

简明维修电工实用手册

(第 2 版)

刘光源 主 编

机械工业出版社

本手册共分十六章，内容包括：电工基础资料、电工常用计算公式及基本定律，常用电工材料，常用电工仪器仪表，变压器，三相异步电动机、直流电动机，常用控制微电机、常用低压电器，电力拖动基本控制线路，工厂常用机床控制线路，电子元器件及其应用，电力电子技术及其应用，可编程序控制器及其应用，室内配线及常用照明电路，安全用电与防雷技术等。

本手册内容丰富，简明实用，可供工矿企业的维修电工在电气维修、技术革新和技术改造工作中使用，也可供电气技术人员参考。

图书在版编目（CIP）数据

简明维修电工实用手册 /刘光源主编. —2版. —北京：机械工业出版社，2004.8

ISBN 7-111-03304-3

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

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2004）第 034620 号

机械工业出版社（北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037）

责任编辑：杨溥泉 版式设计：冉晓华 责任校对：张莉娟
程俊巧

封面设计：姚毅 责任印制：闫焱

北京京丰印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行

2004 年 7 月第 2 版·第 1 次印刷

787mm×1092mm¹/₃₂·29.875 印张·5 插页·867 千字
定价：45.00 元

凡购本书，如有缺页、倒页、脱页，由本社发行部调换
本社购书热线电话（010）68993821、88379646
封面无防伪标均为盗版

第 2 版前言

本手册自 1993 年出版以来已重印了多次，深受广大维修电工的欢迎。近年来，随着《维修电工国家职业标准》的颁布与实施，各行各业电气化程度越来越高，相应也要求从事机械设备和电气系统线路及器件等安装、调试与维护、修理的工人技术水平也需要进一步提高。为了适应上述对维修电工的要求，手册的内容已发生了较大变化。为此，我们决定对该手册进行一次较全面的修订。

这次修订力求在第 1 版基础上以最新的《维修电工国家职业标准》为依据，结合内容的更动，删繁就简、去旧补新，用最新技术标准代换旧标准，并对原章节结构、内容也做些适当的调整。删去原版实用电器产品维修内容，并入商业服务员行业系统标准；增加了可编程序控制器等应用，典型生产机械电气控制电路分析与电路维修等知识，使手册内容更加全面、完整和实用。

本手册由刘光源、杨换荣、王照清、宋林香参加修订，由刘光源主编。由于编者水平有限，手册中难免有不足之处，欢迎读者批评指正。

编者于上海

目 录

第 2 版前言

第一章 电工基础资料	1
一、电工常用基本符号	1
1. 拉丁字母	1
2. 希腊字母	1
3. 常用电气技术中的文字符号	2
二、电工常用法定计量单位及换算	9
1. 国际单位制的基本单位和辅助单位	9
2. 国际单位制中具有专门名称的导出单位	9
3. 可与 SI 并用的我国法定计量单位	10
4. 用于构成十进制倍数和分数单位的词头	11
5. 电工常用法定计量单位	12
6. 常用计量单位的换算	18
三、电气图常用图形符号	22
1. 电气图常用图形符号	22
2. 电气设备用图形符号	41
四、机床电气设备中使用绝缘导线的几条规定	48
1. 导线的标志	48
2. 铜导线的最小截面积	49
3. 导线的载流量	49
第二章 电工常用计算公式及基本定律	51
一、电工常用计算公式	51
1. 直流电路的计算公式	51

2. 交流电路计算公式	53
3. 电磁吸力计算公式	59
4. 三相异步电动机计算公式	59
5. 变压器计算公式	60
6. 直流电动机计算公式	61
二、基本定律	61
三、几种常用铁磁材料相对导磁率	70
第三章 常用电工材料	71
一、导电材料	71
1. 裸电线	71
2. 绝缘电线	75
3. 电磁线	82
4. 电缆线	93
5. 低压熔丝	99
二、绝缘材料	102
1. 绝缘材料的耐热等级	102
2. 常用绝缘材料的耐热等级	102
三、磁性材料	114
1. 电工硅钢薄板	114
2. 铁氧体软磁材料	117
3. 电工用纯铁	118
4. 合金硬磁材料	119
5. 铁氧体硬磁材料	119
四、电气安装材料	120
1. 电线管	120
2. 有缝钢管	121
3. 聚氯乙烯 (PVC) 硬管及半硬管规格	121
4. 塑料胀锚螺栓管	122
5. 包塑金属软管及金属软管接头	123

五、电机用电刷	124
1. 电刷的类别	124
2. 电刷的型号和主要应用范围	124
3. 电刷的主要技术数据	126
第四章 常用电工仪表仪器	133
一、概述	133
1. 常用电工仪表仪器的类别	133
2. 仪表的准确度等级	133
3. 常用开关板式仪表的型号	133
4. 指示型仪表按工作原理的分类	134
二、常用电工仪表	135
1. 电流表	135
2. 电压表	137
3. 电压表和电流表常见故障及处理方法	138
4. 常用开关板式电流表和电压表	138
5. 功率表	142
6. 电能表	147
7. 万用表	154
8. 绝缘电阻表	157
9. 钳形表	160
10. 电桥	161
11. 频率表	164
12. 相位表	166
三、常用电子仪器仪表	168
1. DA-16 型晶体管毫伏表	168
2. 信号发生器	171
3. 示波器	176
4. 晶体管图示仪	184
第五章 变压器	193

一、控制变压器	193
1. 技术数据	193
2. 小型控制变压器的计算	195
3. 小型变压器线圈的绕制工艺	197
二、特种变压器	207
1. 自耦变压器	207
2. 安全隔离变压器	208
3. 互感器	210
4. 试验变压器	215
5. 整流变压器	215
6. 感应自动调压器	216
7. JW 系列单相交流电子稳压器	225
三、弧焊变压器	228
第六章 三相异步电动机	231
一、三相异步电动机的主要技术数据	231
1. Y 系列三相异步电动机	231
2. YR 系列绕线转子三相异步电动机	247
3. YZ 和 YZR 系列三相异步电动机	247
4. YD 系列变极多速三相异步电动机	252
二、三相异步电动机的安装和接线	269
1. 三相异步电动机的安装	269
2. 三相异步电动机的接线	273
三、三相异步电动机的常见故障及检修	277
1. 三相异步电动机的常见故障原因及检修	277
2. 三相异步电动机定子绕组的检修	281
3. 三相异步电动机转子的检修	287
4. 三相异步电动机空壳重绕和改绕	294
5. 三相异步电动机转子绕组的拆换	313
四、三相异步电动机的修复试验	318

1. 一般检查	318
2. 绝缘电阻的测定	318
3. 直流电阻的测定	319
4. 耐压试验	319
5. 匝间绝缘试验	320
6. 转子开路电压的测定	320
7. 空载试验	320
8. 定子绕组首端与尾端判别	321
第七章 直流电动机	325
一、直流电动机的结构、型号和用途	325
1. 直流电动机的结构	325
2. 直流电动机的型号和用途	331
二、直流电动机的励磁方式和出线端标志	334
1. 直流电动机的励磁方式	334
2. 直流电动机的接线图	334
3. 直流电动机的出线端标志	336
三、直流电动机的主要技术数据	336
1. Z2 系列直流电动机	337
2. Z3 系列直流电动机	341
3. Z4 系列直流电动机	350
四、直流电动机的维护保养和拆装步骤	367
1. 直流电动机的维护保养	367
2. 直流电动机的拆装步骤	369
五、直流电动机的常见故障及检修	370
1. 直流电动机的常见故障及检修	371
2. 电枢绕组的常见故障及检修	378
3. 励磁绕组的常见故障及检修	384
4. 换向绕组的常见故障及检修	387
5. 换向器的修理	392

六、直流电动机的修复试验	398
1. 试验前的一般检查	398
2. 直流电动机的试验	400
第八章 常用控制微电机	407
一、伺服电动机	407
1. 直流伺服电动机	407
2. 交流伺服电动机	410
二、步进电动机	415
1. 步进电动机分类	416
2. 步进电动机的结构	416
3. 步进电动机的技术数据	416
4. 步进电动机的选用	416
5. 使用注意事项	418
三、力矩电动机	418
1. 力矩电动机的分类及原理	419
2. 使用注意事项	420
四、测速发电机	420
1. 交流测速发电机	421
2. 直流测速发电机	422
五、电机扩大机	423
1. 电机扩大机的结构及工作原理	423
2. ZKK 系列电机扩大机的规格及技术数据	427
3. 电机扩大机的选用	431
4. 电机扩大机使用注意事项	431
5. 电机扩大机的调整	432
6. 电机扩大机的常见故障及其处理方法	435
7. 电机扩大机的拆卸与装配注意事项	439
第九章 常用低压电器	441
一、低压电器的分类、用途及型号	441

1. 低压电器的分类及其用途	441
2. 低压电器产品的型号	443
二、 低压开关	446
1. 刀开关	446
2. 组合开关	460
3. 低压断路器	464
三、 熔断器	475
1. 技术数据	480
2. 选择	480
3. 安装及使用	481
4. 熔断器常见故障的分析	481
四、 接触器	482
1. 技术数据	482
2. 选择	488
3. 安装及使用	489
4. 常见故障分析	489
五、 继电器	489
1. 中间继电器	490
2. 热继电器	495
3. 时间继电器	503
4. 过电流继电器及通用继电器	510
5. 速度继电器	519
六、 凸轮控制器	520
1. 技术数据	520
2. 选择	523
3. 安装及使用	523
4. 控制器的常见故障分析	523
七、 主令电器	524
1. 按钮	524

2. 位置开关	530
3. 万能转换开关	534
4. 主令控制器	537
第十章 电力拖动基本控制线路	541
一、三相笼型异步电动机的全压起动	541
1. 单向运行控制线路	541
2. 正反向运行控制线路	543
二、三相笼型异步电动机的降压起动	548
1. 串电阻减压起动控制线路	548
2. Y— Δ 减压起动控制线路	549
3. 自耦变压器减压起动控制线路	550
4. 延边三角形减压起动控制线路	553
三、三相异步电动机的制动	555
1. 机械制动	556
2. 电气制动	557
四、双速电动机的控制	566
1. 双速电动机定子绕组的联结	566
2. 接触器控制双速电动机控制线路	567
3. 时间继电器控制双速电动机控制线路	568
五、三相绕线转子异步电动机的控制	569
1. 接触器控制绕线转子异步电动机控制线路	570
2. 时间继电器控制绕线转子异步电动机控制线路	570
3. 电流继电器控制绕线转子异步电动机控制线路	572
4. 转子绕组串频敏变阻器起动控制线路	573
六、直流电动机的控制线路	574
1. 直流电动机串电阻起动控制	574
2. 直流电动机正反转控制	576
3. 直流电动机制动控制	577
4. 直流电动机的调速控制	582

第十一章 工厂常用机床电气控制	585
一、电气图的绘制方法	585
二、常用电气控制线路故障的检修方法	587
1. 电气故障检修的工具	587
2. 电气故障检修的步骤	590
3. 电气故障检修的方法	591
三、常用机床电气控制线路	598
1. CA6140 型车床电气控制线路	598
2. CW6163B 型车床电气控制线路	601
3. Y3150 型滚齿机电气控制线路	603
4. M7120 型平面磨床电气控制线路	606
5. M1432A 型万能外圆磨床电气控制线路	611
6. Z35 型摇臂钻床电气控制线路	616
7. X62W 型万能铣床电气控制线路	624
第十二章 电子元器件及其应用	639
一、电阻器	639
1. 电阻器的型号命名方法	639
2. 电阻器的主要参数及其标志方式	640
3. 常用电阻器的规格型号及主要参数	643
二、电容器	645
1. 电容器型号的命名方法	645
2. 电容器的主要参数及其标志方式	646
3. 常用电容器规格型号及其主要参数	649
三、电位器	653
1. 电位器型号命名方法	653
2. 电位器的主要参数	654
3. 常用电位器规格型号及其主要参数	655
四、半导体器件型号命名方法	657
1. 半导体器体型号命名方法	657

2. 半导体集成电路器件型号命名方法	662
五、二极管与整流电路	664
1. 二极管	664
2. 常用整流电路	668
3. 常用滤波电路	670
六、三极管与放大电路	672
1. 三极管	672
2. 放大电路	677
七、稳压二极管及其稳压电路	679
1. 稳压二极管及其特性曲线	679
2. 常用稳压二极管及其主要参数	680
3. 稳压管并联稳压电路及其元件参数选择	682
4. 稳压管选用与使用中应注意事项	682
八、单结晶体管及其应用	683
1. 单结晶体管及其特性曲线	683
2. 常用单结晶体管规格型号及其主要参数	684
3. 单结晶体管应用电路及其参数选择	685
九、场效应晶体管及其应用	688
1. 场效应晶体管及其特性曲线	688
2. 常用场效应晶体管规格型号及其主要参数	688
3. 场效应管放大电路	690
十、集成稳压器及其应用	690
1. 常用集成稳压器型号及其主要参数	690
2. 集成稳压器应用电路	691
十一、集成运算放大器及其应用	692
1. 常用集成运算放大器及其主要参数	692
2. 集成运算放大器几种典型应用电路	694
十二、集成数字电路及其应用	702
1. 常用集成逻辑门电路及其主要参数	702

2. 集成逻辑门电路典型应用	707
十三、555 定时器及其应用	709
1. 555 定时器及其主要参数	709
2. 555 定时器的几种典型应用电路	710
第十三章 电力电子技术及其应用	715
一、电力电子技术概述	715
1. 电力电子器件	715
2. 电力电子变流(变换)电路	715
二、整流二极管	716
1. 常用整流二极管规格型号	716
2. 二极管主要参数	717
3. 整流二极管使用中注意事项	718
三、晶闸管	718
1. 晶闸管及其伏安特性曲线	718
2. 主要技术参数及其选用中注意事项	719
四、双向晶闸管	722
1. 双向晶闸管及其伏安特性	722
2. 主要技术参数及其选用中注意事项	724
五、常用可控整流电路	726
1. 单相可控整流电路	726
2. 三相可控整流电路	736
六、晶闸管触发电路	751
1. 带小功率晶闸管放大的单结晶体管触发电路	751
2. 锯齿波同步晶体管触发电路	754
3. 集成化触发电路	760
七、晶闸管—电动机直流调速系统	778
1. 晶闸管—电动机不可逆直流调速系统	778
2. 晶闸管—电动机可逆直流调速系统	779
3. 全数字直流调速系统	781

4. 晶闸管—电动机直流调速系统应用实例	786
八、变频器及其应用	789
1. 概述	789
2. 变频器及其应用	793
3. 变频器的应用实例	811
第十四章 可编程控制器及其应用	816
一、概述	816
1. 可编程控制器的组成及其分类	816
2. 可编程控制器的控制系统的组成及其等效电路	817
3. PLC 的编程语言	818
4. 可编程控制器的主要特点	819
二、FX2 系列可编程序控制器	819
1. FX2 系列可编程序控制器主要技术性能	819
2. FX2 系列 PLC 的主要元器件及其编号	822
3. FX2 系列 PLC 的指令及其编程	828
4. 编程器及其使用方法	846
三、OMRON C 系列 P 型可编程控制器	854
1. C 系列 P 型可编程序控制器型号及主要技术性能	854
2. PLC 的主要元器件及其编号	857
3. PLC 指令系统	861
4. 编程器及其使用	865
四、可编程控制器的应用及其实例	871
1. 可编程控制器的应用步骤	871
2. 可编程控制器的应用实例	872
第十五章 室内配线及常用照明电路	881
一、室内配线	881
1. 室内配线的要求和配线工序	881
2. 瓷夹板配线	884
3. 瓷瓶配线	890

4. 护套线配线	896
5. 线管配线	899
二、照明灯的安装	911
1. 常用照明电光源的分类及特点	911
2. 常用电光源的主要技术数据	911
3. 常用照明灯的接线原理图	911
4. 照明灯的安装	915
第十六章 安全用电与防雷技术	922
一、安全用电	922
1. 人体触电的种类	922
2. 电流对人体的危害	924
3. 人体电阻及安全电压	925
4. 安全用电	927
5. 触电急救	927
二、防雷技术	933
1. 防雷措施	933
2. 防雷装置	934

第一章 电工基础资料

一、电工常用基本符号

1. 拉丁字母

拉丁字母如表 1-1 所示。

表 1-1 拉丁字母

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

注：正体又称罗马体，斜体又称意大利体。汉语拼音字母、英语字母的形式与此相同。

2. 希腊字母

希腊字母如表 1-2 所示。

表 1-2 希腊字母

大写	小写	近似读音	大写	小写	近似读音
A	α	啊尔发	K	κ	卡帕
B	β	贝塔	Λ	λ	兰姆达
Γ	γ	嘎马	M	μ	谬
Δ	δ	得耳塔	N	ν	纽
I	ι	约塔	Ξ	ξ	克西