

WEIXIU
DIANGONG
JISHU SHOUCHE

维修电

技术手册

赵玲玲 杨奎河 主编

工



金盾出版社
JINDUN CHUBANSHE

维修电工技术手册

赵玲玲 杨奎河 主编

金盾出版社

内 容 提 要

本手册由4部分组成。第1部分为资料篇,包括基础资料,电工识图,电工材料;第2部分为维修电工基础篇,包括常用电工仪器仪表,常用电工工具,相关工种的基本操作技术,电子技术及其应用;第3部分为实用维修电工艺篇,包括变压器,直流电机,三相交流电机,单相异步电动机和特种电机,电动机控制电路,低压电器,机械设备电气控制电路的维修;第4部分为相关资料篇,包括照明,室内外线路的安装,可编程控制器,工业企业供电和安全用电,计算机网络及综合布线。

本手册的主要读者对象是初、中级维修电工和相关技术人员。本手册可以作为电气设备安装施工、变配电运行及电气设备操作、检修维护人员的教学和工作参考书,也可以作为电气工程技术人员及管理人员的工具书。

图书在版编目(CIP)数据

维修电工技术手册/赵玲玲,杨奎河主编. —北京:金盾出版社, 2009. 11

ISBN 978-7-5082-5951-2

I. 维… II. ①赵…②杨… III. 电工—维修—技术手册 IV. TM07-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 145689 号

金盾出版社出版、总发行

北京太平路5号(地铁万寿路站往南)

邮政编码:100036 电话:68214039 83219215

传真:68276683 网址:www.jdcbs.cn

封面印刷:北京百花彩印有限公司

正文印刷:北京四环科技印刷厂

装订:海波装订厂

各地新华书店经销

开本:850×1168 1/32 印张:22.375 字数:687千字

2009年11月第1版第1次印刷

印数:1~10 000册 定价:45.00元

(凡购买金盾出版社的图书,如有缺页、
倒页、脱页者,本社发行部负责调换)

前 言

随着工业技术和家用电器制造技术的发展,电气系统已经渗透到经济和生活的每个角落,电气维修工作量日益扩大。为了使广大电气工程技术人员和操作人员适应新技术、新工艺、新设备发展的需要,保证企业生产安全稳定运行,提高广大电气运行人员、电气设备检修维护人员的技术水平和操作能力,帮助工程技术人员和维修、操作人员在实际工作中查阅有关数据和资料,我们根据国家颁布发行的有关技术标准、职业标准和行业规范,以及实际操作、检修、维护人员的实际需求编写了本手册。本手册内容丰富、知识面广、语言简练、条理清晰、结合生产实际,编写的层次深度适宜,对于广大工程技术人员和维修、操作人员,掌握和了解大型企业中的电气设备运行和安装施工、变配电运行及电气设备的检修维护,都具有较强的实用性和指导作用。

为了便于读者查阅有关维修电工的相关资料,本手册分4个部分编写:第1部分为资料篇,收录了维修电工所必须的通用技术资料,包括基础资料、电工识图和电工材料;第2部分为维修电工基础篇,包括常用电工仪器仪表、常用电工工具、相关工种的基本操作技术和电子技术及其应用;第3部分为实用维修电工工艺篇,包括变压器、直流电机、三相交流电机、单相异步电动机和特种电机、电动机控制电路、低压电器、机械设备电气控制电路

的维修;第4部分为相关资料篇,包括照明、室内外线路的安装、可编程序控制器、工业企业供电和安全用电、计算机网络及综合布线。

本手册的主要读者对象是初、中级维修电工和相关技术人员,也可以作为电气设备安装施工、变配电运行及电气设备操作、检修维护人员的教学和工作参考书,并可以作为电气工程技术人员及管理人员的工具书。

本手册由赵玲玲、杨奎河主编,姜民英、赵松杰、杨洁、钮时金、赵博、王彦新、褚新、王艳华、张芸、冀兵、闫宝林、韩硕、陈光明、陈闯军、刘新耀、高立涛、郭子泮参加了本书部分章节的编写,马红霞、张雪梅、张杨、华宇、于静、岳梦一、马建敏为本书的编写做了很多基础性的工作,在此表示感谢。鉴于作者水平的局限,书中出现不足和错误在所难免,恳请读者不吝赐教。

作 者

目 录

第 1 部分 资料篇

1 基础资料	1
1.1 一般资料	1
1.1.1 常用字符	1
1.1.1.1 汉语拼音字母及英语字母	1
1.1.1.2 希腊字母	1
1.1.1.3 罗马数字和阿拉伯数字	2
1.1.1.4 化学元素符号	2
1.1.2 常用数学符号	4
1.1.3 常用数学公式	5
1.1.4 常用几何形体计算公式	6
1.1.5 我国法定计量单位	11
1.1.5.1 我国法定计量单位的构成	11
1.1.5.2 国际单位制的基本单位	11
1.1.5.3 国际单位制的辅助单位	12
1.1.5.4 国际单位制中具有专门名称的导出单位	12
1.1.5.5 国家选定的非国际单位制单位	12
1.1.5.6 电磁量的国际单位制与量纲	13
1.1.5.7 国际单位制(SI)十进制词头	14
1.1.6 常用单位换算	15
1.2 维修电工常用计算公式	16
1.2.1 基本电阻电路的计算公式	16
1.2.2 电阻的星形和三角形联结电路的转换公式	18
1.2.3 基尔霍夫定律	18

1.2.4	正弦交流电路的基本公式	19
1.2.5	电容和电感电路的计算公式	19
1.2.6	纯电阻、纯电容和纯电感电路的计算	20
1.2.7	串联谐振和并联谐振电路的计算	21
1.2.8	对称三相电路中电流和电压的关系	21
1.2.9	电路中功率的计算公式	22
1.2.10	磁场和磁路中的常用计算公式	22
1.3	左手定则和右手定则	24
1.3.1	左手定则	24
1.3.2	右手定则	24
2	电工识图	25
2.1	电气图常用图形符号	25
2.1.1	电气简图用图形符号	25
2.1.2	电气设备用图形符号	41
2.1.3	电气设备常用文字符号	48
2.1.3.1	电气设备常用基本文字符号	48
2.1.3.2	电气设备常用辅助文字符号	53
2.2	发电厂与变电所图上的数字及标号	54
2.2.1	发电厂与变电所图上的直流回路标号数字序列	54
2.2.2	发电厂与变电所图上的交流回路标号数字序列	55
2.2.3	发电厂与变电所图上的小母线文字符号	55
2.3	电气图的基本构成	56
2.3.1	图形符号的使用规则	56
2.3.2	电气制图的一般规则	57
2.3.2.1	电气图纸幅面的一般规定	57
2.3.2.2	电气图的组成	58
2.3.2.3	图上位置的表示方法	58
2.4	电气识图的基本方法和步骤	60
2.4.1	电气识图的基本方法	60
2.4.2	电气识图的基本步骤	61
2.4.2.1	识读供配电系统项目图的基本步骤	62

2.4.2.2 识读其他类别图的基本步骤	63
3 电工材料	65
3.1 导电材料	65
3.1.1 导电材料的品种及其主要用途	65
3.1.1.1 导电用铜的品种及其主要用途	65
3.1.1.2 常用铜合金的品种及其性能	65
3.1.1.3 常用铝合金的品种及其主要用途	66
3.1.1.4 复合金属导体的品种及其主要用途	67
3.1.2 裸电线和裸电线制品	70
3.1.2.1 裸电线和裸电线制品的分类和型号表示方法	70
3.1.2.2 常用裸电线制品	70
3.1.3 绕组线和绕组线制品	75
3.1.3.1 绕组线和绕组线制品的分类和型号表示方法	75
3.1.3.2 漆包线	75
3.1.4 电气装备用电线电缆	83
3.1.4.1 电气装备用电线电缆的型号分类及表示方法	83
3.1.4.2 电气装备用电线	83
3.1.4.3 电气装备用电缆	87
3.1.5 电力电缆	89
3.1.5.1 电力电缆的型号及分类	89
3.1.5.2 常用电力电缆	89
3.1.6 控制电缆	92
3.1.7 通信、电信用设备电缆	94
3.1.7.1 通信电缆的型号表示方法	94
3.1.7.2 通信用电缆	94
3.1.7.3 电信用设备电缆	97
3.1.7.4 光纤通信电缆	97
3.2 绝缘材料	98
3.2.1 绝缘材料的分类	98
3.2.2 气体绝缘材料	99
3.2.2.1 空气绝缘材料	99

3.2.2.2 六氟化硫绝缘材料	100
3.2.3 液体绝缘材料	100
3.2.3.1 矿物油绝缘材料	100
3.2.3.2 合成油绝缘材料	100
3.2.4 固体绝缘材料	103
3.2.4.1 云母制品	103
3.2.4.2 绝缘漆	104
3.2.4.3 绝缘纸	105
3.3 磁性材料	106
3.3.1 磁性材料的分类和用途	106
3.3.2 磁性材料的性能指标	106
3.3.2.1 硅钢片的性能指标	106
3.3.2.2 常用硬磁材料的磁性能	108
3.4 特殊合金材料	110

第2部分 维修电工基础篇

4 常用电工仪器仪表	113
4.1 电工仪表的分类、结构和符号	113
4.1.1 电工仪表的分类和结构原理	113
4.1.2 电工仪表的符号	113
4.2 常用电工仪表及使用	118
4.2.1 电流表和电压表	118
4.2.2 功率表	122
4.2.3 功率因数表	125
4.2.4 电能表	126
4.2.5 兆欧表	130
4.2.6 万用表	133
4.2.7 示波器	140
5 常用电工工具	146
5.1 电工使用工具	146
5.1.1 验电器	146

5.1.2	电工钳	147
5.1.3	螺钉旋具	148
5.1.4	电工刀	149
5.1.5	电烙铁	149
5.1.6	喷灯	150
5.1.7	手电钻和冲击钻	151
5.1.8	压接钳	152
5.1.9	短路侦察器	153
5.2	电工安全用具	154
5.2.1	基本安全用具	154
5.2.2	辅助安全用具	155
5.2.2.1	绝缘手套和绝缘靴	155
5.2.2.2	绝缘垫和绝缘台	156
5.2.3	检修安全用具	156
5.2.3.1	临时接地线	157
5.2.3.2	临时遮栏	157
5.2.3.3	梯子和升降车	158
5.2.3.4	脚扣和安全带	159
6	相关工种的基本操作技术	161
6.1	钳工常用量具和工具	161
6.1.1	钳工常用量具	161
6.1.1.1	金属直尺	161
6.1.1.2	划规	161
6.1.1.3	游标卡尺	161
6.1.1.4	千分尺	162
6.1.1.5	塞尺	163
6.1.2	钳工常用工具	164
6.1.2.1	手锯	164
6.1.2.2	台虎钳	164
6.1.2.3	錾子	165
6.1.2.4	锉刀	165

6.2 钳工基本操作方法	165
6.2.1 锯削	165
6.2.2 錾削	166
6.2.3 锉削	166
6.2.4 钻孔	167
6.2.5 攻螺纹和套螺纹	168
6.3 焊工基本操作方法	169
6.3.1 电烙铁钎焊	169
6.3.1.1 电烙铁的选择	169
6.3.1.2 焊料和焊剂	170
6.3.1.3 焊接工艺要求	170
6.3.2 电弧焊	171
6.3.2.1 电弧焊接的工作原理	171
6.3.2.2 电弧焊的操作方法	172
6.3.2.3 电弧焊操作的注意事项	173
7 电子技术及其应用	174
7.1 半导体器件	174
7.1.1 半导体二极管	174
7.1.1.1 二极管的结构	174
7.1.1.2 二极管的特性	175
7.1.1.3 稳压二极管	176
7.1.2 半导体三极管	176
7.1.2.1 三极管的结构	176
7.1.2.2 三极管的输入特性和输出特性	177
7.1.3 半导体器件型号的命名和主要参数	179
7.1.3.1 半导体器件型号的命名	179
7.1.3.2 常用二极管的主要参数	181
7.1.4 半导体器件的测试	184
7.1.4.1 晶体二极管的极性判别	184
7.1.4.2 硅稳压二极管的质量测试	185
7.1.4.3 晶体三极管的极性判别	185

7.1.5 直流稳压电源	186
7.1.5.1 整流电路	186
7.1.5.2 滤波电路	189
7.1.5.3 稳压电路	190
7.2 晶闸管及其应用	194
7.2.1 晶闸管的结构原理	194
7.2.2 晶闸管的主要参数和型号	196
7.2.3 晶闸管整流电路	197

第3部分 实用维修电工工艺篇

8 变压器	203
8.1 变压器的工作原理、分类和结构	203
8.1.1 变压器的工作原理	203
8.1.2 变压器的分类和结构	204
8.1.2.1 变压器的分类	204
8.1.2.2 变压器的结构	205
8.1.2.3 变压器各部分的作用	205
8.2 变压器的主要技术参数和测量装置	206
8.2.1 变压器的主要技术参数	206
8.2.2 变压器测量装置	214
8.2.2.1 瓦斯继电器	214
8.2.2.2 温度计	214
8.3 电力变压器的运行和组装	215
8.3.1 变压器的并联运行	215
8.3.1.1 变压器并联运行的目的	215
8.3.1.2 变压器并联运行的条件	215
8.3.1.3 变压器运行中的检查	216
8.3.1.4 变压器运行中的常见故障分析和排除方法	217
8.3.2 变压器的组装方法	219
8.4 35kV 及以下低损耗变压器	221
8.4.1 S9 系列低损耗配电变压器	221

8.4.2	S11 系列低损耗配电变压器	222
8.4.3	干式变压器	224
8.4.4	单相油浸式变压器	226
8.5	特殊用途变压器	227
8.5.1	电流互感器	227
8.5.2	电压互感器	230
8.5.3	自耦变压器	233
8.5.4	电炉变压器	235
8.5.5	交流弧焊机	238
8.5.6	直流弧焊机	241
8.5.7	整流变压器	243
8.6	变压器的拆卸和检修	244
8.6.1	变压器的拆卸方法	244
8.6.2	变压器的检修方法	245
8.6.2.1	变压器铁心的检修方法	245
8.6.2.2	变压器线圈的检修方法	246
9	直流电机	248
9.1	直流电机的工作原理和分类	248
9.1.1	直流发电机的工作原理	248
9.1.2	直流电动机的工作原理	249
9.1.3	直流电机的结构	249
9.1.4	直流电机的特征和分类	252
9.2	直流电机的铭牌数据和技术数据	255
9.2.1	直流电机的铭牌数据	255
9.2.2	直流电机的技术数据	256
9.2.2.1	Z3 系列直流电动机的技术数据	256
9.2.2.2	Z4 系列直流电动机的技术数据	258
9.3	直流电动机的运行	272
9.3.1	直流电动机的起动方式和适用范围	272
9.3.2	直流电动机的调速方法和适用范围	273
9.3.3	直流电动机的制动方法	274

9.4 直流电机的拆装和使用维护	275
9.4.1 直流电机的拆装方法	275
9.4.2 直流电动机的使用维护	276
9.5 直流测速发电机	278
10 三相交流电机	280
10.1 三相异步电动机的分类和结构	280
10.1.1 三相异步电动机的分类	280
10.1.2 三相异步电动机的结构	283
10.1.3 三相异步电动机的铭牌数据和性能指标	284
10.2 三相异步电动机的绕组	285
10.2.1 三相绕组基本参数的含义	285
10.2.2 三相异步电动机定子绕组的接线和出线端标志	288
10.2.3 三相异步电动机定子绕组的重绕	289
10.3 三相异步电动机的运行	296
10.3.1 三相异步电动机的起动	296
10.3.1.1 直接起动	297
10.3.1.2 降压起动	297
10.3.2 三相异步电动机的调速	298
10.3.3 三相异步电动机的制动	298
10.3.3.1 反接制动	300
10.3.3.2 能耗制动	301
10.3.3.3 发电制动	301
10.4 三相异步电动机的技术数据	301
10.4.1 Y 系列三相异步电动机的技术数据	301
10.4.2 YR 系列三相异步电动机的技术数据	301
10.4.3 YZ 和 YZR 系列三相异步电动机的技术数据	321
10.5 三相异步电动机的维护与故障排除	324
10.5.1 三相异步电动机的维护	324
10.5.2 三相异步电动机的常见故障及排除方法	325
10.5.3 三相异步电动机定子绕组的故障检修方法	327
10.6 三相同步电机	330

10.6.1	同步电机的分类	330
10.6.2	三相同步电机的结构	333
10.6.3	小型三相同步发电机的技术数据	335
10.6.4	三相同步电机的常见故障及排除方法	339
11	单相异步电动机和特种电机	341
11.1	单相异步电动机的结构和分类	341
11.1.1	单相异步电动机的结构	341
11.1.2	单相异步电动机的分类	342
11.2	单相异步电动机的参数调整	343
11.3	单相异步电动机的常见故障及排除方法	345
11.4	单相异步电动机的应用	346
11.4.1	电风扇用电动机	346
11.4.2	电冰箱压缩机组用电动机	353
11.4.3	洗衣机用电动机	361
11.4.4	电吹风用电动机的常见故障及排除方法	365
11.5	特种电机	366
11.5.1	伺服电动机	366
11.5.1.1	直流伺服电动机	367
11.5.1.2	交流伺服电动机	370
11.5.2	步进电动机	374
11.5.3	交磁电机扩大机	374
11.5.4	自整角机	379
11.5.5	变频器	385
11.5.6	交流电梯电动机	390
11.5.7	旋转变压器	390
12	电动机控制电路	400
12.1	系统的基本控制环节和基本保护环节	400
12.1.1	系统的基本控制环节	400
12.1.1.1	点动控制电路	400
12.1.1.2	直接起动单相连续运转控制电路	400
12.1.1.3	电动机的正反转控制电路	401

12.1.1.4 多机顺序联锁控制电路	402
12.1.1.5 多处控制电路	403
12.1.2 系统的基本保护环节	403
12.2 三相笼型异步电动机的起动控制线路	404
12.2.1 定子绕组串电阻降压起动	404
12.2.2 自耦变压器降压起动	405
12.2.3 Y- Δ 降压起动	406
12.2.4 延边三角形降压起动	407
12.2.5 软起动	408
12.3 三相笼型异步电动机的制动控制线路	411
12.3.1 机械制动	411
12.3.1.1 电磁抱闸制动	411
12.3.1.2 电磁离合器制动	413
12.3.2 电气制动	413
12.3.2.1 能耗制动	413
12.3.2.2 反接制动	414
12.4 三相绕线型异步电动机的起动控制线路	415
12.4.1 转子回路串接电阻起动控制线路	415
12.4.2 转子回路串频敏变阻器起动控制线路	417
12.5 多速电机的控制线路	418
12.6 电动机安全运行的基本条件	422
13 低压电器	424
13.1 低压电器的分类和型号	424
13.1.1 低压电器的分类	424
13.1.2 低压电器的型号	426
13.2 低压电器的主要技术参数和技术指标	427
13.3 开关电器	428
13.3.1 刀开关	428
13.3.2 熔断器	434
13.3.3 转换开关	440
13.3.4 自动空气开关	443

13.3.5	按钮开关	454
13.3.6	行程开关	457
13.4	控制电器	461
13.4.1	电流继电器	461
13.4.2	电压继电器	466
13.4.3	中间继电器	470
13.4.4	时间继电器	475
13.4.5	速度继电器	480
13.4.6	热继电器	482
13.4.7	信号继电器	490
13.4.8	固态继电器	490
13.4.9	接触器	495
14	机械设备电气控制电路的维修	507
14.1	机械设备电气控制的基本要求	507
14.1.1	技术要求	507
14.1.2	防护和保护的要求	508
14.1.3	线缆的要求	510
14.1.4	机械传动设备的安全运行条件	512
14.2	机械设备电气故障的检修	515
14.2.1	一般电气故障的检修	515
14.2.2	一般电气断路故障的检测方法	516
14.3	常用机床的电路分析和检修	518
14.3.1	C620-1 型车床的电路分析和检修	518
14.3.1.1	车床的电路分析	519
14.3.1.2	车床的常见故障及检修方法	520
14.3.2	Z3040 型钻床的电路分析和检修	523
14.3.2.1	钻床的电路分析	523
14.3.2.2	钻床的常见故障及检修方法	527
14.3.3	M7130 型平面磨床的电路分析和检修	527
14.3.3.1	平面磨床的电路分析	528
14.3.3.2	平面磨床的常见故障及检修方法	531