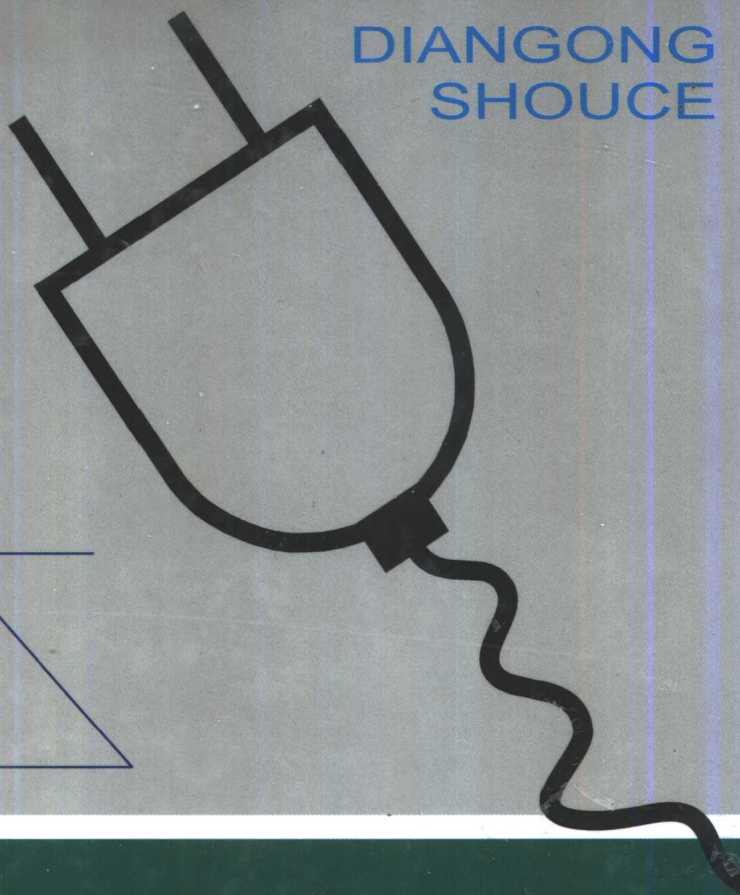


电 工 类 实 用 手 册 大 系

SHIYONGWEIXIU

DIANGONG
SHOUCE



实用维修电工手册

刘光源 主编 ● 第二版

上 海 科 学 技 术 出 版 社

实用维修电工手册

(第 二 版)

刘光源 主编

上海科学技术出版社

图书在版编目(CIP)数据

实用维修电工手册 / 刘光源主编. —2 版. —上海:
上海科学技术出版社, 2001. 6
ISBN 7-5323-5403-2

I. 实... 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 (2000) 第 49509 号

APU 60 / 12-02

责任编辑 郭雨水

上海科学技术出版社出版发行

(上海瑞金二路 450 号 邮政编码 200020)

上海市印刷十一厂印刷 新华书店上海发行所经销

1993 年 12 月第 1 版

2000 年 10 月第 2 版 2001 年 6 月第 10 印刷

开本 787×1092 1/32 印张 35.75 插页 4 字数 1154 000

印数: 97 001-103 000 定价: 58.00 元

本书如有缺页、错装或损坏等严重质量问题,
请向本社出版科联系调换

内 容 提 要

本手册的特点是内容新颖,实用性强。列出了新旧电气图形符号对照及用新国标的电气图形符号绘制的常用机械的电气控制线路等内容。手册中介绍的一些电器产品,有的是近年来从国外引进的。此外,手册中还详细地介绍了用途十分广泛的机床电器及机床电气设备的常见故障及检修方法。

本手册共分十四章,内容包括:基础资料、电工材料、常用电工仪表及仪器的测量、变压器、三相异步电动机、直流电动机、常用低压电器、常用生产机械电气控制、变配电设备、室内配线及常用照明电路、低压架空线路及电缆线路、电子线路、日用电器、安全用电及防雷技术。

本手册内容新而丰富,实用性强,文字通俗易懂,图文并茂,可供广大电工及电气技术人员使用。

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。为了更好地满足广大电工和电气技术人员的需要,我们将此手册进行了修订。第二版增加了国内外常用电气图形符号的对照,示波器及 JT 图示仪的应用,电动工具及家用电器, M7475B 型磨床及 B2012A 型龙门刨床电气控制线路等内容。

本手册中所引用的技术标准、机床电气控制线路,均采用了最新的国家标准和法定计量单位,内容力求简明、实用和便于查阅,有较强的直观性和实用性。

本手册由刘光源主编,参加修订的有杨换荣、宋林香。

编 者

1999 年 8 月

目 录

第一章 基础资料	1
一、电工常用计算公式及基本定律.....	1
1. 直流电路计算公式	1
2. 基尔霍夫定律	3
3. 戴维南定律、叠加原理及电源与电压源的等效变换 ...	3
4. 电阻的星形联接和三角形联接的等效变换	5
5. 电磁感应定律	5
6. 交流电路计算公式	7
7. 电磁吸力计算公式	13
8. 变压器计算公式	13
9. 三相异步电动机计算公式	14
10. 直流电动机计算公式	14
二、常用电工法定计量单位及计量单位的换算	16
1. 国际单位制的基本单位(SI)、辅助单位及具有专门名称的导出单位	16
2. 可与 SI 并用的我国法定计量单位	19
3. 电工常用法定计量单位	19
4. 部分计量单位的换算	26
5. 市制计量单位与法定计量单位的换算	36
6. 分数英寸、小数英寸与毫米的换算	37
7. 常用数理常数	39
三、电气图常用图形符号及电气技术常用文字符号 ...	40
1. 电气图常用图形符号 (摘录 GB4728—84~85)	40
2. 国内外常用电气图形符号对照	165
3. 电气技术中的文字符号 (摘录 GB7159—87)	181
4. 电气设备用图形符号	189
5. 电源线路和三相电气设备端标记	196
第二章 电工材料	198
一、电线电缆	198
1. 裸电线	198
2. 铜、铝母线	201
3. 绝缘电线	202
4. 电缆	211
二、电磁线	216
三、熔丝	224
四、电工绝缘材料	227
1. 常用绝缘材料的分类	227
2. 绝缘材料的耐热等级	227
3. 常用绝缘材料的型号、规格及用途	228

五、电气安装材料	234	3. 聚氯乙烯(PVC)硬管	235
1. 电线管	234	4. 聚氯乙烯(PVC)半硬管	235
2. 有缝钢管(黑、白铁管)	234	5. 塑料胀锚螺栓管	235
第三章 常用电工仪表及仪器的测量	236		
一、电流表及电流的测量	236	3. 兆欧表常见故障及处理方 法	254
1. 电流表的结构	236	七、钳形表	255
2. 电流的测量	236	1. 钳形表的结构	255
二、电压表及电压的测量	237	2. 钳形表的使用及注意事项	256
1. 电压表的结构	237	3. 钳形表常见故障及处理方 法	256
2. 电压的测量	238	八、直流电桥	256
3. 电压表和电流表常见故障 及处理方法	239	1. 单臂电桥	256
三、功率表	239	2. 双臂电桥	257
1. 功率表的结构	239	九、示波器	260
2. 功率的测量	239	1. 示波器的结构	260
3. 功率表的使用方法	241	2. 示波器显示被测信号波形 的原理	261
四、电能(度)表	242	3. 示波器面板上各旋钮或开 关的作用	262
1. 电能(度)表的结构	242	4. 示波器的操作	263
2. 电能的测量	247	5. 示波器的基本测量方法	264
3. 电能(度)表的使用方法	247	6. 示波器的使用注意事项	268
4. 交流电能(度)表常见故障 及处理方法	248	十、JT 图示仪	268
五、万用表	248	1. JT-1 型图示仪简介	268
1. 万用表的结构	248	2. JT-1 型图示仪的操作方法	271
2. 万用表的使用方法	250	3. 晶体管参数的测量	274
3. 万用表常见故障及处理办 法	250	4. JT-1 型图示仪的使用注意 事项	278
六、兆欧表	253		
1. 兆欧表的结构	253		
2. 兆欧表的使用及注意事项	253		
第四章 变压器	280		

一、电力变压器	284
1. 常用电力变压器的技术数据	284
2. 变压器绕组的联结组标号	291
3. 变压器的并联运行	292
4. 中小型电力变压器的运输、验收、检查、总装配及运行	295
5. 电力变压器的维护与检修	302
二、控制变压器	304

1. 技术数据	304
2. 小型控制变压器的计算	304
三、特种变压器	327
1. 电炉变压器	327
2. 自耦变压器	331
3. 互感器	332
4. 恒压变压器	338
5. 弧焊变压器	339
6. 音频输送变压器	341
7. 音频输出变压器	346

第五章 三相异步电动机

一、三相异步电动机的主要技术数据	351
1. Y 系列笼型转子异步电动机	351
2. YR 系列绕线型转子异步电动机	351
3. YZ、YZR 系列起重及冶金用三相异步电动机	352
二、三相异步电动机的选用	352
1. 型号的选用	375
2. 容量的选择	377
3. 引线截面的选用	388
三、三相异步电动机安装	388
1. 电动机机座安装	388
2. 电动机的水平校正	390
3. 电动机传动装置安装和校正	390
四、三相异步电动机的常见故障及修理	393
1. 三相异步电动机的维护	393
2. 三相异步电动机的常见故障	393

故障及修理	397
五、三相异步电动机修复后的试验	403
1. 一般检查	407
2. 绝缘电阻的测定	407
3. 直流电阻的测定	407
4. 耐压试验	408
5. 空载试验	408
6. 首、尾判别	409
六、三相异步电动机空壳重绕和改压、改极计算	411
1. 空壳重绕计算	412
2. 三相异步电动机改压计算	423
3. 三相异步电动机改极计算	427
七、考核实例	431
1. 三相异步电动机定子绕组直流电阻测量及首、尾端判别	431
2. 拆装 50kW 以下三相笼型异步电动机并作绝缘电阻测量和空载试车	433
3. 检查和排除三相笼型异步电动机故障	435

第六章 直流电动机	437
一、直流电动机的主要技术数据	437
1. Z2 系列直流电动机	437
2. Z3 系列直流电动机	437
3. Z4 系列直流电动机	437
二、直流电动机励磁方式及出线标志	451
1. 直流电动机的励磁方式	451
2. 直流电动机的接线方式	467
3. 直流电动机出线端标志	467
三、直流电动机的运行	467
1. 直流电动机的起动	467
2. 直流电动机的调速	468
3. 直流电动机的制动	468
四、直流电动机的维护和常见故障处理	468
1. 直流电动机的拆装工艺	468
2. 直流电动机的维修	473
3. 直流电动机的常见故障处	
理	475
五、直流电动机的修复试验	483
1. 绕组的极性及连接正确性检查试验	483
2. 绕组绝缘电阻的测定	484
3. 绕组直流电阻的测定	484
4. 电刷中性线位置的调整	485
5. 耐压试验	486
6. 空载试验	486
六、常用直流弧焊机	486
1. 旋转式直流弧焊机	487
2. 整流式直流弧焊机	493
七、应用实例	495
1. 调整电刷中性线位置	495
2. 电枢绕组故障检修	496
3. 旋转式直流弧焊机的检修	498
第七章 常用低压电器	501
一、低压开关	501
1. 板用刀开关	501
2. 负荷开关	505
3. 组合开关(转换开关)	508
4. 空气断路器	512
二、熔断器	521
1. 技术数据	521
2. 电气图形和文字符号	521
3. 选择方法	521
4. 使用及维护	526
5. 熔断器的常见故障及修理	526
三、接触器	526
1. 技术数据	528
2. 电气图形和文字符号	533
3. 接触器的选择	533
4. 使用及维护	533
5. 常见故障及修理	534
四、继电器	535
1. 中间继电器	535
2. 热继电器	535
3. 时间继电器	548
4. 过电流继电器	553
5. 速度继电器	556

五、主令电器	558	七、电磁抱闸制动器	581
1. 按钮	558	1. 技术数据	583
2. 位置开关	567	2. 电气图形和文字符号	583
3. 万能转换开关	571	3. 选择方法	583
4. 主令控制器	573	4. 使用及维护	583
六、凸轮控制器	576	5. 常见故障及修理	585
1. 技术数据	577	八、应用实例	585
2. 电气图形和文字符号	577	1. 检修交流接触器	585
3. 选择方法	577	2. 检修热继电器	590
4. 使用及维护	580	3. 低压断路器整定值的调整	591
5. 常见故障及修理	580	4. 检修凸轮控制器	592
第八章 常用生产机械电气控制	593		
一、三相异步电动机的基本 控制环节	593	2. C620-1 型车床电气控制 线路	663
1. 三相笼型异步电动机的全 压起动	594	3. CA6140 型车床电气控制 线路	667
2. 三相笼型异步电动机的降 压起动	600	4. SK360 型卧式车床电气控 制线路	671
3. 三相异步电动机的制动	609	5. Y3150 型滚齿机电气控制 线路	676
4. 多速电动机的控制	623	6. M7120 型平面磨床电气控 制线路	680
5. 三相绕线式异步电动机的 控制	633	7. M7130 型卧轴矩台平面磨 床电气控制线路	689
二、直流电动机控制	638	8. M1432A 型外圆磨床电气 控制线路	697
1. 直流电动机串电阻起动 控制	638	9. M7475B 型磨床电气控制 线路	708
2. 直流电动机正、反转控制	640	10. Z35 型摇臂钻床电气控制 线路	720
3. 直流电动机制动控制	641	11. Z3040 型摇臂钻床电气控 制线路	727
4. 直流电动机调速控制	647	12. Z5163 型立式钻床电气控	
三、常用机床电气控制线路 的维修	649		
1. 机床电气控制设备的维护 及检修方法	651		

制线路	740	制线路	758
13. X52K 型立式升降台铣床 电气控制线路	745	16. T68 型卧式镗床电气控制 线路	769
14. X8120W 型万能工具铣床 电气控制线路	754	17. B2012A 型龙门刨床电气 控制线路	777
15. X62W 型万能铣床电气控 制线路		18. 15/3t 桥式起重机电气控 制线路	809
第九章 变配电设备	822		
一、电力变压器安装	822	3. 维护	859
1. 电力变压器的户内安装 ..	822	六、补偿电容器	860
2. 电力变压器的户外安装 ..	828	1. 技术数据	860
3. 电力变压器的主要试验 ..	836	2. 安装	861
二、高压断路器	837	3. 使用与维护	863
1. 多油断路器	839	七、避雷器	864
2. 少油断路器	844	1. 技术数据	864
三、高压隔离开关	848	2. 安装	864
1. 技术数据	848	3. 维护	867
2. 安装	849	八、母线	868
3. 调整	853	1. 技术数据	868
四、高压负荷开关	854	2. 母线加工	868
1. 技术数据	855	3. 安装	877
2. 安装和调整	856	4. 相序排列与涂色	878
五、高压熔断器	857	九、互感器	879
1. 技术数据	857	1. 电压互感器	879
2. 安装	858	2. 电流互感器	882
第十章 室内配线及常用照明电路	885		
一、室内配线	885	5. 线管配线	900
1. 室内配线的一般要求和配 线工序	885	6. 导线的连接与封端	910
2. 瓷夹板配线	887	二、常用照明电路	918
3. 瓷瓶配线	891	1. 照明照度的标准	918
4. 护套线配线	897	2. 常用照明附件	922
		3. 常用照明电光源的特点、适	

用场合及主要技术数据	930	5. 照明电路安装规程	934
4. 常用照明装置的接线原理图	932	6. 照明电路常见故障及检修	935
第十一章 低压架空线路及电缆线路	940		
一、低压架空线路	940	1. 电缆的型号、结构及选择	977
1. 架空线路的组成	940	2. 电缆敷设	978
2. 电杆安装	954	3. 电缆试验	988
3. 导线安装	970	4. 电缆维护与检修	992
二、电缆线路	977		
第十二章 电子线路	994		
一、晶体二极管	994	5. 晶体三极管的放大电路	1012
1. 晶体二极管的结构和特点	994	四、单结晶体管	1017
2. 晶体二极管的主要参数	996	1. 单结晶体管的结构与伏安特性	1017
3. 晶体二极管的简易测量和判别	996	2. 单结晶体管的主要参数	1019
4. 晶体二极管的使用注意事项	997	3. 单结晶体管的应用	1019
5. 晶体二极管的整流电路	999	五、晶闸管	1022
二、稳压二极管	999	1. 晶闸管的结构与工作原理	1022
1. 稳压二极管的结构和特点	999	2. 晶闸管的伏安特性与主要参数	1023
2. 稳压二极管的主要参数	999	3. 晶闸管的简易判别与使用注意事项	1025
3. 稳压二极管使用时的注意事项	1000	4. 可控整流电路	1028
三、晶体三极管	1001	六、光电耦合器	1028
1. 晶体三极管的结构和特点	1001	1. 光电耦合器的结构与特点	1028
2. 晶体三极管的主要参数	1001	2. 光电耦合器的特点与参数	1029
3. 晶体三极管的简易测量	1009	3. 光电耦合器的应用	1030
4. 晶体三极管的三种基本接法	1009	七、滤波电路	1032
		1. 电容滤波器	1032

2. 电感滤波器	1033	4. 锯齿波同步触发电路	1042
3. 复式滤波器	1033	5. 集成触发电路	1047
八、直流稳压电路	1036	十、数字电路	1049
1. 直流稳压电路的技术指标	1036	1. 晶体二极管、晶体三极管的 开关特性	1049
2. 并联式硅稳压管稳压电源	1037	2. 基本逻辑门电路	1049
3. 串联式稳压电源	1037	3. 集成逻辑门电路	1051
九、晶体管触发电路	1040	十一、应用实例	1054
1. 主电路对触发电路的要求	1040	1. 电源电路	1054
2. 单结晶体管触发电路	1040	2. 晶闸管调光电路	1054
3. 正弦波同步触发电路	1042	3. 晶闸管交流调速电路	1054
		4. 晶闸管一直流电动机调速	1058
第十三章 日用电器	1061		
一、电动工具	1061	四、窗式空调器	1091
1. 电钻	1062	1. 窗式空调器的结构	1091
2. 冲击电钻	1063	2. 窗式空调器的工作原理	1092
3. 电锤	1066	3. 窗式空调器的型号及主要 性能参数	1092
4. 角向磨光机	1068	4. 窗式空调器常见故障及排 除方法	1093
5. 电动砂轮机	1072	五、家用洗衣机	1095
6. 电扳手	1072	1. 家用洗衣机的结构	1095
7. 电刨	1073	2. 家用洗衣机的工作原理	1095
二、电热电器	1076	3. 家用洗衣机的主要性能参 数	1096
1. 电烙铁	1076	4. 家用洗衣机的常见故障及 排除方法	1096
2. 电炉	1079	六、电冰箱	1099
三、电扇	1082	1. 电冰箱的结构	1099
1. 电扇电动机的调速和变向	1082	2. 电冰箱的工作原理	1100
2. 电扇电动机的规格、型号及 绕组数据	1085	3. 电冰箱的常见故障及排除 方法	1102
3. 电扇调速器的技术数据和 接线原理	1085		
4. 电扇接线图	1085		
5. 电扇检修	1088		

第十四章 安全用电与防雷技术	1105
一、安全用电	1105
1. 人体触电的种类	1105
2. 电流对人体的危害	1106
3. 人体电阻及安全电压	1108
4. 安全用电	1109
5. 触电急救	1117
二、防雷技术	1120
1. 防雷措施	1120
2. 防雷装置	1121

第一章 基础资料

一、电工常用计算公式及基本定律

1. 直流电路计算公式

直流电路的计算公式如表 1-1 所示。

表 1-1 直流电路的计算公式

名 称	公 式	备 注
电阻	$R = \rho \frac{l}{S}$	l ——导体的长度(m) S ——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)
	$r_2 = r_1 [1 + \alpha_1 (t_2 - t_1)]$	t_1, t_2 ——导体的温度($^{\circ}\text{C}$) α_1 —— t_1 温度时导体电阻的温度系数 r_1 —— t_1 温度时导体的电阻(Ω) r_2 —— t_2 温度时导体的电阻(Ω)
	$R = \frac{U}{I}$	U ——电压(V) I ——电流(A) R ——电阻(Ω)
电导	$G = \frac{1}{R}$	R ——电阻(Ω) G ——电导(S)
电流	$I = \frac{Q}{t}$	Q ——电量(C) t ——时间(s)
	$I = \frac{U}{R}$	U ——电压(V) I ——电流(A)

(续表)

名 称	公 式	备 注
电压	$U = \frac{W}{Q}$ $U = IR$	W ——电功(J) U ——电压(V) I ——电流(A)
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)
电功	$W = Pt = IUt = I^2 Rt$ $= \frac{U^2}{R} t$	P ——电功率(W) W ——电功(J)或(kW·h) t ——时间(s)或(h)
电功率	$P = \frac{W}{t} = IU = I^2 R = \frac{U^2}{R}$	
电阻串联	$R = R_1 + R_2 + R_3 + \cdots + R_n$	R ——总电阻(Ω) $R_1, R_2, R_3, \cdots, R_n$ ——分电阻(Ω)
电阻并联	$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \cdots + \frac{1}{R_n}$	
电阻混联	$R = (R_1 // R_2) + R_3 = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} + R_3$	
电池串联	$E = E_1 + E_2 + E_3 + \cdots + E_n$ $I = \frac{nE}{R + nr}$ 当 $R \gg r$ 时, $I \approx nE/R$ 当 $R \ll r$ 时, $I \approx E/r$	E ——电源电压(V) I ——电路中的电流(A) r ——电源的内阻(Ω) R ——外电阻(Ω) n ——每串电池数 m ——电池串数
电池并联	$E = E_1 = E_2 = E_3 = E_n$ $I = \frac{E}{R + \frac{r}{n}}$ 当 $R \gg r$ 时, $I \approx E/R$ 当 $R \ll r$ 时, $I \approx nE/r$	
电池混联	$I = \frac{nE}{R + \frac{nr}{m}}$ n 个电池串联后又与 m 串电池并联	

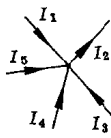
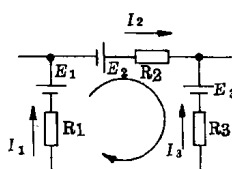
(续表)

名 称	公 式	备 注
电容值	$C = \frac{Q}{U}$	Q ——电容器所带电量(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	$C = C_1 + C_2 + C_3 + \cdots + C_n$	

2. 基尔霍夫定律

基尔霍夫定律如表 1-2 所示。

表 1-2 基尔霍夫定律

名 称	公 式	备 注
基尔霍夫第一定律——流入任一节点电流的代数和等于零	例: $\Sigma I_{\text{入}} = \Sigma I_{\text{出}} \text{ 或 } \Sigma I = 0$  $I_1 + I_3 + I_4 + I_5 = I_2 \text{ 或 } I_1 - I_2 + I_3 + I_4 + I_5 = 0$	$\Sigma I_{\text{入}}$ ——流入节点 电流之和 $\Sigma I_{\text{出}}$ ——流出节点 电流之和 ΣI ——电流代数 和
基尔霍夫第二定律——任一回路中,电阻压降的代数和等于电动势代数和	例: $\Sigma IR = \Sigma E$  $I_1 R_1 + I_2 R_2 - I_3 R_3 = E_1 + E_2 - E_3$	ΣIR ——电阻压降 代数和 ΣE ——电动势代 数和

3. 戴维南定律、叠加原理及电流源与电压源的等效变换

戴维南定律、叠加原理及电流源与电压源的等效变换如表 1-3 所示。