

现代通信技术导论

陈嘉兴,赵华,张书景编著



北京邮电大学出版社





普通高等教育“十三五”规划教材

现代通信技术导论

(第2版)

陈嘉兴 赵华 张书景 编著



北京邮电大学出版社
www.buptpress.com

内 容 简 介

本书从宏观角度全景式介绍了现代通信技术及其应用。全书共12章,详细介绍了通信技术发展史,通信技术的基础知识。对一些经典通信技术既介绍了基本原理又实时追踪了该技术的最新发展情况及相关应用,如通信交换技术、互联网通信技术、光纤通信技术、微波通信技术、卫星通信技术、移动通信技术。对当前最新的通信技术进行了翔实的介绍,如物联网技术、三网融合概念、水下通信、量子通信以及可见光通信。本书兼顾了知识性、系统性、实用性、前瞻性。本书概念简洁、原理明了、材料丰富、内容新颖、体例安排及内容裁剪等都有鲜明的特色。配合本书学习的课件以及辅助理解本书内容的相关视频资料可以在北京邮电大学出版社网站下载。

本书可作为通信、电子、计算机等专业的低年级本科生和高职高专的教学用书。对工程技术人员、管理人员、在职培训人员及个人自学者也有很高的参考价值。

图书在版编目 (CIP) 数据

现代通信技术导论 / 陈嘉兴, 赵华, 张书景编著. --2 版. --北京: 北京邮电大学出版社, 2018. 1
ISBN 978 - 7 - 5635 - 5324 - 2

I. ①现… II. ①陈… ②赵… ③张… III. ①通信技术 IV. ①TN91

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 306552 号

书 名: 现代通信技术导论(第2版)
著作责任者: 陈嘉兴 赵 华 张书景 编著
责任编辑: 刘 颖
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:
开 本: 787 mm×1 092 mm 1/16
印 张: 15.5
字 数: 401 千字
版 次: 2015年1月第1版 2018年1月第2版 2018年1月第1次印刷

ISBN 978-7-5635-5324-2

定 价: 36.00 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

随着现代通信技术的飞速发展,通信技术更新速度加快,各种新技术不断涌现,已有通信技术的各门课程相对独立,缺乏关联性,学生很难由此建立起对通信技术和通信网络的整体概念。目前有关通信技术类的教材,要么是针对某一专题的介绍,其广度不够;要么虽具有一定的广度,但大都针对通信专业高年级的学生,对于通信专业低年级及非通信专业的学生来说,教学内容过多、过深,缺乏通信基础知识的介绍与铺垫。针对上述困惑,我们开始统筹规划现代通信技术导论教材的编写工作。在翻阅大量书籍、多种通信类报纸杂志以及参考互联网上众多资料的基础上,根据新的通信网络构架和各类先进的通信技术编辑整理了一本内容丰富、深浅得当、通俗易懂的现代通信技术导论教材。

本教材共 12 章。第 1 章介绍了通信发展历程、通信基本概念、通信标准化组织、通信技术发展趋势。第 2 章介绍了电路交换的基本原理、分组交换的基本原理、ATM 交换的基本原理、多协议标签交换的基本原理、软交换的基本原理。第 3 章介绍了计算机网络分类、计算机网络发展、OSI 参考模型、IPv6 技术。第 4 章对光纤通信技术进行了详细的分析与阐述。第 5 章对微波通信技术进行了详细的分析与阐述。第 6 章对卫星通信技术进行了详细的分析与阐述。第 7 章对移动通信技术进行了详细的分析与阐述。第 8 章对物联网技术进行了详细的分析与阐述。第 9 章介绍了三网融合概念、国内外三网融合现状以及我国推进四网融合的技术和方案。第 10 章介绍了可见光通信的基本概念和发展状况。第 11 章介绍了水下通信基本理论、类型以及相关特性。第 12 章介绍了量子通信的基本概念、类型以及实现方案。

现代通信技术导论课程是一门为通信工程和计算机科学与技术等专业低年级学生、专科生以及高职高专生开设的一门重要的专业基础课,通过本课程的学习可掌握现代通信技术的基本概念、基本原理,熟悉各种传输技术,了解相关通信技术的发展趋势,为进一步学习相关的通信专业课程打好基础。本教材按照通信技术的发展进程,对现代通信技术进行全景式描述,其特点:一是在结构安排方面,从学生认识规律出发,首先让学生建立起一个通信系统的基本概念,然后通过学习基本的技术原理,达到对各个通信技术的基本掌握。这样也有利于学生在今后的学习和实践中不断对其知识框架进行补充,从而完善通信技术知识体系。二是在内容选取方面,力求深入浅出、论述简明、避免抽象的理论表述,强调基本概念、基本理论、系统构成与工作原理的准确易懂。三是在适用方面,本教材适合不同层面、多个领域的读者。书中各章节具有一定的独立性。作为教材,教师可针对不同专业或不同层次的教学,根据学时情况进行相应的内容取舍。作为自学读物,读者可通读全书,亦可选择相关章节阅读。本教材努力使繁杂的授课内容压缩在有限的 54 学时之内。

本书由陈嘉兴、赵华、张书景共同编著。也感谢我的研究生息珍珍、李晶、杨钰雪、滑璞、徐胜、张健、曹策策、宋娇、张薇、刘星月在校稿中付出的辛苦。书中难免有不足之处,敬请读者指正。

目 录

第 1 章 绪论	1
1.1 通信发展简史	1
1.1.1 世界通信发展简史	1
1.1.2 中国通信史发展	8
1.2 通信基本概念	13
1.2.1 通信	13
1.2.2 通信系统	16
1.2.3 通信网络	18
1.3 通信标准化组织	19
1.4 通信技术发展趋势	20
第 2 章 数据交换技术	23
2.1 电路交换的基本原理	23
2.1.1 电路交换概述	23
2.1.2 电路交换原理	25
2.1.3 程控数字电话交换系统	29
2.2 分组交换的基本原理	31
2.2.1 分组交换概述	31
2.2.2 分组交换原理	33
2.3 ATM 交换的基本原理	36
2.3.1 ATM 概述	36
2.3.2 ATM 交换原理	38
2.3.3 B-ISDN 协议参考模型	40
2.4 多协议标签交换的基本原理	42
2.4.1 多协议标签交换概述	42
2.4.2 MPLS 标记的分配方法	44
2.4.3 报文在 MPLS 的转发	45
2.5 软交换的基本原理	47
2.5.1 软交换的概述	47
2.5.2 软交换系统的网络结构和功能	49
第 3 章 计算机互联网技术	51
3.1 计算机网络分类	51

3.1.1	以太网	51
3.1.2	令牌环网	53
3.1.3	FDDI 网	53
3.1.4	ATM 网	54
3.1.5	无线局域网	55
3.2	计算机网络发展	55
3.3	OSI 参考模型	57
3.3.1	OSI 模型的组成	57
3.3.2	OSI 的设计目的	59
3.3.3	OSI 的七层结构的具体功能	60
3.3.4	OSI 分层的优点	64
3.4	IPv6 技术	65
3.4.1	IPv6 特点和应用	66
3.4.2	IPv6 的优势	66
3.4.3	IPv6 的关键技术	67
3.4.4	安全问题	69
3.4.5	IPv6 在中国的使用	71
第4章	光纤通信	72
4.1	光纤通信基本原理	72
4.1.1	光纤通信概述	72
4.1.2	光纤通信的发展过程	73
4.2	光纤通信系统的组成	74
4.2.1	光纤的结构与分类	75
4.2.2	光纤的导光原理和传输特性	77
4.2.3	光发送端机和光接收端机	81
4.2.4	光中继器	84
4.3	自动交换光网络	84
4.3.1	ASON 概述	84
4.3.2	ASON 基本原理和体系结构	85
4.4	光纤孤子通信技术	88
4.4.1	光孤子通信系统概述	88
4.4.2	光孤子通信中的关键技术	90
4.4.3	发展前景	92
4.5	光网络的发展趋势	92
4.5.1	从技术驱动向业务驱动转型	92
4.5.2	未来业务与下一代光网络	93
第5章	数字微波通信系统	96
5.1	概述	96

5.1.1	微波通信的基本概念	96
5.1.2	数字微波通信的特点及应用	97
5.2	微波的传输特性	99
5.2.1	自由空间的电波传播	99
5.2.2	微波的视距传播	100
5.2.3	微波天线的主要特性	101
5.3	数字微波通信系统	102
5.3.1	数字微波中继线路	102
5.3.2	数字微波通信系统的组成	104
5.3.3	数字微波的波道及频率配置	106
第 6 章	卫星通信	110
6.1	卫星通信的基本原理	110
6.1.1	概述	110
6.1.2	卫星通信的特点及其在技术上带来的一些问题	113
6.1.3	通信卫星的分类和运行轨道	114
6.2	卫星通信的基本组成	116
6.2.1	空间段	116
6.2.2	地面段	118
6.3	卫星通信的应用	119
6.3.1	卫星广播应用	119
6.3.2	VSAT 卫星通信	120
6.3.3	卫星移动通信系统应用	121
6.4	北斗系统的基本组成和工作原理	123
6.4.1	Beidou I 卫星导航系统	123
6.4.2	Beidou II 卫星导航系统	131
第 7 章	移动通信	136
7.1	移动通信技术基础	136
7.1.1	移动通信基本概念	136
7.1.2	移动通信应用范围	136
7.2	移动通信的工作方式、组成及系统工程	137
7.2.1	移动通信的工作方式	137
7.2.2	移动通信系统的组成	138
7.2.3	移动通信的射频工程	139
7.3	国际上移动通信发展概况	140
7.4	我国移动通信发展概况	143
7.4.1	1982—2000 年：“无线寻呼”发展阶段	143
7.4.2	无线移动电话——移动通信发展阶段	143
7.5	3G 技术及其比较	145

7.5.1	3G 技术的三个标准	145
7.5.2	3G 技术比较	146
7.6	第四代移动通信系统——4G	148
7.6.1	第四代移动通信系统基本概念	148
7.6.2	第四代移动通信系统中的关键技术	149
7.6.3	第四代移动通信系统标准	149
7.6.4	第四代移动通信系统在我国的发展	152
7.7	第五代移动通信技术——5G	153
7.7.1	5G 技术场景及典型业务	154
7.7.2	5G 整体技术构架及发展计划	155
7.7.3	5G 发展的关键因素	156
7.7.4	5G 无线接入技术及网络技术	156
7.8	卫星通信及其他领域里的频率分配	158
7.8.1	卫星通信的频段分配	158
7.8.2	GPS 的载波频率	159
7.8.3	家用电器的频段分配	159
第 8 章	物联网通信	160
8.1	物联网的基本概念	160
8.2	物联网的基本原理	161
8.2.1	感知层	161
8.2.2	网络层	166
8.2.3	应用层	176
8.3	物联网的应用	182
8.3.1	智能电网	182
8.3.2	智能交通	184
8.3.3	智能医疗	185
8.3.4	精细农业	187
8.3.5	环境保护	189
8.3.6	企业管理	189
8.3.7	其他应用领域	190
8.4	物联网通信发展的趋势	191
8.5	物联网与云计算	191
8.5.1	云计算	192
8.5.2	物联网与云计算融合方式	193
8.5.3	基于云计算的物联网体系结构	194
8.5.4	基于云计算的物联网安全性问题	195
第 9 章	三网融合	198
9.1	三网融合简介	198

9.2	三网融合在我国的发展	199
9.3	发展三网融合的好处	201
9.4	三网融合在国外的发展	202
9.4.1	三网融合在美国的发展	202
9.4.2	三网融合在英国的发展	203
9.4.3	三网融合在法国的发展	203
9.4.4	三网融合在日本的发展	204
9.5	四网融合	204
第 10 章	可见光通信技术	206
10.1	可见光通信技术概述	206
10.1.1	可见光通信技术发展简史	206
10.1.2	可见光通信的主要分类	207
10.1.3	可见光通信的特点	207
10.2	可见光通信系统的组成	207
10.3	白光 LED 光源的基本特性	209
10.3.1	白光 LED 的开发历史	209
10.3.2	白光 LED 的线性特性	210
10.3.3	LED 光源的脉冲编码数字调制	210
10.3.4	单芯片白光 LED 和多芯片白光 LED 比较	211
10.4	可见光通信的关键技术	212
10.4.1	高速调制驱动电路设计	212
10.4.2	白光 LED 照明光源布局设计	213
10.4.3	信道编码技术	215
10.4.4	正交频分复用技术	215
10.4.5	光码分多址技术	217
10.4.6	分集接收技术	217
10.5	LED 白光室内可见光通信的发展趋势	218
第 11 章	水下通信	220
11.1	水下电磁波通信	220
11.1.1	水下电磁波通信的主要思想	220
11.1.2	水下电磁波通信面临的问题	220
11.1.3	水下电磁波通信的优点	221
11.2	水下声学通信	221
11.2.1	水声通信概述	221
11.2.2	水声通信调制方式	222
11.2.3	水下声学传感网	222
11.2.4	水声通信的应用领域	224
11.3	水下光学通信	224

11.3.1 水下光学通信的分类·····	224
11.3.2 水下光学通信的优点·····	225
11.3.3 水下光学通信的缺点·····	225
11.4 其他水下通信方式·····	227
第12章 量子通信 ·····	228
12.1 量子通信的基本概念和特点·····	228
12.2 量子通信的类型·····	230
12.3 量子通信的实现方案·····	231
12.4 量子卫星·····	234
参考文献 ·····	235

第1章 绪 论

1.1 通信发展简史

1.1.1 世界通信发展简史

通信是信息交换与传递的手段。自从地球上有了人类以来,人与人之间便有了信息的交流。远古时代,人们利用表情或手势的形式进行思想交流,后来人类发明了语言,可以用来表达更丰富的思想和信息,但语言的交流只能面对面进行。文字的创造、印刷术的发明,使信息能够超越空间和时间的限制进行传递。

在电用于通信之前,人们就开始采用不同的方式向远方传递信息。我国古代战争中采用的烽火台、旌旗、击鼓等就是这种形式。早在 2 700 多年前,我国便已出现了用烽火传递信息的通信方法,利用自然界的基本规律和人的基础感官(视觉、听觉等)可达性建立通信系统,是人类基于需求的最原始通信方式(如图 1.1 所示)。当时在边防线上,每隔一定距离就筑起一个高高的土台,称为烽火台。台上高高地竖起一根吊杆,杆的上端吊有一个放满易燃干草的笼子,一旦发现敌人入侵,士兵就立即点燃干草,于是白天冒浓烟,黑夜闪火光,以浓烟和火光报警。这虽然只是一种简单的视觉通信方法,但效率比派人送信还是要高得多。其他的广为人知的“信鸽传书”“击鼓传声”“风筝传讯”(以 2 000 多年前的春秋时期,公输班和墨子为代表)“天灯”(代表是三国时期孔明灯的使用,后期热气球成为其延伸)“旗语”以及随之发展依托于文字的“信件”(周朝已经有驿站出现,传递公文)都是古代传讯的方式,而信件在较长的历史时期内,都成为人们主要传递信息的方式。这些通信方式,或者是广播式,或者是可视化的、没有连接的,但是都满足现代通信信息传递的要求,或者一对一,或者一对多、多对一。

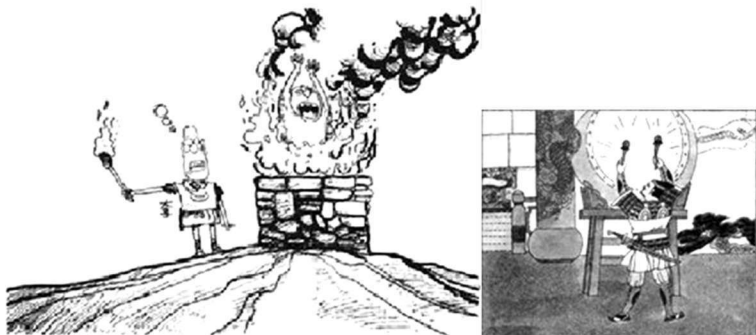


图 1.1 烽火传信和击鼓传声

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

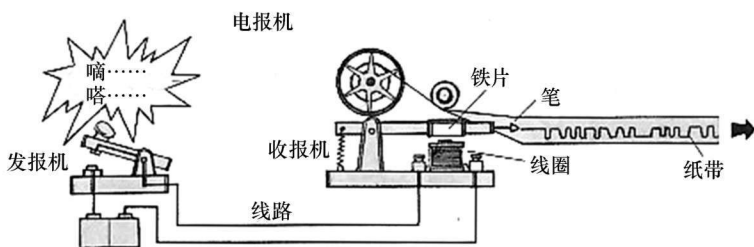
环境,但是使人们看到了电信时代的一缕曙光。

1793年,法国查佩兄弟俩在巴黎和里尔之间架设了一条230 km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,也不实用,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。

美国画家莫尔斯在1832年旅欧学习途中,开始对这种新生的技术发生了兴趣,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,如果它能够不间断地走10英里(16 km),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3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”代替了人类的文字进行传送,这就是鼎鼎有名的莫尔斯电码(电报机如图1.2所示)。



电报机和电码的发明者是美国人莫尔斯。

莫尔斯发明的电报机工作原理是:当电线中有电流时,收报机中的电磁铁就会带动铁片上的笔在纸带上做记号,时间短记的是点,时间长记的是线。发信号靠一个按键,按下时电路接通,抬起时电路断开,接通和断开的时间长短用手动控制。



图 1.2 电报机示意图

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 km。

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,操纵着他倾尽十余年心血研制成功的电报机,向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),电报便可以载着人们所要传送的信息绕地球走上7圈半。这种速度是以往任何一种古代的通信工具所望尘莫及的(表1.1是简单的莫尔斯电报代码)。

说到电报,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。”距离它几英里(1英里 \approx 1.609 km)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没值班,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。

此后莫尔斯人工电报机和莫尔斯电码在各国得到广泛的应用。电报最初用架空铁线传送,只能在陆地上使用。1850 年英国在英吉利海峡敷设了海底电缆,1866 年横渡大西洋的海底电缆敷设成功,实现了越洋电报通信。后来,各大洲之间和沿海各地敷设了许多条海底电缆,构成了全球电报通信网。

表 1.1 莫尔斯电报代码

字符	电码符号	字符	电码符号	字符	电码符号
A	? -	Q	- - ? -	1	? - - - -
B	- ? ? ?	R	? - ?	2	? ? - - -
C	- ? - ?	S	? ? ?	3	? ? ? - -
D	- ? ?	T	-	4	? ? ? ?
E	?	U	? ? -	5	? ? ? ? ?
F	? ? - ?	V	? ? ? -	6	- ? ? ? ?
G	- - ?	W	? - -	7	- - ? ? ?
H	? ? ? ?	X	- ? ? -	8	- - - ? ?
I	? ?	Y	- ? - -	9	- - - - ?
J	? - - -	Z	- - ? ?	0	- - - - -
K	- ? -	?	? ? - - ? ?		
L	? - ? ?	/	- ? ? - ?		
M	- -	○	- ? - - ? -		
N	- ?	-	- ? ? ? -		
O	- - -	?	? - ? - ? -		
P	? - - ?				

电报的发明给人类的通信带来了前所未有的变化,但是,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的双向信息交流。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”。

1840 年 5 月 6 日,英国发行了世界上第一枚邮票——“一便士黑票”,如图 1.3 所示。



图 1.3 世界上第一枚邮票——“一便士黑票”

1843年,美国物理学家亚历山大·贝恩(Alexander Bain)根据钟摆原理发明了传真,如图1.4所示。

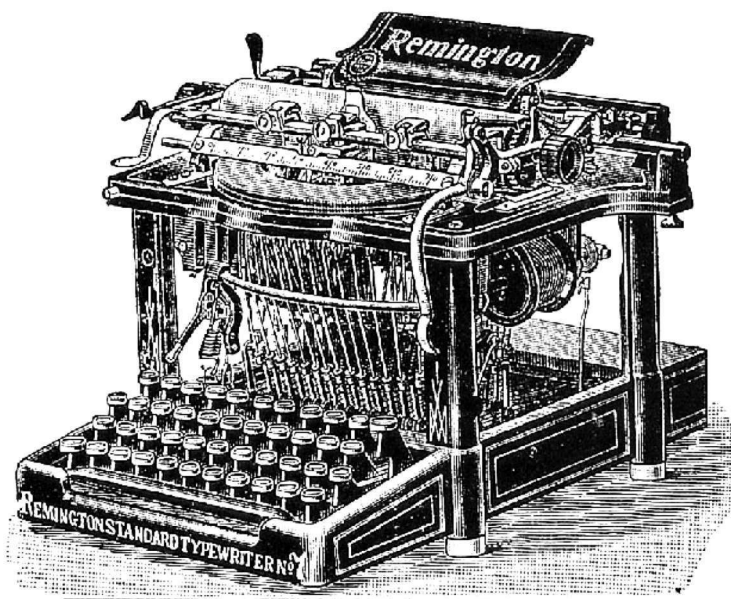


图 1.4 世界上第一个传真机结构图

如果说电报的发明是人类文明史上的一个重要起点的话,那么电话的发明则是人类通信史上的一个重要里程碑。从此,人类社会伴随着电话及电话交换技术发展的脚步而进步。

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。

早在1867年,德国人菲利普斯·赖斯就发明了能够通话的电话机,但是他一直没有申请电话专利。美国的伊莱莎·格雷虽然和贝尔同年发明了电话,但由于格雷申请电话专利比贝尔晚了两个小时,所以也只能榜上无名。

1875年,苏格兰青年亚历山大·贝尔(A. G. Bell)发明了世界上第一台电话机(图1.5所示)。并于1876年申请了发明专利。1878年在相距300 km的波士顿和纽约之间进行了首次长途电话实验,并获得了成功,后来成立了著名的贝尔电话公司。在此基础之上,美国发明家托马斯·爱迪生利用电磁效应,制成了炭精送话器、受话器,使电话机有了重大改进。这种电话机的作用是把发话人的声音振动,通过炭精送话器,使炭精的密合程度(即电阻的大小)随声音的变化而变化,在整个电话回路中产生变化的电流,这种随声音变化而变化的电流通过电话线路,在受话器产生电磁感应还原成声音振动,使受话人听到发话人的声音。这种原理一直沿用至今。

1878年,美国在纽黑文开通了世界上最早的磁石式电话总机(也称交换机),预示磁石电话和人工电话交换机诞生。

1880年,供电式电话机诞生,通过二线制模拟用户线与本地交换机接通。

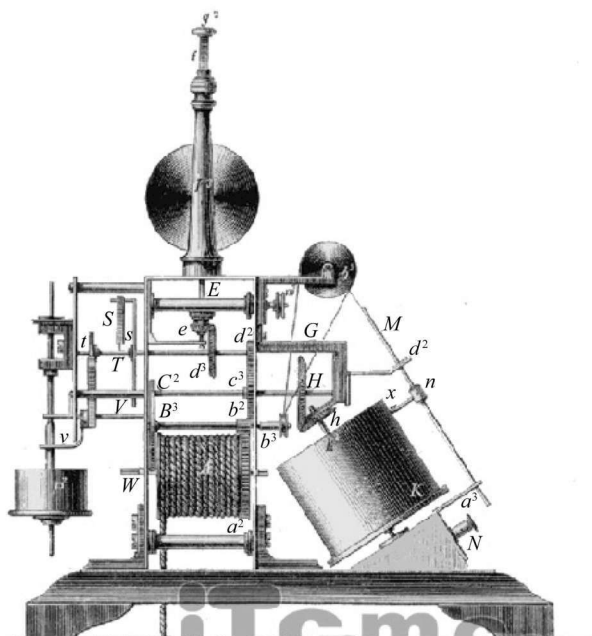


图 1.5 世界上第一台电话机

1885 年,发明步进式交换机。

1892 年,美国人 A. B. 史端乔(Almon B. Strowger)发明了世界上第一部自动交换机(如图 1.6 所示),这是一台步进式 IPM 电话交换机;1889 年,阿尔蒙·B. 斯特罗杰发明了第一台无须话务员接线的自动交换机。它标志着电话及电话交换技术开始走向自动化。自动电话机上装有一个可以旋转的拨号盘,打电话时,只需拨动对方的电话号码,不必再与接线员对话了。

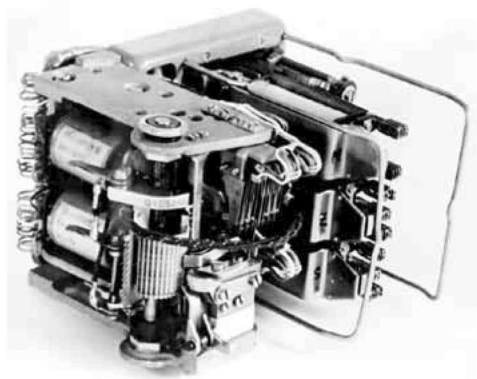


图 1.6 世界上第一部自动交换机

到 20 世纪 60 年代,出现了我们现在家里使用的按键式电话机。

电话发明到今天已经 100 多年了,但它依然是当今社会人们的主要通信工具。这充分显示了它强劲的生命力。据统计,全世界已经敷设的电话通信电缆已经超过百万千米,这个长度相当于地球到月亮距离的 3 倍,如果计算电缆芯线的长度,将超过地球到太阳的距离。

100 多年来,电话从人工接续发展到自动接续,从机械式结构发展到半电子、准电子、电子

结构,再发展到今天由电子计算机操纵的程控方式,在技术上发生了翻天覆地的变化。不仅电话的接续速度大大加快,通话质量明显提高,而且还增加了许多新的电话功能,在我国程控电话已经开通的服务功能就有几十项之多。

1901年,意大利工程师马可尼发明火花隙无线电发报机(如图1.7所示),成功发射穿越大西洋的长波无线电信号。

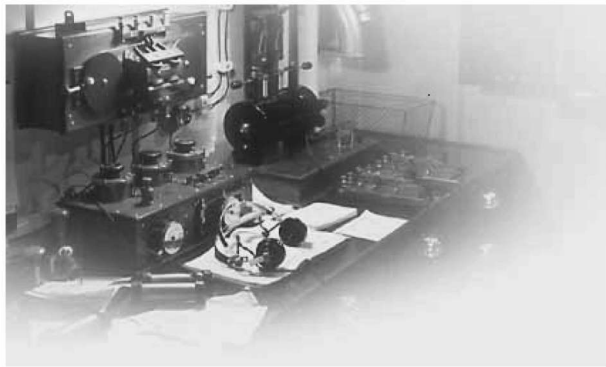


图 1.7 世界上第一部火花隙无线电发报机

电报和电话的发明,使人们的信息交流变得既迅速又方便,然而这种交流仅是在两个人或较少的群体之间进行的。现代社会有众多的信息需要及时让各处的人们分享,无线通信的兴起满足了人们的这种愿望。

1906年,美国物理学家费森登成功研究出无线电广播。

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。

1924年,第一条短波通信线路在璪恩和布宜诺斯艾利斯之间建立。1933年法国人克拉维尔在英、法之间建立了第一条商用微波无线电路,进一步推动了无线电技术的发展。

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。

1930年,超短波通信被发明。

1931年,利用超短波跨越英吉利海峡通话得到成功。

1934年英国和意大利开始利用超短波频段进行多路(6~7路)通信。

1940年德国首先应用超短波中继通信。

20世纪30年代,信息论、调制论、预测论、统计论等都获得了一系列的突破。

1946年,第一台电子计算机在美国宾夕法尼亚大学莫尔电子工程学院研制成功。这台称为ENIAC的计算机是美国数学家约翰·冯·诺依曼等人设计的。这台计算机长24 m,宽6 m,高2.5 m,占地165 m²,使用了 1.8×10^4 只真空电子管,重30 t,每秒运算 5×10^3 次,这在当时是史无前例的。今天的计算机已经发展到第五代,速度可达每秒钟几百亿次。然而,第一台计算机仍是划时代的。鉴于诺依曼在发明电子计算机中所起到的关键性作用,他被西方人誉为“计算机之父”。

1947年,大容量微波接力通信被发明。

1956年,欧美长途海底电话电缆传输系统被建设。

1957年,电话线数据传输被发明。

1959 年,美国的基尔比和诺伊斯发明了集成电路,从此微电子技术诞生了(如图 1.8 所示)。

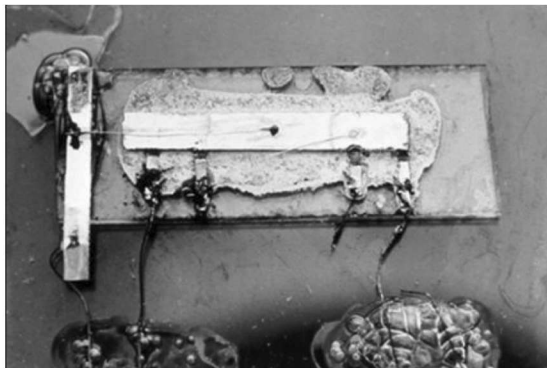


图 1.8 第一块集成电路

20 世纪 50 年代以后,元件、光纤、收音机、电视机、计算机、广播电视、数字通信业都有极大发展。

1962 年,地球同步卫星被发射成功。

1964 年,美国 TAND 公司 Baran 提出无连接操作寻址技术,目的是在战争残存的通信网中,不考虑实验限制,尽可能可靠地传递数据报。

1967 年,大规模集成电路诞生了,一块米粒般大小的硅晶片上可以集成一千多个晶体管的线路。

1969 年,美军 ARPAnet 问世。

1972 年,光纤被发明。

1972 年以前,只存在一种基本网络形态——基于模拟传输,采用确定复用,有链接操作寻址和同步转移模式(STM)的公共交换电话网(PSTN)网络形态。这种技术体系和网络形态一直沿用到现在。

1972 年,光纤和 CCTIT(ITU 的前身)通过 G. 711 建议书(话音频率的脉冲编码调制——PCM)和 G. 712 建议书(PCM 信道音频四线接口间的性能特征),电信网络开始进入数字化发展历程。

1973 年,美国摩托罗拉公司的马丁·库帕博士发明第一台便携式蜂窝电话,也就是我们所说的“大哥大”,如图 1.9 所示。一直到 1985 年,才诞生出第一台现代意义上的、真正可以移动的电话,即“肩背电话”。



图 1.9 第一个蜂窝移动电话