

简明电工手册

JIANMING DIANGONG SHOUCHE

孙克军 主编 杨征 马丽 副主编

第2版

The Second Edition



化学工业出版社

简明电工手册

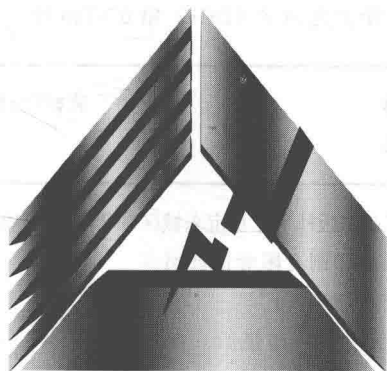
JIANMING DIANGONG SHOUCHE

孙克军 主编

杨征 马丽 副主编

第2版

The Second Edition



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. —2版. —北京: 化学工业出版社, 2016.6

ISBN 978-7-122-26699-6

I. ①简… II. ①孙… III. ①电工-技术手册 IV. ①TM-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 070746 号

责任编辑: 卢小林

装帧设计: 王晓宇

责任校对: 宋 玮

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 刷: 北京永鑫印刷有限责任公司

装 订: 三河市宇新装订厂

850mm×1168mm 1/32 印张 16 字数 412 千字

2016 年 7 月北京第 2 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: 59.00 元

版权所有 违者必究

《简明电工手册》(第2版)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
商晓梅

前言

随着我国电力事业的飞速发展，电能在工业、农业、国防、交通运输、城乡家庭等各个领域均得到了日益广泛的应用。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》，以帮助广大电工提高电气技术的理论水平及处理实际问题的能力。

本手册出版以来，深受广大读者欢迎。随着科学技术的不断发展，电工技术日新月异，本手册所涉及的各个电工专业也都取得了飞速发展，新产品和新技术的推广应用层出不穷，为了适应新技术和新形势的发展需要，满足广大维修电工及电气工程技术人员的工作需求，特对本书进行修订编写。

本书第2版与第1版比较，对部分内容进行了修改、调整和补充。例如修改、补充了低压电器、变压器等电工产品的技术数据；在电工材料中补充了磁性材料；在低压电器中补充了行程开关和接近开关；在电动工具中补充了电动曲线锯和电动角向磨光机；在直流电机中删除了直流弧焊发电机，补充了永磁直流电动机和无刷直流电动机；在变压器中补充了调压器，而且还增加了触摸屏等内容。

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、触摸屏、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、马丽为副主编，第 1、2 章由杨征编写，第 3、19 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 章由商晓梅编写，第 17、18 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的感谢。

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

◀ 第 1 版前言

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

第 1 章 电工基础知识	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
第 2 章 电工材料	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
2.3 磁性材料	33
2.3.1 电磁纯铁	34
2.3.2 电工硅钢片	34
第 3 章 电工仪表	36
3.1 电工仪表的类型和准确度等级	36

3.1.1	电工仪表的分类	36
3.1.2	电工仪表的准确度等级	37
3.1.3	电工仪表的面板符号	37
3.2	电流表与电压表	39
3.2.1	电流表和电压表的选择	39
3.2.2	电流和电压的测量方法	40
3.2.3	电流表和电压表使用注意事项	41
3.3	万用表	43
3.3.1	万用表的分类	43
3.3.2	万用表的选择	45
3.3.3	万用表的使用方法	46
3.3.4	万用表使用注意事项	47
3.3.5	数字万用表的特点	48
3.3.6	数字万用表使用注意事项	48
3.4	钳形电流表	52
3.4.1	钳形电流表的分类	52
3.4.2	钳形电流表的结构及工作原理	52
3.4.3	钳形电流表使用注意事项	54
3.4.4	数字式钳形电流表特点及使用注意事项	55
3.5	绝缘电阻表	56
3.5.1	绝缘电阻表的选择	56
3.5.2	绝缘电阻表的使用方法	57
3.5.3	绝缘电阻表使用注意事项	58
3.5.4	数字绝缘电阻测量仪的特点	59
3.5.5	数字绝缘电阻测量仪的使用方法	59
3.5.6	数字绝缘电阻测量仪使用注意事项	60
3.6	电能表	61
3.6.1	电能表的分类	61
3.6.2	电能表铭牌标志的含义	62
3.6.3	电能表的选用方法	63
3.6.4	电能表示值的读取	64

3.6.5	电能表的使用注意事项	65
第4章 常用低压电器		66
4.1	低压电器的分类	66
4.2	刀开关、隔离器及熔断器组合电器	67
4.2.1	刀开关和隔离器	67
4.2.2	开启式负荷开关	69
4.2.3	封闭式负荷开关	69
4.2.4	刀开关、隔离开关及熔断器组合电器的选择	71
4.2.5	刀开关、隔离开关及熔断器组合电器的安装	72
4.2.6	刀开关、隔离开关及熔断器组合电器的使用和维护	72
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	73
4.3	熔断器	74
4.3.1	瓷插式熔断器	74
4.3.2	螺旋式熔断器	75
4.3.3	无填料密闭管式熔断器	76
4.3.4	有填料封闭管式熔断器	78
4.3.5	熔断器的选择	79
4.3.6	熔断器的安装	81
4.3.7	熔断器的使用与维护	81
4.3.8	熔断器的常见故障及其排除方法	82
4.4	断路器	83
4.4.1	万能式断路器	84
4.4.2	塑料外壳式断路器	84
4.4.3	断路器选用的一般原则	85
4.4.4	断路器的安装	86
4.4.5	断路器的使用与维护	87
4.4.6	断路器的常见故障及其排除方法	88
4.5	交流接触器	89
4.5.1	交流接触器的结构	90

4.5.2	交流接触器的技术数据	91
4.5.3	交流接触器的选择	91
4.5.4	交流接触器的安装	92
4.5.5	接触器的使用与维护	93
4.5.6	接触器的常见故障及其排除方法	94
4.6	中间继电器	95
4.6.1	中间继电器的结构	96
4.6.2	中间继电器的技术数据	96
4.6.3	中间继电器的选择	97
4.6.4	中间继电器的使用与维护	97
4.7	时间继电器	97
4.7.1	时间继电器的分类	98
4.7.2	时间继电器的结构	99
4.7.3	时间继电器的技术数据	100
4.7.4	时间继电器的选择	101
4.7.5	时间继电器的常见故障及其排除方法	101
4.8	热继电器	102
4.8.1	热继电器的分类	102
4.8.2	热继电器的结构	103
4.8.3	热继电器的选择	103
4.8.4	热继电器的安装与使用	104
4.8.5	热继电器的维护	105
4.8.6	热继电器的常见故障及其排除方法	105
4.9	控制按钮	106
4.9.1	控制按钮的分类	106
4.9.2	控制按钮的结构	107
4.9.3	控制按钮的技术数据	107
4.9.4	控制按钮的选择	108
4.9.5	控制按钮的使用与维护	108
4.9.6	控制按钮的常见故障及其排除方法	109
4.10	行程开关	109

4.10.1	行程开关的用途与分类	109
4.10.2	行程开关的基本结构与工作原理	110
4.10.3	行程开关的技术数据	111
4.10.4	行程开关的选择、使用与维护	112
4.10.5	行程开关常见故障及其排除方法	112
4.11	接近开关	113
4.11.1	接近开关的用途与分类	113
4.11.2	接近开关的基本结构与工作原理	115
4.11.3	接近开关的技术数据	117
4.11.4	接近开关的选择、使用与维护	117

第5章 交流电动机 118

5.1	交流电动机的分类	118
5.2	三相异步电动机	118
5.2.1	三相异步电动机的分类	119
5.2.2	三相异步电动机的基本结构	120
5.2.3	三相异步电动机的接法	121
5.2.4	三相异步电动机的技术数据	122
5.3	单相异步电动机	127
5.3.1	单相异步电动机的分类	127
5.3.2	单相异步电动机的基本结构	127
5.4	异步电动机的选择	130
5.4.1	电动机种类的选择	130
5.4.2	电动机外壳防护等级的选择	131
5.4.3	电动机额定功率的选择	132
5.4.4	电动机电源的选择	133
5.4.5	电动机转速的选择	133
5.5	电动机的安装	134
5.5.1	安装地点的选择	134
5.5.2	电动机机座的安装	134
5.5.3	电动机的校正	135

5.6	异步电动机的运行与维护	137
5.6.1	电动机启动前的准备与检查	137
5.6.2	电动机启动时的注意事项	138
5.6.3	电动机运行中的监视与维护	138
5.7	异步电动机的常见故障及其排除方法	140
5.7.1	三相异步电动机的常见故障及其排除方法	140
5.7.2	单相异步电动机的常见故障及其排除方法	143
5.8	单相串励电动机	145
5.8.1	单相串励电动机的结构	146
5.8.2	单相串励电动机的使用与维护	146
5.8.3	单相串励电动机的常见故障及其排除方法	147
5.9	常用电动工具	150
5.9.1	电钻	150
5.9.2	冲击电钻	155
5.9.3	电锤	158
5.9.4	电动曲线锯	160
5.9.5	电动角向磨光机	163

第 6 章 直流电机

6.1	直流电动机	167
6.1.1	直流电机的分类	167
6.1.2	直流电机的基本结构	169
6.1.3	直流电动机的型号	170
6.1.4	直流电机的技术数据	170
6.1.5	直流电动机的选择	175
6.1.6	直流电动机的使用与维护	176
6.1.7	直流电动机的常见故障及其排除方法	179
6.2	永磁直流电动机	181
6.2.1	概述	181
6.2.2	永磁直流电动机的结构	182
6.2.3	永磁直流电动机的机械特性与调节特性	182

6.2.4	永磁直流电动机的使用与维护	184
6.3	无刷直流电动机	185
6.3.1	无刷直流电动机的特点与系统的组成	185
6.3.2	无刷直流电动机的基本结构与工作原理	186
6.3.3	无刷直流电动机的工作原理	189
6.3.4	无刷直流电动机使用	190
第7章 控制电机		192
7.1	控制电机的分类	192
7.2	直流伺服电动机	193
7.2.1	直流伺服电动机的用途与特点	193
7.2.2	直流伺服电动机的分类	194
7.2.3	直流伺服电动机的结构	194
7.2.4	直流伺服电动机的控制方式	195
7.2.5	直流伺服电动机的技术数据	196
7.2.6	直流伺服电动机的选择	197
7.2.7	直流伺服电动机使用注意事项	197
7.3	交流伺服电动机	198
7.3.1	交流伺服电动机的用途与特点	198
7.3.2	交流伺服电动机的分类	199
7.3.3	交流伺服电动机的控制方式	199
7.3.4	交流伺服电动机的技术数据	200
7.3.5	交流伺服电动机的选择	201
7.3.6	交流伺服电动机使用注意事项	202
7.4	直流测速发电机	203
7.4.1	测速发电机的用途	203
7.4.2	直流测速发电机的分类	203
7.4.3	直流测速发电机的技术数据	204
7.4.4	直流测速发电机使用注意事项	204
7.5	交流测速发电机	205
7.5.1	交流测速发电机的分类及特点	205

7.5.2	交流测速发电机的技术数据	207
7.5.3	测速发电机的选择	207
7.5.4	交流测速发电机的使用与维护	208
7.5.5	交流测速发电机使用注意事项	210
7.6	步进电动机	210
7.6.1	步进电动机的用途	210
7.6.2	步进电动机的分类及特点	211
7.6.3	步进电动机的工作原理	213
7.6.4	步进电动机的通电方式	214
7.6.5	步进电动机步距角与转速的关系	215
7.6.6	步进电动机的技术数据	216
7.6.7	步进电动机使用注意事项	216
7.6.8	步进电动机的常见故障及其排除方法	217
第8章 变压器		220
8.1	变压器	220
8.1.1	变压器的分类	220
8.1.2	变压器的基本结构	221
8.1.3	变压器的主要技术参数	223
8.1.4	变压器的型号含义	225
8.1.5	变压器的技术数据	226
8.1.6	变压器容量的选用	226
8.1.7	变压器的运行与维护	228
8.1.8	变压器的常见故障及其排除方法	229
8.2	互感器	230
8.2.1	电压互感器	230
8.2.2	电流互感器	232
8.3	电焊变压器	233
8.3.1	电焊变压器的工作原理	233
8.3.2	电焊变压器的主要类型	234
8.3.3	电焊变压器的技术数据	234

8.3.4	电焊变压器的使用与维护	234
8.3.5	电焊变压器的常见故障及其排除方法	236
8.4	调压器	237
8.4.1	调压器的用途与特点	237
8.4.2	调压器的基本结构与工作原理	238
8.4.3	调压器的技术数据	239
8.4.4	接触调压器的使用与维护	240
8.4.5	感应调压器的使用与维护	242
8.4.6	调压器的常见故障及其排除方法	244

第9章 交流电力拖动 245

9.1	三相异步电动机的启动	245
9.1.1	三相异步电动机的直接启动	245
9.1.2	自耦变压器降压启动	245
9.1.3	Y- Δ 启动	246
9.1.4	绕线转子三相异步电动机的启动	248
9.2	三相异步电动机的调速	248
9.2.1	降低定子绕组电压调速	249
9.2.2	变极调速	250
9.2.3	变频调速	251
9.2.4	绕线转子异步电动机转子回路串电阻调速	253
9.3	三相异步电动机的制动	254
9.3.1	三相异步电动机的回馈制动	255
9.3.2	三相异步电动机的反接制动	256
9.3.3	三相异步电动机的能耗制动	258

第10章 常用小型发电设备 260

10.1	柴油发电机组	260
10.1.1	柴油发电机组的特点及组成	260
10.1.2	柴油机	260
10.1.3	同步发电机	262

10.1.4	柴油发电机组的选择	263
10.1.5	柴油发电机组的使用	264
10.1.6	柴油发电机组的维护	271
10.1.7	柴油发电机组的常见故障及其排除方法	273
10.2	小型风力发电机	280
10.2.1	风力发电系统的组成及分类	280
10.2.2	风力发电机安装场地的选择	281
10.2.3	小型风力发电机组的维护	282
10.2.4	小型风力发电机组的常见故障及其排除方法	283
10.3	太阳能光伏发电	284
10.3.1	太阳能发电的分类	284
10.3.2	太阳能光伏发电系统的基本构成	285
10.3.3	太阳能光伏发电系统的主要类型	285
10.3.4	太阳电池	286
10.3.5	功率调节器	287
10.3.6	太阳能光伏发电系统的使用与维护	289

第 11 章 低压供配电线路

11.1	电力系统	291
11.1.1	电力系统的组成	291
11.1.2	电力系统的生产特点	292
11.2	低压架空线路	292
11.2.1	低压架空线路的一般规定	292
11.2.2	低压架空线路路径的选择	293
11.3	低压架空线路主要组成部件	293
11.3.1	电杆	294
11.3.2	横担	295
11.3.3	绝缘子	295
11.3.4	拉线	297
11.3.5	金具	301
11.4	导线	301