存储器 (Add Storage)]。

此时会出现 [选择存储器类型 (Select Storage Type)] 页面。



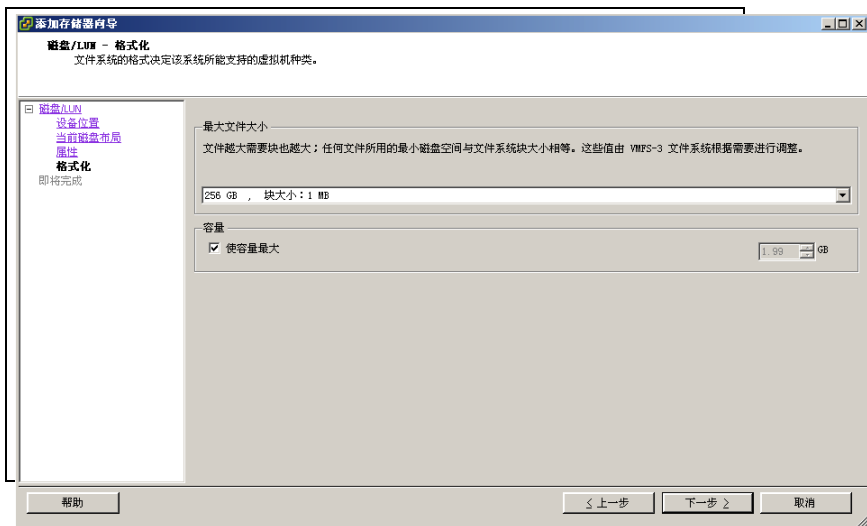
- 4 选择 [磁盘/LUN (Disk/LUN)] 存储器类型，然后单击 [下一步 (Next)]。

此时会出现 [ **选择磁盘 /LUN (Select Disk/LUN)** ] 页面。这可能需要几秒钟时间，具体视具有的目标数而定。



- 5 选择要用于数据存储的 iSCSI 设备，然后单击 [ **下一步 (Next)** ]。  
此时会显示 [ **当前磁盘布局 (Current Disk Layout)** ] 页面。
- 6 检查当前磁盘布局，并单击 [ **下一步 (Next)** ]。  
此时会出现 [ **磁盘 /LUN- 属性 (Disk/LUN-Properties)** ] 页面。
- 7 输入数据存储名称。  
数据存储名称将出现在 VI Client 中，且标签在当前 Virtual Infrastructure 实例中必须是唯一的。
- 8 单击 [ **下一步 (Next)** ]。

此时会出现 [ **磁盘 /LUN- 格式化 (Disk/LUN-Formatting)** ] 页面。



- 9 如果需要，请调整用于数据存储的文件系统值和容量。  
默认情况下，存储设备上的全部可用空间均可供使用。
- 10 单击 [ **下一步 (Next)** ]。  
此时会出现 [ **即将完成 (Ready to Complete)** ] 页面。
- 11 检查数据存储配置信息，然后单击 [ **完成 (Finish)** ]。  
这将在软件启动的 iSCSI 存储设备上创建数据存储。



# 修改与 ESX Server 配合工作的 SAN 存储系统

---

# 3

在安装 iSCSI 启动器和存储器之后，可能需要修改存储系统以确保其能够与 ESX Server 实施正确地配合工作。本章将论述支持与 VMware ESX Server 配合工作的几种 iSCSI 存储系统。对于每种设备，本章都将列出主要的已知潜在问题，提供特定于供应商的信息（如果有），或附加 VMware 知识库文章中的信息。

---

**注意** 本文中的信息仅随各版本更新。新的信息或许已可通过其他途径获取。此外，还有一些其他的 iSCSI 存储系统也受支持，但本章未对它们进行论述。请参阅最新的《*存储器/SAN 兼容性指南*》，咨询存储供应商，并浏览 VMware 知识库文章。

---

本章将讨论以下主题：

- “[设置概述](#)”（第 64 页）
- “[常规注意事项](#)”（第 64 页）
- “[EMC CLARiON 存储系统](#)”（第 65 页）
- “[EMC Symmetrix 存储系统](#)”（第 65 页）
- “[HP StorageWorks 存储系统](#)”（第 66 页）
- “[Network Appliance 存储系统](#)”（第 68 页）
- “[EqualLogic 存储系统](#)”（第 71 页）
- “[LeftHand Networks SAN/iQ 存储系统](#)”（第 72 页）

## 设置概述

VMware ESX Server 支持各种具有不同配置的 SAN 存储系统。并非所有存储设备都针对 ESX Server 的所有特性及功能进行了认证，供应商可能就 ESX Server 提供特定形式的支持。如需有关受支持存储系统的最新信息，请参见《*存储器/SAN 兼容性指南*》。

VMware 会对使用存储系统的 ESX Server 进行以下配置测试：

**基本连接。** 测试 ESX Server 能否识别存储系统并与存储系统共同运行。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 交换机相连。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。** ESX Server 主机从 SAN 上配置的 LUN 引导而不是从服务器自身引导。

## 常规注意事项

对于所有存储系统，请确保符合下列要求：

- LUN 对每台主机的每个 HBA 呈现的 LUN ID 号都必须相同。如果使用了不同的号码，则 ESX Server 主机便识别不出指向同一 LUN 的不同路径。有关如何配置相同 SAN LUN ID 的具体说明取决于供应商，请参阅存储器文档以获取详细信息。
- 除非为本章中所述的单个存储系统指定了主机类型，否则应将呈现给 ESX Server 的 LUN 的主机类型设置为 `Linux` 或 `Linux Cluster`（如果适用于您的存储系统）。ESX Server 用来访问存储系统的方法与 Linux 访问最兼容，但根据您所使用的存储系统，这种情况可能会有所不同。
- 如果使用 VMotion、DRS 或 HA，请确保虚拟机的源主机和目标主机可以看到具有相同 LUN ID 的相同 LUN。出于对可能出现数据错误的担心，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 Server 系统置备 LUN 是可行的。
- 如果没有为正在访问的 LUN 设置 CHAP 身份验证，则必须同时禁用 ESX Server 主机上的 CHAP。否则，存储系统的身份验证会失败，尽管 LUN 没有 CHAP 要求。



## EMC CLARiiON 存储系统

EMC CLARiiON 存储系统可与采用 SAN 配置的 ESX Server 计算机配合使用。基本配置步骤包括：

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

使用 EMC 软件执行配置。有关详细信息，请参见 EMC 文档。

---

**注意** 这是一个主动 - 被动磁盘阵列，因此本文档中的其他地方叙述的相关问题也适用。

为避免发生路径抖动的可能，默认多路径策略为 [最近使用 (Most Recently Used)]，而非 [固定的 (Fixed)]。ESX Server 系统在识别存储系统时设置默认策略。请参见“[解决路径抖动](#)”（第 103 页）。

AX100i 和 AX150i 存储设备不支持自动卷重新签名。有关重新签名的信息，请参见“[VMFS 卷重新签名](#)”（第 109 页）。

---

**注意** 要从 SAN 引导，请在 HBA BIOS 中选择主动存储处理器作为引导 LUN 的目标。

## EMC CLARiiON AX100i 和 AX150i 和 RDM

在 EMC CLARiiON AX100i 和 AX150i 系统上，只有在使用 Navisphere Management Suite 管理 SAN 时才支持 RDM。Navisphere Express 不能保证可以正确配置 RDM。

要成功使用 RDM，给定的 LUN 必须对群集中所有 ESX Server 主机呈现相同的 LUN ID。默认情况下，AX100i 和 AX150i 不执行此操作。

## 将主机配置更改应用于存储系统

使用 AX100i 或 AX150i 存储系统时，并无主机代理定期检查主机配置并将更改应用于存储系统。axnaviserverutil cli 实用程序将用于更新所作的更改。这是一项手动操作，根  
据需要执行。

## EMC Symmetrix 存储系统

要在 Symmetrix 网络存储系统上执行 ESX Server 操作，需要以下设置：

- 公共序列号 (Common serial number, C)
- 启用自动协商 (Auto negotiation) (EAN)
- SCSI 3 (SC3) 集 (启用)
- 唯一的全球名称 (Unique world wide name, UWN)
- 需要 SPC-2 (Decal) (SPC2) SPC-2 标记

使用 EMC 软件配置存储系统。有关信息，请参见 EMC 文档。

---

**注意** ESX Server 主机将来自 Symmetrix 存储系统、容量不超过 50 MB 的任何 LUN 均视为管理 LUN。这些 LUN 也称为伪 LUN (pseudo LUN) 或网关 LUN (gatekeeper LUN)。这些 LUN 可显示在 EMC Symmetrix Management Interface 中，并且不应用于保存数据。

---

## HP StorageWorks 存储系统

本节包含用于 HP StorageWorks 存储系统的配置信息。

有关其他信息，请参见 HP ActiveAnswers 网站上有关 VMware ESX Server 的专区。

### HP StorageWorks MSA

要使 HP StorageWorks MSA1510i 存储系统能够在 ESX Server 环境内进行通信，必须完成一些设置和配置步骤，本节将介绍这些步骤。

#### 使 MSA1510i 存储系统能够与 ESX Server 通信

- 1 按照供应商安装文档中的详细说明安装、连接和启动网络设备。
- 2 获取分配给 MSA1510i 控制器管理端口的 IP 地址。
  - a 滚动查看液晶面板上的消息，直到出现下列消息: **[603 端口 MA0 IP <address> (603 Port MA0 IP <address>)]**
  - b 记录 **[MSA1510i 基本信息 (Basic MSA1510i information)]** 中显示的管理端口 IP 地址。
- 3 从 MSA1510i LAN 网段上的服务器或工作站打开 Web 浏览器并输入在 [步骤 2](#) 中获取的地址。
- 4 出现提示时，输入下列默认访问权限：
  - 用户名: root
  - 密码: root

- 5 出现提示时，设置唯一用户名和密码。
  - 6 使用向导完成以下操作：
    - a 存储器配置
      - i 设置容错模式（RAID 模式）。
      - ii 根据适当的 RAID 级别分配备用磁盘。
    - b iSCSI 配置（配置 iSCSI 入口）
      - i 选择数据端口。
      - ii 为数据端口分配 IP 地址。
      - iii VLAN 在交换机上设置，并用作控制访问存储器的一种方法。如果使用 VLAN，请输入要使用的 VLAN ID（0 = 不使用）。
      - iv 向导建议使用默认 iSCSI 目标名称和 iSCSI 目标别名。接受默认值或输入用户定义的值。
- 
- 注意** 要配置其余数据端口，请完成初始系统配置向导过程，然后使用【**配置 (Configure)**】选项卡上的可用任务。
- 
- c 登录设置
  - d 管理设置
- 7 单击【**完成 (Finish)**】以应用配置设置。

---

**注意** 向导仅对于基本配置任务可用。使用【**管理 (Manage)**】和【**配置 (Configure)**】选项卡可查看和更改配置。

---

完成初始设置之后，执行以下任务以完成配置：

- 创建阵列。
- 创建逻辑驱动器。
- 创建目标。
- 创建入口组。
- 将使用向导创建的入口与创建的入口组关联起来，或将入口分配到入口组。
- 将逻辑驱动器映射到目标。
- 添加启动器（启动器 IQN 名称和别名）。

- 更新逻辑驱动器的 ACL 以提供对启动器的访问（选择启动器列表以访问逻辑驱动器）。

请参见《MSA 1510i 配置指南》。

## 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 Server 主机显示 LUN 时请将连接类型设置为 **[自定义 (Custom)]**。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，使用主机模式类型 VMware。
- 对于固件版本低于 5.031 的 EVA4000/6000/8000 主动 - 主动阵列，请使用主机模式类型 000000202200083E。
- 对于固件版本不低于 5.031 的 EVA4000/6000/8000 主动 - 主动阵列，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 Server 系统配合使用。

有关详细信息，请查看 HP 网站上的“VMware Infrastructure 3、HP StorageWorks 最佳做法”。

## Network Appliance 存储系统

要使 Network Appliance 存储系统能够在 ESX Server 环境中进行通信，必须完成一些步骤，本节将介绍这些步骤及与此相关的问题。

### 多路径

在两个 QLogic HBA 之间设置多路径及在 Network Appliance 存储系统上设置多个端口时，为这两个 QLogic HBA 提供不同的动态或静态发现地址以连接存储器。

Network Appliance 存储系统仅允许为每个目标和每个启动器建立一个连接。试图建立更多连接会导致第一个连接断开。因此，单个 QLogic HBA 不应尝试连接与同一 Network Appliance 目标关联的多个 IP 地址。

## 设置 LUN 类型和启动器组类型

为存储系统设置适当的 LUN 类型和启动器组类型：

- 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）。

## 置备存储器

必须使用 FilerView 或 CLI 置备存储器。

### 使用 FilerView 存储管理置备存储器

- 1 登录 Network Appliance 存储系统管理 (FilerView)。
- 2 创建卷。
  - a 选择 [卷 (Volumes)] 并单击 [添加 (Add)]。单击 [下一步 (Next)]。
  - b 选择 [灵活性 (Flexibility)]（默认）或 [传统 (Traditional)]，然后单击 [下一步 (Next)]。
  - c 输入 [卷名称 (Volume Name)]，选择一种 [语言 (Language)]，然后单击 [下一步 (Next)]。
  - d 输入 [容量总计 (Containing Aggregate)]、[卷大小总计 (Total Volume Size)] 和 [空间保证 (Space Guarantee)] 的值，然后单击 [下一步 (Next)]。
  - e 单击 [提交 (Commit)] 创建卷。
- 3 创建 LUN。
  - a 选择 [LUN] 并单击 [添加 (Add)]。
  - b 输入以下内容：
    - i [路径 (Path)]：输入路径，例如 /vol/vol1/lun1。
    - ii [LUN 协议类型 (LUN Protocol Type)]：VMware。
    - iii [描述 (Description)]：简要描述。
    - iv [大小和单位 (Size and Unit)]：输入大小，例如 10 GB，然后选择 [保留空间 (Space Reserved)]。

- 4 创建启动器组。
  - a 选择 [LUN] > [启动器组 (Initiator Group)] 并单击 [添加 (Add)]。
  - b 输入以下内容：
    - i [组名称 (Group Name)]: 输入组名称
    - ii [类型 (Type)]: 选择 [iSCSI]。
    - iii [操作系统 (Operating System)]: 输入 VMware
    - iv [启动器 (Initiators)]: 输入完全合格启动器名称。如果有多个启动器, 则必须使用“回车”分隔每个启动器。
  - c 单击 [添加 (Add)]。
- 5 将 LUN 映射至启动器组。
  - a 选择 [LUN] 并单击 [管理 (Manage)]。此时会显示 LUN 列表。
  - b 从该列表中, 单击特定 LUN 的 [映射 (Maps)] 行上的标签。
  - c 单击 [添加要映射的组 (Add Groups to Map)]。
  - d 选择启动器组, 并单击 [添加 (Add)]。
  - e 出现提示时, 输入 LUN ID (从 0 到 255 的任意数) 并单击 [应用 (Apply)]。

您也可以使用 CLI 置备存储器。

### 使用 CLI 置备存储器

- 1 根据需要使用 CLI 创建聚合。

```
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 映射至已创建的启动器组。

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

有关如何将 Network Appliance 存储器与 VMware 技术配合使用的其他信息，请参见以下 Network Appliance 文档：

- “Network Appliance & VMware ESX Server: Instantaneous Backup & Recovery with NetApp Snapshot Technology (使用 NetApp 快照技术实时备份与恢复)”，网址为：<http://www.netapp.com/library/tr/3428.pdf>。
- “Technical Case Study: Using a Network Appliance SAN with VMware to Facilitate Storage and Server Consolidation (技术案例研究：结合使用 Network Appliance SAN 和 VMware 实现存储器和服务器的整合)”，网址为：<http://www.netapp.com/library/tr/3401.pdf>。

## EqualLogic 存储系统

要对即将在 ESX Server 实施中运行的 EqualLogic 存储系统进行设置，必须解决以下问题：

**多路径。** 无需进行特殊设置，因为 EqualLogic 存储系统支持对 iSCSI 透明的存储处理器故障切换。多个 iSCSI HBA 或网卡可连接存储器端的同一目标或 LUN。但是，ESX Server 配置的一般限制在此处适用，例如必须正确设置网卡成组。

**创建 iSCSI LUN。** 从 EqualLogic Web 入口，右键单击 [卷 (Volumes)]，然后选择 [创建卷 (Create Volume)]。

**对硬件 iSCSI HBA 启用 ARP 重定向。** 有关启用 ARP 重定向的详细信息，请参见“[esxcfg-hwiscsi 实用程序](#)” (第 117 页)。

有关配置和使用 EqualLogic 存储系统的详细信息，请参见供应商文档。

---

**注意** 必须将用于 iSCSI 访问的服务控制台和 VMkernel IP 地址添加到 EqualLogic 存储系统上的 IP 地址 ACL。但是，如果使用 CHAP 身份验证或基于启动器名称的 ACL，则无需执行此操作。

---

## LeftHand Networks SAN/iQ 存储系统

SAN/iQ SAN 支持从软件启动器和 HBA 连接 ESX Server iSCSI。

### 基本配置

基本配置步骤包括：

- 1 安装 SAN/iQ 存储节点。
- 2 创建 SAN/iQ 管理组和群集。
- 3 创建卷。
- 4 将卷分配给身份验证组和卷列表。
- 5 对硬件 iSCSI HBA 启用 ARP 重定向。  
请参见 “[esxcfg-hwiscsi 实用程序](#)”（第 117 页）。

最好在 SAN/iQ 中为所有 ESX Server 身份验证组配置虚拟 IP 负载平衡。

### 自动卷重新签名

为 SAN/iQ 存储设备启用自动卷重新签名，以允许访问 SAN/iQ 快照和远程副本。

有关为 VMware Infrastructure 3 配置 LeftHand Networks SAN 的详细信息，请参见《*VMware 支持 SAN/iQ 的 SAN 实用指南*》。



# 从配合 ESX Server 系统工作的 SAN 引导

# 4

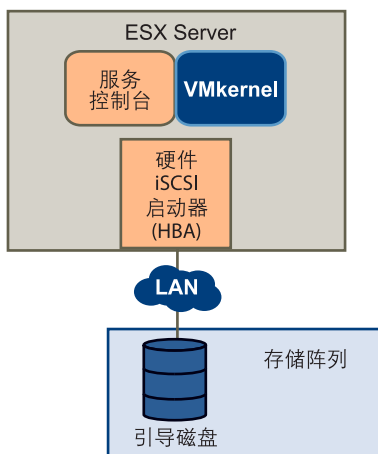
本章将讨论以下主题：

- “从 SAN 引导概述”（第 73 页）
- “实现从 SAN 引导”（第 74 页）

## 从 SAN 引导概述

只有在安装了 ESX Server 3 和硬件 iSCSI 的情况下才能从 SAN 引导。将系统设置为从 SAN 引导时，引导映像并非存储在 ESX Server 系统的本地磁盘上，而是存储于 SAN LUN，如图 4-1 所示。

图 4-1. 从 SAN 引导如何运作



## 从 SAN 引导的优点

从 SAN 引导时，操作系统会安装在 SAN 存储系统中的一个或多个 LUN 上。服务器会得到有关引导映像位置的通知。启动时，服务器将从 SAN 存储系统上的 LUN 引导。

---

**注意** 从配合 VMware ESX Server 系统工作的 SAN 引导时，每台服务器都必须各自拥有引导 LUN。

---

从 SAN 引导可带来许多好处，其中包括：

- **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。

## 确定是否从 SAN 引导

考虑如何设置系统从 SAN 引导之前，应先判断这对您的环境而言是否可行。

如果符合以下情况，请从 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。

如果服务控制台与 VMkernel 之间存在 I/O 争用的风险，请勿从 SAN 引导。

## 实现从 SAN 引导

实现从 SAN 引导 ESX Server 主机需要完成多个任务。

### 实现从 SAN 引导

- 1 只要适用于 SAN 存储系统以及从 SAN 引导的服务器，任何供应商配置建议都可以作为参考。
- 2 配置存储网络的硬件元素，包括：
  - SAN - 请参见“[准备 SAN](#)”（第 75 页）。

- HBA - 请参见“配置 iSCSI HBA 从 SAN 引导”（第 76 页）
- 3 配置存储系统上的 ACL。  
ESX Server 主机从 iSCSI 引导时，对存储系统进行适当的访问控制非常重要。
    - 引导 LUN 应仅对使用该 LUN 进行引导的服务器可见。不应允许 SAN 上的任何其他服务器或系统看到该引导 LUN。
    - 多台 ESX Server 主机可共享一个诊断分区。存储系统上的 ACL 可允许您这样做。
  - 4 选择诊断分区的位置。  
诊断分区可与引导分区置于同一 LUN 上。核心转储存储在诊断分区中。
  - 5 请先设置 ESX Server 从 CD-ROM 引导，因为 VMware 安装 CD 位于 CD-ROM 驱动器中。  
为此，请在系统 BIOS 设置中更改系统引导顺序。

## 准备 SAN

在配置 iSCSI HBA 从 SAN 引导之前，应先准备好存储区域网络，具体做法是检查网络布线和交换机配线，并配置存储系统。

### 准备 SAN

- 1 请参阅与您的设置对应的线缆链接指南，连接网络线缆。
- 2 确保存储系统与服务器间的 IP 连接。  
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 ESX Server 主机中 iSCSI HBA。
- 3 配置存储系统：
  - a 在存储系统上创建 ESX Server 的引导卷（或 LUN）。
  - b 配置存储系统，以便 ESX Server 系统能够访问分配的 LUN。这可能需要使用 ESX Server 系统上使用的 IP 地址、iSCSI IQN 名称和 CHAP 身份验证参数更新 ACL。在某些存储系统上，除了提供 ESX Server 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 确保该 LUN 对 ESX Server 系统呈现为 LUN 0。（如果存储系统上的卷呈现为多个目标而不是多个 LUN，这些卷始终呈现为 LUN 0）
  - d 确保没有其他系统能够访问配置的 LUN。

- e 记录分配给 ESX Server 主机的目标的 iSCSI (IQN) 名称和 IP 地址。您需要使用此信息来配置 iSCSI HBA。



**小心** 如果从 SAN 引导时使用脚本式安装来安装 ESX Server，则需要执行特殊步骤以免数据意外丢失。请参见 VMware 知识库文章 1540，网址为 [http://www.vmware.com/support/kb/enduser/std\\_adp.php?p\\_faqid=1540](http://www.vmware.com/support/kb/enduser/std_adp.php?p_faqid=1540)。

## 配置 iSCSI HBA 从 SAN 引导

本节论述如何配置 QLogic iSCSI HBA 从 SAN 引导。

在设置为从 SAN 引导的系统上：

- 系统 BIOS 必须将 iSCSI 卡指定为引导控制器。
- 必须在 iSCSI HBA 上启用 BIOS 以找到目标引导 LUN。

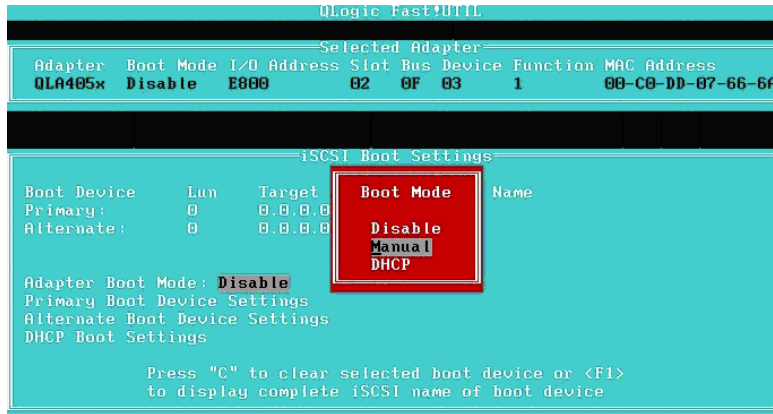
### 实现从 SAN 引导 QLogic iSCSI HBA

- 1 在服务器开机自检 (POST) 期间，按 Ctrl+q 进入 QLogic iSCSI HBA 配置菜单。
- 2 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 (Disable)]。

QLogic Fast!UTIL							
Select Host Adapter							
Adapter	Boot Mode	I/O Address	Slot	Bus	Device	Function	MAC Address
QLA405x	Disable	E800	02	0F	03	1	00-C8-DD-07-66-6A
QLA405x	Disable	E900	02	0F	03	3	00-C8-DD-07-66-6C

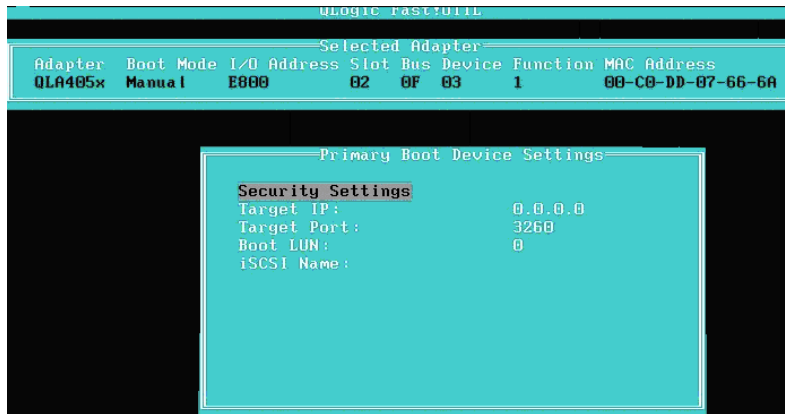
- 3 配置 HBA。
  - a 从 [Fast!UTIL 选项 (Fast!UTIL Options)] 菜单中，选择 [配置设置 (Configuration Settings)] > [主机适配器设置 (Host Adapter Settings)]。
  - b 为主机适配器配置以下设置：启动器 IP 地址、子网掩码、网关、启动器 iSCSI 名称和 CHAP（如果需要）。

- 4 配置 iSCSI 引导设置。
  - a 从 [Fast!UTIL 选项 (Fast!UTIL Options)] 菜单中，选择 [配置设置 (Configuration Settings)] > [iSCSI 引导设置 (iSCSI Boot Settings)]。
  - b 必须先将适配器引导模式设置为 [手动 (Manual)] 才能设置 SendTargets。



- c 选择 [主要引导设备设置 (Primary Boot Device Settings)]。
  - i 输入发现 [目标 IP (Target IP)] 和 [目标端口 (Target Port)]。
  - ii 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 (Boot LUN)] 和 [iSCSI 名称 (iSCSI Name)] 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。

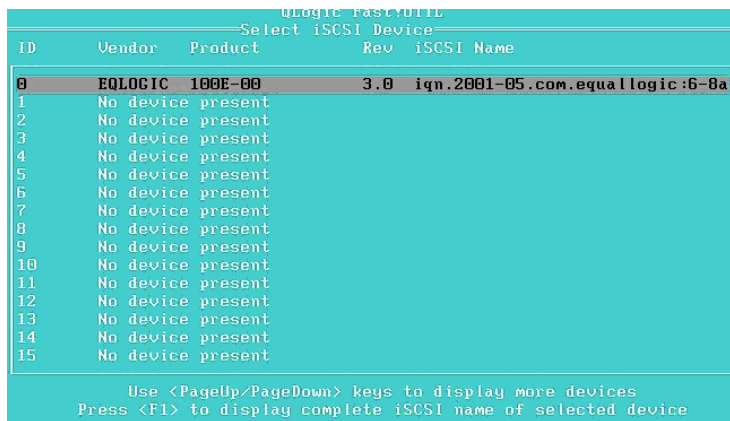
iii 保存更改。



d 从 [iSCSI 引导设置 (iSCSI Boot Settings)] 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。

e 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。



- f 返回至 [ 主要引导设备设置 (Primary Boot Device Setting) ] 菜单。重新扫描后, [ 引导 LUN (Boot LUN) ] 和 [ iSCSI 名称 (iSCSI Name) ] 字段将被填充。将 [ 引导 LUN (Boot LUN) ] 的值更改为所需的 LUN ID。

```
Primary Boot Device Settings
-----
Security Settings
Target IP:                10.18.12.24
Target Port:              3260
Boot LUN:                 0
iSCSI Name: iqn.2001-05.com.equallogic:6-Ba0
                    900-4c7af1701-8c000195b90466f0-o
                    sdc-iox160-vo12
```

- 5 保存更改并重新启动系统。

有关 QLogic 主机适配器配置设置的详细信息和最新详情, 请参见 QLogic 网站上的 QLogic 主机适配器自述文件。





# 管理使用 SAN 存储器的 ESX Server 系统

---

# 5

本章可在管理 ESX Server 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。

本章将讨论以下主题：

- “问题与解决方案”（第 82 页）
- “获取信息”（第 83 页）
- “解决显示问题”（第 85 页）
- “高级 LUN 显示配置”（第 87 页）
- “向下滚动至 [Disk.SupportSparseLUN]，将值更改为 0，然后单击 [确定 (OK)]。”（第 89 页）
- “多路径”（第 89 页）
- “路径故障切换”（第 96 页）
- “VMkernel 配置”（第 97 页）
- “避免和解决 SAN 问题”（第 97 页）
- “优化 SAN 存储器性能”（第 98 页）
- “解决性能问题”（第 102 页）
- “SAN 存储器备份注意事项”（第 106 页）
- “分层应用程序”（第 108 页）
- “VMFS 卷重新签名”（第 109 页）

## 问题与解决方案

表 5-1 列出了最常遇到的问题，并说明了如何解决这些问题，或指出了论述相应问题的各节位置。

**表 5-1. 问题与解决方案**

问题	解决方案
LUN 在 VI Client 中不可见。	请参见 <a href="#">“解决显示问题”</a> （第 85 页）。
了解路径故障切换如何执行或对路径故障切换的执行方式进行更改。	您可以通过 VI Client 执行相应操作。请参见 <a href="#">“多路径”</a> （第 89 页）。
查看或更改当前的多路径策略或首选路径，或者禁用或启用路径。	您可以通过 VI Client 执行相应操作。请参见 <a href="#">“多路径”</a> （第 89 页）。
增加 Windows 磁盘超时，避免故障切换期间发生中断。	请参见 <a href="#">“设置客户操作系统超时”</a> （第 96 页）。
服务器无法访问 LUN，或者访问速度很慢。	问题可能在于路径抖动。请参见 <a href="#">“解决路径抖动”</a> （第 103 页）。
您向存储器添加了新的 LUN 或新路径并希望其在 VI Client 中可见。	重新扫描。请参见 <a href="#">“使用重新扫描”</a> （第 86 页）。

## 避免 SAN 问题的准则

请遵循以下准则以避免配置 SAN 时出现潜在问题：

- 每个 LUN 上仅放置一个 VMFS 卷。不建议多个 VMFS 卷位于同一 LUN 上。
- 不要更改系统预设的路径策略，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 **[ 固定的 (Fixed) ]** 可导致路径抖动。

## 获取信息

本节说明如何查找有关 HBA、状态及多路径等项目的信息。如果在执行这些任务时遇到问题，请参见“[解决显示问题](#)”（第 85 页）。

## 查看 HBA 信息

使用 VI Client 显示所有可用存储适配器及其信息。

### 查看 HBA 类型列表

- 1 选择要查看其 HBA 的主机，并单击 [ **配置 (Configuration)** ] 选项卡。

您可以从 [ **摘要 (Summary)** ] 选项卡中查看所有存储设备的列表。但从此处看不到详细信息，也无法管理设备。

- 2 在 [ **硬件 (Hardware)** ] 面板中，选择 [ **存储适配器 (Storage Adapters)** ]。

此时会显示存储适配器列表。您可以选择每个适配器获取详细信息。

**存储适配器**

设备	类型	SAN 标识符
AIC-9902 U320 OEM		
<input type="radio"/> vmhba0	SCSI	
<input type="radio"/> vmhba1	SCSI	
<b>iSCSI Software Adapter</b>		
<input checked="" type="radio"/> vmhba32	iSCSI	iqn.1998-01.com.vmware:...

**详细信息**

**vmhba32**

型号: iSCSI Software Adapter IP 地址:

iSCSI 名称: iqn.1998-01.com.vmware.khor-dev-1fs3a7c7 发送方法: 发送目标

iSCSI 别名: khor-dev-5mg.vmware.com 目标: 7

**SCSI 目标 0**

iSCSI 名称: iqn.2009-10.com.lefthandnetworks.paloalto:11:vsr-paloalto

iSCSI 别名:

目标 LUN: 1 [隐藏 LUN](#)

路径	规范路径	类型	容量	LUN ID
vmhba32:0:0	vmhba32:0:0	disk	8.00 GB	0

**SCSI 目标 1**

iSCSI 名称: iqn.2009-10.com.lefthandnetworks.paloalto:170:test

iSCSI 别名:

## 查看数据存储信息

使用 VI Client 显示所有格式化的数据存储并查看特定数据存储的详细信息。

### 查看所有存储设备及其相关详细信息

- 1 选择要查看其存储设备的主机，并单击 **[配置 (Configuration)]** 选项卡。

**注意** [软件 (Software)] 标题下的 **[服务控制台资源 (Service Console Resources)]** 链接仅对 ESX Server 3 显示。ESX Server 3i 不提供服务控制台。

- 2 在 **[硬件 (Hardware)]** 面板中，选择 **[存储器 (Storage)]**。

此时数据存储（卷）列表将显示在 **[存储器 (Storage)]** 面板中。屏幕将显示所选主机的整个 VMFS。只有使用了 VMFS 进行格式化的存储器出现在显示屏幕中。

The screenshot shows the VMware vSphere Client interface. The 'Storage' tab is active, displaying a table of storage volumes. The 'bcho-ds01' volume is selected, and its 'Details' panel is open. The details panel shows the volume's location, capacity, and usage statistics.

标识	设备	容量	可用空间	类型
bcho-ds01	vmhba32:4:0:1	9.75 GB	3.41 GB	vmfs3
VSA_PaloAlto_vol1	vmhba32:0:0:1	7.75 GB	1.17 GB	vmfs3
bcho-dev5:stora...	vmhba0:0:0:1	136.50 GB	35.14 GB	vmfs3
deleteme	vmhba32:7:0:1	3.75 GB	465.00 MB	vmfs3
VSA_PaloAlto_vol2	vmhba32:1:0:1	768.00 MB	454.00 MB	vmfs3

**详细信息**

**bcho-ds01** 9.75 GB 容量

位置: /vmfs/volumes/47b891c...

6.34 GB 已使用  
3.41 GB 可用空间

**路径选择**

固定的 属性: 卷标: bcho-ds01 扩展: vmhba32:4:0:1 10.00 ...  
数据存储名称: bcho-ds01 总格式化容量: 9.75 GB

**路径**

总计: 1  
中断: 0  
禁用: 0

**格式化**

文件系统: VMFS 3.31  
块大小: 1 MB

- 3 要查看有关任一数据存储的详细信息，请将其选中。

**[详细信息 (Details)]** 面板将显示其他信息。其中包括位置和容量、路径数目、路径策略及属性。同时还包括扩展信息。一个扩展即是一个 VMFS 格式的分区（LUN 的一块）。例如，vmhba 0:6:0 是一个 LUN，而 vmhba 0:6:0:1 则为一个分区。一个 VMFS 卷可有多个扩展。

**注意** 缩写 vmhba 表示 ESX Server 系统上的 HBA，而不是虚拟机所使用的 SCSI 控制器。

- 4 单击 **[属性 (Properties)]** 查看和更改属性。

## 解决显示问题

本节论述如何解决常见的状态和可见性问题。

如果使用 AX100i 或 AX150i 存储系统，非活动连接可导致显示问题。

### 了解显示屏幕中的 LUN 命名

在 VI Client 中，LUN 显示为三个或四个数字的序列，中间由冒号分隔：

<SCSI HBA>:<SCSI target>:<SCSI LUN>:<disk partition>

如果最后一个数字为 0 或不显示，则名称表示整个 LUN。

ESX 设备名称中的前三个数字可能会变化，但仍表示同一物理设备。例如，vmhba1:2:3 表示 SCSI LUN3，连接 SCSI 目标 2，位于 SCSI HBA 1 上。重新引导 ESX Server 系统后，LUN 3 的设备名称可能更改为 vmhba1:1:3。这些数字具有以下含义：

- 第一个数字表示 SCSI HBA，发生变化的条件为：引导或重新扫描系统时发生 iSCSI 网络中断，需要 ESX 通过其他 SCSI HBA 访问物理设备。
- 第二个数字表示 SCSI 目标，发生变化的条件为：对 ESX Server 主机可见的 iSCSI 目标的映射中发生变化。
- 第三个数字表示 SCSI LUN，任何情况下均不会发生变化。

### 解决有关 LUN 不可见的问题

可以使用 VI Client 查看 LUN。

如果显示屏幕（或输出）与预期有所不同，请检查以下几项：

**线缆连接。** 如果看不到端口，问题可能在于线缆连接或路由。请先检查线缆。请确保线缆已连接至端口，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。

**路由。** 控制以太网配置上的不同子网间的连接。如果 ESX Server 系统和 iSCSI 存储器不在同一个子网上，请确保这些子网间存在适当路由。此外，还需确保在 iSCSI 存储器和 ESX Server 主机中的 iSCSI 启动器上设置了正确的子网掩码和网关地址。

**访问控制。** 如果重新扫描后未显示预期的 LUN，则存储系统端可能未正确配置访问控制。

- 如果配置了 CHAP，请确保 ESX Server 主机上也已启用 CHAP，并与存储系统设置相匹配。

- 如果使用基于 IP 的筛选，请确保允许 iSCSI HBA 或 VMkernel 端口组 IP 地址和服务控制台 IP 地址。
- 如果使用基于启动器名称的筛选，请确保是合格的 iSCSI 名称，并与存储系统设置相匹配。

要从 SAN 引导，请确保每台 ESX Server 主机仅看到所需的 LUN。不要使任何 ESX Server 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 Server 主机仅能看到应对其可见的 LUN。

确保通过 **[Disk.MaxLUN]** 和 **[Disk.MaskLUNs]** 设置可查看预期为可见的 LUN。请参见“使用 **Disk.MaxLUN** 更改扫描的 LUN 的数目”（第 87 页）和“使用 **Disk.MaskLUNs** 屏蔽 LUN”（第 88 页）。

**存储处理器。** 如果存储系统有多个存储处理器，请确保 SAN 交换机连接了要访问的 LUN 所属的 SP。在某些存储系统上，仅有一个 SP 为主动，另一 SP 在发生故障之前是被动的。如果连接错误的 SP（对应被动路径的 SP），则您可能看不到预期的 LUN，或可能看到了 LUN，但在尝试进行访问时出错。

**软件 iSCSI 网络配置。** ESX Server 中的软件 iSCSI 启动器要求有一个服务控制台网络端口和一个 VMkernel 网络端口能够访问 iSCSI 存储器。软件启动器使用服务控制台执行 iSCSI 发现操作和处理错误。它使用 VMkernel 在 ESX Server 系统与 iSCSI 存储器之间传输数据。请参见“软件 iSCSI 存储器的网络配置”（第 47 页）。

## 使用重新扫描

每当执行以下操作后，请重新扫描：

- 在 SAN 上创建新 LUN。
- 更改 ESX Server 主机存储系统上的 LUN 屏蔽。
- 重新连接线缆。
- 对群集中的主机进行更改。
- 更改 CHAP 设置或添加新发现地址。

---

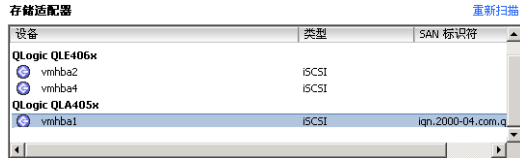
**注意** 不要在路径不可用时重新扫描。如果一条路径发生故障，将由另一条路径取代，系统所有功能仍继续运作。但是，如果在路径不可用时重新扫描，则 ESX Server 主机会将该路径从指向设备的路径列表中移除。直到下次当路径处于活动状态时执行重新扫描后，ESX Server 主机才能使用此路径。

---

## 重新执行扫描

- 1 在 VI Client 中，选择一个主机，然后单击 [ **配置 (Configuration)** ] 选项卡。
- 2 在 [ **硬件 (Hardware)** ] 面板中，选择 [ **存储适配器 (Storage Adapters)** ]，单击 [ **存储适配器 (Storage Adapters)** ] 面板上方的 [ **重新扫描 (Rescan)** ]。

也可右键单击一个适配器，并单击 [ **重新扫描 (Rescan)** ] 只对该适配器进行重新扫描。



## 移除数据存储

使用 VI Client 可以移除用作虚拟机存储器的数据存储。无法移除软件 iSCSI 中的目标，除非通过重新引导。

### 移除数据存储

- 1 关闭所有使用待移除数据存储的虚拟机。
- 2 从清单中选择并移除各个虚拟机，方法是右键单击虚拟机并单击 [ **从清单移除 (Remove from Inventory)** ]。
- 3 依次单击 [ **配置 (Configuration)** ] 选项卡和 [ **存储器 (Storage)** ] 以显示所有存储设备。
- 4 选择要移除的数据存储，然后单击 [ **移除 (Remove)** ]。

此时将移除数据存储，且清单应自动刷新。

---

**注意** 从 ESX Server 主机移除数据存储后，请从存储系统中屏蔽或移除 LUN，然后通过 VI Client 重新扫描以防止 ESX Server 发现 LUN。

---

## 高级 LUN 显示配置

本节论述多个高级配置选项。

### 使用 Disk.MaxLUN 更改扫描的 LUN 的数目

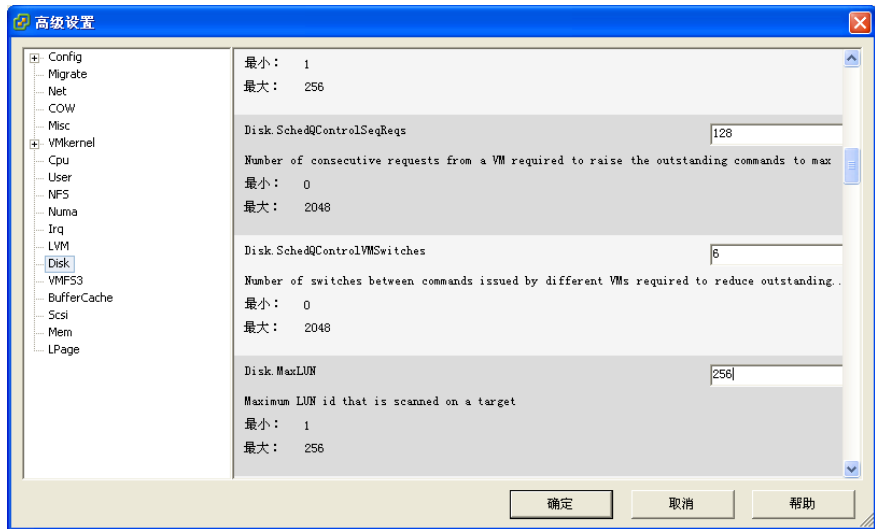
默认情况下，VMkernel 从每一目标的 LUN 0 扫描到 LUN 255（总共 256 个 LUN）。您可以通过更改 Disk.MaxLun 参数来更改这一数目。此更改可能会提升发现 LUN 的速度。

**注意** 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。重新扫描 LUN 所需的时间取决于若干因素，其中包括存储系统类型以及是否启用了稀疏 LUN 支持。请参见“[使用 DiskSupportSparseLUN 更改稀疏 LUN 支持](#)”（第 89 页）。

### 更改 Disk.MaxLUN 的值

- 1 在 VI Client 清单面板中，选择主机，然后依次单击 [ **配置 (Configuration)** ] 选项卡和 [ **高级设置 (Advanced Settings)** ]。
- 2 选择 [ **磁盘 (Disk)** ]。
- 3 向下滚动至 [ **Disk.MaxLUN** ]，将现有的值更改为所选值，然后单击 [ **确定 (OK)** ]。



### 使用 Disk.MaskLUNs 屏蔽 LUN

可使用 **Disk.MaskLUNs** 参数在特定 HBA 上屏蔽特定 LUN。VMkernel 不会接触或访问已屏蔽的 LUN，即使在初始扫描过程中也是如此。

使用该选项可防止 ESX Server 系统访问某些 iSCSI LUN，而无需使用存储系统的屏蔽机制。



### 更改 Disk.MaskLUNs 的值

- 1 在 VI Client 清单面板中，选择主机，然后依次单击 [ **配置 (Configuration)** ] 选项卡和 [ **高级设置 (Advanced Settings)** ]。
- 2 选择 [ **磁盘 (Disk)** ]。
- 3 向下滚动至 [ **Disk.MaskLUNs** ]，将现有的值更改为所选值，然后单击 [ **确定 (OK)** ]。



**小心** 如果目标、LUN 或 vmhba 编号因重新配置服务器或 SAN 而发生变化，那么可能错误地屏蔽或显示 LUN。

### 使用 DiskSupportSparseLUN 更改稀疏 LUN 支持

默认情况下，VMkernel 配置为支持稀疏 LUN，即 0 至 N-1 范围内的一些 LUN 不存在，但 LUN N 存在。例如，存储系统呈现编号为 0、6 和 23 的 LUN，但不呈现编号为 0、6 和 23 之间任何数字的 LUN。

如果所有 LUN 按顺序排列，则可以更改 [ **Disk.SupportSparseLUN** ] 参数。此更改将缩短对 LUN 进行扫描所需的时间。

### 更改 Disk.SupportSparseLUN 的值

- 1 在 VI Client 清单面板中，选择主机，然后依次单击 [ **配置 (Configuration)** ] 选项卡和 [ **高级设置 (Advanced Settings)** ]。
- 2 在 [ **高级设置 (Advanced Settings)** ] 对话框中，选择 [ **磁盘 (Disk)** ]。
- 3 向下滚动至 [ **Disk.SupportSparseLUN** ]，将值更改为 0，然后单击 [ **确定 (OK)** ]。

## 多路径

如果 SAN 实施涉及的 LUN 以及指向这些 LUN 的路径过多，则可导致 ESX Server 在枚举所有路径之前便耗尽资源。这种情况会使 ESX Server 无法看到所有指向存储器的路径。为避免此情况，请减少指向 LUN 的路径数。

有关多路径概念的介绍，请参见 [“路径管理和故障切换”](#)（第 29 页）。

### 查看当前的多路径状况

您可以使用 VI Client 查看当前的多路径状况。

## 查看当前的多路径状况

- 1 在 VI Client 的 [ 清单 (Inventory)] 面板中，选择一个主机，然后单击 [ 配置 (Configuration)] 选项卡。
- 2 在 [ 存储器 (Storage)] 面板中，选择某一数据存储。

有关该数据存储的信息将出现在 [ 详细信息 (Details)] 面板中。

The screenshot shows the vSphere Storage configuration interface. The left sidebar contains navigation options: 硬件 (Hardware) and 软件 (Software). The main area is divided into two panels: 存储器 (Storage) and 详细信息 (Details).

**存储器 (Storage) Panel:**

标识	设备	容量	可用空间	类型
bcho-ds01	vmhba32:4:0:1	9.75 GB	3.41 GB	vmfs3
VSA_PaloAlto_vol1	vmhba32:0:0:1	7.75 GB	1.17 GB	vmfs3
bcho-dev5:storag...	vmhba0:0:0:1	136.50 GB	34.99 GB	vmfs3
deleteme	vmhba32:7:0:1	3.75 GB	465.00 MB	vmfs3
VSA_PaloAlto_vol2	vmhba32:1:0:1	768.00 MB	454.00 MB	vmfs3

**详细信息 (Details) Panel:**

**VSA\_PaloAlto\_vol1** 7.75 GB 容量

位置: /vmfs/volumes/41f62c88...

6.58 GB 已使用  
1.17 GB 可用空间

**路径选择**

固定的

属性	扩展
卷标: VSA_PaloA...	vmhba32:0:0:1 7.99 GB
数据存储名称: VSA_PaloA...	总格式化容量 7.75 GB

**路径**

总计: 1  
中断: 0  
禁用: 0

**格式化**

文件系统: VMFS 3.31  
块大小: 1 MB

- 3 要查看其他信息，或更改多路径策略，请选择 [ 详细信息 (Details)] 面板上方的 [ 属性 (Properties)]。
- 4 在 [ 扩展 (Extents)] 面板中，选择要查看或要更改信息的扩展。

[ 扩展设备 (Extent Device)] 面板显示扩展、路径选择算法、可用路径和活动路径的相关信息。

The screenshot shows the vSphere Extent Device configuration interface. The title is 扩展设备 (Extent Device). Below the title, it says 左侧选中的扩展驻留在如下所述的 LUN 或物理磁盘上。 (The selected extent resides on the LUN or physical disk listed below.)

**设备 (Device)**

设备	容量
vmhba1:1:0	200.00 GB

**主要分区 (Primary Partition)**

主要分区	容量
1. VMFS	199.99 GB

**路径选择 (Path Selection)**

最近使用

路径	路径状态
vmhba1:1:0	在 (In)
vmhba1:0:0	活动的 (Active)
vmhba2:0:0	在 (In)
vmhba2:1:0	在 (In)

Buttons: 刷新 (Refresh), 管理路径..... (Manage Paths.....)

显示屏幕将包括有关各条指向设备扩展的路径的状态信息。其中会出现以下路径信息：

- **[ 活动的 (Active) ]** - 路径处于工作状态并且是用于传输数据的当前路径。
  - **[ 已禁用 (Disabled) ]** - 路径已禁用，无法传输数据。
  - **[ 备用 (Standby) ]** - 路径处于工作状态，但当前并未用于数据传输。
  - **[ 不活动的 (Dead) ]** - 软件无法通过此路径连接磁盘。
- 5 如果使用 **[ 固定的 (Fixed) ]** 路径策略并想查看 **[ 首选 (Preferred) ]** 路径，请单击 **[ 管理路径 (Manage Paths) ]**。

首选路径的第四列标有一个星号 (\*)。

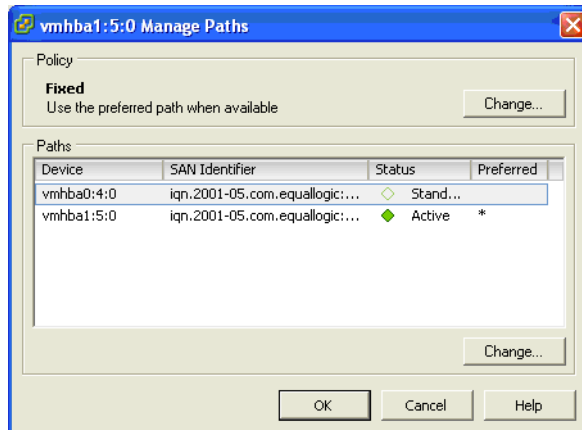


表 5-2 总结了 ESX Server 系统的行为随存储系统的类型和故障切换策略的变化情况。

**表 5-2. 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。
固定的	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。请参见 <a href="#">“解决路径抖动”</a> (第 103 页)。

**注意** 提供透明故障切换的 iSCSI 存储系统的行为方式为主动 - 主动。

## 活动路径

ESX Server 通常不会在给定 LUN 的路径之间执行 I/O 负载平衡。在任何时候，都仅有一个路径用于向特定的 LUN 发出 I/O。此路径称为活动路径。

- 如果 LUN 的路径策略设置为 [ 固定的 (Fixed) ]，则 ESX Server 将选择标记为 [ 首选 (Preferred) ] 的路径作为活动路径。

如果首选路径已禁用或不可用，则 ESX Server 系统将使用备用工作路径作为活动路径。

- 如果 LUN 的路径策略设置为 [ 最近使用 (Most Recently Used) ]，则 ESX Server 主机将选择可防止路径抖动的指向 LUN 的活动路径，而不考虑指定首选路径。

---

**注意** 在某些 SAN 术语表中，*活动* 一词表示可向 LUN 发出 I/O 的任何路径。从 ESX Server 主机的角度而言，“活动”一词表示 ESX Server 主机用于向 LUN 发出 I/O 的唯一路径。

---

## 设置 LUN 多路径策略

当前支持以下多路径策略：

- [ **固定的 (Fixed)** ] - 当通往磁盘的首选路径可用时，ESX Server 主机始终使用此路径。如果无法通过首选路径访问磁盘，它会尝试备用路径。[ 固定的 (Fixed) ] 是主动 - 主动存储设备的默认策略。
- [ **最近使用 (Most Recently Used)** ] - ESX Server 主机使用最近使用的通往磁盘的路径，直到此路径变得不可用。也就是说，ESX Server 主机不会自动恢复到首选路径。[ 最近使用 (Most Recently Used) ] 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 (Round Robin)** ] - ESX Server 主机将自动轮流选择所有可用的路径。除了路径故障切换，循环还支持路径间的负载平衡。

---

**注意** 循环负载平衡处于实验阶段，不支持供生产使用。有关详细信息，请参见《*循环负载平衡*》白皮书。

---

ESX Server 主机根据其所检测到的存储系统品牌和型号设置多路径策略。如果不支持检测到的存储系统，则将其视为主动 - 主动存储系统。有关支持的存储系统列表，请参见《*存储器 / SAN 兼容性指南*》。

---

**注意** VMware 建议不要将 [ 最近使用 (Most Recently Used) ] 更改为 [ 固定的 (Fixed) ]。系统会为有需要的存储系统设置此策略。

---

### 使用 VI Client 设置多路径策略

- 1 在 VI Client 的 [ 清单 (Inventory)] 面板中，选择主机，然后单击 [ **配置 (Configuration)** ] 选项卡。
- 2 在 [ **硬件 (Hardware)** ] 面板中，选择 [ **存储器 (Storage)** ]。
- 3 选择要为其更改多路径策略的数据存储，然后单击 [ **详细信息 (Details)** ] 面板中的 [ **属性 (Properties)** ]。
- 4 在 [ **扩展 (Extent)** ] 面板中，选择要进行更改的设备，然后单击右侧 [ **扩展设备 (Extent Device)** ] 面板中的 [ **管理路径 (Manage Paths)** ]。
- 5 在 [ 管理路径 (Manage Paths) ] 对话框中，单击 [ **更改 (Change)** ]。
- 6 在出现的对话框中选择多路径策略，然后单击 [ **完成 (Done)** ]。

---

**注意** 对于主动 - 被动存储设备，VMware 建议使用 [ 最近使用 (Most Recently Used) ]。

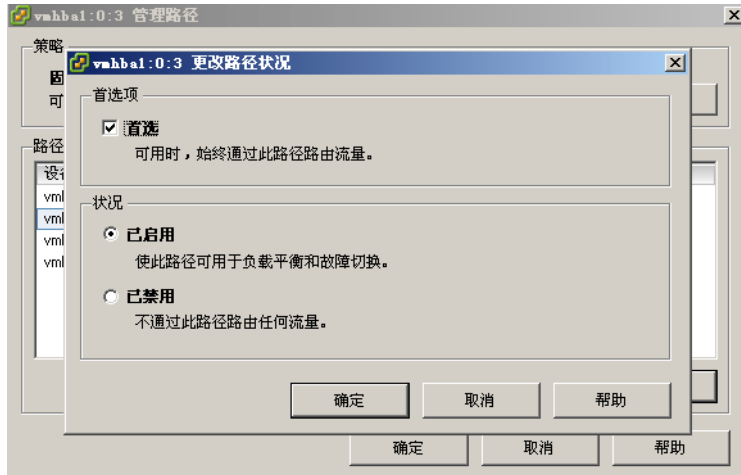
### 禁用和启用路径

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

#### 禁用或启用路径

- 1 在 VI Client 的 [ 清单 (Inventory)] 面板中，选择主机，然后单击 [ **配置 (Configuration)** ] 选项卡。
- 2 在 [ **硬件 (Hardware)** ] 面板中，选择 [ **存储器 (Storage)** ]。
- 3 选择要为其禁用路径的设备，然后单击 [ **详细信息 (Details)** ] 面板中的 [ **属性 (Properties)** ]。
- 4 在 [ **扩展 (Extent)** ] 面板中，选择要进行更改的设备，然后单击右侧 [ **扩展设备 (Extent Device)** ] 面板中的 [ **管理路径 (Manage Paths)** ]。

- 5 在 [ **管理路径 (Manage Paths)** ] 对话框的 [ **路径 (Paths)** ] 面板中单击 [ **更改 (Change)** ]，然后单击 [ **禁用 (Disabled)** ] 来禁用路径，或单击 [ **启用 (Enabled)** ] 来启用路径。



## 设置首选路径（仅限“固定的”路径策略）

如果使用 [ **固定的 (Fixed)** ] 路径策略，服务器将在首选路径可用时始终使用该路径。

### 设置首选路径

- 1 在 VI Client 的 [ **清单 (Inventory)** ] 窗格中，选择主机，然后单击 [ **配置 (Configuration)** ] 选项卡。
- 2 在 [ **硬件 (Hardware)** ] 面板中，选择 [ **存储器 (Storage)** ]。
- 3 选择要为其设置首选路径的设备，然后单击 [ **详细信息 (Details)** ] 面板中的 [ **属性 (Properties)** ]。
- 4 在 [ **扩展 (Extent)** ] 面板中，选择要更改的设备，然后单击右侧 [ **扩展设备 (Extent Device)** ] 面板中的 [ **管理路径 (Manage Paths)** ]。
- 5 选择要作为首选路径的路径，然后单击 [ **更改 (Change)** ]。
- 6 在 [ **首选项 (Preference)** ] 窗格中，单击 [ **首选 (Preferred)** ]。

如果没有显示 [ **首选 (Preferred)** ] 选项，请确保路径策略是 [ **固定的 (Fixed)** ]。

- 7 单击 [ **确定 (OK)** ] 后，再一次单击 [ **确定 (OK)** ] 退出对话框。

## 路径管理和手动负载平衡

在可用路径间平衡负载将提高性能。通过更改 HBA 的首选路径，您可以将系统配置为使用指向不同 LUN 的不同路径。此操作仅适用于主动 - 主动 SP，并需要将路径策略设置为 [ 固定的 (Fixed) ]。

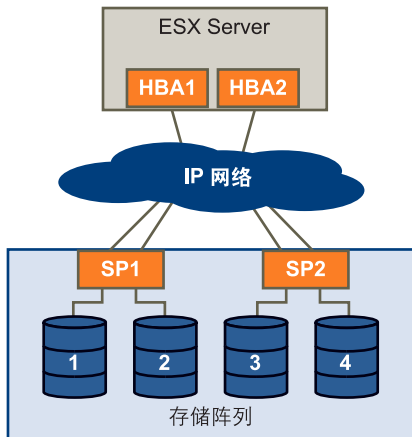
如果某一路径发生故障，其余可用路径将承载所有流量。路径故障切换可能需要一分钟或更长时间，因为网络可能要协同新的拓扑来尝试还原服务。这一延迟必不可少，以便 SAN 能在发生拓扑更改或其他网络事件后稳定自身配置。

以下示例演示了如何执行手动负载平衡。

使用主动 - 主动阵列时，您可以针对负载平衡对系统进行设置。假定以下设置，如图 5-1 中所示：

- 主动 - 主动 SP
- 一个 ESX Server 系统
- 两个 iSCSI HBA

**图 5-1. 手动负载平衡**



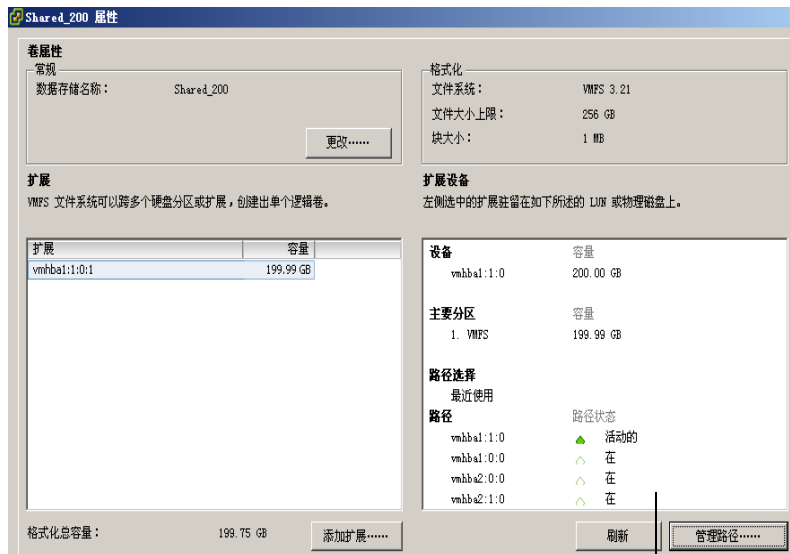
为实现负载平衡，请按如下所示设置首选路径。

- LUN 1: vmhba1:1:1
- LUN 2: vmhba2:1:2
- LUN 3: vmhba1:2:3
- LUN 4: vmhba2:2:4

## 路径故障切换

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 可看到给定 SAN 存储系统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。

图 5-2. 活动路径和备用路径



活动路径和备用路径

拔出网络线缆后，I/O 可能会暂停 30 到 60 秒，直到 iSCSI 驱动程序确定链路不可用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、主机存储设备或适配器，操作可能会停止。故障切换完成后，I/O 恢复正常。

如果存在多处故障，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。

**设置客户操作系统超时** 您可能想要增加标准磁盘超时值，使得 Windows 客户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 客户操作系统，可以使用注册表设置操作系统超时。



## 设置 Windows 服务器的操作系统超时

- 1 备份 Windows 注册表。
- 2 选择 [开始 (Start)]>[运行 (Run)]，键入 `regedit.exe` 并单击 [确定 (OK)]。
- 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 (OK)] 退出 [注册表编辑器 (Registry Editor)]。

## VMkernel 配置

安装 ESX Server 系统时，请决定放置不同存储元素的位置，例如服务控制台（仅限 ESX Server 3）的根 (/) 和 /boot 分区。

## 共享诊断分区

使用硬件 iSCSI 启动器时，如果 ESX Server 主机有一个本地磁盘，则该磁盘最适合用作诊断分区。原因之一就是，如果远程存储问题导致核心转储，则核心转储将丢失，从而加重解决问题的难度。

但对于从 SAN 引导的无磁盘服务器，多个 ESX Server 系统可共享 SAN LUN 上的一个诊断分区。如果多个 ESX Server 系统使用一个 LUN 作为诊断分区，则必须对该 LUN 进行配置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 Server 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 Server 系统将映射到同一插槽。这很容易产生问题。如果两个 ESX Server 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。

如果分配足够的内存用于 16 个插槽，即使两个 ESX Server 系统同时执行核心转储，核心转储也可能不会映射到诊断分区上的同一位置。

## 避免和解决 SAN 问题

本节给出一些避免和解决 SAN 配置问题的提示：

- 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。



**小心** 安装程序允许擦除所有可访问的磁盘，包括其他服务器正在使用的 SAN LUN。

- 请确保根据插槽和总线速度将 iSCSI HBA 安装到 ESX Server 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 ESX Server 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视点。

## 优化 SAN 存储器性能

有关优化典型 iSCSI 环境的主要因素分别为存储系统性能、服务器性能及网络性能。如果正确配置了网络环境，则 iSCSI 组件应为 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 ESX Server 环境的需求。

### 存储系统性能

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，每个 LUN 由多台 ESX Server 主机访问，而且各主机上可运行多台虚拟机。由一台 ESX Server 主机使用的 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 Server 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 Server 用于 I/O 密集型应用程序。

启用读缓存和写缓存。

负载均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 负载均衡。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均衡效

果。密切监视可指示何时需要手动重新平衡 LUN 的分发。有关示例请参见“[路径管理和手动负载平衡](#)”（第 95 页）。

调试静态平衡存储系统即是监视特定性能统计信息（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。

---

**注意** ESX Server 目前尚不支持动态负载平衡。

---

## 服务器性能

确保最佳的服务器性能需要考虑多个因素。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：

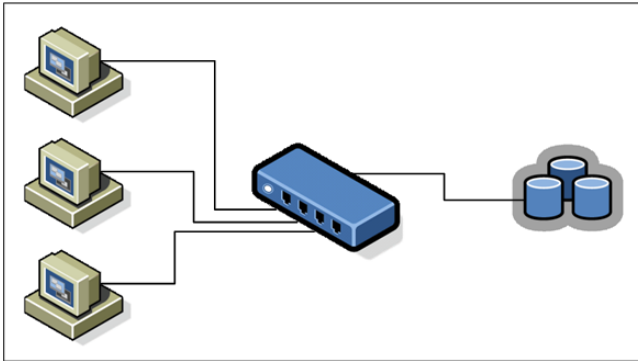
- 将每个 LUN 置于提供必要性能级别的 RAID 组。请注意所分配的 RAID 组中其他 LUN 的活动及资源使用情况。对于高性能 RAID 组，因有过多应用程序对其执行 I/O 操作，它可能无法满足 ESX Server 主机上运行的应用程序所需的性能目标。
- 为各服务器提供足够多的网卡或 HBA，以便能满足高峰时段服务器上托管的所有应用程序的最大吞吐量。将 I/O 分散到多个端口可为各应用程序提供更高的吞吐量及更短的延迟。
- 要为软件 iSCSI 提供冗余，请在启动器中将多个网卡绑定到用于 iSCSI 连接的 vswitch。
- 为 ESX Server 系统分配 LUN 或 RAID 组时分配足够的性能容量，多个操作系统将使用和共享该资源。因此，当您使用 ESX Server 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 Server LUN 分配四倍大小的性能容量。
- 将多个 ESX Server 系统与 VirtualCenter Server 一起使用时，存储子系统所需的性能将相应增加。

ESX Server 系统上运行的应用程序的待处理 I/O 数量应与 SAN 可处理的 I/O 数量一致。

## 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。通常会有多个计算机访问同一存储系统。图 5-3 显示通过以太网交换机连接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。

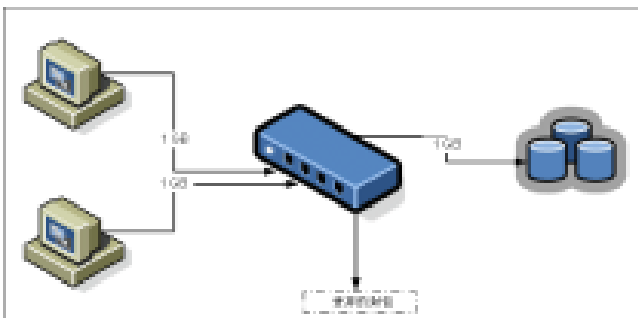
**图 5-3. 与存储器的单个以太网链接连接**



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填充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，但这是多个系统共享一个存储设备时的预期情形。

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。如图 5-4 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 5-4. 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待处理命令数目的许多系统相结合，可允许若干系统的小型脉冲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

Interface          IHQ   IQD   OHQ   OQD   RXBS       RXPS   TXBS       TXPS   TRTL
* GigabitEthernet0/1  3     9922   0       0       476303000 62273  477840000 63677  0

```

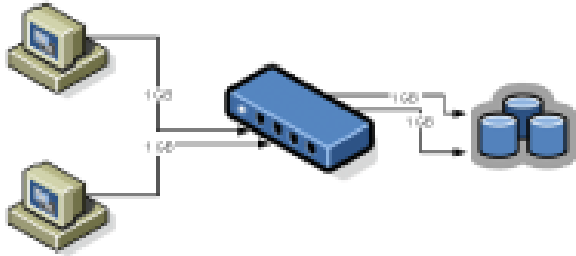
在此 Cisco 交换机示例中，使用的带宽为 476303000 位 / 秒，低于线速的一半。尽管如此，端口仍缓冲传入的数据包，丢弃了许多数据包。此界面摘要最后一行的 IQD 列表示该端口已丢弃近 10,000 个入站数据包。

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。

**图 5-5** 显示交换机与存储器的多个连接。

图 5-5. 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式，但不能更改交换机之间链接和中继线的物理功能。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线的 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。

## 解决性能问题

本节论述性能监视以及解决性能问题的可能途径。为实现最佳性能，请将各虚拟机置于适当级别的存储器。请参见“[选择虚拟机位置](#)”（第 32 页）。

### 监视性能

VI Client 可提供多种工具用于收集性能信息。这些信息随后以图形方式显示在 VI Client 中。VI Client 可定时更新显示屏幕。有关信息，请参见《*Virtual Infrastructure 用户指南*》。

对于 ESX Server 3，您还可以从服务控制台使用 `esxtop` 实用程序。有关 `esxtop` 的信息，请参见《*资源管理指南*》，或从服务控制台查看手册页。可以使用 `esxtop` 实时监视性能。如果使用 ESX Server 3i，`resxtop` 实用程序会提供类似的功能。

### 检查以太网交换机统计信息

许多以太网交换机提供监视交换机状况的方法。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 ESX Server 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“[路径管理和手动负载平衡](#)”（第 95 页）中所述。

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。有关正确配置 iSCSI 网络的更多信息，请参见“网络性能”（第 100 页）。

## 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。

通常，只有特定的 SAN 配置与以下条件同时出现时可导致路径抖动：

- 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-被动阵列或提供透明故障切换的阵列，不会出现路径抖动。
- 路径策略设置为 **[ 固定的 (Fixed) ]**。
- 两台主机使用相反的路径顺序访问 LUN。例如，主机 A 设置为通过 SP A 访问编号较低的 LUN。主机 B 设置为通过 SP B 访问编号较低的 LUN。
- 如果主机 A 丢失了某一路径，只能使用指向 SP A 的路径，而主机 B 丢失其他路径，只能使用指向 SP B 的路径，此时也可能出现路径抖动。

直接连接存储系统（例如 AX100i 或 AX150i）的一个或多个节点上发生 HBA 故障切换时也可能发生路径抖动。

路径抖动问题通常不会出现于其他操作系统：

- 其他常用操作系统均不会对超过两台以上的服务器使用共享 LUN（该设置通常是群集预留的）。
- 对于群集，每次仅有一台服务器发出 I/O，因此不会出现路径抖动问题。

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

## 解决路径抖动

- 确保共享相同 LUN 集合的所有主机同时访问同一存储处理器。
- 更正不同 ESX Server 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。
- 将路径策略设置为 **[ 最近使用 (Most Recently Used) ]**（默认）。

## 了解路径抖动

在所有存储系统中，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 LUN 访问。所有权在存储处理器之间传递。存储系统使用缓存且 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。在此期间，两个 SP 都无法处理 LUN 的 I/O。
- 对于主动 - 主动阵列，使用算法可实现对存储器更详细的访问以及将缓存同步。可通过任何 SP 同时访问，无需额外的时间。

考虑如何选择路径：

- 在主动 - 主动阵列上，系统开始通过新路径发送 I/O。
- 对于主动 - 被动阵列，ESX Server 系统将检查所有备用路径。当前待考虑路径末端的 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 Server 系统找到拥有 LUN 所有权的 SP，则会选择该路径并通过此路径发送 I/O。
  - 如果 ESX Server 主机找不到此类路径，ESX Server 主机便挑选一条路径并向 SP（位于路径另一端）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。由于系统转移所有权的速度很快，存储系统无法处理任何 I/O（或只能处理非常少的一部分）。因此，依赖该 LUN 的服务器都会开始使 I/O 超时。

## 平衡虚拟机之间的磁盘访问

可以在 VI Client 中通过 `[Disk.SchedNumReqOutstanding]` 参数调整待处理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 发出的待处理请求数量。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，存储适配器的队列深度与传递流量的网络容量会限制带宽。

### 设置待处理磁盘请求的数目

- 1 在 VI Client 的清单面板中选择主机。
- 2 单击 **[配置 (Configuration)]** 选项卡，然后单击 **[高级设置 (Advanced Settings)]**。



- 3 在左侧面板中单击 [ **磁盘 (Disk)** ] 并向下滚动至 [ **Disk.SchedNumReqOutstanding** ]。
- 4 更改参数值，并单击 [ **确定 (OK)** ]。
- 5 重新引导服务器。

此更改可对磁盘带宽调度产生影响，但也可能改善磁盘密集型工作负载。

如果在 VMkernel 中调整此参数值，您可能还需要调整存储适配器中的队列深度。请参见“[设置软件 iSCSI 的最大队列深度](#)”（第 105 页）。

## 移除 VMFS-2 驱动程序

如有多个 LUN 和 VMFS 卷，且它们都属于 VMFS-3，则可以通过卸载 VMFS-2 驱动程序潜在提高性能。在命令行提示符下，键入：

```
vmkload_mod -u vmfs2
```

刷新数据存储及重新扫描存储适配器等特定管理操作的速度将得到大幅提升。

## 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：

- 虚拟机启动
- VMotion
- 虚拟机与虚拟磁盘快照一起运行
- 需要打开文件或执行更新元数据的文件操作（请参见“[元数据更新](#)”（第 22 页）。）

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使用虚拟机磁盘快照的多台虚拟机。在 VMFS 上运行多台虚拟机时请限制 VMFS 文件操作的数目。

## 设置软件 iSCSI 的最大队列深度

如果发现软件 iSCSI LUN 的性能不佳，可使用如下 `esxcfg-module` 命令更改其最大队列深度：

```
esxcfg-module -s iscsi_max_lun_queue=value iscsi_mod
```

发出此命令后，重新引导系统。

**iscsi\_max\_lun\_queue** 参数用于为通过软件 iSCSI 适配器访问的每个 LUN 设置最大待处理命令数或队列深度。默认值为 32，有效范围为 1 至 255。



**小心** 将队列深度设置为高于默认值可减少受支持 LUN 的总数。

---

## 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媒体。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 将影响主要存储设备与次要存储设备间所需带宽的大小。
- 对 SAN 环境、存储性能（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；通常为脱机媒体访问（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媒体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 Server 主机可创建虚拟机的快照。此软件在 ESX Server 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

如果使用第三方备份软件，请确保 ESX Server 主机支持该软件。请参见《*备份软件兼容性指南*》。

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。

如果使用快照来备份数据，请考虑以下几点：

- 一些供应商对 VMFS 和 RDM 都支持快照。如果二者均支持，您可以生成主机的整个 VMFS 的快照，也可以对单个虚拟机（每磁盘一个）执行快照操作。
- 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 Server 系统还包括一个 Consolidated Backup 组件，在《*虚拟机备份指南*》中进行了详细论述。

---

## 选择备份解决方案

选择备份解决方案时请考虑备份可满足以下一项或全部要求：

- 崩溃一致性

- 文件系统一致性
- 应用程序一致性

VMware 可提供文件系统一致性备份。在多数情况下，使用文件系统一致性备份便可从故障中完全恢复。但是，如果应用程序需要跨文件系统同步或与数据库同步，则 VMware 解决方案可能无法提供足够的一致性。在这些情况下，则需详细了解第三方备份解决方案以确定其是否更适合您的需求。

## 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，即快照和复制。

- 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。快照通常在主要 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，以防御可使整个存储系统或站点变为不可用或遭破坏的主要故障。

将 ESX Server 系统与 SAN 配合使用时，需判断基于阵列的工具或基于主机的工具哪一个更适合特定的情形。

## 基于阵列（第三方）的解决方案

考虑基于阵列的解决方案时，需注意以下几点：

---

**注意** ESX Server 系统还包括一个 Consolidated Backup 组件，在《虚拟机备份指南》中进行了详细论述。

---

- 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，通常会将物理兼容性 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。此外，如果在 VMFS LUN 上应用阵列操作，请仔细阅读重新签名一节。

## 基于文件 (VMFS) 的解决方案

考虑使用 VMware Tools 和 VMFS（而非阵列工具）的基于文件的解决方案，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。使用 RDM，每台虚拟机都需要一个新 LUN。
- 快照服务随 ESX Server 主机附送，无需额外付费。因此基于文件的解决方案比基于阵列的解决方案更为经济高效。
- 对于 ESX Server 管理员而言，使用 VMFS 更容易。
- ESX Server 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。

## VMFS 卷重新签名

ESX Server 需要区分其 VMFS 卷，为此可使用卷签名。复制 VMFS 卷或执行快照后，得到的 LUN 副本与源具有相同的签名。如果 ESX Server 看到具有相同签名的两个 LUN，则 ESX Server 必须对此情形进行处理以防止由于混淆用于访问已注册虚拟机的 LUN 而导致停机时间。ESX Server 3.0 引入重新签名功能来解决此问题。

---

**注意** 当某个 LUN 需要进行重新签名时，vmkernel 日志中将出现警示。如果遇到此类警示，请相应设置重新签名选项，如下节所述。

---

## 装载原始、快照或副本 VMFS 卷

您可以在同一 ESX Server 主机上装载原始、快照或副本 VMFS 卷。

### 装载原始、快照或副本 VMFS 卷

- 1 执行所需的存储任务：
  - a 制作存储系统快照或副本。
  - b 配置访问控制以允许 ESX Server 访问快照或副本。
- 2 在 VI Client 的清单面板中选择主机。
- 3 单击 [ **配置 (Configuration)** ] 选项卡，然后单击 [ **高级设置 (Advanced Settings)** ]。
- 4 在左侧面板中选择 [ **LVM** ]，然后将 [ **LVM.EnableResignature** ] 选项设置为 [ **1** ]。
- 5 重新扫描以显示任何新的 LUN 或 VMFS 卷。

重新扫描后，由复制所得的 VMFS 卷显示为  
/vmfs/volumes/snap-<DIGIT>-<old-label>。

如果任意虚拟机的 VMX 文件或虚拟机快照的 VMSD 文件包含 /vmfs/volumes/<label or UUID>/ paths，您必须更改这些项目以反映重新签名的卷的路径。

- 6 完成重新签名后，将 [LVM.EnableResignature] 选项设置为 [0]。

---

**注意** 此新快照卷上的任何虚拟机都不会自动被发现。必须手动注册虚拟机。

---

## 了解重新签名选项

本节论述 EnableResignature 和 DisallowSnapshotLUN 选项的交互方式，并介绍更改上述选项所得的三种状况：

- 状况 1：EnableResignature=0，DisallowSnapshotLUN=1（ESX Server 3.x 默认值）
- 状况 2：EnableResignature=1（DisallowSnapshotLUN 不相关）
- 状况 3：EnableResignature=0，DisallowSnapshotLUN=0（ESX Server 2.x 行为）

### 状况 1：EnableResignature=0，DisallowSnapshotLUN=1（默认值）

在此状况中：

- 无法将存储系统制作的 VMFS 卷快照或副本放入 ESX Server 主机，无论 ESX Server 是否具有原始 LUN 的访问权限。
- 使用 VMFS 格式化的 LUN 对于各 ESX Server 主机必须具有相同的 ID。

状况 1 是最安全的，但：

- 如果使用运行 Navisphere Express 的 Clariion AX100i 或 AX150i，将无法在存储器组间配置相同的 LUN ID。您必须改用管理功能更全面的 Navisphere 软件版本。
- 对于 IBM TotalStorage 8000，如果有 LUN 未被配置为向所有服务器呈现相同 LUN ID，则需要使用状况 3 中的设置或从头开始重新创建 LUN。

### 状况 2：EnableResignature=1，(DisallowSnapshotLUN 不相关)

在此状况中：

- 您可以安全地将 VMFS 卷的快照或副本放入原始卷所在的同一台服务器中，这些快照或副本将自动重新签名。
- 如果包含来自 AX100i 或 AX150i 的 LUN，而这些 LUN 未有效地向所有服务器呈现相同 LUN 编号，则 VMFS 卷将无法使用存储在该 VMFS 卷上的虚拟机。请避免此类情况的发生。

**状况 3: EnableResignature=0, DisallowSnapshotLUN=0**

这类似于 ESX Server 2.x 行为。在此状况中，ESX Server 假定只看到给定 LUN 的一个副本或快照且从不尝试重新签名。这适用于某种 DR 方案，在其中将 LUN 的一个副本放入 ESX Server 的新群集，可能位于对源 LUN 没有访问权限的另一站点上。在这种情况下，ESX Server 将副本当作源一样使用。

如果 AX100i 或 AX150i 出于某种原因无法配置为向所有服务器呈现相同的 LUN 编号，则需要使用此设置以允许所有 ESX Server 系统使用相同的 LUN，以获取 VMotion、VMware DRS 和 VMware HA 等功能。

如果将 LUN 的快照或副本放入对原始 LUN 具有访问权限的服务器，请不要使用此设置。否则将导致破坏性结果，包括：

- 如果一次或多次创建 VMFS 卷的快照，并动态地将其中一个或多个快照放入 ESX Server，则只有第一个副本可用。可用的副本最有可能是主要副本。重新引导后便不能确定哪个卷（源或快照之一）可用。应避免此类非确定的行为。
- 如果创建跨区 VMFS 卷的快照，ESX Server 主机可能使用属于不同快照的碎片重新集合卷。这可能对文件系统造成损坏。







## 多路径对照表

本附录提供用于不同存储系统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
所有存储系统	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 进行故障切换，尤其是使用主动 - 被动存储阵列时。
EMC Symmetrix	启用 SPC2 和 SC3 设置。请联系 EMC 获取最新设置。
EMC Clariion	为 ESX Server 主机设置高级设置： <b>LVM.EnableResignature = 1</b> 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	无特定要求
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 VMware。 否则将主机模式类型设置为 Custom。值为： <ul style="list-style-type: none"><li>■ EVA3000/5000 固件 3.x: 000000002200282E</li><li>■ EVA4000/6000/8000: 000000202200083E</li></ul>
NetApp	无特定要求
EqualLogic	无特定要求

**表 A-1. 多路径设置要求 (续)**

组件	备注
LeftHand	无特定要求
ESX Server 配置	<p>为 ESX Server 主机设置以下高级设置</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 将 <b>[Disk.UseLunReset]</b> 设置为 <b>[1]</b></li> <li>■ 将 <b>[Disk.UseDeviceReset]</b> 设置为 <b>[0]</b></li> </ul> <p>对于主动 - 被动阵列，必须将所有托管群集磁盘的 LUN 的多路径策略设置为 [最近使用 (Most Recently Used)]。主动 - 主动阵列上 LUN 的多路径策略可设置为 [最近使用 (Most Recently Used)] 或 [固定的 (Fixed)]。</p> <p>如果存储系统支持透明故障切换，则允许 ARP 重定向。请参见“<a href="#">esxcfg-hwiscsi 实用程序</a>” (第 117 页)。</p>

## 实用程序

---

在多数情况下，VI Client 非常适合监视 SAN 存储器所连接的 ESX Server 主机。高级用户有时可能需要使用某些命令行实用程序获取其他详细信息。

本附录提供有关以下实用程序的信息：

- “[esxtop 实用程序](#)”（第 115 页）
- “[storageMonitor 实用程序](#)”（第 116 页）
- “[esxcfg-swiscsi 实用程序](#)”（第 117 页）
- “[esxcfg-hwiscsi 实用程序](#)”（第 117 页）
- “[vmkping 实用程序](#)”（第 118 页）

### esxtop 实用程序

esxtop 命令行实用程序可提供有关 ESX Server 3 实时资源使用情况的详细显示。它在 ESX Server 主机的服务控制台上运行。有关 esxtop 的详细信息，请参见《[资源管理指南](#)》或在命令行提示符下键入 **man esxtop**。

---

**注意** 如果使用 ESX Server 3i，resxtop 实用程序会提供类似的功能。

---

## storageMonitor 实用程序

storageMonitor 实用程序可监视 VMware ESX Server 所连接的存储设备遇到的 SCSI 感知错误。该实用程序通过定期轮询 VMkernel 内运行的 storageMonitor 收集感知错误信息，然后将错误信息发送至标准输出文件、文件或系统日志。在将错误信息发送至输出之前，该实用程序会对其格式化。例如，它会根据 SCSI-3 规格将感知错误代码转换为相应的文本。

如果未指定配置文件，storageMonitor 将分析默认配置文件 `/etc/vmware/storageMonitor.conf` 来筛选某些错误并允许显示其他错误。您可以使用 `-d` 选项在交互模式或守护进程模式中运行 storageMonitor。

### 选项

您可以使用以下选项之一从 ESX Server 命令行启动 storageMonitor。

**表 B-1. storageMonitor 命令行选项**

选项	描述
<code>&lt;config-file&gt;</code>	允许您指定一个配置文件。如果未指定此选项，将使用默认值。 配置文件可指定 storageMonitor 应允许何种类型的错误，以及在显示错误之前应筛选哪些错误。 默认配置文件将说明条目的格式。
<code>-d</code>	指定 storageMonitor 应在守护进程模式中运行。指定了此选项后，所有输出将发送到 syslog 或用户指定的日志文件。如果同时指定了 <code>-s</code> 选项，输出还将写入到标准输出文件。
<code>-h</code>	显示帮助信息。
<code>-l &lt;log_file&gt;</code>	指定了此选项后，程序的输出将写入 <code>&lt;log_file&gt;</code> 。仅当同时指定了 <code>-d</code> 选项时此选项才有效。
<code>-p &lt;poll_interval&gt;</code>	允许您指定时间间隔（单位为秒），用于轮询内核驻留存储器以及检索存储设备的状态或错误。如果未指定此选项，则使用 10 秒的默认轮询时间间隔。
<code>-s</code>	指定 storageMonitor 应将输出发送至标准输出文件。仅当在守护进程模式中启动 storageMonitor（已指定 <code>-d</code> 选项）时此选项才有效。

### 示例

```
storageMonitor -p 60
```

将轮询时间间隔设置为 60 秒。将输出发送至标准输出文件（因为 storageMonitor 不是在守护进程模式中运行）。在发送输出前使用默认配置文件中指定的筛选器。

```
storageMonitor -d -c myconf.conf
```

使用配置文件 `myconf.conf` 在守护进程模式中运行 `storageMonitor`。将输出写入 `syslog`。默认情况下，`syslog` 位于 `/var/log/storageMonitor`。

```
storageMonitor -d -l mylog.log -s
```

使用默认配置文件在守护进程模式中运行 `storageMonitor`。将输出发送至 `mylog.log`，而非 `syslog`。由于指定了 `-s` 选项，同时会将输出写入标准输出文件。

## esxcfg-swiscsi 实用程序

`esxcfg-swiscsi` 实用程序允许您在 ESX 主机上启用或禁用软件 iSCSI。

用法示例：

```
esxcfg-swiscsi [-e][-d][-h][-q][-s] <vmkernel SCSI adapter name>
```

**表 B-2.** `esxcfg-swiscsi` 命令行选项

选项	描述
-e	启用软件 iSCSI。
-d	禁用软件 iSCSI。如果使用 iSCSI 卷，则使用此选项会导致问题。
-q	检查软件 iSCSI 是启动还是关闭。
-s	通过软件 iSCSI 接口扫描可用磁盘。
-h	显示帮助信息。

## esxcfg-hwiscsi 实用程序

`esxcfg-hwiscsi` 实用程序允许您为硬件 iSCSI 配置支持的参数。

用法示例：

```
/sbin/esxcfg-hwiscsi [-l] [-a allow|deny] [-h] <vmkernel SCSI adapter name>
```

**表 B-3.** `esxcfg-hwiscsi` 命令行选项

选项	描述
-l	列出当前配置（重写设置选项）。
-a	允许或拒绝适配器上的 ARP 重定向。
-h	显示帮助信息。

## vmkping 实用程序

vmkping 实用程序允许您验证 VMkernel 网络配置。

用法示例：

```
vmkping [options] [host|IP address]
```

**表 B-4.** vmkping 命令行选项

选项	描述
-D	VMkernel TCP 堆栈调试模式。
-c <count>	设置数据包计数。
-i <interval>	设置时间间隔。
-s <size>	设置发送大小。

# 索引

## 符号

- [ 固定的 (Fixed)] 路径策略 **32, 91, 92**
  - 路径抖动 **103**
  - 首选路径 **94**
- [ 最近使用 (Most Recently Used)] 路径策略 **91, 92**
  - 路径抖动 **103**

## B

### BusLogic

- 队列深度 **36**
- SCSI 控制器 **12**
- 被动磁盘阵列 **37, 91**
  - 路径抖动 **104**

### 备份

- 第三方备份软件包 **107**
  - 和灾难恢复 **20**
  - 解决方案 **107**
  - 注意事项 **106**

### 备用路径状态 **91**

### 避免问题 **82, 97**

## C

- CHAP 身份验证 **20, 24, 43, 56, 75, 85**
- 操作系统超时 **96**
- 测试, 存储系统 **64**
- 查看信息 **20**
- 超时 **96**
- 磁盘, 配置选项 **14**
- 磁盘访问, 平衡 **104**
- 磁盘份额 **27**
- 磁盘阵列

主动 - 被动 **37, 91, 104**

主动 - 主动 **37, 91, 95**

### 从 SAN 引导

概述 **73**

启用 **74**

使 Qlogic HBA 能够 **76**

优点 **74**

### 存储器选择 **25**

### 存储设备

查看 **84**

详细信息 **84**

### 存储系统

EMC CLARiiON **65**

EMC Symmetrix **65**

EqualLogic **71**

HP StorageWorks **66**

LeftHand Networks SAN/iQ **72**

类型 **16**

Network Appliance **68**

性能 **98**

### 存储虚拟化 **12**

### 存储整合 **19**

### 重新签名

选项 **110**

### 重新扫描 **86**

LUN 创建 **86**

LUN 的显示 **22**

LUN 屏蔽 **86**

### 路径不可用时 **86**

**D**

- DisallowSnapshotLUN 110
- disk.maskLuns 88, 89
- disk.maxLun 87, 88
- Disk.SchedNumReqOutstanding 104
- disk.supportSparseLun 89
- 待处理磁盘请求 104
- 待处理磁盘请求的数目 104
- 当前的多路径状况 90
- 低端存储器 32
- 第三方备份软件包 107
- 第三方管理应用程序 24
- 队列深度 105
- 多个扩展 84
- 多路径 36, 89
  - 查看当前的状况 89
- 多路径策略 92
- 多路径软件 23
- 多路径状况 90

**E**

- EMC CLARiiON 65
- EMC Symmetrix 65
  - 伪 LUN 66
- EnableResignature 110
- EqualLogic
  - 存储系统 71
- ESX Server
  - 共享 VMFS 21
  - 优点 18
  - 与 SAN 配合使用的基础 20
- ESX Server 3i 84, 102, 115
- esxcfg-hwiscsi 实用程序 117
- esxcfg-module 105
- esxcfg-swiscsi 实用程序 117
- esxtop 实用程序 102, 115
- EVA (HP StorageWorks) 68

**F**

- 发现 24
  - 地址 40, 54
  - 静态 41
- 访问
  - 平衡磁盘访问 104
  - 数据 27
- 访问控制 24
- 分布式锁定 14
- 分层应用程序 108
- 分配, LUN 36
- 服务控制台 84, 97, 102
- 服务器故障 33
- 服务器故障切换 33
- 服务器性能 99
- 负载均衡 19
  - 手动 95

**G**

- 高端存储器 32
- 更改 disk.supportSparseLun 89
- 共享诊断分区 97
- 故障, 服务器 33
- 故障排除 82, 85, 97
- 故障切换 29, 33, 96
  - I/O 延迟 32
- 管理应用程序 24

**H**

- HBA
  - 队列深度 105
  - 类型列表 83
  - 实现从 SAN 引导 Qlogic HBA 76
- HBA 类型列表 83
- HP StorageWorks 66
  - EVA 68
  - MSA 66
- 活动路径 92



活动路径状态 91

## I

I/O 延迟 32, 36

iSCSI HBA

    别名 39

iSCSI 启动器

    软件 13

    硬件 13

iSCSI 软件启动存储器

    添加 59

iSCSI 软件启动的存储器, 添加 59

iSCSI 网络

    创建 VMkernel 端口 47

iSCSI 硬件启动存储器, 添加 44

iscsi\_max\_lun\_queue 106

## J

基于阵列 (第三方) 的解决方案 108

间接, 级别 22

间接级别 22

监视性能 102

解决问题 97

禁用路径 93

卷重新签名 109

## K

可见性问题 85

跨服务器共享 VMFS 21

快照 109

快照软件 106

扩展 14

    定义 84

    相关信息 90

扩展数目 14

## L

LeftHand Networks SAN/iQ 存储系统 72

Linux Cluster 主机类型 64

Linux 主机类型 64

LSI Logic SCSI 控制器 12

LSILogic 队列深度 36

LVM.EnableResignature 109

LVM (逻辑卷管理器) 14

LUN

    创建, 和重新扫描 86

    disk.maskLuns 88

    多路径策略 92

    分配 36

    更改扫描的数目 87

    较少, 较大与较小比较 25

    决定 26

    屏蔽更改和重新扫描 86

    扫描数目 87

    设置多路径策略 92

    稀疏 89

    显示配置 87

    显示与重新扫描 22

    移除 87

    一个 VMFS 卷 35

LUN 不可见

    SP 可见性 86

    问题 85

    线缆连接 85

LUN 发现, VMkernel 22

路径

    活动 92

    禁用 93

    启用 93

    首选 91, 94

路径, 旁边的星号 91

路径策略

    固定的 32, 91, 92

    MRU 91

    循环 92

    最近使用 92

**路径策略重置**

- 主动 - 被动磁盘阵列 **82**

- 路径抖动 **65, 103**

- 路径故障切换 **29**

- 路径故障重新扫描 **86**

- 路径管理 **29, 95**

- 路径状态 **91**

- 逻辑卷管理器 (LVM) **14**

- 裸设备映射 (RDM) **28**

- 裸设备映射 (RDM) **65**

- 数据访问 **23**

- 映射文件 **15**

**M**

- maxLun **87**

- MRU 路径策略 **91**

- MSA (HP StorageWorks) **66**

**N**

- Network Appliance 存储器

- 置备存储器 **70**

- Network Appliance 存储系统 **68**

**P**

- 配置

- 软件启动 iSCSI 存储器 **59**

- 硬件启动 iSCSI 存储器 **44**

- 屏蔽, 使用 disk.maskLuns **88**

- 平衡磁盘访问 **104**

**Q**

- Qlogic HBA, 实现从 SAN 引导 **76**

- 启用路径 **93**

- 驱动程序, VMFS-2 **105**

- 区分虚拟机优先级 **27**

**R**

- resxtp 实用程序 **102, 115**

- 软件 iSCSI

- 网络 **47**

- 软件 iSCSI 启动器

- 启用 **53**

- 设置 CHAP 参数 **56**

- 设置发现地址 **54**

**S**

- SAN

- 备份注意事项 **106**

- 服务器故障切换 **33**

- 概念 **15**

- 优点 **18**

- 优化性能 **98**

- 与 ESX Server 配合使用的基础 **20**

- SCSI HBA

- 配置 **39**

- SCSI 预留 **21**

- 减少 **105**

- SP 可见性, LUN 不可见 **86**

- storageMonitor 实用程序 **116**

- 扫描, 更改数目 **87**

- 身份验证 **24, 43, 56, 75, 85**

- 实现从 SAN 引导 Qlogic HBA **76**

- 失效路径 **91**

- 实用程序

- esxcfg-hwiscsi **117**

- esxcfg-swiscsi **117**

- esxtp **116**

- resxtp **115**

- storageMonitor **116**

- vmkping **117**

- 手动负载平衡 **95**

- 首选路径 **91, 94**

- 数据存储

- 查看信息 **84**

- 移除 **87**

- 在软件启动 iSCSI 存储器上创建 **59**

- 在硬件启动 iSCSI 存储器上创建 44
- 数据访问 27, 28
- RDM 23
- VMFS 23
- 锁定 14

## T

- TimeoutValue 参数 36
- 添加
  - iSCSI 软件启动存储器 59
  - iSCSI 硬件启动存储器 44

## V

- vmdk 文件 14, 28, 109
- VMFS 14, 23, 25
  - 卷重新签名 109
  - 跨 ESX Server 共享 21
  - 扩展数目 14
  - 每个 LUN 一个卷 35
  - SCSI 预留 21
  - 锁定 14
- VMFS-2 驱动程序 105
- vmhba 84
- VMkernel
  - LUN 发现 22
  - 配置 97
- vmkping 实用程序 117
- VMotion 19, 24, 37, 64, 105, 111
- VMware DRS 19, 64, 111
  - 使用 VMotion 37
  - VMware HA 19, 24, 33, 64, 111

## W

- vmdk 文件 14, 28, 109
- VMFS 14, 23, 25
  - 卷重新签名 109
  - 跨 ESX Server 共享 21
  - 扩展数目 14

- 每个 LUN 一个卷 35
- SCSI 预留 21
- 锁定 14
- VMFS-2 驱动程序 105
- vmhba 84
- VMkernel
  - LUN 发现 22
  - 配置 97
- vmkping 实用程序 117
- VMotion 19, 24, 37, 64, 105, 111
- VMware DRS 19, 64, 111
  - 使用 VMotion 37
- VMware HA 19, 24, 33, 64, 111
- 网络性能 100
- 网络虚拟化 12
- 维护, 零停机时间 19
- 问题
  - 避免 97
  - 可见性 85
  - 性能 102

## X

- 稀疏 LUN 支持 89
- 线缆连接问题 85
- 性能
  - 存储系统 98
  - 服务器 99
  - 检查以太网交换机统计信息 102
  - 监视 102
  - SCSI 预留 21
  - 网络 100
  - 问题 102
  - 移除 VMFS-2 驱动程序 105
  - 优化 98
- 虚拟机
  - I/O 延迟 32
  - 默认配置 22

- 平衡磁盘访问 104
- 区分优先级 27
- SAN 上的数据访问 28
- SAN 数据访问 28
- 数据访问 28
- 位置 32
- 虚拟机的位置 32
- 循环路径策略 92

## Y

- 移除 LUN 87
- 移除 VMFS-2 驱动程序 105
- 移除数据存储 87
- 已禁用路径状态 91
- 硬件 iSCSI 启动器
  - 安装 37
  - 设置 CHAP 参数 43
  - 设置发现地址 40
  - 设置命名参数 39
- 映射文件 15
- 应用程序, 分层 108
- 用例
  - 存储整合 19
  - 负载平衡 19
  - 维护 19
  - 灾难恢复 20
- 预留
  - 减少 105
- 元数据更新 22

## Z

- 灾难恢复 20
- 诊断分区 36
  - 共享 97
- 中端存储器 32
- 主动 - 被动磁盘阵列 16, 32, 37, 65, 68, 91, 103
  - 路径策略重置 82

- 路径抖动 104
- 主动 - 主动磁盘阵列 16, 37, 68, 91, 95, 103
- 主机类型 64
- 转储分区 36
  - 共享 97
- 最大 HBA 队列深度 105