钢管冲孔、压凹楔块式组合模

王宏伟，景兴斌，郭志杰，海武宏，刘桂芳
（北方特种能源集团西安庆华公司，西安 710025）

摘要：根据工件的工艺特点，在一套模具中设计了 2 种形式的楔块机构，即共轭式冲侧孔楔块机构和浮动式压侧凹楔块机构。介绍了 2 种楔块机构在模具中的布局、零件之间的相互关系以及楔块机构的动作原理。

关键词：钢管；冲孔；压凹；组合模
中图分类号：TG386.3　　**文献标识码**：A
文章编号：1674-6457(2012)03-0078-04

Wedge Combination Die of Steel Tube Punching and Recessing

WANG Hong-wei, *JING Xing-bin*, *GUO Zhi-jie*, *HAI Wu-hong*, *LIU Gui-fang*
(North Special Energy Group Co., Ltd., Xi'an Qinghua Company, Xi'an 710025, China)

Abstract: According to the process features of the part, two wedge mechanisms are designed for a set of mold. They are conjugate wedge mechanism for punching holes and floating wedge mechanism for stamping concave. The layouts of the two wedge mechanisms in the molds, the relationship between the parts and the action principle of the wedge mechanism are introduced.

Key words: steel tube; punching; concave pressure; combination die

钢管是汽车安全气囊上的一个重要零件，材质为 08AL。工件经机械加工后，需要在距左端 25 mm 处的侧壁冲出 1 个直径为 ϕ3.17 mm 孔，在距右端 45 mm 处的侧壁由外向内均匀压 4 个深度为 1.5 mm 的凹坑（定位用），要求孔的位置位于相邻 2 个凹坑所在圆周的中心线上，孔与相邻 2 个凹坑的空间位置夹角为 45°，如图 1 所示。

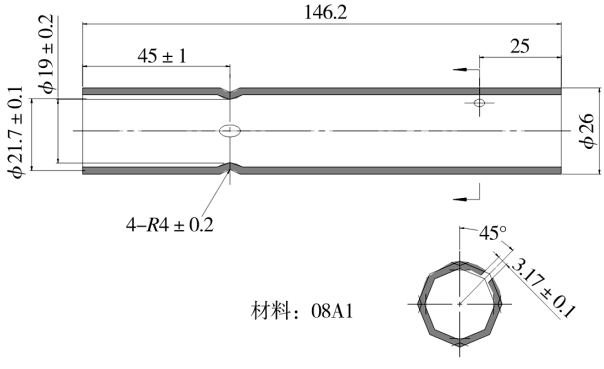


图 1　钢管工件

Fig. 1　Steel tube workpiece

1　工艺分析

这是一个典型在管侧面加工的冲压件，需要使用楔块式模具机构。按常规冲孔和压凹应分 2 步进行，由于分步加工不容易保证孔对 4 个侧凹之间的位置精度，用户不予认可。为满足用户对产品装配

收稿日期：2011-11-01
作者简介：王宏伟（1951—），男，辽宁人，主要从事冲压技术工作。

精度的要求,确保孔的位置线在 2 个相邻凹坑之间(夹角 2×45°),以及 4 个凹坑在圆周上均匀分布,只有采用冲孔和压凹一次完成的模具设计方案,这样还能大大降低生产成本。

2　模具的设计思路

根据企业现有设备条件和工件的加工特点,选择扬州锻压机床有限公司生产的 JL21-45A 压力机。其技术参数:压力为 450 kN,行程为 110 mm,闭合高度≥232 mm,行程次数≤70 次/min,有光电安保装置。

因冲孔和压凹不在工件的同一截面上,且位置相距较远,所以将冲孔机构和压凹机构在模具的上、下 2 部分分开布局。

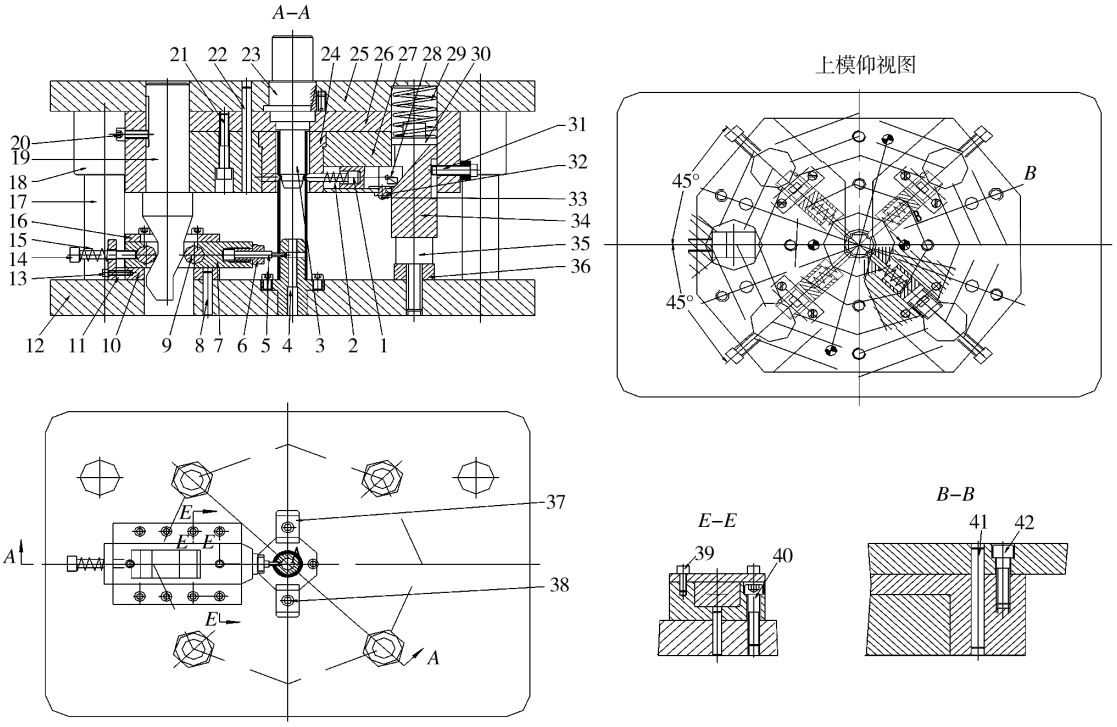
在上模部分,着重考虑冲压 4 个凹坑的机构设置和布局。因为冲 4 个凹坑不同于冲孔,所以将冲 4 凹的浮动楔块机构[1]放在上模部分,压凹成形的过程依照 $x=y\tan 36°$的轨迹运动(x 表示压凹凸模水平方向的坐标值,y 表示滑块运动方向的坐标值,36°为斜楔的斜面角度)。压凹楔块 34 在固定板 26 的 4 个孔中上下滑动,其回程动力使用规格为 M40×63 的弹簧,压凹凸模 1 的回程动力用小弹簧 2 提供。

在下模部分,着重考虑冲侧孔机构的设置和布局。为保证楔块机构工作行程的进、退可靠,采用了共轭式楔块[2]机构。为方便操作,模架用后侧导柱形式,尽量将模具的形体设计紧凑。

3　模具图的设计

从图 2 可以看到,该模具采用的是后侧导向模架[3],具有侧面冲孔和四周压凹 2 个功能的楔块式模具。

冲侧孔机构布置在主视图的左侧,采用的是一个常见的共轭式楔块机构[2]。压凹机构布置在主视



1. 压凹凸模 2. 弹簧 3. 上定位销 4. 冲侧孔凹模 5. 冲孔凸模 6. 锁紧螺帽 7. 滑板 8. 销 9. 小轴 10. 冲孔导板 11. 挡板 12. 下模板 13. 螺钉 M6 14. 螺钉 M8 15. 弹簧 16. 滑块盖板 17. 导柱 18. 导套 19. 冲孔楔块 20. 螺钉 M10 21. 螺钉 M10 22. 销 23. 模柄 24. 定位导向套 25. 上模板 26. 固定板 27. 压凹模座 28. 接触块 29. 强力弹簧 30. 弹簧座 31. 螺钉 M10 32. 压盖 33. 螺钉 M6 34. 压凹楔块 35. 调节螺杆 36. 螺母 M14 37. 小压板 38. 螺钉 M10 39. 螺钉 M6 40. 螺钉 M8 41. 销 42. 螺钉 M8

图 2　模具总图

Fig. 2　Mold assembly drawing

图的右上角，采用的是一个比较新颖的浮动楔块机构[1]。参照右面的仰视图，可以看到有 4 个相同的压凹机构均匀地分布在模具的同一圆周上。冲孔机构布局在 2 个压凹机构的中间位置，与压凹机构的夹角为 45°，确保了产品符合图纸要求。

在模具的设计过程中，模具工作图的内容需要通过各个零件图体现，特别是关键零件，更需要周密思考、反复推敲和精确计算。下面仅以冲侧孔凹模为例（如图 3 所示）。

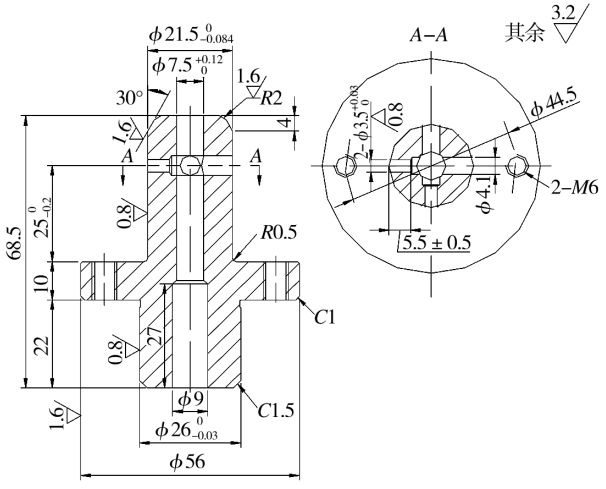


图 3 冲侧孔凹模

Fig. 3 Die for punching side hole

被加工对象的孔径为 $\phi 3.17\pm0.1$ mm，材质为 08AL，钢管内径为 $\phi 21.7\pm0.1$ mm，壁厚为 2.17 mm，孔的定位尺寸为 25 mm。在设计此件时应注意以下问题：确保凹模强度；保证废料顺利排出；保证凹模与凸模准确对中等。例如：凹模材料用 Cr12MoV，热处理后的硬度为 60～63HRC；凹模工作孔径为 $\phi 3.5^{+0.03}_{0}$ mm（凸模工作尺寸为 $\phi 3.22^{0}_{-0.02}$ mm），相对间隙 $C_z=z/t\approx0.07$，完全满足冲孔的质量要求，又可使冲孔阻力减小。凹模中心的出碴孔径确定为 $\phi 7.5$ mm 和 $\phi 9$ mm，这兼顾了凹模强度又能保证出碴顺利。凹模下半部分设计成带 $\phi 56$ mm 直径法兰的带通孔的杆，杆的直径为 $\phi 26^{0}_{-0.027}$ mm，这样可增强凹模在冲孔时的稳定性，提高抗侧弯能力。在剖面 *A-A* 处设计了 2 个相互垂直的凹模孔，如果其中一个孔损坏，经过重新调整旋转 90° 后还可重复使用。凹模孔的工作深度要合适，过长会导致废料相互粘连堵塞出口。该例的工作深度为 5.5 ± 0.5 mm，其余部分的孔径为 $\phi 4.1$ mm。图 3 中 2 个 M6 孔是专为凸、凹模对位设计的，使用时调整孔内螺钉，当凸、凹模准确对中后用小压板将凹模压紧，凹模上端的 $4\times30°$ 倒角对工件起导向作用，$\phi 21.5^{0}_{-0.084}$ mm 作为钢管内定位，$\phi 26^{0}_{-0.03}$ mm 是与下模板安装配合尺寸等。

4 模具零件之间的相互关系

工件（钢管）与上定位销 3 和冲侧孔凹模 4 位于模具中心，处在同一轴线。上定位销 3 固定在固定板 26 中，兼有定位中心和工件在侧面压凹成形时起支撑的作用。冲侧孔凹模 4 固定在下模板 12 上，它作为凹模，同时还具有定位工件和导向的作用。冲侧孔的滑块机构安装在下模板 12 上，与固定在上固定板 26 中的冲孔楔块 19 上、下对应。

上模部分：上模板 25、模柄 23 和固定板 26 相连。在固定板 26 内装有压凹模座 27。在压凹模座 27 的中心孔内安装定位导向套 24，在装配定位导向套 24 时应保证 4 个对应侧孔同轴。在压凹模座 27 的 4 个侧孔内分别安装压凹凸模 1、弹簧 2 和接触块 28。4 个压凹楔块 34 安装在固定板 26 的孔中。螺钉 31 在压凹楔块 34 回程时起限位作用。压凹楔块的回程动力用 4 个强力弹簧 29 提供（弹簧规格：M40×63）。压盖 32 固定在压凹模座 27 上，压盖上的凸台面与接触块 28 的平面接触，起防转作用。

下模部分：冲孔凸模 5 安装在滑块 7 上，用锁紧螺帽 6 锁紧，2 个小轴 9 安装在滑板 7 上，减小滑块与冲孔楔块 19 间的磨损。挡板 11 安在冲孔导板 10 的左端，与螺钉 14 和弹簧 15 一起，防止滑板回程时错位。滑板 7 在冲孔导板 10 槽中滑动，滑块盖板 16 固定在冲孔导板 10 上。冲孔导板 10 固定在下模板 12 上。冲侧孔凹模 4 用小压板 37 压紧在下模板 12 上。安装在下模板上的调节螺杆 35 与固定板 26 中的压凹楔块 34 对应，可调整压凹深度。

5 模具工作原理

将工件套在冲孔凹模 4 上，以自重定位，保持不动（孔的定位尺寸 25 由模具保证）。

工件放好后操控压力机滑块下行，上模中的上定位销 3 先行进入钢管的内径，起着内支撑的作用。压力机的滑块继续下行，4 个压凹楔块 34 的下端面

开始接触安装在下模板 12 上的调节螺杆 35,在其作用力的推动下,压凹楔块 34 向上移动,楔块上的斜面触及 4 个接触块 28,这时接触块 28 在压凹楔块斜面的作用是推动 4 个压凹凸模 1 向模具中心水平移动。当压力机滑块运行到下死点时,压凹过程结束。在压力机滑块返回时,压凹楔块机构的零件在各自弹簧力的作用下,同步返回始点,整个压凹成形过程在侧向力和滑块运动方向的合力作用下挤压成形。压凹凸模 1 的回程动力用弹簧 2 实现,压凹楔块 34 的回程动力由强力弹簧 29 提供。当 4 个凹坑深度不符合要求时,可分别转动调节螺杆 35 调整。尺寸 45±1 mm(如图 1 所示)不符合要求时,可调节压力机闭合高度。

冲孔与压凹同步进行,当压力机滑块下行时,固定在上模板 25 的冲孔楔块 19 逐渐接触滑板 7 中的小轴 9,冲孔楔块 19 推动滑板 7,安装在滑板 7 上的冲孔凸模 5 对工件侧壁冲孔,冲孔产生的废料经过冲侧孔凹模 4 的中心孔从模具底面排出。压力机滑块返回上死点时,冲孔楔块 19 强制滑板 7 返回初始位置。在完成对工件的压凹和冲孔后,将工件从模具上取出。

6　结语

经批量生产考验,这套模具生产的产品完全满足产品图尺寸及技术要求,产品一致性良好。在同一套模具中采用 2 种不同的楔块机构,形式新颖独特、简洁实用,在楔块式模具中应属典型实例。

参考文献:

[1] 张正修. 冲模实用典型结构图集[M]. 北京:机械工业出版社,2009:347－348.

[2] 夏华. 楔块模图册[M]. 北京:化学工业出版社, 2007:8,23,194.

[3] 蒋怡. 板金冲压工艺手册[M]. 北京:国防工业出版社,1996:253－255.

(上接第 59 页)

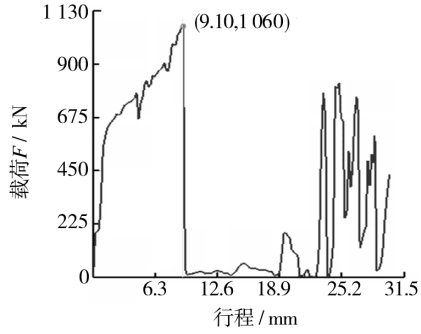


图 11　上模载荷

Fig. 11　Upper die load

4　结语

对连轴体 2 种成形工艺方案进行了有限元模拟,得出了以下结论。

1) 采用拉深工艺时,零件不能较好的成形;而采用挤压的方法成形时,成形质量好,成形工序少。

2) 改变坯料形状,确定采用与零件凸缘相似的三角形坯料能减小成形载荷和提高成形质量。

参考文献:

[1] VOELKNER W. Present and Future Development of Metalforming: Selected Examples[J]. Material ProcessingTechnology,2000,106:236－242.

[2] YANG H,ZHAN M,LIU Y L,et al. Some Advanced Plasticprocessing Technologies and Their Numerical Simulation[J]. Material Processing Technology,2004,151:63－69.

[3] NOVITNY S, GEIGER M. Process Design for Hydroforming of Light Weight Metal Sheets at Elevated Temperatures[J]. Material Processing Technology, 2003,138 :594－599.

[4] 胡亚民,王志强,钱进浩. 金属复合成形技术的新进展[J]. 现代制造工程,2002(10):94－96.

[5] ZHANG S H, WANG Z R, WANG Z T. Some New Features in the Development of Metal Forming Technology[J]. Material Processing Technology,2004,151:39－47.

[6] BALENDRA R, QIN Y. Research Dedicated to the Development of Advanced Metal for Ming Technologies[J]. Material Processing Technology,2004,145:144－152.