

汽车加强板多工位级进模设计

赵德世¹, 杜 坡², 刘 杰³

(1. 鞍山职业技术学院 交通运输分院, 辽宁 鞍山 114020; 2. 沈阳工业大学 工程实训中心, 辽宁 沈阳 110870;
3. 温州瑞屿模具有限公司, 浙江 温州 325025)

摘要: 根据汽车加强板的形状、尺寸和生产要求, 分析了其冲压工艺, 进行了级进模的排样设计和模具设计。结合 Dynaform 软件进行工艺分析, 确定了产品中心部位可一次冲压成形。针对产品弯曲部位多、成形后回弹量大的问题, 采用预压工艺有效保证了弯曲精度; 针对产品多边弯曲特征, 采用框架式的排样结构提高了料带进给和冲压的稳定性; 浮料导料销与导正销相结合, 进一步提高了冲裁精度。生产结果表明: 分次折弯的成形方案可以提高产品的精度; 模具结构合理, 可以保证产品的生产效率、良品率, 并实现大批量生产, 对实际生产具有重要的借鉴意义。

关键词: 加强板; 多工位级进模; 排样设计; 模具设计; 冲压工艺

DOI: 10.13330/j.issn.1000-3940.2023.08.030

中图分类号: TG386

文献标志码: A

文章编号: 1000-3940 (2023) 08-0219-05

Design on multi-station progressive die for automobile reinforcement plate

Zhao Deshi¹, Du Po², Liu Jie³

(1. School of Traffic and Transportation, Anshan Vocational and Technical College, Anshan 114020, China; 2. Engineering Training Center, Shenyang University of Technology, Shenyang 110870, China; 3. Wenzhou Ruiyu Mould Co., Ltd., Wenzhou 325025, China)

Abstract: According to the shape, size and production requirements of automobile reinforcement plate, the stamping process was analyzed, and the layout and die design of progressive die were conducted. Then, the process was analysed combined with Dynaform software to determine that the central part of product could be formed at one time stamping. In view of the problems of many bending parts of product and large amount of springback after forming, the bending accuracy was effectively ensured by using the pre-pressing process, and aiming at the multi-sided bending characteristics of product, the stability of strip feeding and stamping was improved by using the frame-type layout structure. Furthermore, the combination of floating guide pin and corrected pin further improved the punching accuracy. The production results show that the forming scheme of bending in several times can improve the accuracy of product, the structure of die is reasonable, which can ensure the production efficiency and yield rate of product, and realize the large-scale production, which has important reference significance for the actual production.

Key words: reinforcement plate; multi-station progressive die; layout design; die design; stamping process

级进模是根据金属薄板变形理论, 在压力机作用下借助模具对金属板材连续冲压, 从而高效获得制件的一种冲压设备^[1-2]。其主要特点为: 能够最大限度地节省材料、生产效率高、成本低。尤其在汽车结构件的生产中, 因级进模具有精度高、寿命长、单件成本低等优势, 可以减少人工成本, 便于企业实现自动化生产^[3-4]。汽车加强板的原有冲压

工艺为单工序生产, 现面对提升产能的需求, 亟须一种替代方案满足供应要求。因其 3 个边均具有弯曲成形特征, 为保证良品率及冲裁质量, 采用框架式排样、一模一件的级进模设计方案。

1 产品冲压工艺性分析

汽车加强板零件的二维图和三维图分别如图 1 和图 2 所示, 产品的精度等级为 IT14 级, 材料为 08F 钢, 厚度为 1 mm。加强板的成形需考虑以下因素: (1) 零件中心成形特征能否一次成形; (2) 零件具有多处 90°弯曲, 需要 2 次弯曲以提高折弯后的质量; (3) 零件在 3 个边上具有弯曲特征, 需要

收稿日期: 2022-11-04; 修订日期: 2023-02-01

基金项目: 辽宁省教育厅科学研究经费项目 (LJKZ0160)

作者简介: 赵德世 (1989-), 男, 硕士, 助教

E-mail: zds891001@163.com

通信作者: 杜 坡 (1990-), 男, 硕士, 工程师

E-mail: 18240239856@126.com

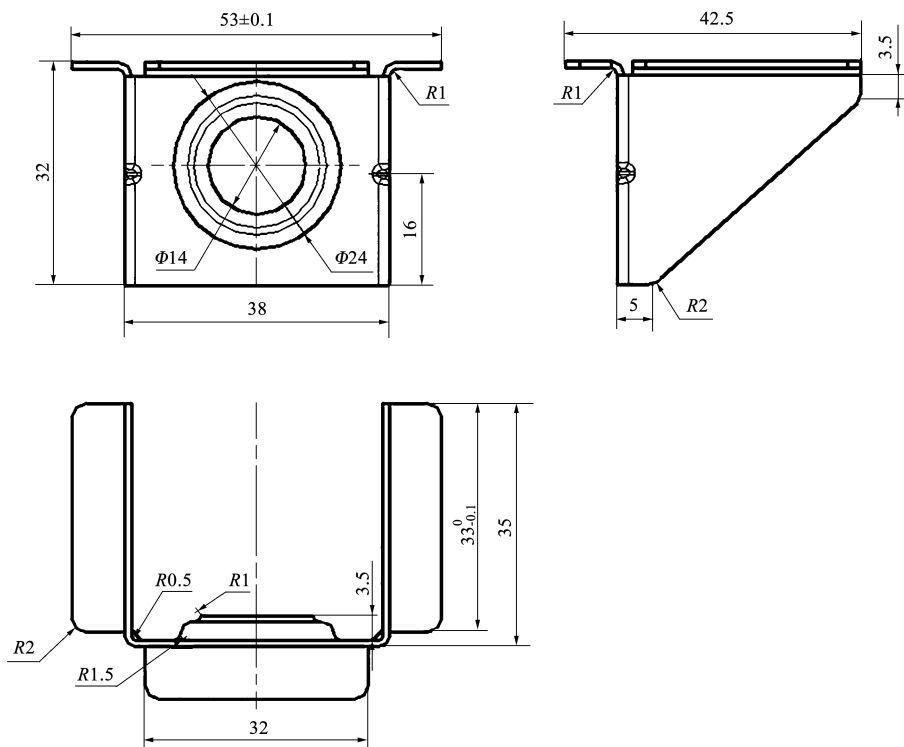


图 1 汽车加强板零件二维图

Fig. 1 Two-dimensional drawing of automobile reinforcement plate part

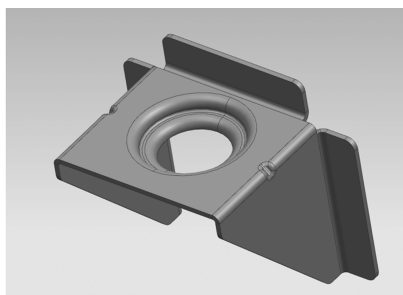


图 2 汽车加强板零件三维图

Fig. 2 Three-dimensional drawing of automobile reinforcement plate part

保证料带进给过程中的稳定性。

通过 Dynaform 数值模拟分析, 确定了产品中心特征可一次冲压成形。根据成形极限图 (图 3) 可以发现, 产品中心区域的成形效果良好, 无开裂和濒临破裂区域; 根据厚度云图 (图 4) 可以发现, 最薄区域的厚度为 0.94 mm, 最厚区域的厚度为 1.05 mm, 最大减薄率和增厚率均小于 10%, 满足工程中起伏成形件厚度变化率小于 20% 的指标要求^[5-7]。

2 排样设计

加强板零件在 3 个方向上具有弯曲成形特征, 所以排样的稳定性和材料的利用率是重点考虑的因

素^[8]。由图 5 可以看出, 采用框架式的单排结构可以提高料带在进给和冲压过程中的稳定性, 且此种结构可在废料处设置导正销, 提高料带的定位精度。经计算, 该排样的材料利用率为 58%, 满足产品的经济性要求。弯曲工艺设计环节中, 采用先弯曲 45°、再弯曲至 90° 的分次折弯方案可以有效控制回弹量, 提高弯曲质量; 因整体呈 U 形弯曲, 为便于送料及成形凸模的布置, 选择向下弯曲。

综上分析, 排样设置 15 个工位。工位 1: 中间下凹部成形; 工位 2: 冲导正孔和工艺孔 A 区域; 工位 3: 工艺孔 A 区域 1 次弯曲; 工位 4: 工艺孔 A 区域 2 次弯曲; 工位 5: 空工位; 工位 6: 冲工艺孔 B 区域; 工位 7: 工艺孔 B 区域 1 次弯曲; 工位 8: 工艺孔 B 区域 2 次弯曲; 工位 9: 冲工艺孔 C 区域; 工位 10: 工艺孔 C 区域 1 次弯曲; 工位 11: 工艺孔 C 区域 2 次弯曲; 工位 12: 冲裁中心孔; 工位 13: 冲压加强筋; 工位 14: 切断载体; 工位 15: 切断余料。

3 级进模结构设计

模具结构主要包括 5 部分: 浮顶组件、导正组件、工作组件、辅助板类组件和模架组件^[8-9]。导正与浮顶组件的作用为: 产品冲压过程中条料的定

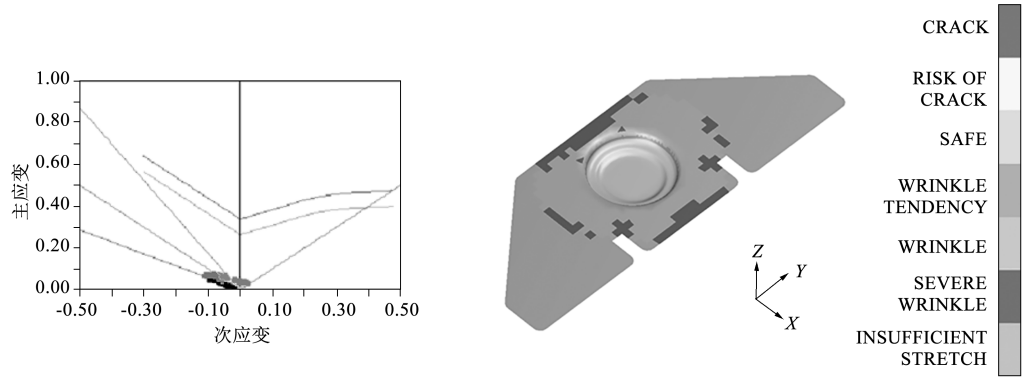


图 3 成形极限图
Fig. 3 Forming limit diagram

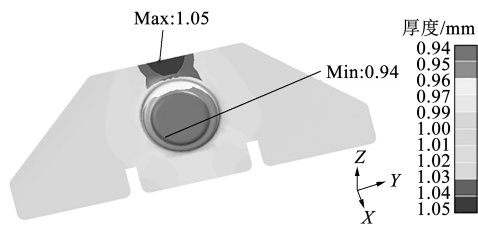


图 4 仿真厚度云图
Fig. 4 Simulation thickness cloud diagram

位，决定着产品的精度及良品率。本设计料带的导正，采用浮料导料销与导正销相结合的方式实现。因产品具有成形特征，料带在进给过程中需要抬离凹模上表面，所以在料带的两侧设置有如图 6 所示的浮料导料销组件，该组件底部安装有弹簧，可实现抬料动作；顶部具有凹槽，料带可以沿凹槽实现 Y 向运动，进而实现导料板功能。自动送料机构送料后，料带在位于料带两侧的浮料导料销的凹槽内沿着 Y 向运动，

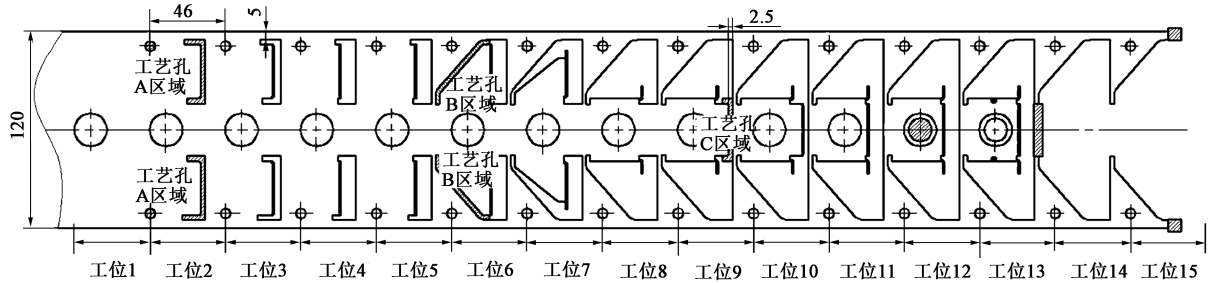


图 5 级进模排样图
Fig. 5 Layout drawing of progressive die

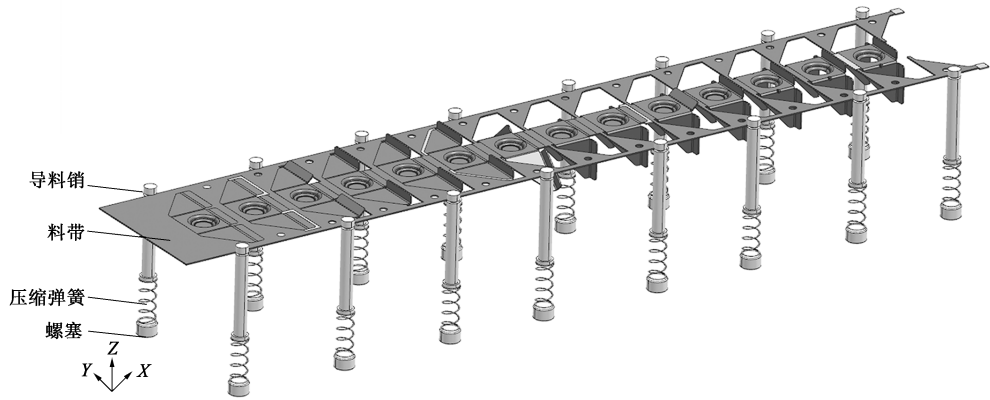


图 6 浮料导料销组件
Fig. 6 Floating guide pin module

实现 Y 向导料功能，导正销则实现精确定位^[10]。工作组件主要指用于冲裁或成形的凸模和凹模镶块。

如图 7 所示，凸模采用台阶形式固定在上模固定板上，凹模采用镶块形式固定在凹模固定板上，便于

维修与更换^[11]。辅助板类组件主要包括 3 部分：
(1) 即上模固定板和凹模固定板，分别固定凸模和凹模镶块；(2) 上下垫板，承载冲压时的瞬时大载

荷，分散冲击力；(3) 卸料板和卸料背板，用于上模下行中的压料，及冲压后的卸料环节。压料和卸料环节采用 8 根卸料螺钉与聚氨酯橡胶配合完成。

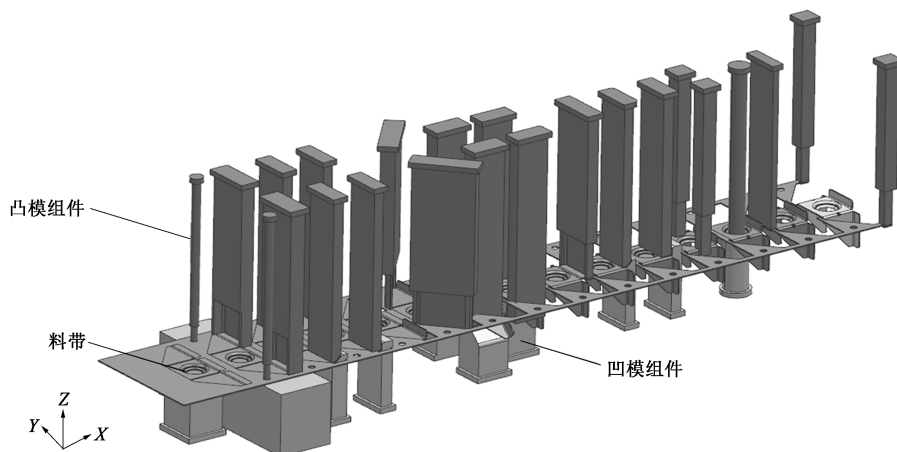


图 7 冲压工作组件

Fig. 7 Stamping working module

如图 8 所示，模架采用钢板模架，外导向配有 4 组滚动导向组件，内导向采用 4 组滑动导向结构，确保冲压过程中各板件之间的精确位置^[12]。为避免模具过切，上、下模之间设置有限位柱。级进模采

用弹性卸料，卸料装置由卸料板和卸料背板组成，保证了卸料的可靠性。在切断载体完成出件操作后，接着对排样的两侧余料完成切断，切断后的废料沿着凹模两侧的滑槽排出，实现了级进模的安全生产。

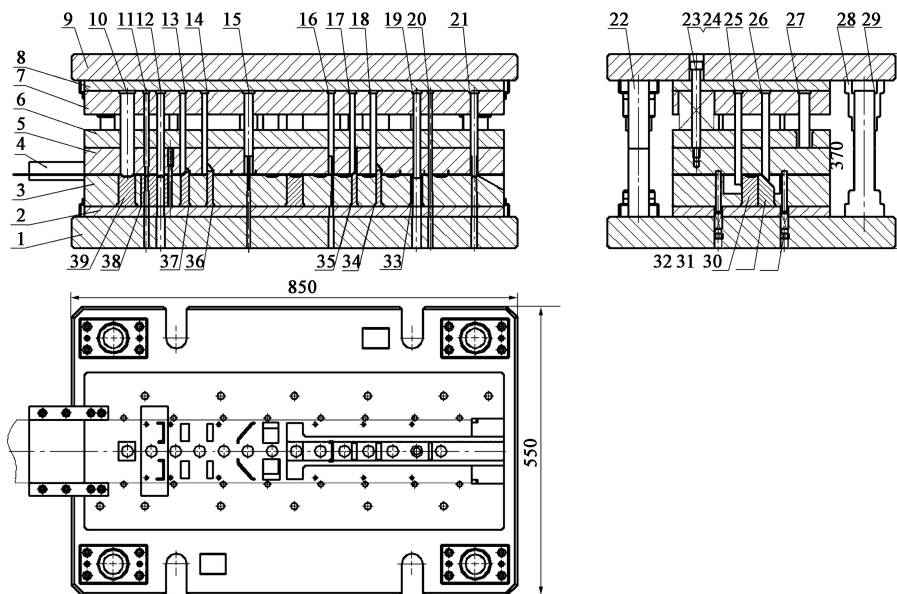


图 8 模具二维装配图

1. 下模座 2. 下垫板 3. 凹模固定板 4. 承料板 5. 卸料板 6. 卸料背板 7. 凸模固定板 8. 上垫板 9. 上模座 10. 中心成形凸模
11. 冲导正孔凸模 12. 冲 A 区凸模 13. A 区 45°弯曲凸模 14. A 区 90°弯曲凸模 15. 冲 B 区凸模 16. 冲 C 区凸模
17. C 区 45°弯曲凸模 18. C 区 90°弯曲凸模 19. 中心冲孔凸模 20. 切断载体凸模 21. 冲切两侧凸模 22. 限位柱 23. 卸料螺钉
24. 卸料弹簧 25. B 区 90°弯曲凸模 26. B 区 45°弯曲凸模 27. 内导向组件 28. 外导套 29. 内导套 30. 浮料导料销
31. B 区 45°弯曲凹模镶块 32. B 区 90°弯曲凹模镶块 33. 冲中心孔凹模镶块 34. C 区 90°弯曲凹模镶块 35. C 区 45°弯曲凹模镶块
36. A 区 90°弯曲凹模镶块 37. A 区 45°弯曲凹模镶块 38. 第 2 工位凹模镶块 39. 中心成形凹模镶块

Fig. 8 Two-dimensional assembly drawing of die

图9为批量化生产的产品。经检验,制件弯曲后的平均回弹量为 2° ,外形尺寸的最大公差平均为 0.12 mm ,满足产品技术要求。模具的良品率达到99.5%以上,满足实际生产要求。



图9 汽车加强板冲压产品实物图

Fig.9 Physical picture of stamping product for automobile reinforcement plate

4 结论

(1) 冲压工艺分析结合CAE数值模拟软件,确定中心部位可一次成形,提高了模具设计效率。

(2) 采用框架式排样结构,使材料的利用率达到58%。框架式排样结构增强了料带的刚度和强度,并在废料区域设置双侧导正销,提高了料带的进给精度。

(3) 产品的弯曲部分,均采用两次弯曲的技术方案来实现,弯曲圆角过渡自然,降低了回弹量,保证了弯曲部位满足设计精度要求。

(4) 批量化生产结果显示,模具运行的稳定性良好,产品的良品率较好,对实际生产具有一定的借鉴意义。

参考文献:

- [1] 王天宝,袁博,刘立明.步进电机外壳零件多工位级进模设计[J].锻压技术,2022,47(3):174-177.
Wang T B, Yuan B, Liu L M. Design on multi-station progressive die for stepper motor shell parts [J]. Forging & Stamping Technology, 2022, 47 (3): 174-177.
- [2] 宗学文,张健,卢秉恒. Ti6Al4V在不同成形工艺下的数值分析及组织性能[J].稀有金属,2021,45(7):786-795.
Zong X W, Zhang J, Lu B H. Numerical analysis and microstructure and properties of Ti6Al4V under different forming processes [J]. Chinese Journal of Rare Metals, 2021, 45 (7): 786-795.

- [3] 刘文伟,王耀奇,韩玉杰,等.二级时效对热冲压固溶7B04铝合金组织与性能的影响[J].稀有金属,2022,46(9):1146-1152.
Liu W Y, Wang Y Q, Han Y J, et al. Microstructure and properties of hot stamping solution state 7B04 aluminum alloy with two-step aging treatment [J]. Chinese Journal of Rare Metals, 2022, 46 (9): 1146-1152.
- [4] 于仁萍,司国雷,邢勤.打印机内部限位板多工位级进模设计[J].锻压技术,2021,46(1):142-147.
Yu R P, Si G L, Xing Q. Multi-station progressive die design for limiting plate in pinter [J]. Forging & Stamping Technology, 2021, 46 (1): 142-147.
- [5] 于传浩,张毅.基于Dynaform的凸缘圆筒件拉深工艺有限元分析[J].锻压技术,2022,47(2):56-61.
Yu C H, Zhang Y. Finite element analysis on drawing process for cylinder parts with flange based on Dynaform [J]. Forging & Stamping Technology, 2022, 47 (2): 56-61.
- [6] 陈泽中,李响,刘欢,等.基于Dynaform的SUV汽车B柱热冲压成形仿真分析与工艺研究[J].塑性工程学报,2019,26(4):113-119.
Chen Z Z, Li X, Liu H, et al. Simulation analysis and process research of hot-stamped SUV B-pillar based on Dynaform [J]. Journal of Plasticity Engineering, 2019, 26 (4): 113-119.
- [7] 谢晖,黄康,陈建新,等.双层不锈钢消声器壳体冲压工艺CAE分析与优化[J].塑性工程学报,2018,25(2):1-8.
Xie H, Huang K, Chen J X, et al. CAE simulation and optimization of double-layer stainless steel muffler shell stamping process [J]. Journal of Plasticity Engineering, 2018, 25 (2): 1-8.
- [8] 李豪.多工位级进模的主要零部件设计[J].内燃机与配件,2020,(4):5-7.
Li H. Main parts design of multi-station progressive die [J]. Internal Combustion Engine & Parts, 2020, (4): 5-7.
- [9] 郑晖,栾景旺,孙凌巍.挡板件多工位级进模设计[J].锻压技术,2021,46(5):169-173.
Zheng H, Luan J W, Sun L W. Design on multi-station progressive die for stop plate part [J]. Forging & Stamping Technology, 2021, 46 (5): 169-173.
- [10] 任成艳,张如华,徐仁辉,等.一种散热器上托底板成形工艺改进研究[J].塑性工程学报,2019,26(3):83-88.
Ren C Y, Zhang R H, Xu R H, et al. Research on improvement of forming process for a radiator uplifted bottom plate [J]. Journal of Plasticity Engineering, 2019, 26 (3): 83-88.
- [11] 袁博,陈淑花,于来宝,等.空调蒸发器边板零件多工位级进模设计[J].锻压技术,2021,46(8):138-142.
Yuan B, Chen S H, Yu L B, et al. Design on multi-station progressive mold for side plate parts of air conditioning evaporator [J]. Forging & Stamping Technology, 2021, 46 (8): 138-142.
- [12] 洪慎章,金龙建.多工位级进模设计实用技术[M].北京:机械工业出版社,2010.
Hong S Z, Jin L J. Practical Design Technology of Multi-position Progressive Die [M]. Beijing: China Machine Press, 2010.