

航空零件机械加工方法概述

杨倩 杨飙 余泽 姬蒙

中航西安飞机工业集团股份有限公司 陕西 西安 710089

摘要: 本文概述了航空零件机械加工的重要性、主要方法、关键技术以及质量控制与持续改进策略。航空零件作为航空器的核心组成部分,其加工精度和质量直接关系到航空器的性能和安全性。文章详细介绍了传统与现代机械加工方法,并探讨了毛坯精密成型、特种加工等关键技术,同时强调了质量控制与持续改进在航空零件加工中的关键作用。

关键词: 航空零件; 机械加工; 主要方法; 关键技术; 质量控制

引言: 随着航空工业的快速发展,对航空零件的加工精度、质量及生产效率的要求日益提高。航空零件机械加工作为航空制造领域的重要环节,其技术水平直接影响到航空器的整体性能和安全性。因此,深入研究航空零件机械加工方法,探索关键技术,加强质量控制与持续改进,对于提升我国航空工业的整体竞争力具有重要意义。

1 航空零件机械加工的重要性

1.1 航空零件机械加工在航空器制造中的核心地位

航空零件机械加工是航空器制造过程中不可或缺的一环,扮演着至关重要的角色。航空器作为高度复杂和精密的机械设备,其性能、安全性和使用寿命在很大程度上取决于各个零件的加工质量。这些零件不仅结构复杂,而且尺寸精度高,材料性能要求严格,因此,机械加工技术的高低直接影响着航空器的整体性能。在航空器的制造过程中,机械加工技术被广泛应用于各种零件的制造和加工。从发动机叶片到机身结构件,从传动系统到控制系统,每一个零件都需要经过精密的机械加工才能达到设计要求。因此,机械加工技术不仅是航空器制造的基础,更是航空器性能和安全性的重要保障。

1.2 航空零件加工质量对飞行性能和安全性的影响

航空零件的加工质量直接影响到航空器的飞行性能。如发动机叶片的加工精度直接影响到发动机的推力和效率,进而影响航空器的飞行速度和燃油经济性^[1]。而机身结构件的加工质量则直接关系到航空器的结构强度和稳定性,进而影响航空器的飞行安全性和使用寿命。此外,航空零件的加工质量还直接影响到航空器的安全性。在航空器的使用过程中,任何微小的加工缺陷都可能导致严重的安全事故。例如发动机叶片上的微小裂纹或磨损都可能导致发动机失效,进而引发空难。因此加强航空零件机械加工技术的研究和应用,提高加工精度

和质量,是确保航空器安全性的重要手段。

1.3 加强航空零件机械加工技术研究的意义

随着航空工业的快速发展,对航空零件的加工精度和效率的要求越来越高。传统的机械加工方法已经难以满足现代航空器的制造需求,因此,加强航空零件机械加工技术的研究和应用具有重要意义。首先,通过研究和应用先进的机械加工技术,可以提高航空零件的加工精度和效率,降低生产成本,提高航空器的整体性能。其次,先进的机械加工技术还可以为航空器的设计和制造提供更多的可能性,推动航空工业的创新和发展。最后,加强航空零件机械加工技术的研究和应用,还可以提高我国航空工业的整体竞争力,为我国的航空事业发展做出贡献。

2 航空零件机械加工的主要方法

航空零件机械加工是一个复杂且精细的过程,它涵盖了从传统到现代的多种加工方法。这些方法不仅满足了航空零件的高精度、高质量要求,还推动了航空制造业的技术进步和产业升级。

2.1 传统机械加工方法

传统机械加工方法在航空零件加工中仍然占据重要地位,它们具有稳定、可靠的特点,适用于各种形状和材料的零件加工。(1)车削:车削是一种用于加工零件回转面的方法。在航空零件加工中,车削主要用于加工轴类、套类零件的外圆、内孔以及端面等。通过车削,可以获得较高的尺寸精度和表面质量,满足航空零件对精度和表面粗糙度的要求。车削加工过程中,刀具与工件之间的相对运动是旋转和直线运动,这种运动方式使得车削能够高效地去除材料,同时保证加工精度。(2)铣削:铣削是一种用于加工零件平面、斜面、沟槽等的方法。在航空零件加工中,铣削广泛应用于箱体、支架等复杂结构的加工。铣削加工具有灵活性高、加工范围

广的特点,能够加工出各种形状和尺寸的零件。通过选择合适的刀具和加工参数,可以获得较高的加工精度和表面质量。(3) 钻削:钻削是一种用于加工零件孔的方法。在航空零件中,孔是常见的结构特征,如螺栓孔、油孔等。钻削加工具有高效、灵活的特点,能够快速地钻出各种尺寸和形状的孔。同时,通过优化钻削工艺和选用合适的刀具,还可以提高孔的精度和表面质量。

(4) 磨削:磨削是一种用于提高零件表面质量和精度的方法。在航空零件加工中,磨削主要用于去除加工余量、修正形状和尺寸以及提高表面粗糙度。磨削加工具有高精度、高表面质量的特点,能够满足航空零件对表面质量和精度的严格要求。通过选择合适的磨料和磨削参数,可以获得理想的表面质量和精度。

2.2 现代机械加工方法

随着科技的进步和航空制造业的发展,现代机械加工方法在航空零件加工中得到了广泛应用。这些方法不仅提高了加工效率和精度,还推动了航空制造业的技术创新。(1) 高速切削:高速切削是一种提高加工效率和精度的现代机械加工方法^[2]。它采用高转速、小进给、大切深的加工方式,能够快速地去掉材料,同时保证加工精度和表面质量。在航空零件加工中,高速切削广泛应用于复杂形状零件的加工,如发动机叶片、整体结构件等。通过高速切削,可以缩短加工周期,提高生产效率,同时保证零件的高精度和高质量。(2) 数控加工:数控加工是一种实现自动化、高精度加工的现代机械加工方法。它采用计算机控制机床的运动和加工过程,能够精确地加工出各种形状和尺寸的零件。在航空零件加工中,数控加工广泛应用于复杂形状零件的加工,如飞机蒙皮、机翼等。通过数控加工,可以实现零件的高精度、高质量加工,同时提高生产效率和降低劳动强度。

(3) 柔性制造:柔性制造是一种提高生产灵活性和效率的现代机械加工方法。它采用可重构的机床、夹具和刀具系统,能够快速适应不同品种、不同批量的零件加工需求。在航空零件加工中,柔性制造系统能够高效地加工出各种形状和尺寸的零件,同时满足不同的生产需求。通过柔性制造,可以缩短生产周期,提高生产效率,同时降低生产成本和库存成本。

3 航空零件机械加工的关键技术

航空零件机械加工是一个高度复杂且要求极高的领域,它融合了多种关键技术以确保零件的高精度、高质量和长寿命。这些关键技术不仅推动了航空制造业的技术进步,还提高了航空器的性能和安全性。

3.1 毛坯精密成型技术

毛坯精密成型技术是航空零件加工中的一项关键技术,它通过精确控制材料的形状和尺寸,为后续机械加工提供高质量的毛坯,从而提高了加工效率和零件质量。

3.1.1 精密铸造

精密铸造技术是一种用于制造复杂形状零件的方法,特别适用于制造涡轮叶片等具有复杂曲面和精细结构的航空零件。通过精确控制铸造过程中的温度、压力和材料流动,可以获得高精度、高质量的铸件。这些铸件不仅具有优异的力学性能和热稳定性,还能够满足航空零件对尺寸精度和表面质量的高要求。

3.1.2 精密锻造

精密锻造技术是一种通过施加外力使金属材料发生塑性变形,从而获得所需形状和尺寸的方法。在航空零件加工中,精密锻造技术被广泛应用于提高材料利用率和减少机械加工余量。通过精确控制锻造过程中的温度、压力和变形量,可以获得具有优异力学性能和微观组织的锻件。这些锻件不仅具有高强度、高韧性和高疲劳寿命,还能够满足航空零件对轻量化、高强度和长寿命的要求。

3.1.3 热旋压

热旋压技术是一种用于制造薄壁空心回转体零件的方法。通过加热金属材料并施加旋转和轴向压力,使其发生塑性变形并贴合模具形状。在航空零件加工中,热旋压技术被广泛应用于制造如发动机壳体、油箱等薄壁零件。这些零件不仅具有优异的力学性能和密封性,还能够满足航空零件对轻量化、高强度和耐腐蚀性的要求。

3.2 特种加工技术

特种加工技术是航空零件加工中的另一项关键技术,它利用非传统加工方法来加工难切削材料和复杂形状零件。

3.2.1 电火花加工

电火花加工技术是一种利用电火花放电产生的瞬时高温和高压来去除材料的方法。在航空零件加工中,电火花加工技术被广泛应用于加工难切削材料和复杂形状零件,如钛合金、高温合金和陶瓷材料等^[3]。通过精确控制电火花放电的参数和路径,可以获得高精度、高质量的加工表面。电火花加工技术还具有加工效率高、加工成本低和适用范围广等优点。

3.2.2 磨粒流加工

磨粒流加工技术是一种利用磨粒流体的流动和冲刷作用来去除材料表面微小缺陷和毛刺的方法。在航空零件加工中,磨粒流加工技术被广泛应用于表面抛光和去毛刺。通过精确控制磨粒流体的流量、压力和冲刷时间,可

以获得光滑、平整的加工表面。另外磨粒流加工技术还具有加工精度高、加工效率高和适用范围广等优点。

3.2.3 水喷射加工

水喷射加工技术是一种利用高压水流来切割和去除材料的方法。在航空零件加工中,水喷射加工技术被广泛应用于切割难加工材料,如碳纤维复合材料、陶瓷材料和玻璃材料等。通过精确控制高压水流的流量、压力和喷射角度,可以获得高精度、高质量的切割表面。此外水喷射加工技术还具有加工效率高、加工成本低和环保等优点。

4 航空零件机械加工的质量控制与持续改进

航空零件机械加工是一个对精度、质量和可靠性要求极高的领域。为了确保航空器的性能和安全性,必须在加工过程中实施严格的质量控制,并不断探索和实施持续改进策略,以提升加工质量和效率。

4.1 质量控制

(1) ISO 9001质量管理体系:ISO 9001是一个国际公认的质量管理体系标准,它要求企业建立并实施一套完整的质量管理流程,以确保产品和服务的质量。在航空零件机械加工中,ISO 9001质量管理体系能够帮助企业识别和控制加工过程中的关键质量因素,确保每一步加工都符合预定的质量标准和要求。(2)三坐标测量机:三坐标测量机是一种高精度的测量设备,它能够对零件的尺寸、形状和位置进行精确测量。在航空零件机械加工中,三坐标测量机被广泛应用于检测零件的加工精度和表面质量,确保零件符合设计要求。通过定期使用三坐标测量机进行检测,可以及时发现加工过程中的问题,并采取相应的纠正措施。(3)激光扫描仪:激光扫描仪是一种利用激光技术快速获取零件表面形状和尺寸信息的设备。在航空零件机械加工中,激光扫描仪可以用于检测零件的加工精度和表面缺陷,如裂纹、气孔等。通过激光扫描仪的精确测量,可以进一步提高零件的加工质量和可靠性。除了上述方法和技术外,还可以采用其他质量控制手段,如首件检验、过程检验和最终检验等,以确保航空零件机械加工的全过程都受到严格的质量控制。

4.2 持续改进

通过不断收集和分析加工过程中的数据,可以优化加工参数和工艺流程,实现加工质量和效率的双提升。

(1)数据收集与分析:在加工过程中,应收集包括加工时间、刀具寿命、加工成本等在内的各种数据^[4]。通过对这些数据的分析,可以了解加工过程中的瓶颈和问题所在,为后续的改进措施提供依据。(2)优化加工参数:根据数据分析的结果,可以调整加工参数,如切削速度、进给量、切削深度等,以提高加工效率和刀具寿命。并且还可以优化切削液的使用和切削路径的规划,进一步降低加工成本和提高加工质量。(3)改进工艺流程:除了优化加工参数外,还可以对工艺流程进行改进。例如通过引入先进的加工设备和技术,可以减少加工步骤和加工时间;通过优化工艺流程的布局 and 安排,可以提高生产效率和降低生产成本。(4)建立反馈机制:为了确保持续改进的有效性,应建立一个有效的反馈机制。通过定期收集和分析客户反馈和内部质量数据,可以及时发现加工过程中的问题并采取相应的改进措施。同时还可以利用反馈机制来评估改进措施的效果,为后续的持续改进提供参考。

结语

航空零件机械加工作为航空制造领域的重要组成部分,其技术水平直接关系到航空器的整体性能和安全性。随着科技的不断进步和航空工业的快速发展,航空零件机械加工方法将不断创新和完善。未来,我们将继续加强航空零件机械加工技术的研究和应用,推动航空工业的高质量发展。

参考文献

- [1]王岩岩,周博.航空产品机械加工工艺优化方法探讨[J].科学技术创新,2020(16):164-165.
- [2]窦富玲.航空产品机械加工工艺优化方法探索[J].百科论坛电子杂志,2021(7):785-788.
- [3]李文龙,玄洪中.浅谈机械加工零件表面的质量控制措施[J].科技与创新,2019,4(03):70-71.
- [4]穆晓晶.机械加工零件表面的质量控制措施[J].机电工程技术,2019,48(10):60-62.