

# 面向智慧电厂的全生命周期AI安全监测与作业管理方案

## 方案总览：构建"本质安全、智能管控、高效运维"的现代智慧电厂

本方案针对电厂高温、高压、高危的特殊工业环境，融合物联网感知、边缘计算与AI分析技术，构建覆盖"人员、设备、环境、管理"的全方位智慧安全管控体系，实现从被动响应到主动预防的根本性转变。

### 核心目标：

- 对电厂管理者：实现生产安全的数字化、可视化管控，降低安全事故率，提升本质安全水平。
- 对一线作业人员：提供全天候的个人安全防护与智能作业辅助，降低作业风险。
- 对安监部门：实现安全规程执行的自动化监督与智能预警，提升监管效能。
- 对运维团队：实现人员定位与设备状态的智能联动，提升巡检与应急效率。

## 核心架构：三位一体的工业级安全感知网

组件	工业级特性与功能	在电厂的核心价值
1. 防爆蓝牙定位基站	<p>工业"神经中枢":</p> <ul style="list-style-type: none"><li>工业级防护：IP67防护等级，防爆认证（Ex d IIC T6 Gb），适应电厂复杂电磁环境。</li><li>精准定位管理：在汽机房、锅炉房、升压站、燃料区、化学水处理等区域实现厘米至米级定位，支持一维、二维、三维定位。</li><li>电子围栏与作业许可：与工作票系统联动，设置安全区、警戒区、危险作业区，实现权限动态管理。</li></ul>	全域可知：精准掌握每一位人员、车辆、重要工具的位置、轨迹与状态，实现"人-机-环"的数字化映射。
2. 工业防爆智能手环	<p>人员的"智能保命器":</p> <ul style="list-style-type: none"><li>本质安全设计：防爆、防拆、耐高温、抗冲击，具备SOS一键呼救。</li><li>人员状态监测：实时监测心率、血氧、体表温度、体动，预警中暑、过度疲劳、突发疾病。</li><li>安全合规感知：集成近场感应（NFC/RFID），自动识别是否佩戴安全帽、是否正确刷卡进行安全交底。</li><li>暴露剂量监测（可选）：集成剂量计，对进入辐射控制区的人员进行累积剂量监测与报警。</li></ul>	个体可感：实时感知作业人员的生理状态、安全行为与位置风险，实现主动式个体防护。
3. 前端边缘AI智能摄像机	<p>现场的"智慧哨兵":</p> <ul style="list-style-type: none"><li>工业视觉分析：内置专用AI算法模型，识别安全帽/工作服穿戴、吸烟、人员闯入、明火烟雾、液体泄漏、设备跑冒滴漏等。</li><li>作业过程监督：识别高空作业未系安全带、吊装作业下站人、隔离措施不到位等典型违章。</li><li>环境状态感知：监测重点区域（如氢站、油库）的可燃气体浓度视觉示踪（需与气体探测器联动）、设备高温热成像预警。</li></ul>	行为可视：7×24小时自动巡检，替代人眼，无死角、无疲劳地发现风险与违章，将安全监督前置。

**组件****工业级特性与功能****在电厂的核心价值**

- 隐私与效率兼顾：采用边缘计算，本地分析，仅上传报警事件的结构化数据与视频片段。

## 全生命周期应用场景

### 日常作业安全周期

#### 智能巡检与两票三制管理：

- 无感签到与到位监督：巡检人员到达指定设备点位，系统自动记录，确保巡检路线与质量。
- 电子工作票联动：只有持有有效电子工作票且经过安全交底的人员，才能进入相应作业区域的电子围栏。系统自动核对人员资质、隔离措施。
- 隔离闭锁可视化：在重要阀门、开关处部署物联网锁，与系统联动，防止误操作。

#### 高风险作业全程监护：

- 有限空间作业：在入口部署基站与摄像头，实时监测内部人员数量、生命体征，超时或生命体征异常自动报警。
- 高空作业：AI摄像头自动识别安全带系挂情况，手环监测人员姿态，预防坠落风险。
- 动火作业：划定动火区域电子围栏，AI摄像头监测消防器材配备、监护人履职情况及周边易燃物。

### 应急响应与救援周期

#### 快速人员清点与定位：

- 发生紧急情况（如火灾、泄漏）时，系统一键启动应急模式，秒级生成各区域人员分布图、未撤离人员名单及精准位置，为救援指挥提供决策依据。

#### SOS紧急呼叫与联动：

- 人员遇险时按下手环SOS，系统立即声光报警，并在三维地图上高亮显示报警点，自动调取周边视频，并通知最近救援人员前往。

#### 智能疏散引导：

- 结合人员实时位置与灾情信息（如烟气蔓延方向），通过手环震动或现场广播，动态生成并指引最佳疏散路径。

### 健康管理及风险预防周期

#### 职业健康监护：

- 对在高温、高压、噪声区域长期工作的员工，系统记录其累积暴露时间与生理指标变化，预警职业健康风险，为岗位轮换提供依据。

#### 疲劳与状态预警：

- 通过手环监测心率和活动规律，识别长时间工作后的疲劳状态，提醒管理人员安排休息，避免因疲劳导致误操作。

## 承包商与访客管理

### 全流程闭环管理：

- 为临时入厂的承包商人员与访客配发定位手环，系统记录其活动轨迹，限制其进入非授权区域，作业结束后自动生成电子化考勤与行为报告。

## 方案核心优势与价值

1. 从“人防”到“技防智防”：通过技术手段强制约束安全规程执行，减少人为疏忽与违章，实现本质安全。
2. 从“事后追溯”到“事前预警、事中干预”：AI算法主动识别风险，在事故萌芽阶段即发出预警，并可联动广播进行现场干预。
3. 提升应急响应效率：精准定位将救援时间缩短50%以上，三维态势感知使指挥决策更科学。
4. 实现精细化管理与提质增效：数字化所有安全作业流程，为安全绩效考核、承包商评估、运维优化提供量化数据支撑。
5. 打造工业互联网安全标杆：方案符合国家关于智慧电厂和工业互联网安全建设的政策导向，助力电厂通过安全生产标准化更高等级评审。

## 部署建议

### 分阶段实施：

- 一期（重点风险区）：主厂房、升压站、氢站、油库、氨区等高风险区域，部署定位基站、AI摄像头，为高风险作业人员配备手环。
- 二期（全面覆盖）：覆盖全厂所有生产区域及主要通道，实现全域定位与监控。
- 三期（深化应用）：与SIS、DCS、MIS等系统深度集成，实现设备状态与人员行为的智能联动预警。

### 数据融合平台：

建议建设统一的“智慧电厂安全管理平台”，集成定位、视频、门禁、两票、设备监测等多源数据，实现“一张图”管理。

---

**总结：**本方案将工业级蓝牙定位基站、防爆智能手环、边缘AI摄像枪深度融合，为现代化电厂构建了一个可感知、可预警、可管控、可追溯的立体化安全防护网。它不仅是保障人员生命安全的“守护神”，更是电厂实现安全生产数字化转型、迈向“少人值守、智能运维”智慧电厂的关键基础设施。