

DESIGNING STORAGE AREA NETWORKS



SAN设计权威指南

TOM CLARK 著

汪东 李宝峰 方兴 等 译



中国电力出版社

www.infopower.com.cn

SAN设计权威指南

TOM CLARK 著
汪东 李宝峰 方兴 等 译

中国电力出版社

Designing Storage Area Networks: A Practical Reference for Implementing Fibre Channel SANS
(ISBN 0-201-61584-3)

Tom Clark

Copyright ©1999 Addison Wesley Longman, Inc.

Original English Language Edition Published by Addison Wesley longman, Inc.

All rights reserved.

Translation edition published by PEARSON EDUCATION NORTH ASIA LTD and CHINA ELECTRIC POWER PRESS, Copyright © 2003.

本书翻译版由 Pearson Education 授权中国电力出版社在中国境内（香港、澳门特别行政区和台湾地区除外）独家出版、发行。

未经出版者书面许可，不得以任何方式复制或抄袭本书的任何部分。

本书封面贴有 Pearson Education 防伪标签，无标签者不得销售。

北京市版权局著作权合同登记号 图字：01-2002-4740 号

For sale and distribution in the People's Republic of China exclusively(except Taiwan, Hong Kong SAR and Macao SAR).

仅限于中华人民共和国境内（不包括中国香港、澳门特别行政区和中国台湾地区）销售发行

图书在版编目（CIP）数据

SAN 设计权威指南/（美）克拉克著；汪东等译．—北京：中国电力出版社，2002

ISBN 7-5083-1393-3

I .S... II.①克...②汪... III.信息存贮—计算机网络 IV.TP393.0

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2002）第 100310 号

责任编辑：姚贵胜

书 名：SAN设计权威指南

编 著：（美）Tom Clark

翻 译：汪东 李宝峰 方兴 等

出版发行：中国电力出版社

地址：北京市三里河路6号 邮政编码：100044

电话：（010）88515918 传真：（010）88423191

印 刷：汇鑫印务有限公司印刷

开 本：787×1092 1/16 印 张：11.25 字 数：202千字

书 号：ISBN 7-5083-1393-3

版 次：2003年4月北京第一版

印 次：2003年4月第一次印刷

定 价：25.00 元

译者序

今天，随着信息技术的突飞猛进，商业运转和学术研究中产生了越来越多的海量数据，从而给 IT 界带来了前所未有的存储“危机”。数字图书馆、网上视频点播等先进技术在给人们的生活带来极大便利的同时，也以其巨大的数据负荷、高速的带宽要求给人们提出了许多难题。于是人们开始使用大容量的磁盘，希望能够缓解一部分负荷，但人们很快发现，使用传统的技术很难将足够数量的磁盘连接到文件和程序服务器上。于是人们又寄希望于分布式文件系统等传统网络存储技术，但是要想使其带宽跟上存储数据的要求又成了一个问题。这些问题使基本存储结构的性能与实际的用户需求的矛盾日显突出。如今必须超越传统的服务器/存储器互联的技术局限，寻找新的存储解决之道。

基于 Fibre Channel 技术的存储区域网络（简称 SAN）应运而生，成为人们解决带宽、容量和管理问题的首选方案。Fibre Channel 是一种基于标准的结构，它提供了吉比特的速度、长距离的传输，并且支持网络扩展到数百万台设备。Fibre Channel 已经成为存储区域网络的代名词，它所支持的协议为磁盘读写数据做了最好的优化，它固有的网络容量也十分可观。尽管 SAN 这个古老的名词在较早的电子计算机和微型计算机领域就已经存在，但是存储网络的概念却是一直到 Fibre Channel 产品面世以来才真正进入到主流应用中来。相比目前的存储模式，SAN 代表着一种更先进的技术，因为它在服务器和存储器之间引入了新的网络化的产品和概念。

Tom Clark 先生的这本《Designing Storage Area Networks》是国外关于 SAN 技术的经典著述。无论是对于初次涉及 SAN 领域的读者，还是对于使用 SAN 技术解决实际问题的人们，本书都是一本很好的参考。原著经过多次重印，堪称 SAN 的经典之作。

本书首先对存储和网络概念做了一些基础性的介绍，以便于读者理解网络给传统存储方式带来的深刻变化，有助于架起网络和存储领域之间的桥梁。然后，本书对 Fibre Channel 结构内部的工作模式做了一定技术性的讲解，使读者能够掌握这一构建 SAN 的技术基础。接下来，本书阐述了一些构建 SAN 可以用到的拓扑结构，以及各种 Fibre Channel 产品、SAN 模块的性能，以供读者在具体的设计中选择。接着本书讨论了 SAN 中可能存在的一些技术问题，以及对 SAN 设备的层次化管理。最后本书还给出了一些

SAN 的应用实例，并简单讨论了 Fibre Channel SAN 技术未来的发展趋势。

目前，随着对网络计算和存储环境需求的不断增强，译者所在的“并行与分布处理”国家重点实验室下属课题组目前正在进行“光互联高速存储器”关键技术的研究和实现。本书翻译初稿由汪东、李宝峰、方兴等同志完成，最后由邓劲生统稿。尽管我们为此付出了许多努力，但由于存储网络是一个正在兴起的全新领域，译者涉足该领域的时间也不长，加上翻译时间仓促，笔头疏忽和理解错误在所难免，欢迎大家批评指正，以求共同进步。

译 者

2002 年 10 月于 PDL@NUDT

前 言

本书是关于设计和实现存储区域网络（即 SAN）的一本实用性指南。基于 Fibre Channel 技术的存储网络还是一种比较新的技术，尽管市面上可以见到许多以标准文档和标准性说明为形式的研究材料，但是真正实用的参考材料却不多见。本书将力图在阐述 Fibre Channel SAN 基本原理等技术细节，和该技术为解决具体企业数据网络存储问题所表现出的实用性特征之间，寻找一个平衡点。因此，本书写得相对比较精简，它既不对 Fibre Channel 规范做详细的阐述，也不是一本一般意义上的用户大全。从理论上讲，读者将会从本书获得构建 SAN 模块的基本知识，并能够从基本框架上理解存储问题是如何转化为一种实际产品的。如果读者希望更深入地掌握这些技术标准，我们强烈建议阅读本书后面列出的参考书目，以及 Robert Kembel 的《Fibre Channel Consultant》系列丛书。

今天的商业运转和学术机构产生的海量数据，已经引发了 IT 管理员和决策者们所面临的存储危机。尽管大容量的磁盘能够缓解一部分逐渐增长的数据负荷，但使用传统的技术将足够数量的磁盘连接到文件和应用程序服务器上，将变得越来越困难。而且使带宽跟上用户存储数据的要求也一直是一项挑战，因为用户要分配足够的时间和带宽用来向磁带上备份数据。这些问题与传统的存储结构的性能之间的矛盾日益突出，这种传统的存储结构已经延续了 20 年之久，如今必须超越传统的服务器/存储器互联的技术局限，寻找新的解决之道。

本书适合于 IT 经理、管理员、技术顾问以及负责数据存储技术的职员，还有准备采用 Fibre Channel SAN 作为带宽、容量和管理问题解决之道的人们。相比目前的存储模式，SAN 代表着一种更先进的技术，因为它在服务器和存储器之间引入了新的网络化的产品和概念。本书并不需要读者已经掌握了基本的网络概念，对于涉及 SAN 的一些重要概念，本书还会给出一定的说明。除了存储器和服务器的管理员，那些使用 SAN 作为本地和广域企业网辅助性补充的网络专家也能够从本书中获益。对于这一部分读者，本书对基本的服务器和存储器概念的讨论，将有助于架起网络和存储领域之间的桥梁。

Fibre Channel 是一种基于标准的结构，它提供了吉比特的速度、远距离的传输，支持网络扩展到数百万台设备。Fibre Channel 已经成为存储区域网络的代名词，因为它所支持的协议为磁盘读写数据做了最好的优化，它固有的网络容量也十分可观。尽管

SAN 这个古老的名词在较早的电子计算机和微型计算机领域就已经存在，但是存储网络的概念（即 SAN 本身）却直到 Fibre Channel 产品面世后才真正成为主流。

本书的组织结构

本书重在讲解 Fibre Channel 技术的特性，同时将给出一些有应用价值的产品，介绍一些在特定应用需求中构建 SAN 所需的拓扑结构。前面两章做一些基础性的介绍，以便于读者理解网络给传统存储方式带来的深刻变化。第 3 章和第 4 章讲解一些技术性的内容，使读者能够对 Fibre Channel 结构内部的工作模式有所了解。第 5 章讲解各种 SAN 构建模块的性能情况，以便读者能将其应用到一个相关的有效设计之中。现实的世界中，没有任何一种设计是完美无缺的。第 6 章讨论了一些基本的故障隔离技术，以及网络设备在日常运转中应该注意的方面。第 7 章是 SAN 管理的概况，包括网络管理和存储管理两方面。第 8 章给出了一些在视频、预印、磁带备份和其他方面应用的 Fibre Channel SAN 配置的范例，并阐述如何基于带宽、距离和冗余需求对 SAN 组件进行选择。最后，本书简要讨论了 Fibre Channel SAN 技术未来的发展趋势。

本书对 Fibre Channel 产品以及存储管理应用方面的讨论不涉及具体厂商（有关特定产品的销售网址列在本书附录 B 中），希望读者不要混淆本书在 Fibre Channel 技术方面的主论调。对于一种能够解决如此之多实际而又紧迫的问题的技术，本书很难做到面面俱到，况且与之相关的可替换技术又少之又少。Fibre Channel SAN 不可能满足所有数据存储用户的需求，但是只要设计得当并正确实现，它完全可以成为大多数用户的解决方案。

致 谢

将所有的网络体系和产品开发技术浓缩到一本简洁而又具有实用价值的书中，这本身就是一个巨大的挑战。如果想在短短数月时间内完成这一目标，就更加不切实际，但是我最终还是实现了。当我决定写一本书的时候，我还有一个孩子，没有人能够提前告诉我在接下来的时间里，我的生活将会发生多么大的变化。幸运的是，我得到了许多有益的帮助。他们指出了我的疏漏，提出了有关改进的说明和建议，提醒我注意自己极易忽视的语法、句法和标点等细节问题。为此，我对他们表示感谢。

首先，我要感谢 Addison Wesley Longman 出版社的 Mary Hart 女士，是她最初与我联系了这一项目，并管理直至其完成。她在组织书评家、跟踪关键问题方面的专业精神以及始终如一的支持，帮助我完成了本书的初稿。

我还要感谢那些由 Mary Hart 召集起来审查本书的提纲和各种草稿的人们。从提出一般的技术性观点和建议，到仔细纠正语言使用上的一些错误，这些朋友为完成本书的最终手稿提供了帮助。在此我要感谢 EMC 公司的 Lawrence Krantz、Quantum 公司的 Paul Massiglia、BEST 资讯的 Dennis Miller、加州大学里弗赛德分校的 Mart Molle、CrosStor 的 Stephen Rago 以及 Storage Tek 的 Brad Stamas。

本书最直接也是最义务的编辑者是我的妻子——Lou，她耐心地审阅了本书各章的各种版本。和以前相比，现在的她在 Fibre Channel SAN 方面具备了更多的专业知识。她的一些有益的建议提高了本书的可读性，甚至在涉及技术的部分也对我大有裨益。

我还要感谢我在 Vixel 公司的所有同事，他们鼓励我在这项令人振奋并且很有市场需求的技术上投入更大的努力。为此我要特别感谢 Karen Collins、Mike James、Donna Jollay 以及 Mike Thompson，他们审阅了本书的手稿并给予了极大的重视和支持。

最后，为帮助我提高自身水平，并且站在数据通信技术的最终消费者——终端用户的立场上审视问题，我的同事们给了我很多帮助，在此我要感谢 Herb Gulley、Dale Hawkinson、Steve Lamonte 和 Tom Staggs，感谢他们对我的积极影响。

Tom Clark

于西雅图

tclark@nishansystems.com

目 录

译者序

前 言

第 1 章	概述	1
1.1	技术的进步	1
1.2	本书概述	3
1.3	本章小结	5
第 2 章	存储和网络概念	7
2.1	基于服务器的网络	9
2.2	传统的 SCSI 总线结构	14
2.3	网络附接存储	16
2.4	服务器之后的网络	17
2.5	本章小结	18
第 3 章	Fibre Channel 内部解析	21
3.1	fibre Channel 协议栈	21
3.2	吉比特传输	22
3.3	物理层的选择	24
3.4	数据编码	27
3.5	有序集	29
3.6	组帧协议	30
3.7	服务类	31
3.8	流控制	34
3.9	名字和寻址的约定	35
3.10	本章小结	37
第 4 章	SAN 拓扑结构	41
4.1	点到点	41
4.2	仲裁环	43
4.3	fabric	63
4.4	建立扩展的 SAN	71
4.5	本章小结	72
第 5 章	Fibre Channel 产品	75
5.1	吉比特接口转换器	76
5.2	主机总线适配器	77
5.3	Fibre Channel RAID	80

5.4	Fibre Channel JBOD	83
5.5	仲裁环 Hub	86
5.6	交换式 Hub	94
5.7	fabric 交换机	95
5.8	Fibre Channel-to-SCSI 桥接器	98
5.9	SAN 软件产品	99
5.10	本章小结	102
第 6 章	SAN 的故障隔离	105
6.1	简单故障隔离技术	106
6.2	Fibre Channel 分析器	109
6.3	本章小结	111
第 7 章	SAN 的管理	113
7.1	存储网络管理	114
7.2	存储资源管理	122
7.3	存储管理	123
7.4	存储、系统以及企业管理的集成	124
7.5	本章小结	125
第 8 章	应用研究	127
8.1	全动态视频	127
8.2	预印处理	130
8.3	LAN-free 和 Server-free 磁带备份	132
8.4	服务器集群	136
8.5	Internet 服务提供者	137
8.6	校园存储网络	139
8.7	灾难恢复	141
8.8	本章小结	142
第 9 章	Fibre Channel 前景展望	145
9.1	带宽	145
9.2	广域网中的 Fibre Channel	147
9.3	企业网内部的共存	147
9.4	互操作性	149
9.5	完全 SAN 的解决之道	149
9.6	本章小结	150
附录 A	Fibre Channel 有序集	151
附录 B	Fibre Channel 厂商	155
参考文献		161
术语表		163

1.1 技术的进步

SAN (Storage Area Network, 存储区域网络) 和传统的服务器/磁盘的存储模式相比, 是一种巨大的进步。在多数企业和信息网络中, 文件服务器都居于数据访问的核心位置。数据本身以各种各样的形式存在着, 例如 E-mail、字处理文档、电子数据表、工程图表、数字视频等等。它们一般存储在磁盘或光盘介质中。服务器受终端用户请求的驱动, 不断向磁盘上读写数据文件, 并且按照合适的网络协议对数据进行组装并传送给用户。

传统的数据访问模式要求每次数据请求都传递给文件服务器。而文件服务器实际上是将所有的数据都放在它所连接的磁盘上。从网络的观点来看, 服务器是网络产生的数据请求的焦点; 从存储的观点来看, 服务器是所有响应这些请求的磁盘活动的焦点。

传统的模型是建立在 SCSI (Small Computer Systems Interface, 小型计算机系统接口) 并行总线结构之上, 这种模型使用固定的专用连接把服务器和存储阵列联系在一起。在某一特定磁盘上的数据一般只能被一个服务器通过 SCSI 总线访问。该服务器能够获得的有效数据量受到总线支持的磁盘数目和服务器支持的总线数目的限制。

如果服务器或者任何一个到磁盘的 SCSI 连接失效了, 那么对数据的访问就会丢失。对于那些肩负关键任务的网络, 这种潜在的灾难性后果是不能接受的。对于

企业来说,对数据的访问就像使用电话一样是避免不了的,访问的丢失会直接导致商业机会的丧失。以服务器为中心的模型已经无法适应企业网络对高可靠性和高容量的要求,这就自然要促使服务器/存储器关系的改变。

存储区域网络正是适应这种变化应运而生的。SAN 通过消除服务器和磁盘之间的专用连接,扩展了以数据为中心的服务领域,为服务器和存储引入了网络的灵活性。SAN 的速度、容量和网络适应性基本上是建立在 Fibre Channel 的结构之上的。Fibre Channel 提供了可扩展的带宽(目前是 100MBps)、冗余的数据通路和长距离的连接(10km),并且支持的设备数目也很大。

正如所有新兴的基础技术一样,存储区域网络的概念已经有了一个很长的发育期。在这段时期内,这项技术仅仅以提议、标准草案和几种早期的市场产品等形式存在着。例如, Fibre Channel 的概念最初形成于 20 世纪 80 年代晚期,自 1995 年以来才提升为一种 ANSI(American National Standards Institute,美国国家标准学会)标准。第一种 Fibre Channel 产品在 1996 年才开始批量生产。现在许许多多的厂商都在生产 SAN 市场专用的适配器卡、收发器、Hub 和交换机。到 1999 年春天,所有在文件服务器以及磁盘磁带存储领域的厂商都推出了支持 SAN 的产品。预计到 2002 年, SAN 的市场份额将超过 20 亿美元。

许多公司和信息网络仅仅通过选择某一厂商的服务器和存储产品,就在不知不觉中完成了 SAN 的解决方案。例如 Sun Microsystems 公司就推出了基于 266Mbps Fibre Channel 连接的数千种 SPARC(Scalable Processor Architecture,可扩展处理器体系结构)配置。后来, Sun 的 Photon 子公司的服务器/存储产品融合了全速的 Fibre Channel(1.0625Gbps)和仲裁环技术。但是, Sun Microsystems 并不生产 SAN 产品。Sun 过去一直致力于服务器和存储领域的市场,为了增强其存储访问能力和吞吐量,很有必要整合 SAN 的组件。因此,在 SAN 的概念在业界广为人知之前,存储区域网络的许多基本结构已经存在了许多年了。

SAN 问世以后,服务器和存储器之间的连接问题才得以摆脱网络互联带给其余数据通信的冲击。路由器、交换机、路由协议、点到点连接、网格型拓扑等等在传统的服务器/存储器领域都是不同的概念。如果用户网络请求数据的速度比服务器检索并向磁盘存储数据的速度要慢,那就不需要重新设计服务器到存储器的连接。

但是,当用户的网络变得十分拥挤和高速,并且对服务器的资源提出了更高的要求的时候,问题就出现了。目前,更高性能服务器技术都致力于解决大量繁琐的 I/O 事务、万亿字节的数据存储量和每秒数亿字节速率的服务器/存储器数据请求事务。在一个合理的时间范围内向磁带或者其他存储介质中备份大量的数据已经变得

越来越困难。多媒体应用也对存储和带宽提出了新的要求。市场对 SAN 概念和产品越来越青睐，这不但反应了上述的这些问题正在逐渐渗透到企业网络之中，而且表明 Fibre Channel SAN 提供了切实可行的解决方案。

使用 SAN 技术解决复杂存储问题也并非轻而易举的事情。用户设计存储网络时需要对存储应用和 SAN 组件的性能是否满足应用所需进行仔细分析。Fibre Channel 标准所宣称的特征和性能在实际的产品中可能并不真实。标准本身可能定义了一些十分抽象的性能，和实际的产品实现并没有多少直接的关系。而且不幸的是，某些 SAN 产品的厂商从市场哲学出发，为了获得表面上的市场优势，会夸大他们产品的性能。

对于希望使用 SAN 来解决实际问题的 IT (Information Technology, 信息技术) 专家而言，在设计和实现 SAN 时，首先需要理解什么是真实的，什么是虚假的。例如，Fibre Channel 通常宣称可以提供 200MBps 全双工的传输。实际上，没有一种全双工的应用可以在两个方向上同时驱动 100MBps。在实际的网络设计中，依赖具体厂商的实现，每个吉比特级的 Fibre Channel 管道最高可以提供 100MBps 的持续吞吐量。当用户确定这一期望值之后，就可以根据实际的带宽需要选择合适的 SAN 拓扑结构了。

1.2 本书概述

本书重点在实用性的 SAN 实现技术，在必要的地方也指出抽象的技术特征与实际应用的区别。任何一种新技术的价值都要等到相应的产品可以解决实际的问题时才能体现出来。SAN 已经被用于磁带备份、数据采集、灾难性恢复、服务器集群和其他超出传统服务器/存储器互联能力的应用中。借助已经获得的实际经验对设计和开发各种应用解决方案是大有益处的。

第 2 章“存储和网络概念”概述了基本的网络概念，并阐述了 SAN 与传统的总线结构和一种作为补充的存储解决方案——NAS (Network Attached Storage, 网络附接存储) 之间的关系。考虑到一些从事服务器和存储管理的 IT 专家可能对互联网络的概念并不熟悉，本书特意对 SAN 体系结构常用的有关网络概念做了说明。对网络概念已经比较熟悉的读者在阅读本书时可以快速跳过 2.1 节。

第 3 章“Fibre Channel 内部解析”阐述了支持 SAN 的主要吉比特特征和协议。Fibre Channel 是一种分层的网络结构，它为数据的高速传输制订了规则，为这种高

速传输和它所支持的顶层应用协议之间提供了接口。虽然对 Fibre Channel 标准的一些讨论有助于理解底层的一些概念,但是关于 Fibre Channel 标准的资料已相当丰富。鉴于本章的技术性较强,那些仅仅希望对 SAN 有一个大体上的概念而不想深入钻研的读者可能对本章不是很感兴趣。

第 4 章“SAN 拓扑结构”讨论了 SAN 实现时最常用的三种 Fibre Channel 拓扑结构:点到点、仲裁环和 fabric。由于仲裁环配置是存储网络中最主要的安装基础,我们对它独特的协议需求做了更为详细的解释。fabric 交换机提供了增强型的特征,即与仲裁环结合在一起,为 SAN 提供强大的设计选择。

第 5 章“Fibre Channel 产品”介绍了 SAN 主要的硬件和软件组件。适配器、控制器、交换机和 Hub 在构建物理连接并保证服务器/存储器会话传输协议的正确性方面,都发挥了各自的作用。由于市场竞争的现状,不同厂商的 SAN 产品的功能也各有千秋。此外,厂商本身由于兼并、战略联盟和竞争造成的破产等各种原因,也在发生着变化。因此,我们对特定 SAN 产品的讨论只限于那些实现 SAN 时最常用的特征,而忽略了某些厂商广告中宣传的那些特征。

第 6 章“SAN 的故障隔离”概述了 SAN 带来的独特的诊断难题。SAN 环境中使用的诊断工具是 Fibre Channel 分析器。但是,这种分析器非常昂贵,并且需要相当多的专门知识来进行操作和解释。本章也提供了一些简单的故障隔离技术,这些技术对于诊断链路级的问题和与协议相关的事件非常实用。

SAN 的管理对于维护存储器和服务器资源的高可用性是非常关键的。第 7 章“SAN 的管理”介绍了 SAN 互联中推荐使用的各种管理策略,以及一些文件、磁盘容量和备份的全局管理方法。传统的服务器和磁盘阵列的管理,很大程度上仅限于对风扇、温度和电源供电状态的管理。现在服务器后面引入了网络互联,这就给管理增加了复杂性,因此也需要更完善的管理技术。在一个较高层次上将 SAN 设备管理和文件容量管理整合起来,推出保护型应用方案,从而为 SAN 提供整体控制机制。

第 8 章“应用研究”探讨了 SAN 技术中 7 种实际应用问题:全动态视频、预印处理、LAN-free 和 Server-free 磁带备份、服务器集群、Internet 服务提供者、校园存储网络和灾难恢复。其中每一种应用都代表了存储网络一个特定的问题,通过实例使读者能够观察到其内部的参数设置,以便能够正确地设计实现 SAN。任何网络的设计关键都是应用驱动。搞清楚需要多少数据量、来源是什么以及需要什么样的速度,解决这些问题往往比寻找合适的组件模块来满足应用的需要更加困难。从这些应用研究可以证明, SAN 提供了一种灵活的结构,来满足各种不同的需要,包括带宽、距离、用户量和冗余需求。

第 9 章“Fibre Channel 前景展望”讨论了正在研究中的新性能。Fibre Channel 是一种具有开发潜力的吉比特技术。理论上已经提出了 2Gb 和 4Gb 的速率，以及应用于混合速率环境下的自适应技术。Fibre Channel 和 ATM 的互联是另一个人们感兴趣的方向，它使存储网络之间可以通过广域网进行高速大量的数据传输。随着各种各样实用的产品的推出，SAN 的设计者就有了更广阔的选择范围，以满足广大企业日益增长的数据需求。

1.3 本章小结

- 处于支配地位的服务器/存储器互联技术是并行的 SCSI 电缆。并行的电缆互联方案是十分有限的，因为一般只有一个服务器要访问与其连接的存储器。并行的 SCSI 模型是以服务器为中心的模型。
- 存储区域网络相比传统的 SCSI 配置而言，代表了一种模式上的进步。SAN 提供了可扩展的带宽和组网灵活性，使得以数据为中心的模式成为可能。
- SAN 可以和其他结构同时构建，但主要以 Fibre Channel 为基础。Fibre Channel SAN 已经在企业网络中得到应用，并且被证明是卓有成效的。
- 将那些仅仅作为标准的 Fibre Channel 的特征，与已经工程化实现了的 Fibre Channel 产品的特征区分开，这是设计和实现 SAN 十分必要的第一步。

存储和网络概念

计算机网络允许多个用户共享资源并访问公共数据。最大的计算机网络——Internet 通过一个全球性的基础结构为数百万的用户提供访问。E-mail、文件传输、网页浏览和其他一些应用通过一张复杂的、无所不连的拓扑结构成为现实，并且最终都归结为公用的数据资源：文件服务器和应用服务器。服务器则分别向磁盘存储数据以及从磁盘阵列中检索程序文件。例如 E-mail 就是通过互联网络发送给目标邮件服务器，由目标邮件服务器将信息存储到磁盘上直到接收方检索。图 2-1 给出了一个典型的数据通信网络示意图。图中，每一个文件服务器对外都连接了磁盘阵列。

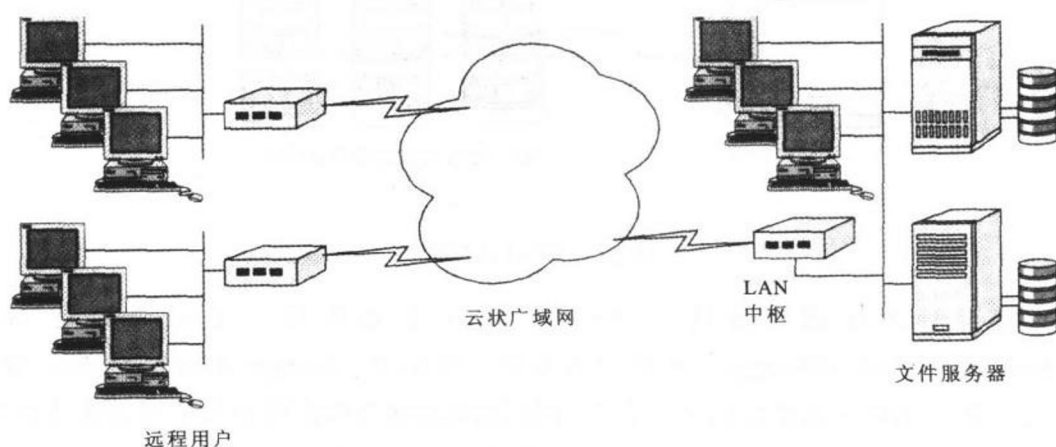


图 2-1 一种简化的数据通信网络

服务器为成千上万的数据请求提供快速服务的能力，受限于以下几个因素：