

Discussion on the Application of Electromechanical Technology in the Manufacturing of Star Wheel

Fenghua Ye¹ Yonghua Fang² Dehua Hu³ Hongfei Lou³

1. Zhejiang Huasheng Mold Technology Co., Ltd., Quzhou, Zhejiang, 324300, China
2. Zhejiang Xusheng Electronics Co., Ltd., Quzhou, Zhejiang, 324300, China
3. Zhejiang Huasheng Mold Technology Co., Ltd., Quzhou, Zhejiang, 324300, China

Abstract

As a key mechanical transmission element, the manufacturing of star wheel involves technical applications in many fields. In this paper, the structure and manufacturing process of the wheel are discussed deeply. Numerical design, simulation analysis, advanced manufacturing technology and the application of motor drive and control system provide higher accuracy and efficiency for the swimming star wheel manufacturing. At the same time, this paper also discusses the key technologies and challenges faced in the manufacturing of the swimming star wheel, including the improvement of manufacturing precision, the innovation of bearing and sealing technology, and the consideration of efficient energy utilization and environmental protection requirements. By studying these problems, this paper aims to provide some reference and guidance for the technological progress in the field of star wheel manufacturing.

Keywords

star wheel; mechanical and electrical technology; numerical value design; simulation analysis

浅谈游星轮制造中对于机电技术的应用

叶丰华¹ 方勇华² 胡德华³ 楼鸿飞³

1. 浙江华盛模具科技有限公司, 中国·浙江衢州 324300
2. 浙江旭盛电子有限公司, 中国·浙江衢州 324300
3. 浙江华盛模具科技有限公司, 中国·浙江衢州 324300

摘要

游星轮作为一种关键的机械传动元件,其制造涉及多个领域的技术应用。论文通过对游星轮的结构与制造工艺进行深入探讨,重点分析了机电技术在游星轮制造中的应用。数值化设计、仿真分析、先进制造技术以及电机驱动与控制系统的应用为游星轮制造提供了更高的精度和效率。同时,论文还探讨了游星轮制造中面临的关键技术与挑战,包括制造精度的提升、轴承与密封技术的创新,以及高效能源利用与环保要求的考量。通过深入研究这些问题,论文旨在为游星轮制造领域的技术进步提供一定的参考和指导。

关键词

游星轮; 机电技术; 数值化设计; 仿真分析

1 引言

随着工业技术的不断发展,机械传动系统在各个领域中扮演着至关重要的角色。游星轮作为一种关键的传动元件,在工业自动化、航空航天、机器人技术等领域中广泛应用,其性能和制造质量对系统整体运行起着决定性作用。在这一背景下,对游星轮制造过程中机电技术的应用进行深入研究,对提高传动系统的效率、精度和可靠性具有重要意义。

2 游星轮的结构与制造工艺

2.1 游星轮的基本构造

游星轮作为一种关键的机械传动元件,其基本构造包括主动轮、动轮和星形架,如图1所示。主动轮通常由高强度、耐磨的材料制成,其表面精细加工以确保高度的制造精度。动轮则通过特殊的制造工艺,具备对主动轮的同步传动能力,并且其形状与主动轮密切匹配,以减小摩擦损耗。而星形架则是连接主动轮和动轮的核心部件,通常由高强度合金材料构成,以保证传递的力矩和承受的载荷。

2.2 制造工艺流程

游星轮的制造工艺流程是一项高度技术化和复杂的过程,具体流程如图2所示。游星轮的原材料必须选用高强度

【作者简介】叶丰华(1974-),男,中国浙江开化人,高级技师,从事机电一体化技术研究。

和耐磨性、热稳定性出色的合金材料，经过精密的化学成分调控和均匀的预处理，确保原材料的均匀性和优越的机械性能。随后，采用数控机床进行数学建模和精密切割，确保零部件的几何尺寸精度。在这一阶段，精密铣削技术得以广泛应用，以保证表面质量和形状的精度。制造过程中的热处理步骤是不可或缺的环节，通过控制温度和时间，提高材料的硬度和强度。在零部件的加工完成后，通过非破坏性检测技术，如超声波检测，对关键部位进行质量评估，确保零部件的内部结构完整，无裂纹和气孔。接下来，通过精密测量设备对各零部件进行严格的尺寸测量，以确保其几何参数符合设计要求。在装配阶段，利用自动化装配线和高精度的装配工具，进行零部件的精密组装，确保游星轮的几何和运动特性达到最优化。

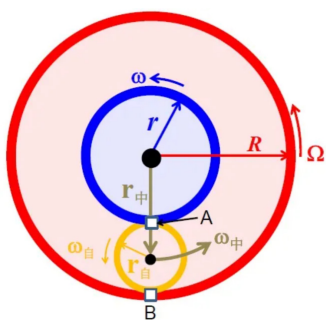


图1 游星轮示意图

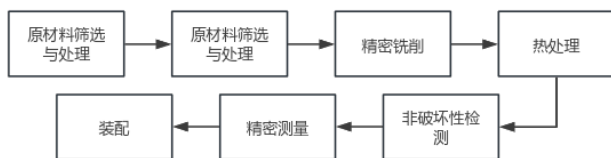


图2 游星轮制造工艺流程

2.3 材料选择与性能要求

游星轮作为机械传动系统中的关键部件，其性能要求和材料选择直接关系到整个系统的可靠性和效率。在材料选择方面，通常采用高强度合金钢或硬质合金，以保证零部件具有出色的机械性能。这类材料具备卓越的强度和硬度，能够承受高扭矩和重负载工作环境下的严苛条件。对于主动轮，其材料常选择高强度低合金钢，经过淬火和渗碳处理，以提高其表面硬度和耐磨性。动轮通常采用硬质合金，通过精密的切割和磨削工艺，以确保其表面平整度和尺寸精度。而星形架的材料通常选择高强度、轻量的合金材料，以确保足够的刚性和强度，同时减轻整体负荷。此外，这些材料还要具备优异的热稳定性，以适应高速旋转和频繁工作的需求^[1]。在性能要求方面，游星轮需要具备优异的耐磨性、抗疲劳性和耐腐蚀性，以确保其在长时间运行中不会因摩擦损耗或腐蚀而失效。制造过程中，对材料的热处理和表面处理工艺的控制至关重要，以保证游星轮零部件的均匀性和一致性。

3 机电技术在游星轮制造中的应用

3.1 数值化设计与仿真分析

数值化设计与仿真分析在游星轮制造中扮演着至关重要的角色。通过采用CAD（计算机辅助设计）软件，工程师们可以精确地建模游星轮的几何形状，考虑到每个零部件的尺寸和结构。在建模的同时，通过对材料的物性参数进行精准设定，确保仿真的准确性。进一步，有限元分析（FEA）技术被引入，通过离散化的数学方法，对游星轮在工作负载下的应力分布、变形情况进行模拟，全面了解零部件的受力状态。在仿真分析中，通过应用各种工况、转速、载荷和温度等参数，工程师们能够模拟不同工作环境下游星轮的性能表现。不仅使设计团队能够识别潜在的弱点和应力集中区域，还有助于优化零部件的结构，提高游星轮的整体强度和耐久性。在仿真分析的过程中，工程师还可以评估不同材料选择和加工工艺对游星轮性能的影响，从而在设计初期就能够选择最优方案。此外，数值化设计与仿真分析还为游星轮的改进和创新提供了理论依据。通过对不同设计方案的比较，工程师们能够迭代优化游星轮的结构，使其在保持高度传动效率的同时，更好地适应不同应用场景的要求^[2]。整个数值化设计与仿真分析过程有效地缩短了产品开发周期，提高了设计的精度和可靠性，为游星轮的制造奠定了坚实的技术基础。

3.2 先进制造技术

在游星轮制造中，先进制造技术的应用为提高产品精度和降低生产成本提供了创新途径。其中，采用精密加工的先进数控机床是制造过程中的重要环节。通过数控铣削和数控磨削技术，工程师能够高精度地对主动轮、动轮和星形架等关键零部件进行精细加工。在数控机床的基础上，激光切割技术也得到广泛应用。激光切割具有非常小的切割宽度和高的定位精度，能够实现复杂形状的零部件的高效切割，提高了零部件的生产效率和质量。特别是对于星形架等细小零部件，激光切割技术能够在不引入过多热应力的情况下完成高精度的切割，确保其结构的稳定性和一致性。此外，先进的表面处理技术对游星轮的制造也起到至关重要的作用。采用等离子喷涂、电化学抛光等表面处理工艺，能够在不改变零件尺寸的同时，提高表面硬度和耐磨性，延长游星轮的使用寿命。

3.3 电机驱动与控制系统

在游星轮制造中，电机驱动与控制系统的应用是实现高效精密运动和智能化控制的关键。通过选用高性能的电机，如步进电机或无刷直流电机，能够实现游星轮的准确驱动和灵活控制。这些电机具备高精度的位置控制和速度调节能力，为游星轮提供了稳定可靠的动力源。电机驱动系统与游星轮的紧密结合需要先进的控制算法。采用先进的PID（比例—积分—微分）控制算法，通过对电机的电流和速度进行精密调节，实现对游星轮的准确驱动。同时，采用闭环反馈

系统,通过传感器实时监测游星轮的运动状态,对控制系统进行实时调整,保证游星轮的位置和速度达到预定的目标值。在控制系统中,PLC(可编程逻辑控制器)或微控制器通常被用于实现各种功能。通过编写复杂的控制程序,游星轮能够适应不同工况下的需求,实现多种运动模式和工作任务。此外,采用现代化的通信协议,如Modbus或CAN总线,实现游星轮与其他系统的信息交互,提高整个机械传动系统的协同工作效率。

4 游星轮制造中的关键技术与挑战

4.1 制造精度的提升

游星轮的制造精度直接关系到在高要求工作环境中的性能表现,因此提升制造精度成为制造过程中的一项关键技术。采用高精度数控机床进行制造,通过数学建模和CAD软件,实现对零部件的几何形状和尺寸的精确控制。在数控加工过程中,精密的刀具和切削工艺得到广泛应用,确保零部件的表面光洁度和尺寸精度。特别是在主动轮和动轮的关键部位,采用微米级别的精密加工,以满足高要求的传动效率和运动平稳性。为了保证整个制造过程的一致性,采用高精度的测量与检测技术成为必不可少的环节。通过三坐标测量仪、光学投影仪等先进测量设备,对关键尺寸进行精确测量,对制造过程中的偏差进行实时监控和修正。此外,引入先进的非破坏性检测技术,如X射线检测、超声波检测等,对材料的内部结构进行全面检测,以排除潜在的制造缺陷。制造精度的提升还需结合现代化的自动化技术。自动化装配线能够提高零部件的装配精度,确保每个游星轮的制造一致性。同时,采用先进的机器人技术进行自动化焊接、磨削等工序,减少人工干预,提高零部件的制造精度和一致性。

4.2 轴承与密封技术的创新

轴承与密封技术的创新在游星轮制造中是一项至关重要的关键技术。在轴承技术方面,采用先进的陶瓷材料或涂层技术,以提高轴承的耐磨性和耐腐蚀性。通过优化轴承结构设计,实现更大的载荷承载能力和更低的摩擦系数,进一步提高游星轮的传动效率。同时,引入先进的润滑技术,采用高性能润滑脂或润滑油,并通过在线监测系统实时监控轴承的润滑状态,延长轴承寿命,提高游星轮的可靠性。在密

封技术方面,采用高性能的密封材料,如氟橡胶或聚四氟乙烯(PTFE),以确保游星轮在各种环境条件下具备出色的密封性能。通过优化密封结构,减小密封摩擦阻力,提高密封的可靠性和寿命^[1]。此外,引入自适应密封技术,根据工作条件动态调整密封力度,提高游星轮在不同工作状态下的密封效果。同时,采用先进的检测设备,如激光粒子计数器,实时监测密封系统的泄漏情况,及时发现并解决潜在的密封问题。

4.3 高效能源利用与环保要求

高效能源利用与环保要求是游星轮制造中面临的重要技术挑战。在高效能源利用方面,采用先进的电机驱动系统和变频技术,通过智能调节游星轮的工作速度和负载,实现能源的精细控制,提高系统的能效。优化游星轮的结构设计,减小传动系统的能量损失,通过摩擦减小装置和轴承的优化,降低系统整体的功耗。通过回收并再利用制动过程中产生的能量,采用先进的能量存储和释放技术,进一步提高系统的能源利用效率。在环保要求方面,采用环保友好的材料,如可回收的合金或生物可降解的材料,减少制造过程中对环境的影响。引入生产中的清洁生产技术,通过减少废弃物的产生和优化生产流程,达到减少排放、提高资源利用率的目标。在产品设计中注重可维护性和可升级性,延长游星轮的使用寿命,减少对资源的消耗。通过引入先进的排放控制技术,如空气净化装置和废水处理系统,确保制造过程中的废物和污染物得到有效控制,满足环保法规和标准的要求。

5 结语

游星轮制造中对机电技术的应用为提高产品性能、延长使用寿命和实现智能化提供了坚实的基础。未来,随着科技的不断发展,有望在克服挑战的过程中取得更多创新成果,推动游星轮及机械传动系统的技术进步。

参考文献

- [1] 杨依霖.单晶硅双面研磨机工艺参数优化研究[D].杭州:浙江大学,2020.
- [2] 谢鸿波,黄晋强,刘军,等.硅晶片双面研磨机的单电机驱动机构设计[J].工程技术研究,2019,4(15):147-149.
- [3] 杨金双.蓝宝石基片双面磨削机床结构设计与分析[D].大连:大连理工大学,2015.