

高等学校计算机教材

网络工程 原理与实践教程

胡胜红 毕娅 编著



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

高等学校计算机教材

网络工程原理与实践教程

胡胜红 毕 娅 编著

人民邮电出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

网络工程原理与实践教程/胡胜红, 毕娅编著. —北京: 人民邮电出版社, 2005.1
高等学校计算机教材
ISBN 7-115-12830-8

I. 网... II. ①胡... ②毕... 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 (2004) 第 134472 号

内 容 简 介

本书第 1~8 章介绍网络工程设计的相关知识。内容主要包括: 网络工程基础知识, 网络设计需求分析, 网络逻辑设计, 备份设计, 网络安全结构设计, 网络物理设计, 以及企业 Intranet 网络应用实例分析和网络系统管理与维护。第 9 章中提供了 4 个实验, 包括双绞线水晶头的制作、Cisco 路由器的配置、用 Visio2002 绘制网络工程图以及 Intranet 网络组建与服务器配置。

本书为高等学校计算机教材, 也可供从事计算机网络设计工作的人员学习参考。

高等学校计算机教材 网络工程原理与实践教程

- ◆ 编 著 胡胜红 毕 娅
策划编辑 滑 玉
责任编辑 须春美
- ◆ 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 010-67129259
北京隆昌伟业印刷有限公司印刷
新华书店总店北京发行所经销
- ◆ 开本: 787×1092 1/16
- ◆ 印张: 18
字数: 432 千字 2005 年 1 月第 1 版
印数: 1-5 000 册 2005 年 1 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-115-12830-8/TP · 4317

定价: 24.00 元

本书如有印装质量问题, 请与本社联系 电话: (010) 67129223

编者的话

企业信息化的进程日益加快，急需网络工程技术人才，尤其是具有设计经验和管理经验的高级网络工程师。为了帮助众多热心于网络技术的各大专院校师生和社会自学人员迅速掌握网络工程技术的精髓，作者编写了这本书。

本书涉及内容侧重于企事业单位各类网络的设计、升级和维护，所选技术内容和产品均遵从网络工程技术的原理和规律，并且列举了丰富的实例，集知识性、理论性和实用性于一体。

全书共分9章。第1章介绍网络工程的基本概念；第2章介绍网络需求分析的内容和方法，可行性论证的过程以及网络工程招投标过程等；第3章是本书的重点，介绍网络逻辑设计的原理，将分层设计和组件设计结合起来，以以太网为例，分析了网络设计、升级的原理和方法，同时还介绍IP地址分配、VLAN划分、路由协议选择等知识；第4章介绍网络冗余设计和数据备份的原理和方法；第5章介绍网络安全的设计思想，举例说明了防火墙在网络安全结构中的作用，并给出了制定防火墙策略的一些方法；第6章也是本书的重点，重在介绍网络逻辑结构的物理实现，分成三个大的部分，即如何选择合适的传输介质，如何选择合适的网络设备以及结构化综合布线的构成和设计；第7章介绍流行的网络结构——Intranet结构的基本原理，并举了一个OA应用的实例，侧重介绍以Intranet为网络平台的OA系统如何搭建；第8章介绍网络管理和维护的基本知识，对网络维护过程中的一些常见故障作了举例说明，并重点介绍一些网络管理软件；第9章提供了4个实验。

本书综合国内外教材的编写思想，实现了理论、应用、技术三位一体的结合，为各类有志从事网络设计工作的人士提供了一本入门与提高的专业书籍，同时又为众多热衷于网络工程教学的教师提供了一本合格的教学用书。本书附有大量习题便于学生课后自测，大量案例便于学生锻炼实际问题的解决能力，大量的实验内容供学生提高动手能力，教师可根据实际情况选用。

本书按56个课时编写，教师可以根据实际需要，灵活安排教学内容。自学者在学习过程中，最好具有一定的网络基础知识，可以参看高传善、毛迪林两位老师编著的《计算机网络》一书，该书已由人民邮电出版社出版。

本书由胡胜红、毕娅编著。限于作者学识水平，书中难免有错漏之处，敬请读者来信批评指正（wuhanhush@sina.com）。

编者
2004年7月

目 录

第 1 章 网络工程基础知识	1
1.1 重要概念和术语	1
1.1.1 网络工程的含义	1
1.1.2 网络工程建设的各阶段	2
1.1.3 系统集成	2
1.2 计算机网络工程组织	5
1.2.1 组织方式与组织机构	5
1.2.2 网络工程监理	5
1.3 网络互连设备	6
1.3.1 中继器	6
1.3.2 集线器	7
1.3.3 网桥	8
1.3.4 交换机	8
1.3.5 路由器	11
1.3.6 网关	13
1.4 网络应用模型	13
1.4.1 客户机与服务器概念	13
1.4.2 对等网模式 (Peer-to-Peer, PtoP 或 P2P)	14
1.4.3 文件服务器模式	15
1.4.4 C/S 模式	16
1.4.5 B/S 模式	18
1.5 网络工程技术的新发展	19
1.5.1 10G 以太网	19
1.5.2 IPv6	21
1.5.3 无线局域网技术	27
习题	29
第 2 章 网络设计需求分析	33
2.1 需求分析的类型	33
2.1.1 应用背景需求分析	33
2.1.2 业务需求	33
2.1.3 管理需求	34
2.1.4 安全性需求	34
2.1.5 通信量需求	35
2.1.6 网络扩展性需求	35

2.1.7	网络环境需求	36
2.2	如何获得需求	36
2.2.1	获得需求信息的方法	36
2.2.2	归纳整理需求信息	38
2.2.3	撰写需求文档	39
2.3	可行性论证	39
2.4	工程招标与投标	41
2.4.1	工程招标流程简介	41
2.4.2	工程招标	41
2.4.3	工程投标	42
	习题	45
第3章	网络逻辑设计	48
3.1	网络设计的目标	48
3.2	拓扑结构设计	49
3.2.1	常见的网络拓扑结构	49
3.2.2	估算网络中的通信量	50
3.2.3	分层设计方法	51
3.3	网络组件设计	55
3.3.1	园区网	55
3.3.2	广域网	69
3.3.3	远程连接	76
3.4	IP地址分配	78
3.4.1	子网划分	79
3.4.2	VLSM	81
3.4.3	网络地址转换 (NAT)	81
3.4.4	地址分配策略	83
3.4.5	动态主机配置协议 (DHCP)	84
3.5	IP路由设计	85
3.5.1	路由协议类型	85
3.5.2	路由协议的性能参数	86
3.5.3	RIP路由协议	87
3.5.4	IGRP路由协议	88
3.5.5	OSPF路由协议	90
	习题	91
第4章	备份设计	93
4.1	建立健壮的网络	93
4.1.1	冗余设计	93
4.1.2	分层设计下的冗余技术	95
4.1.3	拨号路由备份	97

4.2	热备份路由协议	98
4.3	数据备份与灾难恢复	99
4.3.1	备份域控制器 (BDC)	99
4.3.2	数据库备份	100
4.3.3	网络日志备份	101
4.4	备份策略	101
4.4.1	备份类型	101
4.4.2	备份设备	102
4.4.3	备份软件	104
4.4.4	备份计划	105
4.5	与备份设计相关的两个问题	105
4.5.1	集群技术	105
4.5.2	负载均衡	107
	习题	108
第 5 章	网络安全结构设计	109
5.1	影响网络安全的隐患	109
5.1.1	网络窃听	109
5.1.2	完整性破坏	110
5.1.3	地址欺骗	110
5.1.4	拒绝服务攻击	111
5.1.5	计算机病毒	112
5.1.6	系统漏洞	113
5.2	网络安全技术概述	114
5.3	网络安全结构设计	114
5.3.1	网络结构划分	114
5.3.2	双宿主机结构	115
5.3.3	主机过滤结构	116
5.3.4	子网过滤结构	116
5.3.5	防火墙体系结构	117
5.4	防火墙	117
5.4.1	防火墙概述	117
5.4.2	防火墙技术	118
5.4.3	防火墙产品选购	121
5.4.4	架设防火墙的步骤	124
5.5	网络操作系统安全性概述	126
5.5.1	Windows 2000 的安全性概述	126
5.5.2	Windows 2000 的用户账号	128
5.5.3	Windows 2000 的本地安全策略	131
5.5.4	提高 Windows 2000 安全性的措施	134

习题	135
第6章 网络物理设计	137
6.1 物理设计的原则	137
6.2 传输介质选型	137
6.2.1 同轴电缆	138
6.2.2 双绞线	139
6.2.3 光纤	141
6.2.4 无线介质	143
6.3 设备选型	144
6.3.1 网卡	144
6.3.2 集线器	146
6.3.3 交换机	148
6.3.4 路由器	153
6.3.5 服务器	157
6.3.6 无线局域网设备选型	161
6.4 结构化综合布线设计与施工	164
6.4.1 结构化综合布线概述	164
6.4.2 工作区子系统	167
6.4.3 水平子系统	169
6.4.4 干线子系统	171
6.4.5 设备间子系统设计	173
6.4.6 管理子系统	177
6.4.7 建筑群子系统	181
6.4.8 综合布线测试技术	184
习题	188
第7章 企业 Intranet 网络应用实例分析	191
7.1 Internet/Intranet 网络技术概述	191
7.1.1 什么是 Intranet	191
7.1.2 Intranet 的特点	191
7.1.3 Intranet 网络的应用范围	193
7.1.4 Intranet 技术综述	193
7.2 企业 Intranet 网络的建设	194
7.2.1 某企业网络业务简介	194
7.2.2 需求分析设计书	195
7.2.3 逻辑结构设计与地址分配	196
7.2.4 网络安全设计	201
7.2.5 物理设计与设备选型	201
7.2.6 综合布线及设备清单	204
7.2.7 系统管理与维护	206

习题	206
第 8 章 网络系统管理与维护	208
8.1 网络管理的主要功能	208
8.1.1 配置管理	208
8.1.2 性能管理	209
8.1.3 计费管理	210
8.1.4 故障管理	210
8.1.5 安全管理	211
8.2 简单网络管理协议 (SNMP)	211
8.2.1 SNMP 的发展	211
8.2.2 SNMP 原理	212
8.2.3 SNMP 报文	214
8.2.4 SNMP 操作	214
8.3 网络管理新技术	215
8.3.1 远程监控技术	215
8.3.2 基于 Web 的网络管理技术	216
8.4 网络维护与故障排除	216
8.4.1 网络维护的流程	216
8.4.2 故障排除的两个常用方法	217
8.4.3 常见的网络故障及排除方法	217
8.5 典型的网络管理软件	219
习题	223
第 9 章 实验	224
实验 1 水晶头的制作	224
实验 2 Cisco 路由器配置	225
实验 3 用 Visio 2002 绘制网络结构图	234
实验 4 Intranet 网络组建与服务器配置	241
参考书目	277

第 1 章 网络工程基础知识

网络工程是研究网络系统的规划、设计与管理的工程科学，是网络建设过程中科学方法与规律的总结。本章首先从网络工程的概念着手，系统地阐述了网络工程的要素、建设过程和组织机构等基础知识。

网络设备的工作原理在网络互连过程中往往成为困扰学习者的一个重要难题，对此本章给出了一定篇幅作了较为细致的分析，对许多实际问题进行了深入地讲解。

网络应用模型包括对等模式、文件服务器模式、C/S 模式和 B/S 模式 4 种，是网络应用开发必须掌握的基本原理，而且仍然在不断发展之中，如新型的 P2P 技术就是对等模式的新发展。事实上，任何网络应用的运行都不是单一的，往往几种模式相互交叉，共同服务在一个网络中。

网络工程设计人员还要有一定的前瞻性，时刻关注网络业界的新发展、新话题，目前万兆以太网、IPv6 技术、WLAN 就是这样能够在未来网络中起到里程碑作用的技术。尽管未来网络的发展还有很大的不确定性，但掌握新技术，并应用到实际工作中去则是一个不断创新的网络设计人员应该具备的优良素质。

1.1 重要概念和术语

这一节我们首先了解网络工程的定义，逐步掌握网络工程建设的各阶段以及系统集成等的含义，然后再熟悉网络工程所涉及的其他概念。

1.1.1 网络工程的含义

网络工程是研究网络系统的规划、设计与管理的工程科学，要求工程技术人员根据既定的目标，严格依照行业规范，制定网络建设的方案，协助工程招投标、设计、实施、管理与维护等活动。

网络工程除了具备一般工程共有的内涵和特点以外，还包含以下要素：

① 工程设计人员要全面了解计算机网络的原理、技术、系统、协议、安全和系统布线的基本知识，了解计算机网络的发展现状和发展趋势。

② 总体设计人员要熟练掌握网络规划与设计的步骤、要点、流程、案例、技术设备选型以及发展方向。

③ 工程主管人员要懂得网络工程的组织实施过程，能把握住网络工程的评审、监理和验收等环节。

④ 工程开发人员要掌握网络应用开发技术、网站设计和 Web 制作技术、信息发布技术以及安全防御技术。

⑤ 工程竣工之后,网络管理人员使用网管工具对网络实施有效的管理维护,使网络工程发挥应有的效益。

1.1.2 网络工程建设的各阶段

1. 规划阶段

规划阶段通过了解用户建设网络应用的目的,从网络工程建设的可行性、可靠性、可管理性和扩展性等方面给出需求分析计划书,包括应用背景、业务需求、网络管理、网络安全以及未来的升级与扩展等方面的内容。

2. 设计阶段

设计阶段分为两个部分,即逻辑设计阶段和物理设计阶段。逻辑设计阶段要给出网络的拓扑结构图、流量评估与分析、地址分配以及路由算法的选择等,大型网络还要求建立仿真测试。物理设计阶段主要是选定物理设备和传输介质,设计综合布线系统,为实施制定计划。

3. 实施阶段

制定详细的施工工程计划,按施工计划施工,工程施工完毕要进行测试和验收。

4. 运行与维护阶段

一个网络建立好之后,一般要运行 20 年以上,因此网络管理与维护是一项艰巨的任务,这就需要企业在网络管理上加大投入,注重网络管理人员的业务能力和素质的培养。网络的运行过程是一个不断优化和升级的过程,许多新的需求会提出来,许多隐藏的故障被排除,不断地实施一些增值业务……要求网络管理人员应具有编制管理文档、建立优化方案的综合素质。

网络工程的各个阶段并不是孤立的,相互之间仍然有着密切的联系。一个网络的建设最终的目的是为使用网络产生效益,而在使用中不可避免地会遇到各种问题和故障。那么在规划、设计和实施阶段必须考虑今后的维护和管理工作。例如,在网络设计阶段,逻辑网络设计、IP 地址规划、路由算法选择等步骤都必须联系到后期的维护与管理工作的。

1.1.3 系统集成

美国信息技术协会(ITAA)对系统集成(System Integration)的定义是这样的:根据一个复杂的信息系统或子系统的要求把多种产品和技术验明并连接入一个完整的解决方案的过程。可见,系统集成是在一定的系统功能目标的要求下,把建立系统所需的管理和技术人员、软硬件设备和工具以及成熟可靠的技术,按低耗、高效、高可靠性的系统组织原则加以结合,使它们构成解决实际问题的完整方法和步骤。

系统集成可以分解为软件集成、硬件集成和网络系统集成。网络工程设计贯穿于网络系统集成工作的全过程。

1. 软件集成

软件集成是指为某特定的应用环境架构的工作平台。通俗地说,是为某一应用目的开发的软件系统,实现信息化的工作平台。

2. 硬件集成

使用硬件设备把各个子系统连接起来,使整体的性能指标达到或超过个体的性能指标的

总和。例如，办公自动化设备制造商把计算机、打印机和传真机等硬件设备进行系统集成，为用户创造出一种高效、便利的工作环境。

3. 网络系统集成

网络系统集成是指设计和构建网络系统，提供局域网内的互连互通，设计接入因特网（Internet）的方式，制定网络安全策略，培训用户和提供技术支持。网络系统集成成为软件集成提供了基础设施。

附：计算机信息系统集成资质等级评定条件（试行）

一、一级资质

1. 企业近3年完成计算机信息系统工程项目总值2.0亿元以上，并承担过至少1项3000万元以上或至少4项1000万元以上的项目；所完成的系统集成项目中应具有自主开发的软件产品；软件费用（含系统设计费、软件开发费、系统集成费和技术服务费）应占工程项目总值的30%以上（即不低于6000万元）；工程按合同要求质量合格，已通过验收并投入实际应用。

2. 企业注册资本1200万元以上，近3年的财务状况良好。

3. 企业从事软件开发、系统集成等业务的工程技术人员不少于100人，且其中大学本科以上学历的人员所占比例不少于80%。

4. 企业总经理或负责系统集成工作的副总经理具有5年以上从事信息技术领域企业管理工作经历；企业具有已获得信息技术相关专业的高级职称、且从事计算机信息系统集成工作不少于5年的技术负责人；企业具有中级职称以上的财务负责人。

5. 企业具有较强的综合实力，有先进、完整的软件及系统开发环境和设备，具有较强的技术开发能力。

6. 企业已按ISO9000或软件过程能力成熟度模型等标准、规范建立完备的质量保证体系，并能有效地实施。

7. 企业具有完备的客户服务体系，并设立专门的机构。

8. 企业具有系统的对员工进行新知识、新技术培训的计划，并能有效地组织实施。

9. 企业没有出现验收未通过的项目。

10. 企业没有触犯知识产权保护等有关法律的行为。

二、二级资质

1. 企业近3年完成计算机信息系统工程项目总值1.0亿元以上，并且承担过至少1项1500万以上或至少3项800万以上的项目；所完成的系统集成项目中应具有自主开发的软件产品；软件费用（含系统设计费、软件开发费、系统集成费和技术服务费）应占工程项目总值的30%以上（即不低于3000万元）；工程按合同要求质量合格，已通过验收并投入实际应用。

2. 企业注册资本500万元以上，近3年的财务状况良好。

3. 企业从事软件开发、系统集成等业务的工程技术人员不少于50人，且其中大学本科以上学历的人员所占比例不少于80%。

4. 企业总经理或负责系统集成工作的副总经理具有4年以上从事信息技术领域企业管理工作经历；企业具有已获得信息技术相关专业的高级职称、且从事计算机信息系统集成工作不少于4年的技术负责人；企业具有中级职称以上的财务负责人。

5. 企业具有先进、完整的软件及系统开发环境和设备，具有较强的技术开发能力。

6. 企业已按 ISO9000 或软件过程能力成熟度模型等标准、规范建立完备的质量保证体系,并能有效地实施。

7. 企业具有完备的客户服务体系,并设立专门的机构。

8. 企业具有系统的对员工进行新知识、新技术培训的计划,并能有效地组织实施。

9. 企业没有出现验收未通过的项目。

10. 企业没有触犯知识产权保护等有关法律的行为。

三、三级资质

1. 企业近 3 年完成计算机信息系统工程项目总值 4 000 万元以上;所完成的系统集成项目中应具有自主开发的软件产品;软件费用(含系统设计费、软件开发费、系统集成费和技术服务费)应占工程项目总值的 30%以上(即不低于 1 200 万元);工程按合同要求质量合格,已通过验收并投入实际应用。

2. 企业注册资本 100 万元以上,近 3 年的财务状况良好。

3. 企业从事软件开发、系统集成等业务的工程技术人员不少于 20 人,且其中大学本科以上学历的人员所占比例不少于 70%。

4. 企业总经理或负责系统集成工作的副总经理具有 3 年以上从事信息技术领域企业管理工作经历;企业具有已获得信息技术相关专业的中级职称以上或硕士以上、且从事计算机信息系统集成工作不少于 3 年的技术负责人;企业具有助理会计师职称以上的财务负责人。

5. 企业具有与所承担项目相适应的软件及系统开发环境和设备,具有一定的技术开发能力。

6. 企业已按 ISO9000 或软件过程能力成熟度模型等标准、规范建立完备的质量保证体系,并能实施。

7. 企业具有完备的客户服务体系,并设立专门的机构。

8. 企业具有系统的对员工进行新知识、新技术培训的计划,并能有效地组织实施。

9. 企业近 3 年内没有出现验收未通过的项目。

10. 企业没有触犯知识产权保护等有关法律的行为。

四、四级资质

1. 企业近 3 年完成计算机信息系统工程项目总值 1 000 万元以上;所完成的系统集成项目中应具有自主开发的软件产品;软件费用(含系统设计费、软件开发费、系统集成费和技术服务费)应占工程项目总值的 30%以上(即不低于 300 万元);工程按合同要求质量合格,已通过验收并投入实际应用。

2. 企业注册资本 30 万元以上,近 3 年的财务状况良好。

3. 企业从事软件开发、系统集成等业务的工程技术人员不少于 10 人,且其中大学本科以上学历的人员所占比例不少于 70%。

4. 企业总经理或负责系统集成工作的副总经理具有 2 年以上从事信息技术领域企业管理工作经历;企业具有已获得信息技术相关专业的中级职称以上或硕士以上、且从事计算机信息系统集成工作不少于 2 年的技术负责人;企业具有助理会计师职称以上的财务负责人。

5. 企业具有与所承担项目相适应的软件及系统开发环境和设备,具有一定的技术开发能力。

6. 企业已建立质量保证体系,并能实施。

7. 企业具有完备的客户服务体系,并配备专门人员。

8. 企业具有系统的对员工进行新知识、新技术培训的计划,并能有效地组织实施。

9. 企业近 3 年内没有出现验收未通过的项目。

10. 企业没有触犯知识产权保护等有关法律的行为。

1.2 计算机网络工程组织

1.2.1 组织方式与组织机构

1. 组织方式

网络工程的组织方式大体有两种：

① 政府机关统一实施的工程，一般指定主管领导和具体负责人，并成立相应的工程管理机构，自上而下组织实施。

② 公司承建的具体工程，一般采用项目经理制，由项目经理招聘人员，制定方案，系统集成，从头至尾负责工程的组织实施。

2. 组织机构

政府行为的网络工程，其组织机构是比较严密的，一般包括以下三层机构：

① 领导小组：指导系统总体组开展工作，审批总体组的各类报告，协调各部门的工作，协助拟制业务需求，项目鉴定验收。

② 总体组（总承组）：制定系统需求分析、项目总体方案和系统工程实施报告；指定系统的使用、管理等各类标准，设计系统安全性和可靠性方案，对项目的实施进行宏观管理和控制，并进行严格的质量管理。

③ 技术开发小组：根据系统总体组制定的软件建设任务，开发软件系统，开发工程中撰写各种软件工程规范所需的文档。

1.2.2 网络工程监理

所谓网络工程监理，是指在网络建设过程中，给用户建设前期咨询、网络方案论证、系统集成商的确定和网络质量控制等一系列的服务，帮助用户建设一个性价比最优的网络系统。

网络工程监理的主要内容包括以下几方面。

(1) 帮助用户做好需求分析

深入了解企业的各个方面，与企业各级人员共同探讨，提出切实的系统需求。

(2) 帮助用户选择系统集成商

好的系统集成商应：

- 持有《计算机信息系统集成资质证书》；
- 有较强的经济实力和技术实力；
- 有丰富的系统集成经验；
- 有完备的服务体系；
- 有良好的信誉。

(3) 帮助用户控制工程进度

工程监理人员帮助用户掌握工程进度，按期分段对工程验收，保证工程按期、高质量的完成。

(4) 严把工程质量关

工程监理人员应该在以下环节严把质量关:

- ① 系统集成方案是否合理, 所选设备质量是否合格, 能否达到企业要求;
- ② 基础建设是否完成, 结构化布线是否合理;
- ③ 信息系统硬件平台环境是否合理, 可扩充性如何, 软件平台是否统一合理;
- ④ 应用软件能否实现相应功能, 是否便于使用、管理和维护;
- ⑤ 培训教材以及时间、内容是否合适。

(5) 帮助用户做好各项测试工作

工程监理人员应严格遵循相关标准, 对信息系统进行包括布线、网络等各方面的测试工作。

1.3 网络互连设备

网络互连设备用来将网络的各个部件连接在一起, 依连接性质的不同可以分为物理上的互连能力和协议上的互连能力。

- ① 物理上的互连能力指所支持的物理接口, 能连接的物理介质类型。
- ② 协议上的互连能力指工作在不同协议类型的网络之间, 实现不同协议数据包的转换。通常对设备互连能力考虑得较多的都是协议上的互连能力。

网络工程中使用得较多的几种互连设备是中继器、集线器、网桥/交换机、路由器和网关等, 本书侧重介绍集线器、交换机和路由器等主流设备。各种网络互连设备的协议互连能力用开放系统互连 (OSI) 参考模型描述, 如图 1-1 所示。

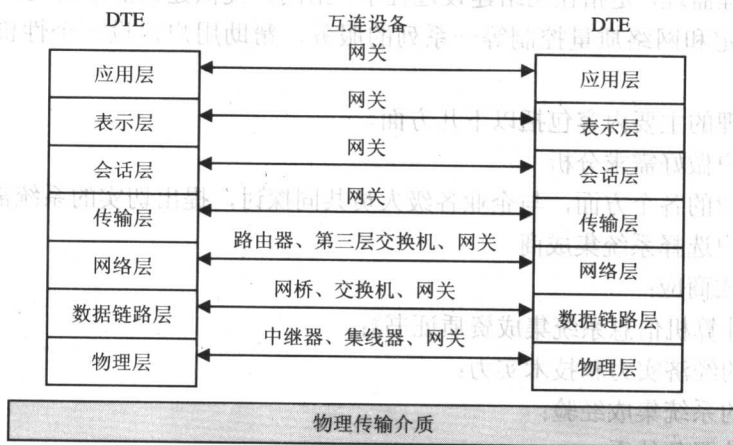


图 1-1 网络互连设备协议层示意图

1.3.1 中继器

中继器的主要功能是对接收到的信号进行再生放大, 以延伸网络的传输距离, 提供物理

层的互连。中继器的功能细分为以下几点：

- ① 过滤电磁干扰 (MEI) 和射频干扰 (RFI) 引起的信号干扰或噪音；
- ② 放大和修整进入的信号，使重新传输更精确；
- ③ 对信号重定时；
- ④ 在所有网段上复制信号。

1.3.2 集线器

集线器 (Hub) 是双绞线以太网对网络进行集中管理的最小单元。集线器是一个共享设备，其实质是一个多端口的中继器。正是因为集线器只是一个信号放大和中转的设备，所以它不具备自动转发和自动寻址能力，即不具备交换功能。所有传到集线器的数据均被广播到与之相连的各个端口，遵循 CSMA/CD 控制方式，因此所有集线器的端口同属一个冲突域。

Hub 在 OSI 体系结构模型中处于物理层，是局域网 (LAN) 的接入层设备。它不具备协议翻译功能，而只是分配和共享带宽。连接到集线器的每台工作站共享 Hub 的实际带宽。例如，使用一台 N 个接口的 10Base-T Hub 组网，每一个接口所分配的频带宽度是 $10/N$ Mbit/s。

Hub 主要用于共享式以太网的组建，是解决从服务器直接到桌面的最佳、最经济的方案。在交换网络中，Hub 直接与交换机相连，将交换机端口的数据送到桌面。使用 Hub 组网灵活，它可以直接构成星型拓扑结构也可以成为树型拓扑结构的一部分，对与各端口相连的工作站进行集中管理，不让出问题的工作站影响整个网络的正常运行，并且用户的加入和退出也很自由。

1. 集线器类型

依据总线带宽的不同，Hub 分为 10Mbit/s、100Mbit/s 和 10/100Mbit/s 自适应 3 种；若按照配置形式的不同可分为独立型、模块型和可堆叠型集线器；根据管理方式可分为智能型 (带有 CPU，支持简单网络管理协议) 和非智能型 Hub (不支持网络管理，容易形成数据堵塞) 两种；按照安装时的场合，又可以分为机架式和桌面式的 Hub。目前使用的 Hub 基本上是以上 4 种分类的组合。Hub 根据端口数目的不同，主要有 8 口、16 口和 24 口之分。

2. 级联 (Uplink) 和堆叠 (Stack)

10Base-T Hub 虽然可以借助层层级联的方式来扩充网络，但其缺点是每级联一层，带宽会相对降低。例如：假设第一层 Hub 的带宽为 10Mbit/s，则第二层 Hub 的带宽降低到 5Mbit/s (使用了 2 个端口)，而第三层 Hub 的带宽又是第二层带宽再除以使用的端口数。由此，我们可以知道，集联的层数越多，其带宽也降低得越快。为了解决这个问题，网络厂商设计了“堆叠式”的 Hub，用 SCSI 电缆将 Hub 背部的堆叠模块连通，这样做使各台 Hub 均处在同一管理层次 (即它们的带宽均一致)。在不减低带宽的前提下，这种 Hub 的设计是提高网络速度的一种方法。堆叠式集线器的好处除了更适合网络的扩充之外，也相对降低了端口成本，另外，它放置的位置集中，非常方便管理。

不仅集线器使用堆叠方式，为了提高性能，降低端口价格，许多交换机也支持堆叠方式。堆叠方式有两种，即菊花链式堆叠和星型堆叠，如图 1-2 所示。

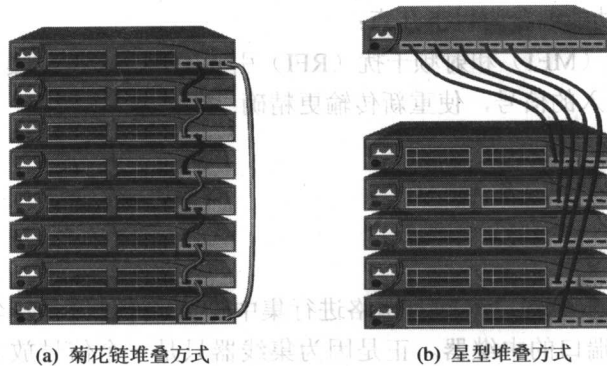


图 1-2 集线器的堆叠方式

1.3.3 网桥

网桥也叫桥接器，是连接两个局域网的存储转发设备，工作在 OSI 的数据链路层。

网桥可以截获所有的网络信息，并读取每个帧的目标地址（MAC 地址），以确定帧是否应该转发到某一个网段。当网桥运行时，网桥将检查流经它的帧的地址，并建立已知目标的地址表。如果网桥得知帧的目标地址和帧的源地址在同一个网段上时，那么由于没有必要转发这个帧，网桥就会删除这个帧。如果网桥得知帧的目标地址在另一个网段上，那么它就只向这个网段传输这个帧。如果网桥不知道目标网段，那么网桥就会把帧传输到所有网段。

网桥最主要的优点是它可以限制传输到某些网段的通信量，这一优点被用在 10Base5 以太网中，用来给工作节点数目较多的网络分段。转换式网桥还能够将以太网的数据帧转换成令牌环网的数据帧，实现以太网和令牌环网的互连。

网桥有本地网桥和远程网桥两种基本类型。

1. 本地网桥

本地网桥直接连接两个距离很近的 LAN，将网络分段，提高网络通信效率。本地网桥又分为内桥和外桥。

内桥：是通过文件服务器中的不同网卡连接起来的局域网。

外桥：外桥不同于内桥，外桥安装在工作站上，它连接两个相似的局域网。

2. 远程网桥

远程网桥用于连接距离较远的网络。远程网桥通常还需要使用调制解调器完成远程连接功能。

上述两种类型的网桥目前都有了更好的替代产品，即用于局域网的交换机和用于广域网的路由器。

1.3.4 交换机

交换机是局域网里面最风靡的设备，它将局域网的性能由最初的 10 兆共享提升了无数个级别，新型的吉比特以太网更是建立在强大的交换技术之上。交换机在转发数据时，根据事先存储的 MAC 地址表选择目标主机转发数据，所以交换机各端口的带宽是独立