

光纤通道和 iSCSI SAN 架构对比

综述

存储区域网络 (SAN) 技术在重新定义存储管理基础架构方面取得了辉煌成功, 帮助全球各地的 IT 部门显著提高了效率, 增加了投资回报 (ROI)。当前的 SAN 实施要求围绕光纤通道 (FC) 网络技术构建新的架构, 因此, 许多 IT 部门开始考虑, 在他们的整个存储基础架构中, iSCSI SAN 技术到底能扮演什么角色。iSCSI 看似是一种可代替 FC SAN 的有效方法, 因为从原理上来看, 企业有望利用现有的以太网技术和人员来构建存储基础架构。然而, 抛开性能上的巨大差异不谈, 单就从综合成本上考量, 以 iSCSI/以太网为基础的 SAN 架构最终是否低于基于 FC 的 SAN 还是一个未知数。

一种网络技术能否提供高效的存储管理模式, 来同时满足服务器和存储设备的存储通信需求。这是任何一个用户都需要认真思考的问题, 更为重要的是, 这种网络架构必须提供从服务器到存储设备的足够高的可用性, 而且其所提供的网络管理模式必须使管理员能够有效地进行扩展, 管理不断增长的存储容量而不增加管理开销。

如果我们看看整个 SAN 网络中物理成本所占的比例, 就不难发现, 与光纤通道交换机及 HBA 相比, 当前的以太网交换机和网络接口卡的每端口成本的确较低。然而, 光纤通道交换机的成本亦是在不断降低, FC HBA 成本降低的时机业已来临。同时, 基于 FC SAN 架构的应用功能变得日益丰富。而另一方面, 业界为了缓解 iSCSI SAN 性能不足的问题, 不得不采取一些特定技术来对其进行定性增强, 目前广泛采用的包括 iSCSI HBA 等技术, 这无疑使得 iSCSI SAN 在取得接近 FC SAN 性能的同时几乎丧失的成本的优势。

在 SAN 中的存储端, 情况不同于服务器端的是, 因为尽管许多 IT 部门一开始部署了很多低成本的服务器, 但他们同样希望能将存储设备整合到更全面、性能更优秀的企业存储框架体系内。这意味着, 性能不尽如人意的 iSCSI 尽管对低成本服务器访问企业存储资源显得很有吸引力, 但高性能存储设备还是需要更高性能的 FC SAN 连接来体现其性能的优势与真正的价值。

从管理角度讲, iSCSI SAN 诞生的另一个主要目的就是简化管理, 因为它可以使用现有的以太网体系。然而有一点很清楚, 那就是 FC 和以太网虽然都可以做数据连接使用, 但他们的通信负载能力却有着天壤之别。这意味着基于 iSCSI 的

SAN 若要想实现接近 FCSAN 能力的通信水准就必须部署许多以太网通用设备之外的设备, 这就可能需要同时实现更强大的管理功能, 甚至超出了当前的 LAN 网络管理模式的能力范围。而与此同时, 借助旨在将管理工作统一到一个整合架构下的行业计划, 基于 FC 的 SAN 的管理模式却变得日益高效。

在整理必要的信息, 以确定应部署正确 SAN 架构的过程中, 一个很具挑战性的事实是, 我们所在的行业永远都不是一成不变的。在引入 iSCSI SAN 技术的同时, FC SAN 技术也在飞速发展, FC 技术不断的创新的同时降低了成本并带来了更强大的功能。在业界刚刚着手开发 iSCSI SAN 管理模式的同时, FC SAN 管理模式也在日益精进, 变得更加符合标准, 同时带来了更为广泛的互操作性、更高的效率和更广泛的覆盖范围。

目前, 在从服务器到存储设备的整个网络中, FC SAN 可提供必要的高性能、可用性和可管理性来满足各种需求。此外, 随着技术创新成果的不断增长, 市场发展趋势的日益变化, FC SAN 可继续提供这些强大功能的同时, 有效的降低了原始投资和管理成本。

iSCSI SAN 技术虽然基于成熟的以太网络体系, 但在主流 SAN 架构当中尚未经过广泛的实践验证。在性能、可用性、可互操作性, 甚至 iSCSI SAN 可能采用的管理模式方面, 还存在诸多不确定性。

今天, 许多的 IT 部门都采取了一种非常合理的战略思路——他们可以同时利用这两种架构。这包括开发一种“分层”模式来部署服务器, 在数据中心 FC SAN 内保持以存储为中心的关键业务服务器和存储设备的连接, 同时使用 iSCSI 技术来测试如何集成对存储需求较低的小型服务器等。这种测试的内容包括利用特定类型的 iSCSI 网关将 iSCSI 服务器集成到 FC SAN 中。这样, IT 部门就可以在一个始终受到主动管理的环境中对照 FC SAN 功能来正确地检验 iSCSI SAN 功能。

简介

通过网络架构的综合运用将服务器和存储资源连接在一起后, 许多 IT 部门得以制定战略性计划来构建整个企业范围内的存储区域网络 (SAN)。实施这种新的存储基础设施模式后, IT 部门可以大大提高服务器和存储资源的利用率、优化存储

管理，而且可以在全企业范围内实现高可用性存储基础设施。所有这些成功都是根植于一种成熟且不断创新网络架构——光纤通道（FC）网络架构实现的。这种架构从一开始就是为了满足服务器和存储设备之间的高性能通信品质及持续高负荷传输的需求而设计的。

随着基于 FC 的 SAN 不断取得更辉煌成功，传统数据通信公司开始试图重新制定行业规划，以试图改进传统的 LAN 架构来支持 SAN 通信。促使人们这样做的理论根据是，如果企业已经部署了 LAN 架构，那么他们可以利用现有的网络来存储信息，避免构建和管理新的存储网络的成本，减轻工作量。iSCSI 标准和以后开发出的 iSCSI 产品都是这些计划的一部分。

一旦 IT 部门决定在他们的环境中通过网络连接建立从服务器到存储设备的连接后，他们就需要作出一个选择。目前的选择是，服务器和存储设备之间的这些连接应该采用 FC 还是 iSCSI 技术。数量众多的技术创新、产品和行业的进步正在推动着这两种网络技术的迅速发展。在所有情况下，最终的决定性因素都是这两种架构的性价比，以及能否给客户带来可扩展性优势。

绝大多数行业专家目前认为，FC 在数据中心存储基础设施的核心最有用；而对于部署在数据中心环境“边缘”附近的更小型服务器来说，iSCSI 最终将成为最具吸引力的选择。然而，有一点很重要，那就是我们应该明白，这只是根据这两种技术目前的定位，以及将来预计会应用在网络中什么位置上作出的最理想预测。或许，作出应部署哪种存储网络架构以及何时部署的正确决策时，最重要的因素是要了解这两种网络架构的优势、挑战及未来的发展方向。

技术对比

iSCSI（互联网小型计算机系统接口）标准带来了通过 IP 网络传输 SCSI 数据流的功能。它的目标是使用现有的 IP 网络架构来提供一种可替代基于 FC 的 SAN 的解决方案。虽然该标准规定 iSCSI 允许 SCSI 在 IP 网络上运行，而且人们在日常讨论中也是这么认为的。然而更准确来说最终的对比应在以下二者之间进行：在 FC 网络上运行 SCSI 作为协议，还是在现有的以太网中运行 SCSI 作为协议。

在以太网和 FC 之间直接进行对比可能有助于我们了解 FC 带来了什么样的网络技术进步，以及以太网架构在试图跟上这一发展步伐的过程中有了什么改进。这两种网络架构之间的主要不同方面包括：

数据传输：在 FC 标准中，最小的数据传输单位是帧（其最大载荷可达 2112 个字节）。然而，该标准中对相关的硬件体系作了有效的定义，从而使得最多 65536 个帧合能够并到一个序列中。由于每个序列传输会生成一次 CPU 占用中断调用，所以这个序列就相当于网络中的一个数据包。这意味着有效的 FC 数据包大小可以达到 128 Mbyte。以太网允许的最大数据包大小为 1518 字节，每传输一个数据包就会生成一次 CPU 占用中断调用。在需要传输大量数据（典型的服务器 I/O 操作）的情况下，以太网就需要发送数量惊人的数据包，因此会相应大大增加处理器开销。虽然有人建议将以太网帧的大小增加到 8K（Jumbo Package，巨型包），但仍无法与 FC 的效率相提并论。

错误检测和恢复：在 FC 中，错误检测和恢复过程由更底层的协议在固件微码或硬件中完成。这样，错误检测和重新发送流程的启动都会有非常快的响应时间，进而将传输开销降低到最低水平。链路级错误检测/恢复可确保所接收信号的质量，而序列级的错误检测/恢复可确保所接收或发送的每个数据块的完整性。为确保有效性，序列中的每个帧都会在硬件的帮助下被跟踪、验证。FC 体系中所支持的信号序列重传机制，可以确保在极短的响应时间内将数据从帧错误中恢复过来。相反在以太网中，由于错误检测和恢复功能通过基于软件的更高层协议（如 TCP）完成，所以可靠性更低的处理机制、更高的开销和更慢的响应时间会大大降低吞吐量。

流控制：FC 采用基于流控制机制的两级信用，即链路级信用和端到端信用。二者都使用基于源端口信用管理的信用系统。传输信息时，发送方需遵守登录过程中协商获得的信用限制。这种自动控制流程可有效的防止接收段缓冲器溢出，进而避免整个架构中拥塞导致的帧丢失。以太网使用基于“暂停”的流控制。这与 X-ON/X-OFF 类型的流控制非常相似。这种类型的流控制非常适合低速网络而不适合存储和 SAN 应用，因为错误是事后才检测到的。以太网流控制只在发生导致重传的拥塞出现和数据丢失后才开始生效。

请求-响应连接：FC 采用了双向交换（与 TCP 中的 Socket 非常相似）机制，支持在 I/O 交易当中对请求和响应之间的紧密连接，而且这种连接可以在硬件层面被持续的追踪并监控。在基于 SCSI 的存储应用中，这种连接体系对于实现以下目的非常关键：降低开销、保证请求的顺序传递以及合并多个请求来提高效率和数据吞吐量。而在以太网中，没有聚合传输或顺序传递的概念，所以

请求和响应之间的连接与跟踪都必须在更高层协议的软件中完成。这样就会导致数据传输吞吐量的降低，而且会大大增加主机处理器的运算周期。

分段和重组 (SAR)：对于较大的数据块，FC 提供了基于硬件的分段和重组。这样就允许在目的地用户缓冲器中尽可能快地保存接收到的数据。Y 由多个帧构成的每个序列其长度可以所有不同，以适应不同的应用的需求。在存储和 SAN 应用中，这一功能有助于避免出现多个内部复制过程，进而降低开销，增加吞吐量。而以太网都是依靠更高层协议通过软件来完成分段和重组，而这通常涉及多次的内部数据复制及大量相关的处理器开销来完成。

需要记住的一个重要概念是，FC 就是为了支持可从端到端传递大尺寸数据块、高速度和低延迟存储的新架构类型而设计的。为此，FC 网络中的每个组件都分配有相应的职责和工作负载。为了满足通信的不同存储需求，FC 网络实现了微妙而精确的平衡。在 iSCSI/以太网方面，如果不对现有网络结构进行修改，如补充新的网卡/特种 iSCSI 网卡（服务器和存储）以及增购万兆/十万兆交换设备，或构建新的网络基础设施，都会意味着最终的 iSCSI 网络将不能实现同样平衡的架构。

正如前面所述，iSCSI 的一个主要设计目标是通过现有的 IP（以太网）网络来建立从服务器到存储设备的通信。因此，为了提供标准以太网中缺乏的、对服务器到存储设备的通信所需必要功能的支持，业界已开发出 iSCSI 软件协议驱动器（或堆栈）。然而，由此而引起的节点设备的软件处理开销激增使 iSCSI 性能始终无法尽如人意。

整个业界一直在努力，希望改进以太网来满足存储通信需求。这方面的一个发展成果是引入了一种新的以太网接口卡。这种新的网卡通常叫作 iSCSI HBA（主机总线适配器），它增加了一个重要的组件，即 TCP 减负引擎（TOE）。TOE 一般是一个芯片或一块电路板，其专门负责处理 iSCSI 产生的各种 TCP 协议栈但不占用主机 CPU 资源。TOE 技术可帮助提高 iSCSI 性能，但同时也带来了构建新的网络架构及成本陡增的问题。

正因为这些及另外一些原因，许多业内专家认为，基于 iSCSI/以太网的 SAN 可能永远也达不到与基于 FC 的 SAN 不相上下的性能水平。一些 iSCSI/以太网拥护者甚至也公开表明，要想利用 iSCSI/以太网来实现在速度上可使用的数据中心级存储网络，客户还必须耐心等待直到万兆/十万

兆以太网全面普及。但对于大部分企业而言，这不是最重要的问题。他们面临的最重要问题是，根据服务器和存储设备的需求看，iSCSI/以太网存储网络到什么时候才能为用户带来与基于 FC 的 SAN 不相上下的性价比，同时能够保证足够的可扩展性和可用性。若想很好地理解这一点，同时从这两种架构的物理网络和管理层面上深入分析一下成本对比后面隐藏的基础因素，可能会对我们的判断非常有用。

服务器和网络成本对比

如果我们深入分析一下 iSCSI/以太网和 FC/光线通道的服务器端成本结构，我们会发现一些很有意思的趋势。在 iSCSI/以太网和 FC 网络架构之间进行任何物理成本对比时，需要记住的很重要一点是，与其他技术行业一样，技术创新、整合和大批量生产有助于降低长期的组件成本。

举个例子，当 Brocade 推出 4Gb 8 和 16 端口光纤通道交换机产品系列时，与原来的 Brocade 2Gb 以及 1Gb 8 和 16 端口交换机产品系列相比，它们的每端口成本不断在降低。与此同时，Brocade 对其 8 和 16 端口 4 Gbit/sec 交换机产品系列进行了改造，以便更多地利用工程创新成果，更大幅度地降低成本。这一举措使光纤通道交换机的每端口成本更低，而且可提供 Brocade 高端 256/384 端口导向器级光纤通道交换机中常见的先进功能。这意味着作为基础交换机系列架构的一部分，目前成本最低廉的 Brocade 光纤通道交换机有着诸多先进功能。此外，我们从市场上也可以看到，大多数光纤通道交换机厂商都在努力降低交换机的每端口价格，这与许多行业分析家的预期相吻合。

从主机连接方面看，情况略有不同。过去的行业发展趋势没有显示 FC HBA 价格的降低，这与光纤通道交换机的发展趋势非常相似。而目前，种种数据表明，这一趋势早已开始发生变化。Emulex 和 Qlogic 都已经开始于 2004 年初推出低成本（或中小企业版）FC HBA 产品，2005 年后 AMCC 和 LSI Logic 等其他厂商也陆续推出类似的入门级 FC HBA 产品。随着光纤通道交换机端口/HBA 成本的不断降低，FC 的投入及使用成本已经飞速下降。

iSCSI/以太网和 FC 之间的许多价格对比都是假设在基于 FC 的 SAN 需要新的网卡和交换机之上的。话虽没错，但说基于 iSCSI/以太网的 SAN 不会增加新的成本则是完全不正确的。从 HBA 端来看，最终用户对非加速接入服务器和支持 iSCSI/TOE HBA 的服务器应分别使用不同的成本

性能衡量标准。有意思的是，我们目前注意到，iSCSI/TOE 和 FC HBA 的成本几乎没有什么差别。某些低成本的 1 Gbit/sec iSCSI HBA 的每端口价格接近 400 美元，与一些 4 Gbit/sec FC HBA 相当，主要 HBA 厂商推出入门级产品前尚且如此，在 HBA 厂商推出低价 HBA 后 iSCSI/TOE 就更不具备竞争优势了。随着不断的技术创新，一些生产商开始寻求将低成本光纤通道交换机和 FC HBA 捆绑起来，作为一种对中小企业很有吸引力的入门级 FC SAN 产品包推出。

从服务器连接方面讲，最新的一项激动人心的发展成果是刀片服务器。最近，很多公司都推出了紧凑型刀片服务器架构，来支持以更低的 FC 连接成本建立 FC SAN 连接。在一些刀片服务器架构中，光纤通道交换机本身实际上就是服务器上的一个模块，服务器到交换机的连接通过背板建立。这意味着服务器不需要 HBA，而与交换机的连接也不需要 SFP 或电缆。存储设备通过嵌入式交换机模块上的传统外向 FC 端口连接到该架构。

在以太网交换机基础设施端，情况就不那么明了。在一些情况下，iSCSI/以太网交换基础设施的某些部分可能已经存在，但要说 iSCSI/以太网 SAN 不需要新的交换基础设施技术还是不对的。例如，为了在 iSCSI/以太网 SAN 中提供类似的名称服务功能，网络中必须增加一种设备来提供类似的 iSCSI iSNS 功能。它不会是传统以太网交换机的一部分，因此需要重新添加。要构建可正常运行的 iSCSI/以太网 SAN，还需要添加额外的组件。

还需要注意的一点是，虽然说您可以在 SAN 中利用现有的以太网基础设施的观点很有吸引力而且从理论上讲完全可能，但在实际上很可能无法实现。大多数 iSCSI/以太网 SAN 将围绕服务器之间的专用以太网构建，一般从物理上与本地局域网相隔离。这可能意味着需要使用无阻塞的万兆以太网构建这种基础设施。这种交换机比标准的以太网 LAN 交换更昂贵，而且这还意味着，为了满足存储通信需求，可能需要在服务器上增加专用的以太网端口。因此，若想客观公正地进行成本对比，就必须考虑这个专用以太网基础设施的成本。我们不能因为一个企业已经为服务器的存储流量部署了以太网基础设施就说与构建 FC SAN 相比不需要任何成本了。

存储成本对比

从存储节点方面讲，基于 iSCSI/以太网的 SAN 和基于 FC 的 SAN 之间的成本对比问题变得更复杂。一个因素是与以太网相连服务器不同的是，

以太网相连存储设备不是非常普及。目前已有一些可选方案，但用于真实生产 IT 环境中的少之又少。此外，大多数早期的 iSCSI/以太网存储设备都是中小型存储设备。

在 FC SAN 中已有 FC 相连的存储设备而且已被用于生产应用中，包括入门级、中端和企业设备级应用。在光纤通道交换机市场上帮助降低价格的创新成果和成本因素同样影响着 FC 存储市场。许多存储厂商已开始提供密度更高、速度更快的存储设备，而且整个产品系列都带有先进的功能，为 FC SAN 客户带来了明显的优势。

这种成本对比后面的更广泛问题是，基于 iSCSI/以太网的存储产品到什么时候才会显得经济合算。如果 SAN 的发展趋势是将更多服务器整合为规模更大、功能更强的存储设备，那么在基础设施中将大部分存储设备部署为通过 FC SAN 连接就可能变得切实可行了，然后只需解决多少服务器应通过 FC 连接，多少服务器通过 iSCSI/以太网连接的问题。目前，围绕 iSCSI/以太网的大多数讨论都与这一问题有关。

管理成本对比

一种很常见的说法是，在 SAN 管理成本方面，iSCSI/以太网 SAN 部署略占上风。理由通常是它不需要额外的人员来管理以太网基础设施，新增的存储服务产生的额外管理成本也会很低。同样，这也是理论上的可能性，实际结果最终很可能会截然不同。

作为 iSCSI/以太网 SAN 设计中必须考虑的一个方面，SAN 中 TCP 的设计和微调非常关键。对于 iSCSI 服务器和存储设备而言，协议减负、零复制、中断结合、缓冲器-MTU-MSS 的设计和微调至关重要（MTU 表示最大传输单位，而 MSS 为最大分段尺寸）。对于 iSCSI/以太网，缓冲器-MTU-MSS 调谐非常关键，而且前面提及的几项 TCP 增强对于扩展 IP SAN 也非常重要。在大型快速网络（LFN）中，HSTCP 增强是一项重要的设计。通过多条 TCP 线路建立 iSCSI 连接是实现负载均衡和高可用性的关键。TCP 协议本身也正在从多个方面得到增强，以便在不同的运行条件下改进性能。这些增强包括高性能扩展（TCP 窗口缩放选项、往返时间测量、防止序号重叠）、选择性确认选项、显式拥塞通知、Eifel 检测算法和高速 TCP（HSTCP）。对网络管理员来说，所有这些增强都可能会导致额外的管理开销。

同时，随着行业计划的不断实施，FC SAN 架构的管理也日益完善。Brocade FC SAN 架构在业界广受好评，业界普遍认为它提供了一种功能更强大的主动 SAN 网络管理架构。有许多 SAN 网络管理功能是 Brocade SAN 管理员根本不需要管理的，因为基础架构支持自动管理（如路由确定和性能）和自愈（如替代路径选择）。Brocade 还推出了一种功能强大的交换机管理框架，即 Brocade Data Center Fabric Manager (DCFM)。它使单一 SAN 架构中的多台交换机的管理变得非常简单，就象管理一台交换机一样。同时，它还使管理员可以从一个控制台上管理所有 SAN 架构中的所有 Brocade 光纤通道交换机。

今天的以太网 LAN 尚未能普遍支持持续数据速率较高的流量、要求很短的延迟、不到 10 毫秒的故障切换和有保证的带宽。由于 iSCSI 这种架构类型对现有以太网的影响，还需要确定为 SAN 相关流量设置以太网过程中会遇到的管理挑战。如果早期的趋势继续下去，那么这会增加复杂性和风险，而 FC 的成熟性在存储网络环境中已成功解决这个问题。

互操作性问题

互操作性对任何网络架构来说都是个重大问题。网络将不同的设备连接在一起，因此网络设计人员需要考虑的互操作性有两个方面。第一，也是最重要的一个方面是节点可互操作性。在 SAN 网络中，这涉及到将符合网络标准的任何网络节点设备连接到网络的难易程度。在 FC SAN 环境中，这是一个包含大量工作的流程。它的目的是将任何 FC 节点设备连接到标准的 FC 网络。随着数据传输速度的提升逐渐达到空前的地步，FC SAN 节点厂商、主要服务器、HBA 和存储生产商之间密切合作并与行业标准组织协作，提供全面的网络节点可互操作性。从时间角度看，ANSI T11 委员会（ANSI 组织内负责制定许多 FC 标准的小组）从 1988 年开始制定 FC 标准。这些标准在 1995 年被批准。业界第一台 SAN 交换机是 Brocade 于 1997 年推出的，许多 FC 节点可互操作性问题在之后 2 到 3 年内得到了成功解决。今天，FC SAN 网络中的节点可互操作性正是这些努力的成果。

网络可互操作性的另一个方面是网络基础设施互操作性，或者说交换机可互操作性。由于网络内部的互操作性问题不涉及到节点厂商，所以许多时候，这一可互操作性领域的改进是按独立的时间表进行的。在 FC SAN 环境中，交换机之间的可互操作性的标准化花费的时间更长。今天，这

一功能使多厂商 FC SAN 交换架构可以共存，虽然高级功能还是会受到限制。

在 iSCSI/以太网 SAN 环境中，虽然技术基于成熟的网络技术以太网，但整个行业与 FC SAN 行业相比要年轻得多。从相关的时间表方面看，Cisco 系统公司和 IBM 在 2000 年 1 月带头为互联网工程工作组（IETF）制定了最终被当作 iSCSI 规范的标准。2001 年 10 月，Alacritech 向市场上推出了第一款 iSCSI/以太网 TOE HBA。2002 年 2 月，Intel 步其后尘。最后，在 2002 年 8 月，iSCSI 规范通过了 RFC 阶段，并在 2003 年 2 月获得批准。

iSCSI 标准被批准后，该行业先驱开发 iSCSI/以太网 SAN 技术并进行了互操作性测试。该技术的最后一英里正是在这一阶段完成调试。对成熟的以太网 LAN 节点互操作性模式和新的 iSCSI/以太网 SAN 模式间进行对比时需格外注意。虽然基础架构是以太网，但这并不是说不再需要开发可互操作、基于标准的节点连接方法。这项工作需要一定的测试，这至少是遵守 iSCSI/以太网 SAN 模型中引入的新技术（如前面提到的 iSNS 名称服务器技术）要求所需要的。考虑到这一事实，我们可以准确地说，iSCSI/以太网 SAN 目前正处于起步阶段，未来或可能提供象基于 FC 的 SAN 目前所提供的部分 SAN 功能。

未来规划

一旦决定了通过一种网络架构将所有服务器和存储资源连接在一起，他们就处在了一种令人嫉妒的有利位置上，可以在日趋成熟的光纤通道 SAN 标准和新兴的 iSCSI/以太网 SAN 标准之间自由选择。不管是什么情况，这两种架构注定将在未来的存储基础设施中扮演非常重要的角色。作出部署何种架构及何时部署的决策时，需要考虑的因素很多，其中包括：

- 1) 服务器和存储单元的存储 I/O 需求
- 2) 服务器网络连接成本和性能
- 3) 服务器和存储单元的可用性要求
- 4) 网络交换机端口成本和管理效率的关系
- 5) 两种网络架构的未来技术发展路线图

目前许多客户采用的策略是继续部署 FC SAN 架构，充分利用创新和市场影响带来的技术成本下降优势，通过成熟的架构管理联网存储设备，进而提高管理效率，同时确定 IT 基础设施中受影响较小的方面，以便开始尝试部署 iSCSI/以太网 SAN 单元。

要完成这一过程，最符合逻辑的方法出现在客户将他们的服务器进行“分层”部署，以包括通过 FC SAN 连接到 FC 存储单元的以存储为中心的主要服务器时。接下来，他们开始处理可用性要求不太高、受影响较小的服务器，并通过 iSCSI/以太网网关设备将他们“扩展”到 FC SAN 存储基础设施中。这样，这些服务器就可以利用功能更强大的 FC SAN 存储单元而不必实施 FC。最重要的是，IT 部门可以开始深入了解带宽、可用性及当前的 iSCSI/以太网 SAN 技术的其他功能等。一旦对这些方面有了清楚的了解，他们就可以通过掌握的更具体数据来规划最终的集成工作。

结语

要衡量 FC SAN 还是 iSCSI/以太网 SAN 哪个更为经济高效而涉及的问题的确很多，而 iSCSI 初始组建成本更低的思路实际上并未考虑所有这些问题。在当前的市场上，这两种技术各有自己的优势和劣势。

作为 SAN 行业的创新先驱，Brocade 非常了解从服务器到存储设备的整个网络架构中的客户需求。正因为如此，Brocade 得以一如既往地实现创新，并成功推出了从入门级到企业级的广泛光纤通道交换产品。也正是这个原因，Brocade 通过推出 Brocade SAN Multiprotocol Router 为客户提供了更为灵活的技术，为他们的 FC SAN 存储设备提供 iSCSI/以太网服务器“扇入”支持。这使客户可以在一个受到主动式管理的环境中比照 FC SAN 功能来正确地对 iSCSI/以太网 SAN 功能进行基准测试。