

2025年 5G工厂 典型应用实践

(原材料工业)



工业和信息化部
2025年

百家 5G 工厂质效并进 引领工业互联网蝶变跃升

为更好推动 5G 工厂高质量发展，加快“5G+ 工业互联网”规模化应用，我部从 1260 个 5G 工厂名录项目中优中选优，遴选出 100 个技术先进、标杆引领的 5G 工厂典型应用实践（以下简称“百家 5G 工厂”），覆盖原材料工业、装备工业、消费品工业、电子信息、能源交通等重要行业领域。百家 5G 工厂实现 5G 网络覆盖率超 99.3%、现场装备联网率超 97.7%、无线设备 5G 联网率超 97%，推动“5G+ 工业互联网”由“单点”应用向全环节、全流程、全要素、全场景、全产业链“综合”应用创新发展，有效推动制造业提质降本增效绿色安全发展。

一是加速全环节柔性生产，推动工厂网络无线化，通过 5G 全厂覆盖，探索生产现场装备云化群体控制、产线模块化快速重构、供应链实时动态协同等，实现从固定刚性流程生产向快速响应、动态调整的全环节柔性生产方式转变，百家 5G 工厂平均产能增加 24.7%。

二是推动全流程精益管控，通过系统建设 5G、工业互联网等基础设施，加速边缘计算、信息模型、数字孪生等技术从生产运营、原材料采购等批量管理应用向安全生产闭环管控、厂区物流实时优化、关键部件精准运维等精细管理应用扩展，实现虚实融合、实时监控的工厂生产全流程精益管理，百家 5G 工厂平均运营成本降低 18.4%。

三是形成全要素协同智能，基于大带宽、广连接网络特性，实时采集汇聚全厂及供应商数据，基于高可靠、低时延网络特性，实现自感知、自适应、自决策的智能化自主协同，推动人工智能应用从单点辅助向产线生产、系统运维、销售服务、企业管理等环节的全要素协同发展，百家 5G 工厂平均产品质量提升 20.5%。

四是实现全场景应用普及，“5G+ 工业互联网”加快从外围辅助环节向生产核心环节延伸，百家 5G 工厂实现企业协同合作、虚拟现实服务、现场辅助装配等二十大场景全覆盖，生产现场监测、生产能效管控、机器视觉质检、厂区智能物流、设备协同作业等与产线生产紧密相关的应用场景覆盖率超 70%。

五是带动全产业链规模壮大，通过 5G 工厂建设带动产业供给能力提升，逐步形成工业 5G 芯片、模组、终端等全栈式产品体系。5G 模组价格下探至百元级，较商用初期下降 95%，5G AGV、5G 智能 AR 头盔等一批工业 5G 创新产品实现规模量产及深度应用。

目 录

石化化工	1
01. 广州石化 5G 工厂	1
02. 青岛炼化 5G 全连接工厂	6
03. 河北鑫海化工 5G 智慧工厂	10
04. 中安联合煤化有限责任公司 5G 智慧工厂	14
05. 新兴能源科技 5G 智能工厂	19
06. 鸿利达 5G 工厂	23
钢铁	27
07. 安徽首矿大昌 5G 工厂	27
08. 湛江钢铁基于独立专网的智慧绿色钢铁 5G 工厂	31
09. 宁钢 5G 工厂	35
10. 中天钢铁集团（南通）有限公司 5G 工厂	39
11. 建龙西钢 5G 智能工厂	43
建筑材料	47
12. 远东幕墙 5G 工厂	47
13. 中建材 5G 智能工厂	51
14. 南玻院玻璃纤维及其制品 5G 工厂	55
15. 精工国际绿色建筑钢结构 5G 工厂	59
新材料	62
16. 中天钢铁集团（淮安）新材料有限公司 5G 工厂	62
17. 时代新材创新中心 5G 工厂	66
18. 全链路云端协同的功能性薄膜 5G 智能制造工厂	70
19. 基于全生命周期追溯的高性能特种管材 5G 工厂	74
20. 福地（石狮）新材料科技有限公司 5G 工厂	78
21. 华润化学材料 5G 工厂	81
22. 斯迪克 5G 智能工厂	85
23. 中天东方氟硅 5G 工厂	89

广东省广州市

01. 广州石化 5G 工厂

中国石油化工股份有限公司广州分公司

一、项目概述

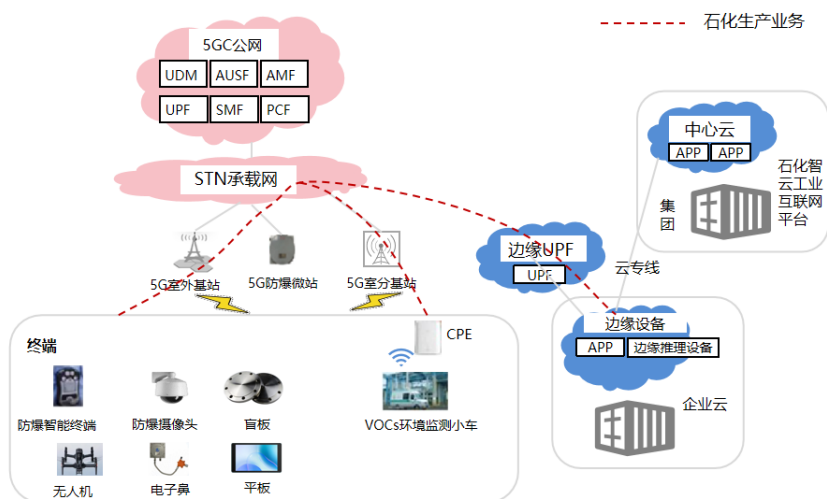
中国石油化工股份有限公司广州分公司围绕打造洁净能源和转型升级“双示范”企业的目标，采用 5G+ 边缘 UPF+MEC 技术构建相应的专网整体方案，已实现面向石化行业的 5G 专网架构和部署。广州石化建设的 5G 工厂项目，采用 5G+ 下沉 UPF+ 边缘技术方案，为厂区提供全方位 5G 服务，发挥云边协同优势，具备带宽增强、低时延、数据本地卸载等特点，同时采用企业或集团-企业两级联动工业互联网平台方案，提供关键能力，实现安全、绿色环保、智能高质发展。

二、建设需求

石化行业特有的生产加工工序多，流程复杂，产品多样，生产物料有毒有害高腐蚀，生产环境高温高压易燃易爆等特点。亟需形成一套适用于装置现场复杂环境的高可靠、高安全、抗干扰的 5G 行业专网架构和部署方案，以解决零散设备缺乏统一接入集成、炼化各业务应用数据割裂、各类终端及各监测类应用系统统筹管理效率低下、事故状态应急指挥互联互通难、数据采集传输不稳定、数据采集方式不够智能等问题。

三、建设方案

采用 5G+ 边缘 UPF+ 边缘技术构建相应的专网整体方案，最大程度发挥云边协同的优势，提供带宽增强、低时延、数据本地卸载的 5G 专网服务，实现公众网络与工业内网的深度融合。



广州石化 5G 专网架构图

在网络层，在非防爆区域部署通用5G室外宏基站及室内分基站，在防爆区域部署满足石化行业防爆认证的5G微站及CPE，为厂区提供全方位的5G网络服务；部署专用UPF，实现数据本地卸载、数据安全、低时延功能。部署边缘节点，提供云边协同能力，将丰富的云端业务能力延伸到边缘节点，实现容器、设备、应用集成、视频业务能力、AI算法能力等协同，支撑业务就近处理，快速构建边缘应用。

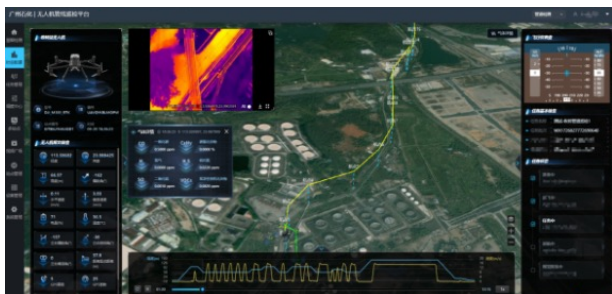
在终端层，通过防爆移动终端、摄像头、VOCs环境监测小车、无人巡检设备、电子鼻、盲板等智能设备与5G技术的融合，利用5G行业专网低时延、高带宽、广连接、流量本地卸载等特性，对现场数据进行采集，并实时、安全地传给企业工业互联网平台。

在边缘和云侧，遵循集约化建设目标，结合自身安全、绿色、智能的建设需求，根据企业自身的需要，可采用企业工业互联网平台或集团-企业两级联动工业互联网平台方案，并为基于平台的智能应用提供边云协同、集成平台、大数据、工业智能体、业务平台等关键能力。

四、应用场景

◎ 场景类型 1: 协同研发设计

结合智能传感器与IoT/5G技术，将现场采集的数据传输到服务器进行实时的显示和分析，支撑设备特征参数提取和状态识别，实现了石化工厂泵群设备的运行优化，泵群状态监测应用通过技术创新与国产化攻坚，基本消灭振动处于D区的机泵，振动处于C区的机泵减少50%。



巡检设备的作业能力，实现无限远的实时操作、巡检路线、观测，有效提高问题发现能力和事故处置能力，带来了极大的社会效益。企业边缘沉降的5G物联网解决了石化行业数据保密问题，实现了无人巡检设备及其存放库实时远程操控，大幅提升生产作业效率，降低了事故发生。

◎ 场景类型 2: 远程设备操控

借助5G物联网技术，实现在web端远程操控无人巡检设备库开关及无人巡检设备调度等操作，突破了巡检人员的位置、能力、响应时间等限制，改变了传统的无人巡检设备作业难以高频持续的作业方式，极大地释放了无人

巡检设备的作业能力，实现无限远的实时操作、巡检路线、观测，有效提高问题发现能力和事故处置能力，带来了极大的社会效益。企业边缘沉降的5G物联网解决了石化行业数据保密问题，实现了无人巡检设备及其存放库实时远程操控，大幅提升生产作业效率，降低了事故发生。

◎ 场景类型 3: 设备协同作业

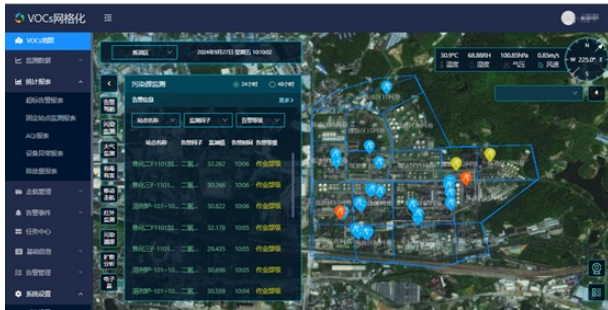
基于广石化视频云平台，构建生产应急指挥系统，完成全厂生产现场可燃及有毒有害气体监测报警、工业视频监控、火灾报警集中管理与一体化联动；结合5G网络传输技术，实现在战时应急指挥状态下可以在应急指挥中心与现场救援人员、现场指挥部、应急指挥车的





音视频互通，加强对现场突发事故的发现与监控能力，有利于各生产装置之间信息互通、应急联动，减少应急处置环节和响应时间，提高对突发事件的快速响应、协同指挥和科学决策的能力。利用 5G 低延时、大宽带特性，降低现场数据处理延迟，使得端侧采集的高清视频更加实时的回传到后端，应急通信视频监控和多方通话更加及时、畅顺，有效提高对突发事件的快速响应、协同指挥和科学决策的能力。

◎ 场景类型 4：精准动态作业



利用 5G 和北斗 + 差分技术，通过移动设备实现作业开票的“四定”管理（定部门、定人、定时间、定地点），确保作业监理人员在规定的地点签发作业票，强化作业票合规管理。开发安全卫士 APP，使用移动终端可以开展作业开票、JSA 分析、气体录入、安全措施落实、

安全交底、票证签发和作业过程工作。5G 技术融合北斗，将网络的端到端时延降至毫秒级，这对于需要实时反馈现场定位信息的场景来说至关重要。

◎ 场景类型 5：工业合规校验

(1) VOCs 网格化管理

以装置区或者装置区组为网格，建立广州石化 VOCs 网格化监测网络，基于各类排放监测设备采集的排放因子浓度数据、气象数据，实时动态监测装置区网格 VOCs 污染排放情况。

(2) 走航车

应用 5G+ 边缘计算实现走航车车载监测仪测量数据的接入与解析，并实时在 GIS 地图上展示走航轨迹，结合走航坐标，为厂区及周边区域 VOCs 分布情况“画像”，环保管理人员足不出户



即可在电脑上同步了解走航时间段 VOCs 监测浓度，一旦发现排放超标，可通知泄露检测与修复团队奔赴现场，快速定位泄漏位置，进行泄漏修复。走航车在厂区内开展走航服务时，在走航车上通过接入广州石化 5G 网关，VOCs 网格化应用可实时采集走航数据，在 VOCs 地图上就能实时展示走航轨迹、大气浓度的时空分布及各项因子监测趋势等。

(3) 仿生电子鼻

仿生电子鼻异味监测应用依托 5G 物联网的低时延、超高速率特性，实现监测数据的实时传输，确保对异味分子扩散轨迹的实时追踪。电子鼻设备通过搭载的 5G 网络模块，实现 5G+AI 实时分析，



通过边缘计算节点预处理数据，结合机器学习模型快速识别 VOCs 成分，当浓度超标时，同步触发短信告警、气味样本库比对及定位追踪，提升响应效率，实现全天候网格化精准监测。

◎ 场景类型 6：设备故障诊断

在具体工业现场中，泵群作为关键生产设备，其运行状态直接影响生产连续性和安全性。系统通过部署在企业云或中石化工业互联网平台上，实时采集泵群振动、速度等关键测点数据，利用 5G 网络的高带宽和低延迟特性，确保数据传输的实时性与可靠性。操作人员可通过总览界面集中监控设备状态，轮播显示加速度、速度实时值、运行指标及波形图谱，一旦检测到异常如轴承磨损或失衡，系统自动触发报警。结合专业的振动分析谱图和故障跟踪模块，快速定位故障根源，并通过自动化体检功能生成周期状态报告，辅助决策。预测性维护闭环流程中，基于海量数据和 AI 模型进行智能诊断，设备人员收到报警后立即现场核实并填报处理结果，确保问题及时解决，有效预防停机事故，提升整体运维效率。

◎ 场景类型 7：设备预测维护

该场景依托泵群监测系统，通过预测性维护闭环机制，实现对设备潜在故障的早期预警和主动干预。系统基于多种智能诊断模型（如机器学习、深度学习），结合海量实时检测数据、设备历史故障库及人工智能技术，进行多维度智能分析，生成设备健康状态预测报告。当检测到异常趋势时，自动触发报警报告并推送至设备维护人员；人员通过移动终端实时接收信息，现场核查设备状态，并通过系统填报处理措施（如调整参数或安排检修），形成从诊断到响应的完整闭环，显著提升维护效率，减少非计划停机，降低运维成本。应用成效包括设备平均无故障运行时间延长 15%、维护费用降低 20%，并实现了从被动维修向主动预测的转型。

◎ 场景类型 8：无人智能巡检

辅助管线巡检部署在企业云，运用 5G 物联网、红外识别等核心技术，基于设定好的路径，无人巡检设备可自主决策巡检路径、姿态、拍摄参数，获取高质量巡检数据，借助双光云台摄像机实时回传影像及图像，识别现场异常（包括管线泄漏、温度异常等），自动生成异常记录，及时报警；无人巡检设备也可在人工控制的情况下，进行特定部位的巡检确认，结合现场人员巡检，实现空地一体化管线联合巡检，确保管线巡检全覆盖，提高巡检质量。

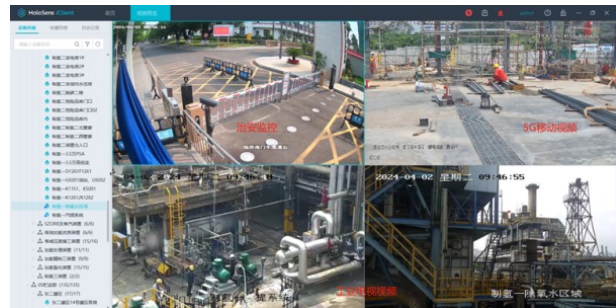
◎ 场景类型 9：生产现场监测

利用 AI 技术建立典型移动作业监护场景，采用监护站拍摄现场作业全过程，AI 服务器对视频进行实时监控分析，及时发现偏离作业管理规范的不安全行为，强化现场作业安全监管。

(1) 在作业票提报环节，填写该作业需要用到的“摄像头”信息，并开始作业；

(2) 监护人员点击“开始作业”后，作业票信息会推送至 AI 推理平台，AI 推理平台根据作业票中的作业类型调用相应的识别算法，并根据作业票选择摄像头开始取流并识别；

(3) AI 服务器将现场施工作业不安全行为识别结果推送给现场监护人员，监护人员通过移动端查看 AI 报警信息。



五、建设价值

1. 经济价值

企业 5G 应用场景总新增利润 1087.7 万元。

2. 社会价值

应急指挥场景应用现代信息技术，传递、集成、处理大量的基础信息和事故现场实时信息，实现突发事件应急处置时中国石化应急指挥中心、区域联防中心、企业应急指挥中心和现场指挥部之间信息有效传递和应急资源调配，达到企业应急处置过程的统一指挥、指令通畅、协同工作、资源共享、信息实时的目标，大大提高对突发、应急、特殊和灾难性事件的快速反应能力；有效提高整体减灾防灾、灾后恢复能力，有利于保护人民生命财产安全；有利于稳定社会秩序，营造和谐社会。VOCs 网格化管理场景能够有效监管超标排放与违规排放，有效保障区域生态环境安全，促进企业实现安全、绿色、稳定发展，同时，也将产生良好的应用示范作用，提升企业形象，产生巨大的社会效益。

山东省青岛市

02. 青岛炼化 5G 全连接工厂

中国石化青岛炼油化工有限责任公司

一、项目概述

石油化工行业在生产经营、安全环保等业务场景的工业互联移动应用需求逐年增加，对无线信号覆盖范围、数据传输速度、带宽、时延等提出了更高要求，传统网络难以满足需求。青岛炼化采用“数据+平台+应用”新模式，以5G为支撑，打造覆盖全厂的5G专网，并融合2.6GHz和700MHz频段实现5G+工业互联网与企业内网的高效集成。同时，通过深度融合5G+工业互联网与企业安全生产管控，打造“万物互联、人工智能”的信息化能力，为企业高质量转型发展提供支撑。

二、建设需求

青岛炼化位于青岛市胶州湾西岸，紧邻市区。随着地方政府和集团公司对安全生产、环保排放要求的不断提升，构建安全环保、生产经营等各业务场景的工业互联移动应用，探索城市型炼厂创新发展模式，已成为青岛炼化生存发展的关键。青岛炼化传统的有线网络与工业无线网络组合，难以满足工业互联移动应用对快速、便捷网络的需求，严重阻碍了安全生产信息化建设。主要痛点包括：炼油装置内部钢结构密集，导致信号穿透力弱，网络覆盖困难；音视频通信受带宽限制，延迟大，实时交互效果差；移动终端在AP间漫游切换时丢包现象严重。为解决这些问题，青岛炼化迫切需要建设基于5G的企业专网基础设施平台，支撑已有信息系统的5G轻量化改造，拓展基于5G专网的移动应用，快速消除信息化建设难点、堵点，实现设备管理智能化、作业管控便捷化、安全巡检自动化等目标，推动企业高质量发展。

三、建设方案

（一）5G专网建设

青岛炼化建设4座2.6GHz和700MHz双频段5G宏站，并充分利用公司周边已有的近30座中国移动5G宏站，结合5G数据切片技术，完成厂区信号的全面覆盖。部署了35套5G室分站，有效解决室内信号覆盖难题，实现厂区室内外5G高质量覆盖。

为确保数据不出公司园区并降低业务网络时延，在核心机房部署了一套MEC设备。公司云边协同应用部署在MEC上，其他应用部署在私有化服务器云平台上，MEC设备使用边缘增强型一体化UPF。

（二）已有信息系统5G“轻改造”

进出厂物流、电子作业票、智能巡检、门禁安防平台等信息系统，因移动终端在工业WIFI模

式下运行，存在信号覆盖质量差、漫游切换丢包、带宽小、时延高等问题，严重影响了信息系统应用效果。通过替换移动终端设备接入 5G 专网，解决了通信信号延迟和应用效果不佳问题，显著提升了系统运行效率。

针对受限空间作业视频监控等系统，通过在已有设备中增加 5G 模组，以低成本快速实现了 5G 兼容适配。高清视频监控流畅清晰，有效助力了直接作业环节的安全监管。

（三）积极拓展基于 5G 专网的移动应用

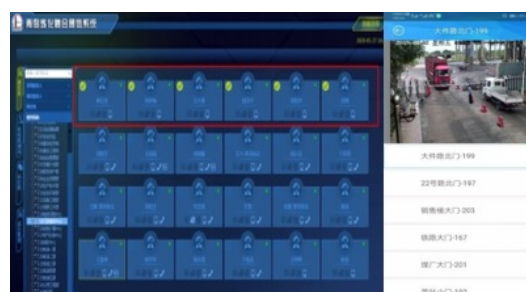
针对安全、生产、设备、反恐等领域的难点、痛点，青岛炼化积极拓展基于 5G 专网的移动应用，加速推动企业数字化转型，为公司打造新模式、培育新业态、发展新经济赋智赋能。

结合 5G 网络以及北斗高精定位等技术，推动了罐区巡检机器人、机泵振动监测、应急响应平台、VOCs 网格化监测等应用的落地，为智能巡检、设备预防性检测维护、高效综合应急响应等管理需求提供强有力的技术支撑。

四、应用场景

◎ 场景类型 1: 全域物流监测

利用 5G 网络 + 融合通信系统功能，通过融合通讯 APP 实现远程视频监控调阅和与集群对讲系统融合互通能力。用户可随时随地通过 APP 调阅厂区任一视频监控画面，应急指挥中心可将隐患异常区域画面即时推送到相关用户的融合通信 APP。



◎ 场景类型 2: 生产现场监测

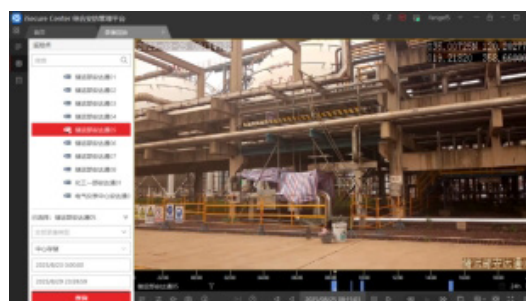
（1）5G+ 综合应急响应平台

在应急响应的处置过程中，现场指挥部利用 5G 实现对 5G 智能视频监控布控球开展人脸智能识别，完成现场人员应急签到智能统计并实时显示在应急指挥中心大屏幕上。通过移动端 APP 提供监测预警、事件处置、应急演练查看、动作上报、模拟计算、应急物资巡检等功能，实现各单位参与应急处置人员的位置共享、与应急指挥中心人员实时的音视频信息互动。



（2）5G+ 作业视频监控

借助 5G 网络，通过 5G 防爆终端或防爆布控球实现了基于 5G 的实时在线作业视频监控，作业视频通过 5G 专网传输至视频监控平台，安全督查大队可在现场作业监控中心集中查询调阅所有直接作业环节实时视频监控。

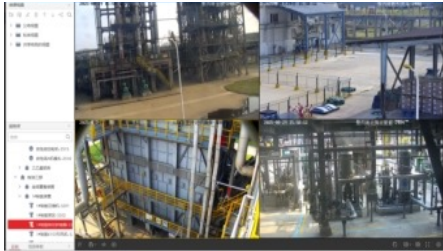


(3) 5G+ 人车物进出厂检查

门禁安防平台借力 5G 网络和 5G 智能终端，通过搭建统一的人脸识别特征库，实现了全面的实名制访客管理和人车物进出厂精准管控。

(4) 5G+ 厂区视频监控

借助 5G 网络，实现公司生产厂区、仓储区域、展示中心及周边关键区域的全场景无线视频监控覆盖。通过高清智能摄像头与后端 AI 分析平台联动，可实时完成人员行为识别（如违规闯入、未按规定佩戴防护装备）、设备状态监测（如异常运行、部件损坏）、环境风险预警（如烟雾、液体泄漏）等功能，同时支持监控画面的实时回传、历史数据存储与调取。此外，系统可结合公司安全生产管理体系，自动生成异常事件告警信息并推送至相关负责人终端。



◎ 场景类型 3: 设备预测维护

借助 5G 网络实现机泵关键设备状态监测，通过 5G 网络实现各运行部关键机泵的温度、振动情况 7x24 小时监控、预警，并给出专家诊断结果及维保建议。目前已监控 1194 余个关键机泵点位。通过 5G 互联网卡 + 工业网关提供低时延的网络环境，设备运行状态数据实时回传，无需布线，大幅降低检测站点建设成本，缩短建设周期，有效提升重要机泵、大机组设备在线监管率。其中 5G 秒传传感器 110 支，借助改造过的 5G 通讯中继站利旧 WIFI 传感器 1084 支。

◎ 场景类型 4: 无人智能巡检

5G 智能巡检机器人采用声光电多维传感技术，模拟人工开展“望 闻 听 摸”等巡检工作，通过 5G 实时共享巡检数据，实现泄漏监测识别、声音异常实时诊断、现场仪表读数与火焰识别等功能，实现 7*24 小时的自动化巡检。



◎ 场景类型 5: 生产能效管控

利用 5G 网络，青岛炼化搭建大气污染物监控网络，实现公司内部及边界污染状况实时监测，并完成监测数据的平台信息化集成与数据分析，厂内区域挥发性有机物总量等空气质量参数实现实时监控预警，并结合各类多元统计算法及溯源模型实现污染物来源在线解析。

◎ 场景类型 6: 设备故障诊断

借助 5G 网络，通过设备检维修平台对接生产车间设备传感器、仓储设施监测终端、厂区管网检测装置等数据源头，结合长城大模型（或专业检维修知识库）实现设备故障诊断、维修方案推荐、工单派发与进度追踪等信息的交互协同，达成设备检维修全流程数字化管理场景。



◎ 场景类型 7：设备协同作业

基于 5G 网络的 5G 通信指挥车，可灵活覆盖公司生产作业现场、应急处置区域、户外项目工地等各类场景。该车集成高清视频传输、多方语音通话、数据实时交互、应急指挥调度等功能，能实时接收各区域现场画面与数据信息，支持指挥人员与一线工作人员进行高效双向沟通，快速下达指令并同步协调资源。

五、建设价值

1. 经济价值

(1) 5G 接入便捷，降低综合布线成本

近一年投用 5G 机泵振动监测采集站、VOCs 检测站点、5G 视频监控设备、5G 门禁设备、5G 防爆 CPE、5G 受限空间作业视频监控设备等 150 台。累计节省施工布线材料及施工成本约 200 万元。

(2) 减少网络设备，降低硬件购置成本

5G 网络部署后大幅减少接入层交换机、防爆 AP 设备配置数量。借助 5G 网络覆盖，近一年累计减少各装置接入交换机数量 10 台，减少防爆 AP 数量 50 台，降低硬件成本 56 万元。

(3) 缩短作业票开票时间，节省人工成本

通过 5G 网络助力作业票快速开具，每张作业票开票时间可缩短至 5 分钟，2024 年 1-8 月共开具电子作业票 25772 张，保守估计可节省 $0.25 \text{ 小时} \times 25772 \text{ 张} = 6443 \text{ 小时}$ ，折合 805 个人工日，既每月可节省约 100 个工日，按照每个人工 300 元计算，每年可节省人工成本 $300 \text{ 元} \times 100 \times 12 = 36 \text{ 万元}$ 。

(4) 进出厂物流节省物流成本

供应商客户物流综合成本费用降低 15%，按平均每车节约 48 元成本计算，每年可为节约物流费用超过 700 万元。经测算，近一年来青岛炼化各 5G 应用降本增效 992 万元。

2. 社会价值

(1) 行业技术引领

5G 网络具有良好的推广示范效应。近一年已有多家兄弟企业赴青炼调研 5G 建设及应用场景实效，起到较好借鉴作用。

(2) 助力安全环保

依托 5G 网络，实现了电子作业票、施工作业监控、生产异常报警、综合应急指挥、VOCs 实时在线检测等应用落地，成为公司安全环保平稳生产的有力保障，助力城市型炼厂发展新模式。

(3) 缓解周边道路拥堵，避免次生风险

进出厂物流实行预约进厂有效改变以往提送货车集中上午到场现象，上午到厂危化品车辆降低 15%，实现有效分流，显著缓解厂区周边市政道路拥堵，避免发生次生安全风险。

河北省沧州市

03. 河北鑫海化工 5G 智慧工厂

河北鑫海化工集团有限公司

一、项目概述

河北鑫海化工聚焦自身数字化转型需求，打造“5G + 工业互联网”智慧工厂项目。项目构建包含 5G 混合专网、企业大模型、安环大数据平台等核心模块的体系，落地 11 类典型应用场景，通过边缘计算、物联网等技术实现生产全流程智能化管控。项目有效提升生产效率、保障安全合规，助力企业向高效绿色智能制造转型，获评市、省及工信部试点示范项目，技术成果获行业认可，为石化行业数字化升级提供可复制经验。

二、建设需求

鑫海化工在传统生产模式中面临多类痛点：一是生产现场设备分散，人工巡检效率低、安全风险高，危化品管理难度大；二是生产数据孤岛严重，资源配置灵活性不足，能效管控缺乏精准数据支撑；三是质量检测依赖人工，漏检率高，产品溯源耗时久；四是设备维护以事后维修为主，非计划停机频发，运维成本高。为推进新型工业化，需通过 5G 工厂建设打破上述瓶颈——依托 5G 低时延、大带宽特性，实现设备远程管控与智能巡检；借助数据融合技术优化资源配置与能效；利用 AI 与区块链技术提升质检精度与溯源效率；构建预测性维护体系降低运维成本，最终实现数字化、网络化、智能化转型。

三、建设方案

采用“云 - 边 - 端”三层架构：端侧部署振动传感器、红外热像仪、AI 摄像头等感知设备；边侧依托华为边缘云实现数据预处理与实时计算；云侧搭建安环数字孪生平台与智慧工厂大数据平台，集成生产、安全、物流等业务系统，形成全链路协同管控体系。建设 5G 混合专网，实现厂区 100% 网络覆盖；网络架构分核心层、汇聚层、接入层，核心到汇聚采用冗余链路，划分 8 个安全区域，部署防火墙、日志审计等设备保障安全；同时部署边缘计算节点，与 AI 视频分析、设备预测分析等系统互联互通。完成 600 台套现场装备网络化改造，装备联网率 100%，其中 50 台套无线设备通过 5G 直接接入；升级智能管廊、无人值守系统等硬件，构建三维实景模型，实现生产数据可视化呈现，为各应用场景落地提供硬件支撑。

四、应用场景

◎ 场景类型 1: 生产单元模拟

鑫海化工以 5G 与化工模型赋能核心生产单元数字孪生改造，建 1:1 虚拟模型。5G 实时传温

压等数据实现虚实同步，模型算力打破经验“黑盒”，输出“白盒”最优方案。改造后产品质量稳定性升 15%，收率提 8%，单装置年增利千万，工艺优化周期缩 40%。

◎ 场景类型 2: 远程设备操控

鑫海化工借 5G 特性，将 PLC 控制程序云化至 MEC，实现统一管理与远程控制，实时监控调整参数以保生产稳定、提效率。其远程模式优化资源配置降浪费，集中控制室减人员降管理成本。系统还采集分析数据助决策，减少现场操作降安全风险、应急减损。



◎ 场景类型 3: 设备协同作业

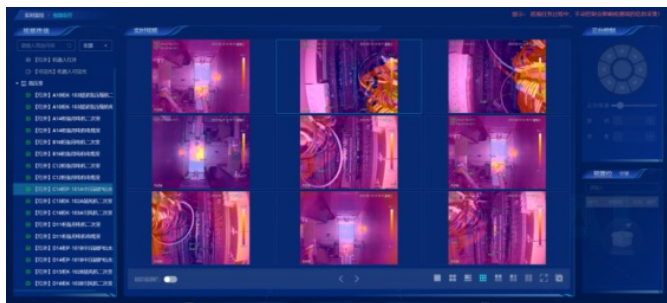
鑫海化工靠 5G 低时延与化工大模型搭设备协同系统，实现全流程设备数据实时交互调度。系统采数据析匹配度，自动协调设备防脱节，还优化启停与负荷减能耗。改造后设备响应升 40%，工序效率提 35%，中断率降 0.5% 以下，单批次周期缩 15%。

◎ 场景类型 4: 精准动态作业

在精准动态作业场景中，深度融合 5G、物联网、大数据、人工智能等先进技术，推动生产过程智能化、自动化升级。通过实时采集全流程生产数据，依托精准动态作业系统实现产品生产精准控制，同步监测现场安全状况与环境指标；结合生产需求及进度，科学分配原材料、能源、人力资源等核心生产要素，筑牢安全防线、稳定产品质量。该模式有效优化生产流程，缩短工序间等待时间，同时精准管控物料与能源投入，在降低生产成本、提升经济效益的基础上，进一步提高整体生产效率，为企业智能制造转型注入强劲动力。

◎ 场景类型 5: 机器视觉质检

鑫海化工依托 5G+AI 技术，以机器视觉质检为创新突破，实现化工生产全流程智能化质量管控。场景聚焦四大核心方向：产品外观检测、生产合规监测、危化品追溯及安全监控，通过技术赋能替代传统人工质检模式，大幅提升检测精准度与效率，为产品质量稳定、生产安全合规筑牢技术支撑。



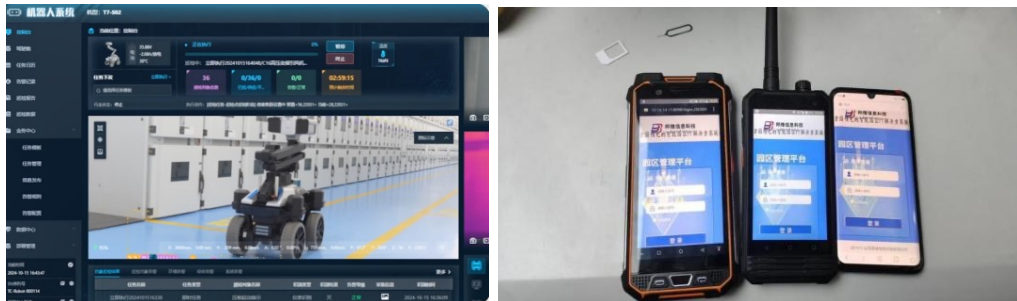
◎ 场景类型 6: 设备预测维护

鑫海化工以 5G + 数据 + 模型为核心，创新构建设备预测维护智能化运维体系，深度融合传感器网络、边缘计算与 AI 算法，实现设备全生命周期健康管理。通过部署振动传感器、电流监测终端及红外热像仪，实时采集设备关键参数，经边缘计算网关完成数据预处理。依托 LSTM 时序

预测模型预警轴承磨损、齿轮箱故障，集成随机森林算法分析多源数据，精准识别泵气蚀等隐性异常，再通过数字孪生平台模拟设备退化趋势，动态优化维护策略，筑牢设备稳定运行防线。

◎ 场景类型 7：无人智能巡检

在无人智能巡检场景中，依托 5G+AI 技术解析视频与图片，集成过程控制、消防雨淋、有毒有害气体检测等现有安全系统数据。通过 5G 网络强化能耗信息采集、监测及处理能力，将多源数据融合为安环核心指标，在三维实景模型中可视化呈现，有效提升企业节能减排水平，助力绿色生产落地，为实现双碳目标提供有力支撑。



◎ 场景类型 8：生产现场监测

在生产现场监测场景中，以 5G+AI 技术为核心，解析视频与图片数据，集成过程控制、消防雨淋、有毒有害气体检测等生产现场安全系统数据。借助 5G 网络强化能耗及现场各类数据的采集、监测与处理能力，将多源数据融合为安环关键指标，在三维实景模型中可视化呈现，既保障生产现场安全合规，又提升节能减排水平，助力绿色生产推进及双碳目标实现。

◎ 场景类型 9：厂区智能物流

鑫海化工通过厂区智能物流创新构建了“自动化 + 数字化 + AI”的全链路管理体系，深度融合 AGV/AMR、智能立体仓库与数字孪生调度平台，实现危化品仓储物流的高效安全运作。



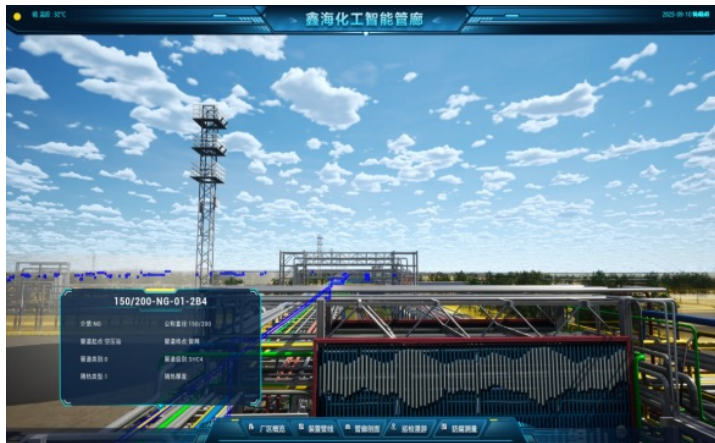
◎ 场景类型 10：生产过程溯源

鑫海化工融合 5G + 自动化 + 数字化技术与区块链工具，创新构建覆盖客户 - 生产 - 供应链的全生命周期生产过程溯源服务生态。服务管理端搭建客户协同平台，集成订单跟踪、区块链存证质量报告功能，支持自助查询与智能工单派发；溯源体系以 RFID / 二维码串联原料批次、生产参数，通过区块链存证关键节点数据，10 分钟内即可精准定位质量异常批次，自动生成

GHS/REACH 合规报告并同步至监管平台。该体系使客户满意度提升 40%，质量成本降低 9%，100% 满足溯源审计要求，为企业合规运营与服务升级提供有力支撑。

◎ 场景类型 11：生产能效管控

通过部署 5G 传感器等设备，实时采集生产现场情况，搭建生产能效监测系统，将分析结果以直观、易懂的方式呈现给管理人员，该系统具备全面的监测能力，能够覆盖生产过程中的各个环节和关键设备。从原料投入到产品产出，系统都能进行实时监控，确保生产过程的连续性和稳定性。同时，系统还能对设备的能效状态进行评估，及时发现并解决能效低下的问题。



◆ 五、建设价值

1. 经济价值

鑫海化工 5G 工厂依托“5G + 工业互联网”深度应用，实现了显著的经济效益。通过设备协同作业，有效缩短生产周期，减少设备空转损耗；构建的预测性维护体系精准预判故障，大幅降低运维成本；远程操控模式优化资源配置，提升调度合理性。多举措叠加推动生产效率大幅提升，同时压缩质量管控成本，全方位改善企业运营效能，为智能制造转型提供坚实经济支撑，助力企业实现高质量发展。

2. 社会价值

鑫海化工 5G 工厂在多维度实现价值升级：安全生产层面持续强化，智能巡检系统实时捕捉各类安全风险、精准预警隐患，为现场作业人员筑牢安全防线；环境绩效稳步改善，通过精细化能效管控优化能源消耗结构，有效推进节能减排、减少污染物排放，为践行绿色发展理念、助力双碳目标落地提供有力支撑；同时作为行业示范，不仅为产业升级提供可复制、可推广的实践经验，更引领行业探索智能制造新路径，助推新型工业化高质量发展。

04. 中安联合煤化有限责任公司 5G 智慧工厂

中安联合煤化有限责任公司

一、项目概述

中安联合 5G 工厂项目，以打造煤化工领域的 5G 智慧工厂为核心目标，致力于解决企业在提高生产效率、保障安全生产、实现数字化转型以及预测性安全预警等方面的迫切需求。项目通过构建以“端—边—云”协同的一体化信息基础设施和 5G 专用网络为核心的新型工业互联网基础设施，实现生产设备数据的实时接入。同时，部署覆盖生产运行、仓储物流、安全监控等关键环节的 5G+ 应用体系，并通过工业互联网平台整合了企业内 60 余个系统，最终推动产业链上下游的信息协同与高效融合。

二、建设需求

传统煤化工生产环境中存在显著的数据孤岛问题，MES、能源管理、质量管理和安全环保等众多业务系统相互独立，导致数据流、业务流与管理流割裂，难以实现生产全流程的精准管控与协同优化。同时，传统工业网络在带宽、时延和连接密度方面存在局限，无法满足工业超高清视频监控、设备实时数据采集、AGV 协同调度等场景对低时延、高可靠通信的严格要求，制约了智能化应用的深度部署。在安全管控方面，传统手段难以实现对复杂生产环境的全面感知与预警，亟需构建更智能的安全监测与应急响应体系。

在此背景下，中安联合通过建设 5G 工厂，部署覆盖全厂的 5G 专网和“云—边—端”协同的新型信息基础设施，打通数据壁垒，实现生产设备、仪器仪表和控制系统数据的全面采集与互联。在此基础上，重点部署 5G+ 数据采集、5G+ 智慧巡检、5G+AI 视频识别预警、5G+ 人员定位等创新应用，实现生产过程的实时监控与智能决策。通过构建统一的工业互联网平台，整合现有业务系统，最终实现生产运营全流程的数字化、网络化与智能化转型，全面提升生产效率、安全管控水平和资源利用效率，打造煤化工行业数字化转型标杆，为推动新型工业化建设提供可复制的实践经验。

三、建设方案

一是构建“端—边—云”5G 基础设施架构。端侧部署 AGV、智能巡检机器人等设备，通过 5G 接入网络；边侧设 MEC 服务器、5G 网关，依托 5G 低时延特性处理本地数据；云侧搭 MES、设备故障诊断大数据平台，借 5G 实现数据实时交互，形成“端—边—云”协同的 5G 一体化 ICT 基础设施，支撑智慧应用。

二是打造高覆盖高可靠 5G 网络。采用 SA 组网，厂区部署多座 5G 基站，信号覆盖率达 99.31% (RSRP>-105dBm 采样点占比)，下载速率 424.08Mbps、上传速率 131.73Mbps；配

套 5G 网络管理系统，实现运维、资源调配与安全管控，保障 5G 网络稳定运行。

三是搭建 5G 赋能的工业互联网平台。平台六层架构融入 5G 技术，集成各类业务系统，通过 5G 实时采集数万设备数据，支撑生产协同，为决策提供数据驱动，且符合工业互联网架构，满足生产运营需求。

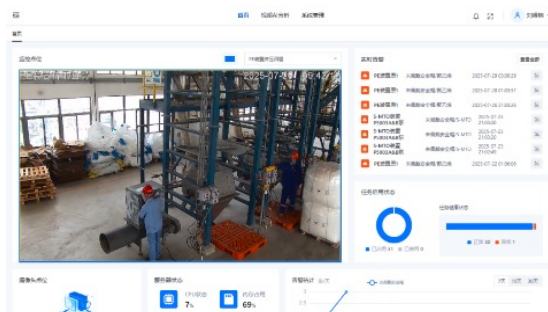
四是构建多场景“5G+”应用体系。5G + 仓储物流调度 AGV 实现无人化；5G + 人车定位结合北斗实时追踪；5G + 电力巡检支撑机器人数据回传；5G + 大机组监测传输参数预警故障，共落地 15 个“5G + 工业互联网”场景，覆盖核心业务。

五是打造 5G 安全管控闭环。5G + 电子作业票规范高危作业，5G + 承包商管理实现全周期数字化，5G+AI 视频监控检测异常，联动应急系统，形成安全管控闭环。

四、应用场景

◎ 场景类型 1：生产现场监测

该工厂依托“5G+ 工业互联网平台”，建立了 AI 视频监控智能分析及生产智能推送系统，通过高清摄像头实时监控生产线的运行状态，传感器和仪表设备实时采集工艺参数和安全指标，通过 5G 网络移动应用实现异常消息的分级推送、在线趋势分析和异常处理，从事后应急、事中发现的传统管控模式向事前预测、主动应对的智能模式转变。该系统的应用显著提升了生产的安全性和效率，降低了人员的劳动强度和风险。



◎ 场景类型 2：远程设备操控

该工厂依托“5G+ 工业互联网”及多系统深度融合，将远程设备操控场景从“单点控制”升级为“全域智能协同”，大幅降低高危作业风险，提升运维效率和生产效率。和在广域设备集群智能调度方面，支持 DCS 操控终端，实现了设备的无人化精准操控、实时联动应急快速响应，同时通过设备群控优化，降低了能耗以及人员暴露风险，提高了故障处理效率。



◎ 场景类型 3：设备协同作业

该工厂依托“5G+ 工业互联网”平台的多系统集成能力，将设备协同作业场景从“单机孤立运行”升级为“全要素智能协作”，解决了传统信息孤岛导致资源错配、传统协同效率低等问题，提升了生产效率，实现了全要素实时联动、风险协同防控、产业链无缝衔接。在多工序设备同步优化方面，5G 实时汇聚 MES 订单数据、DCS 工艺参数等，动态优化全流程设备运行，提升产品一致性；

在应急事件多设备协同处置方面，生产智能推送系统（环保监控模块）检测到有害气体泄漏后，产生报警推送，触发系统关闭关联阀门，应急处置时效提升5倍。

◎ 场景类型 4：精准动态作业

该工厂依托“5G+ 工业互联网”平台的多系统集成能力，DCS 系统通过 5G 低时延网络直接下发指令至智能阀门、泵，实现生产设备氧煤比、温度等关键参数精细化调控，提高设备运行稳定性。此外，自控率监控系统、控制平稳率监控系统，通过装置回路 PID 参数设置监控，控制器优化和参数整定、报警梳理、系统报警解析与分析，完成装置全流程自动实施，实现“净屏操作”。

◎ 场景类型 5：机器视觉质检

通过 5G 网络的高带宽和低延迟特性，在原料处理阶段，中安联合引进的原料煤的视觉检测系统，该系统融合了先进的图像识别和传感器技术，可以实时采集高清图像，并快速传输至云端或边缘计算平台进行 AI 分析，精准识别煤中的杂质，并触发筛分机除杂设备运转，实现精准、高效的杂质清除和原料分级，相较于传统人工分拣，效率呈指数级提升，从源头保障了产品质量。



◎ 场景类型 6：设备故障诊断

该工厂通过建立了智能化的设备故障诊断系统（管道应急管理系统），利用 5G、工业互联网技术，实现了对泵、风机、皮带机、管带机等生产现场设备的生产参数、密封泄漏情况实时监控和故障诊断，大大提高了设备的可靠性和稳定性。当设备出现故障或异常时，系统能够自动触发报警，并将故障信息实时推送至设备完整性管理系统的缺陷管理单元。专家可以根据接收到的数据和信息，迅速判断故障类型和原因，并给出相应的处理建议或维修方案。推进设备运行维护智能化、机泵房值守无人化、设备全生命周期数字化，实现设备运行本质安全。

◎ 场景类型 7：设备预测维护

该工厂依托“5G+ 工业互联网平台”，建立了智能化设备预测维护系统，5G 技术通过全息数据采集、智能诊断分析、预测性维护与远程协同，将设备故障诊断从“被动应对”升级为“主动预防”。该系统对大量设备历史数据的学习和分析，系统能够建立设备故障知识图谱，对设备的运行状态进行实时监测和评估。当设备出现潜在故障迹象时，系统能够提前预警，并提供维修建议或调整设备运行参数的方案，减少停机损失与维护成本。其中，润滑油在线监测分析模块通过在线监测系统可以及时将机组润滑油的指



标通过 5G 无线数据传输到云端，通过电脑端网址读取。

◎ 场景类型 8：无人智能巡检

该工厂引进了基于 5G 的配电房室内挂轨式巡检机器人系统，以巡检机器人为核心，集 5G 通信 +AR、移动视频巡检、红外测温、环境监控、数据智能分析等功能于一体，实现对巡检区域设备的实时监控、数据分析管理，全方位保障生产质量与安全。巡检机器人系统由后台软件系统、轨道系统、供电系统、通信系统、机器人系统及其他相关设备组成。同时支持 5G 远程及本地多种管控平台。



◎ 场景类型 9：厂区智能物流

该工厂基于 5G、物联网、大数据、云计算和人工智能等先进技术，以及 AGV 智能机器人、RGV 穿梭车等智能装备，搭建了智能仓储系统，采用提供定制专网，对仓库、包装等车间区域 5G 信号全覆盖，实现物料和先进煤基高分子材料产品在厂区内的自动化、智能化存储、搬运、分拣和配送。32 台 AGV 智能机器人利用 5G 网络的超低延时和无死角特点，结合 5G 边缘计算功能以及 AI 自动驾驶技术，实现运输速度和路线的灵活调整，接受指令、规划路线达到毫秒级，智能机器人按照计算出的最优路线，自如穿行在库房内，使得库房作业效率得到极大提高。该系统可减少仓储搬运工 20 人，节约人工费用 150 万元 / 年，显著提高生产效率，降低人员劳动强度，保障货物与人身安全。

◎ 场景类型 10：厂区智能理货

该工厂通过部署 5G+ 智能仓储系统，结合 RFID、PDA、机器视觉等技术，重构了传统依赖人工盘点的低效作业模式，实现了货物的自动识别、盘点、分类和码放等作业流程的自动化和智能化。该系统大大提高了货物处理的效率和准确性，减少了人为错误和货物损失。通过该系统的应用，企业能够实时掌握库存情况，精准管理货物信息，提高库存周转率和资金利用率。同时，智能理货系统还能与企业的其他信息系统无缝对接，实现数据共享和业务协同，进一步提升企业的整体运营效率和管理水平，并提升生产效率、降低运营成本。

◎ 场景类型 11：全域物流监测

该工厂依托“5G 物联网 + 北斗高精度定位 + 蓝牙 + 视觉 AI 识别”等技术，构建了覆盖“人 - 车 - 货 - 场”的全域人车智能监控系统，集成车辆路线、道路识别、实时导航、实时监控、大数据分析等内容，实现对人员和车辆的定位信息与地图的匹配，具有人员管理、车辆管理、数据分析、告警管理、设备管理等功能，解决了定位盲区与精度不足、数据孤岛与协同低效、安全风险响应滞后、资源浪费与成本高、合规管理与追溯困难等痛点，该系统定位数据采集效率较传统模式提升 5 倍，显著降低综合管理成本。



◎ 场景类型 12：企业协同制造

该工厂通过利用 5G 结合工业互联网平台，实时采集、监控公司煤制烯烃装置所产生的乙烯、氮气、二氧化碳等产品及副产品的纯度、压力、温度等数据，并与所在园区内产业链下游企业实现数据互通，通过管网向安徽嘉玺新材料科技有限公司供应氮气、乙烯，向淮南金宏二氧化碳有限公司供应

二氧化碳气体等，推动产业链上下游贯通和协同制造。

◎ 场景类型 13：生产能效管控

基于 5G 技术的高带宽和低时延特性，搭建了 MES 能源管理模块以及能耗在线监测系统，具有仪表数据采集、能源节点管理、管网平衡、能源统计报表等功能，系统能够实时监测关键设备的能耗情况以及生产环境中的温度、湿度、压力等参数，及时发现并处理能效异常，可向省发改委平台上传公司的煤炭、电力能耗的使用情况，并以可视化方式各种维度显示能耗数据，实现了智能化生产能效管控，提高能效和降低运维成本。

五、建设价值

1. 经济价值

中安联合 5G 工厂的经济价值显著，通过设备互联与协同，生产效率提升 26%，产值增加近 10 亿元；自动化应用降低人工与运维成本，年节约仓储费用 150 万元，运营成本降低 19%；柔性制造使交货周期缩短 20%，增强市场响应能力。

2. 社会价值

打造“5G+ 智慧化工标杆工厂，实现全业务上云与数据共享，引领行业绿色低碳智能化发展；5G 技术强化安全环保预控与应急能力，筑牢安全生产防线，并为行业内和其他工业企业应用 5G 工厂建设提供了具体实施方案和参考路径。

河北省邯郸市

05. 新兴能源科技 5G 智能工厂

河北新兴能源科技股份有限公司

一、项目概述

河北新兴能源科技有限公司联合中国联通，针对焦化行业焦炉四大车（装煤车、推焦车、拦焦车、熄焦车）高危、高复杂度的作业场景，打造了高可靠、全自动的无人化智能控制系统。项目以“5G + 工业无线”为核心，融合边缘计算、智能控制技术，解决了传统工业无线网络稳定性不足、多设备协同效率低的难题，构建网络冗余实现四大车自动联锁运行，推动焦炉生产全流程智能化升级，成为流程工业数字化转型的标杆实践。

二、建设需求

为贯彻新型工业化战略、推进数字化、网络化、智能化转型，焦化部面临四大核心瓶颈：高温高危设备难通过有线实现稳定数据互联形成信息孤岛、传统 Wi-Fi 无法支撑移动单元实时可靠通信、安全管控缺乏低时延高效通信手段、现有网络难以满足先进智能化应用的带宽与时延需求。5G 工厂是破局关键，其技术特性可构建统一工业“神经网络”，为全要素互联、网络化协同、智能化应用筑牢基础。因此需建设覆盖焦化生产全流程的 5G 企业专网，实现全域覆盖、数据本地卸载与安全保障，落地设备采集、无人天车操控等多场景融合应用，打造安全高效绿色的智能化焦化工厂，为公司高质量发展注入新动能。

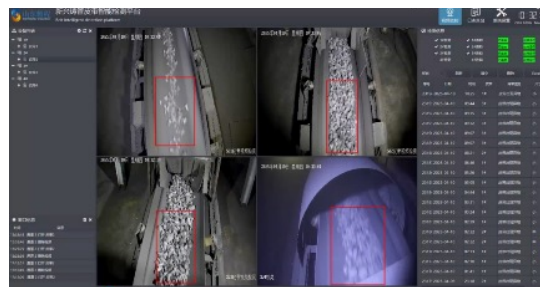
三、建设方案

为加速“5G + 工业互联网”在制造行业的应用落地，新兴铸管围绕“端 - 边 - 云”协同架构部署 5G 网络：终端侧实现厂区 5G 全域覆盖，支撑设备数据通信、大规模生产数据传输等终端接入需求；边缘侧在核心机房部署现场类 MEC 节点及 UPF 设备，保障企业内部低时延数据交互与本地高效处理；云端侧配置厂区专用的 UPF 和 MEC 资源池，通过 UPF 节点打通与运营商大网的连通通道，构建“端 - 边 - 云”一体化数据传输与协同体系，全面赋能工业生产场景。

四、应用场景

◎ 场景类型 1: 生产单元模拟

生产单元拟在干熄焦区域下料皮带位置，部署智能异物检测体系；通过 5G 网络实时回传 4K 视频流至边缘服务器，结合 AI 视觉算法实现非焦炭异物的毫秒级精准判别，为干熄焦皮带运输系统提供高效异物防控支撑。



05 新兴能源科技 5G 智能工厂

◎ 场景类型 2: 协同研发设计

针对“焦炉四大车 5G + 工业无线双冗余智能联锁无人化作业场景”，研发“5G + 工业无线”双冗余控制架构与智能联锁算法，聚焦焦炉四大车实际作业需求，重点适配高危区域作业场景，实现设备无人化精准运行，同步提升生产作业的安全性与高效性。



◎ 场景类型 3: 远程设备操控场景

聚焦焦化四大车远控场景，操作人员通过 5G 远程集控平台实时联动装煤车、推焦车、拦焦车、熄焦车协同作业，依托 5G+MEC 边缘计算实现多设备数据互通，动态优化工艺参数（如按焦炉温度自动调节推焦速度）。



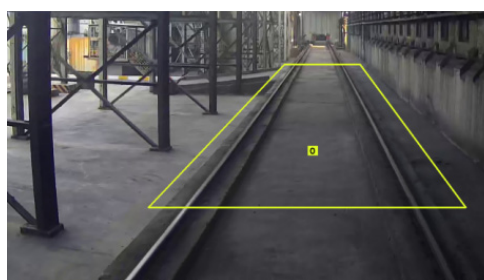
◎ 场景类型 4: 机器视觉质检

聚焦能源科技整个现场工序，接入 300 多个前端高清摄像头，依托机器视觉与 AI 识别算法开展产品缺陷、质量合规等智能化检测，结果推送至厂区智能管控中心，识别到异常后自动触发报警并播放提醒，保障生产质量。



◎ 场景类型 5: 工业合规校验

聚焦整个现场工序，依托 5G 网络连接传感器、摄像头等终端设备，实时采集生产过程中的图像、视频、音频、温度、压力等多维度数据，为合规性检验提供精准实时反馈。采用“数据处理下沉边缘”模式，将数据处理与分析任务部署于网络边缘节点，通过边缘侧智能分析算法，结合机器视觉、AI 图像识别等技术，支撑自动化合规校验流程。系统依据预设合规性标准，自动判定生产过程及结果是否达标，一旦发现合规异常，立即发出提醒并按预设方案自动调整或通知相关人员处置。同时，管理人员可通过 5G 网络远程实时监控生产现场，全程保障生产活动在合规要求下稳定运行。



◎ 场景类型 6: 设备故障诊断

面向各岗位现场设备巡检反馈需求，构建 5G + 设备诊断平台。现场作业人员通过点检仪及 PDA 设备开展巡检，依托 5G 专网实时传输巡检数据至 MEC 部署的设备全生命周期管理平台，平台对数据进行分析管控，精准助力设备故障诊断。

◎ 场景类型 7: 无人智能巡检

在焦炉地下室部署巡检机器人，采集现场图像数据后通过 5G 网络实时传输至边缘计算设备，依托机器视觉识别技术自动检测煤气含量及煤气旋塞位置，既强化安全生产管控，又助力企业达成减员增效目标。

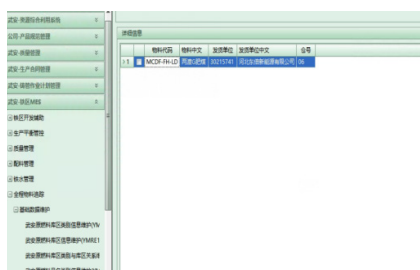


◎ 场景类型 8: 生产现场监测

焦炉地下室、化产区域（含干熄焦、煤气净化区域、煤气管廊）的煤气报警器，通过 5G 网络将监测数据传输至汇聚点，再汇总推送至主控室上位机。上位机实时显示报警数值，超预设阈值即触发画面闪烁与语音报警，实现危险区域在线实时监测，筑牢安全生产防线。

◎ 场景类型 9: 厂区智能物流

通过 5G 网络联动进厂煤车辆位置、煤场上煤小车与仓储管理系统，系统依据实时生产需求及仓库状态自动下发调度指令，实现煤种集中进厂卸车与筒仓小车精准对位，提升厂区物流周转效率。



◎ 场景类型 10: 厂区智能理货

针对干熄焦焦炭皮带颗粒度识别需求，采用 5G 摄像机搭配图像识别技术精准识别焦炭颗粒度，系统依据识别结果自动调整原料配料结构，以技术赋能厂区智能理货高效落地。

◎ 场景类型 11: 全域物流检测

依托 5G、RFID 及室内定位技术，联动运输部机车定位信号，在 GIS 地图上实现厂区物流全



域监测与实时跟踪，实时掌握每件货物的流转状态、存放位置及运输路线。管理人员通过 5G 网络获取全域物流信息，精准优化物流流程，适配煤来厂车辆运输管控平台应用需求。

◎ 场景类型 12: 生产过程溯源

借助 5G 与工业互联网技术，实现进厂煤进仓全流程跟踪，通过跟踪系统完成生产过程全程数据采集，达成各仓数据可视化呈现与可溯源管理，适配煤筒仓分层管理需求。



◎ 场景类型 13: 生产能效管控

通过 5G 技术采集生产设备能耗、温度、压力等多维度数据，实时传输至工业互联网平台及企业能效管理系统。依托平台数据分析能力，支持生产能效实时监控与动态优化调整，提升能效管控的精准性与高效性。



◎ 场景类型 14: 虚拟现场服务

聚焦化产风机等重要设备，企业依托 5G 技术融合高清实时视频、增强现实（AR）技术，远程实时监控生产现场设备运行状态，为虚拟现场服务提供高效技术支撑。



五、建设价值

1. 经济价值

5G 智能工厂为公司创造显著经济效益。生产效率方面，设备数据互联与 AI 智能调度有效释放产能，关键设备综合效率（OEE）提升约 8%；运营成本端，高危岗位无人化运营降低人工与安全投入，能耗及物料消耗均下降超 5%；设备运维升级为预测性维护，非计划停机时间减少 15% 以上。这全面构筑降本增效核心竞争力，投资回报率达成预期，为公司可持续高质量发展注入强劲动力。

2. 社会价值

5G 智能工厂为我部创造显著经济效益。生产端，设备数据互联与 AI 智能调度高效释放产能，关键设备综合效率（OEE）提升约 8%；成本端，高危岗位无人化运营降低人工及安全成本，能耗、物料消耗均下降超 5%；运维端升级为预测性维护，非计划停机时间减少 15% 以上。这全面构筑降本增效核心竞争力，投资回报率达成预期，为我部可持续高质量发展提供有力支撑。

广东省中山市

06. 鸿利达 5G 工厂

鸿利达精密组件（中山）有限公司

一、项目概述

鸿利达 5G 工厂项目围绕塑胶及液体硅橡胶制品智能制造需求，建设覆盖全厂区的 5G 专网，构建“端-边-云”协同的工业互联网架构。项目实现 341 台生产设备 100% 联网，部署 12 个“5G+工业互联网”应用场景，涵盖生产监测、智能物流、AI 质检、远程控制等环节，推动企业向数字化、网络化、智能化转型，打造具备行业示范效应的 5G 全连接工厂。

二、建设需求

随着生产规模扩大与产品复杂度提升，鸿利达面临设备联网率低、数据孤岛严重、生产流程依赖人工、物流协同效率不高等问题。传统有线网络与 Wi-Fi 难以满足柔性制造、实时数采、多机协同等高可靠性、低时延的网络需求。为提升生产效率、降低运营成本、实现精益管理，鸿利达亟需建设一张高可靠、广覆盖、低时延的 5G 企业专网，支撑设备全连接、数据全贯通、业务全协同的智能工厂体系。

三、建设方案

项目采用“端-边-云”协同架构，建设共享型 5G 专网，包括 1 个宏站与 1 套室分系统，实现园区 100% 覆盖。端侧部署 341 台设备，通过 5G CPE 或模组接入；边侧部署 306 台边缘控制器与 41 台边缘网关，实现数据采集与实时控制；云侧部署 11 台服务器，支撑 DMS、PLM、SAP、BI 等系统集成。通过网络切片、终端认证、数据加密等安全机制，保障业务可靠运行。厂区实现 5G+ 生产监测、AGV 物流、AI 质检、数字孪生等 12 类典型应用，构建柔性化、可视化的智能制造体系。

四、应用场景

场景类型 1：生产现场监测

(1) 生产数据可视化管理

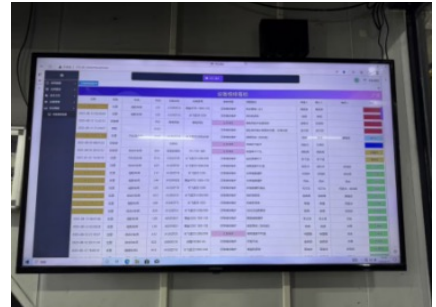
厂房内注塑机、柔性生产线等设备通过 5G CPE 接入 5G 专网，实时采集设备状态、工艺参数、产量等数据，并传输至 DMS 系统及数字孪生平台。利用 5G 低时延、高可靠特性，替代传统有线网络，实现生产数据实时可视化管理与异常快速响应，最终实现人机交互时间差的减少，异常处理时间缩短 20-30%。



06 鸿利达 5G 工厂

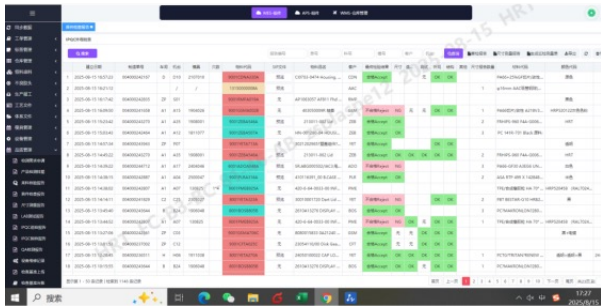
(2) 电子单据自流转系统

部署覆盖产品工艺全环节的5G+电子单据自流转系统，通过手持PDA等终端实现工单下发、首件检验、巡检、设备维修到出货单证流转时间从1-2小时缩短至1分钟内，异常响应速度从1小时缩短至实时。设备维护维修的响应时长从原本的3H缩短至10分钟以内，质量过程回溯检索时间从原本的2H缩短至30min以内。检验全流程无纸化管理。5G低时延确保数据实时更新，实现工艺全环节精准监控。



(3) 鸿利达 DMS 系统

鸿利达的DMS系统，基于IIoT技术与5G网络技术的低时延传输，搭建了MES与APS/WMS/QMS/设备管理/模具管理等模块内容协同交互，其中各模块均具备文件上传保存与传输功能，并与SAP/SRM/PLM等业务系统深度交互，打造了鸿利达生产运营的大数据平台。基于5G网络技术建立的DMS各模块数字文档管理功能，大文件传输速度较传统方式提升10倍，历史资料检索的响应时间从2H缩短至30min，审核资料准备时间从2周缩短至4H；基于生产状态实时反馈及历史数据学习的智能排产，计划员排产时间从原本的6H缩短至1H以内，订单切换时间降低30%，实现了产能利用率最大化。



◎ 场景类型 2：厂区智能物流

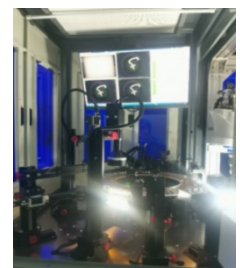
部署5G模组AGV与自动收货机，通过5G网络实现“满容即叫、动态调度”的智能物流模式。AGV接收收货机指令后，自动前往清货并运送至组装线，5G低时延保障AGV定位精准、路径实时优化，解决传统流水线混料、等待等问题。车间直接作业人员减少100%，间接人员减少2人/车间，人力成本降低80%，上线及时率提升60%，一次性减少周转仓储面积约1000m²；同时实现熄灯生产，年度节能收益约¥50+万，人力成本降低约¥600+万/年。



◎ 场景类型 3：机器视觉质检

(1) 在线精准测量与分拣

鸿利达引入深度学习AI软件，借助5G网络技术，在某医疗产品检测环节部署AI质检设备，通过5G高速率传输高清图像至边缘AI控制器，利用深



度学习算法对产品 9 个尺寸进行在线精准测量与分拣。多尺寸复合检测处理速度提升 50%，新缺陷模型迭代周期从 1 周缩短至 4 小时。5G 保障图像数据实时上传与分析，实现精准质检。

(2) 产线质量追溯



鸿利达组装产线通过扫码枪、PDA 终端及摄像头采集产品信息，接入 5G CPE 网关，再通过鸿利达 5G 专用网络将采集的产品信息数据传输到鸿利达的 DMS 系统，同时在产线利用称重模块的数采，实时将重量传输到 DMS 系统中与对应工单及产品绑定，实现 5G+ 数据传输的应用场景，并通过高清监控摄像头拍摄每个产品质量的细节记录，实现产品每个环节的质量追溯。实现产线质量追溯，对产品质量进行在线监测，同时与制造执行系统自动关联，满足客户数据传输、产品标签、产品质量追溯的需求，并确保成品重量的 100% 全检，实现漏装 0 流出，减少复检时间 2H/ 天，质量成本下降 20 万元 / 年。

◎ 场景类型 4：设备协同作业

(1) 自动装柜车

鸿利达自主研发自动装柜车，通过 5G 网络协同 AGV 底盘与拆垛机器人，实现拆垛、定位、装柜全流程无人化作业。5G 低时延保障多设备指令同步与毫米级定位精度，解决人工装柜效率低、强度大问题。上柜作业人员从 4-5 人减少至 0 人，装柜效率提升 25%。



(2) 自动套啤联动设备

针对某健康类产品的套啤工艺，鸿利达自主研发自动套啤联动设备，协同 AGV 的自动搬运，通过 5G 网络协同 AGV、机器人实现注塑 - 冷却 - 套啤 - 运输全工艺一线流自动化。冷却房接送料通过无线盒子，5G 网络与 AGV 通讯，将冷却后产品输送至上料机，利用双机器人的联动实现半成品定位及上料套啤，套啤后完成品通过翻转设备及自动收货机，联动送货 AGV 将产品送至组装车间上料组装。AGV 通过 5G 模组接入 5G 专网，产线其他环境设备通过 5G CPE 接入 5G 专网。5G 低时延保障多环节设备联控精度。年人力成本节省 30+ 万元，实现快速响应的连续流生产。



◎ 场景类型 5：现场辅助装配

鸿利达部署 WMS 系统与手持 PDA，通过 5G 网络实现物料扫码、上架、领料、入库等操作

实时过账。5G 低时延保障数据同步至 SAP 与 WMS，实现仓储管理数字化。库存准确率从 85% 提升至 99.6%，领料时间缩短 40%，过账时间缩短 70%。



◎ 场景类型 6：协同研发设计

鸿利达基于 5G+ 数字孪生技术，构建物理产线与虚拟模型的实时交互平台，将熄灯生产、柔性组装、智能物流等数据镜像映射至虚拟环境，支持产线虚拟验证与物流动态推演。利用仿真引擎提前预演生产及物流方案，定位瓶颈工位与物流阻塞区，为产线设计前期提供准确的模拟结果，减少产品投产后因产线设计考虑不周可能引发的失效成本。实时监控生产状态并动态调整，精准定位排障时间提升 100%，在新产线投产前，通过数字孪生模拟产线物料流运行逻辑，减少实际排拉时间 30%–40%。



◆ 五、建设价值

1. 经济价值

通过 5G+ 工业互联网融合应用，鸿利达实现人力成本下降超 600 万元 / 年，生产效率提升 25%，质量成本下降 20 万元 / 年，能耗节约 50 万元 / 年，整体运营成本显著降低。

2. 社会价值

鸿利达 5G 工厂为塑胶制品行业提供了可复制的 5G 智能工厂建设范式，推动行业数字化转型与智能制造技术发展，增强产业链协同能力，具备良好的行业示范与推广价值。

安徽省六安市

07. 安徽首矿大昌 5G 工厂

安徽首矿大昌金属材料有限公司

一、项目概述

本项目聚焦黑色金属冶炼行业数字化转型需求，构建“云-边-端”架构 5G 专网，通过宏微基站与室分系统混合组网实现厂区全覆盖，搭配 UPF 下沉方案保障数据本地分流与低时延传输。核心解决传统生产管理低效、调度联动弱、数据支撑不足、环保管控数字化欠缺等问题，落地远程设备操控、无人巡检、生产监测等多类 5G 应用场景，实现全流程数字化管控与绿色生产，助力企业降本增效、安全升级，为行业新型工业化转型提供示范。

二、建设需求

安徽首矿大昌推进新型工业化转型中，面临生产管理传统、调度深度不足（计量数据不全、远程操作有限、无统一调度平台）、数据支撑弱、环保与碳排放数字化缺失等问题。建设 5G 工厂十分必要，其高带宽、低时延、广连接特性可破网络瓶颈，需依托 5G 搭统一网络架构，实现计量数据全采集与设备互联；支撑远程操控、系统联动以提高生产效率；建高效数据处理平台辅助决策；完善环保与碳排放数字化管控，助力绿色生产，推动企业转型、降本增效。

三、建设方案

本项目构建“云-边-端”架构 5G 专网，以低时延、高可靠、大带宽、广连接的网络基础设施，实现数据最优处理与高效应用，为钢铁企业数字化转型提供核心支撑，同时解决 5G 公网流量消耗大问题。

基础设施建设方面，5G 无线接入采用宏基站、微基站、室分系统混合组网并接入专网，实现厂区室内外无缝覆盖，保障数据安全隔离；核心网采用 UPF 下沉方案，将数据转发单元部署于厂区内，实现业务数据本地分流、关键数据不出厂，时延降至毫秒级，提升安全可靠；承载网采用高带宽、高可靠工业以太网技术，连接基站、UPF 与 MEC。

厂区现场升级中，边侧通过数采网三层架构部署网关与二级服务系统，数采网关联自动化设备，二级系统经工业隔离网闸联工业自动化系统；端侧设工业环网，布置 PLC、DCS 配合软件实现设备自控与数据监测，且 PLC、DCS 与边侧实时通讯，结合二级模型下发参数，保障设备精准智能运行。

四、应用场景

◎ 场景类型 1: 远程设备操控

通过5G与工业WiFi双备份模式实现了堆取料机的稳定远程控制与无人值守。在570m×100m的3#大棚内，采用5G网络（支持3.5GHz频段）与无线网桥双链路冗余，5G凭借低至10ms的时延和99.99%的可靠性，实时传输堆取料机的高清视频、定位及工况数据；无线网桥则作为备份链路，在5G信号波动时自动切换，确保控制指令无中断。系统通过边缘计算平台融合多源数据，实现自动堆料、取料路径规划及故障预警，使人工干预减少80%，同时通过5G网络切片技术隔离控制流量，保障生产安全性与效率。

◎ 场景类型 2: 无人智能巡检

焦化事业部现有两座焦炉，共4台巡检机器人和5台机车，现通过提供焦化区域信号覆盖和物联网卡，实现巡检机器人无人值守和信号稳定传输至主控室进行远程指挥。巡检机器人通过5G CPE接入5G网络，通过下沉园区的轻量级UPF的接口与后台服务器连接，视频可推流至指挥大厅或者管理中心大屏，实现现场视频实时回传。

◎ 场景类型 3: 生产现场监测

1. 磅房监控

磅房5G数据传输系统通过5G与光纤双链路冗余设计，有效解决了传统单链路光纤传输易因断纤导致车辆进出停滞的问题。系统采用AR路由器作为智能决策核心，通过配置链路优先级（默认光纤为主、5G为辅），实时监测两条隧道的传输状态。当光纤链路的RTT（往返时延）超过预设阈值（如50ms）或心跳信号丢失时，AR路由器能在200ms内自动切换至5G隧道，确保计量终端数据持续传输。5G网络基于3.5GHz频段，



利用其广覆盖与抗干扰特性，在采购磅房区域部署5G CPE设备，实现与光纤的毫秒级无缝切换。双链路不仅支持称重数据的实时回传，还可同步视频监控信息，并通过网络切片技术隔离业务流量，保障数据安全。该方案将系统可用性提升至99.99%，年故障停机时间缩短至5分钟以内，同时支持远程配置优先级策略，适应不同场景的可靠性需求。

2. 环保监控

对于现场监控，面向以往有线连接施工困难，视频延迟高等问题，现场安装5G摄像头于各个排放口，利用5G网络的高速、大带宽，实现视频信号的实时传输；对于空气质量监控，使用5G CEMS、5G空气微站等实现数据上传，旨在利用5G网络的高速、低延迟和大连接能力，实

现空气质量数据的实时采集与上传。一是通过在空气标准站与 5G DTU 链接，通过 DTU 将数据发送出去，确保数据即时传输至环保系统，助力环境监测的精确性和效率，二是通过在关键区域部署空气微站，确保数据即时传输至环保系统，助力环境监测的精确性和效率。通过场景建设，解决监测设备分布广，布线难，施工复杂的问题；对于有害物质监控，5G VOC（挥发性有机物）监测系统通过 5G DTU 实现环境数据的实时传输与智能管理。该系统利用 5G 网络的高带宽和低时延特性，将 VOC 传感器采集的浓度、温湿度等数据实时传输至云端平台，并通过 5G DTU 的串口协议（如 RS485）与传感器无缝对接，DTU 还能对本地数据进行初步分析，实现超标预警与远程控制。该系统广泛应用于安徽首矿大昌厂区，通过 5G 网络切片技术划分专用通道，保障数据传输的安全性与优先级，为环保监管提供高效、精准的解决方案。



3.5G 门岗监控

5G 门岗系统通过部署 5GCPE（客户终端设备），将智能道闸、高清监控摄像头、工控电脑等终端设备无缝接入 5G 网络，构建低时延、高可靠的物联传输通道。道闸采用 5G 网络实现毫秒级响应，系统可实时接收车辆识别信号并自动抬杆，配合地感线圈与车牌识别技术，实现车辆“无感通行”；监控摄像头通过 5G 回传 4K 超清视频流，AI 算法可同步完成车辆特征分析、人员行为检测等智能研判；工控终端依托 5G 网络与云端系统实时数据交互，动态更新车辆白名单、权限配置及进出记录。整套系统通过 5G 网络切片技术实现业务隔离，保障数据传输优先级，即使在高并发场景下仍能维持稳定性能。相比传统有线方案，5G 组网显著降低布线成本与维护难度，同时支持远程运维和系统升级，为园区车辆管理提供高效、灵活的数字化解决方案。

◎ 场景类型 4：精准动态作业

1.5G 棒材打标机器人

通过 5G 网络实时接收生产管理系统下发的订单信息、材质参数及打标要求。其搭载的高精度视觉传感器可自动识别棒材位置与表面状态，结合 5G 低时延特性实现亚毫米级定位误差补偿；工业机械臂采用 5G MEC（边缘计算）协同控制，在本地完成路径规划的同时，将打标质量数据实时回传至云端 MES 系统。该机器人支持动态二维码、激光刻印等多模式打标，5G 网络切片技术保障了打标指令与质检数据的高优先级传输，即使在



07 安徽首矿大昌 5G 工厂

产线密集电磁干扰环境下仍能保持稳定连接。相较于传统有线方案，5G组网使设备部署更灵活，支持多机器人协同作业与远程运维，显著提升棒材标识效率与追溯准确性，为智能制造提供可靠的技术支撑。

2.5G 雾炮系统

通过5G网络与物联网技术深度融合，实现环境治理的智能化升级。其核心在于搭载5G DTU模块的雾炮终端，可实时接收环保平台下发的PM2.5、温湿度等监测数据，并通过5G低时延网络动态调节喷射角度、雾化粒度及覆盖范围。设备内置的AI算法结合5G MEC边缘计算能力，能自动识别污染源位置并生成最优降尘路径，同时将运行状态、能耗数据实时回传至云端管理平台。相比传统4G或有线方案，5G网络保障了高清视频监控与雾炮控制的同步性，支持远程集群调度与故障预警，特别适用于料棚、车间等复杂场景。该系统通过5G网络切片技术划分专用通道，确保关键指令传输优先级，在提升抑尘效率30%的同时，降低人工巡检成本，为智慧环保提供创新解决方案。

◎ 场景类型 5：机器视觉质检

5G加热炉前板坯编号识别系统通过5G网络与机器视觉技术的深度融合，实现了板坯身份的高效精准识别。系统采用5G CPE+高清工业相机实时采集板坯表面喷码或激光标记图像，通过5G网络将数据传输至边缘计算节点，利用AI算法（YOLOv7）进行字符分割与识别，识别准确率达99.8%。5G网络切片技术为图像传输分配专用通道，确保在高温、高粉尘环境下仍保持10ms级低时延，较传统有线方案效率提升60%。识别结果实时上传至MES系统，与生产计划自动匹配，避免混号、错号问题，同时支持历史数据回溯与质量追溯。

五、建设价值

1. 经济价值

降本增效：5G磅房、5G料棚双链路冗余设计减少故障停机损失，年节约维护成本超百万元；

人力优化：无人巡检/打标机器人等场景降低人工依赖，单项目年均节省人力成本30-50万元；

产能提升：5G焦车联锁、板坯识别等场景缩短生产周期10%-20%，年增产值数千万元；

节能环保：5G雾炮/VOC监测降低环保罚款风险，部分企业综合能耗下降8%-15%。

2. 社会价值

安全升级：高危场景实现“无人化”，工伤事故率下降90%以上；

绿色转型：实时环保监测助力“双碳”目标，如TSP系统使粉尘排放达标率提升至99.5%；

技术赋能：为传统工业提供数字化改造范式，加速行业转型升级；

民生改善：空气质量监测网络提升区域环境透明度，增强公众生态获得感。

广东省湛江市

08. 湛江钢铁基于独立专网的智慧绿色钢铁 5G 工厂

宝钢湛江钢铁有限公司

一、项目概述

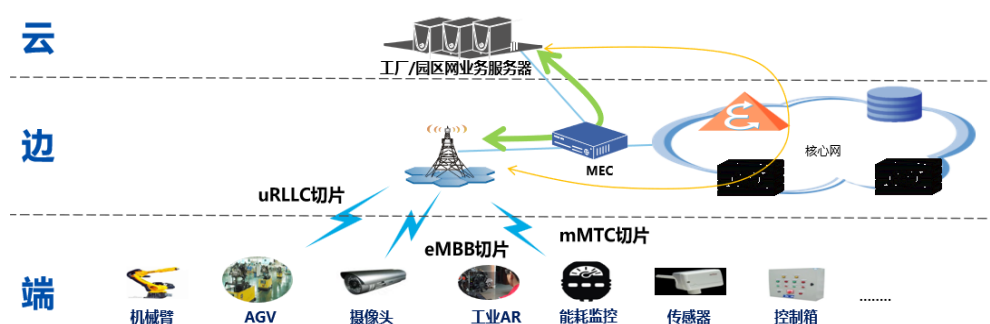
基于独享 5GC 的高可靠主备 5G 专网，将 5G 核心网与信息主干网、工业控制网、视频监控网对接，构建 5G 一张网各节点之间互联互通，针对炼铁、炼钢等六大核心生产环节，通过分层算力下沉、弹性扩容的专网架构，支持用户规模≥10 万级以上和 20Gbps 吞吐量，接入终端数超过 1000 个，设备联网率大于 90%，满足安保巡检、机械自动化、环境监测等各类设备控制信号、产线监控和检测信号、生产数据信息的传输与处理的网络需求，打造了超过 45 个应用场景。

二、建设需求

冶金行业存在大量的危险场景和恶劣环境，重体力及重复性劳动岗位，大量设备需要人工点检，监测技术手段的落后，对设备管理人员的经验素质要求较高，同时也需要大量的现场点检人员，影响工作效率和生产效率。

智能化生产离不开海量数据交互，工厂内部存在大量移动、离散的设备需要进行数据传输。为了支撑钢铁智能化发展，实现钢铁运营、管理、研发、制造、营销等全流程资源全局优化，很有必要打造 5G 工厂，建立面向钢铁的智联网系统，解决各类要素之间的智能互联互通互操作、数据自动流动，实现正确的信息在正确的时间以正确的方式发送给正确的人或系统；任何人在任何时间、任何地点都可以投入工作，沟通、协同、创意无极限。

三、建设方案



“端 - 边 - 云”架构示意图

采用“端 - 边 - 云”三级协同架构，端侧集成 AGV、高清摄像头、各类传感器等 5G 智能终端，依托边侧宝钢 5G 独立专网实现低时延数据传输与边缘预处理，预处理数据上传至内网服务器集

群进行应用场景的实时动作决策。

(1) 云侧部署情况：

基于工业互联网平台部署边缘数据节点和湛江钢铁数据中心，建立全生命周期的、统一的数据标准，建立数据之间的关联，充分发掘数据价值，“以数据为中心”进行顶层设计，为传统制造赋能、赋智。

(2) 边侧部署情况：

湛江钢铁通过部署2套跨机房容灾的独立5GC企业专网，实现公网/专网用户业务隔离，信令面与用户面数据通过专网基站流向5G核心网，均不出湛江钢铁园区，确保数据安全，构建5GC自主管理企业专网，支持接入1000个基站，10万用户或20Gbps吞吐量。

(3) 端侧部署情况：

工厂共建设54个5G应用场景，如焦化四大车远程控制、TSP无组织排放监测、生产运输车辆调度等，合计部署端侧设备1372台。

四、应用场景

◎ 场景类型 1: 远程设备操控

湛江钢铁通过建设园区5G专网，融合uRLLC、网络切片及边缘计算技术，成功将远程操控时延降至8ms内，并保障了99.99%的网络可用性与99.9%的关键动作成功率，实现热处理线远程操控的智能化升级，打造了全国钢铁行业首个5G“可移动”操作室。



5G+焦化四大车远程控制应用，通过部署“控制+监控”一体化架构，实现焦炉机车无人化作业。系统在推焦车等设备加装5G车载终端，集成UWB定位与多路摄像头，依托5G独立专网双切片技术：控制信令经uRLLC切片保障操控精准可靠（时延 $\leq 8\text{ms}$ ，可靠性99.99%，定位精度 $\pm 3\text{cm}$ ）；多路高清视频通过大带宽切片实时回传（上行 $\geq 100\text{Mbps}$ ）。边缘侧融合AI视频分析，实现人员入侵识别（精度99%）与碰撞预警（响应 $< 1\text{s}$ ），结合三维可视化平台，形成远程操控与自动运行的闭环控制。

通过5G技术实现装载机的远程化与智能化作业。系统为装载机加装5G车载终端，并集成工业CAN总线接口与多路高清摄像头，实时采集车辆运行状态、操控信号及全景作业视频。数据通过5G网络（uRLLC切片保障控制信号端到端时延 $< 20\text{ms}$ ，eMBB切片保障多路视频上行 $\geq 100\text{Mbps}$ ）稳定传输至控制中心。云端平台融合AI视觉算法，实现对人员闯入、设备碰撞等风险的智能识别与预警（响应时间 $< 1\text{s}$ ），使操作员在远程驾驶舱内即可完成“一对多”集中操控。该应用将作业人员从高危、粉尘环境中彻底解放，降低安全事故90%以上，提升车辆综合作业

效率超过 15%，并显著节约人工成本。

◎ 场景类型 2：设备协同作业



5G+ 热轧板坯库无人化行车应用，通过在行车上部署 5G CPE，利用 5G 网络高可靠、低时延的特性，将行车的控制指令与多路高清视频信号分别通过专用通道，稳定传输至对应的工控网与视频网服务器。5G 网络成为连接两个独立库区地面管理系统的“信息桥梁”，使得两库的安全管理系统得以融合，确保了行车在跨库区交替作业时，地面设备的连锁功能与安全区自动避让功能可实时、可靠地交互，实现两大板坯库行车资源的统一调度与共享，行车综合作业效率提升约 25%。

◎ 场景类型 3：设备预测维护

基于 5G 独立专网架构，搭建 5G+ 炼钢厂智慧设备在线监测系统，实现了“无线采集 -5G 传输 - 边缘智能”的设备闭环管理。系统通过部署 LORA 无线网络，实时采集炼钢全工序高压开关、行车、电机、减速机等关键设备的振动、温度、电流等参数数据，依托 5G uRLLC 特性（端到端时延 8ms，网络可用性 99.99%）稳定传输至炼钢区域边缘节点。边缘节点集成 AI 算法引擎，实现设备健康状态智能评估、故障预警及剩余寿命预测，有效支撑预测性维护、备件优化等智能化应用。该系统使设备故障率降低 30%，运维响应时间缩短 50%，年节约维护成本超 200 万元，显著提升了设备管理效率和智能化水平。

◎ 场景类型 4：厂区智能物流

智慧废钢运输系统依托 5G 网络构建了“车 - 路 - 云 - 机”一体化的无人化废钢运输解决方案。无人转驳车利用 5G uRLLC（超可靠低时延通信）特性，在固定路线上实现精准循迹、实时避障与协同装卸；抓钢机则通过 5G 大带宽回传多路高清视频，并由操作员在远程集中控制室实现“一人多机”操控。所有设备状态与位置数据通过 5G 实时汇聚至智能调度云平台，平台基于统一算法进行最优任务分配与路径规划，形成高效闭环，实现全场废钢转运全程无人化，人力成本降低 70% 以上，作业效率提升超 30%，并完全杜绝了人机交叉作业带来的安全风险。

◎ 场景类型 5：全域物流监测

基于 5G 网络构建了全域感知、实时调度的智能物流系统，为全厂物流车辆配备 5G 智能终端，实现与运管机系统的高效实时通讯。系统利用 5G 低时延、广连接特性，按照“分区配车、班中调整”的优化模式进行车辆智能派单。驾驶员通过 5G 车载终端实时接收并确认作业指令，极大提升了调度效率。同时，结合 5G 网络的高精度定位能力，对车辆从接单、装货、运输到卸货的全过

程进行实时跟踪与透明化管理，形成“云-端”协同的智能调度闭环。车辆平均等货时间缩短约 25%，整体运输效率提升约 15%。



◎ 场景类型 6：生产现场监测

针对传统人工监管效率低、成本高的问题，利用 5G 技术实现检修作业的智能化安全管控。系统在检修区域部署多路高清摄像头，通过工业级 5G CPE 接入专网，凭借上行速率 $\geq 100\text{Mbps}$ 、时延 $< 20\text{ms}$ 的网络性能，稳定回传高清视频流至监控平台。平台集成 AI 视觉算法，可实时识别未佩戴安全帽、违规操作等行为，识别准确率高达 99%，并在 1 秒内触发告警。相较于 4G 网络，5G 使监管范围扩大 3 倍，人工巡检频次减少 80%，事故隐患识别率提升 95%，年节约监管成本超 200 万元，有效预防安全事故发生，保障人员与设备安全。



五、建设价值

1. 经济价值

核心网下沉湛江钢铁厂区，实现专网专用，极大的减少了相关通信业务成本。根据园区目前的应用场景情况，按单一摄像头（1080P）流量消耗约 0.5MB/秒，按照 4 元/GB 进行测算，2022 年摄像头总量为 200 个，2023 年摄像头总量为 430 个，2024 年摄像头总量为 729 个，2022-2024 年总流量费约 8454.07 万元。

2. 社会价值

充分利用 5G 技术特性，可有效实现厂区环境的智能监控管理，包括高炉排烟、除尘、污水处理、港口生产防污等关键环节，充分利用 5G 技术应用在巡逻通、水质监测、固废监测等方面的技术措施和手段，实现厂区环境的综合管控和治理，达到“重工业、轻污染”的目标。

浙江省宁波市

09. 宁钢 5G 工厂

宁波钢铁有限公司

一、项目概述

宁波钢铁（宁钢）作为大型钢铁制造企业，以数字化转型为战略重点推进智能制造建设。项目深度融合 5G、物联网等新一代 ICT 技术，改造环境不佳、高风险及劳动密集型岗位，实现无人化、远程智能操作；依托工业互联网平台搭建 ERP、智慧能源等 10 余套系统，通过自主统一认证中心实现单点登录，支撑生产经营高效作业、智能管理与智慧决策，提质增效，强化数智化能力，打造核心竞争力。

二、建设需求

宁钢在实施 5G 数字化改造前，面临传统钢铁企业的共性痛点：生产现场依赖人工巡检，炼钢区域高温高粉尘，巡检效率低、安全风险高且准确率受人为影响；工艺数据缺乏系统性采集、结构化沉淀与价值化应用，制约生产效率与管理精细化。为此，改造旨在增强信息集中化、资源集约化、数据共享化能力，探索智能化智造等新模式，实现设备“开口说话”、机器自主运行，提升企业运营效能成为宁钢本次 5G+ 数字化工厂改造的主要目标。

三、建设方案

宁钢以“端 - 边 - 云”架构构建 5G 工厂，依托 5G、AI 等技术支撑“1+5+X”数字化转型工程，端侧布局全流程生产单元集控中心与各类生产终端，在焦化、炼钢等区域实施定制化 5G 覆盖以保障终端泛在互联与数据采集，边侧部署 5G MEC 独享专网（高可靠风筝模式），通过 RB 资源预留、物理隔离及多 DNN 配置实现多网络安全隔离，配套 25 台套边缘算力设备进行本地化数据处理与低时延业务响应，云侧则以企业级数据中台为“数字底座”，搭载华三、VMware 双虚拟化云平台，集成“五合一”智慧运营管控中心，实现数据汇聚与智能协同，提升信息集中化、数据共享化水平，推动智能制造落地。

四、应用场景

◎ 场景类型 1：无人智能巡检

宁钢融合 5G、物联网、AI 等 ICT 技术，构建基于 5G 网络的高炉四足机器人智能巡检系统。机器人搭载高清双光谱云台、粉尘检测仪、热成像仪等传感器，沿出铁厂平台经斜梯至风口平台、围绕

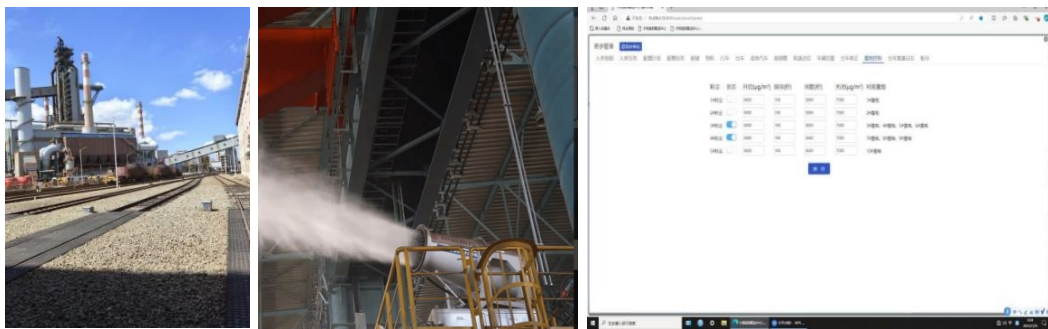


09 宁钢 5G 工厂

送风装置的既定路线巡检，采集数据通过 5G 专网传输至集控室服务器及数据中心，经算法分析实现炉体温度测量、设备损坏检测等智能巡检功能。

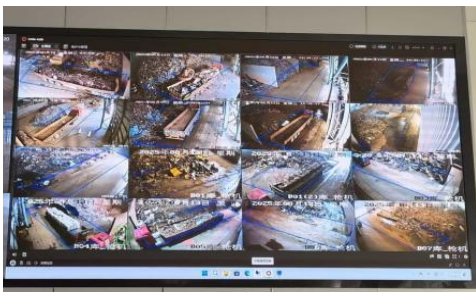
◎ 场景类型 2：远程设备操控

宁钢针对高风险、高污染场景推进 5G+ 智能改造：高炉水渣抓卸通过吊车加装 PLC、变频等控制系统及视频、防撞功能，接入 5G 网络并联动地面库管系统，实现远程智能控制；鱼雷罐车（表面温度达 1000℃）加装 CPE、AR 路由器等设备，依托 5G 专网实现远程操控与实时定位，搭配物流一体管控平台优化物料流转；废钢处理区域设 5 处 TSP 粉尘检测设施与 10 台雾炮机，通过 5G 连锁实现自动检测、降尘，结合密闭空间 + 除尘设备收集烟尘，形成高效智能的废钢全流程环保解决方案，降低生产风险、提升运营效率。



◎ 场景类型 3：机器视觉质检

宁钢废钢智能判级系统融合 5G、AI、大数据分析及视频采集技术，通过学习模拟人工现场验收方式与判定逻辑，建立基础数据库，快速形成废钢判级核心逻辑。系统中混废钢平均判级精度 91.5%，重混废钢达 94.36%，可无需人工干预独立完成废钢等级判定。



◎ 场景类型 4：精准动态作业

宁钢采用“5G + 机器视觉 + AI 大模型”技术为钢包吊运提供可靠方案。机器视觉将地面高清视频汇集至智能识别系统，AI 大模型经图像采集整理、特征码提取对比训练等流程，快速判断钩头与钢包（铁包）挂耳的入位及出位情况；5G 专网保障移动行车实时传输位置信息，同时将识别结果快速推送至司机室一体机。该系统较传统地面人员指挥更安全精准，且信息与视频可回溯。



◎ 场景类型 5：厂区智能物流

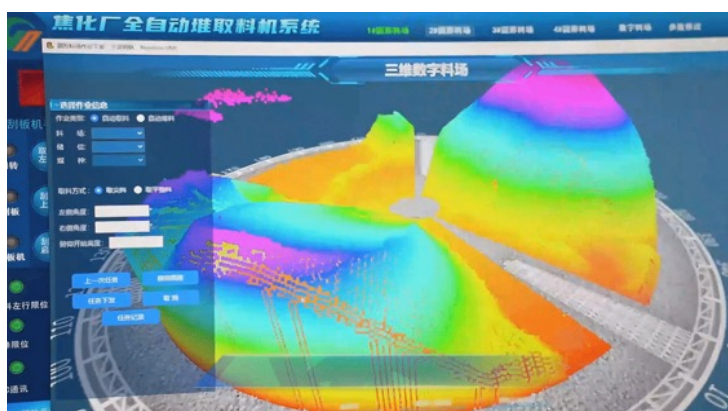
宁钢在物流与废钢加工环节深化 5G 应用：通过 5G 网关改造传输网络，让 AGV 直连后端调度系统规避 WIFI 故障节点，同步更换地贴、升级系统保障精准读码，实现 2 吨以下货物远程中控举升、搬运等作业，替代人工提升物流流畅度与效率。



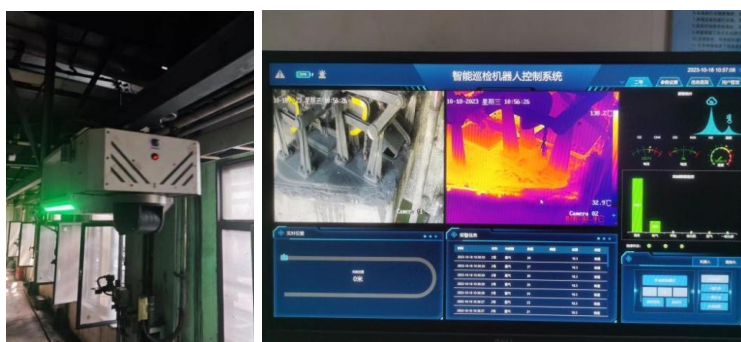
废钢智能加工配送中心部署 5 个 AAU 5G 基站，实现全区域覆盖，满足行车 / 台车控制、废钢判级等实时可靠传输需求。行车按配送计划调度台车自动配料，实时跟踪计算剩余重量，完成后通过雷达、RFID 安全定位；5G + 轨道平板车按生产计划自动装卸、无人化运行。全流程仓储（车辆叫号、调度、出入库等）均由库管系统实现智能化管理。

◎ 场景类型 6：厂区智能理货

宁钢融合 5G 与物联网技术，结合工业图像系统，通过工业以太网及 4 ~ 20mA 等标准协议，将信号传送至全自动控制柜对应接口。系统处理现场信号并建立实时三维模型，由核心 PLC 控制器完成全自动逻辑、动作顺序及恒流量取料控制，实现堆煤、取煤自动化与无人化远程监控，达成堆取料机全自动运行。



◎ 场景类型 7：无人智能巡检



09 宁钢 5G 工厂

宁钢焦炉地下室设施自动巡检机器人，集成 AI 图像算法、远红外热检、5G 传输等先进技术，具备超声波避障、无线充电、气体分析等能力。它可 24 小时自动巡检、识别异常并警报，替代高风险区域人工作业，保障安全受控，同时降低操作工劳动强度、精简作业工序。

◎ 场景类型 8：生产现场监测

宁钢依托全厂区 5G 覆盖，部署 5G 移动防爆摄像头，可灵活放置实现全域实时监控。结合 AI 算法，系统能管控作业人员合规操作与穿戴规范，及时发现危险并触发报警、高效协同应急响应，监控画面对接现有安保系统，在监控中心统一展示。同时，宁钢构建基于数字孪生模型的智慧环保管控系统，以三维空间信息可视化、5G 通讯技术为支撑，依托 1:1 厂区三维地图，集成有组织 / 无组织排放监测、视频监控、生产实时数据、环保治理数据等多源信息。通过工业设备 POI 数据可视化与地理信息技术，赋予各类设施及环保数据时空属性，推动管理模式从传统向三维可查、可知、可感、可视的智慧化转变。系统覆盖环保全业务流程，实现超标排放闭环处理，既满足超低排放评估要求，也适配企业日益增长的环境管理需求。



五、建设价值

1. 经济价值

项目采用先进工艺与 5G 应用技术，提升资源能源利用率，减少污染物产生，废气排放浓度低于标准限值。其显著提高工序物料运输与岗位作业效率，改善作业环境，高风险岗位人力需求减少 60% 以上，生产效率整体提升超 20%，管理效能同比提高 18%，数据利用率提升 40%，决策时间缩短 30% 以上。

2. 社会价值

宁钢通过环境不佳、高危及劳动密集岗位无人化改造，实现远程智能操作，降低劳动强度与安全风险。其构建安全生产智能化管控体系，达成智能制造与数字化车间目标，节能降碳效果显著，同时提升冶金智能装备应用水平、减少安全事故，为节能减排与社会稳定助力，为传统钢铁企业转型升级提供了可借鉴的“宁钢样本”。

江苏省南通市

10. 中天钢铁集团（南通）有限公司 5G 工厂

中天钢铁集团（南通）有限公司

一、项目概述

中天钢铁集团（南通）有限公司成立于 2019 年 1 月，是中天钢铁集团有限公司的核心子公司，专注于黑色金属冶炼及压延加工领域。该公司开展设备、运输、仓储等场景智能化改造，打造 5G 全连接工厂，以解决钢厂智能化不足、人力成本高的问题，达成节能降碳、降本增效目标。通过建设生产区域 5G 专网，解决高速通信难题，打造远程操控等十大场景。该项目经济效益突出，人均年产钢达 2000 吨，能耗降 1/3，年节约标煤 133.5 万吨、减排二氧化碳 347 万吨，固废等零排放，年均降本 1.05 亿元；社会效益上，聚焦高碳高污染难题，实现超低排放改造，消除周边民众忧虑。

二、建设需求

在企业积极推进数字化、网络化、智能化转型，迈向新型工业化的进程中，工厂面临诸多挑战。原有办公内网、冶炼控制专用网、运输仓储指挥调度监控网等虽能满足部分基础需求，但存在网络性能不足、协同效率低等问题。不同网络间数据交互不畅，导致生产、管理、调度等环节难以高效协同，影响整体生产效率。

建设 5G 工厂迫在眉睫。5G 专网可实现车间全覆盖，传输侧 SPN 组网与核心侧 UPF 下沉至厂区，能提供大带宽、低时延、高可靠的通信保障。移动办公终端经授权接入后，可安全访问 ERP、OA 等系统，提升办公效率。冶炼控制系统通过加装 5G 模组或连接 5G 工业网关，实现设备远程精准控制。运输仓储指挥调度监控系统借助 5G 专网，能实时传输定位、监控等数据，优化调度。特别是无人化铁水车业务，5G 确定性网关与 RB 资源预留等技术，保障了业务稳定运行，大幅降低丢包率与抖动，有效提升生产效率，助力企业新型工业化发展。

三、建设方案

工厂网络采用核心 - 汇聚 - 接入标准架构，主干带宽全万兆，按功能分办公网等多个网络，原则上逻辑隔离，后期通过核心交换机配置访问控制策略实现互访。

网络分层设计含出口、核心、汇聚、接入层。核心交换机采用厂区高端产品，部件全冗余，通过 IRF2.0 技术虚拟化，保障高可靠；汇聚交换机为全万兆三层以太网交换机，配冗余电源和风扇，双路由上行至核心交换机，设 7 个汇聚点，各网络专网专用；接入交换机支持高密度千兆接入，万兆链路上行，为智能型可网管交换机；采用网络管理软件管理全网设备，提供接入管理，实现智能运维；租用运营商广域网线路连通常州与南通两厂区，采用先进技术，节省成本，提升体验与效率。

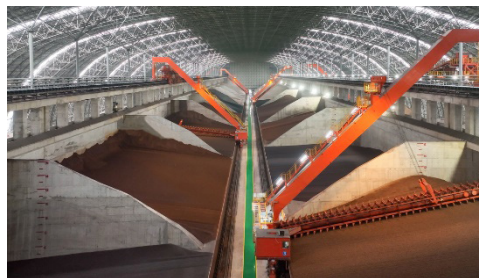
UPF 组网方案: 园区边缘计算部署覆盖中天钢铁集团(南通)有限公司厂区, 按 I 型模型二配置。控制面接入南京 5G 核心网, 用华为核心网管理面运维, 带宽 10Gbps; 规划 DNN 实现本地 UPF 选择; 安全由边缘 UPF 模块负责, 具有实时性和数据安全特征。

设备数据采用 5G 边缘计算技术在靠近设备的边缘侧被分析处理并即时反馈给应用方, 满足厂内工业应用实时性的要求; 数据在本地边缘层进行实时分析和处理, 在满足实时性的同时最大限度的保障数据的安全。

四、应用场景

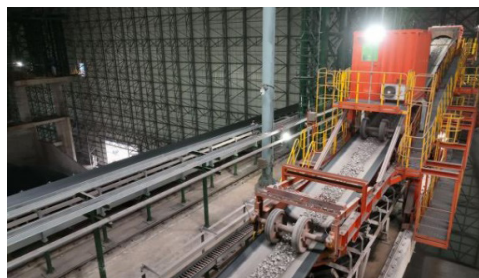
◎ 场景类型 1: 远程设备操控

目前现场采用 C 型智能料场模式, 在传统 C 型料场基础上构建智能仓储系统。系统增加电子皮带秤并借助 5G 实现堆取料机的远程操控。仓储采用上进下出模式, 利用堆料机和半门架刮板取料机三维扫描自动盘库, 实现流程智能控制、智能混匀配料、料场数字化及堆取设备无人化控制。利用 5G 实现推取料机远程操作, 堆取料机装高清摄像头与 PLC 连 5G 工业网关, 再无线传至中控室, 实现堆料机与数据采集终端网络化, 实时精准操控, 降低不稳定影响与干扰。远程设备操控技术避免现场工人安全事故, 提高机器运转时间与综合产效, 原本 360 人现场作业, 现 120 人远程操控即可完成。



◎ 场景类型 2: 设备协同作业

依托 5G 技术, 将生产现场分料机等分散设备灵活组网, 构建智能流程决策控制系统。该系统基于成本、能耗、时间、线路及生产计划匹配度等多维度策略, 动态决策并执行物料运输最优流程, 打破传统固定连接模式, 实现柔性生产调度。



系统核心采用自由流程控制技术, 借 5G 切片网络将架构分为流程决策、控制、设备控制三大区域, 以“指令毫秒级传递、状态实时广播”构建全链路连锁控制。流程决策系统依实时数据建规则库, 借 5G 低时延秒级模拟推演输送线路, 自动决策最优方案; 流程控制系统基于广连接建路径导航规则, 实时接收方案并同步导航指令, 毫秒级跟踪料流位置与状态; 设备控制系统通过边缘计算提炼设备控制特性, 形成标准化模型, 下发实时指令并接收反馈, 实现单设备精准控制与多设备协同, 避免通信延迟致流程中断。

◎ 场景类型 3: 机器视觉质检

依托 5G 高速传输与低时延特性, 工业相机或激光扫描仪可实时高清拍摄废钢质量并快速上

传数据至专家系统，判断是否符合再生钢铁原料标准，对钢铁行业绿色低碳转型意义重大。集团公司年废钢用量近 200 万吨，涉及 5 个级别，为此启动建设智慧废钢判级系统。该系统基于多项创新技术，将主观判断转为客观智能识别模型，能像素级分割废钢轮廓、自动判定料型、识别杂料及危险品，还构建海量基础模型数据库，提升判级准确率与一致性。同时，系统整合采购、运输等多项功能，集成多种业务，打造全流程管理系统。上线后将覆盖废钢业务，取消传统作业模式，降低漏错检率 95%，助力集团实现“少人化”“无人化”等转型，迈向“智慧绿色工厂”。

◎ 场景类型 4：厂区智能物流

通过 5G、传感器和定位技术，从原料库到成品库、再到码头，实现物料定时定点定量配送，炼钢物流调度系统在炼钢高温和强电磁环境下，建立炼钢物流可视化跟踪，基于图像识别、格雷母线、工业 5G、激光定位等技术实现铁钢包（炼钢熔融金属容器）管理，并实现指令自动下达调度。通过传感器和定位技术，实现行车 XYZ 高精度定位和 5G 无线网络实现行车数据通讯，实现对料斗、铁水罐和钢包炉次去向跟踪，同时解决远程计量中人工通过视频观察罐号问题，实现主要物料流的自动跟踪，并按炉号组织生产过程数据。

◎ 场景类型 5：全域物流监测

在炼钢物流体系里，多项智慧物流应用借助 5G 发挥作用。成品库与轧钢库搭建智能仓储管理系统，通过 5G 实时传输货物定位数据与出入库指令，实现精准定位与高效出入库，完善物料存储智能化管理。内河码头智能调度系统依靠 5G 广连接特性，实时汇聚船只到港、装卸设备状态数据，优化装卸顺序，提高作业效率，减少等待时间。无人港口结合自动驾驶与远程监控，以 5G 为通信支撑，实现无人设备与控制中心毫秒级数据交互，降低人力成本，提升操作安全性。通过建设基于 5G 的全域物流监测，实现实时数据传输保障物流准确及时，稳定生产交付节奏，同时，系统、设备高效协同加快货物周转，缩短全周期。



◎ 场景类型 6：生产能效管控

采用内置 5G 模块的仪器仪表，实时采集能源消耗与污染物排放数据，达成大规模终端海量数据的秒级采集以及能效状态的实时监控。智慧能源体系里，实时数据将规则推理与实例推理相融合，依靠数据驱动推理引擎运行，能对能源中心管辖的相关系统开展数据采集、处理、集中监视及分析工作。在采集完备数据与设备状态信息的同时，增加主要单体设备用能参数、影响能源系统的生产工序工艺参数采集，对主工艺工序能耗和主要单体耗能设备能效进行在线监测，剖析能源消耗变化原因。通过在线监测和分析相关指标，管理人员实时掌握各生产工序能耗，随时了解重要耗能设备的热经济指标与运行性能，这对分析耗能设备能耗、控制生产成本、提高设备效率、提升安全生产数据质量及运行管理水平意义重大。

◎ 场景类型 7：无人智能巡检

港口码头配备的轨道智能巡检机器人系统平台，深度融合 5G 物联网、信息化、数据诊断分析及集中一体化管控理念。依托 5G 高速率、低时延特性，保障信息高效稳定传输。该系统监控范围广泛，涵盖电缆隧道内外部、监控主站及调度端。在全方位信息采集后，经网络实现数据传输、综合处理与远程控制，于统一信息化平台达成数据共享、存储、分析与展示，为管理人员提供便捷有效的分析管理工具，实现隧道管理数字化、可视化、智能化，提升防灾减灾能力。现场部署 3 台机器人用于皮带机日常巡检，分别位于 1# 泊位 J03 皮带机及 8# 泊位 B01、B02 皮带机沿线，还配备一套智能识别平台系统统一操作管理。5G 技术让整套流程衔接更紧密、响应更迅速。



◎ 场景类型 8：精准动态作业

智慧铁水运输系统承担将 1600℃ 铁水从高炉转运至转炉的任务。传统模式下，铁水调度、机车驾驶等环节全靠人工操作。通过项目建设，该系统整合物联网、大数据等多项技术，依托 5G 网络构建高效“神经中枢”。系统构建基于强化学习的动态路径规划模型，以运输时间最短和温降最小为目标，用无人电车替代传统机车，通过智能感知等系统，对 10 台无人驾驶电动机车和 37 台罐车进行毫秒级协同管控。此架构突破“局部最优”限制，推动铁水运输全流程数字化、智能化、无人化，提升本质安全能力。出现异常时，借助 5G 网络，系统能快速联动调整炼钢计划，减少空炉等待，增强运输链条韧性与效率。



◎ 场景类型 9：生产单元模拟

中天南通以固废处理中心为试点，聚焦厂房、设备等核心资产与生产管理场景，集成工业数据集成、5G、GIS 等前沿技术，推进数据采集存储与数字孪生模型构建。项目针对转底炉等关键设备，精准采集生产实绩、工艺参数及设备运行状态数据，结合视频监视实现多维度数据融合，为生产决策提供支撑。同时，利用 BIM 建模技术高精度还原工厂，在数字孪生模型中整合重点工序生产数据，智能化重构融合呈现，打造“一张图”管理模式，构建起全层级数字化生产体系。该体系打通生产环节信息壁垒，实现流程透明化与可视化，提升生产调度效率与资源利用率。此外，系统创新提供大屏端与 PC 端双平台联动功能，打破地域与设备限制，提升全局协同与远程生产管控能力，助力固废处理中心生产效率提升，树立智能化转型标杆。

◆ 五、建设价值

项目经济效益显著，成本控制优化岗位结构，节省人力 67%，提升效率 50%，节能 8%，年降本 844.8 万元。

黑龙江省伊春市

11. 建龙西钢 5G 智能工厂

建龙西林钢铁有限公司

一、项目概述

建龙西林钢铁有限公司 2019 年正式启动 5G 智能工厂建设项目，全面推动“智改、数转、网联”，完成关键岗位无人化作业，优化生产流程，以 5G 等技术赋能企业降本增效。项目覆盖从原燃料到钢材轧制的全流程，历时五年分三个阶段实施。

二、建设需求

面对钢铁行业产能过剩、环保压力增大及市场竞争加剧等多重挑战，建龙西钢深刻认识到，唯有通过数字化、网络化、智能化的全面升级，才能有效提升生产效率、削减运营成本，并显著增强企业的市场竞争力。传统工业网络在数据传输速度、稳定性和安全性上的局限性，已无法满足现代钢铁生产对高效、精准、安全的需求。特别是在高寒地区，极端气候条件对工业设备的稳定运行构成了严峻考验，进一步加剧了传统网络的不足。

为此，建龙西钢决定启动 5G 智能工厂建设项目，以 5G 网络作为核心支撑，构建一个高速、稳定、安全的工业互联网平台。该平台将实现生产设备的广泛联网，确保数据的实时采集与传输，同时利用智能分析技术，对生产流程进行深度优化，提升生产透明度和可控性。通过 5G 技术的赋能，建龙西钢将推动钢铁生产向智能化、绿色化方向转型，实现节能减排、提高资源利用效率，完成寒地数智化能力建设示范。

三、建设方案

采用“端 - 边 - 云”的总体架构，边缘计算节点进行数据预处理与分析，云端平台进行大数据处理与智能决策，最终实现智能化生产与管理。

5G 网络部署：部署了 32 个 5G 宏站和 9 个微站，实现了车间内 5G 网络的全覆盖，确保了数据传输的高速与稳定。

边缘计算节点：在能源机房内建设了两套边缘云系统，集成了 UPF、TOR 交换机、防火墙、MEC 服务器等设备。

工业互联网平台：基于私有云和大数据技术，搭建了 XTcloud 工业互联网平台。

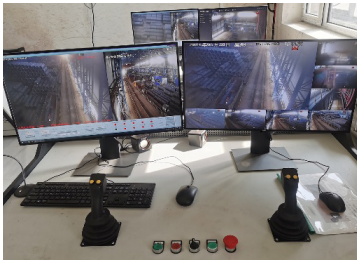
工厂通过部署工业终端产品和传感器，实现了对 3012 台工业设备的全面感知和数据采集，设备联网率达到 88.08%。

四、应用场景

场景类型 1：远程设备操控

11 建龙西钢 5G 智能工厂

建龙西钢通过集成先进的5G通信技术与自动化控制技术，构建了双高线天车远程集控系统。



操作人员在中控室通过高清监控屏幕实时观察天车及吊装物状态，利用5G网络的大带宽和低时延特性，瞬间将操控指令传达至现场天车，实现钢材吊装、搬运的精准无误。同时，系统配备故障诊断与预警功能，实时监测天车运行状态，提前发现并处理潜在故障，确保生产流程的连续性和安全性。该场景将天车操作人员作业环境由现场变成远程操控室，降低劳动强度和安全风险，工作环境更舒适，提高员工满意度。

◎ 场景类型 2：设备协同作业

建龙西钢的双高棒5G无人库项目，通过4套无人行车及智能仓储管理系统，结合5G网络的广连接和高可靠性特性，实现了钢材从自动下料、码垛、倒垛、出库到装车的全流程无人化作业。



无人行车根据智能调度系统的指令，自动吊装钢材至指定库位，激光扫描设备准确定位库位，确保吊运操作的精准性。智能仓储管理系统实时更新库存信息，确保数据的准确性和及时性。5G网络为整个系统提供稳定高速的数据传输通道，支持大量设备同时在线和稳定通信，仓库作业实现自动化和智能化，显著提高作业效率和准确性。同时，减少人工干预，降低安全风险和运营成本。

◎ 场景类型 3：精准动态作业

建龙西钢在5#高炉捞渣、轧钢旋流井捞渣及焦炉机车无人驾驶等场景中，充分利用5G网络的大带宽和低时延特性，实现了无人天车的精准捞渣、行车无人值守及机车无人驾驶。在5#高炉捞渣场景中，无人天车通过5G网络接收控制指令，自动定位至渣池，利用抓斗精准捞渣。焦炉机车无人驾驶场景中，五大机车根据MES系统指令进行无人化作业，机车状态实时反馈至调度系统，实现全程监控，使焦炉机车无人驾驶提升调度效率约5%，减少机车驾驶人员12人，减少能源消耗提供焦炭产量等方面，年综合创效可达5103万元。

◎ 场景类型 4：机器视觉质检

建龙西钢的废钢物资远程检验系统，利用5G网络的大带宽特性，将高清摄像头拍摄的废钢照片和视频实时传输至远程检验中心。检验人员通过智能分析软件，对废钢的外观、尺寸、材质等进行快速、准确的判断。系统集成机器学习算法，根据历史数据和经验模型，对废钢质量进行预测和评估。5G网



络的低时延特性确保检验指令即时传达和反馈，提高检验效率。同时，系统具备数据追溯功能，记录每次检验的详细信息，为后续质量控制和改进提供数据支持。该场景现场无人值守，实现废钢物资的快速、准确检验，提高入厂废钢判质准确性，避免人为判质漏洞和弊端，年创效 100 万元以上。

◎ 场景类型 5：无人智能巡检

建龙西钢的烧结台车上的各类传感器实时采集运行状态数据，通过 5G 网络传输至智能监测系统，利用大数据分析和机器学习算法进行实时监测和预警。高炉风口巡检机器人利用高清摄像头和红外热成像仪对送风装置进行全面检查，数据通过 5G 网络实时传输至控制中心。5G 网络的高可靠性和低



时延特性确保数据实时传输和指令即时下达，实现精准维护和远程巡检。实时监控和精准维护提高设备运行稳定性，减少人工巡检频次和劳动强度，降低安全风险。机器人注油减少润滑油消耗年创效 20 万元，减少高炉送风装置烧损，年创效 80 万元以上。

◎ 场景类型 6：生产现场监测

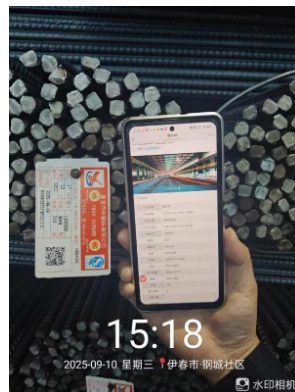
建龙西钢的 5G 安全帽检测系统，在关键生产区域部署内置 5G 通信模块的高清摄像头，实时监测工人是否佩戴安全帽以及佩戴的正确性。当工人进入监测区域时，摄像头立即捕捉图像并通过 5G 网络上传至安全监控中心。监控中心利用智能图像识别技术，对图像中的安全帽进行快速、准确的识别和分析。如果发现工人未佩戴安全帽或佩戴不正确，系统会立即发送预警信息至现场报警装置和工人的移动终端，提醒工人及时纠正。5G 网络的大带宽特性支持高清视频的实时传输，确保安全监控中心能够清晰判断工人的安全状态。有效提升生产现场的安全管理水平，降低工伤事故的发生率，保障工人的生命安全和身体健康。同时高清视频的实时传输也为事故调查提供了有力证据，有助于企业改进安全管理制度。

◎ 场景类型 7：厂区智能物流

建龙西钢利用 5G 网络的大带宽和低时延特性，实现了对火车位置信息、调度作业信息、火车视频等实时数据的传输和智能调度。每列火车均配备了高清车载监控摄像头和 5G 通信模块，将实时视频流和状态数据稳定传输至铁运管控中心。铁运管控中心利用大数据分析和智能调度算法，对火车进行实时监控和智能调度，优化运输路径、减少等待时间、提高装卸效率。同时，平台还具备故障预警和应急处理功能，能够实时监测火车的运行状态，提前发现并处理潜在故障，确保铁运系统的安全稳定运行。该场景显著提高铁运物流的效率 15%，运输时间缩短，装卸效率提升，综合年降低物流成本 1700 万元。

◎ 场景类型 8：生产过程溯源

建龙西钢通过 5G 网络和工业互联网标识解析技术，实现了钢材生产过程的全程追溯。从原材料入库到成品出库，每一个环节的信息都被实时记录并关联到产品标识解析码上。这些信息包括原材料的批次、供应商、生产日期、生产工艺、质量检测报告等。用户或企业可以通过扫描产品标识码，查询产品的完整生产过程和相关信息，确保产品的质量和来源可追溯。5G 网络的大带宽和低时延特性，支持了生产过程数据的实时传输和存储，为用户提供了可靠的信息查询服务。该系统还为企业的质量管理和持续改进提供了数据支持，帮助企业不断优化生产流程和提高产品质量，同时增强消费者对产品的信任度，提高企业的品牌形象和市场竞争力。项目每年质量创效 500 万以上。



◎ 场景类型 9：生产能效管控

建龙西钢通过部署在煤气管道和设备上的各类传感器，实时采集煤气的流量、压力、温度等参数，并通过 5G 网络将数据传输至炉窑智能燃烧管控系统。系统利用大数据分析、燃烧模型智能算法，对煤气的使用情况进行实时监测和优化配置，确保煤气的合理利用和减少浪费。5G 网络的高带宽和低时延特性，实现了建龙西钢 27 座炉窑的信息实时传送到炉窑智能燃烧管控系统，系统结合智能燃烧算法和煤气管网平衡模型，对全厂煤气进行精细化管控。该场景显著提高煤气的利用效率，每年节省煤气消耗 4.3%，年节省煤气创效 5557 万元。同时减少煤气放散，避免排放实现环保创效。实时监测和预警功能有效降低了煤气事故的风险，保障了生产的安全稳定运行。



五、建设价值

1. 经济价值

通过设备的全面感知与数据采集，生产流程得以优化，生产效率大幅提高，年创效达 1.25 亿元。如“焦炉 5G 机车无人驾驶”项目年创效高达 5103 万元，成为经济效益的主要增长点。同时，5G 技术的应用减少了高危岗位人员，降低了排放量，进一步节约了成本。此外，智能工厂的建设还促进了能源的高效利用，每年节省煤气消耗 4.3%，年节省煤气创效 5557 万元。

2. 社会价值

项目减少了近 200 个高危岗位，有效提升了生产安全性，保障了员工的生命健康。同时，智能工厂的建设推动了钢铁行业的智能化转型，为行业树立了标杆，促进了产业链上下游的协同发展。此外，项目的成功实施还增强了地方经济的活力，为东北老工业基地的转型发展提供了有力支持。

广东省珠海市

12. 远东幕墙 5G 工厂

远东幕墙（珠海）有限公司

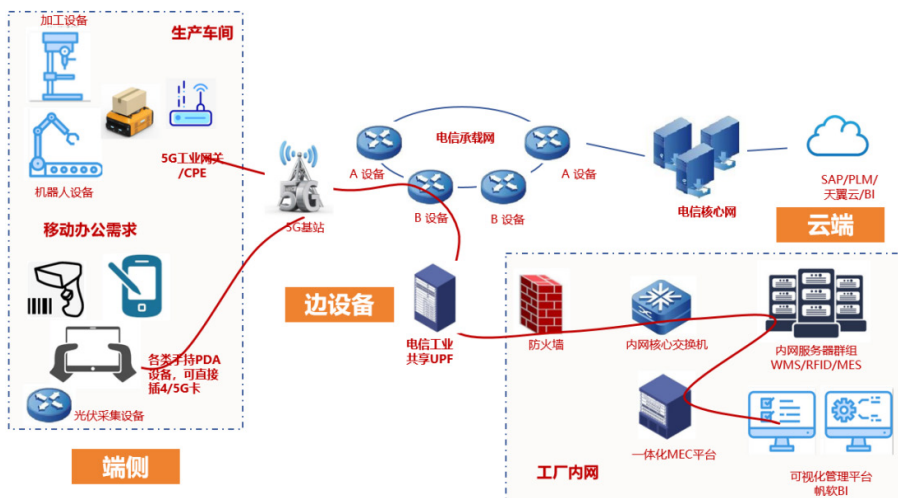
一、项目概述

远东幕墙（珠海）有限公司 5G 工厂项目利用 5G 技术推动幕墙生产智能化升级。通过构建 5G 应用层，实现 PLM、SAP 等系统与设备、人员的互联互通；融合云电脑技术，保障 3D 图纸流畅应用；运用 5G+ 超高清视频支持多方协同质检；以 5G 低时延优化 AGV 智能物流。该项目成功降本增效，2023 年营收 19.4 亿元，年均增长 37.2%，并显著提升研发效率与生产安全，换线时间锐减超 50%。

二、建设需求

当前幕墙生产研发过程面临下列挑战：一是行业定制化程度高，但信息系统孤立，导致 BIM 与 CAM 数据断层，设计生产协同困难；二是刚性产线与柔性需求矛盾突出，质量成本居高不下；三是现有 4G 网络难以支撑 AGV 高效调度，成为智慧物流瓶颈。亟需利用 5G 低时延、高可靠特性，实现 AGV 精准调度与设备互联；借助大带宽打通 3D 设计、MES 生产等全流程数据，消除信息孤岛，实现柔性制造与全工序追溯。因此，建设 5G 工厂势在必行。

三、建设方案



“端 - 边 - 云”架构示意图

采用先进的“端 - 边 - 云”协同计算架构构建其数字化基础设施。在终端层，部署了工业级高清摄像头、智能工业平板、高精度扫码枪及多功能 PDA 等多样化物联网设备；在网络边缘侧，共

享了10G UPF设备，部署在电信运营商机房，实现低时延的数据转发处理；在云端平台，则集成了云办公系统及3D工业设计应用等智能制造解决方案，形成完整的工业互联网生态系统。专建5G室分共需新装1台BBU，2台HUB，9台PRRU，采用3.5G频段，对办公楼进行补充深度覆盖。此架构充分体现了5G专网在工业场景下的技术优势，为智能制造提供了强有力的基础设施支撑。

四、应用场景

◎ 场景类型 1：协同研发设计

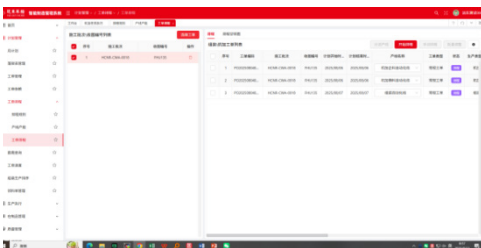
依托5G+云电脑构建协同研发平台。设计师通过5G网络，以平板无线接入云端工作站，利



用5G高速率流畅运行大型设计软件，并调用云端数据库。多人可实时在线协同编辑与标注，打破地域限制。设计完成后，方案一键推送至工艺部门进行云端仿真与评审，最终数据自动同步至MES系统。5G的高速率、低时延特性保障了全流程的无缝协作与数据实时交互。该场景大幅缩短了初步设计周期，并确保设计意图精准传递，有效减少了生产偏差。

◎ 场景类型 2：柔性生产制造

建设基于5G的智能制造管理系统，解决幕墙定制化生产难题。利用5G为自动化产线构建



专属传输通道，将包含3D图纸的指令包实时推送至数控设备，实现“零延迟”接收。同时，5G实时采集设备运行数据，经边缘计算快速分析后，低时延回传校准指令，实现加工参数动态调整，确保加工误差 $\leq \pm 0.5\text{mm}$ 。该场景将加工尺寸偏差率从3%降至0.5%，双曲幕墙曲面精度控制在 $\pm 0.3\text{mm}$ 内，达到行业顶级标准。

◎ 场景类型 3：远程设备操控

依托5G专网构建设备全连接体系，解决传统巡检难题。

利用5G大带宽($\geq 50\text{Mbps}$)将设备运行、生产及环境数据实时、海量传输至中控平台，实现产线100%可视化监控。发挥5G超低时延($< 20\text{ms}$)优势，在高精度加工场景中，实现工艺参数一键远程下发与实时微调，设备配置时间从30分钟缩短至10秒。该场景实现了高效的远程管控，通过预测性维护使设备非计划停机率从6%降至3%，显著降低运维成本与现场风险。



◎ 场景类型 4：设备协同作业

引入5G+3D扫描仪技术方案，解决传统人工检测精度低、效率差的痛点。依托5G高速率

与低时延特性，3D 扫描仪对玻璃进行微米级精度扫描，数据实时上传至边缘计算节点，与 CAD 模型智能比对，10 秒内自动生成合格性判定。该方案将检测效率提升 8 倍以上，实现了检测数据的全量记录与追溯，为工艺优化提供数据支撑，彻底重构了质量检测流程。

◎ 场景类型 5：精准动态作业

构建基于 5G 的动态计划管理系统。依托 5G 低时延 (10ms) 与高可靠性，实时采集产线产能、设备状态等数据。核心设备、AGV 等通过 5G CPE 及工业网关分层接入。当出现异常时，系统可于 3 分钟内完成排程优化，并通过 5G 切片 (1Gbps) 将新工单精准下发。该系统实现了全流程动态闭环管理，有效规避物料积压风险，大幅提升订单交付效率。

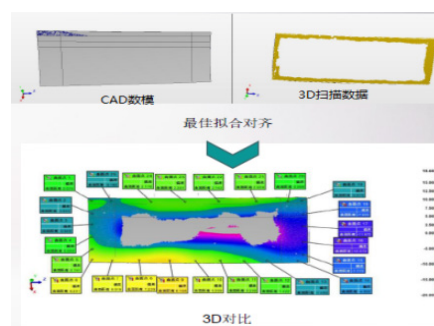
◎ 场景类型 6：现场辅助装配

通过工业平板接入 5G Wi-Fi，实现 SOP 数字化升级，解决纸质文件更新慢、易污损等问题。利用 5G 高速率特性，实现 3D 模型、4K 视频等大文件秒级传输与推送，确保 SOP 内容实时同步。凭借 5G 低时延优势，工人可扫码即时调取 SOP，并通过摄像头比对构件防错；操作数据实时上传，支持高清影音远程协同。该场景将问题解决时间缩短 80%，整体效率提升 50%，实现了操作过程的精准防错与数据可追溯。



◎ 场景类型 7：工业合规校验

采用内置 5G 模组的工业质检终端，依托 5G 网络高速率、低时延特性，实现材料、工艺、检测结果等海量数据 (50MB/秒) 的实时同步。现场通过扫描、NFC 识别及拍照功能快速关联信息并生成电子工单，作业效率提升 40%。专业解码技术有效拦截不良品，漏检率降至 0.1% 以下，构建了高效、精准的质量追溯体系。



◎ 场景类型 8：生产现场监测

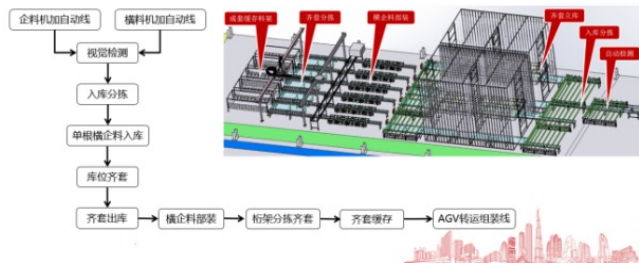
本场景部署海康 5G 高清摄像头，依托 5G 网络大带宽特性，支持多路 1080P 视频流稳定传输，避免了传统 Wi-Fi 拥塞，实现全厂区监控。摄像头实时捕捉设备运行与人员操作信息，结合 AI 算法进行违规行为识别异常检测。数据通过 5G 网络即时回传至管理平台，管理人员能远程掌握生产全貌，并通过 AI 预警提前发风险，变被动处理为主动防控。



带
统
与
使
现

◎ 场景类型 9：全域物流检测

采用 5G+RFID 扫码枪模式，解决幕墙仓储管理难题。33 台内置 5G 模块的扫码枪，利用



5G 低时延 (<20ms) 与广连接特性，将物料信息实时上传至 WMS 系统，确保数据更新在 20ms 内完成，并支持高密度设备同时在线作业。该方案实现了库存与生产系统的实时交互与自动调配，显著提升了出入库效率与库存管理精准度，降低了库存误差。

◎ 场景类型 10：生产过程溯源

建设了覆盖幕墙生产全流程的“彩虹图”可视化溯源系统。其核心是部署 5G 专网，为各环节提供差异化网络保障：利用 5G 广覆盖特性实现原材料 RFID 数据实时采集；通过 5G CPE 为加工中心、质检扫描仪提供 <20ms 低时延与高带宽无线接入，解决布线难题并实时传输设备参数与三维点云等复杂数据。系统依托 5G 专网联动



MES 与区块链，以 <50ms 端到端时延实时更新数据、触发预警，并确保溯源信息不可篡改。该方案实现了异常响应速度提升 80%，数据准确率达 99.9%，质检效率提升 30% 的现场价值。

◎ 场景类型 11：设备故障诊断

为解决传统制造中的全链条问题，本场景构建了基于物联网与 AI 的智能故障诊断系统。核心在于利用 5G 网络架接传感器、边缘计算与光伏平台云数据库，形成“采集 - 存储 - 分析 - 反馈”闭环。5G 的低时延特性实现设备数据秒级采集与故障预警，将非计划停机时间缩短超 60%；其广连接能力则赋能 AI 算法精准预测设备寿命，使备件库存降低超 30%、人力成本减少 25%。同时，5G 传输的微观数据结合云端模型，实现自动调参，将幕墙构件合格率从 95% 提升至 99% 以上。该方案推动决策向数据驱动转型，为工厂柔性扩展提供支撑。

◆ 五、建设价值

- 1. 经济价值：**信息系统互联互通和 AGV 小车代替人工叉车作业，助力企业内部全方位的降本、增效与减耗。2023 年实现营收 19.4 亿元，2022 年 -2024 年营收平均增长率 37.2%。
- 2. 社会价值：**构建安全环保产业园；云电脑等技术实现三维图纸的流畅浏览与精准测距，大大提高了研发效率；重塑换线准备流程，助力切线时间锐减超 50%。

江苏省无锡市

13. 中建材 5G 智能工厂

中建材（宜兴）新能源有限公司

一、项目概述

中建材（宜兴）新能源成立于 2016 年，隶属凯盛新能源，注册资本 3.137 亿元，专注超薄高透光伏玻璃研发制造，是全球首家量产 1.6mm 以下产品的企业，技术领先并获评国家级 5G 工厂等多项荣誉。其 5G 智能工厂项目基于 5G 数字化建模，打造年产 4000 万平方米光伏玻璃基板生产线，应用智能装备与信息技术，构建一体化管理平台，覆盖设计至交付全流程，实现全生命周期智能化柔性生产与零碳运营。

二、建设需求

中建材（宜兴）新能源在凯盛集团“3+1”战略指引下，深耕新玻璃、新材料领域，需以科技创新实现自立自强。为突破超薄高透光伏玻璃“卡脖子”技术瓶颈，补链强链固链，引领行业智能制造转型，推动数智工厂从跟跑迈向领跑，公司亟需建设相关项目。

同时，传统制造在工艺设计、生产效率、质量管控、物流优化及绿色节能等方面存在提升空间，需通过 5G、大数据、AI 等前沿技术与制造全过程深度融合破解。此外，复杂环境下设备部署难、安防与运维效率不足等问题突出，需借助 5G 定制网、5G+PLC、AR 等技术构建智能体系，最终助力光伏玻璃产业向中高端升级，支撑全产业链智能化与服务化转型。

三、建设方案

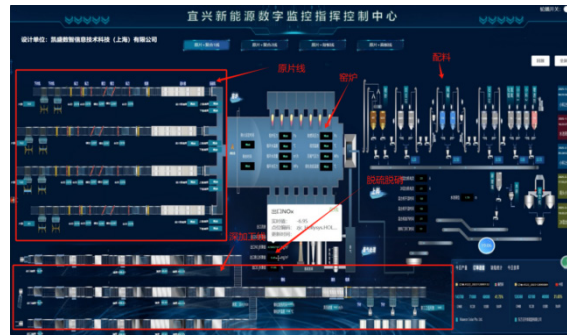
工厂以 5G 工业互联网和数字孪生为双轮驱动，从端、边、云三层构建 5G 工厂架构，实现物理层到数字层全方位升级，保障生产全环节智能管控。端层通过 OPC UA 统一架构实现 90 余类工业设备标准化接入，生产线 PLC 控制系统、机器视觉质检系统等终端借助全厂覆盖的 5G 室分系统和 MQTT 协议，达成每秒 10 万级数据点高效传输；边层采用电信 5G 专网解决方案，通过独享型 UPF 和 STN 线保障网络安全互通，依托边缘侧实时计算引擎实现毫秒级生产异常预警；云层构建统一数据中台，整合 ERP、MES 等系统数据并通过 200 多个数据资产标签统一治理，借助批处理引擎生成小时级能效分析报告，全面提升数据管理与应用能力，赋能生产决策优化。

四、应用场景

场景类型 1：生产单元模拟

搭建原片产线、深加工产线、环保装置及含熔化炉体等核心部件的熔窑三维虚拟模型，精准

复刻内部结构与操作环境。依托 5G 技术，产线装备实时温度、压力等数据传至边缘云平台，经虚拟现实引擎映射至虚拟模型，大屏幕同步呈现温度曲线、热分布图等关键数据。通过大数据分析预测玻璃熔化速度与产出量，提前优化生产计划并预警故障；模拟压延参数对玻璃质量的影响，对比退火窑实际与仿真数据，及时调整异常。



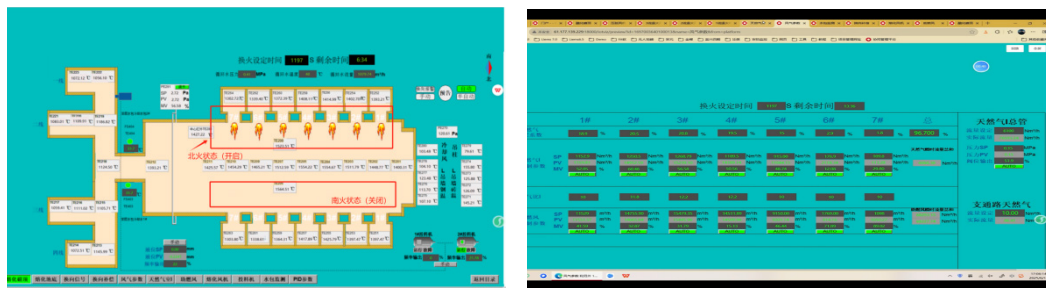
◎ 场景类型 2：设备协同作业

基于工业视觉与人工智能算法，实现翻板器、上片机器人、自动铺纸机器人、下片机器人及 AGV 多设备协同作业。翻板机器人通过车间工业摄像头实时采集原片图像，经 5G 传输数据后，由 AI 算法分析原片尺寸、厚度与位置并下发翻板指令。下片铺纸机器人同步响应，依托内置传感器与控制系统，精准将保护纸铺设于玻璃片之间。



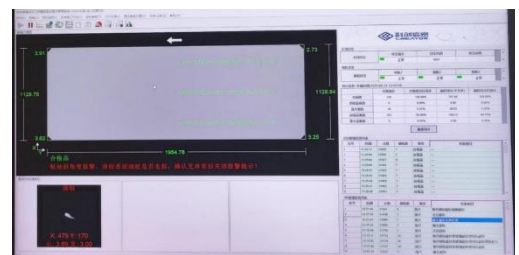
◎ 场景类型 3：精准动态作业

5G 技术在南北火精准动态作业中，聚焦实时温度监控、数据传输与动态调整三大核心。玻璃熔窑南北火区域的高精度温度传感器，通过 5G 网络实时采集数据，快速捕捉细微温度变化，为即时调整筑牢数据基础。控制系统基于实时数据，经先进算法生成最优火焰调节策略，维持南北火微小温差。若检测到南火偏高等异常，便迅速降低南火燃烧强度或调整北火温度，保障熔窑内部温度平衡，最终实现调整高效、温度均匀稳定的效果。



◎ 场景类型 4：机器视觉质检

应用原片在线缺陷检测仪、多通道光谱投射比在线测量仪等智能设备，依托机器视觉检测技术，通过 5G 网络实时感知并传输玻璃气泡、结石、透光率等各类缺陷数据。镀膜环节中，5G 连接的工业高清视觉设备结合 AI 视觉识别技术，持续监视涂布胶辊与网纹辊的辊



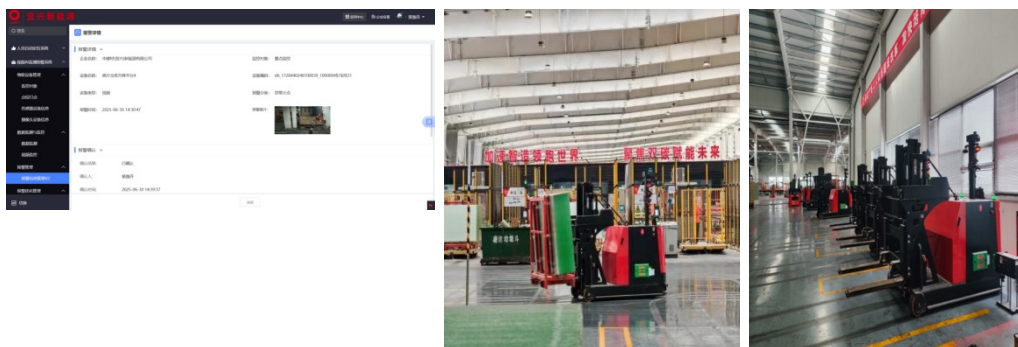
间液槽储液量；镀膜机出口增设在线膜厚及均匀度检测设备，借助 5G 实时数据传输，实现镀膜质量全程动态监测。

◎ 场景类型 5：设备故障诊断

在原片产线、窑炉等区域及加热区、冷却区，布置温度、振动传感器监控设备运行状态，异常时报警联动提示故障。采集数据经 5G 传输至边缘节点，由 AI 系统深度学习分析，自动识别异常模式，实现设备实时诊断。

◎ 场景类型 6：生产现场监测

一是人员定位监测：工厂关键区域部署高精度摄像头与可穿戴设备，通过 5G 实时监测员工行为。若员工操作高温熔窑时进入禁区或姿势违规，系统立即报警；巡检中出现走动过快、偏离规定路线等异常，系统记录并语音提醒返回。二是合规监测：设备周围的高清摄像头与手势识别传感器，实时检测员工防护工装、安全帽佩戴是否规范，同时实现异常火情联动预警。



◎ 场景类型 7：厂区智能物流

搭建 AGV 智能调度系统，AGV 按优先级从仓库领取原片，沿系统规划的最佳路线配送至上料工位。成品下线后，AGV 自动将其送至仓库，实现与智能仓储系统的无缝对接。

◎ 场景类型 8：厂区智能理货

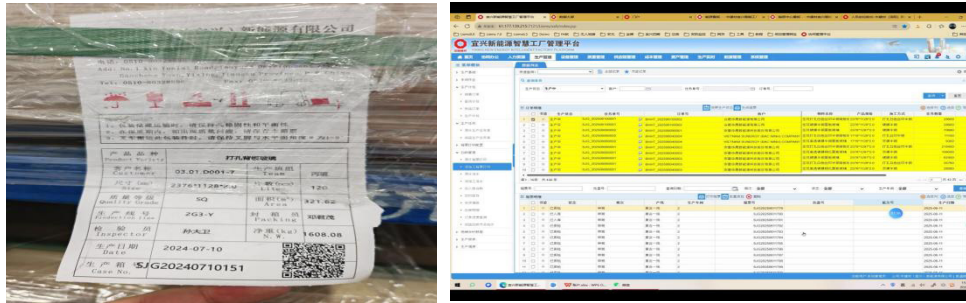
堆垛机实现光伏玻璃分类存储与自动堆叠，通过 5G 网络与云平台、AGV 系统实时通信，接收货物信息与存储指令。其配备的工业相机和传感器，可识别玻璃外观、尺寸及品质，据此自动调整堆垛策略，按品质定级与生产批次精准堆存至对应区域，优化仓储空间利用率，缩短货物搬运存取时间，最大化存储效率。



◎ 场景类型 9：生产过程溯源

工厂对人、机、物、法、环全面监测，实现生产全流程可追溯。人员方面，5G 连接的刷卡机实时记录各工序操作时间、内容、设备及批次信息；设备端，关键设备传感器通过 5G 监控温度、压力等工艺参数；材料上，扫码枪记录原材料来源、批次等信息，全程追踪流转；工艺环节，

5G 传感器采集熔化温度、切割精度等关键参数；环境侧，摄像头与传感器实时监测车间温湿度、空气质量，关联生产数据。



◎ 场景类型 10：生产能效管控

玻璃窑炉搭载带 5G 传感器的温度、压力及能耗监测设备，实时采集运行数据并通过 5G 网络上传至能效监测管理系统。生产高峰期，系统自动将非关键机器人切换至低功率模式，降低其工作速度、延迟次要任务，保障电力负载合理。若机器人因高负荷导致电机过热，系统会发出告警，通过远程调度使其暂时停机冷却，同时调配空闲机器人补位，避免生产中断。



五、建设价值

1. 经济价值

通过 5G 工厂建设，产能利用率提高 26%，次品率下降 10%；设备维修成本预计降低 13%，计划外停机时间减少 30%；能耗成本降低 12%，熔炉、退火炉等关键设备能效提升尤为显著；不合格品率下降 17%，成品质量合格率达 98% 以上；智能仓储与物流管理的应用，使仓储成本降低 23%，物流时间缩短 32%。

2. 社会价值

通过 5G 工厂建设，工厂碳排放量减少 15%，能源消耗降低 10%；就业结构优化，新兴技术岗位增加 5%，新增约 55 个高技能就业机会；事故发生率预计降低 30%。作为 5G 光伏玻璃行业示范车间，已吸引 50 家企业参观学习，助力全行业 5G 智能制造水平提升。

江苏省宿迁市

14. 南玻院玻璃纤维及其制品 5G 工厂

南玻院（宿迁）新材料有限公司

一、项目概述

南玻院（宿迁）新材料有限公司（南玻院）专注高性能玻璃纤维及制品的研发、制造与检测，南玻院 5G 工厂项目，构建“端 - 边 - 云”三级架构，采用 UPF 共享模式接入 5G 专网，部署 11 台 RRU 与 316 副天线，实现 99.1% 的 5G 信号覆盖率。项目建设 11 个“5G+ 工业互联网”应用场景，配套深信服超融合边缘云与 AI 视觉服务器，整合融合 4A 系统、UPF 网管平台等管理系统，达成生产、质检、物流等环节的高效协同与智能管控。

二、建设需求

南玻院在转型过程中，面临多方面瓶颈：生产环节设备数据传输滞后，传统网络难以支撑窑炉温控、拉丝设备等关键设备的毫秒级参数采集与同步，影响工艺稳定性；人工巡检与故障排查效率低，设备异常难以及时发现，易导致产线停机；玻纤滤纸质检依赖人工，对油污、褶皱等隐蔽缺陷识别准确率低，影响产品合格率；生产全流程数据未有效整合，无法快速追溯异常问题根源；厂区物流调度与仓储管理自动化程度低，AGV 路径优化与库存动态调整响应慢，制约整体生产效率。为解决以上问题，公司构建“端 - 边 - 云”架构，实现设备数据实时传输与协同控制；通过 5G+AI 视觉检测、智能故障诊断等场景，提升质检精度与设备运维效率；搭建全流程数据溯源体系，保障生产合规性；打造智能物流与仓储系统，优化资源调度，推动生产模式向智能化、高效化升级。

三、建设方案

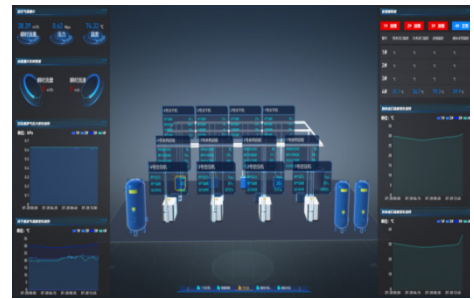
采用“端 - 边 - 云”三级架构，端侧接入窑炉、拉丝机、AGV、空压机等设备，通过 5G CPE、5G 模组与网关实时采集工艺参数、设备运行状态等数据；边侧部署深信服超融合平台搭建边缘云，承载设备故障预警、参数调节等实时运算，联动 DCS、MES 等系统，实现本地化决策与工艺闭环；云侧采用宿城区主用、宿迁市备用双 UPF 共享模式，实时业务经 UPF 本地分流至边端低时延处理，非实时数据上传高硅氧大数据平台集中存储分析，保障业务连续性与数据安全。

四、应用场景

◎ 场景类型 1：生产单元模拟

构建三维虚拟厂区，通过 5G 切片实现参数毫秒级采集；边缘云平台搭建数字孪生模型，将

生产数据、工艺参数、环境数据实时映射至模型。依托5G高带宽特性，支持万级终端并发接入，保障每秒万条数据实时传输；凭借低时延优势，实现生产过程与虚拟模型微秒级同步。参数采集时延 $\leq 10\text{ms}$ ，虚实同步精度达微秒级，可支持100+种生产场景模拟，设备数据传输稳定性达99.9%。



◎ 场景类型 2：远程设备操控

针对窑炉设备，加装温度传感器与智能调节阀，5G网络实时回传窑炉内温度场分布数据。操控员通过远程控制中心可视化界面调整加热电极功率，温度异常时系统自动触发PID算法优化，快速下发控制指令。温度偏差控制在 $\pm 5^\circ\text{C}$ 以内，产品达标率100%，远程操控指令响应时间 $\leq 200\text{ms}$ ，窑炉稳定运行时长提升30%。



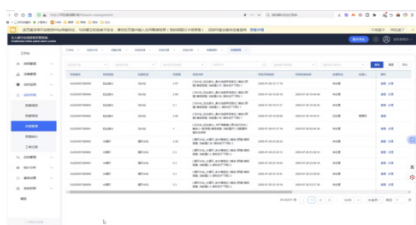
◎ 场景类型 3：设备协同作业

将生产设备、工业机器人与AGV组成协同生产单元，工业机器人负责打包环节，自动调整抓取角度与张力，通过5G网络实时反馈打包信号；基于5G授时定位，确保设备时钟同步精度达 ± 1 微秒。AGV借5G获取工位物料需求，经AI算法动态调整路线，成型工段缺料时自动调度AGV取货，同步调整制浆设备出料速度。原料短缺响应时间 ≤ 30 秒，产线停机率降低30%，设备协同作业效率提升40%，冷却系统与窑炉功率匹配度达95%。



◎ 场景类型 4：设备故障诊断

关键设备部署多类型传感器，通过5G网络传输运行数据；平台结合知识图谱与机器学习算法，实时分析数据，检测到异常立即触发报警，按严重程度分级推送至维护人员，同时整合设备运行参数、故障记录等数据，快速定位故障原因并生成维修方案。故障定位时间缩短60%，设备平均无故障时间延长50%，维修方案生成效率提升70%，生产线稳定运行率达98%。



◎ 场景类型 5：生产现场监测

高硅氧窑炉区域部署温度传感器，5G 专网实时传输热场分布数据至边缘计算节点，系统自



动分析温度梯度，局部温差超阈值立即预警；厂区布设 UWB 定位信标，实现人员实时定位，智能安全生产管理系统动态调整安全等级。高危区域安装智能摄像机，AI 行为识别系统自动抓拍未佩戴防护装备、违规操作等行为。温度预警响应时间 ≤ 1 秒，人员定位精度 $\pm 10\text{cm}$ ，违规行为抓拍率 98%，安全事故发生概率降低 40%。

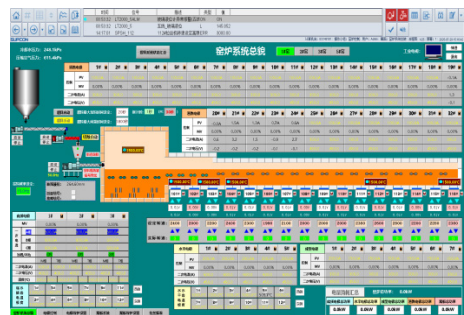
◎ 场景类型 6：机器视觉质检

玻纤滤纸成品检测工段部署 AI 视觉检测设备，对滤纸表面进行全幅扫描；基于 Transformer 架构的缺陷分类模型，可识别油污、褶皱等隐蔽缺陷，AI 视觉服务器通过多算法识别产品缺陷。构建质量缺陷知识图谱，整合历史检测数据与工艺参数，通过模型迭代机制持续提升缺陷识别准确率。缺陷识别准确率达 99.2%，油污、褶皱等隐蔽缺陷识别率 97%，质检效率较人工提升 5 倍，产品漏检率降至 0.8%。



◎ 场景类型 7：工艺合规校验

原料投料环节，料罐处部署压力传感器与扫码设备，5G 网络实时传输高硅氧原料重量、批次信息至 DCS 与 MES 系统，投料量偏离工艺配方时，立即触发投料暂停并推送预警工单至配料站。高硅氧窑炉加装温度传感器矩阵，5G 边缘云平台实时模拟熔融状态，温度梯度超阈值时自动调整加热电极功率。投料偏差响应时间 ≤ 5 秒，窑炉温度控制精度 $\pm 3^\circ\text{C}$ ，工艺合规率提升至 99%，产品不良率降低 25%，窑炉熔融环节稳定性提升 35%。



◎ 场景类型 8：生产过程溯源

生产现场扫码枪、工位机、传感器等通过 5G 网络与边缘计算节点互联，实时采集物料编码、设备运行参数及人员操作信息；高硅氧纤维生产环节，熔融窑炉温度、拉丝设备转速等数据经 5G 毫秒级传输至云端，与产品批次 ID 绑定存储。每卷玻纤滤纸赋予唯一二维码，集成 MES、ERP 及 DCS 系统，产品异常时可回溯制浆阶段工艺数据。数据采集时延 $\leq 5\text{ms}$ ，生产过程溯源查询时间缩短 80%，异常根源定位效率提升 90%，形成闭环质量控制，溯源数据完整性达 100%。

◎ 场景类型 9：生产能效管控

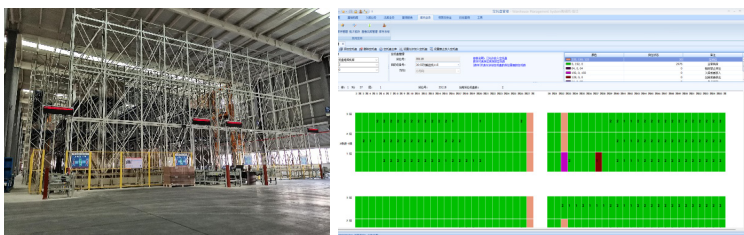
部署智能电表、水表、空气质量传感器等设备，实时监测窑炉、空压机、环保设备等高耗能设备用能情况；安装环境监测设备，采集 pH 值、COD 等污染物浓度数据，通过 5G 网络传输至云平台。当检测到排放浓度接近限值时，系统自动触发预警，构建全流程动态监测网络。能耗数据采集频率 1 次 /15 秒，污染物预警响应时间 ≤ 10 秒，窑炉能耗降低 15%，空压机能耗降低 12%，环保达标率 100%。

◎ 场景类型 10：厂区智能物流

AGV 控制系统与 MES 系统集成，结合原料消耗预测模型，提前 15 分钟生成动态配送指令。AGV 搭载激光雷达与 5G 视觉传感器感知环境，复杂场景下通过 5G 动态优化路径，辊道侧 5G 压力传感器监测物料消耗，缺料时 AGV 20ms 内重算路径。AGV 定位精度 ± 5 cm，单程配送时间波动 ≤ 10 秒，关键工位供料中断率 0%，物流调度效率提升 60%，原料配送准时率达 99.5%。

◎ 场景类型 11：厂区智能理货

建设智能立体仓库，货物经传送带输送至扫码区域，PDA 扫码设备自动采集 SKU 编码、批次、重量等信息，5G 网络实时传输至 WMS 系统。WMS 系统按实时库存、货物周转率及保质期优化存储位置，优先将高频出库货物分配至立仓底层；立仓内 RGV 搭载 3D 视觉传感器，接到 AGV 送达信号后自动抓取存放货物，并回传位置信息更新库存。货物扫码识别时间 ≤ 2 秒，库存更新延迟 ≤ 5 秒，理货效率提升 70%，空间利用率提升 35%，货物存储准确率达 99.8%。



◆ 五、建设价值

1. 经济价值

依托“端 - 边 - 云”架构与设备联网，5G 技术显著优化生产效益。设备故障定位效率提升，减少停机损失；AGV 物流调度效率提升 60%，保障关键工位连续供料；AI 视觉质检漏检率降至 0.8%，产品不良率降低 25%；窑炉能耗降低 15%，年节约能耗成本可观，整体生产效率提升 30% 以上，增强产品市场竞争力，为公司创造稳定经济效益。

2. 社会价值

5G+UWB 定位实现人员厘米级监控，违规行为抓拍率 98%，安全事故率降 40%，保障员工安全；废气废水实时监测，污染物预警响应 ≤ 10 秒，环保达标率 100%，助力绿色生产；构建工业互联网平台，集成多系统实现数字化转型，为玻纤行业提供可复制的 5G 应用方案，带动产业链智能化升级，推动区域制造业高质量发展。

浙江省绍兴市

15. 精工国际绿色建筑钢结构 5G 工厂

浙江精工国际钢结构工程有限公司

一、项目概述

浙江精工国际 5G 工厂项目建设依托 5G 技术解决传统钢结构生产中数据传输慢、设备协同弱等痛点，提升生产效率、构件精度与交付能力，以“5G+ 工业互联网”融合创新增强国际竞争力。精工国际 5G 工厂打造“1+2+N”架构，部署 5G 专网支撑工厂智脑与数据中心，通过 5G 实现了生产流程、设备管理、质量控制和智能物流等环节的全面升级，自主研发 SSIM2.0 工业互联网平台，建设 5G 专网、核心设备联网率 100%，设备实现实时管控，落地绿色制造与智能应用。

二、建设需求

本项目源于企业数字化转型与新型工业化推进中的困境：传统钢结构生产受国外软件垄断，设备通信协议不统一、数据分散成“信息孤岛”，网络化协同弱；人工生产与质检效率低、精度差，设备响应滞后，难匹配高端市场需求。

精工国际建设 5G 工厂是破局关键，依托 5G 低时延、大带宽、广连接特性，破解传统网络瓶颈。核心需求包括：建 5G 专网与统一数据底座，消除互联壁垒；开发自主数字系统，实现全流程数字化管控；借 5G+AI、物联网实现设备协同、智能检测与实时调度，推动生产从“人工驱动”转向“数据驱动”，提升竞争力，打造钢结构新型工业化标杆。

三、建设方案

该项目以“5G + 工业互联网”为核心，构建“云-边-端”协同架构。网络层建 5G 专网，实现厂区 100% 信号覆盖、关键设备 100% 联网，部署边缘计算节点及 1136 台（套）端侧设备。

云侧搭 SSIM2.0 平台，集成 OA、MES 等系统；应用层落地 5G+AI 质检、智能焊接、AGV 运输等场景，赋能构件全生命周期数字化管控。同步建数字孪生平台，实现车间三维监控与调度，推动制造绿色精益，打造可复制的“5G + 钢结构智能制造”模式，成行业转型标杆。

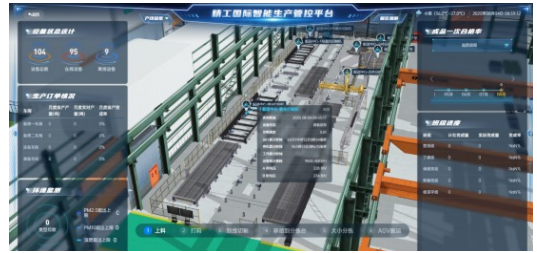


四、应用场景

◎ 场景类型 1：生产单元模拟

项目以生产单元建三维数字孪生模型，还原车间布局、设备运行与物料流转，集成生产线及

测量设备数据。借5G专网低时延特性，将1136台设备实时数据经边缘计算同步至虚拟模型。虚拟模拟预拼装、优化工艺，预警问题。价值显著：虚拟预拼装降80%成本，调度效率升50%，构件返修率降60%。



◎ 场景类型 2：柔性生产制造

项目融5G技术，搭H型钢柔性智能生产线，含组立、焊接等单元，集成进口焊接机器人与激光设备，覆盖4-16米规格。



借助5G专网低时延特性，设备数据经边缘计算实时传控系统与“工厂智脑”，实现动态调参与协同调度。价值显著：单班年产8000吨，焊速达700mm/min，人员减60%，合格率99.5%，切换时间缩40%。

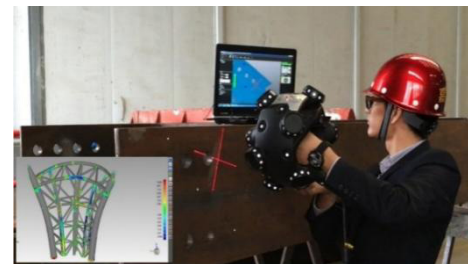
◎ 场景类型 3：精准动态作业

项目部署国内首台（套）智能切割分拣全自动生产线，集成激光扫描、机械臂与传感器，覆盖构件切割到分类全流程。借助5G专网低时延，识别数据经边缘计算传“工厂智脑”，实现动态分配与调度。成效显著：切割效率提1.5-2倍，准确率、配套率100%，人员减70%，降低误差与成本。



◎ 场景类型 4：现场辅助装配

项目以“5G+数字化预拼装”升级现场装配，借5G高带宽低时延，传构件点云数据至平台，结合BIM比对偏差。工人通过AR/VR终端调指导图、收指令，实现远程协同。此方案解传统传输慢等问题，预拼装效率升40%+，精度提30%，返工率降50%，缩周期15天，成可复制范式。



◎ 场景类型 5：机器视觉质检

项目在焊接产线部署工业相机与红外传感器，借5G高带宽低时延，实时传焊缝图像至边缘云做AI分析，缺陷识别准确率超98%。

5G解决传统网络问题，实现移动全覆盖质检，数据联动MES形成闭环。投用后，质检效率升60%，人工成本降50%，年减质量损失超300万元。

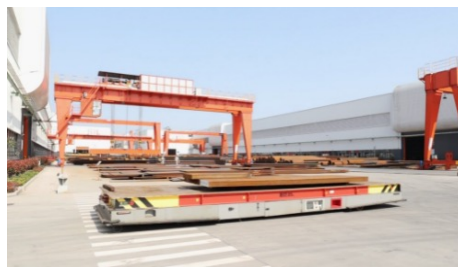


◎ 场景类型 6：生产现场监测

项目在焊接产线部署工业相机与红外传感器，借 5G 高带宽低时延，实时传焊缝图像至边缘云做 AI 分析，缺陷识别准确率超 98%。5G 解决传统网络问题，实现移动全覆盖质检，数据联动 MES 形成闭环。投用后，质检效率升 60%，人工成本降 50%，年减质量损失超 300 万元。

◎ 场景类型 7：厂区智能物流

项目部署多台 5G 联网 AGV，借助 5G 高可靠低时延与边缘计算，实现 AGV 集群实时调度、动态路径规划，解决传统 Wi-Fi 问题。系统集成 MES、WMS，完成全流程物料转运，5G+UWB 实现厘米级定位。投用后，物流效率升 50%，人工成本降 60%，日均转运超 800 吨，成可复制标杆。



◎ 场景类型 8：生产过程溯源

项目为作业人员配 5G 工业 PDA，在关键工序实时采集人、机、工艺等数据，借 5G 高带宽低时延实现毫秒级上传同步，保障移动中稳定连接。

数据形成构件“数字档案”，实现全流程一键溯源。应用后，采集效率升 70%，追溯响应缩至分钟级，返工率降 45%，交付资料周期缩 60%。

◎ 场景类型 9：生产能效管控

项目在重点用能设备装 5G 物联网传感器，实时采能耗数据，借 5G 高并发低时延传至能源管理平台，破传统网络瓶颈。结合 AI 分析用能、预警异常，优化设备参数，实现能耗精准核算。应用后，年综合能耗降 12%，年省成本超 240 万元，推动绿色低碳转型。

五、建设价值

1. 经济价值

项目融合 5G、AI 等技术，实现生产全流程数字化管控，覆盖多关键环节。人均产值升 30%+，年省人工成本超 800 万元，设备利用率提 35%，能耗降 12%。生产异常响应缩 70%，返工率降 45%，交付周期压 20%，提升履约能力与客户满意度。同时降低传统劳动力依赖，增强柔性制造能力，助力拓展高端市场，其可复制性也为承接大型项目提供技术背书，提升核心竞争力与盈利能力。

2. 社会价值

项目成传统制造业转型标杆，推动钢结构行业绿色智能化升级，年减碳排放超 3000 吨，为工业减排提供路径。5G+AI 提升本质安全，降低事故风险，改善作业环境。培养复合型人才，带动区域人才集聚与技能升级，经验向产业链辐射，助力产业集群发展。作为国家战略实践典范，提供可复制的“精工模式”，具广泛社会影响力与行业引领价值。

江苏省淮安市

16. 中天钢铁集团（淮安）新材料有限公司 5G 工厂

中天钢铁集团（淮安）新材料有限公司

一、项目概述

淮安中天 5G 工厂项目聚焦钢帘线生产全流程智能化升级需求，基于 5G-A 新型工业网络和智能控制系统，部署覆盖超 6000 台工业设备的 5G-A 网络，打造“设备互联、数据互通、管控协同”的智能化生产体系；引入云化 PLC（vPLC）和 C2MM 架构，实现工艺控制云端化及从客户到制造端、设备端的实时闭环；融合人工智能与边缘计算等技术，建设具备年产 160 万吨超高强精品钢帘线能力的智能化工厂。项目实现了从“人控”到“智控”的跨越，形成行业标杆，推动钢帘线产业向高端化转型。

二、建设需求

在推进新型工业化的征程中，传统制造企业开展数字化、网络化、智能化转型时，普遍面临一系列严峻挑战。核心问题体现在：一是“数据孤岛”现象严重，生产设备种类繁多、协议不一，导致数据采集与互联互通壁垒高筑；二是网络支撑能力不足，传统有线或 Wi-Fi 网络在复杂工业场景下灵活性差、易受干扰，难以满足海量工业设备高可靠、低时延的实时通信需求；三是 IT 与 OT 系统融合困难，数据价值无法在管理与控制层间充分流动，制约了智能分析与决策优化。

三、建设方案

中天钢铁集团淮安新材料有限公司的 5G 工厂项目，以 5G-A 柔性专网为通信基础，结合云化 PLC 等关键技术，构建了一个深度融合 IT 与 OT 的智能化生产体系。该架构旨在实现生产全要素的互联互通，支持海量工业设备的稳定、低时延数据传输，为上层应用提供核心支撑。

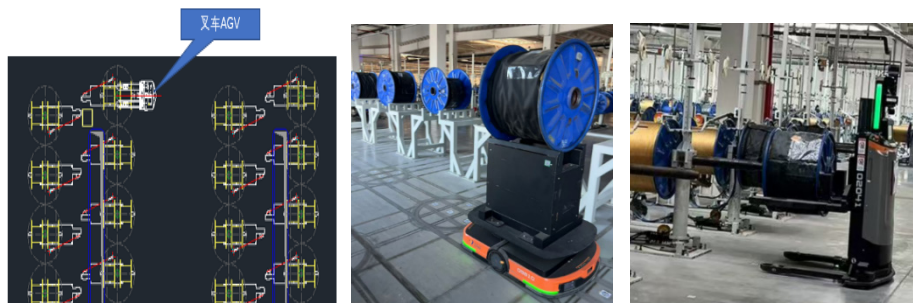
在基础设施建设方面，工厂部署了规模庞大的 5G 网络。以钢帘线六厂为例，其落地实施了全国钢帘线行业内最大规模的 5G 新型工业网络，能覆盖 6000 台工业设备和 500 余套工业移动终端。整个项目规划接入 5G-A 基站、交换机、多协议工业网关及边缘计算节点等核心设备，形成“设备互联、数据互通、管控协同”的智能化基础。

厂区现场的升级成效显著。在生产环节，湿拉车间通过 58 台智能机器人高效管理 2000 余台拉丝设备，机械臂仅需 28 秒即可完成工字轮的精准抓取与安装，实现了 24 小时无人值守，生产线所需员工从 20 多人减少至 2 人。在物流领域，近 1000 台 5G-AGV 无人搬运车灵活穿梭，结合成品发货智能调度系统，使提货车辆等待时间缩短了 20%，达成了“一小时”快速进出厂的目标。

四、应用场景

◎ 场景类型 1：厂区智能物流

中天钢铁构建了钢帘线行业无人化物流网络。项目依托下沉式 5G 专网和宏微协同组网技术，部署 140 余台 5G AGV，配合超 10 公里的全自动化物流通廊，实现从盘条原料入库到成品出库的全流程无人化运输。帘线车间升级 AGV 导航技术，将潜伏 AGV 导航方式从二维码切换成激光 SLAM，大大增加 AGV 配送到位精度。合金、湿拉产线的叉取式 AGV 升级后激光栈板识别功能，识别放线机台底座中心，穿轴放货故障由 100 次 / 天降至 1 次 / 天以下。项目通过 IWMS 与 WMS、MES 三方接口统一交互协议，毫秒级同步任务状态，解决无锁竞争导致仓位重复任务、仓位状态更新延迟或丢失、系统宕机任务状态不可追溯等问题，人力成本减少约 22%。



◎ 场景类型 2：柔性生产制造

项目柔性生产体系融合了 5G 专网与边缘计算等技术，针对多产品混线生产切换慢、个性化不足问题，通过 MES 集成智能机器人及控制系统打造柔性制造单元，结合高级计划排产系统与标准化接口、模块化结构，利用智能任务编排技术实现产线快速切换。湿拉放线区域线架实现自动转换叫料功能，接近传感器根据钢丝使用情况触发气缸旋转机台，检测到旋转到位后，MES 精准触发叫料，AGV 即时转运原料，达成仓储到产线无缝衔接，自动作废余料避免干扰。调车放行时间从 8 小时缩至 5 小时，手工记录错误率降 70%。设备调试达标率 98%，扭转调整效率提 50%。备件管理优化年节约成本 15%。数据电子化实现放行记录 100% 可追溯，质量异常响应从 24 小时压缩至 4 小时。

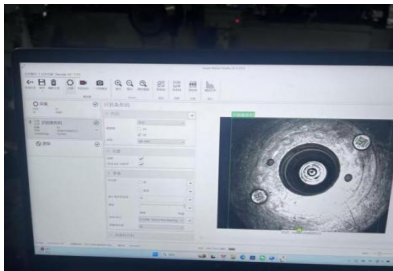
◎ 场景类型 3：设备协同作业



物流端 AGV 群依托 5G LAN 构建独立虚拟专网，结合超 10 公里自动化物流通廊与智能算法，实现原料配送、工序衔接精准协同，换型时间缩短 40%。生产端运用数字孪生建立虚实映射，知识图谱解析设备状态与工艺参数关联，动态优化 AGV 运输节拍及机器人作业路径，湿拉放线设备的接近传感器根据钢丝使用情况触发气缸旋转机台，检测到旋转到位后，MES 精准触发叫料，AGV 接收指令开始配送，支撑多规格钢帘线订单柔性切换，支持跨区域人机协同与故障处置。

◎ 场景类型 4：机器视觉质检

中天钢铁通过 5G、AI 与光纤光栅传感器，实现钢帘线生产全流程的智能化、高精度质量检测。



依托下沉式 5G 专网与宏微协同的基站架构，部署 5G+AI 视觉系统，通过 5G 网络高速、低时延传输特性，实时回传帘线扭转过程的高清图像至服务器，由 AI 算法对扭转形态进行智能识别与判定，并将检测结果即时下发至生产终端。实现异常工况 30 秒内快速预警，大幅提升质量控制与响应效率。

◎ 场景类型 5：工艺合规校验

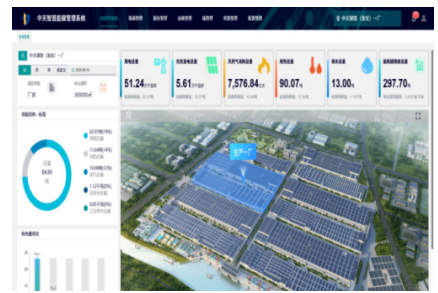
在工业合规校验方面，系统深度融合 5G 与 AI 技术，尤其在成品自动包装环节，通过机器人自动码垛并实时检测托盘隔板摆放位置及状态，利用 5G 网络高速回传摆放图像至服务器，由 AI 算法智能判别是否有隔板，位置是否合格，并即时将判定指令下发至执行机构，实现包装过程的实时自检与精准操控。

◎ 场景类型 6：设备预测维护

设备的预测性维护对钢铁企业至关重要，以双捻机的扭转轴为例，单厂区扭转轴数量超 3200 根，如突发损坏导致非计划停机占比高，年维修成本达 92 万元。通过 5G 网络、AI 与工业物联网技术，实现“一轴一码”全生命周期追踪；集成温度、振动传感器（如图），通过 5G 新型工业网络秒级回传数据，从而实时掌握轴承磨损状态。系统基于实时参数与历史数据构建失效模型，根据不同工况设定温度、振动阈值，当监测到异常时自动触发报警，工程师可结合参数趋势图、维修记录综合研判，一键生成预测性维护工单，从而实现早干预、早介入。

◎ 场景类型 7：生产能效管控

融合 5G 与工业物联网技术，构建了覆盖能源管理、设备调度、工艺优化的全流程能效闭环。系统部署 2 万+ 数据点位，部分电耗、气耗、水耗传感器通过 5G 连接，采集能耗数据，并通过“能源一张图”展示能耗情况，对电耗、气耗、水耗等参数进行同步分析。中天钢铁开发设备最优速度管控系统，在核心设备中应用 AI 算法动态调节生产节拍，结合峰谷电价策略实现“避峰就谷”生产。同时，对 170 兆瓦屋顶光伏电站的绿电出力曲线进行实时追踪，监测光伏发电设备的状态、关键指标和系统的运行状态，并预测光伏发电趋势。将光伏发电占比提升至厂区总用电量的 35%，推动吨钢综合能耗较传统模式下降 10%。实现厂区的电费支出降低约 25%。



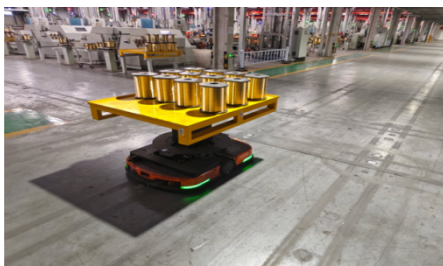
◎ 场景类型 8：生产单元模拟

深度融合 5G、三维建模及工艺参数智能计算模型，通过 5G 采集的数据实现实时同步、实时

检测。基于历史生产数据、原料性能数据训练模型，实现从帘线到湿拉、合金、中拉、大拉工序的逆向参数自动生成与优化。结合深度学习技术对生产过程中温度、张力等多维度数据进行实时分析，实现参数异常预警及调整策略推荐，包括设备运行、环境参数及工艺指标，构建跨工序参数逆向生成模型。系统构建“物理设备 - 虚拟模型 - 决策系统”三层架构，数字孪生还原生产场景，调试废品率从 15%–20% 降至 5% 以内，年减少原料浪费超 3 吨，研发效率提升 80%，加速产品上市节奏。

◎ 场景类型 9：生产现场监测

通过 5G 云化 PLC 集控平台，应用 5G+ 视觉检测 + 智能机器人，以 5G 传感器为核心技术枢纽，构建全场景企业安全防护网。温湿度传感器、高清摄像头等通过 5G 网络连接，可实时采集生产环境数据，及时准确对生产隐患进行预警；5G 摄像头快速识别违规操作风险，通过 5G 网络数据高速传输，构建风险数据库，通过数据挖掘实现风险预判。安全事件发生时，5G 传感器驱动系统快速协调资源处置，最大限度降低损失。5G 传感器贯穿全流程。



◎ 场景类型 10：全域物流监测

中天钢铁 TMS 管理系统依托 5G 技术实现全流程可视化管控。在 5G 高带宽、低时延、广连接特性支撑下，可实时捕捉运输车辆的精准位置信息，定位精度达亚米级，复杂仓储环境、多遮挡运输路线中，也能避免信号中断导致的轨迹“断档”，确保从原料入厂到成品出厂的每一段运输路径都清晰可溯。同时，5G 技术让车辆轨迹数据实现毫秒级回传，系统可同步关联车辆载重、行驶速度、车厢温湿度等关键数据，一旦出现超速、偏离预设路线、异常停留等情况，能立即触发预警并推送至管理人员终端，实现风险的即时干预。同时对数百辆运输车辆进行轨迹并行监控，打通物流运输“最后一公里”，实现降本增效与安全管控的双重目标。



五、建设价值

1. 经济价值：通过借助 5G 技术，实现了全流程的智能化生产，直接提升了运营效率。其生产效率提高了 20%，同时人力成本节约了近 50%。通过实现物料的无人化吞吐和智能调度，成品提货车辆的等待时间缩短了 20%，物流效率得到有效提升。此外，工厂的能耗降低了 10%，并通过应用光伏发电等绿色技术，降低了运营成本，践行了绿色制造理念。

2. 社会价值：该项目已成为行业智能化转型的标杆，其成功经验为传统制造业的“智改数转”提供了可复制的解决方案。工厂通过校企合作共同培养人才，为产业升级输送了专业人才。在环境保护方面，工厂通过节能降耗和部署屋顶光伏，有效减少了二氧化碳排放，并通过废酸等生产废料的循环再利用，实现了资源的绿色循环。

湖南省株洲市

17. 时代新材创新中心 5G 工厂

株洲时代新材料科技股份有限公司

一、项目概述

时代新材是中国中车一级子公司，聚焦多领域材料及集成产品研发生产，综合国际化指数超40%。公司创新中心5G工厂项目采用4A级架构，搭建数字化工厂整体架构，以5G专网为基础，推进云平台、自动化产线及智慧物流建设，深度融合5G与生产场景。项目打造柔性制造、透明过程、精益管控三大能力，建成具有推广示范意义的5G智慧园区，助力智能制造产业升级，多项成果获国资委、工信部等单位认可，入选国家级5G工厂名录。

二、建设需求

在推进数字化、智能化转型以及新型工业化的过程中，时代新材遭遇了若干关键挑战：业务流程效率低下、信息传递存在障碍，迫切需要通过数字化手段进行优化；传统生产模式调整耗时过长，难以适应多品种小批量的市场需求，亟待提高生产线的灵活性；生产过程中信息的不透明和不可靠性导致质量问题和延误频发，需要加强全流程的监控；管控模式存在资源浪费，且物流作业过度依赖人工，流转效率低下，限制了运营效率的提升。为了痛点问题，必须构建包括5G专网、云平台及数据治理体系在内的新型基础设施。通过将5G技术与生产制造深度融合，针对性地解决流程、生产、管控、物流等核心问题，支撑企业向智能制造的升级转型，实现高质量发展。因此，建设5G工厂成为时代新材的必然选择。

三、建设方案

时代新材基于5G运营管理平台，构建“端-边-云”协同的5G智能工厂架构，深度融合5G与智能装备技术，打造具备动态感知、实时分析、自主决策、精准执行的智能制造能力。

端侧（智能装备层）：部署新一代高效喷砂机、物料周转机器人、视觉识别装置、自动立体仓库及AGV配送小车等智能装备，作为数据采集与执行终端，筑牢智能制造硬件基础。

边侧（网络与数据采集层）：全面部署5G专网，满足移动设备与远程监控需求，为工业物联网提供高可靠网络支撑；搭载工业物联网平台，实现底层装备、传感器数据的全面感知、采集与实时预处理，保障数据低时延流转。

云侧（业务与数据层）：构建企业私有云平台，整合高性能计算与存储资源，支撑数字化系统稳定运行；建立统一数据中心，汇聚全业务链数据，通过大数据技术分析赋能决策，配套数据安全管理体系保障数据安全；搭建企业服务总线，集成CRM、PLM、MES、WMS等系统，打破信息孤岛，优化业务流程，深挖数据价值为全业务赋能。

四、应用场景

◎ 场景类型 1：远程设备操控

依托新型传感器与 PLC 自主编程技术，实现机车弹性元件硫化工序全流程自动化作业，核心演示双底模硫化设备自动进出模场景。自动化流程清晰可控：产品硫化计时结束后，设备依次自动开模、移出底模、顶出产品；电磁吸盘精准动作，取出产品置于工作台，再转向铁件存放盘吸附铁件并放入模具。注射机同步启动塑化，待飞边胶皮清理完毕，设备自动合模、加压、注射胶料、排气，随即进入新一轮硫化计时，全程无需人工干预，闭环完成产品自动进出模作业。



◎ 场景类型 2：设备协同作业

依托 5G 专网平台，联通胶料预成型与硫化工序设备，实现协同作业。流程为：硫化工序通过 MES 系统发起叫胶申请→上位系统获取需求及挤出机群组待机、胶料状态→向目标挤出机下达挤出指令，同时向 AGV 发起配送申请→AGV 取胶料后配送至对应硫化机端。此模式取代原有人工叫料、挤胶、触发 AGV 的流程，优化人员 3 人。



◎ 场景类型 3：精准动态作业

依托 5G 专网与 IT/OT 融合技术，在空簧自动化装配线部署上位控制系统，作为底层装备与上层信息系统的调度中枢。系统固化装配线电气、MES 报工等业务流程与数据流逻辑，自动感知机械手、PLC 关键点位数据，判断作业进度，按规则向上层 MES 发起要料、载具查询等指令，由 MES 联动 WMS、AGV 调度物流，实现业务与数据闭环，推动工序无人化变革。



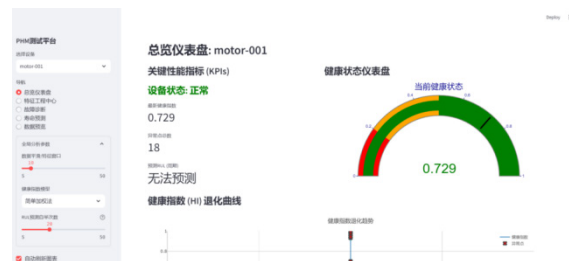
◎ 场景类型 4：机器视觉质检

引入 AOI 视觉识别技术，针对轨道交通减振产品一系簧左、右件多工况装模定位易错问题，通过训练模型实现高精度识别。视觉检测装置、算法模型与硫化设备 PLC 对接，集成气动收缩、吊模防护等 6 大功能。改造后，相关硫化机台累计生产 9 种类型左、右件 1297 件，零生产错误，彻底解决装模定位错误问题。



◎ 场景类型 5：设备预测维护

4000T 平板硫化机作为核心生产设备，其稳定性直接影响产品质量、生产节拍与订单交付。为规避突发故障风险、降低定期检修成本，项目以设备电机为研究对象，搭建 PHM 测试平台，借助 5G 与 IOT 平台实时采集分析关键数据，构建过程数据与零部件故障的关联性，实现设备健康状态监控、早期故障预警及诊断功能，后续将持续优化预测模型。该方案有效保障设备稳定运行，减少非计划停机与维修成本。



◎ 场景类型 6：生产现场检测

核心目标是通过 5G 网络，实时采集工厂设备生产数据并上传物联网平台存储，为上位系统数据分析提供支撑。采集依托工业网关完成，经 5G 专网将数据上传平台，覆盖车间生产设备、电表等。其中弹性元件车间重点采集硫化机生产过程中的温度、压力、硫化时间等关键数据，确保数据实时传输与稳定存储，为数字化运营筑牢数据基础。

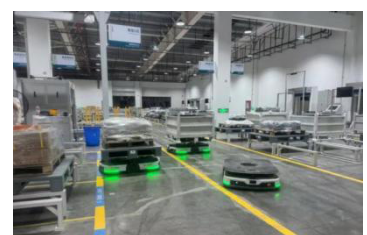


ID	设备名称	设备ID	所属车间	所属设备	所属系统	采集频率	采集时间	采集数据	采集状态
1	硫化机	S-001	弹性元件车间	硫化机	温度	10s	2023-07-21 15:21:11	120.5	成功
2	硫化机	S-002	弹性元件车间	硫化机	压力	10s	2023-07-21 15:21:11	1.2	成功
3	硫化机	S-003	弹性元件车间	硫化机	硫化时间	10s	2023-07-21 15:21:11	180	成功
4	硫化机	S-004	弹性元件车间	硫化机	温度	10s	2023-07-21 15:21:11	120.5	成功
5	硫化机	S-005	弹性元件车间	硫化机	压力	10s	2023-07-21 15:21:11	1.2	成功
6	硫化机	S-006	弹性元件车间	硫化机	硫化时间	10s	2023-07-21 15:21:11	180	成功
7	硫化机	S-007	弹性元件车间	硫化机	温度	10s	2023-07-21 15:21:11	120.5	成功
8	硫化机	S-008	弹性元件车间	硫化机	压力	10s	2023-07-21 15:21:11	1.2	成功
9	硫化机	S-009	弹性元件车间	硫化机	硫化时间	10s	2023-07-21 15:21:11	180	成功
10	硫化机	S-010	弹性元件车间	硫化机	温度	10s	2023-07-21 15:21:11	120.5	成功

数据分析提供支撑。采集依托工业网关完成，经 5G 专网将数据上传平台，覆盖车间生产设备、电表等。其中弹性元件车间重点采集硫化机生产过程中的温度、

◎ 场景类型 7：厂区智能物流

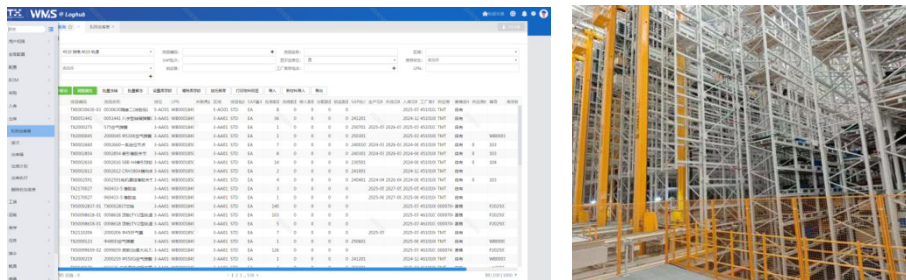
搭建提升机 + 空中连廊 + AGV 的立体复合配送网络，依托 5G 低时延、大带宽、广连接优势，通过 WCS、RCS 系统智能调度 60 余台 AGV。系统对接 MES、WMS 指令，实现立库与工序、工序间无人自动配送，借助智能路径规划计算最优路线，实时更新应对异常。



该模式减少搬运人员、降低劳动强度，提升配送效率与透明度，为工厂自动化、数字化转型提供支撑。

◎ 场景类型 8：厂区智能理货

建设 2.5 万 + 仓位智能立体仓库，依托 WMS 系统实现物料出入存自动化、透明化、智能化管理。通过堆垛机、输送线等设备完成自动化作业，融合大数据构建逻辑算法模型，实现物料、货位精准定位与动态管理，识别仓储全生命周期、分析库龄减少损耗，动态盘点实现精细化管理。该方案提升空间利用率，减员减负、提效降错，实现物料透明化管控与全生命周期管理。



◎ 场景类型 9：生产能效管控

聚焦工厂能源精细化管理与零碳建设，通过数字化手段实现节能减排与产品碳排放全生命周期核算。建立三级能源计量体系，依托 5G 计量表、5G 专网及 IOT 平台，实时采集园区至设备层电、水、气等能源数据；搭建能碳管理系统，贯通多系统数据，涵盖指挥驾驶舱、碳足迹计算等功能模块。最终实现工厂、产线、产品等多层级能耗与碳排放精准核算，支撑碳足迹核算与降碳分析。



◆ 五、建设价值

1. 经济价值

设备改造后实现联网率 100%，节约有线网络投资 50 万元。搭建 5G 网关纳管平台及远程监测系统，网络故障处理及时率提升 70%，优化网络运维人员 1 名，降本提效成效显著。

2. 社会价值

时代新材创新中心 5G 工厂项目成功落地，为同行业制造企业提供示范，其 5G 专网支撑的自动化、数字化、智能化场景及业务模式具备借鉴价值。项目既助力企业塑造形象、培育可持续竞争力，也有效推动 5G 技术在制造业的广泛推广。

江苏省南通市

18. 全链路云端协同的功能性薄膜

5G 智能制造工厂

康辉南通新材料科技有限公司

一、项目概述

康辉南通新材料科技有限公司聚焦高端功能性薄膜智能制造全流程数字化转型需求，基于“端-边-云协同架构”打造5G工厂。通过部署5G专网保障数据安全与低时延，部署边缘计算节点实现实时控制与工艺参数毫秒级下发，构建工业互联网平台集成MES、WMS等系统，开发AGV物流、机器视觉质检、远程操控等九大5G应用场景。项目实现生产全要素实时互联、生产效率与产品质量显著提升，形成“5G+智能生产-柔性制造”行业标杆，推动制造业高端化转型。

二、建设需求

康辉南通公司作为高端功能性薄膜制造领域的领先企业，原有生产模式存在三大核心问题。一是传统网络难以支撑海量设备实时互联，AGV、PDA等移动终端在复杂车间内存在漫游中断、带宽瓶颈，制约生产数据的无缝采集与柔性调度；二是各业务系统（如MES、ERP）间形成“数据孤岛”，导致决策滞后，难以实现全流程协同优化；三是核心生产环节如薄膜厚度精准控制、质量全程追溯，对网络的超低时延与高可靠性要求苛刻，现有WiFi和有线网络不再满足核心生产要求。

三、建设方案

本方案以“端-边-云”协同架构为核心，构建覆盖全厂的高速、智能、柔性智能制造基础设施。通过5G专网实现设备全互联，边缘计算节点保障实时控制与数据处理，工业互联网平台统一调度生产资源，形成数据驱动、响应敏捷的数字化工厂体系。

5G网络方面：采用独立5G专网模式，在总机房部署2台UPF设备互为主备，实现数据本地化处理与不出园区，确保低时延与高安全性。各车间汇聚机房加装5G RRU设备，完成全厂5G室分信号覆盖，支持5G模组终端直连，并通过5G CPE将传统WiFi/Ethernet设备接入5G网络。有效解决移动终端在复杂环境中的漫游中断与带宽瓶颈问题，为机器视觉质检、远程操控等高实时场景提供稳定可靠的无线连接。

边缘计算方面：在全厂12条薄膜产线旁共部署36台边缘服务器，每产线配置3台服务器搭建虚拟机平台，承担前端数据实时处理、工艺参数下发与产线控制任务。边缘节点依托5G专网低时延特性，实现设备数据就近分析与即时反馈，大幅提升薄膜厚度控制、质量追溯等核心环节的响应速度与精度，同时强化了数据在本地处理的安全保障。

工业互联网平台：云侧构建基于私有云平台，配备 3 台服务器及 21T 共享存储，并在此平台上部署 41 台虚拟机，集成 MES、WMS、AGV 调度等核心系统。平台实现全厂生产数据统一汇聚、资源动态调度与业务协同，支撑智能物流、远程运维等九大 5G 应用场景落地，形成从边缘实时控制到云端全局优化的闭环管理能力。

四、应用场景

◎ 场景类型 1：机器视觉质检

在生产线上部署高精度红外线在线测厚仪，通过 5G CPE 或内置模组接入 5G 网络。利用 5G 网络的大带宽和低时延特性，将采集到的高清薄膜厚度图像数据实时、无损地传输至边缘计算节点或 DCS 系统。系统即时分析厚度均匀性，一旦发现偏差，通过 5G 网络在毫秒级内将调节指令反馈至生产线模头，实现厚度参数的自动闭环控制，厚度控制精度提升超 30%，产品 AA 率（优质品率）显著提高，同时实现 100% 在线全检，质检效率提升 80% 以上。



◎ 场景类型 2：厂区智能物流

为全场 25 辆 AGV 智能小车配备 5G 模组，替代传统的 Wi-Fi 网络。利用 5G 网络的低时延 (<20ms) 和广连接特性，实现 AGV 与控制系统的实时、稳定通信。AGV 在仓 - 车间移动时实现无缝漫游、零中断，并能完成高精度定位、多机协同调度与实时避障。通过与云端 AWMS（自动化仓储管理系统）的 5G 实时数据交互，实现与立库、输送链的自动接驳，形成完整的智能物流闭环。



◎ 场景类型 3：远程设备操控

在薄膜生产线关键设备（如布鲁克纳收卷机）上部署传感器与控制器，通过 5G 网络与中控室 DCS 系统相连。利用 5G uRLLC（超高可靠低时延通信）特性，在中控室实时获取设备全量运行参数的高保真画面与数据，并可对设备进行远程反向控制与参数调节。当生产线参数异常报警时，专家甚至可通过 5G 网络进行远程诊断与干预，无需亲临高温、高噪的现场环境。



◎ 场景类型 4：生产现场监测

通过 5G 网络广泛连接产线上的能耗传感器、设备振动传感器和视频监控，大带宽特性支持海量监测数据并发上传。数据在边缘侧进行实时分析，计算设备稼动率、得膜率、单位能耗等关键指标，并通过 5G 实时同步至云端 MES 系统。管理者可通过大屏或移动终端，实时、透明地掌控全厂生产状态与能源消耗，通过实时能耗监测与优化，单位产品生产能耗降低约 5%。

◎ 场景类型 5：厂区智能理货

为仓库及车间配备 149 台工业级 PDA，通过内置 5G 模组直接接入 5G 网络。利用 5G 网络广覆盖、低时延的特性，工作人员在仓库、车间、质检区移动扫码时，网络连接稳定无中断。扫码数据通过 5G 网络实时回传至云端 WMS/MES 系统，即时更新库存状态，实现成品、原料的快速出入库、盘点与信息绑定，并与 AGV 系统联动，实现账实实时同步，物料信息流与实物流同步率 100%，减少产线等待。



◎ 场景类型 6：生产过程溯源

利用 5G 广连接特性，将条码打印机、PDA、各工序读写器等设备无缝接入网络。在生产每个环节（投料、拉伸、分切、包装）通过 PDA 扫描条码，5G 网络确保全流程溯源数据被实时、准确地采集并上传至 MES 系统。形成一个贯穿“原料 - 生产 - 质检 - 入库”全生命周期的数字孪生体，可通过产品唯一码快速反向追溯其所有生产信息与工艺参数。

◎ 场景类型 7：协同研发设计

在研发实验室，为蔡司场发射扫描电子显微镜等高端研发设备配置 5G CPE。利用 5G 大带宽特性，将微观结构的高清图像、能谱分析数据等大型文件，高速、稳定地传输至边缘云或私有云上的仿真设计平台。研究人员可远程协同，进行材料成分分析与性能模拟，加速新产品的研发迭代与验证过程，构建“研发 - 测试 - 仿真”一体化数字流程。支持异地、多角色在线协同研发，协同设计效率提升 35%，大型研发数据传输时间减少 70%，助力研发周期缩短约 20%。

◎ 场景类型 8：精准动态作业

在布鲁克纳一体化智能薄膜生产线上，通过 5G 网络为 DCS 系统、PLC 控制器和各执行单元构建一个高可靠、低时延的“神经网络”。利用 5G 网络 uRLLC 能力，确保横向拉伸、纵向拉伸、

收卷等各段精密工序间的控制指令精准同步与微秒级联动，实现根据不同订单要求（如厚度、宽度）的产线参数自适应调整与柔性化生产。

◎ 场景类型 9：柔性生产制造

以 5G 作为“信息总线”，无缝连接 ERP、MES 与产线控制系统。销售订单通过 5G 网络从 ERP 实时同步至 MES，MES 系统基于 5G 回传的实时设备利用率与状态，动态生成并下发排产计划至具体产线。5G 确保了计划指令的实时可靠送达，使整个生产系统能够像“乐高”一样快速重组资源，响应市场变化，实现以订单驱动的柔性制造。

◆ 五、建设价值

1. 经济价值

本项目通过全流程智能化升级，实现了显著的降本增效。生产效率提升超 20%，单位产值能耗降低约 5%，产品优质品率与设备综合利用率显著提升。运营成本的降低与柔性制造能力的增强，直接提升了企业市场响应速度与盈利能力，投资回报率可观。

2. 社会价值

项目成功打造了功能性薄膜制造领域的“5G+ 工业互联网”应用标杆，为区域传统产业数字化转型提供了可复制的先进经验。通过技术升级，推动了产业向高端化、绿色化发展，减少了碳排放。同时，项目的示范效应吸引了产业链上下游资源集聚，助力区域经济高质量发展与新型工业化建设。

江苏省无锡市

19. 基于全生命周期追溯的高性能特种管材 5G 工厂

江苏银环精密钢管有限公司

一、项目概述

江苏银环精密钢管有限公司(银环控股全资子公司,国家高新技术企业)深耕特殊管材30余年,聚焦高端领域,产品屡获金杯奖等荣誉,入选国家级5G工厂。本次投入2500万元的5G+新一代信息技术应用项目,集成5G、物联网、AI等技术,落地智能展示、安防、视觉检测等多场景,实现制造数据采集可视化与全要素追溯,有效管控生产执行,树立行业标杆。

二、建设需求

传统生产中,轧机、热处理炉等设备数据采集滞后,依赖人工记录导致生产状态反馈慢,品控缺乏实时数据支撑;设备互联度低形成“数据孤岛”,MES系统与设备终端协同不足,难实现全流程动态调度。精密钢管生产对操控精度要求高,但传统模式下远程运维响应慢、故障排查滞后,虚拟产线构建缺乏网络底座。因此,需破解生产实时性、管控精准性难题,实现“网络协同+数据驱动”,以推进新型工业化。

三、建设方案

银环精密钢管以设备物联平台为核心,构建企业级工业互联网平台,打通设备层、网络层、平台层,实现人、机、料、法、环协同。

从5G工厂端、边、云三层架构来看,端侧依托天翼比邻模式构建5G专网,独立部署10G-UPF接入电信机房,以40台有源室分prru设备覆盖车间,采用3.5G频段,通过DNN切片绑定终端及物联网卡,搭配5GCPE实现5G与工业网络高效转换及数据分流,筑牢设备互



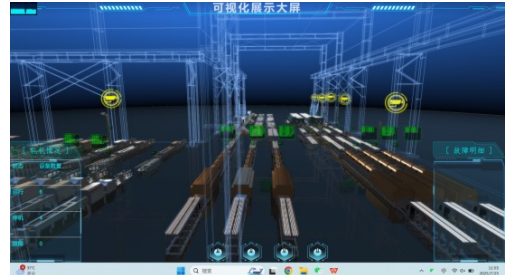
联根基;边侧在工厂数据中心设核心边缘计算节点,部署HIE、HSE等网管,支持OPC UA、

Modbus等协议,无缝对接各类设备,整合车间数据开展实时分析并向云端上传非实时关键数据;云侧与华标工业互联网平台互联,实现端、边、云数据分层管理,支撑企业级工业互联网平台构建,推动人、机、料、法、环协同配合。

四、应用场景

◎ 场景类型 1：生产单元模拟

建设 5G 混合专网实现全覆盖，以建模仿真技术构建设备、产线、车间及工厂的数字孪生体系。通过 5G CPE 采集上传设备数据，实时同步虚实状态、融合异构模型。设备异常时，系统快速定位问题、给出方案并预测影响，助力提前决策；可视化平台支撑模拟优化，将换产时间从 8 小时压缩至 3 小时内。



◎ 场景类型 2：协同研发设计

5G 网络下，构建覆盖“标准复用 - 三维协同 - 仿真优化 - 知识沉淀”全生命周期的研发管理生态。依托 PLM 系统管控设计数据源头，借数字孪生打通跨地域协同，研发效率提升 40%，典型产品研发周期缩至 12 周内。

物料号	规格	材料	规格	生产数量	废品数量	废品率(%)	生产数量	废品数量	废品率(%)
100-0000	2	21.00	0.51	1000	1100	0	0	0.00	0.00
100-0001	2	21.00	0.51	1000	1100	0	0	0.00	0.00
100-0002	2	21.00	0.51	1000	1100	0	0	0.00	0.00
100-0003	2	21.00	0.51	1000	1100	0	0	0.00	0.00
100-0004	2	21.00	0.51	1000	1100	0	0	0.00	0.00
100-0005	2	21.00	0.51	1000	1100	0	0	0.00	0.00
100-0006	2	21.00	0.51	1000	1100	0	0	0.00	0.00
100-0007	2	21.00	0.51	1000	1100	0	0	0.00	0.00
100-0008	2	21.00	0.51	1000	1100	0	0	0.00	0.00
100-0009	2	21.00	0.51	1000	1100	0	0	0.00	0.00
100-0010	2	21.00	0.51	1000	1100	0	0	0.00	0.00
100-0011	2	21.00	0.51	1000	1100	0	0	0.00	0.00
100-0012	2	21.00	0.51	1000	1100	0	0	0.00	0.00
100-0013	2	21.00	0.51	1000	1100	0	0	0.00	0.00
100-0014	2	21.00	0.51	1000	1100	0	0	0.00	0.00
100-0015	2	21.00	0.51	1000	1100	0	0	0.00	0.00
100-0016	2	21.00	0.51	1000	1100	0	0	0.00	0.00
100-0017	2	21.00	0.51	1000	1100	0	0	0.00	0.00
100-0018	2	21.00	0.51	1000	1100	0	0	0.00	0.00
100-0019	2	21.00	0.51	1000	1100	0	0	0.00	0.00
100-0020	2	21.00	0.51	1000	1100	0	0	0.00	0.00

◎ 场景类型 3：设备协同作业



公司以 5G 为核心，连接智能设备 PLC 等控制终端，实时采集设备运行状态、工序进度等生产数据，与产供销平台、SCADA、AGV 调度、产线协同及设备上位系统互联互通；通过 5G 专网连接 AGV 与产供销系统，实现原材、半成品、成品动态路径规划。

依托 5G 网络，产供销系统开展排产调度。全自动轧机搭配数控 PLC、工业触摸屏等系统及管坯检测装置，实现边轧制边上下料的不停机生产，减少尺寸偏差；检测数据经 5G 实时上传云端，不合格品由产供销系统调度 AGV 自动分拣至返工区，实现设备协同。

◎ 场景类型 4：远程设备操控

AGV 接入智能物流平台，实时接收产供销指令，动态调路径避障，支持远程召唤、多车协同搬运；产供销系统可远程启停冷轧机等设备，异常时远程调参，实现远程操控，设备综合 OEE 提升至 89%。



◎ 场景类型 5：机器视觉质检

5G + 在线激光扫描技术对管材长度、椭圆度、弯曲半径等关键尺寸三维建模检测，精度达 $\pm 0.05\text{mm}$ 。数据经 5G 专网同步至产供销系统，自动匹配工艺参数，形成检测 - 补偿 - 修正闭环。

◎ 场景类型 6：设备故障诊断

5G 专网实时传输设备运行数据，依托设备智能运维平台与数字孪生平台，结合历史故障数据、LSTM 神经网络及知识图谱构建设备故障预测诊断模型，分析振动信号频域特征，提前 3-7 天预警潜在故障。故障时自动定位原因、生成维修工单，孪生平台可回溯 30 天数据，输出维修优先级排序，减少设备损耗

◎ 场景类型 7：生产现场监测

5G 网络支撑下，生产车间、仓库等区域部署传感器、摄像头等设备，通过生产运行风险动态监控技术，24 小时不间断监测设备状态、人员操作及环境参数，实现设备、气体浓度、综合环境精准监测。能耗管理平台监控车间用电量，超阈值自动报警；温湿度、气体浓度传感器保障作业环境安全。



◎ 场景类型 8：厂区智能物流

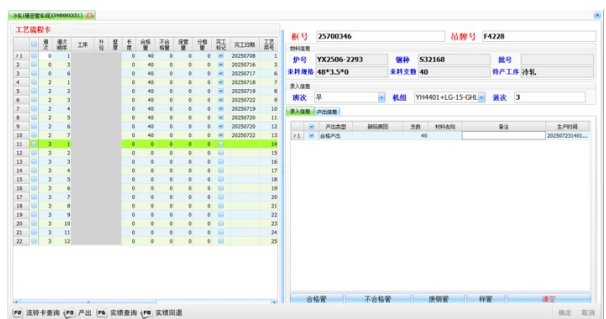
通过 5G CPE 将 AGV 小车、PDA 等物流设备接入 5G 专网，产供销系统增设智能仓储模块，采用条码、二维码、射频识别技术标识追踪物料。物料出入库环节依托堆垛机、输送机等自动化设备，实现快速装卸搬运；构建 5G+AGV+WMS 系统，物料出入库效率提升 20%。

◎ 场景类型 9：厂区智能理货

5G 扫码枪将物料条码数据实时上传云平台，借助 AI 光学字符识别技术，自动识别货物标识、外观等信息，实现车间货物实时盘点管理。云平台与产供销系统实时交互，完成货物按需码放、品质定级、实时分拣等自动化智能操作；5G + 仓储系统采用优化算法选择最短路径，实现“由货到人”，提升物料流转效率。

◎ 场景类型 10：生产过程溯源

借助 5G + 条码、二维码、RFID 等标识技术，赋予每件产品唯一身份标识。质量相关数据集成



至产供销系统质量管理模块，每批次产品通过档案关联合同、子项及生产班次。运用数据分析工具深挖追溯数据，定位质量问题根源，制定针对性改进措施，实现产品质量持续优化。

◎ 场景类型 11：生产能效管控

安装智能电表、燃气表、水表等能耗采集设备，依托 5G 网络构建能源数据采集网络。通过能耗综合建模仿真软件对能耗数据建模分析，开发能源平衡调度系统，结合生产计划与实时能耗实现能源优化调度。设备物联平台集中监视管理分散设备的运行、安全及能耗状况，优化设备运行状态。



五、建设价值

1. 经济价值

(1) 核心产品核电蒸发器 690 合金 U 形传热管打破国外垄断，2024 年产能超 1000 吨、创效 3.14 亿元，使公司成为国内唯一、全球仅四家掌握该工艺的企业；

(2) 项目推动单位产值综合能耗降 20%，设备运维成本降 30%，采购成本降 12%，生产效率提 30%，产品次品率降 15%–25%，订单交付周期缩 20%–40%。

2. 社会价值

(1) 作为江苏省先进级智能工厂（智能制造能力成熟度 4 级），带动 10 余家上下游企业数字化水平提升 25%；

(2) 项目打破国外五十余年技术封锁，承担 4 项国家科技重大专项子课题，实现核电“卡脖子”技术自主可控，填补国内相关产品空白，保障国家能源安全。获评江苏省绿色工厂，单位产品碳排放降 8%，水资源重复利用率 98%，危废减量 80%。

福建省泉州市

20. 福地（石狮）新材料科技有限公司 5G 工厂

福地（石狮）新材料科技有限公司

一、项目概述

福地（石狮）新材料聚焦复合短纤维生产全流程数字化转型需求，基于“端边云协同架构”打造 5G 工厂。通过部署 5G 虚拟专网融合工业以太网实现全厂 5G 覆盖，部署边缘计算节点支撑工艺参数毫秒级下发与实时数据处理，整合 ERP、IOT、WMS 等系统开发智能理货等 8 大场景。项目实现设备联网率 100%、生产能效提升 22%、故障响应时间缩短 60%，形成“5G+ 协同研发 - 智能生产 - 绿色制造”标杆，推动化纤行业高端化转型。

二、建设需求

福地（石狮）新材料作为化纤行业龙头企业，原有生产模式存在三大核心问题。一是生产设备“孤岛化”，前纺、后纺等设备数据未互通，依赖人工记录，数据滞后且误差率超 8%；二是物流仓储效率低，传统人工调度 AGV、管理立库，订单出库周期长达 48 小时；三是能耗管理粗放，缺乏实时监测手段，能源浪费严重，单位产品能耗高于行业均值 12%。

三、建设方案

采用“端 - 边 - 云”协同架构：端侧主要部署 200 余台智能设备，通过 5G 工业网关实现数据采集与联网；边侧主要依托边缘计算服务器与网关，支撑工艺参数毫秒级下发与设备状态实时监控；云侧整合 ERP、IOT、WMS 等系统，构建工业互联网平台，打通研发 - 生产 - 管理数据链路。

1、5G 网络方面：部署 1 个室外宏站、1 个室内微站，实现厂区 5G 信号全覆盖；采用 5G 虚拟专网，共享泉州电信 UPF，保障数据不出园区。替换原有 Wi-Fi，通过 5G 工业路由器实现 AGV、PDA 等终端灵活接入；保障 AGV 调度时延 < 20ms，智能立库扫码成功率 > 99.8%。

2、边缘计算方面：部署边缘服务器与 5G 工业网关，支持工艺参数实时下发与设备数据清洗，实现 AGV、机械臂等设备毫秒级响应。

3、工业互联网平台：整合 IOT、WMS 与 ERP，构建数据中台；部署边缘存储服务器，实时分析振动、温度等设备数据。

四、应用场景

◎ 场景类型 1：生产单元模拟

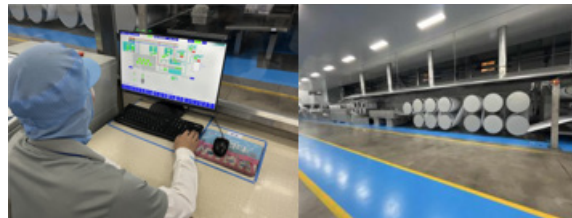
前纺实验线部署 SCADA 系统，通过 5G 网关接入 5G 专网，1:1 复刻产线数字孪生模型。实验线温湿度、压力等 200 余个工艺参数经 5G 实时传输至 IOCT 平台，动态优化纤维张力控制精度至 ±0.5%；车间 PC 端基于 5G 专网远程操控配电房 SCADA 系统，实现虚拟仿真与实体生产

协同。该场景使研发周期缩短 40%，一次投产成功率提升至 98%，参数调整响应时间 $\leq 20\text{ms}$ 。



◎ 场景类型 2：设备远程操控

后纺车间牵伸机、卷绕机等设备通过 5G 网关接入 5G 专网，中控室中央控制平台基于 5G 低时延 ($\leq 20\text{ms}$) 特性，实时下发丝束张力、温控阈值等参数指令；设备运行数据（如电机电流）经 5G 回传，系统自动校验参数生效状态并生成操作日志。该场景使换批操作效率提升 30%，人工干预减少 75%，设备参数执行准确率达 99.8%。



◎ 场景类型 3：设备协同作业

前纺工序中的投料机械臂、纺丝设备、AGV 等通过 5G 网关接入 5G 专网，机械臂依托 5G 实时传输视觉数据精准抓取原料，干燥、熔融设备同步工艺参数（温度 / 压力），高速视觉检测系统识别疵点后锁定异常设备，AGV 自动转运半成品。该场景使设备指令响应效率提升 40%，前纺工序自动化率达 100%，原料浪费减少 15%。

◎ 场景类型 4：设备故障诊断

后纺牵引机部署振动、温度传感器，通过 5G 网关接入 5G 专网，实时传输运行数据至边缘计算节点；IOT 系统结合 AI 算法分析数据，识别轴承磨损、温度异常等故障（准确率 $> 95\%$ ），同步推送维修方案至运维终端。该场景使设备故障响应时间缩短 60%，停机率降低 45%，运维成本减少 25%。

◎ 场景类型 5：设备预测维护

前后纺关键设备电机部署 ICP 型振动传感器，通过 5G 网关接入 5G 专网，实时采集振动加速度信号（精度 $\pm 0.1\text{m/s}^2$ ）传输至边缘节点；IOT 系统基于机器学习构建 20 + 故障特征模型，实现不平衡、轴承磨损等异常秒级预警（准确率 $> 92\%$ ），异常时生成振动热力图指导维修。该场景使电机非计划停机减少 75%，维护成本降低 40%，设备寿命延长 15%。



◎ 场景类型 6：厂区智能理货

仓储区域的智能立库、自动打包机及传送带等，通过 5G 网关接入 5G 专网，实现自动打包机称重，贴标数据经 5G 同步至 ERP，传送带工控机实时管控运行状态，智能立库堆垛机与 WMS 系统交互实现货物自动存取；5G 专网作为工业以太网备用网络，保障数据传输连续性。该场景使库存盘点准确率达 99.8%，人工干预减少 85%，单日吞吐量提升 60%。



◎ 场景类型 7：厂区智能物流

前纺与后纺之间部署 22 台 AGV，内置 5G 模组接入 5G 专网。AGV 基于 5G 低时延 ($\leq 20\text{ms}$) 特性接收 WMS 系统指令，动态规划路径并避障，定位精度达 $\pm 5\text{mm}$ ；完成料框叉取、跨区域转运后，经 5G 回传任务完成状态，异常时自动触发充电请求。该场景使 AGV 任务响应速度提升 60%，物流人工成本降低 40%，跨区域转运效率提升 50%。

◎ 场景类型 8：生产能效管控

工厂内通过 5G 专网连接 160 台智能电表和 10 台涡街流量计，实时采集水电气消耗数据传输至 IOT 系统；系统生成能耗统计报表，动态优化空压机、空调运行参数，光伏系统发电数据经 5G 同步至管理平台实现“发 - 用 - 耗”闭环。量化价值：单位产品能耗降低 12%，年节约能源成本 80 万元，能耗异常识别时间缩短至 5 分钟。



五、建设价值

1. 经济价值：项目落地后，单位产品能耗降低 12%，年节约能源成本 80 万元；仓储、生产人工成本合计降低 25%，年节省人力成本约 150 万元；产品不良率下降 15%，减少返工损失 60 万元；库存周转率提升 30%，盘活资金约 500 万元。预计年均直接经济效益超 340 万元，投资回收期 3 年。

2. 社会价值：推动化学纤维行业数字化转型，形成可复制的“5G + 化纤生产”方案；年减少 CO₂ 排放 1105.48 吨，助力“双碳”目标；提升生产安全性，设备故障预警率达 95%，减少安全生产事故风险；创造 10 余个数字化运维岗位，培养 5G 工业应用人才，助力新型工业化发展。

江苏省常州市

21. 华润化学材料 5G 工厂

华润化学材料科技股份有限公司

一、项目概述

华润化学材料 5G 工厂项目是公司推动数字化转型与智能化升级的重点工程。项目以 5G 新一代信息技术为核心，融合工业互联网、大数据、云计算及人工智能技术，通过部署 5G 双域专网突破传统 Wi-Fi 与 VPN 限制，实现厂区 99.96% 的 5G 无缝覆盖。部署边缘 AI 算力池，集成 WMS、AGV、APS 等 6 大核心系统，落地精准动态作业、AI 安全巡检等 8 大场景。创新投用 5G+ 智能巡检机器人，实现 24 小时设备监测与故障排查；落地 5G+AI 视频检测，对人员违规及安全隐患秒级响应；构建 5G+ 数采分析系统，实时采集设备数据，形成“5G+ 智能感知 - 实时优化 - 全域协同”示范，引领化工新材料行业高端化、绿色化、安全化转型。

二、建设需求

华润化学作为化工行业重点企业，原有生产模式存在三大核心问题。一是聚合反应车间原料反应条件苛刻，一旦异常易引发严重事故，传统安防手段难以及时准确监测；二是熔炉、热加工车间等高温区域以及粉末涂料生产等粉尘防爆区域，对监控和管理的要求高，原有手段不足，存在安全隐患；三是能耗管理粗放，数据采集主要依赖设备自带功能，数据颗粒度粗、管理不够精细，缺乏实时监测手段，能源浪费严重。

三、建设方案

采用“五横三纵”总体架构：横向覆盖基础设施、数据中台等五层，纵向贯穿标准规范与安全体系，形成云网边端一体化数字底座。通过部署 SA 模式 5G 专网，实现 CP1-CP4 车间、SSP1-SSP4 车间、仓储区域、动力中心及室外道路等全域 99.9% 覆盖，保障生产设备、AGV、智能仪表等终端高效互联。

5G 网络方面：部署 20 个室外宏站、50 个室内分布系统，采用 5G 双域专网技术，通过 SPN/PTN 打通网管 CE 层，并依托 IP 承载网 VPN 连接至集中部署的 EMS 系统，实现数据不出厂区与低时延传输。替换传统 Wi-Fi 网络，支持 AGV、智能巡检机器人等终端灵活接入，确保移动设备调度稳定性与数据安全性。

边缘计算方面：设立 2 个边缘计算节点，扩建数据中心基础设施，支撑工艺参数毫秒级下发与设备数据实时清洗。通过 50 个温振传感器、20 个摄像头及 30 台智能仪表，实时采集设备状态、能源数据及视频流，依托边缘节点实现本地化分析及预测性维护。

工业互联网平台：整合智能仓储系统（WMS）、能源管理系统及 AGV 调度系统，构建统一

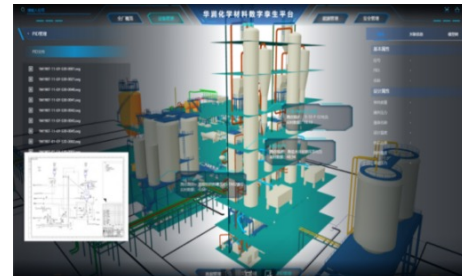
数据中台。通过边缘服务器与云平台协同，实现对生产能效、设备健康状态的实时监控与优化，支撑智能排产、精准作业等核心应用场景。

项目分四阶段实施（周期 24 个月），总投资 1000 万元，预计实现年降本 200 万元、生产效率提升 20%、能耗降低 15%、设备故障率下降 30%，打造化工行业 5G 智能工厂标杆。

四、应用场景

◎ 场景类型 1：协同研发设计

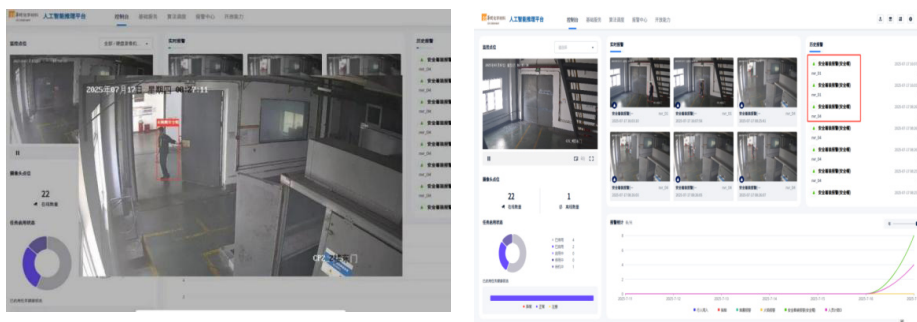
定制数字孪生平台，通过全厂区建模和部署的 5G 网关，实现重点区域重点设备的综合管理；产品在全生命周期内的信息通过 5G 传输上云，研发、设计、生产及销售人员均可及时获取最新信息，大幅缩短产品研发周期，实现开发管理水平的飞跃。



◎ 场景类型 2：生产能效管控

部署能源管理系统（EMS）。新增 5G 数据采集网关实时采集水、电、气等能源数据；在关键用能设备部署能源监控设备，结合 5G 网络高速率、低时延特性，将数据汇总至服务器，实现能源数据实时监控。该场景的应用，解决了原有生产线上能源利用效率低、资源浪费严重的问题，确保了设备的正常运行和能源的合理分配。同时，通过精细化管理，优化了物料供应链，减少了物料的浪费和损耗。接入根云平台后，结合数据采集、分析和可视化技术，实现了生产数据的实时监测和动态展示。

◎ 场景类型 3：生产现场监测

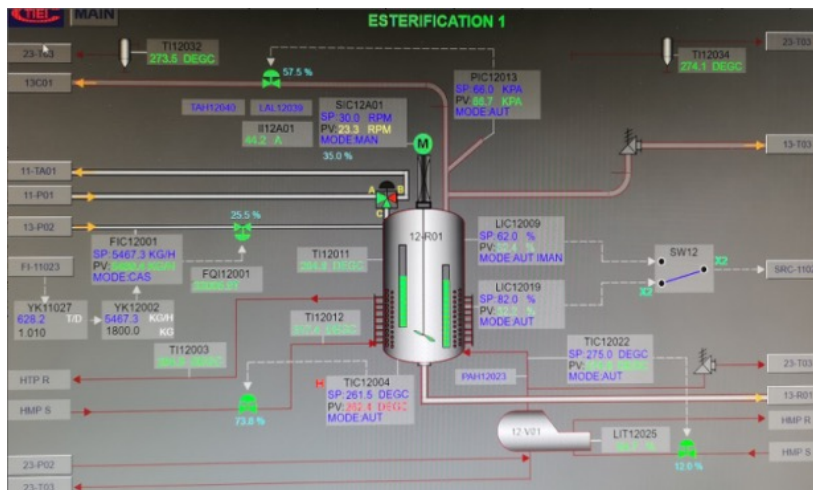


5G+ 高清摄像监控 +6S 数字管理平台融合应用，在生产车间、仓库、出入口等关键区域部署 32 路海康威视高清网络摄像机，结合边缘计算与 AI 算法，搭建 6S 数字管理平台，集成安全态势感知、人员行为规范、员工防呆防错、车间生产可视化展示等功能；利用 5G 专网卡连接摄像头，减少综合布线，实时传输视频数据至算力服务器，通过优质算法实现重点区域人员未正确佩戴安全帽告警。平台具备 AI 智能视频服务能力，可实时对人、车、物进行识别与行为监测；基于 5G 网络切片与边缘计算，满足视频流 AI 算法对高可靠性、低时延的需求，实现监控节点灵活

部署与即时防控。应用后，平台在人脸识别、人员入侵监测、着装规范检查、安全穿戴监控、人车分道管理等场景识别准确率达 95% 以上，显著提升厂区安全管理水平与生产效率。

◎ 场景类型 4：精准动态作业

部署 5G+ 吨袋原料精准投料系统，基于 5G 技术，融合高精度传感器与边缘计算，实时监控反应釜内温度、压力等关键参数，实现对投料设备的高速、低延迟精准操控；通过 5G 专网连接传感器捕获温度、压力及投料速率数据，借助边缘云计算分析能力，精准预测并调整投料速率与投放量，确保原料投放精确无误。



◎ 场景类型 5：工业合规校验

搭建 IoT 平台，结合 5G 低时延、高可靠性，实现 5G+MES+IoT 平台融合应用，对生产过程进行实时监控与智能化管理；通过 5G 网络实时读取 MES 系统中温度、压力、流量等工艺参数，设置告警阈值，异常时精准定位告警产品批次与设备，便于快速排查与处置，确保生产过程稳定与产品质量一致。该场景不仅减少产品缺陷与不良率，还通过生产数据收集分析发现瓶颈与潜在问题，为工艺改进与技术创新提供支持；据统计，质量损失率从 2023 年 0.53% 降至 2024 年 0.3%，产品不良率从 0.5% 降至 0.32%，提升产品稳定性与可靠性。

◎ 场景类型 6：设备预测维护

对预聚釜、终聚釜等关键设备加装温振传感器，进行智能化改造，设备温度振动数据通过 5G 专网，传送到数据服务器进行数据清洗、分析，对设备健康状态进行实时监控和预测。故障诊断速度和准确性显著提升，设备故障诊断时间相比传统人工现场诊断时间缩短了 75%，大幅提高了产能效率和设备运行稳定性。

◎ 场景类型 7：厂区智能理货

5G+ 自动码垛机 + 一箱四码融合应用，借助 5G 专网，码垛机快速接收并分析中央控制系统实时数据，提高运行准确性与安全性；5G 网络连接 SAP 系统 WMS 模块，确保垛位信息准确传输，

并通过PDA执行FIFO规则，保障出库货物信息准确；仓管利用5G专网卡登录“化学材料”APP进行出入库操作，与智能仓储系统（WMS）集成联动，有效保护工厂数据本地化流转，确保数据不出厂区。通过采用码垛机赋码和自动化管理，仓库每天仅需安排6人，直接减少人员6人。结合一箱四码溯源系统及码垛机的自动录入功能，避免了人工记录码垛信息的错误，提升了数据分析效率。订单准时交付率从原有的99.5%进一步提升至99.76%。该场景的应用，不仅优化了华润化学材料科技的仓储管理流程，还通过5G技术与自动化设备的深度融合，实现了仓储作业的智能化、高效化和精准化，为化工行业在智能仓储领域的创新实践提供了重要参考。

◎ 场景类型 8：无人智能巡检

5G+无人巡检设备+中移凌云平台融合应用，通过5G网络将拍摄的高清图片、视频及传感器数据实时传输至中移凌云平台，结合云存储、云计算与云数据库技术，对光伏板运行状态进行实时监测与智能分析；以无人巡检设备替代人工登高巡检，避免高空作业安全隐患，大幅提升巡检效率与准确性；通过多数据融合技术（如双光视频、GPS数据、温度数据等），光伏板巡检识别率提升一个数量级，准确率接近100%。

五、建设价值

1. 经济价值

华润化学材料科技有限公司5G工厂项目通过5G与工业互联网深度融合推动数字化转型，获得显著经济效益。产品交付周期从7天缩短至3天，增强客户信心；车间日产能提升130%，生产更透明精益；产品良率从90%提升至97%，实现精准控制与全程追溯；自主研发柔性化生产线，提升装备资源利用率；车间人员从150人减少至50人，降低人力成本并提高人效；资源利用率从15%提升至85%，实现资源科学配置；自动化设备以电力和清洁能源为主，减少污染，为绿色可持续发展奠定基础。

2. 社会价值

华润化学材料5G工厂项目以5G+工业互联网促进数字化转型，创造显著社会效益。它优化资源配置，降低成本并提升竞争力，为中小企业提供转型借鉴；推动产业链高端化，促进产业结构升级；催生新业态，助力制造业与服务业融合；带动上游协同，提升产业链竞争力，为行业和社会高质量发展赋能。

江苏省宿迁市

22. 斯迪克 5G 智能工厂

江苏斯迪克新材料科技股份有限公司

一、项目概述

江苏斯迪克新材料科技股份有限公司聚焦薄膜生产全流程数字化转型需求，基于“端-边-云”协同架构打造 5G 工厂。通过部署 UPF 下沉的 5G 专网与室分系统实现厂区深度覆盖，边缘侧部署 20 套网关完成协议适配与实时计算，云侧建设超融合平台并集成 MES、ERP、WMS 等系统，贯通研发、生产、仓储全流程。项目落地 13 个“5G+ 工业互联网”应用场景，全面提升生产效率、质量与管理水平，形成“5G+ 智能薄膜制造”标杆，推动新材料行业高端化转型。

二、建设需求

江苏斯迪克新材料科技股份有限公司原有生产模式存在三大核心问题。一是设备协同效率低，生产、检测、物流环节未实现互联互通，资源无法动态调配。二是质检过程滞后且依赖人工，缺陷识别不及时，物流调度响应缓慢。三是远程管控困难，参数难以实时调整，数据链路断裂，生产、质检、仓储等系统与 MES、WMS 孤立运行。

三、建设方案

项目采用“端-边-云”一体化架构，融合园区 5G 专网，实现生产全流程的数字化与柔性制造。通过端侧设备接入、边侧实时计算与云侧平台协同，构建覆盖研发、生产、仓储等环节的高可靠网络与智能管控体系，满足低时延、高可靠与确定性承载核心要求。

5G 网络方面：部署以室分系统、RAN、专网核心网及下沉 UPF 为核心的接入与网络层，结合 MEC 边缘计算与网络切片 / 优先级队列技术，为涂布、检测等关键工序提供确定性时延与高可靠承载。通过策略控制实现业务隔离与带宽保障，完成室内深度覆盖，确保数据实时、稳定传输。

边缘计算方面：在边侧配置边缘网关与服务器，单网关平均采集 430 个点位，实现近计算与本地闭环控制功能，包括 AGV 动态路径规划、AOI 缺陷快速识别、工艺参数实时调整等任务。通过边缘节点降低云端回传压力，提升响应速度与业务连续性，实现生产环节的即时优化与故障自愈。

工业互联网平台：基于云侧超融合平台提供 IaaS 与 PaaS 能力，部署企业级工业互联网平台及 MES、ERP、WMS 等业务系统。通过数据中台与主数据治理打通研发、生产、仓储等关键环节，实现全流程指标监控、质量追溯与运营决策支持，形成统一、协同的智能制造管理底座。

四、应用场景

场景类型 1：柔性生产制造

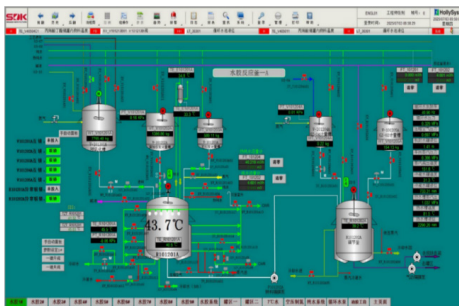
涂布复合机、淋膜机等关键设备通过 5G 网关接入无线网络，形成互联互通的设备集群。IOT

平台通过 5G 对设备运行状态进行实时监控，动态调整涂层材料供给速度、涂布机速度、压力控制和温度调节等关键参数，确保不同产品规格下的工艺稳定性。产线采用模块化布局设计，设备之间可根据订单需求的变化进行物理重构和逻辑关联，通过快速调整设备组合方式，实现不同类型薄膜产品的柔性切换。大数据技术贯穿生产全流程，实时采集设备运行数据、工艺参数和质量指标，通过分析模型动态优化生产计划与设备负载分配。当出现设备故障、紧急插单或产能瓶颈时，MES 基于实时数据快速重构生产任务，自动将订单拆分或合并，并分配到可用设备上执行。



◎ 场景类型 2：远程设备操控

胶水合成车间将 APC 系统与 DCS 通过 5G 网络深度集成，借助 5G 高带宽、低延迟特性，



让 APC 实时接收 DCS 传感器数据，快速调整控制参数，提升生产实时控制与优化能力。APC 系统依据实时数据动态优化生产参数，保障特性粘度等关键指标稳定。当进料波动时，其可调整催化剂添加量，经 5G 即时反馈至控制系统，减少人工干预并提高效率。同时，5G 高带宽支持大量设备与传感器接入，APC 整合多源数据、分析多变量耦合关系，

结合大数据分析机器学习算法优化复杂生产，在保证质量的同时优化能源使用、提升能效。此外，5G 冗余设计能在网络或设备故障时，推动生产快速切换至备用系统，避免单点故障影响，确保生产可控、可靠且安全。

◎ 场景类型 3：设备协同作业

工厂引入涂布复合机、淋膜机、AGV、智能立体仓库等智能装备，搭建行业领先的 PET 产线

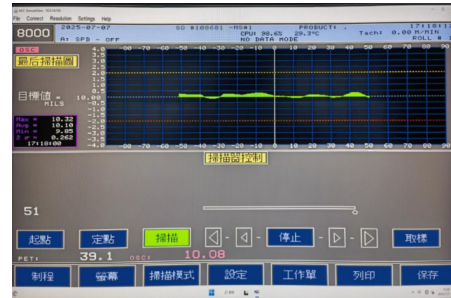


及涂布产线。通过 5G 网络实现设备间的高速通信与数据传输，进一步提升生产效率和系统响应速度。平野涂布机结合自动上下料机器人、自动包装机器人及 AGV 物流，实现原料自动上卷、

成品智能运输、成品自动包装等高效人机协同作业。通过 IOT 平台远程监控设备运行，管控设备状态与参数调整。产线引入分切机自动收卷机器人，基于视觉定位自动抓取成品卷完成卸料并放置缓存区；从空轴存储站自动抓取预装气胀轴，精准插入收卷工位卡盘，触发分切机启动新卷收卷，提升作业效率。

◎ 场景类型 4：精准动态作业

涂布工艺通过控制系统实现实时监测、数据分析与智能调控，构建“胶厚检测 – 偏差分析 – 参数调整 – 执行反馈”闭环，动态稳定涂布厚度、均匀性等关键参数。在线测厚系统实时获取胶层厚度数据，PLC 将其与预设目标值对比计算偏差，结合同步采集的设备参数做多维度关联分析。基于 PID 控制模型算出需调整的刮刀 GAP 值，由伺服电机驱动刮刀机构执行调整，位移传感器实时反馈刮刀位置 /GAP 值，确保胶厚快速收敛至目标范围。5G 连接保障设备间数据无缝流转与快速响应，使实时数据传输速度提升 40%，延迟降至 2 毫秒。智能算法结合实时闭环控制，显著稳定胶层厚度波动，精确控制胶体用量，让涂布过程胶体浪费率减少 18%，每米涂布面积胶体用量减少 12%。



◎ 场景类型 5：机器视觉质检

NDC 在线测厚、AOI 视觉检测设备、终端成品检验系统等智能检测设备通过 5G 网关接入网络，将机器视觉、图像识别、缺陷机理分析等先进技术与实际场景相结合，对光学膜微小的缺陷因素实现高精度检测、自动判别分析与质量预测，提高检测的准确性、快速性和全面性。涂布产线视觉检测系统，通过高速 CCD 摄像机与智能传感，在涂布生产运动中实时捕捉膜面细节，结合深度学习模型精准识别产品划痕、气泡等缺陷并标识。通过 5G 网络，检测数据迅速上传至控制系统，实现即时反馈，准确性提升 98%；通过分析缺陷类型和分布规律，判断产生原因，实时向涂布控制系统反馈，触发参数调整，形成“检测反馈修正”闭环控制，达到 99.5% 的高检测率，废品率降低 25%。

◎ 场景类型 6：设备故障诊断

依托 5G 网络的高速率、低延迟特性，传感器采集的温度、振动、能耗等设备数据实时传输至边缘计算节点与 IOT 平台，PMS 系统通过与 IOT 平台的紧密集成，实时获取来自 IOT 平台的设备状态数据。当系统检测到异常时，PMS 系统基于预设的诊断模型自动触发报警，推送详细的故障信息与处理建议给维修人员，并通过知识图谱技术关联设备的历史故障与维护记录，帮助快速诊断问题。通过设备宕机统计记录并分析设备的宕机情况，包括宕机时间、恢复时间等，找出故障频率和影响，为未来的故障预防提供决策支持。通过持续的故障数据分析，不断优化诊断模型和维修流程，确保设备得到及时修复，避免生产停滞，提升设备的运行稳定性和生产效率。

◎ 场景类型 7：厂区智能物流

搭建厂内智能物流平台及 AGV 集群，通过 RMS 系统实现 AGV 运动路线配置和任务调度，实时管控 AGV 运行情况，提高运输时效性。AGV 通过 5G 模组接入网络，实现高速、低延迟的数据传输。通过 WMS、RMS 与 MES 系统集成，基于计划需求与产线需求自动触发 AGV、智能立库调度，完成原辅料、半成品以及成品的拉动式配送与转运。通过 MES 系统进行机台叫料，

AGV 精准对接产线上下料工位，结合机器视觉与自动化机构完成上下料、搬运、配送工作，确保物料供应及时性和准确性，维持产线连续稳定运行，及时响应生产需求。构建 AGV 配送路径优化模型，通过 RMS 设置激光导航参数、地图数据及配送时间等关键要素，输出最优路径至 AGV 控制器，实现动态避障与最优分段式配送路径规划。



◎ 场景类型 8：厂区智能理货

通过建设智能立体仓库及仓储管理系统，建设厂内智慧仓储物流网络，对堆垛机、自动输送机、提升机、AGV 等仓储物流设备运行进行过程控制，通过 5G 技术，实现产线 - 仓储全程自感知无人化作业闭环。RFID 与视觉识别全域追踪物料信息，从生产线扫码触发需求，堆垛机 /AGV 集群秒级响应，全程零人工干预。通过 SAP/WMS/MES 系统集成，推动仓储作业全流程信息共享实现基于物料需求响应的拉动式生产，5G 网络的高带宽与大连接能力确保不同系统数据同步更加



高效。针对智能立库多规格卷料存储，构建 AI 库位分配模型。以卷料重量、类型等为输入，采用分类模型识别属性，结合强化学习与图神经网络优化分

配。考虑空间约束，使重型卷料置低层，轻型置高层：成品近出口，提升存储密度与周转效率。

五、建设价值

1. 经济价值

通过 5G 赋能的设备协同与智能调度，生产效率和柔性显著提升，AGV 调度效率提高 50%，换卷时间缩短 80%，人工成本降低 60%，整体能耗下降 15%；5G 联网 AOI 实现全流程质检，缺陷检出率达 99.5%，不良率降低 40%，有效减少返工与原料浪费，推动降本增效与质量提升并行；云边协同架构优化 IT 资源利用率，提高运维效率与订单承接能力，助力企业实现精益化与柔性制造。

2. 社会价值

建立新材料行业 5G 工厂标杆，率先落地 13 个“5G+ 工业互联网”场景，为行业提供可复制的数字化转型路径，推动 5G 技术在生产控制领域的深度应用，验证低时延、高可靠、广连接特性在工业制造中的适配性。带动宿迁地区 5G、装备制造与数字服务产业链发展，促进传统制造向高端化、智能化转型，助力区域新型工业化建设与高质量发展。

浙江省衢州市

23. 中天东方氟硅 5G 工厂

浙江中天东方氟硅材料股份有限公司

一、项目概述

浙江中天东方氟硅材料股份有限公司成立于 2006 年，位于浙江省衢州市，由中天控股与巨化集团共同投资组建，是一家专注有机硅产品研发、生产与销售的国家高新技术企业，主要从事有机硅单体、中间体及下游深加工产品的研发、生产和销售。公司以“创造品质生活”为使命，依托浙江省“5G+ 工业互联网”政策，建设 5G 全连接工厂，以 5G 专网为基础、数据互联为核心，推动生产、设备、安全与管理全链条数字化。项目建成后，生产效率提升 35%、设备故障停机率降低 40%、安全隐患排查率达 100%。

二、建设需求

氟硅化工行业的信息化需求聚焦于通过数据驱动的智能升级实现生产全流程优化，包括原料配比精准控制、工艺参数实时监测与动态调整、设备互联与预测性维护，以解决传统人工操作效率低、质量波动大等问题；借助工业互联网平台整合生产、仓储、物流数据，打破信息孤岛，提升供应链协同效率，满足柔性化生产需求；同时需构建质量追溯系统，结合 AI 视觉检测技术实现产品缺陷自动识别，确保符合环保标准（如低 VOC 检测）及客户定制化要求；通过能耗监控与碳排放管理模块响应绿色制造政策，降低生产成本并增强市场竞争力，最终以数据为核心驱动生产决策智能化，支撑企业向高效、绿色、高附加值的智能制造模式转型。以中天东方氟硅生产运营为核心，结合公司上下游经营管理，以及未来智能工厂建设需要，通过 5G 工厂项目建设为中天东方氟硅搭建信息高度集成、业务模型驱动、产业信息共享、安全高效的信息化体系。

三、建设方案

中天东方氟硅材料股份有限公司的 5G 工厂建设以“1 个 5G 基础网络、3 大核心平台、11 类场景应用”为整体架构，通过“云-边-端”协同的技术路径系统推进数字化转型。在端侧，公司部署了 DCS、PLC、5G CPE、UWB 定位终端、AGV 小车及机器视觉设备等智能终端，实现了生产装备 100% 互联和数据采集，为实时感知工艺参数、设备状态和质量指标奠定了坚实基础。在边缘侧，公司在厂区关键区域建设了本地边缘计算节点（MEC），承担实时数据处理、视觉质检分析、生产调度优化及仓储物流协同等任务，有效保障了生产控制类业务低时延、高可靠运行，同时完成数据预处理以提升云端处理效率。在云侧，采用公有云与私有云相结合的混合模式，集成工业互联网平台、ERP、CRM 及大数据决策系统，实现全产业链数据汇聚与治理，支持全局性模型训练、供应链协同和高层战略决策，最终形成“数据驱动业务”的一体化智能管理生态。

这一架构全面支撑了公司在智能制造、智能仓储物流、远程运维、定制化生产等 11 类工业互联网应用场景的深度融合。通过 5G 专网实现设备互联与远程控制，依托 AI 技术优化质量检测与排产决策，利用 UWB 与 AGV 系统提升物流效率，并借助 XR 技术开展远程培训与设备运维。项目不仅实现了生产全过程的可视化、可控化和智能化，更构建了覆盖“供应链 – 生产 – 销售 – 财务”的全链条数字化体系，显著提升了生产效率、设备可靠性和管理精细化水平，为公司适应复杂环境、实现绿色低碳及可持续发展提供了核心数字竞争力。

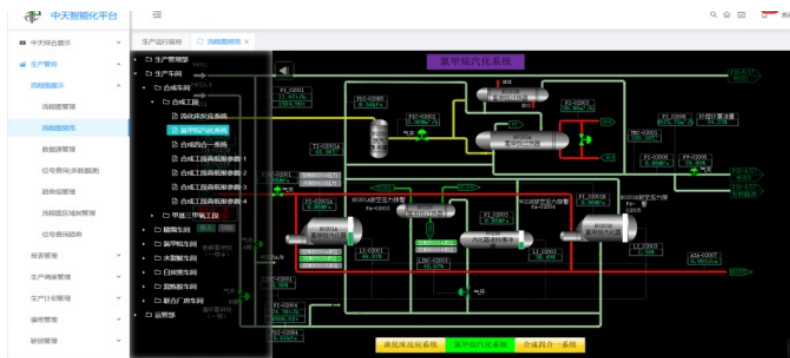
四、应用场景

◎ 场景类型 1：远程设备操控

依托 5G 网络低时延、高连接密度的技术特性，企业构建了全域互联的远程设备智能操控系统。通过部署于生产现场的 DCS 传感设备群，实时采集压力、流量、温度等关键工艺参数（采样频率达 10kHz），并经由 5G 专网高速传输至边缘计算节点及云端智能控制平台。依托先进控制系统与 AI 算法模型，对海量运行数据进行实时解析与大模型计算，动态优化混合比例、挤出压力等核心生产参数，并即时生成精准控制指令。该指令通过 5G 网络回传至生产线，驱动智能设备完成精准作业，实现了从数据感知、智能决策到远程操控的全闭环无人化管控。

◎ 场景类型 2：设备协同作业

依托 5G 专网低时延（< 15ms）与高可靠性网络能力，结合工业互联网平台和边缘协同计算技术，企业构建了跨工序、跨设备的全域协同作业体系。通过生产调度系统对多组反应釜进行统一任务指派与运行协调，反应完成后的成品状态数据实时经 5G 网络传输至包装生产线，驱动其自适应完成分拣、计量与打包作业。系统已接入全厂包括密炼机、挤出机、温控单元等在内生产设备，依托统一控制中枢与 AI 动态调度算法，实现设备群之间的实时数据联动与智能响应。通过精准协调密炼与挤出环节的生产节奏，有效提升工艺匹配度，最终使产线整体协同效率提升 28%，原料混合均匀度标准差由 0.35 显著优化至 0.12，实现了高效、节能、一体化的 5G+ 设备协同作业新模式。



◎ 场景类型 3：设备故障诊断

基于 5G 网络低时延、高可靠传输特性采集设备运行状态参数，基于工业互联网平台构建了

一套实时设备故障诊断系统。该系统通过建立标准化的故障词典对各类设备故障进行分类统计，并依托 5G 网络实时采集设备运行数据，实现对故障发生情况及频次的动态感知与精准识别。通过引入实时故障诊断与预测性维护机制，系统可显著减少非计划停机时间，有效提升产能利用率与生产稳定性。



◎ 场景类型 4：设备预测维护

依托 5G 网络大带宽、低时延的传输能力和工业互联网平台的智能化管理，企业构建了集成设备电子档案、计划性维护与实时诊断于一体的预测性维护系统。该系统通过 5G 实时回传搅拌机、反应釜及灌装机等关键设备的运行状态数据，实现在线监测与故障预警，并借助移动 APP 完成从计划制定、任务下达到维修记录的全流程在线闭环管理。系统通过对设备进行周期性、计划性维护与实时数据分析，有效降低了非计划停机风险，显著提升了设备可靠性。在实际应用中，该系统还降低了年度维护成本。例如，系统曾通过对轴承磨损状态的早期识别，及时预警并避免了因关键设备故障导致的长时间停产，节约了高额生产损失。

◎ 场景类型 5：生产现场监测

依托 5G 网络大带宽、低时延的数据传输能力，企业构建了“5G+ 多源感知”的高精度生产现场监测体系。该系统通过 50 余路高清视频监控设备，实时智能识别人员未佩戴安全帽、厂区异常火苗或烟雾等安全隐患，并借助 5G 网络快速将预警信息及图像证据同步至安全管理中心。



同时，在有机硅原料预处理等关键环节，系统布设毫米波湿度传感器与红外成像仪等多类传感终端，实时监测原料湿度等关键参数（精度达 $\pm 0.5\%RH$ ）。监测数据通过 5G 网络传输至边缘计算节点进行分析处理，并联动自动除湿系统动态调整预处理条件，实现对粉料吸潮状态的精准控制。该系统有效提升了生产过程的可视化、可控性与安全性，显著降低了原料结块率和安全事故风险，体现出 5G 技术与工业生产监测深度融合的应用价值。

◎ 场景类型 6：厂区智能理货

建设移动化智能理货系统。员工进入厂区后，通过配备的工业 PDA 或防爆手机接入 5G 网络，

安全认证后登录企业工业互联网平台。通过扫描仓库区位码或物料二维码，系统即时调取云端数据，实时感知全仓库存状态、物料属性、批次信息及存储位置，形成可视化数据驾驶舱。

借助5G网络的高速传输与边缘计算能力，平台可实现多人协同盘库、实时库存更新与动态可视化管理。工作人员可随时进行移库调度、出入库操作，所有数据通过5G网络实时回传至中心数据库，实现账实同步、无纸化作业和全过程追溯，大幅提升仓储管理效率与数据准确性，有效支撑厂区精益化、智能化理货运营。

◎ 场景类型 7：生产过程溯源

建设端到端的生产过程溯源与闭环管理系统。系统覆盖从订单接收、生产排产、原料采购，到质检、仓储、销售及售后全业务流程，实现一键可查的全生命周期数据贯通。

在原料混配环节，通过部署高精度光谱分析仪与流量传感器，实时采集107项工艺参数，并借助5G网络将数据实时上传至区块链平台存证，实现每批次硅油全程追溯时间从72小时大幅缩短至90秒。

在硫化工艺段，系统通过分布式光纤测温与压力传感阵列，以1Hz采样频率实时监测胶体固化全过程，依托5G传输与AI反演模型精准定位工艺偏差，使产品批次稳定性显著提升，固化度标准差下降超三成。该系统同时联动包装线视觉识别单元，实现溯源码100%覆盖，彻底杜绝过期原料误用风险，建立起高可靠性、全链可溯、实时反馈的智能生产质控体系。

◎ 场景类型 8：生产能效管控

企业构建了基于“端-边-云”协同的能效精细化管控体系。在生产现场，通过5G智能电表、流量计和物耗传感器实时采集各类装置的能耗与物料消耗数据，并借助5G网络将多源数据高速传输至智慧工厂监控系统。数据在边缘侧进行实时清洗与初步聚合后，上传至云平台能效管理模块，实现用能结构的动态可视化监测与多维度分析。系统通过能效看板集中展示实时单位产品能耗、负荷趋势、碳排放强度等关键指标，并依托AI算法识别能效异常、定位高耗能环节。同时自动生成优化策略建议，如调整设备运行参数、优化工艺调度等，从而实现能源使用的精准调控与闭环管理。该5G+能效管控系统有效提升了企业能源利用效率和绿色制造水平，实现了从监测到优化的全过程智慧用能管理。

五、建设价值

5G工厂建设价值显著，覆盖生产、设备、现场管控全维度。生产运行上，借1:1虚拟模型、远程操控等，实现生产全流程动态可视与智能调控，如远程调整反应釜参数效率提升80%，产品合格率提高5%，全链路溯源效率升90%，单位产品能耗降8%年省超200万，90%巡检可虚拟完成，现场人员减60%。设备管理中，故障诊断准确率达95%，识别提前24小时，预测维护延长设备寿命20%、降本30%。现场管控里，智能监测识别准确率98%，盘库效率升70%，有效筑牢安全环保防线，整体大幅提升生产效率、运维水平与安全保障能力，降本增效成果突出。