

第3版

简明

维修电工实用手册

JIANMING WEIXIU DIANGONG SHIYONG SHOUC
DI SAN BAN

刘光源 主编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

简明维修电工 实用手册

第 3 版

刘光源 主编

机 械 工 业 出 版 社

本手册的主要内容包括：电工基础知识，电工常用材料，电工常用测量仪表及电子仪器仪表，电工常用电子电路，电工常用电气设备和电气控制电路，室内线路、照明器具及保护装置的安装，电工安全操作技术。

本手册经再次修订后，其内容更丰富实用，结构更加合理，针对性更加强。

本手册可供工矿企业电气安装工、维修电工使用，也可供电气工程技术人员参考。

图书在版编目（CIP）数据

简明维修电工实用手册/刘光源主编. —3版. —北京：机械工业出版社，2011.8

ISBN 978-7-111-35063-7

I. ①简… II. ①刘… III. ①电工-维修-技术手册
IV. ① TM07-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 115683 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：王振国 责任编辑：王振国

版式设计：霍永明 责任校对：任秀丽 李锦莉

封面设计：鞠 杨 责任印制：杨 曦

北京京丰印刷厂印刷

2011 年 9 月第 3 版·第 1 次印刷

130mm×184mm·24.5 印张·2 插页·757 千字

0 001—4 000 册

标准书号：ISBN 978-7-111-35063-7

定价：68.00 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

门户网站：<http://www.cmpbook.com>

销售一部：(010)68326294

教材网：<http://www.cmpedu.com>

销售二部：(010)88379649

读者购书热线：(010)88379203

封面无防伪标均为盗版

前 言

本手册自 1993 年出版以来，深受全国各地广大电工和电气技术人员的欢迎，多次重印。为了更好地满足广大电工和电气技术人员的需要，我们在 2004 年对手册进行了一次修订。对书中有些内容作了一定删减和压缩，并增加部分内容，使其更具实用性和针对性。

近年来，随着《国家职业技能标准》的颁布和实施，以及国家职业资格技能鉴定制度的不断推进，目前图书市场已出版的关于职业资格取证方面的图书远远不能满足广大读者的需要。

鉴于以上各种因素，我们在第 2 版基础上对该手册再次进行了修订。通过删减及增加相关职业技能鉴定必要知识点，使手册的内容编排更为合理，层次结构更为鲜明。手册中所涉及的技术标准、电气图形符号均采用了最新国家标准。本书的主要特点是：内容丰富，实用性强，文字通顺，简明易懂。

本手册由刘光源主编，参加编写的人员还有周家宝、费文祥和许定芳。

由于编者水平有限，加上本手册中的内容涉及面比较广，书中难免有不足之处，恳请广大读者批评指正。

编 者

目 录

前言

第一章 电工基础知识	1
第一节 电工常用字母和标准代号	1
一、拉丁字母	1
二、希腊字母	1
三、标准代号	2
第二节 电工常用法定计量单位	3
第三节 电工常用图形及文字符号	7
一、电气简图用图形符号	7
二、电气设备用文字符号	26
三、电气设备用图形符号	33
第二章 电工常用材料	41
第一节 导电材料	41
一、裸导线	41
二、铜铝母线	46
三、绝缘电线	47
四、电缆电线	73
五、电磁线	76
六、熔丝	84
七、英汉线规对照	87
第二节 绝缘材料	88
一、绝缘材料的基本分类	88
二、绝缘材料的耐热等级	89
三、绝缘纤维制品	90
四、浸渍绝缘纤维制品	114
五、绝缘层压制品	115

六、绝缘云母制品	117
七、薄膜及复合制品	120
八、绝缘漆	121
九、绝缘油	122
第三节 安装材料	122
一、电线管	122
二、有缝钢管	123
三、聚氯乙烯硬管及半硬管	124
四、塑料胀锚螺栓管	125
五、包塑金属软管及金属软管接头	125
六、电力金具	125
七、铜铝过渡排和铝压接管	142
八、接线端子	143
第四节 磁性材料	145
一、电工纯铁	145
二、电工用硅钢片	146
第三章 电工常用测量仪表及电子仪器仪表	154
第一节 常用测量仪表	154
一、电流表	154
二、电压表	155
三、功率表	156
四、电能表	159
五、万用表	165
六、钳形电流表	175
七、绝缘电阻表	176
第二节 常用电子仪器仪表	179
一、晶体管毫伏表	179
二、示波器	183
三、晶体管图示仪	195
四、信号发生器	208
第四章 电工常用电子电路	214

第一节 晶体二极管及整流电路	214
一、晶体二极管	214
二、整流电路	218
第二节 稳压二极管及直流稳压电路	224
一、稳压二极管	224
二、直流稳压电路	225
第三节 晶体管及放大电路	230
一、晶体管	230
二、放大电路	236
第四节 特殊晶体管	247
一、单结晶体管	247
二、场效应晶体管	250
三、晶闸管	255
第五节 集成电路	290
一、集成电路型号命名方法	291
二、数字集成电路	293
三、模拟集成电路	300
四、集成电路的使用、检测和更换	317
第五章 电工常用电气设备和电气控制电路	320
第一节 变压器	320
一、控制变压器	321
二、特种变压器	335
第二节 三相异步电动机	348
一、三相异步电动机的结构、类型、选用及安装和校正	348
二、三相异步电动机的维护和拆卸	369
三、三相异步电动机的常见故障与修理	377
第三节 直流电动机	396
一、直流电动机的励磁方式和出线端标志	396
二、直流电动机的运行	399
三、直流电动机的维护及常见故障处理	404

四、直流电动机的修复检查·····	409
第四节 低压电器·····	420
一、低压开关·····	424
二、熔断器·····	448
三、接触器·····	454
四、继电器·····	460
五、凸轮控制器·····	484
六、主令电器·····	487
第五节 电力拖动基本控制电路·····	505
一、三相笼型异步电动机的全压起动控制电路·····	505
二、三相笼型异步电动机的减压起动控制电路·····	511
三、三相异步电动机的制动控制电路·····	518
四、双速电动机的控制电路·····	527
五、三相绕线转子异步电动机的控制电路·····	531
六、直流电动机的控制电路·····	536
第六节 电气控制设备的安装、调试和检修·····	545
一、电气控制设备的安装与调试·····	545
二、机床电气控制设备的维护及检修·····	549
三、机床电气控制电路的画法·····	562
四、机床电气控制电路及常见故障维修·····	564
第六章 室内线路、照明器具及保护装置的 安装·····	598
第一节 室内线路·····	598
一、安装要求和安装工序·····	598
二、导线的选择·····	601
三、瓷夹板配线·····	607
四、塑料护套线配线·····	614
五、绝缘子配线·····	618
六、线管配线·····	621
七、钢索配线·····	635
八、导线的连接和绝缘恢复·····	648

九、竣工与验收	660
第二节 照明器具及漏电保护电器	662
一、照明器具及漏电保护电器的安装	662
二、常用照明装置的安装接线图、接线原理图和常见故障检修	676
三、照明装置安装规程及竣工验收	687
第三节 接地装置	691
一、接地装置的基本概念	691
二、接地体的制作与安装	705
三、接地线的安装	710
四、接地装置的涂色和接地电阻的测量	720
五、接地装置的质量检验和维修	722
第四节 避雷器	724
一、雷电的种类	725
二、雷电的破坏作用	726
三、防雷措施	727
四、常用防雷装置的种类和作用	730
五、防雷装置的安装	734
第七章 电工安全操作技术	748
第一节 触电事故的特点和类型	748
一、触电事故的特点	748
二、触电的类型	749
第二节 触电的危险因素	751
一、电流对人体的作用分析	752
二、人体的电阻	753
三、安全电流和安全电压	753
第三节 触电的预防	754
一、采用保护接地和保护接零	754
二、采用漏电保护电器	759
三、安全技术措施	760
四、安全操作规程	760

第四节 触电伤害者的临床表现和触电现场的处理·····	763
一、触电伤害者的临床表现·····	763
二、触电现场的处理·····	764
第五节 触电的急救·····	768
参考文献·····	772

第一章 电工基础知识

第一节 电工常用字母和标准代号

一、拉丁字母

电工常用拉丁字母见表 1-1。

表 1-1 电工常用拉丁字母

大写	小写	大写	小写	大写	小写
A	a	J	j	S	s
B	b	K	k	T	t
C	c	L	l	U	u
D	d	M	m	V	v
E	e	N	n	W	w
F	f	O	o	X	x
G	g	P	p	Y	y
H	h	Q	q	Z	z
I	i	R	r		

二、希腊字母

电工常用希腊字母见表 1-2。

表 1-2 希腊字母

大写	小写	英文读音	大写	小写	英文读音
A	α	alpha	Δ	δ	delta
B	β	beta	E	ε	epsilon
Γ	γ	gamma	Z	ζ	zeta

(续)

大写	小写	英文读音	大写	小写	英文读音
H	η	eta	Π	π	pi
Θ	θ	theta	P	ρ	rho
I	ι	iota	Σ	σ	sigma
K	κ	kappa	T	τ	tau
Λ	λ	lambda	Υ	υ	upsilon
M	μ	mu	Φ	φ	phi
N	ν	nu	X	χ	chi
Ξ	ξ	xi	Ψ	ψ	psi
O	ο	omicron	Ω	ω	omega

三、标准代号

1. 中国部分标准代号 (见表 1-3)

表 1-3 中国部分标准代号

代号	名 称	代号	名 称
GB	中华人民共和国强制性国家标准	LY	中国林业行业标准
GB/T	中华人民共和国推荐性国家标准	SB	中国商业行业标准
YB	中国黑色冶金行业标准	SJ	中国电子行业标准
JB	中国机械行业强制性行业标准	WJ	中国兵器工业标准
EJ	中国核工业行业标准	CB	中国船舶行业标准
MT	中国煤炭行业标准	HG	中国化学行业标准
TB	中国铁路运输行业标准	SY	中国石油天然气行业标准
JT	中国公路、水路运输行业标准	WB	中国卫生标准
YD	中国邮电通信行业标准	GA	中国公共安全行业标准
QB	中国轻工行业标准	JY	中国教育行业标准
FZ	中国纺织行业标准	WH	中国文化行业标准
DZ	中国地质矿产行业标准	GY	中国广播电影电视行业标准
JG	中国建筑工业行业标准	JC	中国建筑材料行业标准

2. 国际区域部分标准代号（见表1-4）

表 1-4 国际区域部分标准代号

代号	名 称	代号	名 称
ISO	国际标准组织标准	EEC	欧洲经济共同体标准
IEC	国际电工委员会标准	EURONORM	欧洲煤钢联盟标准
ASAC	亚洲标准咨询委员会标准	IIW	国际焊接学会标准
BIPM	国际计算局标准	OLML	国际法执计量组织标准
CEN	欧洲标准化委员会标准		

第二节 电工常用法定计量单位

电工常用法定计量单位见表1-5。

表 1-5 电工常用法定计量单位

量的名称和符号		单位的名称和符号		换算或说明
名称	符号	名称	符号	
长度	$l(L)$			
宽度	b	米	m	$1\text{ km} = 1000\text{ m}$
高度	h	分米	dm	$1\text{ m} = 10\text{ dm}$
厚度	$\delta(d)$	厘米	cm	$1\text{ dm} = 10\text{ cm}$
半径	R, r	毫米	mm	$1\text{ cm} = 10\text{ mm}$
直径	D, d	微米	μm	$1\text{ mm} = 1000\mu\text{m}$
距离	$d(r)$			
面积	$A(S)$	平方米	m^2	—
体积		立方米	m^3	$1\text{ L} = 10^{-3}\text{ m}^3$
容积	V	升	L	$1\text{ mL} = 10^{-3}\text{ L}$
		毫升	mL	

(续)

量的名称和符号		单位的名称和符号		换算或说明
名称	符号	名称	符号	
平面角	$\alpha, \beta, \tau, \theta$	弧度 度 分 秒	Rad (°) (′) (″)	“度”应优先使用。十进制小数,其符号标于数字之后,例如 15.27°
立体角	Ω, ω	球面度	sr	—
时间	t	日 [小]时 分 秒	d h min s	1d = 24h = 86400s 1h = 60min = 3600s 1min = 60s
旋转速度	n	转每分	r/min	—
角速度	ω	弧度每秒	rad/s	—
角加速度	α	弧度每二次方秒	rad/s ²	—
速度	v	米每秒	m/s	—
加速度	a	米每二次方秒	m/s ²	—
质量	m	吨 千克[公斤]	T kg	1T = 1000kg
周期	T	秒	s	—
频率	f	赫[兹] 千赫[兹] 兆赫[兹]	Hz kHz MHz	1MHz = 10 ³ kHz 1kHz = 10 ³ Hz
角频率	ω	弧度每秒	rad/s	$\omega = 2\pi f$
密度	ρ	千克每立方米 吨每立方米 千克每升	kg/m ³ T/m ³ kg/L	1kg/L = 1000kg/m ³

(续)

量的名称和符号		单位的名称和符号		换算或说明
名称	符号	名称	符号	
力 重量	F $W(P, G)$	牛[顿]	N	$1\text{N} = 1\text{kg} \cdot \text{m/s}^2$ $1\text{kgf} = 9.80665\text{N}$
力矩 转矩 力偶矩	M M, T M	牛顿[米]	$\text{N} \cdot \text{m}$	$1\text{kgf} \cdot \text{m} = 9.80665\text{N} \cdot \text{m}$
压力, 压强 正应力 切应力	p σ τ	帕[斯卡]	Pa	$1\text{Pa} = 1\text{N/m}^2$ $1\text{atm} = 101325\text{Pa}$ $1\text{mmHg} = 133.322\text{Pa}$ $1\text{mmH}_2\text{O} = 9.80665\text{Pa}$ $1\text{dyn/cm}^2 = 0.1\text{Pa}$
功 能(量) 热, 热量	$W(A)$ $E(W)$ Q	焦(耳) 电子伏 千瓦时	J eV $\text{kW} \cdot \text{h}$	$1\text{kW} \cdot \text{h} = 3.6\text{MJ}$ $1\text{cal} = 4.1868\text{J}$ $1\text{马力} = 735\text{kgf} \cdot \text{m/s}^2$ $\approx 735.499\text{W}$
有功功率 无功功率 视在功率 (表观功率)	P $Q(P_Q)$ $S(P_s)$	瓦[特] 乏 伏安	W var $\text{V} \cdot \text{A}$	—
电流	I	安[培]	A	—
电荷[量]	$Q(q)$	库[仑]	C	—
电位[电势] 电位差 [电势差], 电压 电动势	$V(\varphi)$ V, U E	伏[特]	V	—

(续)

量的名称和符号		单位的名称和符号		换算或说明
名称	符号	名称	符号	
电容	C	法[拉] 微法[拉] 皮[可]法[拉]	F μF pF	—
介电常数 (电容率)	ε	法[拉]每米	F/m	—
电阻	R	欧[姆] 千欧[姆]	Ω	$1\Omega = 1\text{V/A}$
电阻率	ρ	欧[姆]米	m	—
电导	G	西[门子]	S	$1\text{S} = 1\text{A/V}$
电导率	γ, σ	西[门子]每米	S/m	—
自感 互感	L M, L	亨[利]	H	$1\text{H} = 1\text{Wb/A}$
磁通[量]		韦[伯]	Wb	$1\text{Wb} = 1\text{Vs}$ $1\text{Mx} = 10^{-8}\text{Wb}$
磁通[量] 密度, 磁 感应强度	B	特[斯拉]	T	$1\text{T} = 1\text{Wb/m}^2$ $1\text{Gs} = 10^{-4}\text{T}$
磁场强度	H	安[培]每米	A/m	$10\text{e} \approx 79.5775\text{A/m}$ 1 安匝/厘米 = 100 安/米
磁导率	μ	亨[利]每米	H/m	$1\text{H/m} = 1\text{Wb}/(\text{A} \cdot \text{m})$ $= 1\text{V} \cdot \text{s}/(\text{A} \cdot \text{m})$
磁阻	R_m	每亨[利]	H^{-1}	—
热力学温度 摄氏温度	$T(\theta)$ $t(\theta)$	开[尔文] 摄氏度	K $^{\circ}\text{C}$	当表示温度间隔或 温差时: $1\text{K} = 1^{\circ}\text{C}$

(续)

量的名称和符号		单位的名称和符号		换算或说明
名称	符号	名称	符号	
发光强度	$I[I_v]$	坎[德拉]	Cd	—
光通量	$\Phi[\Phi_v]$	流[明]	lm	—
[光]亮度	$L[L_v]$	坎[德拉] 每平方米	cd/m ²	—
光[照度]	$E[E_v]$	勒[克斯]	lx	1 lx = 1 lm/m ²
声压级 声强级 声功率级	L_p L_I L_w	分贝	dB	当 $20\lg(P/P_0) = 1$ 时的 声压级为 1dB 当 $10\lg(P/P_0) = 1$ 时的 声功率级为 1dB

第三节 电工常用图形及文字符号

一、电气简图用图形符号

电工常用的电气简图用图形符号见表 1-6。

表 1-6 电气简图用常用图形符号

项目	种类	名 称	图 形 符 号
限定符 号	电流和 电压的种 类	直流	
		交流	
		低频(工频或亚音频)	