

知识丛书

无綫电电子学的新发展

(修訂本)

陈芳允著

知识就是力量。一个革命干部需要有古今中外的丰富知识作为从事工作和学习理论的基础。《知识丛书》就是为了满足这个需要而编印的；内容包括哲学、社会科学、自然科学、历史、地理、国际问题、文学、艺术和日常生活等知识。为了使这一套丛书编写得更好，我们期望读者们和作者们予以支持和合作，提供意见和批评。

《知识丛书》編輯委员会

无线电电子学的新发展

(修訂本)

陈芳允著

*

科学普及出版社出版

(北京市西直门外邮家湾)

北京市书刊出版业营业许可证出字第112号

北京市通县印刷厂印刷 新华书店北京发行所发行

开本：787×960 1/32 印张 4 1/2 字数 57,000

1963年11月第1版

1965年11月修訂第2版第2次印刷

印数 17,360—31,540 定价 0.35元

总号 036 统一书号 13051·020

目 次

一	发展迅速、应用广泛的无线电	
	电子学	5
	无线电电子学名词的由来	5
	发展迅速的无线电电子学	7
二	无线电波、电子器件和电子线路	10
	无线电波	10
	电子器件	15
	电子线路	22
三	通信、广播、电视和传真	25
	无线电波怎样传递信息	26
	无线电广播和通信的新发展	29
	电视和传真	36
四	雷达	44
	无线电波怎样探测物体	45
	雷达技术的新发展	50
五	电子计算机	55
	电子计算机是怎样进行运算的	55
	电子计算机的发展	61
六	原子能和平利用的助手	65
	原子核射线的探测	65
	粒子加速器	69
七	射电天文学	73

08305

无线电电子学和其他学科結合而成的	
“边缘学科”	73
射电天文学	76
八 无线电电子学为工农业建	
設服务	84
无线电电子学和工业建設	84
无线电电子学和农业建設	88
九 无线电电子学的主要发展方向和	
基本問題	91
几个发展中的主要方向	91
几个基本問題	97
一〇 电波传播和天綫	100
电波传播	100
天綫	105
一一 信息論和信息处理技术	111
一二 电子器件和元件	120
电子器件	120
电子元件	129
一三 电子綫路	133
一四 展望和結語	138

73.45
284

无綫电电子学的新发展

(修訂本)

陈芳允 著

《知识丛书》編輯委员会編

一九六五年·北京

知识就是力量。一个革命干部需要有古今中外的丰富知识作为从事工作和学习理论的基础。《知识丛书》就是为了满足这个需要而编印的；内容包括哲学、社会科学、自然科学、历史、地理、国际问题、文学、艺术和日常生活等知识。为了使这一套丛书编写得更好，我们期望读者们和作者们予以支持和合作，提供意见和批评。

《知识丛书》編輯委员会

无线电电子学的新发展

(修訂本)

陈芳允著

*

科学普及出版社出版

(北京市西直门外邮家湾)

北京市书刊出版业营业许可证出字第112号

北京市通县印刷厂印刷 新华书店北京发行所发行

开本：787×960 1/32 印张 4 1/2 字数 57,000

1963年11月第1版

1965年11月修訂第2版第2次印刷

印数 17,360—31,540 定价 0.35元

总号 036 统一书号 13051·020

目 次

一	发展迅速、应用广泛的无线电	
	电子学	5
	无线电电子学名词的由来	5
	发展迅速的无线电电子学	7
二	无线电波、电子器件和电子线路	10
	无线电波	10
	电子器件	15
	电子线路	22
三	通信、广播、电视和传真	25
	无线电波怎样传递信息	26
	无线电广播和通信的新发展	29
	电视和传真	36
四	雷达	44
	无线电波怎样探测物体	45
	雷达技术的新发展	50
五	电子计算机	55
	电子计算机是怎样进行运算的	55
	电子计算机的发展	61
六	原子能和平利用的助手	65
	原子核射线的探测	65
	粒子加速器	69
七	射电天文学	73

08305

无线电电子学和其他学科結合而成的	
“边缘学科”	73
射电天文学	76
八 无线电电子学为工农业建	
設服务	84
无线电电子学和工业建設	84
无线电电子学和农业建設	88
九 无线电电子学的主要发展方向和	
基本問題	91
几个发展中的主要方向	91
几个基本問題	97
一〇 电波传播和天綫	100
电波传播	100
天綫	105
一一 信息論和信息处理技术	111
一二 电子器件和元件	120
电子器件	120
电子元件	129
一三 电子綫路	133
一四 展望和結語	138

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。在今天，国民经济各部门和国防事业中，运用着各种各样灵活而高效的无线电电子学设备，我们的生活和无线电电子学发生了越来越密切的关系。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。因此，了解它的内容和发展情况，应该说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，英国科学家麦克斯威尔总结了前人对电和磁的实验成果，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30万公里）向外传播开去。当时许多人怀疑这个理论，直到十五年以后，德国物理学家赫芝在实验室内用人工产生了电磁波，并

且在3米以外探測到它的存在，才証實了麦克斯威爾的理論。

俄國物理學家波波夫看到了利用電磁波來通信的可能性，進行了不用導線而用在空中傳播的電磁波，來實現遠距離通信的試驗。經過長期的研究，1895年5月7日，他終於試制成功了世界上第一架無線電接收機——“雷暴指示器”。第二年的3月4日，他在距離250米的兩個大樓之間表演了無線電通報。於是無線電誕生了。

從這以後，無線電逐步地發展成為一個龐大的學科，它的应用範圍也迅速地擴展而遠超出通信以外。電磁波的範圍是很廣泛的，我們稱那些在無線電技術中被採用的電磁波為無線電波。研究各種波長的無線電波的特性和應用，研究制作各種各樣無線電設備的理論和技術，都屬於無線電學的範疇。

在無線電發明以後不到十年，利用電子在真空中的運動來工作的真空管（也叫電子管），便引用到無線電設備中來。應用電子管不僅大大改善了無線電設備的性能和效率，而且使無線電技術更便利地運用于其他科學技術領域，從而大大地促進了無線電技術的迅速發展。另一方面，無線電的發展也對電子管的設計和制

作提出了新的要求。今天，无綫电設備中除了应用电子管之外，还利用着其他具有各种各样原理和功能的电子管。它們更恰当地被总称为电子器件（例如，利用半导体原理制成的晶体管，也是电子器件的一种）。研究电子器件的制作原理和技术的科学称为电子学。有时，还把研究电子器件連同它們的应用技术总起来称为电子学。电子学的基础也是物理学，但目前它也已经发展成为一个規模較大的学科。

无綫电和电子学这两門学科，虽然各有其具体的研究对象，但是，它們所要达到的目标——使无綫电能更好地为我們服务則是一致的；而且它們的关系又极其密切，所以，常常把它們合称为无綫电电子学。

发展迅速的无綫电电子学

無論从哪一个角度来看，都可以认为无綫电电子学是二十世紀中发展最快的学科之一。

无綫电最早的应用是通电报——无綫电报，然后是通話——无綫电话和語言广播，再进一步是利用无綫电波传送图片——无綫电传真，以及利用无綫电波播送活动形象——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利用无

无线电探测远处物体（例如飞机、舰艇等）的无线电测位术（或称雷达），今天已成为现代化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，使得可以利用电子学的方法进行复杂问题的快速计算。较早已有萌芽而在第二次大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天体的有力工具。无线电电子学在原子能利用、工业生产自动化、生物学和医学……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。近年以来，这一学科中的新创造和新发明还正以更快的速度增长着。

今天，无线电电子学已经应用到宇宙航行方面。无线电使宇宙飞船在飞行过程中能和地面顺利地互相联络，传送各种信号。在飞行中和地面互相通话的距离，远达上万公里。从波波夫的距离只有 250 米的第一次通信到宇宙通信，可以看出无线电电子学发展之迅速！

实际上，单方面的通信还可以达到更远得多的距离，月球背面照片的无线电传真，和向金星发射的火箭上无线电遥测信号的传递距离，已经达到几十万甚至上千万公里。这些成就也显示出了无线电电子学发展的远大前程。

无疑地，无线电通信，包括报、話、传真、电视等等，将发展到更大的规模。和有线通信在一起，它们将更有效地为我们的互通消息、交流文化来服务，就象人体中四通八达的神经网络一样。

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鋒或尖端。所以，有人还把我们的时代称作“电子时代”。

无线电电子学这门飞跃发展着的内容丰富的科学，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不够充分。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，以利于祖国的社会主义建设和科学技术的发展。

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？它的基本的科学问题和新的发展又是怎样的呢？我们将在本书内简单地予以介绍。

二 无綫电波、电子器件 和电子綫路

无綫电波是传递电报、語言等信号的媒介。利用无綫电波进行工作的电报机、收音机、电视机等无綫电設備，是由多种多样的电子綫路所組成的，而电子綫路又是由真空管和晶体管之类的电子器件和元件組合成的。因此，为了便于了解无綫电电子学的基本內容，我們首先簡略地介紹一下什么是无綫电波、电子器件和电子綫路。

无 綫 电 波

宇宙飞船和地球之間，或是无綫电收音机和广播电台之間，並沒有电綫相通，是什么东西把声音传送到远处的呢？是无綫电波。无綫电波是电磁波的一种，有时也簡称为电波；我們所熟悉的光波也是电磁波的一种。无綫电波和光波一样，具有宇宙間最快的速度——每秒钟能跑 30 万公里。它不仅跑得快，还可以跑得远，能在一瞬間把声音传送到几千、几万公里

的远处。

在使用无线电收音机的时候，我们先要转动旋鈕，把它的工作波长或频率对到和所要收听的广播电台一样，这叫对波长。什么叫波长和频率呢？我们可以拿常见的水波来作比方。丢一块石子到水里，水面上就会泛起水波，水波一浪推一浪地往外扩张。在水面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，这个数目便叫作频率。如果在某一刹那量一量两个波峰之间的距离，那就是波长。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：

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

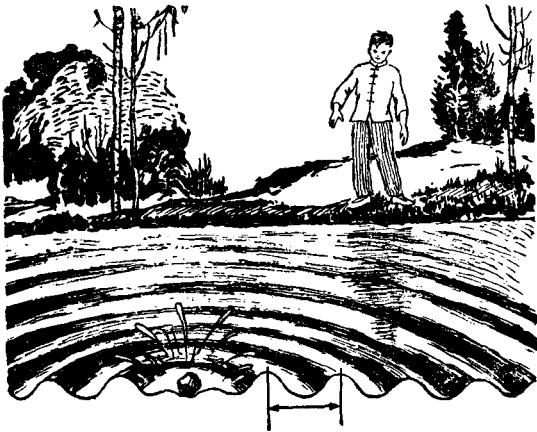


图 1 水波

由上式看出，波长和频率是互成反比例的。

水波是水分子的振动，水分子上下的振动形成了我們所看見的波。无线电波也具有类似的波动形式，但是它的性质却和水波大不相同。无线电波是电磁波，是我們肉眼看不见、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。我們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。这种波形就叫正弦波。

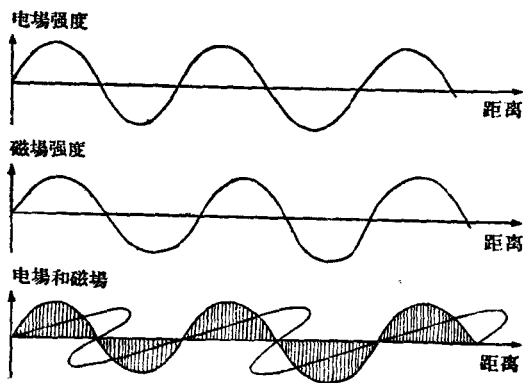


图 2 无线电波

无綫电波的頻率要比水波高很多倍。一般說来，无綫电波在空中传播的速度几乎是一定的（那就是光速），所以我們可以想到：对两个不同波长的无綫电波來說，頻率低的波长就长，而頻率高的波长就短。用在國內广播的无綫电波的頻率是数百到一千多千赫^①，也就是每秒振动数十万次到一百多万次。可是，因为无綫电波的速度非常快，頻率虽然很大了，波长却还是很长，所以叫长波。例如頻率为600千赫的无綫电波，其波长仍达500米。远距离通信用的短波，它的波长要短得多。比短波波长更短的无綫电波叫超短波，在超短波中，微波的波长又是最短的。已經实用的最短微波的波长已短至几个毫米，頻率高至100,000兆赫（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時間画出来，也是正弦波的形状，不过每秒的变化次数（頻率）只有50次。比起无綫电广播中用的最长的长波的頻率，还要低得很多。这便是我們常常把无綫电波叫作高頻率电波的緣故。

^① “赫”是“赫芝”的簡称，是頻率的单位，每秒钟振动一次叫做1赫。因为証明电磁波实际存在的科学家名叫赫芝，所以用他的名字来称呼頻率的单位以志紀念。电磁波的頻率一般都很高，故又用“千赫”——每秒钟振动1,000次，和“兆赫”——每秒钟振动1百万（兆）次作为单位。