

大口径薄壁管件端部精密加工用稳定装置设计

白鹤¹, 陈涛¹, 周有源¹, 王核心¹, 韩玉林¹, 何石磊^{2,3}

¹宝鸡职业技术学院; ²宝鸡石油钢管有限责任公司; ³国家石油天然气管材工程技术研究中心

摘要: 使用常规的方法对大口径薄壁管件进行精密加工时容易出现尺寸超差的现象。为有效解决该问题,设计了一种包含内部支撑机构和定位机构的管件端部加工稳定装置,并使用该装置进行2根管件的加工试制。与常规方法加工2根管件的加工参数进行对比发现,使用该稳定装置可有效提高大口径薄壁管件的加工尺寸精度,为大口径薄壁管件的加工工艺优化和成材率的提升提供了参考。

关键词: 大口径薄壁管件; 端部加工; 稳定装置

中图分类号: TG250; TH162

文献标志码: A

Design of Stabilizing Device for Large Diameter Thin-wall Pipe Ends Precision Processing

Bai He, Chen Tao, Zhou Youyuan, Wang Hexin, Han Yulin, He Shilei

Abstract: The common problems that tolerance exceeded the control range of pipe ends precision finishing by using conventional methods often arise for the large diameter thin-wall steel pipe. A new kind of stabilizing device made up of internal support mechanism and positioning mechanism is designed to solve the problem and improve the processing precision. By contrast of the two processes, the finish size precision of two pipes trial-produced by using stabilizing device is better than that processed without using stabilizing device. The design of the device provides helpful reference on the optimization of pipe ends processing technology and improvement of finished product rate for the large diameter thin-wall steel pipe.

Keywords: large diameter thin-wall steel pipe; end's processing; stabilizing device

1 引言

大口径薄壁管件径厚比大、自身刚性较差,在进行端部精密加工时容易产生形变,一般表现为体积的胀大或缩小,同时伴随着弯曲、扭曲、椭圆、翘曲等变形。主要原因是大口径薄壁管件与刀具、夹具组成的切削系统刚性较差,工件在夹紧力的作用下极易产生变形。切削过程中,工件在径向切削力的作用下易产生振动和变形,从而影响工件精度。此外,切削热也是影响工件精度的重要因素,由于工件壁薄,切削热会引起工件热变形,使工件尺寸难于控制。特别是线膨胀系数较大的工件,如一次装夹后加工工序多(粗车、半精车、精车等),则切削热引起的工件热变形会对其尺寸精度产生较大影响^[1-4]。

本文针对大口径薄壁管件端部精密加工过程中存在的问题,设计了专用的加工稳定装置,可进一步提升大口径薄壁管件端部加工的精度,为大口径薄壁管件的加工工艺优化和成材率提升提供参考。

2 加工要求及难题

图1为大口径薄壁管件端部的加工示意图,其直径为 $D=185\text{mm}$,壁厚 $T=9\text{mm}$ 。由图可知,该大口径管件端部在加工过程中,首先在外表面需要加工长度为 L 的螺纹,要求螺纹的椭圆度(最大值—最小值) $\leq 0.1\text{mm}$,顶径为 $D \pm 0.06\text{mm}$ 。同时在外表面需要加工一个高 h 、宽 L_1 的槽,其中槽底直径 $d_1=(D-2h)$ 要求的公差为 $\pm 0.06\text{mm}$,椭圆度 $\leq 0.1\text{mm}$,宽度 L_1 的公差要求为 $\pm 0.1\text{mm}$ 。管件的内壁还需要进行长度为 L_2 的内镗孔加工,其加工直径 d_2 公差要求为 $\pm 0.08\text{mm}$,椭圆度 $\leq 0.12\text{mm}$,深度 L_2 的公差为 $\pm 0.08\text{mm}$ 。

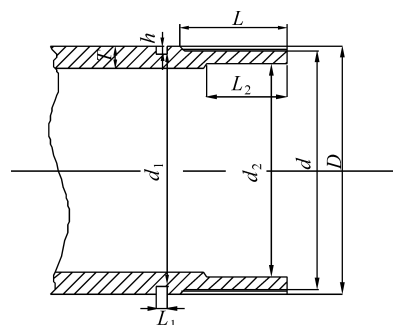


图1 大口径薄壁管件端部加工要求

根据该管件的加工要求,按照图2的装夹方式,采用圆弧包爪和进口高精度(加工精度0.01mm)数控车床进行车削,发现加工完成的管件螺纹顶径公差、椭圆度,槽底 d_1 和内孔 d_2 的椭圆度分别出现不同程度的超差现象,其中最大的椭圆度已经超过了0.15mm。特别是在加工双工短件的薄壁管(见图3)时,由于夹持位置靠近管端部容易引起工件变形,使得工件加工精度超差现象更为严重,导致该产品的加工废品率居高不下。因此,要进一步提升产品的加工质量和效率,就必须分析产品加工精度超差的原因,同时在设备、加工工艺以及配套工具上进行合理优化和再设计。

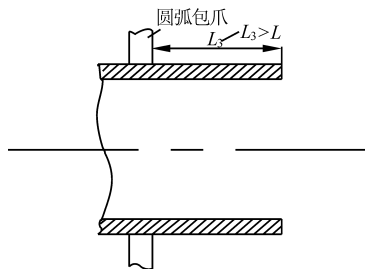


图2 大口径薄壁管件端部加工装夹方式

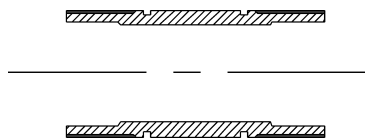


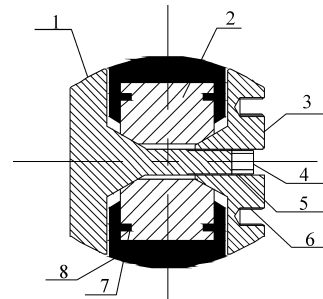
图3 双工短件的薄壁管

3 结构设计

3.1 内部支撑设计

通过分析发现造成大口径薄壁管件加工尺寸精度超差的原因是切削系统刚性较差,工件在夹紧力的作用下极易产生变形,在径向切削力的作用下易产生振动和变形,影响工件精度。因此必须设计一种稳定装置,改善其在加工过程中产生的振动和变形现象。

图4为针对大口径薄壁管件专门设计的加工稳定装置中的内部支撑机构,其主要功能是不干涉内孔加工,还能很好地起到支撑内壁、减少震动、稳定加工的作用。从图中可以看出,该内部支撑机构主要由带定位孔和中心孔的前锁紧盘、带螺杆的后锁紧盘、可滑动的膨胀体支撑以及膨胀体四部分组成。管件装夹完毕后,使用内六角扳手,旋转后锁紧盘上安装的内六角螺孔,通过后锁紧盘螺杆与前锁紧盘上的内螺纹配合,使后锁紧盘旋转并逐步向前锁紧盘移动,同时可滑动的膨胀体支撑带着膨胀体向管件内壁逐渐靠近,最终膨胀体与管件内壁完全贴合,起到了对管件内壁的支撑稳定作用。



1.后锁紧盘 2.可滑动的膨胀体支撑 3.前锁紧盘
4.后锁紧盘内六角螺孔 5.后锁紧盘螺杆 6.定位孔
7.膨胀体固定槽 8.膨胀体

图4 内部支撑机构结构

可滑动的膨胀体支撑和膨胀体的结构如图5所示。可滑动的膨胀体为3个独立的呈120°分布的金属滑块,膨胀体设计为连续不间断的环形,使用非金属可膨胀材料,具有一定的强度、硬度和可膨胀性。膨胀体通过膨胀体固定槽与膨胀体支撑机构相连接,在膨胀体支撑机构的运动下,逐渐发生圆周方向的膨胀,并与管件内壁紧紧相贴,实现对管件内壁稳定支撑的效果。

膨胀体选择非金属可膨胀材料主要是由于管件本身存在壁厚不均匀、内壁表面不光滑且具有一定椭圆度,如采用金属材料,在膨胀体与管件内壁接触之后金属膨胀体无法产生足够的变形与管件内壁彻底贴合(见图6),造成膨胀体与管件内壁存在间隙,无法起到良好的支撑稳定作用,因此,膨胀体应选用具有一定强度、硬度和可膨胀性的非金属材料。

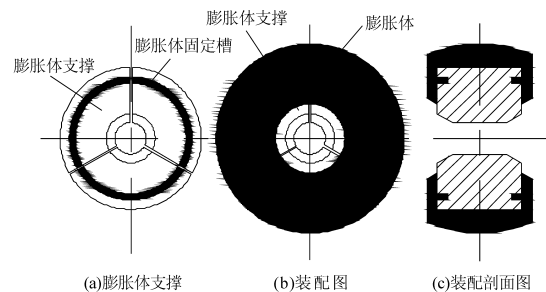


图5 可滑动的膨胀体支撑及膨胀体结构

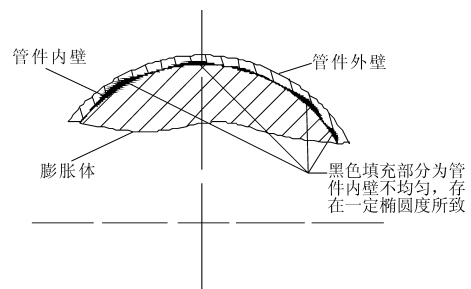


图6 金属膨胀体与管件内壁无法完全贴合

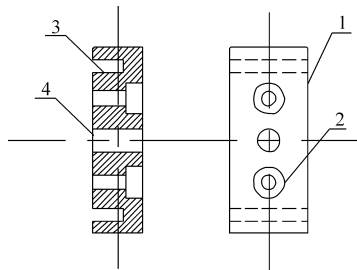
3.2 定位装置设计

在开始加工前,必须将管件内部支撑装置安装

完毕,即内部支撑装置已经起到了支撑、稳定加工的作用,因此,还需要设计一个安装内部支撑机构的定位装置。图7为与内部支撑装置配套使用的定位装置示意图,该定位装置为金属材质,主要由1个定位块主体、2个沉头孔、2个定位块锁紧槽以及1个定位块中心通孔所构成。

在管件装夹完成后,利用两根长的连接螺杆菌将定位装置和内部支撑装置连接起来,随后将连接在一起的支撑装置和定位装置一起放置于管件内,并将定位装置上的两个定位块锁紧槽卡住管件端部,转动定位块中心通孔中的螺杆菌,使后锁紧盘向前锁紧盘运动,同时带动可滑动膨胀体支撑和膨胀体向管件内壁方向运动,待膨胀体与管件内壁接触后,随着中心螺杆菌的继续转动,支撑装置中的膨胀体膨胀并顶紧管件内壁。

膨胀支撑体运动及受力分析如图8所示。待支撑装置在管件内壁膨胀锁紧后,退出定位块主体、连接支撑体的长螺杆菌以及定位块中心通孔中的螺杆菌,最终完成安装。该安装方式可以进一步避免加工过程中刀具与内部支撑和定位装置的干涉。图9为内部支撑装置和定位装置安装示意图。



1. 定位块主体 2. 沉头 3. 定位块锁紧槽 4. 定位块中心通孔

图7 定位装置结构

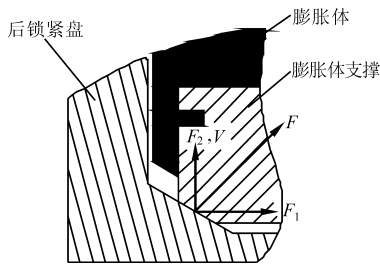
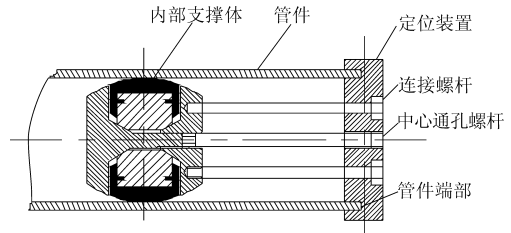


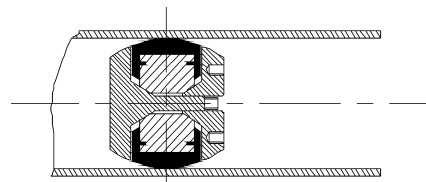
图8 膨胀支撑体运动及受力分析

4 加工试验

在不使用内部支撑稳定装置开展加工时,管件样品废品率很高,集中表现在管件外壁螺纹顶径公差、椭圆度以及外壁槽底直径、内壁镗孔直径椭圆度均有超差现象发生,其中最大的椭圆度已经达到了0.15mm。



(a) 安装示意



(b) 工作图示

图9 内部支撑装置和定位装置安装

对4根实验管件分别进行车削加工,其中两根管件采用常规的加工方法,另外两根管件采用了端部稳定支撑装置,并将加工后的管件进行了检测和对比,结果发现,采用端部加工稳定装置的两根管件加工尺寸精度有明显提高,特别是螺纹顶径和内孔直径,其椭圆度均满足产品设计要求。管件具体的精度尺寸见表1。

5 结语

(1)使用常规方法对大口径薄壁管件管端进行加工,经测量发现管端外壁的螺纹顶径公差、椭圆度及外壁凹槽直径、内孔直径椭圆度均有超差,产品废品率较高。

(2)通过总结用常规方法加工管件尺寸超差的原因,专门设计了用于大孔径薄壁管件端部加工的稳定装置,包含内部支撑装置和定位装置两部分,并

表1 管件加工尺寸参数对比

(mm)

编号	螺纹顶径公差	螺纹顶径椭圆度	槽底直径公差	槽底直径椭圆度	内孔直径公差	内孔直径椭圆度	备注
1	-0.05 ~ +0.06	0.11	-0.03 ~ +0.06	0.09	-0.07 ~ +0.08	0.15	不使用端部加工稳定装置
2	-0.03 ~ +0.08	0.11	-0.06 ~ +0.05	0.11	-0.06 ~ +0.06	0.12	
3	0 ~ +0.04	0.04	+0.02 ~ +0.04	0.02	+0.04 ~ +0.07	0.03	使用端部加工稳定装置
4	-0.01 ~ +0.02	0.03	+0.01 ~ +0.04	0.03	+0.01 ~ +0.05	0.04	
要求	±0.06	≤0.1	±0.06	≤0.1	±0.08	≤0.12	/

任意角度和斜度圆锥台的数学建模及参数编程

黄可,丁仁华,马雪峰,高建国

常州机电职业技术学院

摘要: 圆锥台的加工通常采用层切法,通过控制层的厚度来获得较好的表面粗糙度。本文建立的数学模型能够表示任意角度与任意斜度的圆锥台,在参数程序编程时采用往复刀路,颠覆了使用往复刀路必须使用第三方软件编程的惯性思维,可以更好地控制圆锥台表面加工精度,缩短实际加工刀路的长度。程序可以在线修改,大大提高了程序的适应性。

关键词: 圆锥台;参数编程;数学模型;往复刀路

中图分类号: TG547; TH161

文献标志码: A

Mathematical Model Establishment and Parameter Programming of Any Oblique Cone Table and Any Angle

Huang Ke, Ding Renhua, Ma Xuefeng, Gao Jianguo

Abstract: The process of the cone table is usually a layer cutting method, and the surface roughness is obtained by the thickness of the control layer. This paper established a mathematical model to represent any arbitrary angle and slope of a cone, the parameter programming when the reciprocating cutter path, overturned using reciprocating cutter path must use third party software programming of inertial thinking, make a cone surface machining accuracy can be better controlled, also make the actual processing knife can greatly shorten the length of the road. Programs can be modified online, which greatly improves the adaptability of the program.

Keywords: cone; parameter programming; mathematical model; reciprocating cutter path

1 引言

随着数控技术的发展,数控机床的控制手段也越来越丰富,由早先的纸带穿孔传递程序信息,到通过人机交互界面直接在界面上输入相应代码,再到通过第三方软件设置刀轨并生成程序。在众多编程技术中,若以实际加工产品的质量来衡量程序的优劣,则参数编程可以保证加工出来的产品尺寸精度

和形位公差,切削参数可以在线调整,加工时间可以实时控制,并且在实际加工中出现紧急情况可以在线及时调整。

2 问题提出

在数控铣削当中经常遇到圆锥台,毛坯去除余量主要从能够快速去除余量和程序简单易于修改入手。如图1所示,建立了圆锥台数学模型,将圆锥台分成若干层,通过调整层的厚度来调整切削深度,在每一层上实行圆弧插补。立铣刀的刀位线是圆锥台数学模型向外偏置一个半径,该铣削方法能够满足开粗要求。

基金项目: 常州机电职业技术学院院级课题(2017-zdkj-02);常州市工业机器人系统集成技术重点实验室(CM20153002);江苏省高等教育高水平骨干专业建设项目(苏教高[2017]17号)

收稿日期: 2017年5月

采用该装置进行了2根管件的试制加工,与常规方法加工的管件尺寸参数进行对比发现,采用稳定装置加工的管件,其外壁螺纹、凹槽以及内孔直径的公差尺寸和椭圆度都得到了很好的控制,进一步提升了工件的成材率。

参考文献

- [1]朱敏红,徐云,王祥鑫,等.薄壁套的加工工艺与夹具设计[J].机械制造与自动化,2012,41(4):61-63.
[2]刘剑峰.薄壁零件加工工艺研究[J].科技创新与应用,

2012,28:75-76.

[3]刘峻.薄壁零件的加工工艺研究[J].机械研究与应用,2011(3):58-61.

[4]马海龙,段辉,汤爱君.薄壁零件切削变形的研究现状综述[J].机床与液压,2010,38(9):117-119.

第一作者:白鹤,硕士,工程师,宝鸡职业技术学院机械工程系,721013陕西省宝鸡市

First Author: Bai He, Master, Engineer, Department of Mechanical Engineering, Baoji Vocational Technology College, Baoji, Shaanxi 721013, China