



实验实训中心  
EXPERIMENTAL AND TRAINING CENTER

工程认知课程教学系列

## 钳工技术实验指导书



河北工业大学实验实训中心  
2017.11

# 目录

一、钳工概述 .....	1
二、锉削基本知识与操作 .....	2
三、锯切基本知识与操作 .....	4
四、钳工操作演示讲解 .....	7
五、钳工安全操作规程 .....	9

## 一、钳工概述

### 1. 钳工的定义、性质：

手持各种工具对金属材料进行加工的方法成为钳工。

钳工是一个技术条件要求高、实践能力要强、使用工具简单，操作方便灵活、适应面广的工种。它以手工操作位置，能够加工出形状复杂、质量要求高的零件，在保证机械产品的加工质量上起着重要的作用。

### 2. 钳工的加工范围

1) 划线 (2) 锉削 (3) 錾削 (4) 锯削 (5) 钻孔、扩孔、铰孔、绞孔 (6) 攻螺纹、套螺纹 (7) 刮削 (8) 研磨 (9) 装配 (10) 弯曲 等

### 3. 钳工的分类

按国家机械部规定，钳工应分为三大类：

- (1) 机修钳工——主要从事各种机械设备的维护修理工作。
- (2) 模具钳工——专门加工各类模具的钳工；
- (3) 普通钳工——对零件进行装配、修整、加工的人员。

### 4. 钳工的工作场地：场地要求宽敞、采光良好、通风条件好

(1) 砂轮机——用来刃磨、刃具和打磨工件毛坯。砂轮机使用时的注意事项：

a、砂轮机的旋转方向要正确；  
b、砂轮起动后，应等砂轮旋转平稳后再开始磨削，若发现砂轮跳动明显，应及时停机修整；

c、砂轮机的搁架与砂轮之间的距离应保持在 3mm 以内，以防止磨削件轧人，造成事故；

d、磨削过程中，操作者应站在砂轮的侧面或斜对面，而不要站在正对面。

(2) 钳台——又称钳桌，木质结构，表面必须铺垫铁板。

钳台一般是长方形，长、宽尺寸由工作需要决定，高度一般以 800mm ~ 900mm 为宜以便安装上台虎钳后，让钳口的高度与一般操作者的手肘平齐，使操作方便省力。

(3) 台虎钳——用来夹持工件的夹具，其规格以钳口的宽度来划分。

a.用途：台虎钳是专门夹持工件的，

b.规格：台虎钳的规格是指钳口的宽度，常用的有 100mm，125mm，150mm 等

c.类型：类型有固定式和回转式两种。

d.使用台虎钳的注意事项：

- 夹紧工件时松紧要适当，只能用手力拧紧，而不能借用助力工具加力，一是防止丝杆与螺母及钳身受损坏，二是防止夹坏工件表面。
- 强力作业时，力的方向应朝固定钳身，以免增加活动钳身和丝杆、螺母的负载，影响其使用寿命。
- 不能在活动钳身的光滑平面上敲击作业，以防止破坏它与固定钳身的配合性。
- 对丝杆、螺母等活动表面，应经常清洁、润滑，以防止生锈。

(4) 钻床——用来钻、扩、绞孔。有台式钻床、立式钻床、摇臂钻床。

#### ①台式钻床：

a.介绍台式钻床的规格：台式钻床是一种小型钻床，一般用来钻直径为 13mm 以下的孔，台式钻床的规格是指所钻孔的最大直径，常用的有 6mm，12mm 等几种规格。

b.常用台式钻床的工作原理（根据实物讲解）

c.台式钻床的特点：这种钻床具有很大的灵活性，能适应各种情况的钻孔需要，但是由于它的最低转速较高（一般不低于 400 r/min）不适于铰孔、绞孔。

#### ②立式钻床：

a、介绍立式钻床的规格：立式钻床一般用来钻中小型工件上的孔，其规格有 25mm、35mm、40mm，50mm 等几种规格。

b、立式钻床的工作原理（根据实物讲解）

c、立式钻床的优点：立式钻床的结构比较完善，功率较大，又可以实现机动进给，因此可以获得较高的生产效率和加工精度。另外，它的主轴转速和机动进给量都有较大的变动范围，因而可以适应于不同材料的加工和进行钻孔、扩孔、铰孔、铰孔及攻螺纹等多种工作。

③摇臂钻床：

a、摇臂钻床用于大工件及多孔工件的钻孔，除了钻孔外还能扩孔、铰平面、铰孔、铰孔、铰孔、套切大圆孔和攻螺纹等

b、介绍摇臂钻床的结构

## 二、锉削基本知识及操作

锉削是用锉刀对工件表面进行切削加工操作，一般用于銼削、锯割之后的进一步加工，可对工件的表面、曲面、内外弧面沟槽，以及其它复杂表面进行加工。尺寸精度可达 IT8-IT7、表面粗糙度 Ra 值可达 0.8 微米，用于成型样板、模具型以及部件、机器装配时的工件修整，是钳工的主要操作方法之一。

1. 锉削工具：锉刀

(1) 锉刀材料：碳素工具钢 T12、T12A、T13A

淬火后硬度可达 62HRC 以上

(2) 锉刀规格：钳工锉刀的规格是指锉身的长度。

①按长度 L 分为 100、150、200、250、300、350、400 七种。

②按断面形状不同分为五种，即平锉、方锉、圆锉、三角锉、半圆锉。

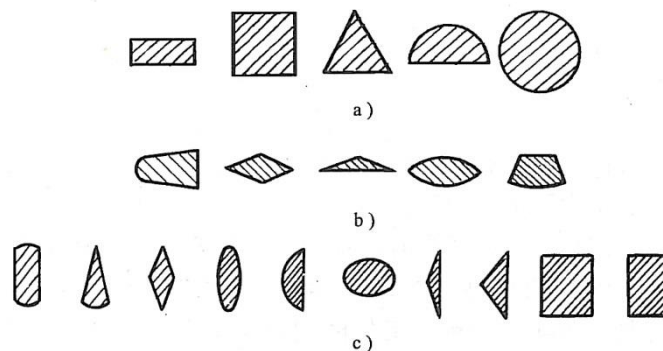


图 1 锉刀截面形状

a) 钳工锉截面形状 b) 异形锉截面形状 c) 整形锉截面形状

③以齿形大小分为：有粗、中、细、油光四种。按每 10 毫米长的锉面上齿数多少分为粗齿锉（6~14 齿）、中齿锉（9~19 齿）、细齿锉（14~23 齿）和油光锉（21~45 齿）。

a. 粗锉刀：用于加工软材料，如铜、铅等或粗加工时。

b. 中锉刀：用于粗加工后的加工。

c. 细锉刀：用于加工硬质材料或精加工时。

d. 油光锉刀：用于最后修光表面。

(3) 锉刀的种类

①普通钳工锉：按照锉身光坯锉身处的断面形状不同，又可以分为扁锉、半圆锉、三角锉、方锉、圆锉等。

②异型锉：加工特殊表面时使用，分为菱形锉、单面三角锉、刀形锉、双半圆、椭圆、圆肚锉等。

③整形锉：用于修整工件上的细小部分。

(4) 锉刀的选择

合理选用锉刀，对保证加工质量，提高工作效率和延长锉刀使用寿命有很大的影响。一

般选用的原则是：

- ①根据工件形状和加工面的大小选择锉刀的形状和规格。
- ②根据材料软硬加工余量、精度和粗糙度的要求选择锉刀齿纹的粗细。
  - a.粗齿锉刀：用于加工软材料，如铜、铅等有色金属。
  - b.中齿锉刀：用于加工一般硬度材料。
  - c.细齿锉刀：用于加工硬、薄材料，如铸钢件等。

## 2. 锉削操作

锉削操作时，正确的站立姿势为左脚在前，右脚在后，左右脚成丁字状，二脚之间的距离约 300 毫米，身体距台虎钳约 200 毫米，身体略向前倾。

### (1) 锉刀握法

不同大小的锉刀有不同的握法，一般为木柄顶住右手手心，五个手指依次握紧，左手扶住锉刀前部，正确的锉姿能减轻疲劳，提高锉削的质量和效率。

#### ①大锉刀

a、右手握着锉刀柄，将柄的外端顶在拇指根部的手掌上，大拇指放在手柄上，其余手指由上而下握住手柄。

b、左手掌斜放在锉刀上方，拇指根部肌肉轻压在锉刀的刀尖上，中指和无名指抵住梢部右下方。（或左手掌斜放在锉刀梢部，大拇指自然伸出，其余各指自然蜷曲，小指、无名指、中指抵住锉刀的前下方；或左手掌斜放在锉刀梢上，其余各指自然平放）

#### ②中型锉

a、右手同按大锉刀的方法相同。

b、左手的大拇指和食指轻轻扶持锉梢。

#### ③小型锉

a、右手食指平直扶在手柄的外侧面。

b、左手手指压在锉刀的中部以防止锉刀弯曲。

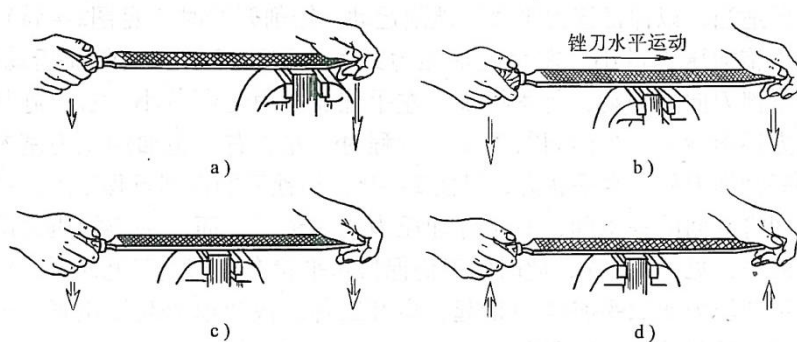


图 2 锉削平面双手用力方法

a) 锉削开始 b) 锉削中程 c) 锉削终结 d) 锉刀返回

### (2) 工件夹持

工件的装夹是否正确，直接影响到锉削质量的高低。

- 将工件夹在虎钳钳口的中间部位，伸出不能太高、应于钳口平行，否则易震动，若表面已加工过，则垫铜钳口。
- 装夹要稳固，但用力不可太大，以防工件变形。
- 装夹已加工表面和精密工件时，因应在台虎钳钳口上衬上紫铜皮或铝皮等软的衬垫，以防夹坏工件。

### (3) 平面锉削的方法

平面锉削的方法有推锉法、交叉锉、顺向锉。

- ① 推锉法：两手对称地握住锉刀，两大拇指均衡地用力。好掌握，易于把握平行，但工作效率低，一般尺寸修整时使用。
- ② 交叉锉：交叉锉时，锉刀与工件接触面较大，锉刀容易掌握得平稳，且能从交叉的刀痕上判断出锉削面的凹凸情况。锉削余量大时，一般可以在锉削的前阶段用交叉锉，以提高工作效率。当余量不多时，再改用顺锉使锉纹方向一致，得到较光滑的表面。
- ③ 顺向锉：顺向锉是顺着金属材料的纵向或横向移动，不大的平面和最后锉光都用这种方法。一般使用较多的锉法，可得到正直的锉纹，工件比较正直、光洁。

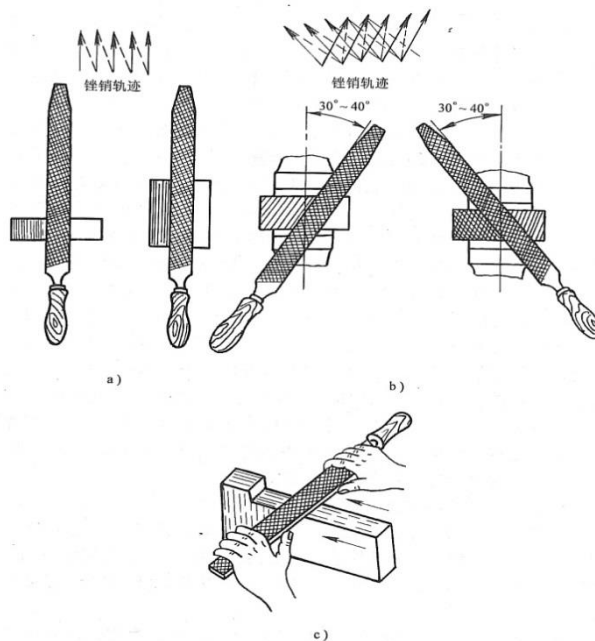


图3 平面锉削

a) 顺锉法 b) 交叉锉法 c) 推锉法

#### (4) 施力的变化：看挂图讲解

锉削时有两个力，一个是推力，一个是压力，其中推力由右手控制，压力由两手控制，而且，在锉削中，要保证锉刀前后两端所受的力矩相等，即随着锉刀的推进左手所加的压力由大变小，右手的压力由小变大，否则锉刀不稳易摆动。

#### 注意问题：

- 直线运动，不得左右摆动
- 向前、向下压力，后退时轻轻滑过
- 锉削时利用锉刀的有效长度进行切削加工，不能只用局部某一段，否则局部磨损过重，造成寿命降低。
- 锉削速度：一般 20-40/分，速度过快，易降低锉刀的使用寿命。

3. 锉削操作练习：学生分解进行实践操作

### 三、锯切基本知识及操作

锯切是用手锯对工件或材料进行分割的一种切削加工。它具有方便、简单和灵活的特点，应用较广，是钳工必须掌握的基本功。

#### 1. 锯切工具——手锯

手锯由锯弓和锯条组成。

##### (1) 锯条

- ① 锯条的材料：由碳素工具钢制成，淬火处理。

- ② 锯条的规格：其规格长 300、宽 12、厚 0.8 毫米。
- ③ 锯条的种类：常用的有粗、中、细三种。锯条按齿锯大小分粗齿、中齿、细齿三种，由每 25mm 长度内的齿数来表示，14~16 齿为粗齿；18~22 齿为中齿；24~32 齿为细齿。
- ④ 锯条的齿形排列：在制造锯条时所有的锯齿按照一定的规则左右错开排成一定的形状，称为锯路。主要形状：交叉形、波浪形。其作用：锯路的形成，能使锯缝的宽度大于锯条背部的厚度，使得锯条在锯割时不会被锯缝夹住，以减少锯缝与锯条之间的摩擦，减轻锯条的发热与磨损，延长锯条的使用寿命，提高锯削的效率。

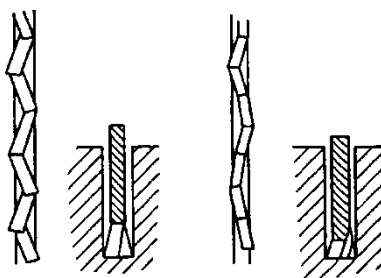


图 4 锯齿的排列

- ⑤ 锯条的选择：
- 粗齿锯条一般适用于粗、软、厚材料加工，如有色金属类。
  - 中齿锯条一般适用于中、硬材料加工，一般为中碳钢。
  - 细齿锯条一般适应于细、硬、薄材料，如碳素钢。
- (2) 锯弓
- a.用途：张紧锯条
- b.类型：
- 固定式：弓架是整体的只能安装一种长度的锯条。
  - 可调式：弓架分为两个部分长度可以调节，能安装几种长度的锯条夹头上的销子插入锯条的安装孔后，可以通过旋转翼形螺母来调节锯条的张紧程度。
- (3) 锯条的安装：手锯是向前推进时进行切削的，安装时锯齿应向前，松紧适当，不能扭曲和歪斜。
- 安装方向：齿尖朝前
  - 安装松紧：由翼形螺母调节。  
太松：锯条易扭曲折断，锯缝易歪斜  
太紧：预拉伸力太大，稍有阻力易崩断
  - 安装位置：锯弓与锯条尽量保持在同一中心面内

## 2. 锯切方法

- (1) 手锯的握法及站立姿势
- a.手锯的握法：右手握柄，左手扶住锯弓前端
- b.锯削时的姿势：基本上与刨削的姿势相同，两脚距离稍近，推锯时身体稍微向前倾。
- (2) 工件的夹持：

- a. 工件夹在台虎钳的左侧；
- b. 伸出台虎钳的部分不应太长：（20mm 左右）
- c. 锯缝与钳口保持平行；
- d. 工件要夹紧，同时避免夹坏工件。

(3) 起锯:

一般有远起锯条和近起锯条，右手握锯，左手大拇指压住锯缝，起锯角度以 15 度为宜，行程要短，速度要慢，当锯条切入 1-2 毫米之后，进入正常切削。

进入正常切削后，需双手握锯，直线往返，左手施压，右手推进。用力要均匀，推进速度不宜过快，一般为每分钟 20~40 次，返回时不要加压，轻轻拉回，速度可快些。锯削时，要尽量利用锯条全长参加锯削，一般往返长度不宜少于锯条全长的 2/3，以提高工作效率。要及时注意锯割质量，发现歪斜应及时纠正。锯到尽头时，压力应小，速度要慢，工件夹持伸出部分应短。

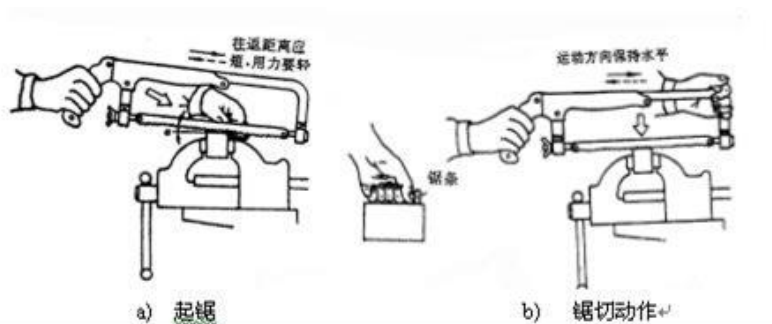


图 5 锯切

(4) 锯削时锯弓的运动方式

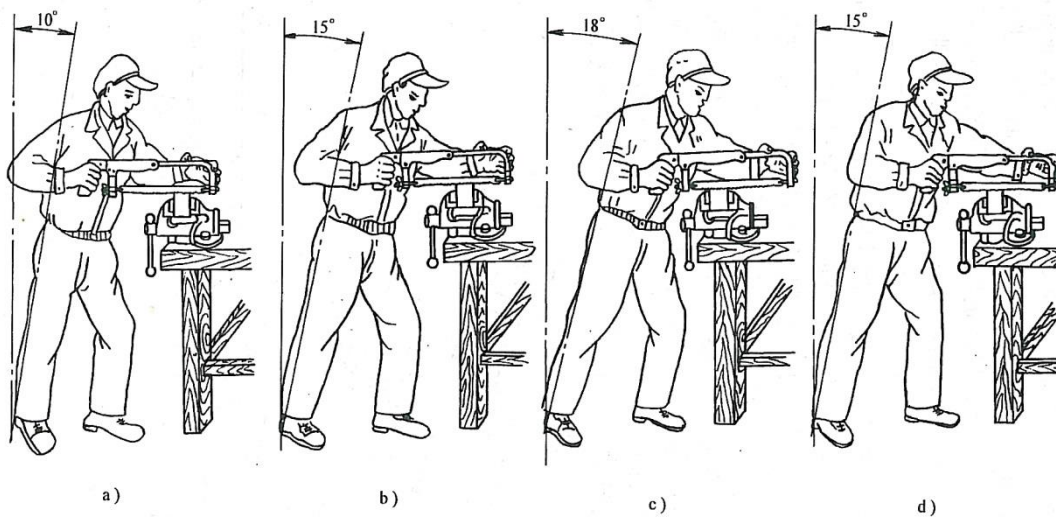


图 6 锯切动作

- a) 锯削前 b) 锯削小行程 c) 锯削大行程 d) 回锯

锯割时的姿势有两种：一种是直线往复运动；另一种是摆动式，这种操作方法，两手动作自然，不易疲劳，切削效率高。锯割时工件应夹在左面，以便操作。工件要夹紧，以免在锯割过程中产生震动。

- ① 直线式：适用与锯割要求锯缝底面平直的槽、薄壁零件。
- ② 摆动式：推时：左手上翘，右手下压



退时：右手上抬，左手自然浮动

(5) 锯切注意事项

- 尺寸锯小；
- 锯缝歪斜过多，超出要求范围；
- 起锯时把工件表面损伤

3. 锯削操作练习：学生分解进行实践操作

四、钳工操作演示讲解

(一) 划线

根据图纸的尺寸要求，用划线工具在毛坯或半成品上表示出加工的位置的操作称为划线。

1. 划线的作用

- (1) 准确地在毛坯或半成品上表示出加工位置，作为加工和装夹、定位的依据。
  - (2) 过划线检查毛坯的形状和尺寸是否符合图纸要求，避免不合格的毛坯投入机械加工而造成浪费。
  - (3) 合理排料，使材料合理使用。
  - (4) 通过划线合理分配加工余量（亦称“借料”），从而保证少出或不出废品。
- 在整个机械加工过程中划线是不可缺少的重要环节，是机械加工的依据。因此所划线条要求清晰，尺寸准确，划线精度一般为 0.25~0.5mm 之间。

2. 划线工具

一般分为四类：

- (1) 校准工具：如平板、方箱；
- (2) 量具：如钢直尺、高度划线尺等；
- (3) 直线划绘工具：如划针、划规等；
- (4) 夹持工具：如千斤顶、V形铁等。

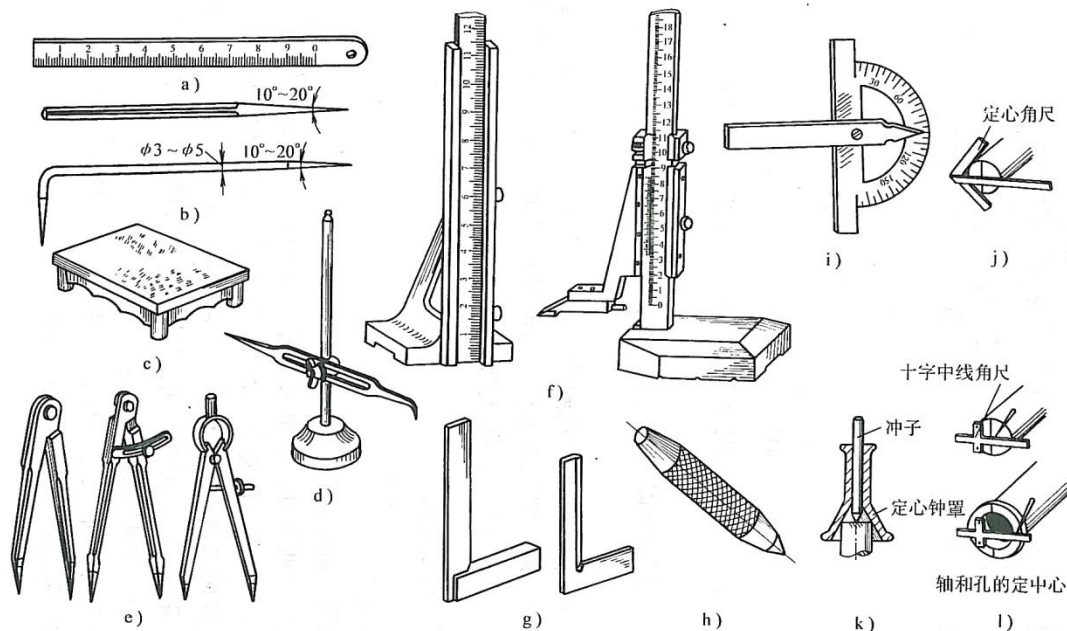


图 7 划线工具

- a) 钢直尺 b) 划针 c) 平板 d) 划线盘 e) 划规 f) 游标高度尺 g) 90° 角尺  
h) 样冲 i) 角度尺 j) 定心角尺 k) 定心钟罩 l) 十字中线角尺

3

据的面或线，称为划线基准。

合理选择基准能提高划线质量和划线速度，选择基准时，应根据工件的形状和加工情况

综合考虑，尽量选用已加工表面为基准。工件为毛坯时应选较重要孔的中心线，常用的划线基准有：

- (1) 以一条边（面）为基准；
- (2) 以二条相互垂直的边（面）为基准；
- (3) 以一条边（面）和一条对称平面（边）为基准；

总之，基准的选择应根据工件的不同精度、不同要求、不同工艺来选择不同的划线基准。

#### 4. 划线方法

根据工件的形状不同，划线可分为平面划线和立体划线两种。

平面划线即在工件的一个平面上划线，如图所示。

立体划线在工件的几个表面上划线，即在长、宽、高三个方向上划出相关线条，如所示。称为立体划线。

#### 5. 划线步骤

- (1) 检查图纸，确定工艺，选定基准。
- (2) 清理毛坯，选择合理的夹持方式。
- (3) 划出基准线和平行线、垂直线。
- (4) 检查无误后作标记（打样冲）。

#### 6. 划线操作：演示观看

##### （二）钻孔

各种零件的孔加工，除去一部分由车、镗、铣等机床完成外，很大一部分是由钳工利用钻床和钻孔工具（钻头、扩孔钻、铰刀等）完成的。钳工加工孔的方法一般指钻孔、扩孔和铰孔。

##### 1. 钻孔

用钻头在实体材料上加工孔叫钻孔。在钻床上钻孔时，一般情况下，钻头应同时完成两个运动；主运动，即钻头绕轴线的旋转运动（切削运动）；辅助运动，即钻头沿着轴线方向对着工件的直线运动（进给运动），钻孔时，主要由于钻头结构上存在的缺点，影响加工质量，加工精度一般在 IT10 级以下，表面粗糙度为 Ra12.5 $\mu$ m 左右、属粗加工。

##### 2. 钻床

- (1) 台式钻床：钻孔直径一般为 12mm 以下，特点小巧灵活，主要加工小型零件上的小孔。
- (2) 立式钻床：主要由主轴、主轴变速箱、进给箱、立柱、工作台和底座组成，其规格用最大钻孔直径表示，如 25、35、40、50 等。立式钻床可以完成钻孔、扩孔、铰孔、铰孔、攻丝等加工，在立式钻床上，钻完一个孔后需移动工件，钻另一个孔，对较大的工件移动很困难，因此立式钻床适于加工中小型零件上的孔。
- (3) 摇臂钻床：它有一个能绕立柱旋转（360°）的摇臂，摇臂带着主轴箱可沿

立柱垂直移动，同时主轴箱还能在摇臂上作横向移动，由于摇臂钻的结构特点是能方便的调整刀具的位置，因此适用于加工大型笨重零件及多孔零件上的孔。

(4) 手电钻：在其它钻床不方便钻孔时，可用手电钻钻孔。

另外，现在市场有许多先进的钻孔设备，如数控钻床减少了钻孔划线及钻孔偏移的烦恼，还有磁力钻床等。

### 3. 刀具

(1) 钻头：有直柄和锥柄两种。它由柄部、颈部和切削部分组成。

(2) 扩孔钻：基本上和钻头相同，不同的是，它有 3~4 个切削刃，无横刃，刚度、导向性好，切削平稳，所以加工孔的精度、表面粗糙度较好。

(3) 绞刀：有手用、机用、可调锥形等多种，绞刀有 6~12 个切削刃，没有横刃，它的刚性、导向性更高。

(4) 铰孔钻：有锥形、柱形、端面等几种。

### 4. 附件

(1) 钻头夹：装夹直柄钻头。

(2) 过渡套筒：联结锥柄钻头。

(3) 手虎钳：装夹小而薄的工件

(4) 平口钳：装夹加工过而平行的工件

(6) 压板：装夹大型工件

### 5. 钻孔操作：演示观看

#### 五、钳工安全操作规程

1. 进入训练教学区必须穿工作服、工作鞋，戴工作帽；女同学必须把长发纳入帽内；禁止穿高跟鞋、拖鞋、裙子、短裤。

2. 工作台必须安装防护网。

3. 台虎钳夹持工件时，钳柄不许加长或用其他工具击打。

4. 工具、量具应分别整齐的放置。

5. 加工操作前应检查手锤或锉刀等工具的手柄安装是否牢固。

6. 用手锯锯割材料时，用力要均匀，不能重压或强扭，接近锯断时用力要小或慢。

7. 划线工具、台虎钳等，不能击打、刻画；用后要整洁，定期涂油，工件和工具要轻拿轻放，以防损坏平板。

8. 钻削时必须戴工作帽，但不能戴手套。钻屑只能用毛刷去除。

9. 平虎钳夹持工件钻削时，其伸出钻床工作台部分不得超过虎钳的一半。

10. 钻削部件必须牢固地装夹在台钳中，或用压板固定在工作台上，禁止用手握持工件加工。

11. 调整钻床钻速时，必须停车，然后转动变速手柄。

12. 钻孔时，用力要均匀，并注意排屑，将要钻通时，应减少进给量。
13. 工作完毕，清洁机床，清扫工作场地，保持干净整洁。