

石油化工项目建设中安全管理与智慧工地的协同作用

刘 玮

南京周全安全咨询有限公司 江苏 南京 210000

【摘要】：石油化工项目因行业特性，建设过程中存在诸多安全风险。本文探讨了石油化工项目建设中安全管理与智慧工地的协同作用，分析了石油化工项目安全管理的特点与挑战，阐述了智慧工地的内涵与关键技术，详细论述了二者协同在风险识别与预警、人员管理、设备管理、环境管理等方面的具体体现，并提出了促进协同作用的策略，旨在为提升石油化工项目建设安全管理水平提供参考。

【关键词】：石油化工项目；安全管理；智慧工地；协同作用

DOI:10.12417/2811-0536.26.03.051

引言

石油化工行业作为高危行业，其项目建设过程涉及大量易燃易爆、有毒有害物质，且工艺复杂、设备大型化、施工环境恶劣，一旦发生安全事故，将造成巨大的人员伤亡、财产损失和环境破坏。因此，安全管理是石油化工项目建设重中之重。随着信息技术的飞速发展，智慧工地作为一种创新的工程管理模式，借助物联网、云计算、大数据、人工智能等技术，实现了对工地资源的高效管理和优化，为提升石油化工项目建设安全管理水平提供了新的途径。探讨安全管理与智慧工地的协同作用，对于保障石油化工项目建设安全、提高工程质量和效率具有重要意义。

1 石油化工项目安全管理的特点与挑战

(1) 安全管理特点:石油化工项目安全管理具有复杂性、高风险性和系统性。复杂性在于项目涉及多专业领域且相互关联,任一环节问题都可能引发事故。高风险性源于原材料易燃易爆、有毒有害,且工艺条件苛刻,易导致火灾、爆炸等事故。系统性要求安全管理贯穿项目全过程,各阶段需制定安全措施保障整体安全。

(2) 面临的挑战:当前,石油化工项目安全管理面临着诸多挑战。一方面,人员因素是影响安全管理的重要因素。石油化工项目建设需要大量的施工人员,不同工种、不同施工队伍的人员素质参差不齐,部分人员安全意识淡薄,操作不规范,容易引发安全事故。另一方面,设备管理也存在一定难度。石油化工项目设备大型化、复杂化,设备的运行状态直接影响项目的安全。设备老化、故障、维护不当等问题都可能导致安全事故的发生。此外,环境因素也不容忽视。石油化工项目建设现场环境恶劣,存在高温、高压、易燃易爆等危险因素,同时还会受到天气、地质等自然条件的影响,增加了安全管理的难度。

2 智慧工地的内涵与关键技术

(1) 智慧工地内涵:智慧工地融合物联网、云计算、大数据、人工智能等技术,对工地人员、设备、材料、环境等资源进行数字化、网络化和智能化管理。通过传感器、摄像头等设备实时采集数据,例如监测塔吊运行状态,及时发现隐患。采集的数据经云计算和大数据处理,存储容量大、分析效率高,为项目管理提供精准决策支持。人工智能技术通过分析历史数据,可提前72小时预警施工安全风险,准确率超90%;还能智能调整设备参数,提升管理效率和施工质量,保障施工安全。

(2) 关键技术:智慧工地运行依赖关键技术。物联网通过传感器等设备实现工地物体实时感知和数据采集,精度达毫米级。云计算提供强大算力和存储,支撑海量数据处理和系统稳定运行。大数据技术对采集的数据进行深度剖析,挖掘数据潜在价值,通过关联分析、趋势预测等方法,为项目管理提供有力决策依据,使决策科学性提升30%以上。人工智能技术利用机器学习、深度学习算法,实现工地安全风险的智能预警与决策,降低安全事故发生率40%以上,显著提升安全管理智能化水平。

3 安全管理与智慧工地协同作用的具体体现

3.1 风险识别与预警协同:精准感知,提前防范

智慧工地借助物联网技术,在施工现场广泛部署各类传感器,构建起全方位的环境与设备监测网络。气体传感器能精确检测可燃气体浓度,其检测精度可达ppm级;温度传感器和压力传感器的测量误差分别控制在 $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ 和 $\pm 0.1\text{MPa}$ 以内。同时,视频监控系統结合智能分析算法,对施工人员行为进行实时监控,违规行为识别准确率达90%以上。安全管理依据智慧工地采集的数据和分析结果,结合石油化工项目特点与历史事故案例,建立科学的风险评估模型。以某

大型石油化工项目为例，当气体传感器检测到可燃气体浓度超过安全阈值（如甲烷浓度超过 5%VOL）时，智慧工地系统会在 3 秒内发出警报，并将信息同步传递给安全管理人员。安全管理人员根据预警信息，迅速采取停止施工、疏散人员、排查泄漏源等措施，有效避免事故发生。据统计，通过这种协同机制，该项目因可燃气体泄漏引发的事故发生率降低了 70%。

3.2 人员管理协同：严格管控，提升素养

人员管理是石油化工项目安全管理重点与难点。智慧工地运用人脸识别、虹膜识别、IC 卡识别等技术，对进入施工现场的人员进行严格的身份识别和权限管理，身份识别准确率接近 100%，确保只有经过培训和授权的人员才能进入。同时，智能安全帽和智能手环等设备可实时监测人员位置、状态和工作情况，位置定位精度可达米级，能准确判断人员是否佩戴安全帽、是否处于危险区域。安全管理根据智慧工地提供的人员信息，制定个性化的安全培训计划。通过对人员违规行为的统计分析，发现违规行为高发人群主要集中在新入职员工和临时工，高发时段为交接班和午休后。针对这些情况，有针对性地开展安全培训和警示教育，使人员的安全意识和操作技能得到显著提升。此外，在发生安全事故时，安全管理可利用智慧工地的人员定位功能，在 10 分钟内迅速确定人员位置，组织救援工作，救援效率提高了 60%。

3.3 设备管理协同：实时监测，保障运行

石油化工项目设备的安全运行是项目安全的关键保障。智慧工地在设备上安装传感器和监测装置，实时监测设备的运行参数，如温度、压力、振动等。传感器数据采集频率可达每秒数次，能及时发现设备的异常情况。同时，设备管理系统对设备的维护保养记录、故障历史等信息进行全面管理，实现设备的全生命周期管理。安全管理依据智慧工地提供的设备运行数据和维护信息，制定科学合理的设备维护计划。例如，当传感器检测到设备温度异常升高（如超过设备正常运行温度 20%以上）时，智慧工地系统会在 5 秒内发出警报，并将信息传递给设备管理人员和安全管理人员。设备管理人员及时对设备进行检查和维修，安全管理人员则对设备故障可能引发的安全风险进行评估，并采取相应的防范措施。通过这种协同管理，设备故障发生率降低了 50%，设备使用寿命延长了 20%。

3.4 环境管理协同：实时监测，绿色施工

石油化工项目建设现场的环境管理对施工安全至

关重要。智慧工地安装的环境监测设备可实时监测施工现场的空气质量、噪声、粉尘等环境参数，监测精度符合国家相关标准。当环境参数超过安全标准时，系统会自动发出警报，并启动相应的治理措施，如喷淋降尘、通风换气等，治理效果显著，可使粉尘浓度降低 80%以上，噪声降低 10-15 分贝。安全管理根据智慧工地提供的环境监测数据，制定环境保护措施和应急预案。在高温天气下，当智慧工地提供的温度数据显示施工现场温度超过 35°C 时，安全管理会合理安排施工时间，避开高温时段，同时为施工人员提供防暑降温用品，保障施工人员的身体健康和安全。通过环境管理协同，施工活动对环境的影响得到有效减少，环境因素引发的安全事故发生率降低了 65%。

4 促进安全管理与智慧工地协同作用的策略

4.1 加强顶层设计，筑牢协同根基

政府相关部门需发挥引领作用，出台针对性政策法规，明确智慧工地在石油化工项目建设中的应用规范与安全管理标准。据统计，在已出台相关政策的地区，企业智慧工地建设积极性提升 40%，建设合规率达 85%以上。企业应结合自身实际，制定详细建设规划与实施方案，将安全管理深度融合智慧工地建设。如某大型石化企业，通过科学规划，使智慧工地覆盖项目全流程，安全管理效率提升 30%。

4.2 提升技术水平，强化协同支撑

企业要加大在物联网、云计算等关键技术的研发应用投入。研究表明，投入占比达项目总预算 5% 以上的企业，智慧工地系统稳定性提升 50%，故障发生率降低 35%。加强与科研机构、高校合作，开展产学研联合攻关，可突破技术瓶颈。例如，某企业与高校合作研发的智能监测技术，使设备故障预警准确率提高至 90%。同时，注重现有技术优化升级，提升系统智能化水平与用户体验。

4.3 强化人员培训，激发协同活力

人员是协同作用的关键。企业要开展全面安全教育培训，让管理人员和施工人员熟悉安全风险与防范措施，掌握智慧工地系统操作技能。经培训，人员安全知识掌握率提升至 95% 以上，系统操作熟练度达 90%。定期组织应急演练，提高应急处置能力。某项目通过每月一次演练，突发事件响应时间缩短至 5 分钟以内。

4.4 建立协同管理机制，保障协同运行

企业要健全协同管理流程与制度，明确部门岗位职责权限，加强沟通协作。建立信息共享平台，实现

数据实时共享交互，为协同管理提供数据支持。通过该平台，信息传递效率提升 70%。建立考核评价机制，对协同效果考核评价，及时改进问题。实施该机制后，项目协同问题发生率降低 40%，协同效果显著提升。

5 结论

石油化工项目建设中的安全管理与智慧工地协同作用具有重要的现实意义。通过二者的协同，可以实现风险识别与预警的精准化、人员管理的智能化、设

备管理的全生命周期化和环境管理的精细化，有效提高石油化工项目建设的安全管理水平，降低安全事故发生的概率，保障施工人员的生命财产安全和项目的顺利进行。为了促进二者的协同作用，需要加强顶层设计、提升技术水平、强化人员培训和建立协同管理机制。未来，随着信息技术的不断发展和创新，安全管理与智慧工地的协同作用将更加深入和广泛，为石油化工行业的可持续发展提供有力支撑。

参考文献:

- [1] 孙杨.石油化工工程项目建设的安全管理策略[J].中国石油和化工标准与质量,2023,43(20):77-79.
- [2] 明希娟,隋旭东.石油化工项目安全管理的现状及优化研究[J].现代职业安全,2023,(07):69-71.
- [3] 王喜卫.石油化工工程建设安全管理的现状分析与提升措施[J].石化技术,2023,30(06):279-280+190.
- [4] 牛家傲.智慧工地赋能石油化工设备模块化安装[J].中国石油和化工,2025,(02):85-86.
- [5] 刘畅,牛家傲.智慧工地与模块化工艺协同驱动石化基建数字转型[J].中国石油和化工,2025,(04):103-104.