

实用电工技术必读丛书

SHIYONGDIANGONG
JISHUBIDU
CONGSHU

实用

维修电工 手册



人民邮电出版社

实用电工技术必读丛书

实用维修电工手册

主 编	李 强		
编 委	于 成	于洪彪	李 强
	庞 伟	费宏伟	高雅君
	唐庆龄	钱文艳	啜宝龙

延边人民出版社

图书在版编目(CIP)数据

实用维修电工手册/李强主编. —延吉:延边人民出版社, 2003. 4

ISBN 7-80648-964-9

(实用电工必读技术丛书)

I. 实... II. 李... III. 电工-维修-技术手册
IV. TM07-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003) 第 025799 号

·实用电工技术必读丛书·
实用维修电工手册

主 编:李 强
责任编辑:金河范
出 版:延边人民出版社
经 销:各地新华书店
印 刷:长春市东文印刷厂
开 本:850×1168 毫米 1/32
字 数:4200 千字
印 张:200
版 次:2003 年 6 月第 1 版
印 次:2003 年 6 月第 1 次印刷
印 数:1-2000 册
书 号:ISBN 7-80648-964-9/TM·2

总定价:300.00 元(单册:20.00 元 共 15 册)

内 容 提 要

维修电工是电工的重要组成部分，维修电工的作用是预防和排除电器故障，保证生产机械与照明的电力供应，保证电气设备的完好可靠，保证生产安全和人身安全。为了提高工人的操作技术水平、降低物资消耗、提高经济效益、增强市场竞争能力，我们特编写了这本《实用维修电工手册》。

本书主要内容：电工的基础知识、电工常用工具和材料、常用电工仪器仪表、常用低压电器、维修电工基本操作、变压器、电气线路安装与维修、交流电动机、直流电动机控制线路、晶闸管及其应用、安全用电等。本书文字简明扼要，选材实用，具有科学性和可针对性，适用于广大电工和从事电业工作者阅读参考。

由于经验有限，加文时间紧迫，书中不妥和疏漏之处在所难免，恳请广大读者批评指正。

目 录

第一章 电工的基础知识	1
第一节 常用符号	1
第二节 常用计算公式	4
第三节 磁场和磁路	16
一、磁场	16
二、铁磁物质的磁特性	18
三、磁路、磁势和磁阻	18
四、磁场对电流的作用力	19
五、电磁感应	20
第四节 单相正弦交流电	21
一、正弦交流电的周期、频率和角频率	21
二、初相角和相位差	22
三、交流电的有效值	23
四、交流电的功率	23
第五节 三相正弦交流电	25
一、三相交流电动势的产生	25
二、三相电源的连接	26
三、三相负载的连接	28
四、三相交流电的功率	30
第二章 电工常用工具和材料	32
第一节 电工常用工具	32
一、电工常用基本工具	32
二、高压验电器	35

三、其他电工用钳	36
四、电工用凿	37
五、凿孔安装机械	38
六、焊接工具	39
七、钳工工具	42
第二节 常用绝缘材料	46
一、绝缘材料的基本性能	47
二、绝缘纤维制品	49
三、电工用塑料、橡胶和绝缘薄膜	50
四、绝缘粘带	52
第三节 常用导电材料	53
一、裸导线	54
二、电磁线	54
三、电气设备用电线电缆	56
四、电力电缆	63
第四节 特殊导电材料	66
一、常用电阻材料	66
二、常用电热材料	67
三、常用熔体材料	67
第五节 常用安装材料	71
一、木制安装材料	71
二、塑料安装材料	72
三、金属安装材料	79
四、电瓷安装材料	85
第三章 常用电工仪器仪表	87
第一节 电流电压的测量	87
第二节 电阻的测量	90
第三节 电能的测量	96

第四节 常用电工仪表	100
第四章 常用低压电器	106
第一节 低压刀开关	106
一、开启式负荷开关	106
二、铁壳开关	108
三、板形刀开关	110
四、转换开关	111
第二节 低压断路器	113
一、断路器的结构和工作原理	114
二、小型及家用断路器	115
三、普通塑壳断路器	119
四、万能式断路器	121
五、漏电保护断路器	122
六、断路器的选择、维护及检修	126
第三节 低压熔断器	129
一、低压熔断器型号含义及主要技术数据	130
二、常用的低压熔断器	131
三、熔断器的选择	134
第四节 主令电器	135
一、按钮	135
二、万能转换开关	137
三、行程开关	139
四、接近开关	141
五、信号灯	143
六、主令控制器	144
第五节 交流接触器	146
一、交流接触器的型号及图形符号	146
二、交流接触器的结构和工作原理	147

三、交流接触器的主要技术数据	149
四、常用交流接触器	150
五、交流接触器的选择与使用	152
六、交流接触器常用故障及处理	153
第六节 继 电 器	155
一、电磁式继电器	156
二、热继电器	163
三、时间继电器	167
第七节 电 磁 铁	173
一、电磁铁型号及图形符号	173
二、常用电磁铁的分类及用途	174
第五章 维修电工基本操作	175
第一节 钳工和焊接基本操作	175
一、钳工的操作	175
二、焊接工的操作	175
第二节 导线连接的基本操作	176
一、绝缘层的处理	176
二、铜芯导线的连接	181
三、铝导线的连接	183
四、电磁线的连接	185
五、导线与接线螺钉的连接	186
六、导线绝缘强度的恢复	189
第三节 室内配线的基本操作	190
一、导线穿墙处理	190
二、固定件的埋设	191
三、夹板配线	194
四、瓷瓶配线	195
五、槽板配线	197

六、塑料护套线配线	199
七、线管配线	201
第四节 电子元器件的检测	202
一、电子元器件安装和焊接的注意事项	202
二、电阻的检测	203
三、电容器的检测	204
四、二极管的检测	206
五、三极管的检测	207
六、晶闸管的检测	210
第五节 电力工程电路图	211
一、电力工程电路图	211
二、电路图的组成	212
三、电气符号	213
四、连接线	222
五、图纸画法的其他规定	228
第六节 电工应用识图	228
一、识图的基本方法和步骤	228
二、识图举例	231
第六章 变压器	237
第一节 三相变压器的工作原理和铭牌	237
一、三相变压器的构造	237
二、变压器的工作原理	240
三、变压器的铭牌	243
第二节 变压器的接线方式	245
一、三相变压器绕组的极性	245
二、三相变压器绕组的连接方法	246
三、三相变压器的连接组别	247
第三节 变压器的维护和故障处理	248

一、变压器的运行检查	248
二、变压器常见故障及处理	249
三、变压器的小修和大修	250
第四节 几种特殊变压器	251
一、自耦变压器	251
二、电焊变压器	252
三、电流互感器	253
四、电压互感器	256
第七章 电气线路安装与维修	258
第一节 电线和电缆的选择	258
一、电线电缆种类的选择	258
二、电线电缆截面的选择	259
第二节 低压配电箱	263
一、常用配电箱	264
二、配电箱的安装	267
三、自制配电箱	269
第三节 照明电路图	273
一、照明电器常用图形符号	273
二、照明电路和图的标注	281
三、电气照明平面图	285
四、识读照明平面图	289
第四节 照明线路安装与维修	297
一、照明供电系统	297
二、照明线路安装的一般步骤	300
三、白炽灯的安装	302
四、荧光灯的安装	311
五、插座的安装	314
六、其他电光源的安装与维修	315

七、照明电路的故障与维修	321
第八章 交流电动机	328
第一节 三相异步电动机的结构	328
第二节 三相异步电动机的铭牌和接线	331
第三节 三相旋转磁场	334
第四节 三相异步电动机的机械特性	337
第五节 三相交流电动机的绕组	338
第六节 三相异步电动机常见故障及修理	347
第九章 直流电动机控制线路	353
第一节 直流电动机控制原理	353
第二节 直流电动机控制线路	357
第三节 直流发电机 - 电动机系统	359
第十章 晶闸管及其应用	362
第一节 晶闸管	362
一、普通晶闸管的结构和主要参数	362
二、其他晶闸管的主要特性和参数	368
第二节 晶闸管主电路及其作用	385
一、直流电动机调速用变流器	385
二、交流电动机调速用变频器	393
第十一章 安全用电	399
第一节 安全用电常识	399
一、维修电工必备的基本条件	399
二、一般安全用电常识	399
第二节 触电急救	400
一、触电急救	400
二、人工呼吸法	401
三、人工胸外心脏挤压法	402

第一章 电工的基础知识

第一节 常用符号

电工的常用符号例表如下：(见表 1-1~表 1-3)

表 1-1

电工常用符号

符 号		名 称	符 号		名 称	符 号		名 称
单独 时用	组合时 使用		单独 时用	组合时 使用		单独 时用	组合时 使用	
R	R	电阻器	L	LC	绕组或线圈	S	SK	电 键
L	L	电感器	T	T	变压器	S	SB	按 钮
C	C	电容器	T	TA	电流互感器	Q	QF	断路器
L	L	电抗器	T	TV	电压互感器	F	FU	熔断器
R	RP	电位器	P	PM	测量仪表	K	KA	继电器
G	G	发电机	RA	RA	分流器	K	KM	接触器
M	M	电动机	RV	RV	分压器	K	KS	起动器
M	MG	励磁机	A	AB	电 桥	A	AC	控制器
A	A	放大器	S		开 关	A	AR	调节器

(续)

符 号		名 称	符 号		名 称	符 号	名 称
单独 时用	组合时 使用		单独 时用	组合时 使用			
V	VT	晶体管			与中性 线共用	W	瓦特表
V	VE	电子管				kW	千瓦表
U	UR	整流器	符 号		名 称	var	无功功率表
B	BM	传声器	PA		电流表	Wh	瓦地表
B	BS	扬声器	A		安培表	Ah	安是表
S	SS	选择器	mA		毫安表	varh	无功电能表
K	KT	中继器	μ A		微安表	Hz	频率表
Z	ZF	滤波器	kA		千安表	$\cos\varphi$	功率因数表
H	HL	灯	PV		电压表	Ω	欧姆表
G			V		伏特表	M Ω	兆欧表
W			mV		毫伏表	φ	相位表
	FE	保护接地	kV		千伏表	n	转速表
	PEN	保护接地	PJ		电能表	Q	温度表

表 1-2

电工辅助符号

辅助符号			名 称	辅助符号			名 称
并 列		角 注		并 列		角 注	
单组合	多组合			单组合	多组合		
H	High	<i>h</i>	高	FW	Dir	<i>d</i>	正
L	Low	<i>l</i>	低	O	OPP	<i>o</i>	反
	Up	<i>u</i>	升	E	End	<i>e</i>	终
D	Down	<i>d</i>	降	RD	RD	<i>r</i>	红
M	Main	<i>m</i>	主	GN	GN	<i>g</i>	绿
S	Sec	<i>s</i>	副	YE	YE	<i>y</i>	黄
M	Medium	<i>m</i>	中	WH	WH	<i>w</i>	白
BL	BL	<i>b</i>	蓝		Asyn	<i>a</i>	异步
BK	BK		黑		SYN	<i>s</i>	同步
DC	DC	<i>dc</i>	直流	D	Dis	<i>d</i>	放电
AC	AC	<i>ac</i>	交流	L	Ch	<i>c</i>	联锁
V	V	<i>v</i>	电压	A	Aut	<i>a</i>	自动

辅助符号			名 称	辅助符号			名 称
并 列		角 注		并 列		角 注	
单组合	多组合			单组合	多组合		
A	A	<i>i</i>	电 流	M	MAN	<i>m</i>	手 动
T	T	<i>t</i>	时 间		ST	<i>s</i>	起 动
C	CL	<i>c</i>	闭 合		STP	<i>s</i>	停 止
O	OP	<i>o</i>	断 开		Op	<i>o</i>	工 作
S	SP	<i>sp</i>	备 用	C	Con	<i>c</i>	控 制
A	AD	<i>ad</i>	附 加	S	Sig	<i>s</i>	信 号

表 1-3

专用文字符号

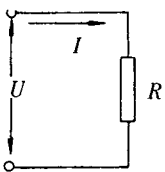
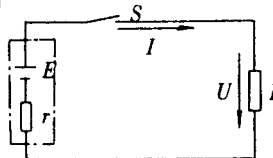
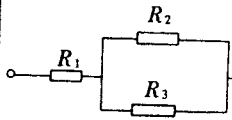
文字符号	名 称	文字符号	名 称	文字符号	名 称
RR	变阻器	GVM	测速发电机	MAC	交流电动机
RST	起动电阻	MS	伺服电动机	MSY	同步电动机
RB	制动电阻	GFC	变频器	MAS	异步电动机
RVV	调速电阻	CSG	自同步发送机	MI	感应电动机
RME	励磁电阻	GSR	自同步接收机	MSC	笼型电动机
RDS	放电电阻	GCC	变流机	MSR	绕组转子电动机
RAD	附加电阻	MA	电机扩大机	MC	换向器电动机
ROS	光敏电阻	GDC	直流发电机	MMS	多速电动机
RT	热敏电阻	GAC	交流发电机	MVV	调速电动机
CP	电力电容	GSY	同步发电机	LME	励磁绕组
CDS	放电电容	GI	感应发电机	LPC	并联绕组
LST	起动电抗器	GS	汽轮发电机	LSC	串联绕组
LCT	限流电抗器	GW	水轮发电机	LS	起动绕组
LTS	饱和电抗器	MDC	直流电动机	LAR	电枢绕组
LSR	定子绕组	SPS	水银开关	LMC	主令控制器
LR	转子绕组	SLS	限位开关	LSC	屏形控制器
LCM	换向绕组	SS	换接器 (联接器)	LCC	凸轮控制器
LCL	补偿绕组	SHV	高压断路器	LPC	程序控制器
LC	控制绕组	KCR	控制继电器	AM	磁放大器
LG	给定绕组	KA	电流继电器	MA	电机扩大器
LFB	反馈绕组	FR	热继电器		(机)
LDF	差动绕组	KV	电压继电器	AE	电子放大器
LSD	稳定绕组	KT	时间继电器	ATS	半导体放大器
TST	起动变压器	KTM	温度继电器	AP	功率放大器
TSD	稳定变压器	KAR	加速继电器		(机)

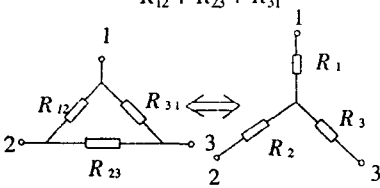
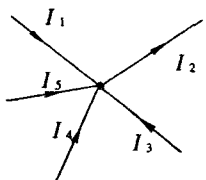
文字符号	名 称	文字符号	名 称	文字符号	名 称
TSC	自耦变压器	KDF	差动继电器	APS	脉冲放大器
TRT	旋转变压器	KSC	信号继电器	HBL	电 铃
TC	控制变压器	KF	频率继电器	HMS	电 笛
TM	电力变压器	KP	极化继电器	HBR	蜂鸣器
TSU	升压变压器	KPR	压力继电器	HIL	指示器
TSD	降压变压器	KVC	速度继电器	HSL	信号灯
TIS	隔压变压器	KG	气体继电器	BTE	热电变换器
TSA	饱和变压器	KL	线路接触器	PCO	示波器
TL	照明变压器	KDR	正转接触器	BLS	扬声器
TR	整流变压器	KRR	逆转接触器	SPB	电键 (按键)
TVV	调压器	KST	起动接触器	BT	电话机
TVP	调相器 (移相器)	KB	制动接触器	ZF	滤波器
TA	电流互感器	KSE	强励接触器	A	增幅器
TV	电压互感器	KAC	加速接触器	UT	中继器
QN	刀开关	KCC	联锁接触器	ZD	衰减器
QS	隔离开关	YSD	减速起动器	ZM	匹配器
QA	低压断路器	YSY	综合起动器	UR	检波器
	(自动电气开关)	YM	磁力起动器	GB	蓄电池
SLD	负荷开关	YDS	星三角起动器	EF	电 炉
ST	转换开关	YSC	自耦变压起动器	YA	电磁铁
	(组合开关)	LIC	感应线圈	TAW	电焊机
SAP	万能转换开关	LCC	扼流线圈	FA	避雷器
SC	控制开关	L	电感器	ECS	稳流器
STS	脚踏开关	LDC	鼓形控制器	EVS	稳压器
EH	电热器	YC	电磁离合器	ZCS	控制站
FSC	火花放电器	WP	动力母线	ZCB	控制板
YAD	直流电磁铁	WL	照明母线	ZSC	控制屏
YAA	交流电磁铁	WC	控制母线	ZOP	控制台
YAT	三相交流电	WB	制动母线	ZCC	控制箱
	磁 铁	WE	接地母线	RRC	电阻箱

第二节 常用计算公式

电工常用公式及基本定律：(见表 1-4)。

表 1-4 电工常用计算公式及基本定律

名 称	公 式	备 注
电阻	$R = \rho \frac{l}{A}$	l ——导体的长度(m) A ——导体的截面积(m^2) ρ ——导体的电阻率($\Omega \cdot \text{m}$) R ——导体的电阻(Ω)
欧姆定律	 $I = \frac{U}{R}$	U ——电压(V) I ——电流(A) R ——电阻(Ω)
全电路欧姆定律	 $I = \frac{E}{R + r}$	E ——电动势(V) R ——负载电阻(Ω) r ——电源内阻(Ω)
直流电路功率	$P = UI = I^2 R = \frac{U^2}{R}$	P ——电功率(W) W ——电能(J) t ——时间(s)
电功	$W = Pt = UIt = I^2 Rt = \frac{U^2}{R} t$	
电阻串联总值	$R = R_1 + R_2 + R_3 + \cdots + R_n$	R ——总电阻值(Ω) $R_1, R_2, R_3, \cdots, R_n$ ——分电阻(Ω)
电阻并联总值	$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \cdots + \frac{1}{R_n}$	
电阻混联	 $R = R_1 + \frac{R_2 R_3}{R_2 + R_3}$	

名 称	公 式	备 注
电容值	$C = \frac{Q}{U}$	Q ——电容器所带电荷量(C) U ——电容器两端电压(V) C ——电容器的电容量(F)
电容串联	$\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} + \cdots + \frac{1}{C_n}$	
电容并联	$C = C_1 + C_2 + C_3 + \cdots + C_n$	
电阻星形三角形联结互换	$R_1 = \frac{R_{12} R_{31}}{R_{12} + R_{23} + R_{31}}$ $R_2 = \frac{R_{12} R_{23}}{R_{12} + R_{23} + R_{31}}$ $R_3 = \frac{R_{23} R_{31}}{R_{12} + R_{23} + R_{31}}$ 	R_1, R_2, R_3 ——星形联结的电阻(Ω) R_{12}, R_{23}, R_{31} ——三角形联结的阻(Ω)
电阻星形三角形联结与换	$R_{12} = R_1 + R_2 + \frac{R_1 R_2}{R_3} = \frac{R_1 R_2 + R_2 R_3 + R_3 R_1}{R_3}$ $R_{23} = R_2 + R_3 + \frac{R_2 R_3}{R_1} = \frac{R_1 R_2 + R_2 R_3 + R_3 R_1}{R_1}$ $R_{31} = R_3 + R_1 + \frac{R_3 R_1}{R_2} = \frac{R_1 R_2 + R_2 R_3 + R_3 R_1}{R_2}$	R_1, R_2, R_3 ——星形联结的电阻(Ω) R_{12}, R_{23}, R_{31} ——三角形联结的电阻(Ω)
基尔霍夫第一定律	$\sum I_i = \sum I_o \text{ 或 } \sum I = 0$  例 $I_1 + I_3 + I_4 + I_5 = I_2 \text{ 或 } I_1 - I_2 + I_3 + I_4 + I_5 = 0$	$\sum I_i$ ——流入节点电流之和(A) $\sum I_o$ ——流出节点电流之和(A) $\sum I$ ——电流代数之和(A)