

外筒冲压工艺方案的优化及模具设计

■ 钟翔山

摘要: 针对外筒零件结构及生产加工要求, 在分析其传统冲压加工工艺的基础上, 制订优化冲压工艺方案, 同时设计相应模具, 生产实践证明, 制订的方案及模具设计能满足产品的质量及加工要求。

关键词: 外筒; 冲压工艺; 模具; 设计; 复合模

1. 零件结构

图1外筒为某产品上的零件, 采用1.2mm厚碳素结构钢08F制成, 生产批量较大。要求零件拉深成形后不得有明显变薄、拉深痕迹等缺陷。

2. 加工工艺分析

这是一个集冲裁、拉深、成形等多种冲压工艺于一身的

冲压件, 零件主要由外筒及筒底台阶圆筒内外两部分圆筒组成, 其中, 外筒外径为40mm、高35mm; 筒体底部台阶圆筒则由外径为25mm、高度5mm的带 $\phi 18$ mm内孔浅凸台组成。为制订零件加工工艺, 首先需对零件进行适当的工艺计算, 以制订合适的工艺方案。

由于内筒成形高度不大, 为

简化计算, 可按外径为40mm、高35mm无凸缘筒形件进行计算。根据拉深前后毛坯与工件的表面积不变原则, 选取合适的修边余量后, 依据毛坯直径 D 计算公式 (其中 A_i 为零件各部分的表面积)

$$D = \sqrt{\frac{4}{\pi} \sum A_i}$$

求得 $D = 86$ mm, 那么, 该零件拉深系数 $m = \frac{d}{D} = \frac{38.8}{86} = 0.45$,

改进措施:

(1) 及时与研发部门沟通, 对此车型二类底盘结构及相关技术参数进行设计配比, 对其结构进行加强 (见图14车架前后结构对比) 并及时与上装厂家进行信息对接。

(2) 销售部门加强与上装厂家及客户的沟通, 联合研发部门对客户要求进行深度挖潜并及时引导客户, 保障市场经济下产品的设计输入与客户的实际需求吻合, 降低售后服务成本, 达到合作共赢。

通过以上措施的实施, 取得了良好的效果, 市场上再未发生此类问题。

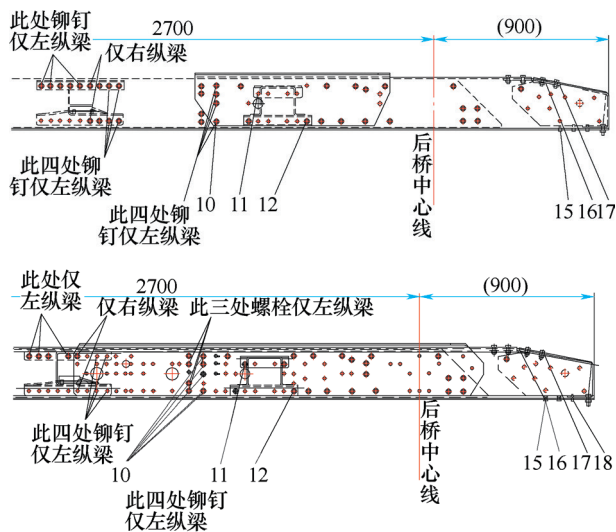


图14 车架前后结构对比

作者简介: 王勇, 助理工程师, 从事车架技术质量管理工作, 任职于陕西通力专用汽车有限责任公司车架厂。

MW 20160806

毛坯相对厚度 $\frac{t}{D} = \frac{1.2}{86} = 0.014$ ，判断拉深时，是否需要压边

$$0.045(1 - m) = 0.0248$$

$$\text{因 } \frac{t}{D} < 0.045(1 - m)$$

故，拉深时需采用压边圈。

查相关资料可知，极限拉深系数 $m_{\text{极}} = 0.5 \sim 0.53$ ，因 $m < m_{\text{极}}$ ，故需多次拉深。

选取各次拉深系数 $m_1 = 0.59$ ， $m_2 = 0.765$ ，即第一次拉成 $d_1 = m_1 D = 0.59 \times 86 = 50.7$ ，第二次拉成 $d_2 = m_2 d_1 = 0.765 \times 50.7 = 38.8$ （式中各零件直径为中心层直径）。

对于筒底台阶圆筒的成形，查阅相关零件的拉深成形资料，并通过计算可知，本外筒筒底台阶成形的常见及常用工艺方法是：将预成形筒底的台阶材料先以半球形或大圆角筒形的形状储存在大直径上，然后再一次性反拉深便可形成筒底部分。

根据上述分析可知，该零件可采用的常用传统加工工艺方案为：剪切条料→落料并初次拉深（预成形筒底）→反拉深成形筒底台阶→二次拉深→修边→冲孔，如图2所示，图2a为落料并初次拉深，图2b为成形筒底台阶，图2c为二次拉深，图2d为修边，图2e为冲孔。

应该说，上述工艺方案对于零件产品质量保证是很稳妥、可靠的。但存在加工工序过多，工艺流程过长，占用设备过多，且各工序难以复合等诸多缺点，不利于大批量生产，为此需对原加工工艺进行优化。

仔细分析筒底台阶各成形尺寸可知，筒底台阶的外径与筒体外径相差不大，筒底成形高度也不大，基本属于局部成形。

根据极限变形程度计算公式

$$\delta_{\text{极}} = \frac{l_1 - l_0}{l_0} < (0.7 \sim 0.75) \delta$$

式中 $\delta_{\text{极}}$ ——局部成形的极限变形程度；

δ ——材料伸长率；

l_1, l_2 ——变形前后长度。

代入相应数值，可计算出 $\delta_{\text{极}}$ 约为30%。查阅08F钢 δ 为32%。

尽管 $\delta_{\text{极}} > (0.7 \sim 0.75) \delta$ ，在局部成形时，易出现缺陷，但考虑到 $\delta_{\text{极}}$ 略小于 δ ，而筒底台阶外径与整个筒体外径相差不大，在筒底台阶成形时，该筒体外径圆角部位材料均会流入参与筒底台阶的成形，且通过略增大筒底台阶各成形部位的圆角半径，预先在拉深的筒底冲裁出小孔（假如在筒体底部预冲一中心孔，则在筒底凸台成形时，筒底的中心将成为变形弱区，其边缘材料易向凸台的圆弧部位补充，拉深成分增加，尽管预冲孔将发生变形，但却能使参与凸台成形的材料流动性增加）等工艺措施均可改善筒底台阶的成形性能。

此外，考虑到筒体生产批量较大，综合上述因素，决定采用以下加工工艺方案：剪切条料→落料并初次拉深、冲孔（冲裁筒底台阶成形的工艺孔 $\phi 12\text{mm}$ ）→成形、二次拉深、冲孔、挤边

直接加工出零件，如图3所示。

3. 模具结构

整个零件的加工通过二套模具完成，由于第一套冲孔落料、初次拉深复合模的结构较为常见，此处对其不再详述，图4给出了设计的第二套成形、拉深、冲孔、挤边复合模结构。

模具工作时，压力机滑块上升，上、下模逐步脱离接触，压力机顶出缸经卸料杆20传递通过顶件板18将压边圈16顶至与拉深成形下模19上平面平齐，此时，将初次拉深并预冲孔的半成品零件套入压边圈16，随着压力机滑块的向下运动，拉深凹模4及压边圈16先对半成品的筒底进行压紧，随着压力机滑块的继续下行，拉深成形下模19、拉深凹模4及压边圈16对半成品筒体进行二次拉深，当筒体拉深高度约为

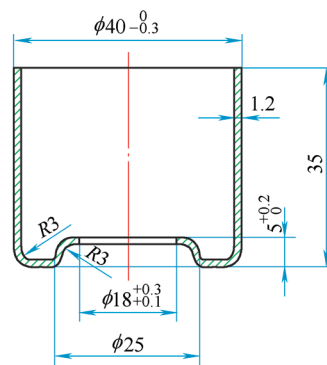


图1 外筒零件

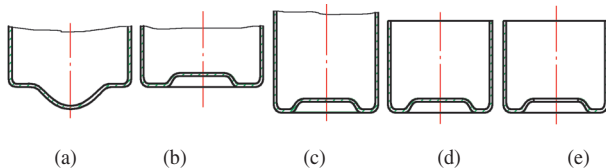


图2 零件的传统加工工艺方案



(a) 落料、初次拉深并冲孔

(b) 成形筒底台阶、二次拉深、冲孔、挤边

图3 确定的零件加工工艺方案

25mm左右时,成形上模8在其顶部安装的聚氨酯橡胶块10的作用下,与筒体底部接触,随着压力机滑块的继续下行,成形上模8与拉深成形下模19共同作用对筒体底部台阶进行成形,与此同时,拉深成形下模19、拉深凹模4及压边圈16对半成品筒体继续进行二次拉深,直至完成,随着压力机滑块的继续下行,完成二次拉深半成品筒体的不平整边缘在拉深凹模4及拉深成形下模19的挤压作用下,完成修边,而与此同时,成形上模8顶部与其顶部安装的垫块9进行刚性接触,完成对筒体底部台阶的最后校形,冲孔凸模15与拉深成形下模19也共同完成对筒底的冲孔,此时零件加工完成。

随着压力机滑块的上行,在聚氨酯橡胶块10的作用下,成形上模8复位下行,当打料杆12与压力机的打料横杆相碰时,打料杆12经推板13、打杆14通过卸料器6将拉深完成的筒体退出拉深凹模4型腔,与此同时,压力机顶出缸经卸料杆20传递通过顶件板18将压边圈16顶至与拉深成形下模19上平面平齐,此时,将半成品筒体套入压边圈16便可进入下一次冲压加工。

4. 设计要点

本模具设计的关键在于:保证二次拉深、成形、冲孔、挤边四道复合工序应按适当的次序完成,若在冲孔完成后,筒体底部台阶的成形尚未进行,则会因筒底台阶的成形而使孔发生变形,出现孔形及尺寸不准等缺陷;若筒体二次拉深完成后,再进行筒体底部台阶的成形,则一方面使模具设计变的复杂,另一方面会使筒体底部台阶材料的流动受限,易造成成形材料变

薄、甚至拉裂的缺陷;同样,筒体的挤边应在筒体二次拉深完成之后进行,否则,影响修边效果。为此,模具结构设计时具有以下特点。

(1) 拉深成形下模19具有多重作用,它既是筒体二次拉深的凸模,又是零件筒底台阶的成形凹模,同时还是筒体的冲孔凹模;压边圈16也具有双重作用,它既是零件二次拉深的定位器,又是二次拉深的压边圈;同样,拉深凹模4也具有双重作用,它既是零件二次拉深的凹模,同时也是二次拉深的压边圈。

(2) 为保证筒底台阶的成形质量,在模具设计中,特意在其顶部设置了垫块9及聚氨酯橡胶10,使其成形分多步完成,即先在聚氨酯橡胶10的弹力作用下逐步成形,最后进行校正整形,从

而使成形的材料能更有序的参与流动,以利于成形质量的保证。

(3) 应设计控制好拉深凹模4、拉深成形下模19、成形上模8及冲孔凸模15等工作零件的高度,以保证零件的二次拉深、成形、冲孔、挤边各加工工序能按要求依次进行。

5. 使用效果及结论

由于对外筒的冲压工艺方案进行了较好的优化,设计的成形、拉深、冲孔、挤边复合模较好地复合了各工序,并且有针对性的对复合所产生的问题采取了有效措施,因此,模具设计制造后,一次试冲合格,同时,大大提高了生产效率。

所制订的冲压工艺及设计的模具,经多年的生产,生产零件近五万件,产品质量稳定,模具工作良好。

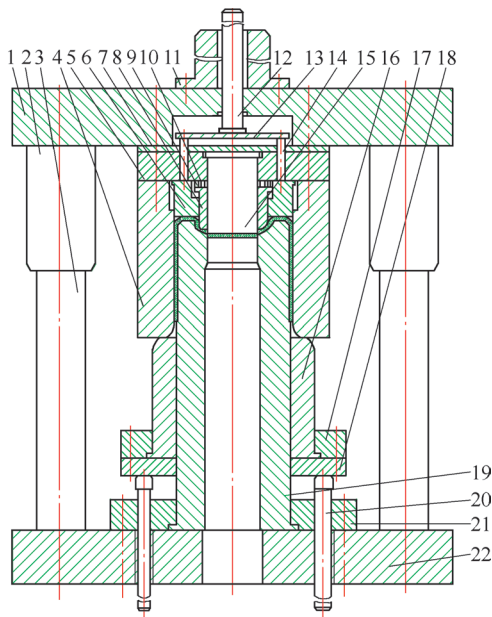


图4 成形、拉深、冲孔、挤边复合模

1. 上模板 2. 导套 3. 导柱 4. 拉深凹模 5. 冲孔凸模固定板 6. 卸料器 7. 上垫板 8. 成形上模
9. 垫块 10. 聚氨酯橡胶 11. 模柄 12. 打料杆 13. 推板 14. 打杆 15. 冲孔凸模 16. 压边圈
17. 压边圈固定板 18. 顶件板 19. 拉深成形下模 20. 卸料杆 21. 下固定板 22. 下模板

作者简介: 钟翔山, 江西省新余市亚洲富士长林电梯(新余)有限公司技术部。

MW 20160812