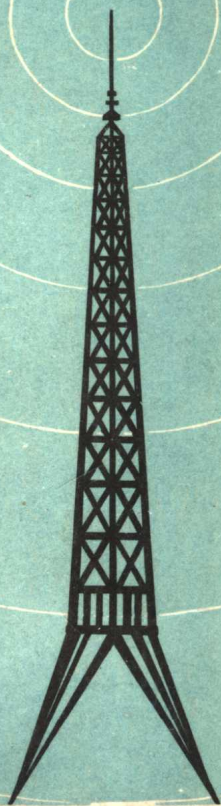




自然科学知识丛书



45
2

无线电通信知识

自然科学知识丛书

无线电通信知识

杨 洽 编

陕西人民出版社

自然科学知识丛书

无线电通信知识

杨 治 编

陕西人民出版社出版

陕西省新华书店发行 国营五二三厂印刷

开本 787×1092 1/32 印张 6.25 插页 1 字数 99,000

1979年5月第1版 1979年5月第1次印刷

印数：1—35,000

统一书号：13094·20 定价：0.38元

前 言

无线电通信是一门新的科学技术。在华国锋同志为首的党中央提出的抓纲治国，本世纪内实现四个现代化的精神鼓舞下，我们编写了这本无线电通信的通俗读物，供具中学文化程度的工农兵、青年阅读。

本书内容主要分四部分：第一部分（一、二节）介绍了无线电通信与电波的基本知识；第二部分（三、四节）介绍了无线电基本元件、基本电路及晶体管的功用与工作原理；第三部分（五、六节）介绍了无线电发射机、接收机的组成与工作原理；第四部分（七、八、九节）介绍了无线电侦察、干扰及无线电通信的几种新方式与发展趋向。

本书在编写过程中，曾得到各级领导与有关同志的大力支持。郭梯云同志为本书作了多次校订，陶栻、金有巽、徐连科、黄桂生等同志也对本书的编写提出了许多宝贵意见。由于作者水平有限，不妥之处在所难免，欢迎广大读者批评指正。

目 录

一、什么是无线电通信	1
从收听广播谈起	1
千里之行始于足下	4
英雄大有用武之地	10
二、无线电波是怎样传播的	13
从水上的波纹谈起	13
谁跑得最快	16
电波和光	19
奇妙的镜子	23
波长不同各有其用	31
三、谈谈无线电路元件	35
从导线电阻谈起	35
从集电瓶到电容器	44
电磁感应与电感线圈	58
互感与变压器	67
谐振电路	69
四、谈谈晶体管的结构与工作原理	77
从半导体谈起	77
P—N 结与晶体二极管	82
晶体三极管的结构与导电原理	89
晶体三极管为什么能放大信号	94
晶体管的标注与识别	97

五	无线电发射机是怎样工作的	103
	从无线电发射机的组成谈起	103
	声音怎样变成电信号	105
	振荡器是怎样工作的	108
	什么是无线电信号的调制	116
	谈谈天线	122
六	无线电接收机是怎样工作的	127
	从接收机的质量指标谈起	127
	直接检波式接收机	130
	高频放大式接收机	136
	来复再生式接收机	136
	超外差式接收机	141
	超外差式收音机线路形式	146
七	无线电通信中的侦察与干扰	152
	从无线电通信中的干扰谈起	153
	无线电通信中的侦察与反侦察	159
	无线电通信与电子对抗	161
八	无线电通信方式的新进展	163
	从话音通信到图像通信	163
	从单路通信到多路通信	167
	从短波通信到卫星通信	174
	从超高频视距通信到超高频散射通信	181
	流星余迹通信	185
九	无线电通信的发展趋向	189

一 什么是无线电通信

在我国古代就有着“千里眼”与“顺风耳”的传说。然而，只有在无线电发明之后，这种传说才变成了现实。什么是无线电通信呢？还是让我们从收听广播谈起。

从收听广播谈起

在我们伟大社会主义祖国辽阔的土地上，分布着许多广播电台。每当我们打开无线电收音机的时候，就会听到中央和各地人民广播电台的广播，就会听到党中央和华主席的声音。正如广大工农兵所说：“隔山隔水不隔音，村村寨寨向北京，党中央的话儿天天听，革命征途方向明。”

1970年4月24日，我国成功地发射了第一颗人造地球卫星。当卫星在天空运行的时候，我们从收音机里曾多次听到宏亮的“东方红”乐曲。真是：“红色卫星游太空，环球响彻东方红，敌人听见吓破胆，人民听见真高兴。”

广播电台播送的节目，卫星上发出的信号，都是通过无线电波到达接收机的，所以都是无线电通信。但是无线电通信已远远超过广播的范围，除广播外还有其他多种形式。

什么是无线电通信呢？利用无线电波传递消息的通信方式称为无线电通信。大家知道，通信是为了交换思想和传递消息。比如，你有个朋友在延安，来信问你最近几天西安的天气，你告诉他“最近几天都是晴天”。那么“最近几天都是晴天”这就是通信的内容。这件事，你可以打电话，也可以打电报，还可写封信告诉对方。这些话音、数码、文字称为消息。如果把这些消息变成电信号沿着有线线路（金属导线）传至对方则称为有线电通信；如果把这些消息先变成电信号再利用无线电波传至对方则称为无线电通信。

无线电通信设备有很多类型，但是我们可以把它概括成如图1(a)所示的方框图。有时又称为无线电通信系统方框图。

图中消息源是指产生消息的人或物体。比如人对着话筒讲话，这时人的话音和话筒就构成了消息源。打电报时，无线电发报机也可构成消息源。消息源产生的电信号通常频率是很低的，还需要通过发射机把它加工成高频信号，再通过发射天线变换成无线电

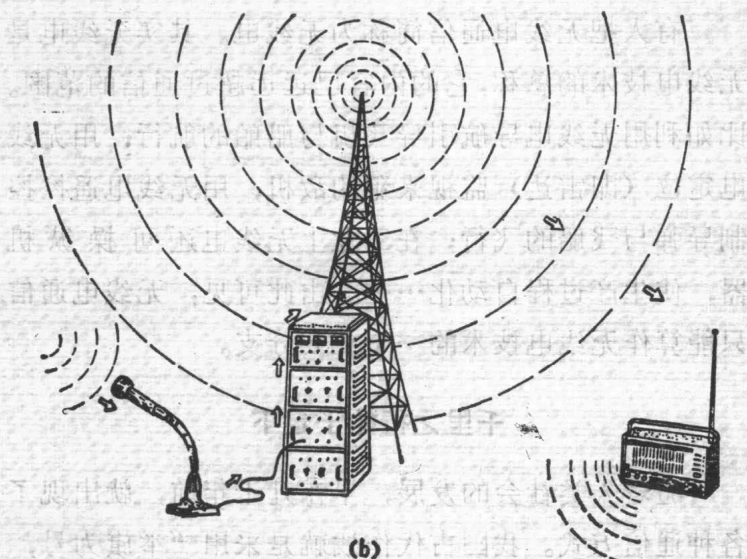
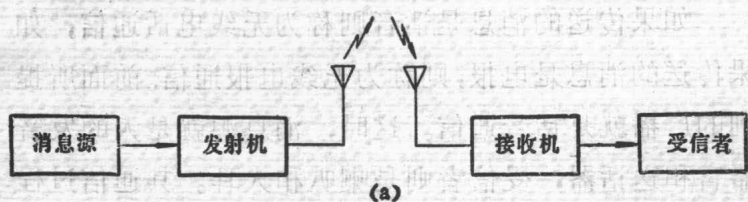


图 1 无线电通信系统的组成

(a) 无线电通信系统方框图 (b) 语音通信示意图

波。无线电波不断地在空间扩散传播，有一部分到达了接收端，被接收天线所“捕获”，转换成高频电流进入到接收机内，接收机把它加工还原成低频电信号，再把它送给受信者。

如果传送的消息是话音则称为无线电话通信；如果传送的消息是电报，则称为无线电报通信。前面所提到的广播就是话音通信。这时，消息源就是人的发音器官和送话器，受信者则是喇叭和人耳。其通信过程示意图如图 1(b) 所示。

有人把无线电通信简称为无线电。其实无线电是无线电技术的总称，它的内容已远远超过通信的范围。比如利用无线电导航引导飞机与船舶的航行；用无线电定位（即雷达）监视来犯的敌机；用无线电遥控控制导弹与飞船的飞行；在工业上无线电还可操纵机器，使生产过程自动化……。由此可见，无线电通信只能算作无线电技术的一个重要分支。

千里之行始于足下

随着人类社会的发展，早在几千年前，就出现了各种通信方式。我国古代作战就是采用“举旗为号，击鼓进兵”来传达作战命令的。这种通信方式是以举旗和击鼓为信号进行通信的，所以称为信号通信。

举旗与击鼓通信距离是有限的，为了扩大通信距离，早在春秋、战国时期就发明了一种“烽火接力”通信。就是每隔几十里地，在高处设立一烽火台。边境有情况时，马上燃火为号，由第一台传给第二台；

第二台传给第三台……，这样“接力”传递下去，很快就可以传几百里。“烽火接力”通信，一方面传递消息比较简单，另一方面可靠性较差。在《三国演义》中有一段故事：刘备派关羽镇守荆州时，关羽率兵北上，进兵襄樊，与曹操作战，东吴孙权乘他后方空虚，派陆逊在雪天“白衣渡江”，首先占据烽火台，使它不能发出信号。后来东吴已经占据了荆州，关羽才由荆州逃出的士兵中得知情况，但已失去战机，使这次战争失败。关羽本人也在麦城突围过程中被俘。这个故事一方面说明通信的重要，另一方面也说明“烽火接力”通信的不可靠。这就促使人们不断研究新的通信方式。

随着社会生产力的发展，科学技术有了很大进步，在十九世纪四十年代发明了电报机，出现了电报通信。十九世纪七十年代又发明了电话机，出现了电话通信。这种电报和电话通信都是沿着金属导线传输的，因此称为有线电通信。

有线电通信的出现与发展在一定程度上解决了远距离通信的问题。但是，有线电通信受线路架设的限制，还不适于航海航空等特殊场合下的通信。为了解决这个问题，人们对新的通信方式进行了不断的研究，终于在1895年发明了无线电通信。

最初出现的无线电通信是利用波长为几百米到几千米的电磁波，它属于中波与长波范围，简称为中、长波通信。中、长波通信虽然解决了远距离传播的问题，但是它有两个突出的矛盾：一是频带宽度有限，容纳的电台数目很少；二是电台的体积大、太笨重。这些矛盾的存在，促使人们不断地研究新的无线电波传播方式。

从二十世纪二十年代，人们开始了对短波通信的研究。所谓短波是指波长由 10 米到 100 米的无线电波。在短波通信的试验中，首先碰到的困难是如何产生短波电信号，这个技术上的困难，在 1913 年电子管出现以后得到了初步解决。1924~1930 年，人们又在三极管的基础上增加了新的电极，制成了四极管与五极管，并利用它制成了短波振荡器与短波信号放大器，解决了产生短波信号的问题。现在虽然在许多场合中，电子管已为晶体管所代替，但是在无线电通信的发展过程中，电子管起过很大的作用，而且直到目前仍在应用。图 2 是几种电子管的外形图。

当时短波通信碰到的另一问题是，对短波传播的规律掌握的还不完全。1925 年到 1927 年开始试验短波通信时，只利用了地波传播，通信距离不远。以后的研究，又发现在地球周围高于地面几十公里到几百公

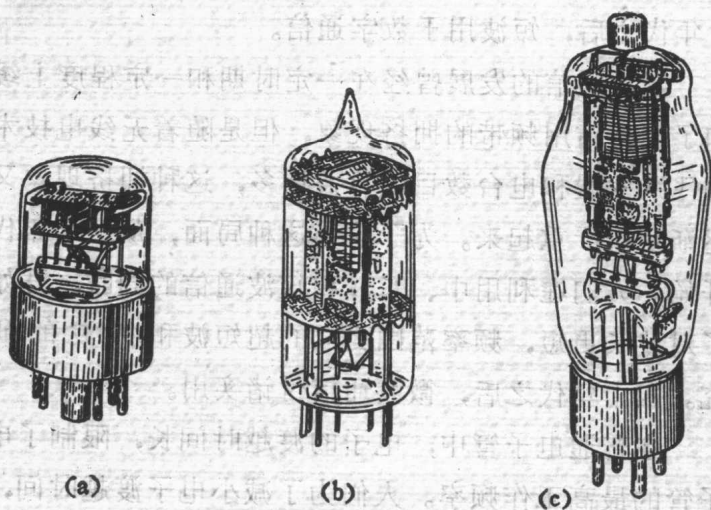


图2 几种电子管外形图

(a)二极管 (b)电压放大三极管 (c)功率放大三极管

里的范围内，存在着由太阳紫外线照射稀薄空气所形成的电离层，它对短波信号具有反射作用。利用它，用小功率电台（几十瓦至几百瓦）可实现远至一千多公里的通信。

由于短波通信的设备比中波的轻便，通信距离远，可用频带宽，容纳的电台数目多，所以，短波通信发展很快。在三十年代之后，短波通信已普遍应用到远距离通信和军事通信中。飞机、军舰和坦克上也普遍装置了短波无线电台。四十年代之后，短波用来传送文字和图像，实现了无线电传真与图像传输。五

十年代之后，短波用于数字通信。

短波通信的发展曾经在一定时期和一定程度上缓和了电台占用频带的拥挤现象，但是随着无线电技术的飞跃发展和电台数目的日益增多，这种拥挤现象又逐渐变得严重起来。为了改变这种局面，从三十年代开始，人们在利用中、长波和短波通信的同时，开始了对波长更短，频率范围更广的超短波和微波的研究。四十年代之后，微波通信付诸实用。

在普通电子管中，电子的渡越时间长，限制了电子管的最高工作频率。人们为了减小电子渡越时间，作了大量的研究工作，生产了许多特殊结构的超短波电子管，并利用电子运动的规律制成了行波管、速调管和磁控管等各种形式的微波电子器件；同时还制成了传送微波信号的波导元件和发射及接收微波信号的各种天线。

图3示出了几种常见的微波电子器件外形图。

在微波通信的发展中，人们开始注意直射波的传播。直射波又称为视线传播，它的传播距离在视线范围之内。由于地球表面的弯曲，即使架设几十米高的天线，传播距离也只有几十公里。为了增加通信距离，人们从五十年代初，就开始发展微波接力通信。它是每隔一定的距离设立一个接力站，通过多个接力

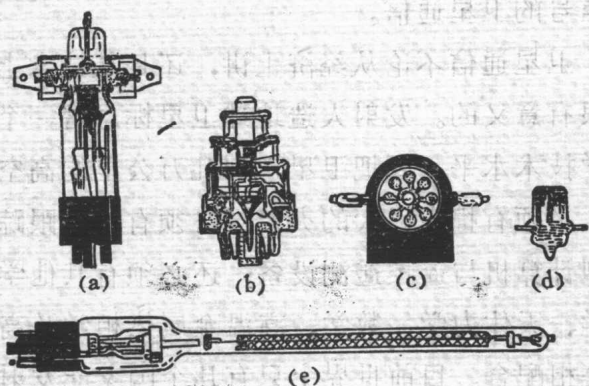


图3 几种微波电子器件外形图

(a)速调管 (b)灯塔管 (c)磁控管 (d)橡胶管 (e)行波管

站把信号传输到远方。微波接力通信不但通信距离远，而且通信容量大。一条接力线路可同时传送12路、24路、960路到3600路以上的电话信号。

多路接力通信虽然能增加通信容量，但是架设的成本比较昂贵，而且受地形条件的限制较大，在有些情况下，接力站很难架设。比如在越洋通信中，即便洋面没有障碍物，要克服地球曲率造成的影响，使无线电波不受遮拦地到达彼岸，在波涛汹涌的洋面上必须建立起高于水面的上千个天线铁塔，这是很难实现的。很早以来，人们就想把无线电接力站设在地球上空，1956年人造地球卫星发射成功后，这种想法很快得以实现，不久就出现了利用人造地球卫星转接无线

电信号的卫星通信。

卫星通信不论从经济上讲，还是从技术上讲，都是很有意义的。发射人造地球卫星标志着一个国家的科学技术水平。要把卫星送到几万公里的高空轨道上去，必须有推力很大的火箭；必须有精密跟踪雷达、大型计算机与遥控遥测设备；还必须要有其他学科如天文学、天体力学、数学、高温金属热相学及高温电子学等相配合。目前世界上只有几个国家能发射人造地球卫星。我国从1970年4月24日以来，曾多次成功地发射人造地球卫星，标志着我国科学技术达到了一个新的水平。

英雄大有用武之地

无线电通信有许多方式，人们常见的是使用便携式电台的双向通信。便携式电台是一种小型电台，人们能方便的携带它。

在便携式电台的双向通信中，每方都配备有一部电台。每部电台都包含有发射机、接收机及电源。这三部分装在一个机壳内，另外还有一根收发共用的天线和一付送受话器（即一个送话器和一个收话器装在一起）。便携式电台组成如图4所示。

这种便携式电台，机动灵活，在军事上应用很

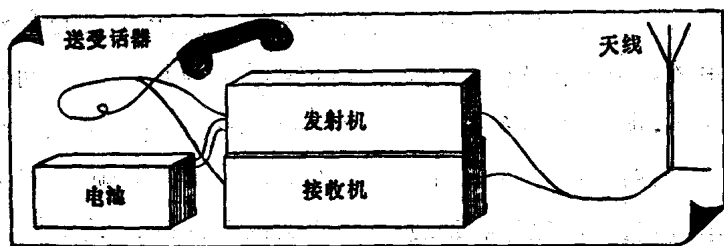


图4 便携式电台组成

多。在电影“渡江侦察记”中，我们可以看到，英雄的侦察兵机智灵活地深入到敌人的阵地侦察敌情，正是利用便携式电台与指挥机关进行联系的。

我们的空军和海军，担负着保卫祖国领空和领海的光荣任务。为了取得战斗的胜利，必须保持飞机、舰艇与指挥部及飞机、舰艇之间的相互联系。这就需要无线电台为工具来进行通信。

便携式电台除了用在军事上外，在其他方面也有广泛的应用。铁路上，为了保证火车安全行驶，必须保持列车与车站之间的及时联系。从前主要靠旗语和灯光通信，可是现在列车的速度越来越高，列车数目也越来越多，旗语与灯光通信已与新的形势不相适应。随着无线电通信的发展，列车上也越来越多地采用无线电通信。

在城市消防队中，消防车担负着扑灭火灾的紧急