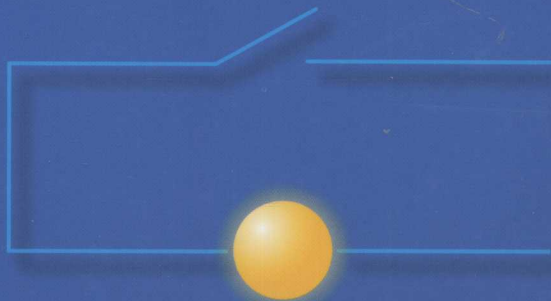


简明实用 电工手册

吴文科 于 静 乔东明 等编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



简明实用电工手册

吴文科 于静 乔东明等编



机械工业出版社

本手册从电工的实际需要出发,按多数读者对资料使用、查找频率的高低,精选了最常用、最关键、最经典的实用资料。内容包括电工基础资料、电子技术、常用电子仪表、常用电工材料、常用低压电器、变压器、低压供配电线路、常用电动机、照明、电气安全等。

本手册是广大城乡电工、工矿企业电工从事电气安装、维护和修理的常备工具书,也可供其他有关电气技术人员使用。

图书在版编目(CIP)数据

简明实用电工手册 / 吴文科等编. —北京:机械工业出版社, 2008.4

ISBN 978-7-111-23811-9

I. 简... II. 吴... III. 电工—技术手册 IV. TM-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 041472 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

责任编辑:牛新国

责任印制:杨曦

三河市国英印务有限公司印刷

2008 年 4 月第 1 版第 1 次印刷

130mm×184mm·19.125 印张·549 千字

0001—4000 册

标准书号:ISBN 978-7-111-23811-9

定价:30.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换
销售服务热线电话:(010) 68326294

购书热线电话:(010) 88379639 88379641 88379643

编辑热线电话:(010) 88379768

封面无防伪标均为盗版

前 言

电工技术发展迅猛, 电工新技术、新产品、新工艺、新方法层出不穷, 对于各行各业的在岗电工, 希望找到最适合自己的电工手册。为此, 我们力求在简明、实用方面创新, 组织编写了这本《简明实用电工手册》。

本手册共 10 章, 内容包括电工基础资料、电子技术、常用电子仪表、常用电工材料、常用低压电器、变压器、低压供配电线路、常用电动机、照明、电气安全等。

本手册具有如下特点:

1. 内容取材新, 精选了最常用、最关键、最经典的实用资料。手册较全面地介绍了电工电子基础知识和电工电子产品、器件、设备的技术性能、工作特性、适用范围、注意事项、常见故障及排除方法等。

2. 编写体例新, 内容全面、覆盖面广, 按照我国维修电工技术等级标准, 内容既包括变电、供电、配电到用电的强电技术, 又包括电子技术、电工仪表等技术内容。

3. 标准规范新, 从量和单位、名词术语、图形符号、文字符号等基础标准到专业标准以及产品标准都采用截至 2008 年 2 月的最新国家标准、行业标准。对重要内容还给出新旧对照。

本手册是广大城乡电工、工矿企业电工从事电气安装、维护和修理时使用的常备工具书, 也可供其他有关电气技术人员使用。

本手册主要由吴文科、于静、乔东明编, 参加编写工作的还有刘玉敏、黄海平、白潮、郭玉兰、赵志强、谢志峰、孙静、薛晓明、宋

俊杰、石小玲、刘立伟、李刚等。

本手册在编写过程中，参阅了大量的资料文献，这里一并感谢，恕不一一列举。由于作者水平有限，手册中的不妥之处在所难免，恳请广大读者批评指正，以便在今后修订再版时进一步完善提高。

编者

目 录

前言

第1章 电工基础资料	1
1.1 电工常用计算公式	1
1.1.1 直流电路常用计算公式	1
1.1.2 交流电路常用计算公式	6
1.2 电气识图	12
1.2.1 电气图用图形符号	12
1.2.2 文字符号	43
1.2.3 电气设备及线路的标注方法及其使用	49
1.3 法定计量单位及单位换算	58
1.3.1 法定计量单位	58
1.3.2 常用计量单位换算	61
1.4 常用工具的正确使用	65
第2章 电子技术	75
2.1 国产半导体器件型号命名方法	75
2.2 晶体二极管	77
2.2.1 晶体二极管的结构、种类和用途	77
2.2.2 晶体二极管的特性和简易测试	80
2.2.3 晶体二极管主要参数说明	82
2.2.4 晶体二极管的选用及使用注意事项	83
2.2.5 稳压二极管	83
2.3 晶体二极管整流电路	85
2.3.1 整流电路的分类和整流器	85
2.3.2 单相整流电路	86
2.3.3 三相整流电路	89

2.3.4	滤波电路	92
2.3.5	稳压二极管直流稳压电路	93
2.4	晶体三极管	94
2.4.1	晶体三极管的结构和原理	94
2.4.2	晶体三极管的特性和工作状态	95
2.4.3	晶体三极管的放大作用和开关作用	98
2.4.4	晶体三极管的简易测试	99
2.4.5	晶体三极管的主要技术参数说明	100
2.4.6	晶体三极管的选用及使用注意事项	101
2.5	晶体管放大器	102
2.5.1	晶体三极管的三种基本放大电路接线方式	102
2.5.2	晶体三极管放大器的工作点和基本偏置电路	103
2.5.3	低频小信号放大器	105
2.5.4	低频功率放大器	106
2.6	常用电阻器、电位器和电容器及其选用	109
2.6.1	电阻器、电位器和电容器的型号	109
2.6.2	电阻器	111
2.6.3	电位器	113
2.6.4	电容器	114
第3章	常用电工仪表	117
3.1	常用电工仪表的基本知识	117
3.1.1	电工仪表的分类	117
3.1.2	电工仪表的准确度等级	117
3.1.3	电工仪表的标度盘符号及其意义	118
3.1.4	常用仪表的结构及工作原理	120
3.1.5	常用电工仪表的使用注意事项	124
3.1.6	仪表的保管及检定周期	124
3.2	电流表和电压表	125
3.2.1	电流表和电压表的用途、分类和工作原理	125
3.2.2	电流的测量	125

3.2.3	电压的测量	127
3.2.4	电流表和电压表的使用注意事项	127
3.3	功率表	128
3.3.1	功率表的用途、分类和工作原理	128
3.3.2	单相电功率的测量	128
3.3.3	三相交流电路有功功率的测量	130
3.3.4	功率表的使用注意事项	131
3.4	万用表	132
3.4.1	万用表的用途、结构和工作原理	132
3.4.2	万用表使用的方法及注意事项	134
3.4.3	万用表常见故障及其处理方法	136
3.5	钳形电流表	137
3.5.1	钳形电流表的结构和原理	137
3.5.2	钳形电流表使用的方法及注意事项	138
3.6	绝缘电阻表	139
3.6.1	绝缘电阻表的结构和工作原理	139
3.6.2	绝缘电阻表的使用方法及注意事项	140
3.6.3	接地电阻测试仪使用的方法及注意事项	143
3.7	电能表	144
3.7.1	电能表的用途、分类及工作原理	144
3.7.2	交流电能的测量	145
3.7.3	电能表的选择及使用注意事项	147
3.8	其他电工常用仪表	148
3.8.1	高压验电器	148
3.8.2	低压验电器	149
第4章	电工材料	150
4.1	绝缘材料	150
4.1.1	概述	150
4.1.2	绝缘漆	153
4.1.3	浸渍绝缘漆布	156

4.1.4	绝缘纸和纸板	157
4.1.5	层压板	157
4.1.6	云母制品	158
4.1.7	薄膜、复合制品	159
4.2	电线、电缆	159
4.2.1	裸电线与裸导体制品	159
4.2.2	电磁线	161
4.2.3	绝缘电线、电缆	166
4.3	其他常用材料	172
4.3.1	润滑脂	172
4.3.2	胶粘剂	172
第5章	常用低压电器	174
5.1	低压电器的分类、用途和型号	174
5.1.1	低压电器的分类及用途	174
5.1.2	低压电器的型号表示方法	175
5.2	刀开关和转换开关	180
5.2.1	HD11~14 和 HS11~13 系列刀开关	180
5.2.2	开启式负荷开关	181
5.2.3	封闭式负荷开关	182
5.2.4	熔断器式刀开关	183
5.2.5	石板刀开关熔断器组	184
5.2.6	组合开关	184
5.2.7	刀开关的安装和维护	185
5.3	低压熔断器	186
5.3.1	RT14、RT18、RT19 系列熔断器	186
5.3.2	RL 型螺旋式熔断器	186
5.3.3	RT0 系列有填料封闭管式熔断器	187
5.3.4	RM 系列无填料密闭管式熔断器	188
5.3.5	家庭照明用瓷闸盒	189
5.3.6	熔断器的安装和维护	190

5.4 断路器	191
5.4.1 万能式低压断路器	191
5.4.2 塑料外壳式低压断路器	193
5.4.3 低压断路器的选用	193
5.4.4 低压断路器的安装、使用和维护	194
5.5 接触器、继电器及按钮	196
5.5.1 接触器	197
5.5.2 中间继电器	201
5.5.3 时间继电器	201
5.5.4 热继电器	201
5.5.5 按钮	205
5.6 起动器	205
5.6.1 电磁起动器	205
5.6.2 星-三角起动器	206
5.6.3 自耦减压起动器	207
第6章 变压器	209
6.1 电力变压器	209
6.1.1 变压器的工作原理	209
6.1.2 变压器的结构、类型和型号	211
6.1.3 变压器的额定值和性能参数	214
6.1.4 电力变压器的选择	219
6.1.5 变压器的检查和测试	221
6.1.6 变压器的安装接线	221
6.1.7 电力变压器的运行和维护	240
6.1.8 变压器常见故障及处理方法	247
6.2 单相变压器	250
6.2.1 小型单相变压器的计算	250
6.2.2 小型变压器参数	251
第7章 低压供电线路	256
7.1 导线的连接	256

7.1.1	导线绝缘层的剥离方法	256
7.1.2	导线的连接方法及工艺	260
7.1.3	线头与接线柱的连接	276
7.1.4	导线的封端	284
7.1.5	导线绝缘层的恢复方法	287
7.1.6	导线连接的总体要求及标准规范	292
7.2	配合土建工程埋设管路及铁件	295
7.2.1	准备工作及注意事项	295
7.2.2	线管加工技术	298
7.2.3	单层变配电间的配合土建	303
7.3	室内布线	333
7.3.1	室内外布线概述	333
7.3.2	管内穿线	338
7.3.3	钢管明设	345
7.3.4	硬塑料管明设	353
7.3.5	槽板的敷设	354
7.3.6	护套线线路的安装	356
7.3.7	瓷件配线	361
7.4	低压架空线路	367
7.4.1	低压架空线路的结构	367
7.4.2	架空线路的运行	372
7.4.3	电气线路故障的处理方法	379
7.5	电缆线路	384
7.5.1	准备工作	384
7.5.2	电缆安装敷设的技术要求	394
7.5.3	地下直埋电缆敷设法	397
7.5.4	电缆沟内敷设法	405
7.5.5	钢索悬吊架空敷设法	409
7.5.6	管内敷设法	412
7.5.7	电缆槽架内敷设法	413

7.5.8 电气竖井内敷设法	416
7.5.9 沿建筑物明设法	418
7.5.10 冬季电缆敷设的技术措施	419
7.5.11 敷设电缆时的安全注意事项	421
7.6 低压配电装置	422
7.6.1 量电及配电箱(盘)	422
7.6.2 低压配电系统异常运行和缺陷的处理方法	427
第8章 常用电动机	429
8.1 三相笼型异步电动机的结构和工作原理	429
8.1.1 三相笼型异步电动机的典型结构	429
8.1.2 三相笼型异步电动机的工作原理	432
8.2 三相异步电动机及控制电器的选择	433
8.2.1 三相异步电动机的型号组成及含义	433
8.2.2 电动机型号的选择	435
8.2.3 电动机电压的选择	438
8.2.4 电动机功率的选择	438
8.2.5 电动机转速的选择	439
8.3 三相笼型异步电动机的起动	439
8.3.1 三相笼型异步电动机起动方式	439
8.3.2 笼型电动机的直接起动	440
8.3.3 笼型电动机的星-三角起动	442
8.3.4 自耦减压起动控制电路	444
8.4 三相异步电动机的控制和保护	444
8.4.1 电动机的常用控制电路	444
8.4.2 电动机的保护电路	447
8.4.3 电动机的控制设备及导线的选择	449
8.5 异步电动机的运行、维护	449
8.5.1 电动机的检查和测试	449
8.5.2 电动机运行时一般故障的处理	465
8.5.3 电动机的运行	468

8.6	直流电动机	476
8.6.1	直流电动机的型号	476
8.6.2	直流电动机的主要结构	477
8.6.3	直流电动机的励磁方式	477
8.7	单相异步电动机	479
8.7.1	单相异步电动机的型号	479
8.7.2	单相异步电动机的结构特点和用途	480
第9章	照明	484
9.1	常用电光源	484
9.1.1	白炽灯	484
9.1.2	荧光灯	485
9.1.3	节能型荧光灯	486
9.1.4	荧光高压汞灯	489
9.1.5	高压钠灯	490
9.1.6	卤钨灯	491
9.2	电气装置件	492
9.2.1	开关	492
9.2.2	灯座	492
9.2.3	插头与插座	493
9.2.4	线盒及其他器件	493
9.3	普通电灯的安装	494
9.3.1	白炽灯的安装	494
9.3.2	荧光灯的安装	498
9.4	照明装置故障的处理方法	500
9.4.1	照明装置故障处理要点	500
9.4.2	照明电路的检查和测试	501
9.4.3	送电及试灯	502
9.4.4	照明线路故障的处理	503
9.4.5	照明灯具故障处理方法	506
第10章	电气安全	512

10.1 概述	512
10.1.1 触电形式	512
10.1.2 触电危害	513
10.2 电工安全技术	514
10.2.1 电工素质要求	514
10.2.2 电工安全操作规程	515
10.3 常用电工安全用具及器械的使用	518
10.3.1 绝缘拉杆的结构及使用方法	518
10.3.2 绝缘钳的结构及使用方法	520
10.3.3 辅助安全用具的使用及注意事项	520
10.3.4 临时接地线及其使用方法	521
10.3.5 临时遮栏及其使用方法	523
10.3.6 绝缘隔板及其使用方法	524
10.3.7 围栏绳的设置及注意事项	524
10.3.8 标志牌及其使用	525
10.3.9 防止烧伤器具的正确使用	526
10.3.10 梯子、高凳及升降车的使用方法	526
10.3.11 脚扣及安全带的使用方法	527
10.3.12 电工安全用具的保管	528
10.4 电工安全注意事项	531
10.5 安全距离	546
10.6 接地接零	560
10.6.1 接地系统	560
10.6.2 接地技术	563
10.6.3 保护接零及其要求	577
10.6.4 三相五线制及其设置	579
10.7 防雷保护	582
10.7.1 雷电的种类和危害	582
10.7.2 防雷措施和防雷装置组成	583
10.7.3 人身防护	585

10.8 触电急救	585
10.8.1 迅速脱离电源	585
10.8.2 就地急救	586
10.8.3 急送医院	589
附录 中华人民共和国维修电工技术等级标准	590
参考文献	598

第 1 章 电工基础资料

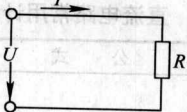
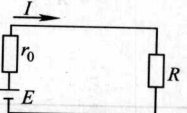
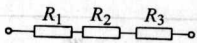
1.1 电工常用计算公式

1.1.1 直流电路常用计算公式 (见表 1-1)

表 1-1 直流电路常用计算公式

名称	定 义	公 式	备 注
电阻	导体能够导电,但同时 ⁽¹⁾ 对电流又有阻力作用。这种阻碍电流通过的阻力称为电阻,用英文字母 R 或 r 表示	$R = \rho \frac{l}{A}$	l —导体的长度,单位为米 (m) A —导体的截面积,单位为平方米 (m^2) ρ —导体的电阻率,单位为欧·米 ($\Omega \cdot \text{m}$) R —导体的电阻,单位为欧姆,简称欧 (Ω)
电导	表征物体传导电流的能力称为电导。电导是电阻的倒数,用英文字母 G 表示	$G = \frac{1}{R}$	R —电阻,单位为欧 (Ω) G —电导,单位为西门子,简称西 (S)
电流	导体内的自由电子或离子在电场力的作用下有规律的流动称为电流。人们规定正电荷移动的方向为电流的正方向。电流用英文字母 I 表示	$I = \frac{Q}{t}$	Q —电量,单位为库仑,简称库 (C) t —时间,单位为秒 (s) I —电流,单位为安培,简称安 (A)
电压	在静电场或电路中,单位正电荷在电场力作用下从一	$U = \frac{W}{Q}$	W —电能,单位为焦耳,简称焦 (J)

(续)

名称	定义	公式	备注
电压	点移到另一点电场力所做的功称为两点间的电压。电压用英文字母 U 表示。电压的正方向是从高电位到低电位	$U = \frac{W}{Q}$	Q —电量, 单位为库 (C) U —电压, 单位为伏特, 简称伏 (V)
部分电路的欧姆定律	在一段不含电动势只有电阻的电路中, 流过电阻的电流大小与加在电阻两端的电压成正比, 而与电路中的电阻成反比	$I = \frac{U}{R}$ 	U —电压, 单位为伏 (V) R —电阻, 单位为欧 (Ω) I —电流, 单位为安 (A)
全电路的欧姆定律	在只有一个电源的无分支闭合电路中, 电流与电源电动势成正比, 与电路的总电阻成反比	$I = \frac{E}{R + r_0}$ 	E —电源电动势, 单位为伏 (V) R —负载电阻, 单位为欧 (Ω) r_0 —电源的内电阻, 单位为欧 (Ω) I —电路中电流, 单位为安 (A)
电功率	一个用电设备在单位时间内所消耗的电能称为电功率, 用英文字母 P 表示	$P = \frac{W}{t} = IU$ $= I^2 R = \frac{U^2}{R}$	W —电能, 单位为焦 (J) t —时间, 单位为秒 (s) I —电路中的电流, 单位为安 (A) R —电路中的电阻, 单位为欧 (Ω) U —电路两端的电压, 单位为伏 (V) P —电路的电功率, 单位为瓦特, 简称瓦 (W)
电阻串联		 $R = R_1 + R_2 + R_3$	R —总电阻, 单位为欧 (Ω) R_1 、 R_2 、 R_3 —分电阻, 单位为欧 (Ω)