

21世纪高等教育网络工程规划教材

21st Century University Planned Textbooks of Network Engineering

局域网组建、管理与维护

(第2版)

Construction, Management and
Maintenance of LAN (2nd Edition)

杨威 杨陟卓 史春秀◎编著



中国工信出版集团



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

21世纪高等教育网络工程规划教材

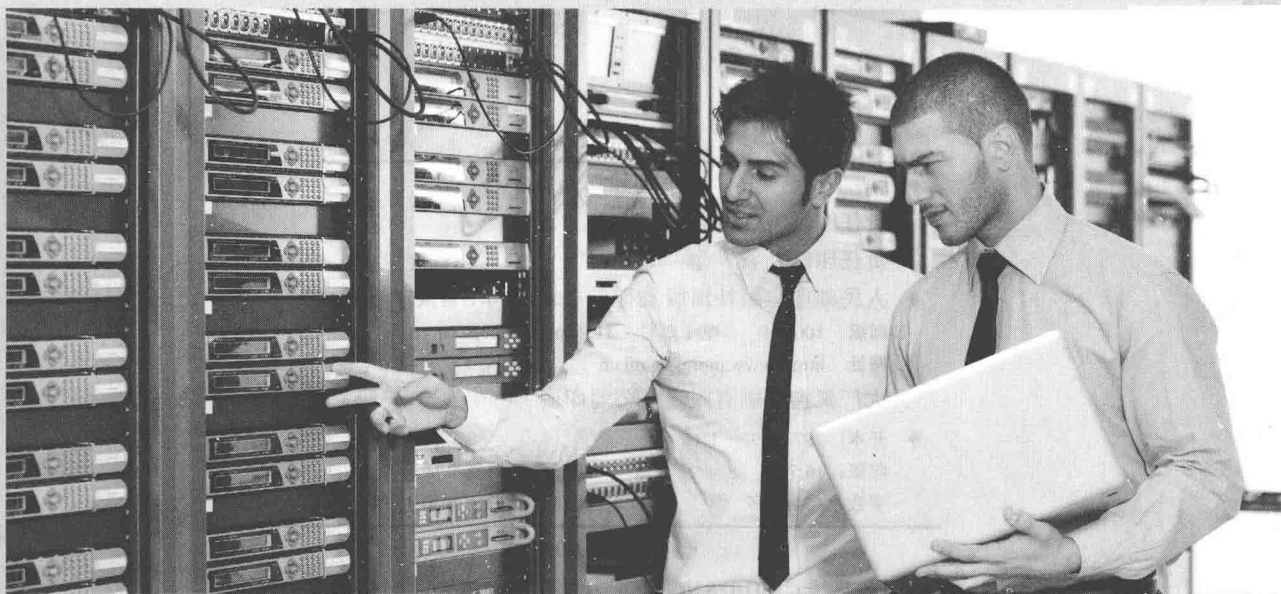
21st Century University Planned Textbooks of Network Engineering

局域网组建、管理与维护

(第2版)

Construction, Management and
Maintenance of LAN (2nd Edition)

杨威 杨陟卓 史春秀◎编著



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, 杨陟卓编著. --
2版. -- 北京: 人民邮电出版社, 2016.2
21世纪高等教育网络工程规划教材
ISBN 978-7-115-41032-0

I. ①局… II. ①杨… ②杨… III. ①局域网—高等
学校—教材 IV. ①TP393.1

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第310628号

内 容 提 要

本书概要介绍了局域网基本知识, 重点介绍局域网布线及数据中心机房设计, 高速局域网技术与组网管理, 局域网路由与配置管理, 无线局域网技术与组网管理, 服务器安装与配置管理, 服务器存储与集群管理, 局域网络安全与配置管理, 云计算技术与组网管理, 局域网运行维护等内容。本书根据作者多年的局域网组建管理实践, 为读者提供多个经典案例。案例有数据中心机房、校园网组建配置、局域网路由配置、局域网策略路由配置、无线校园网组建、IPv4/IPv6 校园网、企业服务器集群、IP/FC SAN 数据存储、服务器安全配置、局域网边界安全配置、大学混合云组建配置等。这些案例均采用局域网主流技术, 包含了局域网组建管理及维护的过程与方法。

本书具有结构完整、层次清晰、通俗易懂和实用性强等特点, 适合高等院校计算机科学与技术、网络工程、软件工程、电子信息工程、电子信息科学技术、信息管理与信息系统、教育技术学等专业的学生使用, 也可供网络工程技术人员和管理人员学习参考。

◆ 编 著 杨 威 杨陟卓 史春秀

责任编辑 邹文波

责任印制 沈 蓉 彭志环

◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市丰台区成寿寺路 11 号

邮编 100164 电子邮件 315@ptpress.com.cn

网址 <http://www.ptpress.com.cn>

大厂聚鑫印刷有限责任公司印刷

◆ 开本: 787×1092 1/16

印张: 16.75

2016 年 2 月第 2 版

字数: 454 千字

2016 年 2 月河北第 1 次印刷

定价: 42.00 元

读者服务热线: (010)81055256 印装质量热线: (010)81055316

反盗版热线: (010)81055315

第2版前言

本书第1版自2009年出版以来,多次印刷,深受广大读者的喜爱。为适应局域网组建管理的变化,保持内容的先进性和可操作性,本次修订在第1版的基础上,对内容进行了全新组织、充实和完善。本次修订尽可能反映局域网组建管理及维护的新思想、新方法和新技术,以适应读者的需求。具体修订内容如下。

1. 充分考虑应用型本科学生的认知特征和学习目标。依据建构主义学习观,组织局域网组建、管理及维护的内容。全书知识连贯,层次结构分明,具有良好的逻辑性。通过“案例学习”和“上机实验”等环节,充分体现了教材的实践性与可操作性。将局域网组建管理、配置管理及运行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。

2. 紧扣局域网组建管理及维护的主题,突出教材的实用性和整体性。这些内容包括:局域网布线设计、数据中心机房设计,局域网设备安装、VLAN配置管理、局域网静态与动态路由配置管理,IPv4/IPv6局域网配置管理、纯IPv6路由配置管理,无线局域网组建管理,服务器安装与配置管理,服务器存储与集群管理,局域网络安全配置管理,云计算技术与组网管理以及局域网运行维护等。这些内容均以案例形式组织在教材中,读者可以直接应用在局域网组建与配置管理的项目之中,或稍加修改用到实际的局域网络工程中。

3. 注重局域网组建管理新技术、新方法的介绍。例如,混合云计算技术,局域网虚拟化技术,局域网VSU配置管理,云计算体系结构,基于VMware的服务器与存储虚拟化,混合云网络组建管理等。这些内容,由浅入深,通过案例说明,便于学生理解与掌握。

4. 提供与本书配套的课程教学大纲、PPT课件、学习案例、网络实验、习题参考答案等电子学习资源包,方便学生更好地使用本书。

总之,本次修订坚持实用技术为主、组网实践为线、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、循序渐进地介绍了局域网组建理论与技术、局域网管理过程与方法。

本书由山西师范大学网络信息中心杨威教授、数学与计算机学院史春秀副教授和山西大学计算机与信息技术学院杨陟卓博士合作编写。全书共10章,其中第1、2、9章由杨威编写,第3~6章由杨陟卓编写,第7、8、10章由史春秀编写。全书由杨威统稿、定稿。

本次修订吸取了许多相关专著和文献的优点,得到了锐捷曹建龙和田佳栋工程师的支持和帮助。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。

编 者

2016年1月

第 1 章 局域网基本知识概述	1
1.1 计算机局域网简介	1
1.1.1 局域网的定义	1
1.1.2 局域网的发展	1
1.1.3 局域网的功能	3
1.1.4 局域网的特点	3
1.2 OSI 与 TCP/IP	4
1.2.1 网络协议与体系结构	4
1.2.2 OSI 模型与数据封装	4
1.2.3 TCP/IP 体系结构	6
1.3 IPv4 地址与域名	9
1.3.1 IPv4 地址	9
1.3.2 子网与子网掩码	10
1.3.3 域名系统	11
1.4 IPv6 地址与域名	12
1.4.1 IPv6 地址	12
1.4.2 IPv6 域名系统	15
1.5 网络拓扑与过程模型	16
1.5.1 局域网拓扑结构	16
1.5.2 对等网模型	18
1.5.3 客户机/服务器模型	18
1.5.4 浏览器/服务器模型	18
1.5.5 浏览器/前置机/服务器模型	19
1.5.6 云计算模型	20
习题与思考	20
第 2 章 局域网组建基础工作	22
2.1 局域网需求分析	22
2.1.1 需求分析的思想	22
2.1.2 项目经理的职责	23
2.1.3 需求调查文档记录	23
2.1.4 用户调查内容	23
2.1.5 市场调研内容	24
2.1.6 企业网设计内容	25
2.2 局域网综合布线	26
2.2.1 布线系统结构	26
2.2.2 工作区和水平布线	26

2.2.3 垂直干线子系统	27
2.2.4 设备间与管理子系统	27
2.2.5 建筑群子系统	27
2.2.6 非屏蔽双绞线安装	28
2.2.7 屏蔽双绞线安装	29
2.2.8 双绞线测试与标准	30
2.2.9 光缆测试与标准	31
2.3 局域网设计方法	32
2.3.1 网络物理拓扑结构	32
2.3.2 网络层次结构	32
2.3.3 有线无线一体化	34
2.3.4 网络安全管理措施	34
2.4 数据中心机房	35
2.4.1 设计思想	35
2.4.2 TIA-942 标准	36
2.4.3 机房布线	37
2.4.4 机房供配电	37
2.4.5 机房节能	40
2.4.6 机房接地保护	41
习题与思考	42
网络实训	43
第 3 章 高速局域网技术与组网管理	44
3.1 以太网技术概述	44
3.1.1 以太网技术标准及发展	44
3.1.2 以太网介质访问控制技术	45
3.1.3 快速以太网技术	47
3.1.4 吉比特以太网技术	48
3.1.5 10 吉比特以太网技术	51
3.1.6 以太无源光网络技术	53
3.2 常用的局域网设备	54
3.2.1 集线器组成与功能	54
3.2.2 收发器组成与功能	55
3.2.3 网卡组成与功能	55
3.2.4 交换机组成与功能	56
3.2.5 路由交换机组成与功能	56
3.3 交换机技术与组网	57
3.3.1 交换机的网桥技术	57
3.3.2 交换机的交换技术	59
3.3.3 交换机基本配置与连接	59
3.4 虚拟局域网路由与组网	61
3.4.1 虚拟局域网技术	61

3.4.2 基于 VLAN 的多层交换	63
3.4.3 VLAN 间路由配置	64
3.4.4 交换机性能与连接技术	66
3.4.5 局域网交换机选型	67
3.5 校园网组建案例	69
3.5.1 校园网需求分析	69
3.5.2 校园网设备选型	69
3.5.3 校园网拓扑结构	69
3.5.4 网络互连与 VLAN 设置	70
3.5.5 核心层交换机互连配置	71
3.5.6 接入层交换机互连配置	73
习题与思考	74
网络实训	74
第 4 章 局域网路由与配置管理	76
4.1 局域网路由技术概述	76
4.1.1 路由器组成与功能	76
4.1.2 路由器协议与作用	78
4.1.3 局域网路由设备选型	80
4.1.4 路由器安装与配置准备	81
4.2 边界路由器配置管理	82
4.2.1 路由器接口配置	83
4.2.2 配置链路连接与路由协议	84
4.3 OSPF 路由配置管理	85
4.3.1 OSPF 协议概述	85
4.3.2 OSPF 网络的配置管理	86
4.3.3 OSPF 网络的默认路由	87
4.4 策略路由配置管理	88
4.4.1 策略路由与策略路由映射图	88
4.4.2 基于源 IP 地址的策略路由	89
4.4.3 配置 VLAN 接口的策略路由	90
4.5 IPv6 路由配置管理	92
4.5.1 Windows 的 IPv6 操作命令	92
4.5.2 静态与默认路由配置管理	92
4.5.3 动态路由 RIPng 的配置管理	93
4.5.4 动态路由 OSPF v3 的配置管理	95
4.6 IPv4/IPv6 校园网组建案例	97
4.6.1 IPv4/IPv6 校园网设计	97
4.6.2 纯 IPv6 网络配置管理	98
4.6.3 双栈校园网设备配置管理	101
习题与思考	103
网络实训	103

第 5 章 无线局域网技术与组网管理	104
5.1 无线局域网技术	104
5.1.1 无线局域网标准	104
5.1.2 基于扩频的调制技术	106
5.1.3 基于 PBCC 的调制技术	107
5.1.4 基于 OFDM 的调制技术	107
5.1.5 MIMO 与宽信道带宽技术	108
5.2 无线局域网组建基础	109
5.2.1 无线局域网设备	109
5.2.2 无线局域网结构	111
5.2.3 CSMA/CA 通信机制	112
5.2.4 无线局域网服务区	113
5.3 无线局域网性能改善	114
5.3.1 基于移动 IP 的漫游通信	114
5.3.2 基于 802.11e 的 MAC 层优化	116
5.3.3 基于双频多模的物理层优化	117
5.3.4 WLAN 的问题与智能化改进	118
5.4 无线校园网组建案例	119
5.4.1 校园无线网需求分析	119
5.4.2 无线局域网产品选型	120
5.4.3 有线无线一体化部署与安装	121
5.4.4 校园无线网运维管理	122
习题与思考	123
网络实训	123
第 6 章 服务器安装与配置管理	125
6.1 服务器基本知识	125
6.1.1 服务器功能与分类	125
6.1.2 服务器的 CPU 结构	126
6.1.3 对称多路处理	127
6.1.4 内存存储器	128
6.1.5 磁盘接口与 RAID	129
6.1.6 网络存储与虚拟存储	131
6.1.7 远程管理与热插拔	131
6.2 服务器配置与选型	132
6.2.1 服务器的性能与配置	132
6.2.2 服务器产品选型	135
6.2.3 网络操作系统选型	136
6.2.4 网络数据库选型	137
6.3 操作系统安装与配置	137
6.3.1 Windows Server 2008 的功能概述	137
6.3.2 安装 Windows Server 2008 中文版	138

6.3.3 配置 Windows Server 2008 服务器	139
6.4 DNS 服务器安装与配置	140
6.4.1 DNS 服务器安装与配置	140
6.4.2 客户机 DNS 设置与测试	143
6.5 Web 服务器安装与配置	144
6.5.1 安装 IIS 7.0	144
6.5.2 Web 服务器的设置	145
6.5.3 多域名与 IP 地址指派	146
习题与思考	147
网络实训	147
第 7 章 服务器存储与集群管理	149
7.1 服务器的存储技术	149
7.1.1 DAS 技术	149
7.1.2 NAS 技术	150
7.1.3 SAN 技术	151
7.1.4 IP SAN 技术	152
7.1.5 存储技术比较	153
7.2 数据备份与恢复技术	154
7.2.1 备份与恢复概述	154
7.2.2 备份类型与方法	155
7.2.3 网络存储备份技术	156
7.3 服务器备份与恢复管理	157
7.3.1 安装 Windows Server Backup	157
7.3.2 使用 Windows Server Backup 备份数据	158
7.3.3 使用 Windows Server Backup 恢复数据	161
7.4 服务器集群与负载平衡	162
7.4.1 Windows Server 2008 集群技术与功能	163
7.4.2 双机集群工作模式与原理	163
7.4.3 双机 NLB 设计与配置案例	166
7.5 服务器集群与虚拟化案例	171
7.5.1 服务器选型与部署	171
7.5.2 服务器机群整体架构	172
7.6 数据集中高效存储案例	173
7.6.1 存储与备份需求分析	173
7.6.2 IP/FC SAN 产品选型	174
7.6.3 数据集中高效存储架构	174
习题与思考	175
网络实训	175
第 8 章 局域网络安全与配置管理	177
8.1 局域网安全概述	177
8.1.1 局域网安全威胁概述	177

8.1.2 局域网安全措施概述	178
8.2 网络准入与准出控制	179
8.2.1 基于 802.1x 的准入与认证	179
8.2.2 RADIUS 认证组成与机制	180
8.2.3 网络准入与准出认证比较	181
8.2.4 防止 IP 地址盗用	182
8.3 操作系统安全配置	183
8.3.1 系统服务包和安全补丁	183
8.3.2 系统账户安全配置	184
8.3.3 文件系统安全设置	186
8.3.4 安全模板创建与使用	187
8.3.5 使用安全配置和分析	188
8.3.6 使用安全配置向导	189
8.4 Web 服务器安全配置	195
8.4.1 IIS 的安全机制	195
8.4.2 设置 IP 地址限制	196
8.4.3 设置用户身份验证	197
8.4.4 设置授权规则	198
8.4.5 设置 SSL 证书验证	198
8.4.6 设置文件的 NTFS 权限	199
8.4.7 审核 IIS 日志记录	200
8.5 局域网边界安全配置	201
8.5.1 防火墙和路由器	201
8.5.2 使用网络 DMZ	202
8.5.3 ACL 的作用与分类	203
8.5.4 ACL 的配置方法	203
8.5.5 设置 ACL 的位置	204
8.5.6 扩展 ACL 应用案例	205
8.5.7 NAT 协议应用案例	207
习题与思考	208
网络实训	209
第 9 章 云计算技术与组网管理	211
9.1 云计算概述	211
9.1.1 云计算的概念	211
9.1.2 云计算的分类与特点	212
9.2 局域网虚拟化技术	213
9.2.1 网络虚拟化概述	213
9.2.2 虚拟交换单元概述	213
9.2.3 VSU 的属性参数	214
9.2.4 VSU 的虚拟交换链路	214
9.2.5 VSU 的拓扑发现及变化	215

9.2.6 VSU 的双主机检测	215
9.3 局域网虚拟化配置管理	216
9.3.1 环形拓扑 VSU 配置	216
9.3.2 双核心拓扑 VSU 配置	219
9.3.3 交换机 VSD 配置	224
9.4 大学混合云组建案例	226
9.4.1 需求分析	226
9.4.2 大学云计算体系结构	226
9.4.3 混合云网络整体架构	227
9.4.4 计算与存储资源虚拟化	229
9.4.5 数据中心资源虚拟化估算	230
9.4.6 混合云数据中心整体架构	230
9.4.7 混合云安全及基本配置	232
习题与思考	234
网络实训	234
第 10 章 局域网运行维护	236
10.1 局域网性能测试	236
10.1.1 局域网性能及指标概述	236
10.1.2 局域网性能测试类型与方法	238
10.1.3 局域网可靠性测试	240
10.1.4 局域网吞吐量测试	240
10.2 局域网性能改善	241
10.2.1 局域网性能改善措施	241
10.2.2 服务器资源优化方法	244
10.2.3 建立与完善网络配置文档	245
10.3 局域网故障检测与排除	246
10.3.1 网络故障管理方法	246
10.3.2 建立故障管理系统	246
10.3.3 连通性故障检测与排除	247
10.3.4 接口故障检测与排除	248
10.3.5 网络整体状态统计	248
10.3.6 本机路由表检查及更改	249
10.3.7 路由故障检测与排除	250
10.3.8 使用 Sniffer Pro 诊断网络	250
10.3.9 设备除尘与防止静电	252
10.4 局域网性能与安全评估	252
10.4.1 局域网性能评估	253
10.4.2 局域网安全性评估	254
习题与思考	255
网络实训	255
参考文献	257

第 1 章

局域网基本知识概述

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 协议集、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,会通过 OSI 参考模型与 TCP/IP 体系结构的对比,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。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,掌握局域网各种结构的使用范围。

1.1 计算机局域网简介

20 世纪 80 年代以来,计算机网络广泛地应用于工业、商业、农业、金融、政府、教育、科技、国防及日常生活的各个领域,成为信息社会最重要的基础设施。

1.1.1 局域网的定义

计算机局域网(Local Area Network, LAN)有多种定义,一般有两种说法:一种说法是体现应用的定义,“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、路由器等),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

校共享教育与科研资源。

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,为局域网技术演进做好了充分的准备。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、个人计算机(Personal Computer, 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协会下属的802局域网标准委员会宣告成立,并相继提出了若干802局域网协议标准,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,作为局域网的国际标准。它标志着局域网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,局域网技术主要沿着互连和高速的方向发展。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(Network Count)模式,如Client/Server、Browser/Server及云计算(Cloud Computing)等,使局域网朝着应用互连的方向发展。在网络高层协议和操作系统支持下,已实现了LAN-LAN互连。LAN-LAN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,随着网络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),使局域网朝着高速率、大容量的方向发展。网络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。采用以太网技术的局域网传输已经从共享式10Mbit/s升级为交换式100/1000Mbit/s~10Gbit/s,目前已达到100Gbit/s。

局域网上的计算机也不再只是客户机、服务器,更多的是支持WiFi的智能手机和专用服务器,以及由大规模机群组成的虚拟化网络、计算和存储资源。局域网的虚拟化,将用户的计算工作由台式机或便携式设备,迁移至远程位置的服务器集群系统来完成。这种新的网络计算模式,称为云计算(Cloud

Computing) 模式。

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任务很重时,可以将部分处理任务转移到网络中空闲的计算机上处理,以均衡网络中各个计算机的负载。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,网络办公中的数据库服务器负载过重时(用户请求不能及时响应),可增加数据库服务器的台数(服务器集群架构),将用户请求平均分配给服务器集群,使用户请求得到及时响应,提高工作效率。

(3) 信息集散式处理。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数据传输,并可根据实际需要可对数据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(分散作业),报表汇总处理由服务器(集中管理)完成。

(4) 综合信息服务。应用 Internet 技术建构的企业网,称为 Intranet。Intranet 可提供数字、语音、图形、图像等各种信息传输,开展电子邮件收发、电子会议、网上办公、网上学习等业务。企业的 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,成为信息社会中协同工作的强有力手段。

1.1.4 局域网的特点

局域网是用户以共享资源及支持协同工作为目的,将计算机、网络传输与信息资源等设备连接在一起的计算机网络。信息资源设备主要包括 Web 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) 局域网覆盖地理范围一般为 0.01~40km。这样的地理范围可以是一个分布在城市中的规模较大集团组织园区,或者是一个园区内的建筑楼群;也可以是一栋楼或一个办公室,或者是两台计算机连在一起的对等局域网。

(2) 局域网是内联网,数据传输率高,误码率低。这种内联网是由企业(含政府、学校等)自行建设,内联网采用自建光缆网络,数据传输率一般在 100~1 000Mbit/s 之间,高时可达 10Gbit/s,而误码率却在 10^{-9} 左右,使得局域网具有良好的通信质量。

(3) 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。

(4) 局域网价格低廉,组建网络与技术升级容易,使用方便。

1.2 OSI 与 TCP/IP

数十年来，计算机局域网飞速发展，已成为一种复杂、多样的大系统。熟悉局域网体系结构与协议，对解决局域网复杂的技术问题具有重要作用。

1.2.1 网络协议与体系结构

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族。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联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的。

1.2.2 OSI 模型与数据封装

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。

1. IEEE 802 参考模型 OSI

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 1.1 所示。

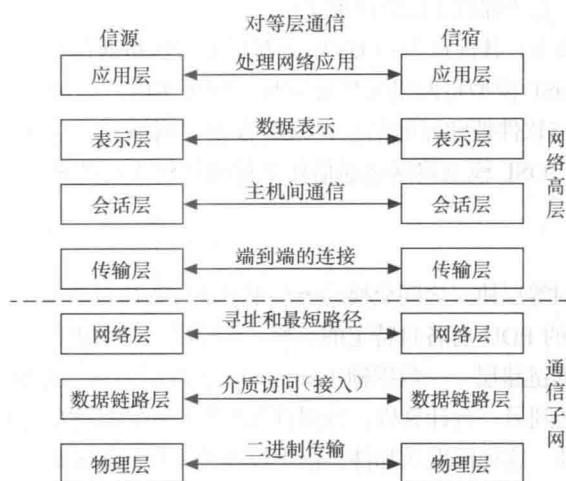


图 1.1 IEEE 802 参考模型

(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、中继器、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。

(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（串行线路网际协议）、PPP（点到点协议）、HDLC（高级数据链路控制协议）、X.25 和帧中继协议等。电路连接设备，如 Modem（调制解调器）等工作在这个层次上。

(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联等功能。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。会话层接收到优先级别高的会话时，可暂时中断优先级的会话，在进行了更紧急的会话后，再继续被暂时中断的会话。会话层使用校验点，可使通信会话在通信失效时从校验点继续恢复通信。这种能力对于传送大的文件极为重要。

(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 1.1 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-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,其优点为:OSI 模型有利于将网络通信作业拆解成较小的、较简单的部分,方便设计与制造;OSI 模型将网络元件标准化,使更多的厂商可以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;OSI 模型将网络分层,可以防止某一层改变影响到其他各层,便于故障隔离;OSI 模型将网络通信作业拆解成较小的部分,方便了学习和应用网络解决问题。

2. PDU 与数据封装

在 OSI 参考模型中,对等层协议之间交换的信息单元统称为协议数据单元(Protocol Data Unit, PDU)。传输层及以下各层的 PDU 有各自特定的名称:传输层——数据段(Segment),网络层——分组数据报文(Packet),数据链路层——数据帧(Frame),物理层——二进制比特流(Bit)。

一台计算机要发送数据到另一台计算机,数据首先必须打包,打包的过程称封装。封装就是在数据前面加上特定的协议头部。这如同发送邮件,信不仅要装入写有源地址和目的地址的信封中发送,还要写明是“平信”还是“挂号信”。

OSI 参考模型中每一层都要依靠下一层提供的服务。为了提供服务,下层把上层的 PDU 作为本层的数据封装,然后加入本层的头部(和尾部),头部中含有完成数据传输所需的控制信息。这样,数据自上而下递交的过程实际上就是不断封装的过程;到达目的地后自下而上递交的过程就是不断拆封的过程,如图 1.2 所示。

由此可知,在物理线路上传输的二进制数据,其外面实际上被包封了多层“信封”。但是,某一层只能识别由对等层封装的“信封”,而对于被封装在“信封”内部的数据仅仅是拆封后将其提交给上层,本层不作任何处理。

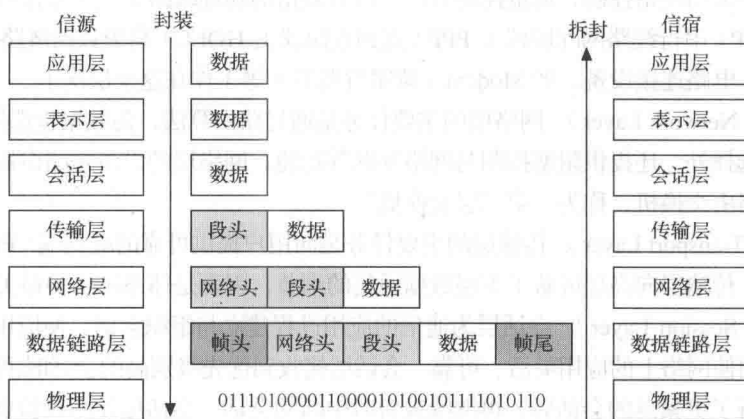


图 1.2 数据多层封装与拆封

1.2.3 TCP/IP 体系结构

OSI 参考模型建立了网络体系结构的理论基础,OSI 具有独立性强、功能简单、适应性强、易于实现和维护等特点,为 TCP/IP 体系结构奠定了工业基础。

1. TCP/IP 协议族

Internet 所遵循的 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