



信息通信专业教材系列

现代通信新技术

XIANDAI TONGXIN XINJISHU

毛京丽 桂海源 孙学康 张玉艳 编著



北京邮电大学出版社
www.buptpress.com

信息通信专业教材系列

现代通信新技术

毛京丽 桂海源 孙学康 张玉艳 编著

北京邮电大学出版社

• 北京 •

内 容 简 介

本书在论述了通信网基本概念的基础上,较全面地介绍了各种现代通信网新技术,主要有基于 SDH 的多业务传送平台(MSTP)、智能光网络、Internet、宽带 IP 城域网、智能网、下一代网络、第三代移动通信网络,另外还探讨了移动通信新技术。

全书共有 9 章:第 1 章概述,第 2 章基于 SDH 的多业务传送平台(MSTP),第 3 章智能光网络,第 4 章 Internet,第 5 章宽带 IP 城域网,第 6 章智能网,第 7 章下一代网络,第 8 章第三代移动通信系统,第 9 章移动通信新技术。为便于读者对学习过程的归纳总结并培养读者分析问题和解决问题的能力,在每章最后都附有本章重点内容小结和练习题。本书取材适宜、结构合理、阐述准确、文字简练、通俗易懂、深入浅出、条理清晰、逻辑性强,易于学习理解和讲授。

本书既可作为高等院校通信专业教材,也可作为现代通信技术培训教材,并可作为从事通信工作的科研和工程技术人员的学习参考书。

图书在版编目(CIP)数据

现代通信新技术/毛京丽等编著. —北京:北京邮电大学出版社,2008

ISBN 978-7-5635-1845-6

I. 现… II. 毛… III. 通信技术 IV. TN91

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 153395 号

书 名: 现代通信新技术
作 者: 毛京丽 桂海源 孙学康 张玉艳
责任编辑: 陈岚岚
出版发行: 北京邮电大学出版社
社 址: 北京市海淀区西土城路 10 号(邮编:100876)
发 行 部: 电话: 010-62282185 传真: 010-62283578
E-mail: publish@bupt.edu.cn
经 销: 各地新华书店
印 刷: 北京忠信诚胶印厂
开 本: 787 mm×960 mm 1/16
印 张: 23.25
字 数: 482 千字
印 数: 1—5 000 册
版 次: 2008 年 12 月第 1 版 2008 年 12 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-5635-1845-6

定 价: 39.00 元

• 如有印装质量问题,请与北京邮电大学出版社发行部联系 •

前 言

随着社会的不断进步,通信技术的发展日新月异。通信网不但在容量和规模上逐步扩大,而且还不断扩充其功能,发展新业务。对于从事通信或计算机相关工作的现代人来说,掌握各种现代通信新技术是至关重要的。

本书在简要阐述通信网基本概念的基础上,系统地介绍了各种现代通信网新技术。

全书共有 9 章。

第 1 章概述,简单介绍了通信网的概念、构成要素、基本结构、通信网的分类、质量要求、支撑网技术和现代通信网的发展趋势。

第 2 章基于 SDH 的多业务传送平台(MSTP),首先介绍了同步数字体系(SDH)的基本概念,然后分析了 MSTP 的基本概念及其关键技术、几种业务在 MSTP 中的实现以及基于 SDH 多业务传送平台的光纤通信系统。

第 3 章智能光网络,主要介绍了三方面的内容:一是波分复用的基础知识;二是智能光网络的概念、特点、功能及网络体系结构;三是光网络的发展趋势。

第 4 章 Internet,首先简单介绍了 Internet 的概念、发展、Internet 的特点和 TCP/IP 分层模型,然后详细论述了 IP 及辅助协议、路由器与 Internet 的路由选择协议、TCP 和 UDP 协议和应用层协议,最后探讨了下一代 IP 技术——IPv6。

第 5 章宽带 IP 城域网,主要介绍了宽带 IP 城域网的概念及分层结构、宽带 IP 城域网的骨干传输技术、宽带接入技术和 IP 地址规划等内容。

第 6 章智能网,首先介绍了智能网的基本概念,然后在此基础上分析了固定智能网和移动智能网的相关问题,最后展望了智能网的发展。

第 7 章下一代网络,主要介绍了 NGN 的定义、特点、以软交换为中心的下一代网络

结构、下一代网络中采用的主要协议和下一代网络的应用。

第 8 章第三代移动通信系统,首先介绍了第三代移动通信的基本概念,接着详细分析了 WCDMA 移动通信系统、TD-SCDMA 移动通信系统和 CDMA 2000 移动通信系统的具体技术问题。

第 9 章移动通信新技术,主要探讨了 IP 多媒体子系统、3G 无线系统的高速解决方案和第三代移动通信的演进。

本书第 1 章、第 4 章、第 5 章由毛京丽编写,第 2 章、第 3 章由孙学康编写,第 6 章、第 7 章由桂海源编写,第 8 章、第 9 章由张玉艳编写。

在本书的编写过程中,我们参考了一些相关的文献,从中受益匪浅,在此对这些文献的著作者表示深深的感谢!

由于编者水平有限,若书中存在缺点和错误,恳请专家和读者指正。

编 者

目 录

第 1 章 概 述

1.1 通信网的基本组成	1
1.1.1 通信网的概念	1
1.1.2 通信网的构成要素	1
1.1.3 通信网的基本结构	2
1.2 通信网的分类	5
1.2.1 按业务种类分	5
1.2.2 按所传输的信号形式分	9
1.2.3 按服务范围分	9
1.2.4 按运营方式分	9
1.2.5 按所采用的传输媒介分	9
1.3 通信网的质量要求	10
1.4 现代通信业务	11
1.4.1 视音频业务	11
1.4.2 数据通信业务	12
1.4.3 多媒体通信业务	15
1.5 支撑网技术	16
1.5.1 现代通信网的构成	16
1.5.2 支撑网技术	17
1.6 现代通信网的发展趋势	27
小结	30
练习题	31

第 2 章 基于 SDH 的多业务传送平台

2.1 同步数字体系	32
2.1.1 同步数字体系的概念	32
2.1.2 SDH 设备	38
2.1.3 SDH 传送网	40

2.1.4 SDH 网络保护	42
2.2 MSTP 的基本概念及其关键技术	44
2.2.1 MSTP 的基本概念及特点	44
2.2.2 MSTP 中的关键技术	46
2.3 多业务传送平台	51
2.3.1 以太网业务在 MSTP 中的实现	51
2.3.2 ATM 业务在 MSTP 中的实现	52
2.3.3 TDM 业务在 MSTP 中的实现	53
2.3.4 MSTP 在城域网中的应用	53
2.4 基于 SDH 多业务传送平台的光纤通信系统	55
2.4.1 光纤通信系统的基本组成	55
2.4.2 光通信系统有关指标的计算和核算	56
2.4.3 SDH 网络性能分析	57
小结	61
练习题	62

第 3 章 智能光网络

3.1 波分复用	63
3.1.1 波分复用技术的基本概念	63
3.1.2 WDM 的特点	65
3.1.3 波分复用系统	66
3.1.4 WDM 网络的关键设备 OADM 和 OXC	70
3.2 智能光网络	73
3.2.1 智能光网络的概念、特点及功能	73
3.2.2 ASON 的网络体系结构	74
3.2.3 ASON 控制平面及其核心技术	76
3.3 光网络的发展趋势	86
3.3.1 下一代光网络	86
3.3.2 全光网络	89
小结	90
练习题	91

第 4 章 Internet

4.1 Internet 概述	92
4.1.1 Internet 的概念及发展	92

4.1.2 Internet 的特点	95
4.1.3 TCP/IP 分层模型	95
4.2 IP 及辅助协议	97
4.2.1 IP 协议(IPv4)	97
4.2.2 Internet 控制报文协议	106
4.2.3 ARP 和 RARP	108
4.3 路由器与 Internet 的路由选择协议	109
4.3.1 Internet 的网间连接设备——路由器	109
4.3.2 Internet 的路由选择协议概述	114
4.3.3 内部网关协议 RIP(路由信息协议)	115
4.3.4 内部网关协议 OSPF(开放最短路径优先)	119
4.3.5 外部网关协议 BGP(边界网关协议)	121
4.4 TCP 和 UDP	124
4.4.1 协议端口	124
4.4.2 用户数据报协议(UDP)	124
4.4.3 传输控制协议(TCP)	125
4.5 应用层协议	133
4.5.1 域名系统	133
4.5.2 文件传输协议	135
4.5.3 远程终端协议	137
4.5.4 电子邮件	138
4.5.5 万维网	140
4.5.6 动态主机配置协议	142
4.6 下一代 IP 技术——IPv6	143
4.6.1 IPv6 的引入及其特点	143
4.6.2 IPv6 数据报格式	144
4.6.3 IPv6 地址体系结构	146
4.6.4 IPv4 向 IPv6 过渡的方法	147
小结	148
练习题	152

第 5 章 宽带 IP 城域网

5.1 宽带 IP 城域网的概念及分层结构	154
-----------------------------	-----

5.1.1 宽带 IP 城域网的概念	154
5.1.2 宽带 IP 城域网的分层结构	155
5.2 宽带 IP 城域网的骨干传输技术	157
5.2.1 IP over ATM	157
5.2.2 IP over SDH	162
5.2.3 IP over DWDM	165
5.2.4 千兆以太网技术	167
5.3 宽带 IP 城域网的接入技术	171
5.3.1 ADSL 接入技术	171
5.3.2 HFC 接入技术	175
5.3.3 FTTX+LAN	180
5.3.4 无线接入	182
5.3.5 几种宽带接入技术的选择	186
5.4 宽带 IP 城域网的 IP 地址规划	186
5.4.1 公有 IP 地址和私有 IP 地址	186
5.4.2 宽带 IP 城域网的 IP 地址规划	188
小结	189
练习题	191

第 6 章 智能网

6.1 智能网概述	193
6.1.1 智能网基本概念	193
6.1.2 智能网概念模型	194
6.1.3 基本呼叫状态模型	196
6.1.4 智能网应用协议	200
6.2 固定智能网	206
6.2.1 固定智能网的物理结构	206
6.2.2 固定智能网中典型的信令流程	208
6.3 移动智能网	210
6.3.1 移动智能网的物理结构	210
6.3.2 CAP 协议和 MAP 协议	212
6.3.3 移动智能网中智能业务的触发	214
6.3.4 移动智能网中典型的信令流程	214

6.4 智能网的发展	216
6.4.1 固定电话网的智能化改造	216
6.4.2 移动智能网的发展	222
小结	228
练习题	230
 第7章 下一代网络	
7.1 下一代网络概述	231
7.1.1 NGN 的定义	231
7.1.2 NGN 的特点	232
7.1.3 以软交换为中心的下一代网络结构	233
7.2 下一代网络中采用的主要协议	238
7.2.1 下一代网络中传输媒体信息的协议	238
7.2.2 SIP 协议和 SDP 协议	241
7.2.3 H.248 协议	259
7.3 下一代网络的应用	268
7.3.1 软交换技术在固定电话网的应用示例	268
7.3.2 软交换技术在移动电话网的应用示例	270
小结	272
练习题	276
 第8章 第三代移动通信系统	
8.1 第三代移动通信简介	278
8.1.1 第三代移动通信系统概述	278
8.1.2 IMT-2000 的频谱划分	280
8.1.3 3G 业务分类	281
8.2 WCDMA 移动通信系统	282
8.2.1 WCDMA 网络特点	282
8.2.2 UMTS 系统结构	283
8.2.3 基于 R99、R4、R5/R6 的核心网结构	285
8.2.4 Uu 接口协议结构	290
8.2.5 物理层	291
8.2.6 数据链路层	294

8.2.7 无线资源控制层	297
8.3 TD-SCDMA 移动通信系统	298
8.3.1 TD-SCDMA 网络特点	298
8.3.2 TD-SCDMA 空中接口	300
8.3.3 TD-SCDMA 物理层	302
8.3.4 TD-SCDMA 物理信道	305
8.4 CDMA 2000 移动通信系统	306
8.4.1 CDMA 2000 及发展	306
8.4.2 CDMA 2000 网络结构	309
8.4.3 CDMA 2000 空中接口	312
小结	317
练习题	318

第9章 移动通信新技术

9.1 IP 多媒体子系统	320
9.1.1 IP 多媒体子系统特点	320
9.1.2 IMS 网络结构	322
9.1.3 IMS 网络接口及协议	325
9.1.4 IMS 网络的应用	327
9.2 3G 无线系统的高速解决方案	332
9.2.1 概述	332
9.2.2 高速下行分组接入(HSDPA)	333
9.2.3 高速上行分组接入(HSUPA)	338
9.2.4 CDMA 2000 增强技术	341
9.3 第三代移动通信演进	347
9.3.1 概述	347
9.3.2 未来移动通信关键技术	349
9.3.3 3GPP LTE 技术	353
9.3.4 IMT-Advanced	355
小结	358
练习题	360
参考文献	361

第 1 章 概 述

随着社会的不断进步、经济的飞速发展,信息传输越来越重要,通信网也就与人们的生活密不可分。本章对通信网作概要的介绍,主要包括以下几方面的内容:

- 通信网的基本组成;
- 通信网的分类;
- 通信网的质量标准;
- 现代通信业务;
- 支撑网技术;
- 现代通信网的发展趋势。

1.1 通信网的基本组成

1.1.1 通信网的概念

通信网是由一定数量的节点(包括终端设备和交换设备)和连接节点的传输链路相互有机地组合在一起,以实现两个或多个规定点间信息传输的通信体系。

也就是说,通信网是由相互依存、相互制约的许多要素组成的有机整体,用以完成规定的功能。通信网的功能就是要适应用户的需要,以用户满意的程度传输网内任意两个或多个用户之间的信息。

1.1.2 通信网的构成要素

由通信网的定义可以看出:通信网在硬件设备方面的构成要素是终端设备、传输链路

和交换设备。为了使全网协调合理地工作,还要有各种规定,如网络协议、信令方案、网络结构、路由方案、编号方案、资费制度与质量标准等,这些均属于软件。即一个完整的通信网除了包括硬件以外,还要有相应的软件。下面重点介绍构成通信网的硬件设备。

1. 终端设备

终端设备是用户与通信网之间的接口设备,其功能有如下 3 个:

- 将待传送的信息和在传输链路上传送的信号进行相互转换。在发送端,将信源产生的信息转换成适合于在传输链路上传送的信号;在接收端则完成相反的转换。
- 将信号与传输链路相匹配,由信号处理设备完成。
- 信令的产生和识别,即用来产生和识别网内所需的信令,以完成一系列控制作用。

2. 传输链路

传输链路是信息的传输通道,是连接网络节点的媒介。

信道有狭义信道和广义信道之分,狭义信道是单纯的传输媒介(比如一条电缆);广义信道除了传输媒介以外,还包括相应的变换设备(或通信设备)。由此可见,这里所说的传输链路指的是广义信道。

3. 交换设备

交换设备是构成通信网的核心要素,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,实现一个用户终端和它所要求的另一个或多个用户终端之间的路由选择的连接。

交换设备的交换方式可以分为两大类:电路交换方式和存储-转发交换方式。

- 电路交换方式是指两个终端在相互通信之前,需预先建立起一条实际的物理链路,在通信中自始至终使用该条链路进行信息传输,并且不允许其他终端同时共享该链路,通信结束后再拆除这条物理链路。电路交换方式又分为空分交换方式和时分交换方式。
- 存储-转发交换方式是以包为单位传输信息的,当用户的信息包到达交换机时,先将信息包存储在交换机的存储器中(内存或外存),当所需要的输出电路有空闲时,再将该信息包发向接收交换机或用户终端。存储-转发交换方式主要包括报文交换方式、分组交换方式和帧中继、ATM 交换等。

1.1.3 通信网的基本结构

通信网的基本结构主要有网形、星形、复合形、总线形、环形和树形等。

1. 网形网

网形网是网内任何两个节点之间均有线路相连,如图 1-1(a)所示。

如果有 N 个节点,网形网则需要 $N(N-1)$ 条传输链路。显然当节点数增加时,传输链路将迅速增大。这种网路结构的冗余度较大,稳定性较好,但线路利用率不高,经济性较差。

如图 1-1(b)所示为网孔形网,它是网形网的一种变形,也叫不完全网形网。其大部分节点相互之间有线路直接相连,一小部分节点可能与其他节点之间没有线路直接相连。哪些节点之间不需直达线路,要视具体情况而定(一般是这些节点之间业务量相对少一些)。网孔形网与网形网(完全网形网)相比,可适当节省一些线路,即线路利用率有所提高,经济性有所改善,但稳定性会稍有降低。

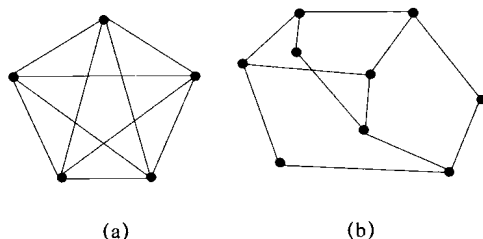


图 1-1 网形网与网孔形网示意图

2. 星形网

星形网也称为辐射网,它将一个节点作为辐射点,该点与其他节点均有线路相连,如图 1-2 所示。

具有 N 个节点的星形网至少需要 $N-1$ 条传输链路。星形网的辐射点就是转接交换中心,其余 $N-1$ 个节点间的相互通信都要经过转接交换中心的交换设备,因而该交换设备的交换能力和可靠性会影响网内的所有用户。由于星形网比网形网的传输链路少、线路利用率高,所以当交换设备的费用低于相关传输链路的费用时,星形网比网形网经济性较好,但稳定性较差(因为中心节点是全网可靠性的瓶颈,中心节点一旦出现故障会造成全网瘫痪)。

3. 复合形网

复合形网由网形网和星形网复合而成,如图 1-3 所示。

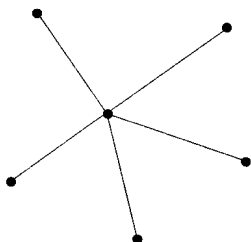


图 1-2 星形网示意图

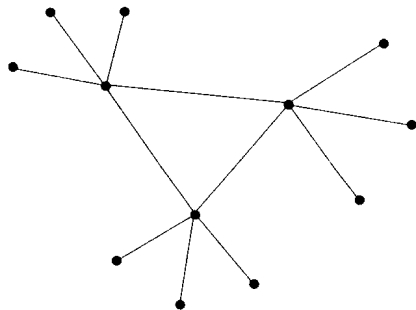


图 1-3 复合形网示意图

根据网中业务量的需要,以星形网为基础,在业务量较大的转接交换中心区间采用网形结构,可以使整个网络比较经济且稳定性较好。复合形网具有网形网和星形网的优点,是通信网中常采用的一种网络结构,但网络设计应以交换设备和传输链路的总费用最小为原则。

4. 总线形网

总线形网是所有节点都连接在一个公共传输通道——总线——上,如图 1-4 所示。

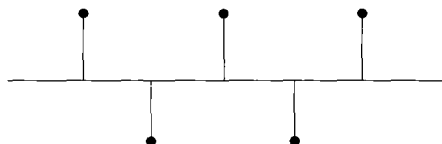


图 1-4 总线形网示意图

这种网络结构需要的传输链路少,增减节点比较方便,但稳定性较差,网络范围也受到限制。

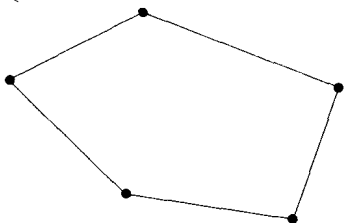


图 1-5 环形网示意图

5. 环形网

环形网如图 1-5 所示。

它的特点是结构简单,实现容易。而且由于可以采用自愈环对网络进行自动保护,所以其稳定性比较高。

另外,还有一种叫线形网的网络结构,如图 1-6 所示,它与环形网不同的是首尾不相连。线形网常用于 SDH 传输网中。

6. 树形网

树形网如图 1-7 所示。

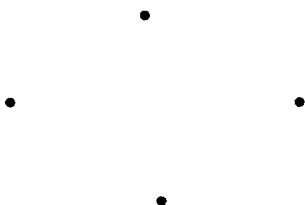


图 1-6 线形网示意图

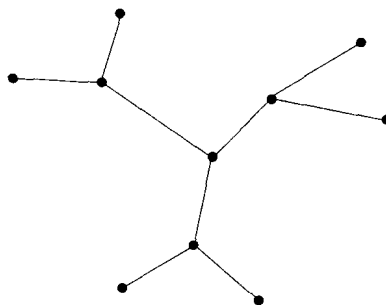


图 1-7 树形网示意图

它可以看成是星形拓扑结构的扩展。在树形网中,节点按层次进行连接,信息交换主要在上、下节点之间进行。树形结构主要用于用户接入网或用户线路网中,另外,主从网同步方式中的时钟分配网也采用树形结构。

1.2 通信网的分类

通信网从不同的角度可以分为不同的种类,主要有以下几种分类方式。

1.2.1 按业务种类分

若按业务种类分,通信网可分为电话网、电报网、传真网、广播电视网、数据通信网以及多媒体通信网等。

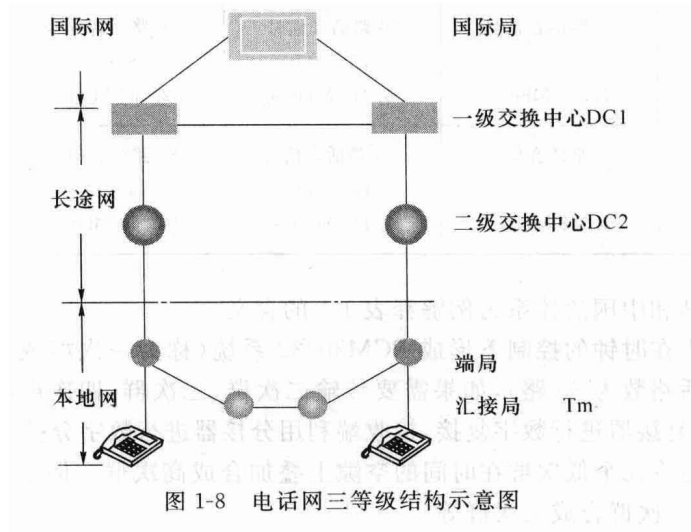
1. 电话网

电话网是传输电话业务的网络,其交换方式一般采用电路交换方式。

(1) 电话网的等级结构

就全国范围内的电话网而言,很多国家采用等级结构。等级结构就是把全网的交换局划分成若干个等级,最高等级的交换局间则直接互连,形成网形网;而低等级的交换局与管辖它的高等级的交换局相连,形成多级汇接辐射网,即星形网。所以等级结构的电话网一般是复合形网。

过去我国电话网的网络等级分为五级,由一、二、三、四级长途交换中心及五级交换中心(即端局)组成。由于五级等级结构的电话网存在转接段数多、可靠性差等弊端,现在我国的电话网已经由五级过渡到了三级,如图 1-8 所示。



国内电话网由长途网和本地网两部分组成。长途网设置一、二级长途交换中心,分别用 DC1 和 DC2 表示;本地网设置汇接局和端局两个等级的交换中心,也可只设置端局一个等级的交换中心。

(2) 电话网的传输网

现在的电话网都是数字电话网,交换机之间的传输网一般采用 PDH(准同步数字体系)网或 SDH(同步数字体系)网。

下面简单介绍 PDH 的基本概念,SDH 的相关内容将在本书第 2 章做详细介绍。

① PDH 的概念

根据不同的需要和不同的传输介质的传输能力,要有不同话路数和不同速率的复接,形成一个系列(或等级),由低向高逐级复接,这就是数字复接系列。电话网过去多年来一直使用较广的是 PDH,PCM 各次群构成准同步数字体系。

国际上主要有两大系列的准同步数字体系,都经 CCITT(现更名为 ITU-T)推荐,即 PCM24 路系列和 PCM30/32 路系列。北美和日本采用 1.544 Mbit/s 作为第一级速率(即一次群)的 PCM24 路数字系列,并且两家又略有不同;欧洲和中国则采用 2.048 Mbit/s 作为第一级速率(即一次群)的 PCM30/32 路数字系列。两类速率系列如表 1-1 所示。

表 1-1 数字复接系列(准同步数字体系)

地区 \ 速率	PCM 一次群(基群)	二次群	三次群	四次群
北美	24 路话音信号 1.544 Mbit/s	96 路话音信号 (24×4) 6.312 Mbit/s	672 路话音信号 (96×7) 44.736 Mbit/s	4 032 路话音信号 (672×6) 274.176 Mbit/s
日本	24 路话音信号 1.544 Mbit/s	96 路话音信号 (24×4) 6.312 Mbit/s	480 路话音信号 (96×5) 32.064 Mbit/s	1 440 路话音信号 (480×3) 97.728 Mbit/s
欧洲、中国	30 路话音信号 2.048 Mbit/s	120 路话音信号 (30×4) 8.448 Mbit/s	480 路话音信号 (120×4) 34.368 Mbit/s	1 920 路话音信号 (480×4) 139.264 Mbit/s

下面以欧洲和中国的体系为例解释表 1-1 的含义。

发送端首先在时钟的控制下形成 PCM30/32 系统(称为一次群或基群,其中复用的路数是 32 路,话路数为 30 路),如果需要传输二次群、三次群、四次群,则要进行数字复接(发送端利用复接器进行数字复接,接收端利用分接器进行数字分接)。

数字复接是将几个低次群在时间的空隙上叠加合成高次群。例如,将四个一次群合成二次群,四个二次群合成三次群等。