

提升三坐标数控铣床加工效率的技术途径

惠磊策 苏东坡

中航西安飞机工业集团股份有限公司 陕西 西安 710089

摘要:在现代制造业中,三坐标数控铣床加工效率对企业竞争力影响重大。其加工效率受加工工艺参数选择、刀具系统性能、工件装夹方式以及数控编程质量等多因素制约。通过优化加工工艺参数、选用高性能刀具系统、改进工件装夹技术和提高数控编程水平等技术途径,能有效提升加工效率,降低生产成本,增强企业在市场中的优势,对推动制造业高效发展具有关键意义。

关键词:三坐标数控铣床;加工效率;技术途径

引言

随着制造业的快速发展,对三坐标数控铣床加工效率的要求日益提高。加工效率不仅关系到企业的生产周期与成本,更影响着企业的市场竞争力。本文聚焦于三坐标数控铣床加工效率,深入剖析加工工艺参数、刀具系统性能、工件装夹方式及数控编程质量等影响因素,并详细阐述通过优化这些方面来提升加工效率的技术途径,以期对相关行业提供有效的技术参考。

1 三坐标数控铣床加工效率提升的重要性

在现代化制造业中,三坐标数控铣床作为高精度加工的核心设备,其加工效率的提升对于企业竞争力与行业技术进步具有至关重要的意义。随着市场需求的日益多样化和个性化,产品更新换代速度加快,对加工周期的压缩提出了更高要求。三坐标数控铣床加工效率的提升,能够显著缩短产品从设计到量产的周期,使企业更快响应市场变化,抓住商机,从而在激烈的市场竞争中占据有利地位。在资源利用与成本控制层面,提高三坐标数控铣床的加工效率意味着在相同时间内完成更多的加工任务,或是在完成相同加工量时消耗更少的能源与材料。这不仅能有效降低生产成本,提升企业的盈利能力,还符合当前全球倡导的绿色制造、可持续发展的理念,有助于企业树立良好的社会形象,赢得更多客户的信赖与支持。从技术创新的视角来看,三坐标数控铣床加工效率的提升是推动制造业向智能化、自动化方向发展的关键环节。通过优化刀具路径规划、改进切削参数设置、引入先进的数控系统与伺服驱动技术等手段,可以不断提升机床的加工精度与效率,同时减少人为干预,提高生产过程的稳定性和可靠性。这些技术创新不仅促进了三坐标数控铣床本身的性能升级,也为整个制造业的转型升级提供了强有力的技术支撑。三坐标数控铣床加工效率的提升还有助于培养高素质的技术人才队伍。

在追求高效加工的过程中,企业需要不断引进和培养具备先进数控技术、熟悉自动化生产流程的专业人才,为企业的长远发展储备人力资源。这些人才在推动企业技术创新、提升生产效率的同时,也将为整个行业的技术进步贡献力量。

2 三坐标数控铣床加工效率的影响因素分析

2.1 加工工艺参数选择

加工工艺参数的合理选择对三坐标数控铣床加工效率起着决定性作用。切削速度是其中关键参数之一,它直接影响刀具的切削能力与工件的加工质量。若切削速度过低,单位时间内切除的材料量少,加工效率必然低下;而切削速度过高,刀具磨损加剧,频繁更换刀具不仅浪费时间,还可能影响加工精度,同样不利于加工效率提升。进给量的大小也至关重要,合适的进给量可在保证加工质量的前提下,提高材料去除率,但过大的进给量可能导致切削力增大,引起工件变形甚至损坏刀具,过小则会延长加工时间。背吃刀量的选择需综合考虑工件材料、刀具强度及机床刚性等因素。在机床与刀具允许的范围内,适当增大背吃刀量能减少走刀次数,显著提高加工效率,但背吃刀量过大,会使切削力大幅上升,影响加工精度与表面质量,甚至可能引发机床振动,损坏设备。加工工艺参数间相互关联、相互制约,只有通过精确计算与大量实践,找到各参数的最佳匹配组合,才能实现三坐标数控铣床加工效率的最大化提升^[1]。

2.2 刀具系统性能

刀具系统性能对三坐标数控铣床加工效率影响显著。刀具材料是决定刀具切削性能的基础。高速钢刀具具有良好的工艺性与韧性,但切削速度相对较低;硬质合金刀具则具备高硬度、耐磨性与耐热性,能承受更高的切削速度,大幅提高加工效率。在加工不同材料的工件时,需根据工件材质特性选择合适的刀具材料,否则

会严重影响加工效率与刀具寿命。刀具的几何参数,如前角、后角、刃倾角等,对切削力、切削温度及切屑形状都有重要影响。合理的刀具几何参数可降低切削力,减少刀具磨损,提高切削效率。例如,适当增大前角能减小切削变形与切削力,但前角过大又会降低刀具强度。刀具的涂层技术也是提升刀具性能的重要手段。涂层可在刀具表面形成一层硬度高、耐磨性好且化学稳定性强的薄膜,能有效降低切削温度,提高刀具耐用度,从而允许更高的切削速度,提升加工效率。刀具系统的动平衡性能也不容忽视,不平衡的刀具在高速旋转时会产生振动,影响加工精度与表面质量,降低加工效率,所以确保刀具系统良好的动平衡是高效加工的必要条件。

2.3 工件装夹方式

工件装夹方式直接关系到三坐标数控铣床的加工效率。装夹的稳定性是首要考虑因素,稳定的装夹可确保工件在加工过程中不发生位移或振动,保证加工精度与质量。若装夹不牢固,工件在切削力作用下产生位移,不仅会导致加工误差,还可能使刀具损坏,被迫中断加工,严重影响加工效率。装夹方式的便捷性也至关重要。复杂、繁琐的装夹过程需要耗费大量时间用于定位、夹紧操作,降低了机床的实际加工时间利用率。例如传统的虎钳装夹,对于形状规则的工件较为适用,但装夹过程相对耗时;采用先进的快速装夹系统,如液压或气动夹具,可实现快速定位与夹紧,大幅缩短装夹时间,提高加工效率。装夹方式对工件的可达性有影响。若装夹设计不合理,可能使刀具在加工某些部位时受到阻碍,无法顺利完成加工,需要重新调整装夹,这无疑会增加加工辅助时间,降低加工效率。根据工件的形状、尺寸及加工工艺要求,选择合适、稳定、便捷且能保证工件可达性的装夹方式,是提升三坐标数控铣床加工效率的重要环节^[2]。

2.4 数控编程质量

数控编程质量对三坐标数控铣床加工效率有着深刻影响。合理的刀具路径规划是关键。优秀的刀具路径能使刀具在加工过程中以最短的路径、最合理的切削顺序完成切削任务,减少空行程时间。例如,在铣削复杂轮廓时,通过优化刀具路径,可避免刀具的不必要迂回与重复切削,提高加工效率。若刀具路径规划不合理,刀具可能会在工件上进行大量无效移动,增加加工时间,降低加工效率。编程时对切削参数的设置同样重要。编程人员需根据工件材料、刀具性能及加工工艺要求,准确设定切削速度、进给量和背吃刀量等参数。如果切削

参数设置不当,如切削速度过低、进给量过小等,会导致加工过程缓慢,无法充分发挥机床与刀具的性能。数控程序的结构与逻辑也影响加工效率。清晰、简洁且逻辑合理的数控程序,易于机床控制系统解读与执行,能保证机床运行的稳定性与高效性。复杂、混乱的程序可能导致机床执行指令时出现卡顿、错误等情况,影响加工效率与加工质量。提高数控编程质量,从刀具路径规划、切削参数设置到程序结构优化等多方面入手,是提升三坐标数控铣床加工效率的有效途径。

3 提升三坐标数控铣床加工效率的技术途径

3.1 优化加工工艺参数

(1) 对于切削速度的优化,需深入分析工件材料与刀具材料的特性。面对淬火钢这类高硬度工件材料,应选用耐热刀具。适当提高切削速度可增加单位时间材料切除量,但提速时要借刀具磨损监测系统实时监控,一旦刀具磨损达阈值,马上调整速度,确保在刀具合理寿命内实现高效加工。(2) 进给量的优化要以加工质量为前提。在铣削平面时,若表面粗糙度要求较高,可适当减小进给量,同时提高切削速度来维持加工效率。对于一些对表面质量要求相对较低的粗加工工序,可增大进给量,以提高材料去除率。需注意,进给量增大时,要确保机床的进给系统能够稳定运行,不会因负载过大出现丢步等现象。(3) 背吃刀量的选择需综合机床、刀具与工件因素。当机床刚性良好且刀具强度足够时,对于一些形状简单、余量较大的工件,可在初加工时采用较大的背吃刀量,减少走刀次数。在精加工阶段,为保证加工精度与表面质量,应减小背吃刀量。要通过切削力计算模型,预测不同背吃刀量下的切削力,避免切削力过大影响加工精度甚至损坏设备。

3.2 选用高性能刀具系统

(1) 在刀具材料选择方面,加工铝合金等有色金属时,可选用金刚石涂层刀具。金刚石具有极高的硬度与耐磨性,能显著提高切削速度,减少刀具磨损,从而大幅提升加工效率。对于高温合金等难加工材料,陶瓷刀具因其优良的高温性能,可在较高切削温度下保持良好的切削性能,适合用于此类材料的高效加工。(2) 优化刀具几何参数能有效提升刀具性能。例如,在加工塑性材料时,增大刀具的前角可减小切削力,降低切削功率消耗,提高切削效率。前角增大的同时,要适当调整后角,以保证刀具的强度与耐用度。对于断屑要求较高的加工场景,合理设计刃倾角,可使切屑顺利折断并排出,避免切屑缠绕刀具影响加工。(3) 刀具涂层技术是提升刀具性能的重要手段。TiAlN涂层具有高硬度、抗

氧化性强等特点,在高速切削时,能有效降低刀具与工件之间的摩擦系数,减少刀具磨损,允许更高的切削速度,提高加工效率。要确保刀具涂层的均匀性与结合强度,通过先进的涂层工艺设备,保证涂层质量,为高效加工提供可靠保障^[3]。

3.3 改进工件装夹技术

(1) 提升装夹稳定性方面,对于大型、不规则工件,可采用多点支撑装夹方式。利用液压或气压装置,使工件在多个支撑点上均匀受力,确保在加工过程中工件不会因切削力作用产生位移或振动。配合使用高精度的定位元件,如定位销、定位块等,提高工件的定位精度,保证加工精度与质量,进而提升加工效率。(2) 在装夹便捷性改进上,采用快速装夹系统是有效途径。例如,对于批量生产的小型零件,可使用电磁夹具。通过控制电磁开关,能在瞬间实现工件的夹紧与松开,大大缩短装夹时间,提高机床的实际加工时间利用率。一些模块化的装夹组件,可根据不同工件形状快速组合,也能显著提高装夹效率。(3) 保障工件可达性,在设计装夹方案时,要充分考虑刀具的运动轨迹。对于一些具有复杂内腔结构的工件,采用可拆式装夹部件,在刀具加工到特定部位时,拆除影响刀具运动的装夹部分,待该部位加工完成后再重新安装,确保刀具能够顺利完成整个工件的加工,减少因装夹问题导致的加工辅助时间,提升加工效率。

3.4 提高数控编程水平

(1) 刀具路径规划时运用先进CAM软件。该软件依据工件三维模型,借优化算法生成最短且合理的刀具路径。像加工模具型腔,能自动识别复杂轮廓,规划出无干涉、无重复切削的路径,缩短刀具空行程,提升加工效率。编程人员还可依实际加工手动微调,进一步优化路径。(2) 准确设置切削参数,编程人员要熟知工件材

料力学性能、刀具切削性能以及机床各项参数。以加工不锈钢材料为例,鉴于其加工硬化特性,合理提升切削速度与进给量,同时选适配的刀具材料与涂层,发挥机床与刀具性能,提高加工效率,也可借助切削数据库,查询相似案例参数,结合实际调整,确保参数准确。

(3) 优化数控程序结构与逻辑,采用结构化编程法。把复杂加工任务拆分为多个功能模块,各模块执行特定加工操作,让程序结构清晰,便于理解与维护。比如加工含多种工艺的零件,将钻孔、铣削、镗孔等操作分别编成独立程序模块,主程序调用模块完成加工。这种结构能让机床控制系统快速准确执行指令,提高加工效率与质量^[4]。

结语

综上所述,提升三坐标数控铣床加工效率是一个系统工程,涉及加工工艺、刀具系统、工件装夹及数控编程等多个环节。通过对各影响因素的深入分析,并采取针对性的技术改进措施,如优化加工工艺参数、选用高性能刀具、改进装夹技术和提高编程水平等,能够显著提高加工效率。这不仅有助于企业降低生产成本、提高生产效益,也为整个制造业的高效发展提供有力支撑,未来应持续关注并深入研究相关技术。

参考文献

- [1]周智人,王重庆,张威,等.基于数控铣床加工过程实时检测系统的研究与应用[J].农机使用与维修,2020(3):1-2.
- [2]孙义婷,王玉琳.三坐标旋风铣床数控化再制造设计与实现[J].现代制造工程,2022(12):94-99.
- [3]吴洪昌.新时期高效加工技术在数控铣床中的应用实践[J].机械管理开发,2025,40(2):262-263.
- [4]刘筱笛,李永喆,李贺军.数控加工技术的效率和精度提升方法研究综述[J].造纸装备及材料,2023,52(2):93-95.