

柳元管冲压工艺及模具设计

江西省新余市长林集团长林机器公司 (338029) 钟翔山

图1所示柳元管为某私营企业从外商处承揽的加工件,采用厚1mm优质低碳钢10制成,同型号不同规格的零件还有3种,每种型号年产量为6万件,由于生产急需,要求生产周期短,交货要快。

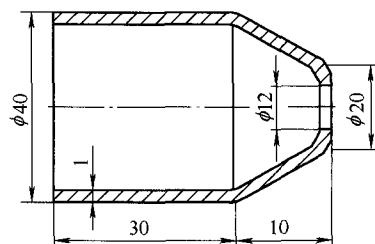


图1 零件结构

一、工艺计算

柳元管是常见的典型拉深件,零件结构并不复杂,按照零件的加工顺序,需先对零件进行工艺计算,才能制订出合理的工艺方案。选取合适的修边

余量后,根据拉深前后毛坯与工件的表面积不变原则,依据毛坯直径 D 计算公式:

$$D = \sqrt{\frac{4}{x} \Sigma f}$$

得 $D=84\text{mm}$,零件拉深系数 $m=d/D=\frac{39}{84}=0.46$ 。

根据资料中的公式,确定是否采用压边:

$$\text{毛坯相对厚度} = t/D = \frac{1}{84} = 0.012$$

$$(0.09 \sim 0.17) (1 - m) = 0.0486 \sim 0.0918$$

由于 $t/D < (0.09 \sim 0.17) (1 - m)$,故需采用压边圈。查表得,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。根据手册,可选取各次拉深系数 $m_1=0.59$ 、 $m_2=0.78$ 。即第一次拉深 $d_1=m_1 D=49.6\text{mm}$,第二次拉深 $d_2=m_2 d_1=39\text{mm}$ (式中各零件直径为中心层直径)。

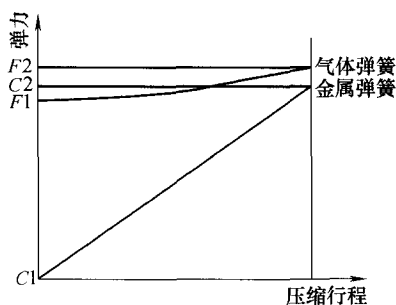


图8 弹力曲线比较示意

(6) 预锻分形 通过CAE模拟分析软件合理地设计出预锻模具。因为先前往往由于下料重量波动对锻件厚度的影响,从而影响两端油槽的深度尺寸。采用预锻分形后不仅很好地解决了此问题,并且使锻件流线、金相组织更加趋于合理化。

(7) 自动喷淋冷却模具 以往人工通过喷枪对模具进行冷却不仅浪费时间,且劳动强度较大,设

计出与设备联动的自动喷淋冷却装置,很好地利用滑块上移和多工位间的切换时间进行喷淋冷却,可很好地弥补传统方法的不足。

4. 结语

(1) 应用该模具结构进行闭式锻造,对锻件的下料重量要求较严,否则锻件的厚度易超差,以致不能保证油槽深度尺寸,同时产生纵向毛刺,且去除较麻烦,会影响后续加工。

(2) 预锻分形应合理,这样不仅可使精锻时锻件很容易充满,且使所需设备打击能量大幅降低,否则会适得其反,使精锻件更难充满。

(3) 该结构不仅使材料的利用率得到较大提高,且省去了切边、钻孔及人工冷却等工序,大幅提高了生产效率与经济效益。MW

(20120311)

二、传统工艺方案及其不足

考虑到该零件锥形部分成形高度 $h = 10\text{mm} \approx (0.25 \sim 0.3) d_2 = 9.75 \sim 11.7\text{mm}$, 属于浅锥形件。由于毛坯的变形程度不大, 故能一次拉深成形, 但按锥形件成形规律, 需先拉深成直径等于锥形件大端直径的圆筒形; 又由于锥形底部的 $\phi 12\text{mm}$ 孔与锥形件小端直径较为接近, 在拉深成锥形过程中, 易成为变形弱区而使孔形变形, 因此宜在锥形部分成形后加工。

根据上述分析及工艺计算, 结合实际生产经验, 制订出如下传统工艺方案 (见图 2): 先落料 + 首次拉深 → 第二次拉深 + 挤边 → 拉成锥形 → 冲底孔。

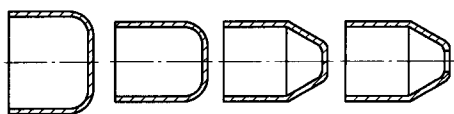


图2 传统工艺方案

整个工序的完成, 需要设计 4 套模具, 即落料—首次拉深复合模、第二次拉深—挤边复合模、锥形成形模和底孔冲模。应该说, 此工艺复合程度较高, 模具制造也较容易, 符合小型私营企业生产实际。但考虑到零件交货期较短, 若按该工艺方案生产, 受生产设备能力的限制, 难以满足外商的交货要求。如若设计成自动化程度较高的级进模, 虽然能满足交货进度, 但由于设计的模具根本无法自己生产, 不利于企业效益的提高, 且较为庞大的模具也没有合适的压力机加工。因此, 决定对原工艺方案进一步复合, 以减少工序数目, 提高生产效率。

三、工艺方案的确定

考虑到首次拉深后零件直径 49.6mm 与第二次拉深后的直径 39mm 相差较大, 因此一二次拉深工序合并。另外, 尽管锥形成形与冲底孔合并会发生孔径变形, 但通过在模具上采取措施是有可能避免的, 因此决定改进工艺方案如图 3 所示。即落料并首次拉深、二次拉深并挤边、拉成锥形、冲底孔。

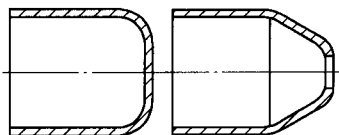


图3 改进的工艺方案

四、模具设计

1. 落料—两次拉深—挤边复合模设计

(1) 模具结构 根据零件改进后的工艺方案, 设计了落料—两次拉深—挤边复合模, 结构如图 4 所示。

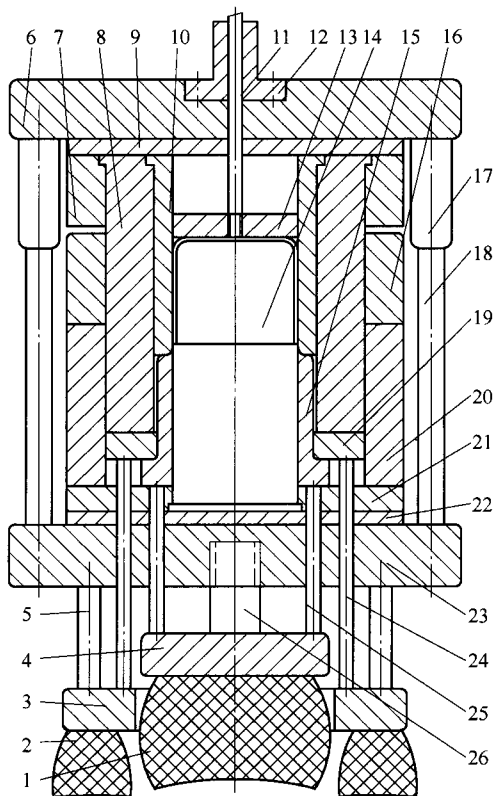


图4 复合模结构

- 1、2. 聚氨酯块 3、4. 顶板 5、26. 螺杆 6. 上模板
7. 上固定板 8. 落料凸模 9. 上垫板 10. 二次拉深凹模
11. 打料杆 12. 模柄 13. 卸料板 14. 二次拉深凸模
15. 首次拉深凸模 16. 落料凹模 17. 导套 18. 导柱
19. 压边圈 20. 凹模垫块 21. 下固定板 22. 下垫板
23. 下模板 24、25. 顶杆

(2) 工作原理 整套模具按其工作顺序, 依次连续地完成落料、首次拉深、二次拉深、挤切边及卸料 5 个步骤。

首先, 模具开启, 聚氨酯块 1、2 在自身弹力作用下通过顶杆 24、25 分别将首次拉深凸模 15、压边圈 19 顶起至与落料凹模 16 上端面平齐, 此时将条料放入模具合适位置, 压力机开始下行, 落料凸模 8 与落料凹模 16 共同作用将拉深件的展开料毛坯冲下, 完成落料工作; 其次, 冲切好的坯料被落料凸模 8 及压边圈 19 共同压紧后随压力机滑块一同下行,

随之落料凸模 8 与首次拉深凸模 15 进行首次拉深，直至二次拉深凹模 10 开始与首次拉深凸模 15 端面接触，毛坯成形后（见图 2），模具转入第二次拉深。

随着压力机滑块的继续下降，二次拉深凹模 10 迫使首次拉深凸模 15 向下运动，二次拉深凹模 10 及二次拉深凸模 14 开始对第一次拉深结束的半成品进行二次拉深；二次拉深完成后，二次拉深凸模 14 的挤切工作部分进入二次拉深凹模 10 的型腔，共同作用将二次拉深好的工件切边，此时整个零件的拉深、切边完成。

最后，压机滑块上升，首次拉深凸模 15、压边圈 19 通过顶杆 24、25 在聚氨酯块 1、2 弹力作用下开始上升复位，同时将挤切后的废边推出二次拉深凸模 14 的挤切工作部位，与此同时，上模带着成品零件复位，至压力机上死点，打料杆 11 与压力机打料横杆相撞，推动卸料板 13 将成品从二次拉深凹模 10 型腔中推出，至此零件完成一个工作周期，模具转入下一个工作循环。

（3）设计要点 ①该模具具有两组拉深凸凹模，其中件 15 既是首次拉深凸模又是二次拉深时的压边圈，其结构为悬浮结构，靠二次拉深凸模 14 下部和压边圈 19 定位及顶杆 25 支撑，其他 3 个凸凹模均为固定式。②件 14 上部既是二次拉深凸模又是挤切修边凸模，同时其下部还担负首次拉深凸模的初始定位及导向作用；落料凸模 8 外形既是落料凸模，内孔下部又是首次拉深凹模，其上部为二次拉深凹模的固定部位。③为承受及分散零件工作时的压力，模具中设置上下垫板 9、22，采用 T10A 钢制造，淬火至 56~58HRC。④整套模具下模采用两组各自独立的聚氨酯块通过弹力进行顶料，同时又提供压边力及零件的首次拉深力，因此要求支承首次拉深凸模 15 的聚氨酯块 1 预压力应大于零件的首次拉深力。上模脱料由打料杆完成。⑤为保证拉深及脱模的顺利完成，压力机滑块行程至少应大于两倍零件高度与首次拉深高度之和。

2. 拉深-冲孔复合模设计

（1）模具结构及原理 为完成拉深-冲孔工序，设计了拉深-冲孔复合模，结构如图 5 所示。

模具工作时，首先将拉深切边好的半成品套入拉深凸模 3 中，随着拉深凹模 2 下降，其与拉深凸模 3 共同作用，逐渐将筒体部分拉深成锥形，至拉深件

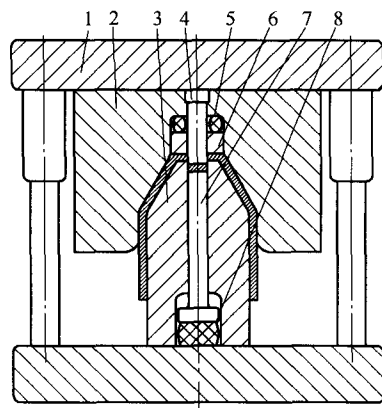


图5 拉深-冲孔复合模

1. 上模板 2. 拉深凹模 3. 拉深凸模 4. 冲头
5、8. 聚氨酯块 6. 卸料块 7. 卸料杆

即将完成（差 1.5mm 时），冲头 4 与筒底接触完成筒体底部冲孔，压力机滑块下降 1mm，冲头 4 完成对筒底的冲孔，随着压力机滑块继续下降，拉深凹模 2 与拉深凸模 3 完全接触，卸料块 6 对筒体进行校平、校正，整个成形好的筒体也得到校正，零件整个拉深-冲孔过程完成；压机滑块上升，聚氨酯块 5 在弹力作用下推动卸料块 6 将拉深冲孔好的零件推出型腔，与此同时，聚氨酯块 8 在弹力作用下带动卸料杆 7 将冲切好的废料推出凹模孔，模具转入下一个工作循环。

（2）设计要点 ①为避免冲孔的孔径变化，模具中要合理安排好冲孔的步骤，即在拉深即将完成时冲孔。②为保证拉深及冲切间隙，设置导柱、导套，同时拉深凸模既是锥形拉深凸模又是底孔冲切凹模。③为保证卸料有力，选用硬度为 85HS 的聚氨酯制作聚氨酯块。

五、使用效果及结论

改进工艺方案及设计的模具，经生产制造后，顺利地投入了使用，生产的零件形状及精度都满足了产品的要求。改进后的工艺方案大幅减少了工序数目，解决了压力机负荷大等问题，使得零件生产进度得以按期完成。

由于对零件成形的各工序进行了合理的分析，对各工序进行了有效的复合，因而改进后的工艺比原工艺提高工效一倍，在保证交货期的同时，减少了一半的机床占用及操作人员数量，经济效益也得到显著提高。MW (20120207)