

机械数控加工水平的影响因素及提升策略

刘三祥

丹佛斯(天津)有限公司 天津市制冷空调压缩机技术企业重点实验室 天津 300170

摘要:在现代制造业发展进程中,机械数控加工技术已成为核心支撑,但加工水平受设备、技术工艺、人员、管理环境等多因素制约,难以充分适配高端制造需求。传统提升策略存在针对性不足、协同性欠缺等局限,新型优化路径尚未形成系统体系。本文分析机械数控加工技术核心内涵与加工水平影响因素,提出设备运维优化、技术工艺创新、人才队伍建设、管理环境完善等策略,为提升机械数控加工水平提供参考。

关键词:机械数控;加工水平;影响因素;提升策略

引言:随着制造业向高精度、高效能方向转型升级,机械数控加工技术的重要性愈发凸显,其加工水平直接关乎产业竞争力提升。当前,我国机械数控加工领域虽已取得一定发展,但在实际应用中,受设备性能适配性不足、工艺优化不充分、专业人才匮乏等问题影响,加工质量与效率难以满足高端制造的发展需求。在此背景下,深入剖析机械数控加工水平的核心影响因素,探索科学有效的提升策略,对推动制造业高质量发展、增强行业核心竞争力具有重要现实意义,亦是当前行业发展亟需解决的关键课题。

1 机械数控加工技术概述

1.1 机械数控加工技术的定义与核心特征

机械数控加工技术是一种融合机械制造、计算机技术、自动控制技术等多学科知识的现代加工技术,其核心是通过计算机程序对加工过程进行精准控制,实现零件的自动化、高精度加工。与传统机械加工技术相比,数控加工技术具有显著的核心特征:一是高精度,借助计算机的精确计算和伺服系统的稳定驱动,可将加工误差控制在极小范围内,满足精密零件的加工需求;二是高自动化,从零件加工的程序编制、刀具更换到加工过程的监控,均能通过数控系统自动完成,大幅减少人工干预;三是高柔性,当需要加工不同类型的零件时,仅需修改数控程序即可,无需对机床进行大规模调整,就可有效提升生产的适应性;四是高效率,通过优化加工路径、实现多工序集成加工,大幅缩短了加工周期,提高了单位时间的生产效率^[1]。

1.2 机械数控加工技术的核心构成要素

机械数控加工技术的有效运行依赖于多个核心构成要素的协同配合,主要包括数控系统、加工机床、刀具系统和编程技术四大核心部分。数控系统作为技术核心,承担着程序解读、运动控制、加工过程监控等关键功能,其

性能直接决定了加工精度和稳定性;加工机床是加工实施的载体,包括车床、铣床、镗床等多种类型,具备高精度的传动系统和支撑结构,为加工过程提供稳定的运行基础;刀具系统是实现材料去除的关键部件,需根据加工材料和工艺要求选择合适的刀具材质、几何参数,确保加工质量和效率;编程技术则是连接设计与加工的桥梁,通过专业的编程软件将零件的设计图纸转化为数控系统可识别的加工指令,编程的合理性直接影响加工路径的优化程度和加工效果。

2 机械数控加工水平的核心影响因素

2.1 设备因素

设备是机械数控加工的基础载体,其性能水平直接构成加工精度与效率的上限。(1)核心设备的精度参数,包括定位精度、重复定位精度以及主轴转速稳定性,是影响加工件尺寸公差与表面粗糙度的核心指标。(2)高精度的数控系统能够更精准地解析加工指令,减少信号传输与执行过程中的误差,而高性能的伺服驱动系统则可提升机床运动的平稳性与响应速度,避免加工过程中出现冲击或振动。(3)设备的可靠性与维护状态同样关键,长期高负荷运行下,设备零部件的磨损会导致精度衰减,定期的校准、润滑与部件更换,是维持设备稳定加工能力的必要保障。(4)辅助设备的配套性,如夹具的夹持精度、冷却系统的散热效率等,也会间接影响加工质量,形成设备系统层面的协同影响。

2.2 技术与工艺因素

技术与工艺是连接设计要求与加工实施的核心桥梁,其合理性与先进性直接决定加工过程的可行性与高效性。(1)数控编程技术是工艺实施的基础,编程人员对加工路径的规划、刀具轨迹的优化以及切削参数的设定,会直接影响加工效率与刀具损耗。(2)优化的编程方案能够缩短空行程时间,减少重复切削,同时降低刀具与工件

的摩擦损耗。切削工艺参数的匹配性至关重要，切削速度、进给量、背吃刀量等参数需根据工件材料、刀具类型与加工要求精准设定，参数不匹配易导致加工精度不足、表面质量缺陷或刀具过度磨损。(3) 加工工艺的创新应用，如复合加工工艺、高速切削技术等，能够突破传统加工模式的限制，在提升加工效率的同时拓展加工范围，而刀具材料与结构的升级，如硬质合金刀具、涂层刀具的应用，也会显著提升切削性能与加工稳定性^[2]。

2.3 人员因素

人员是数控加工过程的主导者，其专业素养与操作能力直接决定设备与技术的效能发挥。(1) 数控操作人员需具备扎实的专业知识，包括对机床结构、数控系统原理的理解，以及对加工工艺、编程方法的熟练掌握，并需具备精准的操作技能，能够快速应对加工过程中的微小偏差，及时调整参数或修正操作。(2) 编程人员的技术水平直接影响程序质量，需兼具设计解读能力与工艺优化思维，能够结合实际加工条件优化编程方案。(3) 技术研发与维护人员的专业能力同样关键，研发人员对新工艺、新技术的探索应用，能够推动加工技术的迭代升级，而维护人员对设备的精准诊断与高效维修，可减少设备停机时间，保障生产连续性。(4) 人员的责任意识与工作态度也会影响加工质量，严谨细致的操作习惯能够有效避免人为失误，降低废品率。

2.4 管理与环境因素

科学的管理与适宜的加工环境是保障数控加工稳定运行的重要支撑，直接影响加工质量的一致性与生产效率。(1) 在管理层面，生产计划的合理性至关重要，合理的任务分配、工序衔接与设备调度，能够避免设备闲置或负荷不均，提升整体生产效率。质量管控体系的完善性是保障加工质量的关键，从原材料检验、加工过程中的实时监测到成品检测，全流程的质量把控能够及时发现并解决加工偏差，确保产品质量达标。设备管理规范的落实，包括设备的日常巡检、维护记录与台账管理，能够延长设备使用寿命，维持设备性能稳定^[3]。(2) 在环境层面，加工车间的温度、湿度稳定性会影响机床精度与工件加工性能，温度波动过大会导致机床部件热胀冷缩，进而产生加工误差；车间的粉尘、振动控制也至关重要，粉尘堆积会影响设备运行精度，外部振动会干扰加工过程的稳定性。车间的照明、通风条件不仅影响操作人员的工作状态，也会间接影响操作精度与生产安全性。

3 提升机械数控加工水平的策略

3.1 优化设备配置与运维体系

设备是数控加工的基础载体，其配置合理性与运行

稳定性直接影响加工质量与效率。(1) 优化设备配置需立足生产需求，精准匹配设备性能与加工任务，避免高端设备闲置或低端设备超负荷运行。针对中小批量多品种生产场景，可引入柔性制造单元，搭配多主轴、多工位数控设备，使单条生产线可兼容50种以上不同类型零件的加工，大幅提升生产灵活性。同时，逐步淘汰服役超过15年、加工精度偏差超0.02毫米的老旧设备，替换为高精度数控车床、五轴联动加工中心等先进设备，从硬件层面筑牢加工精度基础。(2) 建立全生命周期运维体系是保障设备持续高效运行的关键。推行设备预防性维护机制，依据设备运行参数、加工工时等数据，制定个性化维护计划，将设备故障率控制在每月3次以内。搭建设备智能监控平台，实时采集设备运行状态数据，通过大数据分析预判潜在故障，实现从“事后维修”向“事前预警”的转变。(3) 规范设备维护流程，定期开展设备精度校准，确保主轴转速、进给速度等关键参数偏差控制在允许范围内，延长设备使用寿命，提升设备综合利用率^[4]。

3.2 强化技术创新与工艺优化

技术创新是提升数控加工水平的核心动力，需聚焦加工技术瓶颈与行业发展趋势，加大技术研发投入。(1) 积极引入智能加工技术，如在线测量与补偿技术，通过在加工设备上集成高精度测量探头，实时检测零件加工尺寸，自动补偿加工误差，使零件尺寸精度偏差缩小至0.005毫米以内。推广应用高速切削技术，选用高性能切削刀具与冷却介质，将切削速度提升至传统加工的3倍以上，大幅缩短加工周期，同时减少刀具磨损，降低加工成本。(2) 工艺优化是挖掘设备潜力、提升加工效率的重要途径。建立工艺参数数据库，基于不同材料、零件结构与加工要求，优化切削参数组合，形成标准化工艺方案。针对复杂曲面零件加工，采用CAD/CAM一体化技术，通过三维建模与仿真模拟，提前规避加工干涉问题，使编程时间缩短40%以上，减少试切次数。推行精益加工理念，优化加工流程，减少不必要的装夹、搬运环节，将单件零件加工工时平均缩短2分钟。加强与科研机构、高校的技术合作，开展新型加工工艺研发，推动数控加工技术向更高精度、更高效率、更绿色环保的方向发展。

3.3 构建高素质人才队伍

人才是数控加工技术落地与创新发展的核心支撑，当前数控加工领域存在高级技能人才短缺、人才培养与市场需求脱节等问题，需构建多层次、全方位的人才培养与引进体系。(1) 完善人才培养机制，建立校企合作实训基地，根据企业生产需求设置实训课程，培养兼具理

论知识与实操能力的复合型人才, 每年培养数控技能人才不少于200名。推行“师徒结对”模式, 发挥资深技师的传帮带作用, 加快青年技能人才成长。(2) 加强人才梯队建设, 针对不同层级人才制定个性化发展规划。对于初级技能人才, 重点强化数控编程、设备操作等基础技能培训; 对于中级技能人才, 侧重工艺优化、设备维护等技能提升; 对于高级技能人才, 鼓励参与技术研发、难题攻关等项目, 培养其创新能力。(3) 建立健全人才激励机制, 对在技术创新、工艺优化中做出突出贡献的人才给予物质与精神奖励, 吸引并留住优秀人才。(4) 积极引进行业顶尖技术人才与管理人才, 带来先进的加工技术与管理理念, 提升团队整体素质。

3.4 健全管理体系与优化作业环境

健全的管理体系是规范数控加工流程、提升生产效率的重要保障。(1) 构建全流程质量管理体系, 从原材料入库检验、加工过程监控到成品出库检测, 每个环节都设置严格的质量检验标准, 配备高精度检测设备, 确保成品合格率达到99.5%以上。推行生产信息化管理, 引入MES生产执行系统, 实现生产计划、加工进度、物料流转等信息的实时共享与精准管控, 减少生产调度失误, 提升生产协同效率。(2) 优化作业环境是保障操作人员身心健康、提升工作效率的重要举措。合理规划车间布局, 划分加工区、物料区、检验区等功能区域, 确保物流顺畅, 减少物料搬运距离。加强车间环境治理, 安装高效除尘设备, 将车间粉尘浓度控制在每立方米10毫克

以下; 配备恒温恒湿系统, 使车间温度保持在20-25℃, 湿度控制在40%-60%, 为高精度加工提供稳定的环境条件。(3) 完善安全防护设施, 对设备旋转部件、高压电路等危险区域设置防护装置, 定期开展安全培训与应急演练, 提升操作人员安全意识, 营造安全、整洁、舒适的作业环境^[5]。

结束语: 机械数控加工技术的发展与加工水平的提升是推动现代制造业升级的关键抓手。本文围绕机械数控加工技术内涵、影响因素及提升策略展开分析, 明确了多要素协同优化的重要性。后续研究可进一步聚焦智能化、绿色化发展趋势, 深化技术与设备的融合创新。相信通过持续的技术革新、人才培育与管理优化, 机械数控加工技术将不断突破瓶颈, 为制造业高质量发展提供更坚实的技术支撑, 助力行业实现可持续发展目标。

参考文献:

- [1]李花.机械数控加工技术应用现状及提升策略[J].造纸装备及材料,2023,52(1):123-125.
- [2]何超,瞿莹.引起数控车床加工精度误差的因素及应对措施[J].装备制造技术,2022(2):158-160,177.
- [3]刘晓春.数控机床加工精度的影响因素及优化策略[J].今日自动化,2021(3):138-140.
- [4]黄守宁.影响数控机床加工精度的因素及优化策略探讨[J].数字化用户,2021,27(17):106-107.
- [5]吴积成.机械数控加工技术水平有效提升的实践研究[J].内燃机与配件,2022(5):67-69.