



北京希望电子出版社
Beijing Hope Electronic Press
www.bhp.com.cn

21 世纪计算机网络工程丛书(2)

网络设计基础 NETWORK DESIGN FUNDAMENTAL

21 世纪计算机网络工程丛书编写委员会 编



本书配套光盘内容为
本书英文版电子书

NETWORK
NETWORK
NETWORK
NETWORK

IT Professional

计 算 机 网 络 技 术 教 程 · 网 络 工 程 师 成 长 之 路



北京希望电子出版社
Beijing Hope Electronic Press
www.bhp.com.cn

21 世纪计算机网络工程丛书(2)

网络设计基础

NETWORK DESIGN FUNDAMENTAL

21 世纪计算机网络工程丛书编写委员会 编

本书配套光盘内容为
本书英文版电子书

NETWORK
NETWORK
NETWORK

IT Professional

计算机网络技术教程 · 网络工程师成长之路

内 容 简 介

本书是《21 世纪计算机网络工程丛书》中的一本,是为网络工程人员而编写的。

全书由 13 章和 4 个附录组成,全面、系统地介绍了互联网的基本概念、网络设计基础等,具体内容
包括大规模 IP 网络、SRB 网络、SDLC 和 SDCLC 以及 QLLC 网络、APPN 网络、DLSW+网络、ATM 网络、分组
服务网、DDR 网络、ISDN 网络、交换式 LAN 网络等的设计基础和设计技术。书中提供了大量的实例,对
上述各种网络的应用范围、优势、局限性进行了具体的比较与分析,通过本书读者可以学习、了解和掌
握当今最新的网络互连技术的发展过程和现状。

本书结构清晰,内容连贯、全面、系统,所讨论的技术有很强的实用性和代表性,深入反映了 90 年
代末期网络技术发展状况。对于 21 世纪网络产业,本书具有“高瞻远瞩”和指导性的特点。

本书既是高校培养 21 世纪计算机网络工程师的专业教材,也是社会相关领域培训班的首选教材,同
时也是从事计算机网络的规划、设计、管理和维护的广大科技人员的必备的自学读物。

为方便高校师生专业英语的学习,本书配套光盘特包含与中文版配套的英文版电子书。

版 权 声 明

本书中、英文版著作权归“21 世纪计算机网络工程丛书编写委员会”所有,出版版权归北京希望电子
出版社所有。未经出版者书面许可,本书的任何部分不得以任何形式或任何手段复制或传播。

违者必究!

系 列 书 : 21 世纪计算机网络工程丛书(2)
书 名 : 网络设计基础 NETWORK DESIGN FUNDAMENTAL
文 本 著 者 : 21 世纪计算机网络工程丛书编写委员会
C D 制 作 者 : 希望多媒体开发中心
C D 测 试 者 : 希望多媒体测试部
审 校 : 秦人华
责 任 编 辑 : 周艳
出版、发行者 : 北京希望电子出版社
地 址 : 北京海淀路 82 号, 100080
网址: www.bhp.com.cn
E-mail: lwm@hope.com.cn
电话: 010-62562329,62541992,62637101,62637102 (图书发行,技术支持)
010-62633308,62633309 (多媒体发行,技术支持)
010-62613322-215 (门市) 010-62531267 (编辑部)
经 销 : 各地新华书店、软件连锁店
排 版 : 希望图书输出中心
C D 生 产 者 : 文录激光科技有限公司
文 本 印 刷 者 : 北京双青印刷厂
规格 / 开本 : 787 毫米×1092 毫米 16 开本 30 印张 710 千字
版次 / 印次 : 2000 年 1 月第 1 版 2000 年 3 月第 2 次印刷
印 数 : 5 000-10 000 册
本 版 号 : ISBN 7-900024-85-9/TP·85
定 价 : 45.00 元 (1CD, 含配套书)

说明: 凡我社光盘配套图书若有自然破损、缺页、倒页、脱页,本社发行部负责调换。

21 世纪计算机网络工程丛书

编 委 会 名 单

主 编：曹东启 约瑟夫·帕列洛 陈 宇

副主编：侯业勤 琼斯·雷蒙 沈 鸿 刘晓融

编 委：（按姓氏笔划排序）

王 刚 米勒·汉克斯 龙启铭 刘道云 曲晓光

陈 敏 蒂姆·陈 陈河南 陆卫民 帕曼·杰克

胡昌振 阎保平 黎连业

执笔人：蒂姆·陈

黄太成 黄建江

序

当前,人们谈论最多的话题之一是网络时代、网络经济、年轻的亿万富翁等。如今网络电话、网上寻呼和视像会议等各种新颖的移动通信方式正日益普及;网上药店、远程会诊等全新的服务方式使无数疑难病症得以解决;网上鲜花快递、鲜花礼仪等新的服务为无数的亲人带来了意外的惊喜;网上商场、网上超市和网上书店等全新的电子商务正飞速发展;网上银行快速、准确安全的金融服务使世界正发生新的变化;MP3、互动电视和网络电视等新颖的服务使人们真正生活在一个多彩的世界;网上旅游业、为旅客提供网上预订机票和预定旅馆等服务为人们的工作和生活带来了极大的方便;网上报刊这种崭新的传播途径使地球上的居民相互间的沟通和交流更加方便和亲切;现在不少科学家、工程师和发明家挥师上网,网上学术交流、网上发明创造、网上协作攻关等全新的科技活动如火如荼。

网络市场现在已经形成了一个高达 8 千亿美元的庞大市场,美国西思科(Cisco)公司董事长约翰·钱伯斯说:“借助计算机网络,我们用了不到 10 年的时间就达到了其它产业 100 年才能达到的水平。”据国际数据公司 IDG 统计,1998 年美国用于与网络有关的设备和服务的支出达到 604 亿美元,预计到 2002 年将达到 2032 亿美元。全球网络服务销售收入将从 1998 年的 78 亿美元增至 2003 年的 785 亿美元。1998 年西欧发达国家对网络的投入为 440 亿美元,1999 年将达到 600 亿美元,2000 年将突破 1000 亿美元,达到 1050 亿美元,2001 年将达到 1300 亿美元,2002 年可望达到 1700 亿美元。这些数字给我们带来的是鼓舞,是机遇,是挑战。

21 世纪是网络时代,网络经济大潮波涛滚滚、汹涌澎湃,社会生活节奏加快,要求人们在这场知识和经济实力的较量中,加快前进的步伐,才能适应现代科技知识的快速更新换代。据我国有关部门统计,21 世纪我国最短缺的人才领域之一是计算机网络工程人员和计算机网络管理人员。为满足社会对计算机网络人才日益高涨的需求,我们特组织我国 IT 领域的部分计算机、通信专家和美国耶鲁大学、麻省理工学院的部分计算机和通信专家共同策划和开发了为培养 21 世纪网络工程专业人才用的丛书,分两批出版,首批为 5 册:《网络技术基础》、《网络设计基础》、《网络典型案例精解》、《网络维护与管理》和《网络核心技术备查》,将伴随着千禧年的钟声面市,以飨读者。

《网络技术基础》一书目的在于帮助读者了解、学习和掌握 90 年代末期国际各种网络通信技术,从而可以从一个较高的起点步入网站的规划、设计、实施、管理和维护。该书详细讨论了当今最新的各种网络通信技术和相关的网络协议,从局域网络到广域网络、从小规模网络到大规模网络,尤其是目前一些较为流行的网络,如 Cisco、Novell、IBM、Intel 等相关网络的结构设计和技术等。前三章讨论了网络互连以及局域网和广域网的简单模式,帮助读者初步认识网络世界;从第四章开始,以每一章一个主题的形式详细阐述网络的各种类型、层次的技术和协议,包括从桥接、交换、路由选择、以太网、混合介质桥接到 AppleTalk、DECnet、网络安全、网络高速缓存技术;从 Internet 协议、NetWare 协议、开放系统互连协议、IBM 系统网络体系结构路由选择协议、内部网路由选择协议、NetWare 链路服务协议到开放系统互连 OSI 路由选择协议、开放最短路径优先协议等。

《网络设计基础》一书由 13 章和 4 个附录组成,全面、系统地介绍了互联网的基本概念、网络设计基础等,内容包括大规模 IP 网络、SRB 网络、SDLC 和 SDCLC 以及 QLLC 网络、APPN 网络、DLSW+ 网络、ATM 网络、分组服务网、DDR 网络、ISDN 网络、交换式 LAN 网络等的设计基础和设计技术。书中提供了大量的实例,对上述各种网络的应用范围、优势、局限性进行了具体的比较与分析。通过本书读者可以学习、了解和掌握当今最新的网络互连技术的发展过程和现状。

《网络典型案例精解》一书由 13 章构成,内容分别从网络典型案例出发,在较高的层面上对网络中

各种复杂问题进行了分析,提出了具体的、建设性的整合方案,主要涉及:网络安全性,多协议网络集成,提高网络信息更新速度,提高 ISDN 使用效率,降低网络运行代价,网络拓扑变化对网络的影响,自动系统中 BGP(边界网关协议)工作原理与运作,远程站点与中央站点网络通信以及如何使视频、音频在网络中流畅传输等方面的内容。

《网络维护与管理》一书着重于解决网络管理与维护中可能出现的各种故障问题。网络故障因其范围的广泛性和问题的复杂性历来是网络维护员和管理员最为头痛的问题。本书目的就是指导网络技术人员在实际工作中了解故障现象,找出产生故障的原因,并提出排除故障的手段和方法。全书分为 24 章,第一章是对网络故障概念性和针对性的介绍,并给出了排除故障的一般模式和解决故障前的准备,这对全书起到了提纲挈领的作用;第二章是故障排除工具的介绍;从第三章开始,针对具体的网络,分别从硬件、介质、协议等各个方面提出了故障的检测与排除方法,尤其是针对一些较为流行的网络,如 Cisco, Novell, IBM 等给出了解决方法。本书提出的故障问题具有典型性,并讨论了这些故障可能表现出的不同现象,使读者有较为清楚正确的认识;同时对于问题的解决都有详细的指导步骤,便于读者在工程设计中解决实际问题。作为教程,本书从第二章开始每章末都附有习题,以方便读者进行总结和检测。

《网络核心技术备查》一书着重于解决在网络工程的组网、设计和实现过程中的一些核心技术术语,各种典型网络工程结构图、路由交换器的配置及其重要技术术语等的释义,是一部技术性、实用性极强的综合工具书。全书由三个部分构成。第一部分是英汉对照的“双解辞典”,提供了 4000 余条词目,内容涉及计算机网络技术与工程、通信理论与技术、网络操作系统、因特网等领域及常用的网络缩略语。对网络基础术语和最新概念作了规范而权威的解释。读者通过查阅可透彻地理解这些术语的含义。对于英语不太熟悉的读者,这部分又是一本很好的计算机专业英语学习材料。第二部分是“双语词汇”,共收编术语约 6000 条,可供读者作速查词义之用。第三部分的“网络工程师公文包”提供了精选的近 200 幅网络工程设计图谱,为工程设计人员提供了不可多得的参考实例。

具有前瞻性,反映目前国际网络 90 年代末最新技术是本丛书第一大特色;高起点、高定位以及与市场网络产品同步则是本丛书第二大特色;概念清晰,所针对的问题具有现实性和代表性,解决方法具有实际指导性是本丛书第三大特色;全面、系统是本书第四大特色。

藉本书出版之际,特别感谢世界通信巨头 Cisco 公司的首席技术顾问、美国 ATD 国家实验室主任、耶鲁大学教授约瑟夫·帕利洛先生,本丛书就是在他的大力帮助和协调下才得以完成。感谢美国网络安全委员会成员、麻省理工学院教授琼斯·雷蒙女士,耶鲁大学教授米勒·汉克斯先生, Cisco 公司技术主任蒂姆·克拉克博士, 3COM 全球技术支持部法姆·基夫博士,朗讯公司北美研究中心主任埃立克·李察先生等,由于他们的全力参与和辛勤劳动,本丛书能够及时完稿。感谢中科院院士、国际知名的计算机专家曹东启教授,由于他的热情支持和无私帮助,本丛书可以及时面市。

特别要感谢的是本丛书的翻译人员:谢建勋、刘大伟、王银华、任敏、蒋杰、刘道云、邹捷、黄建江、姜玉珍、吴江华、张利民、王宇光;编辑人员:刘晓融、马宏华、王玉玲、周艳、周凤明、苏静、郭淑珍、赵玉芳、徐建华;录排人员:全卫、杜海燕、李毅、刘桂英、董淑红、马君、周宇、邓娇龙;美工设计人员:张洁、徐立平;光盘制作人员尹飒爽等,是他们的加班、加点、忘我的工作,才使本书如期付梓出版。

尽管我们很努力,但书中仍会有不少需要修改之处,希望能得到各界读者的信息反馈,以期为大家提供更好的作品。

北京希望电子出版社

一九九九年十二月二十八日

目 录

第一章 引言	1	传输的备用方法	187
1.1 设计校园网	2	6.4 APPN 概述	187
1.2 设计 WANS	4	6.5 APPN 的 Cisco 实现方法	190
1.3 利用远程连接设计方案	6	6.6 扩展性问题	191
1.4 提供集成型解决方案	8	6.7 APPN 网络中的备份技术	199
1.5 确定互联网的需求	8	6.8 多协议环境中的 APPN	202
第二章 网络设计基础	13	6.9 网络管理	205
2.1 理解互联网技术的基本概念	13	6.10 配置示例	206
2.2 确定及选择互联网的性能	16	6.11 总结	233
2.3 识别和选择网络互联设备	44	第七章 怎样设计 DLSw+ 网络	234
第三章 如何设计大规模 IP 网络	51	7.1 初步介绍 DLSw+	234
3.1 实现路由协议	51	7.2 初步配置 DLSw+	241
3.2 增强型 IGRP 互联网设计要点	57	7.3 SDLC	244
3.3 OSPF 互联网设计要点	62	7.4 DLSw+ 的高级功能	248
3.4 BGP 互联网络设计操作要点	79	7.5 总结	261
3.5 总结	112	第八章 如何设计 ATM 网络	262
第四章 如何设计 SRB 网络	113	8.1 正在发展中的 ATM	262
4.1 SRB 技术和实现方法概述	113	8.2 互联网中 ATM 的角色	262
4.2 针对 SRB 网络的 IP 路由协议选择	139	8.3 综合的解决方案	264
4.3 SRB 网络设计	148	8.4 不同类型的 ATM 交换机	264
4.4 总结	157	8.5 ATM 概述	266
第五章 如何设计 SDLC、SDLLC 以及 QLLC 网络	158	8.6 LANE 的角色	275
5.1 通过 STUN 实现 SDLC	158	8.7 LANE 的实现	281
5.2 SDLLC 的实现	172	8.8 Stratm 技术的角色	289
5.3 QLLC 转换	179	8.9 Cisco 的 ATM WAN 产品	291
5.4 总结	181	8.10 总结	302
第六章 怎样设计 APPN 网络	182	第九章 如何设计分组服务网	303
6.1 SNA 的演化	182	9.1 理解分组交换式互联网设计	303
6.2 什么情况下将 APPN 用作网络 设计方案的组成部分	184	9.2 帧中继互联网设计	308
6.3 什么情况下将 APPN 用作 SNA		9.3 配置帧中继信息流的成形技术 (Shaping)	319
		9.4 总结	319

第十章 如何设计 DDR 网络.....	320	13.1 多媒体基础知识.....	399
10.1 DDR 简介	320	13.2 利用网络化的多媒体应用程序.....	411
10.2 DDR 的通信流量和拓扑结构	321	13.3 理解多点传送功能.....	417
10.3 拨号器接口	323	13.4 针对多媒体应用程序的网络设计	425
10.4 路由策略.....	329	13.5 正在进行的工作	443
10.5 拨号器筛选.....	336	13.6 总结	444
10.6 认证功能.....	342	附录 A 对 IP 地址空间划分子网	445
10.7 总结.....	344	附录 B 关于 IBM 串行链路实现方法的注释	454
第十一章 如何设计 ISDN 网络.....	345	B.1 半双工和全双工之比较	454
11.1 互联网中 ISDN 的应用程序.....	345	B.2 理解多点连接	455
11.2 ISDN 方案的集成块.....	347	附录 C 为 SRB 网络进行 SNA 主机配置	456
11.3 ISDN 的连接性问题.....	348	C.1 FEP 配置	456
11.4 ISDN 安全.....	362	C.2 VTAM—交换式主节点定义.....	459
11.5 ISDN 扩展技术.....	363	C.3 3174 簇式控制器的配置示例	459
11.6 ISDN 费用抑制问题.....	368	附录 D 针对 SDLC 网络的 SNA 主机配置	462
第十二章 如何设计交换式 LAN 网络.....	371	D.1 针对 SDLC 链路进行 FEP 配置.....	463
12.1 从共享式网络发展到交换式网络.....	371	D.2 174 SDLC 配置工作表	464
12.2 构造交换式 LAN 互联网的技术.....	371	附录 E 交换式 LAN 互联网中的广播.....	467
12.3 交换式网络互联模型的部件.....	373	E.1 在 IP 网络中使用广播.....	467
12.4 Cisco 交换式网络互联产品.....	378	E.2 在 Novell 网络中使用广播.....	469
12.5 交换式 LAN 网络的设计.....	382	E.3 在 AppleTalk 网络中使用广播.....	470
12.6 总结.....	398	E.4 在多协议网络中使用广播.....	471
第十三章 怎样设计多媒体网络	399		

第一章 引言

互联网侧重于两个或者多个网络之间的通信。它包含多种技术，用于将计算机连接在一起。互联网发展极快，它已经可以支持大规模的、分散的端点系统之间的通信。互联网需要多种协议和功能，以便无需经常的人工干预，就可以实现可扩展性和可管理性。大型互联网由以下三个不同的组件组成：

(1) 校园网 (ATM)，它包含本地连接的用户，这些用户位于一个建筑物内，或者位于一个建筑群内 (多个距离不等的建筑物)。这里的“校园”是指园区或社区，并非单指校园。

(2) 广域网 (WAN)：它将校园网连接起来。

(3) 远程连接，它将部门办公室和单个用户 (移动电话用户及无线电话用户) 连接到本地的校园网或者连接到因特网。图 1-1 是一个典型的企业互联网实例。

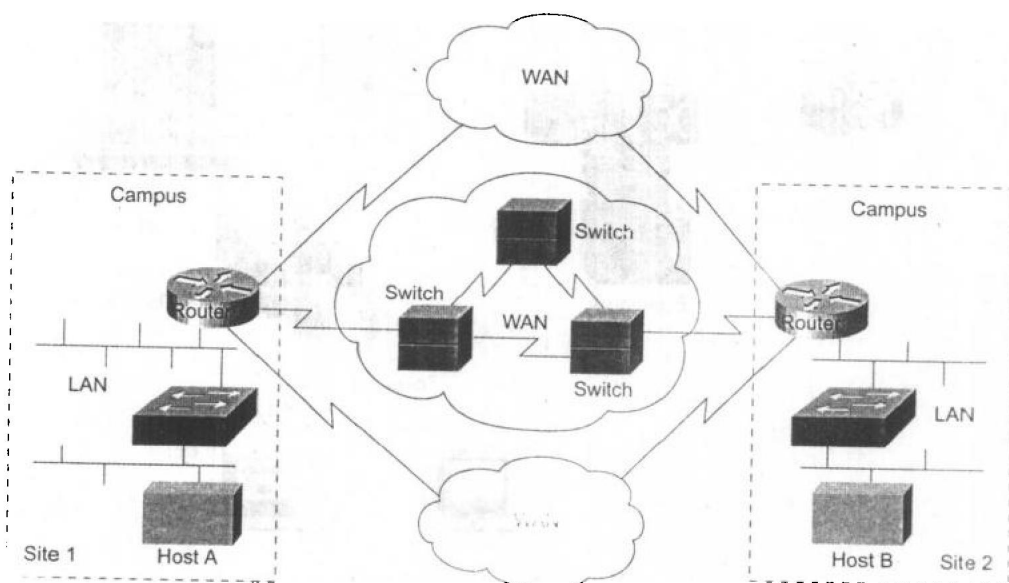


图 1-1 一个典型的企业互联网实例

设计互联网是一项富有挑战性的工作。为了设计可靠的、可伸缩的互联网，网络设计人员必须认识到：一个互联网的这三个主要的组件，各自具有不同的设计要求。一个只有 50 个网状路由节点的互联网就可以构成复杂的问题，从而导致不可预见的结果。而对于那些有数千个节点的互联网，如果想对其进行优化，那势必成为更复杂的问题。

目前，尽管设备性能和介质能力在不断地提高，然而互联网的设计却变得更为困难了。现在的趋势是倾向于发展越来越复杂的环境，其中涉及到多媒体、多协议，还要将各个机构控制区域外的网络互相连接起来。通过仔细地设计互联网，则当网络环境发展时，就可以减少网络扩充所带来的麻烦。

本章只对当今设计互联网用的各种技术进行简要概述，本章分下面几个主题进行讨论：

- 设计校园网

- 设计 WAN
- 利用远程连接设计方案
- 提供综合解决方案
- 确定互联网的需求条件

1.1 设计校园网

“园区”是个借用的术语，它指一个建筑物，或一群建筑物，它们连接到一个企业网络。该企业网由许多局域网（LANs）构成。“园区”通常是某机构的一部分（或者是整个机构），但它限制在一个固定的地理区域内，如图 1-2 所示。

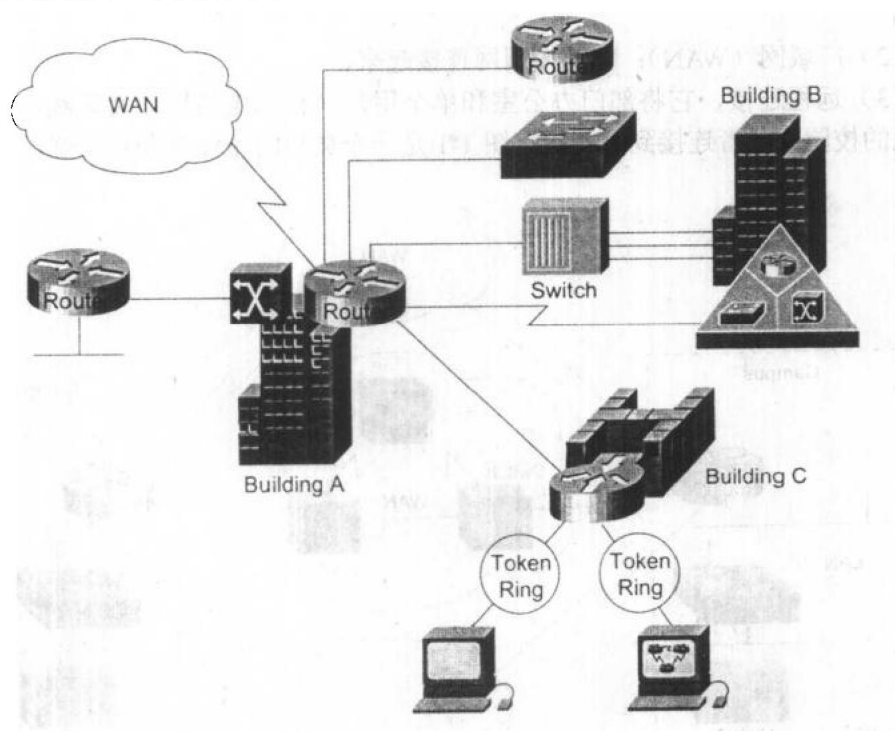


图 1-2 校园网的一个示例

校园网环境的典型特征是：拥有该校园网的机构通常拥有自己的物理线路，这些物理线路部署在园区中。校园网的拓扑结构主要是采用 LAN 技术，将建筑物内的所有端点系统连接在一起。校园网通常使用的 LAN 技术有：Ethernet（以太网）、Token Ring（令牌环网）、Fiber Distributed Data Interface（FDDI-光纤分布式数据接口）网、Fast Ethernet（快速以太网）、Gigabit Ethernet（千兆位以太网），以及 Asynchronous Transfer Mode（ATM-异步传输模式）。

一个大规模的园区里有多组建筑群。这时，也可以使用 WAN 技术来连接这些建筑群。尽管这些校园网的连线和协议是以 WAN 技术为基础的，然而它们并不象普通的 WAN 那样要为带宽付出高额费用。这是因为一旦连好线路，公司拥有了自己的线路，就可以不必向服务商多次重复交纳使用费，所以不必为带宽付出高昂的服务费。然而值得注意的是，对物理布线进行升级的费用可能是高昂的。

由此带来的结果是：网络设计人员通常会精心部署和优化校园网的设计方案，以便

在现有的物理线路上运行尽可能快的、功能强大的网络体系结构。他们也可能会更新布线,来满足不断出现的新的应用程序的需求。例如,人们现在可以采用一些速率更快的技术,比如把“快速以太网”、“千兆位以太网”以及 ATM (异步传输模式) 用作骨干网结构;而利用 Layer 2 (第二层) 交换技术为桌面系统提供专用带宽。

1.1.1 校园网的设计趋势

在过去,网络设计人员为他们的校园网络选购技术时,只有有限的一些硬件选择:路由器或网络集线器。这样,就很少犯硬件设计上的错误。网络集线器被用在布线室中,而路由器用在数据中心或者主要的电信操作上。

近年来,由于广泛地在 Layer 2 (第二层,即数据链路层) 上使用 LAN 交换,以此来提高性能,同时还提供更高的带宽来满足新的数据网络应用程序的需要,这样就推动了局域网技术的快速发展。LAN 交换技术通过为工作组和本地服务器提供高带宽和更大的吞吐量,从而也就提供了优越的性能。现在,网络设计人员在布线室中正朝着网络边缘向外布署 LAN 交换。如图 1-3 所示,通常通过安装这些交换机,来取代那些作为集中器的共享式网络集线器 (hubs),以便使到达端点用户的连接获取更高的带宽。

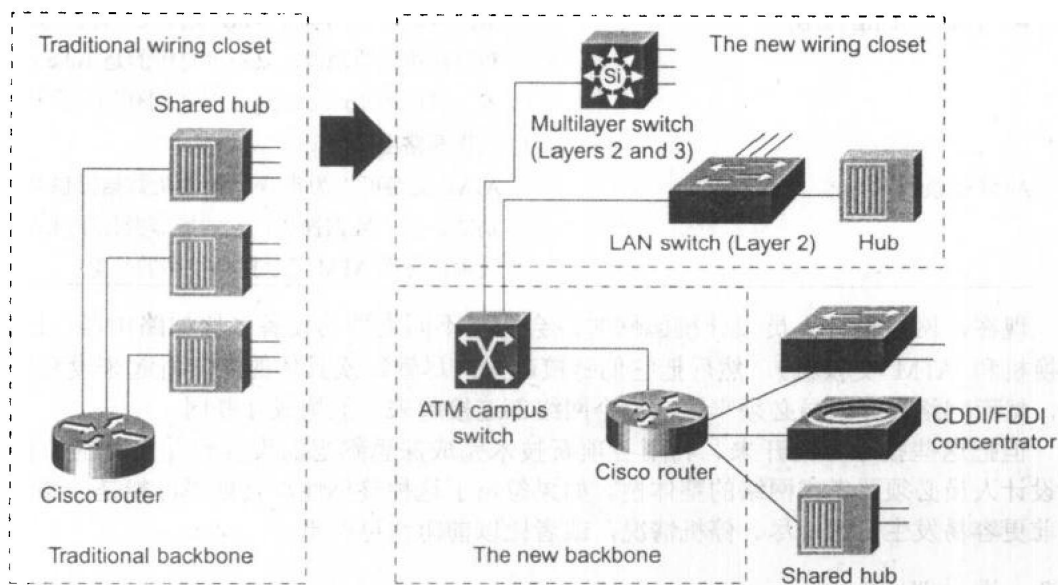


图 1-3 该示例说明了校园网设计的趋势

有的网络要将交换的工作组互相连接起来,还要提供某些特殊的服务,比如安全性、服务质量 (QoS-quality of service) 和信息流管理。在这些网络中就需要采用 Layer 3 (第三层) 网络技术。路由不但可以把这些交换的网络集成起来,还可以提供所需的安全性、稳定性和控制性。这样,就可以构建出功能强大、可伸缩的网络。

在传统方式中, Layer 2 (第二层) 交换功能由 LAN 交换机提供,而 Layer 3 (第三层) 的联网由路由器完成。现在,这两种网络功能逐渐地被集成进公共的平台中。比如,多层交换机就可以提供 Layer 2 层功能和 Layer 3 层功能,现在市场中已经有这种交换机了。

随着这些技术 (比如 Layer 3 层交换、LAN 交换、虚拟 LAN-VLAN) 的出现,构造校园网变得比过去更为复杂。表 1-1 综述了构造成功的校园网所需要的各种 LAN 技术。

对于所有这些技术，Cisco System 公司都可以提供所需要的产品。

表 1-1 关于 LAN 技术的综述

LAN 技术	典型用法
路由技术（第三交换层）	在校园网中，路由技术是连接 LAN 的一项关键技术。它可以是 Layer 3 交换，或者是更为传统的路由，但是它带有 Layer 3 层交换功能及附加的路由器功能
Gigabit Ethernet（千兆位以太网）	Gigabit Ethernet 构筑在 Ethernet 协议顶层，然而它将 Fast Ethernet（快速以太网）的速率提高了 10 倍，达到 1000mbps（或称 1 Gbps）。千兆位以太网为骨干网的设计提供了很高的带宽能力，而且还为已安装的介质提供了后向的兼容性
LAN 交换包括： ● Ethernet 交换 ● Token Ring 交换	Ethernet 交换提供 Layer 2（第二层）交换功能，而且为每个连接提供专用的以太网段。这种网段是网络的基础结构。Token Ring 交换技术提供与 Ethernet 和交换相同的功能，只不过它用的是 Token Ring 技术。可以把 Token Ring 交换机用作透明网桥，或者用作源路由网桥
ATM 交换技术	ATM 交换可以为声音、图像及数据提供高速交换功能。对于数据操作，它的操作类似于 LAN 交换技术，然而 ATM 可以提供很高的带宽

现在，网络设计人员设计校园网时，会购买不同类型的设备（比如路由器、Ethernet 交换机和 ATM 交换机），然后把它们链接起来。尽管每次具体的购货看起来没有什么问题，然而网络设计人员必须牢记：整个网络都连接起来才能构成互联网。

但把这些技术分离开来、利用各项新技术完成深思熟虑的设计也是可行的。然而网络设计人员必须要考虑网络的整体性。如果忽略了这种整体性，其结果可能是：该网络比以前更容易发生资源用尽、停机情况，或者比以前阻塞更严重。

1.2 设计 WANS

WAN 通信发生在地理上分离的区域之间。在企业互联网中，WAN 将校园网连接在一起。当一个本地端点工作站想和远程的端点工作站（该端点工作站点于另一个站点上）通信时，信息必须经由一个或者多个 WAN 链路来发送。企业互联网内的路由器用来充当互联网的 LAN/WAN 连接点。在互联网内，这些路由器为所需的信息流确定最合适的路径。

WAN 链路通过交换机互相连接，这些交换机是专用设备，它们在 WAN 内传递信息，并且控制着 WAN 所提供的服务。一般把 WAN 通信称为服务，这是因为网络提供商通常要向用户收费，然后用户才能获取 WAN 提供的服务。WAN 可以利用下面三种主要的交换技术来提供 WAN 服务：

- 电路交换

- 信息包交换（或称分组交换）
- 信元交换

各种交换技术都各有其利弊。例如：电路交换的网络可以给用户提供专用的带宽，而这个带宽不会被其他用户所侵占；相比较而言，信息包交换（或称分组交换）网络通常可以提供更大的灵活性。与电路交换网络相比，利用信息包交换网络可以更为有效地使用网络带宽；而信元交换结合了电路交换和信息包交换的某些方面，从而使网络具有低延时和高吞吐量的优点。所以信元交换正迅速地流行起来，而 ATM 是当前最主要的信元交换技术。关于 WAN 和 LAN 交换技术的细节，请参阅第二章有关内容。

1.2.1 WAN 设计的趋势

在传统的方式中，WAN 通信的特点是：吞吐量相对较低，延时长和错误率高。而 WAN 连接大多数要花费一些钱从服务商那里租用介质（即线路），以便将两个或者多个校园网连接起来。因为通常要从服务商那里租用 WAN 基础设施，所以 WAN 网络设计方案必须要考虑带宽费用和带宽效率，或对这些方面进行优化。例如，对于用来经由 WAN 连接校园网的所有技术和功能，都要进行优化与改善，以便满足下面的设计要求：

- 优化 WAN 带宽
- 尽量减少租用费
- 向端点用户提供尽可能多的有效服务。

最近，由于下面这些新的网络需求，传统的共享介质网络正变得越来越不堪重负：

- 需要连接远程站点
- 用户远程访问自己的网络的需求正在不断上升
- 企业内部网（Intranet）的高速成长
- 对企业服务器的使用越来越多

网络设计人员正在逐步转向 WAN 技术，以便支持这些新的需求。通常，WAN 连接用于处理对企业来说至关重要的信息，应该对它进行优化，以获得性能价格比较好的带度。例如，连接校园网的路由器通常采用信息流优化，为实现冗余而采用多路径，为进行故障恢复而采用双备份，为至关重要的应用程序采用 QoS（服务质量）功能。表 1-2 介绍了各种各样的 WAN 技术，它们支持上述大规模的互联网需求。

表 1-2 WAN 技术综述

WAN 技术	典型用法
Asymmetric Digital Subscriber Line (ADSL-非对称数字式用户线路)	这是一种新的调制解调 (modem) 技术。它将现有的双绞电话线转换成对多媒体和高速数据通信的访问路径。对于一个订户来说，他只进行单向接收，且 ADSL 传送速率超过 6 Mbps，而对于双向传输，则可以达到 640kbps
模拟调制解调器	那些每天访问网络的时间少于 2 小时的无线通讯用户和移动电话用户，可以采用模拟调制解调器技术，作为其他链路类型的备份
远程连接	可以经过优化来获取合适的 WAN 选项，从而提供廉价的带宽，尽量减少拨号服务费，尽可能为用户提供有效的服务
专用线路	专线可以用在 ppp (Point-to-point protocol-点到点协议) 网络中以及“中枢和辐射” (hub-and-spoke) 拓扑结构中，也可以用作其他类

(续表)

WAN 技术	典型用法
	型链路的备份
Integrated Services Digital Network (ISDN-综合数字业务网)	可以利用 ISDN 对企业网进行远程访问, 这是一种节省费用而且颇为有效的方法。它可对声音和图像提供支持, 也可以用作其他类型链路的备份
帧中继	帧中继在远程站点之间提供高速、低延时的网状拓扑结构, 它也是一种节省费用、而且效率颇高的方法。可以在专用网和提供载波的网中使用它
Switched Multimegabit Data Service (SMDS-交换式兆位数据服务)	SMDS 可以跨越通过公用数据网, 提供高速、高性能的连接。也可以在城域网 (MAN-metropolitan-area networks) 中部署它
X.25	X.25 可以提供可靠的 WAN 电路或骨干网, 它对老式的应用程序也提供支持
WAN ATM	WAN ATM 可以用来提高带宽的使用效率, 它还支持多个 QoS 分类, 以区分应用程序对延迟和失灵的各种要求

1.3 利用远程连接设计方案

利用远程连接, 可以把单个用户 (移动电话用户或者无线通讯用户) 和部门办公室链接到因特网或者本地校园网上。通常, 一个远程站点是一个小规模站点, 拥有的用户不多, 所以只需要一些容量较小的 WAN 连接。然而, 互联网的远程需求通常包含许多远程单一用户或者许多远程站点, 这样, 合计的 WAN 费用就加大了。

如果有很多远程个人用户或远程站点, 那么同 WAN 连接相比, 更应该重视远程连接中合计的 WAN 带宽费用。如果某个远程网络三年所花的费用都是非设备费用 (即这三年只交服务费, 没有支出设备费用), 那么向服务商交纳的 WAN 介质租用费是该远程网络所消耗的最大一笔费用。与 WAN 连接不同, 较小的站点或者个人用户很少需要一天 24 小时的连接。

所以, 网络设计人员通常为远程连接选择介于拨号网络和专用的 WAN 方法之间的某种技术。远程连接通常运行在 128kbps 或者更低的速率上。网络设计人员也可能在远程站点上采用网桥, 因为网桥实现起来比较容易: 拓扑结构简单, 所需的信息流较低。

1.3.1 远程连接的趋势

现在, 有大量的远程 WAN 介质供选择, 其中包括:

- 模拟调制解调器 (Analog modem)
- Asymmetric Digital Subscriber Line (ADSL-非对称数字式订户线路)
- 专线
- 帧中继
- X.25
- Integrated Services Digital Network (ISDN-综合数字业务网)

1.3.2 LAN/ WAN 集成的趋势

当前, 90%的计算能力存在于桌面系统, 而且这种能力仍在极速增长。分布式应用程序使带宽日益紧张, 而因特网的出现使许多 LAN 体系结构的负荷接近自己的能力极限。对于语音通信, 由于集中话音邮递系统具有了更高的可靠性, 所以话音通信发展极快。对于信息流来说, 互联网是非常重要的工具。随着形势发展, 互联网费用也在降低。它为了满足用户的需要, 还得支持不断出现的新应用程序, 并且要用更好的性能以满足更多用户的需求。

过去, 局域网通信和广域网通信逻辑上保持独立, 是分开的。在 LAN 中, 带宽是免费的, 并且连接只受到硬件和实现成本的限制。LAN 只运送数据。在 WAN 中, 带宽一直是沉重的费用负担。那些对延迟敏感的信息流(例如话音)同数据保持独立, 相互分开。然而新的应用程序及经济情况正在迫使上述这些习惯做法发生变化。

对于桌面系统, 因特网是首要的多媒体资源, 它的出现立刻打破了这些规则。某些因特网的应用程序, 如传播话音和实时图像, 要求有更好的、更可预测的 LAN 性能和 WAN 性能。这些多媒体应用程序正迅速成为商务发展工具包中的一个极为重要的组成部分。现在很多公司开始考虑实现新的、基于内联网(Intranet)的、具有充足带宽的多媒体应用程序, 例如: 采用视频方式进行培训、电视会议及 IP 电话。这些应用程序对现有网络基础设施的影响, 应该引起人们高度的重视。例如, 如果某公司依靠自己的企业网来传送对公司利益至关重要的 SNA 信息流, 并且想联机开展新的视频培训, 那么它的网络必须能提供可靠的 QoS (Quality of Service-服务质量)。该网络要传送多媒体信息流, 然而不允许这些多媒体信息流干扰那些对公司利益至关重要的信息流。ATM 可以作为一种集成 LAN 和 WAN 的技术。ATM 的“服务质量”(QoS)功能支持各种类型的信息流, 这些信息流可以是分开的, 也可混在一起。它们可以是对延迟敏感的信息流, 也可以是对延迟不敏感的信息流, 如图 1-4 所示。

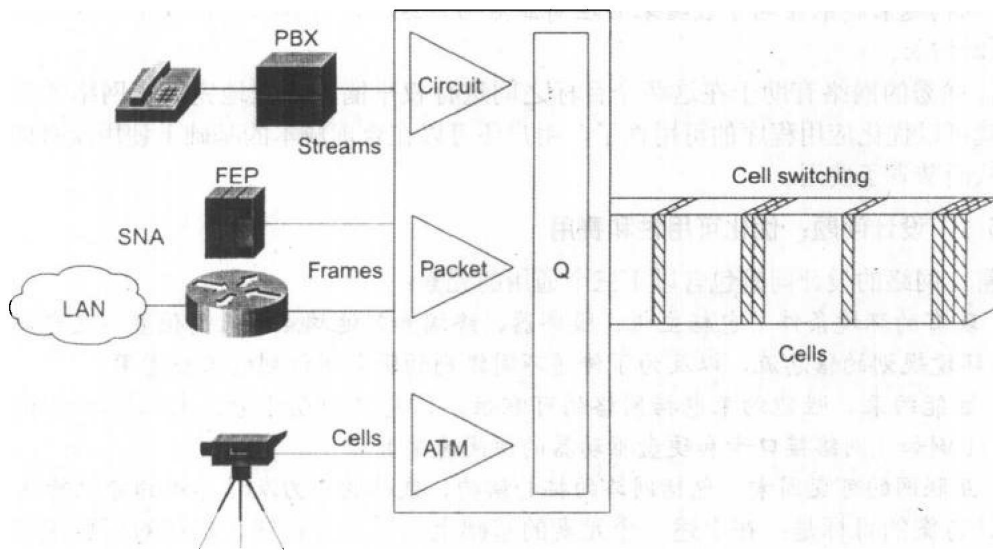


图 1-4 ATM 支持各种类型的信息流

ATM 也可以从低速变为高速。它已经被业界的设备商广泛采用, 从 LAN 设备到 PBX

(private branch exchange—专用小交换机)的所有厂商都采用了这项技术。

1.4 提供集成型解决方案

网络互联的趋势是给网络设计人员提供更大的灵活性,使他们在解决多个网络互联问题时,不必创建多个网络,也不必丢掉现有的数据通信投资。网络设计人员可以依靠路由器来提供安全、可靠的网络。路由器还可以当作壁垒,用于阻止在本地网中意外引发的广播风暴。交换机可以分成两种主要类型(LAN 交换机和 WAN 交换机),可以将它们部署在工作组、校园网、骨干网或 WAN 上。远程站点可以使用低档次的路由器连接到 WAN。

Cisco IOS (Cisco Internetworking Operating System-- Cisco 网络互联操作系统)软件集成了所有的 Cisco 产品的功能,是这些产品的基础。利用 Cisco IOS 软件,可将那些不同的组、各种不同的设备及多种协议全都集成进一个可靠性高、可伸缩的网络中。Cisco IOS 软件还利用先进的安全性、服务质量及信息流服务来支持互联网。

1.5 确定互联网的需求

设计互联网是极富有挑战性的工作。因此,你首先应知道互联网的需求。本章剩余部分的内容可以作为一个指南,来帮助你确定互联网的需求。标识出这些需求后,就可以参考第二章“互联网设计基础”中的说明,选择互联网的能力和可靠性方案,以便满足这些需求。

互联网设备运行在哪个机构中,它们就应该反映哪个机构的目标、特点和政策。有两个主要的目标支配着互联网的设计与实现:

- 应用程序的可用性 网络在计算机之间运送着应用程序信息。对于网络用户来说,这些应用程序是不可用的,那么网络就没有完成自己的任务。
- 费用 当今,信息系统(IS-Information System)的预算经常达数百万美元。大的机构越来越依靠电子数据来管理商业活动,这样,计算机资源成本也会相应的不断增长。

设计优秀的网络有助于在这两个目标之间进行权平衡。合理地完成了网络的基础设施后,就可以优化应用程序的可用性了,用户还可以在合理成本的基础上使用现有的网络资源,从而节省了费用。

1.5.1 设计问题:优化可用性和费用

通常,网络的设计问题包含以下三个通用的元素:

- 现有的环境条件 包括主机、服务器、终端和其他端点节点的位置,还包括为该环境规划的信息流,以及为了传递不同级别的服务所计划的工程费用。
- 性能约束 性能约束包括网络的可靠性、信息流的吞吐量、主机/客户机的速率(例如,网络接口卡和硬盘驱动器的访问速率)。
- 互联网的可变因素 包括网络的拓扑结构、线路的能力及信息流的分配情况。

设计方案的目标是:在上述三个元素的基础上,尽量少花钱,然而对所要提供的服务却不能打折,并且要满足已确定的可用性需求,设计网络时主要应该考虑两点:可用性和费用。这两个问题本质上是相对立的。可用性的提高也会使费用增加,所以你必须资源可用性和总体费用之间仔细权衡,看看哪方面相对重要些。

设计问题：优化可用性和费用

如图 1-5 所示，设计网络是一种反复进行的活动。下面概括了几方面，在你规划互联网的实施方案时，应该仔细考虑它们。

评估用户的需求

通常，用户主要要考虑的是应用程序在他们的网络中的可用性。应用程序的可用性包括几个主要的因素，即：响应时间、吞吐量和可靠性。

- **响应时间** 响应时间是输入命令或敲击键盘后，到主机系统执行该命令或发出一个响应为止，这期间所经历的时间。一般说来，用户对响应时间的要求是“越快越好”。响应时间慢到某个极限值后，用户的满意程度就会降低到 0。在有些应用中，快速的响应时间比较重要，例如，交互式联机服务、自动应答器和自动销售机。
- 有些应用程序将大量的信息流施加在网络中，这些应用程序对吞吐量的影响更大。大吞吐量的应用程序通常涉及到文件传送活动。然而吞吐量大的应用程序通常对响应时间要求并不高。所以在实际应用中，可以将它们安排在特定的时间内，在这些特定时间内（比如下班之后），对响应时间敏感的信息流比较少。
- **可靠性** 是非常重要的，而且有些应用程序对可靠性有更高的需求。有些机构在运作时需要在 100% 的时间内进行联机活动，或者通过电话进行活动，工作不能有间断。例如金融服务、证券交易、紧急情况、警察和军队的行动。这些情况下就需要高质量的硬件及拓扑结构上的冗余。为了确定互联网的可靠性如何重要，首先应确定一下如果发生网络停机，所付出的代价有多大。
- 也可以用多种方法评估用户的需求 而对于评估过程，通常可以使用下面这些方法来获得用户信息：
- **用户的群体需求** 请大致列出不同用户群体的需求。这是确定网络需求的第一步。尽管许多用户对于电子邮件系统有着大致相同的需求，然而那些在 NFS 环境中使用 X Windows 终端和 Sun 工作站的工程小组，与财务部门那些共享打印报务器的 PC 用户，肯定会有不同的需求。
- **会面、兴趣组和调查** 为实现一个互联网，应先构造一个基准线。对一些基本情况要了解清楚。比如有些组可能要访问公共的服务器，而有些组可能要求允许外部客户访问本单位内的某些特殊资源。有些机构可能要求按照某些外部标准、以

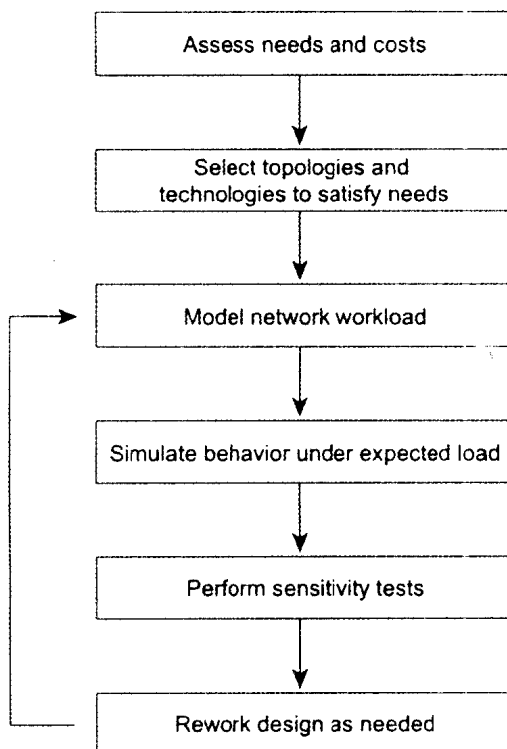


图 1-5 通用的网络设计过程