

基于智能制造的工程齿轮式油泵齿轮高效精密加工工艺研究

王建华

杭州前进通用机械有限公司 浙江杭州 310000

【摘要】伴随智能制造技术的演进，齿轮式油泵的高效精密加工已然成为提升机械设备性能的核心要点，当下数控技术与高效刀具的运用，融合自动化装置和智能监控体系，大幅提升了齿轮加工的精度以及生产效率。借助大数据和机器学习的优化处理，工艺参数实现了精细化调控，切实降低了生产成本，随着人工智能与物联网技术的深度应用，齿轮加工领域会朝着更高层次的自动化和智能化方向前行，推动齿轮式油泵制造迈向更高精度、更低成本的生产范式。

【关键词】智能制造、齿轮式油泵、精密加工、数控技术、加工工艺

Research on efficient and precise machining process of gear oil pump based on intelligent manufacturing

Wang Jianhua

Hangzhou Qianjin General Machinery Co., LTD.Zhejiang Hangzhou 310000

【Abstract】 As intelligent manufacturing technology advances, the efficient and precise machining of gear oil pumps has become a key factor in enhancing the performance of mechanical equipment. The integration of CNC technology with high-efficiency cutting tools, along with automated equipment and intelligent monitoring systems, has significantly improved the precision and efficiency of gear processing. Through the optimization of big data and machine learning, process parameters have been finely tuned, effectively reducing production costs. With the deep integration of artificial intelligence and the Internet of Things, the gear processing industry is moving towards higher levels of automation and intelligence, driving the manufacturing of gear oil pumps towards a production model with higher precision and lower costs.

【Key words】 intelligent manufacturing, gear oil pump, precision machining, CNC technology, machining process

引言

齿轮式油泵作为现代机械设备的核心部件，在工程机械、汽车等领域有着广泛应用，随着工业需求的不断提升，齿轮加工精度与生产效率面临更高要求。智能制造的蓬勃发展，为齿轮式油泵生产带来了新的技术突破。数控技术、自动化设备及智能监控系统的应用，为精密加工提供了更高效、更稳定的解决路径，这些技术在提升加工精度和生产效率的同时，也能有效降低生产成本，推动齿轮制造行业朝着更智能化、更精细化的方向迈进。

一、齿轮式油泵制造中存在的主要加工问题

（一）传统加工工艺的局限性

传统齿轮加工工艺大多依赖机械加工设备与人工操作，存在加工精度欠佳、工艺周期较长等状况，虽然传统工艺可满足部分基础需求，却难以有效应对当下高精度、高效率的生产要求，在齿轮加工环节，传统技术时常陷入加工误差难以规避的局面，尤其当齿轮处于高负荷、高转速的工况下运行时，齿轮磨损严重、噪音较大、运转不平稳等问题较为常见。传统加工工艺中需人工进行工艺调整和质量检测，这不仅增加了操作的复杂性，还会导致操作的不稳定性，造成生产过程中的误差累积，对产品一致性产生影响，由于人工干预较多，生产过程中可能出现操作不当、加工程序未严格执行等风险，这些因素直接推高了制造成本、延长了生产周期，对生产效率和产品质量的提升形成制约。

（二）高精度加工需求与现有技术的差距

随着工程机械、汽车等领域对齿轮质量要求的持续提高，传统加工技术与高精度加工需求间的矛盾愈发突出，现代齿轮需在高负载、长时间运转的条件下维持优良性能，故而加工精度、表面光洁度及齿形精度均需达到较高水准。但现有技术在应对复杂形状和材料的加工时，常难以保障精度的稳定性与一致性。尤其在齿轮加工过程中，切削力、温度变化、刀具磨损等因素，均会对最终产品的精度产生显著影响，致使生产过程中易出现误差，进而导致加工效率低下。

（三）智能制造在齿轮加工中的应用潜力

智能制造技术在齿轮加工领域的应用蕴含着巨大潜力，可切实解决现有技术中的精度难题与效率瓶颈，将数控技术、自动化设备及实时监控引入其中，智能制造能够在加工过程里实时调整工艺参数，降低人为干预程度，进而提升加工精度^[1]。高精度传感器与测量仪器可对每一个加工环节进行精准监控，以此确保齿轮的精度要求得到满足。借助机器学习和大数据分析，能够依据历史生产数据对工艺参数进行优化，提前预判加工中可能出现的潜在问题，进一步提高生产效率与产品质量，智能制造在提高生产过程稳定性和一致性的同时，还能大幅降低生产成本，推动齿轮制造业朝着高效、精密的方向迈进。

二、智能制造技术在齿轮精密加工中的应用

（一）数控技术在齿轮加工中的应用

数控技术的融入为齿轮加工带来了显著的技术革新，依托精准的数控系统，齿轮加工各环节的工艺参数可实现精确设定与调控，进而达成高精度的切削作业，数控机床能通过计算机编程执行复杂的切割轨迹，降低人工操作引发的误差，确保齿轮精度要求得到满足。特别是在应对高精度齿轮加工时，数控技术可通过微调切削速度与进给量，有效控制加工过程中的温度波动和切削力，保障齿轮表面光洁度及齿形精度，提升整体加工质量与生产效率。

（二）自动化设备对精密加工效率的提升

自动化设备的应用大幅提升了齿轮加工的生产效率与稳定性，现代化自动化生产线借助机械设备可自动完成从原材料处理到成品出厂的全流程作业，显著减少人工干预，加快生产节奏并增强一致性。自动化设备不仅能实现高精度、高重复性的加工操作，还可自动执行刀具更换、零部件检测

等任务，降低人为因素对加工质量的影响，通过智能化工艺调节，自动化设备能在不同工况下调整操作参数，确保各加工环节高效运行，从而提升整体生产的精度与速度。

（三）大数据与机器学习优化加工过程

大数据与机器学习技术在齿轮加工中可发挥关键作用，助力提升加工质量与效率，通过采集海量生产数据，可对加工各环节实施实时监控与分析。数据分析能挖掘出加工中的潜在问题，像切削力波动、温度变化等，这些因素可能对加工精度及产品质量产生影响^[2]。机器学习技术则通过对历史生产数据的学习与解析，持续优化加工参数和工艺路径，以适配不同类型齿轮的加工需求，依托数据反馈机制，可在生产过程中自动进行调整，降低人为干预，进一步增强加工过程的稳定性及产品的一致性。

三、基于智能制造的齿轮精密加工工艺优化

（一）高效刀具的选择与应用

高效刀具于齿轮加工中的选用与应用，直接关联加工质量和效率，刀具材料的硬度、韧性及耐磨性，决定其在高负荷切削环境中的性能表现，现代齿轮加工对刀具提出更高要求，除需具备优良的耐磨性与抗热性外，还需在切削时实现低摩擦、高稳定性。高效刀具多采用先进涂层技术，如氮化钛涂层、金刚石涂层等，以此提升刀具使用寿命与加工效率，优化刀具设计结构，合理选取刀具几何参数，可显著降低切削力与加工振动，进而提升齿轮加工的精度和表面质量。

（二）智能监控系统在加工过程中的作用

智能监控系统在齿轮加工中的应用，为生产过程的精密控制提供了有力支撑，借助集成先进的传感器与数据采集装置，监控系统可实时获取加工过程中的各类信息，包括温度、振动、切削力等，这些参数对维持加工精度至关重要。系统通过数据分析能及时发现异常变化，并自动调整加工参数，规避人为干预导致的误差，智能监控系统的自适应功能，保障了加工过程中精度的稳定性，不仅有效提升生产效率，还能延长设备使用寿命，减少停机时间。

（三）工艺参数的优化与控制

工艺参数的优化与控制是实现齿轮高效精密加工的核心要素，加工过程中的切削速度、进给量、切削深度等工艺参数，直接作用于齿轮的加工精度、表面质量及生产效率。通过对这些参数的精准设定与动态调整，可大幅提升加工过

程的稳定性与一致性^[3]。运用智能算法和优化模型对加工参数实施实时调控,有助于满足不同材料及复杂形状齿轮的加工需求,精细化管控工艺参数,既能提高加工质量,又能降低能耗与刀具磨损,进而削减生产成本,优化整体加工效能。

四、智能制造提升齿轮式油泵加工质量的效果与前景

(一) 提高齿轮加工精度的实践成效

提高齿轮加工精度是现代制造业中极为关键的目标,尤其针对齿轮式油泵的精密需求,借助先进数控技术与高效刀具的组合应用,齿轮加工精度获得了显著提升。加工过程中,自动化与智能化设备的引入,使各加工环节可通过实时监控系统进行精准调节,降低了人为干预引发的误差,先进加工工艺能有效控制切削力、刀具磨损及温度变化,进而实现齿轮表面质量与形位公差精密把控。精度提升不仅体现在尺寸和形状的准确性方面,还反映在齿轮传动性能的优化上,让齿轮式油泵在高负荷与高速运转状态下保持更优的稳定性和可靠性,实践显示,通过精密加工技术,齿轮加工精度已接近甚至突破传统工艺的上限,显著提升了产品的整体质量与使用寿命。

(二) 降低生产成本与提高生产效率

降低生产成本与提升生产效率始终是制造业的核心追求,尤其在齿轮加工领域,依托智能制造技术的应用,齿轮生产过程实现高度自动化与流程优化,大幅缩减人工操作及设备调试的时间成本。通过精准优化工艺参数并运用高效刀具,加工环节的原材料损耗和刀具磨损得到有效控制,智能化监控系统实时监测加工进程,及时发现潜在问题并自动调整,保障生产环节的稳定性,减少返工与废品率。智能制造还能缩短设备停机时间,提高设备利用率,进一步提升生产效率,如此一来,齿轮加工周期缩短,生产成本显著降低,

同时产品质量提升也增强了客户满意度,实现成本与效率的双重提升。

(三) 未来智能制造在齿轮式油泵制造中的发展趋势

未来,智能制造在齿轮式油泵的制造领域将占据愈发重要的地位,伴随着人工智能、物联网、大数据分析等技术的迅猛发展,齿轮加工过程正朝着更高层次的自动化和智能化迈进。先进的机器人技术与自动化生产线将逐步取代传统的人工操作,从而打造出更为高效、精准的生产流程。借助大数据的实时采集与分析,制造系统能够精准预测齿轮加工过程中可能出现的问题,进而优化生产工艺和流程,有效降低生产过程中的不确定性。机器学习与人工智能技术将不断完善工艺参数的自适应控制,进一步提升加工过程的精度与稳定性^[4]。未来,智能制造系统的深度集成不仅会提升齿轮加工的自动化水准,还将通过优化资源配置,有力推动制造业朝着绿色发展的方向前进,随着这些技术的持续进步,齿轮式油泵的生产将变得更加精密、高效且环保,促使整个行业向更高端、更可持续的方向蓬勃发展。

结语

齿轮式油泵的精密加工技术伴随智能制造的演进取得显著突破,数控技术、自动化设备与智能监控系统的应用,大幅提升了加工精度,同时有效优化了生产效率与成本控制。展望未来,智能制造技术在齿轮加工领域将扮演更关键的角色。随着人工智能、大数据等技术的深度融合,齿轮加工的自动化与智能化水平会持续提升,进而推动齿轮式油泵制造朝着高精度、高效率与绿色环保的方向发展,持续的技术革新将为齿轮制造行业带来更多机遇与挑战,助力行业不断向前迈进。

参考文献

- [1]工信部、国家标准委:发布新版《国家智能制造标准体系建设指南》[J].中国设备工程,2025,(10):1.
- [2]工信部、国家标准化管理委员会:构建适应新型工业化发展的智能制造标准体系[J].中国设备工程,2025,(09):1.
- [3]陈鹏,王印军.商工融合特色的智能制造工程专业建设研究[J].科技风,2024,(35):154-156.
- [4]印文.工信部印发《智能制造典型场景参考指引(2024年版)》[J].印刷杂志,2024,(06):65.

作者简介:王建华,出生年月:1978.8.25,男,汉族,籍贯:浙江杭州,学历:本科,职称:工程师,研究方向:机械设计。