



武汉理工大学
wuhan university of technology

金属工艺学

多媒体课件



14/10/2018 20:09

武汉理工大学《金属工艺学》教学团队

第12 章 特种压力加工方法简介

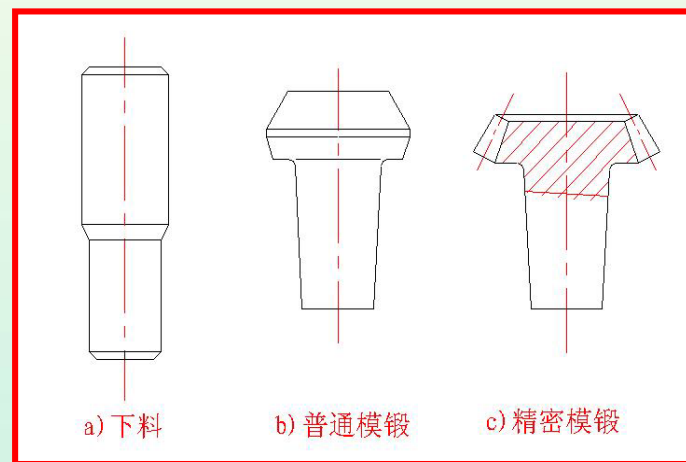
- 12.1 精密模锻
- 12.2 高速锤锻造
- 12.3 径向锻造
- 12.4 轧制
- 12.5 挤压
- 12.6 拉拔
- 12.7 超塑性成形
- 12.8 高速高能成形(高能率成形)

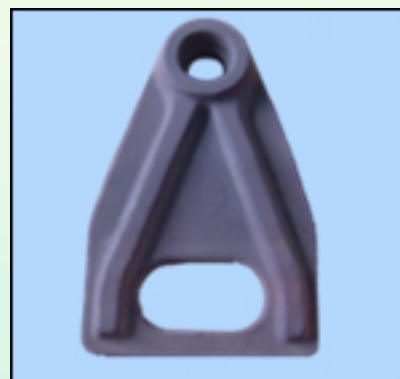
12.1 精密模锻

精密模锻是在模锻设备上锻造出形状复杂、锻件精度高的模锻工艺。如精密模锻伞齿轮，其齿形部分可直接锻出而不必再经切削加工。模锻件尺寸精度可达IT12~IT15，表面粗糙度为Ra3.2~1.6。

精密模锻工艺过程：

先将原始坯料普通模锻成中间坯料→再对中间坯料进行严格的清理，除去氧化皮或缺陷→最后采用无氧化或少氧化加热后精锻(如图)。





14/10/2018 20:09

精密模锻工艺特点:

- 需要精确计算原始坯料的尺寸，严格按坯料质量下料。
- 需要精细清理坯料表面，除净坯料表面的氧化皮、脱碳层及其它缺陷等。
- 应采用无氧化或少氧化加热法，尽量减少坯料表面形成的氧化皮。
- 精密模锻的锻件精度很大程度上取决于锻模的加工精度。为排除模膛中的气体，减小金属流动阻力，使金属更好地充满模膛，在凹模上应开有排气小孔。
- 模锻时要很好地进行润滑和冷却锻模。
- 精密模锻一般都在刚度大、精度高的模锻设备上进行。如曲柄压力机、摩擦压力机或高速锤等。

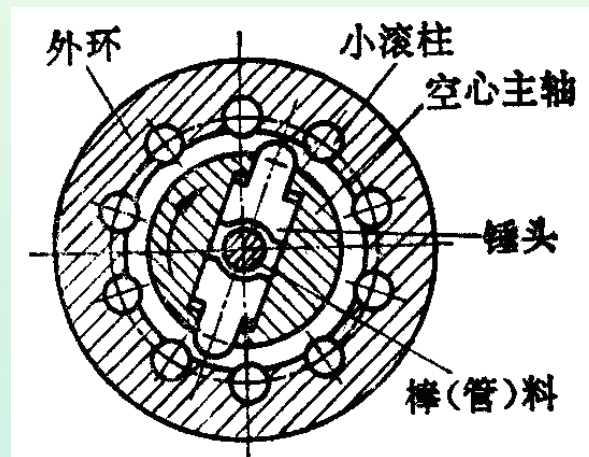
12.2 高速锤锻造

高速锤锻造是利用高压气体(压力为14 MPa的空气或氮气)在极短时间内突然膨胀,推动锤头和框架系统作高速相对运动,对坯料进行悬空对击的工艺方法。

12.3 径向锻造

径向锻造(旋转锻造)是在旋锻机上,使棒(管)料直径减小而长度增加的一种精锻工艺,类似于拔长工序。

特点: 径向锻造材料消耗低、自动化程度高、生产率高、劳动条件好、锤头形状简单、工艺适应性强,适于各种批量生产

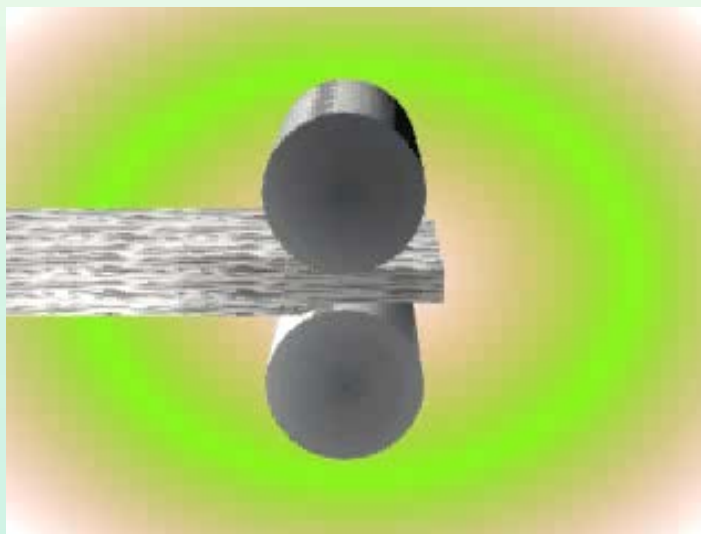
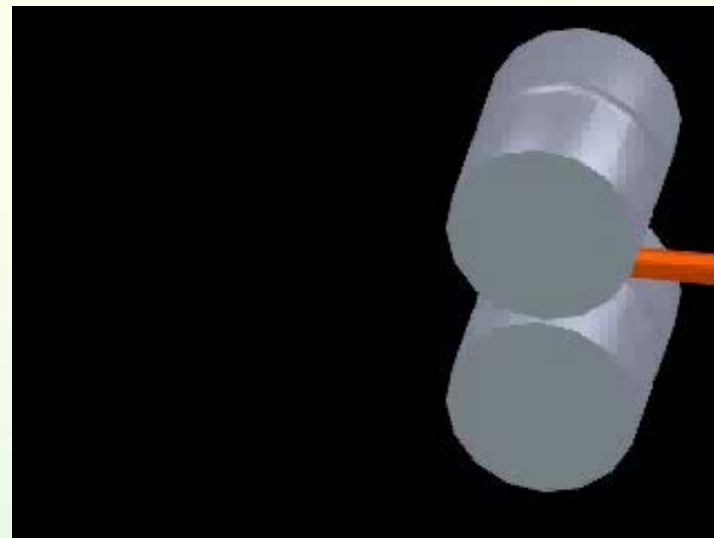
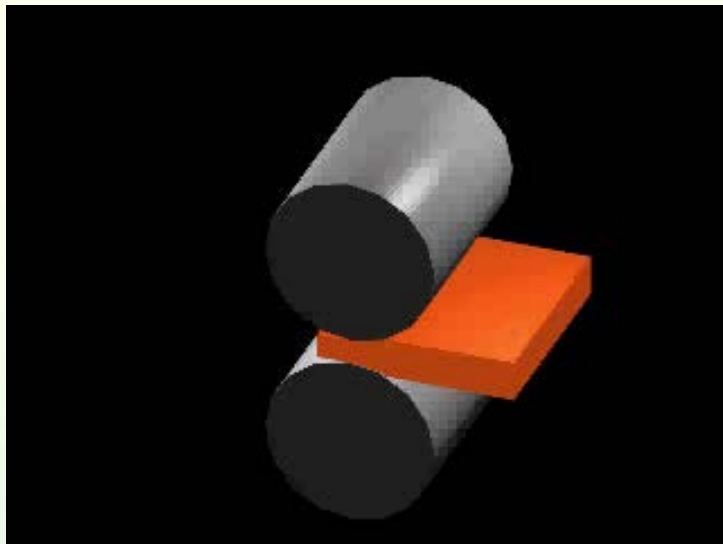


12.4 轧制

- **零件轧制的特点**
- 设备结构简单，吨位小。
- 劳动条件好，易于实现机械化和自动化，生产率高。
- 轧制时模具可用价廉的球墨铸铁或冷硬铸铁来制造，节约贵重的模具钢材，加工也较容易。
- 锻件质量好。材料利用率高，可达到90%以上，即达到少切屑，甚至无切屑。

零件的轧制工艺过程





14/10/2018 20:09

12.5 挤压

挤压是施加强大压力作用于模具，迫使放在模具内的金属坯料产生定向塑性变形并从模孔中挤出，从而获得所需零件或半成品的加工方法。

零件挤压的类型：

1、正挤压

金属流动方向与凸模运动方向相同

2、反挤压

金属流动方向与凸模运动方向相反

3、复合挤压

挤压过程中，坯料上一部分金属的流动方向与凸模运动方向相同，而另一部分金属流动方向与凸模运动方向相反

4、径向挤压

金属运动方向与凸模运动方向成 90°

14/10/2018 20:09

挤压成形工艺过程

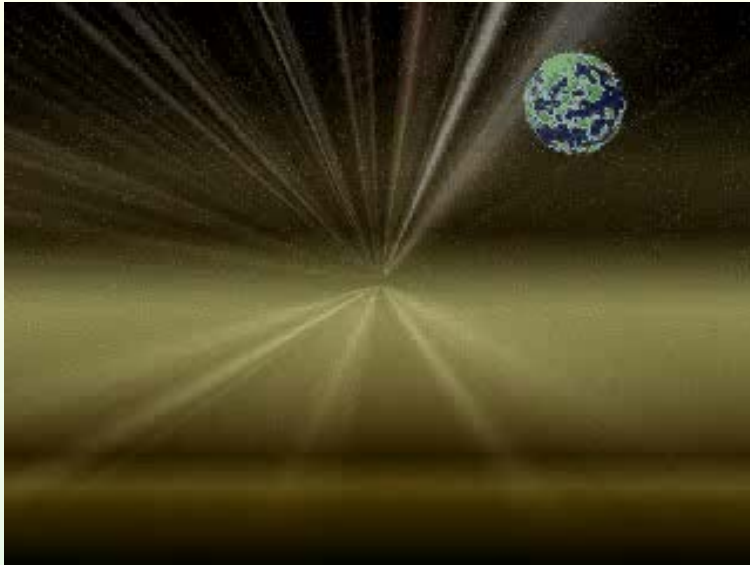
• 零件挤压的特点:

- ① 挤压时金属坯料在三向受压状态下变形，因此它可提高金属坯料的塑性。
- ② 可以挤压出各种形状复杂、深孔、薄壁、异型断面的零件。
- ③ 零件精度高，表面粗糙度低。一般尺寸精度为IT6~7，表面粗糙度为Ra3.2~0.4，从而达到少、无屑加工的目的。

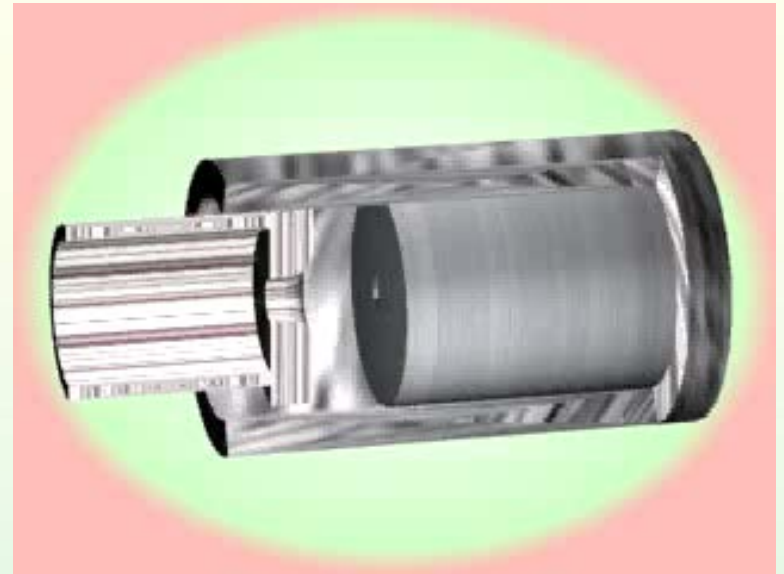


- ④ 提高了零件的力学能。
- ⑤ 节约原材料，材料利用率可达70%，生产率也很高，可比其它锻造方法提高几倍。

挤压过程动画仿真



正挤压



反挤压

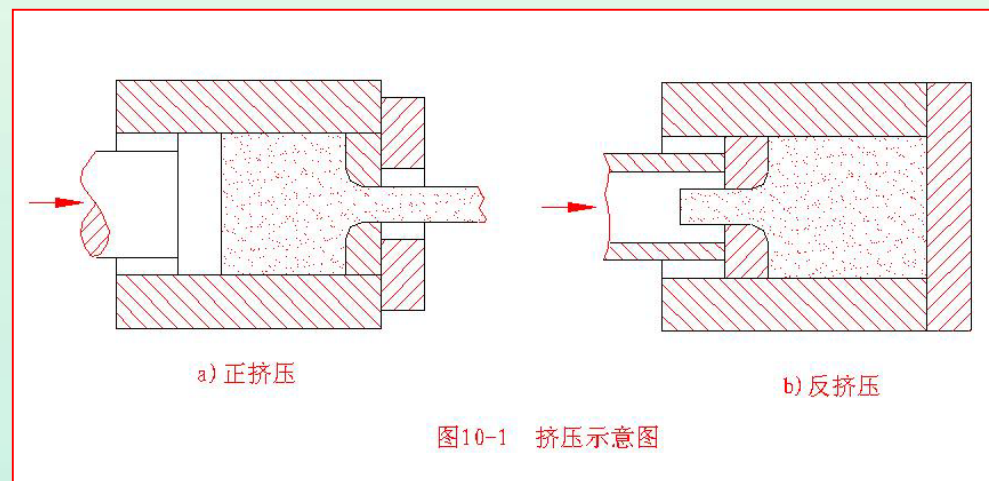
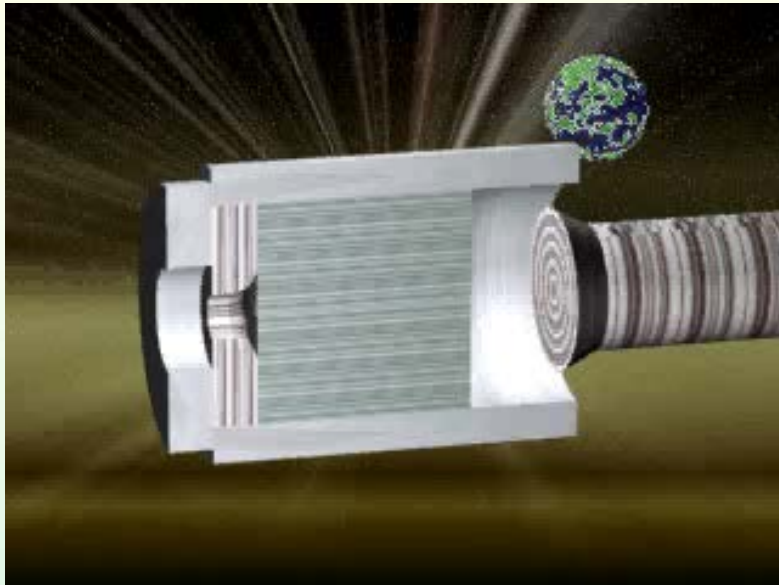


图10-1 挤压示意图

14/10/2018 20:09

挤压过程动画仿真



复合挤压

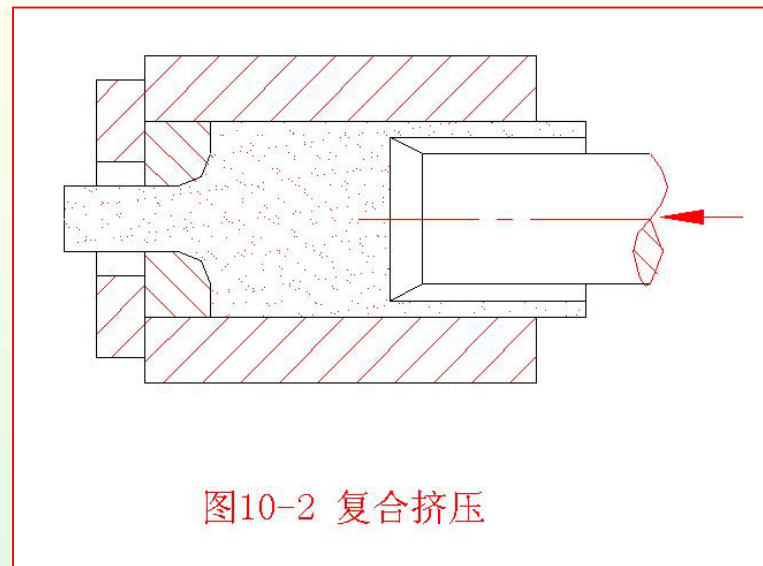
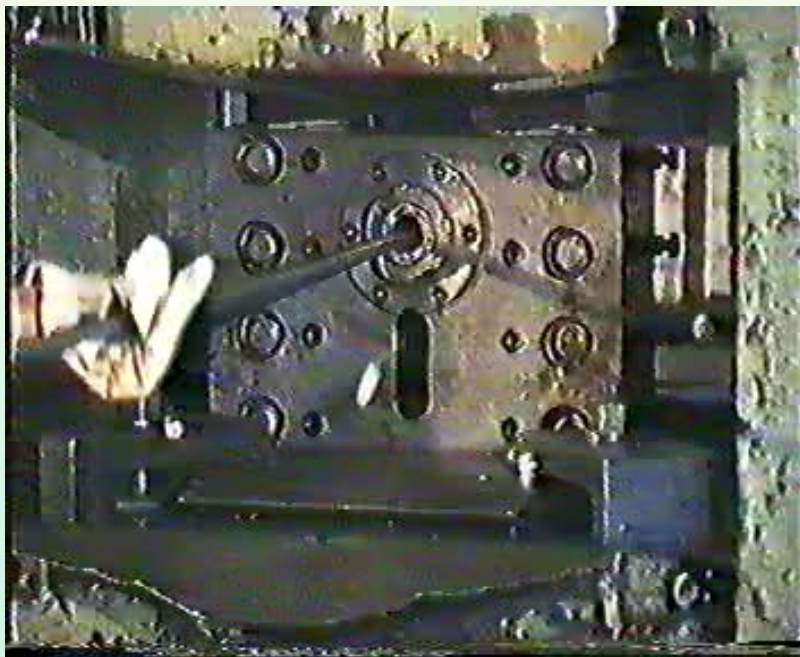


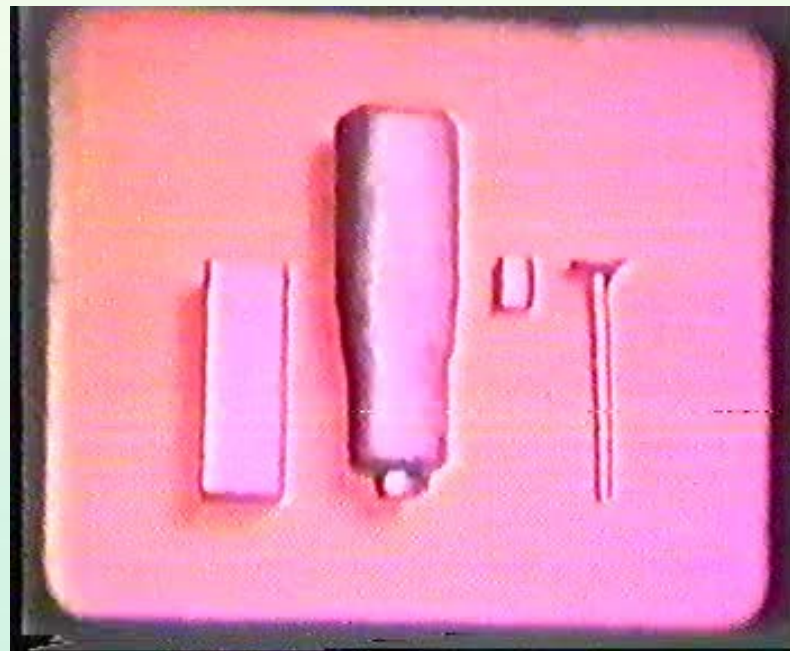
图10-2 复合挤压

2. 按金属坯料所具有的温度分类

- (1) 热挤压
- (2) 冷挤压
- (3) 温挤压



冷挤压工艺过程



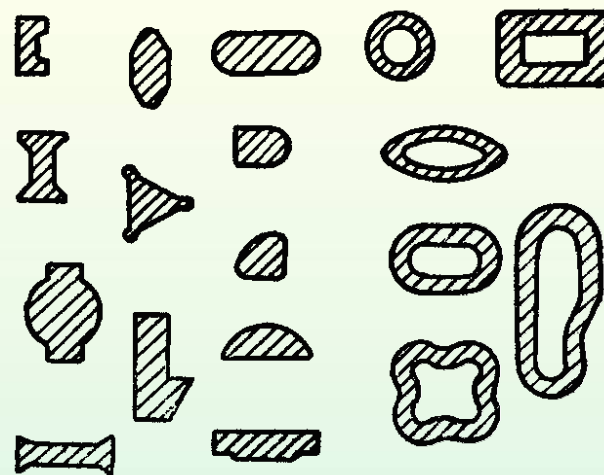
热挤压工艺过程

14/10/2018 20:09

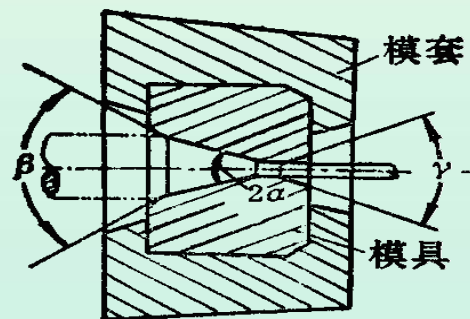
12.6 拉拔

拉拔是将金属坯料从拉拔模的模孔中拉出而变形的加工方法。

拉拔模用工具钢、硬质合金或金刚石制成，金刚石拉拔模用于拉拔直径小于0.2 mm的金属丝。



拉拔产品形状



模具示意图

12.7 超塑性成型

超塑性是指金属或合金在特定条件下，即低的变形速率($\dot{\epsilon}=10^{-2}\sim 10^{-4}/s$)、一定的变形温度(约为熔点一半)和均匀的细晶粒度(晶粒平均直径为 $0.2\sim 5\mu m$)，其相对延伸率 δ 超过100%以上的特性。如钢超过500%、纯钛超过300%、锌铝合金超过1000%。



超塑性成型工艺的应用

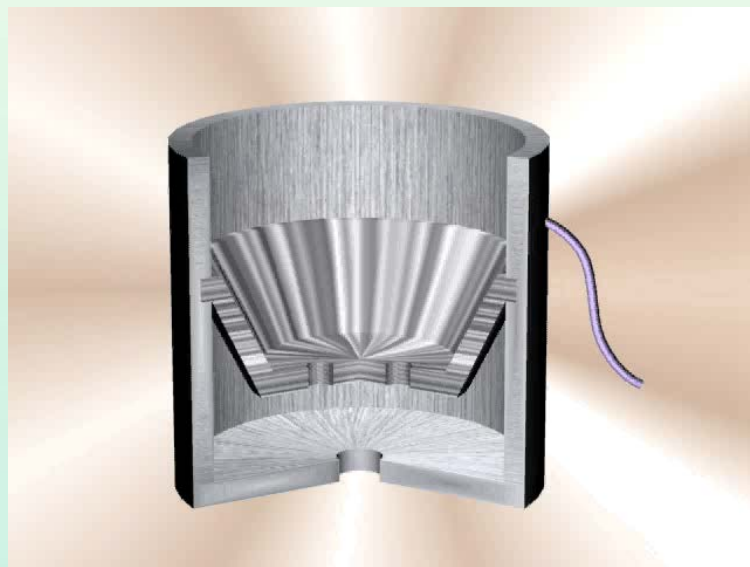
1. 板料冲压

零件直径较小，但很高。选用超塑性材料可以一次拉深成型，质量很好，零件性能无方向性。



2. 板料气压成型

超塑性金属板料放于模具中，把板料与模具一起加热到规定温度，向模具内吹入压缩空气或抽出模具内的空气形成负压，板料将贴紧在凹模或凸模上，获得所需形状的工件。该法可加工的板料厚度为0.4~4 mm。



14/10/2018 20:09



工艺特点

- 锻件精度高，表面光洁，可实现少、无切削加工。
- 生产率高。每小时产量可达500~1000件。
- 锻造压力小。如130汽车差速器行星齿轮，钢坯锻造需用2500~3000kN压力机，粉末锻造只需800kN压力机。
- 可以加工热塑性差的材料。如难于变形的高温铸造合金可用粉末锻造方法锻出形状复杂的零件。采用粉末锻造出的零件有差速器齿轮、柴油机连杆、链轮、衬套等。

12.8 高能高速成型

高能高速成型是一种在极短时间内释放高能量而使金属变形的成型方法。

高能高速成型的特点：

- 模具简单
- 零件精度高，表面质量好
- 可提高材料的塑性变形能力
- 利于采用复合工艺

高能高速成型的类型

1. 爆炸成型

爆炸成型是利用爆炸物质在爆炸瞬间释放出巨大的化学能对金属毛坯进行加工的高能高速成型方法。除高能高速成型共有的特点外，爆炸成型还具有以下特点：

- (1) 简化设备
- (2) 适于大型零件成型

2. 电液成型

电液成型是利用液体中强电流脉冲放电所产生的强大冲击波对金属进行加工的一种高能高速成型方法。

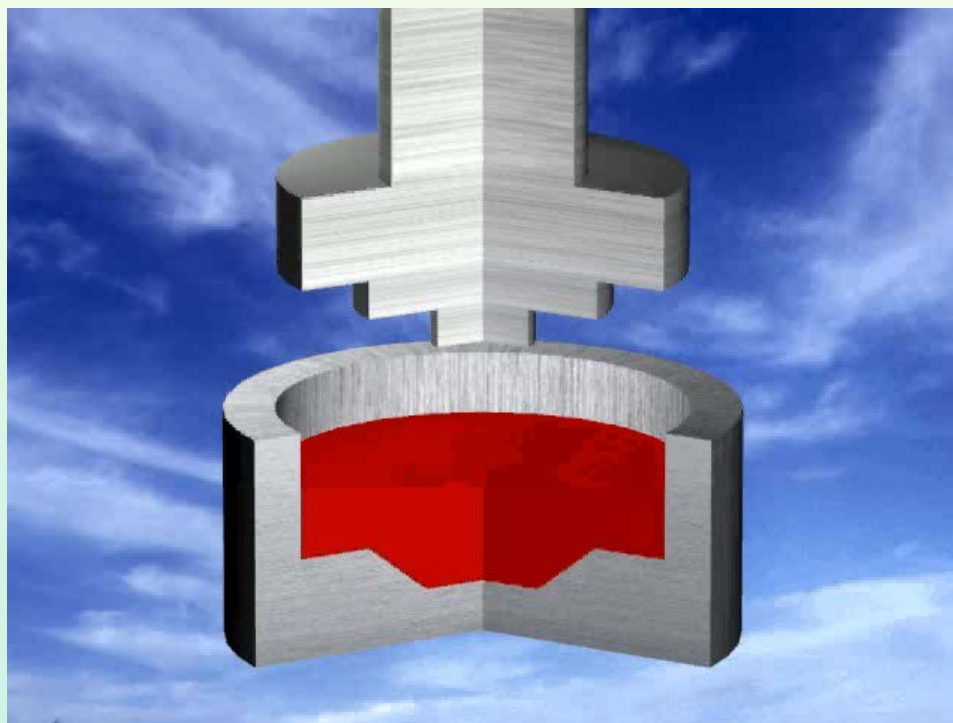
3. 电磁成型

电磁成型是利用脉冲磁场对金属坯料进行压力加工的高能高速成型方法。

12.8 液态模锻

液态模锻的工艺流程：

原材料配制→熔炼→浇注→加压成型→脱模→冷却→热处理→检验→入库。

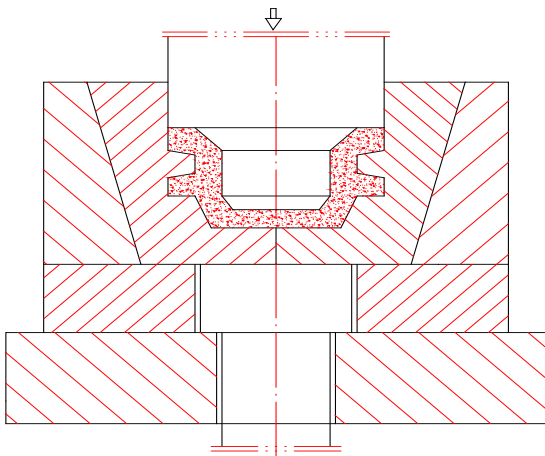


14/10/2018 20:09

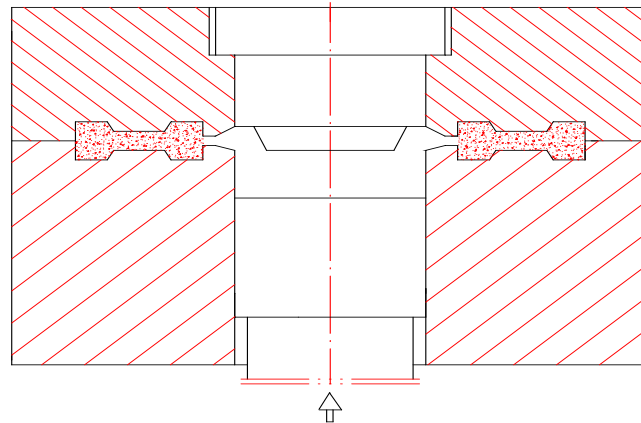
液态模锻原理仿真

直接式液态模锻：压头（成型凸模）直接作用在液态金属上，在压力下充型、凝固、并伴有微量的塑性变性组织。适合于生产形状简单、性能要求较高的零件。

间接式液态模锻：同全立式压铸相似。



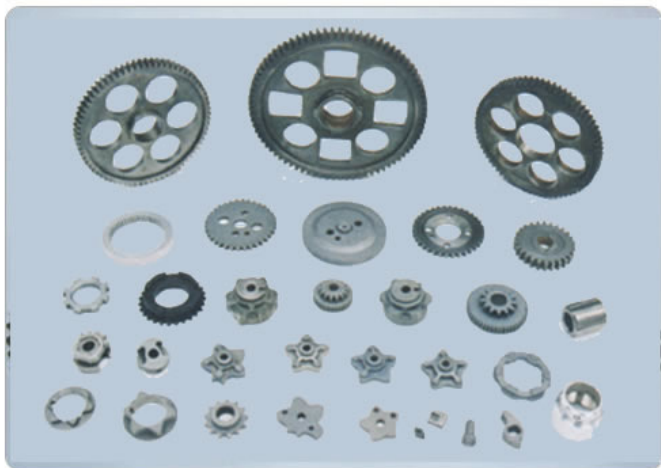
直接式液态模锻



间接式液态模锻

液态模锻工艺的主要特点:

- ▶ 在成型过程中，液态金属在压力下完成结晶凝固。
- ▶ 已凝固的金属在压力作用下，产生塑性变形，使制件外侧壁紧贴模壁，液态金属自始至终获得等静压。
- ▶ 液态模锻对材料的选择范围很宽，不仅适用于铸造合金，而且还适用于变形合金。



汽车同步齿轮



油泵齿轮



冲击齿轮



端盖

14/10/2018 20:09

12.9 粉末锻造

粉末锻造的原理：

粉末锻造是粉末冶金成型方法和锻造相结合的一种金属加工方法。它是将粉末预压成型后，在充满保护气体的炉子中烧结制坯，将坯料加热至锻造温度后模锻而成。

粉末锻造的优点（与模锻相比）

- 材料利用率高，可达90%以上。而模锻的材料利用率只有50%左右。
- 力学能高。材质均匀无各向异性，强度、塑性和冲击韧性都较高。