

839

TP3/3
M459

存储区域网概念与应用

NIIT 著

周兆确 叶青 译



A0979806

人民邮电出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

存储区域网概念与应用 / NIIT 公司著; 周兆确, 叶青译. —北京: 人民邮电出版社, 2002.6
ISBN 7-115-10261-9

I. 存… II. ①N… ②周… ③叶 III. 计算机网络 IV. TP393

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2002) 第 026164 号

版权声明

NIIT: Special Edition Using Storage Area Networks

Copyright © 2002 by Que

Authorized translation from the English language edition published by Que.

All rights reserved.

本书中文简体字版由美国 **Que** 出版公司授权人民邮电出版社出版。未经出版者书面许可, 对本书任何部分不得以任何方式复制或抄袭。

版权所有, 侵权必究。

存储区域网概念与应用

-
- ◆ 著 NIIT
译 周兆确 叶 青
责任编辑 陈冀康
 - ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街 14 号
邮编 100061 电子函件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
读者热线 010-67180876
北京汉魂图文设计有限公司制作
北京顺义振华印刷厂印刷
新华书店总店北京发行所经销
 - ◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 16.5
字数: 393 千字 2002 年 6 月第 1 版
印数: 1-4 000 册 2002 年 6 月北京第 1 次印刷

著作权合同登记 图字: 01 - 2001 - 4077 号

ISBN 7-115-10261-9/TP · 2846

定价: 35.00 元

本书如有印装质量问题, 请与本社联系 电话: (010)67129223

目 录

第一部分 网络互连和数据存储基础

第 1 章 存储区域网络的发展	2
1.1 存储区域网络简介	2
1.2 网络存储模型的经典发展	2
1.2.1 计算模型	3
1.2.2 分布式计算模型	5
1.2.3 互操作计算模型	6
1.3 网络中的数据存储系统	7
1.3.1 用户在选择数据存储系统时应该考虑的因素	7
1.3.2 直连存储系统 (DAS)	9
1.3.3 连网存储系统 (NAS)	11
1.3.4 发展 SAN 的原因	13
1.3.5 传输介质的基本类型	14
1.3.6 SAN 中的存储设备分区	17
1.4 总结	19
1.5 产品市场	20
第 2 章 使用 SAN 实现数据的外向存储	21
2.1 SAN 的组成部件	21
2.1.1 SAN 基础结构	22
2.1.2 SAN 服务器	24
2.1.3 存储系统	29
2.1.4 协议	39
2.1.5 SAN 软件	39
2.2 SAN 中的数据传输	41
2.2.1 服务器和存储设备之间的数据传输	41
2.2.2 存储设备和存储设备之间的数据传输	43
2.2.3 服务器与服务器之间的数据传输	43
2.3 总结	44
2.4 产品市场	45

第二部分 存储区域网络及其部件

第 3 章 SAN 接口	48
3.1 SAN 的并行接口	48
3.1.1 IDE/ATA 接口技术	48
3.1.2 小型计算机系统接口	50
3.1.3 SCSI 标准	50
3.1.4 IDE 和 SCSI 接口之间的比较	54
3.2 SAN 的串行接口	57
3.2.1 HIPPI	57
3.2.2 SSA	60
3.2.3 ESCON	61
3.2.4 纤维通道	61
3.3 关于 SAN 的各种接口的比较	62
3.3.1 SSA 和 SCSI 之间的比较	62
3.3.2 SSA 和纤维通道的比较	63
3.3.3 纤维通道和 SCSI 之间的比较	63
3.4 总结	64
3.5 产品市场	64
第 4 章 存储区域网络的连接设备	65
4.1 连接设备简介	65
4.2 调制解调器	65
4.2.1 异步传输	66
4.2.2 同步传输	67
4.3 中继器	69
4.4 网桥	70
4.5 路由器	72
4.5.1 BROUTERS	73
4.5.2 SAN 路由器	74
4.6 网关	75
4.7 集线器	75
4.7.1 被动集线器	76
4.7.2 主动集线器	76
4.7.3 智能集线器	77
4.7.4 交换集线器	77
4.8 交换机	78
4.8.1 循环交换机	78

4.8.2	SAN 循环交换机与集线器之间的比较	79
4.9	控制器	80
4.10	总结	80
4.11	产品市场	81
第 5 章	纤维通道	82
5.1	纤维通道简介	82
5.1.1	什么是纤维通道	82
5.1.2	使用纤维通道的原因	83
5.2	纤维通道的体系结构	84
5.2.1	物理和信号层	85
5.2.2	纤维通道的类	88
5.3	从 SCSI 到纤维通道仲裁回路	90
5.4	纤维通道的拓扑结构	91
5.4.1	纤维通道部件	92
5.4.2	点到点拓扑结构	94
5.4.3	交换拓扑结构	96
5.4.4	交换集线器	97
5.4.5	基于 IP 的纤维通道	97
5.5	总结	99
5.6	产品市场	99
第 6 章	SAN 的“构造”	101
6.1	“构造”简介	101
6.2	交换机	101
6.3	以太网	102
6.3.1	共享以太网	103
6.3.2	交换式以太网	104
6.4	从半双工通信模式到全双工通信模式的发展	106
6.4.1	交换 FDX 局域网	107
6.4.2	共享快速以太网	109
6.4.3	交换式快速以太网	109
6.4.4	采用 ATM 的交换以太网	109
6.5	SAN 的拓扑结构	111
6.5.1	纤维通道交换机	111
6.5.2	非层叠交换“构造”	111
6.5.3	层叠交换“构造”	111
6.5.4	纤维通道控制器和纤维通道交换机的比较	113
6.5.5	回路与“构造”拓扑的比较	114

6.5.6	串行传输网络	117
6.6	总结	119
6.7	产品市场	119

第三部分 设计、管理和实现存储区域网络

第 7 章	设计 SAN	122
7.1	设计 SAN 需注意的事项	122
7.2	SAN 应用	123
7.2.1	研究实例 1	124
7.2.2	研究实例 2	125
7.2.3	研究实例 3	125
7.2.4	研究实例 4	126
7.3	设计方法	127
7.4	设计 SAN 的拓扑结构	128
7.4.1	一个简单的拓扑结构	128
7.4.2	纤维通道仲裁回路拓扑结构	130
7.4.3	基于“结构”的拓扑结构	135
7.5	在现有系统中建立 SAN	138
7.6	基于成本的 SAN 设计	141
7.6.1	费用来源	141
7.6.2	费用分析	142
7.6.3	集成存储器	142
7.7	RAID 选择	144
7.8	总结	145
7.9	产品市场	146
第 8 章	实现存储区域网络	147
8.1	SAN 实现的方针	147
8.2	实现备份解决方案	147
8.2.1	用于备份的存储区域网络	148
8.2.2	存储区域网络的备份标准	151
8.2.3	备份的类型	153
8.3	数据复制：一种无服务器的备份技术	156
8.3.1	存储复制	157
8.3.2	应用级复制	157
8.3.3	复制的应用	157
8.3.4	备份介质选择	158

8.3.5	分级存储管理	158
8.4	存储区域网络的备份拓扑结构	159
8.4.1	服务器到磁带库备份	160
8.4.2	存储设备共享	161
8.4.3	跨越二级存储设备	163
8.4.4	备份的零停工期	163
8.5	实现一个高实用性的计划	165
8.5.1	可靠性特性	165
8.5.2	存储区域网络的性能瓶颈	166
8.5.3	高实用性的目的	167
8.5.4	高实用性网络拓扑结构	169
8.6	存储区域网络的虚拟化	172
8.6.1	虚拟化方案的研究	172
8.6.2	创建一个 LUN	175
8.6.3	改变驱动器组和 LUN 的属性	177
8.7	总结	181
8.8	产品市场	181
第 9 章	管理存储区域网络	182
9.1	管理 SAN 的目的和如何管理	182
9.2	SAN 的管理策略	183
9.2.1	SAN 的管理层	184
9.2.2	SAN 的管理阶段	187
9.3	在不同级别上管理存储区域网络	187
9.3.1	存储级管理	187
9.3.2	网络级管理	194
9.3.3	企业级管理	195
9.4	总结	197
9.5	产品市场	198
第 10 章	存储区域网络的发展趋势	199
10.1	虚拟接口体系结构: 通信的发展趋势	199
10.1.1	传统体系结构中改变的需求	199
10.1.2	VI 结构	200
10.1.3	VI 的角色	200
10.1.4	VI 提供者的角色	202
10.1.5	VI 使用者的角色	202
10.1.6	注册内存	202
10.2	数据传输的模型	203

10.2.1	发送/接收模型	203
10.2.2	远程直接内存访问模型	203
10.2.3	完成队列的角色	204
10.3	VI 中的可靠性等级	204
10.3.1	VI 中的不可靠传输	205
10.3.2	VI 中的可靠传输	205
10.3.3	VI 中的可靠接收	205
10.4	管理 VI 的部件	205
10.4.1	访问一个 VI NIC	206
10.4.2	管理内存	206
10.4.3	连接和断开 VI	207
10.5	SAN 在 Web 中的角色	208
10.5.1	目前的 Web 服务器情况	208
10.5.2	Web 应用中的 SAN	210
10.6	总结	213
10.7	产品市场	214

附 录

附录 A	虚拟接口的深入探讨	216
附录 B	可获得的 SAN 产品简介	225
附录 C	常见问题	232
附录 D	术语表	237

第一部分 网络互连和数据存储基础

第 1 章 存储区域网络的发展

第 2 章 使用 SAN 实现数据的外向存储

本章包括以下内容：

- 存储区域网络简介。
- 网络存储模型的经典发展。
- 网络中的数据存储系统。
- 总结。
- 产品市场。

1.1 存储区域网络简介

存储区域网络（Storage Area Network, SAN）是一种为用户提供即时访问企业网络中数据的针对大容量数据存储的解决方案。SAN 是指一种基础网络结构，其功能是将局域网内的计算机和设备连接到另一个包含存储设备的并和该局域网相互隔离的网络中。

SAN 提供了一个能存储大量数据且具有高可靠性和高升级能力的数据存储系统。存储区域网络区别于其他存储方式的关键特征是数据既没有存储在服务器上，也没有存储在局域网中。

SAN 一般用于那些需要巨大存储能力的企业网络中。存储区域网络为那些需要健壮且易于升级的存储系统的网络提供了一种理想的解决方案。在关于 SAN 的大多数设计实现中，都包含了灾难恢复和零停机时间两项重要特征。只要能负担费用，任何需要大容量、高可靠性及高升级能力存储系统的企业都应该采用 SAN 解决方案来存储数据。本章将向读者简要介绍 SAN 的发展历史和重要特征。

1.2 网络存储模型的经典发展

不论企业还是组织，也不论其规模大小，往往都非常关心大容量数据的存储问题。随着对数据存储能力和避免数据误操作或数据崩溃需求的巨大增长，许多研究机构和计算机生产厂家都致力于为企业寻找一种有效的数据存储方案。SAN 就正是这样一种数据存储管理技术。现在，很多企业正在自己的网络中实现 SAN 作为它们的存储系统。

SAN 是一种起源于中央存储模型的网络体系结构，但它决非仅仅是中央存储模型的一种变形。我们应当将 SAN 看成是起源于中央存储模型的一种新的网络模型。简言之，SAN 是一种专门用于集中监控存储网络的网络。我们将在本书后面的章节中讨论中央存储模型以及中央存储模型对 SAN 的影响。

在基于 SAN 体系结构的存储系统中，备份过程不会影响现有网络的正常工作。中央存储

模型的优势在于网络中的所有用户都能访问存储在同一地方的数据。而 SAN 最大的好处在于它吸收并平衡了所有网络模型的优点。现在，人们甚至将 SAN 看成是一种特别适合于网络存储的联网技术。为便于读者理解 SAN 作为存储网络管理技术的经典发展，我们将详细讨论不同的网络模型和 SAN 的产生过程。

1.2.1 计算模型

一个存储系统就是软件和硬件的一个组合体。在讨论不同存储系统的细节之前，我们将首先讨论三种不同的计算模型：集中式计算模型、分布式计算模型和协作式计算模型。任何网络都是基于这三种模型其中之一的。为了理解 SAN 作为存储网络的经典发展，读者需要先理解存储管理在这三种不同的模型中分别是如何实现。

一、集中式计算模型

集中式计算模型主要用于大型主机环境，在这种环境中，一些哑终端被连接到一台主机上，而主机则连接到一些共享资源上。主机处理所有的计算活动，而终端则是用于接收命令输入和结果输出的设备。

这种模型的优点在于用户能够集中管理和控制网络。但这种模型需要的费用很高，因为这种模型需要具有高存储能力的服务器，同时这种服务器还必须满足各种处理需求。

假设有一个名为 Westside Inc 的公司，其主营业务是开发用于各种不同目的的软件。Westside Inc 公司总部位于 Dallas，除此之外，还有 20 个分布在包括 Dallas 在内的四个不同城市中的分支机构。Westside Inc 公司的 20 个分支机构中的 3 个位于 Texas 州的 Dallas，还有 7 个也在 Texas，但不在 Dallas；剩下的 10 个分别位于 New York、Seattle 和 California。

假设 Westside Inc 公司在 1976 年（那时 Internet 还不像现在这样流行）始创于 Dallas，并且刚开始时该公司有 40 名员工。一般而言，一个新企业不可能一开始就有自己的企业网，而且 Westside Inc 公司在创建时仅有 40 名员工，所以也不需要企业网。因此，假设该公司在刚开始时仅有一个简单的 10Base-T 网络，如图 1.1 所示。在这个网络中所有的终端都通过一个 Hub（集线器）连接在一起。

10Base-T 是指一种传输介质，即双绞线同轴电缆。这种电缆常用于以太网之类的局域网。即使今天，在需要连接的计算机数量较少的情况下，还大量使用着以太网。这就是 Westside Inc 公司选择 10Base-T 以太网，而不选择 10Base-2 之类的其他网络的原因。10Base-T 以太网的另一个显著优点是易于升级，并且当需要扩展网络规模时，10Base-T 以太网能被升级为互联网。

如果读者需要了解关于 Hub 的更多知识，请参看本书第 4 章的内容。

现在假设 Westside Inc 公司已经扩展为 3 个不同的分支机构：文档中心、财务中心和软件开发中心。这三个中心的位置分别是：财务中心位于 Seattle；文档中心位于 California；开发中心位于 New York。Westside Inc 公司的财务中心采用了集中式计算模型的网络，如图 1.2 所示，一些哑终端被连接到该中心的服务器上。另外，该中心的财务应用软件也在这个服务器上。哑终端连接到服务器并使之执行所需的财务软件应用程序。所有应用程序都是在服务器上执行的，而执行结果要么被用于更新数据库，要么被送回到哑终端以显示给用户。

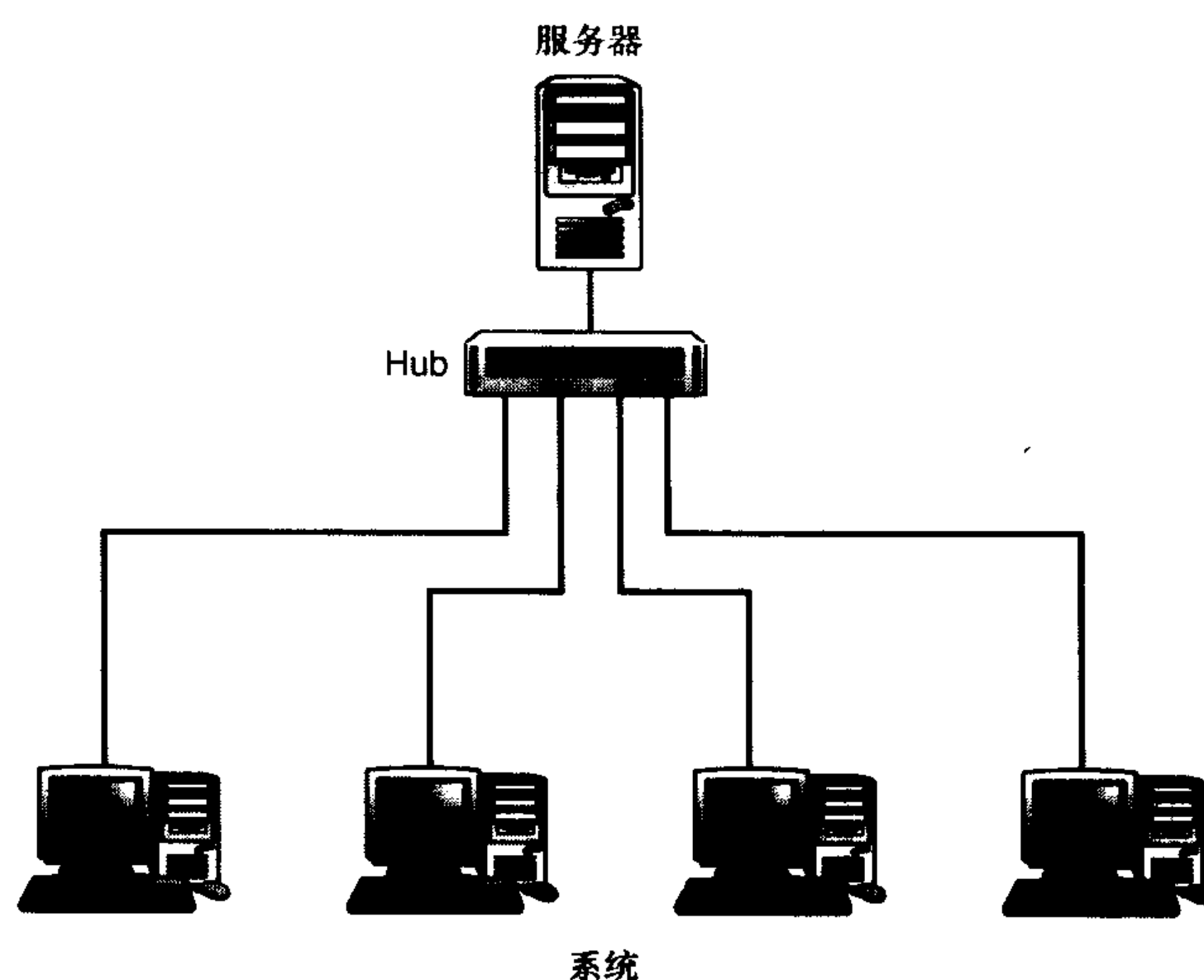


图 1.1 Westside Inc 公司的 10Base-T 网络终端通过 Hub 连接到服务器上

财务中心的哑终端用于用户输入数据。之所以将这些系统称为哑终端，是因为这些瘦客户端除了接收输入和显示输出之外不做任何其他操作。前面已经提到集中式模型的网络费用很高，但 Westside Inc 公司是一家大公司，所以能够负担得起这种昂贵的网络。

财务中心所采用的集中式模型的缺点在于，如果服务器因为某种原因不能工作，那么财务中心的所有数据处理都将被迫停止。服务器的故障将导致漫长的停机时间。在本书的后面部分读者将会看到，SAN 通过使用一种不同的专门针对存储的网络模型克服了由于采用集中式计算模型所产生的问题。

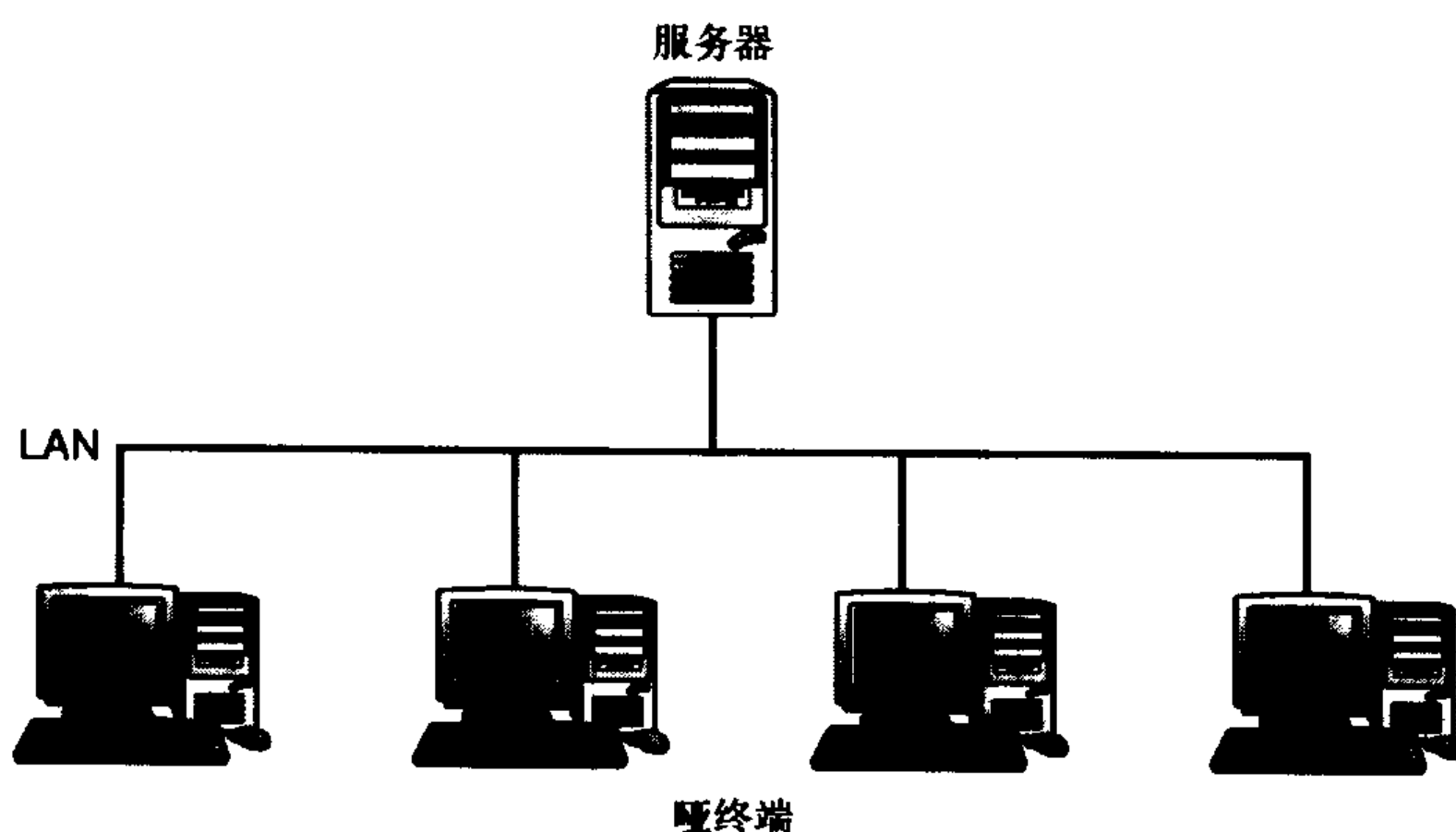


图 1.2 集中式计算模型网络中的所有哑终端都共享服务器

出于安全考虑，Westside Inc 公司在其财务中心采用了集中式计算模型。因为数据处理仅发生在服务器端，所以很容易实现对数据的控制和访问限制。然而，如果读者熟悉集中式网络模型的安全实现机制，那么你就可能会考虑到事情的另一方面。打个比方：假若一个人为了保护自己的鸡蛋免遭任何意外而将所有的鸡蛋放在一个篮子中，那么实际上这种方式将使鸡蛋的保护更加困难，因为在这种情况下，即使只有一只鸡蛋处于危险状态，所有的鸡蛋都

将处于危险状态。

任何网络存储都需要满足一定的安全条件,毫无疑问 SAN 也能作到这一点。因为 SAN 本身就是一个与局域网相互隔离的网络,所以 SAN 能在与局域网安全设置相互独立的情况下实现整个存储区域网络的安全设置。因为 SAN 中的数据存储不属于普通局域网或广域网的一部分,所以局域网的安全设置不需要适用于 SAN 的存储设备。SAN 与局域网的相互独立性使 SAN 和现有局域网段隔离开来,从而满足了局域网的安全要求。例如,在一个 SAN 中,可以将局域网段的用户按不同的域分类。为了共享同一存储设备, SAN 还使用了 LUN (Logic Unit Number, 逻辑设备号) 将不同的平台进行分门别类。

关于 SAN 的安全性和 LUN 的更多知识,请参见第 8 章的内容。

二、以主机为中心的计算模型和以数据为中心的计算模型

集中式计算模型分成两种类型:主机为中心和数据为中心。在主机为中心的计算模型中,主机处于网络的中心,所有的哑终端都连接到主机上。以主机为中心的模型也就是大家所熟知的分时模型。系统分配一定的时间片给各个终端以使终端能访问主机,并保证当多个终端同时访问主机时不会出现网络瓶颈。但分时模型不适合重要的应用程序,因为分配时间片给终端意味着终端在能够访问主机之前必须等待。而又因为客户终端是哑终端,所以终端在等待访问主机的时间内自身不能做任何处理。尽管终端的等待时间只有几毫秒,但当用户需要在短时间内传输大量数据时,这几毫秒的时间也会对用户工作产生巨大影响。

在数据为中心的模型中,终端被连接到几个服务器上,而这些服务器是按照各自存储的信息进行分类的。这种模型的优点在于负载被共享到不同的服务器上,或负载在不同的服务器上取得均衡,因此在网络上可同时处理多个操作。以数据为中心的模型的优点是能降低网络中的交通拥塞。如果需要的服务器不多,那么这种模型不仅能节约时间而且还很经济。

假设 Westside Inc 公司于 1997 年在 Austin 建立了一个文档中心。该中心的网络管理员 James Wright (在 Austin) 必须在以主机为中心的模型和以数据为中心的模型中做出选择。在以主机为中心的模型中,当多个终端同时访问主机时,将造成网络拥塞,从而导致整个网络处理速度下降。而且分配时间片给终端意味着终端在访问数据之前必须等待,所以以主机为中心的模型不适合文档中心。在任何情况下,只要有一个终端访问服务器,那么其他的终端将因为不能访问服务器而处于闲置状态。

所以 James 为文档中心选择了以数据为中心的网络模型。如前所述,不同的数据被分成不同的类,并被存放在不同的服务器上。文档中心有四个服务器,每个服务器上运行的操作系统都不相同。这些服务器分别用于存储诸如正在开发的软件产品的类型、产品白皮书以及产品的其他文档资料。终端通过访问某个服务器以获得需要的信息。被访问的服务器还能从其他三个服务器上获得数据。所以服务器的处理时间不会受到影响,并且在网络上可同时进行多个操作。

1.2.2 分布式计算模型

在集中式计算模型中,主机承担了所有的处理工作,而终端只是哑终端。与此相反,在分布式模型中,客户端不是哑终端而是智能终端,所以客户端具有部分处理数据的能力。当然,服务器必须承担大部分的数据处理工作。

分布式计算模型不需要花费集中式计算模型那么高昂的代价，并且具有更高的效率。这是因为每个客户端自身能够承担部分数据处理工作而不是完全依赖主机完成所有的数据处理工作。

现在让我们来看看 Westside Inc 公司财务中心的网络扩展情况。因为集中式模型存在缺陷，所以财务中心的网络为了克服这些缺陷而将集中式模型转换成分布式计算模型。在分布式网络中，客户端是智能终端。在这些智能终端上安装了财务软件，并且能承担至少 25% 的数据处理工作。其余的数据处理工作由主机完成。

在决定采用分布式模型之前，财务中心首先考虑了实现分布式网络的费用和以后可能升级的费用。对于集中式模型而言，网络升级费用非常高，这是因为集中式模型网络的升级不仅包括附属设备的升级，还包括了服务器的升级。而在分布式网络中，附属设备的升级费用只略高于哑终端的升级费用。然而总的升级费用将低于集中式模型网络的升级费用，而且就升级所产生的停机时间而言，分布式模型网络也远优于集中式模型网络。

由于网络模型的改变，数据存储和操作的作方式也发生了改变。在分布式模型网络中，一部分数据被存储在工作站上，而另一部分数据被存放在服务器上。文件服务器的实现就是这种存储机制的一个例子。在分布式模型网络中，由于数据具有分布存储的特点，所以存储管理将成一个难题。存储管理的另一个问题是日常的存储管理将会占用 LAN 很大的带宽。

1.2.3 互操作计算模型

第三种计算模型是互操作或协同操作计算模型。在这种模型中，每个客户端都配备了相当的处理能力，并且这些客户端是相互连接在一起的。客户端之间可以通过两种方式共享处理能力：一种方式是一个客户端在其他客户端上运行程序；另一种方式是数据处理被设计成分布在多个客户端上进行。大家熟悉的 Internet 就是一个典型的互操作模型网络。Internet 上的 Web 服务器利用网络资源通知用户计算机应当如何显示一个 Web 页面上的元素，这些元素包括图形、字体和字号、颜色等。用户计算机则利用自身的处理能力来解释服务器发送给它的信息，并以要求的格式显示该 Web 页面。

假设 Westside Inc 公司的开发中心有 30 名员工。在这个开发中心网络上的每台计算机都具有相同的处理能力，并且全部计算机都通过网络连接在一起。之所以要将这些计算机连接在一起，是因为每台计算机都有自己独特的资源，即不同的软件。通过互联，网络上的计算机可以共享资源。如图 1.3 所示，网络上的所有计算机也和网络上的服务器连接在一起。

在图 1.3 所示的例子中，应用程序服务器用来接收用户请求，并将用户请求转发到相应的服务器上执行。在多数情况下，该应用服务器将接收所有请求，并将其转发到其它服务器上。例如：如果用户希望访问文件服务器上的某个文件，应用程序服务器将接收该用户发送的请求并将其发送到文件服务器上执行。

这三种模型中的任何一种都试图从整体上提高网络的性能。然而在基于这三种模型的任何网络上实现存储管理都不可避免地会出现某些问题。但 SAN 不是构建在现有的网络上的，它也不需要调整自己以适应现有网络。SAN 是关于网络存储的一种全新的方法。在 SAN 中，将建立一个与已有网络隔离开来的网络用于存储管理。这个为存储管理而建立的新网络提供了其他任何存储管理方式都不具备的很多功能。正是这种全新的技术使得 SAN 与包括 DAS

(Direct Attached Storage, 直连存储系统) 和 NAS (Network Attached Storage, 网连存储系统) 在内的其他存储系统区别开来。我们将在后面讨论这些存储系统和它们与 SAN 的区别。

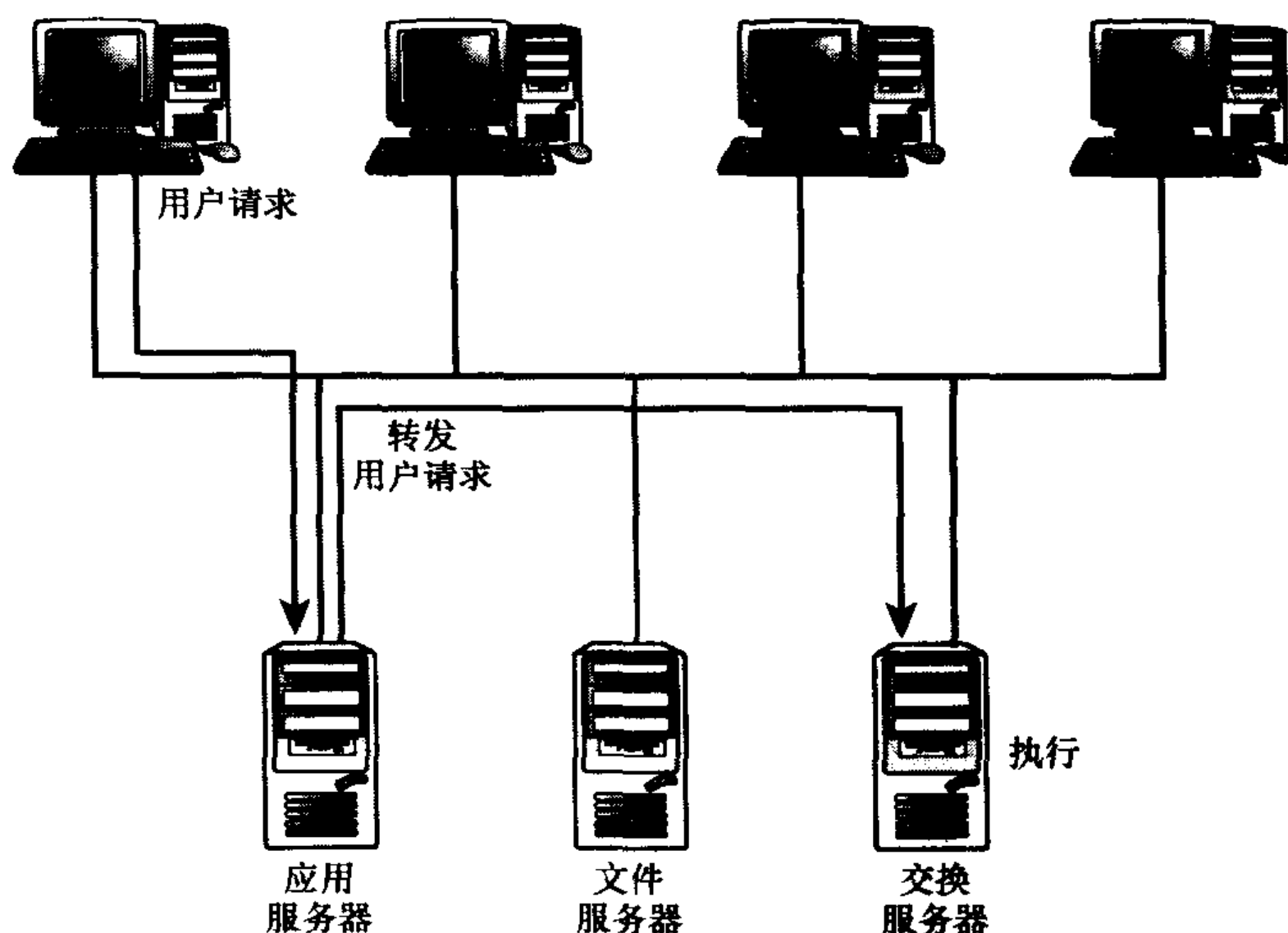


图 1.3 在互操作计算模型中计算机被连接到服务器并使服务器处理特定的任务

1.3 网络中的数据存储系统

一个构建了网络的公司或企业，不论其使用何种数据都需要一个合适的数据存储系统。这是否意味着用户必须放弃已有的存储设备？这个问题的答案取决于已有存储设备在何种程度上和 SAN 兼容。在下面部分内容中，读者将学习如何评价不同的新旧存储设备。

1.3.1 用户在选择数据存储系统时应该考虑的因素

当用户在自己的企业或公司选择数据存储系统时，应该考虑以下几方面因素：

- 与数据存储系统相关的技术费用。
- 存储系统的升级能力。
- 访问数据是否迅速可靠。
- 数据的安全性及是否能避免数据丢失。
- 对系统的维护能否设计成不中断网络工作。

尽管各因素的重要性并不严格遵循以上顺序，但以上顺序确实是按照这些因素的相对重要性排列的。对于不同的企业，这些因素的相关重要性可能各不相同。费用问题之所以被列在首位是因为它在做出最终决定的过程中扮演了重要角色。另外，这个因素也使用户更有理由选择 SAN 作为新的数据存储系统。用户应该根据实际情况确定上述因素的相对重要性。例如：如果费用问题并非决定性因素，那么在确定选择何种存储设备时，费用问题将被最后考虑。

一、费用因素

不论任何公司都会重点考虑在存储设备上能做的投资和应做的投资。当用户购买用于数

据存储的软硬件设备时，应当首先考虑费用因素。首先，用户应当计算购买软硬件的费用，这是存储系统需要的第一笔费用。然后计算维护所有这些软硬件的费用。用户还需要考虑关于人力资源——网络管理员和技术人员的预算，这是必须要花的钱。

二、存储系统的升级能力

当用于存储系统的费用确定之后，用户就可以开始考虑公司所需的存储系统了。当然，如果费用并非决定性因素，那么可同步考虑升级能力因素和费用因素。在确定购买存储系统之前，用户还必须考虑很多其他因素。用户必须对公司当前的存储需求和未来的存储需求增长进行详细分析。任何公司都不是一成不变的。当公司规模扩大时，公司处理的数据量也会增加。如果数据量增加了，对存储能力的要求也会相应增加。

注意：所谓存储系统的可升级性是指当存储系统的存储容量增加时，能保持其现有的工作性能。另外，存储系统还应该能够充分利用新技术优势并提高其工作性能。例如：如果一个存储系统在当前状态下能在 x 时间内返回数据，那么在扩充存储容量之后也应该能够在 x 时间内返回数据。

在大多数实际情况下，只有在选择何种存储系统的最终决定中才可能考虑到以上各因素。因此，用户必须独立并客观地看待和评价以上各因素。只有这样才能使用户正确决定选择何种存储系统。简言之，笔者建议用户将各因素分开考虑，即使费用也是必须考虑的因素。

用户在考虑存储系统的升级能力时，必须确保所购买的存储系统能够在不做任何改动或很小改动的情况下升级，以便能够在将来容纳大量数据。此外，存储系统采用的技术必须具备适应公司中任何意外变化的能力。最后，用户所采用的存储系统在公司规模扩大的情况下仅需要最小的升级。

评价存储系统升级能力最简单的方法是查看存储设备所提供的可用扩展槽的数量。用户可能还希望检查所选用的存储设备与其他设备或其他生产厂家的部件的兼容情况。对存储设备所采用的技术的评价，即技术的先进性和可靠性，也是非常重要的。另外，用户还需要明确存储设备升级能力的理论最大值和实际最大值。用户可以从经销商或第三方（包括研究机构 and 工业杂志）的关于产品性能的测试报告中获得有关产品实际升级能力的信息。

三、性能因素

一个公司所采用的存储技术必须具备用户访问数据时迅速而连续地传送数据的能力。为一个小网络设计存储系统要比为一个企业的大网络设计存储系统简单得多。如果只有少量用户连接到存储系统，那么存储系统往往能够保持很高的效率。当用户数量增加时，保持存储系统效率将是一个巨大的挑战。但即使是在很多用户的情况下，一个存储系统也必须能够提供对数据的即时访问。

存储系统所提供的即时访问能力的大小取决于设备支持的通道数量、物理连接（总线存取窗口）数量和其他一些因素。存储系统的性能实际上是所采用的网络拓扑结构和设备可达到的最大访问速度的综合表现。

四、系统可靠性

不论采用何种元件，任何产品都有一个特定的生命期。某些产品不能工作到生命期结束就出现了意外。任何类型的存储系统都是由软件和硬件构成的。这些软硬件也可能出现意外事故。如果意外事故出现在一个小规模的网络中，因为数据容量比较小，所以用户还可能