

简明电工手册

JIANMING DIANGONG SHOUCHE



福建科学技术出版社

简明电工手册

主 编 刘行川

编写人员 尤 仪 李勇生 许瑞珍 张尔进

福建科学技术出版社

内容简介

本书按最新国家标准,分14章介绍变压器、三相异步电动机、直流电机、小功率电动机、微特电机、低压电器、变频调速器的结构原理、技术参数、运行控制、故障维修,以及电工材料、电子元器件、电子电路、电工仪器仪表、可编程控制器、低压配电、安全用电等方面的知识、技术和资料。

(闽)新登字 03 号

简明电工手册

刘行川 主编

*

福建科学技术出版社出版、发行

(福州东水路76号)

各地新华书店经销

三明地质印刷厂印刷

开本 850×1168 毫米 1/32 39.75 印张 4 插页 1367 千字

2000 年 1 月第 1 版

2000 年 1 月第 1 次印刷

印数:1—5000

ISBN 7-5335-1445-9/TM·15

定价:63.50 元

书中如有印装质量问题,可直接向承印厂调换

前 言

当今,科学昌明,技术进步,电工技术发展非常迅速:电工产品更新换代的周期越来越短,新的电工材料、器件、仪器、设备等层出不穷,新的电工技术标准陆续颁布,尤其是随着我国城乡电网改造的推进和完善,城乡电气化水平将跃上一个新台阶,电工技术与工农兵学商各行各业的关系将更加密切,人们对“电”的需求和依赖的程度将会大大加强。由于用电的普及和电气化程度的提高,人们迫切要求广大城乡尽快建立一支能掌握现代电工技术的基层电工队伍,本书就是为了适应这种形势需求而组织编写的。

本书以简明实用为编写原则,在扼要介绍电工基本概念、公式、单位、符号等基础知识之后,按照新的电工技术标准,着重介绍变压器、三相异步电动机、小功率电动机、微特电机、低压电器、变频调速器等常用电气设备的结构原理、技术参数、运行维护、故障检修,以及电工材料、电子元器件、电子电路、电工仪器仪表、可编程控制器、低压配电、安全用电等方面的知识和技术。我们希冀,本书所提供的标准化、通用化和系列化电工产品技术资料,能给基层电工和电气用户在选择、使用、维修和更换电气产品时提供便利,带来效益。

本书由刘行川任主编,负责全书的统稿工作并撰写了第四、五、九、十二等4章,尤仪撰写第一、二、八、十四等4章,李勇生撰写第三、七、十等3章,许瑞珍撰写第十一、十三等2章,张尔进撰写第六章。此外,蔡声镇、洪国瑛、黄伯超、郑映冰、张晓琦、林秀璿、刘灿、陈茂栋、王毅、陈超英、蔡坚勇、郑志强、陈夏生、詹仁辉、欧琳、

万英、周宝庸、赵大沁、苏珠双、陈远容、林本旺、林追峡、欧仁康、黄金湘、吴子忠、郑玉堂、郑慰尧、原中、刘桂明等人参加了本书的资料收集整理、文稿录入、图稿编绘等工作。

由于电工技术发展极为迅速,电工产品更新换代的步伐非常快,加上编者水平有限,书中或有疏漏舛误,敬请批评指正。

编者

1999 年 7 月

NAU25/00

目 录

第一章 电工基础知识	1
一、电工基本名词	1
二、电工基本公式	4
三、电工符号与计量单位	8
1. 法定电工计量单位	8
2. 常用电气设备文字符号	11
3. 常用电工图形符号	16
第二章 变压器	26
一、变压器原理	26
二、变压器型号	27
三、电力变压器	28
四、特种变压器	45
1. 电弧炉变压器	45
2. 自耦变压器	54
3. 电压互感器	59
4. 电流互感器	63
5. 交流弧焊变压器	67
6. 控制变压器	72
7. 干式变压器	75
8. 霓虹灯变压器	76
五、家用电器变压器	81
1. 家用电器变压器种类	81
2. 电源变压器	82
六、稳压变压器	96
第三章 三相异步电动机	100
一、三相异步电动机结构类型	100

二、三相异步电动机选用	101
三、Y 系列小型三相异步电动机技术数据	104
四、J、JO、J ₂ 、JO ₂ 、JO ₃ 系列三相异步电动机技术数据	118
五、YR、YX、YD 系列三相异步电动机技术数据	133
六、三相异步电动机定子绕组检修	158
1. 拆装	158
2. 故障检查	158
3. 定子绕组基本知识	162
4. 定子绕组检修	166
七、三相异步电动机定子绕组拆换	174
1. 绕组的拆除	175
2. 绕组计算	175
3. 绕组绕制	176
4. 嵌线	180
5. 接线与绕组检验	192
6. 浸漆与烘干	193
八、三相异步电动机转子检修	194
1. 转子拆装	194
2. 转子机械部分检修	195
3. 转子绕组部分检修	197
九、三相异步电动机修后试验	201
第四章 直流电机	205
一、直流电机型号	205
二、直流电机接线图	206
三、Z2 系列直流电机技术数据	208
四、Z4 系列直流电机技术数据	239
五、直流电机检查维护	246
六、直流电机常见故障	248
七、换向器、电刷维修	254
八、电枢绕组维修	260
九、电枢绕组重绕	263

第五章 小功率电动机与微特电机	268
一、小功率电动机	268
1. 小功率异步电动机	269
2. 小功率交流换向器电动机	330
二、微特电机	339
1. 伺服电动机	339
2. 步进电动机	365
三、家用电器电动机	384
1. 电扇电动机	384
2. 压缩机电动机	397
3. 洗衣机电动机	405
4. 吸尘器电动机	411
5. 电吹风电动机	413
6. 剃须刀电动机	415
7. 缝纫机电动机	415
8. 音像设备电动机	419
9. 汽车电动机	422
10. 玩具电动机	424
11. 食物搅碎器电动机	425
第六章 低压电器	426
一、刀开关与组合开关	426
1. 刀开关	426
2. 负荷开关	426
3. 组合开关	429
二、熔断器	431
1. RC1A 插入式熔断器	431
2. RM10 系列无填料封闭管式熔断器	431
3. RT 系列有填料封闭管式熔断器	431
4. RL1 系列螺旋式熔断器	434
5. H-RL3 螺旋式熔断器	434
6. RLS 螺旋式快速熔断器	434
7. NGT 系列半导体器件保护熔断器	434

8. 熔断器的选用	434
三、断路器	437
1. DW10 系列框架式低压断路器	437
2. DWX15 系列框架式限流断路器	437
3. DZ5 系列塑料壳式低压断路器	437
4. DZ9D 系列低压断路器	437
5. DZ10 系列塑料壳式低压断路器	437
6. DZ12-60 型塑料壳式低压断路器	442
7. DZ15L 系列塑料壳式漏电断路器	442
8. DZ20 系列塑料壳式低压断路器	442
9. DZX10D 系列塑料壳式限流断路器	445
10. 其它系列断路器	446
11. DZX19 系列导线保护限流型断路器	448
12. 断路器选用	449
四、接触器	451
1. CJ10 系列交流接触器	451
2. CJ12 系列交流接触器	453
3. CJ20 系列交流接触器	453
4. B 系列交流接触器	453
5. 3TB 系列交流接触器	455
6. CKJ5 系列交流真空接触器	456
7. CJ0 系列直流接触器	456
8. 接触器的选用	456
五、起动器	458
1. QC10 系列磁力起动器	458
2. QC12 系列磁力起动器	461
3. QX3 系列自动星-三角起动器	462
4. QZ73 系列综合起动器	462
5. MC 系列电磁起动器	463
6. DRB、DEB 型电磁起动器	464
7. QJ10 系列起动器	464
六、继电器	465

1. 热继电器	465
2. 电磁式控制继电器	469
3. 电子式时间继电器	473
4. 小型控制继电器	474
5. 保护继电器	475
七、主令电器	481
1. LA 按钮	481
2. 位置开关	483
3. 主令控制器	487
八、电阻器	489
1. 常用金属电阻元件	489
2. 常用变阻器	493
3. 频敏变阻器	499
九、制动器	500
1. TJ2、TZ2 系列制动器	500
2. JCZ 系列制动器	501
3. ZWZ 系列直流电磁铁块式制动器	501
十、电磁铁	501
1. 牵引电磁铁	501
2. 阀用电磁铁	502
3. 制动电磁铁	504
4. 电磁铁常见故障	505
第七章 三相异步电动机运行控制	507
一、三相异步电动机基本控制方式	507
1. 刀开关(或转换开关)起动线路	507
2. 按钮开关单向点动控制线路	507
3. 能自锁单向起动控制线路	507
4. 热过载保护接触器单向起动线路	508
5. 倒顺开关正反转控制线路	508
6. 可逆点动控制线路	509
7. 接触器联锁正反转控制线路	510
8. 多点控制线路	510

9. 点动、起动混合控制正反转控制线路	510
10. 行程开关控制正反转控制线路	511
11. 自动往返控制线路	512
12. 两台电动机联锁控制	513
13. 双速电动机变速控制	514
二、三相笼型电动机全压起动	515
三、三相笼型电动机降压起动	516
1. Y- Δ 起动控制线路	516
2. 串联阻抗降压起动控制线路	518
3. 自耦变压器起动控制线路	518
4. 延边三角形起动控制线路	518
四、三相绕线式异步电动机起动控制	520
五、三相笼型电动机制动	521
1. 反接制动	521
2. 能耗制动	522
3. 机械制动	522
六、常用机械控制线路	524
1. C620-1 普通车床控制线路	524
2. Y3150 滚齿机控制线路	525
3. M7130 卧轴矩台平面磨床控制线路	527
4. M1432A 型万能外圆磨床电气控制线路	527
5. Z37 摇臂钻床控制线路	532
6. X62W 型万能铣床控制线路	535
7. T68 卧式镗床控制线路	540
第八章 低压配电	544
一、变配电基本知识	544
1. 输配电	544
2. 供用电等级、要求和组成	544
二、变配电所	546
三、变配电装置	549
1. 变压器选用	549
2. 电力变压器安装	553

3. 高低压配电设备	555
4. 高压开关柜	561
5. 低压配电屏	564
6. 多米诺组合开关柜	568
7. 低压配电箱	569
四、并联电容器和并联电容补偿器	572
五、低压架空线路	582
1. 低压架空线路结构	582
2. 低压架空线路设计	588
3. 低压架空线路安装	597
六、电力电缆	603
1. 电力电缆结构	603
2. 电力电缆型号	606
3. 电力电缆敷设技术要求	613
4. 电缆头制作	614
5. 直埋电缆进建筑物的做法	615
6. 电力电缆常见故障	622
七、室内配线和照明电路	623
1. 接户线与进户线	623
2. 常用绝缘导线技术数据	625
3. 线路敷设方法	626
4. 照明配电盘和动力配电盘	645
5. 照明电光源	646
6. 开关、插座	656
八、照明线路验收	658
1. 完整性检查	658
2. 安全性检查	659
3. 绝缘性能测试	659
4. 通电检查	659
第九章 电工材料	660
一、电线与电缆	660
1. 裸电线	660

2. 电磁线	694
3. 电气设备用电线电缆	748
二、电阻材料与电热材料	799
1. 电阻丝	799
2. 电热材料	803
三、熔体材料	847
四、电碳制品	849
五、磁性材料	859
1. 软磁性材料	862
2. 硬磁性材料	868
六、绝缘材料	870
1. 绝缘漆	872
2. 层压制品	883
3. 橡胶制品	894
4. 电工塑料	894
5. 薄膜、复合薄膜及粘带	898
6. 绝缘纤维制品	906
7. 云母制品	915
8. 液体电介质	924
9. 防霉剂及溶剂	930
第十章 电工仪器仪表	934
一、电工仪器仪表基础知识	934
1. 电工指示仪表结构原理	934
2. 电工指示仪表准确度等级	939
3. 电工指示仪表标度盘标志	940
4. 电工仪表型号	942
二、开关板式电流表与电压表	942
三、开关板式功率表	949
1. 功率表结构类型	949
2. 功率表选用	951
3. 功率测量	952
四、电能(度)表	954

1. 结构原理	955
2. 型号选择	956
3. 安装接线	957
4. 测量读数	957
五、功率因数表	960
六、频率表	962
七、兆欧表	963
八、钳形表	966
九、电桥	968
1. 单臂电桥	968
2. 双臂电桥	969
十、万用电表	970
十一、电子示波器	980
十二、数字式仪表	987
第十一章 电子元器件及电子电路	989
一、电阻器、电容器和电感器	989
1. 电阻器	989
2. 电容器	993
3. 电感器	999
二、半导体分立器件	1001
1. 半导体二极管	1001
2. 半导体三极管	1006
3. 单结晶体管	1016
4. 场效应管	1020
三、半导体光电器件	1024
1. 发光二极管	1024
2. 发光二极管数字显示器	1026
3. 半导体光敏器件	1027
四、晶闸管	1035
五、模拟集成电路	1044
六、数字集成电路	1061

第十二章 可编程序控制器	1084
一、可编程序控制器硬件	1084
1. CPU	1084
2. 存储器	1084
3. 输入/输出(I/O)模块	1085
4. 编程器	1097
二、可编程序控制器编程语言	1099
1. PLC 程序表达方式	1099
2. PLC 指令系统	1102
三、常用可编程序控制器性能指标	1119
1. 主要技术指标	1119
2. 性能	1119
3. 三菱 PLC 性能	1122
4. 立石 PLC 性能	1135
5. 光洋 PLC 性能	1136
6. 德克萨斯 PLC 性能	1143
7. 金星 PLC 性能	1145
8. 无锡华光 PLC 性能	1148
四、PLC 系统安装和抗干扰	1149
五、可编程序控制器维修	1150
第十三章 变频调速器	1159
一、变频调速器工作原理	1159
1. 主回路	1160
2. 控制电路	1161
3. 保护电路	1164
二、常见变频器规格性能	1165
三、变频调速器选择	1171
1. 不同控制对象的变频器选择	1171
2. 要求响应快、精度高的变频器选择	1172
3. 负负载时变频器选择	1173
4. 变频器容量计算	1174
四、变频器运行方式	1176

五、变频器配套设备及故障处理	1187
1. 变频器配套设备	1187
2. 变频器安装	1189
3. 变频调速系统故障处理	1198
第十四章 安全用电	1208
一、触电及预防	1208
1. 安全电流和安全电压	1208
2. 触电类型	1208
3. 触电伤害	1210
4. 触电预防	1210
5. 特殊用电行业安全用电措施	1211
二、保护接地与保护接零	1213
1. 保护接地应用场合	1213
2. 接地装置	1217
3. 保护接零	1220
4. 工作接地和重复接地	1220
5. 保护方式选用	1220
6. 家用电器插座接法	1221
三、防雷保护	1222
1. 防雷保护措施	1223
2. 建筑物防雷保护	1233
3. 消雷器	1236
四、漏电保护	1237
1. 漏电保护器结构原理	1237
2. 漏电保护器安装	1251
3. 漏电保护器常见故障	1253

第一章 电工基础知识

一、电工基本名词

电量 指物体所带净电荷数量多少,电荷有正、负之分。

电流 在导体内电荷有规则的定向运动叫电流。一般把正电荷移动方向定为电流方向。

电路 由可以使电流在其中通过的器件或媒质构成的组合体。

直流电 电流大小、方向不随时间变化时称为直流电。

交流电 电流大小、方向作周期性变化时称为交变电流。

正弦交流电 按正弦规律随时间变化的交变电流称正弦交流电。

周期 交流量(电流、电压)完成一次完整的重复变化所需时间。

频率 其大小等于周期的倒数。 $(2\pi \times \text{频率})$ 称圆频率(ω)。

瞬时值 交流电(电压、电流等)任一瞬间的量值叫瞬时值。

峰值 指交流电在一周期中出现的最大瞬时值,也称振幅。

交流电有效值 交流电通过电阻性负载时所产生的热量与直流电在相同时间内通过同一负载所产生热量相等,这一直流电的大小称作交流电的有效值。

交流电平均值 指交流电的某种量在一个周期内的平均值。

相位 决定交流量瞬时值的交流发电机线圈位置,也称相位角。交流电的初位相,是由交流发电机开始发电时线圈所处的位置决定,相位角 $=\omega t + \varphi$ 。 ω 为圆频率, φ 为初相位。

相位差 指两个相同频率交流量的初位相角之差。相位角差为 2π 的整数倍称同相,为 π 的奇数倍称反相。

相移 相位差与圆频率 ω 的比值。

电阻 导体阻碍电流通过的性质称电阻。

电导 电阻的倒数称电导。

电阻率 表示导体材料阻碍电流传导的能力。

电压 电场或电路中两点间电位差。

电动势 用来维持电源内部使之正电荷从低电位(负极)移到高电位(正极)的非静电力作用。

电容 表征电容器贮电场能量(电荷)能力的参数。在电路中,电容器能把