

浅析智慧安全管理系统在海上风电施工现场的应用

杨 杰

华电科工股份有限公司 广东 阳江 529941

摘要：海上风电施工面临海洋环境复杂、作业难度大等挑战，传统安全管理方法存在局限性。智慧安全管理系统通过集成物联网、大数据和AI技术，实现实时监控、预警、人员定位与管理、智慧安全培训与教育以及应急响应与安全管理优化等功能。该系统提高了安全管理效率，降低了施工风险。然而，技术层面和管理层面仍存在挑战，需加强技术研发、完善管理制度和提升人员技能。智慧安全管理系统的應用將推動海上風電施工安全管理的智能化發展。

关键词：智慧安全管理系统；海上风电施工现场；应用

引言：随着全球能源转型和可再生能源的快速发展，海上风电作为清洁能源的重要组成部分，其建设规模日益扩大。然而，海上风电施工环境恶劣，安全风险高，对安全管理提出了更高要求。传统安全管理方法已难以满足复杂多变的施工需求。智慧安全管理系统作为一种新兴的安全管理模式，通过集成先进的信息技术，实现了对施工过程的全方位、智能化监控与管理。本文将深入探讨智慧安全管理系统在海上风电施工现场的应用，分析其在提高安全管理效率、降低事故风险等方面的作用，为海上风电施工安全管理提供新的思路和方法。

1 海上风电施工现场的安全管理现状

1.1 海上风电施工现场的特殊性

(1) 海洋环境的复杂性：海上风电施工位于海洋环境中，气象、海流、波浪等自然条件复杂多变，对施工安全构成重大挑战。例如，强风、大浪可能导致施工设备失稳，甚至引发安全事故。同时，海洋环境的不确定性也使得施工计划难以精准执行，增加了管理的难度。

(2) 施工区域动态性与作业难度：海上风电施工区域通常远离陆地，施工区域随着工程项目的进展而不断变化。这种动态性要求安全管理必须具备高度的灵活性和适应性。此外，海上风电施工涉及大量的高空作业、水下作业和特殊设备操作，作业难度大，对人员的技能和安全意识要求极高。(3) 人员与设备的分散管理需求：在海上风电施工现场，人员和设备往往分散在不同的作业区域，难以实现集中管理。这种分散性增加了安全管理的难度，需要采取更加有效的监控和协调手段来确保施工安全^[1]。

1.2 现有安全管理措施及其局限性

(1) 传统安全管理方法的概述：目前，海上风电施工现场主要采用传统的安全管理方法，如制定安全规章制度、进行安全培训、设置安全警示标识等。这些方法

在一定程度上提高了施工人员的安全意识和操作技能，对于预防常见安全事故具有积极作用。(2) 现有方法在应对突发情况时的不足：然而，传统安全管理方法在应对突发情况方面存在明显不足。例如，在面对极端天气条件或设备故障等突发事件时，现有的安全管理制度和应急预案往往难以迅速有效地发挥作用。这导致在突发情况下，施工现场的安全风险显著增加。(3) 对安全隐患的监测与预警能力分析：此外，现有安全管理措施在安全隐患的监测与预警方面也存在局限性。由于海上风电施工环境的复杂性，传统的监测手段往往难以准确、及时地发现潜在的安全隐患。同时，预警系统的缺失或不完善也使得施工现场在面对潜在风险时缺乏足够的准备和应对措施。这不仅增加了安全事故的发生概率，也给施工人员的生命安全带来了严重威胁。

2 智慧安全管理系统在海上风电施工现场的应用

2.1 系统框架与技术基础

(1) 系统的整体架构与功能模块。智慧安全管理系统在海上风电施工现场的整体架构通常包括感知层、网络层和应用层。感知层通过部署各种传感器，如气象传感器、海况监测传感器、船舶自动识别系统(AIS)基站等，实时监测施工现场的气象条件、海况变化以及船舶动态。网络层负责数据的传输和通信，采用海底光缆和5G基站等技术，确保数据的实时性和稳定性。应用层则提供安全监控、预警管理、人员定位、应急响应等功能模块，实现全方位的安全管理。(2) 关键技术支撑。物联网技术、大数据技术和AI算法是智慧安全管理系统在海上风电施工现场应用的关键技术支撑。物联网技术能够将各类安全设备互相连接，形成一个安全联网，实现安全信息的共享和协同处理。大数据技术则能够对海量数据进行处理和分析，挖掘出有价值的信息，为安全管理提供决策支持。AI算法则能够模拟人类的智能行为，

实现自主学习和决策,进一步提升系统的智能化水平^[2]。

(3) 数据采集与传输机制。数据采集方面,智慧安全管理系统通过部署在施工现场的各类传感器和监控设备,实时采集气象、海况、船舶动态等数据。这些数据包括风速、风向、海浪高度、船舶位置、航速等关键信息。传输机制方面,系统采用有线和无线相结合的方式,确保数据的实时性和稳定性。有线传输主要通过海底光缆等传输干线,无线传输则利用5G基站、卫星通信等技术手段。

2.2 实时监控与预警功能

(1) 实时数据监控。智慧安全管理系统能够实时监控施工现场的气象条件、海况变化和船舶动态。通过气象传感器和海况监测传感器,系统能够实时获取风速、风向、海浪高度等数据,为施工决策提供依据。同时,AIS基站能够实时监测船舶的动态信息,确保施工区域的安全。(2) 风险预警与事件响应机制。系统通过设置电子围栏和预警规则,对实时数据进行智能分析,一旦发现异常情况,如气象条件恶劣、船舶闯入禁航区等,系统会立即触发预警机制,通过短信、邮件或APP推送等方式通知相关人员。事件响应机制则包括应急预案的启动、救援力量的调度等,确保在紧急情况下能够迅速采取措施,减少损失。(3) 预警信息的推送与接收方式。预警信息的推送方式多样,包括短信、邮件、APP推送等。接收方式则根据人员的岗位和职责进行设置,确保预警信息能够准确、及时地传达给相关人员。同时,系统还支持多级联动和协同工作,实现不同部门和人员之间的信息共享和协同处置^[3]。

2.3 人员定位与管理

(1) 人员位置实时追踪与定位技术。智慧安全管理系统通过给施工人员配备定位标签,结合无线定位技术和数据分析,能够实时追踪和定位人员的位置信息。这为管理者提供了全面的人员动态信息,方便随时掌握人员的分布情况,确保在紧急情况下能够迅速定位到每一个人,提高应急响应的效率。(2) 施工人员的安全监控与健康监测。除了位置信息,系统还能监测施工人员的健康状况和安全状态。例如,通过心率监测设备,系统可以实时监测施工人员的的心率情况,一旦发现异常,立即进行预警,防止施工人员因身体不适而发生意外。同时,系统还能记录施工人员的工作时间和休息时间,防止因疲劳作业而引发的安全事故。(3) 任务分配与调度优化。智慧安全管理系统还能够根据施工需求和人员状态,进行任务分配和调度优化。系统能够智能分析人员的工作能力和经验,结合施工项目的具体需求,进行最

优的任务分配。同时,系统还能实时追踪任务的进度和状态,确保施工项目的顺利进行。

2.4 智慧安全培训与教育

(1) 基于虚拟现实的培训模拟。虚拟现实(VR)技术在智慧安全管理系统的培训与教育模块中发挥了重要作用。通过VR技术,系统可以创建逼真的施工环境模拟,让施工人员在虚拟环境中进行实际操作练习。这不仅提高了施工人员的技能水平,还增强了他们的安全意识和应对能力。(2) 安全规定的普及与教育平台。智慧安全管理系统还提供了一个安全规定的普及与教育平台。在这个平台上,施工人员可以随时随地查看和学习安全规定和操作规程,提高自己的安全知识水平。同时,系统还能记录学习进度和成绩,为管理者提供培训效果的评估依据。(3) 施工人员技能与知识水平的评估。通过智慧安全管理系统,管理者可以对施工人员的技能和知识水平进行定期评估。系统能够智能分析施工人员在学习和实践中的表现,给出客观的评价和反馈。这不仅有助于管理者了解施工人员的技能水平,还能为后续的培训 and 提升提供依据。

2.5 应急响应与安全管理优化

(1) 应急预案的制定与执行。智慧安全管理系统能够根据施工现场的实际情况和潜在风险,制定科学合理的应急预案。应急预案包括应急响应流程、救援力量配置、应急物资储备等内容。在紧急情况发生时,系统能够迅速启动应急预案,指导相关人员进行救援和处置。(2) 灾害风险评估与防范措施。系统能够结合历史数据和实时信息,对施工现场的灾害风险进行评估和预测。根据评估结果,系统能够给出相应的防范措施和建议,降低灾害发生的可能性。同时,系统还能实时监测灾害风险的变化情况,及时调整防范措施和应急预案^[4]。(3) 安全管理流程与制度的优化。智慧安全管理系统还能够对安全管理流程和制度进行优化。通过数据分析和智能算法,系统能够发现安全管理中存在的漏洞和不足,提出改进建议和措施。同时,系统还能对安全管理流程进行自动化和智能化改造,提高安全管理的效率和准确性。例如,通过自动化监控和预警系统,系统能够实时发现和报告潜在的安全隐患,减少人工干预和误差。

3 智慧安全管理系统应用的挑战与对策

3.1 技术层面的挑战

(1) 数据采集的准确性与完整性。海上风电施工现场的数据采集至关重要,但受到多种因素影响,如极端天气、海洋腐蚀、设备老化等,可能导致传感器等设备性能下降,从而影响数据采集的准确性和完整性。数据

的不准确或缺失将直接影响智慧安全管理系统的判断与决策,进而影响施工效率和安全性。(2)系统运行的稳定性与可靠性。海上风电施工现场的通信条件复杂,网络信号可能因天气、距离等因素而中断,导致系统无法稳定运行。此外,系统设备暴露在恶劣环境中,易受到物理损害,降低其可靠性和使用寿命。系统的不稳定将直接影响安全预警和事故应急处理的及时性,增加安全风险。(3)网络安全与数据保护。在海上风电施工现场,智慧安全管理系统涉及大量敏感数据,如人员信息、设备状态、施工计划等。一旦数据泄露或被恶意攻击,将对施工企业的运营安全和声誉造成重大损失。网络安全和数据保护成为智慧安全管理系统应用的重要挑战。

3.2 管理层面的挑战

(1)人员培训与接受度。海上风电施工现场的工作人员通常习惯于传统的安全管理方式,对智慧安全管理系统可能存在一定的抵触心理。同时,新系统的操作和维护需要一定的专业知识和技能,人员培训成为一大挑战。如何快速提高人员的操作技能和接受度,确保新系统的高效运行,是管理层面需要解决的问题。(2)管理制度与流程的配套改革。智慧安全管理系统的應用需要与之相匹配的管理制度与流程。然而,现有管理制度和流程可能无法完全适应新系统的需求,导致信息传递不畅、决策效率低下等问题。如何对管理制度和流程进行配套改革,以适应智慧安全管理系统的應用,成为管理层面需要面对的挑战。(3)成本效益分析与投入。智慧安全管理系统的建设和运行需要较大的资金投入,包括硬件设备购置、软件开发、系统集成、人员培训等。对于施工企业来说,如何科学合理地评估系统的成本效益,确保投入与产出相匹配,是管理层面需要认真考虑的问题。

3.3 应对策略与措施

(1)加强技术研发与升级。针对数据采集的准确性和完整性问题,应加强对传感器等数据采集设备的技术研发,提高其在极端环境下的性能表现。同时,不断优化数据传输协议和系统架构,确保数据的稳定传输和完

整保存。对于系统运行的稳定性和可靠性问题,应加强对系统的维护和升级工作,及时发现和解决潜在故障,确保系统的稳定运行和可靠预警。(2)完善管理制度与标准。根据智慧安全管理系统的特性和需求,制定和完善与之相匹配的管理制度与标准。明确各级管理人员和操作人员的职责和权限,规范系统的操作和维护流程。同时,加强对系统运行的监督和评估工作,确保各项管理制度和标准的有效落实。此外,还应加强与其他施工企业的交流合作,借鉴先进的管理经验和做法,不断完善自身的管理制度和流程。(3)提升人员技能与意识。加强对海上风电施工现场作业人员的培训和指导力度,提高其对智慧安全管理系统的认识和操作技能。通过举办培训班、现场演示、模拟演练等活动形式,增强作业人员的安全意识和风险防范能力。同时,建立激励机制和考核体系,鼓励作业人员积极学习和使用智慧安全管理系统,提高系统的应用效果和安全性。

结束语

综上所述,智慧安全管理系统在海上风电施工现场的应用具有重要意义。它不仅提高了施工安全管理效率,降低了事故风险,还为施工人员提供了更加安全、高效的工作环境。随着技术的不断进步和应用经验的积累,智慧安全管理系统将更加完善,为海上风电施工安全管理注入新的活力。未来,我们应继续加强技术研发与创新,完善管理制度与流程,推动智慧安全管理系统在海上风电领域的广泛应用,为能源安全和可持续发展贡献力量。

参考文献

- [1]陈曦.海上风电施工安全管理控制[J].大众标准化,2023,(06):65-66.
- [2]欧昌岑.广东海上风电项目并网安全运行分析[J].中国电力企业管理,2022,(04):40-41.
- [3]陈爱娟.海上风电项目地质勘察工程施工对船舶通航安全影响研究[J].中国水运,2022,(11):123-124.
- [4]王文雪,徐丹.海上风电项目社会风险评估研究[J].山东工商学院学报,2022,(10):109-110.