

底部多孔盒形拉深件模具设计解析

安徽省机械科学研究所 (合肥 230022) 王 芳

底部多孔盒形拉深件如图1所示。材料:可伐料(4J29);厚度:1mm;高度:7mm。此拉深件加工难点是:底部多小孔且有位置度要求,精度要求高,对工件的表面也有不得有拉深印痕的要求,表面粗糙度值 $R_a = 1.6\mu\text{m}$ 。因此拉深过程的确、模具的设计很重要,关系到工件的质量。制订盒形拉深件加工工艺首先要确定拉深次数,其次是毛坯尺寸的确定。本盒形拉深原工艺过程为:落料→首次拉深→二次拉深(整形)→冲孔→车边。整形工序相对首次拉深仅有底部R角的变化,拉深出的工件不合格有黑皮现象,车边时车床夹具在工件表面造成印痕。针对以上问题笔者对模具进行了改进,下面介绍此拉深件模具的设计过程及改进措施。

成切刀相互滑动困难,过大则会产生下料槽钢产生毛刺过大。间隙不当,还容易产生上切刀崩刃现象。

上、下切刀如图4所示,图4a为上切刀,图4b为下切刀,在剪切过程中,通过上下运动,起到切断槽钢的作用,平刃口厚度10mm,外侧加工斜度 $1^\circ \sim 3^\circ$,便

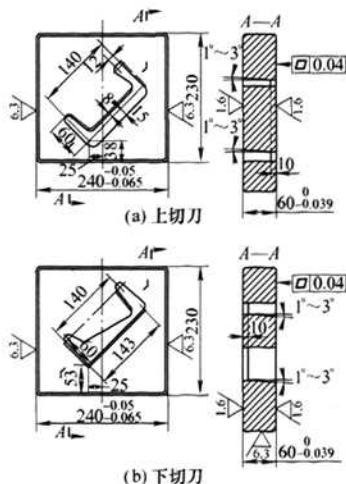


图4 上、下切刀

1. 拉深工艺过程的分析与确定

(1) 拉深工艺过程的分析 筒形件拉深过程的应力和变形是轴对称的。但盒形件拉深过程的应力和变形比较复杂,沿周边是不均匀分布的,其不均匀程度随相对高度 H/B 及角部的相对圆角半径 r/B 的大小而变化,这个比值决定了圆角部分材料向工件侧壁转移的程度及侧壁高度的增补量(见图2)。

毛坯相对厚度为 $100t/D$ (t 为材料厚度, D 为毛坯尺寸,见图3),一般情况下,盒形件在拉深后都需要修边,所以在确定其毛坯尺寸和进行工艺计算之前,应在工件高度或凸缘宽度上加修边余量。无凸缘盒形件修边余量 ΔH 。

于进料,上、下切刀采用图示结构,有利于减小剪切应力和刃口压痕。

上、下切刀的受力不同,一般下刀的使用寿命长于上刀。上、下切刀热处理硬度 $56 \sim 60\text{HRC}$ 。

上、下切刀可采用线切割完成,表面粗糙度可以达到模具要求,对切刀刃口进行简单的加工后,便可投入使用。

回位板采用优质弹簧钢60Si2Mn,其具有足够的刚度和弹性,保证长期工作而不变形。

通常,我们所用的槽钢分为A型和B型,在设计切刀时,根据具体情况做适当的修改。

5. 结语

槽钢切断模,作为公司车间槽钢下料的一种主要手段,在公司得到广泛应用。该模具结构简单、换刀方便而且制造周期短。槽钢下料后断面光洁,毛刺很小,完全能够满足生产要求。作为一种稳定实用的模具,值得借鉴和推广。MW

(收稿日期:20100913)

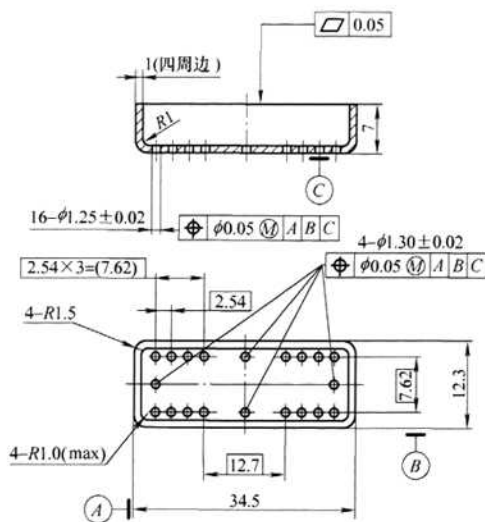


图1 底部多孔盒形拉深件

本文盒形件 $r = 1\text{mm}$, $H_0 = 7\text{mm}$, 则 $H_0/r = 7$ 。查表得 $\Delta H = (0.04 \sim 0.06)\text{mm}$, 取 $\Delta H = 0.05\text{mm}$ 。

根据 $0.4 < H/B = 7/12.3 = 0.569 < 0.7$, 查表判断本工件为角部具有小圆角半径的较高盒形件。这类盒形件虽然相对高度并不大, 但由于相对圆角半径较小, 若一次拉深, 因局部变形大, 底部容易破裂, 故须两次拉深。第二次拉深近似整形, 主要目的是用来减小角部和底部圆角, 而其外形不变, 轮廓尺寸稍有改变。

因考虑到工件圆角部分要两次拉深, 同时材料有向侧壁挤流现象, 故将展开圆角半径 R 加大 $10\% \sim 20\%$ 。

求作毛坯相关尺寸

$$r = r_{\text{底}} = 1\text{mm}$$

$$R = (1.1 \sim 1.2) \sqrt{2rH} = 1.5 \times \sqrt{2 \times 1 \times 7} = 4.3(\text{mm})$$

$$L = H + 0.57r_{\text{底}} = \Delta H + H_0 + 0.57r_{\text{底}} = 0.05 + 7 + 0.57 \times 1 = 7.62(\text{mm})$$

$$B = 12.3(\text{mm})$$

毛坯外形尺寸 D 求作如图3所示。

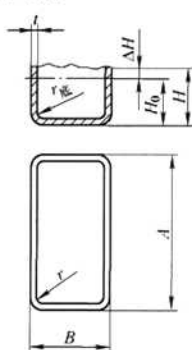


图2 盒形件基本尺寸

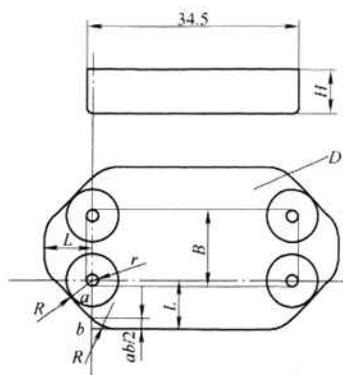


图3 毛坯尺寸求作图

首先, 所确定的毛坯尺寸即为落料凹模尺寸。

其次, 两次拉深的相互关系

应符合下列条件 (见图4):

第一, 两次拉深角部圆角半径中心不同。

第二, 第二次拉深可不带压边圈, 故工序间的壁间距和角间距不宜太大。

$$\text{壁间距 } b = (4 \sim 5)t$$

$$\text{角间距 } x \leq 0.4b$$

第三, 第二次拉深高度增量为

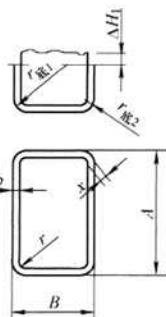
$$\Delta H = b - 0.43(r_{\text{底1}} - r_{\text{底2}})$$

确定毛坯尺寸即为落料凹模尺寸, 保证拉深后 ΔH 。

(2) 拉深工艺过程的确定 拉深工序应在冲孔工序之前, 否则冲孔后再拉深孔容易变形, 尺寸位置精度无法保证。通过对工件的分析确定了拉深的次数, 由此可确定拉深的工艺过程为: 落料 (毛坯) → 首次拉深 → 二次拉深 (整形) → 冲孔 → 车边。

2. 首次、二次拉深凸、凹模设计

根据工件基本尺寸及精度要求, 按上述分析的结果确定两次拉深凸凹模的尺寸。原模具首次拉深与二次拉深工序的凸凹模尺寸即为图样工件尺寸, 仅有底部圆角的变化: 首次拉深 $r_{\text{底}} = 1.5\text{mm}$, 二次拉深 $r_{\text{底}} = 1\text{mm}$ 。这种拉深模具设计形式造成拉深的工件出现“黑皮现象” (黑皮现象为工件拉深后被挤压的表面有的部分为材料原始状态, 有的部分被挤压出光亮带, 而光亮带是工件所要求的) 使产品表面粗糙度不符合要求。针对这种现象, 采取将首次拉深凸凹模尺寸加大 0.2mm , 二次拉深



凸凹模尺寸减小 0.04mm 的措施,使二次拉深时在工件表面刮下一次薄皮,工件表面都为光亮带,避免了黑皮现象,又保证了工件尺寸在图样要求的公差范围内。

(1) 首次拉深凸凹模设计 首次拉深凸凹模尺寸确定为近似图样工件尺寸稍大,为二次拉深留下整形的余量。模具成形部分尺寸如图 5 所示。模具材料为 Cr12。

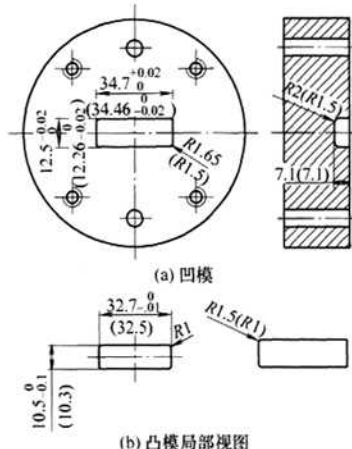


图 5 首次、二次拉深凸凹模

(2) 二次拉深凸、凹模设计 二次拉深的目的是要将工件底部圆角成形至图样要求的尺寸,而且要将工件外表面刮下一层薄皮以保证工件满足图样要求的表面粗糙度值,即凸凹模采取小间隙。模具成形部分尺寸如图 5 括号内的尺寸(预留抛光余量)。模具材料原为 Cr12,在实际生产过程中凹模与工件之间产生了积屑瘤,造成工件表面划痕。分析原因是因为 Cr12 硬度(60HRC)相对低了,模具加工后表面粗糙度值相对高,拉深时与工件表面摩擦产生的热量相对要高,容易产生积屑瘤。因此将模具材料改为硬度高的硬质合金(80HRC),实践证明避免了积屑瘤。

3. 冲孔模具尺寸确定

产品工件一共有 18 个小孔,其中 $\phi 1.25\text{mm}$ 的孔有 16 个, $\phi 1.3\text{mm}$ 的孔有 2 个。孔的尺寸小、数量多,且有位置度要求,模具上孔的加工精度需要保证。冲孔凸凹模成形尺寸如图 6 所示。

4. 冲孔模具装配

冲孔是在工件拉深

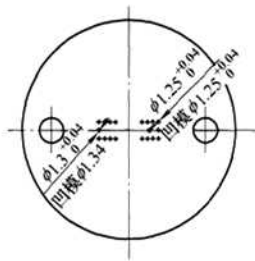


图 6 冲孔凸凹模尺寸

工序之后,若在拉深工序前,拉深时孔会变形。当孔的尺寸接近材料厚度时,冲头易断,孔不易冲出,因此卸料板 5 上加一凸台以保护冲头 9 并在冲孔时压住工件。另因所冲孔小、尺寸位置精度要求高,撕裂断面宽 $\leq$ 料厚 20%,凸凹模单边间隙 0.02mm,为保证凸凹模均匀的间隙需加上辅助导柱 4。如要精确冲孔就要保证工件的定位。因此冲孔工序中定位也是关键,定位凹模 3 就起到定位工件的作用。冲孔模装配如图 7 所示。

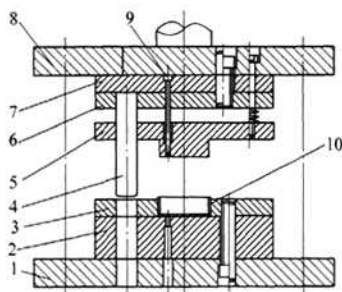


图 7 冲孔模装配

1. 下模座 2. 冲孔凹模 3. 定位凹模 4. 辅助导柱 5. 卸料板
6. 固定板 7. 垫板 8. 上模座 9. 冲头 10. 工件

工件放在定位凹模 3 里保证外部尺寸定位,卸料板 5 下行到位置压住工件 10 内部,而后上模座 8 带动垫板 7、固定板 6 继续下行,此时固定在垫板上的冲头 9 就可与冲孔凹模 2 冲孔了。辅助导柱 4 保证工作行程中模具的相对位置以便更好地限位。

5. 车边

拉深冲孔后的工件高度方向边缘不整,需要最后的修边。在原加工工艺中,本工序工件在车床上直接用夹具装夹车边,工件装夹时车床上的夹具会对工件表面造成损伤,造成工件不合格,所以需要按工件外形尺寸做一个可以固定工件的模具,模具装夹到车床上进行车边时就不会造成工件外形的损伤。

6. 结语

本文所述工件的模具设计采取首次拉深尺寸不到位,二次拉深凸凹模小间隙,选取硬度高的模具材料,冲孔装配时添加辅助导柱,增加车边模等,有效地解决了原设计模具生产出的工件表面粗糙度未达要求等缺陷,制造出来的工件满足图样要求,客户使用后反应工件的装配性能完好。MW

(收稿日期:20100906)