

叉形结构件小孔形位公差工艺探索

徐红彦

中航飞机股份有限公司长沙起落架分公司

摘要: 从加工工艺、刀具和工艺参数等方面对叉形结构件上的小孔进行加工工艺分析。通过控制工艺过程,在消除产品加工中的变形情况下,确保叉形结构件上的小孔尺寸公差和位置公差精度。

关键词: 叉形结构件;变形控制;小孔形位公差

中图分类号: TG115;TG61;TH161.3 **文献标志码:** A **DOI:**10.3969/j.issn.1000-7008.2019.09.019

Exploration of Small Hole Shape and Position Tolerance Technology for Forked Structural Part

Xu Hongyan

Abstract: The aspects of processing technology, cutting tools and process parameters of the small holes in the forked structure parts are processing analyzed and researched. The process control is solved and explained to eliminate deformation and ensure the size tolerance and position tolerance of small holes in forked structure.

Keywords: forked structure; deformation control; position tolerance of small hole

1 引言

在 M-D 空客 A320、A340 及 A380 等机型的中、小结构件的加工中,叉形结构件具有结构复杂、尺寸精度高和形位公差严的特性,特别是叉形结构件上与外部连接的小孔,由于零件结构易变形,小孔相对于机体的形位公差精度是需要解决的关键技术。

2 工艺分析

2.1 结构分析

图 1 和图 2 为零件精加工结构。该叉形零件两耳片中心距为 410mm,零件总长为 550mm,腔与侧筋壁厚为 6mm。热处理后零件耳叉变形较大,零件孔与孔之间、孔与面之间、面与面之间的形位公差精度要求极严。

2.2 加工工艺性、加工难点和主要技术指标

零件材料为 4340M 低合金超高强度钢,为叉形

收稿日期:2019年1月

进行模态分析。通过模态分析可知,优化后刀具的固有频率有了显著提高,有效避免了共振现象的发生,减少了振动破坏并可在一定程度上延长刀具使用寿命。

参考文献

- [1]李振华,李庆华,蔡云光.圆锯片横向振动控制分析[J].工程与试验,2009,49(4):13-15,63.
- [2]吴若洋.不锈钢窄槽加工锯片铣刀的设计与应用[D].大连:大连理工大学,2011.
- [3]袁哲,曹瑞元,赵民.金刚石圆锯片模态分析[J].制造业自动化,2013,35(17):147-149.
- [4]王亚洲,高中庸,谢红初,等.切削参数对锯片铣刀切削振动特性的影响研究[J].广西科技大学学报,2015,26(2):31-35.
- [5]邹陆,梁义维.圆锯片横向振动控制的研究[J].机械设计与制造,2016(7):9-11.
- [6]赵民,李旭.金刚石圆锯片不同转速下的横向振动分析[J].金刚石与磨料磨具工程,2016,36(5):60-63.
- [7]郝用兴,陈子义,冯梅玲,等.基于 ABAQUS 的盾构滚刀模态分析及优化[J].工具技术,2017,51(10):47-50.
- [8]夏毅敏,王鹏磊,郭霖.TBM 盘形滚刀系统的有限元模态分析与试验[J].现代制造工程,2016(5):69-74.
- [9]丁源.ABAQUS 6.14 中文版有限元分析从入门到精通(第1版)[M].北京:清华大学出版社,2016.
第一作者:沈宇峰,硕士研究生,长沙航空职业技术学院,410124 长沙市
First Author:Shen Yufeng, Postgraduate, Changsha Aeronautical Vocational and Technical College, Changsha 410124, China
通信作者:何幸保,讲师,长沙航空职业技术学院,410124 长沙市
Corresponding Author:He Xingbao, Lecturer, Changsha Aeronautical Vocational and Technical College, Changsha 410124, China

结构件,热处理后易变形,且零件硬度达到HRC52~55,属难加工零件。因此,编制加工工艺流程时应从两方面考虑:①热前加工:零件热前加工性能相对较好,尺寸公差和形位公差较大,加工难度较低;②热后加工:为补偿零件热处理变形,热后加工部位需预留合理余量,同时协调热处理部门对零件变形进行控制;为保证零件装夹精度,需安排热后精加工基准工序。

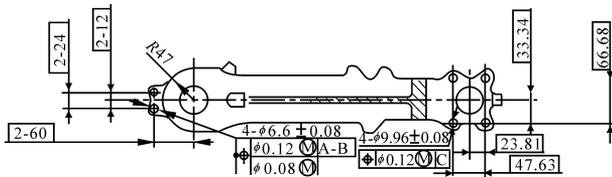


图1 零件耳叉孔及其端面结构

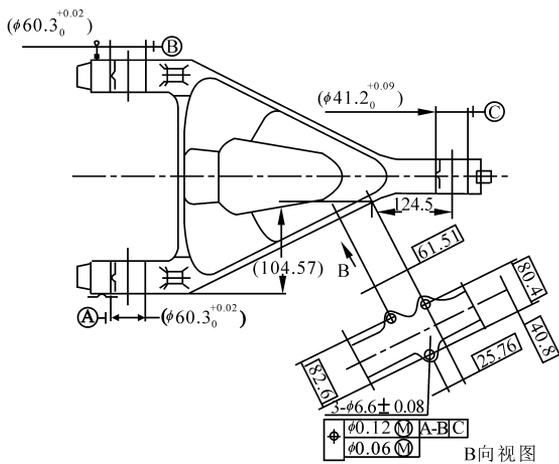


图2 零件筋板小孔结构

(1) 加工难点

孔与孔之间、孔与面之间、面与面之间的形位公差精度。

(2) 主要技术指标

① 3- $\phi 6.6 \pm 0.08$: 3孔之间位置度为 $\phi 0.05$ (最大实体),同时3- $\phi 6.6 \pm 0.08$ 孔相对于基准孔A-B、C的位置度为 $\phi 0.12$ (最大实体);

② 4- $\phi 6.6 \pm 0.08$: 4孔之间位置度为 $\phi 0.08$ (最大实体),同时4- $\phi 6.6 \pm 0.08$ 孔相对于基准孔A-B的位置度为 $\phi 0.12$ (最大实体);

③ 4- $\phi 9.96 \pm 0.08$ 相对于基准孔C的位置度为 $\phi 0.12$ (最大实体)。

3 解决方案

基于上述零件结构分析、加工工艺分析以及加工难点识别,为保证几何尺寸和形位公差精度,列出下列关键点及途径,为后续具体工艺方案的实施打下基础。

① 装夹精度

热前制备工艺凸台,热后精加工凸台端面,以该端面作为零件精加工基准;

② 工序安排

加工部位较多,尺寸精度要求较高,尺寸间关联度较强,采用工序集中、一次装夹、多部位加工的方式,更容易保证尺寸要求;

③ 夹具

热前加工夹具相对简单,热后加工需借助专用夹具来实现一次装夹、多部位加工的目标。

3.1 耳叉小孔加工工艺分析

(1) 热后余量以及加工基准分析

如图1所示,在工艺流程编制上,基准孔A、B、C以及孔端面分别留2.5mm和0.5mm余量,与基准有关的 $\phi 6.6$ 和 $\phi 9.96$ 孔热前均不加工,同时,热处理前在零件型腔平面上增加3处加工工艺基准凸台(见图3)。热处理后找正2- $\phi 60.3$ 和 $\phi 41.2$ 孔,将3处工艺基准凸台上端面去除余量,用于后续工序加工的基准,最后再将工艺基准凸台整体去除。

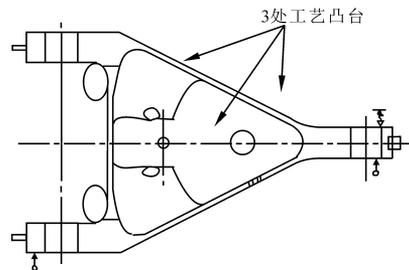


图3 工艺基准凸台

(2) 形位公差工艺方案分析

通过对零件的结构分析,要保证产品的形位公差,必须采用工序集中、一次装夹和多部位加工的工艺方法。

常规加工方法是对热处理后孔与端面的加工采用卧式加工中心镗孔,对于孔端面和内端面窝需要卸下零件旋转 180° 后重新装夹再进行加工,而4- $\phi 6.6$ 和4- $\phi 9.96$ 小孔加工通常采用已加工的2- $\phi 60.3$ 和 $\phi 41.2$ 孔定位,在立式加工中心上加工小孔。由于零件的两次装夹,必然会产生装夹定位误差,影响产品位置精度。

新型加工方式为利用机床A轴的旋转功能进行零件耳片孔与端面的一次装夹找正加工,实现工序集中,确保了孔、面的形位公差。

(3) 零件装夹定位分析

借助现有的机床A轴,合理设计夹具,可实现零件的自动翻转,进而可以完成所有部位的加工,实

现该零件工序集中的目的。零件热后精加工的装夹质量对最终尺寸的合格起到关键作用。零件筋板较薄,易受装夹力影响而产生变形,热后精加工余量相对热前较小,故施加的压紧力较小,要求专用夹具定位必须可靠,且夹具具有足够的刚性。通过摸索以及与工艺探讨,最终设计了一种专用夹具(见图4)。

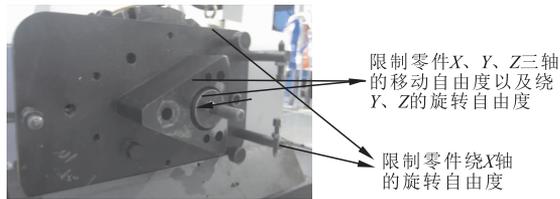


图4 专用定位夹具

该夹具利用六点定位原理,可保证零件定位可靠,零件实际装夹情况见图5。在六点定位的基础上,通过耳叉底部的辅助支撑使零件定位更加稳定。



图5 零件实际装夹状态

3.2 叉形件小孔加工

(1) 4- $\phi 6.6$ 、4- $\phi 9.96$ 小孔加工

根据前面的工艺分析可知,4- $\phi 6.6$ 孔之间的位置度为 $\phi 0.08$ (最大实体),且4- $\phi 6.6 \pm 0.08$ 孔相对于基准孔A-B的位置度为 $\phi 0.12$ (最大实体);4- $\phi 9.96$ 相对于基准孔C的位置度为 $\phi 0.12$ (最大实体)。利用机床A轴的旋转功能,以叉形腔面定位并压紧,完成零件耳片孔、端面以及8个小孔的一次装夹找正加工,实现了工序集中,确保小孔与基准的形位公差精度。

(2) 3- $\phi 6.6$ 筋板小孔加工

根据3- $\phi 6.6$ 孔形位公差要求,需满足3孔自身之间的位置度为 $\phi 0.05$ (最大实体),且3- $\phi 6.6$ 自身孔的中心距51.51、25.76、80.4及40.6尺寸公差应控制在 $\pm 0.025\text{mm}$ 范围内,因此孔加工方法的选择非常重要。通常采用钻、铰方式加工小孔,钻、铰时孔位要求极严,一旦孔引偏,铰孔无法补救孔之间的位置度。

将该孔的加工流程定为:钻引导孔 \rightarrow 钻孔3- $\phi 6.0 \rightarrow$ 镗孔3- $\phi 6.4 \rightarrow$ 铰孔3- $\phi 6.6$ 。该方法的优势

为:加工过程中增加了镗孔,主要用于校正前面孔位的误差,通过数控机床控制坐标值保证孔距。

3- $\phi 6.6$ 孔相对于基准孔A-B、C的位置度为 $\phi 0.12$ (最大实体),采用图6所示的专用夹具,该夹具与机床成 26.75° 角,通过夹具的精度保证零件加工位置度。



图6 3- $\phi 6.6$ 孔专用夹具

4 结语

从加工工序安排、夹具设计、定位基准设计以及加工方法为切入点,对叉形结构件上的小孔进行了工艺分析与研究,消除了热后零件的变形,解决了小孔相对于基准的形位公差精度问题,可用于类似零件的加工,能有效保证该类零件的加工质量。

参考文献

- [1] 陈明. 机械制造工艺学[M]. 北京:机械工业出版社, 2005.
- [2] 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, 2006.
- [3] 甘永立. 几何量公差与检测[M]. 上海:上海科学技术出版社, 2010.
- [4] 路威. 探讨成组夹具技术在机械加工中的运用[J]. 工业技术, 2014, 48(6): 83-85.
- [5] 姚瑞, 刘洋. 钳工小孔加工解析[J]. 价值工程, 2012, 31(5): 42-43.
- [6] 张红霞. 零件的小孔加工[J]. 中小企业管理与科技(下旬刊), 2011(12): 303-304.
- [7] 李学兵. 轧机轴承支盖钻孔夹具设计[J]. 中小企业管理与科技(上旬刊), 2015(12): 291.
- [8] 李献春. 径向钻孔夹具结构改进[J]. 凿岩机械气动工具, 2016(1): 24-26.
- [9] 邢鸿雁, 陈榕林. 机械制造难加工技术[M]. 北京:机械工业出版社, 2009.

作者:徐红彦,高级工程师,中航飞机股份有限公司长沙起落架分公司,723200 陕西省汉中市

Author: Xu Hongyan, Senior Engineer, Changsha Branch, AVIC Aircraft Landing Gear Co., Ltd., Hanzhong, Shaanxi 723200, China