

无线电基础知识

(修訂本)

李景白等 編著



黑龙江人民出版社

无綫电基础知识

(修訂本)

李景白 田俊恆 李承霖 編著
魏 力 朱永林

黑 龙 江 人 民 出 版 社

1964年·哈尔滨

无线电基础知识

(修訂本)

李景白 田俊恒 李承霖 魏 力 朱永林 編著

黑龙江人民出版社出版 (哈尔滨通远街14—5号) 黑龙江省书刊出版业营业登记证黑出字第001号

黑龙江新华印刷厂印刷 黑龙江省新华书店发行

开本 787×1092 毫米 $\frac{1}{32}$ • 印张 $4\frac{3}{16}$ • 字数 87,000 • 印数 17,001—62,000

1962年8月第1版 1964年9月第2版 1964年9月第3次印刷

总号: 1394

统一书号: 15093·72 定价: (7)三角八分

再 版 的 話

《无綫电基础知識》自出版以来，受到广大讀者热烈欢迎。根据广大讀者的需要，本書这次修訂重版，在保持原書优点的基础上，很多地方又作了重要补充，内容较过去是更加丰富。

本書是由李景白同志修訂的，因为時間仓卒，沒有和其他原作者联系，希望能得到其他原作者諒解。

1964年4月

出版者的話

本書是在黑龍江省科學技術協會和哈爾濱市電子學會籌委會舉办的無線電訓練班的講義的基礎上改編而成的，內容比較通俗易懂，可供從事無線電技術工作的同志和廣大無線電愛好者工作和學習的參考。

本書原作者有哈爾濱師範學院李景白、田俊恒和哈爾濱無線電工業學校李承霖、魏力、朱永林等同志，后又經黑龍江電子學研究所潘吉才、尙振奎等同志審查、修改。

本書有些圖解是從有關無線電文獻中選擇的，特此說明。

1962年4月

目 录

第一章 緒論	1
第一节 无綫电技术发展簡史	1
第二节 无綫电技术的应用	2
第二章 电学基础知識	7
第一节 电流和电流强度	7
第二节 电动势和电压	9
第三节 电路	10
第四节 磁和电磁	17
第五节 交流和交流电路	23
第六节 无綫电波	34
第三章 电子管	37
第一节 二极管	37
第二节 三极管	39
第三节 三极管三参数	42
第四节 四极管、五极管、束射管、复合管.....	44
第四章 电源及电压的供給	48
第一节 电源的分类	48
第二节 整流器及滤波电路	49
第三节 栅偏压供給方式	53
第四节 帘栅极电压的供給方式	54
第五章 放大器	57
第一节 电子管放大器的基本原理	57
第二节 音频电压放大器	60

第三节	音频功率放大器	63
第四节	扩音机电路分析	67
第五节	微音器和拾音器	71
第六节	耳机和扬声器	74
第七节	扬声器阻抗匹配	76
第六章	振荡器	78
第一节	电子管振荡器的工作原理	78
第二节	实际振荡器电路	81
第三节	振荡频率的稳定——晶体振荡器	83
第七章	调制与发射机	85
第一节	调制及调制的种类	85
第二节	调幅调制的方法	86
第三节	无线电广播电台的组成	88
第八章	检波与接收机	92
第一节	检波的一般概念	92
第二节	矿石收音机	92
第三节	二极管检波及三极管检波	95
第四节	再生检波与再生收音机	98
第五节	超外差收音机	100
附录一	无线电元件颜色符号标记	111
附录二	常用电子管的编号	116
附录三	电子管的简单检验方法	125
附录四	装收音机的常识	126

第一章 緒 論

第一节 无綫电技术发展簡史

天才的俄罗斯学者亚历山大·斯捷潘諾維奇·波波夫，1895年5月7日在俄国物理化学协会上表演了他制造成功的世界上第一架无綫电接收机。这架接收机因为用来接收雷电所造成的无綫电訊号，故当时称它为雷电記錄器。它是用金属粉末做为检波器的。随着无綫电技术的发展，不久晶体检波器就代替了粉末检波器。

无綫电技术的不断发展，并逐漸趋于完善是有賴于电子学的发展的一切无綫电通訊，都装有无綫电接收机和无綫电发射机两种基本設備。最早使用的无綫电发射机是火花式的，它是利用振蕩回路产生衰减振蕩的。1904—1906年間，二极管和三极管先后制造成功用二极管来进行整流与检波，三极管用于放大，这使无綫电接收技术大为改进。1913年三极管又用于振蕩发生器及再生接收电路，电子管振蕩器完全代替了最早使用的火花式发射机，致使无綫电技术进入了一个新的发展阶段。

无綫电的发明，迄今只不过60多年的历史，但由于它发展的迅速，已經形成为一門理論相当完整、技术十分完善的独立学科。无綫电这門科学，随着整个科学技术的发展，它已广泛地应用到其它科学領域中，并且建立了許多新的科学

分支，如無線电天文学、無線电气象学等等。不仅如此，無線电技术現在还正向电波的頻率愈来愈高、無線电元件及無線电机的体积愈来愈小等方面发展。

第二节 無線电技术的应用

無線电通訊和电视 無線电通訊是無線电电子学最早的实际应用。由于生产和科学的发展，人們对通訊数量的要求逐漸增多，通訊的距离要求愈来愈远，而自然和人为的干扰不断在增加。这些情况就要求具有高度可靠性的、高效率的，同时又經濟的新的通訊方法。多路通訊和微波接力通訊，在最近几年有很大的发展。有些国家已在进行 1920 路的通訊实验。利用对流层散射来传播通訊，可以不受太阳活动的影响，不受地理环境的限制，可以跨过湖泊、海洋、森林和高山，而不需要中間站。在頻率为 30—60 兆赫的波段上，利用电离层散射传播，已經获得二千公里的可靠通訊。毫米波波导管远距离传送是正在研究而且有很大发展前途的新的通訊方法。这种方法具有很多优点，例如：寬的通頻帶、低衰耗、不受干扰等等。这一方法研究成功之后，可以在一条小截面的圓形波导管內使用毫米波同时通过数万条路的电报电话，或数十种以上的电视节目。

电视的发明和发展不仅把人們的視線延长数百公里，而且还可以把高空、海底和人类不能接近的地点所发生的过程显示在人們的面前。工业电视和生产自动綫配合，可以保证产品质量并提高产量；軍用电视可以帮助指揮員迅速而正确了解战地情况，从而提高战斗效能；在文化生活和教育事业

中电视的应用也日益广泛。目前，各国正在不断地改进电视的分辨力和灵敏度，改进传送方法，增加可靠性能等，同时致力于使彩色电视可以广泛的应用起来。

雷达 雷达是用无线电波测定物体方位的仪器。它能在荧光屏上直接显示出被测物体的方位和距离。雷达的基本原理是电磁波能够被反射的现象。从雷达站发出的脉冲电磁波遇到障碍物时被反射回来，并为接收机所接受，根据电磁波的传播速度，脉冲发出和接受的时间间隔，能够很容易的算出被测物体到雷达站的距离。

雷达的发明和应用使无线电技术从通讯领域扩大到导航、测量、天文、气象等许多方面，并形成一门特殊的技术部门——无线电测位术。目前，雷达正向着提高作用距离和分辨力的方向发展。

电子计算机 电子计算机的出现标志着现代无线电电子学发展的新高峰。它可以在最短的时间内计算出往往需要很多年才能计算出来的科学中最复杂的问题。这种电子计算机的准确度可以达到数百万分之一，而它的工作效率比普通计算机高出数万倍。电子计算机可以帮助人们对复杂而精密生产过程和快速动作过程进行程序控制。例如：控制人造卫星和宇宙火箭的飞行，可以用电子计算机代替铁路和航空运输中的调度员，看管自动化工厂和自动化车床，能够操纵炮火的发射和领航等等。目前，已经制造出能进行翻译的电子计算机。

电子计算机正在向着增高计算速度，高度可靠性，以及多方面的应用方向发展。可以预料，随着电子计算机的进一步发展，整个国民经济和科学技术将发生重大变化，科技

术将迅速的数学化，一切重大的科学部門都将成为精密的学术部門。

无綫电导航 高速度和远距离，是现代空中和海上运输发展的两个特点。这就对导航工具，即引导飞机或船只航行的工具，提出了极高的要求。在现代一切导航技术中，无綫电导航具有重大的作用。近代，无綫电导航設備，能够十分精密地确定自己的位置，其誤差仅为数十公尺。近来，由于原子能潜水艇的出現，实现了水下长距离的航行，因而迫切要求解决水下航行的导航問題。

人造卫星、宇宙火箭、载人宇宙飞船发射的成功，向无綫电电子学提出了新的課題。首先必須有精确的定位裝置，准确地測定出飞船的位置。其次必須有远距离通訊裝置，它把測量的情报发回地球。最后还要求地面站有快速电子計算机，它能迅速地計算和分析測定，从而控制飞船上的裝置。应当指出，在宇宙航行技术中所使用的无綫电元件必須具有抗振、耐高溫、耐低溫、超小型等特性。要求每个元件在工作中不出任何毛病。

无綫电电子学和原子能技术 原子能技术的发展与加速器的不断改进有着不可分割的联系。可以这样說，沒有无綫电电子学在研究回旋加速器、电子加速器、間接加速器等方面的配合，就不会有今天原子能技术和原子科学的成就。为了实现热核反应的人工控制，以取得无穷尽的能源，必須进行强电流脉冲放电和等离子区的研究。实际上，这是一門无綫电电子学和原子能科学之間生长起来的边緣科学。此外，在近代原子核理論、基本粒子理論、原子能的和平利用等方面，还需要更多測量用的、控制用的和其他各种各样的电子

学仪器。无线电电子学工作者应当和原子能工作者密切配合，以加速发展原子科学和原子能技术。

无线电天文学 天文学是一门最古老的科学。科学家们过去一直靠天体所发出的可见光线来观测宇宙中的物体，但环绕着地球的大气层及其流动，弥散在大气中的阳光，云层和雨水等始终是他们的死敌。

第二次世界大战期间，在强大的雷达上发现了观测到太阳上发射出来的电磁波，同时也确定了银河及其他天体也发出一定波长的电磁辐射。此后便开始了天文学方面的新纪元——无线电天文学。目前，无线电天文学已经成为研究宇宙最强有力的工具。

在无线电天文站里，采用着一些所谓无线电望远镜和无线电干涉仪器。利用这些仪器，可以研究太阳及恒星结构、星际物质的组成和分布，宇宙射线的起源等基本问题。由于无线电波能够通过地球的大气层，因而无线电天文观察者可以在任何气候的条件下不分昼夜地进行观测。

无线电气象学 在气象学方面也开始应用无线电电子学，并发展成为气象学和无线电电子学之间的边缘科学——无线电气象学。

由于水蒸汽和氧气强烈的吸收最短的电磁波，因而根据电磁波在大气中的吸收情况，可以断定雨滴、冰雹和雪花的形成及所在。利用无线电测位术，可以测定在各种高度中的风速及其方向。借助于电子计算机可以迅速地计算出由许多气象站送来的资料，并作出准确的天气预报。此外，还有许许多多无线电电子学仪器为气象学服务，如不用人看管的自动测量风速、风向、气压、温度、湿度等装置。

超声波 无线电电子学在利用超音频振荡的特性方面起着极大的作用。利用电子管产生超音频的振荡加在压电物体或某些金属（如镍）上，可把电振荡变成机械振荡，从而使空气也振荡起来，这便产生了超声波。

利用超声波探测器导航和研究海底情况，其效果非常好。在农业方面，农作物受了超声波的照射后，能加速生长，提高产量。超声波、超声波探伤仪，还广泛地应用于现代工业中，如检查水泥建筑物、陶瓷绝缘物以及汽车外胎的质量；对硬金属和陶器、石英、玻璃等的超音频的冷加工方法也有极大的发展前途。此外，超声波还可以用来得到酵母和维生素、消毒和治疗神经痛及癌等病。

自动技术和遥控技术 生产过程自动化和机器的远程控制，均以无线电电子学为基础。

有些生产过程，如高炉、原子反应堆、有毒气的工厂等，必须进行遥控、遥测、通讯，这就是使操纵台和机器靠电磁波联系起来。

半导体和晶体管的出现，显示着无线电电子学将进入一个新的发展时期。半导体晶体管具有许多突出的特点：体积小、坚固、耗能少、耐用等等。半导体器件已经应用于许多电子学仪器中，如半导体收音机、电子计算机、电话交换机等。这些电子学仪器的构造非常灵巧，甚至于表壳里就可以安装无线电发射机和接收机。随着半导体科学的发展，无线电电子学将会得到进一步的发展。

第二章 电学基础知识

第一节 电流和电流强度

一、电荷·电子·电量 这里先做几个实验。第一个实验：用一块丝绸和玻璃棒相互摩擦，或者用毛皮和火漆棒相互摩擦，就会发现摩擦过的火漆棒和玻璃棒会吸引一些轻小物体；第二个实验：把用毛皮摩擦过的二根火漆棒，其中的一根用线悬挂起来，用另一根去靠近它，可以看到它们相互排斥；第三个实验：把用毛皮摩擦过的火漆棒用线悬挂起来，然后把用丝绸摩擦过的玻璃棒与它靠近，可以看到它们相互吸引。在第一个实验里，物体具有吸引轻小物体的性质，我们说它带了电，或者说它有了电荷。带电的物体叫做带电体。电荷有正电荷和负电荷两种。把用丝绸摩擦过的玻璃棒所带的电荷叫正电荷，而把用毛皮摩擦过的火漆棒所带的电荷叫负电荷。第二个实验和第三个实验说明，带相同电荷的两个物体相互排斥，而带相异电荷的两个物体相互吸引。

实验二和实验三也告诉我们，带电体之间的相互作用并不是直接接触发生，而是尚未接触就发生排斥或吸引现象。这是因为在带电体周围有一种特殊的物质——电场存在。带电体之间的作用就是通过电场而发生的。电场的强弱由电场强度决定。空间中某一点的电场强度大小，在数值上等于单位正电荷所受的力。这个力决定于周围电荷的分布情况。

电在自然界中是普遍存在的。这是由于地球上的一切物体都是由分子组成的，而分子又由原子组成的。任何原子都由两部分组成；在原子的内部有一个体积非常小的原子核，原子核是由质子和中子构成。中子不带电，每个质子都带着相等的正电荷，因此原子核是带正电的粒子。不同元素的原子其核内所具有质子的数目不同。这就是说，各种原子的原子核所带正电荷的总量是不相同的。在原子核的周围，有一种带负电荷的粒子围绕着原子核旋转。这些带负电荷的粒子就是电子。每个电子所带负电荷都是相等的。不同元素的原子核内绕着原子核旋转的电子数目也是不相同的，在通常情况下，原子核内有几个质子，核外就有同等数目的电子旋转着。这就是说每个原子核内电子所带负电荷的总数跟原子核所带正电荷总数是相等的。所以平时物体显不出带电现象。

当两个不同物体相互摩擦时，一个物体上的部分电子会跑到另一个物体上去。在得到电子的物体上，它的负电荷比正电荷多了，因此它显出带负电现象；而失去电子的物体上负电荷比正电荷少了，它于是就显出带正电现象。这样看来，所谓物体带电，就是指一个物体中的电子有多余或不足罢了。

任何两个物体摩擦后，都能带电。如果物体中所带电荷多，电量就大；物体中所带电荷少，电量就小。我们用电量来表示物体所带电荷的多少，电量的单位是库仑。1库仑电量相当于 6.24×10^{18} 个电子或质子所带电荷的总量。

二、导体和绝缘体 在中性原子中，由于正电荷和负电荷之间的库仑引力的作用，使得电子在原子核周围按一定轨道旋转。

在不同种类的物质中，电子受原子核的束缚力是不同的。

在所有金属的原子中，最外层电子离开原子核较远，电子受到原子核的吸引力是极其微弱的，因此电子处于自由的状态，它们既不属于这个原子，也不属于那个原子，而是在原子核骨架之间作不规则的运动。这些电子叫做自由电子。依靠自由电子的移动就能形成物体中的电荷移动。所以，凡是电荷在物体中容易移动的物体，我们叫它为导体。一切金属、碳、盐类、酸类、硷类的溶液，以及潮湿的土地等都是导体。在另外一些物体里，例如在电木、玻璃、木材、云母等物体中，电子被原子核紧紧地束缚着，自由电子极少，电荷不能在物体中移动。这类物体称为绝缘体。

除了导体和绝缘体之外，还存在着为数很大的另一类物体，其中的电子虽然也被原子核所束缚，但非常不坚固。外界的微弱作用，如光的、热的、杂质的作用，都会使一部分电子变成自由电子，使这类物体具有一定的导电性。这类物体称为半导体。

三、电流 如果使电荷在导体里作一定方向移动的时候，导体里就有了电流。通过导体的电流的大小，用电流强度来表示。电流强度被定义为：在单位时间内通过导体某一横截面积的电荷总数。如果在一秒钟内通过某横截面积的电荷数恰好是1库仑，那么，这里的电流强度便叫做1安培。安培的千分之一为毫安培。电流的方向是和正电荷运动方向相同，即与带负电荷的电子运动方向相反。

第二节 电动势和电压

一、电源电动势 电流是电荷在导体内做一定方向移动

的結果。那么，为什么电荷会在导体里做定向移动呢？这是由于电源作用的结果。由于电源内部的作用，能够把电源中的电子推向电源的一端，使这一端有较多的电子积聚起来，因为电子带负电荷，所以把这一端叫做电源的负极。而电源的另一端，由于缺乏电子，成为电源的正极。由于电源出现了正极和负极，就形成电源电动势。用 $\mathcal{E}$ 表示。这时如果用导线把电灯接在电源的正极和负极时，正极上由于缺少电子，就向负极上吸引多余的电子，这样电子在电路移动起来。带负电荷的电子由负极移向正极的方向，叫做电子流的方向。而电流的方向则是由电源正极到负极的方向。电源是维持电动势的装置，电动势是产生电流的必要条件。

二、电压 电动势要维持整个电路中有一定电流通过，电源就要消耗一定的能量。在电路中，电荷永远是从电势高的一端移向电势低的一端，在电路中，任何二点间的电势差叫做电压。用 U 表示。

电动势和电压的单位都用伏特。有时也用千伏（1 千伏 = 1000 伏）和毫伏（1 毫伏 = $\frac{1}{1000}$ 伏）做单位。

第三节 电 路

一、部分电路的欧姆定律 · 电阻 在一段电路里有没有电流，决定于这段电路的两端间有没有电压。那么，一段电路里的电流强度和这段电路两端间的电压的大小有什么关系呢？要回答这个问题，我们先做一个实验。

如图 2—1 把电路接好，把伏特计 V 接在导线 BC 的两端，以量度导线两端间的电压；串联的安培计 A 用来量度通