

机械数控加工过程刀具高效使用的优化探讨

何 雨

中航西安飞机工业集团股份有限公司 陕西 西安 710089

摘 要: 随着机械数控加工技术的不断发展, 刀具高效使用成为提升加工效率与质量的关键因素。本文探讨了如何通过合理选择刀具类型与参数、优化刀具锋利度与光洁性、精确控制刀具长度与夹持力、合理选用切削液以及强化刀具研磨管理等策略, 以实现刀具在机械数控加工过程中的高效使用。这些优化措施旨在延长刀具寿命, 提高加工精度, 降低生产成本, 为数控加工行业的技术进步和产业升级提供参考。

关键词: 机械数控加工过程; 刀具高效使用; 优化

引言: 机械数控加工技术的广泛应用对刀具的使用效率提出了更高要求。刀具作为加工过程中的核心部件, 其高效使用直接关系到加工效率、成本和质量。本文旨在通过探讨刀具在机械数控加工过程中的高效使用策略, 优化刀具选型、磨损控制及管理维护等方面, 以期达到提升加工效率、延长刀具寿命及降低生产成本的目的。这对于推动数控加工技术的发展和具有重要应用意义。

1 机械数控加工中刀具的使用特点分析

1.1 刀具的刚性特点

在机械数控加工中, 刀具的刚性是一个至关重要的特性。刚性强的刀具在切削过程中能够有效抵抗变形, 确保加工精度和延长使用寿命。刀具的刚性直接影响到切削力的传递效率和切削稳定性。当刀具刚性不足时, 切削过程中容易产生振动和偏摆, 这不仅会降低加工精度, 还会加速刀具的磨损和破损。(1) 刚性对刀具使用寿命和加工精度的影响: 刚性强的刀具能够承受更大的切削力和冲击力, 减少切削过程中的变形, 从而延长刀具的使用寿命。同时, 刚性好的刀具能够保持切削刃的稳定, 确保加工精度的一致性。反之, 刚性不足的刀具在切削过程中容易发生振动, 导致切削刃的快速磨损和加工精度的下降。(2) 刚性不足导致的振动问题及解决方案: 为了解决刀具刚性不足导致的振动问题, 可以采取多种措施。首先, 可以优化刀具的结构设计, 增加刀具的截面尺寸和壁厚, 提高刀具的整体刚性。其次, 可以选用高性能的刀柄和夹紧装置, 确保刀具在机床上的牢固固定。此外, 还可以采用先进的切削参数控制技术, 如降低切削速度、增加进给量等, 以减小切削过程中的振动^[1]。

1.2 刀具的互换性

刀具的互换性是数控加工中的另一个重要特性。互

换性强的刀具能够方便地更换和调整, 适应不同的加工需求, 提高加工效率和灵活性。(1) 不同种类刀具在数控加工中的应用: 数控加工中常用的刀具包括铣刀、钻头、车刀等。不同种类的刀具在切削过程中具有不同的特点和应用范围。例如, 铣刀主要用于平面和轮廓的加工, 钻头用于钻孔操作, 车刀则主要用于轴类零件的加工。选择合适的刀具能够确保加工质量和效率。(2) 刀具更换对加工效率的影响及优化措施: 频繁的刀具更换会降低加工效率, 增加生产成本。为了优化刀具更换过程, 可以采取以下措施: 建立标准化的刀具库和管理制度, 确保刀具的规格和型号统一; 采用先进的自动换刀装置, 提高换刀速度和准确性; 定期对刀具进行检查和维护, 及时发现并更换磨损严重的刀具。

1.3 刀具的系列化

刀具的系列化是指将不同规格、型号的刀具按照一定的标准和要求进行分类和编号, 形成系列化的刀具产品。系列化的刀具具有通用性强、互换性好、易于管理等优点。(1) 刀具系列化对加工精度和效率的提升作用: 系列化的刀具能够确保切削刃的几何形状和尺寸精度的一致性, 从而提高加工精度。同时, 系列化的刀具能够方便地更换和调整, 提高加工效率和灵活性。(2) 刀具选择需考虑的因素: 在选择刀具时, 需要综合考虑机床性能、材料性能、加工精度要求等因素。例如, 机床的刚性、转速和功率等性能参数会影响刀具的选择; 材料的硬度、韧性和热导率等性能也会影响刀具的使用寿命和加工效率。

2 机械数控加工中刀具磨损与保养分析

2.1 刀具磨损的原因及类型

刀具磨损是切削过程中多种因素综合作用的结果, 主要包括物理磨损和化学磨损两大类。(1) 切削过程中的物理和化学变化导致的磨损。在高速切削过程中, 刀

具与工件之间的摩擦产生大量热量,导致刀具材料发生热塑性变形,这是物理磨损的主要原因。同时,切削液的使用可能引发化学反应,如腐蚀和电化学腐蚀,加速刀具的化学磨损。此外,切屑对刀具前刀面的冲刷和摩擦也是物理磨损的重要来源。(2) 刀具材料、工件材料及切削条件对磨损的影响。刀具材料的硬度、韧性和耐热性是影响其抗磨损能力的关键因素。硬质合金、陶瓷和立方氮化硼(CBN)等高硬度材料制成的刀具,具有优异的耐磨性能。工件材料的硬度、韧性和热导性也会影响刀具的磨损速率。

2.2 刀具磨损对加工质量的影响

刀具磨损对加工质量的影响主要体现在加工精度下降和表面质量劣化,以及生产效率和成本的增加。(1) 磨损导致的加工精度下降和表面质量劣化:随着刀具的磨损,其切削刃逐渐变钝,切削力增大,导致加工精度下降。同时,磨损的刀具在切削过程中容易产生振动和波纹,使加工表面质量劣化,如表面粗糙度增加、形状和位置精度降低等。(2) 磨损加剧对生产效率和成本的影响:刀具磨损不仅降低了加工质量,还会增加切削力和切削温度,加剧机床和刀具的磨损,缩短机床和刀具的使用寿命。此外,频繁的刀具更换和修磨也会增加生产成本和时间成本,降低生产效率^[2]。

2.3 刀具的保养与维护

为了延长刀具使用寿命,提高加工质量和效率,必须加强对刀具的保养与维护。(1) 保养刀具的重要性及方法。保养刀具是确保加工稳定性和提高刀具使用寿命的关键。刀刃保养方面,应定期清除刀刃上的切屑和油污,防止刀刃腐蚀。同时,采用合适的切削液,减少切削过程中的热量积累,降低刀具磨损。锋利度提升方面,定期对刀具进行修磨,恢复其切削刃的锋利度。但需注意,过度修磨会缩短刀具使用寿命,因此修磨次数应控制在合理范围内。(2) 刀具更换的标准和时机。刀具更换的标准应根据加工质量要求、刀具磨损程度和生产效率综合考虑。当刀具磨损导致加工精度和表面质量无法满足要求时,应及时更换刀具。此外,当刀具切削刃出现明显崩刃、裂纹或磨损量超过规定值时,也应进行更换。在实际操作中,可通过观察切削声音、切削力变化、加工表面质量等指标,判断刀具磨损程度,确定更换时机。同时,建立完善的刀具管理制度,记录刀具使用情况、磨损程度和更换时间,为后续刀具保养和维护提供依据。

3 机械数控加工中刀具高效使用的优化策略

3.1 合理选择刀具类型与参数

合理选择刀具类型与参数是优化加工过程的第一步。(1) 根据工件形状和加工要求选择合适的刀具。在数控加工中,刀具类型的选择直接影响加工效率和加工精度。不同形状和材料的工件需要不同类型的刀具来加工。例如,对于复杂的曲面加工,球头铣刀因其切削刃呈球形,能更好地适应曲面轮廓,保证加工精度。而对于平面或简单轮廓的加工,平底铣刀或立铣刀则因其结构简单、刚性好,更适合高速切削。此外,还应考虑刀具的材料,如硬质合金、陶瓷、立方氮化硼(CBN)等,以适应不同材质工件的加工需求^[3]。(2) 切削参数的优化。切削参数,包括线速度、吃刀量(切削深度)和进给量,是影响加工效率和刀具寿命的关键因素。线速度的选择应基于刀具材料和工件材料的热物理性能,确保切削过程中不会因过热而损坏刀具。吃刀量的大小直接影响切削力和切削热,过大的吃刀量会增加刀具磨损,而过小的吃刀量则会降低加工效率。进给量的选择则需在保证加工精度的前提下,尽量提高切削效率。通过试验或仿真分析,找到最佳切削参数组合,可实现高效、稳定的加工。

3.2 提高刀具锋利度与光洁性

刀具的锋利度和光洁性对加工质量至关重要。(1) 刀具锋利度对加工精度的影响。锋利的刀具能够减小切削力,降低切削温度,从而减少工件变形和表面粗糙度,提高加工精度。相反,钝化的刀具会增加切削力和切削热,导致工件变形和表面质量下降。因此,保持刀具的锋利度是实现高质量加工的关键。(2) 确保刀刃光洁性的方法。为确保刀刃光洁性,可采用以下方法:首先,使用高精度的磨刀设备和优质的磨料进行刀刃研磨,确保刀刃的平整度和光洁度。其次,采用先进的检测技术,如激光扫描显微镜、白光干涉仪等,对刀刃进行精密测量,确保刀刃的几何精度和锋利度满足加工要求。同时,在加工过程中,应定期检查和更换磨损严重的刀具,防止因刀具磨损而导致的加工精度下降和表面质量劣化。

3.3 控制刀具长度与夹持力

刀具长度和夹持力的控制对于保证加工精度和延长刀具寿命具有重要意义。(1) 刀具长度对加工精度的影响及控制措施。刀具长度过长会增加切削过程中的振动和弯曲变形,从而降低加工精度。因此,在满足加工要求的前提下,应尽量缩短刀具长度。同时,可通过优化刀具悬伸长度、加强刀具夹持刚度等措施,减小刀具变形,提高加工精度。例如,在加工深孔时,可采用长径比小的刀具,以减小刀具悬伸长度和振动。此外,还

可采用带导向套的刀具结构,以提高刀具的刚性和稳定性。(2)夹持力的合理选择对刀具使用寿命的影响。夹持力的大小直接影响刀具的刚性和稳定性。夹持力过小会导致刀具在切削过程中松动,影响加工精度和表面质量。而夹持力过大则会使刀具受到过大的应力,加速刀具磨损和损坏。因此,应根据刀具材料、尺寸和加工要求,合理选择夹持力。同时,在夹持刀具时,应确保夹持面平整、清洁,避免夹持面不平整或污染而导致的夹持不牢或损坏刀具。

3.4 合理选用切削液

切削液在数控加工中起着冷却、润滑、清洗和防锈等多重作用,对刀具损耗和加工效率有着重要影响。

(1)切削液的作用及种类选择。切削液的主要作用包括降低切削温度、减少切削力、提高刀具寿命和加工质量。根据加工材料和刀具材料的不同,切削液可分为水性切削液、油性切削液和合成切削液等多种类型。在选择切削液时,应充分考虑工件材料、刀具材料、切削参数和加工要求等因素,选择合适的切削液类型和浓度。例如,在加工铸铁、铸钢等脆性材料时,可选择具有较好的冷却和清洗性能的水性切削液;而在加工铝合金、钛合金等难加工材料时,则可选择具有较好的润滑和防锈性能的油性切削液或合成切削液^[4]。(2)切削液对刀具损耗和加工效率的影响。切削液的使用可以显著降低刀具损耗和加工时间,提高加工效率和表面质量。切削液通过降低切削温度和减少切削力,可以减小刀具磨损和损坏的风险。同时,切削液还可以起到润滑作用,减小切削过程中的摩擦和阻力,提高切削效率和加工质量。此外,切削液还可以清洗切削区域,防止切削屑和切削液残留对刀具和工件造成损伤。因此,在数控加工中,应根据实际情况合理选用切削液,并严格控制切削液的供给方式和流量,以确保切削液能够充分发挥其作用。

3.5 落实刀具研磨管理

刀具研磨是恢复刀具锋利度和光洁度、延长刀具使用寿命的重要手段。(1)刀具研磨目的与重要性。刀具研磨旨在恢复其原始锋利度与光洁度,确保切削性能。随着使用,刀刃磨损变钝,导致切削力增大、温

度升高,进而影响加工精度和表面质量。研磨能有效去除磨损痕迹和毛刺,恢复几何精度和锋利度,提升切削效率和加工质量。研磨的重要性在于:一能减小切削力和热,降低磨损风险,延长刀具寿命;二能提高加工精度和表面质量,满足高精度加工需求。因此,数控加工中应高度重视研磨工作,建立完善管理制度,确保刀具及时、有效研磨和维护。(2)研磨数量控制与刀具管理。研磨数量控制是确保研磨效果的关键。过多研磨损伤基体,降低强度和刚度,缩短寿命;过少则无法去除磨损痕迹和毛刺。应根据磨损程度和材料特性,合理控制研磨次数和量,采用适当工艺和参数,确保最佳研磨效果。研磨后刀具管理同样关键。需严格检查和测试,确保几何精度、锋利度和光洁度达标。同时,建立管理制度,记录研磨次数、时间和性能表现,为后续使用和维护提供依据。存储保管时,应采取防锈、防潮措施,防止腐蚀和污染。此外,定期检查和维护研磨设备和工具,确保其良好状态,为刀具研磨提供有力保障。

结束语

综上所述,机械数控加工过程中刀具的高效使用是一个系统工程,需要从刀具选择、参数优化、锋利度保持、长度与夹持力控制、切削液选用以及研磨管理等多方面进行综合考量与优化。通过实施这些策略,不仅能显著提升加工效率与质量,还能有效延长刀具使用寿命,降低生产成本。未来,随着技术的不断进步,刀具高效使用的优化策略将持续完善,为机械数控加工行业的蓬勃发展注入新活力。

参考文献

- [1]费姝霞.机械数控加工过程刀具高效使用及优化措施分析[J].现代制造技术与装备,2021,(12):113-114.
- [2]朱敏,高进祥.机械数控加工过程刀具高效使用优化思考[J].河北农机,2021,(09):102-103.
- [3]虞战峰.机械数控加工过程刀具高效使用优化分析[J].内燃机与配件,2022,(05):47-48.
- [4]周海军,王天杨.机械数控加工过程中刀具高效使用的优化方案[J].科技创新与应用,2022,(07):73-74.