

模具

## 小型冲压件冲孔翻孔复合模结构设计

陈世涛, 王海玲, 李 辉, 崔礼春

(安徽江淮汽车股份有限公司 技术中心, 安徽 合肥 230601)

**摘要:** 主要介绍了一种小型冲压零件冲孔、翻孔复合模具的结构设计及其工作原理, 通过在下模中增加包含驱动杆、驱动块及回程弹簧等部件的内部切换结构, 实现了冲孔凹模套工作状态随模具逐渐闭合而可切换, 从而在一副模具中同时完成预冲孔及翻孔 2 道工序。该冲孔翻孔复合模具结构紧凑, 单序工作内容增多, 与普通钢板模具相比, 减少了模具工序数, 提高了翻孔同心度, 达到了提高生产效率、降低模具开发成本及后期生产成本的目的。此外, 内部切换机构也可以起到顶料作用, 提高了取件的操作方便性。

**关键词:** 冲孔; 翻孔; 复合模具; 结构设计

**DOI:** 10.13330/j.issn.1000-3940.2016.04.018

**中图分类号:** TG386

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1000-3940 (2016) 04-0082-05

## Structure design of piercing-flanging compound die for small size stamping parts

Chen Shitao, Wang Hailing, Li Hui, Cui Lichun

(Technology Center, Anhui Jianghuai Automobile Co., Ltd., Hefei 230601, China)

**Abstract:** The structure design and working principle of piercing-flanging compound die for small size stamping parts were mainly introduced. By adding internal switching mechanism including driving rod, driving block and return spring etc. in the lower die, the work state of piercing die could be switchable with the die closed gradually. So the pre-piercing and flanging processes completed in the same die at the same time were realized. The structure of piercing-flanging compound die was more compact, and it could tackle more work within a single sequence. Compared with the ordinary steel plate die, the compound die could reduce the number of processes, improve flanging-hole concentricity, realize high efficiency, and save costs in die development and later production. In addition, the internal switching mechanism could also play the role of ejection part, which improves the convenience of picking up.

**Key words:** piercing; flanging; compound die; structure design

汽车白车身由几百个冲压零件焊接构成, 主要包括尺寸较大的外覆盖件、内板件等铸造模零件, 以及尺寸较小的钢板模零件。为实现汽车车身的装配功能, 部分汽车冲压件结构中设计有翻孔造型, 该翻孔造型在冲压过程中通过翻孔工艺实现。

目前, 多数冲压件翻孔成形通过预冲孔、翻孔两步在两序模具中完成, 该冲压工艺方案可能会导致模具工序数增加, 进而致使模具工装成本及后期生产成本增加。此外零件翻孔完成后, 翻孔部分容易卡在翻孔凹模内, 取件不方便, 需要通过气缸等外部顶料装置来实现顶料取件。

本文通过对冲孔、翻孔的工艺及其模具结构工

作原理的分析, 优化改进模具结构, 采用一种新型内部切换机构, 改变冲孔凹模套不同阶段下的工作状态, 从而避免工作机构干涉, 同时也为制件翻孔提供操作空间, 有效地解决了上述问题。

### 1 冲孔翻孔复合结构可实现性分析

冲压工艺方案设计, 是在考虑冲压操作方便、安全、模具结构合理、工件及废料排出顺畅等要求的基础上, 根据产品结构形状和技术要求确定拉延、修边、冲孔、翻边、整形等工序的先后顺序及各工序的具体内容<sup>[1]</sup>。一般来说, 冲压工序越少, 零件定位精度就越高, 前期模具工装开发成本及后期生产成本越低<sup>[2]</sup>, 合理的工艺方案结合可行性模具新结构的使用可以使冲压件生产的工序步骤有效减少。

翻孔是指利用模具把板料的内孔缘翻成竖边的冲压加工方法, 对于没有孔的平板件而言则需要先

收稿日期: 2015-09-21; 修订日期: 2015-12-24

基金项目: 国家科技重大专项 (2014ZX04002041)

作者简介: 陈世涛 (1987-), 男, 学士, 工程师

E-mail: chenshitao87@163.com

进行预冲孔然后再进行翻边, 其翻孔成形主要分两步冲压完成, 即第1工序进行预冲孔, 第2工序进行翻孔。但是, 由于冲孔工序中冲孔凹模套与凹模固定座通常为固定连接安装, 预冲孔完成后若继续进行翻孔, 则凸模的翻孔部分会与凹模套发生干涉, 无法实现翻孔, 因此如何设计凹模套的安装方式及工作部分内部结构, 避免与翻孔结构造成干涉则成为冲孔翻孔共模实现的问题关键点<sup>[3]</sup>。

## 2 结构设计

本文主要讲述了一种小型冲压件预冲翻孔复合模结构及其工作部分凹模套切换机构的设计要点。

### 2.1 模具结构

冲翻孔复合模结构如图1、图2所示, 压料板5通过卸料螺钉15进行行程限位, 压料弹簧10安装在凸模压料板5与固定板6之间提供压料力。上模

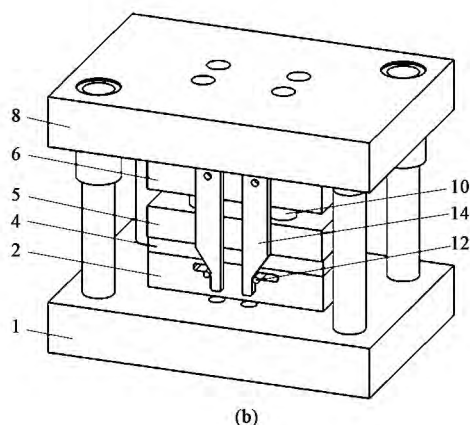
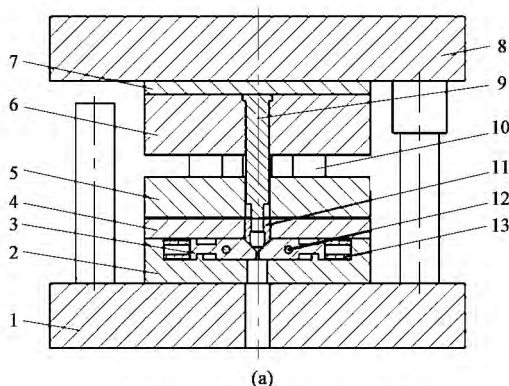


图1 初始状态时模具结构图

(a) 剖视图 (b) 轴视图

1. 下模座 2. 安装基座 3. 驱动块 4. 盖板 5. 压料板  
6. 凸模固定板 7. 垫板 8. 上模座 9. 冲翻孔凸模 10. 压料弹簧  
11. 凹模套 12. 驱动杆 13. 回程弹簧 14. 驱动板

Fig. 1 Die structure diagram of the initial state

(a) Cutaway view (b) Axis view

与下模之间通过导柱、导套导向, 冲孔、翻孔工作内容主要通过固定在凸模固定板6上的冲翻孔凸模9与盖板4上的翻边凹模部分配合工作完成<sup>[4]</sup>。

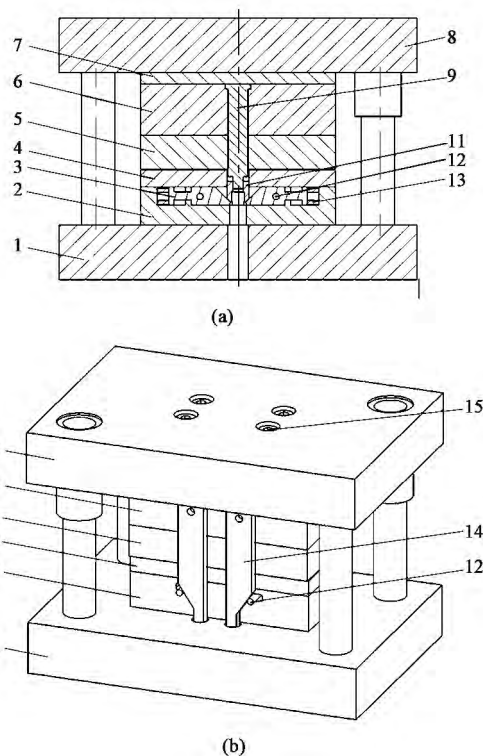


图2 闭合状态时模具结构图

(a) 剖视图 (b) 轴视图

1. 下模座 2. 安装基座 3. 驱动块 4. 盖板 5. 压料板  
6. 凸模固定板 7. 垫板 8. 上模座 9. 冲翻孔凸模 10. 压料弹簧  
11. 凹模套 12. 驱动杆 13. 回程弹簧 14. 驱动板 15. 卸料螺钉

Fig. 2 Die structure diagram of closed state

(a) Cutaway view (b) Axis view

如图3所示, 冲翻孔凸模9同时起到冲孔凸模及翻孔凸模的作用, 其工作部分为台阶状结构, 其底部端头为圆柱形冲孔部, 工作时与凹模套11配合进行预冲孔, 冲孔部直径大小根据预冲孔直径大小、板材厚度及冲裁间隙大小确定<sup>[5]</sup>。与冲孔部相接的带有R角的台阶段为翻孔部, 盖板4上导滑孔顶部边缘起到翻孔凹模的作用, 翻孔时两者相配合进行翻孔。由于冲翻孔凸模9同时起到冲孔及翻孔的作用, 盖板4上的凹模套导滑孔同时起到翻孔凹模的作用, 两者材质均选用Cr12MoV 淬火热处理, 硬度为58~62 HRC, 以满足翻边时对成形零件硬度及耐磨性要求<sup>[6]</sup>。而下模座1、安装基座2、驱动块3、压料板5、凸模固定板6、垫板7、上模座8及驱动板14均无特殊强度要求, 其材质选用45钢, 调质热处理即可满足生产需求。

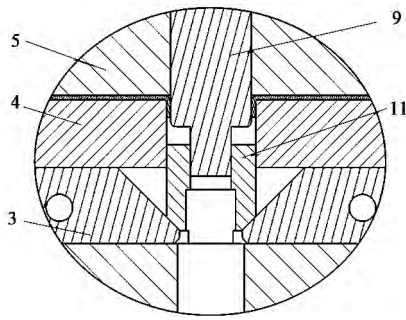


图3 工作部分局部放大结构图

3. 驱动块 4. 盖板 5. 压料板 9. 冲翻孔凸模 11. 凹模套

Fig. 3 Local amplification structure of working part

## 2.2 下模工作部分结构

如图4、图5、图6、图7所示,该复合模具主要通过内部切换机构实现凹模套4工作状态可切换,从而实现冲孔翻孔复合一序完成。凹模套4一侧加工有限位台阶面,底部相对的两侧加工带有楔形面的凹槽,其凹槽宽度与驱动块3板厚相同。行程限位块5固定安装在安装基座1上与凹模套4上的限位面配合用于控制凹模套4的行程。为防止运动过程中侧向力的存在及提高工作稳定性,在凹模套4两侧对称设置驱动块3,驱动块3带有斜面的前端部分卡在凹模套4底部凹槽内,通过楔形面导滑接触实现凹模套4的上下运动。

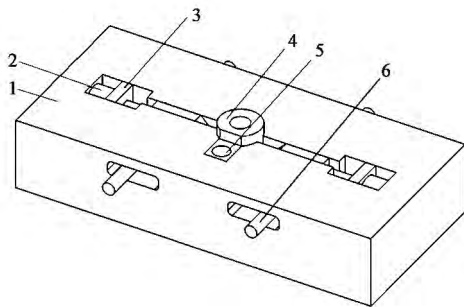


图4 下模部分装配结构图

1. 安装基座 2. 回程弹簧 3. 驱动块 4. 凹模套  
5. 行程限位块 6. 驱动杆

Fig. 4 Lower die assembly structure

驱动块3活动安装在安装基座1的导滑槽内,回程弹簧2安装在安装基座1的弹簧安装槽内并作用在驱动块3的方形端面上,为驱动块3及凹模套4的回程运动提供动力。驱动杆6通过过盈配合固定安装在驱动块3上并伸出安装基座1本体外,工作时通过上模驱动板的斜面部分作用在驱动杆6上实现驱动块3向两侧运动,其具体装配关系由图5、图6可知<sup>[7]</sup>。

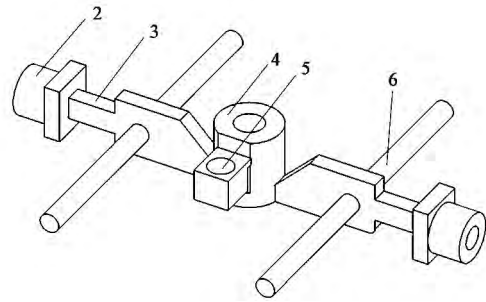


图5 安装基座内部零件装配结构图

2. 回程弹簧 3. 驱动块 4. 凹模套

5. 行程限位块 6. 驱动杆

Fig. 5 Internal parts assembly structure diagram of mounting base

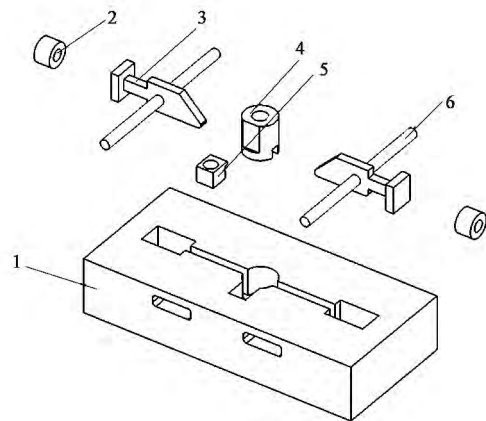


图6 安装基座装配关系爆炸结构图

1. 安装基座 2. 回程弹簧 3. 驱动块 4. 凹模套

5. 行程限位块 6. 驱动杆

Fig. 6 Assembly relationship explosion structure diagram of mounting base

如图7下模安装基座结构图所示,安装基座1工作部分为对称结构,分别加工有弹簧安装槽、凹模套安装导滑孔、驱动块导滑槽、限位凸台以及驱动杆导滑过孔,其中限位凸台卡在驱动块3

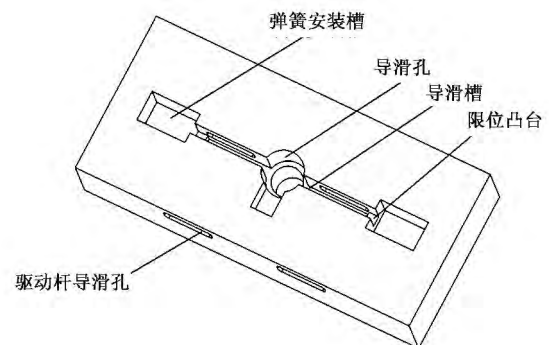


图7 安装基座结构图

Fig. 7 Mounting base structure diagram

的中部凹槽内,用以进一步限制驱动块3的运动行程。

### 3 工作原理

该模具通过驱动块实现冲孔凹模套的工作状态切换,使得凹模套在冲孔时位于导滑孔的上部,行程限位块起到限位作用;冲孔完成后凹模套下移运动至导滑孔的下部实现翻孔避让,具体工作过程如下。

如图1中压料板5将板料压紧、冲翻孔凸模9刚开始进行预冲孔状态时模具结构图所示,下模安装基座2中的回程弹簧13为顶出状态,将驱动块3推动至中间位置,驱动块3端头的楔形面与凹模套11底部的楔形面接触将凹模套11顶起至上极限位置,通过限位块实现凹模套11在导滑孔内的上行程限位。

上模向下运动,冲翻孔凸模9下端的冲孔部开始接触板料并与凹模套11配合进行预冲孔,为保证废料完全切断,冲翻孔凸模9下端的冲孔部伸入凹模套5 mm。在此过程中,驱动板14底部较窄的一端直面部分与驱动杆6相切接触,驱动块3未发生运动<sup>[8]</sup>。

预冲孔完成后,上模继续向下运动,驱动板14底部楔形面部分开始与驱动杆6接触并推动驱动杆6、驱动块3向模具两侧运动,回程弹簧13开始逐渐被压缩,凹模套11在导滑孔内向下运动,为翻孔提供避让空间,避免凹模套11与冲翻孔凸模的翻孔部发生干涉。凹模套11下落一定距离后,冲翻孔凸模9的翻孔部开始与制件接触,对预冲孔进行翻孔工作内容,直至模具达到闭合状态,如图2所示结构状态。

翻孔完成后,上下模打开,驱动板14与驱动杆6斜面接触逐渐分离,驱动块3在回程弹簧13的作用下向中间运动回程复位,同时通过斜面导滑接触推动凹模套11向上运动复位。凹模套11在向上运动的过程中还会起到顶料作用,避免翻孔部分卡在翻孔凹模内。

通过以上所述工作内容,该翻孔模具能够在一套模具中同时实现预冲孔和翻孔两道工序,从而减少模具使用量,降低模具工装成本,进而降低生产成本,提高生产效率。

如图8所示的某车型减震器安装加强板零件,该小型冲压件的翻孔结构通过冲翻孔复合模应用,有效实现了预冲孔、翻孔一序完成。



图8 带翻孔结构的小型冲压件实物照片

Fig. 8 Product picture of stampings with hole-flanging structure

### 4 注意事项

(1) 如图1、图3所示,为保证预冲孔工作时凹模套11不会因为冲孔冲裁力下沉,影响凸凹模正常工作,要求回程弹簧13的回程弹力至少为冲孔冲裁力作用在驱动块3运动方向上分力的2~3倍。由于零件小孔的冲裁力通常较小,合理选择常规矩形螺旋弹簧即可满足要求。

(2) 如图3所示,凹模套11安装在导滑孔内并可沿着模具开合方向移动,在上极限位置时通过限位块5实现限位,而当凹模套4处于下极限位置时,其上端面与所述翻孔部下端面之间、翻孔后制件边缘应有2~3 mm的预设距离,不发生干涉即可。

### 5 结语

通过本文所述冲翻孔复合模具的应用,有效实现了冲压件翻孔所需的预冲孔、翻孔两步工作内容在一副模具中一序实现,有利于减少零件冲压成形工序数,降低模具成本,冲孔与翻孔工作内容在同一工序中完成也可以使翻孔的同心度更好。

此外,该复合模具可通过自身结构中凹模套回程实现顶料功能,无需增加其他顶料装置,在提高操作便捷性的同时降低模具成本。

参考文献:

- [1] 郑金桥,黄勇,王义林,等. 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): 9-14.  
Zheng J Q, Huang Y, Wang Y L, et al. Present situation and prospects of stamping process planning for automobile panels [J]. Journal of Plasticity Engineering, 2003, 10(6): 9-14.

(下转第88页)



图 4 花针产品实物

Fig. 4 Steel pick products

生产效率和节约材料。采用冲裁与弯曲复合的一次成形工序，解决了两道工序效率低及不便于送料的问题，同时由于成形过程中存在胀形的成分，提高了材料利用率，进一步降低了单件生产成本。经过生产试用，成形效果良好，制件符合要求。这一模具结构对于相对弯曲高度较小的小弯曲件生产有一定参考价值。

## 参考文献:

- [1] 张燕琴. 端座零件多工位级进模设计 [J]. 锻压技术, 2014, 39 (2): 114-117.  
Zhang Y Q. Design of multi-position progressive die for terminal seat [J]. Forging & Stamping Technology, 2014, 39 (2): 114-117.
- [2] 洪慎章. 实用冲压工艺及模具设计 [M]. 2 版. 北京: 机械

工业出版社, 2015.

Hong S Z. Practical Stamping Process and Die Design [M]. 2nd Edition. Beijing: China Machine Press, 2015.

- [3] 匡和碧. 冲压模具设计实用教程 [M]. 北京: 化学工业出版社, 2014.  
Kuang H B. Stamping Die Design Practical Tutorial [M]. Beijing: Chemical Industry Press, 2014.
- [4] 于仁萍, 司国雷. 外壳底座多工位级进模设计 [J]. 锻压技术, 2014, 39 (12): 97-100.  
Yu R P, Si G L. Design on multi-position progressive die of shell base [J]. Forging & Stamping Technology, 2014, 39 (12): 97-100.
- [5] 赖织雄. 托板复合冲压模具的设计 [J]. 机械工程师, 2013, (10): 26-27.  
Lai Z X. The design of support plate stamping die [J]. Mechanical Engineer, 2013, (10): 26-27.
- [6] 唐镜军. 以单片机为核心的电子计数器原理与电路设计 [J]. 金属加工 (冷加工), 2015, (24): 55-56.  
Tang J J. Principle and circuit design of electronic counter with single chip microcomputer as its core [J]. Metal Working, 2015, (24): 55-56.
- [7] 高跃武, 赵庆志, 韩绍民, 等. 行程开关和接近开关在数控系统中的匹配设计 [J]. 机床与液压, 2015, 43 (4): 141-143.  
Gao Y W, Zhao Q Z, Han S M, et al. Matching design of limit switch and proximity switch in the NC system [J]. Machine Tool & Hydraulics, 2015, 43 (4): 141-143.

## (上接第 85 页)

- [2] 李连好, 陶文钦. 爱迪尔轿车翼子板工艺分析与模具设计 [J]. 合肥工业大学学报: 自然科学版, 2005, 28 (3): 257-259.  
Li L H, Tao W Q. Analysis of the technical characteristic of IDE-AL car fender and die design [J]. Journal of Hefei University of Technology: Natural Science, 2005, 28 (3): 257-259.
- [3] 唐胜东. 汽车覆盖件冲翻孔模具结构 [J]. 模具制造, 2014, (8): 35-37.  
Tang S D. Piercing-flanging die structure for automobile covering parts [J]. Die & Mould Manufacture, 2014, (8): 35-37.
- [4] 关意鹏. 后门限位扣多工位级进模设计 [J]. 锻压技术, 2015, 40 (2): 123-126.  
Guan Y P. Design of multi-position progressive die for REINF-L/GATE W GE [J]. Forging & Stamping Technology, 2015, 40 (2): 123-126.
- [5] 张磊, 牛秋林, 安庆龙, 等. 冲裁间隙与速度对冲裁件质量影响的实验研究 [J]. 模具制造, 2011, (3): 23-25.

Zhang L, Niu Q L, An Q L, et al. Experimental study of effects of blanking clearance and stamping speed on the quality of blanking pieces [J]. Die & Mould Manufacture, 2011, (3): 23-25.

- [6] 陈世涛, 阮林凡, 赵淮北. 带气动切换机构的汽车顶盖翻边整形模设计 [J]. 锻压技术, 2013, 38 (4): 101-105.  
Chen S T, Ruan L F, Zhao H B. Design of automotive roof flanging-sizing mold with pneumatic switching mechanism [J]. Forging & Stamping Technology, 2013, 38 (4): 101-105.
- [7] 彭成丸, 邓明. 小孔冲裁的特征、失效形式及模具设计要点 [J]. 机械设计与制造工程, 2002, 31 (2): 23-25.  
Peng C W, Deng M. Characteristics, invalid pattern of little hole punching and main points of die design [J]. Machinery Design & Manufacture, 2002, 31 (2): 23-25.
- [8] 王孝培. 实用冲压技术手册 [M]. 北京: 机械工业出版社, 2001.  
Wang X P. Practical Handbook of Stamping Technology [M]. Beijing: China Machine Press, 2001.