

高新技术科普系列丛书



咫尺天涯

——无线电通讯技术

孙 迅 著

海南出版社





咫尺天涯

——无线电话机设计

作者：[美] 詹姆斯·M. 坎贝尔
译者：[中] 王小明



N51
6

001353825

高新技术科普系列丛书

咫尺天涯

——现代通信技术

孙 迅 编著

责任编辑：刘文武

主 编：刘文武 盛世斌

高新技术科普系列丛书

主编：刘文武 盛世斌

海南出版社出版发行

(海口市华信路 2 号 邮编：570201)

河北省保定西城胶印厂印刷

※

787×1092mm 1/32 60 印张 1230 千字

1996 年 10 月第 1 版 1996 年 10 月第 1 次印刷

印数：10000 套

ISBN7-80617-444-3/N·2

(全套 10 册) 总定价：78.00 元

高新技术科普系列丛书

顾 问	席葆树		
主 编	刘文武	盛仕斌	
副主编	蒋卫杰	黄少云	
编 委	马 力	刘 宁	吴胜武
	马丹梅	丁 岚	葛 兰
	刘 俐	赵鹏举	尹恭成
	李秋云	邓先明	



序

邓小平同志指出：“科学技术是第一生产力”，整个人类历史的发展表明，人类社会的进步和发展是紧紧地依靠着科学技术的进步，特别是进入八十年代以来，大批建立在最新科学成就基础上的高新技术突飞猛进地发展，以计算技术、生物技术、新能源技术、新材料技术等为代表的高新技术，迅速转化为生产力形成大批高新技术产业，对世界经济和社会发展乃至整个世界格局产生了深远的影响。各国都把增强科技实力作为提高本国综合国力的首要手段，新技术的涌现，正在越来越深刻地影响着人们的生活，进而也影响着人们的观念。我国政府十分重视发展科学技术，先后实施了“863”计划、火炬计划、科技攻关计划、科学基金等。我们的科技工作者面对突飞猛进的世界科技发展浪潮奋起直追，缩小差距，已取得了可喜的成就，但是必须看到我们在发展高新技术、实现产业化方面，与世界先进国家相比还有较大的差距，这就需要我们奋发努力去完成历史使命，振兴我们中华民族。

历史上我们中华民族曾经产生了影响人类社会发展的四大发明，也曾有过大大促进当时社会发展的先进技术，如天文、水利、建筑、冶金、纺织等，但是到了近代，在科学技术上我们落后了。炎黄子孙当然不能容忍这种状态，中华民族一定要在科学技术方面赶上世界先进水平。振兴中华民族的历史重

任需要我们一代人甚至几代人为之奋斗,这当然不只是科学技术专家的事,它需要整个社会的支持与投入。八届全国人大四次会议批准通过了我国国民经济和社会发展“九五”计划和2010年远景目标纲要,明确提出了要实施科教兴国战略。召开了全国科技大会,制定了发展我国科学技术的各项方针政策。其中关键的问题是要提高全民族的文化素质,培养一大批优秀的科技人才。因此制定了优先发展教育的国策,指出要“大力普及科学知识,积极开展各种形式的科普活动,提高全民族的文化素质”。开展科普教育,提高广大人民群众特别是广大青少年的科学知识,已经是发展社会主义经济建设的迫切需要,向我国青少年和具有中等知识水平的广大干部群众普及现代科技知识,对青少年从小培养他们热爱科学,追求科学知识,树立献身科学事业的志愿,是科技兴国的一个重要方面,是当前应当引起全社会关注的问题。

普及科学知识需要好的科普书籍,目前适合广大青少年、中学生和具有中等知识水平的干部群众阅读、系统介绍现代高新技术的科普读物太少了。他们迫切希望了解一些最新科学技术的基本知识,跟上时代发展的步伐,特别是中学生们,迫切需要内容活泼有趣的课外高新技术科普读物,丰富他们的知识,激发他们对科学技术的兴趣。对于大学生、专业技术人员 and 各级领导干部也需要合适的介绍现代科学技术的科普作品来拓宽他们的视野,了解世界科技发展的动态,增强他们的紧迫感和使命感,从而激发起奋起直追的热情,更好地担负起各自的重任,为发展我国的高新技术产业,提高我国的综合国力和国际竞争力做出新的贡献。

由海南出版社出版的“高新技术科普系列丛书”适应了当

前我国社会的需要,全面介绍了现代高新技术各个领域的基本知识,阐明了高新技术在经济和社会发展中的地位和作用。介绍了当前世界高新技术发展的现状,展示了未来发展的前景,反映了先进国家的发展动向。丛书资料翔实、信息量大,有较强的科学性、系统性和实用性。在介绍国际上最新成就的同时,介绍了我国的发展水平,使读者既看清差距,又增强振兴中华的信心。

这套丛书内容深入浅出,通俗易懂,是一套很适合于中学以上文化程度的读者学习高新技术知识的好读物。

科普工作是一项社会科教工程,而科普创作是这项工程中的关键,应当长期不懈,持续发展。科普作品具有时间性,新技术、新产品随着时代的发展,不断地被新崛起的技术所取代,因此科普读物必须不断推陈出新。

二十一世纪是高新技术的世纪,我国要成为名副其实的科技强国。我们全社会必须认识到普及科技知识的重要意义,要使全社会都认识到科学技术的竞争不仅是体现在尖端科学领域的较量,更重要的是体现在人才的竞争和全民科技水平的竞争,从这个意义上看,这套丛书将会显示出重要的作用,必将为我国科普事业、为优秀科技人才辈出、使我国早日成为真正的东方科技大国、为重振我们中华民族的科技雄风做出贡献。

清华大学教授 席葆树

内 容 提 要

本书用浅易的语言对现代通信的各个领域做了科普性质的介绍，其内容涉及卫星通信、移动通信、光纤通信、通信网和图像通信，并对研究探索中的未来通信方式，如中微子通信等，做了概要性的介绍。

本书适合于中学生朋友，并可供对通信事业有兴趣的读者阅读参考。

目 录

第一章 走进通信王国	(1)
第一节 通信简史	(1)
第二节 无线电波与频段	(3)
第三节 通信系统简介	(5)
第四节 简介现代通信	(8)
第二章 模拟通信和数字通信	(11)
第一节 话音传输与模拟通信	(11)
第二节 数字通信系统	(13)
第三章 卫星通信	(15)
第一节 静止卫星通信	(15)
第二节 低轨道运动卫星通信	(27)
第三节 INMARSAT 的 21 世纪工程	(31)
第四节 方兴未艾的 VSAT 技术	(36)
第四章 移动通信	(41)
第一节 移动通信简介	(41)
第二节 蜂窝式移动通信系统	(52)
第三节 数字式蜂窝移动通信系统	(59)
第四节 集群无线电通信系统	(64)
第五节 无绳电话	(68)
第六节 无线寻呼系统	(71)
第五章 光纤通信	(76)
第一节 光纤通信简介	(76)
第二节 光纤	(77)

第三节	无源光器件	(83)
第四节	光纤通信系统	(85)
第五节	光纤通信新技术	(93)
第六节	我国的光纤通信	(103)
第六章	通信网	(105)
第一节	为什么要组网	(105)
第二节	网络拓扑	(106)
第三节	分组交换网	(108)
第四节	开放系统互连模型	(111)
第五节	综合业务数字网	(113)
第六节	智能网	(118)
第七章	图像通信	(125)
第一节	图像通信的历史	(125)
第二节	图像通信系统	(127)
第三节	图像压缩编码	(129)
第四节	图像通信的应用	(132)
第五节	未来的图像通信	(139)
第八章	探索中的未来通信	(141)
第一节	毫米波通信	(141)
第二节	中微子通信	(143)

第一章 走进通信王国

你了解通信王国吗？它的成员可多着呢：短波通信、光纤通信、微波中继通信、卫星通信，还有移动通信，它可是王国的宠儿，“大哥大”就是它的代表。

也许你急于想知道：“大哥大”是怎样能随时随地进行通话的呢？也许你想知道，可视电话是怎么回事？也许你想知道，在不远的将来，我们真的能够做到与地球上任何一个地方的任何一个人进行通话吗？也许……别着急，当你随着导游在通信王国里浏览了一趟以后，你就会知道通信王国的这些奥秘。不过，现在让我们先沿着时间隧道，去看一看在过去人们是怎样进行通信的呢？

第一节 通信简史

早在人类开始使用火的时候，烽火—狼烟就已经成为传递信息的方式了。这就是最原始的通信。人们预先约定好烽火与狼烟的含义，用烽火台的办法进行接力，信息可以传到很远。可是它只能传递很少的信息。后来，人们用改变烟的颜色的办法来传递更多的消息。

为了能够把更复杂的信息准确地记录下来，文字产生了。人们可以把信息写成文稿，传送到远方。在交通尚不发达的古代，这种文稿的传递是依靠专人——驿使来完成的，利用

马匹作为交通工具。到今天，我们仍然使用信件来传递信息，只是交通工具变成了火车、飞机。

随着生产力的发展，人们对通信的要求越来越高。到了近代，电通信——利用电来传递信息的方式，成为通信的主流。这是从 1837 年莫尔斯发明电报开始的。莫尔斯把长划和短点组合起来，利用电流的通断来表示，这些长划和短点就代表了不同的字母。电报的发明，使得信息传递的数量和速度、范围等方面有了飞跃性的发展。

随着 1876 年贝尔发明了电话，使得声音不必变成符号而能够直接用电来传送。它一出现就显示了超过电报的极大的优越性。可是在 19 世纪电话发展还处在初期，传送的距离稍远，波形就会失真，使声音无法复原。因此，在那个时候，只有在大城市里才能使用电话。电话能够应用到长途通话领域，是进入 20 世纪以后的事。电子管的发明，使信号的放大得到实现，才终于能实现话音信号的长途传输。

1887 年，德国人赫兹第一次通过实验，确认了电磁波的存在。到了 1895 年，意大利人马可尼首次成功地把电磁波应用到通信上，开创了利用无线电波进行通信的时代。1889 年，马可尼成功地在英吉利海峡进行了 18 海里的通信，这就是移动通信的鼻祖了。由于用电磁波通信不需要导线，可以到达导线所达不到的位置，例如海上航行的船只之间，可以很容易地借助无线电通信进行联系。

到了 1914 年，电子管发明了，这使得无线电通信发生了划时代的变化。电子管具有放大电信号的能力，有了电子管信号可以被放大，以传送到更遥远的地方去。

从 20 世纪 30 年代开始，电子管更加完善，晶体管和集

成电路先后问世，通信技术又进入了一个新天地。新的通信方式，如微波通信、卫星通信、光纤通信、移动通信等如雨后春笋般纷纷涌现，并都蓬勃发展。现在，通信技术正向着个人通信这一目标迈进。

好了，在简单地浏览了通信王国的家史以后，让我们来看一看通信王国的使者——无线电波。

第二节 无线电波与频段

众所周知，在自由空间中，无线电波的传播速度每秒 30 万公里，也就是说，这位不知疲倦的信使一秒钟就能绕地球七圈多！

我们把无线电波周期 T 的倒数称为频率 f ，电波在一个周期 T 内传播的距离称为波长 λ 。若用 C 表示波速，则它们之间的关系为

$$\lambda = C \cdot T = \frac{C}{f}$$

按波长或频率可以把无线电波分成不同的频段。各个波段的划分是相对的，并没有明确的界线。不同波段的无线电波有不同的最适合的传播方式和媒介。表 1—1 给出了常见的波段划分，表 1—2 给出了各波段的常用传输媒介与用途。

无线电波的波长不同，传输的方式也不同。总的来说，有地表波、直射波、地面反射波和天波等几种。地表波是沿着地球表面传播的，这种方式适用于长波和中波。因为长波和中波的波长比较长，绕射能力强，并且被地面吸收的能量小，因此沿地表传播的远。地表波较稳定，不受阳光、天气等的

影响。直射波是由发射天线发射后直接到达接收天线的电波。超短波和微波只能由直射波传播。由于地球是一个球体，所以在地面接收的情况下，直射波的传播距离不过 50~60KM。因此，微波通信每隔 50~60KM 就要设置一个中继站。地面反射波是经地面或其他物体反射后被接收天线接收到的电波。天波是利用高空的电离层对无线电波的反射来传播的，它适用于传播短波。由于电离层的浓度变化明显，所以天波信号的强弱经常变化。另外，天波受阳光照射及太阳黑子的影响很大。

表 1-1 地线电波的波段划分

频率范围	频段名	波长范围	波段名
3~30KHz	甚低频 VLF	$10^5 \sim 10^4 \text{m}$	超长波
30~300KHz	低 频 LF	$10^4 \sim 10^3 \text{m}$	长 波
300~3000KHz	中 频 MF	$10^3 \sim 10^2 \text{m}$	中 波
3~30MHz	高 频 HF	$10^2 \sim 10 \text{m}$	短 波
30~300MHz	甚高频 VHF	$10 \sim 1 \text{m}$	米波
300~3000MHz	特高频 UHF	$10^2 \sim 10 \text{cm}$	分米波
3~30GHz	超高频 SHF	$10 \sim 1 \text{cm}$	厘米波
30~300GHz	极高频 EHF	$10 \sim 1 \text{mm}$	毫米波

表 1—2 无线电波的传输媒介与用途

波段名	传输媒介	用途
超长波	有线线对 长波无线电	音频、电话、数据终端、长距离导航
长 波	有线线对 长波无线电	导航、信标、电力线通信
中 波	同轴电缆 中波无线电	调幅广播、移动陆地通信、业余无线电
短 波	同轴电缆 短波无线电	移动电话、短波广播业余无线电
米 波	同轴电缆 米波无线电	电视、调频广播、空中管制、车辆通信、导航
分米波	波导 分米波无线电	电视、移动通信、空间遥测、雷达导航
厘米波	波导 厘米波无线电	微波接力、卫星和空间通信、雷达
毫米波	波导 毫米波无线电	雷达、微波接力、射电天文学

介绍完无线电波，我们要随着电波去看一看，发信方是怎样把信息通过电波传送到收信方的呢？

第三节 通信系统简介

要传递信息就要有一系列的相应的技术设备。我们把所有这些技术设备的总和称为通信系统。通信系统的组成如图 1—1 所示。



图1-1 通信系统的组成模型

被发送信息的产生者称为信息源。为了把信息传到受信方，必须有传输媒介，它既可以是有线的也可以是无线的。在传输的过程中，各种干扰如衰落、热噪声等是不可避免的。信息要通过传输媒介来传输，但是信息源所产生的信号并不一定适合于传输媒介来传输。为了把信息源产生的消息信号转换成便于传送的信号形式，我们需要在信息源与传输媒介之间加上发送设备。这样，在受信方，为了能正确地恢复原始信号，需要消除干扰并完成对发送设备的反变换，这就是接收设备的功能。

有了图1-1所示的系统，我们就可以把信息从信息源发送到受信方，这样的信息传递是单向的，称为单工系统。若要求说话双方都能随时向对方传送信息，则系统必须是双工的，通信双方都要有各自的发送设备和接收设备。

发送设备常常需要对信号源产生的信号进行调制。调制又可以分成调幅（AM）与调频（FM）两种。我们把被调制的高频信号称为载波，用来调制载波的低频信号称为调制波，载波被调制后称为已调波。所谓调幅，就是用调制波去调制载波的振幅，如图1-2所示。

已调波中虚线所示的振幅轮廓称为包络，在振幅调制中已调波的包络与调制波相同。