

端盖拉深工艺与模具设计

郑州锅炉股份有限公司 (河南 450001) 黄素英

我公司35t/h、60t/h锅炉产品锅筒内部汽水分离装置的零件端盖属于锥形拉深件(见图1),材料为08A1,在锅炉产品生产时,由于各种原因零件拉制后起皱严重,形状、尺寸均不符合图样要求,影响总体安装及锅炉运行。我们又重新进行了工装设计,由于该零件为锥形拉深件,在拉制过程中压力集中容易引起局部变薄及自由面积大,压边圈作用小,容易起皱且回弹严重,根据我单位的生产条件和工件特点,经过对几种工艺方案的反复论证,从中选择了技术上最为合理,制造成本低的复合模成形方案。

经过我单位几台产品的试制,该复合模拉制的工件不起皱,拉制后回弹量小,形状、尺寸均符合图样要求。以下简单介绍其模具设计过程,供同行参考。

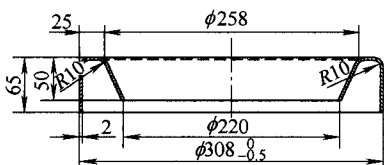


图 1

1. 修边余量的确定

在拉深过程中,因为材料力学性能的方向性、模具间隙不均、板厚变化、摩擦阻力不等及定位不准等影响,使拉深件口部周边不齐,必须进行修边。修边余量查表(无凸缘圆筒形拉深件的修边余量)(《冲压设计资料》),取 $\delta = 2\text{mm}$ 。

2. 毛坯尺寸计算

在不变薄的拉深中,材料厚度虽有变化,但其平均值与毛坯原始厚度十分接近,因此,毛坯的展开尺寸可根据毛坯面积与拉深件面积(加上修边余

量)相等的原则求出。按拉深件毛坯直径的计算公式得:

$$D = \sqrt{d + dh}$$

计算得 $D = 419.1\text{mm}$ 。经过试压修正,圆环毛坯尺寸为: $\phi 410\text{mm}/\phi 150\text{mm}$ 。

3. 压边圈的采用及其类型

为了防止在拉深过程中工件的边缘起皱,应使毛坯在被拉入凹模圆角以前保持稳定状态,其稳定程度主要取决于毛坯的相对厚度 $t/D \times 100 = (2/410) \times 100 = 0.48$,拉深系数 $m = 0.746$,根据毛坯相对厚度、拉深系数及设备条件,确定采用弹性平面压边装置。

4. 拉深系数和拉深次数

在制订拉深件的工艺过程和设计拉深模具时,必须预先确定该零件是否可以一道工序拉成,正确地确定拉深次数直接关系到制造的经济性和压制成形工件的质量。在确定拉深工件的次数时,必须做到使毛坯内部的应力既不超过材料的强度极限,又能充分利用材料的塑性。

拉深系数: $m = d_1/D = 306\text{mm}/410\text{mm} = 0.746$

式中 D ——拉深前毛坯直径(mm);

d_1 ——拉深后工件的直径(mm)。

08A1材料塑性好(即 δ 、 ϕ 大)且屈强比小(即 σ_s/σ_b 小),所以拉深系数 m 可小些。采用压边圈拉深时,拉深系数查表(无凸缘筒形件用压边圈拉深时的拉深系数)得, $m_1 = 0.55 \sim 0.58 < 0.746$,所以工件可以一次拉深完成。

5. 拉深模工作部分尺寸确定

尺寸 $\phi 308\text{mm}$ 标注在拉深件的外径,应以凹模为准,间隙取在凸模上,即减小凸模尺寸来得到

间隙。

$$D_{\text{凹}} = (D - 0.75\Delta) + \delta_{\text{凹}}$$

式中 Δ —零件的公差 (mm)；

$\delta_{\text{凹}}$ —凹模的制造公差，查表（圆形拉深模凸、凹模的制造公差），取 $\delta_{\text{凹}}=0.14\text{mm}$ 。

计算得： $D_{\text{凹}} = (308 - 0.75 \times 0.5) + 0.14 = 307.625 + 0.14 \text{ mm}$ 。

$$d_{\text{凸}} = (D - 0.75\Delta - 2z) - \delta_{\text{凸}}$$

z —凸凹模的单边间隙， $z = t_{\text{max}} + ct$ 。查表（普通碳素钢冷轧与热轧薄板的厚度公差）得 $t_{\text{max}} = 2 + 0.15 = 2.15\text{mm}$ 。计算得： $z = 2.15 + 0.2 \times 2 = 2.55$ 。

c —间隙系数，查表（间隙系数），取 $c=0.2$ 。

$\delta_{\text{凸}}$ 为凸模的制造公差，查表（圆形拉深模凸、凹模的制造公差），取 $\delta_{\text{凸}}=0.09$ 。

计算得： $d_{\text{凸}} = (308 - 0.75 \times 0.5 - 2 \times 2.55) - 0.09 = 302.525\text{mm} - 0.09\text{mm}$ 。

尺寸 $\phi 258\text{mm}$ 标注在拉深件的内径，应以凸模为准，间隙取在凹模上，即增加凹模尺寸来得到间隙。

$$d_{\text{凸}} = (d + 0.4\Delta) - \delta_{\text{凸}}$$

Δ —零件的公差，查表（冲裁和拉深件未注公差尺寸的极限偏差），取 $\Delta=1.3$ 。

计算得：

$d_{\text{凸}} = (258 + 0.4 \times 1.3) - 0.09 = 258.52\text{mm} - 0.09\text{mm}$

$D_{\text{凹}} = (d + 0.4\Delta + 2z) + \delta_{\text{凹}} = (258 + 0.4 \times 1.3 + 2 \times 2.55) + 0.14 = 263.62\text{mm} + 0.14\text{mm}$

6. 拉深力及压边力计算

$$P_{\text{max}} = 3(\sigma_b + \sigma_s)(D - d - r_{\text{凹}})t$$

查表（黑色金属的力学性能），抗拉强度 $\sigma_b = 275\text{MPa}$ ，屈服强度 $\sigma_s = 177\text{MPa}$ 。计算得： $P_{\text{max}} = 3 \times (275 + 177) \times (410 - 308 - 12) \times 2 = 244.08\text{kN}$

压边圈的压力必须适当，压边力过大会增加拉深力，甚至会使工件拉裂，压边力过小会使工件的边缘起皱。在生产中压边力 Q 可按拉深力 P 的 $1/4$ 选取：

$$Q = (1/4) P = 244.08\text{kN}/4 = 61.02\text{kN}$$

压力机吨位的选择：对于单动压力机： $P_{\text{压}} > P + Q$ 。 $P_{\text{压}} > P + Q = 305.1\text{kN}$ 。

经计算结合我公司设备条件决定选用LB175单动油压力机。

7. 模具设计

在凸凹模模壁强度允许的条件下，采用复合工艺。对双壁空心零件采用反拉深法，由于增加了径向拉应力 σ_r 的作用，根据塑性方程式 $\sigma_1 + \sigma_3 = \beta \sigma_s$ 的关系可知，减小了 σ_3 的作用，因而能获得良好的防皱效果。顶件装置浮动模芯内的弹性元件由于空间位置限制采用承载负荷大，安装、调整均方便的橡胶。压制时将毛坯圆环（ $\phi 410\text{mm}/\phi 150\text{mm}$ ）放在浮动模芯上，开动压力机，凸模及压边圈向下移动，压边圈就对毛坯产生一定压力，上模继续下移，零件被压制成形，工作行程结束滑块向上移动，浮动模芯内的橡胶将成形后的工件顶出，模具设计见图2，弹簧选材为65Mn，其余零件均选HT200，工件见图3。

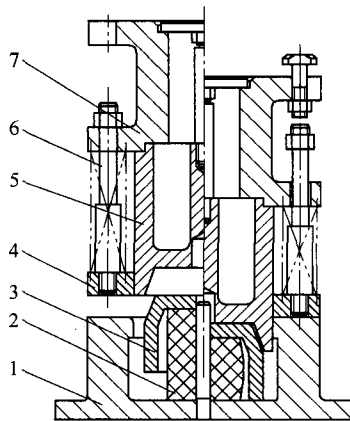


图 2

1.凹模 2.橡胶心轴 3.浮动模芯 4.压边圈 5.凸模
6.弹簧14mm×90mm×280mm 7.模座

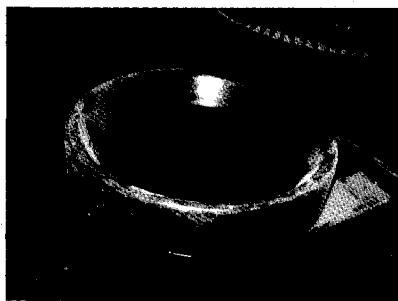


图3 成形工件

8. 结语

经过多台产品的试制，该模具压制成形的工件不起皱，压制后回弹量小，尺寸、外形均符合图样要求，装入产品运行，整体效果良好，且模具制造成本低。MW

(20120708)