

高等学校电子信息类专业“十二五”规划实践教材

数据通信网络技术

朱辉 刘乃安 杨国庆 王勇 王田甜 编著



西安电子科技大学出版社
<http://www.xduph.com>

高等学校电子信息类专业“十二五”规划实践教材

数据通信网络技术

朱 辉 刘乃安 杨国庆 王 勇 王田甜 编著

西安电子科技大学出版社

内 容 简 介

本书针对数据通信网络互联的特点,以中兴通讯相关数据通信网络设备为操作对象,对交换、路由和接入技术的基本原理、特点、配置方法及具体应用进行了详尽的、富有针对性的介绍。全书内容紧贴实际应用环境,着重介绍数据通信网络中的技术原理,以技术理论为核心,以相关网络设备的配置和操作为辅助,通过通信工程领域具体网络互联实例作为开发示例,实现技术、实验以及实习内容的有效衔接。

本书是作者教学和研究成果的结晶,既适合作为高等院校或培训机构进行数据通信网络技术教学的教材,也可作为通信工程领域相关人员学习数据通信技术的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

数据通信网络技术/朱辉等编著. —西安:西安电子科技大学出版社, 2012.11

高等学校电子信息类专业“十二五”规划实践教材

ISBN 978-7-5606-2946-9

I. ① 数… II. ① 朱… III. ① 数据通信—通信网—高等学校—教材 IV. ① TN919.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 254650 号

策 划 张 媛

责任编辑 秦志峰 陈 婷 曹 锦

出版发行 西安电子科技大学出版社(西安市太白南路 2 号)

电 话 (029)88242885 88201467 邮 编 710071

网 址 www.xduph.com 电子邮箱 xdupfb001@163.com

经 销 新华书店

印刷单位 陕西光大印务有限责任公司

版 次 2012 年 11 月第 1 版 2012 年 11 月第 1 次印刷

开 本 787 毫米×1092 毫米 1/16 印 张 12.5

字 数 292 千字

印 数 1~1000 册

定 价 22.00 元

ISBN 978-7-5606-2946-9/TN

XDUP 3238001-1

如有印装问题可调换

本社图书封面为激光防伪覆膜,谨防盗版。

前 言

随着信息网络的飞速发展，物联网、三网融合等概念不断提出并实现，作为其核心的数据通信网也越来越受到人们的重视。系统地学习数据通信网原理与技术并进行实践与应用，对推动我国数据通信技术的发展及相关人才的培养具有非常重要的意义。

数据通信是通信技术和计算机技术相结合而产生的一种新的通信方式。根据传输媒体的不同，分为有线数据通信与无线数据通信，它们都是通过传输信道将数据终端与计算机联结起来，使不同地点的数据终端实现软、硬件和信息资源的共享的。

本书对数据网络基础、交换技术原理及应用、路由原理及应用和网络管理及广域网接入技术等进行了讨论，全书共分为 8 章。

第 1 章“网络基础”主要介绍了数据通信网络的基本概念、两种参考模型(OSI 与 TCP/IP)，简单介绍了数据封装和解封的过程、一些相关协议以及 IP 地址分类等内容。

第 2 章“网络设备基础”主要介绍了局域网接口类型与广域网技术、逻辑接口的概念和应用以及基本设备的种类。

第 3 章“以太网交换机工作原理”讲述了以太网基本概念、透明网桥功能及工作原理、MAC 帧转发及过滤原理、交换机基本操作和数据配置等内容。

第 4 章“虚拟局域网”主要介绍了虚拟局域网的工作原理、端口类型及划分方法、链路聚合原理及应用，并简要介绍了 PVLAN、QinQ 和 SuperVLAN 的原理以及配置。

第 5 章“路由器原理及应用”讲述了路由器的原理及功能、IP 通信流程和虚拟局域网间路由的原理与应用以及路由器的基本操作和配置。

第 6 章“路由协议的原理及应用”讲述了路由的基本概念以及基本原则、路由协议原理、RIP 路由协议和 OSPF 路由协议的原理及应用。

第 7 章“网络管理”讲述了 ACL 的基本概念、分类规则及应用，扩展后 ACL 的规则和应用，以及 DHCP、NAT 的工作原理及应用。

第 8 章“广域网协议”讲述了广域网的基本概念，HDLC、PPP 以及 FR 协议的原理和应用。

本书针对数据通信网络互联的特点，以中兴通讯相关数据通信网络设备为操作对象，对交换、路由和接入技术的基本原理、技术特点、配置方法及具体应用进行了详尽的、有针对性的介绍。同时紧贴实际应用环境，着重介绍数据通信网络中的技术原理。以技术理论为核心，以相关网络设备的配置和操作为辅助，以通信工程领域具体网络互联实例作为开发示例，实现技术、实验以及实习内容的有效衔接。

注：本书获得西安电子科技大学教材基金资助。

感谢中兴通讯股份有限公司 NC 教育学院、西安电子科技大学通信与信息工程国家级

实验教学示范中心、西安电子科技大学通信工程学院和西安电子科技大学教务处为本书的撰写提供的大力支持，也感谢西安电子科技大学薛莹芳为本书所做的校订工作，同时感谢西安电子科技大学出版社为本书出版所做的细致工作。

由于作者水平有限，书中难免有不足之处，敬请同行专家和读者批评指正。

作 者

2012 年 9 月

目 录

第一部分 数据网络基础

第 1 章 网络基础	2	第 2 章 网络设备基础	29
1.1 网络的基本概念	2	2.1 局域网接口和线缆	29
1.1.1 网络的定义及分类	2	2.1.1 局域网和接口类型	29
1.1.2 网络的发展历史	3	2.1.2 局域网线缆	30
1.1.3 网络拓扑结构	5	2.2 广域网接口和线缆	32
1.2 常见的国际标准化组织	6	2.2.1 常见广域网技术	32
1.3 OSI 参考模型与 TCP/IP 参考模型	7	2.2.2 广域网接口类型	33
1.3.1 OSI 模型概述	7	2.2.3 广域网线缆	34
1.3.2 TCP/IP 协议簇简介	10	2.3 逻辑接口的概念和应用	34
1.3.3 TCP/IP 协议与 OSI 参考模型比较	10	2.3.1 Loopback 接口	34
1.4 数据封装和解封装的过程	11	2.3.2 子接口	35
1.4.1 OSI 的数据封装过程	11	2.4 常用数据通信设备	35
1.4.2 TCP/IP 协议的数据封装过程	12	2.4.1 网卡	35
1.5 TCP/IP 协议簇相关协议	13	2.4.2 调制解调器	35
1.5.1 应用层协议	14	2.4.3 中继器	36
1.5.2 传输层协议	14	2.4.4 集线器	36
1.5.3 网络层协议	19	2.4.5 网桥和交换机	37
1.6 子网规划与地址规划	23	2.4.6 路由器	37
1.6.1 IP 地址简介	23	2.4.7 路由交换机	38
1.6.2 IP 地址分类	23	2.4.8 常用设备的对比	39
1.6.3 带子网划分的编址	25	小结	40
小结	28	思考题与练习题	40
思考题与练习题	28		

第二部分 交换技术原理及应用

第 3 章 以太网交换机工作原理	42	3.4 MAC 帧转发及过滤原理	47
3.1 以太网的发展历史及现状	42	3.5 网络可靠性及环路	48
3.2 以太网基本概念	43	3.5.1 广播风暴	49
3.2.1 传统以太网与交换式以太网比较	43	3.5.2 重复的帧	50
3.2.2 以太网帧结构	44	3.5.3 MAC 地址表的不稳定	50
3.2.3 MAC 地址	44	3.5.4 环路问题	51
3.2.4 CSMA/CD	45	3.6 STP 协议的工作原理及作用	51
3.3 透明网桥功能及工作原理	45	3.7 交换机的基本操作和数据配置	55

3.7.1 ZXR10 3928 配置基础	55	4.4.1 Access、Hybrid 和 Trunk	64
3.7.2 ZXR10 3928 命令模式	56	4.4.2 3928 的 VLAN 配置	65
小结	57	4.4.3 VLAN 配置实例	65
思考题与练习题	57	4.5 VLAN 链路聚合原理及应用	66
第 4 章 虚拟局域网	58	4.5.1 链路聚合的负载分配机制	66
4.1 VLAN 的作用与特点	58	4.5.2 链路聚合的优点	67
4.1.1 VLAN 概述	59	4.5.3 802.1Q 和链路聚合及	
4.1.2 VLAN 特点	59	负载均衡配置	68
4.1.3 VLAN 成员划分的方式	60	4.5.4 链路聚合配置实例	68
4.2 VLAN 的工作原理	61	4.6 PVLAN、QinQ 和 SuperVLAN 技术	
4.2.1 VLAN 的运作	61	原理及应用	69
4.2.2 缺省 VLAN	61	4.6.1 PVLAN 原理和配置	69
4.2.3 链路类型	62	4.6.2 QinQ 原理和配置	70
4.3 IEEE 802.1Q 协议	62	4.6.3 SuperVLAN 原理和配置	72
4.4 VLAN 端口类型及划分方法	63	小结	73
		思考题与练习题	74

第三部分 路由原理及应用

第 5 章 路由器原理及应用	76	5.5.2 配置方式	88
5.1 路由器的定义及应用	76	5.5.3 命令模式	89
5.1.1 路由器的定义	76	5.5.4 命令行使用	90
5.1.2 路由器的作用	77	5.5.5 系统信息查看	91
5.2 路由器的原理及功能	78	5.5.6 接口配置介绍	92
5.2.1 路由器的工作原理	78	5.5.7 以太网接口配置	93
5.2.2 路由功能	78	5.5.8 E1 接口配置	95
5.2.3 交换/转发功能	78	5.5.9 文件系统管理	97
5.3 IP 通信流程	79	5.5.10 系统的维护管理	97
5.3.1 同一网络内部的通信	79	小结	100
5.3.2 不同网段之间的通信	80	思考题与练习题	100
5.3.3 通信流程	81		
5.3.4 不同网段之间通信的路由过程	82	第 6 章 路由协议的原理及应用	102
5.4 VLAN 间路由的原理与应用	84	6.1 路由及路由表	102
5.4.1 VLAN 间通信的路由选择	84	6.1.1 路由的概念	102
5.4.2 普通路由	85	6.1.2 路由表	102
5.4.3 单臂路由	86	6.1.3 路由表的构成	103
5.4.4 三层/多层交换机	86	6.2 路由的基本原则	104
5.5 路由器的基本操作和配置	87	6.2.1 路由的优先级	104
5.5.1 ZXR10 GAR2604 路由器		6.2.2 浮动静态路由与路由备份	105
硬件简介	87	6.2.3 最长匹配原则	106

6.3 路由协议原理	107	6.5.5 RIP 的配置	116
6.3.1 直连路由	107	6.6 OSPF 路由协议原理及应用	118
6.3.2 静态路由	107	6.6.1 OSPF 协议简介和特点	118
6.3.3 缺省路由	109	6.6.2 OSPF 基本概念	119
6.3.4 动态路由协议	110	6.6.3 OSPF 的协议报文	120
6.3.5 动态路由协议的分类	110	6.6.4 DR 和 BDR	121
6.4 距离矢量型路由协议	111	6.6.5 OSPF 链路状态	123
6.5 RIP 路由协议原理及应用	113	6.6.6 OSPF 协议规划	138
6.5.1 RIP 协议概述	113	6.6.7 OSPF 协议配置	139
6.5.2 RIP 协议的实现	114	6.6.8 OSPF 配置实例	142
6.5.3 RIP 协议报文格式与协议处理	115	小结	147
6.5.4 RIP 的特点	116	思考题与练习题	147

第四部分 网络管理及广域网接入技术

第 7 章 网络管理	150	7.8.5 动态 NAT(Overload)配置方法 和实例	168
7.1 ACL 的概念和分类	150	7.8.6 PAT 配置	168
7.2 ACL 的工作流程	151	7.8.7 NAT 的监控和维护	169
7.3 标准 ACL 的规则及应用	153	小结	169
7.3.1 标准 ACL 配置方法	153	思考题与练习题	169
7.3.2 标准 ACL 配置实例	154		
7.4 扩展 ACL 的规则及应用	155	第 8 章 广域网协议	171
7.4.1 扩展 ACL 配置方法	155	8.1 广域网概述	171
7.4.2 扩展 ACL 配置实例	155	8.1.1 广域网概述	171
7.5 DHCP 的概念和特点	156	8.1.2 广域网连接主要技术	171
7.6 DHCP 工作原理和应用	157	8.2 HDLC 协议的原理及应用	172
7.6.1 DHCP 的组网方式	157	8.2.1 HDLC 原理	172
7.6.2 DHCP 协议报文	157	8.2.2 HDLC 协议建链过程	173
7.6.3 DHCP Server 工作方式	159	8.2.3 HDLC 的配置	173
7.6.4 同网段的工作方式	159	8.3 PPP 协议的原理及应用	174
7.6.5 跨网段的工作方式	161	8.3.1 PPP 协议简介	174
7.6.6 DHCP Server 配置	162	8.3.2 PPP 协议的组成简介	174
7.6.7 DHCP Relay 配置	163	8.3.3 PPP 协议栈	175
7.6.8 DHCP 维护与诊断	164	8.3.4 PPP 协商流程	175
7.7 NAT 的概念和特点	164	8.3.5 PPP 的认证	176
7.8 NAT 的工作原理及应用	165	8.3.6 PPP 的配置命令	177
7.8.1 NAT 的工作方式	165	8.3.7 PPP 配置范例	178
7.8.2 NAT 的配置方法	167	8.3.8 PPP 故障的诊断和排除	179
7.8.3 静态 NAT 配置方法和实例	167	8.4 FR 协议的原理及应用	179
7.8.4 动态 NAT 配置方法和实例	167		

8.4.1 帧中继(Frame Relay)简介	179	8.4.8 帧中继配置范例	186
8.4.2 帧中继的帧结构	180	8.4.9 帧中继的监控和维护	188
8.4.3 帧中继的带宽管理	181	小结	189
8.4.4 帧中继 DLCI 的分配	182	思考题与练习题	189
8.4.5 帧中继的寻址	183		
8.4.6 ZXR10 支持的 LMI 类型	183	附录	190
8.4.7 帧中继的配置	184	参考文献	192

第一部分

数 据 网 络 基 础

第1章 网络基础

核心知识

- 网络的定义及发展历史;
- 网络的分类及拓扑结构;
- 常见的国际标准化组织;
- OSI 参考模型与 TCP/IP 参考模型;
- 数据封装和解封装的过程;
- TCP/IP 协议簇相关协议及子网规划与地址规划。

能力要求

- 了解网络的定义及发展历史;
- 了解 OSI 参考模型与 TCP/IP 参考模型的差异;
- 了解数据封装和解封装的过程;
- 了解 TCP/IP 协议簇的相关协议;
- 掌握网络的分类及拓扑结构;
- 掌握 OSI 参考模型及各层的功能;
- 掌握子网规划与地址规划。

1.1 网络的基本概念

1.1.1 网络的定义及分类

1. 网络的定义

本书讨论的网络是指数据通信网络。数据通信网络由一组计算机及相关设备与传输介质组成,可以相互通信,交换信息,共享外部设备(如硬盘与打印机)、存储能力与处理能力,并可访问远程主机或其他网络。

2. 网络的分类

如图 1-1 所示,网络按地理位置的关系可以分为局域网、城域网和广域网三类。

局域网(LAN)

城域网(MAN)

广域网(WAN)

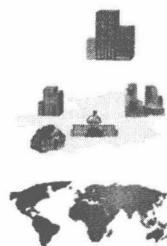


图 1-1 网络的分类

1) 局域网(LAN, Local Area Network)

局域网是一个高速数据通信系统,它在较小的区域内将若干独立的数据设备连接起来,使用户共享计算机资源。局域网覆盖的地域范围一般只有几千米。其基本组成包括服务器、客户机、网络设备和通信介质。通常局域网中线路和网络设备的拥有、使用、管理属于用户所在公司或组织。LAN 具有高可靠性、易扩缩、易于管理及安全等多种特性。

在目前情况下,经常采用的局域网技术有以下几种:以太网技术(Ethernet 802.3)、令牌环网技术(Token Ring 802.5)、光纤分布数据接口技术(FDDI, Fiber-Distributed Data Interface)。

2) 城域网(MAN, Metropolitan Area Network)

城域网是数据通信网的另一个例子,它在区域范围和数据传输速率两方面与 LAN 有所不同。城域网覆盖地域范围从几千米至几百千米,数据传输速率可以从几千位每秒到几吉兆位每秒。MAN 能向分散的 LAN 提供服务。对于 MAN,最好的传输媒介是光纤,因为光纤能够满足 MAN 在支持数据、声音、图形和图像业务上的带宽容量和性能要求。

城域网中采用的标准是分布式队列双总线(DQDB, Distributed Queue Dual Bus),它现在已经成为国际标准,编号为 IEEE 802.6。

3) 广域网(WAN, Wide Area Network)

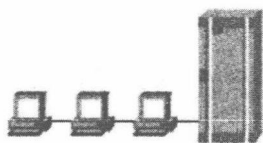
广域网覆盖范围从几百千米至几千千米,由终端设备、节点交换设备和传送设备等所组成。一个广域网的骨干网络常采用分布式网络网状结构,在本地网和接入网中通常采用的则是树型或星型结构。广域网的线路和设备的所有权与管理权一般属于电信服务提供商,不属于用户。

广域网的主要功能如下:① 提供在很大地理范围内的网络通信服务,实现远距离主机之间的数据传送;② 实现数据通信的可靠传输及实时数据传输;③ 提供电子公告板服务;④ 提供网页浏览、电子邮件等服务;⑤ 提供文件传输以及视频、音频等媒体点播服务。

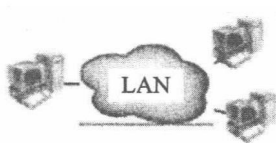
随着网络技术的不断发展,目前世界上已经建立起无数的计算机网络,在这些网络中,很多都具有不同的物理结构、协议,而且采用不同的标准。这样的多个网络相互连接构成的集合称为互联网(Internet),其最常见的形式是多个局域网通过广域网连接起来。目前,互联网已经发展到全球范围,构成了由许多小的网络(子网)互联而成的一个逻辑网,每个子网中连接着若干台计算机(主机)。互联网以相互交流信息资源为目的,基于一些共同的协议,并通过许多路由器互联而成,它是一个信息资源和资源共享的集合。

1.1.2 网络的发展历史

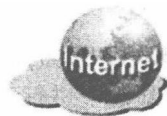
数据通信网络的发展共经历了三个主要阶段,如图 1-2 所示。



第一阶段: 20 世纪 50~60 年代



第二阶段: 20 世纪 70~80 年代



第三阶段: 20 世纪 80 年代至今

图 1-2 网络发展史

1. 第一阶段

这一阶段的特征是具有通信功能的联机系统(单终端系统)与具有通信功能的分时系统——多终端系统的出现。

早期的计算机由于功能不强,体积庞大,而且是单机运行,因此需要用户到机房上机。为解决不便,人们在远离计算机的地方设置远程终端,并在计算机上增加通信控制功能,经线路连接,输送数据进行成批处理,这就产生了具有通信功能的单终端联机系统。1952年,美国半自动地面防空系统 SAGE(Semi-Automatic Ground Environment)的科研人员首次研究把远程雷达或其他测量设备的信息,通过通信线路汇接到一台计算机上,再进行集中处理和控制在。

20 世纪 60 年代初,美国航空公司与 IBM 公司联手研究并首先建成了由一台计算机和遍布全美 2000 多个终端组成的美国航空订票(SABRE-1)系统。在该系统中,各终端采用多条线路与中央计算机连接。SABRE-1 系统的特点是出现了通信控制器和前端处理机,采用了实时、分时与分批处理的方式,提高了线路的利用率,使通信系统发生了根本变革。

从严格意义上讲,第一阶段中的远程终端与分时系统主机相连的形式并不能算做是计算机网络。

2. 第二阶段

第二阶段的重要标志是 ARPANET 的出现。

1969 年 9 月,出于对战时通信保障的需要,美国国防部高级研究所和十几个计算机中心一起研制出了 ARPANET。ARPANET 最初只包括 4 个站点,即加州大学洛杉矶分校 UCLA、加州大学圣巴巴拉分校 UCSB、犹他大学 Utah 和斯坦福研究所 SRI。

ARPANET 最初采用由加州大学洛杉矶分校的斯蒂夫·克洛克设计的网络控制协议(NCP, Network Control Protocol)。到 1971 年,ARPANET 发展到 15 个站点、23 台主机。新接入的站点包括哈佛大学、斯坦福大学、林肯实验室、麻省理工学院、卡内基·梅隆大学、美国航空航天局的 Ames 研究中心等。至此,ARPANET 的目的已经变成是将若干大学、科研机构和多台计算机连接起来,实现资源共享。ARPANET 是第一个较为完善地实现了分布式资源共享功能的网络。

20 世纪 70 年代后期,在全世界已经出现了为数众多的计算机网络,不过各个计算机网络之间均为封闭状态,无法互联互通。

国际标准化组织在 1977 年开始着手研究网络互联问题,并在不久以后提出了一个能使各种计算机在世界范围内进行互联的标准框架,即开放系统互联参考模型。

3. 第三阶段

第三阶段的主要特征为互联网的实现。

ARPANET 的发展及 TCP/IP 协议的成功应用,使网络可以在 TCP/IP 体系结构和协议规范的基础上进行互联。

1974 年,鲍勃·凯恩和斯坦福的温登·泽夫合作,提出了 TCP/IP 协议,后来又有人以他们提出的协议为基础,推出了更新版本的通信协议,最终构成了组成互联网通信协议

的 TCP/IP 协议簇。

1975 年, ARPANET 已由试验性互联发展为实用型网络, 其运行管理移交给了国防通信局 DCA。

1978 年美国国防部决定以 TCP/IP 的第 4 版作为其数据通信网络协议的标准, 互联网通信协议标准化的实施极大地推动了互联网的发展。

1982 年 TCP/IP 加入 UNIX 内核中, 商业电子邮件服务在美国 25 个城市开始启动。

1983 年, 伯克利加州大学开始推行 TCP/IP 协议, 并以 ARPANET 为主干网络建立了早期的互联网, 这是全球 Internet 正式诞生的标识。

20 世纪 90 年代, 互联网进入了高速发展时期, 到了 21 世纪, 互联网的应用越来越普及, 已变成我们生活中不可或缺的一部分。

1.1.3 网络拓扑结构

计算机网络主要有星型网、树型网、分布式网络、总线型网、环型网以及复合型网络等拓扑结构类型。

(1) 星型网: 每一终端均通过单一的传输链路与中心交换节点相连, 具有结构简单、建网容易且易于管理的优点。缺点是中心设备负载过重, 容易发生故障; 另外, 每一节点均有专线与中心节点相连, 使得线路利用率不高, 信道容量浪费较大。

(2) 树型网: 它是一种分层网络, 适用于分级控制系统。树型网的同一线路可以连接多个终端, 与星型网相比, 具有节省线路、成本较低和易于扩展的优点。缺点是对高层节点和链路的要求较高。

(3) 分布式网络: 该网络结构是由分布在不同地点且具有多个终端的节点机互联而成的。网中任一节点均至少与两条线路相连, 当任意一条线路发生故障时, 通信可转经其他链路完成, 具有较高的可靠性, 同时网络易于扩充。其缺点是网络控制机构复杂, 线路增多使成本增加。

分布式网络又称网型网, 较有代表性的网型网就是全连通网络。可以计算, 一个具有 N 个节点的全连通网需要有 $N(N-1)$ 条链路, 这样, 当 N 值较大时, 传输链路数很大, 而传输链路的利用率较低。因此, 在实际应用中一般不选择全连通网络, 而应在保证可靠性的前提下, 尽量减少链路的冗余和降低造价。

(4) 总线型网: 通过总线把所有节点连接起来, 从而形成一条信道。总线型网络结构比较简单, 扩展十分方便。该网络结构常用于计算机局域网中。

(5) 环型网: 各设备经环路节点连成环型。信息流一般为单向的, 线路是公用的, 采用分布控制方式。这种结构常用于计算机局域网中, 有单环和双环之分, 双环的可靠性明显优于单环。

(6) 复合型网络: 该网络结构是现实中常见的组网方式, 其典型特点是将分布式网络与树型网结合起来。通常情况下, 可以在计算机网络中的骨干网部分采用网型网结构, 而在基层网中构成星型网络, 这样既提高了网络的可靠性, 又节省了链路成本。

1.2 常见的国际标准化组织

有多个国家和国际组织参与制定数据网络通信标准，最主要的有下面几个组织。

1. 国际标准化组织(ISO, Internation Organization for Standardization)

ISO 成立于 1947 年，是世界上最大的国际标准化专门机构。ISO 的宗旨是在世界范围内促进标准化工作的发展，其主要活动是制定国际标准，协调世界范围内的标准化工作。

ISO 标准的制定要经过四个阶段，即工作草案(WD, Working Document)、建议草案(DP, Draft Document)、国际标准草案(DIS, Draft International Standard)和国际标准(IS, International Standard)。

2. 国际电信联盟(ITU, International Telecommunication Union)

ITU 成立于 1932 年，其前身为国际电报联合会(UTI)。ITU 的宗旨是维护与发展成员国间的国际合作，以改进和共享各种电信技术；帮助发展中国家大力发展电信事业；通过各种手段促进电信技术设施和电信网的改进与服务；管理无线电频带的分配和注册，避免各国电台的互相干扰。

其中，国际电信联盟—电信标准部(ITU-T)是一个致力于全球电信技术标准开发的国际组织，也是 ITU 的 4 个常设机构之一。ITU-T 的宗旨是研究与电话、电报、电传运作和关税有关的问题，并对国际通信使用的各种设备及规程的标准化分别制定了以下一系列建议。

F 系列：有关电报、数据传输和远程信息通信业务的建议。

I 系列：有关数字网的建议(含 ISDN)。

T 系列：有关终端设备的建议。

V 系列：有关在电话网上的数据通信的建议。

X 系列：有关数据通信网络的建议。

3. 电子电气工程师协会(IEEE, Insitute of Electrical and Electronics Engineers)

IEEE 是世界上最大的专业性组织，其工作主要是开发通信和网络标准。IEEE 制定的关于局域网的标准已经成为当今主流的 LAN 标准。

4. 美国国家标准局(ANSI, American National Standards Institute)

美国在 ISO 中的代表是 ANSI。实际上该组织是一个非政府、非营利性的组织，其研究范围与 ISO 相对应。

5. 电子工业协会(EIA, Electronic Industries Association)

该组织曾经制定过许多有名的标准，是一个电子传输标准的解释组织。EIA 开发的 RS-232 和 ES-449 标准在今天数据通信设备中被广泛使用。

6. Internet 工程任务组(IETF, Internet Engineering Task Force)

IETF 成立于 1986 年，是推动 Internet 标准规范制定的最主要的组织。对于虚拟网络世界的形成，IETF 起到了无与伦比的作用。除 TCP/IP 外，几乎所有互联网的基本技术都是由 IETF 开发或改进的。IETF 工作组创建了网络路由、管理、传输标准，这些正是互联

网赖以生存的基础。

IETF 工作组定义了有助于保证互联网安全的安全标准,使互联网成为更为稳定环境的服务质量标准以及下一代互联网协议自身的标准。

IETF 是一个非常大的开放性国际组织,由网络设计师、运营者、服务提供商和研究人员组成,致力于 Internet 架构的发展和顺利操作。大多数 IETF 的实际工作是在其工作组(Working Group)中完成的,这些工作组又根据主题的不同划分到若干个领域(Area),如路由、传输、网络安全等。

7. Internet 架构委员会(IAB, Internet Architecture Board)

IAB 负责定义整个互联网的架构,负责向 IETF 提供指导,是 IETF 最高技术决策机构。

8. Internet 上的 IP 地址编号结构(IANA, Internet Assigned Numbers Authority)

Internet 的 IP 地址和 AS 号码分配是分级进行的。IANA 是负责全球 Internet 上的 IP 地址进行编号的分配机构。

按照 IANA 的需要,将部分 IP 地址分配给地区级的 Internet 注册机构 IR(Internet Registry),地区级的 IR 负责该地区的登记注册服务。现在,全球一共有 InterNIC、RIPENIC、APNIC 3 个地区级的 IR,其中,InterNIC 负责北美地区,RIPENIC 负责欧洲地区,亚太区国家的 IP 地址和 AS 号码分配由 APNIC 管理。

1.3 OSI 参考模型与 TCP/IP 参考模型

1.3.1 OSI 模型概述

OSI 模型是基于 ISO 的建议建立的网络结构的模型,是各种网络层上使用的协议国际化的基础。这一模型被称为 ISO OSI 开放系统互联参考模型。OSI 模型有 7 层,每层都可以实现一个明确的功能,每层功能的制定都有利于明确网络协议的国际标准,层次之间分工明确,避免了功能混乱。

这种分层的好处是利用层次结构可以把开放系统的信息交换问题分解并将其分布到一系列容易控制的软硬件模块层中,各层还可以根据需要独立修改或扩充功能。同时,有利于不同制造厂家的设备互联,也有利于学习、理解数据通信网络。

如图 1-3 所示,OSI 参考模型中不同层完成不同的功能,各层相互配合,通过标准接口进行通信。其中,应用层提供网络应用程序通信接口;表示层处理数据格式、数据加密等;会话层建立、维护和管理会话;传输层建立主机端到端连接;网络层负责寻址和路由选择;数据链路层提供介质访问、链路管理等;物理层提供比特流传输。

应用层、表示层和会话层合在一起常称为高层或应用层,其功能通常是由应用程序软件

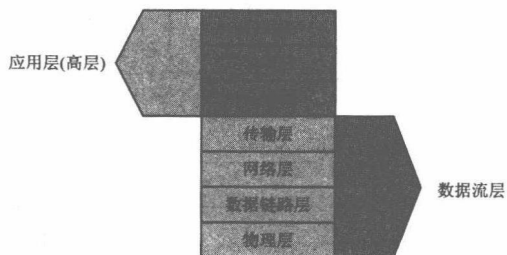


图 1-3 OSI 参考模型

实现的；物理层、数据链路层、网络层、传输层合在一起常称为数据流层，其功能大部分是通过软、硬件结合共同实现的。

从通信的硬件设备角度来看，有了终端、信道和交换设备就能接通两个用户了，但是要顺利地进行信息交换，或者说通信网要正常运转这还是不够的。为了保证通信的正常进行，必须事先作一些规定，而且通信双方要正确执行这些规定。例如，电话网中有规定的信令方式，数据通信中要有传输控制规程等。我们把这种通信双方必须遵守的规则和约定称为协议或规程。

协议的要素包括语法、语义和定时。语法规则规定通信双方“如何讲”，即确定数据格式、数据码型、信号电平等；语义规定通信双方“讲什么”，即确定协议元素的类型，如规定通信双方要发出什么控制信息、执行什么动作和返回什么应答等；定时关系则规定事件执行的顺序，即确定链路通信过程中通信状态的变化，如规定正确的应答关系等。

可见协议能协调网络的运转，使之达到互通、互控和互换的目的。那么如何制定协议呢？由于协议十分复杂，涉及面很广，因此在制定协议时经常采用的方法是分层法。分层法最核心的思路是上一层的功能建立在下一层功能的基础上，并且在每一层内均要遵守一定的规则。

层次和协议的集合称为网络的体系结构。体系结构应当具有足够的信息，以允许软件设计人员编写实现层协议的有关程序(即通信软件)。许多计算机制造商开发了自己的通信网络系统，例如 IBM 公司从 20 世纪 60 年代后期开始开发了它的系统网络体系结构(SNA)，并于 1974 年宣布了 SNA 及其产品，数字设备公司(DEC)也发展了自己的网络体系结构(DNA)。各种通信体系结构的发展增强了系统成员之间的通信能力，但是同时也造成了不同厂家之间的通信障碍，为了解决这个问题需要制定全世界统一的网络体系结构标准。在这个背景下，开放系统互联(Open System Interconnection)参考模型(简称 OSI-RM)应运而生。OSI 参考模型是由 ISO 在吸取 IBM 的 SNA 和其他计算机厂商的网络体系结构的基础上提出的，按照这个标准设计和建成的计算机网络系统都可以互相联结。

OSI 参考模型如图 1-4 所示，它采用分层结构化技术，将整个网络的通信功能分为 7 层。由低层至高层分别是：物理层、数据链路层、网络层、运输层、会话层、表示层、应用层。每一层都有特定的功能，并且是下一层为上一层提供服务。

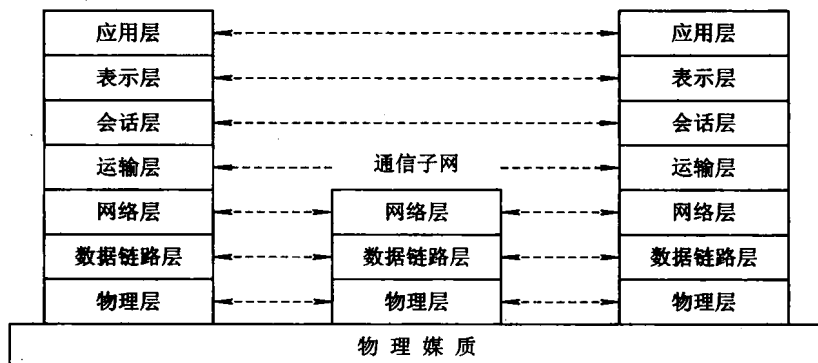


图 1-4 OSI 参考模型

在 OSI 参考模型中，各层的数据并不是从一端的第 N 层直接送到另一端的，第 N 层的