

## 杠杆块级进模的设计与研究

傅 旻, 胡丽华

(天津科技大学机械工程学院, 天津 300222)

**摘要:** 在对杠杆块进行冲压工艺分析的基础上, 根据冲压件材料以及生产批量进行排样设计, 制定模具结构方案, 给出了关键部件的设计. 采用两组斜楔机构设计弯曲部分, 给出模具的加工工艺和压力中心计算结果, 并对关键部件进行应力应变分析. 分析结果和生产验证均表明, 模具结构合理, 制件成型性能较好.

**关键词:** 杠杆块; 级进模; 浮顶装置; 斜楔

**中图分类号:** TH122

**文献标志码:** A

**文章编号:** 1672-6510(2012)05-0051-05

## Design and Research of Progressive Die of Lever Blocks

FU Min, HU Lihua

(College of Mechanical Engineering, Tianjin University of Science & Technology, Tianjin 300222, China)

**Abstract:** Based on the analysis of the stamping process of lever blocks and the material and production batch, a layout die structure and the key parts have been designed. Two groups of inclined wedges were adopted in designing the bending parts. The processing technology of the mould and the result pressure center were also given. At last, the stress and strain of the key parts were analyzed. Both the analysis of the results and the production test showed that the die structure was reasonable, and the stamping shape performances were good.

**Key words:** lever block; progressive die; floating roof device; inclined wedge

模具设计的好坏在于模具使用寿命的长短、生产效率的高低以及冲压件成型精度的高低. 这就要求设计者在设计过程中不断调整模具的结构, 调整搭边值, 通过精确的计算得到一个比较满意的方案.

在冲压件生产过程中, 弯曲是较常见的重要工序. 简单形状的弯曲有 U 型弯曲、V 型弯曲, 可以一次成型, 成型机构也比较简单. 而对于复杂的弯曲, 如半圆形、葫芦形<sup>[1]</sup>、带弯钩的弯曲, 就不能一次成型. 对于形状复杂、成型精度要求较高的工件, 尤其是带有复杂弯曲的工件, 一般都是采用级进模设计, 可以节省模具数量, 提高成型精度. 目前, 对于复杂弯曲的级进模设计大多是采取分步进行的方式, 有些设计也可采取摆块式弯曲机构、倒冲机构<sup>[2]</sup>、单斜楔机构<sup>[3]</sup>等. 但是, 如果一步完成带有两个以上成型部位的弯曲机构, 往往由于材料的流动性能不好, 容易造成材料的破裂, 从而降低工件的质量.

杠杆块冲压件既有向上弯曲又有侧向弯曲, 其模

具结构复杂, 模具的零部件较多. 因此, 本文采用斜楔机构<sup>[4]</sup>, 通过改变模具对工件的作用力方向, 实现不同方向的弯曲, 不仅保证了材料的成型质量, 而且保证了模具零部件的使用寿命.

### 1 冲压件的工艺性分析

图 1 为杠杆块的三维模型, 其尺寸如图 2 所示.



图 1 杠杆块的三维模型

Fig. 1 3D model of a lever block



### 3.1.1 浮顶装置和导料系统

对于包含向下弯曲成形工序或是拉深胀形工序的级进模, 在冲压过程中, 卸料时冲压件会留在凹模模腔内, 这对条料的传送带来不便, 因此在每次冲压完成后都要将条料顶出凹模模腔. 浮顶装置就是固定在下模上的弹顶机构, 当上模进行冲压时, 浮顶装置被压缩, 当上模上行时, 浮顶装置恢复形变带动条料上移, 使得条料高出凹模模腔一定高度, 大于冲压件成型高度, 保证条料的顺利送进<sup>[6]</sup>. 设计中采用了3种浮顶装置: 带螺纹浮顶销、圆柱形浮顶销以及带槽浮顶销. 浮顶装置如图4所示.

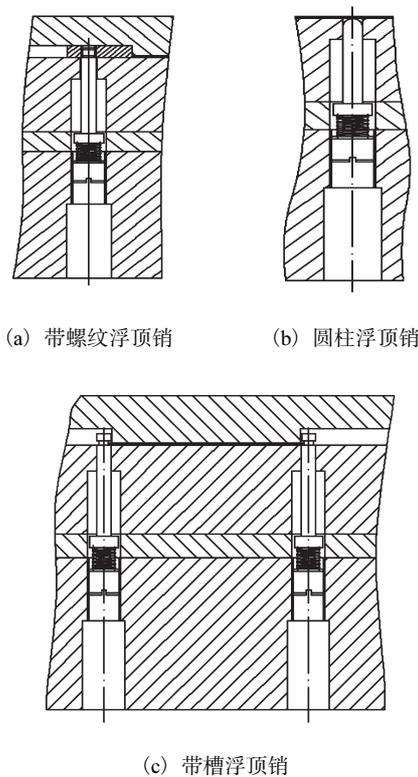


图4 浮顶装置

Fig. 4 Floating roof device

为了使条料通畅、准确地送进, 在连续模中必须使用导料系统. 为导料方便, 在进料段有较大的圆角或较小的斜角, 导料板的长度大于凹模长度以使导料准确, 在导料板前端的下部装有料托托住条料, 以保证平稳送进. 导料板沿条料送进方向安装在凹模的两侧, 对条料进行导向.

### 3.1.2 定距装置

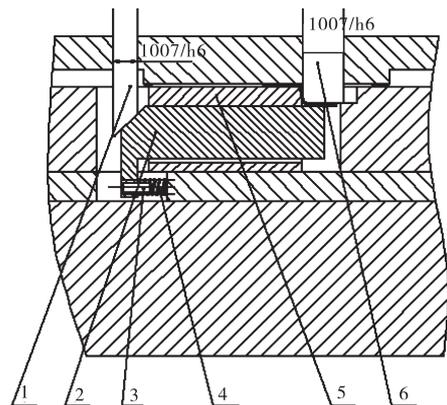
设计采用侧刃进行粗定距和导正销进行精确定距. 两个侧刃在两侧按对角布置, 可以保证料尾的定位, 侧刃凹模孔的尺寸由侧刃的实际尺寸和冲裁件所要求的单面间隙值确定, 采用配作的方法制造. 设计

和制造侧刃时, 侧刃的冲切长度按双向偏差标注, 取值  $\pm 0.01 \text{ mm}$ . 采用侧刃与导正销组合定距的连续模, 因侧刃起预定距作用, 其冲切长度应为  $38.15 \text{ mm}$ , 制造偏差取负值, 公差取  $0.01 \sim 0.02 \text{ mm}$ .

导正销的设计是为了防止条料在运送过程中造成的步距偏差, 设置导正销以提高步距的精确度. 考虑实际工件的不规则性以及要满足凹模型腔的壁厚, 不用每个工步都设导正销, 选择隔一个工步设一个导正销.

### 3.1.3 侧弯的斜楔机构

冲压件头部的弯曲不能一次成型, 否则容易造成头部的破裂, 所以分3次弯曲: 第一次向下弯曲, 弯曲的高度为  $23 \text{ mm}$ ; 第二次为侧弯, 第三次为向上弯曲. 在完成向下弯曲之后, 由浮顶装置将整个条料顶起至距凹模上表面  $2 \text{ mm}$ , 送达到下一个工步进行侧弯的工序. 侧弯是通过斜楔来形成的, 其结构如图5所示.



1. 竖直滑块; 2. 水平滑块; 3. 圆柱销; 4. 弹簧; 5. 带滑道镶块; 6. 弯曲凸模

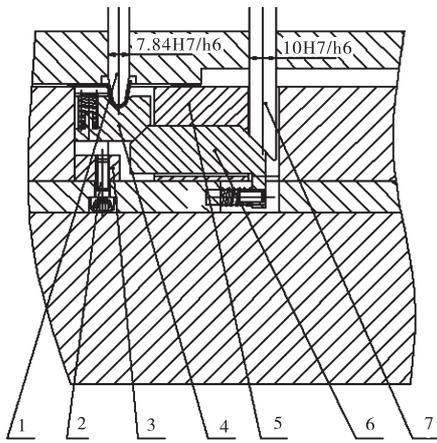
图5 侧弯的斜楔机构

Fig. 5 Inclined wedge mechanism for lateral bending

### 3.1.4 向上弯曲的斜楔机构

一般冲压加工为垂直方向, 而当工件加工方向是水平或是倾斜时, 则应采用斜楔机构, 将垂直运动转化为水平或向上的运动, 扩大了冲模的功能. 竖直滑块的有效行程  $s$  应大于滑块行程  $s_1$ . 本设计中, 水平滑块行程为  $10 \text{ mm}$ , 竖直滑块的有效行程为  $12 \text{ mm}$ . 滑块作水平运动的斜楔角度取  $45^\circ$ . 水平滑块的长度  $L_2$  应保证当竖直滑块开始推动水平滑块时, 推力的合力作用线处于滑块长度之内. 水平滑块采用弹簧复位, 为了工作可靠, 水平滑块设置了后挡块. 竖直滑块和卸料板采用  $H7/h6$  的间隙配合, 水平滑块放在下模座的槽内, 采用间歇配合, 使水平滑块

在竖直滑块的作用下在下模座的槽内来回滑动,完成所需要的工序. 向上弯曲的斜楔机构如图 6 所示.



- 1. 弯曲凸模; 2. 内六角螺钉; 3. 限位块; 4. 弯曲凹模;
- 5. 带滑道镶块; 6. 水平滑块; 7. 竖直滑块

图 6 向上弯曲的斜楔机构  
Fig. 6 Inclined wedge mechanism for up bending

### 3.2 模具主要零部件的选材与热处理

模具热处理包括模具预备热处理和模具最终热处理两类,此外还有模具加工中的热处理和使用中的恢复热处理. 模具预备热处理主要包括退火、正火和调质处理,主要目的是消除毛坯残留组织缺陷,有利

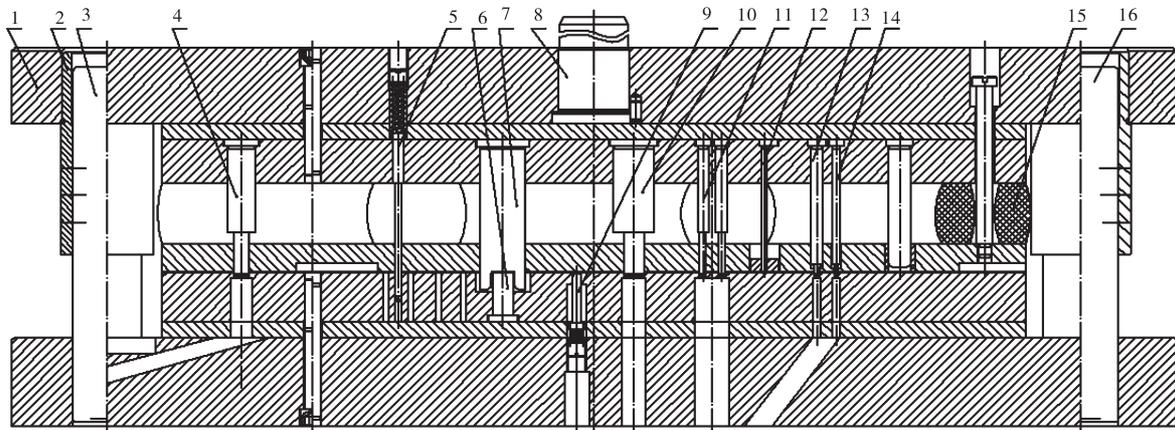
于后续冷加工处理,提高使用性能和模具寿命;模具的最终热处理包括淬火和回火,以提高钢的强度、硬度和耐磨度,降低淬火后钢的脆性,消除淬火内应力,改善钢的性能,而且为了保持模具用钢在淬火后得到的高硬度和耐磨性,应采用低温回火.

凸、凹模选用一般的模具材料 Cr12、Cr12MoV,冲裁凸模热处理刃口硬度为 HRC60±2、头部硬度为 HRC45±5. 胀形、弯曲凸模热处理硬度为 HRC58 ~ 62. 上下模座采用灰铸铁 HT200,上下垫板采用 T8A 淬火处理,其他零件材料均采用 45 号钢,并进行调质处理.

凸模的加工工艺如下<sup>[7]</sup>:下料→锻造→退火→毛坯外形加工→淬火与回火→磨削加工上下面及基准面→电火花加工→钳工修整.

## 4 模具的整体结构

确定模具压力中心可以保证模具受力均匀. 通过计算各个工位压力中心,以坐标原点为条料的起点,最后得到总压力中心的坐标为 (227.98, 62.86),将其作为模柄的中心,从而保证模具的受力平衡,提高模具的寿命. 模具结构如图 7 所示.



- 1. 上模座; 2. 导套 1; 3. 导柱 1; 4. 冲孔凸模 1; 5. 导正销; 6. 弯曲凹模; 7. 弯曲凸模; 8. 模柄; 9. 圆柱浮顶销; 10. 冲孔凸模 2;
- 11. 冲孔凸模 3; 12. 胀形凸模; 13. 孔 4 冲孔凸模; 14. 孔 2 冲孔凸模; 15. 橡胶; 16. 导柱 2

图 7 模具结构  
Fig. 7 Die structure

开模动作过程如下:当用压力机实现开模时,上模远离下模向上运动,由于弹簧的形变恢复使得卸料板压在条料上,从而将条料从凸模上卸下,直到弹簧恢复原长,卸料板脱离条料,卸料板也随之向上运动,根据压力机的行程,开模到规定行程时上模停止运动,完成一次冲压动作.

## 5 模具工作部件的有限元分析

采用 ANSYS 分析各个受力较大的部件,结果见表 1. 经比较可知,第 6 工位的冲切口凸模 4 受力最危险,因此对此部件进行分析.

表 1 各部件应力和应变

Tab. 1 Stress and strain of the components

部件	最大应力/MPa	最大应变
冲圆孔凸模 1	575.2	$2.760 \times 10^{-6}$
冲圆孔凸模 2	287.5	$1.473 \times 10^{-6}$
胀形凸模	451.7	$2.274 \times 10^{-6}$
冲切口凸模 1	378.1	$1.872 \times 10^{-6}$
冲切口凸模 2	516.4	$2.554 \times 10^{-6}$
冲切口凸模 3	563.2	$2.933 \times 10^{-6}$
冲切口凸模 4	643.2	$3.219 \times 10^{-6}$
冲切口凸模 5	555.2	$2.794 \times 10^{-6}$
落料凸模	317.9	$1.591 \times 10^{-6}$

冲切口凸模的材料为 Cr12MoV, 头部刃口受力为 7.228 kN, 凸模顶端由凸模固定板固定。

首先在 Pro/Engineer 中建模, 再以 x\_t 格式导入 ANSYS 中. 在 Workbench 模块中设定材料属性, 密度为  $7.8 \text{ g/cm}^3$ , 8 984 个节点, 4 830 个单元, 设置载荷及边界属性. 为提高计算精度, 选择四面体单元的网格划分, 利用第四强度理论分析 von Mises 等效应力及等效应变. 材料的许用应力为 981 ~ 1569 MPa, 最大允许应变为  $10.9 \times 10^{-6}$ . 分析结果如图 8 所示, 最大应变  $3.219 \times 10^{-6}$ , 满足要求.

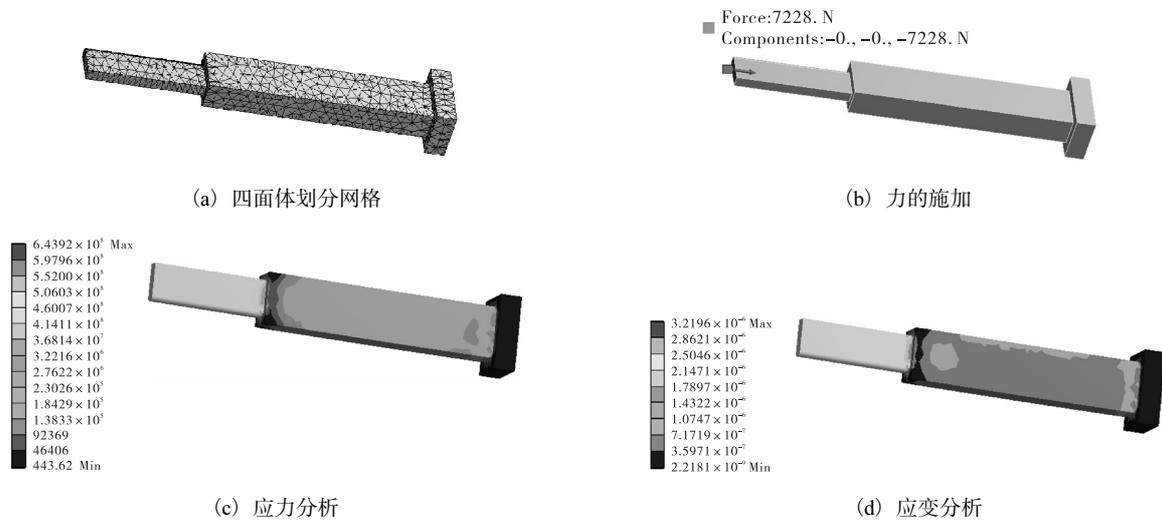


图 8 CAE分析结果

Fig. 8 CAE analysis of the results

## 6 结 语

本文在对杠杆块进行冲压工艺分析的基础上, 确定其级进模设计, 并进行压力中心计算和关键部件的应力分析, 验证其可靠性. 采用级进模相对单工序模降低了人工成本, 减少了模具和设备的数量, 提高了生产效率, 能较好地保证冲压件的精度.

对弯钩部分的弯曲进行了详细设计, 采用两组不同类型的斜楔机构, 并对两组滑块的行程进行控制. 分析和生产验证均表明, 模具结构合理, 性能稳定, 冲压件成型性能较好.

由于模具的结构复杂, 下模座的斜孔加工困难, 还有待改进.

## 参考文献:

- [1] 胡建国. 摆块式弯曲模结构设计[J]. 冲模技术, 2009(5): 12-15.
- [2] 刘占军. 接插件多工位级进模设计[J]. 锻压技术, 2008, 33(1): 96-98.
- [3] 田福祥, 董兰. 单双斜楔在弯曲模中的应用[J]. 模具工业, 2007, 33(4): 34-37.
- [4] 邓毅. 侧弯支架多工位级进模设计[J]. 模具工业, 2008, 34(3): 28-30.
- [5] 翁其金. 冲压工艺及冲模设计[M]. 北京: 机械工业出版社, 2008.
- [6] 佟金凤. 多工位级进模的结构设计与故障排除[J]. 客车技术, 2008(1): 37-40.
- [7] 中国机械工程学会, 中国模具设计大典编委会. 中国模具设计大典[M]. 南昌: 江西科学技术出版社, 2003.

责任编辑: 常涛