

建筑工地智能化建设实施方案

一、行业痛点

1.人力成本高且效率低

传统工地巡检、测绘、考勤依赖大量人工，飞手、测绘员等专业人员短缺（考证难、学习能力要求高），单人工巡检覆盖范围有限，线性工程项目中人员巡检效率仅为无人机的 1/5，且易因疲劳导致漏检。

2.监控覆盖与安全管控不足

地面监控存在大量死角，“人的不安全行为”（未戴安全帽、未穿反光衣、吸烟、打电话）与“物的不安全状态”（安全护栏缺失、井盖缺损、渣土车未覆盖）难以及时发现，安全事故发生率高；夜间或低光环境下巡检可见性差，应急响应滞后。

3.测绘与数据管理效率低

传统测绘需人员现场操作，面临高空坠落、物体打击等风险，且单次测绘需 1-2 天；土方量计算依赖人工多点采集，误差大且无法动态追踪；施工数据（进度、质量、环境）分散存储，缺乏一体化管理平台，数据利用率低。

4.环境与设备监管缺失

建筑扬尘（占城市扬尘 80%）、噪声污染缺乏实时监测手段，难以满足环保部门管控要求；工地机房电源不稳定、室内温度过高、空调故障等问题无实时监控，易导致设备停机影响施工；大型机械（塔吊、传输机）状态缺乏定期巡检，故障隐患难排查。

5.系统集成度低

现有监控、考勤、环境监测系统相互独立，数据不通，管理人员需切换多平台操作，无法实现“一站式”管控；部分系统依赖人工录入，数据滞后且易出错，难以支撑精准决策。

二、方案特点

1.全场景覆盖，无死角监管

无人机飞行半径 6-8 公里，单架次续航 30-50 分钟，结合多架次飞行可覆盖 50-70 平方公里工地；搭配红外高清摄像机（0 Lux 夜视）、云台灯（100 米照明），实现昼夜不间断巡检。

扬尘监控设备（PM2.5/PM10 传感器、噪声仪）与地面摄像头联动，覆盖工地边界、施工区、生活区，消除环境监管死角。

2.AI 智能分析，实时响应

无人机采集的视频 / 图像实时回传后台，通过 AI 算法自动识别安全帽、反光衣、烟雾、火灾、违规施工等 10 + 类风险，识别准确率 $\geq 95\%$ ，异常信息 10 秒内推送至管理人员终端（手机 / PC）。

扬尘数据（精度 $0.1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ）、噪声数据（30-130 dB）每 2 秒更新一次，超标时自动触发声光告警，同步生成减排建议。

3.无人值守，高效循环作业

大疆机场支持全自主充 / 换电，电池从 20% 充至 90% 仅需 30 分钟，可 24 小时无人值守，减少人工干预；遇突发事件时，一键下发任务，无人机 100 秒内飞抵 1 公里处（100 米高度）。

智慧工地平台自动生成巡检航线、分析报告，减少人工报表时间（从 4 小时 / 次缩短至 10 分钟 / 次）。

4.高精度测绘，数据可视化

集成 RTK 技术实现厘米级导航，搭配禅思 L2 激光雷达，土方量计算效率比传统方式高 40 倍，误差 $\leq 2\%$ ；无人机 15-30 分钟完成单次勘测，数据自动上传至平台生成实景三维模型。

支持多期模型对比，直观展示施工进度偏差（如混凝土浇筑量、钢结构安装进度），辅助进度管控。

5.多系统集成，一体化管理

整合人员考勤（人脸识别闸机）、设备监控（动环监控单元）、环境监测（扬尘 / 噪声）、质量检测（墙面裂缝识别）等功能，实现“人员 - 设备 - 环境 - 进度”全维度管控，数据统一存储于云端，备份周期 ≥ 6 个月。

三、系统组成

1.软件系统——智慧工地一体化管理平台

核心功能

| 功能模块 | 具体内容 |
|---------|--|
| 智能巡检管理 | 自动生成无人机航线、AI 识别分析（安全违规 / 环境超标）、巡检报告自动生成（支持 PDF/Excel 导出） |
| 人员与劳务管理 | 人脸识别考勤、劳务合同管理、工资核算、人员轨迹追踪（电子围栏） |
| 施工进度管理 | 实景三维模型展示、多期进度对比（偏差标注）、关键节点预警 |
| 环境监测管理 | PM2.5/PM10 / 噪声实时数据展示、超标告警（短信 / 微信推送）、历史数据查询（≥3 年） |
| 设备与能耗管理 | 机房动环监控（电源 / 温度 / 漏水）、塔吊 / 电梯状态监测、水电能耗统计与优化建议 |
| 应急响应管理 | 火灾 / 烟雾自动识别、一键调度无人机取证、喊话器远程指挥、应急资源调度 |



技术特性

支持多终端访问：PC 端（Win/IE8+、Linux/FireFox）、移动（Android4.2+/IOS7+）、微信公众号，无需安装客户端；

数据安全：采用 AES 加密算法，支持数据冗余备份（本地 + 云端），访问日志留存≥6 个月；

开放接口：可对接第三方系统（如设计院 CAD、保险公司理赔平台），支持 API 共享。

2. 硬件系统

2.1 核心巡检设备

| 设备名称 | 型号 / 规格 | 功能用途 |
|--------|---------------------------------|--|
| 无人机机场 | 大疆机场 3 | 24 小时无人值守，自动充 / 换电（30 分钟快充至 90%），IP56 防护（-20°C~+50°C 作业） |
| 行业级无人机 | 大疆 M30T、经纬 M350 RTK、大疆 Mavic 3E | 高空巡检（续航 30-54 分钟）、倾斜摄影建模、热成像（火灾 / 设备故障识别） |
| 激光雷达 | 禅思 L2 | 土方量计算（精度 $\pm 0.2\text{m}$ ）、复杂地形测绘（穿透植被）、建筑结构扫描 |



2.2 环境监测设备

| 设备名称 | 技术参数 | 功能用途 |
|----------------|---|------------------------|
| PM2.5/PM10 传感器 | 光散射式，量程 0-40mg/m ³ ，精度 0.1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，符合 AQ/T 4268-2015 | 实时采集扬尘浓度，超标自动告警 |
| 噪声仪 | 量程 30-130dB，频率范围 20Hz-12.5kHz，符合 GB/T 3785-2010 2 级 | 监测施工噪声，记录峰值 / 平均值，避免扰民 |
| 风向风速仪 | 风速精度 $\pm 0.5\text{m/s}$ (<5m/s)、 $\pm 3\%$ | 辅助扬尘扩散预测，极端天气 |

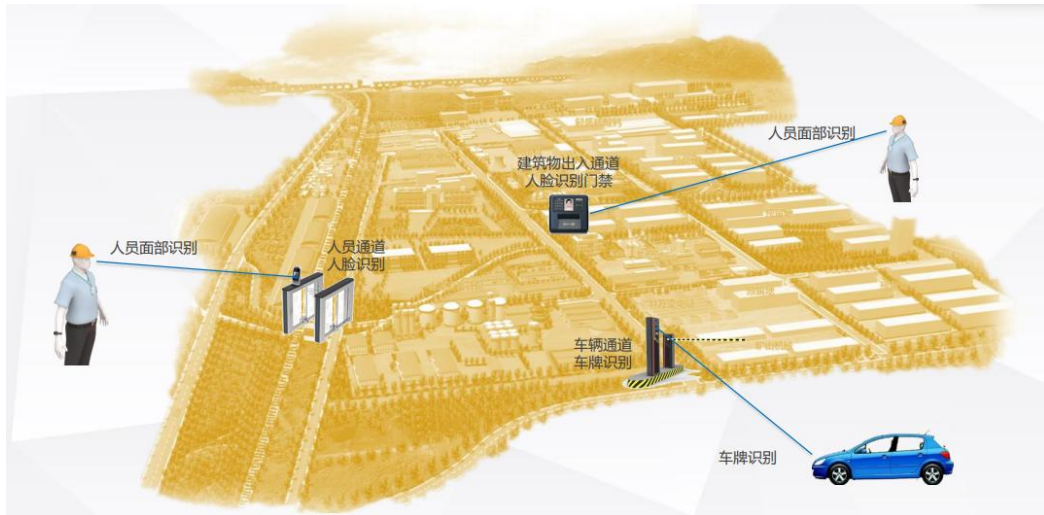
| | | |
|------|---|---------------------------|
| | ($\geq 5\text{m/s}$)，风向范围 0-360° (精度 $\pm 2^\circ$) | (大风) 预警 |
| 温湿度仪 | 温度精度 $\pm 0.5^\circ\text{C}$ (25°C)，湿度精度 $\pm 3\%$ RH (5%-95% RH) | 监测施工环境温湿度，保障混凝土养护、人员作业舒适度 |



2.3 辅助管控设备

| 设备名称 | 型号 / 规格 | 功能用途 |
|-----------|---|-----------------------------------|
| AI 边缘计算盒 | 100% 国产化，内置安全帽 / 反光衣 / 烟雾识别算法 | 本地实时 AI 分析，降低数据传输开销，无信号环境可正常工作 |
| 喊话器 | 大疆 AS1 (1 米处 114dB，广播距离 300 米) | 发现违规行为时远程劝阻 (如“未戴安全帽，请立即整改”)，应急指挥 |
| 探照灯 | 大疆 AL1 (100 米照亮距离，常亮 / 爆闪模式) | 夜间巡检照明，配合云台联动 (“看到哪照到哪”) |
| 集成式动环监控单元 | 支持 -48V 供电，12 路串口 / 16 路 AI/8 路 DO，IP30 防护 | 监控工地机房电源、温度、漏水，异常时自动切断故障设备电源 |
| 人脸识别闸机 | 支持双目活体识别，识别速度 ≤ 1 秒，误识率 $\leq 0.001\%$ | 人员考勤、门禁管理，防止无关人员进入施工区域 |





四、应用场景

1. 全时段安全管控

日常巡检：无人机按预设航线飞行，AI 自动识别未戴安全帽（识别率 $\geq 98\%$ ）、未穿反光衣、违规吸烟等行为，实时推送告警至管理人员；地面摄像头补充监控死角，形成“空中+地面”立体防控。



夜间管控：无人机搭载云台灯 / 热成像相机，排查夜间违规施工、材料盗窃，发现异常时通过喊话器警示，同步录制视频取证。



设备安全：动环监控单元实时监测塔吊配电箱电压、电梯机房温度，出现过载 / 高温时自动告警，避免设备烧毁。



2. 高效测绘与土方管理

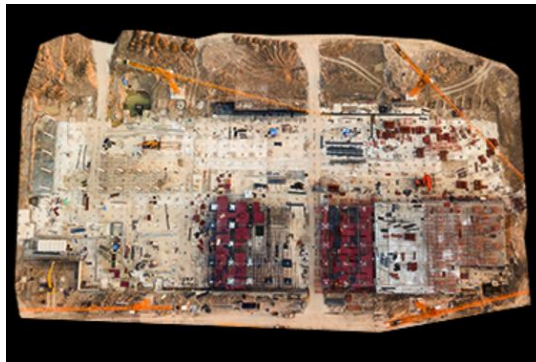
施工前测绘：无人机 30 分钟内完成场地地形图采集，结合卫星影像生成 UTM 坐标系图纸，支持导入 CAD 编辑，减少传统测绘 1-2 天的工期。



土方量动态追踪：激光雷达采集基坑 / 土方堆数据，平台自动计算方量（误差 $\leq 2\%$ ），生成日报 / 周报，直观展示“计划 - 实际”进度偏差，避免超挖 / 欠挖。



三维进度对比：每月通过无人机拍摄生成实景模型，与设计模型对比，自动标注墙体砌筑、管线铺设等进度滞后区域，辅助调整施工计划。



3. 扬尘与噪声精细化监管

实时监测：扬尘监控设备每 2 秒上传 PM2.5/PM10、噪声数据，平台生成实时曲线，超标时触发声光告警（如 PM10 $>$ 150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 时，自动通知洒水车作业）。

数据溯源：支持查询任意时段（ ≥ 3 年）的环境数据，生成《扬尘噪声监测报告》，满足环保部门检查要求；上海地区项目已通过《上海市建筑施工颗粒物与噪声在线监测技术规范》认证。



4. 人员与应急管理

人员考勤：人脸识别闸机记录工人进出时间，平台自动统计出勤率、加班时长，关联劳务合同生成工资表，避免薪资纠纷。



应急响应：火灾 / 烟雾发生时，AI 算法 10 秒内识别火情，无人机自动飞抵现场拍摄，推送位置信息至消防部门；管理人员通过喊话器引导人员疏散，同步关闭附近电源。



应用设备：经纬 M350 RTK、AI 边缘计算盒、喊话器、三维建模系统

成效：无人机巡检覆盖 10 平方公里工地，人工成本降低 50%；多期三维模型对比实现进度偏差实时管控，项目工期提前 15 天；安全帽识别率达 99%，未发生安全事故。

浦建集团无人机巡检

手动巡检

浦建集团建设工地，采用大量无人机结合云端巡检导播平台，实现了工地内的常规巡检及领导视察工作。

多路传输

支持最多 16 台无人机同时直播

导播控制

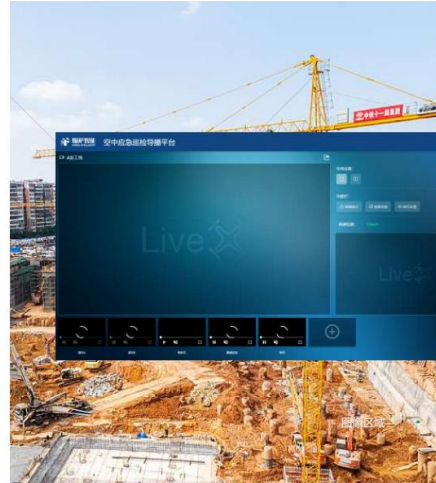
系统端导播台可以控制前端显示内容

低时延

自研视频数据传输服务，延迟低至 300ms

播放控制

可设置播放密码或者播放次数，保护数据安全



3.上海嘉定区建筑工地扬尘管控项目

应用设备：PM2.5/PM10 传感器、噪声仪、风向风速仪、云端管理平台

成效：连续 7 个月稳定运行（经受高温 / 暴雨考验），扬尘超标次数从每月 12 次降至 3 次；数据通过上海市住建委、环保局监管平台对接，实现“一次采集、多部门共享”。

