

职业高中试用教材

高等教育出版社

应用电工

建筑类专业适用

益宝清 编

职业高中试用教材

职业高中试用教材

应 用 电 工

内 容 简 介

本书根据国家教育委员会和城乡建设环境保护部制订的职业高中建筑施工、城镇建设两专业的教学计划和教学大纲,由国家教育委员会职业技术教育司和城乡建设环境保护部教育局组织编写,并审定有关职业高中的试用教材。主要内容有直流电路、交流电路、变压器、异步电动机及其控制、供电与照明和安全用电等章。内容浅显,文字通俗易懂,涉及到的计算公式未作过多的数学推导,而以叙述物理概念为主,重点放在应用上。书中列举较多的例题,在每章末附有小结、实验和适当的习题,便于读者学习。

本书也可作为有关专业的中级培训教材,还可供从事建筑施工、城镇建设工作的管理干部、技术人员学习和参考。

职业高中试用教材

应 用 电 工

(建筑类专业适用)

益宝清 编

*

高等教育出版社出版

新华书店北京发行所发行

文字六〇三厂印装

*

开本 787×1092 1/32 印张 11 字数 228 000

1986年10月第1版 1990年8月第6次印刷

印数 157 711—166 730

ISBN 7-04-000674-X/TM·40

定价 2.20元

前 言

国家教育委员会和城乡建设环境保护部于一九八五年五月在杭州召开教材编写会议，确定为建筑施工和城乡建设专业编写一套职业高中教材，本书是其中之一。

本书主要介绍电路的基本概念、变压器、异步电动机及其控制，建筑施工供电与照明以及安全用电等知识。

编写中受到城乡建设环境保护部教育局中专处领导的关怀与指导，以及高等教育出版社、黑龙江建校的大力支持，鹿岫岚同志为本书提供不少资料，在此谨致深切的感谢。

本书于一九八六年三月在四川建校召开的审稿会上审定通过，本书审者为鹿岫岚同志。

由于编写时间仓促，加上编者水平有限，因此本书难免存在许多不足之处，敬请读者多提宝贵意见，以待再版时修正。

编者

一九八六年三月

目 录

第一章 直流电路	1
§ 1-1 电路的基本概念	1
一、电路	1
二、电路的基本物理量	2
三、电路的工作状态	14
§ 1-2 欧姆定律	16
一、无源支路的欧姆定律	16
二、含源支路的欧姆定律	18
三、全电路欧姆定律	20
§ 1-3 电阻联接的电路	23
一、电阻的串联电路	23
二、电阻的并联电路	27
三、电阻的混联电路	30
§ 1-4 电位的计算	34
一、概述	34
二、电位计算	35
三、同电位	38
§ 1-5 基尔霍夫定律	39
一、概述	39
二、基尔霍夫定律	40
三、支路电流法	45
§ 1-6 万用表及其使用	50
一、万用表的工作原理	50
二、万用表的使用	54

小结	54
实验一 认识实验	56
习题一	57
第二章 单相交流电路	61
§ 2-1 概述	61
一、交流电的优越性	61
二、正弦交流电的产生	62
§ 2-2 正弦量三要素	64
一、幅值 有效值	64
二、频率 角频率	67
三、相位 初相位	70
§ 2-3 正弦量的表示法	73
一、三角函数和波形图表示法	73
二、旋转矢量表示法	74
§ 2-4 电阻电路	77
一、电流与电压的关系	77
二、功率	79
§ 2-5 电感电路	82
一、电感	82
二、电流与电压的关系	83
三、功率	87
§ 2-6 实际线圈电路	90
一、电路中各电压的关系	91
二、总电压与电流的关系	92
三、功率	94
四、负载的功率因数	96
§ 2-7 电容电路	100
一、电容	100

二、电流与电压的关系	102
三、功率	104
§ 2-8 线圈与电容并联电路	108
一、电路中各电流的关系	108
二、并联电容器容量计算	114
§ 2-9 电度表及其使用	116
一、电度表结构原理	116
二、电度表的使用	117
三、校验与测算	118
小结	119
实验二 测定线圈的参数	120
实验三 线圈与电容的并联电路	122
习题二	126
第三章 三相交流电路	129
§ 3-1 三相电源	129
一、概述	129
二、三相正弦电动势	130
三、三相电源的联接	132
§ 3-2 三相负载	135
一、星形联接	136
二、三角形联接	143
三、比较	147
§ 3-3 三相功率	148
小结	154
实验四 三相负载的星形联接	156
习题三	158
第四章 变压器	160
§ 4-1 概述	160

§ 4-2 单相变压器的工作原理	161
一、空载运行 变压比	161
二、负载运行 变流比	163
三、阻抗变换	164
四、极性	165
§ 4-3 三相变压器	168
一、接法	168
二、铭牌	171
§ 4-4 特殊变压器	173
一、自耦变压器	173
二、互感器	175
三、电焊变压器	177
小结	178
实验五 测定单相变压器的变化	179
习题四	181
第五章 三相异步电动机及其控制	183
§ 5-1 概述	183
§ 5-2 三相异步电动机的构造	184
一、定子	184
二、转子	184
§ 5-3 三相异步电动机的工作原理	186
一、旋转磁场	186
二、转子旋转原理	190
§ 5-4 三相异步电动机的机械特性	193
§ 5-5 三相异步电动机的起动	195
一、直接起动法	196
二、降压起动法	197
三、线绕式异步电动机起动法	202

§ 5-6 三相异步电动机的反转·····	203
§ 5-7 三相异步电动机的铭牌和选用·····	204
一、铭牌·····	204
二、选用·····	209
§ 5-8 异步电动机“继电-接触”控制·····	212
一、常用低压控制电器·····	213
二、基本控制环节·····	221
小结·····	232
实验六 鼠笼式异步电动机起动、反转·····	233
实验七 异步电动机的自动控制·····	237
习题五·····	239
第六章 供电与照明 ·····	241
§ 6-1 供电概述·····	241
一、电力系统·····	242
二、电力网·····	242
三、变电所·····	243
§ 6-2 负荷计算·····	247
一、负荷分类·····	247
二、计算负荷·····	247
三、变压器选择·····	251
§ 6-3 低压配电线路·····	253
一、低压配线方式·····	253
二、低压配线种类·····	254
三、施工配电·····	254
§ 6-4 配电导线选择·····	256
一、导线型号选择·····	256
二、导线截面选择·····	256
§ 6-5 熔断器选择·····	260

一、照明负荷的熔断器选择	261
二、动力负荷的熔断器选择	262
§ 6-6 电气照明光源	265
一、白炽灯	265
二、日光灯	268
三、高压水银灯	269
四、碘钨灯	271
五、氙灯	272
六、高压钠灯	274
§ 6-7 照明计算	275
一、照度	275
二、比功率法	276
§ 6-8 照明供电	280
一、要求	280
二、照明供电系统	282
三、照明供电线路	284
§ 6-9 电气施工识图	288
一、电器图例表及文字符号	288
二、电气施工图	297
§ 6-10 电气施工工程	302
一、明线敷设	302
二、暗线敷设	305
小结	314
习题六	315
第七章 安全用电	317
§ 7-1 触电与急救	317
一、触电	317
二、急救	322

三、安全用电常识.....	325
§ 7-2 接地与接零.....	325
一、保护接地.....	326
二、保护接零.....	327
三、重复接地.....	331
§ 7-3 雷电的防护.....	331
一、概述.....	331
二、建筑物防雷.....	338
§ 7-4 电能的节约.....	338
小结.....	339
习题七.....	339

第一章 直 流 电 路

§ 1-1 电路的基本概念

一、电路

通常说,路是人走出来的。那末我们也可以说,电路就是电流所经过的路径。电路一般由三个基本部分组成:1. 电源, 2. 负载, 3. 中间环节,如图 1-1 所示。

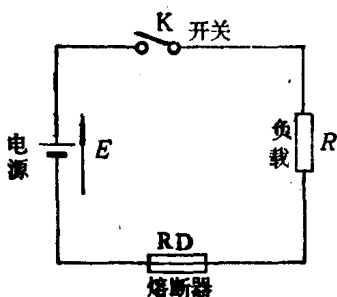


图 1-1 电路组成

电源是电能的提供者,它是将其他形式的能量(如机械能、化学能、太阳能等)转变为电能的装置,例如发电机、干电池、蓄电池等都是常见的电源。

负载是电能的消耗者,它是将电能转变为其他形式能量的装置,例如电灯、电动机等。一般是变成为我们服务的能量,电灯将电能转变成光能,电动机将电能转变成机械能。

中间环节则是起连接电源和负载的作用，并具有对电路进行控制和保护的能力，例如导线、开关、熔断器等都属于电路的中间环节。

电路可分为内电路和外电路。相对于电源来说，负载及中间环节称为外电路；而电源内部的电路，称为内电路。

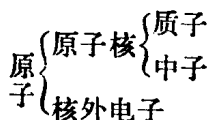
电路还有简单电路和复杂电路之分。简单电路是指能用欧姆定律直接求解的电路；凡是用欧姆定律不能直接求解的电路，就属于复杂电路。根据专业要求，我们主要讨论简单电路。

二、电路的基本物理量

1. 电流

(1) 物质的电结构

我们知道，物质是由分子组成，分子是由更小的物质微粒——原子组成，而原子是由基本粒子——质子、中子和电子构成。



原子核中的质子数量总是和核外电子数量相等，质子带正电荷，电子带负电荷，每一个质子带的电量又和每一个电子带的电量相等，即 1.6×10^{-19} 库，而中子不带电，因此整个原子中，正、负电荷恰巧完全抵消，所以物体平时对外界不显电性。

但是，当我们采取一定的措施，比如把两种不同的物质互相摩擦或把一带电体靠近另一金属物体时，将会使原先不带

电的物体产生带电现象,这就是摩擦起电或静电感应起电。物体带电主要是由电子移动后对外界呈现的物理现象。

(2) 电流及其单位

电荷有规则的运动就形成电流。

金属导体中的自由电子在外电场作用下,作有规则的运动(定向运动)产生电流。此外,有些液体或气体中存有带正、负电荷的离子,它们在外电场作用下,也会朝一定方向有规则地移动,因此也能形成电流。从而我们知道,电流既可发生在固体中,也可发生在液体或气体中。

电流具有热效应、化学效应和磁效应,我们用电流强度来衡量电流产生各种效应的强弱。电流强度简称电流。电流的基本单位是安培(A),其符号为 I 。

电流的大小等于单位时间内通过导体横截面的电荷量。
即

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

式中: I —— 电流,单位为安培(A);

Q —— 电荷量,单位为库仑(C);

t —— 时间,单位为秒(s)。

电流的派生单位有: 千安 (kA)、毫安 (mA)、微安 (μA)。

$$1 \text{ 千安} = 10^3 \text{ 安}$$

$$1 \text{ 毫安} = 10^{-3} \text{ 安}$$

$$1 \text{ 微安} = 10^{-6} \text{ 安}$$

习惯上,人们把正电荷流动的方向作为电流的正方向。在

导线中,电流实际是由带负电荷的电子 e 定向流动的结果,所以可认为电流的方向就是电子流动的反方向。如图 1-2 所示。这种规定说明人们一开始对电流的本质理解并不确切,但由于此规定已为世界沿用至今,约定成俗,所以也就无需更正,只要知道就行了。

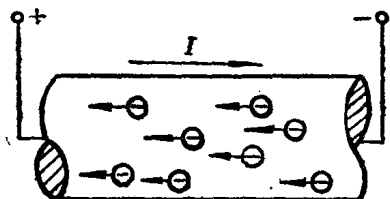


图 1-2 电流方向

此外,需要指出一点,导体中的自由电子在电场力作用下做定向运动的速度与电流的传导速度是完全不同的,每个自由电子定向运动的速度仅为零点几毫米/秒的数量级*,而电流传导速度实际是电场的传播速度,等于光速,即 3×10^8 米/秒。

(3) 直流电流与交流电流

如果电流的大小和方向都不随时间变化,则称这种电流为直流电流。

电流和时间的关系可用图形描绘出来。我们在直角坐标系内,取横坐标代表时间 t ,纵坐标代表电流 I ,这样,由于直流电流是不随时间而变化,所以它的图形是一条与横座标平

* 电流强度与自由电子定向运动速度的关系式为: $I = nev$ 。设截面积为 1 平方毫米的铜导线,通过 1 安培电流,铜的单位体积中的自由电子数 $n = 8.5 \times 10^{28}$ 个/米³,电子 e 的电量为 -1.6×10^{-19} 库,则定向运动速度 $v = 7.4 \times 10^{-8}$ 米/秒。

行的直线,如图 1-3 所示。

由图可见,在任何时刻,电流数值恒等于常数 I 。我们把用来描绘电流或其他物理量随时间变化的图形,称为波形图。显然,波形图为我们分析研究电流等物理量,带来直观的效果。

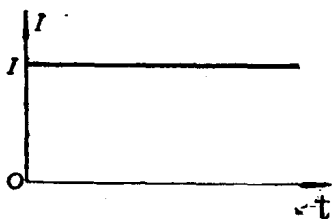


图 1-3 直流电

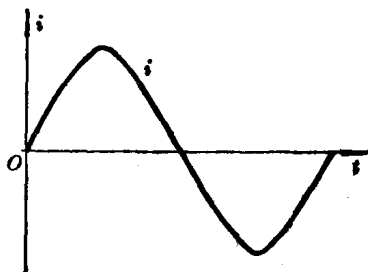


图 1-4 交流电(正弦)

同样的,如果电流的大小和方向随时间变化,就称为交变电流简称交流电。交流电流的波形图有很多种,其中最常見的,分析起来也较简单的是正弦交流电流,图 1-4 即为正弦交流电流的波形图。

由图可见,正弦交流电流随时间按正弦规律反复交替变化,一会儿从小变到大,一会儿又从大变到小;一会儿电流是正的,一会儿电流又变成负的,如此周而复始。

在书写上为了区分起见,直流电流用大写字母 I 表示,交流电流则用小写字母 i 表示。

2. 电阻

(1) 导体 绝缘体 半导体

大家知道，铜、铝、铁一类的金属物体，是很容易导电的，我们把它们叫做导体。金属一般是固态导体，此外还有液态导体(如电解液)、气态导体(如电离气体)。而橡胶、陶瓷、木材一类物体就很难导电，我们称它们为绝缘体。为什么物质对电的传导情况有明显的差别呢？因为在金属导体中，存在着很多与原子核联系松弛的电子，它们在一定的条件下能轻易摆脱原子核的束缚力(引力)，从而能在原子之间自由运动，即所谓自由电子。各种金属体内部都含有大量的自由电子，它们在外界电场的作用下，能很快地自由移动，所以金属是良好的导体。相反地，由于绝缘体内部很少有自由电子，所以导电能力很差，甚至几乎不能导电。

世界上的物体，按导电性能来分，除了导体和绝缘体以外，还有一类是半导体，象硅、锗、砷化镓等材料，它们的导电能力介于导体与绝缘体之间。半导体材料具有很多特殊的性能，当在纯净的硅或锗中间，掺进适量的其他有用杂质(如硼、磷等元素)，其导电能力将会成百万倍地增加。半导体技术自本世纪四~五十年代开发以来，发展速度迅猛异常，电子计算机成为当今社会的强大生产力，也是凭借半导体技术发展的结果。

(2) 电阻

我们已经知道，电流是电荷的定向运动产生的，可想而知电荷在运动过程中会不断发生相互碰撞，并且还会与导体的分子相碰撞，这就意味着导体对通过它的电流呈现出阻碍作用，这种阻碍作用就叫电阻。其单位为欧姆(Ω)，简称欧。符号为 R 。