

WEIXIU DIANGONG

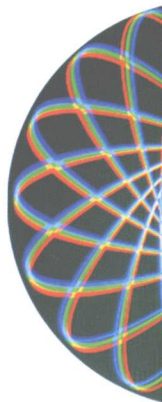
TECHNICAL SKILLS TRAINING

维修电工

技术速成

(初级)

福建科学技术出版社



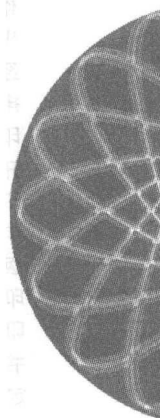
0555468

WEIXIU DIANGONG
JISHU SUCHENG

维修电工 技术速成 (初级)

刘行川 万 英 尤 仪 李勇生 编写

福建科学技术出版社



内 容 提 要

本书是根据《维修电工国家职业标准》对初级维修电工(国家职业资格五级)的工作内容、技能要求和相关知识的规定而编写的,共分10章。主要内容包 括 电 工 基 础 知 识、常 用 电 工 仪 表 工 具 及 量 具、变 压 器、电 动 机、低 压 电 器、电 力 拖 动 与 自 动 控 制、常 用 电 工 材 料、照 明 与 动 力 线 路、电 子 元 件 与 常 用 电 子 电 路、劳 动 保 护 与 安 全 生 产 等,附 录 介 绍 了 读 图 的 基 本 知 识、常 用 电 工 图 形 符 号、常 用 电 工 文 字 符 号、钳 工 操 作、焊 工 操 作 等。

图 书 在 版 编 目(CIP)数 据

维修电工技术速成. 初级/刘行川等编著. —福州:
福建科学技术出版社,2003.12
ISBN 7-5335-2247-8

I. 维… II. 刘… III. 电工—维修 IV. TM07

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 074002 号

书 名	维修电工技术速成(初级)
作 者	刘行川 万英 尤仪 李勇生
出版发行	福建科学技术出版社(福州市东水路 76 号,邮编 350001)
经 销	各地新华书店
排 版	福建科学技术出版社排版室
印 刷	三明地质印刷厂
开 本	850 毫米×1168 毫米 1/32
印 张	11.625
字 数	272 千字
版 次	2003 年 12 月第 1 版
印 次	2003 年 12 月第 1 次印刷
印 数	1—4 000
书 号	ISBN 7-5335-2247-8/TM·28
定 价	20.80 元

书中如有印装质量问题,可直接向本社调换

前 言

随着我国社会主义现代化建设向深度和广度不断推进拓展, 社会对各级各类人才的需求愈来愈迫切, 尤其是具有熟练操作技能的各级技术人才更为短缺, 因此近年来各种类型的技术工人培训班遍地开花。为了给各级各类职业培训提供科学规范的依据, 国家陆续颁布了一系列具体工种的职业标准, 组成比较完善的国家职业标准体系。2002 年 2 月 11 日颁布的《维修电工国家职业标准》(以下简称《标准》) 就是其中的一种。

本书就是根据《标准》对初级维修电工(国家职业资格五级)的工作内容、技能要求和相关知识的规定而编写的。其中, 操作技能方面的内容(包括设计、安装与调试、故障检修、仪器仪表使用与维修等), 多取材于劳动和社会保障部编写的《职业技能鉴定国家题库·维修电工操作技能考试手册》; 而电工、电子基础范围则与中等技工学校的要求相适应。所以, 本书可作为初级维修电工(国家职业资格五级)的培训教材和自学读本, 亦可供相关专业中等专业学校、中等技工学校广大师生参考。

刘行川负责全书的统稿工作, 并撰写第七、九、十章和附录, 万英撰写第五、六章, 尤仪撰写第一、三、八章, 李勇生撰写第二、四章。马斌、林丛绘制了全部图稿。

由于时间仓促, 书中或有疏漏舛误, 敬请读者批评指正。

编者

2003 年 10 月

目 录

第一章 电工基础知识	(1)
一、欧姆定律	(1)
二、电阻串联、并联和串并联电路	(2)
三、基尔霍夫定律	(4)
四、电功率和电功	(6)
五、电容串、并联	(8)
六、电流磁场	(10)
七、电磁感应、自感和互感	(15)
八、正弦交流电	(18)
第二章 常用电工工具、量具及仪表	(31)
一、电工工具、量具的使用	(31)
(一) 验电器	(31)
(二) 绝缘棒	(32)
(三) 螺丝刀	(33)
(四) 钢丝钳	(34)
(五) 活扳手	(36)
(六) 剥线钳	(36)
(七) 电工刀	(37)
(八) 手电钻和冲击电钻	(37)

(九) 喷灯.....	(38)
(十) 电烙铁.....	(39)
(十一) 导线压接钳.....	(41)
(十二) 拉具.....	(41)
(十三) 登高工具.....	(42)
(十四) 短路侦察器.....	(44)
(十五) 游标卡尺.....	(45)
(十六) 千分尺.....	(47)
(十七) 塞尺.....	(48)
(十八) 百分表和千分表.....	(48)
(十九) 角度尺.....	(50)
二、电工仪表的使用	(53)
(一) 指针式电工指示仪表.....	(53)
(二) 几种常用电工指示仪表.....	(59)
第三章 变压器	(66)
一、变压器的用途和分类	(66)
(一) 变压器的用途.....	(66)
(二) 变压器分类.....	(66)
二、变压器的工作原理.....	(67)
(一) 电压变换原理.....	(67)
(二) 电流变换原理.....	(68)
(三) 阻抗变换原理.....	(68)
三、变压器的结构和参数	(69)
(一) 电力变压器的结构.....	(69)
(二) 交流弧焊变压器的结构.....	(72)

(三) 变压器的主要参数	(74)
四、电力变压器的连接方式	(76)
(一) 绕组同名端	(76)
(二) 星形 (Y) 和三角形 (Δ) 连接	(77)
(三) 三相变压器连接组标号及其时钟表示	(77)
五、小型电源变压器的绕制	(79)
(一) 结构	(79)
(二) 绕制	(81)
六、变压器常见故障检修	(83)
(一) 检查步骤	(83)
(二) 常见故障检修	(84)
(三) 修后测试	(86)
第四章 电动机	(87)
一、三相异步电动机基本知识	(87)
二、三相异步电动机拆装及常见故障检修	(91)
(一) 拆装	(91)
(二) 常见故障及其排除	(94)
三、三相异步电动机绕组检修	(100)
(一) 绕组术语	(100)
(二) 绕组分类	(101)
(三) 绕组故障检查	(105)
(四) 绕组拆除与更换	(109)
四、电动机保养	(119)
第五章 低压电器	(120)
一、常用低压电器的分类	(120)

二、熔断器	(124)
(一) 结构和参数	(124)
(二) 常用熔断器	(125)
(三) 熔断器选择	(130)
三、低压开关	(130)
(一) 刀开关类	(130)
(二) 低压断路器	(134)
(三) 主令电器	(140)
四、接触器	(147)
(一) 交流接触器	(147)
(二) 直流接触器	(151)
(三) 接触器选择	(152)
(四) 接触器的安装和使用	(152)
五、继电器	(153)
(一) 热继电器	(153)
(二) 中间继电器	(156)
(三) 电流继电器和电压继电器	(156)
(四) 时间继电器	(159)
(五) 速度继电器	(162)
(六) 压力继电器	(164)
六、电磁铁及电磁离合器	(164)
(一) 电磁铁的结构及工作原理	(164)
(二) 常用电磁铁	(165)
(三) 电磁离合器的用途与分类	(168)
(四) 电磁铁的选用原则	(170)
七、常用低压电器的检修、调试与校验	(170)

(一) 触头的故障及维修	(170)
(二) 电磁系统故障及维修	(175)
第六章 电力拖动与自动控制	(179)
一、概述	(179)
(一) 电动机的选择原则	(179)
(二) 电动机的保护和控制	(180)
二、三相异步电动机的起动	(182)
(一) 全压起动的控制线路	(183)
(二) 减压起动控制线路	(186)
三、三相异步电动机的正反转控制	(195)
(一) 倒顺开关正反转控制线路	(195)
(二) 接触器联锁的正反转控制线路	(196)
(三) 按钮联锁的正反转控制线路	(197)
(四) 按钮、接触器双重联锁的正反转控制线路	(198)
四、三相异步电动机的制动控制	(199)
(一) 机械制动	(199)
(二) 电气制动	(201)
五、三相异步电动机的顺序、多地和位置控制	(210)
(一) 顺序控制	(210)
(二) 多地控制	(213)
(三) 位置控制	(213)
六、三相绕线型异步电动机的控制	(216)
(一) 绕线式异步电动机的手动起动控制线路 ..	(216)

(二) 绕线式异步电动机的自动起动控制线路 ...	(216)
(三) 绕线转子异步电动机的正反转及调速控制线路...	(218)
七、常用机械电气控制与检修	(219)
(一) CA6140 车床电气控制与检修	(219)
(二) Z35 型钻床电气控制与检修	(224)
(三) 5t 桥式起重机电气控制与检修	(230)
第七章 常用电工材料	(248)
一、绝缘材料	(248)
(一) 绝缘材料的作用、分类和型号	(248)
(二) 常用绝缘材料的特性和使用	(250)
二、导电材料	(259)
(一) 导电材料的作用和分类	(259)
(二) 电线与电缆	(259)
(三) 电阻材料与电热材料	(265)
(四) 熔丝	(265)
(五) 电刷	(266)
三、磁性材料	(269)
(一) 软磁材料	(269)
(二) 硬磁材料	(270)
四、电机轴承用润滑脂	(271)
第八章 照明与动力线路	(273)
一、电光源	(273)
(一) 白炽灯	(273)

(二) 日光灯	(274)
(三) 卤钨灯	(274)
(四) 高压汞灯	(276)
(五) 高压钠灯	(277)
二、车间照明	(278)
(一) 车间照明的基本要求	(278)
(二) 车间照明的分类	(279)
三、车间动力线路	(279)
(一) 车间配线技术要求	(280)
(二) 线管配线	(280)
(三) 绝缘子配线	(284)
(四) 导线的连接和绝缘的恢复	(287)
 第九章 电子元器件与简单电子电路	(294)
一、电阻器	(294)
二、电容器	(296)
三、半导体器件	(297)
四、电子电路的制作过程	(305)
五、整流滤波稳压电路的原理、测试及故障排除	(308)
六、共发射极放大电路的原理、测试及故障排除	(312)
七、晶闸管调光电路的原理、测试及故障排除	(315)
八、熄火报警电路的原理、测试及故障排除	(318)

第十章 劳动保护与安全生产 (322)

一、触电的方式与伤害 (322)

(一) 电流对人体的伤害 (322)

(二) 触电方式 (323)

二、接地与接零 (324)

(一) 工作接地 (324)

(二) 保护接地 (325)

(三) 保护接零 (326)

(四) 重复接地 (326)

(五) 需要接地或接零的设备和装置 (327)

三、检修安全措施 (329)

(一) 工作票制度 (329)

(二) 停电安全措施 (330)

(三) 不停电检修 (331)

四、电工安全用具 (332)

(一) 安全用具的分类 (332)

(二) 电气安全用具的作用 (333)

附录 (339)

一、读图的基本知识 (339)

二、常用电工图形符号 (346)

三、常用电工文字符号 (350)

四、钳工操作基本知识 (352)

五、焊工操作基本知识 (354)

第一章 电工基础知识

一、欧姆定律

在图 1-1 所示直流（用 DC 表示）电路中， I 为电流，单位为安（A）； E 为电源电动势， U 为端电压， E 、 U 的单位均为伏（V）； R 为负载电阻， r 为电源的内阻， R 、 r 的单位是欧（ Ω ）。

实验证明，电路的电流强度 I 与电源电动势 E 成正比，与内、外电路电阻之和 $(R+r)$ 成反比。这个关系叫做全电路欧姆定律，用公式表示为：

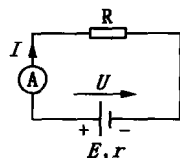


图 1-1 直流电路

$$I = \frac{E}{R+r} \quad (1-1)$$

上式也可以写成：

$$U = IR = E - Ir \quad (1-2)$$

若不计电源内阻，也不计导线的内阻，即 $r=0$ ，则 $U=E$ ，即端电压=电源电动势。这时（1-2）式可简化为：

$$I = \frac{U}{R} \text{ 或 } U = IR \quad (1-3)$$

（1-3）式又称为部分电路欧姆定律。

由（1-2）式可知，当电路断开（开路）时， $I=0$ ， $U=E$ ，这表示电源开路时的端电压等于电源电动势；当电路短接（短路）时， $U=0$ ， $I=\frac{E}{r}$ 称为短路电流。一般电源内阻 r 都很小，所以短路电流都很大，可能产生事故。为了避免此事故发生，实用中，通常要串接一个保险丝，发生短路时，保险丝自动熔断，

保护设备。

根据欧姆定律(1-3)或(1-1)式可知,在电力设备电路中,一般都是高电压(如 220V,380V),低阻值,故电流很大。一个大型的电气设备通过的电流可达到几百至几千安;而在电子电路中,一般都是低电压(数伏),高阻值,所以电流一般都较小,如在晶体管电路中所通过的电流通常是毫安或微安数量级的。

另外,应用欧姆定律计算电路电流时,要把所有电压、电阻、电流单位用基本单位 (V、 Ω 、A) 来表示。

二、电阻串联、并联和串并联电路

1. 串联电路

图 1-2 (a) 所示为电阻串联电路,图 1-2 (b) 为相应的等效电路。串联电路的等效电阻 $R_{\text{串}}$ 为:

$$R_{\text{串}} = R_1 + R_2 + R_3 \quad (1-4)$$

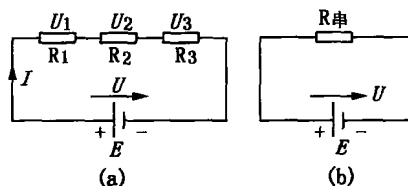


图 1-2 电阻串联及其等效电路

电阻串联电路有如下特点。

(1) 等效电阻等于所有各电阻之和,等效电阻大于电路中任何一个电阻。

(2) 分压作用。串联电路各电阻所分得的电压与阻值成正比,阻值越大所分得电压也越大,反之则越小。各个电阻分压之和为总电压。

(3) 开路特点。当串联电路中某处电路因故障而断开时，电流也下降为零，而开路处两端的电压等于电源的电压。

(4) 短路特点。当串联电路中某个电阻发生短路时，电路的电流增大，短路电阻元件两端电压为零，未短路的电阻元件所消耗功率增大，有可能被烧毁。

2. 并联电路

图 1-3 (a) 所示为电阻并联电路，图 1-3 (b) 为相应的等效电路。并联电路的等效电阻 $R_{\#}$ 为：

$$\frac{1}{R_{\#}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \quad (1-5)$$

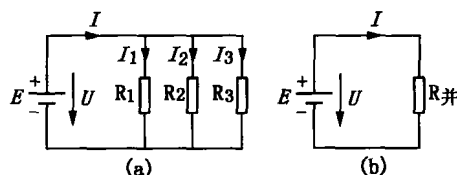


图 1-3 电阻并联及其等效电路

并联电阻电路有如下特点。

(1) 等效电阻的倒数（又称电导）等于各并联支路电阻倒数的总和，等效电阻的阻值小于各支路中最小电阻的阻值。

(2) 分流作用。并联电阻各支路所分得的电流与阻值成反比，阻值越大所分得电流值越小，反之则越大。各支路电流总和等于总电流。

(3) 开路特点。当并联某支路开路时，该支路电流为零，其他支路不受影响。

(4) 短路特点。当某个并联支路发生短路时，该支路和整个电路的等效电阻下降为零，从而使电源的输出电流剧增，并联电路的端电压也下降为零。为避免造成事故，实用中每个并联支路

都应加装保险丝。

3. 串并联电路

许多实际的电路并不一定是单纯串联或并联的电路，而是兼有串联和并联支路的比较复杂的串并联电路。计算这种电路的等效电阻要从实际出发，具体问题具体分析。总的步骤可归纳如下。

(1) 分析电路特征，把串并联电路分解成若干单纯串联和若干单纯并联的支路。

(2) 分别按以上方法计算出这些单纯串、并联支路的等效电阻。

(3) 综合 (1)、(2) 步骤求出总的等效电阻。

(4) 求出总电流，总功率，再推算出分电压，分电流。

三、基尔霍夫定律

许多实际电路要比以上讨论的串、并联和串并联电路复杂许多。为了确定电路每一支路的电流或某两点间的电压，需要利用基尔霍夫定律求解。

1. 基尔霍夫第一定律（电流定律）

如图 1-4 所示，复杂电路中某个节点 A， I_1 、 I_2 是流向节点的两个支路电流， I_3 、 I_4 是从节点流出的两个支路电流。基尔霍夫第一定律可表述为：电路中任意一个流入节点的电流总数等于流出节点电流的总数。若把流出节点的电流取正数，流入节点电流取负数，基尔霍夫第一定律可用下述公式来表示。

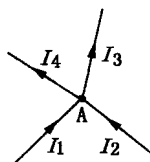


图 1-4 基尔霍夫第一定律的说明

$$\sum I = 0 \quad (1-6)$$

2. 基尔霍夫第二定律 (电压定律)

图 1-5 所示为一复杂电路图, 任何一个闭合回路中, 所有电压的代数和为零。基尔霍夫第二定律可用下述公式来表示。

$$\sum U = 0 \quad (1-7)$$

它也可用下式表示。

$$\sum E = \sum U \quad (1-8)$$

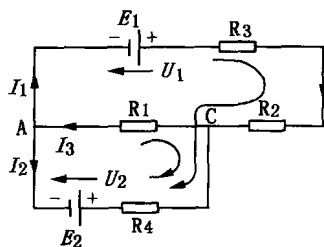


图 1-5 基尔霍夫第二定律的说明

(1-8) 式表示闭合回路里各电源电动势的总和等于外电路各电压 IR 的代数和 $\sum IR$ 。现在以图 1-5 电路为例, 说明基尔霍夫电压方程式的具体应用。

在回路 AE_1CE_2A 中, E_1 和 E_2 电动势的方向是从负极指向正极, 注意 E_1 和 E_2 端电压的指向是与 E_1 和 E_2 的指向相反。假定每个支路电流 I_1 、 I_2 、 I_3 的方向已标在电路图上。现在来列方程式 (1-8) 式, $\sum E$ 和 $\sum IR$ 的正负是这样规定的: 顺着绕行方向的 E 取正, 反之为负; 顺着绕行方向的 IR 取正, 反之取负。于是有

$$E_1 - E_2 = I_1 R_3 + I_1 R_2 - I_2 R_4$$

如果按 (1-7) 式写第二定律, 顺着绕行方向的电压为正, 反之为负, 上述回路的方程变为

$$I_1 R_3 + I_1 R_2 - U_1 - I_2 R_4 + U_2 = 0$$

或者 $I_1 R_3 + I_1 R_2 - I_2 R_4 - E_1 + E_2 = 0$ 。结果与按 (1-8) 式所写出的方程是一样的。

3. 基尔霍夫方程组应用举例

仍以图 1-5 所示电路为例, 计算各支路电流。其一般步骤如下。