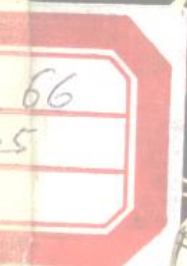


无线电电子学的新发展

陈芳允 著

无线电电子学的新发展



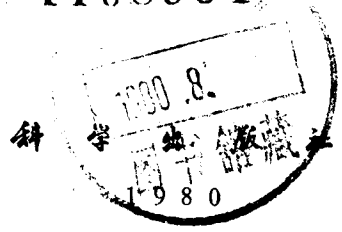
科学出版社

73.66
65

无线电电子学的新发展

陈芳允 著

1108564



Dt76/102

内 容 简 介

本书介绍无线电电子学的基本问题和最新发展；着重说明它在工农业和国防建设中的广泛用途，它和其他学科相结合而产生新的边缘学科的情况。书中力图阐明无线电电子技术对加速实现我国社会主义现代化的重要作用。本书可作为青年和干部的通俗读物。

无线电电子学的新发展

陈芳允 著

*

科学出版社出版

北京朝阳门内大街137号

中国科学院印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

1980年9月第一版 开本：787×1092 1/32

1980年9月第一次印刷 印张：4

印数：0001—28,720 字数：77,000

统一书号：15031·295

本社书号：1822·15—7

定价：0.35元

目 录

一	发展迅速应用广泛的无线电电子学.....	1
	无线电电子学名词的由来.....	1
	发展迅速的无线电电子学.....	3
二	无线电波、电子器件和电子线路.....	6
	无线电波.....	6
	电子器件.....	10
	电子线路.....	14
三	通信、广播、电视和传真.....	17
	无线电波怎样传递信息.....	17
	无线电通信的新发展.....	20
	电视和传真.....	29
四	无线电测位.....	35
	无线电波怎样探测物体.....	36
	雷达技术的新发展.....	40
五	电子计算机.....	44
	电子计算机是怎样进行运算的.....	44
	电子计算机的发展.....	50
六	原子核物理研究和原子能和平利用的有力助手.....	54
	原子核射线的探测.....	54
	粒子加速器.....	57

七	射电天文学	61
	无线电电子学和其他学科相结合而形成的“边缘学科”	61
	射电天文学	63
八	无线电电子学为工农业建设服务	72
	无线电电子学和工业建设	72
	无线电电子学和农业建设	76
九	无线电电子学的主要发展方向和基本问题	79
	几个发展中的主要方向	79
	几个基本问题	85
十	电波传播和天线	88
	电波传播	88
	天线	94
十一	信息论和信息处理技术	99
十二	电子器件和元件	105
	电子器件	106
	电子元件	113
十三	电子线路	117
十四	展望和结语	121

一 发展迅速应用广泛的 无线电电子学

无线电电子学是二十世纪发展最迅速、应用最广泛的科学技术部门之一。今天,在国民经济各部门和国防事业中,运用着各种各样灵活高效的无线电电子设备,人们的生活和无线电电子学发生了愈来愈密切的关系。而且,这门新学科仍然方兴未艾,无论在学术上和应用上都将有更广阔的前景。毛主席曾在一九五六年指出,电子水准是现代化的一个重要标志。我国要在本世纪内实现农业、工业、国防和科学技术现代化,就必须高度发展和广泛应用无线电电子科学技术,把四个现代化提高到电子水准上来。

了解无线电电子学的内容和发展情况,了解它对四个现代化的作用,是一件很有意义的事。

无线电电子学名词的由来

无线电学是从物理学中分离出来的。1873年,英国科学家麦克斯韦总结了前人对电和磁的实验成果和实践经验,提出了电磁波动的理论。他用数学证明:在导体中来回振荡的交流电流可以朝空间辐射出电磁波,而这些波会以光的速度

(每秒钟三十万公里)向外传播开去。十五年以后,德国物理学家亨利希·赫兹在实验室内产生了电磁波,并且在三米以外探测到它的存在,证实了麦克斯韦的理论。又在七、八年以后,电磁波才被应用于通信——在有一定的距离的两地之间,不用导线联接,而通过电磁波的传播,通了电报。于是无线电诞生了。

从这以后,无线电逐步地发展成为一个庞大的学科,它的应用范围也迅速地扩展而超出通信以外。电磁波的范围是很广的,有各色的光波和由各种电振荡产生的波,我们称那些在无线电技术中被采用的电磁波为无线电波。研究各种波长的无线电波的特性和应用,研究制作各种各样无线电设备的理论和技术,都属于无线电学的范畴。

在无线电发明以后不到十年,利用电子在真空中的运动来工作的真空管(也叫电子管)便被引用到无线电设备中来。应用电子管不仅大大改善了无线电设备的性能和效率,而且使无线电技术更便利地运用于其他科学技术领域,从而又促进了无线电的更大发展。另一方面,无线电的发展也对电子管的设计和制作提出了新的要求。无线电设备中应用着具有各种各样原理和功能的电子管,它们更恰当地被总称为电子器件。利用半导体原理制成的晶体管,也是电子器件的一种,它的应用更为广泛,在很大范围内取代了真空管。研究电子器件的制作原理和技术的科学称为电子学。今天还把研究电子器件连同它们的应用技术总起来称为电子学。现代工业和农业、现代科学技术、现代医学中,无不普遍地应用了电子学

技术。因此，电子学也已经发展成为一个规模庞大的学科。

无线电和电子学这两门学科是密切相连的，在发展上则是互相促进的，所以，人们常常把它们合称之为无线电电子学。

发展迅速的无线电电子学

无论从哪一个角度来看，都可以认为无线电电子学是二十世纪发展最快的学科之一。

无线电最早的应用是通电报——无线电报；然后是通话——无线电话和语言广播；再进一步是利用无线电波传送图片——无线电传真以及利用无线电波播送人物形象——电视广播。这些技术在今天仍然在不断地改进和发展着。第二次世界大战前夕发展起来的无线电测位技术（雷达），是利用无线电波探测远处物体（例如飞机、舰艇等）的位置，在今天已成为国防上不可缺少的装备。第二次世界大战末期，出现了电子计算机，使人们得以利用电子学的方法进行复杂数学问题的快速计算。今天，各行各业要加速现代化，都要采用电子计算机。较早已有萌芽而在战后发展起来的射电天文望远镜，是利用无线电技术来探测和研究遥远的天体的有力工具。通过射电望远镜，发现了许多光学望远镜所不能观测到的新现象。无线电电子学在原子能利用和研究、工业自动化、生物学和医学、宇宙航行等各个方面，都起了重要的作用。许多无线电电子学的重要创造和发明，都可以说是本世纪中较为重

大的科学成就。

近年来无线电电子学在宇宙航行中的应用，更是激动人心。无线电测位能精确地定出卫星和宇宙飞船的位置和飞行速度；无线电通信能使它们在整个飞行过程中都能和地面顺利地进行联络；无线电遥控可以控制它们改变飞行方向和安全返回地面。这些测量、通信、控制的范围，至少是几千公里；到月球的飞行，就在三十五万公里以上；行星际的飞行，例如到金星的距离，就有几千万、甚至上亿公里了。从最初发现电磁波时的几米距离，发展到上亿公里的通信，不过只有几十年的时间，可见无线电电子学发展之迅速！

无疑地，无线电通信，包括报、话、传真、电视等等，将发展到更大的规模。和有线通信在一起，它们是人类社会互通消息，交流文化的最有效工具，就象人体中四通八达的神经网络一样。近年来，卫星通信得到了很大的发展，通过卫星，即使远隔重洋，也可以接通几千上万路电话。现在世界各国，都很重视发展国际和本国的卫星通信事业。

在人类掌握了原子能这一用之不竭的巨大能源以后，我们常常说，人类已经进入了原子能时代。自从人造卫星上了天，特别是载人宇宙飞船成功地飞行以后，我们也时常说人类已经进入了宇宙航行时代。由于工农业生产过程的自动化势将愈来愈普遍，我们也常谈论到人类已经进入了自动化或全盘自动化的时代。但是，原子能的应用、宇宙航行和自动化的发展，在很大程度上是依靠无线电电子学的技术。事实上无线电电子学和这些学科一样，也代表着我们时代中科学发展的

前峰或尖端。但是，比起其他的尖端学科来，无线电电子学却更具有普遍性的特点，我们敬爱的周总理在讲到电子工业的重要作用时深刻地指出，与其说现在是原子时代，不如说是电子时代。我们要赶上这个时代，要在国民经济各部门和国防建设方面采用先进的电子技术和装备，才能达到现代化的水准。

无线电电子学这门飞跃发展着的包罗万象的科学，它所潜藏的巨大可能性和已经取得的巨大成就，到目前为止，还被利用得很不充分。我们希望有更多的人能够了解它的原理，掌握这一门技术，而且更加扩大它的使用范围，以利于祖国的建设工作和科学技术的发展。

那么，无线电电子学的基本原理是什么？它有哪些特点？它在现代有些什么应用？它的基本科学问题和新的发展又是怎样呢？我们将在本书内简单地介绍。

二 无线电波、电子器件 和电子线路

无线电波是传递电报、语言等信号的媒介，利用无线电波进行工作的电报机、收音机、电视机等无线电设备，是由多种的电子线路所组成的，而电子线路又是由真空管或是半导体管之类的电子器件和各种电子元件组合成的。因此，为了便于了解无线电电子学的基本内容，我们首先简略地介绍一下什么是无线电波、电子器件和电子线路。

无 线 电 波

宇宙飞船和地球之间，或是无线电收音机和广播电台之间，并没有电线相通，是什么东西把声音传送到远处的呢？是无线电波。无线电波是电磁波的一种。无线电波和光波一样，具有宇宙间最快的速度——每秒钟能跑三十万公里。它不仅跑得快，还可以跑得远，能在一瞬间把声音传送到几千、几万公里的远处。

在使用无线电收音机的时候，我们先要转动旋钮，把它的工作波长或频率对到和所要收听的广播电台一样，这叫做对波长。什么叫做波长和频率呢？我们可以拿常见的水波来做

比方。丢一块石子到水里,水面上就会泛起水波,一浪推一浪地往外扩张。在水面上某一个固定地点数一数每单位时间内一共跑过去几个高起来的波峰,这个数目便叫做频率。如果设法量出两个相邻波峰之间的距离,那就是一个波的波长(图1)。水波进行的速度便是每单位时间内水波跑过的距离,它等于频率和波长的乘积,即:

$$\text{波的传播速度} = \text{波长} \times \text{频率}$$

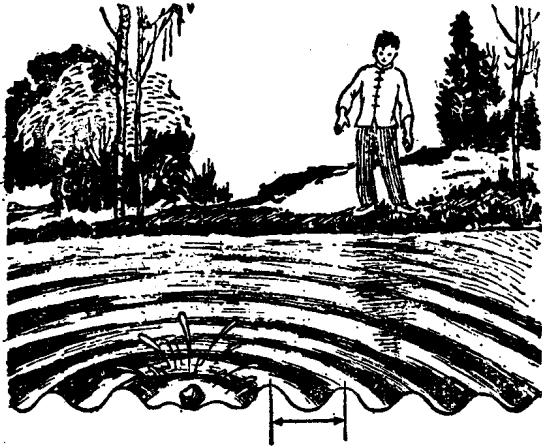


图1 水波

由上式可以看出,波长和频率是互成反比例的。因为一般说来,无线电波在空中传播的速度几乎是一定的(那就是光速),所以我们可以想到:当两个波的速度一样时,频率低的波长就长,而频率高的波长就短。

水波是水分子的振动,水分子上下的振动形成了我们看见的波。无线电波是电磁波,是我们肉眼看不见,但却可以

用灵敏的仪器测出来的无形的波浪。当它在空中行进时,沿着它行进的道路上便出现了电的和磁的场。我们拿最简单的无线电波来看,电场和磁场的方向是互相成直角的,而它们的强弱变化则正和水分子的振动相似,成为波动的形式。如果把电场和磁场的强度变化按距离画出来,所得到的图形便和水波的形状差不多。这种波的形状叫做正弦波(图2)。但是,无线电波的性质和水波却大不相同。无线电波的频率要比水波高很多倍。用在国内广播的无线电波的频率是数百到一千多千赫^①,也就是每秒振动数十万到一百多万次。可是,因为无线电波的速度非常快,频率虽然很大,波长却还是很长,所

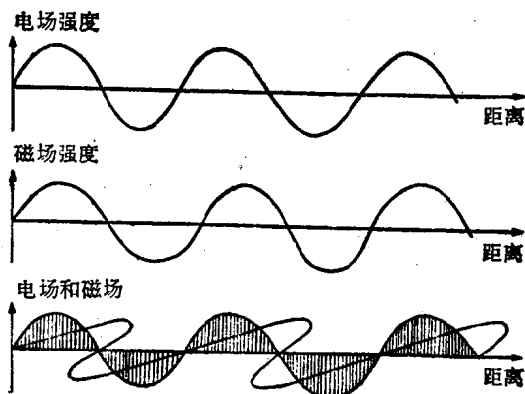


图2 无线电波

① “赫”是“赫兹”的简称,是频率的单位,每秒钟振动一次叫做1赫。因为证明电磁波实际存在的科学家名叫赫兹,所以用他的名字来称呼频率的单位以志纪念。电磁波的频率一般都很高,故又用“千赫”——每秒钟振动1,000次,“兆赫”——每秒钟振动1百万(兆)次,以及“千兆赫”——每秒钟振10亿次等单位。

以叫长波。例如频率为 600 千赫的无线电波,其波长仍达 500 米。远距离通信用的短波,它的波长要短得多,频率要高得多。比短波波长更短的无线电波叫超短波;还有比超短波的波长更短的叫微波。已经实用的最短微波的波长已短至几个毫米,频率高至 100,000 兆赫,(或 10 千兆赫)(相当于波长为 3 毫米)以上。

如果把日常用的交流电流的大小变化按时间画出来,也是正弦波的形状,不过每秒的变化次数(频率)只有 50 次。比起无线电广播中用的最长的长波的频率,还要低很多。这便是我们常常把无线电波叫做高频率电波的缘故。波长很短的超短波和微波的频率就更高,所以,我们也常称超短波和微波为超高频电波。

要把无线电波发射到空中和从空中接收下来,都要用到天线。发射无线电波的设备叫做无线电发射机,接收无线电波的设备叫无线电接收机(无线电收音机是接收机的一种)。在发射机方面,我们把强力的高频率交流电流输送到发射天线里,电流在天线中激荡,在天线的周围产生了高速度变化的电磁场。这正像我们把石子投入水中产生了水波似的,使空中产生了电磁波,向外传播开来。在无线电接收方面,也需要接收天线。当天线周围有无线电波通过时,波动的电磁场便会激励金属天线中的电子,使它跟着发生振动而产生出高频率电流,流进接收机内部。如果这是一个无线电收音机,则收音机中的电子线路放大流入的高频率电流,并将其转换成我们听得见的声波。

发射和接收的过程在下面还要提到。现在要了解的是：如果我们要求有效地发射或接收无线电波，那么，天线的尺寸，一定要大到和波长可以相比拟的程度。这一要求，只有在波长较短的时候才能做得到，这也是我们要利用高频率电波的主要原因之一。设想我们如要把 50 赫的低频率电振动有效地发射到空中去，而相应于频率 50 赫的电磁波波长是 6,000 公里，那就要立起上千公里高的天线。这是办不到的。但如果是利用波长为 20 米(频率为 15 兆赫)的短波无线电，它的天线便很容易建立了。

在无线电电子学中所用到的无线电波的频率范围是非常广的。不同频率的无线电波，都有一些不同的特点，特别是它们在空中传播的规律是有所区别的。因此，它们的应用也各有不同。例如长波主要是沿着地球表面传播的，传播情况比较稳定，适宜于广播之用。短波可以由高空大气中的电离层折射传播，达到较远的距离，适宜于远距离通信和向国外广播。而超短波则一般是直线传播，适宜于雷达探测目标之用，等等。电波传播的研究是无线电学中重要的课题之一。

电 子 器 件

大家都知道，无线电收音机(特别是较老式的收音机)中有真空管。真空管是靠电子工作的，因此也叫电子管或是电子器件。

图 3 所画的是二极管，在抽去空气的灯泡里放着两个电

极,上面的一个电极叫做板极,下面的叫做灯丝或阴极。灯丝的两端接上电池,通上了电流,就会发热烧红,温度变得相当高。这时灯丝里面的电子就运动得很快,有一部分电子便会冲出表层,跑到外面来。如果板极和灯丝之间加上一个正电压(板极的电位比灯丝的电位高,或者说板极是阳极而灯丝是阴极),带着负电荷的电子就会从灯丝飞到板极上去,变成电流,通到管外的电路上去。相反地,

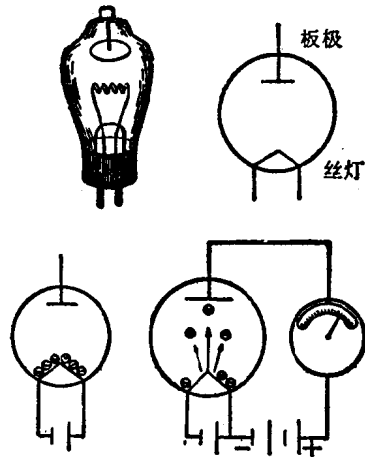


图3 二极管

如果板极和灯丝之间所加的是一个负电压(板极的电位比灯丝的电位低),则板极就不会吸收电子,电路中就没有电流。根据这个原理,二极管可以把交流电变成单向流动的直流电。这种作用叫做“整流”。

但是,在无线电技术发展史上起更大影响的是三极管的发明。图4所画的便是三极管。灯泡里面板极和灯丝之间,靠近灯丝的地方加上一个栅栏形的电极,叫做栅极。栅极一方面可以让从灯丝出来的电子穿过它的孔隙跑到板极上去,另一方面它上面的电位大小又可以影响通过电子的多少,控制板极电流的大小。如果栅极的电位负于阴极的电位,则它将排斥一部分带负电荷的电子不让它们通过;栅极的电位负

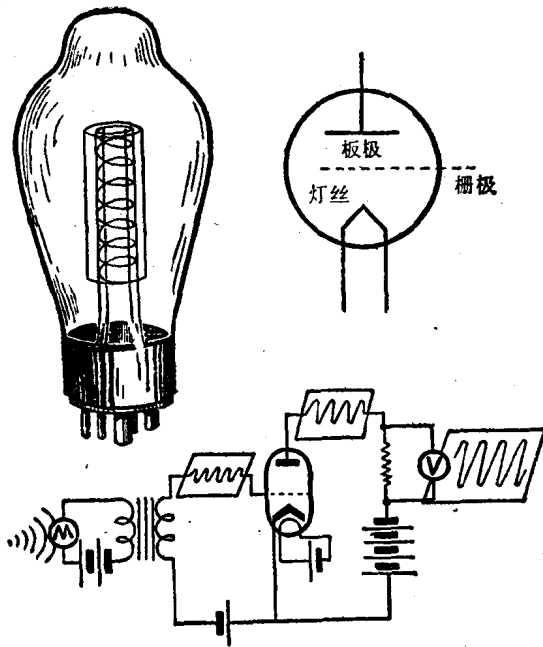


图4 真空三极管和放大

得太多了,电子便全部不能通过。有了栅极,电子管的作用便大了很多。栅极很靠近灯丝,它上面的电位大小对于灯丝旁边的电子的影响,要比离得远得多的板极上的电位大得多。也就是说,栅极电位很小的变化,就可以使板极上所能收到的电子的数目起很大的变化,而同时也就使板极电路中的电流起很大的变化。因此,如果有外来的电变化加到真空管的栅极,即使它的能量很小,也可以控制大的板极电流,使它和自己一样地变化。这样,在板极便可以得到和栅极输入一样的