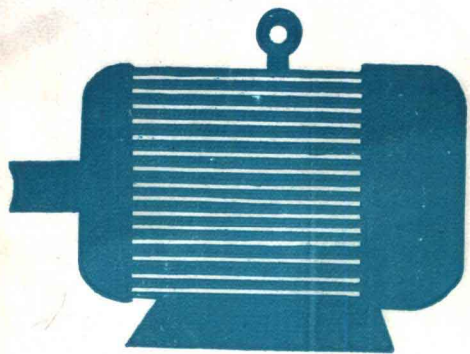


教育培培训教材

职业技术教育培培训教材编审委员会主编

电动机修理

(中级)



上海科学技术出版社

职业技术教育培训教材

电动机修理

(中 级)

职业技术教育培训教材编审委员会 主编

上海科学技术出版社

职业技术教育培训教材

电动机修理

(中 级)

职业技术教育培训教材编审委员会 主编

上海科学技术出版社出版、发行

(上海瑞金二路 450 号)

新华书店上海发行所经销 常熟文化印刷厂印刷

开本 787×1092 1/32 印张 11.125 字数 241,000

1996 年 4 月第 1 版 1996 年 4 月第 1 次印刷

印数 1—10,000

ISBN 7-5323-3727-8/TM·97

定价: 10.50 元

职业技术教育培训教材编审委员会

顾问	王生洪	
主任	沈锡灿	
副主任	姜耀中	徐福生
委员	王荣华	曾煜
	毛时惕	龚刚
	范钦荣	李新立
	彭连富	沈汝保
	周禹	徐荣生
本书编写者	沈宝堂	屠世栋
本书审阅者	胡国光	

前 言

随着经济体制和劳动制度改革的不深入，产业结构和技术结构的变化，迫切需提高劳动者的政治、文化、技术素质。努力发展生产力已成为国家经济建设的当务之急。

1988年至1992年初，上海初级职业技术教育培训教材编审委员会先后组织编写了三批初级职业培训教材共60种，已出版发行，深受广大读者的欢迎。为了适应经济建设发展的需要，特别是国务院发布了《关于大力发展职业技术教育的决定》之后，原有的初级培训教材不能满足需要，必须充实、发展和提高。为了适应这一深化改革扩大开放后的培训事业的需要，为了使我们的经济建设尽快地、真正地转到依靠科技进步和提高劳动者素质的轨道上来，在总结前几年工作的基础上，于1992年3月由上海市劳动局、上海市郊县工业局、上海市经委教育处、上海市成人教委办公室、上海警备区政治部以及上海科学技术出版社等有关单位和部门重新组成职业技术教育培训教材编审委员会，并扩大了编委的职能，除了继续巩固发展初级职业技术培训教材的组编发行工作外，积极开发中级职业技术培训教材的组编发行工作，而且，还要有选择地开发高级职业技术培训教材以及研究开发模块式培训教材组编工作。

这套教材是本着改革的精神，以部颁技术等级标准为依据，在内容上遵循理论联系实际的原则，力求由浅入深，讲究实用，着眼于打基础，适用于工矿企业和劳动就业培训中心培

训技术工人，也适用于乡镇企业工人和军地两用人才的技术培训。

随着党的基本路线的进一步贯彻落实，经济建设对人才的要求必将十分迫切。在教育事业中不可取代的职业技术培训和教育也必将蓬勃发展，可见，培训教材的建设将越来越显得十分重要。本编委的宗旨就是要立足当前，着眼未来，为职业技术培训教材的建设作点实事，作点贡献，希望各级培训部门、广大教师和读者能在选题内容、编写方式以及在教育中迫切要解决的问题和各方面的建议及时告诉我们，便于我们改进工作，更好地为大家服务，共同为发展职业技术教育献计出力。

由于组织编写职业技术教育培训教材缺乏经验，加上撰写时间仓促，书中难免有错漏之处，敬请使用者提出批评和改进意见。

职业技术教育培训教材编审委员会

1992.4

目 录

第一章 电工基础知识	1
第一节 电路与磁路	1
一、电路	1
二、磁路	9
第二节 正弦交流电路	16
一、概述	16
二、正弦交流电的三种表示法	17
三、单相交流电路	21
四、三相交流电路	35
第二章 电动机的基本知识	50
第一节 电动机的分类	50
第二节 电动机的命名法	52
一、产品型号的构成部分及其内容	52
二、产品型号示例	53
第三节 部分名词术语	57
一、线圈、线圈组、绕组	57
二、极数、极距、节距	57
三、叠绕组、波绕组、显极式绕组、遮极式绕组	58
四、极相组、每极相槽数	59
五、匝数、并绕根数、并联支路数	60
六、机械角度、电角度	60
七、槽电动势相量星形图	61
八、相带、相带电动势、分布系数及相电动势	61
九、绕组展开图	62

十、简化接线图	65
第四节 电动机出线的连接与转向	65
一、电动机绕组出线标志	65
二、旋转方向	69
三、旋转方向与出线标志的关系	69
第三章 电动机绕组	72
第一节 三相电动机绕组	72
一、三相绕组展开图的排列与画法	72
二、三相单层绕组	77
三、三相双层绕组	83
四、单双层绕组	94
五、三相正弦波绕组	96
六、延边三角形绕组	98
七、多速电动机的绕组	114
八、三相转子绕组	131
第二节 单相电动机绕组	139
一、绕组特点	139
二、绕组排列、连接的基本原则	139
三、绕组分类及其嵌法	140
四、单相异步电动机的调速方法及其绕组	149
第三节 交流换向器电动机绕组	154
一、三相异步换向器变速电动机绕组	154
二、单相交流换向器电动机绕组	162
第四节 直流电动机的绕组	169
一、主磁极绕组	169
二、换向极绕组	170
三、补偿绕组	170
四、电枢绕组	171
五、均压线	177

第四章 电动机常见故障及检修	184
第一节 各类电动机故障分析	184
第二节 绕组故障检查法	200
一、绕组对铁心短路的检查	200
二、交流电动机绕组短路故障检查	203
三、交流电动机绕组断路故障检查	206
四、绕组接错和嵌反检查	207
五、笼型转子绕组检查	211
第五章 绕组的重绕和改绕	214
第一节 三相异步电动机的重绕和改绕	214
一、三相异步电动机的重绕	214
二、三相异步电动机的改压	222
三、三相异步电动机的改极	227
第二节 单相异步电动机的重绕和改绕	231
一、单相罩极电动机的重绕和改绕	231
二、单相分相式和电容运转式异步电动机的重绕	234
第三节 单相串激电动机的重绕和改绕	239
一、空壳重绕计算	240
二、改压重绕计算	244
三、改变转速时的重绕计算	245
第六章 电动机的常用控制线路	248
第一节 电动机的全压起动控制线路	249
一、全压起动单向控制线路	249
二、正反向起动控制线路	252
第二节 电动机的降压起动控制线路	258
一、串联电阻降压起动控制线路	258
二、星形(Y)-三角形(Δ)降压起动控制线路	260
三、自耦变压器降压起动控制线路	261

四、延边三角形降压起动控制线路	268
第三节 电动机的制动控制线路	264
一、反接制动控制线路	265
二、能耗制动控制线路	269
第四节 电动机的调速控制线路	272
一、鼠笼式异步电动机的变极调速	273
二、绕线式转子异步电动机的调速	277
第五节 直流电动机的控制线路	278
一、直流电动机的起动控制线路	278
二、直流电动机的反转控制线路	280
三、直流电动机的制动控制线路	282
第七章 电动机修理的一般工艺	228
第一节 电动机的拆卸与装配	288
一、电动机的拆卸	288
二、电动机的装配	295
第二节 绕组的拆除与重嵌	297
一、定子绕组	297
二、转子绕组	301
第三节 电机绝缘浸渍烘干处理	312
一、预烘	312
二、浸漆	318
第八章 电动机试验	317
第一节 一般检查	317
第二节 工矿企业日常检修需进行的电动机试验	318
一、直流电动机修理试验项目及要求	318
二、交流电动机修理试验项目及要求	321
第三节 电动机修理试验中常用的电工仪表及测量的基础知识	325

一、测量仪器选择的一般要求	325
二、仪表的精度和表盘符号说明	326
三、几种常用仪表及其使用简介	326
第四节 绕组变更后电动机的一般试验.....	329
一、绝缘电阻测量	329
二、绕组直流电阻的测量	330
三、匝间绝缘试验	330
四、电机的耐电压试验	331
五、转子开路电压测定	332
六、变极多速异步电动机的试验特点	334
七、空转检查	336

第一章 电工基础知识

第一节 电路与磁路

一、电路

简单直流电路,初级教材中已有详细叙述,只要运用欧姆定律和电阻串并联计算公式就能对它们求解。

实际电路往往比较复杂,仅用欧姆定律和电阻串并联公式还不能加以简化和求解。图 1-1 是精密测量仪器中常用的电桥电路, R_1 、 R_2 、 R_3 、 R_4 为桥臂的四个电阻, R_x 为检流计的内阻,它们之间不是串联也不是并联的关系,我们不能用电阻串并联的计算方法求出它们的总电阻。所以凡是不能单纯用欧姆定律和电阻串并联方法来求解的电路叫复杂电路。

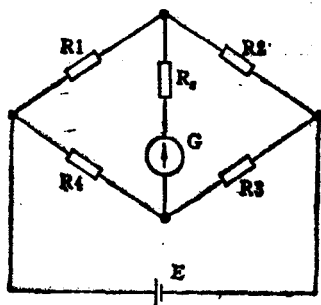


图 1-1 电桥电路

计算复杂电路的方法很多,但它们依据的是电路的两条基本定律——欧姆定律和基尔霍夫定律。这里将介绍基尔霍

夫定律,它既适用于简单的直流电路和交流电路,也适用于复杂直流电路和交流电路,对于含电子元件的非线性电路也适用,因此,它是分析计算电路的基本定律。

1. 基本术语

(1) 支路 由一个或几个元件首尾相接的无分支电路叫支路。

在同一支路内,流过所有元件的电流都相等。如图 1-2 复杂电路所示, R_1 与 E_1 、 R_2 与 E_2 、 R_3 与 E_3 , 各构成一个支路,该电路共有三条支路。

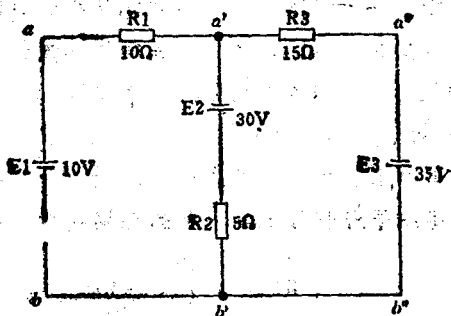


图 1-2 复杂电路

(2) 节点 三条或三条以上支路的汇交点叫节点。

图 1-2 有二个节点,一个是 a' 点, b, b', b'' 各点只能称一个节点,因为它们之间没有元件。

(3) 回路 电路中任一闭合路径都叫回路。在复杂电路中一个回路一般含有两条或两条以上支路。

图 1-2 中有三个回路, $aa'b'b$, $a'a''b''b'$, $aa''b''b$ 。

(4) 网孔 凡是不可再分的最简单的回路叫网孔。图

1-2 有二个网孔。

2. 基尔霍夫定律

(1) 基尔霍夫第一定律 基尔霍夫第一定律又名节点电流定律。流进一个节点的电流之和恒等于流出这个节点的电流之和。或者说流过任一个节点的电流的代数和为零。其数学表达式为：

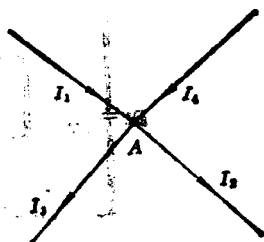
$$\sum I = 0$$

根据大量实验观察,在电路的任一节点上,不可能发生电荷的积累,即流入节点的总电量恒等于同一时间内从这个节点流出的总电量。所以基尔霍夫第一定律表明电流具有连续性。

对选定的节点列电流方程时,首先要标定各支路电流的方向,其原则是:已知电流的方向按实际方向在图中标定,对未知电流的方向可任意标定。在电流方向标定好后,就可列出节点电流方程来进行计算。求出的未知电流为正值,表明其实际方向与标定方向一致;为负值时则表示实际方向与标定方向相反。

[例 1-1] 如图 1-3 所示, A 点为四个电流的汇交点。已知: $I_1 = 4\text{A}$, $I_2 = 3\text{A}$, $I_3 = 2\text{A}$, 求 I_4 的大小和方向。

解: 设 I_4 方向为流进节点 A 。规定流进 A 点的电流为正值, 流出 A 点的电流为负值。



根据 $\sum I = 0$

图 1-3 基尔霍夫第一定律

则

$$I_1 - I_2 - I_3 + I_4 = 0$$

$$4 - 3 - 2 + I_4 = 0$$

得 $I_4 = 1(\text{A})$ (实际方向与标定方向相同)

应注意当求出的电流为负值时,不能在图中改变它的标定方向,否则所列的方程就失去依据。

(2) 基尔霍夫第二定律 基尔霍夫第二定律又称回路电压定律。它的内容是:在任意回路中,电动势的代数和恒等于各电阻上电压降的代数和。其数学式为:

$$\sum E = \sum IR$$

对选定的回路列回路电压方程式时,首先要确定电动势及电压降极性的正负。一般方法是:先在图中选择一个回路方向。回路的方向原则上可以任意选取,但通常选择数值大的电动势的正方向为回路方向。回路方向一旦选定,在解题的过程中就不能改变,并以这个回路方向作为标准来确定电动势和电压降的正负号。电动势正方向与回路方向一致时为正,反之为负。各电阻上的电流方向与回路方向一致时其电压降为正,反之为负。

如图 1-4 所示,因为 $E_1 > E_2$,故按 E_1 的正方向取回路方

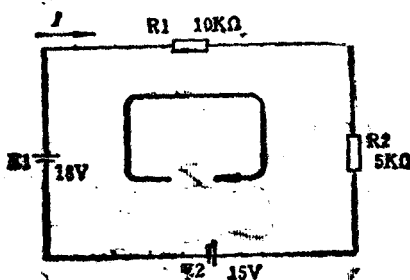


图 1-4 基尔霍夫第二定律

向, E_1 为正, E_2 为负, 各电阻上的电流方向与回路方向一致,

故电压降都为正。列出回路电压方程为：

$$E_1 - E_2 = IR_1 + IR_2$$

该回路电流

$$I = \frac{E_1 - E_2}{R_1 + R_2} = \frac{18 - 15}{(10 + 5) \times 10^3} = 0.2 \times 10^{-3} (\text{A})$$

3. 复杂电流的一般解法

(1) 支路电流法 先假设各支路的电流方向和回路方向，再根据基尔霍夫定律列出方程式进行计算的方法叫支路电流法，其步骤如下：

1) 先标出支路电流和回路方向。

2) 对于 m 个节点， n 条支路 ($n > m$) 的复杂电路，需列出 n 个独立方程来解。我们应先用基尔霍夫第一定律列出 $(m - 1)$ 个节点电流方程，尚缺的 $[n - (m - 1)]$ 个方程用基尔霍夫第二定律列出回路电压方程来加以补足。这样可保证方程的独立性。

3) 代入已知数，解联立方程求出各支路电流数值，并确定各支路电流的实际方向。

【例 1-2】求图 1-5 所示电路的各支路电流。

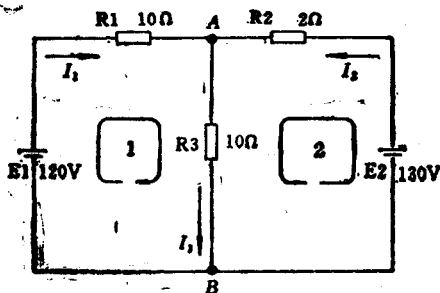


图 1-5

解：图中有二个节点，三条支路。

我们选定节点 A 和两个网孔作为列方程的对象。

1) 先假设各支路电流方向和两个网孔中回路方向如图 1-5 所示。

2) 对节点 A 列电流方程：

$$I_1 + I_2 - I_3 = 0$$

3) 对两个网孔列电压方程：

$$R_1 I_1 + R_3 I_3 = E_1$$

$$R_2 I_2 + R_3 I_3 = E_2$$

4) 代入已知数解联立方程：

$$\begin{cases} I_1 + I_2 - I_3 = 0 \\ 10I_1 + 10I_3 = 120 \\ 2I_2 + 10I_3 = 130 \end{cases}$$

用行列式分别求得：

$$\Delta = \begin{vmatrix} 1 & 1 & -1 \\ 10 & 0 & 10 \\ 0 & 2 & 10 \end{vmatrix} = -20 - 20 - 100 = -140$$

$$\Delta I_1 = \begin{vmatrix} 0 & 1 & -1 \\ 120 & 0 & 10 \\ 130 & 2 & 10 \end{vmatrix} = -240 + 1300 - 1200 = -140$$

$$\Delta I_2 = \begin{vmatrix} 1 & 0 & -1 \\ 10 & 120 & 10 \\ 0 & 130 & 10 \end{vmatrix} = 1200 - 1300 - 1300 = -1400$$

$$\Delta I_3 = \begin{vmatrix} 1 & 1 & 0 \\ 10 & 0 & 120 \\ 0 & 2 & 130 \end{vmatrix} = -240 - 1300 = -1540$$