

实用 维修电工手册

刘光源 主编

上海科学技术出版社

实用维修电工手册

刘光源 主编

上海科学技术出版社出版、发行

(上海瑞金二路 450 号)

新华书店上海发行所经销 上海商务印刷厂印刷

开本 787×1092 1/32 印张 29.75 插页 4 字数 953,000

1993 年 12 月第 1 版 1994 年 4 月第 2 次印刷

印数 10,001—20,000

ISBN 7-5323-3150-4/TM·74

定价:22.00 元

(沪)新登字 108 号

内 容 提 要

本手册是一本取材新颖、内容密切结合生产实践,为广大工矿企业和乡镇企业的电工而新编写的工具书。本手册的最大特点是内容新,如新旧电工图形符号对比、用新国标的电气符号编写的“常用机械的电气控制”等内容。手册中介绍的一些电气产品,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排除及检修方法。

本手册共分13章,内容包括:基础资料、电工材料、常用电工仪表及测量、变压器、三相异步电动机、直流电动机、常用低压电器、常用机械的电气控制、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、安全用电、防雷技术。

本手册内容新颖丰富,针对性强,文字通俗易懂,图文并茂,可供广大电工使用。

责任编辑 郭雨水

前 言

本手册为广大维修电工提供生产实践中经常需查阅的常用电气产品的技术数据,其中有些是近年从德国等国家的引进产品。此外,手册中还较为详细地介绍了机床电器及常用机床电气设备的常见故障及检修方法。

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。

本手册由刘光源主编,参加编写的还有戴双宝、傅廷俊、宋林香、杨换荣。

编 者

1992 年 10 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. 电磁感应定律	5
3. 交流电路计算公式	7
4. 电磁吸力计算公式	13
5. 三相异步电动机计算公式	13
6. 变压器计算公式	14
7. 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	15
1. 国际单位制的基本单位、辅助单位及具有专门名称的导出 单位	15
2. 可与 SI 并用的我国法定计量单位	18
3. 电工常用法定计量单位	19
4. 常用计量单位的换算	25
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	36
7. 常用数理常数	38
三、电气图常用图形符号及电气技术常用文字符号	39
1. 电气图常用图形符号 (摘录 GB4728—84~85)	39
2. 电气技术中的文字符号 (摘录 GB7159—87)	164
3. 电源线路和三相电气设备端标记	172
第二章 电工材料	173
一、电线电缆	173
1. 裸电线	173

2. 铜、铝母线	178
3. 绝缘电线	179
4. 电缆	188
二、电磁线	193
三、电工绝缘材料	201
1. 绝缘材料的耐热等级	201
2. 绝缘纸	202
3. 浸渍绝缘纤维制品	203
4. 绝缘层压制品	204
5. 绝缘云母制品	206
6. 绝缘漆	207
第三章 常用电工仪表及测量	208
一、电流表及电流的测量	208
1. 电流表	208
2. 电流的测量	208
二、电压表及电压的测量	209
1. 电压表	209
2. 电压的测量	209
3. 电压表和电流表常见故障及处理方法	211
三、功率表	211
1. 功率表的电路图	211
2. 功率的测量	211
3. 功率表的使用方法	214
四、电能(度)表	215
1. 电能表的结构	215
2. 电能的测量	215
3. 电能表的使用方法	215
4. 交流电能表常见故障及处理方法	215
五、万用表	221
1. 万用表的结构	221
2. 万用表的使用方法	221

3. 万用表常见故障及处理方法	225
六、兆欧表	225
1. 兆欧表的结构	225
2. 兆欧表的使用及注意事项	226
3. 兆欧表常见故障及处理方法	227
七、钳形表	227
1. 钳形表的结构	227
2. 钳形表的使用及注意事项	227
3. 钳形表常见故障及处理方法	228
八、直流电桥	229
1. 单臂电桥	229
2. 双臂电桥	231
第四章 变压器	233
一、电力变压器	234
1. 常用电力变压器的技术数据	234
2. 变压器绕组的联结组标号	247
3. 变压器的并联运行	247
4. 电力变压器的维护与检修	248
二、控制变压器	250
1. 技术数据	250
2. 小型控制变压器的计算	254
三、特种变压器	256
1. 电炉变压器	256
2. 自耦变压器	260
3. 互感器	261
4. 恒压变压器	265
5. 弧焊变压器	268
第五章 三相异步电动机	271
一、Y 系列电动机的主要技术数据	271
二、三相异步电动机的选用	271
1. 型号的选用	290

2. 容量的选择	292
3. 引线截面的选用	302
三、三相异步电动机的安装	304
1. 电动机机座的安装	304
2. 电动机的水平校正	306
3. 电动机传动装置的安装和校正	306
四、三相异步电动机的常见故障及修理	309
1. 三相异步电动机的维护	309
2. 三相异步电动机的常见故障及修理	313
五、三相异步电动机修复后的试验	324
1. 一般检查	324
2. 绝缘电阻的测定	325
3. 直流电阻的测定	325
4. 耐压试验	326
5. 空载试验	326
6. 首、尾判别	327
六、三相异步电动机空壳重绕和改压、改极计算	330
1. 空壳重绕计算	330
2. 三相异步电动机改压计算	341
3. 三相异步电动机改极计算	345
七、考核实例	349
1. 三相异步电动机定子绕组直流电阻测量及首、尾端判别	349
2. 拆装 50kW 三相笼型异步电动机并作绝缘电阻测量和空 载试车	350
3. 检查和排除三相笼型异步电动机故障	353
第六章 直流电动机	355
一、直流电动机的主要技术数据	355
二、直流电动机励磁方式及出线标志	360
1. 直流电动机的励磁方式	360
2. 直流电动机的接线方式图	362
3. 直流电动机出线端标志	362

三、直流电动机的运行	363
1. 直流电动机的起动	363
2. 直流电动机的调速	363
3. 直流电动机的制动	367
四、直流电动机的维护和常见故障处理	367
1. 直流电动机的拆装工艺	367
2. 直流电动机的维修	368
3. 直流电动机的常见故障处理	371
五、直流电动机的修复试验	380
1. 绕组的极性 & 连接正确性检查试验	380
2. 绕组绝缘电阻的测定	381
3. 绕组直流电阻的测定	382
4. 电刷中性线位置的调整	382
5. 耐压试验	383
6. 空载试验	383
六、常用直流弧焊机	383
1. 旋转式直流弧焊机	384
2. 整流式直流弧焊机	390
七、应用实例	393
1. 调整电刷中性线位置	393
2. 电枢绕组故障检修	394
3. 旋转式直流弧焊机的检修	395
第七章 常用低压电器	398
一、低压开关	399
1. 板用刀开关	399
2. 负荷开关	402
3. 组合开关	407
4. 空气断路器(自动空气开关)	409
二、熔断器	420
1. 技术数据	420
2. 电气图形和文字符号	422

3. 选择方法	422
4. 使用及维护	422
5. 熔断器的常见故障及修理	423
三、交流接触器	423
1. 技术数据	423
2. 电气图形和文字符号	428
3. 使用及维护	428
4. 接触器的常见故障及修理	430
四、控制继电器	430
1. 热继电器	430
2. 中间继电器	435
3. 时间继电器	437
4. 过电流继电器	443
5. 速度继电器	444
五、主令电器	446
1. 按钮	446
2. 位置开关	451
3. 万能转换开关	456
4. 主令控制器	457
六、凸轮控制器	460
1. 技术数据	462
2. 电气图形和文字符号	463
3. 选择方法	463
4. 使用及维护	463
5. 常见故障及修理	463
七、电磁抱闸制动器	464
1. 技术数据	465
2. 电气图形和文字符号	467
3. 选择方法	467
4. 使用及维护	467
5. 常见故障及修理	469

八、应用实例	469
1. 检修交流接触器	469
2. 检修热继电器	474
3. 低压断路器整定值的调整	476
4. 检修凸轮控制器	476
第八章 常用生产机械的电气控制	478
一、三相异步电动机的基本控制环节	478
1. 三相笼型电动机的全压起动	478
2. 三相笼型电动机的降压起动	488
3. 三相异步电动机的制动	497
4. 多速电动机的控制	511
5. 三相绕线式异步电动机的控制	520
二、直流电动机的控制	527
1. 直流电动机串电阻起动控制	527
2. 直流电动机正反转控制	529
3. 直流电动机制动控制	530
4. 直流电动机的调速控制	537
三、常用生产机械电气控制线路	540
1. C620-1 型车床电气控制线路	542
2. CA6140 型车床电气控制线路	548
3. Y3150 型滚齿机电气控制线路	550
4. M7120 型平面磨床电气控制线路	554
5. M1432A 型万能外圆磨床电气控制线路	567
6. Z35 型摇臂钻床电气控制线路	571
7. Z3040 型摇臂钻床电气控制线路	585
8. Z5163 型立式钻床电气控制线路	591
9. X52K 型立式升降台铣床电气控制线路	601
10. X8120W 型万能工具铣床电气控制线路	611
11. X62W 型万能铣床电气控制线路	615
12. T68 型卧式镗床电气控制线路	626
13. 15/3t 桥式起重机电气控制线路	638

四、应用实例	644
1. 机床电气设备检修时的测试工具	644
2. 机床电气故障的检修步骤	647
3. 机床电气故障的检修方法	648
第九章 变配电设备	658
一、电力变压器的安装	658
1. 电力变压器的户内安装	658
2. 电力变压器的户外安装	667
3. 安装注意事项	676
二、高压断路器	678
1. 多油断路器	678
2. 少油断路器	682
三、高压隔离开关和操作机构	688
1. 技术数据	688
2. 安装	690
3. 调整	691
4. 维护	692
四、高压熔断器	693
1. 技术数据	693
2. 安装	694
3. 高压熔断器的维护	696
五、补偿电容器	696
1. 技术数据	696
2. 安装	696
3. 使用与维护	699
六、避雷器	700
1. 技术数据	700
2. 安装	700
3. 维护	703
七、母线	704
1. 技术数据	704

2. 安装	705
3. 相序排列与涂色	707
八、互感器	708
1. 电压互感器	708
2. 电流互感器	710
九、应用实例	714
1. SN10-10 型少油断路器的拆装和检修	714
2. 铝母线的平直、煨弯、搭接和安装	718
3. FN3-10(R)型负荷开关安装	727
第十章 室内配线及常用照明电路	730
一、室内配线	730
1. 室内配线的一般要求和配线工序	730
2. 瓷夹板配线	733
3. 瓷瓶配线	738
4. 护套线配线	745
5. 线管配线	748
6. 导线的连接与封端	763
二、常用照明电路	773
1. 常用照明附件	773
2. 常用照明电光源特点、适用场合与技术数据	773
3. 常用照明装置的接线原理图	785
4. 照明电路安装规程	785
5. 照明电路常见故障及检修	789
第十一章 低压架空线路及电缆线路	791
一、低压架空线路	791
1. 架空线路的组成	791
2. 电杆安装	799
3. 导线的安装	830
二、电缆线路	830
1. 电缆的型号、结构及选择	830

2. 电缆的敷设	834
3. 电缆的试验	842
4. 电缆的维护与检修	846
第十二章 电子线路	848
一、晶体二极管	848
1. 晶体二极管的结构与特点	848
2. 晶体二极管的主要参数	850
3. 晶体二极管的简易判别	850
4. 晶体二极管使用时的注意事项	851
二、稳压二极管	851
1. 稳压二极管的特点	851
2. 稳压二极管的主要参数	852
3. 稳压二极管使用时的注意事项	853
三、光电二极管和光电三极管	854
四、光电耦合器	856
1. 光电耦合器的结构与特点	856
2. 光电耦合器的特点与参数	857
3. 光电耦合器的应用	859
五、单结晶体管	860
1. 单结晶体管的构造与伏安特性	860
2. 单结晶体管的主要参数	860
3. 单结晶体管的应用	862
六、晶闸管	864
1. 晶闸管的结构与工作原理	864
2. 晶闸管的伏安特性与主要参数	866
3. 晶闸管的简易判别与使用时的注意事项	868
七、整流及滤波电路	869
1. 整流电路	869
2. 滤波电路	869
3. 可控整流电路	869
八、放大电路	878

1. 晶体三极管的三种基本接法	878
2. 晶体三极管的基本偏置电路	879
3. 低频放大器	879
4. 直流放大器	881
九、直流稳压电路	884
1. 直流稳压电路的技术指标	884
2. 并联式硅稳压管稳压电源	884
3. 串联式稳压电源	885
十、晶闸管触发电路	888
1. 主电路对触发电路的要求	888
2. 单结晶体管触发电路	888
3. 正弦波同步触发电路	890
4. 锯齿波同步触发电路	891
5. 集成触发电路	896
十一、应用实例	897
1. 按图安装晶闸管调光电路	897
2. 按图安装晶闸管交流调速电路	901
十二、晶闸管一直流电动机调速装置的故障排除	903
第十三章 安全用电与防雷技术	907
一、安全用电	907
1. 人体触电的种类	907
2. 电流对人体的危害	909
3. 人体电阻及安全电压	910
4. 安全用电	911
5. 触电急救	920
二、防雷技术	923
1. 防雷措施	923
2. 防雷装置	925

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
电压	$R = \rho \frac{l}{S}$	l —导体的长度(m) S —导体的截面积(m ²) ρ —导体的电阻率($\Omega \cdot m$) 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($^{\circ}C$) 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/m)
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)

名称	公 式	备 注
电压	$U = \frac{W}{Q}$ $U = I \cdot R$	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	$W = Pt = IUt = I^2 R t$ $= \frac{U^2}{R} t$	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)
电阻并联	$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \cdots + \frac{1}{R_n}$	$R_1, R_2, R_3, \dots, R_n$ —分电阻(Ω)
电阻混联	$R = (R_1 \parallel R_2) + R_3 = \frac{R_1 \times R_2}{R_1 + R_2} + R_3$	
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—电路中电流(A) r—电源的内阻(Ω) R—外电阻(Ω) n—每串电池数
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, $I \approx nE/r$	m—电池串数
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	