

# 新 简明电工手册

曾凡奎 主编

宋占杰 乔东明 副主编



机械工业出版社  
CHINA MACHINE PRESS



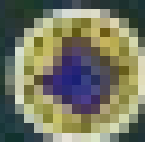
# 新 简明电工手册

第四版 张瑜

张瑜编 张瑜等 编分册



机械工业出版社  
CHINA MACHINE PRESS



# 新简明电工手册

曾凡奎 主编

宋占杰 乔东明 副主编



机械工业出版社

本手册共 12 章, 包括电工基础资料、电子技术基础、常用电工仪表、常用电工材料、常用低压电器、变压器、低压供配电线路、常用电源、常用电动机、照明、常用生产设备的电气控制及维修、电气安全等。

本手册编排合理、信息量大、简明实用、分类规范、图文并茂、便于查阅、便于理解。

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

### 图书在版编目 (CIP) 数据

新简明电工手册 / 曾凡奎主编. —北京: 机械工业出版社, 2005.1  
ISBN 7-111-15640-4

I. 新... II. 曾... III. 电工—技术手册  
IV. TM-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 119838 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: 石 冉

三河市宏达印刷有限公司印刷·新华书店北京发行所发行

2005 年 1 月第 1 版第 1 次印刷

787mm × 1092mm 1/32 · 32 印张 · 2 插页 · 920 千字

0001—5000 册

定价: 49.80 元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换

本书购书热线电话 (010) 68993821、88379646

封面无防伪标均为盗版

# 前 言

时代在进步，社会在发展。一方面，随着我国经济的发展，电的应用非常广泛，电工队伍迅速壮大，对于新走上工作岗位的电工，需要全面学习和掌握电工基础知识、基本技能、实用技巧，以适应新的职业要求；另一方面，随着科学技术的发展，电工新技术、新设备、新材料、新工艺、新方法层出不穷，对于具有一定工作经验的在岗电工，需要不断进行知识更新，以迎接新的职业挑战。为此，我们组织编写了全新的、既全面、又简明的实用性电工手册《新简明电工手册》。

本手册共 12 章，包括电工基础资料、电子技术基础、常用电工仪表、常用电工材料、常用低压电器、变压器、低压供配电线路、常用电源、常用电动机、照明、常用生产设备的电气控制及维修、电气安全等。

本手册具有如下特点：

1. 内容取材新，资料性、知识性兼备。手册系统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，强电技术、弱电技术融合。内容包括变电、供电、配电到用电的强电技术，又包括电子技术、电工仪表、电力电子技术等弱电技术。

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

2004年6月的最新国家标准、行业标准。对重要内容还给出新旧对照。

4. 数据、概念准确。数据取材于各类标准规范以及主要生产厂的产品资料，概念参考权威的著作或工具书。

5. 编排合理、信息量大、简明实用、分类规范、图文并茂、便于查阅、便于理解。

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

本手册由北京城建集团曾凡奎主编，宋占杰、乔东明副主编，参加编写工作的还有刘玉敏、黄海平、乔志才、李刚、郭玉兰、赵刚、周红志、赵永强、谷翔、杨佳才、刘云辉、张洲、张丽艳、朱玲、李广华、王桂春、杨静、史晓君、张玉、邹郢、刘爱京、杨玉萍、张秀珍、谢志军、刘俊杰、张德芳、刘丽萍、刘立伟、于波等。

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 电工基础知识	1
1.1.1 电的基本知识	1
1.1.2 直流电路	3
1.1.3 电与磁	5
1.1.4 交流电路	8
1.2 电工常用计算公式	17
1.2.1 直流电路常用计算公式	17
1.2.2 交流电路常用计算公式	22
1.3 电气识图	28
1.3.1 电气图用图形符号	28
1.3.2 文字符号	59
1.3.3 电气设备及线路的标注方法及其使用	65
1.3.4 读图程序、步骤、方法及注意事项	74
1.4 法定计量单位及单位换算	80
1.4.1 法定计量单位	80
1.4.2 常用计量单位换算	83
1.5 常用工具的使用方法	87
第2章 电子技术基础	112
2.1 半导体器件基础知识	112
2.1.1 半导体及其特性	112
2.1.2 PN结	113
2.1.3 国产半导体器件型号命名方法	114
2.2 晶体二极管	116

2.2.1	晶体二极管的结构、种类和用途	116
2.2.2	晶体二极管的特性和简易测试	119
2.2.3	晶体二极管的主要技术数据	121
2.2.4	晶体二极管的选用及使用注意事项	129
2.2.5	稳压二极管	130
2.3	晶体二极管整流电路	136
2.3.1	整流电路的分类和整流器	136
2.3.2	单相整流电路	137
2.3.3	三相整流电路	140
2.3.4	滤波电路	143
2.3.5	稳压二极管直流稳压电路	144
2.4	晶体三极管	145
2.4.1	晶体三极管的结构和原理	145
2.4.2	晶体三极管的特性和工作状态	146
2.4.3	晶体三极管的放大作用和开关作用	149
2.4.4	晶体三极管的简易测试	150
2.4.5	晶体三极管的主要技术数据	151
2.4.6	晶体三极管的选用及使用注意事项	169
2.5	晶体管放大器	170
2.5.1	晶体三极管的三种基本放大电路接线方式	170
2.5.2	晶体三极管放大器的工作点和基本偏置电路	171
2.5.3	低频小信号放大器	173
2.5.4	低频功率放大器	174
2.6	晶体管开关电路(数字电路)	177
2.6.1	倒相器(反相器)	177
2.6.2	双稳态触发器	178
2.6.3	单稳态触发器	180
2.6.4	多谐振荡器	181
2.6.5	晶体管门电路	182
2.6.6	晶闸管整流电路中的触发电路	185



---

2.7 常用电阻器、电位器和电容器及其选用	187
2.7.1 电阻器、电位器和电容器的型号	187
3.7.2 电阻器	189
2.7.3 电位器	191
2.7.4 电容器	192
2.8 晶闸管及其整流电路	197
2.8.1 普通型晶闸管	197
2.8.2 双向晶闸管	199
2.8.3 快速晶闸管	200
2.8.4 晶闸管整流电路	202
<b>第3章 常用电工仪表</b>	<b>203</b>
3.1 常用电工仪表的基本知识	203
3.1.1 电工仪表的分类	203
3.1.2 电工仪表的准确度等级	203
3.1.3 电工仪表的表面符号及其意义	204
3.1.4 常用仪表的结构及工作原理	206
3.1.5 常用电工仪表的使用注意事项	210
3.1.6 仪表的保管及检定周期	210
3.2 电流表和电压表	211
3.2.1 电流表和电压表的用途、分类和工作原理	211
3.2.2 常用电流表、电压表的主要技术数据	211
3.2.3 电流的测量	213
3.2.4 电压的测量	215
3.2.5 电流表和电压表的使用注意事项	215
3.3 功率表	216
3.3.1 功率表的用途、分类和工作原理	216
3.3.2 功率表的主要技术数据	216
3.3.3 单相电功率的测量	218
3.3.4 三相交流电路有功功率的测量	220
3.3.5 功率表的使用注意事项	221

3.4 万用表	222
3.4.1 万用表的用途、结构和工作原理	222
3.4.2 常用万用表的主要技术数据	224
3.4.3 万用表的使用方法及注意事项	232
3.4.4 万用表常见故障及处理方法	233
3.5 钳形电流表	235
3.5.1 钳形电流表的结构和原理	235
3.5.2 钳形电流表的主要技术数据	236
3.5.3 钳形电流表的使用方法及注意事项	237
3.6 兆欧表	238
3.6.1 兆欧表的结构和工作原理	238
3.6.2 兆欧表的主要技术数据	239
3.6.3 兆欧表的使用方法及注意事项	240
3.6.4 接地电阻测试仪的使用方法及注意事项	243
3.7 电能表	244
3.7.1 电能表的用途、分类及工作原理	244
3.7.2 电能表的主要技术数据	245
3.7.3 交流电能的测量	248
3.7.4 电能表的选择及使用注意事项	250
3.8 其他电工常用仪表	251
3.8.1 高压验电器	251
3.8.2 低压验电器	252
3.8.3 半导体点式温度计	252
3.8.4 新型绝缘检测装置	253
3.8.5 简易式绝缘检测仪	253
3.8.6 钳形漏电流表	253
第4章 电工材料	254
4.1 绝缘材料	254
4.1.1 概述	254
4.1.2 绝缘漆	257

4.1.3	浸渍绝缘漆布	260
4.1.4	绝缘纸和纸板	261
4.1.5	层压板	261
4.1.6	云母制品	262
4.1.7	薄膜、复合制品	263
4.1.8	低压绝缘子	263
4.2	电线、电缆	268
4.2.1	裸电线与裸导体制品	268
4.2.2	电磁线	277
4.2.3	绝缘电线、电缆	285
4.3	磁性材料	296
4.3.1	电工纯铁	296
4.3.2	硅钢片	298
4.4	其他常用材料	303
4.4.1	润滑脂	303
4.4.2	胶粘剂	304
4.4.3	滚动轴承	304
第5章	常用低压电器	308
5.1	低压电器的分类、用途和型号	308
5.1.1	低压电器的分类及用途	308
5.1.2	低压电器的型号表示方法	309
5.2	刀开关和转换开关	313
5.2.1	HD11~14 和 HS11~13 系列刀开关	313
5.2.2	开启式负荷开关(胶盖瓷底刀开关)	315
5.2.3	封闭式负荷开关(铁壳开关)	317
5.2.4	熔断器式刀开关	319
5.2.5	石板刀闸	320
5.2.6	转换开关(组合开关)	320
5.2.7	刀开关的安装和维护	322
5.3	低压熔断器及熔丝	323

5.3.1	RT14、RT18、RT19 系列熔断器	323
5.3.2	RL 型螺旋式熔断器	325
5.3.3	RT0 系列有填料封闭管式熔断器	326
5.3.4	RM 系列无填料封闭管式熔断器	328
5.3.5	家庭照明用瓷闸盒	328
5.3.6	常用低压熔丝	330
5.3.7	熔断器的安装和维护	331
5.4	断路器	332
5.4.1	框架式低压断路器	333
5.4.2	塑料外壳式低压断路器	335
5.4.3	低压断路器的选用	335
5.4.4	低压断路器的安装、使用和维护	341
5.5	接触器、继电器及按钮	343
5.5.1	接触器	344
5.5.2	中间继电器	348
5.5.3	时间继电器	349
5.5.4	热继电器	350
5.5.5	按钮	356
5.6	起动器	360
5.6.1	电磁起动器	360
5.6.2	农用起动器与按钮起动器	365
5.6.3	星-三角起动器	367
5.6.4	自耦减压起动器	371
第 6 章	变压器	376
6.1	电力变压器	376
6.1.1	变压器的工作原理	376
6.1.2	变压器的结构、类型和型号	378
6.1.3	变压器的额定值和性能参数	381
6.1.4	常用电力变压器主要技术数据	385
6.1.5	电力变压器的选择	403

---

6.1.6	变压器的检查和测试	405
6.1.7	变压器的安装接线	405
6.1.8	电力变压器的运行和维护	424
6.1.9	变压器常见故障及处理方法	431
6.2	单相变压器	434
6.2.1	小型单相变压器的计算	434
6.2.2	小型变压器参数	435
6.2.3	控制及照明用小型变压器技术数据	439
第7章	低压供电线路	454
7.1	导线的连接	454
7.1.1	导线绝缘层的剥离方法	454
7.1.2	导线的连接方法及工艺	459
7.1.3	线头与接线柱的连接	475
7.1.4	导线的封端	483
7.1.5	导线绝缘层的恢复方法	486
7.1.6	导线连接的总体要求及标准规范	491
7.2	配合土建工程埋设管路及铁件	494
7.2.1	准备工作及注意事项	494
7.2.2	线管加工技术	497
7.2.3	单层变配电间的配合土建	502
7.3	室内布线	532
7.3.1	室内外布线概述	532
7.3.2	管内穿线	537
7.3.3	钢管明设	544
7.3.4	硬塑料管明设	552
7.3.5	槽板的敷设	553
7.3.6	护套线路的安装	555
7.3.7	瓷件配线	560
7.3.8	钢索及钢索吊灯的安装	568
7.4	低压架空线路	570

7.4.1	低压架空线路的结构	570
7.4.2	低压架空配电线路的安装	576
7.4.3	架空线路的运行	623
7.4.4	电气线路故障的处理方法	630
7.5	电缆线路	635
7.5.1	准备工作	635
7.5.2	电缆安装敷设的技术要求	645
7.5.3	地下直埋电缆敷设法	649
7.5.4	电缆沟内敷设法	657
7.5.5	钢索悬吊架空敷设法	661
7.5.6	管内敷设法	664
7.5.7	电缆槽架内敷设法	665
7.5.8	电气竖井内敷设法	667
7.5.9	沿建筑物明设法	668
7.5.10	冬季电缆敷设的技术措施	671
7.5.11	敷设电缆的安全注意事项	673
7.6	低压配电装置	674
7.6.1	量电及配电箱(盘)	674
7.6.2	低压配电系统异常运行和缺陷的处理方法	679
<b>第8章</b>	<b>常用电源</b>	<b>681</b>
8.1	蓄电池	681
8.1.1	铅蓄电池	681
8.1.2	碱性蓄电池	682
8.1.3	蓄电池的正确使用	682
8.1.4	蓄电池的常见故障及处理方法	691
8.2	小型移动式交流电源	694
8.2.1	小型移动式交流电源的组成	694
8.2.2	小型汽油发电机组	694
8.3	柴油发电机组	695
8.4	简易柴油发电机组	701

8.5 小型移动式交流电源的运行和维护 .....	703
8.6 小型移动式交流电源的常见故障及处理方法 .....	706
<b>第9章 常用电动机 .....</b>	<b>709</b>
9.1 三相笼型异步电动机的结构和工作原理 .....	709
9.1.1 三相笼型异步电动机的典型结构 .....	709
9.1.2 三相笼型异步电动机的工作原理 .....	712
9.2 三相异步电动机的型号和技术数据 .....	713
9.2.1 三相异步电动机的型号组成及含义 .....	713
9.2.2 常用三相异步电动机技术数据 .....	715
9.3 三相异步电动机的选择 .....	744
9.3.1 电动机型号的选择 .....	744
9.3.2 电动机电压的选择 .....	747
9.3.3 电动机容量的选择 .....	747
9.3.4 电动机转速的选择 .....	748
9.4 笼型三相异步电动机的起动 .....	748
9.4.1 笼型三相异步电动机起动方式 .....	748
9.4.2 笼型电动机的直接起动 .....	749
9.4.3 笼型电动机的星-三角起动 .....	751
9.4.4 自耦变压器减压起动控制电路 .....	753
9.5 三相异步电动机的控制和保护 .....	753
9.5.1 电动机的常用控制电路 .....	753
9.5.2 电动机的保护电路 .....	756
9.5.3 电动机的控制设备及导线的选择 .....	758
9.5.4 电动机控制电路典型应用实例 .....	758
9.6 异步电动机的运行、维护及修理 .....	767
9.6.1 电动机的检查和测试 .....	767
9.6.2 电动机运行时一般故障的处理 .....	780
9.6.3 电动机的运行 .....	783
9.6.4 小型电动机的修理 .....	791
9.7 直流电动机 .....	801

9.7.1 直流电动机的型号	801
9.7.2 直流电动机的主要结构	802
9.7.3 直流电动机的励磁方式	802
9.7.4 Z2 系列直流电动机及其技术数据	804
9.7.5 Z4 系列直流电动机及其技术数据	807
9.8 单相异步电动机	816
9.8.1 单相异步电动机的型号	816
9.8.2 单相异步电动机的结构特点和用途	817
9.8.3 常用单相异步电动机技术数据	817
<b>第 10 章 照明</b>	<b>828</b>
10.1 常用电光源	828
10.1.1 白炽灯	828
10.1.2 荧光灯	830
10.1.3 节能型荧光灯	834
10.1.4 荧光高压汞灯	837
10.1.5 高压钠灯	839
10.1.6 卤钨灯	840
10.2 电气装置件	842
10.2.1 开关	842
10.2.2 灯座	845
10.2.3 插头与插座	848
10.2.4 线盒及其他器件	855
10.3 普通电灯的安装	856
10.3.1 白炽灯的安装	856
10.3.2 荧光灯的安装	860
10.4 照明装置故障的处理方法	862
10.4.1 照明装置故障处理要点	862
10.4.2 照明电路的检查和测试	863
10.4.3 送电及试灯	864
10.4.4 照明线路故障的处理	865



10.4.5 照明灯具故障处理方法	868
<b>第 11 章 常用生产设备的电气控制及维修</b>	<b>874</b>
11.1 电焊机	874
11.1.1 手工电弧焊机的型号命名方法及选择	874
11.1.2 弧焊变压器	877
11.1.3 直流弧焊发电机	891
11.1.4 弧焊整流器	900
11.1.5 电焊机的主要安全条款	905
11.2 电动工具	908
11.2.1 电动工具的分类与型号	908
11.2.2 电钻	912
11.2.3 冲击电钻	922
11.2.4 电动工具的安全使用	926
<b>第 12 章 电气安全</b>	<b>930</b>
12.1 概述	930
12.1.1 触电形式	930
12.1.2 触电危害	931
12.2 电工安全技术	932
12.2.1 电工素质要求	932
12.2.2 电工安全操作规程	933
12.3 常用电工安全用具及器械的使用	936
12.3.1 绝缘拉杆的结构及使用方法	936
12.3.2 绝缘钳的结构及使用方法	938
12.3.3 辅助安全用具的使用及注意事项	938
12.3.4 临时接地线及其使用方法	939
12.3.5 临时遮栏及其使用方法	941
12.3.6 绝缘隔板及其使用方法	942
12.3.7 围栏绳的设置及注意事项	942
12.3.8 标志牌及其使用	943
12.3.9 防止烧伤器具的正确使用	944