

21世纪高等学校计算机规划教材

21st Century University Planned Textbooks of Computer Science

网络工程原理 与实践教程 (第2版)

Theory and Practice of Computer
Network Project (2nd Edition)

胡胜红 毕娅 编著

- 阐述网络工程建设规律
- 介绍网络工程设计方法
- 注重实践、精心选材、重难点突出



精品系列

 人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

TP393/276=2

2008

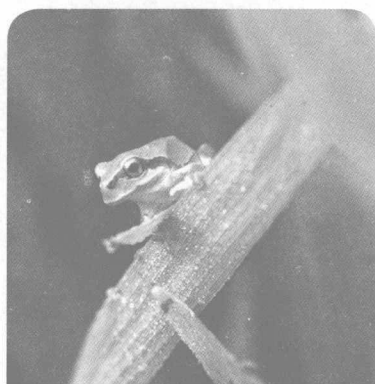
21世纪高等学校计算机规划教材

21st Century University Planned Textbooks of Computer Science

网络工程原理 与实践教程 (第2版)

Theory and Practice of Computer
Network Project (2nd Edition)

胡胜红 毕娅 编著



精品系列

人民邮电出版社

北京

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. —2 版.
北京: 人民邮电出版社, 2008.4
21 世纪高等学校计算机规划教材
ISBN 978-7-115-17426-0

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 (2007) 第 204026 号

内 容 简 介

本书共分 9 章, 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 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 Visio 2002 绘制网络工程图以及 Intranet 组建与服务器配置。

本书可作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。

21 世纪高等学校计算机规划教材

网络工程原理与实践教程 (第 2 版)

-
- ◆ 编 著 胡胜红 毕 娅
责任编辑 滑 玉
 - ◆ 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>
北京艺辉印刷有限公司印刷
新华书店总店北京发行所经销
 - ◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 19.75
字数: 477 千字 2008 年 4 月第 2 版
印数: 11 501 - 14 500 册 2008 年 4 月北京第 1 次印刷

ISBN 978-7-115-17426-0/TP

定价: 32.00 元

读者服务热线: (010)67170985 印装质量热线: (010)67129223
反盗版热线: (010)67171154

出版者的话

计算机应用能力已经成为社会各行业最重要的工作要求之一，而计算机教材质量的好坏会直接影响人才素质的培养。目前，计算机教材出版市场百花争艳，品种急剧增多，要从林林总总的教材中挑选一本适合课程设置要求、满足教学实际需要的教材，难度越来越大。

人民邮电出版社作为一家以计算机、通信、电子信息类图书与教材出版为主的科技教育类出版社，在计算机教材领域已经出版了多套计算机系列教材。在各套系列教材中涌现出了一批被广大一线授课教师选用、深受广大师生好评的优秀教材。老师们希望我社能有更多的优秀教材集中地呈现在老师和读者面前，为此我社组织了这套“21世纪高等学校计算机规划教材-精品系列”。

“21世纪高等学校计算机规划教材-精品系列”具有下列特点。

(1) 前期调研充分，适合实际教学需要。本套教材主要面向普通本科院校的学生编写，在内容深度、系统结构、案例选择、编写方法等方面进行了深入细致的调研，目的是在教材编写之前充分了解实际教学的需要。

(2) 编写目标明确，读者对象针对性强。每一本教材在编写之前都明确了该教材的读者对象和适用范围，即明确面向的读者是计算机专业、非计算机理工类专业还是文科类专业的学生，尽量符合目前普通高等教学计算机课程的教学计划、教学大纲以及发展趋势。

(3) 精选作者，保证质量。本套教材的作者，既有来自院校的一线授课老师，也有来自IT企业、科研机构等单位的资深技术人员。通过他们的合作使老师丰富的实际教学经验与技术人员丰富的实践工程经验相融合，为广大师生编写出适合目前教学实际需求、满足学校新时期人才培养模式的高质量教材。

(4) 一纲多本，适应面宽。在本套教材中，我们根据目前教学的实际情况，做到“一纲多本”，即根据院校已学课程和后续课程的不同开设情况，为同一科目提供不同类型的教材。

(5) 突出能力培养，适应人才市场要求。本套教材贴近市场对于计算机人才的能力要求，注重理论技术与实际应用的结合，注重实际操作和实践动手能力的培养，为学生快速适应企业实际需求做好准备。

(6) 配套服务完善，共促提高。对于每一本教材，我们在教材出版的同时，都将提供完备的PPT课件，并根据需要提供书中的源程序代码、习题答案、教学大纲等内容，部分教材还将在作者的配合下，提供疑难解答、教学交流等服务。

在本套教材的策划组织过程中，我们获得了来自清华大学、北京大学、人民大学、浙江大学、吉林大学、武汉大学、哈尔滨工业大学、东南大学、四川大学、上海交通大学、西安交通大学、电子科技大学、西安电子科技大学、北京邮电大学、中国林业大学等院校老师的大力支持和帮助，同时获得了来自信息产业部电信研究院、联想、华为、中兴、同方、爱立信、摩托罗拉等企业 and 科研单位的领导和技术人员的积极配合。在此，人民邮电出版社向他们表示衷心的感谢。

我们相信，“21世纪高等学校计算机规划教材-精品系列”一定能够为我国高等院校计算机课程教学做出应有的贡献。同时，对于工作欠缺和不妥之处，欢迎老师和读者提出宝贵的意见和建议。

前 言

企业信息化的进程日益加快，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的需求量剧增。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，并给出了制订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，分成三大部分，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做了举例说明，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。在再版过程中，作者得到了许多细心读者的热心帮助，对原书进行了全面校订，并增加了一些易于被读者接受的新兴热门技术，如三层交换、集群服务、NAS等，对案例分析习题进行了重新编排，更利于读者提高。限于作者学识水平，书中仍难免有错漏之处，敬请读者来信批评指正（wuhanhush@sina.com）。

编 者

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	7
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	13
1.4.3 文件服务器模式	14
1.4.4 客户机/服务器模式	15
1.4.5 浏览器/服务器模式	17
1.5 网络工程技术的新发展	18
1.5.1 10G 以太网	19
1.5.2 IPv6	21
1.5.3 无线局域网技术	27
1.5.4 网格计算概述	29
习题	31
第 2 章 网络设计需求分析	35
2.1 需求分析的类型	35
2.1.1 应用背景需求分析	35
2.1.2 业务需求	35
2.1.3 管理需求	36

2.1.4	安全性需求	36
2.1.5	通信量需求	37
2.1.6	网络扩展性需求	37
2.1.7	网络环境需求	38
2.2	如何获得需求	38
2.2.1	获得需求信息的方法	38
2.2.2	归纳整理需求信息	40
2.2.3	撰写需求文档	41
2.3	可行性论证	41
2.4	工程招标与投标	43
2.4.1	工程招标流程简介	43
2.4.2	工程招标	43
2.4.3	工程投标	44
	习题	47
第3章	网络逻辑设计	50
3.1	网络设计的目标	50
3.2	拓扑结构设计	51
3.2.1	常见的网络拓扑结构	51
3.2.2	估算网络中的通信量	52
3.2.3	分层设计方法	53
3.3	网络组件设计	57
3.3.1	园区网	57
3.3.2	广域网	71
3.3.3	远程连接	78
3.4	IP地址分配	81
3.4.1	子网划分	82
3.4.2	VLSM	83
3.4.3	网络地址转换 (NAT)	84
3.4.4	地址分配策略	86
3.4.5	动态主机配置协议 (DHCP)	86
3.5	IP路由设计	87
3.5.1	路由协议类型	87
3.5.2	路由协议的性能参数	88
3.5.3	RIP	90
3.5.4	IGRP	91
3.5.5	OSPF	92
3.5.6	第三层交换	93
	习题	95

第 4 章 备份设计	99
4.1 建立健壮的网络	99
4.1.1 冗余设计	99
4.1.2 分层设计下的冗余技术	101
4.1.3 拨号路由备份	103
4.2 热备份路由协议	104
4.3 数据备份与灾难恢复	105
4.3.1 备份域控制器	105
4.3.2 数据库备份	106
4.3.3 网络日志备份	107
4.4 备份策略	107
4.4.1 备份类型	107
4.4.2 备份设备	108
4.4.3 备份软件	110
4.4.4 备份计划	111
4.5 服务器集群与负载均衡技术	111
4.5.1 集群技术	111
4.5.2 负载均衡	113
4.6 SAN 与 NAS	114
4.6.1 NAS 与 SAN 概述	114
4.6.2 NAS 与 SAN 比较	114
4.6.3 SAN 系统设计	115
4.6.4 IP SAN 技术	116
习题	116
第 5 章 网络安全结构设计	118
5.1 影响网络安全的隐患	118
5.1.1 网络窃听	118
5.1.2 完整性破坏	119
5.1.3 地址欺骗	119
5.1.4 拒绝服务攻击	120
5.1.5 计算机病毒	121
5.1.6 系统漏洞	122
5.2 网络安全技术概述	123
5.3 网络安全结构设计	123
5.3.1 网络结构划分	123
5.3.2 双宿主机结构	124
5.3.3 主机过滤结构	125

5.3.4	子网过滤结构	125
5.3.5	防火墙体系结构	126
5.4	防火墙	126
5.4.1	防火墙概述	126
5.4.2	防火墙技术	127
5.4.3	防火墙产品选购	130
5.4.4	架设防火墙的步骤	133
5.5	网络操作系统安全性概述	135
5.5.1	Windows 2000 的安全性概述	135
5.5.2	Windows 2000 的用户账号	137
5.5.3	Windows 2000 的本地安全策略	140
5.5.4	提高 Windows 2000 安全性的措施	143
	习题	144
第 6 章	网络物理设计	147
6.1	物理设计的原则	147
6.2	传输介质选型	147
6.2.1	同轴电缆	148
6.2.2	双绞线	149
6.2.3	光纤	151
6.2.4	无线介质	153
6.3	设备选型	154
6.3.1	网卡	154
6.3.2	集线器	156
6.3.3	交换机	158
6.3.4	路由器	163
6.3.5	服务器	167
6.3.6	无线局域网设备选型	171
6.4	结构化综合布线设计与施工	174
6.4.1	结构化综合布线概述	174
6.4.2	工作区子系统	177
6.4.3	水平子系统	179
6.4.4	干线子系统	182
6.4.5	设备间子系统设计	183
6.4.6	管理子系统	187
6.4.7	建筑群子系统	191
6.4.8	综合布线测试技术	194
	习题	198

第 7 章 企业 Intranet 应用实例分析	201
7.1 Internet/Intranet 技术概述	201
7.1.1 什么是 Intranet	201
7.1.2 Intranet 的特点	201
7.1.3 Intranet 的应用范围	203
7.1.4 Intranet 技术综述	203
7.2 企业 Intranet 的建设	204
7.2.1 某企业网络业务简介	204
7.2.2 需求分析设计书	205
7.2.3 逻辑结构设计 with 地址分配	206
7.2.4 网络安全设计	210
7.2.5 物理设计与设备选型	211
7.2.6 综合布线及设备清单	213
7.2.7 系统管理与维护	215
习题	216
第 8 章 网络系统管理与维护	217
8.1 网络管理的主要功能	217
8.1.1 配置管理	217
8.1.2 性能管理	218
8.1.3 计费管理	219
8.1.4 故障管理	219
8.1.5 安全管理	220
8.2 简单网络管理协议 (SNMP)	220
8.2.1 SNMP 的发展	220
8.2.2 SNMP 原理	221
8.2.3 SNMP 报文	223
8.2.4 SNMP 操作	223
8.3 网络管理新技术	224
8.3.1 远程监控技术	224
8.3.2 基于 Web 的网络管理技术	225
8.4 网络维护与故障排除	225
8.4.1 网络维护的流程	225
8.4.2 故障排除的两个常用方法	226
8.4.3 常见的网络故障及排除方法	226
8.5 典型的网络管理软件	229
习题	232

第9章 实验	235
实验1 水晶头的制作	235
实验2 Cisco 路由器配置	237
实验3 用 Visio 2002 绘制网络结构图	246
实验4 Intranet 组建与服务器配置	253
附录A 习题参考答案	289
附录B 某网络工程建设项目投标书模板	300
参考文献	305

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，系统阐述网络工程的要素、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，对此本章给出一定篇幅进行较为细致的分析，对许多实际问题进行深入介绍。

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、新课题，目前万兆以太网、IPv6 技术、WLAN 和网格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多的 uncertainty，但掌握新技术，并应用到实际工作中去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

本节首先介绍网络工程的定义，使读者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，制订网络建设的方案，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，为实施制订计划。

3. 实施阶段

制订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

硬件集成是指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 Internet 的方式,制订网络安全策略,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以下两种。

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，制订方案，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3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（总承包组）：制订系统需求分析、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：根据系统总体组制订的软件建设任务，开发软件系统，在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

好的系统集成商应具备以下条件：

- 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。

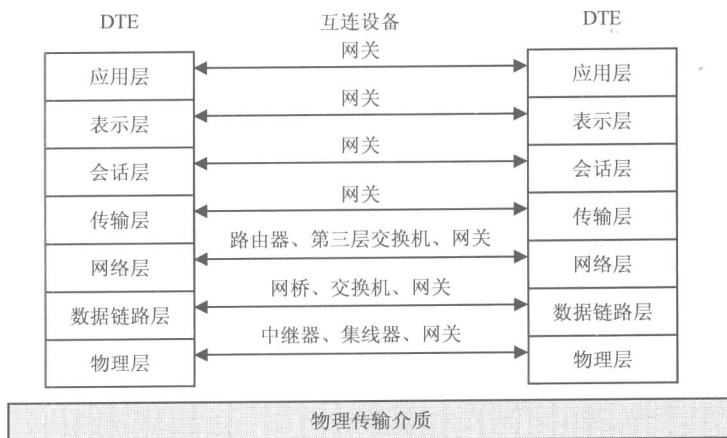


图 1-1 网络互连设备协议层示意图

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