

整线人工工位全景监控及人脸识别打卡系统建设方案

1. 项目背景与建设目标

随着生产线自动化与精益管理要求不断提升，传统人工工位缺乏有效的过程可视化、人员在岗合规性管理及问题复盘手段，已无法满足质量追溯、异常分析及生产合规审计需求。

本项目拟在整线所有人工工位（含自动工位的 NG 处理位及上料位）部署全景视频监控及人脸识别打卡系统，实现以下目标：

- 覆盖全工位状态的实时监控与录像存储
- 员工在岗合规性管控（定时人脸识别打卡）
- 安装过程、异常问题的全过程留痕与复盘
- 本地化部署，数据可控，降低总体建设及运维成本
- 构建可复制、可扩展的数字化工位基础架构

2. 建设范围

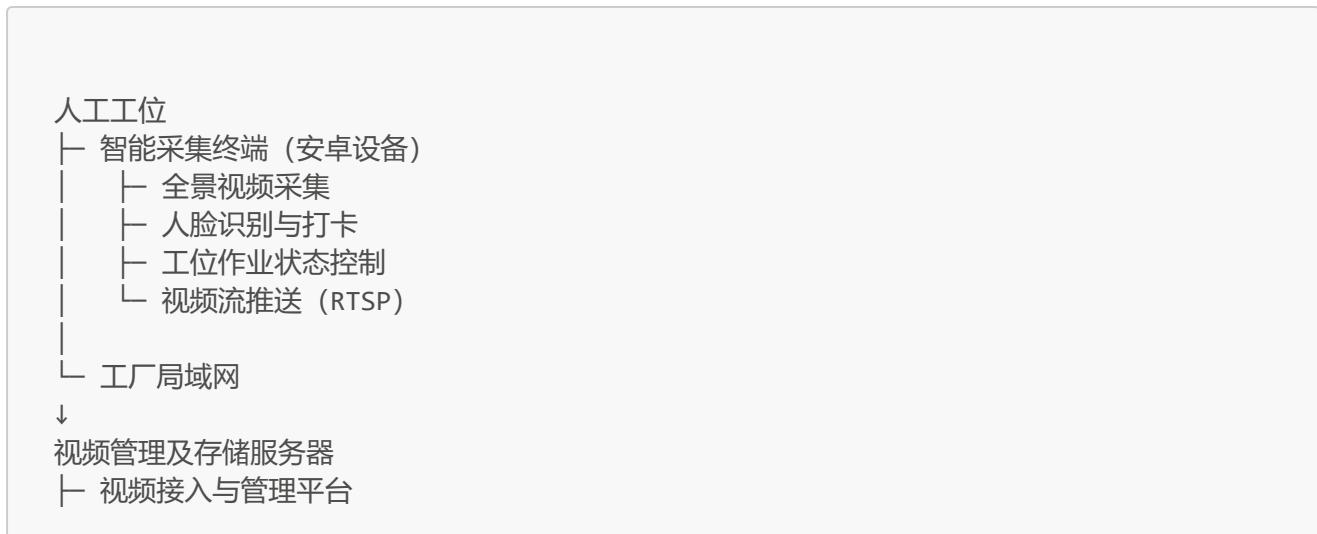
- 整线所有人工工位
- 自动工位的 NG 处理工位
- 上料、辅助人工工位

3. 系统总体架构

3.1 架构设计原则

- **分层解耦**：前端采集与后端存储、管理解耦
- **边缘计算**：人脸识别与打卡逻辑在前端本地完成
- **集中存储**：视频集中管理，统一权限与留存策略
- **本地部署**：不依赖公网或云服务，保障数据安全

3.2 系统架构示意



- └ 磁盘阵列 (RAID6)
- └ 本地视频存储 (<3个月)
- └ 权限与日志管理
- └ 复盘分析与回放

4. 前端工位智能采集终端方案

4.1 方案说明

本方案采用**安卓智能终端（手机/平板）作为工位前端采集设备**，集成视频采集、人脸识别、打卡逻辑及数据上传能力，用于替代传统工业摄像头 + 独立识别终端的高成本方案。

4.2 主要功能

- 全景视频采集，覆盖整个工位操作区域
- 本地人脸识别，员工抬头即可完成刷脸打卡
- 定时触发打卡提醒（默认每 2 小时一次）
- 超时未打卡（4 分钟）自动限制工位作业
- 视频实时推送至后端存储系统
- 设备状态与日志上报

4.3 硬件技术指标

项目	技术要求
摄像头像素	不低于 800 万像素
视场角	≥ 80°
处理器	八核 ARM 架构
内存	≥ 4GB
网络	有线或 Wi-Fi
供电	常供电模式

5. 人脸识别与打卡控制方案

5.1 人脸识别方式

- 采用**本地离线人脸识别引擎**
- 无需依赖云端或外部网络
- 支持多人员人脸库管理
- 识别速度 < 1 秒

5.2 打卡逻辑说明

- 系统每 2 小时自动触发刷脸提醒
 - 员工抬头正视摄像头即可完成打卡
 - 4 分钟内未完成刷脸：
 - 工位状态自动置为“禁止作业”
 - 支持通过接口联动 PLC / MES
 - 打卡周期及超时时间支持权限化配置
-

6. 视频管理与存储系统

6.1 存储架构

- 视频集中存储于本地服务器
- 采用磁盘阵列方式部署
- RAID6 方式构建存储池

6.2 存储策略

- 本地视频存储周期：≤ 3 个月
- 到期视频文件自动覆盖
- 支持按工位、时间、事件检索

6.3 RAID6 优势说明

- 允许同时损坏 2 块硬盘而不丢失数据
 - 适合高并发、持续写入的视频场景
 - 显著提升系统可靠性与数据安全性
-

7. 权限管理与数据安全

- 人脸数据、视频数据均存储于本地
 - 支持分级权限管理（管理员 / 工艺 / 质量 / IT）
 - 支持人脸库、打卡规则的权限化配置
 - 系统日志完整记录操作与事件
-

8. 安装记录与问题复盘

- 支持“安装/调试模式”录像留存
 - 支持异常事件标记与回放
 - 支持按时间、工位、人员进行复盘分析
 - 为质量追溯及持续改善提供客观依据
-

9. 性价比分析

9.1 与传统方案对比

项目	传统工业方案	本方案
前端设备	工业相机 + 识别终端	智能安卓终端
单工位成本	高	显著降低
扩展性	差	强
运维复杂度	高	低
定制能力	有限	高

9.2 成本优势说明

- 利用成熟智能终端生态，显著降低硬件成本
- 统一软件平台，降低开发与维护费用
- 本地化部署，避免云服务长期费用

10. 可扩展性设计

- 可扩展至：
 - 行为识别
 - PPE 穿戴识别
 - 异常动作分析
- 可对接：
 - MES
 - PLC
 - 工厂数据平台
- 支持跨产线、跨工厂复制部署

11. 实施建议

- 建议先选取一条产线进行试点部署
- 验证人脸识别稳定性、打卡逻辑及存储策略
- 成功后逐步复制推广至全厂

12. 总结

本方案以低成本、模块化、可扩展为核心设计理念，通过智能终端 + 本地存储的方式，在满足人脸识别、工位监控及数据安全要求的前提下，大幅降低建设与运维成本，为企业构建长期可持续的数字化工位管理基础。

13. 投资回报率（ROI）与回本期分析

13.1 成本构成对比

以单个人工工位为例，对传统工业方案与本方案进行成本对比：

成本项	传统工业方案	本方案
前端采集设备	工业相机 + 立杆	智能安卓终端
人脸识别	独立识别终端或服务器	终端本地识别
视频接入	专用NVR	通用服务器
单工位一次性投入	高	显著降低
软件授权	商业授权	本地部署 / 开源或一次性授权

传统方案在前端设备、专用硬件及软件授权方面存在明显叠加成本。

13.2 运维成本对比

项目	传统方案	本方案
设备维护	工业设备专业维护	通用设备维护
软件升级	厂商依赖强	自主可控
扩展成本	新增硬件	软件扩展为主
生命周期成本	高	低

13.3 间接收益分析

本系统除直接硬件节省外，还可产生以下间接收益：

- **减少人工稽核成本**
自动记录在岗情况，减少人工抽查与纸质记录
- **减少异常停线与责任不清**
提供完整视频证据链，缩短问题定位时间
- **提升员工规范作业意识**
通过客观机制替代主观管理
- **提高复制效率**
新产线可快速复用成熟方案，避免重复选型与调研

13.4 回本周期评估（示例）

在不考虑质量损失降低等隐性收益的情况下，仅从：

- 硬件投入节省
- 运维成本降低
- 管理效率提升

综合测算，本方案在中等规模产线场景下，回本周期通常可控制在 6-12 个月以内。

14. 工业相机方案未采用原因说明

14.1 工业相机方案的适用场景

工业相机方案在以下场景具备明显优势：

- 高精度尺寸测量
- 高速运动目标检测
- 严苛工业环境（高温、强振动）

但在本项目所需的**人员管理与工位状态监控**场景中，其优势并不显著。

14.2 工业相机方案的局限性分析

(1) 整体成本偏高

- 工业相机本体成本高
- 需额外配置：
 - 工控机或边缘计算盒
 - 专用镜头、支架
 - 商业人脸识别授权

(2) 系统复杂度高

- 多设备组合，部署与调试周期长
- 维护依赖特定厂商或专业人员
- 后期调整灵活性不足

(3) 人机交互体验不足

- 通常缺乏显示与提示能力
- 员工难以感知打卡状态
- 需额外配置提示终端

14.3 采用智能终端方案的技术合理性

本方案采用的安卓智能终端具备以下优势：

- **集成度高**
摄像、计算、显示、交互一体化
- **生态成熟**
人脸识别、视频编码技术成熟稳定
- **边缘计算能力充足**
满足本项目人脸识别与打卡逻辑需求
- **扩展能力强**
可通过软件升级实现新功能

14.4 风险控制与工程化保障

针对智能终端非工业设备的潜在风险，本方案在工程设计中已采取以下措施：

- 固定供电，避免电池老化问题
- 统一系统版本，关闭自动升级
- 本地识别与存储，避免网络依赖
- 前端故障不影响后端视频数据完整性

14.5 方案选型结论

综合考虑：

- 功能满足度
- 总体拥有成本（TCO）
- 扩展与复制能力
- 数据安全与可控性

本方案在满足项目全部技术要求的前提下，**在经济性与工程可实施性方面优于传统工业相机方案**，更适合作为规模化推广的标准解决方案。

15. 项目风险清单及应对措施

为确保系统稳定运行及规模化推广的可行性，针对本方案在技术、管理及实施层面可能存在的风险进行系统性识别，并制定对应控制措施如下。

15.1 技术与系统风险

风险类别	风险描述	影响	应对措施
终端稳定性	智能终端长期运行存在过热、老化风险	影响工位监控连续性	固定供电、限充策略；选用成熟机型；统一硬件批次
人脸识别误判	光照、遮挡导致识别失败	误判为未在岗	优化安装角度与补光；设置合理识别阈值；支持人工授权
网络中断	局域网异常导致视频中断	录像不连续	人脸识别本地运行；视频本地缓存；网络恢复自动续传
存储故障	硬盘损坏导致数据丢失	录像不可追溯	RAID6 磁盘阵列；磁盘健康监控；定期巡检
软件异常	应用崩溃或死机	工位不可控	看门狗机制；自动重启；远程维护

15.2 管理与合规风险

风险类别	风险描述	影响	应对措施
------	------	----	------

风险类别	风险描述	影响	应对措施
员工抵触	对刷脸打卡存在心理排斥	推行阻力	明确仅用于在岗确认；非考勤用途；透明宣贯
隐私合规	人脸数据使用合规性问题	合规风险	本地存储；权限控制；不对外联网
权限滥用	非授权查看视频或人脸数据	管理风险	分级权限；操作日志；定期审计
规则配置不当	打卡周期设置不合理	影响生产节拍	试点验证；逐步优化参数

15.3 实施与运维风险

风险类别	风险描述	影响	应对措施
安装不规范	摄像头角度不合理	影响识别率	统一安装标准；现场验收
扩展复杂度	新工位增加配置复杂	推广效率低	模块化设计；参数化配置
运维依赖个人	技术人员更替导致断层	可持续性不足	文档化；标准化；培训交接

15.4 风险控制结论

通过在系统设计阶段引入本地识别、集中存储、权限分级及标准化实施措施，上述风险均可被有效识别和控制，整体风险等级可控，适合规模化部署。

16. 试点 → 推广 → 标准化三阶段实施路线图

16.1 第一阶段：试点验证阶段

目标：验证技术可行性与现场适配性

- 选取 1 条产线，3-5 个典型工位
- 覆盖不同工位类型（普通人工、NG 处理、上料）
- 验证内容：
 - 人脸识别成功率
 - 打卡逻辑稳定性
 - 视频清晰度与覆盖范围
 - 存储与回放功能

阶段输出成果：

- 试点运行报告
- 关键参数推荐值（角度、光照、打卡周期）
- 问题清单与优化建议

16.2 第二阶段：推广复制阶段

目标：快速复制成熟方案，控制实施成本

- 按产线或区域逐步部署
- 统一：
 - 硬件型号
 - 软件版本
 - 安装规范
- 建立：
 - 人脸库管理流程
 - 运维与巡检机制

阶段输出成果：

- 产线级部署完成
- 运维手册（初版）
- 成本与效果对比分析

16.3 第三阶段：标准化与深化应用阶段

目标：形成企业级标准能力

- 将方案固化为：
 - 《人工工位监控配置标准》
 - 《人脸识别打卡管理规范》
- 接入：
 - MES / 质量系统
 - 数据平台
- 探索扩展功能：
 - PPE 穿戴识别
 - 异常动作分析
 - 行为合规性评估

阶段输出成果：

- 企业级技术标准
- 跨工厂复制模板
- 数据驱动的持续改善机制

16.4 实施路线总结

通过“试点验证 → 推广复制 → 标准固化”三阶段实施路径，确保项目在技术可控、成本可控、风险可控的前提下，逐步形成可持续、可复制的数字化工位管理能力。