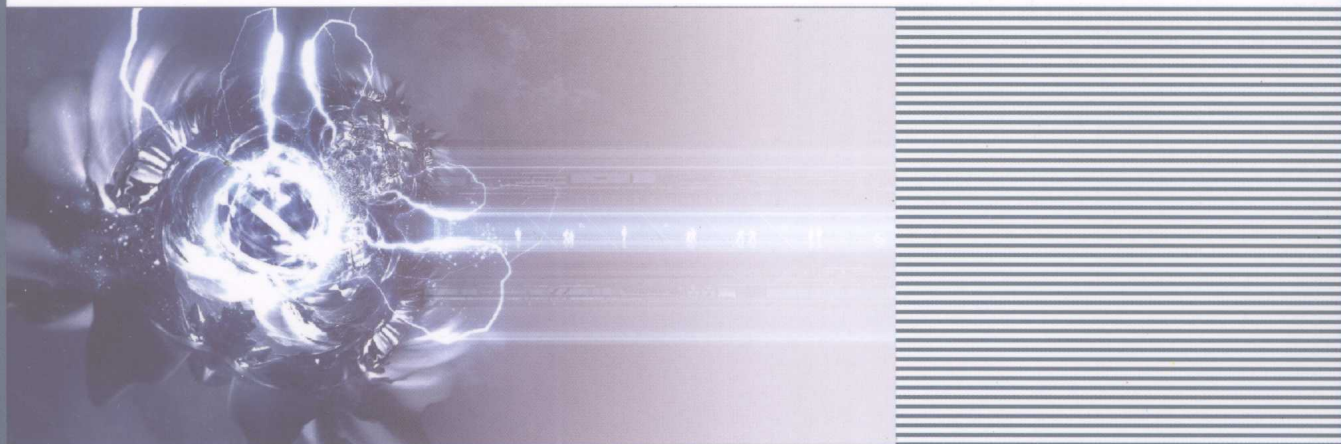


21世纪高等院校网络工程规划教材

21st Century University Planned Textbooks of Network Engineering



局域网 组建、管理与维护

Construction, Administration
and Maintenance of Local Area Network

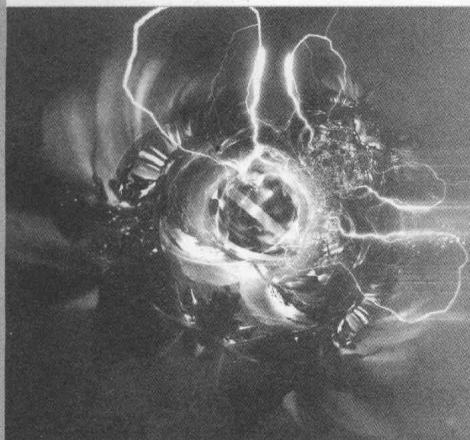
杨威 贾祥福 杨陟卓 编著

- 强调网络构建理论基础
- 突出系统集成技术实践
- 重视案例激发学习兴趣

 人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

21世纪高等院校网络工程规划教材

21st Century University Planned Textbooks of Network Engineering



局域网 组建、管理与维护



Construction, Administration
and Maintenance of Local Area Network

杨威 贾祥福 杨陟卓 编著

ISBN 978-7-113-18256-1/P

定价：29.80元

北京人民邮电出版社

人民邮电出版社

北京

图书在版编目(CIP)数据

局域网组建、管理与维护 / 杨威, 贾祥福, 杨陟卓编
著. —北京: 人民邮电出版社, 2009.2
21世纪高等院校网络工程规划教材
ISBN 978-7-115-18956-1

I. 局… II. ①杨…②贾…③杨… III. 局部网络—高等学校—教材 IV. TP393.1

中国版本图书馆CIP数据核字(2008)第154493号

内 容 提 要

本书主要介绍局域网设计、组建、管理与维护的理论、技术和方法。内容包括网络体系结构与协议, 局域网工程设计方法论, 100/1000Mbit/s 高速以太局域网组建与管理, 基于 Windows Server 2003 的服务器基本配置与管理, 网络存储、双机集群及多机高性能集群与应用, 无线局域网的组建与管理, 局域网的安全设置与管理, 局域网路由的配置与管理, 涉密局域网的组建与管理, 以及局域网运行管理与维护。在内容讲解的同时, 作者还根据多年从事系统集成的实践经验, 为读者提供了几个局域网组建、管理与维护的技术解决方案。

本书结构清晰、通俗易懂、实用性强, 具有教材和技术资料双重特征, 适合高等院校计算机科学与技术、网络工程、通信工程、电子商务、信息管理与信息系统、现代教育技术等专业作为相关课程的教材使用, 也可供网络工程技术人员和管理人员学习参考。

21 世纪高等院校网络工程规划教材

局域网组建、管理与维护

-
- ◆ 编 著 杨 威 贾祥福 杨陟卓
责任编辑 滑 玉
执行编辑 张 鑫
 - ◆ 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>
北京铭成印刷有限公司印刷
 - ◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 18.25
字数: 453 千字
印数: 1—3000 册

2009 年 2 月第 1 版

2009 年 2 月北京第 1 次印刷

ISBN 978-7-115-18956-1/TP

定价: 29.80 元

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

前 言

计算机网络技术是计算机技术与通信技术的结合，始于 20 世纪 70 年代，发展于 20 世纪 80 年代。尤其是从 20 世纪 90 年代至今，计算机网络已广泛地应用于工业、商业、金融、政府、教育、科研及日常生活的各个领域，成为信息社会的基础设施。

计算机网络一般可分为两大类，一类是局域网，另一类是广域网。广域网可以看作是远距离分布在不同地理位置的、规模大小不等的局域网的集合。也就是说没有局域网，广域网也就失去了存在的意义。最近 10 多年，与局域网相关的技术概念层出不穷。如 1/10Gbit/s 交换局域网、VLAN、负载均衡、Web 服务器、双机热备、多机集群、无线覆盖、安全可信接入、Web 安全、保护网络边界、IPv4 路由、IPv6 路由、涉密网、PKI、物理隔离、VPN、MPLS VPN、SSL 与 HTTPS、CA 证书、局域网性能和缩放性、网络运维管理等。引领这些技术发展的正是局域网如火如荼的应用。基于此，人们迫切需要了解局域网管理与维护的知识，特别是高等院校计算机、通信及其相关专业的学生需要了解与掌握高性能局域网组建、管理与维护的原理、方法和技术。

围绕“局域网组建、管理与维护”这个主题，本书从网络体系结构与协议，局域网工程设计方法论，1000Mbit/s 高速局域网组建与管理，基于 Windows Server 2003 的服务器基本配置与管理，网络存储、双机集群及多机高性能集群与应用，无线局域网的组建与管理，局域网的安全设置与管理，局域网路由的配置与管理，涉密局域网的组建与管理，以及局域网运行管理与维护等方面，全面系统介绍了局域网设计、组建、管理与维护的理论、技术和方法。为了突出局域网组建的工程实践性，作者将多年从事局域网系统集成的实践，以案例的形式提供给读者参考。

在本书编写过程中，坚持“实用技术为主、工程实践为线、侧重主流产品”的主导思想，立足于“看得懂、学得会、用得上”的原则，由浅入深、循序渐进地介绍局域网组建、管理与维护的原理、技术和方法。例如，在每章开始的部分，通过章节内容提要、学习目标，给读者提供学习指导；使读者了解知识要点和学习重点。通过“网络拓扑图、数据表”，帮助读者加深对局域网组建、管理与维护理论、方法和技术的理解。通过“习题思考”，帮助读者理解、掌握章节重点知识，评估学习情况。通过“网络实训”，使读者从实践中加深认识技术细节，掌握网络设备和系统安装、配置与调试技能。通过“案例学习”，使读者了解局域网组建需求分析，能够按照组网技术与功能要求，写出完整的局域网系统集成解决方案。

书中的案例体现了局域网及应用的特征，具有很强的工程针对性。书中的交换机负载均衡，企业网组建、服务器热备、服务器存储、高性能计算集群，校园无线网组建与管理，局域网安全接入，Windows 操作系统安全设置，Web 系统安全设置，使用路由器、防火墙保护网络边界，边界路由器配置，路由交换机配置，IPv6 路由配置实验，电子政务涉密网案例等内容，均来自工程实践。

本书结构清晰、实用性强、通俗易懂，具有教材和技术资料的双重特征。适合高等院校计算机科学与技术、网络工程、电子信息工程、电子商务、信息管理与信息系统、现代教育技术等专业的学生使用，也适合作为网络系统集成培训自学教材，还可作为网络工程技术人员

员和管理人员的技术参考资料。

本书由杨威、贾祥福、杨陟卓合作编写。其中，第 1、2、3、5、6、9 章由杨威编写，第 4、10 章由贾祥福编写，第 7、8 章由杨陟卓编写。全书由杨威统稿、定稿。

在本书编写过程中，吸取了许多局域网技术专著和论文的思想，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、支持的老师表示衷心的感谢。

由于编者水平有限，书中错误、疏漏之处在所难免，敬请广大读者不吝赐教。

编 者

2008 年 9 月

目 录

第 1 章 局域网组建基本知识	1	2.3.2 网络系统层次划分	29
1.1 计算机局域网概述	1	2.3.3 有线网与无线网的融合	29
1.1.1 局域网的概念	1	2.3.4 服务器布置策略	30
1.1.2 局域网的发展	1	2.3.5 网络安全问题的考虑	30
1.1.3 局域网的功能	3	2.3.6 局域网工程实施步骤	31
1.1.4 局域网的特点	3	2.4 局域网项目质量管理	33
1.2 网络体系结构与协议	4	2.4.1 ISO9001 质量管理	33
1.2.1 基本概念与原理	4	2.4.2 网络项目质量控制环节	34
1.2.2 OSI 参考模型	5	2.4.3 网络项目质量指标体系	34
1.2.3 TCP/IP 体系结构	7	2.4.4 网络项目质量控制方法	35
1.2.4 局域网的拓扑结构	10	2.4.5 网络项目时间估算方法	36
1.2.5 IPv4	11	习题与思考	38
1.2.6 IPv6	14	课程设计	39
1.3 局域网组成结构	16	第 3 章 高速局域网的组建与管理	40
1.3.1 对等网络结构	16	3.1 以太网的发展与原理	40
1.3.2 客户机/服务器网络	16	3.1.1 以太网技术的发展	40
结构	16	3.1.2 以太网的通信原理	41
1.3.3 浏览器/服务器网络	17	3.2 低层设备的性能与使用	42
结构	17	3.2.1 集线器的性能与使用	42
习题与思考	18	3.2.2 收发器的性能与使用	43
第 2 章 局域网工程设计方法	19	3.2.3 网卡的功能与使用	43
2.1 局域网组建需求分析	19	3.3 高速以太网技术	45
2.1.1 需求分析的思想	19	3.3.1 100Mbit/s 以太网技术	45
2.1.2 项目经理的职责	20	3.3.2 吉比特以太网技术	47
2.1.3 需求调查文档记录	20	3.3.3 10 吉比特以太网技术	50
2.1.4 用户调查内容	21	3.4 交换机的基本配置与使用	53
2.1.5 市场调研内容	21	3.4.1 交换机组成技术	53
2.1.6 企业网方案设计内容	22	3.4.2 交换机的基本配置与	53
2.2 局域网运行环境设计	23	连接	53
2.2.1 网络综合布线	23	3.4.3 交换技术的基本原理	55
2.2.2 网络机房设计	25	3.4.4 交换机的交换方式	56
2.2.3 过压与过流的保护	26	3.4.5 交换机的性能	57
2.2.4 干扰和辐射的屏蔽	27	3.4.6 交换机的选型	58
2.2.5 综合布线接地保护	27	3.5 交换机的高级配置与使用	59
2.3 局域网组建概要设计	28	3.5.1 虚拟局域网技术	59
2.3.1 网络物理拓扑结构	28	3.5.2 VLAN 管理与多层交换	61

3.5.3 VLAN 间路由通信	63	网络实训	106
3.5.4 交换机连接技术	65	第 5 章 服务器的高级配置与管理	109
3.5.5 网关冗余与负载均衡	66	5.1 服务器的存储技术	109
3.6 企业网组建案例	69	5.1.1 服务器的传统存储技术	109
3.6.1 企业网需求分析	69	5.1.2 网络附加存储技术	110
3.6.2 企业网整体设计	69	5.1.3 存储区域网络技术	111
3.6.3 网络设备的安装与调试	72	5.1.4 NAS 与 SAN 的比较	113
习题与思考	74	5.1.5 iSCSI 存储技术	114
网络实训	75	5.2 服务器集群技术	116
第 4 章 服务器的基本配置与管理	76	5.2.1 集群与热备份的概念	116
4.1 服务器的基本知识	76	5.2.2 集群的工作模式与原理	117
4.1.1 服务器的功能与分类	76	5.2.3 Windows Server 2003 集群设置	118
4.1.2 服务器 CPU 的结构	77	5.3 服务器热备方案	122
4.1.3 对称多路处理技术	78	5.3.1 服务器的选型与配置	122
4.1.4 内存技术	79	5.3.2 服务器整体架构	123
4.1.5 高性能存储技术	81	5.3.3 服务器的双机热备	124
4.1.6 控制与管理技术	83	5.4 服务器存储方案	125
4.2 服务器的配置与选型	84	5.4.1 集中存储需求分析	125
4.2.1 服务器的性能与配置	84	5.4.2 IP SAN 产品的选型	126
4.2.2 服务器产品的选型	88	5.4.3 多服务器集中存储	126
4.2.3 网络操作系统的选型	89	5.5 高性能计算集群技术	127
4.2.4 网络数据库的选型	90	5.5.1 高性能计算集群概述	127
4.3 操作系统的安装与配置	91	5.5.2 高性能计算集群设计	128
4.3.1 Windows Server 2003 的安装	91	5.5.3 集群操作系统和控制软件	131
4.3.2 Windows Server 2003 的配置	92	5.6 高性能计算集群应用	132
4.3.3 设置活动目录域控制器	92	5.6.1 计算机动画渲染集群	132
4.3.4 用户账号设置与管理	95	5.6.2 化学高性能计算集群	134
4.4 DNS 服务器的安装与配置	96	习题与思考	135
4.4.1 安装 DNS 服务器	96	网络实训	136
4.4.2 DNS 服务器的设置与管理	97	第 6 章 无线局域网的组建与管理	137
4.5 Web 和 FTP 站点设置与管理	102	6.1 无线局域网标准与技术	137
4.5.1 安装 IIS 6.0	102	6.1.1 无线局域网标准	137
4.5.2 Web 站点的设置	103	6.1.2 基于扩频的调制技术	139
4.5.3 FTP 站点的设置	104	6.1.3 基于 PBCC 的调制技术	140
4.5.4 IIS 服务启动和停止	104	6.1.4 基于 OFDM 的调制技术	141
4.5.5 多域名与 IP 地址指派	105	6.1.5 MIMO 与宽信道带宽	
习题与思考	106		

技术.....	142	7.3.2 限制操作系统用户 权限.....	172
6.2 无线局域网的组成与通信.....	142	7.3.3 加固文件系统的安全.....	174
6.2.1 无线局域网设施.....	143	7.3.4 删除或禁用不必要的 组件和服务.....	175
6.2.2 无线局域网结构.....	145	7.3.5 保护注册表的安全.....	177
6.2.3 CSMA/CA 通信机制.....	146	7.3.6 日志和审核.....	178
6.2.4 无线局域网覆盖域与 通信.....	147	7.3.7 文件系统加密.....	179
6.3 无线局域网的性能改善.....	148	7.3.8 网络病毒防御.....	180
6.3.1 基于移动 IP 的漫游 通信.....	148	7.4 Web 系统安全设置与管理.....	182
6.3.2 基于 IEEE 802.11e 的 MAC 层优化.....	151	7.4.1 IIS 的安全机制.....	182
6.3.3 基于双频多模的物理 层优化.....	151	7.4.2 设置 IP 地址限制.....	182
6.3.4 智能无线局域网技术.....	152	7.4.3 设置用户身份验证.....	183
6.4 校园无线网组建与管理.....	153	7.4.4 设置 Web 服务器权限.....	185
6.4.1 校园无线网需求分析.....	154	7.4.5 控制 IIS 应用程序.....	186
6.4.2 无线局域网产品选型.....	155	7.4.6 设置目录或文件的 NTFS 权限.....	187
6.4.3 校园智能无线网部署.....	156	7.4.7 审核 IIS 日志记录.....	188
6.4.4 校园智能无线网管理.....	157	7.4.8 IIS 选项或相关组件 筛选.....	190
习题与思考.....	159	7.5 保护网络边界.....	191
网络实训.....	159	7.5.1 防火墙和路由器.....	191
第 7 章 局域网的安全设置与管理.....	161	7.5.2 使用网络 DMZ.....	192
7.1 与局域网安全相关的问题.....	161	7.5.3 ACL 的作用与分类.....	193
7.1.1 局域网安全威胁.....	161	7.5.4 ACL 的配置.....	193
7.1.2 服务器安全威胁.....	162	7.5.5 ACL 的操作.....	194
7.1.3 局域网安全技术与 措施.....	163	7.5.6 扩展 ACL 的应用.....	195
7.1.4 建立安全事件响应小组.....	164	习题与思考.....	197
7.2 局域网安全接入与认证.....	165	网络实训.....	198
7.2.1 IEEE 802.1x 协议及工作 机制.....	165	第 8 章 局域网路由的配置与管理.....	200
7.2.2 基于 RADIUS 的认证 管理.....	166	8.1 路由器使用基础.....	200
7.2.3 基于 IEEE 802.1x 的认证 管理.....	167	8.1.1 路由器的系统组成.....	200
7.2.4 几种认证技术的特点.....	168	8.1.2 路由器协议与安全性.....	202
7.2.5 防止 IP 地址盗用.....	170	8.1.3 局域网路由器的选型.....	203
7.3 操作系统的安全设置与管理.....	171	8.1.4 路由器的安装与配置 准备.....	204
7.3.1 系统服务包和安全补丁.....	171	8.2 边界路由器的配置与管理.....	206
		8.2.1 配置路由器接口.....	206
		8.2.2 配置链路连接与路由 协议.....	207

8.2.3 PPP 认证原理与配置·····208	9.5 基于 SSL 的网站设置·····240
8.3 路由交换机的配置与管理·····209	9.5.1 基于 SSL 的 Web 服务器·····240
8.3.1 OSPF 协议相关知识·····209	9.5.2 申请和安装服务器证书·····241
8.3.2 OSPF 网络的配置与管理·····210	9.5.3 设置 Web 服务器的安全通信·····245
8.3.3 OSPF 网络的默认路由·····212	9.5.4 安装客户端 CA 证书·····246
8.4 IPv6 路由的配置与管理·····213	9.5.5 基于 SSL 客户机的验证·····248
8.4.1 IPv6 地址·····213	9.5.6 使用 CTL 提高 Web 站点信任度·····249
8.4.2 Windows 的 IPv6 静态路由·····214	9.6 电子政务涉密网案例·····250
8.4.3 路由器的 IPv6 静态路由·····216	9.6.1 网络整体架构·····250
8.4.4 IPv6 的动态路由 RIPng·····217	9.6.2 网络安全管理·····250
8.4.5 IPv6 的动态路由 OSPF v3·····219	9.6.3 网络行为监管与审计·····251
习题与思考·····220	习题与思考·····252
网络实训·····221	网络实训·····253
第 9 章 涉密局域网的组建与管理·····222	第 10 章 局域网运行管理与维护·····254
9.1 涉密局域网的基本知识·····222	10.1 局域网的性能与缩放性诊断·····254
9.1.1 涉密局域网的确定·····222	10.1.1 性能与缩放性的相关问题·····254
9.1.2 局域网信息的保密·····223	10.1.2 性能测试类型与方法·····256
9.1.3 局域网实体的保密·····223	10.1.3 局域网响应能力测试·····257
9.1.4 涉密网的保密原则与审批·····225	10.1.4 局域网可靠性测试·····258
9.2 PKI 技术·····225	10.2 局域网性能和缩放性改进·····259
9.2.1 PKI 的定义与作用·····225	10.2.1 局域网性能改善思路·····259
9.2.2 PKI 的组成与功能·····226	10.2.2 调整和优化服务器内存·····260
9.2.3 数字证书与加密·····228	10.2.3 服务器资源优化·····261
9.3 涉密局域网隔离技术·····229	10.2.4 缩放性问题及对策·····262
9.3.1 网络屏蔽线安装·····229	10.2.5 保持网络建设规划·····264
9.3.2 物理隔离网闸·····230	10.3 局域网故障诊断与排除·····265
9.3.3 基于 VPN 的业务隔离·····231	10.3.1 网络故障管理·····265
9.3.4 基于 MPLS 的业务隔离·····233	10.3.2 网络通信故障诊断·····266
9.4 Windows 安全通信技术·····235	10.3.3 网络接口故障诊断·····267
9.4.1 Windows 身份验证·····235	10.3.4 网络整体状态统计·····267
9.4.2 SSL 与 HTTPS 协议·····236	10.3.5 本机路由表检查及更改·····268
9.4.3 IPSec·····237	
9.4.4 RPC 加密·····238	
9.4.5 点对点安全性·····238	

10.3.6	网络路由故障诊断	269	10.4.2	配置 UPS 注意的 问题	274
10.3.7	使用 Sniffer Pro 诊断 网络	269	10.4.3	UPS 的安装及使用	275
10.3.8	使用网络日志排除 故障	271	10.5	局域网性能与安全评估	276
10.3.9	设备除尘与防止 静电	272	10.5.1	评估基本知识	276
10.4	大功率、长延时 UPS 的 使用	273	10.5.2	网络健壮性评估	277
10.4.1	UPS 的工作原理	273	10.5.3	网络安全性评估	278
				习题与思考	279
				网络实训	279
				参考文献	281

第 1 章 局域网组建基本知识

本章简单介绍局域网的概念、发展、功能与特点，以及网络体系结构的原理与 OSI 参考模型。按照局域网组建的基本知识要求，重点介绍了 TCP/IP 协议族、网络拓扑结构、IPv4、IPv6，以及局域网的组成结构。通过本章的学习，达到以下目标。

(1) 了解局域网的发展，理解局域网的概念、功能与特点，掌握网络系统结构与协议的基本知识，会使用 OSI 参考模型与 TCP/IP 体系结构对比，分析实际网络体系结构。

(2) 理解 IPv4 与 IPv6 的要点与使用规范。熟练掌握 IPv4 子网地址设置与子网掩码设置。基本掌握 IPv6 地址表示方法与配置方法，理解 IPv4 向 IPv6 过渡的途径与方法。

(3) 理解局域网的组成结构，理解对等网络、客户机/服务器网络及浏览器/服务器网络结构的特点与区别，基本掌握局域网各种结构的使用范围。

1.1 计算机局域网概述

随着计算机技术水平的不断提高，计算机应用需求的增长和计算机成本的不断降低，使用计算机的用户的数量在不断上升。人们希望能够将一个局部范围，如一个办公室、一栋写字楼、一所学校、一个企业的计算机通过一定的方法连接起来，以实现计算机之间的数据交换，共享网络硬件和软件资源。这样，计算机局域网（Local Area Network, LAN）技术得到了广泛的应用和发展。

1.1.1 局域网的概念

计算机局域网有多种定义，一般有两种说法：一种说法是体现应用目的的定义，“以相互共享资源方式连接起来，并且各自有独立功能的计算机系统的集合”；另一种说法是体现物理结构的定义，“在网络协议的控制下，由一台或多台服务器、若干台终端机（PC）、数据传输设备（集线器、交换机），以及终端机与服务器间、终端机与终端机间、服务器与服务器间进行通信设备所组成的计算机复合系统”。

国内一些计算机专家对这两种说法的特点进行了综合，将计算机局域网定义为“利用局域网技术（如以太网、令牌环等），把地理上分散的计算机连接在一起，达到相互通信，共享硬件、软件和信息等资源的系统”。

1.1.2 局域网的发展

1969 年，由美国国防部高级研究计划署设计开发，在洛杉矶的加利福尼亚州大学洛杉矶

分校、加州大学圣巴巴拉分校、斯坦福大学、犹他州大学 4 所大学的 4 台大型计算机采用分组交换技术，通过专门的接口信号处理机和专门的通信线路相互连接成功，构成 ARPANET，其目的是为了便于这些学校之间互相共享资源。

ARPANET 的研制成功，为计算机网络技术的研究奠定了基础。与此同时，多机系统、分布处理研究也取得了进展。所有这些研究，为局域网技术研究做好了充分的准备。许多大学和研究所的工作人员都在致力于研究如何在一个比较小的地理范围之内，如一个实验室、办公室或一栋楼房，把一些小型机、PC 等计算机设备通过通信设施连接起来，以便共享资源，充分发挥这些设备的功能。

1969 年，美国贝尔实验室研究了 Newhall 环型局域网。1974 年英国剑桥大学计算机研究室研究成功了著名的剑桥环局域网 (Cambridge-Ring)。1976 年美国 Xerox 公司 Palo Alto 研究中心利用夏威夷大学 ALOHA 无线网络系统原理成功开发了以太网 (Ethernet)，使之成为第一个共享总线式局域网。以太网的问世是局域网发展史上的一个重要里程碑。

进入 20 世纪 80 年代，计算机局域网的研制工作开始由实验室走向产品化和标准化的阶段。1980 年美国 DEC 公司、Intel 公司和 Xerox 公司联合公布了局域网 DIX 标准 (以太网规范)，使局域网的典型代表——以太网进入规范阶段。1981 年，美国 IBM 公司推出了它的 IBM PC，它后来成为了微型计算机的工业标准。微型机和大规模集成电路技术至少从两个方面有力地推动了局域网的发展。一是微型机价格低廉，普及性强而且应用广泛；但微型机在开始时的致命缺陷是系统资源不足，急需联网以便共享资源，构成实用的强有力的系统。二是大规模集成电路技术从硬件上实现了局域网的低层协议，局域网产品生产走向规模化，降低了成本，并且提高了系统的可靠性。1984 年 IBM 公司推出它的 IBM PC Network 宽带局域网产品，遵循以太网规范，可以用来连接已经有广泛用户的环型局域网产品。IBM 环网是最具有代表性的典型局域网产品。

1980 年 2 月，IEEE 学会下属的 802 局域网络标准委员会宣告成立，并相继提出了若干 802 局域网络协议标准，其中绝大部分内容已被国际标准化组织 (International Standardization Organization, ISO) 正式认可，作为局域网络的国际标准。它标志着局域网络协议及其标准化工作向前迈进了一大步。从 1980 年至今，802 局域网络标准委员会已陆续制定了环网、总线网、令牌总线网、光纤网、宽带网、城域网和无线局域网等多种局域网标准。这些标准的制定，大大地推动了局域网的发展。在局域网技术中，形成了以太网和令牌环网为主的两大体系。在此基础上，一些计算机公司开发了许多高层协议软件。

20 世纪 80 年代中后期到 90 年代，具有较高水平的局域网操作系统 (Network Operation System, NOS) 也得到了很大发展。对局域网影响较大的操作系统有微软公司的 DOS 3.1、3COM 公司的 3PLUS、Novell 公司的 Netware、微软公司的 Windows NT，UNIX 操作系统也内置了网络功能，支持局域网。

进入 20 世纪 90 年代，局域网技术主要朝着两个方面发展：互连和高速。一方面随着计算技术网络化的趋势，出现了多种新的网络计算 (工作) 模式，使局域网正朝着应用互连的方向发展。在网络高层协议和操作系统的支持下，已实现了 LAN-LAN 互连。局域网上的计算机也不再只是个人机，关键计算的任务，已经由高档计算机、工程工作站、小型机和专用服务器甚至大型主机组成的网络承担。互连扩大了局域网的应用范围，从某种意义上来说，局域网已不再是“局域”的了。另一方面，随着局域通信技术光纤化的趋势，出现了多种新的以太网通信技术 (如 10 吉比特以太网标准 IEEE 802.3ae)，使局域网正朝着高速率、大

容量的方向发展。局域网上传输的信息也不再是文本数据，而是融合语音、数据和视频的多媒体信息。局域网速度已经从共享式 10Mbit/s 升级到交换式 100~1 000Mbit/s，目前最快的以太网交换机带宽可达到 10Gbit/s。

局域网正以其自身的特点和优势，在工业控制领域、校园教育领域、政府办公领域、商业管理领域等都得到了广泛应用。如今的企业网、校园网、政务网、商务网等都是由局域网组成；局域网就如同神经系统的末梢，无处不在，无所不能。

1.1.3 局域网的功能

计算机局域网不仅使计算机超越了地理位置的限制，而且也增强了计算机自身的功能。计算机局域网的功能因网络规模的大小和设计目的的不同往往差别很大，归纳起来，主要功能有以下几点。

(1) 资源共享。计算机网络最具吸引力的功能是可以共享网络中的各种硬件和软件资源，使网络中的资源互通有无、分工协作；从而避免了不必要的投资浪费，大大提高了资源的利用率。例如，网络办公中共享文件服务器和打印机。

(2) 负载均衡与分布处理。当局域网中某个计算机系统任务很重时，可以将部分处理任务传送到网络中空闲的计算机系统去处理，以均衡网络中各个计算机系统的负载。另外，对复杂问题，可以采用适当的方法将任务分散到不同的计算机上进行分布式处理，充分利用各地的计算机资源进行协同工作。例如，网络办公中的文件服务器或打印机负载过重时（用户请求不能及时响应），可增加文件服务器或打印机的台数，将用户请求平均分配给这些文件服务器或打印机，使用户请求得到及时响应，提高工作效率。

(3) 信息快速传输和集中处理。局域网可以实现客户机与客户机之间、客户机与服务器之间、服务器与服务器之间快速可靠的信息传输，并可根据实际需要对信息进行分散或集中管理。例如，网络办公中按照工作计划流程，将报表处理流转在数台 PC 上，汇总报表形成最终是由服务器系统完成。

(4) 综合信息服务。应用 Internet 技术建构的企事业内部局域网，被称为 Intranet。Intranet 可提供数字、语音、图形、图像等各种信息传输，实现电子邮件、电子会议、网上办公、网上学习等。企事业的 Internet 为集团的各种业务信息管理与决策、网络化教育、办公自动化及居家办公的工作方式提供各方面的服务，成为信息社会中传递与处理信息强有力的手段。

1.1.4 局域网的特点

局域网是在较小的地理范围内，以共享资源为主要目的，把计算机、网络传输与资源等设备连接起来的一种计算机通信网络。局域网中的计算机主要是个人计算机；资源设备可以是 Web 信息服务器、文件服务器、打印服务器、数据库服务器、音视频服务器等；网络传输设施包括通信介质（铜缆、光缆）、网卡、集线器、收发器、交换机及路由器等。归纳起来，局域网具有以下几个特点。

(1) 局域网是在较小地理范围之内的网络，其地理范围一般为 0.01~20km。这样的地理范围可以是一个跨城市的集团组织或是一个集团的建筑楼群，也可以是一栋楼或一个办公室。可见局域网联网非常灵活，甚至两台计算机就可以连成一个对等的局域网。

(2) 局域网是专用网。一般由一个部门专有，不需要使用公共通信设施联网，专线使得局域网具有较好的信道质量。

(3) 局域网的数据传输率高，误码率低。数据传输率一般在 $10\sim 1\,000\text{Mbit/s}$ 之间，最高时可达 10Gbit/s ，而误码率却在 10^{-9} 左右。

(4) 局域网使用共享信道技术，具有独特的介质访问控制方式。例如，以太网的总线结构和基于 CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access With Collision Detection, 载波监听多路访问/冲突检测) 的介质访问控制。这是局域网区别于广域网 (Wide Area Network, WAN, 地理范围大于 100km) 最主要的特点。

(5) 局域网价格低廉，组网容易，使用方便。

1.2 网络体系结构与协议

从 20 世纪 80 年代以来，计算机局域网飞速发展，已成为一种复杂、多样的大系统。局域网组建要解决许多复杂的技术问题。例如，支持铜缆、光缆、无线等介质传输；支持多厂商、异构机互连，包括软件的通信约定与硬件接口规范；支持多种业务，如文件共享与打印、办公自动化、视频点播、网上学习、Internet 服务、基于 Web 的管理信息系统等；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。因此，熟悉局域网结构与协议，对解决局域网组建中的许多复杂技术问题具有重要作用。

1.2.1 基本概念与原理

1. 网络协议

计算机网络由多个互连节点组成，网络通信时节点之间不断地交换着数据和控制信息。要做到有条不紊地交换数据，每个节点必须遵守一些事先约定好的共同规则。这些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 (Protocol)。

一般地说，网络协议由 3 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”，它由逻辑说明构成，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，并确定用于协调和差错处理的控制信息；时序则确定事件的顺序及速度匹配、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。

一个完善的网络需要一系列网络协议构成一套完备的网络协议集。大多数网络在设计时是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,称为计算机网络体系结构(Network Architecture)。

世界上第一个网络体系结构是 IBM 公司于 1974 年提出的,命名为系统网络体系结构(System Network Architecture, SNA)。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在于它们都采用了分层技术,但层次的划分、功能的分配与采用的技术术语均不相同。随着信息技术的发展,各种计算机系统联网和各种计算机网络的互连成为人们迫切需要解决的课题。开放系统互连参考模型(Open System Interconnect Reference Model, OSI/RM)就是在这样一个背景下提出和研究的。

3. 分层原理

在网络分层结构中,如图 1.1 所示。 N 层是 $N-1$ 层的用户,同时是 $N+1$ 层的服务提供者。 $N+1$ 层的用户直接使用是 N 层提供的服务,而事实上 $N+1$ 层的用户是通过 N 层的服务享用了 N 层内的所有的服务。分层结构的好处如下。

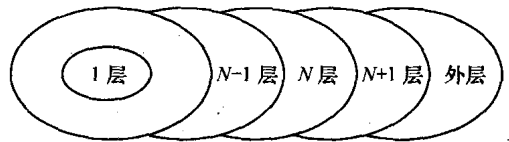


图 1.1 计算机网络分层体系结构示意图

(1) 独立性强。独立性是指被分层的具有相对独立功能的每一层,它不必知道下一层是如何实现的;只要知道下层通过层间接口提供的服务是什么,本层向上一层提供的服务是什么就可以了。

(2) 功能简单。网络系统分层后,整个复杂的系统就被分解成若干个小范围的、功能简单的部分,使每一层功能变得比较简单。这样就方便了各层设施的研制,每一层均有相应的标准,使不同厂商的设备可以互换。

(3) 适应性强。当任何一层发生变化时,只要层间接口不发生变化,那么这种变化就不影响其他任何一层。这就意味着可以对分层中的任何一层的内部结构进行修改,甚至可以取消某层。

(4) 易于实现和维护。分层之后使得实现和调试一个大的、复杂的网络系统变得简单和容易。

1.2.2 OSI 参考模型

IEEE 802 委员会于 1981 年提出开放系统互连参考模型(OSI/RM)。OSI 定义了异构计算机(硬件结构、软件指令均不同)互连标准的框架结构,并受到计算机和通信行业的极大关注。OSI 的不断发展,得到了国际上的承认,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 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 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,ISO 将整个通信功能划分为 7 个层次,如图 1.2 所示。

(1) 物理层(Physical Layer)。物理层提供的服务包括物理连接、物理服务数据单元顺序化(接收物理实体收到的比特顺序与发送物理实体所发送的比特顺序相同)和数据电路标识。由于物理层提供网络物理连接,所以物理层是建立在物理介质上,提供机械和电气接口。

主要包括电缆、物理端口和附属设备，如双绞线、同轴电缆、光缆、接线设备（如集线器、中集器、收发器等）、RJ-45 接口、串行口和并行口等，在网络中都是工作在物理层。

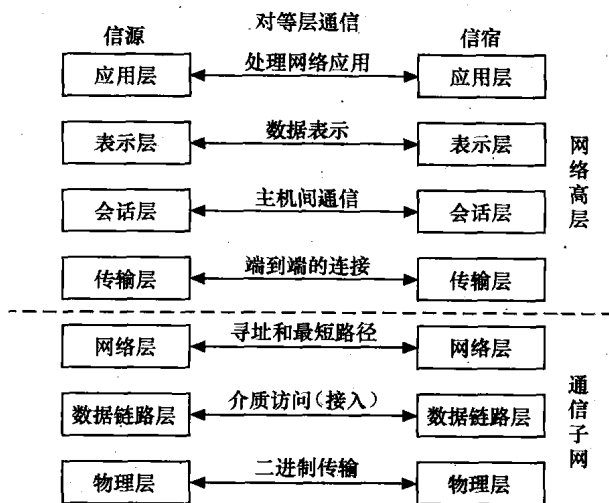


图 1.2 IEEE 802 参考模型

(2) 数据链路层 (Data Link Layer)。数据链路层是在通信的实体间建立数据链路连接，传送以帧为单位的数据，并采用差错控制、流量控制方法，使有差错的物理线路变成无差错的数据链路。数据链路层协议有 SLIP、PPP、HDLC、X.25 和帧中继等。网络交换机、网卡、网桥、Modem 等设备工作在这个层次上。

(3) 网络层 (Network Layer)。网络层的主要任务是通过路由算法，为数据包选择最适当的路径。网络层除了路由选择外，还提供阻塞控制与网络互连等功能。网络层的设备是路由器和提供路由功能的交换机。这种路由交换机，称为“第三层交换机”。

(4) 传输层 (Transport Layer)。传输层的主要任务是向用户提供可靠的端到端 (End-to-End) 服务，透明地传送报文。传输层向高层屏蔽了下层数据通信的细节，因而是体系结构中最关键的一层。

(5) 会话层 (Session Layer)。会话层为通信的应用进程建立与组织会话，使应用进程能管理与控制通信进程，从而使网络上的应用灵活、可靠。可暂时终止一个会话，在进行了更紧急的会话后，再继续被暂时终止的会话；也能高效地从与通信无关的高层故障中恢复。

(6) 表示层 (Presentation Layer)。表示层的作用是为通信双方的应用层实体提供共同的表达手段，使通信双方能正确地理解所传送的信息。表示层的功能主要包括格式转换、数据加密与数据压缩等诸多方面。

(7) 应用层 (Application Layer)。应用层直接为应用进程提供服务，使应用进程能进入操作系统接口，并提供公共的服务以确保交易 (Transaction) 的完整性；也能向用户提供如文件传输、电子邮件、Web 网页浏览、远程登录、虚拟终端及目录查询等专用服务。

从总体上看，计算机网络分为两个大的层次：通信子网和网络高层，如图 1.2 所示。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) 支持端一端通信，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的。

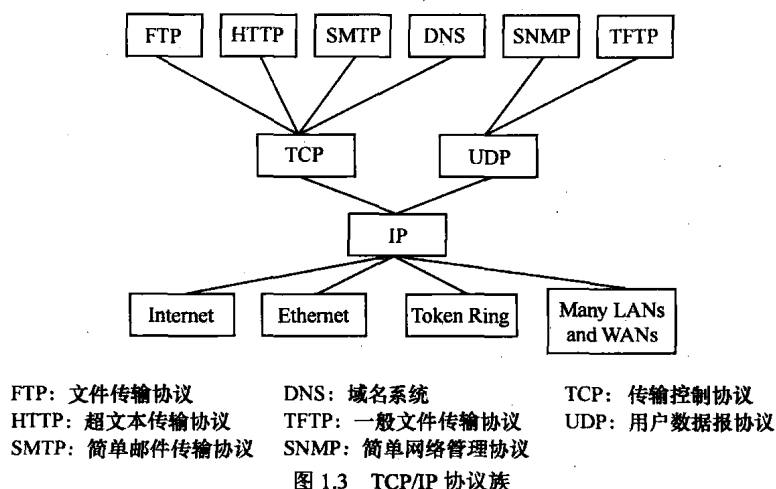
OSI 参考模型是理论模型，模型的建立有利于将网络通信作业拆解成较小的、较简单的部分，方便设计制造。将网络元件标准化，使更多的厂商加入开发及技术支持，使各种不同

类型的网络硬件与软件彼此互通信息。防止一层中的改变、更动影响到其他各层，便于更迅速发展。将网络通信作业拆解成较小的部分，在学习和了解时就更加简单明了。

1.2.3 TCP/IP 体系结构

1. TCP/IP

由于种种原因,OSI 参考模型并没有成为真正应用在工业技术中的网络体系结构。Internet 在全世界飞速发展,使 Internet 所遵循的 TCP/IP 参考模型得到了广泛的应用。TCP/IP 是一个协议族,如图 1.3 所示。TCP/IP 协议族中最重要的是传输控制协议(Transmission Control Protocol, TCP)和网际协议(Internet Protocol, IP),通称为 TCP/IP。



TCP/IP 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),如图 1.3 所示。可以提供多种可靠的用户服务。

在 TCP/IP 中, TCP 和 IP 各有分工。TCP 是 IP 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 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 在会话式传输中得到充分应用。IP 为 TCP/IP 协议族中的其他所有协议提供“包传输”功能, IP 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。其原因是 TCP 是面向连接的协议。

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、IP 层、传输层和应用层。TCP/IP 体系