

机械加工工艺与机械加工精度关系探究

虎军明

宁夏英力特化工股份有限公司 宁夏 石嘴山 753202

摘要: 机械加工中,精度保障是核心目标,而工艺选择与规划是关键手段,二者紧密关联。本文探究机械加工工艺与精度关系。先阐述影响加工精度的工艺因素,包括机床设备、刀具、夹具、加工环境等。接着提出提高精度的策略,如优化工艺系统、合理选择加工方法与切削用量、误差补偿、提升操作人员水平。还探讨工艺规划与精度保障的协同机制,强调二者目标一致,工艺规划指导精度保障,精度保障反馈优化工艺规划,最后提出建立协同管理小组、召开会议、搭建信息共享平台以保障协同发展。

关键词: 机械加工工艺;加工精度;影响因素;协同机制

引言

在机械加工领域,零件的加工精度直接关乎产品质量与性能,是衡量加工水平的核心指标。而机械加工工艺作为实现零件加工的重要手段,与加工精度紧密相连。工艺的合理规划与精准实施,对保障加工精度起着决定性作用;同时,加工精度的反馈又能促使工艺不断优化。本文将深入探究影响机械加工精度的工艺因素,提出提高精度的策略,并阐述工艺规划与精度保障的协同机制,为提升机械加工质量提供理论支持与实践指导。

1 影响机械加工精度的工艺因素

1.1 机床设备因素

机床几何精度指机床在不运动或低速运动时的精度,涵盖主轴回转精度、导轨直线度、工作台平面度等,是保证加工精度的基础,几何精度超差会使零件产生形状与位置误差。机床传动精度指传动链中各传动元件运动精度与配合精度,直接影响零件加工尺寸精度,若传动链中齿轮、丝杠等元件磨损或有间隙,传动比不准确,零件尺寸会出现偏差。机床刚度指机床受力时抵抗变形的能力,加工中机床受切削力、夹紧力等外力作用,刚度不足会产生较大变形,影响加工精度。主轴刚度不够,加工时主轴可能产生弹性变形,使加工表面出现波纹或尺寸误差;导轨刚度不足,工作台移动时会出现爬行现象,导致加工表面粗糙度增大;床身刚度不够,在加工大型零件或进行强力切削时,床身会产生明显的变形,使零件的加工精度下降,难以满足设计要求。

1.2 刀具因素

刀具几何参数含前角、后角、主偏角、副偏角等,参数选择影响切削力、切削热与刀具磨损,进而影响加工精度。前角影响切削刃锋利程度与切削变形,主偏角和副偏角影响加工表面残留面积高度,决定表面粗糙度。刀

具磨损在加工中不可避免,磨损会使切削力增大、切削温度升高,导致加工表面质量下降。磨损到一定程度,零件尺寸会超差,形状和位置精度降低,所以及时换刀是保证加工精度关键^[1]。刀具安装精度同样重要,安装不正确会使刀具切削位置偏移,产生尺寸和形状误差。车刀安装高低会改变实际前角和后角,影响切削效果与精度;铣刀安装偏心,会使铣削出的平面平整度变差;钻头安装歪斜,会使钻出的孔轴线倾斜,影响孔的位置精度。只有确保刀具几何参数合理、磨损及时更换、安装准确无误,才能有效提高机械加工精度,保证零件质量符合设计要求。

1.3 夹具因素

夹具定位精度指其使工件在机床或刀具中占据正确位置的能力。若定位元件磨损、定位基准不准确,工件定位误差增大,加工零件会产生尺寸与位置误差。定位销尺寸超差、定位孔位置不准,会使工件在垂直铣刀轴线方向位置偏移,导致加工平面与基准面不平行。夹具夹紧精度是夹具夹紧工件时保证其位置不变的能力。夹紧力过大、过小或作用点选择不当,工件会产生变形或位移。夹紧力过大,车削薄壁套筒时套筒弹性变形,加工孔尺寸变小;夹紧力过小,加工中工件可能松动,导致尺寸超差。夹具制造精度直接影响工件加工精度。制造公差过大,工件定位和夹紧误差增大,零件精度降低。所以制造夹具时,要严格控制制造精度,从夹具各零件的加工尺寸精度、形状精度到装配精度,都要依据加工要求合理确定公差范围,保证夹具各部分配合准确,使夹具能满足加工精度要求。

1.4 加工环境因素

温度方面,加工环境温度变化会作用于机床、刀具和工件。机床受温度影响产生热变形,改变其几何精度;

刀具在高温下磨损速度加快,切削性能变差;工件热胀冷缩会使尺寸出现变化,最终导致加工精度降低,所以要控制加工环境温度以减小影响。湿度上,湿度过高会引发机床和刀具生锈,降低其精度并缩短使用寿命,还会使工件表面锈蚀,影响加工表面质量,故需保持加工环境干燥,将湿度控制在合适范围^[2]。振动对加工精度和表面质量也有不良影响,它会使刀具与工件相对位置改变,造成零件形状误差和表面粗糙度变差。振动的来源多样,有机床自身振动、切削力引发振动以及外界干扰导致振动等。为减少振动影响,要采取有效减振措施,可安装减振装置,通过阻尼材料或减振结构吸收和隔离振动能量;还能优化切削参数,根据工件材料、刀具类型等合理选择切削速度、进给量和背吃刀量,降低切削力,从而减少振动产生,保证加工精度。

2 提高机械加工精度的工艺策略

2.1 优化机械加工工艺系统

提高机床设备精度是关键,要定期对机床开展维护保养工作,及时修复磨损部件,精准调整机床几何精度与传动精度,保证机床处于良好运行状态。同时,积极采用高精度机床及先进机床技术,像数控机床、加工中心等,这类设备具备更高的加工能力和精度稳定性,能有效提升加工质量。合理选择刀具和夹具也必不可少,依据零件加工要求与材料特性,挑选合适的刀具材料,确定刀具几何参数,选用切削性能佳的刀具。设计制造夹具时,要确保其具备高精度与高刚度,以保障工件定位和夹紧精度。并且,要定期检查刀具和夹具,及时更换存在问题的部件,使其始终保持良好的使用状态。改善加工环境同样重要,需建立恒温、恒湿、洁净的加工车间,严格控制温度、湿度和振动等因素。可通过空调、除湿机等设备调节温湿度,安装减振装置来降低振动对加工精度的影响。

2.2 合理选择加工方法和切削用量

优化加工方案时,需综合考量零件加工精度要求、材料特性以及生产批量等因素。不同精度要求、材料性能和生产规模,对应着不同的最优加工路径。对于高精度零件,可选用精密加工、超精密加工技术;针对特殊材料或复杂结构零件,特种加工方法往往更合适,这些先进技术和工艺能有效提高加工精度与表面质量。合理分配加工余量也不容忽视,要依据零件加工工艺和精度要求,科学规划各道工序余量。在确保能消除上道工序误差和表面缺陷的基础上,尽可能减小余量,这样既能减少加工时间,又能提升加工精度^[3]。优化切削用量方面,需借助试验和计算确定合适的切削速度、进给量和背吃

刀量。在保证加工质量与刀具使用寿命的前提下,适当提高切削速度和进给量,可显著提升加工效率;同时,要精准控制背吃刀量,防止其过大引发加工精度降低,以此实现加工效率与精度的平衡。

2.3 加强工艺系统的误差补偿

误差预防是在工艺系统设计与制造阶段采取措施,从源头减少误差产生。要提高机床零件制造精度,严格把控各零件加工尺寸、形状及位置精度,确保零件质量达标;采用高精度传动元件,降低传动过程中的误差,保证传动链的精度稳定性;优化刀具和夹具设计,根据零件加工要求与材料特性,合理设计刀具几何参数、选择刀具材料,确保夹具定位和夹紧精度,减少因刀具和夹具问题导致的误差。误差补偿则针对已产生的误差进行处理以提高加工精度,有硬件补偿和软件补偿两种常用方法。硬件补偿借助安装误差补偿装置实现,像光学投影仪、激光干涉仪等设备,可对工艺系统误差进行实时测量,并根据测量结果及时调整,实现误差补偿;软件补偿通过在数控系统中输入误差补偿程序达成,在加工过程中,系统依据预设程序自动对各类误差进行计算和补偿,有效提高加工精度。

2.4 提高操作人员的技术水平

加强培训是重要举措,需对操作人员开展定期技术培训,以此提升他们对机械加工工艺及加工精度的认知与理解。培训内容应全面涵盖多方面知识与技能,包括机床操作,让操作人员熟悉不同类型机床的操作流程与规范;刀具选择,使其能依据零件材料、加工要求等合理挑选刀具;夹具使用,掌握正确安装与调整夹具的方法,确保工件定位和夹紧准确;切削参数调整,明白如何根据实际情况优化切削速度、进给量和背吃刀量等参数。同时,要建立操作人员技术考核机制,定期对其技术水平进行考核评价。通过理论考试与实际操作考核相结合的方式,全面评估操作人员能力^[4]。对考核优秀的操作人员给予奖励,激发其工作积极性与学习动力;对考核不合格的操作人员安排再培训,帮助他们提升技能水平,若再培训后仍不达标,则考虑调整岗位,以此激励所有操作人员不断自我提升。

3 机械加工工艺规划与精度保障的协同机制

3.1 工艺规划与精度保障的目标一致性

机械加工工艺规划核心在于制定科学合理的加工工艺路线与工艺参数,其涵盖从原材料到成品零件的整个加工流程规划,包括选择合适的加工方法、安排加工工序、确定切削用量等,目的是让零件能够依据设计要求顺利完成加工。而精度保障聚焦于确保零件加工精度符

合设计标准,涉及对加工过程中各种影响精度因素的控制,如机床精度、刀具状态、加工环境等。二者目标本质上相通,工艺规划为精度保障提供基础框架,合理的工艺路线和参数能减少误差产生;精度保障是工艺规划的重要目标导向,只有保证精度,工艺规划才具有实际价值。二者协同作用,共同致力于提高零件加工质量,同时提升生产效率,降低生产成本,实现机械加工的高质量、高效益发展。

3.2 工艺规划对精度保障的指导作用

工艺规划并非随意为之,而是要综合多方面因素进行系统考量。在开展工艺规划时,需紧密结合零件的加工精度要求,明确各部位尺寸、形状及位置精度标准;充分考虑材料特性,不同材料的硬度、韧性、导热性等差异会影响加工方式选择;同时结合生产批量,大批量生产和小批量生产在工艺安排上有所不同。基于这些因素,挑选适宜的加工方法,如精密加工、特种加工等;选用能满足精度需求的机床设备,确保其刚性和精度稳定性;挑选合适的刀具和夹具,保证刀具切削性能与夹具定位夹紧精度。还要确定合理的加工余量和切削用量,避免余量过大增加误差或余量过小无法保证精度,以及切削用量不当引发振动等问题。

3.3 精度保障对工艺规划的反馈作用

在机械加工过程中,对零件加工精度展开检测与分析是关键环节。通过运用各类精密测量工具和检测方法,能获得零件实际的尺寸精度、形状精度和位置精度等数据。将这些检测结果与零件的设计要求进行细致比对,就能清晰地发现工艺规划中存在的潜在问题与不足。比如,若检测出零件表面粗糙度不达标,可能反映出切削用量选择不合理;若尺寸精度出现偏差,或许是加工方法不匹配当前零件特性^[5]。依据这些反馈信息,工艺规划人员可及时对工艺规划做出调整与优化,重新选定加工方法、修正切削用量、更换刀具或夹具等。如此一来,能使工艺规划更贴

合实际加工需求,不断提高其合理性与有效性。

3.4 建立协同管理机制

可成立协同管理小组,成员涵盖工艺人员、质量检验人员和操作人员等。工艺人员具备专业的工艺规划知识,能提供合理的加工路线和参数方案;质量检验人员熟悉精度检测标准与方法,可准确判断零件加工精度是否达标;操作人员拥有丰富的实际加工经验,能反馈加工过程中的实际问题。小组负责协调工艺规划与精度保障相关工作。定期召开协同管理会议,针对二者存在的问题展开讨论分析,共同制定解决方案与改进措施。此外,搭建信息共享平台,将工艺规划的具体内容、加工过程中的实时数据以及精度检测结果等信息实时共享。

结语

综上所述,机械加工工艺与加工精度紧密相连,工艺因素从机床、刀具、夹具到加工环境,全方位影响精度。提高精度需从优化工艺系统、选择合理加工方法、加强误差补偿及提升人员水平等多方面着手。同时,工艺规划与精度保障相互协同,目标一致、相互指导与反馈。建立协同管理机制,能促进二者良性互动。只有重视这些要点,才能实现机械加工高质量、高效益发展,提升产品竞争力,满足市场对高精度零件的需求。

参考文献:

- [1]程海洋.机械加工工艺对零件加工精度影响及质量控制措施[J].模具制造,2025,25(1):33-35.
- [2]王瀚崧,白弘烨,刘树毅,刘文博.机械加工工艺对加工精度的影响研究[J].冶金与材料,2025,45(3):133-135.
- [3]牟德文.机械加工工艺对汽车零部件精度的影响与运用研究[J].时代汽车,2025(8):130-132.
- [4]马万里.机械加工工艺中的技术误差问题探究[J].世界有色金属,2025(1):214-216.
- [5]李彬,赵昌锋,董勃.机械加工工艺对零部件加工精度的研析[J].中国科技期刊数据库工业A,2025(3):112-115.