

海洋石油工程施工现场智能化安全管理运用分析

文 / 闫伟龙 天津五合伟业工程管理服务有限公司

摘要：随着海洋石油开发向深远海推进，施工环境愈发复杂，安全风险不断攀升。传统安全管理模式在应对这些挑战时渐显力不从心，智能化技术的融入为海洋石油现场施工安全带来了新的曙光。本文深入剖析海洋石油现场施工安全智能化的内涵、关键技术应用、实践成效、现存问题及未来发展方向，旨在为推动海洋石油行业安全、高效发展提供理论支撑与实践参考。

关键词：海洋石油工程；施工现场；智能化安全管理；应用分析

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2025.12.034

引言

海洋石油工程具有作业环境恶劣、施工技术复杂、风险高等特点，施工现场的安全管理一直是行业关注的重点。传统的安全管理模式在面对日益复杂的海洋石油工程时，逐渐暴露出管理效率低、风险预警不及时等问题。智能化技术的发展为海洋石油工程施工现场安全管理带来了新的机遇，通过引入智能化安全管理系统，能够实现施工现场的实时监控、风险预测和精准管控，有效降低事故发生率，保障海洋石油工程的顺利进行。

一、海洋石油现场施工安全智能化的内涵与意义

（一）内涵

海洋石油现场施工安全智能化是指借助物联网、大数据、人工智能、云计算、传感器等前沿技术，构建全方位、多层次的安全管理体系。该体系能够实时感知施工现场的人员、设备、环境等状态信息，通过数据分析与智能算法进行风险评估、预警预测以及决策支持，实现安全管理从被动响应向主动预防的转变。

（二）意义

智能化安全管理极大地提升了安全管理效率。传统人工巡检方式效率低、覆盖面有限，而智能化系统可实时、全面地监控施工现场，快速发现安全隐患。例如，智能传感器能够24小时不间断监测设备运行参数，一旦参数异常立即报警，相比人工巡检可提前发现设备故障隐患，有效避免因设备故障引发的安全事故。同时，智能化安全管理通过对海量历史数据和实时数据的深度分析，能够精准预测安全风险，提前制定防范措施，降低事故发生率，保障人员生命安全和企业财产安全。

二、海洋石油现场施工安全智能化的关键技术应用

（一）物联网技术

物联网技术在海洋石油现场施工中实现了设备、人员与系统的互联互通。通过在施工设备、工具以及人员身上部署各类传感器和智能终端，如温度传感器、压力传感器、加速度传感器、RFID标签等，将设备运行状态、人员位置与行为等信息实时传输至安全管理平台。以海上钻井平台为例，物联网技术可将钻井设备的转速、扭矩、泥浆压力等关键参数实时反馈给监控中心，技术人员可远程监控设备运行情况，及时调整参数，确保钻井作业安全。

（二）大数据技术

大数据技术在海洋石油现场施工安全管理中发挥着数据处理与分析的核心作用。它能够收集、存储和整合来自施工现场各个环节的海量数据，包括设备运行数据、人员行为数据、环境监测数据等。通过数据挖掘和分析算法，挖掘数据背后隐藏的安全规律和潜在风险。例如，通过对历史事故数据和设备运行数据的关联分析，找出导致事故发生的关键因素和设备故障模式，为制定针对性的安全措施提供数据依据。

（三）人工智能技术

人工智能技术中的机器学习、深度学习算法在安全风险预测和智能决策方面具有独特优势。机器学习算法可根据历史数据建立安全风险预测模型，对施工现场的安全状况进行实时评估和预测。例如，利用支持向量机算法建立设备故障预测模型，提前预测设备可能出现的故障，安排维护计划，避免设备突发故障引发安全事故。深度学习算法则可用于图像识别和行为分析，如通过智能摄像头识别施工人员是否正确佩戴安全帽、是否存在违规操作行为等，及时发出警报并进行纠正。

（四）云计算技术

云计算技术为海洋石油现场施工安全智能化提供了强大的计算和存储能力。施工现场产生的海量数据可通过云计算平台进行存储和处理，无需在本地部署大量的存储设备和计算资源。同时，云计算平台支持多用户、多终端接入，方便管理人员随时随地通过手机、电脑等终端设备访问安全管理系统，实时掌握施工现场安全状况。此外，云计算平台还具备弹性扩展能力，可根据业务需求灵活调整计算和存储资源，降低系统建设和运维成本。

三、海洋石油工程施工现场安全管理的特点与挑战

（一）作业环境恶劣

海洋环境具有高湿度、强腐蚀、风浪大等特点，对施工设备和人员安全构成严重威胁。例如，长期暴露在高湿度和强腐蚀环境中的设备容易出现故障，增加了施工过程中的安全风险。同时，恶劣的天气条件如台风、暴雨等，可能导致施工中断甚至引发安全事故。

（二）施工技术复杂

海洋石油工程（图1）涉及多种复杂的施工技术，

如海上平台搭建、海底管道铺设等。这些技术对施工人员的专业技能要求较高，且施工过程中任何一个环节出现失误都可能引发安全问题。例如，海底管道铺设时，如果管道焊接质量不达标，可能导致管道泄漏，造成严重的海洋环境污染和经济损失。



图1 海洋石油工程

（三）风险因素众多

海洋石油工程施工现场存在多种风险因素，如火灾爆炸、高处坠落、物体打击等。此外，由于施工现场人员和设备众多，交叉作业频繁，也增加了安全管理的难度。例如，在海上平台施工过程中，电气设备的使用、易燃易爆物品的储存和运输等都存在火灾爆炸的风险。

四、智能化安全管理在海洋石油工程施工现场的重要性

（一）提高安全管理效率

智能化安全管理系统能够实时采集施工现场的各类数据，如设备运行状态、人员位置信息等，并通过数据分析和处理，快速准确地发现安全隐患。与传统的人工巡检方式相比，大大提高了安全管理的效率和准确性。例如，利用智能传感器可以实时监测设备的温度、压力等参数，一旦发现异常，系统立即发出警报，提醒管理人员及时处理。

（二）实现风险实时预警

通过对施工现场数据的实时分析，智能化安全管理系统能够提前预测潜在的安全风险，并发出预警信息，为管理人员采取预防措施争取时间。例如，通过对气象数据、海况数据和施工进度数据的综合分析，系统可以预测可能发生的恶劣天气对施工的影响，提前做好防范准备。

（三）保障人员和设备安全

智能化安全管理系统可以对施工现场的人员和设备进行全方位的监控和保护。例如，通过人员定位系统可以实时掌握施工人员的位置信息，一旦发生危险，能够迅速实施救援。同时，对设备的实时监测和故障预警，也能够及时发现设备故障，避免因设备故障引发安全事故。

五、智能化安全管理在海洋石油工程施工现场的应用现状

（一）智能监控系统的应用

目前，许多海洋石油工程施工现场都安装了智能监控摄像头，实现了对施工现场的全方位实时监控。这些摄像头不仅能够拍摄现场画面，还具备智能分析功能，如人脸识别、行为分析等。通过人脸识别技术，可以对进入施工现场的人员进行身份验证，防止无关人员进入。行为分析功能则可以对施工人员的行为进行监测，及时发现违规操作行为，如未佩戴安全帽、高处作业未系安全带等。

（二）人员定位系统的应用

人员定位系统在海洋石油工程施工现场得到了广泛应用。通过在施工人员身上佩戴定位设备，如蓝牙信标、RFID 标签等，管理人员可以实时掌握施工人员的位置信息。当发生紧急情况时，能够快速确定被困人员的位置，实施救援。同时，人员定位系统还可以与考勤管理系统相结合，实现对施工人员的考勤管理。

（三）设备智能监测系统的应用

设备智能监测系统利用传感器技术、物联网技术和数据分析技术，对施工设备的运行状态进行实时监测和分析。通过监测设备的振动、温度、压力等参数，及时发现设备的潜在故障，并发出预警信息。例如，在海上钻井平台上，对钻井设备的关键部件进行实时监测，一旦发现设备异常，及时停机维修，避免设备故障引发安全事故。例如在海洋石油机械系统中，智能监测技术作为一种先进的手段，被广泛应用于实时监测设备运行状态、提前预警潜在故障。智能监测技术通过引入先进的传感器和远程监测系统，实现了对机械系统运行状态的实时监测。这些传感器能够采集各类关键参数，如温度、压力、振动等，将数据传输至中央监测系统。这一实时监测过程为运维人员提供了全面、准确的设备健康状况，使其能够及时了解设备运行情况，迅速响应潜在问题。在智能监测技术的应用中，关键的一环是数据的准确解读和分析。通过对大量的实时数据进行分析，可以建立机械系统的动态模型，识别系统正常运行和异常状态的特征。这种大数据分析的方式为进一步提高机械系统运行的可靠性和稳定性提供了强大的支持。

（四）安全风险预警系统的应用

安全风险预警系统通过对施工现场的各类数据进行综合分析，预测潜在的安全风险，并发出预警信息。该系统通常结合了大数据分析、人工智能等技术，能够根据历史数据和实时数据，对安全风险进行精准评估。例如，通过对施工现场的气象数据、设备运行数据和人员操作数据的分析，预测可能发生的火灾爆炸、坍塌等事故风险，提前采取防范措施。例如某海底石油管道铺设项目中，该项目利用智能化系统的海洋环境监测功能，提前获取海流、潮汐等信息，合理安排管道铺设时间和施工进度。在管道铺设过程中，通过高精度的水下定位传感器和图

像识别技术,实时监测管道铺设位置和焊接质量,确保管道铺设精度控制在±5cm以内,焊接质量一次合格率达到98%以上。当遇到恶劣海况时,系统自动发出预警,施工人员及时采取防护措施,避免了因海况突变导致的施工事故,保障了项目的顺利推进。

六、海洋石油现场施工安全智能化面临的挑战与问题

(一) 数据安全与隐私保护

海洋石油现场施工涉及大量敏感数据,如地质数据、设备运行数据、人员信息等。在数据传输、存储和处理过程中,面临着数据泄露、篡改、恶意攻击等安全风险。如何保障数据的安全性和隐私性,是海洋石油现场施工安全智能化面临的重要挑战之一。目前,虽然采取了加密传输、访问控制、数据备份等安全措施,但随着网络攻击技术的不断发展,数据安全形势依然严峻。

(二) 系统兼容性与集成难度

海洋石油现场施工通常使用多种不同品牌、型号的设备 and 系统,这些设备和系统之间的通信协议、数据格式存在差异,导致智能化安全管理系统与现有设备和系统的兼容性和集成难度较大。例如,在将智能传感器集成到老旧设备上时,可能会遇到接口不匹配、通信协议不兼容等问题,影响智能化系统的整体运行效果。

(三) 专业人才短缺

海洋石油现场施工安全智能化需要既懂海洋石油工程专业知识,又熟悉智能化技术的复合型人才。目前,这类专业人才相对短缺,企业内部员工对智能化技术的掌握程度有限,难以充分发挥智能化安全管理系统的优势。同时,由于行业的特殊性,培养和引进专业人才的难度较大,制约了安全智能化的发展进程。

(四) 法律法规与标准不完善

目前,针对海洋石油现场施工安全智能化的法律法规和标准尚不完善,在智能化系统的建设、运行、维护以及数据管理等方面缺乏明确的规范和指导。这导致企业在实施安全智能化过程中存在一定的盲目性和不确定性,增加了系统建设和运营的风险。

七、海洋石油现场施工安全智能化的发展趋势

(一) 智能化技术深度融合

未来,物联网、大数据、人工智能、云计算等智能化技术将在海洋石油现场施工安全管理中实现更深度的融合。例如,通过物联网实现设备与设备、设备与人、人与人之间的全面互联,产生海量数据;利用大数据技术对这些数据进行深度分析和挖掘,为人工智能算法提供更丰富的数据支持;人工智能算法则根据数据分析结果实现更精准的风险预测和智能决策,云计算技术为整个智能化系统提供强大的计算和存储能力,形成一个有机的整体,提升安全管理的智能化水平。

(二) 智能化安全管理系统向云端迁移

随着云计算技术的不断成熟和普及,未来海洋石油

现场施工安全智能化管理系统将逐渐向云端迁移。云端化的安全管理系统具有部署灵活、成本低、可扩展性强等优势,企业无需在本地建设复杂的硬件设施和软件系统,只需通过互联网接入云端平台即可使用安全管理服务。同时,云端平台可实时更新和升级,为企业提供最最新的安全管理技术和功能。

(三) 智能化安全管理与虚拟现实/增强现实技术结合

虚拟现实(VR)和增强现实(AR)技术在海洋石油现场施工安全培训和应急演练方面具有广阔的应用前景。未来,智能化安全管理系统将与VR/AR技术相结合,为施工人员提供沉浸式的安全培训体验。例如,利用VR技术模拟各种安全事故场景,让施工人员在虚拟环境中进行应急处置演练,提高其应对突发事件的能力。在现场施工过程中,通过AR技术将设备操作指南、安全警示信息等实时呈现在施工人员眼前,辅助其进行安全操作。

(四) 智能化安全管理的标准化与规范化

随着海洋石油现场施工安全智能化的发展,相关的法律法规和标准将不断完善。未来,行业将制定统一的智能化安全管理系统建设、运行和维护标准,规范数据采集、传输、存储和处理流程,明确各方的安全责任和义务。这将有助于推动智能化安全管理在海洋石油行业的健康、有序发展,提高整个行业的安全管理水平。

结语

综上所述,海洋石油现场施工安全智能化是行业发展的必然趋势,通过物联网、大数据、人工智能、云计算等技术的应用,实现了安全管理的智能化、精准化和高效化,在降低安全事故发生率、提高设备运行可靠性、降低安全管理成本等方面取得了显著成效。然而,在发展过程中仍面临着数据安全、系统兼容性、专业人才短缺以及法律法规不完善等挑战。未来,随着智能化技术的不断进步和深度融合,以及标准化、规范化进程的推进,海洋石油现场施工安全智能化将迎来更广阔的发展空间,为海洋石油行业的可持续发展提供坚实的保障。

参考文献

- [1] 刘文军,王玉强.海洋石油工程建设项目现场安全管理的策略分析[J].中国石油和化工标准与质量,2021,41(11):47-48.
- [2] 付阳洋,刘晓磊,倪继志,程万里,赵宝玉.海洋石油作业现场安全管理探讨[J].清洗世界,2021,37(03):96-97.
- [3] 许鹏.海洋石油电动机综合在线监测系统的必要性分析[J].中国石油和化工标准与质量,2023,43(21):49-51+54.
- [4] 刘云飞.电气设备监测管理系统在海洋石油平台的设计及应用[J].石油和化工设备,2022,25(09):47-49.