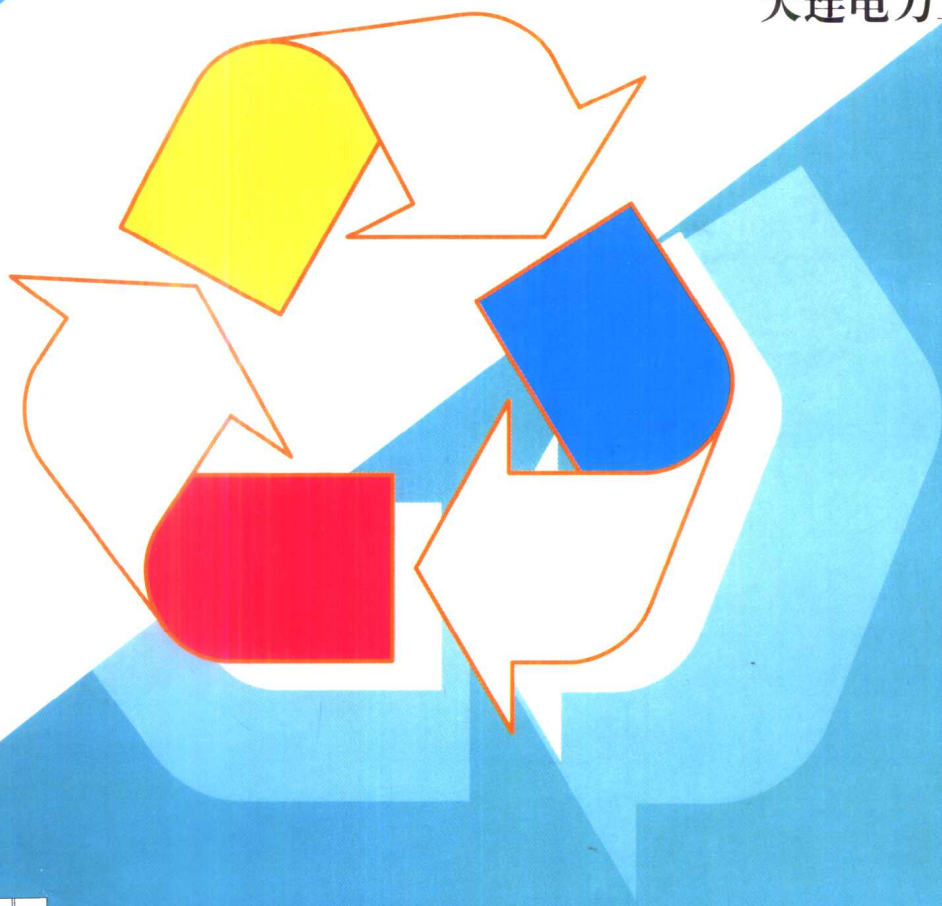


# 电气设备检修工艺

大连电力工业学校 编



中国电力出版社  
[www.cepp.com.cn](http://www.cepp.com.cn)

# 电气设备检修工艺

---

大连电力工业学校 编



中国电力出版社  
[www.cepp.com.cn](http://www.cepp.com.cn)

## 内 容 提 要

本书结合电气设备检修质量标准和电气工程施工验收规范,系统地叙述了电气设备检修的基本知识和操作技能,其主要内容包括电工检修基本技能,低压配线工艺,母线和电缆头的检修,高、低压电器检修,交、直流电动机检修,变压器、同步发电机以及二次线路的装配检修等。同时,对常见的异步电动机控制接线和有关电气检修人员的安全用电常识做了详细的说明。

本书可供工业企业电气检修人员、广大农村电工和军地两用人才作为规范检修工艺和提高检修水平的指导或自学用书,也可作为电工职业技能培训以及职业技术学校实践教学用书。

### 图书在版编目(CIP)数据

电气设备检修工艺/大连电力工业学校编. -北京:  
中国电力出版社, 2002  
ISBN 7-5083-1175-2

I. 电… II. 大… III. 电气设备-检修 IV. TM07

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 054119 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>)

汇鑫印务有限公司印刷

各地新华书店经售

\*

2003 年 1 月第一版 2003 年 1 月北京第一次印刷  
787 毫米 × 1092 毫米 16 开本 22.5 印张 551 千字  
印数 0001—3000 册 定价 36.00 元

版 权 专 有 翻 印 必 究

(本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换)



在科技迅猛发展的今天，电气设备在工业企业、广大农村以及国民经济等各个领域的使用将与日俱增，各种新的技术、新的设备和新的工艺层出不穷，不断地更新换代。因此，电气检修工作人员只有不断地学习、实践、总结、提高，才能跟上时代的要求，更好地完成本职工作。

为了提高广大电工检修理论基础和检修技术能力，规范电工检修工艺，为今后的工农业生产奠定坚实的基础。我们通过对电力系统的电工考核、社会电工调查、农村电工和军地两用人才的培训工作以及电工职业技能鉴定等工作的经验总结，特组织有关专业人员编写了《电气设备检修工艺》这本书。

本书突出针对性和实用性。以实践操作为主，兼顾检修理论知识，以提高电工分析判断能力和规范检修工艺为重点，系统地介绍了电工常用工具、仪表的使用方法和有关电气设备检修的基本知识、电气设备常见故障的处理以及电气设备检修工艺和质量标准，并以图、文相结合叙述了电机控制接线和有关安全用电方面的知识，故可作为工业企业电工、农村电工和军地两用人才实践指导用书，也可作为电工职业技能培训以及职业技术学校实践性教学用书。

本书由大连电力工业学校沙太东主编，李杰、关德慧、林娟和大连热电集团公司沙爽参与编写，并由郭清海主审。

在编写过程中，参考了许多编者的有关资料，也得到了大连发电总厂、大连电业局等有关单位和个人的积极支持与帮助，在此表示衷心地感谢！限于理论水平和实践经验，书中的缺点和错误之处，欢迎广大读者批评指正。

编者

2002年4月



前言

## 第一章

### 电工检修基本技能

1

- 第一节 电工工具及使用方法..... 1
- 第二节 常用测量仪表的使用..... 9
- 第三节 起重搬运及登高工具 ..... 15
- 第四节 电工识图 ..... 23

## 第二章

### 低压配线工艺

36

- 第一节 室内配线 ..... 36
- 第二节 照明装置 ..... 52
- 第三节 低压架空线路 ..... 65

## 第三章

### 高压电器检修

80

- 第一节 高压断路器检修 ..... 80
- 第二节 操作机构的检修 ..... 93
- 第三节 高压隔离开关检修..... 104

## 第四章

### 低压电器检修

109

- 第一节 低压电器的基本知识..... 109
- 第二节 配电电器的检修..... 112
- 第三节 控制电器检修..... 129
- 第四节 低压成套开关设备的装配..... 139

## 第五章

### 母线与电缆检修

144

- 第一节 母线检修..... 144

第二节	电缆检修	151
-----	------	-----

## 第六章

### 二次线装配与检修

176

第一节	二次回路的定义及分类	176
第二节	二次配线	177
第三节	配电盘的安装	181
第四节	二次线的检修及试验	184

## 第七章

### 变压器检修

186

第一节	变压器检修的基本知识	186
第二节	变压器的结构	188
第三节	变压器大修(吊芯检修)	196
第四节	变压器附件的检修	200
第五节	变压器试验与干燥方法	201

## 第八章

### 同步发电机检修

209

第一节	同步发电机的基本知识及结构	209
第二节	发电机的一般性检修	220
第三节	发电机的特殊检修	229

## 第九章

### 三相异步电动机检修

240

第一节	三相异步电动机的结构	240
第二节	三相异步电动机工作原理及铭牌	246
第三节	三相异步电动机常见故障原因及处理方法	251
第四节	三相异步电动机拆装工艺	261
第五节	三相异步电动机更换定子绕组	265
第六节	三相异步电动机检修后的试验	268

## 第十章

### 异步电动机控制电路接线

272

第一节	三相异步电动机的启动控制接线	272
第二节	电动机的制动控制	282
第三节	异步电动机的调速	286
第四节	单相异步电动机	294

## 第十一章

### 直流电机检修

—298

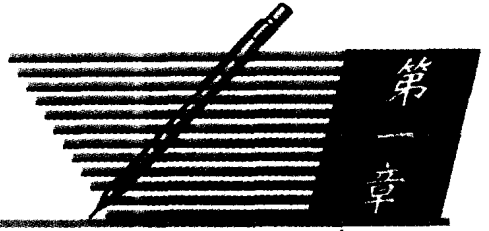
第一节	直流电机的结构与原理·····	298
第二节	直流电机常见故障原因及处理方法·····	301
第三节	直流电机的拆卸与组装·····	312
第四节	直流电动机控制·····	313

## 第十二章

### 安全用电

—324

第一节	基本安全知识·····	324
第二节	触电防护·····	334
第三节	接地装置·····	344
第四节	电工安全用具·····	348
参考文献	·····	352



# 电工检修基本技能

在电气设备检修过程中，电工基本技能的好坏至关重要，它既能体现一个检修人员应具备的基本素质，又能保证检修质量和安全文明生产的先决条件。所以，作为一个电气设备的检修人员，首先必须做到以下几点：

- (1) 了解电工常用工、器具的型号和规格以及用途，能正确地选择和熟练地应用。
- (2) 掌握电工常用仪器、仪表的工作原理、使用方法和注意事项。
- (3) 了解简易起重搬运知识；熟悉电工常用起重搬运工具的种类、用途和规格；掌握简易起重搬运的方法以及注意事项。
- (4) 了解电气工程图的分类及用途，明确图中的文字、图形符号，熟读电气原理图、电气安装接线图、电气工程平面图和复杂回路展开图，具备一定的识图能力和应用能力。

## 第一节 电工工具及使用方法

正确使用和妥善保管工具，既能提高生产效率和施工质量，又能减轻劳动强度，保证操作安全和延长工具的使用寿命。以下只介绍电工常用的工具如钢丝钳（电工钳）、尖嘴钳、剥线钳、断线钳（剪线钳）、螺丝刀、电工刀、验电笔、高压测电器、扳手、电烙铁、喷灯、电钻、冲击电钻和射钉枪等的使用方法。

### 1. 钢丝钳

钢丝钳在各地区的叫法不一样，有叫电工钳的，也有叫花腮钳、克丝钳和老虎钳的。

钢丝钳是一种捏和剪切的工具，有铁柄和绝缘柄两种，如图 1-1 (a) 所示。绝缘柄钢丝

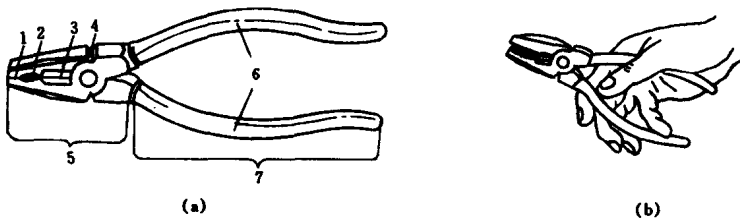


图 1-1 钢丝钳

(a) 构造；(b) 钢丝钳的握法

1—钳口；2—齿口；3—刀口；4—侧口；5—钳头；6—绝缘管；7—钳柄



钳可供低电压场合使用。电工必须使用绝缘柄钢丝钳进行工作。绝缘柄钢丝钳工作电压为500V，试验电压为10000V。钢丝钳的规格以全长表示，有150、175mm和200mm三种。

钢丝钳的握法如图1-1(b)所示。使用时要让刀口朝向自己，手指不能靠近金属部分，以防触电。使用时应注意不应代替榔头使用并保护手柄绝缘，不能任意抛掷。当用钢丝钳剪断导线时，不能同时剪两根线，以免发生短路、损坏工具或电弧烧伤工作人员。

## 2. 尖嘴钳

尖嘴钳又称尖头钳，也是电工工作不可缺少的工具。它适用于狭小的空间操作。带有刃口的尖嘴钳可以剪细的金属丝。它是仪表、二次回路、低压配线以及电信器材等装配与检修

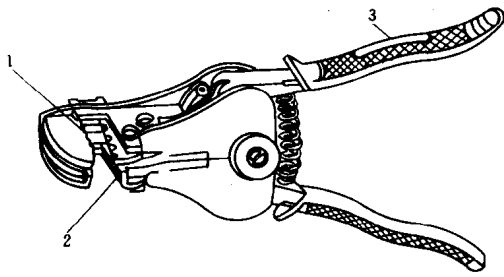


图1-2 剥线钳结构图

1—刀口；2—压线口；3—钳柄

工作常用的工具。其绝缘柄的工作电压为500V，试验电压为10000V。它的规格以全长表示，有130、160、180mm和200mm四种。

## 3. 剥线钳

剥线钳专供电工用于剥除线芯截面为6mm<sup>2</sup>及以下塑料或橡胶电线、电缆端部的绝缘层。它由刀口、压线口和钳柄组成，其结构如图1-2所示。钳柄是绝缘的，其工作电压为500V。它的规格也是以全长表示，有140mm和180mm两种。钳口有直径为0.5~3mm的多个切口(刀口)，使用时，

选择的切口直径必须大于线芯直径，以免切伤线芯。

## 4. 断线钳

断线钳又称剪线钳，专供剪断较粗的金属丝、线材及电线电缆等。其规格是以全长表示。断线钳规格及断线直径数据如表1-1所示。

表1-1 断线钳规格及断线直径(mm)

公称规格	450	600	750	900	1050
能剪断≤HR30的中碳钢线的最大直径	6	8	10	13	16
能剪断有色金属线材的最大直径	7	9	12	15	18

断线钳有铁柄、管柄和绝缘柄三种。绝缘柄的断线钳可以用于带电场合的作业，其工作电压为10000V。

## 5. 螺丝刀

螺丝刀又名螺钉旋具、螺丝批、螺丝起子、旋凿、改锥等。头部形状有“一”字形(平口)和“十”字形(十字槽)两种，柄部用木材或塑料制成，其外形如图1-3所示。其中塑料柄的螺丝刀具有良好的绝缘性能，木柄须经过浸蜡处理后方能在带电场合使用。

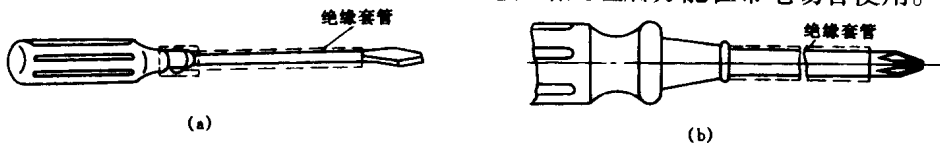


图1-3 螺丝刀外形图

(a) “一”字形(平口)；(b) “十”字形(十字槽)

(1) “一”字形（平口）螺丝刀的规格用柄以外的刀体长度表示，常用的规格有 75mm × 3mm、75mm × 5mm、100mm × 6mm、150mm × 7mm、400mm × 10mm 五种。

(2) “十”字形螺丝刀的规格是用刀体长度和十字槽规格号表示。十字槽规格号有 4 个：I 号适用螺钉直径为 2~2.5mm，II 号为 3~5mm，III 号为 6~8mm，IV 号为 10~12mm。使用时螺丝刀刀口与螺丝槽要对应，不准凑合使用，以免损坏刀口或螺钉。一般的螺丝刀不宜带电作业，如果需要带电作业时，应在刀体长度部分套上绝缘管，防止造成短路或接地事故。

另外，为了方便工作、减轻操作强度、提高生产效率和工程技术人员既要从工作实践中总结经验，又要设计出多用螺丝刀、自动螺钉旋具和电动螺钉旋具等工具。

## 6. 电工刀

电工刀是用于电工割削电线电缆绝缘、绳索、木桩及软性金属等。有普通式和多用式两种。普通式电工刀的规格分大号、小号两种。大号刀片长度为 112mm，小号刀片长度为 88mm。多用式的电工刀刀片长度一般为 100mm。多用式电工刀增加了锯片和锥子等功能，锯片可以锯割电线槽板、圆木等；锥子可用来锥钻木螺丝的底孔等。

电工刀不能带电作业，使用时刀口应向外，但不准对着面前的工作人员。用完后应将刀身折入刀柄内。

## 7. 验电笔

验电笔又称试电笔。验电笔是用来检查低压导体和电气设备外壳是否带电的保护用具，检测电压范围为 100~500V。常用的有钢笔式和螺丝刀式两种，如图 1-4 所示，由图 1-4 可见这种验电笔前端是工作触头，内部依次装接碳质电阻、氖管和弹簧。弹簧与后端外部的金属件（即握柄）接触，另一端压紧氖管。使用时工作触头接触带电体，手接触金属件（握柄），氖管发出红光，表示带电，其握法如图 1-4 (c) 所示。

使用验电笔前，应注意检查验电笔是否正常无损，即在已知有电的设备上测试多下，确认验电笔工作正常后方可使用。明亮的光线下往往不易看清氖管发光，应使氖管小窗背光朝向自己。为避免误判断，应将验电笔工作触头在被测设备多测几点。

另外，尚有一种新型验电笔，它根据电磁感应原理，采用微型晶体管作机芯，并以发光二极管作显示，一起装在一支螺丝刀中。它的特点是，测试时不必直接接触带电体，只要靠近带电体就能显示红光，因而更安全可靠，并且还能利用它来检查导线的断线地点。检查时验电笔沿导线移动，红光熄灭处即为导线的断线点。

## 8. 高压测电器

高压测电器是用来检查高压电气设备、架空线路、电力电缆等是否带电的工具，是防止

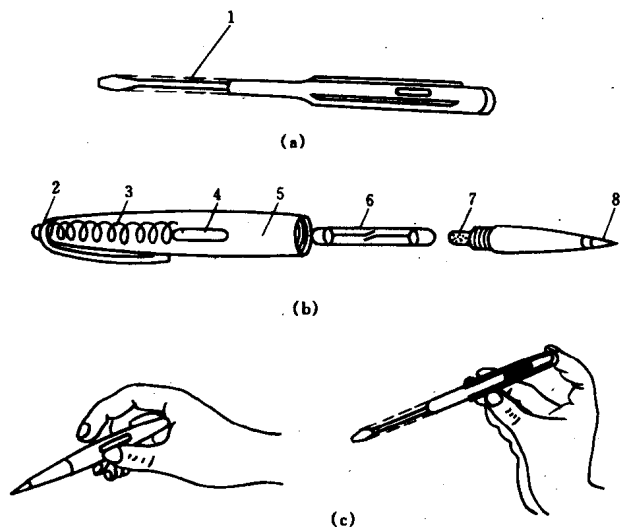


图 1-4 低压验电笔

(a) 螺丝刀式；(b) 钢笔式；(c) 低压验电笔握法

1—绝缘套管；2—金属件；3—弹簧；4—窗口；5—笔身；

6—氖管；7—碳质电阻；8—工作触头

触电事故的一种保护工具。

高压测电器为电容电流式，它由指示器、绝缘杆和握柄三部分组成，外形如图 1-5 所

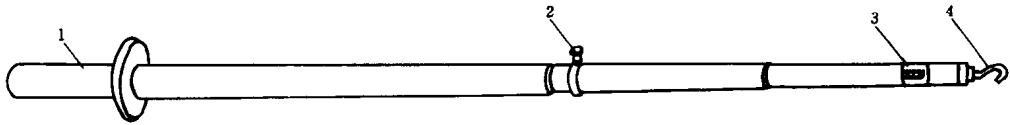


图 1-5 高压测电器（电容电流式）

1—握柄；2—紧固螺钉；3—氖管窗；4—触钩

示。其中指示器又由触钩、氖管、弹簧、铝箔电容器和接地极等组成。绝缘杆和握柄则由高绝缘胶木制成。图 1-5 所示的高压测电器目前已基本属淘汰产品。新的高压测电器有一种除了氖管发出光的信号外，同时还发出音响信号，避免发光信号不清而导致误判断。目前又推出 JGHY 型交流高压回转验电器，是利用交变电场中金属带电体尖端放电使空气电离，来推动彩色金属叶片旋转，以表示物体是否带电的一种新型验电工具。该型验电器主要用于检验交流高压电气设备和输电线路是否带电，对直流电压没有反应。其规格有 6~10kV，指示器内圈颜色是绿色；35kV，颜色是黄色；66kV，颜色是蓝色；110~220kV，颜色是红色。

总之，在使用高压测电器前，首先应针对被测设备电压选择适当规格的测电器，然后验证测电器是否良好，并确认良好无损后方能使用。

作业人员要戴绝缘手套，而且身体的任何部位不得超过绝缘杆的护环，以保证操作时的安全。如遇雨、雪和雾的恶劣天气时，应禁止作业。使用完毕后应包装并放入盒内，放在通风干燥处并妥善保管。禁止与香蕉水、甲苯、氯仿等化学溶剂接触，并应按规程定期检查试验。

### 9. 扳手

扳手是用于螺栓帽拆装的一种工具。因适用场合不同而种类繁多，有呆扳手（死扳手）、梅花扳手、两用扳手、套筒扳手、内六角扳手、活动扳手以及专用扳手等。电工最常用的是活动扳手（简称活扳手）。

活动扳手的构造、握法和规格如图 1-6 和表 1-2 所示。活动扳手规格用长度乘最大开口

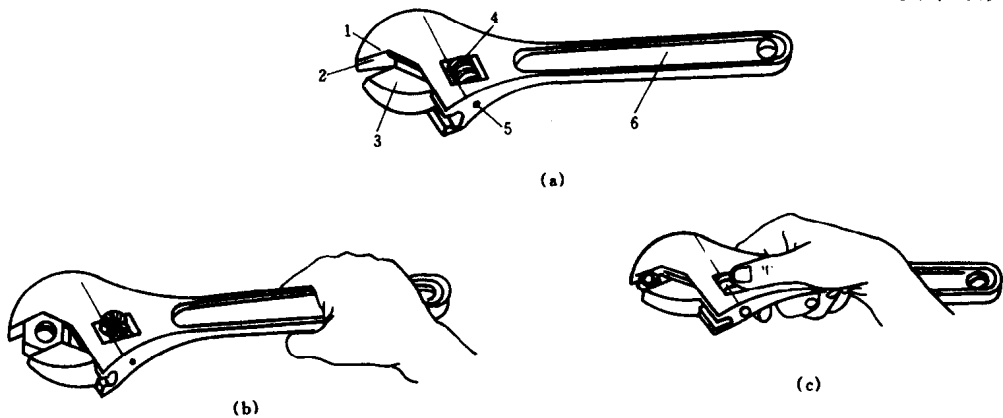


图 1-6 活动扳手的构造、握法和规格

(a) 活动扳手构造；(b) 扳较大螺母握法；(c) 扳小螺母握法  
1—呆扳唇；2—扳口；3—活扳唇；4—蜗轮；5—轴销；6—手柄

宽度表示，单位为毫米或英寸。例如 6in（即 150mm × 19mm）表示英制 6in 的活动扳手全长为 150mm，最大开口 19mm，如用公制来表示即 150mm × 19mm。

表 1-2 活动扳手规格 (mm)

长 度	100	150	200	250	300	375	450	600
最大开口宽度	14	19	24	30	36	46	55	65

呆扳手和梅花扳手一样，规格用两端开口宽度表示，例如 8mm × 10mm 表示一端为 8mm，一端为 10mm；两用扳手一端为开口扳手，另一端为梅花扳手，两端为同一规格；内六角扳手规格以六角形对边尺寸表示。对于精密的螺母、螺钉，一般需用呆扳手，不用活动扳手。

### 10. 电烙铁

电烙铁是一种常用的电热焊接工具。按发热方式可分为电阻式、感应式和热敏电阻式三种。电阻式电烙铁按其烙铁头的受热方式又分为内热式和外热式两类。各种类型的电烙铁又因控制方式的不同，属不同的型号，各有其特点。

(1) 外热式。普通外热式电烙铁结构简单，工作性能可靠，其工作原理是电热丝通电发热，铜焊头插入电热丝内铁管而被加热。缠绕电热丝的空芯管有铁管和瓷管两种，铁管外面和电热丝层间以及电热丝外侧均要用云母片绝缘。外热式电烙铁的发热元件在铜焊头外面，热量容易散失，效率较低，其结构如图 1-7 所示。

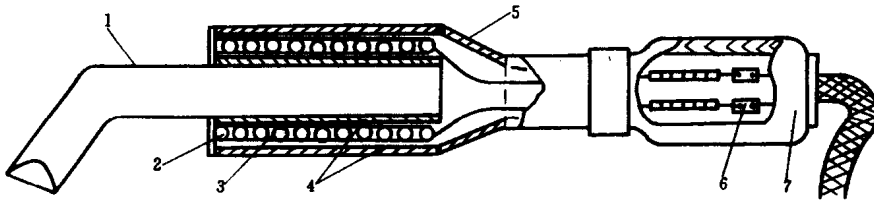


图 1-7 外热式电烙铁结构图

1—铜焊头；2—电热丝；3—内铁管；4—云母片；5—外管；6—接丝座；7—手柄

(2) 内热式。内热式电烙铁的外形与外热式相似，区别在于它的铜焊头根部是中空管状结构，发热元件直插入空心管内。内热式电烙铁除机械强度较差外，其他性能均优于外热式电烙铁。

外热式和内热式电烙铁的规格均按其功率大小划分，如表 1-3 所示。

表 1-3 电烙铁按功率划分规格

结构形式	功 率 (W)							
外热式	30	50	75	100	150	200	300	500
内热式	20	35	50	75	100	150	200	300

(3) 恒温式电烙铁。恒温式电烙铁又称为温控式电烙铁，不仅可以将焊接温度控制在一个适当的数值上，而且可以通过低压电源变压来减少电烙铁上的感应电动势，对于焊接半导体器件和集成电路尤为适宜。

(4) 变功率电烙铁。为了满足通电后能尽快开始焊接，而工作中又限制功率以防温升过

高的使用要求，特设计了可自动变化功率的电烙铁。

变功率电烙铁一般为内热式手枪型结构，关键部件是两组特性不同的电阻丝，装于工作头端部的电热元件是镍铬合金丝，装于后部的为铁铬铝合金丝。铁铬铝合金丝的特点是低温时电阻小，高温时电阻增加很快。因此，刚接通电源时，因铁铬铝合金丝温度低、电阻小、总电流加大，初时功率可达 100W 以上。当通电 20~30s 后即可使用。随着温度的升高，铁铬铝合金丝电阻增大，因此功率也就逐渐下降，从而达到了改变功率的目的。

(5) 充电式电烙铁。充电式电烙铁又称储能电烙铁。其壳体内装有 2~3 节 1.5V 的镉镍电池。使用前先对电池充电，一般应充 14h 左右，充电电流为 150mA。每充一次可使用 3h 左右（指间断使用），连续使用为 25min 左右。镉镍电池一般可以反复充电约 200 次。充好后按下按钮仅需 10s 即可进行焊接。

充电式电烙铁由于使用直流电，不会产生感应电动势，尤其适用于电子电路、集成电路、电子计算机等设备的检修。

(6) 热敏电阻 (PTC) 电烙铁。采用大功率热敏电阻制成的电烙铁，价格低廉、工作安全可靠、使用方便、节约电能，与同功率等级的普通镍铬电热丝的电烙铁相比较，耗能仅为 1/3 左右。

由于热敏电阻的特性是低温时阻值很小，而当升温到居里点时，阻值迅速上升为原来的几十倍。因此，这种电烙铁具有速热性能，几十秒钟后即可升高到化锡温度，此后就能恒温工作。

正确、合理地使用电烙铁，不但功效好，而且能延长电烙铁的使用寿命。使用电烙铁应注意合理使用助焊剂，防止腐蚀和破坏绝缘，如松香、松香酒精溶剂。在焊接上不易上锡的铁皮或不怕腐蚀的场合可用氯化锌溶液、焊锡膏等焊剂。电烙铁电源线最好使用纤维编织花线或三芯橡皮软线，而不选用塑料线。

## 11. 喷灯

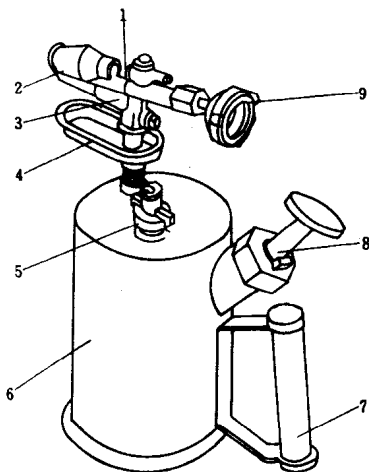


图 1-8 喷灯构造图

1—喷油针孔；2—火焰喷头；3—汽化管；4—预热燃烧杯；5—加油阀；6—筒体；7—手柄；8—打气阀；9—调节阀

喷灯是一种利用喷射火焰对工件进行加热的工具，有煤油喷灯、汽油喷灯和液化气喷灯三种，各种喷灯的燃料不能混用。喷灯燃烧温度可达到 900℃ 以上，电工常用来焊接铅包电缆的铅包层，大截面铜导线连接处的搪锡以及用来加热工件等。其构造如图 1-8 所示。

(1) 喷灯的使用方法。

1) 旋下加油阀螺丝，注入干净的燃油。油量不能超过油筒容积的 3/4，让筒内保留一定的空间，储存压缩空气，以维持必要的空气压力。加完油随即旋紧油阀螺丝并擦净筒外部油污。

2) 用打气筒先打四到五下，然后在预热燃烧杯中注入适量的燃油并将其点燃，来加热汽化管的燃油使其汽化。

3) 当预热燃烧杯中油快燃尽前，用打气筒再打三到四下，然后最后慢慢拧开调节阀，使油气喷入火焰喷头与空气混合之后点燃。最后将打气筒打四到五下，用调节阀调节，当火焰由黄红变为蓝色时，即可使用。

4) 熄灭喷灯时,先关闭调节阀,使火焰逐渐熄灭,待冷却 1min 左右再拧开调节阀,用油气冲洗喷嘴,防止喷嘴结垢堵塞喷嘴。冲洗 30s 左右拧紧调节阀,然后拧开加油阀螺丝将筒内余气放出,再拧紧加油阀螺丝,最后将喷灯放在指定地方妥善保管。

(2) 使用喷灯时的注意事项:

- 1) 各种喷灯燃料不能混用。
- 2) 严禁在有火的地方加油。
- 3) 点燃喷灯时,不准将喷燃器对着人体或各类易燃物品以及设备、器材等。
- 4) 首次使用喷灯必须有专人指导。
- 5) 加完油或放完气要拧紧加油阀螺丝。

## 12. 电钻

电钻是一种电动钻孔工具,能在金属、塑料、木材等材料上钻孔。它有单相和三相、手提式、台式、软轴式等几种。手提式电钻在电气检修工作中使用较方便,所以应用较广泛。

手提电钻使用注意事项:

- 1) 使用前首先要检查电源电压是否与电钻铭牌额定工作电压相符,看电源线路上有无熔断器或低压断路器作短路保护,检查电钻的接地线应良好。
- 2) 插接电源时,电钻的开关必须在关断位置上。
- 3) 钻头应锋锐,钻孔时不宜用力过猛,发现转速突然下降,应迅速减轻压力或停转;钻孔中突然停转时,应立即切断电源;钻孔将通时,外施压力要适当减小。
- 4) 电钻的钻夹钥匙不允许用绳系在电钻上或引线上。装拆钻头不得用其他工具敲打钻夹。
- 5) 电钻每次使用前宜试转 1min,检查各部件运转是否正常。
- 6) 钻孔时要注意电钻各部温度,如有异常,如温升过高或齿轮、轴承处有异常杂音时,应立即停钻检查,排除故障后方可使用。
- 7) 携带电钻时,不得手提电钻引出电源线,防止电钻与电源线的接头受力,并注意软线有无磨损擦伤现象。
- 8) 使用电钻时,严禁戴线手套。

## 13. 冲击电钻

冲击电钻是具有旋钻带冲击性的切削机械,冲击能量大,可以在各类混凝土结构上打孔作业。冲击电钻也是旋钻带冲击的切削机械,一般制成可调节式结构。当调节在旋钻无冲击的位置时,装上普通麻花钻头就能在金属材料上钻孔;当调节到旋钻带冲击的位置时,装上镶有硬质合金片的钻头,就能在砖石和轻质混凝土等脆性材料上钻孔。

冲击电钻外形与普通电钻相似,如图 1-9 所示。

使用冲击电钻应注意以下事项:

- 1) 对墙壁、天花板、地板等进行钻孔时,应首先确认里面没有布设动力电缆或其他设施。
- 2) 使用之前要确认所用电源应与冲击电钻铭牌上标示的规格相符。
- 3) 检查冲击电钻开关应在切断状态,防止插头插入电源插座时冲击电钻突然转动,而造成事故。

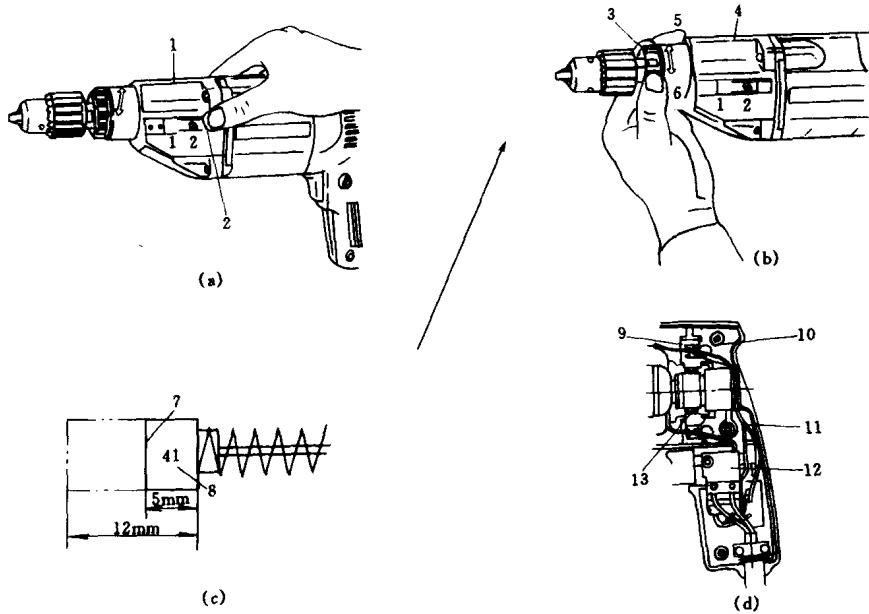


图 1-9 冲击电钻

(a) 高、低速换档示意；(b) 冲击变旋钻示意；(c) 碳刷（电刷）磨损极限示意；(d) 握板结构示意图  
 1、4—齿轮罩；2—变速锁扣（按压滑动）；3—变换环；5—旋钻；6—旋钻加冲击；7—电刷磨损极限；  
 8—碳刷号；9—刷握；10—握板（刷架）；11—接线；12—开关；13—碳刷

4) 装配钻头的方法与手提电钻一样，应用钻夹钥匙紧固钻头，不得用其他工具敲打钻夹头来紧固钻头。

5) 移动冲击电钻时，不准拿冲击电钻引出电源线提起冲击电钻，也不得拉拆电线从电源插座上拆除插头。电钻与热源、油液应分开，并避免与锐利的边缘接触，防止损伤绝缘而造成触电事故。

6) 使用冲击电钻应戴上防护眼镜，粉尘飞扬的切削工作应带防尘面罩。

7) 高、低速换档前，应将电源开关置于切断位置并且使冲击电钻全部停止转动。换档时，先将变速连锁扣压下，如图 1-9 (a) 所示，按箭头方向推动。刻在电钻壳体上的“1”为低速，“2”为高速。

8) 从冲击变换为旋转，如图 1-9 (b) 中，3、5、6 所示。面对钻头顺时针方向把变换环转到尽头，这样电钻是一面旋钻，一面对材料冲击。反时针方向旋转变换环则只能旋钻而不冲击。但要注意各厂家产品不一定相同，使用前一定要看产品说明书，按说明书的使用方法进行工作。

9) 电动机上的电刷磨损到极限时，如图 1-9 (c) 中 7 所示，应及时更换电刷，同时保持电刷清洁和刷握能自由滑动以及整流片与电刷的接触面清洁、光滑。

#### 14. 射钉枪

射钉枪是利用枪管内弹药爆发时的推力，将特殊形状的螺钉（射钉）射入钢板或混凝土构件中，以安装或固定各种电气设备，如仪器仪表、电线电缆以及水电管道等。它可以代替凿孔、预埋螺钉等手工劳动，提高工程质量，降低成本，缩短施工周期，是一种较先进的安

装工具。

射钉枪的使用及注意事项：

(1) 射手必须对所用射钉枪的结构、性能有所了解，同时根据被固件和基体的材料（如钢板、混凝土、砖砌体或木质松软物体），选择适当的弹和钉。具体应根据所用射钉枪型号的配套使用表或厂家编著《射钉紧固技术》一书去选择弹和钉。中国北方工业公司四川南山机器厂生产的 SDQ603 型射钉枪、送弹器、射钉弹、射钉配套使用如表 1-4 所示。目前射钉枪的型号有好几种，无论使用哪一种射钉枪，都应按照厂家的使用说明书选择适当的弹和钉。

表 1-4 SDQ603 型射钉枪、送弹器、射钉弹、射钉配套表

序号	送弹器类型	射 钉 类 型	枪管口径	活塞直径	射 钉 弹		
					代号	颜色	威力
1	S1 送弹器	YD、HYD、M8、HM8	φ8.6	φ8.6	S1	红	大
						黄	中
		M4、M6、HM6	φ12	φ12		绿	小
						白	最小
2	S3 送弹器	YD、HYD、M8、HM8、KD35	φ8.6	φ8.6	S3	黑	最大
						DD、HDD、M10、HM10、KD45	φ10
		M4、M6、HM6	φ12	φ12			
						绿	小

(2) 射手在工作时应穿戴上劳保护具（如工作帽、工作服、手套、防护镜等），射前应将未装射弹的射钉枪抵在施工面上，检查活动部分应灵活，各部分紧固件不得松动，枪管内不允许有障碍物，然后开始装射钉弹。先装钉，后装弹。切勿用手面压缩枪管或用枪对准人体及非被固件和基体，不要摔落地下，以免走火或损坏零部件。

(3) 射击时，注意周围不可有易燃、易爆物品或在易被穿透的建筑物及钢板上作业，同时，在作业面的背后禁止有人。然后将送弹器推到位，再将枪口对准被固件并压缩枪管，扣动扳机即可射击，完成作业。

使用射钉枪进行射击时，射手应将射钉枪端正，一定要垂直于工作面。另外，枪托应用手托住，不宜用胸顶死枪托，以免在射钉枪击发时，较大的反作用力击伤射手。如已装了射钉弹与射钉，临时不再射击，应立即将弹、钉退出枪膛。程序是先退出射钉弹，然后取出射钉。

(4) 射击时，如果射钉弹未发火，应等待 5s 后，才能松开射钉枪。这时抽出送弹器，将射钉弹旋转 90°，再进行第二次或第三次射击。若再次不发火，则可更换新弹射击。

(5) 每次射击后，应立即拉出送弹器，退出弹壳。

## 第二节 常用测量仪表的使用

### 1. 万用表

万用表是一种便携式电气测量仪表，能测量多种电量，具有多量程。它实质上是一个带有整流器的磁电式综合测量仪表。



万用表能测量交流电压、直流电压、直流电流和直流电阻等，有些万用表还能测量音频电平（分贝）、电感量、电容量和晶体管放大系数等。

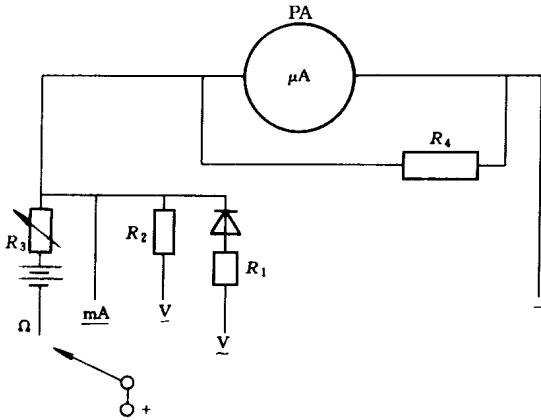


图 1-10 万用表的简单原理及基本结构示意图

(1) 万用表的原理。万用表的简单原理及基本结构示意图如图 1-10 所示。表头是一个磁电式直流微安表，它的主要结构是一块 U 形永久磁铁的两个磁极间置一可动圆柱形铁芯，上面套有铝框架和线圈。当线圈中通有电流时，线圈两边在磁场中受到大小相等、方向相反的力的作用。在这个转矩的作用下，线圈就转动起来，并带动指针偏转一个角度，直到转轴上的螺旋弹簧被拉紧产生反抗转矩，并与线圈转动力矩相平衡时为止。这时，指针所偏转的角度与流过线圈的电流成正比，因此，可以根据指针位置指示出流过线圈电流的大小。

表示万用表性能优劣的一个参数是表头的灵敏度。灵敏度高低是以表针偏转到满刻度时的线圈电流来衡量的，这一电流愈小，说明灵敏度愈高。MF 系列万用表的灵敏度均在 10 ~ 100mA 范围内，灵敏度都很高。

测量电路的功能，是在万用表测量各种不同数值大小和不同种类（电流、电压、电阻、交流、直流等）的电量时，起整流和分流、分压作用，使流过表头的电流始终为直流量，且数值限制在表头允许的最大值之内。

转换开关是用于选择万用表的测量种类和量程大小的。将其旋转到不同位置上，就接通不同的测量电路。转换开关有多种布置方式和各种不同结构特点。有的采用两只多档转换开关相互使用（500 型）；也有的仅使用一只多档转换开关（如 MF15、30、40、47 型等），分别选择不同量程的电流、电压、电阻等。

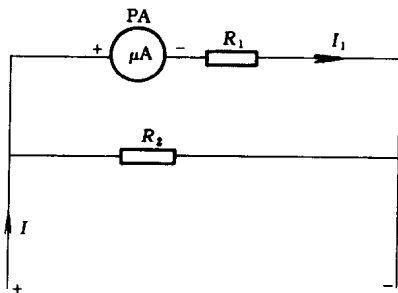


图 1-11 直流电流的测量

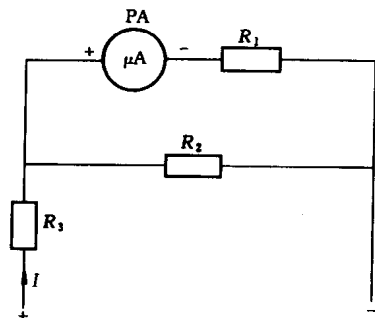


图 1-12 直流电压的测量

1) 直流电流的测量。直流电流的测量如图 1-11 所示，图中 PA 为微安表头， $R_1$  是表头本身电阻和线路中串联电阻之和， $R_2$  是并联电阻，又称分流电阻。由于  $R_2$  比  $R_1$  小得多，大部分电流经过  $R_2$  流过，只要适当选择  $R_1$ 、 $R_2$  的比值关系，就能使表头流过的电流  $I_1$  是总电流  $I$  的  $1/R$  倍。例如，令  $K = 100$ ，当流过表头的电流  $I_1$  为  $100\mu\text{A}$  时，就能知道电路中