



维修电工 工作手册

邓仁全 等编著



化学工业出版社



维修电工 工作手册

邓仁全 等编著



化学工业出版社

· 北京 ·

本书是一本维修电工常用的便携式工作手册，收录了维修电工常用的技术资料，内容包括电工常用技术数据，常用电工、电子电路，工具、量具的选择与使用，电工仪器仪表，电工材料选用，电气图的识读与测绘，配线与安装，电气故障检查、修复及测试，设备调试，变频器与可编程控制器，职业安全等。

本手册可为广大维修电工和电气工程技术人員提供帮助。

图书在版编目 (CIP) 数据

维修电工工作手册/邓仁全等编著. —北京: 化学工业出版社, 2009. 4

ISBN 978-7-122-04616-1

I. 维… II. 邓… 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 004756 号

责任编辑: 卢小林 刘 哲
责任校对: 凌亚男

装帧设计: 韩 飞

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)
印 刷: 北京永鑫印刷有限责任公司
装 订: 三河市万龙印装有限公司
850mm×1168mm 1/64 印张 7 $\frac{3}{4}$ 字数 328 千字
2009 年 9 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686)

售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 25.00 元

版权所有 违者必究

前 言

维修电工是从事机械设备和电气系统线路及器件等的安装、调试与维护、修理的人员。

本手册是为广大维修电工和电气技术人员在实际工作中查阅图表资料、技术规格数据和进行电气故障排除提供方便而编写的，本书在编写时注重实用性和可查性，值得一提的是本书介绍了许多在电气维修中的经验总结，更将现在应用广泛的变频器与可编程控制器的相关知识和数据收入其中，增强了本书的使用功能，特别适合于生产一线的电气工人和电气技术人员使用。

本手册在编写时采用了全新的国家标准和法定计量单位，内容组织及编写力求简明实用，数据准确，尽量做到图表化、数据化、条理化，方便查阅与应用。

本手册由邓仁全主编，第1、2章由刘艳红编写，第3、6章由郭伟、张智勇编写，第4章由罗斌编写，第5章由余丽芳编写，第7章由丁文革编写，第8、9章由张建杰、杜卫锋、邱利军编写，第10章由张芳编写，第11章由谭振华编写。

鉴于编者水平有限，书中不妥之处还望广大读者批评指正。

编 者

目 录

第 1 章 电工常用技术数据	1
1.1 法定计量单位	1
1.2 电工常用公式	6
1.3 常用的电气图用图形符号	22
1.4 常用电气技术文件中的文字符号	24
1.5 常用电子元器件的参数标识	29
1.5.1 电阻器和电位器	29
1.5.2 电容器	36
1.5.3 电感器	39
1.5.4 半导体分立器件	40
1.5.5 模拟集成电路	60
第 2 章 常用电工、电子电路	64
2.1 常用电工电路及相关知识	64
2.2 常用电子电路及相关知识	72
第 3 章 工具、量具的选择与使用	81
3.1 常用工具	81
3.2 常用量具	90

第 4 章 电工仪器仪表	91
4.1 常用电工仪表的接线	91
4.1.1 电压表	91
4.1.2 电流表	92
4.1.3 功率表	92
4.1.4 功率因数表	92
4.1.5 几种新型电能表的使用	94
4.1.6 兆欧表	95
4.1.7 万用表	96
4.2 常用电工仪表	98
4.2.1 接地电阻测试仪	98
4.2.2 单臂电桥	100
4.2.3 双臂电桥	102
4.2.4 西林电桥	104
4.2.5 示波器	105
4.2.6 晶体管图示仪	108
第 5 章 电工材料选用	111
5.1 常用电工材料的种类、性能及用途	111
5.1.1 电线	111
5.1.2 电力电缆	131
5.1.3 绝缘材料	142
5.1.4 配线材料	156
5.2 根据工作内容正确选用材料	164
5.2.1 导线截面的选择	164
5.2.2 电力电缆的选用	176

第 6 章 电气图的识读与测绘	234
6.1 读图	234
6.1.1 读图的方法步骤	234
6.1.2 电路图中常用的控制环节	236
6.2 测绘电气图的基本方法	241
6.2.1 测绘电气图的准备工作	243
6.2.2 测绘电气图的注意事项	243
6.3 测绘一般机械设备	244
6.3.1 测绘电气原理图	244
6.3.2 测绘接线图	245
6.4 测绘较复杂机械设备	246
6.4.1 测绘电气原理图	246
6.4.2 测绘接线图	248
第 7 章 配线与安装	251
7.1 配线操作技术	251
7.1.1 导线连接工艺	251
7.1.2 钢管配线	263
7.1.3 电线管配线接线盒的设置	269
7.2 根据用电设备的性质和容量选择配线材料	270
7.2.1 按功率计算电流	270
7.2.2 导体载流量的计算口诀	273
7.2.3 对电动机配线的口诀	276
7.2.4 电力穿管的口诀	278
7.2.5 三相笼式异步电动机配控保护设备的	

口诀	280
7.2.6 自动开关脱扣器整定电流选择的口诀 ..	281
7.2.7 车间负荷估算的口诀	282
7.2.8 吊车及电焊机配线	284
7.2.9 低压电器的选择	286
7.2.10 明、暗配线线管与导线的选择	290
7.3 机床配线、安装	290
7.3.1 一般复杂程度机械设备的主、控线路 配线板的配线	290
7.3.2 整机的电气安装要点	292
第8章 电气故障检查、修复及测试	296
8.1 常用低压电器的检修及调试方法	296
8.1.1 常用低压电器的检查方法	296
8.1.2 常用低压电器的修复方法及要求	298
8.1.3 常用低压电器的测试要求	304
8.2 动力、照明及接地系统	305
8.2.1 动力、照明及接地系统知识	305
8.2.2 检查、排除动力和照明线路及接地系统 故障	311
8.3 三相异步电动机和小型变压器	312
8.3.1 三相异步电动机的检修项目	312
8.3.2 拆卸、检查、修复、装配、调试 30kW 以下三相异步电动机	315
8.3.3 小型变压器的检修项目	319
8.3.4 拆卸、检查、修复、装配、调试 100kV·A 以下小型变压器	320

8.4 分析、检修、排除交流异步电动机、直流电动机及特种电动机的故障	326
8.4.1 55kW 以下的交流异步电机常见故障的分析、检修与排除	326
8.4.2 60kW 以下的直流电机常见故障的分析、检修与排除	330
8.4.3 特种电动机常见故障的分析、检修与排除	334
8.5 直流电动机及特种电动机的控制电路	340
8.5.1 直流电动机的使用与控制	340
8.5.2 常用特种电动机的使用控制	344
8.6 常见机械设备电气故障检查、排除方法及维修	349
8.6.1 检查、排除 CA6140 车床的电气故障 ...	349
8.6.2 检查、排除 Z535 钻床的电气故障	350
8.7 分析、排除较复杂的机械设备控制系统的电路及电气故障	352
8.7.1 分析、排除交磁电机扩大机电路及电气故障	352
8.7.2 分析、排除 X62W 铣床的电路及电气故障	357
8.7.3 分析、排除 MGB1420 磨床的电路及电气故障	362

第9章 设备调试

9.1 电气系统的一般调试方法和步骤	368
9.1.1 调试内容及方法	368

9.1.2	调试步骤	370
9.2	机械设备的调试	371
9.2.1	CA6140 车床通过调试达到控制要求	371
9.2.2	Z535 钻床通过调试达到控制要求	371
9.2.3	X62W 铣床通过调试达到控制要求	372
9.2.4	MGB1420 磨床通过调试达到控制 要求	372
9.2.5	5t 吊车通过调试达到控制要求	373
9.3	试验记录的基本知识	375
第 10 章	变频器及可编程控制器	378
10.1	变频器	378
10.1.1	变频器的工作原理	378
10.1.2	变频器的控制方式	378
10.1.3	变频器的基本构成	380
10.1.4	变频器的分类	381
10.1.5	变频器的选择	382
10.1.6	变频器的维护及常见故障处理	388
10.1.7	变频器安装和使用注意事项	391
10.2	可编程控制器	393
10.2.1	可编程控制器概述	393
10.2.2	PLC 的结构和工作原理	398
10.2.3	PLC 的编程元件和指令系统	403
10.2.4	梯形图的设计原则和设计方法	424
第 11 章	职业安全	432
11.1	电工作业用具	432

11.1.1	安全用具的分类	432
11.1.2	高处作业工具的使用要求	435
11.1.3	安全用具的使用和保管	437
11.1.4	安全用具的试验标准	439
11.2	保证安全的措施	441
11.2.1	一般要求	441
11.2.2	保证安全的技术措施	449
11.2.3	低压带电作业的安全要求	454
11.2.4	触电急救	456
11.3	防火与防爆措施	460
11.3.1	火灾与爆炸的条件	460
11.3.2	电气火灾	467
11.3.3	防火的基本策略	470
11.3.4	电气火灾的扑救	470
11.3.5	防爆的根本措施	474
11.3.6	防爆工具种类和规格	474
参考文献		482

第 1 章

电工常用技术数据

1.1 法定计量单位

表 1-1 法定计量单位

量的名称	单位名称	单位符号	其他单位形式
频率	赫[兹]	Hz	s^{-1}
力、重力	牛[顿]	N	$kg \cdot m/s^2$
压力、压强、应力	帕[斯卡]	Pa	N/m^2
能量、功、热	焦[耳]	J	$N \cdot m$
功率、辐射通量	瓦[特]	W	J/s
电荷量	库[仑]	C	$A \cdot s$
电位、电压、电动势	伏[特]	V	W/A
电容	法[拉]	F	C/V
电阻	欧[姆]	Ω	V/A
电导	西[门子]	S/m	$A/V \cdot m$
磁通量	韦[伯]	Wb	$V \cdot s$
磁通量密度、磁感应强度	特[斯拉]	T	Wb/m^2
电感	亨[利]	H	Wb/A

续表

量的名称	单位名称	单位符号	其他单位形式
摄氏温度	摄氏度	℃	
光通量	流[明]	lm	cd · sr
光照度	勒[克斯]	lx	lm/m ²

表 1-2 国际标准单位

量的名称	单位名称	单位符号
长度	米	m
面积	米 ²	m ²
体积	米 ³	m ³
质量	千克	kg
密度	千克/米 ³	kg/m ³
时间	秒	s
电流	安[培]	A
热力学温度	开[尔文]	K
物质的量	摩[尔]	mol
发光强度	坎[德拉]	cd

表 1-3 国际单位制的辅助单位

量的名称	单位名称	单位符号
平面角	弧度	rad
立体角	球面度	sr

表 1-4 国际单位制中具有专门名称的导出单位

量的名称	单位名称	单位符号
频率	赫[兹]	Hz
力,重力	牛[顿]	N
压力,压强	帕[斯卡]	Pa
能量,功,热	焦[耳]	J
功率,辐射通量	瓦[特]	W
电荷量	库[仑]	C
电位,电压,电动势	伏[特]	V
电容	法[拉]	F
电阻	欧[姆]	Ω
电导	西[门子]	S
磁通量	韦[伯]	Wb
磁通量密度,磁感应强度	特[斯拉]	T
电感	亨[利]	H
摄氏温度	摄氏度	$^{\circ}\text{C}$
光通量	流[明]	lm
光照度	勒[克斯]	lx
放射性活度	贝可[勒尔]	Bq
吸收剂量	戈[瑞]	Gy
剂量当量	希[沃特]	Sv

表 1-5 常用电工计量单位及换算表

物理量		计量单位及换算				
名称	符号	基本单位		常用换算单位		
		名称	符号	名称	符号	与基本单位关系
电荷[量]	Q	库[仑]	C			
电流	I	安[培]	A	千安 毫安 微安	kA mA μ A	$1\text{kA}=10^3\text{A}$ $1\text{A}=10^3\text{mA}=10^6\mu\text{A}$
电位,电压,电动势	U,E	伏[特]	V	千伏 毫伏 微伏	kV mV μ V	$1\text{kV}=10^3\text{V}$ $1\text{V}=10^3\text{mV}=10^6\mu\text{V}$
电阻	R	欧[姆]	Ω	兆欧 千欧	M Ω k Ω	$1\text{M}\Omega=10^3\text{k}\Omega=10^6\Omega$ $1\text{k}\Omega=10^3\Omega$
电阻率	ρ	欧·米	$\Omega\cdot\text{m}$	欧·毫米 ² /米	$\Omega\cdot\text{mm}^2/\text{m}$	$1\Omega\cdot\text{m}=10^6\Omega\cdot\text{mm}^2/\text{m}$
电阻温度系数	α		$^{\circ}\text{C}^{-1}$			
电感	L	亨[利]	H	毫亨 微亨	mH μ H	$1\text{H}=10^3\text{mH}=10^6\mu\text{H}$
电容	C	法[拉]	F	微法 皮法	μF pF	$1\text{F}=10^6\mu\text{F}=10^{12}\text{pF}$
感抗	X_L	同电阻				
容抗	X_C					
电抗	X					
阻抗	Z					

续表

物理量		计量单位及换算			
名称	符号	基本单位		常用换算单位	
		名称	符号	名称	符号
频率	f	赫[兹]	Hz	兆赫 千赫	MHz kHz
周期	T	秒	s	毫秒 微秒	ms μ s
有功功率	P	瓦[特]	W	千瓦	kW
无功功率	Q	乏	var	千乏	kvar
视在功率	S	伏安	V·A	千伏安	kV·A
功率因数	$\cos\phi$				
能量	$E(W)$	焦[耳]	J	牛·米 电子伏	$1\text{N}\cdot\text{m}=1\text{J}$ $1\text{eV}=1.60207\times 10^{-19}\text{J}$
功	$W(A)$	焦[耳]	J	千瓦·小时	$1\text{kW}\cdot\text{h}=3.6\times 10^6\text{J}$
热	Q	焦[耳]	J	千卡	$1\text{kcal}=4.1840\times 10^3\text{J}$
磁通量	ϕ	韦[伯]	Wb	麦克斯韦	$1\text{Mx}=10^{-8}\text{Wb}$
磁通密度	B	特[斯拉]	T	高斯	$1\text{G}=10^{-4}\text{T}$
磁感应强度	μ	亨[利]/米	H/m		
磁导率	F	牛[顿]	N	千克力	$1\text{kgf}=9.80665\text{N}$
力	M	牛·米	N·m	千克力·米	$1\text{kgf}\cdot\text{m}=9.80665\text{N}\cdot\text{m}$

1.2 电工常用公式

表 1-6 直流电路的计算公式

名 称	公 式	符 号 说 明
电阻	$R = \rho \frac{l}{S}$	R ——导体的电阻, Ω ρ ——导体的电阻率, $\Omega \cdot m$ l ——导体的长度, m S ——导体的截面积, m^2
电阻	$R = \frac{U}{I}$	R ——导体的电阻, Ω U ——电压, V I ——电流, A
电导	$G = \frac{1}{R}$	R ——电阻, Ω G ——电导, S
电流	$I = \frac{Q}{t}$ $I = \frac{U}{R}$	Q ——电量, C t ——时间, s U ——电压, V R ——电阻, Ω I ——电流, A
电压	$U = \frac{W}{Q}$ $U = IR$	W ——电功, J I ——电流, A U ——电压, V
全电路 欧姆定律	$I = \frac{E}{R+r}$	E ——电动势, V R ——负载电阻, Ω r ——电池内阻, Ω
电功	$W = Pt = IUt = I^2 Rt = \frac{U^2}{R} t$	P ——电功率, W W ——电功, J 或 $kW \cdot h$ t ——时间, s 或 h