

面向 **21** 世纪高等院校教材

现代光纤 通信技术

吴翼平 主编 张智江 主审

国防工业出版社

National Defense Industry Press <http://www.ndip.cn>

0.11

00

TN929.11

W900

面向 21 世纪高等院校教材

现代光纤通信技术

吴翼平 主编
张智江 主审

国防工业出版社

·北京·

内 容 简 介

本书较全面、系统地介绍了光纤通信技术。全书共分9章:第1章为通信网络技术概述;第2章为数字通信技术;第3章为光纤通信技术;第4章为准同步数字系列;第5章为同步光网络/同步数字体系;第6章为光波分复用技术;第7章为全光网;第8章为光纤通信测试;第9章为光纤通信新进展。另外,编者对英语通信术语缩略词比较重视,并在附录中进行汇编,便于教学和自学参考。

本书在编写中力求深入浅出,结合实际。本书可供通信专业、网络专业、计算机专业、光物理专业以及其他相关专业的本科生、研究生和技术人员作为教材或参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

现代光纤通信技术 / 吴翼平主编. —北京:国防工业出版社, 2004.1

面向21世纪高等院校教材

ISBN 7-118-03306-5

I. 现... II. 吴... III. 光纤通信 - 高等学校 - 教材 IV. TN929.11

中国版本图书馆CIP数据核字(2003)第095949号

国防工业出版社出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路23号)

(邮政编码 100044)

腾飞胶印厂印刷

新华书店经售

*

开本 787×1092 1/16 印张 16 365千字

2004年1月第1版 2004年1月北京第1次印刷

印数:1—4000册 定价:22.00元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

前 言

通信网络对全球经济发展起着极其重要的作用,信息全球化推动了经济全球化,经济全球化又促进了信息全球化。目前信息全球化进程很快,数据业务量几乎一年左右就翻一番。国际互联网 Internet 和环球信息网 WWW 也日益普及,国家信息基础设施 NII 和全球信息基础设施 GII 的建设都促使了广域网络 WAN 的迅速发展,广大通信专业和计算机专业的学生以及各行各业的技术人员,日益希望进一步了解通信网和广域网技术,特别是现代光纤通信网的新技术。

由于通信技术的理论基础涉及面广而且深,进行实际操作和测试又不甚方便,读者对通信专业颇有入门不易、深入也难的感觉。本书根据读者的需求而编写,特别关注光纤技术和光传送网的传统内容和最新进展,编写时考虑必要的基础理论并努力结合实际内容。本书是一本较全面、系统地介绍光纤通信技术的参考用书。

本书在编写中力求深入浅出、结合实际。本书可供通信专业、网络专业、计算机专业、光物理专业以及其他相关专业的本科生、研究生和技术人员作为教材或参考用书。

本书共分 9 章:第 1 章为通信网技术概述;第 2 章为数字通信技术;第 3 章为光纤通信技术;第 4 章为准同步数字系列;第 5 章为同步光网络/同步数字体系;第 6 章为光波分复用技术;第 7 章为全光网;第 8 章为光纤通信测试;第 9 章为光纤通信新进展。另外,编者对英语通信术语缩略词比较重视,并在附录中进行汇编,便于教学和自学参考。

本书第 1 章和第 3 章由魏昕编写;第 2 章由张法源编写;第 4 章由天津海森赛德科技公司吴钢编写;第 5 章和第 6 章由吴翼平编写;第 7 章和第 9 章由姚楠编写;第 8 章由 FLUKE 公司吴健编写。全书由吴翼平教授统编,网通公司天津分公司张智江高级工程师审稿。

本书编写过程中参考了许多专家的著作,并得到许多公司、媒体提供的大量资料,在此表示诚挚的谢意。在编写过程中得到了天津工业大学网络中心全体教师的热情关心和全力支持,他们的帮助给编者留下了很深的印象。

天津工业大学网络中心主任万振凯教授、通信学院院长苗长云教授、通信工程系主任黄伟志副教授、恒光科技公司王廷尧高级工程师、中国网通公司杜华高级工程师、张谷老师和叶宁工程师等对本书的编写给予了很多指导和帮助,在此谨致以衷心的感谢。限于编者的水平和能力,时间也十分紧迫,书中难免有不少错误和不妥之处,恳请读者批评指出,以便进一步修正。

编 者

2003 年 8 月

于天津工业大学

目 录

第 1 章 通信网技术概述	1
1.1 概述	1
1.2 通信设备	1
1.3 广域网分类	3
1.3.1 通信网的拓扑结构	3
1.3.2 广域网的分类	4
1.4 通信协议	5
1.4.1 协议的概念和层次的结构	5
1.4.2 标准化组织	6
1.5 通信网络的发展历程	7
第 2 章 数字通信技术	9
2.1 数字通信的特点	9
2.2 脉冲编码调制	10
2.2.1 抽样	11
2.2.2 量化	13
2.2.3 编码/解码	15
2.2.4 单片集成 PCM 编码解码器	16
2.3 图像和视频信号的数字化方法	19
2.3.1 图像的数字化的	19
2.3.2 图像信号的抽样	20
2.3.3 图像信号的量化	20
2.3.4 图像信号的压缩	21
2.3.5 图像压缩标准	22
2.4 基带传输与频带传输	24
2.5 数字信号传输码型	25
2.5.1 传输码型的变换	25
2.5.2 码型种类	25
2.5.3 HDB3 码编解码器	30
2.6 多路复用技术	33
2.6.1 频分多路复用	34
2.6.2 时分多路复用技术	34

第 3 章 光纤通信技术	36
3.1 光纤通信	36
3.1.1 光纤通信的发展	36
3.1.2 光纤通信的特点	38
3.1.3 通信系统中主要技术指标	38
3.2 光导纤维	40
3.2.1 光导纤维的产生	40
3.2.2 光纤结构和光传输的基本原理	40
3.2.3 多模光纤和单模光纤	45
3.2.4 光纤的传输特性	48
3.2.5 单模光纤的带宽资源	52
3.3 光纤通信中的半导体器件	59
3.3.1 能带	59
3.3.2 半导体 PN 结及其光电特性	59
3.3.3 半导体激光器	61
3.3.4 发光二极管	66
3.3.5 光源的调制	68
3.3.6 光电检测器	71
3.4 无源光器件	75
3.5 光纤通信系统的构成	81
3.5.1 光发送机	81
3.5.2 光接收机	82
3.5.3 光中继器	84
3.5.4 FX-B 光纤转换器	84
3.5.5 光电集成技术	86
第 4 章 准同步数字系列	88
4.1 PDH 概述	88
4.1.1 PDH 的出现	88
4.1.2 T-1 系统(DS-1 格式)	88
4.1.3 T, E 和 J 系列	89
4.2 E-1 系统	90
4.2.1 时分多路复用	90
4.2.2 时分复用中的同步技术	91
4.2.3 E-1 系统(PCM 30/32 路系统)	92
4.2.4 PCM 30/32 路端机	95
4.3 PDH 高次群	98
4.3.1 数字复接技术	98
4.3.2 T 系列分层结构	100

4.3.3	PDH 分插信号流程	101
4.3.4	PANDATEL 多路复用器	101
4.4	PDH 典型应用	102
4.4.1	T-1 典型应用	102
4.4.2	E 系列结构和应用	103
4.4.3	数字光端机的典型应用	104
第 5 章	同步光网络/同步数字体系	106
5.1	SDH 的产生和特点	106
5.1.1	SDH 的产生	106
5.1.2	SDH 的技术特点	107
5.1.3	SDH 存在的问题	108
5.2	SDH 的基本概念	108
5.2.1	SDH 传送网的分层结构	109
5.2.2	网络节点接口	111
5.2.3	标准化的物理接口	112
5.2.4	SDH 的速率等级	112
5.2.5	SDH 帧的构造	113
5.3	SDH 复用结构	115
5.3.1	映射和复用	115
5.3.2	复用单元	116
5.3.3	140Mb/s 信号的复用过程	118
5.3.4	指针的作用	120
5.3.5	SDH 网同步	120
5.4	SDH 设备和功能模型	122
5.4.1	终端复用设备	122
5.4.2	分插复用设备	124
5.4.3	数字交叉连接设备	125
5.4.4	再生中继器	127
5.4.5	网络管理系统	128
5.5	SDH 典型系统	128
5.5.1	传输系统配置方式	128
5.5.2	自愈混合环形网	129
5.5.3	甘肃省 SDH 骨干网	130
5.5.4	广州 SDH B 网	130
5.6	SDH 标准	132
第 6 章	光波波分复用技术	135
6.1	光波波分复用技术	135

6.1.1	WDM 的产生	135
6.1.2	WDM 的基本原理	136
6.1.3	光谱利用率和超密集波分复用	137
6.1.4	WDM 通信技术的特点	138
6.2	DWDM 基本组成形式	139
6.3	DWDM 基本设备	140
6.3.1	DWDM 激光器(光发射器)	140
6.3.2	波长转换器	141
6.3.3	光复用器(合波器和分波器)	143
6.3.4	光检测器(光接收器)	146
6.3.5	光放大器	146
6.4	DWDM 发展前景	154
6.4.1	国际进展	154
6.4.2	国内进展	158
第 7 章	全光网	162
7.1	概述	162
7.1.1	全光网的产生	162
7.1.2	全光网的概念和特点	163
7.1.3	全光网的发展过程	165
7.1.4	光传送网的分层结构及 AON 相关技术	165
7.2	全光网的关键技术	166
7.2.1	全光传输	166
7.2.2	光波复用技术	168
7.2.3	全光交换	171
7.3	全光网络结构	173
7.3.1	全光网的拓扑结构	173
7.3.2	全光网的基本结构	175
7.4	全光网络的节点设备	176
7.4.1	光交叉连接	176
7.4.2	光分插复用器	177
7.5	全光网络的管理	179
7.5.1	光传送网管理的特点及功能	180
7.5.2	OTN 各层的管理要求	180
7.6	全光网络的有关标准及研究进展	181
7.6.1	AON 有关的 ITU-T 建议	181
7.6.2	全光网络的研究进展	184
第 8 章	光纤通信测试	189

8.1	概述	189
8.1.1	光通信领域测试	189
8.1.2	EMC 测试和可靠性问题	191
8.2	光纤参数的测量	191
8.2.1	光纤端接面的测试	191
8.2.2	光纤色散的测量	194
8.3	光纤链路现场测试工具	196
8.3.1	光源	196
8.3.2	光功率计	197
8.3.3	光时域反射计	197
8.3.4	使用 OTDR 应该注意的问题	200
8.4	光纤链路现场测试	202
8.4.1	测试内容	202
8.4.2	环路测试	203
8.5	光纤通信系统的测量	204
8.5.1	概述	204
8.5.2	光缆线路自动监测系统	204
8.5.3	光缆线路自动监测系统实例	206
第 9 章	光纤通信新进展	210
9.1	光滤波技术	210
9.1.1	光滤波器	210
9.1.2	波长可调谐光滤波器	211
9.2	光交换技术	213
9.2.1	光突发交换	213
9.2.2	光分组流交换	214
9.2.3	光标记交换	215
9.3	相干光通信	215
9.3.1	相干光通信技术	216
9.3.2	相干光通信系统	217
9.3.3	相干光通信系统的关键技术	218
9.4	光孤子通信	219
9.4.1	光孤子	219
9.4.2	光孤子通信系统	220
9.4.3	光孤子通信中的关键技术	221
9.4.4	影响系统性能的因素	224
9.4.5	光孤子通信实验系统	226
9.4.6	发展前景	227
9.5	IP over 光网络	228

9.5.1 数据光网络	229
9.5.2 IP over ATM	229
9.5.3 IP over SDH	230
9.5.4 IP over WDM	231
9.5.5 3种网络技术比较	233
缩略词	236
参考文献	244

第 1 章 通信网技术概述

1.1 概 述

在近百年的历史中,人们再也找不到一个领域能像通信和信息技术那样,取得如此激动人心的成就了。信息成为 21 世纪人类赖以生存和发展的最重要的战略资源和独特的生产要素,通信与信息产业作为最有生命力的新兴生产力的代表,正日益成为社会和经济发展的强大动力。现代通信借助于计算机等一系列新技术,除了信息的传递还包括信息的收集、加工、存储、维护和转发,语音、数据、图像的通信业务已经大量引入了银行、证券、贸易、娱乐等人类生活的方方面面。

计算机的发明使得信息资源的利用更加有效,而网络技术的诞生又使信息资源的应用达到更加充分和完善的地步。信息全球化促进了经济全球化,经济全球化又推动了信息全球化。大量跨国公司的成立,因特网(Internet)、万维网 WWW(World Wide Web)和电子商务 EC(Electronic Commerce)的迅速发展,信息高速公路(Information Highway)国家信息基础设施 NII(National Information Infrastructure)和全球化信息基础设施 GII(Global Information Infrastructure)的建设,以及全球网络经济的形成使广域网络 WAN(Wide Area Network)得到非常迅速的发展。

网络业务的模式也发生了急剧的变化。由原来的本地业务与骨干网业务之比为 80:20,将变成本地业务与骨干网业务之比为 20:80 的新模式。广域网的流量正在高速增长。与局域网 LAN(Local Area Network)、城域网 MAN(Metropolitan Area Network)不同,广域网 WAN 指地域上覆盖很广阔的地区,例如几个省份、一个国家、许多国家,以至整个世界,其距离可从数千公里到上万公里,它可以把全球的城域网、局域网连接起来。另一方面,局域网、城域网又可看作是广域网的组成部分,有密切的联系。

1876 年美国贝尔(Bell)发明了电话,1878 年在美国康涅狄格州建立了第 1 个交换局,这是电话中心局的先驱,也是广域网的基础。1969 年,美国国防部高级研究计划署 ARPA(Advanced Research Projects Agency)立项研究 ARPA 网,1972 年建成。它是最早出现的计算机广域网络,促使了广域网的蓬勃发展。

20 世纪 70 年代至 80 年代在所有发达国家和发展中国家中都建立了本国的国家级广域网 WAN,现在已有超过 270 个国家和地区建立了本国的国家级广域网。到 90 年代所有国家级广域网都已连接到因特网上。

1.2 通信设备

通信网是一种将各类通信设备按一定的拓扑结构构成的通信系统。构成通信网的最基本的设备是用户终端设备、传输链路设备和转接交换设备,如图 1.1 所示。

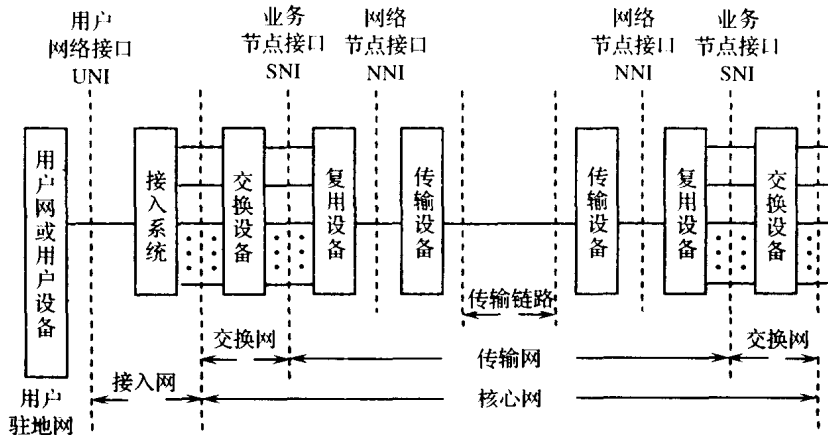


图 1.1 电信网络的主要设备

用户终端设备是通信网中的源点和终点,是通信系统中的信源和信宿,此外它还包括了一部分变换和反变换装置。终端设备的第 1 种功能,即最主要的功能是把待传送的信息和在信道上传送的信号之间相互转换。需要采用发送传感器来感受信息,将信息转换为能传送的信号,接收传感器将信号恢复成能被信息接收者接收的信息。终端设备的第 2 种功能,是要求有一定的信号处理功能,以使之能与信道匹配。第 3 种功能,是产生和识别网内所需的信令信号或规定,以便相互联系和应答。对应不同的通信业务,有不同的信源和信宿,也就有着不同的变换和反变换装置。因此,对应不同的通信业务,也就有不同的终端设备。例如:电话业务的终端设备就是话机终端;传真业务的终端设备就是传真终端;数据业务的终端设备就是数据终端和计算机等。

传输链路是网络节点的连接媒介,是信息和信号的传输通路。它除了是通信系统中的信道部分之外,还包括一部分变换和反变换装置。传输链路的实现方式很多,最简单的传输链路就是简单的线路,如明线、电缆等。它们一般用于市内电话网用户端链路和局间中继链路。其次,如载波传输系统、脉冲编码调制 PCM(Pulse Code Modulation)传输系统、数字微波传输系统、光纤传输系统及卫星传输系统,都可以作为通信网传输链路的实现方式。

转接交换设备是现代通信网的核心。它的基本功能是完成接入交换节点链路的汇集、转接接续和分配。对不同通信业务网络的转接交换设备的性能要求也是不同的。例如,对电话业务网的转接交换节点的要求,不允许对通话电流的传输产生过长的时延。因此,目前还是采用程控交换机,它是一种采用直接连接电话的电路交换方式。对于主要用于计算机通信的数据通信网,由于计算机系统终端和数据终端可能有各种不同的速率,同时为了提高传输链路利用率,可将流入信息流进行存储,然后再转发到所需要的链路上去。这种方式叫做存储转发方式。例如,分组数据交换机就是利用存储转发方式进行交换的,这种方式可以做到较高效率地利用链路网络。目前迅速发展的因特网,就是一种采用网际协议 IP(Internet Protocol)的网络分组交换方式。

IP 技术的发展又使 IP 电话的通信质量不断提高,已经逐步替代长途电话的业务。

用户端设备放置于用户一侧,传输设备和交换设备放置于邮电部门的通信局内及通

信局与用户之间。通信局之间的传输设备称为中继线路。终端用户与通信局之间的传输设备称为用户线路、用户环路或用户接入网 SAN(Subscriber Access Network),用户群也可组成用户驻地网 SPN(Subscriber Premises Network)。

1.3 广域网分类

1.3.1 通信网的拓扑结构

多个节点之间进行通信时,如何将分散的各个节点相互连接起来,构成一个科学的、合理的、经济的通信网,是一个十分重要而又复杂的问题。网络中各节点之间相互连接的方法和形式称为网络的拓扑结构,基本形式如图 1.2 所示。

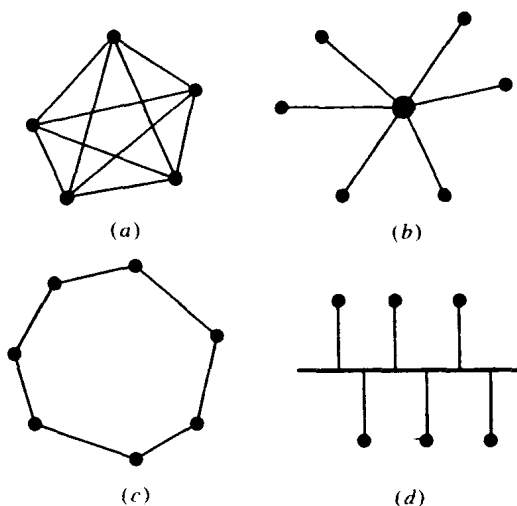


图 1.2 通信网的基本拓扑结构

(a) 网形网; (b) 星形网; (c) 环形网; (d) 总线型网。

1. 网形网

网络中各节点之间均有一条连接线路构成的完全互连的网络形状,称为网形网。当网络有 n 个节点时,需要 $n(n-1)/2$ 条连接线路。因此,当 n 值较大时,所需线路数很多,线路利用率较低,经济性较差。但是,当某一节点或某条线路发生故障时,可取迂回路由保证节点之间的连接,因而可靠性高。

2. 星形网

星形网结构是在网中设置中心节点,其他节点只与中心节点之间有连接线路,网络控制由中心节点完成。这种形式的网络结构较简单,便于管理,易于实现,但当中心节点设备发生故障时,会使整个网络瘫痪,可靠性差。

3. 环形网

环形网是由链路将网中各节点连接成环状,数据在环中沿一个方向传输。由于完成一次通信可能需要经过多个节点的转接,因而网中任一节点发生故障都会影响全网的工作。但这种形式网络结构简单,容易实现,在局域网中应用较多。

4. 总线型网

总线型网是通过总线把网中所有节点连接起来,所有节点共享总线。这种结构比较简单,扩展十分方便,主要用于局域网。

1.3.2 广域网的分类

1. 按传输信号分类

按信道中传输信号形式可以分为模拟通信网和数字通信网。

模拟通信网是传送信号波形随模拟信息变化而变化的模拟信号的通信网络。

数字通信网是传送将各种信息数字化了的数字信号的通信网络。

2. 按传输通道分类

按传输通道可分为有线通信网和无线通信网。

有线通信网有双绞线、架空明线、同轴电缆和光纤通信网等。

无线通信网有微波、短波、卫星、散射和移动通信网等。

3. 按服务对象分类

按服务对象可以分为公用通信网和专用通信网。

公用通信网(简称公用网)是一种开放型的通信系统,它的规模一般比较大,提供国际、国内及地区性的通信。它的服务对象是社会公众,不仅包括分散的、单个的用户,还包括集团用户及各种专用通信网。

专用通信网是一种封闭型的通信系统,是各个专业部门如铁道、银行、军事、电力等部门,针对各自的特殊用途而设置的通信网,它为部分用户所专用,不属于专用网的用户一般不能入网。专用网一般用于信息保密性要求较高的场合。

4. 按业务类型分类

根据业务类型的不同,公用通信网可以分为电话网、电报网、移动网、数据网、虚拟专用网 VPN(Virtual Private Net)等支持不同媒体传递的通信平台。为了统一管理和组网,人们试图通过一个通信平台来支持各种不同的业务。窄带综合业务数字网 ISDN 应运而生,现正向着宽带化、综合化、智能化的方向发展。宽带综合业务数字网 B-ISDN 是一个支持语音、数据、图像综合传输的宽带多媒体通信网。下一代通信网 NGN(Next Generation Network)将是支持多业务包括实时和宽带业务的网络,即基于 IP 协议且采用多协议标记交换器 MPLS(Multiple Protocol Label Switch)技术能保证电信服务质量 QoS(Quality of Service)的三网融合的新型网络。

5. 按用户速率分类

按用户速率数据通信网可分为窄带数据网和宽带数据网。

窄带数据网支持中速($64\text{kb/s} \leq \text{用户速率} < 2.048\text{Mb/s}$)和低速(用户速率 $< 64\text{kb/s}$)的数据业务。

宽带数据网支持高速(用户速率 $\geq 2.048\text{Mb/s}$)的数据业务。

6. 按网络功能分类

按网络功能可分为基础网和支撑网两类。

基础网有用户驻地网、用户接入网、交换网和传输网等。交换网和传输网合称核心网。

支撑网有信令网、同步网和电信管理网等。

7. 按网络应用分类

按网络应用可分为:电信网、计算机网和电视网。

电话网、分组数据网、帧中继网、ATM网、移动通信网和卫星通信网,一般由电信公司管理,所以统称电信网。

电信网也可以连接计算机网。IP网原来主要连接计算机网,一般由新发展的因特网服务提供商ISP(Internet Service Provider)管理。

电视网由有线电视网CATV(Cable Television)和无线电视网WTV(Wireless Television)组成。传统电视采用模拟传输方式,2003年已推广使用数字电视,我国将在2015年全面采用数字电视,停止模拟电视的播出。有线电视通常只能覆盖一个城市,各城市间则需要以微波或卫星组成的无线电视网来进行转发。一般电视网由电视广播通信公司管理。

20世纪末美国相继提出建设信息高速公路、国家和全球信息基础设施。宽带网络、IP电话、软交换、光密集波分复用技术DWDM(Dense Wavelength Division Multiplexing)、全光网AON(All Optical Network)等迅速发展,电视广播公司、电信公司积极经营IP和IP电话业务,使得电信网和因特网的界限渐趋模糊,电信网和IP技术汇聚的趋势已经十分明显,三网融合已成主流趋势。

1.4 通信协议

1.4.1 协议的概念和层次的结构

为了将众多不同制造厂商、不同功能、不同配置及不同使用方式、不同地理位置上的终端设备和计算机互连起来共享资源,就需要共同协商,约定解决它们互连、同步、交换信息的基本原则。这种预先建立的原则、约定和标准称为网络协议。

协议是指系统间互换数据的一组规则,主要是关于相互交换信息的格式、节拍、连接接口、信号强度、交换规则等。

协议的制定和实现采用层次结构,即将复杂的协议分解为一些简单的分层协议,再组合成总的协议。协议分层总括起来有如下优点:

(1) 各层之间是独立的,任何一层不需知道下面一层是如何实现的,只需知道下一层所提供的服务和本层向上一层所提供的服务。

(2) 灵活性好,任何一层发生变化,只要接口关系保持不变,其他各层均不受影响。

(3) 结构上可以隔开,各层都可以采用最合适的技术来实现。

(4) 易于实现和维护,因为整个系统已经分为几个容易处理的部分。

(5) 能促进标准化工作。

协议的另一个基本概念是协议参考模型PRM(Protocol Reference Model)。协议参考模型给出了一种结构,用于描述通信系统的协议、功能、层次和体系结构间的关系。协议参考模型的基本功能是为定义和开发新的业务及支持这些业务所需的协议提供一个框架。

通常将网络功能分层结构以及各层协议的集合称为网络体系结构。比较著名的网络

体系结构有国际标准化组织 ISO(International Organization for Standardization)提出的开放系统体系结构 OSI(Open System Interconnection);美国国防部提出的传输控制协议 TCP/IP;国际电信联盟提出的公共数据网 X 系列协议;IBM 公司提出的系统网络体系结构 SNA 等。

1.4.2 标准化组织

国际上,各个国家和地区、学会和行业都设有制定相关标准、原则、规程和协议的标准化组织。主要的标准化组织有:

1. 国际标准化组织 ISO

ISO 是由各国标准化团体组成的世界性联合会。ISO 与各国际组织(如国际电工委员会 IEC、国际电信联盟 ITU 等)保持密切合作,制定各式各样的工业标准和有关电工、电子和网络标准。

1977 年 ISO 提出了一种不基于特定机型、操作系统或公司的网络体系结构,即开放系统互连参考模型 OSI,是国际上广泛应用的网络标准。

2. 国际电信联盟 - 电信标准化部 ITU - T(International Telecommunication Union)

ITU - T 成立于 1933 年 3 月,由 15 个研究小组构成,原名国际电报电话咨询委员会 CCITT(International Telegraph and Telephone Consultative Committee),属联合国管辖。1993 年 3 月改组为 ITU - T,一直负责制定电信网的标准系列。如:ITU - T G703 建议,定义了光纤数字通信的 64kb/s 接口和 2048kb/s 接口。ITU - T 下设有 15 个工作组,例如 SG11 工作组负责 IMT2000 接口,SG13 负责研究多协议和 IP 网络及其互通。

3. 因特网工程任务组 IETF(Internet Engineering Task Force)

IETF 成立于 1985 年底,是一个开放的国际性组织,负责研究因特网的体系结构以及新一代因特网标准规范的研究和制定。IETF 已成为因特网最具权威的大型技术研究组织。IETF 大量的技术性工作均由其内部的各种工作组协作完成。

4. 美国有关标准学会

(1) 美国国家标准学会 ANSI(American National Standard Institute)是国际标准化组织中的美国代表,负责制定和审批美国国内各行各业的各种标准。

(2) 电器和电子工程师协会 IEEE(Institute of Electrical and Electronic Engineers)是世界上最大的专业协会,通信和信息系统领域中的标准工作不少由 IEEE 通信学会和 IEEE 计算机学会来完成。如:IEEE802 委员会制订了局域网的物理接口协议。

(3) 美国贝尔通信研究所(Bellcore)。如:TA - NPL - 000436 数字同步网络规划是 Bellcore 首先提出来的。

(4) 美国电子工业协会 EIA(Electronic Industry Association)是 ANSI 的成员,制定各种电气和电子领域的多项标准,EIA 制定的标准经常被 ANSI 采用。

(5) 美国通信工程学会 TIA(Telecommunications Industry Association)是 ANSI 的成员,TIA 制定通信领域的各项标准,经常被 ANSI 采用。如:结构化布线系统 TIA/EIA 布线标准,由 TIA 和 EIA 共同提出,由 ANSI 通过并发布。

5. 欧洲电信标准协会 ETSI(European Telecommunications Standards Institute)

ETSI 是国际电信标准化组织中的欧洲代表,负责制定和审批欧洲电信行业的标准。1982 年制定了泛欧移动通信漫游的标准。

6. 中国国家标准化组织

(1) 中国标准化委员会 GB 在中国国家技术监督局领导下工作,是国际标准化组织中的中国代表,负责制定审批和发布中国各种行业的各种国家标准。

除国家标准外还有通信行业的标准。通信行业标准分为两种,分别是邮电技术规定 YDN 和推荐性通信行业标准 YD/T。通信技术方面的标准主要参照 ITU - T 的国际标准。如:GB/T 14731 - 93 参照 ITU - T G707,是同步数字系列的比特率的标准。YDN 099 - 1998 参照 ITU - T G 和 M 系列标准,是光同步传输网技术体系的标准。YD/T 767 - 95 参照 ITU - T G957,是同步数字系列和设备的光接口技术要求。

(2) 网络与交换标准研究组织 NS - SG 是中国信息产业部批准正式成立的对口 ITU - T SG11 和 SG13 工作组的研究组织,在 1999 年 10 月成立,“十五”期间,主要进行信令部分、网络总体部分和智能网部分的研究和制定标准的工作。

1.5 通信网络的发展历程

1. 模拟语音网络阶段

1876 年 3 月美国贝尔(Bell)发明了电话,其后 100 年间模拟语音网络获得了迅速发展。

2. 数字数据传输阶段

20 世纪 50 年代发明了计算机,模拟语音网络广泛用于各种终端之间的数字数据传输。

3. 数字语音通信阶段

20 世纪 60 年代 ~ 70 年代的初期模拟语音网络向数字语音传输技术演化,数字语音通信得到迅速发展。1962 年由贝尔实验室研制出第 1 个脉冲编码调制 PCM 通信系统 - T1 系统。1965 年 5 月贝尔公司第 1 部程控交换机以及贝尔公司的 1 号交换机问世,促进了数字语音通信的迅速发展。

4. 数字通信发展阶段

20 世纪 70 年代 ~ 80 年代末,数字通信系统得到了迅速发展。

1972 年 ITU - T 提出了综合业务数字网 ISDN(Integrated Services Digital Network)的标准。

1973 年美国国防部开发出因特网上使用的传输控制协议 TCP/IP(Transmission Control Protocol/Internet Protocol)。

1976 年美国亚特兰大(Atlanta)进行了世界上第 1 个实用光纤通信系统的现场试验。

1978 年美国贝尔实验室在芝加哥试验成功第 1 个蜂窝移动电话系统。

1982 年欧洲建立了全球移动通信系统 GSM(Global System for Mobile Telecommunications),制定了泛欧移动通信漫游的标准。

1988 年美国贝尔通信公司提出了同步光纤网 SONET,同年 ITU - T 作了修改,并完成了同步数字系列 SDH 的一套建议,即 G.707、G.708 和 G.709。

5. 全球光纤通信、移动通信和互联网的大发展阶段

1993 年 9 月美国克林顿政府提出了“国家信息基础设施 NII 行动计划”后,世界各国