

第八篇

锻件精整理技术

第一章 锻件切边与冲孔技术

开式模锻生产的锻件均有毛边 ,需切边工序加以切除 ;当模锻件带有冲孔连皮时 ,则需要冲孔工序。切边和冲孔通常在压力机上进行。

第一节 热冲切和冷冲切

切边和冲孔与模锻工序在同一火次进行 ,即模锻后立即切边和冲孔 ,称为热冲切 ;切边和冲孔在模锻以后集中在常温下进行 ,称为冷冲切。二者的特点及应用范围见表 8 - 1 - 1。

表 8 - 1 - 1 热冲切和冷冲切的特点及应用范围

冲切方法	特 点				应用范围
	与模锻设备配用	生产效率	所需冲切力	冲切质量	
热冲切	需要	较低	较小	不易产生裂纹 ,易变形和产生毛刺	钢锻件(除个别小型低碳钢、低合金钢锻件可用冷切外)和镁合金、钛合金、超硬铝合金及高温合金等锻件
冷冲切	不需要	较高	较大 ,约为热切的五倍	易产生裂纹 ,不易变形和产生毛刺	铜合金、铝合金(超硬铝合金除外) ,双刃切边的镁合金 ,合碳量小于 0.45% 的低碳钢及大批量生产的小型低合金钢锻件。奥氏体不锈钢锻件也可冷切边

第二节 切边、冲孔模

一、切边、冲孔模的类型

切边、冲孔模分为简单模、连续模和复合模 ,见图 8 - 1 - 1。各自的特点和应用范围见表 8 - 1 - 2。

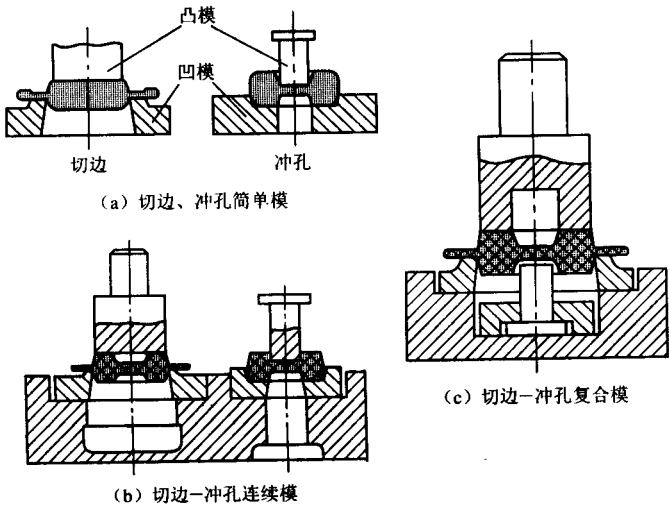


图 8 - 1 - 1 切边冲孔模的模具类型

表 8 - 1 - 2 切边冲孔模的模具类型及特点

模具类型	特 点	应用说明
简单模	压力机一次行程只完成切边或冲孔	应用较多
连续模	压力机一次行程内在不同工位同时进行一个锻件的切边和另一个锻件的冲孔	提高生产效率,热冲切后需趁热校正的中小型锻件,还可连续进行校正
复合模	压力机一次行程内在同一工位完成切边和冲孔	适用于批量不大而质量较大的锻件,冲切精度较高,结构较复杂

二、冲切间隙

冲切模的凸、凹之间应有间隙 δ ,其取向如下：

- ①切边时凹模孔形尺寸等于切边温度下的锻件尺寸 ,间隙取在凸模上；
- ②冲孔时凸模尺寸等于冲孔温度下锻件孔的尺寸 ,间隙取在凹模上。

(1)切边模间隙

当凹模起切刃作用 ,进行单刃切边时 ,间隙 δ 可参照前表确定。

当凸、凹模同时起切刃作用 ,进行双刃切边时 ,间隙 δ 可按下式计算：

$$\delta = kt(\text{mm})$$

式中 k ——材料系数。钢、钛合金 ,硬铝 : $k = 0.08 \sim 0.1$ ；

铝、镁、铜合金 : $k = 0.04 \sim 0.06$ 。

t ——切边厚度(mm)。

(2)冲孔模间隙

冲孔内连皮时 ,凸、凹模之间间隙靠扩大凹模孔尺寸保证。

如图 8 - 1 - 2 冲端面连皮时 ,凸、凹模均起切刃作用 ,其间隙值见表 8 - 1 - 3。

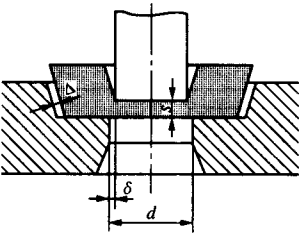


图 8 - 1 - 2 冲端面连皮示意图

表 8 - 1 - 3 冲孔模凸、凹模之间的间隙/mm

连皮厚度 s	每边间隙为连皮厚度的百分数/%			
	热冲孔	冷 冲 孔		
		10、20 钢	20、25、35 钢	45 钢以上
< 2.5	1.8 ~ 2.0	3.5 ~ 4.0	4.0 ~ 4.5	4.5 ~ 5.0
2.5 ~ 5	2.0 ~ 2.5	4.0 ~ 4.5	4.0 ~ 5.5	5.0 ~ 6.0
6 ~ 10	2.5 ~ 3.0	4.5 ~ 5.5	5.5 ~ 6.5	6.0 ~ 7.0
> 10	3.0 ~ 4.0	5.5 ~ 7.0	6.5 ~ 8.0	7.0 ~ 9.0

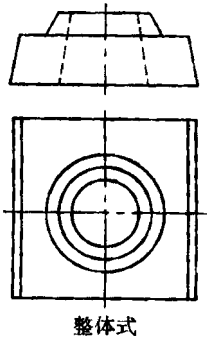
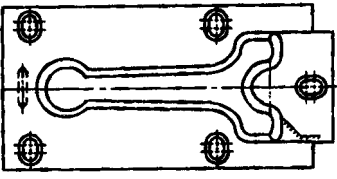
三、切边模设计

切边模一般由切边凹模、切边凸模、模座、卸毛边装置等组成。

(1)切边凹模

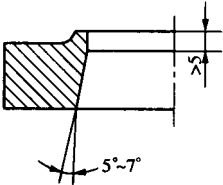
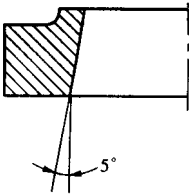
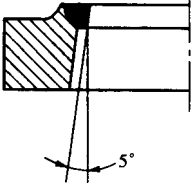
①切边凹模有整体式和组合式两种 ,见表 8-1-4。

表 8-1-4 切边凹模的结构形式

结构形式	特点·说明
<div></div> <p>整体式</p>	适用于中小型锻件 ,特别是形状简单、对称的锻件
<div></div> <p>组合式</p>	由两块以上的凹模组成 ,制造比较容易 ,热处理时不易淬裂 ,变形小 ,便于修磨、调整、更换。多用于中、大型或形状复杂的锻件

②切边凹模的刃口用来剪切锻件毛边 ,制成锐边。刃口形式见表 8-1-5。

表 8-1-5 切边凹模的刃口形式

刃口形式	特点·说明
	刃口磨损后,将顶面磨去一层即可恢复锋利,刃口轮廓尺寸不变,但切边力较大。一般用于整体式凹模
	切边力较小,易磨损,主要用于组合式凹模。刃口磨损后,轮廓尺寸扩大,可将分块凹模的接合面磨去一层,重新调整,或用堆焊方法修补
	凹模整体用铸钢浇注而成,刃口用模具钢堆焊,可降低模具成本,提高使用寿命

③切边凹模的结构和尺寸可参考图 8-1-3 和表 8-1-6。图表中: B_{\min} 为最小壁厚, H_{\min} 为凹模许可的最小厚度, E 等于(或小于)终锻模膛前端至钳口的距离, L' 等于毛边桥部宽度 b 或 $b-(1\sim2)\text{mm}$ 。

表 8-1-6 切边凹模尺寸/mm

毛边桥部高度	H_{\min}	h	B_1	B_{\min}	备 注
< 1.6	50	10	35	30	1 000kN 切边压力机
2~3	55	12	40	35	3 150kN 切边压力机
> 4	60	15	50	40	5 000kN 切边压力机

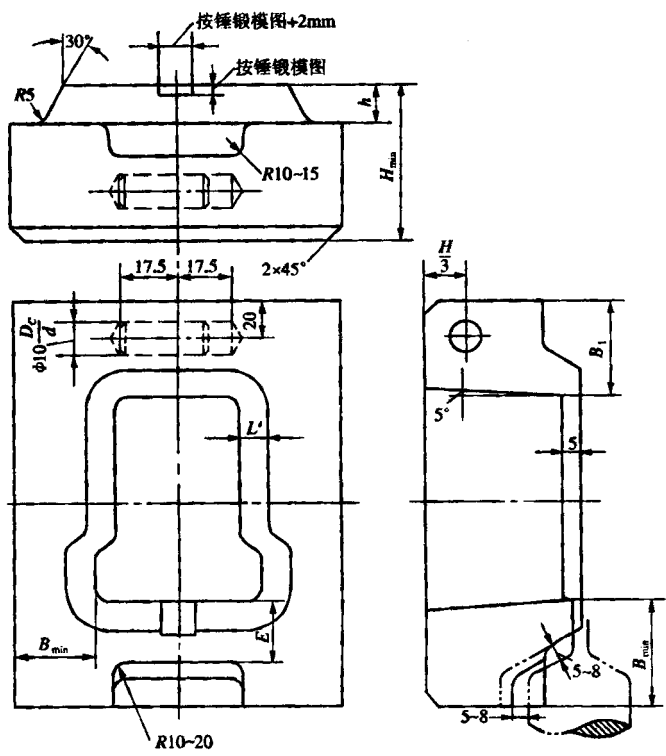
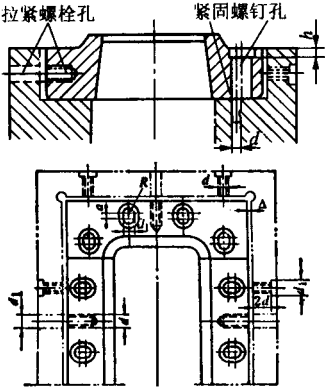
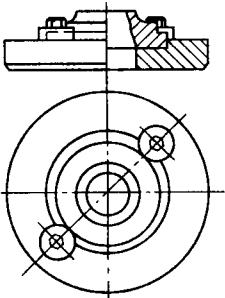


图 8-1-3 切边凹模的结构

④切边凹模的紧固方式见表 8-1-7。

表 8-1-7 切边凹模的紧固方式

紧固方式	图 示	特点·说明
镶块紧固		紧固简单、牢固,用于整体凹模或两块组成的凹模

紧固方式	图 示	特点·说明
螺钉紧固		多用于两块以上的组合凹模， 便于调整刃口的位置
压板紧固		用于轮廓为圆形的小型锻件。 凸、凹模之间的间隙靠移动模座 来调整

(2)切边凸模

切边凸模起传递压力的作用 ,它与锻件需有一定的接触面积(推压面)且形状吻合 ,此外 ,为避免啃坏锻件的过渡断面处 ,应在该处留出空隙 Δ ,见图 8-1-4。

Δ 的取值见图表 8-1-8。

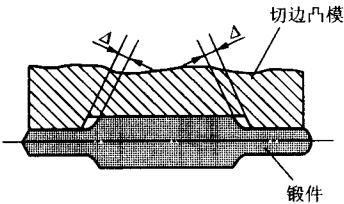


图 8-1-4 切边凸模与锻件间的空隙

表 8-1-8 切边凸模与锻件间的空隙△

压力机吨位/kN	500 ~ 600	2 000 ~ 3 500	5 000 ~ 10 000
△/mm	1.5 ~ 2.0	2.5 ~ 3.0	3.5 ~ 4.0

切边凸模可用楔、压板或压力机上的紧固装置直接紧固在切边压力机滑块上。中小型锻件切边凸模也常用键槽和螺钉或燕尾和楔固定在模座上,再将模座固定在切边压力机的滑块上,这样可减小凸模高度,节省模具钢。

(3) 模具闭合高度

切边模闭合时,上模座上平面到下模座下平面之间的高度称为模具的闭合高度 $H_{闭}$ 。它应与压力机的闭合高度相适应,即应满足:

$$H_{最小} - H_{垫} + (15 \sim 20) \text{ mm} \leq H_{闭} \leq H_{最大} - H_{垫} - (15 \sim 20) \text{ mm}$$

式中 $H_{最小}$ ——压力机的最小闭合高度;

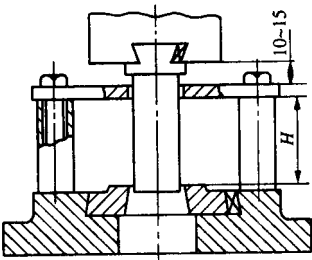
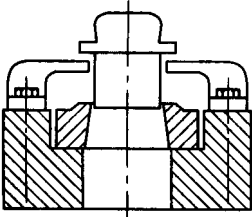
$H_{最大}$ ——压力机的最大闭合高度;

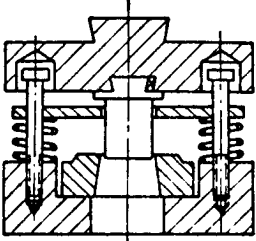
$H_{垫}$ ——垫板厚度。

(4) 卸毛边装置

卸毛边装置的类型和应用见表 8-1-9。

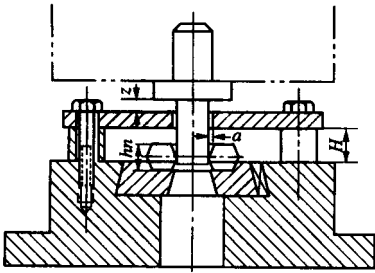
表 8-1-9 卸毛边装置的类型和应用

卸毛边装置类型		应用·说明
刚性卸毛边装置		中、小型锻件的冷、热切边,较为常用
刚性卸毛边装置		大、中型锻件的冷、热切边,结构简单,应用较广

卸毛边装置类型		应用·说明
弹性卸毛边装置		卸料板在压力机下压时被凸模肩部压下,回程时又被弹簧弹回原位,用于高度尺寸大的锻件。结构较复杂,应用不广

四、冲孔模设计

冲孔模结构如图 8-1-5。



$$H = hn + 5 \sim 8\text{mm}$$

$$\alpha = 1.5 \sim 2.5\text{mm}$$

$$z = 10 \sim 15\text{mm}$$

图 8-1-5 冲孔模结构

冲孔凸模刃口部分尺寸按锻件冲孔尺寸确定。

冲孔凹模起支承作用,并以凹模凹穴定位。其垂直方向的尺寸按锻件相应部分的公称尺寸确定,凹穴的最大深度不超过锻件的高度。凹穴水平方向尺寸及其他尺寸见表 8-1-10。

冲孔模均需设置卸料装置;当凸、凹模之间间隙小于 0.5 mm 时,应设置导柱导套;冲孔模闭合高度的设计原则与切边模相同。

连皮与冲头接触进行冲孔,锻件便落在顶件器上。滑块向上移动时,凸模与拉杆同时上移,当拉杆上移一段距离后,其头部又与托架接触,然后带动托架、横梁与顶件器一起上移,并将锻件顶出凹模。

当生产批量不大时,可采用图 8-1-7 所示的简易切边冲孔复合模。先把压力传递给活动冲子,切除连皮,继而凸模推压锻件,切除毛边。

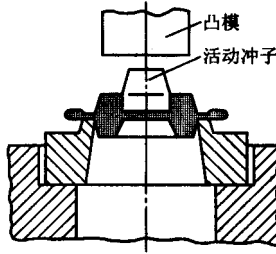


图 8-1-7 简易切边冲孔复合模

第三节 切边和冲孔力计算

切边和冲孔力可按下式计算：

$$F = \tau L(2.5t + B)$$

式中 F ——切边或冲孔力(N)；

τ ——材料剪切强度,通常 $\tau = 0.8\sigma_b$, σ_b 为材料在切边冲孔温度下的强度极限(MPa)；

L ——锻件剪切周长(mm)；

t ——毛边桥部或连皮厚度(mm)；

B ——锻件高度方向的正偏差(mm)。

实际切边冲孔力比上式计算的大,建议用下式计算：

$$F = 1.6\sigma_b L(2.5t + B)$$

第二章 锻件的精压与校正技术

第一节 精 压

在锻造生产中,为了进一步提高模锻件的精度和降低表面粗糙度,通常采用精压的方法。经过精压后的锻件,可获得准确的尺寸及平整光洁的表面。精压可以部分或全部代替切削加工。一般精压锻件的尺寸精度,其公差可达到 $\pm 0.25\text{mm}$,经过多次精压可达到 $\pm 0.10\text{mm}$,表面粗糙度 R_a 一般可降低到 $0.8 \sim 1.6\mu\text{m}$ 。由于精压使锻件表面层硬化,从而提高了零件的耐磨性。此外,精压提高了劳动生产率,降低了生产成本,具有良好的经济效益。

一、精压的分类

精压是对锻件的金属进行少量的压挤,以达到高的尺寸精度与更低的表面粗糙度。根据精压时金属流动的情况,可以分成二种类型:

(一)平面精压

在两平面压板之间压缩金属,金属沿着水平的方向 C 自由流动(见图8-2-1),称为平面精压。它可以对一个或数个平行平面进行精压。其目的是为了在受压部分得到较高的尺寸精度和较低的表面粗糙度。

(二)体积精压

金属在模膛中不仅在受压方向受到压挤,而且在模膛侧壁阻碍着金属沿水平方向流动,最后多余的金属被迫压挤出模膛,在分模面上产生飞边或毛刺,称为体积精压(见图8-2-2)。由于精压时锻件所有的表面均受到压挤,故锻件的全部尺寸精度得到提高。但是由于变形抗力较大,受到精压设备的吨位限制,一般多应用于精压中小型零件。

整体精压用的模膛要比普通锻模的尺寸更精确(公差在 0.1mm 以下),模膛的表面粗糙度更低(一般都在 $R_a 3.2\mu\text{m}$ 以下)。

在实际生产中,锻件可以是在局部的几个平面、曲面或局部体积上进行精压,也有在工件表面上压挤出不深的花纹,如在钱币、奖章等工件上进行浮雕压印。但后者在机械制造业中应用不多,一般都用于工件表面压出工厂牌号、商标等,而广泛采用于日用工业品、工艺品等的小件生产中。

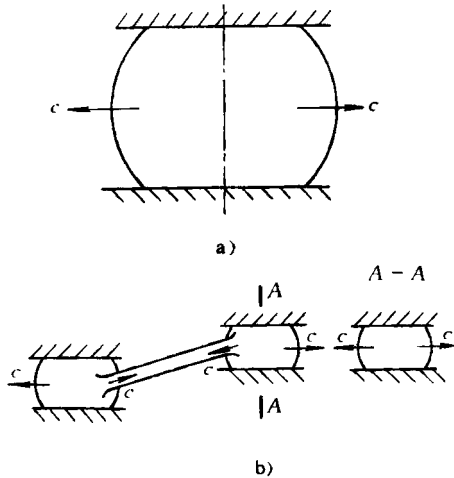


图 8-2-1 平面精压

a) 单平面精压 b) 双平面精压

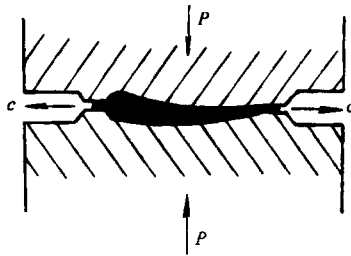


图 8-2-2 整体精压(体积精压)

二、影响精压件精度的因素

(一) 精压变形特点

在精压过程中,被压挤的金属流动与锻件形状的微量改变情况是与一般锻造相似的,即在平面精压时随着水平方向尺寸的变化,侧表面形成腰鼓形。但需指出,在冷精压时由于精压面中心部分的金属流动困难,压应力的分布极不均匀,中心高,边缘低(见图 8-2-3),使得精压模模板与精压件都产生不均匀的弹性变形,精压时精压件表面具有如

图 8-2-4 所示的拱起现象。拱起值 f 可达到 $0.3 \sim 0.5\text{mm}$,对精压件的尺寸精度有着很大的影响。

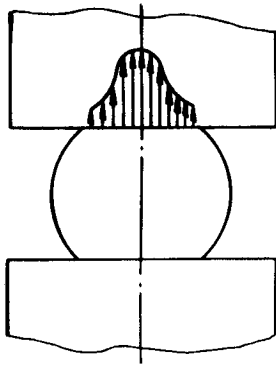


图 8-2-3 精压面上的压应力分布不均匀示意图

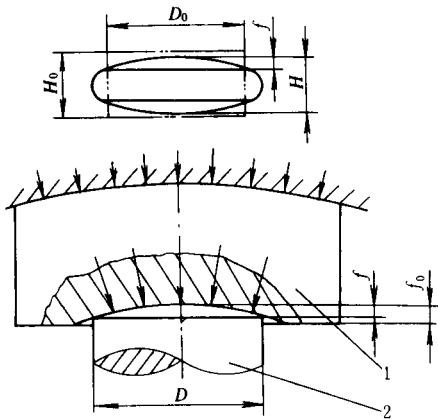


图 8-2-4 精压件表面的起拱现象

1—模板 2—精压件

(二) 影响拱起值 f 的因素

由实践证明 ,拱起值 f 的大小主要与下列因素有关 :

- 1) 与精压件的材料力学性能有关。材料的强度指标愈高 ,则拱起值也愈大。
- 2) 与受压面的尺寸 D (或 B) 与高度 H 之比 ,即 D/H (或 B/H) 有关。随着 D/H (或 B/H) 之比增加 ,拱起值 f 也增大 (见图 8-2-5)。
- 3) 与变形量有关。精压变形量愈大 ,拱起现象也愈严重。例如 :对钢零件的冷平面精压 ,变形量为 6% 时拱起值 f 为 0.20mm ,当增加变形量为 12% 时 ,拱起值 f 为 0.30mm 。
- 4) 与精压模的结构及模板材料有关。如果模具结构的刚性好 (最好制成整体的模板) ,模板材料的硬度高 ,则弹性变形量小 ,拱起现象不严重。

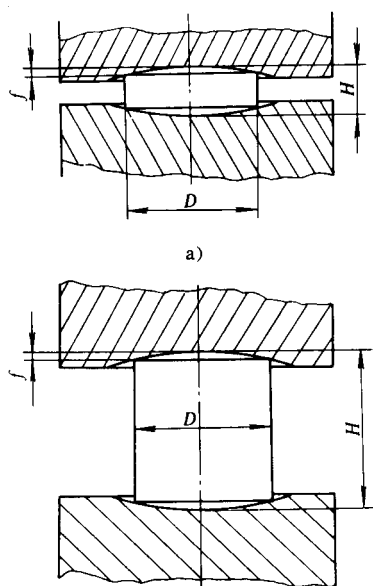


图 8-2-5 平面精压时的起拱现象尺寸关系

a) $D/H > 2$ b) $D/H < 2$

(三) 减少拱起值 f 的方法

1) 减小精压变形量。在冷精压前进行一次热精压,或通过多次的精压变形(每次精压前需进行退火,以减少冷作硬化)来达到。

2) 选用淬硬性高的材料做精压模板,淬火后模板硬度一般在 58 ~ 62HRC 或更高一些。例如:可采用 Cr12MoV 或 GCr15 钢来制作精压模板。

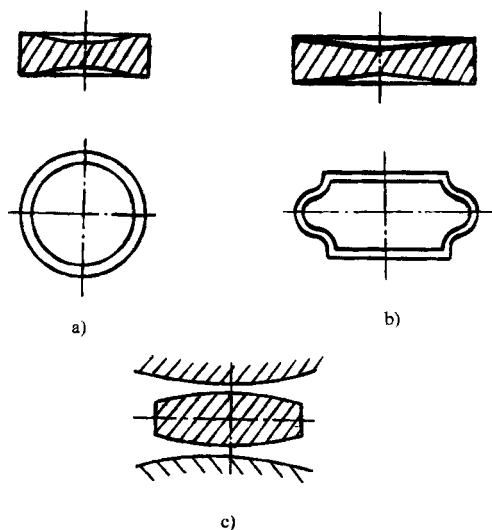


图 8-2-6 精压前锻件表面形状(a)与(b)及模板形状(c)

3)采用良好润滑剂与精压模表面抛光的方法。精压模板的表面粗糙度越低,则效果越好。

4)精压件表面先在模锻时锻成凹形的弧面(图8-2-6的a及b)或在模板上做成凸形(图8-2-6c),对具有中间孔的精压面,先做出孔来,可以大大地减少精压应力的不均匀分布,从而减小了拱起值 f 。图8-2-7为锻件孔的正确形状,图8-2-7与c为不正确的形状。

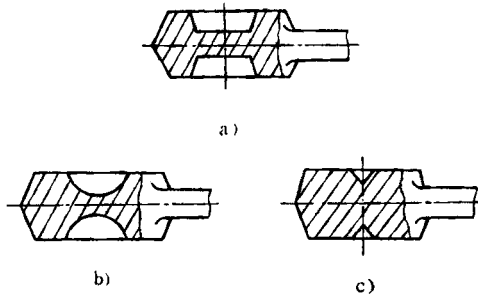


图8-2-7 精压前锻件孔的形状

a) 正确 b) c) 不正确

(四)精压件的表面粗糙度

与下列因素有关：

1)精压的变形量。一般精压余量较大时,则精压变形量较大,得到的表面粗糙度较低,即表面愈光洁。但受到精压尺寸精度的限制,一般在0.30~1.50mm范围(指单面)内。

2)精压前的表面质量。精压前锻件必须清除氧化皮,一般是用酸洗及喷丸来清除,清除后的表面不得有较深的坑痕(一般深度 $<0.20\text{mm}$)。如果需要进行热精压,其钢锻件的加热温度不超过 $950\sim1000^{\circ}\text{C}$,最好在电炉中加热;若在油炉中加热,应采用快速加热,以免有过多的氧化皮及脱碳。

3)精压模模板表面粗糙度。表面粗糙度值越低,精压件的表面质量也就越高,一般模板表面粗糙度 R_a 必须保持在 $0.40\mu\text{m}$ 以下。

4)精压前锻件进行磷化处理和润滑处理。经过磷化处理后的钢锻件,在其表面上形成具有可塑性的磷酸盐结晶覆盖层,存在有许多微小的孔隙,当进行润滑处理后,可使大量的润滑剂贮藏在微小孔隙中,从而在精压时减小了变形金属与模板之间摩擦力,提高了精压件表面质量,即表面粗糙度得到降低。磷化处理及润滑剂配方可参考本手册有关章节。

三、精压件图与精压毛坯图(模锻件图)的制订

精压件图是根据产品零件图绘制的,作为锻压车间的产品图和制造精压模模具的依据。精压毛坯图(即模锻件图)是根据精压件图并考虑到精压时所需的精压余量和精压后引起水平方向尺寸的改变等因素而绘制的,作为精压件的毛坯和制造锻模的依据。如果平面精压只在模锻件的局部地方进行,大部分是保持着模锻件的外形尺寸和公差,则精压件图可在模锻件图上注明精压尺寸精度和要求,不需另绘精压件图。如图 8-2-8 所示,图中 h 、 r 、 l_1 与 l_2 为精压前的模锻件尺寸,括号中的 H 、 R 、 L_1 与 L_2 为精压后的零件尺寸。

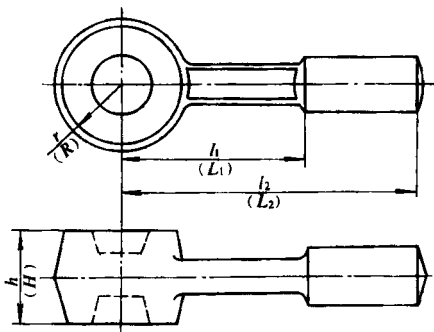


图 8-2-8 精压件图(模锻件图上注明精压尺寸与要求)

(一)精压余量和公差

精压余量按零件的表面粗糙度、尺寸精度、几何形状、尺寸和材料等因素来确定。一般要求具有表面粗糙度 $R_a 6.3 \sim 1.6\mu\text{m}$ 的精压件,其精压余量可按表 8-2-1 选取。

精压公差一般可取模锻件公差的高一级或更小一点。为了得到高质量的锻压件,精压前精压面的精压余量波动应较小,其精压前的模锻件尺寸应有一定的公差。表 8-2-2 为精压前模锻件的公差值。对于具有双平面精压的锻件,除精压部分外,非精压部分也可以有 $0.2 \sim 0.3\text{mm}$ 的压挤量,这样可以防止非精压部分产生弯曲变形(图 8-2-9)。精压公差有时可以按水平投影的精压表面积来选取,其值可参考表 8-2-3。

表 8-2-1 精压余量 (mm)

高度方向尺寸 (即施压方向)	单面余量值
< 10	0.3
10 ~ 20	0.5
> 20	0.7

表 8-2-2 精压前模锻件的公差 (mm)

<div>度厚</div> <div>最大尺寸</div>	< 10	10 ~ 20	> 20
< 30	+ 0.4	+ 0.5	+ 0.6
30 ~ 60	+ 0.5	+ 0.6	+ 0.8
60 ~ 80	+ 0.6	+ 0.8	+ 1.0
> 80	+ 0.8	+ 1.0	+ 1.2

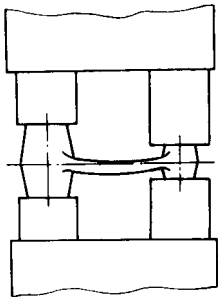


图 8-2-9 双平面精压时非精压部分产生弯曲变形

对于整体精压 精压前的模锻件应考虑精压前后的金属体积保持不变 ,以及在分模面上的尺寸有所减小而在厚度上有所增大 ;只允许精压后形成较微量的飞边或毛刺。其冲压不足 应小于规定的公差范围。

表 8-2-3 精压件公差 (mm)

精压表面的水平 投影面积/mm ²	公 差 值	
	一般精密精压	超精度精压
< 1000	± 0.15	± 0.08
1000 ~ 2000	± 0.20	± 0.10
> 2000	± 0.25	± 0.15

(二)精压毛坯尺寸的确定

由于精压后精压件在水平方向的尺寸增大 ,故在设计时需要加以考虑其在水平方向尺寸的变化。一般按体积不变的原则来计算。平面精压时可按如下近似算法进行：

1.圆形零件(图 8-2-10)

$$d_0 = d \sqrt{\frac{H}{H + \triangle H}}$$

式中 d_0 ——模锻件(精压前)直径(mm)；

d ——精压件直径(mm)；

H ——精压件高度(mm);

$\triangle H$ ——精压余量(双面)(mm)。

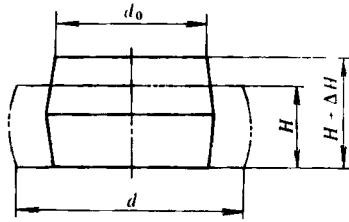


图 8-2-10 圆形零件精压

2. 正方形零件(图 8-2-11)

$$B_0 = B \sqrt{\frac{H}{H + \triangle H}}$$

式中 B_0 ——模锻件(精压前)边长(mm);

B ——精压件边长(mm);

H ——精压件高度(mm);

$\triangle H$ ——精压余量(双面)(mm)。

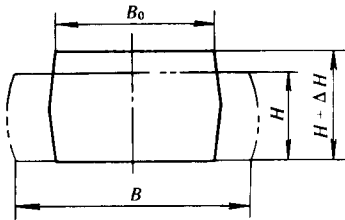


图 8-2-11 正方形零件精压图

3. 矩形零件(图 8-2-12)

由于矩形零件在水平方向金属变形是与长宽比、压缩率有关。根据精压件的尺寸(L_1 、 B_1 、 H_1)和压缩量 $\triangle H$,可用图 8-2-13 的图表来求得模锻件的尺寸(L 、 B 、 H)。其步骤如下:

1) 计算压缩率 $= \frac{H}{H_1 + \triangle H} \times 100\%$ 。

2) 计算长宽比 $= \frac{L_1}{B_1}$ 。

3) 根据压缩率、长宽比 ,从图表中求得交点 ,其交点的横坐标即为伸长率 ,纵坐标即为宽展率。

4) 计算伸长量($\triangle L$)与宽展量($\triangle B$)

$\triangle L = L_1 \times \text{伸长率}$

$\triangle B = B_1 \times \text{宽展率}$

5)计算模锻件尺寸

$L = L_1 - \triangle L$

$B = B_1 - \triangle B$

$H = H_1 + \triangle H$

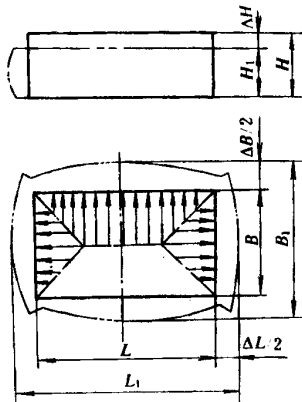


图 8-2-12 矩形零件精压

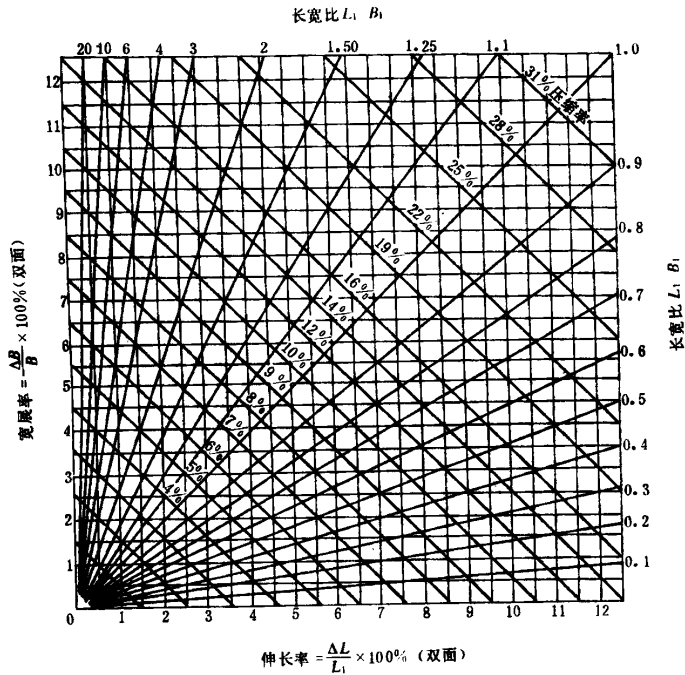


图 8-2-13 矩形零件精压时宽展率与伸长率图表

精压后的水平方向尺寸与锻件形状、精压余量等很多因素有关。在实际生产中,根据精压时金属流动规律,结合具体情况加以修正。例如:图 8-2-14 摇臂零件,精压头部时金属流动受到杆部的影响,头部前后增宽要比左右大些,中心线内侧比外侧要小,形成椭圆。故在设计模锻件时,中心线可向内略偏些。

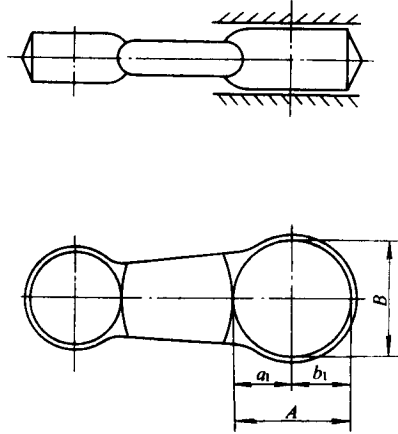


图 8-2-14 精压摇臂时的变形

$$B > A \quad b_1 > a_1$$

整体精压时,为了获得精确的体积(质量),必须减小精压前的模锻件水平方向尺寸,同时也为了能方便地把锻件放入精压模腔内,故一般在水平方向要小 0.5~0.8mm,这时按体积不变原则计算其高度方向尺寸。如果精压时没有飞边产生,可以不需加精压余量。如果考虑到飞边的产生,则根据飞边体积确定出精压余量。

四、精压时所需压力的确定

精压时,一般变形速度较低,变形量也较小,其所需的压力主要与变形材料的力学性能、变形温度、变形物体与工具接触面之间摩擦及受力状态等有关。其所需压力可按下列公式作近似估算:

$$F = p \cdot A$$

式中 F ——所需的精压力(N);

A ——锻件的精压投影面积(mm^2);

p ——平均单位压力(MPa)。

如果有飞边精压时,精压投影面积应包括飞边部分面积。对于精压时的平均单位压力有二种方法来得到:

(一) 计算公式

对于圆形零件

$$p = \sigma_s \left(1 + \frac{\mu}{3} \frac{d}{h} \right)$$

对于矩形零件

$$p = \sigma_s \left(\frac{3b - a}{6b} \cdot \frac{\mu a}{h} \right)$$

式中 σ_s ——精压件材料的屈服点 ,可查阅本手册有关章节 ;
 μ ——摩擦系数 ,对于无润滑剂与抛光的精压压板可取 0.1 ~ 0.15 ,也可查阅本手册有关章节 ;
 d 和 h ——圆形零件的直径和高度 ;
 a 和 b ——矩形零件底面的短边和长边。

(二)查表法

根据经验 ,各种材料在冷精压时的平均单位压力可查表 8 - 2 - 4。对于热精压时 ,根据精压的温度 ,其所需的平均单位压力可取为冷精压的 30% ~ 50%^[3]。

表 8 - 2 - 4 各种材料精压时的平均单位压力(MPa)

材 料	平面精压	体积精压
铝合金	100 ~ 120	140 ~ 170
10 ,15	130 ~ 160	180 ~ 220
20 ,25	180 ~ 220	250 ~ 300
35 ,45 ,T7 ,T8	250 ~ 300	300 ~ 400

五、精压件的缺陷及防止方法

精压件的缺陷主要是表面不光洁(粗糙)及锻件形状弯曲变形。前者是由于毛坯表面清理不当或润滑质量不好(过多或过少)造成的 ,因此需要在精压前仔细清理与采用适当与适量的润滑剂 ;后者是在精压件变形过程中产生的 ,例如 ,精压连杆和带轮辐的齿轮(图 8 - 2 - 15a 与 b)时 ,中间连接的不精压部分发生弯曲变形 ;又如精压两臂杯时 ,不只是发生头部中心距离的改变 ,而且二臂之间夹角 α_2 也发生变化(图 8 - 2 - 15c) 。一般为了减小变形 ,采用减小精压余量及校正精压(图 8 - 2 - 16)的方法来达到。

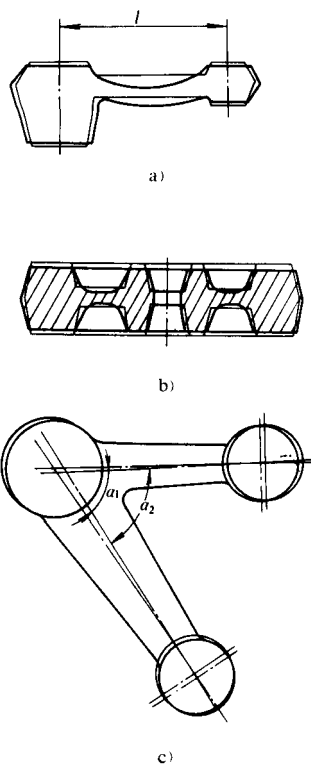


图 8-2-15 精压件的缺陷图

a) 连杆 b) 带轮辐的齿轮 c) 两臂杆

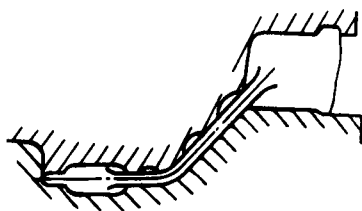


图 8-2-16 校正精压

六、精压模具的特点及典型结构

精压模的尺寸精度与加工表面粗糙度是根据零件精度要求来定。一般模具制造尺寸精度取零件尺寸公差的一半,局部地方为其公差的四分之三,表面粗糙度为 $0.2\mu\text{m}$ 以下。当多平面精压时,精压平板之间相对公差控制在 0.03mm 。

具有飞边槽的精压模,采用敞开式的飞边槽(图 8-2-17),其尺寸见表 8-2-5。若采用闭式的飞边槽时,应使上下镜面间留有一定的间隙 h (见图 8-2-18)。

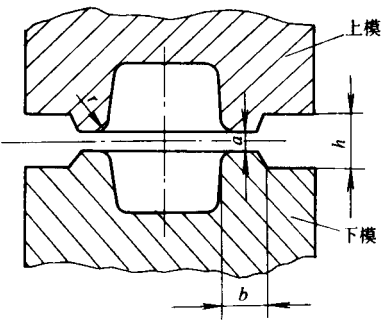


图 8-2-17 敞开式飞边槽
表 8-2-5 精压飞边槽尺寸 (mm)

精压投影面积/(cm ²)	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>h</i>	<i>r</i>
< 30	2	5	7	1.5
30 ~ 50	3	6	8	2

注 表中符号见图 8-2-17。

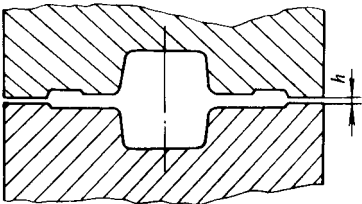
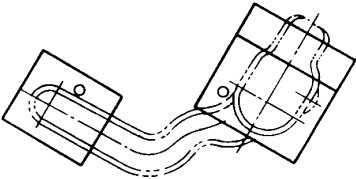
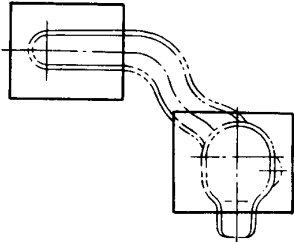


图 8-2-18 闭式飞边槽图



a)



b)

图 8-2-19 精压块的布置
a) 正确 b) 不正确

精压模模具的结构应保证锻件定位可靠,操作方便(见图 8-2-19),刚性大,制造方便,尽量采用标准件。

图 8-2-20 为平面精压模典型结构。该模具的精压模板见图 8-2-21。

图 8-2-22 为整体精压模典型结构。该模具的主要零件可见图 8-2-23。

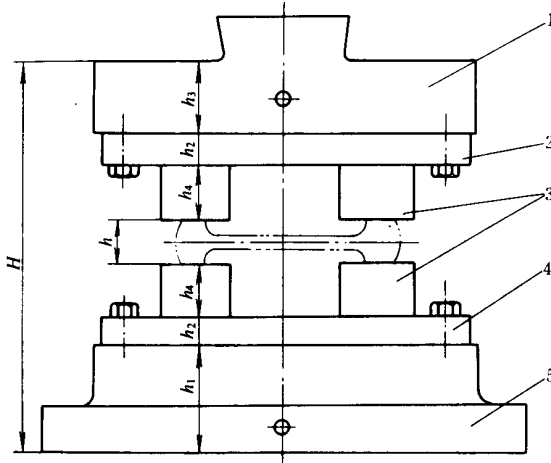


图 8-2-20 平面精压模典型结构

1—上模座 2—上垫板 3—精压模板 4—下垫板 5—下模座

平面精压模只要设计精压模板,其他都采用标准件。精压模板高度 $h_4 = H - (h_1 + 2h_2 = h_3 = h) > 40\text{mm}$ (用于无落差锻件)

其余 $\sqrt[2.5]{}$

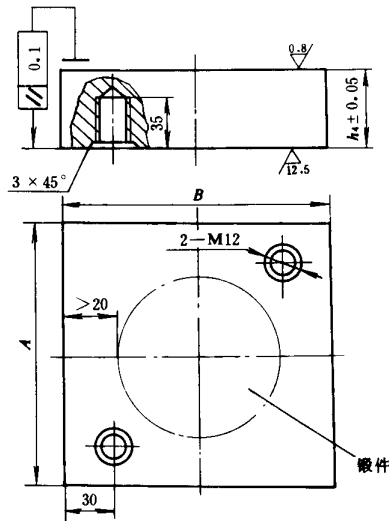
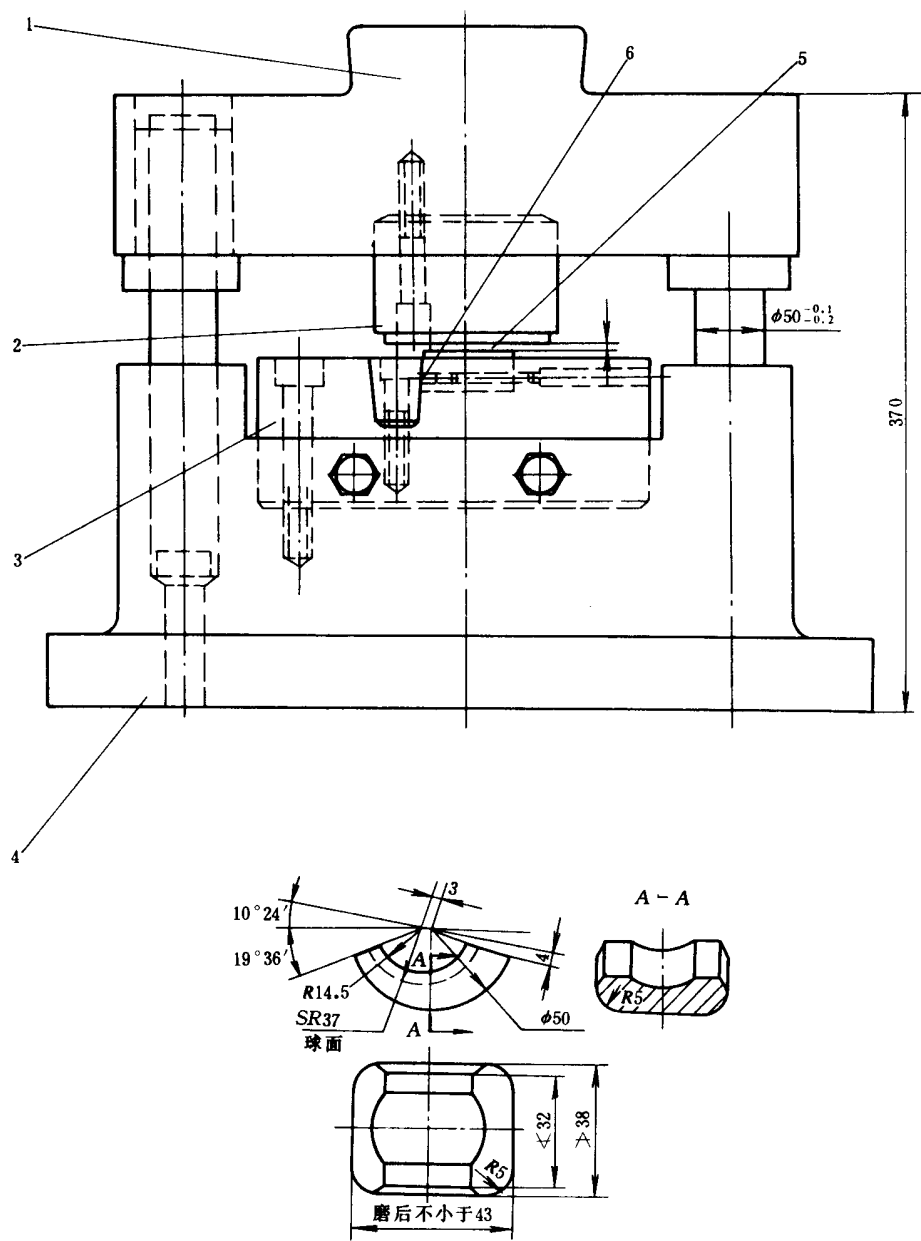


图 8-2-21 平面精压模的精压模板

$A \times B = 144\text{mm} \times 100\text{mm}$ 或 $250\text{mm} \times 140\text{mm}$ 或 $400\text{mm} \times 320\text{mm}$

材料: T10A 淬火硬度 58~60HRC



冷锻件图

图 8-2-22 整体精压模典型结构

1—上模座 2—凸模 3—镶块座 4—下模座 5—镶块(大小球头) 6—固紧楔

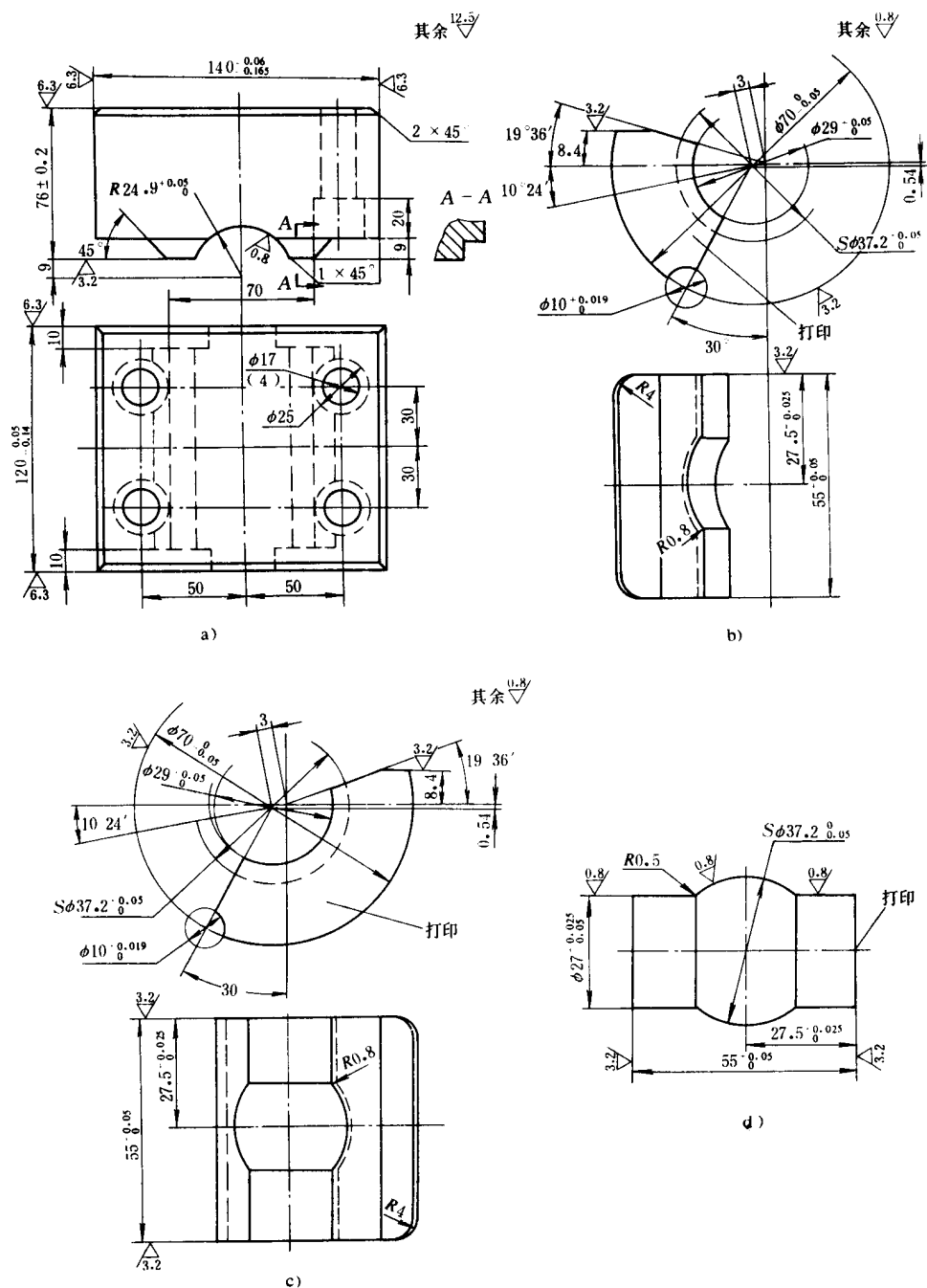


图 8-2-23 整体精压模的主要零件图

a) 凸模 b) 小镶块 c) 大镶块 d) 球头镶块

材料 :Cr12TiV 淬火硬度 56~58HRC

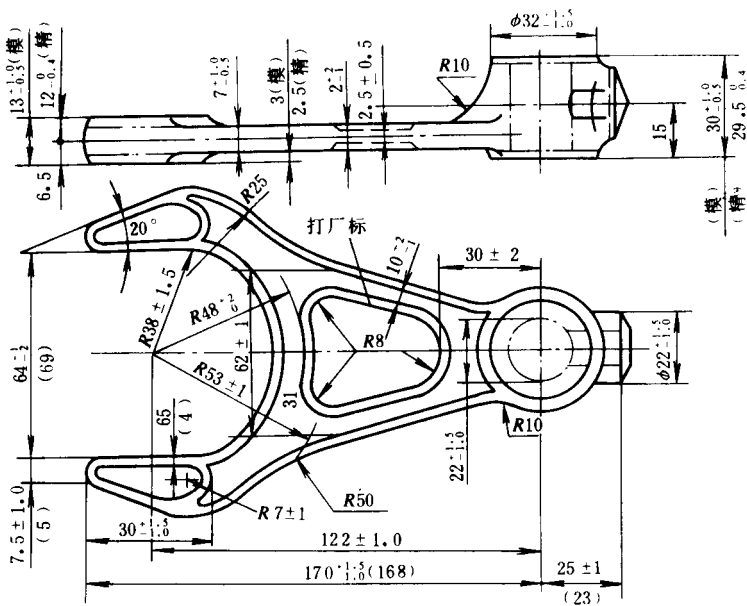


图 8-2-24 铁牛 55 型拖拉机倒速变速叉锻件

锻件技术条件 材料 45 钢 重量 0.56kg 出模角 7° 圆角 R3 毛刺在周边 ≤1mm
在叉口 ≤1.5mm 表面缺陷深度在加工表面 ≤0.5 实际余量 不加工表面 ≤1mm
精压表面 ≤0.3mm 错移 ≤1mm 弯曲 ≤0.5mm 正火处理 156 ~ 217HBS

七、典型件精压工艺举例

图 8-2-24 为铁牛 55 型拖拉机倒速变速叉锻件图。精压部分在锻件图中加以注出,如该锻件头部端面处的精压尺寸为 $29.5 \begin{smallmatrix} 0 \\ -0.4 \end{smallmatrix}$ mm 与叉口端面处的精压高度为 $12 \begin{smallmatrix} 0 \\ -0.4 \end{smallmatrix}$ mm。由于精压后常发现拔叉口的回弹产生微量变形,故在精压面还需进行磨削加工。

第二节 校 正

锻件在锻造生产的各生产工序中,由于各种原因而产生了弯曲、扭转等变形,如锻件由于急冷收缩使得锻件变形(图 8-2-25),或冲孔连皮时产生变形(图 8-2-26)。尤其是长轴类与弯曲类锻件最易发生变形。锻件的变形值可以用对轴线的相对偏移量来表示(见图 8-2-27)。这种变形将导致锻件不符合锻件图上的技术要求,以致成为废品。为了消除这种变形,使锻件符合图样技术要求,需要对变形锻件进行校正。

校正可以在校正模内进行,也可以不用模具,如对某些长轴类锻件的校正是直接将锻件放在液压机工作台的二块 V 形铁上,利用装在液压机压头上的 V 形铁对弯曲部位进行校直。通常锻件的校正多是在校正模内进行,此时还可以通过校正将锻件在高度方向上因欠压而增大的尺寸减小。

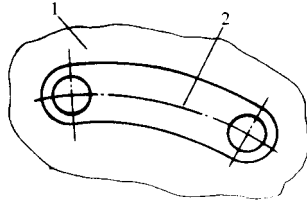


图 8-2-25 急冷收缩引起的变形图

1—冷的飞边 2—热的锻件

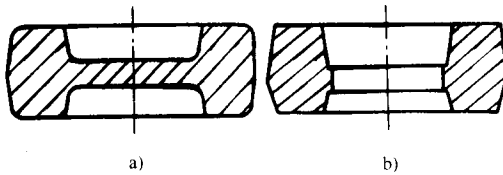


图 8-2-26 冲孔连皮时产生的变形

a) 冲孔前 b) 冲孔后

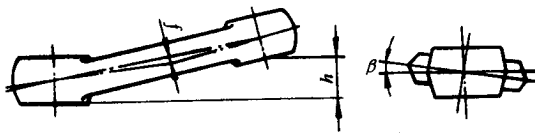


图 8-2-27 锻件的变形

在实际生产中,需要采用校正模进行校正的锻件,一般有图 8-2-28 所示的几种情况。尤其是对于形状复杂的锻件,如曲轴、凸轮轴等。

锻件校正分为热校正与冷校正两种:

热校正 在热态下校正通常是与模锻工序同一火次,在切边与冲切连皮之后进行。它可以在模锻锤的终锻模腔内校正,也可以在校正设备(如摩擦压力机等)上的校正模中进行,这时与模锻设备、切边压力机组成一条生产流水线。也可以在切边压力机上的连续式或复合式切飞边一校正或冲切连皮一校正模具内进行。热校正一般用于大型锻件,高合金钢锻件及易于在模锻和切飞边、冲切连皮工序中产生变形的复杂形状锻件。

冷校正 它是在锻件清理工序之后,作为最终的精整工序。一般用于中小型锻件和易于在冷切飞边、冷冲切连皮、热处理及表面清理过程中产生变形的锻件。冷校正可在夹板落锤、摩擦压力机和曲柄压力机等锻压设备上的校正模内进行。在某些情况下,为

了提高塑性 防止产生裂纹 需要锻件先进行退火或正火处理。

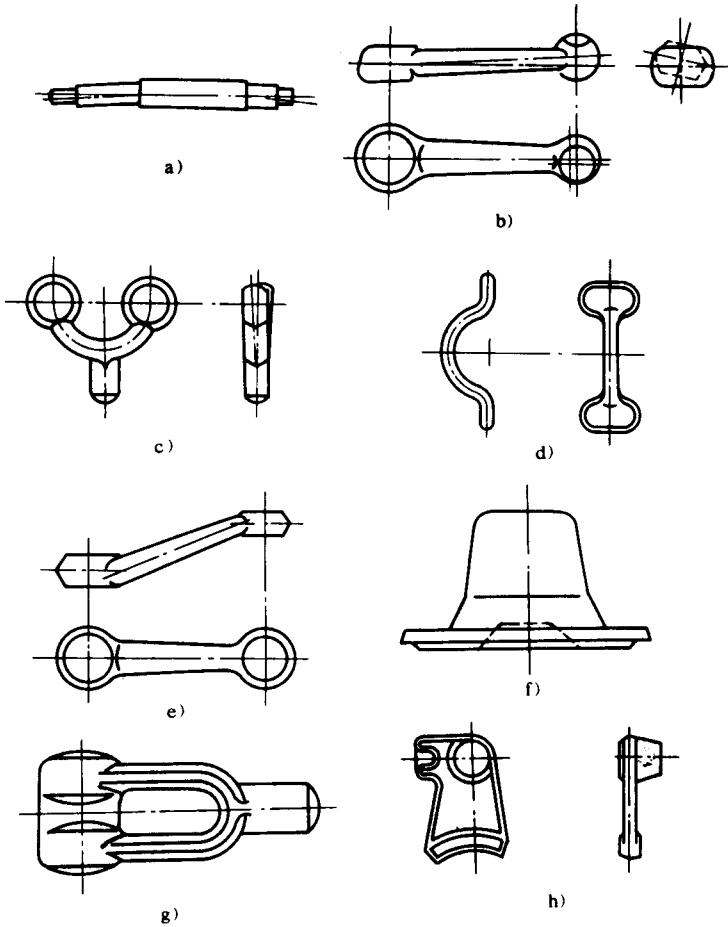


图 8-2-28 需采用校正模校正的锻件^[2]

a)细长轴 b)具有大小头的长杆类锻件 c)叉形锻件 d)分模面变曲的细长锻件
e)具有落差的锻件 f)具有薄法兰的锻件 g)具有冲孔的锻件 h)变速叉

一、校正模膛的设计与注意事项

校正模模膛是根据校正用的锻件图(热的或冷的)来设计的。在保证校正锻件的要求情况下 ,应力求模膛形状简化、定位可靠、操作方便及制造简单(见图 8-2-29)。

为了使锻件在放入或取出模膛时方便 ,以及考虑到锻件在高度方向有欠压现象的情况 和在校正过程中锻件的横向尺寸增大 ,故在水平方向模膛与锻件之间应留有一定的空隙 Δ_1 ,其值与锻件的断面形状和大小有关 ,可按表 8-2-6 选用。对于较高凸出部分的锻件 ,其空隙可取得大一些 ,最好做成两段不同的空隙(见图 8-2-30)。对于易变形的叉形锻件 ,在叉形的顶端 h 段内最好没有空隙(见图 8-2-31)。

在高度方向上,考虑到小锻件欠压的现象不甚严重,校正模模膛的高度可取等于锻件的高度。大中型锻件常存在有欠压现象,其模膛高度比锻件高度要小些,其差值为锻件的负偏差。如在曲柄压力机上进行校正时,在校正模的上下模之间(即在分模面上)留有 $1 \sim 2\text{mm}$ 间隙。

在校正模的模膛边缘应作出圆角 $R = 3 \sim 5\text{mm}$,模膛的表面粗糙度 R_a 应为 $0.8\mu\text{m}$ 以下。其制造公差可按表 8-2-7 选取。

对于小型锻件,可在一个模块上做两个相同的模膛,轮换使用。对于复杂形状的锻件,如曲轴、凸轮轴等,必须在两个方向(一般相差 90°)用两个模膛来校正。

校正模模膛的间距与壁厚是按校正部分的形状来确定。凡是属于平面校正的锻件,在锻件四周与模膛之间应留有空隙(见表 8-2-6),其壁厚与模膛间距可按图 8-2-32 来选取。如校正部分为斜面时,模膛侧面与锻件有接触,其壁厚与模膛间隙可按图 8-2-33 选取。锁扣部分与模膛的间距 S 见图 8-2-34 根据相邻模膛深度来定,一般 S 为 $25 \sim 35\text{mm}$ 。

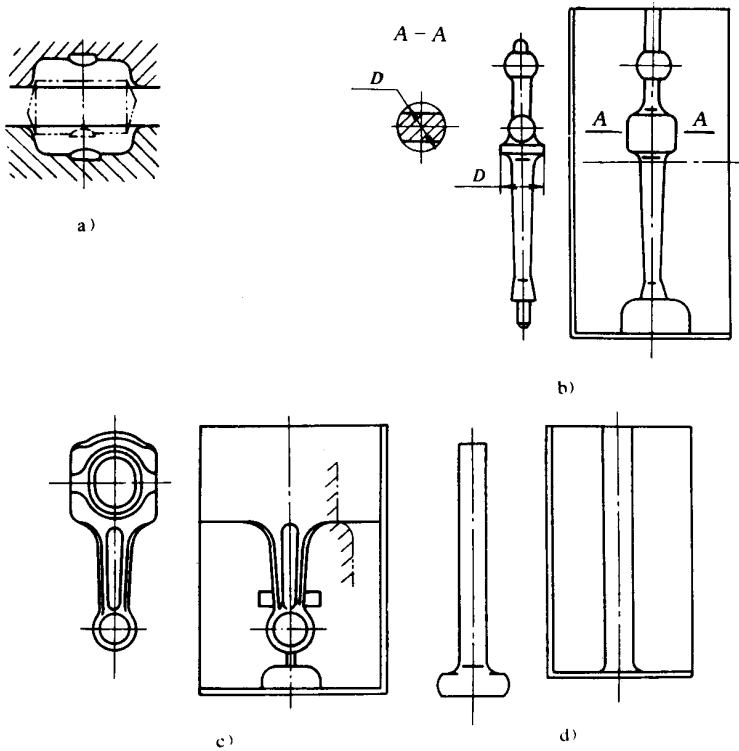
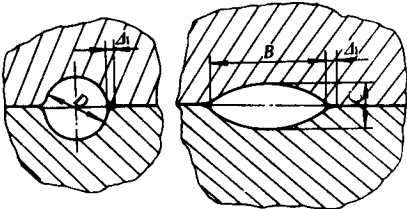
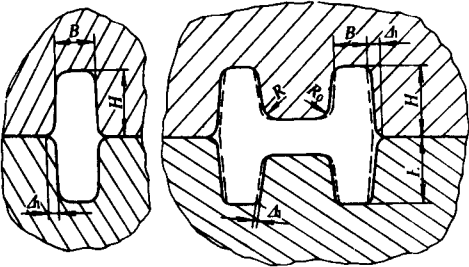
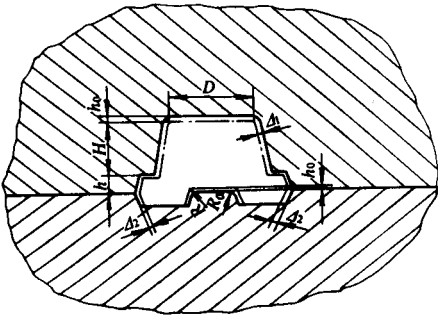


图 8-2-29 校正锻件的形状在设计模膛时的简化

- a) 不对称锻件设计成对称模膛 b) 半圆形锻件设计成圆形模膛 c) 连杆锻件大头部分设计成直通模膛 d) 长轴类锻件只设计出杆部校正模膛

表 8-2-6 校正模膛与锻件之间的空隙 (mm)

断 面 形 状	空 隙 Δ_1					
 圆形与椭圆形断面	D 或 B	≤ 10	11 ~ 20	21 ~ 40	41 ~ 60	> 60
	D_1	0.8	1.0	1.5	2.0	2.5
 工字形与肋筋断面	H	≤ 10	11 ~ 20	21 ~ 30	31 ~ 40	
	Δ_1	1.2	1.5	2.0	2.5	
$R = R_0 + (2 \sim 5) \text{ mm}$						
 一般形状	H	≤ 30	31 ~ 45	46 ~ 60	> 60	
	Δ_1	1.5	2.0	2.5	3.0	
		0.8	1.0	1.0	1.0	
$H/D \leq 1$ 时适用 $h_0 = 1 \sim 4 \text{ mm}$ $R = R_0 + (2 \sim 5) \text{ mm}$						

对于模膛的布置,应考虑操作方便,定位可靠及模具制造简单等因素。表 8-2-8 为校正模模膛布置示例,尽可能采用合理的布置。

校正模应具有足够的承击面,对锻锤的校正模承击面取 $30 \sim 40 \text{ cm}^2/\text{kN}$ 。若是铸钢模块应不小于 $40 \text{ cm}^2/\text{kN}$ 。

校正模的钳口与锻模钳口作用不同,它是供浇铸浇盐件或铅件用,以此来检查模膛

尺寸,故仅有一种钳口尺寸,如 8-2-35 校正模的钳口尺寸。在模具的前面和左侧刨出检验角,检查上下模有无错移,其尺寸可取:

高度 $h = 2H - 300/2 + (20 \sim 30)\text{mm}$ (一般为 100, 120, 140)

深度 $t = 5\text{mm}$

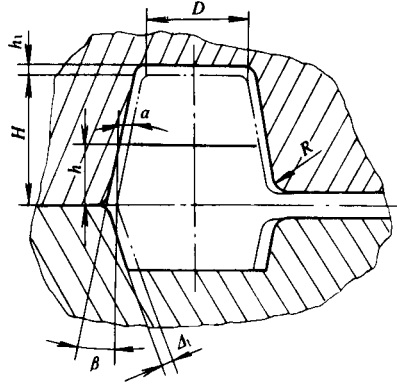


图 8-2-30 锻件凸出部分的空隙

$H/D > 1$ 时适用 $\beta = 2a$ $h = 15 \sim 25\text{mm}$

$h_1 = 1 \sim 4\text{mm}$

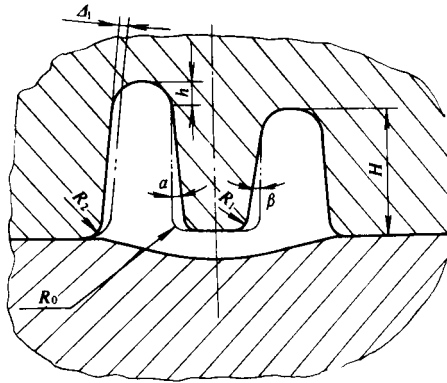


图 8-2-31 易变形叉形锻件的空隙

$\beta \approx a + (5^\circ \sim 7^\circ)$

二、校正模的典型结构举例

校正模的典型结构见图 8-2-36 与图 8-2-37 为整体校正模,图 8-2-37 为压力机用的校正模。

为了减少切边与冲切连皮时产生的变形量,利用压力机的剩余行程进一步校正锻件,在生产中常采用带有蝶形弹簧压紧装置的切边、冲孔与校正一起的复合模(见图 8-2-38)。在压力机工作行程开始时,滑块带着凸模 2 向下移动,首先与锻件相接触,通过

锻件迫使顶出器 4 与弹簧压板 13 压缩蝶形弹簧 8 ,由于蝶形弹簧的抗压力 ,使锻件在切边、冲孔时 ,在凸模与顶出器之间处于压紧状态 ,避免了翘曲变形。随着滑块继续向下 ,弹簧的压力增大 ,锻件在凸模与顶出器之间得到校正。

表 8-2-7 校正模膛公差 (mm)

尺 寸	深 度	长或宽
≤ 15	+ 0.1	+ 0.6
	- 0.2	- 0.2
16 ~ 30	+ 0.1	+ 0.8
	- 0.3	- 0.3
31 ~ 60	+ 0.2	+ 0.1
	- 0.4	- 0.4
61 ~ 120	-	+ 1.4
		- 0.5
> 120	—	+ 1.5
		- 0.6

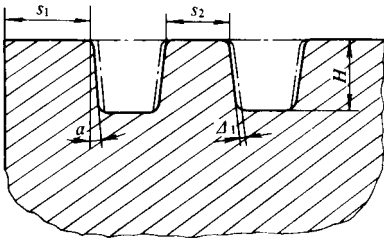


图 8-2-32 平面校正时的模膛间距与壁厚图

$s_1 \geq H$ $s_1 \geq 30\text{mm}$ $s_2 \geq H$ $s_2 \geq 20\text{mm}$

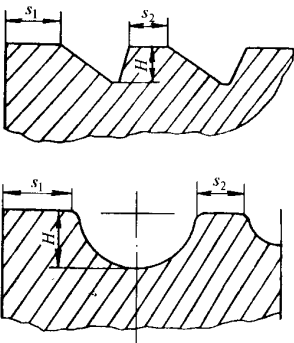
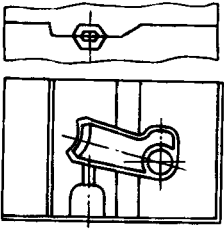
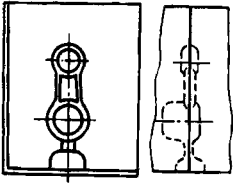
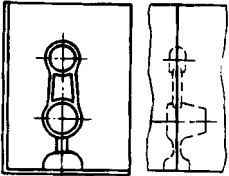
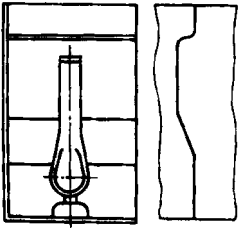
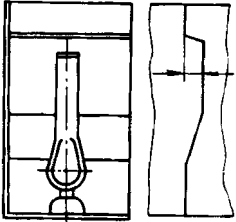
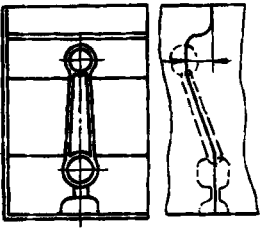
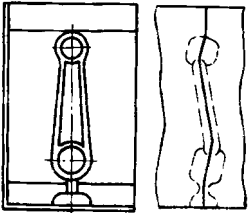


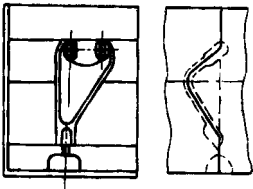
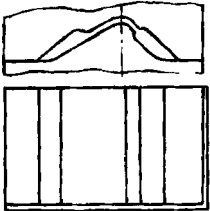
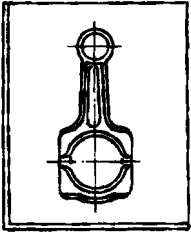
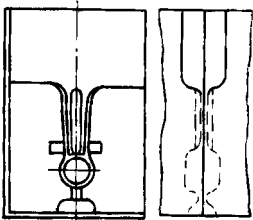
图 8-2-33 具有斜面的锻件校正对模膛间距与壁厚

$s_1 \geq 1.5 H$ $s_2 \geq 40\text{mm}$ $s_2 \geq H$ $s_2 \geq 30\text{mm}$

表 8-2-8 校正模膛布置示例

mm

序 号	不 合 理 布 置	较 合 理 布 置
I		
II		
III		
IV		

序 号	不 合 理 布 置	较 合 理 布 置
V		
VI		

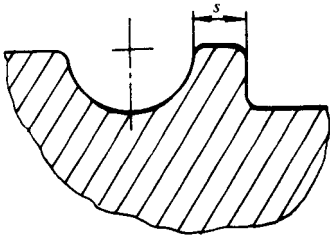


图 8 - 2 - 34 锁扣与模膛的间距

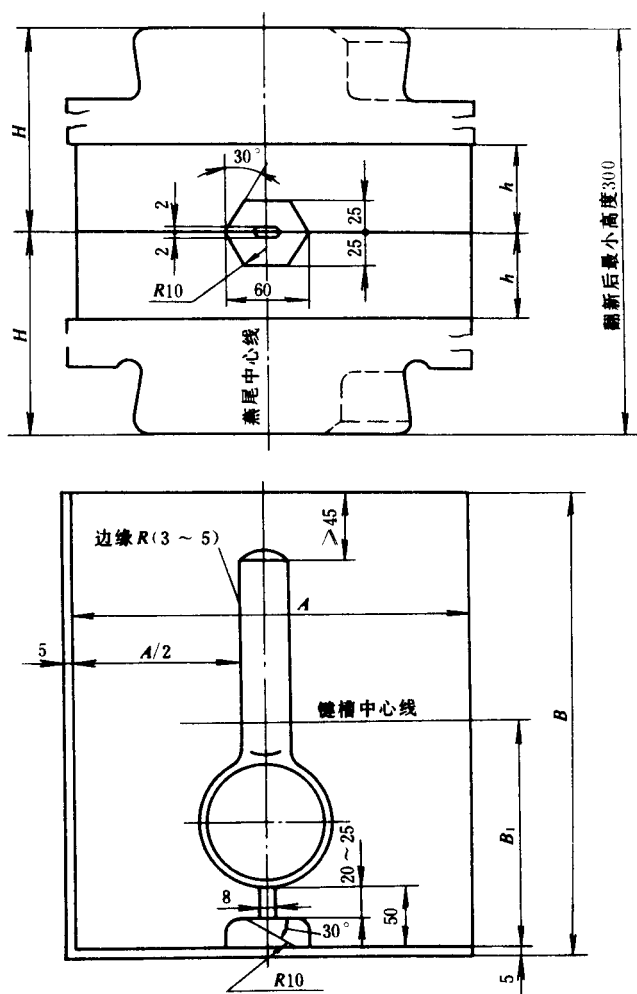


图 8-2-35 校正模的钳口尺寸与检验角

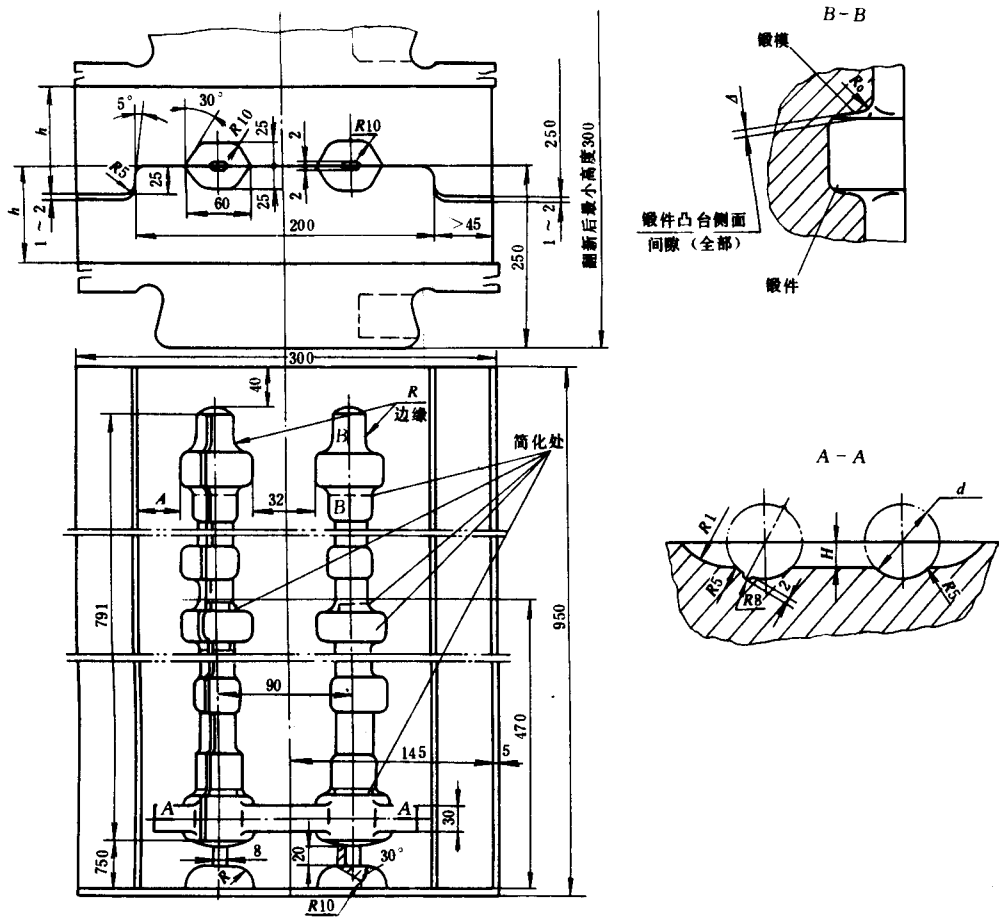


图 8-2-36 整体校正模

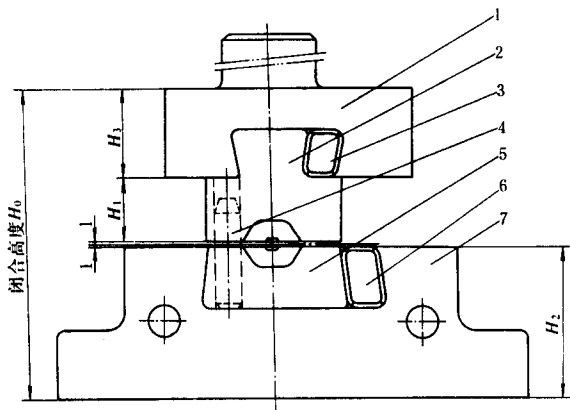


图 8-2-37 压力机用校正模

1—上模座 2—上模 3—楔 4—导柱 5—下模 6—楔 7—下模座

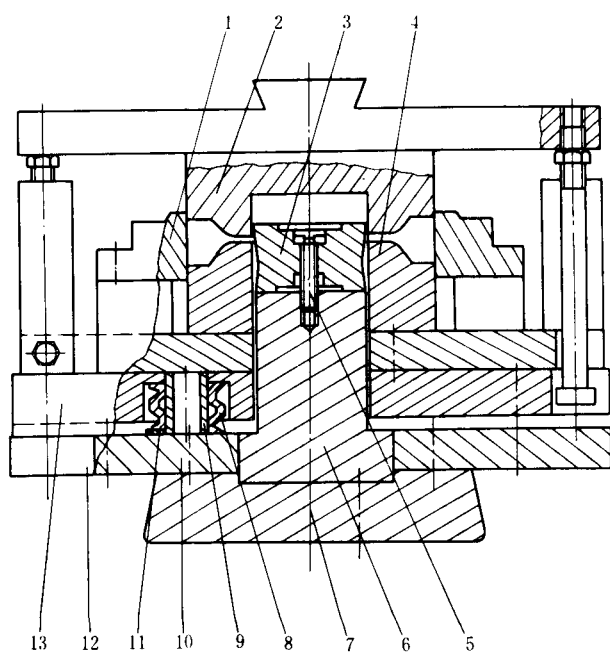


图 8-2-38 切边、冲孔和校正复合模

- 1—凹模 2—凸模 3—冲孔冲头 4—顶出器 5—螺钉 6—冲头座 7—燕尾榫
8—蝶形弹簧 9—定位环 10—横板 11—垫板 12—底板 13—弹簧压板

第三章 锻件和坯料的清理技术

锻件表面清理具有下列目的：

- 1) 去除在锻造生产过程中形成的氧化铁皮和其他表面缺陷(裂纹、折纹、毛刺等) , 提高黑皮锻件的表面质量 ,或减少锻件在切削加工时的刀具磨损。
- 2) 显露锻件表面缺陷 ,为检查锻件质量提供条件。
- 3) 给冷精压和精密模锻提供具有良好表面质量毛坯。

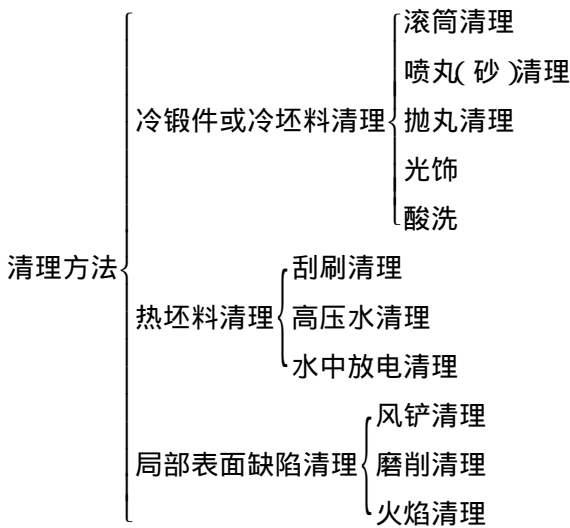
有时 ,为了提高锻件精度 ,减少模具磨损 ,避免氧化铁皮压入锻件 ,或防止已有的表面缺陷在锻造时继续扩大 ,对原材料和中间毛坯也要进行清理。

锻造氧化铁皮主要由 FeO 、 Fe_3O_4 、 Fe_2O_3 组成 ,其组成状况及主要的物理性质列于表 8-3-1高合金钢锻件的氧化铁皮在与基体金属相连处 ,含有各合金元素的氧化物 ,一般比碳素钢的氧化铁皮薄 ,但是较难清除。

表 8-3-1 氧化铁皮的组成及物理性质

组织部分	氧化亚铁 FeO	磁性氧化铁 Fe_3O_4	氧化铁 Fe_2O_3
密度(g/cm^3)	5.28	5.20	5.12
熔点/ $^{\circ}\text{C}$	1370	1538	1565
颜色	黑	黑	灰黑
结构特点	多孔状细晶体 ,并含有金属铁微粒	硬脆玻璃体	紧密晶体
位置	与基体金属相连	中间层	外表层
占比例(%)	50 ~ 80	40 ~ 20	10 ~ 2

锻件和坯料的清理方法可分为：



第一节 滚筒清理

滚筒清理是将工件(或混加一定配比的磨料和填和加剂)装在旋转的滚筒中,靠相互的撞击和摩擦作用,清除工件表面的氧化铁皮、毛刺等。普通清理滚筒结构简单,操作方便,清理效果可以满足要求,但生产率低,噪音大,一般用于可承受一定撞击而不易变形的中小型锻件。

图 8-3-1 为 Q118 I 型普通清理滚筒的结构图。它包括筒体及传动机构两大部分。筒体由筒壳和护板组成,两者中间垫有橡胶板以降低噪音。端盘上固定有空心轴颈,端盘内壁上钻有许多孔,清理过程中产生的含尘气流透过小孔经空心轴颈吸出,灰尘沉淀在机器左端的储灰箱内,另一空心轴颈与大气相通。储灰箱可与车间抽风除尘系统联接,也可单独地设吸尘装置,以保护操作工人的健康及环境卫生。电动机经减速器传动小齿轮,小齿轮与固定筒体上的大齿圈啮合,带动滚筒转动。为保证在装卸料时筒体停止在所要求的位置上,设有制动器。清理滚筒的断面形状一般的圆形,也有多边形(方形、六角形等)的。

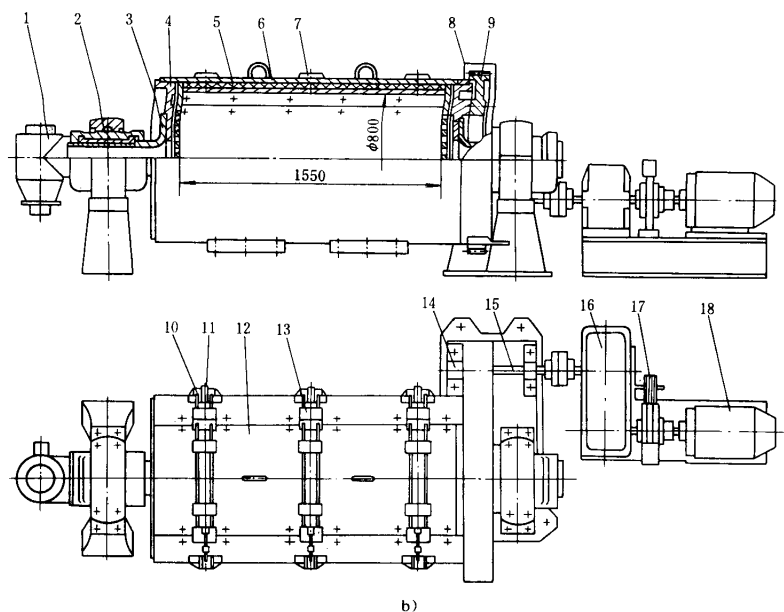


图 8-3-1 Q118J 型普通清理滚筒结构图

- 1—储灰筒 2—球体支座 3—空心轴颈 4—端盖 5—筒体 6—橡胶板 7—护板
8—罩 9—大齿轮 10—拉杆 11—钩 12—盖 13—闭锁器 14—轴承
15—小齿轮轴 16—减速器 17—电磁制动器 18—电动机

常用的两种清理滚筒的技术参数如表 8-3-2 所示。

滚筒清理方法可分为：无磨料(简称滚筒清理)和有磨料(简称滚磨清理) ,前者主要靠撞击清除氧化铁皮 ,后者则主要靠研磨。这两种方法的工艺特点见表 8-3-3。

表 8-3-2 圆形清理滚筒技术参数

型 号	Q116	Q1181
滚筒内径/mm	600	800
滚筒有效长度/mm	1000	1550
滚筒容积/m ³	0.28	0.77
滚筒转数/(r/min)	39	30
锻件最大尺寸/mm	300×400	600×500
装入锻件重量/kg	560	1500
吸尘所需空气消耗量/(m ³ /h)	600~800	1320
储灰箱真空度/Pa	1000	600
电机功率/kW	2.6	7.5
外电尺寸(长×宽×高)/mm	2660×990×1014	4343×1505×1250
机器重量/kg	1886	4730

表 8-3-3 滚筒清理和滚磨清理的工艺特点

清 理 方 法		滚 筒 清 理	滚 磨 清 理
清理后的工件 表面粗糙度		$R_a 50 \sim R_a 12.5 \mu\text{m}$	$R_a 6.3 \sim R_a 0.4 \mu\text{m}$
磨料与填加剂		一般不附加磨料、 有时可加三角铁或 球 还可附加锯木屑	磨料材料 : 鹅卵石、石英石、废砂轮碎块、工业陶 瓷碎块、氧化铝磨块等磨料粒度尺寸 : 最小为 3 ~ 5mm 最大为 50 ~ 80mm 填加剂溶液(清洗剂): 肥 皂水、洗衣粉溶液、碳酸钠(苏打) 溶液
体积比(%)	磨料	15 ~ 20	65 ~ 75
	工件	85 ~ 80	35 ~ 25
工件与磨料的总装载量		占滚筒容积的 70% ~ 80%	占滚筒容积的 80% ~ 90% 填加剂溶液适量另加
清理时间/h		0.5 ~ 2	12 ~ 20
滚筒转数(r/min)		25 ~ 20	40 ~ 60

第二节 喷丸(砂) 清理

喷丸(砂) 清理是以压缩空气为动力 将金属弹丸或石英砂高速喷射到工件上去以去除氧化铁皮 这种清理方法适用于各种结构、形状和重量的锻件。喷丸的工作压力为 0.5 ~ 0.6 MPa 喷砂的工作压力为 0.2 ~ 0.3 MPa。喷丸清理的生产率较喷砂高 清理锻件质量也较好。喷砂处理由于灰尘大 生产率低 费用高 现在只用于特殊材料或有特殊技术要求的场合 如不锈钢、钛合金的锻件等。

残丸(砂) 清理设备一般均由下列几部分组成 : 弹丸射出装置(喷丸器) 弹丸回收分选输送装置、密闭的清理工作室和工件翻转或移动装置(转台、滚筒、台车、吊链等) 除尘通风装置等。

喷丸器是喷丸清理设备的关键部分 其工作原理见图 8-3-2。弹丸由加丸漏斗 1 及锥形阀门 2 进入圆形容器 3 内。工作时压缩空气经三通阀 9 进入容器内 将锥形阀门关闭 容器内的弹丸被压缩空气压入混合室 6 并与来自管道 7 的压缩空气相遇 两者混合后经胶管 5 及喷嘴 4 射到射件上。

喷丸器可分为单室式及双室式两种。单室式喷丸器(图 8-3-2)在补充弹丸时必须关断阀门以停止工作,而双室式喷丸器则能连续工作,其原理见图 8-3-3。

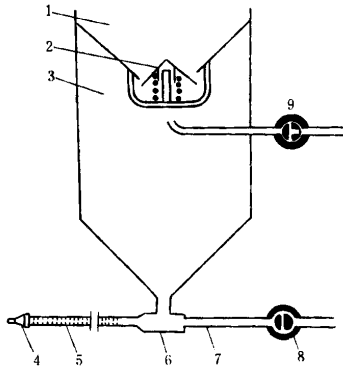


图 8-3-2 单室式喷丸器的工作原理

1—加丸漏斗 2—锥形阀门 3—圆筒容器
4—喷嘴 5—胶管 6—混合室 7—管道
8—截止阀 9—三通阀

工作时它的下室 4 始终处于压缩空气的压力之下,而上室则交替地处于压缩空气压力及大气压力之下。当三通阀处于图 a 位置时,上室与大气相通,上锥形阀门开启,下锥形阀门关闭,上室充填弹丸。当三通阀处于图 b 位置时,上室进压缩空气,上锥形阀门关闭,下锥形阀门开启,弹丸由上室流入下室。这样,喷丸器即可连续进行喷射。

喷嘴的结构和尺寸直接影响喷射效率。喷嘴内径可取为弹丸直径的 3.5~4 倍,一般为 $\phi 4 \sim \phi 15\text{mm}$,最大可达到 $\phi 20\text{mm}$ 。

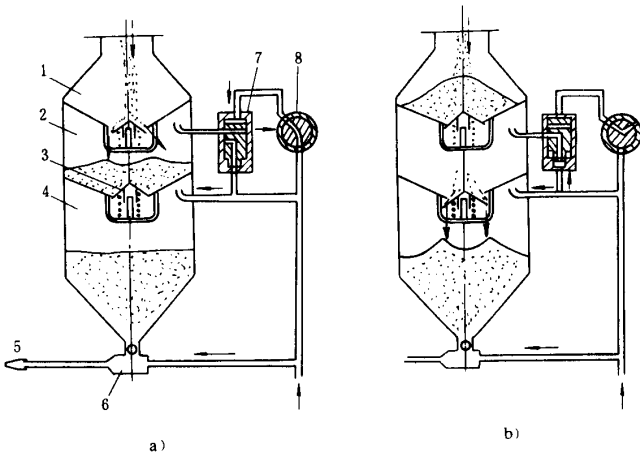


图 8-3-3 双室式喷丸器的工作原理

1—加丸漏斗 2—上室 3—锥形阀门 4—下室 5—喷嘴
6—混合室 7—转换阀 8—三通阀

喷射所需压缩空气的消耗量同喷嘴直径、工作压力以及空气与弹丸的混合比有关。

喷丸设备有转台式和室式之分 ,各种喷丸器和喷丸设备的技术参数列于表 8－3－4 和 8－3－5。

表 8－3－4 喷丸器的主要技术参数

型 号	Q2014B 型喷丸器
喷丸器容量/ m^3	0.14
压缩空气工作压力/ MPa	0.5 ~ 0.6
喷嘴直径/ mm	10
喷嘴个数(个)	2
每个喷嘴空气消耗量/(m^3/min)	6.5
每个喷嘴喷射量/(kg/h)	1000 ~ 1500
每个喷嘴铁丸消耗量/(kg/h)	2 ~ 5
最初需装入铁丸量/ kg	375
每个喷嘴所需空气压缩机功率/ kW	40
压缩空气进气管直径/ mm	50
外形尺寸(长 × 宽 × 高)/ mm	1365 × 830 × 2115
机器重量/ kg	780

表 8－3－5 喷丸清理设备的主要技术参数

型 号	Q2511 型喷丸清理 转台	Q2513A 型转台式 喷丸清理机	Q265A 型喷丸 清理室
转台 直径/ mm	1100	1300	2000
转数/(r/min)		0.6	
台面高度/ mm		850	
生产率/(kg/h)	300 ~ 350	250 ~ 300	1000 ~ 1500
喷嘴数量(个)	1		
每支喷枪喷射量/(kg/h)	1000 ~ 1500	350 ~ 400	
喷枪数 主喷枪(机动)		3	2
辅喷枪(手动)		1	

型 号	Q2511 型喷丸清理 转台	Q2513A 型转台式 喷丸清理机	Q265A 型喷丸 清理室
工作气压/MPa 喷铁丸	0.5 ~ 0.6	0.5 ~ 0.6	0.5 ~ 0.6
喷砂		0.3 ~ 0.45	
空气消耗量/(m ³ /min)	6.5	8	13
排气吸风量/(m ³ /h)	1000	800	1400
清理工件总重量/kg	100	150	
单件重量/kg	20	20	5000
最大外形尺寸/mm	300 × 300 × 200	350 × 300 × 200	1800 × 1500 × 1500
电动小车外形尺寸(长 × 宽 × 高)/mm			1700 × 1504 × 500
清理室(长 × 宽 × 高)mm	1330 × 1302 × 3093	1600 × 1750 × 1840	4000 × 3600 × 2780
外形尺寸(长 × 宽 × 高)/mm			5700 × 5500 × 6200
机器重量/kg	820	1660	10600

第三节 抛丸清理

抛丸清理是利用高速旋转的叶轮将弹丸抛射到锻件表面以去除氧化铁皮。同喷丸清理相比 ,它的生产效率高 ,动力消耗少 ,清理质量好 ,但噪声大 ,维修费用较高 ,是目前使用最广泛的一种清理设备。

抛丸清理(以及喷丸清理)在去除氧化铁皮的同时 ,可使工件表面层产生加工强化 ,形成残余压应力 ,这对提高某些零件(如弹簧)的疲劳强度十分有益。

一、抛丸清理设备

抛丸清理设备一般由抛丸器、弹丸回收分选输送装置、工件翻转或移动装置及除尘通风装置等组成。

抛丸器是抛丸清理设备的核心部件。抛丸器有机械进丸和鼓风进丸两种型式 ,目前以机械进丸的抛丸器应用得最广泛。图 8 - 3 - 4 为双圆盘机械进丸的抛丸器工作原理

图。

弹丸从进丸管 1 加入 ,落到与叶轮一起高速旋转的分丸轮中。分丸轮将弹丸从定向套(与壳体固定在一起)的开口投在叶轮的叶片上。在叶片的推动下 ,弹丸沿着叶片自中心向外运动 ,并以很高的速度(约 $60 \sim 80\text{m/s}$)从叶轮飞出 ,呈扇形扩散角射向锻件(图 8-3-5)。调整定向套出口的方位 ,可以改变弹丸抛出的方向 ,使抛出的弹丸尽量抛射到锻件上。

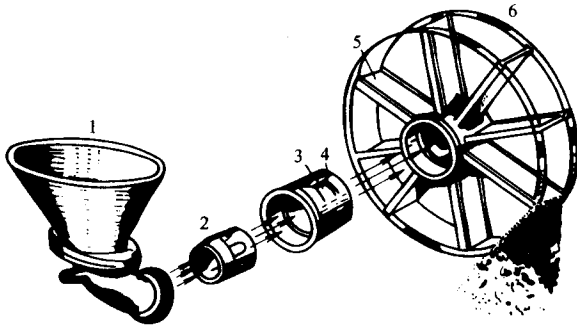


图 8-3-4 图抛丸器工作原理

1—进丸管 2—分丸轮(随叶轮一同旋转) 3—定向套的
弹丸出口 4—定向套(固定不动) 5—叶片 6—叶轮

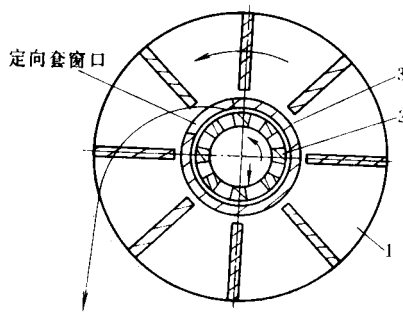


图 8-3-5 弹丸运动过程示意图

1—叶轮 2—分丸轮 3—定向套

抛丸器与不同的锻件运载装置相匹配可组成各种型式的抛丸清理设备 ,从而扩大了抛丸清理的用途。

常用抛丸清理设备的型式如表 8-3-6 所示。

各种抛丸清理设备的主要技术参数列于表 8-3-7 所示至表 8-3-10。

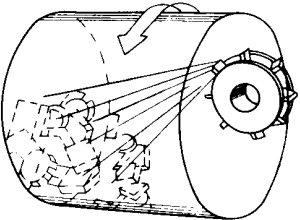
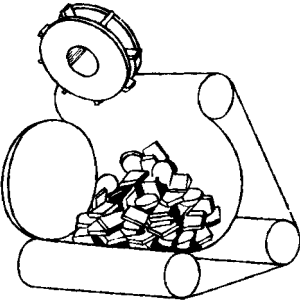
二、弹丸的材料和粒度

在喷丸(砂)和抛丸清理时,合理选用弹丸材料不但使清理质量好,效率高,而且弹丸和抛(喷)丸器易损件的寿命也可大大延长,从而显著地降低清理费用,其相关数据见表 8-3-11 和表 8-3-12。

弹丸的粒度是按直径大小来分的,钢丝丸的直径和长度应当相等。

弹丸直径的选择不宜太小,也不宜过大。弹丸直径太小,则冲击力小,清理效率低;弹丸过大,单位时间内抛在工件表面的颗粒数就少,也会降低清理效率,而且工件表面弹痕加大,导致粗糙度增加。因此应当合理选择弹丸粒度。表 8-3-13 列出的数值可供参考,对易破碎的弹丸,直径应选上限。

表 8-3-6 常用抛丸清理设备的型式

名称	适用范围	主 要 特 点	工作原理简图	国产定型 产品型号
抛丸清理 滚筒	一般用于清 理 小于 15 ~ 30kg,容易翻转 而又不怕碰撞 的锻件	与老式 Q3110 相比,生 产率高,环境污染少,维 修费用低		Q3110B
		上料装置及端门启闭 均采用液压传动,能自动 装卸料		Q3113A
履带式抛 丸清理机		采用橡胶围成的假设 性滚筒,使工件翻滚均 匀,减少碰撞。能自动装 卸料		Q326 Q328 Q3210

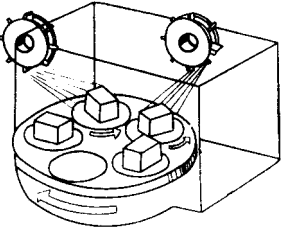
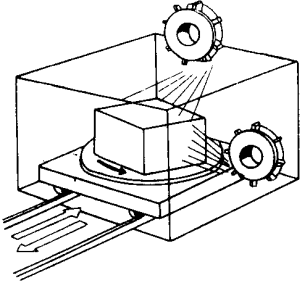
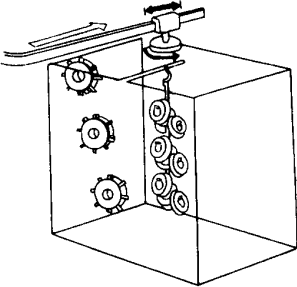
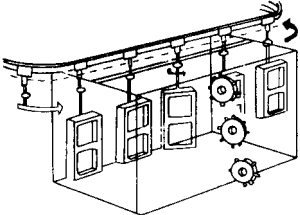
名称	适用范围	主 要 特 点	工作原理简图	国产定型 产品型号
抛丸清理 转台	适于清理薄 壁、扁平类或怕 碰撞的锻件	水平转台用橡皮帘隔 成室内和室外两部分,锻 件在室外装卸,在室内清 理		Q3525A
台车式抛 丸清理室	适于清理中、 大型锻件	锻件在室外用吊车吊 至电动平车上,电动平车 沿地面轨道进入清理的 回转台上		Q365A
单钩吊链 式抛丸清 理室	用于单件、小 批量生产中、小 型锻件,尤其适 于怕碰撞的细 长薄壁件	共有两个吊钩,一个在 室内清理时、另一个在室 外装卸工件		Q388
双行程吊 链式抛丸 清理室	适于大量生 产的中型锻件	可实现连续流水作业, 生产率高		Q383 Q384A

表 8－3－7 抛丸清理滚筒的主要技术参数

型 号	Q3110B	Q3113A
滚筒直径/mm	1000	1300
内长/mm	800	1200
转速/(r/min)	3	2.5
最大装载量/kg	300	600
工件最大长度/mm	650	1100
单件最大重量/kg	15	30
生产率/(kg/h)	800 ~ 1800	1500 ~ 2000
抛丸器：		
叶轮直径/mm	420	500
叶轮转速/(r/min)	2400	2200
最大抛丸量/(kg/min)	100 ~ 150	100
除尘器吸风量/(m ³ /h)		1400
除尘器风机排风量/(m ³ /h)	22	
电动机总功率/kW	11.97	15.2
外形尺寸(长 × 宽 × 高)/mm	2300 × 1955 × 3000	5090 × 3200 × 2550
机器重量/kg	4175	7038

表 8－3－8 履带式抛丸清理机的主要技术参数

型 号	Q326	Q328	Q3210
每个清理工件最大重量/kg	10	15	30
最大装载量/kg	200	300	500
生产率/(kg/h)	600 ~ 1000	1000 ~ 1500	1500 ~ 2000
抛丸器 转速/(r/min)	2400	2400	2400
叶轮直径/mm	360	420	420
履带端盘直径/mm	600	800	1000
履带端盘间距/mm	900	900	1100
除尘风量/(m ³ /h)	2200	3500	3500
总功率/kW	8.6	22.9	27.2
外形尺寸(长 × 宽 × 高)/mm	1300 × 1210 ×	1300 × 1400 ×	1650 × 1620 ×
机器重量/kg	3450	4200	4700
	2800	4100	6920

表 8－3－9 抛丸清理转台和清理室的主要技术参数

型 号	Q3525 型抛丸清理转台	Q365 型抛丸清理室
转台 :直径/mm 转速/(r/min)	2500 0.64	— —
清理室尺寸(长×宽×高)mm	—	3400×3400×2500
最大装载量/kg	1500	—
单件最大重量/kg	300	5000
工件最大尺寸(长×宽×高)mm	1000×600×400	2500×1800×1300
抛丸器 :叶轮直径/mm 叶轮转速/(r/min) 数量(个) 每个抛丸器最大 抛丸量/(kg/min)	420 2330 2 100	500 2250 2 140
总通风量/(m ³ /h)	6200	8000
电机功率/kW 抛丸器 提升机 转台	18.1 7.5×2 2 1.1	23.5 10×2 2 1.5
外形尺寸(长×宽×高)mm	3138×3015×4795	6980×4670×6200
机器重量/kg	5060	11000

表 8－3－10 吊链式抛丸清理室的主要技术参数

型 号	Q388 型单钩吊链式	Q383 型双行程吊链式				Q384A 型双行程吊链式
清理室尺寸(长×宽×高)mm	1600×1600×2150	—				—
吊钩最大负荷/Kg	800	250				400
工作最大尺寸(直径×高)mm	φ800×1500	φ500×1200	φ700×1200		φ700×1500	
吊钩间距/mm	—	600	800			
吊钩运行速度/(m/min)	—	0.5	0.65	0.5	0.65	0.52、0.62、0.77
生产率/(钩/h)	—	50	65	38	49	39～58
清理一钩需用时间/min	5～10	—				—

型 号	Q388 型单钩吊链式	Q383 型双行程吊链式	Q384A 型双行程吊链式
抛丸器：			
叶轮直径/mm	350	420	500
叶轮转速/(r/min)	2850	2350	2250
数量(个)	2	4	6
每个抛丸器最大 抛射量/(kg/min)	100	250	140
电机功率/kW			
抛丸器	7.5 × 2	17 × 4	13 × 6
吊钩	0.75 × 2		
提升机	1.1	3.8	5.2
除尘器	1.5		
螺旋分离器		2.8	2.8
吊链驱动自转装置		1.1	1.1 + 1.1
振动输送机(2 个)		1.1 × 2	
外形尺寸(长 × 宽 × 高)mm	4080 × 2910 × 4500	11822 × 5463 × 10011	16031 × 7900 × 11050
机器重量/kg	3920	23000	47000

表 8－3－11 弹丸材料的特性及适用范围

材 料		特 性	适 用 范 围
非金属	石英砂 刚玉 玻璃球	以石英砂为主 ,由于易造成硅尘危害 ,破碎率高 ,效率低 ,已逐渐被金属丸所代替	适用于反磁钢锻件 ,因清理后无磁性倾向 ,适用于不锈钢和钛合金 ,以避免锈蚀性倾向
铸铁	冷硬铸铁 可锻铸铁 脱碳可锻铸铁	以冷硬铸铁为主 ,其硬度控制在 50 ~ 57HRC ,密度 6.8g/cm ³ ,制造工艺简单 ,来源充足 ,价格低廉 ,但易碎 ,寿命短 ,对设备磨损剧烈	在喷、抛力不大的情况下 ,广泛用于各种锻件
钢	铸 钢 钢 丝 渗碳钢丝	铸钢丸使用寿命最长 ,其硬度控制在 45 ~ 50HRC ,密度 7.4g/cm ³ 以上 ,但其价格比冷硬铸铁贵 4 ~ 5 倍 ,钢丝丸使用寿命长 ,硬度控制在 40 ~ 45HRC ,可利用废料制成 ,成本低 ,由于不易破碎 ,丸成球状 ,故对抛丸器叶片的磨损小(仅为冷硬铸铁的 1/15 ~ 1/20)并可减少分离器的工作量	正逐渐代替冷硬铸铁丸
非铁合金	铝 丝 铜 丝	强度低 ,寿命短	清理要求较高的有色金属锻件

表 8－3－12 各种金属弹丸的使用寿命比较

普通冷硬铸铁丸	含硫、磷低的冷硬铸铁丸	可锻铸铁丸	脱碳可锻铸铁丸	铸钢丸	钢丝丸
1	2～3	4～5	20～30	40～60	40～60

表 8－3－13 推荐使用的弹丸粒度

锻件类型	弹丸粒度/mm	弹丸号数
大型钢锻件	1.5～3.5	15、20、25、30、35
中、小型钢锻件		
正火或退火状态	1.0～2.0	10、15、20
淬火或调质状态	0.3～1.2	3、5、8、10、12
薄壁类锻件		
壁厚 $t > 5\text{mm}$	0.8	8
$2.5 < t < 5\text{mm}$	0.5	5
$t < 2.5\text{mm}$	0.3	3
有色合金锻件	铁丸 0.3～0.5	3、5
	铝丸 0.8～2.0	8、10、12、15、20

第四节 光 饰

光饰处理是将工件混合一定配比的磨料和填加剂 ,放置在光饰机的容器中 ,靠容器的振动或转动 ,使工件与磨料相互研磨 ,从而达到表面光整、去毛刺、倒圆角和光亮抛光的目的。研磨后 ,可使零件粗糙度在原有基础上降低 1～2 级 ,并有消除内应力和提高锻件疲劳强度的作用。

光饰适用于各种精密模锻件的清理和抛光以及小型模锻件(5～6kg 以下)的清理。尤其适用于加工内孔、细长薄片、易变形以及形状复杂的零件。

根据工作原理的不同 ,光饰可分为振动光饰和离心光饰两种。

一、光饰设备

(一) 振动光饰机

振动光饰机按振动轴的方向可分为立式与卧式两类,其工作原理如图 8-3-6 所示。当振动轴高速旋转时,偏心块产生的离心力和翻转力矩,通过弹簧的作用使容器产生多向振动。容器中的工件和磨料,在呈环状螺旋运动中相互研磨。

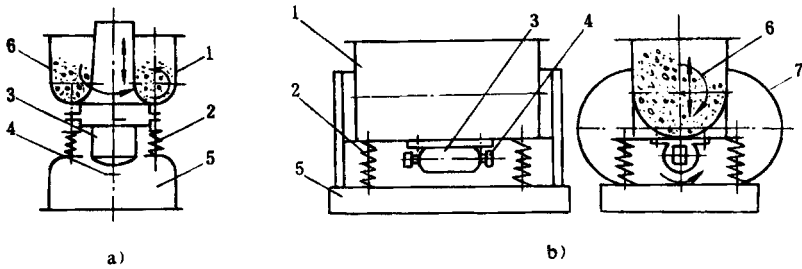


图 8-3-6 振动光饰机的工作原理

a) 立式 b) 卧式

1—容器 2—弹簧 3—电动机 4—偏心块 5—底座 6—工件和磨料 7—弧形板簧

QQZL250 型立式振动光饰机的结构如图 8-3-7 所示。容器中设有自动分选用的筛板,筛板孔的尺寸随零件尺寸而定。筛板打开时进行光饰加工;当筛板合上后便可实现自动分料,磨料通过,工件被挡住。容器上盖有消音罩,以减少研磨时的噪声。

立式振动光饰机的主要技术参数如表 8-3-14 所示。

振动光饰机的轴助设备为:

1) 填加剂溶液的循环装置:在振动光饰过程中,为了提高工效和保证工件质量,应排除金属和磨料的粉屑,保持填加剂溶液的洁净。循环装置由沉淀箱、液池、泵及管道系统组成,如图 8-3-8 所示。

2) 分选装置:包括工件与磨料的分选和磨料粒度的分选。常用的方法有筛选法和磁选法两类,其中有机械振动筛、电磁振动筛、电磁吸盘、磁力分选传送带(如图 8-3-9 所示)等。磁力分选只适用于有磁性的工件与磨粉的分选,分选后应附加退磁工序。

(二) 离心光饰机

离心光饰机的工作原理如图 8-3-10 所示。它由四个装有工件和磨料的滚筒组成,滚筒对称地分布在半径为 R 的圆周上。工作时,滚筒作行星回转运动,即在绕轴自转的同时,还绕公共轴心 O 公转,在离心力的作用下,滚筒中的工件和磨料相互研磨,起到清理和抛光的作用。离心光饰机的技术参数如表 8-3-15 所示。

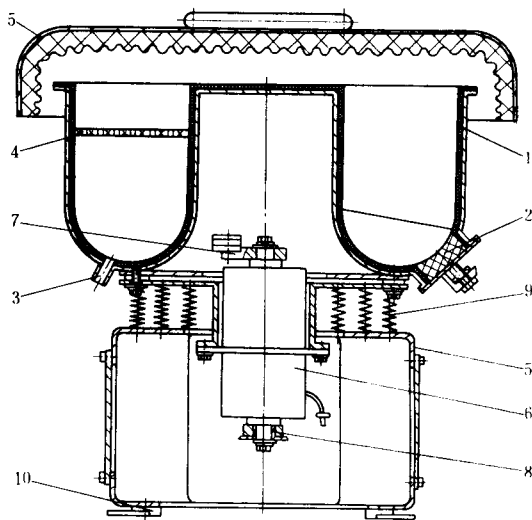


图 8-3-7 QQZL250 型振动光饰机结构图
1—容器 2—磨料排出口 3—排水口 4—分料板 5—清声罩 6—振动电机 7—上偏心块
8—下偏心块 9—弹簧 10—减振垫

表 8-3-14 立式振动光饰机的主要技术参数

型 号	QQZL100	QQZL250	QQZL450	QQZL600	QQZL900
容量/L	100	250	450	600	900
装载量/kg	50	125	220	300	450
电机功率/kW	0.75	1.5	3.7	5.5	11
总重量/kg	450	750	1500	1800	2500

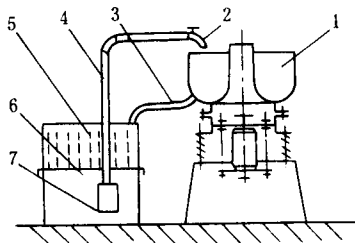


图 8-3-8 添加剂循环装置
1—振动光饰机 2—阀门 3—软管 4—管道
5—沉淀箱 6—液池 7—泵

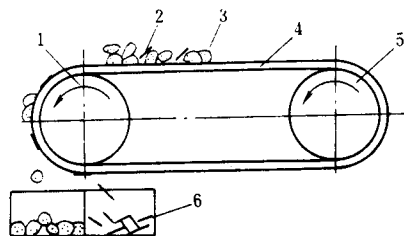


图 8-3-9 磁力分选传送机
1—磁铁带轮 2—工件 3—磨料 4—皮带
5—从动轮(铸铁) 6—料箱

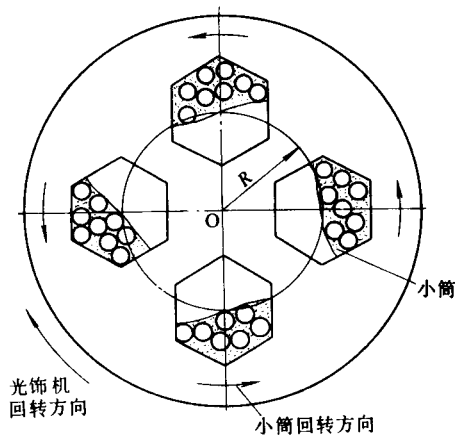


图 8-3-10 离心光饰机工作原理

二、磨料与填加剂

(一)磨料

根据锻件的加工要求和生产条件 ,可选用一种磨料 ,或选几种磨料配用。磨料的种类、特性和用途见表 8-3-16。

表 8-3-15 卧式振动光饰机的主要技术参数

型 号	QQLW40	QQLW80	QQLM120	QQLW160
容量/L	40	80	120	160
装载量/kg	15	30	45	60
电机功率/kW	37	5.5	7.5	10
总重量/kg	1100	1800	2100	280

表 8-3-16 磨料的种类、特性和用途

磨料种类	特 性	用 途
鹅卵石	来源广,价格低,品种多,以黑色和绿色的最佳	表面粗糙、尺寸大和初破碎的,用于锻件清理。经长期使用,表面光滑的用于抛光
石英石	硬度高(莫氏 7 度),抗压能力强,耐磨性好,初破碎的多棱角且锋利	同上
烧结氧化铝碎块	氧化铝结晶的聚合物,硬度很高(莫氏 9.3 度)	用于黑色金属锻件的清理
氧化铝成形磨块	以陶土为粘结剂烧结而成,硬度较高,自刃能力强	用于黑色金属工件抛光和去除毛刺
碳化硅成形磨块	与氧化铝成形磨块性能大致相同,只是硬度较高些,但较脆	多用于有色金属工件抛光和去除毛刺
废砂轮碎块	分氧化铝砂轮与碳化硅砂轮,其性能与同类成形磨块相似,但硬度较低,损耗低	用于锻件清理
陶瓷磨块,分为成形磨块与废工业陶瓷碎块	由矾土和二氧化硅混合烧结而成,组织紧密,精度细,硬度高(莫氏 7 度),能耐油、酸、碱的侵蚀	用于低粗糙度的抛光和去除小毛刺,以及精密模锻件的清理和抛光
有机磨料:木屑、玉米棒碎块、稻壳等	本身无研磨作用,能对工作起缓冲作用,并可加速工件与磨料的相对运动,提高工效	用于易变形工件的清理和抛光时,作为附加磨料

(二)磨料粒度的选择

光饰使用的磨料粒度最小约为 3~5mm,最大为 50~80mm。粗糙度大的清理工序,用大尺寸的碎块磨料,粗糙度小的抛光工序应用小尺寸的成形磨块。对于易变形的工件应选用较小粒度的磨料。当工件带孔或有凹槽时,磨料尺寸应小于孔槽尺寸的 1/3~1/5,或大于孔槽尺寸,以免尺寸相近而卡住。为了便于筛分,磨料尺寸不应与工件尺寸相近似。

(三)磨料与工件的配比

磨料与工件的体积比例为 2:1~6:1。清理工序趋向选用前者,抛光工序趋向选用后者。

(四) 添加剂溶液

按添加剂的作用可分为防锈剂、光泽剂、清洗剂、润滑剂和侵蚀剂。根据工件的加工要求,可选用一种添加剂,或几种添加剂混合使用。几种添加剂混合使用时,相互不应有化学反应,而且应符合各种添加剂规定的浓度。添加剂的种类、性能和用途见表 8-3-17。

添加剂的用量:对要求高粗糙度的清理工序,用量较小,一般小于工件和磨料体积的 60%~70%;对要求低粗糙度的抛光工序,应增大用量,一般不小于工件和磨料体积的 80%。

表 8-3-17 添加剂的种类、性能与用途

添加剂成分与浓度	性能与用途
防 锈 剂	
亚硝酸钠溶液——浓度 5%~10%	良好的防锈剂,呈微碱性,在工件表面形成防锈薄膜,能保证工件在几周内不锈。用于黑色金属
光 泽 剂	
磷酸钠溶液——浓度 0.8%~2%	良好的光泽剂,呈弱碱性,能使水中的钙、镁离子沉淀。用于黑金属。与亚硝酸钠溶液混合使用,用于合金钢工件的抛光
磷酸钠蓖麻油溶液——浓度:磷酸钠 2%,蓖麻油 7%	用于铝合金工件的抛光
清 洗 剂	
碳酸钠(苏打)溶液——浓度 0.8%~2%	水解后生成少量氢氧化钠,呈弱碱性,与有机物油污起皂化作用,形成皂化脂,溶于水。常与亚硝酸钠溶液混合使用,利用防锈薄膜生成,广泛用于黑色金属工件的清理、抛光和防锈
肥皂或洗衣粉溶液——浓度 1%~5%	呈弱碱性,用于黑色金属工件的清理
煤油	呈中性,常与润滑油混合,起降低粘度作用,用于有色和黑色金属工件的抛光
润 滑 剂	
锭子油——常用 2 号锭子油	在工件表面形成油膜,用于高光洁度的抛光。混加煤油调整粘度
浸 蚀 剂	
苛性钠溶液——浓度 1.5%~4%	强碱性、能软化金属表层,加速研磨。多用于钢锻件
盐酸溶液——浓度 1%~2%	呈酸性、用于钢锻件的清理
草酸溶液——浓度 1.5%	呈弱酸性,能与碱性铁锈起化学反应。用于黑色金属除锈。使用时,将工件浸粘溶液后,放入容器即可

光饰的加工时间由几十分钟到二十余小时不等,应根据工件的情况和要求,以及选用的磨料和添加剂,用实验方法具体确定。

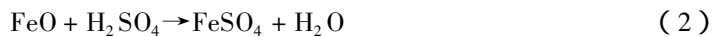
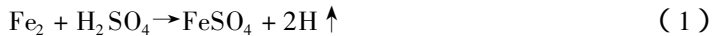
第五节 酸 洗

酸洗是用于各种类型锻件和坯料的高生产率的清理方法之一。它的特点是可以将锻件难清理部位(如深孔、凹槽)的氧化铁皮清除干净,而且清理后的锻件局部表面缺陷(如发裂、折纹等)显露清晰,便于检验。因此,酸洗广泛用于结构形状复杂、易变形和重要的锻件。一般酸洗后锻件表面比较粗糙,呈灰黑色,基体金属有微量腐蚀,工件尺寸的减小约在1~2%以下。对于一些高合金钢锻件,在酸洗后还可进行喷砂清理,以提高锻件黑皮部分的表面质量。

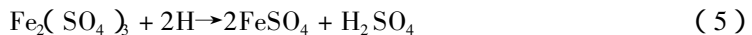
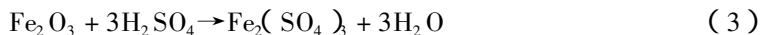
碳素钢和低合金钢的锻件和坯料多采用硫酸酸洗,有的也采用盐酸酸洗。高合金钢和有色合金需要使用多种酸混合溶液的酸洗,有时还必须进行碱—酸复合酸洗。

一、硫酸和盐酸的酸洗过程及其比较

硫酸酸洗过程中,硫酸与基体金属铁和氧化铁皮内层铁微粒的化学反应(1)进行最快,其次是硫酸与氧化铁皮内层的氧化亚铁的化学反应(2):



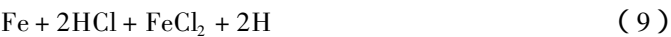
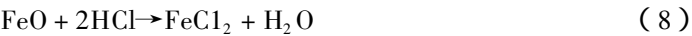
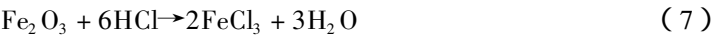
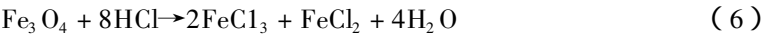
生成的氢和易溶的硫酸亚铁 FeSO_4 ,使氧化铁皮从基体金属表面剥落,在整个硫酸酸洗过程中,约有77%~80%的氧化铁皮是以这样的方式清除的。此外,还有如下一些缓慢进行的化学反应:



反应(1)对加速硫酸酸洗过程有重要作用,但它又是有害的。它造成基体金属的损耗,氢以原子(或离子)的形式,扩散渗入基体金属,使工件产生脆性(称为氢脆);氢气从酸液中逸出,形成酸雾,危害工人健康,对机器设备和金属构件也有腐蚀作用,为了防止和减小这些有害的作用,在硫酸溶液中应添加适量的附加剂,适当降低反应式(1)的速

度。应用酸洗附加剂可使硫酸酸洗的金属损耗由占工件重量的 3% ~ 4%降低到 0.5% ~ 1.5%。

盐酸酸洗过程的特点与硫酸酸洗不同 ,氧化铁皮的清除主要靠氧化铁皮本身在盐酸溶液中的溶解。盐酸酸洗过程中的化学反应 ,按其反应速度的快慢依次为 :



基体金属铁与盐酸的反应(9) 相对于氧化铁皮的溶解是比较缓慢的 ,在使用附加剂的情况下 ,还可以显著减慢 ,氢的生成量和扩散渗入量也都随之显著减小 ,而且对酸洗速度的影响不大。因此 ,盐酸酸洗一般不会产生氢脆 ,金属损耗也较小 ,一般为工件重量的 0.1% 以下 ,酸洗后的工件表面质量也比硫酸酸洗好。

盐酸酸洗虽然比硫酸酸洗质量好 ,速度快 ,但是硫酸酸洗有另外一系列优点 :硫酸价格便宜 ,浓硫酸的浓度高 ,储运方便 ,硫酸溶液的利用率高 ,当浓度降低时 ,可提高溶液温度 ,保持酸洗能力 ;废酸液和硫酸亚铁综合利用的用途多 ,方法简便 ;废酸回收处理后 ,可重新使用等。这一系列优点都是盐酸所没有的。因此 ,目前生产中 ,多采用硫酸酸洗 ,只有在特殊技术要求(如对氢脆敏感的高强度合金结构钢的酸洗) 或有廉价供应方便的盐酸时 ,才采用盐酸酸洗。

硫酸和盐酸溶液的有关性能见表 8 - 3 - 18。

二、酸洗附加剂

酸洗附加剂的主要作用是阻抑酸对基体金属的侵蚀 ,以减少氢的生成量和金属损耗 ,阻止氢原子向基体金属扩散渗入 ,防止氢脆 ;在酸洗溶液表面形成泡沫 ,阻止酸蒸汽和其它有害气体逸出 ,以改善工人劳动条件。

酸洗附加剂的品种很多 ,目前常用的酸洗附加剂的性能见表 8 - 3 - 19。

表 8 - 3 - 18 酸洗溶液的性能

酸 洗 溶 液	硫酸溶液	盐酸溶液
最初初始浓度(%)	≤25	≤20
最低终了浓度(%)	≥2.5	≥5
最高使用温度/℃	≤90	≤50
亚铁盐的允许含量(g/L)	≤250 ~ 300	≤320 ~ 350
每克亚铁盐消耗的纯酸量/g	0.645	0.567

三、酸洗工艺

(一)碳素钢和低合金钢锻件或坯料的酸洗

1.酸洗前的准备工作

(1)配制和调整酸洗溶液 酸洗溶液的成分和加热温度可参考表 8-3-20 ,并结合实际生产条件具体确定。酸洗溶液的体积约为酸洗槽容积的 70%。

表 8-3-19 常用酸洗附加剂的性能

名 称	性 能	用量(%)	允许最高温度/℃
“ 54 ”牌 酸洗抗蚀剂	我国化工产品的成品酸洗附加剂 ,主要用于硫酸酸洗 ;也可用于盐酸酸洗 ,但效果稍差。组成成分为 :二邻甲苯硫脲 25% ;食盐 54% ,糊精 20% ,拉开粉 1%	0.2 ~ 0.4	80 ~ 85(硫酸浓度低时可达 90)
食盐	用于硫酸酸洗 ,除阻抑酸对基体金属的侵蚀外 ,还有加速酸洗和使工件表面洁净的作用 ,它可与其它附加剂同时使用	3 ~ 5	可大于 90
磺化牲畜血(KC)	用于硫酸和盐酸酸洗 ,由于猪血粉经硫酸处理制成 ,配比为干猪血粉 12kg 加硫酸(浓度 875g/L)75kg	干粉—0.3~0.8 液体—1.2~2.0	70 ~ 75
二氯化锡	用于盐酸酸洗的无机物附加剂	0.2	50
盐酸阻抑剂	用于盐酸酸洗的有机类附加剂 ,以环六甲基四胺(乌洛托品)为基本成分 ,与苯胺等的聚合物	0.4 ~ 1	50

表 8-3-20 硫酸和盐酸的酸洗规范

酸洗溶液	初始浓度 (g/L)	最低浓度 (g/L)	附加剂用量 (g/L)	初始温度 /℃	最高温度 /℃	酸洗时间 /min
硫酸溶液	200 ~ 230	30 ~ 60	“ 54 ”牌抗蚀剂 :1.5 ~ 3	50 ~ 60	85 ~ 90	30 ~ 120
			食盐 25~30 液体磺化牲畜血 10~15	50 ~ 60	75	30 ~ 120
	280 ~ 300	150 ~ 260	“ 54 ”牌抗蚀剂 :2.5 ~ 3	80 ~ 85	—	5 ~ 20
	60	30	“ 54 ”牌抗蚀剂 :1.5 ~ 2	室温	—	2 ~ 5
盐酸溶液	160 ~ 220	50 ~ 100	液体磺化牲畜血 :15 ~ 20	30 ~ 40	50	5 ~ 15
			二氯化锡 :2	30 ~ 40	50	5 ~ 15
			盐酸阻抑剂 :4 ~ 9	30 ~ 40	50	5 ~ 15

当酸洗溶液的酸浓度降低到接近最低值 ,而亚铁盐含量尚低于允许值时(参阅表 8 – 3 – 18) ,应添加浓酸 ,将溶液调整到初始浓度 ,同时按比例添加附加剂。为了充分利用酸洗溶液 ,最后一次调整浓度时 ,可根据亚铁盐的含量确定浓酸添加量 ,使浓度再降到最低值时 ,亚铁盐含量同时达到允许值 ,排除废酸液。

为了保持硫酸酸洗速度 ,可根据浓度降低情况 ,分段提高酸洗溶液的温度。

(2)配制和调整碱性中和溶液 :中和溶液用苛性钠 40 ~ 50g/L 或再生石灰 45 ~ 55g/L 配制成。工作浓度为 2% ~ 5% ;工作温度一般为室温 ,也可加热到 40 ~ 50℃。每班调整一次浓度 ,使用 5 ~ 9 个班后 ,排除废液。

2. 酸洗工序

(1)零件准备 :将待酸洗的锻件或坯料装入酸洗筐或专用夹具。板形件不得有序排列而应杂乱堆放 ,带盲孔的锻件应使盲孔呈水平状态放置。

(2)除油 :锻件上如果有油污 ,应先进行除油。表 8 – 3 – 21 所示的除油溶液可以任选一种。

表 8 – 3 – 21 除油溶液的组成及使用规范

序号	组成	浓度 (g/L)	溶液温度 /℃	除油时间 /min
1	苛性钠	50 ~ 100	40 ~ 70	5 ~ 20
	水	余量		
2	苛性钠	27 ~ 75	60 ~ 80	3 ~ 15
	碳酸钠	30 ~ 100		
	磷酸钠	10 ~ 30		
	水玻璃	3 ~ 10		
	水	余量		

(3)水洗 :将工件放在冷流水中或在热水中浸洗 1 ~ 2min ,以去除残留碱液。

(4)酸洗 :将酸洗筐浸入酸洗槽 ,并宜进行上下摆动。酸洗时间与氧化铁皮的厚度和结构特点、酸液的种类、成分及温度等因素有关。影响氧化铁皮结构特点的主要因素是酸洗前的热处理。硫酸酸洗时间可按工件酸洗前的热处理类型确定 ,如表 8 – 3 – 22。

表 8 – 3 – 22 硫酸酸洗时间

锻件酸洗前热处理	退火	正火	调质	未热处理
酸洗时间/min	80 ~ 120	60 ~ 90	30 ~ 60	10 ~ 30

(5)水洗 酸洗后工件表面附着有酸和亚铁盐,硫酸亚铁很容易在空气中氧化成不易被水洗掉的硫酸铁,故应立即进行水洗。水洗可用冷流水,也可在 60~90℃热水中洗涤 3~5min。

(6)中和 水洗后浸入中和槽,浸洗 4~5min,清除工件表面的残酸。

(7)水洗 最后在 60~70℃热水中浸洗 3~6min,取出后用压缩空气吹干或自然晾干。

3. 硫酸酸洗的生产率和酸洗材料的消耗量列于表 8-3-23。

表 8-3-23 硫酸酸洗生产率和酸洗材料消耗量

每 m ³ 酸洗槽的生产率/(kg/h)	300~500
每 m ³ 酸洗溶液充分利用时能酸洗的工作重量/t	13~15
每 1t 锻件的材料消耗	
硫酸/kg	14~16
苛性钠或生石灰/kg	2~3
“54”牌抗蚀剂/kg	1~2
蒸汽/kg	180~200
水/m ³	4~5

(二)高合金钢锻件或坯料的酸洗规范

高合金工具钢、耐热钢和不锈钢的氧化铁皮,在靠近基体金属处,含有较多的铬和镍的氧化物。用一般的硫酸或盐酸酸洗难以消除,需要采用一些特殊的酸洗方法。不锈钢工件酸洗后,还应进行白化(钝化)处理。常用的高合金钢的酸洗规范列于表 8-3-24。

(三)有色合金锻件或坯料的酸洗

铝合金、镁合金和钛合金的酸洗规范列于表 8-3-25。

四、酸溶液浓度和亚铁盐含量的测定

(一)酸溶液的密度和浓度的换算

硫酸、盐酸、硝酸、磷酸和氢氟酸等纯酸溶液的密度和浓度的换算,分别列于表 8-3-26 至 8-3-30。

表 8－3－24 高合金钢酸洗规范

酸洗方法	溶液成分(%)	溶液温度/℃	浸洗时间/min
加食盐和硝石的 硫酸酸洗	H ₂ SO ₄ 12 ~ 20	75 ~ 80	20 ~ 50
	NaCl 2.5 ~ 5		
	NaNO ₃ 1 ~ 2		
硝酸—盐酸复合 酸洗	疏松氧化铁皮 HNO ₃ 7 ~ 8	40 ~ 50	20 ~ 40
	酸洗(溶液按体积比) HCl(密度 1.19) 47.5 HNO ₃ (密度 1.4) 5 H ₂ O 47.5	50 ~ 60	15 ~ 50
	疏松氧化铁皮 NaOH 80 NaNO ₃ 20	奥氏体钢 450 ~ 550 铁素体钢 400 ~ 450	10 ~ 30 10 ~ 20
	冷流水浸洗 淬落部分氧化铁皮	—	—
碱—酸复合酸洗	酸洗 H ₂ SO ₄ 10 ~ 18 NaCl 3 ~ 5 KCl(液体) 1 ~ 1.5	奥氏体钢 70 ~ 90 铁素体钢 60 ~ 70	10 ~ 20 3 ~ 5
白化(钝化)处理	HNO ₃ 50 ~ 85(g/L)	40 ~ 50	5 ~ 10

表 8－3－25 有色合金的酸洗规范

工件材料	酸洗工序及溶(熔)液成分	溶(熔)液温度 /℃	浸洗时间 /min
铝合金	碱液腐蚀 NaOH 50 ~ 70g/L	60 ~ 70	2 ~ 5
	水洗	室温	3 ~ 5
	发亮酸洗 HNO ₃ (密度 1.4) 50% H ₂ O 50%	室温	5 ~ 15
	水洗	60 ~ 70	3 ~ 5

工件材料	酸洗工序及溶(熔)液成分	溶(熔)液温度 /℃	浸洗时间 /min
镁合金	酸洗 铭酞 CrO ₃ 125 ~ 150g H ₂ O 100g Ca(NO ₃) ₂ 或 NaNO ₃ 15 ~ 20g	15 ~ 40	2 ~ 10
	水洗	室温	3 ~ 5
	水洗	60 ~ 70	3 ~ 5
	氧化处理	—	—
钛合金	碱溶液浸蚀(两种配方选一) (1)NaOH 98 ~ 96% ; NaNO ₃ 2% ~ 4% (2)NaOH 80% ; NaNO ₃ 20%	360 ~ 380 450 ~ 460	5 ~ 15 15 ~ 40
	稀酸液中和 HNO ₃ 5% ~ 15%	室温	2 ~ 5
	酸洗(两种配方选一) (1)HNO ₃ 15% ~ 20% ;HF 1% ~ 2% (2)HCl 300 ~ 350g/L HNO ₃ 55 ~ 65g/L NaF 40 ~ 50g/L	室温	3 ~ 15
	水洗	室温	3 ~ 5
	水洗	60 ~ 70	3 ~ 5
	钝化处理 :HNO ₃ 8%	40 ~ 50	2 ~ 5

表 8 - 3 - 26 硫酸溶液密度与浓度的换算表

密度(g/cm ³) (15℃时)	浓 度	
	重量(%)	(g/L)
1.000	0.09	1
1.010	1.57	16
1.020	3.03	31
1.030	4.49	46
1.040	5.96	62
1.050	7.37	77
1.060	8.77	93
1.070	10.19	109
1.080	11.60	125

密度/(g/cm ³) (15℃时)	浓 度	
	重量(%)	(g/L)
1.090	12.90	142
1.100	14.35	158
1.120	17.01	191
1.140	19.61	223
1.150	20.91	239
1.170	23.47	275
1.190	26.04	310
1.200	27.32	328
1.220	29.84	364
1.240	32.28	400
1.260	34.57	435
1.280	36.87	472
1.300	39.19	510
1.320	41.50	548
1.340	43.74	586
1.360	45.88	624
1.380	48.00	662
1.400	50.11	702
1.430	53.11	759
1.450	55.03	798
1.490	58.74	876
1.520	61.59	936
1.540	63.43	977
1.570	66.09	1038
1.600	68.70	1099
1.620	70.42	1141
1.640	72.12	1182
1.670	74.66	1246
1.690	76.38	1287
1.720	78.95	1357

密度/(g/cm ³) (15℃时)	浓 度	
	重量(%)	(g/L)
1.740	80.68	1404
1.760	82.44	1451
1.780	84.50	1504
1.800	86.92	1564
1.820	90.05	1693
1.826	91.25	1660
1.835	93.56	1717
1.849	99.12	1823

8－3－27 盐酸溶液密度与浓度的换算表

密度/(g/cm ³) (15℃时)	浓 度	
	重量(%)	(g/L)
1.000	0.16	1.6
1.010	2.14	22
1.015	3.12	32
1.020	4.13	42
1.025	5.15	53
1.030	6.15	63
1.040	8.16	85
1.050	10.7	107
1.060	12.19	129
1.080	16.5	174
1.110	20.01	220
1.120	23.82	267
1.140	27.66	315
1.150	29.57	340
1.160	31.52	366
1.180	35.39	418
1.200	39.11	469

表 8－3－28 硝酸溶液密度与浓度的换算表

密度(g/cm ³) (15℃时)	浓 度	
	重量(%)	(g/L)
1.000	0.10	1
1.010	1.90	19
1.020	3.70	38
1.030	5.50	57
1.040	7.26	75
1.050	8.99	94
1.060	10.68	113
1.070	12.33	132
1.080	13.95	151
1.090	15.33	169
1.100	17.11	188
1.110	18.67	207
1.120	20.23	227
1.130	21.77	246
1.150	24.84	286
1.160	26.36	306
1.180	29.38	347
1.200	32.36	388
1.220	35.28	430
1.250	39.82	498
1.270	42.87	544
1.290	45.95	593
1.320	50.71	669
1.350	55.79	753
1.380	61.27	846
1.410	67.50	952
1.440	74.68	1075
1.460	79.98	1168
1.490	89.60	1335

密度(g/cm ³) (15℃时)	浓 度	
	重量(%)	(g/L)
1.500	94.09	1411
1.510	98.10	1481

表 8－3－29 磷酸溶液密度与浓度的换算表

密度(g/cm ³) (20℃时)	浓度	
	重量(%)	(g/L)
1.004	1	10.04
1.009	2	20.18
1.020	4	40.80
1.031	6	61.85
1.042	8	83.36
1.053	10	105.3
1.065	12	127.8
1.076	14	145.7
1.089	16	174.1
1.101	18	198.1
1.113	20	222.7
1.126	22	247.8
1.140	24	273.5
1.153	26	299.8
1.167	28	326.6
1.181	30	354.2
1.216	35	425.6
1.254	40	501.6
1.293	45	581.9
1.335	50	667.5
1.379	55	758.5
1.426	60	855.6
1.475	65	958.3
1.526	70	1068

密度(g/cm ³) (20℃时)	浓度	
	重量(%)	(g/L)
1.579	75	1184
1.633	80	1306
1.689	85	1436
1.746	90	1571
1.770	92	1628
1.794	94	1686
1.819	96	1786
1.844	98	1807
1.870	100	1870

表 8－3－30 氢氟溶液密度与浓度的换算表

密度(g/cm ³) (20℃时)	浓度	
	重量(%)	(g/L)
1.003	1	10.03
1.007	2	20.14
1.011	3	30.33
1.014	4	40.56
1.018	5	50.90
1.023	6	61.38
1.027	7	71.89
1.030	8	82.40
1.034	9	93.15
1.039	10	103.80
1.045	12	125.40
1.052	14	147.28
1.059	16	169.44
1.066	18	191.88
1.072	20	214.40
1.082	23	248.86
1.089	25	272.25
1.095	27	294.65

密度(g/cm^3) (20℃时)	浓度	
	重量(%)	(g/L)
1.106	31	342.86
1.112	33	366.96
1.117	35	390.95
1.122	37	415.14
1.127	39	439.53
1.130	40	452.00
1.136	42	477.12
1.141	44	502.04
1.149	47	540.03
1.152	48	552.96
1.157	50	578.50

(二) 酸洗溶液酸浓度的测定

酸洗溶液的酸浓度可用苛性钠(NaOH)溶液滴定法测定。滴定液为 0.1 克当量 NaOH 溶液,由 4g 苛性钠溶解于 1000ml 蒸馏水制成。

滴定方法:取出 5ml 酸溶液,注入烧瓶中,再加入蒸馏水 100 ~ 150ml,并加入几滴甲基橙试剂。然后用滴定管往烧瓶中滴入滴定液,到烧瓶中的液体由粉红色变成淡黄色为止,读出消耗的滴定液毫升数 D ,则可按下式算出酸洗溶液的酸浓度 N :

$$N = KD$$

式中 N ——酸浓度(g/L);

K ——系数,

对于硫酸溶液 $K = 0.98$;

对于盐酸溶液 $K = 0.73$;

对于硝酸溶液 $K = 1.26$;

对于磷酸溶液 $K = 0.65$;

对于氢氟酸溶液 $K = 0.40$;

D ——消耗的滴定液(mL)。

(三) 酸洗溶液中亚铁盐含量的测定

酸洗溶液中的亚铁盐可用过锰酸钾溶液滴定法测定。滴定液为 0.1 克当量的过锰酸钾溶液,由 3.16g 过锰酸钾溶解于 1000mL 蒸馏水制成。

滴定方法:取出 5mL 酸洗溶液,注入烧瓶中,加入约 100mL 蒸馏水再加入约 5mL 磷

酸。然后用滴定管滴入过锰酸钾滴定液 ,到烧瓶中的溶液呈鲜艳的粉红色为止 ,读出消耗的过锰酸钾滴定液的毫升数 M ,则可按下式计算出亚铁盐含量 F :

$$F = K' M$$

式中 F ——亚铁盐含量(g/L);
 K' ——系数 ,
对于硫酸亚铁 $K' = 3.04$;
对于氯化亚铁 $K' = 2.539$;
 M ——消耗的滴定液(mL)。

对于硫酸酸洗溶液 ,在已知酸浓度 N 和酸洗溶液的密度 ρ 的条件下 ,可按下式计算出硫酸亚铁含量 F :

$$F = 1111\rho - 1111 - 0.72N$$

式中 F ——硫酸亚铁含量(g/L);
 ρ ——硫酸酸洗溶液的密度(g/L);
 N ——硫酸酸洗溶液的酸浓度(g/L)。

在温度 20℃、 N 为 10 ~ 200g/L 和 F 为 10 ~ 300g/L 的条件下 ,按这一公式计算的误差不超过 $\pm 5\text{g/L}$ 。

五、酸洗车间设备

为了避免从酸洗溶液中可能逸出的一些有害气体危害工人的健康 ,除使用酸洗附加剂和在酸洗槽上设置抽风装置外 ,酸洗车间应配备有效的通风设施 ,应与车间的其它部分隔开。酸洗车间内各种有害气体的最大允许浓度列于表 8 - 3 - 31。

此外 ,用于酸洗的浓硫酸母液 ,含砷量应小于 0.015% ;浓盐酸母液含砷量应小于 0.01%。

表 8 - 3 - 31 酸洗车间空气中各种有害气体的最大允许浓度

酸洗溶液	有害气体名称	最大允许浓度 (mg/kg)
硫酸	硫酸蒸汽及流的氧化物	0.001
硫酸	硫化氢	0.005
硫酸及盐酸	砷化氢	0.00015
盐酸	氯化氢蒸汽	0.005
氢氟酸	氟化氢蒸汽	0.0005
硝酸	硝酸蒸汽及氮的氧化物	0.001

酸洗车间一般都装置有专用的在地面上操纵的起重运输设备 ,常用的有单轨电葫芦 梁式电葫芦等。

酸洗设备包括酸洗筐、酸洗槽、中和槽和清洗槽等 ,应根据使用的酸洗浴液 ,选用耐腐蚀的材料。各种金属材料和非金属材料的耐腐蚀性能列于表 8－3－32。

表 8－3－32 各种材料的耐腐蚀性能

材 料	硫酸		盐酸		硝酸		磷酸	氢氟酸	苛性钠
	浓	稀	浓	稀	浓	稀			
碳素钢	+							+	+
铝					+	+			
铅	+	+					+	+	
不锈耐酸铸铁	+	+	+	+	+	+	+		
耐酸钢(Cr28、Cr18Ni8Mo2Cu2Ti 等)		+	+	+	+	+	+		
镍钼耐酸合金	+	+	+	+		+			
铅铋合金	+	+		+		+			
锡青铜(QSn6—6—3 等)	+	+					+		+
岩石(花岗石、玄武石、中长石等)	+	+	+	+	+	+	+		+
铸石板或粉(辉绿岩)	+	+	+	+	+	+	+		+
耐酸陶瓷	+	+	+	+	+	+	+		+
耐酸水泥	+	+	+	+	+	+	+		
耐酸橡胶		+	+	+			+		
木材		+	+	+		+	+	+	
沥青(柏油)和焦油		+	+	+		+	+		

酸洗筐 :硫酸酸洗多用铅青铜或不锈耐酸钢的酸洗筐。铝合金工件酸洗使用耐酸钢的酸洗筐。镁合金工件酸洗多用铝质酸洗筐。钛合金工件酸洗应使用钛合金的酸洗筐 ,也可使用木材制造酸洗筐。

酸洗槽 :酸洗槽的工作容积一般按每吨酸洗工件需 2m³ 选用。酸洗槽的上边缘设置有双侧抽风口或一侧吹风而另一侧抽风的风口 ;在槽的底部或侧壁设置有加热用的蛇形蒸汽管 ,也有时采用插入式蒸汽吹管。酸洗槽的结构简图如图 8－3－11 ,其主要参数可参考表 8－3－33。

酸洗槽的外壳体可用耐酸混凝土筑成 ,也可用角钢和钢板焊成 ,其外表涂以耐酸涂料(如耐酸漆、沥青等)。酸洗槽的内壁 现在广泛采用铸石板(辉绿岩) ,以耐酸水泥为粘结剂砌成 ,并常衬一层木板内衬 ,防止工件碰伤内壁。在内壁与外壳体之间 ,夹有铅板或

耐酸橡胶板、沥青石棉板等多层衬套 ,典型结构见图 7-4-11。

中和槽和清洗水槽的容积一般与酸洗槽相等 ,不需要多层的耐酸衬套 ;可以不设置抽风口 ,若需要加热 ,一般采用插入式蒸汽吹管。

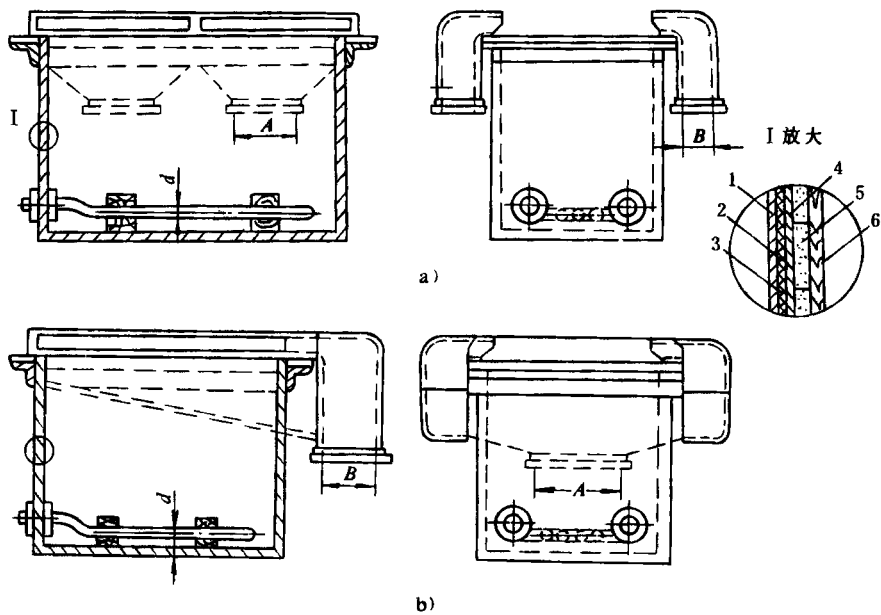


图 8-3-11 酸洗槽结构简图

a)吹吸抽风式(型式 I)b)双侧抽风式(型式 II)

1—钢板 2—沥青 3—沥青石棉板 4—铅板或耐酸橡胶板 5—铸石板 6—木板

表 8-3-33 酸洗槽的的结构参数

型 式	I	I	II	II	II	II	II	II
酸洗槽内壁尺寸								
长/mm	2000	2000	1500	1500	1200	1200	1000	600
宽/mm	900	800	900	800	900	800	800	500
高/mm	1000	800	1000	800	1000	800	800	600
酸洗槽工作容积/m ³	1.5	1.05	1.15	0.8	0.925	0.625	0.52	0.45
通风口尺寸								
A/mm	300	300	650	550	550	550	500	280
B/mm	180	160	220	260	220	200	160	120
每 m ³ 酸洗槽容积的抽风量/(m ³ /min)	65	55	65	55	65	55	55	45
蛇形蒸汽加热管直径/mm	38	31.8	31.8	25.4	31.8	25.4	25.4	12.7

第六节 热坯料的清理

模锻前清理热坯料的氧化铁皮,对于提高锻件精度和锻模寿命,以及避免锻件产生废次品有重要作用。尤其是不能靠制坯工步去除氧化铁皮的压力机模锻、平锻机模锻和高速锤模锻等,热坯料的清理更为必要。

锤上模锻的制坯工步和自由锻锤上制坯工序都可以去除热坯料的部分氧化铁皮,这时应使用压缩空气及时将击落的氧化铁皮吹掉,避免落入锻模的模膛里。大型模锻件在模锻模膛中应先轻击,移开坯料,用压缩空气将击落的氧化铁皮吹掉,再进行重击模锻。为了使氧化铁皮容易在变形工序中脱落,热坯料出炉后,可先在冷水中浸沾 $2 \sim 3\text{s}$,使氧化铁皮骤冷破裂和变脆。

热坯料的清理方法,大致有下述三种:

一、刮刷清理

刮刷清理是刮板(轮)或钢丝刷(轮)等工具用手工或机械的方法清除氧化铁皮。

手工清除可用钢丝刷(钢丝直径为 $0.2 \sim 0.3\text{mm}$)、刮板或刮轮(带有三角形细牙)等工具,如图8-3-12a、b所示。这种方法只用在重量小于 15kg 的坯料,而且劳动强度大,效率低,清理效果也较差。

机械清除可用电动机传动的钢丝刷轮或刮轮,其工作原理图见图8-3-12c、d。图中两轮转速不等, $n_1 = 400 \sim 500\text{r/min}$, $n_2 = 1400 \sim 1600\text{r/min}$ 。这种方法比手工清除效率高,效果也较好。

刮刷清理前,如将热坯料先在冷水中浸沾 $2 \sim 3\text{s}$,则更易清除氧化铁皮。

二、高压水清理

高压水清理用于断面尺寸为 $50 \sim 150\text{mm}$ 的热坯料,效率高,清理效果良好(端面氧化铁皮清理效果稍差),但设备费用和动力消耗较大。

高压水清理装置现在多用缝隙式环状喷嘴,其结构简图见图8-3-13。喷嘴的工作间隙 δ 按高压水的工作压力,靠压紧螺栓的预压力调节,一般 $\delta = 0.5 \sim 1\text{mm}$ 。高压水的工作压力 p 对于结构钢热坯料, $p = 10 \sim 15\text{MPa}$;对于高合金钢热坯料, $p = 15 \sim 20\text{MPa}$ 。

热坯料与喷嘴内径的间隙 $\Delta = 5 \sim 30\text{mm}$ 。热坯料通过喷嘴的速度一般为 $0.2 \sim 0.5\text{m/s}$ 。高压水的消耗量为每厘米环状工作缝隙的周长消耗 $0.035 \sim 0.045\text{L/s}$ 。

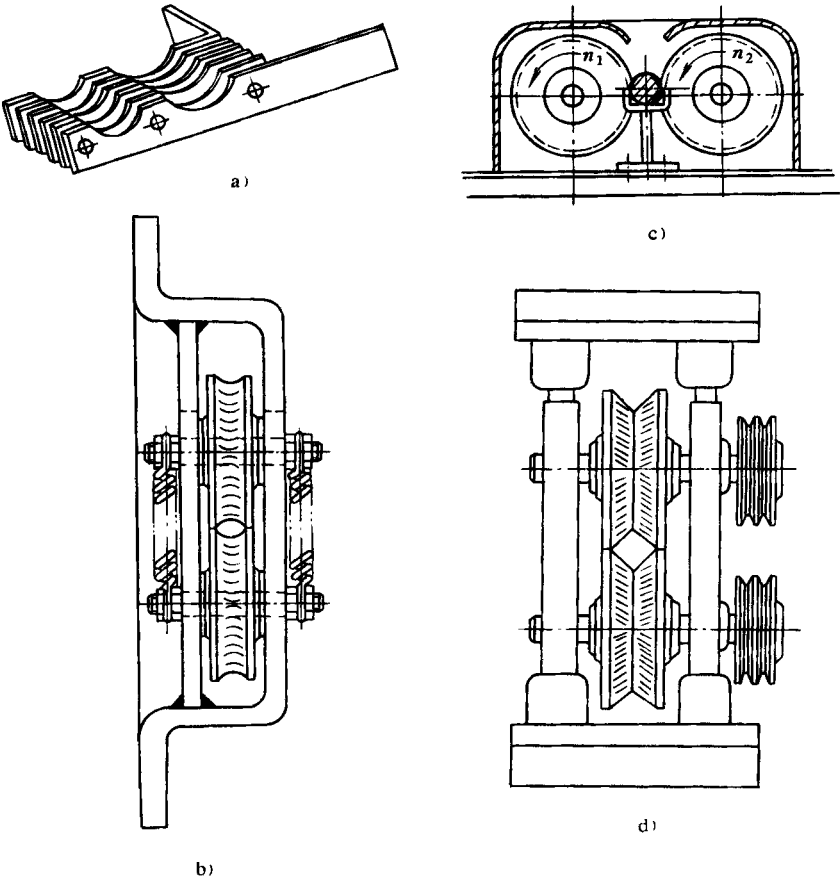


图 8-3-12 热坯料清理装置
a)刮板式 b)刮轮 c)纵刮式 d)横刮式

三、水中放电清理

水中放电清理的工作原理见图 8-3-14 热坯料放入水箱中高压直流电极间的放电区 ,高压整流器产生约 30kV 的电压 ,使电容器的端电压逐渐升高 ,直至通过电极发生放电 ,在放电的空间产生水蒸汽的高压气泡 ,达 1500MPa ,激起强烈的冲击波。极间放电之后 ,电容重新充电 ,如此重复 ,可达 10 次/ s 。经过 $1 \sim 2\text{s}$ 的放电处理 ,不断产生的冲击波就清除掉坯料表面的氧化铁皮。

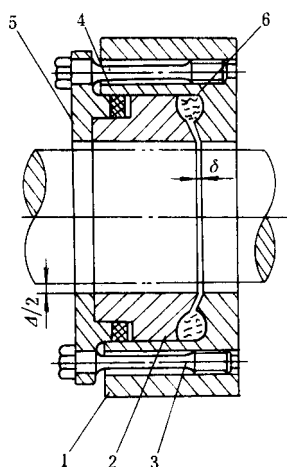


图 8-3-13 高压水喷嘴结构简图

1—外圈 2—内圈 3—压紧螺栓
4—密封圈 5—压环 6—高压水

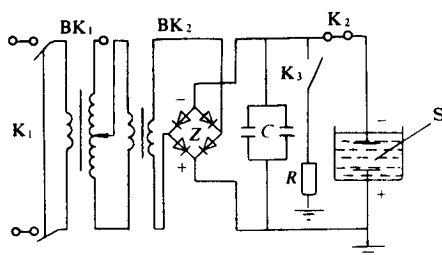


图 8-3-14 水中放电清理装置电路图

K₁—自动开关 BK₁—调压器 BK₂—升压器

Z—高压整流器 C—高压电容 R—短路放

电电阻 K₂—空气间隙开关 K₃—短路开关 S—放电工作区

水中放电清理速度快,而且可以清除任意断面形状和有孔的热坯料,结构钢热坯料的氧化皮可以完全清除,对于高铬合金钢清理效果稍差。目前在生产中主要用于清理断面尺寸小于 50mm 的坯料。

第七节 局部表面缺陷的清理

原毛坯、中间坯料和锻件上的局部表面缺陷(如裂纹、折纹和残余毛刺等),应及时发

现和清除 ,以避免这些缺陷在继续加工过程中扩大和造成无法挽救的废品。为了避免已清理过的部位再继续加工时产生折纹和裂纹等缺陷 ,清理后工件表面的凹槽应是圆滑的 ,凹槽的宽高比(l/h)应大于 5 ,如图 8-3-15 所示。

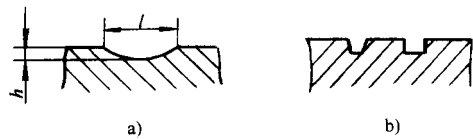


图 8-3-15 清理后工件表面的凹槽
a)正确 b)不正确

一、风铲清理

风铲清理手工操作的劳动强度大、生产率低 ,每次铲粗削深度为 2~2.5mm。主要用于结构钢的大型锻件和坯料 ,清理深度较大的裂纹、折纹和尺寸较大的毛刺。

风铲的型号和技术参数列于表 8-3-34。铲子(凿子)的材料为 6SiCr、6SiMnW、T8、T9 等 ,刃口部位在长度 30~35mm 内的硬度为 55~60HRC ,夹持部位硬度为 40~45HRC。

表 8-3-34 风铲的型号和技术参数

型 号	04—5 型	04—6 型	04—7 型
冲击能量(kg/m)	1.1	1.6	2.5
冲击频率/(次/min)	2400	1500	1000
锤体直径/mm	28	28	28
锤体重量/kg	0.27	0.40	0.54
锤体行程/mm	61	99	139
工作气压/MPa	0.5	0.5	0.5
耗气量/(m ³ /min)	0.6	0.6	0.6
风铲长度/mm	300	377	447
风铲重量/kg	5.0	5.6	6.5

二、火焰清理与切割

火焰清理主要用于碳素钢和低合金钢的钢锭 ,大型钢坯及大锻件。清理局部表面缺陷使用手工操作的割炬(割枪)。在大批大量生产中 ,清理大面积的表面缺陷或氧化铁皮使用火焰清理机。火焰切割用于小批生产的大型模锻件的切边 ,还用于大型锻件和钢坯

的大断面切割(切割断面的厚度可达 1500mm 以上)。

火焰切割与清理的工作原理是根据钢可以在低于其熔点的温度进行燃烧的特性,碳钢和低合金钢在氧气气流中的燃烧温度在 $800 \sim 1050^{\circ}\text{C}$ 范围内。对于含铬量和含硅量的总和大于 4.5% 的合金钢(耐热钢、不锈钢等),由于燃烧温度过高,一般不宜使用火焰清理和切割。清理和切割过程是先点燃割炬的混合有氧气的气体燃料(如乙炔、丙烷等),将钢表面层加热到 $900 \sim 1100^{\circ}\text{C}$,再打开割炬的切割氧气使钢燃烧,并靠切割氧气气流将熔渣吹掉,同时加热工件的相邻表面层,使过程连续进行。

为了防止火焰清理与切割后在工件切口表面形成龟裂,对于含碳量高于 0.5% 的碳素钢和含碳量高于 0.3% 的合金钢,清理与切割前,工件应先均匀预热,预热温度为 $200 \sim 400^{\circ}\text{C}$,最高预热温度不宜超过 450°C ,低预热温度不宜低于 120°C ;工件在切割与清理终了时的温度应不低于预热温度 $100 \sim 150^{\circ}\text{C}$ 以上。各种钢的预热温度规范列于表 8-3-35。

对于在锻造温度范围内(一般在 $850 \sim 900^{\circ}\text{C}$ 以上)的热坯料,可用钢管作割枪,直接吹氧进行火焰清理。这种方法常用于大型钢坯,清理在锻造过程中出现的裂纹。

火焰清理与切割通常使用氧—乙炔焰,近些年来一些工厂使用了氧—丙烷焰代替氧—乙炔焰。丙烷是液化石油气的主要成分。使用丙烷代替乙炔的优点是:可以综合利用液化石油气,节省燃料费用;切口表面质量好(乙炔焰的切口表面粗糙度为 $R_a 50\mu\text{m} \sim R_a 12.5\mu\text{m}$,丙烷焰为 $R_a 2.5\mu\text{m} \sim R_a 3.2\mu\text{m}$),使用方便和比较安全。乙炔和丙烷的燃烧特性及比较见表 8-3-36。

割炬的型号应根据使用的气体燃料种类及清理或切割工作的要求选用。氧—丙烷割炬可以用氧—乙炔割炬改制,只需改变其割嘴部分的结构和尺寸,使之适合丙烷比乙炔需氧量大和火焰传播速度慢的燃烧特性。割炬的切割氧气的工作压力一般为 $300 \sim 1000\text{kPa}$,最大可达 1500kPa ;乙炔的工作压力为 $30 \sim 70\text{kPa}$;丙烷的工作压力为 $50 \sim 100\text{kPa}$ 。每个氧—乙炔割炬的氧气消耗量(包括切割氧和加热氧)为 $0.4 \sim 0.9\text{m}^3/\text{h}$;乙炔消耗量为 $0.4 \sim 0.9\text{m}^3/\text{h}$ 。相同能力的氧—丙烷割炬与氧—乙炔割炬比较,氧气消耗量约增加 10% 左右,燃料消耗量(按体积)减少 30% ~ 40%。

火焰清理的每次切口宽度与割嘴的型号有关,由 $8 \sim 10\text{mm}$ 到 $30 \sim 40\text{mm}$;切口深度同割炬的移动速度和切割氧气的工作压力有关,一般为 $2 \sim 5\text{mm}$,最大可达 $10 \sim 12\text{mm}$;割炬的移动速度由 $1 \sim 1.5\text{m}/\text{min}$ 到 $4 \sim 5\text{m}/\text{min}$ 。

三、砂轮清理

砂轮清理可以用于各种材料和各种类型的坯料和锻件,清理质量好,粗糙度可达

$R_a 3.2 \sim R_a 0.8$ 。表面缺陷深度浅和清理面积较大的工件、高合金钢工件以及清理要求较高的模锻件 ,适宜使用砂轮磨削处理。

表 8 - 3 - 35 火焰清理与切割的预热温度规范

组别	工件材料及钢号举例	预热温度
I	低碳和中碳结构(20 ~ 50、15Mn ~ 50Mn);低碳合金结构钢(20CrMo、20MnV、18CrMnTi 等)	冷态
II	高碳钢(55 ~ 65、T7 ~ T8);中碳合金结构钢(40Cr、40CrNi、35CrMo、35Cr-Mnsi、50CrV 等)热锻模具钢(5CrNiMo、5CrMnMo 等)	200 ~ 250℃
III	高碳工具钢(T9 ~ T12);轴承钢(GCr9 ~ GCr15);高碳合金工具钢(9Cr、9CrSi、8Cr3 等)	300 ~ 400℃

表 8 - 3 - 36 乙炔和丙烷的燃烧特性

气 体 燃 料 名 称		乙炔 C ₂ H ₂	丙烷 C ₃ H ₈
密度	与空气相比	0.95	1.523
	气态/(kg/m ³)	1.091	1.867
气态低热值	按体积/(kcal/m ³)	12600	20485
	按重量/(kcal/kg)	11900	11300
需氧量(m ³ /m ³ 燃料)	完全燃烧理论值	2.5	5
	割炬实际混用量	1.1~ 1.2	3 ~ 3.5
与空气混合的自然温度/℃		305	510 ~ 580
在空气中理论燃烧温度/℃		2325	2043
在氧气中实际燃烧温度/℃		3000 ~ 3400	2000 ~ 2850
在氧气中火焰传播速度/(m/s)		7 ~ 8	2 ~ 2.5

清理局部表面缺陷常使用砂轮机进行手工磨削。砂轮机的型式按用途分 :落地式砂轮机 ,用于重量小于 20 ~ 30kg 的锻件和坯料 ;手提式和软轴式砂轮机 ,用于大型锻件和坯料 ;悬挂式砂轮机 ,用于钢锭和大钢坯的较大面积的清理 ;高转速(可达 6000 ~ 12000r/min)和转速可调的风动砂轮机及多能软轴砂轮机 ,使用蘑菇形或薄片式砂轮 ,用于清理工件的凹面和内孔及切割。

为了保证安全生产 ,砂轮的安装和紧固应符合标准。

在大批大量生产中 ,可以采用机械化操作方法来清理钢坯表面的缺陷。在要求清理锻件和坯料的全部表面时 ,可使用专用磨床 ,如清除高合金钢钢锭表面裂纹和脆性硬壳的专用剥皮磨床、清除圆断面轴杆类精密模锻件的脱碳层的无心磨床等。