

# 离心风机组合式金属叶轮制作的工艺保证

肖洪波

(苏州工业职业技术学院, 苏州 215104)

**摘要:**离心风机是获得较高风压的理想选择。离心风机叶轮(材料:ST12)由于内置电动机外转子,故采用了较合理的组合式结构,叶轮经6道模具工序、一道车削工序和一道铆压工序<sup>[1]</sup>来完成,以确保叶轮高速旋转时的整体联接强度。为有效解决叶轮的散件组装问题,成功运用了具有可靠定位且防移位的叶轮铆压工装。还着力介绍了一种集定位、夹紧于一体的气动夹筒式车夹具,它克服了下端板这种薄壁套类零件装夹时易变形的缺点,且装夹和拆卸工件方便,从而极大提高了车削生产效率。该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:**冲压模;定位;等分度;铆压;车夹具

**中图分类号:**TM305.1 **文献标识码:**A **文章编号:**1004-7018(2015)05-0086-04

## The Processing Ensurance of Making Combined Metal Impeller of Centrifugal Blower

XIAO Hong-bo

(Suzhou Institute of Industrial Technology, Suzhou 215104, China)

**Abstract:**The centrifugal blower is ideal selection for getting high pressure. Because the centrifugal blower impeller (material: ST12) had built-in motor external-rotor, it used reasonable combined structure. The impeller was made by six die processes, one lathe turning process and one riveting pressure process. The overall connection strength of the impeller was ensured when high speed revolving. In order to effectively solve the problem of the impeller's parts assembly, the riveting pressure process with reliable fixing and preventing shift was successfully used. A pneumatic clamping cylinder turning fixture with fixing position and clamping was chiefly introduced. It overcame the easy deformation defect when clamping sleeve parts of thin wall such as the lower end plate. It easily fixed and dismantled parts. So the turning efficiency was greatly improved. Batch production proves that the process has the characteristics such as easy operation, stable product quality and low-cost.

**Key words:** stamping die; fixed position; identical graduation; riveting pressure; fixture for turning

### 0 引言

叶轮是离心风机(如图1所示)的核心零件,它分别由厚度为0.8 mm冷轧钢板冲出的上、下端板与30件叶片铆压而成,如图2所示。由于该叶轮的內缘需压入电动机的外转子(如图3所示),因而叶轮结构宜采用组合式。为满足在高速(2 500 r/min)运转条件下风机的平稳运行,叶轮的刚度、强度和平衡度的要求尤显重要。

从叶轮结构而言,采用整体式<sup>[4]</sup>或组合式各具优势,前者借助拉深和30个叶片的切口打弯产生的冷作硬化具备了较好刚度和强度;而后者上下端板的30个叶片定位槽,如图4所示,由同一副模具冲出,从而有效保证了叶轮组装时定位槽等分度的一致性,这对离心风机运转时的平衡度指标<sup>[4]</sup>而言是有益的。

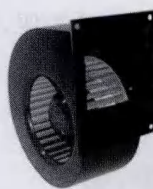


图1 离心风机

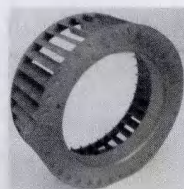


图2 叶轮

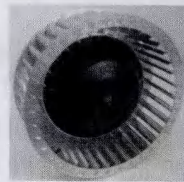


图3 带外转子叶轮照片

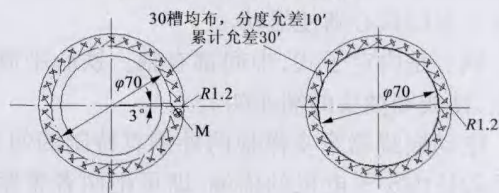


图4 上、下端板零件图

肖洪波  
离心风机组合式金属叶轮制作的工艺保证

## 1 叶轮零件的结构工艺分析

图5是叶轮装配图,它由上、下端板和30件叶片(图6)所铆压成的组合式结构。为保证上、下端板30个叶片定位槽的等分精度和一致性,分别将上、下端板的30个定位槽冲压工序安排在同一副冲模上完成。并且以R1.2记号槽为基准,上、下端板所对应的每一组定位槽都由同一个凸模冲出。还应该看到,叶轮最终合格与否,取决于最后一道叶片与上、下端板的铆压工序,该工序所用铆压工装必须满足在承受轴向冲击铆压压力下,上、下端板和30个叶片能保持初始状态的可靠的定位。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。

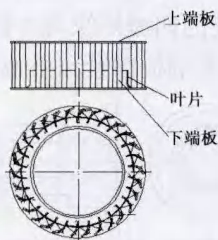


图5 叶轮装配图

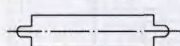


图6 叶片零件图

## 2 叶轮的冲压工艺解析

### 2.1 叶片的落料、弯曲成型

叶片制作的头道工序即为落料<sup>[2]</sup>。如图7所示,将厚度为0.5 mm的ST12冷轧钢板置于上、下模之间;启动冲床后上模下行,凹模随之压紧ST12钢板条料,迫使橡皮受压变形,最终凸模切入凹模型腔完成叶片的落料;随着上模的上行,嵌在凹模中的叶片落料件被顶件器击落,从而完成叶片的落料工序。

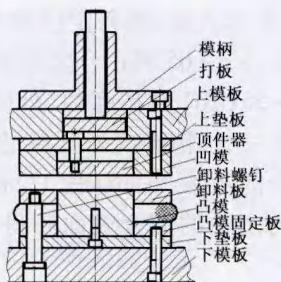


图7 叶片落料模

叶片制作的后道工序是将上道的叶片落料,工件置于如图8所示的叶片弯曲成型模的凹模中进行打弯成型,最终由下模的弹簧弹顶机构将完成弯曲的叶片顶出,叶片如图6所示。

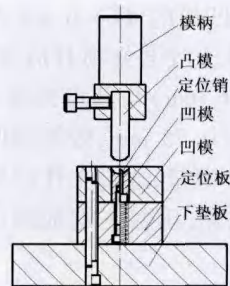


图8 叶片弯曲成型模

### 2.2 叶轮上、下端板毛坯件的冲裁

叶轮上、下端板毛坯采用同一结构的典型结构的冲孔落料复合冲裁模<sup>[2]</sup>,如图9所示。所获叶轮上、下端板毛坯零件如图10所示。

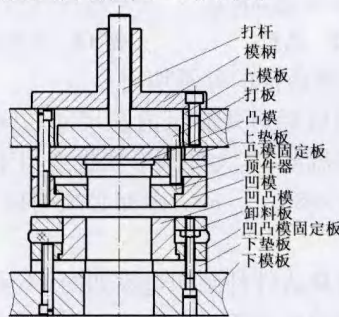


图9 叶轮上、下端板毛坯复合冲裁模

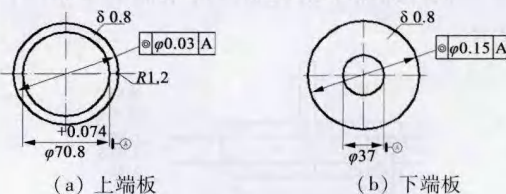


图10 叶轮上、下端板毛坯零件

### 2.3 下端板翻边

本工序将在如图11所示叶轮下端板翻边模上进行。将上道工序所得下端板毛坯件的 $\phi 37$  mm内孔套于如图12所示的凸模, $\phi 37$  mm外缘。启动冲床,凹模下平面下行并压住下端板毛坯平面开始下压翻边,直至完成。当上模回程,由于橡皮的回复作用,卸料板始终推动已成型的下端板翻边件如图13所示,保持于上模的凹模内腔,最终被顶件器击落。

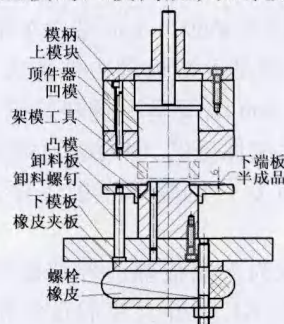


图11 叶轮下端板翻边模

为节约模具成本,本模具采用敞开式自制模架。为保证上下模的合模同轴精度,架模前,在凸模的

肖洪波 离心风机组合式金属叶轮制作的工艺保证

$\Phi 37$  mm 外缘和凹模的  $\Phi 66.6$  mm 内孔同时插入架模工具 5, 在冲床上安装好模具后取下即可。此外, 凹模内孔 ( $\Phi 66.6$  mm) 与凸模外缘 ( $\Phi 59.1$  mm) 之间的单面间隙为 0.75 mm, 较其料厚 0.8 mm, 设置了 0.05 mm 的变薄量, 通过工作时强大的挤压作用所产生的冷作硬化, 确保下端板翻边件的内孔尺寸  $\Phi 59.1_{-0.019}^0$  mm。

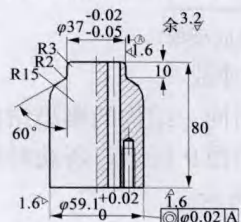


图 12 凸模

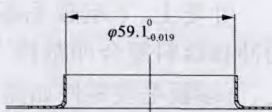


图 13 下端板翻边件

#### 2.4 下端板翻边件的外圆切边

在下端板翻边并满足内孔尺寸的同时, 由于材料的不规则流动, 其大外圆形状也变得不规则, 即难以保证尺寸  $\Phi 85_{-0.074}^0$  mm, 因而必须安排一道外圆切边工序。

下端板翻边件外圆切边模如图 14 所示, 将上道的下端板翻边件套于定位芯的外缘, 本着先压料后冲裁的原则, 确保了切边后凸缘平面的平整度, 如图 15 所示。

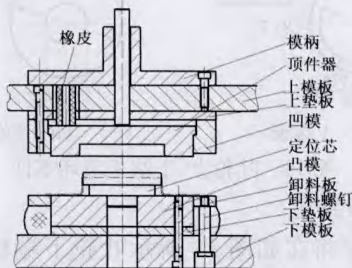


图 14 下端板翻边件外圆切边模总装图

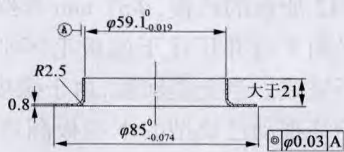


图 15 叶轮下端板切边后序图

#### 2.5 下端板翻边件 $\Phi 59.1$ mm 端面车削工序

值得注意的是下端板翻边件翻边工序结束后, 由于其  $\Phi 59.1$  mm 端面呈不规则的锯齿波浪形, 轴向长度 20 是无法保证的, 因而必须增加一道以内孔  $\Phi 59.1_{-0.019}^0$  mm 定位的端面车削工序, 以保证轴向长度。

图 16 所示为下端板翻边件端面车夹具<sup>[3]</sup>。它运用了涨胎式结构, 弹性夹筒肩负定位与夹紧两个功能。该夹具的夹紧动力源自床头箱左边的自制气缸。在车床主轴花盘换装上本车夹具, 校正圆跳动后锁紧夹具, 调节锁紧螺母, 直至气缸活塞被夹紧,

活塞的轴向移动距离控制在 3~4 mm 即可。

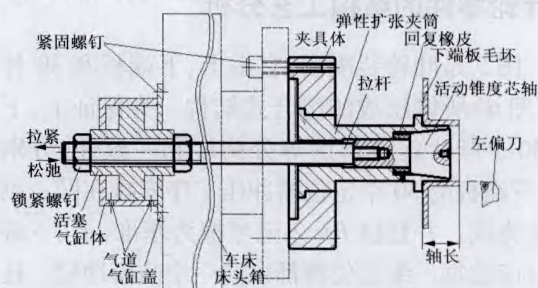


图 16 叶轮下端板翻边件端面车夹具结构图

工作原理如下:

(1) 被车件的定位、夹紧与松弛: 下端板翻边毛坏件套于弹性扩张夹筒<sup>[1]</sup>如图 17 所示的外缘。分别通过气缸体的右、左气道进、出气, 使活塞左、右移动, 间接带动活动锥度芯轴 (如图 18 所示), 向左、右移动, 迫使夹筒的四瓣外缘向外扩张或弹性收缩, 从而快速实现被车端板撑紧和松弛;

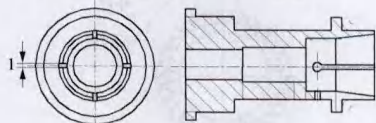


图 17 弹性扩张夹筒

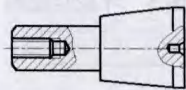


图 18 活动锥度芯轴

(2) 车削: 开动机床, 借助左偏刀的主切削刃以径向退刀法车出下端板翻边件右端面, 保证轴向尺寸。

结构特点:

(1) 本夹具采用气动夹紧而非传统的三爪卡盘夹紧, 可轻松通过调节气压来获得适当的夹紧力, 有效避免了因卡盘螺旋夹紧力过小或过大而导致车削时工件打滑或工件出现塑性变形。此外, 工件的装、卸高效快速 (注意点: 工件尚未装夹时气缸拉杆应处于松弛位置)。

(2) 弹性扩张夹筒, 兼备定位和夹紧两个功能, 为夹具之核心, 采用 65 Mn (合金弹簧钢), 淬火并低温回火至 50~55HRC 后精磨内、外圆, 以便集强度和回复刚性于一身; 精磨内外圆后沿轴向以线切割分别割出等分的 4 条 26 mm 长 1 mm 宽的缝隙, 目的是在夹筒与工件的配合表面获得良好的涨合性能。

(3) 针对薄壁的下端板翻边件, 该夹具成功将轴向拉力间接转变为径向涨紧力, 这种圆周面接触的弹性扩张夹筒规避了薄壁工件被夹紧时的变形。

#### 2.6 叶轮上、下端板 30 定位槽的冲制

本工序将用同一副典型结构的单工序冲裁

模<sup>[2]</sup>分别在上、下端板上冲制出30个叶片的安装定位插槽。该定位槽的形状似蝴蝶形,以防止铆压时产生位移,如图4所示。该工序完成后即可进入叶轮的组装。

如图19所示,在凹模8的 $\Phi 85$  mm直径上,紧配一 $\Phi 2$  mm定位销。冲裁前,上、下端板的外缘置于定位板(如图20所示)的 $\Phi 85$  mm孔内,而该圆周上的R1.2记号槽刚好嵌入 $\Phi 2$  mm定位销,从而获得一面两销的可靠定位<sup>[1]</sup>。利用端板记号槽作为辅助定位,还可保证叶轮装配时同一叶片所插入的上下两端板的定位槽是由同一对凸、凹模冲出的。值得注意的是,为便于刃磨凹模的刀口(即凹模的上平面),专门设置了与凹模外圆间隙配合并以螺钉紧固的定位板。所获得的最终上下端板冲压件如图4所示。

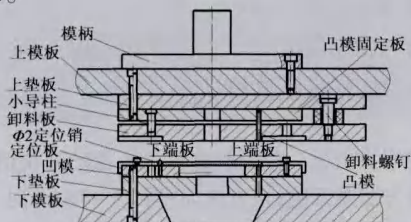


图19 上下端板定位槽冲裁模

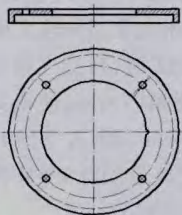


图20 定位板

### 2.7 叶轮散件的铆压组合

本工序分三步进行,整个过程必须保证铆压后叶轮的位置精度和整体强度。运用铆压工装<sup>[3]</sup>是对装配质量的有效保证。如图21所示。其工作原理如下:

(1)定位和预压 定位工装如图21所示,将30件叶片的片身依次插入叶片定位插槽座,如图22所

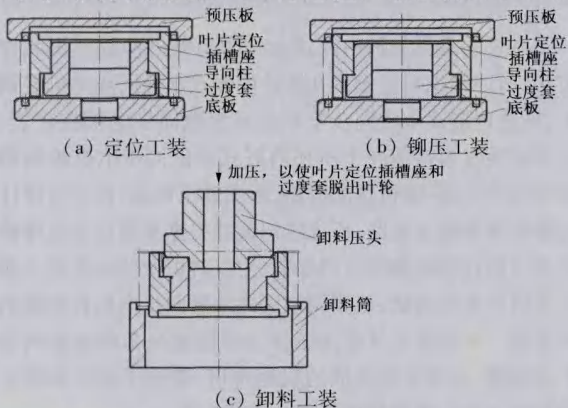


图21 叶轮铆压工装

示的圆弧槽中,找准上下二端板各自的R1.2记号槽,并使它们处于同一角度位置,使各叶片两端插口分别插入二端板的定位槽中。在叶片定位插槽座的内孔塞入过渡套,再整体套入下模的导向柱的外缘,在气压机上盖上预压板预压紧,使叶片两端的铆压露出长度相同。

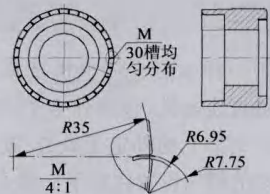


图22 叶片定位插槽座

(2)铆压 将处于预压紧的叶轮连同叶片定位插槽座和过度套置于第二套工装下压板和定位柱上,利用油压机进行铆压。

(3)脱模 将铆压好的叶轮连同叶片定位插槽座和过度套整体翻转180°后置于第三套工装的卸料筒,并在过渡套的内孔放置一卸料压头,在气压机上加压后即可将叶片定位插槽座和过度套退出已铆压好的叶轮,从而完成整个铆压工序。值得注意的是,若不翻转180°而直接置于卸料工装上下压脱模,那么下端板的翻边凸缘将阻止叶片定位插槽座顺着叶片脱出。

铆压压点的效果如图23所示。



图23 铆压效果照片

### 3 结 语

本文较合理地将冲压工序与车削工序有机结合,各取所长,且模具和夹具结构简单、操作方便、造价低廉,有效规避了投资风险。经批量性生产证明,产品质量完全符合原设计要求,制造工艺可靠,不失为中小企业的理想选择方案。

### 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, 1988.
- [2] 冲模设计手册编写组. 冲模设计手册[M]. 北京: 机械工业出版社, 2004.
- [3] 非标准工模设计修订组. 非标准工模设计[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1992.
- [4] 肖洪波. 离心风机金属叶轮制作的模具工艺保证[J]. 锻压技术, 2014, 39(4): 109-114.

肖洪波 离心风机组合式金属叶轮制作的工艺保证