

# 数控车床加工精密薄壁零件的工艺探讨

李婷<sup>1</sup> 白岩立<sup>2</sup>

(1. 榆林职业技术学院 陕西省榆林市 719000; 2. 陕西榆林能源集团横山煤电有限公司 陕西省榆林市 719000)

**摘要:**精密薄壁零件质量轻巧,结构紧凑,但是在进行加工薄壁零件的时候产品质量往往难以保障,且产品的不合格率较高,因此加工精密薄壁零件对加工工艺有着很高的要求。通过数控车床加工精密薄壁零件能够在一定程度上满足生产需要,但应注意解决薄壁零件变形和精度等上的问题。本文将就数控车床加工精密薄壁零件的工艺做出探讨,以期提高精密薄壁零件在工业加工生产中的技术,提升加工效率,保障高效生产。

**关键词:**数控车床;薄壁零件;精密加工

**引言:**随着科学技术的不断进步,在工业生产中对薄壁零件的使用越来越广泛,像汽车制造、航空制造、机械工程等领域对薄壁零件的使用频率非常高。与此同时,工业生产对精密薄壁零件的质量要求也越来越高。本文主要分析数控车床对精密薄壁零件的加工工艺,并从精密薄壁零件的特点、薄壁零件加工特点和影响因素、数控车床加工工艺的特点、数控车床加工精密薄壁零件的工艺实践、数控车床加工精密薄壁零件的方法等方面作出阐释。

## 1、精密薄壁零件概述

### 1.1 精密薄壁零件的特点

薄壁零件指的是薄形板材及加强筋条形成的轻量化金属构件,薄壁零件厚度及内径曲率比值 $<5\%$ ,薄壁零件的壁厚一般都在1毫米以下,精密薄壁零件加工常常使用的材料是钛合金、复合材料等。薄壁零件的耗材量小,产品质量较轻,结构紧凑但硬度不够,刚度不足,因此在进行加工生产的时候稍不注意就会发生变形,影响薄壁零件的功能和使用效果。薄壁材料的应用领域决定了它必须要有较高的加工水平,只有保障了精密薄壁零件的质量,后续的加工与组装产品的质量才能得到保证。在精密薄壁零件的加工中引入数控加工技术能够大大提高精密薄壁零件的产品质量,应用数控车床进行精密薄壁零件的加工是未来薄壁零件加工的必然趋势。然而,尽管薄壁零件的质量和精度能够在数控技术车床的加工下有所改进,但是利用数控车床加工也有着很多影响因素,如机床、刀具等等,因此要想发挥好数控车床加工精密薄壁零件的优势,还要不断完善加工工艺,革新加工技术,使得精密薄壁零件的加工能够更加完善。

### 1.2 精密薄壁零件的加工特点和影响因素

根据薄壁零件的自身特点来看,在对精密薄壁零件加工时有三个主要注意事项。首先是薄壁零件的受力问题。由于薄壁零件壁厚轻薄,在进行加工的时候,夹装环节会对薄壁零件造成压迫从而导致薄壁零件发生弹性形变,零件的形状、位置或尺寸都有可能发生改变,影响产品质量。因此在进行薄壁零件的加工时要减少薄壁零件的压力,降低附加应力。其次是薄壁零件的受热问题。研究表明,在对薄壁零件进行加工时,切削温度会对零件形状造成影响。当切削的温度过高时,薄壁零件会因受热而产生形变,这样一来,薄壁零件的加工就无法满足生产需要,造成与产品要求的偏差。降低切削力能够在一定程度上避免加工时温度过高的问题,通过增加切削工具的散热面积以及注入大量的切削液能够减轻薄壁零件受热变形的的问题。最后,薄壁零件在加工时会受到车削振动的影响而产生变形。薄壁零件较普通金属零件更为敏感,在加工的时候,切削工具的方向变化加上加工工具的抗力作用都会影响到薄壁零件的形状,影响薄壁零件的质量。以上几点都是在加工精密薄壁零件时的关键考虑因素,也是在精进加工工艺的空间所在。

## 2、数控车床加工精密薄壁零件概述

### 2.1 数控车床简介

数控车床是机械加工中的重要设施。数控车床以传统的加工车床为基础,并将计算机数字化控制系统融入到车床的应用和运行当中去。不同于以往的车床,数控车床的工作原理是全新的,数控车床通过相应的数控设备对需要加工的零件进行描述,在完成描述以后,数字传输设备会把信息传输到计算机控制系统,依次完成零件的加工工作。数控车床的整个加工流程会用到CNC设备、计算机设备、控制面板等等。与传统车床相比,数控车床是一种自动化程度更高、加工精密度更高、加工效率更高新型的车床,数控车床正被机械加工领域广泛应用。数控车床的加工精度主要由受两方面的影响:操控系统的精度和机械设备的精度。对于制造企业来讲,采用加工精度高、专业操作水平强的数控车床是提高企业产品质量,提升产品竞争力的一大利器。精密薄壁零件对数控车床的加工精度要求较高,想要提高薄壁零件的质量就必须提高数控车床的加工精度。

### 2.2 数控车床加工工艺特点

采用数控车床进行加工的精密薄壁零件具有以下特点:一是对零件精度要求较高;二是对表面粗糙度要求严格;三是零件表面形状相对复杂;四是有较为特殊的螺纹。精密薄壁零件壁厚常为1毫米左右,像回转体之类的薄壁零件都能通过数控车床进行加工。数控车床加工的特点主要有以下几点:首先是零件加工难度大,数控车床能够承担传统车床难以完成的薄壁零件加工工作。例如,内成型面零件肚大口小,以往的普通车床难以满足其生产需要和质量标准,而数控车床通过计算机控制系统对零件的加工手法进行精细化地控制,就能够很好地完成加工工作。另外,数控车床的制造工作效率高,能够借助数控功能实现同时加工多个零件进行加工,推动薄壁零件加工的自动化进程。最后,虽然数控与传统车床相比有着得天独厚的优势,但是数控车床的加工工序也更为复杂,操作难度也更大,注意事项更多,因此对有数控车床的操控有着更高的要求。

### 2.3 数控车床加工精密薄壁零件的方法

#### 2.3.1 做好零件装夹

精密薄壁零件的质量与数控车床加工的质量紧密相连,在进行薄壁零件的加工时要尽量提高数控车床加工精度,这就可以通过做好薄壁零件装夹工作来实现。在利用数控车床对薄壁零件加工时要做好以下保障:首先,要对薄壁零件的材料谨慎选择,进行装夹时要考虑到工具系统的惯性力度,以确保薄壁零件符合制造标准;其次,装夹的时候要注意平衡问题,由于装夹时薄壁材料会不可避免地受到振动问题的影响,因此保持好平衡,减少对薄壁零件的振动冲击非常重要;另外,装夹的时候受到车床主轴的控制,所以在进

行装夹工作的时候要以主轴为载体,控制好重心,这样接下来的加工工作才能顺利进行;最后是要对薄壁零件装夹的位置和力度提前做好精细的规划,对可能出现的问题作出预判并提出解决方案,在装夹时还要结合实际情况来精进加工精度。在对薄壁零件进行装夹的时候,操作人员可以适度调整,在保障装夹设备与薄壁零件之间较为紧凑的前提下,可以适当加大对回转力矩加以控制的力度。

### 2.3.2 设计工艺流程

在利用数控车床对薄壁零件进行加工时,还要科学设计加工工艺流程,科学高效的工艺流程不仅能够保障加工进度顺利进展,还能提高零件加工效率,降低意外事故的发生率。数控车床加工薄壁零件有着高效率、高质量、低失误率的优点,但要想充分发挥数控车床的优势,清晰明确的工艺流程是关键。在具体的操作中要做好以下工作:首先,在加工前期阶段,要不断优化整个流程方案。比如相关技术人员应当整合薄壁零件加工的各种要素,像零件的受力情况、受热情况、切削情况等等,还要针对各个环节中有可能出现的问题做出排查并给出解决方法。此外,专业人员还可以利用仿真技术对薄壁零件的加工进行演算分析,这样能够为薄壁零件的实际加工提供范式,使得零件加工流程有坚实的理论基础,也便于在实际加工的时候提高薄壁零件的精度以符合生产要求。其次,成熟的技术是工艺流程顺利进展的重要保障。为了制造出高质量的精密薄壁零件,技术人员应当以工艺加工方案、方法为基础,对相关的技术做出优化。值得注意的是,操作时要对加工薄壁零件的机器做出慎重选择,根据薄壁零件的材料特点和加工需求科学选择加工器械,这样既能保障薄壁零件的质量,降低零件的损坏率,又能保证加工强度,完成生产目标。此外,在加工精密薄壁零件的时候要对采用光一刀技术,以提升加工质量。在利用数控车床对薄壁零件进行加工时,技术人员多采用软件自动编程的方法来编写加工程序,编程软件强大的路径分析能力和优化能力、丰富的加工策略,比人工手动编程更快捷且生成的加工路径更合理,尤其在对复杂结构零件、四轴、五轴机床进行编程时,编程软件的优势更明显。借助于强大的编程软件,人工只需对加工顺序进行设计,对刀具和切削参数进行设定,软件会自动生成合理的加工路线,人们无需实际加工可通过软件的模拟加工模块对加工路径进行优化,软件生成最终的加工程序。

## 3、数控车床加工精密薄壁零件的工艺实践

### 3.1 薄壁零件结构分析

以较为典型的框架式铝合金薄壁零件为例,该结构较为复杂,会有很多的薄壁、窄槽、圆角等结构,在实际加工的时候非常容易因为加工中的切削力和切削热的作用发生变形,它的加工精度与加工后的质量将会直接影响到零件的安装精度和整个装配体的精度。此外,铝合金材料在加工的时候会产生毛刺和犁沟等表面缺陷,会影响零件的质量。为此可以从走刀路径、夹具的设计方面做出改善。

### 3.2 走刀路径优化

数控车床对薄壁零件进行加工时,零件的质量与加工时长、切削时的走刀轨迹关系很大。在对切削区域进行铣削时,一般采用分层加工的方式,为了避免走刀的切削深度过大的问题,应当在完成水平面的加工区切削之后再对下一个水平面的切削区进行切削走刀,以兼顾到薄壁结构的两侧对称和总体零件的几何对称。优化走刀路径可以从以下几个方面入手:首先,在对薄壁零件加工的时候应采用顺铣方式。与顺铣方式相比,逆铣需要更强的夹紧力,这样零件就更容易发生变形。再加上逆铣时刀具与零件材料之间的摩擦力更大,产生的热量更多,对加工工具的寿命与零件质量都会造成影响。其次,可以通过数控系统对进退刀方式做出调整。在加工薄

壁零件的时候,进退刀的方式也会对零件质量产生影响。圆弧进刀方式相对直线进刀方式刀具轨迹更平滑、顺畅,圆弧式进刀既可以保护刀具又可以提高加工后的表面质量。加工切削区域面积较大的型腔表面时,则应选用螺旋进刀的方式,这种进刀方式切削平稳性好,切削载荷是逐渐增加而不是急剧变化。而对狭窄、表面加工质量要求高的型腔进行加工时,由于没有足够的螺旋进刀空间,这时应当选用沿形状斜进刀方式。另外,在处理圆角结构薄壁零件时,应对圆角处刀具进行优化。薄壁零件的圆角结构对走刀路径要求较高,因此需要对圆角处走刀路径进行细化来提高圆角处加工质量的效果。薄壁件内有很多较深且半径较小的圆角结构,对其进行铣削时,选用半径和其相等的刀具可以使加工用时更短,还可以提高刀具刚性。为了避免切削力的突然变化,对圆角处的切削路径通过圆弧化和细化走刀路径的方法进行优化,圆弧化即由直角走刀路线优化成圆弧走刀路线,细化走刀路径则采用变径向切深的方法来增加圆角处走刀次数,保障零件的质量。

### 3.3 夹具设计

在对薄壁零件进行加工时,装夹工具的夹紧力和切削过程中的切削力都会对零件的变形有影响。薄壁零件定位的方式、夹紧的方法、夹紧力的作用位置和力的方向对零件的变形都有很大的影响。在对薄壁零件的夹紧方案进行设计选择时,主要遵循以下原则:第一,要对薄壁零件进行精准定位;第二,薄壁零件刚度最大的方向应当做到与夹紧力施加的方向一致,这样才能够降低夹紧力造成的变形程度;第三,夹紧力所作用的位置应尽量对零件表面的质量损伤程度低,同时要尽量减少对夹具的损伤。

结束语:总而言之,本文探究了数控车床对精密薄壁零件中的应用。利用数控车床加工精密薄壁零件能够大大提高薄壁零件的质量与精度,降低零件损坏率,提高生产效率。为了最大程度地发挥数控车床的优势,保障精密薄壁零件的质量,实现理想的生产目标,还应当对数控车床的加工工艺进行优化,如做好零件的装夹工作,借助数控系统完善零件加工流程,优化走刀路径等等。通过完善数控车床加工薄壁零件的加工工艺使得薄壁零件的生产逐步精细化、自动化具有重要的理论价值和现实意义。

### 参考文献:

- [1]张言中.复杂薄壁框架零件精密数控加工技术的研究[D].南京理工大学,2020.
- [2]关海英,雷彪.数控车床加工精密薄壁零件的工艺探讨[J].内燃机与配件,2021(23):105-106.
- [3]胡新华.探析加强数控车床薄壁零件加工的措施[J].内燃机与配件,2022(01):105-107.
- [4]王秋冬.数控车床加工典型薄壁零件的质量控制措施[J].内燃机与配件,2021(17):107-108.
- [5]彭群.数控车床加工中刀具半径补偿的应用[J].科技与创新,2016(19):98-99.
- [6]林新.数控车床薄壁零件的加工[J].求知导刊,2016(13):70.
- [7]吴丹,杨阳,盛世明,张卓.某薄壁件加工工艺及数控车床加工方法的改进[C]//第十五届沈阳科学学术年会论文集(理工农医).[出版者不详],2018:477-480.

1 作者简介:李婷(1988—),女,汉,陕西佳县人,榆林职业技术学院,讲师,硕士,研究方向:机械设备故障诊断检测等。

2 作者简介:白岩立(1987—),男,汉族,陕西子洲人,陕西榆林能源集团横山煤电有限公司,中级工程师,本科,主要研究方向:机械设备维修及故障诊断等。