

实用电工手册

刘光源 主编



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

<http://www.phei.com.cn>

实用电工手册

刘光源 主编



电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本手册共分13章,内容包括电工基本标准,常用电工工具及电气测量仪表,电工基本操作技能,中、小型交、直流电动机的安装及维修,室内线路和照明装置的安装及维修,架空输电线路和电缆线路的安装及维修,常用低压电器的安装及维修,电气控制设备的安装、调试及检修,家用电器的安装及维修,接地装置的安装及维修,10kV变、配电所设备的安装,弱电工程,电工安全操作技术。

本手册内容新颖,突出了电工工艺和操作技能,且列出了最新电气图形符号国标和旧电气图形符号国标的对照,可供广大电气工人及电气技术人员使用,也可作为再就业的培训教材。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。
版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

实用电工手册/刘光源主编. —北京:电子工业出版社,2009.6
ISBN 978-7-121-08334-1

I. 实… II. 刘… III. 电工-技术手册 IV. TM-62

中国版本图书馆CIP数据核字(2009)第052924号

策划编辑:富 军

责任编辑:谭丽莎

印 刷:涿州市京南印刷厂

装 订:涿州市桃园装订有限公司

出版发行:电子工业出版社

北京市海淀区万寿路173信箱 邮编 100036

开 本:787×1092 1/16 印张:51.5 字数:1383千字

印 次:2009年6月第1次印刷

印 数:4000册 定价:118.00元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系,联系及邮购电话:(010)88254888。

质量投诉请发邮件至 zlt@phei.com.cn,盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线:(010)88258888。

前 言

本手册以电工的基本操作技能和维修为主，可操作性强，可使广大上岗、转岗和在岗的电气工人和农村电工用较短的时间掌握电工工艺和操作技能。

手册详细介绍了电工工具的使用技巧和基本操作技能，中小型交、直流电动机的拆装和维修方法，室内外线路、电缆线路和照明装置的安装和维修方法，常用低压电器、家用电器和机床电气设备的安装、调试、使用和维修，变配电设备的安装，接地装置的安装和维修等。

本手册中所用的技术标准，电气图形符号（GB/T4728—1996 ~ 2005）均为最新国家标准，内容丰富，实用性强。本手册由刘光源主编，参加本书编写的有应桂聪、周家宝、刘琼、宋林香、胡满芳、刘峰、陈宝庆、方新利、黄文木、张柏娟、应国聪、费文祥、张雄珍、刁长庆、许定芳、应国芳、肖艳、许玉萍、潘慧珍、许黎丽、陈月华及胡德龙。

由于本人学识和技术水平有限，书中难免有不足及疏漏之处，敬请广大读者批评指正。

编 者

目 录

第1章 电工基本标准	1
1.1 电气常用图形符号及电气技术常用文字符号	1
1. 电气简图用图形符号	1
2. 电气技术中的文字符号	1
1.2 电气设备用图形符号及电工常用法定计量单位	110
1. 电气设备用图形符号	110
2. 电工常用法定计量单位	114
第2章 常用电工工具及电气测量仪表	119
2.1 常用电工工具	119
1. 手动电工工具	119
2. 电动机械工具	137
3. 常用电气安全用具及试验标准	145
4. 常用起重和搬运工具	151
2.2 电气测量仪表	157
1. 万用表	157
2. 钳形电流表	162
3. 兆欧表	163
4. 电缆探伤仪	165
5. 交、直流电桥	167
第3章 电工基本操作技能	170
3.1 导线的选择	170
1. 导线种类的选择	170
2. 导线截面的选择	174
3.2 导线线头绝缘层的剖削和连接	177
1. 导线线头绝缘层的剖削	177
2. 导线的连接	180
3. 导线绝缘层的恢复	189
3.3 墙孔和棒孔的鑿打及棒的安装	190
1. 墙孔的鑿打	190
2. 棒的种类及棒孔的鑿打	192
3. 木棒的削制及安装	192
4. 铅丝棒的制作和安装	193

5. 胀管的安装	194
6. 膨胀螺栓的安装	195
3.4 登高工具的登高方法	196
1. 用梯子登高	196
2. 用登高板登高	196
3. 用脚扣登杆	199
第4章 中、小型交、直流电动机的安装及维修	201
4.1 三相异步电动机的安装及维修	201
1. 三相异步电动机的结构和型号	201
2. 三相异步电动机的拆装与注意事项	216
3. 三相异步电动机的常见故障与修理	221
4. 三相异步电动机定子绕组故障的检修	222
5. 转子绕组故障的检修	225
6. 定子绕组的全部拆换	226
7. 铁芯故障及检修	235
8. 滚动轴承故障及检修	235
9. 三相异步电动机修复后的检查和试验	235
10. 三相异步电动机改制的计算	239
4.2 单相异步电动机的拆装和检修	243
1. 单相异步电动机的结构和类型	243
2. 单相异步电动机的拆卸和装配	246
3. 单相异步电动机的常见故障及处理方法	247
4.3 直流电动机的维护、拆装及常见故障处理	256
1. 直流电动机的励磁方式和出线端标志	256
2. 直流电动机的运行	258
3. 直流电动机的维护及常见故障处理	259
4. 直流电动机的修复试验	266
第5章 室内线路和照明装置的安装及维修	270
5.1 室内线路的安装	270
1. 室内线路的安装要求和工序	270
2. 瓷夹板的配线	273
3. 塑料护套的配线	277
4. 绝缘子(又称瓷瓶)的配线	280
5. 线管的配线	283
6. 钢索配线	293
5.2 照明装置的安装和常见故障的检修	302
1. 照明装置的种类和安装	302

2. 照明器具及 RCD 的安装	334
3. 常用照明装置的安装接线图、原理图和常见故障检修	344
4. 照明装置的安装规程及竣工验收	351
5.3 进户装置及配电板的安装方法	354
1. 进户装置的安装	354
2. 量电和配电装置的安装	357
5.4 室内线路的竣工验收及试验	367
1. 室内线路的竣工验收	367
2. 室内线路竣工后的试验	368
第 6 章 架空输电线路和电缆线路的安装及维修	369
6.1 架空输电线路的结构	369
1. 电杆	369
2. 横担	369
3. 金具	369
4. 绝缘子	371
5. 拉线	372
6. 导线	372
6.2 电杆的安装	372
1. 电杆的分类	372
2. 电杆的定位和挖坑	374
3. 杆基的加固	377
4. 竖杆	379
5. 埋杆	382
6.3 拉线的制作和安装	382
1. 拉线的制作	385
2. 地锚的埋设	389
6.4 横担的安装	389
1. 横担的种类和选择	389
2. 横担的安装位置及安装	390
6.5 绝缘子的安装	392
1. 绝缘子的类型和用途	392
2. 绝缘子的技术数据	393
3. 绝缘子的安装	396
6.6 导线的安装与固定	398
1. 架空导线的选择	398
2. 导线的架设及固定	401
6.7 架空输电线路的竣工验收及常见故障的检修	406
1. 架空输电线路的竣工验收检查	406

2. 架空输电线路的竣工试验	407
3. 架空输电线路的维护和常见故障的检修	407
6.8 电缆线路的安装	408
1. 电缆的结构、型号及选择	408
2. 电缆的检查和试验	421
3. 电缆的敷设	427
4. 电缆线路的故障及修理	440
第7章 常用低压电器的安装及维修	445
7.1 低压开关	445
1. 负荷开关	445
2. 组合开关	450
3. 空气断路器	453
7.2 熔断器	461
1. 技术数据	462
2. 选择	465
3. 安装及使用	466
4. 熔断器的常见故障分析	466
7.3 接触器	466
1. 技术数据	467
2. 选择	470
3. 安装及使用	471
4. 常见故障分析	471
7.4 继电器	472
1. 中间继电器	472
2. 热继电器	475
3. 时间继电器	481
4. 过电流继电器及通用继电器	486
5. 速度继电器	491
7.5 凸轮控制器	493
1. 技术数据	493
2. 选择	495
3. 安装及使用	495
4. 控制器的常见故障分析	495
7.6 主令电器	496
1. 按钮	496
2. 位置开关	502
3. 万能转换开关	505
4. 主令控制器	508

第 8 章 电气控制设备的安装、调试及检修	511
8.1 电气控制设备的安装与调试	511
1. 电气控制设备的安装	511
2. 电气控制设备的调试	514
8.2 机床电气控制设备的维护及检修方法	515
1. 检修机床电气控制设备时的测试工具	515
2. 机床电气故障的检修步骤	516
8.3 常用机床电气控制线路及常见故障的维修	522
1. 机床电气控制线路图的画法	522
2. 机床电气控制线路及常见故障的维修	524
第 9 章 家用电器的安装及维修	595
9.1 电冰箱的安置和检修	595
1. 电冰箱的选购	595
2. 电冰箱的结构	596
3. 电冰箱的安置和使用	598
4. 电冰箱的常见故障及检修方法	598
9.2 洗衣机的安置和检修	599
1. 洗衣机的选购	599
2. 洗衣机的结构	601
3. 洗衣机的安置及使用	605
4. 洗衣机的常见故障及检修方法	606
9.3 空调器的安装和检修	613
1. 家用空调器的选购	613
2. 家用空调器的结构	614
3. 家用空调器的安装	615
4. 家用空调器的使用	617
5. 家用空调器的常见故障及检修方法	618
9.4 电风扇的安装和检修	619
1. 电风扇的选购	619
2. 电风扇的结构	620
3. 吊扇的安装	622
4. 吊扇的调速	623
5. 电风扇的使用	623
6. 电风扇的常见故障及检修方法	624
9.5 电取暖器的安置及检修	626
1. 电取暖器的选购	626
2. 电取暖器的安置	628

3. 电取暖器的使用	628
4. 电取暖器的常见故障及检修方法	629
9.6 电热水器的安装和检修	629
1. 电热水器的选购	629
2. 电热水器的结构	629
3. 电热水器的安装	630
4. 电热水器的使用	630
5. 电热水器的常见故障及检修方法	630
9.7 吸尘器的使用和检修	631
1. 吸尘器的选购	631
2. 吸尘器的使用	633
3. 吸尘器的常见故障及检修方法	633
9.8 脱排油烟机的安装和检修	635
1. 脱排油烟机的选购	635
2. 脱排油烟机的安装	635
3. 脱排油烟机的使用	636
4. 脱排油烟机的常见故障及检修方法	636
9.9 微波炉的使用和检修	637
1. 微波炉的选择	638
2. 微波炉的使用	638
3. 微波炉的常见故障和检修方法	639
9.10 电饭锅的使用和检修	640
1. 电饭锅的选购	641
2. 电饭锅的使用	641
3. 电饭锅的常见故障及检修方法	642
第 10 章 接地装置的安装及维修	643
10.1 接地装置的分类和技术要求	643
1. 接地装置的分类	643
2. 接地装置的技术要求	644
10.2 接地体的制作与安装	644
1. 自然接地体	644
2. 人工接地体	644
3. 安装实例——垂直安装人工接地体	647
10.3 接地线的安装	648
1. 自然接地线	648
2. 人工接地线	649
10.4 接地装置的涂色和接地电阻的测量	651
1. 接地装置的涂色	651

2. 接地电阻的测量	652
10.5 接地装置的检查、验收和维修	653
1. 接地装置的检查和验收	653
2. 接地装置的维修	653
第 11 章 变、配电所设备的安装	655
11.1 电力变压器的安装	655
1. 安装电力变压器前的检查	656
2. 电力变压器的安装	658
3. 变压器的接线	665
4. 变压器的试验	669
11.2 硬母线、穿墙套管及支柱绝缘子的安装	673
1. 母线的制作与安装	673
2. 穿墙套管的安装	686
3. 绝缘子的安装	693
11.3 配电装置的安装	698
1. 高压熔断器的安装	698
2. 隔离开关的安装及调整	703
3. 负荷开关的安装和调整	710
4. 断路器的安装和调整	715
5. 互感器的安装	730
6. 补偿电容器的安装	738
7. 避雷器的安装	744
11.4 继电保护装置的安装	750
1. 继电保护装置的功能和基本要求	750
2. 常用保护继电器	750
3. 继电保护装置的安装	761
11.5 二次接线的组成和安装	762
1. 二次接线(回路)的组成	762
2. 二次接线的安装	765
11.6 10 kV 变配电室及线路的试验、送电及倒闸操作	772
1. 零起升压倒送电试验	772
2. 送电试验及试运行	773
3. 倒闸操作	773
第 12 章 弱电工程	775
12.1 智能建筑	775
1. 智能建筑的目标和要求	775
2. 智能大厦	776

3. 智能化系统的分类	776
12.2 火灾自动报警系统	777
1. 火灾和灭火的基本概念	777
2. 火灾探测器的种类、选择和安装	778
3. 火灾报警与自动灭火系统	785
4. 消火栓灭火系统的安装	788
12.3 防盗报警系统	791
1. 防盗报警器探测器的种类和选择	791
2. 防盗报警系统的功能和使用方法	793
第 13 章 电工安全操作技术	796
13.1 触电事故的特点和类型	796
1. 触电事故的特点	796
2. 触电的类型	797
13.2 触电的危险因素	798
1. 电流对人体的作用的分析	798
2. 人体的电阻	799
3. 安全电流和安全电压	800
13.3 触电的预防	800
1. 采用保护接地和保护接零	800
2. 采用剩余电流动作保护器(RCD)	804
3. 安全技术措施	804
4. 电工安全操作规程	805
13.4 触电伤害者的临床表现和触电现场的处理	807
1. 触电伤害者的临床表现	807
2. 触电现场的处理	808
13.5 触电的急救	810

第 1 章

电工基本标准



1.1 电气常用图形符号及电气技术常用文字符号

1. 电气简图用图形符号

电气简图用图形符号是绘制电气简图的工程语言。国际上多数发达国家将国际电工委员会 IEC617 标准作为统一这种语言的依据。我国也于 1984 年、1985 年采用 IEC617—1983 发布了 GB4728—1984 ~ 1985 《电气简图用图形符号》系列标准，并于 1997 年发布了《在全国电气领域推行电气简图用图形符号国家标准的通知》。电气简图用图形符号的发布和实施，使我国电气领域信息交流的工程语言与国际通用语言协调一致，并为我国电气技术文件与国际的接轨创造了重要条件。

为了满足不断发展的科学技术的需要，国际电工委员会于 1996 年又修订并出版了 IEC617 的新标准。我国于 1996 年 ~ 2000 年又采用 IEC617—1996 并修订发布了 GB/T4728—1996 ~ 2000 年《电气简图用图形符号》的系列标准，该标准里的电气简图用图形符号已完全与发达国家一致。

我国于 2005 年又根据 IEC617 的新标准修订并发布了 GB/T4728—2005 年《电气简图用图形符号》第 1 ~ 5 部分的新标准。

《电气简图用图形符号》共有 13 个部分，约有图形符号 1400 余个，现摘录部分常用的图形符号，如表 1-1 所示。

2. 电气技术中的文字符号

GB7159—1987 《电气技术中的文字符号制定通则》所规定的文字符号适用于电气技术领域中的技术文件的编制，也可标注在电气设备、装置和电气元器件上，以表明电气设备、装置和元器件的名称、功能、状态和特征。它代替了由汉语拼音字母组成的 GB315—1965。

国标中的文字符号采用的是大写正体的拉丁字母，分为基本文字符号（单字母或双字母）和辅助文字符号。

基本文字符号按拉丁字母将各种电气设备、装置和元器件划分为了 23 大类，每大类用一个专用单字母符号表示。如“C”表示电容器类，“R”表示电阻器类等；双字母符号由一个表示种类的单字母符号与另一个字母组成。它是以单字母符号在前、另一个字母在后的次序列出的。如“GB”双字母表示蓄电池，“G”为电源的单字母符号。电气设备常用基本文字符号如表 1-2 所示。

表 1-1 电气简图常用图形符号 (摘录自 GB/T4728)

项 目	种 类	GB/T4728—2005 新版符号			GB/T4728—1996 ~ 2000 版符号			GB4728—1984 ~ 1985 版符号			GB312—1964 版符号		
		序 号	名 称	图 形 符 号	说 明	序 号	图 形 符 号	名 称	图 形 符 号	名 称	图 形 符 号	图 形 符 号	
1. 符号要素	1.1 轮廓和外壳	S00059	物件		别名：设备；器件；功能件；功能符号；功能物件的类别	02-01-01	 形式 1	元件					
		S00060	物件		符号轮廓内应填入或加上适当的符号或代号，以表示物件的类别	02-01-02	 形式 2	装置					
		S00061	物件		如果设计需要可以采用其他形状的轮廓	02-01-03	 形式 3	功能单元					
		00062	外壳		如果罩具有特殊的防护功能，可加注以引起注意。若肯定不会引起混乱，外壳可省略。如果外壳与其他物件有连接，则必须标出外壳符号	02-01-04	 形式 1	外壳（容器）		半导体器件外壳	 或 		
		S00063	外壳		必要时，外壳可断开画出	02-01-05	 形式 2	管壳		电子管管壳	 或 		
		S00064	边界线		此符号用于表示物理上、机械上或功能上相互关联的对象组的边界。长短线可任意组合	02-01-06		边界线					
		S00065	屏蔽		符号可画成任何方便的形状	02-01-07		屏蔽（护罩）		屏蔽			
		S00066	防止无意识直接接触，一般符号		星号应由具备无意识直接接触防护的设备或器件的符号代替	02-01-08	 形式 1						

续表

项目	种类	GB/T4728—2005 新版符号				GB/T4728—1996 ~2000 版符号				GB4728—1984 ~1985 版符号		GB312—1964 版符号	
		序号	名称	图形符号	说明	序号	图形符号	名称	图形符号	名称	图形符号	名称	图形符号
2.1 电流和电压的种类			直流	已取消	该符号符合 GB4728—1984 标准, 且在 IEC617—1983 标准中也有		现已取消	——	直流		直流电		——
		S01347	直流	==	废除—仅供参考, 被 S00067 替代								
		S01402	直流	D C (d. c.)	新增符号								
		S00067	直流	==	电压可标注在符号右边, 系统类型可标注在左边 示例: 2/M == 220/110V	02-02-03		直流					
		S01403	交流	~	频率值或频率范围可标注在符号的右边 示例: ~50Hz								
		S01404	交流	A C (a. c.)	新增符号								
		S00069	交流 (标出频率)	~50Hz	频率值或频率范围可标注在符号的右边 示例: ~50Hz	02-02-04							
		S00070	交流 (标出频率范围)	~100... 600kHz	废除—仅供参考, 被符号 S01403 替代	02-02-05	~50Hz						
				~100... 600kHz		02-02-06	~100... 600kHz						
		S00071	交流 (标出电压)	3/N ~ 400/230V 50Hz	电压值也可标注在符号右边, 相数和中性线数可标注在符号左边, 频率值或频率范围可标注在符号右边 示例: 交流, 三相带中性线, 400/230V, 50Hz	02-02-07	3/N ~400/230V 50Hz	交流					
		S00072	交流 (标出系统)	3/N ~ 50Hz ~ TN-S	废除—仅供参考, 被符号 S01403 替代	02-02-08	3/N ~ 50Hz/ TN-S						

续表

项 目	种 类	GB/T4728—2005 新版符号				GB/T4728—1996 ~ 2000 版符号				GB4728—1984 ~ 1985 版符号				GB312—1964 版符号			
		序 号	名 称	图 形 符 号	说 明	序 号	图 形 符 号	名 称	图 形 符 号	序 号	图 形 符 号	名 称	图 形 符 号	序 号	图 形 符 号	名 称	图 形 符 号
2. 电 流 和 电 压 的 种 类	2.1	S00073	交 流 (标 出 频 率 范 围 , 低 频) 别 名 : 工 频 或 亚 音 频		当需要用一个给定的频率范围时, 可使用符号 S00073、S00074 和 S00075	02-02-09		低 频 (工 频 或 亚 音 频)				工 频					
		S00074	交 流 (标 出 频 率 范 围 , 中 频) 别 名 : 音 频		同上	02-02-10		中 频 (音 频)				音 频					
		S00075	交 流 (标 出 频 率 范 围 , 高 频) 别 名 : 超 音 频 , 载 频		同上	02-02-11		高 频 (超 音 频 , 载 频 或 射 频)				超 音 频 、 载 频 及 射 频					
			交 直 流	现 已 取 消	已 取 消		现 已 取 消	交 直 流				交 直 流 电					
		S00076	具 有 交 流 分 量 的 整 流 电 路		需 要 区 别 整 流 和 整 流 电 流 时 使 用	02-02-12		具 有 交 流 分 量 的 整 流 电 路				脉 动 电 流					
		S00077	正 极 性	+	正 极 性	02-02-13	+	正 极	+			正 极	+				+
		S00078	负 极 性	-	负 极 性	02-02-14	-	负 极	-			负 极	-				-
		S00079	中 性	N	中 性 线		N	中 性 线 (中 性 线)	N			中 性 线	N				N
		S00080	中 间 线	M	中 间 线		M	中 间 线	M			中 间 线	M				

续表

项 目	种 类	GB/T4728—2005 新版符号					GB/T4728—1996 ~ 2000 版符号		GB4728—1984 ~ 1985 版符号		GB312—1964 版符号	
		序 号	名 称	图 形 符 号	说 明	序 号	图 形 符 号	名 称	图 形 符 号	名 称	图 形 符 号	
2. 限定符号	2.2 可变性	S00081	可调节性的一般符号		“可调节性”是与主体符号所表示的器件相关的量，其值可由外部方式设置或控制	S0-03-01		非内在可变性		调节		
		S00082	可调节性，非线性			02-03-02		非内在非线性可变性		非线性调节		
		S00083	可变性的一般符号		可调节性，与主体符号中的信息并心线构成45°。有控制量的信号的温度或电压或在何处表示与主体符号所表示的器件相关的量，其自身值取决于器件内部的因素	02-03-03		内在的可变性				
		S00084	可变性，非线性			02-03-04		内在非线性可变性		非线性的		
		S00085	预调		同 S00083 和 S00084 的说明，另允许调节的条件可标注在符号旁	02-03-05		预调、微调，仅在 I = 0 时允许预调		微调		
		S00086	预调			02-03-06						
		S00093	直线运动（单向）		箭头可用来表示方向，器件的可动部分沿此方向运动将达到所需的效应。例：滑臂向端子 2 移动时频率增加 箭头也可用来表示力的方向或物体运动的方向。此时由运动所产生的效应应予以文字说明	02-04-01		按箭头方向的直线运动或力		(1) 单向		
		S00094	直线运动（双向）			02-04-02		双向直线运动或力		(2) 双向		