



星火有机硅 5G 智慧工厂

当前，以数字化、网络化、智能化为本质特征的第四次工业革命正在兴起。工业互联网作为新一代信息技术与制造业深度融合的产物，通过对人、机、物的全面互联，构建起全要素、全产业链、全价值链全面连接的新型生产制造和服务体系，是数字化转型的实现途径，是实现新旧动能转换的关键力量。而 5G 具备高速率大带宽、低时延高可靠、大连接广覆盖的技术特性，可有效满足工业业务苛刻的安全性、传输时延及可靠性要求，支撑工业互联网快速落地。

化工行业作为国民经济的重要组成部分，在各国的国民经济中占有重要地位，是许多国家的基础产业和支柱产业。化工行业的发展速度和规模对社会经济的各个部门有着直接影响，世界化工产品年产值已超过 15000 亿美元。化工行业发展走可持续发展道路对于人类经济、社会发展具有重要的现实意义。

江西蓝星星火有机硅有限公司隶属于中国化工集团的核心企业，是全球最大的上下游一体化有机硅化工生产基地，也是中国民族有机硅的摇篮，在企业发展的过程中，星火有机硅提出了“绿色化、精细化、智能化、国际化和可持续化”高质量转型升级的战略目标。

一、项目概况

1. 项目背景

2019 年江西蓝星星火有机硅有限公司与中国电信股份有限公司九江分公司联合召开“5G+智能化工”星火研讨会，对“5G+智能化工”星火应用展开讨论，

并成立“5G+智能化工”联合创新实验室聚合资源创新实践。

2. 项目简介

实验室经过一年多的探索实践，打造了“基于边缘云的星火有机硅 5G+智慧工厂应用”，项目基于中国电信优势的 5G 云网融合和创新能力，综合运用 5G、物联网、人工智能、边缘计算和大数据等技术，围绕企业的安全、质量和效率三大领域的核心诉求，形成了包括 5G 数字孪生工厂、5G MEC 企业专网、5G 近红外质量检测、5G 摄像头移动监控、5G 安防监测、NB 在线设备监测、5G 作业人员监测、5G 智能手机巡检、5G 机器人巡检和 5G 无人机送样在内的十大场景的应用，促进了化工企业数字化和智能化，能够有效提升化工企业的职工人身安全保障、质量管控和生产效率，降低工人劳动强度和企业用工成本。

3. 项目目标

基于星火有机硅在向高质量转型升级的过程中遇到的切实问题，项目主要制定了以下目标：

（1）安全生产管理的实时性：通过新技术应用实现安全生产的实时管控、避免重大安全事故、人员事故的发生。

（2）生产过程的智能化管理：通过新技术实现有机硅合成工艺过程的自动化和智能化。

（3）生产运营效率的提升：通过新技术为企业提供更高效、更智能化的管理手段，实现生产质量效率降本增效。

二、项目实施概况

5G 与工业互联网在化工行业的应用，不仅有效地改变企业安全、环保、应急等传统应用模式，而且在企业用工、生产组织方式上会带来新的变化，将为企业提供生产环境数字化、技术装备智能化、生产过程可视化、流程质量可控化、信息传输网络化、管理决策智能化的能力。

1. 项目总体架构和主要内容

（1）5G 网络建设：2019 年，九江电信在星火厂区完成 5G 网络建设，在厂区内建设了 6 个宏站和 2 个室分站，满足了星火园区的 5G 网络全覆盖，5G 大

流量、低延时、大接入的技术能力，为实现企业的专网建设、质量的在线检测、人员设备环境的实时监测、多路高清视频的实时传输、生产数据的实时上传等提供了优质网络保障。

(2) 5G MEC 的部署：在厂区提前部署了 5G+MEC，将 5G 核心网的部署能力下沉到星火园区，通过 5G MEC 的部署，将 5G、4G、NB 等运营商网络与企业工业内网深度融合，满足智慧工厂全场景安全连接的需要，同时实现企业数据不出厂区，保证工业生产数据安全；MEC 部署专属应用算法，本地应用端到端时延降低到 20ms 以下，有效地保障了无人机、机器人以及视频 AI 分析的应用。

(3) 搭建数字孪生工厂平台：通过数字孪生技术，打造集数字孪生可视化、运营管理可视化和业务管理可视化于一体的“5G+智能化工”应用平台。通过 5G 工业网关、智能手环、5G 摄像头、5G 无人机实现对工厂人、机、物的数据采集，以此为基础叠加大数据应用构建全新、全要素数字孪生工厂平台，形成装置运行的可视化管理和维护、安全生产的实时化监测和管控、生产作业的智慧化等方向的 AI 安防检测、在线设备监测、巡送检无人机、巡检机器人等十大场景应用。



- 通过 MEC 实现 5G、4G、NB 等运营商网络与企业工业内网深度融合，支持 4G/5G/WiFi 等多种制式，为企业全场景连接提供保障，满足智慧工厂全场景安全连接的需要；同时，通过 MEC 更靠近用户侧部署，一方面从物理和网络层面解决了时延问题，另一方面将内容与计算能力下沉，将业务本地分流，内容本地缓存，本地应用端到端时延降低到 20ms，为更多低时延场景应用提供网络保障；通过 UPF 下沉将运营商网络与企业内网深度融合，实现企业工业数据及大量视频数据本地化处理，实现企业数据不出厂区，

保证工业生产数据安全，为企业的信息安全提供保障。

- 利用大数据模型算法，对化工装置在生产过程中产生的多维度海量数据进行综合分析，精准研判出化工装置的运行状态和运行趋势，并将化工装置的运行状态和趋势简化为一张图，如下图所示，通过图中状态点的移动范围即可实时反映出化工装置的健康情况，同时分析结果实时在数字孪生平台中进行可视化呈现，维护作业人员根据视图可快速、准确地定位出存在问题的装置，同时通过健康趋势的研判也提高了装置/设备的预测性维护率，保证化工装置安全稳定地运行。
- 通过 5G 工业网关、NB 智能手环、高清摄像头等载体对工厂人、机、物等多要素进行数据采集和汇聚，形成企业生产数据中心，并通过数字孪生技术将生产过程中的各类实时数据与分析数据精准地映射到厂区的三维仿真地图，实现了工厂生产、管理、运营的可视化，极大地提升了企业生产效率，管理成本降低了 20%以上。
- 采用近红外光谱技术，通过将近红外探针置于化工生产过程中的反应釜、管道、罐体中形成近红外光谱图像，利用 5G 大带宽、低时延的特性，在边缘侧进行图谱分析，在线判断生产过程中成品的质量，大大地缩短产品检测时间，有效地保证了产品质量的稳定性。
- 针对化工企业安全生产，通过自研视频 AI 算法，并与 5G MEC 技术相结合，在边缘侧对摄像头采集的视频画面进行实时化分析，对于厂区内出现违规作业行为（如未戴安全帽、未穿防护服、发生烟火等）即时进行多渠道的告警（平台、短信和现场声光），实现化工园区安防监测的实时化和闭环化管理，有效地降低违规行为 80%以上。
- 利用 5G 技术，实现无人机、机器人的自动化控制，并以此为载体，利用 5G 无人机实现样品的自动化送检，改变了以往“人骑车”的送检模式，将送检间隔从 4 小时缩短到 1 小时。同时，通过结合 5G 机器人对厂区内的化工管廊、塔釜等装置进行空地一体化的巡检，减少人工巡检的“死角”，提高巡检覆盖率。

2 安全及可靠性

通过开放 5G 网络安全能力、保护化工企业分布在端网边云的资产、应用和数据，支持化工业务安全合规地开展。

1) 企业内网边界/私有云安全

- 配置边界防火墙/IPSec 网关、MSCG 边界网关和 AAA 服务器，降低和杜绝常见网络威胁，如蠕虫、端口扫描、拒绝服务攻击 (DoS) 和分布式拒绝服务攻击 (DDoS)、木马等。

2) 切片安全 (安全管道)

- 采用切片隔离、加密等方式，保证管道安全，防止管理面、信令面攻击。

3) MEC 安全

- 过 UPF 下沉到园区，实现数据不出园区；基站和 MEC 之间通过 IPSEC 加密，保证数据传输的安全性；企业内网与 MEC 之间采用防火墙和 NAT 安全隔离。
- 5G 核心网和 MEC 间部署防火墙 FW1，并启用 IPSec VPN：防止外网攻击、5GC 信令被非法篡改。
- 在 FW1 上启用 IPS 功能，实现入侵防护。
- 5GC 和 MEC 侧 UPF 间管理面使用 TLS：防止网管指令被非法篡改。
- MEC 与安全服务区间部署防火墙 FW2，启用 IPS 功能：隔离园区网络与企业内网。

4) 终端安全

- 终端通过 VPN 加密连接接入到 MEC 园区网，保护企业数据安全；MEC 平台与园区应用 APP 之间的消息交互采用 TLS/SSL 加密。
- 双向鉴权和加密：RAN 启用 5G CPE/5G 摄像头与 5G 网络进行双向鉴权和加密 (5G AKA 标准)，防止仿冒 CPE/5G 摄像头接入 5G 网络。
- 机卡绑定：CPE 终端/5G 摄像头绑定 SIM 卡，防止终端仿冒。

5) 安全能力开放

- 基于用户 USIM 卡和运营商网络的身份认证体系，为第三方应用提供认证服务和安全传输通道。

三、下一步实施计划

1. 在生产领域的应用

通过 5G 高精定位、5G 工业数采及反向控制、5G 机器人等技术，加快化工行业生产制造的自动化和智能化，减少人员作业，将进一步地提升生产效率、降低安全隐患。

2. 在质量领域的应用

通过 5G+AR 技术对产线的原材料投送进行精准辅导及分析，利用 5G+机器视觉对产品质量进行实时化监测，从生产源头、作业过程加强产品质量的管控，将有效地降低流程化工不良品的发生概率。

3. 在效率领域的应用

通过 5G 技术构建高品质的企业内外网，打通企业上下游产业链、价值链之间的数据链条，打造企业的工业互联网应用，将有力地助推企业的高质量转型。

四、项目创新点和实施效果

1. 项目创新点

- (1) 5G MEC 实现了 5G+工业互联网的全场景连接。
- (2) 模式化大数据算法精准研判生产装置健康状态。
- (3) 5G 数字孪生工厂应用让工厂管理更加高效化。
- (4) 浸入式传感器+5G 边缘计算实现生产的在线质量检测。
- (5) 基于 5G+AI 企业安全生产全要素数据采集与分析。
- (6) 5G+无人机与机器人实现天地一体化巡检。

2. 实施效果

- (1) 通过一期项目的落地实施使星火有机硅预防性维修率提升 80%、生产

管理成本降低 20%、样品送检效率提升 75%。在工艺安全预判效率提升、生产管理成本降低、产品送检效率、违规行为减少等方面取得实效，有效地提升企业的作业安全、质量管控和生产效率，降低工人劳动强度和企业用工成本。

(2) 项目在今年工信部主办的第三届“绽放杯”5G 应用征集大赛中荣获“5G+工业互联网”专题赛一等奖、全国总决赛二等奖。

(3) 项目成功入选 2020 年国家重大科技专项 03 专项智能制造示范

(4) 助力江西蓝星星火有机硅有限公司入选江西省 2020 年首批“5G+工业互联网”示范试点企业。

(5) 实验室基于项目的实践经验，形成了《5G+智能化工白皮书》。针对化工行业的安全、质量和效率三大领域，以“5G 化工园区专网、云、模式化大数据、安全”四大技术平台为基础，提供十大场景应用方案。