

基于边缘计算的智能工厂安全管控方案

——以大数据与小模型的工厂智能化升级

引言：数字技术的真正价值，就是从物理世界中，开采出数据，粗炼出信息，精炼出知识，聚合出智慧，最终提高生产率。本方案针对工厂仓库实现安全生产需求，创新性的将视频智能分析系统将 AI 分析、边缘计算、5G 等先进技术和安全生产管理有机结合，针对企业工厂仓库安全和隐患的风险特点，与生产运营对接，精准解决安全生产风险监控和科学化决策等最具挑战的安全管理难题，全面有效地帮助企业解决安全生产中的典型难题和困惑。

一、项目概况

1. 项目背景

工厂仓库管理是企业中的一个小部分，但是就企业的财务和生产而言，其重要性是显而易见的。因为仓库管理着企业的各类物资，而物资又占着企业流动资产的很大比重。此外，仓储还是商品流通的重要环节，也是公司的最核心的部分。而在仓库管理中，做好仓库的安全管理，是重中之重。但是近年来仓库火灾、爆炸等事件仍然层出不穷。

由于工厂仓库很多时候往往存放很多生产原料、成品、包装等一系列易燃易爆物品，导致危险系数很高，一旦发生失火爆炸等事件带来巨大损失，甚至伤及人命，所以加强仓库及其物资的安全管理十分有必要。

长期以来，工厂仓库安全生产事故的预防基本上依赖于企业的管理水平，包括健全规章制度，重视消防与安全防护设施的完善，教育工人严格遵守操作规程，提高其素质和应急处置能力等。然而，国际职业安全与事故预防理论和实践的发展历史表明：完全依赖人的警惕性来保障生产安全并非万全之策，因为人可能受到生理、心理以及社会等诸多因素的干扰而出现失误；还有一些事故致因属于人的智力和能力难以感知和有效抑制的范畴。纵观近年来发生的多起重大事故，虽然在调查事故原因时主要归咎于违章、渎职等人为责任，但进行深入分析会发现，

也与缺乏先进、可靠、全方位的安全监控预警技术设施不无关系。

此外，随着经济的发展，生产的规模、自动化程度、材料与工艺的革新都会导致危险源和隐患的多样性与复杂性，导致事故模式不断翻新，导致灾害规模不断扩大，事故灾难性后果日益严重。因此，对各种事故所采取的预防措施的有效性也在不断发生变化，安全技术在其中就显示出越来越重要的地位。事故不可能完全杜绝，安全技术的发展也永无止境。

实践证明，任何事故或灾害的发生都有一个自然发展的过程，在其酝酿伊始直至临界状态呈现，都有“端倪”可察、“征兆”可寻。这“端倪”与“征兆”便是危险源的安全状态信息，在这些信息中，大多数是可观测的，有些还是可控的。

2. 项目简介

通过建设一套边缘计算结合 5G MEC 或者有线网络的先进、可靠的工厂仓库监控预警系统，能够通过对安全监管系统前端传感器采集的不同类型的数据进行评估分析，确定各类事物或者行为是否超出预警阈值，并通过相应的控制系统发出预警信息，想必就能避免事故的发生，至少能够把事故所造成的损失和影响降到最低程度。

3. 项目目标

该系统如果能够广泛推广和使用，需要满足如下四个条件：

1. 底层技术自主可控，满足不同工厂的多样化二次开发需求。
2. 与 5G MEC 深度融合，不受地域等条件限制。
3. 提高准确率，降低误报率，实现降本增效的目的。
4. 实施及安装维护成本在企业可控范围之内。

二、项目实施概况

本次案例，选择了一个工厂仓库实际应用场景，针对性提炼仓库治理、安全监管两大业务维度，分别进行智能化设计，通过数据自动采集、边缘处理、集中汇聚、融合分析，打造以数据为驱动的智能安全仓库，代替原始以人为主要驱动的被动闭环管理，实现管理体系从事后响应到预测性判断的快速过渡。

1. 项目总体架构和主要内容

本期针对仓库实现安全生产需求，建设一套基于视频 AI 分析的智能安全管控系统，有效解决企业仓库安全生产的痛点与诉求，提升企业安全生产管理水平。

再通过 5G、宽带技术，将识别结果传输到云端，可以大大提高效率，极大程度的降低成本。

1) 工厂仓库目前存在的典型安全问题。

安全制度内容		对应的匹配方案
基本安全生产管理制度		
与人相关	劳动防护用品	AI 视觉分析穿戴情况

	“三违”行为检查	AI 视觉分析违规行为
	常规作业操作	AI 视觉分析操作规范
	特种作业	AI 视觉分析操作规范
与物相关	消防安全	AI 视觉分析火源及消防通道
	危险物品和危险源	AI 视觉分析存放及操作规范
	应急救援器材	AI 视觉分析存放及操作规范
与机相关	生产设备操作	AI 视觉分析操作规范
	生产设备维护保养	AI 视觉识别设备铭牌
	特种设备操作及保 养	AI 视觉识别设备铭牌
其他安全生产管理制度		
行为相关	巡回检查	物联网技术及轨迹回查
	车辆及厂内交通管 理	车牌识别及车速轨迹分析
	用电安全	AI 视觉分析操作规范
	动火作业	AI 视觉分析操作规范
	高空作业	AI 视觉分析操作规范
	动土作业	
安全教育管理制度		
	安全教育	
	安全作业证	
	上岗关联	培训系统与门禁系统联动
应急演练管理制度		
	应急救援预案制定	基于实景三维图制定
	模拟演练制度	基于实景三维图模拟演练



2) 安全生产管理需求:

- 基于视频 AI 技术的火焰检测识别技术

- 基于视频 AI 技术的抽烟等违章行为检测技术
- 基于视频 AI 技术的电子围栏功能。
- 基于视频 AI 技术实现人员双岗识别功能。

基于边缘计算技术和领先的算法，把安全生产管理的火焰、抽烟、电子围栏、人员双岗等实现实时、现场的精准识别之后，再通过 4G/5G 或者宽带传输到云端，既可以节省大量的带宽及云端 CPU/GPU 资源，又可以实现实时告警，节省大量的人力、物力。

基于边缘计算的智能工厂安全管控，在各类工厂，围绕人、机、料、法、环等各个公共安全，具有广泛的使用前景。

针对企业仓库在运营过程中存在的问题，通过部署智能化设备，解决仓库安全生产管理的核心需求，目标如下：



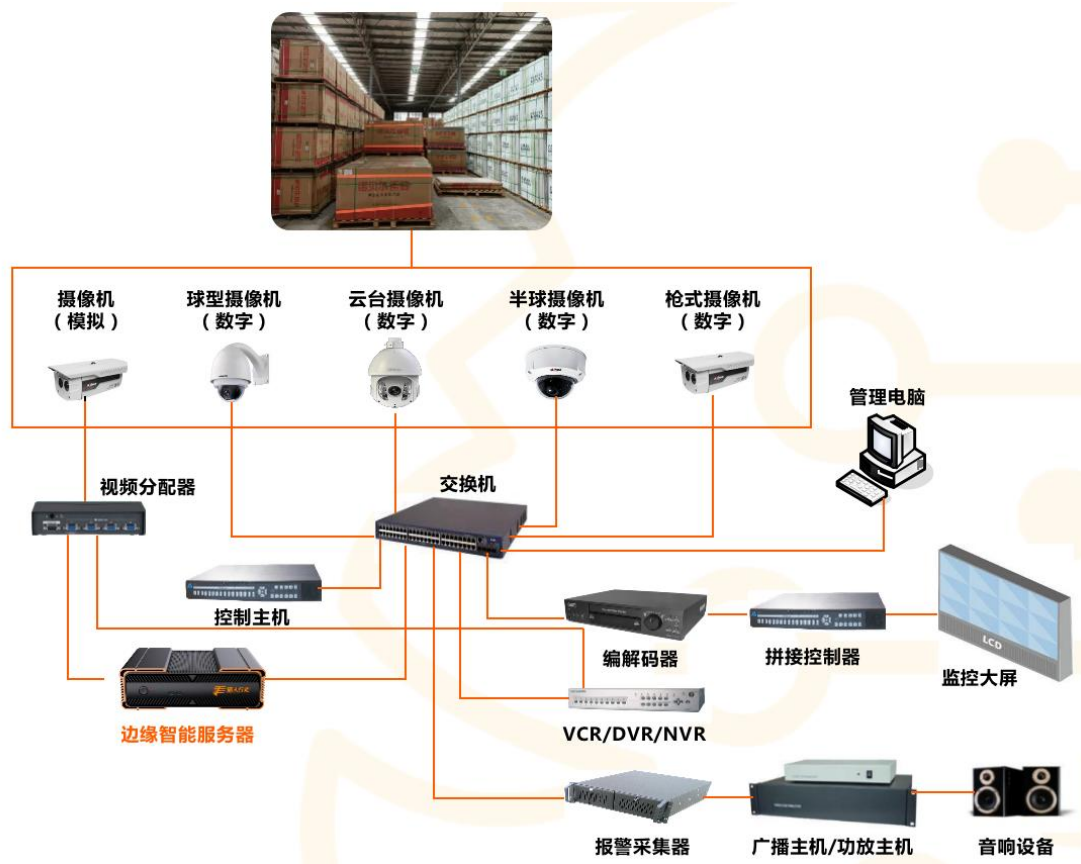
基于现有视频 AI 分析技术，新增或者利用现有智能摄像头，在仓库内部署智能安全管控系统，通过视频智能分析识别，深入仓库安全生产各环节，全面实现生产安全管控，使人远离危险、提醒人、保护人、保护企业物资安全，彻底解决仓库安全生产问题。

2. 具体应用场景和应用模式

针对企业工厂仓库在运营过程中存在的问题，通过部署智能化设备，解决仓库安全生产管理的核心需求，目标如下：

基于现有视频 AI 分析技术，新增智能摄像头，在工厂仓库内部署智能安全管控系统，通过视频智能分析识别，深入工厂仓库安全生产各环节，全面实现生产安全管控，使人远离危险、提醒人、保护人、保护企业物资安全，彻底解决仓库安全生产问题。

实时监控采用全数字架构，前端摄像头视频数据接入边缘智能分析盒，汇聚后经核心交换机统一传送到监控中心进行存储和显示。



在主机房部署监控管理平台和媒体汇聚设备，管理前端摄像机及视频监控数据的录制、存储、播放和回放。

网络传输子系统由接入层、汇聚层和核心层组成；由光纤接入网络或者 5G CPE 组成前端摄像机的接入网；一级核心管理平台承载在核心网络上。

管理员可在管理平台上通过传输网络对所有摄像点、媒体存储汇聚点、管理平台及监控中心进行管理。

监控中心支持本地和云端部署服务器。

2) 设备管理

配置、管理摄像头监控设备，并根据监控画面在每个摄像头配置相应的算法。依托我司在监控算法业务领域长期的技术积累，为智能安全管控系统提供高并发、低延迟、高清流畅、安全可靠的视频监控体验。

配置、管理现场告警设备，监控到违规情况即触发现场相应的音响或警报设备，及时提醒在场人员。

监控设备、告警设备、手机端能实现信息流快速分发，服务质量有保证，电信业务具备电信级品质保证能力。

3) 告警管理

实时数据库负责告警的判断、通知和存储。监测到违规情况，即时进行记录并弹出界面、推送告警消息至管理员，管理员第一时间了解违规时间、类型、地点等信息，并可查看相关影像。

支持邮件、短信、微信、App 协作工具等多种通知方式，告警必达。

包含事件和告警的分类、聚类、异常发现等多种人工智能场景，形成告警信息报表，通过数据查阅和组合分析，实现安全情况的全面掌控，通过对历史告警记录的分析，形成全面的安全管理洞察，为后续安全管理培训的知识沉淀提供强大支持。

2.2.3 智能终端

1) 移动终端

提供告警通知接口，支持发送信息至邮件、短信，也可对接手机 APP，将告警信息即时推送至管理员。

2) 监控终端

平台统一承载所有监控终端、智能视频分析盒，节省网络布线，降低网络运维难度，为部署提供理想的终端解决方案和面向未来的服务支撑能力。

3) 告警终端

除了信息通知告警，平台还支持现场实时的语音告警。触发告警后，联动相应的音响对违规情况附近的人员发出语音信息，提示在场人员。

3. 其他亮点

商业模式先进性：

产品标准化，调参个性化：即使是同一细分场景下的同一算法模型，也可以针对不同时间段、不同光照情况、工人不同工服、不同角度等，实现个性化调参。

边缘集群化，算法 SAAS 化：与目前基于中心服务器 AI 统一建模方式对比，可以极大的提升视频摄像头识别的效率与效果，真正实现数字化提升与降本增效。

技术方面先进性：采用自主研发的终端 AI 推断框架和边缘集群控制核心技术，自研 PCB 板，软硬件高度融合，先从计算机视觉长尾场景切入，竞争较小，适应性强。

可复制推广性：从最有成长前景的各类计算机视觉工业安全生产与经营长尾场景切入，特别是自主研发的一体化边缘智能服务器，软硬件深度融合，实现了工具化、模块化的软件算法和架构模型，解决了各种长尾应用场景的痛点，并实现了高效、快捷、低成本的个性化定制，具有极强的代表性，可涵盖智慧交通、智慧工厂、智慧军工、智慧能源、智慧制造、智慧校园等诸多高价值智慧场景与领域，具有广阔的市场前景。

三、下一步实施计划

视频智能分析系统将 AI 分析、边缘计算、5G 等先进技术和安全生产管理有机结合，针对企业安全和隐患的风险特点，与生产运营对接，精准解决安全生产风险实时监控和科学化决策等最具挑战的安全管理难题，全面有效地帮助企业解决安全生产中的典型难题和困惑。

北京海航中软科技有限公司“猿人行走”品牌产品-边缘智能分析盒是基于视频流打造的智能图像识别系统，利用最新的深度学习技术，代替人眼，自动识别各种违规或异常行为，为安全生产保驾护航。产品以平台为基、数据为体、流程为相、服务为本的思路建设全感知、全融合、全智能的智能安全体系。全面整合仓库各区域、各主体的视频监控，呈现全局安全态势和告警事件。当违规或异常情况发生时，系统联动摄像机自动分析违规行为，并发布告警到系统平台和现场声光告警设备。系统平台，集成告警、边缘盒子、摄像头等子系统，通过视频分析盒智能算法，实现仓库无盲区、全天候、智能化覆盖。产品基于视频分析、物联网、大数据、AI等新技术，构建仓库安全体系，使仓库安全管理从传统的被动追溯转变为主动预防，实现精准、智慧、一体化安全管理体系。

边缘计算与人工智能这两种高速发展的新技术之间存在着彼此赋能的巨大潜力。

信通院 2020 年 5 月调研数据显示，中国企业中仅有不足 5% 使用了边缘计算，但计划使用的比例高达 44.2%。

根据艾瑞咨询测算，2020 年中国边缘云计算市场规模为 91 亿元，其中区域、现场、IoT 三类边缘云市场规模分别达到 37 亿元、38 亿元及 16 亿元。预计到 2025 年整体边缘云规模将以 44.0% 的年复合增长率增长至 550 亿元

通过边缘计算技术，与云技术和人工智能、物联网结合，可以极大程度提升社会的智能化水平。

该方案的价值在于从最接地气的各类公共安全长尾场景切入，具有极强的代表性，具有广阔的市场前景。

既聚焦工业安全生产长尾场景，又实现标准化快速复制



边缘计算与人工智能这两种高速发展的新技术之间存在着彼此赋能的巨大潜力。通过边缘计算技术，与云技术和人工智能、物联网结合，可以极大程度提升社会的智能化水平。该方案的价值在于从最接地气的各类公共安全长尾场景切入，具有极强的代表性，具有广阔的市场前景。

四、项目创新点和实施效果

1. 项目先进性及创新点

该方案集合了人工智能、图像识别、边缘计算等关键核心技术。应用智能算法将非结构化的数据转为结构化，通过边缘智能分析盒进行智能分析，实现主动监控。

北京海航中软科技有限公司的边缘智能分析盒，与市面上绝大多数基于开源及芯片组开发的方案完全不同，是基于完全自主研发的边缘深度学习底层框架技术，同时支持开源算法框架，并将软件、硬件极致融合，达到效率的提升与成本的大幅降低。

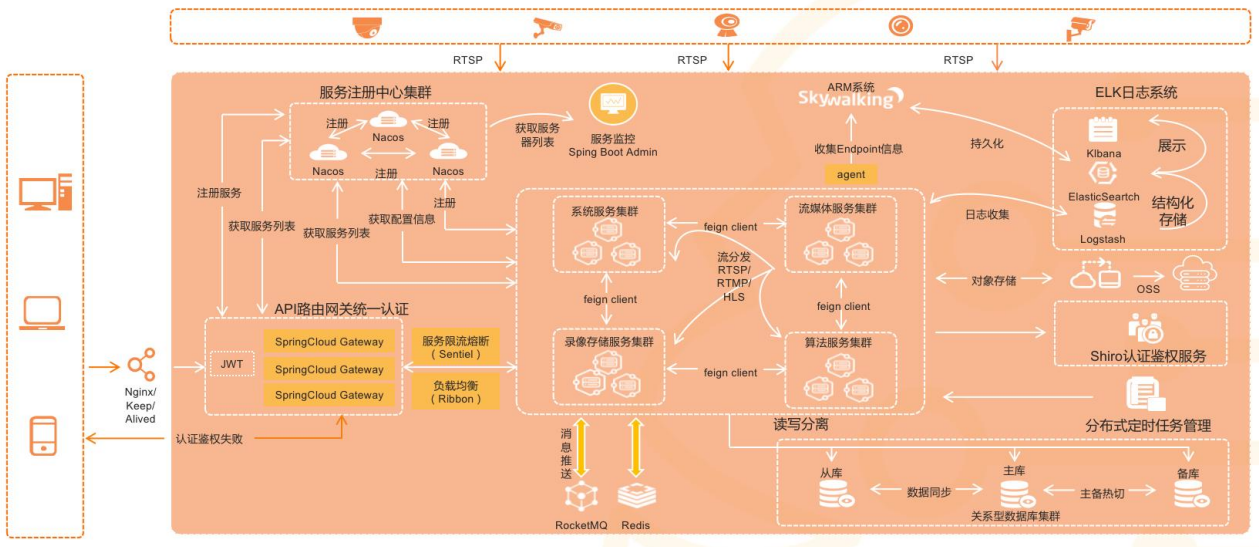
该方案可以与 5G MEC 等紧密融合，作为边缘端的重要支撑与补充。支持 INT8/INT16/FP16 混合运算，完美兼顾性能、功耗及运算精度，支持 TensorFlow、Caffe、ONNX、Darknet 等框架的网络模型转换，具备快速模型训练能力，准确率高、识别速度迅速，构建全栈式人工智能的产品服务体系，在 AIoT（人工智能物联网）领域提供完整的运营服务体系。



智能盒子采用嵌入式设计原理，内嵌基于深度学习的结构化算法，集成高性能模块，搭载工业级嵌入式神经网络处理器(NPU)，双 Cortex-A72+四 Cortex-A53 大小核 CPU 结构，高达 1.8GHz 的主频 CPU，NPU 算力可达 3.0TOPs，可扩展至强劲的 12T 甚至更高的算力。支持局域网内所有智能盒子集群，算法服务、服务注册中心、系统服务、流媒体服务、录像存储服务、关系型数据库等，在边缘终端集群联动管理。支持 H265/H264 视频解码，外围接口丰富，拥有超强扩展性，支持对多路摄像头进行视频结构化识别和分析。产品安全性高，内置加密芯片，对数据、磁盘、网络接下加密，数据不出本地，安全合规，采用工业级设计，100%安全保障。通过 AI 算法，利用图像识别技术对视频进行高效、快速的分析处理，具有轻量化、高性能、低功耗、通用性强、接入方便等特点，广泛应用于 AI 态势感知、行为分析等各个领域。

多个边缘智能场景之下，可以通过独具特色的边缘集群技术，实现负载均衡，集群联动，边缘学习。

边缘集群技术架构图，具体如下：



2. 实施效果

1)开发提升 40%工作效率：通过自主研发的技术，大大缩短了算法模型开发的周期，120 天缩短为 50 天，提升 40%工作效率；

2)兼容性达 95%以上：通过虚拟化和容器技术的兼容、适配、纳管等方式打通了各种软硬件之间的“通”与“融”难题，兼容性达 95%。同时可直接接入包括海康、华为、宇视、大华等主流品牌摄像机的视频流。

3)识别准确率 95%以上：通过自研技术，识别准确率三个月时间达到 95%以上，比业内六个月的时间缩短一倍。

4)节省近三分之二的人工成本：解决了传统人工巡检以及 24 小时人工监控的问题，大大降低了人员的成本；

5)违规行为下降 60%：采用了本方案之后，全规范化作业，24 小时智能识别和告警，违规行为下降了 60%；