

第 5 章 锉 削

用锉刀对工件表面进行切削加工的方法称为锉削。锉削的工作范围较广,可以加工工件的内外平面、内外曲面、内外沟槽以及各种形状复杂的表面,加工精度也比较高。在现代生产条件下,仍有些不便于机械加工的场合需要用锉削来完成。例如,单件或小批量生产条件下某些形状复杂的零件加工、样板和模具等的加工,以及装配过程中对个别零件的修整等,都需要用锉削加工,所以锉削是钳工最重要的基本操作之一。

5.1 锉 刀

锉刀是锉削的工具,用碳素工具钢 T12 或 T13 制成,经热处理后切削部分的硬度达62~72 HRC。

5.1.1 锉刀的结构、种类和规格

1. 锉刀的结构

锉刀由锉身和锉柄两部分组成。其中,锉身包括锉刀面和锉刀边;锉柄包括锉刀尾和锉刀舌,如图 5-1 所示。

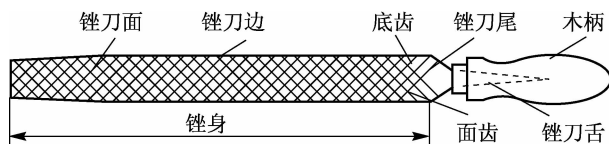


图 5-1 锉刀各部分的名称

锉刀面是锉削的主要工作部位,其上制有锉齿。锉刀边是指锉刀的两个侧面,有的没有锉齿,有的其中一边有锉齿。无锉齿的边称为光边,可使在锉削内直角的一个面时不会碰伤相邻的一面。锉刀舌用以安装锉刀手柄。锉刀手柄为木制,安装时在有孔的一端应套有铁箍以防止破裂。

2. 锉刀的种类

锉刀分为钳工锉、异形锉和整形锉三类。钳工常用的锉刀是钳工锉。

钳工锉按其断面形状的不同,分为扁锉(包括齐头扁锉和尖头扁锉)、方锉、圆锉、半圆锉和三角锉五种,如图 5-2 所示。

异形锉是用来加工零件上特殊表面用的,有弯的和直的一种,如图 5-3 所示。

整形锉通常称为什锦锉或组锉,因分组配备各种断面形状的小锉而得名。主要用于对

工件的细小部位进行精细整形加工。整形锉的断面形状有多种,如图 5-4 所示。整形锉通常以 5 支、6 支、8 支、10 支或 12 支为一组。

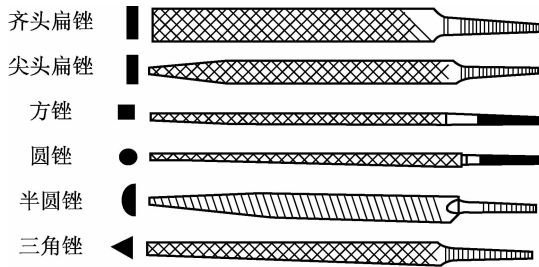


图 5-2 钳工锉

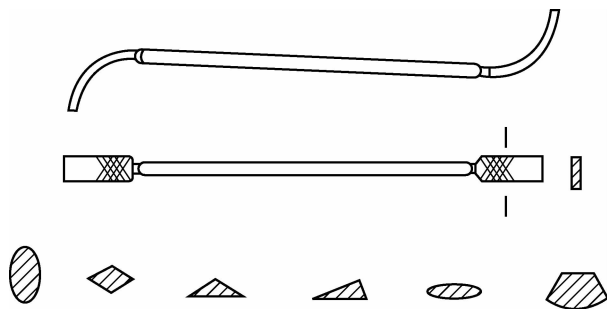


图 5-3 异形锉

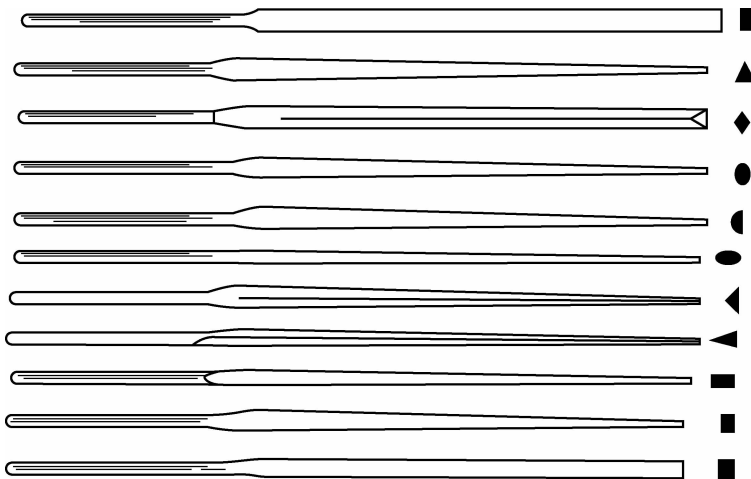


图 5-4 整形锉

3. 锉刀的规格及产品编号

1) 锉刀的规格

锉刀的规格分为尺寸规格和锉齿的粗细规格两种。

不同的锉刀尺寸规格,用不同的参数表示。钳工锉的尺寸规格除圆锉刀用直径表示,方锉刀用方形尺寸表示外,其他锉刀以锉身长度表示。如常用的钳工锉规格有 100 mm(4 in)、

150 mm(6 in)、200 mm(8 in)、250 mm(10 in)、300 mm(12 in)等。异形锉和整形锉的尺寸规格以锉刀的全长表示。

锉齿的粗细规格是按锉刀齿纹的齿距大小来确定的,以锉纹号表示。锉纹号越大齿距越小。普通锉齿的粗细等级分为以下五种:

- (1)1 号锉纹。用于粗锉刀,齿距为 0.83~2.30 mm。
- (2)2 号锉纹。用于中粗锉刀,齿距为 0.42~0.77 mm。
- (3)3 号锉纹。用于细锉刀,齿距为 0.25~0.33 mm。
- (4)4 号锉纹。用于双细锉刀,齿距为 0.20~0.25 mm。
- (5)5 号锉纹。用于油光锉,齿距为 0.16~0.20 mm。

2) 锉刀的产品编号

锉刀的产品编号由类别代号、类型代号、规格和锉纹号组成。钳工锉的类别代号用 Q 表示,异形锉的类别代号用 Y 表示,整形锉的类别代号用 Z 表示。类型代号 01 代表齐头扁锉,02 代表尖头扁锉,03 代表半圆锉,04 代表三角锉,05 代表方锉,06 代表圆锉。例如,Q—01—250—3 表示钳工锉类的齐头扁锉,锉身长 250 mm,锉纹为 3 号。

5.1.2 锉刀的选择

1. 锉齿粗细的选择

锉齿粗细的选择决定于工件加工余量的大小、加工精度和加工表面粗糙度要求的高低以及工件材料的软硬。粗、中、细三种锉刀的适用场合见表 5-1。

表 5-1 锉齿粗细的选择

锉 刀	适用场合		
	加工余量/mm	尺寸精度/mm	表面粗糙度 $Ra/\mu\text{m}$
粗齿锉	0.5~1	0.2~0.5	50~12.5
中齿锉	0.2~0.5	0.05~0.2	12.5~6.3
细齿锉	0.05~0.2	0.01~0.05	6.3~3.2

2. 按工件材质选用锉刀

锉削非铁金属等软材料工件时,应选用单齿纹锉刀,而且只能选用粗锉刀,因为用细锉刀去锉软材料,易被切屑堵塞。锉削钢铁等硬材料工件时,应选用双齿纹锉刀。

3. 按工件加工面的形状选择锉刀断面形状

工件加工面的形状不同,选用的锉刀断面形状也不同,不同加工表面所用的锉刀如图 5-5 所示。

4. 按工件加工面的大小和加工余量来选择锉刀规格

加工面尺寸和加工余量较大时,宜选用较长的锉刀;反之,则选用较短的锉刀。

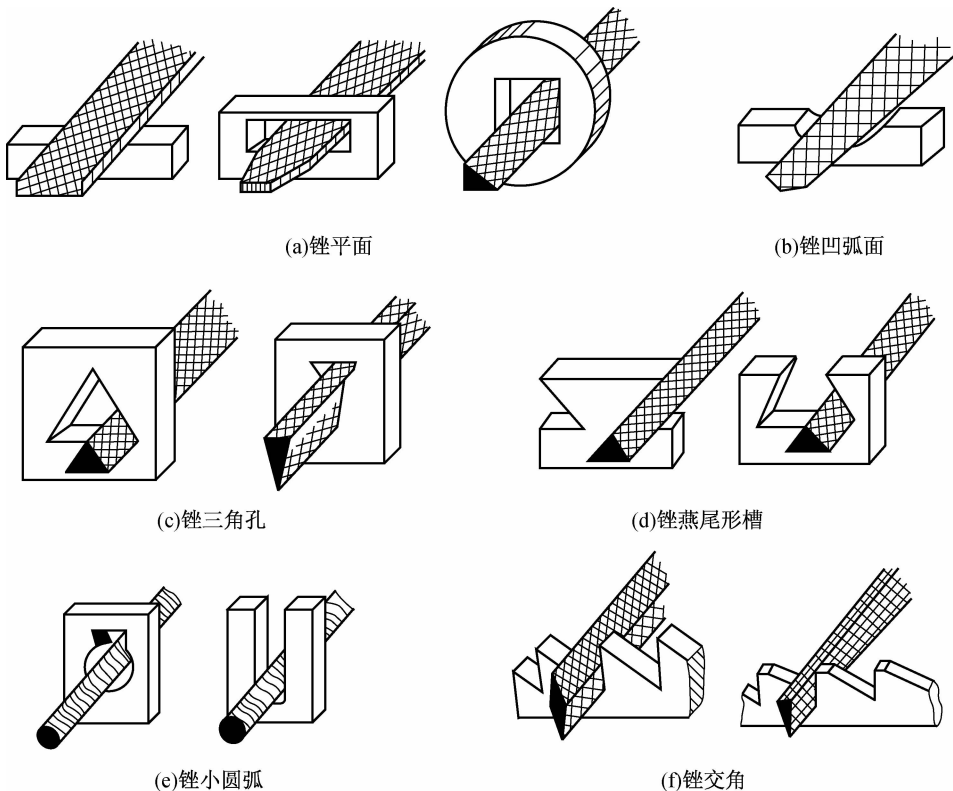


图 5-5 不同加工表面所用的锉刀

5.1.3 锉刀手柄的装拆

锉刀手柄用硬木或塑料制成,从小到大分为 1~5 号。木制手柄在装锉刀的那一端应先钻出一个小孔,孔的大小以能使锉刀舌自由插入 1/2 为宜,并在该端外圆处镶一个铁箍。安装锉刀手柄一般有两种方法,即撬装法和敲击法,如图 5-6(a)所示。锉刀舌的插入深度为舌长的 3/4 即可。安装后手柄必须稳固,避免锉削时松脱造成事故。

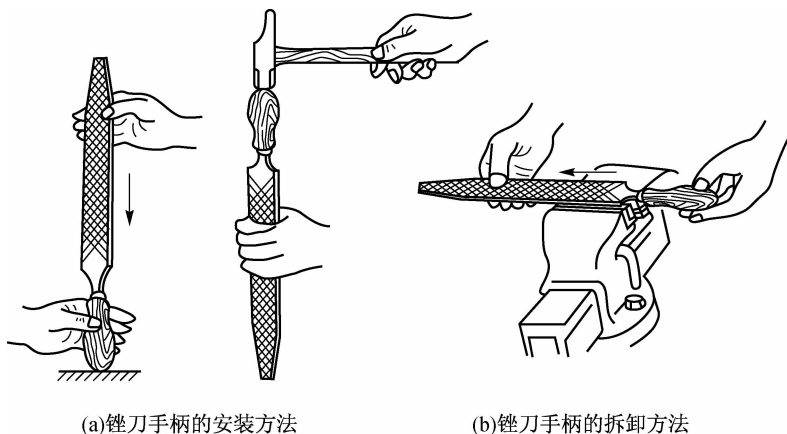


图 5-6 锉刀手柄的装拆

锉刀手柄的拆卸方法如图 5-6(b)所示,也可采用手锤轻击木柄的方法。

5.1.4 锉刀的保养

合理使用和保养锉刀可以延长锉刀的使用寿命,否则锉刀将过早损坏。为此必须注意下列使用和保养规则:

- (1)不可用锉刀来锉毛坯的硬皮及工件上经过淬硬的表面。
- (2)锉刀应先用一面,用钝后再用另一面。因为用过的锉齿比较容易锈蚀,两面同时使用则会缩短总的使用期。
- (3)锉刀每次使用完毕后,应用钢丝刷刷去锉纹中的残留铁屑,以免加快锉刀锈蚀。
- (4)锉刀放置时不能与其他金属或硬物相碰,锉刀与锉刀不能互相重叠堆放,以免损坏锉齿。
- (5)防止锉刀沾水、沾油。
- (6)不能把锉刀当做装拆、敲击或撬动的工具。
- (7)使用整形锉时用力不可过猛,以免折断。

5.2 锉削工艺

5.2.1 工件的装夹

工件装夹的正确与否,直接影响锉削质量,因此装夹工件要符合下列要求:

- (1)工件尽量夹在台虎钳钳口宽度的中间。
- (2)装夹要稳固,但不能使工件变形。
- (3)待锉剖面离钳口不要太远,以免锉削时工件产生振动。
- (4)工件形状不规则时,要加适宜的衬垫后夹紧。
- (5)装夹精加工面时,台虎钳口应衬以软钳口,以防表面被夹坏。

5.2.2 锉刀的握法

锉刀的握法应根据锉刀的大小及使用情况而有所不同。使用锉刀时,一般用右手紧握木柄,左手握住锉身的头部或前部。

1)大型锉的握法

大型锉(大于 250 mm)的握法如图 5-7 所示。右手紧握木柄,柄端顶住手掌心,大拇指放在木柄上部,其余四指环握木柄下部。左手的基本握法是将拇指根部肌肉压在锉刀头部,拇指自然伸直,其余四指弯向手心,用中指、无名指捏住锉刀尖,也可捏住锉刀的前部,如图 5-7(a)所示。左手的另一种握法如图 5-7(b)所示。

2)中型锉的握法

中型锉(200 mm 左右)的握法,右手与上述大型锉握法相同。左手用大拇指、食指,也可加入中指捏住锉刀头部,不必像使用大型锉那样用很大的力量,如图 5-8(a)所示。

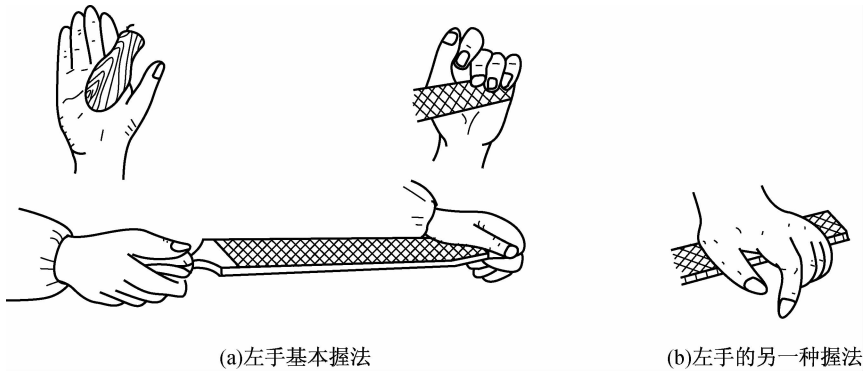


图 5-7 大型锉的握法

3) 小型锉的握法

小型锉(150 mm 左右)的握法如图 5-8(b)所示。右手食指靠在锉边,拇指与其余手指握住木柄。左手的食指和中指轻按在锉刀面上。

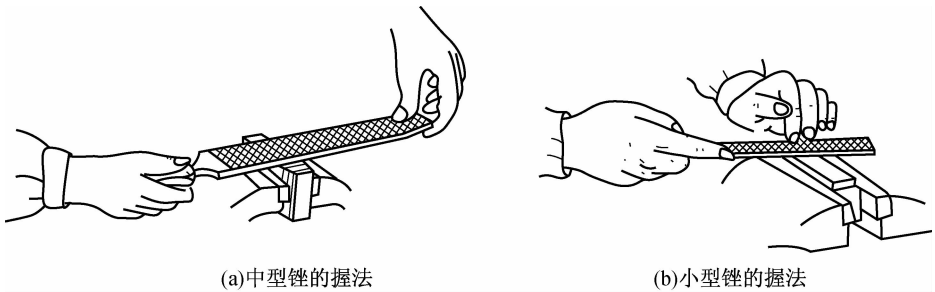


图 5-8 中、小型锉的握法

4) 整形锉的握法

用整形锉锉削时一般只用右手拿锉刀。将食指放在锉刀面上,大拇指伸直,其余三指自然合拢握住锉刀柄即可,如图 5-9 所示。

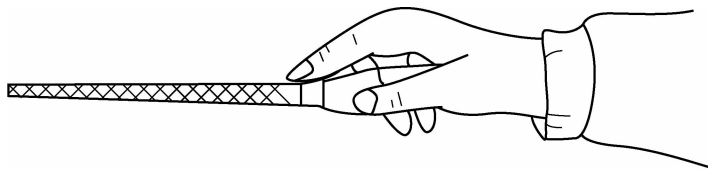


图 5-9 整形锉的握法

5.2.3 锉削的姿势和动作

锉削的姿势和动作根据锉削力的大小而略有差异。粗锉时,由于锉削力较大,所以姿势要有利于身体的稳定,动作要有利于推锉刀力的施加。精锉时,锉削力较小,所以锉削姿势要自然,动作幅度要小些,以保证锉刀运动的平稳性,使锉削表面的质量容易得到控制。

锉削时的站立姿势如图 5-10 所示,锉削时的动作如图 5-11 所示。锉削加工时,两手握住锉刀放在工件上面,左臂弯曲,小臂与工件锉削面的左右方向基本平行,右小臂要与工件

锉削面的前后方向保持基本平行,且要自然。起锉时,身体向前倾 10° 左右;锉至 $1/3$ 行程时,身体随之倾至 15° 左右;在锉削 $2/3$ 行程时,右肘向前推进锉刀,身体逐渐向前倾至 18° 左右后停止向前。当锉削最后 $1/3$ 行程时,右肘继续向前推进锉刀,同时左腿自然伸直并随着锉削的反作用力,将身体后移至 15° 左右;锉削行程结束后,手和身体都恢复到原位,同时将锉刀略微提起并顺势收回到原位。当锉刀收回将近结束时,身体又开始先于锉刀前倾,做第二次锉削的向前运动。

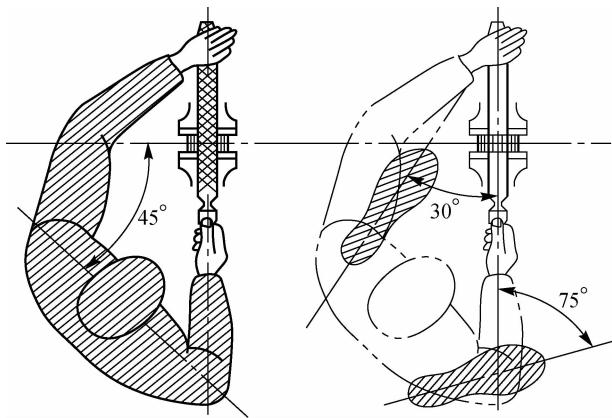


图 5-10 锉削时的站立姿势

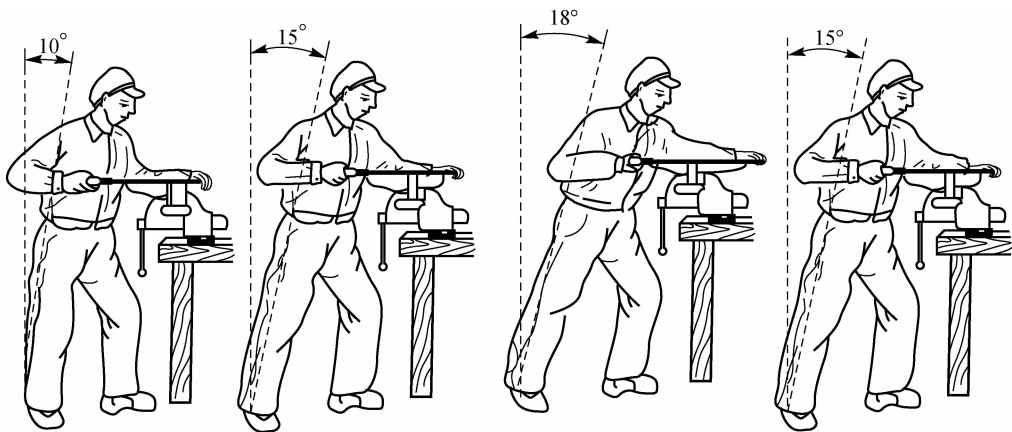


图 5-11 锉削时的动作

5.2.4 锉削时的文明生产和安全注意事项

锉削时,要做到文明生产,保证安全,需注意以下事项:

(1) 锉刀是右手工具,应放在台虎钳的右侧,放在钳台上时,锉刀柄不可露在钳桌外面,以防落在地上砸伤脚或损坏锉刀。

(2) 没有装柄、柄已裂开的锉刀或没有加柄箍的锉刀不可使用。

(3) 锉削时锉刀柄不能撞击到工件,以免锉刀柄脱落而刺伤手。

(4) 不能用嘴去吹切屑,以防切屑飞入眼中,也不能用手清除切屑,以防扎伤手。同时,由于手上有油污,不可用手摸锉削面,否则,锉削时会使锉刀打滑而造成事故。

(5) 锉刀不可以作为撬棒或手锤使用。

5.3 锉削方法

5.3.1 平面锉法

平面锉法有顺向锉法、交叉锉法和推锉法三种。

1. 顺向锉法

如图 5-12 所示,顺向锉法是顺着同一方向对工件进行锉削,是最基本的锉削方法。用此方法锉削得到的锉纹整齐一致,比较美观,适于工作表面最后的锉光和锉削不大的平面。

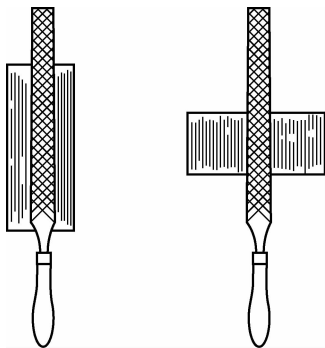


图 5-12 顺向锉法

2. 交叉锉法

如图 5-13 所示,交叉锉法是从两个交叉方向对工件进行锉削。锉削时锉刀与工件的接触面增大,锉刀容易掌握平稳,锉削时还可以从锉痕上反映出锉削面的高低情况,表面容易锉平,但锉痕不正直。所以当锉削余量较多时,可先采用交叉锉法,余量基本锉完时再改用顺向锉法,使锉削表面锉痕正直、美观。

3. 推锉法

如图 5-14 所示,推锉法是用两手对称地握锉刀,用大拇指推动锉刀顺着工件长度方向进行锉削。推锉法适合于锉削狭长平面和修理尺寸时应用。

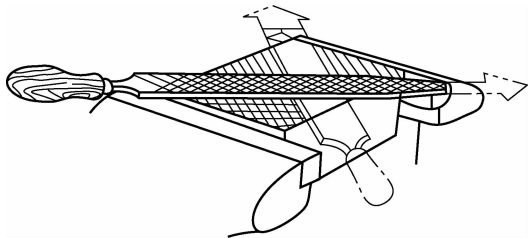


图 5-13 交叉锉法

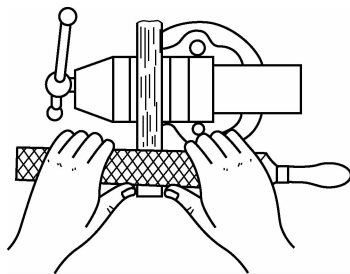


图 5-14 推锉法

5.3.2 曲面锉法

曲面锉法分为外圆弧面和内圆弧面两种锉法。

1. 外圆弧面锉法

如图 5-15 所示,当余量不大或对外圆弧面作修整时,一般采用锉刀顺着圆弧锉削的方法,在锉刀做前进运动时,还应绕工件圆弧的中心作摆动。当锉削余量较大时,可采用横着圆弧面锉削的方法,按圆弧要求锉成多棱,然后再用顺着圆弧面锉削的方法,精锉成圆弧。

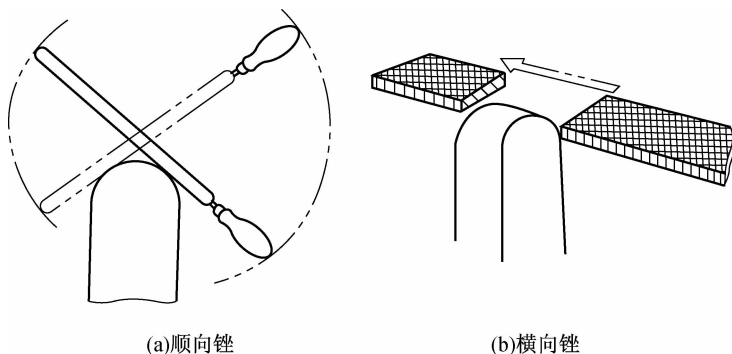


图 5-15 外圆弧面锉法

2. 内圆弧面锉法

锉内圆弧面时锉刀要完成三个运动,即前进运动、向左(或向右)移动(约半个到一个锉刀直径)、绕锉刀中心线转动(顺时针或逆时针方向转动约 90°)。

如果只有前进运动,锉出的内圆弧面就不正确,如图 5-16(a)所示;如果只有前进运动和向左(或向右)移动,内圆弧也锉不好,因为锉刀在圆弧面上的位置不断改变,若锉刀不转动,手的压力方向就不易随锉削部位的变化而改变,切削不顺利,如图 5-16(b)所示;只有三个运动同时协调进行,才能锉好内圆弧面,如图 5-16(c)所示。

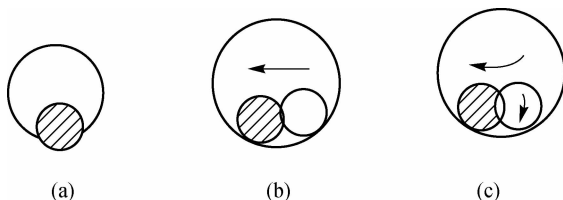


图 5-16 内圆弧面锉法

5.4 技能训练

课题 1 锉削六面体

1. 六面体图样

六面体图样如图 5-17 所示。

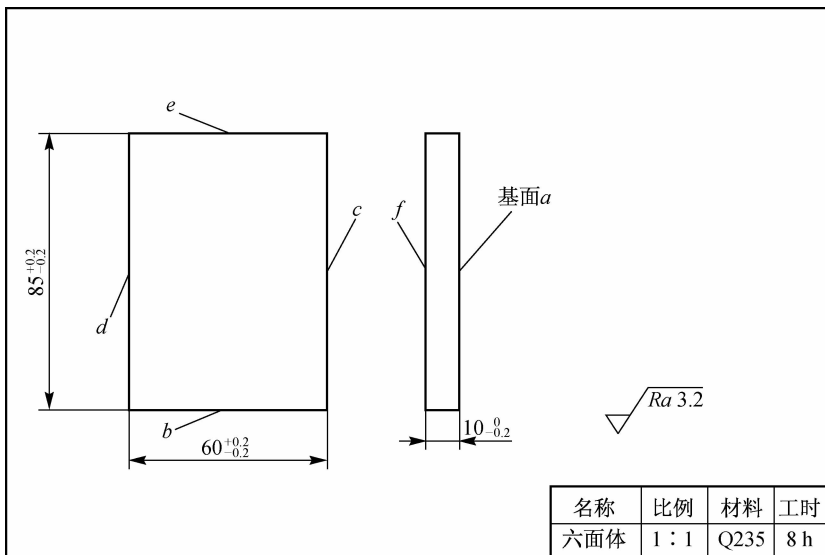


图 5-17 六面体锉削图样

2. 工序

- (1)粗锉面 a , 即基准面。
- (2)粗锉面 b 与面 a 呈直角。
- (3)粗锉面 c 与面 a 、面 b 呈直角。
- (4)粗锉面 d 与面 a 、面 b 呈直角, 与面 c 平行。
- (5)粗锉面 e 与面 a 呈直角, 与面 b 平行。
- (6)粗锉面 f 与面 a 平行。
- (7)按以上顺序精锉各表面, 并打号。
- (8)精加工。
- (9)修整、锐边倒钝去毛刺。
- (10)检验。

3. 实物准备

六面体毛坯件、扁锉、 90° 角尺、刀口直尺、钢直尺、游标卡尺、虎钳、样冲、手锤和相关辅助工具。

4. 注意事项

- (1)锉削时两手用力要平衡, 操作姿势正确, 动作协调。
- (2)锉削时要用刀口直尺检查锉削面的平行度和用 90° 角尺检查垂直度。

5. 技能训练评分标准

- (1)锉削六面体技能训练评分标准一见表 5-2。

表 5-2 锉削六面体技能训练评分标准一

班级：		姓名：		学号：	
序号	检测项目	配分	学生自检	教师检测	得分
1	按图正确加工	9			
2	基面 <i>a</i> 的平面度 0.05 mm	9			
3	锉削面 <i>b</i> 、 <i>c</i> 、 <i>d</i> 、 <i>e</i> 、 <i>f</i> 的平面度 0.04 mm	9			
4	锉削面 <i>b</i> 、 <i>e</i> 对基面 <i>a</i> 的垂直度 0.04 mm	9			
5	锉削面 <i>c</i> 、 <i>d</i> 对基面 <i>a</i> 的垂直度 0.04 mm	9			
6	锉削面 <i>c</i> 、 <i>d</i> 对锉削面 <i>b</i> 的垂直度 0.04 mm	9			
7	锉削面 <i>b</i> 、 <i>e</i> 的平行度 0.02 mm	9			
8	锉削面 <i>c</i> 、 <i>d</i> 的平行度 0.02 mm	9			
9	锉削面 <i>f</i> 对基面 <i>a</i> 的平行度 0.02 mm	9			
10	表面粗糙度 $Ra3.2 \mu\text{m}$	6			
11	去毛刺	4			
12	安全文明生产	扣分	—	—	

(2) 锉削六面体技能训练评分标准二见表 5-3。

表 5-3 锉削六面体技能训练评分标准二

班级：		姓名：		学号：		成绩：	
序号	技术要求	配分	允差	学生自检	教师检测	得分	
1	85 mm	40	$\pm 0.2 \text{ mm}$				
2	60 mm	30	$\pm 0.2 \text{ mm}$				
3	10 mm	30	-0.2 mm				

课题 2 锉配角度样板

1. 角度样板图样

角度样板图样如图 5-18 所示。

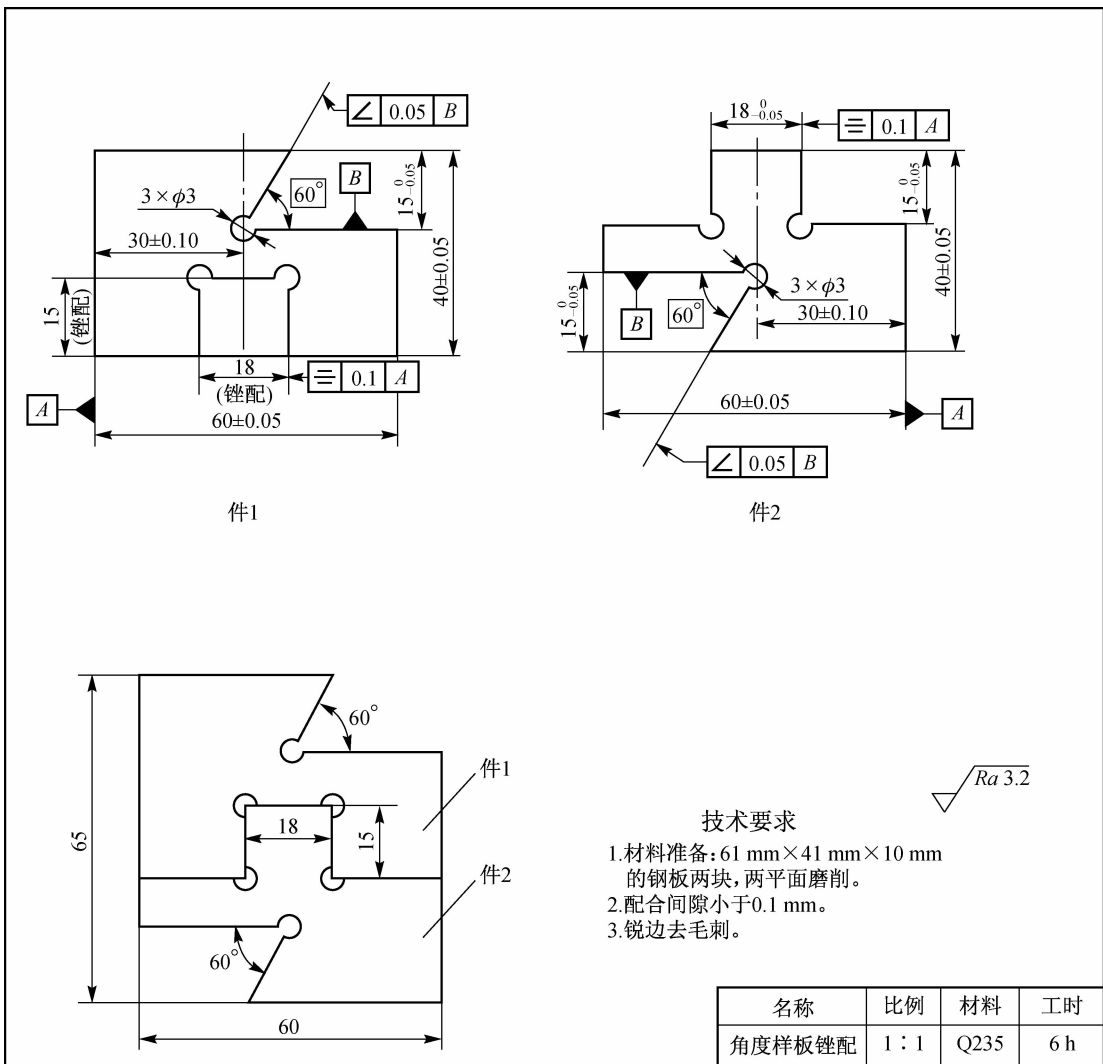


图 5-18 角度样板铰配图样

2. 工序

(1) 检查材料尺寸是否符合加工要求。

(2) 粗、精铰件 1 和件 2 外形面, 达到 (40 ± 0.05) mm、 (60 ± 0.05) mm 尺寸及垂直、平行等要求。

(3) 根据图样划出件 1 和件 2 的全部加工线。

(4) 分别钻出 $3 \times \phi 3$ mm 工艺孔。

(5) 加工件 2 的凸形面。按划线锯去凸台一角余料, 粗、精铰垂直面。

(6) 铰削凸体。通过间接控制 25 mm 尺寸 (该尺寸应控制在 40 mm 实际尺寸 $-15_{-0.05}^0$ mm 范围内), 来保证 $15_{-0.05}^0$ mm 尺寸要求; 通过间接控制 39 mm 尺寸 (本处尺寸应控制在 60 mm 实际尺寸的一半 + 18 mm 实际尺寸的一半范围内), 来间接保证凸台 $18_{-0.05}^0$ mm 的尺寸要求及对称度在 0.1 mm 内的要求。

(7)按划线锯去凸台另一角,粗、精锉另一垂直面。用上述方法控制 $15_{-0.05}^0$ mm 尺寸要求,直接测量 $18_{-0.05}^0$ mm 凸台尺寸。

(8)加工件 1 的凹形面。用钻头离划线一段距离钻出排孔。然后粗锉至线条出现,留 0.1~0.2 mm 细锉余量。

(9)锉削两侧面。先锉削左基准侧面以保证对称度,然后锉削另一侧面,达到与凸体松紧适当的配合,且配合间隙小于 0.1 mm。

(10)加工件 1 的 60° 角。首先按划线锯去 60° 角的余料。锉削时要保证 $15_{-0.05}^0$ mm 的尺寸要求。再用 60° 角度样板检验、锉削 60° 角,同时控制尺寸 (30 ± 0.10) mm。

(11)加工件 2,按划线锯去 60° 角的余料。其加工方法与上述相同,但应与件 1 锉配,达到配合间隙不大于 0.1 mm 要求,这时可用塞尺检查。

(12)全面检查、修整,锐边去毛刺、倒棱。

3. 实物准备

角度样板毛坯件、扁锉(粗、细锉刀)、整形锉(规格 $\phi 5$ mm)、刀口角尺(规格 100×63 mm,精度 0 级)、塞尺(规格 0.02~0.5 mm)、游标卡尺、游标高度尺、划线工具、锯条、钻头和相关辅助工具。

4. 注意事项

(1)样板的全部加工过程,都是采用间接测量的方法来保证尺寸要求的,因此对尺寸的计算和测量,一定要做到准确无误,否则不可能保证加工精度。

(2)要保证垂直度准确,必须在选好基准面加工的同时,还要考虑到平行度,否则对称度难以保证。

(3)加工中不能为了省事而把两个角的余料同时锯去,这样就失去了间接测量的手段,无法保证对称度和整个尺寸精度。

(4)已加工好的表面与另一表面锉配时,因加工掌握不好会出现较大间隙,此时不得通过敲打挤压材料进行修正。若一时基准件不能在锉配的件上通过时,不得去修锉已加工好的基准(或样板)面。

5. 技能训练评分

(1)锉配角度样板技能训练评分标准一见表 5-4。

表 5-4 锉配角度样板技能训练评分标准一

班级:	姓名:	学号:	成绩:			
序号	检测项目	配分	学生自检	教师检测	得分	备注
1	按图正确加工	20				
2	锉削面的平面度 0.04 mm	20				
3	锉削面的平行度 0.04 mm	20				
4	锉削面的垂直度 0.04 mm	20				
5	60° 斜面符合要求	20				
7	安全文明生产	扣分	—	—		酌情扣分

(2) 锉配角度样板技能训练评分标准二见表 5-5。

表 5-5 锉配角度样板技能训练评分标准二

班级:		姓名:	学号:	成绩:		
序号	技术要求	配分	评分标准	学生自检	教师检测	得分
件 2	1	$(60 \pm 0.05) \text{ mm}$	6	超差全扣		
	2	$(40 \pm 0.05) \text{ mm}$	6	超差全扣		
	3	$18 - {}_{-0.05}^0 \text{ mm}$	8	超差全扣		
	4	$15 - {}_{-0.05}^0 \text{ mm}$	8	超差全扣		
	5	$60^\circ \pm 0.05^\circ$	4	超差全扣		
	6	$(30 \pm 0.10) \text{ mm}$	3	超差全扣		
	7	对称度 0.1 mm	3	超差全扣		
	8	锉面 $Ra3.2 \mu\text{m}$	8/8	每错一处扣 1 分		
件 1	9	$(60 \pm 0.05) \text{ mm}$	6	超差全扣		
	10	$(40 \pm 0.05) \text{ mm}$	6	超差全扣		
	11	$60^\circ \pm 0.05^\circ$	4	超差全扣		
	12	$(30 \pm 0.10) \text{ mm}$	3	超差全扣		
	13	锉面 $Ra3.2 \mu\text{m}$	8/8	每错一处扣 1 分		
配 合	14	间隙 $\leq 0.1 \text{ mm}$	20/5	超差全扣		
	15	65 mm	7	超差全扣		
16	安全文明生产	扣分	违者每次扣 2 分, 严重者扣 5~10 分			

本章小结

本章主要介绍了锉削及锉削工具的基本知识, 锉削操作方法、要领。应掌握锉刀的结构、规格以及编号和锉刀的保养, 重点掌握锉削姿势和锉削方法, 灵活掌握平面锉削和曲面锉削的方法和应用。

习 题 5

- 5-1 锉刀包括哪几部分?
- 5-2 锉刀的种类有哪些? 如何根据加工对象正确选择锉刀?
- 5-3 锉刀的尺寸规格、锉齿的粗细规格如何表示?
- 5-4 怎样正确使用和保养锉刀?
- 5-5 锉刀有哪几种握法?
- 5-6 平面锉削的方法有哪几种? 各应用在什么场合?