

## 汽车内板件一步翻边成形模具设计

郑 晖, 廖 恕, 宋适元, 赵天章

(沈阳航空航天大学 航空航宇学院, 辽宁 沈阳 110136)

**摘要:** 为了提高生产效率、降低成本、减少生产准备时间, 在分析了汽车内板件工艺特点的基础上, 采用一步翻边成形工艺对板料进行冲压加工。以 CATIA 为计算机辅助设计工具, 设计出汽车内板件翻边成形所需的模具零件, 装配后得到模具装配体的三维数模。同时, 介绍了汽车内板件模具工作零件的结构设计特点, 即翻边上模采用镶拼结构, 内部为压料兼做成形上模, 下模分为固定凸模和活动顶起凸模两部分。坯料采用工艺孔定位模具的导向; 上、下模之间的导向采用导柱导套形式; 上模本体与压料块之间的导向采用导滑块与滑配面的形式; 下模本体与凸模镶块之间的导向采用导柱导套形式。实践证明, 所设计的模具工艺性良好、结构合理、符合生产要求。

**关键词:** 汽车内板件; 翻边成形; 冲压工艺; 模具设计; 镶拼结构

**DOI:** 10.13330/j.issn.1000-3940.2022.12.027

**中图分类号:** TG385.4      **文献标志码:** A      **文章编号:** 1000-3940 (2022) 12-0182-07

## Design on one-step flanging die for automobile inner panel

Zheng Hui, Liao Shu, Song Shiyuan, Zhao Tianzhang

(School of Aerospace Engineering, Shenyang Aerospace University, Shenyang 110136, China)

**Abstract:** In order to increase production efficiency, reduce cost process and decrease time of production preparation, on the basis of analyzing the technological characteristic of automobile inner panel, the one-step flanging process was used for the stamping of sheet. Then, the die parts of flanging were designed and assembled by using CATIA as a computer-aided design tool, and the three-dimensional digital model of the die assembly was generated. At the same time, the structural design features of the working parts for automobile inner panel die were introduced, namely, the upper die of flanging adopted insert die structure, the inner was used for pressing material and upper die of forming, the lower die were divided into fixed punch and movable jacking punch. Furthermore, the die was positioned by the process hole in the blank, the upper and lower dies were guided by the guide sleeve and guide post, the guiding between upper die and pressing plate adopted the guide slider and sliding surface, and the guiding between lower die and lower insert punch was conducted by the guide sleeve and guide post. The result shows the designed die has good process property and reasonable structure, and meets the production requirements.

**Key words:** automobile inner panel; flanging; stamping process; die design; insert die structure

与一般冲压件相比, 汽车覆盖件具有壁厚较薄、形状复杂、自由曲面多、结构尺寸大以及表面质量要求高等特点。覆盖件成形时, 坯料各部分的变形状态很复杂, 各处的应力也不均匀。当前覆盖件模具设计的特征之一是利用 CAD 软件建立覆盖件模具的三维数学模型, 采用计算机辅助设计可以提高模具的质量, 节省设计时间, 同时可以增加模具的可靠性<sup>[1]</sup>。汽车覆盖件中一个零件的成形往往需要拉深、修边冲孔、翻边整形等多道工序, 至少需要 3 套模具, 大大增加了模具设计、模具生产与模具调

试的时间<sup>[2-5]</sup>。本文采用一套翻边成形模具进行了汽车内板件的生产, 大大降低了费用, 节省了 time, 同时保证了生产质量, 为覆盖件模具设计的改进提供了 1 个成功的例子。

### 1 零件的工艺性分析

本制件为汽车内板件摇臂, 冲压加工类型为翻边成形。板料材料为优质酸洗热轧薄板 SPH270, 板料厚度为 2.3 mm, 制件图如图 1 所示, 其中, 1 为进入模具冲压加工前的板料, 2 为在本工序模具加工后离开模具的制件。平板坯料通常经过拉延、修冲、翻整这 3 套模具进行生产, 本设计中, 采用激光切割精确下料方式, 经过多次反复试压, 获

收稿日期: 2022-01-05; 修订日期: 2022-04-06

基金项目: 国防重点学科实验室开放课题 (SHSYS202105)

作者简介: 郑 晖 (1976-), 女, 博士, 副教授

E-mail: 912108730@qq.com

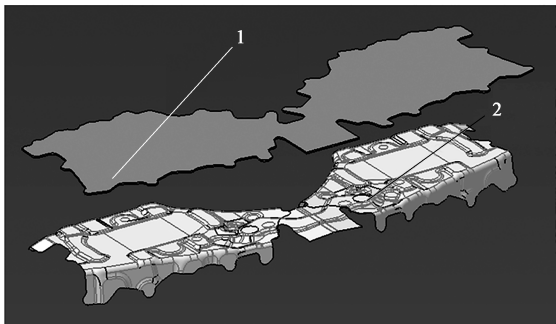


图 1 汽车内板件摇臂制件图  
Fig. 1 Part drawing of rocker arm for automobile inner panel

得合理的坯料尺寸，仅通过一次翻边成形工序即可得到制件，大大缩短了生产准备周期、减少了模具数量、降低了成本。制件的特征模型如图 2 所示。

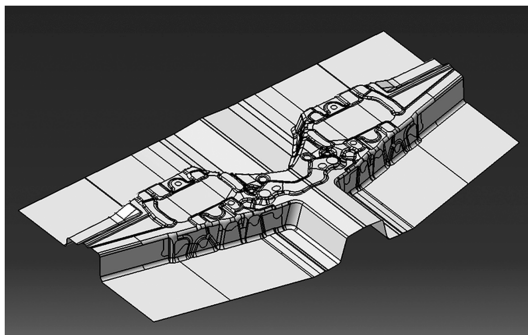


图 2 制件的特征模型  
Fig. 2 Feature model of part

制件的特征模型与制件模型有很大区别，特征模型包含了制件模型的全部特征，而且考虑了制件

在汽车内板件中的安装与装配等诸多方面，制件的特征模型对模具成形零件的设计具有重要的作用<sup>[6-8]</sup>。

## 2 模具成形零件设计

模具成形零件包括上模部分和下模部分，需完成外缘部分的翻边成形和内部复杂型面的锻压成形。根据制件的特征模型，使用 CATIA 制图软件，得到上模部分和下模部分。

### 2.1 下模部分设计

下模部分型面的尺寸与制件特征模型一致。由于制件在成形后需要从成形凸模上抬起至一定高度，以实现物料夹子夹取与送入板件等功能，所以，需要将成形凸模设计为分块式，分割为两部分，一部分直接安装在下模本体上，另一部分安装在抬料装置上。成形凸模镶块示意图如图 3 所示，具体分块结构如图 4 所示。

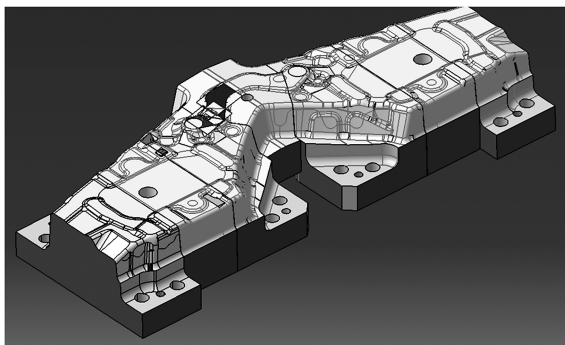


图 3 下模中成形凸模镶块示意图  
Fig. 3 Schematic diagram of insert blocks for forming punch at lower die

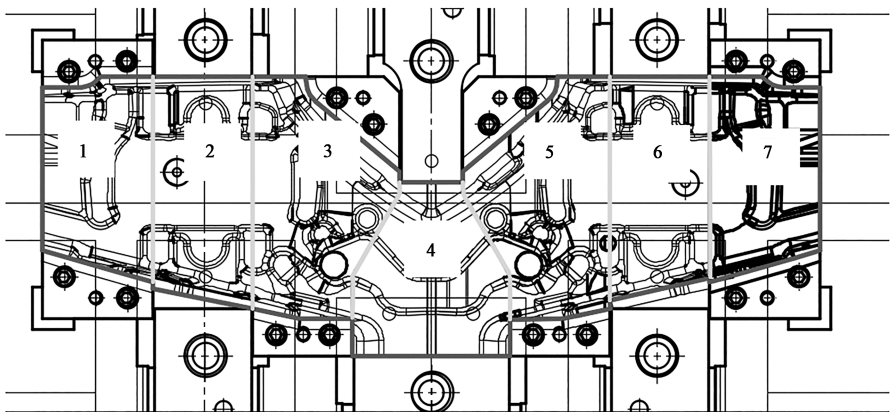


图 4 下模中成形凸模镶块的分块结构  
Fig. 4 Partitioned structure of insert bolcks for forming punch at lower die

图 4 中，外圈闭合线为成形凸模轮廓，成形凸模沿着轮廓内线条进行分割，其中从左至右分别为凸模镶块 1、2、3、4、5、6 和 7。其中，凸模镶块

1、3、5 和 7 直接安装在下模本体上，该部分镶块配置与下模本体安装的紧固部分；凸模镶块 2、4 和 6 是负责抬料功能的凸模镶块，即活动部分，其与

抬料装置安装的方式为下表面贴紧, 所以, 不需要配置额外的紧固件部位。

## 2.2 上模部分设计

上模成形零件的布置与制件特征模型一致, 如图 5 所示。成形凹模分为两部分: 一部分为翻边凹模镶块, 直接安装在上模本体上, 如图 6 所示; 另一部分为压料兼顾成形零件, 安装在压料板上, 如图 7 所示。

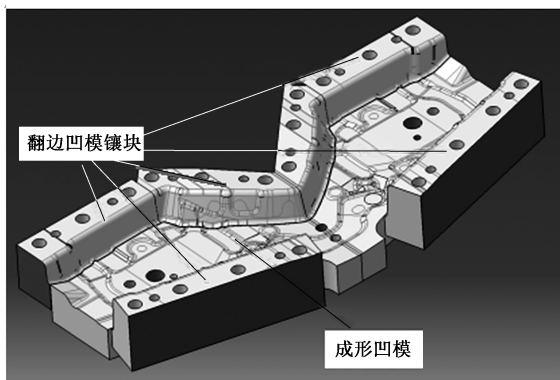


图 5 上模中成形凹模镶块示意图

Fig. 5 Schematic diagram of insert blocks for forming die at upper die

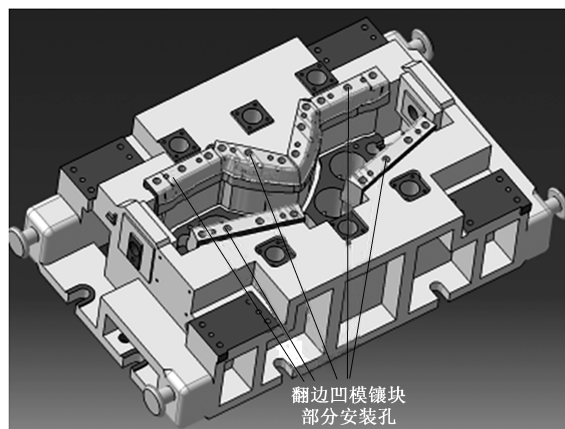


图 6 翻边凹模镶块的安装

Fig. 6 Installation of insert blocks for flanging die

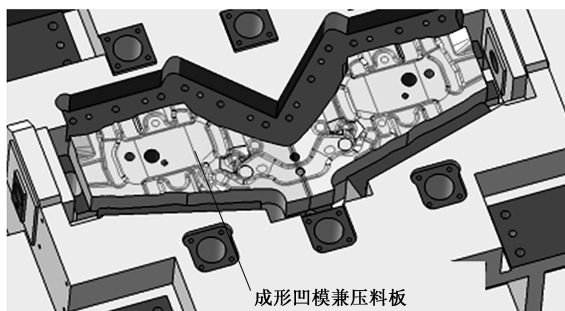


图 7 压料板的安装

Fig. 7 Installation of pressing plate

## 3 零件在模具上的定位

下模上的抬料装置为最先接触到制件的模具成形零件, 需要设置板料定位装置, 本文在每个抬料装置的成形凸模镶块上设置一个定位销钉。销钉的设置如图 8 所示, 共设置了 3 个定位销钉以保证板料在模具中的定位, 并确保制件的加工形状特征符合要求。

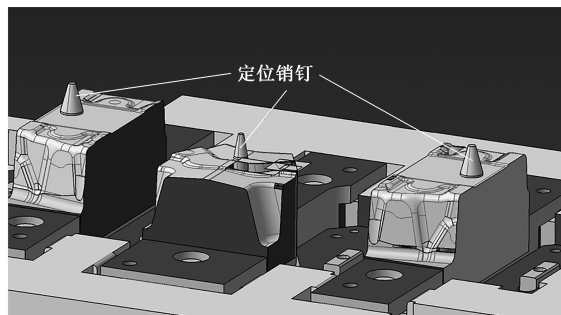


图 8 定位销钉的设置

Fig. 8 Setting of locating pins

## 4 抬料、压料装置的设计

### 4.1 抬料装置设计

成形凸模会在制件成形后被制件包围, 所以, 需要设置抬料装置将制件抬起一定高度, 同时方便压力机生产线上的物料夹子夹取制件。

抬料装置如图 9 所示, 分为 3 部分, 分别安装 3 个成形凸模镶块, 由于这 3 个成形凸模镶块在成形与翻边过程中需要与安装在下模本体上的成形凸模镶块处于同一平面。因此, 需要在上模安装相关装置以确保成形之前将下模的抬料装置复位至与下模本体的成形凸模镶块同一高度。同时, 需要设置抬料装置相对应的位置以完成抬料装置上成形凸模镶块的复位。最终选择在上模本体上对应每个抬料装置安装两个单缸氮气弹簧, 以实现成形前凸模镶块的复位。具体结构如图 10 所示。

由图 10 可知, 设置 3 组共 6 个单缸氮气弹簧, 将其安装在上模本体上, 当模具下行时在上模本体的导柱与下模本体的导套接触后, 这 3 组单缸氮气弹簧将与下模抬起的 3 个抬料装置接触并将其压住下行, 在模具对制件原料进行成形与翻边加工之前先将抬料装置上的成形凸模镶块复位, 保持与下模的成形凸模镶块的高度一致, 以保证成形质量。



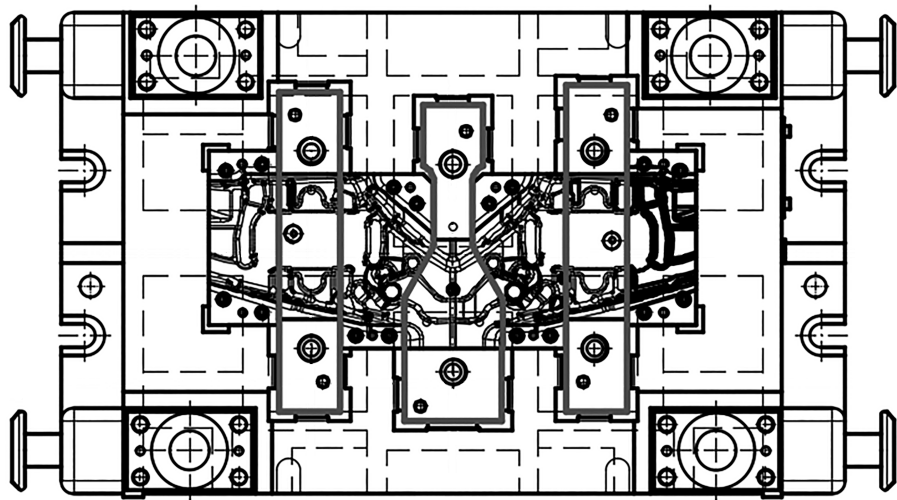


图 9  下模抬料装置平面图  
Fig. 9  Plan diagram of lifting device at lower die

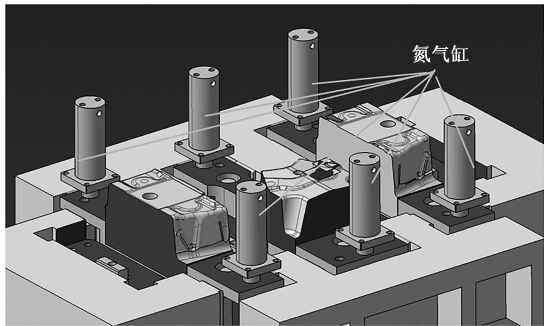


图 10  上模抬料装置复位示意图  
Fig. 10  Schematic diagram for resetting of lifting device at upper die

为防止抬料装置的上行距离过大，在抬料装置上配置限位装置，根据抬料高度为 40 mm，可以确定下模抬料装置的抬料行程为 40 mm，即可以配置限制抬料装置行程的装置，采用螺钉加限位圈的结构，如图 11 所示。

4.2 压料板的设计

在本套模具中，压料板起着将板料压紧以便成形的作用，同时该制件除了翻边以外还包含成形加工过程<sup>[9-10]</sup>。压料板上的成形凸模不参与翻边的过程，仅起着成形模具的作用。同时，压料板上的成形凸模也是对称形状，其成形加工过程中的压力基本可以视为垂直压料板平面的力，基本没有侧向力。

压料板的运动行程需要设置行程限位装置，由于本套模具将采用氮缸系统提供压力，所以，上模本体的底部空间的结构比较复杂，不易设置限位螺

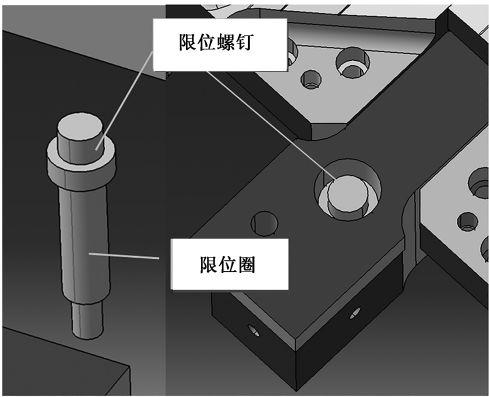


图 11  抬料装置上的限位圈与限位螺钉  
Fig. 11  Limiting rings and limiting screws in lifting device

钉，易产生干涉。而且上模本体底部开孔过多将一定程度上影响模具的强度。所以，采用侧销进行行程限位，如图 12 和图 13 所示。

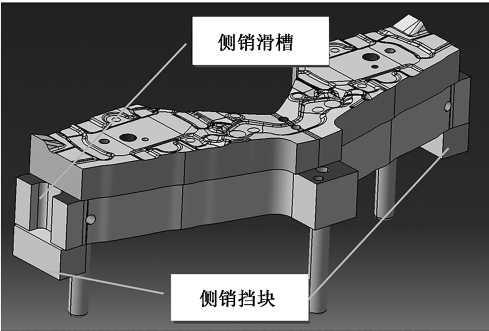


图 12  上模压料板限位结构  
Fig. 12  Limiting structure of pressing plate for upper die



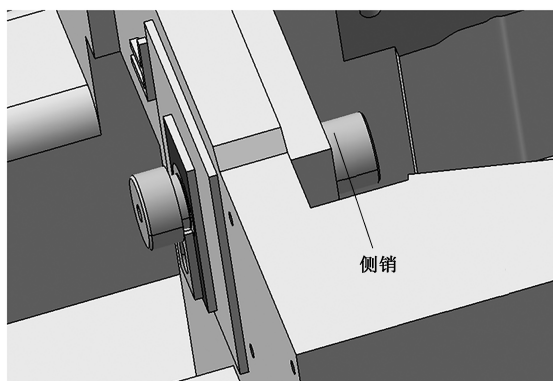


图 13 侧销的设置  
Fig. 13 Setting of side pin

## 5 导向装置的设计

### 5.1 上、下模之间的导向

上、下模本体采用导柱导套的导向方式，在上、下模本体的 4 角设置 4 对导柱导套<sup>[11-12]</sup>。下模本体导套的安装如图 14 所示，上模本体导柱的安装如图 15 所示。



图 14 下模本体导套的安装  
Fig. 14 Installation of guide sleeve for lower die body



图 15 上模本体导柱的安装  
Fig. 15 Installation of guide post for upper die body

导套安装表面需要较高的加工精度，需要设置

凸台或者阶梯槽，以保证表面加工的进行。同时，将导柱放入导套后，对应加工紧固件孔，以保证上、下模的导柱导套的配合精度。导柱亦是如此。

### 5.2 下模本体与抬料块之间的导向

下模本体上主要安装了成形凸模与抬料装置，该部分结构如图 16 所示。抬料装置采用导滑板导向滑动，抬料装置的抬件力由弹簧提供，并为每个弹簧的安装配置弹簧导正销，为抬料装置配置导滑板、弹簧以及弹簧导正销，抬料装置各种部件的配置如图 17 所示。

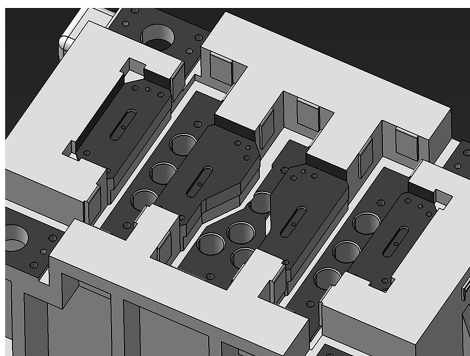


图 16 下模本体  
Fig. 16 Lower die body

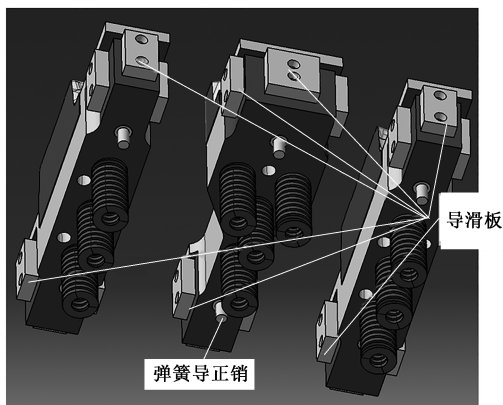


图 17 抬料装置的各种部件的配置  
Fig. 17 Configuration of various parts for lifting device

每个抬料块在抬料板的两端配置了 6 个导滑板，以提供抬料装置在抬料行程与复位行程中的导滑以及制件成形翻边过程中产生的侧向力矩的平衡。弹簧采用米西米公司提供的 SWL50-150 弹簧，初压长度为 140 mm，行程为 40 mm。

### 5.3 上模本体与压料板之间的导向

上模本体与压料板之间的导向装置选择导柱导套，由于无侧向力作用，不用选择导滑板作为导向机构。导柱导套的配置如图 18 和图 19 所示，共采

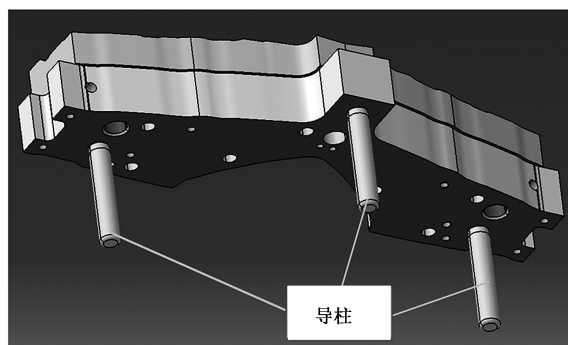


图 18 压料板上的导柱

Fig. 18 Guide posts of pressing plate

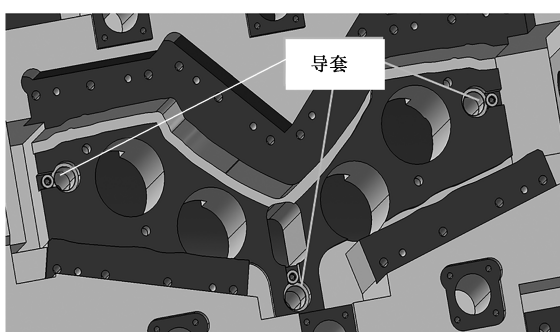


图 19 上模本体上的导套

Fig. 19 Guide sleeves of upper die body

用 3 对滑动导柱导套来保证上模本体与压料板之间的导向。

## 6 模具装配体

以 CATIA 为计算机辅助设计工具，设计出汽车内板件翻边成形所需的模具零件，并对模具零部件进行装配，得到模具装配体的三维数模。下模装配体如图 20 所示，其上布置成形凸模镶块 7 个，其中有固定凸模镶块和兼做抬料的活动凸模镶块，还布置有导套以及起吊装置。上模装配体上布置翻边凹模镶块和兼做压料板的成形凹模，还布置有导柱、单缸氮气弹簧以及起吊装置等。上模装配体如图 21 所示。

## 7 结语

本文对汽车内板件进行了工艺性分析，确定了合理的工艺方案。以传统的经验设计为基础，结合了计算机辅助设计软件 CATIA 的应用，设计了汽车内板件的一步翻边成形模具。介绍了汽车覆盖件一

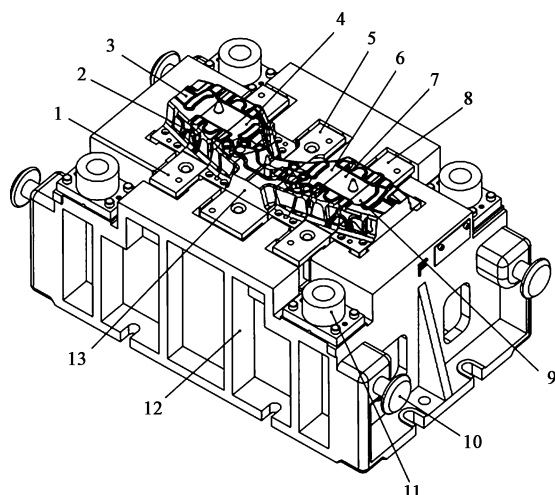


图 20 下模装配体

1、5、8. 抬料板 2、7、13. 活动凸模镶块（兼抬料）  
3、4、6、9. 固定凸模镶块 10. 下模座起吊 11. 导套 12. 下模座

Fig. 20 Assembly of lower die

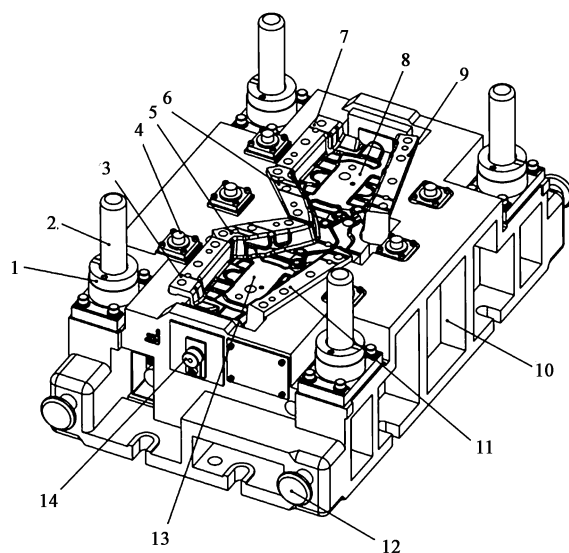


图 21 上模装配体

1. 导柱调压块 2. 导柱 3、5、6、7、9、11. 翻边凹模镶块  
4. 单缸氮气弹簧 8、13. 成形凹模（兼压料板） 10. 上模座  
12. 上模座起吊 14. 侧销

Fig. 21 Assembly of upper die

步翻边成形模具的设计要点，并对模具的工作零件、定位零件、抬料压料零件以及导向零件进行了阐述，为模具设计与制造提供了科学的分析。实践证明，模具结构合理，符合生产要求。采用计算机辅助设计模具大大提高了设计的可靠性，缩短了开发周期，提高了经济效益。

### 参考文献：

- [1] 郑金桥, 黄勇, 王义林. 汽车覆盖件冲压工艺设计现状及发

- 展趋势 [J]. 塑性工程学报, 2003, 10 (6): 9-13.
- Zheng J Q, Huang Y, Wang Y L. Present situation and prospects of stamping process planning for automobile panels [J]. Journal of Plasticity Engineering, 2003, 10 (6): 9-13.
- [2] 高双明, 矫阿娇, 崔礼春. 某轿车后门内板冲压工艺及整形模具结构优化 [J]. 锻压技术, 2021, 46 (1): 65-69.
- Gao S M, Jiao A J, Cui L C. Stamping process and structure optimization of sizing die for inner panel of a car rear door [J]. Forging & Stamping Technology, 2021, 46 (1): 65-69.
- [3] 曹伟忠. 汽车覆盖件模具数字化设计与制造 [J]. 航空制造技术, 2013, (10): 52-55.
- Cao W Z. Digital design and manufacturing of automobile panel die [J]. Aeronautical Manufacturing Technology, 2013, (10): 52-55.
- [4] 崔令江. 汽车覆盖件冲压成形技术 [M]. 北京: 机械工业出版社, 2003.
- Cui L J. Stamping Forming Technology of Automobile Cover Parts [M]. Beijing: China Machine Press, 2003.
- [5] 胡义华, 湛炎辉, 黄庆高. 某型汽车覆盖件——框前板拉伸模设计 [J]. 制造业自动化, 2012, 34 (2): 151-153.
- Hu Y H, Chen Y H, Huang Q G. A certain type of automobile parts-Box front panel drawing die design [J]. Manufacturing Automation, 2012, 34 (2): 151-153.
- [6] 陈延伟, 杨晓红, 路红伟. 基于 UG 的汽车覆盖件拉深模具设计 [J]. 机械设计与制造, 2008, (12): 217-219.
- Chen Y W, Yang X H, Lu H W. Design of the automobile panel drawing die based on UG [J]. Machinery Design & Manufacture, 2008, (12): 217-219.
- [7] 孙奋丽, 郭平安, 边翊, 等. 汽车前地板后本体复合模压成形工艺 [J]. 锻压技术, 2021, 46 (1): 60-64, 96.
- Sun F L, Guo P A, Bian Y, et al. Composite molding process for automobile front floor and rear body [J]. Forging & Stamping Technology, 2021, 46 (1): 60-64, 96.
- [8] 罗东芳, 祁慧敏. 基于 UG 软件的汽车前地板拉伸模具设计 [J]. 热加工工艺, 2013, 42 (7): 218-221.
- Luo D F, Qi H M. Design of drawing die of front floor for car based on software UG [J]. Hot Working Technology, 2013, 42 (7): 218-221.
- [9] 丁艺闻, 王俊. 带双浮动机构的汽车外板冲切、弯曲一体模具设计 [J]. 锻压技术, 2020, 45 (6): 146-151.
- Ding Y W, Wang J. Design on integrated die of blanking and bending with double floating mechanism for automobile outer plate [J]. Forging & Stamping Technology, 2020, 45 (6): 146-151.
- [10] 王孝培. 冲压手册 [M]. 北京: 机械工业出版社, 2000.
- Wang X P. Stamping Handbook [M]. Beijing: China Machine Press, 2000.
- [11] 蒋磊, 龚剑, 王龙, 等. 翼子板试制冲压工艺与模具设计 [J]. 锻压技术, 2020, 45 (2): 73-80.
- Jiang L, Gong J, Wang L, et al. Trial stamping process and die design of fender [J]. Forging & Stamping Technology, 2020, 45 (2): 73-80.
- [12] 林金海, 孙层层. 某汽车翼子板的拉伸工艺分析 [J]. 锻压技术, 2021, 46 (7): 96-99.
- Lin J H, Sun C C. Analysis on drawing process for a certain automobile fender [J]. Forging & Stamping Technology, 2021, 46 (7): 96-99.

## 《锻压技术》杂志敬告新老广告客户

2023 年广告征集工作已经开始。本刊主要承接锻造、冲压、旋压、辊锻、摆辗、斜轧、横轧和楔横轧设备及锻压辅助设备, 仪器、仪表、模具工业、工业加热设备、热处理设备、加热技术、摩擦与润滑、工艺材料和锻件、冲压件、管件及其特种成形件 (旋压、辊锻、摆辗、斜轧、横轧和楔横轧) 等广告; 各科研院所科技成果转让、企业介绍等与本行业相关的广告。您选择《锻压技术》进行广告宣传的理由:

### (1) 平台大, 宣传效果好:

- 全国中文核心期刊, 全国锻压行业会刊, 是锻压领域知名、精品期刊;
- 与北京机电研究所有限公司、中国机械工程学会塑性工程分会、全国锻压标准化技术委员会密切合作;
- 报道内容全, 发行量大。

### (2) 服务全, 广告费用低:

立体式全方位宣传, 杂志、网站和微信等纸媒和数字媒体宣传渠道。

请登录本刊网站, 点击“广告合作”查询具体广告价目。

为了使您的产品能够保持畅销的势头, 不断占领国内外市场, 请您抓紧时间安排贵公司在本刊刊登的广告计划。欢迎广大新老客户踊跃咨询、积极预定。需刊登广告者, 敬请与本刊联系。

愿我们真诚的服务能为您创造良好的效益。

地址: 北京市海淀区学清路 18 号《锻压技术》编辑部 广告部 邮编: 100083

联系人: 林玉彤 手机: 18811346037 E-mail: fst\_linyutong@163.com

电话: 010-62920652 Http: //www.fstjournal.net

