

机械模具加工精度控制技术研究

郭 龙 陈垣志 曹浩毓 王 彬

陕西飞机工业有限责任公司 陕西 汉中 723213

摘要: 机械模具加工精度控制技术是实现高效、高精度制造的关键所在。本文综述了机械模具加工精度控制技术的研究现状,重点探讨了刀具路径生成与优化算法、工艺参数优化策略等方面的研究进展。在此基础上,提出了加强基础研究、引入先进技术、加强工业互联网整合等建议,以期推动机械模具加工精度控制技术的进一步发展。

关键词: 机械模具; 加工精度; 控制技术

1 机械模具加工精度的重要性

在制造业中,机械模具的加工精度是至关重要的,它直接影响到产品的质量和性能。随着科技的不断进步和市场竞争的加剧,对机械模具的加工精度要求也越来越高。高精度的机械模具可以保证产品生产的稳定性和一致性,提高产品质量和降低生产成本。因此,研究机械模具加工精度的控制技术,提高加工精度,是制造业持续发展的重要课题。第一,高精度的机械模具能够提高产品的性能和可靠性。在生产过程中,如果机械模具的精度不高,会导致产品的尺寸、形状和表面质量等出现问题。这些问题会影响到产品的性能和可靠性,进而影响用户的使用体验。例如,高精度的机械模具可以保证产品的几何形状和尺寸精度,从而确保产品的装配精度和使用寿命。第二,高精度的机械模具可以提高生产效率。在生产过程中,如果机械模具的精度不高,需要进行反复的调整和修正,这会浪费大量的时间和人力。而高精度的机械模具可以减少调整和修正的时间和次数,提高生产效率,降低生产成本。第三,高精度的机械模具可以提高企业的竞争力。在市场竞争激烈的今天,产品质量是企业的核心竞争力。高精度的机械模具可以保证产品质量的稳定性和一致性,提高企业的市场竞争力。同时,企业可以通过对机械模具加工精度的控制和研究,不断推进技术的进步和创新,从而在市场竞争中占据优势地位^[1]。

2 机械模具加工精度的影响因素

2.1 机床设备因素

机床设备是机械模具加工中的核心组成部分,其精度和性能直接影响到机械模具的加工精度。(1)机床精度:机床的几何精度、导轨直线度、主轴回转精度等都会影响机械模具的加工精度。如果机床的精度不高,会导致工件表面的粗糙度增加,产生形状误差,从而降低机械模具的加工精度。(2)夹具精度:工具夹具是用

于固定和定位工件的装置,如果工具夹具的精度不高,会导致工件的位置不准确,产生定位误差和夹紧误差,从而影响机械模具的加工精度。此外,工具夹具的磨损也会影响机械模具的加工精度。

2.2 加工工艺因素

加工工艺是机械模具加工中的重要环节,其参数和方法的选择对加工精度有直接的影响。不同的加工方法适用于不同的材料和形状,如果选择不当,会导致工件表面的粗糙度增加,产生形状误差,从而影响机械模具的加工精度。因此,合理选择加工方法是提高机械模具加工精度的关键。工艺参数如切削速度、切削深度、进给速度等都会影响机械模具的加工精度。如果工艺参数选择不当,会导致工件表面的粗糙度增加,产生尺寸误差和形状误差,从而影响机械模具的加工精度。在切削过程中,冷却润滑剂可以降低切削温度、减少切削力,从而减少刀具磨损和工件热变形。如果冷却润滑剂选择不当或使用不当,会导致切削温度升高、切削力增大,从而影响机械模具的加工精度。

2.3 操作人员因素

操作人员的技能水平和工作态度对机械模具的加工精度具有重要影响。操作人员的技能水平决定了其对加工设备的操作熟练程度、工艺参数的选择以及异常情况的应对能力。技能水平较高的操作人员能够更好地掌握加工过程,减少操作失误,从而提高机械模具的加工精度。操作人员是否遵守操作规范和加工标准,对机械模具的加工精度有直接影响^[2]。遵守操作规范可以保证加工过程的稳定性和一致性,减少因人为因素导致的误差和问题。操作人员的工作态度和责任心对于机械模具的加工精度至关重要。高度的责任心和专注度能够使操作人员更加关注加工过程中的细节,及时发现并解决问题,从而保证加工精度的稳定和提高。

2.4 环境因素

环境因素是机械模具加工中不可忽视的影响因素，其变化可能会对加工精度产生显著影响。（1）温度：温度的波动可能会引起工件和加工设备的热胀冷缩，导致尺寸发生变化，影响机械模具的加工精度。因此，保持恒定的温度环境对于保证加工精度十分重要。（2）湿度：湿度过高可能导致设备生锈、工件受潮，而湿度过低则可能引起静电，两者都会对加工精度造成影响。因此，控制湿度在适当的范围内是必要的。（3）清洁度：机械模具加工过程中，环境中的尘埃、杂质可能会附着在工件或刀具上，导致表面质量下降或切削不均匀，进而影响加工精度。保持清洁的工作环境是提高加工精度的必要条件。（4）振动和噪声：振动和噪声可能引起工件和刀具的位移，导致加工精度下降。控制和减少振动和噪声是提高机械模具加工精度的关键措施之一。

3 机械模具加工精度控制技术与改进

3.1 加工设备刚性和精度改进方法

随着机械加工行业的发展，对于机械模具加工精度的要求也越来越高。为了满足高精度的加工需求，不仅需要不断优化加工工艺参数，还需对加工设备进行刚性和精度改进。通过优化设备基础结构，如增加支撑和加强筋，可以显著提高其承载能力和抗振性能，从而降低设备在加工过程中的振动，提高加工精度。使用高强度、高耐磨性的材料来制造关键零部件，可以增加设备的长期稳定性，降低磨损和变形，从而提高加工精度。在加工过程中，由于切削产生的热量如不能及时散出，可能导致设备热变形，影响加工精度。因此，采用有效的热管理系统，如冷却液循环系统，帮助设备快速散热，保持稳定的加工温度。利用先进的传感器和算法，实时监测和补偿设备的误差，有效提高设备的加工精度。例如，通过激光干涉仪等高精度测量设备，可以实时监测机床的位移和角度变化，并自动调整参数进行补偿。定期对设备进行维护和保养，可以确保设备的各项性能参数始终处于最佳状态，从而提高其加工精度和使用寿命^[3]。

3.2 材料预处理与优化选择

在机械模具加工中，材料的预处理和优化选择对加工精度的影响至关重要。通过合理的材料预处理和选择合适的加工材料，可以有效提高机械模具的加工精度。适当的材料预处理可以消除材料的内应力，减少加工过程中的变形。例如，对于一些高精度要求的模具，可以在加工前进行材料的热处理、时效处理或振动消除应力等方法，以减小加工过程中的误差。不同的材料具有不同的物理和机械性能，对加工精度的影响也不同。例

如，高碳钢、不锈钢等材料具有良好的耐磨性和硬度，适用于要求高精度的模具加工；而铝合金、铜合金等材料则具有较低的密度和良好的切削性能，适用于轻量化和高效加工。材料的纯净度和组织结构对加工精度也有影响。纯净度高的材料可以减少杂质对加工精度的影响，而均匀的组织结构可以提高材料的稳定性，减少加工过程中的误差。通过表面处理技术，如喷涂、电镀等，可以提高材料的表面硬度和耐腐蚀性，提高模具的耐磨性和使用寿命，间接提高加工精度。在满足使用性能的前提下，通过合理的材料优化设计，可以减轻模具的重量、提高其刚性和稳定性，从而提高加工精度。综上所述，材料的预处理与优化选择是机械模具加工精度控制技术的重要组成部分。通过合理的材料处理和选择，可以有效提高机械模具的加工精度，满足高精度的加工需求。

3.3 刀具路径生成与优化算法研究

在机械模具加工过程中，刀具路径的生成与优化是影响加工精度和效率的关键因素。随着加工技术的发展，对于刀具路径生成与优化的要求也越来越高。为了满足高精度、高效率的加工需求，不断探索刀具路径生成与优化算法的研究；刀具路径生成与优化算法主要涉及两个方面的研究：刀具路径规划和切削参数优化。刀具路径规划研究如何在满足加工要求的前提下，规划出最优化的刀具路径，以减少加工时间和刀具磨损；切削参数优化研究如何根据材料的特性、刀具的参数以及加工要求，自动调整切削速度、进给速度和切削深度等参数，以达到最佳的加工效果。在实际应用中，刀具路径生成与优化算法需要考虑多种因素，如工件的形状、尺寸、材料特性、机床的性能限制等。算法需要将这些因素综合考虑，以生成最优化的刀具路径和切削参数。

近年来，随着人工智能和机器学习技术的发展，一些先进的算法被应用于刀具路径生成与优化中。例如，基于人工智能的算法可以通过对历史加工数据的学习和分析，不断优化刀具路径和切削参数，提高加工精度和效率。此外，一些新的算法和技术，如基于粒子群优化算法、遗传算法等的优化方法也被广泛应用于刀具路径生成与优化中。总的来说，刀具路径生成与优化算法是机械模具加工精度控制技术的重要方向。通过深入研究相关算法，结合先进的传感器和控制系统，可以进一步提高机械模具的加工精度和效率，满足高精度的加工需求。同时，这些算法的应用也可以降低加工成本和提高生产效益，对于推动机械制造业的发展具有重要意义。

3.4 工艺参数优化策略研究

在机械模具加工过程中，工艺参数的优化是确保加工精度和提高生产效率的关键环节。为了实现高效、高精度的加工，工艺参数优化策略的研究具有重要的实际意义。工艺参数优化策略主要涉及切削速度、进给速度、切削深度等关键参数的合理选择与优化。合理的工艺参数可以显著提高加工效率，降低刀具磨损，同时保证工件的加工精度。在实际操作中，工艺参数的优化需要考虑多种因素，包括工件材料的物理和机械性能、刀具的种类和参数、加工设备的特点以及加工环境等。例如，对于硬质合金刀具，其硬度较高但韧性较差，因此在切削过程中应选择较低的切削速度和进给速度，以避免刀具过热和破损。随着现代加工技术的不断发展，许多先进的优化算法和技术也被应用于工艺参数的优化中。例如，基于数学模型或经验的优化算法可以根据已知的加工条件和参数，预测最优的工艺参数组合，从而提高加工效率和精度。除了单一工序的参数优化，多工序的参数优化策略也越来越受到关注^[4]。由于机械模具的加工往往涉及多个工序的组合，因此各工序间的参数协调与优化对于整体加工精度的影响至关重要。通过合理安排各工序的工艺参数，可以更好地平衡加工效率和加工精度，从而提高整体加工效果。

4 机械模具加工精度控制技术的建议和展望

机械模具加工精度控制技术作为制造业的核心技术之一，对于提升产品质量、降低生产成本以及推动产业升级至关重要。

4.1 增强基础研究

在基础研究方面加大投入，深入挖掘加工过程中精度损失的根源，是提升机械模具加工精度的关键。通过系统化的理论分析，结合精密的实验验证，可以更全面地理解精度控制的内在机制，为技术的进一步发展提供坚实的科学支撑。

4.2 引入先进技术

应当积极采纳尖端技术，将前沿的传感器、控制设备和算法引入机械模具加工。借力信息技术与人工智能领域的前沿，深度交叉与整合。通过大数据处理、机器学习和云计算等技术，能实施加工过程的即时监控、智能评估，并提供决策支持，推动加工精度的进一步提升。

4.3 加强工业互联网的整合

在当今数字化转型的时代，工业互联网平台为机械模具加工带来了无限可能。通过这一平台，可以实现加工设备间的无缝连接，打破信息壁垒，促进数据在设备间的自由流通与共享。这不仅优化了数据处理的速度和精度，还极大地提高各设备间的协同效率。设备间的智能协作让加工过程变得更加稳定、高效。精确的数据分析和实时的反馈让加工过程中的微小偏差得以快速识别和修正，进而保证了加工的高精度水平。这一转型不仅提高了加工效率，还有助于降低生产成本，提升整体经济效益。

4.4 拓展应用领域

不断探索机械模具加工精度控制技术的更广泛应用，而不仅限于传统的汽车、航空航天和家电等领域。随着新能源、新材料和生物医疗等领域的快速发展，这些技术同样有着巨大的应用空间。通过在这些新兴领域的实践，可以进一步提升技术的实际价值，为社会的发展做出更大的贡献。

结束语

机械模具加工精度控制技术作为制造业的核心技术，对于提升产品质量、降低生产成本以及推动产业升级至关重要。随着科技的不断发展，我们有望在未来实现机械模具加工精度控制技术的重大突破，引领全球制造业的发展潮流。同时，不断拓展其应用领域，加强国际合作与交流，也是推动机械模具加工精度控制技术进步的重要途径。作为研究者与工程师，应继续深入探索与创新，为机械模具加工精度控制技术的发展贡献力量。

参考文献

- [1]赵文强.机械模具加工精度控制技术研究[J].南方农机,2021,52(20):169-170.
- [2]张晨.基于人工智能的机械模具加工精度控制技术研究[J].现代制造工程,2021(8):164-168.
- [3]李军.机械模具加工精度控制技术分析[J].南方农机,2021,52(13):175-176.
- [4]王海涛.机械模具加工精度控制技术分析[J].内燃机与配件,2021(10):143-144.