

离心风机金属叶轮制作的模具工艺保证

肖洪波

(苏州工业职业技术学院 精密制造工程系, 江苏 苏州 215104)

摘要: 为获得较高的风压, 离心风机往往是较理想的选择。本文介绍的离心风机叶轮(材料为铝板 L1060)突破了传统的组合式结构, 采用经5道模具工序来完成的整体式结构, 以获得高速旋转时的整体强度。为保证36个叶片的等分度和一致性, 叶轮侧槽切口由一对凸、凹模来完成, 并且借助叶轮拉深件工艺凸缘的36个等分工艺孔, 以一面两销的定位方式来确保所冲出36个叶片的等分精度。为有效解决叶轮侧槽切口冲弯后的脱模问题, 成功运用了叶轮浮动脱模机构。本工艺经批量生产证明, 操作简便、产品质量稳定且成本低廉。

关键词: 离心风机叶轮; 等分度; 侧槽切口; 模具

DOI: 10.13330/j.issn.1000-3940.2014.04.022

中图分类号: TG76 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-3940 (2014) 04-0109-06

Die processing assurance of metal impeller manufacturing for centrifugal blower

Xiao Hongbo

(Precision Manufacturing Engineering Department, Suzhou Institute of Industrial Technology, Suzhou 215104, China)

Abstract: In order to gain higher pressure, the centrifugal blower is often the ideal choice. The integral structure accomplished by five mold processes was used for the centrifugal blower impeller (material of aluminium sheet L1060) to get the overall strength when rotating rapidly, which broke through the traditional combined structure. In order to ensure the equal degree and consistency of the 36 blades, the impeller side notch was completed by a pair of convex and concave dies. With the help of the 36 aliquots technological hole of impeller drawing technology flange, the equal precision of punched 36 blades was ensured by location mode of one side with two pins. In order to effectively solve the demoulding problem of impeller side notch after bending, the impeller floating demoulding mechanism was used successfully. Production proves that the process operates easily, and the product has stable quality and low cost.

Key words: centrifugal blower blade; equal precision; side notch; die

叶轮是离心风机(图1)的核心零件, 它是在

厚度为1 mm 铝板(L1060)拉深件的筒壁部分均布36个切口, 这些切开部分经弯曲形成成为叶轮的叶片(图2)。由于该叶轮轴向尺寸较大, 正常运转时易抖动, 为满足在高速($2900 \text{ r} \cdot \text{min}^{-1}$)运转条件下能保证风机的平稳运行, 对叶轮的刚度、强度和

收稿日期: 2013-08-19; 修订日期: 2013-12-17

作者简介: 肖洪波(1960-), 男, 本科, 高级实验师, 工程师

E-mail: xiaohb@siit.edu.cn, xiaohbb@126.com

[5] 何敏红, 王树勋. 悬挂件多工位级进模的设计[J]. 锻压技术, 2012, 37(5): 115-117.

He Minhong, Wang Shuxun. Design of multi-position progressive die for suspension component [J]. Forging & Stamping Technology, 2012, 37(5): 115-117.

[6] 吴裕农, 杨亘, 袁根华. 冰箱上、下梁冲压工艺改进及多工位传递模设计[J]. 锻压技术, 2012, 37(6): 91-95.

Wu Yunong, Yang Gen, Yuan Genhua. Process improvement of stamping for refrigerator beam and design of multi-position transferring die [J]. Forging & Stamping Technology, 2012, 37(6): 91-95.

[7] 庞芳. 接触簧片多工位级进模设计[J]. 模具工业, 2011, 37(10): 32-36.

Pang Fang. Multi-position progressive die for contact spring [J]. Die & Mould Industry, 2011, 37(10): 32-36.

[8] 李昌雪, 李捷. 定位支架级进模设计[J]. 模具工业, 2011, 37(5): 37-40.

Li Changxue, Li Jie. design of progressive die for spacer positioning bracket [J]. Die & Mould Industry, 2011, 37(5): 37-40.

[9] 文建平. 压板冲孔、切断、弯曲级进模设计[J]. 锻压技术, 2012, 37(4): 90-93.

Wen Jianping. Progressive die design for plate punching, cutting and bending processes [J]. Forging & Stamping Technology, 2012, 37(4): 90-93.

[10] 周维锐, 郭银芳. 冠形齿片精冲级进模设计[J]. 模具工业, 2011, 37(3): 36-39.

Zhou Weikai, Guo Yinfang. Development of fine-blanking progressive die for coronary sheet gear [J]. Die & Mould Industry, 2011, 37(3): 36-39.

平衡度的要求尤显重要。叶轮采用整体式结构较好地解决了刚度和强度问题,而平衡指标能否实现完全取决于 36 个侧槽叶片的等分精度和一致性程度。此外,该风机尚属小批量生产阶段,从技术经济角度而言,为达到投资少、风险小、制造周期短和收效快的目的,多道简易式模具的工艺流程是较合理的选择。

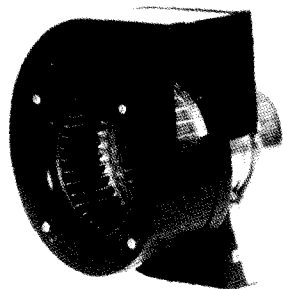


图 1 离心风机
Fig. 1 Centrifugal blower

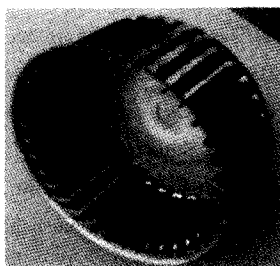


图 2 叶轮照片
Fig. 2 Photo of impeller

在叶轮制作过程中,影响平衡度的主要原因是侧槽叶片切口的等分和脱模问题^[1]。如若定位不可靠、偏差较大,将导致 36 个叶片相应点的空间位置等分度严重超差;若脱模不流畅,将会使本已精度达标的叶片变形。只有解决了上述问题,才能根本上解决风机的震动问题。

1 叶轮零件的结构工艺分析

图 3 所示叶轮零件主要是由 36 个叶片所组成的整体结构。为保证侧壁 36 个叶片冲切的等分精度,在第一道落料拉深时需冲出约 15 mm 宽的工艺凸缘(图 4),叶轮顶面的 $\Phi 11.5$ mm 孔是叶轮与电动机主轴的安装孔,在工艺上将该孔安排在落料拉深后的第二道冲出,以便作为第五道切除工艺凸缘的定位孔。第三道冲 36 个工艺孔,模具结构虽然不复杂,但为第四道叶片切口冲弯采用一面二销定位奠定了基础^[2]。不难看出,上述每道环节都是一个重

要的工艺节点,承上启下、环环相扣。

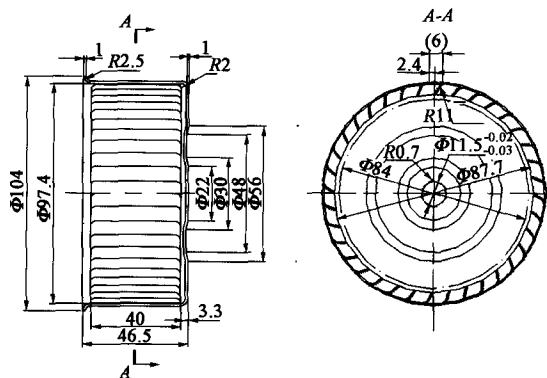


图 3 叶轮零件图
Fig. 3 Drawing part of impeller

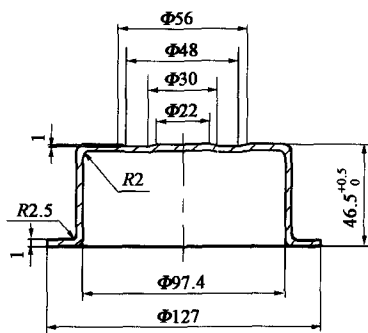


图 4 带凸缘拉深件图
Fig. 4 Drawing die with flange

2 叶轮的冲压工艺解析

2.1 落料拉深

如图 5 所示叶轮落料拉深模,只需将宽度为 185 mm、厚度为 1 mm 的 L1060 的条料置于上下模之间,紧贴下模定位销 11 推送,冲压后由凸凹模 8 的外缘切入冲裁凹模 12 内孔即完成落料,随着上模的继续下压,则进入拉深阶段,拉深凸模 15 的上端面将所落下的圆形板料顶入凸凹模 8 的内腔,直至上模下压到底。拉深时下模橡皮提供了强大的弹性压边力,随着上模回程,打板 9 刚性卸下拉深件,卸料板 10 在弹簧回复力的作用下卸下包裹在凸凹模 8 外缘的冲裁条料。凸模 15 内部钻出排气孔可确保拉深件不破裂,以完成整个落料拉深过程,获得图 4 所示带凸缘拉深件^[3]。

2.2 端面冲孔

将带凸缘拉深件置于图 6 所示叶轮端面冲孔模的冲孔凹模 8 上定位。使上模下行,即可冲出 $\Phi 11.5$ mm 端面轴孔(图 7),在工艺上可作为下一道冲凸缘 36 - $\Phi 4.1$ mm 均布工艺孔的定位基准^[4]。

2.3 凸缘冲工艺孔

端面冲孔后,将带凸缘拉深件以 $\Phi 97.4$ mm 内

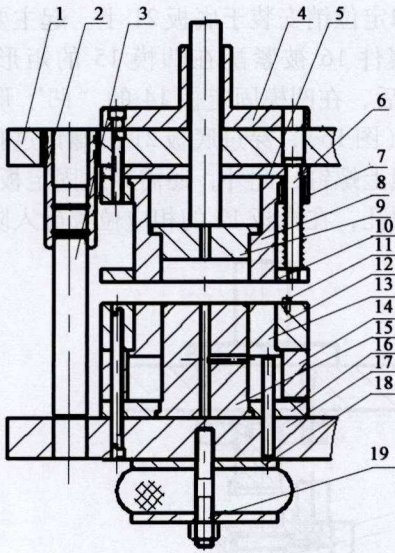


图 5 叶轮落料拉深模

1. 上模板 1. 导套 3. 导柱 4. 模柄 5. 上垫板 6. 卸料螺钉
7. 凹凸模固定板 8. 凸凹模 9. 打板 10. 卸料板 11. 定位钉
12. 冲裁凹模 13. 顶件器 14. 下垫板 15. 拉深凸模
16. 凸模固定板 17. 下模板 18. 橡皮夹板 19. 螺栓

Fig. 5 Drawing die of impeller blanking

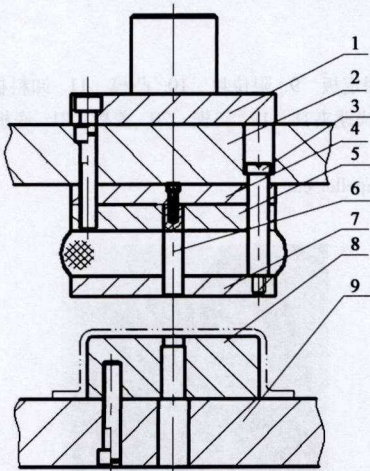


图 6 叶轮端面冲孔模

1. 模柄 2. 上模板 3. 卸料螺钉 4. 上垫板 5. 凸模固定板
6. 凸模 7. 卸料板 8. 冲孔凹模 9. 下模板

Fig. 6 Piercing die of end face impeller

孔定位，即套于图 8 所示凸缘工艺孔冲模的定位芯 8 上，开动冲床冲出位于拉深件凸缘上的 36 - $\Phi 4.1$ mm 孔即可，此定位方式符合基准重合原则。该道成品和凸缘带工艺孔拉深件如图 9 所示。冲制这些工艺小孔的目的是为了下一道切口冲弯时用作“一面二销”定位。

2.4 侧面叶片切口冲弯成形

本工序是沿拉深件的侧壁均匀冲出 36 个切口叶片槽。该切口槽为封闭槽，冲压成形后只能沿径向

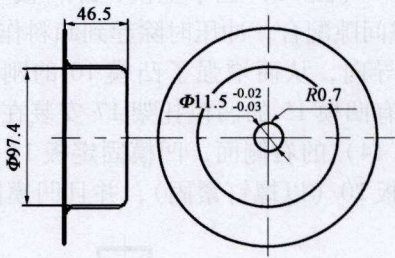


图 7 叶轮底面冲孔图

Fig. 7 Piercing guaph of bottom face of impeller

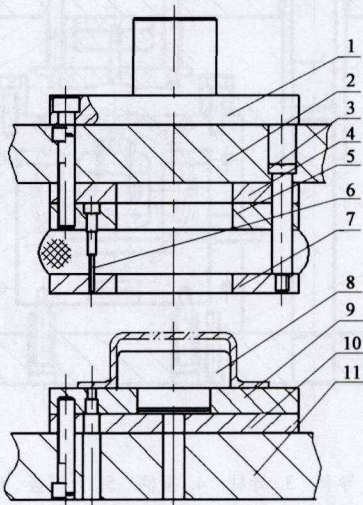


图 8 凸缘工艺孔冲模

1. 模柄 2. 上模板 3. 卸料螺钉 4. 上垫板 5. 凸模固定板
6 凸模 7. 卸料板 8. 定位芯 9. 凹模 10. 下垫板 11. 下模板

Fig. 8 Piercing die of flange

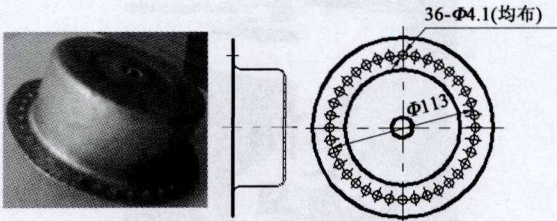


图 9 带工艺孔、凸缘的拉深件

Fig. 9 Drawing part with flange and process hole

脱模。为便于刃磨刀口，凹模采用镶拼形式^[5]，由于切口成形后叶片嵌于凹模成形槽内，因而只能冲一槽、脱一次模。这样的操作虽然略显繁琐，但模具结构简单、制件精度较高、质量稳定、制造方便且成本低廉。叶轮切口冲弯模的难点在于解决叶片冲弯成形后的脱模问题，可以说这是整个工艺过程成功与否的关键所在。

2.4.1 模具结构

侧面叶片切口冲弯成形模如图 10、图 11 所示，其冲压成品如图 12 所示。该侧面叶片切口冲弯成形

模的凸模 10 (图 13) 位于上模, 卸料板 11 内腔与凸模 10 成间隙配合, 冲压时除起到卸料作用外, 还可为凸模导向, 从而增强了凸模 10 的刚度。在下模, 紧固有凹模 15 的凹模托架 17 安装在凹模固定板 14 (图 14) 的右侧面, 凹模固定板 14 的左侧面安装有盖板 20 (以螺钉紧固), 并且凹模固定板 14

被螺钉和定位销安装于底板 21 上。起主要成形作用的凹模镶件 16 被紧配在凹模 15 的矩形孔内 (图 15)。最后, 在凹模固定板 14 的“凹”形槽内放入推板 12 (图 16), 穿过底板 21 的螺钉过孔放入两个弹簧并锁上螺钉, 此外, 还需穿过固定板 14 侧面的两个腰圆孔, 在推板 12 的相应位置旋入防转销 1。

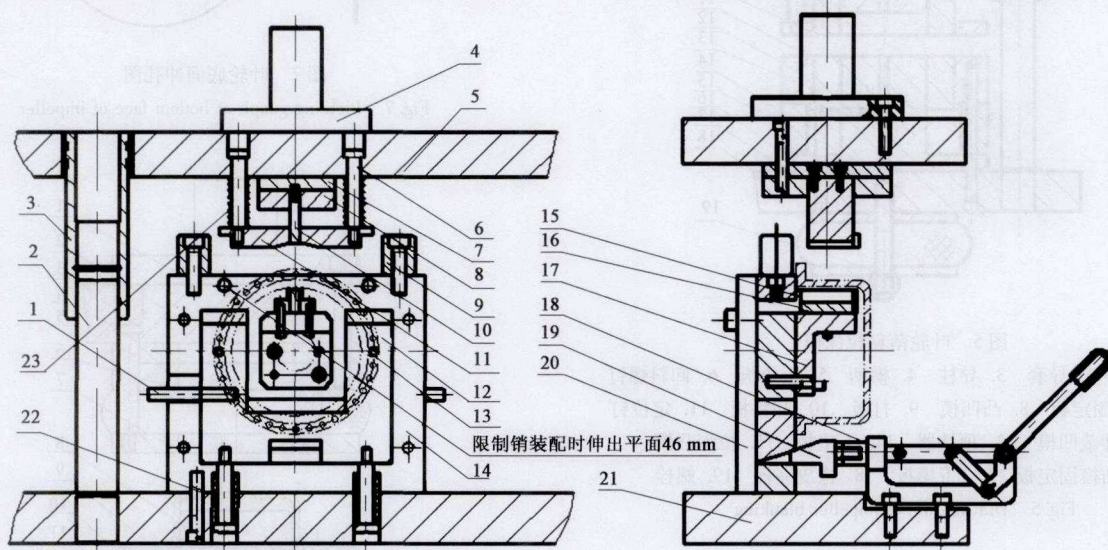


图 10 侧面叶片切口冲弯成形模

1. 防转销 2. 导套 3. 导柱 4. 模柄 5. 上模板 6. 卸料螺钉 7. 上垫板 8. 凸模固定板 9. 限位块 10. 凸模 11. 卸料板 12. 推板
13. 定位销 14. 凹模固定板 15. 凹模 16. 凹模镶件 17. 凹模托架 18. 快速夹具 19. 斜楔 20. 盖板 21. 底板
22. 推板回复弹簧 23. 卸料弹簧

Fig. 10 Punching-bending forming die of side impeller cut

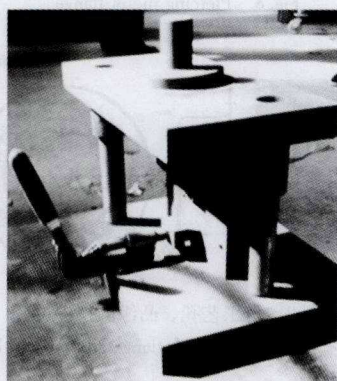


图 11 叶片切口冲弯成形模照片

Fig. 11 Photo of punching-bending forming die of impeller cut

2.4.2 工作原理

将上道次冲制成品凸缘 $36 - \Phi 4.1 \text{ mm}$ 中的两对应孔套入推板 12 的二根 $\Phi 4 \text{ mm}$ 定位销上, 并将底平面靠紧, 推动快速夹具 18 (图 17) 的手柄, 使斜楔 19 向右运动至图 10 的初始位置, 推板 12 在推板回复弹簧 22 的作用下落下, 此时制件内缘靠住凹模上平面, 开动上模下压, 完成一次切口冲弯工序。

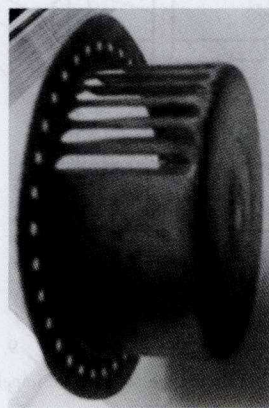


图 12 带凸缘切口冲弯半成品

Fig. 12 Punching-bending semi-finished product of cut with flange

使上模回程, 反向拉回快速夹具 18 的手柄, 使斜楔 19 向左运动并托起推板 12, 直至防转销 1 上移至凹模固定板 14 侧面腰圆孔的上限位置, 这样叶轮随之上浮, 所冲出的叶片也随之脱出凹模镶件 16 的成形凹面, 沿轴向取下叶轮。换相邻的下一组 $\Phi 4.1 \text{ mm}$ 孔重新套入推板 12 的两根 $\Phi 4 \text{ mm}$ 圆柱销上, 重复上述操作, 直至 36 个叶片槽依次冲切完毕, 半成品

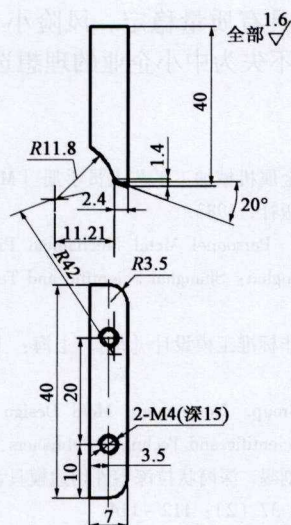


图 13 凸模
Fig. 13 Punch

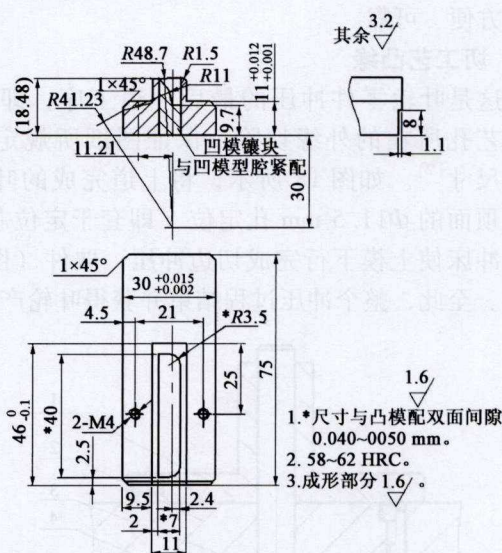


图 15 带镶件凹模
Fig. 15 Die with insert

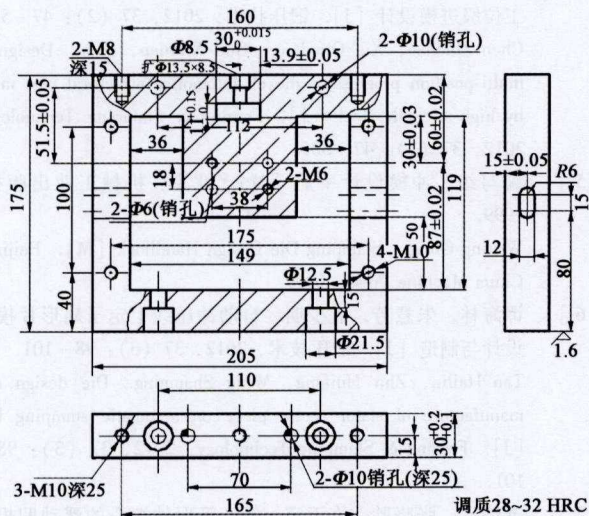


图 14 凹模固定板
Fig. 14 Fixed plate of die

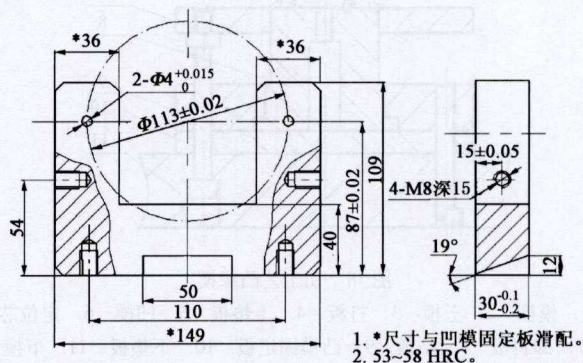


图 16 推板
Fig. 16 Push plate

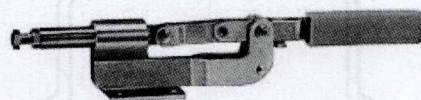


图 17 快速夹具 GH-36060
Fig. 17 Fast clamp of GH-36060

如图 12 所示。

2.4.3 特点分析

(1) 上模行程的限位。如图 10 所示, 当凸模冲切到底, 限位块 9 的上端面刚好碰到上模板 5 的下平面, 对上模下行起到限位作用, 从而对细长的凸模起到保护作用^[6]。

(2) 叶轮浮动脱模机构^[7]。由图 3 局部放大图可知, 切口槽为封闭槽。如图 10 所示, 当快速夹具 18 的斜楔 19 右行, 带有制件的推板 12 在弹簧力的作用下回落到图 10 中的初始位置, 凸模冲压并回程后, 冲压制件切口叶片仍紧嵌在凹模镶件成形凹槽内, 无法直接取件, 唯有使快速夹具 18 的斜楔 19 左行推动推板 12 斜面, 安装有制件的推板 12 随即

上浮,此时冲压制件切口叶片与凹槽成形镶件彻底脱离,以便顺利取下冲压制件。由以上分析可知,整体式离心叶轮冲压模具若非制造出极为复杂的气动滑块式进退机构^[3],单纯依靠棘轮棘爪转位机构是无法实现自动生产的,这也就是为什么常见到的离心风机叶轮基本上都是金属组装件结构或注塑件的原因。

(3) 快速夹具(标准件)的应用。在本模具中使用了快速夹具 GH-36060, 轻松实现了变夹具斜楔的水平运动为推板的垂直运动, 从而避免了为利用机动动力源而设计的复杂机构, 简化了模具结构,

操作方便、可靠。

2.5 切工艺凸缘

这是叶轮零件冲压的最后一道工序，即将 36 个工艺孔所在的外缘切除，保证图纸所规定的形状和尺寸^[7]。如图 18 所示，将上道完成的叶轮零件以顶面的 $\Phi 11.5$ mm 孔定位（即套于定位芯 6），开动冲床使上模下行完成切边冲压，取件（图 19）即可。至此，整个冲压过程结束并获得叶轮产品。

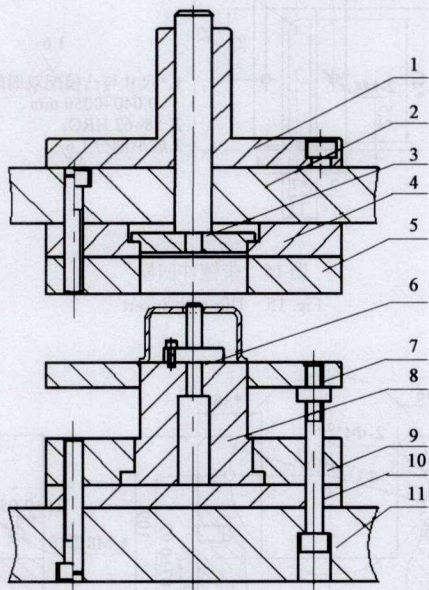


图 18 切工艺凸缘模

1. 模柄 2. 上模 3. 打板 4. 上垫板 5. 凹模 6. 定位芯
7. 卸料板 8. 凸模 9. 凸模固定板 10. 下垫板 11. 下模

Fig. 18 Flange die of cut process

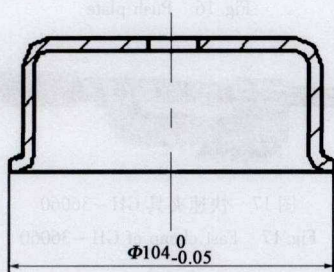


图 19 切边后叶轮尺寸

Fig. 19 Impeller size after cutting

3 结语

本工艺在满足精度的前提下，实现了离心式叶轮的整体化，为提高转速奠定了有力的基础。运用了叶轮浮动脱模机构，有效解决叶轮侧槽切口冲弯后的脱模问题。实践证明，该工艺方案简洁、工序清晰，所涉及模具结构简单、操作方便。作为批量

性生产，产品具有质量稳定、风险小、投资少、收效快的优势，不失为中小企业的理想选择。

参考文献：

- [1] 赵如福. 金属机械加工工艺人员手册 [M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1983.
Zhao Rufu. Personnel Metal Mechanical Processing Handbook [M]. Shanghai: Shanghai Scientific and Technical Publishers, 1983.
- [2] 修订组. 非标准工模设计 [M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1983.
Revision Group. Nonstandard Mold Design [M]. Shanghai: Shanghai Scientific and Technical Publishers, 1983.
- [3] 朱成俊, 刘阳. 深筒状拉深零件切边模具设计 [J]. 锻压技术, 2012, 37 (2): 112-114.
Zhu Chengjun, Liu Yang. Trimming die design of deep tubular drawing part [J]. Forging & Stamping Technology, 2012, 37 (2): 112-114.
- [4] 陈志超, 夏琴香, 郭新年, 等. 某高强钢板汽车结构件多工位级进模设计 [J]. 锻压技术, 2012, 37 (2): 47-50.
Chen Zhichao, Xia Qinxian, Guo Xinnian, et al. Design of multi-position progressive die of automotive structural part made by high-strength steel [J]. Forging & Stamping Technology, 2012, 37 (2): 47-50.
- [5] 编写组. 冲模设计手册 [M]. 北京: 机械工业出版社, 1999.
Writing Group. Stamping Die Design Handbook [M]. Beijing: China Machine Press, 1999.
- [6] 谭海林, 朱慧芳, 孟少明. 自动冲压线上定子扇形片模具设计与制造 [J]. 锻压技术, 2012, 37 (3): 98-101.
Tan Hailin, Zhu Hui Fang, Meng Shaoming. Die design and manufacture of stator sector piece on automatic stamping line [J]. Forging & Stamping Technology, 2012, 37 (3): 98-101.
- [7] 苏传义, 张晓胜, 许天宇, 等. 管形件端头的浮动凹模修边冲孔模设计 [J]. 锻压技术, 2012, 37 (2): 117-119.
Su Chuanyi, Zhang Xiaosheng, Xu Tianyu, et al. Trimming-piercing die design of floating die for tube end workpiece [J]. Forging & Stamping Technology, 2012, 37 (2): 117-119.

欢迎购买《锻压技术》杂志合订本

《锻压技术》编辑部现有 1991 年~2011 年的《锻压技术》杂志合订本（除 1994 年外），每本售价 110 元（不含邮费），欢迎订购。欲购者请将款汇至：

· 邮局汇款：北京海淀区学清路 18 号《锻压技术》编辑部，邮编：100083

· 银行汇款：中国工商银行股份有限公司北京东单支行
单位：北京机电研究所，帐号：0200006209089120791

附言请注明：订购《锻压技术》合订本

联系人：魏巍 电话：(010) 62920652, 82415085

传真：(010) 62920652 邮箱：dyjszg@163.com

《锻压技术》编辑部