

# Research on the Intelligence of Deepwater Oil and Gas Testing Equipment

Ming Sun

COSL-EXPRO Testing Services (Tianjin) Co.,Ltd., Tianjin, 300450, China

## Abstract

With the continuous growth of global energy demand, deepwater oil and gas exploration and development has become one of the important ways to solve the problem of energy supply. Deepwater oil and gas test equipment is a key tool in the process of exploration and development. The improvement of its intelligence level is of great significance to improve test efficiency, reduce cost and ensure operation safety. In this paper, the key technology of intelligent deepwater oil and gas test equipment is deeply discussed. On this basis, a complete intelligent system of deepwater oil and gas test equipment is designed, and its system architecture, hardware platform, software platform, system integration and test are described in detail.

## Keywords

deepwater oil and gas; test equipment; intelligent; sensor technology; data transmission and communication technology

## 深水油气测试设备的智能化研究

孙明

中海艾普油气测试(天津)有限公司, 中国·天津 300450

## 摘要

随着全球能源需求的不断增长,深水油气勘探和开发已成为解决能源供应问题的重要途径之一。深水油气测试设备作为勘探开发过程中的关键工具,其智能化水平的提升对于提高测试效率、降低成本和保障作业安全具有重要意义。论文深入探讨了深水油气测试设备智能化的关键技术,在此基础上,设计了一套完整的深水油气测试设备智能化系统,并对其系统架构、硬件平台、软件平台以及系统集成与测试进行了详细阐述。

## 关键词

深水油气; 测试设备; 智能化; 传感器技术; 数据传输与通信技术

## 1 引言

深水油气资源因其巨大的开发潜力和战略价值,已成为当前石油工业的重要发展方向。然而,深水油气勘探开发面临诸多挑战,如水深大、水压高、环境恶劣等,这对测试设备的技术水平和智能化程度提出了更高要求。传统油气测试设备在监测数据获取、智能化和电气化操作、维护保养等方面有很大提升空间。因此,研究深水油气测试设备的智能化技术,分析深水油气测试设备智能化系统设计并提升设备性能,对于保障深水油气勘探开发的顺利进行具有重要意义。

## 2 深水油气测试设备智能化关键技术

### 2.1 传感器技术

传感器是深水油气测试设备智能化的核心部件之一。

在深水测试过程中,流程中的传感器需要能够准确、实时地监测井底返出流体的压力、温度、流量等关键参数。为实现这一目标,传感器技术需具备高精度、高稳定性和高可靠性。高精度传感器能够准确捕捉井底数据微小变化,提高测试数据的准确性;高稳定性传感器能够在长时间连续工作下保持性能稳定,确保测试数据的连续性;高可靠性传感器则能在恶劣环境下正常工作,减少故障率。此外,传感器还需具备远程校准和故障诊断功能,以便在测试过程中及时发现并解决问题<sup>[1]</sup>。

### 2.2 数据传输与通信技术

深水油气测试设备智能化离不开高效的数据传输与通信技术。由于海上环境的特殊性,数据传输面临诸多挑战,如信号衰减、传输延迟等。为解决这些问题,需要采用先进的数据传输协议和通信技术,如高速光纤通信、无线通信技术。高速光纤通信具有传输速度快、抗干扰能力强的特点,适用于长距离数据传输;无线通讯技术则能够实现设备间的无线连接,提高数据传输的灵活性。

【作者简介】孙明(1984-),男,中国吉林长春人,本科,工程师,从事海洋石油天然气测试研究。

## 2.3 控制与执行技术

控制与执行技术是深水油气测试设备智能化的关键保障。在深水环境下,设备需要能够准确执行各种测试指令,如开启/关闭阀门、调节压力等。为实现这一目标,需要采用先进的控制算法和执行机构。控制算法能够根据实时监测数据,智能调整设备工作状态,确保测试过程的准确性和稳定性;执行机构则需要具备高精度和高可靠性,能够准确执行控制指令。此外,还需建立远程控制系统,实现设备的远程监控和操作,提高测试过程的安全性和效率<sup>[2]</sup>。

## 2.4 人工智能与机器学习技术

人工智能与机器学习技术在深水油气测试设备智能化中发挥着重要作用。通过引入人工智能算法,设备能够具备自主学习和决策能力,根据历史数据和实时监测数据,智能调整测试策略,提高测试效率和准确性。机器学习技术则能够对大量测试数据进行深度挖掘和分析,发现数据间的关联性和规律性,为测试过程提供科学依据。

# 3 深水油气测试设备智能化系统设计

## 3.1 系统架构设计

深水油气测试设备智能化系统架构设计需考虑系统的整体性、稳定性和可扩展性。系统采用分层架构设计,包括数据采集层、数据处理层、控制执行层和人机交互层。数据采集层负责采集井底的各种参数数据;数据处理层对采集到的数据进行处理和分析,提取有价值的信息;控制执行层根据处理结果,智能调整设备工作状态;人机交互层则提供友好的用户界面,方便操作人员对系统进行监控和操作。系统还需具备远程通信功能,实现与地面控制中心的实时数据交互和远程监控<sup>[3]</sup>。

## 3.2 硬件平台设计

深水油气测试设备智能化硬件平台设计需考虑设备的可靠性、稳定性和耐用性。硬件平台包括传感器、控制器、执行机构以及通信设备等关键部件。传感器采用高精度、高稳定性和高可靠性的设计,确保监测数据的准确性;控制器采用先进的微处理器和控制算法,实现设备的智能控制;执行机构采用高精度和高可靠性的设计,确保控制指令的准确执行;通信设备则采用先进的数据传输协议和通信技术,实现数据的实时传输和远程监控。此外,硬件平台还需具备防水、防腐蚀和抗震等特性,以适应海洋环境下的恶劣条件。

## 3.3 软件平台设计

深水油气测试设备智能化软件平台设计需考虑系统的易用性、可维护性和可扩展性。软件平台包括数据采集软件、数据处理软件、控制执行软件和人机交互软件等关键模块。数据采集软件负责采集井底的各种参数数据;数据处理软件对采集到的数据进行处理和分析,提取有价值的信息;控制执行软件根据处理结果,智能调整设备工作状态;人机交互软件提供友好的用户界面,方便操作人员对系统进行监控和

操作。软件平台还需具备远程通信功能,实现与地面控制中心的实时数据交互和远程监控。软件平台的设计还需考虑系统的安全性和稳定性,确保在恶劣环境下能够正常运行<sup>[4]</sup>。

## 3.4 系统集成与测试

深水油气测试设备智能化系统集成与可操作性是确保系统性能稳定、可靠的重要环节。在系统集成阶段,需要将硬件平台、软件平台以及各个功能模块进行集成和调试,确保系统能够正常工作。在测试阶段,需要对系统进行全面的功能测试和性能测试,验证系统的各项性能指标是否满足设计要求。不仅如此,还需进行故障模拟测试,检验系统在故障情况下的应对能力。通过系统集成与测试,可以确保深水油气测试设备智能化系统的稳定性和可靠性,为后续的实践应用提供有力保障。

# 4 深水油气测试设备智能化实践应用

## 4.1 地面试油树智能化改造

地面试油树作为深水油气测试中的重要设备,其智能化改造对于提升试油过程的精准度与效率至关重要。在深水油气勘探与开发中,试油树作为井底流体流通至地面的重要安全控制设备,其智能化改造则为其赋予了更强的监测与控制能力<sup>[5]</sup>。

在深水油气勘探与开发过程中,地面试油树作为连接海底油气井与地面处理设施的关键环节,其智能化改造对于提高整体作业效率和安全性至关重要。通过引入先进的智能制造技术,地面试油树实现了从人工操作向智能控制的转变。这一转变不仅大幅减少了人工干预,降低了因人为因素导致的安全风险,还通过智能监测和预警系统,实现了对油气测试过程的实时监控和异常情况的快速响应。在便捷性方面,智能化改造后的地面试油树通过集成自动化控制系统,实现了对测试设备的远程操控和数据分析。操作人员只需在控制室内轻点鼠标,即可完成测试流程的启动和停止。这种操作方式提高了工作效率,还使得操作人员能够在更安全、更舒适的环境中工作。

## 4.2 油嘴管汇智能化监控

油嘴管汇在深水油气测试中起到安全关断、井口取样和更换求产油嘴的作用,其性能的稳定性直接关系到测试结果的精确性。随着智能化技术的不断发展,对油嘴管汇实施智能化监控已成为提升测试效率与质量的重要途径。

智能化监控的实现,离不开高精度传感器的应用。这些传感器被精心安装在油嘴管汇的关键部位,能够实时监测流量、压力等关键参数。通过实时采集并传输这些数据,操作人员可以远程掌握油嘴管汇的工作状态,确保其在最佳性能下运行。这种实时监测的方式,不仅提高了数据的准确性,还大幅缩短了问题发现与解决的时间。在获取了实时数据后,先进的控制算法和远程控制系统开始发挥关键作用。控制算法能够根据实时监测到的数据,提供井口操作数据基

础以确保测试过程的稳定性和高效性。同时,远程控制系统的引入,使得操作人员可以在远程对油嘴管汇进行精准的控制和调整,大大提高了操作的灵活性和便捷性。智能化监控还包括建立故障预警和诊断系统,这一系统能够通过对实时监测数据的深度分析,及时发现油嘴管汇可能存在的故障隐患。当数据出现异常波动或超出预设范围时,系统会立即发出预警信号,并提供可能的故障原因及解决方案。这种智能化的预警与诊断机制,使得潜在故障能够在萌芽状态就被发现并处理,从而避免了可能发生的严重事故,确保了测试过程的连续性和安全性。

#### 4.3 加热器与分离器智能化控制

在深水油气测试过程中,加热器与分离器作为核心设备,通过在加热器与分离器上安装高精度传感器,能够实时获取温度、压力等关键参数。这些传感器的数据采集能力极大地提升了监测的精确度,使得操作人员能够实时掌握设备的工作状态,从而对加热和分离过程进行精确控制。

先进的控制算法和远程控制系统的应用,使得加热器与分离器的智能化控制成为可能。这些算法能够根据实时监测到的数据,自动获得加热和分离器的运行参数,确保流体在允许的温度和压力下进行生产作业,从而优化整个流程。再者,数据分析和优化系统的建立,为加热和分离过程的持续改进提供了技术支持。分离器的智能化控制则主要体现在对油、气、水三相分离的精准调控上。通过引入先进的传感器和控制系统,分离器能够实时监测分离过程中的压力、温度和流量等关键参数,并根据这些参数自动调整分离条件,确保分离效果的最佳化。这种智能化控制不仅提高了分离效率,还降低了人工操作的难度和复杂度,使得操作人员能够更加专注于监控和分析数据,及时发现和处理异常情况。在实际应用中,加热器与分离器的智能化控制已经取得了显著成效。例如,在深水油气测试过程中,通过智能化控制的加热器,成功实现了对测试井口的精准加热,避免了因温度过低导致的井口结冰和堵塞问题。同时,智能化控制的分离器也显著提高了油、气、水的分离效率,降低了环境污染和资源浪费。

#### 4.4 密闭罐与燃烧臂智能化控制

密闭罐智能化控制主要体现在对油气存储和转运过程的精准控制。通过集成先进的传感器和控制系统,密闭罐能够实时监测罐内压力、温度以及液位等关键参数,并根据预

设的安全阈值自动调整操作条件,确保罐内油气处于稳定状态。这种智能化管理不仅避免了因人为操作失误导致的安全事故,还提高了油气资源的利用率。

燃烧臂则用于处理测试过程中产生的气液等流体,其智能化管理主要体现在对燃烧过程的精准调控。通过引入智能控制系统,燃烧臂能够根据气液等流体成分和流量,自动调节燃烧参数,确保气液等流体完全燃烧,减少有害气体排放。此外,智能化管理系统还能实时监测燃烧效率和排放质量,为操作人员提供及时的数据支持,便于他们优化燃烧过程,提高环保性能。在实际应用中,密闭罐与燃烧臂的智能化管理已经取得了显著成效。例如,在深水油气测试平台上,通过智能化管理的密闭罐,成功实现了对油气资源的高效存储和转运,避免了资源浪费和环境污染。同时,智能化管理的燃烧臂也显著提高了气液等流体处理效率,降低了排放物的有害成分,保护了海洋生态环境。

## 5 结语

深水油气测试设备的智能化研究对于提高测试效率、降低成本和保障作业安全具有重要意义。论文深入探讨了深水油气测试设备智能化的关键技术,在此基础上设计了一套完整的深水油气测试设备智能化系统,并对其系统架构、硬件平台、软件平台以及系统集成与测试进行了详细阐述。通过实践应用案例,展示了深水油气测试设备智能化在地面测试油树、油嘴管汇、加热器与分离器以及密闭罐与燃烧臂等方面的具体应用效果。这些不仅为深水油气勘探开发提供了有力的技术支持,也为未来智能化油气测试设备的发展提供了参考。

### 参考文献

- [1] 张伟.深水油气高效开发技术装备发展与展望[J].石油科技论坛,2024,43(3):77-84.
- [2] 庞东豪,赵维青,赵苏文,等.深水油气井测试作业时环空压力预测及安全评价[J].中国安全生产科学技术,2023,19(9):110-115.
- [3] 张来斌,谢仁军,殷启帅.深水油气开采风险评估及安全控制技术进展与发展建议[J].石油钻探技术,2023,51(4):55-65.
- [4] 张杰.深水油气井测试海底控制系统及其关键设备[J].中小企业管理与科技(下旬刊),2017(8):125-126.
- [5] 孙明,张晓东,谭振兴.深水油气井测试海底控制系统及其关键设备研究[J].中小企业管理与科技(下旬刊),2016(1):73.