

在线测量在整体式叶轮测量中的应用

■ 江苏金通灵流体机械科技股份有限公司 (南通 226000) 陈建宾 石小露 朱建春

摘要: 根据整体叶轮加工的特点, 针对现实加工过程中存在的问题以及叶轮测量的难点, 引入在线测量方法, 应用于整体叶轮测量和加工过程中。并简单介绍了海克斯康3DFI软件的操作方法。

整体叶轮作为航空、航天、机械及化工等行业透平机械中的关键零件, 应用越来越广泛。其加工技术一直是制造业中的一个重要课题。叶轮的加工质量直接影响整机的动力性能和机械效率。随着高性能叶轮加工技术的提升, 必将会带动动力核心部件综合性能的大幅提高。

1. 整体叶轮的特点

整体叶轮的特点主要表现在:

①三元流整体叶轮的形状复杂, 其叶片多为非可展扭曲直纹面或自由曲面, 其叶型主要根据其压比大小而定, 压比越大, 其叶片扭曲程度越大。②整体叶轮相邻叶片的空间除与半径大小成正比外(径向上半径值的减小通道随之变窄), 还与叶片组数、长短叶片形式有关。③整体叶轮叶片的厚度不均匀且较薄, 在加工过程中易产生严重的弹性变形。④整体叶轮为高转速的转子核心部件, 其整体动平衡的要求极高。

以上这些特点决定了整体叶轮的加工工艺性较一般产品难度大, 检测手段有局限性。因此, 如何攻克“叶轮质量可控性”成为整体式叶轮加工的课题。

2. 传统检测方法存在的问题

传统的检测方法是: 加工好的叶轮从机床工作台卸下来后, 再转到三坐标测量。但是由于机加工的特点以及叶轮本身装夹方式决定了叶轮从机床上拆下后, 如果出现局部超差情况, 将很难重新进行二次定位进行修复, 报废率也很高。同时, 在加工过程中也无法找到合适的加工参数进行参考修正。

3. 在线测量及其优势

相对于三坐标的最终检测, 在线测量却可应用于机械加工过程控制, 提高检测效率, 减少不合格品的产生, 因此, 在机检测将带动高端叶轮加工工艺的改进。

在机测量通常只对其中一片叶片进行覆盖式测量, 其余叶片只在进、出气侧靠近两端分别取两点, 以此分析加工过程的稳定性。同时由于现场加工环境以及机床旋转轴误差等, 需要在一定数据采集量的基础上进行点的筛选, 更多关注数据的重复性、稳定性。由于切削力、材料性能等的影响, 叶片在加工过程中难免会出现变形、过切的情况, 在线测量的目的是通过检测出的数据进行反向修正加工参数, 使得最终从机床上拆卸的工件是符

合公差要求的合格品。

4. 在线测量方法

以本公司引进的海克斯康在线测量软件为例, 主要测量方法如下:

(1) 首先需在现场周围准备一台电脑, 并安装相对应的测量编程软件; 同时在机床系统端也安装相应的软件, 并对机床参数进行相应的修改。

(2) 对软件编程环境进行设定(见图1), 此设定包括控制系统类别、测头配置及测量参数设定等。在此项设置的过程中, 为了保证A、C轴在旋转时不会发生干涉, 需要指定足够的安全平面高度。

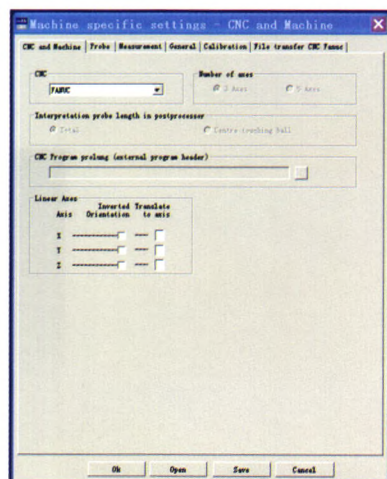


图1 编程环境

(下转第47页)

焊接到一起，上面开有联接孔，便于与工件联接到一起。

3. 实际应用与效果

考虑到要加工4组铰点孔，特别是当加工到上部的2组铰点孔时，距工作台的高度2 400 mm（含垫块），因此如何方便的固定支架是个问题，这里采用在结构件打安装孔的方式固定。在镗完结构件内侧的铰点孔后，试镗下外耳板找正基准。安装工装时，首先在两耳板间工件壁上打两个螺纹孔，然后将外支架安装上，如图3所示；其次，把刀杆穿上内支架，然后穿过外支架孔，安装到直角弯头上，如图4所示；最后将内支架与外支架



图3 加工安装螺纹孔



图4 安装支架工装

组合到一起，调整调整螺栓，根据之前的加工的基准，找正刀杆。通过这种方式，圆满的解决了加工问题，对加工后的铰点孔检测后也完全达到了设计的精度要求。

在使用该工装之前，生产首台该型产品此结构件时，采用的是干涉侧切割500 mm×500 mm工艺孔，镗完后再将工艺孔堵死焊上的加工方式。由于结构件质量约60 t，翻转找正困难，采用原加工工艺时，需要在设备工作台上完成切割4次且焊接4次作业，需要使用火焰切割机和气保焊机，员工劳动量很大，加工时间长，而且这种方式还会导致结构件整体性能的下降。

通过使用该工装，充分利用现有刀具，在仅使用本加工设备和人员的前提下，减少工作量，将加工时间缩短为原先的1/5，极大地提高了加工效率。

4. 结语

该工装生产方便，操作简单，容易保证加工质量。通过上面的加工实例可见，在结构件加工过程中，会出现各种各样的生产问题，要在不增添新设备与刀具的前提下，充分利用现有设备解决加工难题。而通过设计简易工装的方式，给我们提供了一条很好的解决问题的思路 and 手段。

参考文献

- [1] 胡顺. 大型结构件的孔加工方法[J]. 北京: 金属加工冷加工, 2012 (13): 33.
- [2] 肖德明, 高指林, 局魁, 等. 一种重型销轴安装装置的研制[J]. 天津: 工程机械, 2012.5 (43): 46-48.

MW (收稿日期: 20140416)

(下转第41页)

(3) 导入相应的叶轮模型，对模型进行相应的测量编程并进行测量路线的优化（见图2）。

(4) 将测量程序传输到机床数控系统中，使用接收的程序对叶轮进行测量。待测量结束后，系统内会自动生成测量数据文件，使用软件进行读取，得到通过软件的

Best fit功能，可以很容易地看出叶轮整体的相对误差（见图3），也可通过相应的设置打印出检测报告，供相关人员参考。

通过在线测量对叶轮加工的全过程进行监控，得到大量的过程数据，可以对任何一个可能产生加工问题的工序段进行检验分析，使得工艺参数调整变得直观，对新产

品的研发作用甚大。

5. 结语

在线测量在实际使用过程中，不仅能有效地减少测量过程中的流通环节，而且能有效地对加工参数进行反向修正，有效地减少叶轮变形；能够对整个加工难点进行控制，提高了整机的动力性能和机械效率。

参考文献:

- [1] 海克斯康测量技术（青岛）有限公司. 海克斯康3DFI操作手册 [Z]. 青岛: 海克斯康测量技术（青岛）有限公司, 2013.

MW (收稿日期: 20140526)

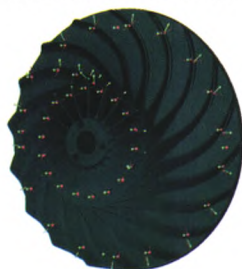


图2 叶轮测量编程

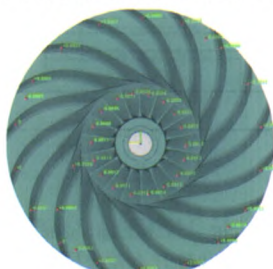


图3 叶轮测量结果