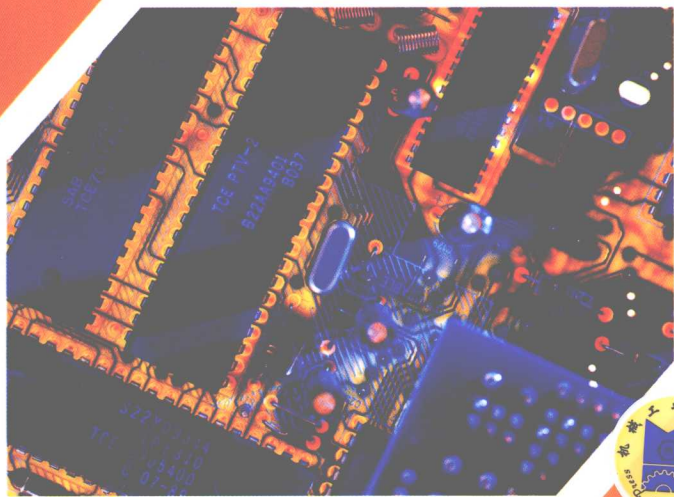


新编维修 电工手册

XINBIAN WEIXIU
DIANGONG SHOUCHE

李洋 赵厚玉 主编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



新编维修电工手册

主 编 李 洋 赵厚玉
副主编 范翠香 张 克 潘渊颖
主 审 陈家海



机械工业出版社

本手册按照初、中级维修电工的基本要求,重点介绍了有关操作的技能技巧。主要内容包括:实用电工基础资料、电工绘图的基础知识、电工安全技术、钳工操作技能、电工基本操作技术、常用电工材料、常用电工仪表和仪器的使用、照明装置和电路的安装、变压器、电动机、常用低压电器、电气控制的基本规律及基本环节、典型机床控制电路及其故障排除、电子元器件与电子电路。

本手册可作为广大维修电工的必备工具,还可供相关专业的学生作为工程实训时的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

新编维修电工手册/李洋,赵厚玉主编. —北京:
机械工业出版社, 2009. 9

ISBN 978-7-111-28243-3

I. 新… II. ①李… ②赵… III. 电工—维修—
技术手册 IV. TM07-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字: (2009) 第 159438 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑: 陈玉芝 责任编辑: 王振国

版式设计: 霍永明 责任校对: 樊钟英

封面设计: 马精明 责任印制: 洪汉军

三河市国英印务有限公司印刷

2010 年 1 月第 1 版第 1 次印刷

140mm×203mm·10.75 印张·328 千字

0001—4000 册

标准书号: ISBN 978-7-111-28243-3

定价: 22.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心: (010) 88361066

门户网: <http://www.cmpbook.com>

销售一部: (010) 68326294

教材网: <http://www.cmpedu.com>

销售二部: (010) 88379649

读者服务部: (010) 68993821

封面无防伪标均为盗版

前 言

本手册以国家最新颁布的《国家职业标准 维修电工》的要求为依据，坚持“少而精”的原则，既面向生产实践，又注重基础知识的阐述，将其与技能知识和工艺知识相结合，将所学的理论知识付诸于实践并收效于实践中。

针对初、中级维修电工应掌握的技能操作，收集了大量生产实践中实用的技术资料，结合编者的实践经验，注重理论联系实际，突出实际操作，其内容按通俗、易懂原则，图文并茂，操作手段灵活多样。全书共分为 14 章：有供查阅的常用电工材料、实用工具及仪器仪表的选用与维护，还有维修电工应具备的基本操作技能，照明装置和电路的选择与安装、变压器和电动机的运行与检修，低压电器及其故障的排除，电气控制基本环节和常用机床的电气控制电路与机床电气设备的维修。最后，还介绍了电子元器件及其电子电路。

本手册除主编李洋、赵厚玉和副主编范翠香、张克、潘渊颖外，参加编写的还有李佼、赵国庆、王海云、曹雪梅。本手册由陈家海主审。

本手册可作为广大维修电工必备的简明工具书，还可供相关专业的学生作为工程实训的参考书。

由于时间和作者的水平有限，书中错误之处在所难免，敬请广大读者批评指正。

编 者

目 录

前言

第一章 实用电工基础资料	1
第一节 电工常用计算公式	1
一、电阻公式	1
二、三相交流电路中的功率计算公式	1
三、白炽灯和荧光灯的电流计算公式	2
四、电动机和电焊机的电流计算公式	2
第二节 电工常用基本定律	3
一、欧姆定律	3
二、基尔霍夫定律	3
三、戴维南定理	4
四、电磁感应	5
第三节 常用电工法定计量单位及其换算	8
一、国际基本单位	8
二、可与国际基本单位并用的我国计量单位	9
三、电工常用法定计量单位及非法定计量单位之间的换算	10
四、国内外常用电气符号对照	11
第四节 电气标志	18
一、安全牌	18
二、电工产品的安全认证	20
第二章 电工读图的基础知识	23
第一节 读图基础知识	23
一、图形符号的使用规则	23
二、电气制图的一般规则	23
第二节 电气识图的基本方法和步骤	25
一、电气识图的基本方法	25
二、电气识图的基本步骤	26

第三章 电工安全技术	28
第一节 电工安全知识	28
一、触电事故	28
二、安全电压	28
三、安全距离	29
四、绝缘防护用具	29
第二节 触电的危害性与急救	30
一、电流对人体的危害及影响触电危险程度的主要因素	30
二、人体的触电方式	31
三、触电急救	31
第三节 接地接零	35
一、接地	35
二、电气设备接地的种类	36
三、电气设备安全运行措施	38
第四节 电气安全工作制度	39
一、停电范围	39
二、验电	39
三、装设接地线	40
四、悬挂标示牌和装设遮栏	40
五、接地线装设时的注意事项	41
第四章 钳工操作技能	42
第一节 辅助性操作技能	42
一、钳工工作台和台虎钳	42
二、划线	44
三、弯曲	44
第二节 主要操作技能	47
一、锉削	47
二、锯削	49
三、钻孔	50
四、攻螺纹和套螺纹	51
第三节 装配性操作技能	53
一、装配的概念	53

二、装配的工艺流程	53
三、典型组件的装配方法	54
四、拆卸工作的要求	54
第五章 电工基本操作技术	56
第一节 常用电工工具及量具	56
一、验电器	56
二、钢丝钳	57
三、尖嘴钳和斜口钳	59
四、螺钉旋具	59
五、剥线钳	60
六、活扳手	60
七、电工刀	61
八、电烙铁	62
九、喷灯	62
十、射钉枪	63
十一、冲击钻和电锤	63
十二、拆卸器	64
十三、压接钳	65
十四、断线钳	66
十五、金属直尺	66
十六、钢卷尺	67
十七、游标卡尺	67
第二节 绝缘导线的连接	68
一、剥削绝缘层	68
二、导线的连接方法	70
第三节 登高工具与绳子结扣	74
一、登高工具	74
二、常见绳结	77
第六章 常用电工材料	79
第一节 常用导线的分类与应用	79
一、导线的种类	79
二、常用导线的型号及应用	79

三、导线的选择	82
第二节 绝缘材料	83
一、绝缘材料的分类	84
二、绝缘油	85
三、绝缘漆和绝缘胶	85
四、绝缘、浸渍纤维制品及电工层压制品	87
五、电工用塑料、绝缘薄膜及其制品	87
六、绝缘电阻检测	88
第三节 磁性材料	90
一、软磁材料	90
二、硬磁材料	92
第七章 常用电工仪表和仪器的使用	93
第一节 电工测量基础知识	93
一、电工仪表的用途及分类	93
二、电工仪表的测量误差和准确度等级	93
三、电工仪表的型号	94
四、电工仪表的标志	95
第二节 常用电工仪表及使用	97
一、电流表	97
二、电压表	100
三、万用表	102
四、绝缘电阻表	110
五、功率表	113
六、电能表	117
第八章 照明装置和电路的安装和维修	125
第一节 照明装置的安装和维修	125
一、工厂常用照明灯具类型的选择	125
二、白炽灯的安装和维修	126
三、荧光灯的安装和维修	130
四、其他灯具安装时的注意事项	133
五、照明配线的一般要求	134
第二节 导线规格及选用	134

一、导线的型号	134
二、导线的选用	135
三、导线的检查与保存	136
第三节 照明电路安装	137
一、接户线的一般要求	137
二、入表线的安装	138
三、护套线线路安装	139
四、线管配线	142
五、线路质量检验	144
六、线路维修	145
第九章 变压器	149
第一节 变压器的结构与工作原理	149
一、变压器的工作原理	149
二、变压器的分类和结构	150
第二节 变压器绕组的极性测定	153
一、交流法	154
二、直流法	154
三、三相变压器绕组的联结	154
第三节 变压器运行维护	154
一、运行中的检查	155
二、电力变压器的运行故障分析及排除方法	155
第四节 特殊用途的变压器	156
一、自耦变压器	156
二、互感器	157
三、电焊机	158
第五节 小型变压器的设计与绕制	160
一、小型单相变压器的设计	160
二、小型单相变压器的绕制	164
第十章 电动机	169
第一节 三相交流电动机的基础知识	169
一、三相异步电动机的结构形式	169
二、三相异步电动机的铭牌数据	170

三、三相异步电动机的结构	170
四、三相异步电动机运转原理	174
第二节 单相异步电动机的结构与工作原理	175
一、结构	175
二、工作原理	175
第三节 三相异步电动机的运行和维护	176
一、电动机起动前的准备和检查	176
二、电动机在运行中的维护	177
三、三相异步电动机的故障及处理方法	178
第四节 电动机的拆装	180
一、拆卸前的准备工作	181
二、拆卸方法和步骤	181
三、修后装配	182
第五节 三相异步电动机定子绕组故障的检修	182
一、绕组断路故障的检修	183
二、绕组接地故障的检修	184
三、绕组短路故障的检修	184
四、绕组接错与嵌反时的检修	185
第六节 定子绕组及下线工艺	187
一、异步电动机的绕组和连接	187
二、三相异步电动机定子绕组嵌线的工艺要求	192
三、几种常见三相异步电动机定子绕组下线及连接方法	195
第七节 电动机修复后的试验	200
一、一般检查	200
二、绝缘电阻的测定	200
三、耐压试验	200
四、空载试验	200
第八节 直流电动机	201
一、直流电动机的构造	201
二、直流电动机励磁方式	203
三、直流电动机的维护	204
四、直流电动机的起动与停车	205

五、直流电动机火花等级的鉴别	206
第十一章 常用低压电器	208
第一节 低压电器的基本知识	208
一、低压电器的分类	208
二、低压电器的基本组成部分	208
三、电磁式低压电器的基本组成	209
第二节 开关电器	212
一、低压刀开关	212
二、转换开关	213
三、断路器	213
第三节 熔断器	215
一、熔断器的主要参数	215
二、熔体的电流选择	215
三、使用熔断器的注意事项	216
第四节 主令电器	216
一、按钮	216
二、行程开关	217
第五节 接触器	218
一、工作原理	219
二、技术参数	219
三、安装注意事项	220
四、CJ20 系列交流接触器简介	220
第六节 继电器	221
一、电磁式继电器	221
二、时间继电器	223
三、热继电器	225
四、速度继电器	226
第七节 低压电器故障的排除	227
一、接触器的故障	228
二、接触器的简单维护	228
三、热继电器的故障及维修	228
四、时间继电器的故障及维修	229

五、速度继电器的故障及维修	229
第十二章 电气控制的基本规律及基本环节	230
第一节 安全操作规定及工艺要求	230
一、安全操作规定	230
二、板前布线安装工艺规定	232
三、塑料槽板布线工艺规定	233
四、线束布线工艺规定	233
第二节 电气控制电路的绘制	234
一、电气原理图	234
二、电器布置图	236
三、安装接线图	237
第三节 电气控制的一般规律	238
一、点动与连续运转控制	238
二、自锁与互锁控制	239
三、多地联锁控制	240
四、顺序控制	241
五、自动往复循环控制	242
第四节 三相异步电动机的起动控制电路	242
一、星形-三角形减压起动控制电路	242
二、自耦变压器减压起动控制电路	243
第五节 三相异步电动机的制动控制电路	244
一、电动机单向反接制动控制电路	244
二、电动机单向运行制动控制电路	245
三、电动机可逆运行能耗制动控制电路	246
第十三章 典型机床控制电路及其故障排除	248
第一节 CA6140 型车床电气控制电路分析	248
一、CA6140 型车床的基本结构	248
二、电气控制电路分析	249
三、电气控制电路的检修	250
第二节 Z3040 型摇臂钻床电气控制电路分析	252
一、Z3040 型摇臂钻床的基本结构	252
二、电力拖动特点与控制要求	253

三、电气控制电路分析·····	253
四、Z3040 型摇臂钻床的液压原理·····	257
第三节 X6132 型铣床电气控制电路分析·····	258
一、主电路分析·····	260
二、主轴电动机控制电路分析·····	260
三、工作台移动控制·····	261
四、X6132 型万能铣床电气控制电路特点·····	263
五、X6132 型万能铣床电路元器件明细·····	263
第四节 T68 型卧式镗床电气控制电路分析·····	265
一、镗床主要结构·····	265
二、电力拖动方式和控制要求·····	266
三、电气控制电路分析·····	266
四、电气控制电路特点·····	272
第五节 交流桥式起重机电气控制电路分析·····	272
一、桥式起重机的结构及运动情况·····	272
二、桥式起重机对电力拖动和电气控制的要求·····	273
三、主令控制器控制电路分析·····	274
四、桥式起重机常见电气故障·····	278
第六节 机床电气设备维修·····	282
一、机床电气设备的维护·····	282
二、机床电气设备的故障分析和检修·····	283
第十四章 电子元器件与电子电路·····	285
第一节 RLC 元器件·····	285
一、电阻器·····	285
二、电容器·····	290
三、电感器·····	295
第二节 半导体器件·····	295
一、半导体器件手册的查询方法·····	295
二、晶体二极管·····	300
三、其他二极管·····	303
四、晶体管·····	305
五、晶体闸流管·····	310

六、双向晶闸管	312
七、组合器件	314
第三节 电子元器件的焊接技术	318
一、手工焊接的工具和材料	318
二、电子元器件的引线成形和插装	318
三、焊接工艺	319
第四节 常见电子电路	323
一、单相整流电路	323
二、阻容耦合放大器	325
三、晶闸管交流调压	326
四、晶闸管无触点开关	328
参考文献	329

第一章 实用电工基础资料

第一节 电工常用计算公式

一、电阻公式

与电阻有关的公式见表 1-1。

表 1-1 直流电路计算公式

名 称	公 式	说 明
导体电阻的计算	$R = \rho \frac{l}{S}$	R ——电阻 (Ω) ρ ——电阻率 ($\Omega \cdot \text{m}$) l ——导线长度 (m) S ——导线截面积 (m^2), 工程上导线截面积的常用单位为 (mm^2)
导体电阻与温度的关系	$R_t = R_0 [1 + \alpha (t - t_0)]$	R_t ——温度为 t 时导体的电阻 (Ω) R_0 ——温度为 t_0 时导体的电阻 (Ω) α ——以温度为基准时导体电阻的温度系数 ($1/^\circ\text{C}$)
电 导 与 电 导 率	$G = \frac{1}{R}; \quad \gamma = \frac{1}{\rho}$	G ——导体的电导 (S), $\text{S} = 1/\Omega$ γ ——导体的电导率 ($1/\Omega \cdot \text{m}$)

二、三相交流电路中的功率计算公式

三相交流电路中的功率计算公式见表 1-2。

表 1-2 三相交流电路中的功率计算公式

形式	项目	公式	单位	说明
对称三相电路的功率	有功功率	$P = 3U_P I_P \cos\varphi$ $= \sqrt{3} U_L I_L \cos\varphi$	W	U_P ——相电压 I_P ——相电流

(续)

形式	项目	公式	单位	说明
对称三相 电路的功率	无功功率	$Q = 3U_P I_P \sin\varphi$ $= \sqrt{3} U_L I_L \sin\varphi$	var	U_L ——线电压 I_L ——线电流
	视在功率	$S = 3U_P I_P$ $= \sqrt{3} U_L I_L$	V · A	φ ——相电压与相 电流的相位差
	功率因数	$\cos\varphi = P/S$		

三、白炽灯和荧光灯的电流计算公式

白炽灯和荧光灯的电流计算公式见表 1-3。

表 1-3 白炽灯和荧光灯的电流计算公式

种类	供电相数	功率 P/W	每相电流 I/A	计算公式
白炽灯	单相	1000	4.5	$I = P/220$
	三相		1.5	$I = P / (1.732 \times 380)$
荧光灯	单相		9	$I = P / (220 \times 0.5)$
	三相		3	$I = P / (1.732 \times 380 \times 0.5)$

注：荧光灯功率因数为 0.5， $\sqrt{3} \approx 1.732$ 。

四、电动机和电焊机的电流计算公式

电动机和电焊机的电流计算公式见表 1-4 和表 1-5。

表 1-4 电动机的电流计算公式

分 类	功率 P/kW	每相电 流 I/A	计算公式	说 明
单相电动机	1	8	$I = P \times 1000 / (220 \times \cos\varphi \times \eta)$	η ——效率
三相电动机		2	$I = P \times 1000 / (1.73 \times 380 \times \cos\varphi \times \eta)$	$\cos\varphi$ ——电动机功率因数

表 1-5 电焊机的电流计算公式

电焊机输入电压 U/V	计算公式	每千伏安每相电流 I/A
220	$I = S \times 1000/220$	4.5
380	$I = S \times 1000/380$	2.7

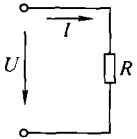
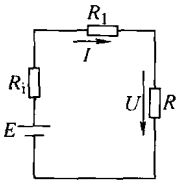
注：I 的单位为 A，S 的单位为 kV · A。

第二节 电工常用基本定律

一、欧姆定律

欧姆定律公式和应用见表 1-6。

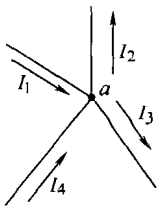
表 1-6 欧姆定律公式和应用

名 称	电路图	计算公式	说 明
无源电路的 欧姆定律		直流电路 $U = IR$ 或 $I = GU$	U ——支路两端电压 I ——支路电流 R ——支路电阻 G ——电导
全电路 欧姆定律		直流电路 $E = I(R + R_1 + R_i)$ 或 $U = E - I(R_1 + R_i)$	E ——电源电动势 R_i ——电源内阻 R_1 ——回路连接线的电阻 R ——负载电阻 U ——负载两端的电压 I ——回路电流

二、基尔霍夫定律

基尔霍夫定律公式和应用见表 1-7。

表 1-7 基尔霍夫定律公式和应用

名 称	电路图	计算公式	说 明
基尔霍夫 第一定律		直流 $\sum I = 0$ 交流 $\sum i = 0$	节点 a 的方程为 $I_1 - I_2 - I_3 + I_4 = 0$