

● 电工案头必备 · 实践良师益友

新编

维修电工手册

XINBIAN WEIXIU DIANGONG SHOUC

第2版

李洋 田虢 主编

内容新颖 技术实用

注重技能 强调应用

通俗易懂 便查便用



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



新编维修电工手册

第 2 版

主 编 李 洋 田 虢

副主编 范翠香 刘学军 王淑鸿

主 审 董维锋

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。本手册主要内容包括:维修电工基础知识、电工读图的一般方法、电工安全技术、钳工操作技能、电工基本操作技术、常用电工材料及电缆敷设、常用电工仪表和仪器的使用、照明装置和照明线路的安装与维修、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、电子元器件与常见电子电路、可编程序控制器原理及应用、变频器及使用。

本手册可作为广大维修电工的必备工具书,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, 田虢主编. —2 版. —北京: 机械工业出版社, 2016.5

ISBN 978-7-111-53539-3

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

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 077738 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

责任校对: 赵蕊 封面设计: 马精明

责任印制: 李洋

北京振兴源印务有限公司印刷

2016 年 7 月第 2 版 · 第 1 次印刷

140mm×203mm · 12.75 印张 · 376 千字

0001—3000 册

标准书号: ISBN 978-7-111-53539-3

定价: 35.00 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

服务咨询热线: 010-88361066

机工官网: www.cmpbook.com

读者购书热线: 010-68326294

机工官博: weibo.com/cmp1952

010-88379203

金书网: www.golden-book.com

封面无防伪标均为盗版

教育服务网: www.cmpedu.com

前 言

本手册在修订时以国家最新颁布的《国家职业技能标准 维修电工》的要求为依据,坚持“少而精”的原则,既面向企业生产实际,又注重基础知识的介绍,将基础理论与技能知识和工艺知识相结合,力求做到将理论知识付诸于实践并收效于实用。

本手册在编写时针对初、中级维修电工操作应掌握的技能,收集了大量生产中实用的技术资料,结合了编者多年的实践经验,注重理论联系实际,突出实际操作,内容通俗易懂,图文并茂,操作手段灵活多样。本次修订增加了电缆的选择和使用、可编程序控制器(PLC)技术和变频器技术等内容。全书共分16章,主要介绍了常用电工标准和电工材料,实用工具及仪器仪表的选用与维护,维修电工应具备的基本操作技能,照明装置和照明线路的选择与安装,变压器和电动机的运行与检修,低压电器及其故障排除,电气控制基本环节,常用机床电气控制电路与电气设备的维修,电子元器件与焊接,可编程序控制器(PLC)及应用,变频器及使用。

本书由李洋、田虢任主编,范翠香、刘学军、王淑鸿任副主编,林建安、王淑芳、张丽萍、李浩参加编写。本手册由董维锋主审。

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 维修电工基础知识	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
第二章 电工读图的一般方法	18
第一节 读图基础知识	18
一、图形符号的使用规则	18
二、电气制图的一般规则	18
第二节 电气识图的基本方法和步骤	20
一、电气识图的基本方法	20
二、电气识图的基本步骤	21
第三章 电工安全技术	23
第一节 电工安全知识	23
一、触电事故	23

二、安全电压	23
三、安全距离	24
四、绝缘防护用具	24
第二节 触电的危害性与急救	25
一、电流对人体的危害及影响触电危险程度的主要因素	25
二、人体的触电方式	26
三、触电急救	26
第三节 接地接零	30
一、接地	30
二、电气设备接地的种类	31
三、电气设备安全运行措施	33
第四节 电气安全工作制度	34
一、停电范围	34
二、验电	34
三、装设接地线	35
四、悬挂标示牌和装设遮栏	35
五、接地线装设时的注意事项	36
第五节 电气标志	36
一、安全牌	36
二、电工产品的安全认证	39
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 基本操作技能	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 常用电工材料及电缆敷设	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 电缆及敷设	83
一、常用电缆分类	83
二、电力电缆的结构	83
三、电缆的敷设方式	85
四、电缆敷设要求	87
五、低压电缆终端头的制作	88
六、低压电力电缆中间接线盒的制作	91
七、电缆线路的运行维护	93
第三节 绝缘材料	93
一、绝缘材料的分类	93
二、绝缘油	94
三、绝缘漆和绝缘胶	95
四、绝缘、浸渍纤维制品及电工层压制品	97
五、电工用塑料、绝缘薄膜及其制品	97
六、绝缘电阻检测	98
第四节 磁性材料	100
一、软磁材料	100
二、硬磁材料	102
第七章 常用电工仪表和仪器的使用	103
第一节 电工测量基础知识	103
一、电工仪表的用途及分类	103
二、电工仪表的测量误差和准确度等级	103
三、电工仪表的型号	104
四、电工仪表的标志	105
第二节 常用电工仪表及使用	107
一、电流表	107
二、电压表	110
三、万用表	112
四、绝缘电阻表	120
五、功率表	123
六、电能表	127

第八章 照明装置和照明线路的安装与维修	135
第一节 照明装置的安装和维修	135
一、工厂常用照明灯具类型的选择	135
二、白炽灯的安装和维修	136
三、荧光灯的安装和维修	140
四、其他灯具安装时的注意事项	143
五、照明配线的一般要求	144
第二节 导线规格及选用	144
一、导线的型号	144
二、导线的选用	145
三、导线的检查与保存	146
第三节 照明线路的安装	147
一、接户线的一般要求	147
二、入表线的安装	148
三、护套线线路的安装	149
四、线管配线	152
五、线路质量检验	154
六、线路维修	155
第九章 变压器	159
第一节 变压器的结构与工作原理	159
一、变压器的工作原理	159
二、变压器的分类和结构	160
第二节 变压器绕组的极性测定	163
一、交流法	164
二、直流法	164
三、三相变压器绕组的联结	164
第三节 变压器的运行与维护	164
一、变压器运行中的检查	165
二、电力变压器的运行故障分析及排除方法	165
第四节 特殊用途的变压器	166
一、自耦变压器	166
二、互感器	167

三、电焊机	168
第五节 小型变压器的设计与绕制	170
一、小型单相变压器的设计	170
二、小型单相变压器的绕制	174
第十章 电动机	179
第一节 三相交流电动机基础知识	179
一、三相异步电动机的结构形式	179
二、三相异步电动机的铭牌数据	180
三、三相异步电动机的基本结构	180
四、三相异步电动机的运转原理	184
第二节 单相异步电动机的基本结构与工作原理	185
一、基本结构	185
二、工作原理	185
第三节 三相异步电动机的运行和维护	186
一、电动机起动前的准备和检查	186
二、电动机运行中的维护	187
三、三相异步电动机的故障及处理方法	188
第四节 电动机的拆装	190
一、拆卸前的准备工作	191
二、拆卸方法和步骤	191
三、电动机的修后装配	192
第五节 三相异步电动机定子绕组故障的检修	192
一、绕组断路故障的检修	193
二、绕组接地故障的检修	194
三、绕组短路故障的检修	194
四、绕组接错与嵌反的检修	195
第六节 定子绕组及下线工艺	197
一、异步电动机的绕组和连接	197
二、三相异步电动机定子绕组嵌线的工艺要求	202
三、几种常见三相异步电动机定子绕组下线及连接方法	205
第七节 电动机修复后的试验	210
一、一般检查	210

二、绝缘电阻的测定	210
三、耐压试验	210
四、空载试验	210
第八节 直流电动机	211
一、直流电动机的基本结构	211
二、直流电动机的励磁方式	213
三、直流电动机的维护保养	214
四、直流电动机的起动与停车	215
五、直流电动机火花等级的鉴别	216
第十一章 常用低压电器	218
第一节 低压电器的基本知识	218
一、低压电器的分类	218
二、低压电器的基本组成部分	218
三、电磁式低压电器的基本组成	219
第二节 开关电器	222
一、低压刀开关	222
二、转换开关	223
三、断路器	223
第三节 熔断器	225
一、熔断器的主要参数	225
二、熔体电流的选择	225
三、熔断器使用注意事项	226
第四节 主令电器	226
一、按钮	226
二、行程开关	227
第五节 接触器	228
一、接触器的工作原理	229
二、接触器的主要参数	229
三、安装注意事项	230
四、CJ20 系列交流接触器简介	230
第六节 继电器	231
一、电磁式继电器	231

二、时间继电器	233
三、热继电器	235
四、速度继电器	236
第七节 低压电器故障的排除	237
一、接触器的故障及简单维护	238
二、热继电器的故障及维修	238
三、时间继电器的故障及维修	239
四、速度继电器的故障及维修	239
第十二章 电气控制的基本规律及基本环节	240
第一节 安全操作规定及工艺要求	240
一、安全操作规定	240
二、板前布线安装工艺规定	242
三、塑料槽板布线工艺规定	243
四、线束布线工艺规定	243
第二节 电气控制电路的绘制	244
一、电气原理图	244
二、电器布置图	246
三、安装接线图	247
第三节 电气控制的一般规律	248
一、点动与连续运转控制	248
二、自锁与互锁控制	249
三、多地联锁控制	250
四、顺序控制	251
五、自动往复循环控制	252
第四节 三相异步电动机的起动控制电路	252
一、星形-三角形减压起动控制电路	252
二、自耦变压器减压起动控制电路	253
第五节 三相异步电动机的制动控制电路	254
一、电动机单向运行反接制动控制电路	254
二、电动机单向运行能耗制动控制电路	255
三、电动机可逆运行能耗制动控制电路	256

第十三章 典型机床控制电路及其故障排除	258
第一节 CA6140 型卧式车床电气控制电路分析	258
一、CA6140 型卧式车床的基本结构	258
二、电气控制电路分析	259
三、电气控制电路的检修	260
第二节 Z3040 型摇臂钻床电气控制电路分析	262
一、Z3040 型摇臂钻床的基本结构	262
二、电力拖动特点与控制要求	263
三、电气控制电路分析	263
四、Z3040 型摇臂钻床的液压原理	267
第三节 X6132 型铣床电气控制电路分析	268
一、主电路分析	270
二、主轴电动机控制电路分析	270
三、工作台移动控制电路分析	271
四、电气控制电路特点	273
五、控制电路元器件明细	273
第四节 T68 型卧式镗床电气控制电路分析	275
一、T68 型卧式镗床的基本结构	275
二、电力拖动特点与控制要求	276
三、电气控制电路分析	276
四、电气控制电路特点	282
第五节 交流桥式起重机电气控制电路分析	282
一、桥式起重机的结构及运动情况	282
二、桥式起重机对电力拖动和电气控制的要求	283
三、主令控制器控制电路分析	284
四、桥式起重机常见电气故障	288
第六节 机床电气设备维修	292
一、机床电气设备的维护	292
二、机床电气设备的故障分析和检修	293
第十四章 电子元器件与常见电子电路	295
第一节 RLC 元件	295
一、电阻器	295

二、电容器	300
三、电感器	305
第二节 半导体器件	305
一、半导体器件手册的查询方法	305
二、晶体二极管	310
三、其他二极管	313
四、晶体管	315
五、晶体闸流管	320
六、双向晶闸管	322
七、组合器件	324
第三节 电子元器件的焊接技术	328
一、手工焊接的工具和材料	328
二、电子元器件的引线成形和插装	328
三、焊接工艺	329
第四节 常见电子电路	333
一、单相整流电路	333
二、阻容耦合放大器	335
三、晶闸管交流调压	336
四、晶闸管无触头开关	338
第十五章 可编程序控制器原理及应用	339
第一节 可编程序控制器的组成和原理	339
一、可编程序控制器的组成	339
二、可编程序控制器的编程语言	341
三、可编程序控制器的基本原理	342
四、软元件的功能	343
第二节 指令简介及其应用	348
一、基本逻辑指令	348
二、几种 PLC 的性能参数指标及指令比较	353
三、可编程序控制器梯形图编程规则	356
四、步进指令	358
五、PLC 基本控制电路	361
第三节 PLC 系统设计步骤与选型	363

一、PLC 系统设计步骤	363
二、PLC 选型	364
第四节 几种 PLC 实际应用电路	365
一、自动往复运动控制电路	365
二、用 PLC 改造摇臂钻床电气控制电路	365
三、简易机械手动动作控制	369
第十六章 变频器及使用	376
第一节 变频器	376
一、变频器的分类	376
二、变频器的原理及功能	377
三、变频调速	378
四、变频器的应用	378
第二节 电力变压器绕线机变频控制电路	381
一、绕线机的工作原理及功能	381
二、绕线机控制电路	382
三、变频器控制电路	384
参考文献	391

第一章 维修电工基础知识

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 ($\Omega \cdot m$) 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 ($1/^\circ C$)
电 导 与 电 导 率	$G = \frac{1}{R}; \gamma = \frac{1}{\rho}$	G ——导体的电导 (S), $S = 1/\Omega$ γ ——导体的电导率 (S/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
三相对称电路的功率	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
三相对称 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：荧光灯的功率因数为 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 $kV \cdot A$ 。