五轴联动数控电加工技术实践

赖城贤¹ 陈长福²

(1. 泉州职业技术大学, 福建泉州 362000;

2. 晋江市德诺机械设备有限公司, 福建泉州 362200)

摘要: 随着自动化技术的创新变革, 对于更加复杂的曲面产品加工问题有了更加严格的要求。五轴联动数控电加工技术也是数控技术中应用十分广泛, 且难度系数较高的一项技术, 借助这一技术可满足复杂的环境下, 造型精怪的加工工艺需求, 也需要较高的精密度。本文主要探究五轴联动数控电加工技术的实践应用, 并积极分析其在应用过程中存在的各类问题, 进而实现不同加工技术在社会各个领域的实践应用。

关键词: 五轴联动; 数控电加工技术; 实践

现代工业生产过程中, 装备制造行业具有十分重要的地位, 同时也是国家工业健康发展的根基, 也为新技术、新工艺和新产品的研发提供更加重要的路径, 机床也是装备制造行业不可或缺的部分, 从普通机床到数控机床, 机床的发展获得了质的飞跃, 数控机床的研发也成功提升了产品的研发效率, 进一步增强这一加工的质量。当前五轴联动数控机床已经在行业内部获得广泛应用, 企业亟需大量的技术研究人员完成数控机床的编程、工艺和实践操作。加强对高校学生五轴联动数控加工技术显得更为重要。本文主要针对高校学习的五轴联动数控加工技术学习模式, 进而提升学生五轴联动数控加工能力。

一、多轴数控机床概述

五轴联动机床是多轴机床中的十分典型, 也可以对任意曲面的零件完成深加工。通过深度研发五轴联动机床的结构类型, 可对这一机床的实践原理有所了解, 并综合这一机床的概况, 用于处理后续的机床运营编制, 便于更好的对各类产品深度加工。简单而言, 五轴联动机床的构成可以划分为回转轴和平动轴, 前者主要有两个, 后者则有三个。在实践应用过程中可以将其划分为三个部分, 分别为道具的双摆动、工作台的双旋转以及二者共同摆动和旋转, 此类划分的依据在于旋转轴的具体构造差异性。定向轴指的是旋转轴模式向矢量固定的轴, 这一矢量会出现较大的变动轴就可称之为变向轴。五轴机床可完成刀具的双摆动, 对于各类大型零件的曲面均可完成深加工操作, 同时也可拥有加强的性能。

二、五轴联动数控电加工技术的相关问题

(一) 成本高, 难以平民化应用

因为这一处理成效的精准度较高, 且拥有较强的效率, 对于五轴联动数控电加工技术的有关需求要求也十分严格, 成本也更高, 对于各类小型企业而言难以承担。并且, 很多重要的零部件在国内尚未完成锻造, 一方面, 是因为这一锻造的精准度不能满足实际需求; 另一方面, 则是因为这一稳定性不足, 大多依赖国外进口零部件, 在某种程度上不能助推生产的创新变革, 也在无形中增加生产成本。

(二) 技术难度高, 操作技术要求高

五轴联动数控电加工技术拥有较强的质量, 并且对各类零部件加工更加精准, 在实践操作过程中面临很高的要求, 尤其是关于军事领域加工层面, 或是有关航空领域的加工锻造, 同时也需要更高质量的技术操作人员完成作业, 进而保障这一零件加工更能满足这一精准需求。就当前的情况来看, 对于这一领域的技术操作人员培训相对不足, 在完成各项技术学习过程中, 还要认真总结关于国内外的先进经验, 学习其实践操作的具体理念, 方可保障这一五轴联动数控电加工技术的顺利实施。

三、五轴加工的程序编制

相较于三轴加工而言, 五轴加工仍存在很多不同, 在以往的三

轴加工基础上, 工件坐标系中, 大多存在着固定的刀具轴线, 并且在现有的五轴加工技术基础上, 可以综合这一概况改善刀具的使用轴线。在控制刀具轴线的同时, 也要保障这一施工质量和成效。对此, 需要充分了解这一刀具姿态也是完成五轴加工的关键所在。大多数包含三种刀具轴线控制形式会十分常见, 即加工表明平行、垂直和倾斜。在五轴加工过程中, 经常使用的控制方法就是倾斜于加工的表面, 在某种特殊情况下, 会使用到和加工表面平行或是垂直的形式。加工零件时如果遇到较为复杂的曲面, 为了尽可能地规避这一工具、零部件和夹具之间存在的问题, 大多会对其存在的角度进行改善, 并且对数控机床的编撰程序进行优化。

大多数情况下的工作步骤按照下述路径进行: 第一, 综合模型对于切削策略的内涵进行定义, 完成多轴加工的过程中, 较为常见的形式就是变轴轮廓铣, 将驱动的生成作用在驱动几何体中, 然后按照既定的矢量向零部件模型中做映射, 此时就会生成刀位的轨迹。在对刀位轨迹生成的质量完成评判时, 大多结合刀位轨迹的长度进行评测, 同时, 也需要针对这一刀轴的应用方向及其产生的变化纳入考量的范畴。第二, 是关于刀轴控制的形式: 刀轴控制的形式主要包含切削加工作业, 相较于常见的三轴固定轮廓铣, 此种方法可以准确地控制刀具的轴线矢量。然后也可结合实践情况完成对驱动形式的选取, 不仅可以做到从面的方向进行, 同时也可从点和线的方式进行, 不论选用哪种驱动形式, 都不能操之过急, 太过急促的改善这一刀具轴线, 就会对切削载荷产生深度影响。第三, 科学合理的选取切削参数: 在选取这一切削参数的内容时, 应当综合考虑这一内容, 将加工体系中的每个构成因素融入考量的范畴, 其中, 影响最大的就是关于刀具和工件的内容。一方面, 要明确这一加工对象, 对于加工对象大小的选取和工件形状的构成完成分析, 然后选取适宜的刀具, 对于切削参数等数值进行科学选择, 比如刀具材料或是产品直径等等, 然后对于其他类型的参数完成选取, 如机床转速、刀具切深等等。

表 15 轴加工与 3 轴加工在模具加工中的对比

加工方法	工艺分析	结论
3轴加工	A处需要从顶面加工; B处为凹槽, 工件需要一次侧面装夹; C处高度落差较大, 顶面加工机床主轴会与工件碰撞, 故需要一次侧面摆放加工。	需要分3个面进行加工, 零件需要3次装夹, 费时约1.5h。
5轴加工	通过调整刀具与零件的相对角度, 一次装夹即可完成全部加工。	一次装夹零件, 费时约0.5h。

四、五轴联动数控电加工技术应用

(一) 五轴五联动数控电加工机械复合加工技术

五轴五联动数控电加工机械复合加工技术统合了数控、电加工以及机械切削等方面的重要作用, 在实际工作过程中采用具备内喷功能的复合阴极作为实践工具, 并且在复合阴极的表面选择

复合镀或镶嵌金刚砂,金刚砂的实践主要保障这一工作流程绝缘性,进而在实际加工过程中刮除工件阳极钝化膜的重要作用。在实际加工过程中,复合阴极对接直流脉冲电源的负极,工件也可直接对接脉冲电源的正极,在复合阴极和工件之间设置相应的电解液,这一阴极作用时可完成拓展运动,并在电解、切削以及磨合加工的基础上,完美完成零部件的生产。在五轴联动机床中,可以尝试转变不同类型的复合阴极,并就其完成数控电解复合切削、磨削和抛光等工序。复合阴极拥有较为简洁的细长回转体,复合阴极相较于工件的五轴联动运动而言,可深度挖掘其中存在的复杂形式零部件,并且挖掘的零件都是完整的,对于贵重金属材料的深层加工有着十分重要的作用。

一次装卸可以实现对于同一零部件完成深度加工和抛光处理。这一体系具备下述的特性:第一,围绕简单形状的复合阴极就可完成零件的复杂加工;第二,大多依靠电化学阳极溶解的原则完成零部件的处理,宏观作用下的切削力较小,表面金组织产生不同层次的变化,可以加工窄缝、窄槽以及刚度较低的零部件;第三,可用于加工各种高强度、高韧性且耐磨性较高的材料;第四,对比机器作用下的磨削工序以及电火花处理,这一流程可提升工作成效,使得电解加工过程拥有更高强度的精密性;第五,复合阴极工具大多并未产生损耗。此类工具的特性在于,让传统意义上的机械加工工序和理念实现较大转变,比如,可以首先安排萃取技术,然后对这一工序完成粗加工、精加工和抛光处理的工序;同时也可将这一工件完成切除,对于这一材料的使用也可再度应用。能够有效缩短资源的应用,减少对能源的损耗,尽可能地规避在处理过程中存在的热处理变形,进而提升这一加工的精度和生产效率。

(二) 五轴五联动数控电火花成形加工技术

为了有效解决我国航天事业、精密器具、发电设备等方向的钛合金、高温合金材料以及带叶冠整体式涡轮盘类零件,以及各种复杂零部件的加工等问题,实验室内部引入了一台 FORM300 四轴联动数控精密电火花成形机床,并结合伺服控制回转工作台共同组成了五轴五联动数控机床,用于不同零部件的加工操作,也可结合这一平台完成技术探究。这一机床适用于航空航天等不同类型的精密件加工,较为常见的有航空航天发动机涡轮盘、涡轮机匣等等。对于铝合金、钛合金等工艺材料的加工有着十分显著的作用。

(三) 五轴五联动数控单向走丝电火花线切割加工技术

为了有效解决我国现阶段存在的航空航天、模具等等行业的三维复杂直纹面经济零件的高效率、精细度切割等问题,可以引进 FA20PS Advance 四轴联动精密数控单向走丝线切割加工机床,并融合伺服控制回转工作台共同组成五轴联动机床,针对五轴五联动数控单向走丝电火花线切割加工技术展开深度探究,选用这一切割手段完成注塑模型,且呈现出更加显著的效果。塑料螺旋桨产品更符合国外企业和用户的需求,完成此模具加工技术仍处于国内领先水平。

以某一轿车的深加工为例,轿车参数为 450mm × 290mm × 220mm,这一加工过程中拥有十分复杂的曲面特性,将代木设置为加工材料。针对轿车模型的加工,大多值得注意下述几个方面,第一,要更好地控制五轴联动数控机床加工环节的刀轴,进一步保障那些非连续性复杂曲面的加工精度;第二,选用更加科学的方式制作模具的曲面,并用于五轴联动和相应的加工工序。在此次加工过程中,选用的是我国某企业自主研发和生产的五轴联动数控机床,因为汽车模型具备较为复杂的曲面特性,同时还需要融合一些倒扣面,可以将这一加工的技术特性着重展现。如果只是选用三轴数控机床,则无法满足模具处理的实际需求。针对这一数控体系而言,仍然选用我国某企业研发并生产的高质量网络数控体系,可以更加有效地控制这一多轴

联动机床。此外,选用这一网络数控技术对于多轴联动加工而言,能够助推其创新优化,从而更好地延伸这一控制轴,系统对于微米插补功能或是其他相关的补偿功能也进行了深度改进;另外,这一体系中还包含了大量的其他功能,同时在实际加工过程中,可以针对这一摆轴的长度完成科学设定,从而进行合理的管控。同时,数控体系的设定也能综合 windows 系统,此种数控系统的专业性和实用性方可有效提升。也能优化这一软件的界面,对于五轴加工系统中能更好地完成模拟展示。针对这一卡具的实际选用,也可引发人们的重视,尤其是关于工件的装卡设置,选取更加合理的位置,才能让实践操作人员更好的装卡。有关人员的实践操作,选取的是更具拉力性的螺钉,便于在操作过程中固定这一模具,从而完成零部件的深加工。

五、充分了解五轴联动技术未来发展趋势

(一) 高速、精密加工技术

高速精度的深度加工离不开各种高速且精密性的零部件和工艺支持。比如较为常见的电主轴单元,高速进给机构,用于支持高速加工的性能参数和测量体系,五轴联动技术的含量浓度较高,制作过程中会更加困难,且对于零部件的加工更加精准,同时可以更好地处理这一复杂的曲面特性。伴随着各类零部件的深度加工需求愈加严格,现阶段存在的数控机床技术大多采用的是高速电主轴,针对其制作的成本也在提升。

(二) 高速进给技术

选用直线电动机直接驱动的形式可以获取更高速的进给速度,在实践阶段选用直线驱动和原装电机传动的形式有着较大区别,即取消了中间的传动部分。尽可能地减少运动环节的功率损耗,从而提升其运动成效,此种传动形式具备较多的旋转电机传动无法实现的优势。

(三) 智能化技术

智能化手段大多包含远程控制、网络制造、过程检测和补偿措施与管理等等,此类技术主要应用于五轴联动机床深加工环节,应用于车床模具的深加工和抛光等工序。

六、结语

综上所述,五轴联动数控电加工技术可在多个领域应用实践,诸如航空航天、模具加工、零部件精度加工等等。针对这一技术的实践,使得加工技术获得迅猛发展,相较于传统的加工技术来说,这一精度更高、工作成效也远超传统手段。但是伴随着社会的发展,应用成本较高、应用范围受限等问题,国外对于此类技术拥有较为丰富的经验,同时也是今后学习的方向。对此,需要针对这一内容进行完善,使得我国的技术发展处于世界领先水平。

参考文献:

- [1] 罗海. 基于 Hyper MILL 环境下五轴联动叶轮加工技术的实践探究 [J]. 技术与市场, 2021, 28(7): 2.
- [2] 丁飞, 李衍忠, 王帅. 基于 hyper MILL 软件的轮胎模具五轴联动数控编程与加工技术 [J]. 金属加工: 冷加工, 2021(005): 55-58.
- [3] 虞勇. 整体叶轮五轴联动数控加工编程与仿真 [J]. 今日制造与升级, 2023(5): 19-21.
- [4] 顾涛, 关集俱. 考虑切削力的整体叶轮加工工艺规划及实践 [J]. 机床与液压, 2020, 048(017): 103-107.
- [5] 高玉. 谈论如何高效学习五轴联动数控加工技术 [J]. 南方农机, 2019, 50(08).

基金项目: 智能制造福建省高校应用技术工程中心 2022 年开放课题: 基于自由“行走”的自动线雕机研制, 项目编号 ZNZZ22-04