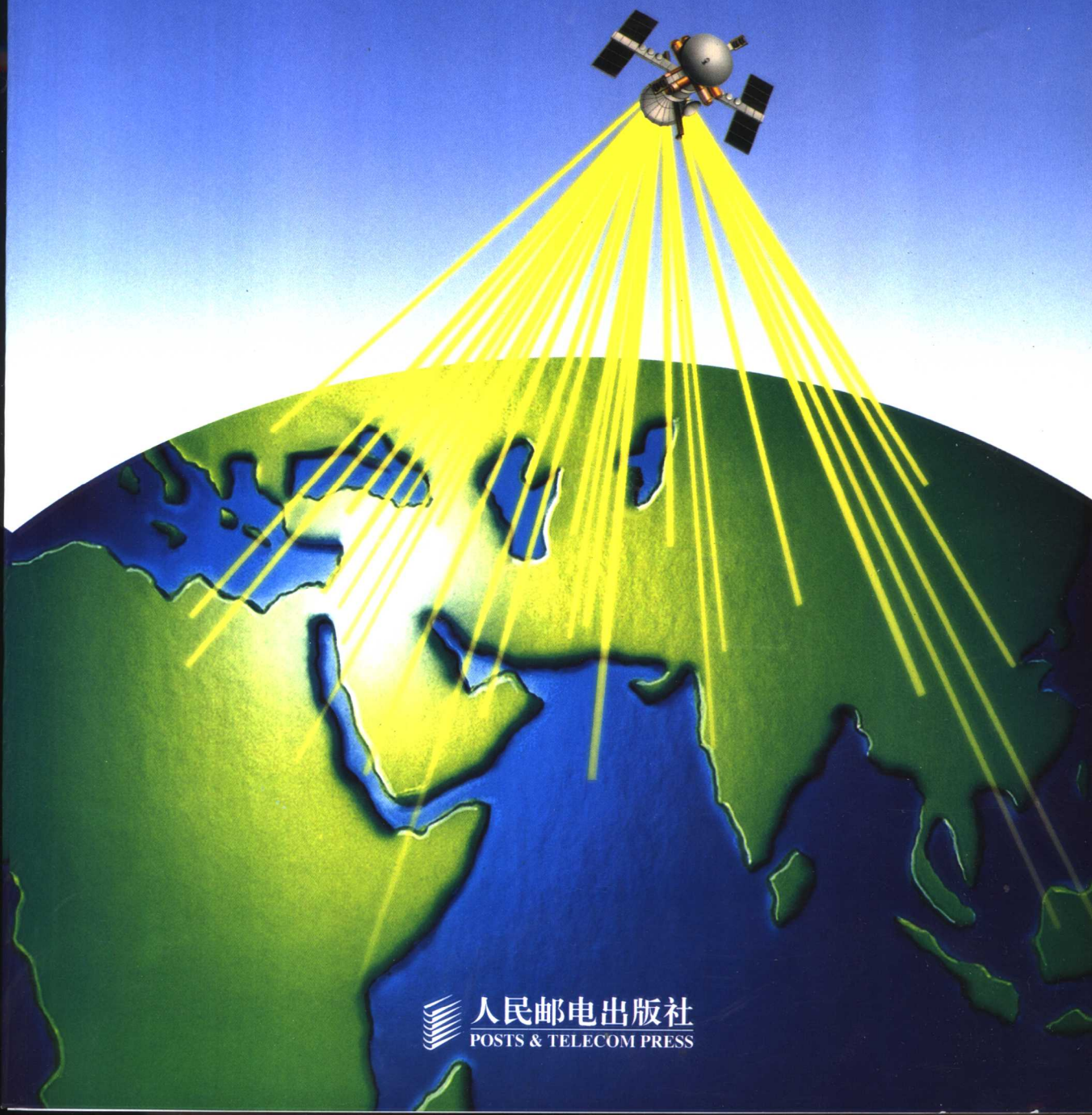


高等学校教材

现代通信网技术

穆维新 主编



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

高等学校教材

现代通信网技术

穆维新 主编

人民邮电出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

现代通信网技术/穆维新主编. —北京: 人民邮电出版社, 2006. 1
高等学校教材

ISBN 7-115-14193-2

I. 现... II. 穆... III. 通信网—高等学校—教材 IV. TN915

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 142270 号

内 容 提 要

本书以现有通信网技术为基础, 对各类信息网及系统的组成、结构原理、关键技术、应用和发展等进行了较为全面的阐述。全书共分为 16 章, 主要内容包括: 电话和移动通信网的 PSTN、IN、GPRS、2G 及 3G 等; 计算机通信网的局域网、宽带 IP 网及 IPv6 等; 数据通信网的 PSPDN、FRN 及 DDN; 传输通信网的 SDH、WDM、微波通信、卫星通信和 ASON 等。另外介绍了电信支撑网、接入网、多媒体增值业务网、广播电视网、B-ISDN/ATM 网、NGN 及软交换等, 最后一章是通信网的故障案例分析。

本书可作为大专院校通信、信息及电子等专业的教材或学习参考用书, 也可作为相关专业的培训教材或专业技术人员的自学参考用书。

高 等 学 校 教 材 现代通信网技术

-
- ◆ 主 编 穆维新
责任编辑 刘 朋
 - ◆ 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>
北京鸿佳印刷厂印刷
新华书店总店北京发行所经销
 - ◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 24.75
字数: 611 千字 2006 年 1 月第 1 版
印数: 1-4 000 册 2006 年 1 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-115-14193-2/TN · 2643

定价: 38.00 元

读者服务热线: (010) 67129264 印装质量热线: (010) 67129223

前 言

本书以现代通信网为主线,分别对当今的通信网、计算机网、广播电视网等作了较为全面的阐述,并对组成网络的各种传输系统及支撑网等也进行了充分的讲解。本书从实际出发,跟踪网络技术的最新发展动态,尽可能地将与信息网络有关的计算机、通信、交换、组网及传输等技术综合在一起,形成一个较为完整的信息网络及系统体系。

本书主要讲解目前的通信网络及系统技术,对以后较具发展潜力的技术也进行了适当的介绍。其宗旨是通过对本书的学习,使读者能够理解什么是现代信息网络的宽带化、数字化、智能化和综合化,并能懂得各种网络的概念和定义、结构和组成、业务和应用、信令和协议以及以后发展动向等基本内容。本书中有一定比例的电路原理、网络接口及组网结构等示意图,以增加可读性和易懂性。

全书共分16章:第一章主要介绍目前信息网的分类及对以后发展进行预测;第二章和第四章对电信网进行论述,主要内容有PSTN、IN、ISDN、2G、GPRS、小灵通、3G等;第三章介绍支撑网,包括同步网、信令网、管理网;第五章是传输系统,即光纤通信、SDH、WDM系统、微波通信、卫星通信、ASON;第六章介绍接入网、智能社区网、电缆配线系统和综合布线系统;第七章对多媒体增值业务网进行了适当的讨论;第八章讲解的是广播电视网;第九章至第十一章讲述数据网,包括分组交换数据网、帧中继、数字数据网;第十二章介绍基于ATM的宽带综合业务数字网;第十三章和第十四章讲述以局域网为核心的计算机网络和宽带IP网;第十五章介绍NGN及软交换;最后一章给出了一些主要网络在健康维护中遇到的常见问题、故障判断和案例分析,以培养读者的分析问题和实践动手能力,并加深对前面所学知识的理解。

本书每个章节都有一定的独立性。如要选择本书作为教材,可结合本专业的特点和课时数,选择有关章节系统地学习。建议通信、信息类专业,学时数为51~72,高年级本科生必修第二章至第六章、第十三章、第十六章,其他章节选学;研究生必修第二章至第四章、第九章至第十四章,其他章节选学。其他专业可结合本专业特点,参考以上建议确定所学内容。参加工作的读者可以根据自己的实际情况和兴趣有重点地学习。

本书是在原讲义的基础上整理编写而成的。在本书的编写过程中参考了有关作者的文献,引用了有关网络设备运行记录或技术资料,路新华、王军鹏、吴斌硕士做了一些基础性的工作,澳大利亚伍伦贡大学教授习江涛对全书作了审阅,郑州大学的师生给予了热情的支持,在此一并表示感谢。

由于时间关系,书中难免有许多不足之处,敬请读者批评指正。

编 者

目 录

第一章 概论	1
第一节 通信网技术的概念及分类	1
一、通信网技术概述	1
二、信息网的大体分类	4
三、中国通信网目前的分类	4
第二节 通信网的基本构成	5
一、终端设备	5
二、传输系统	6
三、交换节点	6
四、信道	7
第三节 现代通信网技术的发展趋势	8
习题	14
第二章 电话网	15
第一节 PSTN	15
一、电话网络的结构	16
二、电话网络组织和路由计划	18
三、电话网的传输质量	19
四、专用通信网	20
第二节 电路交换	22
一、交换节点	22
二、时分复用	22
三、交换原理	23
四、交换机	24
五、呼叫接续过程	26
第三节 IN	27
一、智能网概述	27
二、智能网的模型	29
三、智能网应用协议	33
四、综合智能网	34
第四节 ISDN	35
一、ISDN 概述	35
二、ISDN 用户—网络接口	36
三、N-ISDN 提供的业务	39

习题	39
第三章 支撑网	40
第一节 数字同步网	40
一、同步网的概念	40
二、滑动及对通信的影响	41
三、同步方法及方式	42
四、滑动性能指标及分配	43
五、同步时钟的操作	44
第二节 信令网	45
一、信令的基本概念	45
二、消息传递部分	50
三、电话应用部分	53
四、信令连接控制部分	54
五、事务处理应用部分	55
六、综合业务数字网部分	57
七、信令点编码	58
第三节 管理网	59
一、管理网的概念	60
二、电信网络管理系统	61
三、传输网的监控与管理	64
四、No.7 信令网的维护监控系统	66
五、数据同步网的网管系统	67
六、数字数据网 (DDN) 网管	68
七、移动电话网网管系统	69
习题	70
第四章 移动通信	71
第一节 第二代移动通信	71
一、GSM 系统	71
二、CDMA 系统	73
三、公共陆地移动网 (PLMN)	75
第二节 GPRS	79
一、通用分组无线业务 (GPRS) 概述	79
二、GPRS 网络	80
三、GPRS 工作原理	85
四、GPRS 管理	86
第三节 无线市话系统	88
一、无线市话网络结构及组成	89
二、无线市话系统的技术	92

第四节 第三代移动通信	94
一、3G 概述	94
二、TD-SCDMA	96
三、cdma2000	98
四、WCDMA	105
五、3G 的比较及问题	113
习题	114
 第五章 传输系统	 115
第一节 传输技术概述	115
一、PCM 基础	115
二、PDH 技术的缺陷	117
三、SDH 技术的特点	118
四、传输技术分类及传输介质	118
第二节 光纤通信	120
一、光纤通信系统组成	120
二、光纤通信的优点	121
三、光纤通信的应用	122
第三节 SDH	123
一、SDH 的基本概念	123
二、SDH 帧结构	124
三、SDH 的复用原理	125
四、映射和同步复用	127
五、SDH 传输网	130
第四节 WDM 系统	134
一、WDM 概述	134
二、WDM 系统的功能结构	136
第五节 微波通信	137
一、数字微波通信概述	137
二、微波通信系统	138
第六节 卫星通信	140
一、卫星通信基本概述	141
二、卫星通信系统	142
三、卫星通信网	144
第七节 ASON	146
一、ASON 体系结构	147
二、ASON 连接	149
三、ASON 组网	149
习题	150

第六章 接入系统	151
第一节 接入网	151
一、光纤接入技术	151
二、铜缆接入技术	153
三、以太网接入技术	154
四、混合接入网	155
五、电话接入网	156
六、无线接入网	157
七、综合接入技术	158
第二节 智能社区网	158
第三节 电缆配线系统	161
一、电缆配线系统的组成	161
二、电缆配线法	161
三、电缆配线原则	162
第四节 综合布线系统	163
一、综合布线系统的组成	163
二、综合布线系统的安装	164
习题	167
第七章 多媒体增值业务网	168
第一节 多媒体概述	168
一、多媒体定义	168
二、多媒体系统	169
三、多媒体业务	170
第二节 多媒体通信网	172
一、多媒体通信网的结构及要求	172
二、现有的通信网与多媒体通信	174
三、多媒体通信问题	175
四、多媒体通信的关键技术	176
习题	177
第八章 广播电视网	178
第一节 广播电视网概述	178
一、线缆调制解调	178
二、有线电视数字机顶盒	180
三、分配器和分支器	182
四、广电网的数字化	182
第二节 HFC 网	184
一、HFC 网的基本概念	184

二、HFC 网络结构及频率分配	185
三、HFC 组建宽带网	185
第三节 有线广电网的应用及发展	186
一、CATV-HFC 网络的 IP 电话	186
二、CATV-HFC 网络的 VOD	187
三、多媒体在 CATV 中的应用	187
四、IPTV 系统	188
五、有线电视网的发展趋势	190
习题	192
第九章 分组交换数据网	193
第一节 数据网概述	193
一、数据网的概念	193
二、分组交换数据网结构	196
第二节 分组交换	197
一、分组头	198
二、分组格式	199
三、分组交换虚电路	200
第三节 X.25 协议	202
一、X.25 的物理层	203
二、X.25 的数据链路层	203
三、X.25 分组层	205
第四节 分组网的应用	206
一、分组网业务	206
二、网络互联及终端接入	207
习题	209
第十章 帧中继	210
第一节 帧中继概述	210
一、帧中继的特点	210
二、帧中继协议	212
三、帧中继交换机	213
第二节 帧中继网	214
一、帧中继网络结构	214
二、帧中继的应用	215
三、帧中继的组网技术	217
习题	219
第十一章 数字数据网	220
第一节 DDN 概述	220

一、DDN 介绍	220
二、DDN 的组成	221
三、DDN 的特点	223
第二节 DDN 的基本原理	224
一、DDN 节点的复用和交叉连接	224
二、DDN 的同步及网管	225
三、DDN 的网络结构	225
第三节 DDN 的应用	226
一、DDN 提供的业务	226
二、DDN 的应用	228
三、DDN 的发展	228
习题	229
第十二章 宽带综合业务数字网	230
第一节 B-ISDN 概述	230
一、B-ISDN 发展起因	230
二、B-ISDN 体系及结构	231
三、基于 ATM 的 B-ISDN	231
四、B-ISDN 主要业务应用	232
第二节 ATM 技术	233
一、ATM 的定义	233
二、ATM 的特点	234
三、ATM 信元结构	235
四、ATM 的通信连接	236
五、ATM 的统计复用	237
六、ATM 的 VP 交换和 VC 交换	237
第三节 ATM 协议模型	238
一、ATM 协议参考模型	238
二、物理层	239
三、ATM 层	241
四、ATM 适配层 (AAL)	242
第四节 ATM 交换及信令	244
一、ATM 交换	244
二、ATM 信令	247
第五节 ATM 组网	252
一、ATM/B-ISDN 的网络环境	252
二、ATM 网络结构	252
三、ATM 主要接口	253
四、基于 ATM 的应用	255
习题	257

第十三章 计算机网络	258
第一节 计算机网络概述	258
一、计算机网络功能	258
二、计算机网络设备	258
三、计算机网络指标定义	261
四、计算机网络拓扑结构	262
五、计算机网络的分类	264
六、计算机网络设备的安装设置	267
第二节 计算机网络组成	269
一、以太网及 IEEE 802.3	269
二、环形网及 IEEE 802.5	271
三、无线局域网及 IEEE 802.11	273
四、VLAN 及 IEEE 802.1Q	277
五、WiMAX 及 IEEE 802.16	282
第三节 计算机网络协议	283
一、TCP/IP 协议族	283
二、网络接口层协议	284
三、网络层协议	286
四、传输层协议	293
五、计算机网络举例	294
第四节 IPv6	296
一、IPv6 介绍	296
二、IPv6 数据报格式	298
三、IPv6 的地址	299
四、IPv4 向 IPv6 的过渡	302
习题	303
第十四章 宽带 IP 网	305
第一节 宽带 IP 网概述	305
一、宽带 IP 网的优势	305
二、宽带 IP 网模型	306
三、宽带 IP 网的类型	306
第二节 IP 与 ATM 技术的融合	308
一、重叠模式	308
二、集成模式	309
三、两种模型的比较	309
第三节 传统的 IP over ATM	310
一、CLIP 的基本原理及工作过程	310
二、CLIP 协议	311

三、网络连接	313
四、CIPOA 的特点	314
第四节 IP 交换	315
一、IP 交换概述	315
二、宽带 IP 交换机	316
三、宽带 IP 交换网	318
第五节 IP over SDH/WDM/DWDM	319
一、IP over WDM	320
二、IP over DWDM	321
三、几种传输方式的比较	322
第六节 标签交换 IP 网	323
一、标签交换的原理	323
二、标签交换网结构	324
三、标签交换网的应用	325
四、标签交换的优缺点	325
第七节 MPLS	326
一、MPLS 概述	326
二、MPLS 的网络结构	327
三、MPLS 的基本原理	328
四、标签分发协议 (LDP)	329
五、MPLS 的应用	329
习题	331
第十五章 NGN 及软交换技术	332
第一节 NGN 概述	332
一、对 NGN 的理解	332
二、NGN 的特点	333
三、NGN 结构	334
四、NGN 协议	336
五、NGN 的主要技术	337
第二节 软交换技术	338
一、软交换技术的基本要素	339
二、软交换的功能	339
三、软交换的网络结构及实现	340
四、软交换的对外接口	342
五、软交换网络基本协议	343
第三节 NGN 组网及发展	345
一、传统网络向 NGN 的演进	345
二、NGN 的进展	346
习题	349

课外活动	349
第十六章 故障案例分析	350
第一节 传输系统的问题分析及案例	350
第二节 计算机网络故障分析	357
第三节 信令网案例分析	361
第四节 电信网案例分析	363
缩略语	368
参考文献	381

第一章 概 论

现代通信网所传送的信息分为3大类,即音频、视频和数据,相应地有3类主要的通信技术,即语音通信、图像通信和数据通信,所对应的信息网络有语音通信网、广播电视网和计算机通信网络。本章主要介绍通信网技术的概念、分类、构成及发展趋势。

第一节 通信网技术的概念及分类

在信息社会里,除了各种自然资源、生产工具外,信息作为一种重要的资源和财富,影响着社会的运转,而发挥着重要作用的是作为承载、交换、传输信息的现代通信网及系统。

一、通信网技术概述

越来越多的人认识到,一个企业的成功与否,取决于他们对信息不同态度,包括对信息的敏感度和对信息快速反应的速度和精度。所以,美国较早提出了建设“国家信息基础设施 [National Information Infrastructure (NII): Agenda of Action]” (俗称“信息高速公路”),各国纷纷投入这一跨世纪工程,形成一股强大的全球信息化大潮。我国也确定了建设“信息高速公路”的基础结构并命名为“中国信息基础设施”(CNII)。

CNII的主要内容就是发展通信技术和通信设施,建设高度发达的国家通信网;发展计算机技术和计算机设备,建立国民经济各领域的信息系统;建立丰富且使用方便的各类信息源,包括各种数据库、视频节目、电子图书馆等;培养、建设、开发、使用信息高速公路的各类人才;开展信息科学技术研究,提高信息科学技术水平。

1. 通信网的定义

信息网络可以定义为“信息网络是由信息网元组成的集合体,用以支持组织之间和组织内部的包括语音、文本、数据或它们组合体的各种形式的通信要求”。网元是指网络中的基本部件,在不同的网络中其表现形式也不相同;通信是指按照统一的约定进行信息传送;信息网络的概念是在不断发展的,通常将信息网络分为语音通信网、数据通信网和计算机通信网,但人们更喜欢将电信网、计算机网和广播电视网称为信息网,这里讲的电信网是以语音业务为主的网络;计算机网是以数据业务为主的网络;广播电视网是以广播及图像业务为主的网络。

能够将各种语言、声音、图像、图表、文字、数据、视像等媒体变换成电信号并且在任何两地间的任何两个人、两个通信终端设备、人和通信终端设备之间,按照预先约定的规则

(或称协议等)进行传输和交换的网络,就称为通信网。侧重于提供电信业务的通信网称为电信网。信息网是传输和交换各种信息的网络,也可以认为是不同类型通信网络的总称。实际上,各种网络又是相互融合、相互连通和相互渗透的,当然也有独立隔离的内部网络。

通信网的特点:在现代通信网络中,双方既可以进行文字的交流,也可以交换和共享数据信息;现代通信网络是社会的神经系统,已成为社会活动的主要机能之一,人们希望传递信息安全、可靠;现代通信网络配有强大的功能通信终端,可为用户提供方便的使用,既可以进行真诚的语音交流,也可以进行富有感情色彩的多媒体信息交流,拉近了人们之间的距离。

2. 网络的基本拓扑结构

目前,网络的拓扑结构主要有以下几种。

网状网:多个节点或用户之间互连成的通信网称为网状网,也叫直接互联网(完全或部分互联网)。

星形网:星形网拓扑结构是一种以中央节点为中心,把若干外围节点(或终端)连接起来的辐射式互联结构。

复合型网:复合型网是由网状网和星形网复合而成的网络。

环形网:如果通信网各节点被连接成闭合的环路,则称为环形网。

总线型网:总线型网把所有的节点连接在同一总线上,是一种通路共享的结构。

树形网:是总线型网的扩充。

3. 协议及 OSI 七层模型

协议(Protocol)是约定规则使用的语言及所表达的语义。通信网络协议主要由语法(信息与控制信息的结构或格式)、语义(需要发出何种控制信息、完成何种动作,以及作出何种应答)、同步(事件实现的详细说明及严格的同一时刻通信问题)3个要素组成。

OSI 七层模型协议在其他相关书中都有过介绍,这里重点强调其功能。

① 物理层:该层规定了二进制比特信息如何传输,电压大小,持续时间,联系手续,插座的机械、电气和物理性能等。实际上,物理层协议是数据终端设备(DTE, Data Terminal Equipment)和数据通信设备(DCE, Data Communication Equipment)之间的一组约定。

② 数据链路层:该层规定了如何在点到点链路上无差错地传送一帧数据。数据链路层协议的主要功能是对链路实施管理、实现帧同步、实现差错控制和流量控制、实现透明传输。典型的数据链路层协议有以下几种。

停一等协议:规定发送端每发送完一帧数据信息后必须停下来,等待接收端返回了应答信息方能继续操作下去。停一等协议的信道利用率低。

连续 ARQ(自动重传请求)协议:规定在发送端发完一帧数据信息后,不是停下来等待对方的应答,而是继续再发送若干帧。

选择重传 ARQ 协议:对出错的帧要求重发,而对后面送来的正确帧可以先收下来放在缓冲区内,待重传的帧收到后,再一起按正确的顺序送往主机。

③ 网络层:该层规定了一个分组怎样通过通信子网传输,提供路由选择和网络拥塞及流量控制。在数据链路层提供的两个相邻节点传送数据的基础上,网络层协议进一步解决通信子网中多段数据链路的传送问题,从而体现通信子网向终端系统提供丰富的网络服务。

④ 运输层：它的基本功能是接收来自会话层的数据。从某种意义上讲，运输层协议与数据链路层协议相类似，它们都要解决差错控制、流量控制和排序问题。

⑤ 会话层：一旦进程之间的连接建立以后，需要一次对话。会话层协议主要规范了向会话层用户提供会话连接，并为会话层定义多种服务。

⑥ 表示层：它的功能是对信息格式作一些变换。

⑦ 应用层：该层是最高层，为特定类型的网络应用提供了访问 OSI 环境的手段，其内容直接取决于各个用户的传输程序或数据。它的主要功能是实现开放系统中应用进程之间的相互通信，并同时完成一系列与处理业务有关的服务功能。

4. 路由选择

网络的有向路径是通过一系列互联的链路将网络的两端节点连在一起而形成的。网络的一条有向路径就是一系列连接线的集合，通信信息穿过网络的有向路径称为通信网络的路由。最短路由是指通信信息经过的节点数最少，或任意两节点间传输延迟最小，或费用最小的通路。以下介绍路由选择原则。

正确性：是指不仅路由选择算法本身是正确的，还要达到数据通信所要求的目的，满足用户服务要求，能正确迅速地将分组信息从源节点传送到目的节点。

简便性：要求路由选择算法不能太复杂。

健壮性：由于网络运行是连续和长时间的，其间难免有各种硬件和软件故障，包括主机、节点和链路，或者有的节点或链路上的数据流量过大会产生过载拥塞现象。

稳定性：是指路由选择算法是可靠的，即不管运行多久，都保持稳定性而不发生振荡。

公平性和最优化：要从两个方面来考虑，既要保证每个节点都有机会传送信息，以达到公平性，同时又要保证路由选择最佳，这两者是相互矛盾的，要对它们进行权衡。

利用率：要使链路、交换机等设备达到高效率，以提高整个网络资源的利用率。

5. 拥塞和流量的控制

在通信网中由于信息量太大，导致网络性能下降的现象称为拥塞。流量在通信网中是指信息量的大小，如数据流或分组流等。

流量控制是指通过控制网中的通信量，使通信网工作在吞吐量允许的范围内。流量控制的主要功能有：防止网络因过载而引起通信信息吞吐量下降和延迟增加；避免死锁；在相互竞争的各用户之间公平地分配资源。流量控制是对一条通信路由上的通信量进行控制，但它并不能完全避免拥塞的发生，这样就必然要有拥塞控制。

6. 复用技术

通信网络常用的复用技术主要有以下几种。

(1) 频分复用 (FDM)

FDM 是把一条公共信道上可用的传输频段分割成多个较窄的频带，并使每个窄带都成为一个独立信道的复用技术。FDM 的主要优点是容易实现，技术成熟，能较充分地利用信道带宽。但其缺点是保护频带占用了一定的信道带宽，降低了效率；信道的非线性失真改变了它的实际频率特性，易造成串音和互调噪声干扰；所需设备随输入路数增加而增多，不易小型化；不提供差错控制技术，不便于性能监测。

(2) 时分复用 (TDM)

TDM 是一种按规定的间隔,在时间上相互错开,在一条公共信道上传输多路信号的复用技术。TDM 的主要优点是不存在保护频带,可有效地提高信息传输效率;信道占用频带宽,容量大。其缺点是通信双方时隙必须严格保持同步。

(3) 统计时分复用 (STDM)

STDM 是在 TDM 系统中,以固定分配时隙的方式对来自多个设备的数据源进行组合,然后在单一的公用信道上传输。STDM 与传统 TDM 一样,可与 n 条低速输入线路相连,由于每条输入线路并非一直有数据输入,因此 STDM 时隙数 k 可小于 n ,这说明复用信道上数据速率可低于各个输入线路速率之总和。它使用的帧格式对系统性能有一定的影响,一般应减少用于管理的附加信息。

(4) 频分多址 (FDMA)

FDMA 是将系统的总频段分成若干个等间隔的频段(频道),分配给不同的用户使用。

(5) 时分多址 (TDMA)

TDMA 是把时间分割成周期性的时隙,每一时隙又分成若干时隙,而一个频分信道可以分配给一定数量的时隙,然后根据一定的分配原则,使每个移动台在每帧内只能在指定的时隙向基站发送信号。同时,基站发向多个移动台的信号都按顺序安排在预定时隙中传输,各移动台只要在指定的时隙内接收,就将给它的信号在合路信号中区分出来。

(6) 码分多址 (CDMA)

CDMA 不具体分配时隙和频段,各个用户是用各不相同的编码序列(也称伪随机码或地址码)来区分的。用时域、频域来观察,CDMA 是相互重叠的,接收机可以在多个 CDMA 信号中选出其中使用预定码型的信号,而其他使用不同码型的信号不能被解调。由于重叠原因,存在多址干扰问题,限制了容量的发展,但它比 TDMA 具有更大的通信容量。

二、信息网的大体分类

现代信息网从各个不同的角度出发,可有各种不同的分类。常见的分类方法有以下几种。

① 按业务类型进行分类:电话网、广播电视网、数据网、传真网、综合业务网、多媒体网、智能网、信令网、同步网、管理网、计算机通信网(局域网、城域网和广域网)等。

② 按传输媒介进行分类:有线网(电线、电缆、光缆等)、无线网(长波、中波、短波、超短波、微波、卫星等)。

③ 按通信范围进行分类:本地通信网、市话通信网、长话通信网和国际通信网或局域网、城域网和广域网等。

④ 按通信服务的对象分类:公用网、专用网。

⑤ 按通信传输处理信号的形式分类:模拟网、数字网、混合网。

⑥ 按通信的终端分类:固定网、移动网。

⑦ 按通信的性质分类:业务网、传输网、支撑网。

三、中国通信网目前的分类

1. 电信网

中国电信网目前的分类基本上遵循了 ITU-T 的标准,有以下两大类共 14 个网。