

磨料流技术在叶轮加工中的应用及工装研制

■ 沈阳鼓风机集团（辽宁 110869） 白云 张艳梅 关欣

摘要：为提高叶轮的工作性能，将磨料流技术应用于叶轮流道表面的光整加工，取得了较好的效果。

叶轮是离心压缩机中唯一对气体介质做功的零部件，气体介质在高速旋转叶轮的助推下，随叶轮一起作高速旋转运动（转速一般为6 000~30 000r/s），并在离心力的作用下由叶轮出口甩出。气体介质流道就是由轮盘、轮盖和叶片这三者组成的通道。磨料流技术在叶轮加工中的应用就是提高该通道内的表面粗糙度质量。

1. 磨料流技术

磨料流加工技术是在磨料流机床的压力作用下，让磨料介质流经零件需提高粗糙度质量的表面，反复研磨，直至达到设计要求。磨料流技术是一种全新的机械加工方法，可以应用于复杂形状的加工零件，以及其他方法难以加工的部位。磨料流可加工的材料范围宽，不仅能加工金属材料，还能加工硬塑料、陶瓷等。要想顺利地完

成零件的磨料流加工，得到预期的加工效果，除设备以外，还包括磨料的选择、循环次数的设定、工装的夹具是否合理以及挤压力的大小等影响因

2. 磨料流设备

我集团引进的是美国制造的专门用于磨料流加工的机床，用于叶轮中气体介质流道的加工，提高叶轮表面的粗糙度质量。该机床的作用是固定被加工工件和夹具，控制磨料的挤出压力。通过在操作板上设置一些参数，控制磨料往复流道的次数及时间。使用的磨料为一种具有柔软性、黏弹性和切割性的半固态载体，和一些磨砂搅拌而成。图1所示为从美国引进的磨料流专用设备

3. 叶轮结构

我集团生产的离心压缩机中的叶轮经常选用的材料有KMN、FV520B和X12CR13等，叶轮由轮盘、轮盖和叶片组成（见图2）。叶轮结构分为两件焊、三件焊和整体铣制。叶轮直径一般在400~1 200mm。气体在轮盘、轮盖和叶片这三者之间形成的流道内高速流动，并随着叶轮进行

高速旋转。为保证离心压缩机的整体性能，在叶轮加工制造过程中，尺寸精度、表面粗糙度质量要求极其严格。



(a) 磨料流专用机床



(b) 磨料

图 1

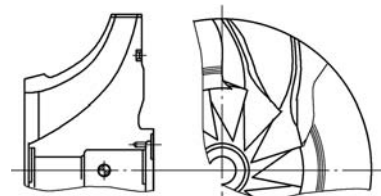


图 2

4. 工装夹具

该类工装夹具的功能是需要把叶轮牢固地固定在密闭腔内，保护其他不需要磨料加工的部位，并且能够引导磨料在叶轮轮盘、轮盖及叶片组成的流道内流动。由于离心压缩机都是根据客户的具体需求设计的，一般为单件、小批量生产制造，因此每台压缩机的每个叶轮都需要设计专用的工装夹具。在工装的实际设计过程需要注意的几点是：①保护不需要磨料的部位。②可实现叶轮在加工前后自由出入腔体。③某些零件需要设计斜台结构，有助于磨料的流动。④工装质量尽可能小，以便增加该机床的加工范围。⑤腔体内的夹具零件与腔体的配合间隙要合适，既能自由装配，也要防止磨料进入缝隙内。如果磨料进入缝隙内，将会导致叶轮与工装件及工装件之间的拆卸困难。

图3所示为一种叶轮的磨料流工装夹具，主要由两部分组成，一部分是与设备相连的密闭腔体，二是在腔体内固定叶轮与引导磨料往复运动的夹具。

为扩大该台机床的生产能力，底部定位环及内套筒、支撑

盘等采用尼龙材料MC902，该尼龙为韧性角状半透明或乳白色结晶性树脂，密度 $1.15\text{g}/\text{cm}^3$ 。作为工程塑料的尼龙具有很高的机械强度，耐热，磨擦系数低，耐磨损，具有自润滑性，加工性能好。经多次试验证明，选用尼龙材料作为该类工装夹具非常合适。

5. 应用案例

我集团科研产品KY25中代号为KY25-2012-1的叶轮采用磨料流工艺进行流道内的加工，以提高叶轮的工作性能。叶轮材料为KMN，直径为450mm。叶轮流道经最终热处理后，实际叶轮流道表面粗糙度值 $R_a=3.2\mu\text{m}$ 左右。通过设计叶轮的专用工装夹具，将叶轮与工装夹具装配好后安装到设备上，设置加工时间（循环次数）。叶轮加工后经质检部门检查，叶轮流道表面粗糙度值 R_a 降低到了 $0.8\mu\text{m}$ 以下。磨料流加工前后的叶轮对比如图4所示。对叶轮流道表面的有关试验验证表明，叶轮多变效率提高了1%以上。为了保证高精度和表面质量，对于不同材料、不同结构的零件，在表面状况不同的情况下，要达到某一个技术指标，设

置一个最佳的加工时间（循环次数）和合理的工装夹具是此工序能够取得预期效果的关键。循环次数过少则达不到预期的效果；循环次数太大，加工的经济性则较差。

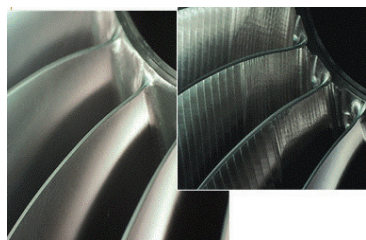


图4 磨料流加工前后的叶轮对比

6. 结语

到目前为止，我集团采用磨料流技术进行流道表面加工的叶轮已经达到几百个。应用该项技术后，提高叶轮流道表面粗糙度两个等级以上。这项技术在用于提高叶轮流道表面质量方面已经非常成熟。

参考文献：

- [1] 赵秋乐. 磨料流抛光机及其工艺参数研究[D]. 重庆：重庆大学，2011.
- [2] 吕德隆. 机械零件表面精整与光饰[J]. 内燃机与配件，2011（6）：44-49.

MW（收稿日期：20151208）

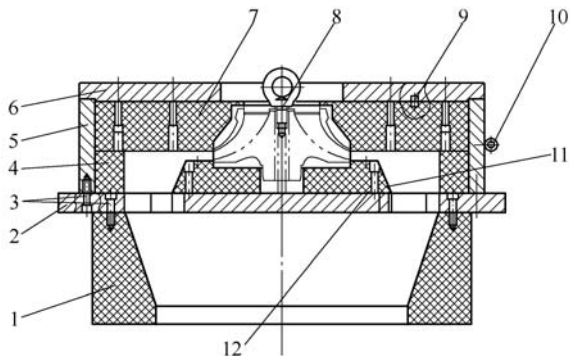


图3 叶轮磨料流工装

1.底部定位环 2.底盘 3、12.紧固螺钉 4.内套筒 5.套筒 6.压盖 7.垫套 8、10.吊环 9.销钉 11.支撑盘

专家点评

磨料流技术是一种全新的机械加工方法，可以应用于复杂形状零件需要降低表面粗糙度值的表面，以及其他方法难以加工的部位。作者将这项技术用于叶轮流道表面的光整加工，取得了很好的效果，值得推广和应用。