信息化系统在韩国某海上风电项目管理中的应用

史卫国　常卫明　吴少华　师　彰

中国能源建设集团山西省电力勘测设计院有限公司　山西　太原　030001

摘　要：本文以韩国某海上风电项目为研究案例，针对项目涉中韩多方参建主体、作业船舶高度密集、周边涵盖渔场及军事管理区的特殊场景，构建了“感知-传输-平台-应用”四层架构的信息化系统，采用集中式终端部署模式搭建数据中心。通过实时数据监控、全时段可视化管控、人船资源动态调度等核心功能模块的应用，实现了施工现场的智能化、精细化管理，显著提升了项目管控效能与资源配置效率，为跨国敏感区域海上风电项目的项目管理提供了借鉴案例。

关键词：信息化系统；海上风电；项目管理；跨国工程；敏感区域管控

1 引言

海上风电作为全球新能源发展的重要方向，其跨国项目建设受地理环境、参建主体、区域管控等多重因素影响，施工现场管理面临诸多痛点：作业环境复杂多变、参建人员流动频繁、船机设备调度协同难度大，加之语言障碍与文化差异，易导致现场管理信息传递滞后、安全风险防控能力不足、资源配置合理性差等问题，严重制约项目管理效率与质量管理水平的提升[1,2]。

以韩国某海上风电项目为例，参建单位涵盖中韩两国 20 余家企业，施工高峰期每日作业船舶超 40 艘；项目场址位于公共水域，周边分布渔场及军事管理区，环境敏感因素突出，不仅大幅提升了现场质量管理难度，也使得跨主体沟通成本居高不下。

为破解上述质量管理难题，项目团队引入信息化系统，依托物联网、实时数据传输、可视化管控等技术，实现对施工现场的远程质量巡查、隐患实时处置及资源精准调度[3]。本文详细阐述该信息化系统的架构设计、部署方案及实际应用效果，为跨国新能源项目的质量管理与安全高效推进提供技术支撑与实践参考。

2 信息化系统概述

2.1 系统构建

本项目信息化系统基于分层设计原则，兼顾可维护性、可扩展性与安全性，针对作业面分散、船机人员构成复杂、场址敏感等核心特点，构建“感知层-传输层-平台层-应用层”四层技术架构，通过各层级协同联动实现施工现场全维度感知与智能化管理 [4,5]。

感知层作为数据采集基础，集成人员落水警示装置、船舶信息识别设备、高清红外摄像头及各类环境与施工参数传感器，全天候高精度采集人员活动、船舶轨迹、设备工况、环境参数及实时影像等原始数据，为系统运行提供数据支撑。

传输层采用有线与无线融合组网模式，构建高效稳定数传链路，确保感知数据无延迟、无丢失传输至平台层，保障实时监控与远程管理通信需求。

平台层作为“数据大脑”，承担数据接收、清洗、存储、分析与运算核心功能，通过多源数据标准化处理与深度挖掘，为应用层提供数据与算法支撑。

应用层面向管理人员搭建可视化交互平台，涵盖现场沙盘、人力资源管控、船舶动态监控、实时视频监控等功能模块。

2.2 数据中心定制化构建

针对风场地处军事管理区周边、网络环境受限及数据外传管控严格的特点，数据中心构建采用“单中心、多分支”星型拓扑的集中式终端部署模式，办公区设置 1 台核心数据库终端，其余用户终端通过该终端实现数据访问与同步。核心终端搭载高性能处理器，保障系统 7×24 小时稳定运行。同时预留充足算力冗余，支持 AI 视频分析终端等新型设备无缝接入，数据库选型兼顾逻辑扩展性，可通过增加从节点、分库分表等方式实现平滑扩容，满足项目全生命周期的功能扩展与数据增长需求。

3 信息化系统在项目管理中的应用实践

本项目位于韩国全罗南道灵光郡落月附近公共水域，规划安装 64 台单机容量 5.7MW 的风力发电机组，

总装机容量 364.8MW。针对项目参建主体多元（中韩 20 余家企业）、语言沟通复杂、作业船舶密集（高峰期超 40 艘/日）、周边涉渔场及军事管理区的特点，项目团队将信息化系统深度应用于质量管理全流程，构建了覆盖“人员-船只-作业面”的全方位质量管理体系，实现施工过程的精准管控与高效协同。

3.1 信息化系统在安全管理中的应用

在海外海上风电复杂多变的施工环境中，安全管理是保障工程顺利推进的生命线。智慧工地系统通过融合物联网感知、视频监控与智能预警技术，构建了一套覆盖“人员-船只-作业面”的全方位立体化安全防护体系，有效降低了海上施工特有的安全风险。

3.1.1 电子围栏防侵入预警

为避免我方施工船机与误入作业区域的第三方民用船只发生碰撞，或因渔网拖拽干扰施工作业，智慧工地系统引入了基于 AIS（船舶自动识别系统）与雷达数据融合的电子围栏技术。系统首先根据施工计划划定专属作业水域，并将我方自有船舶及已报备的合作船只信息录入白名单。一旦外部未识别船只闯入电子围栏边界，系统将立即在调度中心大屏及管理人员手持终端上弹出告警窗口，并实时显示入侵船只的方位、航速及轨迹。现场船舶调度中心接警后，可迅速派遣警戒巡逻艇精准前往目标位置进行核实与驱离，将外部干扰消灭在萌芽状态。

3.1.2 防落水应急响应

在保障船机设备安全的同时，系统更将人员安全置于首位。智慧工地系统配备了基于 UWB（超宽带）或惯性传感技术的防落水预警功能。所有进入施工现场的人员，其安全帽或救生衣内侧均植入微型落水检测模块。该模块一旦通过水压感应或湿度传感识别到人员落水，将即时触发无线报警信号。系统接收信号后，不仅在船舶驾驶台、安全监控中心等所有终端上同步发出声光警报，精准显示落水人员编号及落水位置坐标，还能自动关联附近摄像头弹出现场画面，为第一时间启动救援争取黄金时间，构筑起守护海上作业人员的最后一道防线。

3.2 信息化系统在质量管理中的应用

3.2.1 施工参数实时监控，实现质量异常提前预警

将实时数据监控作为工程质量保障的核心手段，在施工现场全域部署温度、湿度、压力、位移等多类型传感器，对施工环境参数、建筑构件成型参数、设备运行工况等进行全天候、高精度采集，数据经传输层实时汇聚至平台层进行分析运算。系统预设各施工工序的质量参数阈值，一旦采集数据超出预设范围，立即触发声光与系统双重告警，推送至相关管理人员移动端与 PC 端，施工人员可第一时间采取调整措施，将质量隐患消除在萌芽状态，确保所有施工工序的质量指标始终符合规范要求。

3.2.2 施工场景全时段可视化监控，实现质量过程可追溯

系统的可视化监控模块，通过在打桩船、浮吊、风机安装平台等核心作业面，以及海缆登陆点、人员上下船通道、物料存储区等重要区域部署高清红外摄像头，构建全时段视频监控网络，如图 1。实现对施工全过程的无死角可视化管控。

管理人员可通过应用层可视化界面实时查看各作业面施工动态，对关键工序进行远程旁站监督，如图 2；同时，系统对所有监控影像进行自动存储与分类归档，为施工过程质量追溯、质量事故分析提供完整的影像证据，实现质量管理的过程可查、结果可溯、责任可究。

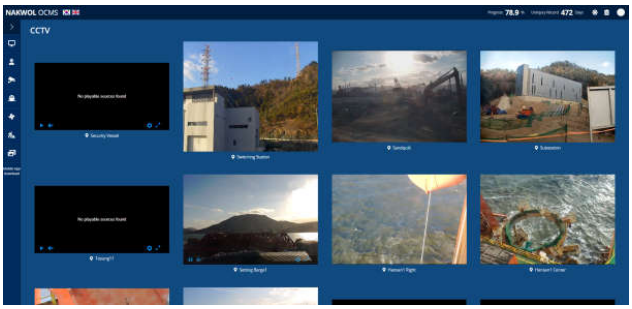


图 1 全时段监测界面

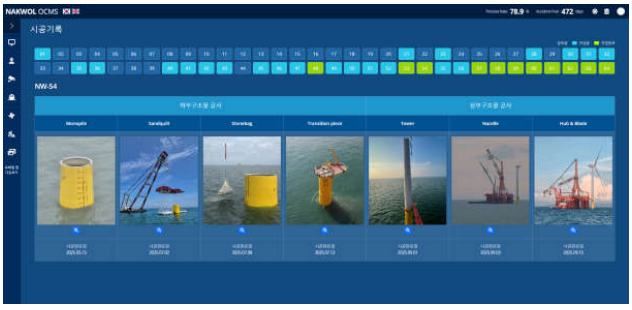


图 2 质量监控界面

3.3 信息化系统在现场资源调度中的应用



图 3 人力资源实时监控界面



图 4 船舶资源实时监控界面

施工船舶与作业人员是海上风电项目施工的两大核心资源，其调度合理性直接影响施工进度与效率。针对传统人工统计方式难以实时掌握资源全貌的现状，信息化系统通过集成定位终端、人脸识别闸机、AIS 船舶数据等技术，构建覆盖" 人-船" 两大维度的资源动态管控体系，为质量管理的资源调度提供精准数据支撑。

3.3.1 人员数字化管控

依托实名制入场管理系统与安全帽内置的定位芯片，实现施工现场人力资源的全维度数字化管控。系统实时统计当日入场人员总数，通过可视化图表展示各时段人员进出峰值（如图 3），助力管理人员精准掌握整体用工规模，合理配置质量管理人力，实现质量管控人力的精准投放。所有人员数据自动存储归档，形成可追溯、可复盘的每日人力数据库，为质量管理人力调度优化提供数据依据。

3.3.2 船机资源全景化监控

海上风电项目施工船舶种类繁多、流动性强，现场协同调度难度极大。系统提供了船机资源全景监控模块，整合了 AIS 船舶自动识别系统与船载 GPS 定位终端，按船型对主作业平台、抛石船、交通艇、警戒船等进行分类标识与精准筛选，实现了船机资源的全景化管控。管理人员可在系统可视化界面实时查看所有船舶的船位、航速、航向等动态信息（如图 4），为船机资源的优化调度、施工工序的协同衔接提供精准数据支撑，确保船机资源与施工需求高效匹配。

4 结语

信息化系统的应用显著提升了海上风电项目整体管理效率，大幅降低了跨主体沟通成本、人工管理成本与资源调度成本；同时通过质量隐患的提前预警与有效处置，降低了质量缺陷整改成本，提升了项目施工质量。该系统的成功应用为跨国敏感区域海上风电项目的智慧化管理提供了实践范例，彰显了信息化系统在国际新能源项目中的应用价值。

随着人工智能、大数据、边缘计算等技术的深度融入，信息化系统正迎来从“数据展示”向“智能决策”的跨越式升级。实现“人机协同”的智慧工地新范式，为海上风电项目全生命周期的项目管理持续赋能，推动国际海上风电工程管理向更高水平的智能化、精细化发展。

参考文献

[1] 饶艳伟, 胡熠甜. 智慧工地管理系统在海上风电项目中的应用 [J]. 科技视界,2025,15(32):48-52.

[2] 何则辰, 徐兴永, 胡晓薇, 等. 北部湾海上风电与海洋牧场发展现状与展望 [J]. 海岸工程,2025,44(02):128-138.

[3] 赖勇坚. 智慧工地在建筑工程安全管理和质量管理中的应用 [J]. 广西城镇建设,2025,(02):61-65.

[4] 刘喜凤, 任治军, 黄建城, 等. 企业级电力工程智慧工地管控平台架构与实现 [J]. 电力勘测设计,2025,(09):57-62.DOI:10.13500/j.dlkcsj.issn1671-9913.2025.09.010.

[5] 吕彬. 信息化系统在建筑工程管理中的应用研究 [J]. 现代工程科技,2025,4(11):137-140.DOI:10.26929/j.cnki.issn.2097-1672.2025.11.035.