

输油泵典型薄壁口环的加工工艺研究

李迎春¹, 韩华刚², 嵇兴¹, 刘刚¹

(1. 西安航天泵业有限公司, 陕西 西安 710065; 2. 中国石油集团石油管工程技术研究院, 陕西 西安 710065)

摘要: 环形薄壁口环零件在输油泵产品中应用越来越广泛, 环形口环工件由于壁薄, 在加工过程中很容易变形, 是加工行业中的一大难题。以输油泵叶轮口环为例, 对环形薄壁零件的加工方法进行探讨, 给出几种不同的加工装卡方法, 通过对比分析实际测量数据, 确定了最优的加工方法。

关键词: 输油泵口环; 典型薄壁零件; 口环加工工艺

中图分类号: TH162 **文献标志码:** B **文章编号:** 1671-5276(2020)04-0081-03

Study of Processing Technique of Typical Thin-walled Sandy Bay of Oil Transfer Pump

LI Yingchun¹, HAN Huagang², JI Xing¹, LIU Gang¹

(1. XI'AN Aerospace Pump Co., Ltd, Xi'an 710065, China;

2. CNPC Tubular Goods Research Institute, Xi'an 710065, China)

Abstract: Annular thin-walled sandy bay parts are more and more widely used in oil transfer pump products. Because of the thin wall, the products are easily deformed during the processing process. So it becomes a major difficult problem in the processing industry. Taking the oil transfer pump impeller sandy bay as an example, this paper discusses the processing methods for the annular thin-walled parts, and gives out several different processing and clamping methods. The optimal processing methods are determined through comparing and analysing the data actually measured.

Keywords: oil transfer sandy bay; typical thin-walled parts; processing technique of sandy bay

0 引言

随着薄壁环形零件在航天、汽车、石油等行业的广泛应用, 薄壁环形零件的加工变形已成为一个急需解决的问题。在石油行业中, 各类输油泵中都有大量的环形薄壁零件, 比如叶轮口环、壳体口环、轴套、节流环等都属于环形薄壁件, 其中输油泵所用叶轮口环尺寸要求严格, 为典型薄壁环形件。本文以输油泵叶轮口环为例, 对环形薄壁件的加工方法进行探讨, 给出几种不同的加工装卡方法, 通过对比分析实际测量数据, 确定了最优的加工方法^[1-2]。

由于薄壁零件在切削过程中所产生的切削力会导致零件发生弹性变形, 所以加工完成后, 变形较大, 无法满足客户要求。为保证零件加工质量, 针对这一问题对原工艺加工方法进行改进, 目的是改进叶轮口环工艺加工方法, 提高精工精度, 保证零件质量以满足客户要求^[3]。

1 典型口环零件分析

1.1 零件基本情况介绍

以某典型口环零件为例, 该零件为薄壁环形零件, 内腔由台阶孔及圆角构成, 零件材料为不锈钢(20Cr13 GB1220-2007), 硬度为 HRC30~35, 壁厚为 5 mm, 内孔表

面粗糙度 $Ra3.2$, 外圆与内孔的同轴度为 $\phi 0.02$ mm。原来传统加工方法是采用切断加工方法, 棒料(棒料增加夹持部分)粗加工为台阶环状, 再进行热处理。热处理后转车床, 装夹工件夹持部分, 平端面、镗孔、车外圆至图样尺寸。使用槽刀将其切断, 总长预留余量, 镗软爪, 掉出装夹所切下的口环, 平端面并倒角。关键配合尺寸要求如表 1, 其叶轮口环零件图形状及尺寸如图 1 所示。从以往的加工工艺方法中发现, 装夹工件夹持部分短, 零件很容易发生变形, 工装夹具并不能满足零件的精度要求, 所以在后面的方案中优先考虑口环零件的工装夹具以及装夹方法。在工装夹具的设计中, 首先考虑工装夹具能否满足零件的精度要求, 其次要考虑简单方便, 便于工人操作^[4-6]。

表 1 关键配合尺寸 单位: mm

尺寸类型	外圆	内孔	总长
图样要求	$\phi 189.4g6_{-0.044}^{-0.015}$	$\phi 179.7H7_{-0.04}^0$	22 ± 0.05

图 2 是采用传统加工方法的加工图, 采用此种方法最终尺寸跳动范围: 内孔及外圆尺寸变化为 $(-0.10 \sim +0.15)$ mm。

1.2 主要加工难点分析

由图 1 可以看出, 内孔 $\phi 179.7H7_{-0.04}^0$ 、外圆 $\phi 189.4g6_{-0.044}^{-0.015}$ 是最主要的加工难点, 由于单边厚度仅为

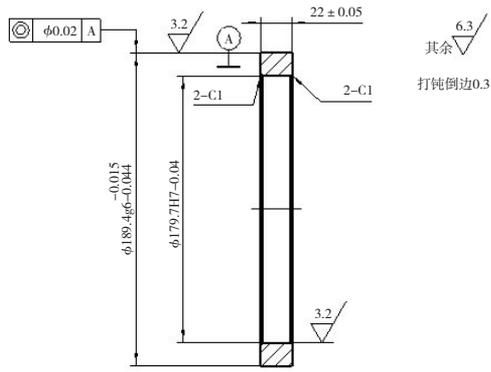


图1 叶轮口环零件图

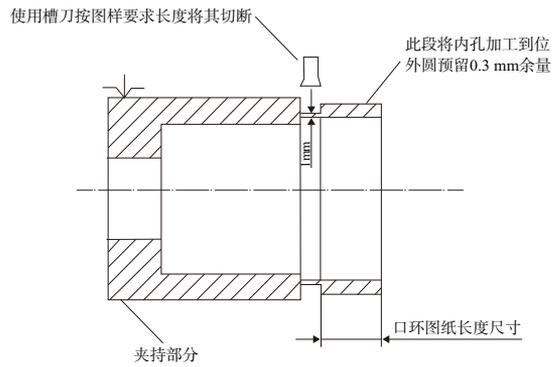


图3 方案1加工方法示意图

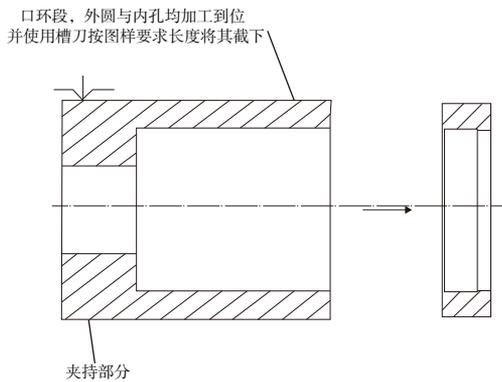


图2 叶轮口环零件传统方法加工图

切至单边壁厚 1 mm 处时停止切割,使用外圆精车刀将外圆加工到位,并对内孔倒角,然后再次使用槽刀将剩余部分切断。

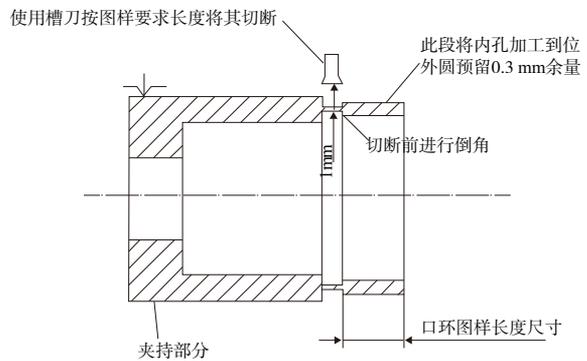


图4 方案2加工方法示意图

4.85 mm,内孔外圆公差小,而且壁厚薄,零件热处理后硬度较高,因此对于加工过程中加工工艺方案的设计、工艺路线安排、工装夹具设计、装夹方式、加工参数确定等成为该零件是否合格的关键。该零件热处理后进行加工,因刚性差,极易发生变形,表面质量、圆度、同轴度均难以保证。为保证该零件内孔与外圆同轴度且减小其淬火热处理后的变形量,该零件精加工只能在淬火后进行^[7-8]。

2 加工工艺过程设计

通过对零件结构及其加工难点的分析,制定出以下4种加工工艺方案。

2.1 第1种加工工艺方案设计

如图3所示,使用切断方法,在使用槽刀开始切断之前,将内孔按图样要求尺寸加工到位,外圆预留0.3 mm余量,在切至单边壁厚1 mm处时停止切割,使用外圆精车刀将外圆加工到位,然后再次使用槽刀将剩余部分切断,切断后掉头三爪轻夹工件,对其倒角。

采用此种方法最终尺寸跳动范围:内孔及外圆尺寸变化为(-0.03~+0.09) mm。

2.2 第2种加工工艺方案设计

如图4所示使用切断方法,在使用槽刀开始切断之前,将内孔、外圆预留0.3 mm余量,切断位置如图所示,在

采用此种方案最终尺寸跳动范围:内孔及外圆尺寸变化为(-0.01~+0.08) mm。

2.3 第3种加工工艺方案设计

如图5、图6所示,零件毛坯下料时外圆预留3 mm余量,内孔留10 mm余量,长度6 mm,三爪撑内孔,将外圆及长度尺寸加工到位,然后使用新宽弧软爪工装,按图要求尺寸将内孔加工到位,并对内孔倒角。

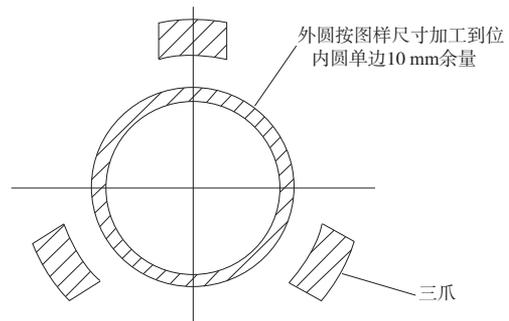


图5 方案3加工方法示意图

采用此种方案最终尺寸跳动范围:内孔及外圆尺寸变化为(-0.02~+0.07) mm。

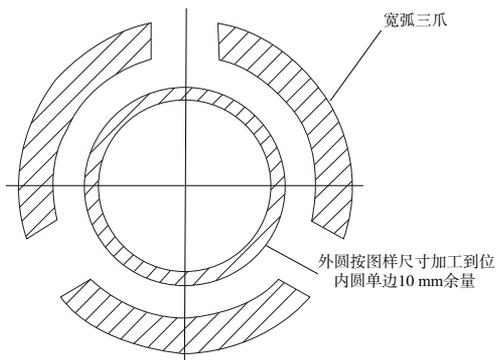


图6 方案3加工方法示意图

2.4 第4种加工工艺方案设计

如图7所示,根据口环内孔要求尺寸,加工芯轴、堵盖工装,口环毛坯下料尺寸外圆比图样尺寸大20mm。将毛坯外圆见光,长度及内孔按图样尺寸加工到位,如图所示将口环与芯轴安装到位,并使用堵盖、螺钉将二者紧固限位。卡爪装夹芯轴,将口环外圆加工至图样要求尺寸。

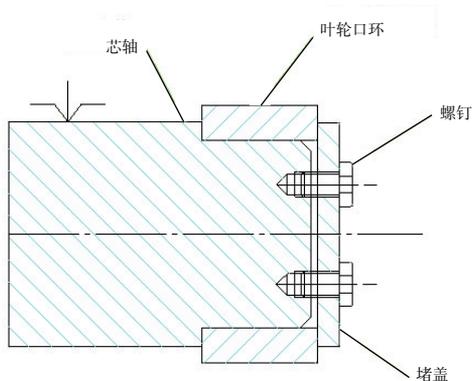


图7 方案4加工方法示意图

最终尺寸跳动范围:内孔及外圆尺寸变化为(-0.01~0.04)mm。

3 加工验证

根据以上设计的加工工艺方案,进行加工验证,每种加工两件样件,最终尺寸变化范围记录见表2。

表2 最终尺寸变化数据 单位:mm

项目	外圆	内孔	总长
图样要求	$\phi 189.4g6_{-0.044}^{0.015}$	$\phi 179.7H7_{-0.04}^0$	22±0.05
原工艺方法	$\phi 189.30 \sim \phi 189.55$	$\phi 179.59 \sim \phi 179.83$	22.03
方案1	$\phi 189.37 \sim \phi 189.49$	$\phi 179.67 \sim \phi 179.79$	22.02
方案2	$\phi 189.39 \sim \phi 189.48$	$\phi 179.69 \sim \phi 179.78$	22.04
方案3	$\phi 189.38 \sim \phi 189.47$	$\phi 179.68 \sim \phi 179.77$	22.04
方案4	$\phi 189.36 \sim \phi 189.39$	$\phi 179.66 \sim \phi 179.69$	22.03

根据以上4种实施方案及最终结果可以看出,方案4最有效、最可靠,最终零件尺寸基本满足图样要求。

4 结语

通过本文的几种方案比较,最后得出结论,采用方案4比较好,完全满足设计要求,一次交检合格率达到100%,在不改变加工成本、不需要购买特殊刀具的前提下,有效解决了本公司口环类型零件的加工难题。所设计的工装夹具和加工工艺方法可以大幅度地提高加工效率,降低了刀具费用。此方法同时具有一定的推广性,克服了口环类零件传统加工方法易变性等缺陷,为以后环形薄壁零件的加工提供了可借鉴的经验。

参考文献:

- [1] 王志刚,何宁,武凯,等.薄壁零件加工变形分析及控制方案[J].中国机械工程,2002(2):30-33.
- [2] 连碧华.薄板零件数控铣削加工变形控制研究[J].机械制造与自动化,2017,46(6):29-30.
- [3] 王婕.复杂壳体零件数控加工技术[J].航空精密制造技术,2005,41(3):43-46.
- [4] 李旦,姚英学.机械加工工艺手册[M].北京:机械工业出版社,2006.
- [5] 彭云峰,郭隐彪.车削加工工艺及应用[M].北京:国防工业出版社,2010.
- [6] 陆剑中,孙家宁.金属切削原理与刀具[M].北京:机械工业出版社,2002.
- [7] 胡乃金,孙光照.机械加工中提高精度的工艺方法[J].中国新技术新产品,2015(7):47-49.
- [8] 邹峰.高硬度薄壁筒形件数控车加工工艺[J].航天制造技术,2017(3):30-34.

收稿日期:2019-04-17