

油管制造工艺的数字化转型与改进策略

马永刚

黑龙江省大庆市大庆油田装备制造集团石油专用设备有限公司油管制造厂 黑龙江大庆

【摘要】在全球制造业加速数字化进程的大背景下，油管制造行业也面临着从传统工艺向数字化转型的迫切需求。本文围绕油管制造工艺的数字化转型展开深入研究，详细介绍了转型过程中所涉及的数据采集与感知、工业互联网平台、人工智能等关键技术，以及如何构建虚拟模型实现虚实融合。同时，阐述了制定转型战略、分阶段推进、强化数据治理和构建数字化生态等实施路径。通过本文的探讨，旨在为油管制造企业提供一套系统的数字化转型方案，助力其提升生产效率、优化产品质量、增强市场竞争力，实现可持续发展。

【关键词】油管；数字化；对策

【收稿日期】2025 年 1 月 23 日

【出刊日期】2025 年 2 月 26 日

【DOI】10.12208/j.jer.20250055

Digital transformation and improvement strategy of oil tube manufacturing process

Yonggang Ma

Oil Pipe Manufacturing Plant of Daqing Oilfield Equipment Manufacturing Group Petroleum Special Equipment Co., Ltd., Daqing, Heilongjiang

【Abstract】 Against the backdrop of accelerating digitalization in the global manufacturing industry, the oil pipe manufacturing industry is also facing an urgent need to transform from traditional processes to digitalization. This paper focuses on the digital transformation of tubing manufacturing process, introduces in detail the key technologies involved in the transformation process, such as data acquisition and perception, industrial Internet platform, artificial intelligence, and how to build a virtual model to achieve the integration of virtual and real. At the same time, the implementation paths of formulating transformation strategies, phased promotion, strengthening data governance, and building a digital ecosystem were elaborated. Through the discussion in this article, the aim is to provide a systematic digital transformation plan for oil pipe manufacturing enterprises, helping them improve production efficiency, optimize product quality, enhance market competitiveness, and achieve sustainable development.

【Keywords】 Oil Pipe; Digitization; Countermeasure

引言

油管作为石油、天然气等能源输送的核心部件，其质量和性能直接关系到能源行业的安全与稳定运行。传统的油管制造工艺主要依赖人工操作和经验判断，存在生产效率低下、质量波动大、资源浪费严重等问题，已难以满足市场的发展需求。数字化技术的迅猛发展为油管制造工艺的升级改造带来了新的机遇。通过引入先进的数字化技术，实现制造工艺的数字化转型，能够有效提升油管制造企业的生产效率、优化产品质量、降低生产成本，从而在激烈的市场竞争中占据优势地位。因此，深入研究油管

制造工艺的数字化转型与改进策略具有重要的现实意义。

1 油管制造工艺数字化转型的关键技术

1.1 数据采集与感知技术

在油管制造过程中，数据采集与感知技术是实现数字化转型的基础。通过在生产设备、加工工具以及生产环境中部署各类传感器，能够实时采集大量与生产过程相关的数据，如温度、压力、振动、位移、电流、电压等。例如，在油管焊接工序中，利用电流传感器和电压传感器可以实时监测焊接过程中的电参数，通过温度传感器能够精确测量焊缝及周

边区域的温度变化,这些数据对于保证焊接质量、及时发现焊接缺陷至关重要。此外,在油管的冷拔、轧制等加工工序中,位移传感器和压力传感器能够实时监测加工设备的运行状态和工件的变形情况,为工艺参数的调整提供依据^[1]。

同时,随着物联网技术的发展,无线传感器网络在油管制造中的应用越来越广泛。无线传感器具有安装便捷、布线简单等优点,能够实现对生产现场复杂环境下数据的实时采集和传输。这些采集到的数据通过数据传输网络汇聚到数据处理中心,为后续的数据分析和决策提供了丰富的数据来源。

1.2 工业互联网平台

工业互联网平台是实现油管制造工艺数字化转型的核心支撑。它以云计算、大数据、物联网等技术为基础,将设备、生产线、工厂、供应商、产品和客户紧密连接起来,实现了制造资源的全面互联互通和数据的实时共享。

在油管制造企业中,工业互联网平台能够整合企业内部的各类生产系统,如企业资源计划(ERP)系统、制造执行系统(MES)系统、产品生命周期管理(PLM)系统等,打破信息孤岛,实现生产过程的全面协同管理。通过工业互联网平台,企业管理者可以实时监控生产线上每台设备的运行状态、生产进度、质量数据等信息,及时发现生产过程中出现的问题,并做出相应的决策^[2]。

此外,工业互联网平台还能够实现企业与外部供应商、客户的协同合作。企业可以通过平台与供应商实时共享原材料库存、采购订单等信息,实现供应链的优化管理;同时,客户也可以通过平台实时了解产品的生产进度、质量检验报告等信息,提高客户满意度。

1.3 人工智能技术

人工智能技术在油管制造工艺数字化转型中发挥着重要作用。在质量检测方面,利用机器学习算法可以对采集到的大量生产数据进行分析 and 建模,建立质量预测模型。通过对生产过程中的各种参数进行实时监测和分析,预测产品可能出现的质量问题,并及时采取措施进行调整,从而有效降低废品率。例如,基于深度学习的图像识别技术可以对油管表面的缺陷进行自动检测和分类,相比传统的人工检测方法,具有检测速度快、准确率高的优点^[3]。

针对生产优化方面,人工智能技术可以通过对生产数据的挖掘和分析,优化生产工艺参数。例如,利用遗传算法、粒子群优化算法等智能优化算法,可以对油管焊接工艺中的焊接电流、电压、焊接速度等参数进行优化,以获得最佳的焊接质量和生产效率。此外,人工智能技术还可以应用于设备故障诊断,通过对设备运行数据的实时监测和分析,提前预测设备可能出现的故障,实现设备的预防性维护,降低设备停机时间。

1.4 构建油管制造过程的虚拟模型,实现虚实融合

构建油管制造过程的虚拟模型是实现数字化转型的重要手段。通过建立虚拟模型,可以在计算机虚拟环境中对油管制造过程进行模拟和仿真,提前验证工艺方案的可行性,优化生产流程,减少实际生产中的试错成本。

在构建虚拟模型时,首先需要对油管制造过程中的物理现象进行建模,如金属塑性变形、焊接热过程、材料微观组织演变等。利用有限元分析、多体动力学等数值模拟方法,将这些物理现象转化为数学模型,并通过计算机进行求解。同时,结合数据采集与感知技术获取的实际生产数据,对虚拟模型进行校准和验证,提高模型的准确性^[4]。

通过虚实融合技术,将虚拟模型与实际生产过程紧密结合起来。在实际生产过程中,实时采集生产数据,并将其反馈到虚拟模型中,对虚拟模型进行实时更新和调整;同时,虚拟模型根据实时数据预测生产过程中可能出现的问题,并将优化后的工艺参数和控制策略反馈到实际生产系统中,实现对生产过程的实时优化和控制。这种虚实融合的生产模式能够有效提高油管制造的质量和效率,降低生产成本。

2 油管制造工艺数字化转型的实施路径

2.1 制定数字化转型战略

制定科学合理的数字化转型战略是油管制造企业实现数字化转型的前提。企业首先需要对自身的业务现状、技术水平、市场竞争力等进行全面评估,明确数字化转型的目标和方向。数字化转型战略应与企业的总体发展战略相契合,以提升企业的核心竞争力为出发点,确定数字化转型的重点领域和关键环节^[5]。

针对制定战略过程中,企业需要充分考虑自身的实际情况和资源能力,制定切实可行的实施计划。同时,要加强与行业内其他企业、科研机构、高校等的合作与交流,借鉴先进的数字化转型经验和技能,为企业的数字化转型提供有力支持。此外,企业还需要建立健全数字化转型的组织保障体系,明确各部门在数字化转型中的职责和分工,确保数字化转型战略的顺利实施。

2.2 分阶段实施数字化转型

由于数字化转型涉及企业的各个方面,是一个复杂而长期的过程,因此油管制造企业应采取分阶段实施的策略。第一阶段,企业可以先从生产设备的数字化改造入手,引入数控加工设备、自动化焊接设备、智能检测设备等,提高生产过程的自动化程度和数据采集能力^[6]。同时,建立企业内部的局域网和数据中心,实现生产数据的初步汇聚和管理。

第二阶段,企业可以重点推进生产管理系统的数字化建设,引入 ERP、MES、PLM 等系统,实现生产计划、物料管理、质量管理、设备维护等环节的信息化管理。通过这些系统的集成,实现生产过程的全面协同和数据共享,提高生产管理的效率和水平。

第三阶段,企业可以进一步深化数字化转型,引入工业互联网平台、人工智能技术等,实现生产过程的智能化控制和优化。通过构建虚拟模型,实现虚实融合的生产模式,提高产品质量和生产效率。同时,加强企业与外部供应商、客户的数字化协同合作,拓展市场渠道,提升企业的市场竞争力。

2.3 加强数据治理

数据是数字化转型的核心资产,加强数据治理对于油管制造企业实现数字化转型至关重要。企业首先需要建立完善的数据管理制度,明确数据的采集、存储、传输、使用、共享等各个环节的规范和流程,确保数据的准确性、完整性和安全性。

针对数据采集环节,要确保采集的数据能够真实反映生产过程的实际情况,避免数据的遗漏和错误。在数据存储方面,要选择合适的存储技术和存储设备,建立数据仓库和数据库,对数据进行分类存储和管理。在数据传输过程中,要采用安全可靠的数据传输协议,保障数据的传输安全。在数据使用环节,要建立数据访问权限管理机制,确保数据

的合理使用和共享。

此外,企业还需要加强对数据的分析和挖掘,通过数据分析发现生产过程中的潜在问题和优化空间,为企业的决策提供数据支持。同时,要注重培养和引进数据管理和分析人才,提高企业的数据治理能力。

2.4 构建数字化生态

构建数字化生态是油管制造企业实现数字化转型的重要保障。企业需要与供应商、客户、合作伙伴等建立紧密的数字化合作关系,共同打造数字化生态系统。

在与供应商的合作方面,企业可以通过工业互联网平台与供应商实现信息共享和协同采购,优化供应链管理。同时,鼓励供应商采用数字化技术提升产品质量和服务水平,实现双方的共同发展。

针对客户的合作方面,企业可以通过数字化手段为客户提供个性化的产品和服务。例如,利用数字化设计工具,根据客户的需求快速设计出符合要求的油管产品,并通过虚拟模型向客户展示产品的性能和外观;在产品交付后,通过物联网技术实时监测产品的运行状态,为客户提供远程维护和故障诊断服务。

此外,企业还需要加强与行业内其他企业、科研机构、高校等的合作与交流,共同开展数字化技术研发和创新,推动行业的数字化发展。通过构建数字化生态系统,企业能够充分整合各方资源,实现优势互补,提升企业的数字化转型效果和市场竞争力。

3 结论

综上所述,油管制造工艺的数字化转型是提升企业核心竞争力、实现可持续发展的必然选择。通过应用数据采集与感知技术、工业互联网平台、人工智能技术等关键技术,构建油管制造过程的虚拟模型,实现虚实融合,能够有效提高油管制造的质量和效率,降低生产成本。同时,通过制定科学合理的数字化转型战略,分阶段实施数字化转型,加强数据治理,构建数字化生态,为油管制造企业的数字化转型提供了切实可行的实施路径。

参考文献

- [1] 马星,魏志荣,张顺博,等.数字化等离子焊接系统在连续

- 油管钢带对接中的设计与应用[J].焊管,2024,47(09):57-61+68.
- [2] 曹成市.变转速变排量地下铲运机液压执行机构数字化设计及流量匹配研究[D].烟台大学,2024.
- [3] 王文轅,李臻,魏文澜,等.连续油管作业的数字孪生及其下入性[J].科学技术与工程,2023,23(23):9918-9926.
- [4] 渠昊.考虑材料损伤特性的连续油管数字化建模及其孪生方法研究[D].西安石油大学,2023.
- [5] 高宝元,韩婧婧.井口原油数字化含水分析装置研究应用[J].石油化工自动化,2022,58(01):82-84.
- [6] 王海涛.油田数字化发展趋势及仪表在油田生产节能中的应用[J].石油石化节能,2019,9(09):38-40+11.
- 版权声明:** ©2025 作者与开放获取期刊研究中心(OAJRC)所有。本文章按照知识共享署名许可条款发表。
<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

