

机械加工质量的影响因素和控制措施分析

张志勇

武汉苏泊尔炊具有限公司 湖北 武汉 430000

摘要: 机械加工质量对机械产品的性能与寿命至关重要。本文深入剖析其影响因素,涵盖机床精度、刀具磨损、工件材料特性、加工工艺参数和操作人员技能水平等方面。针对这些因素,提出了包括机床定期维护与精度调整、合理选刀与优化更换策略、依工件材料定工艺、精确设参以及强化人员培训等控制措施。通过有效控制这些因素,可显著提升机械加工质量,降低废品率,提高生产效率,助力企业增强市场竞争力,推动机械制造业的高质量发展。

关键词: 机械加工; 质量; 影响因素; 控制措施

引言: 机械加工是制造业的核心环节,其加工质量直接决定产品的品质与可靠性。在现代工业生产中,随着对产品精度、性能和稳定性要求的不断提高,深入探究机械加工质量的影响因素并寻求有效的控制措施成为关键。机床作为加工的基础设备,其精度的微小偏差都可能导致工件加工误差;刀具的磨损会使加工表面质量恶化;工件材料特性制约着加工的难易程度与效果;工艺参数的合理与否以及操作人员技能的高低都与加工质量紧密相连。因此,全面分析并把控这些影响因素,对于提升机械加工质量具有极为重要的意义。

1 机械加工质量概述

机械加工质量主要反映在加工精度与表面质量两方面。加工精度指零件加工后实际几何参数与理想值的接近程度,包括尺寸精度,如孔径、轴径的精准控制;形状精度,像平面的平整度、圆柱的圆度;位置精度,例如孔系的同轴度等,它确保零件能准确装配与正常运行。表面质量涵盖表面粗糙度,其数值大小影响零件的摩擦、磨损与配合特性;表面波度,处于宏观与微观形状误差之间,对密封和外观有作用;还有表面层物理机械性能,如冷作硬化、残余应力和金相组织变化,这些会改变零件表面的强度、硬度与韧性,对零件的抗疲劳性、耐腐蚀性等产生重要影响,关乎产品的整体性能与使用寿命^[1]。

2 机械加工质量的影响因素分析

2.1 机床精度

机床的几何精度包括主轴回转精度、导轨直线度与平面度等,若主轴存在径向跳动或轴向窜动,加工出的工件会有圆度、圆柱度误差;导轨精度不佳将导致刀具与工件相对运动轨迹偏差,使加工表面产生平面度等形状误差。运动精度方面,坐标轴的进给运动精度直接影

响加工轮廓精度,如丝杠螺距误差或反向间隙会造成轮廓形状偏差。定位精度决定工件或刀具的定位准确性,定位不准会引发加工尺寸偏差,像钻床定位误差会使钻孔位置偏离设计要求,严重影响后续装配工序及产品整体质量。

2.2 刀具磨损

刀具磨损形式多样,磨粒磨损由工件硬质点或切屑碳化物刻划刀具表面引起;粘结磨损在高温高压下使刀具与工件、切屑粘结,粘结点破裂带走刀具材料;扩散磨损因高温导致刀具与工件元素相互扩散,降低刀具性能;化学磨损则是刀具与周围介质化学反应所致。随着磨损,刀具几何形状改变,后刀面磨损致后角减小、切削力增大,加工精度下降且表面粗糙度增大。同时,磨损引发切削温度升高,加速自身磨损,形成恶性循环,尤其在精加工时,微小磨损就可能使工件表面质量不达标,出现划痕、烧伤等缺陷。

2.3 工件材料特性

材料的硬度和强度越高,切削加工时切削力越大,刀具磨损越快,例如加工淬火钢比普通碳素钢难度大,需适配高硬度、耐磨性强的刀具并精心调整切削参数,否则易产生振动,影响加工精度与表面质量。韧性大的材料,切屑不易断裂,易形成带状切屑缠绕刀具或工件,干扰加工进程,也会导致加工表面质量变差,如不锈钢加工就需特定断屑措施控制切屑。热导率低的材料,切削热不易散发,使切削区域温度过高,刀具磨损加剧,工件表面易产生热变形,影响加工精度,像钛合金加工时必须采取有效冷却手段来控制切削温度。

2.4 加工工艺参数

加工工艺参数对机械加工质量至关重要。切削速度影响切削力、温度和刀具磨损。低速切削时切削力大易

振动,影响精度与表面质量;速度过高则切削温度上升、刀具磨损加剧,如高速切削铝合金时速度失控会使表面加工硬化和烧伤。进给量直接关联加工表面粗糙度,进给量越大,切削残留面积越大,表面越粗糙,且会改变切削力影响精度,如铣削平面时进给量过大会留下明显刀痕。切削深度决定切削层厚度,过大时切削力剧增,易引发机床振动与刀具破损,影响精度和刀具寿命,粗加工可适当增大切削深度提高效率,精加工则需减小以保障表面质量。

2.5 操作人员技能水平

操作人员技能水平是影响机械加工质量的重要因素。其机床操作熟练程度决定加工过程的精准性与安全性。熟练者能精准控制机床启动、停止、进给速度调整及刀具更换等操作,例如数控加工中准确编写与输入程序,精确控制坐标轴运动;反之则易出现误操作,如碰撞机床、折断刀具等事故致工件报废与机床损坏。工艺知识掌握程度也极为关键,操作人员需熟知工件材料加工特性、工艺适用范围及参数合理选择等,才能制定合适工艺方案,如复杂形状工件加工需选对加工顺序与路径以减少误差、提高效率。此外,操作人员的质量意识和责任心不可或缺,具备这些素质者能严格依工艺要求操作,注重细节,及时发现并解决问题,有效提升产品合格率;反之则易因敷衍导致质量问题频发^[2]。

3 机械加工质量的控制措施

3.1 机床的定期维护与精度调整

3.1.1 制定维护计划

制定科学合理的机床维护计划是保障机械加工质量的重要举措。首先,需依据机床类型、使用频率及工作环境等确定维护周期,例如普通车床可能每月进行一次常规保养,而高速加工中心则需更频繁的每周检查。日常维护涵盖清洁机床表面、导轨及丝杠,去除切屑与油污,防止其影响运动精度;定期检查机床的关键部件,如主轴的径向跳动、轴向窜动,导轨的磨损情况,丝杠的螺距误差等,并做好记录。同时,按照机床说明书要求,严格执行润滑工作,为各运动部件加注合适的润滑油,确保其顺畅运行。通过系统的维护计划,可有效预防机床故障,延长机床使用寿命,为稳定的机械加工质量奠定基础。

3.1.2 精度检测与补偿

精度检测与补偿对于维持机床高精度加工能力不可或缺。借助先进的检测仪器,如激光干涉仪可精确测量机床坐标轴的定位精度与重复定位精度,球杆仪能有效检测机床的运动精度。定期开展精度检测工作,例如每

季度进行一次全面检测,及时掌握机床精度变化情况。一旦发现精度偏差,依据检测结果通过机床数控系统或机械调整装置实施补偿。在现代高档数控机床上,可利用其自带的误差补偿功能,根据实时检测数据自动调整坐标轴的运动参数,修正定位误差与运动轨迹偏差。对于传统机床,则可通过调整丝杠螺母间隙、镶条松紧度等机械手段,以及在数控系统中设置补偿参数等方式,确保机床精度始终处于良好状态,从而保障机械加工的高精度要求。

3.2 合理选择刀具并优化刀具更换策略

3.2.1 刀具选择依据

刀具的合理选择是保障机械加工质量的关键。首先要依据工件材料特性挑选,若加工高硬度合金钢,需选用硬质合金或陶瓷刀具等耐磨性佳的类型;对于铝、铜等软质材料,高速钢刀具往往较为合适。其次,考虑加工工艺要求,如精密切削时,对刀具的刃口锋利度和精度要求更高,应选择经过精细研磨的刀具。再者,结合机床性能,若机床功率有限,就不能选用切削阻力过大的刀具,刀具的几何形状参数也至关重要,前角、后角、刃倾角等需根据具体加工任务优化,例如大前角刀具切削轻快但强度低,适用于精加工,从而确保在不同加工场景下都能选到提升加工质量与效率的理想刀具。

3.2.2 刀具更换策略

建立科学的刀具更换策略对机械加工质量和效率意义重大。采用刀具磨损监测系统,利用切削力传感器、声发射传感器等多种监测手段,实时监控刀具磨损程度。当监测到刀具磨损临近影响加工质量的阈值时,及时安排更换。在批量生产中,依据刀具的预估使用寿命和加工任务量,提前规划刀具更换计划,避免因刀具过度磨损导致工件精度下降、表面质量恶化。优化刀具更换流程,提前准备好备用刀具并置于便捷位置,同时训练操作人员熟练掌握更换操作,缩短更换时间,减少机床停机时间,保障加工过程的连续性与稳定性,确保加工质量始终如一。

3.3 根据工件材料制定合适的加工工艺

3.3.1 工艺方案设计

根据工件材料制定工艺方案设计时,首先要深入分析材料特性。对于硬度高的淬硬钢,可先采用粗磨去除大部分余量,再进行精磨保证尺寸精度与表面质量;对于塑性好的铝合金,则需设计断屑槽或采用高压冷却以防止切屑缠绕。合理安排加工工序,确定粗、半精、精加工的切削参数与余量分配。例如加工轴类零件,粗车去除余量,半精车提高形状精度,精车确保尺寸精度

与表面光洁度。还要考虑加工顺序,如先面后孔,以面定位加工孔可提高孔系位置精度,通过精心规划工艺方案,为优质加工奠定基础。

3.3.2 工艺优化与创新

在工艺优化与创新方面,要积极探索新技术应用。如采用高速切削工艺,提高切削速度与进给量,减少切削力与热影响,提升加工效率与质量。对于难加工材料,尝试超声辅助切削,利用超声振动降低切削阻力。引入精密电解加工、激光加工等特种加工工艺,满足特殊形状或高精度要求。同时,结合企业实际生产情况,对现有工艺进行持续改进。通过与高校、科研机构合作,吸收前沿工艺理念并转化应用,不断推动机械加工工艺的更新换代,以适应日益提高的加工质量需求。

3.4 精确设定工艺参数

3.4.1 切削参数优化计算

精确设定工艺参数中的切削参数优化计算,需综合多方面因素。首先要考量工件材料特性,如硬度、韧性等,对于硬度高的材料,应适当降低切削速度以减少刀具磨损。刀具性能也是关键,不同材质与几何形状的刀具适用的切削参数各异,硬质合金刀具耐热性较好,切削速度可比高速钢刀具高。还需结合机床功率与刚性,避免过载运行。借助计算机辅助工艺规划软件或切削参数优化软件,输入工件材料、刀具信息、机床参数等,通过内置算法计算出最优的切削速度、进给量与切削深度组合,从而在保证加工质量的前提下,实现加工效率最大化与刀具寿命的延长。

3.4.2 参数动态调整

在机械加工过程中,参数动态调整至关重要。由于工件材料内部结构可能存在不均匀性,以及刀具在切削过程中逐渐磨损等因素,加工状态不断变化。采用自适应控制技术,利用各类传感器实时监测切削力、切削温度、刀具磨损量等参数。当监测到切削力增大,可能是刀具磨损或切削深度过大,此时自动降低进给量或调整切削速度,以维持稳定的加工状态。通过这种动态调整机制,能有效应对加工过程中的不确定性,确保加工精度始终符合要求,避免因参数固定不变而导致的加工质量波动,提高机械加工的可靠性与稳定性。

3.5 加强操作人员培训

3.5.1 专业技能培训

专业技能培训是提升机械加工操作人员水平的关

键。培训内容应涵盖机床操作技能,包括不同类型机床的控制面板操作、坐标轴手动与自动控制,使操作人员熟练掌握机床的各项功能。数控编程培训也不可或缺,教导操作人员如何根据加工图纸编写精确的数控程序,理解代码含义与逻辑。刀具使用与维护培训则让操作人员了解各类刀具的特点、适用范围、正确安装方法以及磨损判断与更换时机。此外,还应包括夹具使用、量具测量等方面的培训,通过理论讲解、实际操作演示与大量练习,使操作人员具备扎实的专业技能,能够应对复杂多变的机械加工任务,保障加工质量。

3.5.2 质量意识教育

质量意识教育对机械加工质量有着深远影响。通过开展质量案例分析讲座,向操作人员展示因质量问题导致的产品召回、企业声誉受损及经济损失等实际案例,让他们直观认识到质量的重要性。组织质量标准讲解培训,使操作人员清楚了解产品的各项质量指标与公差要求,明白自己在加工过程中的每一个操作都与最终质量息息相关。建立质量激励机制,对加工质量高、废品率低的操作人员给予物质奖励与精神表彰,对因疏忽导致质量事故的人员进行批评教育与相应处罚,从而激发操作人员的质量责任感,促使他们在日常工作中自觉遵循质量规范,主动提升加工质量^[1]。

结束语

在机械加工领域,深入剖析影响质量的因素并实施有效控制措施是持续追求卓越的关键。机床精度、刀具状态、工件材料特性、工艺参数设定以及操作人员素质等均在加工质量塑造中扮演重要角色。通过科学规划机床维护、精准选择刀具、优化工艺设计、动态调整参数以及强化人员培训等多方面举措,可有效提升加工精度与表面质量,降低废品率,提高生产效率。这不仅有助于企业在激烈市场竞争中脱颖而出,更能推动整个机械加工行业迈向更高质量、更具创新力的发展新阶段,为制造业的繁荣奠定坚实基础。

参考文献

- [1]邢超华.影响机械加工表面质量的因素及控制措施[J].化学工程与装备,2021(03):174-175.
- [2]李旭阳,刘文宝,王宏亮.冶金机械加工的质量影响因素及控制措施[J].世界有色金属,2020(03):42+44.
- [3]张丽华.影响机械加工表面质量的因素及控制措施[J].2019:273-274