

现代机械制造工艺与精密加工技术研究

王 诚 李晓杰

天通智能装备有限公司 浙江 嘉兴 314400

摘 要：本文聚焦现代机械制造工艺与精密加工技术，阐述其系统性、关联性、全球性特征。现代机械制造工艺在设计阶段注重零件工艺性与互换性，借自动化技术提升生产效率与产品质量；精密加工技术涵盖精密切削、超精密研磨等多种技术，具备自动化、智能化、效率化特点。这些技术贯穿机械制造全流程，各环节紧密相连。

关键词：现代机械制造；精密加工；工艺与技术

引言：在科技飞速发展的当下，机械制造产业作为国家基础性产业，其发展水平直接影响着国家的综合实力。现代机械制造工艺与精密加工技术的进步，是推动机械制造产业升级的关键力量。传统机械制造工艺在精度、效率等方面存在一定局限，难以满足日益增长的高端制造需求。随着自动化、智能化技术的兴起，现代机械制造工艺朝着更加智能、高效的方向发展，精密加工技术也不断突破精度极限。

1 现代机械制造工艺和精密加工技术概述

1.1 现代机械制造工艺

在设计阶段，对机械零件加工工艺性的考量至关重要。这意味着设计出的零件不仅要满足功能需求，还应便于后续的加工操作。例如，合理的结构设计可以减少加工难度，降低加工成本。零部件在装配时，可靠的互换性是关键。这使得生产过程中，相同规格的零部件能够相互替换，大大提高了生产效率。同时便于装配和拆卸的设计理念，不仅方便了产品的组装，在后期维护和维修时也能节省大量时间和人力成本。随着科技的不断进步，现代机械制造工艺也在持续发展和革新。自动化技术在机械制造中的广泛应用，让机械设备制造朝着更加智能化的方向迈进。以往依赖大量人工操作的生产环节，如今被自动化生产线所取代。这不仅减少了人为因素带来的误差，还显著提高了生产效率。比如，汽车制造行业中，自动化的焊接机器人能够快速、精准地完成车身的焊接工作，极大地提升了生产速度和产品质量。同时，先进的制造工艺还提高了材料利用率，减少了资源浪费。通过优化加工流程和采用新型加工技术，零部件的制造质量得到了有效控制和提升，从而保证了较高的成品率，为企业降低了生产成本，增强了市场竞争力。

1.2 精密加工技术

精密加工技术是伴随新科技浪潮而兴起的技术结晶，具有自动化、智能化和效率化的显著特点。在自动

化方面，精密加工设备能够依据预设程序，自动完成复杂的加工任务，减少了人工干预，提高了加工精度和稳定性。智能化则体现在设备能够根据加工过程中的实时数据，自动调整加工参数，以适应不同的加工需求。这种智能反馈机制使得加工过程更加精准、高效。

2 现代机械制造工艺和精密加工技术特征

2.1 系统性

现代机械制造工艺和精密加工技术具有很强的系统性。在实际机械生产工作中，企业将现代化技术与机械制造紧密相连，以此为基础对各项工作进行优化。比如，在汽车制造领域，从最初的设计阶段开始，借助计算机辅助设计（CAD）软件，工程师们能够精确绘制汽车零部件的三维模型，模拟其在不同工况下的性能表现，这一过程中运用到的各种算法和模型构建技术，都是现代机械制造工艺系统性的体现^[1]。在加工环节，数控加工中心依据预设程序，精确控制刀具的运动轨迹，对零部件进行切削、钻孔等加工操作，每一个步骤都严格遵循既定的工艺流程，确保加工精度达到微米甚至纳米级。这种系统性不仅体现在技术的运用上，还体现在生产管理方面。企业需要根据生产实际情况，不断更新工业管理方式，通过引入先进的生产管理系统，如企业资源计划（ERP）系统，对生产过程中的原材料采购、库存管理、生产进度监控等环节进行统筹协调，防止因原材料供应不足、设备故障等因素影响生产效率和质量，从而确保机械制造各环节工作高效开展，保障产品质量。

2.2 关联性

现代制造技术贯穿机械制造的全流程，从设计、制造、销售到应用，各个环节的技术相互依存、相辅相成。在航空航天领域，设计阶段需要运用先进的空气动力学原理和材料科学知识，设计出符合飞行要求且重量轻、强度高的零部件。在制造环节，精密加工技术如电火花加工、电解加工等，能够制造出高精度、复杂形状

的零部件,满足设计要求。如果设计环节出现问题,例如零部件的尺寸设计不合理,那么在制造环节就无法生产出符合要求的产品;而制造环节若出现加工精度不足等问题,也会影响产品的性能和质量,进而影响到销售和应用环节。因此,现代化的机械制造生产企业必须充分认识到现代机械制造工艺技术与精密加工技术之间的紧密联系,通过建立完善的技术协同机制,实现整体技术应用流程的一体化,确保各个环节的技术能够无缝对接,共同推动机械制造业的发展。

2.3 全球性

在经济全球化的大背景下,世界经济一体化进程不断加速,各行各业都面临着激烈的竞争。机械制造行业要想提升整体水平,就必须加强精密加工技术与当前机械制造工艺的融合,提高自身实力。以德国的机械制造企业为例,它们不断投入研发,将先进的精密加工技术融入机械制造工艺中,生产出高精度、高性能的机械设备,在全球市场上占据了重要地位。同时,企业还积极引入现代化技术,如物联网、大数据、人工智能等。通过物联网技术,机械设备可以实现远程监控和故障预警,提高设备的运行效率和可靠性;利用大数据分析,可以优化生产流程,降低生产成本;人工智能技术则可应用于生产过程的自动化控制和质量检测,提高生产精度和产品质量。

3 精密加工技术

3.1 精密切削技术

精密切削技术作为精密加工技术的核心组成部分,在机械制造领域中占据着举足轻重的地位。它通过对刀具、工件和机床等设备的精准控制,实现对材料的高精度切削,从而生产出尺寸精确、表面质量优良的零部件。在汽车发动机的制造过程中,精密切削技术被广泛应用于缸体、曲轴、凸轮轴等关键零部件的加工。通过采用高精度的切削刀具和先进的数控加工设备,能够将零部件的尺寸精度控制在微米级,表面粗糙度达到Ra0.1- Ra0.01 μm ,大大提高了发动机的性能和可靠性。为了充分发挥精密切削技术的优势,需要从多个方面进行优化。在设备方面,要选用高精度、高刚性的机床,确保机床在高速切削过程中能够保持稳定的运行状态。还要不断提高刀具的性能,采用新型的刀具材料和涂层技术,提高刀具的耐磨性和切削效率。在工艺方面,要根据工件的材料、形状和加工要求,选择合适的切削参数,如切削速度、进给量和切削深度等^[2]。此外,还要加强对加工过程的监测和控制,采用先进的传感器技术和自动化控制系统,实时监测刀具的磨损、工件的尺寸变

化和加工过程中的振动等参数,及时调整加工工艺,确保加工质量的稳定性。

3.2 超精密研磨技术

超精密研磨技术是实现超精密表面加工的重要手段,尤其在嵌入式集成电路生产中,其作用不可替代。在硅晶元件的制造过程中,由于对表面粗糙度的要求极高,通常需要将其控制在1 μm -2 μm 之间,传统的研磨技术已无法满足这一要求。因此,需要采用超精密研磨技术,通过创新研磨工艺和研磨材料,实现对硅晶元件表面的高精度抛光。超精密研磨技术的核心在于对研磨过程的精确控制。在研磨过程中,需要根据硅晶元件的材料特性和表面要求,选择合适的研磨液和研磨工具。研磨液不仅要具有良好的润滑性能和冷却性能,还要能够与硅晶元件表面发生化学反应,促进表面材料的去除和抛光。研磨工具则需要具备高精度的形状和尺寸,以及良好的耐磨性和刚性。此外,还需要采用先进的研磨设备和研磨工艺,如行星式研磨、磁流变研磨等,实现对硅晶元件表面的均匀研磨和抛光,确保表面粗糙度达到要求。

3.3 精密拉削技术

齿轮和传动轴作为机械传动系统中的关键零部件,对加工精度的要求极高。在齿轮内花键的加工过程中,采用精密拉削技术能够有效控制位置精度,确保齿轮在安装后的运行平稳性和传动效率。精密拉削技术的关键在于对拉刀结构和拉削工艺的优化。在拉刀结构方面,需要根据渐开线内花键分度圆和齿轮内孔间的同轴度要求,设计合理的拉刀齿形和齿距,确保拉削过程中能够精确地加工出内花键的形状和尺寸。在拉削工艺方面,需要根据工件的材料和尺寸,选择合适的拉削速度、进给量和切削液,确保拉削过程的稳定性和加工质量。在实际应用中,精密拉削技术还需要结合先进的检测技术,对加工后的齿轮内花键进行精确的测量和检测。通过采用三坐标测量仪、激光干涉仪等高精度检测设备,能够实时监测内花键的尺寸精度、形状精度和位置精度,及时发现和纠正加工过程中的误差,确保齿轮的加工质量符合要求。

3.4 微机械技术

微机械技术作为一门新兴的技术领域,在微机电系统(MEMS)、生物医学、航空航天等领域展现出巨大的应用潜力。微机械驱动器作为微机械技术的核心部件之一,其性能直接影响着微机电系统的整体性能。目前,微机械驱动器主要包括压电元件和静电动机所形成的微驱动器,它们具有体积小、重量轻、响应速度快

等优点,能够实现对微小物体的精确驱动和控制。微机械传感器技术则是微机械技术的另一个重要组成部分。触觉阵列传感器、加速度传感器等多种先进的微传感器产品,能够实现对微小物理量的精确测量和感知,为微机电系统的智能化控制提供了重要的数据支持^[3]。在微机械加工过程中,由于硅材料具有良好的机械性能和电学性能,因此被广泛应用于微机械的制造。然而,硅材料也存在着容易变形、开裂等缺点,限制了其在某些领域的应用。为了解决这一问题,新型金属材料如镍等被逐渐应用于微机械的制造,这些材料具有良好的机械性能和耐腐蚀性,能够有效延长微机械的使用寿命。随着微机械技术的不断发展,传统的集成电路生产工艺已无法满足现代化微型机械加工的需求。因此,需要引进新型加工工艺和制造工艺,如光刻技术、蚀刻技术、键合技术等,实现对微机械的高精度加工和装配。这些新型加工工艺和制造工艺的应用,不仅提高了微机械的加工精度和性能,还为微机械技术的进一步发展奠定了坚实的基础。

3.5 智能机械技术

在当代机械领域及超精密机械技术的进展中,机械智能化的运用显得尤为重要。我国在实践中采用了两种策略来实现智能机械技术的融合。首先,智能机械技术实施的关键是精心挑选适宜的智能芯片,并精确控制其厚度,以智能芯片为核心,结合机械技术发展的需求进行灵活的应用。其次,基于目前的发展要求,明确了现代机械制造的发展方向,以此为基础,不断优化技术层次,推动高端设备与先进工艺的融合。

3.6 精冲技术

精冲技术作为厚板制造领域最重要的精密塑性成形方式,具有加工精度高、生产效率高、经济效益好等优点。精冲压力机通过专用模具,能够加工制造出剪切断面精度高、可直接用于装配的成形零件。目前,全球已有40多个国家采用精冲技术,生产零件约10000种。在我国,精冲模具技术取得了长足进步,在精冲压路机等方面取得了系列科研成果。电脑加工金属材料已扩展到黑色金属冲裁,有色金属冲裁厚度达到18mm。随着模具材料和处理方法的进步,一些较硬的高碳钢及低韧性的材料也开

始用于生产精冲零件。在精冲技术的发展过程中,自主开发级进复合精冲模和模块化模具在国内精冲模具中所占比例显著提高。这些新型模具的应用,不仅提高了精冲零件的加工精度和生产效率,还降低了模具的制造成本和维护难度。针对精冲过程的有限元数值仿真技术、精冲模具智能设计与知识库技术等研究应用,也进一步充实了我国精冲模具的技术内涵,为精冲技术的持续发展提供了有力的技术支持^[4]。精密加工技术作为现代制造业的核心驱动力,其发展水平直接关系到国家的制造业竞争力和经济发展水平。在未来的发展中,随着科技的不断进步和创新,精密加工技术将不断突破现有技术瓶颈,实现更高精度、更高效率、更低成本的加工目标,为推动现代制造业的高质量发展做出更大的贡献。

结束语

综上所述,现代机械制造工艺与精密加工技术在机械制造领域发挥着举足轻重的作用。二者的系统性、关联性和全球性特征,决定了它们在产业发展中相互促进、协同进步。精密切削、超精密研磨等一系列精密加工技术,不断提升着零部件的加工精度和质量,为高端装备制造提供了坚实保障。然而,当前技术仍面临着一些挑战,如高端设备依赖进口、自主创新能力有待加强等。未来,应加大研发投入,加强技术创新,推动现代机械制造工艺与精密加工技术深度融合,朝着更高精度、更高效率、更低成本的方向发展,为我国机械制造产业的蓬勃发展注入新的活力,使其在全球市场中展现更强的竞争力。

参考文献

- [1]王鑫,李晓彦.现代化机械设计制造工艺及精密加工技术的研究[J].中国科技期刊数据库 工业A,2024(8):0001-0004.
- [2]苏振涛.现代机械制造工艺及精密加工技术的应用分析[J].中文科技期刊数据库(全文版)工程技术,2024(1):0068-0071.
- [3]周龙龙.现代机械制造工艺及精密加工技术探究[J].中国科技期刊数据库 工业A,2024(1):0110-0113.
- [4]黄玉明.现代机械制造工艺及精密加工技术的应用[J].现代工业经济和信息化,2024,14(8):179-181.