

[新设备·新材料·新方法]

DOI:10.3969/j.issn.1005-2895.2014.06.020

聚四氟乙烯波纹管的车削加工

吴迎春¹, 谢波²

(1. 无锡工艺职业技术学院 机电工程系, 江苏 宜兴 214200;
2. 宜兴市非金属化工机械厂有限公司, 江苏 宜兴 214221)

摘要:聚四氟乙烯波纹管的材质有弹性、结构可伸缩,车削加工时装夹困难,不易保证波纹尺寸精度。为此确定了特定的波纹管车削工艺流程,对弹性毛坯设计了弹性夹头及通孔套夹具,使用定尺寸刀具保证波纹尺寸,使波纹管加工精度满足设计要求,密封性能稳定可靠,使用寿命长,已广泛使用在化工泵机械密封上。该工艺方法简便高效、实用可靠,对其他塑料弹性薄壁零件的加工有很好的借鉴作用。

关键词:聚四氟乙烯波纹管;夹具设计;工艺流程;车削

中图分类号:TH162

文献标志码:A

文章编号:1005-2895(2014)06-0078-03

Turning Process of PTFE Bellows

WU Yingchun¹, XIE Bo²

(1. Department of Mechanical and Electrical Engineering, Wuxi Institute of Art & Technology, Yixing, Jiangsu 214200, China;
2. Yixing Nonmetallic Chemical Machinery Co., Ltd., Yixing, Jiangsu 214221, China)

Abstract: PTFE bellows have elastic material and structure of expanded and contracted, it is hard to clamp in turning and assure dimension accuracy of bellows. Turning process of bellows was proposed, elastic clamp and hole sets fixture were designed for the blank, special tool was applied for dimension of bellows, working precision of bellows could meet design requirements, seal performance was stable and reliable, the life length was long, it has been widely used in mechanical seals of chemical industry pump. The processing method was not only convenient and efficient but also practical and reliable, it had commendable value for machining of other flexible plastic thin parts.

Key words: PTFE bellows; fixture design; turn process; turning

波纹管是一种用于机械密封补偿环组件中,能在外力或自身弹力作用下伸缩并起补偿环辅助密封作用的波纹状管形弹性零件。波纹管型机械密封在轴上没有相对滑动,对轴无磨损,追随性好,在泵机产品上应用广泛^[1]。HTB系列耐腐蚀工程塑料泵在石油化工、矿山冶炼、化学制药等行业应用广泛,用于输送含酸、碱、矿浆、污水等有毒、有害化学介质,故对其防腐、高耐磨及防渗漏等各项指标有着特殊要求。该系列泵的机械密封采用聚四氟乙烯波纹管结构,单端面密封外装式、易装卸。聚四氟乙烯波纹管精度要求高,材质弹性模量低,波纹结构易变形,车削加工较为困难。本文针对波纹管的材质及结构特点,提出了一种实用可靠的波纹管车削工艺及制造方法。

1 波纹管结构特点

波纹管是分别由纯聚四氟乙烯,填充玻璃纤维的四氟乙烯,填充碳纤维的四氟乙烯3种材料热压而成的3节坯体加工成^[2],如图1所示。波纹管不同材质有着不同的性能与用途:①含碳纤维的四氟乙烯具有抗拉强度高、耐腐蚀及耐磨的性能,是密封件的密封面;②纯聚四氟乙烯其密度 2.29 g/cm^3 ,吸水率小于0.01%,具有耐腐蚀、耐老化、耐高温,机械韧性和弹性好的特性,此材料车制波纹,以使密封件具有压缩性和回弹性,永久变形小;③含玻璃纤维的四氟乙烯耐老化、防腐蚀,尺寸稳定性好,可以使密封件在装配中达到理想配合状态^[3]。

在坯体中段的纯聚四氟乙烯处的外圆上需加工1.0

收稿日期:2014-06-22;修回日期:2014-07-21

作者简介:吴迎春(1974),男,江苏宜兴人,硕士,讲师,主要研究方向为数字化设计与制造。E-mail:wuyc8958@hotmail.com

mm 的外槽 5 条,同时在此段处的内孔,需加工 1.5 mm 的内槽 5 条,每条槽间距均是 3 mm,槽底尺寸与内孔尺寸间距是 1 mm,形成波纹,使用时可以充分形成弹性,如图 2 所示。在车削波纹时,必须保证其径向壁厚和波厚的稳定性和均匀性,故对刀具具有较高要求。另由于其坯体具有弹性,夹持位置有限,在车削加工过程中存在装夹困难。为了提高零件加工效率和加工质量,装夹方式、刀具选择及设计是加工该零件的关键技术。

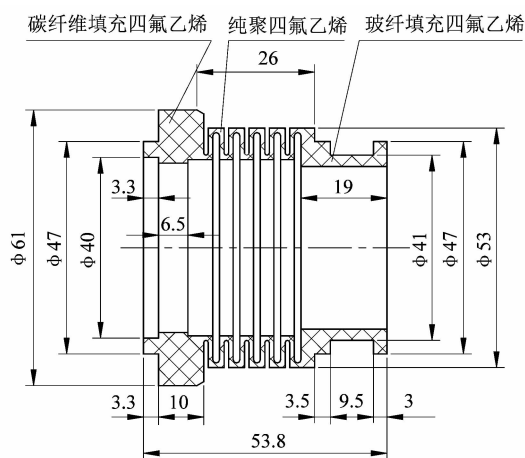


图 1 波纹管

Figure 1 Bellows

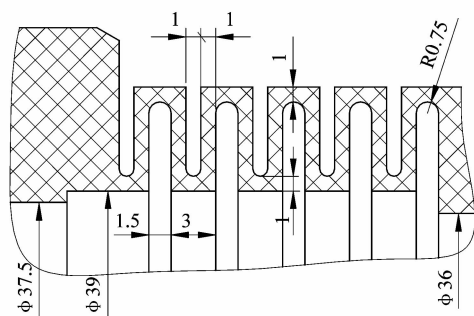


图 2 波纹结构

Figure 2 Bellows structure

2 波纹管车削工艺

由于波纹管材料具有韧性和弹性的特点,在试制该零件初期,为了可以用三爪卡盘夹持,将含碳纤维的四氟乙烯处坯体加长,但加工时稳定性仍达不到,且调头加工时长度余量过大,材料浪费很大,所以不能使用车床通用三爪卡盘装夹。在加工内外槽时采用普通车削方法,外圆加工完后即加工外槽,再加工内孔后加工内槽,这种方法工件极易发生变形,且波纹厚度不均匀。在波纹管车削加工中,首先考虑其装夹问题,其次为了让波纹达到设计要求,对刀具的选择和设计也至

关重要。

通过不断实践试制,对夹具和刀具进行改进,终于探索出一套针对波纹管材质特性和工艺要求的车削工艺,同时也将含碳纤维的四氟乙烯胚体的长度余量减少至 2 mm,解决了材料的浪费问题,提高了制造精度和加工效率。

2.1 夹具设计

由于该零件材料具有弹性,可装夹位置距离较短,所以在加工填充玻璃纤维的四氟乙烯和纯聚四氟乙烯段处采用弹性夹头,如图 3 所示。该夹具材料采用 45 #钢,内外车制锥度,度数一致,壁厚 2 ~ 3 mm,不通孔式。夹具口留一段 8 mm 长度用来夹持坯体的台阶,台阶壁厚与锥度壁厚相等。外锥面上车制普通三角螺纹,在锥体上切割 6 条等分槽,再配车一拼帽,夹具通过卡盘装夹。当波纹管毛坯装上夹具,紧固拼帽,弹性夹头均匀收缩变形,就可以将坯体牢牢固定,以便加工^[4]。

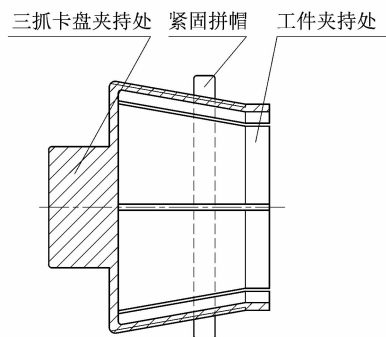


图 3 波纹管夹具

Figure 3 Bellows fixture

在加工好填充玻璃纤维的四氟乙烯和纯聚四氟乙烯后,调头加工后段填充碳纤维的四氟乙烯处。由于中段已加工好形成波纹,工件结构易变形,无法夹持,需再次设计夹具,以便可以达到设计要求的尺寸精度和位置精度。利用四氟乙烯材质的柔软弹性及波纹的易变形结构,该夹具为一通孔套,见图 4。其内孔尺寸比波纹段外圆尺寸小 0.05 mm,利用外力旋转推压,将已加工好的波纹段压入套内,通过波纹段与通孔套的涨紧力及高速旋转的离心力保证切削加工。按要求加工余下未加工处至尺寸要求,再拔出即可完成波纹管的加工^[5-6]。

2.2 车刀设计

波纹管加工过程中,波纹的径向壁厚和波厚必须均匀,所以在刀具的设计上使用定尺寸刀具法,使内、外槽在同一工步内完成,以此达到设计要求,如图 5 所

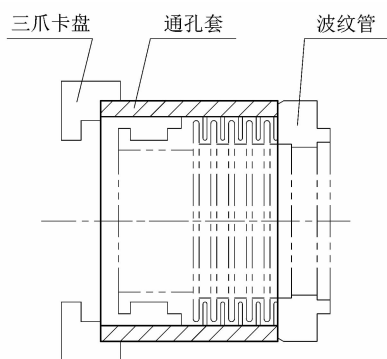


图4 通孔套夹具

Figure 4 Cover fixture

示。制作2支直径 $\varnothing 12$ mm、长65 mm的刀杆,在刀杆一头经线切割加工6 mm $\times$ 6 mm方孔,用来装入1.5 mm $\times$ 13 mm和1 mm $\times$ 13 mm槽刀,另制作一长方体座,在长方体座侧面钻2个孔距60 mm的刀杆孔,将刀杆装入刀座,用螺丝固定。用试切削法,根据内外槽间距尺寸将内外槽刀调整到尺寸要求位置。

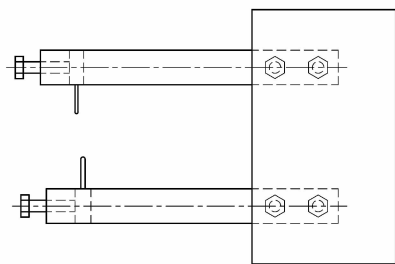


图5 车刀设计

Figure 5 Tool design

2.3 波纹管加工工艺路线

定位装夹(夹在未加工的填充碳纤维的聚四氟乙烯处)→加工填充玻璃纤维的四氟乙烯和纯聚四氟乙烯处外圆至尺寸要求(主轴转速800 r/min,进给量0.10~0.15 mm/r)→加工填充玻璃纤维四氟乙烯处外圆槽→加工内孔至尺寸要求→按要求加工中段处的内外槽(确定第1条槽位置后,用外槽刀加工第1条外槽至深度要求,退出外槽刀直至内槽刀至内孔壁,按深度要求加工内槽,然后将内槽刀退出至内孔中,移动小拖板至第2条槽位置,先加工外槽再加工内槽,依次加工其余槽)→换夹具(校正)→调头加工填充碳纤维的填充四氟乙烯处至尺寸要求。

3 零件加工精度影响因素

1) 夹具制造精度

夹具弹性夹头的等分槽精度要高,保证弹性夹头的弹性变形一致及定心定位精度;另外工件位置放置

不当,会使弹性夹头发生不均匀变形^[7]。

2) 刀具精度

槽刀选择高速钢车刀,切削刃必须锋利,刀具前角 γ_0 为 $6^\circ \sim 8^\circ$,后角 α_0 为 $3^\circ \sim 4^\circ$,刃倾角影响切屑流动方向,应取正值^[8]。另外需合理选择卷屑槽,使切屑沿着卷屑槽导流成螺旋卷屑^[9]。

刀具使用过程中会磨损,需经常用试切法检测刀具位置是否符合尺寸要求。

3) 位置精度

在加工填充碳纤维的填充四氟乙烯时,需清理干净夹具贴合的工件面,装夹时与夹具面紧密贴合,以保证设计的平面度要求,确保下道抛光工序的要求。

4 结语

根据聚四氟乙烯波纹管材质柔软及结构易变形的特点,设计了夹具及定尺寸刀具,制定的车削工艺流程简便高效、实用可靠,提高了波纹管的制造精度和加工效率。波纹管在加工完成后,经过技术测试及机械密封实际应用,其密封性能稳定可靠,使用寿命长,达到各项设计指标,已广泛应用在化工泵机械产品上。

如果波纹管毛坯外径余量过大,可先粗车碳纤维四氟乙烯段保证尺寸定位装夹,避免弹性夹头变形量过大。该波纹加工刀具与多排刀具相比制造容易^[10],调整方便,适应性更广。采用弹性夹头及通孔套夹具等车削工艺,对其他弹性塑料薄壁零件的加工有很好的参考价值。

参考文献:

- [1] 崔建昆. 密封设计与实用数据速查[M]. 北京:机械工业出版社, 2010.
- [2] 中国机械工业联合会. JB/T 7372-2011 耐酸泵用机械密封[S]. 北京:机械工业出版社, 2011:8.
- [3] 中国机械工业联合会. JB/T 8873-2011 机械密封用填充聚四氟乙烯和聚四氟乙烯毛坯技术条件[S]. 北京:机械工业出版社, 2011:1.
- [4] 张炜,徐亦炯. 一种波纹管接头的生产方法:中国, CN 102350510A [P]. 2012-02-15.
- [5] 武忠立,魏志强. 薄壁零件的车削方法与技巧[J]. 新技术新工艺, 2009(12):130-131.
- [6] 张雅琼. 薄壁零件车工夹具设计[J]. 中国高新技术企业, 2010(12):35-36.
- [7] 王先逵. 机械制造工艺学[M]. 北京:机械工业出版社, 2013.
- [8] 丁振明. 金属切削原理与刀具[M]. 北京:国防工业出版社, 1999.
- [9] 邱言龙,刘继福. 车工技师手册[M]. 北京:机械工业出版社, 2011.
- [10] 马卫东. 塑料波纹管的车削方法:中国, CN 86 101952A [P]. 1987-01-24.