

五轴数控加工技术的发展现状与未来趋势

韦港仁

(上海理工大学 上海 200093)

摘要: 该文重点探讨了五轴数控工艺技术的发展状况及未来发展趋势。介绍了五轴数控工艺技术的基本概念与优点,包括能够进行繁杂曲面零部件的机械加工、机械加工效率高、精度高、能够节约机械加工成本、应用领域广泛等内容方面。对五轴数控加工机械的种类和构造作出了详尽介绍,涉及按照构造分类和按照特性分类二方面。研究五轴数控生产技术与问题与机会,给出了工作对策与意见。总结研究,提出了存在问题和不足。通过本文的深入研究,能够给中国五轴数控工艺技术的发展带来一个全新的思想与方法,也可以促进中国现代工业的高质量发展。

关键字: 五轴数控技术; 发展状况; 未来发展趋势

引言:

随着现代工业的日益发达,对高精度、高效率、个性化的零部件生产要求愈来愈高。五轴数控工艺技术是一项新型的机械加工技术,具备了进行繁杂曲面零部件的生产、生产效率高、精度高、能够节约生产成本、应用领域广泛的优点,在现代工业中获得了应用。论文旨在探究五轴数控工艺技术的发展状况和未来发展趋势,并阐述其概念和特征,划分和构成,技术与使用案例,以及未来发展走向与挑战等方面内容方面。

一、五轴数控工艺技术介绍

(一)五轴数控工艺技术的概念与特征

定义: 五轴数控工艺技术是指在三轴数控工艺的基础上,添加二个旋转轴,使机械加工刀具可以在空间内任何方位完成加工工艺。

优点: 五轴数控加工机械能够通过调节刀具的视角和定位,完成对繁杂曲面零部件的精确加工。相对于常规的三轴数控加工机械,五轴数控加工机械能够在同一台机械上进行多个生产过程,因此大大提高了生产质量。五轴数控加工机械使用闭环控制器,能够进行精确的机械加工,提高了加工零部件的品质。因为五轴数控生产机床能够在同一个装置上进行多个生产过程,所以能够节约机械设备和人工成本。五轴数控工艺技术应用用于航空航天、车辆、模具、医疗器械等领域的精密零配件工艺。

(二)五轴数控加工机械的种类与构造

1.分类

万能五轴数控生产工具: 该类别工具拥有很大的灵活性和通用性,适合于各种生产过程,如立体零部件、曲面零部件等。

龙门式五轴数控加工机械: 该型式机械拥有很大的工作台面积和承载能力,适合于大型零部件的加工。

立式五轴数控加工机械: 该类别机械具备了占地面积较小、切割平稳等优点,适合于对机械加工精度要求较高的零部件加工。

桥式五轴数控加工机械: 该类别机械具备了结构稳定、刚性好的优点,适合于大型零部件的生产加工。

2.结构

固定工作台式五轴数控加工机械: 该型式机械的工作台固定不动,刀具在五个轴向上移动,适合于中小型零部件的加工。

移动工作台式五轴数控加工机械: 该型式机械的操作台能够在X、Y、Z三种方位上移动,刀具在五轴向上移动,适合于大型零部件的加工。

旋转工作台式五轴数控加工机械: 该型式机械的工作台能够在水平与垂直二种方位上转动,刀具在五个轴向上运动,适合于对机械加工精度要求较高的零部件加工。

(三)五轴数控技术在工业生产中的运用

航空航天: 五轴数控工艺技术能够完成对复杂曲面零部件的精确

机械加工,从而在航空航天应用领域获得了应用。因此,飞行器发动机叶片、涡轮盘等关键部件都必须通过五轴数控工艺技术完成加工。

汽车制造业: 车辆零部件的生产要求精密和高效,五轴数控生产方法能够达到这些条件。因此,车辆发动机缸体、曲轴单元等零件都必须通过五轴数控工艺技术完成加工。

模型生产: 模型生产要求精确和高效的生产手段,五轴数控生产技术能够做到对繁杂曲面零部件的精确生产,所以在模型生产方面获得了应用。

医疗器械: 医疗器件需要精确和高质量的机械加工方法,而五轴数控加工技术也能够做到对繁杂曲面零部件的精确机械加工,从而在医疗器械生产应用领域中获得了广泛应用。

二、五轴数控工艺关键技术研究

(一)五轴数控加工机械的运动控制

运动控制算法: 由于五轴数控加工机械,必须使用电子计算机程序来控制刀具在五个轴向上的运动,所以必须选择有效、平稳的运动控制算法。常见的运动控制算法还有PID控制算法、模糊控制算法、神经网络控制算法等等。

运动控制器: 五轴数控加工机械的运动控制器,必须包含伺服电机、解码器、感应器、控制器等几个部分,以完成对刀具在五个轴向上的运动过程进行准确控制。

运动控制参数优化: 五轴数控加工机械的运动控制参数,对加工品质与效果产生了很大影响。需要对运动控制参数加以优化,以提升机械加工精度与效能。

刀具路线设计: 五轴数控加工电机必须通过零部件的三维模式,设计出刀具在五个轴向上的运动路线。刀具路径设计必须兼顾到制造精度、生产质量、刀具寿命等诸多要素。

(二)五轴数控加工刀具路径控制方法

刀具路径生成算法: 五轴数控加工机械要通过零部件的三维建模,设计出刀具在五个轴向上的运动路线。常见的刀具路径生成方法还有根据切削力的刀具路线规划方法、根据最小化误差的刀具路线规划方法、根据优化方法的刀具路线规划方法等等。

切削力分析: 切削力对刀具路径设计产生重大影响。所以,必须做好切削力分析,以便确定合适的刀具路径。

碰撞检测: 五轴数控加工机械在加工过程中可能会产生撞击,如刀具与工件、夹具等的撞击。所以,必须做好撞击检查,以防止撞击发生。

优化算法: 刀具路径设计时必须充分考虑到加工准确度、加工效果、刀具寿命等多种因素。所以,必须通过优化算法来判断最佳的刀具路径。

(三)五轴数控工艺表面质量控制

刀具选用: 刀具的选用对加工表面质量产生很大影响。要依据

加工材质、加工方法、加工精度等各种因素, 选用恰当的刀具。

切割参数优化: 切割参数对机械加工表面质量也有着很大影响。需要针对加工材质、刀具种类、机械加工方法等各种因素, 优化切割参数, 以提高机械加工表面质量。

生产路线设计: 生产路线设计对制造表面品质也有着很大影响。需要选择最合适的刀具路径规划算法, 以确定最佳的加工路线。

三、五轴数控工艺技术应用案例解析

(一)在航空航天应用领域五轴数控技术应用案例

飞机发动机叶片: 飞机发动机叶片是航空航天应用领域中的关键部件, 因此必须选择最高精度的技术加工方法。五轴数控加工技术能够完成对复杂曲面零部件的精确机械加工, 从而在飞机发动机叶片的生产中获得了应用。

涡轮盘: 涡轮盘是航空航天系统中的关键部分, 必须选择精密的设计方法。五轴数控机床技术能够完成对复杂曲面零部件的精确机械加工, 从而在涡轮盘的生产中获得了应用。

飞机结构件: 飞机结构件包括机身、机翼等部分, 需要选择高精度的机械加工方式。五轴数控机床技术能够完成对复杂曲面零部件的精确机械加工, 从而在航空结构件的生产中获得了应用。

(二)模具生产应用五轴数控生产应用案例

车辆模具: 车辆模具必须选择正确的生产方法, 以提高车辆零部件的精度与品质。五轴数控工艺技术能够完成对复杂曲面零部件的精确机械加工, 从而在汽车模型的生产中获得了应用。

电子模具: 电子模具必须采取更精密的机械加工方法, 以提高电子外观和外形的精度和品质。五轴数控工艺技术能够完成对复杂曲面零部件的精确机械加工, 从而在电子模具的生产中获得了应用。

医疗器械模具: 医疗器械模具必须选择最精密的加工方法, 以提高医疗器械的精度与品质。五轴数控机床技术能够完成对复杂曲面零部件的精确机械加工, 从而在医疗器械模具的生产中获得了应用。

四、五轴数控加工技术的未来发展

(一)五轴数控加工技术的现代化发展

自适应控制: 自适应控制是五轴数控工艺技术现代化进展的主要方面之一。通过使用自适应控制算法, 能够进行对加工过程中所有偏差的实时调节, 以提升工艺精度与工作效率。

机械视觉: 机械视觉技术能够进行对零部件表面的三维检测与探测, 以协助刀具路径控制与加工过程监控。通过将机械视觉技术和五轴数控加热技术相结合, 能够达到更加智能的加工过程。

人机交互: 人机交互技术能够进行操作者和机械间的信号通讯与指令传输, 以达到更加智能的加工过程。通过应用语言识别、动作辨识等新技术手段, 能够达到更加简单和有效的人机交互方式。

数据挖掘: 数据挖掘技术能够实现加工过程中的数据进行采集、分类和处理, 以提升机械加工效果和品质。通过应用大数据分析、人工智能等新技术, 人们能够进行更加智能的加工过程。

(二)五轴数控技术和人工智能技术的融合

智慧路径规划: 通过人工智能算法, 对零部件实现三维模拟, 并按照工艺特点自动得到最优刀具路径, 以提升机械加工效果与精确度。

智能管理: 通过人工智能方法, 对加工过程中的所有偏差进行实时控制与调节, 从而提高生产精度与品质。

智能检测: 通过人工智能方法, 对加工过程中的信息进行采集、分类和处理, 从而达到对生产过程的即时控制与评价。

智能预报: 通过人工智能算法, 对加工过程中的数据进行分类和处理, 以达到对工艺效果和品质的预估和优化。

智慧管理: 通过人工智能方法, 对机械装置实现信息控制与检测, 从而进行机械装置的智慧管理与控制。

(三)五轴数控技术在数字化生产中的运用

数字化工程设计: 通过 CAD 软件实现数字化工程设计, 形成三

维模式, 并将之引入到 CAM 软件系统中实现刀具路径设计与设计。

数字化仿真: 通过虚拟仿真技术, 对加工过程进行仿真与分析, 以提前找到和处理潜在问题。

数字化生产: 运用五轴数控工艺技术, 完成对繁杂曲面零部件的精确生产, 并利用信息收集与分类, 进行生产的智能化监控与管理。

数字化测试: 通过三维扫描仪等数字化测试装置, 对生产零部件实施三维检测与测试, 从而提高生产效率。

五、五轴数控生产技术的挑战与机会

(一)技术瓶颈与难度

精确机械加工: 五轴数控工艺技术必须进行对繁杂曲面零部件的精确机械加工, 这要求对机械、刀具、工艺参数等多方面加以优化与调整。

刀具寿命: 通过五轴数控工艺技术, 在加工过程中刀具所承受的压力和工作温度均会提高, 使得刀具寿命更短, 因此必须选择更耐磨的刀具材料和更合理的刀具路径规划。

机械加工效率: 五轴数控机床工艺技术必须完成对繁杂曲面零部件的精确机械加工, 但是加工效率较低, 必须通过更快捷的机械加工方法和更快捷的机械加工参数。

(二)市场需求与机会

航空航天领域: 在航空航天领域对零部件准确度需求极高, 因此必须通过五轴数控加工技术进行加工, 以提高零部件的品质与可靠性。

模型生产: 模型生产必须进行对繁杂曲面零部件的精密生产, 必须通过五轴数控生产方法进行生产, 从而提升制造质量和品质。

医疗器械: 医学仪器所必须进行对微小零部件的精确加工, 必须通过五轴数控加工技术进行机械加工, 以提高仪器的安全性和可靠性。

车辆生产: 车辆生产必须进行对繁杂曲面零部件的精密加工, 必须通过五轴数控生产方法进行生产, 从而改善车辆的质量与性能。

(三)发展方针与措施

创新: 通过创新, 进一步提升五轴数控工艺技术的精度、效果和品质, 以适应市场需求和使用需要。

行业合作: 进一步强化企业同各产业链公司的协作, 以实现资源共享与优势互补, 建立完善的行业生态系统, 以促进五轴数控工艺技术的应用与发展。

培养: 强化培养与引导, 努力培育具备综合五轴数控技术专业与实践经验的人才队伍, 为创新与技术开发奠定了扎实的人才培养基石。

市场开拓: 积极拓展国内市场, 进一步拓展五轴数控工艺技术的应用领域和市场占有率, 进一步增强产品实力和市场影响力。

六、研究结论

五轴数控机床工艺是现代工业中的关键手段, 能够完成对繁杂曲面零部件的精确机械加工, 并有着广阔的市场需求与发展机会。尽管五轴数控生产工艺在使用过程存在着若干工艺障碍和难题, 但借助创新、行业合作、人才培养、渠道开拓以及机制创新等方面的力量, 能够继续促进五轴数控生产工艺的运用与开发, 提升工业的数字化、智能化以及可持续发展能力。

参考文献:

- [1] 杨金发, 张积瑜, 朱静宇, 赵天杨, 梁宏坤. 航空发动机五轴数控加工技术探索[J]. 世界制造技术与装备市场, 2018, (01): 60-62.
- [2] 余雁波, 鲍磊. 五轴数控加工关键技术及运用实践研究[J]. 现代制造技术与装备, 2017, (09): 91+93.
- [3] 覃业彬. 谈谈整体叶轮五轴数控加工技术[J]. 科技视界, 2016, (21): 72+123.
- [4] 刘建鑫. 闭式整体叶盘五轴数控加工技术的研究[D]. 西安学院, 2016.
- [5] 孟献军. 五轴数控加工技术研究与应用[D]. 天津大学, 2008.