

机电制造中精密加工技术的最新进展与挑战

朱明 褚昌正 叶忠华

杭州炬华科技股份有限公司 浙江 杭州 310000

摘要: 随着科技的飞速发展,机电制造领域对精密加工技术的需求日益增长。精密加工技术作为现代机电制造的核心,其最新进展不仅体现在加工精度和效率的提升上,还涉及到智能化、绿色化等多个方面。然而,精密加工技术在发展过程中也面临着诸多挑战。本文旨在探讨机电制造中精密加工技术的最新进展,并分析其面临的挑战,为相关领域的技术创新和产业发展提供参考。

关键词: 机电制造;精密加工;最新进展;挑战

引言

机电制造作为支撑经济发展的重要产业,其技术水平和产品质量直接影响到国家的综合实力和国际竞争力。精密加工技术作为机电制造的核心技术之一,在提高产品性能、推动产业升级和保障国家安全等方面发挥着举足轻重的作用。因此,深入研究机电制造中精密加工技术的最新进展与挑战具有重要意义。

1 机电制造中精密加工技术的最新进展

精密加工技术作为现代制造业的重要组成部分,一直以来都是推动科技进步和产业升级的关键力量。近年来,随着科技的不断进步和应用需求的日益增长,精密加工技术在加工精度、加工效率以及智能化、绿色化等方面都取得了显著的进展。

1.1 加工精度的提升

近年来,精密加工技术在加工精度方面的突破可谓日新月异。其中,激光精密制造技术凭借其独特的优势,成为了实现微米级甚至纳米级加工精度的得力助手。激光束通过高度聚焦,能够形成极小的光斑,从而在材料表面进行精确的能量输入,实现精准的切割、打孔、雕刻等加工操作。这一技术在微纳制造领域大放异彩,被广泛应用于制造微小电子器件、微机械零件、生物芯片等高精度产品。除了激光精密制造技术,超精密加工技术也取得了前所未有的进展。超精密切削技术通过优化刀具几何形状、提高机床刚性和精度、控制加工环境等多种手段,实现了对材料表面的极致切削,加工精度可达纳米级别。超精密磨削技术则通过采用超硬磨料和精密磨削机床,对工件进行高精度的磨削加工,同样达到了极高的加工精度。这些超精密加工技术为航空航天、电子信息、光学仪器等高精尖领域提供了强有力的支持,推动了相关产业的快速发展^[1]。值得一提的是,随着材料科学的进步,新型材料的不断涌现也对精密加

工技术提出了更高的要求。例如,硬质合金、陶瓷、单晶硅等难加工材料的加工,需要更高的加工精度和更好的表面质量。为此,科研人员不断探索新的加工方法和工艺,如超声辅助加工、电解加工等,以满足这些特殊材料的加工需求。

1.2 加工效率的提高

在追求加工精度的同时,提高加工效率也是精密加工技术发展的重要方向。数控机床作为精密加工的主要设备,其技术的进步对加工效率的提升起到了至关重要的作用。现代数控机床通过采用高性能的伺服系统、高精度的传动机构和先进的控制系统,实现了对加工过程的精准控制,大大提高了加工效率。复合加工技术的出现更是为精密加工效率的提升注入了新的活力。铣-车复合、车铣复合等复合加工技术通过将多种加工方式有机结合,在一次装夹中完成多种加工操作,大大减少了工件装夹和换刀时间,提高了加工效率。同时,复合加工技术还能够实现对复杂形状工件的高效加工,满足了现代制造业对高效、灵活加工的需求。智能化技术的应用也为精密加工效率的提升提供了有力支持。通过引入物联网、大数据、人工智能等技术,实现对加工过程的实时监控和智能调整,可以及时发现并解决加工过程中出现的问题,提高生产灵活性和质量控制水平。例如,智能监控系统可以实时监测机床的运行状态和加工质量,一旦发现异常情况,立即发出警报并采取相应的措施,确保加工过程的顺利进行。

1.3 智能化与绿色化趋势

智能化和绿色化已成为精密加工技术发展的重要趋势,也是未来精密加工技术发展的必然方向。在智能化方面,精密加工设备正朝着智能化和集成化发展。通过传感器和控制系统,可以实时监测和精准控制加工过程中的各种参数,如温度、压力、速度等,确保加工过程

的稳定性和可控性。同时,智能化技术还可以实现加工过程的自动化和远程化操作,减少人工干预,提高加工效率 and 安全性。绿色化方面,随着环保法规的严格和消费者环保意识的提升,精密加工技术逐渐向零排放、低能耗方向发展。在新能源汽车零件加工中,减少切削液的使用已成为重要趋势。干式或准干式切削技术通过采用特殊的刀具和加工工艺,实现了在不使用或少量使用切削液的情况下进行高效加工,减少了切削液的排放和污染。同时,切削废料的回收利用也成为了精密加工技术绿色化发展的重要方向。通过采用先进的废料回收技术和设备,可以将切削废料进行分类、清洗和再利用,实现资源的循环利用和节约。

2 机电制造中精密加工技术面临的挑战

机电制造行业,作为现代工业体系的支柱,其发展状况直接关乎国家的经济实力与科技水平。精密加工技术,作为机电制造领域的核心技术,对于提升产品质量、降低生产成本、增强市场竞争力具有不可估量的价值。然而,随着科技的飞速进步和应用需求的日益多样化,精密加工技术在机电制造中正面临着一系列前所未有的挑战。为了应对这些挑战,需要加强自主研发和创新能力、优化加工工艺和降低成本、加强质量控制和过程管理、突破技术瓶颈和壁垒以及加强人才培养和引进等方面的工作。通过这些措施的实施,可以推动精密加工技术的不断发展和完善,为机电制造行业的进步和发展做出更大的贡献。

2.1 材料加工难度日益增大

随着新型材料的不断涌现,如碳纤维复合材料、陶瓷材料、高硬度合金等,这些材料因其独特的物理和化学性质,在机电制造中得到了越来越广泛的应用。然而,这些材料的加工难度也随之大幅增加,给精密加工技术带来了严峻的挑战。碳纤维复合材料,以其高强度、高模量、低密度等优良性能,在航空航天、汽车制造等领域得到了广泛应用。然而,其硬度高、导热性差的特点,使得在加工过程中极易产生热损伤和毛刺。传统的金属切削刀具在加工碳纤维复合材料时,往往会出现刀具磨损快、加工效率低、表面质量差等问题。因此,为了适应碳纤维复合材料的加工特性,必须开发专用的刀具,如金刚石刀具、陶瓷刀具等。同时,还需要对加工参数进行优化,如切削速度、进给量、切削深度等,以确保加工质量和效率。陶瓷材料,以其高硬度、高耐磨性、高耐腐蚀性等优点,在机械、电子、化工等领域有着广泛的应用。然而,其脆性大、加工难度大的特点,使得在加工过程中容易出现崩边、裂纹等问题,

严重影响加工精度和表面质量^[2]。为了解决这个问题,需要采用超精密加工技术,如超声辅助加工、激光加工等。这些技术能够实现微米级甚至纳米级的加工精度,满足现代机电产品对高精度和高质量表面的需求。高硬度合金材料,如钛合金、镍基合金等,以其高强度、高韧性、高耐腐蚀性等优点,在航空航天、石油化工等领域有着广泛的应用。然而,这些材料的加工硬化严重、切削温度高,使得加工难度极大。为了解决这个问题,需要采用高性能的切削刀具和冷却液,以及合理的加工工艺。同时,还需要对加工设备进行改进和优化,以提高其刚性和精度,确保加工过程的稳定性和可靠性。

2.2 复杂结构加工要求提高

现代机电产品往往具有复杂的结构,如新能源汽车电池包壳体、航空航天器的结构件等。这些复杂结构不仅要求具备高强度和良好的散热性能,还需要满足轻量化、集成化等设计要求。因此,对精密加工技术提出了更高的要求。五轴联动加工技术作为一种先进的加工技术,能够实现复杂曲面的高效、精密加工。通过五个坐标轴的协同运动,可以实现对工件的全方位加工,提高加工精度和效率。然而,五轴联动加工技术的实现需要高精度的机床、先进的控制系统和专业的编程技术。这对设备和技术人员的要求极高,需要投入大量的人力和物力进行研发和培训。此外,对于一些具有微小特征或内部结构复杂的工件,还需要采用微细加工技术。微细加工技术是一种能够实现微米级甚至纳米级加工精度的技术,它满足了现代机电产品对微小特征和内部结构的加工需求。然而,微细加工技术的实现难度极大,需要高精度的加工设备、稳定的加工环境和专业的操作人员。同时,由于微细加工技术的加工尺度极小,使得加工过程中的物理和化学现象与宏观尺度下的现象存在很大的差异,这进一步增加了微细加工技术的难度。

2.3 成本控制与良品率成为关键

精密加工技术的成本相对较高,特别是在处理大型或复杂工件时更为明显。这主要是由于精密加工设备价格昂贵、加工过程中需要使用高性能的切削刀具和冷却液、加工周期长等因素导致的。因此,如何降低精密加工技术的成本,提高经济效益,成为精密加工技术面临的重要挑战之一。为了降低成本,可以从多个方面入手。一方面,可以通过优化加工工艺,提高加工效率,减少加工时间,从而降低加工成本。另一方面,可以选用性价比更高的切削刀具和冷却液,降低材料成本。此外,还可以通过提高设备的利用率,减少设备的闲置时间,降低设备折旧成本。然而,在降低成本的同时,还

不能忽视良品率的问题。良品率是衡量加工质量的重要指标,它直接影响到产品的性能和可靠性^[3]。在精密加工过程中,由于加工精度要求高、加工难度大,使得良品率的控制成为一项艰巨的任务。为了提高良品率,需要加强质量控制和过程管理,确保加工过程的稳定性和可控性。同时,还需要加强对操作人员的培训和管理,提高他们的技能水平和质量意识。

2.4 技术瓶颈与壁垒限制发展

核心技术是精密加工技术的关键所在,也是制约其发展的重要因素。目前,一些核心技术仍然被发达国家掌控,形成技术壁垒,限制了技术的引进和国产化。这使得国内企业在精密加工技术领域面临更大的技术突破难度和市场竞争压力。为了突破技术瓶颈和壁垒,国内企业需要加强自主研发和创新能力。一方面,可以加大对精密加工技术的研发投入,鼓励企业和科研机构开展前沿技术研究和应用开发。通过自主研发和创新,掌握核心技术,提高国内精密加工技术的水平。另一方面,可以加强国际合作与交流,引进国外先进技术和管理经验,促进国内精密加工技术的发展。通过国际合作与交流,可以了解国际先进技术的发展动态和趋势,为国内精密加工技术的发展提供有益的参考和借鉴^[4]。然而,突破技术瓶颈和壁垒并非一蹴而就的事情。它需要长期的努力和坚持,需要政府、企业、科研机构等多方面的共同支持和配合。同时,还需要加强知识产权保护 and 法律法规建设,为精密加工技术的发展提供良好的法治环境。

2.5 高技能人才短缺问题突出

精密制造行业需要大量具备高技能的技术研发、生产管理和品质控制等方面的专业人才。然而,目前存在人才储备不足、人才流失严重等问题。一方面,由于精密加工技术的专业性和复杂性较高,对人才的要求也相对较高。这使得具备相关技能和经验的人才相对稀缺。另一方面,由于行业竞争激烈和薪酬待遇等因素的影响,一些优秀人才可能会选择流向其他行业或地区,导

致人才流失严重。为了解决高技能人才短缺问题,需要采取多种措施。一方面,可以加强职业教育和培训体系建设,提高人才培养质量和效率。通过与企业和科研机构合作,开展实训基地建设和项目合作,培养学生的实践能力和创新精神。同时,还可以加强对在职人员的培训和教育,提高他们的技能水平和职业素养。另一方面,可以完善薪酬激励和晋升机制,提高优秀人才的待遇和职业发展空间。通过提供具有竞争力的薪酬待遇和良好的职业发展空间,可以吸引和留住优秀人才,为精密制造行业的发展提供有力的人才保障。

结语

精密加工技术在机电制造领域发挥着举足轻重的作用,其最新进展体现在加工精度、效率和智能化、绿色化等多个方面。然而,精密加工技术在发展过程中也面临着诸多挑战,如材料加工难度、复杂结构加工、成本控制与良品率以及技术封锁与人才短缺等。未来,随着科技的不断进步和工业发展的需求,精密加工技术将朝着更高精度、更高效率、更智能化和更绿色化的方向发展。同时,加强国际合作与人才培养也是推动精密加工技术创新和发展的重要途径。

参考文献

- [1]郑益丰.机电工程中精密加工技术的现状与未来趋势分析[C]//中国智慧工程研究会.2024工程技术应用与施工管理交流会论文集(下).浙江乾科技有限公司,2024:2.
- [2]谢伟轩.石排“专精特新”企业三维机电:热衷于技术研发专耕于精密制造[N].东莞日报,2023-10-25(A04).
- [3]李联贵.现代机械制造工艺及精密加工技术研究[C]//中国环球文化出版社,华教创新(北京)文化传媒有限公司.2019年南国博览学术研讨会论文集(四).云南开放大学云南国防工业职业技术学院,2019:4.
- [4]张浩.新时期机电一体化技术在工业机器人中的应用[J].现代工业经济和信息化,2024,14(07):122-123+126.