

[海上风电]

基于二维码管理的海上风电安全管理平台的开发与应用

文/潘孝军 汝会通 曲鲁光 赵继升
三峡新能源山东昌邑发电有限公司

针对海上风电场离岸距离远、工作面通达性不佳的特点，以及施工期人员动态管理、船机管理及安全隐患排查治理的时效性差等管理的痛点和难点，提出了以集成化、信息化开展海上风电项目建设安全管理的解决方案，阐述了海上风电安全管理平台的开发建设和应用成效，对保障海上风电行业的健康快速发展具有重要意义。

自2008年上海东海大桥海上风电场建成投产以来，经过15年尤其是近7年的高速发展，国内海上风电装机规模突飞猛进，累计装机容量已占到全球海上风电装机总容量的近1/2。《“十四五”可再生能源发展规划》提出，到2025年，全国可再生能源年发电量将达到3.3万亿kW·h左右。《“十四五”现代能源体系规划》进一步强调，要提升东部地区能源清洁低碳发展水平，积极推进东南部沿海地区海上风电集群化开发，重点建设广东、福建、浙江、江苏和山东等海上风电基地，海上风电的发展前景一片光明。

然而，海上风电技术难度大、投资强度大及风险集中度高等特点持续受到社会关注，尤其是2022年的“7.2阳江事故”在风电快速“向海图强”的征程中就安全问题给予风电人一记棒喝，成为全体风电人永远的痛。随着海上风电离岸距离越来越远，安全管理的难度成倍增加，如人员受伤生病等在陆地上很快就能处理的事，在海上就成为人命关天的事，需要动用直升机进行紧急救援。

如何在海上没有通信信号的情况下利用数字化

智能手段进行安全风险管控，全社会一直在努力探究，目前还未见到较为成熟的海上风电建设安全管理信息化技术手段。受疫情管控“场所码”的启发，研发了一套基于二维码管理的海上风电安全管理系统，重点破解人员出海缺乏有效手段难题，成功应用于山东昌邑海洋牧场与海上风电融合项目、山东牟平海上风电项目中。

海上风电建设的安全管理难点

1. 人员动态管理方面

人是生产力中最活跃的因素，也是安全管理的重中之重，如何动态掌握人员信息是做好项目安全管理首先要解决的问题。海上风电场施工作业范围广，参建单位多，作业人员多，作业风险高。在人员动态登记管理方面，传统方式是在人员登、离船时进行纸质签字登记，这种登记方式时效性、准确性较差，且不便将信息传递上岸，很难使岸基管理人员实时掌握海上人员动态，不能精准掌握各作业面人员数量，直接制约着项目人员管理的有效性。出海人员动态管理迫切需要通过实现信息化。

基金项目：国家重点研发计划“蓝色粮仓科技创新”重点专项“黄渤海现代化海洋牧场构建与立体开发模式示范”项目“海洋牧场与海上风电融合发展技术示范”课题资助（课题编号：2019YFD0902104）

2. 船舶管理方面

船舶作为海上风电场建设的主要施工资源，是直接关系到项目建设本质安全的关键。海上风电项目参建船舶类型多，有浮式起重船、支腿船、运输船、锚艇、警戒船及交通船等不同功能的船舶。船舶管理方面，虽然有海事机构非常完备的船舶管理体系做支撑，但海上风电建设单位、监理单位仍需加强对拟入场船机的审核把关，使施工单位向海事机构报送材料的同时，将船舶信息同步报审、录入，并在作业过程中掌握参建船舶动态。

3. 隐患排查治理方面

隐患排查治理是构建安全生产双重预防机制的重要举措，也是工程建设项目安全管理的主要抓手和日常管理的重要组成部分。海上作业可达性差，去任何作业面都需要乘船，安全检查全过程覆盖难度大，而现场作业受天气窗口限制，工期又非常紧张，所以隐患治理的验证放行与施工生产追求进度的矛盾一直突出。隐患排查治理的验证放行，传统上一般是通过纸质材料传递方式实现的，需要大量烦琐的文字工作，制约了工作的时效性。如何摆脱传统的烦琐文字工作，便捷高效地实现隐患排查治理，是迫切需要解决的痛点。

4. 其他需求

结合实际需要，通过开发一套平台实现更多的功能，发挥平台更大效能，在满足主要应用需求的基础上，扩展更多便于项目工作的应用，如查看项目所在地的天气预报和历史天气记录，达到辅助决策的目的。

海上风电安全管理平台开发建设

1. 功能实现思路

海上风电安全管理平台针对目前项目实际操作中面临的安全管理难点进行开发建设。

1) 人员管控。管理平台应具有人员注册、风险告知书签署、入场教育培训（包括项目整体情况介绍、安全事故警示教育）、考试通关、出海审批、途径地变更、返港离船登记、陆上场区进出场登记及强制退场的功能。实现对人员的管控是做好各项安全生产管理工作的第一步。要结合大数据和信息化手段，开发建设海上风电安全管理平台，实现对海上风电场参建人员的信息统计、动态监控。受新

冠疫情防控措施启示，平台采用二维码技术对考试通关人员赋码管理，二维码作为人员进场资质证明和信息登记载体，出海人员每次出海前均需在平台提交申请，取得二维码，人员进出场、登离船由指定船员扫描出海人员二维码登记，在返港离船扫码登记后，二维码自动销毁，实现每个出海航次的闭环管理。为应对现场公网通信不稳定的情形，以及人员动态管控的严格要求，现场人员动态信息可通过卫星电话反馈上岸，由岸基管理人员在PC网页端后台更新。

根据海上风电相关管理规定，参建人员除作业人员外，还有船员群体和临时（参观、检查）人员。为贴合实际，提高工作效率，船员在登记入场时可以随船入场，无须经过出海审批等程序。临时人员比作业人员的出海审批流程简化，考试通关可设置为选修项。

出海人员动态登记流程如图1所示。

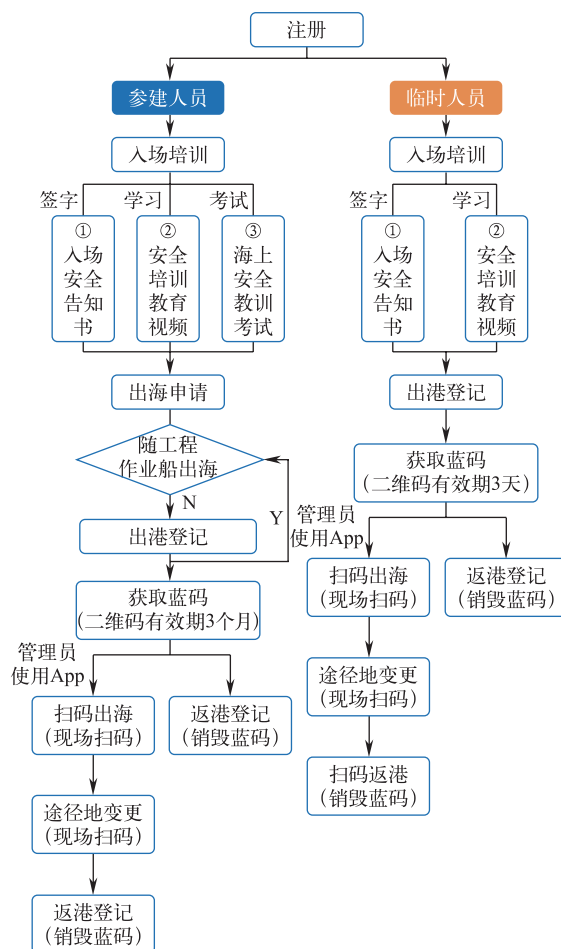


图1 出海人员动态登记流程图

2) 船舶管理。管理平台应具有船舶证书提报、船舶入库、公告交通船出海计划及强制退场的功能。

3) 隐患排查治理。管理平台应具有填写检查活动名称、隐患问题发起、隐患分类、指定责任单位和责任人、明确整改要求、明确整改时限、整改反馈信息填报、佐证图片上传及整改验证闭环的功能。

4) 其他。为进一步便捷项目管理工作，扩展了一些功能，主要有施工日志填报、系统公告、信息通知、气象信息查看、危大工程作业审批、资质报审、通讯录查询及人员权限调整等功能。

2. 功能架构

海上风电安全管理平台在后台设置统一的服务器，为便捷使用，前端针对不同应用深度和应用场景设置了三种应用终端入口，分别为微信小程序、App客户端和PC网页端。微信小程序主要面向全体参建人员，App客户端主要面向各参建单位现场管理人员，PC网页端主要面向各参建单位项目管理人员。三种终端入口适用不同的功能，实现不同深度的应用。

微信小程序的功能有账号注册、入场教育培训、考试通关、出海申请及气象信息查询，其中注册和出海申请是使用频次最高的功能。微信小程序的便捷性有助于提高参建人员的使用意愿。App端的功能为资质报审、船机管理、船舶出海计划填报、入场人员统计、信息通知、危大作业审批、隐患排查、人员权限管理、现场扫码及微信小程序实现的除人员注册的全部功能。PC网页端的功能包括项目基本信息设置、数据信息展示、现场视频预览及资质报审、船机管理、入场人员统计、人员权限管理及隐患排查等功能。海上风电安全管理平台功能架构如图2所示。

3. 平台建设

(1) 通信网络保障

海上风电安全管理平台功能的使用需通过公用网络访问实现。海上风电项目建设地点一般离岸较远，超过公用网络信号覆盖范围，需要建设专门定制的通信基站对指定方位区域进行信号加强，满足人员现场通信的同时，为管理平台的使用提供有力支撑保障。



图2 海上风电安全管理平台功能架构

(2) 系统应用开发

针对管理平台全部功能需求，以及不同应用端口的功能划分、不同人员的使用权限划分，联合专业机构进行系统开发。管理平台系统与现场视频及闸机等硬件设备对接，实现数据互通，随时可检索查询。开发建设过程通过模块化构造使平台功能全面实现，并且使应用操作界面宜人化，使用户便于接受、乐于使用。

(3) 现场硬件建设

海上风电项目包括海上施工和陆上施工，海上施工人员进出场关口在交通船等场内交通载体上，而且出海一次一般持续多天。陆上施工人员进出场方式与海上施工人员明显不同，进出场关口在场区大门，且每天可能多次进出现场，较为频繁。为减轻管理人员扫码登记工作压力，同时实现场区封闭管理，在陆上施工场区设置人员进场三辊闸机，闸机与海上风电安全管理平台进行数据对接，可在本地或App端录入人员信息和人脸信息，数据自动同步，人员可通过闸机扫描二维码或刷脸进出作业场区，同时人员进出记录实时反馈到管理平台，实现

人员封闭管理。现场设置车辆道闸，进场车辆提前在本地或App端录入车牌、车辆用途及车辆颜色，经审批同意后道闸方可放行车辆。同时，车辆进出记录自动同步到管理平台。借助现场硬件和管理平台软件联动，实现场区封闭管理信息化。

(4) 项目之间数据隔离

海上风电安全管理平台并非针对某一特定项目开发建设，而是要达到一次开发、多项目长期适用的效果。管理平台应用于新项目时，通过“添加项目”即可使用全部功能，而且不同项目之间的数据相互隔离，互不干涉。新项目参建人员自动关联新项目，便捷使用。

海上风电安全管理平台的应用

1. 合理设置权限

为了充分利用海上风电安全管理平台，向监理单位、施工单位等全部参建单位开放入口，使全部参建人员都可以使用该平台，提高项目工作质量和效率。同时，为了方便管理，海上风电安全管理平台设置了不同权限，区分不同单位对资料数据的查阅范围。施工单位只能审批本单位相关流程事项，只能查阅本单位资料信息和人员动态。监理单位和建设单位享有同样的权限，审批处理施工单位提交的相关流程事项，可以查阅本项目全部参建单位的资料数据。针对同一单位不同人员，也可分别设置权限，方便单位内部管理。

2. 强化应用效果

在应用过程中，要对新入场参建单位开展培训，使其了解海上风电安全管理平台的应用意图，掌握操作使用方法，为平台数据的有效性奠定基础。建立考核奖惩机制，鼓励各参建单位人员积极通过该平台填报数据、查询资料和发起审批流程，充分发挥平台应用效果。

目前，昌邑海上风电项目全部8家主要参建单位、牟平海上风电项目全部7家主要参建单位已全部应用该系统，构建了项目安全管理信息化数据网络。

3. 全面展示数据

为全面展示项目安全形势，以及各参建单位对海上风电安全管理平台的使用效果，设置海上风电安全管理平台首页，通过模块化显示项目累计当日进出场人数、船舶机械数量及隐患排查数量，通过

柱状图、折线图、饼状图及数据列表展示不同单位现场人数、隐患责任条数、资质报审数量及硬件设备完好率等数据，构建项目安全形势整体画像。

目前，昌邑海上风电项目注册人数达到2 129人，填报资质报审文件234份，发起安全隐患505条，隐患按时整改率100%；牟平海上风电项目注册人数已达到1416人，填报资质报审文件140份，发起安全隐患332条，按时整改率达100%。

4. 快捷查询数据

提供人员信息、每天进出场人员和指定人员进出场记录，隐患治理情况及历史天气等数据的快速查询检索，提供高效快速了解安全管理相关信息的方式，为项目工作数据分析提供了基本保障。

结束语

海上风电工程建设的自有特性和工程建设领域越来越严格的管理要求，需要可靠、便捷的手段辅助现场安全管理行为的实现和记录。基于海上风电项目建设的特点，结合以往现场安全管理工作的痛点，本文提出了集成化、信息化开展海上风电项目建设安全管理的解决方案。通过对人员赋二维码的动态管理，以及信息化的船机设备进出场管理、安全隐患排查治理，形成高效高质开展工作的海上风电安全管理平台。平台已在昌邑、牟平海上风电项目成功应用，可有效提高管理人员工作成效，提升海上风电项目安全管控水平，对保障海上风电行业的健康、快速发展具有重要意义。EA

(收稿日期：2023-10-22)

参考文献

- [1] 孙柏林. “大数据”技术及其在电力行业中的应用[J]. 电气时代, 2013(8): 18-23.
- [2] 彭荣琦, 孔得朋, 庞文棣, 等. 救援海洋平台遇险落水人员的船舶调度优化方法[J]. 中国安全科学学报, 2022, 32(11): 208-215.
- [3] 高来举, 岳豪. 高质量发展阶段能源资源安全挑战与对策[J]. 中国安全科学学报, 2023, 33(5): 66-73.
- [4] 陈玲, 张祎, 徐林, 等. 基于扫描法的海上风电场集电系统拓扑优化[J]. 电气应用, 2022, 41(8): 88-94.