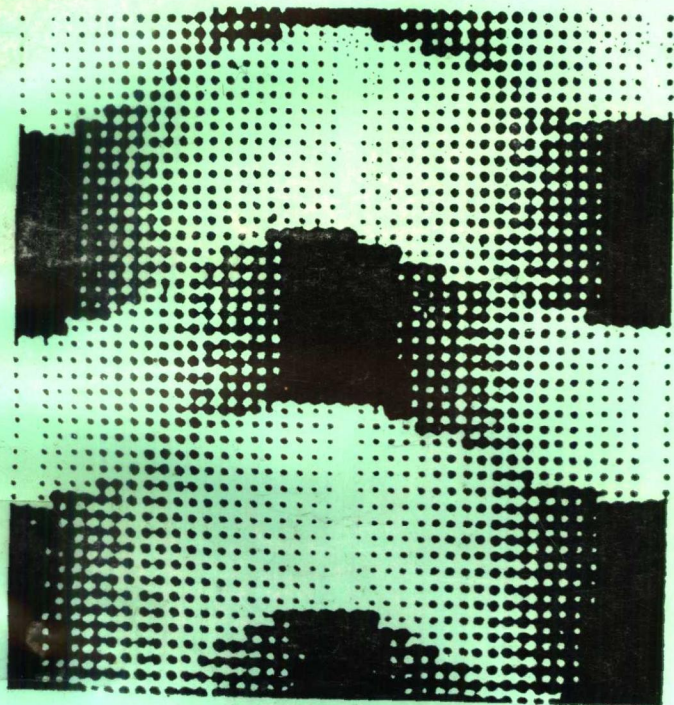


电子技术自学丛书

电子技术基础原理 自学指导

中国电子学会普及工作部编



电子工业出版社

电子技术自学丛书

电子技术基础原理 自 学 指 导

中国电子学会普及工作部编

电子工业出版社

电子技术自学丛书

电子技术基础原理自学指导

编者 中国电子学会普及工作部

责任编辑 沈 和 王玉国

电子工业出版社出版(北京市万寿路)

电子工业出版社发行 各地新华书店经售

一二〇一工厂印刷

开本: 787×1092 毫米 1/32 印张: 13 字数: 300 千字

1994 年 1 月第 1 版 1994 年 1 月第 1 次印刷

印数: 1—5000 册 定价: 9.00 元

ISBN7-5053-2319-9/TN·669

(京)新登字 055 号

内 容 提 要

本书主要包括《电工基础》、《低频电路原理》、《高频电路原理》、《无线电数学》四门学习电子技术的基础课的辅导读物。

本书对上述四本书分别提出学习本课程的一些指导性意见和建议;各章重点内容及要求,有针对性地对重、难点内容的详细讲解;对各章重点习题的解答。本书不但对电子技术自修班的学员有所帮助,对于学习电子技术的广大读者也有参考价值。

读者对象:电子技术自修班学员和广大电子爱好者。

**《中国电子学会电子技术自修
班教材》编委会**

主 编	沈成衡		
副主编	王明臣	宁云鹤	
编 委	高坦弟	陈 忠	刘学达
	段玉平	左万昌	赵文续
	张道远	李 军	

编 者 的 话

中国电子学会电子技术自修班开办十年来,中国电子学会普及工作部组织编写了一套电子基础理论课教材和电子技术专业课教材。多年来的实践表明,电子技术自修班的教学内容及使用的教材是比较合适的,学员经过努力基本上可以达到学习要求。但由于学员文化程度不一,不少人反映对基础理论课的学习困难较大,希望加强辅导。为此,我们编写了这本辅导读物,作为电子技术自修班自学的辅导教材,以帮助学员克服基础理论课学习中的困难,更好地掌握学习专业课必须具备的电子基础理论知识。

这本辅导教材包括电子技术自修班教(自)学计划规定必修的四门基础理论课,即:电工基础、低频电路原理、高频电路原理、无线电数学的有关内容。每一门课程按以下三个问题编写:

- 第一:导读,提出学习本课程的一些指导性意见和建议;
- 第二:本课程各章重点内容及要求,有针对性地对重、难点内容的详细讲解;
- 第三:对教材各章重点习题的详解;

这是一本基础理论课的辅导教材,不要求有系统性与完整性。凡教材上已详细讲述的问题都不再重复,只是有重点、有针对性地对作些补充。因此,学员应在认真学习各基础课程教材的基础上使用这本辅导教材。各课程的全部内容 & 要点都已编写在教材之中。教材应是学员学习的基本依据。认真学

习教材,再辅之以本辅导材料,才会收到更好的效果。

辅导教材是由中国电子学会电子技术自修班设在高校辅导站的教师按课程讨论后分工编写的:

电工基础部分:南京通信工程学院辅导站彭云;

低频电路原理部分:西安电子科技大学辅导站傅丰林;

高频电路原理部分:南京通信工程学院辅导站吴宏;

无线电数学部分:西安电子科技大学辅导站数学组。

这些教师从事高校教学及电子技术自修班辅导工作多年,有丰富的经验与学术水平,且熟悉学员情况,了解学员学习中的困难与需要,编写的问题有相当强的针对性。我们希望,这本辅导教材能对电子技术自修班学员有所帮助;对于有志于学习电子技术的其他读者也有一定的参考价值。

限于水平,这本辅导教材肯定会有不当之处,我们恳切希望读者提出宝贵意见。

**中国电子学会电子技术自修班
教育委员会教学研究室**

1993 年 8 月

前 言

电子科学技术的飞速发展,使电子技术越来越广泛地应用于国民经济建设的各个领域以及社会生活的各个方面,而且发挥着极其重要的作用。有志于社会主义现代化建设的广大青年渴望学习和掌握电子科学技术。

为了满足广大青年渴求知识的强烈愿望,我们在全国范围内举办了中国电子学会电子技术自修班。自1983年创办以来,至今已办班十年,已结业七期,第九期班今年3月开学。参加学习的学员已达26万多人,他们来自全国各地的城市和乡村,其中不少学员是边远山区的青年。学员在一年半的学习时间里,除学习无线电数学、电工基础、低频电路原理、高频电路原理四门必修的基础课外,还可自愿选学收录机、电视机、录像机、计算机、卫星通信、移动通信、微波接力通信等专业课程,从第九期班开始,还将增设复印机、制冷技术等专业。学员通过学习,能掌握一定的电子基础理论知识和专业技术知识,提高电子技术应用水平。

中国电子学会电子技术自修班深受广大学员欢迎,是因为她具有以下特点:以自学为主,学习时间灵活,同时也不受地理条件限制;收费低,招收学员面广,不受年龄和职业的限制;设置专业多,学员可同时选学几个专业,也可在下期班免学基础课,继续选学专业课;辅导力量强,有具有丰富教学经验的高校辅导站的教师认真批改作业、评判试卷和进行答疑辅导。十年来,中国电子学会电子技术自修班已成为一所没有

围墙的电子科技学校,为国家培养了一大批电子科技人才,促进了电子科学技术在各行各业的广泛应用,同时也为广大电子爱好者走自学成才之路创造了良好的条件。

电子技术自修班从第九期开始,为帮助学员克服自学电子基础理论课的困难,增强学好电子技术专业课的信心,不断提高电子技术自修班教学质量,我们组织教材编委会专门编写了《电子技术基础原理自学指导》辅导教材。我们衷心希望这本辅导教材能成为广大电子技术自修班学员的良师益友。我们相信,电子技术自修班会随着电子技术的不断发展越来越好,并将在普及电子科技知识、推动电子技术的广泛应用方面发挥更大作用。

**中国电子学会电子技术自修班教育委员会
中国电子学会普及工作部**

1994年1月

目 录

前 言	1
《电工基础》自学指导	1
第一部分 导读	1
第二部分 各章辅导讲解	3
第三部分 各章习题解答	81
《低频电路原理》自学指导	116
第一部分 导读	116
第二部分 各章辅导讲解	121
第三部分 各章习题解答	230
《高频电路原理》自学指导	239
第一部分 导读	239
第二部分 各章辅导讲解	243
第三部分 各章习题解答、自测题及答案	316
附录 《初级无线电数学》自学指导	361
第一部分 导读	361
第二部分 各章辅导讲解及习题选解	364
第三部分 自测题及答案	394

《电工基础》自学指导

第一部分 导 读

《电工基础》使用的教材是于志浩编、解放军出版社出版的“全国家用电器维修培训教材”《电工基础》(1988年版)。这门课对以后学习电子技术很重要。其重点是:

1. 学好电路中的一些基本概念和定义,如电位、电压、电流、电阻、功率、电容、自感、互感、频率、相位、电抗等物理量。熟记代表它们的符号和单位;

2. 掌握电路中的几个基本定律和定理,如欧姆定律、基尔霍夫定律、电源的等效变换、戴维南定理等。并能熟练应用于基本电路的分析和计算;

3. 学好正弦交流电路、变压器电路和谐振电路的分析和简单运算方法,掌握变压器电路和谐振电路的特点和应用。

学好和掌握以上重点内容,就能为进一步学习后续课程——低频电路和高频电路打好基础。

《电工基础》总计八章,第二、三、六、七、八章是学习的重点,必须掌握它们的基本原理和分析计算方法。第一章和第五章中有关电和磁的一些基本现象,要求搞清其基本概念,记住各物理量的代表符号和单位,并知道电磁转换的基本规律即可,对第五章的七、八、九节有关电动机的内容,不作要求。对

第四章只需一般了解,知道保险丝及干、蓄电池的基本工作原理,并能正确使用就行。

编写《电工基础》辅导材料,目的在于帮助同学们在自学过程中掌握重点,排除难点,顺利完成自学任务。因此,只对《电工基础》这本教材中的重点和难点问题进行一些辅导性质的讲解,适当增加一点例题,有的例题采用多种解法,为的是加深理解,灵活掌握,使学得的知识能应用自如,又不容易发生错误,并尽力做到通俗易懂。由于篇幅有限不可能对整个教材全面系统地展开(实际上也没有这种必要)。因此,对一些容易看懂,适合自学的章节以及不作要求的章节,就不再进行论述。

在学习过程中,对重点问题必须通过钻研和理解,把问题搞透彻,有条件的话,还可配合做些实验,以加深理解。而后把学得的理论应用于作业,培养自己分析和解决问题的能力,使基本概念和理论得到巩固。对一些次要问题,有的只作一般了解,有的知道其结论就行,把有限的时间和精力用在关键的地方。我们相信,只要同学们把《电工基础》教材和这里所编的辅导资料结合起来,按照计划和进度抓紧学习,按时完成好作业,就一定可以将《电工基础》这门课学好。

第二部分 各章辅导讲解

第一章 电的基本知识

一、重点内容

本章要求建立一些基本概念,如电荷、电场、电位、电位差(电压)、电流、电动势等。对它们加以理解,并熟记代表它们的符号及单位(含单位换算)。重点是电位、电压和电流。现辅导以下几个问题:

二、辅导讲解

1. 导体、绝缘体和半导体

原子中一个电子带电的数量(电量)与一个质子带电的数量相等,但性质相反。因此,若某原子的电子数=质子数,则负电=正电,作用抵消,对外不显电性,称为中和。

原子中电子是活跃的因素。若某原子失去电子,则质子数多于电子数,正电>负电,该原子带正电;反之,若某原子得到电子,则原子带负电。带电的原子叫离子。带正电的原子叫正离子;带负电的原子叫负离子。

脱离原子束缚,在原子的间隙中自由运动的电子叫自由电子。

自由电子和正、负离子都是在物质内部可以自由移动的

导电微粒。按物质内部自由电子和正、负离子的多少,可将物质分为以下三类:

导体——内部含有大量的自由电子或正、负离子,具有显著的导电性能。例如,所有的金属和碳,内部含有大量的自由电子;而酸、碱、盐的稀溶液中则含有大量的正、负离子。它们都是良好的导体。

绝缘体——又称电介质或介质。在这种物质中自由电子或正、负离子的数量极少,很不易导电。如云母、玻璃、陶瓷、橡胶、腊纸等。

半导体——其导电性能介于导体与绝缘体之间,如锗、硅、硒及氧化亚铜等。由于半导体有许多特殊性能,是制造晶体管的主要材料,因而得到非常广泛的应用。

2. 电位和电位差(电压)

关于电位和电位差这个概念,涉及到电场中的功与能问题,内容比较抽象,要对照物理学中的功能概念,加以理解,而后知道其定义,熟记其代表符号和单位,掌握它们之间的关系。

不妨先复习一下物理学中的功能概念。

如图 1—1,某物体从 a 点受地心引力(又称重力)作用落地,表示物体受重力(F_g)作用产生了位移,即重力对物体作了功,也显示该物体在 a 点具有一定的能量。显然,同一物体在不同的位置上(例如图 1—1 中的 a、b、c 点),重力所作的功大小不同,这说明同一物体在不同位置上所具有的能量不相等。为此,我们称物体在某一点上所具有的能量为它的

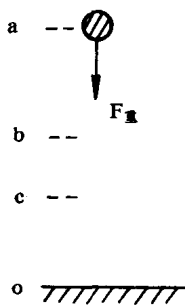


图 1—1

位能。在图 1-1 中, a 点的位能高, b 点次之, c 点又次之, 若以地为参考点, 则 o 点的位能为零。(为什么? 想一想)

其次, 再明确电场中的以下问题:

电荷所在的周围空间, 必然存在着电场。当电荷进入电场中, 会受到电场力的作用 ($F = Eq$) 产生位移, 说明电场力对电荷作了功, 表示电场中具有一定的能量。

电场的分布状况, 可形象地用电力线表示。图 1-2(a) 是点电荷周围的电场, (b) 是两带电金属平行板间的电场, 图中箭头所示为电场方向。电力线密集处, 电场强; 稀疏处, 电场弱。电力线均匀分布的电场, 叫均匀电场。在均匀电场中, 各点的电场强度 (E) 大小相等, 方向相同。(为什么? 想一想)

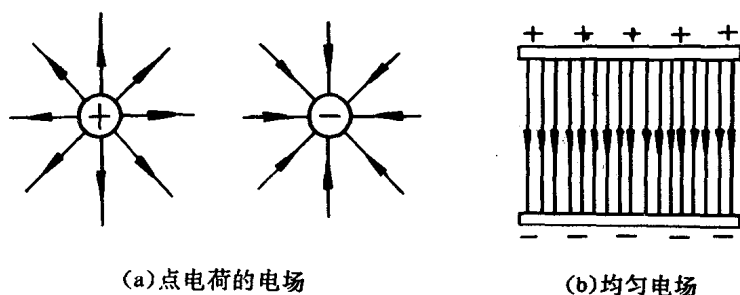


图 1-2

现在, 我们来讨论一下电位和电位差的概念。

在图 1-3 中, 已知当电荷进入电场中会受到电场力的作用, 正电荷将顺着电场的方向移动, 而负电荷则与之相反。

电荷在电场中受力作用产生位移, 说明电场力对电荷作了功, 电荷在电场中具有能量。今以正试验电荷(以下简称正电荷)为例, 且以 o 点作参考点, 正电荷在电场力 ($F_{\text{电}}$) 作用下从 a 点移动到 o 点所作的功大, 从 b 点移动到 o 点所作的功

次之,从c点移动到o点所作的功又次之。这说明正电荷在a点具有的能量大,在b点具有的能量次之,在c点具有的能量又次之,即正电荷在电场中a、b、c……各点所具有的能量不同,此能量称为电荷的电位能。为了说明电场中的这一特性,取单位正电荷在电场中某点所具有的电位能来表述。

单位正电荷在电场中某点所具有的电位能(或单位正电荷在电场力作用下从某点移动到参考点所作的功),称为该点的电位,用下式表示:

$$\varphi_a = \frac{W_a}{q} = \frac{A_{ao}}{q}$$

式中 φ_a (或 U_a) 表示 a 点的电位,单位是伏特(V);

W_a 表示正电荷 q 在 a 点具有的电位能,单位用焦耳;

A_{ao} 表示正电荷从 a 点移动到参考点 o,电场力所作的功,单位也是焦耳。

上式也可说成:电位等于电场力将正电荷从 a 点移动到参考点 o 所作的功(A_{ao})与正电荷的电量(q)的比值。显然, q 越大,作功也越大,两者的比值为一常数,即电场中任一点的电位是一个常量,因而能描述电场各点的特性。

例如,在图 1-3 中,设有 2 库仑的正电荷受电场力作用从 a 点移动到参考点所作的功为 4 焦耳,则该点的电位 $\varphi_a = \frac{A_{ao}}{q} = \frac{4}{2} = 2$ 伏特。今若有 4 库仑的正电荷受电场力作用仍从

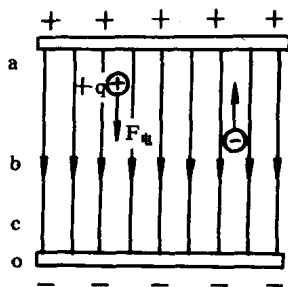


图 1-3

a 点移动到参考点 o, 则这时电场力做功增大为 8 焦耳, 该点的电位仍为 $\varphi_a = \frac{8}{4} = 2$ 伏特。这表示电场各点的这一特性由电位决定, 与电荷量的多少无关。

知道了电位的含义, 电位差(电压)也就容易明白了。顾名思义, 电位差(电压)也就是电场中任意两点之间电位之差。图 1-3 中, a 点电位用 φ_a 表示, b 点电位用 φ_b 表示, 则 a、b 两点之间的电位差(电压)可表示为

$$U_{ab} = \varphi_a - \varphi_b$$

电压和电位的这个关系式很重要, 以后要能灵活应用。下面作一初步分析:

当 $\varphi_a > \varphi_b$, U_{ab} 为正值。表示 a 点电位高于 b 点电位, 从 a 点到 b 点是电位降落, U_{ab} 称为电位降(或电压降)。

当 $\varphi_a < \varphi_b$, U_{ab} 为负值。表示 a 点电位低于 b 点电位, 从 a 点到 b 点是电位升高, 这时 U_{ab} 称为电位升。

当 $\varphi_a = \varphi_b$, $U_{ab} = 0$ 。表示 a、b 两点电位相同, 两点之间的电压等于零。

根据电位定义, 还可将上式写作

$$U_{ab} = \varphi_a - \varphi_b = \frac{A_{ao}}{q} - \frac{A_{bo}}{q} = \frac{A_{ab}}{q}$$

上式表示 a、b 两点之间的电压等于电场力移动正电荷从 a 点到 b 点所作的功 (A_{ab}) 与电荷量 (q) 的比值, 单位仍是伏特 (V)。

电位和电压的概念就讲到这里。下面还需指出, 在电场中, 参考点 o 可以任意指定(正如物体下落时, 可以指定以地为参考点, 也可以指定屋顶或桌面为参考点一样)。但一经指定, 各点电位就有一定的数值。若参考点有所改变, 则各点电位数值也随着改变, 但任意两点间的电压不变。