



普通高等教育“十二五”创新型规划教材

XIANDAI TONGXIN JISHU

现代通信技术

主编 薛建彬

- **新**：新思路、新领域、新技术、新变革
- **活**：模块化、立体化、可扩展
- **精**：精品、精心、精致



北京理工大学出版社

BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

普通高等教育“十二五”创新型规划教材

现代通信技术

主 编 薛建彬

副主编 蔺 莹 晏 燕



北京理工大学出版社

BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

内 容 简 介

本书系统介绍了有线传输技术、无线传输技术、数据交换原理以及不同的接入方式,系统地反映了现代通信系统的构成和各部分的原理。

本书内容可概括为三部分:第一部分介绍了通信历史的演进过程、信息时代的基本情况。在这部分中,重点讲述通信系统的传输技术,分为有线传输技术及无线传输技术。第二部分为现代交换技术,从电路交换,到数据交换,再到最新的光交换技术。第三部分为接入技术,分为有线接入方式、无线接入方式和混合接入方式。

相信读者通过阅读本书,可以对现代通信相关技术有比较系统的了解。本书可作为高等工科院校通信工程和相关专业的高年级本科生教材。

版权专有 侵权必究

图书在版编目(CIP)数据

现代通信技术/薛建彬主编. —北京:北京理工大学出版社, 2013. 2

ISBN 978-7-5640-7299-5

I. ①现… II. ①薛… III. ①通信技术-高等学校-教材 IV. ①TN91

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 011250 号

出版发行 / 北京理工大学出版社

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街 5 号

邮 编 / 100081

电 话 / (010)68914775(办公室) 68944990(批销中心) 68911084(读者服务部)

网 址 / <http://www.bitpress.com.cn>

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 / 天津紫阳印刷有限公司

开 本 / 787 毫米×1092 毫米 1/16

印 张 / 22

字 数 / 511 千字

版 次 / 2013 年 2 月第 1 版 2013 年 2 月第 1 次印刷

印 数 / 1~3000 册

定 价 / 39.80 元

责任编辑 / 陈莉华

责任校对 / 周瑞红

责任印制 / 王美丽

图书出现印装质量问题, 本社负责调换

Foreword 前言

Foreword

通信技术的产生是人类进入信息社会的重要标志之一,现代通信技术和通信产业是 20 世纪 80 年代以来发展最快的领域之一,已经成为国民经济第一支柱产业。与通信技术相关的信息类专业亦成为我国高等院校重点建设的热门专业。“现代通信技术”课程作为通信工程和计算机技术、电子与信息工程等相关专业的一门基础课程,旨在培养学生了解和掌握现代通信系统的基础理论、技术原理、系统分析方法和行业发展动向。

本书根据高等院校信息类专业人才培养规格要求,以“强化应用,注重实践,符合行业需求,跟踪先进技术”为原则进行编写,可以作为高等学校通信工程、计算机技术、电子与信息工程等信息类专业的基础课教材。

为了使不同专业的学生在有限的学时内掌握现代通信基本原理,建立完整的通信系统概念,掌握现代通信网的组成,了解通信技术的发展趋势,我们整合了《通信原理》《卫星通信》《光纤通信》《移动通信》《交换原理》和《接入网技术》等课程的精华内容,综合成一门《现代通信技术》课程。内容选择上涵盖了现代通信中的“传输”“交换”和“接入”三大部分技术,简化了一些与通信技术实际应用关联不大的理论推导和计算过程,突出理论知识与发展前沿相结合的思路。

全书共 12 章,第 1 章简要介绍了通信的基础知识,并回顾了通信技术的发展简史;第 2~5 章介绍有线、无线及微波传输的主要原理及特性;第 6~8 章全面阐述各类交换技术的发展与演进;第 9~12 章介绍接入网的概念及相关应用方法。

第 1 章从通信技术和通信系统的基本概念出发,回顾在通信技术产生之初到目前百年来最具有代表性的几类通信方式,为后续学习打下基础。

第 2 章介绍了双绞线、同轴电缆、光纤、光缆等常见的有线传输方式,并对其物理特性、业务传输能力、抗干扰能力等方面做了详细分析。

第 3 章系统地阐述了现代移动通信系统的基本原理、基本技术和当前广泛应用的几种较为典型的移动通信系统,较充分地反映了移动通信发展的新技术。

第 4 章简要介绍了卫星通信的基本概念、分类、通信方式、工作原理,为读者了解卫星通信系统提供帮助。

第 5 章介绍了现代通信传输方式中的数字微波通信方式和大气激光通信两种典型方式,旨在介绍各自的传输特点、系统的组成方式和应用情况。

第 6 章介绍交换技术中的电路交换技术,从电路交换技术的产生出发,对基本交换网络、数字交换机的交换处理过程等方面做了详尽的介绍。

第 7 章介绍现代交换技术中的分组交换技术,帧中继技术,软交换技术,ATM 交换技术,多层交换技术等的基本概念、工作方式等。

第 8 章介绍了在全光网中运用光子技术实现的光交换技术。从技术类型、工作原理、交换方式等方面做了叙述。

第9章简要介绍了接入网技术的由来、定义、物理位置、业务类型及主要接口，帮助读者建立接入网的整体概念。

第10章主要介绍基于铜线的接入技术，从传统的Modem接入到xDSL接入，详细分析了各阶段典型的代表技术及其特点。

第11章介绍光纤接入技术，光纤接入被誉为“最后一公里”的最佳方案，本章从光纤接入的组网方式到FTTX系列的应用进行了系统的介绍。

第12章分析无线接入技术，内容涉及无线本地环路、移动蜂窝接入、卫星接入等，力图对无线接入技术进行宏观的概括。

本书主要有以下特色：

(1) 基本概念简练。在基本概念的阐述上，力求准确与精炼，尽量避免使用烦琐的语言描述晦涩难懂的理论知识，使得非通信专业学生也能理解相关概念的含义。

(2) 知识脉络清晰。按照“传输技术”“交换技术”“接入技术”三大部分串接整体知识结构，读者既可以系统地学习所有内容，也可以按照需求进行有选择的学习。

(3) 理论与实践结合。针对某些实用性较强的技术和产品，本书给出了相应的图、表，从而帮助读者深入而全面地了解相关技术的具体应用方法，以提高分析问题和解决问题的能力。

本书第1章和第6~8章由薛建彬老师编写，第2、4、5章由蔺莹老师编写，第3章由蔺莹、晏燕老师编写，第9~12章由晏燕老师编写。

面对日新月异、繁花似锦的现代通信技术，现代通信技术教科书应与时俱进，及时在内容上作出调整，鉴于编者水平有限，加之时间仓促，本书内容定会挂一漏万，存在不足在所难免，恳请读者批评指正。

编 者

Contents 目录

Contents

第 1 章 通信技术发展简史	1
1.1 通信系统的基本概念	1
1.2 通信技术发展历史回顾	1
1.2.1 电报的发明	2
1.2.2 电话的发明	3
1.2.3 电磁波的发现	4
1.2.4 无线电报的发明	5
1.2.5 无线电通信的发明	6
1.2.6 寻呼机诞生	6
1.2.7 蜂窝式移动电话	7
1.2.8 铱星系统	9
第 2 章 有线传输技术	12
2.1 传输介质	12
2.1.1 传输介质的分类	12
2.1.2 传输介质与传输技术的设计	13
2.2 双绞线概述	14
2.2.1 双绞线的结构	14
2.2.2 双绞线的特征	14
2.2.3 双绞线的分类	15
2.2.4 双绞线的特点	15
2.2.5 双绞线的应用	16
2.3 同轴电缆的概述	16
2.3.1 同轴电缆的概述	16
2.3.2 同轴电缆的特点	17
2.3.3 同轴电缆的应用	18
2.4 光纤通信系统概述	18
2.4.1 光波的波段划分	18
2.4.2 光纤通信的发展和现状	19
2.4.3 光纤通信系统的基本组成	21
2.4.4 光纤通信系统的传输码型	23
2.4.5 光纤通信系统的特点	26

2.5 光纤和光缆	28
2.5.1 光纤的结构和类型	28
2.5.2 光纤的损耗	31
2.5.3 光纤的色散	33
2.5.4 光缆简介	35
2.6 光端机	36
2.6.1 光源	37
2.6.2 光源器件	37
2.6.3 光电检测器	40
2.7 光放大器	41
2.7.1 光放大器简述	41
2.7.2 光纤放大器及其分类	42
2.7.3 掺铒光纤放大器	42
2.7.4 拉曼光纤激光放大器	45
2.8 光波分复用技术	45
2.8.1 WDM 技术简介	45
2.8.2 WDM 技术的分类	46
2.8.3 WDM 系统的基本形式	47
2.8.4 WDM 技术的主要特点	47
2.8.5 DWDM 技术	48
习题	49
第3章 移动通信	50
3.1 移动通信简介	50
3.1.1 移动通信概述	50
3.1.2 移动通信的特点	50
3.1.3 移动通信业务分类	52
3.1.4 移动通信的工作方式	53
3.1.5 移动通信工作频段	54
3.2 电波传播	56
3.3 移动通信中的编码与解码	60
3.3.1 语音编码技术	60
3.3.2 信道编、译码	61
3.3.3 调制技术	62
3.3.4 分集合并技术	62
3.4 移动通信组网	63
3.4.1 移动通信网的体制	63
3.4.2 信道的配置与选取控制	69
3.4.3 数字蜂窝移动通信的交换技术	71

3.5 GSM 与 GPRS 通信系统	73
3.5.1 GSM 系统特点及提供的业务	73
3.5.2 GSM 系统的组成及接口	75
3.5.3 GSM 系统的区域、号码及识别	78
3.5.4 GSM 系统的编码	80
3.5.5 GSM 系统信道的分类与组织	82
3.5.6 GSM 系统的控制和管理	89
3.5.7 GPRS 移动通信系统	98
3.6 CDMA 移动通信系统	100
3.6.1 CDMA 基本原理	100
3.6.2 CDMA 技术的演进及标准	102
3.6.3 CDMA 移动通信系统的关键技术	103
3.6.4 窄带 CDMA 移动通信系统(IS—95)	105
习题	111
第四章 卫星通信	112
4.1 卫星通信的基本概念	112
4.1.1 卫星通信的定义	112
4.1.2 卫星通信系统的分类	114
4.1.3 静止卫星通信	115
4.1.4 静止卫星通信的特点	116
4.1.5 卫星通信的工作频段	117
4.2 通信卫星与地球站	118
4.2.1 卫星通信系统	118
4.2.2 通信卫星的组成	122
4.2.3 地球站	124
4.3 卫星通信体制的概述	127
习题	129
第 5 章 数字微波通信及大气激光通信	131
5.1 数字微波通信概述	131
5.1.1 数字微波通信发展简述	131
5.1.2 微波通信系统的组成	132
5.2 电波在自由空间的传播	134
5.2.1 无线电波频段的划分与传播方式	134
5.2.2 无线电波的基本性质	135
5.2.3 自由空间的传播损耗	136
5.2.4 自由空间传播条件下收信电平的计算	137
5.3 微波传播的描述方法	138

5.3.1	惠更斯-菲涅耳原理	138
5.3.2	电波传播的菲涅耳区	139
5.3.3	地形对电波传播的影响	140
5.3.4	大气对电波传播的影响	144
5.3.5	大气与地面效应造成的衰落特性	149
5.3.6	抗衰落技术	153
5.4	数字微波通信的传输设备	156
5.4.1	数字微波通信发信设备的组成与性能指标	156
5.4.2	数字微波收信设备的组成及性能指标	159
5.4.3	微波通信对天线设备的要求	161
5.4.4	收发公用器	164
5.4.5	微波通信系统的噪声	164
5.5	无线激光通信	166
5.5.1	无线激光通信的定义	166
5.5.2	国内外发展概况	167
	习题	170
第 6 章	电路交换技术	172
6.1	交换技术简介	172
6.1.1	交换技术发展史	172
6.1.2	现代交换技术简介	175
6.1.3	交换技术发展展望	176
6.2	电路交换技术	176
6.2.1	电话交换机的基本结构	176
6.2.2	现代交换系统的基本交换网络	179
6.2.3	程控数字交换机的接口	183
6.2.4	程控数字交换机的呼叫处理过程	184
6.2.5	程控数字交换机的控制程序	185
6.2.6	程控交换机的软件系统	187
	习题	189
第 7 章	数据交换技术	191
7.1	局域网交换机发展回顾	191
7.2	数据通信的特点	192
7.3	分组交换技术	193
7.3.1	分组交换技术发展历史	193
7.3.2	分组交换基本技术	193
7.4	帧中继技术	200
7.4.1	帧中继技术的优越性	200

7.4.2 帧中继技术简介	201
7.4.3 帧中继的协议结构与帧格式	202
7.5 软交换技术	205
7.5.1 软交换技术产生的背景	205
7.5.2 软交换技术的概念和功能	206
7.5.3 软交换技术简介	209
7.6 ATM 交换技术	214
7.6.1 ATM 交换技术的起源和发展	214
7.6.2 ATM 技术的主要特点	216
7.6.3 ATM 的基本概念和原理	217
7.6.4 ATM 协议参考模型	220
7.7 多层交换技术	223
7.7.1 第 2 层交换技术	223
7.7.2 第 3 层交换技术	224
7.7.3 多协议标签交换(MPLS)	225
习题	228
第 8 章 光交换技术	229
8.1 光交换技术类型	229
8.2 光分组技术的制约因素	230
8.3 光交换基本技术	230
8.4 光路交换技术	231
8.5 光分组交换技术	232
习题	235
第 9 章 接入网概述	236
9.1 接入网的由来	236
9.2 接入网的定义与定界	238
9.3 接入网支持的业务	240
9.4 接入网的分类	242
9.5 接入网的接口	243
习题	245
第 10 章 铜线接入技术	246
10.1 普通电话 Modem 接入技术	246
10.1.1 调制解调器的分类	246
10.1.2 调制解调器的结构及原理	248
10.1.3 使用电话 Modem 拨号上网	249
10.1.4 基于 Modem 的接入技术	251

10.2	xDSL 接入网技术	254
10.2.1	高速数字用户线技术 HDSL	254
10.2.2	第二代高比特率数字用户线技术 HDSL2	258
10.2.3	非对称数字用户线技术 ADSL	259
10.2.4	甚高比特率数字用户线技术 VDSL	271
10.2.5	几种 xDSL 技术的比较	275
	习题	275
第 11 章	光纤接入技术	277
11.1	光纤接入技术概述	277
11.1.1	光纤接入网的分类及特点	278
11.1.2	光纤接入网的配置	278
11.1.3	光纤接入网的拓扑结构	281
11.2	有源光网络(AON)接入技术	285
11.3	无源光网络(PON)接入技术	287
11.3.1	ATM 无源光网络接入技术(APON)	290
11.3.2	以太网无源光网络接入技术(EPON)	296
11.3.3	千兆无源光网络(GPON)	300
11.3.4	几种 PON 技术的比较	303
	习题	304
第 12 章	无线接入技术	305
12.1	无线接入网概述	305
12.1.1	无线接入系统的组成	306
12.1.2	无线接入系统的分类	307
12.1.3	无线接入系统的应用	307
12.2	固定无线接入系统	308
12.2.1	无线本地环路系统分类及特点	309
12.2.2	无线本地环路系统的实现方案	311
12.2.3	宽带固定无线接入技术	315
12.3	移动无线接入技术	321
12.3.1	移动蜂窝接入技术	322
12.3.2	移动卫星接入系统	323
12.3.3	无线局域网 WLAN	328
12.3.4	无线接入新技术	332
	习题	336
	参考文献	337

第 1 章

通信技术发展简史

自 19 世纪初电通信技术问世以来,短短的 100 多年时间里,通信技术的发展可谓日新月异。“千里眼”“顺风耳”等古人的梦想不但得到了实现,而且还出现了许多人们过去想都不曾想的新技术。回顾通信技术的发展史,有利于我们更好地了解和掌握这门科学技术。本章从通信技术和通信系统的基本概念出发,回顾在这 100 多年时间里出现的改变人类生活的通信技术,为后续学习打下基础。

1.1 通信系统的基本概念

通信是通过某种媒体进行的信息传递。在古代,人们通过驿站、飞鸽传书、烽火报警等方式进行信息传递。到了今天,随着科学水平的飞速发展,相继出现了无线电、固定电话、移动电话、互联网、可视电话等各种通信方式。通信技术拉近了人与人之间的距离,提高了经济效率,深刻地改变了人类的生活方式和社会面貌。

通信的目的是传递消息,消息具有不同的形式,例如语言、文字、数据、图像、符号,等等。随着社会的发展,消息的种类越来越多,人们对传递消息的要求也越来越高。通信中消息的传送是通过信号来进行的,如红绿灯信号、狼烟、电压、电流信号等,信号是消息的载体。通常来讲通信是指利用电子等技术手段,借助电信号(含光信号)实现从一地向另一地进行消息的有效传递,即信息的交换与传输。这种通信具有迅速、准确、可靠等特点,而且几乎不受时间、地点、空间、距离的限制,因而得到了飞速发展和广泛应用。

1.2 通信技术发展历史回顾

人类进行通信的历史已很悠久。千百年来,人们一直在用语言、图符、钟鼓、烟火、竹简、纸书、壁画等传递信息,古代人的烽火狼烟、飞鸽传信、驿马邮递就是这方面的例子。现在还有一些国家的个别原始部落,仍然保留着诸如击鼓鸣号这样古老的通信方式。在现代社会中,交警的指挥手语、航海中的旗语等不过是古老通信方式进一步发展的结果。这些信息传递的基本方式都是依靠人的视觉与听觉。

19 世纪中叶以后,随着电报、电话的发明,电磁波的发现,人类通信领域产生了根本性的巨大变革,实现了利用金属导线来传递信息,甚至通过电磁波来进行无线通信,使神话中的“顺风耳”“千里眼”变成了现实。从此,人类的信息传递可以脱离常规的视、听觉方式,用电信号作为新的载体,因此带来了一系列技术革新,开始了人类通信的新时代。在本节,我们将介绍 100 多年来最有代表性的通信技术及通信方式。

1.2.1 电报的发明

人类历史上最早的通信手段和现在一样是“无线”的,如利用以火光传递信息的烽火台,通常大家认为这是最早传递消息的方式了。事实上不是,在我国和非洲古代,击鼓传信是最早最方便的办法,非洲人用圆木特制的大鼓可传声至三四千米远,再通过“鼓声接力”和专门的“击鼓语言”,可在很短的时间内把消息准确地传到50千米以外的另一个部落。

其实,不论是击鼓、烽火、旗语(通过各色旗子的舞动),还是今天的移动通信,要实现消息的远距离传送,都需要中继站的层层传递,消息才能到达目的地。不过,由于那时人类还没有发现电,所以要想畅通快速地实现远距离传递消息只有等待了。人类通信史上革命性变化,是从把电作为信息载体后发生的。

1753年2月17日,在《苏格兰人》杂志上发表了一封署名“C·M”的书信。在这封信中,作者提出了用电流进行通信的大胆设想。虽然在当时还不十分成熟,而且缺乏应用推广的经济环境,却使人们看到了电信时代的一缕曙光。

1793年,法国查佩兄弟俩在巴黎和里尔之间架设了一条230千米长的接力方式传送信息的托架式线路。据说两兄弟是第一个使用“电报”这个词的人。

1832年,俄国外交家希林在当时著名物理学家奥斯特电磁感应理论的启发下,制作出了用电流计指针偏转来接收信息的电报机。

1837年6月,英国青年库克获得了第一个电报发明专利权。他制作的电报机首先在铁路上获得应用。不过,这种方式很不方便和实用,无法投入真正的实用阶段。

历史到了这关键的时候,仿佛停顿了下来,还得等待一个画家来解决。1832年,美国医生杰克逊在大西洋中航行的一艘邮船上,给旅客们讲电磁铁原理,旅客中41岁的美国画家莫尔斯被深深地吸引了。当时法国的信号体系只能凭视力所及传讯数英里^①。莫尔斯梦想着用电流传输电磁信号,瞬息之间把信息传送到数千英里之外。经过3年的钻研之后,在1835年,第一台电报机问世。但如何把电报和人类的语言连接起来,是摆在莫尔斯面前的一大难题,在一丝灵感来临的瞬间,他在笔记本上记下这样一段话:“电流是神速的,如果它能够不停顿走十英里,我就让它走遍全世界。电流只要停止片刻,就会出现火花,火花是一种符号,没有火花是另一种符号,没有火花的时间长又是一种符号。这里有三种符号可组合起来,代表数字和字母。它们可以构成字母,文字就可以通过导线传送了。这样,能够把消息传到远处的崭新工具就可以实现了!”

随着这种伟大思想的成熟,莫尔斯成功地用电流的“通”“断”和“长断”来代替了人类的文字进行传送,这就是鼎鼎大名的莫尔斯电码。1843年,莫尔斯获得了3万美元的资助,他用这笔款修建成了从华盛顿到巴尔的摩的电报线路,全长64.4千米。1844年5月24日,在座无虚席的国会大厦里,莫尔斯用他那激动得有些颤抖的双手,操纵着他倾注十余年心血研制成功的电报机,向64千米以外的巴尔的摩发出了人类历史上的第一份电报:“上帝创造了何等奇迹!”

电报的发明,拉开了电信时代的序幕,开创了人类利用电来传递信息的历史。从此,信息传递的速度大大加快了。“嘀—嗒”一响(1秒钟),电报便可以载着人们所要传送的信息绕地

^① 1英里=1.609344千米。

球走上7圈半,这种速度是以往任何一种通信工具所望尘莫及的。

说到这里,还有一个故事必须提到,1912年“泰坦尼克”号撞到冰山后,发出电报:“SOS,速来,我们撞上了冰山。”几英里之外的“加利福尼亚”号客轮本应能够救起数百条生命,但是这条船上的报务员不值班,因此没有收到这条信息。从此以后,所有的轮船都开始了全天候的无线电信号监听。

1.2.2 电话的发明

电报传送的是符号,发送一份电报,得先将报文译成电码,再用电报机发送出去。在收报一方,要经过相反的过程,即将收到的电码译成报文,然后,送到收报人的手里。这不仅手续麻烦,而且也不能进行及时双向信息交流。因此,人们开始探索一种能直接传送人类声音的通信方式,这就是现在无人不晓的“电话”。

欧洲对于远距离传送声音的研究,始于18世纪,在1796年,休斯提出了用话筒接力传送语音信息的办法。虽然这种方法不太切合实际,但他赐给这种通信方式一个名字——Telephone(电话),一直沿用至今。

1861年,德国一名教师发明了最原始的电话机,利用声波原理可在短距离互相通话,但无法投入真正的使用。

如何把电流和声波联系在一起而实现远距离通话一直困扰着人们。美国人亚历山大·贝尔是注定要完成这个历史任务的人,他系统地学习了人的语音、发声机理和声波振动原理,在为聋哑人设计助听器的过程中,他发现电流导通和停止的瞬间,螺旋线圈发出了噪声,这一发现使贝尔突发奇想,用电流的强弱来模拟声音大小的变化,从而用电流传送声音。

从这时开始,贝尔和他的助手沃森特就开始了设计电话的艰辛历程。1875年6月2日,贝尔和沃森特正在进行模型的最后设计和改进,最后测试的时刻到了,沃森特在紧闭了门窗的另一房间把耳朵贴在音箱上准备接听,贝尔在最后操作时不小心把硫酸溅到自己的腿上,他疼得叫了起来:“沃森特先生,快来帮我啊!”没有想到,这句话通过他实验中的电话传到了在另一个房间工作的沃森特先生的耳朵里。这句极普通的话,也就成为人类第一句通过电话传送的语音而记入史册。1875年6月2日,也被人们作为发明电话的伟大日子而加以纪念,而这个地方——美国波士顿法院路109号也因此载入史册,至今它的门口仍钉着块铜牌,上面镌有:“1875年6月2日电话诞生在此。”1876年3月7日,贝尔获得发明电话专利,专利证号码为174655。

1877年,即贝尔发明电话后的第二年,在波士顿和纽约架设的第一条电话线路开通了,两地相距300千米。也就在这一年,有人第一次用电话给《波士顿环球报》发送了新闻消息,从此开始了公众使用电话的时代。一年之内,贝尔共安装了230部电话,建立了贝尔电话公司,这是美国电报电话公司(AT&T)的前身。

电话传入我国,是在1881年,英籍电气技师皮晓浦在上海十六铺沿街架起一对露天电话,付36文制钱可通话一次,这是中国的第一部电话。1882年2月,丹麦大北电报公司在上海外滩扬于天路办起我国第一个电话局,用户25家。1889年,安徽省安庆州候补知州彭名保,自行设计了一部电话,包括自制的五六十种大小零件,成为我国第一部自行设计制造的电话。1900年,我国第一部市内电话在南京问世。中国古老的邮驿制度和民间通信机构被先进的邮政和电信逐步替代。中华民国时期,中国的邮电通信仍然在西方列强的控制中。加上连年战

乱,通信设施经常遭到破坏。抗战时期,日本帝国主义出于战争需要和企图长期统治中国的目的,改造和扩建了电信网络体系,他们利用当时中国经济、技术的落后和政治的腐败,在技术、设备、维修、管理等方面对中国的通信事业进行控制。

1949年前,中国电信系统发展缓慢,截至1949年,中国电话的普及率仅为0.05%,电话用户只有26万。1949年以后,中央人民政府迅速恢复和发展通信。1958年建起来的北京电报大楼成为新中国通信发展史上的一个重要里程碑。十年“文革”,邮电再次遭受打击,一直亏损,业务发展停滞。到1978年前,全国电话普及率仅为0.38%,不及世界水平的1/10,占世界人口1/5的中国拥有的话机总数还不到世界话机总数的1%,每200人中拥有话机还不到一部,比美国落后75年。交换机自动化比重低,大部分县城、农村仍在“摇把子”,长途传输主要靠明线和模拟微波。1978年前,全国电话容量359万门,用户214万,普及率0.43%。改革开放后,落后的通信网络成为经济发展的瓶颈,自20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,截至2010年2月,全国电话用户净增787.0万户。其中,固定电话用户减少149.7万户,移动电话用户净增936.7万户。

1.2.3 电磁波的发现

自从贝尔发明了电话机,这样人人都能手拿一个“话柄”,和远方的亲朋好友谈天说地了。电报和电话的相继发明,使人类获得了远距离传送信息的重要手段。但是,电信号都是通过金属线传送的,线路架设到的地方,信息才能传到,这就大大限制了信息的传播范围,特别是在大海、高山,有没有能让信息无线传播的办法呢?

1820年,丹麦物理学家奥斯特发现,当金属导线中有电流通过时,放在它附近的磁针便会发生偏转。接着,学徒出身的英国物理学家法拉第明确指出,奥斯特的实验证明了“电能生磁”。他还通过艰苦的实验,发现了导线在磁场中运动时会有电流产生的现象,此即所谓的“电磁感应”现象。

著名的科学家麦克斯韦进一步用数学公式表达了法拉第等人的研究成果,并把电磁感应理论推广到了空间。他认为,在变化的磁场周围会产生变化的电场,在变化的电场周围又将产生变化的磁场,如此一层层地像水波一样推开去,便可把交替的电磁场传得很远。1864年,麦氏发表了电磁场理论,成为人类历史上预言电磁波存在的第一人。

那么,又有谁来证实电磁波的存在呢?此人便是亨利希·鲁道夫·赫兹。1887年的一天,赫兹在一间暗室里做实验。他在两个相隔很近的金属小球上加上高电压,随之便产生一阵阵噼噼啪啪的火花放电。这时,在他身后放着一个没有封口的圆环。当赫兹把圆环的开口处调小到一定程度时,便看到有火花越过缝隙。通过这个实验,他得出了电磁能量可以越过空间进行传播的结论。赫兹的发现公布之后,轰动了全世界的科学界。当然,1887年成为了近代科学技术史的一座里程碑,为了纪念这位杰出的科学家,电磁波频率的单位便命名为“赫兹(Hz)”。

赫兹的发现具有划时代的意义,它不但证明了麦克斯韦理论的正确,更重要的是推进了无线电的诞生,开辟了电子技术的新纪元,标志着从“有线电通信”向“无线电通信”的转折点,也是整个移动通信的发源点。应该说,从这时开始,人类开始进入了无线通信的新领域。

电磁波的发现产生了巨大影响。不到6年的时间,俄国的波波夫、意大利的马可尼分别发明了无线电报,实现了信息的无线电传播,其他的无线电技术也如雨后春笋般涌现出来。1904

年英国电气工程师弗莱明发明了二极管。1906年美国物理学家费森登成功地研究出无线电广播。1907年美国物理学家德福莱斯特发明了真空三极管,美国电气工程师阿姆斯特朗应用电子器件发明了超外差式接收装置。1920年美国无线电专家康拉德在匹兹堡建立了世界上第一家商业无线电广播电台,从此广播事业在世界各地蓬勃发展,收音机成为人们了解时事新闻的方便途径。1933年法国人克拉维尔建立了英法之间第一条商用微波无线电路,推动了无线电技术的进一步发展。

电磁波的发现也促使图像传播技术迅速发展起来。1922年,16岁的美国中学生菲罗·法恩斯沃斯设计出第一幅电视传真原理图,1929年申请了发明专利,被裁定为发明电视机的第一人。1928年美国西屋电器公司的兹沃尔金发明了光电显像管,并同工程师范瓦斯合作,实现了电子扫描方式的电视发送和传输。1935年美国纽约帝国大厦设立了一座电视台,次年就成功地把电视节目发送到70千米以外的地方。1938年兹沃尔金又制造出第一台符合实用要求的电视摄像机。经过人们的不断探索和改进,1945年在三基色工作原理的基础上美国无线电公司制成了世界上第一台全电子管彩色电视机。直到1946年,美国人罗斯·威玛发明了高灵敏度摄像管,同年日本人八本教授解决了家用电视机接收天线问题,从此一些国家相继建立了超短波转播站,电视迅速普及开来。

1.2.4 无线电报的发明

赫兹通过闪烁的火花,第一次证实了电磁波的存在,但他却断然否定利用电磁波进行通信的可能性。他认为,若要利用电磁波进行通信,需要有一个面积与欧洲大陆相当的巨型反射镜,显然这是不可能的。

赫兹发现电磁波的消息扩散开来,到了俄国一位正从事电灯推广工作的青年波波夫那儿,他兴奋地说:“用我一生的精力去装电灯,对广阔的俄罗斯来说,只不过照亮了很小一角,要是我能指挥电磁波,就可飞越整个世界!”1894年,波波夫改进了无线电接收机并为之增加了天线,使其灵敏度大大提高。1896年,波波夫成功地用无线电进行莫尔斯电码的传送,距离为250米,电文内容为:海因里斯·赫兹。

在1897年5月18日,另一位研究无线电的年轻人马可尼,改进了无线电传送和接收设备,在布里斯托尔海峡进行无线电通信取得成功,把信息传播了12千米。1898年,英国举行了一次游艇赛,终点设在离岸20英里的海上。《都柏林快报》特聘马可尼为信息员。他在赛程的终点用自己发明的无线电报机向岸上的观众及时通报了比赛的结果,引起了很大的轰动。这被认为是无线电通信的第一次实际应用。紧接着,马可尼在英国建立了世界上第一家无线电器材公司——英国马可尼公司。

1901年,英国的无线电报能发送到大西洋彼岸,不过当时的天线是用风筝牵着的金属导线。1902年在英国与加拿大之间正式开通了越洋无线电报通信电路,使国际间电报通信跃入到一个新的阶段。在中国,电报的最早应用是1920年7月中华邮政开办邮传电报业务。

由于无线电通信不需要昂贵的地面通信线路和海底电缆,因而很快便受到人们的重视。它首先被用于敷设线路困难的海上通信。第一艘装有无线电台的船只是美国的“圣保罗”号邮船。后来,海上无线电通信接二连三地在援救海上遇险船只的行动中发挥作用,从而初露头角。让人们想起波波夫的那句话:“要是我能指挥电磁波,就可飞越整个世界。”

1.2.5 无线电通信的发明

1906年12月24日圣诞节前夕,晚上8点左右,在美国新英格兰海岸附近穿梭往来的船上,一些听惯了“嘀嘀嗒嗒”莫尔斯电码声的报务员们,忽然听到耳机中传来有人正在朗读圣经的故事,有人拉着小提琴,还伴奏有亨德尔的《舒缓曲》,报务员们怔住了,他们大声地叫喊着同伴的名字,纷纷把耳机传递给同伴听,果然,大家都清晰地听到说话声和乐曲声,最后还听到亲切的祝福声,几分钟后,耳机中又传出那听惯了的电码声。

其实这并不是什么奇迹的出现,而是由美国物理学家费森登主持和组织的人类历史上第一次无线电广播。这套广播设备是由费森登花了4年的时间设计出来的,包括特殊的高频交流无线电发射机和能调制电波振幅的系统,从这时开始,电波就能载着声音开始展翅飞翔了。

在这之前,也有无数人在无线电研究上取得了成果,其中最出名的就是无线电广播之父——美国人巴纳特·史特波斐德,他于1886年便开始研究,经过十几年不懈努力而取得了成功,在1902年,他在肯塔基州穆雷市进行了第一次无线电广播。他们在穆雷广场放好话筒,由巴纳特·史特波斐德的儿子在话筒前说话、吹奏口琴,他在附近的树林里放置了5台矿石收音机,均能清晰地听到说话和口琴声,试验获得了成功。之后又在费城进行了广播,并获得了专利权。现在,州立穆雷大学校园内仍树有“无线电广播之父——巴纳特·史特波斐德”的纪念碑。

与此同时,无线电通信逐渐被用于战争。在第一次和第二次世界大战中,它都发挥了很大的威力,以致有人把第二次世界大战称为“无线电战争”。

1920年,美国匹兹堡的KDKA电台进行了首次商业无线电广播。广播很快成为一种重要的信息媒体而受到各国的重视。后来,无线电广播从“调幅”制发展到了“调频”制,到20世纪60年代,又出现了更富有现场感的调频立体声广播。

无线电频段有着十分丰富的资源。在第二次世界大战中,出现了一种把微波作为信息载体的微波通信。这种方式由于通信容量大,至今仍作为远距离通信的主力之一而受到重视。在通信卫星和广播卫星启用之前,它还担负着向远地传送电视节目的任务。

1.2.6 寻呼机诞生

在20世纪90年代的中国,漫步在城市街头,人们时而可听到一阵阵“噼、噼、噼”的响声。这就是无线电寻呼机所发出来的声音。无线电寻呼机又叫作BP机。它是专门用来接收由无线电寻呼系统发来的信息的,可以是寻人信息,也可以是有关天气预报、股市行情等一类短消息。

说到现代移动通信,不能不提摩托罗拉。摩托罗拉最早是一家生产车用直流收音设备装置的公司,该公司随着汽车在美国的流行而迅速发展,第二次世界大战时期公司转入无线电通信设备的生产。1941年,摩托罗拉生产出了美军参战时唯一的便携式无线电通信工具——5磅重手持对讲无线电话机及此后的SCR-300型高频率调频背负式通话机。1956年,第一个无线电寻呼机也在该公司问世了。

早期的寻呼机形状如单向收音机,有砖头那么大。呼叫员整天在机器里不停地念着各种信息,有点像今天的出租车调度台,是一种“大广播”方式,你听到的是呼叫员发出的所有信息。你得仔细留意自己的名字,错过了,就再也找不到了。