

# 简明农村

# 电工手册

JIANMING NONGCUN DIANGONG SHOUCE

第2版

◎ 主 编 孙克军  
◎ 副主编 闫和平  
吴津颖

 机械工业出版社  
CHINA MACHINE PRESS



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  
括小型水电站、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。

## 图书在版编目 (CIP) 数据

简明农村电工手册 / 孙克军主编. —2 版. —北京: 机械工业出版社,  
2010. 7

ISBN 978-7-111-31135-5

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

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 121506 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑: 张沪光 责任编辑: 张沪光

版式设计: 张世琴 责任校对: 陈延翔

封面设计: 赵颖喆 责任印制: 乔宇

北京汇林印务有限公司印刷

2010 年 10 月第 2 版第 1 次印刷

130mm × 184mm · 12.75 印张 · 364 千字

0001 - 3000 册

标准书号: ISBN 978-7-111-31135-5

定价: 19.80 元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换  
电话服务 网络服务

社服务中心: (010) 88361066

销售一部: (010) 68326294

销售二部: (010) 88379649

读者服务部: (010) 68993821

门户网: <http://www.cmpbook.com>

教材网: <http://www.cmpedu.com>

封面无防伪标均为盗版

# 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1版的基础上对《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，内容包括小型水电站、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

# 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 小型水电站</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 .....	42
2.3.4 水轮发电机的型号 .....	42
2.3.5 小型水轮发电机的技术数据 .....	43
2.3.6 水轮发电机的选择 .....	43

2.4	小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	机组的启动、运行和停机 .....	47
2.4.3	水电站设备的维护保养 .....	49
2.5	小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 .....	55
3.2.1	柴油机发电站总容量的选择 .....	55
3.2.2	柴油发电机组台数的选择 .....	55
3.2.3	柴油发电机组型式的选择 .....	55
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 .....	58
3.3.2	功率匹配 .....	58
3.3.3	转速匹配 .....	59
3.4	柴油机 .....	59
3.4.1	柴油机的类型 .....	59
3.4.2	柴油机的结构 .....	61
3.4.3	柴油机的工作原理 .....	61
3.5	发电机 .....	62
3.5.1	T2 系列三相交流同步发电机 .....	63
3.5.2	ST2 系列单相交流同步发电机 .....	65
3.6	柴油发电机组的使用及保养 .....	65
3.6.1	使用前的准备工作 .....	65
3.6.2	机组的启动、运行和停机 .....	68
3.7	柴油发电机组的常见故障及其排除方法 .....	71

<b>第 4 章 小型风力发电机</b> .....	72
4.1 风力机的基本结构与分类 .....	72
4.2 风轮转动的基本原理 .....	73
4.3 小型风力发电机 .....	75
4.4 风力发电机安装场地的选择 .....	76
4.4.1 选择方法 .....	76
4.4.2 注意事项 .....	78
4.5 小型风力发电机的安装 .....	78
4.5.1 基础的准备 .....	78
4.5.2 机组的安装 .....	79
4.5.3 电气控制箱及蓄电池的安装 .....	79
4.6 小型风力发电机组的运行与维护 .....	80
4.6.1 小型风力发电机组的运行 .....	80
4.6.2 小型风力发电机的维护 .....	81
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 .....	82
<b>第 5 章 太阳能光伏发电</b> .....	83
5.1 太阳能光伏发电系统的基本构成与主要类型 .....	83
5.2 太阳电池 .....	84
5.2.1 太阳电池的基本构造与工作原理 .....	85
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 .....	87
5.3 太阳电池的技术参数 .....	88
5.4 功率调节器 .....	89
5.4.1 功率调节器的构成 .....	89
5.4.2 逆变器的功能 .....	90
5.4.3 功率调节器的主要功能 .....	90
5.5 太阳能光伏发电系统的安装 .....	90

5.5.1	太阳电池阵列在屋顶上的安装方法 .....	91
5.5.2	太阳电池阵列在地面或平屋顶上的安装方法 .....	92
5.5.3	电气设备的安装、配线以及接地 .....	94
5.6	太阳能光伏发电系统的检查、使用与维护 .....	96
5.6.1	太阳能光伏发电系统的检查 .....	96
5.6.2	太阳能光伏发电系统的使用与维护 .....	97
<b>第6章</b>	<b>常用电动机 .....</b>	<b>99</b>
6.1	电动机的分类 .....	99
6.2	三相异步电动机的结构 .....	99
6.3	三相异步电动机的工作原理 .....	105
6.4	三相异步电动机的型号 .....	106
6.5	三相异步电动机的技术数据 .....	108
6.6	电动机的选择 .....	113
6.6.1	电动机种类的选择 .....	114
6.6.2	电动机功率的选择 .....	114
6.6.3	电动机转速的选择 .....	115
6.7	电动机的安装 .....	115
6.7.1	安装地点的选择 .....	115
6.7.2	电动机机座的安装 .....	116
6.8	电动机的运行与维护 .....	117
6.8.1	电动机起动前的准备和检查 .....	117
6.8.2	电动机起动时的注意事项 .....	119
6.8.3	电动机运行中的监视和维护 .....	119
6.8.4	三相异步电动机的常见故障及其排除方法 .....	121
<b>第7章</b>	<b>常用低压电器 .....</b>	<b>126</b>
7.1	低压电器的分类与用途 .....	126
7.2	负荷开关 .....	128

7.2.1	开启式负荷开关	128
7.2.2	封闭式负荷开关	130
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	138
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	140
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	150
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	152
7.6	继电器	154
7.6.1	中间继电器	154
7.6.2	时间继电器	156
7.6.3	热继电器	158
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	162
7.7	主令电器	166
7.7.1	控制按钮	166
7.7.2	行程开关	168



7.8	起 动 器 .....	169
7.8.1	起动器的种类和特点 .....	169
7.8.2	起动器的选用 .....	170
7.8.3	起动器的常见故障及其排除方法 .....	171
7.9	漏 电 保 护 器 .....	172
7.9.1	漏电保护器的结构与工作原理 .....	173
7.9.2	漏电保护器的安装与使用 .....	175
7.9.3	漏电保护器的常见故障及其排除方法 .....	177
<b>第8章</b>	<b>小型电力排灌设备 .....</b>	<b>180</b>
8.1	水 泵 .....	180
8.1.1	离心泵 .....	180
8.1.2	轴流泵 .....	180
8.1.3	混流泵 .....	180
8.1.4	井用泵 .....	181
8.1.5	小型潜水电泵 .....	181
8.2	电 力 排 灌 设 备 的 选 择 .....	185
8.2.1	水泵的选择 .....	185
8.2.2	配套电动机的选择 .....	185
8.3	电 力 排 灌 设 备 的 运 行 .....	186
8.3.1	起动前的准备工作 .....	186
8.3.2	机组的起动 .....	187
8.3.3	机组运行中的监视 .....	187
8.3.4	机组的停机 .....	188
8.4	电 力 排 灌 设 备 的 常 见 故 障 及 其 排 除 方 法 .....	188
8.5	小 型 电 力 排 灌 设 备 常 用 技 术 数 据 .....	190
<b>第9章</b>	<b>蓄 电 池 .....</b>	<b>193</b>
9.1	蓄 电 池 的 基 本 概 念 .....	193

9.2	蓄电池的基本结构与工作原理 .....	193
9.2.1	铅酸蓄电池的基本结构与工作原理 .....	194
9.2.2	碱性蓄电池的基本结构与工作原理 .....	195
9.3	蓄电池的使用 .....	198
9.3.1	铅酸蓄电池的充放电 .....	198
9.3.2	镉镍蓄电池的充放电 .....	202
9.3.3	锌银蓄电池的充放电 .....	202
9.4	蓄电池的维护 .....	203
9.4.1	固定型铅酸蓄电池的维护 .....	203
9.4.2	移动型铅酸蓄电池的维护 .....	203
9.4.3	镉镍蓄电池的维护 .....	205
9.4.4	锌银蓄电池的维护 .....	205
9.5	蓄电池的常见故障及其处理方法 .....	206
<b>第10章</b>	<b>电焊机与电动工具 .....</b>	<b>217</b>
10.1	电焊机 .....	217
10.1.1	手工电弧焊机的型号命名方法及选择 .....	217
10.1.2	弧焊变压器 .....	220
10.2	电动工具 .....	227
10.2.1	电动工具的分类与型号 .....	228
10.2.2	电钻 .....	231
10.2.3	冲击电钻 .....	237
<b>第11章</b>	<b>变频器 .....</b>	<b>240</b>
11.1	变频器的基本知识 .....	240
11.1.1	变频器的基本类型 .....	242
11.1.2	通用变频器的标准技术规范 .....	242
11.2	变频调速系统 .....	244
11.2.1	变频调速系统的构成和特点 .....	244

11.2.2	变频调速的基本原理 .....	245
11.2.3	变频调速的基本方式与特点 .....	245
11.2.4	变频器类型的选择 .....	246
11.3	变频器的安装与运行 .....	249
11.3.1	变频器的安装环境 .....	249
11.3.2	变频器的安装 .....	250
11.3.3	变频器通电前的检查 .....	250
11.3.4	变频器的空载通电检验 .....	251
11.3.5	变频器带电动机空载运行 .....	251
11.3.6	变频器带负载试运行 .....	252
11.4	变频器的检查 .....	253
11.4.1	日常检查 .....	253
11.4.2	定期检查 .....	253
11.5	变频器的应用 .....	254
11.5.1	风机、水泵类负载变频调速 .....	254
11.5.2	粉末供料器与出料传送带变频调速 .....	256
<b>第 12 章</b>	<b>低压配电线路与小型电力变压器</b> .....	<b>259</b>
12.1	低压架空线路 .....	259
12.1.1	低压架空线路的结构 .....	259
12.1.2	架空线路路径的选择 .....	260
12.1.3	架空导线 .....	260
12.1.4	电杆 .....	265
12.1.5	横担 .....	267
12.1.6	绝缘子 .....	268
12.1.7	拉线 .....	270
12.1.8	金具 .....	272
12.2	接户线和进户线 .....	272
12.2.1	低压线进户方式 .....	272

12.2.2	接户线 .....	273
12.2.3	进户线 .....	275
12.3	导线的连接和绑扎 .....	276
12.3.1	导线的连接 .....	276
12.3.2	导线在绝缘子上的绑扎 .....	281
12.4	小型电力变压器 .....	281
12.4.1	变压器的分类 .....	282
12.4.2	变压器的基本结构 .....	283
12.4.3	变压器的工作原理 .....	283
12.4.4	变压器的主要技术参数 .....	284
12.4.5	变压器的型号含义及新旧型号对照 .....	286
12.4.6	变压器容量的选用 .....	287
12.4.7	变压器的运行与维护 .....	287
12.4.8	变压器的常见故障及其排除方法 .....	288
<b>第 13 章</b>	<b>电气照明 .....</b>	<b>290</b>
13.1	白炽灯 .....	290
13.1.1	白炽灯的结构和工作原理 .....	290
13.1.2	白炽灯常用电路 .....	290
13.1.3	白炽灯的安装和使用注意事项 .....	292
13.1.4	白炽灯的常见故障及其排除方法 .....	294
13.2	荧光灯 .....	295
13.2.1	荧光灯的结构和工作原理 .....	295
13.2.2	荧光灯的安装 .....	298
13.2.3	荧光灯与电子镇流器的常见故障及其排除方法 .....	300
13.3	黑光灯 .....	302
13.3.1	黑光灯的结构和工作原理 .....	302
13.3.2	黑光灯的技术数据 .....	303
13.3.3	黑光灯的安装和使用注意事项 .....	303

13.3.4	黑光灯的常见故障及其排除方法 .....	303
13.4	照明线路的安装 .....	303
13.4.1	鼓形绝缘子线路的安装 .....	304
13.4.2	塑料护套线路的安装 .....	307
13.4.3	管内布线的安装 .....	310
<b>第14章</b>	<b>电工材料 .....</b>	<b>314</b>
14.1	导电材料 .....	314
14.1.1	裸电线 .....	314
14.1.2	绝缘电线 .....	316
14.1.3	电缆 .....	319
14.2	绝缘材料 .....	324
14.2.1	绝缘材料的耐热等级 .....	324
14.2.2	绝缘漆 .....	325
14.2.3	电工用薄膜和黏带 .....	327
<b>第15章</b>	<b>电工仪表 .....</b>	<b>329</b>
15.1	电工仪表的分类和面板符号 .....	329
15.1.1	电工仪表的分类 .....	329
15.1.2	电工仪表的面板符号 .....	329
15.2	电工仪表的准确度等级 .....	331
15.3	电工仪表的型号 .....	332
15.4	电流表和电压表 .....	334
15.4.1	磁电系电流表和电压表 .....	334
15.4.2	电磁系电流表和电压表 .....	335
15.4.3	电动系电流表和电压表 .....	335
15.4.4	电流的测量 .....	336
15.4.5	电压的测量 .....	337
15.4.6	电流表和电压表的使用注意事项 .....	338

15.5	电能表 .....	338
15.5.1	电能表的结构和工作原理 .....	339
15.5.2	电能表的接线和安装 .....	339
15.5.3	电能表的使用注意事项 .....	341
15.6	钳形表 .....	341
15.6.1	钳形表的结构和工作原理 .....	341
15.6.2	钳形表的使用注意事项 .....	342
15.7	绝缘电阻表 .....	343
15.7.1	绝缘电阻表的结构和工作原理 .....	343
15.7.2	绝缘电阻表的使用注意事项 .....	344
15.7.3	数字绝缘电阻测量仪 .....	346
15.8	万用表 .....	349
15.8.1	万用表的结构和工作原理 .....	349
15.8.2	万用表的使用注意事项 .....	351
15.9	数字万用表 .....	352
15.9.1	数字万用表的结构和工作原理 .....	352
15.9.2	数字万用表的使用注意事项 .....	354
<b>第16章</b>	<b>接地装置与防雷保护 .....</b>	<b>355</b>
16.1	接地装置 .....	355
16.1.1	接地与接零 .....	355
16.1.2	保护接地的范围 .....	358
16.1.3	接地装置与接地电阻 .....	358
16.1.4	接地装置的安装 .....	360
16.2	防雷保护 .....	362
16.2.1	雷电的危害 .....	362
16.2.2	避雷装置 .....	362
16.2.3	电气设备的防雷保护 .....	368
16.2.4	其他防雷措施 .....	368

<b>第 17 章 安全用电</b> .....	370
17.1 触电的形式 .....	370
17.1.1 单相触电 .....	370
17.1.2 两相触电 .....	370
17.1.3 跨步电压触电 .....	371
17.1.4 接触电压触电 .....	371
17.2 电工安全知识 .....	372
17.2.1 安全电流和安全电压 .....	372
17.2.2 防触电安全措施 .....	372
17.3 安全用电知识 .....	374
17.4 触电救护 .....	376
<b>附    录</b> .....	380
附录 A 中华人民共和国法定计量单位 .....	380
附录 B 电工常用法定计量单位 .....	383
<b>参考文献</b> .....	388

# 第 1 章 电工基础资料

## 1.1 电工常用计算公式及基本定律

### 1.1.1 直流电路常用计算公式（见表 1-1）

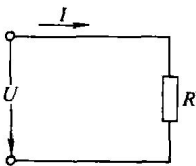
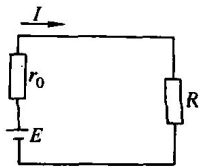
表 1-1 直流电路常用计算公式

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 ( $m^2$ ) $\rho$ —导体的电阻率，单位为欧·米 ( $\Omega \cdot m$ ) $R$ —导体的电阻，单位为欧姆，简称欧 ( $\Omega$ )
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 ( $\Omega$ ) $G$ —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地流动称为电流。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)





(续)

名称	定义	公式	备注
电压	在静电场或电路中，单位正电荷在电场力作用下从一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	$U = \frac{W}{Q}$	<p><math>W</math>—电功，单位为焦耳，简称焦 (J)</p> <p><math>Q</math>—电量，单位为库 (C)</p> <p><math>U</math>—电压，单位为伏特，简称伏 (V)</p>
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	$I = \frac{U}{R}$ 	<p><math>U</math>—电压，单位为伏 (V)</p> <p><math>R</math>—电阻，单位为欧 (<math>\Omega</math>)</p> <p><math>I</math>—电流，单位为安 (A)</p>
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	$I = \frac{E}{R + r_0}$ 	<p><math>E</math>—电源电动势，单位为伏 (V)</p> <p><math>R</math>—负载电阻，单位为欧 (<math>\Omega</math>)</p> <p><math>r_0</math>—电源的内电阻，单位为欧 (<math>\Omega</math>)</p> <p><math>I</math>—电路中的电流，单位为安 (A)</p>