

第2章 钳工

2.1 钳工概述

2.1.1 钳工加工方法

钳工是以手工操作为主，使用工具来完成零件的加工、装配和修理等工作。

钳工的加工范围主要有划线、錾削、锉削、锯削、钻孔、扩孔、铰孔、攻螺纹、套螺纹、刮削、研磨和装配等。

划线——在工件的毛坯或已加工表面上，按照要求的尺寸，准确地划出加工界限的操作。

錾削——是用手锤打击錾子切除工件材料的加工方法。

锉削——是用锉刀从工件表面锉去多余的金属。锉削可以完成平面、孔、曲面、沟槽、内外角及各种形状的配合表面的加工。

锯削——用手锯锯断金属材料或在工件表面上锯出沟槽的加工。

钻、扩、铰、铰孔——都被称为钻削加工，主要是使用麻花钻（钻头）、扩孔钻、铰刀、铰孔钻等刀具，完成各种通孔、盲孔、台阶孔、锥孔等的加工。

攻螺纹——又称攻丝，是利用丝锥在内孔表面加工出内螺纹的操作。

套螺纹——又称套丝，是利用板牙在圆柱形工件上加工出外螺纹的操作。

刮削——用刮刀在工件表面上刮去一层很薄的金属的加工。

研磨——用研磨工具和研磨剂从工件上磨去一层很薄的金属的加工。

2.1.2 钳工的性质和特点

钳工根据其加工内容的不同，又可分为普通钳工、工具钳工、模具钳工和机修钳工。

钳工技艺性强，具有“万能”和灵活的优势，可以完成用机械加工方法不方便或无法完成的工作，所以在机械制造过程中仍起着十分重要的作用。

钳工劳动强度大，生产率低，但设备简单，一般只需钳工工作台，台虎钳及简单工具即能工作，因此应用很广。

2.1.3 常用设备和工具的使用与维护

1. 台虎钳

台虎钳是钳工用来夹持工件进行加工的常用必备工具。其规格是以钳口的长

度来表示的,常用的有 100mm、125mm、150mm 等几种。

1) 台虎钳的结构

台虎钳有固定式和回转式两种,如图 2-1 所示。

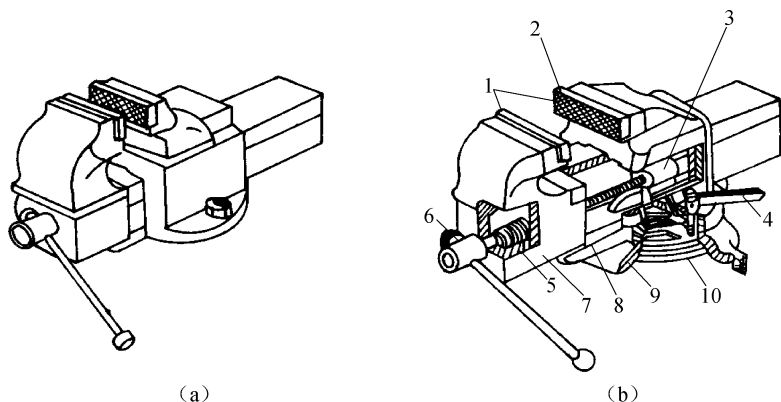


图 2-1 台虎钳

(a) 固定式; (b) 回转式

1—钳口; 2—螺钉; 3—螺母; 4—手柄; 5—丝杠;
6—手柄; 7—活动钳口; 8—固定钳身; 9—转盘座; 10—夹紧盘

回转式台虎钳使用方便,应用广泛。其主要构造和工作原理简述如下:

主要零件如固定钳身 8、活动钳身 7、夹紧盘 10 和转盘座 9 均由铸铁制成。转盘座与钳台用螺栓固定。固定钳身可在转盘座上绕其轴心线转动,转到要求方向时,扳动手柄 4,旋紧夹紧螺钉,在夹紧盘的作用下把固定钳身紧固。螺母 3 固定在固定钳身上,丝杠 5 穿入活动钳身与之相配合。摇动手柄 6,丝杠旋转即可带动活动钳身前后移动,以夹紧或放松工件,固定钳身和活动钳身上各装有经过淬硬的钢质钳口 1,以延长使用寿命,磨损后可以更换。

2) 台虎钳的正确使用

(1) 在钳台上安装台虎钳时,应使其固定钳身的钳口工作面处于钳台边缘之外,可夹持长条形工件。

(2) 夹持工件时,只允许用双手的力量来扳紧手柄 6,绝不能任意接长手柄或用手锤敲击,以免损坏丝杠、螺母和钳身。

(3) 台虎钳夹紧时施力的大小,应视工件的精度、表面粗糙度的高低、工件的刚度及操作要求等因素来决定,由操作者适度掌握。原则是既要夹紧牢固可靠,又不能因夹紧力过大而使工件变形或损伤已加工表面,从而影响加工件的技术要求。

(4) 在活动钳身的光滑平面上,不能用手锤敲击,以免降低它与固定钳身的配合性能。

(5) 台虎钳必须牢固地固定在钳台上,拧紧夹紧螺钉。工作时应保证钳身无松动现象,否则易损坏台虎钳和影响工作质量。

(6) 在进行强力作业时,应尽量使作用力朝向固定钳身,否则将额外增加丝杠和螺母的载荷,易造成螺旋副的损坏。

3) 台虎钳的维护保养

(1) 使用后,应及时清理钳台,工具收放整齐,将台虎钳擦拭清洁、上油。

(2) 台虎钳的丝杠、螺母和其他活动表面都要保持清洁,经常加油润滑,防止锈蚀。

2. 砂轮机

1) 概述

砂轮机主要由砂轮、电动机和机体组成。按外形不同,砂轮机可分台式砂轮机和立式砂轮机两种,如图 2-2 所示。砂轮机主要用于刃磨各种刀具和清理小零件的毛刺、锐边等。

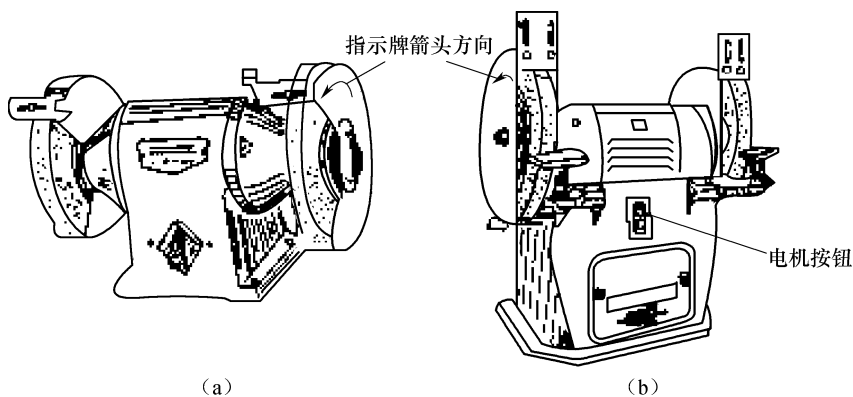


图 2-2 砂轮机
(a) 台式; (b) 立式

由于砂轮的质地较脆,使用时转速较高(一般在 35 m/s 左右)。因此在使用砂轮机时,必须正确操作,严格遵守安全操作规程,以防砂轮碎裂,造成人身事故。

2) 使用注意事项

(1) 砂轮的旋转方向必须与砂轮机指示牌上标明的旋转方向相符。

(2) 启动前,应检查砂轮表面有无裂缝,托板装置是否完好和牢固。

(3) 启动后,应先空转,观察砂轮的旋转是否平稳,有无异常现象。待砂轮达到正常转速时才能进行磨削。

(4) 使用时,不能将工件或刀具与砂轮猛撞或施加过大的压力,以防砂轮碎裂。如发现砂轮表面跳动严重时,应及时用砂轮修整器进行修整。

(5) 长度小于 50 mm 的较小工件磨削时,应用手虎钳或其他工具牢固夹住,不得用手直接握持工件。

(6) 砂轮机的托板与砂轮的距离,一般应保持在 3 mm 之内,过大则可能造成磨削件被砂轮轧入而发生事故。

(7) 磨削时, 操作者应站在砂轮侧面或斜侧面位置, 不可面对砂轮。

(8) 刃磨高速钢刀具和清理工件毛刺时, 应使用氧化铝砂轮; 刃磨硬质合金刀具时则应使用碳化硅砂轮。

(9) 按规定定期对砂轮机各部件进行检修。

(10) 使用完毕后, 立即切断电源。

“安全生产, 人人有责”。所有人员必须加强法制观念, 认真执行党和国家有关安全生产、劳动保护的政策、法令和规定, 严格遵守安全技术操作规程和各项安全生产规章制度。

2.1.4 安全技术规程

1. 安全生产一般常识

(1) 开始工作前, 必须按规定穿戴好防护用品。

(2) 不准擅自使用不熟悉的机床和工具。

(3) 清除切屑要使用工具, 不得直接用手拉, 或用嘴吹。

(4) 工、夹、量具应放在专门地点, 严禁乱堆乱放。

2. 钳工常用工具安全技术操作规程

1) 钳工台

(1) 钳工台对面有人工作时, 钳工台上必须设置密度适当的安全网。

(2) 钳工台上使用的照明电压不得超过 36 V。

(3) 钳工台上的杂物要及时清理, 工具和工件要放在指定地方。

2) 手锤

(1) 锤柄必须用硬质木料做成, 大小长短要适宜, 锤柄应有适当的斜度, 锤头上必须加铁楔, 以免工作时甩掉锤头。

(2) 两人击锤, 站立的位置要错开方向。扶钳、打锤要稳, 落锤要准, 动作要协调, 以免击伤对方。

(3) 使用前, 应检查锤柄与锤头是否松动, 是否有裂纹, 锤头上是否有卷边或毛刺。如有缺陷, 必须修好后才能使用。

(4) 手上、锤柄上、锤头上有油污时, 必须擦净后才能进行操作。

2.1.5 车间文明生产

1. 执行规章制度, 遵守劳动纪律

劳动纪律是实习学生从事集体性、协作性劳动所不可缺少的条件。要求每位实习学生都能按照规定的时间、程序和方法完成自己承担的任务, 保证生产过程有秩序、有步骤地进行, 顺利地完成任务。

2. 严肃工艺纪律, 贯彻操作规程

严格执行工艺纪律, 认真贯彻操作规程, 是保证产品质量的重要前提。

3. 优化工作环境，创造良好的生产条件

清洁而整齐的工作环境，可以振奋实习学生精神，从而提高工作效率。工作场地的合理布局和整齐布置，保持清洁，有利于提高劳动生产率。

4. 设备的维修保养

实习学生对所使用的设备要经常保持清洁，及时润滑，按规定进行检修和保养。

5. 严格遵守实习、生产纪律

实习学生在实习生产中，必须集中精力，严守工作岗位，不得随意到他人工作岗位闲谈聊天或嬉戏打闹。

2.2 划 线

在工件的毛坯或已加工表面上，按照要求的尺寸，准确地划出加工界限，这种操作叫划线。

2.2.1 划线的作用

(1) 确定工件表面的加工余量、确定孔的位置或划出加工位置的找正线，给机械加工以明确的标志和依据。

(2) 检查毛坯外形尺寸是否合乎要求。对于加工余量小的毛坯，通过划线可以以多补少，免于报废，误差大而无法补救的毛坯，也可通过划线及时发现，以避免继续加工，浪费机械加工工时。

2.2.2 划线前的准备工作

为了使划线工作能顺利进行，在划线前必须认真做好以下准备工作：

1. 工件的准备

工件的准备工作包括：工件的清理、检查和表面涂色。必要时在工件孔中安置中心塞块。

(1) 工件的清理。清除铸件上的型砂、冒口、浇口和毛边；除去锻件上的飞边和氧化皮。目的是便于工件的检查和涂色，并有利于划线和保护划线工具。

(2) 工件的检查。工件清理后进行工件检查，目的是为了发现毛坯上的裂缝、夹渣，缩孔以及形状和尺寸等方面的缺陷。

(3) 工件表面涂色。为了使划出的线条清晰可见，在工件表面上应先涂上一层薄而均匀的涂料。常用的涂料有白灰浆、紫溶液和硫酸铜等。

(4) 在工件孔中安置中心塞块。划线时为了在带孔的工件上找出孔的中心，便于用圆规划圆，在孔中要装置中心塞块，常用的中心塞块如图 2-3 所示，有木塞块 (a)、铅塞块 (b) 及可调节塞块 (c)。

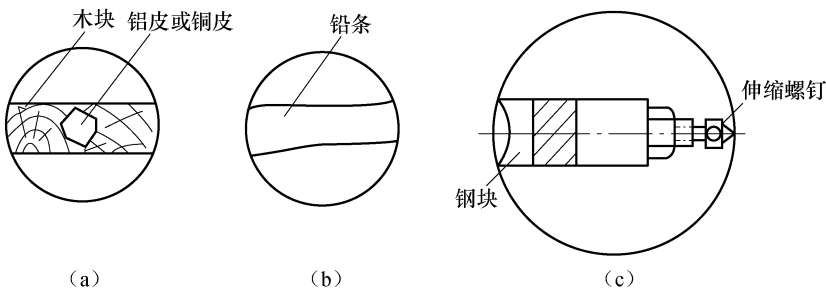


图 2-3 划中心线用的塞块

(a) 木塞块；(b) 铅塞块；(c) 可调节塞块

2. 工具的准备

划线前按工件图纸要求合理选择所需工具，并检查和校验工具。如有缺陷，要进行调整和修理，以免影响划线质量。

2.2.3 划线工具

常用的划线工具如图 2-4 所示，按用途可分为四类：

(1) 基准工具有划线平台 (a)、方箱 (b)、直角铁 (c) 等。

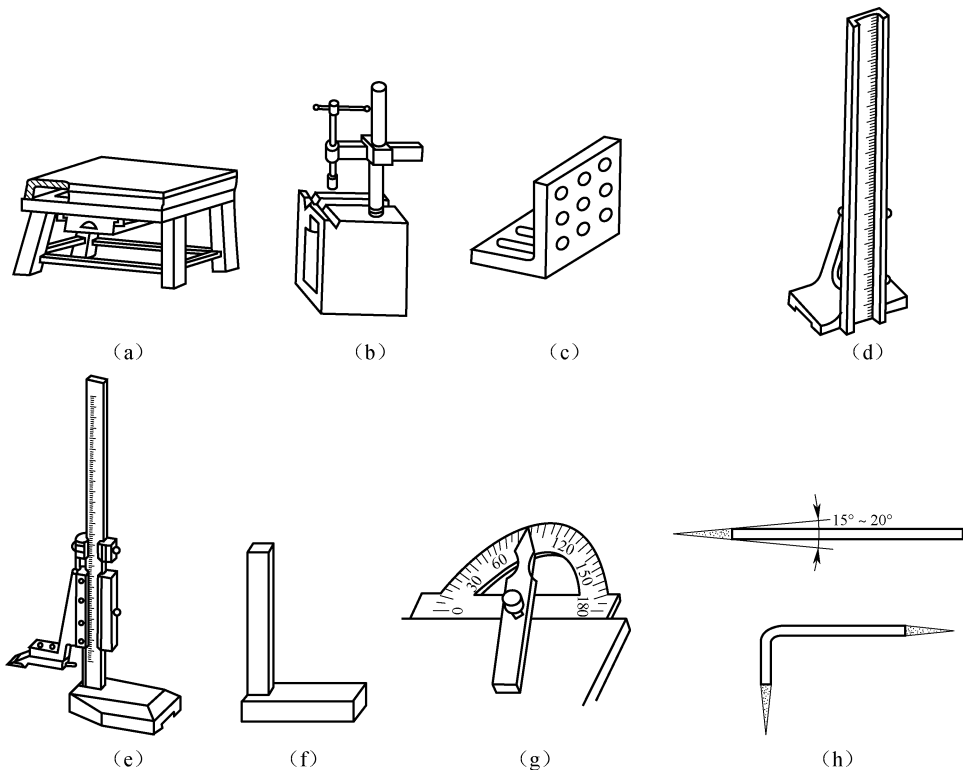


图 2-4 常用的划线工具

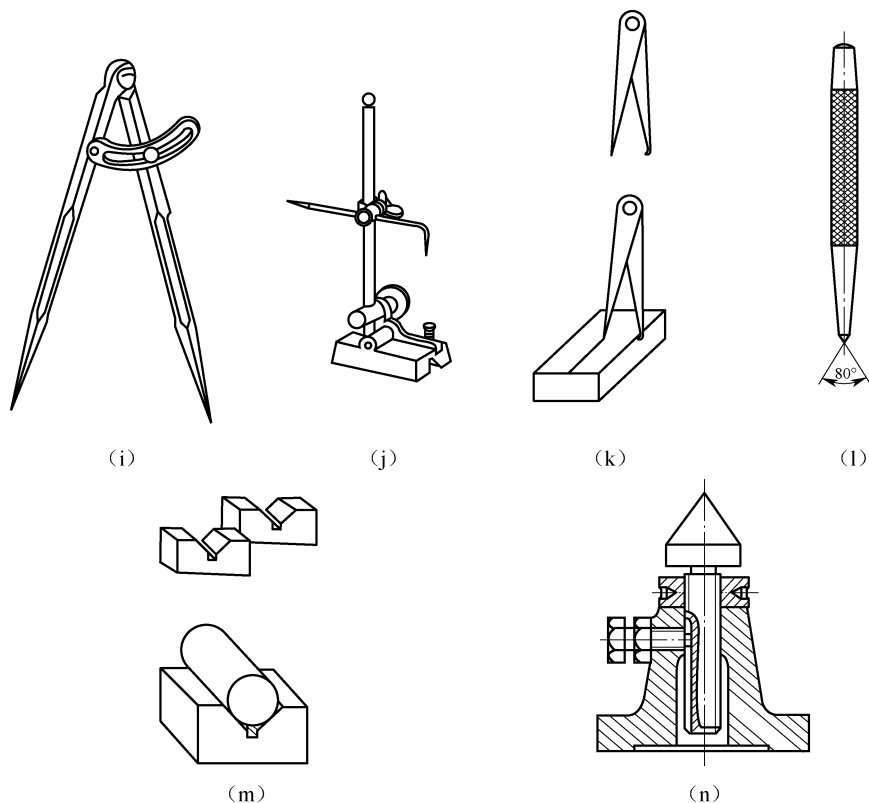


图 2-4 常用的划线工具 (续)

(2) 量具。测量工件尺寸和角度的工具。量具有钢皮尺 (d)、游标高度尺 (e)、直角尺 (f) 和角度规 (g) 等。

(3) 绘划工具。在工件上划线的工具。绘划工具有划针 (h)、划规 (i)、划针盘 (j)、划卡 (k) 和冲子 (l) 等。

(4) 夹持工具。夹持划线工件的工具。夹持工具有 V 形铁 (m)、千斤顶 (n) 和方箱等。

2.2.4 划线基准

划线时在工件上选择一个或几个面 (或线) 作为划线的根据, 用它来确定工件的几何形状和各部分相对位置, 这样的面 (或线) 就是划线基准。

1. 选择划线基准的原则

(1) 可将零件图纸上标注尺寸的基准 (设计基准) 作为划线基准。

(2) 如果毛坯上有孔或凸起部分, 则以孔或凸起部分的中心作为划线基准。

(3) 如果工件上只有一个已加工表面, 应以此面作为划线基准。如果都是毛坯表面, 应以较平整的大平面作为划线基准。

2. 常用划线基准

- (1) 以两个互相垂直的平面为划线基准, 见图 2-5 (a);
- (2) 以一个平面和一个中心线为划线基准, 见图 2-5 (b);
- (3) 以两条互相垂直的中心线为划线基准, 见图 2-5 (c)。

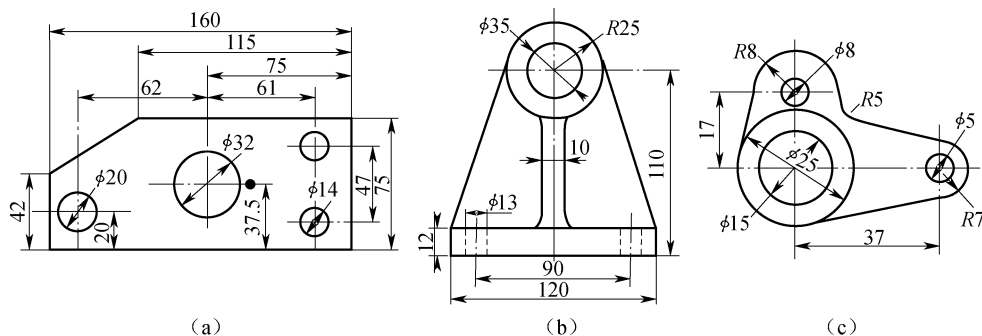


图 2-5 划线基准

2.2.5 划线方法

划线可分为平面划线和立体划线两种。

(1) 平面划线。与几何作图相同, 在工件的表面按图纸要求划出线或点, 见图 2-6。批量大的工件划线可用样板进行, 见图 2-7。样板按工件尺寸和形状要求用 0.5 ~ 2 mm 的钢板制成。

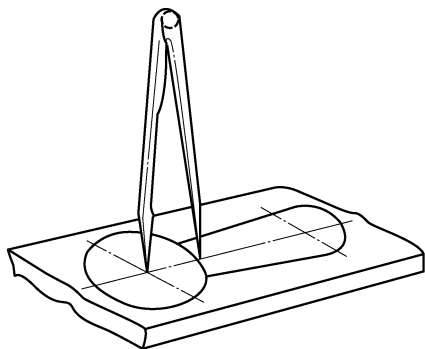


图 2-6 平面划线

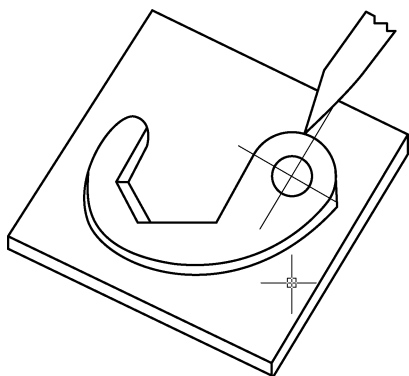


图 2-7 按样板划线

平面划线后, 为准确标注划线印迹, 应在所划线条轮廓上打上样冲眼。平面划线实例见图 2-8。

(2) 立体划线。以轴承座的立体划线为例, 图 2-9 为立体划线的方法及步骤。

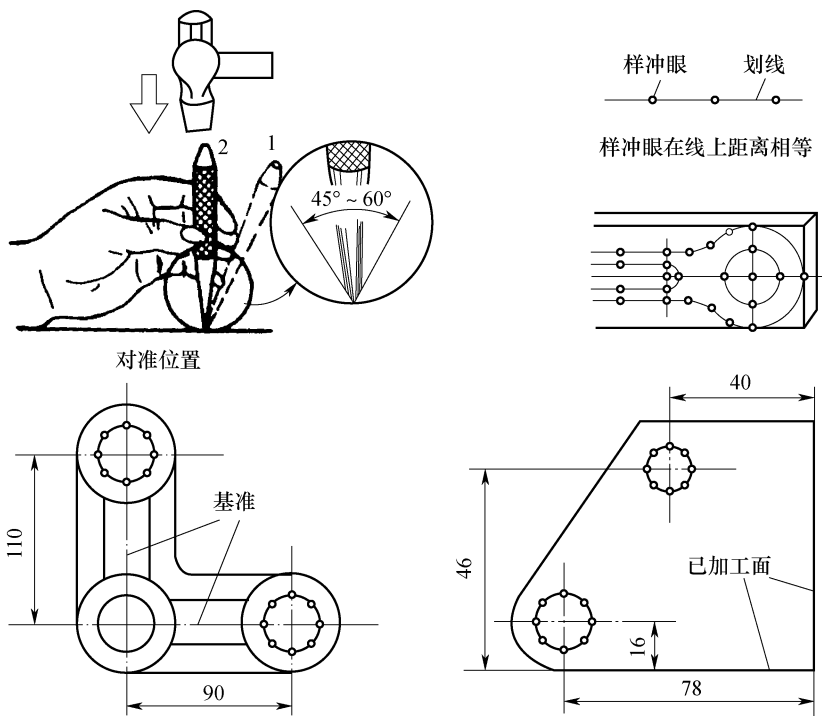


图 2-8 平面划线

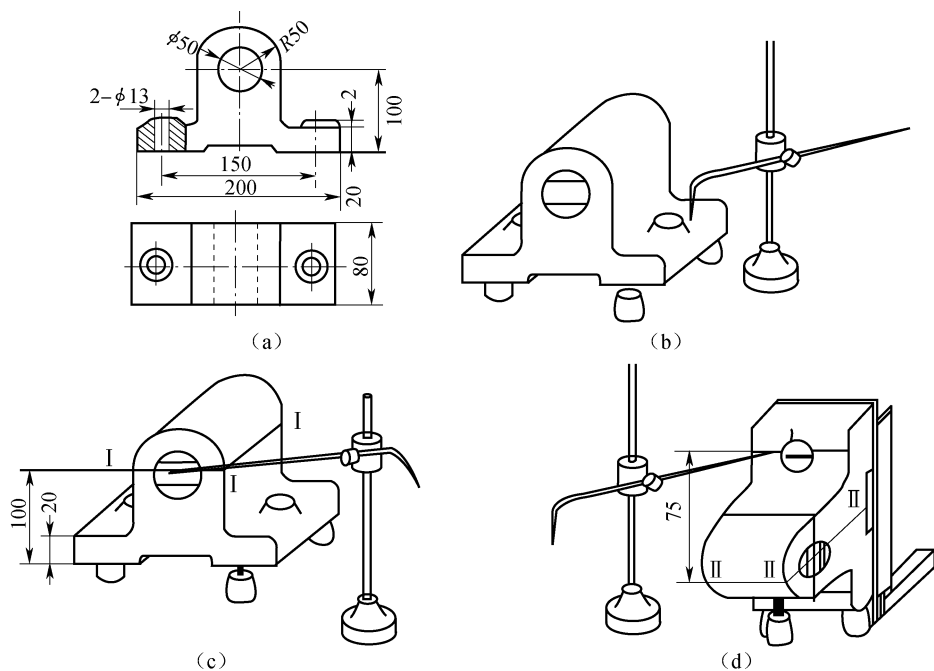


图 2-9 轴承座立体划线方法的划线步骤

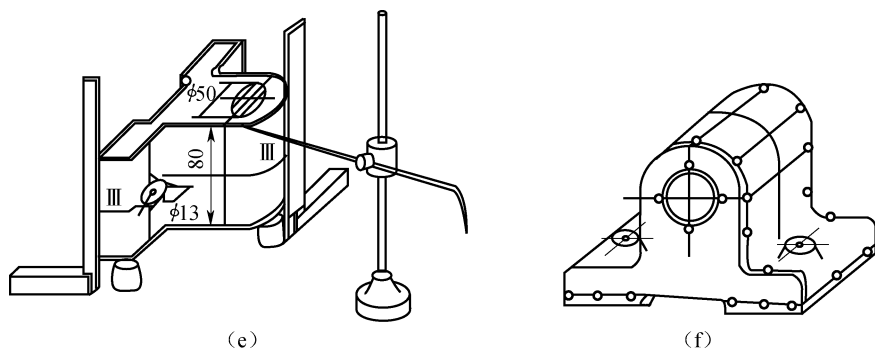


图 2-9 轴承座立体划线方法的划线步骤 (续)

- (a) 轴承座零件图；(b) 根据孔中心及上平面，调节千斤顶，使工件水平；
 (c) 划底面加工线和大孔的水平中心线；
 (d) 转 90° ，用直尺两个方向找正螺钉孔、另一个方向的中心线及大端面加工线
 (e) 画大端面加工线及中心对称加工线；(f) 画平行加工线

2.3 锉削与锯割

锉削是用锉刀对工件表面进行加工的操作。这是钳工加工中最基本的方法之一。

锉削加工操作简单，但技艺较高，工作范围广。锉削可对工件表面上的平面，曲面，内、外圆弧面，沟槽以及其他复杂表面进行加工，还可用于成形样板、模具、型腔以及部件、机器装配时的工件修整等。锉削加工尺寸精度可达 IT8 ~ IT7，表面粗糙度 Ra 值可达 $0.8 \mu\text{m}$ 。

2.3.1 锉刀

锉刀是用以锉削的工具。常用 T12A 或 T13A 制成，经热处理淬硬 60 ~ 62HRC。

锉刀是由锉刀面、锉刀边、锉柄等组成。齿纹交叉排列，构成刀齿，形成容屑槽。

锉刀的锉齿是在剃锉机上剃出来的。锉刀的锉纹多制成双纹，以利锉削时锉屑碎断，锉面不易堵塞，锉削时省力。也有单纹锉刀，一般用于锉铝等软材料。

锉刀按用途可分为普通锉、特种锉、整形锉等。锉刀的规格一般以截面形状、锉刀长度、齿纹粗细来表示。

普通锉刀按其截面形状可分为平锉、方锉、圆锉、半圆锉和三角锉等五种，见图 2-10。其中以平锉用得最多。锉刀大小以其工作部分的长度表示。按其长度可分为 100 mm、150 mm、200 mm、250 mm、300 mm、350 mm 和 400 mm 七种。

按其齿纹可分为单齿纹锉刀和双齿纹锉刀。按其齿纹粗细可分为粗齿、中齿、细齿和油光齿锉刀等。

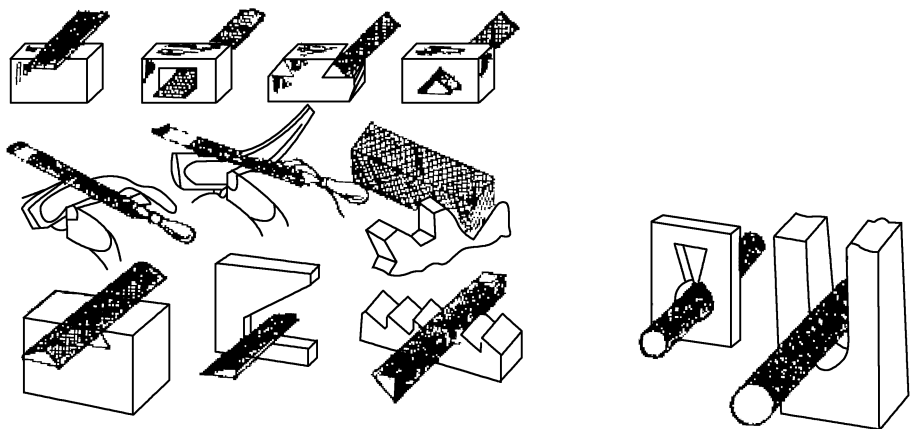


图 2-10 各种锉刀结构及用途

2.3.2 锉削操作方法

1. 准备

1) 工件装夹

工件必须牢固地装夹在台虎钳钳口的中间，并略高于钳口。夹持已加工表面时，应在钳口与工件间垫以铜片或铝片。易于变形和不便于直接装夹的工件，可以用其他辅助材料设法装夹。

2) 正确选择锉刀

锉削前，应根据金属材料的硬度、加工余量的大小、工件的表面粗糙度要求来选择锉刀。加工余量小于 0.2 mm 时，宜用细锉。

3) 锉刀的握法

大锉刀的握法如图 2-11 (a) 所示。右手心抵着锉刀木柄的端头，大拇指放在锉刀木柄的上面，其余四指放在下面，配合大拇指捏住锉刀木柄。左手掌部压在锉刀另一端，拇指自然伸直，其余四指弯曲扣住锉刀前端。

中锉刀的握法如图 2-11 (b) 所示。右手握法与大锉刀的握法相同，左手用大拇指和食指捏住锉刀的前端。

小锉刀的握法如图 2-11 (c) 所示。右手拇指和食指伸直；拇指放在锉刀木柄上面，食指靠在锉刀的刀边，左手几个手指压在锉刀中部。

什锦锉的握法如图 2-11 (d) 所示。一般只用右手拿着锉刀，食指放在锉刀上面，拇指放在锉刀的左侧。

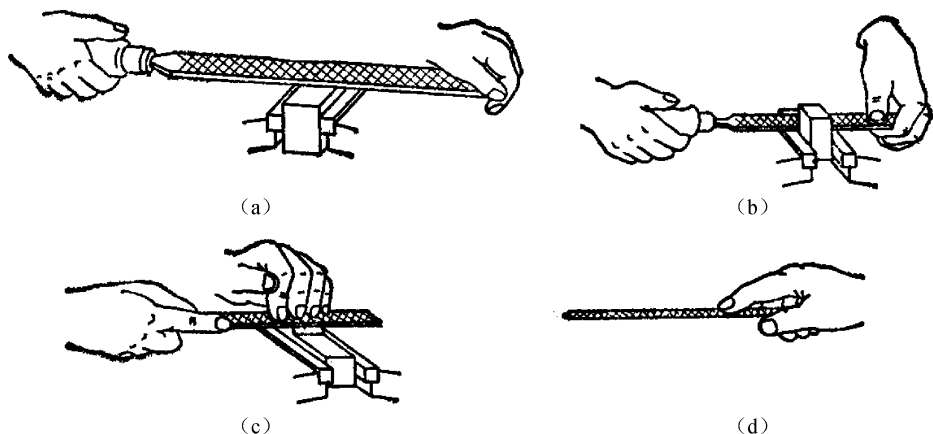


图 2-11 锉刀的握法

(a) 大锉刀的握法；(b) 中锉刀的握法；(c) 小锉刀的握法；(d) 什锦锉的握法

2. 锉削力与锉削速度

锉削时两手施于锉刀的力应保持锉刀的平衡，才能锉出平整的平面，见图 2-12。推进锉刀时的推力大小主要由右手控制，而压力的大小，由两手控制。为保持锉刀平稳前进，锉刀前后两端以工件为支点所受的力矩应相等。由于锉刀的位置不断改变，两手所施加的压力要随之发生相应改变。

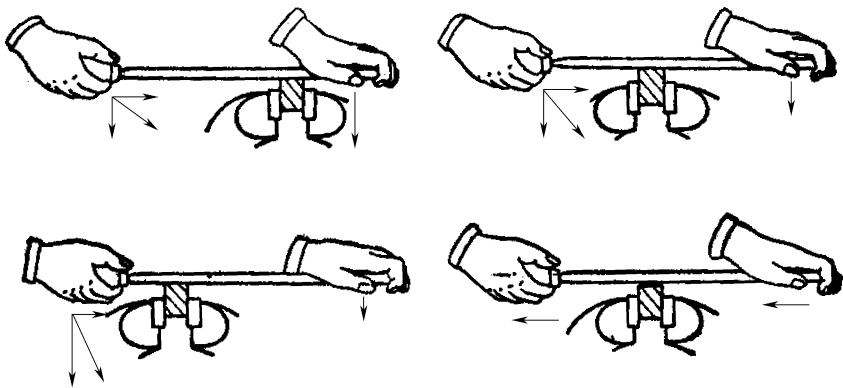


图 2-12 锉削力的控制

锉削时的速度一般为每分钟 30 ~ 60 次，速度太快，容易疲劳和加快锉齿的磨损。

3. 锉削姿势和要领

正确的锉削姿势和动作，能减少疲劳，提高工作效率，保证锉削质量。只有勤学苦练，才能逐步掌握这项技能。锉削姿势与使用的锉刀大小有关，用大锉锉平面时，正确姿势如下：

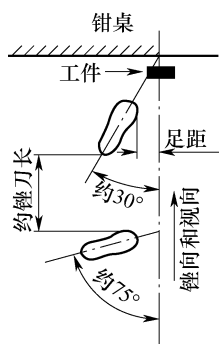


图 2-13 锉削时足的姿势

1) 站立姿势 (位置)

两脚立正面向台虎钳，站在台虎钳中心线左侧，与台虎钳的距离按大小臂垂直、端平锉刀、锉刀尖部能搭放在工件上来掌握。然后迈出左脚，迈出距离从右脚尖到左脚跟约等于锉刀长。左脚与台虎钳中线约成 30° 角，右脚与台虎钳中线约成 75° 角，如图 2-13。

2) 锉削姿势

锉削时如图 2-14，左腿弯曲，右腿伸直，身体重心落在左脚上。两脚始终站稳不动，靠左腿的屈伸作往复运动。手臂和身体的运动要互相配合。锉削时要使锉刀的全长充分利用。

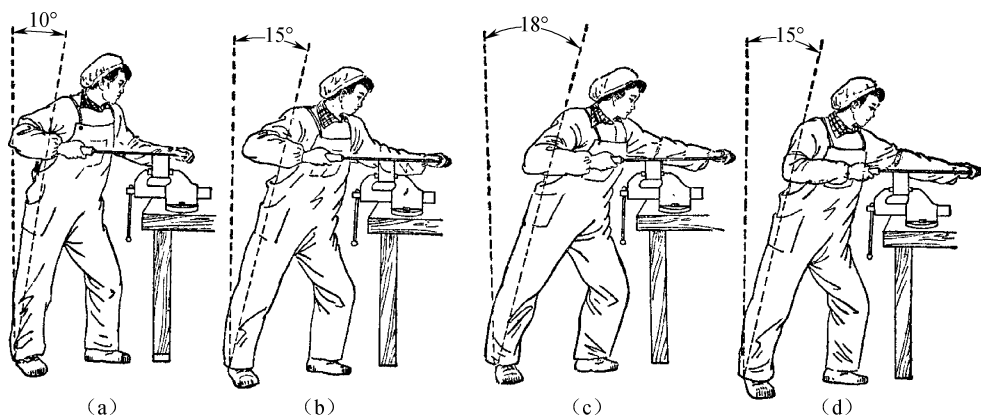


图 2-14 锉削时的姿势

开始锉时，身体要向前倾斜 10° 左右，左肘弯曲，右肘向后，但不可太大，如图 2-14 (a)。锉刀推到三分之一时，身体向前倾斜 15° 左右，使左腿稍弯曲，左肘稍直，右臂前推，如图 2-14 (b)。锉刀继续推到三分之二时，身体逐渐倾斜到 18° 左右，使左腿继续弯曲，左肘渐直，右臂向前推进，如图 2-14 (c)。锉刀继续向前推，把锉刀全长推尽，身体随着锉刀的反作用退回到 15° 位置，如图 2-14 (d)。推锉终止时，两手按住锉刀，身体恢复原来位置，不给锉刀压力或略提起锉刀把它拉回。

4. 锉削方法

1) 平面的锉削

(1) 顺锉法。锉刀的切削运动是单方向的。锉刀每次退回时，横向移动 $5 \sim 10 \text{ mm}$ ，如图 2-15 (a) 所示。

(2) 交叉锉法。锉刀的切削运动方向是交叉进行的，如图 2-15 (b) 所示。这种锉削方法容易锉出准确的平面，适用于锉削余量较大的工件。

(3) 推锉法。推锉法如图 2-15 (c) 所示。两手横握锉刀，拇指抵住锉刀侧

面,沿工件表面平稳地推拉锉刀,以得到平整光洁的表面。这种锉削法是在工件表面已经锉平,余量很小的情况下,修光工件表面用的。为降低工件表面粗糙度,可在锉刀上涂些粉笔灰,或将砂布垫在锉刀下面推锉。

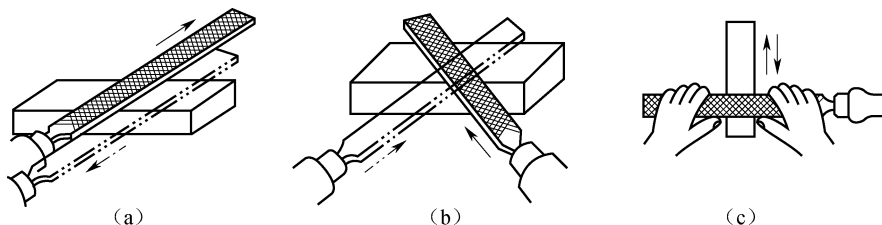


图 2-15 平面锉削方法

2) 圆弧面的锉削

(1) 外圆弧面的锉削。锉削外圆弧面时,锉刀除向前运动外,还要沿工件加工面作圆弧运动,如图 2-16 所示。

(2) 内圆弧面的锉削。锉削内圆弧面时,锉刀除向前运动外,锉刀本身要作旋转运动和向左或向右移动,如图 2-17 所示。

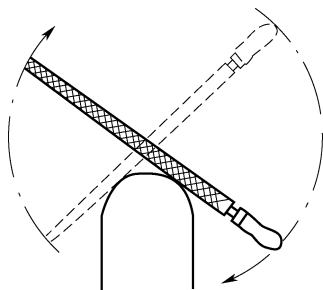


图 2-16 锉削外圆弧面

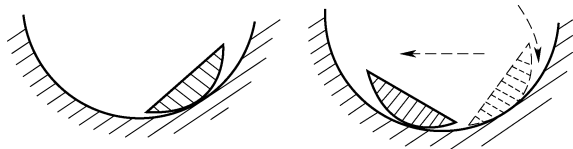


图 2-17 锉削内圆弧面

3) 锉通孔

根据工件通孔的形状、工件材料、加工余量、加工精度和表面粗糙度来选择所需的锉刀。通孔的锉削方法如图 2-18 所示。

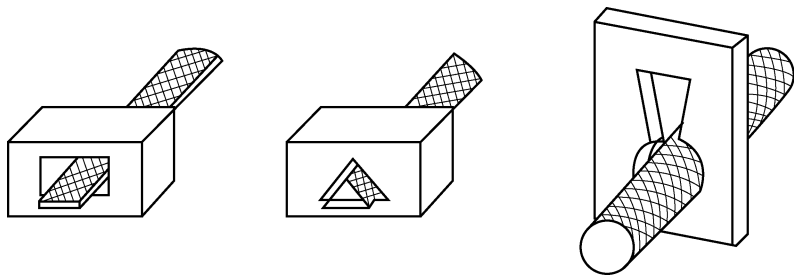


图 2-18 通孔的锉削

2.3.3 锉削质量检查

锉削属于钳工细加工，因此，锉削中一定要进行质量检查。检查时，要按图纸上的技术要求细致地进行，不可粗心大意。下面介绍几种检查方法。

1. 检查平直度的方法

(1) 将工件擦净，用刀口直尺或钢板尺以透光法来检查平直度。如图 2-19 (a)，检查时，刀口直尺或钢板尺只用三个手指——大拇指、食指、中指拿住尺边。如果刀口直尺与工件平面间透光微弱而均匀，说明该平面是平直的，假如透光强弱不一，说明该面高低不平，如图 2-19 (c)。检查时应在工件的横向、纵向和对角线方向多处进行，如图 2-19 (b)。移动刀口直尺或钢板尺时，应把它提起，并轻轻地放在新的位置上，不准刀口直尺或钢板尺在工件表面上来回拉动。

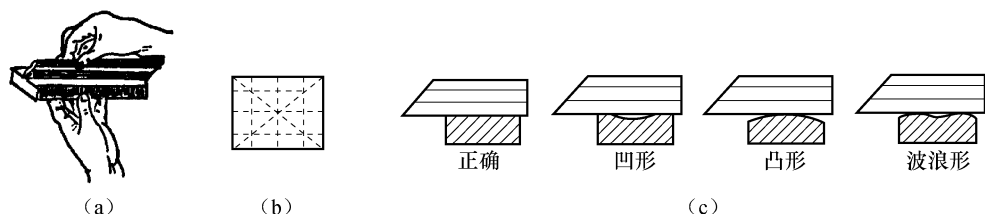


图 2-19 用刀口直尺检查平面度

(2) 研磨法，在平板上涂铅丹，然后把锉削平面放在平板上，均匀地轻微研磨几下。如果平面着色均匀说明平直了，如果有的呈灰亮色（高处），有的没有着色的（凹处），说明高低不平。高低适当的地方呈黑色。如图 2-20。

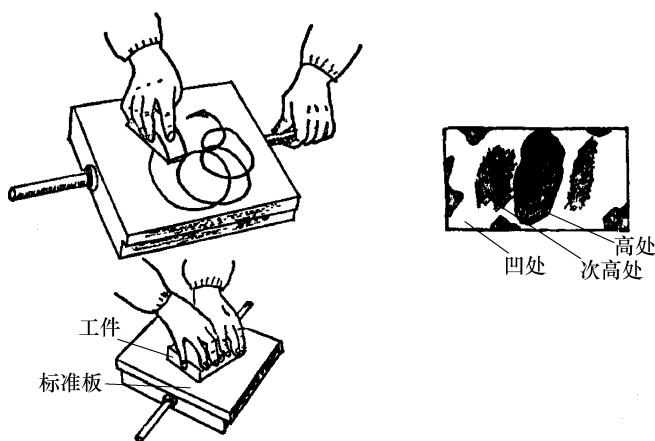


图 2-20 研磨法检查平直度

2. 检查垂直度

检查垂直度使用直角尺，检查时，也采用透光法，选择基准面，并对其他各面有次序的检查。如图 2-21 (a)，阴影为基准面。

3. 检查平行度和尺寸

用卡钳或游标卡尺检查。检查时，在全长不同的位置上，要多检查几次。如图 2-21 (b)。

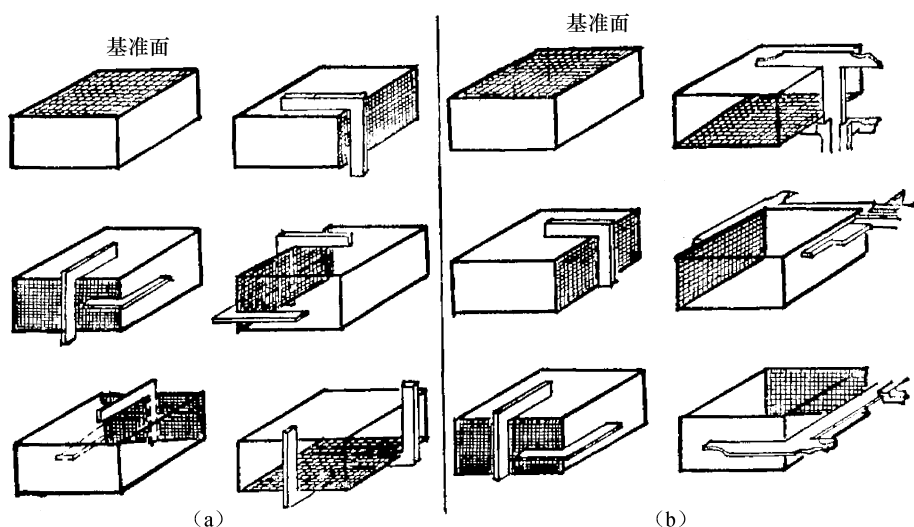


图 2-21 检查垂直度和平行度

4. 表面粗糙度的检查

一般用眼睛直接观察，为鉴定准确，可用表面粗糙度样板对照检查。

2.3.4 锯削工具

钳工锯削主要是用手锯进行。手锯由锯弓和锯条组成。

1. 锯弓

锯弓的作用是安装和张紧锯条。它有可调式和固定式两种，图 2-22 所示为可调式锯弓。可调式锯弓由锯柄 1、锯弓 2、方形导管 3、夹头 4 和翼形螺母 5 等部分组成。夹头上安有装锯条的销钉。夹头的另一端带有拉紧螺栓，并配有翼形螺母，以便拉紧锯条。

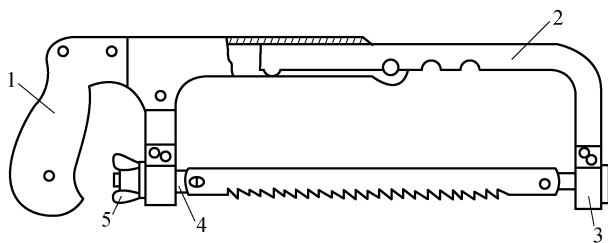


图 2-22 可调式锯弓

1—锯柄；2—锯弓；3—方形导管；4—夹头；5—翼形螺母

2. 锯条

锯条用碳素工具钢制作，并经淬火处理。常用的手工锯条约长 300 mm，宽 12 mm，厚 0.8 mm。为了适应不同硬度和厚度的工件的锯削，锯条齿距大小以 25 mm 长度所含齿数多少分为粗（14 ~ 16 个齿）、中（18 ~ 22 个齿）、细（24 ~ 32 个齿）三种。锯削软材料或较厚的材料时应选用粗齿锯条，锯削硬材料或薄材料时应选用细齿锯条。

2.3.5 锯削的基本操作

1. 锯条的安装

安装锯条，锯齿尖必须向前，如图 2-23 所示。锯条安装在锯弓上不要过紧或过松。锯缝深度超过锯弓高度时，应将锯弓相对于锯条转 90°，如图 2-24 所示。

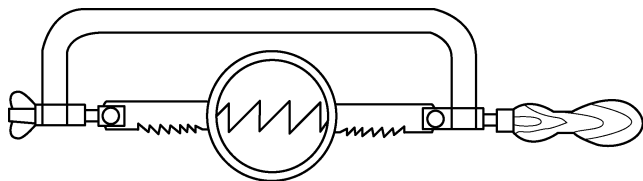


图 2-23 锯条的安装

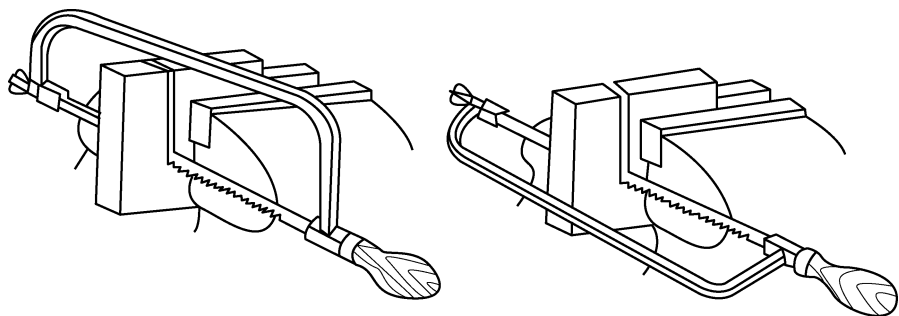


图 2-24 锯削深锯缝

2. 起锯方法

起锯时锯条要垂直于工作表面，并以左手拇指靠稳锯条，使锯条正确地锯在所需的位置上。起锯角度（锯条与工件表面倾斜角）约为 10° ，使锯条同时接触工件的齿数至少要有三个，如图 2-25 所示。如果起锯角度过小，锯面增大，锯齿不易切入工件，造成锯条拉伤工件表面；如果起锯角度过大，锯齿钩住工件的棱边，会使锯齿崩裂。锯出锯口后，逐渐将锯弓处于水平方向。

3. 锯削的压力与速度

锯条前推时起切削作用，应给以适当压力，返回时不切削，应将锯稍微抬起

或锯条从工件上轻轻滑过以减少磨损。快锯断时，用力要轻，以免碰伤手臂。锯削速度应根据工件材料及其硬度而定，锯削硬材料时应低些，锯削软材料时可高些，通常每分钟往复 40 ~ 60 次。

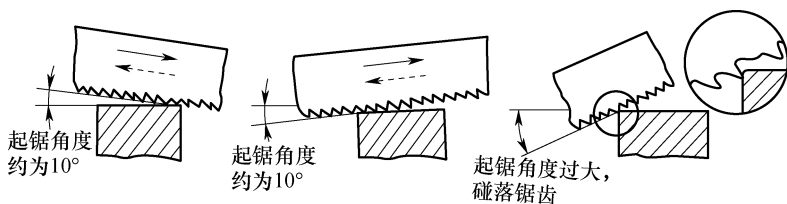


图 2-25 起锯的方法

2.4 钻、扩、铰、镗孔加工

钻削一般是在钻床上进行的。钻床上可以进行下列工作。在实心工件上钻孔，见图 2-26 (a)；在铸出的、锻出的和预先钻出的孔上扩孔，见图 2-26 (b)；铰圆柱孔，见图 2-26 (c)；铰圆锥孔，见图 2-26 (d)；用丝锥攻螺纹，见图 2-26 (e)；镗圆柱形埋头孔，见图 2-26 (f)；镗圆锥形埋头孔，见图 2-26 (g)；修刮端面，见图 2-26 (h) 等。

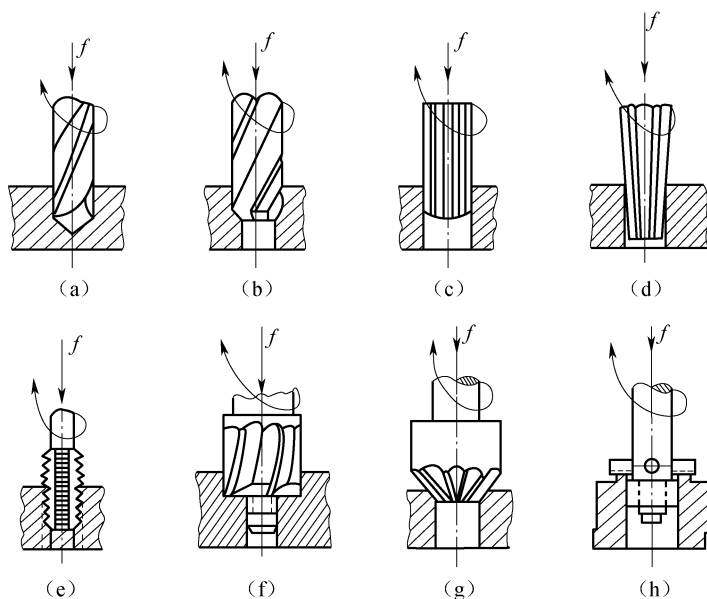


图 2-26 钻床上所能完成的工作图

(a) 钻孔；(b) 扩孔；(c) 铰圆柱孔；(d) 铰圆锥孔；
(e) 攻螺纹；(f) 镗圆柱形埋头孔；(g) 镗圆锥形埋头孔；(h) 修刮端面

的, 见图 2-27。



图 2-27 钻床的加工

(1) 切削运动 (主体运动)。是钻头绕本身轴线的旋转运动。它使钻头沿着圆周进行切削。

(2) 进给运动(进刀运动)。是钻头沿轴线方向的前进运动,它使钻头切入工件,连续地进行切削。

由于两种运动同时进行，因此除钻头的轴心线以外的每一点的运动轨迹都是螺旋线，钻屑也成螺旋形。

钻孔可加工的精度一般为 IT11 ~ IT13 级, Ra 可达 $12.5\text{ }\mu\text{m}$, 适用于加工要求不高的孔。

钻头是钻孔用的主要切削工具，种类很多，有麻花钻、中心钻、铰钻。按钻头材料又可分为高速钢钻头和硬质合金钻头等。

2.4.1 麻花钻头

麻花钻头的材料主要是碳素工具钢和高速钢，经过热处理，硬度为 62 ~ 65HRC，切削温度可耐 600℃ 高温。

1. 麻花钻头的构造

麻花钻头主要由工作部分（切削部分和导向部分）、钻颈和钻柄组成，如图 2-28。



图 2-28 麻花钻的构造

(1) 切削部分。包括横刃和两个主切削刃，即一尖（钻心尖）三刃（两条切削刃和一条横刃）担负切削工作。

(2) 导向部分。由螺旋槽、刃带、齿背和钻心组成。螺旋槽的作用是形成切削刃和前角，容纳和排除切屑、输入冷却润滑液等，刃带（导行边）是沿螺旋槽高出 0.5 ~ 1.0 mm 的部分，起着减小钻头与孔壁间的摩擦力、修光孔壁和导引钻头的作用，钻头上低于刃带的部分叫齿背，钻头的两条螺旋槽之间的实心部分叫钻心，用它连接两个刃瓣，以保持钻头的强度和刚度。为了减少钻孔时的摩擦发热，一般越靠近尾端，其导向部分的直径越小（每 100 mm 长，直径减少 0.04 ~ 0.08 mm），这叫做倒锥。

(3) 颈部。是为了便于磨削尾部而设计的，钻头的规格材料标号大都刻在颈部上。

(4) 钻柄部分。钻柄与钻床主轴连接，传递机床动力。钻头直径 12 mm 以上的柄部为圆锥体，直接插入钻轴锥孔内或用钻套过渡连接，靠钻削时进刀的压力，使圆锥面产生摩擦力，带动钻头旋转。尾部的最末端叫钻舌，是为了防止钻头在锥孔内旋转，又便于将钻头从锥孔中退出。一般钻头直径小于 12 mm 时，其尾部多为圆柱体，经钻夹头夹持，再连接在钻床主轴上。

2. 麻花钻头的规格

表 2-1 麻花钻的规格表（直径/mm）

0.25	1.95	4.50	7.80	10.80	14.80	18.00	21.90	26.50	32.00	37.30	42.50	47.90
0.30	2.00	4.70	7.90	10.90	14.90	18.30	22.00	26.60	32.50	37.50	42.70	48.00
0.35	2.05	4.80	8.00	11.00	15.00	18.40	22.30	26.90	32.60	37.60	42.90	48.50
0.40	2.10	4.90	8.10	11.20	15.10	18.50	22.40	27.00	32.70	37.80	43.00	48.60
0.45	2.15	5.00	8.20	11.30	15.20	18.60	22.50	27.60	32.90	37.90	43.30	48.70
0.50	2.20	5.10	8.30	11.40	15.30	18.80	22.60	27.70	33.00	38.00	43.50	48.90
0.55	2.25	5.20	8.40	11.50	15.40	18.90	22.70	27.80	33.40	38.50	43.80	49.00
0.60	2.30	5.30	8.50	11.70	15.50	19.00	22.80	27.90	33.50	38.60	44.00	49.50
0.65	2.40	5.40	8.60	11.80	15.60	19.10	22.90	28.00	33.60	38.70	44.40	49.60
0.70	2.50	5.50	8.70	11.90	15.70	19.20	23.00	28.10	33.70	38.90	44.50	49.70
0.75	2.60	5.70	8.80	12.00	15.80	19.30	23.50	28.30	33.80	39.00	44.60	49.90
0.80	2.65	5.80	8.90	12.10	15.90	19.40	23.60	28.50	33.90	39.20	44.70	50.00
0.85	2.70	5.90	9.00	12.30	16.00	19.50	23.70	28.60	34.00	39.50	44.80	50.00
0.90	2.80	6.00	9.10	12.40	16.20	19.60	23.90	28.80	34.40	39.60	44.90	51.00
0.95	2.90	6.20	9.20	12.50	16.30	19.70	24.00	29.00	34.50	39.70	45.00	52.00
1.00	3.00	6.30	9.30	12.70	16.40	19.90	24.10	29.20	34.60	39.80	45.10	53.00
1.10	3.15	6.40	9.40	12.90	16.50	20.00	24.30	29.30	34.80	39.90	45.50	54.00
1.15	3.20	6.50	9.50	13.00	16.60	20.30	24.50	29.60	35.00	40.00	45.60	55.00
1.20	3.30	6.60	9.60	13.20	16.70	20.40	24.60	30.00	35.20	40.30	45.70	56.00

续表

1. 25	3. 40	6. 70	9. 70	13. 30	16. 80	20. 50	24. 70	30. 50	35. 50	40. 50	45. 90	57. 00
1. 30	3. 50	6. 80	9. 80	13. 50	16. 90	20. 60	24. 80	30. 70	35. 60	40. 80	46. 00	58. 00
1. 35	3. 60	6. 90	9. 90	13. 70	17. 00	20. 70	24. 90	30. 80	35. 70	41. 00	46. 20	60. 00
1. 40	3. 70	7. 00	10. 00	13. 80	17. 10	20. 80	25. 00	30. 90	35. 80	41. 40	46. 40	62. 00
1. 45	3. 75	7. 10	10. 10	13. 90	17. 20	20. 90	25. 30	31. 00	35. 90	41. 50	46. 50	65. 00
1. 50	3. 80	7. 20	10. 20	14. 00	17. 30	21. 00	25. 50	31. 30	36. 00	41. 60	46. 70	68. 00
1. 60	3. 90	7. 30	10. 30	14. 30	17. 40	21. 20	25. 60	31. 40	36. 50	41. 70	46. 90	70. 00
1. 70	4. 00	7. 40	10. 40	14. 40	17. 50	21. 50	25. 90	31. 50	36. 60	41. 90	47. 00	72. 00
1. 75	4. 10	7. 50	10. 50	14. 50	17. 60	21. 60	26. 00	31. 60	36. 70	42. 00	47. 50	75. 00
1. 80	4. 20	7. 60	10. 60	14. 60	17. 70	21. 70	26. 10	31. 70	36. 80	42. 20	47. 60	78. 00
1. 90	4. 40	7. 70	10. 70	14. 70	17. 90	21. 80	26. 40	31. 80	37. 00	42. 40	47. 80	80. 00

2. 4. 2 麻花钻头的刃磨方法及要求

钻头刃磨的目的，是要把钝了或损坏的切削部分刃磨成正确的几何形状，使钻头保持良好的切削性能。

钻头的切削部分，对于钻孔质量和效率有直接影响。因此，钻头的刃磨是一项重要的工作，必须掌握好。钻头的刃磨，大都在砂轮机上进行。

1. 磨主切削刃

右手握钻头的前端，靠在砂轮机的托板上，左手捏住钻柄，将主切削刃摆平，磨削应在砂轮机的中心面上进行，钻头的中心和砂轮面的夹角等于 1/2 顶角，如图 2-29。刃磨时右手使刃口接触砂轮，左手使钻头柄部向下摆动，所摆动的角度即是钻头的后角，当钻头柄部向下摆动时，右手捻动钻头绕自身的中心线旋转。这样磨出的钻头钻心处的后角会大些，有利于钻削。按上述步骤刃磨好一条主切削刃后，再磨另一条主切削刃。

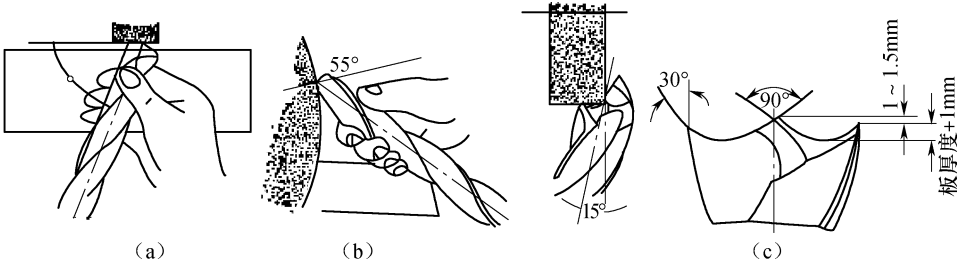


图 2-29 钻头的刃磨

2. 修磨横刃

钻头在钻削过程中，其横刃部分将导致很大的轴向抗力，从而消耗大量的能量和引起钻头晃动。横刃太长还会影响钻头的正确定心。因此，要适当的将横刃

修磨小一些，以改善钻削条件。如果材料软，横刃可多磨去些，材料硬，横刃可少磨去些。但小直径钻头一般不修磨横刃（5 mm 以内钻头）。

横刃的修磨，把横刃磨短到原来的 $1/5 \sim 1/3$ ，靠近钻心处的切削刃磨成内刃，内刃斜角约为 $20^\circ \sim 30^\circ$ ，内刃前角约为 $0^\circ \sim 15^\circ$ 。这样，可以减小轴向抗力和便于钻头定位。

修磨横刃时，磨削点大致在砂轮水平中心面以上，钻头与砂轮的相对位置如图 2-29 (a)，钻头与砂轮侧面构成 15° 角（向左偏），与砂轮中心面约构成 55° 角，见图 2-29 (b)。刃磨开始时钻头刃背与砂轮圆角接触，磨削点逐渐向钻心处移动，直至磨出内刃前面。修磨中，钻头略有转动，磨削量由大到小，当磨至钻心处时，应保证内刃前角、内刃斜角、横刃长度要准确。磨削动作要轻，防止刃口退火或钻心过薄。

3. 钻薄板的钻头

在装配与修理工作中，常遇到在薄钢板、铝板、黄铜皮、紫铜皮、马口铁等金属薄板上钻孔。如果用普通钻头钻孔，会出现孔不圆、孔口飞边、孔被撕破、毛刺大，甚至使板料扭曲变形和发生事故。因此，必须把钻头磨成如图 2-29 (c) 所示的几何形状。钻削时，钻心先切入工件，定住中心，起钳制工件作用；然后，两个锋利的外尖（刃口）迅速切入工件，使其切离。

2.4.3 钻头的装夹

1. 钻夹头

钻夹头用来夹持尾部为圆柱体钻头的夹具，如图 2-30。它在夹头的三个斜孔内装有带螺纹的夹爪，夹爪螺纹和装在夹头套筒的螺纹相啮合，旋转套筒使三个爪同时张开或合拢，将钻头夹住或卸下。

2. 钻夹套和楔铁

钻夹套是用来装夹圆锥柄钻头的夹具。由于钻头或钻夹头尾锥尺寸大小不同，为了适应钻床主轴锥孔，常常用锥体钻夹套作过渡连接。套筒是以英氏锥度为标准，它是由不同尺寸组成。楔铁是用来从钻夹套中卸下钻头的工具，如图 2-31。

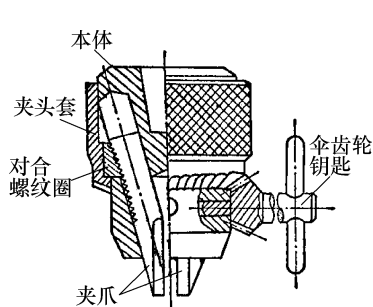


图 2-30 钻夹头

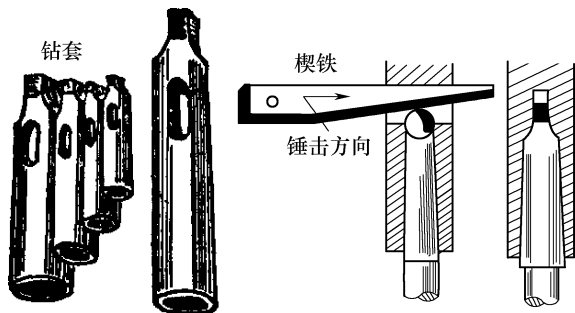


图 2-31 钻夹套和楔铁

锥柄钻头的钻尾，其圆锥体规格，见表 2-2。

表 2-2 锥柄钻头的钻尾圆锥体规格表

钻头直径/mm	6 ~ 15.5	15.6 ~ 23.5	23.6 ~ 32.5	32.6 ~ 49.5	49.6 ~ 65	68 ~ 80
莫氏圆锥号	1	2	3	4	5	6

一般立钻主轴的孔内锥体是 3 号或 4 号莫氏锥体，摇臂钻主轴的孔内锥体是 5 号或 6 号莫氏锥体。如果将较小直径的钻头装入钻床主轴上，需要用过渡钻夹套。钻夹套规格，见表 2-3。

表 2-3 钻夹套规格表

莫氏圆锥号		全长/mm	外锥体大端直径 /mm	内锥体大端直径 /mm
外锥	内锥			
1	0	80	12.963	9.046
2	1	95	18.805	12.065
3	1	115	24.906	12.065
3	2	115	24.906	17.781
4	2	140	32.427	17.781
4	3	140	32.427	23.826
5	3	170	45.495	23.826
5	4	170	45.495	31.296
6	4	220	63.892	31.296
6	5	220	63.892	44.401

2.4.4 工件的装夹

- (1) 手台虎钳和平行夹板用来夹持小工件和薄板件，如图 2-32。
- (2) 机用台虎钳用来夹持平整的工件，如图 2-33。

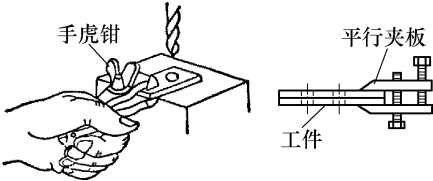


图 2-32 用手台虎钳和平行夹板夹持工件钻孔

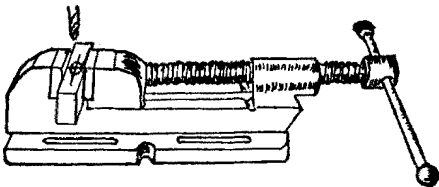


图 2-33 机用台虎钳夹持工件

(3) V形铁、压板、垫块、螺栓夹持工具。V形铁主要用来夹持圆柱形工件，并需要有压板、垫块和螺栓来配合使用，如图2-34。

(4) 弯板将工件竖立起来装夹在弯板上钻孔，如图2-35。

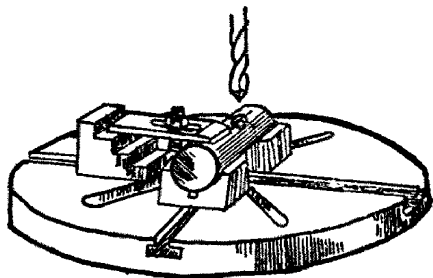


图 2-34 在圆轴上钻孔的夹持方法

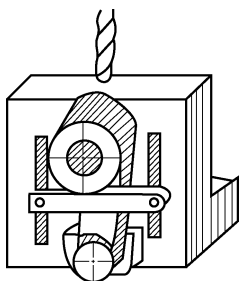
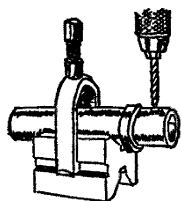


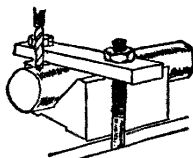
图 2-35 在弯板上夹持工件钻孔的方法

(5) 在大直径管子和圆轴上钻孔时，所用夹具如图2-36。

(6) 利用钻床工作台上的T形槽，通过螺栓、压板、垫块的相互配合夹持钻孔工件，如图2-37。



管子夹具



圆轴夹具

图 2-36 在大直径管子和圆轴上钻孔

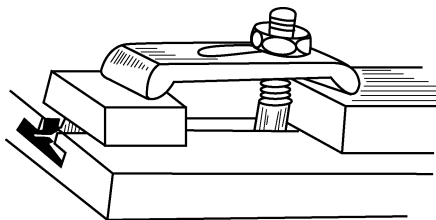


图 2-37 在钻床工作台上装夹工件

2.4.5 钻孔的操作方法

工件上的孔径圆及检查圆均需打上样冲眼作为加工界线，中心眼应打大些，如图2-38。钻孔时先用钻头在孔的中心铤一小窝（约占孔径1/4），检查小窝与所划圆是否同心。如稍有偏离，可用样冲将中心冲大矫正或移动工件矫正。如偏离较多，可用窄錾在偏斜相反方向凿几条槽再钻，便可以逐渐将偏斜部分矫正过来，如图2-39所示。

钻通孔时，工件下面应放垫铁，或把钻头对准工作台空槽。在孔将被钻透时，进给量要小，变自动进给为手动进给，避免钻头在钻穿的瞬间抖动，出现“啃刀”现象，影响加工质量，损坏钻头，甚至发生事故。

钻盲孔时，要注意掌握钻孔深度。控制钻孔深度的方法有：调整好钻床上深度标尺挡块；安置控制长度量具或用划线做记号。

钻深孔时，要经常退出钻头及时排屑和冷却，否则易造成切屑堵塞或使钻头切削部分过热磨损、折断。

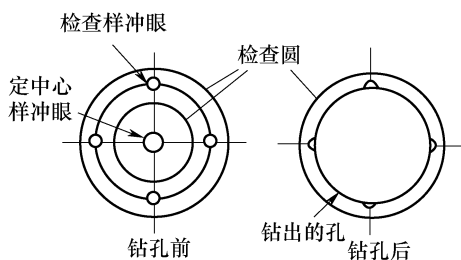


图 2-38 钻孔前的准备

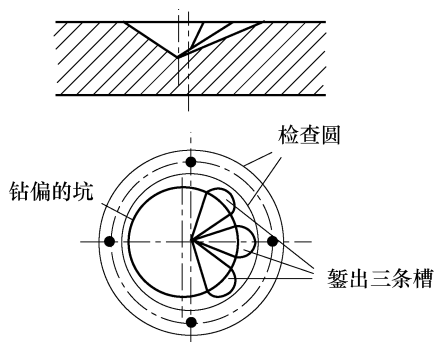


图 2-39 钻偏时铣槽校正

钻大孔时，直径 D 超过 30 mm 的孔应分两次钻。第一次用 $(0.5 \sim 0.7)D$ 的钻头先钻，再用所需直径的钻头将孔扩大。这样，既利于钻头负荷分担，也有利于提高钻孔质量。

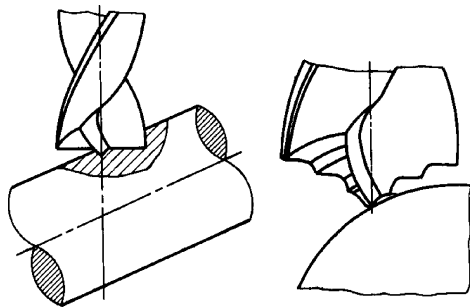


图 2-40 在斜面上钻孔

(a) 平顶钻头；(b) 多级平顶钻头

斜面钻孔时，在圆柱面和倾斜表面钻孔时最大的困难是“偏切削”，切削刃上的径向抗力使钻头轴线偏斜，不但无法保证孔的位置，而且容易折断钻头，对此一般采取图 2-40 (a) 的平顶钻头，由钻心部分先切入工件，而后逐渐钻进。图 2-40 (b) 为一种多级平顶钻头。

钻削钢件时，为降低表面粗糙度多使用机油作冷却润滑油，为提高生产率则多使用乳化液。钻削铝件时，多用乳化液、煤油为切削液。钻削铸铁件时，用煤油为切削液。

2.4.6 扩孔、铰孔和镗孔

1. 扩孔

对已有孔进行扩大孔径的加工方法称为扩孔。它可以校正孔的轴线偏差，并使其获得较正确的几何形状，加工尺寸精度一般为 IT10 ~ IT9，表面粗糙度 Ra 值为 $3.2 \sim 6.3 \mu\text{m}$ 。扩孔可作为要求不高的孔的最终加工，也可以作为精加工前的预加工。扩孔加工余量为 $0.5 \sim 4 \text{ mm}$ 。

一般可用麻花钻作为扩孔用，但在扩孔精度要求较高或生产批量较大时，应采用专用的扩孔钻。它有 3 ~ 4 条切削刃，无横刃，顶端为平的，螺旋槽较浅，故钻芯粗实，刚性好，不易变形，导向性能好。由于切削较平稳，经扩孔后能提高孔的加工质量。图 2-41 为扩孔钻和扩孔时的情形。

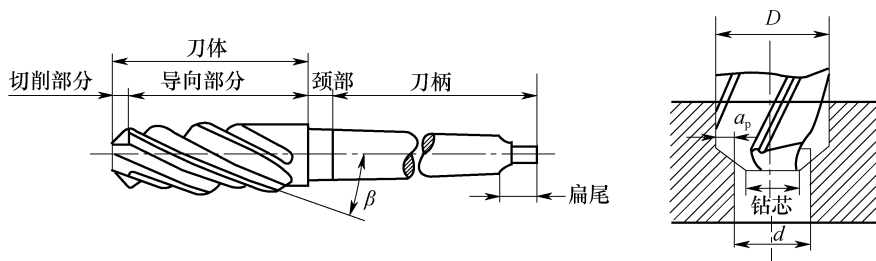


图 2-41 扩孔钻及扩孔

2. 铰孔

铰孔是用铰刀对孔进行精加工的操作。其加工尺寸精度为 IT7 ~ IT6，表面粗糙度 Ra 值为 $0.8\text{ }\mu\text{m}$ ，加工余量很小（粗铰 $0.15\sim0.5\text{ mm}$ ，精铰 $0.05\sim0.25\text{ mm}$ ）。

铰刀是用于铰削加工的刀具。它有手用铰刀（直柄、刀体较长）和机用铰刀（多为锥柄，刀体较短）之分。铰刀比扩孔钻切削刃多（6~12 个），且切削刃前角 $\gamma_0=0^\circ$ ，并有较长的修光部分，因此加工精度高，表面粗糙度值低。

铰刀多为偶数刀刃，并成对地位于通过直径的平面内，便于测量直径的尺寸。

手铰切削速度低，不会受到切削热和振动的影响，故是对孔进行精加工的一种方法。

铰孔时铰刀不能倒转，否则，切屑会卡在孔壁和切削刃之间，划伤孔壁或使切削刃崩裂。铰通孔时，铰刀修光部分不可全露出孔外，以免把出口处划伤。

铰刀和铰孔时的情形如图 2-42 所示。

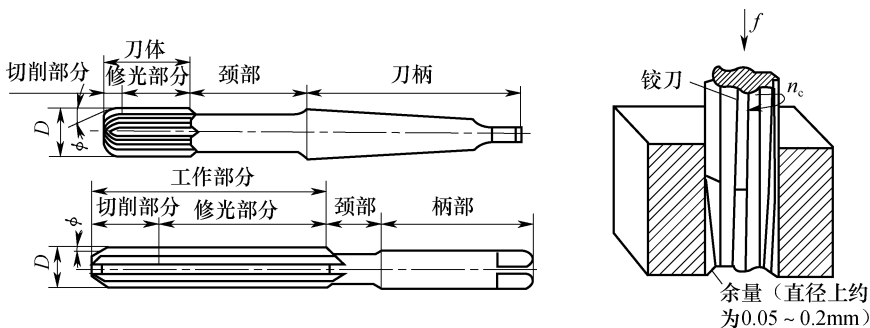


图 2-42 铰刀和铰孔

3. 铤孔

用铤钻进行孔口形面的加工称为铤孔。

在工件的连接孔端铤出柱形或锥形埋头孔，用以埋头螺钉埋入孔内把有关的零件连接起来，使外观整齐，装配位置紧凑；将孔口端面铤平并与孔中心线垂

直, 能使连接螺栓或螺母的端面与连接件保持良好的接触。

铰孔的形式有:

(1) 铰圆柱形埋头孔。如图 2-43 (a) 所示。圆柱形埋头孔铰钻的端刃起主要切削作用, 周刃为副切削刃起修光作用。为保持原有孔与埋头孔同轴度好, 铰钻前端带有导柱, 与已有孔相配, 起定心作用。

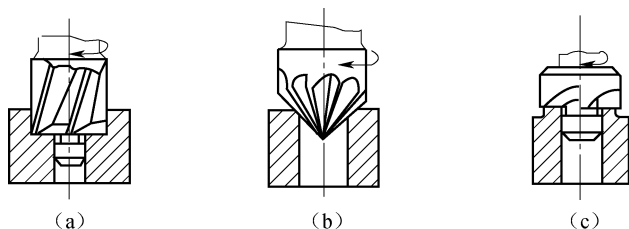


图 2-43 铰孔

(a) 铰圆柱形埋头孔; (b) 铰锥形埋头孔; (c) 铰孔端平面

(2) 铰锥形埋头孔。如图 2-43 (b) 所示。铰钻锥顶角多为 90° , 并有 6 ~ 12 个刀刃。

(3) 铰孔端平面如图 2-43 (c) 所示。端面铰钻用于铰与孔垂直的孔口端面, 也有导柱起定心作用。

铰孔时, 切削速度不宜过高, 铰钢件时需要加润滑油, 以免铰削表面产生径向振纹或出现多棱形等质量问题。

2.4.7 钻孔安全技术

(1) 做好钻孔前的准备工作, 认真检查钻孔机具, 工作现场要保持整洁, 安全防护装置要妥当。

(2) 操作者衣袖要扎紧, 严禁戴手套。头部不要靠钻头太近, 女同志必须戴工作帽, 防止发生事故。

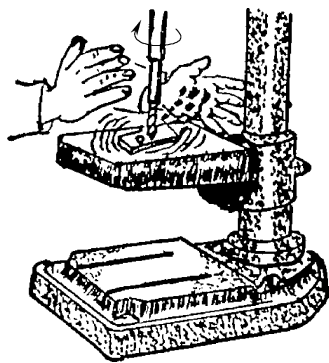


图 2-44 工件旋转造成事故

(3) 工件夹持要牢固, 一般不可用手直接拿工件钻孔, 防止发生事故, 如图 2-44。

(4) 钻孔过程中, 严禁用棉纱擦拭切屑或用嘴吹切屑, 更不能用手直接清除切屑, 应该用刷子或铁钩子清理。高速钻削要及时断屑, 以防止发生人身和设备事故。

(5) 严禁在开车状况下装卸钻头和工件。检验工件和变换转速必须在停车状况下进行。

(6) 钻削脆性金属材料时, 应配戴防护眼镜, 以防切屑飞出伤人。

- (7) 钻通孔时工件底面应放垫块, 防止钻坏工作台或台虎钳的底平面。
- (8) 在钻床上钻孔时, 不能同时二人操作, 以免因配合不当造成事故。
- (9) 对钻具、夹具等要加以爱护, 经常清理切屑和污水, 及时涂油防锈。

2.5 攻螺纹、套螺纹、刮削、研磨

2.5.1 螺纹主要尺寸

三角螺纹的主要尺寸, 如图 2-45、图 2-46 和图 2-47。

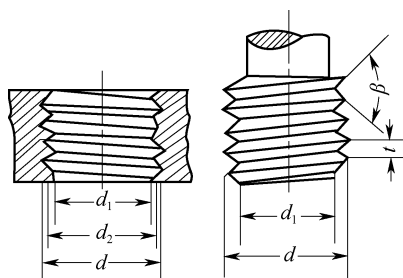


图 2-45 三角螺纹各部分的名称

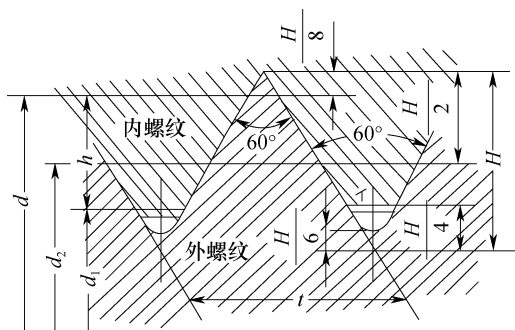


图 2-46 公制螺纹

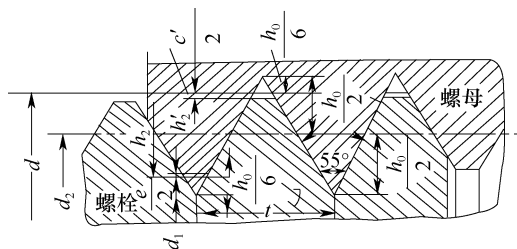


图 2-47 英制螺纹

1. 外径 (d)

外径是螺纹的最大直径(外螺纹的牙顶直径、内螺纹的牙底直径), 即螺纹的公称直径。

2. 内径 (d_1)

内径是螺纹的最小直径, 即外螺纹的牙底直径, 内螺纹的牙顶直径。

3. 中径 (d_2)

螺纹的有效直径称为中径。无论公制螺纹或英制螺纹, 中径母线上的牙宽等于螺距的一半 [英制螺线中径等于内外径的平均直径即 $d_2 = (d + d_1)/2$]。

4. 螺纹工作高度 (h)

螺纹顶点到根部的垂直距离 (公制 h , 英制 h_2), 称为螺纹工作高度 (或牙形高度)。

5. 螺纹剖面角 (β)

螺纹剖面角是螺纹剖面两侧所夹的角, 也称牙形角。

6. 螺距 (t)

螺距是相邻两牙对应点间的轴向距离。

7. 导程 (p)

螺纹上一点沿螺旋线转一周时, 该点沿轴线方向所移动的距离称为导程。单头螺纹的导程等于螺距。导程与螺距的关系可用下式表达:

$$\text{多头螺纹导程 } (p) = \text{头数 } (z) \times \text{螺距 } (t)$$

8. 精度

粗牙螺纹有 1、2、3 三个精度等级。细牙螺纹有 1、2、2a、3 四个精度等级。梯形螺纹有 1、2、3、3s 四个精度等级。圆柱管螺纹有 2、3 两个精度等级。

2.5.2 螺纹的应用及代号

1. 螺纹的应用范围

各种螺纹的牙形如图 2-48。

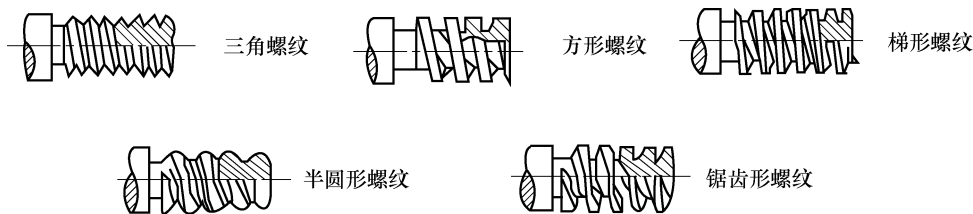


图 2-48 各种螺纹的牙形

(1) 三角形螺纹: 应用很广泛, 例如设备零件的连接等。

(2) 梯形和方形 (非标准螺纹) 螺纹: 主要应用在传动和受力的机械上。机床上的传动丝杠等。

(3) 半圆形螺纹: 主要应用在管子连接上, 如水管连接及螺丝口灯泡等。

(4) 锯齿形螺纹: 主要应用在承受单面压力的机械上, 如冲床上的冲头螺杆等。

2. 螺纹种类代号

各种螺纹有统一规定的代号, 详见表 2-4。一般都采用普通螺纹, 只在某些配件上采用英制螺纹。

表 2-4 标准螺纹代号

螺纹类型	牙形代号	代号示例	代号示例说明
粗牙普通螺纹	M	M10	粗牙普通螺纹，外径 10 mm
细牙普通螺纹	M	M16 × 1	细牙普通螺纹，外径 16 mm，螺距 1 mm
梯形螺纹	T	T36 × 12/2 - 3 左	梯形螺纹，外径 36 mm，导程 12 mm，头数 2、3 级精度，左旋
锯齿形螺纹	S	S70 × 10	锯齿形螺纹，外径 70 mm，螺距 10 mm
圆柱管螺纹	G	G3/4"	圆柱管螺纹，管子内径 3/4"
55°圆锥管螺纹	ZG	ZG5/8"	55°圆锥管螺纹，管子内径 5/8"
60°圆锥管螺纹	Z	Z1"	60°圆锥管螺纹，管子内径 Z1"

(1) 普通螺纹即公制螺纹：剖面角为 60°，螺纹尖端是削平的。螺母和螺杆啮合时，底部和顶部有间隙。

这种螺纹尺寸单位为毫米，分粗、细两种牙，粗牙螺纹有三个精度等级，细牙螺纹有四个精度等级。1 级精度用在有振动及承受变动载荷的特别重要的机件，也用于这些机件的过盈连接的螺纹，2 级精度也用于有振动的较重要的机件，3 级精度则用于一般的螺纹连接。

(2) 英制螺纹：剖面角为 55°，螺纹的尖端也是削平的，螺母和螺杆啮合时，底部和顶部也有间隙。螺纹的尺寸单位为英寸。

(3) 管子螺纹。用在管子连接上，有圆柱和圆锥形两种。螺纹断面形状有削平的和圆角的两种。连接时要求密封比较好。管子螺纹公称直径是管子的内径，并不是螺纹的外径。

3. 螺纹测量

为了弄清螺纹的尺寸规格，必须对螺纹的外径、螺距和牙型进行测量，以利于加工及质量检查，测量方法一般有如下几种：

- (1) 用游标卡尺测量螺纹外径，如图 2-49。
- (2) 用螺纹样板量出螺距及牙形，如图 2-50。
- (3) 用钢板尺量出英制螺纹每英寸的牙数，如图 2-51。
- (4) 用已知螺杆或丝锥放在被测量的螺纹上，测出是哪一种规格的螺纹，如图 2-52。

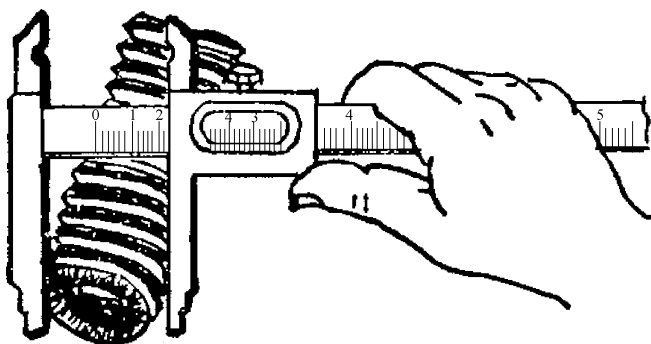


图 2-49 用游标卡尺测量螺纹外径

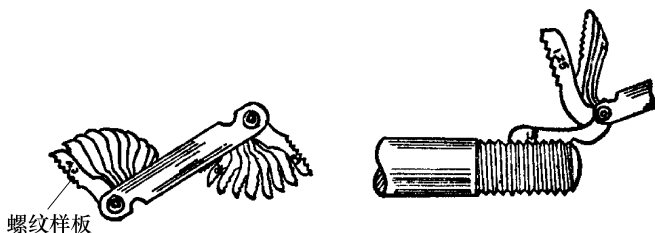


图 2-50 用螺纹样板量出螺距及牙型

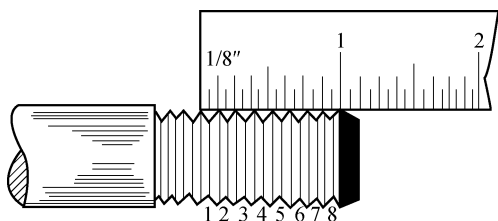


图 2-51 用英制钢板尺测量牙数



图 2-52 用已知螺旋测定公、英制螺纹的方法

2.5.3 攻螺纹

1. 丝锥和铰杠

(1) 丝锥。丝锥是加工内螺纹的工具。手用丝锥是用碳素工具钢 T12A 或合金工具钢 9SiCr 经滚牙（或切牙）、淬火回火制成的。丝锥的前端为切削部分，起主要的切削作用；中间校准部分起修光和引导丝锥作用；另一端为方头，以便铰杠夹持。工作部分沿轴向开有几条容屑槽并形成切削刃和前角，同时能容纳切屑。切削部分磨出切削锥角，使切削负荷分布在几个刀齿上，刀齿受力均匀，不易崩刃或折断，同时丝锥也容易正确切入。

每种尺寸的手用丝锥一般由两支组成一套，分别称为头锥和二锥。两支丝锥的区别在于切削部分的锥度大小不同。

(2) 铰杠。铰杠是用来夹持丝锥、铰刀的手工旋转工具。常用的是可调式铰杠，转动手柄，可调节方孔大小，以便夹持各种不同尺寸的丝锥。

2. 螺纹底孔的确定

攻丝时，丝锥主要是切削金属，但也伴随着严重的挤压作用，因此会产生金属凸起并挤向牙尖，使攻螺纹后的螺纹孔内径小于原底孔直径。因此攻螺纹的底孔直径应稍大于螺纹内径，否则攻螺纹时因挤压作用，使螺纹牙顶与丝锥牙底之间没有足够的容屑空间，将丝锥箍住，甚至折断，此现象在攻塑性材料时更为严重。但螺纹底孔过大，又会使螺纹牙型高度不够，降低强度。

底孔直径大小，要根据工件的塑性好坏及钻孔扩张量考虑。

(1) 加工钢和塑性较好的材料，在中等扩张量的条件下钻头直径为

$$D = d - t$$

式中， D ——攻螺纹前，钻螺纹底孔用钻头直径；

d ——螺纹直径；

t ——螺距。

(2) 加工铸铁和塑性较差的材料，在较小扩张量条件下 $D = d - (1.05 \sim 1.1) t$ 。

3. 攻螺纹操作方法

先将头锥垂直地放入已倒好角的工件孔内，先旋入 1~2 圈，用目测或 90°角尺在相互垂直的两个方向上检查，然后用铰杠轻压旋入。当丝锥的切削部分已经切入工件后，可只转动而不加压，每转一圈应反转 1/4 圈，以便切屑断落，见图 2-53。攻完头锥后继续攻二锥。攻二锥时先把丝锥放入孔内，旋入几扣后，再用铰杠转动，旋转铰杠时不需加压。攻钢料工件时，加机油润滑可使螺纹光洁，并能延长丝锥使用寿命；攻铸铁件，可加煤油润滑。

2.5.4 套螺纹

1. 板牙和板牙架

(1) 板牙。板牙是加工外螺纹的工具，是用合金工具钢 9SiCr、9Mn2V 或高速钢并经淬火、回火制成。板牙的构造如图 2-54 所示，由切削部分、校准部分和排屑孔组成。它本身就像一个圆螺母，只是在它上面钻有几个排屑孔，并形成切削刃。

切削部分是板牙两端带有切削锥角 (2φ) 的部分，起着主要的切削作用。板牙的中间是校准部分，也是套螺纹的导向部分。板牙的外圈有一条深槽和四个锥坑。深槽可微量调节螺纹直径大小；锥坑用来定位和紧固板牙。调整螺钉压入锥坑，可以传递扭矩。

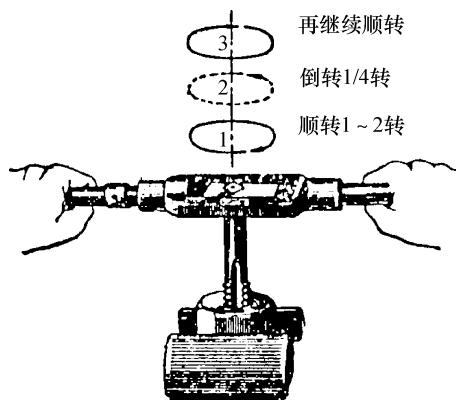


图 2-53 攻螺纹

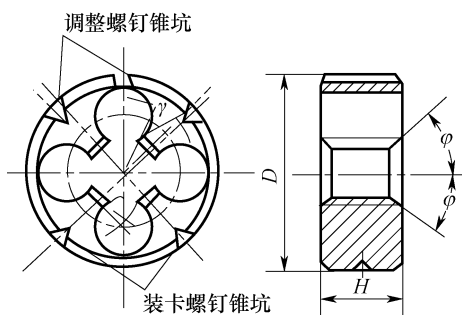


图 2-54 板牙

(2) 板牙架。板牙架是用来夹持圆板牙的工具，如图 2-55。

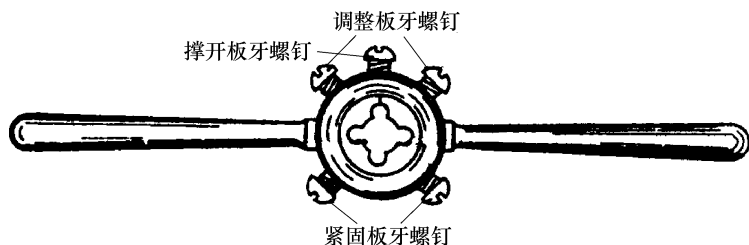


图 2-55 板牙架

2. 套螺纹前圆杆直径的确定

套螺纹前应检查圆杆直径，太大难以套入；太小则套出的螺纹不完整。圆杆直径可用下面经验公式计算：

圆杆直径 $\approx$ 螺纹外径 $- 0.13t$ (螺距)

3. 套螺纹操作方法

套螺纹前的圆杆端部应倒角，使板牙容易对准工件中心，同时也容易切入。工件伸出钳口的长度，在不影响螺纹要求长度的前提下，应尽量短一些。套螺纹过程与攻螺纹相似，如图 2-56 所示。

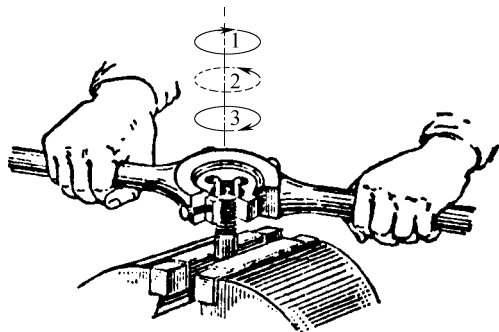


图 2-56 套螺纹

2.5.5 刮削

用刮刀在工件表面上刮去一层很薄的金属，称为刮削。

刮削后的表面具有良好的平面度，表面粗糙度 Ra 值可达 $1.6 \mu\text{m}$ 以下，是钳工中的一种精密加工。零件上的配合滑动表面，如机床导轨、滑动轴承等，

为了达到配合精度，增加接触表面，减少摩擦磨损，提高使用寿命，常需刮削加工。

刮削具有切削余量较小、切削力较小、产生热量少及装夹变形小等特点，但也存在劳动强度大、生产率低等缺点。

1. 刮刀及其用法

(1) 刮刀。刮刀是用以刮削的主要工具，一般多采用 T10A ~ T12A 或轴承钢锻制成。平面刮刀如图 2-57 所示。使用前刮刀端部要在砂轮上刃磨出刃口，然后再用油石磨光。

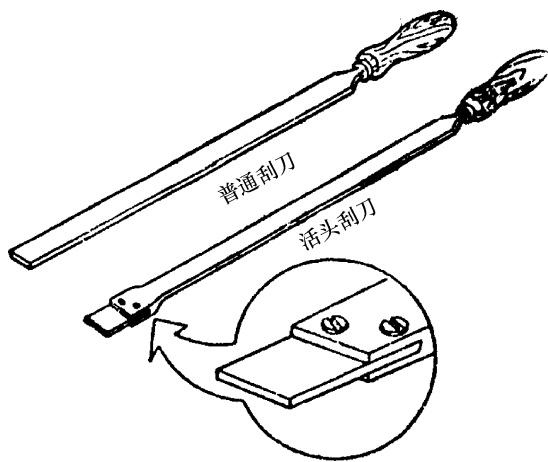


图 2-57 平面刮刀

(2) 刮刀的用法。以刮削平面为例，刮削时将刮刀柄放在小腹右下侧，双手握住刀身，并加压力，利用腿力和臂部力量使刮刀向前推挤，推到适当时，抬起刮刀。刮削的全部动作，可归纳为“压、推、抬”，见图 2-58。

2. 刮削精度的检验

刮削表面的精度通常是以研点法来检验的。研点法如图 2-59 所示。将工件刮削表面擦净，均匀涂上一层很薄的红丹油，然后与校准工具（如标准平板等）相配研。工件表面上的凸起点经配研后被磨去红丹油而显出亮点（即贴合点）。刮削表面的精度是以在 25 mm × 25 mm 的面积内，贴合点的数量与分布稀疏程度来表示的。普通机床导轨面为 8 ~ 10 点，精密机床导轨面为 12 ~ 15 点。

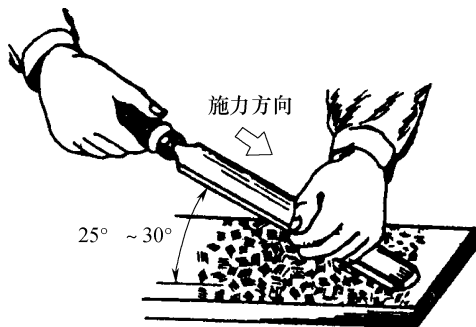


图 2-58 刮刀的握法

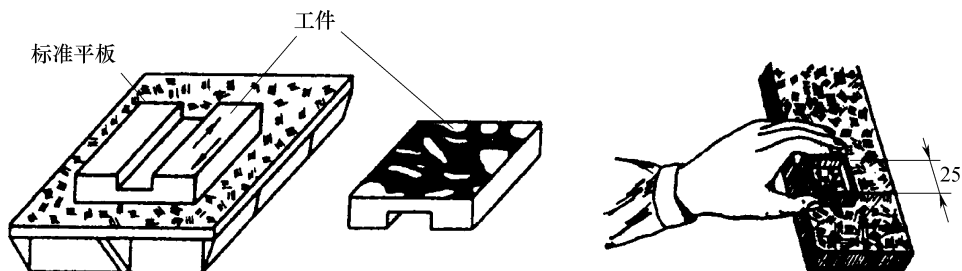


图 2-59 研点法

3. 平面刮削

平面刮削根据不同的加工要求，可按粗刮、细刮、精刮和刮花步骤进行。

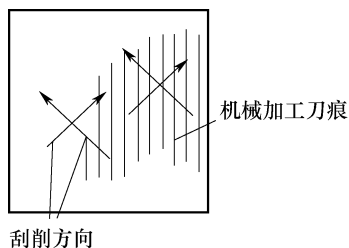


图 2-60 粗刮方向

(1) 粗刮。刮削前工件表面上有较深的加工刀痕、严重的锈蚀或刮削余量较多时(0.05 mm以上)应先进行粗刮。粗刮时应使用长柄刮刀且施力较大，刮刀痕迹要连成片，不可重复。粗刮方向要与机加工刀痕约成 45° 。各次刮削方向要交叉，如图 2-60 所示。当粗刮到工件表面上贴合点增至每 $25\text{ mm} \times 25\text{ mm}$ 面积内有4~5个点时，可以转入细刮。

(2) 细刮。细刮采用短刮刀，施较小压力，刀痕短，将粗刮后的贴合点刮去。细刮时须按同一方向刮削，刮第二遍时要交叉刮削，以消除原方向的刀迹。否则刀刃容易沿上一次刀迹滑动，出现研点成条状的情况而不能迅速达到精度要求。随着研点数目增多，显示剂要涂得薄而均匀，以便显点清晰。在整个刮削面上达到每 $25\text{ mm} \times 25\text{ mm}$ 面积内有12~15个点时，细刮结束。

(3) 精刮。精刮时，采用精刮刀对准点子，落刀要轻，提刀要快，每刀一点，不要重刀。经反复配研、刮削，能使被刮平面上每 $25\text{ mm} \times 25\text{ mm}$ 面积内有25个点上。

(4) 刮花。为了增加刮削表面的美观，保证良好的润滑，并借刀花的消失判断平面的磨损程度，精刮后要刮花。常见的花纹如图 2-61 所示。

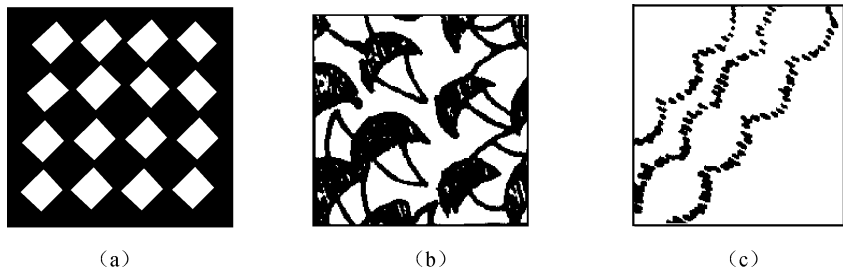


图 2-61 刮花的花纹

(a) 斜纹花；(b) 鱼鳞花；(c) 半月花

4. 曲面刮削

对于某些要求较高的滑动轴承的轴瓦、衬套等也要进行刮削，以得到良好的配合。刮削轴瓦用三角刮刀，其用法如图 2-62 所示。研点的方法是在轴上涂色，然后用其与轴瓦配研。

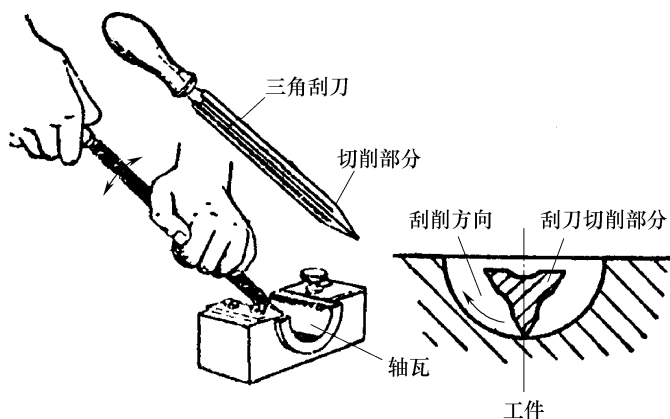


图 2-62 用三角刮刀刮削轴瓦

2.5.6 研磨

用研磨工具和研磨剂从工件上磨去一层极薄金属的加工称为研磨。研磨尺寸误差可控制在 $0.005 \sim 0.001 \text{ mm}$ 范围内，表面粗糙度 Ra 值为 $0.1 \sim 0.08 \mu\text{m}$ ，是精密加工方法之一。

1. 研磨剂

研磨剂由磨料（常用的有刚玉类和碳化硅类）和研磨液（常用的有机油、煤油等）混合而成。其中磨料起到切削作用；研磨液是用以调和磨料，并起冷却、润滑和加速研磨过程的化学作用。目前，工厂大多用研磨膏（磨料中加入粘结剂和润滑剂调制而成），使用时用油稀释。

2. 研磨方法

研磨平面是在研磨平板上进行的，如图 2-63 (a)。研磨时，用手按住工件并加一定压力 P ，在平板上按“8”字形轨迹移动或作直线往复运动，并不时地将工件调头或偏转位置，以免研磨平面倾斜。研磨外圆面时，是将工件装在车床顶尖之间，如图 2-63 (b) 涂以研磨剂，然后套上研磨套进行的。研磨时工件转动，用手握住研磨套作往复运动，使表面磨出 45° 交叉网纹。研磨一段时间后，应将工件调头再行研磨。

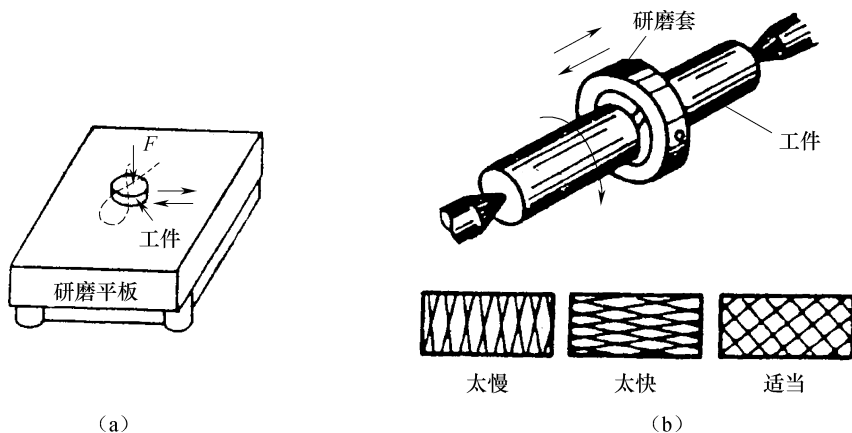


图 2-63 研磨

(a) 研磨平面; (b) 研磨外圆面

2.6 钳工综合技能训练

2.6.1 已知条件与加工要求

在尺寸为 $\phi 30\text{ mm} \times 125\text{ mm}$ 的45钢备料上完成如图2-64所示榔头的钳工技能训练。

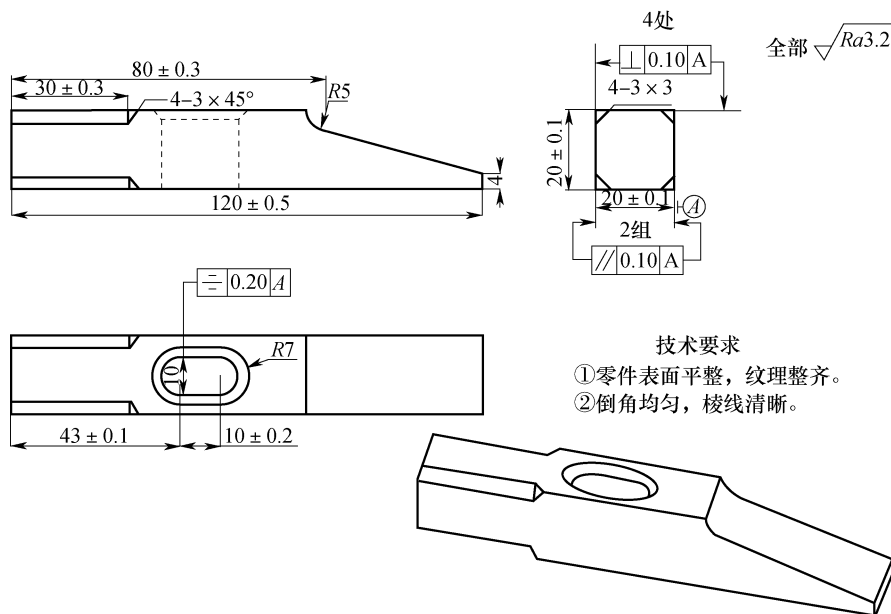
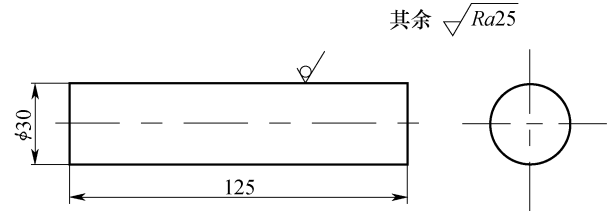
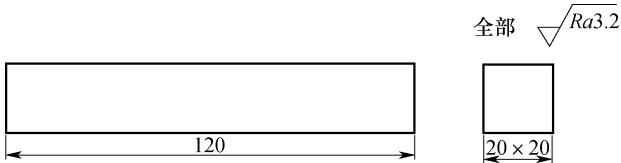
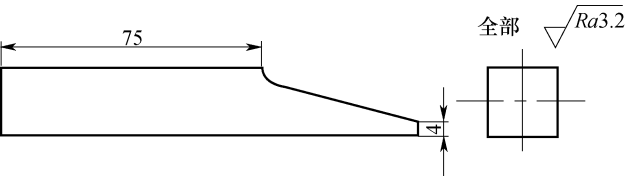
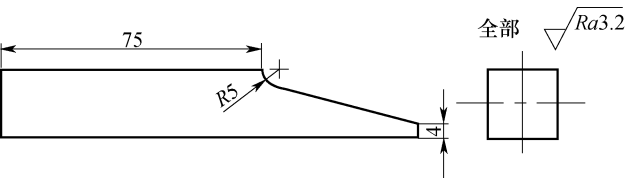
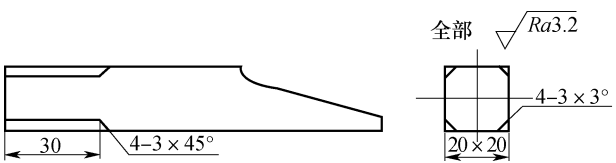


图 2-64 钳工综合技能训练件零件图

2.6.2 榔头钳工加工工艺过程

表 2-5 榔头钳工工艺过程

工序号	工序名称与内容	工序简图
1	下料：圆棒料 $\phi 30 \times 125$ mm	
2	锉成 20×20 的方形 (留 0.2 mm 精加工余量)，保证长度为 120 mm	
3	锯斜面至尺寸	
4	①锉 R5 圆弧，用 R 规检查； ②斜面划线； ③锉斜面与圆弧相切	
5	①锉 $4-3 \times 3$ 倒角 ②锉 $4-3 \times 45^\circ$ 倒角	

续表

工序号	工序名称与内容	工序简图
6	钻孔 2- $\phi 6.7$	
7	①扩左孔至 $\phi 9.8$ mm; ②右孔攻丝至 M8	
8	①扩两孔至 $\phi 10$ mm; ②铰两 $\phi 10$ 孔成通槽; ③槽两端倒角 $1 \times 45^\circ$; ④打号	

2. 6. 3 钳工工艺分析

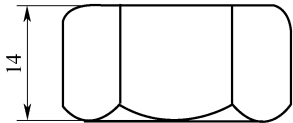
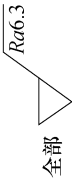
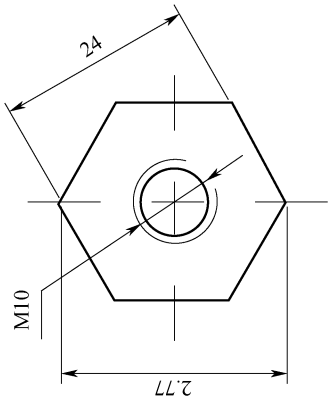
从榔头钳工工艺路线看，要完成某个工件的钳工加工，首先要看清图纸，弄清零件的技术要求，以及材料与热处理要求。根据现有条件，考虑加工方案（工艺路线），并验证本方案能否保证零件各表面本身的技术要求以及各表面间的相互联系，同时还要考虑加工过程能否具有良好的可行性和经济性。

在选择加工方法时，要注意工件材料、零件的形状尺寸、生产类型和具体生产条件，因为这些都是影响加工方法的因素。

在安排加工顺序时，还要考虑前后各道工序之间的关系和相互影响，一般应按基准先行；先粗后精；先面后孔；先加工主要表面，后加工次要表面的顺序合理安排加工内容；并在前道工序加工时，要注意留给后道工序足够的加工余量，要有整体观念。

以下项目二至项目八供大家分析。

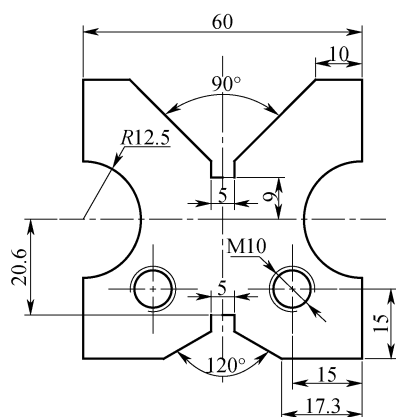
项目二：六角头螺母

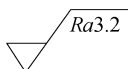


未标注倒角 R2

		比例	件数	材料	共 页
					第 页
设计			江西电力职业技术学院 工业训练中心		
制图					
审核					

项目三：钳工模板



全部  $Ra3.2$

技术要求:

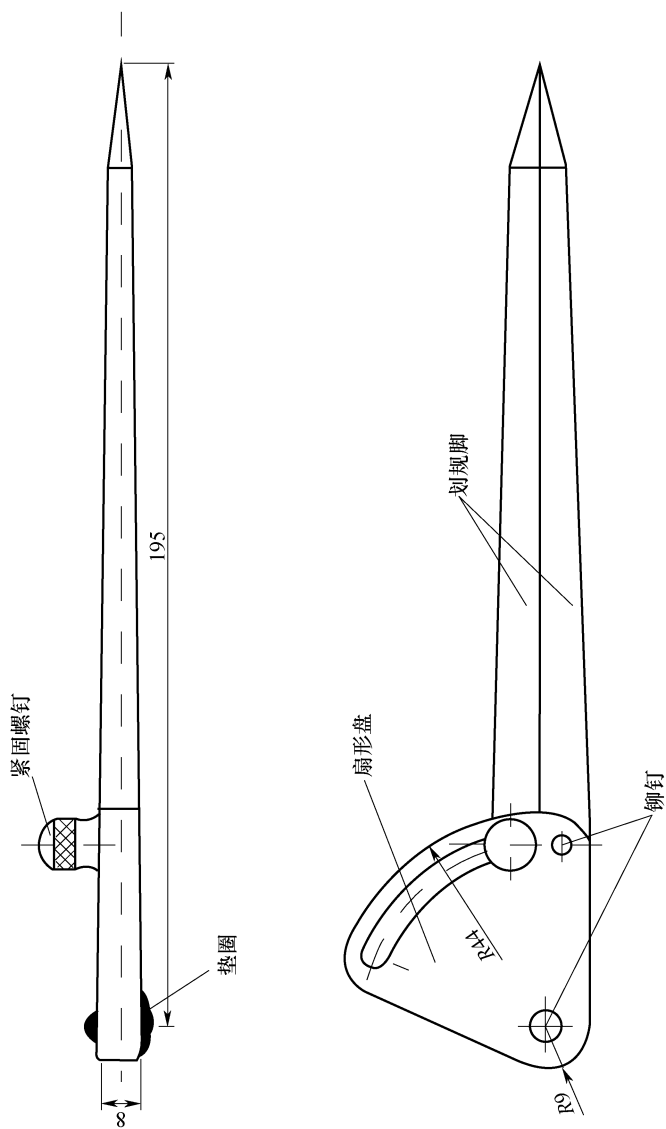
- ①中心线垂直度保证60mm范围不大于0.05mm;
- ②上下角度线二侧距离10mm、17.3mm,保持误差小于0.5mm;
- ③M10中心线偏差保持小于0.5mm,基准线按边线。

制作范围:

- ①正方形两个角度槽增加底槽;
- ②A加二侧R10;
- ③A+B加二个M10螺孔。

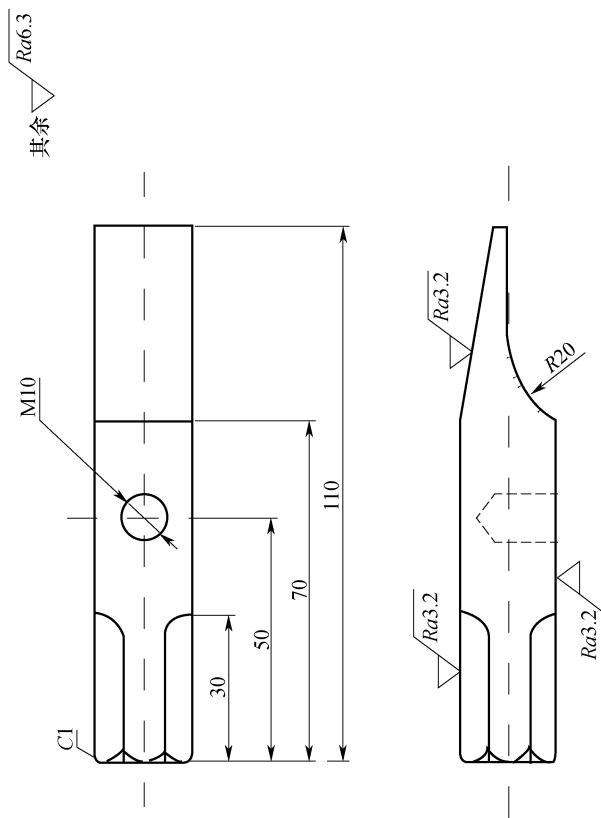
钳工实训教具	比例	件数	材料	共 页
钳工模板				第 页
设计			江西电力职业技术学院 工业训练中心	
制图				
审核				

项目四：划规



划 规		比例	件数	材料	共	页
					第	第
设计					江西电力职业技术学院 工业训练中心	
制图						
审核						

项目五：划线锤

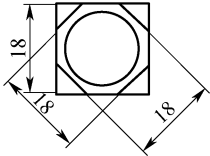
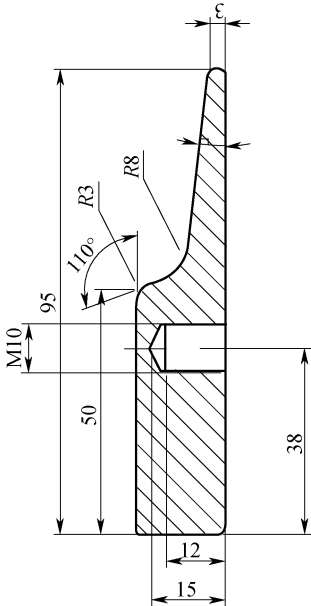


划 线 锤		比例	件数	材料	共 页
设计					第 页
制图					
审核					

江西电力职业技术学院
工业训练中心

项目七：鸭嘴榔头

全部  Ra3.2



技术要求

- ①未标注倒角 R1;
- ②倒角对称、圆弧过渡平滑;
- ③镀铬处理。



		比例	件数	材料	共 页
					第 页
设计			江西电力职业技术学院 工业训练中心		
制图					
审核					

项目八：扁嘴锤

