

初级职业技术教育培训教材

# 电工 操作技能

初级职业技术教育培训教材编审委员会主编



上海科学技术出版社

其适用于乡镇企业工人和军地两用人才的短期培训。

由于组织编写初级职业技术教育培训教材缺乏经验，加上撰写时间仓促，书中难免有错漏之处，敬请使用者提出批评和改进意见。

**初级职业技术教育培训教材编审委员会**

**一九八八年十一月**

## 内 容 提 要

本书是初级职业技术教育培训教材之一。本着系统性和实用性的原则,全书较详细地介绍了电工所必须掌握的各种基本操作技能和电气设备的运行和维修技能。

全书内容包括:电工基本操作技能、户内外布线、变压器的运行、低压架空线路的运行、三相鼠笼式异步电动机和水泵的应用、常用低压电器、电力拖动线路分析及安全用电。

本书取材以实践为主,图文并茂,语言通俗易懂,可作为具有初中文化水平的乡镇企业电工、农村电工及职业学校的培训教材,亦可作为青年的自学用书。

## 初级职业技术教育培训教材编审委员会

**主 任** 沈锡灿

**副主任** 姜耀中 魏延堂 杨基昌 彭连富 袁茂华

徐福生 李新立 李瑞祥 周 禹

**委 员** 陈家芳 谢锦莲 龚 刚 贺季海 严 威

徐荣生 周仁才 李彬伟 李 远 李春明

钱华飞 张德烈 施聘贤 韩强忠

**本书编写者** 董梦琪

**本书审阅者** 吴德孚

## 前 言

从根本上说,科技的进步,经济的振兴,乃至整个社会的进步,都取决于劳动者素质的提高和大量合格人才的培养。进一步加强职业技术教育,培养大批合格的技术工人,迅速提高劳动者素质,努力发展生产力,已成为国家经济建设中的当务之急。

为了适应经济建设发展的需要,方便大批初级技术工人的培训,由上海市劳动局、上海市农机局、上海市经委教育处、上海市成人教委办公室、上海市军民共建共育领导小组办公室、上海警备区政治部、海军上海基地政治部和上海科学技术出版社等有关单位和部门组成教材编审委员会,组织编写了一套初级职业技术教育培训教材,计有:文书工作必读、机械工人基础知识、车工基础知识、钳工基础知识、电工基础知识、维修电工基础知识、电工操作技能、电子工人基础知识、电镀基础知识、油漆施工常识、化工基础知识、服装裁剪、服装缝纫、羊毛衫编织、电视机修理、收录机修理、电冰箱修理、汽车驾驶、汽车维修、汽车构造、汽车电器、柴油机修理等。

这套培训教材是本着改革的精神,贯彻落实先培训后就业,先培训后上岗的原则,以部颁初级技术等级标准为依据,并考虑了上岗必须具备的技术基础要求进行编写的。在内容上遵循理论联系实际的原则,力求由浅入深,讲究实用,着眼于打基础。

这套教材适用于培养具有初中文化程度的技术工人,尤

• 1 •

# 目 录

|                              |    |
|------------------------------|----|
| <b>第一章 电工基本操作技能</b> .....    | 1  |
| <b>第一节 钳工操作</b> .....        | 1  |
| 一、凿削.....                    | 1  |
| 二、锉削.....                    | 3  |
| 三、锯割.....                    | 5  |
| 四、钻孔.....                    | 6  |
| 五、攻丝.....                    | 8  |
| 六、套丝.....                    | 10 |
| <b>第二节 电工工具的使用与维护</b> .....  | 12 |
| 一、通用工具.....                  | 12 |
| 二、导线连接工具.....                | 15 |
| 三、线路安装工具.....                | 16 |
| 四、登高工具.....                  | 19 |
| 五、设备安装和维修工具.....             | 23 |
| <b>第三节 导线线头的加工工艺</b> .....   | 24 |
| 一、绝缘导线线头的剖削方法.....           | 24 |
| 二、铜芯导线线头的连接方法.....           | 25 |
| 三、铝芯导线线头的连接方法.....           | 28 |
| 四、线头与接线桩的连接方法.....           | 30 |
| 五、导线绝缘层的恢复.....              | 31 |
| <b>第四节 线路施工的基本操作工艺</b> ..... | 33 |
| 一、导线穿越孔的凿打.....              | 33 |
| 二、木榫孔的凿打.....                | 34 |
| 三、木榫的削制和安装.....              | 34 |
| 四、导线与瓷瓶的固定方法.....            | 35 |

|                            |           |
|----------------------------|-----------|
| 五、电杆的竖立要求和方法.....          | 38        |
| 六、几种常用绳结的应用和扣结方法.....      | 38        |
| <b>第二章 户内外布线.....</b>      | <b>42</b> |
| <b>第一节 户内外布线的简单设计.....</b> | <b>42</b> |
| 一、接户线和进户线.....             | 42        |
| 二、导线的种类.....               | 44        |
| 三、导线截面的选择.....             | 44        |
| 四、线路熔丝的选择.....             | 46        |
| 五、配电盘设计.....               | 48        |
| <b>第二节 导线的敷设方法.....</b>    | <b>48</b> |
| 一、木槽板敷设.....               | 48        |
| 二、瓷夹敷设.....                | 51        |
| 三、瓷柱和瓷瓶敷设.....             | 53        |
| 四、护套线敷设.....               | 57        |
| 五、管线敷设.....                | 60        |
| 六、接地线和接零线的敷设.....          | 63        |
| <b>第三节 常用电光源.....</b>      | <b>64</b> |
| 一、白炽灯.....                 | 64        |
| 二、碘钨灯.....                 | 65        |
| 三、荧光灯.....                 | 65        |
| 四、高压汞灯.....                | 67        |
| 五、黑光灯.....                 | 68        |
| 六、照明线路的常见故障及检修方法.....      | 68        |
| <b>第三章 变压器的运行.....</b>     | <b>71</b> |
| <b>第一节 变压器的结构.....</b>     | <b>71</b> |
| 一、铁心的结构.....               | 71        |
| 二、绕组的结构.....               | 72        |
| 三、其他附件.....                | 74        |
| <b>第二节 三相变压器的联接.....</b>   | <b>76</b> |

|                                           |    |
|-------------------------------------------|----|
| 一、绕组的同名端和联接组.....                         | 77 |
| 二、Y/Y <sub>0</sub> -12 联接组 .....          | 79 |
| 三、Y/△-11 和 Y <sub>0</sub> /△-11 联接组 ..... | 80 |
| 第三节 变压器的运行维护.....                         | 81 |
| 一、运行前的检查.....                             | 81 |
| 二、运行中的检查.....                             | 82 |
| 三、运行故障和排除方法.....                          | 82 |
| 第四章 低压架空线路的运行.....                        | 84 |
| 第一节 线路的运行管理.....                          | 84 |
| 一、运行季节的管理.....                            | 84 |
| 二、运行环境的管理.....                            | 85 |
| 三、线路巡视.....                               | 85 |
| 第二节 线路的检修.....                            | 87 |
| 一、恢复性检修.....                              | 87 |
| 二、日常维修.....                               | 88 |
| 三、安全措施.....                               | 88 |
| 第三节 架空线路的常见故障及预防措施.....                   | 89 |
| 一、电杆故障.....                               | 89 |
| 二、导线故障.....                               | 90 |
| 三、绝缘子故障.....                              | 90 |
| 第五章 三相鼠笼式异步电动机和水泵的应用 .....                | 92 |
| 第一节 电动机的安装.....                           | 92 |
| 一、安装地点的选择.....                            | 92 |
| 二、基础的形式和做法.....                           | 92 |
| 三、校正方法.....                               | 94 |
| 四、保护接地装置的安装.....                          | 95 |
| 五、起动设备和电动机引线的安装.....                      | 97 |
| 第二节 电动机的运行和维护.....                        | 97 |
| 一、电动机起动运行前的检查.....                        | 97 |



|                            |            |
|----------------------------|------------|
| 二、电动机运行中的监视·····           | 98         |
| 三、电动机两相运行的简易保护装置·····      | 99         |
| 四、电动机的维护·····              | 101        |
| <b>第三节 电动机的检修·····</b>     | <b>102</b> |
| 一、电动机的定期检查·····            | 102        |
| 二、电动机的大修·····              | 102        |
| 三、电动机的拆卸和装配·····           | 104        |
| 四、电动机修复后的测试·····           | 105        |
| <b>第四节 水泵的应用·····</b>      | <b>107</b> |
| 一、水泵的类型·····               | 107        |
| 二、水泵的部件组成·····             | 108        |
| 三、水泵的使用·····               | 110        |
| 四、水泵的串联运行·····             | 112        |
| <b>第六章 常用低压电器·····</b>     | <b>113</b> |
| <b>第一节 低压电器的用途和分类·····</b> | <b>113</b> |
| 一、用途·····                  | 113        |
| 二、分类·····                  | 113        |
| <b>第二节 低压配电电器·····</b>     | <b>113</b> |
| 一、刀开关·····                 | 113        |
| 二、组合开关·····                | 116        |
| 三、自动空气开关·····              | 119        |
| <b>第三节 低压控制保护电器·····</b>   | <b>122</b> |
| 一、熔断器·····                 | 122        |
| 二、主令电器·····                | 126        |
| 三、接触器·····                 | 130        |
| 四、继电器·····                 | 132        |
| <b>第七章 电力拖动线路分析·····</b>   | <b>137</b> |
| <b>第一节 看电路图的基本知识·····</b>  | <b>137</b> |
| 一、电路图的种类·····              | 137        |

|                          |     |
|--------------------------|-----|
| 二、电路图中的电气符号·····         | 139 |
| 三、看主电路的步骤·····           | 142 |
| 四、看辅助电路的步骤·····          | 143 |
| 第二节 电动机单向运转控制电路·····     | 144 |
| 一、铁壳开关控制·····            | 144 |
| 二、接触器控制·····             | 145 |
| 三、磁力起动器控制·····           | 148 |
| 第三节 电动机正反转控制电路·····      | 148 |
| 一、倒顺开关控制·····            | 148 |
| 二、接触器控制·····             | 148 |
| 第四节 电动机降压起动控制电路·····     | 152 |
| 一、串联电阻降压起动·····          | 153 |
| 二、Y- $\Delta$ 降压起动 ····· | 155 |
| 三、补偿器降压起动 ·····          | 158 |
| 第五节 制动控制电路·····          | 159 |
| 一、机械制动·····              | 159 |
| 二、电力制动·····              | 161 |
| 第六节 生产机械的限位控制电路·····     | 163 |
| <b>第八章 安全用电</b> ·····    | 165 |
| 第一节 保护接地和保护接零·····       | 165 |
| 一、保护接地·····              | 165 |
| 二、保护接零·····              | 166 |
| 三、重复接地·····              | 167 |
| 四、保护接地装置·····            | 167 |
| 第二节 触电急救·····            | 169 |
| 一、触电形式·····              | 169 |
| 二、触电急救的方法·····           | 170 |
| 三、触电的预防·····             | 173 |

# 第一章 电工基本操作技能

## 第一节 钳工操作

在安装和维修各种供配电线路或电气设备时，钳工的一些基本操作经常有所运用。比如凿削、锉削、锯割、钻孔、攻丝和套丝等。电工在操作技能训练的同时，应掌握这些钳工的基本操作技能及正确的操作姿势。

### 一、凿削

凿削是利用手锤敲击凿子进行切削的一种基本的作业方法。

#### 1. 凿削工具

凿削工具即手锤和凿子。手锤又称榔头，常用规格有0.25、0.5和0.75公斤，锤柄长在300~350毫米之间，如图1-1(a)所示；为了防止锤头脱出，顶端应打上楔子，如图1-1(b)所示。

凿子是凿削的切削工具，经过淬火和回火的热处理，根据使用的不同需要，一般制成扁凿和狭凿两种，如图1-1(c)，(d)所示。

#### 2. 凿削的操作方法

在台虎钳上操作时，左腿站前半步，不应过分用力，膝部要自然松动；右脚稍向后伸直，作为全身的主要支点；胸要挺直，腰部自然放松；眼注视于凿刃和工件之间，一般情况下，锤击速度以每分钟40次左右为宜。

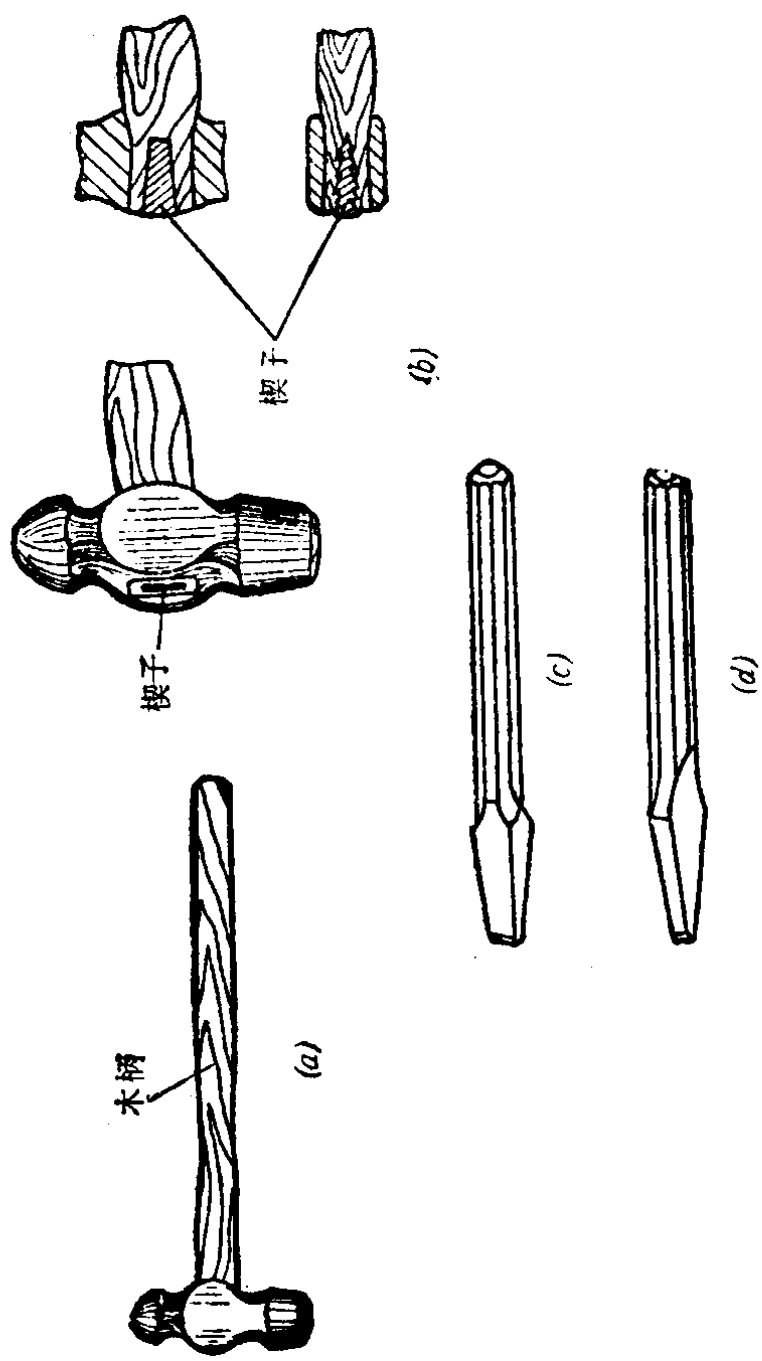


图 1-1 凿削工具  
(a) 手锤; (b) 手锤打楔部位;  
(c) 扁凿; (d) 狭凿

### 3. 凿削的安全知识

在台虎钳上操作时,只能使切屑朝正前方向飞出,因钳桌上一般正前方装有防护板,能阻挡切屑飞溅;不可使切屑朝左右侧飞溅,以免击伤邻近工位上的操作者。

在没有防护措施的工位上操作时,切屑飞溅的方向上不得有人通过;在凿削切屑飞溅没有规律或特别容易飞溅的材料时,应适当减小锤击力,且应戴上防护眼镜。

## 二、锉削

锉削是工件表面较精细的切削加工。

### 1. 锉削工具

电工常用的锉削工具是普通锉刀,如图 1-2(a)所示;锉刀的横断面形状如图 1-2(b)所示,分有平锉、半圆锉、三角锉、圆锉和方锉。前三种的规格都以长度分档,常用的有 100、150、200、250 和 300 毫米等;圆锉以直径分档,方锉以边长分档,常用的有 10、13、16 和 19 毫米等。

锉刀的齿纹分有单齿纹和双齿纹两种,如图 1-2(c)、(d)所示。锉削铝一类软金属用单齿纹,一般金属都用双齿纹。

### 2. 锉削的操作方法

锉削时,不要把工件夹得太高,离钳口尽量近些。夹持较精密工件时,要置放钳口铜皮保护;夹持表面形状不规则的工件时,需加垫块垫平夹稳;夹持较长的薄板时,要用两支长度相适应的角钢先夹住薄板,而后一起在钳口上夹持,以便于加工。

锉刀在推进时,由右手控制推力的大小,同时两手都要施加相应的压力。左手所加的压力随锉刀推进长度的增加而逐渐减小;右手所加的压力则随之逐渐加大,以保证锉刀在推进过程中不出现上下摇摆,如图 1-3 所示。

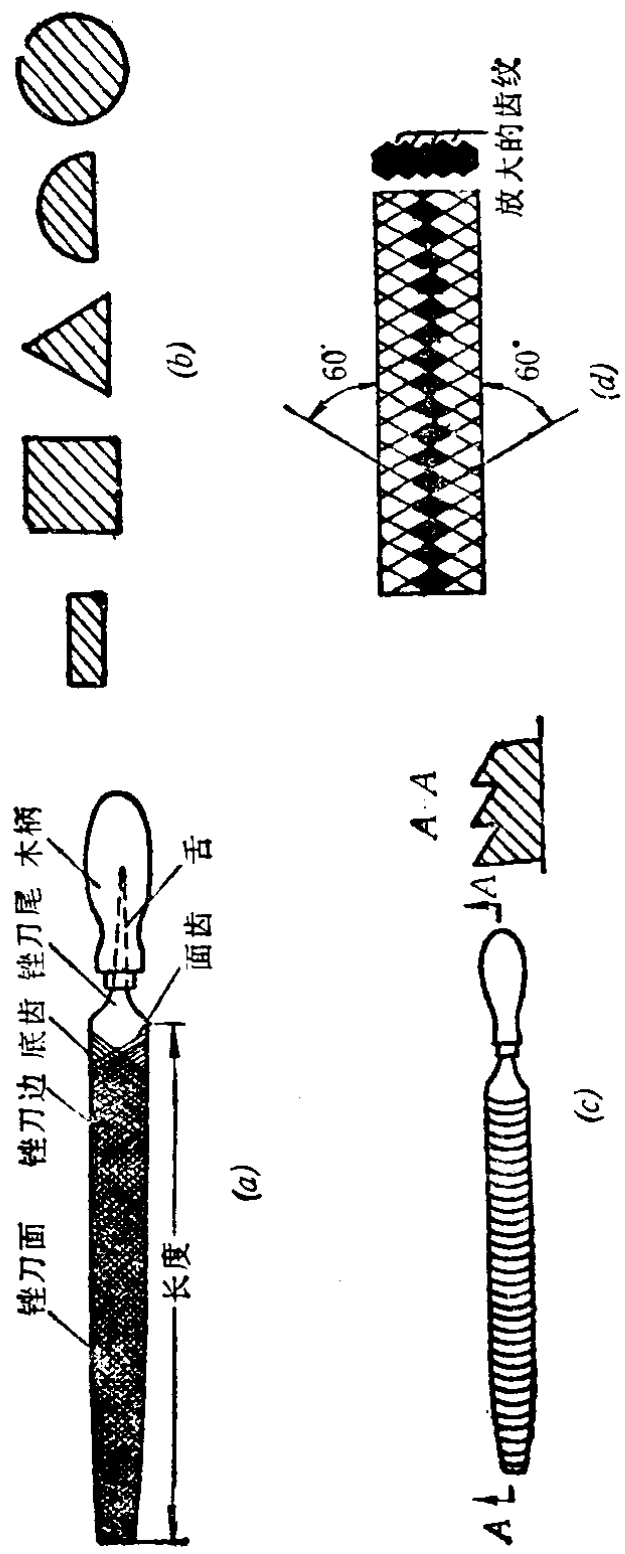


图 1-2 常用锉刀

(a) 构造; (b) 断面形状; (c) 单齿纹锉刀; (d) 双齿纹锉刀

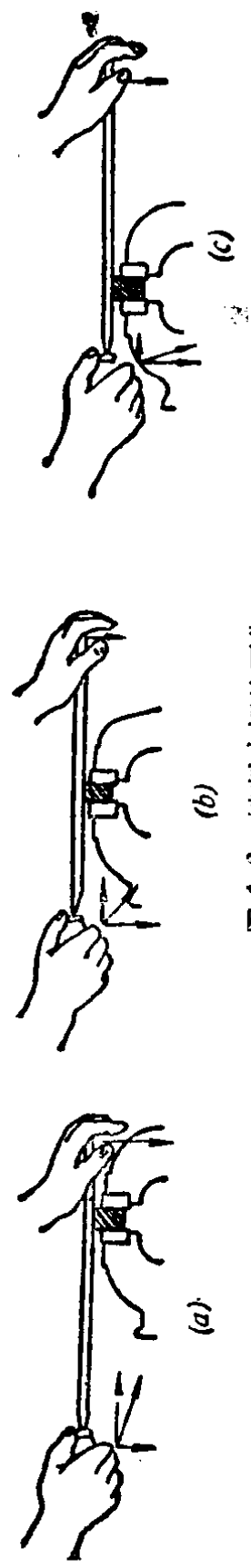


图 1-3 锉削力矩的平衡

(a) 推进开始时; (b) 推进至中途时; (c) 推进结束时

### 三、锯割

锯割即用手锯对加工工件进行分割。

#### 1. 锯割工具

手锯是电工常用的锯割工具，它由锯弓和锯条两部分组成。

手锯如图 1-4 所示，分为固定式和可调式两种。按工件加工的需要，锯条可装成直向或横向的两种方向；锯条不宜装得过松或过紧，锯齿方向不应装反。

锯条分为粗齿、中齿和细齿三种，电工常用的规格为 300

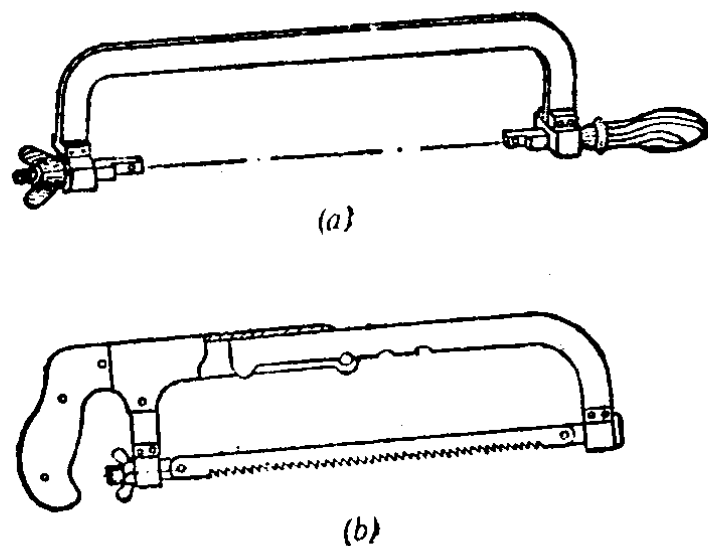


图 1-4 手锯  
(a) 固定式；(b) 可调式

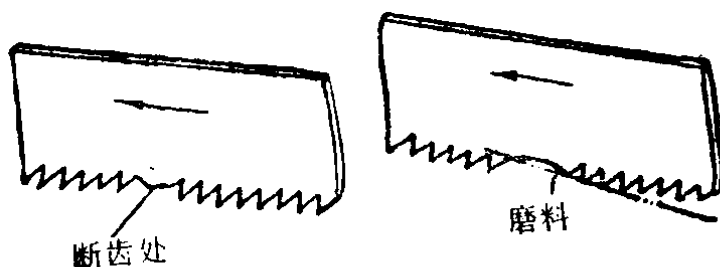


图 1-5 锯齿崩裂后的处理

毫米长的一种。锯割时如出现锯齿崩裂,可把断齿后面的二、三个齿磨斜后继续使用,如图 1-5 所示。

## 2. 锯割的操作方法

把握锯弓的方法如图 1-6 所示:右手控制锯割推力和压力,左手以扶正锯弓为主,不需施加过大的压力;推锯应充分利用锯条的全长,推锯速度以每分钟 20~40 次为宜。

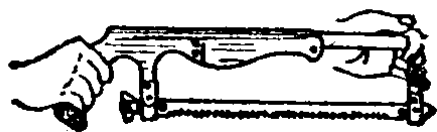


图 1-6 手锯的握法

锯弓的运动,分为直线和上下摆动两种。除锯割钢管和薄板时用直线运动外,一般都采用上下摆动的运动方式;调换新锯条后,要把工件调换方向,重新起锯;工件即将锯断时,要减小压力和放慢推锯速度。

## 3. 锯割的使用安全知识

锯割时,应遵照操作方法进行,要防止断条时锯条从锯弓上弹出伤人,同时要防止锯断的工件跌落在脚面上,造成工伤事故;锯割作业时,应根据实际情况,做好安全防范措施。

# 四、钻孔

钻孔是利用钻头在工件上切削出孔眼。

## 1. 钻孔用具和设备

电工常用的钻头是麻花钻,如图 1-7 所示。麻花钻以直径划分规格,13 毫米以下的一般都制成直柄式,使用时要用钻夹头;13 毫米以上的一般都制成锥柄式,使用时要用钻头套。

电工常用的钻孔设备是台式钻床,简称台钻,如图 1-8(a)



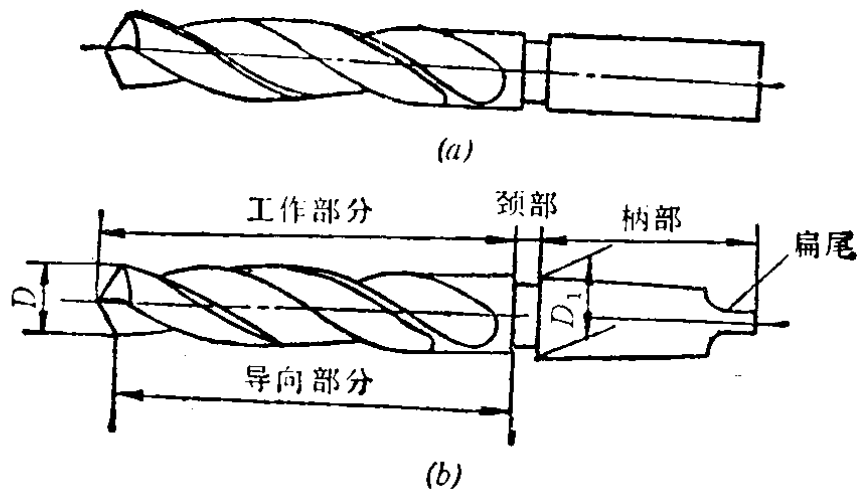


图 1-7 麻花钻  
(a) 直柄麻花钻; (b) 锥柄麻花钻

所示。一般能调节三档或五档转速；台钻的主体和工作台之间，可以上下或左右调节，调定后必须把锁紧手柄锁住后才能进行钻孔操作；钻孔时要保护工作台，因为工作台是用来摆放和固定工件用的，不可在台面上敲打或使钻头钻入。

电工常用的另一设备是手用电钻，分手提式和手枪式两种，如图 1-8 (b)、(c) 所示。使用电源有 220 伏和 36 伏两种。电压为 220 伏的，使用时应戴绝缘手套；在潮湿环境中，应采用电源电压为 36 伏的安全电压的电钻。

## 2. 钻孔的操作方法

一般工件在钻孔时，先在钻孔的位置上打出较深的样冲眼，然后对准样冲眼进行试钻，试钻出的锥坑应保持在中心位置，试钻正确后，方可正式钻入工件。

钻深孔时，每当钻入三倍于孔径深度时，把钻头退出一小次，以利排屑；钻较大孔径时，先用较小的钻头钻孔，然后再用所需规格的钻头扩大孔径；当快要钻通孔时，要减少进给量，以利于钻头的保护和使用安全。

## 3. 钻孔的安全知识