

石油机械制造工艺与机械加工工艺研究

易婷婷

天津市德安石油工程有限公司 天津 300000

摘要: 石油机械制造工艺与机械加工工艺对石油机械质量与生产效率至关重要。当前,该领域存在工艺精度不足、加工效率低下、工艺稳定性差等问题。为提升工艺水平,需引入先进制造技术,优化工艺流程,提升设备自动化水平,并加强工艺过程监控与管理。通过这些优化策略,可有效提高石油机械制造与机械加工的质量与效率,推动石油机械行业持续发展。

关键词: 石油机械; 制造工艺; 加工工艺

引言

石油机械制造与机械加工工艺作为石油工业的重要支撑,其技术水平和加工质量直接关系到石油装备的性能与可靠性。然而,当前石油机械制造与机械加工过程中仍存在工艺精度不足、加工效率低下以及工艺稳定性差等问题,这些问题不仅制约了石油装备的发展,也影响了石油工业的整体竞争力。因此,本文旨在深入分析石油机械制造工艺与机械加工工艺现存问题,并提出相应的优化策略,以期提升石油机械制造水平提供参考。

1 石油机械制造工艺与机械加工工艺概述

石油机械制造工艺与机械加工工艺是石油工业装备生产中的关键技术环节,二者相互依存并共同构成完整的制造体系。石油机械制造工艺涵盖从原材料到成品的全流程技术方案,需结合石油开采、炼化、运输等环节的特殊工况需求,重点解决高温高压、腐蚀介质等极端环境下的材料适配问题。该工艺体系通过焊接、热处理、表面强化等特种技术,将金属材料转化为具备特定力学性能和耐久性的结构件,例如钻井平台的关键承重部件需经高强度钢焊接与无损探伤检测,确保深海作业的安全性。机械加工工艺作为制造工艺的核心支撑,承担着精密成型与尺寸控制的重任。该工艺通过车削、铣削、磨削等切削手段,将毛坯加工至设计公差范围内,如抽油机曲轴的轴颈表面粗糙度需达到 $Ra0.4\mu m$ 级。现代加工体系广泛采用数控技术,通过五轴联动加工中心实现复杂曲面的一体化成型,例如涡轮增压器叶轮的流道曲面加工精度可达IT6级。工艺优化聚焦于误差补偿与效率提升,如采用在线测量系统实时修正刀具磨损偏差,或通过高速切削技术将加工节拍缩短30%以上。两类工艺的协同发展推动着石油装备的智能化升级。制造工艺通过增材制造技术实现复杂结构件的一体化成型,减少焊接接头数量;加工工艺则引入数字孪生技术,在虚拟空

间完成工艺参数优化。例如,深海采油树阀体采用激光选区熔化成型后,通过五轴激光切割完成流道加工,再经多轴数控磨床实现密封面精加工,最终通过三维扫描检测系统验证形位公差。这种深度融合不仅提升产品性能,更使制造周期缩短40%,材料利用率提高25%,为石油工业的高效开发提供装备保障。

2 石油机械制造工艺与机械加工工艺现存问题分析

2.1 工艺精度不足

在石油机械制造与加工领域,工艺精度是确保产品质量和性能的关键要素。石油机械往往需在严苛工况下运行,对零部件精度有着极高要求。从制造环节来看,工艺精度不足可能源于多方面因素。其一,设备的固有精度限制是常见原因。部分老旧机床的传动系统存在间隙,在执行复杂轮廓加工任务时,难以精准控制刀具走位,致使加工尺寸偏差超出允许范围。例如,在加工石油泵体的关键配合孔系时,若机床精度欠佳,孔的圆度、圆柱度误差会直接影响泵体的密封性能与泵送效率。其二,刀具磨损也是导致精度问题的重要因素。石油机械加工中常使用硬质合金刀具,在高切削速度与大切屑负荷下,刀具磨损不可避免。当刀具后刀面磨损量达到一定程度,切削刃变钝,会引起切削力波动,进而造成加工表面粗糙度增加、尺寸精度下降。以石油钻杆螺纹加工为例,刀具磨损会使螺纹牙型角偏差、螺距误差增大,影响钻杆连接的紧密性与可靠性,在高压、高扭矩的钻井作业中,易引发螺纹脱扣等严重事故。其三,工艺系统的热变形同样不容忽视。在加工过程中,切削热会使机床、刀具、工件产生不同程度的热膨胀。由于各部件热特性差异,热变形不协调,导致工件加工尺寸与理想值偏离。如在加工大型石油储罐用的厚壁板材时,长时间连续切削产生的大量热量会使工件局部过热,冷却后产生收缩变形,影响板材的平面度与直线度

精度,给后续的储罐组装带来困难^[1]。

2.2 加工效率低下

石油机械制造工艺与机械加工工艺中,加工效率低下制约着企业产能与经济效益提升。第一,工艺路线规划不合理是重要症结。复杂石油机械产品包含众多零部件,若工艺路线设计未充分考虑各工序间的衔接、设备负荷均衡等因素,易出现工序瓶颈。例如,某石油阀门制造企业,在阀体加工流程中,将耗时较长的深孔加工工序安排在多道表面加工工序之后,导致深孔加工设备长时间满负荷运转,而其他设备闲置,整体生产节奏被打乱,生产周期大幅延长。第二,切削参数选择不当严重影响加工效率。切削速度、进给量和切削深度是决定切削效率的关键参数。在实际生产中,部分操作人员因缺乏对切削原理深入理解,为保证加工质量而保守选取切削参数。如在加工石油机械常用的高强度合金钢材料时,过度降低切削速度,虽能减少刀具磨损,但加工时间成倍增加。不合理的进给量设置可能导致切削力过大,引发振动,影响加工表面质量,迫使操作人员进一步降低切削参数,形成恶性循环。第三,设备维护与管理不善也对加工效率造成负面影响。石油机械加工设备长期运行,若未及时进行预防性维护,设备故障率上升。如数控加工中心的主轴轴承因缺油磨损,导致主轴回转精度下降,加工过程中频繁出现废品,设备不得不停机维修。设备故障维修时间过长,会使生产计划延误,整体加工效率大打折扣。设备管理信息化程度低,无法实时掌握设备运行状态、加工任务进度等信息,也会造成生产调度不及时,设备闲置或等待工件时间增多,降低了加工效率。

2.3 工艺稳定性差

工艺稳定性对于石油机械制造与加工的质量一致性和生产连续性至关重要。当前工艺稳定性方面存在诸多问题。从原材料角度看,石油机械制造大量使用金属材料,原材料质量波动对工艺稳定性影响显著。不同批次钢材的化学成分、金相组织存在差异,即使采用相同加工工艺,其切削性能、变形特性也会有所不同。例如,在锻造石油机械曲轴时,若钢材中硫、磷含量波动较大,会使锻件内部产生裂纹等缺陷,影响曲轴的力学性能与使用寿命,且缺陷出现无规律,增加了质量控制难度。制造工艺过程中的人为因素也是工艺稳定性的一大挑战。操作人员技能水平参差不齐,对加工工艺理解和执行存在偏差。在石油机械零部件装配环节,若装配工人未严格按照装配工艺规程操作,如螺栓拧紧力矩控制不当,会导致装配体结合面密封不严、零部件松动等问

题。工人工作状态易受外界因素干扰,情绪波动、疲劳作业等都可能使操作失误概率增加,进而影响产品质量一致性,破坏工艺稳定性。环境因素对工艺稳定性的影响不容小觑。石油机械制造车间环境复杂,温度、湿度、振动等因素变化较大。在精密加工工序中,温度变化会引起工件和设备热胀冷缩,导致加工尺寸偏差。如在加工石油仪表零部件时,车间温度波动1℃,可能使精密零件尺寸变化数微米,超出精度要求。车间内大型设备运行产生的振动,若未有效隔离,会通过地基传递到加工设备,干扰切削过程,影响加工表面质量,降低工艺稳定性^[2]。

3 石油机械制造工艺与机械加工工艺优化策略

3.1 引入先进制造技术

在石油机械制造领域,先进制造技术的引入对提升工艺水平具有关键作用。如高速切削技术,其切削速度显著高于传统切削,能大幅缩短加工时间。在加工石油钻杆时,传统切削工艺可能需数小时,而高速切削技术可将时间缩短至一半甚至更短。这不仅提高了生产效率,还能改善工件表面质量,降低表面粗糙度,使钻杆在使用中更能承受高压和磨损。增材制造技术,也就是3D打印技术,也为石油机械制造带来了变革。它能够根据复杂的设计模型,通过层层堆积材料的方式直接制造零部件。对于一些具有特殊结构、传统加工工艺难以实现的石油机械部件,如内部流道复杂的阀门,增材制造技术可以精准地构建出所需形状,避免了繁琐的模具制造过程,同时减少了材料浪费,降低生产成本。还有智能制造技术,通过数字化模型和仿真技术,在产品的设计阶段就能对制造过程进行模拟分析。在设计新型抽油机时,利用仿真软件可提前预测其在不同工况下的性能,对设计进行优化调整,减少实际制造过程中的设计变更,提高产品开发成功率,加速新产品推向市场的进程,增强企业在市场中的竞争力。先进制造技术的应用,为石油机械制造工艺的优化提供了强大的技术支撑,推动行业向高效、精准、智能方向发展。

3.2 优化工艺流程

优化工艺流程是石油机械制造工艺提升的重要环节。先对生产流程进行全面梳理和分析十分必要。以石油泵的制造为例,传统工艺流程中,零部件的加工和装配环节可能存在不合理的顺序安排。经过细致分析后,可将部分零部件的加工工序进行整合,减少不必要的搬运和等待时间。比如,将原本分散在不同车间的泵体加工和叶轮加工工序集中在一个区域,通过合理规划加工路径,使泵体加工完成后能迅速流转到叶轮装配环节,

提高生产流程的连贯性。在工艺流程优化中,还需考虑工艺路线的精简。去除冗余的加工步骤,采用先进的复合加工工艺来替代传统的分步加工。在加工石油机械的轴类零件时,传统工艺可能需要先进行车削,再进行铣削和磨削等多道工序,而采用车铣复合加工中心,可在一次装夹中完成车削、铣削、钻孔等多种加工操作,不仅减少了因多次装夹带来的定位误差,还缩短了加工时间,提高了零件的加工精度和表面质量。优化后的工艺流程还能更好地适应不同型号石油机械产品的生产需求,通过灵活调整加工参数和工序顺序,实现小批量、多品种产品的高效生产,提升企业对市场变化的响应能力,增强企业在复杂市场环境中的生存和发展能力^[3]。

3.3 提升设备自动化水平

提升设备自动化水平是石油机械制造工艺优化的必然趋势。自动化设备在石油机械制造中能极大地提高生产效率和产品质量稳定性。例如自动化的数控车床,相比普通车床,它能够按照预先编写好的程序精确控制刀具的运动轨迹和切削参数。在加工石油机械的精密轴类零件时,数控车床可将加工精度控制在微米级,而普通车床的精度往往只能达到毫米级。这种高精度的加工确保了轴类零件与其他部件的良好配合,提高了石油机械整体的性能和可靠性。自动化的装配生产线也是提升设备自动化水平的重要体现。在石油钻机的装配过程中,传统的人工装配方式不仅效率低下,而且装配质量很大程度上依赖工人的经验和技能水平。采用自动化装配生产线后,各种零部件能够按照预设的程序和工艺要求,精确地进行装配。机器人手臂可准确抓取和安装大型的钻机结构件,同时利用传感器实时监测装配过程中的各项参数,如扭矩、位置等,确保装配质量的一致性。这不仅提高了装配效率,还降低了人工成本,减少了因人为因素导致的装配错误,提升了产品质量,增强了企业在市场中的竞争力,推动石油机械制造行业向现代化、高效化方向发展。

3.4 加强工艺过程监控与管理

(1) 实时监测工艺参数在石油机械制造中极为关

键。以焊接石油管道为例,借助传感器可对焊接电流、电压以及焊接速度等参数进行实时把控。一旦这些参数出现异常波动,如焊接电流突然下降,极有可能致使焊缝未焊透,严重影响管道的强度与密封性。此时系统能即刻发出警报,工作人员可及时调整参数,有效规避焊接缺陷,有力保障产品质量。(2) 设备运行状态的监控同样不可或缺。运用设备诊断技术,通过对设备振动、温度、声音等信号的深入分析,可提前预测设备故障。在大型压缩机运行时,若监测到振动幅度异常增大,这或许意味着压缩机内部的轴承磨损或零部件松动。提前察觉这些隐患,便能及时安排设备停机维修,避免突发故障引发生产中断,进而降低维修成本,显著提高生产的连续性与可靠性。(3) 建立完善的质量追溯体系是工艺过程管理的重要环节。给零部件赋唯一标识,记录加工全流程信息。产品出现质量问题时,能快速定位问题根源,如因刀具磨损致加工精度不足。基于此可改进工艺,防止问题复发,提升产品质量与管理水平^[4]。

结语

综上所述,石油机械制造工艺与机械加工工艺的优化是提升石油机械质量与生产效率的必由之路。针对当前存在的工艺精度不足、加工效率低下、工艺稳定性差等问题,通过引入先进制造技术、优化工艺流程、提升设备自动化水平以及加强工艺过程监控与管理等策略,可有效改善现状。未来,应持续关注行业发展动态,不断探索创新,进一步完善工艺体系,为石油工业的蓬勃发展提供坚实的技术支撑。

参考文献

- [1] 岳涛.石油机械制造工艺与机械加工工艺研究[J].科技创新导报,2020(4):86-87.
- [2] 张家佳.石油机械制造工艺与机械加工工艺研究[J].建筑工程技术与设计,2021(10):395.
- [3] 刘海成,肖超,厉彦亮.石油机械制造工艺与机械加工工艺研究[J].消费导刊,2020(18):75.
- [4] 王玉平.石油机械制造工艺与机械加工工艺[J].百科论坛电子杂志,2021(9):3008.