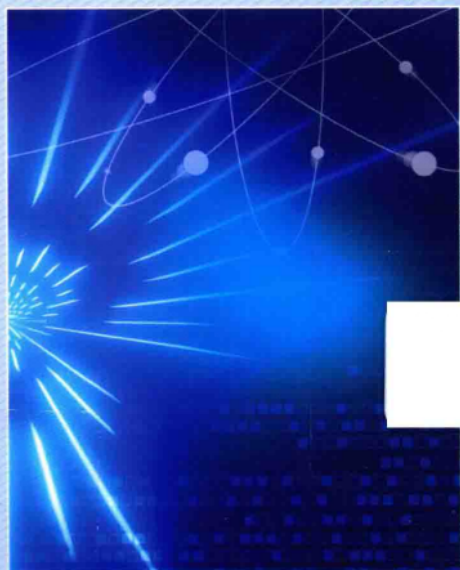


通信入门

TONGXIN RUMEN

■ 宋 拯 张 帆 主编



 **北京理工大学出版社**
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

通信入门

主 审 宋 拯
主 编 宋 拯 张 帆
副主编 孙 婷 王 欢

 北京理工大学出版社

BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

版权专有 侵权必究

图书在版编目 (CIP) 数据

通信入门/宋拯, 张帆主编. —北京: 北京理工大学出版社, 2016. 1
ISBN 978 - 7 - 5682 - 1609 - 8

I. ①通… II. ①宋… ②张… III. ①通信 - 基本知识 IV. ①TN91

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 304050 号

出版发行 / 北京理工大学出版社有限责任公司

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街 5 号

邮 编 / 100081

电 话 / (010) 68914775 (总编室)

(010) 82562903 (教材售后服务热线)

(010) 68948351 (其他图书服务热线)

网 址 / <http://www.bitpress.com.cn>

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 / 北京国马印刷厂

开 本 / 787 毫米 × 1092 毫米 1/16

印 张 / 10

字 数 / 223 千字

版 次 / 2016 年 1 月第 1 版 2016 年 1 月第 1 次印刷

定 价 / 35.00 元

责任编辑 / 钟 博

文案编辑 / 钟 博

责任校对 / 周瑞红

责任印制 / 李志强

图书出现印装质量问题, 请拨打售后服务热线, 本社负责调换

前言

Preface

随着通信技术和第四代移动通信系统在我国商用规模的不断扩大, 社会对通信专业技术人才的需求也迅速增加, 对通信人才的要求也越来越高。作为新一代的通信人才, 必须对通信系统的发展及技术应用有充分的了解, 必须具有全程全网的概念。因此, 本书充分反映了现代通信系统的发展进程及技术应用, 以帮助学生建立全面、系统的通信系统及应用发展的概念。

开设通信入门课程的目的是增加刚入校学生对通信基本知识的了解, 为后续专业技能课程的学习、技能鉴定和日后的求职作好铺垫。因此, 课程教学内容应覆盖目前广泛商用的通信系统的基本知识, 并体现其发展进程及应用。

本书是一本全面介绍通信的通俗图书, 涵盖了从通信基本概念到通信实现、通信工具、通信业务等的相关知识。本书坚持3个原则: 第一是类比, 接触一种不熟悉的知识, 最为快捷而有效的做法就是将其类比为读者已经熟悉的知识; 第二是通俗, 本书行文力求轻松活泼, 以激发读者的阅读兴趣; 第三是追求“知其然还要知其所以然”, 尽量避免先摆结论后论证的传统讲述方式, 而是和读者一起去发现通信应用中出现的问题及解决问题的方式, 让读者通过思考和解决问题获得对知识的更深入的理解。本书可供通信技术的初学者和自学者学习阅读, 也可作为移动通信行业从业人员的参考书。

本书第1章、第7章由宋拯老师编写, 第2章、第6章由王欢老师编写, 第3章、第4章由张帆老师编写, 第5章由孙婷老师编写。另在本书的编写过程中, 得到了很多老师的帮助, 编者在此一并表示感谢。

由于编者水平有限, 时间仓促, 书中难免存在不足之处, 恳请读者批评指正。

编者

目录

Contents

► 第1章 什么是通信	1
本章内容简介	1
学习重点与要求	1
1.1 古代通信	1
1.2 近现代通信	5
1.3 当代通信	9
1.4 未来通信	10
思考题与练习题	10
► 第2章 通信的实现	11
本章内容简介	11
学习重点与要求	11
2.1 什么是通信	11
2.1.1 编码	12
2.1.2 寻址	14
2.1.3 网络优化	14
2.1.4 人性化	15
2.2 通信在电信网中的应用	16
2.2.1 电话	16
2.2.2 传真	16
2.2.3 手机	17
2.2.4 寻呼机	18
2.2.5 电报	18
2.3 通信在互联网中的应用	19
2.3.1 计算机	19
2.3.2 电子邮件	21
2.3.3 即时通信	21
2.4 专业领域中的通信工具	22
2.4.1 对讲机	22
2.4.2 视频通信	22
2.5 智能家电	23

2.5.1 电视机	23
2.5.2 信息家电	23
2.6 传输介质	25
2.6.1 双绞线	26
2.6.2 同轴电缆	30
2.6.3 光纤	32
2.6.4 无线传输媒介	35
思考题与练习题	39
► 第3章 通信网络	40
本章内容简介	40
学习重点与要求	40
3.1 网络与通信概述	40
3.1.1 通信网络的类型	40
3.1.2 通信网的组网结构	43
3.1.3 网络模型	44
3.1.4 现代通信网的发展趋势	53
3.2 电话交换网	54
3.2.1 电路交换技术	54
3.3.2 IP 交换技术	54
3.3.3 软交换技术	54
3.3 互联网通信	55
3.3.1 互联网通信的主要特点	55
3.3.2 基本术语	55
3.3.3 发展历程	56
3.4 移动通信网络	58
3.4.1 移动通信的发展史	58
3.4.2 2G	60
3.4.3 3G	60
3.4.4 4G	61
3.5 数据通信网络	62
3.5.1 概述	62
3.5.2 帧中继技术简介	62
3.5.3 ATM	63
3.5.4 X.25 技术	63
3.5.5 帧中继	64
3.5.6 DDN	64
3.5.7 VSAT 业务的概念	65
3.5.8 宽带接入技术	65
3.5.9 宽带 IP 网技术	66

3.6 网络连接设备	67
3.6.1 中继器 (Repeater)	68
3.6.2 集线器 (Hub)	68
3.6.3 网桥 (Bridge)	68
3.6.4 交换机 (Switch)	69
3.6.5 路由器 (Router)	70
3.6.6 虚拟局域网 (VLAN)	71
3.7 电力系统通信应用	72
思考题与练习题	73
 ► 第4章 丰富的电信业务	 74
本章内容简介	74
学习重点与要求	74
4.1 现代电信的含义	74
4.1.1 电信与电信业务的概念	74
4.1.2 电信通信的服务方针	75
4.1.3 电信通信的基本特征	75
4.2 电信业务的分类	76
4.3 固定电话业务	79
4.3.1 固定电话业务	79
4.3.2 无线市话	80
4.3.3 中继线	81
4.3.4 用户交换机、集团电话	82
4.3.5 虚拟网	82
4.3.6 公用电话	83
4.3.7 程控业务	84
4.4 电报和传真业务	86
4.4.1 电报业务	86
4.4.2 传真业务	87
4.5 移动电话业务	88
4.5.1 基本业务	88
4.5.2 第三代移动通信业务	89
4.5.3 第四代移动通信	91
4.5.4 移动电话新业务	93
4.6 长途电话业务	94
4.6.1 国内公众长途电话业务	95
4.6.2 国际及港澳台地区电话业务	96
4.6.3 IP 长途电话业务	96
4.6.4 移动港澳台地区及国际漫游	97
4.7 电话卡业务	97

4.7.1	账号电话卡	97
4.7.2	IC 电话卡	97
4.7.3	中国电信充值付费卡	97
4.7.4	中国移动手机充值卡	98
4.7.5	中国联通充值付费卡	98
4.8	接入业务	99
4.8.1	ADSL 业务	99
4.8.2	LAN 业务	100
4.8.3	VPDN 业务	100
4.8.4	无线宽带业务	101
4.8.5	手机上网业务	101
4.8.6	随 e 行业务	102
4.8.7	EPON 业务	102
4.9	增值电信业务	103
4.9.1	短消息业务	103
4.9.2	彩信业务	104
4.9.3	彩铃业务	104
4.9.4	全球眼业务	105
4.9.5	绿色上网业务	105
4.9.6	号码百事通	105
4.9.7	移动飞信	106
4.9.8	手机邮箱	107
4.9.9	移动会议电话	107
4.9.10	集团 V 网	108
4.9.11	企信通	109
4.9.12	手机报	110
4.9.13	手机购物	111
4.10	电信计费模式	112
4.10.1	电信网计费方式	113
4.10.2	运营商之间的互联互通与结算	114
4.10.3	运营商缴费系统	116
4.11	业务融合与统一通信	117
4.11.1	VOIP	117
4.11.2	下一代网络 (Next Generation Network, NGN)	118
4.11.3	实时传输协议 (Real-time Transport Protocol, RTP)	120
	思考题与练习题	121

► 第5章 通信网的常用设施

本章内容简介	122
学习重点与要求	122

5.1 机房与装修	122
5.2 机房监控	123
5.3 电信设备	123
5.4 工控机和服务器	124
5.5 线缆	124
5.6 常见的物理接口和接头	124
5.7 DDF、ODF 与 MDF	126
5.8 空调	126
5.9 电源、电池与 UPS	126
思考题与练习题	127
► 第6章 相关国际标准化组织	128
本章内容简介	128
学习重点与要求	128
6.1 ISO	128
6.2 ITU	129
6.3 IETF	130
6.4 IEEE	131
6.5 EIA	131
6.6 ETSI	131
6.7 3GPP/3GPP2	132
6.8 ANSI	133
6.9 其他标准化组织	133
思考题与练习题	133
► 第7章 通信企事业单位简介	134
本章内容简介	134
学习重点与要求	134
7.1 通信行业的主要组成	134
7.2 工业和信息化部	137
7.3 主要的电信运营商	137
7.4 增值服务提供商	138
7.5 设备制造商	139
7.6 咨询公司	141
思考题与练习题	142
► 附录	143

第 1 章

什么是通信

本章内容简介

本章主要介绍通信的基本概念、通信发展的历程、不同阶段的典型通信方式等基本知识，为后续知识打下坚实的基础。

学习重点与要求

重点掌握通信的概念、通信发展史。

通信（Communication）就是信息的传递，是指由一地向另一地进行信息的传输与交换，其目的是传输消息。通信是人与人之间同过某种媒体进行的信息交流与传递，从广义上说，无论采用何种方法，使用何种媒介，只要将信息从一地传送到另一地，均可称为通信。

1.1 古代通信

1. 古代通信（图 1-1）

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的通信方式。

广为人知的“烽火传讯（2700 多年前的周朝）”“信鸽传书”“击鼓传声”“风筝传讯（2000 多年前的春秋时期，以公输班和墨子为代表）”“天灯（其代表是三国时期的孔明灯的使用，发展到后期热气球成为其延伸）”“旗语”以及之后发展依托于文字的“信件（周朝已经有驿站出现，用来传递公文）”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，或者是广播式的，或者是可视化的、没有

连接的，但是它们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。

这些通信方式，随着人类科技的发展，有的消散在历史的潮流中，有的依然在使用，其时间是从4000年前到现在。

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1-2所示。

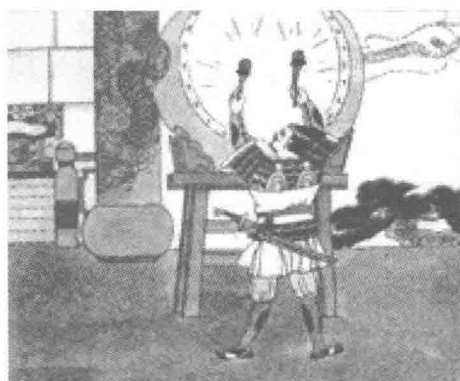


图1-1 古代通信



图1-2 一便士黑票

1661年英国亨利·比绍普创制和使用了第一个有日期的邮戳。

2. 通信到底是什么

纸笺墨香的时代正在悄然离我们远去，8角一张的邮票也渐渐变成了收藏品。现在一提起“通信”这个词，在人们大脑中首先跳出来的大概就是手机、3G、短信这些人们日常生活中接触得最多的东西。在进入正题之前，不妨先回顾一下中国历史上的一些通信手段。这样做有两个目的：一是可以了解一下通信系统是如何随着人类的生活半径而变化的，比如在元谋人时代是没有驿站的，因为大家都在自家周边打转；二来古人是很聪明的，连中继、加密等现代通信手段古人也早都用到了，我们也可以从中学到不少智慧。

最早的无线通信应当就是家里人之间的对话了。春秋时期的思想家老子为人们描述了一个理想的上古时代——“鸡犬之声相闻，老死不相往来”。也就是说，人们平时的日常活动局限于那一亩三分地，跟邻里都不打什么交道。说起通信的需求，也就是跟家里人说说话就可以了，都不用很大声，离“通信基本靠吼”都还有一段距离。

细究起来，这个“无线通信系统”和现代的无线通信系统还真有不少相似之处。说话的人可以被看作发射机，听对方说话的人可以被看作接收机，人之间采用的语言（汉语、英语乃至法语）可以被看作信源编码，承载信号的物理媒介都是空气。

不同的是，人之间传递信号是通过声波而非电磁波。声波就传递这么远，也不需要调制，即使想进行调制，声带和喉咙也不会答应，因为它们没这功能。

另外，人之间的交流也很少需要信道编码，因为人们一般都能听清楚对方的说话。即使偶尔“解码”出现问题（没听清楚对方说话），大脑也比那笨笨的接收机要聪明得多，根本不需要进行循环冗余校验（Cyclic Redundancy Check, CRC）就知道接收的信息不完全、不充分、难以理解，然后大脑就丢弃这个信息包，并向发信方申请一个重传——“俺没听清楚，麻烦您再说一遍”。这可是收发信机在数据链路层上的经典检错和纠错机制。

如果时间就停在这时不再向前也就省事了，人与人之间天然的通信系统已经够用了，不用费尽脑筋再去开发那么多通信系统。然而老子的理想终究没有变成现实，人们不仅要跟邻

里打交道，还要跟方圆百里以外，方圆千里以外，甚至地球上任何一个角落的人打交道，于是，通信的麻烦就来了！

话说春秋不仅有老子这样无为而治的圣人，也有时刻梦想着封侯拜相、开疆辟土的野心家，比如吴起。他要建功立业，他要征伐四方，那他就得有军队，等他组建了军队，问题来了——他发现他的嗓门不够大，想吼一嗓子让数平方千米上几万人的军队都听到他的命令，根本就没有可能。于是，他不得不建立军队的通信系统，以保证每个人都能明白他的将令。于是乎，为了延展他的嗓门，有两种工具就被搬上历史舞台了，那就是金和鼓。大家都知道一句话“闻鼓而进，闻金而退”，这算是一种比较简单的指挥通信系统，但是这个通信系统的信息量太小（假如“闻鼓而进”用“1”表示的话，“闻金而退”就是“0”了，总共就1 bit的容量），不足以满足指挥作战的需要。

对于这个问题，兵圣孙武早有见解，他在《孙子兵法》第五篇《势篇》里有一句话：“凡制众如制寡，分数是也；斗众如斗寡，形名是也。”所谓“分数”，即对部队进行编号，这样每条命令就能根据编号找到每个独立的作战小单元（这与现代通信有异曲同工之妙，移动通信中的每个通信单元，比如手机、BTS、BSC都有自己的编号）；所谓“形名”，指的就是旗语，用旗语指挥部队变阵和进行战斗，因为旗帜能往各个方向运动，有无数种排列组合，信息量显然大大高于金和鼓。

将士卒整编成行伍队列，以旗语指挥队伍列阵和变阵，令其闻鼓则进，闻金则退，这就基本组成了指挥某次战斗的相对完善的通信系统。这个通信系统相比于人和人之间的对话，在通信距离上有了长足的进步，显而易见，无论是鼓点声、敲击金铎的声音，还是旗语，其能传播的范围比人和人之间的对话要大得多。

但是这个系统的缺点也是很明显的，那就是它能覆盖的范围依然太有限了，再优秀的将领，在开阔的地形下，其有效指挥半径也很难超过 2500 m。这就不难理解，为什么古代大的战役几乎都发生在一个很小的区域，而不是像现代战争一样发生在一整条战线上。道理很简单，战争是需要快速作出判断和决策并根据实际情况不断变化的，战线拉长了，指挥系统受制于通信的能力够不着一线部队，所以指挥官为了有效指挥军队，其部队展开的宽度通常不会太大。对比一下古代战争和现代战争就知道了，比如长平之战、巨鹿之战、昆阳之战，这些双方投入总兵力超过 50 万的古代著名战役都以某个地点命名，而到了现代，这个级别的战役往往以区域命名了，比如辽沈战役、淮海战役。通信的发展从某种程度上改变了战争的方式，这并不夸张。

这是一定空间范围内的通信，人们可以通过鼓点和旌旗，放大声音的音量和视觉标的大小，来延展通信距离。可是对于更远的距离，比如长安和雁门，视觉和听觉都无能为力，于是人们在神话中构造出了“千里眼”和“顺风耳”，不过那仅仅是神话，只能代表人类的一种美好的意愿而已。

在长安和雁门这种超长距离的信息交换中，在当年，最要命和最要紧的信息肯定是北方游牧民族入侵的消息。为了及时传递这种信息，烽火台应运而生，其通过一站一站地燃起狼烟来完成自边关向都城的信息传递，“朔方烽火照甘泉，长安飞将出祁连”，那是一幅怎样的景象啊。值得注意的是，烽火台和现代通信系统有一个共同的概念，那就是“中继”，光信号会随着距离而衰减，所以每隔一段距离就要建一个烽火台，重新燃起狼烟，这相当于把衰减的信号重新放大一次，只有这样，入侵的信号才能从遥远的雁门传到西汉王朝的心脏——长安。与此类似，电磁信号在介质中的传播，无论是 5 类双绞线还是电缆，抑或空气，都会有衰减和能量损失，因此隔一定的距离也同样需要中继。捣鼓过网络的人都知道，

一根网线的距离不能超过 100 m，其道理和烽火台类似，信号在网线中也是要衰减的，超过 100 m 之后，信号衰减所带来的误码会使通信质量下降得令人难以接受。

就通信系统的健壮性和安全性而言，烽火台并不是百分之百值得信赖的。因为一连串烽火台组成的是一条单链，如果其中一个点出现问题，那么整个系统的可靠性将难以得到保障。《三国演义》都称关羽是大意失荆州，其实换个角度来说，他的情报系统（也可以理解为通信系统）是很有问题的，因为直到荆州多地失陷之后，他都并不知道，依然在前线和曹操打得不亦乐乎。情报系统的瘫痪、信息传递的不畅，才是关羽失荆州的罪魁祸首。下面来看看问题出在哪里。

关羽水淹七军之后，兵锋直指宛洛，曹操慌了，从后方调来了徐晃的援军。关羽为了与之匹敌，被迫将荆州的预备队调往前线。荆州的预备队被调走之后，必须要防备东吴入侵，关羽的策略是通过烽火台来传递信息，一有敌人入侵，及时从前线回援荆州即可。诸葛亮的隆中对砸就砸在关羽这一招上头了，因为那该死的烽火台，它居然是一条单链，居然在出了问题时没有任何保障！

此时的吕蒙已经是饱读诗书、诡计多端的吕蒙了，按他自己的说法，他已不再是当年的愣头青“吴下阿蒙”了。这个情报系统的破绽他岂能看不出来。于是吕蒙及其士兵化装成白衣商人，以躲雨为由进入了荆州防线的一个烽火台，手起刀落解决了守卫，结果荆州的整个预警系统就此失灵，吕蒙趁机攻占江陵，糜芳投降。荆州一丢，关羽进退失据，最终败走麦城。从这个例子不难看出，对于一个通信系统而言，有备份措施是多么重要，所以现在光缆提倡双路由，板件提倡双备份，连操作人员都讲究互相备份，就是为了避免一个单点出问题而使整个系统崩溃。

然而，烽火台并不是古代主流的远距离通信系统，虽然这种系统的传播速度很快（光速是挺快的，点火也费不了多少时间）。不能成为主流的原因之一是其成本高昂（建设烽火台是件成本高昂的事情），路径固定且单一（烽火台可不是应急通信车，说开走就开走）。最要命的原因还是烽火台能够传递的信息量实在是太少了。虽然狼烟的原理和旗语有几分相似，但是人们没法控制狼烟的运动，没法把狼烟搞得像旗语一样千变万化，这就注定传递不了更多信息。

可见，中国古代的人们因为生产生活的需要，随着活动区域的增加逐渐延展了通信系统的距离，从金、鼓、旗语到狼烟、驿站，在通信系统的及时性（烽火中继）、系统性（编号）等方面都有出色的表现。

这些通信系统所展示的智慧是毋庸置疑的，但是它们也明显存在成本、及时性、传递范围、安全性等多方面的问题。人们一直希望有一种通信方式能传播千里，覆盖神州的每一个角落；能传播迅速，如雷鸣闪电一样快，并把这种愿望幻化成了神话，那就是“千里眼”和“顺风耳”。可惜的是，人们一直没有找到这样的通信方式，远方的亲人要通信，依然不得不通过走驿站或者托人转寄这种高成本的方式。高昂的成本、低效的信息传递造成音讯阻隔，亲人们相思难了，因此杜甫不禁感慨“家书抵万金”。

人们梦想中的通信方式直到 1864 年才初现端倪，在这一年里，麦克斯韦预言了世界上存在这样一种东西，它存在于广袤的天地之间，以光速传播，这种东西被命名为电磁波。麦克斯韦预言电磁波的存在，最终遭到了其他学者们的怀疑。毕竟电磁波是如此玄妙，无形无影，无法琢磨。

直到 1887 年，赫兹通过实验证实了麦克斯韦关于电磁波的预言，一个崭新的电磁世界的大门才向人们打开。但是赫兹只是一位纯粹的科学家，他没有看到这种以光速传播的电磁

波所蕴含的巨大的商业价值——作为话音远距离无线传送的载体。不过人们并没有等太久，1895年，马可尼发明了无线电报机，人类正式进入无线通信时代！

1.2 近现代通信

近现代通信以电磁技术为起始，是电磁通信和数字时代的开始。

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，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，由此催生了一系列技术革新，开始了人类通信的新时代。利用电和磁的技术，来实现通信的目的，是近代通信起始的标志，其代表性事件如下：

1835年，美国雕塑家、画家、科学爱好者塞缪尔·莫尔斯（Samuel Morse）成功地研制出世界上第一台电磁式（有线）电报机（图1-3）。他发明的莫尔斯电码，利用“点”“划”和“间隔”，可将信息转换成一串或长或短的电脉冲传向目的地，再转换为原来的信息。1844年5月24日，莫尔斯在国会大厦联邦最高法院会议厅用莫尔斯电码发出了人类历史上的第一份电报，从而实现了长途电报通信。

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（图1-4）。

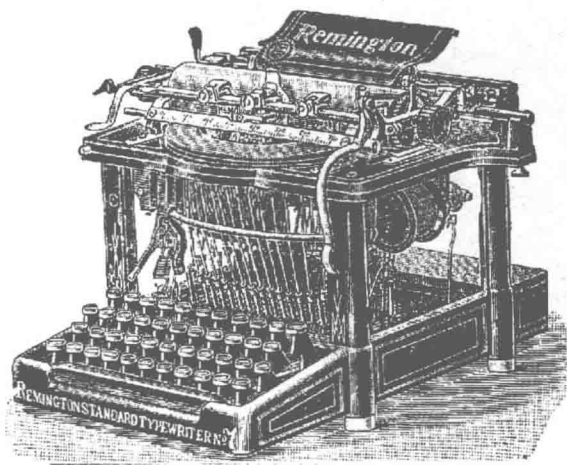


图1-3 电报机

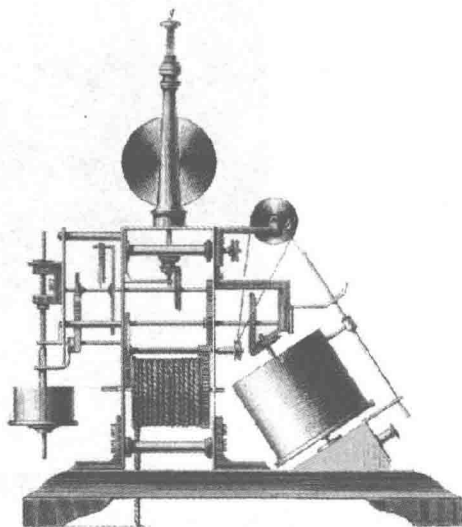


图1-4 钟摆原理装置

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），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，后来就成立了著名的贝尔电话公司。

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，其通过二线制模拟用户线与本地交换机接通。

1885年，人们发明了步进式交换机（图1-6）。



图 1-5 亚历山大·贝尔

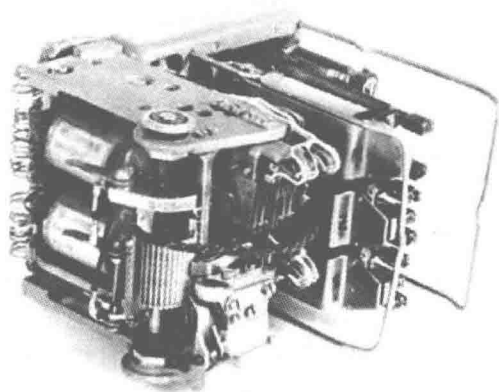


图 1-6 步进式交换机

1892 年美国人阿尔蒙·B·史端乔 (Almon B. Strowger) 发明了世界上第一部自动交换机, 这是一台步进式 IPM 电话交换机。

电报和电话开启了近代通信历史, 但是都是小范围的应用, 更大规模、更快速度的应用出现在第一次世界大战后。

1901 年, 意大利工程师马可尼发明了火花隙无线电发报机 (图 1-7), 成功发射穿越大西洋的长波无线电线路。

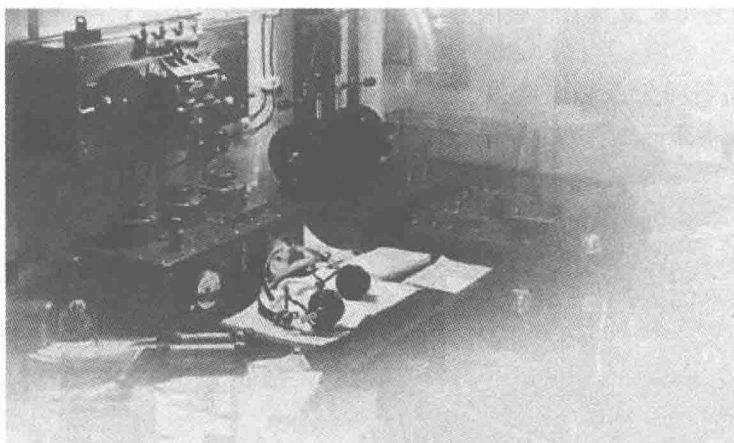


图 1-7 无线电发报机

1906 年, 美国物理学家费森登成功地研究出无线电广播。

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, 他于 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瑙恩和布宜诺斯艾利斯之间建立。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。

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, 人们发明了超短波通信。1931 年, 人们利用超短波跨越英吉利海峡通话得到成功。1934 年, 人们在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。中国于 1946 年开始用超短波中继电路, 开通 4 路电话。

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突破。

1935 年, 人们发明了频分复用技术。

1947 年, 人们发明了大容量微波接力通信技术。

1956 年, 人们建设了欧美长途海底电话电缆传输系统。

1957 年, 人们发明了电话线数据传输技术。

1959 年, 美国的基尔比和诺伊斯发明了集成电路 (图 1-8), 从此微电子技术诞生了。

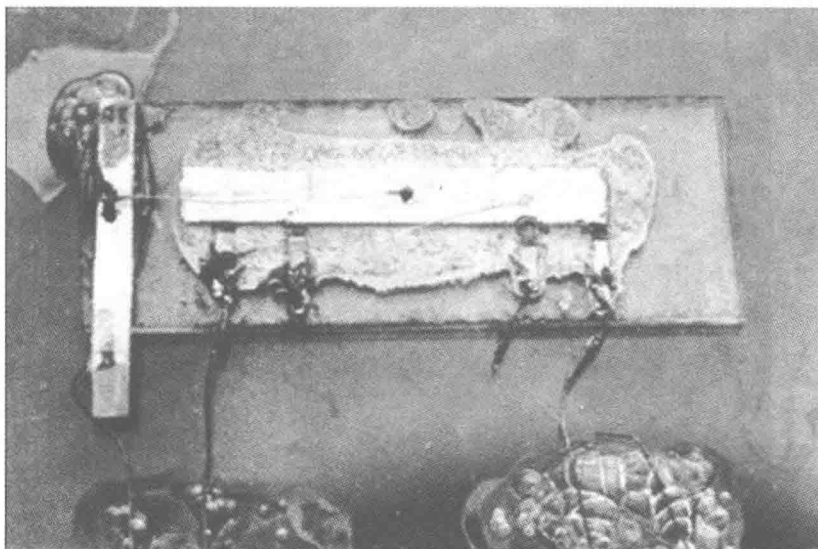


图 1-8 第一块集成电路

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, 地球同步卫星发射成功 (图 1-9)。

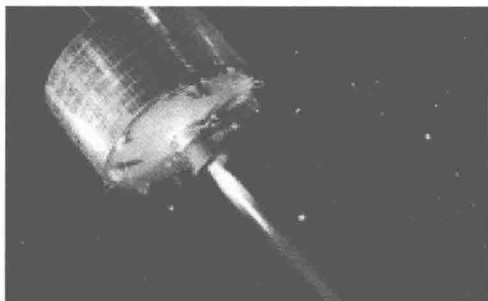


图 1-9 地球同步卫星

1964 年, 美国 Tand 公司的 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 1 千多个晶体管的线路。

1969 年, 美军的 ARPANET 问世。

1972 年, 人们发明了光纤。

1972 年以前, 只存在一种基本网络形态, 这就是基于模拟传输, 采用确定服务, 有链

接操作寻址和同步转移模式（STM）的工种交换电话网（PSTN）网络形态。这种技术体系和网络形态一直沿用到现在。中国的电信网是从电话网开始的。1880 年，丹麦人在上海创办了第一个电话局，开创了中国通信历史的重要一页。

1946 年，美国宾夕法尼亚大学的埃克特和莫希里研制出世界上第一台电子计算机 ENIAC（图 1-10），使高速计算成为现实，二进制的广泛应用催生了更高级别的通信机制——数字通信，加速了通信技术的发展和應用。

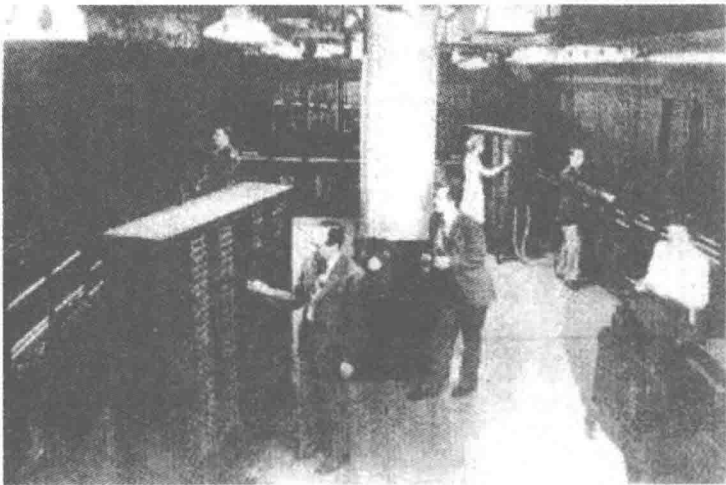


图 1-10 第一台电子计算机

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进程。

1973 年，美国摩托罗拉公司的马丁·库帕博士发明了第一台便携式蜂窝移动电话（图 1-11），也就是人们所说的“大哥大”。一直到 1985 年，第一台现代意义上的、真正可以移动的电话，即“肩背电话”才诞生。图 1-12 所示为丘吉尔使用“大哥大”。

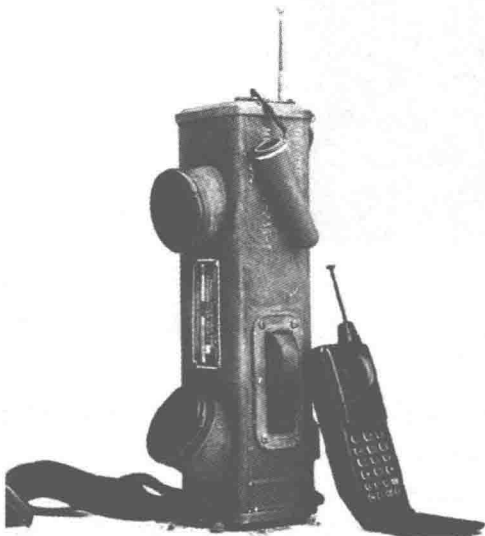


图 1-11 第一台便携式蜂窝移动电话



图 1-12 丘吉尔使用“大哥大”