

21 世纪信息科学与电子工程系列精品教材

JISUANJI WANGLUO GUIHUA YU SHEJI

计算机网络规划与设计

◆ 段水福 段 炼 张元睿 编著



ZHEJIANG UNIVERSITY PRESS

浙江大學出版社

● 21 世纪信息科学与电子工程系列精品教材

计算机网络规划与设计

段水福 段 炼 张元睿 编著

浙江大學出版社

内 容 提 要

本书力图成为一本可以帮助读者进入计算机网络规划与设计领域的技术教材。本书采用结构化教授/学习方法,详细地介绍计算机网络规划与设计的过程、方法和所要用到网络设备及材料。为了有所前瞻性,也介绍第二代 Internet 技术。除介绍 IP_{v6}和下一代网络协议外,还阐述了目前 IP_{v4}网络和 IP_{v6}网络兼容和过渡策略。

本书可作为大专院校信息与计算机工程类的专业教材,对 IT 行业和网络系统集成公司的工程技术人员来说是一本很好的参考书。

作者邮件地址:sfd@zju.edu.cn

图 书 在 版 编 目 (CIP) 数 据

计算机网络规划与设计 / 段水福等编著. — 杭州:浙江大学出版社, 2005. 6

21 世纪信息科学与工程系列精品教材

ISBN 7-308-04185-9

I. 计... II. 段... III. 计算机网络—高等学校—教材 IV. TP393

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 028635 号

责任编辑 应伯根

封面设计 刘依群

出版发行 浙江大学出版社

(杭州浙大路 38 号 邮政编码 310027)

(E-mail: zupress@mail.hz.zj.cn)

(网址: <http://www.zjupress.com>)

排 版 浙江大学出版社电脑排版中心

印 刷 浙江大学印刷厂

开 本 787mm×1092mm 1/16

印 张 28

字 数 410 千

版 印 次 2005 年 6 月第 1 版 2006 年 9 月第 2 次印刷

印 数 3001—6000

书 号 ISBN 7-308-04185-9/TP·281

定 价 39.00 元

版权所有 翻印必究 印装差错 负责调换

浙江大学出版社发行部邮购电话(0571)88072522

前 言

目前,尽管计算机网络设备的性能和传输介质的容量有了提高,网络设计仍然是一项比较困难的工作,其原因主要在于越来越复杂的网络环境,包括介质的多样化和独立于任何一个组织所能控制的局域网之间的互连。良好的网络设计是保证网络快速稳定运行的关键之一。网络设计的不完善会导致许多预料不到的问题,从而阻碍整个网络的发展。因此,网络设计是一项深层次的工作。

我们知道 ISO/OSI 最大的好处便是应用上的高可靠性,只要遵循此结构标准,即能与其他网络系统兼容,从而达到互相连通的目的。也因为如此,开放式系统结构可不受计算机厂家的某一专用结构所限制。

计算机网络体系结构是指网络的基本设计思想及方案,各个组成部分的功能定义。而层次结构是描述体系的基本方法,其特点是每一层都建立在前一层基础上,低层为高层提供服务,层次结构的优点如下:

- 简化了网络通信设计的复杂性。
- 层定义了用于即插即用兼容性的标准接口,使设计者能专心设计和开发模块功能。
- 便于系统化和标准化,便于有条理地理解问题和学习网络。
- 层次接口清晰,减少层次间传递的信息量,便于功能模块的划分和开发。
- 层使一个区域的改变不会影响其他区域,允许用等效的功能模块灵活地替代某层模块而不影响相邻层次的模块。这样使每个区域能发展更快。

为了简化对复杂计算机网络体系结构和协议的研究工作,人们采取了层次结构的方法。而且,只要各层次的接口确定之后,各层次的研制工作可同时进行,从而加快了研制开发的速度。

这种分层和结构化设计的思想应贯穿到网络设计的各个部分。Cisco 提出的三级设计模型和结构化布线系统都体现这种分层思想方式。

在网络设计中,没有一种设计方案可以适合所有的网络。网络设计技术非常复杂而且更新很快。因此,设计工具通常过于简单或者已经过时。对每个网络来说,如此多的复杂协议进行交互都会产生惟一的结果(也许是令人沮丧的结果)。

带宽需求大的应用程序已经将许多公司的网络体系结构逼上了穷途末路,更不用说类似 VoIP (Voice over IP)等内部网或者 Internet 应用程序了。一些工程师的任务是负责从无到有实现网络结构设计,而有些工程师则要在现有的基础设施里融合进新技术。我们完全有理由相信,Internet 革命将会影响到业务以及我们生活的各个方面。但是,随着 Internet 服务的应用越来越广泛,基于 Internet 的产品和应用反过来也会影响网络的设计方法。作为网络设计人员,要准备好随时迎接这场革命性的挑战。

Cisco 提出的实现互联网络设计的分级模型分三层,分别是核心层(core layer)、分布层(distribution layer)和接入层(access layer)。尽管并不存在精确的模型,但是,分析复杂的大型互联网络时,模型是必不可少的。三级设计模型在广域网、城域网和局域网表示的内容并不一样。正像我们行政部门三级在不同区域讲同一问题结果不一样,站在全省讲核心层是省政府,分布层是地市级政府,接入层就是各级县政府。然而在一个部门,核心层是部门的头,分布层是中层干部,接入层就是草民。所以我们不要拘泥于每一层到底代表了什么,而应着眼于它是一种设计思想和方法,及其所带来的种种效益。

在分级结构中,网络被分层组织在一起,每一层都各自完成具体的功能和操作。分级模型有如下特点:

- 可缩放性
- 易于安装
- 易于排除故障
- 可预测性
- 协议支持
- 易于管理

三层模型通常可以满足大多数企业网络的需求。但是,并不是所有环境都要求完整的三层分级设计。有时也许一层或者二层设计就已经足够了。即便是这种情况,也应该保持分级结构,这样可以随着需求的增长将一层或者二层模型扩展为三层模型。

值得指出的是,网络技术发展日新月异,也许今天这种说法和结论是先进的、正确的,明天就过时了。这种例子举不胜举,如原先定义接入层一般是共享的,可现在交换到桌面的网络比比皆是。千兆以太网刚问世时用 5 类双绞线只能传输 25 米,这一说法马上被 IEEE 802.3ab 所替代,它利用了一种更加强大的信号传输和编码/解码方案,使得 1000Base-T 在 5 类双绞线上的传输距离可达 100 米。前几年在许多园区网络设计中,采用 Catalyst 5500 系列交换机作为核心交换机已是很

高档的了,而今天许多院校、机关大多采用 Catalyst 6500 系列作为核心交换机还嫌不过瘾。事实上网络设计方法、网络测试仪器总是落后于网络技术和产品。为了不至于让这本书在它出版之时,就成了它的淘汰之日,我们着重于描述设计理念和办法,以延长本书的生命周期。

计算机网络设计时,正确选择网络设备是重要的任务之一。这里所谈的网络设备的选择有两种含义:一种是从应用需要出发所进行的选择;另一种是从众多厂商的产品中选择性能/价格比高的产品。在描述这些设备时,主要说明设备工作原理和配置,在拓扑图中尽量使用逻辑符号来表达,其目的使本书所述内容适用于不同时期和不同厂家的产品。

现代 IT 技术发展迅速,内容更新十分快捷。在这知识爆炸的年代,再也不能从二进制开始讲起了。因此必须要有与之相适应的学习方法——结构化教授/学习方法(structural teaching/learning)。其基本要点是:对于一门学科,首先要从整体上去把握知识的体系结构,建立其基本框架。这个框架一般可以表示为树型结构,我们称之为“知识树”。

无论是对教学者,还是对学习来说,都要沿着这个框架,自上而下逐渐细化有关概念,并通过概念分类、归纳、对比,把概念前后贯穿起来,而非拘泥于一两个词汇、一两个概念。我们把这种方法形象地比喻为“用种大树的方法学习”。种大树是现在城市绿化一种快速建立绿地的方法。一棵有完整躯干的大树要比一棵小苗能更快地长出茂盛的枝叶来,从掌握知识结构入手,很快就能了解学科的全貌,为今后的发展提供扎实的基础。教师的作用就是要把“大树”提供给学生,而学生的作用就是要让大树尽快地长满枝叶。

本书的编写就充分体现了这一现代教学思想。因此在教学中我们特别强调通过建立知识的体系结构来学习。

就是在叙述布线系统设计时,也贯穿了这一结构化分层概念。将布线系统分成六块“积木”,就像儿童玩的“积木”一样,可以搭出各种形状不一的房子、桥梁。按标准设计的结构化综合布线系统适用于各种网络技术。同时从实用角度讲解了系统的集成和配置。为了有所前瞻性,也介绍了第二代 Internet 技术。除介绍 IPv6 和相关协议外,还阐述了目前 IPv4 网络和 IPv6 网络兼容问题和过渡策略。

本书编写时参阅大量国内外有关书籍和认证培训教材,除此之外还参考了许多单位和公司的招、投标方案。从国内外各专业网站也获取了许多好的养料和素材。在这里一并表示感谢。

段水福

2005 年 5 月 25 日

第 1 章 计算机网络设计概述	1
1.1 计算机网络设计与实现过程	1
1.2 需求分析	2
1.3 可行性分析	4
1.4 网络设计目标	6
1.5 网络标准的选择	7
1.6 网络拓扑结构选择	20
1.7 建立分级三层设计模型	25
1.8 建立寻址和命名约定	26
1.9 网络硬件设备选型	28
1.10 网络软件选择	28
1.11 网络的安装与施工	34
1.12 网络调试和测试	35
1.13 教育与培训	35
第 2 章 计算机网络设计方法学	37
2.1 互联网分级三层模型的组成	37
2.2 园区网络结构化设计模型	45
2.3 分级设计指导原则	47
2.4 网络设计工具和软件	48
第 3 章 计算机网络解决方案	52
3.1 专线互联方案	53
3.2 公用信道互联方案	55
3.3 数据、视频和语音解决方案——AVVID	70
3.4 虚拟局域网(VLAN)解决方案	83
3.5 虚拟专用网(VPN)解决方案	88
3.6 无线解决方案	99
3.7 安全解决方案	107

第 4 章 计算机网络设备	109
4.1 服务器	109
4.2 工作站	119
4.3 网卡	121
4.4 网络中介设备	124
4.5 中继器	125
4.6 网桥	128
4.7 路由器	133
4.8 网关	142
4.9 集线器	142
4.10 交换机	150
4.11 网络设备与网管系统	165
4.12 不停电电源	169
4.13 接头与转换器	169
4.14 光收发器	172
第 5 章 结构化综合布线系统设计	176
5.1 结构化综合布线的概念	176
5.2 结构化综合布线系统特点	179
5.3 结构化综合布线系统应用	180
5.4 结构化综合布线系统标准	181
5.5 结构化布线系统中的传输介质	209
5.6 布线系统设计	217
5.7 布线系统测试与验收	252
第 6 章 网络核心设备交换机与路由器	261
6.1 交换机和路由器是如何进行转发的	261
6.2 交换机和路由器是如何寻找路径的	286
6.3 产品实例	292
第 7 章 系统集成与配置	330
7.1 物理网络和逻辑网络	330
7.2 IP 寻址方案和子网划分技术	331
7.3 寻址方案考虑因素	332
7.4 路由选择协议	332

7.5 路由选择考虑因素	333
7.6 安全性考虑因素	333
7.7 TCP/IP 寻址设计	334
7.8 路由选择协议设计	341
7.9 开放最短路径优先(OSPF)互联网络设计	360
7.10 IGRP 与 EIGRP 设计	378
第 8 章 下一代互联网设计介绍	382
8.1 产生第二代 Internet 原因和进程	382
8.2 第二代 Internet 的特点	391
8.3 第二代 Internet 技术原理	395
8.4 相关的第二代 Internet 协议	415
8.5 过渡策略和应用	425

计算机网络设计概述

计算机网络就是通过某种通信媒体将处于不同地理位置的具有独立功能的若干台计算机连接起来,并以某种网络硬件和软件进行管理以实现网络资源的通信和共享的系统,它是计算机技术和通信技术相结合的产物。显而易见,计算机网络的优点在于降低成本和提高资源利用率。在 21 世纪,世界上获取信息最快的方式就是通过计算机网络。

计算机网络是一个复杂的环境,它牵涉到多种媒体、多种协议、多种设备,它还要考虑内部网络和外部网络,以及网络安全问题。所以设计、构建并维护一个网络是一个具有挑战性的任务。尽管目前的网络设备的性能和传输介质的容量有了提高,网络设计仍然是一项比较困难的工作,其原因主要在于越来越复杂的网络环境,包括介质的多样化和独立于任何一个组织所能控制的局域网之间的互连。良好的网络设计是保证网络快速稳定运行的关键之一。如果网络设计得不完善,就会遇到许多预见不到的问题,阻碍整个网络的发展。因此,网络设计确实是一项深层次的工作。

如果你曾经参与过大型或者小型网络设计项目,毫无疑问,你一定会遇到必须做出非常困难的选择的情况。也许你会找到问题的若干个正确答案,但需要你从中选出最好的。那么,什么是最好的正确答案呢?答案是没有“最好”,只有“依赖于……”的。这是因为在现代网络设计中,由于需求的多样性、可选择的网络技术和产品的多样性、新标准和新协议的层出不穷以及有限的经费、有限的多厂家互操作性、有限的时间等等原因,很多网络设计师和网络工程师们希望有一种简单的、模块化的方法,使他们能更快、更好地完成网络设计并运行网络。特别是对于局域网的设计,是以交换技术为主还是以路由技术为主,交换技术与路由技术应怎样结合,以及如何适应今后可能的增长和新技术的出现等,一直是网络设计师们争论和探讨的主要问题。网络设计的合理与否,主要取决于你对客户及其需求的了解程度。事实上,你可以以不同的方式实现网络设计,但大多数网络设计(至少是成功的网络设计)要遵循一些最基本的准则。

本章提出了网络设计总体方法。另外,还对局域网设计目标、网络设计中的问题、网络设计方法以及网络拓扑的发展做了讨论。

1.1 计算机网络设计与实现过程

在计算机网络的规划设计中,我们首先应该建立一个“系统”的概念,并遵循一定的技术方法,让这个系统有机地运转起来。按 ANSI 的定义:系统是组织起来的人、机器和方法,以完成

一组具体指定功能的集合。换句话说,就是应该全面地考虑现有的工作环境、新的工作设想,以及要完成这个计划所需的人力、物力和财力上的投入。

要完成一个网络系统的规划,首先应当有一套系统的规划方法,尽量做到有根有据,有条有理。对所建系统要求的业务功能、技术规范、性能要求等方面都应该有明确的了解,并建立相应的技术文档,作为今后系统管理维护使用的一项依据。作为一个系统来说,一个好的系统规划是成功进行网络设计与实现的前提。

我们要采用系统工程的方法来开展网络规划和设计。尽管 LAN 和 WAN 设计是有区别的,但我们在讨论网络设计通用方法时,将两者统称为“网络”。考虑到大多数人员从事局域网设计的机会较多,加上现在各个单位建立 Intranet 时都是先建立一个局域网,再设法将局域网连入广域网以访问 Internet,所以我们重点讲解局域网设计。我们将设计方法规范化。当你规划局域网时,通常包括图 1.1 所示的几个重要步骤。根据用户需求作为设计依据,按流程图一步一步设计。然后写出设计方案或投标书,一个优

秀的设计方案读起来像一部妙趣横生的小说。值得指出的是,步骤之间的分界可能并不明显。网络设计的艺术更多地依赖于经验,特别是何时停止一个阶段进入到下一个阶段。

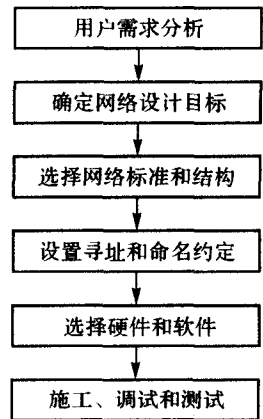


图 1.1 网络设计与实现过程

1.2 需求分析

当设计人员设计一个网络时,首先必须确保理解了用户对网络的需求。在设计的开始,如果了解了用户需求,则可以假设网络的内部结构满足了用户的需求。所以设计网络的第一步应是收集用户信息,这些信息包括单位的历史和当前的形势、领先的发展方向、运行机制和管理方法、办公系统和方法以及用局域网的人员的观点。需要了解下述的几个问题:使用该网络的人是谁?他们的知识层次以及他们对计算机网络应用的态度如何?了解这些问题有助于设计者确定需要培训多少人员来支撑该局域网的运行。

值得指出的是,网络用户的需求是在不断变化的,例如,当出现更多的音频和视频的网络应用时,对网络带宽的增长需求就会变得很强烈。这是网络规划设计的开端,任何单位或部门要建立一个网络系统,总要有自己的目的,也就是要解决哪些问题。建网的过程应该从这里开始,也应该回到这里结束。

用户意图一定要了如指掌,不然你的设计方案往往中不了标。也许你的设计方案并不赖,选择的设备也非常高档。但用户会说好是好,但没有那么多钱。反之做得过于简陋,业主会觉得你小看了他,还没有看就把你的方案搁一边去了。所以作为一个网络设计师,最重要的工作是搞清楚客户真实的需求,准备投入多少资金建网,而不是对一个没有定义的问题马上运用网络设计技术。

用户的问题往往是实际存在的问题或要求,也往往不是用计算机网络的语言来表达,这就是需要网络设计人员的原因,设计人员应该能够将用户的需求或问题用准确的计算机网络术语描述出来。从系统工程的角度出发,他应是一个系统分析员,他应是从用户对系统的理解过渡到计算机网络系统规划设计的桥梁。

虽然用户的问题多种多样,但系统分析员总能利用自己分析问题的能力和对网络技术的

精确理解,给出用户提出的问题的确切定义,完成最初始的工作。

下面一组用户问题及其一一对应的分析结果是一个分析的例子。

用户问题:有很多文件要存储,大家都用。

分析结果:需要一个大容量服务器,估算磁盘容量为XX兆字节。

用户问题:很多人要同时使用一个软件。

分析结果:需要该软件的多用户版本。

用户问题:用户在工作时,要交换一些信息。

分析结果:可以在用户之间建立电子邮件系统。

用户问题:应用系统要求可靠性很高,工作不能间断。

分析结果:系统需要作磁盘镜像处理甚至双机热备份处理,可给以不同的性能/价格预算。

以上是一些简单分析例子,系统分析员通过对系统问题的全面、细致的了解,便可以得出以下网络系统的五个主要方面的明确定义。

1. 地理布局

- ◇ 用户数量及其位置
- ◇ 任何两个用户之间的最大距离
- ◇ 用户群组织,即在同一楼或同一楼层里的用户
- ◇ 特殊的需求或限制,例如网络覆盖的地理范围内是否有道路、山丘、建筑物之间是否有阻挡物;电缆等介质布线是否有禁区;是否已存在可利用的介质系统等等

2. 用户设备类型

- ◇ 终端数——指没有本地处理能力的用户设备
- ◇ 个人计算机——指具有本地处理能力的单用户或多任务个人计算机
- ◇ 主机及服务器——具有本地处理能力的多用户设备
- ◇ 其他数字设备——IP电话、视频会议系统
- ◇ 模拟设备——电话、传感器、视频设备

3. 网络服务

- ◇ 数据库和程序的共享
- ◇ 文件的传送、存取
- ◇ 用户设备之间的逻辑连接
- ◇ 电子邮件
- ◇ 网络互连
- ◇ 虚拟终端

在规划设计阶段只需提出服务需求,但不必研究如何实现上述服务要求。

4. 通信类型和通信量

通信类型指网络传输的数据类型,有以下几种类型:

- ◇ 数据——在计算机设备之间需要自动交换的数据
- ◇ 视频信号——电视信号或监视用摄影机信号

◇ 音频信号——电话信号

不同类型的通信量用不同的度量,通信量构成了对网络的负载,一般数据的通信量用平均的以及高峰时每秒传送的位数表示。视频信号的通信量用电视信道数表示,每个信道占 6MHz 带宽,音频信号则用欧拉数表示。

估计通信量不是一件容易的事情,因为一开始,用户很难说出要在何时发送出多少信息。因此由用户填通信量表,然后得出统计结果的方法往往以失败告终。比较好的做法是分析用户的网络应用,估计每个应用产生的通信量,再把各种通信量累计得出结果。最后应把通信量表示为每秒传输的位数。

在估计通信量时可以作一些假设或利用一些经验,例如对于编辑一个存储在网络服务器上的文件来说,可以假设首先要通过网络把文件服务器加载到工作站,编辑结束后,再上传回服务器,这样就可估计出编辑一次的通信量。对于虚拟终端来说,通信量决定于用户敲键的速度,从输入的字符数及其返回值即可估计出通信量。

通信量的估计还可以通过对已有网络系统调研得到。不论有多大的困难,在网络规划阶段还是应尽量作好通信量的估计,以便有根据地作好网络规划。

5. 容量和性能

网络容量是指在任何时间间隔,网络能承担的通信量,网络性能一般用经过网络的响应时间或端到端时延来表示。通常,当网络的通信量接近其最大容量时,响应时间就变长,网络性能恶化。

网络规划设计者只有掌握了网络上将负担的通信量以及用户对响应时间的要求后,才能选择网络的类型及其配置,以便更好地满足用户的需求。

对于以上五个问题,可以形成一份文档,作为本期规划设计工作的总结,下面是一个建议文档的格式。

用户需求分析:

- ◇ 系统名
- ◇ 系统需求
- ◇ 系统主要思想
- ◇ 系统预算

1.3 可行性分析

基于用户提出的需求,给出技术和经费两个方面解决问题的可行性分析。首先找出解决用户提出的需求的方案,并将它们放到一个完整的网络系统中,同时可以得到经费预算。

解决方案包括以下内容:

1. 传输

- ◇ 传输方式用基带还是宽带传输
- ◇ 通信类型及信道数
- ◇ 通信容量
- ◇ 数据传输速度

2. 用户接口

- ◇ 支持的协议
- ◇ 交换机类型
- ◇ 路由器类型
- ◇ 主机类型

3. 服务器

- ◇ 服务器类型
- ◇ 服务器容量
- ◇ 服务器协议

4. 网络管理

- ◇ 网络管理
- ◇ 网络控制
- ◇ 网络安全

对于网络体系结构的描述,主要是要说明所提出的网络结构体系是怎样满足用户需求的。网络结构中包含多少个网络或网络段。例如,包含多个局域网,或者既有局域网,又有广域网。

对于上述四方面的问题都描述清楚后,就可以根据此描述确定网络的实际的、物理的结构,网络系统的方案往往不止一个,而且实施的效果和可靠性保证也不尽相同,决策层可以从中选择出最佳的方案。

值得指出,在评价现有产品性能的同时,还应考虑到将来可能的发展、使用及管理维护等。对厂家的信誉、产品的生命周期、网络的扩展性和互连、第三方软件的支持等都应有适度的考虑。这样会使得规划设计的系统有更长的使用周期和更好的技术保证。

另外,在选择规划方案时,用户应该对现有的网络产品及其特点有所了解,以便有所选择。在给出网络系统结构时,还应做出经费预算,包括以下两个方面的内容:

1. 投资

- ◇ 设备投资
- ◇ 安装
- ◇ 培训和用户支持

常常容易忽视对后两项的估计,其实它们将占总投资的一半左右,因为在网络的整个生命期,第二项费用总是要开销的。

2. 效益

- ◇ 用户生产力的提高
- ◇ 服务质量、产品质量的提高
- ◇ 其他通信费用的降低

在评估效益时,关键是把从网络系统取得的益处尽可能考虑周到,并予以量化。例如,节省了多少时间,等于多少人的工作量,相当于创造了多少产值。

1.4 网络设计目标

要进行计算机网络设计,第一步就是根据用户的需求分析,确立计算机网络设计目标。网络设计目标是建立一个可以满足客户的业务和技术需求的功能完整的网络。一个成功的网络设计要为网络容量留出余量,而且应该采用新技术,能适应网络规模扩大。设计还应该有效地利用现有的资源,保护前期投资。针对不同的组织和不同情况,网络设计的目标也不尽相同,但是任何网络设计中都要体现如下特定的要求。

1.4.1 功能性

在未完全了解要完成的任务之前,进行网络设计是根本不可能的。把所有的需求集中起来,通常是一件非常复杂而困难的工作,但网络的最终功能应该实现其设计目标。网络必须是可运行的,也就是说,网络能完成用户提出的各项任务和需求,应为用户到用户、用户到组织机构的各种应用提供速度合理、功能可靠的连接。在设计时要经常问自己,要完成的功能是什么,从而将目标集中在要完成的任務上。

网络设计的目的是使用方便,有些教材上称可用性,它是用户毫无困难地使用网络服务的能力,在连接到网络时可以得到较好的性能而且不需要用户过多参与。一般说来,一个网络越安全,可用性就越差,一个完全安全的网络是没有用的,因为没有通信流可以通过它。

1.4.2 可缩放性

所设计网络必须是可缩放的。一栋房子的拆迁所造成的部分网络中断,并不影响整个网络的运行。而计算机网络设计更要考虑网络必须能够随着组织机构规模的增长而增长,同时可以随着组织机构数目的增加而增大。也就是最初的网络设计必须可以根据网络规模的变化而扩展规模,即最初的设计不必做较大修改就可扩展到整个网络。除了具有应付增加更多用户、更多站点的应变能力外,还应具有增加应用的应变能力。

关于具有增加应用的应变能力非常重要。一个网络开始时,也许只有一个用途。如电话网用于电话,有线电视网用于传输电视。纵观目前网络市场,电话网开发拨号上网、ISDN、ADSL等技术用于计算机网络服务,对电话网是一种增值服务功能。有线电视网加上机顶盒也可进行计算机通信。那么计算机网络是否也要向其他方面开展增值服务呢?回答是肯定的。而且这几年已经出现了不少类似功能,如IP电话、网上视频会议系统等等。

1.4.3 可适应性

网络设计必须着眼于未来技术的发展。网络对新技术的实现不应有所限制。在网络的设计和安装中,在适应性和成本有效性之间应该进行权衡。例如,VoIP(Voice over IP)和多播是今天互网络中快速流行的新技术。网络设计应该保证在无要求“升降机式升级”的情况下能够支持这些新技术。通过使用提供了具有网络扩展和升级选项的硬件和软件都能实现这些功能。

1.4.4 可管理性

网络应设计成能为保证网络稳定运行提供方便的检测和管理功能。在考虑网络管理策略

时,应该与考虑网络设计时一样细心,这就意味着网络运行应该符合最初的设计目标,而且应该是可以支持的。如果网络管理员要求实现非常方便的管理,设计时可能要花费大量时间。设计出一个易于管理的网络,网络设计人员的威望会与日俱增。

还应使操作人员具有网络配置、扩展和排错的能力,而这些是不希望终端用户看到的。

1.4.5 成本有效性

网络设计成本必须控制在财政预算的限制之内。超出财政预算,想入非非的设计方案,再好也是空中阁楼。《中华人民共和国政府采购法》第一章第六条明确规定“政府采购应当严格按照批准的预算执行”。第四章第三十六条又重申在招标中投标人的报价均超过预算的,应予废标。所以说网络设计人员,必须找出导致预算超支的具体设计要求以及相应的解决方案(如果这种方案存在的话)。如果不存在可以降低设计成本的解决方案,那么应该将这些信息反馈给业主,以便于他们能够根据获得的信息做出相关的决策调整,或增加财政预算。

总体规划设计、分步实施,是解决财政困难非常行之有效的方法。但我们建议基础设计,如布线系统、光缆敷设等最好一步到位。

1.5 网络标准的选择

网络设计的一个重要步骤是,视你的业务性质与需求来选择最合适的网络标准。在网络市场上,除了历史较久远的 Ethernet、ARCnet、Token Ring、FDDI 外,最近几年也开发出了多种高速的网络产品,如 Fast Ethernet、100VG-Any-Lan、ATM 及千兆以太网和万兆以太网等,从而提供更多的选择方案。但要注意有些高速网络的硬件设备非常昂贵,在评估时也需衡量预算才不致顾此失彼。

现行的局域网技术有多种,但其中只有部分为常用。

下面仅从网络设计的角度简单介绍几种高速局域网技术和网络交换技术。

1.5.1 FDDI

FDDI(fiber distributed data interface,光纤分布式数据接口)从 20 世纪 80 年代开始就采用,技术比较成熟。该网络标准由美国国家标准局(ASNI)开发,是用于高速局域网的介质访问控制标准,也是针对 100Mbps 光纤定时令牌传送局域网的 ISO 标准。它采用光纤传输介质、令牌访问方式、反向旋转的双环拓扑结构,并实现 100Mbps 的数据传输速率。可以使用的通信介质包括传输距离达 100 米以上的 5 类双绞线、多模光纤或单模光纤作为传输介质,传输距离分别可达 4 公里和 60 公里,FDDI 环最多可连接 500 个站点。

在所有网络协议和接口标准中,FDDI 提供了站级网络管理能力及多级 SMT 服务能力。FDDI 的双环故障自动闭合能力提高了网络的可靠性。

FDDI 标准共分四个子层,即 MAC、PHY、PMD 和 SMT。它们与开放互连 ISO/OSI 网络协议的对应关系如表 1.1 所示。

表 1.1 FDDI 四个子层与 ISO/OSI 网络协议对应关系

OSI	FDDI	
数据链路层 (DLL)	逻辑链路控制(LLC)	
	介质访问控制子层(MAC)	
物理层 (PL)	物理协议子层(PHY)	
	物理介质相关子层(PMD)	
		SMT 站管理

MAC 子层规定了定时令牌协议和帧格式；

PHY 子层的主要功能是构成光纤，定义了时钟速率和数据编码；

PMD 子层的主要功能是对节点与光纤介质接口中的光电部分进行规定；

SMT 主要负责协调其他三层的活动。

FDDI 提供了很高的可靠性，但它较为复杂且价格也贵，一般用于主干网。由于采用光纤作传输介质，数据速率要求很高，因而其标准与 802.5 标准还有点差异，如表 1.2 所示。

表 1.2 FDDI 与 802.5 的区别

FDDI	802.5
光纤	屏蔽双绞线
100Mbps	4Mbps
可靠性规范	无可靠性规范
4B/5B 编码	差分曼彻斯特编码
分布式时钟	集中式时钟
标准循环时间	优先和保留位
发送完后产生新标记	接收完后产生新标记

FDDI 的主要局限在于，它的数据包格式与以太网或令牌环网的数据包格式相差甚远，因此 FDDI 网桥和路由器显得比较复杂和昂贵。另外，FDDI 使用可变长度数据包格式，所以不适合于多重服务。

FDDI 采用双环拓扑结构，主环与备份环数据流向相反，采用带优先级的令牌控制，在重负荷下承载能力强，性能优于 100Base-T。网络同步传输采用分布时钟。为了节省占用频宽利用 4B/5B 编码。这种编码技术每次将 4 位数据编码为 5 位符号。用光的存在和不存在来代表 5 位符号中每位是 1 还是 0。这种编码技术使效率提高为 80%。对 100Mbps 的光纤只需要 125MHz 的组件就可以实现。效率大为提高，并且也节约了组件的费用。

为了得到信号同步，FDDI 采取了二级编码方法：

- (1) 将收到的 MAC 层 4 位 NRZ(不归零)符号变为 5 位 NRZ 符号；
- (2) 将 5 位 NRZ 符号变为传输用的 NRZI(不归零反相)符号。

数据的编/解码由“符号”传输来完成。PHY 接收来自 OSI 第 2 层中 MAC 子层的 4 倍 HEX 符号，将其转换成 5 位符号，然后又变为 NRZI 符号通过 PMD 子层上网传输。从 MAC