



高等职业教育精品示范教材

电子信息课程群

GAODENG ZHIYE JIAOYU
JINGPIN SHIFANJIAOCAI

移动通信技术

主 编 闫云利
副主编 潘益玲 邓小丁 谢志能



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

高等职业教育精品示范教材（电子信息课程群）

移动通信技术

主 编 闫云利

副主编 潘益玲 邓小丁 谢志能



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

内 容 提 要

本书共分为六个项目,前三个重点介绍了数字通信过程、通信和移动通信的基础理论知识;项目四和项目五主要针对中兴通讯股份有限公司的基站设备,项目四以中兴的仿真软件为例,详细介绍了 ZXG10-BSS 基站的硬件构成、基站开局的配置过程,项目五详细介绍了中兴仿真软件 TD-SCDMA 网络开局配置过程;项目六对 4G 网络 TDD-LTE 的主要特点和技术做了详细说明。本书内容涵盖了通信基础知识, GSM 网络基础理论,中兴通讯股份有限公司 2G 网络 GSM、3G 网络 TD-SCDMA 网络基站设备开通配置,4G 网络 TDD-LTE。

通过本书的学习,学生不仅可以掌握对通信基础、2G、3G 和 4G 网络的理论认识,也可以熟练掌握基站设备的开通流程、维护技能,同时,对培养学生学习兴趣、细心的工作态度和团队协作等软技能也有很大的帮助和提高。

本书配有电子教案,读者可以从中国水利水电出版社网站和万水书苑免费下载,网址为:
<http://www.waterpub.com.cn/softdown/>和 <http://www.wsbookshow.com>。

图书在版编目(CIP)数据

移动通信技术 / 闫云利主编. — 北京:中国水利水电出版社, 2016.6

高等职业教育精品示范教材. 电子信息课程群
ISBN 978-7-5170-4539-7

I. ①移… II. ①闫… III. ①移动通信—通信技术—
高等职业教育—教材 IV. ①TN929.5

中国版本图书馆CIP数据核字(2016)第162461号

策划编辑:陈宏华 责任编辑:李炎 加工编辑:高双春 封面设计:李佳

书 名	高等职业教育精品示范教材(电子信息课程群) 移动通信技术
作 者	主 编 闫云利 副主编 潘益玲 邓小丁 谢志能
出版发行	中国水利水电出版社 (北京市海淀区玉渊潭南路1号D座 100038) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: mchannel@263.net (万水) sales@waterpub.com.cn
经 售	电话: (010) 68367658 (发行部)、82562819 (万水) 北京科水图书销售中心(零售) 电话: (010) 88383994、63202643、68545874 全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	北京万水电子信息有限公司
印 刷	三河市铭浩彩色印装有限公司
规 格	184mm×260mm 16开本 17.25印张 425千字
版 次	2016年6月第1版 2016年6月第1次印刷
印 数	0001—2000册
定 价	36.00元

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社发行部负责调换
版权所有·侵权必究

前 言

近几年,移动通信发展非常迅速。我国工业和信息化部先后发放了 3G、4G 牌照,中国三大运营商纷纷建起了商用网络,移动通信网络的建设、维护、优化和管理等人才需求量很大。作为高职高专院校移动通信类或通信类的学生,如何通过工学结合的教学,使学生尽快适应工作岗位的需求,是高职高专院校教学改革的重点;另外市面上大多数移动通信类教材都有极强的针对性,要不偏重理论,要不就是针对某一个网络的介绍和实训,基于这种需求,编者结合教学经验编写了此书。

本书共分为六个项目,项目一至项目三重点介绍了数字通信过程、通信和移动通信的基础理论知识,项目四和项目五主要针对中兴通讯股份有限公司的基站设备,项目四以中兴的仿真软件为例,详细介绍了 ZXG10-BSS 基站的硬件构成、基站开局的配置过程;项目五详细介绍了中兴仿真软件 TD-SCDMA 网络开局配置过程,项目六对 4G 网络 TDD-LTE 的主要特点和技术做了详细说明。本书内容涵盖了通信基础知识, GSM 网络基础理论,中兴通讯股份有限公司 2G 网络 GSM、3G 网络 TD-SCDMA 网络基站设备开通配置,4G 网络 TDD-LTE。通过本书的学习,学生不仅可以掌握对通信基础、2G、3G 和 4G 网络的理论认识,也可以熟练掌握基站设备的开通流程、维护技能。同时,对培养学生学习兴趣、细心的工作态度和团队协作等软技能也有很大的帮助和提高。

本书的整体思路和大纲由闫云利和潘益玲进行策划。闫云利负责编写项目一至项目三,并负责全书的统稿工作和项目四、五的部分内容,项目四由潘益玲编写,项目五由邓小丁编写,项目六由谢志能编写,李世文协助完成项目三的统一稿工作,黄舒对本书的编写提供了宝贵的编写建议,李振涛、刘晓苑、林小燕、陈妍等协助完成本书的校验,在此一并表示感谢。

由于时间仓促和编者水平有限,书中难免有错误和不妥之处,恳请读者对本书提出批评和建议。

编 者

2016 年 5 月

目 录

前言

项目一 认识通信网络	1	2.4.2 程控交换机分类	46
任务一 认识通信与电信	1	2.4.3 程控交换机工作原理	48
1.1.1 电信技术发展史	3	2.4.4 交换技术	53
1.1.2 我国电信发展	5	课后习题	59
1.1.3 我国电信现状和趋势	7	项目三 认识移动通信及 GSM 网络	61
课后习题	10	任务一 认识移动通信网络结构	61
任务二 认识通信网络	10	3.1.1 GSM 通信网络结构	61
1.2.1 认识网络设备	10	3.1.2 移动网络小区制	63
1.2.2 认识网络结构	13	3.1.3 GPRS 网络结构	67
1.2.3 电信网络的分类	16	任务二 认识频率利用	69
1.2.4 认识传输介质	17	3.2.1 同频复用	69
课后习题	21	3.2.2 多信道共用	73
任务三 认识移动通信	22	3.2.3 多址技术	77
1.3.1 移动通信的发展	22	课后习题	81
1.3.2 蜂窝移动通信的发展现状	24	任务三 认识 GSM 网络的无线信道	82
1.3.3 移动通信的特点	25	3.3.1 GSM 系统无线接口	82
1.3.4 移动通信的工作方式	26	3.3.2 GSM 系统的帧结构和时隙	84
1.3.5 移动通信的分类	27	任务四 认识 GSM 网络的主要技术	87
课后习题	28	3.4.1 GSM 控制技术	87
项目二 认识数字通信网络关键技术	29	3.4.2 抗衰落、抗干扰技术	92
任务一 认识电话通信过程	29	任务五 认识 GSM 网络的编号计划	96
任务二 认识多路复用技术	33	任务六 认识 GSM 网络的语音编码技术	98
2.2.1 频分多路复用	34	课后习题	104
2.2.2 时分多路复用	34	项目四 GSM 基站配置	106
2.2.3 码分多路复用	36	任务一 认识 ZXG10 iBSC	106
2.2.4 波分多路复用	36	4.1.1 认识 iBSC 系统	106
课后习题	37	4.1.2 认识 iBSC 的机框	110
任务三 认识数字通信技术	38	课后习题	118
2.3.1 PCM30/32 系统	38	任务二 BSC 机框单板配置	119
2.3.2 SDH 技术	41	4.2.1 勘察机房	119
课后习题	43	4.2.2 认识单板	120
任务四 认识程控交换技术	44	4.2.3 机框和单板配置	125
2.4.1 程控交换技术概述	44	课后习题	137

任务三 接口连接配置·····	138	5.4.1 机房勘察·····	183
4.3.1 认识接口单板·····	138	5.4.2 公共资源配置·····	190
4.3.2 接口配置·····	139	5.4.3 RNC 物理设备配置·····	196
4.3.3 A 接口数据配置·····	142	5.4.4 RNC 局向配置·····	200
4.3.4 版本管理·····	150	5.4.5 无线参数配置·····	211
课后习题·····	153	课后习题·····	215
任务四 BTS 开局·····	154	任务五 TD-SCDMA 基站 NodeB 开局	
4.4.1 勘察 B8108·····	154	数据配置·····	216
4.4.2 单板配置·····	159	5.5.1 勘察 B328·····	216
4.4.3 小区配置·····	164	5.5.2 NodeB 基站设备配置·····	220
4.4.4 版本管理·····	167	5.5.3 ATM 传输模块配置·····	225
课后习题·····	169	5.5.4 无线模块配置·····	229
项目五 TD-SCDMA 网络及基站配置·····	171	课后习题·····	238
任务一 认识 CDMA 通信系统·····	171	项目六 认识 LTE 网络·····	240
5.1.1 CDMA 技术的特点·····	172	任务一 认识 LTE 网络架构·····	240
5.1.2 CDMA 移动通信网络的演进过程·····	173	6.1.1 LTE 概述·····	240
课后习题·····	173	6.1.2 LTE 系统的设计目标与性能优势·····	241
任务二 认识 TD-SCDMA 网络结构·····	174	任务二 认识 LTE 网络的接口协议·····	244
5.2.1 UTRAN 网络结构·····	174	6.2.1 无线接口协议·····	244
5.2.2 UMTS R5 网络结构·····	175	6.2.2 S1 接口与 X2 接口协议·····	245
5.2.3 TD-SCDMA 主要接口·····	177	任务三 认识 LTE 网络的关键技术·····	247
课后习题·····	177	6.3.1 OFDM·····	247
任务三 认识 TD-SCDMA 网络关键技术·····	178	6.3.2 MIMO·····	250
5.3.1 TDD·····	178	6.3.3 其他关键技术·····	253
5.3.2 智能天线·····	179	任务四 认识 LTE 的帧结构与信道·····	255
5.3.3 联合检测技术·····	179	6.4.1 无线帧结构·····	255
5.3.4 动态信道分配技术·····	180	6.4.2 物理资源与物理信号·····	257
5.3.5 接力切换技术·····	180	课后习题·····	263
5.3.6 功率控制·····	181	附表·····	268
课后习题·····	183	参考文献·····	269
任务四 TD-SCDMA 基站 RNC 开局			
数据配置·····	183		

认识通信网络



能力目标

- 能区分常见的网络拓扑结构
- 能认知常见通信网络设备



知识目标

- 通信的基本概念和过程
- 电信系统的构成
- 电信网络拓扑结构
- 移动通信的发展
- 移动通信的工作方式
- 移动通信的分类

任务一 认识通信与电信

通信，指人与人或人与自然之间通过某种行为或媒介进行的信息交流与传递，通俗地讲，通信就是实现信息的传递。

1. 信息和消息

通信的目的是实现信息的传递，达到人与人的交流，消息就是信息的物质表示方式，它在通信中是要被传递或转化的有效信息。在通信领域，信息一般可以包括话音、数据、图像、文字、视频等形式。话音也就是语音，本身是模拟的，传递时可将其数字化后再送入传输通道，接收端再还原为语音，比如电话通信和手机移动通信；数据是具有某种含义的数字信号的组合，如字母、数字和符号等，传输数据时要用离散的数字信号逐一表达出来，这就是数据通信，通常计算机通信就是数据通信。

2. 信号

信号是传递信息的一种物理现象和过程，是消息的载体。通常一个电信系统中有电信号、光信号和电磁信号。在通信系统中传送的本质内容是信息，发送端需将信息表示成具体的消息，再将消息加载至信号上，才能在实际的通信系统中传输。信号在接收端（信宿）经过处理变成文字、语言或图像等形式的消息，人们再从中得到有用的信息。在接收端将含有噪声的信号经过各种处理和变换，从而取得有用的信息。

从古到今，人们就一直在利用人类的智慧传递信息，达到通信目的。尤其是一些远距离通信，包含有人类各种各样的智慧。古代人们的通信方式也有很多，像最古老的官方通信——快马+驿站、军事通信——烽火台的狼烟（如图 1-1-1 所示）、鸿雁传书、风筝通信、竹筒传书、信鸽与信猴、灯塔、通信塔和旗语等（如图 1-1-2 所示）多种通信手段，除此之外，还有民信局、负责海外通信的侨批局等通信机构。

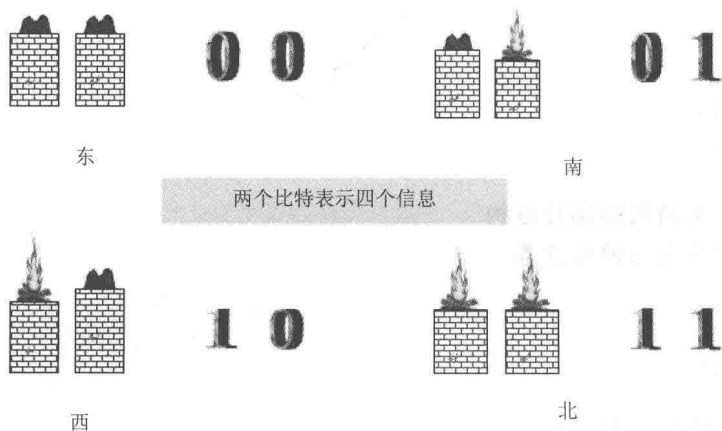


图 1-1-1 古老的通信方式——烽火台

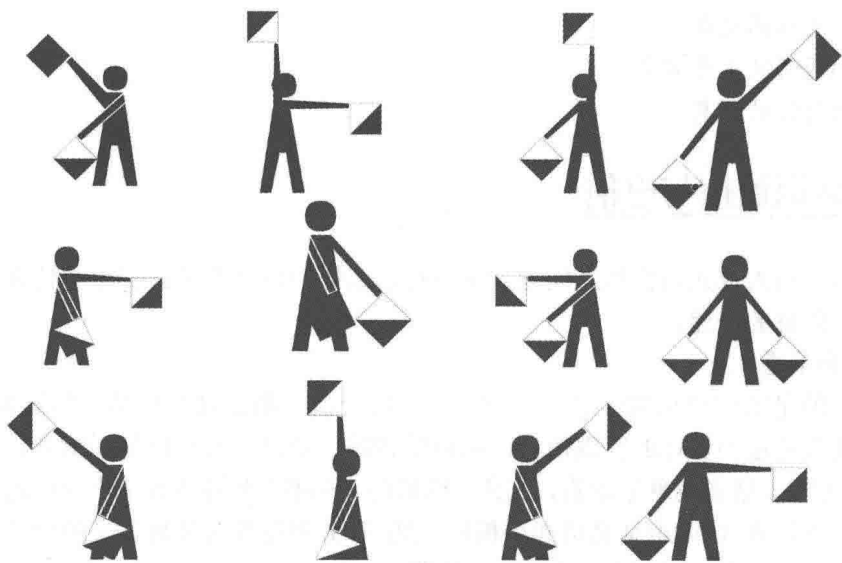


图 1-1-2 旗语

从古代的“通信”，到现代的“电信”，一字之差，却是一场史无前例的通信革命。我们今天常说的通信，通常是指电通信，简称“电信”。“电信”是什么？国际电联（International Telecommunication Union, ITU）关于电信的定义是：利用有线、无线的电磁系统或者光电系统，传输、发射、接收或者处理语音、文字、数据、图像以及其他形式信息的活动，就称为“电信”。在电信系统中，信息主要有电信号、光信号以及电磁信号三种形式。

1.1.1 电信技术发展史

1. 电报的发明

从1837年莫尔斯的电报发明起，短短不到200年的历史，掀起了现代通信发展革命。1837年，莫尔斯发明电报机，并设计莫尔斯电报码，成功地用电流的“通”“断”和“长断”来代替了人类的文字进行传送，是人类史上第一个电信系统，标志着现代通信技术的开始。

莫尔斯发明电报几年后，1842年美国国会正式通过了开发电报技术的议案，架设华盛顿和巴尔的摩之间长距离的电报线路，全长64.4千米，在1844年5月24日，这也是世界电信史上最光辉的一页，这条电报线路在美国国会大厅里进行试验，随着人类历史上的第一份电报：“上帝创造了何等奇迹！”的发出，莫尔斯的电报因为简单、准确和经济实用的特点迅速风靡全球，而这一天也成了国际公认的电报发明日。中国于1871年在上海秘密开通电报，1879年李鸿章在大陆修建了第一条军用电报线路，接着又开通了津沪电报线路，并在天津设立电报总局。

为了顺利实现国际电报通信，在1865年5月17日，法、德、俄、意、奥等20个欧洲国家的代表在巴黎签订了《国际电报公约》，国际电报联盟（International Telegraph Union, ITU）也宣告成立。国际电报联盟也是联合国机构中历史最长的一个国际组织，于1934年1月1日起正式改名为“国际电信联盟”，总部设于瑞士日内瓦，其成员包括191个成员国和700多个部门成员及部门准成员。

2. 电话的发明

1869年，22岁的贝尔受聘美国波士顿大学的语音学教授。有一次，贝尔在做聋哑人用的“可视语言”实验时，发现了一个有趣的现象：在电流流通和截止时，螺旋线圈会发出噪声，就像电报机发送莫尔斯电码时发出的“嘀嗒”声一样。

“电可以发出声音！”思维敏捷的贝尔马上想到，如果能够使电流的强度变化，模拟出人在讲话时的声波变化，那么，电流将不仅可像电报机那样输送信号，还能输送人发出的声音，这也就是说，人类可以用电传送声音。

1876年贝尔发明了电话，继莫尔斯发明电报之后掀起了新的人类通信史，1877年在波士顿和纽约之间架设开通了人类史上第一条300km的电话线，1878年贝尔电话公司正式成立，人类也从此开始使用电话，解决了电报只能传递文字而不能传递语音信号的问题，进入了一个新的通信时代。贝尔电话公司也就是现在的美国电话电报公司AT&T，是美国最大的电信公司。

3. 复用技术

电报电话通信发展过程中，用户数量越来越多，单靠单根架空线路已是无法满足需求。20世纪30年代采用了同轴电缆，为提高电话线路的传输效率，有效地在中继线路上整合电话用户的线路，1930年，多路复用技术被应用在一根高速同轴电缆上，同时传输了来自多个用

户的话路信号,1937年,英国人A.H.里夫斯提出用脉冲的有无组合来传递话音信息的方法,他发明了脉冲编码调制技术PCM在1939年获得专利,为现代数字通信奠定了基础。

PCM是将模拟信号转化为数字信号的一种调制方式,可以将多用户信号在不同时隙多路复用,利用时分多路复用技术,形成2.048Mb/s的数字信号流实现共同传输。PCM技术除了可以实现多路复用提高线路利用率外,它还有抗干扰能力强、传输特性稳定、质量高的特点,广泛应用于现代数字通信网络,尤其是电话通信网络。

4. 无线电技术

英国科学家法拉第1831年提出电磁感应现象,磁场的变化在导体中感生出电流,反过来电也能产生磁场,英国物理学家麦克斯韦1864发表《电磁学动力原理》一文,从理论上推测到电磁波的存在,1873年他出版集大成的《电磁理论》一书,1887年德国物理学家赫兹首先发现并验证了电磁波的存在,不但为无线电通信创造了条件,并且从电磁波的传播规律中确定电磁波和光波一样,具有反射、折射和偏振等性质,论证了电磁波与光波的同一性,验证了麦克斯韦关于光是一种电磁波的理论推测。

基于这些电磁感应理论和基础,意大利无线电工程师马可尼1894实现了无线电通信,1896年,在英国试验其成果可用于14.4km距离的通讯并取得专利。1897年,在伦敦成立“马可尼无线电报公司”,使得无线电报通信实用化。

无线电技术就是利用无线电波传输信息的通信方式,能传输声音、文字、数据和图像等。与有线电通信相比,不需要架设传输线路,不受通信距离限制,机动性好,建立迅速;但传输质量不稳定,信号易受干扰或易被截获,保密性差。

人类发明了电报和电话后,信息传播的速度比以往快了很多倍。电报、电话的出现缩短了各大陆、各国家人民之间的距离感。但是,当初的电报、电话都是靠电流在导线内传输信号的,这使通信受到很大的局限。要通信首先要有线路,而架设线路受到客观条件的限制。况且,极需要通信联络的海上船舶,以及后来发明的飞机,因为它们都是会移动的交通工具,所以是无法用有线方式与地面人们联络的。19世纪发明的无线电通讯技术,使通信摆脱了依赖导线的方式,是通信技术上的一个飞跃,也是人类科技史上的一个重要成就。

5. 计算机通信技术

计算机通信网络是计算机技术和通信技术相结合而形成的一种新的通信方式,主要是满足数据传输的需要。它是将不同地理位置、具有独立功能的多台计算机终端及附属硬件设备(路由器、交换机)用通信链路连接起来,并配备相应的网络软件,依照一定的通信协议,利用数据传输技术在两个终端之间传递数据信息的一种通信方式和通信业务。它不仅可以满足局部地区的一个企业、公司、学校和办公机构的数据、文件传输需要,而且可以在一个国家甚至全世界范围进行信息交换、存储和处理,同时可以提供语音、数据和图像的综合性服务。

1906年发明电子管,模拟通信得到发展,1928年奈奎斯特提出数据理论,1948年的香农定理、20世纪50年代发明半导体,都推动了数字通信的发展,而数据交换的方式也由电路交换、分组交换方式向ATM交换方式演进。1969年10月29日美国ARPA网在加州大学洛杉矶分校与斯坦福研究院连通两个节点,实现了分组交换网络的远程通信,标志着互联网正式诞生,1989年3月13日WWW诞生,互联网开始在全球迅速地普及发展。

6. 移动通信技术

移动通信技术可以说从无线电通信发明之日起就产生了,它是现代通信中发展较晚但最

为迅速,也是最有前途的一种通信方式。在微电子技术和计算机技术的推动下,移动通信从过去简单的无线对讲或广播方式发展成为一个把有线、无线融为一体,固定、移动互联的全国乃至全世界的通信系统。20 世纪后期,随着电路集成技术的迅猛发展,公共移动电话网也得到很快的发展,其发展大概分为三个阶段:第一代蜂窝模拟移动通信网,由于制式太多、互不兼容、话音质量不高、不能提供数据业务、不能提供自动漫游、频谱利用率低、移动设备复杂、费用较贵、保密性差等缺点已经被淘汰,中国在 2001 年底正式将其关闭;第二代数字蜂窝移动通信网络,主要有 GSM 网络和 IS-95CDMA,主要满足人们语音通信和短信服务,数据传输率低;第三代移动通信网络有 TD-SCDMA、WCDMA 和 CDMA2000、WiMAX 网络,相比 2G,3G 有更宽的带宽,不仅能传输语音,还能传输数据,从而提供快捷、方便的无线应用,如无线接入 Internet,能够实现高速数据传输和宽带多媒体服务。满足多媒体业务的要求,从而为用户提供更经济、内容更丰富的无线通信服务。3G、4G 移动通信是无线通信与互联网等多媒体通信结合的新一代移动通信系统,是一种新型的移动互联网技术。

7. 光纤通信技术

光纤通信是指利用光导纤维(光纤)传送信息的光通信方式,具有容量大、成本低、不怕电磁干扰的优点。1880 年,贝尔发明光电话,是人类第一次使用光通信。1960 年 5 月 16 日,美国洛杉矶休斯飞机公司的梅曼发明第一台红宝石激光器,通过受激发射放大原理产生一种相干光辐射(激光),光纤通信所需的光源,是可高速调制的光源,以便载送大容量信息,激光器就可以满足光纤通信,所以说激光器的发明揭开了人类进入光通信的序幕。

1966 年英籍华人光纤之父——高琨发表文章指出传输损耗非常低的玻璃纤维可以通过控制玻璃的纯度和成分来得到,可实现长距离、大容量通信。这一结论被公认为一大突破,它推动研究者改进用于制作光纤的玻璃材料。1970 年,康宁公司制成了第一根衰减小至 20dB/km 的光纤,1974 年康宁公司生产的光纤已达到了损耗为 4dB/km,继而是 2dB/km 的水平,而到 1976 年,损耗已降至 1dB/km。低损耗光纤,使其可应用在通信上。1976 年和 1978 年,日本先后进行了速率为 34Mb/s 及 100Mb/s 的光纤通信系统的试验,1977 年在美国芝加哥和圣塔摩尼卡之间首次建成商用的光纤通信系统,两根直径 0.1mm 的光纤,同时可开通 8000 路电话。光纤通信,具有其他通信无可比拟的一系列优点,彻底改变了现代通信网络,被称为当今信息社会信息高速公路革命发展的标志,是各种通信网络的重要传输方式。

1.1.2 我国电信发展

1. 电话通信

1900 年中国第一部市话电话在南京问世,标志着我国现代通信的一个开端,但到 1949 年,中国电话的普及率才只有 0.05%,用户数只有 26 万户。新中国成立后,1958 年新建的北京电报大楼被称为新中国通信发展的一个重要里程碑,1960 年纵横制自动交换机在上海投入使用;1969 年实现了北京国内第一个长途通信;到 1978 年,中国电话用户数有 214 万户,普及率 0.43%;1982 年投币式公用电话亭在北京市区投入使用,同年中国首次引入程控交换机。1996 年 1 月,中国巨龙公司自主研制成功我国第一台综合业务数字网交换机 HJD04-ISDN。自上世纪 80 年代中期以来,中国政府加快了基础电信设施的建设,一跃从 1991 年 650 万户固定电话用户发展到 2003 年底的 2.63 亿户,这个时期,是我国固定电话增长最为迅猛的时代。之后,固话市场由于受到移动电话的冲击,发展速度进一步放缓,到 2016 年初全国电话用户总数达

15.37 亿户，而固定电话用户总数为 2.31 亿户，比上年减少 1843.4 万户。

2. 移动通信

1987 年我国首先在广州建立第一个全接入系统 TACS 模拟蜂窝移动电话系统，1990 年达到 1.8 万户，1994 年移动用户规模就达到 157 万，直到 2001 年 12 月 31 日正式关闭模拟移动通信网，中国移动通信正式进入全数字时代。

1992 年在嘉兴地区引入第二代数字移动蜂窝网 GSM 系统，2002 年 1 月 8 日，中国联通“新时空”CDMA 网络正式开通；2001 年 7 月 12 日，中国移动集团宣布在全国 25 个城市开通 GPRS 业务，标志着中国移动通信进入 2.5G 时代；2009 年 1 月 7 日，工信部颁发了三张 3G 牌照给三家运营商，随着 3G 牌照的发放，中国电信业正式进入了 3G 时代；2013 年 12 月 4 日正式向中国移动、中国电信、中国联通颁发三张 4G 的 TD-LTE 牌照。

2001 年底，中国移动电话用户增至 1.206 亿户，超过美国 1.201 亿户而跃居全球第一。2003 年底全国电话用户总数已超过 5 亿户，移动电话用户达到 2.6 亿户，超过了固定电话用户数量，中国也因此成为世界上移动电话用户数超过固定电话用户数的国家之一。

到 2016 年初，移动手机用户已达 13.06 亿户，移动电话用户普及率达 95.5 部/百人，移动互联网用户总数近 10 亿户，4G 用户总数达 3.86 亿户，4G 用户在移动电话用户中的渗透率达到 29.6%，移动通信基站总数达 466.8 万个，其中 4G 基站总数达到 177.1 万个。

3. 互联网和宽带

自从 1989 年 3 月 13 日 WWW 诞生，互联网开始进入大众生活。1996 年 1 月，当时的邮电部电信总局建成全国第一个骨干网，标志着中国的互联网从科技教育界转向各行各业。随后，在 1999 年，中国电信将 163 网与 169 网合并，初步建成了一个覆盖全国的互联网骨干网络。2000 年前后，中国联通 CUNet、中国移动 CMNet、中国网通 CNCNet 等建设的全国性骨干网也相继开通。在 2001 年以后，随着互联网用户的增加和各种新型应用的出现，互联网流量也呈现爆发式增长，2003 年，中国电信共计对骨干网进行 5 期扩容，使骨干网容量达到 10G。2004 年以后，互联网保持高速增长。

我国宽带接入是 2000 年大规模开始建设的。2001 年宽带用户只有 6.2 万户，主要以 ADSL 为主。到 2002 年以后，我国的 ADSL 就以非常高的速度增长，2002 年 3 月 31 日，上海市的 ADSL 用户就达到了 10 万户，而到同年 8 月就上升到 15 万户，2003 年上半年新增 320 万宽带用户。

2013 年 8 月 17 日，中国国务院发布了“宽带中国”战略实施方案，意味着“宽带战略”从部门行动上升为国家战略，宽带首次成为国家战略性公共基础设施。近年来，以中国电信和中国联通为主导的“宽带中国”基础设施建设取得了快速的发展，以 FTTH 为主的“光网城市”已经覆盖我国东中部地区的大部分县级以上城市，在较高起点的基础上，仅仅两、三年的时间，我国 FTTH 的发展就已经超越了日本、美国等国家，形成了能够适应我国宽带市场发展的特色发展道路。

根据工业和信息化部数据统计，2013 年 11 月全国宽带用户总数已达到 1.9 亿户，其中 FTTH/O 宽带用户已达到 3881.2 万，占宽带用户总数的比例达到 20.6%，全国宽带用户接入速率在 4M 以上的宽带用户总数达到 1.46 亿，占宽带用户总数的比例达到 77.4%，8M 以上的宽带用户总数达到 3967.5 万，占比也突破 20%。到 2015 年底，我国光纤接入（FTTH/O）用户净增 5140.8 万户，总数达 1.2 亿户，占宽带用户总数的 56.1%，8M 以上、20M 以上宽带用户

总数占宽带用户总数的比例分别达 69.9%、33.4%。

1.1.3 我国电信现状和趋势

1. 通信用户数量及业务

自从 2008 年 3G 牌照发放后,我国正式步入第三代移动通信。表 1-1-1 是截止 2016 年 1 月国内三家运营商的手机用户分布以及其中 4G 用户的情况。

4G 牌照发放后,各企业投资重点开始转向移动通信、传输等领域,移动通信网络和光纤宽带基础设施能力不断提升,移动数据流量保持高速增长,对移动语音和短信业务量的替代性加强。在智能终端普及的推动下,移动用户逐步形成使用移动互联网的习惯,继续推动移动互联网流量保持高速增长。截止 2015 年 12 月,全国固定电话达到 2.31 亿户,移动手机用户达到 13.06 亿户,其中 3G 用户 2.04 亿户,互联网宽带接入用户 2.06 亿户,移动互联网用户 9.05 亿户,固定电话普及率为 16.9%,移动电话普及率为 95.5%。

表 1-1-1 2016 年 1 月我国手机用户分布数据(单位:亿)

	中国移动	中国电信	中国联通	合计
手机用户数	8.25 亿	1.97 亿	2.87 亿	13.09 亿
3G/4G 用户数	4.43 亿	1.41 亿	1.8 亿	7.64 亿

移动通信收入增速大幅回落,与固定通信收入增速差距缩小。2014 年一季度,移动通信业务实现收入 2145.3 亿元,同比增长 7%,比上年同期下降 3.7 个百分点。其中,移动互联网业务实现收入 579.5 亿元,同比增长 46%,但移动语音业务收入下降了 0.8%。固定通信业务实现收入 763.1 亿元,同比增长 5%,增速比上年同期提高 0.2 个百分点,对收入增长的贡献从去年同期的 14.6%提高至 20.5%。其中,固定数据及互联网业务实现收入 392.8 亿元,同比增长 6.9%,占电信业务收入的比重提升至 13.5%。从业务收入增长贡献上看,移动通信业务收入的增长贡献率达 79.5%,仍是电信业务收入增长的主要动力。

2. 通信设备商与运营商

电信设备制造商就是指研发、生产、维护电信设备的企业。电信业的高速发展造就了一批产业中坚企业,国内通信设备制造业的厂商也很多,其中华为、中兴、大唐是国内主要的通信设备制造商。占据国际主要市场的通信设备制造商主要是瑞典的爱立信、法国的阿尔卡特—朗讯、华为、诺西(诺基亚西门子)以及中兴通讯。2015 年,华为、爱立信通信设备商的全年主营业务收入分别为 120.6 亿美元、289.6 亿美元。

爱立信早期生产电话机、程控交换机,是世界最大的移动系统供应商,能够为世界所有主要移动通信标准提供设备和服务,全球 40%的移动呼叫通过爱立信的系统进行。

华为技术有限公司是一家总部位于中国广东深圳市的生产销售电信设备的员工持股的民营科技公司,于 1988 年成立于中国深圳,是国内最大的电信网络解决方案供应商。华为的主要营业范围是交换、传输、无线和数据通信类电信产品,在电信领域为世界各地的客户提供网络设备、服务和解决方案。

运营商是指提供网络服务的供应商,国内三大运营商是中国移动、中国联通和中国电信。中国移动成立于 1999 年,主要运营 GSM 网络。2002 年 5 月 16 日中国电信南北拆分组建新的

中国电信集团公司和中国网络通信集团公司。2008 年中国电信重组, 中国电信收购中国联通 CDMA 网(包括资产和用户), 中国联通 G 网与中国网通合并, 中国网通的基础电信业务并入中国电信, 中国铁通并入中国移动。

国外比较大的运营商有美国的 AT&T 和 Verizon 公司、日本的 NTT 公司, 中国移动在 2015 年全球移动通信运营商收入排行榜位居第四, 纯利润位居第一, AT&T、Verizon、NTT 分列第一、第二、第三位。

3. 我国通信行业的发展趋势

近年来, 我国信息通信产业实现了平稳较快的发展, 信息通信网络稳步优化升级, 支撑能力持续提升, 有效拉动了社会信息消费潜能, 3G、4G 和移动互联网、宽带等业务增长迅猛, 新兴应用快速推进。当前, 全球通信产业已经进入新的大融合、大变革和大转型时期, 将逐步实现新的跨越式发展。

全球数据显示, 2013 年移动宽带和固定宽带用户增速分别达到 34.7% 和 9.2%, 远远超过移动电话用户(6.6%)和固定电话用户增速(-1.2%), 所以, 未来全球信息通信业发展的热点——移动互联网将成为信息通信产业发展的主线。同时, 4G 和宽带网络建设将成为信息通信业网络建设的两个重点。

(1) 4G

2013 年 12 月 4 日工信部正式向三大运营商发布 4G 牌照, 中国移动、中国电信和中国联通均获得 TD-LTE 牌照, 宣告我国通信行业进入 4G 时代。2015 年 2 月 27 日, 工信部宣布向中国电信和中国联通发放 LTE FDD 牌照, LTE-FDD 网络正式商用。

截至 2015 年 4 月 30 日, 中国 4G 总用户已经超过 1.5 亿; 2015 年 9 月, 中国 4G 用户净增 2515 万, 累计达到 3.02 亿, 首次突破 3 亿大关, 在移动电话用户 12.9 亿中的比重也达到了 23%。同月, 全国 3G 用户净减 884.5 万, 加速向 4G 转换。我国工信部数据显示, 截至 2015 年底我国移动电话用户总数达到 13.1 亿户, 4G 用户总数已经达到 3.56 亿。

4G 商用发展初期, 由于中国移动占据了领先优势, 用户数量的增长也一直遥遥领先。截至 2016 年 1 月中国移动 4G 用户数目前已达到 3.12 亿, 在 4G 市场上移动已经占据了高达 80% 以上的份额。

(2) 移动互联网

随着宽带无线接入技术和移动终端技术的飞速发展, 人们迫切希望能够随时随地乃至在移动过程中都能方便地从互联网获取信息和服务, 移动互联网应运而生并迅猛发展。3G 时代的开启以及移动终端设备的智能化将为移动互联网的发展注入巨大的能量, 经过了几年的迅速发展, 2015 年中国移动互联网用户数已近 10 亿户。移动互联网正逐渐渗透到人们生活、工作的各个领域, 短信、铃图下载、移动音乐、手机游戏、视频应用、手机支付、位置服务等丰富多彩的移动互联网应用迅猛发展, 正在深刻改变信息时代的社会生活。

然而, 移动互联网在移动终端、接入网络、应用服务、安全与隐私保护等方面还面临着系列的挑战。其基础理论与关键技术的研究, 对于国家信息产业整体发展具有重要的现实意义。

(3) 宽带中国、光网城市

宽带是国家经济社会发展的重要基础, 是国家工业化与信息化融合的重要纽带, 也是中国电信的战略性业务。固定宽带方面, 自从 2011 年正式启动“宽带中国—光网城市”战略的

部署,近几年将进入推广普及阶段。中国电信宽带用户的接入带宽在 2014 年后内跃升了 10 倍以上,并将持续快速提升;资费在 2014 年左右迎来“跳变期”,并将持续下降。南方城市全面实现光纤化,核心城区全部实现光纤接入,最高接入带宽达到 100M,城市家庭接入带宽普遍达到 20M 以上。形成一个包括卫星通信、光纤宽带、移动网络,覆盖大江南北、惠及全中国的优质信息网络。同时,由于中国移动上市公司已于 2013 年底获得了固网宽带经营牌照,因此,2014 年以后宽带网络建设进一步有所突破,网络覆盖和优化进程将加速,用户接入速率有望持续提升,宽带资费将进一步下降。2015 年,三家基础电信企业固定互联网宽带接入用户净增 1288.8 万户,总数达 2.13 亿户。其中,光纤接入 (FTTH/O) 用户净增 5140.8 万户,总数达 1.2 亿户,占宽带用户总数的 56.1%,比上年提高 22 个百分点。8M 以上、20M 以上宽带用户总数的比重分别达 69.9%、33.4%,比上年分别提高 29、23 个百分点。

光纤宽带将推动物联网、云计算等新兴产业发展,促进新业务、新终端的不断涌现。如,智能家居等物联网应用将融合家庭内部的各类应用,完成安防报警、实时通知及视频联动,用户通过手机既可对家庭安全进行实时监控。同时,结合家居内的电器设备进行远程控制和管理,实现全智能家居环境,让用户享受安全、便捷、舒适的信息生活。

(4) 移动运营虚拟化

2013 年 12 月 26 日,工信部正式发布了虚拟运营商经营许可,民营资本进入电信领域取得实质性进展。同时,增值电信业务对外资开放也在积极进行探索,电信市场的有效竞争将进一步得以实现。虚拟运营商来了。2013 年 12 月 26 日,工信部发放首批移动通信转售业务试点批文。按照批文,万网志成、乐语通讯、天音通信、京东、北纬通信等 11 家企业可在今年开始向市场提供通信服务,包括发售 SIM 卡,售卖短信、语音、流量等套餐,发展增值服务等。很快,第二批虚拟运营商牌照也已发放,国美、苏宁和爱施德等民营公司都榜上有名。至此,移动服务不再是三足鼎立的局面,电信增值领域的创新大幕正式拉开。随着虚拟运营商的加入,未来电信市场竞争更加激烈,通话和流量资费在此过程中或还会不断下降。但毋庸置疑,未来三大基础运营商仍然是市场主导者,虚拟运营商提供的只是一种增值服务。

(5) 物联网技术

2013 年,众多智能家居产品的面世,意味着物联网技术广泛渗透到人们的日常生活,在物流、医疗、制造业等领域,物联网技术正逐渐推进,相关产品不断落地,应用渐成气候。业内预计未来三年我国物联网市场增长率将保持在 30% 以上。随着蓝牙、NFC、RFID、传感器等技术的日趋成熟,在用户需求的推动下,各项智能化应用落地步伐将提速,诸如智能胶囊、智能手环、智能仓储配送等产品将不断推陈出新。随着 4G 的大规模推进,物联网将加快普及。

(6) 大数据时代

“大数据”是由数量巨大、结构复杂、类型众多的数据构成的数据集合,是基于云计算的数据处理与应用模式,通过数据的整合共享,交叉复用,形成的智力资源和知识服务能力,是互联网发展到现今阶段的一种表象或特征,在以云计算为代表的技术创新大幕的衬托下,很多原本很难收集和使用的数据开始容易被利用起来,通过各行各业的不断创新,大数据会逐步为人类创造更多的价值。正如马云所说,大家还没搞清 PC 时代的时候,移动互联网来了,还没搞清移动互联网的时候,大数据时代来了。

伴随移动互联网的快速拓展和新业务的不断涌现,对电信监管提出了更高的要求,进一步改进电信市场准入制度,建立互联网事中、事后管理制度,推进电信业务价格改革的举措在

未来将有新的进展。针对移动互联网发展引发的网络信息安全风险加剧的现状,对网络信息安全管理将进一步加强,将推动形成更加安全、可信的经营环境和消费环境,进而为信息通信业的持续、健康发展构筑良好的发展环境。

课后习题

1. 填空题

(1) 2015 年底中国的手机用户约为_____亿;移动互联网用户约为_____亿;固定宽带用户约为_____亿;光纤用户约为_____亿;固定电话用户数约为_____亿。

(2) 请分别填出中国 3 个运营商的 3G 网络: 中国移动_____, 中国电信_____和中国联通_____。

(3) 美国和日本最大的通信运营商是_____和_____。

(4) 中国目前最大的通信设备制造商有_____和_____。

2. 思考题

(1) 请说明 ADSL 和光纤宽带上网的区别。

(2) 目前中国的 4G 用户在三大运营商中分布如何?

任务二 认识通信网络

1.2.1 认识网络设备

随着电话数量的增加,需要连接的线路会越来越多,为了解决这些问题,通信网络必须采用一定的交换方式,除此之外,还需要将各种协调工作的电信装备集合起来,才能构成一个完整的电信系统。电信系统由硬件和软件组成,包括三大设备,分别是终端设备、传输设备和交换设备,将通信终端、转接点和通信链路有机地结合起来,实现两个以上通信终端之间信号传输的通信体系,这就是电信系统。

对于一个实际的通信网络来说,除有发信终端(信源)、传输信道和收信终端(信宿)外,还需要交换设备来提供多点之间的通信连接。各种电信系统其具体设备的构造和功能各不相同,可以抽象和概括为统一的模型表示,具体结构组成如图 1-2-1 所示。

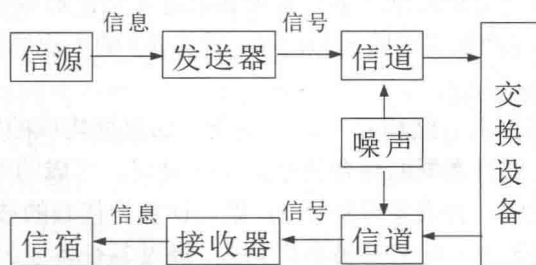


图 1-2-1 通信系统构成

信源: 信源就是信息的来源,可以是人、机器、自然界的物体等。信号的产生物被称为信源是产生信息的人或机器,如话筒、计算机、摄像机。信源发出信息的时候,一般以某种信

息的方式表现出来,可以是符号,如文字、语言等,也可以是信号,如图像、声响等。

发送器:使信号源输出的基带信号变换成适合传输的信号的设备,如编码、调制、放大等。

信道:就是信息传递的通道,是将信号进行传输、存储和处理的媒介,信道的关键问题是它的容量大小,要求以最大的速率传送最大的信息量。

接收器:将信号转化为能让终端设备识别的信号,如译码器、解调器、放大器等。

信宿:将基带信号恢复为原始信号,一般是接收信息的人或机器。如听筒、显示器、电视机、收音机。

交换设备:对通信的用户之间按需要提供传输信道和传输路由,从而达到共用电信设备和提高设备、线路利用率的目的。交换设备是电信网的核心,它的基本功能是完成接入交换节点链路的复用集合、路由接续和分配。

噪音:是指信息传递中的干扰,将对信息的发送与接受产生影响,使两者的信息意义发生改变。

1. 终端设备

终端设备一般是指用户设备,主要作用是将话音、文字、数据和图像信息转变为电信号、电磁信号或光信号发出去;将接收到的电信号、电磁信号或光信号复原为原来的话音、文字、数据或图像。像常见的终端设备有电话机、电报机、移动电话机、微型计算机、数据终端机、传真机、电视机、扫描仪。近年来出现的智能通信终端主要有可视电话、智能手机、智能家居、数字会议桌面智能终端和金融智能终端机。智能终端是利用遍布全国的移动通信网络,通过短信方式进行数据传输。利用短信息实现远程报警、遥控、遥测三大功能,灵活方便,可以跨市、跨省、甚至跨国传送,主要用于状态监测,用于火灾及防盗等报警及设备故障上报。如图 1-2-2 所示为一些常见的终端设备和智能终端。



图 1-2-2 常见的电信终端设备和智能终端

2. 传输设备

传输设备是将电信号、电磁信号或光信号从一个地点传送到另一个地点的设备,它构成电信系统的传输链路(信道),包括无线传输设备和有线传输设备。无线传输设备有短波、超短波、微波收发信机和传输系统以及卫星通信系统(包括卫星和地球站设备)等;有线传输设