

丛书

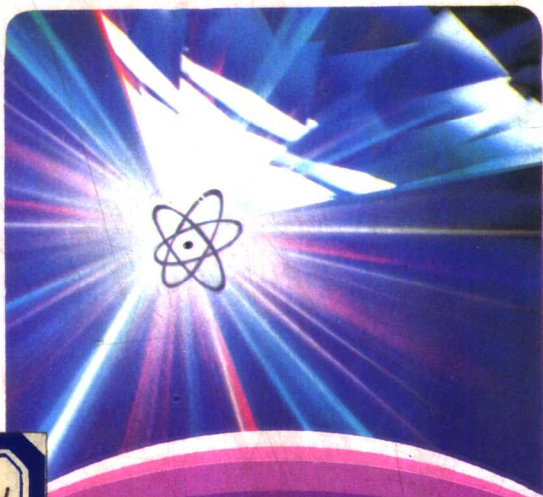
7445

# 无线电爱好者读本

本书编写组 编著

(修订本)

上



0044101

TN<sub>0</sub>

无线电爱好者丛书

# 无线电爱好者读本 (上)

(修订本)

本书编写组 编著

人民邮电出版社

# 登记证号 (京) 143 号

## 图书在版编目 (CIP) 数据

无线电爱好者读本 (上) / 《无线电爱好者读本》编写组编著。—2 版 (修订本)。—北京: 人民邮电出版社, 1993. 9

(无线电爱好者丛书/中国电子学会《无线电爱好者丛书》编委会主编)

ISBN 7-115-04745-6

I. 无…

II. 无…

III. 无线电技术-普及读物

IV. TN80-49

人民邮电出版社出版发行

北京东长安街 27 号

北京印刷一厂印刷

新华书店总店科技发行所经销

\*

开本: 787×1092 1/32 1993 年 9 月 第 二 版

印张: 21 页数: 336 1993 年 9 月 北京第 8 次印刷

字数: 483 千字 印数: 409651-430150 册

ISBN 7-115-04745-6/TN. 540

定价: 12.20 元

## 前 言

广大无线电爱好者大多是从业余制作起步的。通过制作一些简单的无线电设备，积累了初步的实践经验，产生了日益浓厚的兴趣，由此进一步去探索无线电世界的奥秘。但是，无线电技术的初学者，在分析比较复杂的电子电路，或对无线电整机进行调试和修理时，却由于缺乏比较系统的理论知识而感到困难和吃力。理论基础薄弱羁绊了无线电爱好者长足进取。为了向具有中等文化水平的无线电爱好者普及无线电电子学方面的基础知识，系统地介绍无线电电路的基本原理和基本分析方法，指导他们更好地从事业余无线电实验与制作活动，我们编写了这本《无线电爱好者读本》。

本书是中国电子学会组织编写的“无线电爱好者丛书”中的一种。自1983年出版以来，深受读者欢迎，多次重印，畅销不衰。近年来，无线电技术发展十分迅速，新型电子器件和元件不断涌现，无线电设备特别是音像设备不断更新换代。与此同时，全国各地相继成立了无线电爱好者的群众组织、无线电爱好者的队伍进一步扩大，业余无线电活动的内容也在更新和变化。在这样的形势下，本书初版的内容已经不能满足广大无线电爱好者新的更高的要求。为此，我们对原书进行了全面的修订。

目前，“无线电爱好者丛书”已经出版了多种专册，为了避免和其它专册重复，本书不涉及某种设备的制作工艺、调试、维修方法等内容，而是从各种无线电设备的共性出发，比较深入地阐述各种电子元器件、无线电单元电路以及整机电路的工作原理和分析方法。在写法上侧重讲清物理概念、尽量避免繁琐

的数学推导，力求深入浅出，通俗易懂，便于自学。这次修订，对原书中无线电爱好者比较熟悉的内容，做了必要的删节，重新改写了部分章节，新增了“运算放大器”、“脉冲与数字电路”、“彩色电视机”、“录像机与摄像机”、“微型计算机的基础知识”等，改写和新增的内容约占全书的70%。

《无线电爱好者读本》(修订本)分上、中、下三册出版，上册内容包括“无线电通信基础知识”、“半导体器件与电真空器件”、“声频放大器”、“电子电路中的电源”、“高频放大器”、“正弦波振荡器”、“调制与解调电路”、“混频器与变频器”、“运算放大器”以及“脉冲与数字电路”等十章。中册包括“扩音机”、“收音机”、“磁带录音机”、等三章，下册包括“黑白电视机”、“彩色电视机”、“摄像机与录像机”、“微型计算机的基础知识”以及“无线电遥控与遥测”等五章。

本书初版共分十六章，其中“无线电通信基础知识”、“形形色色的半导体器件”与“整流、滤波和稳压电路”、“扩音机”由王行国编写；“电路基础和无线电元件”由赵锡禄、宋东生编写；“声频放大器”、“高频放大器”、“收音机”和“磁带录音机”由张春元编写；“正弦波振荡器”、“调制与解调电路”、“混频器与变频器”、“电子管”与“晶体管电视机”由李璜编写；“开关电路”由宋东生编写；“无线电遥控设备”由赵锡禄编写。这次修订，“无线电通信基础知识”、“电子电路中的电源”、“扩音机”由张爱华编写；“半导体器件与电真空器件”、“运算放大器”与“脉冲与数字电路”由宋东生编写；“收音机”由张春元编写；“彩色电视机”由王贯一编写；“摄像机与录像机”由杨克威编写；“微型计算机”由朱凯编写；“无线电遥控”由许茂祖编写。初版及修订本均由宋东生统编。

编者

## 内 容 提 要

本书是中国电子学会组织编写的“无线电爱好者丛书”中的一种。这次修订,是在初版的基础上对原有内容进行了更新、充实以及必要的删节,并保持了原书系统性强、深入浅出、通俗易懂、内容丰富、取材新颖,科学性、知识性、趣味性并重的特点。

本书从各种无线电设备的共性出发,系统地介绍各种电子元器件、无线电单元电路和整机的基本工作原理及分析方法。在写法上侧重讲清物理概念、尽量避免繁琐的数学推导,力求深入浅出,便于自学。

本书分上、中、下三册。上册主要介绍电子元器件及各种无线电单元电路,适合广大无线电爱好者阅读。

# 目 录

<b>第一章 结论</b> .....	( 1 )
第一节 无线电的诞生.....	( 1 )
第二节 息息相关的磁与电.....	( 4 )
第三节 充满电磁波的天空.....	( 7 )
第四节 电波的画像.....	( 11 )
第五节 电磁波的“家族”和无线电波的传播.....	( 12 )
第六节 让声音插上“翅膀”.....	( 23 )
第七节 电子器件的发展.....	( 28 )
第八节 干扰与抗干扰的长期斗争.....	( 34 )
第九节 现代通信方式简介.....	( 36 )
习题.....	( 48 )
<b>第二章 半导体器件与电真空器件</b> .....	( 50 )
第一节 半导体的基础知识.....	( 50 )
第二节 PN 结和晶体二极管.....	( 57 )
第三节 硅稳压二极管.....	( 66 )
第四节 晶体三极管.....	( 69 )
第五节 场效应晶体管.....	( 86 )
第六节 晶闸管(可控硅).....	( 99 )
第七节 半导体光电器件.....	( 106 )
第八节 电子管浅介.....	( 114 )
第九节 电子射线示波管与显像管.....	( 129 )
习题.....	( 152 )

<b>第三章 声频放大器</b> .....	(154)
第一节 放大器的基本常识.....	(154)
第二节 放大器是怎样放大电信号的.....	(161)
第三节 怎样分析简单的放大电路.....	(168)
第四节 稳定静态工作点的措施.....	(184)
第五节 阻容耦合多级放大器.....	(190)
第六节 放大器中的负反馈.....	(201)
第七节 射极跟随器.....	(218)
第八节 差动放大器.....	(221)
第九节 功率放大器.....	(231)
习题.....	(243)
<b>第四章 电子电路中的电源</b> .....	(247)
第一节 电源的种类和作用.....	(247)
第二节 整流电路.....	(248)
第三节 滤波电路.....	(255)
第四节 倍压整流电路.....	(261)
第五节 稳压电路.....	(263)
第六节 实用直流稳压电源.....	(270)
第七节 三端集成稳压器.....	(282)
第八节 开关稳压电源.....	(314)
第九节 可控硅(晶闸管)调压电路.....	(333)
第十节 逆变电源.....	(342)
习题.....	(351)
<b>第五章 高频放大器</b> .....	(355)
第一节 放大器的高频特性.....	(355)
第二节 高频放大器的性能指标.....	(361)
第三节 高频放大器的连接方式、负载方式	



和耦合方式·····	(365)
第四节 非调谐放大器·····	(370)
第五节 调谐放大器·····	(383)
第六节 高频功率放大器·····	(407)
第七节 高频放大器对元件的要求·····	(414)
习题·····	(418)
<b>第六章 正弦波振荡器</b> ·····	(421)
第一节 正弦波振荡器的一般知识·····	(421)
第二节 LC 振荡器·····	(429)
第三节 晶体振荡器·····	(440)
第四节 陶瓷滤波器振荡器·····	(444)
第五节 RC 振荡器·····	(447)
习题·····	(454)
<b>第七章 调制与解调电路</b> ·····	(456)
第一节 晶体管调幅电路·····	(457)
第二节 晶体管振幅检波器·····	(471)
第三节 晶体管调频电路·····	(481)
第四节 频调波的解调电路——鉴频器·····	(492)
习题·····	(499)
<b>第八章 混频器与变频器</b> ·····	(501)
第一节 混频器的一般知识·····	(503)
第二节 对混频器的要求·····	(509)
第三节 混频的失真和干扰·····	(512)
第四节 二极管混频器·····	(514)
第五节 三极管混频器和变频器·····	(517)
习题·····	(524)
<b>第九章 运算放大器</b> ·····	(526)

第一节	运算放大器的基本概念	(526)
第二节	集成运算放大器电路分析	(536)
第三节	集成运算放大器的主要参数	(545)
第四节	集成运算放大器应用示例	(552)
	习题	(560)
<b>第十章</b>	<b>脉冲与数字电路</b>	<b>(562)</b>
第一节	二极管与晶体管开关	(563)
第二节	逻辑代数与逻辑电路	(570)
第三节	集成门电路	(583)
第四节	触发器	(596)
第五节	计数器	(612)
第六节	译码器及数字显示器	(624)
第七节	基本脉冲电路	(631)
第八节	时基集成电路及其应用	(649)
	习题	(658)

# 第一章 绪 论

## 第一节 无线电的诞生

“顺风耳”和“千里眼”是人类自古以来的美好幻想，直到无线电诞生后，才使这个幻想逐步变成了现实。

如今，只要手持一个袖珍晶体管收音机，就能收听到全世界各大电台的广播；只要家中有一台全频道彩色电视机，就能收看到多种电视节目。无线电问世至今虽然只有一百多年的历史，但它的发展速度之快，应用范围之广，却是其它各门科学技术无法比拟的。从工业、农业到国防，从海洋、陆地到天空，几乎无处没有无线电的踪影。

无线电，是无线电技术的简称，这是一门研究利用无线电波传送各种信息的技术学科。无线电技术最早是从电报和电话等通信领域发展起来的，以后逐渐扩展到广播、电视、遥测、遥控等许多领域。因为无线电技术在无线电通信和无线电广播领域得到极为广泛的应用，所以“无线电”这个名词已为大家所接受。在许多中、小学里成立了各具特色的无线电小组，在我国还成立了无线电运动协会和遍布各地的无线电爱好者组织。

无线电电子学来源于电磁学，人类对电磁现象的认识是逐步深入的。在两千多年以前，人们就发现了电现象和磁现象。我国早在战国时期（公元前475~211年）就发明了司南，也就是

利用天然磁石来定向的指南针。而人类对于电和磁的真正认识和广泛应用，迄今还只有一百多年的历史。

第一次产业革命为电磁学的发展提供了物质基础。随着铁路和航海事业的发展，如何建立一套与之相适应的通信工具成了急待解决的问题。在第一次产业革命浪潮的推动下，许多科学工作者对电和磁现象进行了深入细致的研究，从而取得了重大进展。人们发现，带电的物体同性相斥、异性相吸，与磁学现象有类似之处。1785年，法国物理学家库仑在总结前人对于电磁现象认识的基础上，提出了后人所称的“库仑定律”，即：两个点电荷间的相互作用力与两个点电荷电量的乘积成正比，与两个点电荷间距离的平方成反比。这个定律的发现，使电学与磁学现象得到了统一。1800年，意大利物理学家伏特研制出化学电池，用人工方法获得了连续电流，为后人对电与磁关系的研究创造了重要的条件。丹麦哥本哈根大学教授奥斯特经过实验证实了“电”能够产生“磁”。法国物理学家安培经过实验进一步证实了“有电流必有磁场”；他提出了磁性起源假说，把磁现象统一到电现象之中。

电磁感应定律是19世纪科学上的一项重大发现。1822年，英国的法拉第在库仑、安培等人所做大量工作的基础上提出了电磁感应定律。法拉第电磁感应定律证明了“磁”可以产生“电”，这就为发电机和电动机的原理奠定了基础。科学家们在这段时间里对电磁学基本规律所做的研究，为后来无线电的诞生起了重要的孕育作用。

电磁学的发展，首先引起了通信方式的变革。1837年，美国画家莫尔斯在前人的基础上设计出比较实用的、用电码传送信息的电报机。之后，又在华盛顿与巴尔的摩城之间建立了世界上第一条电报线路。1876年，美国的贝尔发明了电话，实现了人类

最早的模拟通信。在 1880 年以后,用有线电报和有线电话来传递信息已开始得到应用,人类从此跨入了有线电通信时代。

英国的麦克斯韦总结了前人的工作,综合分析了库仑定律、安培定律和法拉第定律。他发现,运用这三条定律还不能完整地解释当时所观测到的全部电磁现象。他用了十年时间,提出了一套完整的“电磁理论”,表现为四个微分方程。这就是后人所称的“麦克斯韦方程组”。麦克斯韦指出,只要存在交变电场,就能在其附近空间产生交变磁场,交变的磁场又能在其周围空间产生交变的电场。这样,变化的电场在其附近产生变化的磁场,变化的磁场又在其附近产生变化的电场。电场和磁场岂不是越传越远了吗?由此,麦克斯韦得出结论:运动着的电荷能产生电磁辐射,形成逐渐向外传播的、看不见的电磁波。他虽然并未提出“无线电”这个名词,但他的电磁理论却已经告诉人们,“电”是可以“无线”传播的。

由于人们在实践中还从未见到过“无线电”,因而,当麦克斯韦的理论发表后,许多人都跃跃欲试,试图验证电磁波的存在。德国物理学家赫兹于 1887 年用图 1-1 所示的装置产生了电磁波。

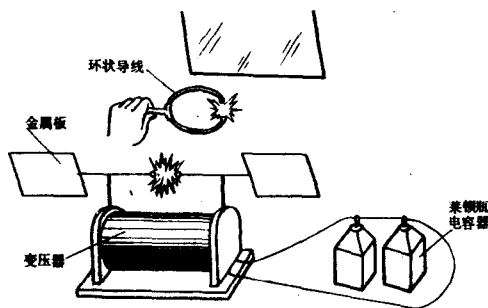


图 1-1 赫兹研制的电磁波产生装置

世界上第一次成功的广播是 1906 年在美国的一个实验室里进行的。这次广播，其内容是节日前夕的庆祝节目，“听众”只有一艘船上的几名报务员。

后来，由于大功率发射机和高灵敏度电子管接收机的出现，使无线电广播迅速走向实际应用阶段，许多国家相继开办广播业务。在 1927 年，美国已建立了 733 个广播电台。此后，收音机开始占领家庭文化娱乐阵地，“无线电”也就成了收音机的代名词。到了 20 世纪 90 年代的今天，利用无线电波传送声音和图像节目的广播和电视，已深入到社会生活的各个角落，成了亿万人的不可或缺的伴侣。

## 第二节 息息相关的磁与电

磁和电的关系是丹麦物理学家奥斯特在一次实验中发现的。当他用化学电池给导体通上电流时，惊奇地发现放在导体附近的指南针发生了偏转；当改变电流方向时，指南针指针的方向也随着改变；当切断电流时，指针又恢复到原来的位置。这说明，在通电导体的周围存在着磁场，电和磁有着密切的联系。图 1-2 所示为奥斯特作试验时的接线图。

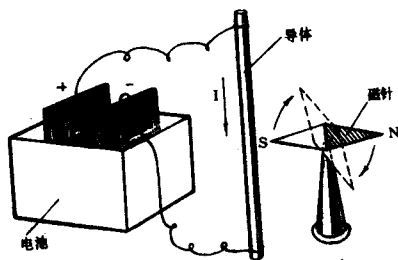


图 1-2 通电导体会产生磁场

在这以后不久，法国物理学家安培确定了通电导线周围磁场的形状。他用一根粗铜导线垂直穿过一块硬纸板的中间，并在硬纸板上均匀地撒上一层细铁粉，再把铜导线的两端接到电池的正负极上，接着，用手轻轻敲击纸板，这时，撒在硬纸板上的铁粉就会围绕导线排列成一个互不相交的同心圆，如图 1-3 所示。越靠近内圈，铁粉线越密；离导线越远，铁粉线越稀。这些本来杂乱无章的铁粉之所以能够很有规律地排列起来，是由于在通电导线的周围产生了磁场，把每一颗铁微粒都磁化了；也就是说，使本来没有磁性的铁粉获得了磁性。铁粉分布得越密，说明这部分的磁场越强；铁粉分布得越稀，说明这部分的磁场越弱。如在纸片上放几枚小磁针，当电流自上往下流过导线时，从正面看去，小磁针的 N 极总是向右“拐弯”的。如改变电流方向，则小磁针的 N 极和 S 极的指向倒转 180°。根据这个规律，安培提出了一个确定通电直导线周围的磁力线方向的规则——安培定则。安培定则规定：用右手握住导线，并使拇指指向电流方向，则其它四指所指的就是磁力

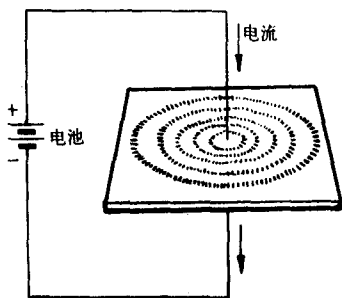


图 1-3 电流的磁场实验

线方向。安培定则规定：用右手握住导线，并使拇指指向电流方向，则其它四指所指的就是磁力

上的铁粉就会围绕导线排列成一个互不相交的同心圆，如图 1-3 所示。越靠近内圈，铁粉线越密；离导线越远，铁粉线越稀。这些本来杂乱无章的铁粉之所以能够很有规律地排列起来，是由于在通电导线的周围产生了磁场，把每一颗铁微粒都磁化了；也就是说，使本来没有磁性的

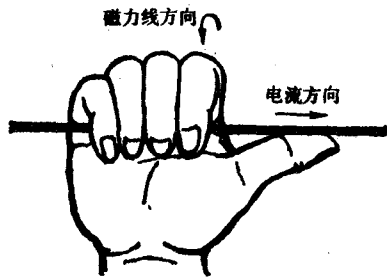


图 1-4 安培定则示意图

线的方向，如图 1-4 所示。安培定则也称为“右手螺旋定则”。

在无线电装置中，经常使用着各种各样的线圈。当线圈中有电流流动时，也会产生磁场。通电线圈的磁力线方向仍和电流有关，而且也可用“右手螺旋定则”来确定，不过使用的方法和直导线时不同。确定的方法是：用右手握住线圈，使弯曲的四个手指的方向和电流的方向一致，伸出的拇指所指的方向即表示磁力线的方向，即从线圈穿出的一端是北极（N），进入线圈的一端是南极（S），如图 1-5 所示。

在通电导线周围产生的磁场，可以形象地用一些闭合的曲线来表示，这些曲线叫磁力线。其实，并不是真有一根一根的磁力线，磁力线只是假想的线，这就象人们在画太阳或点亮的电灯时在太阳或电灯的四周画上几根直线代表阳光或灯光一样。

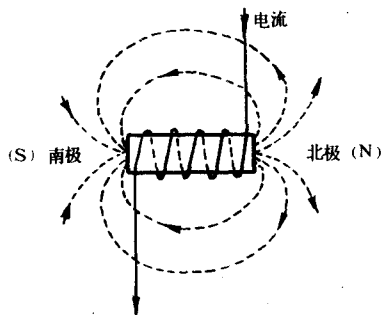


图 1-5 通电线圈的磁场

当电流通过导体时，导体的周围必然会产生磁场，这一现象称为电流的磁效应，即所谓的“电生磁”。在现代生活中处处可看到这一效应的具体应用。例如：电铃、电报、电话、电喇叭、继电器、电磁起重机等。也正因为电能生磁，而电气装置里往往装有许多线圈，当电流通过这些线圈时在线圈周围会产生磁场。

法拉第提出电能生磁、磁能生电的理论，通过实验证实：利用导体在磁场中作“切割”磁力线的相对运动可以获得电流——这就是“法拉第电磁感应定律”。图 1-6 是这个定律的实验原理。



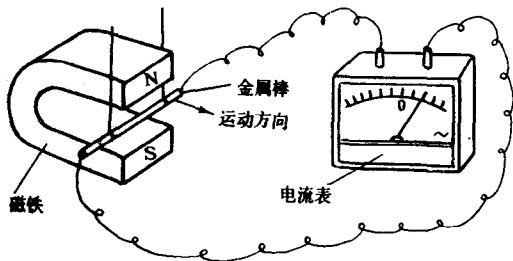


图 1-6 电磁感应实验

在磁铁的两磁极间悬挂一根金属棒，棒的两端通过电线与电流表连接。当金属棒作水平方向运动时，可看到电流表指针发生偏转，但偏转的方向和第一次相反。这说明导体中感应电流的方向和导体运动的方向有关。

当处在磁场中的导体作切割磁力线运动时，导线中会产生电动势。这种现象就是电磁感应。这个电动势叫感应电动势。导体回路中产生的电流叫感应电流。无论是在静止的磁场中移动的导体，还是在静止的导体附近移动的磁场，都能在导体中产生感应电动势。从实质上来说，不管采用什么方式，只要能让导体和磁场之间有相对运动，使穿过导体的磁力线数量发生变化，导体中就会产生感应电动势。

法拉第电磁感应定律对发电机和变压器的发明及交流电的广泛应用，起了决定性的作用。

### 第三节 充满电磁波的天空

晴日仰望，是一望无际的天空。不过，人们用“空”来描