

NEW Electrician Skills Handbook

新编电工技能 手册

周晓鸣 李贞权 董武 主编

手册



中国电力出版社

www.cepp.com.cn

**NEW
Electrician
Skills
Handbook**

新编电工技能 手册

周晓鸣 李贞权 董武 主编



中国电力出版社

www.cepp.com.cn

内 容 提 要

本书是依据《国家职业技能鉴定规范》的基本要求编写的，最大的特色就是注重现场实际，对电工日常作业中应具体掌握的基本技能以及故障情况下的应急处理都做了详细介绍。通过阅读本书，可以迅速掌握电工操作的作业要领。

本书主要包括：常用电工工具和测量仪表，安全用电常识，电工基本操作，电动机的使用、拆装与维修，变压器的安装、运行、检修与维护，低压电器与常用机床控制线路，各种传感器及典型应用电路，可编程序控制器，电子技术应用。

本书适合广大工矿企业电工、城乡电工，以及电工电子爱好者阅读，也可作为电工操作培训的参考书。

图书在版编目 (CIP) 数据

新编电工技能手册/周晓鸣，李贞权，董武主编．
北京：中国电力出版社，2009
ISBN 978-7-5083-9261-5

I. 新… II. ①周…②李…③董… III. 电工技术—技术手册 IV. TM-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 133905 号

中国电力出版社出版、发行

(北京三里河路 6 号 100044 <http://www.cepp.com.cn>)

北京盛通印刷股份有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2010 年 3 月第一版 2010 年 3 月北京第一次印刷
850 毫米×1168 毫米 32 开本 21.875 印张 795 千字
印数 0001—3000 册 定价 42.00 元

敬告读者

本书封面贴有防伪标签，加热后中心图案消失
本书如有印装质量问题，我社发行部负责退换

版 权 专 有 翻 印 必 究

前言

经济全球化的浪潮，已使我国进入世界制造大国的行列，那些直接从事产品生产及加工的一线技术工人的操作技能水平，对于保证产品的质量，增强竞争力，是极为重要的。为提高广大一线技术工人的操作能力，依据国家职业技能鉴定规范（考核大纲）中有关工种的“鉴定要求，鉴定内容”，我们编写了本书。参加编写的人员为职业学校多年从事相关专业理论和实习教学的教师以及企业第一线的工程师。在本书的编写过程中，我们特别注意了“实用”二字，力求简明扼要、图文并茂、选材实用。全书的文字符号和图形符号都采用了最新的国家标准。

由于编者水平有限，书中难免有缺点、错误，敬请广大读者批评指正。

编 者

2010年1月30日

前言

第一章 常用电工工具及电工仪表	1
第一节 常用电工工具及其使用	1
一、通用电工工具	1
二、线路装修工具	9
三、设备安装和维修工具	13
第二节 常用电工材料及其选用	15
一、绝缘材料	15
二、导电材料	37
三、电热材料	42
四、电阻合金	42
五、熔丝	43
第三节 常用电工仪表及其使用	45
一、电工仪表的基本知识	45
二、常用电工仪表及其使用	52
三、绝缘电阻表及其使用	76
四、接地电阻测定仪	79
五、直流电桥	82
第二章 安全用电常识	87
第一节 触电及预防	87
一、触电的种类和方式	87
二、电流伤害人体的因素	88
三、安全电压	90
四、触电原因及预防措施	91
第二节 触电急救	93
一、触电的现场抢救措施	94
二、口对口人工呼吸法	96
三、胸外心脏压挤法	97
四、注意事项	97
第三节 接地与防雷	99

一、保护接地和保护接零	99
二、接地的使用范围	106
三、接地体的安装	110
四、防雷装置和防雷保护	119
第三章 电工基本操作	137
第一节 导线的连接及绝缘恢复	137
一、导线的剖削	137
二、导线的连接	139
三、导线绝缘的恢复	148
第二节 室内电气线路的安装	149
一、常用室内照明灯具及其安装	149
二、开关和插座的安装	163
三、照明装置常见故障	170
四、常用室内线路的安装	182
第三节 架空配电线路	204
一、架空配电线路的结构	204
二、架空配电线路的安装	211
三、低压架空接户线的安装	231
四、进户线的安装	236
五、架空线路常见故障和预防措施	238
第四节 电缆线路施工	239
一、一般要求	239
二、电缆线路的敷设	242
三、冬季电缆敷设措施	260
四、电缆接头的制作	260
五、低压电缆线路运行应注意的问题	272
六、低压电缆线路故障点的测定和检修	273
第五节 低压电配装置的安装和制作	276
一、总配电装置	277
二、动力配电箱	279
三、照明配电箱(盘)	287
四、电能表箱	292
第四章 电动机	302
第一节 交流电动机的使用	302

一、三相异步电动机的结构·····	302
二、三相异步电动机的拆卸与装配·····	304
三、电动机的安装与运行·····	309
四、三相异步电动机的常见故障与检修·····	317
五、重绕 50kW 以下三相鼠笼式异步电动机定子绕组·····	321
六、三相异步电动机定子绕组的首尾端判别·····	332
七、三相异步电动机的使用与维护·····	334
第二节 单相异步电动机的拆装与维护·····	335
一、单相异步电动机的结构·····	336
二、单相异步电动机的分类·····	336
三、单相异步电动机的拆装·····	339
四、单相异步电动机的使用和维护·····	342
五、单相异步电动机常见故障及处理·····	343
第三节 直流电动机的使用与维护·····	344
一、直流电动机的结构·····	344
二、直流电动机的拆装·····	346
三、直流电动机的运行与维护·····	348
四、直流电动机常见故障及处理方法·····	349
第五章 变压器·····	351
第一节 变压器的安装·····	351
一、变压器的基本知识·····	351
二、变压器的分类及结构·····	353
三、变压器的安装·····	358
四、变压器安装前的吊心检查·····	375
五、变压器的试运行·····	376
第二节 变压器的运行与维护·····	379
一、电力变压器允许运行方式·····	379
二、变压器运行中的检查·····	383
三、变压器的拉、合闸和分接开关·····	385
四、变压器的并联运行·····	387
五、变压器的经济运行·····	388
六、变压器的不正常运行和应急处理·····	393
第三节 变压器的检修·····	395
一、变压器的异常现象·····	395

二、变压器检修的周期	398
三、变压器的部分检修	401
四、变压器试验	432
五、变压器干燥处理	441
第六章 低压电器与控制线路	446
第一节 常用低压电器的使用与检修	446
一、低压电器分类	446
二、低压开关	448
三、熔断器	455
四、接触器	460
五、继电器	466
六、主令电器	470
七、低压执行电器	473
第二节 三相异步电动机控制线路的安装和检修	475
一、绘制、识读电气控制线路图的原则	475
二、电动机基本控制线路的安装步骤	477
三、常见电动机基本控制线路	477
四、常见电动机基本控制线路的维修	486
第三节 常用机床控制电路	491
一、工业机械电气设备维修的一般要求	491
二、工业机械电气设备维修的一般方法	492
三、常用机床控制线路	496
第七章 传感器	501
第一节 常用传感器	501
一、光电传感器	501
二、红外传感器	504
三、温度传感器	505
四、压力传感器	506
五、磁敏传感器	510
六、流量传感器	512
七、音响传感器	513
八、湿度传感器	515
九、气敏传感器	517
十、液位、物位传感器	518

第二节 传感器的典型应用电路	519
一、声控电路	519
二、LM903 液位检测电路	520
三、常用测温、温控电路	521
四、湿度传感器应用电路	522
五、压力—电压—频率转换电路	523
六、用霍尔传感器的汽车开门报警器	523
七、停车场废气检测电路	524
八、 μ PD35H71A 图像传感器电路	526
第八章 可编程序控制器	528
第一节 可编程序控制器的基本知识	528
一、可编程序控制器的应用范围	528
二、可编程序控制器的硬件结构	529
三、可编程序控制器的软件	533
四、可编程序控制器的工作方式	536
五、可编程序控制器的主要技术指标	537
六、可编程控制器的分类	538
七、可编程序控制器的市场概况	539
第二节 松下电工的可编程序控制器	541
一、松下电工 FP 系列的产品类型	541
二、FP1 系列的基本技术性能	542
三、FP1 的指令系统	544
四、FP1 的特殊功能及功能模块	557
五、FP1 编程器的使用	567
第三节 欧姆龙公司的可编程序控制器	577
一、液晶显示屏	578
二、键盘区	578
三、工作方式选择开关	580
四、显示信息选择开关	580
五、录音机接口	580
六、口令字	580
七、自诊断	581
第四节 三菱公司的可编程序控制器	581
一、三菱公司的 PLC 产品类型	581

二、FX 系列 PLC 使用的编程器简介	581
三、FX2N 系列 PLC	583
第五节 可编程序控制器控制系统的设计、装配和维护 ...	584
一、PLC 控制系统的设计	584
二、PLC 控制系统的安装与配线	587
三、PLC 控制系统的维护与检修	592
第六节 可编程序控制器应用实例	593
一、原料输送控制系统	593
二、PLC 在电梯自动控制中的应用	593
第九章 电子技术应用	599
第一节 电阻器的识别与检测	599
一、电阻器的型号命名方法	599
二、电阻器的主要性能参数	602
三、电阻器参数识别方法	605
四、电阻器的选用与检测	607
五、电位器	608
第二节 电容器的识别与检测	612
一、电容器的型号命名方法	613
二、电容器的主要技术参数	615
三、电容器参数识别方法	617
四、电容器的选用与检测	619
第三节 电感器的识别与检测方法	622
一、电感器的型号命名方法	623
二、电感器的主要技术参数及其识别方法	625
三、电感器的检测	627
第四节 二极管、稳压二极管、光电器件的识别与检测 ...	635
一、二极管的识别与检测	635
二、光电器件的识别与检测	640
三、光敏器件的识别与检测	651
第五节 晶体三极管的识别与检测	653
一、晶体三极管的型号命名方法	653
二、晶体三极管的主要技术参数	657
三、晶体三极管的识别、选用与检测	659
第六节 集成电路的识别与检测	666

一、集成电路的分类·····	666
二、集成电路的型号命名·····	667
三、集成电路的封装形式和引脚顺序识别·····	669
四、集成电路的检测·····	672
五、集成电路使用的注意事项·····	674
第七节 手工焊接工艺及操作技能·····	674
一、焊接基础知识·····	675
二、常用焊接材料·····	675
三、焊接质量的鉴别·····	678
四、手工焊接操作技能·····	679
五、手工焊接方法·····	681
六、集成电路的焊接·····	682
七、工业生产中的焊接技术简介·····	683
八、表面安装与微组装技术简介·····	684
参考文献·····	688

常用电工工具及电工仪表

第一章

第一节 常用电工工具及其使用

常用电工工具是指一般专业电工经常使用的工具。对电气操作人员而言,能否熟悉和掌握电工工具的结构、性能、使用方法和规范操作,将直接影响工作效率、工作质量以及人身安全。

一、通用电工工具

(一) 验电器

1. 低压验电器

低压验电器又称测电笔,是检验导线、电器是否带电的一种常用工具,检测范围为 50~500V,有钢笔式、旋具式和组合式多种。其结构如图 1-1 (a)、(b) 所示。

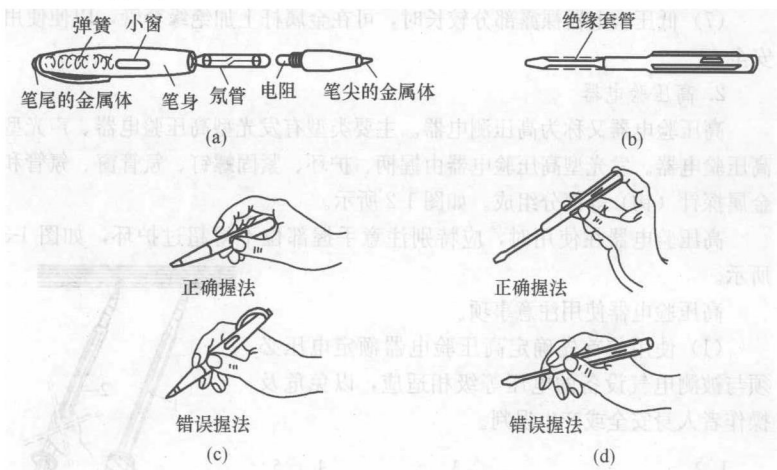


图 1-1 低压验电器及其用法

- (a) 钢笔式; (b) 旋具式; (c) 钢笔式低压验电器用法;
(d) 旋具式低压验电器用法

低压验电器由笔尖、降压电阻、氖管、弹簧、笔尾金属体等部分组成。使用时,注意手指必须接触笔尾的金属体(钢笔式)或测电笔顶部的金

属螺钉（螺丝刀式），使电流由被测带电体经测电笔和人体与大地构成回路。只要带电体与大地之间的电位差超过 50V，电笔中的氖泡就会发光。

低压验电器的使用方法和注意事项。

(1) 使用前，应在已知带电体上测试，证明验电器确实良好方可使用。

(2) 在明亮的光线下往往不容易看清氖泡的辉光，应注意避光。

(3) 旋具式低压验电器的笔尖虽与螺丝刀形状相同，它只能承受很小的扭矩，不能像螺丝刀那样使用，否则会损坏。

(4) 低压验电器可以用来区分相线和中性线，氖泡发亮的是相线，不亮的是中性线。低压验电器也可用来判别接地故障。如果在三相四线制电路中发生单相接地故障，用电笔测试中性线时，氖泡会发亮。在三相三线制线路中，用电笔测试三根相线，如果两相很亮，另一相不亮，则这相可能有接地故障。

(5) 低压验电器可用来判断电压的高低。氖泡越暗，则表明电压越低；氖泡越亮，则表明电压越高。

(6) 低压验电器可以用来区别直流电和交流电，氖泡里的两个极同时发光时为交流电；氖泡里的两个极只有一个发光时为直流电，直流电的极性是发光的一极为直流电的负极。

(7) 低压验电器裸露部分较长时，可在金属杆上加绝缘套管，以便使用安全。

2. 高压验电器

高压验电器又称为高压测电器。主要类型有发光型高压验电器、声光型高压验电器。发光型高压验电器由握柄、护环、紧固螺钉、氖管窗、氖管和金属探针（钩）等部分组成。如图 1-2 所示。

高压验电器在使用时，应特别注意手握部位不得超过护环，如图 1-3 所示。

高压验电器使用注意事项。

(1) 使用前首先确定高压验电器额定电压必须与被测电气设备的电压等级相适应，以免危及操作者人身安全或产生误判。

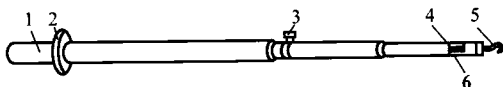


图 1-2 10kV 高压验电器

1—把柄；2—护环；3—紧固螺钉；

4—氖管窗；5—金属钩；6—氖管

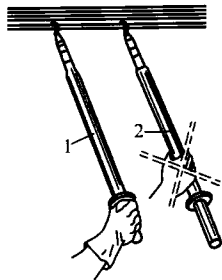


图 1-3 高压验电器的

使用方法

1—正确；2—错误

(2) 验电时操作者应带绝缘手套，手握在护环以下部分，同时设专人监护。同样应在有电设备上先验证验电器性能完好，然后再对被验电设备进行检测。注意操作中是将验电器渐渐移向设备，在移近过程中若有发光或发声指示，则立即停止验电。

(3) 使用高压验电器时，必须在气候良好的情况下进行，以确保操作人员的安全。

(4) 验电时人体与带电体应保持足够的安全距离，10kV 高压的安全距离应为 0.7m 以上。

(5) 验电器应每半年进行一次预防性试验。

(二) 螺钉旋具

螺钉旋具又称为旋凿或起子，它是一种紧固或拆卸螺钉的工具。

1. 螺钉旋具的式样和规格

螺钉旋具的式样和规格很多，按头部形状可分为一字形和十字形两种，如图 1-4 所示。

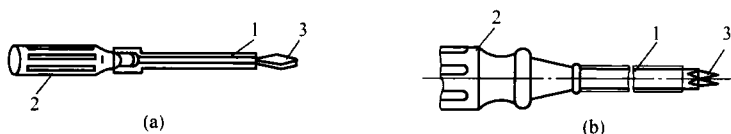


图 1-4 螺钉旋具

(a) 一字螺钉旋具；(b) 十字螺钉旋具

1—绝缘套管；2—握柄；3—旋具头部

一字形螺钉旋具常用规格有 50、100、150 和 200mm 等，电工必备的是 50mm 和 150mm 两种。十字形螺钉旋具专供紧固和拆卸十字槽的螺钉，常用的规格有四个：Ⅰ号适用于螺钉直径为 2~2.5mm，Ⅱ号为 3~5mm，Ⅲ号为 6~8mm 和Ⅳ号为 10~12mm。

磁性旋具按握柄材料可分为木质绝缘柄和塑胶绝缘柄。它的规格较齐全，分十字形和一字形。金属杆的刀口端焊有磁性金属材料，可以吸住待拧紧的螺钉，能准确定位、拧紧，使用方便，目前应用也较广泛。

2. 使用螺钉旋具的安全知识

(1) 电工不可使用金属杆直通柄顶的螺钉旋具，否则易造成触电事故。

(2) 使用螺钉旋具紧固和拆卸带电的螺钉时，手不得触及旋具的金属杆，以免发生触电事故。

(3) 为了避免螺钉旋具的金属杆触及皮肤或触及邻近带电体，应在金属杆上穿套绝缘管。

3. 螺钉旋具的使用方法

(1) 大螺钉旋具的使用方法。大螺钉旋具一般用来紧固较大的螺钉。使用时,除大拇指、食指和中指要夹住握柄外,手掌还要顶住柄的末端,这样就可防止旋具转动时滑脱,如图 1-5 (a) 所示。

(2) 小螺钉旋具的使用。小螺钉旋具一般用来紧固电气装置接线桩头上的小螺钉,使用时,可用手指顶住木柄的末端捻旋,如图 1-5 (b) 所示。

(3) 较长螺钉旋具的使用。可用右手压紧并转动手柄,左手握住螺钉旋具中间部分,以使螺钉刀不滑脱。此时左手不得放在螺钉的周围,以免螺钉刀滑出时将手划伤。

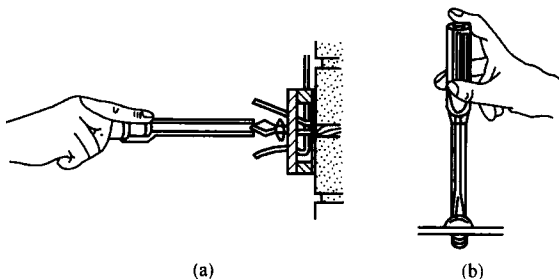


图 1-5 螺钉旋具的使用方法
(a) 大螺钉旋具; (b) 小螺钉旋具

(三) 钢丝钳

钢丝钳又称老虎钳,是电工应用最频繁的工具。

钢丝钳有铁柄和绝缘柄两种,绝缘柄为电工用钢丝钳,常用的规格有 150、175 和 200mm 三种。绝缘柄的耐压为 500V。

1. 电工钢丝钳的构造和用途

电工钢丝钳由钳头和钳柄两部分组成。钳头由钳口、齿口、刀口和侧口四部分组成。其用途很多,钳口用来弯绞和钳夹导线线头;齿口用来紧固或起松螺母;刀口用来切断导线、剪切或剖削软导线绝缘层;侧口用来侧切电线线芯、钢丝或铅丝等较硬金属丝。其结构及用途如图 1-6 所示。

2. 使用电工钢丝钳的安全知识

(1) 使用前,必须检查其绝缘柄,确定绝缘状况良好,否则,不得带电操作,以免发生触电事故。

(2) 用钢丝钳剪切带电导线时,必须单根进行,不得用刀口同时剪切相线和零线或者两根相线,以免造成短路事故。

(3) 使用钢丝钳时要刀口朝向内侧,便于控制剪切部位。

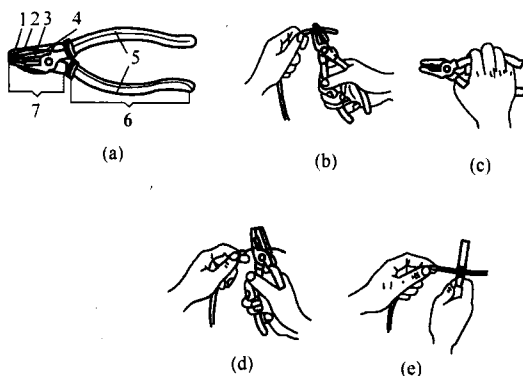


图 1-6 钢丝钳的构造及用途

(a) 构造；(b) 弯绞导线；(c) 紧固螺母；(d) 剪切导线；(e) 侧切钢丝
1—钳口；2—齿口；3—刀口；4—侧口；5—绝缘管；6—钳柄；7—钳头

(4) 不能用钳头代替手锤作为敲打工具，以免变形。钳头的轴销应经常加机油润滑，保证其开闭灵活。

(四) 尖嘴钳

尖嘴钳的头部尖细，适用于在狭小的空间操作。尖嘴钳也有铁柄和绝缘柄两种，绝缘柄的耐压为 500V，其外形如图 1-7 所示。

尖嘴钳的用途。

- (1) 带有刀口的尖嘴钳能剪断细小金属丝。
- (2) 尖嘴钳能夹持较小螺钉、垫圈、导线等元件。
- (3) 在装接控制线路时，尖嘴钳能将单股导线弯成所需的各种形状。

(五) 断线钳

断线钳又称斜口钳，钳柄有铁柄、管柄和绝缘柄三种。其中电工用的绝缘柄断线钳的外形如图 1-8 所示，绝缘柄的耐压为 500V。

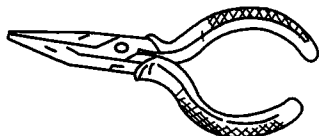


图 1-7 尖嘴钳

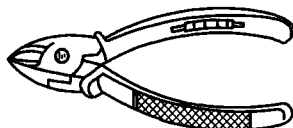


图 1-8 断线钳

断线钳是专供剪断较粗的金属丝、线材及导线电缆时使用的。

(六) 剥线钳

剥线钳为内线电工、电机修理、仪器仪表电工常用的工具之一。它适宜

于塑料、橡胶绝缘电线、电缆芯线的剥皮。主要部分是钳头和手柄，它的钳口工作部分有 0.5~3mm 的多个不同孔径的切口，以便剥削不同规格的芯线的绝缘层。剥线时，为了不损伤线芯，线头应放在大于线芯的切口剥削。

剥线钳是用来剥削小直径导线绝缘层的专用工具，其外形如图 1-9 所示，它的手柄是绝缘的，耐压为 500V。

剥线钳使用时，将要剥削的绝缘层长度用标尺定好后，即可把导线放入相应的刃口中（比导线直径稍大），用手将钳柄握紧，导线的绝缘层即被割破，且自动弹出。

（七）电工刀

电工刀是用来剖削电线线头、切割木台缺口、削制木榫的专用工具，其外形如图 1-10 所示。

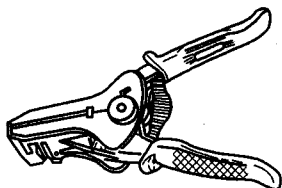


图 1-9 剥线钳



图 1-10 电工刀

（1）电工刀的使用。使用时，应将刀口朝外剖削。剖削导线绝缘层时，应使刀面与导线呈较小的锐角，以免割伤导线。

（2）使用电工刀的安全知识：

- 1) 使用电工刀时应注意避免伤手，不得传递未折进刀柄的电工刀。
- 2) 电工刀用毕，随时将刀身折进刀柄。
- 3) 电工刀刀柄无绝缘保护，不能用于带电作业，以免触电。

（八）活动扳手

活动扳手又称活络扳头，是用来紧固和起松螺母的一种专用工具。

1. 活动扳手的构造和规格

活动扳手由头部和柄部组成，头部由活动扳唇、呆扳唇扳口、蜗轮和轴销等构成，如图 1-11(a)所示。旋转蜗轮可调节扳口大小。其规格以长度×最大开口宽度(mm)来表示，电工常用的活动扳手有 150mm×19mm(6in)、200mm×24mm(8in)、250mm×30mm(10in)和 300mm×36mm(12in)四种规格。

2. 活动扳手的使用方法

（1）扳动大螺母时，常用较大的力矩，手应握在近柄尾处，如图 1-11(b)所示。