

孙克军 主编 杨征 马丽 副主编

JIANMING DIANGONG SHOUCHE

# 简明电工手册



孙克军 主编 杨征 马丽 副主编

JIANMING DIANGONG SHOUCHE

# 简明电工手册



化学工业出版社

·北京·

### 图书在版编目 (CIP) 数据

简明电工手册/孙克军主编. —北京: 化学工业出版社, 2011.9

ISBN 978-7-122-11972-8

I. 简… II. 孙… III. 电工-技术手册 IV. TM-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 151646 号

---

责任编辑: 卢小林

文字编辑: 项 激

责任校对: 周梦华

装帧设计: 张 辉

---

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 装: 北京白帆印务有限公司

850mm×1168mm 1/32 印张 13 $\frac{3}{4}$  字数 366 千字

2012 年 1 月北京第 1 版第 1 次印刷

---

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

---

定 价: 38.00 元

版权所有 违者必究

# 《简明电工手册》 编写人员

主 编 孙克军

副 主 编 杨 征 马 丽

参编人员 孙丽君 王 鹏 郭英军  
王 慧 闫和平 刘 浩  
王晓晨 赵小鹏 严晓斌

# 前言

随着国民经济的迅速发展，用电设备不断增加，工矿企业和农村电工的队伍也日益壮大。为了满足广大电工及电气工程技术人员的工作需要，我们编写了这本《简明电工手册》。

本手册是根据广大电工及电气工程技术人员实际需要而编写的，内容包括电工基础知识、电工材料、电工仪表、常用低压电器、交流电动机、直流电机、控制电机、变压器、交流电力拖动、常用小型发电设备、低压供配电线路、室内配电线路与电气照明、电力电子技术、可编程控制器、变频器、电动机软启动器、不间断供电电源、安全用电等。在编写过程中，本着从广大电工的实际需要出发，在内容上力求简明实用、通俗易懂，重点介绍了常用电气设备的基本结构、工作原理、安装和使用维修、常见故障及其排除方法等基本知识和技术数据。在表达方式上，尽可能采用插图立体化、数据表格化，以便于读者理解和查找有关内容。同时，还注意到内容的先进性，手册中介绍的电工产品主要是经过国家有关部门鉴定的新产品，但考虑到维修工作的需要，手册中还介绍了目前仍在使用的部分老型号产品。

本手册由孙克军主编，杨征为副主编，第1、2章由杨征编写，第3、18章由孙丽君编写，第4章由闫和平编写，第5、6章由马丽编写，第7、8章由孙克军编写，第9章由王鹏编写，第10、11章由王晓晨编写，第12章由刘浩编写，第13章由郭英军编写，第14章由王慧编写，第15章由赵小鹏编写。第16、17章由严晓斌编写。编者对关心本手册出版、热心提出建议和提供资料的单位和个人在此一并表示衷心感谢。

由于编者水平所限，手册中难免会有不妥之处，欢迎广大读者批评指正。

编者

# 目 录

<b>第 1 章 电工基础知识</b> .....	1
1.1 电工常用计算公式及基本定律 .....	1
1.1.1 直流电路常用计算公式 .....	1
1.1.2 电磁感应定律 .....	5
1.1.3 交流电路常用计算公式 .....	7
1.2 电工常用法定计量单位 .....	12
1.3 电气设备常用文字符号 .....	17
1.3.1 电气设备常用基本文字符号 .....	17
1.3.2 电气设备常用辅助文字符号 .....	17
1.4 常用电气图形符号 .....	18
<b>第 2 章 电工材料</b> .....	23
2.1 导电材料 .....	23
2.1.1 绝缘电线 .....	23
2.1.2 电磁线 .....	23
2.1.3 电缆 .....	28
2.2 绝缘材料 .....	28
2.2.1 绝缘材料的耐热等级 .....	29
2.2.2 绝缘漆 .....	29
2.2.3 绝缘浸渍纤维制品 .....	29
2.2.4 电工用薄膜、粘带及复合材料 .....	31
2.2.5 层压制品 .....	32
<b>第 3 章 电工仪表</b> .....	34
3.1 电工仪表的类型和准确度等级 .....	34
3.1.1 电工仪表的分类 .....	34
3.1.2 电工仪表的准确度等级 .....	35

3.1.3	电工仪表的面板符号 .....	35
3.2	电流表与电压表 .....	37
3.2.1	电流表和电压表的选择 .....	37
3.2.2	电流和电压的测量方法 .....	38
3.2.3	电流表和电压表使用注意事项 .....	39
3.3	万用表 .....	40
3.3.1	万用表的分类 .....	40
3.3.2	万用表的选择 .....	42
3.3.3	万用表的使用方法 .....	43
3.3.4	万用表使用注意事项 .....	44
3.3.5	数字万用表的特点 .....	45
3.3.6	数字万用表使用注意事项 .....	45
3.4	钳形电流表 .....	49
3.4.1	钳形电流表的分类 .....	49
3.4.2	钳形电流表的结构及工作原理 .....	49
3.4.3	钳形电流表使用注意事项 .....	51
3.4.4	数字式钳形电流表特点及使用注意事项 .....	52
3.5	绝缘电阻表 .....	53
3.5.1	绝缘电阻表的选择 .....	53
3.5.2	绝缘电阻表的使用方法 .....	54
3.5.3	绝缘电阻表使用注意事项 .....	55
3.5.4	数字绝缘电阻测量仪的特点 .....	55
3.5.5	数字绝缘电阻测量仪的使用方法 .....	56
3.5.6	数字绝缘电阻测量仪使用注意事项 .....	57
3.6	电能表 .....	58
3.6.1	电能表的分类 .....	58
3.6.2	电能表铭牌标志的含义 .....	59
3.6.3	电能表的选用方法 .....	59
3.6.4	电能表示值的读取 .....	61
3.6.5	电能表的使用注意事项 .....	62
<b>第4章</b>	<b>常用低压电器 .....</b>	<b>63</b>

4.1	低压电器的分类 .....	63
4.2	刀开关、隔离器及熔断器组合电器 .....	64
4.2.1	刀开关和隔离器 .....	64
4.2.2	开启式负荷开关 .....	66
4.2.3	封闭式负荷开关 .....	66
4.2.4	刀开关、隔离开关及熔断器组合电器的选择 .....	68
4.2.5	刀开关、隔离开关及熔断器组合电器的安装 .....	69
4.2.6	刀开关、隔离开关及熔断器组合电器的使用和 维护 .....	69
4.2.7	刀开关、隔离开关及熔断器组合电器的常见 故障及其排除方法 .....	70
4.3	熔断器 .....	71
4.3.1	瓷插式熔断器 .....	71
4.3.2	螺旋式熔断器 .....	72
4.3.3	无填料密闭管式熔断器 .....	73
4.3.4	有填料封闭管式熔断器 .....	74
4.3.5	熔断器的选择 .....	75
4.3.6	熔断器的安装 .....	77
4.3.7	熔断器的使用与维护 .....	77
4.3.8	熔断器的常见故障及其排除方法 .....	78
4.4	断路器 .....	79
4.4.1	万能式断路器 .....	80
4.4.2	塑料外壳式断路器 .....	80
4.4.3	断路器选用的一般原则 .....	81
4.4.4	断路器的安装 .....	82
4.4.5	断路器的使用与维护 .....	83
4.4.6	断路器的常见故障及其排除方法 .....	84
4.5	交流接触器 .....	85
4.5.1	交流接触器的结构 .....	86
4.5.2	交流接触器的技术数据 .....	86
4.5.3	交流接触器的选择 .....	87



4.5.4	交流接触器的安装	88
4.5.5	接触器的使用与维护	89
4.5.6	接触器的常见故障及其排除方法	89
4.6	中间继电器	92
4.6.1	中间继电器的结构	92
4.6.2	中间继电器的技术数据	92
4.6.3	中间继电器的选择	92
4.6.4	中间继电器的使用与维护	93
4.7	时间继电器	93
4.7.1	时间继电器的分类	93
4.7.2	时间继电器的结构	95
4.7.3	时间继电器的技术数据	96
4.7.4	时间继电器的选择	96
4.7.5	时间继电器的常见故障及其排除方法	97
4.8	热继电器	97
4.8.1	热继电器的分类	97
4.8.2	热继电器的结构	98
4.8.3	热继电器的选择	99
4.8.4	热继电器的安装与使用	99
4.8.5	热继电器的维护	100
4.8.6	热继电器的常见故障及其排除方法	101
4.9	控制按钮	101
4.9.1	控制按钮的分类	101
4.9.2	控制按钮的结构	102
4.9.3	控制按钮的技术数据	103
4.9.4	控制按钮的选择	103
4.9.5	控制按钮的使用与维护	103
4.9.6	控制按钮的常见故障及其排除方法	104
<b>第5章</b>	<b>交流电动机</b>	<b>105</b>
5.1	交流电动机的分类	105
5.2	三相异步电动机	105

5.2.1	三相异步电动机的分类	106
5.2.2	三相异步电动机的基本结构	107
5.2.3	三相异步电动机的接法	108
5.2.4	三相异步电动机的技术数据	109
5.3	单相异步电动机	114
5.3.1	单相异步电动机的分类	114
5.3.2	单相异步电动机的基本结构	114
5.4	异步电动机的选择	117
5.4.1	电动机种类的选择	117
5.4.2	电动机外壳防护等级的选择	118
5.4.3	电动机额定功率的选择	119
5.4.4	电动机电源的选择	120
5.4.5	电动机转速的选择	120
5.5	电动机的安装	121
5.5.1	安装地点的选择	121
5.5.2	电动机机座的安装	121
5.5.3	电动机的校正	122
5.6	异步电动机的运行与维护	124
5.6.1	电动机启动前的准备与检查	124
5.6.2	电动机启动时的注意事项	125
5.6.3	电动机运行中的监视与维护	125
5.7	异步电动机的常见故障及其排除方法	127
5.7.1	三相异步电动机的常见故障及其排除方法	127
5.7.2	单相异步电动机的常见故障及其排除方法	130
5.8	单相串励电动机	131
5.8.1	单相串励电动机的结构	132
5.8.2	单相串励电动机的使用与维护	133
5.8.3	单相串励电动机的常见故障及其排除方法	134
5.9	常用电动工具	136
5.9.1	电钻	136
5.9.2	冲击电钻	141

5.9.3 电锤 .....	144
<b>第6章 直流电机</b> .....	147
6.1 直流电动机 .....	147
6.1.1 直流电机的分类 .....	147
6.1.2 直流电机的基本结构 .....	148
6.1.3 直流电动机的型号 .....	149
6.1.4 直流电动机的技术数据 .....	150
6.1.5 直流电动机的选择 .....	155
6.1.6 直流电动机的使用与维护 .....	156
6.1.7 直流电动机的常见故障及其排除方法 .....	158
6.2 直流弧焊发电机 .....	160
6.2.1 手工电弧焊机的型号 .....	161
6.2.2 直流弧焊发电机的结构 .....	162
6.2.3 直流弧焊发电机的技术数据 .....	162
6.2.4 直流弧焊发电机的使用与维护 .....	163
6.2.5 直流弧焊发电机的常见故障及其排除方法 .....	164
<b>第7章 控制电机</b> .....	167
7.1 控制电机的分类 .....	167
7.2 直流伺服电动机 .....	168
7.2.1 直流伺服电动机的用途与特点 .....	168
7.2.2 直流伺服电动机的分类 .....	169
7.2.3 直流伺服电动机的结构 .....	169
7.2.4 直流伺服电动机的控制方式 .....	170
7.2.5 直流伺服电动机的技术数据 .....	171
7.2.6 直流伺服电动机的选择 .....	172
7.2.7 直流伺服电动机使用注意事项 .....	172
7.3 交流伺服电动机 .....	173
7.3.1 交流伺服电动机的用途与特点 .....	173
7.3.2 交流伺服电动机的分类 .....	173
7.3.3 交流伺服电动机的控制方式 .....	174
7.3.4 交流伺服电动机的技术数据 .....	175

7.3.5	交流伺服电动机的选择	176
7.3.6	交流伺服电动机使用注意事项	177
7.4	直流测速发电机	177
7.4.1	测速发电机的用途	177
7.4.2	直流测速发电机的分类	178
7.4.3	直流测速发电机的技术数据	178
7.4.4	直流测速发电机使用注意事项	179
7.5	交流测速发电机	180
7.5.1	交流测速发电机的分类及特点	180
7.5.2	交流测速发电机的技术数据	181
7.5.3	测速发电机的选择	181
7.5.4	交流测速发电机的使用与维护	183
7.5.5	交流测速发电机使用注意事项	184
7.6	步进电动机	185
7.6.1	步进电动机的用途	185
7.6.2	步进电动机的分类及特点	186
7.6.3	步进电动机的工作原理	187
7.6.4	步进电动机的通电方式	188
7.6.5	步进电动机步距角与转速的关系	190
7.6.6	步进电动机的技术数据	190
7.6.7	步进电动机使用注意事项	191
7.6.8	步进电动机的常见故障及其排除方法	191
<b>第8章 变压器</b>		<b>194</b>
8.1	变压器	194
8.1.1	变压器的分类	194
8.1.2	变压器的基本结构	195
8.1.3	变压器的主要技术参数	196
8.1.4	变压器的型号含义	198
8.1.5	变压器的技术数据	199
8.1.6	变压器容量的选用	199
8.1.7	变压器的运行与维护	201

8.1.8	变压器的常见故障及其排除方法	202
8.2	互感器	203
8.2.1	电压互感器	203
8.2.2	电流互感器	205
8.3	电焊变压器	206
8.3.1	电焊变压器的工作原理	206
8.3.2	电焊变压器的主要类型	207
8.3.3	电焊变压器的技术数据	207
8.3.4	电焊变压器的使用与维护	207
8.3.5	电焊变压器的常见故障及其排除方法	209
<b>第9章</b>	<b>交流电力拖动</b>	<b>211</b>
9.1	三相异步电动机的启动	211
9.1.1	三相异步电动机的直接启动	211
9.1.2	自耦变压器降压启动	211
9.1.3	Y- $\Delta$ 启动	212
9.1.4	绕线转子三相异步电动机的启动	213
9.2	三相异步电动机的调速	214
9.2.1	降低定子绕组电压调速	215
9.2.2	变极调速	216
9.2.3	变频调速	217
9.2.4	绕线转子异步电动机转子回路串电阻调速	219
9.3	三相异步电动机的制动	220
9.3.1	三相异步电动机的回馈制动	220
9.3.2	三相异步电动机的反接制动	222
9.3.3	三相异步电动机的能耗制动	223
<b>第10章</b>	<b>常用小型发电设备</b>	<b>225</b>
10.1	柴油发电机组	225
10.1.1	柴油发电机组的特点及组成	225
10.1.2	柴油机	225
10.1.3	同步发电机	227
10.1.4	柴油发电机组的选择	227

10.1.5	柴油发电机组的使用	229
10.1.6	柴油发电机组的维护	236
10.1.7	柴油发电机组的常见故障及其排除方法	238
10.2	小型风力发电机	245
10.2.1	风力发电系统的组成及分类	245
10.2.2	风力发电机安装场地的选择	246
10.2.3	小型风力发电机组的维护	247
10.2.4	小型风力发电机组的常见故障及其排除方法	248
10.3	太阳能光伏发电	249
10.3.1	太阳能发电的分类	249
10.3.2	太阳能光伏发电系统的基本构成	250
10.3.3	太阳能光伏发电系统的主要类型	250
10.3.4	太阳电池	251
10.3.5	功率调节器	252
10.3.6	太阳能光伏发电系统的使用与维护	254
<b>第 11 章</b>	<b>低压供配电线路</b>	<b>256</b>
11.1	电力系统	256
11.1.1	电力系统的组成	256
11.1.2	电力系统的生产特点	256
11.2	低压架空线路	257
11.2.1	低压架空线路的一般规定	257
11.2.2	低压架空线路路径的选择	257
11.3	低压架空线路主要组成部件	258
11.3.1	电杆	258
11.3.2	横担	260
11.3.3	绝缘子	260
11.3.4	拉线	262
11.3.5	金具	266
11.4	导线	266
11.4.1	架空导线的分类	266
11.4.2	架空导线的选择原则	267

11.4.3	架空线路的安全距离 .....	268
11.5	架空线路的检查与维护 .....	272
11.5.1	架空线路的检查 .....	272
11.5.2	架空线路的维护 .....	273
11.6	接户线和进户线 .....	274
11.6.1	低压线进户方式 .....	274
11.6.2	接户线 .....	275
11.6.3	进户线 .....	276
<b>第 12 章</b>	<b>室内配电线路与电气照明</b> .....	<b>279</b>
12.1	室内配电线路的基本要求 .....	279
12.1.1	室内配电线路的概念及基本要求 .....	279
12.1.2	室内配电线路的设计 .....	281
12.1.3	室内配电线路导线的连接 .....	283
12.2	室内配电线路的工艺要求 .....	286
12.2.1	塑料护套配线 .....	286
12.2.2	线管配线 .....	287
12.3	电气照明的基本常识 .....	290
12.3.1	电气照明常用物理量 .....	290
12.3.2	电气照明的质量要求 .....	291
12.4	常用电光源的分类及选用 .....	292
12.4.1	常用电光源的分类 .....	292
12.4.2	电光源的特性参数 .....	293
12.4.3	电光源的选用 .....	294
12.5	照明灯具的分类及安装 .....	295
12.5.1	照明灯具的分类 .....	295
12.5.2	灯具的安装 .....	296
12.6	白炽灯 .....	296
12.6.1	白炽灯的使用注意事项 .....	297
12.6.2	白炽灯的安装 .....	297
12.6.3	白炽灯的常见故障及其排除方法 .....	297
12.7	荧光灯 .....	298

12.7.1	荧光灯的使用注意事项 .....	299
12.7.2	荧光灯的安装 .....	299
12.7.3	荧光灯的常见故障及其排除方法 .....	302
12.8	高压汞灯 .....	304
12.8.1	高压汞灯的使用注意事项 .....	304
12.8.2	高压汞灯的安装 .....	304
12.8.3	高压汞灯的常见故障及排除方法 .....	305
12.9	卤钨灯 .....	305
12.9.1	卤钨灯的安装 .....	306
12.9.2	卤钨灯的常见故障及其排除方法 .....	307
12.10	LED 照明 .....	307
12.10.1	LED 基础知识 .....	307
12.10.2	LED 驱动电源及应用 .....	309
12.10.3	LED 灯泡的电气连接 .....	312
12.10.4	LED 使用时的注意事项 .....	313
<b>第 13 章</b>	<b>电力电子技术 .....</b>	<b>315</b>
13.1	电力电子器件 .....	315
13.1.1	电力电子器件的分类 .....	315
13.1.2	整流二极管 .....	315
13.1.3	普通晶闸管 .....	320
13.1.4	特殊晶闸管 .....	323
13.1.5	电力晶体管 .....	324
13.2	电力电子电路 .....	324
13.2.1	可控整流电路 .....	325
13.2.2	逆变电路 .....	327
13.2.3	直流斩波电路 .....	328
13.2.4	交流调压电路 .....	330
13.3	触发电路 .....	334
13.3.1	对触发电路的要求 .....	334
13.3.2	单结晶体管触发电路 .....	335
13.3.3	正弦波同步触发电路 .....	336



13.3.4	锯齿波同步触发电路 .....	337
<b>第 14 章</b>	<b>可编程控制器 .....</b>	<b>340</b>
14.1	概述 .....	340
14.1.1	可编程控制器的定义 .....	340
14.1.2	可编程控制器的分类 .....	340
14.2	可编程控制器的基本组成及工作原理 .....	341
14.2.1	可编程控制器的基本组成 .....	341
14.2.2	可编程控制器的工作原理 .....	342
14.3	编程 .....	343
14.3.1	PLC 的编程语言 .....	343
14.3.2	主要指令的使用 .....	347
14.3.3	梯形图编程前的准备工作 .....	352
14.4	可编程控制器的使用与维修 .....	353
14.4.1	PLC 的使用 .....	353
14.4.2	PLC 的维修 .....	354
<b>第 15 章</b>	<b>变频器 .....</b>	<b>358</b>
15.1	变频器的基本知识 .....	358
15.1.1	变频器的定义 .....	358
15.1.2	变频器的分类 .....	358
15.2	变频调速控制方式 .....	359
15.2.1	$U/f$ 恒定控制 .....	359
15.2.2	转差频率控制 .....	359
15.2.3	矢量控制 .....	360
15.3	通用变频器的标准技术规范 .....	360
15.3.1	型号 .....	360
15.3.2	变频器的容量 .....	360
15.3.3	变频器的输出电压和输入电压 .....	361
15.3.4	变频器的输出频率 .....	361
15.3.5	瞬时过载能力 .....	362
15.3.6	变频器的防护结构 .....	362
15.4	变频调速系统 .....	362