



普通高等教育
“十一五”规划教材

Introduction to
Telecommunication Techniques

通信技术基础

鲜继清 刘焕淋 蒋青 等 编著



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



TN91
2009
6

普通高等教育“十一五”规划教材

通信技术基础

鲜继清 刘焕淋 蒋青 谢颖
蒋建春 胡向东 张毅 编著
余成波 主审

全国高等学校电气工程与自动化系列教材
编 审 委 员 会

主任委员 汪樾生 浙江大学

副主任委员 (按姓氏笔画排序)

王兆安 西安交通大学

王孝武 合肥工业大学

田作华 上海交通大学

刘 丁 西安理工大学

陈伯时 上海大学

郑大钟 清华大学

赵光宙 浙江大学

赵 曜 四川大学

韩雪清 机械工业出版社

委 员 (按姓氏笔画排序)

戈宝军 哈尔滨理工大学

王钦若 广东工业大学

吴 刚 中国科技大学

张纯江 燕山大学

张晓华 哈尔滨工业大学

邹积岩 大连理工大学

陈庆伟 南京理工大学

夏长亮 天津大学

萧蕴诗 同济大学

韩 力 重庆大学

熊 蕊 华中科技大学

方 敏 合肥工业大学

白保东 沈阳工业大学

张化光 东北大学

张 波 华南理工大学

杨 耕 清华大学

陈 冲 福州大学

范 瑜 北京交通大学

章 兢 湖南大学

程 明 东南大学

雷银照 北京航空航天大学

序

随着科学技术的不断进步，电气工程与自动化技术正以令人瞩目的发展速度，改变着我国工业的整体面貌。同时，对社会的生产方式、人们的生活方式和思想观念也产生了重大的影响，并在现代化建设中发挥着越来越重要的作用。随着与信息科学、计算机科学和能源科学等相关学科的交叉融合，它正在向智能化、网络化和集成化的方向发展。

教育是培养人才和增强民族创新能力的基础，高等学校作为国家培养人才的主要基地，肩负着教书育人的神圣使命。在实际教学中，根据社会需求，构建具有时代特征、反映最新科技成果的知识体系是每个教育工作者义不容辞的光荣任务。

教书育人，教材先行。机械工业出版社几十年来出版了大量的电气工程与自动化类教材，有些教材十几年、几十年长盛不衰，有着很好的基础。为了适应我国目前高等学校电气工程与自动化类专业人才培养的需要，配合各高等学校的教学改革进程，满足不同类型、不同层次的学校在课程设置上的需求，由中国机械工业教育协会电气工程及自动化学科教育委员会、中国电工技术学会高校工业自动化教育专业委员会、机械工业出版社共同发起成立了“全国高等学校电气工程与自动化系列教材编审委员会”，组织出版新的电气工程与自动化类系列教材。这类教材基于“**加强基础，削枝强干，循序渐进，力求创新**”的原则，通过对传统课程内容的整合、交融和改革，以不同的模块组合来满足各类学校特色办学的需要。并力求做到：

1. 适用性：结合电气工程与自动化类专业的培养目标、专业定位，按技术基础课、专业基础课、专业课和教学实践等环节，进行选材组稿。对有的具有特色的教材采取一纲多本的方法。注重课程之间的交叉与衔接，在满足系统性的前提下，尽量减少内容上的重复。

2. 示范性：力求教材中展现的教学理念、知识体系、知识点和实施方案在本领域中具有广泛的辐射性和示范性，代表并引导教学发展的趋势和方向。

3. 创新性：在教材编写中强调与时俱进，对原有的知识体系进行实质性的改革和发展，鼓励教材涵盖新体系、新内容、新技术，注重教学理论创新和实践创新，以适应新形势下的教学规律。

4. 权威性：本系列教材的编委由长期工作在教学第一线的知名教授和学者组成。他们知识渊博，经验丰富。组稿过程严谨细致，对书目确定、主编征集、资料申报和专家评审等都有明确的规范和要求，为确保教材的高质量提供了有

力保障。

此套教材的顺利出版，先后得到全国数十所高校相关领导的大力支持和广大骨干教师的积极参与，在此谨表示衷心的感谢，并欢迎广大师生提出宝贵的意见和建议。

此套教材的出版如能在转变教学思想、推动教学改革、更新专业知识体系、创造适应学生个性和多样化发展的学习环境、培养学生的创新能力等方面收到成效，我们将会感到莫大的欣慰。

全国高等学校电气工程与自动化系列教材编审委员会

汪植生 陈树时 郑大钟

前 言

在世界信息化的浪潮中,要实现我国的现代化,信息化是前提。信息化在我国现代化建设中起着决定性的作用。2008 年我国成立了工业和信息化部,国家已经绘制了信息化发展的蓝图。

所谓信息化,就是信息技术在各方面的广泛应用,以信息技术推动我国产业发展及经济社会的大变革。信息技术包括的范围很宽,领域很广,通信技术是其重要的组成部分。

通信技术和网络在各领域各部门的应用日益广泛和深入,人们已经感受到通信就在自己身边,人们的工作和日常生活已经离不开通信和网络了。对于非通信专业,特别是电气信息大类的大学生,也十分需要学习和了解一些通信的基本知识。为此,我们组织力量研究构思,编写了本教材。鉴于是针对非通信专业的大学生或读者学习通信知识,本教材在教学设计思想和体系结构方面体现了三突出:突出基本概念,突出基本内容,突出基本应用。本教材内容的安排特点是:从通信的定义——信息的传递与交流这一基本概念出发,抓住点—线—网的线索,从源头进行梳理;从通信的演进到信息时代中通信的各方面应用,从通信系统构建信息网络,从应用层面由浅入深、由表及里地进行讲述。

书中通过对通信技术发展及应用的追溯,引导出通信中“数字化”的重要概念,“数字”成了信息时代的代名词,“数字化”成了当代最时髦的词语。以现代通信中几大数字通信系统的组成作为基本内容,全面讲述了通信技术的主体思想以及由此而构建的各种不同用途的信息网络。从构架各种通信网络的需要,引出了通信协议标准与应用接口技术的基本知识点,并对此进行引导性讲述。最后,对通信信息网络的可靠和安全这一当前的热点话题进行了介绍。

全书注重基础及应用,紧紧抓住通信技术的基础知识点进行讲解,做到前后呼应,重点突出,尽量避免繁琐公式的推导,有的地方以例题引导,帮助理解。编写设计努力做到能启迪学生思维,营造想象的空间。

根据非通信专业不同学生的需求,书中内容分为基本要求和选修要求(标*)。

全书共分 10 章。第 1 章现代通信及应用概述由鲜继清、谢颖编写;第 2 章信息与信号、第 3 章信源数字化由蒋青编写;第 4 章信息传输技术基础、第 5 章信息交换技术由刘焕淋编写;第 6 章现代通信系统由鲜继清、谢颖编写;第 7 章通信网络及应用由鲜继清、谢颖、张毅编写;第 8 章通信技术的发展由鲜继清、谢颖编写;第 9 章通信协议与应用接口技术由蒋建春编写;第 10 章通信的可靠与安全由胡向东编写。

本书编写过程中参考了有关著作和资料,在此对它们的作者表示诚挚的谢意!同时也对此书提供各种帮助的陈安宇、张宗琪、郭艳荣、甘伟、吴艳彬等老师表示感谢!

本书配有免费电子课件,欢迎选用本书作教材的老师登录 www.cmpedu.com 注册下载或发邮件到 wbj@cmpbook.com 索取。

由于时间仓促、水平有限,书中错误难免,敬请各位老师、学生(读者)批评指正。

编 者

目 录

序	
前言	
第1章 现代通信及应用概述	1
1.1 通信与现代通信	1
*1.1.1 通信的历史演进	1
1.1.2 通信的定义	9
1.1.3 现代通信的基本概念	9
1.2 信息时代与现代通信	12
1.2.1 信息时代的概念	12
*1.2.2 信息技术与信息化	13
1.2.3 通信技术在信息化中的地位与作用	14
1.3 通信技术应用概述	15
1.3.1 通信与生活	15
*1.3.2 通信与电子政务	15
1.3.3 通信与企业信息化	16
1.3.4 通信与商务信息化	18
1.3.5 通信与军事	19
思考题与习题	20
第2章 信息与信号	21
2.1 信息的概念	21
2.1.1 基本概念	21
*2.1.2 香农对“信息”的定义	22
*2.2 信息的度量	23
2.2.1 自信息	23
2.2.2 信息熵	25
2.3 信号的概念及分类	26
2.3.1 基本概念	26
2.3.2 信号的分类	26
2.4 信号的一般特性	27
*2.5 随机信号概述	30
2.5.1 随机变量	31
2.5.2 随机过程的一般表述	32
2.5.3 平稳随机过程	35
*2.6 通信中噪声的概念	37
2.6.1 噪声的分类	38
2.6.2 高斯噪声	38
2.6.3 高斯白噪声	39
2.7 信息处理	39
2.7.1 信息处理的基本概念	39
2.7.2 信息处理的主要手段	40
思考题与习题	41
第3章 信源数字化	43
3.1 引言	43
3.2 模拟信号的数字化	43
3.2.1 抽样定理	44
3.2.2 模拟信号的量化	47
3.2.3 脉冲编码调制	53
*3.2.4 语音压缩编码	60
*3.2.5 图像压缩编码	63
*3.2.6 语音和图像压缩编码标准	65
*3.3 离散信源编码	68
3.3.1 信源编码的相关概念	68
3.3.2 编码效率	70
3.3.3 最佳编码法	71
3.4 传感器的数字化技术	76
3.4.1 基本概念	76
3.4.2 传感器信息数字化	78
3.4.3 信息数字化的实现	79
思考题与习题	80
第4章 信息传输技术基础	83
4.1 信息传输和信道	83
4.1.1 信息传输的基本概念	83
4.1.2 有线传输信道	90
4.1.3 无线传输信道	94
4.2 传输技术基础	97
*4.2.1 模拟传输技术基础	97
4.2.2 数字传输技术基础	101
4.3 多路信号传输技术	113
4.3.1 信号多路传输的基本概念	113
*4.3.2 PDH 数字复接	115
*4.3.3 SDH 数字复接	119
思考题与习题	121
第5章 信息交换技术	123

5.1 信息交换的基本概念	123	*7.3.3 电信管理网	259
5.1.1 交换的概念	123	*7.4 接入网	261
5.1.2 交换的方式分类	126	*7.5 专用信息网	262
5.1.3 信息交换的常用术语	128	7.5.1 政务信息网	262
5.2 几种主要的数字交换技术	130	7.5.2 电力信息网	263
5.2.1 程控交换技术	130	7.5.3 交通信息网	266
*5.2.2 分组交换技术	139	7.5.4 工业、企业信息网	270
*5.2.3 ATM 交换技术	147	7.5.5 监控网	274
5.2.4 IP 与软交换技术	154	7.5.6 移动自组织网	279
思考题与习题	158	7.5.7 校园网	280
第6章 现代通信系统	160	7.5.8 家居信息网	281
6.1 数字通信系统概述	160	思考题与习题	283
6.1.1 现代通信系统模型	160	第8章 通信技术的发展	284
6.1.2 现代通信系统分类	161	8.1 现代通信发展概述	284
6.2 数字光纤通信系统	161	8.1.1 通信技术的综合化发展	284
6.2.1 数字光纤通信系统的概念	161	8.1.2 通信系统及网络的宽带化	284
6.2.2 数字光纤通信系统的组成	162	8.1.3 通信网络的智能化	284
6.2.3 SDH 光同步传输系统	163	8.1.4 通信的个人化	285
6.2.4 光波分复用系统	167	8.1.5 通信技术的广泛应用及网络 全球化	285
6.2.5 光传送网	172	8.2 通信系统的发展	285
6.3 数字微波与卫星通信系统	177	8.2.1 光纤通信系统的发展	285
6.3.1 数字微波通信系统概述	177	8.2.2 卫星通信系统的发展	288
6.3.2 卫星通信系统	181	8.2.3 陆地移动通信系统的发展	292
6.3.3 数字卫星通信系统的概念	193	*8.3 信息交换的发展	296
6.3.4 卫星通信多址方式	195	8.3.1 IP 交换向软交换的发展	297
*6.3.5 数字卫星通信系统范例	198	8.3.2 光交换技术	300
6.4 数字移动通信系统	203	8.4 通信网的发展	302
6.4.1 移动通信系统概述	203	8.4.1 三网融合	302
6.4.2 蜂窝数字移动通信系统	208	*8.4.2 第二代光互联网	304
6.4.3 GSM 数字移动通信系统	213	8.4.3 下一代网络——NGN	306
6.4.4 CDMA 移动通信系统	223	8.5 NII 与 GII 和网络的全球化	307
思考题与习题	232	8.5.1 NII 与 GII 的概念	307
第7章 通信网络及应用	235	8.5.2 网络全球化	307
7.1 通信网的概述	235	思考题与习题	309
7.1.1 通信网的概念与拓扑	235	第9章 通信协议与应用接口技术	310
7.1.2 通信网的分类	237	9.1 通信协议与标准概述	310
7.2 公用通信网	238	9.1.1 通信协议的概念	310
7.2.1 电话网	238	9.1.2 通信协议的主要内容	311
7.2.2 数据通信网	244	*9.1.3 通信标准化组织简介	311
7.2.3 广播电视网	252	9.2 通信总线及接口基本概念	313
7.3 通信网的支撑系统	254	9.2.1 通信总线接口概述	313
7.3.1 信令网	254	9.2.2 并行通信	314
*7.3.2 同步网	258		

9.2.3 串行通信	314	*10.1.2 通信可靠与安全的现状	342
*9.2.4 串行通信和并行通信的发展	315	10.2 通信的可靠	343
9.3 常用内部串行通信总线及接口	317	10.2.1 通信可靠性的含义	343
9.3.1 SPI 总线及接口	318	10.2.2 通信可靠性的影响因素及特点	343
9.3.2 I ² C 总线及接口	319	*10.2.3 通信的可靠性设计	344
*9.3.3 UART 异步串行通信接口	322	*10.2.4 通信可靠性的评价模型与方法	345
9.4 常用外部通信总线及接口	324	10.2.5 我国通信的可靠性管理	347
9.4.1 异步串行总线及接口	324	10.3 通信的安全	348
9.4.2 USB 接口	328	10.3.1 通信安全的内涵	348
9.4.3 以太网接口	332	10.3.2 影响通信安全的主要因素	348
9.4.4 PCMCIA	334	*10.3.3 实现通信安全的主要途径	349
9.4.5 1394 总线及接口	337	10.3.4 通信安全的典型解决方案	350
9.4.6 CAN 总线及接口	339	思考题与习题	359
思考题与习题	341	参考文献	360
第 10 章 通信的可靠与安全	342		
10.1 概述	342		
10.1.1 通信可靠与安全意义	342		

第 1 章 现代通信及应用概述

1.1 通信与现代通信

* 1.1.1 通信的历史演进

通信的历史演进伴随着通信技术的发展，它与人类社会的进步和科学技术的发展有极为密切的关系。通信技术的发展深刻地改变着人们的生产方式和生活习惯，推动人类社会向前迈进。从通信的发展可以看到社会进步的过程。通信发展的历史虽然没有明确的界限，但大致可以分为 3 个阶段，即古代通信、近代通信、现代通信。

1. 古代通信

在远古时候，人类的祖先就已经能够在一定范围内借助于呼叫、打手势或采取以物示意的办法来相互传递一些简单的信息，至今在人们的生活中仍然能找到这些方式的影子，如旗语（通过各色旗子的舞动）、号角、灯塔、喇叭、击鼓敲锣、风筝、信号树、信鸽等。

我国是世界上最早建立有组织的传递信息系统的国家之一。驿传是早期有组织的通信方式，就是通过骑马接力送信的方法，将文书一个驿站接一个驿站地传递下去。驿站是古代接待传递公文的差役和来访官员途中休息、换马的处所，它在我国古代信息传递中有着重要的地位和作用，在通信手段十分原始的情况下，担负着政治、经济、文化、军事等方面的信息传递任务。中国信息文化的发源地之一的嘉峪关，其火车站广场有一“驿使”雕塑，驿使手举简牍文书，驿马四足腾空，速度飞快，就是对当时驿传的描绘。发展到宋代时，将所有的公文和书信的机构总称为“递”，并出现了“急递铺”。急递的驿骑马颈上系有铜铃，在道上奔驰时，白天鸣铃，夜间举火，撞死人不负责。铺铺换马，数铺换人，风雨无阻，昼夜兼程。南宋初年抗金将领岳飞被宋高宗以 12 道金牌从前线强迫召回临安，这类金牌就是急递铺传递的金字牌，含有十万火急的意思。

古人也常常利用动物通信，如信鸽传书、鸿雁传书、鱼传尺素、青鸟传书、黄耳传书等就是古人利用动物通信的最好典范。有“会飞的邮递员”美称的鸽子，是人们使用最广泛的动物。同鸿雁传书一样，鱼传尺素也被认为是邮政通信的象征。在我国古诗文中，鱼被看做传递书信的使者，并用“鱼素”、“鱼书”、“鲤鱼”、“双鲤”等作为书信的代称。古时候，人们常用一尺长的绢帛写信，故书信又被称为“尺素”。捎带书信时，常将尺素结成两条鲤鱼的样子，故称双鲤。书信和“鱼”的关系，其实在唐以前早就有了。在东汉蔡伦发明造纸术之前，没有现在的信封，写有书信的竹简、木牍或尺素是夹在两块木板里的，而这两块木板被刻成了鲤鱼的形状，两块鲤鱼形木板合在一起，用绳子在木板上的 3 道线槽内捆绕 3 圈，再穿过一个方孔缚住，在打结的地方用极细的黏土封好，然后在黏土上盖上玺印，就成了“封泥”，这样可以防止在送信途中信件被私拆。黄耳传书讲的是用一只名为“黄耳”的家犬递送家书的故事，这可以认为是我国第一代狗信使。

除此之外，还有用竹筒传书等方法。古代战争中还有用各种竹筒骨片、鱼符虎符、木牌

铜牌金牌将文字写在布上或纸上再装进竹筒里等方式传递信件的方法。我国古代还有一些传递秘密信息的方法,套格就是其中一种。明文是普普通通的一封信,报平安或老友叙旧之类,可以公开。解密是用一张同样大小的纸,在纸上面的不同位置挖洞,覆盖到原信上,读从洞里暴露出的字就是另外有含义的秘密信息。类似的通信方式还有藏头诗等。以上是基于实物传递书信方式的通信即现在所谓的邮政通信。

烽火通信作为一种原始的声光通信手段,是通过烽火及时传递军事信息的,远在周代时就服务于我国军事战争。烽火台的布局十分重要,它分布在高山险岭或峰回路转的地方,而且必须是要3个台都能相互望见,以便于看见和传递。从边境到国都以及边防线上,每隔一定距离就筑起一座烽火台,台上有桔槔,桔槔头上有装着柴草的笼子,敌人入侵时,烽火台一个接一个地燃放烟火传递警报,一直传到军营。每逢夜间预警,守台人点燃笼中柴草并把它举高,靠火光给邻台传递信息,称为“烽”;白天预警则点燃台上积存的薪草,以烟示急,称为“燧”。古人为了使烟直而不弯,以便远远就能望见,还常以狼粪代替薪草,所以又别称狼烟。现在常常用来形容边疆不平静的“狼烟四起”就是古代通信的一种方式。新疆库车县克孜尔尕哈的汉代烽火台遗址如图1-1所示,展现了距今2000多年前我国西北边陲“谨侯望,通烽火”的历史遗迹。



图1-1 汉代烽火台遗址

为了报告敌兵来犯的多少,采用了以燃烟、举火数目的多少来加以区别。各路诸侯见到烽火,马上派兵相助,抵抗敌人。抗日战争中的消息树即类似烽火信息传递方式,还有撞钟、敲锣击鼓等用声音在空间传播的方式进行通信。

古代通信的方式虽然非常简单,非常原始,但它基本上满足了当时人们的生活需要。由于不断发展的社会对通信的需求产生了越来越严重的矛盾,人们就产生了对通信的各种幻象,如千里眼、顺风耳等许多神化故事就应运而生。为此,人们不断地进行通信方面的探索和研究,从而拉开了近代通信的序幕。

2. 近代通信

(1) 电报与电话的发明

19世纪30年代,随着电的发明与应用,不少科学家在法拉第电磁感应理论的启发下,开始了利用电来传送信息的试验。俄国外交家希林格和英国青年库克等都相继制造出了电报机。但在众多的电报发明家中,最有名的还要算萨缪尔·莫尔斯,莫尔斯是一名享誉美国的画家。1832年,莫尔斯开始对电磁学产生浓厚兴趣,1834年,他利用电流一通一断的原理,发明了用电流的“通”和“断”来编制代表字母和数字的代码,人称“莫尔斯电码”。后来他在助手维尔德的帮助下,制成了举世闻名的莫尔斯电报机。1843年,在美国国会的赞助下,莫尔斯修建了从华盛顿到巴尔的摩的电报线路,全长64.4km。1844年5月24日,在座无虚席的国会大厦里,莫尔斯向巴尔的摩发出了人类历史上的第一份电报:“上帝创造了何等的奇迹!”。电报是利用架空明线来传送的,所以这是有线通信的开始。电报的发明拉开了电信时代的序幕,由于有电作为载体,信息传递的速度大大加快了。“嘀—嗒”一声(1s),它便可以载着信息绕地球7圈半,这是以往任何通信工具所望尘莫及的。在1896年德国建立了电报局,如图1-2所示。

电报传送的是符号,发送一份电报,必须先将报文译成电码,再用电报机发送出去;在

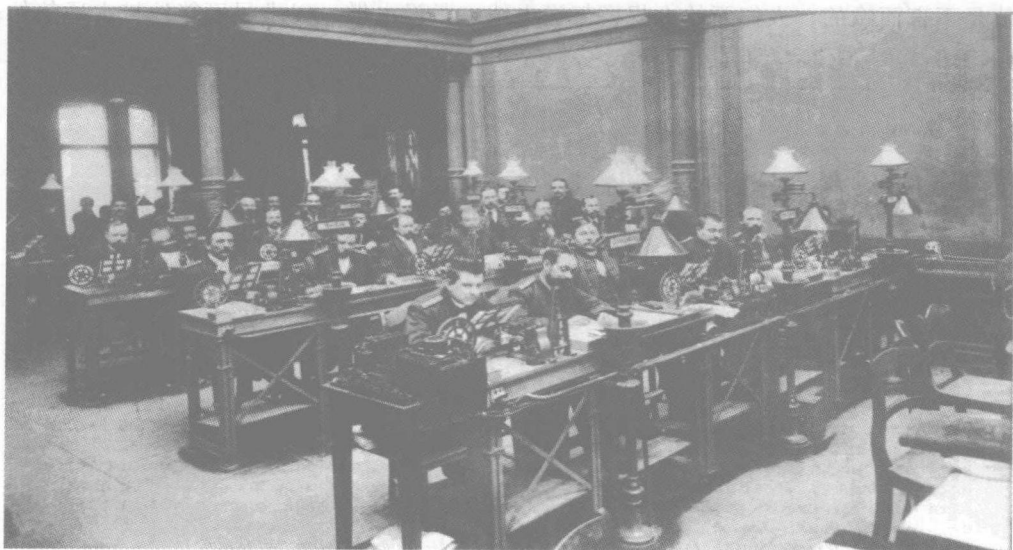


图 1-2 1896 年德国柏林中央电报局

收报一方,要经过相反的过程,即先将收到的电码译成报文,然后再送到收报人的手里。这不仅手续麻烦,而且也不能及时进行双向信息交流。针对电报的这些不足,永不知倦的科学家们又进行了新的开拓,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”。

1876 年,亚历山大·格雷厄姆·贝尔利用电磁感应原理发明了电话,如图 1-3 所示,预示着个人通信时代的开始。1876 年的 3 月 10 日,贝尔在做实验时不小心将硫酸溅到腿上,他疼痛地呼喊他的助手:“沃森先生,快来帮我啊!”谁也没有料到,这句极为普通的话,竟成了人类通过电话传送的第一句话音。当天晚上,贝尔含着热泪,在写给他母亲的信件中预言:“朋友们各自留在家里,不用出门也能互相交谈的日子就要到来了!”。

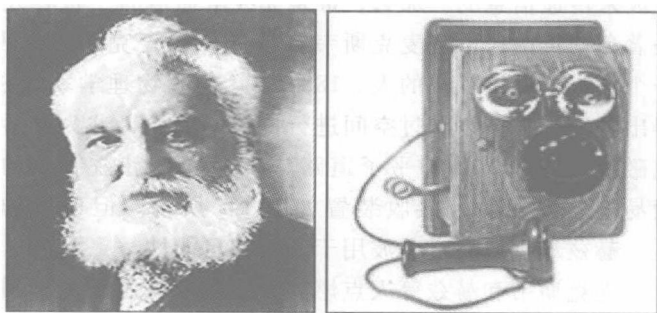


图 1-3 贝尔及其发明的电话机

1879 年,第一个专用人工电话交换系统投入运行。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,花费 36 文钱可通话一次,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。最初的电话并没有拨号盘,所有的通话都是通过接线员进行,由接线员为通话人接上正确的线路,如图 1-4 所示。电话的发明让人们可以随时用附近的电话与等候在另一端的亲友进行可靠、清晰的对话,这一发明的社

会价值是不言而喻的，人们开始大规模架设电线，敷设电缆，以求尽可能地扩大通信的范围和覆盖率。



图 1-4 1898 年，中国上海的电话交换局

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。

(2) 无线电通信的诞生

电报、电话的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，遇到大海、高山，无法架设线路，也就无法传递信息，这就大大限制了信息的传播范围。因此，人们又开始探索不受金属线限制的无线电通信。

无线电通信与早期的电报、电话通信不同，它不是依靠有形的金属导线，而是利用无线电波来传递信息的。那么，谁是无线电通信的“报春人”呢？为无线电通信立“头功”的，是著名的英国科学家麦克斯韦。1864 年，麦克斯韦发表了电磁场理论，成为人类历史上第一个预言电磁波存在的人。1887 年，德国物理学家赫兹通过实验证实了电磁波的存在，并得出电磁能量可以越过空间进行传播的结论，这为日后电磁波的广泛应用铺平了道路。1888 年，赫兹制作的简易电磁波发射和接收装置如图 1-5 所示。但遗憾的是，赫兹却否认将电磁波用于通信的可能性。

麦克斯韦和赫兹等人点燃的火炬，照亮了两个异国青年发明家的奋斗之路。1895 年，20 岁的意大利青年马可尼（见图 1-6）发明了无线电报机。虽然当时的通信距离只有 30m，但他闯进了赫兹的“禁区”，开创了人类利用电磁波进行通信的历史。1901 年无线电越过了大西洋，人类首次实现了隔洋远距离无线电通信。两年后，无线电实验成功。由于在无线电通信上的卓越贡献，1909 年，35 岁的马可尼登上了诺贝尔物理学奖的领奖台。

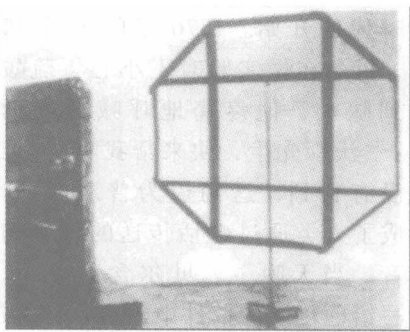


图 1-5 1888 年，赫兹制作的简易电磁波发射和接收装置

无线电通信为人类通信开辟了一个潜力巨大的新领域——无线通信领域，用无线电波传播信息不仅极大地降低了有线通信面临的架线成本和覆盖面问题，也使人类通信开始走向无限空间。无线通信在海上通信中获得的应用如图 1-7 所示，近一个世纪来，用莫尔斯电码拍发的遇险求救信号“SOS”成了航海者的“保护神”，拯救了不计其数人的性命，挽回了巨大的财产损失！例如 1909 年 1 月 23 日，“共和号”轮船与“佛罗里达号”相撞，30 分钟

后，“共和号”发出的“SOS”信号被航行在该海域的“波罗的海号”所截获。“波罗的海号”迅速赶到出事地点，使相撞两艘船上的1700条生命得救。类似的事例不胜枚举。

但是，反面的教训也是十分沉重的。1912年4月14日，豪华客轮“泰坦尼克号”在作处女航时与冰山相撞，因船上电报出了故障，导致它与外界的联系中断了7个小时，它与冰山相撞后发出的“SOS”信号又没有及时被附近的船只所接收，最终酿成了1500人葬身海底的震惊世界的惨剧。“泰坦尼克号”（见图1-8）的悲剧告诉人们，通信与人类的生存有着多么密切的关系！

无线电技术很快地被应用于战争，特别是在第二次世界大战中，它发挥了巨大的威力，以至于有人把第二次世界大战称为“无线电战争”。其中特别值得一提的便是雷达的发明和应用。1935年英国皇家无线电研究所所长沃森·瓦特等人研制成功了世界上第一部雷达。20世纪40年代初，雷达在英、美等国军队中获得广泛应用，被人称为“千里眼”，如图1-9所示。后来，雷达也被广泛应用于气象、航海等民用领域。

（3）广播与电视的出现

19世纪，人类在发明无线电报之后，便进一步希望用电磁波来传送声音。要实现这一愿望，首先需要解决的是如何把电



图1-6 无线电通信的创始人马可尼



图1-7 1912年，航船上使用的无线报设备

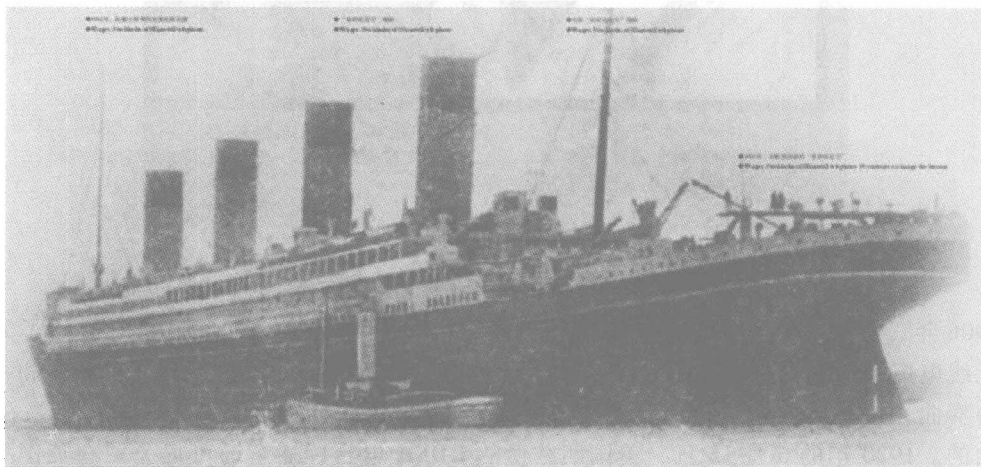


图1-8 泰坦尼克号

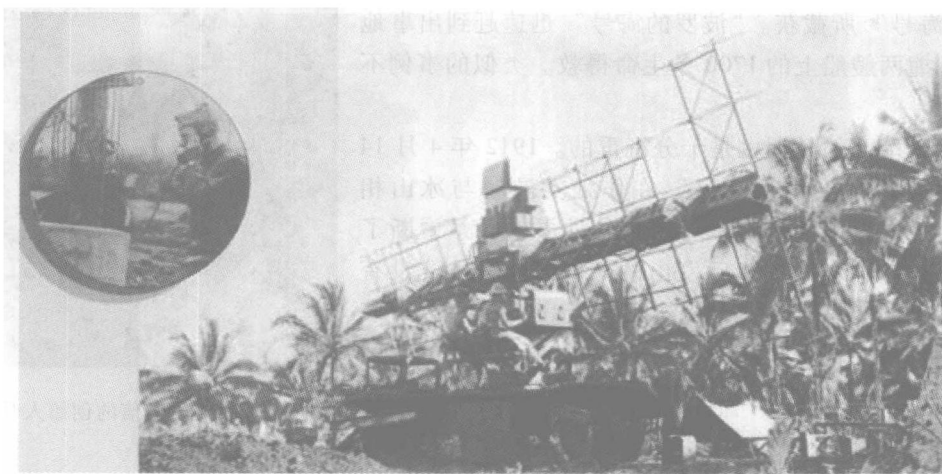


图 1-9 1943 年，在第二次世界大战中使用的雷达

信号放大的问题。1906 年，继英国工程师弗莱明发明真空二极管之后，美国人福雷斯特又制造出了世界上第一个真空三极管，如图 1-10 所示。它解决了电信号的放大问题，为无线电广播和远距离无线电通信的实现铺平了道路。

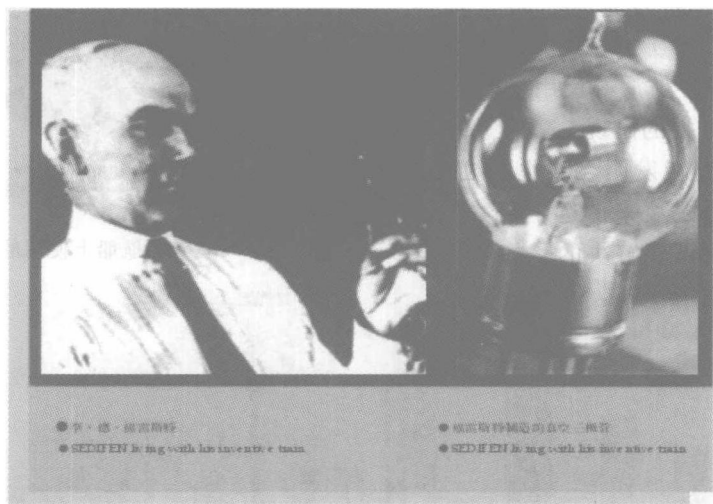


图 1-10 李·德·福雷斯特及其制造的真空三极管

1906 年，美籍加拿大人费森登在纽约附近设立了世界上第一个广播站，开始了人类历史上无线电广播。在这一年的圣诞节前夕，他的广播站播放了两段讲话，一首歌曲和一首小提琴协奏曲，这是历史上第一次无线电广播，如图 1-11 所示。真正的无线电广播是在 1920 年开始的。1920 年的 6 月 15 日，美国匹兹堡的 KDKA 电台广播了马可尼公司在英国举办的“无线电电话”音乐会，这是商业无线电广播的开始。这种载着声音飞翔的电波逐渐被用于战争，在第一次和第二次世界大战中，发挥了很大的威力。



图 1-11 1906 年，历史上第一次无线电广播

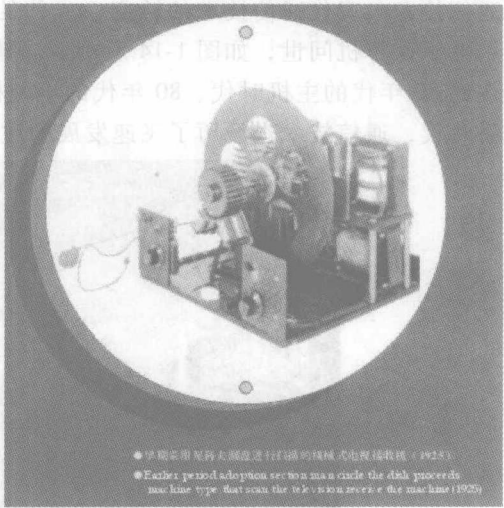


图 1-12 1925 年，机械扫描式的电视接收机

1925 年，英国人贝尔德发明了机械扫描式电视机，如图 1-12 所示。这一年的 10 月 2 日，贝尔德用他发明的电视在伦敦塞尔弗里奇百货商店作了一次现场表演。1927 年，英国广播公司试播了 30 行机械扫描式电视，从此便开始了电视广播的历史。

1935 年，英国广播公司用电子扫描式电视取代了贝尔德发明的机械扫描式电视，这标志着—个新时代由此开始。1936 年，电视转播在柏林举行的第 6 届奥林匹克运动会，如图 1-13 所示。

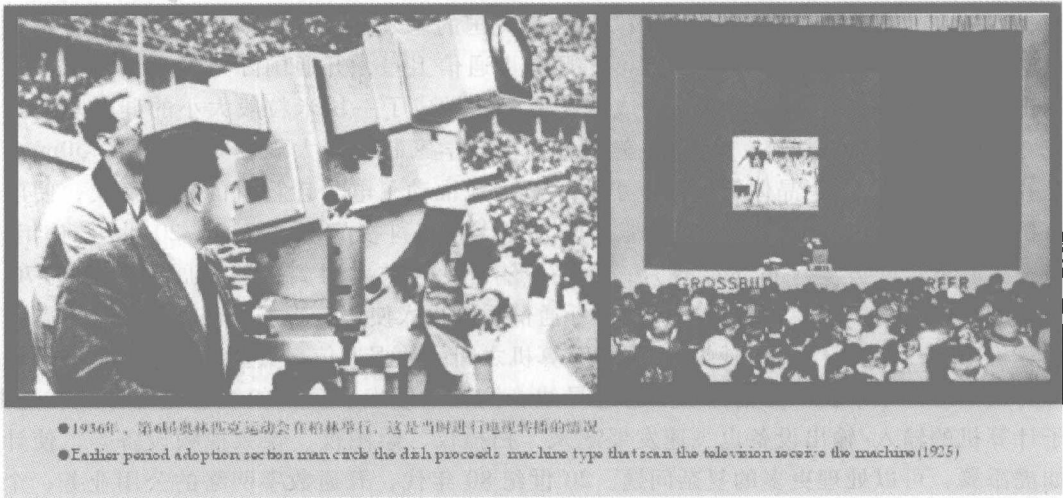


图 1-13 1936 年，电视转播在柏林举行的第 6 届奥林匹克运动会

3. 现代通信

电话、电报从其发明的时候起，就开始改变人类的经济和社会生活。但是，只有在以计算机和数字通信融合为代表的信息技术，特别是通信信息网络进入商业化以后，才完成了近

代通信技术向现代通信技术的转变,通信的重要性日益得到增强。1946年,世界上第一台通用电子计算机问世,如图1-14所示。伴随着计算机技术发展的4个阶段,即从20世纪50年代到80年代的主机时代、80年代的小型机时代、90年代的PC时代以及90年代中期开始的网络时代,通信技术也经历了飞速发展的过程。

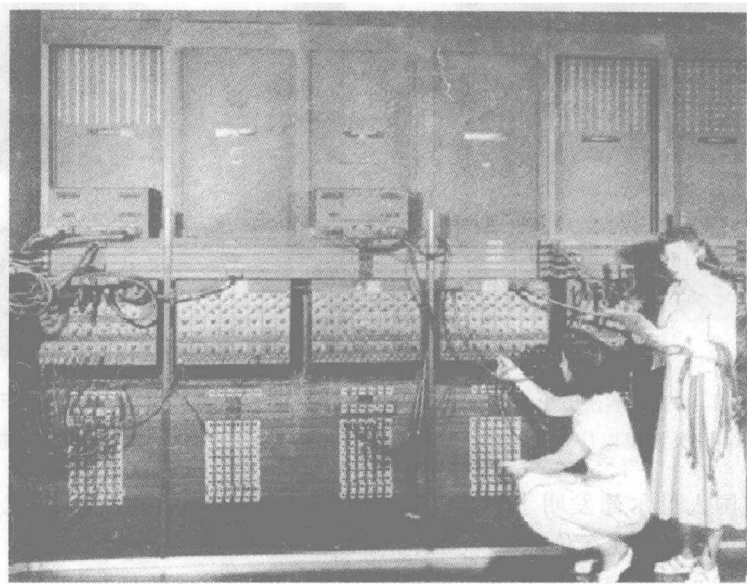


图1-14 第一代的电子计算机

1947年,晶体管在贝尔实验室问世,为通信器件的进步创造了条件。1948年,香农提出了信息论,建立了通信统计理论;1951年,直拨长途电话开通;1956年,铺设越洋通信电缆;1958年,发射第一颗通信卫星;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;1962年,发射第一颗同步通信卫星,开通国际卫星电话;脉冲编码调制进入实用阶段。1967年大规模集成电路诞生,做成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。1977年美国、日本科学家制成超大规模集成电路, 30mm^2 的硅晶片上集成了13万个晶体管。微电子技术极大地推动了电子计算机的更新换代,使电子计算机显示了前所未有的信息处理功能,成为现代高新科技的重要标志。20世纪60年代,彩色电视问世;阿波罗宇宙飞船登月;数字传输理论与技术得到迅速发展;20世纪70年代,商用卫星通信、程控数字交换机、光纤通信系统投入使用;为了解决资源共享问题,单一计算机很快发展成计算机联网,实现了计算机之间的数据通信、数据共享,一些公司制定了计算机网络体系结构。通信介质从普通导线、同轴电缆发展到双绞线、光纤导线、光缆;电子计算机的输入/输出设备也飞速发展起来,扫描仪、绘图仪、音频视频设备等,使计算机如虎添翼,可以处理更多的复杂问题。20世纪80年代,开通数字网络的公用业务;个人计算机和计算机局域网出现;网络体系结构国际标准陆续制定。多媒体技术的兴起,使计算机具备了综合处理文字、声音、图像、影视等各种形式信息的能力,日益成为信息处理最重要和必不可少的工具。20世纪90年代,蜂窝电话系统开通,各种无线通信技术不断涌现;光纤通信得到迅速普遍的应用;国际计算机互联网得到极大发展。程控电话、移动电话、可视电话、传真通信、数据通信、互联网络、电子邮件、卫星通信、光纤通信等都为人们的生