

# 简明农村 电工手册

主 编◇孙克军  
副主编◇闫和平 吴津颖



机械工业出版社  
CHINA MACHINE PRESS



# 简明农村电工手册

第3版

主	编	孙克军			
副	主	编	闫和平	吴津颖	
参	编	邓慧琼	赵卫利	安国庆	
		孙丽君	孙军科	彭书端	



机械工业出版社

本手册是根据广大农村和乡镇企业电工的实际需要而编写的，内容包括微型水力发电、柴油发电机组、小型风力发电机、太阳能光伏发电、常用电动机、常用低压电器、小型电力排灌设备、蓄电池、电焊机与电动工具、变频器、低压配电线路与小型电力变压器、电气照明、电工材料、电工仪表、接地装置与防雷保护以及安全用电知识等，还介绍了常用电气设备的基本结构、工作原理、型号规格、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。

全书列有大量的数据表格和立体插图，内容简明实用，通俗易懂，适合于农村电工和乡镇企业电工使用，也可作为培训和考核农村电工的参考书。

# 前 言

随着农村经济的迅速发展，农村用电设备不断增加，乡镇企业蓬勃发展，农村电工和乡镇企业电工的队伍也日益壮大。为了满足广大农村电工和乡镇企业电工的工作需要，我们在第2版的基础上对《简明农村电工手册》进行了修订。

本手册是根据广大农村和乡镇企业电工的实际需要而编写的，内容包括微型水力发电、柴油发电机组、小型风力发电机、太阳能光伏发电系统、常用电动机、常用低压电器、小型电力排灌设备、蓄电池、电焊机与电动工具、变频器、低压配电线路与小型电力变压器、电气照明、电工材料、电工仪表、接地装置与防雷保护以及安全用电知识等。在编写过程中，本着从农村和乡镇企业的实际需要出发，在内容上力求简明实用、通俗易懂，重点介绍了农村和乡镇企业常用电气设备的基本结构、工作原理、型号规格、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。

本手册由孙克军任主编，闫和平、吴津颖任副主编，参加编写的有邓慧琼、赵卫利、安国庆、孙丽君、孙军科、彭书端。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，手册中难免会有错误和不妥之处，欢迎广大读者批评指正。

编 者

III

# 目 录

## 前 言

<b>第 1 章 电工基础资料</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 .....	6
1.1.3 交流电路常用计算公式 .....	8
1.2 电气设备常用文字符号 .....	17
1.3 电气简图用图形符号 .....	20
1.4 接线端子、特定导线的标记 .....	35
<b>第 2 章 微型水力发电</b> .....	37
2.1 水力发电的基本知识 .....	37
2.1.1 水力发电的基本原理 .....	37
2.1.2 水力发电的两大要素 .....	37
2.1.3 水电站的出力估算 .....	38
2.2 水轮机的类型 .....	38
2.3 水轮发电机 .....	40
2.3.1 同步发电机的结构 .....	40
2.3.2 水轮发电机的工作原理 .....	41
2.3.3 同步发电机的励磁 .....	41
2.3.4 水轮机的型号 .....	42
2.3.5 微型水轮发电机组的技术数据 .....	43
2.3.6 水轮发电机的选择 .....	43

2.4	微型水电站的运行和维护	46
2.4.1	开机前的常规检查	46
2.4.2	机组的起动、运行和停机	47
2.4.3	水电站设备的维护保养	49
2.5	微型水电站的常见故障及其排除方法	50
<b>第3章</b>	<b>柴油发电机组</b>	<b>55</b>
3.1	柴油发电机组的特点与组成	55
3.2	柴油发电机组的选择	56
3.2.1	柴油机发电站总容量的选择	56
3.2.2	柴油发电机组台数的选择	56
3.2.3	柴油发电机组型式的选择	56
3.2.4	柴油发电机组单机容量的选择	57
3.3	简易柴油发电机组	57
3.3.1	简易柴油发电机组的型式	57
3.3.2	功率匹配	57
3.3.3	转速匹配	58
3.4	柴油机	58
3.4.1	柴油机的类型	58
3.4.2	柴油机的结构	60
3.4.3	柴油机的工作原理	60
3.5	柴油发电机组的型号与技术数据	62
3.5.1	柴油发电机组的型号	62
3.5.2	柴油发电机组的技术数据	62
3.6	柴油发电机组的使用及保养	64
3.6.1	使用前的准备工作	64
3.6.2	机组的起动、运行和停机	67
3.7	柴油发电机组的常见故障及其排除方法	70

<b>第 4 章 小型风力发电机</b> .....	71
4.1 风力机的基本结构与分类 .....	71
4.2 风轮转动的基本原理 .....	72
4.3 小型风力发电机 .....	73
4.4 风力发电机安装场地的选择 .....	75
4.4.1 选择方法 .....	75
4.4.2 注意事项 .....	77
4.5 小型风力发电机的安装 .....	77
4.5.1 基础的准备 .....	77
4.5.2 机组的安装 .....	77
4.5.3 电气控制箱及蓄电池的安装 .....	78
4.6 小型风力发电机组的运行与维护 .....	79
4.6.1 小型风力发电机组的运行 .....	79
4.6.2 小型风力发电机的维护 .....	80
4.7 小型风力发电机组和蓄电池的常见故障及其排除 方法 .....	80
 <b>第 5 章 太阳能光伏发电</b> .....	 82
5.1 太阳能光伏发电系统的基本构成与主要类型 .....	82
5.2 太阳电池 .....	83
5.2.1 太阳电池的基本构造与工作原理 .....	84
5.2.2 太阳电池单元、组件及阵列 .....	85
5.2.3 太阳电池阵列的电路构成 .....	86
5.3 太阳电池的技术参数 .....	87
5.4 功率调节器 .....	88
5.4.1 功率调节器的构成 .....	88
5.4.2 逆变器的功能 .....	89
5.4.3 功率调节器的主要功能 .....	89

5.5	太阳能光伏发电系统的安装 .....	89
5.5.1	太阳电池阵列在屋顶上的安装方法 .....	90
5.5.2	太阳电池阵列在地面或平屋顶上的安装方法 .....	91
5.5.3	电气设备的安装、配线以及接地 .....	93
5.6	太阳能光伏发电系统的检查、使用与维护 .....	95
5.6.1	太阳能光伏发电系统的检查 .....	95
5.6.2	太阳能光伏发电系统的使用与维护 .....	96
<b>第6章</b>	<b>常用电动机 .....</b>	<b>98</b>
6.1	电动机的分类 .....	98
6.2	三相异步电动机的结构 .....	98
6.3	三相异步电动机的工作原理 .....	104
6.4	三相异步电动机的型号 .....	105
6.5	三相异步电动机的技术数据 .....	107
6.6	电动机的选择 .....	112
6.6.1	电动机种类的选择 .....	113
6.6.2	电动机功率的选择 .....	113
6.6.3	电动机转速的选择 .....	114
6.7	电动机的安装 .....	114
6.7.1	安装地点的选择 .....	114
6.7.2	电动机机座的安装 .....	115
6.8	电动机的运行与维护 .....	116
6.8.1	电动机起动前的准备和检查 .....	116
6.8.2	电动机起动时的注意事项 .....	118
6.8.3	电动机运行中的监视和维护 .....	118
6.8.4	三相异步电动机的常见故障及其排除方法 .....	120
<b>第7章</b>	<b>常用低压电器 .....</b>	<b>125</b>
7.1	低压电器的分类与用途 .....	125

7.2	负荷开关	127
7.2.1	开启式负荷开关	127
7.2.2	封闭式负荷开关	129
7.2.3	负荷开关的常见故障及其排除方法	133
7.3	熔断器	134
7.3.1	瓷插式熔断器	134
7.3.2	螺旋式熔断器	135
7.3.3	无填料封闭管式熔断器	136
7.3.4	有填料封闭管式熔断器	137
7.3.5	熔断器的选用及实例	139
7.3.6	熔断器的常见故障及其排除方法	141
7.4	断路器	141
7.4.1	万能式断路器	142
7.4.2	塑料外壳式断路器	143
7.4.3	断路器的选用及实例	144
7.4.4	断路器的常见故障及其排除方法	146
7.5	接触器	147
7.5.1	交流接触器	148
7.5.2	直流接触器	149
7.5.3	接触器的选用及实例	150
7.5.4	接触器的常见故障及其排除方法	151
7.6	继电器	153
7.6.1	中间继电器	153
7.6.2	时间继电器	155
7.6.3	热继电器	157
7.6.4	继电器的选用	159
7.6.5	继电器的常见故障及其排除方法	163
7.7	主令电器	166
7.7.1	控制按钮	167

7.7.2	行程开关	168
7.8	起 动 器	170
7.8.1	起 动 器 的 种 类 和 特 点	171
7.8.2	起 动 器 的 选 用	171
7.8.3	起 动 器 的 常 见 故 障 及 其 排 除 方 法	172
7.9	漏 电 保 护 器	173
7.9.1	漏 电 保 护 器 的 结 构 与 工 作 原 理	174
7.9.2	漏 电 保 护 器 的 安 装 与 使 用	176
7.9.3	漏 电 保 护 器 的 常 见 故 障 及 其 排 除 方 法	178
7.10	电 动 机 软 起 动 器	180
7.10.1	电 动 机 软 起 动 器 的 用 途	180
7.10.2	电 动 机 软 起 动 器 的 基 本 组 成	181
7.10.3	电 动 机 软 起 动 器 的 工 作 原 理	181
7.10.4	电 动 机 软 起 动 器 的 额 定 值	183
7.10.5	软 起 动 器 结 构 类 型 和 带 载 能 力 的 选 择	184
7.10.6	电 动 机 软 起 动 器 容 量 的 选 择	185
7.10.7	软 起 动 器 的 安 装 和 检 查	187
7.10.8	软 起 动 系 统 空 载 试 验 与 负 载 试 验	188
7.10.9	电 动 机 软 起 动 器 的 常 用 控 制 电 路	189
7.10.10	CR1 系 列 电 动 机 软 起 动 器 应 用 实 例	191
<b>第 8 章</b>	<b>小 型 电 力 排 灌 设 备</b>	<b>195</b>
8.1	水 泵	195
8.1.1	离 心 泵	195
8.1.2	轴 流 泵	195
8.1.3	混 流 泵	195
8.1.4	井 用 泵	196
8.1.5	小 型 潜 水 电 泵	196
8.2	电 力 排 灌 设 备 的 选 择	200

8.2.1	水泵的选择	200
8.2.2	配套电动机的选择	200
8.3	电力排灌设备的运行	201
8.3.1	起动前的准备工作	201
8.3.2	机组的起动	202
8.3.3	机组运行中的监视	202
8.3.4	机组的停机	203
8.4	电力排灌设备的常见故障及其排除方法	203
8.5	小型电力排灌设备常用技术数据	205
<b>第9章</b>	<b>蓄电池</b>	<b>208</b>
9.1	蓄电池的基本概念	208
9.2	蓄电池的基本结构与工作原理	208
9.2.1	铅酸蓄电池的基本结构与工作原理	209
9.2.2	碱性蓄电池的基本结构与工作原理	210
9.3	蓄电池的使用	213
9.3.1	铅酸蓄电池的充放电	213
9.3.2	镉镍蓄电池的充放电	217
9.3.3	锌银蓄电池的充放电	217
9.4	蓄电池的维护	217
9.4.1	固定型铅酸蓄电池的维护	217
9.4.2	移动型铅酸蓄电池的维护	218
9.4.3	镉镍蓄电池的维护	219
9.4.4	锌银蓄电池的维护	220
9.5	蓄电池的常见故障及其处理方法	221
<b>第10章</b>	<b>电焊机与电动工具</b>	<b>232</b>
10.1	电焊机	232
10.1.1	手工电弧焊机的型号命名方法及选择	232

10.1.2	弧焊变压器 .....	236
10.2	电动工具 .....	242
10.2.1	电动工具的分类与型号 .....	243
10.2.2	电钻 .....	246
10.2.3	冲击电钻 .....	252
<b>第 11 章</b>	<b>变频器 .....</b>	<b>255</b>
11.1	变频器的基本知识 .....	255
11.1.1	变频器的基本类型 .....	256
11.1.2	通用变频器的标准技术规范 .....	257
11.2	变频调速系统 .....	259
11.2.1	变频调速系统的构成和特点 .....	259
11.2.2	变频调速的基本原理 .....	260
11.2.3	变频调速的基本方式与特点 .....	260
11.2.4	变频器类型的选择 .....	261
11.3	变频器的安装与运行 .....	264
11.3.1	变频器的安装环境 .....	264
11.3.2	变频器的安装 .....	265
11.3.3	变频器通电前的检查 .....	265
11.3.4	变频器的空载通电检验 .....	266
11.3.5	变频器带电动机空载运行 .....	266
11.3.6	变频器带负载试运行 .....	267
11.4	变频器的检查 .....	268
11.4.1	日常检查 .....	268
11.4.2	定期检查 .....	268
11.5	变频器的应用 .....	269
11.5.1	风机、水泵类负载变频调速 .....	269
11.5.2	粉末供料器与出料传送带变频调速 .....	271

<b>第 12 章 低压配电线路与小型电力变压器</b> .....	273
12.1 低压架空线路.....	273
12.1.1 低压架空线路的结构 .....	273
12.1.2 架空线路路径的选择 .....	274
12.1.3 架空导线 .....	274
12.1.4 电杆 .....	279
12.1.5 横担 .....	281
12.1.6 绝缘子 .....	282
12.1.7 拉线 .....	283
12.1.8 金具 .....	286
12.2 接户线和进户线 .....	286
12.2.1 低压线进户方式 .....	286
12.2.2 接户线 .....	287
12.2.3 进户线 .....	289
12.3 导线的连接和绑扎 .....	290
12.3.1 导线的连接 .....	290
12.3.2 导线在绝缘子上的绑扎 .....	295
12.4 小型电力变压器 .....	295
12.4.1 变压器的分类 .....	296
12.4.2 变压器的基本结构 .....	297
12.4.3 变压器的工作原理 .....	297
12.4.4 变压器的主要技术参数 .....	298
12.4.5 变压器的型号含义及新旧型号对照 .....	300
12.4.6 变压器容量的选用 .....	301
12.4.7 变压器的运行与维护 .....	301
12.4.8 变压器的常见故障及其排除方法 .....	302
<b>第 13 章 电气照明</b> .....	304
13.1 白炽灯 .....	304

13.1.1	白炽灯的结构和工作原理 .....	304
13.1.2	白炽灯常用电路 .....	304
13.1.3	白炽灯的安装和使用注意事项 .....	306
13.1.4	白炽灯的常见故障及其排除方法 .....	308
13.2	荧光灯 .....	309
13.2.1	荧光灯的结构和工作原理 .....	309
13.2.2	荧光灯的安装 .....	311
13.2.3	荧光灯与电子镇流器的常见故障及其排除方法 .....	314
13.3	LED 灯 .....	316
13.3.1	认识 LED 灯 .....	316
13.3.2	LED 灯的安装与使用 .....	318
13.3.3	LED 灯的电气连接 .....	319
13.4	黑光灯 .....	321
13.4.1	黑光灯的结构和工作原理 .....	321
13.4.2	黑光灯的技术数据 .....	322
13.4.3	黑光灯的安装和使用注意事项 .....	322
13.4.4	黑光灯的常见故障及其排除方法 .....	322
13.5	照明线路的安装 .....	322
13.5.1	鼓形绝缘子线路的安装 .....	323
13.5.2	塑料护套线路的安装 .....	325
13.5.3	管内布线的安装 .....	329
<b>第 14 章</b>	<b>电工材料 .....</b>	<b>333</b>
14.1	导电材料 .....	333
14.1.1	裸电线 .....	333
14.1.2	绝缘电线 .....	336
14.1.3	电缆 .....	338
14.2	绝缘材料 .....	343
14.2.1	绝缘材料的耐热等级 .....	343

14.2.2	绝缘漆 .....	344
14.2.3	电工用薄膜和粘带 .....	346
<b>第15章</b>	<b>电工仪表 .....</b>	<b>348</b>
15.1	电工仪表的分类和面板符号 .....	348
15.1.1	电工仪表的分类 .....	348
15.1.2	电工仪表的面板符号 .....	348
15.2	电工仪表的准确度等级 .....	350
15.3	电工仪表的型号 .....	351
15.4	电流表和电压表 .....	353
15.4.1	磁电系电流表和电压表 .....	353
15.4.2	电磁系电流表和电压表 .....	354
15.4.3	电动系电流表和电压表 .....	354
15.4.4	电流的测量 .....	355
15.4.5	电压的测量 .....	356
15.4.6	电流表和电压表的使用注意事项 .....	357
15.5	电能表 .....	357
15.5.1	电能表的结构和工作原理 .....	358
15.5.2	电能表的接线和安装 .....	358
15.5.3	电能表的使用注意事项 .....	360
15.6	钳形表 .....	360
15.6.1	钳形表的结构和工作原理 .....	360
15.6.2	钳形表的使用注意事项 .....	361
15.7	绝缘电阻表 .....	362
15.7.1	绝缘电阻表的结构和工作原理 .....	362
15.7.2	绝缘电阻表的使用注意事项 .....	363
15.7.3	数字绝缘电阻测量仪 .....	365
15.8	万用表 .....	368
15.8.1	万用表的结构和工作原理 .....	368

15.8.2	万用表的使用注意事项 .....	370
15.9	数字万用表 .....	371
15.9.1	数字万用表的结构和工作原理 .....	371
15.9.2	数字万用表的使用注意事项 .....	373
<b>第 16 章</b>	<b>接地装置与防雷保护 .....</b>	<b>374</b>
16.1	接地装置 .....	374
16.1.1	接地与接零 .....	374
16.1.2	保护接地的范围 .....	377
16.1.3	接地装置与接地电阻 .....	377
16.1.4	接地装置的安装 .....	379
16.2	防雷保护 .....	381
16.2.1	雷电的危害 .....	381
16.2.2	避雷装置 .....	381
16.2.3	电气设备的防雷保护 .....	387
16.2.4	其他防雷措施 .....	387
<b>第 17 章</b>	<b>安全用电 .....</b>	<b>389</b>
17.1	触电的形式 .....	389
17.1.1	单相触电 .....	389
17.1.2	两相触电 .....	389
17.1.3	跨步电压触电 .....	390
17.1.4	接触电压触电 .....	390
17.2	电工安全知识 .....	391
17.2.1	安全电流和安全电压 .....	391
17.2.2	防触电安全措施 .....	391
17.3	安全用电知识 .....	393
17.4	触电救护 .....	395

附 录 .....	399
附录 A 中华人民共和国法定计量单位 .....	399
附录 B 电工常用法定计量单位 .....	402
参考文献 .....	407