

2025 年江苏省智慧工地 应用场景典型案例集

江苏省住房和城乡建设厅

2026 年 8 月

目 录

1. 有毒有害气体实时监测	(1)
2. 施工资料数字化管理	(11)
3. 群体智能协同智能建造系统应用	(17)
4. 智能建造管理和危大工程管控	(28)
5. AI 助力群塔数字化安全管理	(39)
6. 深基坑自动化监测系统	(45)
7. BIM 数字一体化在项目全生命周期中的应用	(51)
8. 建筑棒材智能验收系统应用	(58)
9. 无人化物料运输机器人应用	(65)
10. 智能无人塔吊施工应用	(70)
11. 高精度地坪测量机器人施工应用	(77)
12. 基于“AI 视频识别+物联网传感”危大工程管理与人员行为智能双控系统	(82)
13. 喷淋联动智能控尘的应用	(91)
14. 基于 AI 数字监管员的安全教育与管理	(100)
15. 危大工程智能化管控	(105)
16. 视频监控系统在智慧工地中的应用	(113)
17. 基于 BIM 与智能检测的管网数字化建管运维一体化实践	(123)
18. 无人智能升降机系统应用	(128)
19. AI 赋能工程建设智能施工与安全运维	(133)
20. 自主式多功能智能巡检机器人应用	(139)
21. 人员立体定位与行为智能管控系统	(146)
22. 深基坑顶管工作井有限空间“技防+人防”双控安全管理体系	(153)

23. BIM 深度应用赋能钢结构深化加工	(163)
24. 全场景无感立体定位可视化智能安全帽应用	(175)
25. 悬挑卸料平台智能监测系统在工程项目中应用实践	(183)
26. 利用智能地磅系统对建筑主材的管理应用	(190)
27. 强化数智赋能 夯实履职管理	(198)
28. 构筑智慧化监管平台 推动规范化使用管理	(204)
29. 探索塔机安拆多模态感知 强化关键环节智慧化管理	(208)
30. 高风险作业闭环管理应用	(215)
31. 高空无人机巡查系统在施工安全管理方面的应用	(222)
32. 智能建造在施工中的应用	(231)
33. 智能安全帽的智慧监管应用	(239)
34. 超危工程方案论证专家库系统	(248)
35. 安全智慧管控系统在施工现场安全隐患全流程管控中的应用	(256)
36. 无人机智能巡检应用	(261)
37. 基于 GNSS 自动化监测系统深基坑在线监测应用	(279)
38. 大体积混凝土智能温控冷却管理	(271)
39. AI 视频分析系统应用	(279)

应用场景一

有毒有害气体实时监测

工程项目：南部新城富华路两侧教育配套建设工程

施工单位：中国建筑第五工程局有限公司

集成服务商：南京永辉信息科技有限公司

监督机构：南京市建筑工程质量安全监督站

一、项目概况

本项目为南部新城学校建设项目，位于南京市秦淮区南部新城片区，总建筑面积约8.24万㎡，建设内容包括幼儿园、小学、中学教学楼、综合楼、食堂、风雨操场、图书馆及地下车库等，属于体量大、功能复合的公共建筑工程。项目由南京市南部新城开发建设（集团）有限公司建设，中国建筑第五工程局有限公司负责施工，南京腾江工程咨询有限公司实施全过程监理。项目施工周期长、参建单位多、专业交叉作业频繁，高处作业、动火作业及临时用电等高风险作业贯穿施工全过程，消防安全管理压力较大。

项目以创建高水平安全文明工地为目标，持续推进安全生产标准化建设，已完成差别化工地创建，并入选南京市安全生产标准化文明工地、江苏省住房城乡建设厅“云观摩”工地，获评江苏省建筑施工安全生产标准化星级工地（三星），同时纳入华东六省一市及全国建筑施工安全生产标准化工地培育创建范围，安全管理成效显著。

在此背景下，项目依托智慧工地平台，系统集成人员信息动态管理、安全隐患排查、扬尘视频监控及临边、高处等重点风险源在线监测，全面提升现场安全数字化、智能化管控水平。以有限空间作业管理为典型代表，通过布设有毒有害气体实时在线监测装置，实现作业环境实时感知、异常自动预警和风险精准管控，有效降低有限空

间及高风险作业的安全风险。



图 1 效果图



图 2 实景图

二、典型应用场景的内容及做法

（一）应用场景

在本房建工程施工中，有毒有害气体实时监测作为有限空间安全管控的重要技术手段，通过对氧气浓度及一氧化碳、硫化氢等有毒有害气体实施实时在线监测与异常预警，实现作业环境动态感知，为现场科学决策和应急处置提供技术支撑，有效提升有限空间作业的本质安全水平。

在本项目施工过程中，有毒有害气体实时监测重点应用于地下受限空间作业场景，包括消防水池、人防区等部位。此类空间通风条件较差，易积聚甲烷（ CH_4 ）、硫化氢（ H_2S ）、一氧化碳（ CO ）、二氧化碳（ CO_2 ）等有害或有毒气体，存在爆炸、中毒及窒息等较大安全风险。通过实时监测与超限预警，为作业准入、人员撤离、通风措施调整及应急处置提供数据支撑。

（二）系统构成

目前施工现场常用的有毒有害气体监测系统主要分为便携式检测报警仪和固定式在线监测系统两类。两者检测原理基本一致，均依托气体传感技术对环境气体进行实时检测，其中便携式设备适用于巡检和临时作业场景，固定式在线系统则更适合消防水池等房屋市政工程中作业周期长、风险集中的重点区域，可实现持续监测和集中预警。

1.系统拓扑

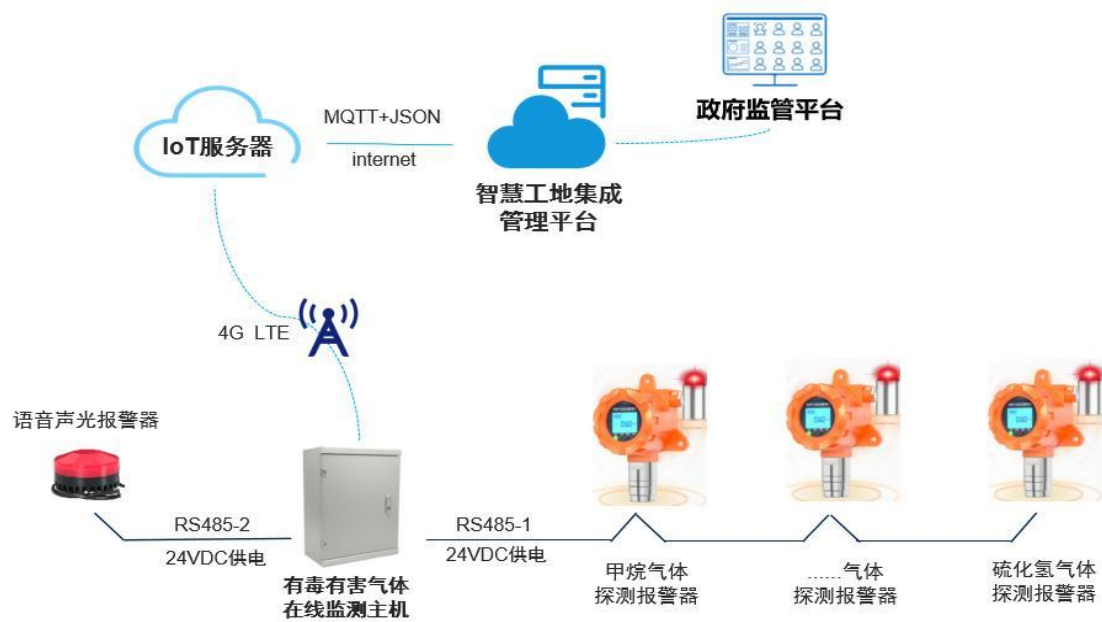


图 3 固定式在线监测系统拓扑图



图 4 有毒有害气体通风系统简易拓扑图



图5 便携式泵吸型四合一气体检测报警仪

2.工作原理

■ **传感器模块**：核心部件，不同气体对应专用传感器，如电化学传感器（检测CO、H₂S）、催化燃烧传感器（检测CH₄）、PID光离子传感器（检测苯系物）。传感器与气体接触后，会将气体浓度转化为电信号。

■ **信号处理模块**：对传感器输出的微弱电信号进行放大、滤波、A/D转换，转化为数字信号。

■ **显示与报警模块**：便携式设备直接显示浓度值，固定式在线监测系统可将数据实时传输至监控中心；当浓度超过预设阈值时，触发声光报警或远程预警。

■ **数据传输模块（固定在线式）**：通过4G/5G无线技术，将监测数据上传至云端平台，实现远程实时监控。

■ **供电模块**：便携式设备采用锂电池，固定在线式设备采用220VAC交流供电或太阳能+储能锂电池供电。

■ **联动模块**：通过显示与报警模块传输过来的报警信号启动下游的通风系统。

■ **通风系统**：1.防爆型轴流风机/防爆鼓风机（易燃易爆环境）；2.耐腐蚀、大风量普通轴流风机（有毒有害但非易爆环境）；3.常规轴流风机、移动式通风机（一般缺氧/无毒环境）。

3.产品选型

■ 固定式在线监测系统

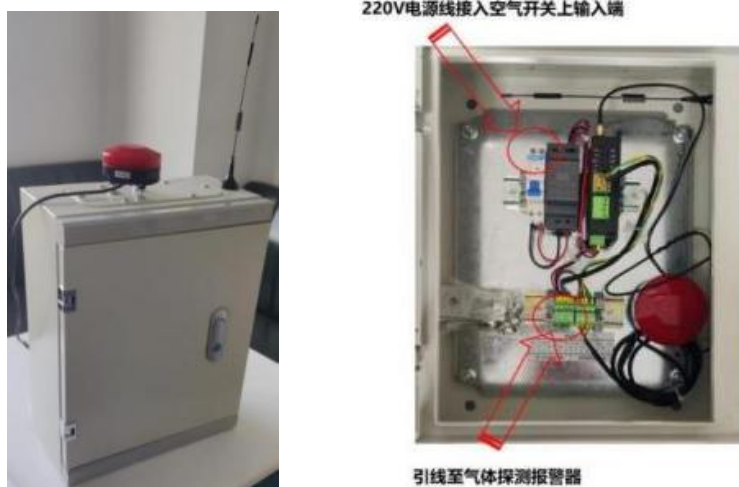


图 6 监测主机，可选配显示模块和储能电池



图7 气体探测器，CH₄、H₂S、CO、CO₂等气体传感器可选

■ 便携式泵吸型四合一气体检测报警仪



图 8 CH₄、H₂S、CO、CO₂等气体传感器可选

■ 鼓风机型号



图 9 防爆鼓风机



图10 耐腐蚀鼓风机



图11 普通鼓风机

(三) 施工现场监测点位布置

有毒有害气体监测点位布置遵循“全覆盖、无死角、重点突出”的原则，结合《危险化学品重大危险源监督管理暂行规定》及施工现场实际工况进行科学设计。

本项目监测区域为地下室消防水池，单个建筑面积约 277.4m²，属于典型有限空间作业区域。根据空间尺度、通风条件及作业风险特点，按照每 8~10 米设置 1 个监测点位的方式进行模拟布设，重点在水池内部低洼处、人员主要作业通道及出入口附近加密布点，确保甲烷（CH₄）、硫化氢（H₂S）、一氧化碳（CO）及氧气浓度等关键指标实现连续、稳定监测，全面覆盖作业区域，有效消除监测盲区。

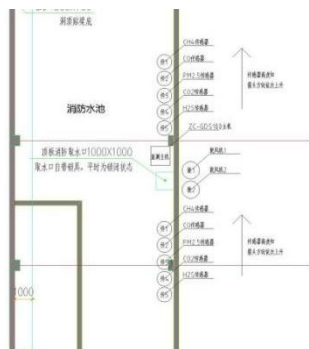


图12 有毒有害气体监测系统点位图

1. 点位布置

1) 硫化氢 H_2S 距底板 0.3~0.6m (紧贴地面) 处设置监测点；一氧化碳 CO 离地 1.2~1.8m (人员呼吸带) 处设置监测点； $PM_{2.5}$ 离地1.2~1.5m (呼吸带) 处设置监测点；二氧化碳 CO_2 离地 0.3~0.6m (底部低位) 处设置监测点；甲烷 CH_4 顶板下方 0.3~0.6m (顶部高位) 处设置监测点。



图13 气体探测器现场应用



图14 固定式在线监测系统ZC-GDS100现场应用

介质	作业允许最高浓度	一级报警 (通风处理)	二级报警 (全员撤离)
CO	$\leq 17 \text{ ppm}$ (20 mg/m^3)	20 ppm	30 ppm
H_2S	$\leq 7 \text{ ppm}$ (10 mg/m^3)	7 ppm	10 ppm
CH_4	$\leq 10\% \text{ LEL}$ ($0.5\% \text{ VOL}$)	10% LEL	25% LEL
CO_2	$\leq 5000 \text{ ppm}$	5000 ppm	10000 ppm
$PM_{2.5}$	$\leq 4 \text{ mg/m}^3$	$75 \text{ } \mu\text{g/m}^3$	$150 \text{ } \mu\text{g/m}^3$

图15 有限空间直接作业有害气体阈值

2) 通风设备选择与布置：根据地下室消防水池有限空间的大小、形状和结构，将轴流风机放置在标准位置 (不得少于2台)，确保能够有效将新鲜空气送入空间，并排出内部的污浊空气。

空间类型	风机摆放位置	风管末端高度	通风方式
单口井 / 化粪池	洞口外侧上风侧	距底板 0.3 ~ 0.6m	底部压入送风
双口储罐 / 管沟	近人洞口送风、远端洞口排风	送风 1.2 ~ 1.5m; 排风顶部 0.3 ~ 0.6m	对流—送一排
高甲烷密闭空间	外部双风机	送风底部, 排风顶部	上下对流通风

图16 有限空间轴流风机简易布置点位

(四) 施工现场监测流程

1. 作业前置工作

在作业前，先利用自然通风初步改善有限空间内的空气环境，但由于自然通风效果有限，在作业过程中持续开启机械通风设备轴流风机，以保证空气的不断更新。

2. 进入施工前工作

后台确认消防水池内各项气体指标是否低于阈值，确认无误后携带相关工具进入施工。



图17 现场检测记录

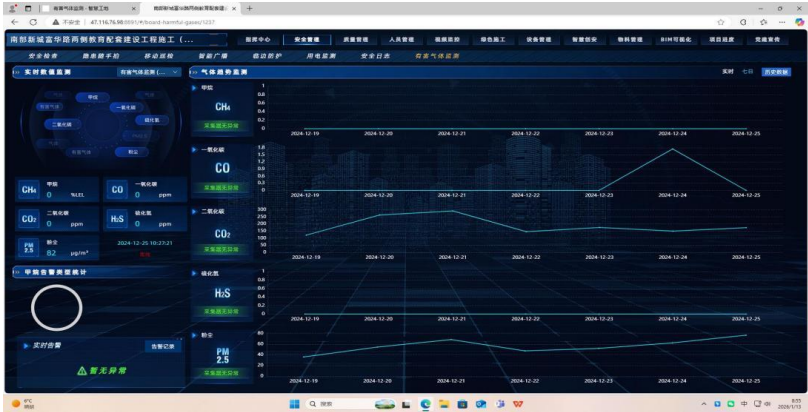


图18 有害气体监测平台

3. 持续监测

施工人员进入消防水池施工时，相关管理人员在后台实施观察水池内相关气体指标。

2024-10-01		2024-12-24				查询
序号	设备名称	监测类型	变量值	监测状态	监测时间	
1	有害气体监测	CO	0	正常	2024-12-24 23:59:55	
2	有害气体监测	CO2	454	正常	2024-12-24 23:59:47	
3	有害气体监测	PM2.5	78	正常	2024-12-24 23:59:44	
4	有害气体监测	H2S	0	正常	2024-12-24 23:59:39	
5	有害气体监测	CH4	0	正常	2024-12-24 23:59:06	
6	有害气体监测	CO	0	正常	2024-12-24 23:58:55	
7	有害气体监测	CO2	454	正常	2024-12-24 23:58:47	
8	有害气体监测	PM2.5	77	正常	2024-12-24 23:58:44	
9	有害气体监测	H2S	0	正常	2024-12-24 23:58:39	
10	有害气体监测	CH4	0	正常	2024-12-24 23:58:06	
11	有害气体监测	CO	0	正常	2024-12-24 23:57:55	
12	有害气体监测	PM2.5	72	正常	2024-12-24 23:57:44	
13	有害气体监测	H2S	0	正常	2024-12-24 23:57:39	
14	有害气体监测	CH4	0	正常	2024-12-24 23:57:06	
15	有害气体监测	CO	0	正常	2024-12-24 23:56:55	

图19 有害气体变量监测

4. 预警启动

气体传感器感应到空间内相关气体浓度达到预警阈值事，在声光报警器响起的同时信号给与电源时序器，自动将轴流风机挡位调至最高，最大限度将内部污浊空气向室外排放，吸进新鲜空气，施工人员第一时间撤离现场。

5. 持续观察

通风系统预警启动持续观察30-60分钟，若长时间通风后数值仍不达标，需专业人士穿戴专业工具排查是否有污染源，直至消防水池内有害气体全部低于阈值。

6. 复工审批

安全员现场手持仪器复测复核（使用便携式复合检测仪对水池上、中、下三点复测，双重验证气体安全）→ 填写《有限空间复工复批申请表 / 有限空间作业票》，附系统监测记录、复测纸质台账 → 作业班组长签字提交申请 → 专职安全员现场核查通风、监测、防护、应急措施并签字初审 → 项目安全负责人 / 监理现场复核水池作业环境、监测设备、人员资质 → 高风险消防水池报项目经理分级终审签字审批 → 审批通过发放有效作业许可票 → 准许恢复有限空间施工作业。

有限空间作业复工复批申请表

适用范围：作业中途暂停、停工超30分钟、现场条件变化、重新进场施工等
执行标准：GB 30871-2022、GB 40769-2025 有限空间作业安全规范

一、作业基本信息

项目	内容	项目	内容
施工单位	中建三局	作业地点/有限空间名称	（ ）/（ ）/（ ）
作业内容	有限空间内作业	作业许可证号	
本次复工时间	2024年8月14日 11:00	计划完工时间	2024年8月14日 15:00
作业负责人	张某某	联系方式	1381010XXXX
作业人员	李某某、王某某	联系方式	1381010XXXX

二、复工前安全条件核查（逐项确认打√）

1. 已重新检测通风 30 分钟，其数据符合标准，风量充足	2. 空间内无有毒、可燃、有害气体，气体检测数据合格
3. 作业人员、监护人员持证在岗，安全交底重新完成	4. 通风、照明、通讯设备完好正常

图20 复工申请表1

三、复工安全确认及审批意见

作业负责人确认：本人已对现场重新检查，通风、气体检测、安全条件满足复工要求，作业人员已重新交底，同意复工。
签字：张某某 日期：2024.8.14

监护人确认：现场监护到位，设备随时完好，全程监护到位，严禁脱岗。
签字：李某某 日期：2024.8.14

安全管理部审批意见：
签字：王某某 日期：2024.8.14

项目经理审批意见：
签字：赵某某 日期：2024.8.14

四、重要备注（强制要求）

- 有限空间作业停工超过30分钟必须重新通风、重新检测，复测后方可进塔；
- 气体检测一项不合格，通风不足的，监护缺失，严禁复工；
- 复工后必须连续通风，风机不得停机，监护不得离岗；
- 本次复工有效时长仅限当日当天，下次停工后次日需重新办理复批。

图21 复工申请表2

三、应用成效

1. 预防安全事故

实时监测气体浓度，提前预警超标风险，避免人员中毒、窒息或气体爆炸事故，降低施工安全风险。例如地下管网作业中，可有效避免H₂S中毒事故；爆破作业后可精准判断通风时间，避免盲目复工。

2. 提升应急处置效率

固定式系统可定位超标区域，管理人员能快速制定处置方案（如局部加强通风、佩戴防护装备），减少应急响应时间；历史数据可作为事故调查的依据。

3. 规范作业流程并强化合规保障

通过气体监测数据量化分析通风效果，指导科学优化通风方案，推动受限空间作业流程标准化、规范化实施；依托实时监测结果督促作业人员规范佩戴防护装备，持续强化安全意识。

4. 提升经济效益，降低管理成本

通过气体监测系统实现受限空间作业环境的自动化、连续化监测，减少人工巡查和专人值守需求，节省安全管理及监护人员投入；同时降低返工、停工整改及事故处罚风险，提升作业组织效率，实现人工、管理和风险成本的综合降低。

同时，智慧工地应用进一步压实了各参建单位安全生产主体责任，将有限空间内

施工的无形风险数字具象化。相关做法流程清晰、操作可复制、成效直观，对同类型房建工程在有限空间作业风险管控及智慧工地建设方面具有较强的示范意义和推广价值，为建筑施工领域安全管理数字化、智能化升级提供了有益实践经验。

应用场景二

施工资料数字化管理

工程项目：南部新城国际路居住社区中心建设工程

施工单位：中建八局第三建设有限公司

集成服务商：南京中建八局智能科技有限公司

监督机构：南京市建筑工程质量安全监督站

一、项目概况

本项目坐落南京秦淮南部新城，总建筑面积 9.7 万 m²，涵盖社区商业、养老医疗、幼托、地下车库等复合业态，施工周期长、分包单位多、多专业交叉施工，危大工程、动火、临电作业密集，安全管控压力大。项目已获评江苏省三星级标准化工地、南京市智能建造试点、江苏省智能建造示范工程，入选江苏省住房城乡建设厅云观摩工地。

传统纸质资料存在编制繁琐、线下流转审批耗时、图纸版本混乱、验收追溯困难、纸质存档损耗大等痛点，同时安全、质量资料与现场智慧监测数据相互割裂，无法形成管理闭环。为落实建筑行业数字化转型要求，项目搭建一体化施工资料数字化管理体系，打通资料编制、线上审批、现场监测、远程验收全流程，实现无纸化、数据化管控。



图 1 项目整体效果图



图 2 项目施工现场实景图

二、典型应用场景的内容及做法

本项目创新采用“双软件 + 双平台 + 智慧工地子系统”协同架构，打通工程

资料、安全管理、现场智能监测数据，实现全生命周期资料数字化闭环管控，核心创新举措分为四大板块：

（一）全品类资料线上一体化归档审批

覆盖四大核心资料场景，全部线上流转、留痕可追溯：

- 1) 前期资料：立项、勘察设计、招投标、施工许可线上集中归档，一键检索；
- 2) 工序验收资料：分项、隐蔽工程报验线上填报，联动视频验收系统远程可视化核验；
- 3) 图纸变更资料：统一管控图纸版本，设计变更自动推送，杜绝错用旧图纸；
- 4) 合同安全资料：分包、采购合同线上履约跟踪；安全方案、交底、隐患记录全程线上审批，关联危大工程监测数据。

资料管理依托公司管理系统（如图3 资料管理系统界面），保证资料的及时性和完整性；资料编制依托云软件（如图 4 资料平台界面），保证资料的准确性，自动校验数据，完成后上传系统发起线上审批，驳回自动标注修改意见，形成闭环。



图 3 资料管理系统界面



图 4 云资料平台界面

(二) 多系统数据互通，打破信息孤岛

搭建四层分层拓扑架构（如图5 项目数字化管理系统整体拓扑示意图），实现跨系统数据互通：

- 1) 终端采集层：智能水电表、基坑传感器、AI 摄像头、扬尘喷淋设备实时采集现场监测数据；
- 2) 子系统层：筑业云工程资料、中建智慧安全平台、视频验收、智慧工地监测四大子系统独立运行、接口互通；
- 3) 核心枢纽层：企业统一数字化平台，集中存储、权限管控、统一审批；
- 4) 应用层：电脑、移动端多端同步，管理人员随时查阅资料、查看现场预警。

创新实现安全资料与现场监测联动：基坑、高支模监测、空气质量、视频监控数据自动同步至安全台账，异常报警自动生成隐患整改单。



图 5 项目数字化管理系统整体拓扑示意图

（三）分阶段落地实施标准化流程

1）筹备培训阶段：制定数字化资料管理细则，统一资料分类、审批权限；组织全员软件实操培训，完成平台权限、流程初始化配置；

2）过程管控阶段：资料员同步施工进度线上编制资料，隐蔽工程搭配验收视频同步归档；安全员线上填报安全日志，自动生成台账（如图6 智慧安全平台安全日志在线台账），智慧工地监测数据自动关联安全资料，系统定期核查资料完整性、设备在线状态；

3）竣工归档阶段：平台自动分类整合全套数字化档案，云端多重备份，同步总结可复制数字化管理流程。

图 6 智慧安全平台安全日志在线台账

（四）远程可视化验收创新应用

配套视频验收子系统，关键工序、隐蔽工程无需监理线下到场，现场拍摄施工视频同步上传报验单，线上完成验收签字，验收影像与纸质资料一一绑定存档，解决多点位同步验收、跨区域巡查难题，验收记录永久留存不可篡改（如图7 视频验收系统、图8 智慧安全平台界面、图9 施工资料数字化管理系统看板）。

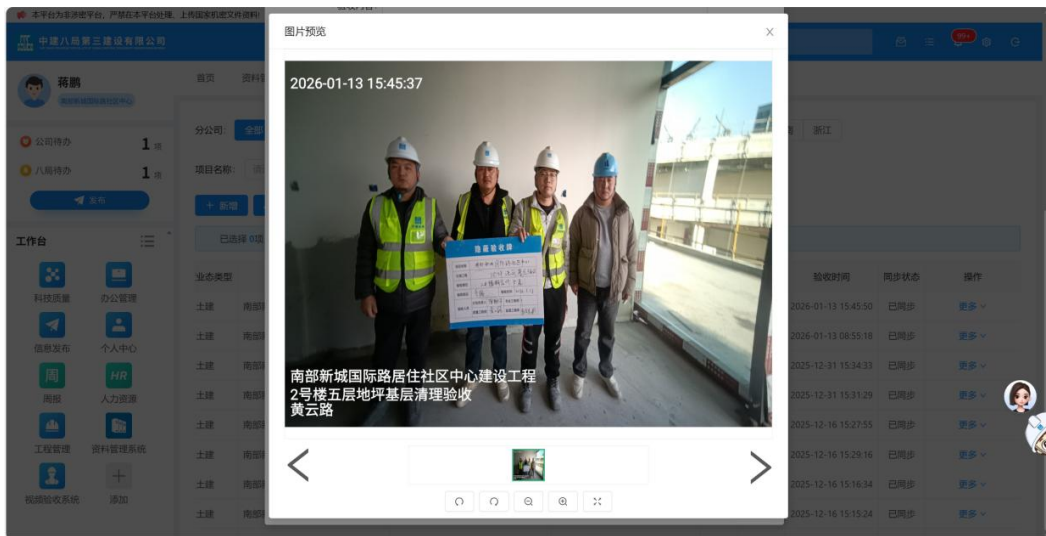


图 7 视频验收系统



图 8 智慧安全平台界面



图 9 施工资料数字化管理系统看板

三、应用成效和价值

- 1. 管理效率大幅提升：标准化模板减少重复录入，资料编制效率提升 40%，线上审批由数天缩短至小时级，远程验收消除往返路程消耗，隐患识别响应时间缩短 60%。
- 2. 资料规范性、可追溯性增强：系统内置规范校验规则，杜绝手写错误、资料缺失；每一份资料修改、审批全程留痕，彻底解决图纸版本混乱、资料丢失篡改问题，顺利通过各级住建、质监检查。
- 3. 降本增效绿色施工：全面替代纸质档案，累计节约纸张、打印、仓储成本约 15 万元；云端存储节省物理库房，智能监测联动减少人工现场值守投入。
- 4. 行业推广价值：项目依托该数字化体系取得 2 项软件著作权：《低碳智慧安全生产监测一体化平台 V1.0》《基于 BIM 可视化的智慧建造管理系统 V1.0》。体系打通资料管理与现场智能监测，解决传统工地资料与现场管理 “两张皮” 行业共性痛点，流程标准化、软硬件搭配模式成熟，适用于住宅、商业综合体、公建等各类房建项目，可直接复制推广，为建筑行业无纸化、数字化转型提供成熟实践范本。



图 10 项目计算机软件著作权登记证书

应用场景三

群体智能协同智能建造系统应用

工程项目：NO.新区 2023G05 地块项目
施工单位：中建八局第三建设有限公司
集成服务商：南京乐享安全系统有限公司、南京中建八局智慧科技有限公司
监督机构：南京江北新区建设和交通工程质量安全监督站

一、项目概况

NO. 新区 2023G05 地块项目为装配式第四代住宅项目，总建筑面积40049.22㎡，包含2栋17层住宅楼、2栋7层住宅楼、1栋2层沿街商业及配套用房，建筑最高高度53.5m，住宅单体预制装配率不低于50%，采用装配整体式剪力墙结构。

本项目场景旨在构建基于工程物联网的群体智能协同建造体系，探索“制造+建造”深度融合的新型建造模式，打造“好房子”时代的智能建造标杆。通过系统集成智能装备、物联感知、协同平台等关键技术，实现从构件智能制造到现场智能建造的全流程自动化、数字化，形成可复制、可推广的智能建造解决方案。重点探索全自动化集成技术施工装备、多机具协同作业等技术，开展装配式造楼机、智能钢筋加工生产线、无人物料垂直水平运输系统的研发、建造、施工、运维，致力于实现装配式住宅施工全链条智能化，提升作业效能，为住房质量和品质提升提供建造技术。

二、典型应用场景的内容及做法

（一）系统硬件、软件及智能装备实施内容

1. 核心装备与硬件配置清单

表1 硬件配置清单

序号	设备名称/型号	数量	配置说明
1	TC-PC 整体顶升集成建造平台	1套	1# 楼主体结构专用，含支撑体系、气膜天幕、吊装机器人、混凝土施工机器人等
2	装配式智能钢筋生产线	1套	自动锯切、滚丝、弯曲、分拣，人工智能排产
3	标准化钢筋骨架成型产线	1套	机械臂自动绑扎钢筋笼

序号	设备名称/型号	数量	配置说明
4	履带式 AGV 运输车	2台	场内水平物料无人运输，适配复杂地形
5	无人叉车	1台	1个危险源区域配置1个
6	无人驾驶塔吊	1台	后装改造，自主规划路径、主动避障
7	智能物料垂直运输平台	1台	自动行驶、自动平层、多重安全连锁
8	集成式智能试验室	7套	混凝土试块制作、养护、检测全自动化
9	施工机器人集群	6类	测量、清扫、整平、抹光、研磨、智能随动布料
10	人员实名制双通道全高闸	1套	人脸识别、数字哨兵、对接政府监管平台
11	AI 车辆冲洗检测系统	1 套	视频识别、联动道闸、声光报警、数据留痕
12	无人机（倾斜摄影）	1台	定期航测、三维建模、进度 / 土方监测
13	3D 打印机	2台	项目模型打印、施工可视化交底
14	环境 / 定位 / 设备状态传感器	3台	全域感知，数据接入物联网平台
15	电子围栏、视频监控、	若干	安全预警、违章行为识别

硬件设备在现场的布置示意图如下：

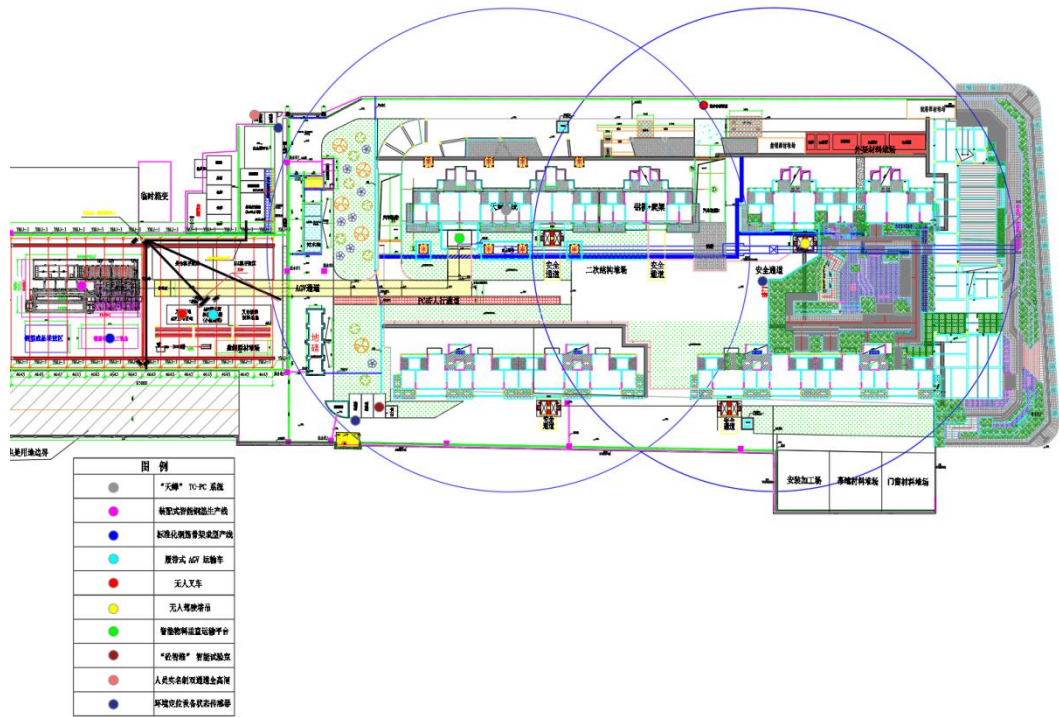


图1 硬件设备布置图

2. 系统软件的主要功能如下：

表2 软件功能清单

序号	主要功能	子模块
1	群体智能协同调度	多装备统一调度、任务智能分配、最优路径规划
2	工程物联网管理	设备数据采集、边缘计算、5G/WiFi6 传输、数字孪生
3	数字一体化设计	BIM 正向设计、BIM 报规、BIM 报审、一模多用

序号	主要功能	子模块
4	人员实名制管理	身份核验、考勤统计、进出管控、政府联网
5	智能物料管理	无人运输调度、物料追溯、需求预测、库存优化
6	智能制造管理	钢筋自动加工、产能统计、质量检测、数据对接
7	智能安全管理	位移监控、碰撞分析、高处防坠、应急预警
8	智能质量管理	混凝土试块 “健康码”、精度监测、质量追溯
9	进度与成本管理	进度对比、工期预测、成本分析、数据看板
10	数据中台	数据汇聚、存储、分析、可视化展示、决策支持

系统软件的部分功能截图：



图2 整体顶升集成建造平台实时检测

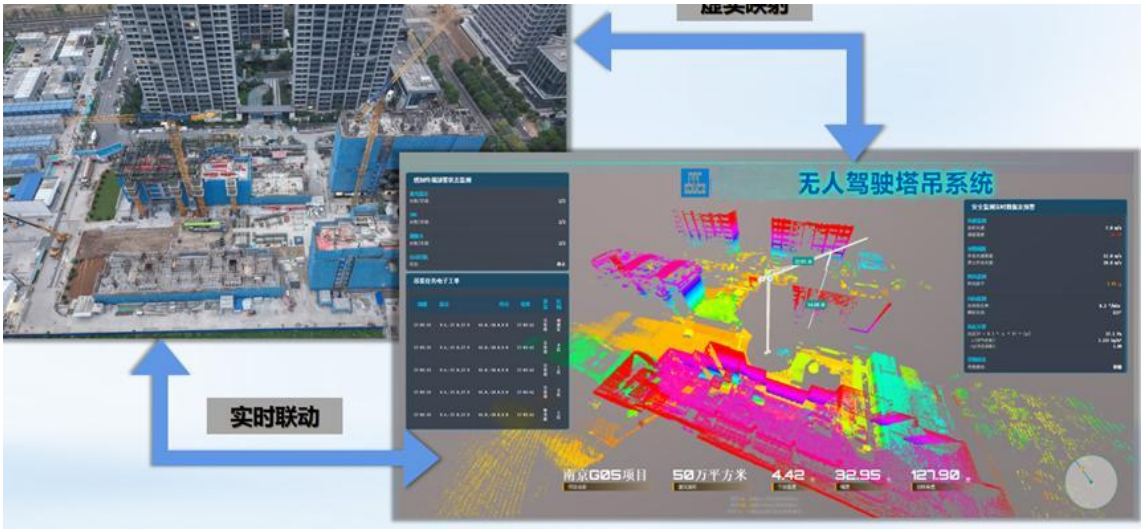


图3 无人塔吊无人运输系统实景

（二）系统主要应用场景

1. 智能制造系统应用

钢筋智能生产线实现自动翻样、定长锯切、滚丝、弯曲、成品分拣全流程无人化作业，锯切精度 $\pm 3\text{mm}$ ；标准化钢筋骨架成型产线通过机械臂自动绑扎，3-4秒完成一根扎丝，平均产能 $\geq 3.5\text{t/h}$ ，作业效率较传统模式提升3倍以上。结合BIM正向深化设计，实现设计数据向加工指令自动转换，彻底消除人工翻样带来的误差。





图7-9 钢筋智能加工生产线

2. 场内物料无人运输系统应用

搭建全国首例水平 + 垂直全维度无人运输体系，履带式 AGV、无人叉车、无人驾驶塔吊、智能物料垂直运输平台联动作业，实现 PC 构件、钢筋笼等关键物料 24 小时无人化精准配送，大幅减少周转等待时间，物料运输效率提升 40% 以上。





图10-11 履带式 AGV、无人叉车

3. 主体结构智能建造应用

平台采用八立柱十六千斤顶同步顶升技术，协同精度达 10mm；吊装机器人实现毫米级安装，施工误差 $\leq 2\text{mm}$ ；混凝土施工机器人完成布料、振捣、整平、覆膜全流程自动化作业，确保混凝土保护层 100% 合格。平台顶部气膜天幕实现全封闭绿色施工，有效抑尘降噪、抵御极端天气，支持 24 小时不间断作业。



图12 “四梁八柱”支撑体系



图13 气膜天幕

4. 数字一体化设计应用

基于 BIM 技术完成幕墙正向设计、报规、报审，实现一模多用；无人机按周期开展倾斜摄影，生成高精度三维模型，用于形象进度监控、土石方算量、基坑辅助监测；3D 打印项目模型用于施工交底与场地优化布置；土力学分析为支护结构、桩基施工及地铁保护提供科学数据支撑。

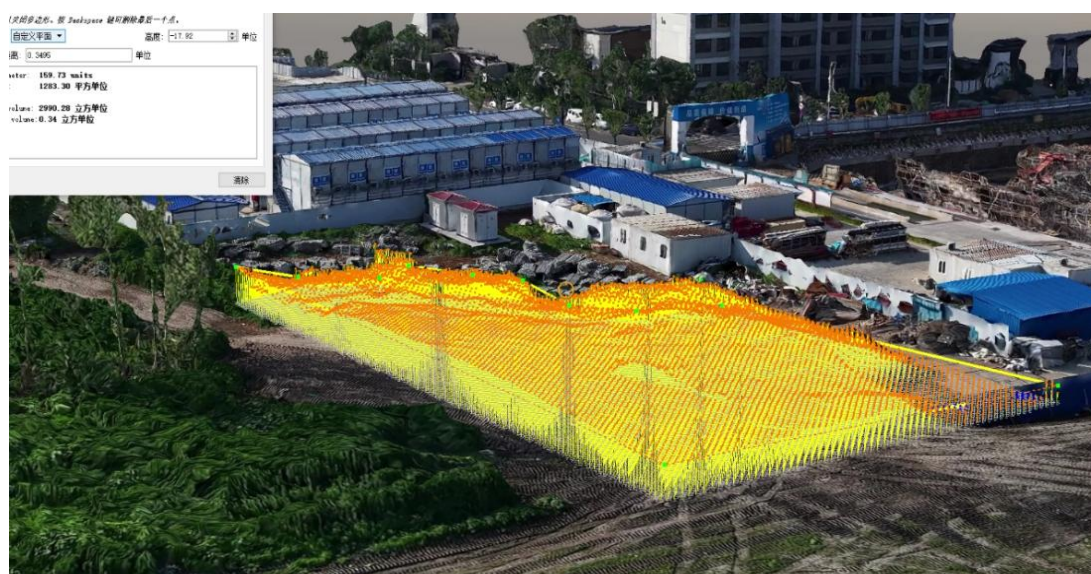


图14 土力学分析

5. 智能施工管理应用

(1) 人员实名制子系统：采用人脸识别、身份证核验、数字哨兵联动，实现人员考勤、进出管控、数据实时上传云筑网及南京市政府监管平台，规范劳务管理，杜绝考勤纠纷。

(2) AI 车辆冲洗检测系统：自动识别出场车辆冲洗状态，未冲洗车辆联动闭锁道闸、声光报警，全过程视频留痕，满足执法抽查要求。

(3) 智能安全监测：人员实时定位、危险区域主动预警、AI 智能识别未佩戴安全帽、高空未系安全带等违章行为，实时告警、闭环整改。

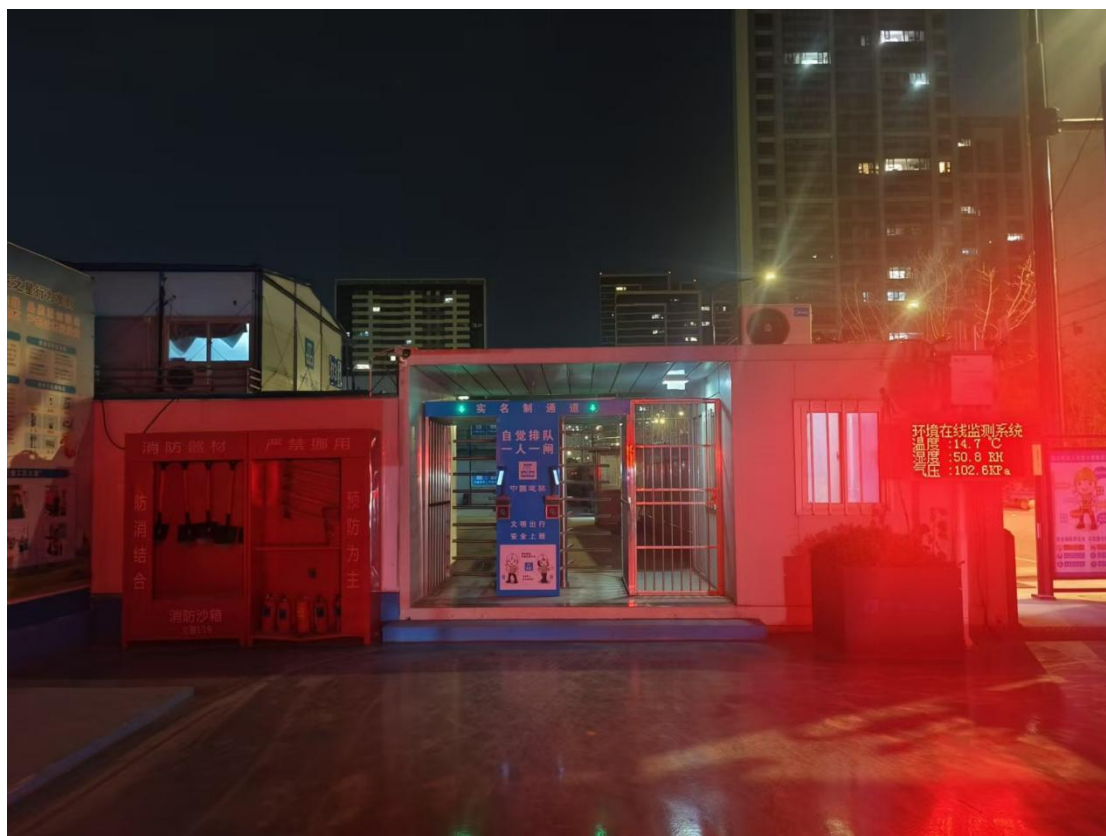


图15 人员实名制子系统

6. 智能质量检测应用

集成式智能试验室实现混凝土试块制作—养护—检测全流程无人化、标准化作业，为每个试块赋予专属“健康码”，全过程数据留痕、不可篡改，从源头消除人为干预，保障混凝土质量检测结果真实、可靠、可追溯。

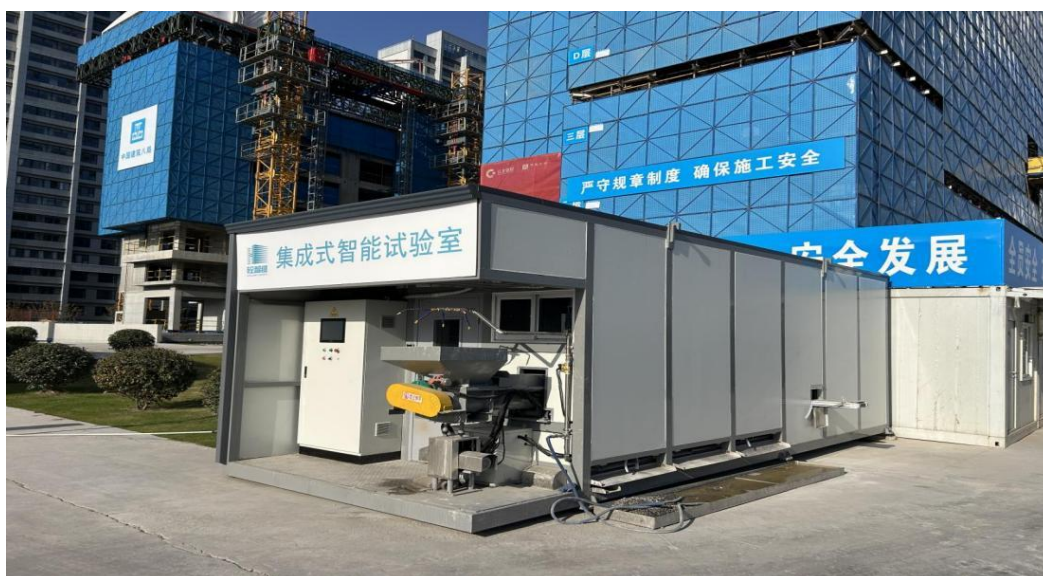


图16-17 集成式智能试验室

三、应用成效

通过本项目的智慧工地建造技术应用，场景搭建成功实现了施工现场质量、安全、绿色环保管理的显著提升。

1. 安全管理方面：现场人员投入作业场景减少了75%以上，减少了人员的不安全暴露时间。例如，在G05项目的1号楼主体结构施工阶段，传统建造模式需要21名工

人，而采用智能施工机器人集群系统后，仅需5名工人，从根本上解决了人员的不安全暴露，杜绝了人的安全事故。

2. 质量管理方面：通过高精度的智能施工机器人集群系统施工，装配式构件高精度作业，施工误差 $\leq 2\text{mm}$ ，同时有效确保了混凝土保护层100%合格，保护层厚度得到了有效控制，且所有施工环节均进行符合规范要求的智能化质量监控。

3. 绿色环保贡献：项目采用气膜天幕系统，实现了施工现场的绿色封闭，显著减少了施工过程中的扬尘与噪音。

应用场景四

智能建造管理和危大工程管控

工程项目：新建上海至南京至合肥高速铁路南京北站站房及相关工程NJBZF-02SG标段

施工单位：中铁建设集团有限公司

集成服务商：中铁建设集团总承包公司BIM研究所

监督机构：南京江北新区建设和交通工程质量安全监督站

一、项目概况

新建南京北站地处国家东西沿江与南北粤海两大通道交汇处，作为北沿江高铁规模最大的铁路枢纽客站，规划集成地铁、城际轨道及长途、公交、出租等多种交通方式，总建筑面积达69.21万m²，设3场16台30线，涵盖高铁、城际、普速铁路，是南京唯一具备全向发车能力的综合铁路枢纽，远期年旅客发送量3650万人次、最高集聚人数13500人。

工程体量宏大、功能业态多元、施工工艺复杂，且涉及多专业交叉作业、场地布局紧凑，对施工精度、安全管理、效率提升及全生命周期数据管控提出了极高要求；结合中共中央国务院、国铁集团多年来相继发布的关于数字建造、智能建造的系列政策文件，从2021年《“十四五”铁路科技创新规划》到2025年《智能建造技术导则（试行）》，均明确要求推动前沿技术与铁路工程深度融合、实现建设全生命周期数据管控。在此政策背景下，为满足项目大型化、复杂化施工需求，破解多专业协同、安全质量管控、数据共享等难题，落实政策对铁路工程智能建造的明确要求，该项目建设过程中全面应用智慧工地相关技术，构建数字化、智能化的施工管理体系，实现铁路业务全面数字化、数据充分共享共用，打造符合政策导向、适配项目需求的智能建造标杆工程。



图1 南京北站鸟瞰图



图2 南京北站实景图

二、典型应用场景的内容及做法

（一）搭建智能建造管理平台及模块

统建2层级（指挥部、项目部）、3阶段（设计、施工、运维）、3标段、多场景的站房绿色、智能建造平台体系。涵盖8大模块，29项场景化应用。重点涵盖智能生产、智能质量、智能安全、智能劳务、智能监控、智能物料、数字化交付等全流程数

字化解决方案，实现全要素智能化管控。



图3 智能建造管理平台首页



图4 智能建造管理平台主要应用

1. 智慧预警中心

首创智慧预警中心，可对项目所有智能设备的报警信息进行集成并对不同管理数据进行交叉验证；预警数据涵盖劳务人员出勤、班前教育覆盖率、塔吊防碰撞、环境监测、安全巡检、安全用电、基坑监测及AI安全监测等。通过自动化预警与数据交叉验证。项目能及时发现管理问题并结合GIS进行问题定位，实现智能化高效管理。

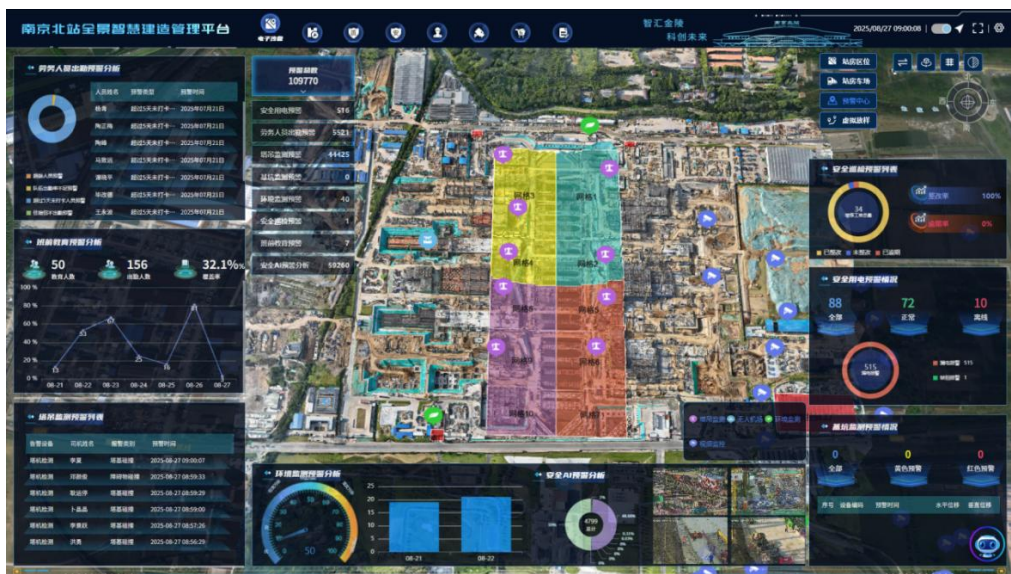


图5 智慧预警中心页面

2. 安全穿透式管理

践行国铁集团安全穿透式管理要求，开发安全穿透式管理系统，以网格化管理为基础架构，以智能化设备、电子围栏，AI等技术为辅助手段，开展跟班作业、工人教育、问题巡查、安全预警等安全全过程管理，提升项目智能化安全管理水平。



图6 安全穿透式管理

3. 群塔防碰撞

现场通过塔机监测系统设置预警参数，当出现风险时系统会自动预警，提醒塔司主动规避风险，降低风险发生率。在群塔作业面临交叉时，塔司无需刻意控制以减少交叉操作；一旦作业中出现交叉，系统会自动降档刹车，此时轻塔一方反向撤离、为重塔让道即可。



图7 塔吊防碰撞系统

4. 北斗基坑自动化监测

利用北斗+5G的基坑监测技术，可对深基坑周边环境及内部应力、位移、沉降等关键数据进行实时监测分析，提升建设工地深基坑风险监测预警水平，有效防范基坑事故风险。



图8 北斗基坑监测页面



图9 监测点位详情

5. AI隐患识别

为强化施工现场安全管理与行为规范引入AI隐患识别系统。系统可精准捕捉施工人员违章行为，如未正确佩戴安全帽、违规操作机械设备等，创新联通AI与劳务实名制系统，实现问题精准追踪到人。



图10 AI安全隐患识别

6. 智慧用电

本项目在不改变配电箱既有设备的前提下，增设“智慧安全用电系统”。该系统可对线路的运行状态进行24小时实时监测，当线路出现异常时，系统将发出警报并以短信形式通知相关人员。可设定自动切断电源或通过移动端切断电源,切实实现从“人力防范”向“智能防范”的转变。此外，通过人工智能技术监测与诊断用电情况，有助于优化配电方案。



图11 智慧用电页面

（二）智能建造机器人应用

随着AI、机器人技术的发展，建筑机器人近年来取得了长足的发展。在人口老龄化的发展趋势下，建筑行业作为劳动密集型产业，必将在建筑机器人的广泛应用下实现产业升级。因此，项目将积极探索建筑机器人在施工过程中的应用。主要应用内容包括：

1. 整平机器人：依托高精度激光发射器实时锁定施工标高，自动校准作业高度，集成一体化施工工艺，可一次性完成混凝土楼面的摊料、刮平、高频提浆、振捣压实全套工序，主要应用于主体楼板施工，施工完成后楼面整体平整度极高，标高误差可控，规避了人工分段施工产生的高低差问题。



图12 整平机器人

2. 磨光机器人：专为混凝土初凝、终凝阶段收面作业设计，搭载双盘磨光结构与履带式行走机构，具备稳定的提浆、精细抹平、镜面抹光一体化功能，紧跟整平机器人作业工序，用于楼板、地坪等混凝土表面的粗磨、精磨及收光作业，地坪成型精度高，整体平整度误差可控制在5mm以内，完全满足工程验收标准。



3. 螺杆洞封堵机器人：搭载智能视觉测量识别系统，可自动扫描墙体表面，精准识别墙面所有对拉螺杆孔洞及墙面微小缺陷，自动定位孔洞位置、判定孔径大小，主

要用于剪力墙拆模后，所有穿墙螺杆孔洞的封堵、填充、防渗处理，螺杆孔洞内部砂浆填充饱满、密实无空隙，彻底杜绝孔洞空鼓、松动、渗漏隐患。



图14 螺杆封堵机器人

4. 多功能喷涂机器人：设备可自动规划最优喷涂轨迹，精准控制喷涂流量、行走速度、喷涂距离，适配腻子、乳胶漆、真石漆、防火涂料等多种材料喷涂作业，实现全自动标准化喷涂施工，应用于室内墙面、天花腻子打底、面漆喷涂，外墙真石漆、仿石漆、防水涂层喷涂，以及地下室防火涂料喷涂等装饰装修工序，覆盖室内外大部分涂料施工场景，喷涂参数精确控制，漆膜厚度均匀一致，漆面光滑、无污染、无色差。



图15 多功能喷涂机器人

5. 巡检机器人：设备搭载高清变焦摄像头、红外监测、高清传输模块，可实时采集、传输施工现场画面，支持多角度旋转拍摄，能够全方位覆盖施工区域，替代人工完成各类高危、盲区巡检工作，有效弥补人工巡检盲区多、视线受限、高危区域不敢去的短板，可清晰观察人员难以到达区域的施工情况、安全隐患、现场文明施工状态。



图16 巡检机器人

（三）创新式生命线系统作业应用

传统生命线在作业过程中需要工人频繁换钩，增加了坠落风险，降低了工作效率，为了解决以上问题，现场采用了创新型生命线，在传统生命线的基础上对受力支点进行升级改造，实现全程无障碍通过，无需换钩，避免掉工人因嫌麻烦脱钩再挂钩的危险行为，大大的降低了风险，提高工作效率。同时，覆盖范围增大，单条线路最大长度可达2000米，满足大跨度作业需求。

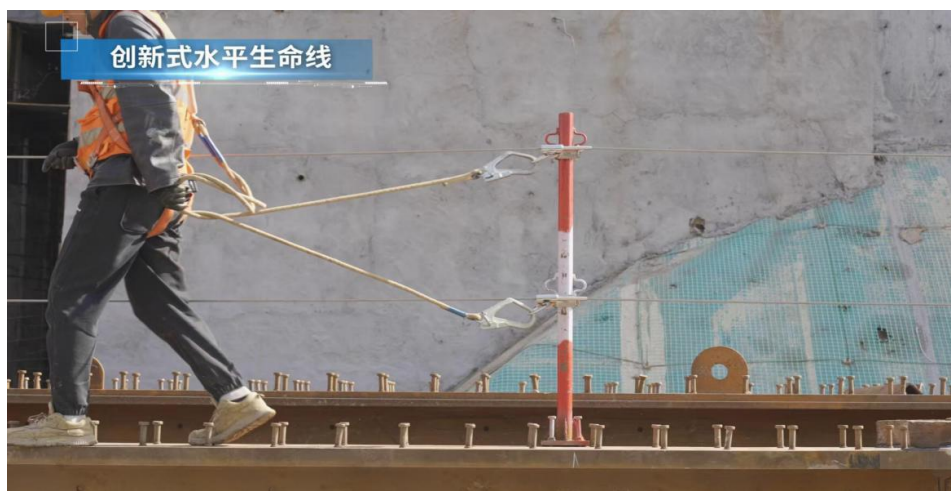


图17 创新式水平生命线

（四）创新打造积分智慧超市

针对于南京北站创新打造了“安全积分智慧超市”新模式。通过将传统便利超市升级改造为可积分抵扣消费的智慧超市，不再依赖昂贵的积分兑换柜或额外建设独立的积分超市，即可实现安全激励闭环，让安全管理真正“看得见、摸得着、兑得到”通过数字化手段实现“谁违规、谁担责，谁发现、谁受益”，构建全员参与的动态安全治理体系。

通过积分在现场便利店直接抵扣饮品、日用品，让安全行为“有价值、可获得”，让安全文化真正走进工地一线、融入工人日常。项目通过数字化手段构建“学习安全→上报隐患→获得积分→现场消费→数据闭环”的全流程管理体系，形成人人参与、人人受益的安全管理新模式。



图18 工友积分商城

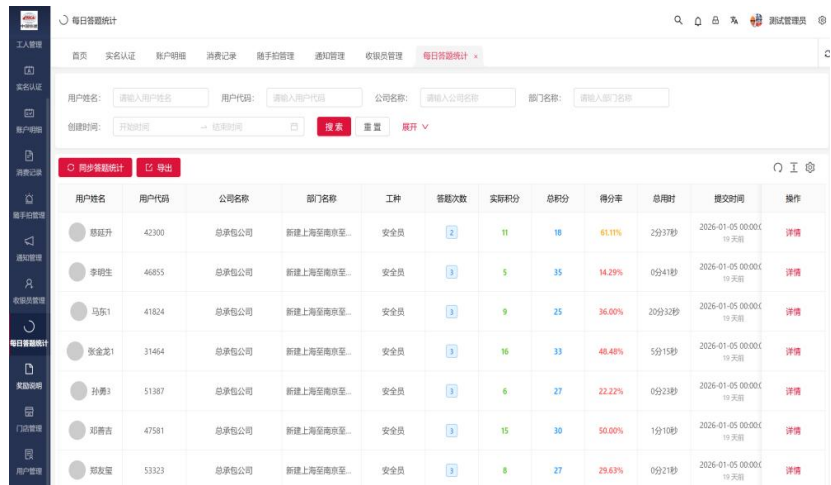


图19 安全答题积分统计

（五）多机种防碰撞监测系统应用

南京北站建设项目，现场需要在有限的、复杂的施工工作区域内，多机种起重设备(如塔机、履带吊、汽车吊等)同时作业，导致交叉作业碰撞的风险大大增加，为进一步降低因人失误导致的碰撞事件的发生。

利用数字孪生技术达到起重设备间（塔吊与塔吊、塔吊与汽车吊、履带吊，汽车吊、履带吊与汽车吊、履带吊）防碰撞示警、预警功能，大屏显示等。

现场安装北斗系统微基站，为起重机上的北斗定位模块提供高精定位支持。

在防碰撞服务器部署软件系统,把现实中的起重机在数字孪生系统通过3D驱动引擎在数字世界中按照现实中的位置重现出来,采用数据驱动技术,使模型运转起来。

实现当塔吊遇到和周边塔吊、汽车吊、履带吊有碰撞风险时,则对塔吊进行制动管理,让塔吊停止运动,以防发生碰撞风险。

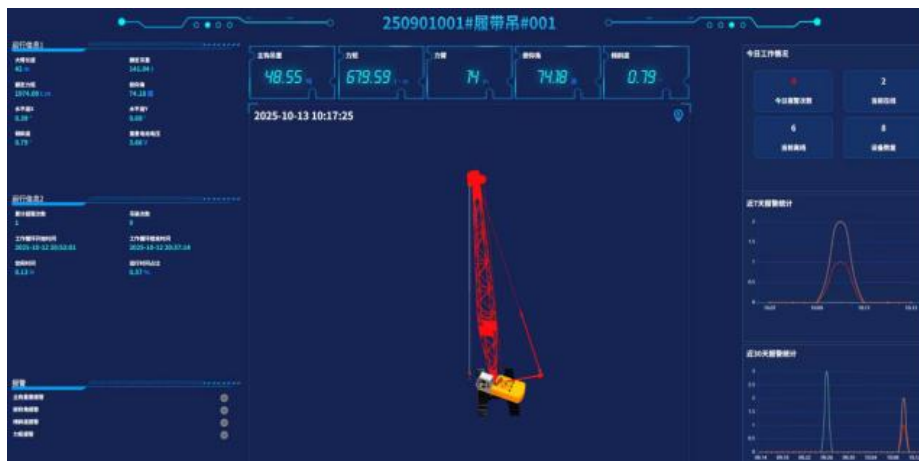


图22 多机种防碰撞监测系统

三、应用成效

南京北站智能建造项目依托智能建造运维平台,精准解决工程项目行业监管中的痛点难点,成效显著,具备极强的行业借鉴与推广价值。

该项目解决了传统工程监管中信息孤岛、效率低下、管控粗放等实际问题:破解了各参建方沟通协同不畅、进度与质量管控滞后的难题,解决了人工巡检覆盖不足、危险区域排查不便的短板,同时改善了成本管控精准度不够、安全隐患难以及时预判的困境。

实际应用中,项目实现全方位提升:执行效率显著提高,打破信息壁垒,减少施工停滞;工期管控精准高效,实时预警进度偏差,保障按期完工;工程质量与可靠性大幅提升,构建全流程质量追溯体系,排查隐蔽隐患;成本实现精准管控,降低设备维修、物料浪费及人工成本;安全防护全面升级,AI识别违规行为,排查危险区域隐患,保障施工安全。

该案例为工程施工监管提供了可复制借鉴的智能解决方案,证明智能技术可实现工程全流程数字化、精细化监管,推动行业从传统粗放管理向智能高效管理转型,其技术应用模式和管理经验,在各类大型工程项目中具有广泛推广价值,助力行业高质量发展。

应用场景五

AI助力群塔数字化安全管理

工程项目：无锡奥林匹克体育产业中心二期工程

施工单位：中国建筑第八工程局有限公司

集成服务商：广联达科技股份有限公司

监督机构：无锡市建设工程管理服务中心

一、项目概况

无锡奥林匹克体育产业中心二期项目位于江苏省无锡市经开区具区路以南、贡湖大道以西、干成路以北、尚贤道以东，无锡奥林匹克体育产业中心二期主要包含一座6万座体育场，一座1.8万座体育馆，一座2千座室外训练场，一座中央车库和体育公园。



图1 项目效果图

项目已创建施工安全管理成果：江苏省建筑施工安全标准化观摩工地、江苏省“云观摩”工地、全国建设工程安全生产标准化工地学习交流项目。

项目难点：项目现场高峰期共有18台塔机同时作业（图2），作业面情况复杂，分包班组协同难，塔吊不仅繁忙，且制动距离较远，存在群塔交叉施工的情况，碰撞风险突出，司机仅凭肉眼把控不好制动距离，从而增加现场施工安全风险。

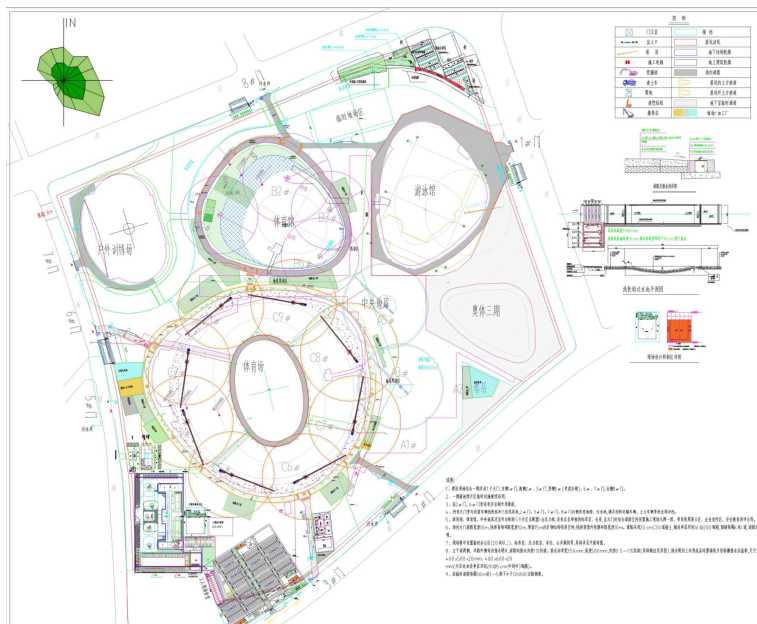


图2 施工现场平面布置及塔吊分布图

二、典型应用场景的内容及做法

（一）应用背景

随着行业技术不断发展，塔机智能化进程也在持续完善，高精度的传感器、高性能激光雷达、BIM建模技术、专业大模型AI、自动驾驶技术等都已增加到塔机智能化系统内。目前参照汽车行业智能化分级，塔机也有了从L0到L5的智能化驾驶分级，从最早的L0级无智能化设备，到传统的L1黑匣子监测（司机全权操作），L2级AI防碰撞制动（司机部分操作），L3级的智能塔机远程驾驶应用，再到L4级的人机协同及L5级无人驾驶的智能化驾驶分级体系。

本项目结合项目建设体量及现场施工安全与便利考虑，采纳并部署了L2级AI防碰撞制动系统。与L1级黑匣子数据存储设备且仅能用于事后追溯相比，L2级AI防碰撞制动系统更注重对安全风险进行事前防范，用机管代替人管，保护并监督司机更规范的安全作业。

（二）L2级智能主动制动塔机应用亮点

1. 设置多级防撞阈值，主动保障制动有效：项目通过应用L2级智能主动制动塔机监测方案，设置多级阈值，结合塔吊运行各项数据分级触发预报警状态，并向系统制动盒发送控制命令；制动盒接收到命令后主动接管塔吊控制系统（图3），执行断挡动作，逐级降挡减速，直至刹停塔吊，避免发生安全事故。

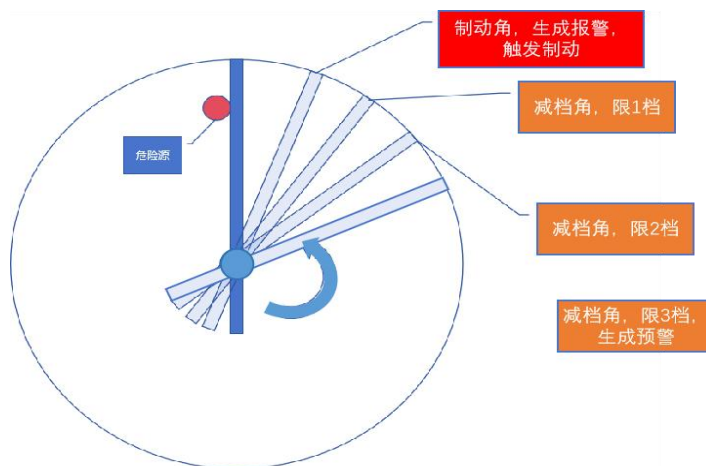


图3 系统制动流程示意图

2. 数据存档智能分析，确保问题溯源闭环：塔吊设备每次预警及报警都会平台自动抓取对应时间的吊钩可视化、系统截屏等记录，并第一时间推送给机管员，机管员通过登录平台，从报警时的截屏、吊钩可视化及碰撞的三维模型三个角度（图4）还原碰撞现场，找出碰撞报警的原因，2分钟内便可快速辨识好各方责任，减轻管理负担。

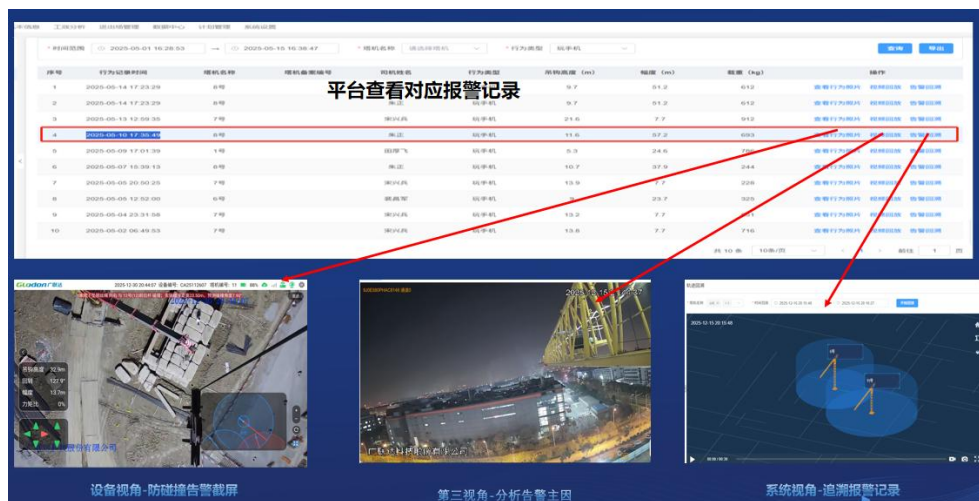


图4 平台报警记录联动

3. 系统划定限行区，落实智慧辨识避障：塔机运行范围内存在大量交叉作业的钢结构主体工程，塔机驾驶员常抱有侥幸心理不减速通过，极易造成剐蹭、碰撞、物体打击等风险并对塔吊本身造成损坏，日常管理依靠机管员现场人为监督存在漏洞，缺乏过程中的有效管理；通过提前在平台启用限行区域防护，将现场钢结构施工区域

纳入限行区域或设置为障碍物（图5、6），当司机操作吊钩进入限行区，系统识别部分障碍物高于塔机大臂，制动系统主动逐级降挡减速制动塔机，强制落实限行区域管理制度，避免司机违章作业。

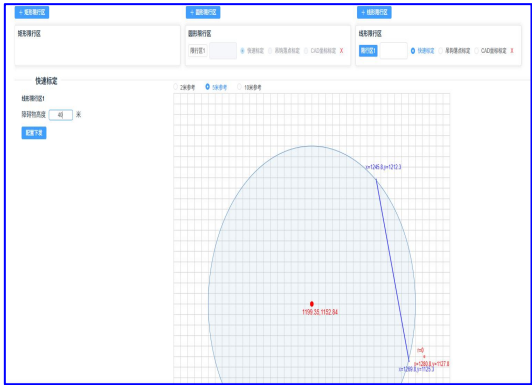


图5 后台绘制限行区域

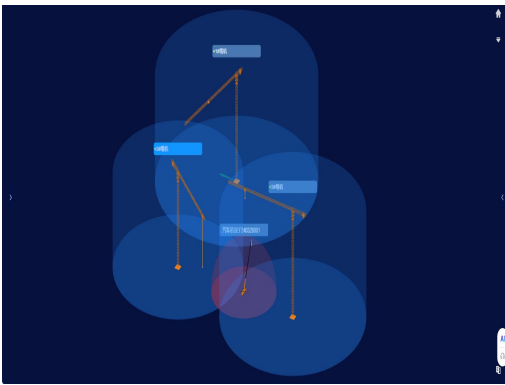


图6 设备端限行区模型

（三）系统应用AI创新点

1. **AI智能抓拍违章行为：**现场管理人员主要通过现场巡查和班前教育监督管理塔机司机，难以时刻关注塔机的作业情况。多数情况下，只有在发生事故或明显异常时才会发现司机的违章操作行为。现在L2级监测设备具备**AI智能抓拍**（图7），一旦司机出现玩手机、疲劳驾驶、抽烟等违章行为，系统会迅速抓拍，并将异常信息实时传输至平台和司机操作界面。管理平台立即发出警报，提醒管理人员及时干预，同时司机操作界面也会显示警示信息，督促司机纠正违规行为。此外，系统还能对操作行为进行历史记录和回放，便于对违章作业人员进行反思安全教育。

序号	行为发生时间	行为名称	行为类型	抓拍时间	抓拍地点	抓拍设备	操作
1	2025-06-26 07:22:23	玩手机	玩手机	07:22	48.2	205	查看抓拍照片; 查看抓拍视频; 删除照片; 删除视频
2	2025-06-26 08:22:22	玩手机	玩手机	08:22	48.2	205	查看抓拍照片; 查看抓拍视频; 删除照片; 删除视频
3	2025-06-26 08:27:23	玩手机	玩手机	08:27	52	205	查看抓拍照片; 查看抓拍视频; 删除照片; 删除视频
4	2025-06-26 10:28:26	玩手机	玩手机	10:28	52.7	205	查看抓拍照片; 查看抓拍视频; 删除照片; 删除视频
5	2025-06-26 11:29:27	玩手机	玩手机	11:29	38.7	204	查看抓拍照片; 查看抓拍视频; 删除照片; 删除视频
6	2025-06-26 13:04:42	玩手机	玩手机	13:04	38.2	205	查看抓拍照片; 查看抓拍视频; 删除照片; 删除视频
7	2025-06-26 13:29:28	玩手机	玩手机	13:29	38.2	205	查看抓拍照片; 查看抓拍视频; 删除照片; 删除视频
8	2025-06-26 13:29:46	玩手机	玩手机	13:29	38.1	205	查看抓拍照片; 查看抓拍视频; 删除照片; 删除视频
9	2025-06-26 13:29:46	玩手机	玩手机	13:29	12	205	查看抓拍照片; 查看抓拍视频; 删除照片; 删除视频
10	2025-06-27 12:19:14	玩手机	玩手机	12:19	48.2	205	查看抓拍照片; 查看抓拍视频; 删除照片; 删除视频

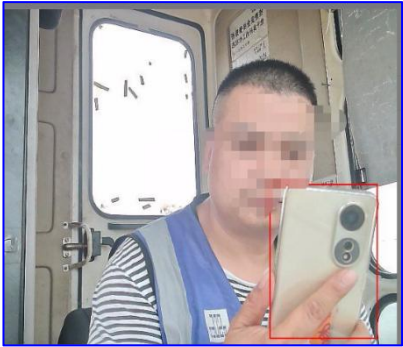


图7 平台行为记录及违章抓拍

2. **AI多模块组合制止十不吊违章行为（图8）：**项目起重吊装十不吊违章往往因现场工人安全意识淡薄，为了作业争抢塔吊，聚集在吊钩周边，人为造成安全隐患。

现在通过应用L2级智能检测设备结合现场管理，除了单一的超载、大风等问题会自动接入控制系统外，能精准识别吊物上及周边有人、长短吊、歪拉斜吊及混合场景，系统的判定方式也从固定参数转变为多维训练综合决策，结合吊物形态等多种算法判定，制止作业违章行为。



图8 塔机十不吊AI监控场景及对应解决方案

系统内置十不吊AI算法，深度学习塔吊作业素材，能够精准识别作业图像中的风险对象。当项目实际现场作业时出现以上违反十不吊行为时，除了在司机用户端会语音提醒司机并主动接入塔吊控制系统（图9、10），塔下同样有声光报警设备对周边工人进行语音警示，更好地协助施工现场落实十不吊制度。



图9 司机操作端，十不吊AI预警



图10 AI十不吊方案现场布置示意图

三、应用成效

1. 直接经济效益

直接经济效益方面，塔机监测设备每次顶升标准节都需要重新校准传感器数据，而项目应用的L2级智能监测设备远程即可重新标定数据，无需人工上塔作业，也不需要远程指导司机重新标定，导致现场施工延期，以本项目18台塔机顶升20次为例，每次顶升需进行数据标定，每次人工及调试费至少节约0.7万元/台，节约14万元维保费。

2. 间接经济效益

L1级塔机设备满足监管需求，安装了塔机监测产品，却依然还发生碰撞，防碰撞无法有效截停，项目发生塔机工作碰撞损失数万元—数百万元。举例常见的钢丝绳刮蹭，换一次钢丝绳约0.5万元直接经济损失加上至少停工半天施工进度间接经济损失。本项目从2024年4月份上线系统后，现场高峰期有18台塔吊同时运行，至2026年1月21日塔吊全部拆除完成，实现现场塔吊零碰撞。同时，由于系统能精准反馈塔机运行状态，司机在操作时无需因担心碰撞而过度谨慎、频繁暂停作业确认位置，塔司工作精力实现安全与效率同步提升。

应用场景六

深基坑自动化监测系统

工程项目：无锡地铁5号线一期工程土建施工07标项目

施工单位：中铁十一局集团有限公司

集成服务商：中铁十一局集团城市轨道交通工程有限公司

监督机构：无锡市市政工程质量监督管理中心

一、项目概况

（一）项目信息

本项目为无锡地铁 5 号线一期土建07标旺庄路站工程，施工单位中铁十一局集团有限公司，由无锡市市政工程质量监督管理中心监督管控。车站为地下三层岛式明挖车站，主体总长163.5m，标准段基坑深25.35m，端头井基坑最深 26.35m，围护采用1000mm 厚地下连续墙+内支撑体系，基坑安全等级一级。车站北侧8.4m处紧邻90年代建成的长欣公寓，建筑为条形浅基础，抗变形能力弱；场地周边燃气、电力、污水管线密集，地层为富水软弱砂层，施工管控难度极高。

（二）应用自动化监测系统背景

本工程存在较多施工难点：管线迁改复杂、地连墙成槽风险高、基坑变形敏感、老旧房屋沉降难控制、临近道路保护要求高、环保管控严格、场地狭小。传统人工监测存在频次低、数据滞后等短板，难以实时捕捉基坑变形、水位、支撑受力变化。为实现基坑全周期风险前置管控，项目应用了深基坑自动化监测系统，依托传感设备与云平台实现24小时不间断监测、分级预警。



图1 旺庄路站基坑现场实景实拍图



图2 旺庄路站总平面布置效果图

二、应用场景的内容及做法

项目搭建“前端传感采集+太阳能5G传输+智慧云平台预警”一体化自动化监测体系，围绕墙体深层位移、地下水位、支撑轴力三大监测维度落地标准化实施举措，配套智能预警处置机制：

（一）多类型高精度传感设备同步预埋布设

1. 地连墙深层水平位移监测：地连墙浇筑阶段同步预埋测斜管，每2米布设一节倾角传感器，线缆地面开槽引出，接入地表太阳能采集箱；设备防水低功耗，适配基坑积水潮湿环境，连续采集墙体深层变形数据。



图3 自动化监测测斜元器件现场安装实拍图

2. 地下水位自动化监测：埋设带滤水管水位管，底部安装振弦式水位传感器，屏蔽线缆连接采集终端，设备抗干扰、密封性强，持续捕捉含水层水位升降。



图4 自动化水位监测元器件安装实拍图

3. 钢砼支撑轴力监测：支撑施工时预埋振弦式轴力计，与支撑刚性连接，信号管线经预留槽接入高精度频率采集器，自动将频率信号换算为支撑轴力数值。



图5 自动化监测轴力元器件安装实拍图

4. 供电与通讯配套：基坑周边布设太阳能供电板、控制箱，统一为全部监测设备供电；搭载 5G 通讯模块，所有监测数据远程实时上传云端平台。



图 6 自动化监测太阳能板及数据传输控制器安装图

(二) 一体化智慧监测云平台搭建运维

平台录入全部测点编号、初始基准值，设置累计变形、变化速率双重预警阈值，具备两大核心功能：一是数据可视化，以曲线、剖面云图、日报报表展示实时及历史变形、受力数据；二是智能分级预警，系统自动比对双控指标，超标后触发声光报警，同步通过短信、微信、邮件推送黄、橙、红三级预警信息。

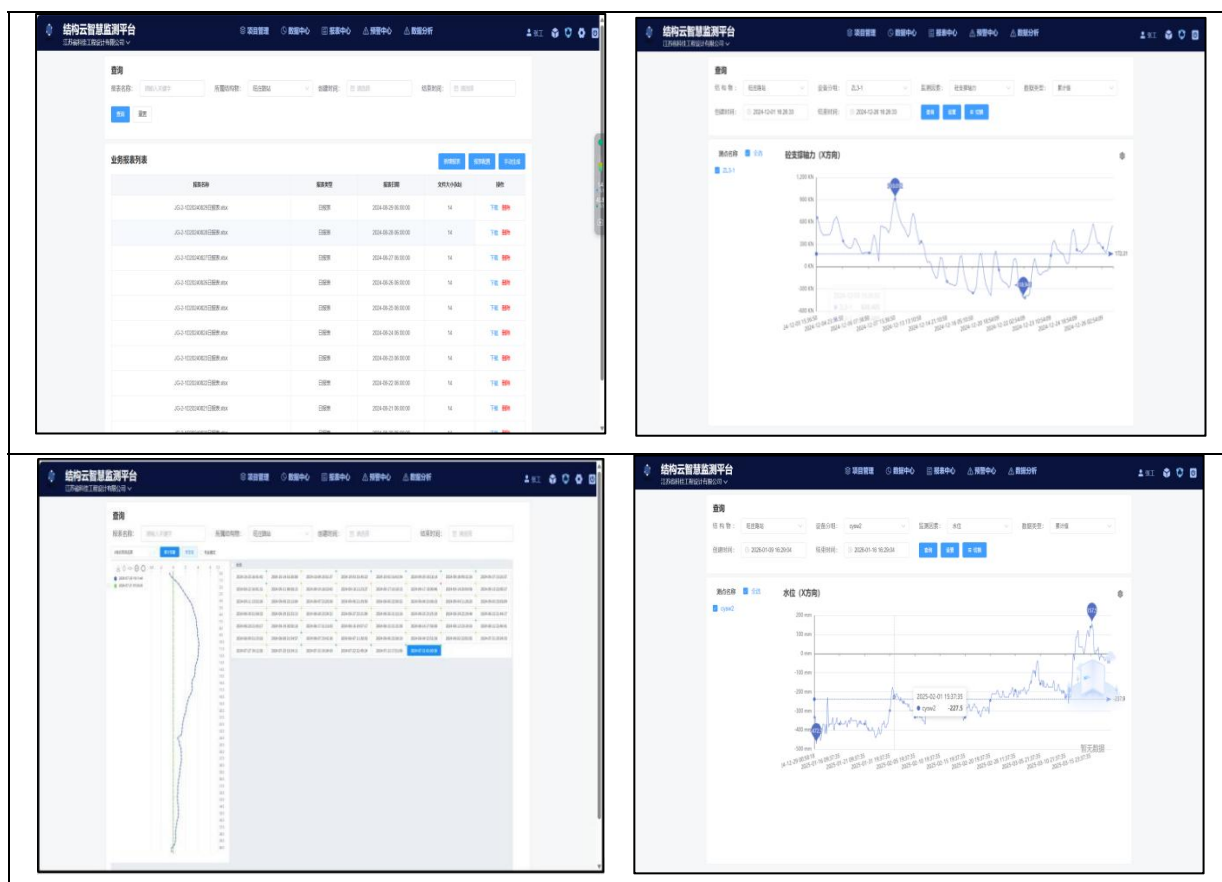


图 7 结构云智慧监测平台数据展示界面

（三）标准化分级预警与闭环处置流程

划定三级预警标准：黄色预警为指标达控制值65%~80%；橙色预警指标超控制值80%未超限；红色预警指标全部超限或速率超限值1.5倍。预警推送后，现场立即人工复核、现场巡查，组织建设、施工、监理、设计多方召开处置会议，依据监测数据优化施工方案。

（四）监测数据动态指导施工优化

依托实时监测数据调整施工工艺：实施按需分层降水，降低降水引发地层压缩变形；优化开挖工序，先施工基坑两端，底板封闭完成后再开挖中部，有效控制墙体深层水平位移。

三、应用成效和价值

（一）解决工程的核心痛点

系统彻底解决传统人工监测时效滞后、受天气人力制约、监测频次不足等问题，实现围护变形、地下水位、支撑轴力 24 小时不间断同步监测。自动化与人工监测数据偏差均满足规范要求：水位差值 $\leq 10\text{mm}$ 、轴力差值 $\leq 30\text{kN}$ 、测斜差值 $\leq 2\text{mm}$ ，水位、轴力测量精度与人工监测持平，数据真实可靠。

（二）量化实施成效

时效层面：人工监测数据需滞后2~4小时处理，自动化数据实时上传计算，风险可提前识别；成本层面，9个月施工周期内，深层位移监测自动化总费用 39.71万元，人工监测100.26万元；支撑应力监测自动化5.36万元，人工12.63万元，长期使用大幅节约人力成本。施工管控层面，依托监测优化降水、开挖工序，周边长欣公寓沉降全程稳定，未发生建筑开裂、管线破损等安全事故。

表 1 自动化监测与人工监测指标、成本对比表

对比项目	监测项目	自动化监测	人工监测	对比
监测精度	水位计	$\pm 0.025\%FS$	$\pm 1\text{mm}$	40米水位精度相同
		40米为 $\pm 1\text{mm}$		
	频率计	0.1Hz	0.1Hz	精度相同
	测斜仪	$\pm 0.17\text{mm/m}$	$\pm 2\text{mm}/50\text{m}$	人工精度较高
响应时效	/	实时上传服务器进行计算	测量完成后需带回电脑旁处理，数据越多时间越久约2-4小时	自动化响应时效快速

对比项目	监测项目		自动化监测	人工监测	对比
人力成本	深层水平位移监测	监测费用（元）	5.6元/米次	23元/米次	自动化单价更低，但仪器设备价格较高，长期使用价格更低
		仪器费用（元）	162750	40000	
		155米9个月费用（元）	234360	962550	
		总价（元）	397110	1002550	
	应力应变监测	监测费用（元）	40.6元/4点组	116元/4点组	
		仪器费用（元）	9800	1000	
		4组9个月费用（元）	43848	125280	
		总价（元）	53648	126280	
数据对比	水位	cysw6（mm）	-156	-150	差值10mm以内
	轴力	ZL4-1（kN）	579.7	540.8	差值30mm以内
	测斜	CX8（mm）	28.2	29.6	差值2mm以内

（三）全过程使用情况综合分析

项目全周期开挖、支护、底板施工阶段全程启用自动化监测系统，从地连墙预埋传感器、铺设供电通讯设备，到云端平台24小时自动采集、运算、展示数据，再到预警推送、现场复核、方案动态调整形成完整闭环。施工前期依靠自动化监测精准定位基坑变形薄弱区域，中期实时跟踪降水、开挖工序带来的变形波动，后期持续监测结构成型后的稳定状态，全程无需人工到场反复测量，暴雨、夜间等恶劣工况下仍可持续获取有效监测数据。

整体来看，自动化监测整体测量精度基本对标人工监测，在数据响应速度、监测连续性、长期综合成本上优势突出，实现“数据实时反馈、风险提前预警、施工动态优化”一体化管控。整套数字化监测体系可复制应用于城市富水地层、周边老旧建构筑物密集的地铁深基坑工程，为市政深基坑施工安全数字化管控提供成熟可落地的标准化方案，具备较高行业推广价值。

应用场景七

BIM数字一体化在项目全生命周期中的应用

工程项目：苏锡常都市圈工业物联网实训基地项目

施工单位：华仁建设集团有限公司

集成服务商：江苏大运信息科技股份有限公司

监督机构：无锡市滨湖区建设工程质量安全监督站

一、项目概况

苏锡常都市圈工业物联网实训基地项目位于无锡市滨湖区高浪西路1600号无锡职业技术学院太湖校区内，总占地面积 13189m²，总建筑面积约 46732m²，地上12层、地下1层，建筑高度52.5米。项目计划2026 年 8 月 19 日竣工，合同工期 760 天，质量目标为创江苏省“扬子杯”，安全文明目标为创“江苏省建筑施工安全生产标准化工地”，已获得“江苏省智能建造试点项目”。

本项目遵循“政府引导、企业主导、分类推进、标准统一”原则，以BIM技术为核心驱动力，按照项目规模及工期配置，构建起覆盖项目全生命周期、全要素的BIM数字一体化应用场景体系。



图1 项目效果图



图2 实景航拍图

二、典型应用场景的内容及做法

本项目BIM数字一体化应用贯穿项目设计、施工、运维全生命周期，实现各阶段数字化、可视化、精细化管理，具体分阶段应用如下：

（一）设计阶段：前置管控，优化设计，规避源头风险

设计阶段是项目建设的源头，通过BIM应用，提前排查设计漏洞，优化设计方案，具体应用细节如下：

1. 全专业BIM模型搭建

组织建筑、结构、机电、装饰等全专业设计人员，协同搭建统一标准的BIM模型，确保规范性、一致性和关联性。模型搭建过程中，严格遵循设计图纸及相关行业规范，实现设计精准数字化呈现。同时各专业设计人员实时同步过程变更，避免脱节导致的设计矛盾。形成完整、准确的全专业BIM基础模型。

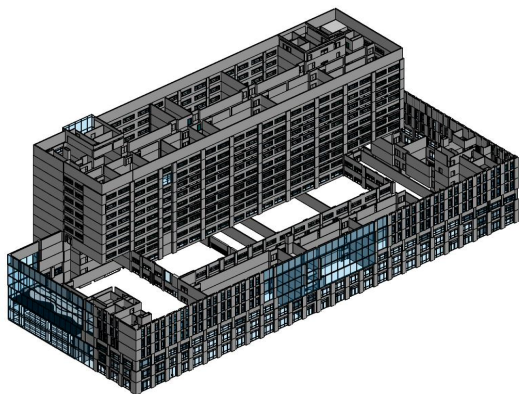


图3 设计阶段BIM模型（一）



图4 设计阶段BIM模型（二）

2. 多系统管线碰撞检测与设计优化

依托专业碰撞检测软件，对项目涉及的10余种系统管线进行全面碰撞检测，覆盖平、立、剖及三维所有交叉区域。检测过程中，设置合理检测参数，重点排查管线与管线、结构、装饰构件之间的冲突问题及潜在问题。设计阶段BIM配合设计单位发现并跟踪闭环。

例如：项目施工过程中解决各专业设计图问题合计181条。

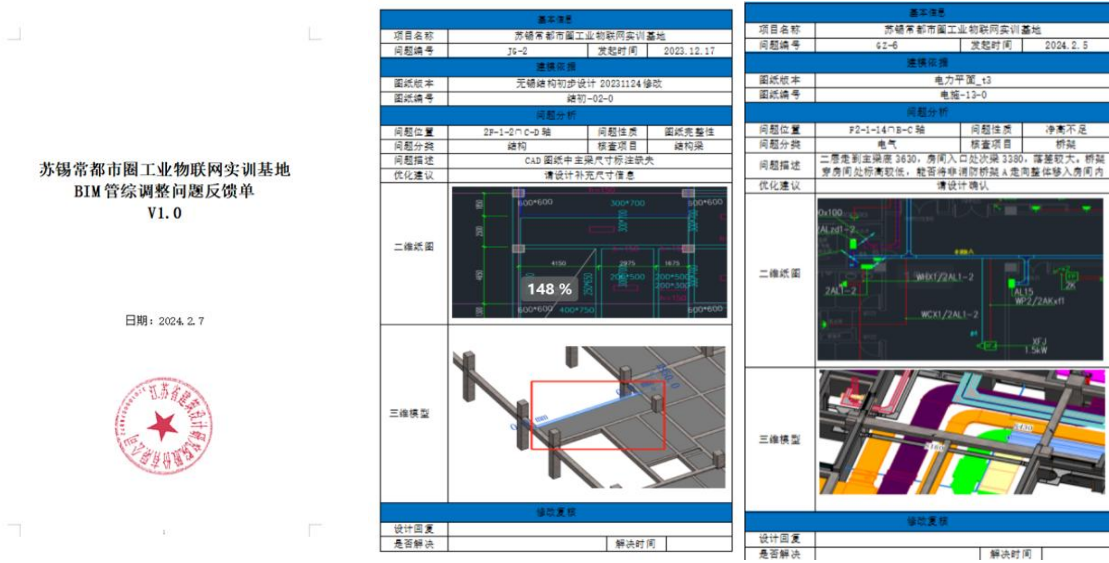


图5 设计阶段BIM管综调整问题反馈清单

(二) 施工阶段：可视化管控，精细化施工，提升施工效率

施工阶段是BIM技术应用的核心阶段，重点围绕场地规划、现场交底、施工管控等环节，实现施工过程的数字化、可视化管理，保障施工质量和安全，具体应用细节如下：

1. 施工场地三维规划与动态模拟

结合项目，利用BIM模型三维规划各施工阶段的场地布置，重点优化塔吊布置、材料堆场关键区域。根据不同施工阶段的施工需求，动态模拟场地流转过程，合理调整场地拥堵等问题。

例如，塔吊布置时，通过BIM模型模拟塔吊安装及使用全过程，优化塔吊安装位置，确保塔吊覆盖所有施工区域并同时避免与周边建筑、管线的干涉。



图6 施工基础阶段BIM场平布置

2. 现场BIM模型交底，指导精细化施工

将BIM模型进行轻量化处理，生成适合手机端查看的模型文件，施工人员可通过手机随时随地查看三维模型，实现现场可视化交底。避免因图纸理解偏差导致的施工错误。

例如，在机电管线安装前，通过手机端BIM模型，向施工人员交底管线的排布顺序、避让原则、接口位置等关键信息。同时，将BIM模型与施工进度计划关联，保障项目按期推进。

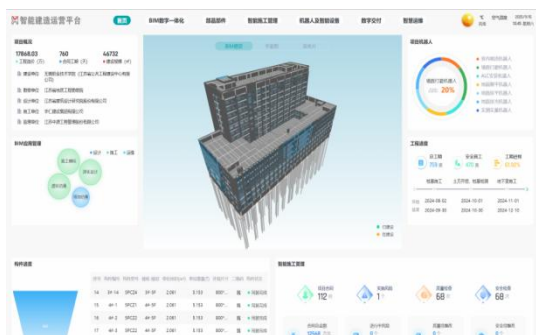


图7 施工阶段项目智能建造平台



图8 按专业、部位形成二维码

BIM 手机同步应用

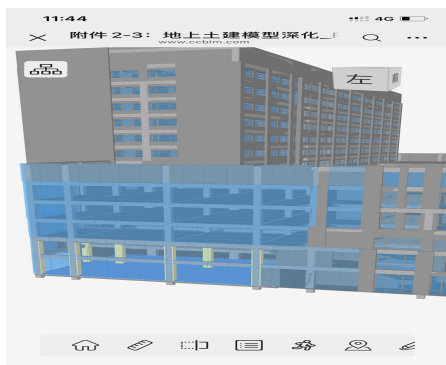


图9 土建地上部位各构件BIM手机端截图

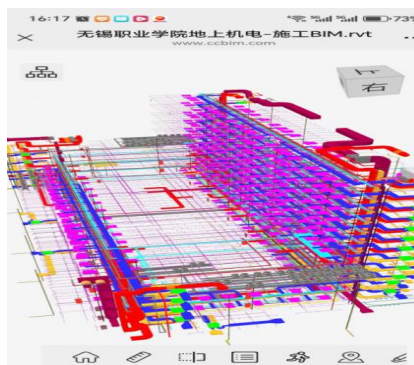


图10 机电地上部位BIM手机端截图

3. 可视化技术交底

基于BIM模型，制作可视化的技术及安全交底内容，打破传统文字交底的局限性。交底内容涵盖所有分部分项工程，重点突出关键工序、复杂节点的施工方法和安全注意事项。

例如，在（超）危大工程中，通过BIM模型模拟施工过程中的安全风险点，明确安全防护措施和操作规程；确保施工人员熟练掌握施工要点，减少安全事故和质量隐患的发生。



图11 塔吊顶升BIM技术交底



图12 深基坑作业BIM技术交底

（三）运维阶段：数据整合，智能运维，提供长效支撑

竣工阶段及后期运维阶段，BIM技术的核心应用为项目后期运营、维护、检修提供精准的数据支撑，具体应用细节如下：

1. 竣工数据整合，构建运维BIM模型

项目竣工阶段，整合设计阶段的设计文件等数据，施工阶段的各项资料数据及调试资料等数据，以及设备厂家提供的数据，对施工阶段的BIM模型进行完善和更新，补充竣工后的各项参数等，形成完整的运维BIM模型。

运维BIM模型贯穿施工全过程，为后期运维提供全面、精准的数据支撑，确保有据可依。

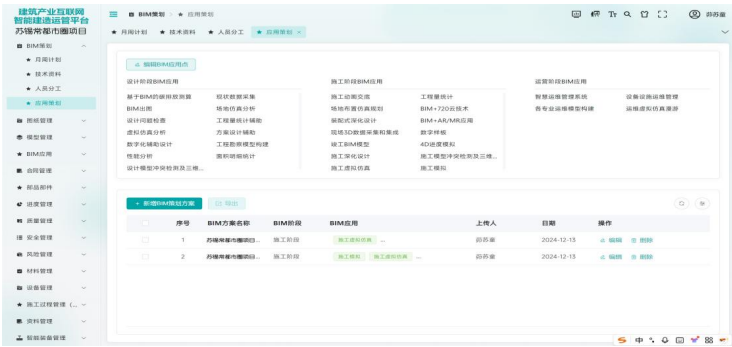


图13 运维阶段综合运营平台

2. 设备运维管理，提升运维效率

依托运维BIM模型，建立设备运维管理体系，将各类机电设备参数、安装位置、维护周期、维护记录等信息关联至模型对应构件，实现设备信息的可视化查询和精细化管理。

例如，当设备出现故障时，运维人员可通过BIM模型快速找到设备位置，查看设备的安装图纸、故障历史记录等信息，有效维修，降低成本。



图14 运维阶段综合运营平台日常报警日志记录

3. 管线及设施检修，降低运维风险

针对项目中的各类管线及基础设施，利用运维BIM模型直观展示管线走向、埋深、接口位置、材质等信息，为管线检修、改造提供精准指导。

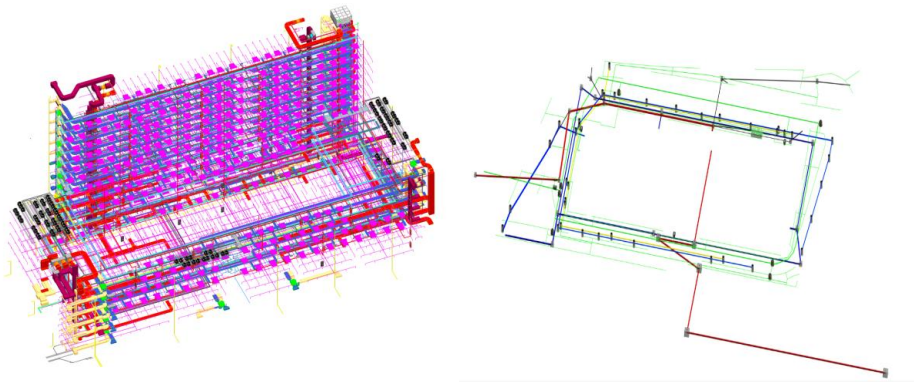


图15 运维阶段管综模型

三、应用成效和价值

BIM数字一体化技术显著提升了工程管理的精细化水平与综合效益。

在设计阶段，BIM一体化实现了多专业协同设计与参数化建模，有效消除了“信息孤岛”。通过三维可视化与碰撞检测，设计错、漏、碰、缺问题减少约60%以上，大幅降低后期变更成本。

在施工阶段，BIM与进度、成本、质量、安全等业务系统深度融合，形成“BIM+项目管理”一体化应用。基于BIM模拟，优化施工顺序与资源调配，有效降低了施工返工率和材料损耗，显著提升了项目管理效率，为项目节约了可观的成本和时间。

在运维阶段，项目期望通过BIM数字资产与物联网、GIS、FM系统对接，构建智慧运维平台。设施管理人员可直接查阅隐蔽工程、设备参数、维修记录等结构化信息，实现空间管理、设备定位、故障溯源及应急模拟的精准化。

BIM数字一体化打破了传统项目阶段割裂、数据断层的问题，在设计、施工、运维之间建立了连续、可追溯的信息链路。最终实现项目全生命周期的提质增效、降本减碳和可持续发展目标。

应用场景八

建筑棒材智能验收系统应用

工程项目：陶都未来科技产业园

施工单位：中建三局集团有限公司

集成服务商：重庆宏合办公设备有限责任公司

监督机构：宜兴市住房和城乡建设监管中心

一、项目概况

陶都未来科技产业园项目位于江苏省宜兴市丁蜀镇。占地面积约278亩，总建筑面积约41万 m^2 ，地上总建筑面积约39万 m^2 ，地下建筑面积约2万 m^2 ，共34栋单体。项目施工面积大，钢筋棒材进场频繁，传统人工验收效率低、易出错，且易造成现场交通拥堵。为提升材料验收效率、实现数字化管理，项目引入“建筑棒材智能验收系统”，通过图像识别与AI技术实现螺纹钢的智能计数与验收，推动施工现场管理向智慧化、精细化转型。



图1 陶都未来科技产业园项目整体效果图



图2 项目施工现场实景图

二、应用场景的内容及做法

（一）建筑棒材智能验收系统的相关硬件、软件实施内容

1. 系统相关硬件见下表：

序号	产品名称	规格说明	单位	数量
1	车载螺纹拍照支架	车载螺纹钢拍照学校定标准及电控部分	套	1
2	车载螺纹拍照台式电脑	含(处理器i3,8G内存)主机及21.5显示器	台	1
3	轻智能5A筒型网络摄像机及支架	800 万像素（4K）ICR 日夜型筒型网络摄像机	台	3
4	千兆poe交换机	海康8口千兆poe交换机	台	1
5	拍照补光灯	24V,24W白光灯，光感自动感应开关	个	2
6	电源线	RVV2*1.5电源线无氧铜(国标)	米	3
7	网线	超五类网线(国标)	米	3
8	PVC管	20/25/32mm	米	2
9	4G路由器	支持本地Web管理和云管理；内置防火墙、内置AC管理功能、支持带宽1G-2G	个	450
10	物联网流量卡	电信/移动/联通含1年流量费	张	810

系统摄像拍照区域位于现场二号大门出入口主道路上，位于地磅西侧，实现棒材数量清点与过磅一站式流程处理。电脑终端位于2#大门门卫内，两者通过网桥进行数据交互，实现数据流通与分析处理。设备布置情况如下：

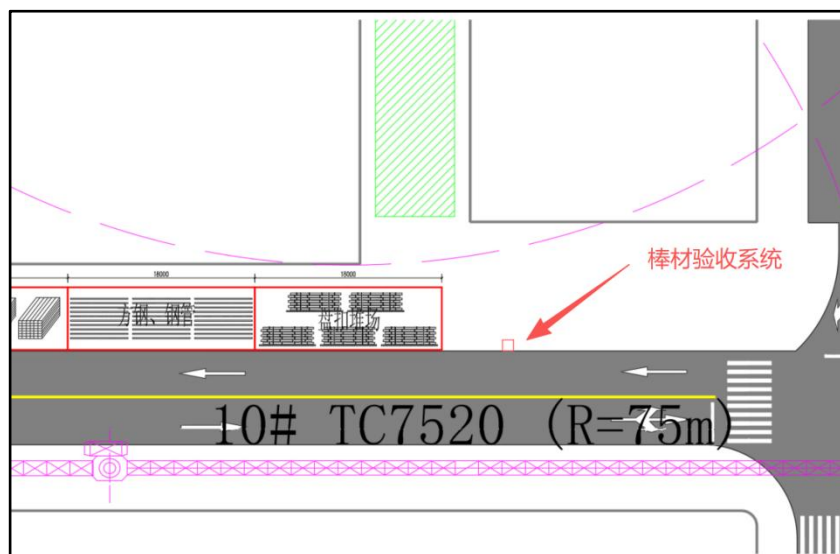


图2-1 智能棒材验收系统摄像位置图

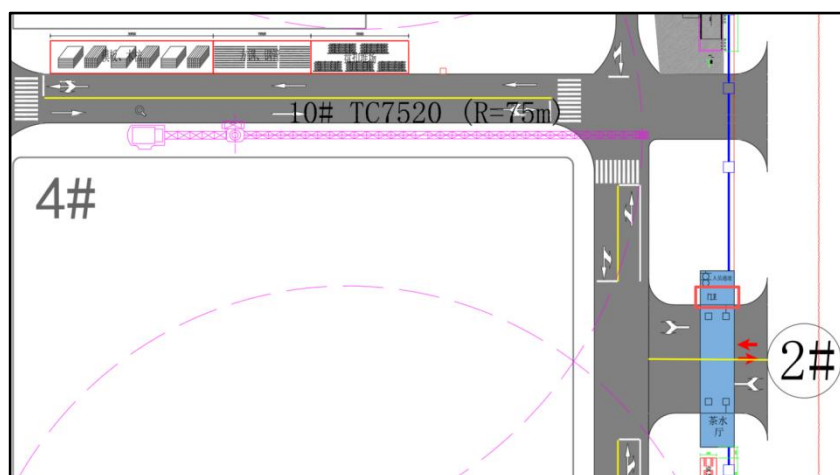


图3 智能棒材验收系统主机位置图



图4 智能棒材验收设备现场图

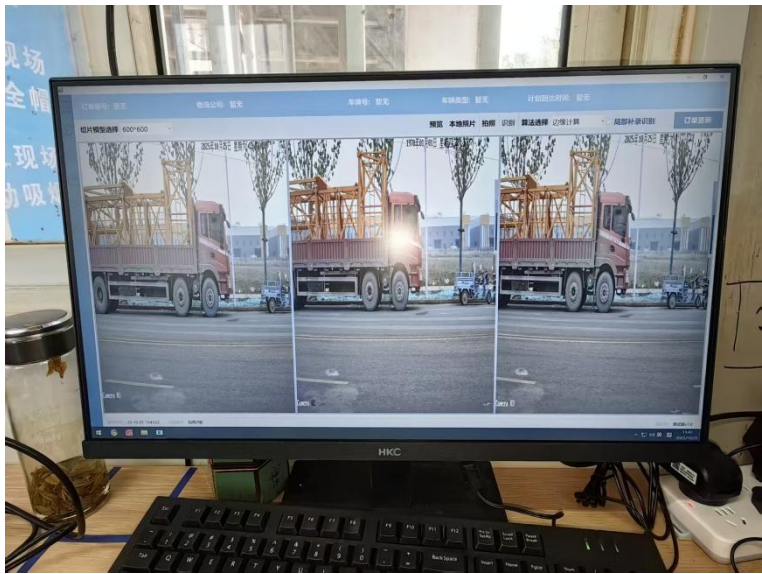


图5 智能棒材验收平台画面

2. 软件核心功能：集成车载螺纹钢智能计数、钢筋支数聚类统计、验收流程数字回溯三大核心模块，支持识别校核、分类校核、拼接校核三种人工复核模式，适配白天、夜间等复杂光照环境。系统功能截图如下：



图6 智能棒材验收系统摄像位置图

型号	运输单位	司机电话号码	供货商	合同编号	开单时间	计划送货时间	计划发车时间	备注
			北京中铁		2025/11/12 1...	2025/11/12 1...	2025/11/12 1...	
					2025/10/1 15	2025/10/1 15	2025/10/1 15	

待验收

待校验

陶都未来科

*车牌号

京E26707

开单时间

2025/11/12 16:43

车辆型号

13m

司机所属公司

供货商

北京中铁

*计划到达时间

2025/11/12 16:43

计划发车时间

2025/11/12 16:43

合同编号

司机电话

备注

提交

校验

关闭

确认提交

图7 智能棒材验收数据图

（二）系统主要应用

1. 车载螺纹钢智能计数验收：依托AI图像识别与深度学习算法，在车辆停靠指定区域后，通过多摄像头多角度拍摄，自动完成螺纹钢支数清点与规格识别，替代传统人工逐根点数，实现全天候、复杂环境下钢筋进场快速验收，大幅降低人工强度与人为误差。

2. 多规格钢筋聚类统计：针对一车装载多种规格钢筋的实际场景，系统自动对不同直径、型号钢筋进行分类识别、聚类统计，清晰区分各规格数量与重量，避免混装验收时错分、漏分，满足项目多规格钢筋同时进场的验收需求。



图8 选择不同直径钢筋计数图

3. 验收流程数字化回溯：从订单录入、车辆进场、拍照识别、人工校核到最终审核，全流程数据、图片、操作记录自动留存归档，形成可查询、可追溯、可导出的数字化验收档案，实现材料进场验收全过程留痕，便于成本核算、问题溯源与监管核查。



图9 验收流程监控图

4. 地磅联动一站式验收：系统安装于地磅端部，与地磅协同作业，称重与点数同步完成，实现“一车一次到位”的一站式验收，减少车辆挪车、等待次数，优化进场流线，缓解现场交通拥堵。

5. 复杂环境自适应识别：支持白天强光、夜间弱光、逆光、阴雨等施工现场复杂光照与天气条件下稳定识别，搭配补光灯与图像优化算法，保证钢筋堆叠、局部遮挡等场景下仍具备较高识别准确率。

	实际目标	正确识别	漏识别	误识别	正确率	漏识别率	误识别率
左	4012	3985	27	17	99.58%	0.67%	0.42%
中	461	461	0	0	100%	0%	0%
右	4545	4524	21	1	99.98%	0.46%	0.02%
总计	9018	8970	48	18	99.8%	0.53%	0.2%

	实际目标	正确识别	漏识别	误识别	正确率	漏识别率	误识别率
左	3527	3518	9	17	99.52%	0.26%	0.48%
中	961	959	2	7	99.28%	0.21%	0.72%
右	4530	4472	58	13	99.71%	1.28%	0.29%
总计	9018	8949	69	37	99.59%	0.77%	0.41%

图10 强弱光环境识别对比图（注：上图为白天，下图为夜晚）

6. 人工校核精准修正：提供识别校核、分类校核、拼接校核三种复核模式，可快速修正识别误差、规格误判、拼接偏差，兼顾智能化效率与人眼核验精度，确保最终验收数据100%准确。

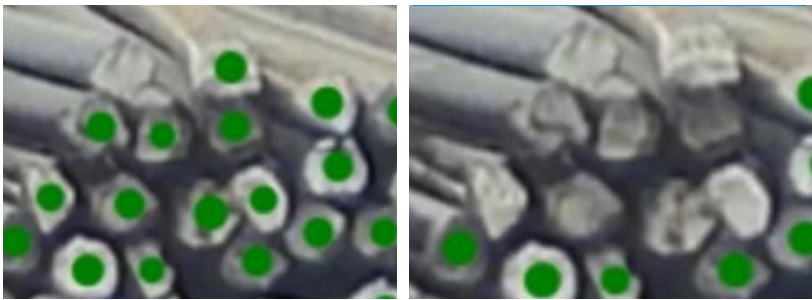


图11 误识别操作前后对比图

7. 远程化安全验收作业：材料员在门卫室电脑终端即可远程操控拍摄、完成识别与审核，无需靠近车辆、钢筋堆垛等危险区域，实现室内安全化、舒适化验收，降

低现场安全风险。

三、应用成效和价值

1. 提升验收效率，节约成本：系统投入使用后，在操作熟练、车型单一的情况下，可节省验收时间，缓解了因传统人工点数造成的现场道路拥堵问题，保障了交叉作业的顺畅进行，长期应用可节约人力，经济效益显著。

2. 提高计数准确性，降低人为误差：通过图像识别与智能算法，对一定规格螺纹钢的验收计数准确率极高，有效避免了人工清点中可能出现的漏计、重复计数等问题，提升了材料数据的可靠性。

3. 实现过程数字化，强化管理追溯：验收过程实现半自动化，所有拍照、识别、校核记录均自动保存，形成了完整的数字化验收档案，实现了材料进场验收流程的可视化、可追溯，提升了项目精细化管理水平。

4. 具备行业推广价值，树立智慧工地标杆：该案例为解决大型项目钢筋验收痛点提供了切实可行的智能化方案，已计划在省级观摩会上进行展示，为同行提供了可复制、可推广的实践经验，有助于推动建筑施工行业向数字化、智慧化转型。

应用场景九

无人化物料运输机器人应用

工程项目：陶都未来科技产业园项目

施工单位：中建三局集团有限公司

集成服务商：中建建筑先进技术研究院

监督机构：宜兴市住房和城乡建设监管中心

一、项目概况

陶都未来科技产业园项目位于江苏省宜兴市丁蜀镇。占地面积约278亩，总建筑面积约41万 m^2 ，地上总建筑面积约39万 m^2 ，地下总建筑面积约2万 m^2 ，共34栋单体。项目建筑材料种类繁多，且占地面积大，运距过长，故采用无人化物料运输机器人。

无人化物料运输机器人是一款全地形、全天候、通用型的物料运输装备，具有全向移动、自主乘梯、自主导航、自主避障、自主卸料等功能，作为一款通用型的物料运输平台可根据不同的物料运输需求进行功能改造，具有强大的适应能力。



图1 陶都未来科技产业园项目整体效果图



图1 陶都未来科技产业园项目实景图

二、应用场景的内容及做法

分析现场总平面布置，规划出高效的机器人专用流线，建立工地的高精度数字地图（BIM+点云扫描），将所有取料点、卸料点、充电桩、通道、电梯位置进行数字化标定。部署中央智能调度系统，负责接收物料需求、统筹所有机器人任务、优化全局路径、管理电梯等共享资源。

场景一：N型物料运输机器人

N型物料运输机器人是一款集装载、运输、卸载等功能于一身的智能拆码设备，目前正在进行砌体的跨楼层运输作业（或正带载进入电梯进行跨层运输作业）。该机器人自重仅750kg，负载可达1200kg，一次可以运输一整垛砌体（1200kg），可以实现物料的自主识别、自主抓取、自主运输、自主卸载。具有高负载自重比、高运输效率、高智能化程度。



图3 N型物料运输机器人

场景二：斗型物料运输机器人

斗型物料运输机器人是一款通用的物料运输平台，具备自动翻斗功能，目前正带着材料自主进入电梯进行跨楼层运输作业（或正进行自主卸料动作）。该机器人自重为600kg，单次运量可达1000kg，可爬10°的坡道，越过50mm的沟坎，具有全向移动、自主导航、自主避障、自主乘梯、自主卸料等功能，可运输袋装腻子，瓷砖等多类物料。



图4 斗型物料运输机器人

场景三：移动码垛机器人

移动式码垛机器人是一款集装载、运输、卸载等功能于一身的智能拆码设备，目前正替代工人对一整垛砌体进行拆垛作业（或码垛）。该机器人单次可以抓取50kg重的物料，一次可以运输12块砌体（600kg），既可以实现物料的自抓、自运、自取，也可以跟其他机器人进行联动，给运输机器人进行上下料。



图5 移动式码垛机器人



图6 机器人自主进电梯照片



图7 码垛机器人现场施工照片



图8 机器人自主进电梯照片



图9 N型物料运输机器人运输砌体照片

三、应用成效和价值

1. 全天候、高强度作业：机器人不受疲劳、天气（高温、严寒）、昼夜限制，可实现24小时连续作业，确保施工节奏。

2. 精准高效：通过预设程序和实时调度，运输路径精确，避免了人工搬运中非必要的时间损耗，单位时间内运输趟次显著增加（据实测，效率可达人工的3-6倍）。

3. 成本节省：在项目周期内，机器人可替代多名固定搬运工，直接降低人工成本。

4. 运行安全可靠：搭载多传感器融合（激光雷达、视觉、超声波）和先进算法，具备自主避障、紧急制动、实时监控能力，运行路径可预测，大幅降低与人、机、料碰撞的风险。

5. 推广价值：无人化物料运输机器人可按运输砌体、腻子、瓷砖等多种建材，可爬坡道、跨沟坎、自主乘梯，通用性强。依托中央调度实现多设备集群协同，配套远程监管，降低现场管理难度，为大型建筑工地物料无人化转运提供成熟落地范本，可在大面积、长运距、多层施工房建项目中复制推广，助力建筑施工减人增效、安全生产与智能化转型升级。

智能无人塔吊施工应用

工程项目：陶都未来科技产业园项目

施工单位：中建三局集团有限公司

集成服务商：北京东土科技股份有限公司

监督机构：宜兴市住房和城乡建设监管中心

一、项目概况

陶都未来科技产业园项目位于江苏省宜兴市丁蜀镇。占地面积约278亩，总建筑面积约41万㎡，地上总建筑面积约39万㎡，地下建筑面积约2万㎡，共34栋单体。

项目单体数量多、建筑面积大，施工区域分散，涉及多台塔机交叉作业，群塔协同与防碰撞难度高；部分建筑为高层厂房，塔机作业高度高、覆盖范围广，对操作精度和安全防护要求严苛；施工周期长、人员需求大，传统塔机作业依赖专业塔司，存在人员短缺、培训成本高及高空作业安全风险等问题。

为响应智能建造政策号召，解决传统施工中塔机作业安全隐患多、效率不稳定、协同管控难等痛点，项目引入东土科技智能塔机无人驾驶系统。要求通过智能化技术实现塔机作业无人化、路径规划自主化、安全防护主动化，达成施工过程数字化管控，在保障施工安全的前提下，提升作业效率、降低人工成本，同时满足行业监管对施工安全、数据追溯的管理要求。



图1 陶都未来科技产业园项目整体效果图



图2 项目施工现场实景图

二、应用场景的内容及做法

（一）场景内容

该场景聚焦于房建、基建、桥建等工程项目施工现场的塔机作业管理，针对传统塔机依赖人工操作、安全风险高、效率受限、群塔作业协调难等问题，通过东土科技智能塔机无人驾驶系统，实现塔机作业的无人化、智能化与协同化管控，覆盖从任务发起、路径规划、动态避障到群塔协同的全流程管理，同时满足行业监管对施工安全、效率及数据可追溯的要求。

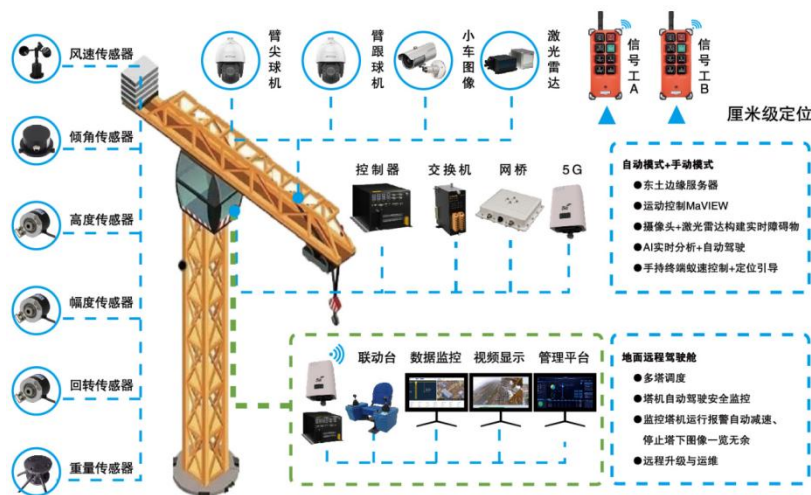


图3 智能塔机无人驾驶系统

（二）有效做法及创新举措

1. 系统架构搭建：采用“硬件感知+软件控制+平台监管”的全链条架构。硬件层面，搭载智能控制器、激光雷达、多类型传感器（重量、幅度、回转、风速等）及

手持调度器，实现环境、设备、负载状态的全方位感知；软件层面，依托自研鸿道工业操作系统、工业工具软件，提供路径规划、动态避障、AI安全监测等核心功能；监管层面，通过塔机运行监控平台构建工地数字孪生3D模型，支持单/多塔协同监控与数据追溯。



图4 手持调度器操作

2. 无人化作业流程：调度工通过手持调度器发起作业请求，系统自动完成三大核心环节：一是环境模型构建，融合GNSSRTK与激光SLAM技术，实现横向0.5m、纵向0.2m的高精度动态建图；二是任务定位，通过一键定位或地图选点确定起吊及落钩位置，手持终端与控制器通过PORA/WiFi/4G多网冗余通信确保信号稳定；三是安全执行，基于三维地图规划最优路径，结合4D雷达与AI算法实现200ms动态避障，同步完成吊钩防摇、自动防碰壁等操作，全程无需塔司参与。

三维建图相关数据：

- (1) 三维建模时间为686s。
- (2) 三维建模距离精度为0.84m。
- (3) 感知传感器与工业AI控制器网络平均延迟为31.3ms。
- (4) 环境感知传感器与智能控制单元网络延迟要求小于30ms。
- (5) 实景建模地图与真实场景空间位置距离偏差不大于0.5m。
- (6) 激光雷达可构建施工现场三维点云地图，实时检测静态和动态障碍物，测距精度为 $\pm 2\text{cm}$ 。

(7) 地图重建可在十分钟内完成，并实现与塔吊坐标系的融合更新。

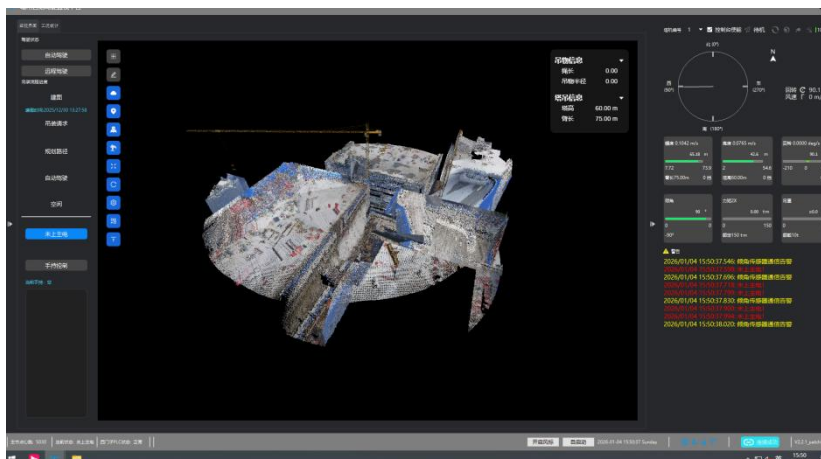


图5 智能无人塔机环境模型构建

3. 群塔协同管控机制：针对多塔机作业场景，建立“静态规划+动态运行”的协同规则，明确“低塔让高塔、后塔让先塔、轻塔让重塔、动塔让静塔”的协同原则。通过群塔通讯备份冗余、地图融合协同感知技术，实现多塔机同向作业路径规划，避免碰撞风险，保障群塔作业有序高效。

4. 全流程安全防护：构建“毫秒级自检+AI监测+主动预警”的三重安全防线。系统启动时完成结构形变、倾角、振动等十项关键参数的毫秒级自检；作业中通过AI识别裂纹、螺栓松动及人员违规行为，激光雷达与视觉AI实时跟踪吊物轨迹、预测碰撞距离；出现部件失效、通信故障等异常时，系统自动预警并停机，杜绝安全事故。

激光雷达与视觉AI实时跟踪吊物轨迹：

(1) 视觉相机可用于吊钩定位、负载摇摆检测及人员闯入识别，分辨率为4K，帧率25fps，并支持低光增强。

(2) 吊钩可视化采用双摄像头冗余采集方案（高清可见光+夜间全彩），可实现360°无死角覆盖作业视野，画面传输延迟小于200ms，并支持对吊钩位置与负载状态的实时掌控。

(3) 交互界面可展示3D点云地图、障碍物包围盒、塔吊各轴实时运动仿真，以及规划轨迹、控制轨迹、监测轨迹等内容，并可实现对运动轨迹的实时监控和精确控制。



图6 激光雷达与视觉AI实时跟踪吊物轨迹

5. 智能作业安全监测系统：

（1）通过工业相机、激光雷达、计算单元等硬件协同采集图像与 3D 点云数据，经时间同步与预处理；

（2）依托深度学习目标检测算法、关键点检测、语义分割等视觉 AI 算法实现裂纹、螺栓松动及人员违规行为的智能识别；

（3）结合激光雷达点云聚类、ICP 配准与跟踪算法实时定位吊物轨迹，系统可根据吊物外形、重量、风速、障碍物等信息，自动规划运行路径、动作及参数，实现自动避障、区域限位和运动防摇；

（4）最终在边缘端完成风险分级判断并联动声光报警或设备控制，以多传感器融合与 AI 算法闭环实现作业场景下的缺陷检测、行为管控与吊物防碰撞安全保障。

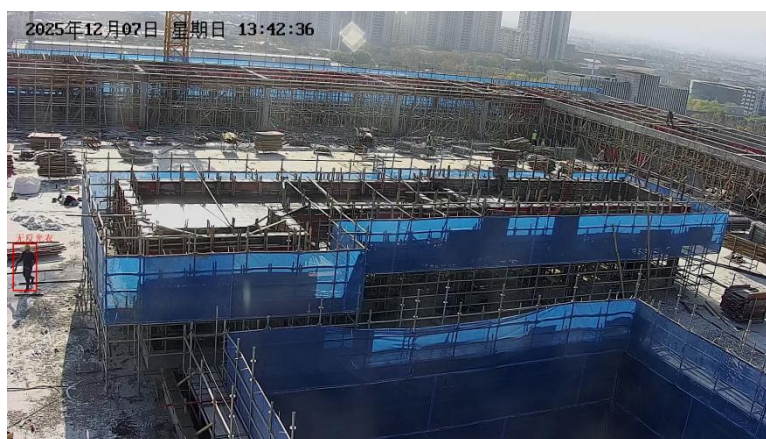


图7 AI人员违规行为识别



图8 智能无人塔机驾驶监控中心实景图1



图9 智能无人塔机驾驶监控中心实景图2



图10 智能塔机无人驾驶实景图



图11 智能塔机无人驾驶作业实景图

三、应用成效和价值

1. 实际问题解决：成功破解传统塔机人工操作视觉盲区、疲劳作业等安全隐患，省去塔司、信号工关键岗位，缓解行业专业人员短缺、培训成本高的难题；通过群塔协同感知与防碰撞技术，攻克多塔机交叉作业协调低效、碰撞风险高的行业痛点，适配超高层、大型园区等复杂施工场景。

2. 实际应用效果：安全层面实现作业零事故，毫秒级自检与AI隐患识别功能让设备故障检出率提升80%；效率上，综合作业水平接近人工操作，标准化场景效率提升15%，单台塔机年省人员成本30%左右；管理端，监控平台支持数字孪生3D监控与数据追溯，助力项目精细化管理，同时方便行业监管远程核查，提升监管透明度与效率。系统支持后装或前装改装，适配性强。

3. 行业借鉴与推广价值：以自主可控的工业互联网底层技术为核心，构建“工业互联+工业AI”的智能化方案，为建筑机械无人化提供可复制的技术架构；创新“谁需要谁请求”的调度模式，可广泛推广至房建、基建、桥建等多领域；推动建筑行业从劳动密集型向技术密集型转型，响应智能建造政策，为行业数字化转型提供“中国方案”，推广价值显著。

高精度地坪测量机器人施工应用

工程项目：陶都未来科技产业园项目

施工单位：中建三局集团有限公司

集成服务商：中建三局云采科技有限公司

监督机构：宜兴市住房和城乡建设监管中心

一、项目概况

陶都未来科技产业园项目位于江苏省宜兴市丁蜀镇。占地面积约278亩，总建筑面积约41万 m^2 ，地上总建筑面积约39万 m^2 ，地下建筑面积约2万 m^2 ，共34栋单体。项目地坪施工面积达8.67万 m^2 ，施工精度要求高，传统人工测量存在效率低、盲区多、数据不全面等问题。为提高测量精度与效率，项目引入“高精度地坪测量机器人”，实现全自动、高精度地坪测量，推动施工质量检测向数字化、智能化转型。



图1 陶都未来科技产业园项目整体效果图



图2 项目施工现场实景图

二、应用场景的内容及做法

高精度测量机器人水平仪、机器人本体、移动操作系统组成，可实现根据楼栋平面图自动规划生成路线并测量出图，精准把控现场施工质量，具体流程如下：

1. 图纸处理：将CAD图纸导出图片，上传至机器人APP生成电子地图；
2. 地图匹配：机器人通过激光雷达识别现场环境，实现地图与现场自动匹配；
3. 路径规划：设置起点与终点，机器人自动规划测量路线，并智能布设488个测量点（在100m²试验区内），6分钟测量完；
4. 自动测量：机器人沿规划路线自主行走，实时采集高程数据；
5. 数据生成：测量完成后自动生成等高图、折线图、平滑度图等报告，数据同步至云端。



图3 地坪机器人组成图



图4 地坪机器人现场实测图

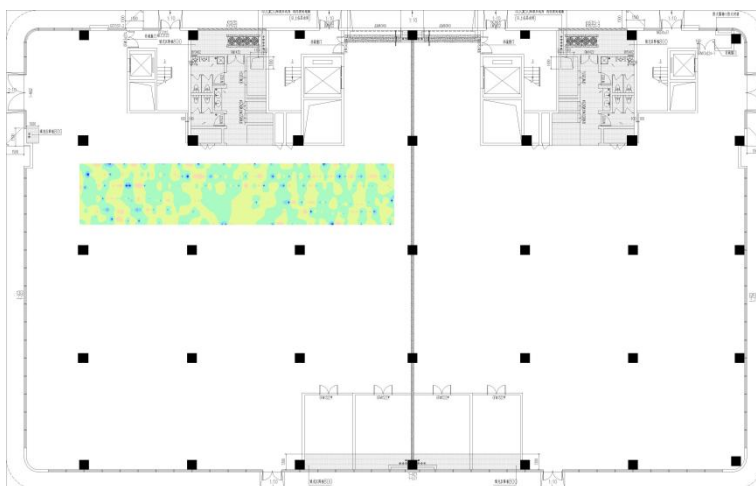


图5 平滑度图

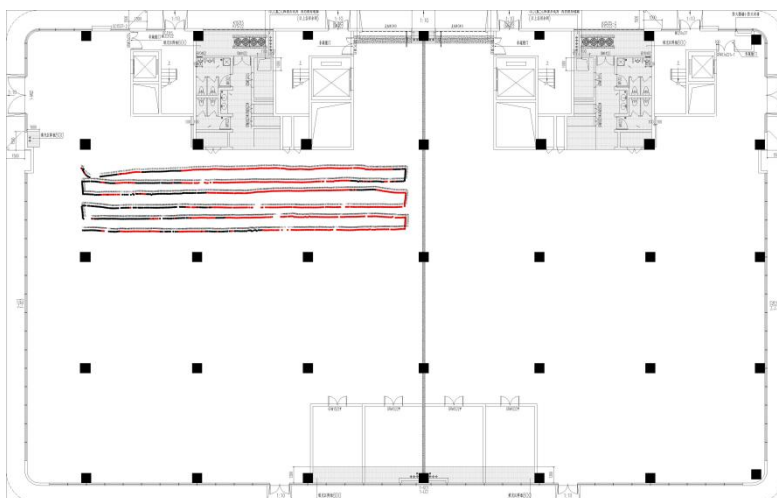


图6 标高偏差图

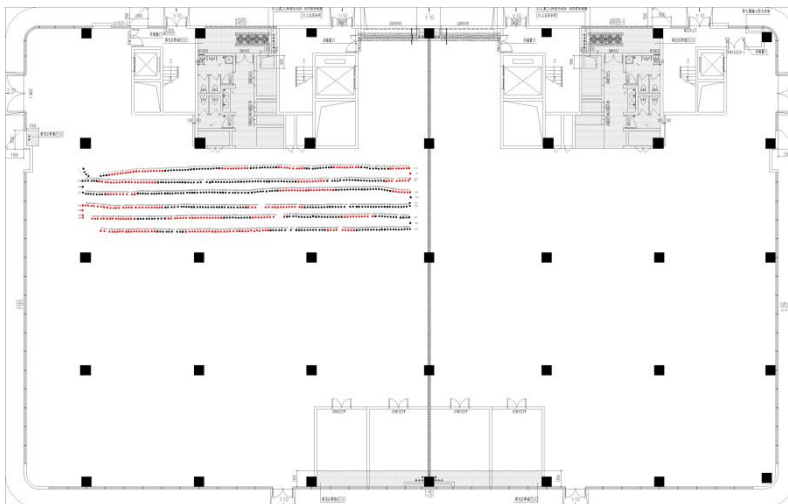


图7 国标检测图

人工对照组在同一面积为 100m^2 的地坪实验区域内，按照均匀布点原则共选取 20 个具有代表性的抽检点位。检测过程由两名具备专业资质且经验丰富的专职测量人员协同完成，全程采用传统人工测量方式，使用水准仪、2 米靠尺、塞尺等常规检测工具对地坪表面平整度进行逐点实测实量。测量人员需依次完成点位定位、工具摆放、数据读取、现场记录等一系列操作，受人工操作节奏、点位移动及读数复核等因素影响，本次地坪平整度检测全过程累计耗时约 40 分钟。

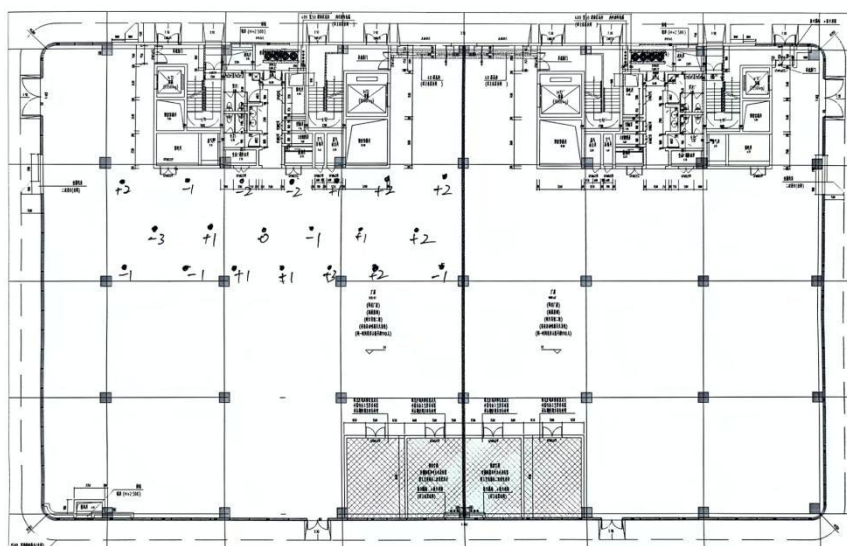


图8 人工测量图

基于测量数据生成的平滑度图直观展示了地坪表面起伏情况，修补人员可依据图中蓝色标示区域快速、准确定位需要修补的点位，实现“指哪打哪”式的精准修补。

相较于传统人工拉网排查，该方式不仅极大提升了整改效率，更有效避免了盲目修补带来的材料与工时浪费。经统计，采用地坪测量机器人指导修补，使A区修补材料用量降低约90%，实现了质量管控与成本控制的双重优化。



图9 局部地坪修复

三、应用成效和价值

1. 降本增效：传统测量需多名专职人员，机器人仅需有人监控便可实现全流程无人化作业，且支持全天候不间断测量，单机日测能力达数万 m^2 ，使测量效率提升两倍以上，大幅降低人力成本。

2. 高精度测量：机器人采用“激光+高精度高程传感器”融合技术，实现毫米级测量精度，提升缺陷发现率，降低返工率降至。

3. 结果直观无盲区：机器人试验区内短时间内可完成数百个个点位测量，而人工测量仅能抽检数十个点位，做到覆盖无死角；测量区域每个点位高差成表出图，精准到点以供施工修补，确保施工质量全程可控。

4. 推广价值显著：可为工业厂房、物流仓储等大面积地坪施工提供了高效、精准的数字化检测方案，具备可复制性，适用于各类对地面平整度要求高的工程项目，具有显著的行业示范和推广价值。

基于“AI视频识别+物联网传感” 危大工程管理与人员行为智能双控系统

工程项目：融腾智造基地A、B块建设项目

施工单位：中交建筑集团有限公司

集成服务商：广联达科技股份有限公司

监督机构：无锡市梁溪区建筑工程质量和安全监督管理站

一、项目概况

融腾智造基地A、B块建设项目EPC工程总承包项目位于无锡市梁溪区，总用地面积约8.29万 m^2 ，总建筑面积达31.9万 m^2 ，项目由A、B两个地块构成，涵盖5栋多层及高层建筑，其中最高建筑为1#楼，建筑高度达89.95米。项目定位为集科技制造、研发、展示、人才培养等功能于一体的智慧综合园区，是中交建筑集团首个“工业上楼”示范项目，具有“新业态、大跨度、高荷载、高空作业”等显著特点，施工难度大、安全风险高。

为有效应对高空悬挑结构施工、大吨位楼面荷载、大型设备密集运行等复杂工况，项目全面引入智慧工地管理体系，以“数字化、智能化、可视化”为核心理念，构建覆盖“人、机、料、法、环”全要素的智能监管平台。通过物联网传感、AI行为识别、无人机巡检、BIM协同管理等多项技术手段，实现施工过程的全天候监控、风险预警的实时推送、管理决策的数据支撑，全面提升项目安全管控水平和施工协同效率，致力于打造“平安工地”与“智慧工地”深度融合的标杆工程。



图1 融腾智造基地项目效果图



图2 项目施工现场实景

二、典型应用场景的内容及做法

（一）应用背景

项目施工过程中涉及超危大工程10项、危大工程30项，包括46米高空悬挑钢结构、11米长幕墙安装、多塔吊协同作业等高风险工序。同时，现场作业人员高峰期超1000人，人员行为管理难度大。传统安全管理模式依赖人工巡查与事后处理，存在监管盲区多、响应滞后、取证困难等痛点。为此，项目以“技防替人防、智控促安全”为导

向，系统性构建了“AI+物联网”智能双控系统，实现对“危大工程”与“人员行为”的双重实时管控。

（二）系统架构与核心功能模块

项目部署了集成化的智慧工地管理平台，下设三大核心功能块。

1. 智能视频监控与AI识别模块：在塔吊驾驶室、吊钩、施工电梯、高空作业平台、临边洞口、材料加工区等多处关键点位布设高清摄像设备，部分搭载AI自研识别算法，实现以下智能识别功能：



图3 智能视频监控覆盖项目全施工场地

人员安全行为识别：自动识别未佩戴安全帽、未系挂安全带、违规吸烟、单人危险作业等行为，系统实时抓拍并生成预警记录。

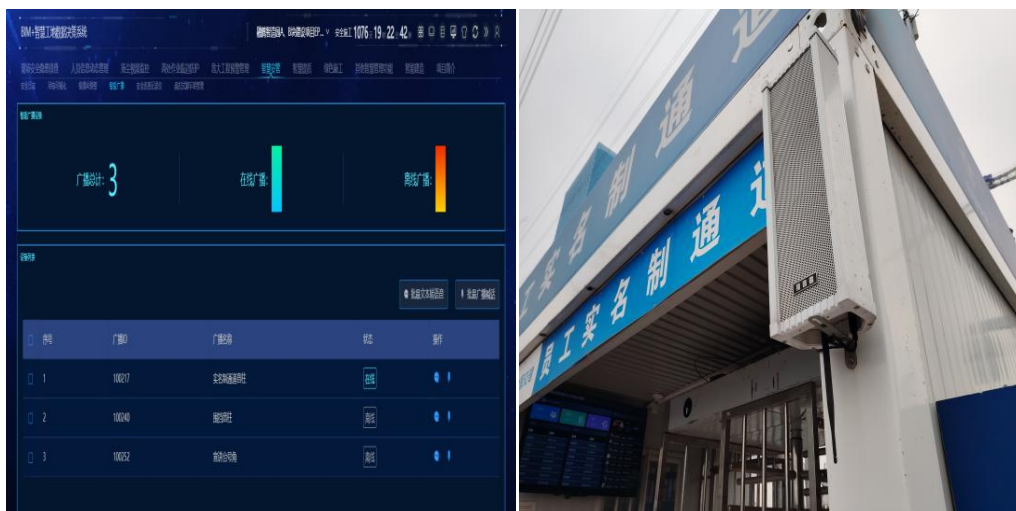


图4 智能识别系统及现场实际应用

穿戴规范识别：识别作业人员反光背心穿戴情况，强化夜间及低照度环境下的可视化管理。一旦AI识别到违规，现场架设的智能广播音柱会立即发出定向声光报警：“请注意，有人员未戴安全帽，请立即纠正！”。

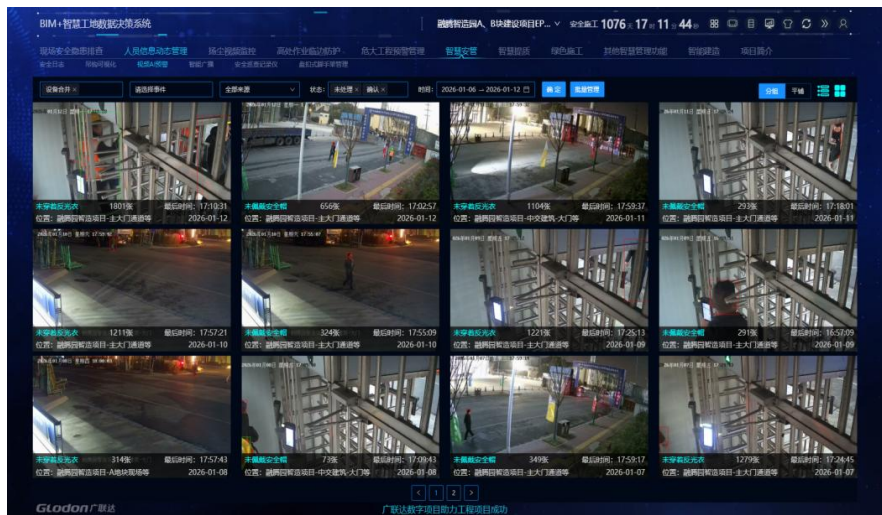


图5 AI视频分析平台实时警告日志与违规行为抓拍截图

区域入侵预警：设置电子围栏，对闯入危险禁区、吊装作业区等行为进行声光报警与平台推送。



图6 护栏智能警报系统及语音实时警告功能

2. 物联网传感监测模块

塔吊安全监测：在现场各台塔吊上安装幅度、高度、重量、风速等传感器，实时监测运行数据，具备防碰撞、防倾翻、超载预警功能；实时显示多台塔吊的三维动态模型。屏幕画面中，不同颜色的线条勾勒出各塔吊的大臂回转半径，当相邻塔吊的大臂距离小于安全阈值时，画面中的交集区域会立即由绿色变为红色闪烁，并同步弹出弹窗提示“碰撞风险预警”，吊钩可视化功能（右上角小窗画面）让司机在驾驶室屏幕清晰地看到吊钩下方盲区的实时高清画面，盲区吊装事故风险降低约90%。



图7 智慧工地平台塔吊群实时监测界面，显示各塔吊运行参数与防碰撞模拟状态

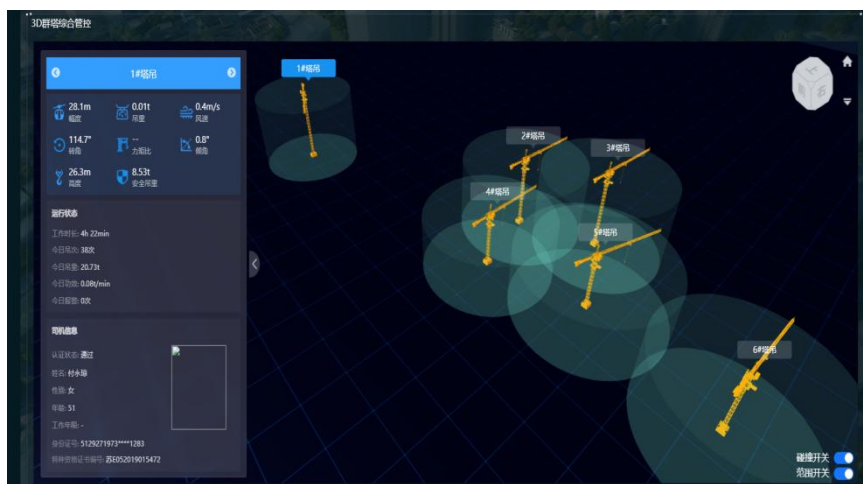


图8 三维群塔管控

升降机智能管控：无人驾驶施工升降机配备人员识别与荷载监测，杜绝超员超载运行，一旦超载超员，立即停止运行。

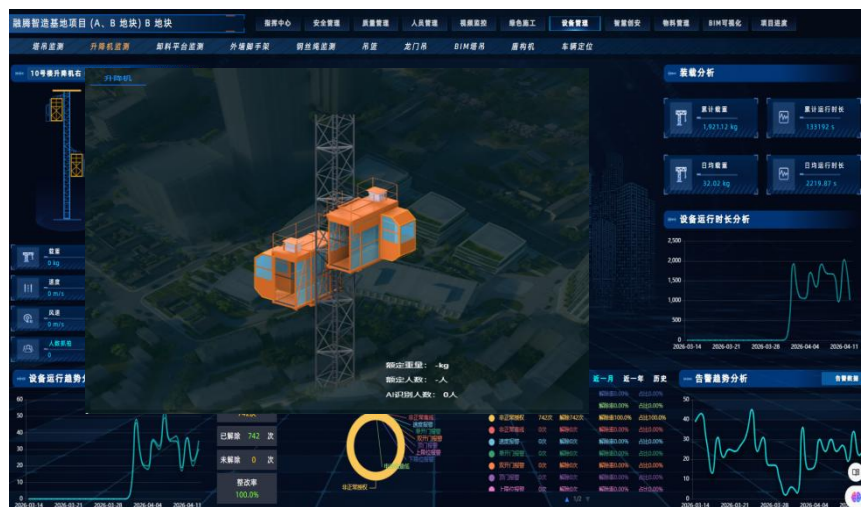


图9 智慧工地平台施工升降机实时监测界面，包含升降机运行参数

深基坑自动化实时监测：基坑周边布设GNSS位移监测站、振弦式钢筋应力计、水位计等传感器，数据通过4G网络实时上传至云平台，采样频率达1次/分钟，彻底告别人工每日两次测量的低频率、低精度模式。

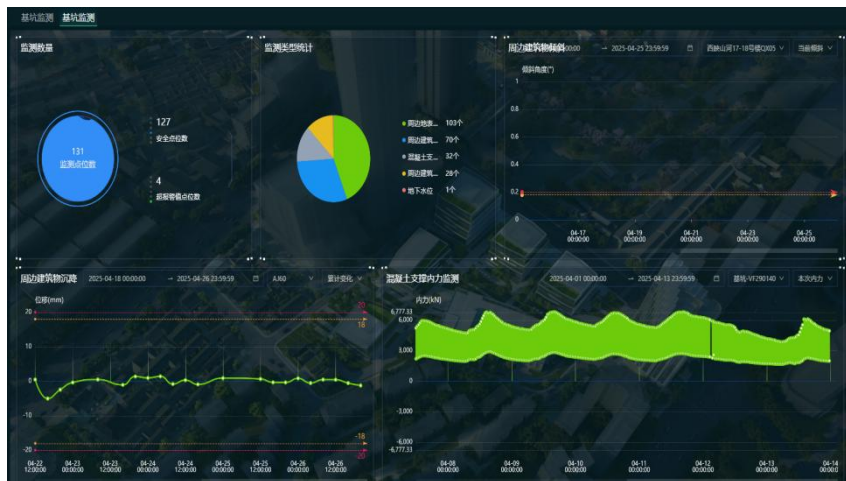


图10 智慧工地平台基坑监测界面及相关数据

环境监测联动：实时监测风速、降雨、温湿度等数据，与高空作业、吊装指令智能联动，极端天气自动预警并及时上报，方便及时停止危险作业。

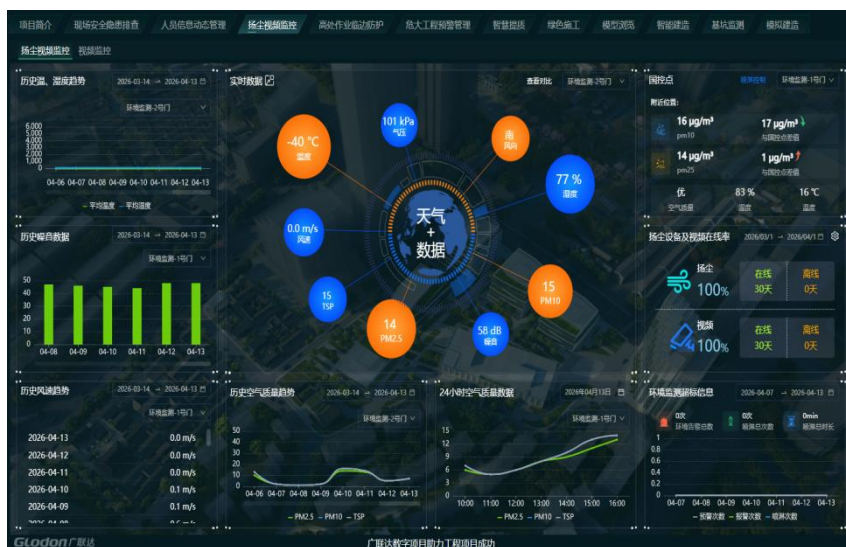


图11 环境检测数据

3. 数据集成与指挥调度模块

所有预警信息实时推送至项目指挥中心大屏、安全管理人员手机APP及现场智能音柱，形成“平台预警－手机接单－现场整改－闭环反馈”的全流程线上处置机制；系统自动生成安全行为分析报告、隐患趋势图表，为项目安全例会、教育培训、考核奖惩提供数据支撑。



图12 现场人员动态管理情况

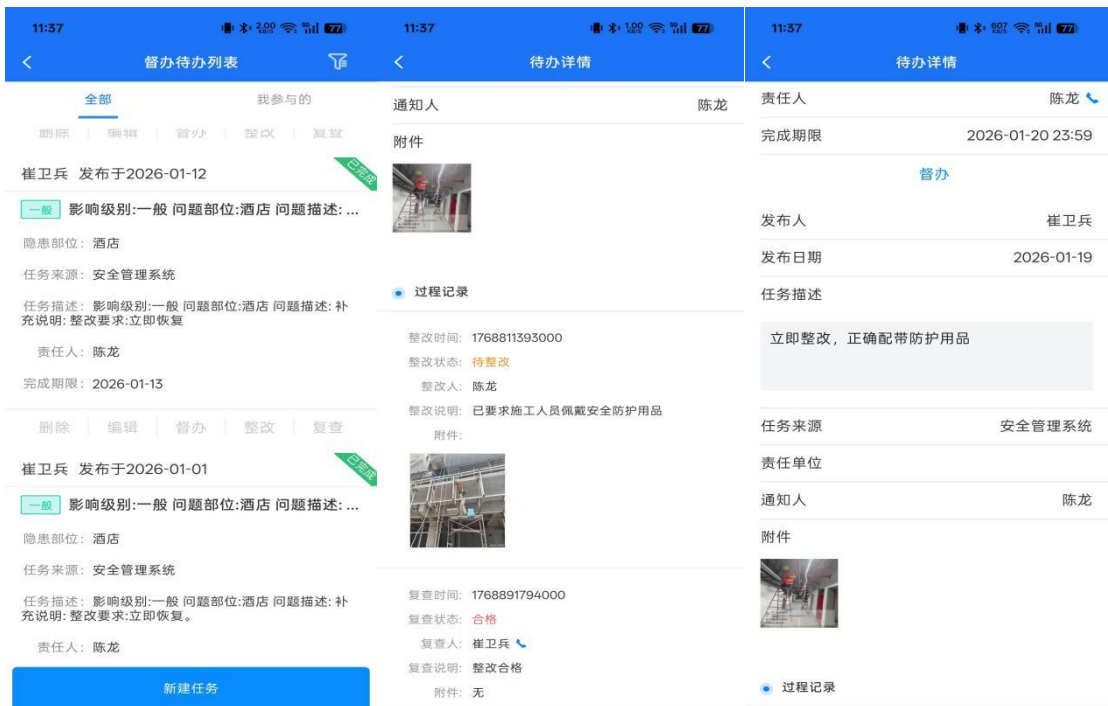


图13 平台预警 - 手机接单 - 现场整改 - 闭环反馈

BIM轻量化模型：画面为融腾智造基地项目整体BIM模型的三维剖切视图。模型中清晰标注建筑的轴网标高、结构构件尺寸、机电管线走向。危大工程区域以红色半透明色块高亮显示，包括46米高空悬挑钢结构区域、深基坑支护段、群塔作业重叠区。



图14 项目BIM轻量化模型全景图

（三）关键实施做法与创新点

分级预警与闭环管理：系统设置“提示 - 警告 - 紧急”三级预警机制，根据风险等级自动分配处置权限与时限，实现隐患整改闭环率100%。

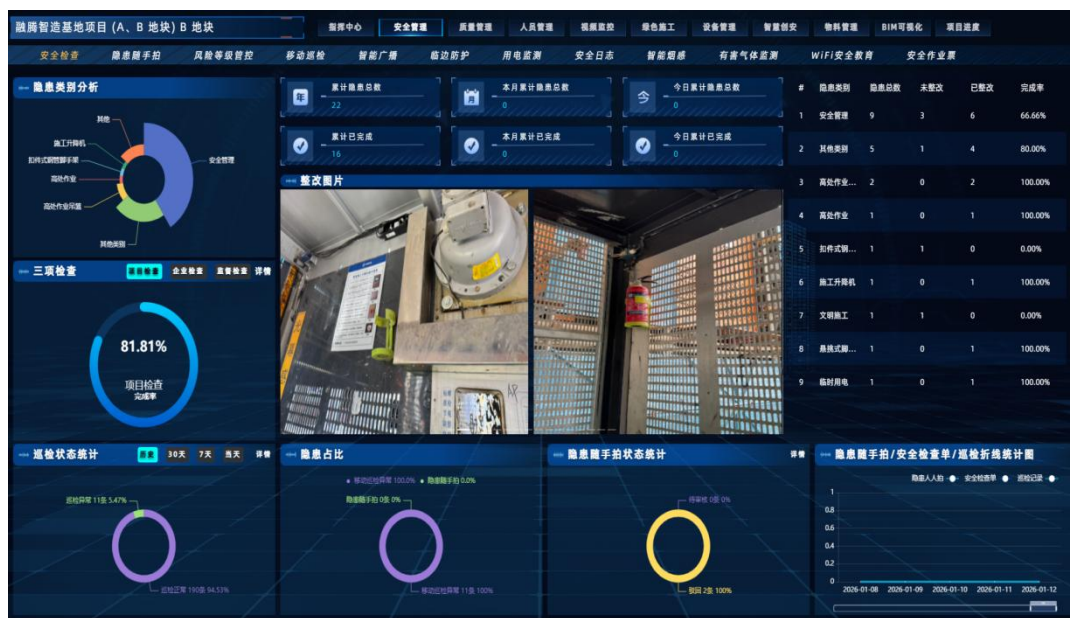


图15 隐患识别预警与闭环处置全流程

“AI+人工”协同巡检：引入无人机对高空立面、屋顶作业面进行定期巡航，结合AI识别与人工复核，提升隐蔽区域监管覆盖率。



图16 无人机巡查及喊话告知

行为数据与人员考评挂钩：将AI识别的违规行为数据纳入个人与班组安全责任制考核，对违规人员利用VR平台进行实景教育，实现“数据说话、奖惩分明”的激励约束机制。

BIM轻量化协同平台：将设计BIM模型轻量化处理后部署至云端，项目部技术、质量、安全管理人员通过网页端或手机APP即可随时查阅模型，进行尺寸复核、碰撞检查、进度模拟，发现并规避图纸问题。

三、应用成效

1. 塔吊防碰撞系统累计有效预警超200次，成功避免多起群塔碰撞险情；吊钩可视化使盲区吊装事故风险降低约90%。

2. AI 视频监控24小时自动巡检，安全防护用品规范佩戴率从不足90% 提升至99%以上，违规行为月均发生率下降超60%。隐患处置响应时间由2小时缩短至5分钟内，整改闭环率100%。

3. “非现场巡查”释放管理资源，安全管理人员更专注高风险作业旁站，人均监管效率提升约40%。自动量化报表为决策提供客观依据，推动安全管理从“经验主义” 向“数据驱动” 转变。

4. 本系统构建的“AI+物联网”智能双控模式，实现了从“人防”到“技防”、从“事后处理”到“事前预警”的转变，具备可复制、可推广价值，尤其适用于高层建筑、大型工业厂房等复杂项目。

应用场景十三

喷淋联动智能控尘的应用

工程项目：中央活力区创新智造B地块项目

施工单位：中冶建工集团有限公司

集成服务商：江苏鼎思科技发展有限公司

监督机构：无锡市梁溪区建筑工程质量和安全监督管理站

一、项目概况

本项目位于江苏省无锡市梁溪区江海路与通江大道交叉口西北侧，采用 EPC 总承包模式。项目用地面积约 37374.3m^2 ，总建筑面积约 135228m^2 。建筑最大层数16层，最大高度79.15米，主体结构含框架及钢框架结构。工程涵盖土建、装修、机电、消防等多类内容，合同总额80997.13万元。

施工过程中，土方开挖、桩基施工等工序易产生大量扬尘，既对周边环境造成影响，也难以满足环保监管要求。因此，项目依托智慧工地建设，搭建扬尘监测与喷淋联动系统，实现扬尘污染的自动化、智能化管控。



图1 现场效果图



图2 项目实景图

二、典型应用场景的内容及做法

（一）扬尘监测与喷淋联动智能控尘管理内容

1. 扬尘监测设备配置（2套）

本项目配置2套扬尘监测设备，分布于南侧主出入口及北侧。

选址依据：南侧主出入口为车辆运输主干道，渣土、建材车流密集，TSP 浓度高出场内其他区域 30%~45%，可反映车辆及土方外运产尘情况；北侧紧邻基坑，设有回车场与材料加工区，冬季西北风下易积聚裸土、基坑扬尘，弥补南侧点位北侧场区监测盲区，两点位分区域覆盖核心产尘区。

覆盖范围：采样口高度均为 3.5m，符合规范采样口离地 2~4m 标准，能满足全场100%覆盖。

风向适配：场地夏季主导东南风、冬季主导西北风，南侧出入口为夏季下风侧，北侧点位为冬季下风侧，两点位分季节捕捉扬尘峰值，形成风向互补监测。

全周期监测：南侧点位土方外运、建材运输持续产生道路扬尘；北侧紧邻基坑，土方开挖、裸土起尘明显，主体阶段作为罐车回车通道易产生带泥扬尘，全程均可稳定监测各类产尘工况。

数据可靠：PM10、TSP 相关系数分别达 0.87、0.82，扬尘趋势高度同步。日常取最大值上报从严管控，数据差值超 20% 系统自动预警，快速排查扬尘隐患。

2. 喷淋联动装置配置

改装3套喷淋联动装置，具体配置如下：

表1 联动装置配置表

序号	联动装置	控制对象	控制方法
1	围墙喷淋	围墙顶部喷淋管路	联网控制水管电磁阀
2	雾炮机	移动式雾炮机	联网控制接触器启停
3	塔机喷淋	塔吊臂喷雾设备	联网控制喷雾设备电机

3套喷淋装置搭配2台扬尘监测设备接入智慧工地平台联动，扬尘超标自动启动围墙、塔机喷淋及雾炮，搭建三级立体抑尘体系；设备于土方施工前调试完成，全程形成监测治理闭环。



图3 喷淋联动自动作业





图4-6 改装后的智能喷淋设备

（二）扬尘阈值联动与手动定时双重控制做法

1. 实时监测与数据上传

2套扬尘监测设备每分钟采集 PM2.5、PM10、TSP、噪声数据，实时上传智慧工地与环保监管平台；双点位数据同步在平台看板展示，可按最大值、均值多口径实时查看上报。

2. 自动阈值联动控制

系统设定两级触发阈值，实现分级响应：

表2 自动阈值分级表

触发级别	触发条件	联动响应	运行参数
一级预警	$PM_{10} \geq 80 \mu g/m^3$	平台推送预警提示至管理人员手机 APP	持续预警至数据降至80以下
二级联动	$PM_{10} \geq 100 \mu g/m^3$	自动启动围墙喷淋+雾炮机+塔机喷淋	喷淋时长30min，间隔10min 重复，至数据降至80以下自动停机

双点位联动机制：单点 $PM_{10} \geq 100 \mu g/m^3$ 即开启片区喷淋（出入口启用围墙喷淋 + 雾炮，北侧启用塔机喷淋 + 就近雾炮）并推送跨点位预警；两点同时超标则全部喷淋同步运行，全域降尘。

3. 手动定时操作

管理人员可通过 APP 及智慧工地平台手动设定喷淋时段时长：土方作业提前半小时喷淋预抑尘；7:00-11:00、14:00-17:00 车流高峰持续喷淋抑止道路扬尘；大风预警提前开启塔机、围墙喷淋；切割打磨作业就近启用雾炮定向降尘。

（三）车辆冲洗与噪声污染解决方案

1. 车辆冲洗管理

主出入口内设防渗洗车池并配备高压冲洗设备，车辆先人工或风枪预清泥土；AI 抓拍监管冲洗流程，未冲洗、清洗不达标车辆平台留痕追责，实现车辆全覆盖冲洗；洗车废水经三级沉淀池与一体化设备处理，污泥统一外运，净水循环用于喷淋、洗车，做到污水零排放。

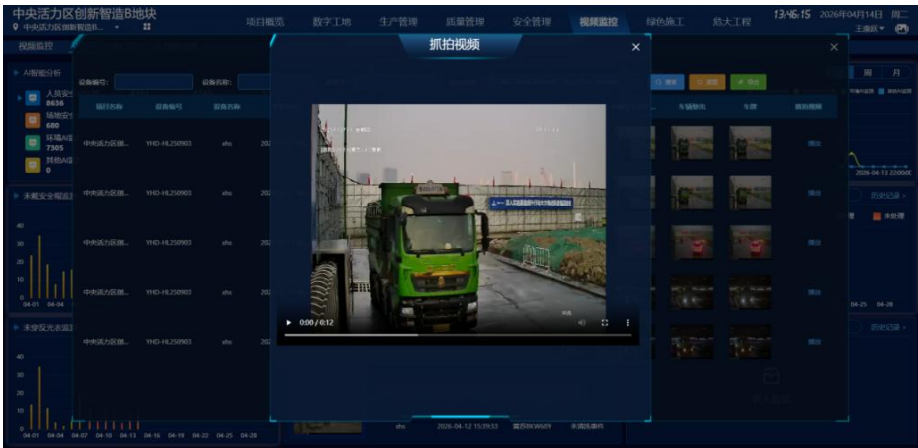


图7 冲洗抓拍

2. 噪声超标管控

平台监测点位噪声超 80dB 实施分级管控：场内车辆限速 5-10km/h、全域禁鸣；排查各类噪声源，通过隔声、减振、错峰施工降噪；专人日常巡查并定期维保设备，长效控噪。

（四）应用数据分析

数据取自项目扬尘监测喷淋联动系统运行记录，对比整改前单点监测、手动喷淋与整改后双点位自动联动两类工况。

1. 联动前后 PM10 与 TSP 浓度对比

以下为联动系统上线前后30天对比数据（日均值统计）：

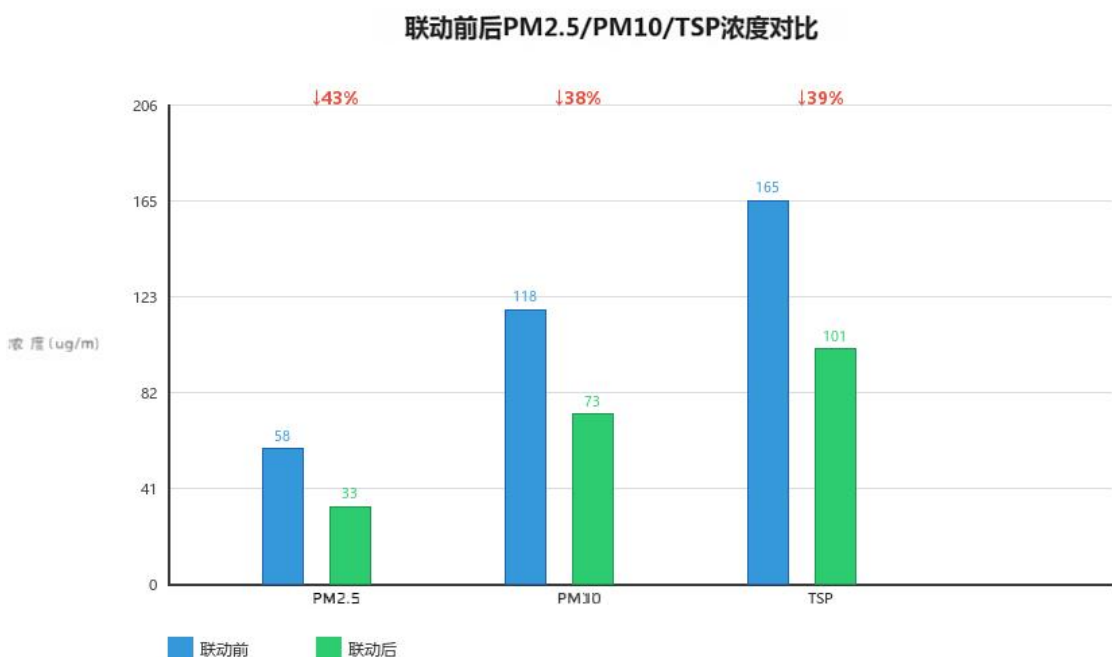


图8 联动前后PM10与TSP浓度对比图

图表说明：选取联动前单点手动喷淋、联动后双点自动联动各连续 30 天日均数据对比，PM10 下降 38.1%、TSP 下降 38.9%，自动喷淋降尘成效明显。

2. 超标时长与喷淋启动统计

扬尘超标时长降幅 77%~79%，系统可快速处置扬尘超标；人工干预由每月 28 次降至 6 次，超标情况实现自动管控。

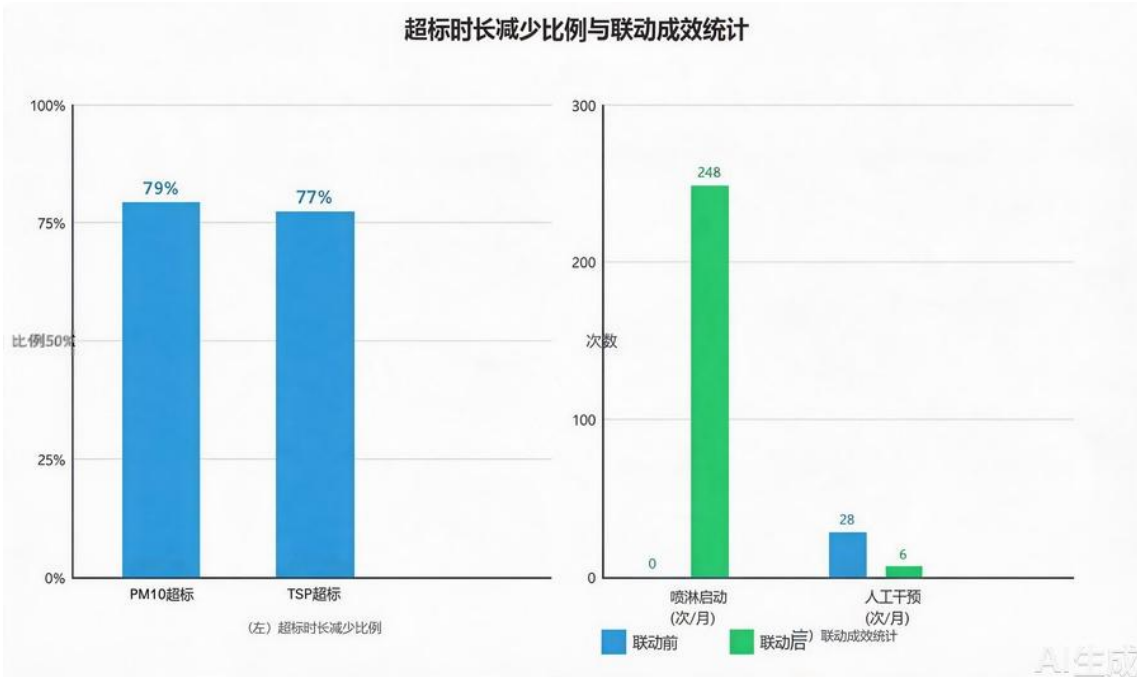


图9 超标时长与联动成效统计图

3. 扬尘达标率与投诉记录统计

表3 扬尘达标率与投诉记录统计表

统计项	联动前	联动后	备注
扬尘达标率（日均值）	82.5%	98.6%	PM10日均值 ≥ 80 为达标
环保投诉次数（季度）	2	0	周边居民投诉记录
监管平台报警次数（月）	5	0	环保监管平台记录
噪声超标次数（月）	8	2	噪声 $>80\text{dB}$ 计
车辆冲洗达标率	85%	100%	冲洗后清洁度检测

整改后扬尘达标率由 82.5% 升至 98.6%，环保投诉、平台报警基本清零，双点位自动联动抑尘成效突出。

4. 双点位数据一致性分析

以下为两点位联动后30天监测数据统计对比：

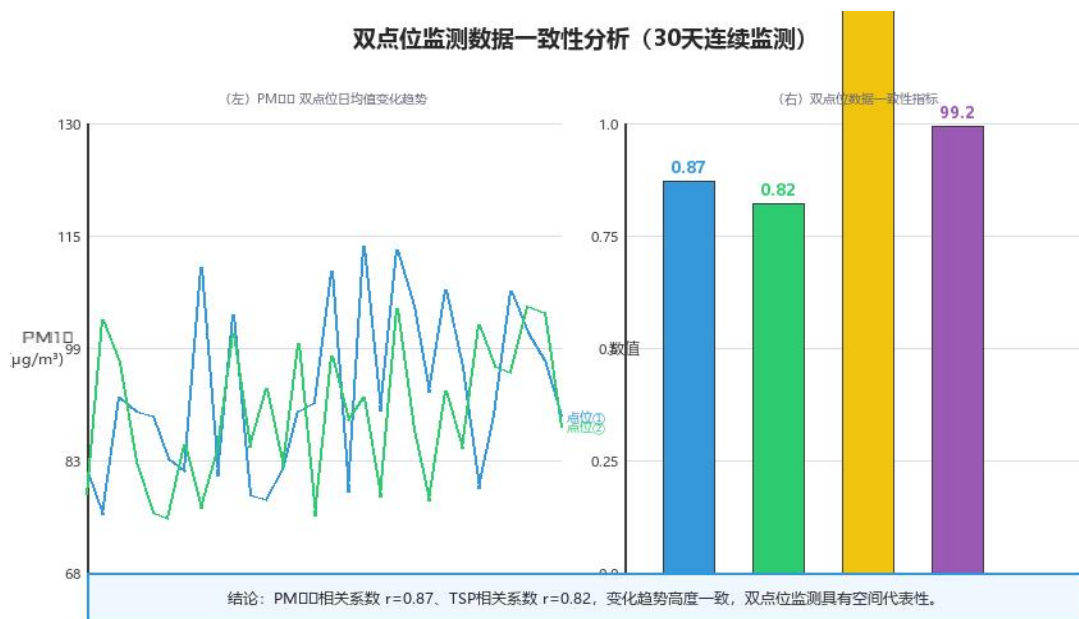


图10 双点位监测数据一致性分析图

两点位 PM10 相关系数 0.87、TSP 0.82，扬尘变化趋势高度同步，场地污染分布均匀，采用两点最大值代表全场扬尘水平具备科学性。

5. 数据管理与报表生成

系统自动存储监测数据（1年）。每日生成扬尘监测日报，每周生成趋势分析报表。涵盖超标时长、喷淋次数、手动操作记录、数据达标率等关键指标，为扬尘管控提供数据支撑。



图11 喷淋记录

三、应用成效与价值

本场景通过自动阈值联动+手动定时操作的双重控尘模式，有效解决了传统扬尘管控依赖人工巡检、响应滞后的问题。

自动模式下，扬尘超标后1分钟内即可启动喷淋，无需人工干预；手动定时模式则实现了主动防控，避免扬尘超标情况发生。

项目施工期间，扬尘达标率稳定在98%以上，不发生环保投诉事件，满足无锡市建筑业扬尘污染防治考核要求。

系统数据与环保监管平台实时对接，实现监管数据透明化、可追溯。该模式为同类工程项目绿色施工提供了可复制、可推广的智能化解决方案。

应用场景十四

基于AI 数字监管员的安全教育与管理

工程项目：玉龙南路东侧、小王河南侧(CX020113-02)地块项目

施工单位：江苏丰浩建设工程有限公司

集成服务商：江苏丰浩数字科技有限公司

监督机构：常州市城乡建设工程管理中心

一、项目概况

本项目位于常州市钟楼区新闻街道玉龙南路东侧、小王河南侧，总用地面积 47253m²，总建筑面积 124876m²（地下室 29720m²），为地下 1 层、地上 20 层剪力墙结构，基础形式为筏板 + 下柱墩，项目造价 41580 万元，以创建江苏省省级扬子杯工程、江苏省标化二星级文明工地及省级观摩工地为创优目标。



图1 项目效果图

二、应用场景的内容及做法

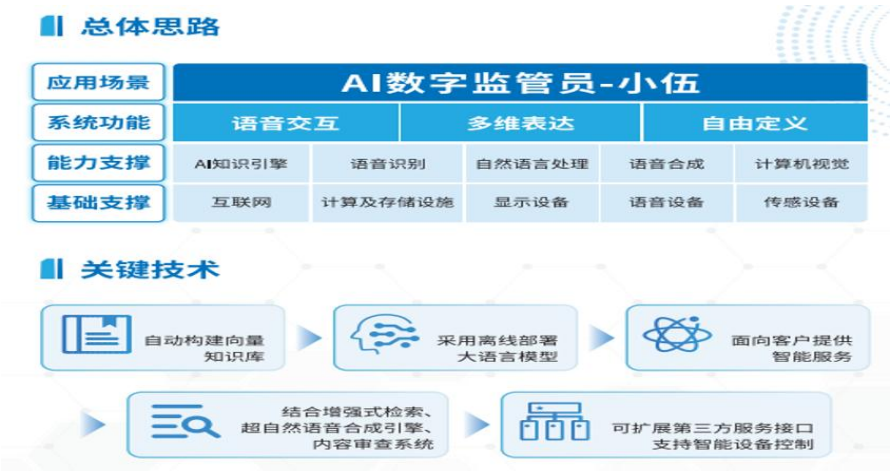


图2 数字监管人的思路与技术

针对传统建筑施工安全教育存在的数据碎片化、效率低下、隐私保护不足、考核真实性难保障等痛点，引入自主研发的 AI 数字监管员，构建标准化、智能化、全场景覆盖的安全教育与管理 体系。以“数据标准化、架构分层化、交互智能化、隐私合规化”为核心创新，形成以下几种创新做法：



图3 建筑行业问题AI解答

1. 标准化建筑行业的“认知引擎”

自主研发的建筑工程领域专属垂直AI数字人，依托经过深度训练的建筑安全、质量规范知识库及智能交互技术，集成专业咨询、安全培训、现场交底等核心功能。产品支持语音实时交互，可快速解答施工规范、风险防控、作业规程等专业问题。这个模型不仅仅是一个问答机器人，更准确的定义是建筑行业的认知引擎，它超越了传统

数据库的关键词检索，核心在于深度整合了三大维度的行业数据，这个模型不是为了取代工人而设计的，而是要成为施工现场管理的“超级外脑”。



图4 人员进场教育交底画面留存

2. 分层式系统架构设计

平台负责所有建筑工程规范知识库管理、24 个工种交底视频更新及学习路径编排；评价引擎集成规则评分逻辑与 AI 模式识别算法，实现自动考核、权重配置与可视化展示；数据仓库承担跨项目、跨年度数据存储治理，支持长期趋势分析，降低管理成本。



图5 人员进场身份证读取画面

全面落地标准化安全教育、班组晨会、隐患排查辅助等应用场景。既能有效降低项目培训与管理成本，也能全面提升施工现场合规化、数字化管理水平。在此之上，系统还搭载一体化智能安全培训体系，覆盖人员进场安全教育、每日晨会安全交底等

关键环节，将安全意识贯穿于工地日常管理全流程。



图6 安全技术交底学习及考试画面

3. 合规化隐私保护机制

严格遵循 “最小采集、用途限定” 原则，仅收集安全教育必需的个人信息，明确教育评价数据仅用于教育补救与岗位适配评估，不得作为劳动合同解除依据；与监管部门共享数据时，优先提供脱敏聚合后的统计数据，杜绝个体学习记录未经授权泄露。



图7 进场人员手机号与工种录入

4. 节约人工成本和无纸化管理

以前工人进场需要准备各种教育交底，纸质文件又容易丢失，AI数字人很好的弥补这一缺陷，班组长或安全员带到机器前刷身份证并进行人脸识别，完成后进行一系列的视频学习、答题、教育交底签字即可完成人员进场。这一系列流程时间短，并且同一时段进场人员过多时，多设置几台机器和以前传统流程相比，可以大幅度减轻管理人员负担。



图8 晨会教育视频及工人作业前防护用具佩戴检测

三、应用成效

1. 彻底解决传统安全教育数据碎片化、考核虚假化、隐私泄露风险等问题，实现安全教育从“粗放管理”向“精准管控”的转型。

2. 实际效果量化显著：教育形式从单一文字转为动画 + 视频 + 交互模式，24个工种交底视频实现全覆盖，工人理解度提升50%以上；AI自动考核确保教育合格率100%，一站式教育年轻工人仅需8-10分钟、晨会教育3-5分钟完成，人力资源效率提升80%；无纸化办公节省纸张90%。

危大工程智能化管控

工程项目：江苏理工学院武进绿建区协同创新园新建工程二期项目施工总承包二标段

施工单位：江苏佰拓建设有限公司

集成服务商：遨图（常州）网络科技有限公司

监督机构：常州市武进区建设工程管理中心

一、项目概况

本项目为江苏理工学院武进绿建区协同创新园新建工程二期施工总承包二标段，位于常州市武进区，东至蒋公路，南至聚湖西路，西至湖滨路，北至G312。总建筑面积 73983.13m²，地下 13993.42m²，地上 59989.71m²，涵盖教学楼、图书馆、实验楼、食堂、地下配套用房等多类建筑。

项目地下室开挖深度超5米，属深基坑危大工程；地下室顶板板厚 $\geq 350\text{mm}$ 、主楼梁截面 $\geq 0.45\text{m}^2$ ，局部模板搭设高度超8米，属于高支模危大工程。因传统人工监测存在时间、空间盲区，数据滞后、预警不及时，安全管控风险高。因此项目部署压力、位移、倾角、水位、测斜等智能传感器，配套智慧工地危大工程专项模块，构建“传感器采集-平台分析-分级预警-现场处置-台账归档”数字化智能化管控模式，实现两类危大工程全流程智能监管，提升施工现场危大工程安全管理效能。



图1 项目现场实景图



图2 项目效果图

二、应用场景的内容及做法

该场景围绕高支模和深基坑两类危大工程，搭建“高支模、深基坑传感器采集、平台分析、分级预警、现场处置、复核验收、复盘归档”的全链条管控模式。

1. 采集传感器安装与设置

高支模区域在架体关键部位布设数字压力计、数字倾角计、容栅数字位移计等设备，实时采集立杆轴力、竖向位移、倾角等数据；深基坑区域布设水位、测斜和位移监测设备，动态掌握边坡水平位移、竖向沉降、地下水位及支护结构变化。



图3 高支模监测预警装置现场照片



图4 深基坑监测预警装置现场照片

2. 实时数据采集与记录

数据通过无线通信传输至智慧工地平台，分析形成实时图表、趋势曲线和历史记录，为现场管理提供连续、可追溯的数据依据。

3. 智慧工地危大工程管理平台分析

平台将专项施工方案作为阈值设置和处置动作的依据，实行“方案定参数、监测控阈值、数据调施工”的实施管理流程。高支模监测值与专项方案中的立杆轴力、模板沉降、相邻立杆差异沉降、支架水平位移、立杆垂直度等控制指标对应。



图5 智慧工地平台高支模监测数据图



图6 智慧工地平台高支模预警数据图

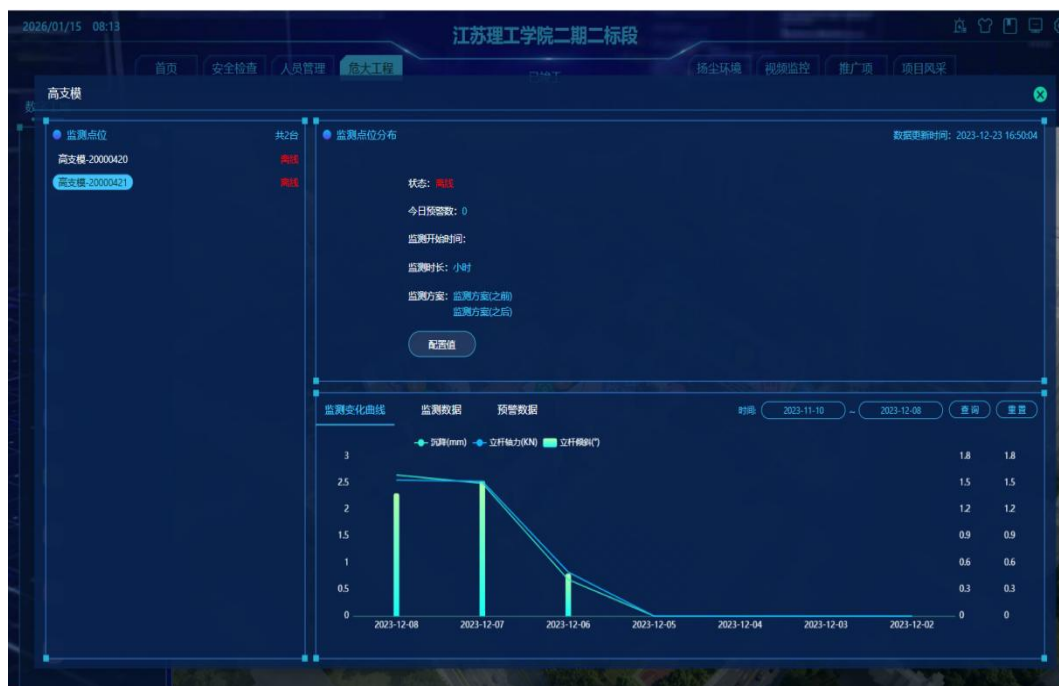


图7 智慧工地平台高支模监测变化曲线图

深基坑监测值与基坑坡顶水平位移、竖向沉降、支护结构深层水平位移、地下水位、周边建构筑物 and 管线变形等指标对应,通过采集相关数据对接危大工程管理页面,展示实时数据和预警数据。施工工况或设计参数变化时,同步修订专项方案并调整系统点位、频率和阈值,防止方案与监测脱节。



图8 智慧工地平台深基坑水位监测数据图



图9 智慧工地平台深基坑水位监测变化曲线图



图10 智慧工地平台深基坑测斜监测数据图



图11 智慧工地平台深基坑测斜监测变化曲线图

4. 危大工程智慧管控机制措施（预警处置闭环管理）

管控环节	主要做法	管控价值
数据采集	高支模采集轴力、沉降、倾角；深基坑采集水位、测斜、位移等数据	实现连续监测，减少人工巡检盲区
分级预警	按黄色、橙色、红色设置阈值，支持平台弹窗、短信、电话和现场声光报警	将风险信息快速推送至项目、监理、建设和监管相关人员
闭环处置	触发预警后停工撤离、警戒管控、加密监测、原因排查、专项整改、联合验收、复工审批	把“发现风险”延伸为“处置销号”，提升实效

预警处置突出快速响应和多方协同。高支模案例中，4#中小学食堂及风雨操场高支模施工区于2024年6月13日14:35触发橙色预警，跨中3处立杆累计沉降6毫米、轴力达设计值85%、相邻立杆沉降差2.5毫米。平台1分钟内推送至项目经理、项目总工、安全总监、总监理工程师、现场监理和监测人员；现场5分钟内组织12名作业人员撤离，启动警戒和值守，并将监测频率加密。经排查，原因主要为浇筑工艺偏离方案、局部剪刀撑缺失和旁站监督不到位。项目通过增设剪刀撑、优化对称分层浇筑、控制泵送速度不超过1.5米/小时、全员再交底和四方联合验收，实现当日22:00复工。

深基坑案例中，基坑开挖至设计深度时，北侧边坡坡顶水平位移累计达35毫米，超过30毫米报警值。系统同步声光报警、短信、APP推送和电话呼叫，现场立即停止开挖及锚索张拉，撤离基坑内8名作业人员，并将监测频率由每2小时1次加密至每10分钟1次。经四方排查，风险来源于坑边堆载超限、排水堵塞、局部土钉施工质量不足等问题。项目清理12kN/m²堆载、疏通排水、加密土钉和补打预应力锚索，复核数据显示水平位移稳定在32毫米、沉降速率降至0.8毫米/天，随后完成复工审批和归档销号。

现场形成了“预警触发与即时响应—隐患原因排查与风险评估—专项整改方案制定与实施—整改复核验收与复工审批—复工后全程监控与闭环验证—事后复盘与长效管理提升”的完整管理流程。

三、应用成效和价值

该场景解决了传统管理中“巡检靠人工、预警不及时、处置难追溯、方案与现场脱节”的问题，形成了可复制的危大工程智慧管控范式。以专项方案确定监测指标和

阈值，以平台自动预警压缩响应时间，以多方联动和资料归档保障闭环销号。

解决问题和取得效果：高支模预警从14:35触发到22:00复工，核心处置周期7小时25分钟，实现零伤亡、零安全事故、零财产损失；深基坑预警处置中，8名作业人员快速撤离，连续8小时加密监测确认边坡指标回落至设计控制值以内，工期仅延误12小时，后续施工未再发生同类预警。

1. 安全成效：快速、规范处置架体异常隐患，实现事件处置全过程零安全事故、零损失。

2. 质量成效：整改后浇筑作业全程可控，拆模后结构实体质量合格。

3. 工期成效：核心处置仅耗时7小时25分钟，累计工期延误8小时，通过后续工序优化完全抵消，未影响项目整体施工计划，远低于事故处置造成的工期损失。

4. 合规成效：全流程严格执行相关规范标准、专项方案及专家论证意见，处置流程合规、资料完整。

5. 管理成效：完善了项目危大工程智慧监测+应急处置+闭环管控的全流程管理机制，强化了全员方案执行与风险防控意识。

应用场景十六

视频监控系统在智慧工地中的应用

工程项目：新北区长江北路以东、赣江路以北地块开发项目

施工单位：江苏竣翔建设发展有限公司

集成服务商：常州启安信息技术有限公司

监督机构：常州市新北区建设工程质量安全监督站

一、工程概况

本工程地点坐落于常州市新北区长江北路以东、赣江路以北。涵盖1#商业、1-1#楼酒店以及二层地下车库，总建筑面积达89796m²。鉴于项目覆盖范围广泛，施工管理难度颇高，需要运用视频监控系统对项目进行辅助管理，确保项目监控能够实现重点部位的全面覆盖。



图1 项目效果图



图2 项目航拍图

二、典型应用场景的内容及做法

1. 视频监控的主要内容

表1

序号	主要功能	子模块	功能介绍
1	人员管理	实名制无感考勤	人脸识别，精准记录考勤工时，对接劳务管理系统
		在岗监管	监控管理人员、特种作业人员到岗履职情况，防止脱岗、无证上岗
2	安全管理	AI智能识别预警	实时检测未戴安全帽、未穿反光衣，自动抓拍，推送后台
		特种设备管理	实现塔吊吊钩可视化、施工电梯超载/超员监测、驾驶员行为监控，消除作业盲区
3	环境管理	扬尘检测	联动高空球机视频监控、扬尘在线监测设备，全过程监管现场扬尘治理成效
4	绿色施工	不洁车辆冲洗抓拍	对车辆进出实时监控，一旦发现异常便即刻发出事件预警信号，同时通过PC端或移动端向责任部门人员推送消息
5	远程控制与应急处置	远程可视化管理	PC端、移动端与现场联动，推送信息画面，处置各种问题

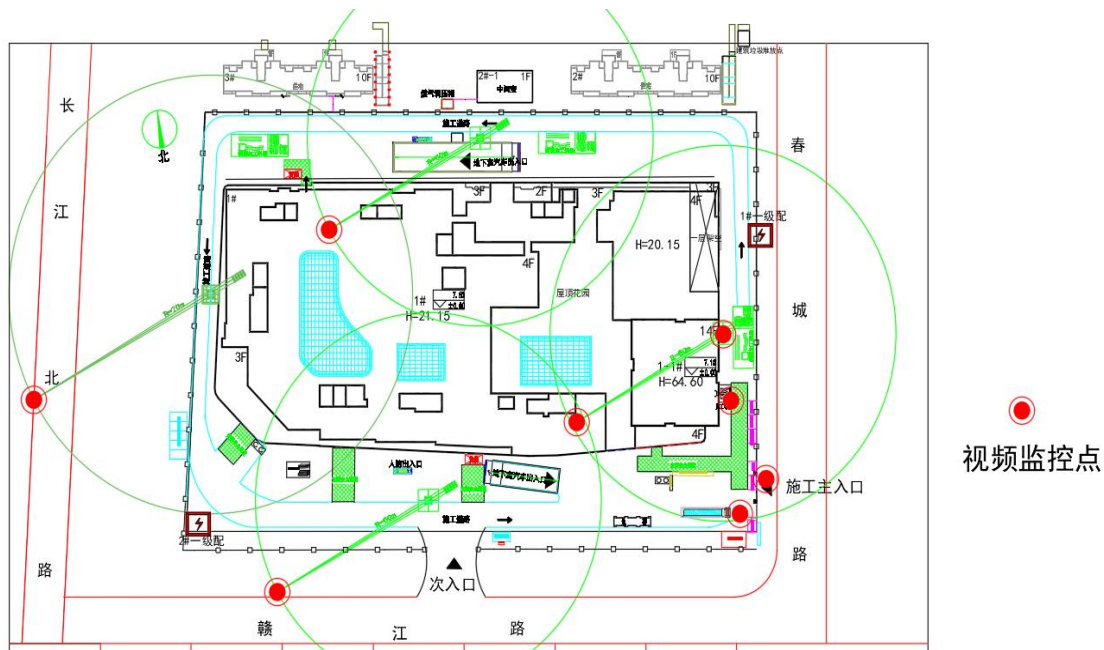


图 3 视频监控点位分布图 共计8个监控点位

2. 视频监控设备的布设情况



图4 系统示意图

3. 主要应用场景

(1) 场景概况

表2

序号	设备名称/型号	应用场景/部位	数量	说 明
1	BJWY-大门	考勤出入口	1台	自动识别人员的人脸信息，并记录其考勤出入情况
2	RL-未戴安全帽， 未穿反光衣	施工升降机	1台	梯笼内部上方安装监控摄像头，对违规、超载进行抓拍，报警并记录
3	BJWY-1#~4#	塔吊吊钩	4台	摄像头安装在吊钩上方，自动追踪吊钩的运行轨迹，可自动放大缩小视角
4	BJWY-高空球机	工程至高点 (塔吊)	1台	高空球机配备高分辨率摄像头，可提供清晰、详尽的图像，配合大门处的扬尘设备，便于精准识别目标
5	BJWY-车辆 冲洗池	车辆冲洗池	1台	安装于冲洗平台处，具备AI抓拍功能，对违章车牌照进行记录
6	远程可视化	全视频监控	全员	实现移动端与电脑联动，随时查看

(2) 智慧工地视频监控集成化平台



图5 智慧工地平台

视频监控数据影像接入智慧工地平台→环境监控→视频监控子项目中。



图6、7 视频监控列表

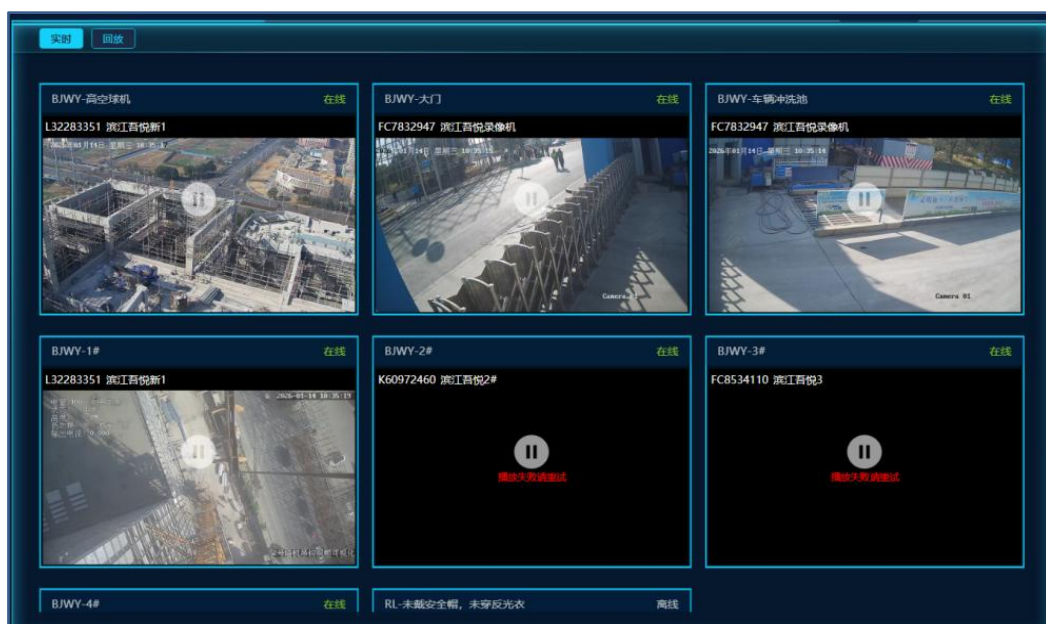


图8 多视频接入实时画面

(3) 主要应用场景内容

应用场景一：在考勤出入口安装视频监控，对施工现场的人员进行身份识别，并记录人员工种、进出时间等数据，在进出口屏幕上显示在场人员信息。

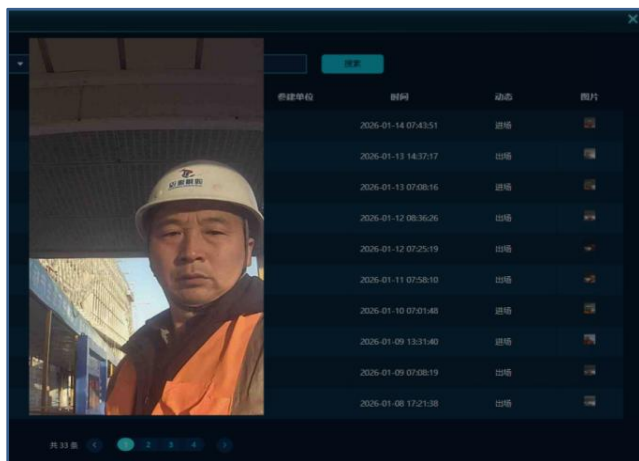


图9 工人进场考勤画面

进出场记录详情

时间: 2026-01-01 - 2026-01-14 | 角色: 全部 | 动态: 全部 | 姓名: 请输入 | 搜索

序号	姓名	角色	工种	照片	身份证号	考勤单位	时间	动态	图片
1	余国华	安管	安全员		321085197702190816		2026-01-14 07:43:51	进场	
2	余国华	安管	安全员		321085197702190816		2026-01-13 14:37:17	出场	
3	余国华	安管	安全员		321085197702190816		2026-01-13 07:08:16	进场	
4	余国华	安管	安全员		321085197702190816		2026-01-12 08:36:26	出场	
5	余国华	安管	安全员		321085197702190816		2026-01-12 07:25:19	出场	
6	余国华	安管	安全员		321085197702190816		2026-01-11 07:58:10	出场	
7	余国华	安管	安全员		321085197702190816		2026-01-10 07:01:48	进场	
8	余国华	安管	安全员		321085197702190816		2026-01-09 13:31:40	进场	
9	余国华	安管	安全员		321085197702190816		2026-01-09 07:08:19	出场	
10	余国华	安管	安全员		321085197702190816		2026-01-08 17:21:38	出场	

共 33 条

图10 智慧工地平台后台考勤数据统计

应用场景二:在施工升降机梯笼内安装AI视频监控,自动检测现场人员的安全帽、反光背心穿戴情况,未佩戴实时报警并抓拍留存影像资料。



图11 梯笼内AI监控实时画面



图12 未戴安全帽抓拍画面，并记录

应用场景三：在塔吊吊钩上方安装高清球形摄像机，可完成塔吊吊钩图像信息的采集，视频信息会直接显示在液晶显示器上，以便司机查看吊钩及其所吊物品的状态。



图13 塔吊驾驶室监控设备



图14 吊钩视频画面

应用场景四：高空球机设于项目制高点，支持360°全域旋转，搭载高清镜头，管理人员结合智慧工地平台中的云平台，核查裸土覆盖、道路扬尘等情况，对项目扬尘进行管控。



图15 高空球机画面查看现场

对接扬尘监测数据，实时查看喷淋自动启停情况，超标数据同步上传至智慧工地平台，支持授权单位远程操控调阅。



图16-1 现场扬尘监测装置

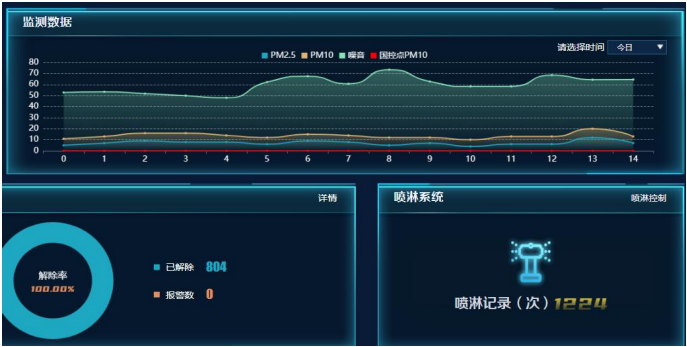


图16-2 智慧工地监测数据及喷淋系统



图16-3 喷淋控制系统

时间	设备	状态	备注
2024-09-15 10:00	喷淋系统	启动	
2024-09-15 10:05	喷淋系统	运行	
2024-09-15 10:10	喷淋系统	停止	
2024-09-15 10:15	喷淋系统	启动	
2024-09-15 10:20	喷淋系统	运行	
2024-09-15 10:25	喷淋系统	停止	
2024-09-15 10:30	喷淋系统	启动	
2024-09-15 10:35	喷淋系统	运行	
2024-09-15 10:40	喷淋系统	停止	
2024-09-15 10:45	喷淋系统	启动	
2024-09-15 10:50	喷淋系统	运行	
2024-09-15 10:55	喷淋系统	停止	

图16-4 查看喷淋历史数据

应用场景五：出入口车辆冲洗池监控视频，辅助违规行为AI监测预警系统可对车辆进出等情况进行实时监测，一旦发现异常便即刻发出事件预警信号，对违规车辆牌照进行截图，同时通过PC端或移动端向责任部门人员推送消息。



图17-1 车辆冲洗池抓拍系统

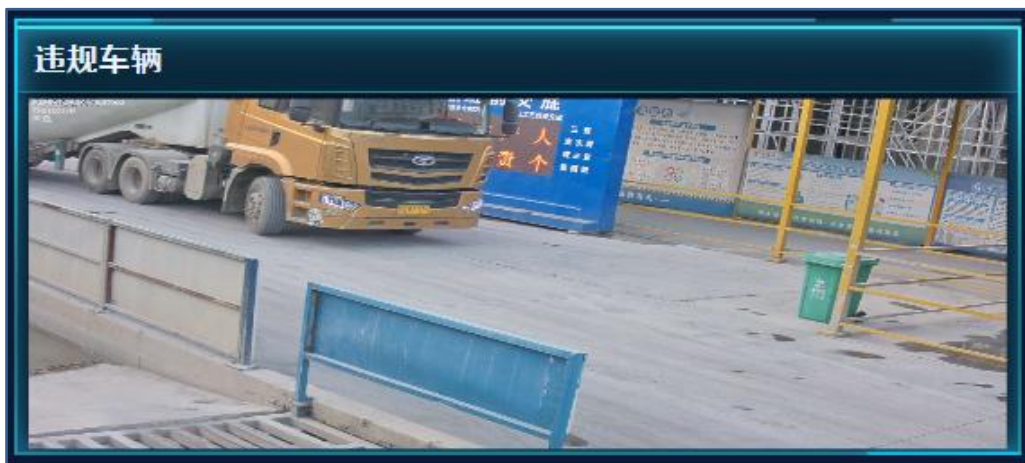


图17-2 车辆冲洗池抓拍系统

车辆冲洗报警						历史数据
车牌号	牌照颜色	违规类型	违规照片	违规视频	抓拍时间	2025-12-01
苏DBZ079	黄	车辆绕行			2025-12-01 16:37:15	
苏D29582	黄	车辆绕行			2025-12-01 15:24:34	
苏DK059H	蓝	车辆绕行			2025-12-01 13:07:16	

图18 智慧工地后台实时保存违规车辆信息、视频

应用场景六：远程可视化管理，现场所有施工人员（包括劳务人员）使用手机微信小程序，登录智慧工地平台，查看现场施工监控画面。



微信小程序登录界面



现场监控子项目



车辆冲洗画面



吊钩可视化画面

图19 手机端截图

三、视频监控系统的应⽤价值

1、安全管理成效

视频监控搭载AI智能识别，有效减少违规行为；重点部位24小时布防，危险区域管控更严格；关键岗位人员到岗履职更规范。

2、质量与进度管控成效

关键工序、隐蔽工程全程可追溯；远程监管提升管理效率；推动现场施工标准化、规范化。

3、管理效率与降本增效

AI自动抓拍留证，降低现场巡查⼈⼒成本；隐患“发现—预警—处置—闭环”快速响应；数据化管理为决策提供支撑。

4、监管与溯源成效

支持建设、监理、主管部门多方远程协同监管；完整录像与记录可作为事故、纠纷处理依据；提升项目与企业品牌形象。

智慧工地视频监控的应⽤，一改过去出事才查看的被动监控，做到提前智能预警；二靠数字化系统替代⼈⼯盯守，实现智能化闭环管理。这套系统能有效防范施工安全隐患、把控工程质量、加快施工进度、节约项目成本、规范现场文明施工，用数字化手段保障工地安全、有序、高效施工。

基于BIM与智能检测的管网数字化 建管运维一体化实践

工程项目：长三角一体化-新北泰兴跨江联动快速连接建设项目

施工单位：常州市市政建设工程集团有限公司、江苏八达路桥有限公司

集成服务商：武汉数字建造产业技术研究院有限公司

监督机构：常州市新北区建设工程质量安全监督站

一、项目概况

长三角一体化-新北泰兴跨江联动快速连接建设项目龙江北路（汉江路-G346）快速化改造设计、采购、施工工程总承包（EPC），南起龙江路与汉江路交叉口，向北分别与黄河路、辽河路等11条道路交叉，设置8对出入口，终于龙江路与G346交叉口，全长13.7公里，其中汉江路至赣江路长约9.8公里改造为城市快速路，赣江路以北至G346国道段长约3.9公里利用现有道路出新。

本项目沿线管线分布密集，既有管线保护与迁改工作难度较大。项目构建了覆盖全周期的数字化管网施工解决方案，通过数字化技术实现管线精准探查、施工管控、验收交付及后期运维全过程赋能，有效提升施工效率与管理水平，具备良好的工程实践与推广价值。



图1 项目效果图



图2 现场管道施工

二、典型应用场景的内容及做法

市政地下管线是城市关键基础设施，其安全运行直接关系公共安全与生态环境。本项目涵盖雨水、污水等多类管线迁改及新建工程，全过程应用数字化技术：施工前采用 BIM 技术优化设计、排查碰撞；施工中运用管道检测机器人评估现状、支撑决策；竣工后整合三维模型搭建数字孪生平台，实现数字化交付与高效运维。

1. 管网勘测到BIM模型创建

项目以现场勘测获得的准确管线数据为基础，创建高精度BIM三维模型。该模型实现了管网的立体可视化，为后续管线迁改方案的模拟比选与科学规划提供了直观依据，有效支撑了管网迁改和新建管网的协同设计与优化工作。

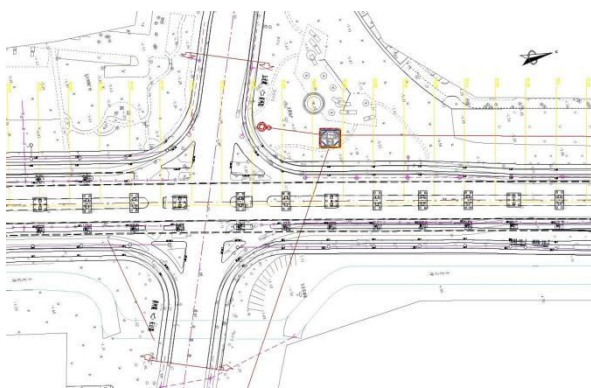


图3 地下管线勘探数据

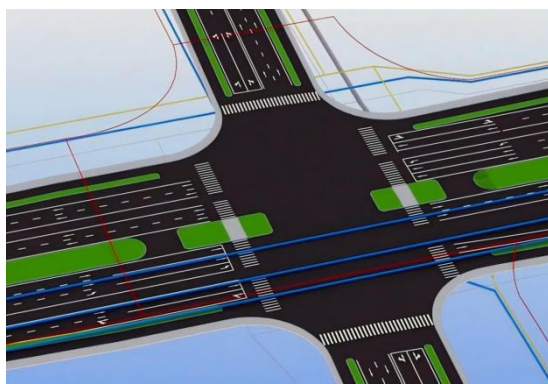


图4 地下管线建模

2. 基于BIM模型的管网碰撞检测

整合项目区域既有管网BIM模型与新建管线设计BIM模型，构建完整管线三维数字底图，清晰呈现各专业管道立体空间关系。在此基础上开展自动化碰撞检测分析，精准定位管线交叉冲突点。提前在虚拟环境中发现并协调解决碰撞问题，优化管线迁改路径与敷设方案，降低施工风险60%。

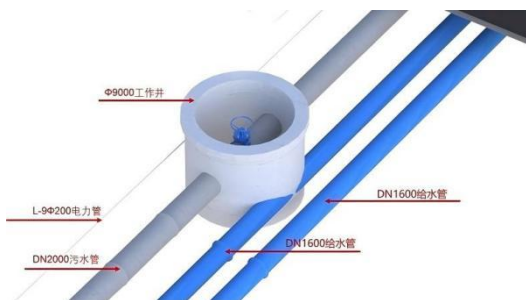


图5 碰撞检查

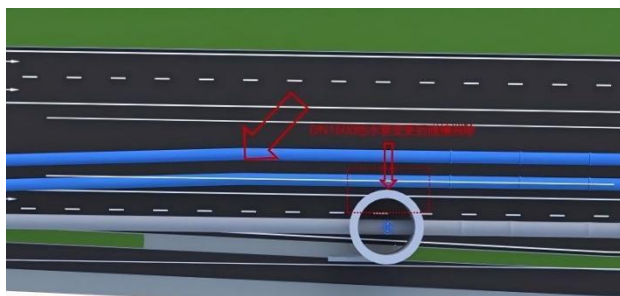


图6 方案优化

3. 管网体检与决策支持：检测机器人与智能算法的融合应用

施工前现状管网勘测为关键环节。传统检测手段存在内部状况感知不全、人工检测受限、作业风险高、效率偏低等短板。项目引入管道检测机器人等先进技术，突破

管径与环境制约，可安全高效获取精准内部数据，为维修改造提供科学依据，显著提升检测质量与效率。

管道检测机器人搭载声呐、激光、视觉等高精度融合感知传感器结合算法技术对缺陷、病害进行检测定位。



图7 满水/高水位管道工况检测机器人



图8 无水/低水位管道工况检测机器人

项目对龙江北路快速化改造工程沿线的地下管网重点区段进行了全面排查，精准掌握了管道的结构状况与服役性能，为改造决策与维护提供了关键依据。



图9 常州市龙江北路管道检测

4. 施工资料数字化：工程数字资产助力智慧运维与内涝分析

项目依托管道检测机器人采集点云数据，开展管道三维模型重构，真实还原结构、材质及管径信息。通过智能识别与三维重构算法，实现模型标准化、曲面光滑规整，完成点云至协同 BIM 模型转化，为管道病害定位与运维管理提供数字化支撑。

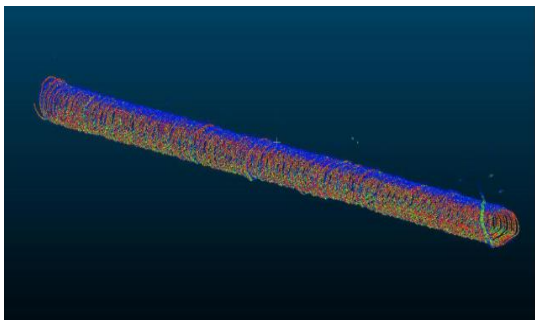


图10 点云重建模型

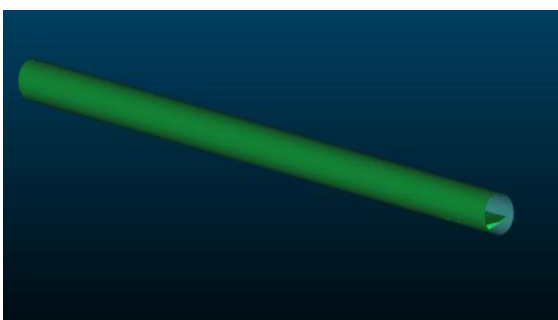


图11 三维重建模型

融合BIM与实景三维重建模型，构建可复用、高精度的三维数字资产。在后期组网后通过对资产数据进行实时监测与智能分析，精准识别安全隐患，为城市内涝的风险模拟、成因分析与治理决策提供科学、直观的数据依据。

5. 数字化交付与运维：集成BIM的管网管理平台建设

本项目采用 GIS+BIM+点云融合技术搭建地下管网数字孪生平台，实现地下管线三维可视化与真实工况还原。平台整合智能终端数据与智能算法，具备运行分析、水质溯源、滞水洪涝研判等功能，为管网智慧运维提供科学支撑，提升智能化管理水平。

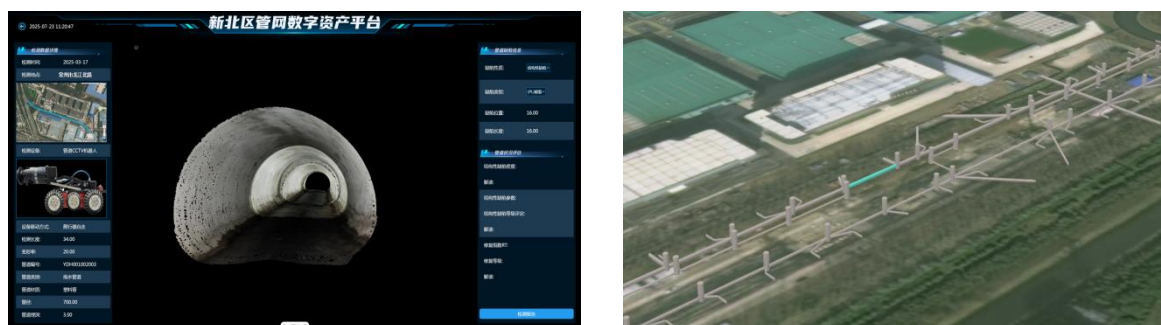


图12 地下管网数字资产平台

三、应用成效

1. BIM建模与管道检测结合，风险精准管控

构建多专业管线BIM模型，成功识别有效碰撞风险23处，从源头避免了因返工造成的进度延误、成本超支、质量隐患和安全风险。模型同时为管线迁改方案的验证提供了可靠依据，最终形成的竣工数字资产无缝对接后续维养管理，实现地下管线等隐蔽工程100%透明化。在320米重点区域管道排查中，采用检测机器人构建12段高精度点云三维模型，检测效率较传统人工方式提升60%。



图13 管网BIM模型

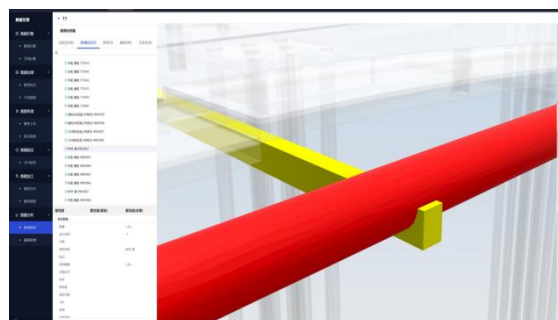


图14 基于BIM模型的碰撞检查

2. 引入管网智能检测技术，效率安全双优化

以管网智能化无人检测技术全面替代人工下井作业，安全事故发生率降至0，检测工时缩短50%，作业安全性与经济性显著提升，风险大幅降低。在对320米重点区域管道的淤积、缺陷排查中，检测机器人构建了12段高精度点云三维模型，全程带水

作业，完全不影响上下游用水，人工下井检测安全风险降低100%。

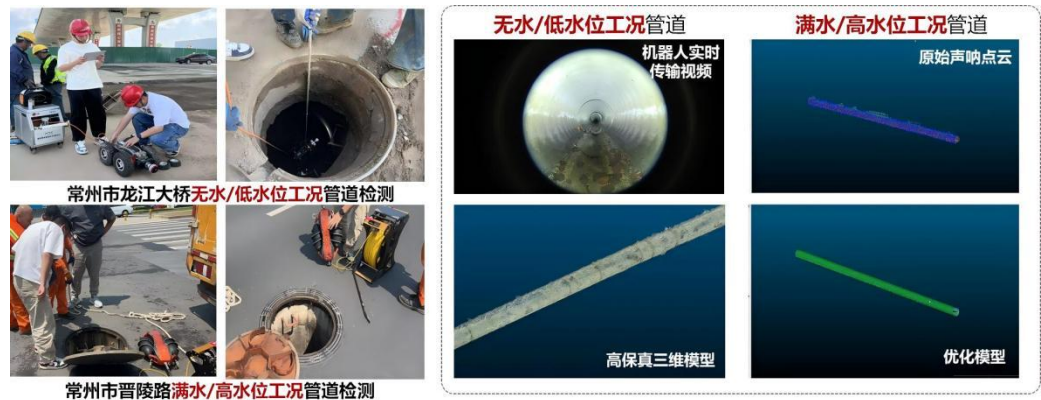


图15 管网智能检测与模型构建

3. 数字资产整合，赋能长效管理

融合三维重建与BIM模型，形成一套完整的管网数字资产。构建对接工程数字孪生平台，集成点云、GIS等多源数据，实现信息共享，城市管网运维决策效率提升30%，有力推动了管理向精细化、科学化升级。



图16 地下管网数字孪生平台

无人智能升降机系统应用

工程项目：新能源汽车及核电设备零部件项目生产车间、附属车间、地下泵房水池、
门卫工程施工总承包

施工单位：江苏城东建设工程有限公司

集成服务商：常州启安信息技术有限公司

监督机构：常州市金坛区建设工程管理中心

一、项目概况

本项目位于薛埠镇盛夏路东侧，凤凰路北侧。由江苏锦品荟汽车零部件有限公司开发，江苏文博建筑设计有限公司设计，江苏春为全过程工程咨询有限公司监理，江苏城东建设工程有限公司施工。建筑面积55819.94㎡，主要包括：

表1：项目栋号情况一览表

楼号	建筑面积㎡	建筑层数	结构体系	建筑高度m
生产车间	45978.69	2F	框架结构、钢结构	22.15
附属车间	9508	5F	框架结构	23.1
地下泵房水池	90.62	1F/1F	框架结构	3.55
门卫	60.69	1F	框架结构	4.3

因本项目生产车间单体建筑面积大，室内二次结构多，砌筑及粉刷材料运输量大，在保证材料运输能够确保施工的情况下需要安装多台传统升降机。为保证工程施工过程安全可靠，提高施工效率，成本优化，经过安全评估及经济对比，施工现场采用安装无人智能升降机设备，搭配智慧工地可远程监控、远程启停、故障自动上报、运行数据统计分析，提升施工现场安全管理水平和施工效率。



图1 项目效果图



图2 项目实景图

二、无人智能升降机系统应用做法

无人驾驶施工智能升降机系统通过传统升降机中集成物联网、人工智能、自动控制等先进技术，实现了从物料运输到楼层停靠的全过程无人化操作。在效率、安全、成本和管理四个维度全面超越普通升降机，是实现工地降本增效、提升安全水平和推进数字化转型的关键升级。

（一）设备系统构成

建筑施工厂区项目人员 + 建材垂直运输：无人智能施工升降机，取消专职驾驶室司机，以自动控制 + AI 感知 + 物联网云平台为核心，实现自动呼梯、自动平层、自动开关门、无人值守运行、远程监控全流程自动化，是智慧工地核心垂直运输设备。整套系统分为三层：

1. 硬件终端：伺服驱动升降机本体、自动层门、摄像头、防坠传感器、地面呼梯面板、楼层外呼终端
2. 边缘控制单元：本机 PLC 主控、自动平层模块、联动门锁、安全连锁装置
3. 云端管理平台：物联网数据采集、故障预警、BIM 数据联动



图3-4 无人智能升降机内景

（二）安全防护体系

1. 安全帽人脸识别：未佩戴禁止启动设备，源头规范劳保佩戴
2. 超载超员实时检测 + 自动锁机，禁止带病运行
3. 视频监控：抓拍挡门、笼内打闹、违规开门、底栏误入盲区自动语音报警 + 平台告警
4. 层门联锁、防坠安全器、光幕防夹多重硬件防护，故障自动停机

在实际运用过程中，系统可以接收来自不同楼层的呼叫指令，并能通过双笼智能联动和路径择优算法，自动规划最优运行路线，减少等待时间。其自动平层技术的停靠精度非常高，可以控制在10毫米以内。

通过AI人数监测技术，在超员时能自动语音警告并限制运行；通过人形侦测系统，识别到非工作人员靠近时会报警并暂停运行；此外，还配备了防夹光幕、通道检测、防冲顶保护以及双冗余安全控制体系等，为设备上多了多重“保险”，系统构建了一个立体的安全防护网。



图5-6 无人智能升降机人脸识别

（三）物联网远程管理应用

1. PC 端实时查看运行位置、载重、人数、运行时长；
2. 故障提前预警预测性维保，停机故障时间降低 60%；
3. 多项目多设备统一管理，智慧工地平台直连上传数据，满足智能建造验收要求；

4. 运行数据统计：效率分析、能耗统计、维保周期自动提醒。



图9-10 无人智能升降机管理模块

三、应用成效

无人驾驶智能升降机系统的价值直接体现在效率、安全、成本和管理四个方面：

表2：效率、安全、成本、管理对照表

对比维度	无人驾驶智能升降机	普通升降机
运行效率	1、24 小时不间断作业，日均运行时长提升 40%-60%。 2、智能路径规划，单次循环时间缩短 15%-25%。 3、高峰 / 夜间作业不受限，有效缩短项目工期	1、依赖司机，有效运行时间仅 6-8 小时 / 天。 2、人工操作效率波动大，易拥堵、延误。 3、夜间加班需额外支付高昂人工成本
安全风险	1、零人为失误，消除疲劳、违章驾驶风险。 2、多重智能防护（防撞、防冲顶、防坠），事故率降低 90% 以上。 3、全程数据留痕，安全责任清晰可追溯。	1、人为因素是主因（占事故 70% 以上），如误操作、超速、超载。 2、仅靠机械限位，应急反应滞后。 3、无运行数据，事故溯源难，管理责任模糊
成本与用工	1、节约人工成本，单台年省12-15 万元。 2、精准能耗控制，用电成本22%-30%。 3、减少人为磕碰，延长设备寿命	1、需多名司机轮班，人工成本高。2、人为野蛮操作导致设备损耗大，维修频繁。 3、增加用工管理、培训等间接成本。
数据化管理	1、实时数据显示（时长、载重、故障等）。 2、云端报表分析，工时、效率成果可量化。 3、适配智慧工地，成果可展示、可核查、可验收	1、无数据记录，工作量靠人工登记，真实性难验证。 2、依赖现场巡查，无法形成客观成效证明。 3、难以支撑项目评优、数字化验收

1. 施工效率飞跃：凭借自动调度、精准停靠和持续作业能力，能显著加快建材的垂直运输速度，有效保障施工进度。提升垂直物流效率达**40%**以上。

2. 本质安全提升：通过技术手段最大程度减少了人机交互环节，从源头上降低了高空坠落、人员被夹等常见安全隐患。

3. 综合成本优化：节省了专职司机的人工成本、提高了设备利用率并减少了故障停机时间，全生命周期的综合成本更具优势。单台每月节省人工成本不低于**1.2**万元，电能利用率提升**22%**以上。

4. 全程数据留痕，成果可量化、可追溯、可展示，为项目管理与验收提供坚实依据。

不足之处：超高层建筑大风工况自动控制稳定性有待优化；早期老旧设备改造兼容性参差不齐，全国智能建造政策全面普及后规模化批量替换传统升降机。

应用场景十九

AI赋能工程建设智能施工与安全运维

——数字科技新城科创港项目智慧工地应用创新实践

工程项目：数字科技新城科创港项目（一期）1#、2#、3#楼及地库一工程

施工单位：圣峰建设有限公司

集成服务商：中亿丰数字科技集团有限公司

监督机构：常熟市建筑管理处

一、项目概况

数字科技新城科创港项目（一期）1#、2#、3#楼及地库一工程位于常熟市城铁片区，由常熟市恒智科创发展有限公司投资建设，圣峰建设有限公司承建，总建筑面积71191.38m²。项目作为常熟市智能建造与建筑工业化协同发展的示范工程，建设内容涵盖多栋单体建筑及地下车库，施工组织复杂，现场人员流动频繁，交叉作业多，安全风险点分布广，对施工过程管控、隐患识别、人员管理和监管协同提出了较高要求。

针对传统施工现场管理中人工巡查覆盖不足、隐患发现滞后、资料留痕分散、人员出勤追溯难等问题，项目以智慧工地数据平台为基础，融合AI视觉识别、物联网感知、智能穿戴设备、语音广播和电梯智能管控等技术，构建面向施工全过程的智慧施工与安全运维融合场景。通过“前端感知—AI识别—平台预警—现场处置—闭环归档”的管理模式，推动安全管理由被动检查向主动预警转变，为工程质量创优、安全生产和数字化监管提供支撑。



图1 数字科技新城科创港项目AI视频监控示意图



图2 数字科技新城科创港项目一期整体效果图

二、应用场景的内容及做法

本项目围绕施工现场人员管理、行为监管、安全交底、设备运行和高风险作业管控等重点环节，搭建智慧工地综合管理平台，整合AI摄像头、人脸识别终端、智能安全帽、智能安全带、施工电梯识别设备和语音广播系统，形成“人员管理—行为识别—风险预警—整改闭环—数据归档”的全链条监管体系。各类前端设备实时采集现场信息，AI算法自动识别异常情况，平台同步推送预警信息，并联动现场声光、语音或移动端提醒，推动施工现场安全管理数字化、精准化和闭环化。

表1 AI应用场景及管理功能汇总表

应用模块	管理对象	AI识别内容	预警方式	闭环结果
AI人脸识别 实名管理	务工人员	身份核验、实名登记、出勤记录	闸机拦截、平台提醒	人员信息可查，出勤数据可追溯
视频监控AI 违规识别	作业人员及重点区域	未戴安全帽、未穿反光衣、抽烟、摔倒、危险区域闯入等	声光报警、平台推送	隐患事件自动记录，整改留痕
AI+扬声广播 安全交底	班组作业人员	出勤核验、交底内容匹配、交底过程留痕	语音播报、平台记录	安全交底标准化、闭环化
施工电梯AI 超载识别	施工电梯乘坐人员	轿厢人数识别、超员判断	语音提醒、暂停运行	降低电梯超载风险
智能安全帽+ 智能安全带	高风险作业人员	人员定位、轨迹追踪、越界、姿态异常、挂钩异常	平台预警、语音提醒	高风险作业全过程监管

1. AI人脸识别实名管理

项目在施工现场出入口布设AI人脸识别终端，将人员身份核验、实名登记、进出场记录和考勤统计进行集成。务工人员首次进场时，系统通过人脸识别与身份信息比对完成实名注册；后续进出场时自动完成身份核验和出勤记录。未登记人员无法进入作业区域，减少代打卡、冒名进场等问题。相关人员信息、考勤数据同步至项目管理平台和监管系统，实现人员管理可视化、数据化和可追溯。



图3 AI人脸识别实名管理平台界面

2. 视频监控违规行为AI识别

项目在作业面、材料堆场、施工通道、出入口等重点区域布设高清摄像头，并加载AI视觉识别算法，对人员未佩戴安全帽、未穿反光衣、现场抽烟、人员摔倒、危险区域闯入等行为进行自动识别。系统发现异常后，立即触发现场声光报警，并将预警信息推送至智慧工地平台和管理人员移动端。管理人员可根据报警截图、时间、位置和责任区域进行核查处置，形成隐患发现、整改、复核和归档的闭环记录。



图4 AI视频识别未戴安全帽及未穿反光衣报警界面

3. AI+扬声广播智能安全交底

项目在班组作业区布设AI音频采集和扬声广播设备，将安全交底从传统人工宣读转变为标准化、留痕化管理。每日作业前，系统结合班组出勤情况和当天作业内容，

辅助生成或推送相应安全交底内容，并通过现场扬声广播进行播放。交底过程中，系统同步记录人员到岗情况、交底音频和时间信息，避免交底内容随意、人员缺席漏检、资料补录不及时等问题，提升班前安全教育的规范性和实效性。

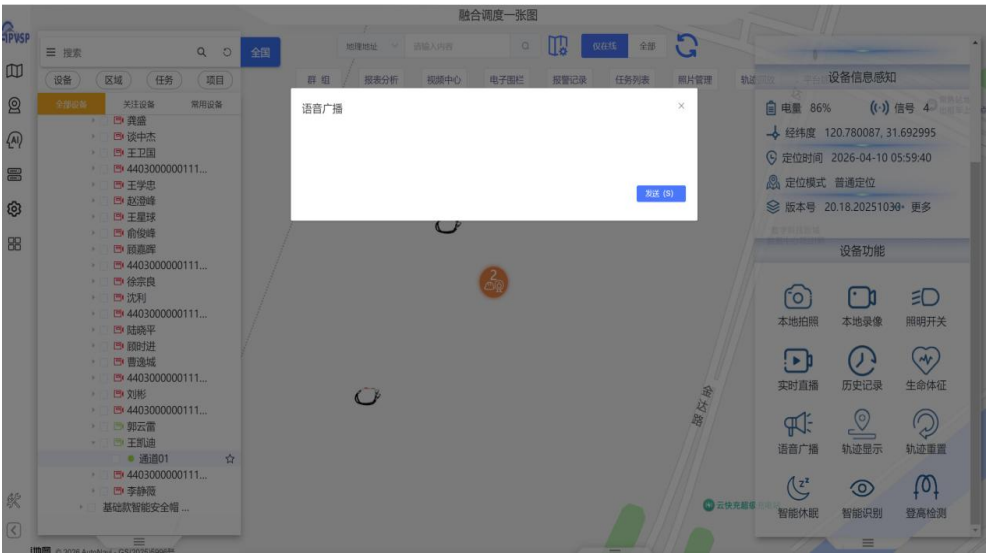


图5 AI扬声广播安全交底与语音提醒界面

4. 施工电梯AI人员超载识别预警

针对施工电梯使用频繁、人员集中乘坐、超员风险较高等问题，项目在施工电梯轿厢内安装AI视觉识别设备，实时识别轿厢内人员数量。当乘坐人数超过额定载人数时，系统自动触发预警，并通过轿厢语音设备提醒人员减少载荷；超员时联动电梯运行控制，暂停关门或运行，直至人员数量符合要求后恢复使用。该做法有效降低施工电梯因人员超载导致的设备故障和安全风险。

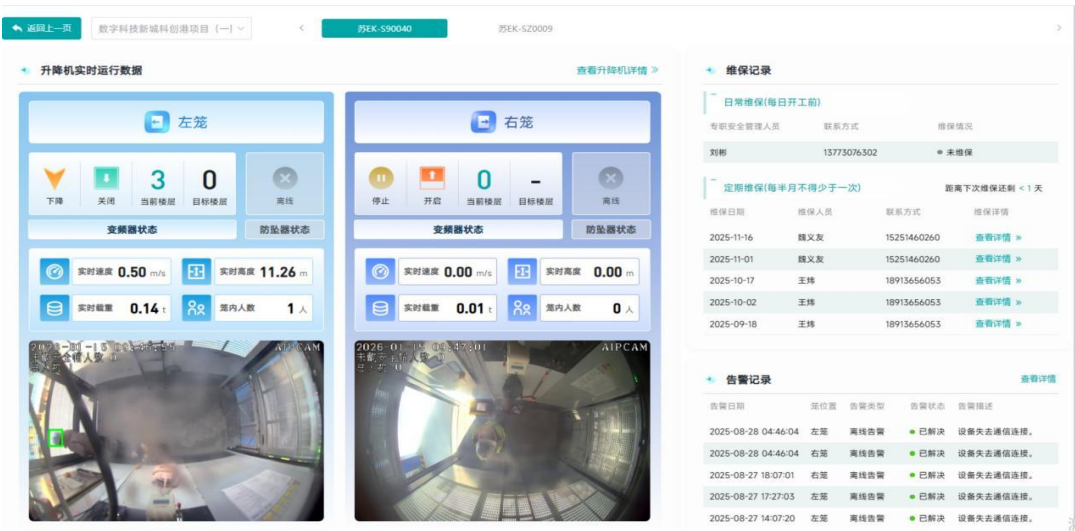


图6 施工电梯AI人员超载识别界面

5. 智能安全帽与智能安全带协同监管

项目应用具备定位、视频、拍照、语音对讲和风险报警功能的智能安全帽，并结合AI算法实现人员实时定位、活动轨迹追踪、边界防护、异常姿态识别和风险提示。对登高作业人员，项目同步应用智能安全带，对低挂高用、挂钩双解等不规范行为进行识别和提醒。相关数据上传至监管平台，形成作业人员位置、轨迹、报警、处置等全过程记录，实现高风险作业由人工抽查向实时监管转变。

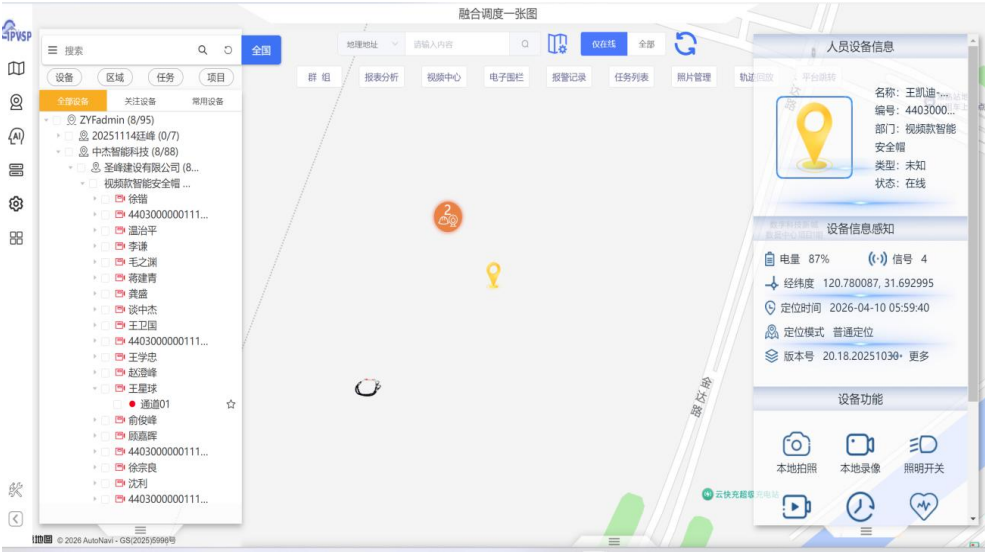


图7 智能安全帽人员定位与活动轨迹界面

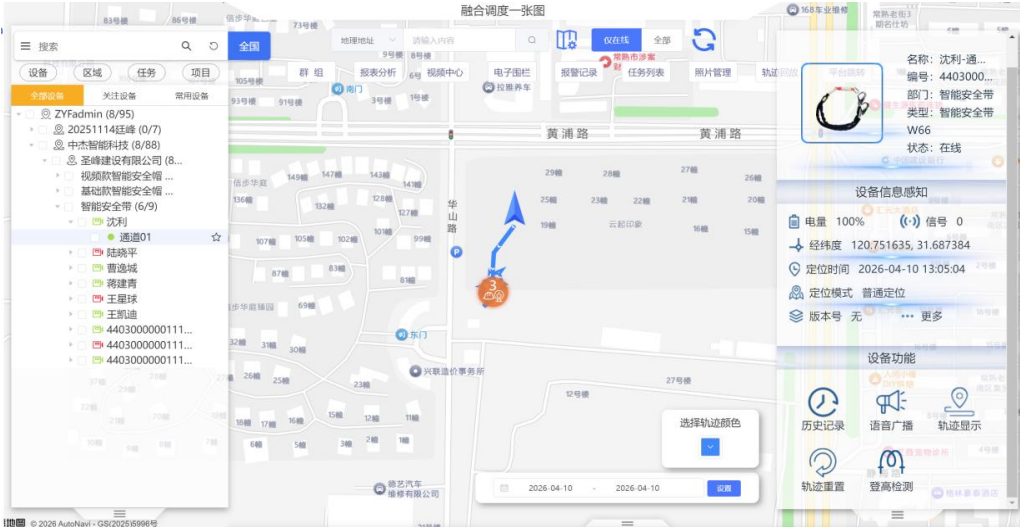


图8 智能安全带活动轨迹及语音报警界面

通过上述应用，项目形成了统一的安全管理闭环：AI系统自动识别风险事件，平台生成预警信息并推送责任人员，现场通过语音、声光或移动端提醒及时处置，整改完成后上传照片、处置时间、责任人和复核结果，最终形成“识别—预警—处置—复

核—归档”的闭环管理链条。

三、应用成效和价值

本项目通过AI赋能智慧施工与安全运维，利用实名制管理、AI视频识别、智能广播及穿戴设备，实现了施工现场由“人工巡查”向“智能识别、实时预警、闭环处置”的转型，有效解决了隐患发现滞后、监管盲区等痛点。

1. 风险监控智能化：重点区域AI识别覆盖率超90%；违规发现时间从30分钟缩短至5分钟内；隐患闭环处置时长缩短约60%，实现了自动识别与留痕。

2. 人员设备精细化：实名登记耗时减少90%，管理效率提升70%；班前安全交底实现100%线上留痕；电梯超员预警处置率达100%，且项目期间未发生因过载引发的安全事故。

3. 高风险作业动态化：通过智能穿戴设备监测，高风险作业异常预警处置率达95%以上。

该模式构建了“AI算法+前端感知+智慧平台+闭环管理”的可复制体系，可广泛应用于房建、市政等领域。应用后，监管响应速度提升80%，人力成本降低60%，为行业数字化转型提供了可量化的实践样本。

应用场景二十

自主式多功能智能巡检机器人应用

工程项目：江苏省太仓高新技术产业开发区管理委员会新建横沥佳苑南侧幼儿园、九年一贯制学校工程土建安装总承包工程

施工单位：苏州中设建设集团有限公司

集成服务商：苏州傲之途智能科技有限公司

监督机构：太仓市建筑工程质量安全监督站

一、项目概况

江苏省太仓高新技术产业开发区管理委员会新建横沥佳苑南侧幼儿园、九年一贯制学校工程土建安装总承包工程（综合教学楼、餐厅及体育馆、幼儿园、门卫、南门卫、室外看台、地下车库）项目位于苏州市太仓市横沥路南、富达路西，主要为框架结构，总建筑面积77959.05㎡，其中综合教学楼建筑面积34356.63㎡，餐厅体育馆建筑面积6135.47㎡，幼儿园6642.36㎡，西门卫50.60㎡，南门卫195.69㎡，室外看台944.42㎡，地下车库29633.89㎡。



图1 项目航拍图

项目场地开阔、管控点位多，传统人工巡检一圈需 30 分钟以上，每日巡检耗时久，无法实现 24 小时不间断巡查。同时现场人员密集，未佩戴安全帽、违规动火、消防通道堵塞等安全隐患频发，人工巡检发现问题滞后、监管覆盖面有限。此外，长期聘用多名巡检人员人力成本高，且部分区域存在安全风险，易威胁巡检人员人身安全。

为强化安全隐患智能识别、落实智慧创安要求，项目引入智慧自主式多功能巡检机器人，以智能设备替代人工巡检，全面提升巡检效率、管控能力，压降人力成本与现场作业风险。



图2 项目效果图

为本智慧工地打造的四驱智能巡检机器人，采用激光 SLAM 自主导航技术，可实现 24 小时无人化自主巡逻。设备具备 IP55 防护等级，适应 $-20^{\circ}\text{C}\sim 55^{\circ}\text{C}$ 全场景室外环境，支持 15° 爬坡、60mm 越障与 8 小时长续航，可精准识别未穿反光衣、未戴安全帽等工地违规行为，同时集成人脸/车牌识别、入侵告警、温湿度/烟火监测、视频监控等功能，通过多传感器融合避障与零半径原地转向，高效完成安全巡检、风险预警与远程管控，助力施工现场实现智能化、无人化安全管理升级。

二、典型应用场景的内容及做法

（一）自主式多功能巡检机器人软硬件构成

系统相关硬件见下表：

类别	核心参数
基础规格	尺寸：875×685×1206mm；重量≤110kg；防护等级 IP55；工作温度 -20℃~55℃
行走性能	四轮四驱 / 独立转向；最大爬坡 15°；越障 60mm；续航 8h；3h 快充；原地零半径转弯
导航能力	激光 SLAM + 选配 GPS；多传感器避障；定位精度 ±10cm；最大自主速度 1.6m/s
智能功能	工地违规识别（未穿反光衣等）、人脸 / 车牌 / 入侵检测、温湿度 / 烟火告警、视频监控

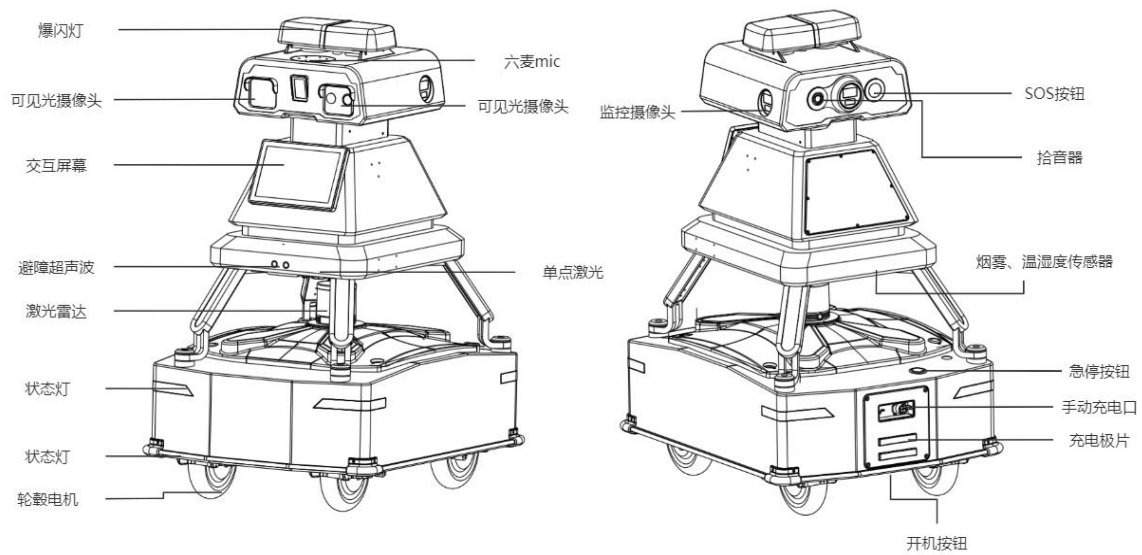


图3 硬件配置清单



图4 现场巡检示意图

巡检机器人的系统功能如下：

表1 巡检机器人功能

功能大类	具体功能项
无人驾驶	自主建图、融合定位、导航规划、融合感知、自主避障、一键抵达、自动回充、故障自检
基础功能	全景监控、音频播报、双向对讲、智能问询、红外测温、一键报警、烟雾监测
智能应用	巡更拍照、人脸识别、车牌识别、智能检测、异常告警、巡逻报告、记录回溯、身份采集

（二）机器人主要应用场景

1．工地安全巡检

在太仓横沥佳苑南侧学校新建工程现场，巡检机器人可实现 24 小时不间断自主巡逻，依托 AI 视觉算法精准识别工人未戴安全帽、未穿反光衣、违规闯入危险区域等安全隐患，实时抓拍取证并自动告警。同时通过红外测温、烟雾监测功能，实时监控施工现场动火作业、临时用电等风险点，双向对讲远程喊话提醒，替代人工完成高风险、重复性巡检工作，筑牢校园工程施工安全防线，助力项目安全管理智能化升级。



图5 场景后台控制系统

2．施工现场环境与质量管控

机器人可按预设路线对综合教学楼、餐厅体育馆、幼儿园等单体建筑的施工区域进行常态化巡检，实时采集现场温湿度、扬尘等环境数据，同步监控基坑、临边防护、脚手架等关键部位的施工状态。通过高清全景监控与巡更拍照功能，留存施工全过程

影像资料，自动生成巡逻报告，为工程质量追溯、现场文明施工管理提供数据支撑，保障学校工程建设质量与施工规范。



图6 系统后台业务管理

3. AI 人脸识别 + 三次违规闭环管控

针对未戴安全帽、未穿反光衣两类高频违规行为，机器人搭载专属AI人脸识别功能，依托项目专属人脸库，精准锁定违规人员、统计违规次数，实现违规可追溯、可整改，构建闭环管理。项目前期录入人员姓名、岗位等人脸信息，建立专属数据库，保障身份核验精准安全。巡检中机器人实时比对人脸信息，快速匹配身份、区分内外人员，杜绝误判错判。



图9 机器人抓拍

系统采用「人脸绑定+时间阈值+违规类型」三重自动化判定逻辑：首次识别同类违规，即刻语音警示，自动记录违规信息并留存抓拍影像；同一人员10分钟内再次出

现同类违规，触发二次告警并更新台账；首次违规30分钟内累计三次同类违规，系统自动汇总全部违规证据，推送预警短信至项目管理人员。管理人员接收预警后督促现场整改，上传整改凭证，形成“巡检识别—违规告警—指令推送—整改反馈”完整闭环。系统仅累计同一人员、同类、限时违规行为，判定严谨、贴合现场管理需求，实现全域作业违规全覆盖管控。

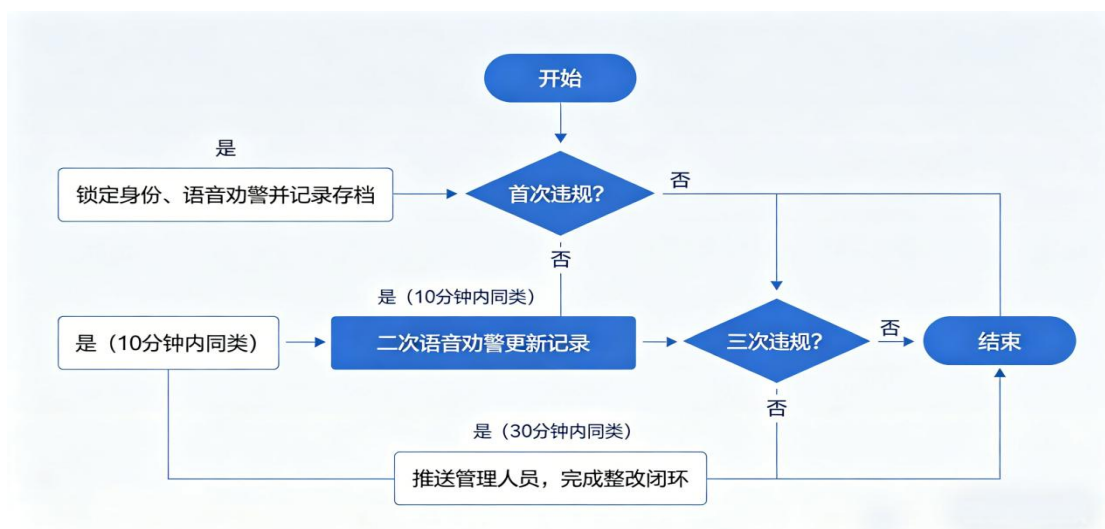


图11 机器人判断标准

三、应用成效

1. 安全管控

数据显示在太仓横沥九年一贯制项目中人工巡检漏检率 25%，机器人不足 3%，降幅 88%；隐患响应由 2-4 小时缩短至 1 分钟，效率提升 99%，现场违规率下降 70%，彻底规避巡检疏漏安全事故。机器人可深入基坑、动火区等高危地带，人员危险暴露时长减少 90%。项目搭建“人脸 + 时间阈值 + 同类违规”三级管控闭环，自动警示、短信推送、整改留痕，可作为学校、公建项目通用安全管理模板。建筑业超四成安全事故来自人工巡查缺位，该模式具备极强复制性。

2. 管理效能

人工每日仅覆盖 60% 场地，单次巡检 4 小时；机器人实现全域全覆盖，单次仅 1.5 小时，巡检效率提升 167%，隐患识别准确率 98.7%。所有巡检数据自动存档、全程可追溯，管理决策效率提升 80%，文明施工评分提高 15%。数据可直连政府智慧工地监管平台，省去人工整理台账工作，房建、市政项目均可批量落地。

3. 经济价值

传统 4 名安全员年投入 40 万元，机器人仅需 1 名后台管理人员，年人力成本 10 万元，降幅 75%，每年节约人工与事故损失合计 45 万元。整套设备投入 70-80 万元，年均维护 5-6 万元，1.8-2 年即可回本。大中型项目部署优势明显，小型项目可跨标段轮巡降低投入，同时设备应用可获得招投标、企业信用加分。

4. 行业转型价值

大力推广建筑机器人，适配工地各类复杂场景，软硬件标准化，7 天完成部署，还可拓展扬尘、结构监测功能，推动施工现场安全管理由事后整改变为事前预警，为轻量化智能建造提供标杆范本。

表2 量化成效对比

分析 维度	传统人工巡检模式	机器人智能巡检模式	量化提升成效
安全 维度	人工巡检漏检率约 25%， 夜间 / 恶劣天气无有效 巡检，隐患响应滞后 2-4 小时，违规取证难	AI 智能识别漏检率<3%，7× 24 小时全天候无死角巡逻，隐 患实时告警（响应<1 分钟）， 自动抓拍取证	隐患漏检率降低88%，响应 时效提升99%，现场安全违 规率下降70%，零巡检疏漏 安全事故
管理 维度	每日人工巡检覆盖 60% 区域，单次耗时 4 小时， 资料零散、追溯难，管理 决策滞后	每日 100% 全区域覆盖，单次 巡检耗时 1.5 小时，自动生成 电子报告、全量影像留存，后 台实时管控	巡检效率提升167%，管理决 策效率提升80%，资料追溯 率 100%，文明施工评分提 升15%
经济 维度	配置 4 名专职安全员轮 班，年人工成本约 40 万 元，隐患整改 / 事故损失 年均约 15 万元	仅需 1 名后台管理人员，年人 工成本约 10 万元，隐患提前 排查，事故损失降至趋近于 0	人工成本降低75%，年直接 节约成本约 30 万元，年间接 减少损失约 15 万元，综 合降本75%

人员立体定位与行为智能管控系统

工程项目：登云路北侧、云澄路西侧商务用房(登云里)新建项目

施工单位：天合建设集团有限公司

集成服务商：苏州傲之途智能科技有限公司

监督机构：昆山市建设工程质量安全监督站

一、项目概况

登云路北侧、云澄路西侧商务用房（登云里）新建项目位于登云路北侧、云澄路西侧；计划工期：717日历天，计划开工日期：2025年02月21日，计划竣工日期：2027年02月07日。

建筑功能：地上功能主要为办公建筑、商业建筑、公共服务设施,地下功能主要为地下机动车库、非机动车库及设备用房；总用地面积：40854.92m²，总建筑面积：122265.49 m²（其中:地上总建筑面积：89721.90m²,地下建筑面积：32543.59m²）。

本项目高峰期 417 名施工人员、19 类工种，传统人工管理存在考勤造假、人员管控盲区、应急处置慢等痛点。引入该系统依托高精度定位 +AI 识别，打通实名制全流程，实现人员、安全、考勤数字化闭环，全面降低安全与劳务管理风险。



图1 项目效果图



图2 项目实景图

二、AI履职管理平台典型应用内容及做法

1. 应用背景

本项目高峰期施工人员达 417人，涵盖19个工种，面临劳务管理难、安全履职监管难、人员轨迹盲区多等问题，尤其在人员身份核验、资质管控、信息追溯等实名制管理方面痛点突出。

传统管理依赖人工巡查与纸质记录，不仅存在考勤造假、风险响应滞后、劳动力调配不科学等情况，更难以实现劳务人员全流程规范化管控。

为落实“无安全责任事故”目标、提升精益建造水平，项目引入天合 AI 履职管理平台，通过“通信覆盖 + 融合定位 + 多维感知”技术，将实名制管理与人员定位、安全管控、考勤核算深度结合，实现人员全流程数字化管控，破解劳务管理各类痛点。



图3 实名制管理后台

人员分析													
姓名	请输入姓名	身份证	请输入身份证	苏安码	绿	查询	重置						
序号	照片	姓名	性别	身份证	籍贯	民族	手机号码	工种	入职日期	特种作业证号	苏安码	企业	职位
1		周之强	男	3416*****	安徽宿州...	汉	13*****156	油漆工	2026-06-15	绿	江苏瑞利...	油漆工	证书
2		丁连荣	男	3412*****	安徽宿州...	汉	15*****688	油漆工	2026-06-15	绿	江苏瑞利...	油漆工	证书
3		王爱云	男	3421*****	安徽宿州...	汉	17*****207	油漆工	2026-06-15	绿	江苏瑞利...	油漆工	证书
4		王东东	男	4114*****	河南省商...	汉	17*****421	油漆工	2026-06-13	绿	江苏瑞利...	油漆工	证书
5		王元飞	男	3412*****	安徽宿州...	汉	19*****913	油漆工	2026-06-12	绿	江苏瑞利...	油漆工	证书
6		周昭虎	男	3421*****	安徽宿州...	汉	13*****252	油漆工	2026-06-12	绿	江苏瑞利...	油漆工	证书
7		景魁	男	6123*****	陕西渭河...	汉	17*****996	安装工	2026-06-12	绿	江苏瑞利...	安装工	证书
8		周之杰	男	3416*****	安徽宿州...	汉	15*****669	油漆工	2026-06-12	绿	江苏瑞利...	油漆工	证书
9		顾彩侠	女	3412*****	安徽宿州...	汉	18*****188	油漆工	2026-06-12	绿	江苏瑞利...	油漆工	证书
10		周伟兴	女	3421*****	安徽宿州...	汉	13*****202	油漆工	2026-06-12	绿	江苏瑞利...	油漆工	证书
共 784 条 < 1 2 3 4 5 6 ... 79 >													

图4 实名制人员信息

2. 技术原理

系统以“立体定位 + 轨迹跟踪 + AI 履职画像”为架构，构建全域智能管理闭环，同步将实名制管理贯穿人员进场、作业、考勤、离场全流程，与定位、考勤、安全管控深度融合，实现劳务人员全生命周期可管、可查、可追溯，让实名制管理不再是独立模块，而是融入项目管理的每一个关键环节。



图5 人员定位数据

为实现精准定位，系统专门部署无线传感网络与 4 个信号基站，搭配电子围栏信标技术，成功达成室内外 ≤ 2 米的高精度定位效果，所有定位数据均通过工人佩戴

的智能安全帽实时采集上传，确保数据传输的连续性与可靠性。



图6 信号基站

为保障人员管控的规范性与精准性，系统在定位基础上，同步搭建实名制管理体系，核心依托人脸生物识别、身份证读取、工种资质核验三重验证机制，对所有进场人员进行规范化信息登记，累计完成417名施工人员（涵盖19个工种）的实名制建档，建档率100%。

登记信息涵盖人员身份证信息、工种资质、特种作业操作证、健康证明、劳动合同等核心内容，其中特种作业人员（如电工、焊工等）资质核验通过率100%，杜绝无资质人员上岗作业。同时，系统实现实名制信息与智能安全帽、考勤数据、轨迹数据深度绑定，人员进场时通过人脸核验匹配身份信息，核验通过后方可进入作业区域、领取智能安全帽，核验准确率达99.8%，从源头规范人员进场管理，实现“人、证、帽”三位一体管控。



图7 履职流程图



图8 电子围栏信标

依托实名制与定位数据的深度绑定，系统可同步核验管理人员履职轨迹与工作时长，实现履职情况的量化评估；同时为工人提供无感考勤服务，无需额外操作即可完成考勤记录，考勤数据直接关联实名制信息与薪资核算，自动生成防篡改电子工资单，保障薪资发放的透明公正，从根本上减少劳务薪资纠纷。

安全应急环节，智能安全帽触发报警后，平台将立即调取该人员的实名制信息、实时定位，启动秒级响应机制，同步推送告警信息与人员详情至相关负责人，并联动现场广播实时告警，针对高风险作业区域，结合实名制工种信息设置专项预警模块，对无资质人员进入高风险区域提前预警，规避安全隐患。

此外，系统配备可视化大屏，以热力图形式动态呈现各区域劳动力分布密度，同步展示实名制人员统计、工种分布、在场人数等核心数据，为管理人员优化资源配置、科学调度人力提供直观且精准的数据支撑。



图9 人员热力定位图



图10 人员立体定位图

三、应用效益

1. 平台应用后，项目管理效能与风险管控能力得到显著提升，各项关键指标表现优秀。考勤造假现象彻底归零，工时统计误差率控制在 $\leq 1\%$ ，数据准确性大幅提升，事故响应速度较传统模式提速 80%，SOS 呼救从发出到应急小组抵达现场的平均耗时仅 47 秒，应急处置效率显著提高；高风险行为发生率下降 70%，AI 系统对脱帽作业、违规跨越、未按规定佩戴防护用品等危险行为的识别率达 95%，发现违规行为后可自动触发广播语音纠正，引导工人规范作业，从源头减少安全隐患。

序号	抓拍日期	抓拍内容	图片
1	2026-06-17 15:24:58	未佩戴安全帽报警	
2	2026-06-17 15:17:58	未佩戴安全帽报警	
3	2026-06-17 15:14:31	未佩戴安全帽报警	
4	2026-06-17 15:12:40	未佩戴安全帽报警	
5	2026-06-17 14:43:42	未佩戴安全帽报警	
6	2026-06-17 14:39:13	未佩戴安全帽报警	
7	2026-06-17 14:27:43	未佩戴安全帽报警	
8	2026-06-17 13:25:56	未佩戴安全帽报警	
9	2026-06-17 12:54:56	未佩戴安全帽报警	
10	2026-06-17 12:16:07	未佩戴安全帽报警	

图11 AI违规抓拍记录

2. 实名制管理的深度融入也带来了显著成效，与平台整体应用效益形成协同提升。人员信息管控更加规范化，417名施工人员实名制建档全覆盖，人员信息更新及

时率达98%以上，有效杜绝无关人员、无资质人员进场，进场人员核验效率较传统人工登记提升60%；劳务用工合规性显著增强，特种作业人员资质实现动态核验，违规上岗现象彻底杜绝，有效规避劳务用工合规风险。

3. 人员追溯能力大幅提升，结合定位轨迹与实名制信息，可快速追溯任意人员的进场时间、作业区域、工时记录等，为劳务纠纷处理、安全事故追溯提供精准数据支撑，累计协助处理3起劳务咨询，追溯响应时间 ≤ 5 分钟，进一步规范了项目劳务管理秩序，与平台安全管控、考勤管理成效相辅相成，共同为项目安全高效推进提供了坚实保障。

应用场景二十二

深基坑顶管工作井有限空间 “技防+人防”双控安全管理体系

工程项目：昆山高新区北门路(萧林路~339省道)改造工程

施工单位：苏州荣帆建设工程有限公司

集成服务商：苏州傲之途智能科技有限公司

监督机构：昆山市建设工程质量安全监督站

一、项目概况

北门路作为昆山高新区南北向交通主干道，承载着重要的城市交通功能。随着区域经济快速发展，现有道路已无法满足日益增长的交通需求，高峰时段拥堵现象频发。本项目深基坑顶管工作井深度超7米，存在有毒气体积聚、缺氧等高危风险，传统人工监测响应滞后、存在数据盲区。为实现有限空间作业全链条安全管控，压降事故风险、提升应急响应效率，规范作业行为，特构建“技防 + 人防”双控安全管理体系，筑牢作业安全屏障。



图1 项目效果图

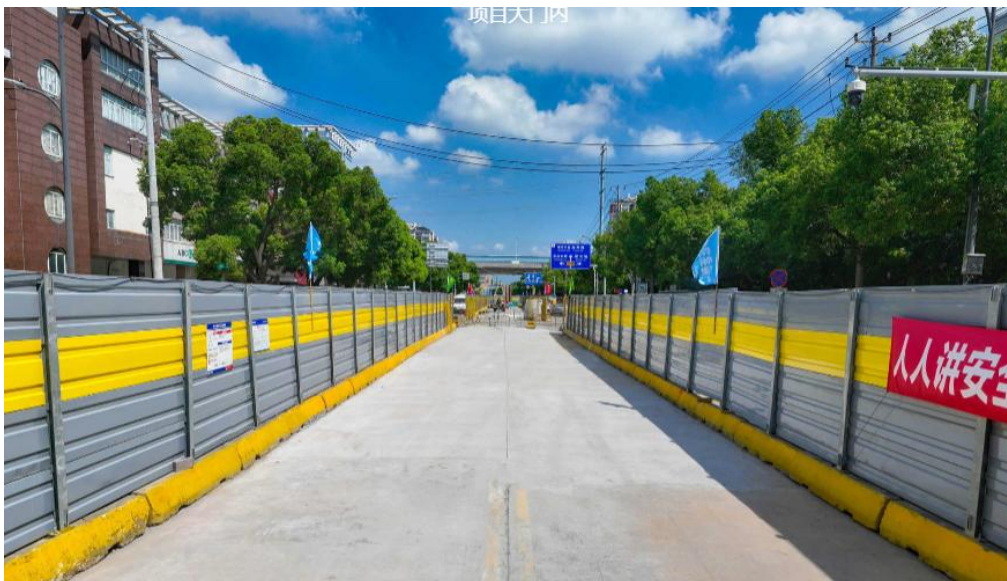


图2 项目实景图

二、典型应用场景的内容及做法

1. 应用背景

昆山高新区北门路作为南北向交通主干道，因建成年代久远，路面破损、管网老化问题突出，且无法满足海绵城市建设标准，亟需改造。项目涉及超深基坑顶管作业，工作井深度超 7 米，存在有毒气体积聚、缺氧等高危风险，传统人工监测响应滞后、数据盲区明显。



图3 超深基坑实景图

2. 体系框架

总体目标：构建 “技防 + 人防” 双控安全管理体系，实现有限空间作业全链条安全管控。

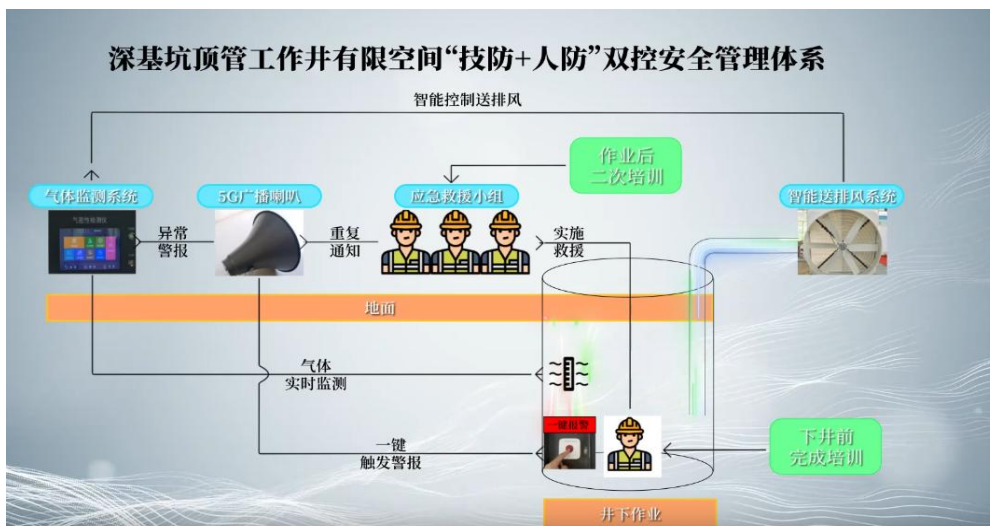


图4 流程示意图



图5 框架示意图

3. 技防说明

① 智能监测先行

井口部署多参数气体监测站，实时探测硫化氢、氧气、可燃气体等6类指标，数据每10秒回传智慧工地平台。



图6 气密检测仪（监控端）



图7 气密检测仪（设备端）

②立体预警网络

超标数据触发井外5G喇叭报警器，强制中断作业并启动紧急救援小组开展应急救援工作，同步向管理人员手机推送预警定位及气体浓度热力图。



图8 5G广播喇叭



图9 实时数据传输

③双链应急响应

井下端：井下配置SOS一键报警装置，一键即触发平台四级告警（现场负责人-项目经理-集团安监中心-120联动），同时井下作业区域安装应急照明和逃生指示标识，确保突发情况时作业人员可快速定位逃生路线。作业人员每人配备便携式气体检测仪，实时监测身边气体浓度，发现异常可第一时间触发随身报警设备，同步联动井口预警系统。此外，井下设置应急避难区域，配备急救箱、氧气瓶等应急物资，作业期间安排专人值守井下，负责实时观察作业状态，及时传达地面指令，协助处理各类突发隐患，形成“个人监测+专人值守+一键报警”的三重安全防护。



图10 一键报警装置



图11 一键报警装置（图2）

地面端：密闭空间气体监测系统实时监测井下作业安全，系统配备专人24小时值守，实时查看气体浓度数据、井下作业画面，一旦发现数据超标或异常情况，立即触发预警并切断井下作业电源，强制停止作业。深基坑作业送排风系统确保井下空气质

量达到作业要求，作业前提前30分钟开启排风设备，对井下空气进行充分置换，作业期间持续运行，定期检查排风管道通畅性，防止管道堵塞导致有毒气体积聚。同时，地面设置应急救援指挥部，配备专业救援设备和救援队伍，明确救援流程和分工，定期开展应急演练，确保井下突发情况时，救援人员可快速响应、科学处置，实现地面与井下的协同联动、闭环管控。



图12 智慧平台实时监测



图13 排风管道



图14 深基坑作业送排风系统

4. 人防说明

①人机协同管控闭环

下井前：建立“技防核验 + 人防培训”双前置联动机制。先由现场运维人员核验井口气体监测站、智能送排风系统、5G 广播、井下 SOS 报警装置等技防设备全链路在线、运行正常，再启动岗前安全培训。培训覆盖有限空间风险特点、技防设备操作规范、应急处置流程等核心内容，采用理论讲解、实操演示与 VR 模拟相结合的方式，由专业安全管理人员现场教学气体检测仪、一键报警装置的使用方法，结合应急救援案例强化风险防范意识。培训后通过线上答题 + VR 实操双重考核，合格后方可获取下井作业资格，确保全员适配技防体系操作要求，从源头打通人防与技防的衔接链路。

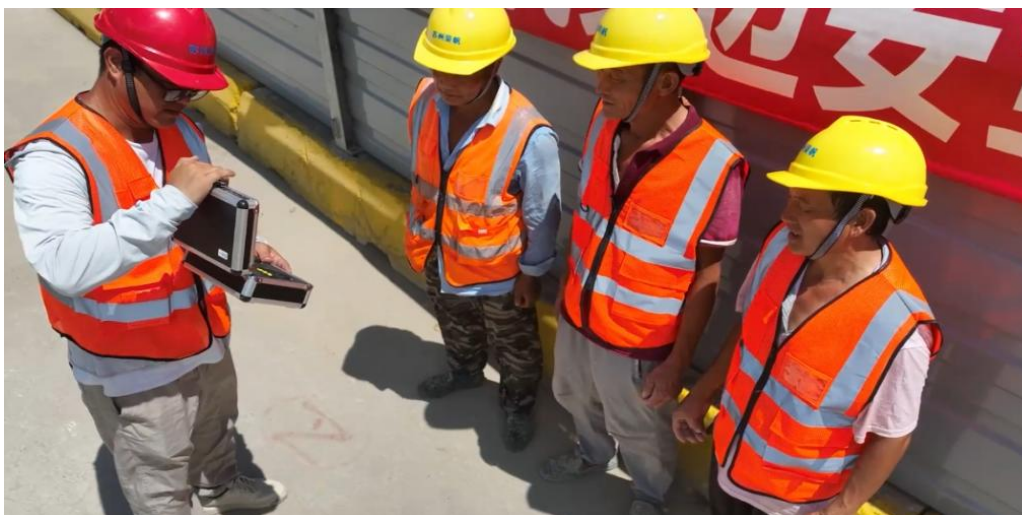


图15 岗前一键报警装置培训



图16 VR模拟井下作业应急流程



图17 下发并组织学习《有限空间施工安全作业指南》

下井后：执行“技防触发 + 人防响应”的闭环管控规则。正式作业前，由现场安全员对照智慧平台实时回传的气体数据做二次交底，确认送排风系统运行状态，明确警报响应规则与逃生路线，核查个人防护装备佩戴情况。一旦气体浓度超标，技防系统自动触发 5G 广播声光警报、切断井下作业电源，安全员立即指挥作业人员沿逃生标识有序撤离，地面值守人员同步调大送排风功率加速井下空气置换。人员全部撤离后，待通风运行至规定时长，由专人携带专业设备下井复测，确认各项指标全部达标后，形成复测记录报项目负责人审批通过，方可恢复作业，实现“预警 - 断电 - 撤离 - 通风 - 复测 - 复工”全流程人机联动管控。



图18 5G广播声光警报



图19 检测设备检查



图20 气体监测复核

三、应用成效

风险压降：有毒气体暴露预警速度提升至20秒内，较传统模式提速8倍。

应急增效：事故响应形成“10秒报警-1分钟预案启动-3分钟救援进场”机制。

行为管控：通过VR考核及动态培训，违规作业率下降76%。



图21 VR考核动态培训

数据赋能：累计生成387份数字安全档案，为后续多个深基坑工程提供风险数据库。

建设-昆山高新区北门路改造工程 数智平台

有限空间气体监测记录

序号	设备序列号	调用时间	状态	动作	调用类型
1	AZT000826	2025-05-17 10:37:05	成功	开启	定时
2	AZT000826	2025-05-17 10:36:43	成功	开启	定时
3	AZT000826	2025-05-17 10:36:29	成功	开启	定时
4	AZT000826	2025-05-17 09:17:05	成功	开启	定时
5	AZT000826	2025-05-17 09:16:44	成功	关闭	定时
6	AZT000826	2025-05-17 09:16:30	成功	关闭	定时
7	AZT000826	2025-05-17 09:37:05	成功	开启	定时
8	AZT000826	2025-05-17 09:36:43	成功	开启	定时
9	AZT000826	2025-05-17 09:36:25	成功	开启	定时
10	AZT000826	2025-05-17 09:37:05	成功	开启	定时

共 237472 条

图22 数字安全档案

该体系实现“监测-预警-处置-培训”全链条数字化管控，使有限空间事故风险趋近于零，为市政工程深基坑作业树立智慧安全管理新模式。

应用场景二十三

BIM深度应用赋能钢结构深化加工

工程项目：WJ-03-016地块科研商务金融项目施工总承包（不包含桩基）

施工单位：苏州第一建筑集团有限公司、吴江市中泰建筑工程有限公司

集成服务商：江苏鼎思科技发展有限公司

监督机构：苏州市吴江区建设工程质量安全监督站

一、项目概况

本项目由上海市、江苏省、浙江省共同出资成立长三角一体化示范区新发展建设有限公司建设，是以沪苏浙两省一市行政边界交汇处的“长三角原点”为中心的水乡客厅项目中的一环。本项目属于长三角结合科研院所布置科创研发、科技孵化、会议会展、交流培训、商业服务、人才公寓等功能。



图1 项目效果图

项目占地面积35585m²，主要由11栋多层办公楼、1栋电业开关站及地库组成，总建筑面积约103244m²。最高层数6层，地下1层，最大高度约24米。其中1#、2#、11#

为钢结构单体，采用钢框架结构+钢筋桁架楼承板，合计用钢量为4400t，建筑面积为34154m²，其中钢筋桁架楼承板面积为31000m²。



图2 项目航拍图

在传统钢结构加工模式中，设计与加工安装存在信息断层，易导致构件误差、返工率高，且人工焊接效率低、质量稳定性差，难以满足现代工程高效、精准的建设需求。本项目智慧工地建设以BIM深度应用为核心，通过BIM钢结构深化加工管理平台，将设计模型转化为含全工艺细节的加工模型，碰撞检查提前消除问题，虚拟预拼装使安装定位误差 $\leq 5\text{mm}$ 。同时搭配智能焊接机器人，实现焊缝自主识别、多层多道精准焊接，产品合格率达99.8%。全流程数字化协同，严控加工精度与焊接质量，保障项目高效推进，达成质量、安全与工期目标。

二、典型应用场景的内容及做法

在WJ-03-016地块科研商务金融项目中，苏州一建以BIM技术为核心，融合激光切割、智能焊接等先进设备，构建智慧工地管理体系，打通钢结构深化设计、数字化加工、智能焊接到现场安装的全流程链条，实现施工现场管理的数字化、智能化升级，为行业监管提供可追溯、可视化的管控范式。

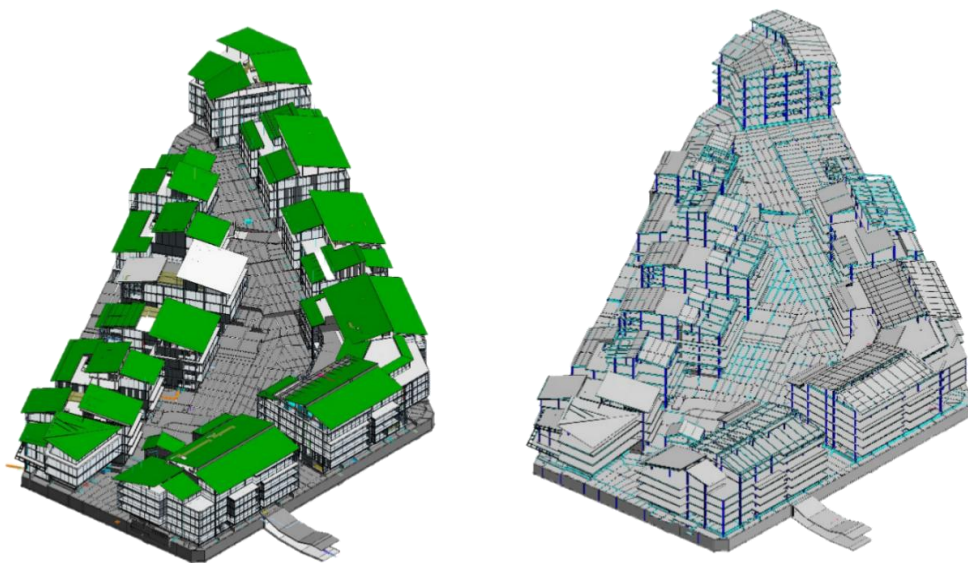
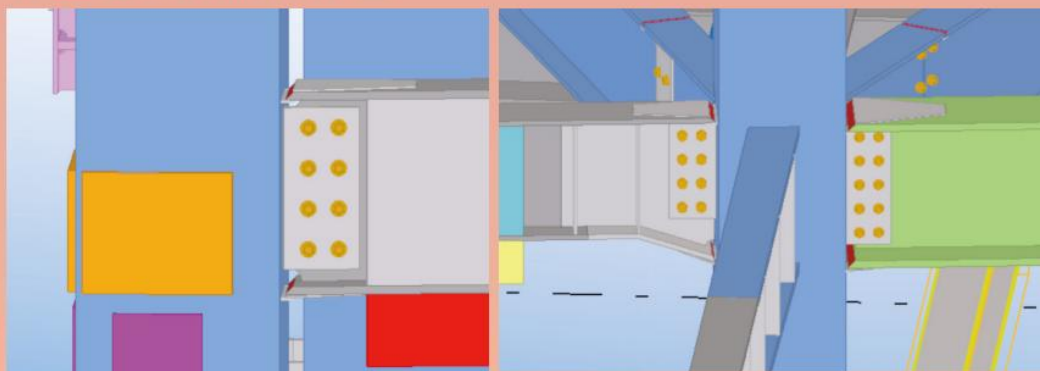


图3 全专业BIM模型

(一) 全链条协同：从设计到安装的BIM贯穿式管理

1. BIM模型深化阶段:基于设计院基础模型,通过BIM软件搭建全专业三维模型,重点完成钢结构节点深化梁柱刚接、梁梁铰接等8类节点详图,将设计意图转化为含加工工艺细节的生产模型,提前完成碰撞检查,消除设计冲突。

梁柱刚接节点深化详图



梁梁刚接节点详图

梁梁铰接节点详图

梁梁刚接节点深化详图

梁梁铰接节点深化详图

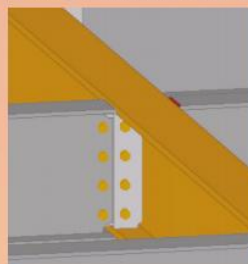
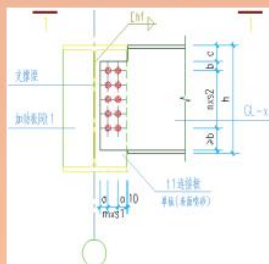
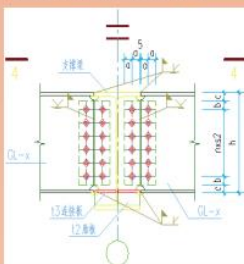


图4 钢结构节点深化图

2. 数字化加工阶段：BIM模型直接导出数控加工图纸，对接高精度光纤激光切割机，其数控系统集成先进的前瞻、速度规划、拐角拟合算法，确保运动过程平稳流畅，兼顾速度与精度，标称轨迹精度0.005mm、定位精度0.001mm。采用负焦点切割、零秒穿孔、飞行切割等先进工艺，实现高精度切割下料。精准生成构件下料单与物料清单，结合蛙跳切割工艺减少空程时间，切割效率较传统工艺提升100%以上，物料损耗降低15%。依托苏州一建钢结构管理平台，实时监控构件加工进度与质量状态，确保工厂生产节奏与现场安装计划精准匹配，构件到场即可安装，减少现场堆放时间30%。

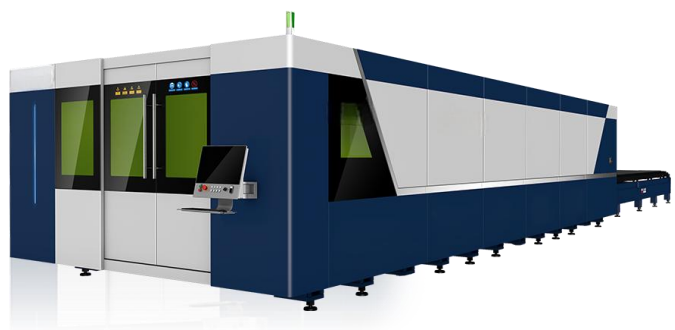


图5 激光切割机

光学参数	高精度光纤激光切割机
工作模式	连续/调制
中心辐射波长	1080±5nm
功率可调范围	10-100%
额定输出功率	30000W
光束质量	≤4.5 mm*mrad
调制频率	≥5kHz
传输光纤直径	100μ m
输出功率稳定度(长期)	±2%
电源	380VAC,50Hz， 三相五线连接
功耗	100kW

图6 激光切割机技术规格



图7 高精度激光切割场景实拍

苏州一建集团有限公司 内部系统

构件ID: 016 工程名称: 016 构件类型: 构件编号: 016

制作班组: 请选择 构件状态: 请选择 备注: 查询 重置

共 3630 条 选中 0 条 生成二维码 打印二维码 导出列表

ID	工程名称	构件类型	构件编号	型号规格	长度 (mm)	单重 (kg)	数量	已完成	已检验	已抛丸	已发货	入库日期
70281	(未加工)WJ-03-01...	BH梁柱	GKL4020A-22	PL8*376	7450	472.1	2	2	2	2	2	2025-11-12
70270	长三角016地块科研商务金融项目	RH梁柱	22C-4	C22A	6893	166	4	4	4	4	4	2025-11-10
70269	长三角016地块科研商务金融项目	RH梁柱	22C-3	C22A	6893	166	4	4	4	4	4	2025-11-10
70268	长三角016地块科研商务金融项目	RH梁柱	22C-2	C22A	6892	166	1	1	1	1	1	2025-11-10
70267	长三角016地块科研商务金融项目	RH梁柱	22C-1	C22A	6892	166	1	1	1	1	1	2025-11-10
70239	长三角016地块科研商务金融项目	BH梁柱	2-XGB-4	WH600*600*20*30	21981	12362.6	1	1	1	1	0	2025-11-04
70238	长三角016地块科研商务金融项目	BH梁柱	2-XGB-3	WH600*600*20*30	21975	12867.03	1	1	1	1	0	2025-11-04
70237	长三角016地块科研商务金融项目	BH梁柱	2-XGB-2	WH600*600*20*30	21981	12665.27	1	1	1	1	0	2025-11-04
70236	长三角016地块科研商务金融项目	BH梁柱	2-XGB-1	WH600*600*20*30	21981	12646.34	1	1	1	1	0	2025-11-04

图8 苏州一建钢结构管理平台截图

苏州一建集团有限公司 内部系统

发货ID: 016 工程名称: 016 物流公司: 请选择 发货时间: 开始日期 ~ 结束日期

状态: 请选择 查询 重置

共 156 条 导出列表

ID	工程名称	收货地点	价格 (元)	车辆信息	现场负责人	负责人电话	发货日期	状态
6533	长三角016地块科研商务金融项目	项目现场	600.00	豫MXH516	杜显锐	18118161250	2025-12-28	发货中
6532	长三角016地块科研商务金融项目	项目现场	1200.00	苏GN6612	郁星	13771827179	2025-11-29	发货中
6530	长三角016地块科研商务金融项目	项目现场	1200.00	苏ERN152	郁星	13771827179	2025-11-28	发货中
6523	长三角016地块科研商务金融项目	项目现场	1200.00	冀A709AL	郁星	13771827179	2025-11-27	已完成
6522	长三角016地块科研商务金融项目	项目现场	1200.00	苏GN6612	郁星	13771827179	2025-11-27	已完成
6521	长三角016地块科研商务金融项目	项目现场	1200.00	苏G7767E	郁星	13771827179	2025-11-26	已完成
6518	长三角016地块科研商务金融项目	项目现场	1200.00	冀A709AL	郁星	13771827179	2025-11-26	已完成
6514	长三角016地块科研商务金融项目	项目现场	1200.00	苏8IH168	郁星	13771827179	2025-11-26	已完成
6513	长三角016地块科研商务金融项目	项目现场	1200.00	苏GN6612	郁星	13771827179	2025-11-26	已完成
6512	长三角016地块科研商务金融项目	项目现场	1200.00	冀A709AL	郁星	13771827179	2025-11-25	已完成
6511	长三角016地块科研商务金融项目	项目现场	1200.00	苏G7767E	郁星	13771827179	2025-11-24	已完成
6510	长三角016地块科研商务金融项目	项目现场	1200.00	浙E58251	郁星	13771827179	2025-11-25	已完成
6509	(未加工)WJ-03-01...	项目现场	0.00	苏ERN152	黄付	18012767582	2025-11-23	已完成
6508	长三角016地块科研商务金融项目	项目现场	1200.00	冀A709AL	郁星	13771827179	2025-11-24	已完成

图9 苏州一建钢结构管理平台截图

3. 智能焊接阶段：引入焊接协作机器人，针对钢柱对接、梁柱连接等关键焊缝实现全自动焊接。采用多层多道焊技术，结合焊缝追踪与焊道微调功能，自适应工件尺寸误差 $0\sim 3\text{mm}$ 间隙，保证焊接质量一致性。机器人替代人工完成60%以上的焊缝作业，大幅减少高空焊接作业时间，降低安全风险。



图10 焊接协作机器人调试场景



图11 焊接协作机器人应用场景

4. 虚拟预拼装与现场安装阶段：在BIM环境中完成100%构件虚拟预拼装，提前发现安装偏差，将现场安装定位误差控制在5mm以内。现场采用“平面分区、立面分节”的安装策略，通过BIM模型可视化指导吊装作业，实现16-1#、16-2#楼多区域同步施工，安装效率提升20%。

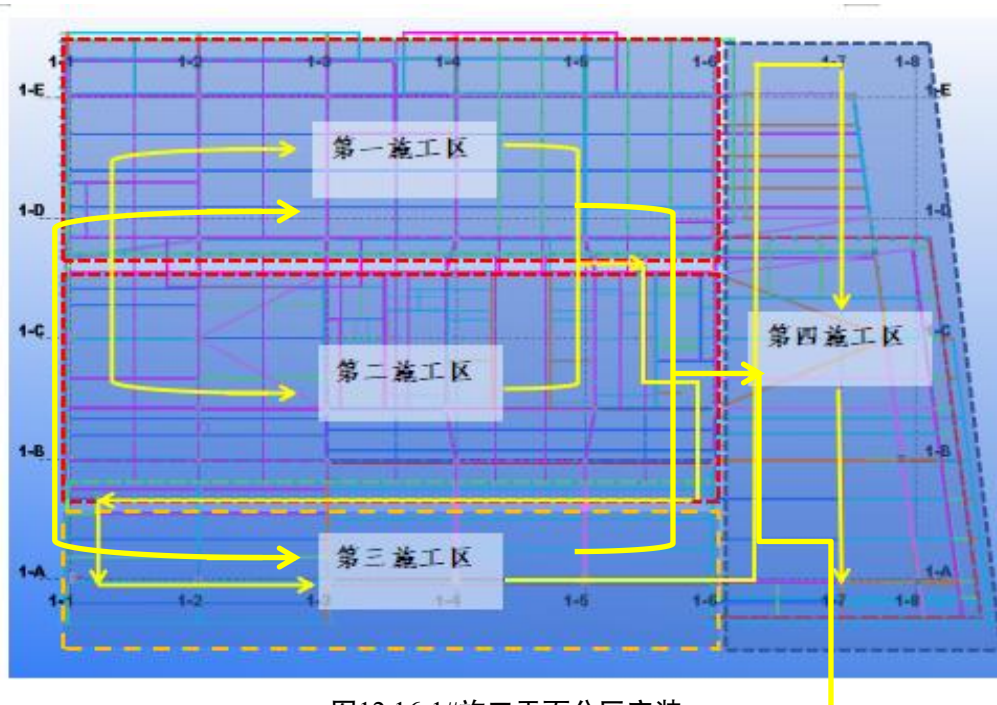


图12 16-1#施工平面分区安装

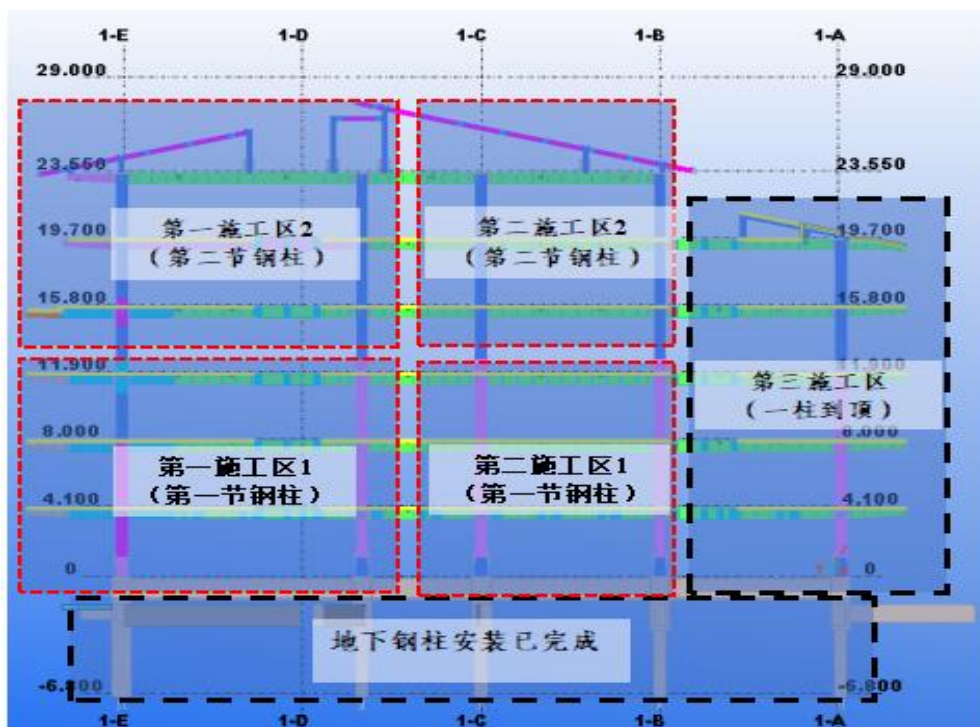


图13 16-1#立面分区安装

（二）三大创新举措，保障BIM应用落地见效

1. 跨方协同管理平台：搭建业主、设计、加工、施工四方共享的BIM协同平台，所有设计变更、技术交底、进度计划均通过平台发布。设计变更后12小时内完成模型更新，加工与安装环节同步调整，避免信息滞后导致的返工，累计减少变更响应时间40%。

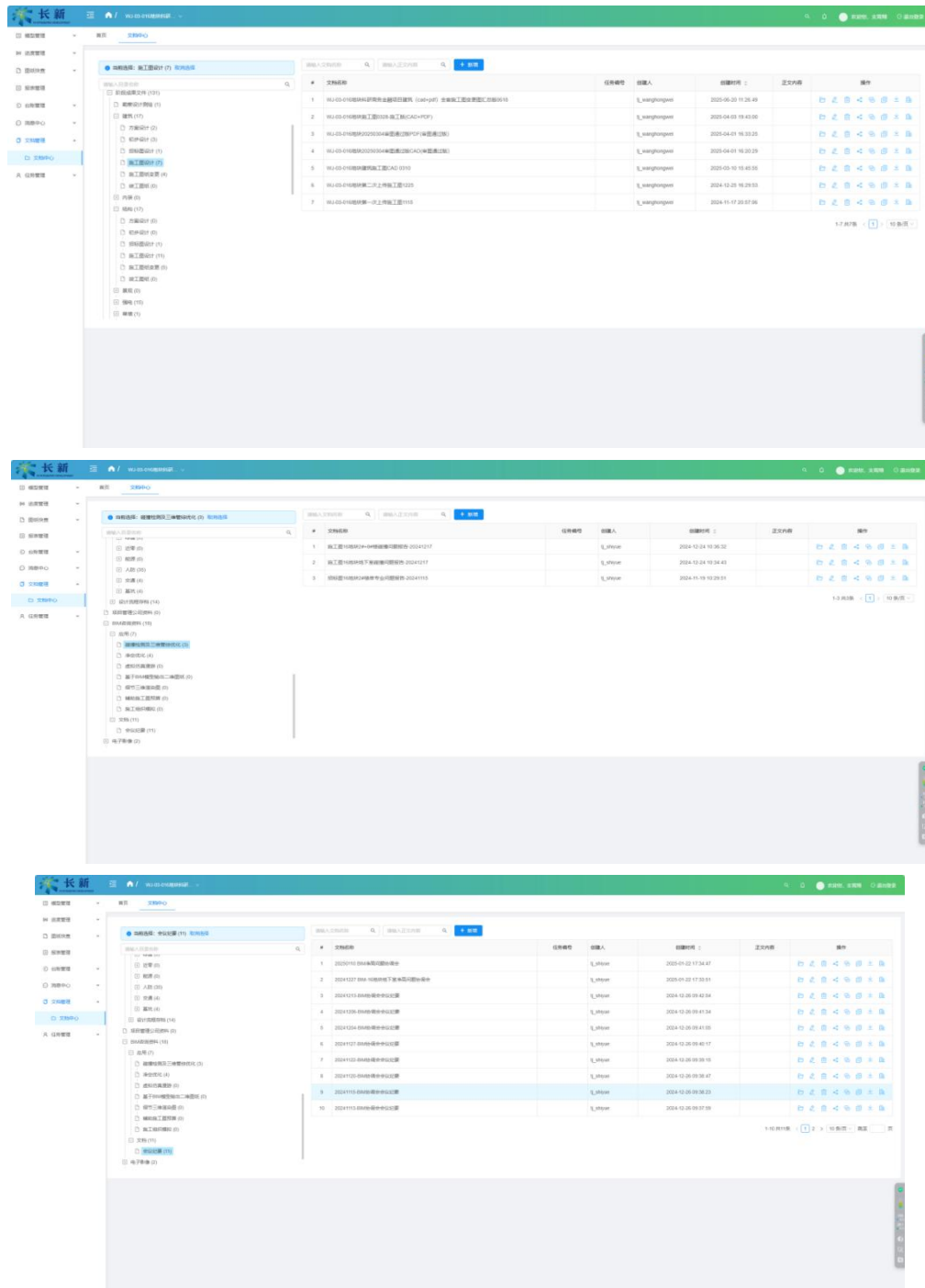


图14-16 BIM协同管理平台应用

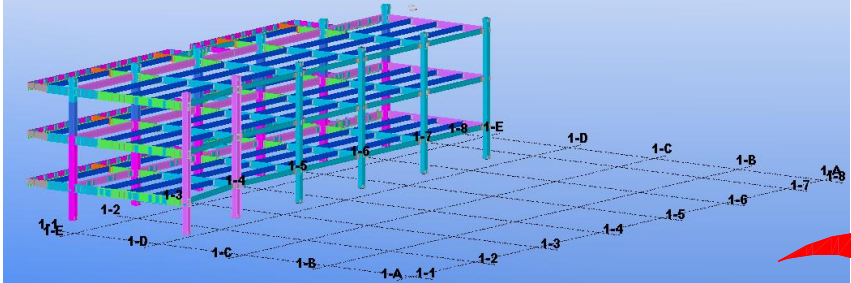
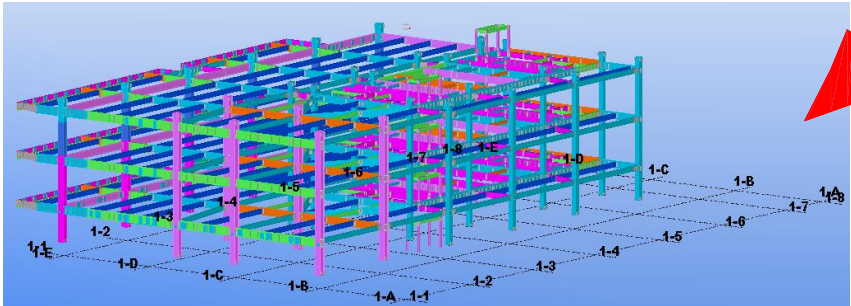
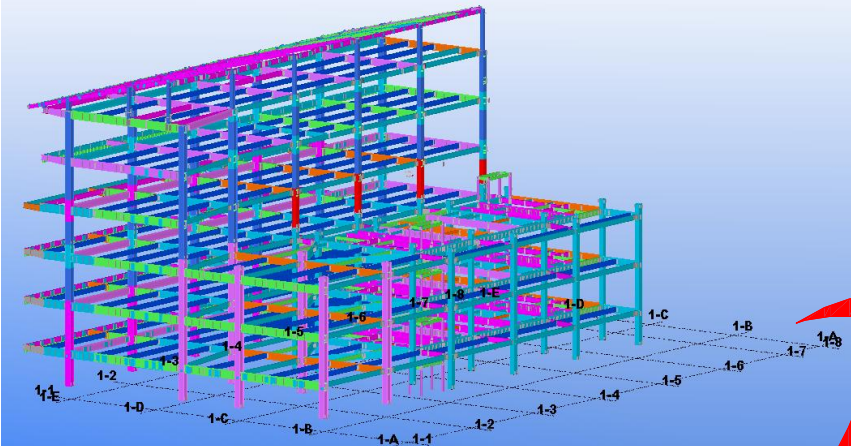
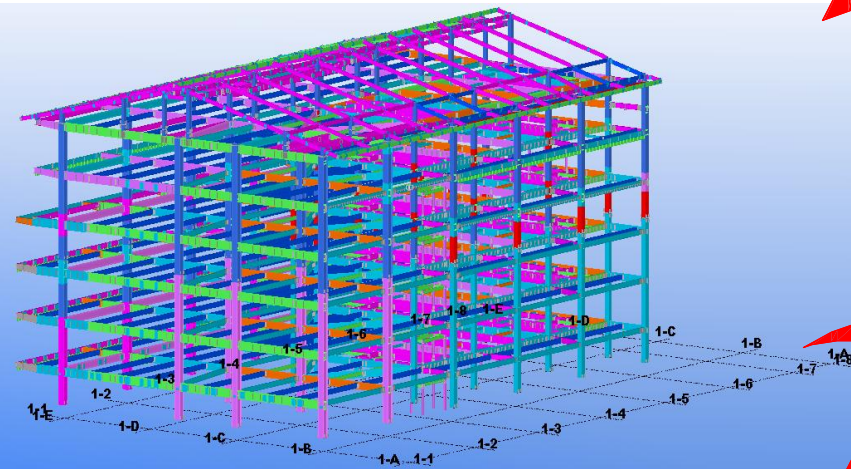
2. 质量数字化管控：通过BIM模型关联构件全生命周期质量数据，从原材料进场复试到焊缝探伤，所有质量信息实时上传平台，形成“一构件一档案”，项目可通过平台远程调取质量数据，实现质量管控可视化、可追溯。



图17-19 BIM模型关联构件全生命周期质量数据应用

3. 智能焊接+BIM模拟：针对项目焊接工作量大、高空作业风险高的特点，通过BIM模拟优化焊接路径与作业顺序，减少高空焊接作业量。激光切割机与焊接机器人

结合模拟数据实现精准加工与焊接，将焊接合格率从传统人工的92%提升至99.8%，同时降低焊接烟尘对作业环境的影响。

步骤	步序图示
第一施工区1、第二施工区1跨外同步节间安装；阶段退装。	 
第一施工区2、第二施工区2跨外同步节间安装；阶段退装。	 

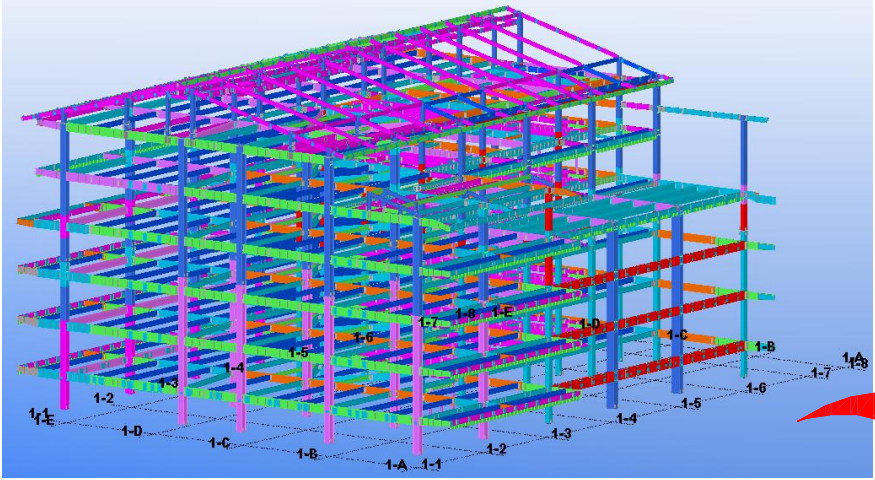
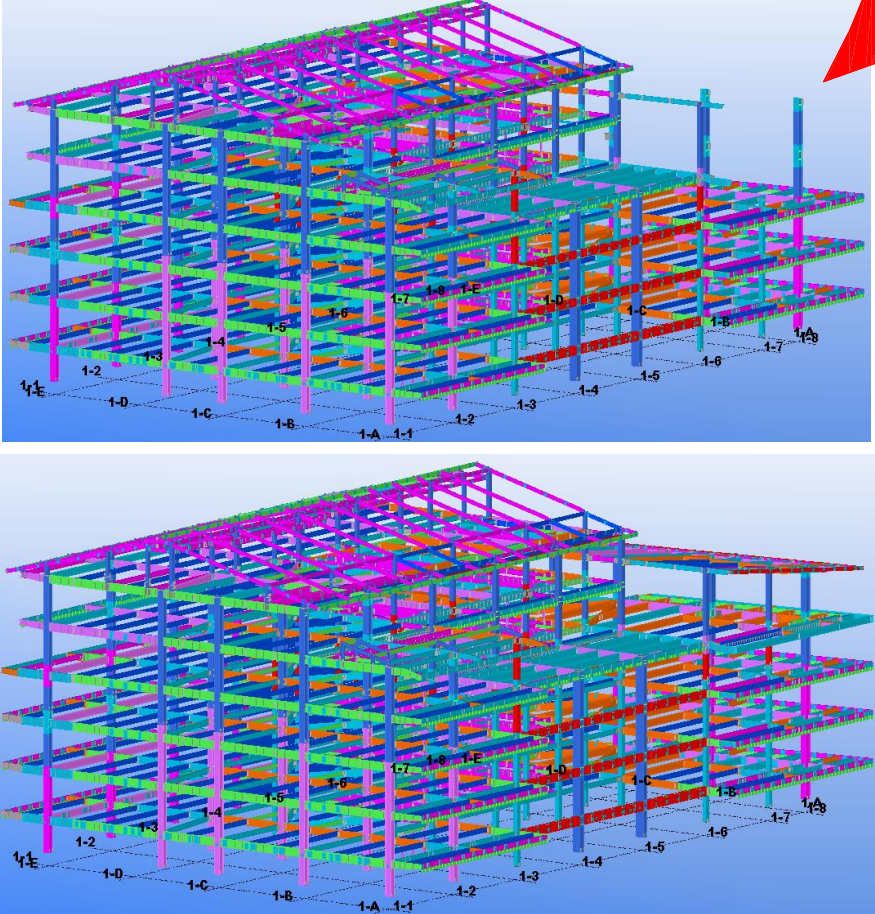
步骤	步序图示
第三施工区跨外节间安装；阶段退装。	
第四施工区1、第四施工区2跨外节间安装；阶段退装。	

图20 智能焊接模拟步序图

三、应用成效

1. 解决的核心问题

设计与施工断层：通过BIM深化设计提前消除碰撞冲突；

信息协同低效：跨方BIM平台实现变更实时同步，解决传统沟通滞后问题；

质量管控盲区：全流程数据追溯，破解原材料、焊缝质量无法有效监管的痛点；
安全与效率矛盾：智能设备替代人工高空作业，平衡施工效率与安全风险；
物料损耗浪费：数字化加工精准下料，降低钢材损耗率。

2. 实际应用效果

效率提升：钢结构安装周期缩短15%，切割效率较传统工艺翻倍，构件到场即安装，减少现场堆放时间；

成本节约：物料损耗降低15%，累计节约成本8%，减少返工情况；

质量升级：焊接合格率从92%提升至99.8%，安装定位误差控制在 $\pm 5\text{mm}$ 内；

安全优化：机器人替代60%高空焊接作业，全年未发生焊接安全事故；

监管提效：行业监管部门可通过平台实时追溯质量数据，监管覆盖率提升。

3. 行业借鉴与推广价值

全流程数字化范式：构建“BIM+智能设备+协同平台”的钢结构管控模式，为行业提供可复制的智慧工地解决方案；

监管创新路径：质量数据全链条可追溯，为政府监管从“事后检查”转向“事前预防”提供技术支撑；

技术融合标杆：激光切割、智能焊接与BIM的深度融合，推动传统钢结构施工向数字化、智能化转型，尤其适合超高层、大跨度等复杂钢结构项目推广应用。

应用场景二十四

全场景无感立体定位可视化智能安全帽应用

工程项目：DK20240114 地块土建及安装工程（不含桩基、基坑围护）

施工单位：苏州第一建筑集团有限公司、中铁建工集团华东建设有限公司

集成服务商：江苏鼎思科技发展有限公司

监督机构：苏州工业园区建设工程质量安全监督站

一、项目概况

桑田科学岛科创中心DK20240114地块项目，由苏州一建与中铁建工华东公司联合承建，总建筑面积230431.94㎡，造价85376万元，建筑层数10~17层，以省优扬子杯、省标化二星为创优目标。项目智慧化建设基础扎实，已深度应用无人机 AI 巡检、建筑机器人、5G 无人塔吊、无人驾驶施工升降机等智能建造技术。

项目安全管理长期面临四大痛点：人员实时位置难以掌握、有限空间 / 动火 / 高处作业等高风险场景监管缺位、管理人员履职过程无法追溯、劳务用工与工资发放存在纠纷隐患。为此，项目引入全场景无感立体定位可视化智能安全帽系统，通过集成定位、感知与语音交互功能，构建“人—机—环—管”协同的智能监管体系，实现安全管理从“事后整改”向“事前预防、事中管控”转变。



图 1 项目航拍实景图



图 2 项目建设效果图

二、应用场景的内容及做法

1. 智能安全帽硬件与主要功能

本项目采用的全场景无感立体定位可视化智能安全帽系统，集成了多模融合定位模块、六轴加速度传感器、语音交互模块、物理功能按键四大核心硬件，可实现以下核心功能：

- 头部撞击报警：内置加速度传感器实时监测撞击力度，超过阈值自动触发本地语音报警并向平台推送预警信息；
- 一键呼救：安全帽侧方设置独立物理 SOS 按键，按下后立即向管理人员发送精准位置报警；
- 一键撤离：管理人员可通过平台向指定区域所有安全帽发送语音撤离指令，安全帽自动播报撤离提醒；
- 具备脱帽报警、静止预警、坠落预警、禁区闯入等128种预警功能，覆盖危险源、危险作业和生命监测三大类别。



图 3-4 智能安全帽硬件展示



图5 智能安全帽预警功能展示

2. 三维立体定位与连续轨迹追踪

系统采用“无线传感网 + 多模融合定位”自研技术, 仅需在项目周边部署 3-4 个定位基站, 即可实现全场景无死角信号覆盖, 无需在楼层内部署额外设备:

- 三维立体定位: 可精准识别人员所在楼层、区域, 在建筑三维模型中实时标注人员位置;

●连续轨迹追踪：自动记录人员全天行动轨迹，可回溯任意时间段的活动路线，支持按区域、按人员查询轨迹。



图6 全场景无感立体定位可视化智能安全帽系统平台



图7 人员三维立体定位与轨迹追踪详情

3. 劳务用工全流程数字化管理

工人进场时，实现“智能安全帽 - 人员身份 - 实名制闸机”三方核验一致方可通过，确保考勤为本人实际在场时长。平台联动电子合同、考勤数据与计量数据，自动生成智能工资表，实现工资预结、审批、发放全流程在线管理，从源头避免劳务纠纷。人员佩戴安全帽进入现场即自动开机定位，实现全场景无感考勤与人帽一致性校验。



图 5 实名制道闸与智能安全帽联动核验

4. 有限空间作业闭环管控

项目部辨识有限空间后部署预警信标，作业必须通过平台提交申请并获批后方可施工。监护人员需全程在岗，与作业人员保持实时联络，合规时安全帽自动语音播报；未经申请擅自作业或监护人缺岗，系统自动向负责人、监督员预警。所有作业申请、合规记录、非法闯入信息全部同步平台留存，实现全程可追溯。



图8 有限空间作业管控

序号	作业时间	作业地点	作业人员	作业类型	作业状态	作业结果
1	2025-05-28 06:30:00	二、三、四、五、六、七、八、九、十、十一、十二、十三、十四、十五、十六、十七、十八、十九、二十、二十一、二十二、二十三、二十四、二十五、二十六、二十七、二十八、二十九、三十、三十一、三十二、三十三、三十四、三十五、三十六、三十七、三十八、三十九、四十、四十一、四十二、四十三、四十四、四十五、四十六、四十七、四十八、四十九、五十、五十一、五十二、五十三、五十四、五十五、五十六、五十七、五十八、五十九、六十、六十一、六十二、六十三、六十四、六十五、六十六、六十七、六十八、六十九、七十、七十一、七十二、七十三、七十四、七十五、七十六、七十七、七十八、七十九、八十、八十一、八十二、八十三、八十四、八十五、八十六、八十七、八十八、八十九、九十、九十一、九十二、九十三、九十四、九十五、九十六、九十七、九十八、九十九、一百	曹文平	未申请作业	已处理	
2	2025-05-28 16:09:58	二、三、四、五、六、七、八、九、十、十一、十二、十三、十四、十五、十六、十七、十八、十九、二十、二十一、二十二、二十三、二十四、二十五、二十六、二十七、二十八、二十九、三十、三十一、三十二、三十三、三十四、三十五、三十六、三十七、三十八、三十九、四十、四十一、四十二、四十三、四十四、四十五、四十六、四十七、四十八、四十九、五十、五十一、五十二、五十三、五十四、五十五、五十六、五十七、五十八、五十九、六十、六十一、六十二、六十三、六十四、六十五、六十六、六十七、六十八、六十九、七十、七十一、七十二、七十三、七十四、七十五、七十六、七十七、七十八、七十九、八十、八十一、八十二、八十三、八十四、八十五、八十六、八十七、八十八、八十九、九十、九十一、九十二、九十三、九十四、九十五、九十六、九十七、九十八、九十九、一百	周江国	已申请作业未监护	已处理	
3	2025-05-29 06:30:00	二、三、四、五、六、七、八、九、十、十一、十二、十三、十四、十五、十六、十七、十八、十九、二十、二十一、二十二、二十三、二十四、二十五、二十六、二十七、二十八、二十九、三十、三十一、三十二、三十三、三十四、三十五、三十六、三十七、三十八、三十九、四十、四十一、四十二、四十三、四十四、四十五、四十六、四十七、四十八、四十九、五十、五十一、五十二、五十三、五十四、五十五、五十六、五十七、五十八、五十九、六十、六十一、六十二、六十三、六十四、六十五、六十六、六十七、六十八、六十九、七十、七十一、七十二、七十三、七十四、七十五、七十六、七十七、七十八、七十九、八十、八十一、八十二、八十三、八十四、八十五、八十六、八十七、八十八、八十九、九十、九十一、九十二、九十三、九十四、九十五、九十六、九十七、九十八、九十九、一百	曹文平	未申请作业	已处理	
4						

图9 有限空间作业管理平台截图

5. 动火作业人机协同管控

智能安全帽与电焊机通过物联网实现联动管控，具体实现流程如下：

- 身份与权限校验：作业人员佩戴的智能安全帽自动识别人员身份、动火作业资质，验证是否在批准的作业时间、作业区域内；
- 监护人在岗校验：系统实时定位监护人位置，确认监护人在作业现场监护范围内；
- 设备联动解锁：以上“人、时间、地点、资质、监护”五大要素全部校验通过后，电焊机自动通电解锁，允许作业；
- 过程实时管控：作业过程中，若监护人离开作业区域，系统立即触发断电机制，电焊机自动停止供电；若作业人员超出批准的作业区域，安全帽自动语音提醒并向管理人员预警；
- 数据自动留存：动火结束后，所有作业数据自动流转至平台存档，实现全程可追溯。



图10 动火作业管控



图11动火作业管理实拍图



图12 智能安全帽与电焊机联动

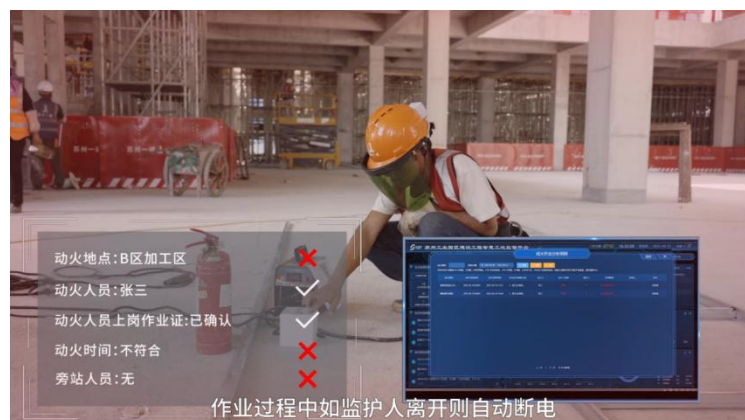


图13 监护人离岗 电焊机自动断电

6. 管理人员履职数字化追溯

构建“多维感知 - 智能中枢 - 场域决策”管理体系，平台自动分析人员轨迹与记录，形成“检查轨迹精准校验 - 隐患定位 - 整改跟踪 - 闭环验证”的数字化管理动线，线上自动沉淀巡检日志、旁站记录等管理痕迹，彻底杜绝“人不在岗、虚假检查、形式开单”等形式主义管理问题。



图14 安管人员现场巡检记录

三、应用成效和价值

1. 解决的实际问题

系统针对性破解了建筑行业四大共性痛点：人员位置无法实时掌握、高风险作业监管缺位、管理履职无法追溯、劳务工资纠纷隐患，实现了安全管理全流程数字化、可追溯。

2. 产生的实际效果

- 安全管理：安全履职达标率提升至 96.7%，违规作业预警响应时间缩短至 10 秒内，有效杜绝无证动火、违规进入有限空间等高危行为；
- 劳务管理：实现全场景无感考勤，工资发放全流程在线化，讨薪事件同比降低 60% 以上，从源头化解劳务纠纷；
- 管理效率：管理人员现场履职时长平均提升 30%，虚假巡检、形式主义管理现象基本杜绝。

3. 推广价值

系统为工程行业提供了可复制、可落地的数字化安全管理范式，通过软硬件全栈自研实现了复杂施工环境下的低成本立体定位，不仅能帮助企业大幅降低安全事故风险与劳务纠纷成本，更推动行业安全管理从“被动整改”向“主动预防”转变，适用于各类房建、市政工程项目的安全管理数字化升级，具备广泛的行业推广价值。

悬挑卸料平台智能监测系统 在工程项目应用实践

工程项目：狮山商务创新区数创国际产业融合发展项目

施工单位：中铁建工集团有限公司

集成服务商：中亿丰数字科技集团有限公司

监督机构：苏州高新区（虎丘区）建设工程安全监督站

一、项目概况

狮山商务创新区数创国际产业融合发展项目坐落于江苏省苏州市高新区珠江路161号，规划用地面积47752.9m²，总建筑面积约250290.92m²。项目建设内容涵盖研发办公楼、生产厂房、配套商业、地下车库、人防工程及各类设备用房，属于多业态综合性建筑工程，同时也是苏州市重点智能建造试点工程与产业升级示范项目，施工标准高、示范意义强。

传统卸料平台管理完全依赖现场管理人员经验，人工巡检存在滞后性、主观性强等短板，普遍存在超载工况难以管控、平台倾斜姿态无法实时感知、安全隐患排查不及时等问题，极易引发倾覆、坠落等安全事故，现场安全管控压力极大。为彻底破解传统管理痛点，全面提升施工现场安全数字化管控水平，本项目引入悬挑卸料平台智能监测系统，依托物联网传感技术、边缘计算技术，深度融合智慧工地管理平台，搭建“人、机、料、法、环”全方位一体化安全监测管控体系，实现卸料平台运行状态实时感知、风险智能预警、远程精准管控，为高层建筑高空物料转运安全筑牢数字化保障。



图1 项目现场航拍实景图



图2 项目效果图

二、应用场景的内容及做法

本项目悬挑卸料平台智能监测系统，围绕“安全监测—智能预警—联动控制—数据追溯”全流程管理目标，搭建多源数据感知、智能分析研判、闭环精准管控的一体

化应用体系，革新传统人工管控模式，实现施工现场高空物料转运作业的精细化、数字化与智能化管理，全面提升临时设施安全管控标准化水平。

（一）系统硬件组成与部署

结合各楼栋悬挑卸料平台分布特点与施工工况，本系统采用标准化硬件部署，搭建稳定、精准、全天候的感知架构，各类设备各司其职、协同联动，具体硬件配置及功能如下：

一是高精度MEMS型倾角传感器，实时监测平台X、Y双向倾角，精度可达 $\pm 0.05^{\circ}$ ，精准捕捉平台微小姿态偏移，提前识别结构失稳风险。

二是0~5t量程多点拉压力称重传感器，均匀布设于平台四个吊点，实现荷载分布式采集，核算平台实时总荷载与偏载状态，防范局部超载、偏载隐患。

三是工业级无线数据采集终端，支持4G/NB-IoT双网络传输，集成数据采集、边缘计算、协议转换等功能，具备断网续传能力，保障监测数据完整、不丢失。

四是 $\geq 110\text{dB}$ 现场声光报警系统，针对超载、倾斜异常等危险工况启动预警，实现现场即时警示、快速干预。

五是户外LED信息显示屏，动态展示平台荷载、倾角、设备运行状态及预警信息，实现现场管控可视化。

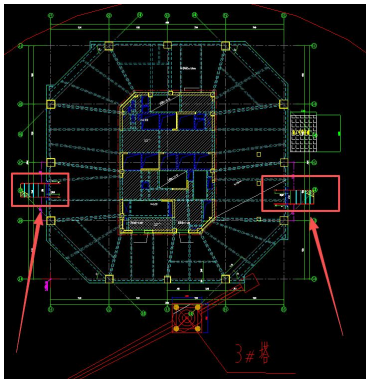
六是工业级网关设备，汇总各卸料平台监测数据，统一接入项目智慧工地管理平台，实现集中管控。

七是太阳能供电与储能系统，适用于无外接电源的平台，可保障设备7×24小时运行，阴雨天气续航不低于7天，适配户外施工环境。

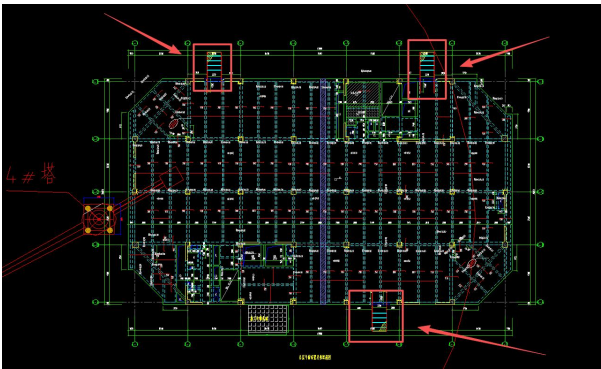


图3 硬件布设示意图：卸料平台主梁、吊点及四角传感器安装结构图

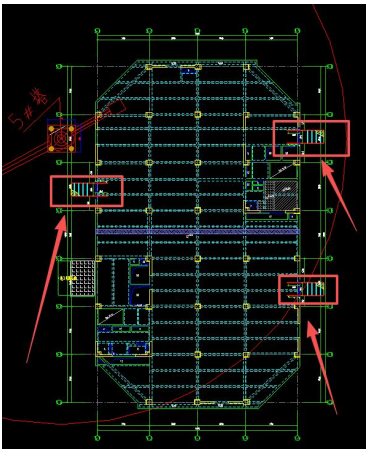
硬件设备在现场的布置示意图如下：



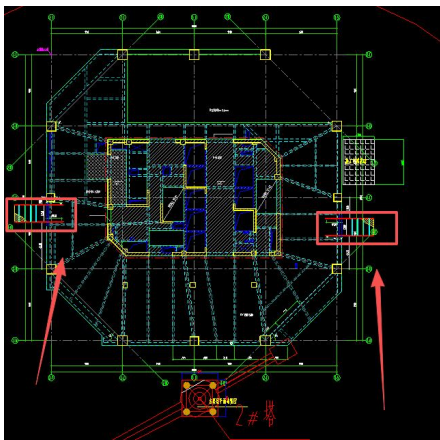
3#楼卸料平台两台



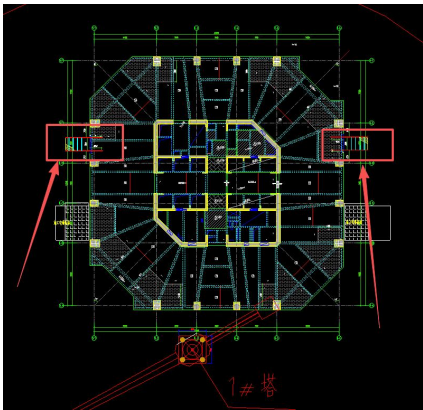
4#楼卸料平台三台



5#楼卸料平台三台



2#楼卸料平台两台



1#楼卸料平台两台

图4-8 设备部署示意图

(二) 软件平台架构与系统功能

系统软件依托项目智慧工地管理平台搭建，采用模块化设计，各功能模块协同运行、数据互通，构建全维度数字化管控体系，核心功能如下：

一是实时状态监测模块，全天候采集平台荷载、倾角、设备电量、在线状态等数据，实现卸料平台运行状态透明化监测。

二是智能预警与分级控制模块，以平台1.5t额定载荷为标准，建立三级预警体系，对不同超限工况启动差异化管控策略，实现风险分级精准处置。

三是3D/BIM可视化模块，将卸料平台实体结构与实时监测数据融合，直观展示结构状态、监测数据和运行工况，实现可视化管控。

四是历史数据分析模块，自动存储荷载变化曲线、报警记录、设备运行日志，支持后期数据趋势分析、隐患溯源与责任追溯。

五是设备运维管理模块，实时监测硬件运行状态，预判设备故障、评估使用寿命，自动生成维保计划，持续保障设备稳定运行。

六是多端协同管理模块，兼容PC端、移动端、大屏端登录，实现远程查看、动态监管、协同处置，提升管理效率。

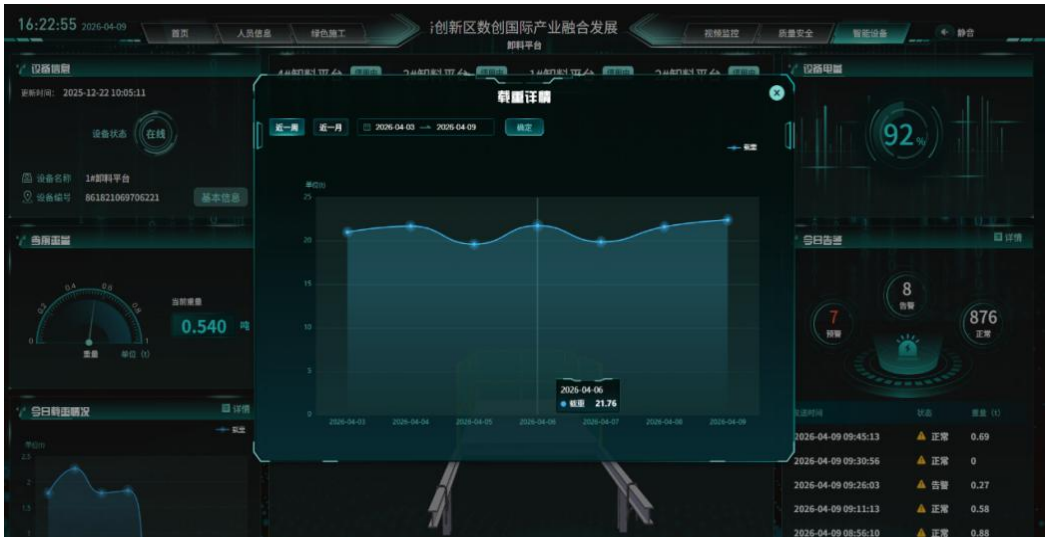


图9 软件平台界面图：卸料平台实时荷载监测与预警控制界面

（三）场景实施处置机制

项目采用“多源传感+算法融合+分级控制”的技术路线，保障监测精准、管控高效。

在卸料平台主梁、钢丝绳、支座等关键受力点位布设 $\pm 2\mu\varepsilon$ 高精度应变传感器，设置1~10Hz动态采样频率，实时捕捉受力变化；同时，结合四点吊点称重数据，通过多源数据融合算法计算平台实时总荷载，从重量、姿态两个维度判定安全状态，有效规避单一监测方式局限。

系统以1.5t设计载荷为基准，建立三级阈值控制机制：1.2t（80%额定载荷）为预警阶段，LED屏幕亮起黄色提示，提醒现场人员及时减载；1.5t（100%额定载荷）为告警阶段，启动现场声光报警，禁止继续卸料作业；1.65t（110%额定载荷）为紧急阶段，触发红色紧急报警，同步强制停止卸料作业。

系统联动智慧工地平台、现场广播系统、项目管理移动端APP，形成“现场声光警示+远程消息推送+管理人员闭环干预”的三重联动管控模式，确保安全风险第一时间发现、第一时间处置、全程可追溯。



图10 软件平台APP界面图：卸料平台实时荷载监测与预警控制

三、应用成效和价值

悬挑卸料平台智能监测系统在本项目全面落地应用后，颠覆传统人工管控模式，实现项目施工安全、管理效率、经济效益三重提升。

一是在安全管理层面，系统依托全天候24小时不间断实时监测与分级智能预警机制，精准预判、快速处置平台超载、姿态倾斜等各类安全隐患，从源头杜绝卸料平台倾覆、物料坠落等安全事故，项目相关安全事故发生率降至0，设备运行数据、预警数据、处置数据可追溯率实现100%全覆盖。

二是在管理效率层面，系统实现所有卸料平台数据统一汇聚、集中监控、自动更新，彻底替代传统人工每日台账统计、现场巡检记录的管控模式。经项目统计，卸料平台整体管理效率提升约60%，单台设备日常管控耗时缩减95%，有效降低现场安全

管理的人工成本与时间成本。

三是在经济效益层面，通过系统智能调度与实时状态监测，优化塔吊与卸料平台协同作业流程，有效减少物料转运等待时长，物料周转效率显著提升。项目物料等待时间减少30%，卸料平台设备整体利用率提升45%，设备运维人工、耗材等成本降低50%，项目累计节约施工综合成本约28万元。



图11 卸料平台传感器



图12 卸料平台报警仪

利用智能地磅系统对建筑主材的管理应用

工程项目：苏州智造谷科技发展有限公司新建相城区智能建造装备项目

施工单位：中亿丰建设集团股份有限公司、江苏省建设集团有限公司

集成服务商：中亿丰数字科技集团股份有限公司

监督机构：苏州市相城区建设工程质量安全监督中心

一、项目概况

本项目位于苏州市相城区渭塘镇，东侧是北雪泾路，北侧是凤阳路，西侧是澄阳路。本项目总建筑面积约为271181m²，地上建筑面积250665m²，地下建筑面积20516m²。最大高度73.65米，最大跨度23.4米，层数15层，地下1层，结构类型框架、框筒、钢框结构。其中一期建筑面积112951.56m²，包含6栋建筑及一层地下室，其中研发中心十五层、孵化中心十五层、会议中心四层、裙房车间二层、园区配套二层、公共停车楼六层。

项目根据《关于加强全市房屋市政工程智慧工地建设的通知》建设智慧工地，建设标准、内容符合建设要求，并全面接入属地智慧监管平台。



图1 项目区位图



图2 项目航拍图



图3 项目效果图

二、典型应用场景的内容及做法

1. 材料管理：系统具备自动化控制功能，包括称重、数据记录、报表生成等，能自动完成重量测量，减少人工操作，准确记录、存储和管理称重数据，确保数据的可靠性和完整性，系统具备相应的视频监控设备抓拍进出场车辆照片，确保数据的真实性和可信度。同时供应商填报的材料工程量数据和地磅原始称重数据对比,超出预警阈值,触发报警规则,消息推送至材料员、项目经理等不同岗位的手机，实现材料量的实时精准化管理。称重完成后的数据对接集团业财一体化系统，完成材料入库量的数据对接。钢筋混凝土进出场称重管理、皮毛净重分类汇总、小程序拍照识别钢筋数量。



图4 称重流程图1

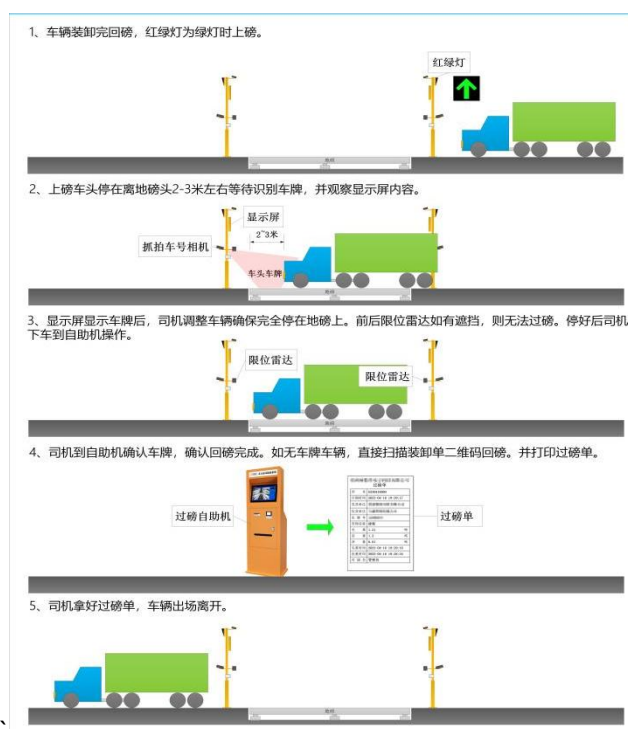


图5 称重流程图2

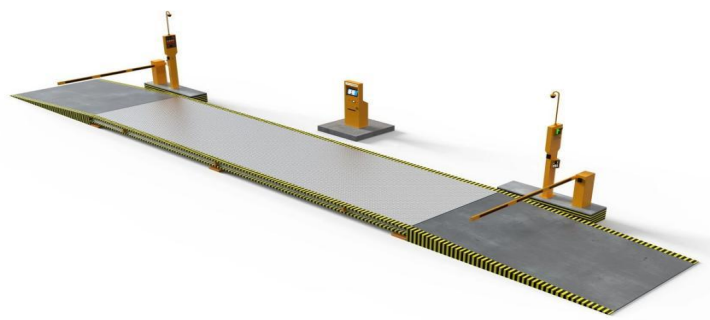


图6 智能地磅图



图7 智能地磅管理流程图

2. 材料进出场流程：材料进出场严格执行闭环管理、源头核验、全程受控流程，依托智能地磅实现车牌自动识别、无人值守称重、数据自动采集、影像同步留痕；从进场验收、计量称重、单据生成、系统上传至出场核销全环节标准化、无纸化作业，减少人为干预、保障计量精准、提升通行效率，实现物资流转可追溯、可核查、可管控，全面提升项目物资管理规范化、智能化水平。

发货填报

填报信息 历史数据

单据编号 系统自动生成

*材料名称 请选择材料名称

*规格 请选择规格/强度

*项目名称 苏地 2022-WG-16号地块（暂定名：航...

*供应商名称 航空航天项目部

*车牌号 请输入车牌号

*司机 请输入司机

*联系方式 请输入联系方式

毛重 请输入本次毛重 kg

皮重 请输入本次皮重 kg

净重 0 kg

备注 请输入备注

图8 小程序发货填报



图9 车辆进场过磅

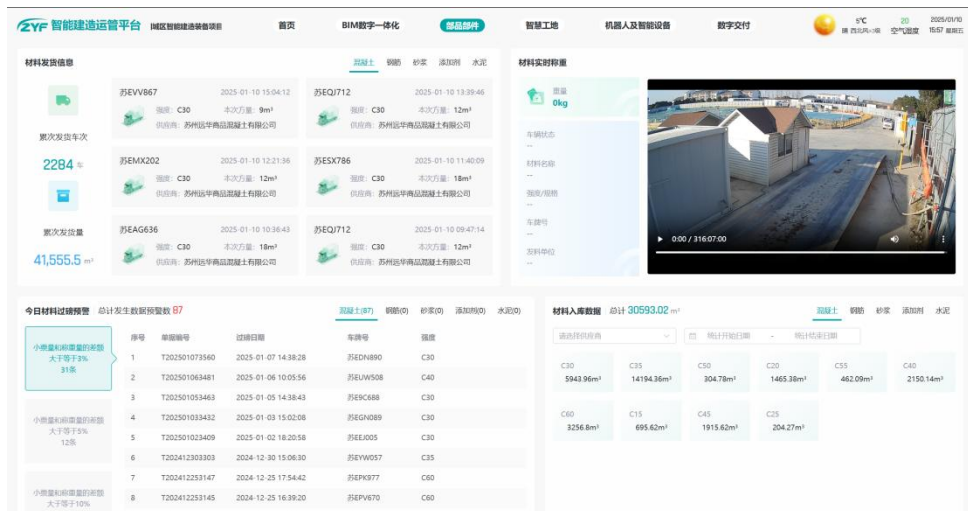


图10 主材数据监控

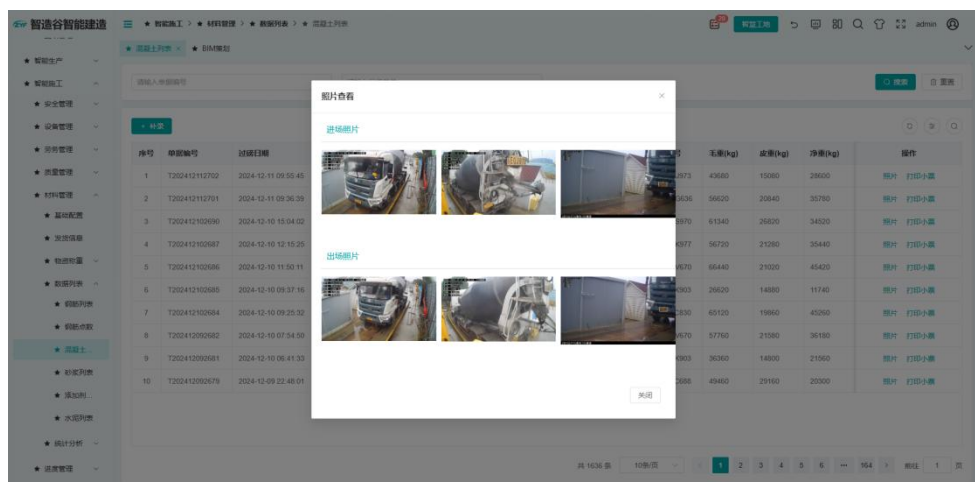


图11 车辆进场照片记录



图12 车辆进场照片查看



图13 称重出具回磅单

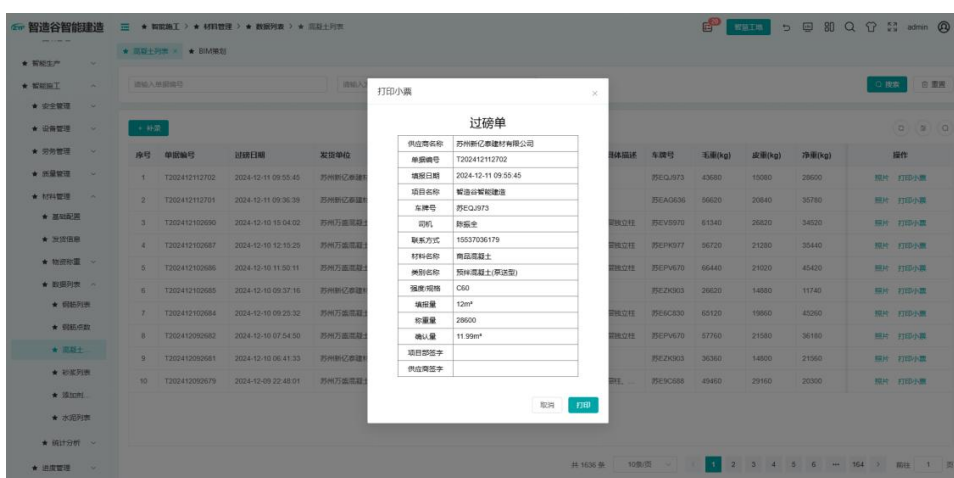


图14 材料称重小票

序号	发货单位	强度	材料类别	材料编码	浇筑部位	部位具体描述	车牌号	毛重(kg)	皮重(kg)	净重(kg)	容重(kg/m³)	方量(m³)	填板方量	操作
11 09 55 45	苏州新亿泰建材...	C60	预拌混凝土	80210611	桩: 其他		苏EQ973	43680	15080	28600	2385.2	11.99	12	照片 打印小票
11 09 36 39	苏州新亿泰建材...	C60	预拌混凝土	80210611	桩: 其他		苏EAG636	56620	20840	35780	2385.2	15	15	照片 打印小票
10 15 04 02	苏州万通混凝土...	C60	预拌混凝土	80210611	桩: 其他	A1二层独立柱	苏EVS970	61340	26620	34520	2385.2	14.47	17	照片 打印小票
10 12 15 25	苏州万通混凝土...	C60	预拌混凝土	80210611	桩: 其他	A1二层独立柱	苏EPK977	56720	21280	35440	2385.2	14.86	15	照片 打印小票
10 11 50 11	苏州万通混凝土...	C60	预拌混凝土	80210611	桩: 其他	A1二层独立柱	苏EPV670	66440	21020	45420	2385.2	19.04	19	照片 打印小票
10 09 37 16	苏州新亿泰建材...	C40	预拌混凝土	80211007	桩: 其他		苏EZK903	26620	14880	11740	2348.3	5	5	照片 打印小票
10 09 25 32	苏州万通混凝土...	C60	预拌混凝土	80210611	桩: 其他	A1二层独立柱	苏EGC830	65120	19860	45260	2385.2	18.98	19	照片 打印小票
10 07 54 50	苏州万通混凝土...	C60	预拌混凝土	80210611	桩: 其他	A1二层独立柱	苏EPV670	57760	21580	36180	2385.2	15.17	16	照片 打印小票
10 06 41 33	苏州新亿泰建材...	C35	预拌混凝土	80210806	桩: 其他		苏EZK903	36360	14800	21560	2324.9	9.27	9	照片 打印小票
09 22 46 01	苏州万通混凝土...	C30	预拌混凝土	80210805	桩: 其他	A2二层柱...	苏EKC688	49460	29160	20300	2312.6	8.78	14	照片 打印小票

图15 混凝土称重列表

序号	发货单位	强度	材料类别	材料编码	浇筑部位	部位具体描述	车牌号	毛重(kg)	皮重(kg)	净重(kg)	容重(kg/m³)	方量(m³)	填板方量	操作
024-11-30 07 07 22	南京磊磊													
024-11-11 09 33 45	南京磊磊													
024-11-02 13 53 53	南京磊磊													
024-11-02 07 02 43	宁波新磊													
024-10-24 07 48 31	南京磊磊													
024-10-23 09 02 39	南京磊磊													
024-10-15 14 32 53	南京磊磊													
024-10-15 07 35 34	宁波新磊													
024-10-15 06 29 56	宁波新磊													

图16 数据预警推送

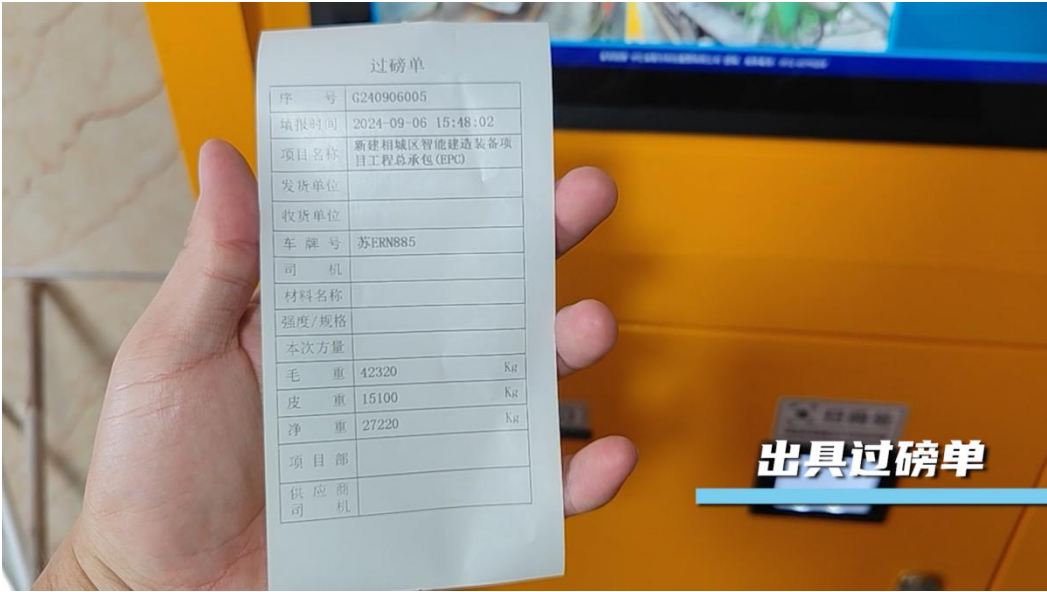


图17 再次过磅出具过磅单



图18-车辆离场

The screenshot shows the ZYF intelligent scale management system interface. A 'Classification Summary' dialog box is open, displaying a table of material data. The table has columns for 'No.', 'Material Name', 'Unit', 'Weight (kg)', 'Volume (m³)', and 'Status'. The data is as follows:

No.	Material Name	Unit	Weight (kg)	Volume (m³)	Status
1	苏州万	C60	62229	21600	2060.2
2	苏州新	C60	63080	20580	2060.2
3	苏州新	C60	63820	19820	2060.2
4	苏州新	C60	63120	19820	2060.2
5	苏州新	C60	63900	14320	2060.2
6	苏州万	C60	48300	17320	2060.2
7	苏州万	C60	66440	21020	2060.2
8	苏州新	C60	44880	15760	2060.2
9	苏州新	C60	44760	15600	2060.2
10	苏州新	C60	47960	17640	2060.2
11	苏州新	C60	63180	19900	2060.2
12	苏州万	C60	56240	21180	2060.2
13	苏州新	C60	63460	19980	2060.2
14	苏州新	C60	62960	19480	2060.2

图19 统计分析报表

三、应用成效

本项目的材料管理，通过使用智能地磅系统，对五种项目主材（混凝土、钢筋、砂浆、添加剂、水泥）进行精细化管理，对材料来源及使用去处做到了数字化追踪，从而确保了产品质量；通过全自动化无人值守，降低了成本支出；通过平台数据集成，提高了管理水平；最终帮助中亿丰集团实现了效益最大化，提高了经济效益和社会效益。

强化数智赋能 夯实履职管理

——南通建筑施工质量安全监管平台

项目名称：南通市主城区所有在监项目

申报单位：南通市建设安全生产监督站、南通顺为智能科技有限公司

集成服务商：南通顺为智能科技有限公司

监督机构：南通市建设安全生产监督站

一、项目概况

当前，工程建设过程中各类信息化系统分散独立、集成度低、功能受限。如何利用信息化、智慧化手段，进一步加强与各在监项目参建单位的交互沟通，让系统多集成、数据多跑路，减少项目时间成本，强化关键岗位人员履职管理，并不断提升施工现场管理水平，一直是研究的重点。

南通市建设安全生产监督站以“全覆盖、便捷式、轻量化、强交互”为建设理念，以充分发挥施工、监理单位主要管理人员主观能动性为核心思路，以建筑施工质量安全监管平台（以下简称“安全监管平台”）作为应用载体和主要抓手，构建起覆盖市、县两级安全监督机构、各参建责任主体的强交互、可追踪的“小智慧”安全监管系统。

安全监管平台分为微信小程序端与电脑网页端，使用人员可自由选择使用。该平台聚焦项目安管人员履职全流程管控，以数字化、智能化手段重构监管模式，通过精准联动、便捷操作、闭环管理三大核心逻辑，打造项目经理、安全员、工程监理三大关键岗位的智慧履职场景，实现从“被动监管”向“主动防控”、从“人工核查”向“智能预警”的转型，为建筑施工安全筑牢科技防线。



图1 安全监管平台网页

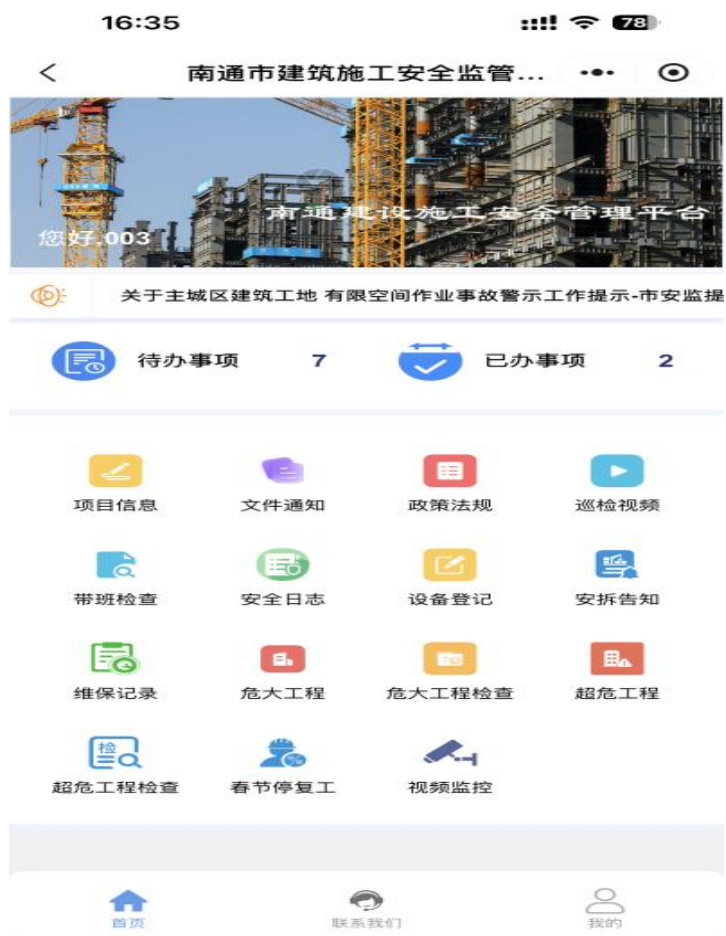


图2 安全监管微信小程序端

二、应用场景的内容及做法

1. 项目经理带班检查：联动危大工程的精准化监管

安全监管平台为项目经理量身打造带班检查专属模块，明确带班检查的核心任务同时关联项目近期的危大工程（含深基坑、高支模、起重机械作业等）。项目经理带班检查时要重点核查危大工程专项方案落实情况、现场防护措施到位情况等。

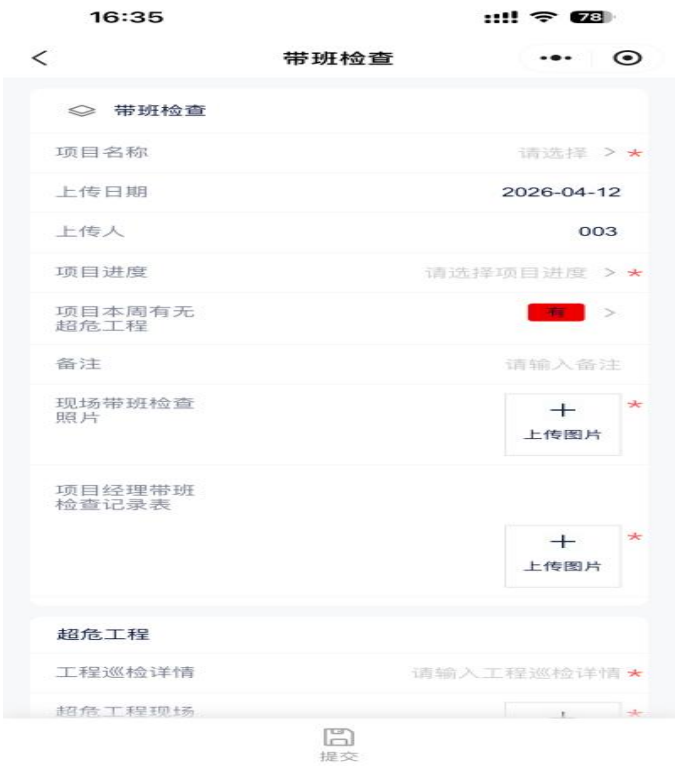


图3 项目经理带班检查页面

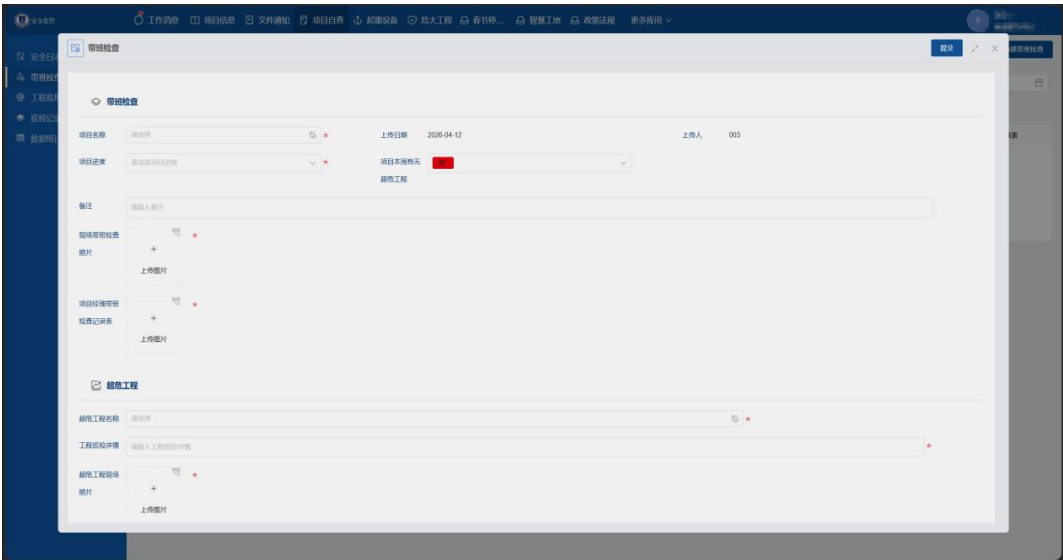


图4 项目经理带班检查内容

2. 安全员履职管理：多维度协同的全时段管控

针对安全员“日常巡查、日志留痕”的核心职责，安全监管平台构建“线上日志+小程序视频巡查”双轨模式，兼顾便捷性与严谨性，确保安全监管无死角、全链条可追溯。

安全员每日记录施工现场安全状况，包括当日施工工序、安全交底情况、隐患排查治理详情、特种作业人员在岗情况、应急物资储备情况等。日志支持两种录入方式，在线填写时可直接调用安全监管平台预设模板，也支持线下安全日志拍照上传。

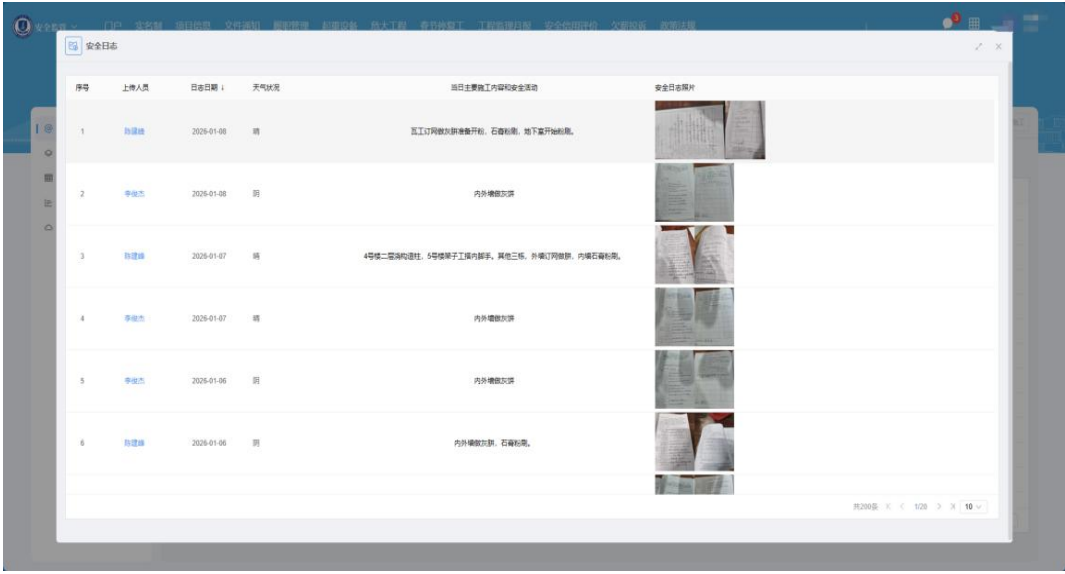


图5 安全日志

安全员通过安全监管平台开展每日视频巡查，可以节省项目资源投入。巡查视频时长不少于10分钟，重点拍摄施工人员安全防护措施落实、机械设备运行、安全警示标识设置等情况。视频支持实时上传或分段上传。

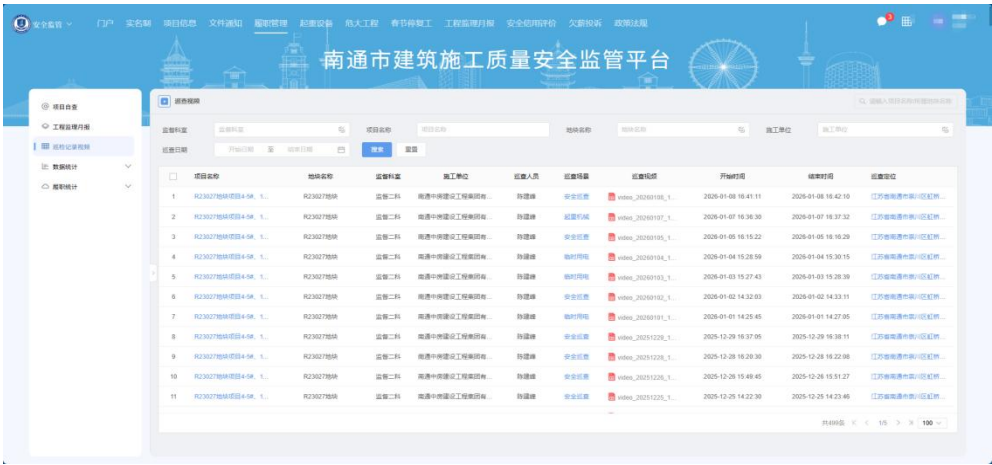


图6 视频巡检

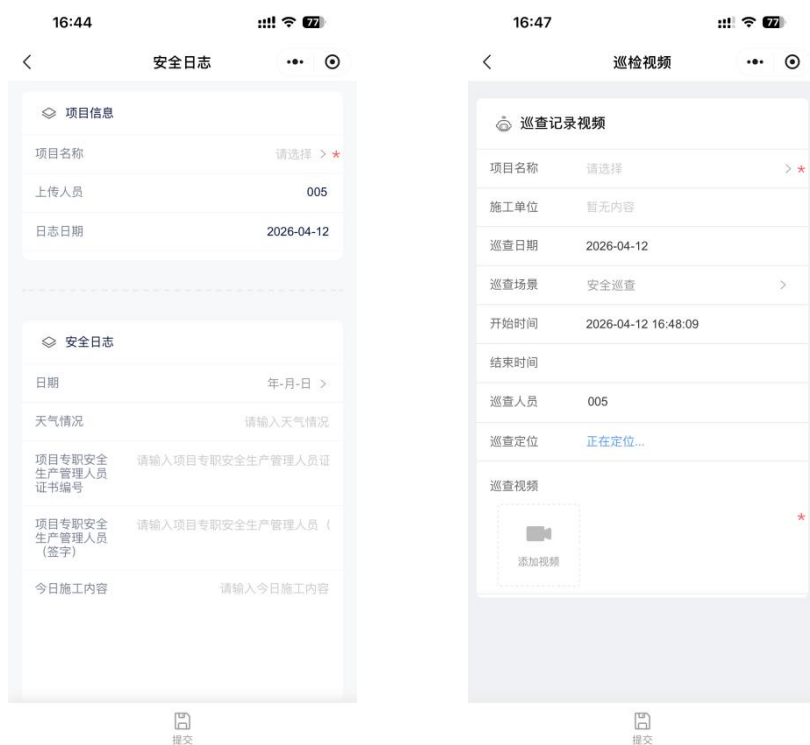


图7 安全日志和巡查视频小程序

3. 总监理工程师履职：监理月报驱动的数据管理

聚焦监理单位“过程监督、质量把控”的核心职责，安全监管平台建立监理月报模块，涵盖当月项目施工进度、安全隐患排查及整改情况、危大工程监理旁站记录、监理指令下发及落实情况等核心内容。安全监管平台强化月报数据的关联性与分析价值，推动监理履职从“事后总结”向“事中管控”延伸。

建筑工程监理月报									
(带*部分均需填写，如无此项内容填写无)									
监理单位(公章): 南通城市建设项目管理有限公司					填报人: 002		日期: 2026-04-12		
工程名称: 项目楼					楼栋/层数: (中/高层)				
建设单位:					项目负责人:				
施工单位:					项目经理:				
填报时间: 2026-04-01 ~ 2026-04-30									
本月工程进度: 填写各单位工程施工进度					本月是否有分包单位信息: 否				
建设单位是否支付已完成工程量的20%: 填写建设单位是否支付已完成工程量的20%					是否每月制定工资表: 填写每月制定工资表				
工资表是否填写: 填写工资表是否填写					本月是否存在土方作业: 填写本月是否存在土方作业				
本月是否有危险性工程作业: 填写本月是否有危险性工程					本月是否存在重大安全隐患: 填写本月是否存在重大安全隐患				
(填写施工进度、工程变更、工程验收、工程验收、工程验收)									
履行基本建设程序情况:									
本月项目主要管理人员到岗履职及变更情况									
☐	序号	岗位	姓名	专业	资格证书	社会保险	劳动合同	在岗天数	变更情况
☐	1	项目监理员	项目输入姓名	项目输入专业	项目输入资格证书	项目输入社会保险	项目输入劳动合同	项目输入在岗天数	项目输入变更情况
备注: 项目输入备注									
说明: 1. 其他管理人员是指除项目监理员、专业监理工程师等监理人员外, 2. 监理单位内从事监理工作的人员进场及变更情况, 现场有未经监理单位审核的工程实际管理人员等其他情况, 应在备注栏填写。3. 社会保险请填写有无本工程监理单位为其缴纳的证明材料。4. 劳动合同请填写有无与本工程监理单位签订的个人劳动合同。5. 到岗天数请填写在备注栏内(监理单位月报第一周内填写)。									
1. 监理单位安全台账 监理单位安全台账 监理单位安全台账及监理单位安全台账 监理单位安全台账及监理单位安全台账									

图8 工程监理月报

三、应用成效和价值

南通建筑施工质量安全监管平台—关键岗位人员履职管理模块，构建起人员履职全流程数字化的智慧监管体系，有效解决项目管理人员脱岗、带班检查记录不全、纸质台账杂乱丢失、履职过程无影像留痕、电脑网页施工现场使用不方便等问题，目前南通市主城区各在监项目关键岗位人员均已纳入日常管理。

截至目前，系统上项目经理带班检查已上传2573条，安全日志已上传31198篇，工程监理月报已上传813条数据。主管部门可通过平台实时掌握各项目安管人员履职情况，依托大数据分析精准定位监管重点，实现“靶向监管”，推动建筑施工安全管理从“以人盯人”向“以智盯人”转变，为南通建筑行业高质量发展提供坚实安全保障。

构筑智慧化监管平台 推动规范化使用管理

——南通市建机智安监管平台

项目名称：南通市主城区涉及建筑起重机械现场作业的在监项目

申报单位：南通市建设安全生产监督站、品茗科技股份有限公司

集成服务商：品茗科技股份有限公司

监督机构：南通市建设安全生产监督站

一、项目概况

房屋建筑工程塔式起重机司机的履职管理，是施工现场建筑起重机械安全管理工作的核心环节。若塔式起重机司机存在超载、超力矩等违章作业行为，极易引发设备损毁、人员伤亡等生产安全事故。如何督促设备管理人员强化现场管控，并对塔式起重机司机违章操作行为实现有效防控，一直是工程安全管理领域亟待解决的关键问题。

南通市建设安全生产监督站以实现塔式起重机智化管理为目标，积极推动构建南通市建机智安监管平台（以下简称“建机智安平台”），该平台创建并完善了主城区建筑起重机械人员库、企业库、项目库、设备库等基础数据库，可实时采集并分析不同品牌塔式起重机“黑匣子”安全监控系统的运行数据；当设备运行参数触发预警阈值时及时发出预警信息，自动抓取违章操作记录并推送至相关责任人，督促项目落实现场安全管控要求。



图1 建机智安监管平台登录界面



图2 塔式起重机安全监控系统

二、应用场景的内容及做法

南通市建设安全生产监督站在推进塔式起重机“黑匣子”安全监控系统与司机人脸识别装置应用的基础上，完成了建机智安监管平台的构建。该平台通过绑定塔式起重机与对应操作司机身份信息，实现违章操作信息的全流程记录、抓取、推送与闭环处置，从而建立塔式起重机全使用周期“实时监测、自动预警、闭环整改”的智能化监管机制。

1. 建立基础数据库

平台构建了人员库、企业库、项目库、设备库等基础数据库，并完成主城区在监项目相关信息的动态更新。同时积极推广应用塔式起重机“黑匣子”安全监控系统与司机人脸识别装置，实现塔式起重机与操作司机的身份绑定。

南通市建机智安监管平台																											
首页 业务办理 智慧监督 协同办公 数据中心 系统设置																											
基础数据 设备明细 人员库																											
人员库 企业库 项目库 设备库 驾驶舱																											
姓名: 身份证号: 岗位类型: 人员状态:																											
人员信息 <table> <tr> <th>序号</th><th>姓名</th><th>身份证号</th><th>性别</th><th>手机号码</th><th>所属企业</th><th>岗位类型</th></tr> <tr> <td>1</td><td>陶XX</td><td>3206*****5171</td><td>男</td><td>158****7631</td><td>南通XX起重设备安...</td><td>现场负责人，建筑施工升降机安拆工，建筑塔式起重机安拆工</td></tr> <tr> <td>2</td><td>袁XX</td><td>4203*****392X</td><td>女</td><td>158****5949</td><td>中建XX第三建设有...</td><td>建筑施工升降机司机</td></tr> </table>							序号	姓名	身份证号	性别	手机号码	所属企业	岗位类型	1	陶XX	3206*****5171	男	158****7631	南通XX起重设备安...	现场负责人，建筑施工升降机安拆工，建筑塔式起重机安拆工	2	袁XX	4203*****392X	女	158****5949	中建XX第三建设有...	建筑施工升降机司机
序号	姓名	身份证号	性别	手机号码	所属企业	岗位类型																					
1	陶XX	3206*****5171	男	158****7631	南通XX起重设备安...	现场负责人，建筑施工升降机安拆工，建筑塔式起重机安拆工																					
2	袁XX	4203*****392X	女	158****5949	中建XX第三建设有...	建筑施工升降机司机																					

图3 建机智安监管平台数据库

2. 获取运行数据

平台对接不同厂商的塔式起重机“黑匣子”安全监控系统、司机人脸识别系统，收集并分析各塔式起重机的力矩、高度、幅度、回转、起重量等数据，以及设备运行状态、司机信息等。



图4 建机智安平台监控登记界面

3. 违章行为抓取与闭环处置

平台能够智能抓取塔式起重机司机的违章操作信息，并将其与该时段的司机信息进行匹配，通过短信平台第一时间将违章信息推送给塔式起重机司机和项目安全员，要求其及时处置。若违章事项逾期未完成处置，平台将自动触发二次推送机制，将违章信息同步报送至项目负责人及安全监督人员。系统具备违章次数自动累计统计功能，针对多次出现违章操作的司机，由安全监督人员督促项目实施重点管控处置。



图5 建机智安平台数据违章统计界面



图6 建机智安平台数据违章闭环处置界面

三、应用成效和价值

在传统塔式起重机监管模式下，存在信息分散、监管手段滞后、违章操作难以及及时发现等诸多痛点，导致监管效率低下，安全风险难以有效管控。建机智安平台的应用有效解决了这些问题。截至当前，建机智安平台设备数据库已录入南通市主城区351条各类塔式起重机基础信息，南通市主城区全部在监项目在用塔式起重机均已纳入该平台的统一管理范畴。自2025年9月1日至今，建机智安平台累计识别抓取19台塔式起重机的86条违章操作记录，累计推送违章提醒短信344条。

南通市建设安全生产监督站基于平台系统的分析结果，对2个在监项目存在多次违章记录的2名塔式起重机司机实施重点管控，并督促对应项目完成合规处置。通过平台的运行，监管效率得到显著提升，事故风险大幅降低，司机操作规范性明显提高，为塔式起重机安全管理提供了有力保障。

该平台的成功实践为建筑施工行业的安全监管提供了可复制的数字化转型经验，其统一管理、实时监控、精准管控的模式具有重要的借鉴意义和广泛的推广价值，为提升施工现场安全管理人员与特种作业人员的安全意识、提升现场管理水平提供了有力保障。

历史发送信息查询						
运营商	省份	所有	输入号码	2026-01-01 11:17:03 - 2026-01-09 11:17:03	查询	接收号码 0+9
手机号码	设备商	发送内容		消息类型	任务来源	创建时间
姓名	归属地					结束时间
138****211	移动	【南通市建设安全生产监督站】项目治理您好，您在项目 现有（产权备案编号：）的设备于2026-01-05 06:25:27至2026-01-05 06:26:27发生力矩违章行为，逾期未处置，请及时登录平台进行线上处置反馈，多次违章承担不利后果。（南通市建机智安平台）		普通短信	API	2026-01-08 07:35:11
	江苏省南京市					2026-01-08 07:36:13
138****332	移动	【南通市建设安全生产监督站】您好，您监管项目 现有（产权备案编号：）的设备于2026-01-05 06:25:27至2026-01-05 06:26:27发生力矩违章行为，逾期未处置，请及时督促项目于三个工作日内登录平台进行线上处置反馈。（南通市建机智安平台）		普通短信	API	2026-01-08 07:35:11
	江苏省南通市					2026-01-08 07:36:15
139****606	移动	【南通市建设安全生产监督站】您好，您监管项目 现有（产权备案编号：）的设备于2026-01-05 06:25:27至2026-01-05 06:26:27发生力矩违章行为，逾期未处置，请及时督促项目于三个工作日内登录平台进行线上处置反馈。（南通市建机智安平台）		普通短信	API	2026-01-08 07:35:11
	江苏省南通市					2026-01-08 07:36:15

图7 违章信息短信提醒界面

探索塔机安拆多模态感知 强化关键环节智慧化管理

——塔吊安拆预警系统应用

工程项目：南通市崇川区R24028地块住宅楼项目

申报单位：南通市建设安全生产监督站、江苏工程职业技术学院、常州力航电气科技有限公司

集成服务商：江苏工程职业技术学院、常州力航电气科技有限公司

监督机构：南通市建设安全生产监督站

一、项目概况

南通市崇川区R24028地块项目位于南通市崇川区校西路以西，教育路以北，总建筑面积9.4万 m^2 ，包含7栋洋房，3栋高层住宅，建筑高度最高57米，共部署9台塔吊。根据“强化危大工程智能监管、提升本质安全水平”的要求，项目引入“塔机顶升全流程智能监控系统”，聚焦塔吊顶升这一高危工序，通过AI+物联网技术构建“感知—识别—决策—控制”闭环系统，实现对顶升全过程的无人化智能监管。

该系统满足对塔吊设备关键作业的实时监控要求，率先实现塔吊顶升违章行为自动识别监控与毫秒级紧急制动，有效解决传统塔吊顶升作业中地面旁站人员无法实时监督塔吊上安拆作业过程、安拆人员违章作业管理困难、作业风险难以自动预警与控制等难题，显著提升现场作业本质安全水平。



图1 项目效果图



图2 安拆预警系统示意图

二、应用场景的内容及做法

本场景聚焦塔吊顶升这一极易引发倾覆事故的关键工序，针对传统依赖人工旁站、视频回看、事后追责等被动管理模式，创新构建“多模态感知—AI智能诊断—边云协同响应”三位一体的主动防控体系。

（一）核心做法

1. 多源数据融合感知：在塔机标准节、套架、液压系统等关键部位部署高精度倾角仪、应力传感器、激光测距仪及4K防抖摄像头，同步采集力学参数、结构位姿与高清视频流，实现作业状态毫秒级同步。

2. AI深度识别违章行为：基于自研轻量化改进模型，系统可精准识别“未插销即顶升”“人员违章操作”“非同步顶升”等12类高危违章行为，结合力学数据交叉验证，误报率低于5%（较传统视觉方案降低70%以上）。

3. 边缘端即时干预：在现场部署边缘计算单元（“安全大脑”），一旦判定存在结构失稳风险（如倾斜角超限、销轴未就位），机电液联动控制系统就中止液压顶升系统的顶升动作，并同步向塔司、安全员、项目经理手机端推送告警视频与处置指令，确保“看到即刹停”。

4. 云端持续优化：所有作业数据上传至智慧工地平台，通过学习机制不断优化AI模型，形成安全知识库。

（二）重点环节应用

1. 塔机安拆预警系统安装

（1）在塔吊套架操作平台关键位置部署4台摄像头，用于监控塔吊安拆人员作业过程；

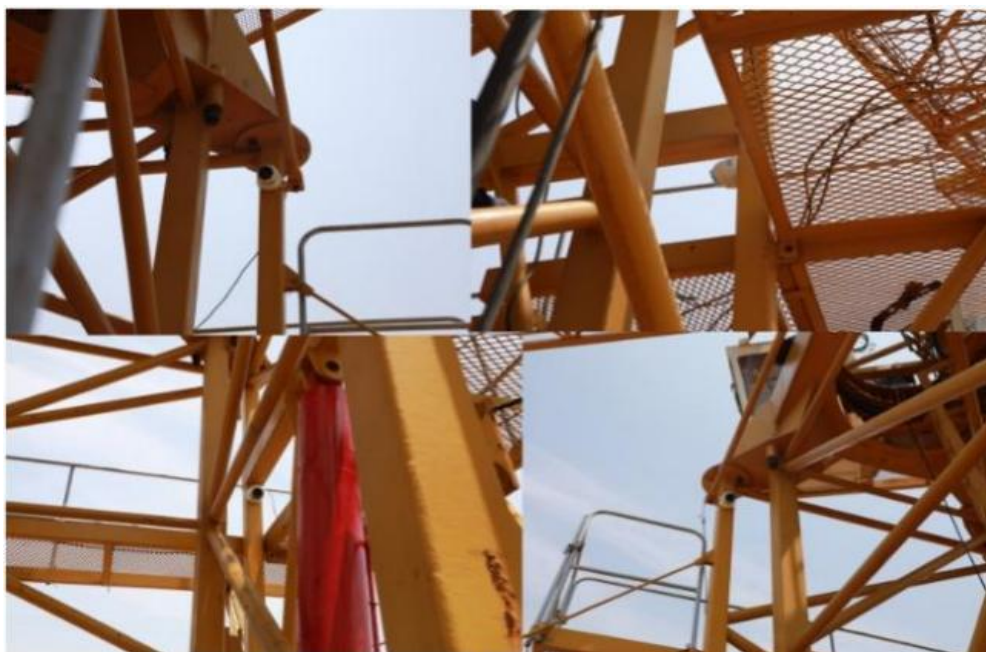


图3 摄像头现场安装

(2) 在塔吊套架关键点安装传感器检测顶升安全销；



图4 顶升安全销检测

(3) 在塔吊套架安装激光测距传感器检测顶升过程中塔吊的平衡；



图5 塔吊平衡检测

(4) 安装压力传感器检测顶升过程中塔吊液压顶升系统的状态；



图6 油缸压力检测

(5) 安装风速仪检测塔吊顶升过程的实时风速状态；



图7 风速检测

(6) 管理人员在手机上安装App，安拆作业前对作业人员进行身份识别，安拆过程中对塔吊套架处作业情况进行实时远程监管；

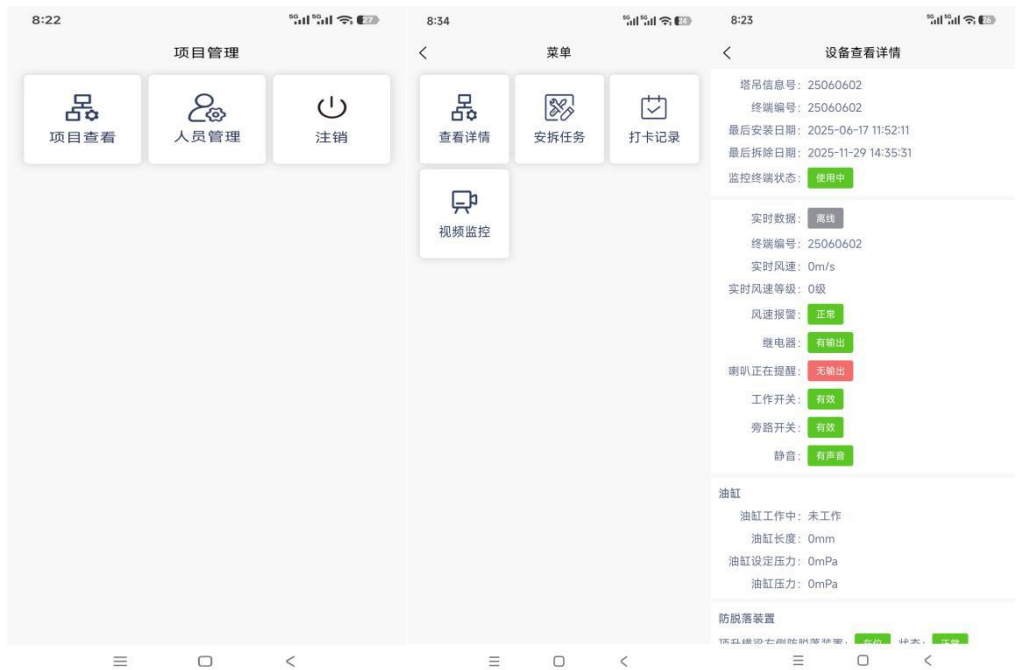


图8 塔机安拆预警APP

(7) 塔吊安拆人员手持端对安装检查点进行拍照记录；



图9 安拆过程检查记录

(8) 服务器对安拆作业流程进行实时记录，安拆完成后导出报表。

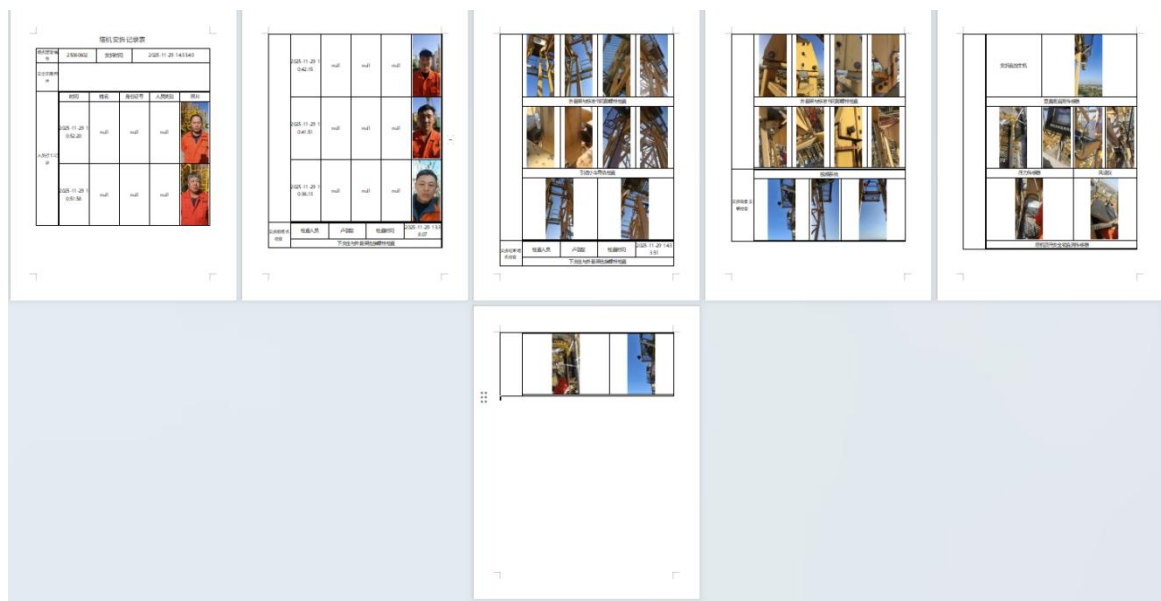


图10 顶升完成后作业过程报表导出

2. 预警体系

- (1) 人员身份预警：识别未持证人员，防止无证作业；
- (2) 人员防护预警：识别高空作业人员未系挂安全带、安全帽佩戴不规范等行为；
- (3) 设备检测顶升横梁是否正确就位、液压缸销轴是否完全插接等关键步骤；
- (4) 实时监测风速数据，超过6级风阈值时实时预警。

三、应用成效和价值

自崇川区R24028地块应用以来，系统累计监控塔吊顶升作业23次，成功识别并拦截违章操作9起（含3起高风险未插销顶升），实现顶升作业“零事故”。该案例有效解决了塔机安拆过程中“看不见、判不准、控不住”的行业难题，其“技防替代人防”的闭环模式，为房屋市政工程高危作业监管提供了可复制的技术路径。

高风险作业闭环管理应用

工程项目：中核华兴徐圩核能供热发电项目

施工单位：中国核工业华兴建设有限公司

集成服务商：中核华纬工程设计研究有限公司

监督机构：生态环境部华东核与辐射安全监督站

一、项目概况

江苏徐圩核能供热发电厂（徐圩核电项目）位于江苏省连云港市徐圩新区，是全球首个“华龙一号”三代压水堆与四代高温气冷堆双堆耦合的核能综合利用项目，也是全球首个高温气冷堆商业化推广项目与“十五五”开局首台开工核电机组。



图1 项目效果图

项目由中核集团旗下中核苏能核电有限公司负责建设运营，一期工程于 2024年8月获国务院核准，2026年1月16日1号机组核岛混凝土浇筑，标志进入主体工程建设阶段。一期规划建设2台百万千瓦级华龙一号机组、1台60万千瓦级高温气冷堆机组及配

套蒸汽换热站，总投资超600亿元，预计2030年首台机组投运，2032年全面建成。



图2 项目实景图

项目创新采用“工业供热为主、兼顾电力供应”模式，通过华龙一号主蒸汽加热除盐水制备饱和蒸汽，再经高温气冷堆主蒸汽二次升温，为连云港石化产业基地提供高品质工业蒸汽。建成后年供蒸汽3250万吨、发电超115亿度，每年可减少标煤消耗726万吨、二氧化碳排放1960万吨，助力石化产业低碳转型，推动我国核能从发电为主向多元供给转型。

二、场景内容与做法

（一）面临的问题

高风险作业（动火、受限空间、高处、特种作业等）因场景复杂、动态性强、协同要求高，管理普遍存在“人控为主、流程脱节、管控滞后”的共性痛点，是安全生产事故的高发环节，大量事故的发生源于全流程管控的人为疏漏和制度落地偏差。

1. 风险识别到风险管控过程中的缺漏

风险分级管控的前期识别，即使通过科学的手段识别风险后，在项目施工过程中，风险管控难以做到及时、全面。

2. 作业审批低效且合规性缺失

传统纸质作业票多部门线下流转，审批耗时久易出现“人等票”，紧急作业响应滞后；审批流于形式，存在未到现场核查、代签补签、票证过期仍作业等违规行为，部分作业甚至未办理许可便擅自开展。

3. 现场管控缺位，措施落实打折扣

监护人员履职不到位，安全员现场监管难以全覆盖，交叉作业协同不畅，存在违规操作。

4. 数据分散成孤岛，管理无决策支撑

作业票、检测数据、隐患记录等信息分散在各部门，形成数据孤岛，人工统计耗时且结论片面；无法精准分析风险分布、作业短板，安全管理优化缺乏数据支撑，事故追溯也无完整、可量化的数据链。

(二) 解决方法

在高风险作业的管控过程中，在传统的作业票管理、多部门会签、制度交底等手段都难以支持高风险作业高效、有序开展，为解决这一痛点问题，实现全过程管控，将业务流程进行梳理，结合软硬件设施进行落实管控措施。

1. 在项目管理系统中建立风险识别清单，施工单位高风险作业负责人在项目管理系统中发起作业申请，当作业申请与系统中识别的高风险作业清单一致后，选择当前没有被占用的“移动设备”，系统自动推送相关数据至智慧工地端。



图3 当日高风险情况

当日高风险作业施工区域统计分析				更多
全部状态		全部单位		
厂房	一级	二级	总数	
3号汽轮机厂房	4	3	7	
联合泵房	4	2	6	
3号反应堆厂房	3	2	5	

图4 当日高风险作业位置

2. 风险管控清单推送智慧工地平台，智慧工地平台与相关业务关联，布控球绑定接入智慧工地平台，使用数据被智慧工地平台获取。

3. 作业班组负责人到安全部领取绑定的“布控球”，确认编号无误后，通过劳务实名制系统识别通过后，证件在有效期内方可通过各区域门禁进入高危作业施工现场。



图5 登高作业前准备

4. 施工作业负责人进入施工准备阶段后，打开布控球，与巡查安全员远程确认，进行作业前制度、标准、流程确认后开始高危作业，全程布控球保持开机使用状态，智慧工地巡查安全员可以随时抽查该作业情况，了解作业过程中相关人员是否违规作业。



图6 当日作业执行情况

5. 作业结束后，与巡查安全员确认该高风险作业结束，人员状态正常，关闭布控球后，系统自动解绑当前布控球状态，该设备即可处于可选用状态。

6. 作业数据闭环，从危大识别、作业申请、领用人员、安全管理人员、作业程序确认、视频记录等数据实现链路闭合，同时智慧工地系统记录作业现场安全员与巡查安全员确认过程、校验区域安全负责人在职状态，确保现场高危作业状态下多重安全管控手段交叉验证高危作业状态。

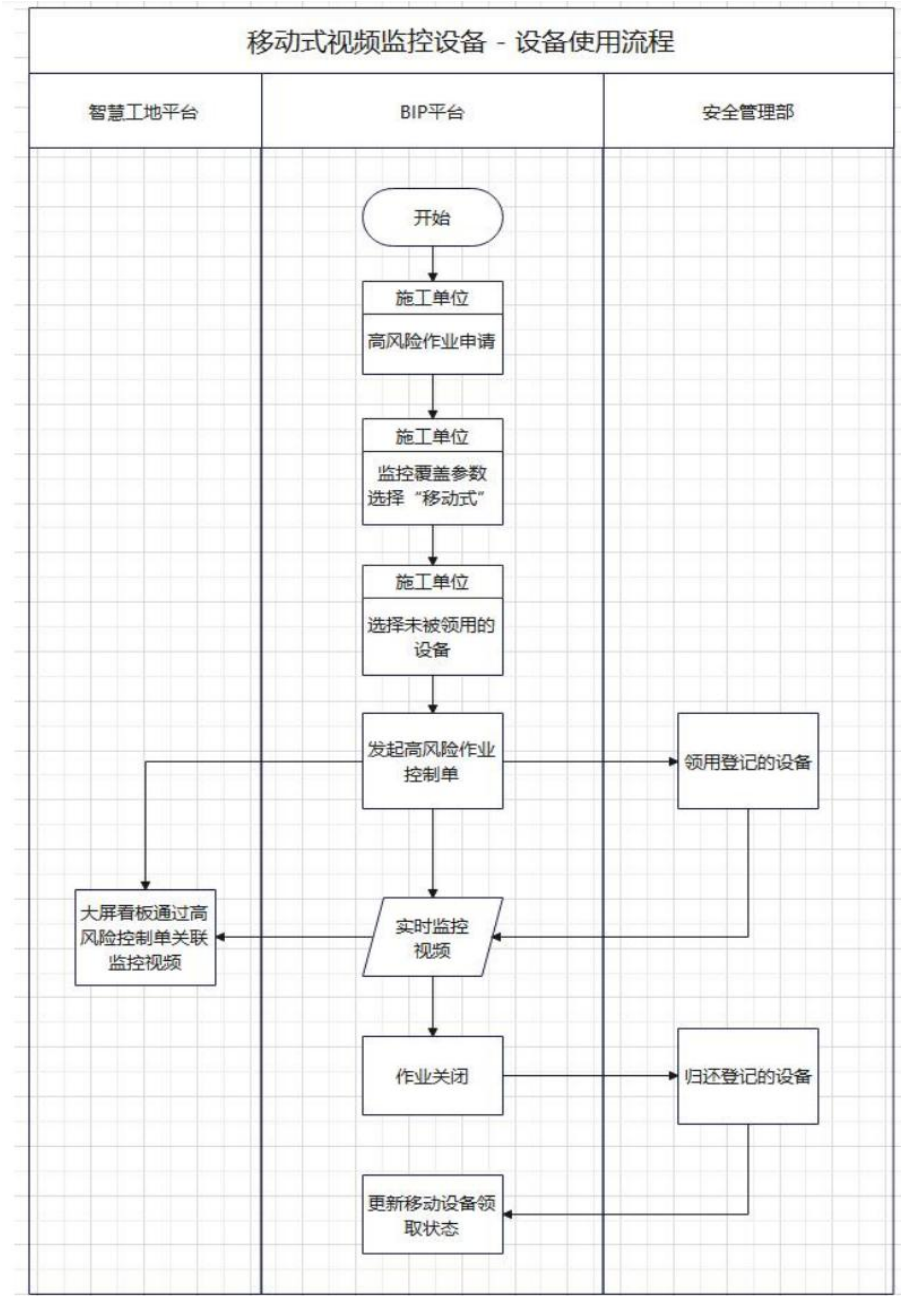


图7 业务实施流程示意图

三、应用成效

通过标准化的作业流程梳理和多次验证推广，各参建班组逐步适应高危作业管控

流程，推广“无视频不作业”，通过智慧工地系统，施工作业人员清晰每日高危作业开展情况，配合安全管理人员从旁站、区域管理、线上巡查多个维度守护作业安全，至项目开工以来，以“天”为单位开展高风险作业管控，累计开展11大类共计665次作业流程，主要实现以下四个方面的效果。



图8 智慧工地平台首页



图9 高风险作业管控整体动态看板

1. 作业过程联通，在传统的作业过程中，存在线上线下流程结合的方式或者多个系统断点，通过业务重新梳理，能够实现流程化便捷操作，各参建单位、各部门可

以实时了解高风险作业情况，将高风险作业的管控落实到具体作业班组。

2. 作业过程记录，作业过程中的关键信息留存、视频留存，可以清晰确认作业申请人、作业时间、作业位置、安全管理人员、区域安全管理人员、巡查安全员等信息。

3. 高风险作业可视化管控，智慧工地平台可以整体确认项目高危作业态势，今日高风险作业情况，高风险作业执行情况记录，便于管理人员及时了解当然高危作业施工进度。

4. 数据溯源，系统支持数据穿透功能，可以围绕项目整体态势传统具体作业清单，可以在具体作业清单下了解作业进展情况，已闭环清单可以查看过程记录及过程视频。

高空无人机巡查系统 在施工安全管理方面的应用

工程项目：苏盐井神储气库卤水制盐综合利用工程

施工单位：中国建筑第五工程局有限公司

集成服务商：南京永辉信息科技有限公司

监督机构：淮安市淮安区建筑工程安全监督站

一、项目概况

储气库卤水制盐综合利用工程是江苏省能源领域重大项目，是苏盐集团打造盐+储能新质生产力的战略项目，项目建成后，将成为全球最大的单体制盐装置。

项目总投资18.9亿元，用地550亩，建成达产后将新增150万方/年的储油储气溶腔、300万吨/年的制盐产能。项目达产年平均营业收入近10亿元，达产年利税创2亿元。项目建设内容为制盐车间、数智中心、散湿盐库、罐区、输卤及输水管线、输盐通廊、220kV变电站及配电中心等。

项目秉承绿色低碳发展要求，采用苏盐井神自主核心技术和国内国际先进的制盐工艺和设备，其中制盐车间采用国际先进的机械热压缩（MVR）制盐工艺，单位产品能耗25.44kgce/t，实现单位产品综合能耗行业领先。项目致力于打造“5G+立体化、高效化、智能化”一体的“绿色智慧”工厂，将建成绿色、循环、智能制盐新模式，引领行业发展。

面对项目规模宏大、安全环保质量要求严格、社会高度关注的现实挑战，公司创新构建智慧工地管理系统，打造智能化、一体化的工程监管新模式。系统深度整合施工现场人、机、料、法、环全要素信息，打通监管、建设、监理、施工多方协同链路，以数字化手段赋能工程管理，助力项目实现安全更可控、质量更优良、效率更高效的建设目标。



图1 项目实景图



图2 项目效果图

二、典型应用场景的内容及做法

无人机智慧巡检已成为建筑工地等领域的核心智能化手段，核心是用无人机 + 多传感器 + AI 替代 / 辅助人工，实现高效、安全、精准、可追溯的全域巡检。

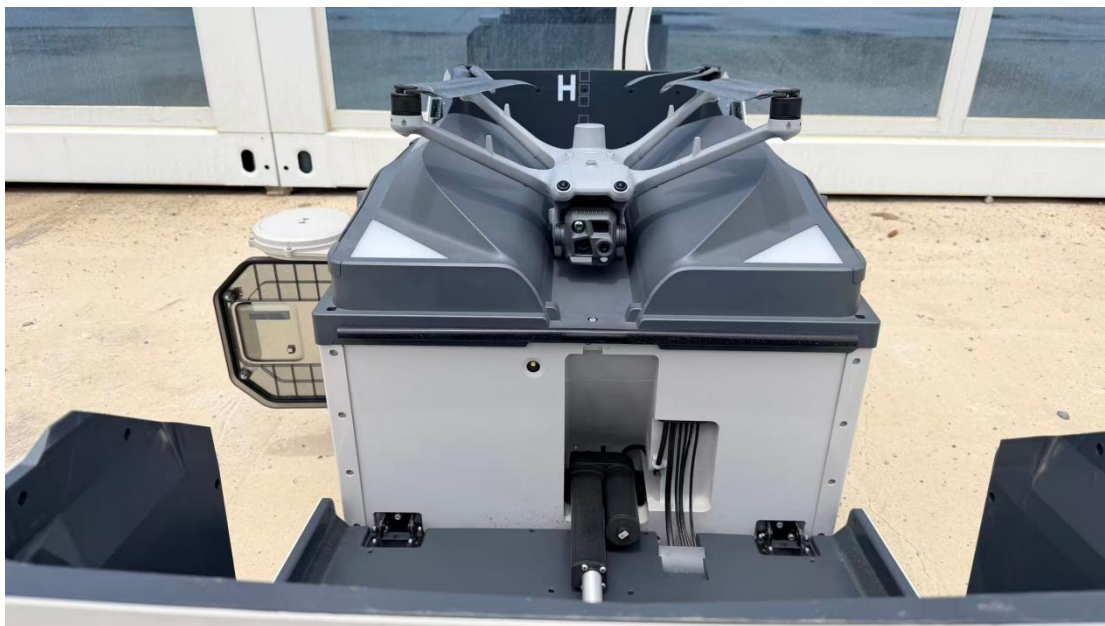


图3 无人机正面



图4 无人机侧面

（一）应用场景内容

针对施工现场地形复杂，区域较大，与工地项目安全管理人员每日巡检形成交叉检查。

1. 工地围挡监管：无人机通过日常自动巡检，高质量图传为大范围巡查提高了影像媒体取证，可以及时发现现场围挡的缺失及不足。支持第三方算法的导入，实现工地场景的算法识别（如裸土未覆盖、安全帽反光衣穿戴、明火识别等），通过对接

联动智慧工地管理平台实现业务流程闭环。

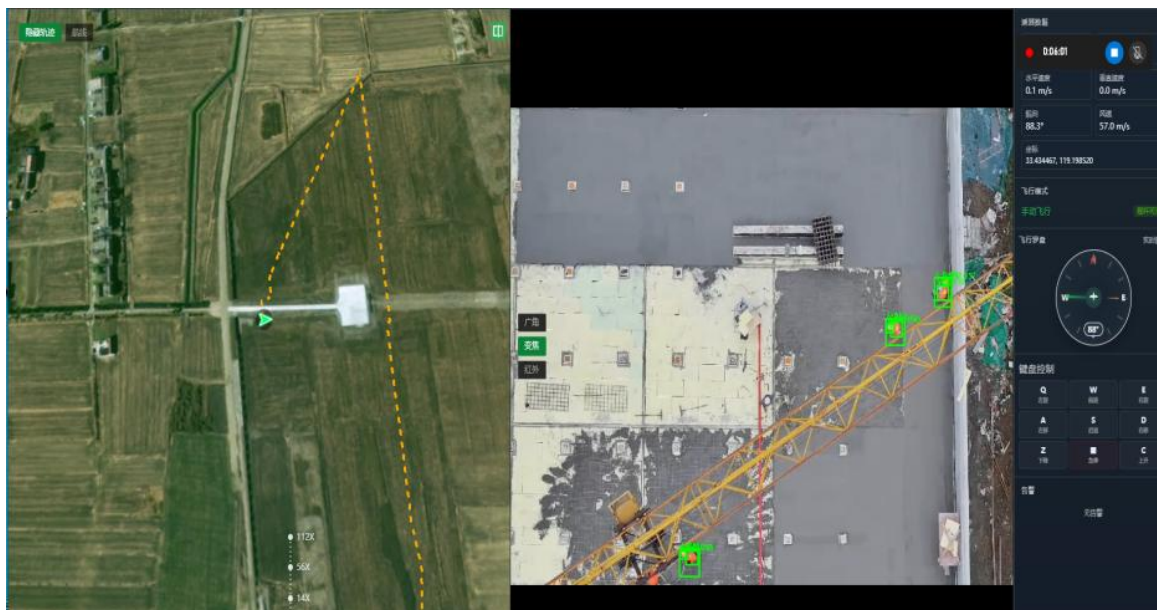


图5 安全帽监测

2. 夜间施工监管：发挥无人机高空视角，白天通过可见光相机、夜间配合红外热成像相机对人、车等关键目标进行识别，做到无论昼夜均可高效巡查，对夜间施工活动进行安全监督管理，第一时间发现施工安全隐患，极大缓解了项目安全管理人员的检查压力。



图6 夜间施工监测



图7 夜间红外探测

(二) 应用模式

1. 选择适配机型

根据使用场景的不同需求，选择相适应的无人机型号及算法配件。



图8 无人机架构

2. 开展自动巡检

无人机巡检提前规划巡检飞航路线及预设计划任务，即设置固定时间（比如早上7点、14点、17点），排班任务创建后，在计划任务界面浏览任务排班时间表，根据实时情况对单个任务时间点进行调整。无人机会按照预定时间和路线进行自动巡检，对于隐患及违规事项，可以通过后台记录及时通知安全人员进行整改和处理。

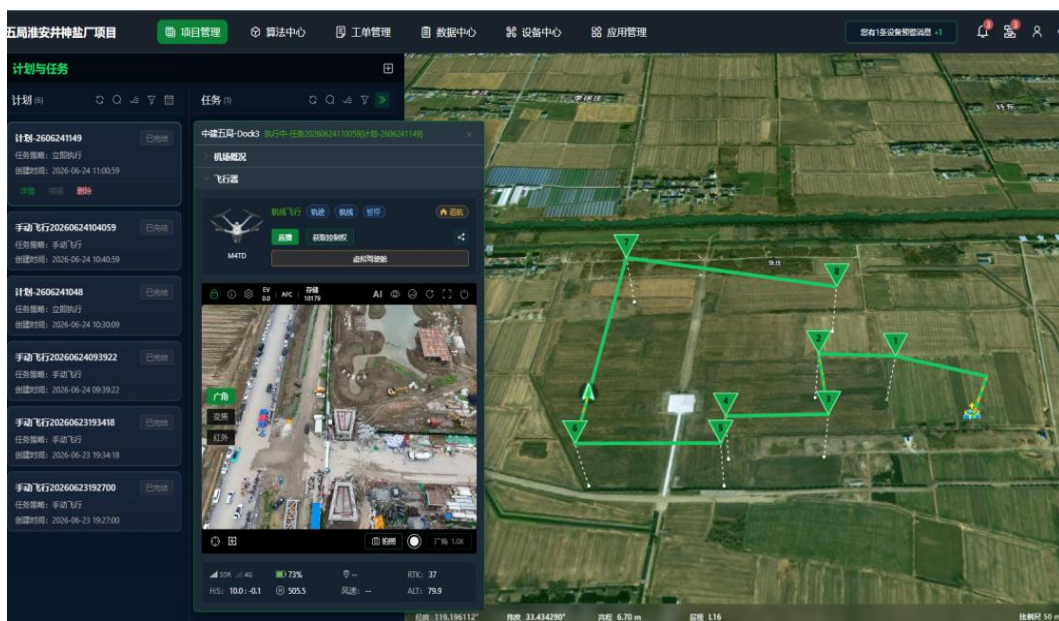


图9 计划飞行路线



图10 飞行完毕汇总

3. 人工远程操控

无人机自动飞行过程中根据需要可以在平台切换为手动操作，可以在线控制无人机的方向，包括云台的方向及变焦功能，可完成特定飞行动作的执行，对重大隐患区域进行人工操作检视。发现现场的违规操作及隐患可以做到及时发现，及时通知，及时整改。



图11 人员远程操控



图12 飞行任务流程

4. 实时预警及数据处理

人机执行巡飞任务过程中，会实时回传作业视频画面，并显示在平台首页，同时后端服务器会对原视频画面进行AI实时识别，并将识别的画面实时显示在平台首页，对识别到的目标，平台会弹出实时预警窗口提醒，所有识别结果都会记录在预警信息中。

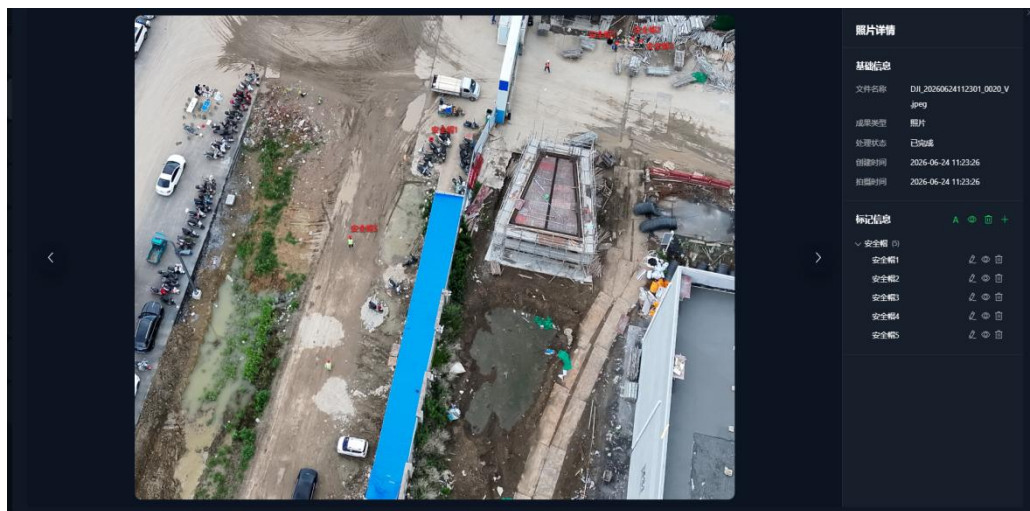


图13 安全帽预警

无人机执行一次飞行任务后，将本次任务所拍摄的照片或录制的视频等成果自动统计，并展示在前端交互平台中，可在前端交互平台下载、查看、删除历史成果。

无人机执行一次飞行任务过程中，根据算法而识别的所有结果以照片的形式展示在前端交互平台中，支持按站点、任务名称、时间进行筛选，可对一次任务的预警图片进行人工审核，删除无效图片后，将剩余图片人工生成审核报告。

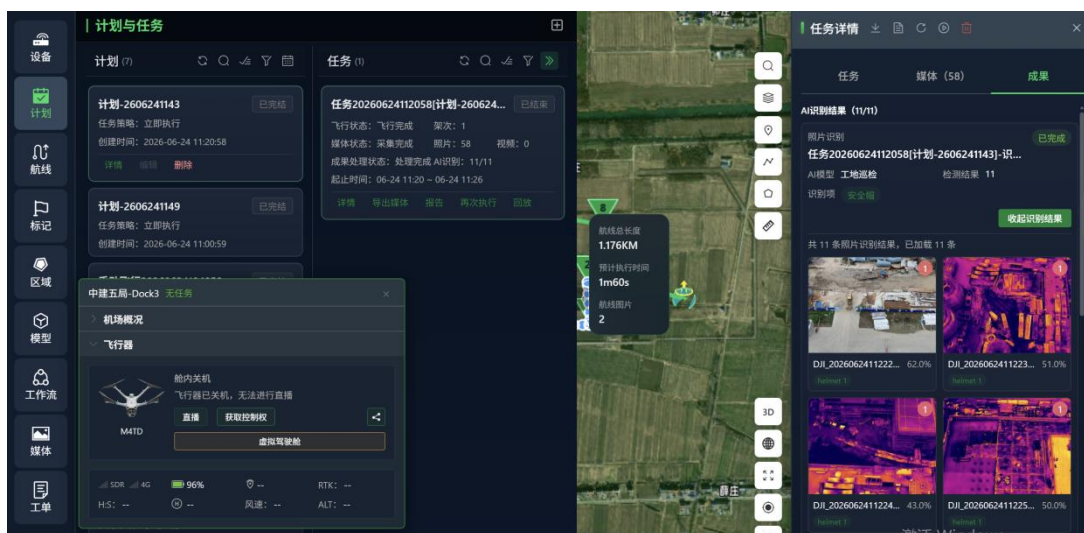


图14 任务详情素材可供下载

5. 应急场景快速响应，完善管理闭环

当现场出现安全隐患或突发状况时，无人机可在 3 分钟内抵达事发区域，实时回传全局高清画面，为现场指挥人员提供决策视角，辅助制定处置方案。所有巡检影像资料自动云端存档，可对隐患整改前后的现场状态进行对比核查，也可在安全事件发生后回溯历史画面，还原事件全过程，为事故分析、责任认定提供客观依据，形成“巡查 - 整改 - 复核 - 溯源”的完整管理闭环。



图15 溯源闭环

三、应用成效和价值

（一）解决实际施工痛点，量化应用成效

系统落地应用6个月，有效解决传统巡检高空盲区多、人力成本高、隐患闭环慢、登高作业风险大四类核心问题，各项管控数据提升明显：一是巡查覆盖率由人工巡检61%提升至100%，全域巡检时长由3小时缩短至40分钟，巡查效率提升77%；二是累计高空排查明火隐患、防护缺失、工人未戴安全帽等隐患147条，高危隐患识别率提升83%，隐患整改闭环时效缩短45%；三是项目高空违规作业发生率下降90%，试点期间实现高处坠落、明火预防、物体打击三类高危安全零事故；四是减少专职登高安全员3名，月度安全巡检人力成本降低34%，安全管理提质降本效果显著。

（二）行业借鉴及推广价值

该无人机高空巡查模式适配房建、市政路桥、轨道交通、水利基建全品类施工现场，投入成本低、部署速度快、操作门槛低，适配中小型施工项目智慧化改造需求。该模式打通高空安全管控盲区，推动施工安全由“事后整改”转向“事前预判、动态管控”，优化工地安全管理架构，契合建筑行业智慧工地、安全生产标准化建设要求，可在全省建筑施工项目批量复制推广，具备极强的实操性与行业普及价值。

应用场景三十二

智能建造在施工中的应用

工程项目：江苏食品药品职业技术学院苏北食品药品产教融合共享型实训基地建设项目

施工单位：中亿丰建设集团股份有限公司

集成服务商：中亿丰数字科技集团有限公司、淮安市盛旺智能化科技有限公司

监督机构：淮安经济技术开发区建设工程质量安全监督站

一、项目概况

江苏食品药品职业技术学院苏北食品药品产教融合共享型实训基地建设项目，位于淮安市经济技术开发区淮安市枚乘路4号，总建筑面积：35717.46m²，地下一层，地上15层，总建筑高度69.3m.总工期700天。本项目争创扬子杯，创省级标准化工地，市级标准化观摩工地为背景，全面建设智能建造工地应用。项目利用机器人、BIM、智慧监控技术，在施工管理过程中对施工质量、扬尘管控、BIM精准建模测量、随手拍安全巡检等方面开展多项应用。



图1 项目效果图



图2 实景航拍图

二、典型应用场景的内容及做法

项目引入智能化的施工管理系统，实时监控施工进度、质量和资源使用情况。通过数据驱动的管理，加速决策，减少资源浪费，预期带来施工进度优化、人力资源利用率提升以及工程质量提高等经济效益和社会效益。

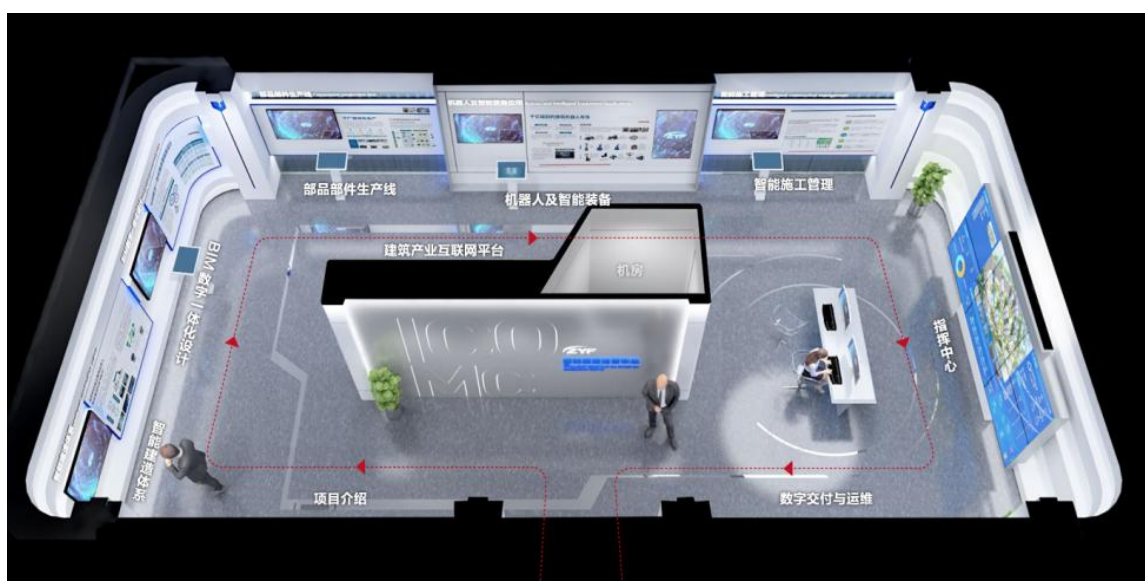


图3 智能建造运营中心

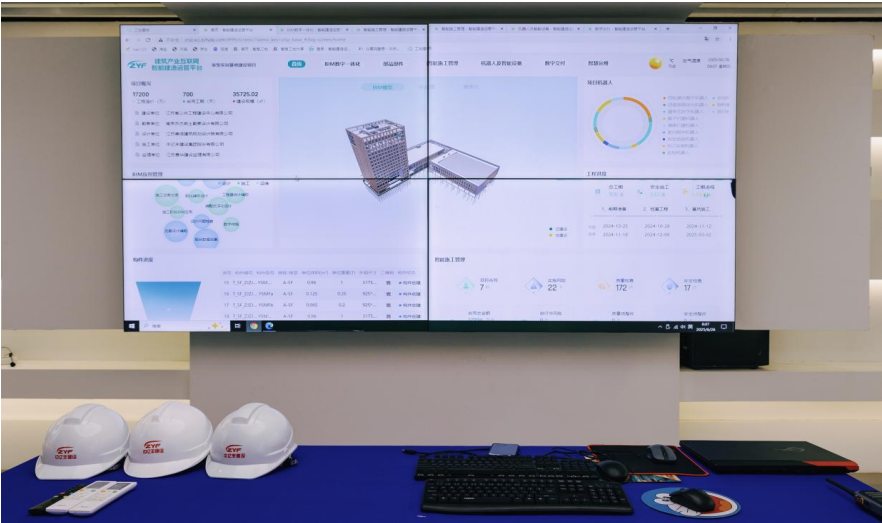


图4 智能建造系统

1. 整平机器人应用



	传统人工作业	机器人作业
作业面积	16200m²道路+加工区+基础筏板+车库顶板（有效时长约78h）	
作业条件	混凝土初凝前	混凝土初凝前。混凝土放料后，需要人工振捣+人工初步扒平后作业。楼面作业需要塔吊配合吊至楼面。
人员、操作配置	约9人	6-7人
功效分析	150-180m²/h	218.2m²/h
质量分析	极差20mm，一次合格率85%	极差14mm，一次合格率95%
优缺点	优点：1、不受限于复杂的施工环境，各种边角部位均能施工。缺点：1、人工耗费用量大，功效低。2、需要依靠辅助定位钢筋，施工精度低，平整度测量误差大。3、对于高温天气等环境因素，工人劳动强度大、效率低。	优点：1、成型质量，平整度明显优于传统人工作业；2、有效减低劳动强度3、采用先进高精度的激光标高控制系统，集成了测量、刮平及收面三个功能，施工速度快，效率高，降低工作强度，有效降低成本。4、不受天气因素制约，安全性高5、属成熟机器人，应用一项+2分，应用面积超6000m²+4分，提升企业信用分及项目智能化管理水平。缺点：1、机器人对于降板、斜坡、墙柱边角、人防墙体多部位等区域需要人工辅助作业。

图5-6 整平机器人与作业参数对比

2. 抹光机器人应用



	传统人工作业	机器人作业
作业面积	车库顶板及需要精平的楼面约13000m ²	
作业条件	混凝土终凝前	混凝土终凝前
人员、操作配置	2个传统瓦工+2台磨光机	1个产业工人+1个辅助传统瓦工+1台机器
功效分析	350m ² /h	491.6m ² /h
质量分析	平整度≤3mm/2m 合格率90%	平整度≤3mm/2m 合格率93%
优缺点	优点：1、不受限于复杂的施工环境，各种边角部位均能施工。缺点：1、手动控制抹光精度依照操作工施工经验判断，精度较低。2、需要人工全过程手扶机器，存在脱手风险，存在安全隐患。3、对于高温天气等环境因素，工人劳动强度大、效率低。	优点：1、采用先进的智能控制算法和导航技术，实现地面自动抹光、压实、提浆和收光，施工速度快，效率高，有效降低成本。2、不受季节影响，安全性高。缺点：1、个别工况复杂转角、夹角等细部需要人工辅助。

图7-8 抹光机器人与作业参数对比

3. 涂料打磨喷涂机器人应用



	传统人工作业	机器人作业
作业面积	2400m ² 施工面积	
作业条件	腻子批刮完成	腻子批刮完成，符合机器人进场条件
人员、操作配置	1人+手持腻子打磨机	1机+1产业技师+1产业工人=1:1:1
功效分析	约30 m ² /h	≥50 m ² /h
质量分析	验收合格	验收合格
优缺点	优点： 覆盖率高，可整面全部施工 缺点： 1) 环境差招工难：工地粉尘大，影响健康，重复性体力劳动强度大； 2) 质量问题多：人工技术水平参差不齐，施工随意性大，管控难； 安全隐患：登高作业，有跌落风险，杂物随意堆放，事故频发。	优点： 1) 工作效率高，可达≥50m²/h/遍，远高于人工； 2) 极大的降低劳动强度； 3) 大大减少登高危险系数，保证施工安全； 4) 施工质量稳定可靠，一致性极高； 5) 配备强吸尘系统，彻底杜绝粉尘弥漫的施工环境，最大程度的减少粉尘吸入，极大的降低职业病发生。 缺点： 覆盖率只有80%以上，边边角角无法实现全实施，需要人机协作覆盖率才能达到100%。

图11-12 涂料打磨喷涂机器人与作业参数对比

4. 智能施工升降机应用



电梯经济收益测算

● 传统与智能施工升降机核心对比分析

对比维度	传统施工升降机	智能施工升降机
操作方式	需专职司机手动驾驶	无人化自动运行，支持楼层呼梯
平层精度	依赖司机经验，偏差大（常超±30mm）	±5mm精准自动平层，无需二次调整
开关门方式	司机手动开关门	自动开关门，防夹手保护
安全防护	被动式机械防坠，重力锁可强制开启	AI识别+门机电联锁+人数识别+防撞+防夹光幕
超员管控	无自动识别功能	AI人数识别，超员自动禁止启动
违规行为监测	无	未戴安全帽、危险攀爬等自动识别报警
远程监控	无	物联网实时监控，手机/PC端可视化管理
故障诊断	人工巡检，故障后维修	AI预测性维护，主动预警，减少停机
能耗水平	无能量回收，能耗高	能量回馈系统，综合节能20%-30%
司机成本	每台需1-2名持证司机轮班	无需专职司机，仅需日常巡检人员

● 综合投资回报分析

费用项目	传统升降机（万元/台/年）	智能升降机（万元/台/年）
人工成本	8-12	1-2（巡检）
电费	3-5	2-3.5（节能20%-30%）
维修保养	2-3	1.5-2（预测性维护）
停工损失	1-2（非计划停机）	0.5-1（减少50%以上）
合计	14-22	5-8.5



图9-10 智能施工升降机运行监控及与作业参数对比

4. ALC墙板安装机器人应用



ZHONGJIE EQUIPMENT

墙板安装机器人可用于室内外墙板安装工作。对混凝土预制墙板、内墙板、外墙板等预制板件进行立起、协助安装和短距离运输工作，能够适应各种环境，进入复杂场地进行工作；续航时间长，能够连续保证安装时间，确保工程进度。4米、6米两款满足工建、住宅两类场景。

墙板安装机器人

产品优势

- 适用4米、6米长墙板，范围广；
- 8-10小时超长续航；
- 左右均可90度旋转，使用便利；
- 液压驱动，力量强劲，经久耐用；
- 可水平350MM移动调节距离，对齐安装精准。
- 显著特点**
墙板安装机器人即可安装墙板，又可当叉车运输；节省2人，效率提升2倍。

CONSTRUCTION APPLICATION

施工应用案例

墙板安装机器人在已在苏州长三角一体化示范区未来产业园工程、苏州实验中学太湖科学城校区项目、国泰中心项目等15个项目上进行施工应用。累计施工面积5000㎡。

PRODUCT PARAMETER

产品参数

功能名称	适用4m墙板	适用6m墙板
整机尺寸	1900*850*1600mm	2300*1100*1700mm
整机重量	800kg (不带货叉) 900kg (带货叉)	1100kg (不带货叉) 1200kg (带货叉)
最大举重	360kg	480kg
续航时间	8-10h	8-10h
电池容量	224Ah	292Ah
液压电机	1300w	1500w
施工效率	≥8块/小时	≥8块/小时

图11-12 ALC墙板安装机器人与作业参数对比

三、应用成效

1. 助力行业数字化升级

智能建造通过将人、机、料、法、环等施工要素数字化，利用物联网、大数据、

云计算等技术手段，实现对建筑工地的全面数字化、信息化、智能化管理，有助于工程行业完成数字化升级，提高管理效率。

2. 提高项目管理能力

智能建造应用可以进行项目全生命周期管理，从设计、施工到运维等各个阶段都实现精细化控制。通过实时监控施工进度、质量、安全等关键要素，确保工程按计划顺利进行。同时，智慧工地还能自动汇总数据形成可视化报表，为管理决策提供数据支持。

3. 提高人工利用率和施工效率

智能建造应用可以代替部分人工工作，如用软件进行考勤、线上报销等，释放劳动力、小型智能工具、智能机器人。此外，通过AI风险识别、智能预警等系统，可以及时发现并处理安全隐患，防止事故发生，保障施工安全。这些都有助于提高人工利用率和施工效率。

4. 形成企业数据资产

智能建造应用平台能够记录工程项目过程中的各类资料，如资金、人员、工程机械、质量安全等信息。这些数据资料在交底、变更、决算、验收等阶段都是重要的依据。通过智慧工地，这些数据可以得到有效管理和利用，形成企业数据资产，为企业未来发展提供有力支持。

5. 促进绿色可持续发展

智能建造应用还注重环保和节能。通过实时监测材料进场、使用等数据，并采取自动洒水降尘等措施，降低施工对环境的污染。同时，智能水电检测系统还能实现能耗自动控制和节能施工，有助于推动建筑行业的可持续发展。

综上所述，智能建造在实际应用中推广的价值是多方面的，包括助力行业数字化升级、提高项目管理能力、提高人工利用率和施工效率、加强行业监管能力、形成企业数据资产以及促进可持续发展等。

智能安全帽的智慧监管应用

工程项目：东湖四季花园项目

施工单位：江苏金贸建设集团有限公司

集成服务商：方硕智能科技有限公司

监督机构：盐城经济技术开发区质量和安全监督站

一、项目概况

本项目总建筑面积约49675.76m²，其中，地下建筑总面积13784.54m²，地上建筑总面积为35891.22m²，为改善型居住建筑（错层挑高为6.3米）。

施工核心特点突出：一是结构复杂，空中庭院悬挑构件多、高支模作业量大，危险区域分散；二是人员流动性强，高峰期施工人员超300人，涉及木工、架子工、绿化工等多工种交叉作业；三是监管难度高，传统人工巡查难以覆盖高空、悬挑等盲区，隐患发现与处置滞后性明显。

随着住建部推进智能建造与新型建筑工业化协同发展，要求四代住宅项目强化施工安全与质量管控，破解复杂结构监管难题。同时，项目作为区域示范工程，需打造智慧工地标杆，以科技手段提升行业监管效能，响应绿色、安全、智能的建筑行业发展导向。



图1 项目效果图

应用要求聚焦三点：一是精准管控，实现人员、区域、工序全流程可视化监管，消除安全盲区；二是高效协同，搭建三级监管平台，打通数据壁垒，保障隐患整改闭环；三是低成本落地，适配保障房与商品房混合建设需求，确保技术方案可推广、易复制。智能定位安全帽作为核心终端，正是契合上述背景与要求的关键应用。

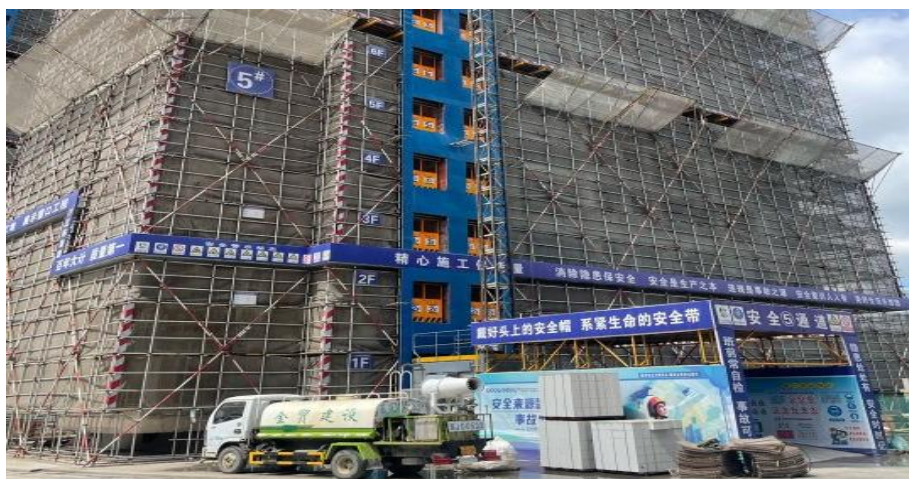


图2 实景图

二、典型应用场景的内容及做法

智能定位安全帽作为行业监管核心终端，融合多模定位、传感预警与数据联动技术，构建“事前预防、事中管控、事后追溯”的全流程监管体系，破解传统监管盲区难题。

（一）应用内容与做法

1. 多模定位赋能精准管控。采用GPS+基站融合定位技术，仅需2-3个主基站即可实现全场信号覆盖，定位精度达米级。监管平台实时显示工人及管理人员位置、班组分布，针对四代住宅悬挑结构、高空作业区等危险区域，预设电子围栏，人员违规进入时，安全帽立即触发声光报警，同步推送预警信息至监管人员移动端，实现风险即时拦截。

2. 全维传感强化安全预警。安全帽集成姿态感应、声光报警模块，工人意外跌倒或进入危险环境（如有限空间、动火区域）时，系统自动识别并呼救；配备SOS紧急按钮，突发情况时一键上报，缩短应急响应时间。同时区分巡检员与施工负责人专属设备，网格员版具备视频摄像、AI隐患识别功能，可实时上传现场影像，实现违规行为可视化取证。

3. 数据联动构建闭环监管。自动生成履职报表，量化管理人员巡查时长、覆盖

范围，倒逼履职落地。建立“预警-处置-复核”机制，隐患整改完成后需上传现场影像，经平台校验通过方可销号，所有数据全程留痕，实现责任可溯。



图3 智能安全帽模块



图4 巡检手机端



图5 AI实时查找隐患

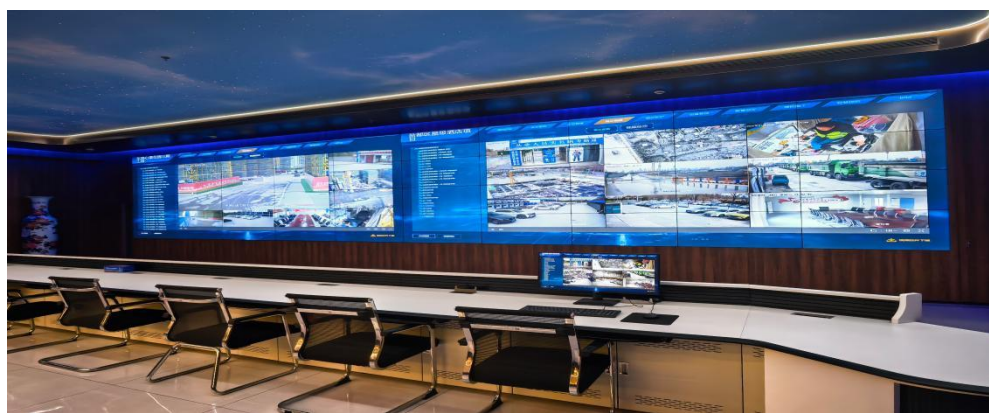


图6 负责人终端

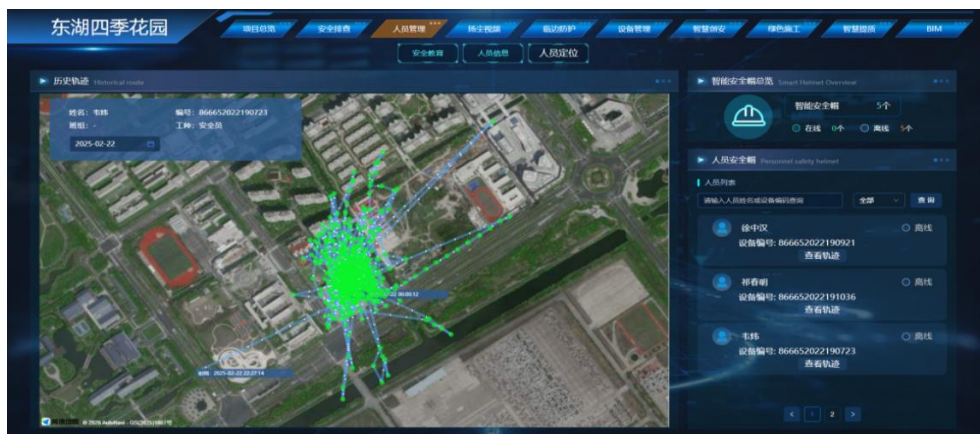


图7 安全帽巡视点位图

(二) 监管创新举措

1. 创新运用GPS+基站多模定位技术，实现工地人员米级精准定位、动态管控。在高空、悬挑等高危区域设置电子围栏，人员违规闯入即刻声光报警、同步推送预警，实现风险前置拦截、主动防险。

2. 依托智能安全帽传感设备，自动识别人员跌倒、误入危险区域等异常，搭配SOS一键上报，提升应急处置速度。实行岗位差异化智能设备配置，借助AI识别、实时影像上传，实现隐患和违规行为可视可证、智能预警。

3. 通过平台数据量化安全履职情况，压实管理责任。建立“预警-处置-复核-销号”闭环监管机制，隐患整改全程影像留痕、可溯可查，以数字化手段规范安全管理，杜绝整改虚化、责任缺位问题。

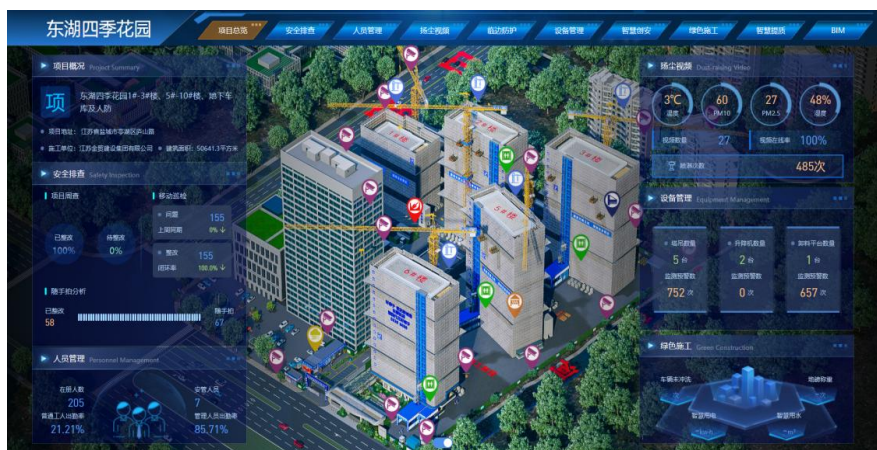


图8 智慧工地项目总览

三、应用成效

(一) 解决的实际问题

1. 破解四代住宅施工监管盲区，针对空中庭院、悬挑结构等复杂场景，解决人

员分散、危险区域管控难、隐患发现滞后等痛点，杜绝违规闯入风险。

2. 攻克传统监管效能低、责任追溯难问题，替代人工高频巡查，解决隐患识别不精准、整改闭环无依据、履职考核无量化标准的行业难题。

3. 化解劳务管理乱象，解决考勤数据失真、工资核算无支撑、欠薪纠纷频发等实际问题，规范劳务用工秩序。

（二）产生的实际效果

安全层面，危险区域违规进入率降90%，高处坠落等事故发生率归零，应急响应时间缩短60%，筑牢施工安全防线。监管层面，单项目巡查效率提升50%，重大隐患识别率提高80%，实现“科技赋能减人增效”。劳务层面，无感考勤准确率100%，联动工资核算系统实现“零欠薪”，保障务工人员权益。

（三）借鉴意义与推广价值

为四代住宅复杂场景监管提供可复制范式，其“定位预警+数据闭环”模式可推广至各类智慧工地。低成本部署方案适配保障房等不同层级项目，易落地普及。倒逼参建各方压实责任，推动行业监管从“人工巡查”向“科技精准管控”转型，助力建筑行业安全化、智能化升级。



序号	巡检点名称	巡检状态	巡检时间	巡检人员	巡检设备	巡检结果
1	项目大门	正常	2025-11-26	安全员	手持终端	正常
2	2#楼主体结构	异常	2025-11-26	安全员	手持终端	异常
3	3#楼主体结构	正常	2025-11-26	安全员	手持终端	正常
4	材料堆放区	正常	2025-11-26	安全员	手持终端	正常
5	材料堆放区	正常	2025-11-26	安全员	手持终端	正常
6	1#楼主体结构	正常	2025-11-26	安全员	手持终端	正常
7	材料堆放区	正常	2025-11-26	安全员	手持终端	正常
8	材料堆放区	正常	2025-11-26	安全员	手持终端	正常
9	材料堆放区	正常	2025-11-26	安全员	手持终端	正常
10	材料堆放区	正常	2025-11-26	安全员	手持终端	正常

图9 巡检点位



图10 巡检实景图



图11 问题整改闭环示意图

超危工程方案论证专家库系统

项目名称：扬州市智慧工地监管平台-超危工程方案论证专家库系统

申报单位：扬州市住房和城乡建设局

集成服务商：扬州大数据集团

主用单位：扬州市建设工程管理中心

一、项目概况

我市依托智慧工地监管系统，初步建立了超危工程安全专项施工方案线上论证专家库的管理机制，系统基本实现了项目在线申请、方案编制与审批、专家论证会组织、报告生成及电子签名等功能，为行业管理提供了一定的技术支撑与服务便利，并通过系统随机抽取专家的方式，旨在确保论证工作的公平性与公正性。针对专家的入库标准、专业能力评估、履职情况记录以及定期复审、退出机制等，形成一套完整、公开、可操作的制度体系，以保证专家库质量的持续提升和良性循环；保证系统的随机抽取功能避免人为干预，设置一个能够更科学地结合项目类型、技术难度、专家专业特长、地域分布以及回避原则（如与项目参建方存在利益关联）等多维度、全方面的抽取规则。

实际开始时间

请选择日期

实际结束时间

请选择日期

方案类型

安全管理

方案内容简述

论证时间（具体
时间）

请选择日期

论证地点（详细
地址）

联系人信息

抽取专家配置

专家类别	普通专家数量	资深专家数量
安全管理	1	0
深基坑工程	0	0
模板工程及支撑体系、脚手架工程	0	0
起重吊装及起重安装拆卸工程	0	0
拆除工程	0	0
建筑幕墙安装工程	0	0
钢结构、网架和索膜结构安装工程	0	0
暗挖、人工挖孔桩、水下作业工程	0	0
装配式建筑混凝土预制构件安装工程	0	0
测量监测	0	0
采用新技术、新工艺、新材料、新设备可能影响工程施工安全，尚无国家、行业及地方技术标准的分部分项工程	0	0
其他	0	0

取消

确认

图1 项目自定义专家类型抽取

二、典型应用场景的内容及做法

1. 系统支持工程项目在线完成方案申请、分部分项工程方案编制与审批，并实现专家论证会组织、论证报告生成、交底记录表签署等环节的线上化与电子签名，从而为行业工程质量安全管理提供坚实的技术支撑与高效便捷的服务。系统针对申请方案论证对项目提供项目申请审核，包含项目编号、申请单位、工程名称、工程安全监督机构、分部分项工程名称、项目地址、项目负责人、联系电话、项目申请时间、项目审核状态、项目查看详细以及所需的各项方案附件，确保项目提交申请符合规范，提前避免文件资料缺失和资格不足。同时，系统对专家入库申请提供更加详细、全面的资料填写，包含个人信息、学历情况、奖惩情况、执业资格、工作经历、工作业绩等内容，确保专家信息真实有效，便于监管人员进行审核；同时确保系统抽取时的规则有效落实。

The image displays a web-based system interface for expert registration. The top navigation bar includes the system name '扬州市城市基础设施生命线安全运行智慧监管系统' and a user profile. The main content area is divided into two columns. The left column contains a sidebar with '个人信息' (Personal Information) and '项目管理' (Project Management). The right column shows a multi-step process for expert registration, with steps 1 through 8. Step 1, '个人信息' (Personal Information), is currently active. It includes a profile picture upload area, a gender selection dropdown (set to '男'), and a '完善信息' (Complete Information) button. The right column also displays a list of personal information fields, including '单位名称' (Unit Name), '学历情况' (Education Status), '工作经历' (Work Experience), and '工作业绩' (Work Achievements). Below the registration steps, there is a table with columns for '审核状态' (Review Status), '专家类别' (Expert Category), '类别名称' (Category Name), and '操作' (Action). The table is currently empty, with a '暂无数据' (No data) message displayed below it.

图2 系统引导专家线上填报详细资料

2. 为确保专家论证工作的公平、公正与科学，系统核心构建了一套智能化、规则化、全留痕的专家随机抽选与管理机制。系统专家库实行分级分类与动态管理，支持按建筑、结构、消防、监督员等专业类别与本地、异地等区域维度进行筛选。专家入库、信息维护及状态管理均在线完成，支持批量导入与详细维护。库内实施精细化的屏蔽管理，规则包括：同一项目限抽同一单位一名专家；允许在抽取前手动排除专家；支持设置专家“正常/非正常”状态，对受处罚、请假等情况的专家自动屏蔽；抽取时可隐藏专家姓名，减少人为干预；并且系统具备冲突检测功能，自动排除时间

安排存在冲突的专家。抽取机制以随机抽选为基础，同时支持符合规定条件下的指定抽取。系统支持按专业类别多次抽取，以满足项目对多专业评审专家的需求。流程涵盖项目信息预录入、自动短信通知（含项目详情并可接收专家反馈）、自动补抽（针对专家拒绝或无法参与等情况）及抽取失败后的重新发起功能，确保抽选成功率。所有抽选过程与结果均受严格的日志管理保护，关键操作全程留痕且项目资料抽选后锁定，保障流程的不可篡改与可追溯。



图3 专家抽取结果确认

3. 系统建立了专家诚信档案与星级评价体系，依据履职情况动态调整专家评级与抽取权重，实现优质优用。系统还提供项目与申请单位的全流程在线审核管理功能，支持条件查询与状态跟踪，并具备数据统计与分析能力，可输出Excel格式报表，支持按时间段对项目与专家评审情况进行多维度统计分析，为管理决策提供数据支持。

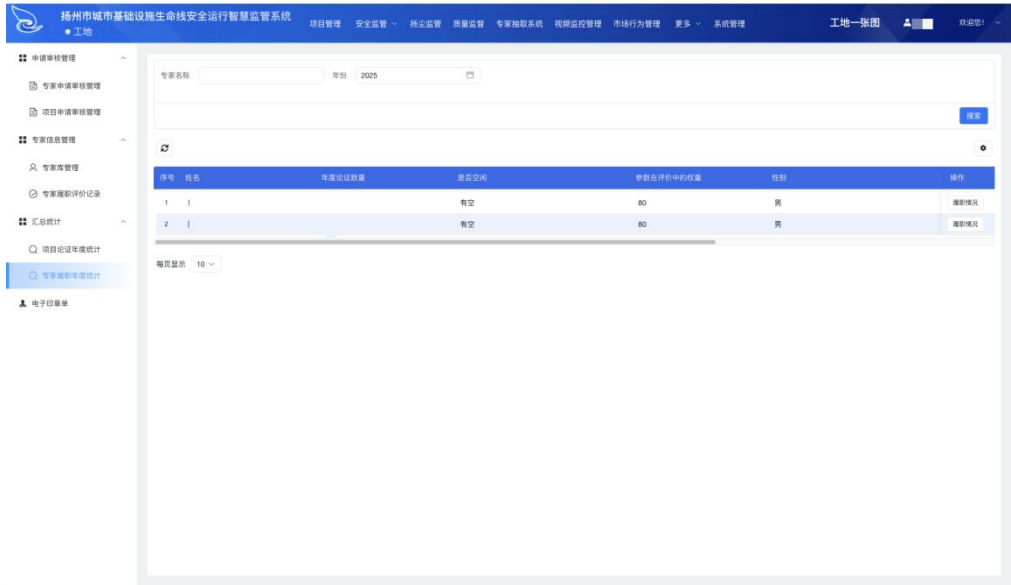


图4 专家履职评价统计情况

三、应用成效和价值

1. 专家库资源质量与活力得到根本性提升：通过实施结构化标签管理、动态准入与核验机制，专家库将从一个静态的“名录册”转变为一个高质量、高活性的“动态资源池”。结合信用评价与分级管理体系，吸引更多高水平专家入库，并促使专家更加珍视声誉、认真履职。预计系统可将专家信息更新及时率提升至95%以上，专业匹配精度提高40%，显著提升论证工作的专业权威性。

2. 专家抽取的智能化、公平性与效率实现跨越式发展：系统不仅能确保抽取环节的程序公平，更能通过专业组合、回避规则等机制，保障论证小组构成的专业性与合理性。例如，对于一个大型深基坑项目，系统可根据项目个性化自由组建一个涵盖岩土设计、施工经验丰富的总工及熟悉本地地质条件的资深专家团队。预计方案论证的专家组建时间可缩短60%，因专家专业不匹配导致的论证会反复次数将大幅减少。

3. 全流程线上闭环管理极大提升协同效能与监管力度：从项目在线申请、方案流转审批，真正实现了业务全流程“一网通办”。这不仅为建设单位、施工单位提供了极大便利，减少了线下奔波和纸质文件流转的时间成本与出错率，更使监管部门能够实时掌握全市超危工程的论证进度、专家意见关键点及风险分布。线上协同平台确保了论证过程记录完整，便于事后追溯与学习。

安全智慧管控系统在施工现场安全隐患 全流程管控中的应用

工程项目：南京至仪征线（含扬州延伸线）市域（郊）铁路一期工程（不含过江段）

扬州段土建施工六工区

施工单位：中铁十五局集团有限公司

集成服务商：中铁建物产科技有限公司

监督机构：扬州市建设工程管理中心

一、项目概况

本工程承担南京至仪征线（含扬州延伸线）市域（郊）铁路一期工程扬州段2站2区间施工任务，分别为汉河站区间U型槽段与桥梁分界点（DK54+566.920）～站南路站区间、站南路站、站南路站～扬州西站区间、扬州西站。为响应智慧工地建设要求，针对传统施工安全隐患排查滞后、整改跟踪不力、责任落实不明等痛点，构建安全智慧管控系统，着力提升施工现场安全隐患的全流程管控能力。

系统聚焦施工现场安全隐患的全流程管控，通过整合视频智能分析、安全管理、应急管理 etc 子系统及前端AI摄像头等智能设备，实现隐患“自动识别—实时报警—闭环处置—数据追溯”的全链条安全管理机制，有效解决传统工地安全隐患管控的突出难题。



图1 项目实景图



图2 项目效果图

二、典型应用场景的内容及做法

该智慧工地系统聚焦宁扬市域（郊）铁路（扬州段）六工区施工现场安全隐患的全流程管控，覆盖人员管理、设备管理、物料管理、安全管理、质量管理、环境管理、视频智能分析、应急管理、风险管理等模块。通过整合视频智能分析子系统、安全管理子系统、应急管理子系统及前端智能设备，实现隐患“自动识别—实时报警—闭环处置—数据追溯”的全链条管理，重点解决传统工地隐患排查滞后、整改跟踪不力、责任落实不明等问题。



图3 安全智慧管控系统界面

首页

实时环境

隐患列表

检查单号

请输入检查单号

状态

请选择

时间

开始日期

结束日期

响应等级

请选择

隐患

重置

	检查单号	响应类型	排查类型	创建时间	响应期限	响应等级	发送人	响应时间	响应人	状态	操作
1	AQ-6GQ-20260409184424	施工单位三级隐患响应	消防安全隐患条目	2026-04-09 1 8:44:25	2026-04-10 0 6:44:25	三级	黄术辉	2026-04-09 1 8:47:56	王龙	及时响应	查看
2	AQ-6GQ-20260408175617	施工单位三级隐患响应	文明施工、渣土运输	2026-04-08 1 7:56:17	2026-04-09 0 5:56:17	三级	黄术辉	2026-04-09 1 6:30:27	王龙	延迟响应	查看
3	AQ-6GQ-20260408171728	施工单位三级隐患响应	临时用电检查要点隐患条目分级	2026-04-08 1 7:17:28	2026-04-09 0 5:17:28	三级	狄学东	2026-04-09 1 6:30:30	王龙	延迟响应	查看
4	AQ-6GQ-20260408171552	施工单位三级隐患响应	临时用电检查要点隐患条目分级	2026-04-08 1 7:15:52	2026-04-09 0 5:15:52	三级	狄学东	2026-04-09 1 6:30:29	王龙	延迟响应	查看
5	AQ-6GQ-20260408161002	监理单位三级隐患响应	文明施工、渣土运输	2026-04-08 1 6:10:03	2026-04-09 0 4:10:03	三级	刘山	2026-04-08 1 6:48:12	王龙	及时响应	查看
6	AQ-6GQ-20260408160817	监理单位三级隐患响应	文明施工、渣土运输	2026-04-08 1 6:08:17	2026-04-09 0 4:08:17	三级	刘山	2026-04-08 1 6:48:17	王龙	及时响应	查看
7	AQ-6GQ-20260408160612	监理单位三级隐患响应	临时用电检查要点隐患条目分级	2026-04-08 1 6:06:13	2026-04-09 0 4:06:13	三级	刘山	2026-04-08 1 6:07:13	王龙	及时响应	查看
8	AQ-6GQ-20260408160330	监理单位三级隐患响应	文明施工、渣土运输	2026-04-08 1 6:03:31	2026-04-09 0 4:03:31	三级	刘山	2026-04-08 1 6:05:59	王龙	及时响应	查看
9	AQ-6GQ-20260408160215	监理单位三级隐患响应	操作平台	2026-04-08 1 6:02:15	2026-04-09 0 4:02:15	三级	刘山	2026-04-08 1 6:06:01	王龙	及时响应	查看
10	AQ-6GQ-20260408160103	监理单位三级隐患响应	临时用电检查要点隐患条目分级	2026-04-08 1 6:01:03	2026-04-09 0 4:01:03	三级	刘山	2026-04-08 1 6:06:00	王龙	及时响应	查看

图4 隐患问题推送

安全智慧管控系统		首页 / 待办预警 / 预警信息		搜索		AI	
类型		请选择		内容		请输入内容	
序号		类型		内容		预警时间	
1	资质预审证书超期预警	南京易升建设工程有限公司资质证书已过期		2026-04-10 01:00:02		已处理	
2	资质预审证书超期预警	中融冶金勘察设计研究院有限责任公司资质证书已过期		2026-04-10 01:00:02		已处理	
3	资质预审证书超期预警	北京中融勘工程技术有限公司资质证书已过期		2026-04-10 01:00:02		已处理	
4	特种工证书超期预警	马以彬特种工证书已过期		2026-04-10 01:00:01		已处理	
5	进度关键节点预警	关键节点六工区,220站~站南路区间明挖段,一层主体结构施工完成,已逾期,发布红色预警		2026-04-10 01:00:00		已处理	
6	进度关键节点预警	关键节点六工区,扬州西站二期主体结构防护结构施工完成,已逾期,发布红色预警		2026-04-10 01:00:00		已处理	
7	进度关键节点预警	关键节点六工区,扬州西站二期主体结构防护结构施工完成,已逾期,发布红色预警		2026-04-10 01:00:00		已处理	
8	进度关键节点预警	关键节点六工区,扬州西站二期考古勘探,已逾期,发布红色预警		2026-04-10 01:00:00		已处理	
9	进度关键节点预警	关键节点六工区,扬州西站二期考古勘探,已逾期,发布红色预警		2026-04-10 01:00:00		已处理	
10	进度关键节点预警	关键节点六工区,站南路站~扬州西站区间,盾构管片引入,已逾期,发布红色预警		2026-04-10 01:00:00		已处理	

图5 人员证件、企业资质及进度预警

1. 智能监测全覆盖：在施工现场关键区域部署AI摄像头、红外传感器等设备，针对未佩戴安全帽、违规进入危险区域、动火作业无防护、临边防护缺失、渗漏水等隐患类型进行24小时自动监测。视频智能分析子系统实时解析监控画面，无需人工值守即可精准识别安全违规行为。

序号	工区	事件种类	图片信息	发生时间
1	六工区	火险		2026-04-08 02:28:56
2	六工区	未佩戴安全帽		2026-04-07 20:06:17
3	六工区	抽烟		2026-04-07 15:14:32

图6 AI自动识别安全隐患

2. 多级报警联动响应：一旦发现隐患，系统立即触发联动报警机制，通过PC端平台、手机App向现场管理人员、安全负责人推送预警信息，同步在现场声光报警器发出警示。报警信息包含隐患位置、类型、实时画面截图，确保相关人员快速定位问题。



图7 移动端报警推送与接收

3. 闭环处置流程管控：管理人员通过移动端接收报警后，可即时发起整改任务，明确整改责任人、整改要求及完成时限。整改过程中，责任人需上传整改照片或视频佐证，经安全管理子系统复核确认后，隐患处置流程方可闭环。系统自动记录隐患从发现、派单、整改到销号的全流程信息，确保可追溯。



图8 隐患整改闭环管理

4. 数据统计辅助决策：安全管理子系统定期对隐患数据进行统计分析，按隐患类型、发生区域、责任单位等维度生成报表，精准定位高频风险点。管理人员可据此优化管控措施，如在隐患高发区域增加监控设备、强化专项培训，实现"以数据促整改、以分析防风险"。

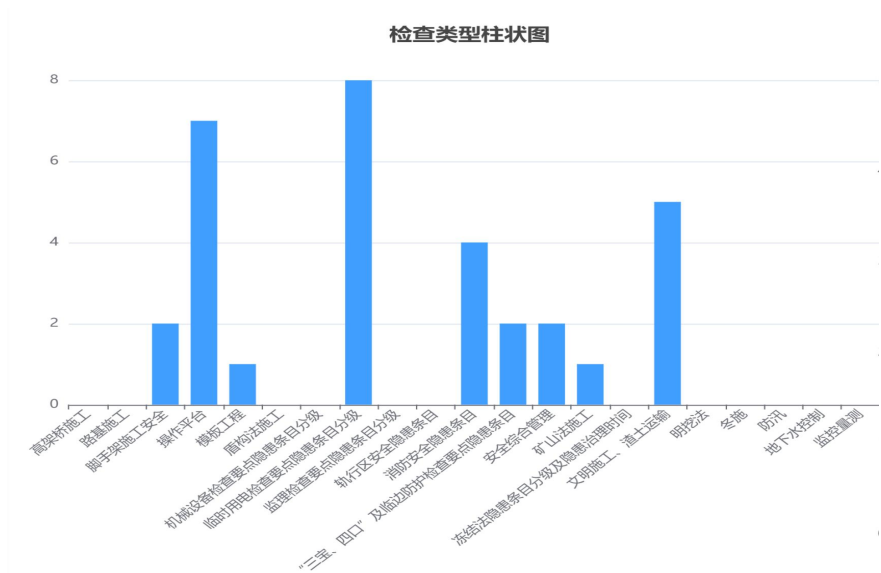


图9 隐患数据统计分析

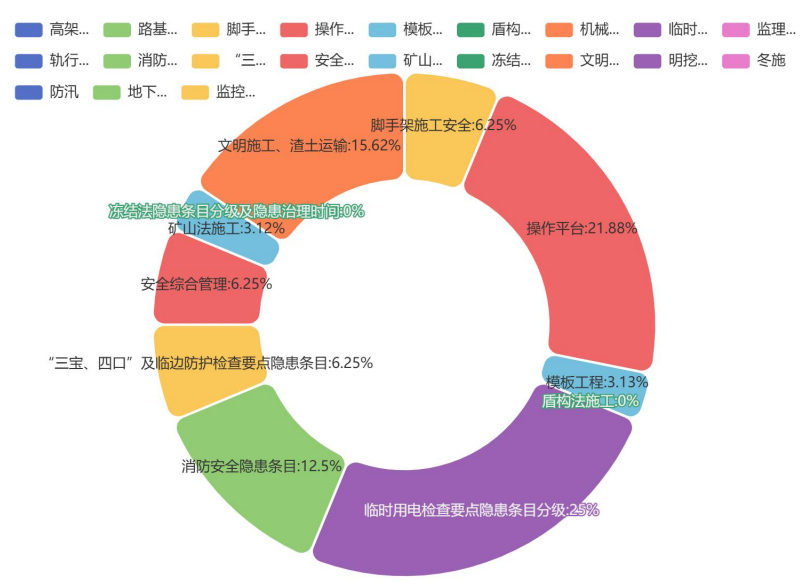


图10 安全隐患排查统计

5. AI智能识别替代人工巡查：突破传统人工排查效率低、易遗漏的局限，通过视频智能分析技术实现部分隐患自动识别，识别准确率高且不受环境、时间限制，大幅降低安全管理人员工作强度。



图11 AI智能识别现场应用

6. 多系统协同联动：打通视频监控、安全管理、应急管理 etc 子系统数据壁垒，隐患报警后可同步调用现场实时视频、关联区域风险等级、调取对应应急预案，为快速处置提供全方位支持。



图12 多系统协同联动

7. 全流程数字化追溯：隐患处置全流程信息实时录入系统，包括报警记录、整改单据、复核结果等，形成完整的电子档案。同时对接政府端监管平台，满足行业监管部门对施工现场安全管控的溯源要求，助力标准化建设。

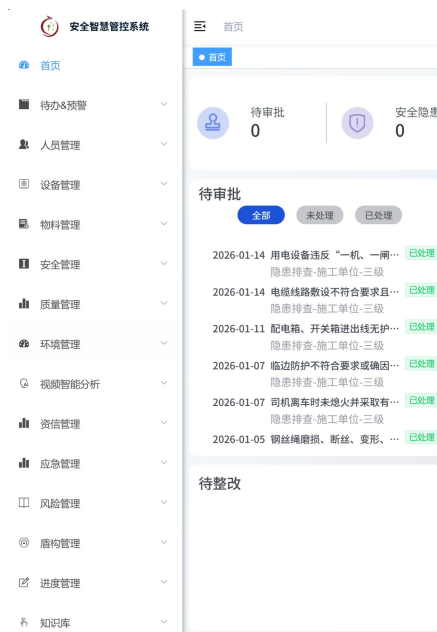


图13 隐患处置全流程数字化追溯

该应用场景通过技术赋能与流程优化，有效提升了施工现场安全隐患管控的及时性、精准性和闭环性，为宁扬城际六工区工程安全生产筑牢防线，助力项目争创国优奖项。



图14 数字化追溯电子档案

三、应用成效和价值

该场景应用解决了宁扬城际六工区项目传统安全管理的痛点，在管理效能、安全水平、绿色施工等方面取得显著成效。

1. 提升管理效能与决策智能化。通过构建覆盖“人、机、料、法、环、测”全要素的智慧管理平台，实现施工全过程的数据互联与智能决策。管理人员工作效率显著提升，隐患整改实现100%闭环，项目自使用系统以来实现“零事故、零伤亡”的双零目

标，助力项目申报扬州市级文明工地标准。

2. 增强施工安全水平。系统集成AI行为识别、24小时自动监测等智能技术，显著降低安全风险。应用后施工现场隐患数量下降50%以上，有效避免安全遗漏，大幅提升安全管控的及时性与精准性。

3. 推动绿色施工与节能减排。环境监测系统实时采集扬尘、噪声等数据，联动智能喷淋设备进行降尘，智能水电监测为资源节约提供数据支撑，助力实现绿色施工目标。

无人机智能巡检应用

工程项目：江苏省杭集高新区高端制造产业园基础设施项目（一期）

施工单位：中国铁建大桥工程局集团有限公司

集成服务商：奇航智维(苏州)技术服务有限公司

监督机构：扬州市建设工程管理中心

一、项目概况

中国美业港·产业转型示范基地项目位于扬州市生态科技新城杭集镇，总投资126.62亿元，总面积约205万 m^2 。打造高端日化(医美健康)、航空、智能智造等现代化产业集群，着力布局6大板块:医美产业、航空产业、智能智造产业、未来产业、数智物流产业、人才社区。其中，江苏省杭集高新区高端制造产业园基础设施项目（一期）已启动，总建筑面积约15.26万 m^2 ，涵盖A1-A4、B1-B5共九栋高标准工业厂房，建筑性质为工业建筑，为框架结构，使用功能为丙类生产车间，抗震设防烈度为7度，基础类型为桩基础，结构设计使用年限50年，建筑结构安全等级2级，地基基础设计等级乙级。

该项目作为区域重点建设工程，施工范围广、单体建筑多、作业环节复杂，传统人工巡检面临效率低、盲区多、隐患追踪难等问题，难以满足现代工程“智慧建造”与“安全生产”的双重管理要求。为落实精细化管控目标，破解高空、临边等区域巡检难题，项目引入无人机智能巡检系统，构建“无人化、数字化、智能化”的安全监管新模式，助力打造省市级安全文明工地。



图1 工程实景图



图2 工程效果图

二、典型应用场景的内容及做法

本项目核心应用无人机智能巡检系统，以6类15项安全专项检查为核心框架，实现施工现场全周期、无死角安全管控。

（一）场景内容设计

项目采用无人值守机场+洞察云管平台一体化架构，构建“数据采集—云端分析—智能预警—闭环整改”全链路管理体系。无人机搭载RTK高精度定位、4K高清摄像及红外摄像设备，可实现7×24小时全自动作业，替代传统人工被动巡查模式。所有巡检数据、现场画面、预警信息统一汇总至云管平台，管理人员可在线查看设备状态、执行巡检任务、调取历史影像、管理巡航航线，实现对施工现场全域、全时段风险动态监测。

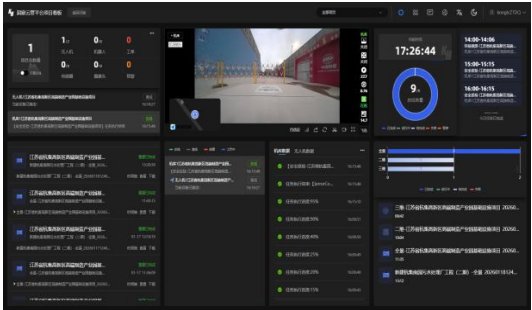


图3 无人值守机场与洞察云管平台

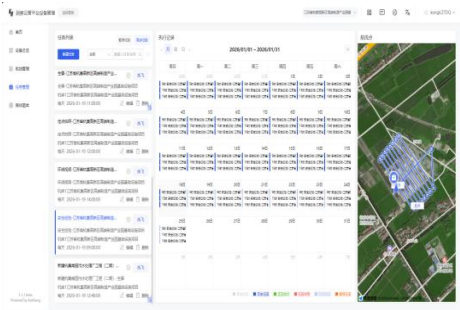


图4 巡航航线任务创建

（二）主要做法

1. 全域自动巡检，空地一体消除监管盲区

现场部署无人值守机场，提前规划3条全覆盖巡航航线，无人机可自主完成起降、巡检、充电全流程，单日可开展6-8轮全域巡检，全程无需人工现场操作。针对建筑内部、地下室、狭小临边等无人机无法抵达的区域，创新采用无人机高空广域巡查+地面四足机器人+固定式高清摄像头的空地一体化补盲方案，搭建高空、地面、室内三维立体监管网络，实现施工现场无死角监测。后续还将接入室内巡检机器人、IoT传感器、高空全景球机，持续清零各类监管盲区。



图5 无人机机场状态



图6 地面四足机器人

2. 多维数据采集，实现毫米级隐患识别

系统融合实景三维建模、BIM比对、正摄图分析等技术，可毫米级精准采集6大类15项安全文明施工数据。检查范围包含六大板块：核查围挡、基坑、边坡等临边防护设施，检查安全警戒线布设情况，排查各类安全网具破损、缺失问题，监管防尘、裸土覆盖、车辆冲洗等文明施工情况，监测场地积水抽排，以及消防器材、临时用电合规性。此外，系统联动塔吊等大型设备实时监测运行状态，结合实景模型与CAD、BIM图纸叠加比对，直观识别现场各类安全隐患与违规行为，全面筑牢工地安全防线。

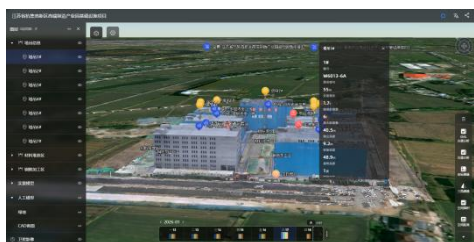


图7 起重机械状态



图8 实景三维建模及BIM模型

3. AI智能研判，自动识别各类违规隐患

系统内嵌《建筑施工安全检查标准》与多源智能识别算法，可自动抓拍并识别施工现场常见违规行为与设施缺陷，包括作业人员未佩戴安全帽、安全防护网破损、建筑材料堆放超高、临时用电电缆拖地、消防器材缺失等问题。识别后自动标注隐患位置、风险等级，并留存现场影像、经纬度坐标，实现隐患“看得见、定得准、查得清”。

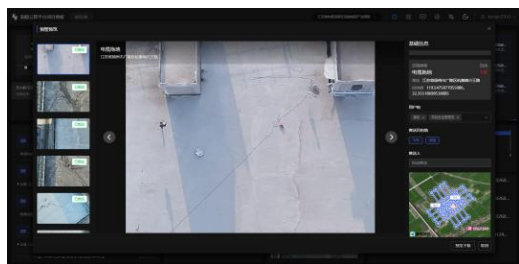


图9 AI安全隐患识别



图10 安全隐患位置标注

4. 分级快速预警，构建全流程整改闭环

项目建立“发现—预警—整改—复核—销号”标准化闭环管理机制。隐患识别完成后，系统识别隐患后，10分钟内通过企微、钉钉、短信等渠道推送预警信息、现场图片与整改要求，并生成电子工单。针对扬尘、裸土、噪音超标等环保问题实行专项管控：扬尘类隐患整改后，系统自动复检比对影像；噪音超标时，传感器联动无人机

定位声源、远程劝改并留存证据。责任人提交整改材料后，管理人员线上复核，合格即归档销号，不合格则退回整改，实现隐患全程可追溯、责任落实到位。

（三）主要创新举措

本次应用四大创新亮点如下：一是空地一体化协同监管，整合无人机、地面机器人、传感器、高清摄像头等设备，全面消除高空、密闭空间、深基坑等巡检盲区。二是数据可视化赋能决策，平台自动生成隐患热力图、周期分析报表，清晰呈现安全问题分布，为现场管理与施工调度提供数据依据。三是风险联动管控，巡检数据对接施工进度，边坡位移、设备异常等重大风险出现时，自动触发停工预警，筑牢安全防线。四是全流程数字化留痕，隐患排查、预警、整改、销号全程线上办理，取代传统纸质台账，有效提升管理规范化与工作效率。

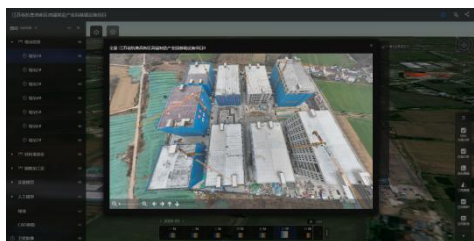


图11 实时360° 全景图



图12 CAD图纸与实景比对

三、应用成效

（一）解决实际问题

通过“无人机智能巡检应用”，系统能够自动侦测工地上6类15项安全文明隐患，目前每月发现生成问题160起，自动生成工单信息，通过手机APP、短信等方式实时推送至相关本次项目负责人，督促其进行整改并将处理结果反馈至系统，形成一个完整的智能化管理闭环，将传统被动式、依赖人力的安全管理，转变为主动式、自动化的智能防控。

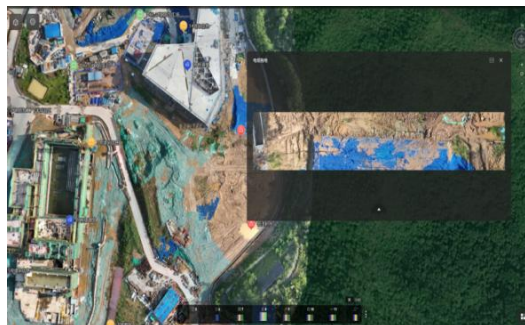


图13 黄土裸露

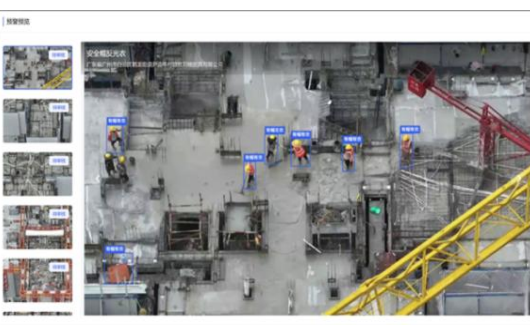


图14 安全帽识别

（二）产生实际效果

效率显著提升：1km²区域巡检时间从人工3-7天压缩至4小时，单机巡检效率较人工提升36倍，年度节约管理工时578小时以上。

成本大幅降低：减少专业巡检人员2-3名，年综合成本较传统模式下降70%，年费用仅16万元。

安全保障强化：隐患整改闭环率达95%以上，应急响应时间缩短至3-10分钟；实现安全监管标准化。

（三）行业推广价值

通过数字化监管的深入实施，不仅提升了项目管理效率，还在成本控制、进度管理、安全隐患识别等方面取得了显著成效。其技术赋能、成本可控、安全可靠的管控模式，为建筑业从人防向技防转型提供了实践经验，对推动行业智能化管理具有重要借鉴意义。

应用场景三十七

基于GNSS自动化监测系统深基坑在线监测应用

工程项目：扬州软件园二期项目1-5#楼及地下车库

施工单位：江苏扬建集团有限公司

集成服务商：扬州华科智能科技有限公司

监督机构：扬州市建设工程管理中心

一、项目概况

扬州软件园二期项目1-5#楼及地下车库位于扬州市生态科技新城万福商务区核心位置，东至杭李路、南至韩许河路、西至罗庄路、北至裔王路，与连淮扬镇高铁仅一路之隔。本项目总用地面积42457m²，总建筑面积249944.54m²，其中地下107937.9m²，地上142006.64m²。建筑层数为地下3层、地上5层/23层/35层；建筑高度，23.7m/23.85m/99.95m/149.85m；结构形式：框架结构/框架-核心筒结构；设计使用年限：50年，使用功能为研发、办公和商业。



图1 鸟瞰效果图



图2 工程实景图

本工程深基坑开挖面积约4.28万 m^2 ,基坑长约228m,宽约194m,支护周长约786m,基坑开挖深度一般为13.80m,最大开挖深度为20.25m。基坑支护采用上部放坡挂网喷浆+三轴搅拌桩截水帷幕+钻孔灌注桩排桩+两道钢筋混凝土水平支撑支护结构,局部未设置支撑位置采用上部放坡挂网喷浆+三轴搅拌桩截水帷幕+钻孔灌注桩排桩+坑内留土反压(挂网喷浆)支护形式。

二、典型应用场景的内容及做法

“基于GNSS自动化监测系统深基坑在线监测应用”场景,核心是自动化监测系统采用了先进的物联网技术、无线网络传输技术和集中监控管理平台等构建一套完善的监测系统,可以远程及恶劣条件下自动数据采集,完成全天候自动采集监测数据,实现基坑施工过程基坑监测的智能化。

后台软件实时差分解算出各监测点三维坐标,数据分析软件获取各监测点实时三维坐标,并与初始坐标进行对比而获得该监测点变化量,计算获取监测处冠梁的水平位移、竖向位移数据。系统通过对原始监测数据的实时处理,运用数学模型和回归分析、差异分析等数理方法对采集到的各类数据进行数字化建模分析,形成各类变化曲线和图形、图表,具有形式多样的实时报警功能,实现了深基坑监测的数据自动分析。

(一) 监测点定位

根据施工项目地下室深基坑工程地质状况、基坑支护结构特点和业主要求,现场完成勘探后,按照以下规范要求,完成对需要基坑监测点位的确认。

1. 水平、竖向位移监测：在冠梁顶端每隔25m布置一个水平、竖向位移观测点；
2. 围护墙体深层水平位移监测：在围护墙体上每隔25m布置一个观测孔，观测孔的位置与水平竖向位移观测点位置一一对应；
3. 基坑外地下水位监测：对应围护墙体深层水平位移观测孔，在基坑外侧布设地下水位观测孔；
4. 支撑轴力监测：从上到下每一层支撑上布设一组支撑轴力。

（二）监测点布设

本项目中人工监测水平和竖向位移控制网按两级布设，由控制点（基准点、工作基点）组成首级网，由观测点及所联测的控制点组成扩展网，对于单个目标的位移监测，可将控制点同观测点按一级布设（现场共布置了7个点，如图3所示）。

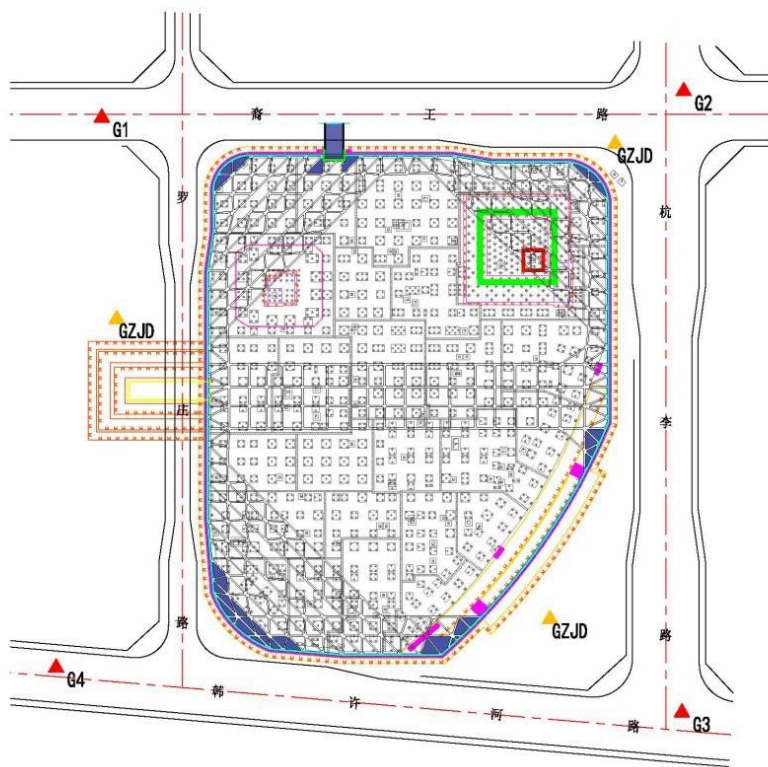


图3 人工监测水平和竖向位移基准点布置图

基于GNSS自动化监测系统水平、竖向位移监测点布设原则为沿冠梁顶端每隔25m布置一个水平、竖向位移观测点（现场试布置了3个点，如图4所示）。

总包和监理单位需注意保护监测点。若基准点或监测点破坏率超过30%，需以书面形式向主管部门备案。

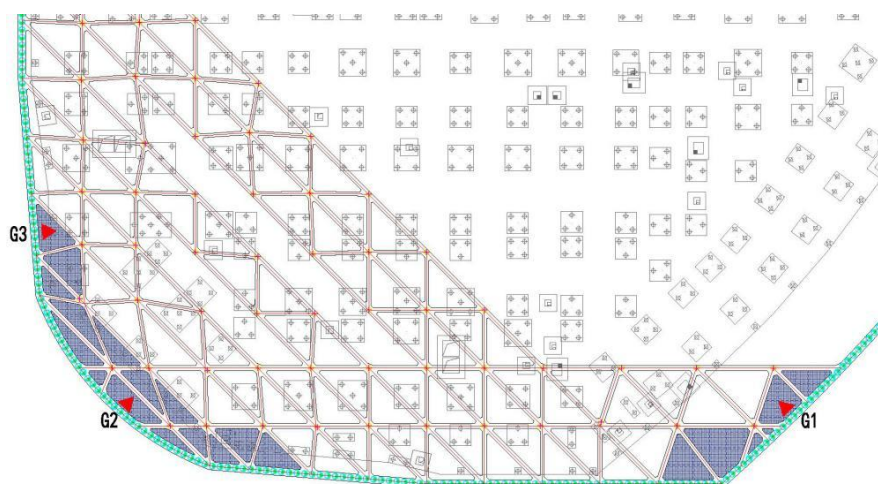


图4 基于GNSS自动化监测系统水平和竖向位移观测点布置图

(三) 实时数据采集

通过对GNSS接收机控制下达命令，实现对某一时刻卫星数据的接收，可进行实时基坑位移监测，也可根据需求设置指定时间段进行采集，一般设置为30分钟。

深基坑自动监测系统中，基于GNSS自动获取监测点的三维数据，通过无线传输到后台监测中心，可以任意时间间隔（间隔时间可以配置，一般采取半小时巡检一次）自动采集数据进行连续监测，测试精度高，数据可以远程处理，可以向项目相关数据需求方实时提供监测信息。



图5 基于GNSS自动化监测系统水平和竖向位移观测点布置图

（四）云平台数据分析

本项目采用的自动化监测系统由数据采集系统、数据通讯传输系统和数据处理系统三部分组成，数据采集系统由JA-GNSS-300接收机前端构成，数据通讯传输系统由4G无线传输装置构成，数据处理系统集成在扬建集团综合项目管理平台中，软件的数据处理界面如图6所示。



图6 综合项目管理平台界面

（五）预警机制与APP推送

预警分级：采用二级预警机制，由低到高分别为一级预警（位移累计变化量达到设计预警值（表1：基坑水平和竖向位移报警值）的70%，表明基坑变形已超出正常范围，需引起高度注意）、二级预警（位移累计变化量达到或超过设计预警值，表明基坑已处于危险状态，随时可能发生安全事故），监测数据触发一级预警后，会自动提高采样频率。

基坑水平和竖向位移报警值如下表1所示：

表1 基坑水平和竖向位移报警值

序号	监测内容	报警值		允许值（mm）
		累计值（mm）	变化速率（mm/d）	
1	桩顶水平/垂直位移	24	3	30
2	坡顶水平/垂直位移	32	4	40
3	深层水平位移	28	3	35
4	周边道路沉降	16	2	20
5	周边管线沉降	16	2	20

依据上表所示，结合《建筑基坑工程监测技术标准》GB 50497—2019，本项目基坑支撑变形累计变化量应小于40mm，变化速率应小于4mm/d。

能够实时跟进施工现场工况变化快速监测到各个监测项目的监测数据变化信息及数据的临界变化，可连续、实时在线对整个基坑施工过程中土体深层水平位移、垂直位移变化过程进行远程动态监测，分析软件根据事先设定的分级预警值而进行报警，系统通过绑定用户账号，向绑定用户的手机APP推送报警信息。

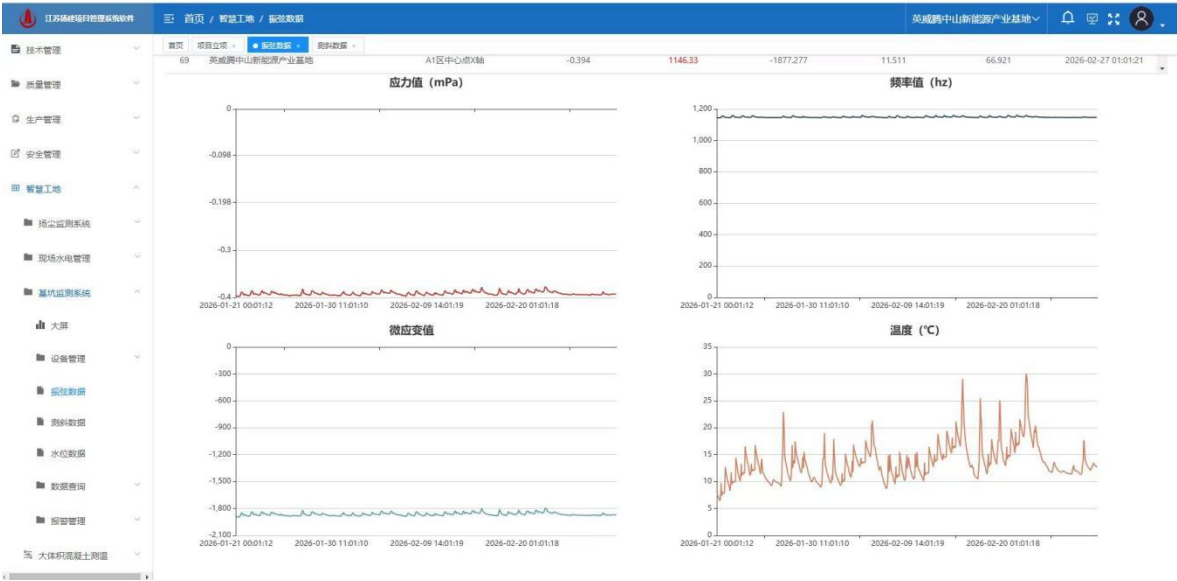


图7 应用场景告警

（六）应急处置

项目管理员收到预警信息后，首先施工单位需积极采取临时措施防止险情恶化，然后按照图8的异常处理流程，进行现场处置。

管理人员收到异常告警后，需要快速评估风险等级：风险较低的施工单位可自行调整施工措施；一般预警需要建设单位召集工程参建各方召开会议，共同分析评估安全质量，研究下一步施工措施；严重预警建设单位必须立即组织召开有行业专家（通常不少于2名）和参建各方参加的险情处置会议，全面评估险情并给出具体整改措施。

风险评估后，管理人员按照不同级别的响应措施进行应急处理：一般预警，通过参建各方会议协调，调整施工工序、优化施工参数等常规手段解决；严重预警，首要立即停工，必要时撤离人员，采取工程应急措施沙袋反压、注浆止水、回填反压、基坑外侧挖土卸荷，针对管涌或裂缝进行及时处置，防止事故扩大。

处置措施完成后，必须经过严格的核验收：一般预警，由监理单位对施工单位

的整改情况进行核查；严重预警，由建设单位会同监理单位共同核查；核查通过后发布“整改确认”，恢复正常施工。

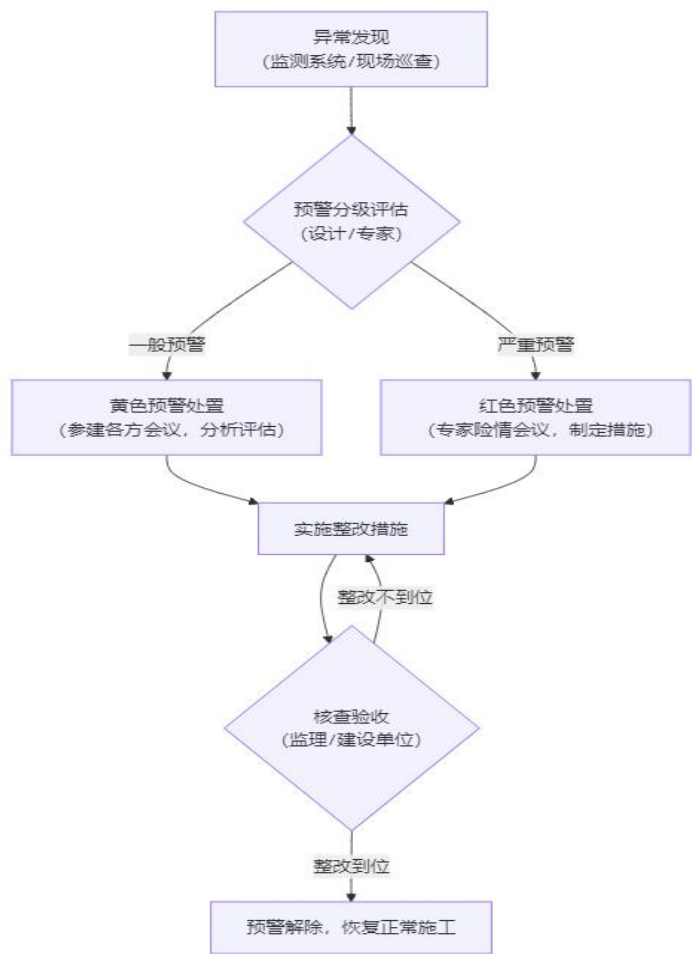


图8 告警处理闭环流程

（七）质量验收与数据归档分析

基坑监测养护结束后，整理场景应用数据，不仅用于当前的质量验收，而且用于归档形成大数据资产，为后续类似工程的基坑监控系统监测点优化提供数据支撑。

预警、核查等环节的响应时间通常有严格要求（如2天内），处置环节的响应时间可能为15天。会议纪要等关键文件需在限定时间内（如24小时）上传管理系统备案。

三、应用成效和价值

（一）经济性

自动化监测人工工作量较少，人力成本投入较少，监测设备可重复利用，主要投入为设备所需资金，自动监测的时间间隔一般不大于半小时，不分白昼，1天可以监测至少48次。虽然人工监测需增加监测次数来控制误差值范围，但是人工监测如果需

要达到自动监测的效果，白昼至少需要2个人完成，人力成本增加很多。在受到阴雨天及其他恶劣天气阻碍情况下，无法前往现场完成监测工作；而自动化监测不受相关因素影响，可远程实施相关监测工作。

基坑自动监测可以减少基坑监测安全管理人员2人，年节省费用至少10万元。通过基坑自动监测系统，可以降低安全隐患、减少安全风险、避免安全事故，由此带来的间接经济效益更加显著。

（二）数据精确性

人工监测存在一定的误差值，每次监测前，需对监测仪器进行校正，监测过程中，人员易受环境因素等影响，造成仪器误差和人为误差；而基于GNSS自动化监测系统，其误差产生主要在于卫星通信影响和基站的选择。卫星通信影响的误差可通过载波相位计来进行计算修正，为GNSS接收机安装位置应尽量选择开阔地界，从而能有效避免因卫星信号传输产生的误差值。GNSS接收机基站选用地下水位较低的路基、采用现浇混凝土工艺固定基准站，或者选择无沉降的生活区、办公区的集装箱的箱顶上固定基准站来消除误差。自动化监测系统相比人工监测，可以有效避免人工读数和记录引起的人为误差。

（三）系统实测数据与分析

由于本项目监测点位多、监测周期长，数据分析量大，为便于比较，本文选取2023年11月23日至2023年11月30日七日内基坑西侧监测点G3（与PD40相近）水平和竖向位移数据进行对比，该监测点累计变化曲线见图9～图12。



图9 G3水平位移累计变化曲线（mm），红色表示X方向，蓝色表示Y方向



图10 G3竖向位移累计变化曲线 (mm)

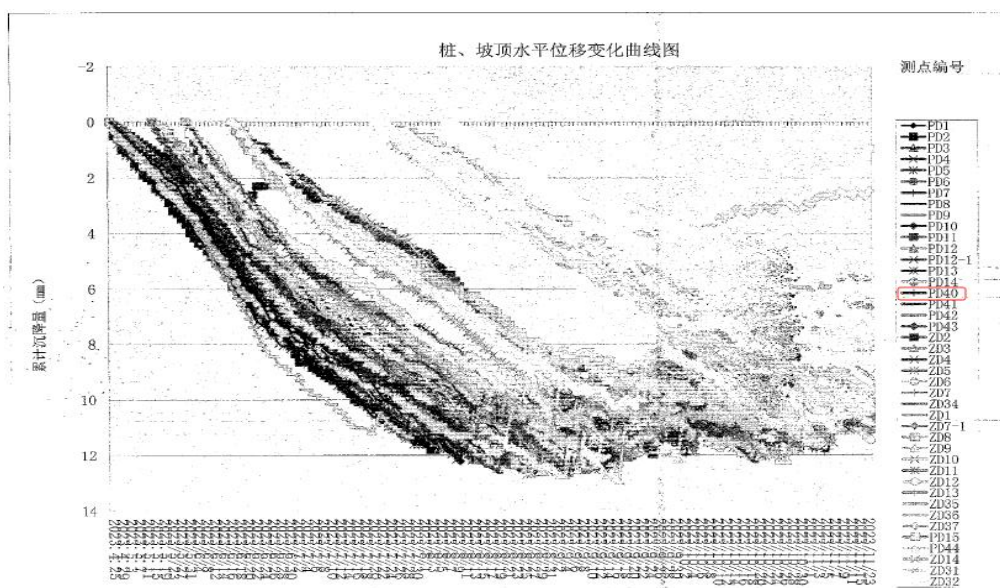


图11 PD40水平位移变化曲线

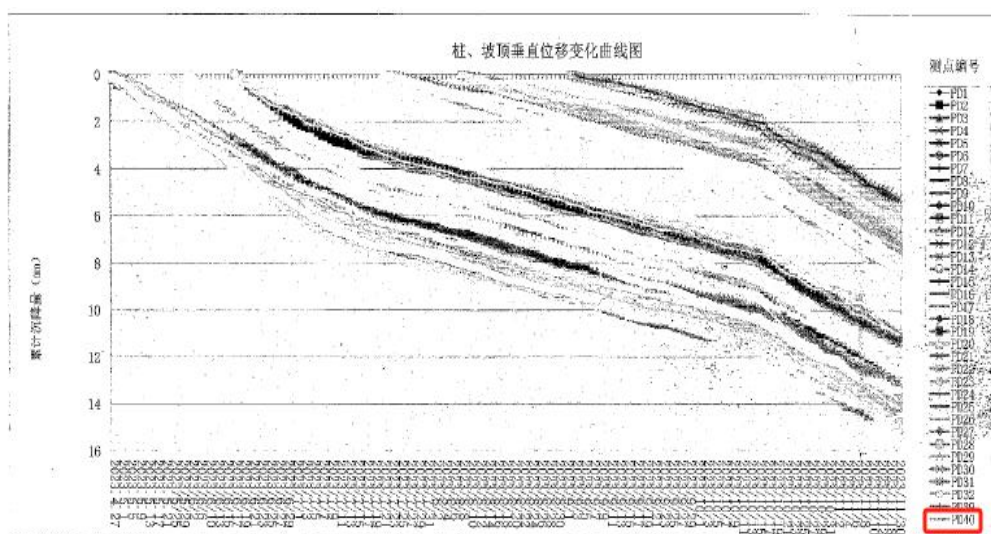


图12 PD40竖向位移变化曲线

由上述图可看出，G3点X坐标平均差值为5.6mm，最大差值为7.2mm；Y坐标平均差值为9.7mm，最大差值为10.9mm；Z坐标平均差值为2.55mm，最大差值为2.9mm；自动化监测和人工监测结果差值相对较小，吻合度较高，变化趋势基本一致。

该应用场景，提升了扬州软件园二期项目的基坑监测的智能化设计水平和监测质量水平，有效保证基坑项目后期的安全管理与监测测量要求，实现了建筑施工安全目标，经济效益和社会效益明显，为智慧工地建设提供了高质量的落地场景，对推动建筑业智能建造转型升级具有极强的可复制性和行业推广价值。

大体积混凝土智能温控冷却管理

工程项目：扬州市妇女儿童医院B地块项目

施工单位：江苏扬建集团有限公司

集成服务商：扬州华科智能科技有限公司

监督机构：扬州市广陵区建设工程管理中心

一、项目概况

扬州妇女儿童医院B地块项目总建筑面积6.3万m²，地下2层，地上最高11层。项目施工面临核心挑战：基础底板单次混凝土浇筑方量大（4510m³），厚度达1.4m，核心筒部位局部底板(集水井处)厚4.6m，属于典型大体积混凝土施工，对温控防裂要求极高。同时，项目目标创建“扬子杯”等优质工程，质量管控标准高。



图1 项目效果图

项目采用物联网与智能控制技术，通过由传感器、数据采集箱、4G网关、云平台、变频水泵、阀门、水箱、APP和现场大屏构成的“大体积混凝土水化热智能监测与冷却联动控制应用”的智能质量管控系统，解决了大体积混凝土施工质量难题。



图2 项目实景图

二、典型应用场景的内容及做法

本项目实施的“大体积混凝土水化热智能监测与冷却联动控制应用”场景，按照图3的工程施工管理流程进行管理。

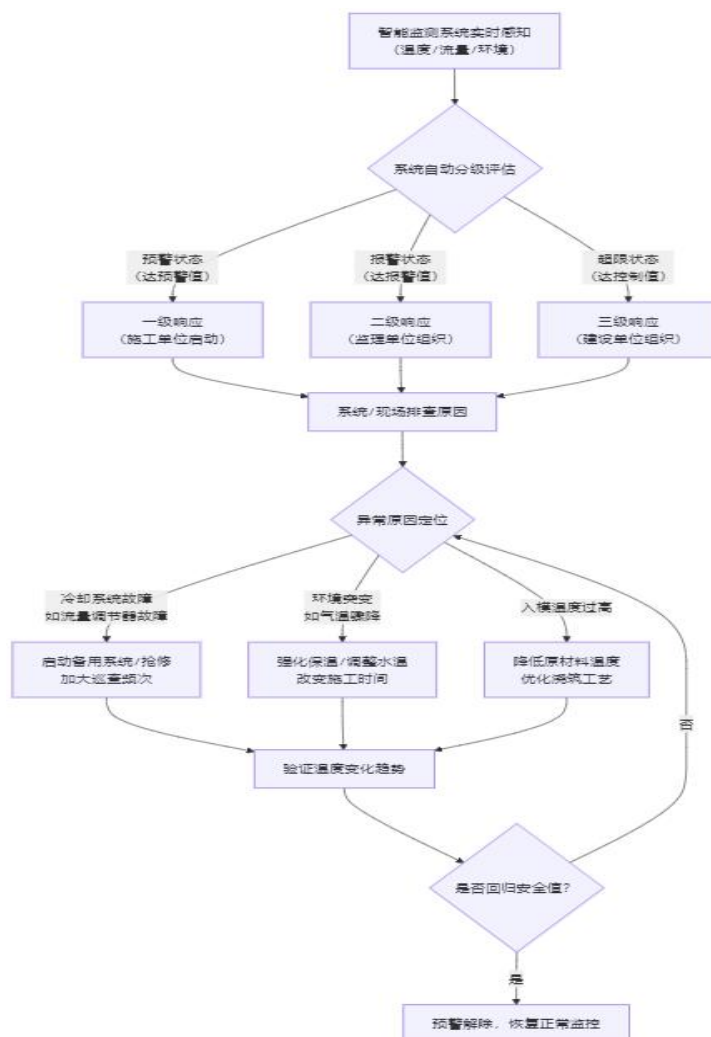


图3 工程施工管理流程

应用场景的核心是构建一套集实时监测、智能分析、动态控制于一体的闭环管理系统，对混凝土内部与外部温度、混凝土浇筑时冷却水流量、进回水温度进行监测，通过变频器控制冷却水的流量、较低温度的地下水与自来水调剂进水箱温度，实现对混凝土冷却效果的智能管控，此外平台还提供里表温差与降温速率多级告警、测温异常预警、变频水泵等设备故障、网络通信异常等信息，通过APP实时推送至相关管理人员，提醒管理人员排除异常隐患。

（一）施工前仿真分析

在施工前，运用自研的“大体积混凝土水化热分析软件”进行有限元仿真分析，精准预测混凝土的绝热温升、中心温度及温度应力等关键参数，为后续测点布置与温控策略提供科学依据。

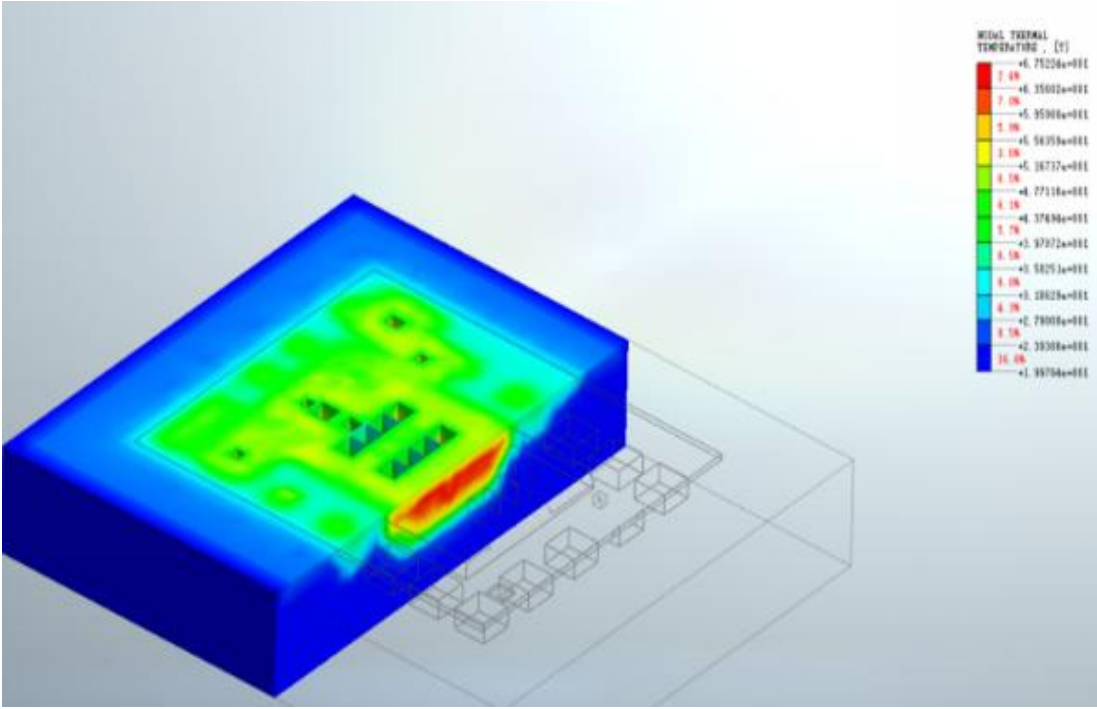


图4 底板水化热模拟

（二）测点布设

根据仿真结果与《大体积混凝土施工规范》（GB 50496）等国家标准，遵循“重点突出、兼顾全局”原则布设温度传感器，全面掌控水平温差（平面布置），精准监测温度梯度（竖向布置）。温控测点布置在浇筑层厚的中间位置，且在中轴线上浇筑层顶面和冷却水管布置层位置处各埋设一个温控点，包括内部温度、顶面温度、环境温度及冷却水管出水口、入水口温度，形成全覆盖的温度感知与智控网络。



图5 测温元件埋设

（三）实时温度采集

在施工现场塔吊附近安装数据采集箱，4G网关天线架设在塔吊上。冷却水流量和温度控制箱在进水箱附近安装，系统以高频次（如每10分钟采集一次、每10秒上传一次）自动采集数据，取代传统人工定时测温，消除监测盲区。



图6 数据采集箱

（四）云平台数据分析

温度等检测数据实时上传至数字化云平台，生成直观的温度曲线与分布图，直观

展示核心温度、表面温度及环境温度的变化趋势，并在现场大屏动态展示。平台对海量温度数据进行动态分析，实时计算混凝土芯部最高温度、里表温差、降温速率，根据当前降温速率拟合后续温度走向，预判是否超限。

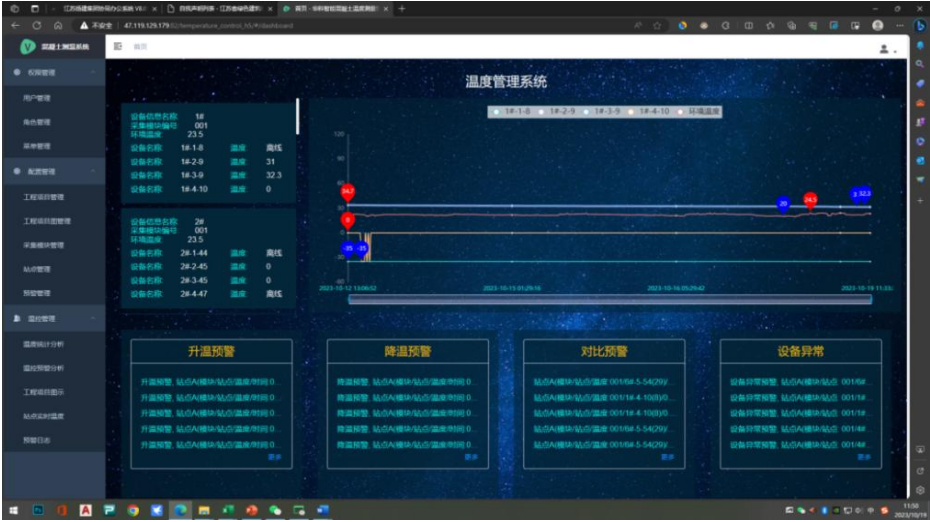


图7 数据大屏显示

（五）自动调节水泵流量、阀门开度和进水温度

当实时监测数据表明里表温差依次 $>20^{\circ}\text{C}$ 、 $>23^{\circ}\text{C}$ 、 $>25^{\circ}\text{C}$ ，系统能自动依次调节阀门开度加大冷却水流量，加大内部降温力度，系统通过混水阀或冷热源联动，动态控制循环水温，实现“无人干预”的智能温控。

当实时监测数据表明降温速率依次 $>1.5^{\circ}\text{C}/\text{d}$ 、 $>2^{\circ}\text{C}/\text{d}$ 时，系统可自动调小冷却水流量或提高进水温度，减缓降温，将进水温度控制在与混凝土内部温度匹配的范围

内，实现“无人干预”的智能温控。



图8 冷却系统水箱水管

（六）阈值预警与APP推送

为了给系统留下足够的响应时间，根据仿真分析预测设定里表温差与降温速率多级告警值（例如：里表温差一级预警（关注） $>20^{\circ}\text{C}$ 、二级预警（行动） $>23^{\circ}\text{C}$ 、三级预警（强制） $>25^{\circ}\text{C}$ ，降温速率一级预警（关注） $>1.5^{\circ}\text{C}/\text{d}$ 、二级预警（行动） $>2^{\circ}\text{C}/\text{d}$ ），同时当混凝土内部最高温度超过“入模温度 $+50^{\circ}\text{C}$ ”或当冷却循环水进水温度过低（比如低于 5°C ）或过高时，都通过APP向项目管理人员推送告警信息。

序号	信息	类型	预警时间
1	降温预警: 站东A楼块/站东/温度/时间001/B-T9-1(29/35.20/2024-09-13 22:31:05)与上次24小时前温度差...	降温	2024-09-13 22:32:00
2	降温预警: 站东A楼块/站东/温度/时间001/B-T9-1(29/35.90/2024-09-13 10:31:03)与上次24小时前温度差...	降温	2024-09-13 10:32:00
3	降温预警: 站东A楼块/站东/温度/时间001/B-T9-1(29/38.00/2024-09-12 22:16:07)与上次24小时前温度差...	降温	2024-09-12 22:17:00
4	降温预警: 站东A楼块/站东/温度/时间001/B-T9-1(29/40.10/2024-09-12 10:16:06)与上次24小时前温度差...	降温	2024-09-12 10:17:00
5	降温预警: 站东A楼块/站东/温度/时间001/A-T4-1(10/36.10/2024-09-12 01:16:40)与上次24小时前温度差...	降温	2024-09-12 01:17:00
6	站东A楼块/站东/温度/时间001/A-T3-3(09/47.90/站东B楼块/站东/温度/时间001/环境温度(1)/27.60)超过预警值	对比预警	2024-09-11 19:10:00
7	降温预警: 站东A楼块/站东/温度/时间001/A-T4-1(10/36.70/2024-09-11 13:01:16)与上次24小时前温度差...	降温	2024-09-11 13:02:00
8	降温预警: 站东A楼块/站东/温度/时间001/B-T7-1(19/35.00/2024-09-11 09:46:50)与上次24小时前温度差...	降温	2024-09-11 09:47:00
9	站东A楼块/站东/温度/时间001/A-T4-3(12/47.30/站东B楼块/站东/温度/时间001/环境温度(1)/27.20)超过预警值	对比预警	2024-09-11 01:20:00
10	设备异常预警: 站东楼块/站东/001/03/水箱300设备异常预警	设备异常	2024-09-10 23:46:02
11	站东A楼块/站东/温度/时间001/A-T3-3(09/48.80/站东B楼块/站东/温度/时间001/环境温度(1)/28.50)超过预警值	对比预警	2024-09-10 22:10:00
12	降温预警: 站东A楼块/站东/温度/时间001/B-T7-1(19/38.00/2024-09-10 21:31:03)与上次24小时前温度差...	降温	2024-09-10 21:32:00
13	站东A楼块/站东/温度/时间001/A-T4-3(12/48.60/站东B楼块/站东/温度/时间001/环境温度(1)/28.50)超过预警值	对比预警	2024-09-09 23:40:00
14	站东A楼块/站东/温度/时间001/A-T3-3(09/49.90/站东B楼块/站东/温度/时间001/环境温度(1)/29.80)超过预警值	对比预警	2024-09-09 21:20:00
15	站东A楼块/站东/温度/时间001/A-T5-3(15/47.20/站东B楼块/站东/温度/时间001/环境温度(1)/27.10)超过预警值	对比预警	2024-09-09 03:50:00

图9 应用场景告警

（七）监测处置

现场人员收到表温差与降温速率最高级别警报、冷却循环水的进水温度过低（比如低于 5°C ）或过高、以及监测数据出现剧烈不合逻辑的跳变等告警后，须立即查看云端实时数据，根据系统建议指令进行人工干预（如现场覆盖保温材料、调整冷却水温设定值、检查传感器或线路是否异常），实现“监测—预警—调控”一体化闭环管理，防止因进水过冷导致水管附近混凝土开裂，或因进水太热而失去降温效果。

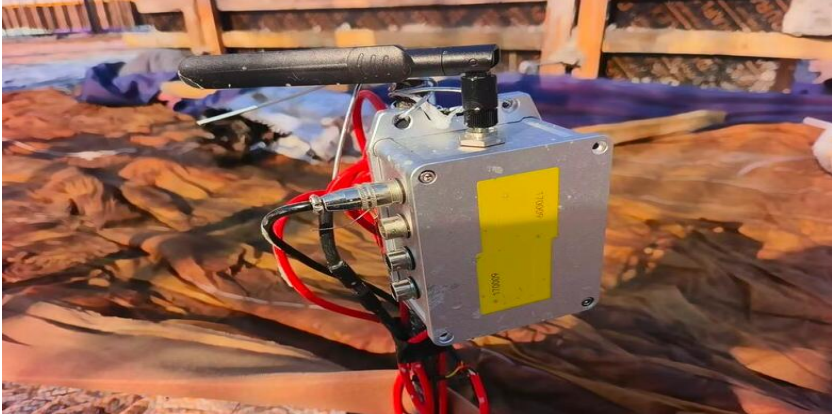


图10 施工人员人工干预措施

（八）质量验收与数据归档分析

混凝土养护结束后，整理场景应用数据，不仅用于当前的质量验收（证明温差、降温速率等符合规范，确保无温度裂缝），而且用于归档形成大数据资产，为后续类似工程的仿真参数修正（反分析）和温控策略优化提供数据支撑。

三、应用成效和价值

（一）质量保障，有效防裂

本系统在本项目大体积混凝土底板（或承台）施工中全面应用，各项温控指标均严格优于专项施工方案及国家规范要求：

1. 混凝土中心最高温度：实测最高峰值为68.5℃（专项方案控制要求 $\leq 75^{\circ}\text{C}$ ，安全裕度6.5℃）。

2. 里表最大温差：实测最大为21.3℃（规范要求 $\leq 25^{\circ}\text{C}$ ，控制在极佳范围）。

3. 表面与大气最大温差：实测最大为16.5℃（规范要求 $\leq 20^{\circ}\text{C}$ ，保温保湿效果良好）。

4. 最大降温速率：实测最大为1.4℃/d（规范要求 $\leq 2.0^{\circ}\text{C}/\text{d}$ ，降温平稳无冷击）。

5. 裂缝检查结果：经蓄水/覆膜养护结束后的全面排查，大体积混凝土表面可见温度裂缝为0条，超声波检测内部无深层贯穿性裂缝，实体质量一次验收合格率100%。

（二）提升效率，降低成本

1. 无人化自动调控：施工期间系统累计执行总泵变频调控142次，多回路支管阀门自动调节315次。触发二级预警5次（均在系统自动调节后5分钟内解除），一级报警0次，真正实现了24小时无人化闭环控制。

2. 人工测温大幅削减：相比传统工艺，现场人工测温频次减少 95%，仅保留每日2次的人工复核校准，单次浇筑节省测温人工约20个工日，极大缓解了一线人员夜间值守压力。

3. 系统高可用性：系统连续稳定运行501时，数据采集完整率达到99.8%，设备在线率99.5%。

4. 通过精准控温，避免了后期可能出现的裂缝注浆、加固等返工维修费用约5万元；通过变频水泵和多回路阀门的按需输出，冷却系统综合能耗较传统“一泵到底”

的定频模式降低约35%，节约电费4500元。

该应用场景将仿真模拟、物联网与智能控制深度融合，实现了大体积混凝土施工有效防裂措施的数字化、精细化、智能化管理，为智慧工地建设提供了高质量的落地场景，对推动建筑业智能建造转型升级具有极强的可复制性和行业推广价值。

应用场景三十九

AI视频分析系统应用

工程项目：GZ458 地块房地产开发项目 2#~3#、5#~9#、11#~20#、22# 及地库桩基、土建、安装工程

施工单位：江苏邗建集团有限公司

集成服务商：南京天应智慧科技有限公司

监督机构：扬州市邗江区建筑工程质量安全监督站

一、项目概况

GZ458 地块房地产开发项目合同造价约 4.4 亿元，合同工期 790 日历天，规划总建筑面积100791.68m²，其中地上建筑面积67208.67m²，地下建筑面积33583.01m²。项目地下 1 层，地上涵盖 3 层、7 层、11 层、18 层多类型楼栋，主体采用框架剪力墙结构。

本项目为大型房地产开发工程，施工现场作业面广阔、场内人员流动量大、多工序交叉作业集中，传统人工安全监管存在巡查覆盖不全、风险预警滞后、违规行为取证困难等突出管理痛点。为破解管理短板，项目落地视频图像 AI 智能监控系统，以深度学习算法、物联网智能硬件为核心，搭建全天候、全覆盖、智能化现场安全监管体系，全面提升施工安全管控效能与数字化管理水平。

项目管理创建目标：江苏省安全生产标准化工地，扬州市琼花杯优质工程。



图1 项目效果图

二、典型应用场景实施内容及实施举措

（一）系统建设与硬件部署

围绕施工现场安全管控核心需求，在工地出入口、场内主干道、主体施工区、材料堆放区、基坑临边、吊装作业区等关键风险点位，部署 6 台 AI 智能识别监控摄像机，配套 AI 边缘计算终端、智能广播音箱、数据传输模块等成套硬件，实现施工现场重点区域无盲区全覆盖监测。

整套硬件设备支持即插即用，设备兼容性稳定；项目依托现场原有监控网络开展轻量化智能化改造，无需大规模重新布线，设备安装部署便捷，整体改造成本可控。



图3 立柱高位双机位 AI 球机实拍



图4 临建外立面 AI 监控枪机实拍



图5 监控中心多画面AI监控大屏实拍



图6 现场配套智能语音广播终端实拍

（二）AI 智能识别核心功能应用

系统依托深度学习视觉分析技术，可对施工现场各类违规行为、安全风险开展实时检测、自动抓拍、即时声光语音告警，核心识别管控场景共4类：

1. 个人防护用品违规识别实时识别作业人员未佩戴安全帽、未穿戴反光安全衣等违规行为，识别完成后联动现场智能广播实时语音劝导，第一时间纠正不规范作业行为，压实一线人员安全防护主体责任。

2. 消防安全隐患智能识别自动识别施工现场明火、浓烟等火灾前兆隐患，秒级触发多级告警，提前消除火情源头，从源头杜绝工地火灾事故发生。

3. 危险区域入侵识别针对基坑、结构临边、塔吊吊装作业区等高风险区域划定电子虚拟围栏，一旦捕捉到人员擅自闯入行为，立即抓拍取证并推送告警信息，杜绝人员误入高危区域引发坠落、碰撞类安全事故。

4. 文明施工与场内车辆管控识别自动抓拍裸土未覆盖、渣土车辆出场未冲洗等扬尘管控违规行为，辅助项目落实绿色施工要求，标准化规范现场文明施工管理。



图7 人员未佩戴安全帽、未穿反光安全衣抓拍画面

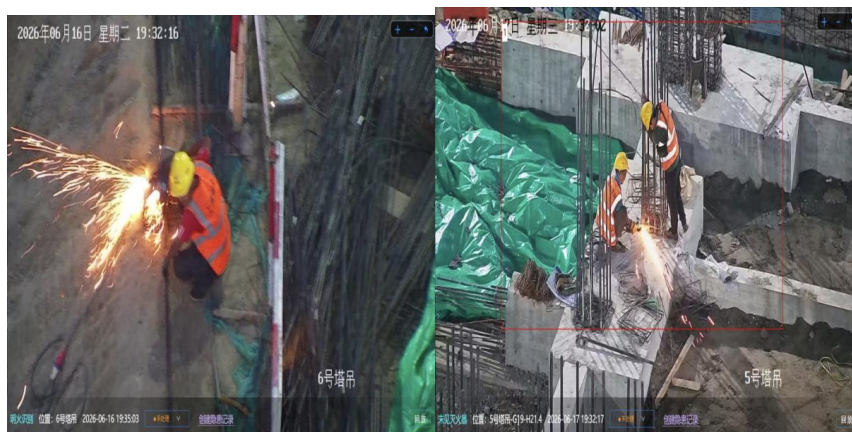


图8 消防安全风险识别画面



图9 高危区域人员越界入侵抓拍画面



图10 文明施工与车辆管理识别画面

(三) 闭环管理与平台数据应用

1. 实时告警闭环处置：AI识别捕捉安全异常后，同步将抓拍图片、告警详情推送至智慧工地云平台与项目管理人员手机移动端，形成“抓拍取证 — 实时告警 — 人员通知 — 现场整改 — 复查销项”全流程闭环管理机制。

2. 全周期数据归档溯源留存：系统自动存储全部抓拍记录、告警日志、隐患整改处置结果，数据云端加密存储、不可篡改，完整覆盖项目全施工周期；支持按时间、作业区域、违规类型多维度快速检索，为安全责任追溯、隐患根源分析提供完整客观凭证。

3. 智能数据统计辅助精准管控：平台自动汇总统计各类违规行为数量、隐患高发区域、风险集中时段等数据，自动生成安全管控专项分析报告，为项目开展针对性

安全教育、专项隐患整治提供数据支撑。

详细记录					
AI盒子 请选择视频监控 请选择记录类型 2025-01-01 至					
序号	设备编号	通道号	视频监控	告警类型	图片
1	210235C8TR3251000010	1	1	反光衣/带检测	
2	210235C8TR3251000010	5	5	未戴安全帽	
3	210235C8TR3251000010	1	1	未戴安全帽	
4	210235C8TR3251000010	2	2	未戴安全帽	
5	210235C8TR3251000010	3	3	反光衣/带检测	
6	210235C8TR3251000010	3	3	未戴安全帽	
7	210235C8TR3251000010	5	5	反光衣/带检测	
共 8929 条 10条/页 < 1 2 3 4					

图11 AI抓拍数据分析

三、项目应用成效

全域无死角智能监管，6台AI智能监控设备实现施工现场核心区域24小时不间断自动监测，彻底消除人工巡检盲区，现场安全监管覆盖率达到100%。

风险预警秒级实时响应，管理模式由传统人工被动巡查升级为AI主动预判预警，违规行为识别响应时间缩短至秒级，告警识别准确率高，大幅降低施工现场安全事故发生概率。

现场管理效率大幅提升，替代人工24小时值守监控画面、高频次现场巡检，有效减少安全管理人员人力投入，节约现场管理成本；隐患整改通知一键直达对应责任人，隐患整体处置效率较传统人工管理模式提升60%以上。

安全管理标准化、数字化落地，项目全周期安全数据云端可存、全程可追溯，隐患整改流程闭环可查，推动项目安全管理全面向标准化、数字化、智能化转型升级。

轻量化改造投入性价比突出，依托项目原有监控网络开展智能化升级改造，仅新增AI边缘计算、智能识别模块即可完成传统监控向AI智能监控迭代，前期改造投入低，综合使用效益显著。