

○ 全国技工学校 中等专业学校
职业高级中学电工电子类专业通用教材

专业 电工 基础

○ zhuanye diangong jichu

○ 郑明炎 编



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY
<http://www.phei.com.cn>

全国技工学校 中等专业学校 职业高级中学电工电子类专业通用教材

专业电工基础

郑明炎 编

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京 · BEIJING

内 容 简 介

本书是为中等职业学校（含技工学校、中等专业学校和职业高中）电工电子类专业学生编写的基础理论教材。全书共四大部分九章：第一部分直流电，包括电的基本知识、简单电路和复杂电路；第二部分磁，包括磁的基本知识和电磁感应；第三部分交流电，包括单相正弦交流电和三相交流电；第四部分知识拓展，包括专业基础和电工基本元器件。

本书主要有两大特点：一是通俗易懂，只要具有初中毕业文化程度就可以把全书读懂；二是本书内容达到了电工电子类各工种学习专业知识时对电工基础理论知识的所有要求。

本书除可以作为中等职业学校教材外，还可以作为企业职工培训中提高技术工人电工基础知识水平的教材，且特别适合广大技术工人自学使用。

未经许可，不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。
版权所有，侵权必究。

图书在版编目（CIP）数据

专业电工基础 / 郑明炎编. —北京：电子工业出版社，2014.4
全国技工学校. 中等专业学校. 职业高级中学电工电子类专业通用教材

ISBN 978-7-121-22674-8

I. ①专… II. ①郑… III. ①电工学—中等专业学校—教材 IV. ①TM1

中国版本图书馆CIP数据核字（2014）第053310号

策划编辑：张 凌

责任编辑：张 凌 特约编辑：王 纲

印 刷：北京京师印务有限公司

装 订：北京京师印务有限公司

出版发行：电子工业出版社

北京市海淀区万寿路173信箱 邮编 100036

开 本：787×1 092 1/16 印张：13.25 字数：339.2千字

印 次：2014年4月第1次印刷

定 价：29.50元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题，请向购买书店调换。若书店售缺，请与本社发行部联系，联系及邮购电话：（010）88254888。

质量投诉请发邮件至 zltz@phei.com.cn，盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线：（010）88258888。

前 言



电工基础知识是中等职业学校（包括技工学校、中等专业技术学校和职业高级中学）工科类学生的必修内容，根据学校对学生培养目标的不同，学生需要具有的电工知识量也不尽相同。本书是特别为我国中等职业学校电工电子类专业学生编写的基础理论教材。

由于本书编者有在大中型国有企业从事技术工作的经历、有在技工学校从事电工电子类课程教学工作的经历以及在大中型企业从事电工电子类工种的职工培训工作的经历，所以编者对以往的中等职业学校电工电子类各专业教材、中等职业学校学生状况和在企业从事电工电子类工种工人情况非常熟悉，本书是在编者对各方面的情况进行综合分析和研究后写成的，因此本书与以往中等职业学校教材相比具有以下特点。

第一，根据我国中等职业学校电工电子类学生的培养目标，学生从中等职业学校毕业后必须通过国家职业资格技能鉴定考试，并获得相关专业（指电工电子类各专业，如维修电工、安装电工和家用电器维修工等）中级职业资格证书。因此本书的内容涵盖了电工电子类相关专业职业技能鉴定中级工考试对电工基础理论知识的所有要求。

第二，中等职业学校电工电子类各专业都要开设各种专业课，比如：维修电工专业需要开设《电机与变压器》、《电工仪表》和《电力拖动控制线路》等课程。为使学生能顺利完成各门专业课的学习，学生必须具有足够的电工理论知识基础。本书的内容涵盖了电工电子类专业各种专业课对电工理论知识的所有要求。

第三，本书是针对完成了国家九年义务教育（具有初中毕业文化程度）后进入中等职业学校学习的学生编写的。这里有两方面的含意：一方面，因学生完成了九年义务教育的学习，已经具备了少量的有关电和磁的基本知识，本书的内容是在这样一个基础上展开的；另一方面，因学生只完成了九年义务教育的学习，学生具有的知识的深度和广度都有一定程度的局限性，因此本书的叙述力求文字简洁、通俗易懂，即使对一些深奥的问题的阐述也都立足于学生现有的知识程度。

在学习本书的过程中需要注意以下几点。

第一，本书前三部分系统而全面地阐述了电工的基础理论，第四部分内容是前面三部分内容的拓展。第四部分内容是以后学习其他专业课时常用的知识，是承前启后的，很重要，同时还要注意学习方法，要在学完前面三部分内容后再去学这部分内容。

第二，书中有的地方会出现“经推导”、“可以证明”等这样的描述。这里有两种情况：一种情况是因为电工理论知识对数学知识的要求较高，而学生又不具备推导或证明这些结论所要求的数学知识基础；另一种情况是推导或证明过程较烦琐，而且这种推导和证明过程对以后的学习并没有帮助，所以这些地方就没有详细的推导过程或证明过程，这时只要使用这个结论就可以了。

第三，书中的例题和习题普遍都浅显易懂，主要是注重使学生掌握必要的基本概念。同时，

为了使读者更容易掌握必要的计算方法,本书对各种类型的计算题几乎都有例题作为示范。习题中有的选做题需要后面的知识支持,所以最好是学完全书内容后再来做选做题。全书没有任何难题和偏题,但又基本涵盖了需要掌握的所有知识。编写本书时,编者还力求不把专业课的内容放在基础课里面来讲,例题和习题也力求不把专业课的题目放在基础课里面来做。

第四,在本书的内容编排上,各章内容后没有小结而是在习题中增加了概念题。这种编排方式主要是从对学生的素质教育角度考虑的。以往的小结主要注重计算中需要用的一些公式等内容而相对忽视基本概念。本书对重要的公式和计算方法都力求能通过例题中的示范和在做习题时的灵活运用中掌握,基本概念力求能在做完概念题后有一个比较全面的掌握。此外,本书中有极少量的内容(放在选修内容中)看上去似乎比中级电工电子类专业职业技能鉴定要求的知识要多,但这些内容也是必须编入的。这里主要是从两方面考虑的:一是从知识的系统性要求考虑的,二是从学生将来的专业发展(如中等职业学校毕业生将来是一定要考高级工的,以及要有将来学习新设备、新技术所必要的基础知识)上考虑的。但尽管这样,这些知识只是拓宽了知识面,而并没有太大的难度,并且这样做也便于授课教师根据专业要求来调整学习内容。

第五,本书中的楷体字部分有的是选修内容,有的是一些说明提示。选修内容可以在教师的指导下进行取舍,说明提示是一些内容次序安排的说明和学习方法的提示等。

第六,电工实验是理论联系实际和验证所学理论知识的重要辅助手段。根据本书的内容,有条件的情况下,一般应安排以下实验:电源的外特性;电位值、电压值的测量;验证基尔霍夫定律;验证楞次定律;电阻、电容、电感串联电路中各参数的关系;提高功率因数的方法;三相交流电路的连接及各参数之间关系;扩大电流表和电压表的量程。

本书的适用范围:

1. 作为教材本书适合中等职业学校(包括技工学校、中等专业学校和职业高级中学)电工电子类专业学生使用。特别需要提醒的是,作为教材本书不适合非电工电子类专业学生使用,因为本书明显超出了非电工电子类专业学生所要求的电工基础知识的深度和广度,但如果学生有更多的兴趣需要多学一些电工方面的知识,可以作为参考书自学使用。

2. 就知识量而言,本书也适合以培养生产现场电工电子类专业工种操作人员为方向的高等职业学校的学生使用,即一定程度上也可以作为高等职业学校电工电子类学生的教材,但这些选择必须慎重,还要考虑本书的知识量是否达到了这些专业学生以后学习专业课的要求。

3. 由于本书电工基础知识的框架是很完整的,所以也可以作为高等学校工科类(电工电子类和机械类等)学生的参考书。

4. 由于本书具有通俗性、系统性和很强的逻辑性的特点,所以本书适合已经具备了初中毕业文化程度的读者自学。学完本书后,会给读者进一步学习电工电子类专业知识打下良好的电工知识基础。

编者
2013年11月

目 录



第一部分 直流电

第 1 章 电的基本知识	2
1.1 电荷和电场	2
1.2 电流	3
1.2.1 电流的形成	3
1.2.2 电流的方向	3
1.2.3 电流的大小	3
1.2.4 电流的分类	4
1.2.5 电流密度	5
1.3 电位与电压	5
1.3.1 电位	5
1.3.2 电压	6
1.3.3 电压与电位的关系	7
1.3.4 产生电流的条件	7
1.4 电动势	8
1.4.1 电动势的产生	8
1.4.2 电源的表示方法及电源的端电压	9
1.4.3 电源电动势与电源端电压的关系	9
1.4.4 电动势与电压的比较	9
1.5 负载	10
1.5.1 电阻	10
1.5.2 电容	11
1.5.3 电感	13
1.6 电路图	13
第 1 章例题	15
第 1 章习题	18
第 2 章 简单电路	20
2.1 欧姆定律	20
2.1.1 部分电路欧姆定律	20
2.1.2 全电路欧姆定律	21

2.2	焦耳定律	21
2.3	电功与电功率	22
2.3.1	电功	22
2.3.2	电功率	23
2.3.3	电功的实用单位——度	24
2.4	负载的额定值	24
2.5	电路的三种状态	25
2.5.1	开路状态	25
2.5.2	通路状态	26
2.5.3	短路状态	26
2.6	电阻的连接及等效变换	26
2.6.1	电阻的串联	27
2.6.2	电阻的并联	29
2.6.3	电阻的混联	32
2.7	电容的连接及等效变换	33
2.7.1	电容的串联	33
2.7.2	电容的并联	33
2.7.3	电容的混联	34
2.8	电源的连接及等效变换	35
2.8.1	电压源和电流源	35
*2.8.2	电压源与电流源的等效变换	36
2.8.3	理想电压源和理想电流源	36
*2.8.4	电源的连接	37
2.9	电位的计算	39
2.9.1	电位的计算	39
2.9.2	计算电路中任意两点间电压的方法	40
2.9.3	用标上电位的方法来画电路图	40
	第2章例题	41
	第2章习题	46
第3章	复杂电路	50
3.1	基尔霍夫定律	50
3.1.1	简单电路和复杂电路	50
3.1.2	预备知识	51
3.1.3	基尔霍夫定律	51
3.1.4	利用基尔霍夫定律解题	53
3.2	叠加原理	57
3.2.1	叠加原理	57
3.2.2	利用叠加原理解题	57
3.3	戴维南定理和诺顿定理	59
3.3.1	两端网络的概念	59

3.3.2 戴维南定理	60
*3.3.3 诺顿定理	60
3.3.4 利用戴维南定理解题	61
第3章例题	62
第3章习题	66

第二部分 磁

第4章 磁的基本知识	70
4.1 磁体的磁场	70
4.2 电流的磁场	71
4.2.1 直线电流产生的磁场	71
4.2.2 环形电流产生的磁场	72
4.3 磁感应强度	72
4.3.1 磁通	72
4.3.2 磁感应强度	72
4.4 物质的磁导率	73
4.5 磁场强度	74
4.6 磁化	76
4.6.1 磁化的概念	76
4.6.2 起始磁化曲线	76
4.6.3 磁滞回线	77
4.6.4 基本磁化曲线	78
4.6.5 退磁曲线	79
4.6.6 温度对铁磁性物质性能的影响	79
4.7 磁性材料	79
4.7.1 软磁性材料	79
4.7.2 硬磁性材料	80
4.7.3 矩磁材料	80
*4.8 磁路	80
4.8.1 磁路的概念	80
4.8.2 磁路欧姆定律	81
4.8.3 磁路基尔霍夫定律	83
第4章例题	84
第4章习题	85
第5章 电磁感应	88
5.1 电磁感应现象	88
5.2 电磁感应定律	89
5.2.1 法拉第电磁感应定律	89
5.2.2 楞次定律	91



5.3	自感	93
5.3.1	自感现象	93
5.3.2	自感系数	94
5.3.3	自感电动势	95
5.3.4	自感线圈中的磁场能量	96
5.4	互感	96
5.4.1	互感现象	96
5.4.2	互感系数	97
5.4.3	互感电动势	98
5.4.4	同名端	98
5.4.5	互感线圈的串联与并联	99
第5章例题		100
第5章习题		102

第三部分 交流电

第6章	单相正弦交流电	106
6.1	正弦交流电的产生及其解析式	106
6.1.1	正弦交流电的产生	106
6.1.2	正弦交流电的解析式	107
6.2	正弦交流电的波形图	109
6.3	正弦交流电的参数	111
6.3.1	最大值 E_m (最大瞬时值)	112
6.3.2	周期 T	112
6.3.3	频率 f	112
6.3.4	角频率 ω	113
6.3.5	初相位 φ	114
6.3.6	相位 $\alpha (\omega t + \varphi)$	114
6.3.7	相位差	114
6.3.8	有效值 E 、 I 、 U	116
6.3.9	正弦交流电的平均值 I_p 、 U_p 、 E_p	116
6.3.10	正弦交流电的三要素	117
6.4	正弦交流电的矢量表示法	117
6.5	正弦交流电的符号法	119
6.5.1	预备知识——复数	119
6.5.2	正弦交流电的符号法	121
*6.5.3	用符号法表示欧姆定律	122
*6.5.4	用符号法表示基尔霍夫定律	123
*6.5.5	串联电路的复数阻抗表示形式	123
*6.5.6	并联电路的复数阻抗表示形式	123
6.6	正弦交流电的计算	123

6.6.1 纯电阻电路的计算	123
6.6.2 纯电感电路的计算	125
6.6.3 纯电容电路的计算	128
6.6.4 电阻、电容和电感混合电路的计算	131
*6.6.5 复阻抗及其在正弦交流电计算中的应用	136
6.7 功率因数	137
第 6 章例题	139
第 6 章习题	147
第 7 章 三相交流电	151
7.1 三相交流电的产生及其表示法	151
7.1.1 三相交流电的产生	151
7.1.2 三相交流电的表示方法	152
7.1.3 相序的概念	153
7.2 三相电源的连接	153
7.2.1 三相电源的星形连接	153
7.2.2 三相电源的三角形连接	155
7.3 三相负载的连接	155
7.3.1 三相负载的星形连接	155
7.3.2 三相负载的三角形连接	158
7.4 三相电路的功率	159
7.4.1 有功功率	159
7.4.2 无功功率	160
7.4.3 视在功率	160
第 7 章例题	160
第 7 章习题	162

第四部分 知识拓展

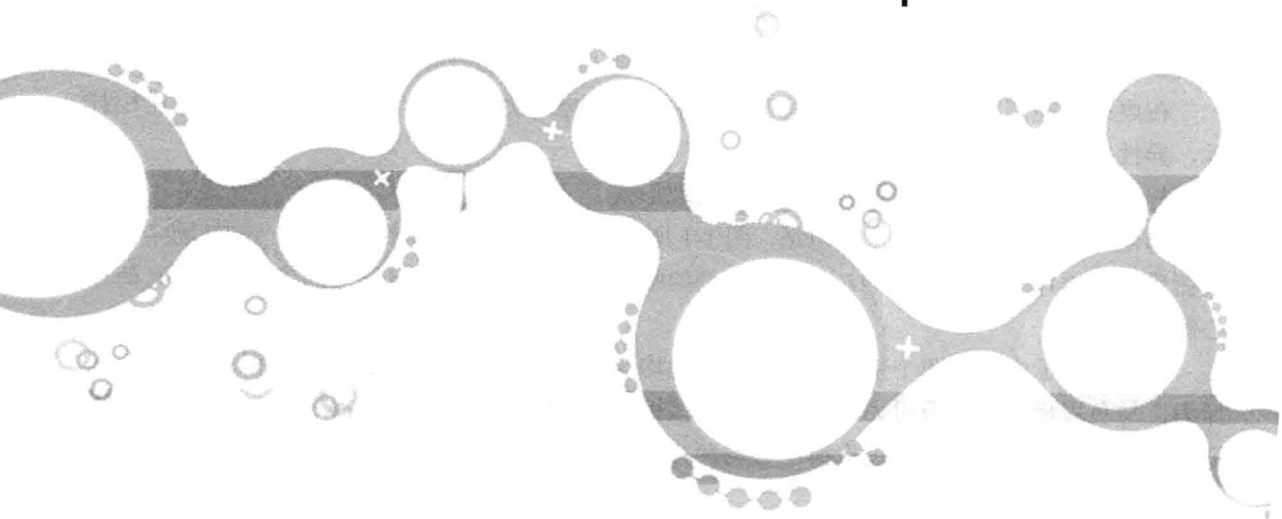
第 8 章 专业基础	166
8.1 涡流和集肤效应	166
8.1.1 涡流	166
8.1.2 集肤效应	166
8.2 RC 电路的暂态过程	167
8.2.1 暂态的概念	167
8.2.2 RC 电路的暂态过程	167
8.3 RL 电路的暂态过程	168
8.3.1 接通 RL 电路的暂态过程	169
8.3.2 断开 RL 电路的暂态过程	170
8.3.3 RL 电路的放电过程	170
8.4 谐振电路	171

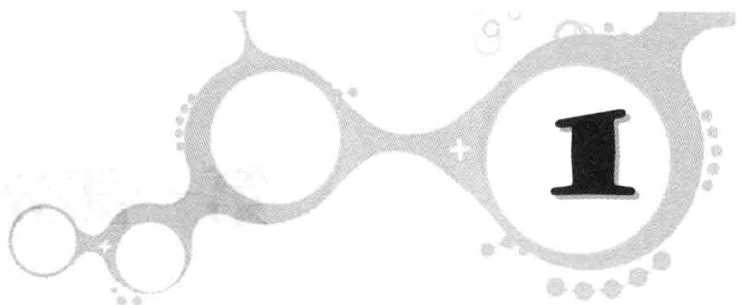


8.4.1	串联谐振	171
8.4.2	并联谐振	173
8.5	电桥平衡问题	174
8.5.1	电桥电路	174
8.5.2	电桥电路平衡条件	175
8.6	负载获得最大功率的条件	176
8.7	量程问题	176
8.7.1	扩大电压表的量程	177
8.7.2	扩大电流表的量程	177
8.8	提高功率因数的意义和方法	178
8.8.1	提高功率因数的意义	178
8.8.2	提高功率因数的方法	178
8.9	磁场对电流的作用	179
8.9.1	磁场对通电直导体的作用	179
8.9.2	磁场对通电线圈的作用	180
	第8章例题	181
	第8章习题	185
第9章	电工基本元器件	188
9.1	电阻器	188
9.1.1	电阻器的种类	188
9.1.2	电阻器的主要参数	188
9.1.3	电阻器的型号及意义	190
9.1.4	电阻器的标注方法	190
9.2	电容器	191
9.2.1	电容器的种类	191
9.2.2	电容器的主要参数	192
9.2.3	电容器的型号及意义	193
9.2.4	电容器的标注方法	193
9.3	电感线圈	194
9.3.1	电感线圈的种类	194
9.3.2	电感线圈的主要参数	194
9.3.3	电感线圈的型号及其意义	195
9.4	线性与非线性概念	195
	第9章习题	196
	综合题部分答案	199
	《专业电工基础》部分常用符号	201

第一部分

直 流 电





第 1 章 电的基本知识



1.1 电荷和电场

在初中学习阶段，我们已经对电有了一个初步认识。我们知道：物质是由分子组成的，分子是由原子组成的，原子是由原子核和电子组成的；原子核带正电，电子带负电；由于原子核所带的正电数和电子所带的负电数相等，所以一般情况下物质不显电性。但是，如果物质失去了电子或者得到了电子就会使物质显电性。失去了电子的物质会带正电，成为**正电荷**；得到了电子的物质会带负电，成为**负电荷**。电荷的计量单位是**库仑**（一个电子所带的负电荷量为 $1.6021892 \times 10^{-19}$ 库仑，1 库仑的电量相当于 6.24146×10^{18} 个电子所带的电荷总量）。金属导体中脱离了原子核的自由电子是负电荷，失去了电子后的原子就是正电荷；液体和气体中失去了电子的分子叫做**阳离子**，是正电荷，得到了电子的分子叫做**阴离子**，是负电荷。

在电荷的周围存在着**电场**，电荷在电场中会受到**电场力**的作用，同性电荷之间会互相排斥，异性电荷之间会互相吸引。

静电场和均匀电场是常见的两种电场表现形式。

静电场就是静止电荷周围的电场，图 1-1 所示电场是正电荷 $+Q$ 的静电场。该电场中，正电荷受到的排斥力 F 是向外的，负电荷受到的吸引力 F 是向内的。电场力的方向在两电荷中心的连线上。

图 1-2 所示电场是两个带电极板间形成的**均匀电场**。该电场中正电荷与正极板之间有排斥力，与负极板之间有吸引力；负电荷与正极板之间有吸引力，与负极板之间有排斥力。电荷受到的电场力的方向在通过电荷中心与两极板的垂直线上。

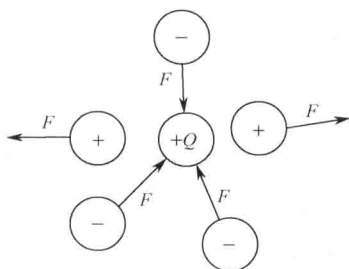


图 1-1 静电场

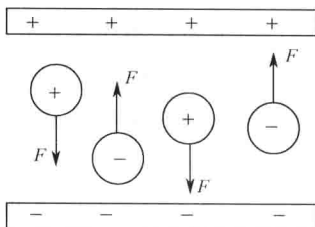


图 1-2 均匀电场

1.2 电流

1.2.1 电流的形成

在图 1-3 所示的均匀电场中，电荷会受到电场力的作用。在电场力作用下正电荷会向负极板移动，负电荷会向正极板移动，这种电荷的有规则的定向移动，就形成了**电流**。

1.2.2 电流的方向

在图 1-3 所示的均匀电场中，正电荷向负极板移动，负电荷向正极板移动，两种电荷的移动方向是相反的，那么此时电流的方向怎么确定呢？我们规定：正电荷移动的方向为**电流的方向**。图中正电荷是向负极板移动的，所以此时两极板内的电流方向是正极板指向负极板；负电荷是从负极板向正极板移动的，负电荷的移动方向不是电流方向，负电荷的移动方向与电流方向相反。

如果在金属导体两端加上一个电场，那么金属导体中的自由电子在外电场的作用下就会形成电流。由于自由电子是负电荷，此时，金属导体中的电流方向并不是自由电子的移动方向，而是与自由电子移动方向相反的方向。

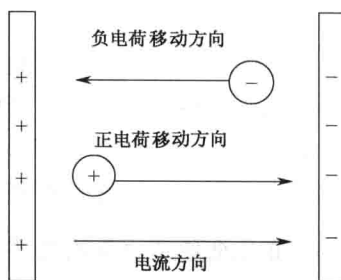


图 1-3 电流的方向

在后面的电路分析计算中，会用到电流的参考方向的概念，所谓**电流的参考方向**就是：在电路的分析计算中，电路中各支路的电流方向往往事先很难确定，因此需要事先假定一个电流的正方向，待计算完了后，如果计算结果为正，则实际电流的方向与假定的电流方向一致，如果计算结果为负，则实际电流的方向与假定的电流方向相反。这种在进行电路的分析计算时事先假定的这个电流方向称为电流的参考方向。电流的参考方向经常被使用在复杂电路的计算中。

1.2.3 电流的大小

电流的大小是用单位时间内通过导体横截面的电荷量来衡量的。计算公式为

$$I = \frac{Q}{t}$$

式中 I —— 电流^①，基本单位是安培，简称安，用大写字母 A 表示；

Q —— 电荷量，基本单位是库仑，用大写字母 C 表示；

t —— 时间，基本单位是秒，用小写字母 s 表示。

电流的常用单位还有千安 (kA)，毫安 (mA) 和微安 (μA)。它们之间的换算关系为

$$1 \text{ 千安 (kA)} = 10^3 \text{ 安培 (A)}$$

$$1 \text{ 安培 (A)} = 10^3 \text{ 毫安 (mA)}$$

$$1 \text{ 毫安 (mA)} = 10^3 \text{ 微安 (}\mu\text{A)}$$

1.2.4 电流的分类

电流分为两大类，即直流电流和交流电流。

1. 直流电流

当电流的大小和方向不随时间的变化而变化时，这种电流称为直流电流，也叫直流电，简称**直流**，常用大写字母 DC 表示。图 1-4 是直流电的波形图。可以看出，无论在 t_1 时刻还是 t_2 时刻，电流的大小和方向始终是不变的，大小始终为 I ，方向始终为正。

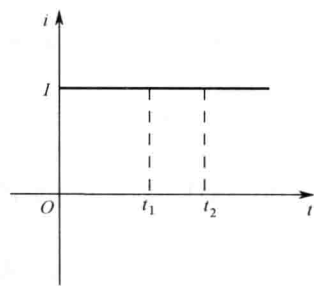


图 1-4 直流电的波形图

直流电能是由直流电源提供的，在直流电路中必须使用直流用电器。我们使用的手电筒中的电池是直流电源，手电筒中的小灯泡是直流用电器。

直流电路参数在任一时刻都是不变的，一般用大写字母表示，如直流电流用大写字母 I 表示。

2. 交流电流

当电流的大小和方向都随时间的变化而变化时，这种电流就称为交流电流，也叫交流电，简称**交流**，常用大写字母 AC 表示。图 1-5 是一交流电的波形图。由于交流电的电路参数总是不断地变化，我们说的交流电的大小和方向是指交流电在某一时刻的大小和方向，所以把交流电某一时刻的参数叫做**瞬时值**。交流电的瞬时值用小写字母表示。如某一时刻的交流电流用小写字母 i 表示。 i 不仅表示电流大小，还表示了电流方向。 i 为正表示正方向， i 为负表示反方向。从图 1-5 中可以看出，在 t_1 时刻，电流的大小为 i_1 ，方向为正；在 t_2 时刻，电流的大小为 i_2 ，方向为负。

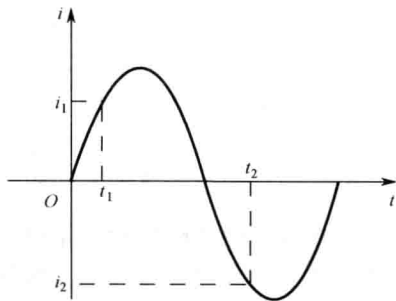


图 1-5 交流电的波形图

交流电能是由交流电源提供的，在交流电路中必须使用交流用电器。居民生活用电大都采用交流电，居民家里使用的白炽灯和日光灯都是交流用电器。

^① 以前电流的大小用电流强度这个名称表示，但国标 GB3102.5—93 中已不再使用这个名称了，电流的大小直接使用电流这个名称。

由于交流电的参数时刻在变化，所以在进行交流电的分析计算时，需要在某一瞬间的微小的时间变化量 Δt 内进行研究，如：

$$i = \frac{\Delta q}{\Delta t}$$

式中 i —— 某一时刻的电流大小，单位为安培 (A)；

Δt —— 时间变化量，单位为秒 (s)；

Δq —— 在 Δt 时间内通过导体的电荷量，单位为库仑 (C)。

上式可理解为，在微小的 Δt 时间内的电流 i 就是在这—时间内流过电路的电荷量 Δq 与时间 Δt 的比值。

1.2.5 电流密度

在电气工程中，经常要根据电流大小选择导线。不同导体的导电性能不同，所允许的单位横截面上通过的电流也是不同的，因此需要引入电流密度这一概念。**电流密度**是指导体横截面上单位面积通过的电流，用下式计算：

$$J = \frac{I}{S}$$

式中 I —— 电流，单位为安培 (A)；

S —— 导体横截面积，单位为毫米² (mm²)；

J —— 电流密度，单位为安培/毫米² (A/mm²)。

由于电流通过导线时会发热，导线温度会上升，而导线温度必须控制在允许值内，因此导线有一个允许长期工作的电流，这个电流大小叫做**安全载流量**。选择导线时要求导线通过的电流必须小于国家标准规定的安全载流量。导线的安全载流量可以查阅《导线安全载流量表》。



1.3 电位与电压

1.3.1 电位

如图 1-6 所示，均匀电场中的电荷 $+Q$ 在电场中受到了电场力 F 的作用，会从一个位置移动到另一个位置。当电场力使电荷移动时，电场力就对电荷做了功。

图 1-6 中，以负极板上的 o 点为参考点，假设电荷 $+Q$ 在电场中所受到的电场力为 F ，那么当电场力将电荷 $+Q$ 从 a 点移动到 o 点时，电场力对电荷所做的功为 $A_{ao}=F \times L_{ao}$ ；当电场力将电荷 $+Q$ 从 b 点移动到 o 点时，

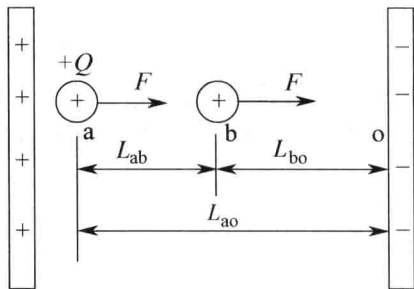


图 1-6 电场力做功和单位

电场力对电荷所做的功为 $A_{bo}=F \times L_{bo}$ 。

电位是这样定义的，电场力把单位正电荷从电场中的某点移动到参考点所做的功就称为该点的**电位**^②。其计算公式为

$$\varphi = \frac{A}{Q}$$

式中 φ —— 电位，基本单位为伏特，简称伏，用大写字母 V 表示；

A —— 电场力移动电荷所做的功，单位为焦耳 (J)；

Q —— 电荷量，单位为库仑 (C)。

电位的单位还有千伏 (kV)、毫伏 (mV) 和微伏 (μ V)，它们的换算关系为

$$1 \text{ 千伏 (kV)} = 10^3 \text{ 伏特 (V)}$$

$$1 \text{ 伏特 (V)} = 10^3 \text{ 毫伏 (mV)}$$

$$1 \text{ 毫伏 (mV)} = 10^3 \text{ 微伏 (}\mu\text{V)}$$

因此，在图 1-6 中，a 点的电位为

$$\varphi_a = \frac{A_{ao}}{Q} \quad (\text{V})$$

b 点的电位为

$$\varphi_b = \frac{A_{bo}}{Q} \quad (\text{V})$$

以上两电位 φ_a 和 φ_b 都是以 o 点为参考点计算出的电位。如果以 b 点为参考点，则 a 点的电位为 $\varphi_a = \frac{A_{ab}}{Q}$ 。很明显，以 o 点为参考点的电位 φ_a 要大于以 b 点为参考点的电位 φ_a 。因此，电位的大小与所选择的参考点的位置有关，参考点位置不同，移动同一位置的同一电荷到参考点所做的功不同，则电位的大小也不同。

参考点是个很重要的概念，实际工作中，为简化问题，经常要设定参考点。通常我们所说的参考点、接地、接零都是同一个意思，都是指这点的电位为零，高于参考点的电位为正，低于参考点的电位为负。我们常常把大地作为参考点，在电子设备中把金属外壳、底板等公共点作为参考点。

1.3.2 电压

电压是衡量电场对电荷做功能力的物理量，即单位正电荷从一点移动到另一点所做的功就是这两点间的**电压**。

在图 1-6 中，如果电场力将电荷 $+Q$ 从 a 点移动到 b 点，电场力所做的功为 A_{ab} ，那么 a 点与 b 点间的电压为 U_{ab} ，即

$$U_{ab} = \frac{A_{ab}}{Q}$$

式中 U_{ab} —— a 点与 b 点间的电压，单位与电位的单位完全相同，也是伏特 (V)，其他常

^② 电位也可以叫电势，但因容易与电动势的概念相混淆，因此一般不用电势而尽量使用电位。