

职业技术教育 培训教材
军地两用人才

电工基础

(电类专业用)

上海高级职业技术培训中心主编

上海科学技术出版社

内 容 提 要

本书是职业技术教育和军地两用人才培养教材之一。本着系统性和实用性的原则，全书较详细地介绍了电类专业用的电工基础知识。

全书内容包括：直流电路、磁与电磁及电磁感应、单相交流电路、三相交流电路、晶体管知识初步、可控硅简介。为了帮助读者复习，每章末还附有复习题。

本书内容丰富、图文并茂、语言通俗易懂，适用于具有初中文化水平的乡镇企业电工、军地两用人才、工矿企业电工上岗和职业中学培训用书，亦可供青年自学用。

职业技术教育 培训教材
军地两用人才

电 工 基 础

上海高级职业技术培训中心 主编

上海科学技术出版社出版

(上海瑞金二路450号)

新华书店上海发行所发行 江苏深水印刷厂印刷

开本 787×1092 1/32 印张 7.25 字数 155,000

1988年6月第1版 1988年6月第1次印刷

印数：1—12,900

ISBN 7-5323-0651-8/TM·22

定价：1.80元

职业技术教育
军地两用人才 培训教材编委会

主 任 沈锡灿

副 主 任 徐福生 周 禹

委 员 李春明 孙鹤鸣 徐荣生

施聘贤 李 远 王广春

本书编写者 李春明 程正庆

本书审阅者 叶继昌

书 目

机械基础

机械识图与制图

机械识图与制图习题集

电工基础(非电类专业用)

车工技术

钳工技术

铣工技术

刨工技术

焊工技术

电工基础(电类专业用)

电工技术

油漆工技术

房屋建筑基础

建筑识图与制图

前 言

根据中央“逐步做到使一切需要进行培训的人员，先经过培训以后再就业”的精神；同时为智力拥军、军地共育两用人才，配合解放军实行军事训练、政治教育、科学文化教育、民用技术训练一体化，培养军地两用人才的需要，我们组编了这套职业技术教育—军地两用人才培训教材。

由于我们第一次编写这种性质的教材，故先以通用性较强的专业着手，作些探索，积累经验，通过教学实践后再修订教材的内容和体系，使之逐步提高。当然，职业教育的专业技术门类是极为广泛的，今后视需要和可能再行扩展，并延伸出版中、高级层次的技术培训教材。

教材的内容，是以部颁初级技术等级标准为依据，并考虑了上岗必需具备的技术基础要求。计划先行出版的有：车工技术、钳工技术、刨工技术、铣工技术、电工技术、油漆工技术、机械基础、机械识图与制图、房屋建筑基础、电工基础等十四种。适合于具有初中以上文化程度的乡镇青年工人、职业中学学生、军队培养两用人才短期培训使用。使用这套教材的受训人员，通过技术理论和生产实习，在应知应会上

能达到初级工水平。

我们按照党的教育方针，本着改革的精神，这套教材在内容上，力求理论与实际相结合，由浅入深；从打好基础入手，突出各工种生产实习教学的特点；密切联系工业生产实际，系统地掌握专业技术理论和一定操作技能，为今后进一步提高打下基础，试图与现行的同类教材相比有所特色。

我们在组编这套培训教材时，虽然尽量注意了军队学习民用技术的特点，力求内容适合一体化训练安排，兼能掌握地方有关部门规定的应知应会项目，但也望教员在贯彻教学大纲、保证人才质量的基础上，依照实际情况，因材施教，灵活使用教材。

如前所述，由于我们第一次组编这种性质的教材，缺点和错误在所难免，希望使用本教材的同志提出批评和改进意见，以便再版时修正。

编 委 会

绪 论

电的应用范围极其广泛。它是工业、农业、交通运输业、国防及国民经济的其他各个部门的主要动力来源之一。工业生产中的各种机械,如各种机床、起重机、轧钢机、鼓风机、锻压和铸造设备、水泵等,都是用电来驱动的。在机械制造工艺上,如电镀、电焊、高频淬火、电炉冶炼金属、电蚀加工、超声波加工、电子束和等离子束加工等,都是用电才能办到的。生产和科学实验过程中所涉及的一些物理量,如长度、速度、压力、温度、流量、液位等,也都可以用电的方法来测量或进行自动调节,以提高自动化程度。农业生产中的电力排灌设备、脱粒机、粮食和饲料的电力加工装置,又有哪一样能离开电呢?现代化的国防建设更离不开电。自动化和远距离控制、无线电通讯都靠电的神通。电子技术,特别是电脑,不仅可以模拟人的感觉和思维,把人们从大量的、繁重的、具有危险性的劳动中解放出来,而且可以超越人体机能的限制,在检测、计算、判断、控制等方面,完成人无法承担的任务。如雷达导航和搜索目标、机器人探雷和扫雷等。电也是现代物质和精神生活中所不可缺少的东西,如电灯、电话、电影、电视、录像、收录机、电冰箱等都要应用电。因此,电的广泛应用直接关系到工农业生产的发展和科学技术及国防建设的进步,关系到四个现代化的进程和祖国的安危,也直接影响亿万人民的物质生活和文化生活,关系到人民群众的切身利益。

电所以会有这样广泛的应用,是因为它具有以下三个方

面的优越性:

1. 转换方便

电能可以从其他形式的能,如势能(水力发电)、热能(火力发电)、原子能(原子能发电)、化学能(电池)及光能(光电池)等转换而获得;同样,也可以把电能转换成其他形式的能,如用电动机可以把电能转换成机械能,用电炉可以把电能转换成热能,用电灯可以把电能转换成光能,用扬声器可以把电能转换成声能。此外,不同形式的电能之间也可以转换,如利用整流器可将交流电能转换成直流电能,利用振荡器可将直流电能转换成交流电能。

另外,在工业、农业、科学研究和国防中,为了实现自动控制和调节,也可以将非电量通过传感器转换成电量(电信号)。

2. 输送方便

电能可以通过电线非常方便地从发电站输送到远方的用电基地(工厂、农村、解放军部队),不但损耗少,而且速度快。电能也可以不用电线而以电磁波的形式传送,如无线电通讯,它的传送速度达到每秒三十万公里。无线电通讯起到了缩短距离的作用。

3. 控制方便

利用电可以做到高度自动化。例如,利用电来控制生产过程和设备运行,实现程序控制,数字控制。应用电部队里还可进行各种电化模拟训练等。

由此可见,电在现代人类生活中的重要性,无论怎样比喻都不会过份。

电工技术主要是把物理学中的电磁学理论应用到工程上,如发电、输配电、电能利用、电气控制、电机电器及仪表制

造、电讯工程等等。随着电工技术的发展,以上这些已经分成了许多专业,但无论哪一个专业都离不开一个共同的基础理论,这就是《电工基础》。

《电工基础》课程是一门技术基础课,它是由物理学中的电磁学过渡到各专业电工课程的桥梁。因此,从课程特点来说,它既不同于物理学,也不同于各专业电工课程。从理论方面来看,它利用物理学的基本理论,按照工程上的需要加以发展,更多地偏重于工程计算,而从实际方面来看,它又不过细地分析一种具体的电工设备,而只分析多种电工设备中所共有的电与磁部份的内在联系。因此,学习这门课程应以掌握结合实际的应用分析方法为主,它不同于纯理论的分析,但又不完全摆脱理论分析,换句话说,就是要做到物理概念、数学概念和实际应用三方面并重,而不能只强调一个方面而忽视了其他方面。

电工在实际工作中有很多问题需要运用《电工基础》中的知识来解决。因此,无论是准备当一名电工,还是准备进一步深造,都必须认真学好这门课,从而为专业学习打下牢固的基础。

目 录

绪 论

第一章 直流电路	1
§1-1 直流电路的基本概念	1
一、电路的组成	1
二、电流	3
三、电位、电压与电动势	5
四、电阻	7
§1-2 欧姆定律及其应用	11
一、一段电路的欧姆定律	11
二、全电路的欧姆定律	12
§1-3 电阻的串联、并联和混联	13
一、电阻的串联	14
二、电阻的并联	18
三、电阻的混联	21
§1-4 节点电流定律和回路电压定律	24
一、节点电流定律	25
二、回路电压定律	31
§1-5 电功和电功率	34
一、电功	34
二、电功率	35
三、负载从电源获得最大功率的条件	38
§1-6 电流的热效应	39
一、电气设备的发热与温升	39
二、短路	41

§1-7 电容器及其充放电过程.....	42
一、电容器和电容.....	42
二、电容器的并联和串联.....	45
三、电容器的充放电过程.....	50
复习题.....	52
第二章 磁与电磁及电磁感应.....	55
§2-1 磁场的基本知识.....	55
一、磁的基本现象与磁场.....	55
二、电流的磁现象.....	56
§2-2 磁场的基本物理量.....	59
一、磁通.....	59
二、磁感应强度.....	59
三、导磁系数.....	60
四、磁场强度.....	62
§2-3 铁磁物质的磁化与分类.....	62
一、铁磁物质的磁化.....	62
二、铁磁物质的磁化曲线.....	63
三、铁磁物质的反复磁化.....	65
四、铁磁物质的分类及应用.....	65
§2-4 磁场对电流的作用.....	66
一、磁场对通电导体的作用.....	66
二、直流电动机的工作原理.....	69
三、通电导体之间的相互作用.....	71
§2-5 电磁感应.....	73
一、感应现象.....	73
二、感生电流的方向.....	76
三、感生电动势的大小.....	79
四、发电机原理.....	81
§2-6 自感与互感.....	83
一、自感.....	83

二、互感.....	87
三、变压器原理.....	90
四、涡流及其利弊.....	93
复习题.....	95
第三章 单相交流电路.....	99
§3-1 交流电与直流电的区别.....	99
§3-2 正弦交流电的产生.....	100
§3-3 正弦交流电的基本概念.....	104
一、正弦交流电的特点.....	104
二、正弦交流电的三要素.....	105
三、正弦交流电的有效值.....	110
§3-4 正弦交流电的三种表示方法.....	111
一、解析法.....	111
二、正弦曲线法.....	112
三、旋转矢量法.....	112
§3-5 纯电阻电路.....	114
§3-6 纯电感电路.....	117
一、纯电感电路中的电流和电压的关系.....	117
二、电感线圈的感抗.....	120
三、电感电路中的功率.....	121
§3-7 纯电容电路.....	122
一、纯电容电路中的电流和电压的关系.....	122
二、电容器的容抗.....	124
三、电容电路中的功率.....	126
§3-8 电阻、电感串联电路.....	127
§3-9 电阻、电感、电容串联电路.....	131
§3-10 电阻、电感与电容的并联电路.....	135
§3-11 功率因数的提高.....	138
复习题.....	139
第四章 三相交流电路.....	142

§4-1 概述	142
§4-2 三相交流电的产生	142
§4-3 三相电源的联接	145
一、电源的星形联接	145
二、电源的三角形联接	147
§4-4 三相负载的联接和简单对称电路的计算	148
一、三相负载的星形联接	148
二、负载的三角形联接	151
三、三相电路功率	152
四、不对称三相电路的几个实例	157
复习题	161
第五章 晶体管知识初步	162
§5-1 半导体的基本特性	162
一、什么是半导体	162
二、半导体的导电特性	163
三、半导体的导电机理	164
四、P 型半导体和 N 型半导体	167
五、PN 结及其单向导电性	169
§5-2 半导体二极管	171
一、半导体二极管的结构和命名	171
二、二极管的导电特性	173
三、二极管的主要参数	175
四、二极管整流电路	175
五、滤波电路	182
六、简单的硅稳压管电路	186
§5-3 半导体三极管及放大电路	187
一、半导体三极管的结构和命名	187
二、半导体三极管的电流放大作用	190
三、半导体三极管的主要参数	191
四、半导体三极管的判别和简易测试	194

五、半导体三极管放大电路.....	198
六、三极管放大电路的应用.....	199
复习题.....	204
第六章 可控硅简介.....	206
§6-1 可控硅.....	206
§6-2 可控硅元件的结构与工作原理.....	207
一、结构.....	207
二、工作原理.....	207
§6-3 可控硅的主要应用.....	211
一、可控整流.....	211
二、交流调压.....	213
三、可控硅作为开关使用.....	214
四、触发电路.....	215
复习题.....	216

第一章 直流电路

§ 1-1 直流电路的基本概念

一、电路的组成

1. 电路

电路是由电源、负载及中间环节等电气设备组成的总体，是电流流通的闭合路径。可以简单地说：电路就是电流所经过的路径。

电路一般由电源、负载及中间环节三部份组成：

(1) 电源 电源是提供电能的装置。它把其他形式的能量转换成电能。例如，电池是将化学能转换成电能的装置，火力发电机是将热能转换成电能的装置，等等。

(2) 负载 负载是用电装置。它把电能转换成其他形式的能量。例如：电灯是将电能转换成光能的装置；电动机是将电能转换成机械能的装置；此外，还有某些电路元件，如电阻、电容器、线圈等等，也可作为负载。

(3) 中间环节 中间环节是传送、分配和控制电能的装置。最简单的中间环节是联接导线、开关和熔断器（保险丝）。

图 1-1 所示的是最简单的电路。其中干电池作为电源，它将化学能转换成电能。图中的灯泡就是负载，它把电能转换成光能。在电源和负载之间用导线与开关把两者联接起

来，导线和开关就是中间环节，它们起传送和控制电能的作用。

2. 电路图

上面所举的例子是一个最简单的电路。实际上我们将会遇到的是些复杂得多的电路，但也不外乎是由许多电源、负载和中间环节所组成。如果把一个较复杂的电路用上面画实物的方法来表示，那么画图既不方便也不清楚。在工程中一般不是画实物，而是用一些规定的符号来代替各种实物，而且实际电路中的元件的尺寸和几何形状也不用在所画的电路中表示出来。这种用符号表示实际电路的工程图就叫电路图。

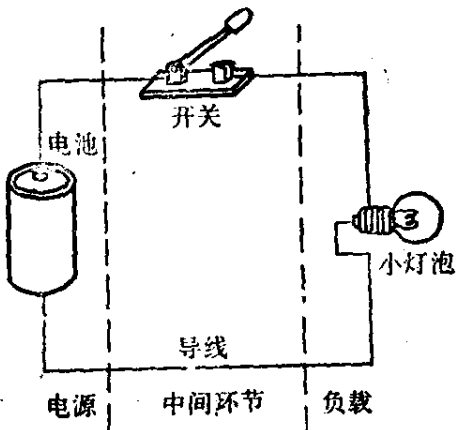


图 1-1 电路的组成

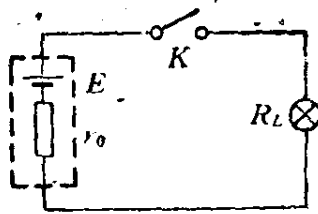


图 1-2 电路图

例如，图 1-1 的实际电路可以画成图 1-2 来表示。其中电源用两根平行线段来表示，细而长的表示电源的正极，粗而短的表示电源的负极。电源下面的小矩形表示电源的内阻。负载(灯泡)用当中有叉的圆来表示。

当开关 K 合上以后，电路中就有电流流过，这时的电路就叫闭路或通路；当开关 K 打开以后，电路就被隔断，电路中

就没有电流流过,这时的电路就叫开路或断路。

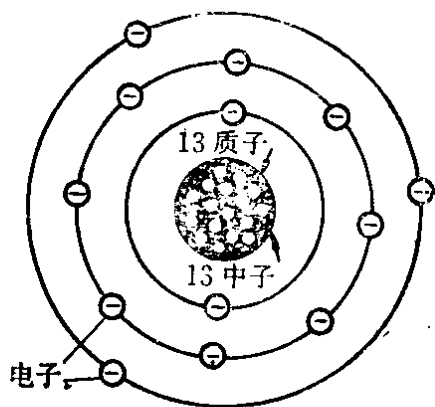
一般把电源内部的通路称为内电路,由负载和中间环节构成的那部分电路称为外电路,内电路加上外电路称为全电路。

二、电 流

1. 电流的产生

电流究竟是怎样产生的呢?这就要从物质内部结构说起。

我们知道,自然界的一切物质都是由分子组成的,而分子又是由原子组成的。每一个原子都是由一个带正电荷的原子核和一定数量的带负电荷的电子所组成。这些电子,分层围绕原子核作高速旋转。正电



荷之间,或负电荷之间有相互排斥作用,而正电荷与负电荷之间有相互吸引作用,这就是同种电荷互相排斥,异种电荷互相吸引的特性。不同的物质具有不同的原子,原子核外的电子数目也不一样。例如,铜原子核外有 29 个电子,铝原子核外有 13 个电子。图 1-3 是铝原子结构示意图。

在通常情况下,原子核所带的正电荷和电子所带的负电荷在数量上相等,所以物体就不显电性。

如果由于某种外力的作用,使离原子核较远的外层电子摆脱原子核的引力,从一个物体跑到另一个物体上,这样就能使物体带电了。失去电子的物体带正电,获得电子的物体带负电。当电荷积聚不动时,这种电荷就称为静电,如果电荷处