

高职高专计算机系列规划教材

网络工程设计与安装 (第3版)

Network Engineering Design and Installation

杨 威 王杏元 主编



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

<http://www.phei.com.cn>

高职高专计算机系列规划教材

网络工程设计与安装

(第3版)

杨 威 王杏元 主编

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京 • BEIJING

内 容 简 介

本书简要介绍了网络工程设计的基本理论、方法和技术。重点介绍了网络布线设计与安装、机房设计与安装、高速局域网设计与安装、宽带接入设计与安装、服务器安装与配置、网络存储备份及数据恢复、服务器集群容错与负载均衡、网络安全设置与管理,以及网络项目管理与运行维护等内容。编者结合多年从事网络工程设计与安装的实践经验,为读者提供了大中型企业网、宽带接入、数据备份与恢复、服务器集群容错与负载均衡、网络安全接入及内网安全设置,以及网络运行维护等技术方案。

本书具有教材和技术资料双重特征,适合高等院校、高职院校计算机网络技术、网络系统管理、计算机信息管理、计算机系统维护、应用电子技术、嵌入式系统工程等专业的学生使用,也适合作为系统集成培训自学教材,是网络工程技术人员和管理人员的技术参考资料和必备的工具书。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

网络工程设计与安装/杨威,王杏元主编. —3版. —北京:电子工业出版社,2012.5

高职高专计算机系列规划教材

ISBN 978-7-121-16891-8

I. ①网… II. ①杨… ②王… III. ①计算机网络—高等职业教育—教材 IV. ①TP393

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 081265 号

策划编辑:吕 迈

责任编辑:周宏敏 文字编辑:韩 蕾

印 刷:北京市李史山胶印厂

装 订:

出版发行:电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本:787×1 092 1/16 印张:16.75 字数:428.8 千字

印 次:2012 年 5 月第 1 次印刷

印 数:4 000 册 定价:28.50 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系,联系及邮购电话:(010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 zltz@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线:(010) 88258888。

前 言

本书第2版自2006年出版以来,深受广大读者的喜爱,曾多次印刷。为适应网络技术的发展及网络系统集成的实际需要,保持教材内容的先进性和可操作性,我们从网络工程设计理论和方法、网络设备安装与配置,以及网络管理与运行维护等方面,对本书内容进行了再次修订。本次修订是在第2版的基础上,进行了全新的内容组织和充实,尽可能地反映当今计算机网络工程的发展状况,涵盖网络系统集成的新技术、新方法,以适应读者的需求。

教材修订,充分考虑高职学生的认知特征和课程学习目标。依据系统观点,从网络工程设计、设备安装与系统集成、网络管理与维护的视角组织相关内容。全书内容连贯、层次结构分明,方法与技术融合,具有良好的逻辑性。通过“案例学习”和“上机实验”等环节,体现教材内容的实践性与可操作性。将网络工程设计与安装、网络管理与维护中较难理解的技术和方法,分散在不同的章节介绍,实现了难度分散的编写目的,便于学生理解与掌握。

教材修订,紧扣网络工程设计与安装的主题。围绕主题,突出内容的实用性和系统性。这些内容包括:网络需求分析与设计方法,网络布线设计与实施,机房节能与安全设计,高速局域网技术与系统集成,宽带接入技术与系统集成,动态路由协议 OSPF 的应用, Windows Server 2008 安装与基本服务配置,网络存储方案设计,数据备份与恢复、Windows Server 2008 集群设置,双机负载平衡设计,网络准入、准出控制技术及应用, Web 网站安全配置与管理,基于 ACL 的边界网络安全设置,网络项目质量管理,网络性能测试与改善,以及网络运维管理等。这些实用网络技术和相关案例均来自工程实践。读者可以直接应用在网络设计与系统集成项目之中,或稍加修改即可作为实际的网络工程使用。

教材修订,阐明章节知识、情感和技能目标,关注学生的全面发展。对于课程重点、难点问题,采用“实例、图表”进行类比与形象说明。各章的习题及实训题编写,以“学中做,做中学”为原则,突出知识与技能、过程与方法等方面的测评,关注学生能力的提高。

总之,教材修订仍坚持“以系统观点为纲、实用技术为主、工程实践为线、侧重主流产品”的原则;立足于“看得懂、学得会、用得上”的策略;由浅入深、循序渐进地介绍了网络工程设计,设备安装与配置,网络管理与维护的理论、方法和技术。教材仍保持了选题适当、结构完整、层次清晰、实用性强等特点。

本书共8章,由山西师范大学杨威教授和山西信息职业技术学院王杏元院长担任主编;第1章、第3~4章由杨威编写,第2章由杨陟卓(北京理工大学09级计算机博士生)编写,第5~6章由王杏元编写,第7~8章由杨浩硕士(榆林职业技术学院)编写;全书由杨威和王杏元统稿、定稿。

本书的出版得益于电子工业出版社的关怀和支持,尤其是吕迈编辑的支持和帮助。本书在编写过程中,吸取了许多网络工程设计与安装专著、论文的优点,得到了许多老师的帮助。在本书出版之际,对给予我们帮助、鼓励和支持的老师,在此一并表示感谢。

限于作者水平,加之时间紧迫,书中错误、疏漏之处难免,敬请广大读者批评和指正。

编 者

2012年1月

目 录

第1章 网络工程设计基础	1
1.1 网络工程设计概述	1
1.1.1 网络工程设计概念	1
1.1.2 网络工程设计层面	1
1.1.3 网络工程概念框架	2
1.2 网络结构与协议	3
1.2.1 基本知识	3
1.2.2 OSI 参考模型	4
1.2.3 TCP/IP 体系结构	5
1.2.4 网络拓扑结构	8
1.2.5 IPv4 协议	10
1.2.6 IPv6 协议	12
1.3 网络工程需求分析	15
1.3.1 需求分析思想	15
1.3.2 项目经理职责	15
1.3.3 需求调查文档记录	16
1.3.4 用户调查	16
1.3.5 市场调研	17
1.3.6 网络工程设计描述书	18
1.4 网络工程设计方法	19
1.4.1 网络物理拓扑结构	19
1.4.2 网络层次结构	20
1.4.3 有线网与无线网的融合	21
1.4.4 服务器布置策略	21
1.4.5 网络安全措施	22
1.4.6 设计与实施流程	23
习题与思考一	24
实训一	25
第2章 综合布线与机房工程	26
2.1 综合布线系统标准	26
2.1.1 EIA/TIA-568A 标准	26
2.1.2 ISO/IEC 11801 标准	30
2.1.3 综合布线工程设计规范	32
2.2 综合布线设计与安装	33
2.2.1 设计思想与原则	33

2.2.2	设计范围与步骤	33
2.2.3	工作区子系统	34
2.2.4	水平子系统	35
2.2.5	垂直子系统	36
2.2.6	设备间子系统	36
2.2.7	管理子系统	36
2.2.8	建筑群子系统	37
2.2.9	综合布线的安装与施工	37
2.2.10	6类线缆的布线施工	38
2.3	综合布线系统的保护	38
2.3.1	过压与过流的保护	38
2.3.2	干扰和辐射的屏蔽	39
2.4	综合布线系统的测试	40
2.4.1	双绞线的测试与标准	40
2.4.2	光缆安装与测试方法	43
2.4.3	电缆布线故障诊断	44
2.4.4	工程文档报告	44
2.5	机房工程设计	45
2.5.1	机房布线设计	45
2.5.2	机房供电设计	46
2.5.3	机房制冷设计	49
2.5.4	绿色节能机房	50
2.5.5	机房接地保护	51
	习题与思考二	52
	实训二	52

第3章 高速局域网设计与安装

3.1	高速局域网技术概述	54
3.1.1	以太网技术概述	54
3.1.2	以太网通信原理	55
3.1.3	100 Mbps 快速以太网技术	56
3.1.4	1 Gbps 以太网技术	58
3.1.5	10 Gbps 以太网技术	61
3.2	物理层设备及网卡使用	64
3.2.1	集线器的性能与使用	64
3.2.2	收发器的性能与使用	64
3.2.3	网卡的功能与安装	64
3.3	交换机基本技术与配置	66
3.3.1	交换机组成技术	66
3.3.2	交换机基本配置与级联	67
3.3.3	交换技术的基本原理	68
3.3.4	交换机的三种交换技术	70

3.4	虚拟局域网与路由技术	70
3.4.1	虚拟局域网技术与应用	71
3.4.2	虚拟局域网的多层交换	72
3.4.3	虚拟局域网的路由配置	74
3.4.4	交换机的性能与连接技术	76
3.5	无线局域网设计	77
3.5.1	无线局域网技术标准	78
3.5.2	无线局域网的组建	79
3.6	企业网设计与安装案例	81
3.6.1	企业网需求分析	81
3.6.2	企业网整体设计	81
3.6.3	网络设备安装与调试	84
	习题与思考三	86
	实训三	87

第4章 宽带接入设计与安装 88

4.1	宽带接入概述	88
4.1.1	宽带网的定义	88
4.1.2	宽带接入网与技术	89
4.1.3	宽带网交换与传输技术	90
4.2	宽带接入技术与设备	92
4.2.1	本地宽带网接口	92
4.2.2	PPPoE 协议	93
4.2.3	FTTX+LAN 接入	94
4.2.4	ADSL 接入	94
4.2.5	E1 接入	95
4.2.6	宽带网接入设备	96
4.3	路由器技术与安装	97
4.3.1	路由器的组成	97
4.3.2	路由器的协议	98
4.3.3	路由器的选型	100
4.3.4	路由器的安装与配置	101
4.4	静态路由协议的应用	105
4.4.1	教育信息网的设计	105
4.4.2	网络互连配置	106
4.5	动态路由协议 OSPF 的应用	107
4.5.1	OSPF 协议相关知识	107
4.5.2	OSPF 网络的配置	108
4.5.3	OSPF 网络的默认路由	110
4.6	地址转换协议的应用	111
4.6.1	NAT 应用方式	111
4.6.2	NAT 应用配置	111

习题与思考四	113
实训四	113
第 5 章 服务器基本安装与配置	115
5.1 服务器技术概述	115
5.1.1 服务器的功能与分类	115
5.1.2 服务器 CPU 的结构	116
5.1.3 对称多路处理技术	117
5.1.4 内存技术	118
5.1.5 高性能存储技术	119
5.2 Web 服务器组成与原理	121
5.2.1 Web 服务器的组成	121
5.2.2 基于 B/S 的计算模式	121
5.2.3 Web 系统工作原理	122
5.3 服务器选型与配置	123
5.3.1 服务器的性能与配置	123
5.3.2 服务器选型	127
5.3.3 操作系统与数据库选型	129
5.4 操作系统的安装与配置	130
5.4.1 Windows Server 2008 的功能概述	130
5.4.2 安装 Windows Server 2008 中文版	131
5.4.3 配置 Windows Server 2008 服务器	132
5.5 安装与配置 DNS 服务器	133
5.5.1 DNS 服务器安装与配置	133
5.5.2 客户机 DNS 设置与测试	136
5.6 安装与配置 Web 和 FTP 服务器	137
5.6.1 安装 IIS7.0	137
5.6.2 Web 服务器的设置	139
5.6.3 FTP 服务器的设置	140
5.6.4 多域名与 IP 地址指派	143
习题与思考五	143
实训五	144
第 6 章 服务器高级安装与配置	146
6.1 网络存储技术	146
6.1.1 服务器的传统存储技术	146
6.1.2 网络附加存储技术	147
6.1.3 存储区域网络技术	149
6.1.4 IP SAN 存储技术	152
6.2 数据备份与恢复技术	153
6.2.1 备份与恢复基本知识	153
6.2.2 数据备份类型与方法	155

6.2.3	网络存储备份技术	157
6.2.4	数据备份方案	158
6.3	服务器备份与恢复管理	160
6.3.1	安装 Windows Server Backup	160
6.3.2	使用 Windows Server Backup 备份数据	161
6.3.3	使用 Windows Server Backup 恢复数据	165
6.4	服务器集群与负载均衡	167
6.4.1	服务器集群与容错技术	168
6.4.2	双机集群工作模式与原理	169
6.4.3	Web 网站双机负载均衡设计	170
6.4.4	Web 网站负载均衡配置	173
6.5	服务器集群与虚拟化应用	177
6.5.1	服务器虚拟化节能	178
6.5.2	服务器选型与配置	178
6.5.3	多服务器整体架构	179
6.6	多服务器集中存储的应用	179
6.6.1	集中存储需求分析	179
6.6.2	IP SAN 产品选型	180
6.6.3	多服务器集中存储	180
	习题与思考六	181
	实训六	181

第 7 章 网络安全技术与应用 183

7.1	网络安全概述	183
7.1.1	网络安全威胁	183
7.1.2	网络安全技术措施	184
7.1.3	建立安全事件响应小组	185
7.2	网络准入与准出控制	186
7.2.1	基于 802.1x 的准入与认证	186
7.2.2	RADIUS 认证组成与机制	188
7.2.3	网络准入与准出认证比较	189
7.2.4	防止 IP 地址盗用	189
7.2.5	802.1x+RADIUS 的应用	190
7.3	加固操作系统的安全	191
7.3.1	系统服务包和安全补丁	191
7.3.2	系统账户安全配置	192
7.3.3	文件系统安全设置	194
7.3.4	安全模板创建与使用	196
7.3.5	使用安全配置和分析	197
7.3.6	使用安全配置向导	198
7.4	设置 Web 服务器的安全	204
7.4.1	IIS 的安全机制	204

7.4.2	设置 IP 地址限制	205
7.4.3	设置用户身份验证	206
7.4.4	设置授权规则	207
7.4.5	设置 SSL 证书验证	208
7.4.6	设置文件的 NTFS 权限	208
7.4.7	审核 IIS 日志记录	209
7.5	保护网络边界	211
7.5.1	防火墙和路由器	211
7.5.2	使用网络 DMZ	212
7.5.3	ACL 的作用与分类	212
7.5.4	ACL 的配置	213
7.5.5	ACL 的操作	214
7.5.6	扩展 ACL 的应用	215
	习题与思考七	217
	实训七	217
第 8 章	网络项目管理与运行维护	219
8.1	网络项目质量管理	219
8.1.1	网络项目相关概念	219
8.1.2	网络项目质量控制环节	219
8.1.3	网络项目质量指标体系	220
8.1.4	网络项目质量控制方法	221
8.2	网络项目成本及效益分析	222
8.2.1	网络项目成本测算	222
8.2.2	网络项目效益与风险	224
8.2.3	网络项目时间估算	225
8.3	网络性能测试	228
8.3.1	网络性能及指标	228
8.3.2	性能测试类型与方法	229
8.3.3	网络可靠性测试	231
8.3.4	网络吞吐率测试	232
8.4	网络性能改善	233
8.4.1	网络性能改善技术措施	233
8.4.2	调整和优化服务器内存	235
8.4.3	服务器资源优化	236
8.4.4	建立与完善网络配置文档	237
8.5	Windows 可靠性与性能监视器	238
8.5.1	Windows 可靠性与性能监视器概述	238
8.5.2	使用资源视图监视系统活动	239
8.5.3	使用性能监视器	239
8.5.4	使用可靠性监视器	240

8.6	常见网络故障诊断与排除	241
8.6.1	网络故障管理方法	241
8.6.2	网络通信故障诊断	242
8.6.3	网络接口故障诊断	243
8.6.4	网络整体状态统计	244
8.6.5	本机路由表的检查及更改	244
8.7	网络嗅探技术与运行监测	245
8.7.1	网络嗅探技术	245
8.7.2	Sniffer Pro 软件	246
8.7.3	使用 Sniffer 监测网络	246
8.8	使用日志维护网络系统	249
8.8.1	建立网络运维支持系统	250
8.8.2	利用日志排除故障	250
8.8.3	利用日志分析网络性能	251
8.9	网络工程项目评估	251
8.9.1	评估基本知识	251
8.9.2	网络健壮性评估	253
8.9.3	网络安全性评估	253
	习题与思考八	254
	实训八	255
	参考文献	256

第1章 网络工程设计基础

本章简要介绍了网络工程设计的基本知识,叙述了 OSI 模型、TCP/IP 协议栈,网络拓扑结构,IP 协议相关知识。从 IT 工程视角,重点介绍了网络工程需求分析,以及网络工程设计方法。通过本章学习,从知识、情感及技能方面,达到以下目标。

(1) 描述网络工程设计的概念,了解网络技术集成、产品集成和应用集成的内涵,理解网络工程概念框架。理解网络系统结构与协议内涵(知识重点),对比 OSI 模型与 TCP/IP 模型(知识重点),会分析实际网络体系结构(知识难点)。

(2) 识别 IPv4 与 IPv6 地址结构(知识重点与难点),针对 IPv4 地址配置实例,会进行子网地址划分与地址分配(知识与技能重点)。上网体验域名解析系统的工作过程(技能),走访校园网管理部门,调查与研究校园网拓扑结构与组网的关键技术(情感与技能重点)。

(3) 理解用户组网需求调研的方法和步骤,以及网络工程设计方法(知识重点)。亲历网络需求分析的过程,获得网络工程设计的感性认识(情感与技能)。尝试、模仿网络专家分析问题、解决问题的行为(情感难点),能按照用户网络需求和网络设计方法,撰写简单的网络工程需求任务书(技能难点)。

1.1 网络工程设计概述

1.1.1 网络工程设计概念

工程是将自然科学原理应用到工农业生产中,形成各学科的总称。网络工程是在计算机及相关科学指导下的现代网络技术应用。通过这一应用,使网络设备和资源的特性能够通过网络结构、设备、系统和过程,以最短的时间和精而少的人力做出高效、可靠且对人类有用的东西。

设计是把一种计划、规划、设想通过视觉的形式表达出来的活动。人类最基础、最主要的创造活动是造物。设计便是造物活动进行预先的计划,可以把任何造物活动的计划技术和计划过程理解为设计。

有了以上的理解,可以认为网络工程设计是依据用户组网需求和资金及时间约束,采用主流网络技术和性价比高的网络产品,整合用户原有网络基础,提出科学、合理、实用、好用且够用的网络工程解决方案。该方案能够将各种网络设备、操作系统与应用系统进行集合、组合,形成一体化系统。也就是将路由器、交换机、集线器、服务器、客户机、传输介质、系统软件与应用软件等,以有机组合、协同工作、高效运行、安全可靠为目的,整合成为满足用户需求、统一联动的有机整体。

1.1.2 网络工程设计层面

网络工程设计从技术层面有三个问题。第一,可选用的网络技术、网络产品和网络应用

系统有哪些；第二，要解决哪些网络应用问题；第三，网络应用的效果如何。因此，在进行网络工程设计时，网络工程技术人员首先要搞清楚网络技术集成、网络产品集成和网络应用集成等三个层面的要求；其次是将用户方的需求用网络工程的语言表述出来，使用户理解设计者所做的工作。

1. 网络技术集成

从 20 世纪 80 年代起源于美国的 Internet，到今日各级企事业单位、各类部门的 Intranet，以及千千万万的家庭或个人接入网的发展，使得计算机网络技术产生了许多分支，各种网络技术层出不穷。例如，高速局域网技术有：十/百兆位全双工式交换以太网、千兆位以太网、万兆位以太网等；广域网接入技术有：非对称数字用户环路（ADSL）、数字数据网（DDN）、帧中继（Frame Relay）、无源以太光网络（EPON）等；网络安全技术有：防火墙、虚拟专用网络（VPN）、病毒防杀、准入/准出控制、身份认证、云安全等；信息资源构建技术有：服务器、网络存储、操作系统、数据库等。由于网络技术体系纷繁复杂，使得组网用户和一般技术人员难以选择和使用。这就要求有一种熟悉各种网络技术的角色，完全从用户的网络应用和业务需求入手，充分考虑技术发展的变化，帮助用户分析网络需求；根据用户需求的特点，选择局域网技术、广域网接入技术、安全技术，以及信息资源构建技术，为用户提供网络工程整体解决方案。这个角色就是网络工程技术人员，也就是常说的“网络系统集成”人员。

2. 网络产品集成

每一项技术标准的诞生都会带来一大批丰富多样的产品，每个公司的产品都自成系列，在功能和性能上会存在一些差异。例如，交换机的品牌有 Cisco、3COM、ACCTON、D-Link、华为、锐捷、比威等；服务器品牌有 SUN、HP、DELL、富士通、联想、曙光、浪潮等；操作系统有 Windows Server、Linux、UNIX 等。事实上，经过多年的发展，对大、中、小型园区网建设，上述品牌的设备均能满足用户组网的需求，这就要求网络工程技术人员至少要了解与掌握一两种品牌产品的功能和性能特点，能根据用户组网的实际需要和费用，为用户选择适当的网络软、硬件设备，按照网络组建技术路线安装、配置、管理与维护网络产品的集成。

3. 网络应用集成

用户需求互不相同，决定了面向不同行业、不同规模、不同层次的多种网络应用，比如 Intranet/Extranet/Internet 应用、数据/语音/视频一体化、ERP/CIMS 应用、工控自动化网、区域教育信息网、大学校园网、中小学校园网等。这些不同的应用系统需要不同的网络平台，这就要求网络工程技术人员用大量的时间进行用户调研、分析应用模型、反复论证方案，给用户实用、好用、够用的一体化解决方案，并付诸实施。

1.1.3 网络工程概念框架

网络工程是一门综合学科，涉及系统论、控制论、管理学、计算机技术、网络技术、数据库技术和软件工程等领域。从系统工程的视角，一个完整的园区网络工程（企业网、校园网、政务网等）包括：网络综合布线、网络通信、资源服务器、网络协议、网络安全、网络管理和网络应用等层面。按照它们之间的逻辑关系，网络工程概念框架如图 1.1 所示。

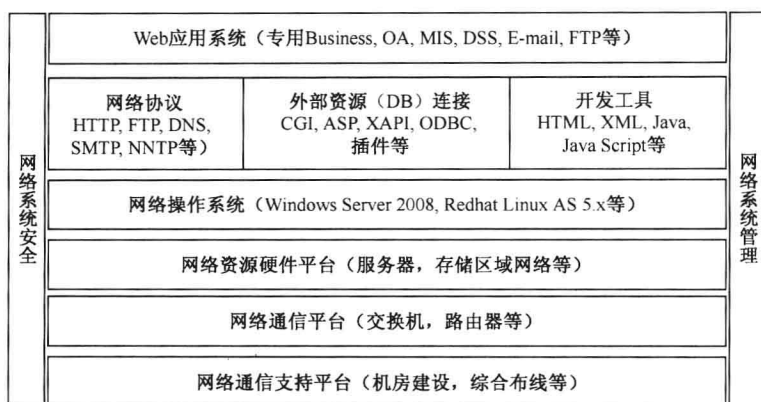


图 1.1 网络工程概念框架

（1）网络通信支持平台。该平台是为了保障网络安全、可靠、正常运行所必须建构的环境保障设施，主要包括网络机房建设和综合布线系统。

机房建设涉及机房装修，机房供电与接地，机房防尘、防静电，机房温度、湿度控制等。综合布线系统包括工作区子系统、水平区子系统、管理子系统、干线子系统、建筑子系统、设备间子系统等。

（2）网络通信平台。该平台主要包括网络接口卡（NIC）、集线器、交换机、三层交换机、路由器、远程访问服务器、MODEM、收发器、无线网桥和网卡等通信设备。

（3）网络资源硬件平台。该平台主要包括服务器和网络存储系统。服务器是网络信息资源的宿主设备，网络存储系统是信息资源备份和集中管理的设施，两者相辅相成，共同构成网络资源硬件平台。

（4）网络操作系统。网络操作系统是实施网络资源架构与管理的操作平台，它分为两大类：一类是采用 Intel 处理器的 PC 服务器操作系统，另一类是采用标准 64 位处理器的 UNIX 操作系统。PC 服务器通常采用 Windows Server 2008 和 Redhat Linux AS5.x 及以上版本的操作系统，一般在大中型、中小型网络中普遍采用。

（5）网络应用系统。网络应用系统采用 ASP、XAPI 和 ODBC 等技术与数据库连接，采用 HTML、XML、Flash、Java 和 Java Script 等开发工具制作 Web 信息系统，为用户提供各种形式的信息。用户采用 Web 浏览器通过 HTTP、FTP 和 DNS 等协议使用这些服务。

（6）网络系统安全。网络系统安全的主要设施有防火墙、入侵检测、防病毒、身份验证、防窃听和防辐射等系统，其功能涵盖了整个系统。加密、授权访问、数字签名与验证、站点属性设置和访问控制列表等保障了网络数据传输和访问的安全性。

（7）网络系统管理。网络系统管理是对网络通信、网络服务和应用系统的管理，可分为静态和动态运行管理，系统配置管理，性能调整管理，信息资源管理，系统人员管理等，保障了网络整体系统的高效、可靠、稳定，让系统使用起来方便、快捷。

1.2 网络结构与协议

1.2.1 基本知识

自 20 世纪 80 年代以来，计算机网络已飞速发展成为一种复杂、多样的大系统。网络系统集成要解决许多复杂的技术问题。例如，支持铜线、光缆、无线等通信介质；支持多品牌、

异构系统互连（包括软件通信协议与硬件接口规范）；支持多种业务，如共享文件与打印、办公自动化、网上学习、Internet 服务、管理信息系统，以及企业资源计划（ERP）等；支持可视化的人机接口，满足人们对多媒体应用日益增长的需求。

1. 网络协议

计算机网络由多个互连的网络单元（节点）组成，网络单元之间要不断地交换数据和控制信息。要做到有条不紊地交换数据，每个网络单元必须遵守一些事先约定好的共同规则。为网络数据交换而制定的规则、约定和标准统称为网络协议（Network Protocol）。

一般地说，一个网络协议由三个要素构成：语法、语义和时序。语法确定通信双方之间“如何讲”，由逻辑说明构成；确定通信时采用的数据格式、编码、信号电平及应答结构等。语义确定通信双方之间“讲什么”，由通信过程的说明构成；要对发布请求、执行动作及返回应答予以解释，并确定用于协调和处理差错的控制信息。时序则确定事件的顺序以及速度匹配和排序等。

2. 体系结构

为了完成计算机间的协同工作，把计算机间互连的功能划分成具有明确定义的层次，规定了同层次进程通信的协议及相邻层之间的接口服务。将这些同层次进程通信的协议及相邻层接口统称为网络体系结构。

网络协议对计算机网络是不可缺少的，一个完善的计算机网络需要一系列网络协议构成一套完备的网络协议集。大多数计算机网络在设计时，将网络划分为若干个相互联系而又各自独立的层次；然后针对每个层次及层次间的关系制定相应的协议，这样可以减少协议设计的复杂性。像这样的计算机网络层次结构模型及各层协议的集合，也称为计算机网络体系结构（NA，Network Architecture）。

世界上第一个计算机网络体系结构是 IBM 公司于 1974 年提出的，被命名为系统网络体系结构（SNA，System Network Architecture）。在此之后，许多公司纷纷提出了各自的网络体系结构。这些网络体系结构的共同之处是它们都采用了分层技术，但层次的划分、功能的分配及所采用的技术术语均不相同。随着信息技术与信息社会的发展，各种计算机系统连网和各种计算机网络的互连成为人们迫切需要解决的问题。开放系统互连参考模型（OSI）就是在这样一个背景下提出和研究的。

1.2.2 OSI 参考模型

IEEE 802 委员会于 1981 年提出了开放系统互连参考模型（OSI）。OSI 参考模型定义了异构计算机（硬件结构、软件指令均不同）组网标准的框架结构，受到计算机和通信行业的极大关注。OSI 参考模型不断发展，得到了国际上的认可，成为其他计算机网络体系结构靠拢的标准，大大推动了计算机网络与通信的发展。

OSI 参考模型采用三级抽象，即体系结构、服务定义和协议规格说明。体系结构部分定义 OSI 参考模型的层次结构、各层间关系及各层可能提供的服务；服务定义部分详细说明了各层所具备的功能；协议规格部分的各种协议精确定义了每一层在通信中发送控制信息及解释信息的过程。提供各种网络服务功能的计算机网络系统是非常复杂的。根据分而治之的原则，OSI 参考模型将整个通信功能划分为 7 个层次，如图 1.2 所示。

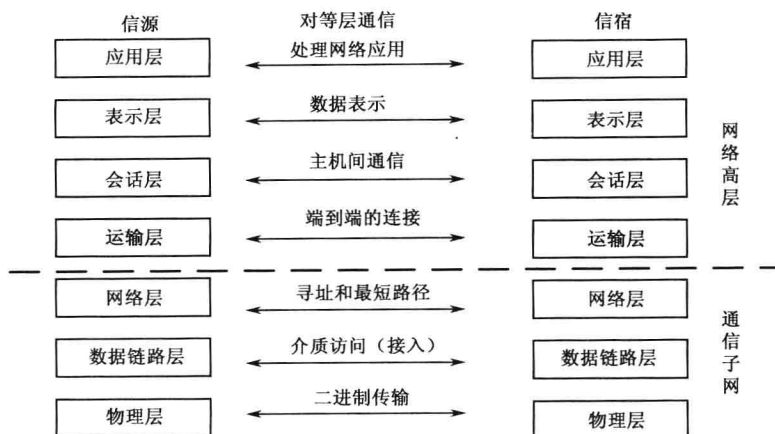


图 1.2 IEEE 802 参考模型 OSI

从总体上看，计算机网络分为“通信子网”和“网络高层”两大层次。通信子网（1~3 层）支持通信接口，提供网络访问；网络高层（4~7 层）支持端到端通信，提供网络服务。无论怎样分层，较低的层次总是为与它紧邻的上层提供服务。

OSI 参考模型是理论模型。该模型的建立有利于将网络通信作业拆解成较小的、较简单的部分，方便设计制造。将网络元件标准化，使更多的厂商加入开发及技术支持，让各种不同类型的网络硬件与软件彼此互通信息。防止一层中的改变影响到其他各层，便于更加迅速地发展。

1.2.3 TCP/IP 体系结构

1. TCP/IP 协议

由于种种原因，OSI 参考模型并没有真正成为应用在工业技术中的网络体系结构。Internet 在全世界的飞速发展，使 Internet 所遵循的 TCP/IP 参考模型得到了广泛的应用。TCP/IP 协议是一个协议集，如图 1.3 所示。

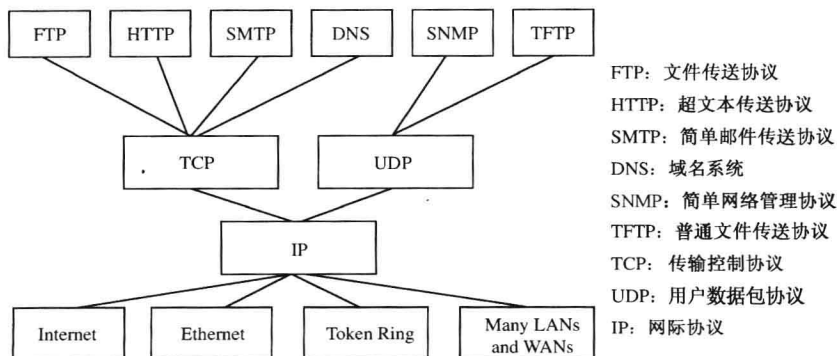


图 1.3 TCP/IP 协议集

TCP/IP 协议集中最重要的是传输控制协议（TCP，Transmission Control Protocol）和网际协议（IP，Internet Protocol），通称 TCP/IP 协议。TCP/IP 协议具有如下 4 个特点。

（1）开放的协议标准，可以免费使用，并且独立于特定的计算机硬件与操作系统。

- (2) 独立于特定的网络硬件，可以运行在局域网、广域网中，更适用于网络互连。
- (3) 统一的网络地址分配方案，使得网络中的每台主机在网中都具有唯一的地址。
- (4) 标准化的高层协议（FTP，HTTP，SMTP 等），可以提供多种可靠的网络服务。

在 TCP/IP 协议中，TCP 协议和 IP 协议各有分工。TCP 协议是 IP 协议的高层协议，TCP 在 IP 之上提供了一个可靠的面向连接的协议。TCP 协议能保证数据包的传输及正确的传输顺序，并且它可以确认数据包头和包内数据的准确性。如果在传输期间出现丢包或错包的情况，TCP 负责重新传输出错的包。这样的可靠性使得 TCP/IP 协议在会话式传输中得到充分应用。IP 协议为 TCP/IP 协议集中的其他所有协议提供“包传输”功能，IP 协议为计算机网络上的数据提供了一个有效的无连接传输系统。也就是说 IP 包不能保证到达目的地，接收方也不能保证按顺序收到 IP 包，它仅能确认 IP 包头的完整性。最终确认数据包是否到达目的地，还要依靠 TCP 协议，其原因是 TCP 协议是面向连接的服务。

2. TCP/IP 体系结构及功能

TCP/IP 体系结构分为 4 个层次：网络接口层、网络互连层（IP 层）、运输层和应用层。TCP/IP 体系结构与 OSI 参考模型的对应关系，如图 1.4 所示。

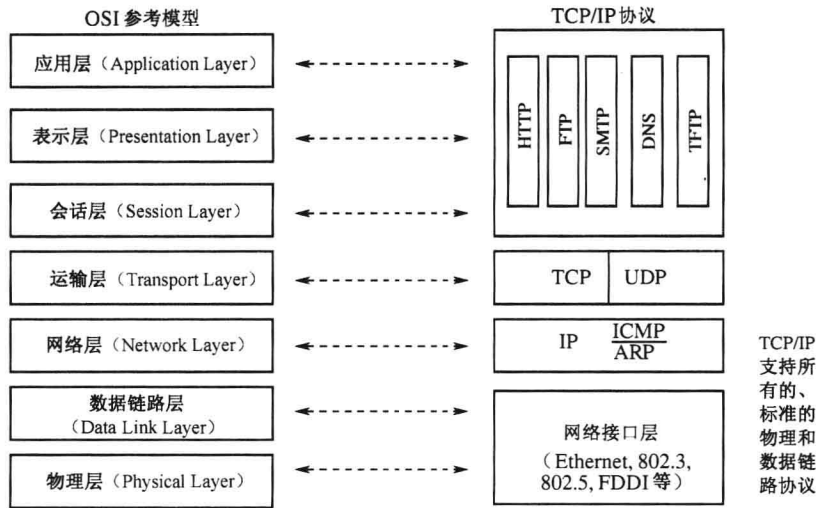


图 1.4 OSI 与 TCP/IP 对比

TCP/IP 的网络接口层（Network Interface）对应 OSI 的物理层和数据链路层，TCP/IP 的 IP 层（包括 ICMP、ARP、RARP 等协议）对应 OSI 的网络层，TCP/IP 的运输层（TCP、UDP）对应 OSI 的运输层，TCP/IP 的应用层（高层协议）对应 OSI 的会话层、表示层及应用层。

TCP/IP 各层及协议的功能如下：

(1) 网络接口层。该层是整个体系结构的基础部分，负责接收 IP 层的 IP 数据包，通过网络向外发送；或接收、处理网络上的物理帧，抽出 IP 数据包，向 IP 层发送。该层是主机与网络的实际连接层，网络接口层中的比特流传输相当于邮政系统中信件的运送。

(2) 网络互连层（IP 层）。该层是整个体系结构的核心部分，负责处理 Internet 中计算机之间的通信，向运输层提供统一的数据包。它的主要功能是处理来自运输层的分组发送请求，处理接收的数据包和互连的路径。

网络互连层 IP 协议提供了无连接（不可靠）的数据包传输服务，数据包从一个主机经过