

2025年 5G工厂 典型应用实践

(装备工业)



工业和信息化部
2025年

目 录



机械工业	1
01. 工业车辆离散型制造 5G 智能工厂	1
02. 高效涡旋压缩机全生命周期管理 5G 工厂	5
03. 新会中集绿色低碳智能 5G 工厂	10
04. 浙江泰福泵业股份有限公司 5G 全连接工厂	14
05. 鑫磊压缩机股份有限公司 5G 全连接工厂	18
06 苏州昊信 5G 工厂	21
07. 山东朝阳轴承有限公司 5G 工厂	25
08. 基于 5G+ 智造模式的超大型油脂装备 5G 工厂	29
09. 铁拓机械 5G 智能制造产业园	33
10. 兆胜高端特种环控系统 5G 智能工厂	37
11. 湖北毅兴智能 5G 智慧工厂	41
12. 申达机器 5G 全连接工厂	45
13. 扬州广通电力机具有限公司 5G 工厂	49
汽车工业	53
14. 汽车零部件智造 5G 全连接工厂	53
15. 安庆威灵汽车部件 5G 工厂	57
16. 宗申动力 5G 全连接智能工厂	62
17. 日盈电子汽车零部件数字化 5G 工厂	66
18. 衢州极电电动汽车技术有限公司 5G 工厂	70
船舶工业	74
19. 大连中远海运重工 5G 全连接工厂	74
20. 山东新能船业 5G 智慧工厂	78
21. 舟山中远海运重工有限公司 5G 全连接工厂	83
22. 天津海洋装备智能制造基地建设项目 5G 工厂	88
航空发动机及燃气轮机	93
23. 哈电汽轮机 5G 工厂	93
电力装备	98
24. 风电叶片 5G 工厂	98
25. 南瑞继保数智融合的电力装备 5G 工厂	103

安徽省合肥市

01. 工业车辆离散型制造 5G 智能工厂

安徽合力股份有限公司

一、项目概述

安徽合力股份有限公司基于 5G+AICDE 新一代信息技术，通过 5G-SA 网络、切片专网及 MEC 技术，构建 5G 专网运营平台，保障企业高质量网络覆盖以及数据资产私有化；辅以 N 个 5G+ 业务服务创新应用（5G+AGV、5G 室内高精度定位、5G+AR 高效巡检与生产辅助、5G+ 机器视觉检测、5G 专网运营平台等多个应用），节省企业人力成本，提升生产运营效率，助力企业高质量发展，助推安徽合力打造 5G 绿色数字一体化车间，实现企业网络化、数字化、智能化发展，打造 5G+ 数字化工厂。

二、建设需求

安徽合力作为工业车辆龙头企业，在数字化、网络化、智能化转型推进新型工业化中面临的关键问题包括：传统网络覆盖不足，难满足多区域设备联网需求；生产数据传输时延高、稳定性差，制约 AGV 调度、远程控制等核心业务；设备协同与数据整合能力弱，难支撑全流程智能管控，影响生产效率提升。

综上所述，安徽合力对于建设 5G 工厂十分必要且需求迫切：一是需依托 5G 大带宽、低时延特性，实现厂区 5G 信号全覆盖，保障数控机床、AGV 等设备稳定联网，提升装备联网率与无线设备 5G 联网率；二是通过边缘计算节点部署，优化数据处理效率，支撑产线作业控制、叉车状态采集等实时业务；三是构建“端-边-云”架构，整合制造运营、供应链等系统，推动“5G+工业互联网”场景落地，助力企业降本增效，加速新型工业化进程。

三、建设方案

本项目针对安徽合力 5G-SA 专网建设，明确三大核心部署方案。一是总体网络架构，通过 DNN 实现业务专用隔离，园区内部署边缘 MEC 保障数据不出园安全。N2、N4 接口采用“省内 PTN/SPN+ 省际 IP 专网”承载，N3 接口通过 PTN/SPN 或既有承载方式连接，MEC 与 5G 室分经本地传输接入本地 CE，N2/N4 接口通过数据 VPN 连通核心网路由。二是核心网及 MEC 部署，DNN 网络隔离方面，终端凭合法 APN/DNN 信息经鉴权接入内部网络，个人终端仅可接入 CMNET 公网；新建 1 套边缘 MEC 设备于厂区机房，提供计算、存储等资源。三是车间设备联网，工业 PC、数控机床等经 5G 工业网关接入，AGV 小车改造后同方式接入，5G 摄像头直连 5G 网络，手持终端通过网关转发的 WIFI 接入，设备数据经 5G 室分上传 MEC 再联动后台 MES 等系统。



◎ 场景类型 1：生产现场监测

1.5G 生产报工

搭载 5G 模组的手持终端，移动场景下实现生产工序中的实时检测与报工。通过 5G 网络的低时延和高速传输能力，能够在移动场景下验证数据采集、检测结果上传以及工序报工的准确性和及时性，确保生产环节信息快速流转，提高生产效率与质量追溯能力。

2.5G 推送指令

工业 CPE+ 手持 PDA，传统手持 PDA 通过现场工业 5G 无线终端联网进行报工。通过工业级 5G CPE 将传统手持 PDA 接入 5G 网络，实现生产指令的实时推送与报工操作。

3.5G 数采

生产大屏 5G 联网通讯，车间生产大屏利用 5G 无线网络实现数据通讯。车间生产大屏通过 5G 无线网络实现与生产管理系统的通讯，替代传统有线网络连接。利用 5G 大带宽与高可靠性，生产数据、设备状态、工艺进度等信息可实时同步并动态展示，保证信息透明传递，提升生产现场的可视化管理水平，同时减少布线复杂度，增强车间布局的灵活性。

◎ 场景类型 2：远程设备操控

1. 涂装机远程控制

涂装线体上位机 5G 通讯，涂装车间产线上位机利用 5G 无线网络实现数据通讯。在涂装车间产线上，传统上位机通常依赖有线网络进行数据通讯，灵活性与扩展性有限。通过引入 5G 无线网络，上位机可实现对涂装线体设备的远程控制与实时数据传输。5G 低时延和高带宽特性，确保生产参数、设备状态、工艺数据能够快速、稳定地交互，减少布线成本，提升产线自动化水平与远程运维能力。

2.5G 远程驾驶座舱

位于试验试制车间，验证通过 5G 网络远程遥控车辆。在试验试制车间部署远程驾驶座舱，通过 5G 网络实现对车辆的远程遥控与操作验证。利用 5G 的低时延与高可靠性，可实时传输视频、传感器数据及控制指令，确保驾驶员在远程座舱中对车辆的操作与车辆响应保持高度一致性。该应用为无人驾驶、远程测试、安全驾驶辅助等场景提供验证平台，提升试验验证效率与安全性。

◎ 场景类型 3：工艺合规校验

1.5G 视频流采集

根据海关 AEO 体系认证的合规要求，在出口车辆发运现场部署摄像头并通过 5G 网络传输高清视频流，实现对车辆发车过程的实时监控。5G 大带宽与低时延能力可保障高清视频的稳定采集与传输，为监管部门和企业提供高效的远程监控手段，满足合规要求的同时提升物流安全与透明度。

2.5G 叉车检验

在叉车整车检测台引入 5G 通讯，实现检测数据的实时上传与集中管理。通过 5G 网络的低时延与高可靠性，检测设备采集的各项性能参数可第一时间传输至质量管理体系，确保检测结果的快速记录与追溯，提升叉车检验环节的效率与数据准确性。

◎ 场景类型 4：厂区智能物流

1.5G+AGV 智能物流

在桥箱事业部车间，通过 5G 网络与边缘计算（MEC）平台相结合，实现 AGV 智能物流调度与控制。AGV 控制系统部署在 MEC 中，利用 5G 的低时延与高可靠性，实现车辆路径规划、调度指令下发及运行状态监控的实时响应。该应用大幅提升了车间物料配送的自动化和柔性化水平，降低人工搬运成本，提高物流效率与生产协同能力。

2.5G 叉车车联网

通过在叉车上部署 5G T-BOX，实现车辆与车队管理系统的实时互联。利用 5G 网络的高速传输和低时延特性，叉车的运行状态、位置、故障信息及能耗数据能够即时上传至后台系统，实现远程监控、调度优化和数据分析。该应用提升了叉车管理的智能化水平，增强车间物流可视化和运营效率，同时为后续自动化、数字化改造提供数据支撑。

3.5G 室内定位

分布信号覆盖，通过 5G 室内分布设备，实现 5G 无线信号精准全覆盖。通过在车间或厂区部署 5G 室内分布设备，实现 5G 无线信号的精准全覆盖。在此基础上，可结合 5G 定位技术对人员、物料、设备进行实时位置跟踪与管理。该方案既保障了生产现场的稳定通信，又为精益生产、安全管理、物流调度等提供了可靠的数据支撑，提升车间智能化与精细化管理水平。

◎ 场景类型 5：设备协同作业

在车间生产线上，通过 5G 网络实现 AGV 与机械臂的协同作业。AGV 负责物料运输，机械臂负责装配或加工操作，两者通过 5G 低时延、高可靠性的网络实现实时信息交互与动作协调。该应用可优化生产流程、提升自动化程度，减少等待与中断，提高生产效率和柔性，同时为智能制造和多设备协同提供数据支撑和操作保障。

◎ 场景类型 6：生产单元模拟

5G 数字孪生，利用 5G 网络，将生产车间、设备或流程的实时数据同步到数字孪生平台，实现物理实体与虚拟模型的高度映射。通过 5G 的低时延与大带宽，设备状态、工艺参数、物流信息等可实时传输到数字孪生系统，支持远程监控、模拟仿真、预测性维护和生产优化。该应用可提升生产决策的准确性、设备利用率和智能化水平，为企业提供可视化、可控、可优化的生产管理手段。

◎ 场景类型 7：设备预测性维护

通过 5G 网络实时采集生产设备的运行数据（如振动、温度、电流等），并将数据上传至预

测性维护平台进行分析。借助5G低时延和大带宽，可实现设备故障预警、维护计划优化及远程诊断，提前发现潜在故障，降低非计划停机风险，提高设备利用率和生产连续性，同时减少维护成本并提升安全性。

◎ 场景类型 8：生产过程溯源

利用5G网络，将生产过程中的关键数据（如原材料、工艺参数、作业记录、检测结果等）实时采集并上传至溯源管理系统，实现生产全过程数字化记录。借助5G低时延与高速传输能力，可保证数据完整、准确和及时，为产品质量追溯、问题分析、合规审计提供可靠依据，同时提升生产透明度和管理效率。

◆ 五、建设价值

1. 经济价值

本项目为安徽合力打造了“1+1+N”的解决方案，促进供应链和业务协同，赋能各业务场景降本增效显著，如提升物流效率30%、巡检效率50%，降低安全事故率95%以上。项目实施以来经济效益明显，全员劳动生产率提升了19.77%，生产效率提升了26.04%，2024年产销34.02万台，营业收入173.25亿元。

2. 社会价值

本项目是全国5G+工业互联网标杆，具有良好的引领带动作用，引领安徽省制造业数字化转型，引领产业链上下游转型升级。近三年来，安徽合力累计牵头举办及参与制造业数字化转型相关经验交流活动超过50次，开展数字化转型技术交流分享累计超过15000人次。紧扣叉车物料搬运场景，以5G+AGV智能物流及5G叉车车联网应用，为众多行业客户提供技术赋能。

辽宁省大连市

02. 高效涡旋压缩机全生命周期管理 5G 工厂

冰山松洋压缩机（大连）有限公司

一、项目概述

冰山松洋压缩机（大连）有限公司建成高效涡旋压缩机全生命周期管理 5G 工厂，已实现 5G 网络 100% 全覆盖，融合私有云、智能传感等核心技术，通过底层设备数据采集与系统汇聚融合，达成透明经营与智能化管理。工厂创新多项行业模型，5G+ 机器人自动质检，借助机械手、工业相机视觉质检与 5G 实时传输，实现质量管理智能化无人化；5G+ 黑灯无人装配模式，完成全过程无人作业；5G+ 全流程追溯方式，以二维码 +5G+ 射频识别技术实现产品追溯；5G+ 碳排放动态监测，实时采集能源数据并转换为碳排放量；5G + 数字孪生模拟加工生产线，实现产线仿真与全生命周期管理，带动行业高质量绿色发展。

二、建设需求

随着企业数字化转型的深入推进，公司在建设数字化工厂过程中面临三大核心挑战：一是传统有线网络部署复杂、灵活性差，难以支撑移动化应用场景，导致 ERP 系统在移动报工、移动质检及仓储条码化管理等环节无法实现高效协同；二是现有 Wi-Fi 网络在覆盖范围、带宽及稳定性方面存在瓶颈，无法满足产品全流程品质追溯所涉及的海量数据实时、稳定传输需求；三是车间设备连接点多面广、类型复杂，传统网络难以实现生产制造区域的全域覆盖与高可靠性接入。

为打破上述壁垒，企业需要构建具备大连接、高速率、低时延特性的新型工业网络。5G 技术凭借其原生优势，能够为移动终端作业、实时数据采集与传输、设备互联协同等场景提供稳定、高效、灵活的无线网络支撑。因此，建设以 5G 为核心支撑网络的智能工厂，是实现数据驱动决策、推动柔性制造升级、构建全流程可追溯体系的必要基础，也是企业迈向数字化、网络化、智能化发展的关键路径。

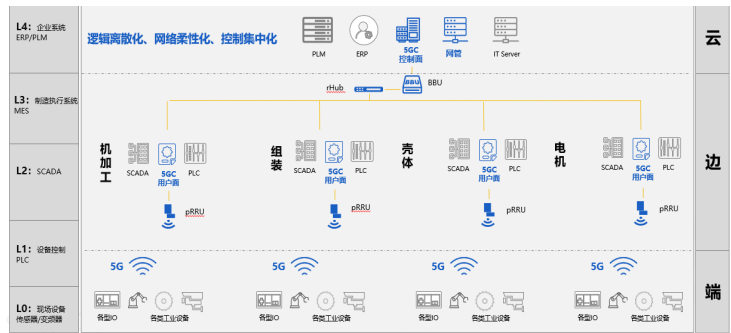
三、建设方案

本项目构建了完善的“云 - 边 - 端”协同体系，实现生产全要素的智能化连接与管理。

1. 云侧部署：在中心机房云化部署 5G 核心网元及综合管理平台，实现对全网资源的统一管控、数据汇聚与分析，并为 MES、ERP 等上层应用系统提供数据服务。

2. 边缘侧部署：在厂区内部分布部署 BBU（基带处理单元）及边缘计算节点，与 3 台 rHUB 和 18 台 pRRU 协同组建企业专属 5G 接入网络，确保数据在园区内实现本地分流与低时延处理。关键区域信号强度 $\geq -85\text{dBm}$ ，端到端时延稳定低于 20ms，为实时业务提供可靠连接。

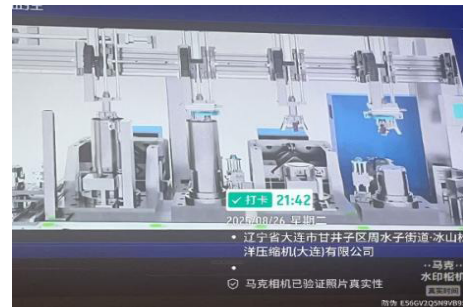
3. 端侧部署： 在生产终端层，为搬运机器人、焊接机器人、加工中心、PLC 等核心设备加装 5G 工业网关或内置 5G 模组，并集成各类传感器，实现设备数据（如温度、压力、转速、视觉图像）的实时、无线采集。这些数据通过 5G 网络直接上传至边缘或云端系统，最终实现设备联网率达 96%，支撑远程监控与智能控制。



四、应用场景

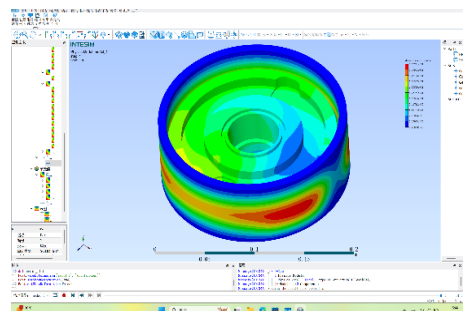
◎ 场景类型 1：生产单元模拟

B 系列壳体自动线结合 5G 网络采用 CPE 接入方式，运用数字孪生技术实现对壳体自动化生产线生产单元的模拟，通过实时映射、实时同步、动态优化，对生产单元的全生命周期管理。基于三维技术构建包含加工中心、机械手等壳体生产线的高精度数字模型，实现产线三维建模。通过 PLC 控制系统定义设备联动逻辑，验证产线的节拍时间、物料流是否匹配设计目标，实现运行逻辑仿真。运用数字孪生技术，模拟不同订单下生产节奏，5G 网络实时反馈设备状态，预测性维护使故障率降低 40%。



◎ 场景类型 2：协同研发设计

充分利用 5G 网络的高数据传输能力，结合 5G 广域网 + 移动端方式，将仿真算例及结果上传至 PLM 系统。开发人员借助 5G 网络，将大型 CAD 图纸、三维装配体、仿真算例文件及结果数据实时上传至 PLM 系统进行统一管理与存档。同时，根据项目协同需要，任何授权成员均可通过 5G 网络快速下载所需文件，实现设计数据的高效共享与迭代。由于仿真结果文件体量巨大—通常单个稳态仿真结果约 3GB，而瞬态仿真结果可达上百 GB—传统有线或 Wi-Fi 网络在传输效率上存在明显瓶颈。5G 网络凭借其增强移动宽带特性，提供远超 4G 的峰值速率与稳定性，使得上百 GB 文件的上传与下载可在极短时间内完成，产品研发周期缩短 35%，为多地点研发人员协同创新提供稳定的网络基础。



◎ 场景类型 3：柔性生产制造

工厂 C&G 电机自动线是一条高度柔性的自动化生产线，结合自动化技术、条码射频技术，

以 MES 系统为核心，实现生产计划自动下发；自动调用加工参数，自动切换工装，根据工艺流程基础数据自动选择加工路径，实时进行原材料使用防错，生产数据实时上传。产线兼容 40 多种规格的定子，能够快速切替机型，具有充分的制造柔性。运用 5G 网络大连接低时延特点，将 PLC、触摸屏、RFID、智能仪表、工业一体机等上百种具有 IP 的设备和 MES 系统实现连接，提升数据采集及时性。5G 网络结合 MES 系统智能排产实现资源动态配置，生产效率提高 25%，换线时间缩短 60%，插单响应速度提高 3 倍。系统自动优化生产计划，产品交付周期缩短 33%，按时交货率提高 37%。

◎ 场景类型 4：设备协同作业

工厂生产过程中使用的绝缘耐压检测机、上下盖点焊机、圆周焊接机等设备中均含有 PLC 系



统，通过加装 5G 模组结合 5G 网络将运行数据实时传输到 MES 系统，实现协同制造。在 MES 系统中可快速共享设备状态信息，提高响应速度和协作效率。部署焊接机器人、装配机器人、搬运机器人、伺服系统、高精度传感器等智能装置设备，实现高效人机协同作业。利用 5G 网络的快速数据传输，MES 系统可随时高效率实现对多个设备进行协同调度。

不同设备间可以实时共享生产信息和状态变化，MES 系统根据这些信息动态调整生产任务和资源分配，确保设备之间的协同作业更加流畅和高效。场景建成后，设备综合利用效率提高 22%，生产效率提高 35%。机器人替代人工作业，实现人工成本降低 40%。

◎ 场景类型 5：精准动态作业

在工厂大马力出荷自动化生产线外观检查工序，通过运用视觉技术 +AI+ 工业机器人技术，



实现了压缩机外观 7 个项目的自动检测，通过基于 5G 网络的高带宽、低时延，高可靠的通信技术，实时上传视觉检测图片到 MES 服务器进行运算，实现了压缩机下线前外观无人检测。大马力组装氢气检漏工序，运用视觉寻迹技术，自适应焊道高度和形状，实现压缩机自动检漏。B 壳体自动线，运用视觉技术，实现了壳体中缝任意角度定位，为等离子焊接做准备。

以上基于 5G 网络与 MES 系统协同的精准动态作业模式，实现了从任务下发执行，设备控制、过程检测再到闭环优化的全流程智能化管理，极大地提升了生产效率、设备利用率，保障了产品质量，推动了生产制造向更高效、更精准、更智能的方向发展。

◎ 场景类型 6：机器视觉质检

工厂成品车间出荷操作线采用 5G+AI 的机器视觉质检。在智能装配线上增加 AI 机器视觉质检，通过高精度彩色工业相机加 5G 模组，实时抓取压缩机产品图像，实现高清图像的拍摄与回传。采取卷积神经网络算法处理图像，智能判定产品零部件装配情况是否符合条件，实现产品的自动

质检。当数据异常时，系统自动报警，并记录瑕疵信息，为产品质量溯源提供依据。采用5G专网深度优化，解决超高清图片并发对于5G上行宽带挑战问题，检测精度高达99%。同时结合异常实时报警和停机连锁控制，有效提升产品质量。

◎ 场景类型 7：生产现场监测

大马力组装车间以5G网络为基础，构建了“设备—系统—平台”三级联动的生产现场监测体系。通过为精密装配设备、焊接设备、性能测试台等核心装备加装5G模组或CPE，实现生产终端全面接入，依托5G大连接、高速率特性，实时采集设备运行参数、工艺数据、环境指标及能耗信息。数据经5G网络传输至MES系统进行集成处理，并与ERP、PLM等系统协同，构建统一的生产工艺数据驾驶舱，实现对生产进度、质量状态、资源调度与作业环境的动态可视化监控。同时，通过5G+视频监控系统融合，增强对生产现场的人、机、料、法、环多维感知能力，支撑安全行为识别与实时预警，最终形成全过程透明可控、智能决策的工业互联网监测场景。

◎ 场景类型 8：厂区智能理货

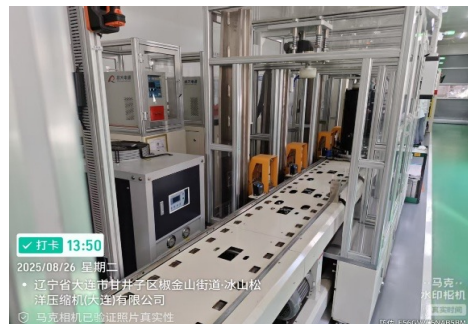
通过实施VMI（供应商管理库存）模式，结合“互联网+物联网”技术以及5G网络先进的网络切片技术，利用智能柜实现无人值守的智能仓储管理。厂家负责物资管理与补货，公司员工只需使用5G手机刷卡即可快捷领取所需物料，系统可实现毫秒级自动同步完成采购与出库操作，并实时更新至金蝶系统，实现精益管理、缩短供货周期、24小时无人化作业，库存利用效率提高12%，资金利用效率提升了17%。5G网络超低时延与高可靠性确保了“刷即得”的流畅体验，杜绝因网络延迟或中断导致的领取失败、数据不同步等关键问题，保障业务连续性和财务数据的准确性。

◎ 场景类型 9：企业协同合作

ERP系统中供应链管理模块配有第三方端口，供应商通过APP登录金蝶供应商关系管理平台，可实时查看采购订单、交货计划、供应商公告、产品质量检验结果、对账结算等信息。系统根据库存状态、生产计划自动生成采购建议，并通过EDI推送至供应商系统，实现采购环节的智能化。智能采购协同，供应商主动备货，交货准时率提高30%。同时系统对接银行系统和供应商财务系统，完成自动结算，支付效率提高33%，实现财务协同。利用5G网络（公网）为供应链协同业务提供一个虚拟专属通道，确保关键业务数据传输绝对稳定、可靠，不受公共网络其他流量干扰。同时5G协议内置更强的加密算法和用户身份保护机制，降低数据传输过程中被窃取或篡改的风险，为生态协同提供安全保障。

◎ 场景类型 10：生产过程溯源

工厂利用MES系统，通过5G技术实现更高效的数据传输、更灵活的终端协同。生产过程中以条码技术、射频技术为载体，运用IT技术、自动化技术将压缩机全生



射

产流程数据打通，实现压缩机全生产过程中的人、机、料、法的追溯。产品下线后，使用 5G 的 PDA 扫描产品铭牌和大包装铭牌进行绑定，将信息录入压缩机成品库存管理系统。利用 5G 网络实时传输 MES 系统。可在系统中查看工件编码、工序、工单号、操作员、生产日期、生产班次、质检结果等信息，实现生产过程的质量追溯。5G 网络应用后，PDA 扫码效率从原来的 2 秒 / 件缩短至 0.2 秒 / 件，数据查询响应速度由原来的 3 秒，缩短至 0.5 秒。不良品追溯方式由原来人工追溯排查，转变成系统中实时追溯查询，提高不良品追溯效率。

◎ 场景类型 11：生产能效管控

工厂利用 5G 网络技术，对车间部分产线的水、电、气计量仪表和安全相关的传感器加装 5G 模块进行联网，实时采集能源数据上传到能源管理系统实现用能的深度管理。能源管理系统底层以 5G 技术为基础、通过无线的方式将各个计量点与服务器打通，减少施工量，降低成本，同时保证信息传输的效率和可靠性。系统中设定用能最高标准，当超过用能预警时，系统自动报警。系统对采集到的水、电等用能数据自动完成分析统计，生成数据报表，为能用设备改善提升提供数据依据。此外，系统可自动完成用能指标转换，实时动态展示碳排放量，为绿色制造提供数据支持。根据电价峰谷动态调整加工速度，单台设备年节电 2 万度，工厂年节约电费 300 万元。

◎ 场景类型 12：工业合规校验

工厂利用工业相机结合智能传感装置实时动态监测产品半成品、成品各项指标，实时跟踪生产加工过程中的设备、人员等操作流程步骤，监测各环节加工精度等作业数据，利用 5G 大带宽提供高达 Mbps 级别的上行带宽，将压缩机所有检测数据实时、完整地传输到 MES 平台，MES 系统利用大数据分析等信息技术对实际操作工序、零部件等数据信息自动进行分析比对，与系统内置标准流程进行实时合规校验，分析出错误装配等现象，实现工艺检测的自动校验与告警。

◆ 五、建设价值

1. 经济价值

工厂现已实现 5G 覆盖，并搭建企业级工业互联网平台，研发端借 CAD、PLM 等系统实现数字化协同，新产品研发周期、交货周期分别缩短 32%、33%；生产端关键设备加装 5G 模组，结合 MES 系统实现远程操控与柔性制造，搭配智能产线与装备实现无人作业，生产效率、产品质量分别提升 35%、29%，生产成本降低 37%；能源端结合 5G 动态采集用能数据，能源成本降 23%，碳排放量减 31%。综合推动客户满意度升 33%，经济价值显著。

2. 社会价值

依托 5G 与能源管理系统实现精细化用能，助力高质量绿色可持续制造；通过 5G+MES、智能监控实时监测生产与设备状态，减少故障和事故，提升安全生产能力；创新 5G+ 机器视觉质检、5G 数据采集 + 工业互联网平台等场景，带动传统产业升级与新兴产业崛起，推动产业链发展。

广东省江门市

03. 新会中集绿色低碳智能 5G 工厂

广东新会中集特种运输设备有限公司

一、项目概述

新会中集绿色低碳智能 5G 工厂项目围绕特种运输设备生产制造的多个数字化车间开展 5G 全连接工厂建设，共同开展了 5G 专网建设、空压站智能化控制系统升级、生产设备联网改造、集装箱标识 AI 质检系统部署、叉车调度管理系统优化、工业大数据平台搭建以及安防监控系统的完善等多项工作，着重多产线多系统协同优化、数据价值充分释放、集成创新水平提升等能力建设，全面提升了车间的智能化水平。

二、建设需求

新会中集推进新型工业化时，面临传统网络部署复杂、工业 Wi-Fi 存瓶颈，致数据采集不全、时延高，且生产信息孤岛多、IT 与 OT 融合不足的问题。建设 5G 工厂是破局关键，可借 5G 特性建统一灵活的全连接工厂网络底座。具体需实现生产要素无线 IP 化接入、支撑 AI 相关创新应用、打通全业务链数据，以降本增效、提升竞争力，夯实新型工业化根基。

三、建设方案

项目整体采用“云 - 网 - 边 - 端”架构，含 1 个数据中心、4 类物理网络及 5G 工业网。基础设施上，建 5G 专网，部署本地 UPF、3 个宏站等，无线覆盖率 95%；设边缘计算节点。现场升级核心产线设备 5G 化，部署四大场景应用，包括 IOT 数据采集、空压系统智能控制、员工安全 AI 识别（违章率降超 50%）、5G 图纸传输（装配错误率降 40%、年省纸超 100 万张），以构建智能工厂基础，支撑转型。

四、应用场景

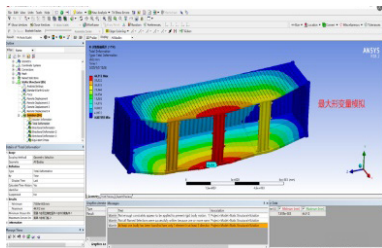
◎ 场景类型 1: 生产单元模拟

5G 专网将分散在厂区不同位置的 5 个站房 21 台空压机联网，实时监测空压机设备状态和运行参数，构建数字镜像，为分析优化提供精准数据。算法预测用气需求，准确率 95%，提前掌握用气趋势。多目标优化算法进行窄带恒压控制和空压机启停控制，将空压机压力波动从 0.48bar 缩至 0.16bar，缩幅 67%，提升设备加载率 8.2%，达到节能降耗的目的。



◎ 场景类型 2：协同研发设计

利用 5G 网络的低时延特性，构建起高效的分布式协同设计平台，赋能异地协同设计云桌面。该平台实现了 CAD 模型、仿真数据等多元设计要素的即时同步，支持多地设计团队并行协作，同时处理多项仿真任务。这一创新解决了新会中集传统模式下数据版本管理混乱、协同效率低下的问题。应用此平台后，新会中集典型产品的设计迭代周期由 10 天缩短至 6 天，复杂工况下的仿真计算时间也减少了 60%。



◎ 场景类型 3：柔性生产制造

针对生产设备之间缺乏实时互联，导致数据无法互通，每次产品切换需要人工逐台设备重新配置参数，耗费大量时间且易出错，基于生产执行系统（MES）与 5G 边缘计算，转产时工艺参数包（如加工程序、温度曲线）可自

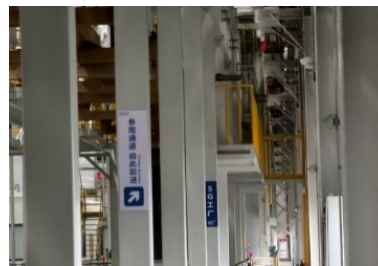


动匹配产品型号，并通过 5G 网络秒级下发至各设备，转产时间从 3 小时缩短至 15 分钟。

◎ 场景类型 4：远程设备操控

依托 5G 网络，新会中集构建了远程控制

系统，实现了涂装设备的全数字化操控。系统部署了涂料监控系统，并安装了智能流量计，通过 5G 网络实时监控涂料耗量。根据预设的控制目标，系统能够自动调整喷枪压力和拉箱速度，确保耗量保持恒定。操作人员可以通过手机和电脑端 5G 网络实时查看每台箱每道漆的耗量及相关参数，既保障了人员安全，又有效监管了异常报警情况。在总膜厚不变的前提下，新会中集实现了涂料用量的递减，年收益额高达 150 万元。



◎ 场景类型 5：设备协同作业

搭建公司级 IoT 平台，通过线体内工业控制总线、车间 5G 网络进行智能设备连接，实现生产过程数据自动采集、上传和分析，为可视化管理提供了有力支撑。采集设备震动、温度等多维度数据构建预测模型，提前 4 小时预警设备故障。

◎ 场景类型 6：精准动态作业

通过 5G 网络与物联网 + 人工智能 + 自动化控制深度融合，实现人走灯灭、光照自适应、分区分时控制，实现无人区域减少 70%–90% 的照明能耗，车间照明用电降低约 30%~60%。



◎ 场景类型 7：现场辅助装配

5G 专网将设计图纸直传冲压一线工控机，提升传输加载速度与安全性。新会中集图纸管理系统支持移动端访问，解放工程师工位限制；图纸变更时现场终端实时更新，装配错误率降 40%。该系统还弃用纸张图纸，每年省纸 100 万张，减少图纸回收量与泄密风险。

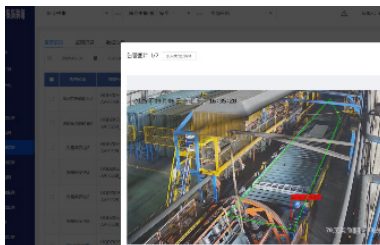
◎ 场景类型 8：机器视觉质检

部署了基于 5G MEC 的边缘视觉检测系统，该系统能够智能检测集装箱五个箱面的商标及箱号，确保它们的一致性和正确性。一旦发现异常，系统会立即触发质检报警并进行处理。这一创新举措使新会中集质检效率提升了 25%，同时节省了一名人工查验人员。



◎ 场景类型 9：生产现场监测

新会中集构建了 5G+AI 的安全行为识别系统，并在边缘计算节点部署，实时分析 100 路视频流。该系统能自动识别未佩戴个人防护装备、违规闯入等 12 类危险行为，报警响应时间快至 500ms 以内。实施该系统后，月度安全违规事件从 85 起锐减至 34 起，降幅高达 60%，且相关工伤事故实现了零发生。此外，通过数字孪生技术生成的三维安全热力图，使高风险区域的识别准确率提升了 90%。



◎ 场景类型 10：设备故障诊断

通过 5G 网络，新会中集实时采集设备振动、温度等 30 多个维度的数据。利用 LSTM 神经网络构建预测模型，系统能够提前 4 小时准确预警设备故障（准确率高达 92%）。目前，该系统已覆盖 68 台关键生产设备，成功将非计划停机时间从年均 120 小时减少至 84 小时。

◎ 场景类型 11：设备预测维护

利用 5G 物联网传感器，新会中集实时监测输送线轴承磨损、皮带张力等核心参数。结合 PHM（故障预测与健康管理系统），我们将维护周期从原本固定的 300 小时优化为动态预测模式，预测误差控制在 $\pm 5\%$ 以内。这一改进使得维护成本降低了 22%。



◎ 场景类型 12. 无人智能巡检

利用 5G 网络传输 8K 超高清视频流，实时呈现厂区无人智能巡检情况。AI 视觉识别算法主动精准发现火苗烟雾等灾情，并第一时间将告警通知到一线员工和相关管理人员。问题响应时间由平均 2 小时大幅缩短至 10 分钟，生产异常处理效率提升了 90%。该系统日均处理视频数据量高达 15TB，同时采用视频压缩算法，有效降低了 40% 的带宽占用。

◎ 场景类型 13. 厂区智能物流

针对集装箱行业叉车无证、超速等违规问题，借智能终端与 5G 实现叉车精细化管理。可定位追踪、人车绑定、视频监控等，规范驾

驶、降事故、省成本；能检测安全带，未系则报警且车无法启动。还建数字化平台与车辆健康评价体系，预测性维护准确率 85%，减故障停机时间。

◎ 场景类型 14. 厂区智能理货

新会中集应用了 5G+AI 货物识别技术，通过 3D 点云扫描方式，实现了集装箱号、箱型等信息的精准自动识别，识别准确率高达 99.9%。这一技术的应用，将理货效率从人工 30 箱 / 人天提升到了 60 箱 / 人天，同时错误率也从 3% 降低到了 0.2%。年节约理货成本约 150 万元，显著提升了理货工作的效率和准确性。

◎ 场景类型 15. 全域物流监测

借助 5G 网络及 AI 视觉识别技术，系统能够高效采集和识别车牌号及箱号，自动核对并记录车辆与成品箱的相关信息。新会中集员工只需通过手机即可远程处理各类异常情况，同时系统与海关系统实现实时交互，打造了自动化闸口。此举使得出场等待时间降低了 80%，库存面积也减少了 89%。

◎ 场景类型 16: 生产过程溯源

1. 焊接检测溯源

利用 5G 网络，实时采集焊接过程中的电流、电压等 20 余项关键工艺参数，为每件产品建立全流程的数字孪生档案。质量追溯时间由平均 2 小时大幅缩短至 5 分钟，缺陷定位准确率高达 99%。同时，基于大数据分析的工艺优化措施，使焊接合格率提升了 2 个百分点。

2. 生产质量管控

基于 5G、物联网、视觉识别，实现集装箱生产全流程质量管控，提升集装箱制造的良品率和生产效率。实时采集物流、库存、生产数据，实现供应链全流程透明化管理，AI 预测模型提前识别供应链风险（如延迟、断供），并自动调整采购计划，库存准确率提升至 99.5%。

◎ 场景类型 17. 生产能效管控

实时收集能源使用数据，形成可视化图表，帮助用户清晰掌握能源消耗的分布、峰值和异常情况。管理人员实时监控能耗，助力企业精准决策。对历史数据和实时数据进行分析，识别能源浪费环节（如设备老化、操作不当、负载不均衡等），发现潜在节能空间，例如蒸汽系统压力低下、生产设备空转等问题。

五、建设价值

1. 经济价值

项目实现显著降本增效。通过绿色产线与 5G 能管平台，年节约涂料、能源等综合成本超 450 万元；自动化与 5G 应用提升检验、设计效率 30% 以上，年节省人力及布线成本超 200 万元。

2. 社会价值

打造安全、绿色、负责任的生产环境。5G+AI 监管使违规操作下降超 65%，保障员工安全；年减排 VOCs 超万吨，践行环保责任。同时培养数字化人才 50 余名，为行业输送转型经验，助力工业高质量发展。

浙江省台州市

04. 浙江泰福泵业股份有限公司 5G 全连接工厂

浙江泰福泵业股份有限公司

一、项目概述

浙江泰福泵业股份有限公司是一家在水泵行业拥有四十余年历史的领军企业。项目利用 5G 技术，赋能生产线控制、设备监控、质量检测及远程运维等核心环节，能实现生产数据的实时采集、分析和处理，有助于企业提高生产效率和产品质量。同时，5G 技术支持的柔性制造、个性化定制等生产方式，能更好地满足市场多样化需求。建设内容包含 5G 网络覆盖，边缘计算节点部署能力，网络服务与管理能力，企业级工业互联网平台能力，装备联网率。

二、建设需求

泰福泵业建设 5G 全连接工厂的需求主要集中在生产智能化、设备运行管理、物流与仓储智能化、监测与管理精细化、追溯与管理规范化以及企业协同合作等方面，而传统生产方式在这些方面存在诸多痛点，需要通过 5G 技术和信息化手段来解决，在传统生产方式中，生产数据的采集主要依赖人工记录，数据的准确性和及时性难以保证。传统物流作业依赖大量人工操作，包括货物搬运、分拣、包装等环节。传统仓储管理中，库存数据记录主要依赖人工盘点，容易出现误差。在货物调配过程中，传统仓储管理方式缺乏智能化的算法和系统支持，无法根据订单需求和库存情况进行快速、准确的调配。传统的生产现场监测主要依赖人工观察和有限的监测设备，无法实现对整个生产现场的全面监测；生产现场的数据采集方式落后，无法实时采集生产过程中的数据；传统的监测设备精度有限，无法满足对生产过程中细微变化的监测需求；缺乏对能耗数据的深入分析和挖掘，无法及时发现能耗浪费的原因和环节。

三、建设方案

泰福泵业工厂整体基础设施建设架构符合“端-边-云”，端侧部署 5G 网关、数采盒子等设备，边侧部署抢单平台、视频存放平台、可视化平台、检测设备发布平台、设备管理平台、目视化系统、档案管理，云侧部署了工业互联网平台，以工业互联网平台为底座，部署了 PLM、SRM、ERP、TOC、CRM、产品远程运维平台、OA 等应用。边缘节点部署方案：泰福泵业在工厂端部署了边缘计算节点，基于多台服务器为计算资源，部署了设备管理平台、抢单平台、可视化平台、视频监控平台。工业互联网平台部署在超融合云平台为基础，部署了 ERP、TOC、CRM、产品运维平台、PDM、OA、SRM、WMS、目视化平台、质量追溯平台等。改造泰福网络管理系统，实现了有线、无线网络节点的管理，网络资源的配置、网络运维、日志告警等。

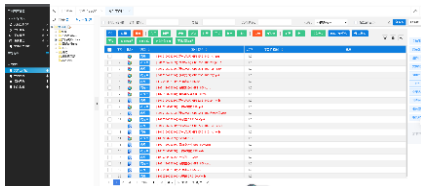
建设 5G 虚拟专网总体 RSRP > -105dBm 的采样点比例为 99.14%、SINR > 0dBm 的采样

点比例为 98.65%、ping 平均时延 (ms) 为 16.01ms、终端上传平均速率为 60.29Mbps、终端下载平均速率为 145.86Mbps，资产设备共 790 台，联网 790 台，联网率达 100%；关键生产装备 709 台，其中 505 台通过 5G 网络连接，204 台通过有线连接。

四、应用场景

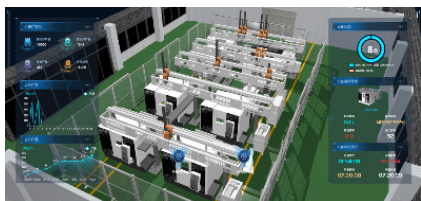
◎ 场景类型 1：协同研发设计

泰福泵业通过部署新一代 PLM（产品生命周期管理）系统，构建基于 5G 网络的智能协同研发体系。该系统支持工程师通过 5G 工业平板等移动终端实时接入，在低至 50ms 以内的网络延迟环境下，实现文件协同编辑、设计变更等核心功能。



◎ 场景类型 2：生产单元模拟

泰福泵业通过部署数字孪生系统，构建了与物理设备映射的虚拟模型。该系统依托 5G 网络低时延、大带宽的特性，实现设备运行数据的毫秒级采集。在数字孪生平台中，实时数据流与三维模型动态叠加，形成设备状态的数字镜像。



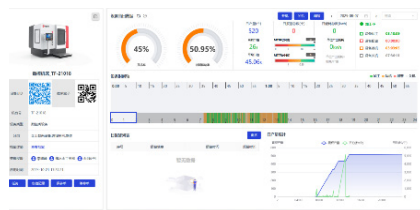
◎ 场景类型 3：柔性生产制造

泰福泵业生产产品种类繁多，不同的订单类别、款式都大不一样，为了满足多定制的需求，泰福对生产线进行柔性化改造，实现了大型设备的精准控制和实时数据传输，定制型号的生产成为可能，满足了不同客户的特殊需求。



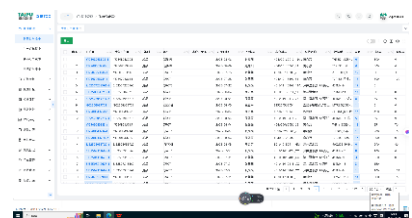
◎ 场景类型 4：远程设备操控

泰福泵业通过部署机联平台，结合 5G 低时延、高可靠的网络特性，实现了生产车间核心设备的全流程远程智能化管控。操作人员可通过机联平台，实时完成设备启停、调频等操作指令的远程下发，同时借助 5G 网络毫秒级传输特性，确保设备状态数据、工艺参数、故障警报等信息的高效回传。



◎ 场景类型 5：设备协同作业

为设备配备 5G 通信模块，使其能够接入 5G 网络，将设备控制系统与 TOC 软件集成，实现数据的实时交互和指令的即时传输。通过 TOC 界面，可以清晰地地下发各种生产任务，5G 网络确保了 TOC 软件与车间生产机器之间的高效连接和实时通信。TOC 软件根据生产计划和订单需求，精准地将任务分配给各个生产机器。



◎ 场景类型 6：精准动态作业

通过机械臂视觉定位，精准抓取货物，通过 5G 网关将运行数据传输至机联平台。

◎ 场景类型 7：现场辅助装配

流水线一体机通过 5G 网关访问 MES 平台，展示客户要求、图纸等文件，辅助装配。



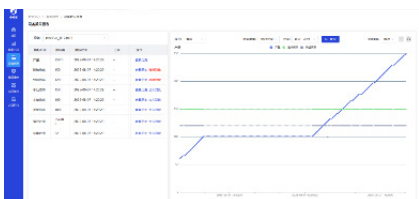
◎ 场景类型 8：机器视觉质检

泰福泵业通过三坐标检测仪（实现三维尺寸精密测量）、影像测量仪（进行表面轮廓及形位公差分析）、光谱仪（材料成分无损检测）等智能设备，构建数字化质检体系。主要检测水泵核心部件如叶轮、壳体、轴类的加工精度（±0.01mm）和材料合规性（EN 1561 标准）。依托 5G 专网，检测数据实时传输至质检系统，检测结果自动生成电子质量档案。



◎ 场景类型 9：工艺合规校验

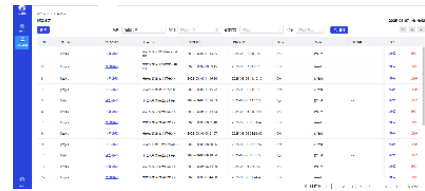
生产设备通过 5G 数采网关接入机联平台，对设备的工艺参数进行采集，在工艺参数管理模块进行展示，设定工艺阈值，对超过阈值的工艺参数触发告警。



◎ 场景类型 10：设备故障诊断

生产设备通过 5G 数采网关接入机联平台

台，基于采集到的设备数据，进行故障定位和诊断。

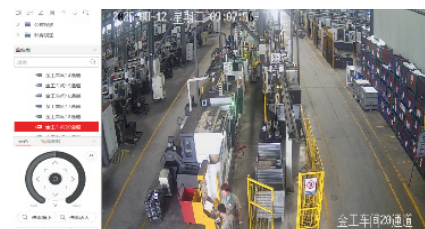


◎ 场景类型 11：设备预测维护

生产设备通过 5G 数采网关接入机联平台，基于采集的设备的设备使用数据以及维护规则，自动生成设备保养计划。

◎ 场景类型 12：无人智能巡检

5G 摄像机采用高清摄像头，支持 360 度旋转、人员入侵检测、移动侦测、跨线检测、红外夜视等功能，确保在各种环境下都能获取清晰的图像和视频，并能够根据预设的巡航规则，在指定的时间以及设定好的轨迹进行自动巡检，无须人员手动操作，只需为设备预设好规则，设备就定期自动执行，发现异常情况，摄像机根据内置的智能检测算法进行分析并得出结论上报，发送到监控中心预警，这样减少人员的参与，提升系统的可靠性。



◎ 场景类型 13：生产现场监测

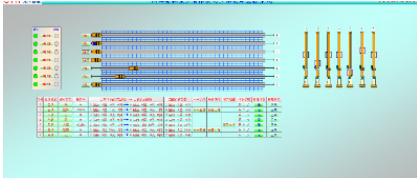
生产现场的视频监控系统实现厂区实时可视化监控，通过 5G 终端，实现生产现场远程查看。

◎ 场景类型 14：厂区智能物流

通过 WMS 实现货物的出入库、调度管理，通过电动叉车实现货物的抓取、堆放，替代人工操作，通过 5G 专网实现叉车的远程操控和状态跟踪。

◎ 场景类型 15：厂区智能理货

泰福泵业在智能仓储系统中部署了 5G+ 自动化立体仓库解决方案，通过 WMS 系统智能调度堆垛机完成货物存取作业，该方案采用 5G 网络实现堆垛机与 WMS 系统的实时数据交互，传输延迟低于 50ms，确保立库作业指令精准执行。



◎ 场景类型 16：全域物流监测

货车安装车载系统，通过 5G 专网将定位信息、货车监控信息传输至物流监测平台，可以监测到每辆货车的运输位置、运输状态、阶段，通过货物批次、车牌号可实时查询到对应的货物到达哪个位置。

◎ 场景类型 17：生产过程溯源

泰福泵业构建全流程质量追溯系统，通过 PDA 扫描产品唯一标识码实现精准追溯，系统覆盖从原材料入库、生产加工到成品出库全环节，数据上传延迟控制在 50ms 以内。当出

现质量异常时，可通过 PDA 快速调取产品完整生产档案，快速定位问题工序。

◎ 场景类型 18：生产能效管控

构建能耗管理平台，通过 5G 网关，将电表电量信息通过 5G 专网传输至能耗管理平台，实现能耗的监测。

◎ 场景类型 19：虚拟现场服务

泰福泵业在智能水泵产品中集成 5G 物联网卡模块，通过运营商 5G 网络注册至泰福产品运维云平台，支持实时采集水泵的振动、温度、电流等核心运行参数，数据上传频率可配置。运维人员可通过平台远程诊断设备健康状态，执行固件升级、参数调整等操作，故障响应时间缩短。

◎ 场景类型 20：企业协同合作

泰福泵业基于 5G+SRM 协同系统构建移动化供应链管理体系，企业和供应商可通过 5G 手机 / 平板等终端登录平台，可录入订单采购需求、接单生产、产品发货等订单全流程可视化协同。

五、建设价值

1. 经济价值

降低能源成本至少 15%，通过实时监测和优化能源使用，减少能源浪费。生产效率提高约 20%，及时发现能源问题并调整生产，使生产过程更加高效。增强系统协同能力，5G 网络的引入，实现了生产能效管控与其他环节的有效协同，提高整体生产稳定性和可靠性

2. 社会价值

通过建设 5G 全连接工厂，泰福泵业实现了生产过程的智能化、自动化和高效化，涵盖了研发设计、生产制造、检测监测、仓储物流、运营管理等多个关键环节。这为整个泵业乃至制造业树立了产业升级的榜样，促使其他企业加快引入先进的信息技术，提升自身的智能化生产水平，进而提高整个行业的生产效率和产品质量。

浙江省台州市

05. 鑫磊压缩机股份有限公司 5G 全连接工厂

鑫磊压缩机股份有限公司

一、项目概述

鑫磊压缩机股份有限公司始创于 2006 年，扎根浙江沃土，积极响应国家政策，拥抱 5G+ 工业互联网等先进技术，应用到企业的各个环节。本项目通过 5G 技术可以实现生产过程的实时监控、远程控制、数据分析和优化决策，从而提高生产效率和产品质量，降低生产成本和能源消耗，建设内容包含 5G 网络覆盖，部署 5G 网络监管平台，设备 5G 改造，生产设备升级，企业大脑建设，企业信息融合，软件云化，信息模型构建，以及管理信息化。

二、建设需求

企业数字化中工厂的设备数据往往较为孤立，难以被高效采集、准确追踪并反馈设备具体状态，无法实时获知设备的情况。由于设备数据信息的不透明，一旦设备出现预警或故障，需花较长时间排查，导致生产进度延误。另外，传统理货方式缺乏科学的库位规划，导致货物存放混乱，无法做到先进先出，易造成资源浪费；不合理的库位规划会增加货物查找和提取的难度，阻碍工作效率，加剧库存成本；物料库存状态无法实时更新，无法实现库存监控，从而影响生产计划的制定和执行；传统模式下需产线和仓储人工传递信息再由工人一对一操作运输车辆进行货物运输，难以实现最佳路径，人工成本高且运输效率低下。通过建设 5G 全连接工厂实现设备、生产线与人之间的无缝连接，可以大幅提高生产效率。

三、建设方案

工厂整体基础设施建设架构采用“端 - 边 - 云”架构。端侧部署感知执行末梢、前端设备、网关层涵盖智能生产设备、AGV 等；从生产执行、物料流转与环境与质量监测，全方位采集数据，执行指令，让生产场景“耳聪目明”。边侧部署工业 IOT 平台、边缘计算节点（含 SCADA；CNC 控制系统等），实现本地实时运算与控制、边缘数据存储节点留存设备、生产等多维数据，支撑快速决策；云侧部署智慧中枢，系统应用覆盖 MES、WMS、ERP 等，从生产调度、物料存储到企业全局管控，全流程数字化；云基础设施依托大数据中心汇聚分析海量数据，IOT 服务打通设备互联，超融合私有云提供基础设施运行环境，无缝对接底层计算；存储和网络资源，集成了虚拟化内核系统，实现对计算、网络；存储等硬件资源的软件虚拟化，提供稳定、安全、可靠的虚拟化管理服务，保障资源灵活调配与数据安全。

建设 5G 虚拟专网，所有信号覆盖强度 $RSRP > -105\text{dBm}$ 的采样点比例达 100%， $SINR >$

0dBm 的采样点比例 96% 以上，ping 平均时延 (ms) 整体在 30ms 以内，下载平均速率 (Mbps) > 40Mbps, 上行速率 > 30Mbps。建设了边缘节点、工业互联网平台、网管系统。现场装备总体数量 652 台，已经联网的装备数量 652 台，通过 5G 联网的装备数量 388 台。

四、应用场景

◎ 场景类型 1：柔性生产制造

为满足多定制需求，对生产线进行柔性化改造。借助 5G 技术实现设备精准控制与实时数据传输。5G 让产线调整更迅速灵活，当接到不同订单时，通过 5GPDA 扫描订单信息，经过 MES 后台设备 5G 模块快速读取及下装相关设备参数及 SOP，实现现场快速切换设备参数，快速切换 SOP，降低成本与时间。

◎ 场景类型 2：机器视觉质检

X 光探伤设备利用 X 射线照射物体，通过探测器接收透射射线，实现物体内部缺陷的检测与定位。将其与 5G 网关结合后，可通过 5G 网络将 X 射线图像、缺陷位置及大小等质检数据实时传输至远程监控中心，实现数据实时共享与远程监控，帮助企业全面监控和管理产品质量。



◎ 场景类型 3：设备协同作业

通过 5G PDA 发出指令至调度平台后，平台迅速联动 5G AGV，使其按指令前往产线完成取送料操作，随后将物料精准运送至立体仓库，整个流程依托 MES、WMS、RCS 系统的协同支撑，通过 5G 网络实现高效有序的物料流转。

◎ 场景类型 4：精准动态作业

MAZAK 高精度加工中心可以实时地将加工过程中的数据（如刀具磨损情况、工件加工进度等）上传至 MES 系统。同时，MES 系统也可以根据生产需求，向 MAZAK 高精度加工中心发送指令，实现生产过程的自动化和智能化。借助 5G 技术的高速度和低时延特性，MAZAK 高精度加工中心可以实现更加精准的动态作业。在加工过程中，远程控制系统可以根据实时数据对加工参数进行微调，以确保加工精度和产品质量。



◎ 场景类型 5：设备故障诊断

MES 系统的设备数据采集模块通过 5G 网络与生产设备实时联动，当设备出现异常时，可自动触发报警并极速收集故障信息，包括停机代码、参数波动、运行日志等关键数据。这些信息经 5G 网络实时同步至远程诊断系统，技术人员无需到场即可查看设备状态曲线、调取历史数据，快速



定位故障根源并给出解决方案，实现故障响应、诊断、处理全流程数字化，大幅缩短停机时间，提升设备综合效率。

◎ 场景类型 6：设备预测维护

利用 5G+ 设备及设备管理系统做预测性维护，构建“数据采集 – 传输 – 分析 – 决策”体系。通过传感器实时采集数据，依托 5G 网络传输，经 AI 模型分析，设备管理系统实现可视化预警与全生命周期管理。

◎ 场景类型 7：生产现场监测

引入监控摄像机 5G 网关，实现生产现场全面监测，助力效率、质量提升及安全管理与智能化转型。监控摄像机实时监控生产环节，规范工人操作，及时发现异常。

◎ 场景类型 8：厂区智能物流

引入 5G AGV 及调度系统，对接 MES 和 WMS 实现智能物流。5G AGV 依托高速低延迟特性，精准接收指令、动态规划路径，适应复杂环境。调度系统分配任务、规划最优路径并动态调整顺序。与 MES 对接实现生产与物流协同，与 WMS 对接提升运输效率和库存准确性。

◎ 场景类型 9：厂区智能理货

以 5G 技术连接堆垛机与 WMS 系统实现智能理货。智能立库由高层货架、堆垛机等构成，提升空间利用率与作业效率。5G 保障设备稳定连接、数据实时传输，适配复杂环境。WMS 系统实现精准库存管理、快速周转等。堆垛机借 5G 接入 WMS，实时传信息、快速分拣码放，按系统指令完成存取。

◎ 场景类型 10：生产过程溯源

生产中给设备赋码，通过 5G PDA 扫码将信息录入 MES 系统，由其维护记录产品数据，便于问题出现时扫码溯源。5G PDA 可快速准确采集工序、设备、原材料等数据并实时上传，还能实时显示生产数据，助管理人员随时掌握情况、处理异常，为工人提供操作指导。MES 系统明确追溯信息，分配唯一标识，整合存储数据，记录关键事件，建立关联，提供查询和报告功能。此举能助力精细化管理，提升效率、质量及数据安全性。

◆ 五、建设价值

1. 经济价值：通过优化资源配置，企业可以降低生产成本和能耗，提高资源利用效率。对于鑫磊压缩机股份有限公司而言，这意味着可以更高效地利用原材料、能源和人力资源，从而进一步提升企业的竞争力。

2. 社会价值：5G 全连接工厂的建设将推动行业内的技术创新和产业升级。随着 5G 技术的不断发展和应用，将涌现出更多新的生产模式和技术手段，为行业带来新的发展机遇，这一举措也将对整个行业产生示范效应，推动其他企业加快智能化改造和升级步伐，共同提升行业的竞争力。

江苏省苏州市

06 苏州昊信 5G 工厂

苏州昊信精密科技有限公司

一、项目概述

苏州昊信精密主营高精密零部件加工与装配，服务航空航天、医疗器械等行业，曾获评“江苏省工业互联网标杆工厂”。项目搭建 5G 网络，对公司 3 号和 2 号厂房及车间区域进行 5G 网络覆盖。应用 5G 终端（4G/5G 模组、4G/5G 网关）6 个，应用设备联网 60 台，应用设备无线联网 60 台，应用设备 5G 联网 60 台，基于 5G 连接的设备无线联网率达 80%。建设 5G+ 设备联网、5G+ 移动质检、5G+ 数字化运营管理等多个 5G 应用场景。

二、建设需求

当前面临三大核心痛点：一是“哑设备”多，ERP、MES、PLM、OA 等生产系统互不联通，形成大量数据孤岛，关键生产过程数据难实时完整采集，导致数据分析与优化无法开展；二是网络承载能力不足，传统工业网络（Wi-Fi、有线、工业以太网）在移动性、海量连接、超低时延和可靠性上存在瓶颈，难以支撑 AGV 协同调度、高清机器视觉质检等先进应用，制约智能化场景落地；三是智能化应用门槛高，因缺乏稳定高效的网络底座，AI 算法、数字孪生等前沿技术部署成本高、周期长、效果难保障，企业普遍存在“不敢转、不会转”的问题。这些痛点严重阻碍生产效率、产品质量与运营灵活性提升。

利用 5G 技术构建统一高性能的无线网络底座，是实现全要素、全价值链、全产业链互联互通的基石。其核心建设需求聚焦三方面：基础设施上，需在工厂内部署覆盖生产全场景的 5G 专网或虚拟专网，保障数据安全与传输性能；平台支撑上，构建基于 5G 连接的工业互联网平台，实现海量设备数据汇聚、管理与分析，为上层应用提供支撑；应用创新上，重点发展 5G+AI 质检、5G+ 远程控制、5G+ 数字孪生等核心应用，解决生产痛点，实现降本增效。

三、建设方案

1. 用户分级接入设计

区分两类终端：①生产域终端（5G 模组、工业网关等），采用 5GSA 专网接入，通过 eSIM+ 设备指纹双认证，保障单终端带宽和时延，支撑 60 台设备联网；②办公 / 访客终端，走移动公网或工厂 Wi-Fi，账号密码 / 临时验证码认证，带宽按需分配，优先级低于生产域。

2. 网络架构

采用“本地 UPF+MEC+ 省级核心网”架构：生产数据经终端→5G 基站→本地传输网→UPF（专线连企业内网），实现本地化传输；公网数据经省级核心网连互联网，内外网物理隔离。部

署 1 台 MEC 边缘服务器，预处理设备数据，降低云端带宽占用。

3. 终端设备适配

选工业级终端：5G 模组、工业网关，接入传感器、机床；仓储用 5GPDA，质检工位配 4K5G 摄像头，均达 IP65 防护，适应车间环境。

4. 安全运维保障

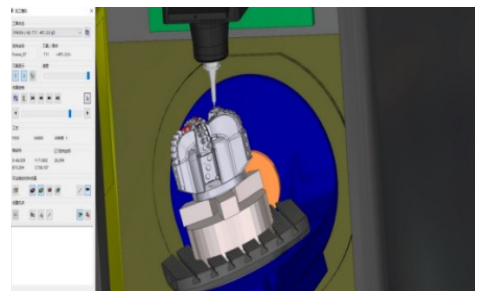
安全层面：IDS/IPS 防网络攻击，SSL/TLS1.3 加密传输，敏感数据脱敏 +RBAC 权限管控；搭建全方位防火墙，7×24 小时响应 / 监控网络 / 设备状态，每月漏洞扫描，保障系统可用性 $\geq 99.9\%$ 。

四、应用场景

◎ 场景类型 1：协同研发设计

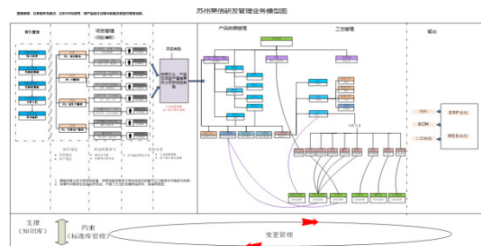
1. 基于仿真和知识库的工艺数字化设计

研发人员通过 SolidWorks 开展三维工艺仿真，800MB 仿真模型经 5G（上行 90-100Mbps）上传 PLM 系统，传输 ≤ 90 秒。5G 实时共享千余条工艺方案，查询时延 ≤ 1 秒，研发协同效率提升 50%，研发周期缩短 28.6%。



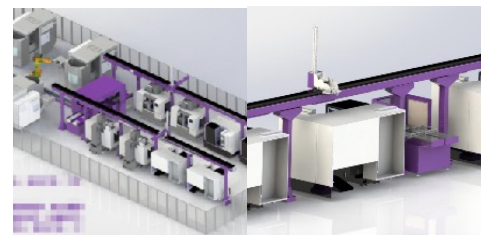
2. 5G+ 设计工艺制造一体化协同的工艺动态优化

针对工艺参数调优难、决策依据不足问题，通过 Mastercam、SolidWork 集成多系统，依托 5G 打通设计、工艺、制造环节数据流，建立工艺建模分析环境，实现参数在线优化、流程异常报警及设计反向优化。应用后生产效率提升 3%，良率提升 2%，运营成本降低 3%。



◎ 场景类型 2：生产单元模拟

针对车间布局中物流路线交叉、机台空间干涉等问题，依托 5G 网络，通过仿真技术模拟产线布局方案，验证物料路线、仓储模式等可行性并给出优化建议。



◎ 场景类型 3：机器视觉质检

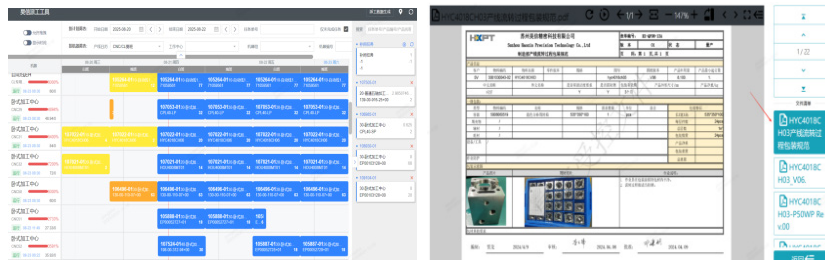
针对产品复杂、人工检测低效、质量数据孤岛问题，集成五轴机床等装备与 ERP、MES 系统，融合 5G 等技术构建智能检测系统，实现产品自动检测、缺陷识别与筛选。



◎ 场景类型 4：精准动态作业

针对订单预测难、交付周期长问题，依托 5G 打通采购、生产、仓储物流等系统，结合工位

机等实现生产全流程一体化透明管理。应用后产品准时交付率升至 99.5%，运营成本降 3%，研制周期缩短 10%。



◎ 场景类型 5：生产现场监测

针对全要素全过程精细化管控需求，融合 5G、大数据与 VSM、6S 等系统，构建工业互联网化精益数智管理体系，覆盖设备监控、过程追溯等全维度。机台数据自动上传 MES 系统，实现实时采集分析，产品质量提升、报废率降低，车间产能综合利用率超 85%。



◎ 场景类型 6：工艺合规校验

构建基于 SPC 的全流程质量控制体系，通过实时采集生产全链条关键质量数据，运用统计分析方法动态监控过程稳定性，提前预警异常波动，推动跨环节协同改进，实现质量管理从事后检验向事前预防 + 事中控制转变。



◎ 场景类型 7：厂区智能理

货针对物料、产品种类多、管理复杂问题，部署条码、二维码及 PDA 设备，集成 ERP、MES 系统并依托 5G 网络，规范仓储作业流程，实现智能入库、高效出库、精准配料与自动领料。应用后原材料及成品入库时间大幅缩短，库存准确率 100%，人力成本与安全事故发生率降低。

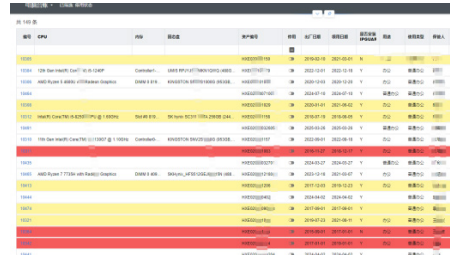


◎ 场景类型 8：全域物流监测

依托工业互联网 5G 平台，接入 PLM、ERP、OA 及 SRM 系统，打通全业务流程，实现订单在线填写并自动生成发货单、出货单，避免人工错误。通过系统完成单据信息化管理与审批，支持业务人员实时查询发货状态，解决采购计划不准、交付不及时问题。

◎ 场景类型 9：生产过程溯源

对公司客户、产品、供应链等核心业务域数据全面盘点、标准化定义与元数据采集，构建企业级全生命周期数据资产目录。基于治理后的数据搭建共享平台，封装多元可复用数据服务，通过细粒度访问控制与审计追踪，实现业务安全合规与数据资产化管理。



资产名称	CPU	类型	位置	所属部门	创建时间	最后更新时间	状态	操作
10001	10001	10001	10001	10001	10001	10001	10001	10001
10002	10002	10002	10002	10002	10002	10002	10002	10002
10003	10003	10003	10003	10003	10003	10003	10003	10003
10004	10004	10004	10004	10004	10004	10004	10004	10004
10005	10005	10005	10005	10005	10005	10005	10005	10005
10006	10006	10006	10006	10006	10006	10006	10006	10006
10007	10007	10007	10007	10007	10007	10007	10007	10007
10008	10008	10008	10008	10008	10008	10008	10008	10008
10009	10009	10009	10009	10009	10009	10009	10009	10009
10010	10010	10010	10010	10010	10010	10010	10010	10010

◎ 场景类型 10：生产能效管控

依托 5G 工业互联网平台，部署智能电表与能耗监测系统，解决能耗全面监控难、精细化管控成本高的问题。通过数据分析图文展示能源消耗情况，定位高耗能点、优化耗能习惯，为节能提效提供数据支撑。



◎ 场景类型 11：设备故障诊断

依托 5G 工业互联网平台，实时采集所有设备数据并回传系统，实现设备运行状态在线监测、报警与履历可视化，通过平台算法判断数据完整性并预测故障，提前规划维修保养。应用后设备故障率降低 79%，停机时间减少 82%，安全事故为 0，故障平均解决时间缩短 74%。

五、建设价值

1. 经济价值

5G 工厂的经济价值显著，通过生产设备无线柔性互联，大幅提升生产线调整效率，省去重新布线成本并减少停工损失。依托 5G 超低时延与高可靠特性，机器视觉质检、AGV 调度等应用高效落地，直接推动生产效率与产品良率双重提升。同时，借助海量传感器采集数据并结合 AI 分析，实现设备预测性维护与能源精细化管控，有效降低运营及维护成本，为企业带来实打实的降本增效收益，筑牢市场核心竞争力。

2. 社会价值

5G 工厂作为“中国智造”的标杆实践，有力推动区域工业体系数字化升级。其发展催生 5G 运维、数据分析等新型技术岗位需求，持续优化就业结构。通过生产过程的精准化、智能化转型，工业安全生产水平与资源利用效率显著提升，助力绿色制造落地。此外，其成功经验为产业链现代化提供关键支撑，强化国家工业基础，具备广泛的行业示范意义与强劲的社会带动效应，为制造业高质量发展注入持久动能。

山东省德州市

07. 山东朝阳轴承有限公司 5G 工厂

山东朝阳轴承有限公司

一、项目概述

山东朝阳轴承有限公司 5G 工厂项目充分利用 5G 技术的高速度、大带宽、低时延特性，实现了工厂内部设备、人员和物料等生产要素的全面互联互通。可以实时数据采集、传输和处理，实现生产过程的自动化、智能化和可视化，可以降低成本，提高生产效率和产品质量。将 5G 技术与工业互联网深度融合，构建了基于 5G 的智能制造系统，实现了工厂生产过程的全面数字化、智能化和绿色化。

二、建设需求

轴承行业受设备落后、数据延迟、网络不稳等痛点影响，汽车轴承制造还面临质量难预测、设备协同低、追溯滞后问题，解决这些以提升竞争力迫在眉睫。

本项目建设需求包括：构建“5G + 工业互联网”平台及生产数据、设备健康管理两大中心；部署 5G 传感器与边缘节点，实时采集 7 大工序 368 类参数及 12 大系统数据；建立全链路闭环机制，提升工序响应、追溯效率，降低停机率，实现全生命周期管控。

三、建设方案

5G 工厂以“网络覆盖 + 平台支撑 + 现场升级”为核心构建方案。总体架构上，用 5G 宏站与室内分布基站覆盖园区、车间及仓库，逐步替代传统网络；设备通过以太网组网，5G 专属设备联网采集数据，蜂巢 MOM 平台借 API 实现系统互联互通。基础设施建设包含四方面：以虚拟或混合专网部署 5G 网络，探索独立专网；融合 5G、TSN 等技术推动多网络互通与 IT-OT 融合；按需部署边缘计算节点，促进云网边端协同；自建私有云平台，配套数据存储、标识解析节点及蜂巢 MOM 平台，支撑数字化运营。厂区现场从三方面升级：改造“哑设备”与单机系统，用 5G 芯片、模组改造移动设备，推动 5G 与工业控制系统融合；统筹部署 IT-OT 应用，研发移动端 APP，形成融合方案；运用 5G 与 AI 分析数据，优化设备管理、工艺调优及能耗管理，助力精准决策。

四、应用场景

◎ 场景类型 1：生产单元模拟

通过数字孪生技术模拟生产线动态，快速验证布局调整方案，缩短新产品导入周期。虚拟工艺仿真与质量提升：通过仿真模拟验证工艺参数（如热处理温度、磨削精度），关键工序不良率降低。



◎ 场景类型 2：协同研发设计

在朝阳轴承的研发部门及各地供应商现场部署了工业互联网平台，具备图纸协同共享、版本管理及实时交互能力，已构建“云端数据+本地终端”的跨地域协同研发体系。系统支持多版本图纸比对、设计变更同步更新及远程协作评审，有效提升研发效率并减少沟通成本。

◎ 场景类型 3：柔性生产制造

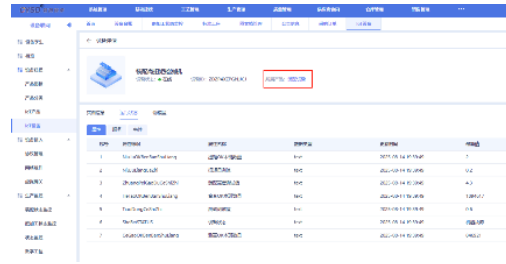
在数字磨装车间，通过 5G 网络，利用工业互联网平台实现柔性生产线改造和自动化换线技术。



◎ 场景类型 4：远程设备操控

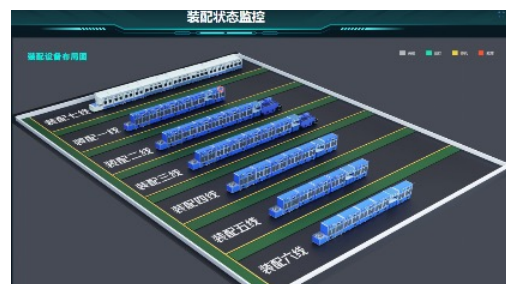
在数字磨装车间内，技术人员通过远程控制界面实时调整设备参数。通过 IOT 设备管理平台，技术人员可直接观察到设备在线状态，

设备种类等信息，并且可以直接通过远程控制界面实时调整设备参数（如磨削精度、热处理温度），无需现场操作。



◎ 场景类型 5：设备协同作业

在数字磨装车间通过 5G 网络实时同步多台设备（如磨床、装配线、检测设备）的运行状态，实现无缝衔接作业。设备间协同控制消除工序间等待时间，生产线整体流畅度显著提高。



◎ 场景类型 6：精准动态作业

在数字磨装车间，通过 5G 网络远程修改 PLC 程序，实现多品种小批量产品的快速切换。



◎ 场景类型 7：现场辅助装配

依托 5G 低时延，装配指令快速传至现场终端。平台借工业互联网整合信息，提供实时装配指导，减少查找等待以提效。同时实时采集装配参数并与标准对比，异常时预警，避免质量问题，提升一次装配合格率。

◎ 场景类型 8：工业合规校验

在数字磨装车间通过 5G+AI 技术实现生产全流程（如热处理、磨加工）的实时数据采集与自动校验，替代传统人工抽检模式。利用 AI 算法实时比对工艺参数（如温度、压力、转速）与国家标准 / 企业标准，即时预警偏差。

◎ 场景类型 9：设备故障诊断

在数字磨装车间，通过 5G+AI 技术实现毫秒级数据分析，快速定位故障原因，减少人工排查时间。通过智能诊断优化设备运行参数（如磨削精度、轴承装配压力），减少机械磨损。

◎ 场景类型 10：设备预测维护

在数字磨装车间，通过 5G 网络实时传输设备运行数据（如温度、振动、电流等），结合 AI 算法实现异常预警。提前发现潜在故障并远程干预，避免生产中断。



◎ 场景类型 11：生产现场监测

朝阳轴承借“5G + 工业互联网”建“工业设备全领域运行可视化监控平台”，实现生产设备全域数字化管控。关键设备加装 5G 网关，连 PLC 实时采集 300 余项运行参数，毫秒级上传平台。管理人员可通过大屏查设备实时数据、健康度及效率，故障预警响应缩至分钟级，异常处理效率升 70%，还使设备综合效率升 15%、能耗降 12%，助力打造智能透明生产体系。

◎ 场景类型 12：厂区智能物流

在朝阳轴承生产车间内，基于 5G 网络与 UWB（超宽带）高精度定位技术，实现了物料与载具的实时位置追踪。系统通过动态采集位置数据，实时优化 AGV 运输路径，并与 MES 生产计划联动。智能排程算法根据工序优先级和物料需求自动调度物流资源，减少等待时间。



◎ 场景类型 13：厂区智能理货

在朝阳轴承仓库中，通过引入扫码枪、工业相机等信息采集终端，实现了周转箱自动辨识信息，进行不停车监测，实现无感知通行，提高物料效率。

◎ 场景类型 14：全域物流检测

在数字麻装车间，通过 5G 网络的低时延、高带宽特性，全域物流监测系统可以实时获取物流设备（如 AGV 小车、传送带等）的运行状态和位置信息。一旦出现设备故障或物流堵塞，系统能迅速发出警报并及时调整物流路径，避免物流停滞，提高物流流转速度。



◎ 场景类型 15：生产过程溯源

通过生产过程溯源，可实时采集生产设备的运行参数、工艺参数以及产品质量检测数据等。一旦发现产品质量问题，能迅速追溯到原材料批次、生产设备、操作人员、生产时间等信息，精准定位质量问题的根源，便于及时采取措施进行改进，防止不合格产品流入市场，提高产品整体质量和一致性。

◎ 场景类型 16：生产效能管控

通过 5G 网络的低时延、高带宽特性，该平台能够实时采集生产设备的各类数据，如运行状态、能耗数据、生产进度等。基于这些实时数据，系统可以进行精准的分析，及时发现

生产过程中的能效异常点。例如，当某台设备的能耗突然升高或生产效率出现波动时，平台能迅速发出预警，帮助工作人员快速定位问题，及时采取措施进行调整，避免能源的浪费和生产效率的下降。

◎ 场景类型 17：企业协同合作

在朝阳轴承各车间及部门内，利用 5G 网络的低时延特性使生产指令能够通过工业互联网平台快速准确地下达至各个生产环节，减少信息传递时间。当销售订单变化时，生产计划可以迅速调整并通过平台实时推送至相关车间和设备，各环节能够及时响应，快速切换生产任务，减少设备闲置和生产等待时间，提高整体生产效率。

五、建设价值

1. 经济价值

国内轴承行业竞争日趋激烈，企业要搞专业化生产，有自己的知识产权，有独立的开发能力，把自己的轴承产品做到最精、最好；下一步将继续做深、做细 5G+ 工业互联网智能工厂内容，实现可年产高端轴承 800 万套，生产效率提升 50%，继续深入应用 5G+AI 质检技术，减少了漏装、倒装、混装的质量事故发生率，继续加大采购先进生产设备，实现在线预警功能，降低安全风险，该项目可新增年销售收入 3000 万元，利润 500 万元，税收 160 万元。

“5G 工厂”可实现传统刚性产线的柔性化改造，形成高效、柔性、敏捷、快速满足客户大批量个性化定制需求的未来制造模式。

2. 社会价值

社会效益方面，此项目具有较好的盈利能力，并且通过项目的实施，可以达到增加当地经济效益以及企业可持续发展的目的，增强企业的市场竞争力，促进区域经济发展，有良好的社会效益。

江苏省扬州市

08. 基于 5G+ 智造模式的超大型油脂装备 5G 工厂

迈安德集团有限公司

一、项目概述

迈安德集团拥有近 13 万平方米的装备制造基地。公司构建基于 CRM、PLM、SAP-ERP、MES、Pdmax、WMS 等的信息系统，建设数字化企业，实现数据集成，实现产品的研发、设计、制造等全生命周期的过程管控。项目通过 5G 技术与工业制造的深度融合，实现了生产全流程的智能化升级。该项目以 5G 企业专网为核心，采用一张 5G 专网 + 下沉 UPF+SPN 传输架构，部署华为 5G 新型室分系统，通过异频切换与 POE 供电实现 10m×10m 网格覆盖，解决了厂区东西跨度大、金属结构信号衰减严重等问题，将 5G 覆盖率从 70% 提升至 99%。

二、建设需求

在推进数字化、网络化、智能化转型及新型工业化过程中，企业面临显著挑战：一是传统网络在广阔且金属结构复杂的厂区内信号覆盖严重不足，存在盲区且易受干扰，导致移动设备通信不稳，制约了柔性生产与物流自动化；二是各生产环节信息系统协同不足，形成数据孤岛，设计、生产、管理数据未能实时贯通，影响运营效率与决策准确性；三是关键生产设备依赖人工巡检与滞后维护，故障预见性差，整体设备效率（OEE）有待提升，同时高端装备制造依赖进口，亟待实现自主可控与技术升级。

三、建设方案

1. 工厂整体基础设施建设架构符合“端-边-云”，迈安德 5G 工厂的架构体现了 5G 网络从边缘到核心的多层次连接和数据处理流程，体现了从终端设备到核心网的完整数据流路径。通过“端-边-云”整体架构构建基础设施底座，为 5G 工厂典型场景搭建提供基础设施保障。为围绕研发设计、生产运行、检测监测、仓储物流、运营管理五大环节构建 14 个 5G 典型应用场景。

2. 端侧部署了 5G 基站、5G CPE 和车间内环境监测设备等智能传感等终端设备，部署 AGV、焊接系统（含机器人）、大族激光切割机、法兰克车床、折弯机等生产作业设备，万能拉力试验机、分级筛疲劳测试平台等检测设备，这些设备通过 5G 连接到网络，实现数据传输和终端设备的接入，为设备协同作业、柔性生产制造、精准动态作业等场景赋能。

3. 边侧部署边缘计算节点/网关、数据采集盒、PLC 控制器等设备，通过边侧智能装备的部署以及边侧系统程序的应用，为采集设备运行数据、设备状态数据、环境参数等提供保障，对采集的数据进行边缘侧的计算和处理，实现边侧数据的高效处理，将结果数据传输到云侧的数据中台，由数据中台进行数据的具体应用，通过工业互联网平台的 PaaS 层能力实现相关数据的应用和加

工、最终实现各业务环节场景的数据应用。

四、应用场景

◎ 场景类型 1: 柔性生产制造

智能物流系统：由平库、堆垛机库、多穿库及 25 台 AMR 构成，WMS 系统基于 5G 实时调度 AGV 配送路径，支持多品种小批量生产需求，每日完成 500 车次物料转运，替代 70% 人工配送任务。产线快速重构：通过数字孪生模拟优化产线节拍与布局，采用 3 套激光导航 ARM 实现工位间动态配送，5G 信号全覆盖保障调度指令实时传输，产线调整时间缩短 20%。



◎ 场景类型 2: 设备协同作业

在主要生产设备中引入 5G 网关通信模块，实现多设备协同联动控制。利用 5G 网络低时延特性，构建“人 - 机 - 设备”三位一体的智能联动系统。



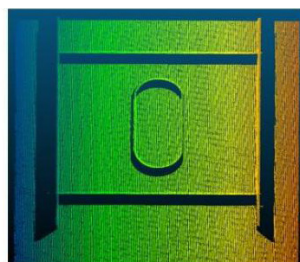
◎ 场景类型 3: 精准动态作业

机器人焊机系统通过深度融合 TPM、SMED、Jidoka 等精益工具与工业物联网、焊接工作站实现从“经验驱动”到“数据驱动”的转型，为离散生产模式的高效生产提供了技术保障。

A 将构件吊装到设备工作范围；B 机器人启动精确扫描，识别焊接板件起始位置；C 扫描完成后，系统根据获取焊缝位置精确数据，匹配焊接工艺，生成焊接程序；E 系统启动焊接；

◎ 场景类型 4: 机器视觉质检

机器人焊接完成之后，启动 3D 相机进行拍照，结合激光扫描仪，形成三维图，获取精确待



检数据，并借助 5G 网关或内嵌模组实现终端接入，数据实时传输至部署专家系统，结合算法模型，对图像进行实时分析，对比预设规则或模型（如缺陷库），自动判定产品合格性，实现缺陷检测与报警。

◎ 场景类型 5: 工艺合规校验

工厂采用“5G 专网 + 下沉 UPF+SPN 传输”架构，无线侧部署华为 5G 新型室分系统

(BBU+RHUB+pRRU)，核心网用户面 (UPF) 下沉至机房，结合双链路 BFD 热备技术，实现时延 <20ms、可靠性 99.99%，确保数据实时传输。采集的指标与操作信息通过 5G 网络同步至边缘云平台，该平台集成人工智能、大数据分析技术，将机器人实际操作工序与 MES 系统中的标准工艺库进行实时比对，自动识别顺序颠倒、危险操作等异常，触发告警机制。

◎ 场景类型 6: 设备故障诊断

依托智能设备监控平台，集成 MES 系统与 SCADA 系统，实现设备档案、运行日志、维护记录的数字化管理。系统通过 OPC DA(UA) 驱动实时解析传感器数据，基于设备故障知识库建立多维诊断模型，对异常振动、功率波动等特征进行模式匹配，实现故障定位准确率提升 40%。



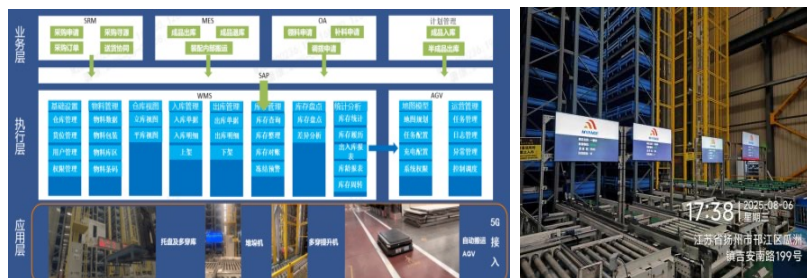
◎ 场景类型 7: 设备预测维护

平台基于预设维护策略（如点检周期、保养阈值）和故障预测模型，对设备性能指标进行实时分析，预判潜在故障风险。例如，通过智能电表、流量传感器监测能耗异常，触发阈值报警。

◎ 场景类型 8: 生产现场监测

部署智能电表、称重传感器、流量传感器等设备，通过 5G 与工业以太网混合组网，实时采集电力、热力、燃气等能耗数据，并结合智能气象站优化车间环境调控。

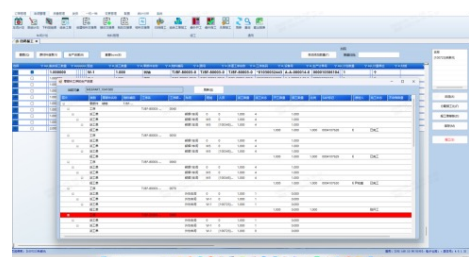
◎ 场景类型 9: 厂区智能理货



以 5G 网络为基础，采用 FRID、形码扫描、AGV 等信息化手段固化仓库物流管理流程，按照工位节拍进行仓储管控，实现对各个工位得配料机送料得信息化跟踪，包括库存精细化管理、自动出入库、智能化仓库等三大部分。

◎ 场景类型 10: 生产过程溯源

通过 RFID 标签、二维码技术对物料进行全生命周期追踪，生产管理人员可以扫码实时获知当前物料的生产状态、流转节点等；MES 电子工单系统强制匹配检验计划，检验员通过移动终端上传图片、视频等多媒体数据，关联人员身份与工序节点。



08 基于 5G+ 低碳智造模式的超大型油脂装备 5G 工厂

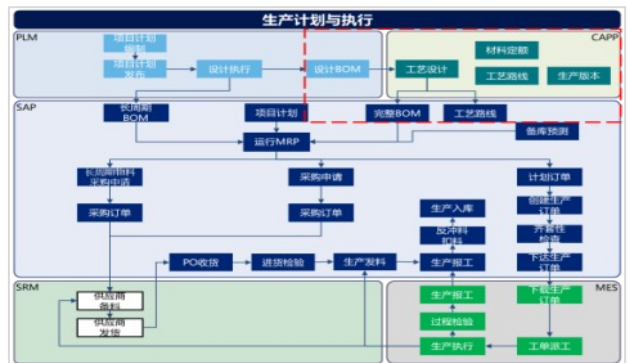
◎ 场景类型 11: 生产能效管控

凭借 5G 网络超高带宽、超低时延、海量连接的特性，实现了对企业核心能耗单元用电数据的毫秒级精准采集，以及对粉尘、废气等关键污染物排放指标的连续、动态监测。所有数据通过 5G 网络高速、稳定地汇聚至中央能源管理系统 (EMS) 及环保监控平台，形成可视化的能效状态全景图。



◎ 场景类型 12: 企业协同合作

基于 5G+MEC 平台，实现 PLM (产品生命周期管理)、MES (制造执行系统)、SRM (供应商关系管理) 的互联互通。通过项目管理系统和跨部门协作平台，打通研发、制造、采购等环节，使设计变更处理时间缩短 25%，部门协同效率提升 25%。



智能优化能力：采用工艺数据库和智能算法，对工时标准、设备能力等参数进行动态优化，使资源利用率提升 20%，设计周期缩短 15%。通过可视化能源管理系统，实现多介质能源平衡调度与异常预警。

设备智能运维：设备主动维护系统通过 OPC DA(UA) 驱动实时采集设备状态数据，结合 5G+MEC 边缘计算自动生成点检、保养任务，异常响应时间缩短 50%，设备稼动率提升至 85%。

五、建设价值

1. 经济价值

该项目不仅构建了“5G+ 全连接工厂”的标准化模板，更通过 5G 技术优化工艺流程，在植物油精炼等环节实现年增收 150 万元。

2. 社会价值

其经验已带动长三角地区产业升级，为流程工业数字化转型提供了可复制的解决方案，兼具显著经济性和行业推广价值。

福建省泉州市

09. 铁拓机械 5G 智能制造产业园

福建省铁拓机械股份有限公司

一、项目概述

铁拓机械是沥青混合料搅拌设备的专业制造商，公司于 2019 年建成的智能制造园区，通过物联网和智能制造技术，推动了产供销全流程的数字化升级。铁拓机械 5G 智能制造产业园项目基于“端 - 边 - 云”协同架构，通过部署 5G 虚拟专网（SA 物联网模式）融合中国电信 5G 网络与铁拓云资源，构建覆盖研发、生产、管理的数字化闭环体系，部署 5G 工业网关实现焊机、切割机等设备联网，部署边缘 NAS 节点实现图纸权限管理与远程下发，建设焊接云平台、设备稼动率管理等 8 大 5G 应用场景。

二、建设需求

铁拓机械作为工程机械制造企业，面临设备数字化水平低、网络性能不足、生产协同粗放等核心问题。针对上述问题，需建设 5G 虚拟专网（SA 物联网模式），融合工业以太网，支撑焊机远程控制、4K 图纸实时分发等场景；需部署边缘 NAS 节点，解决图纸权限管理与移动端调阅难题；需打通 ERP、PLM、焊接云平台等系统，构建“端 - 边 - 云”协同架构，实现研发 - 生产 - 管理全链条贯通；需基于 5G 创新应用，实现远程操控、精准作业、预测维护、智能理货等。

三、建设方案

本项目建设采用“云 - 边 - 端”三级架构。终端层实现设备 5G 模组改造与智能终端部署；边缘层部署工业网关和边缘服务器，完成实时数据处理与控制指令下发；云端层搭建工业互联网平台，整合生产调度、设备管理、数据分析功能，形成数据驱动的智能化管理闭环。

5G 网络方面，部署 1 个室外宏站、3 个小基站，覆盖厂区及车间；支持 5G 虚拟专网（SA 物联网模式），满足高带宽、低时延需求，实现设备远程控制与 4K 图纸分发；边缘计算方面，配置边缘计算节点及冗余存储设备，保障数据本地处理与安全备份；工业互联网平台方面，整合 ERP、PLM 等系统，打通研发端与生产端数据链路；部署设备联网管理平台，加装传感器监控老旧设备运行状态。

网络升级：替换车间原有 Wi-Fi，通过 5G 工业路由器实现电子看板、PDA 等终端灵活接入；保障图纸分发效率提升 50%，工艺参数同步时延 < 50ms。

核心应用场景：①远程操控，焊接工作站无人化，高危区域人员配置减少 90%；②智能焊接，机器人动态调整参数，焊接合格率提升至 99.2%；③预测维护，AI 模型预测设备故障，非计划停机减少 60%；④智能理货，5G PDA 实现仓储动态调度，盘点周期缩短 60%。

四、应用场景

◎ 场景类型 1: 协同研发设计

该场景实现设计端与生产端的实时数据交互与流程协同，结合 PLM 系统实现设计数据全生命周期管理，通过 NAS 按工序、班组分级存储图纸并动态分发至车间终端；车间通过 5G 网络实时调取电子看板中的三维模型及工艺参数，支持切割、焊接、装配、质检等工序的可视化操作。设计人员通过 5G 网络与车间终端实时共享图纸设计的变更信息，生产线反馈的相关图纸异常数据自动触发 PLM 系统中的设计迭代流程，形成“设计 - 仿真 - 生产 - 优化”闭环。该方案通过 5G 网络保障数据同步效率，结合 PLM 与 ERP 系统集成，实现设计变更自动同步至生产计划，减少跨部门沟通延迟，有效提升产品的研发效率，减少纸质图纸管理带来的打印纸张、墨盒等方面的消耗。



◎ 场景类型 2: 远程设备操控

该方案主要是基于 5G 专网通过焊接云平台的参数配置 + 设备自主执行实现铁拓部分大型结构件的高危焊接作业的无人化。该方案利用 5G 专网的低时延等特性，直连固定式焊接工作站，操作人员在车间中控室远程设定焊接电流、速度、路径等参数后，设备自主启动焊接流程；焊接过程中，平台实时监测熔池状态与热输入量，通过预设算法动态微调参数（响应时间 < 50ms），确保焊接质量稳定。该模式突破传统人工现场操作限制，使单工作站可 7x24 小时无人值守运行，减少高危区域人员配置 90%，同时通过 5G 专网实现焊接数据全流程存档与工艺优化迭代，形成标准化远程制造体系。



◎ 场景类型 3: 设备故障诊断

通过 5G 网关直连焊接机实现设备参数实时采集与远程诊断。该场景主要利用焊接机内置的电流、电压、送丝速度等工控机的数据接口，通过 5G 工业网关将数据实时传输至焊接云端管理平台。平台基于预设故障阈值库（覆盖焊接电流波动、送丝堵塞、电源过载等 10 类典型故障），对实时数据进行秒级分析，触发异常告警并精准定位故障源。当设备运行数据超出阈值时，系统自动触发告警并精准定位故障源通过 5G 网络将诊断结果推送至运维终端，支持远程参数修正或锁定操作。

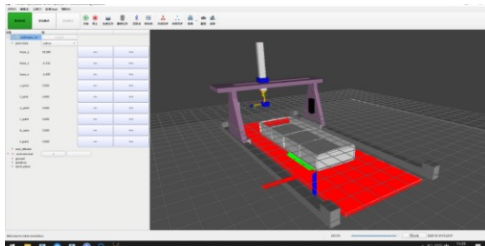
◎ 场景类型 4: 精准动态作业

车间引入新型的智能焊接系统，该系统主要通过视觉感知 - 智能决策 - 精准执行的闭环实现



焊接工艺动态优化体系、焊接质量全程可控。该方案利用工业相机实时捕捉焊缝形态，通过云端算法解析焊缝特征并生成最优焊接路径，同步将参数指令下发至焊接机器人；焊接过程中，动态监测熔池状态与热输入量，结合实时反馈数据调整送丝速度与焊枪姿态，确保焊接过程自适应材料变化；完成单层焊接后，系统自动复检焊缝表面质量，通过多维度比对分析触发补偿指令，形成“检测 - 焊接 -

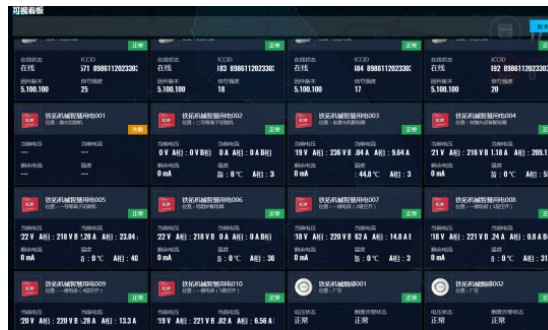
修正”全流程智能协同。焊接机器人的工控机主要通过 5G 专网进行联网，使焊接一次合格率提升至 99.2%，人工干预减少 80%，单件焊接时间缩短 35%，实现工程机械复杂结构件的高效精准焊接。



维度数据采集 + 智能分析实现全生命周期。在切割机等设备加装振动、温度、器，实时采集启停状态、负载波动、异数；油漆房则直接对接 PLC 系统获取温度压力等运行数据，同步传输至云端分析基于历史数据构建设备健康度模型，动态评估部件磨损趋势，可提前 14 天预警电机轴承劣化、液压系统泄漏等潜在故障，准确率达 85% 以上。该模式使设备非计划停机减少 60%，年维护成本下降 25%。

◎ 场景类型 5：设备预测维护

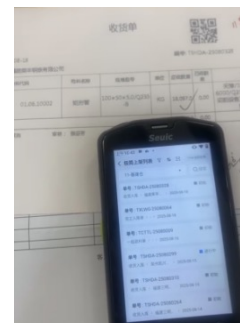
主要针对切割机、折弯机、油漆房等核心设备，



基于 5G 专网，通过多期健康管电流传感常震动等参湿度、喷枪平台。系统

◎ 场景类型 6：厂区智能理货

该场景主要基于 5G 专网，通过 PDA 扫码枪 + 云端协同实现仓储作业全流程智能化。在出入库管控环节，操作人员使用 5G PDA 实时扫描物料条码，自动关联 ERP 系统生成电子出入库单据，同步更新库存数据并触发智能调度指令，确保物料精准定位与快速流转；盘点管理中，5G 专网支撑移动端实时采集货位信息，通过云端算法自动对比账面数据与实物状态，差异异常即时预警并生成纠偏工单。该模式突破传统人工盘点效率低、易出错的瓶颈，使库存盘点周期缩短 60%，出入库准确率提升至 99.9%，同时通过 5G 网络实现仓储数据与生产计划系统实时交互，形成“按需生产 - 精准供料 - 动态库存”的闭环管理体系。



◎ 场景类型 7：生产过程溯源

该场景主要基于 5G 专网，通过电子看板 + ERP 协同 + 数据闭环实现全流程透明化管理。车间内配置 22 台 5G 电子看板，实时展示产品图纸、工艺参数及工单状态，工人通过 PC 端或移动终端扫码获取工序指令，同步关联 ERP 系统中的 BOM 清单与物料批次信息；生产过程中，设备运行数据（如焊接电流、温控参数）及操作记录（人员、工时）通过 5G 专网实时上传至云端溯源平台，与 ERP 生产模块深度集成，形成“物料批次 - 设备参数 - 操作人员”三位一体的溯源链路。该模式使产品追溯响应时间缩短至秒级，质量问题定位准确率提升至 98%，同时通过 5G 专网保障数据传输稳定性，实现从原材料入库到成品出库的全生命周期数字化管控。



◎ 场景类型 8：生产能效管控

该场景主要通过 5G 专网，通过三级能耗监测 + 设备稼动率协同管控实现绿色智能制造。在切割机、折弯机等主设备部署 5G 智能电表及能耗传感终端，实时采集电压、电流、功率因数等数据，同步对接 ERP 与能耗管理系统获取生产计划信息，形成“设备 - 产线 - 车间”三级能效分析模型。系统动态分析能耗与生产节拍的匹配度，自动优化设备运行参数，降低空载能耗；同时通过设备联网率监测与能耗负载波动分析，精准识别低效运行时段，触发预防性维护指令，使设备平均稼动率从 72% 提升至 96%。该模式使单位产值综合能耗下降 22%，形成“能效可视 - 动态优化 - 闭环改进”的全流程管理体系。



五、建设价值

1. 经济价值

减少图纸打印等耗材损耗年超 120 万元，设备维护成本降 25%，单位产值能耗降 22%。设计效率升 40%，焊接一次合格率达 99.2%，库存盘点周期缩 60%，设备稼动率从 72% 提至 96%。5G 定制网等业务稳定运行，保障生产高效，提升市场竞争力。

2. 社会价值

打造“5G+ 工业互联网”8 大场景，为机械制造行业 5G 改造提供范例。减少高危区域人员配置 90%，保障工人安全，推动安全生产模式普及。推动传统制造业数智化，带动产业链协同发展，助力地方产业升级。

江苏省泰州市

10. 兆胜高端特种环控系统 5G 智能工厂

江苏兆胜空调有限公司

一、项目概述

兆胜空调通过集成 5G-IOT 数采平台、MES 系统、ERP 系统、CRM 等信息化软件，将企业的管理层、生产车间、供应商、代理商及客户数据均连接到平台上，达成智能排产、质量追溯、设备状态监测、安全管理、产销协同等功能。

二、建设需求

兆胜空调在转型过程中面临多重挑战。一是生产流程复杂与协同效率低：产品结构高度复杂，需跨部门、跨地域协同设计与制造，但传统网络在数据传输速度、实时性和稳定性上难以支撑大规模资源泛在感知与高效协同。二是用工荒与成本压力：精密装配、质量检测等环节依赖熟练工人，但劳动力短缺与成本攀升制约自动化升级，现有网络延迟高、覆盖不足。三是数据孤岛与标准化缺失：设备、系统间数据格式和协议不统一，导致信息难以互通，阻碍了智能化服务的落地。

建设 5G 工厂是应对上述挑战的关键路径。通过 5G+ 工业互联网平台，公司可实现百万级生产资源的泛在感知与跨系统数据整合，打破“信息孤岛”；基于 5G 的机器视觉、无人巡检等技术可替代人工完成高精度质检与危险环境作业，缓解用工压力。

三、建设方案

本项目基础设施建设架构是“端 - 边 - 云”架构。

端侧（终端层）：工业级 5G 工业路由器终端设备，通过 5G 网络，工业 5G 路由器可将各类工业设备接入互联网，实现远程监控、数据采集与分析。

边侧（边缘层）：已部署边缘计算节点（MEC）、专享 UPF（用户面功能网元），支持本地数据处理、实时处理和低时延响应终端请求；同时对数据进行预处理、实时分析，并将结果或进一步需求反馈给云端。

云侧（云端层）：私有部署超融合集群平台，负责深度学习、大数据分析、模型训练，并将优化后的策略下发至边缘，最终指导终端执行。

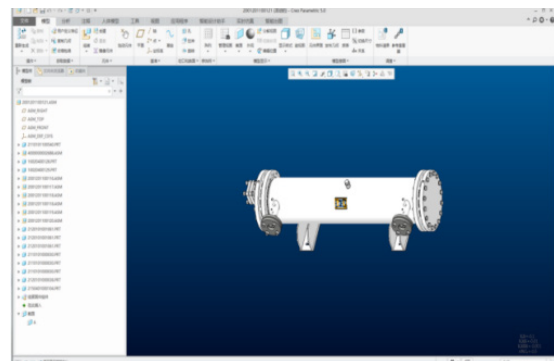
部署方案：端侧（终端层）嵌入实验平台（PLC、HMI、传感器集群），实时采集设备振动 / 温度数据（采样率 $\geq 10\text{kHz}$ ），执行毫秒级控制指令（如急停响应 $< 5\text{ms}$ ）。

边缘层集中监控中心，聚合多产线数据，运行预测性维护算法（如温湿度异常、进出风口故障预测），实时数据检测（延迟 $< 50\text{ms}$ ）。云端接收边缘层提炼数据，生成全局生产优化策略。

四、应用场景

◎ 场景类型 1：生产单元模拟

兆胜空调通过深度融合 5G 通信技术、MES 生产管理平台、设备监控平台，成功打造了基于 5G 网络的“生产过程全流程一体化管控平台”，为企业的高效、稳定生产注入强大动力。通过在物理生产单元部署 5G 模组或网关，实时采集设备、环境及生产数据并上传至边缘云平台，构建与物理单元 1:1 对应的虚拟生产单元（数字孪生体），实现生产状态的透明化、可视化和动态感知。通过 5G 边缘计算完成设备参数动态整定，生产过程的平稳率从 70.15% 大幅提升至 92.4%，能耗降低 13%、生产效率提升 30%、成本降低 12%，订单交付周期缩短 10%，5G+MEC 实现的闭环控制时延缩短至 8ms，自控率提升至 96.5%，使生产过程更加稳定、可靠，并提升产品的一致性和良品率。



◎ 场景类型 2：协同研发设计

在兆胜空调的研发设计进程中，通过实时传输与共享高精度三维模型数据，实现了对复杂模型的同步交互与协同编辑。依托 5G 超低时延，支持设计师、工程师远程操控三维模型进行实时渲染、旋转、剖面分析等操作，避免传统网络延迟导致的交互卡顿；凭借高带宽，无损传输大尺寸三维模型；结合虚拟调试技术，多方可在同一三维模型场景中即时评审、修改设计方案，加速从概念验证到物理实现的闭环，从而显著缩短研发周期、降低沟通成本并提升设计质量。

◎ 场景类型 3：柔性生产制造

依托 MES 与 5G 技术深度结合，通过实时、高效的数据交互能力，从计划下发工单到入库的全流程中实现制造灵活性与管控精度的双重提升。制造环节，5G 支持 MES 秒级下发工单并同步更新设备参数，结合高带宽传输工艺指令与物料信息，确保多品种小批量生产时设备快速切换、工艺精准执行；质量环节，5G 承载海量传感器数据实时回传至 MES，系统即时分析质量异常并触发工艺调整，将传统离线质检升级为在线闭环管控；调试环节，SCADA 平台通过 5G 与设备端实时通信，支持远程调试指令即时下发与执行状态秒级反馈，减少人工巡检与停机等待时间，加速设备参数



优化与产线适配。最终实现生产周期缩短、资源利用率提升及质量稳定性增强，支撑企业应对个性化定制与快速迭代需求。

◎ 场景类型 4：远程设备操控

兆胜依托工业互联网平台，通过 5G 技术实现对终端用户的设备远程监控与智能运维，实时



采集产品运行数据（如工作状态、使用频率、异常信号等），并上传至云端平台进行分析处理。一旦检测到潜在故障或性能异常，系统可自动触发预警机制，及时推送告警信息至用户及售后服务团队，并基于位置与工单系统快速派发维修任务，显著缩短响应时间与平均故障修复时间（MTTR）。

◎ 场景类型 5：设备协同作业

在空调生产加工生产线，5G 低时延特性保障设备间指令同步响应，减少因通信延迟导致的



作业等待与冲突；高带宽支持设备运行状态、工艺参数等多维度数据高速传输，使 MES 等系统可实时感知设备负载、空闲状态及异常信号，动态调整任务分配；大连接能力兼容海量设备同时接入，构建设备资源池化管理，减少单设备空闲时间，优化整体设备效率（OEE）。最终通过设备间“感知 - 决策 - 执行”的闭环协同，降低能耗与设备冗余配置需求，支撑兆胜实现柔性化、集约化的制造目标。

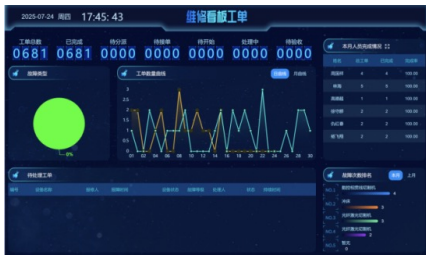
◎ 场景类型 6：精准动态作业

在生产与仓储物流体系中，仓储管理通过 5G 网络的实时数据交互能力，实现物流环节的“感知 - 决策 - 执行”闭环优化。同步采集人工搬运设备（如叉车、电动托盘车等）、仓储系统及物料状态（位置、库存量）的实时信息，消除传统物流中因通信延迟导致的“信息孤岛”；支持多维度物流数据（如运输路径、任务优先级、异常信号）高速共享至 MES 系统，动态调整任务分配与资源调度，减少人工协调成本；兼容海量物流节点设备（如传感器、定位终端）同时在线，精准追踪物料流转状态，提升物流响应速度与库存周转率，降低物流错漏率、缩短交付周期。

物料名称	物料编码	物料描述	物料规格	物料单位	物料库存	物料数量	物料重量	物料体积
物料 1	1000000001	物料 1	规格 1	单位 1	100	100.0	100.0	100.0
物料 2	1000000002	物料 2	规格 2	单位 2	200	200.0	200.0	200.0
物料 3	1000000003	物料 3	规格 3	单位 3	300	300.0	300.0	300.0
物料 4	1000000004	物料 4	规格 4	单位 4	400	400.0	400.0	400.0
物料 5	1000000005	物料 5	规格 5	单位 5	500	500.0	500.0	500.0
物料 6	1000000006	物料 6	规格 6	单位 6	600	600.0	600.0	600.0
物料 7	1000000007	物料 7	规格 7	单位 7	700	700.0	700.0	700.0
物料 8	1000000008	物料 8	规格 8	单位 8	800	800.0	800.0	800.0
物料 9	1000000009	物料 9	规格 9	单位 9	900	900.0	900.0	900.0
物料 10	1000000010	物料 10	规格 10	单位 10	1000	1000.0	1000.0	1000.0

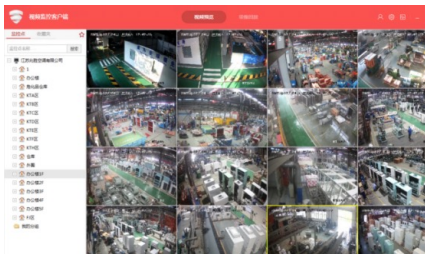
◎ 场景类型 7：设备故障诊断

在设备故障诊断中，通过实时数据采集与高速传输能力，实现设备故障预警、自动诊断与智能派工，显著提升运维效率与设备可靠性，可对设备运行状态进行持续监测，一旦检测到异常信



号（如温度骤升、振动异常），系统即可提前预警，避免突发停机；同时云端 AI 算法可自动分析故障类型与根源，生成维修建议并联动工单系统快速派发任务至最近维护人员，大幅缩短平均故障修复时间。

◎ 场景类型 8：生产现场监测



在生产现场，生产设备的温度、压力、转速等各类传感器数据以及车间内的视频监控画面等海量信息，都通过 5G 网络快速、稳定地传输。各个层级都能实时获取精准的生产数据，为生产决策提供有力支持。兆胜空调利用 5G 边缘计算节点，对本地数据进行快速处理与分析。通过 5G 网络切片技术，根据不同业务需求为视频监控、关键设备运行监测以及各类参数传输分配专属的网络资源，确保了各项业务的通信质量。

◎ 场景类型 9：生产过程溯源

在生产体系里，从原材料进厂到成品下线，实现精准追溯与高效管理。原材料入库时，工作人员用 5G 扫码设备读取批次、供应商等信息，借助 5G 实时上传至管理系统，像压缩机等原料信息快速录入，便于后续溯源。生产制造中，冲压机、焊接机器人等设备运行及工艺参数经 5G 即时传输。质量检测时，5G 助力检测设备快速上传分析数据，如风冷水冷等性能检测，数据瞬间上传判断结果，质量不达标可多维度追溯根源。

五、建设价值

1. 经济价值

设备故障诊断：预警设备异常，降低非计划停机时间 30%–50%，维护成本下降 20% 以上。

远程设备操控：减少人工操作依赖，降低人力成本 15%–30%，同时支持跨地域资源调度。

生产过程溯源：全流程数据记录减少质量争议与返工，降低质量成本 10%–20%。

2. 社会价值

生产单元模拟：通过虚拟仿真优化产线布局与工艺参数，减少试错成本，整体设计准确率提升 15% 以上。

柔性生产制造：支持快速切换产品线，适应小批量定制化需求，产线切换效率提升 50%。

精准动态作业：实时数据驱动的动态调整，订单交付及时率提升 20%。

协同研发设计：跨地域设计团队通过 5G+ 云平台协作，研发周期缩短 30%。

设备协同作业：多设备联动执行复杂任务，生产单元 OEE（设备综合效率）提升 15%–25%。

湖北省随州市

11. 湖北毅兴智能 5G 智慧工厂

湖北毅兴智能装备股份有限公司

一、项目概述

作为国家级专精特新“小巨人”、国家高新技术企业，湖北毅兴智能装备股份有限公司专注精密数控机床研发生产，产品实现进口替代，广泛应用于高端装备制造等领域。公司携手中国联通，打造以“5G + 工业互联网”为核心的智能工厂，精准响应精密制造智能化升级需求。项目聚焦生产管理与设备运维数字化、网络化，涵盖设备远程运维、能源优化、MES 与 WMS 系统融合、智能安防等五大场景，通过全链条智能化升级实现精益生产，成为行业数字化转型典型实践。

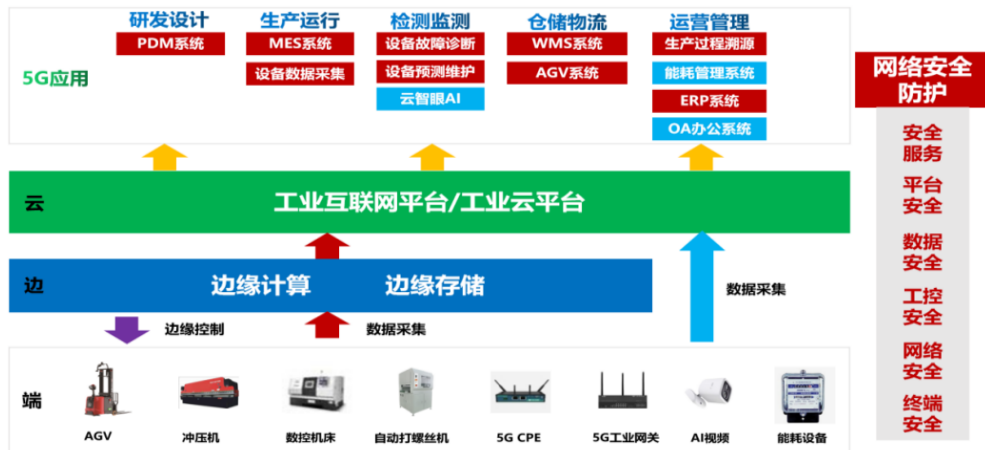
二、建设需求

湖北毅兴智能装备股份有限公司在推进数字化、网络化、智能化转型过程中，遭遇了精密制造领域特有的诸多挑战：生产设备与管理系统之间存在“数据孤岛”，流程透明度不足；在复杂车间环境中，传统网络的稳定性不足，无法满足实时数据采集与精准控制的需求；对于设备状态、能耗及物料追溯的精细化管理需求十分迫切。为了突破这些发展瓶颈，建设 5G 智能工厂成为了一条必经之路。核心需求在于构建一个覆盖全厂、低时延、高可靠的 5G 专网，作为工业互联网的“神经中枢”，彻底解决设备互联互通的问题，为数据的自由流动奠定坚实基础。依托 5G 的特性，赋能关键业务：实现设备的毫秒级远程运维与预测性维护，确保精密机床的稳定运行；利用 5G 的海量连接特性，推动 MES 与 WMS 系统的无缝集成和数据实时同步，助力生产与仓储的精准协同；通过 5G 赋能能源管理系统，实现关键设备能耗的精细监测与优化，实践绿色制造理念；同时构建统一高效的智能安防体系。最终，构建一个数据驱动、敏捷响应、绿色高效的智能制造新模式，实现企业提质、降本、增效的核心目标。

三、建设方案

毅兴智能联合中国联通，构建以“5G + 工业互联网”为核心驱动力、“端 - 边 - 云”协同的 5G 智能工厂架构，同步搭建全维度安全防护体系。端侧对接数控机床、冲压机、AGV 小车、能耗监测设备及 AI 视频监控等全场景生产终端，全面采集生产、物流、安防等环节数据，筑牢全流程智能化的数据基础；边侧部署覆盖全厂的 5G 专网及 5G CPE / 工业网关，满足工业场景高可靠、低时延、大带宽需求，保障海量终端数据稳定接入，同时建设边缘计算节点，将计算资源下沉至厂区近端，实现关键数据本地化处理、存储与实时反馈，降低云端负载与网络延迟；云侧基于工业互联网平台 / 工业云构建企业数据中枢，汇聚全域数据并提供 PaaS 层能力支撑，集成

MES、WMS、ERP 等核心系统，深化设备预测性维护、云智眼 AI 安防、能耗管理等应用，赋能生产远程运维、物流柔性搬运、安防智能监测、能耗精细管控，实现全业务流程智能化；安全层面构建覆盖终端、网络、平台、数据、工控、应用的纵深协同安全防护体系，通过端边云协同落地相关场景，达成提质增效目标。



四、应用场景

◎ 场景类型 1: 厂区智能物流

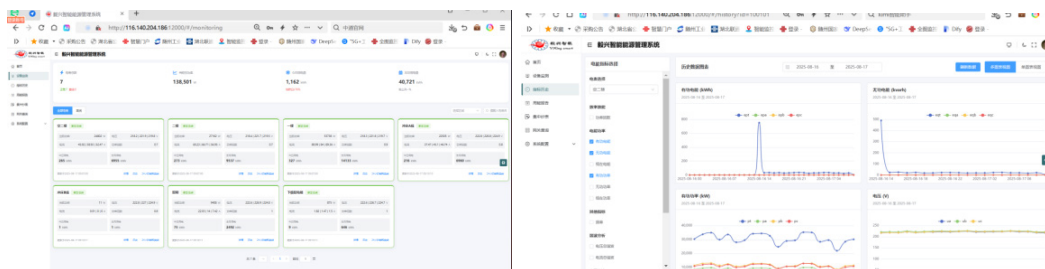
利用 5G 网络的低延迟和高带宽技术特性，在 F2 车间部署了多台配备 5G 模组的自动引导车 (AGV) 机器人。这些 AGV 机器人与制造执行系统 (MES) 和企业资源规划系统 (ERP) 实现了无缝集成，构建了一个从仓储到生产线、跨工序转运的全流程自动化物流系统。通过整合 5G 通信技术、激光导航以及人工智能调度算法，该系统能够每



30 秒更新一次指令，并实时规划出最优路径，确保了多型号 AGV 的协同作业，覆盖了 95% 的物料搬运场景，并实现了紧急物料在 20 分钟内跨车间的快速送达。这一措施取得了显著成效：物流效率提升了 200%，错误物料率从 2.1% 降低至 0.1%，从而以高灵活性和高精度的物流支持，重塑了工厂内部的物流体系。

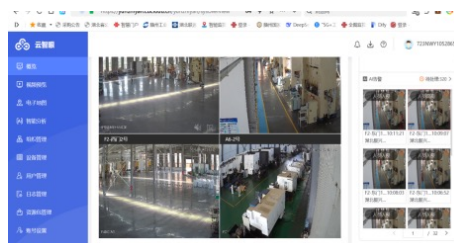
◎ 场景类型 2: 生产能效管控

毅兴智能基于工业物联网技术，打造融合 5G 的智慧能效管理体系。借助 5G 网络，实现车间电力、气体、水资源等能耗数据毫秒级采集与实时回传，结合人工智能算法与数字孪生技术，对高能耗设备动态调控、优化能效，构建覆盖研发、生产、运维全流程的数字化能源管理闭环。系统通过精准负载均衡与用能策略调整，实现能效精细化管理，落地后成效显著：单位产值能耗降低 21.7%，综合能耗成本减少超 30%，成为区域智能制造绿色化转型的示范标杆。



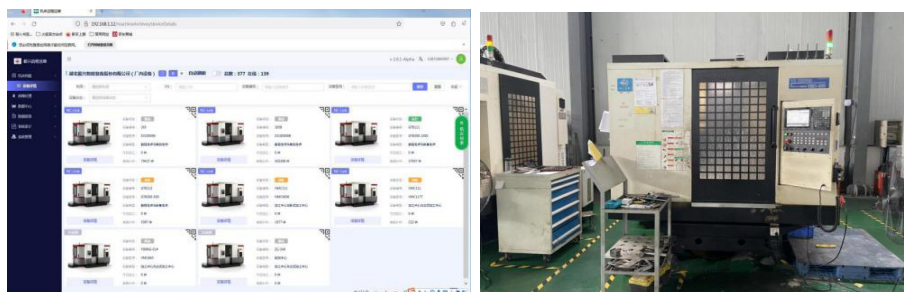
◎ 场景类型 3：生产现场监测

毅兴智能部署集成 5G 模组的高清摄像终端，搭建基于 AI 深度学习的智能视频监控体系。依托 5G 大带宽、低时延优势，实现高清视频流实时稳定回传与云端 AI 模型即时响应，支撑复杂场景智能识别分析。系统可精准识别区域入侵、睡岗离岗、未佩戴手套、烟雾明火等异常，结合人脸识别实现人员身份与行为精准关联。AI 算法毫秒级完成图像分析，主动发现安全风险并实时预警，实现从被动监控到主动防控的升级，车间安全管控效率显著提升，异常事件识别准确率超 98%。



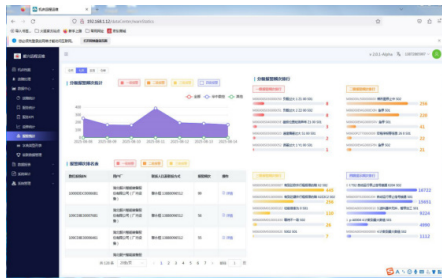
◎ 场景类型 4：设备故障诊断

毅兴智能融合物联网与 5G 技术，打造“监测 - 分析 - 决策 - 修复”全闭环智能化运维体系。依托 5G 大带宽、低时延特性，高效接入分布式智能传感器网络，实现数据实时回传。系统以每秒 2000 个样本的高频采集能力，实时捕获主轴振动频谱、电机电流波形等 18 类设备状态参数，通过 5G 实现边缘数据与云端诊断平台无缝交互，构建设备全生命周期智能诊断，故障预警准确率提升至 95% 以上。



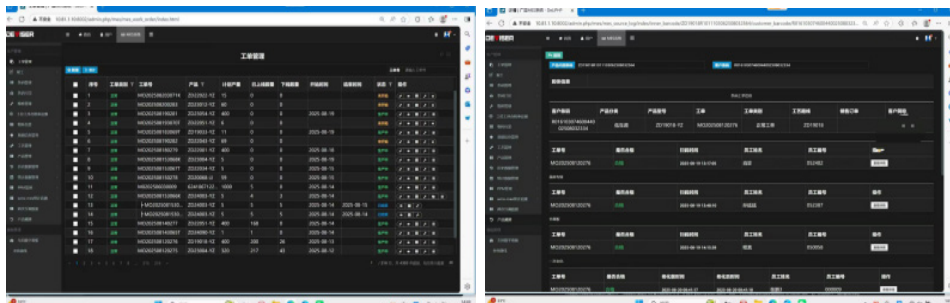
◎ 场景类型 5：设备预测维护

依托 5G 网络切片技术，关键数据实现超低时延传输，保障每分钟超 2GB 振动波形数据实时上云。通过提取振动信号调制边带的轴承缺陷特征，结合电机电流谐波演变趋势，可提前 14 天预警滚动体剥落等隐性故障。系统集成工业场景大数据库，28 类典型机械故障识别准确率达 98.6%，较传统阈值报警误报率降低 72%。融合历史数据、维修记录及环境参数，设备剩余寿命预测误差 $\leq 8\%$ ；PHM 值达阈值时自动触发分级预警，推送备件与维修调度方案，平均故障响应时间缩短至 45 分钟。



◎ 场景类型 6：生产过程溯源

毅兴智能依托 5G 高速传输与低时延优势，打通订单下达至成品交付的全流程数据闭环，实现流程管控、质量控制、产能统计、指标检测等生产管理功能的数字化智能化，为工厂提质降本增效提供实时精准的决策支撑，重塑智能制造执行体系。



五、建设价值

1. 经济价值

生产效率方面，物流效率提升 200%，错料率从 2.1% 降至 0.1%，设备预测性维护使故障预警准确率超 95%，非计划停机显著减少；能耗与成本上，单位产值能耗下降 21.7%，综合能耗成本降低超 30%，实现精细化管理与资源优化。全流程数字化智能化改造提升运营效率、降低损耗，为可持续发展筑牢基础。

2. 社会价值

在社会层面，树立工业智能化示范标杆，其绿色高效智能制造体系助力区域工业节能减排与高质量发展，为行业输出可复制的“5G + 工业互联网”实践样板。设备预测维护、智能安防等创新应用提升工业安全与生产透明度，推动产业技术升级与人才培养，为新型工业化注入关键力量。

浙江省湖州市

12. 申达机器 5G 全连接工厂

德清申达机器制造有限公司

一、项目概述

德清申达机器制造有限公司于 2018 年启动“年产 6020 台（套）节能环保精密注塑机、压铸机建设项目”，总投资 7 亿元，公司以高端精密节能注塑装备制造为核心，依托工业互联网平台构建智能制造体系，携手中国联通部署 5G 专网实现全域高速覆盖，支撑设备联网与数据采集，集成 ERP、MES、WMS 等系统，形成从订单到售后全链条数据闭环，打造 5G 全连接工厂。

二、建设需求

在德清申达机器制造有限公司的数字化转型过程中，企业面临三大核心痛点：一是传统生产与设备管理依赖人工，效率低且响应慢，亟需实现设备泛在互联与实时精准控制；二是多系统、多环节数据割裂，协同效率低下，需构建全域一体化数据流，以支持跨地域、跨学科的高效协作与敏捷创新；三是质量追溯、能耗管理和故障预测能力不足，需依托实时感知与智能分析，实现生产全过程透明化与精准优化。为此，企业提出明确的 5G 建设需求，即通过高可靠、低时延的 5G 专网实现全要素互联与数据实时同步，依托 5G 与 AI、数字孪生等技术融合，构建智能分析和决策能力。

三、建设方案

德清申达机器制造有限公司构建了“云-边-端”协同的智能制造架构：在云侧部署研发设计云平台，集成 CAD、SolidWorks 及 Electrical 等系统，负责产品设计与数据管理；在边侧设立主节点与车间节点，主节点位于核心机房，部署鼎捷 E10 等系统实现本地业务高效处理，车间节点则部署 MES、远程控制中心和加工主控中心，实现对生产全过程的管理、端侧设备的精细控制与柔性调度，保障低延时、高可靠的实时运作；在端侧，全线 70 台设备均通过 5G 联网，联网率达 100%，精准执行加工指令。这一架构贯通设计、生产到交付的全流程闭环，显著提升了工序精度、响应速度和生产效率。

四、应用场景

◎ 场景类型 1：生产现场监测

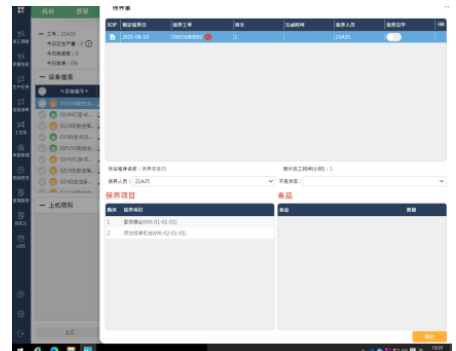
在生产现场监测场景中，德清申达机器制造有限公司依托 5G 网络大带宽、低时延的特性，部署高清工业摄像头实时采集生产现场视频流，实现人员操作及环境安全的可视化监控。视频数



据通过 5G 网络稳定传输至弘塑云设备管理系统，结合 AI 图像识别技术，智能分析生产异常、违规行为与安全隐患，实现事前预警与即时干预。该系统有效提升了生产透明度与管理精细化水平，增强了实时响应与过程控制能力，是“5G+ 工业互联网”深度融合的典型应用，助力企业构建安全、高效、智能的数字化生产环境。

◎ 场景类型 2：设备预测维护

申达机器高端装备集成制造 5G 全连接工厂通过构建 5G+AI 驱动的设备故障诊断体系，实现了注塑装备全生命周期的智能运维管理。工厂在 SKODA 镗铣床、柔性加工线等关键设备部署功率、振动传感器及高清摄像头，通过 5G 实时采集设备运行数据，经 5G 专网低时延传输至云端诊断平台。系统基于深度学习算法构建设备健康指数模型，对 300+ 维度数据进行全周期分析，实现故障预测准确率达 92%，较传统人工巡检效率提升 15 倍。该系统与企业自主研发的设备管理系统深度协同，通过 5G 同步下发维护指令。当检测到设备异常时，系统自动生成三维故障定位图谱，结合数字孪生模型模拟故障发展趋势，提前 48 小时预警潜在问题，使非计划停机时间减少 35%。同时，AI 模型持续学习历史故障案例，动态优化诊断规则，使误报率下降 65%。工厂还利用 5G 网络实现故障数据的多生产线共享，将成熟诊断模型快速部署至其他产线，缩短新设备调试周期 40%。申达将设备故障诊断系统与供应链管理系统对接，实现供应商设备的协同运维。通过 5G 同步供应商设备运行数据，建立预防性维护知识库，使关键零部件寿命预测精度提升至 90%。同时，系统支持客户通过 5G 实时查看设备健康报告，增强服务透明度，提升客户粘性。



◎ 场景类型 3：生产过程溯源

申达机器高端装备集成制造 5G 全连接工厂构建的生产过程溯源体系，通过 5G 与工业互联网技术的深度融合，实现了注塑装备制造全流程的数字化追溯管理。工厂在锁模、射台等关键工序部署 5G 扫码枪、工业相机等智能终端，实时采集物料批次、人员操作、设备参数等维度数据，经 5G 专网低时延传输至云端平台。基于区块链技术构建的不可篡改数据库，将产品生产全链路信息进行哈希加密存储，形成唯一数字指纹，实现从原料入厂到成品交付的毫秒级精准追溯，使质量问题定位效率提升 90%。该系统与企业自主研发的 MES/ERP 系统深度协同，通过 5G 同步生产数据与工艺标准，



12 申达机器 5G 全连接工厂

动态校验工序合规性。当检测到某批次物料异常时，系统自动触发生产阻断，并通过 5G 推送整改指令至上下游工位，使质量问题响应时间从 4 小时缩短至 15 分钟。同时，AI 算法分析 5G 采集的历史数据，预测潜在质量风险，指导工艺参数优化，使产品不良品率下降 22%。依托 5G 网络的高可靠性，申达实现生产数据与供应链系统的深度联动。通过 5G 同步供应商来料数据与本厂生产记录，建立全产业链质量信用评价体系，使原材料不合格率下降 18%。客户可通过 5G 实时查看产品生产过程数据，增强供应链透明度，客户满意度提升至 98%。

◎ 场景类型 4：远程设备操控

德清申达机器制造有限公司依托 5G 专网低时延、高可靠的特性，为 SKODA 镗铣床、柔性加工线等关键设备部署 5G 模组，接入自主研发的工业互联网平台，实现设备状态与工艺参数的毫秒级实时采集和精准控制。通过平台，技术人员可对设备进行跨地域远程操控，实时下发工艺参数与运行指令，大幅提升控制精度与响应速度。系统将设备操作响应时延从传统有线网络的 200ms 降至 15ms，操控精度提升 40%，有效支持高精度制造任务的远程执行与集中管理。

◎ 场景类型 5：生产能效管控

水电气表通过 5G 网络将数据传送到能耗污染监控平台。

工厂在关键设备及生产线部署 5G 智能仪表与环境传感器，实时采集水、电、气等能耗数据及总烃、粉尘等排放指标，通过 5G 专网将维度数据低时延传输至能效管理平台。基于 AI 算法构建的能源消耗预测模型，可提前 24 小时精准预判用能峰值，结合数字孪生技术动态优化排产计划，实现削峰填谷，使单位产品综合能耗下降 18%。该系统与企业 MES/ERP 深度协同，当检测到某产线能耗异常时，系统自动触发设备参数优化指令，如调整 FMS 柔性制造系统夜间无人加工模式，使机床架动率提升至 86%，同时降低空载能耗 30%。

◎ 场景类型 6：协同研发设计

德清申达机器制造有限公司基于 5G 网络与 AR/VR 技术构建跨地域协同平台，实现多学科异地实时协作。通过与浙江大学等合作，依托 5G 低时延传输实验数据、仿真模型及 CAE 分析结果，专家可远程同步参与实验与设计验证。利用 5G+AR 及数字孪生技术，多地团队在线协同修改模具结构，实时生成分析云图并校验工艺影响，显著减少设计偏差和迭代次数，研发周期缩短 40%，模具开发迭代降低 50%，样件成本减少 60%。系统与 PLM/PDM 集成，形成从需求到验证的全流程数字化闭环，有效提升创新效率与设计质量。



◎ 场景类型 7：虚拟现场服务

申达机器在远程运维指导方面，工厂构建 5G+ 数字孪生协同系统。当客户现场的注塑机出现异常时，运维人员通过 5G 回传的设备状态数据与虚拟模型实时映射，快速定位锁模力偏差、射胶速度异常等问题。专家可通过 5G 终端远程接管虚拟设备，动态调整工艺参数并同步至物理设备，使跨国运维响应时间从 48 小时缩短至 2 小时。系统还支持故障预测，通过分析 5G 采集的历史数据，提前 72 小时预警模具磨损等潜在问题，减少非计划停机损失 40%。



◎ 场景类型 8：全域物流监测

申达机器高端装备集成制造 5G 全连接工厂通过构建 5G 全域物流监测体系，实现了供应链运输环节的全流程数字化管控。工厂在运输车辆、叉车等装备部署 5G 智能终端，集成定位模块与环境传感器，实时采集货物温湿度、车辆轨迹等维度数据，通过 5G 专网低时延传输至云端监测平台。基于深度学习算法，系统自动识别疲劳驾驶、货物倾斜等风险行为，结合数字孪生模型模拟运输路径，使运输事故率下降 75%，冷链货物温度超标率从 3.2% 降至 0.5%。



◆ 五、建设价值

通过对生产设备的全面感知与实时数据采集，申达机器实现了生产流程的精准优化与效率的显著提升，年创效益达 4 亿元。5G 技术的深度应用，进一步提升了生产响应速度与资源利用效率，有效降低了运营成本。

江苏省扬州市

13. 扬州广通电力机具有限公司 5G 工厂

扬州广通电力机具有限公司

一、项目概述

扬州广通电力机具有限公司深耕电力机具领域，专注相关产品研发与生产，是电力行业配套服务的优质企业。公司 5G 工厂建设项目，聚焦生产线数字化、智能化改造，通过 5G 技术实现生产单元广泛连接、信息与运营深度融合，充分发挥数据要素价值。项目有效提升了生产效率与产品质量，显著降低人力成本，落地成效突出。作为电力行业 5G 工厂建设的典型代表，该项目为行业内企业数字化转型提供了可借鉴的示范样板，对推动电力行业智能化升级具有积极意义。

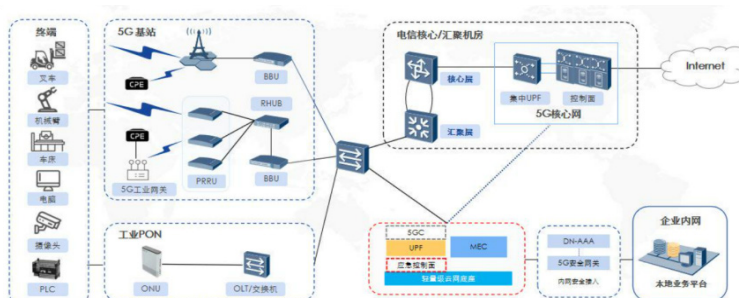
二、建设需求

扬州广通在推进数字化、网络化、智能化转型过程中，面临一系列严峻挑战：一是生产设备数据孤岛现象严重，异构系统间信息互通效率低下，制约了生产协同；二是制造环节高度依赖人工经验，工艺参数优化困难，产品质量一致性难以保障；三是现有网络架构带宽不足、时延过高，无法满足工业机器人精准控制、实时数据采集等新型应用需求。

建设 5G 工厂已成为企业推进新型工业化的必然选择。通过部署 5G 专网，可实现人、机、料、法、环全要素互联，打通研发设计、生产制造、运维服务全流程数据，为精益管理和柔性生产奠定基础。利用 5G 低时延、高可靠特性，可落地应用 AI 视觉质检、AR 远程专家指导、智能调度等场景，显著提升智能化水平与运营效率。同时，基于 5G 大连接能力，能够构建设备预测性维护平台，实现从被动维修到主动服务的转型。

三、建设方案

扬州广通 5G 工厂采用“云-管-边-端”四层架构，以端、边、云协同赋能生产升级。终端层部署集成 5G 模组的工业传感器、AGV、机床等设备，实现生产要素全面互联；网络层搭建覆盖车间、仓库及厂区道路的 5G 专网，结合 MEC 技术与切片技术，保障数据低时延传输及不同业务专属网络支撑。边缘层通过厂区 MEC 平台提供实时算力，完成关键业务数据的本地汇聚、分析与快速响应；云端与边缘云协同，联动设计、管理系统并升级数据中心，强化存储与计算能力。基于该架构，工厂完



基于该架构，工厂完

成生产单元智能化改造，实现设备远程控制，通过 5G+AI 机器视觉革新质检模式，借助 5G+AR 技术优化人机协同，全方位推动生产数字化、智能化转型。

四、应用场景

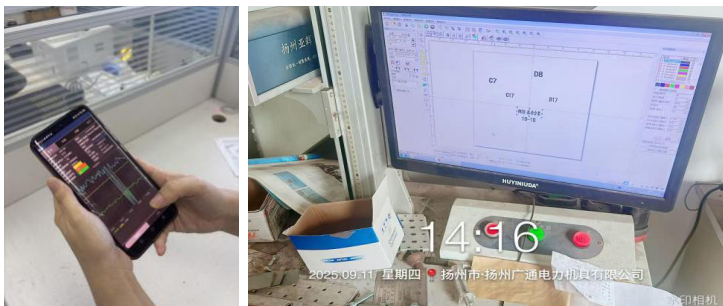
◎ 场景类型 1: 现场辅助装配

为提升精密部件生产柔性精度，公司打造智能产线联动调度场景。以激光切割机、数控车床为核心，240 台设备经 5G CPE 或网关数采，时延 < 20ms。原料入线自动分任务，设备异常时分流保产，紧急订单可优先分配并联动调参。



◎ 场景类型 2: 设备协同作业

为实现电力机具从设计、生产、运维的全流程数据实时协同与统一管理，扬州广通开展电力机具全生命周期数据协同管理场景，通过边缘计算与 5G 网络融合提升数据管理效率。该场景中核心设备为边缘计算网关，负责汇聚各环节数据，包括设计参数、生产工艺、运维记录、报废评估等，通过 5G 网络确保数据从设计电脑到云端平台的低时延交互，时延小于 30 毫秒，为跨部门协同提供可靠数据通道。



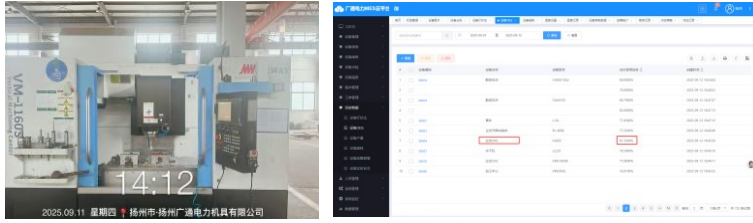
◎ 场景类型 3: 精准动态作业

在该场景中，边缘计算节点采用的是 5G CPE 设备，其部署位置包括加工中心、数控车床、注塑机等关键生产设备。这些节点负责实时收集设备的运行参数，如负载率、加工精度以及故障预警信号。网络连接方面，采用的是 5G 技术，通过特定的号卡 ICCID 8986 1125 2090 8211 728B 实现高密度设备的并发通信。该系统支持至少 50 台终端设备的同时接入，并确保传感器数据能够以低于 50 毫秒的延迟上传至资源调度系统，从而为动态资源调配提供实时的数据支持。



◎ 场景类型 4：柔性生产制造

为提升精密部件生产柔性及精度，公司打造智能产线联动调度场景。以激光切割机、数控车



床为核心，240 台设备经 5G CPE 或网关数采，时延 < 20ms。原料入线自动分任务，设备异常分流保产，紧急订单可优先分配并联动调参。

◎ 场景类型 5：生产现场监测

为保障作业精度与安全性，公司打造电力机具性能动态检测场景。立式 CNC 工作时，量程 0-5000N·m、精度 ±0.5% 的扭矩传感器持续采集输出扭矩值，经 5G 网络同步至平台生成“扭矩-时间”曲线，与预设阈值实时比对，若扭矩骤降 15% 以上，立即触发声光预警并推送运维终端，提示检查液压系统或传动部件。

◎ 场景类型 6：机器视觉质检

为确保液压压接钳等电力机具装配时零件型号、批次准确，降低错漏装风险，公司打造装配校验场景，结合条码扫描与 CCD 视觉筛选实现实时数据采集校验。各装配工位部署 CCD 视觉筛选机，支持 30 个以上扫描器并发接入，数据传输延迟 ≤ 30ms。工人拿取零件后，扫描条码并经视觉筛选机采集数据，系统自动比对装配 BOM 清单。匹配则显示“校验通过”并记录，型号不符或批次异常时，立即触发声光预警，同步推送正确零件信息指导更换。



◎ 场景类型 7：工艺合规校验

为保障电力作业安全，公司打造安全工具绝缘性能校验场景。各校验站点部署数据加密网关，采用 AES-256 算法，通过 NB-IoT 网络加密回传检测数据（速率 10-50kbps）。工具接入后自动采集关键参数，平台比对国标阈值生成报告，达标更新状态，异常触发预警锁定，合规校验覆盖率 100%

◎ 场景类型 8：设备故障诊断

为保障电力机具产线稳定运行，公司通过实时监测与智能联动处置设备异常。传感器监测到超阈值数据后，边缘网关触发报警，经 5G 同步故障信息至终端，系统调取维修手册、分配任务并启动备用设备，确保 15 分钟内维修人员到场，30 分钟内完成处置。



◎ 场景类型 9：设备预测维护

为提升设备管理效率，公司构建设备全流程动态管理体系，覆盖入场调试至退役评估，将定

期检修升级为状态化维护。系统通过实时数据生成设备健康图谱，监测数据异常即触发预警，结合历史记录诊断并按设备重要度排序维护任务。

◎ 场景类型 10：无人智能巡检

为保障电力机具生产设备稳定运行，公司通过红外热像传感器（测温 - 20℃~300℃，精度 ±1℃）实现全天候无人化监测。240 台设备经 5G CPE 或网关数采，数据每 5 分钟汇聚至平台，异常升温时推送预警及热像图，巡检覆盖率 100%，年省 1200 人工巡检工时。

◎ 场景类型 11：厂区智能物流

为实现物料全流程动态管控，公司构建智能物流体系。240 台运输机经 5G CPE 或网关数采（时延 < 15ms），按工单优先级调度，90 秒内精准送料。系统联动仓储与生产，扫码上架、核验出库并同步 ERP，物料等待时间降 30%，库存周转率升 25%。

◎ 场景类型 12：厂区智能理货

为保障产品质量可追溯，公司构建溯源数据闭环体系，实现电力机具原材料及零部件批次信息全流程追踪。240 台采集终端经 5G CPE 或网关数采，入库扫码关联货位、出库核验工单，实时记录流转节点，逆向追溯响应 ≤ 10 分钟，批次管理准确率 99.8%。

◎ 场景类型 13：全域物流监测

为保障生产物料高效流转，公司通过实时数采与边缘计算，实现厂区运输路径动态监控、预警及调度。240 台设备经 5G CPE 或网关数采（时延 < 15ms，速率 ≥ 50Mbps），网关整合定位等数据同步至平台，偏离路径或遇障碍时报警并推送优化路线。

◎ 场景类型 14：远程设备操控

为提升核心控制模块迭代与运维效率，公司通过边缘计算与 5G 融合实现固件远程更新。边缘升级网关经 5G 低时延接入，采用加密验证与差分升级技术，异常时自动回滚，升级周期缩至 15 分钟 / 台，年省运维成本 30 万元。

五、建设价值

1. 经济价值

扬州广通 5G 工厂建设效益显著：通过实时数采与 AI 分析优化工艺，结合 5G+AGV 实现柔性物流，提升产品合格率与一致性，降低运营成本；依托 5G 预测性维护精准预警设备故障，减少非计划停机，有效提升设备综合效率与总体产能。

2. 社会价值

项目具有广泛社会价值：作为电力机具领域标杆，为传统制造业尤其是中小型专用设备企业，提供可复制推广的智能化转型路径，助力“制造强国”战略；同时倒逼上游供应商提升质量与数字化交付能力，带动区域产业链协同进步、竞争力提升。

浙江省杭州市

14. 汽车零部件智造 5G 全连接工厂

浙江万向精工有限公司

一、项目概述

汽车零部件行业对生产效率、质量管控、柔性制造等要求不断提升，传统模式存在设备联网率低、数据传输延迟等问题，为突破瓶颈，企业亟需通过 5G 技术构建高速可靠低时延工业网络。万向精工为推进生产数字化转型、提升智能制造水平，建工厂级 5G 工厂，以“端 - 边 - 云”为核心，融合 5G、边缘计算、工业互联网等技术，实现生产设备联网、数据实时采集、业务协同管控，支撑生产控制、质量检测、设备维护等核心业务智能化升级。

二、建设需求

万向精工转型遇多重瓶颈：生产装备联网率低，无线设备难接入致数据难实时采集；数据传输延迟，无法支撑核心环节实时管控 管理系统协同不足、数据链路断裂，制约柔性制造与数据决策，难满足新型工业化要求。

5G 的高速率、低时延、广连接特性，可突破设备联网与数据传输瓶颈，打通数据链路；“端 - 边 - 云”架构能实现数据分层处理。其还可从网络底座、设备互联等五大维度，为万向精工数字化转型提供关键支撑。

三、建设方案

万向精工采用“端 - 边 - 云”三层架构：端侧 905 台设备实现联网采数，边侧部署多系统支撑低时延业务，云侧负责数据存储与全局调度，形成全流程管控体系。基础设施方面，5G 用联通虚拟专网 + SA 组网，2 个宏站保障带宽、时延等指标；20 台边缘服务器构建超融合平台；3 台管理 + 6 台计算服务器搭私有云。厂区升级中，73 台车床等双模接入，3 台 AGV 等 5G 接入，联网率 $\geq 85\%$ ，边侧集成 10 大系统实现管理协同。

四、应用场景

◎ 场景类型 1：生产单元模拟

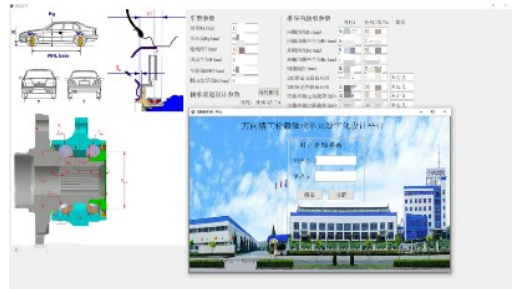
万向精工借 5G ($\leq 40\text{ms}$ 时延、大带宽)，将车床、AGV 等设备参数映射至虚拟空间实现虚实同步。基于仿真模型优化产线布局与物流路线，布局周期缩 30%、路线规划时减 25%，模拟运行仅 0.15 小时，支撑多产品排产适配柔性生产。



13 汽车零部件智造 5G 全连接工厂

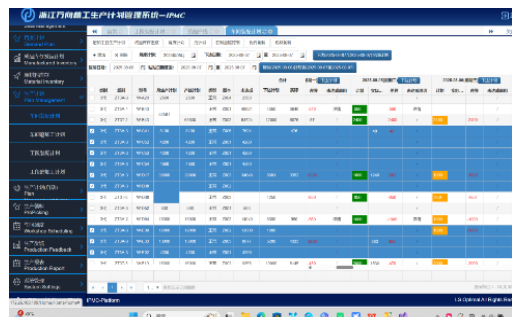
◎ 场景类型 2：协同研发设计

公司在协同研发设计方面构建了面向企业的数字化产品数据管理和共享平台，以产品设计的标准化、模块化和智能化设计为导向，通过 5G 模组实现数据高速传输，支撑三维 / 二维联动设计与参数化模型推导（如轮毂轴承滚道参数计算），实现设计资源共享，提升出图效率 20%，研发周期缩短 25%。



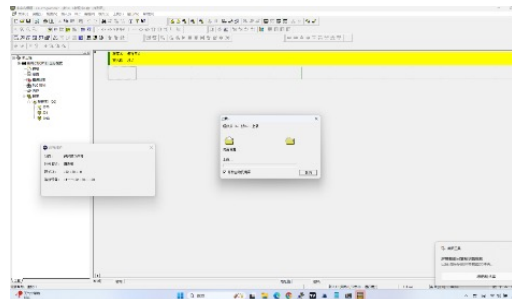
◎ 场景类型 3：柔性生产智造

万向精工依托 5G ($\leq 40\text{ms}$ 时延、大带宽)，将车床、AGV 等设备参数映射到虚拟空间，实现虚实同步。基于仿真模型优化产线布局与物流路线，布局周期缩短 30%、路线规划时间减少 25%，模拟运行仅 0.15 小时，可支撑多产品排产，适配柔性生产需求。



◎ 场景类型 4：设备远程操控

设备远程操控以 5G ($\leq 40\text{ms}$ 时延、高稳定性) 为核心，突破有线运维空间限制，解决设备分散、维护效率低痛点。工作人员借 5G 虚拟专网，通过 CXP 软件连远程 PLC，实现程序管理与故障诊断，减少现场往返时间，设备故障处理效率提升 30%。



◎ 场景类型 5：设备协同作业

设备远程操控以 5G ($\leq 40\text{ms}$ 时延、高稳定性) 为核心，突破有线运维空间限制，解决设备分散、维护效率低痛点。工作人员借 5G 虚拟专网，通过 CXP 软件连远程 PLC，实现程序管理与故障诊断，减少现场往返时间，设备故障处理效率提升 30%。



◎ 场景类型 6：精准动态作业

精准动态作业借 5G 低时延、大带宽，建“机器人 - 视觉系统 - 管理平台”联动体系。六轴机器人集成 3D 视觉，5G 接入后识别物料、规划路径，还实时接工单与数控设备协同，动态匹配节拍，上料人工成本降低 50%，解决传统上料痛点。

◎ 场景类型 7：现场辅助装配

现场辅助装配借 5G+AR 建智能巡检体系，解决传统巡检信息滞后、排查久等痛点。工程师

戴 AR 眼镜连 5G 专网，扫设备码调台账、看关键检查点，故障时生成虚拟画面并推维修方案，提升巡检效率、缩短排查时间、降低运维成本。

◎ 场景类型 8：机器视觉质检

机器视觉质检借 5G 大带宽、低时延，建“无线化、分布式、共享化”检测体系，解决传统有线系统痛点。工业相机 5G 接入，图像数据实时传共享处理单元，统一识别缺陷，单工位检测≤ 0.5 秒，产品不良率降低 8%，适配汽车零部件检测需求。



◎ 场景类型 9：设备故障诊断

设备故障诊断借 5G+IOT 与设备管理系统，建数字化体系，解决台账散、反馈慢等痛点。系统建完整台账，设备故障时操作工 5G 传数据，机修接单快速处理，维修效率升 25%。修复后记录过程，形成故障知识库，覆盖率达 90%。

◎ 场景类型 10：设备预测维护

设备预测维护借 5G 特性，建全流程数字化体系，解决传统维修停机损失大等痛点。IOT 平台 5G 采集设备数据监测状态，管理平台定养护标准、生成计划，5G 下发至机修，完成后上传记录验收，保养计划执行率达 100%

◎ 场景类型 11：生产现场检测

生产现场检测借 5G+ 三现管理系统与 AI 摄像，建安全管理体系，解决监控盲区多等痛点。AI 摄像头 5G 接入覆盖盲区，AI 识别风险后，信息经 5G 同步至系统与管理终端，联动报警。系统还追溯问题、优化策略，实现精准预防，全年无重大安全事故。

◎ 场景类型 12：厂区智能物流

传统 AGV 物流受布线、网络影响，多车协同易断连停线，需人工补送增成本。万向精工建“5G+AGV 调度”体系，AGV 借 5G 模组连工厂网络，平台实时下发指令、优化路线，还能监控 AGV 状态，人工配送成本减少 30%。

◎ 场景类型 13：生产过程溯源

万向精工借 5G 特性，集成三大系统建全链路追溯体系，物料全流程信息 5G 同步。发现质量问题时，扫零件码可调取生产、来料等数据，快速定位问题，系统还能锁定同批原料、关联成品，支撑精准召回，降低质量风险扩散概率。



◎ 场景类型 14：生产能效管控

空压机占公司用电量 25% 以上，传统人工控制参数不合理致供气不稳。万向精工用 5G 将

多台空压机接入联控系统，实时采集产、用气数据，系统动态分析后自动优化运行，高峰增台、低谷减台，避免无效产气，万元产值能源耗用降低16%。

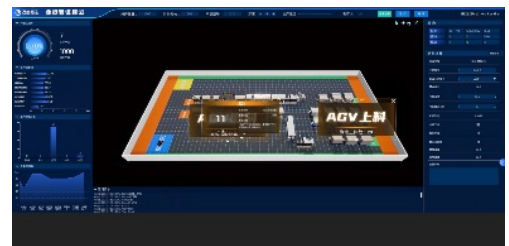
◎ 场景类型 15：虚拟现场服务

以5G技术重构数字孪生工厂通信架构，通过设备直连网关与5G CPE协同，采用MQTT协议将产线设备运动参数实时传输至孪生系统。依托5G毫秒级时延与高速率特性，确保虚拟系统与物理设备数据同步，可开展产线运行仿真、物流路径模拟，辅助产线布局优化与排产决策，产线布局优化周期缩短25%。



◎ 场景类型 16：企业协调合作

传统协作数据割裂、响应慢。该场景用5G打通链路，市场需求导入排产系统，5G实时调库存产能生成主计划；SAP推物料需求，采购、发货等信息全环节实时同步，实现客-企-供协同，降沟通成本，供应商与客户订单准时率各升5%、3%。



◎ 场景类型 17：生产现场监测

传统“三废”等监测依赖人工，数据滞后碎片化且难整合。该场景借5G特性，接入VOC检测系统、噪声传感器等，秒级数据经5G传统一平台，实现集中展示与趋势分析，超标自动预警，可全面实时管控，满足环保合规、规避环境风险。



五、建设价值

1. 经济价值

本项目通过数智化建设，从“经验依赖”转向数据驱动创新，构建“数据感知-自主分析-智能决策”的闭环体系，实现生产效率提升15%，万元产值能源耗用降低16%，产品不良率降低35%，运营成本降低15%，产品研制周期缩短25%。

2. 社会价值

作为汽车零部件行业5G工厂标杆，其“端-边-云”三层架构（端侧770台设备5G联网、边侧20台边缘服务器支撑低时延业务、云侧私有云实现全局调度）及落地的十七个5G应用场景（如设备协同作业、质量追溯、AGV调度），为同行业提供可复制的实施路径。同时，通过SRM与供应商协同、VMI仓与客户联动，带动产业链上下游数字化升级，推动整个汽车零部件行业从传统制造向智能智造转型，助力国家制造业高质量发展战略落地。

安徽省安庆市

15. 安庆威灵汽车部件 5G 工厂

安庆威灵汽车部件有限公司

一、项目概述

安庆威灵汽车部件有限公司是美的集团转型新能源汽车产业的重要战略项目之一。安庆威灵汽车部件 5G 工厂以“5G 全连接”为核心，构建“终端感知 - 边缘计算 - 云端协同”三层架构，整合 MES、WMS、IAC 财智云等核心系统，通过 5G 实现设备无线互联、数据实时互通与全局协同，全厂区 5G 覆盖率 100%，关键业务响应时延控制在 50ms 内，最终实现生产效率提升 40%、物流成本降低 25%、库存周转率提升 35%、财务结算效率提升 60%。

二、建设需求

建设安庆威灵汽车部件 5G 工厂的核心是破解传统汽车制造业效率瓶颈与数字化转型痛点，以达到汽车零部件行业柔性生产、降本增效、安全可靠。核心必要性，首先是突破传统零部件生产的痛点，解决现场有线网络布线难、移动设备灵活度低的问题，实现设备“无线化”自由协同；其次是支撑高阶数字化应用，为汽车行业 AI 质检、数字孪生、远程操控等技术提供网络底座；最后是应对新能源汽车市场的快速变化，通过 5G 实现生产流程快速调整，满足多品种、小批量的“柔性制造”需求，缩短汽车部件新品的投产周期。

三、建设方案

安庆威灵汽车部件 5G 工厂采用“云 - 边 - 端”协同架构。其中，端侧主要是指部署工业现场的数采能力，对接生产现场的各种异构数据源；边缘侧以“服务器 + 虚拟化”的方式，部署包括以 OT 数据处理能力、针对数据的建模和可视化能力和数据开放的三大能力以及本地应用的管理；云侧采用集约式管理，多层级联，一次定义多点分发的模式，提升企业管理效率和标准化程度。

四、应用场景

◎ 场景类型 1：远程设备操控

工厂在各生产车间、设备区域及公共设施处部署 5G+ 智能电表系统，实现用电全流程智能化管理。智能电表通过 5G 网络与工厂能源管理平台实时互联，可高频次采集各区域、各设备的实时用电数据，包括电流、电压、功率、用电量等，并将数据同步至中控大屏。系统能自动识别用电高峰与低谷时段，结合生产计划生成动态用电方案，通过 5G 向车间电力控制系



14 安庆威灵汽车部件 5G 工厂

统发送调整指令。此外，系统可生成多维度用电报表，为工厂节能方案制定提供数据支撑。

◎ 场景类型 2：机器视觉质检

汽车零部件的核心生产环节引入 5G+ 机器人 +AI 视觉系统，实现全流程智能化作业。在零



部件检测环节，多台搭载 AI 视觉传感器的协作机器人通过 5G 网络与中控系统实时互联，数据经 5G 实时传输至云端数据库，合格零部件由机器人转运至下一工序，不合格品则被精准放入隔离区并自动触发返工流程。在装配环节，多台移动机器人配合机械臂完成零部件的精准装配，AI 视觉实时识别零件定位标记，通过 5G 向机械臂发送毫米级调整指令，确保装配精度。

◎ 场景类型 3：厂区智能物流

1. 产线智能物流

应用 5G 技术，从物料自动上料、成品自动搬运，到参数调优自动修边，实现全方位无人化作业：集成机器人、AGV 小车、人机交互智能设备，应用机器视觉等技术，实现生产的高效组织和作业协同，依托制造执行系统(MES)，应用 6S 管理和定置管理等精益工具和方法，开展基于数据驱动的人、机、料等精确管控。



2.5G 车辆管理智能系统

在工厂园区车辆管理场景中，构建 5G + 车辆管理智能系统，通过在园区入口、主干道、停车场、禁行区域等关键位置部署 5G 高清摄像头、毫米波雷达及车牌识别设备，实现对进出园区的货运车、通勤车、外来访客车辆的全流程智能化管理。



5G 网络凭借低时延、高可靠、广连接的特性，支撑车辆信息（如车牌、车型、进出时间）、行驶状态（如速度、路线、是否违规）等数据实时上传至园区车辆管理平台。实现车辆从入园到离园的全周期动态管控。

◎ 场景类型 4：生产现场监测

1.5G+ 总装线数据看板

园区工厂在总装车间部署 5G+ 总装线数据看板，每个工位部署 5G 工业网关，采集 PLC、传感器、RFID 等设备数据，通过 5G 网络实时传输至中央看板系统。数据延迟从传统网络的 100-200ms 降低至 10ms 以内，实现了真正的实时监控。管理者可以通过数据看板实时掌握每日的生产进度、工厂整体的生产效率、出现问题的工位等等，并根据这些数据进行适当的调度，保障完成每日的生产任务。

2. 氦气检漏系统

在汽车零部件加工的密封检测环节，5G 网络为氦气检漏系统提供了高效的数据传输支撑。

检测工位上，搭载 5G 模块的氮质谱检漏仪与自动化夹具协同工作，待检测的零部件被精准固定后，系统自动向其内部充入特定压力的氦气。实施后，大幅提升检测效率，泄漏定位精准高效，因泄漏问题导致的后续加工浪费减少了 70%，显著降低了生产成本。

3. 环保检测体系

在工厂绿色制造升级中，构建 5G + 环保设备智能管控系统，深度融合 5G 通信、物联网传感，实现“污染全监测、设备自协同、生产绿闭环”：在厂区关键位置部署搭载 5G 模组的智能监测设备及环保数据采集传输仪，实现对污染物排放的实时监测与环保设备的智能管控。5G 网络凭借高带宽、低时延、广连接特性，支撑监测设备采集的污染物浓度、环保设备运行参数等数据经环保数据采集传输仪实时、稳定上传至本地环保管理平台。同时，系统可基于数据自动触发环保设备联动响应，并通过 5G 网络实现对环保设备的远程状态监控与参数调整。



4. 智能考勤管理

在工厂考勤管理场景中，构建 5G+AI 智能考勤系统，在厂区出入口、车间入口等关键位置部署搭载 AI 算法的 5G 高清摄像头，本地完成人脸识别、动作行为分析，借助 5G 大带宽回传“人脸特征 + 行为轨迹”结构化数据，保障边缘侧快速决策。同时，借助 5G 的高带宽和低时延特性，摄像头采集的考勤数据可实时上传至本地考勤数据库。此外，AI 算法还能识别代打卡、虚假考勤等违规行为。

◎ 场景类型 5：无人智能巡检

1. 消防设备协同作业

园区工厂在各生产车间、设备区域及公共设施处部署 5G+ 消防中控系统，实现通过 5G 网络连接烟感、温感、可燃气体探测器等物联网设备，实现火情秒级感知与多级预警。结合 AI 视频分析技术，自动识别消防通道堵塞、违规用火等隐患，并生成实时告警。传感器通过 5G 网络与工厂消防一体化平台互联，基于视频 + 人工智能交互数据汇总分析，同时发送火情报警给值班人快速处理。消防中控值班人员根据消防中控平台数据分析和视频画面情况，快速做出科学合理的火情调度。



车间内的关键位置，如焊接工位、涂装区域、电气控制柜旁，以及仓储区的易燃物料堆放处，均部署了搭载 5G 模块的多维度传感器，可实时采集环境温度、烟雾浓度、可燃气体浓度（如油漆挥发物、焊接烟气）、设备表面温度等数据，对火情等安全风险进行预测。

2. 智能安防

在汽车零部件加工的厂区及车间内，5G网络实现无缝覆盖，构建起全方位的智能安防体系。车间内部，通过5G网络将采集到的异常振动、异响等数据实时传送至平台，用于监测设备运行状态及潜在的安全隐患。厂区周边设置有5G+红外对射报警系统和智能周界摄像机，精准识别翻越围墙、非法入侵等行为，并立即触发声光报警。实现安防监控全方位无死角，实时预警与快速响应。

3. 智能照明

数据通过5G网络实时传输至云端的智慧照明管理平台，平台结合预设的照明规则（如不同作业区域的光照标准、生产排班时间）进行智能巡检。当车间内某一工位有工人操作时，传感器检测到人员活动，平台立即指令该区域灯具自动调节至符合加工精度要求的亮度；当工位无人操作且设备处于停机状态时，灯具自动切换至节能模式；仓储区在夜间无作业时，仅保留通道基础照明，其余区域灯具进入休眠状态。照明能耗降低了60%以上，年节省电费支出达数十万元；仓储区通过结合自然光自适应调节，节能效率进一步提升至70%。

◎ 场景类型 6：现场辅助装配

在汽车零部件加工的生产线上，5G网络为工业视觉检测系统提供了高速、稳定的数据传输支撑。在零部件加工的关键环节，均部署了搭载5G模块的工业相机和视觉检测设备。同时，检测结果会通过5G网络即时反馈至生产线的控制系统。通过以上采集结果实现高精度的辅助装配，避免装配误差带来的不良。



◎ 场景类型 7：生产过程溯源

通过5G网络的高速传输，扫描数据能够实时、准确地传输至企业的生产管理系统中。生产线上的各类设备通过5G网络与管理系统相连，设备运行数据、加工参数等信息同样实时上传。在产品质量检测区域，利用5G+机器视觉技术，工业相机对零部件进行全方位的拍照检测，检测数据通过5G网络迅速反馈至系统，一旦发现质量问题，系统能够立即追溯到该零部件在生产过程中的各个环节数据。当产品完成包装准备发货时，再次通过5G智能终端扫描产品标签，记录发货信息，并将其上传至企业的物流管理系统，实现产品从原材料到终端客户的全流程追溯。



◎ 场景类型 8：生产能效管理

园区部署5G+能源管理系统后，通过在生产车间、公共区域及能源输送节点安装5G智能

传感器（如智能电表、燃气表、流量计等），实现能源数据的实时采集与传输。系统依托 5G 低延迟特性，对园区电网负荷、燃气压力、供水管网流量等关键指标进行毫秒级监控。同时，通过 5G 网络连接园区能源调度中心与能源管理终端，实现负荷预测、错峰用电调度、能源优化分配等功能。



◎ 场景类型 9：精准动态作业

在汽车零部件加工的装配车间，5G 网络构建起高速互联的智能生产环境。装配过程中，部署在工位周边的 5G 工业相机和传感器同步启动工作。工业相机对每一步装配动作进行精准动态拍摄，捕捉零件的安装角度、贴合度等细节；使用力传感器则实时监测装配过程中的压力、扭矩等数据，实现设备精准动态作业。



◎ 场景类型 10：厂区智能理货

在汽车零部件加工的仓储区域，5G 网络实现全覆盖，仓库内的货架、通道、装卸区等位置部署了搭载 5G 模块的物联网设备，包括智能货架（内置重量传感器、RFID 标签）、AGV（自动导引运输车）、无人叉车、高清摄像头及环境传感器（监测温湿度、烟雾等）。同时，高清摄像头结合 5G+ 机器视觉技术，对仓库内的作业流程进行实时监控，识别货物摆放是否规范、设备运行是否异常；环境传感器数据实时上传至平台，若温湿度超标或出现烟雾，系统立即触发预警。管理人员通过 5G 智能终端可远程查看库存数据、设备状态及作业进度，实现仓储全流程的可视化管理。库存准确率从原来的 85% 提升至 99% 以上。

◆ 五、建设价值

1. 经济价值

安庆威灵汽车部件全厂区 5G 覆盖率 100%，关键业务响应时延控制在 50ms 内，最终实现生产效率提升 40%、人工成本降低 15%、物流成本降低 25%、库存周转率提升 35%、财务结算效率提升 60%，成为“5G + 工业互联网”融合应用的标杆。

2. 社会价值

安庆威灵汽车部件 5G 工厂通过深度融合新一代信息技术，成为安庆市新能源汽车零部件行业首家国家级 5G 工厂，并且正在带动区域汽车零部件制造业的数字化转型，在推动当地经济社会高质量发展、促进产业转型升级、创造就业和产业协同做出应有的贡献。

重庆市

16. 宗申动力 5G 全连接智能工厂

重庆宗申动力机械股份有限公司

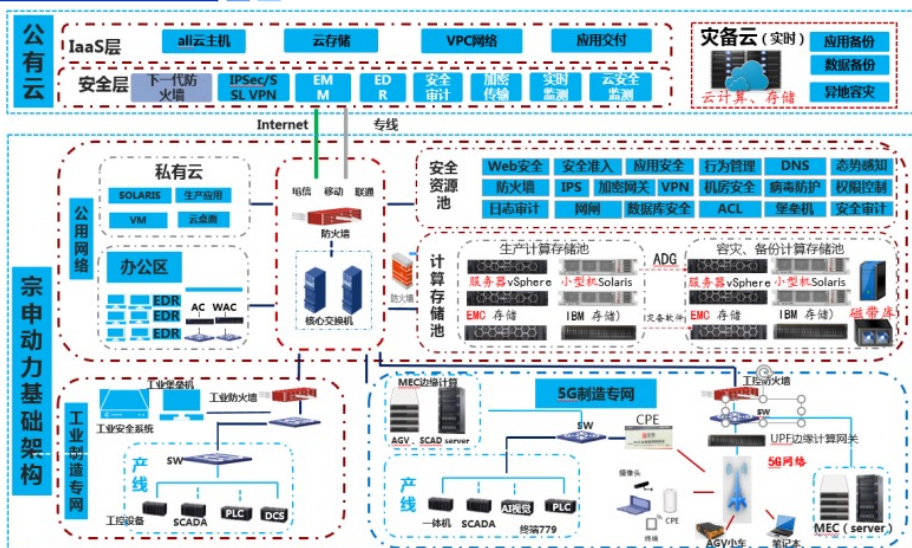
一、项目概述

宗申动力 5G 全连接智能工厂聚焦小型动力和汽车零部件个性化定制生产模式，依托重庆移动提供的 5G 专网，实现全厂区 5G 覆盖率 100%。项目充分利用 5G 专网速度快、延迟低的特点，实现关重设备通过 5G 接入，打造 5G+ 数字孪生、5G+ 柔性生产、5G+ 远程设备操控等 11 个典型 5G 应用场景，覆盖制造业研产供销服各环节，建成后，对比建设前工厂生产效率、交付周期、生产及运营成本、能源利用率都得到有效优化，达到提质、降本、增效、绿色、安全的目的。

二、建设需求

宗申动力现有网络体系虽能保障基础数字化运行，但数智化深入后，现有网络已无法满足高带宽、低时延、灵活组网等转型需求，尤其在六大工业场景数据传输中问题突出。一是带宽不足，难支撑 AI 视觉的图片、视频采集传输；二是移动接入受限，有线网络无法适配 AGV 等移动设备，传统 Wi-Fi 受金属干扰，无法保障连接连续性；三是部署灵活性差，产线调整时，有线与 Wi-Fi 重新布线成本高。因此亟需建设 5G 网络破解上述瓶颈。

三、建设方案



为支撑数智化建设，宗申动力构建含 5G 等通信网络、算力设施、数据体系及 AI 等技术的数字化基础设施，搭配信息安全体系与专业团队，覆盖研产供销服全业务。公司依托重庆移动 5G

专网（20 个宏站 + 7 个微站），实现厂区 100% 覆盖，打造 5G+ 数字孪生、柔性生产等 11 个典型场景。项目建成后，工厂生产效率、交付周期等指标优化，达成提质、降本、增效、绿色、安全目标，助力数字化转型与高质量发展。

四、应用场景

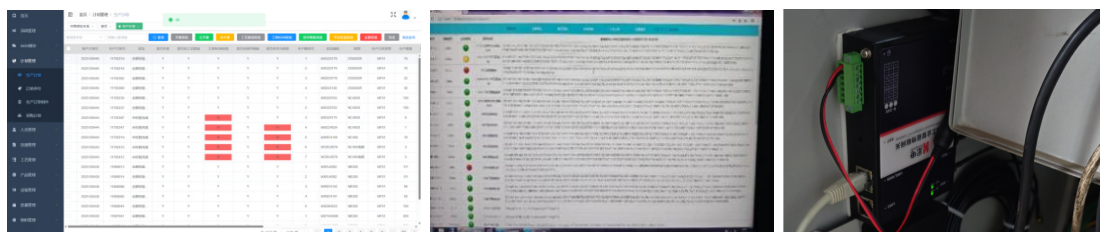
◎ 场景类型 1：生产单元模拟

项目结合 5G 和数字孪生技术，建设 1 个工厂级、3 个产线级系统，实现产线与工厂虚实映射，提升问题处理效率。101 工厂展厅及 1011、1012 线部署系统，借三维可视化等协同平台，支持工艺比选、布局优化与培训，为制造提供前置保障。



◎ 场景类型 2：柔性生产制造

项目构建覆盖人机料法环测的 5G+MES 系统，实现制造现场实时交互控制。5G 使日均网络卡顿减至 1 次，单台发动机响应时间缩至 100ms，提升合格率与效率、缩短交付周期。1011-1012 线联动 MES、SCADA 与 AGV，MES 控全流程，SCADA 采数据，AGV 自动送料，实现柔性排产与快速响应。



◎ 场景类型 3：远程设备操控

项目借 5G+ 远程操控实现 3 个空压站站房无人值守，可远程启停、调参数，建集中监控室减人员、降能耗。5G 专网省布线成本、提响应速度；部署无人值守系统，集成参数采集、预警等功能，实现能源设备“少人值守、远程高效”运行。



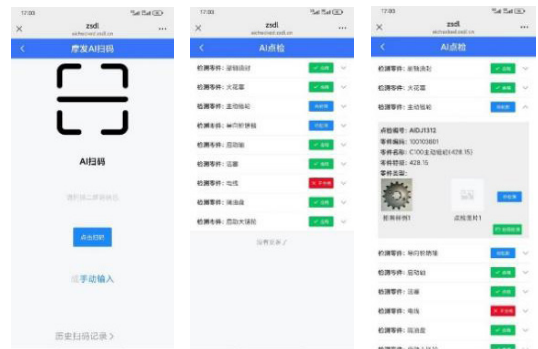
◎ 场景类型 4：现场辅助装配

企业因 10 万 + 种定制产品工艺、BOM 差异大，质控难且依赖员工经验。借助 5G + 智能料仓辅助装备，实现轴瓦快速选组配对，降低工艺复杂度，提升质量一致性。1018 线配智能料仓与

边缘系统，能依工单自动供料，还具备余量监测等功能，减少人工找料时间与错装率，提升装配灵活性。

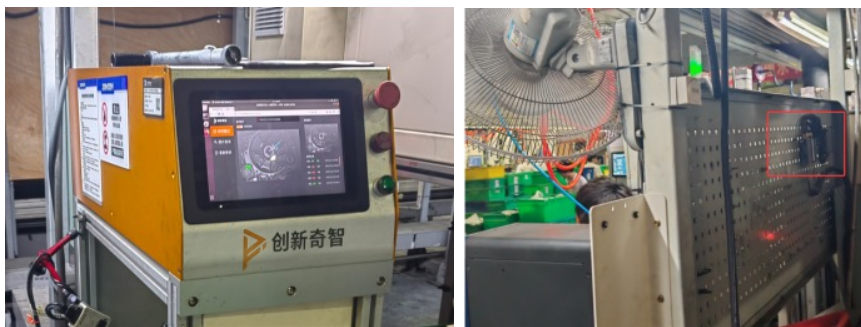
◎ 场景类型 5：机器视觉检测

项目用 5G+ 深度学习机器视觉，在生产、来料质检环节设 12 类 28 个移动检测点位，替代人工判零部件关键特征，提升质控能力。5G 使单台发动机图传及响应时间缩至 0.5s；多工序点部署终端与 AI 系统，检测多环节并对比标准，不良结果联动 MES，实现缺陷拦截与记录。



◎ 场景类型 6：工业合规校验

项目以 5G+ 深度学习机器视觉，在生产现场设 8 类 32 个检测点位，替代人工判工艺合规性，提升质控能力。视觉算法用私有云，5G 使单台发动机图传及响应时间缩至 0.5s；101 工厂多产线部署系统，自动识别关键指标，构建全过程数字检测网络。



◎ 场景类型 7：生产现场监测

项目自研行业特色 SCADA 系统，结合 5G 设备实现关键设备标准化接入，支持热拔插、热重载以灵活快速部署。目前部署 5 套系统，接入 697 台关键设备，实时监测预警；1011~1017 线同步连 MES，采集多维度数据并可视化管理，具备报警等功能，实现生产“数字穿透”。

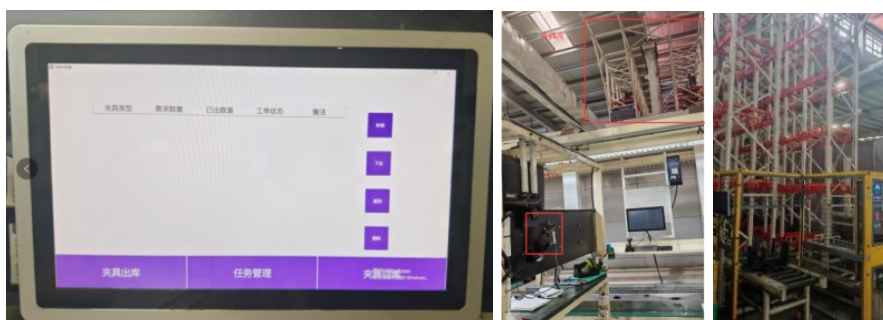
◎ 场景类型 8：厂区智能物流

项目构建 AGV 智能物流系统，借助 5G 网络解决传统通讯响应不足、Wifi 切换掉线问题，AGV 微站切换离线时间缩至 0.1s，数据交互响应时间降至 10ms。同时建智能调度系统，AGV 根据 MES 工单自动规划路径、避障，车管系统集中管理运行状态，对接料仓 / 产线，实现“物料找产线”，降人员、提准时率。



◎ 场景类型 9：厂区智能理货

项目开展 5G+ 立体库应用，建设 3 个生产夹具、零部件、成品自动立体库，实现自动出入库与智能拣选，提升厂房利用率、降低人员成本、提高物流效率。夹具库与重力库配堆垛机等设备，结合 PDA 与 5G 终端完成自动分类码放、扫码收货，自动记录信息，打通“入 - 存 - 配 - 出”数字化流程。



◎ 场景类型 10：生产过程溯源

企业依托 5G+MES/SCADA 系统，实现 180 条生产线全维度数据采集，结合一物一码，完成产品全流程正反向追溯，提升质控与追溯能力，减少批量事故追溯量。机加中心建溯源平台，记录每台发动机全流程信息，支持多维度回查，构建“数据归集—事件定位—责任分析”的闭环质控路径。

◎ 场景类型 11：生产能效管控

项目搭建 5G+ 能源管理系统，部署带有 5G 模组的智能仪表，通过 5G 与边缘计算预处理能耗数据后上传。系统实时监控 82 个水电气检测点，结合产量出能效报表，还采集设备电参数分析，异常预警并辅助制定节能策略，提升能源利用率。

五、建设价值

1. 经济价值

宗申动力 5G 工厂打造多类融合应用场景，实现设备、系统、数据互联与智能管理，提质增效、降本减排，助力双碳目标。

项目还可增加重庆财政收入、带动当地产业，建成后将新增铝合金零部件 150 万件，新增销售收入 2 亿元，推动绿色可持续发展。

2. 社会价值

本项目包含 5G+MES、5G+ 机器视觉等 11 个 5G+ 典型应用场景，对于制造业企业 5G 应用面覆盖较广，已成为重庆市 5G+ 工业互联网的典型示范项目，具有良好的示范意义及带动效果。

江苏省常州市

17. 日盈电子汽车零部件数字化 5G 工厂

江苏日盈电子股份有限公司

一、项目概述

江苏日盈电子股份有限公司聚焦新能源车用热泵系统、电子压缩机等核心零部件研发与制造的全流程数字化转型需求，基于“5G+ 工业互联网”架构打造行业领先的智能工厂。通过部署 5G 专网实现设备、机器人等全域互联，打通全链条数据流；依托边缘计算节点支撑工艺参数实时下发与数据处理；整合 ERP、IoT、数据采集等系统，开发模块化产线、AI 自适应控制、5G+ 机器视觉精密质检及能耗智能管理等核心场景。项目实现产线效率提升超 40%、换线时间大幅缩短、生产能效显著优化，形成“5G+ 智能生产 - 柔性制造 - 绿色低碳”示范标杆，推动汽车零部件行业向高端化、数字化、绿色化转型。

二、建设需求

日盈电子转型遇多重瓶颈：生产端原材料成本涨超 15% 却难控本、设备协同差；研发端新品验证久、研发费率低且数据分散；供应链端跨基地信息滞后，难响应高端客户；管理端数据孤岛制约决策。建设 5G 工厂是必然选择，既契合政策要求，又能破市场竞争困境，还可参考行业案例降本 15%-20%、提效 10%-15%。核心需求为构建“5G+ 全链条协同”体系，覆盖生产、研发、供应链、管理侧，实现智能升级。

三、建设方案

采用“端 - 边 - 云”协同架构：端侧部署有线扫码枪 51 台、基恩 BT-A500GC 无线扫码枪 13 台及 AGV 13 台，通过 5G 网络实现数据采集与设备联网；边侧依托 UPF R5310 与边缘计算服务器 NE5260M5，支撑工艺参数毫秒级下发与设备状态实时监控；云侧基于华为云平台整合业务系统，构建工业互联网平台，打通研发、生产、管理数据链路。

5G 网络方面：部署 5G 混合专网，通过 UPF 与边缘节点控制实现毫秒级时延，覆盖核心生产区域保障数据实时传输；借助 TSN+SDN 实现 IT-OT 系统互通，接入近 90% 供应商数据，构建跨基地协同网络；为“哑设备”加装 5G 传感器与 PLC，实现协同作业与远程操控，SMT 产线精度提升至微秒级。

边缘计算方面：部署边缘计算服务器 NE5260M5 两台，结合 UPF 实现数据本地分流与实时处理，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。

工业互联网平台：基于华为云搭建工业互联网平台，支撑业务系统运行；通过平台采集数据

优化工艺、开展设备预测性维护，并联动供应商体系提升产业链效率；部署机器视觉质检、AGV物流与数字孪生系统，实现生产全流程数字化管理。

四、应用场景

◎ 场景类型 1：远程设备操控

日盈电子在核心部件车间，借 5G 平台远程操控关键设备，90% 设备入网，端到端时延 $\leq 8\text{ms}$ 。通过“设备 - 控制 - 执行”层方案，实现虚拟调试闭环，注塑合格率升至 98.5%、能耗降 18%，远程调试效率提 70%，年省成本超 500 万，方案已复制至全球基地。



◎ 场景类型 2：设备协同作业

日盈电子在传感器产线，借 5G 专网实现 5 台机械臂协同，建全流程智能生产体系。针对 12 道工序，用“5G+MES+PLC”架构优化调度，将传统需 8 台在线设备压缩至 5 台，解决设备利用率低等痛点，产线综合效率提升 40%。



◎ 场景类型 3：精准动态作业

日盈电子在传感器产线，以 5G+ 多模态感知实现 5 台机械手毫米级作业，建“5G+ 工业视觉 + 实时控制”体系。数据经 5G 网关以 $\leq 8\text{ms}$ 时延传边缘节点，解算最佳路径，定位精度达 $\pm 0.02\text{mm}$ ，工序间隔缩至 0.5 秒，支撑年产 50 万套传感器。



◎ 场景类型 4：设备故障诊断

日盈电子针对精密设备运行状态监控与故障预警需求，构建了基于5G的智能化设备健康管理平台。通过在注塑机、SMT贴片机等核心设备上加装多模态传感终端（包括振动传感器、功率



传感器及高清工业相机），实时采集主轴轴承、齿轮箱振动、电机负载波动及运动部件图像等动态数据，并依托5G网络实现毫秒级时延、99.99%可靠性的海量数据实时传输。边缘计算节点部署多维度故障分析引擎，融合机理模型与AI算法，实现设备故障早期诊断与预测性维护，诊断结果实时推送至车间管理系统。该方案将关键设备故障识别准确率提升至98%以上，平均故障修复时间缩短60%，设备综合效率（OEE）提高15%。目前，该方案已延伸至液压系统、冷却循环单元等复杂设备群，为离散制造行业提供“状态可知 - 故障可防 - 决策可信”的全生命周期设备健康管理模式。

目前，该方案已延伸至液压系统、冷却循环单元等复杂设备群，为离散制造行业提供“状态可知 - 故障可防 - 决策可信”的全生命周期设备健康管理模式。

◎ 场景类型 5：生产现场监测

日盈电子借5G+物联网建现场监测体系，实时感知环境、人员、设备：环境超阈值自动调节，人员违规0.5秒预警，设备秒采200+参数并预测故障。系统模块化设计，三维孪生可视化，异常5G毫秒级传控台，形成闭环管理。



◎ 场景类型 6：厂区智能物流

日盈电子借5G专网建智能物流体系，12台AGV连智能仓储，实时接指令完成物料流转，路径可动态优化。仓储融物联网与数字孪生，AGV精准装卸，数据实时交互形成闭环。AGV还能避障，打通物流链，支撑柔性生产。

◎ 场景类型 7：厂区智能理货

日盈电子借5G+AI建智能理货体系，连WMS、SAP ERP系统，关键节点设5G设备采数据，云端AI实现识别、比对等功能，形成入库、盘点、出库闭环。库存账实一致率超99.9%，错发率降0.02%，效率提3倍，方案已拓展至多仓库。



◎ 场景类型 8：生产过程溯源

日盈电子搭建 5G+ 标识解析与工业互联网全流程数字化溯源体系。其在金属化、焊接等关键工序部署 5G 智能传感终端，经 5G 网络实时采集物料、设备、人员等信息，借助 RFID 标签赋予半成品唯一标识，实现工序数据毫秒级上传。云端平台以区块链架构加密存证，联动 MES、ERP 系统形成决策闭环。该体系推动质量管控向过程智控转型，质量问题定位效率提升 5 倍以上，工艺迭代周期缩短 60%，通过主流主机厂认证，树立行业溯源标杆。

◆ 五、建设价值

1. 经济价值

生产端，通过 5G+ 质检与设备预测性维护，可使产品不良率降低 50%、设备故障率下降 30%，每年节省成本超 50 万元；借助 5G+AGV 调度与智能仓储，库存周转率提升 10%，物流运输效率提高 30%。研发与供应链端，跨基地 5G 协同网络打破数据孤岛，新品验证周期缩短，响应奔驰、丰田等客户需求速度加快，预计产能利用率提升 15%–20%，巩固高端供应链地位。

2. 社会价值

契合国家“5G+ 工业互联网”融合发展政策，为汽车零部件行业提供可复制的数字化转型样本。通过 5G+ 能耗监测系统优化用能，单位产品电耗下降，助力“双碳”目标实现。智能化改造减少高危环节人工操作，结合 5G 安全防护技术筑牢生产屏障，提升行业安全标准。同时带动 5G 模组、工业软件等产业链发展，助力区域新型工业化推进。

浙江省衢州市

18. 衢州极电电动汽车技术有限公司 5G 工厂

衢州极电电动汽车技术有限公司

一、项目概述

衢州极电电动汽车技术有限公司位于衢州智造新城东港工业园区，用地面积 104.5hm²，公司人员 1100 人，作为吉利汽车新能源领域的重要布局，衢州极电通过 5G 与工业互联网的深度融合，构建了从原料投料到成品包装的全程可追溯体系，显著提升了生产效率和产品一致性，为新能源材料行业提供了“5G+工业互联网”融合应用的优秀示范，推动新能源汽车生产向数字化、智能化、绿色化方向转型升级。

二、建设需求

当前新能源行业面临技术迭代加速、产品定制化需求增长以及安全生产与环保监管日益严格的多重挑战，工厂普遍受到产线柔性不足难以快速响应市场变化、多品种小批量生产中质量一致性管控难度大、能效与碳排数据采集追踪不全面、复杂工艺环节依赖人工导致效率低下等痛点问题困扰。衢州极电电动汽车技术有限公司深刻认识到，唯有通过数字化、网络化、智能化的全面升级，才能有效提升生产柔性、确保产品质量一致性、强化安全环保管控。为此，衢州极电电动汽车技术有限公司提出以 5G 技术为核心支撑，需建设低时延高可靠的厂区 5G 专网，实现海量设备实时互联与生产数据无死角采集；依托 5G+MEC 边缘计算能力，支持 AI 视觉质检、AGV 协同调度、数字孪生实时映射等应用，提升工艺精度与生产柔性；同时通过 5G 赋能全要素环境感知与能耗监控，构建可追溯的绿色智能制造体系，全面强化安全环保管控水平，为高质量可持续发展奠定基础。

三、建设方案

衢州极电 5G 工厂构建了“云-边-端”协同的三层智能化架构，系统性地支撑智能制造应用。

在云端，采用混合专网模式，通过核心网元下沉及专用 DNN 实现企业数据本地闭环，保障数据安全与合规；依托自研工业互联网平台及标识解析节点，实现跨系统数据协同和全要素互联。

在边缘侧，部署 MEC 边缘计算系统，集成 UPF 分流转发、行业应用部署及 AI 分析能力，并通过网络切片与 QoS 策略为不同业务（如 AGV 控制、视觉检测）提供低时延、高可靠的资源保障。

在终端层，5G 室内分布系统覆盖电芯、电池、电驱等重点车间，支撑 AGV 小车、工业传感器等终端设备高效接入。终端借助 5G 网络实现复杂环境下稳定通信和实时数据交互，显著提升了运行的准确性和系统可靠性。

该架构以“云-网-边-端”一体化协同为基础，构建出安全可控、弹性扩展的智能制造底座，有效支撑工厂全环节智能化升级。

四、应用场景

◎ 场景类型 1：设备故障诊断

在公司的生产现场，在汽车工厂的设备上，生产线上的机器人、加工机床、输送线等，加装功率传感器、振动传感器、温度传感器、高清摄像头等，以实时采集设备的状态数据、运行数据和视频数据。通过内置 5G 模组或部署 5G 网关等设备，将采集到的数据实时传输到本地的设备故障诊断系统。设备故障诊断系统对接收到的数据进行全周期监测，包括设备状态数据、运行数据和视频数据。通过数据挖掘、机器学习等算法，对设备运行趋势进行动态智能分析预测。系统建立设备故障知识图谱，对发生故障的设备进行快速诊断和精确定位。通过比对历史数据和实时数据，识别出异常模式和故障特征。系统通过 5G 网络实现报警信息、诊断信息、预测信息、统计数据等信息的智能推送。当设备出现故障或异常时，系统能够及时向相关人员发送警报，并提供详细的故障报告和维修建议。

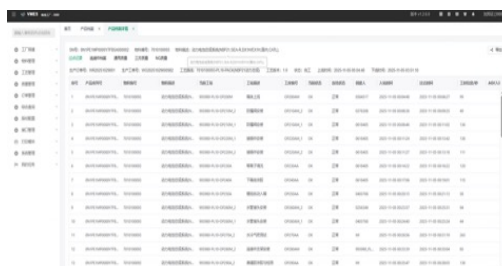
◎ 场景类型 2：设备预测维护

将生产机器人、机械臂、焊接设备等连接到 5G 网关设备，通过 5G 大连接的特性将所有入网的设备连接到运维平台，实时检测设备的健康状况，通过设备的控制系统输出设备的状态，通过外置的视频采集装置，传感装置采集设备的环境数据，将内部和外部采集的数据传送至运维平台，基于平台开发的预测模型，对数据加以分析，得出目前设备的工作状态，根据历史数据的积累，生成状态的趋势图，根据对数据趋势的分析，运维人员能够提前对设备进行分析并制定维护措施，通过 5G 网络，可以将维护决策实时传输至生产现场，指导现场维护人员进行精准维护，通过现场可视化的展示设备，形象地为现场运维人员服务。



◎ 场景类型 3：柔性生产制造

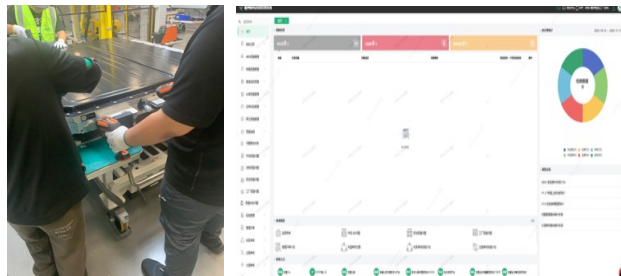
生产汽车电池及零部件种类繁多，不同的订单车辆类别、款式都大不一样，为了满足多定制的需求，对生产线进行柔性化改造，根据不同订单的生产需求快速调整产线和工序。当工厂收到新的订单需求，通过 CRM 将需求传递给 PLM 研发系统，PLM 研发系统对需求进行分析和处理，生成生产相关的参考数据，通过 PLM 和 ERP 将订单相关数据传送到 MES，MES 系统根据要求，对产线进行调整，实现工序的适配，并将与运输要求传递给 AGV 调度系统，



AGV 系统也根据此次生产任务的要求进行路线的重新调整，从生产和运输上体系化调整。

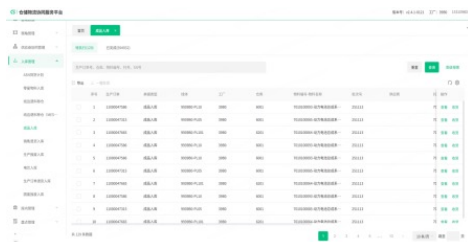
◎ 场景类型 4：生成过程溯源

依托衢州极电电动汽车技术有限公司构建的 5G 企业专网，QMS 质量管理体系覆盖制造过程检验、体系、质量改进等核心质量管理模块。实现对产品与过程质量的动态监控。可为作业层执行质检任务、控制层优化流程、决策层制定策略提供数据支撑，有效提升质量管控效率与精准度，质量管理闭环等。



◎ 场景类型 5：厂区智能物流

依托衢州极电电动汽车技术有限公司构建的 5G 企业专网，WMS 系统核心功能模块中出入库管理模块覆盖收货、质检、上架、拣选、复核、发货全流程，标准化作业流程，提升出入库效率与准确性。库存台账模块实时记录物资收、发、存动态，支持库存查询、盘点、调拨、批次 / 序列号追溯，保障账实一致。系统对接功能模块与 MES 系统对接，同步生产计划与物料需求，实现生产与仓储协同；与立库系统、AGV 系统对接，通过接口，打通自动化仓储设备指令流转，实现无人化出入库与货位调度。



◎ 场景类型 6：生产能效管控



通过 5G 仪器仪表监测在生产过程中的能耗情况，包括电力、用水、废物监测等数据，通过 5G 通信设备，实时采集企业用电、水、燃气等各类能源消耗数据，以及总烃、苯系物、粉尘等污染物排放数据，传输至能耗监测平台，基于 5G 广连接特性，将工厂大量的仪器仪表数据进行

采集，为能耗管控提供数据基础。

◎ 场景类型 7：生产现场监测

依托衢州极电电动汽车技术有限公司构建的 5G 企业专网，布置数据采集设备、传感器、5G 高清摄像机等数采设备，对生产设备和生产环境进行全面监测，利用物联网技术，实时获取温度、振动、压力等参数，以及设备开关状态、工作时间等信息。通过 5G 网关，将采集的数据传输至监测平台，实现远程对现场的数据监测和环境监控，基于 5G 大连接和高带宽的特性，可覆盖工厂大量的传感设备，能承载大量高清的视频图像，从而实现生产现场的监测。

◎ 场景类型 8：机器视觉质检

现场装配人员通过 5G 工业平板对装配的车辆进行拍摄，将拍摄的高清图像上传至研发平台，研发平台基于自身的质检模型，对上传的各个部位的照片进行分析，并输出初步的分析结果，若出现异常的检测结论，平台将会通知质检人员进行二次深入检测；基于可移动性和高清像素大带宽的传输需求，5G 工业平台良好的适配此场景，通过视觉质检算法的初步分析，也大大减少了质检人员的工作效率，专注于异常结果的重点分析，通过将 5G 和质检算法的融合，提升了质检的灵活性与质检效率。

五、建设价值

1. 经济价值

衢州极电依托 5G、AI、大数据等先进技术，构建了 5G 智能工厂方案与新能源领域全流程智能制造系统，显著节约生产成本且提升了生产效率，交货时间缩短 32%、设计迭代时间减少 24%、产品成本降低 23%、生产效率提高 25%，并且在节约成本提升效率的同时绿色排放指标也得到显著提升，其中能源效率提升 20%、用水量减少 14%、排放量减少 15%，这些为企业带来了直接的经济效益，为行业 5G 先进场景搭建提供了可复制的优秀案例。

2. 社会价值

衢州极电做为新能源产业链主企业，构建了覆盖研产销的 5G 全连接体系，实现设备、系统与数据的深度交互，并依托 5G 技术与工业互联网、AI 的深度融合，赋能上下游 200+ 企业，推动制造业向高端化、智能化跃迁，为行业高质量发展树立了标杆。其创新力融入“绿色制造”全过程实践中，为“双碳”目标落地提供了可推广的实践路径。

19. 大连中远海运重工 5G 全连接工厂

大连中远海运重工有限公司

一、项目概述

大连中远海运重工有限公司隶属中远海运重工有限公司，是中国远洋海运集团的三级企业，是中国远洋海运集团在北方地区目前唯一布局的修造并举企业、特种船建造基地，也是中国北方地区大型船舶、海工装备制造领军企业。本项目围绕研发、生产、物流、设备、安全与质量等关键环节，部署了15个“5G+工业互联网”应用场景，实现全要素互联与数据融合驱动，显著提升生产效率、安全管理水平和绿色制造能力，已获评国家级5G工厂。

二、建设需求

传统船舶修造行业在迈向智能化过程中面临多重挑战：首先，由于厂区范围广、布局分散，加之船舶舱室环境密闭，传统有线网络部署难度大，而Wi-Fi存在覆盖盲区与信号波动，难以支撑移动终端应用与远程监控系统的稳定运行；其次，关键生产设备如起重机、焊机等长期处于数据孤岛状态，无法实现互联互通，限制了预测性维护与设备间的协同作业能力，影响整体设备利用率与运行安全；再者，生产管理依赖人工经验，在物流调度、工艺执行合规性、能源消耗管控等方面精细化水平不足，制约了生产效率与管理优化。

三、建设方案

本项目构建了“1张5G双专网、1个工业互联网平台、N个5G应用”的总体架构：

1、在基础设施建设方面，联合两家主流运营商，共同部署覆盖全厂区的5G行业专网。主体网络采用双专网架构，通过独立组网以及MEC设备下沉至厂区网络侧，确保业务数据不出厂，满足工业场景对高可靠性与安全性的严苛要求，有效降低业务端到端时延，提供稳定的网络保障。

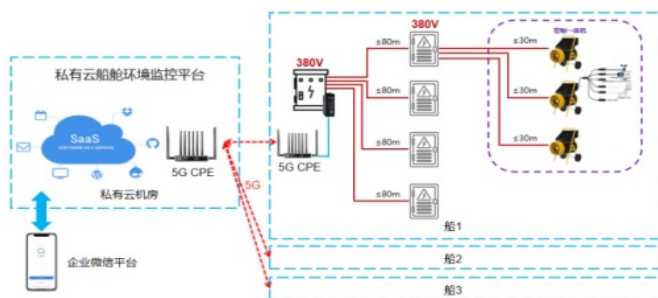
2、在厂区现场升级层面，对传统生产装备通信能力不足的问题，对厂内起重机、焊机、焊接机器人、能源终端以及重点生产装备/产线等进行大规模5G化改造。通过加装工业级5G CPE或嵌入式5G通信模组，成功将原本封闭、无法联网的“哑设备”转化为具备IP化、可远程接入的智能节点，打通底层装备与上层管理系统之间的数据通道，为全要素互联奠定坚实基础。

3、在平台与集成层面，依托数据中台构建统一的企业级工业互联网平台，作为全厂数据汇聚与智能分析的核心。向下通过标准化接口广泛接入5G网络回传的实时数据，向上提供服务化能力，有效整合了ERP、CIMS、MES、能源在线监控平台等现有系统。打破信息孤岛，实现研发、生产、运维等各环节数据的统一管理和融合分析，进而支撑5G融合应用快速开发与高效运营，驱动生产模式向数据智能方向全面转型。

四、应用场景

◎ 场景类型 1: 远程设备操控

针对冬季船舶造修中密闭舱室供暖能耗高、通信困难及管理效率低等核心问题，该项目集成 5G、HPLC 载波通讯、Mesh 自组网等技术，构建“端-云-端”智能化控制系统。通过对热风机加装智能控制器、搭建 5G 专网与 HPLC 电力载波混合组网，打破舱内通讯壁垒，实现环境数据实时采集与稳定传输，并建立大数据分析平台和自动化控制中心，完成热风机的远程智能调控及多级精细管理。实施后，系统有效降低 30% 能耗成本与 20% 人力成本，提升了作业效率和成本控制能力。



◎ 场景类型 2: 设备故障诊断

通过在起重机上部署 5G CPE，实时、稳定地将起重机运行参数、关键机构状态及高清视频等数据，高速传输至地面管理平台。平台对海量运行数据进行智能分析与建模，实现设备状态的实时诊断与故障预测，一旦发现异常即自动告警，并将信息精准推送至相关管理人员，指导维护干预。实施后，设备故障得以提前发现与处理，生产效率提升 22%，维护成本降低 19%，显著减少了非计划停机，保障了生产作业的连续性与安全性。

◎ 场景类型 3: 厂区智能物流

通过为物料运输车加装 5G 模组，并融合 RTK 与北斗高精度定位技术，构建了分段物流智能



调度系统。5G 网络为车辆提供了稳定、可靠的数据传输通道，确保其厘米级定位坐标和状态信息能够实时回传至调度中心。系统基于船舶分段工艺、堆场占用等数据，通过智能算法动态生成最优配送路径与调度指令，实现运输路径实时规划与调整，确保分段转运次数最少、效率最高。实施后，厂内分段物流效率提升 33%，配送准时率高达 99.7%，车辆利用效率提升 45%，运输等待时间减少 60%，显著提升了厂区的智能化物流水平。

◎ 场景类型 4: 生产现场监测

采用 5G 与 LORA 混合组网，结合信号调频算法，突破了密闭空间信号传输难题，实现了数据从舱内到甲板，再通过 5G 传输至管理平台的稳定无线传输。方案集成了多种高精度传感技术，构建了包含数据采集、报警和风机联动的智能化体系，可通过 PC 或手机端实现 24 小时实时监测与预警。

◎ 场景类型 5: 生产单元模拟

构建一套基于数字孪生与 5G 通信的智能防撞系统。通过灵活调整图像采集设备的拍摄角度进行摄影结合 CAD 图纸构建高精度三维模型，形成数字孪生底座。其次，利用包围盒算法等实时计算起重机的位置与运动信息，实现碰撞检测与预警。最后，借助 5G 网络（通过 CPE 设备）可靠、实时地传输起重机各项运行数据，打通了从数据采集、算法分析到控制指令下发全链路，克服了传统有线和 WiFi 在复杂工业环境中的传输瓶颈。



◎ 场景类型 6: 生产能效管控

智慧环保平台聚焦污染治理，实现环保设备点检、废水废气与固废危废的全程动态监测，纳入预警体系，在设备故障或排放超标时自动报警。该平台有效解决传统工厂无法实时监测、管理粗放等痛点，实施后，工厂污染处理能力提升 33%，污染物排放减少 16%，环保管理能力显著增强。综合能源管理平台则针对用能管理，实时监测并优化工厂的水、电、气等多种能源使用，通过可视化界面辅助决策，并自动生成报告。

平台利用带 5G 模组的设备采集数据，结合人工智能与大数据分析，识别能源浪费热点，并基于负荷预测实现能源优化。实施成效上，能源管理能力提高 30%，用能成本降低 16%。



◎ 场景类型 7: 工艺合规校验

本项目以 5G 与智能传感技术为核心，为每台焊机加装 5G 模组，可直连 5G 智慧焊接平台，实现了焊接工艺的全程校验，平台不仅可下发标准工艺参数（WPS），更能通过智能传感器实时采集、上传焊机运行数据，与标准工艺库进行比对。系统能有效校验实际焊接参数是否在授权和标准范围内，从源头杜绝超规操作，实现工艺执行的刚性管控。实施后，工艺校验的强化直接驱

动了质量提升，不良品率从 3%–5% 降至 1%–1.5%；工艺切换效率提高 80%，数据追溯实时化；实现了 100% 的工艺标准化，年综合效益提升 30%–50%。

◎ 场景类型 8: 设备预测维护

构建工业设备远程监控体系，起重机远程监控平台与智慧焊接平台均通过对终端设备加装 5G 模组与智能传感器，实现数据实时采集与分析，具备状态监测、故障预测及自动报警功能。实施后，起重机平台故障自动诊断使生产效率提升 22%，维护成本降低 19%。智慧焊接平台设备利用率提高 20%–30%，不良品率降至 1%–1.5%，故障响应时间缩至 30 分钟内，数据追溯从数天缩短至 5 分钟，年综合效益提升 30%–50%。系统大幅保障生产连续性，优化维护策略，实现降本增效。



◎ 场景类型 9: 厂区智能理货

本场景构建了基于 SAP WM 模块的智能化造船仓储管理系统，通过集成条码、射频识别及 5G 网络等技术，实现了仓储管理的高效透明化运作。系统核心在于利用移动终端扫码，自动完成物料出入库信息采集，并借助 5G 网络实时传输至 WM 系统。通过构建库位模型并标准化物资存储位置，系统能智能规划库位，提升空间利用率与管理透明度。同时，系统支持可视化监控与动态分析，满足了“实时透明、动态自适应”的管理需求。实施后，库存准确性提升 44%，库存利用效率提高 36%，资金利用效率同步提升 36%，经营成本降低 16%。该系统有效解决了传统人工管理模式效率低、易出错、成本高等痛点。

五、建设价值

1. 经济价值

项目围绕研发、生产、物流、安全与质量等关键环节，部署了包括远程设备操控、柔性生产制造、厂区智能物流、生产现场监测、企业协同合作等 15 个“5G+ 工业互联网”应用场景，实现全要素互联与数据融合驱动，打造 5G 全连接工厂，全面提升企业综合运营能力，综合生产效率大幅提升，年节约生产运营成本千万元计，项目经济效益显著。

2. 社会价值

通过 5G+ 工业互联网深度融合，打造了覆盖研发、生产、物流、管理等环节的智能制造体系，有效提升了船舶造修与海工装备制造业的数字化、智能化水平。在提升生产效率、降低能耗、保障安全生产等方面成效显著，推动了行业绿色低碳转型与高质量发展。同时，作为国家 5G 工厂示范企业和行业标杆，提供了可复制、可推广的实践经验，对加快产业智能化升级、增强产业链竞争力具有重要的示范引领作用。

山东省济宁市

20. 山东新能船业 5G 智慧工厂

山东新能船业有限公司

一、项目概述

山东新能船业 5G 智慧工厂项目通过部署 5G 专网，实现厂区全域高质量覆盖，确保生产数据在园区内安全、低延时流转。通过 5G 模组连接切割、焊接机器人等生产设备，实现了设备运行数据的实时采集与预测性维护。利用 5G 大带宽特性，实现了高清视频安防监控与船舶零部件无损检测数据的瞬时回传，有效提升了质量管控效率与生产安全水平，推动了船舶制造过程的数字化与智能化升级。

二、建设需求

内河船舶作为运能大、能耗低的重要运输载体，其制造行业面临船型杂乱、技术水平不高、数字化起步晚等问题，关键工艺依赖机械化设备，基础数据积累不足、信息集成水平低。同时，全球造船业数字化转型加速，欧洲日韩领先优势明显，我国人口红利消失、建造成本高，市场对船舶制造工艺、安全与质量要求持续提升，行业转型升级压力迫切。为破解困境，亟需建设 5G 工厂，依托 5G 高带宽、低延时特性，打通数据传输壁垒，助力智能生产线升级、信息集成与基础数据沉淀，提升智能制造能力，增强行业竞争力，适配高质量发展需求。

三、建设方案



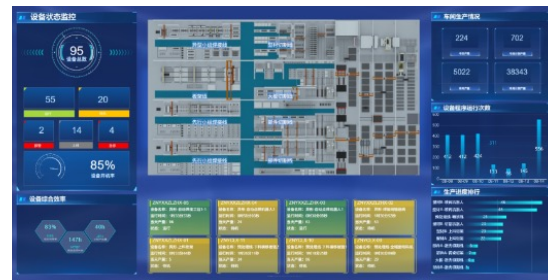
新能船业智慧船厂 5G 工厂建设方案，以 5G 网络全覆盖为基础，打造 5G+AI 焊接、5G+AMR 转运等 20 多个智能应用场景，推动船厂向数字化、智能化、绿色化、精益化转型，引领内河船舶制造业高质量发展。网络侧采用中兴 2.6G 32TR 宏站覆盖厂区及道路，针对集装箱

堆场等复杂环境，通过窄波束定向天线精准覆盖、超级小区技术消除干扰，保障网络性能。UPF 与 MEC 下沉厂区，实现数据本地处理与安全隔离，满足低时延需求。终端侧，切割、焊接等生产设备通过 5G 模组接入网络，实时上传运行参数与故障预警；生产协同终端支持工位实时交互，高精度检测设备快速传输质检数据。全厂部署 5G 高清摄像头，实时监控人员安全与消防隐患，全方位保障生产安全高效。

四、应用场景

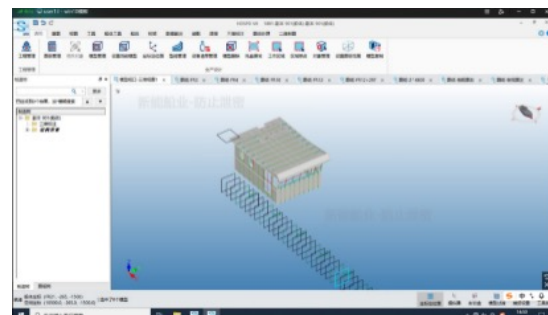
◎ 场景类型 1：生产单元模拟

5G 以高带宽、低延迟核心优势，赋能生产单元智能升级。设备传感器可实时传输数据，助力生产过程精准控制，操作人员能即时获取设备状态、生产进度、环境条件等关键参数，保障生产流程同步稳定，显著降低信息延迟引发的生产误差与设备停机风险。同时，5G 推动各类自动化设备高速稳定数据交换与协同作业，优化生产流程，减少人为干预，提升生产连续性与一致性，有效提高整体生产效率，为智能制造提供核心网络支撑。



◎ 场景类型 2：协同研发设计

船舶设计需结构、动力、电子系统等多领域协同，5G 技术为其提供关键支撑。依托 5G，多方可通过实时视频会议、数据共享快速参与设计评审与决策，CAD 模型、工程图纸等数据能在各设计团队间实时同步，避免数据滞后或不一致引发的设计偏差，保障设计变更快速传导。同时，5G 拉近船厂与供应链上下游距离，设计方案实时传至供应商评估反馈，实现设计、制造、采购无缝对接，有效缩短产品上市时间。



◎ 场景类型 3：柔性生产制造

5G 技术赋能船厂柔性生产，支持生产线各类设备与系统实时接收订单、工艺及生产计划变更指令，快速调整参数与流程，缩短工艺切换时间。依托 5G，柔性生产线可灵活适配不同船体、零部件的制造需求，提升生产灵活性与适应性。生产管理系统能实时获取市场需求与订单信息，动态调整生产计划和排程，优化生产流程、最大化利用产能，减少库存与生产浪费，助力船厂应对市场不确定性，加快交付周期。

◎ 场景类型 4: 远程设备操控

通过 5G 无人驾驶远程操控，操作人员在远离现场的操控室，通过 5G 网络连接行车，利用操控台上的手柄、按钮等设备，如同在现场驾驶一样控制行车的起升、下降、平移等动作。借助高清视频画面，精准地将分段吊运至指定位置，完成合拢作业。利用 5G 连接各类传感器，实时监测行车的运行状态、分段的受力情况、合拢的精度等参数。一旦出现异常，如行车运行参数偏离正常范围、分段受力不均或合拢精度超出允许误差，系统立即通过 5G 网络向相关人员发送预警信息，以便及时采取措施进行调整，保障作业安全与质量。

◎ 场景类型 5: 设备协同作业

利用 5G+AI 技术，搭载等离子切割系统、点激光传感器、伺服推料小车、高精度编码器定位装置等，实现从上料、进料、喷码划线印字、分拣出料、下料等原材料加工全过程自动化。采用三维切割方案，在 5G+AI 加持下，满足不同规格板材柔性切割需求，实现 3 分钟制定出最优切割方案，切割效率提升 35%，成品率提升 26%，让造船板材切割“游刃有余，解决了切割质量不高导致的边角料和废料过多问题，造船板材的整体利用率得到大幅提升。

◎ 场景类型 6: 精准动态作业

板材焊接的效率与质量直接关乎船舶生产成效，5G 的高速率、低延迟特性为其赋能。焊接机器人可实时响应实现自动化焊接，减少人为错误，其数据经 5G 传输至后端平台，结合 AI 算法实现实时监控与过程优化。焊缝数据通过摄像头采集后，经 5G 传至质检平台完成智能质检。5G+AI 自动焊接能将大型及异形板材一次性焊接合格率提至 98%，搭配 AI 与 3D 云技术实现 0.1mm 智能切割精度，较传统人工焊接合格率提升 20%+、效率提升 30%+，大幅降本增效。

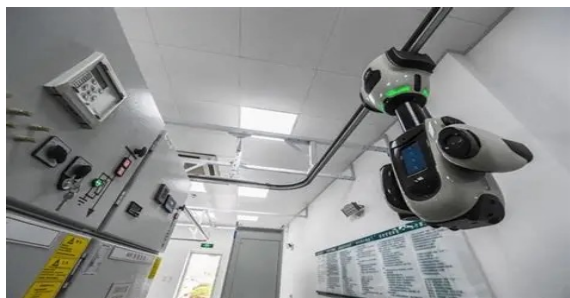


◎ 场景类型 7: 现场辅助装配

装配工人可以通过 AR（增强现实）设备或智能眼镜，实时接收 3D 装配模型、操作指令、以及精确的装配步骤指导。这种实时数据传输使装配人员能够按照数字化工艺流程进行操作，确保每个组件的安装位置、顺序和方式都符合设计要求，从而提高装配精度和效率。在现场装配过程中，如果出现零部件不匹配或工序问题，操作人员或系统可以通过 5G 智慧系统即时反馈问题，系统会自动调整装配计划或工艺参数，重新生成最优装配路径。这样的动态调整能力使船厂能够灵活应对装配过程中可能出现的各种意外情况，减少停工时间，提高装配过程的灵活性和适应性。



◎ 场景类型 8: 无人智能巡检



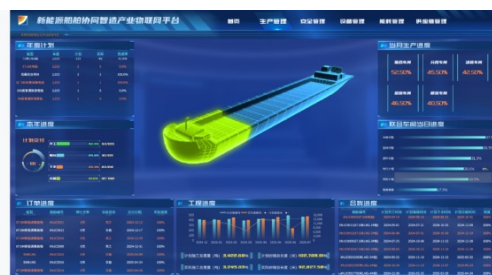
在山东新能船业 5G 智能船厂的快速发展进程中，无人智能巡检技术的引入，为生产现场带来了前所未有的变革与提升。该技术借助 5G 网络的强大支撑，实现了对船厂各个区域的全面、高效、无死角监控，为安全生产与运营管理提供了强有力的支持。无人智能巡检系统能够自主规划巡检路线，通过高清摄像头、红外传感器等先进设备，对生产现场进行细致入微的检查。相比传统人工巡检，无人巡检不仅显著提高了巡检效率，还大幅降低了人力成本和安全风险。在复杂的船厂环境中，无人巡检能够轻松穿越狭窄空间、高空区域等人工难以到达的地方，确保巡检的全面性和准确性。

◎ 场景类型 9: 厂区智能理货

智能理货系统是山东新能船业 5G 智能船厂项目仓储物流创新的又一亮点。该系统利用高精度传感器、机器视觉与大数据分析技术，实现了货物的自动识别、分类与堆码。在繁忙的仓储环境中，智能理货机器人能够迅速准确地完成货物处理任务，避免了传统人工理货中的错漏与效率低下问题。此外，系统还能根据货物特性与存储需求，自动规划最优存储方案，提高了仓库空间利用率。在发展阶段，厂区智能理货的现场价值体现在库存管理的精准化、货物处理的快速化以及仓储成本的降低上，为船厂的供应链管理带来了显著效益。

◎ 场景类型 10: 生产过程溯源

山东新能船业 5G 智能船厂项目在生产过程中，实现了从原材料入库到成品下水的每一个环节的数据实时采集与追踪。在生产现场，技术人员通过智能终端即可查看任一部件的生产状态、质量检测结果及流转路径，确保问题可溯源、责任可追究。这不仅大幅提升了产品质量控制水平，还显著增强了生产过程的透明度和可追溯性，为企业的持续改进和精细化管理提供了坚实的数据支撑。



◎ 场景类型 11: 生产能效管控

项目通过 5G 网络实现生产数据的实时传输与分析，构建了高效的生产能效管控体系。在生产现场，智能系统能够实时监测设备运行状态、生产效率及能耗情况，并基于大数据分析进行智能调度和优化。通过机器视觉和 AI 算法，系统能自动识别生产瓶颈，自动调整生产计划，实现资源的最优配置。这种动态调整机制有效提升了生产效率和能源利用率，降低了生产成本，



为企业在激烈的市场竞争中赢得了宝贵的时间和成本优势。

◎ 场景类型 12：虚拟现场服务

基于 5G+AI+ 数字孪生技术，构建安全生产智慧控制系统，实现厂区数字化、平台化，系统可清晰呈现车间生产线状态，让后台管理人员实时查看车间内的设备位置、状态、负荷情况，对安全生产真正做到“心中有数”。该应用场景实现车间 13 条产线、95 台智能化设备、57 台 AGV 设备的实时可视化监控与预警，有效保障设备和人员安全。此外，AI 摄像头可智能识别 20 余类人员安全事件，配备一键“外呼，智能报警功能，从报警到处置实现毫秒级响应，对安全隐患整改情况进行跟踪闭环管理，形成“安全隐患知识库，推动安全生产管控提档升级。



◆ 五、建设价值

1. 经济价值

提升智能化产线综合效率，5G 结合数字车间技术实现设备、质量、工艺实时监控，质量全程可追溯，异常停机时间缩短 50%，产线运行节拍提升 30%，良品率提升 50%，产能提升 28%；提升企业运营效率，通过 5G 高性能传输搭建运营管理平台，将采购、财务、库存、物流管理汇集融通，打通供应链信息流，企业运营效率提升 35%；显著降低人员成本，按照造修船常规效率计算，工人年工作日 250 天，设计年时基数 1780 小时，预估全厂人数约 3500 人，该方案在生产效率和质量提升的同时，人员整体减少 40% 以上。

2. 社会价值

该案例形成面向船舶制造行业可推广的 5G 智能化解决方案，未来计划推广至更多 5G+ 内河港口、港航物流园基地，开创港、贸、船、产、建、融高质量发展的新篇章。

浙江省舟山市

21. 舟山中远海运重工有限公司 5G 全连接工厂

舟山中远海运重工有限公司

一、项目概述

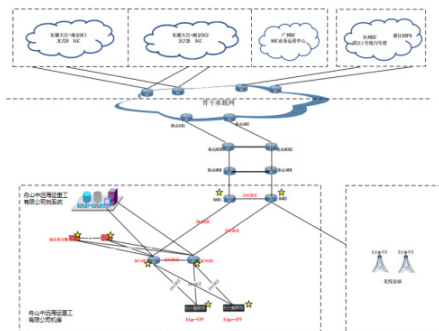
舟山中远海运重工 5G 全连接工厂是其“数字化智能制造”核心载体，深度响应制造业数智化转型需求。项目依托 5G、云计算、AI 等技术，构建船舶修造全流程智能生产与管理体系，实现厂区及船舶舱室信号全覆盖，推动生产设备联网，搭建企业级工业互联网平台，开发 18 个典型应用场景并建立网络安全防护机制。项目入选工信部“2025 年 5G 工厂名录”，成为浙江省“5G + 智慧船舶修造”标杆，为传统船舶工业向新质生产力转型提供可复制方案。

二、建设需求

当前船舶工业面临数智化转型痛点，一是复杂场景通信与协同效率低：厂区开阔区域、船舶舱室等环境信号覆盖薄弱，工业级通信时延高、可靠性不足，导致跨环节协同卡顿，现场运维与资源调配响应滞后。二是生产装备网联化不足，协同能力弱，多数传统生产装备缺乏联网能力，专用设备与通用设备间适配性差，难以形成规模化协同作业，制约生产效率提升。三是行业绿色低碳压力大，面临碳排放管控严格的要求，传统高能耗、高污染生产方式难以为继，绿色转型技术与方案适配不足。

三、建设方案

本项目基于“端 - 边 - 云”架构打造 5G 混合专网，采用 5G SA 专网架构，全面支撑工厂数智化运营。端侧完成 655 个现有设备联网升级，其中有线联网设备 107 个、5G 无线联网设备 548 个，实现 100% 联网率，确保前端生产设备与网络无缝对接，为全流程数据采集奠定基础；边侧在厂区中心机房下沉部署独享 UPF 网元，通过独立防火墙对接企业内网，实现数据分流控制与本地留存，且 UPF 设备及传输链路采用冗余配置保障业务可靠互备，同时依托 4 台超融合一体机构建 MEC 基础资源池，整合计算、网络、存储、安全能力，通过精准访问策略仅开放专网终端与目标服务器网段访问权限，保障边缘侧数据传输安全；云侧采用 3500MHz 频段，部署 14 个微站、4 个宏站实现厂区及关键区域深度覆盖，接入舟山联通 5G 智能城域网并通过 SRV6-BE+SR-MPLS 技术实现业务快速倒换，同时规划独立 S-NSSAI 与 DNN 绑定 UPF，实现专网与公众网络逻辑隔离，保障业务安全独立运行。



四、应用场景

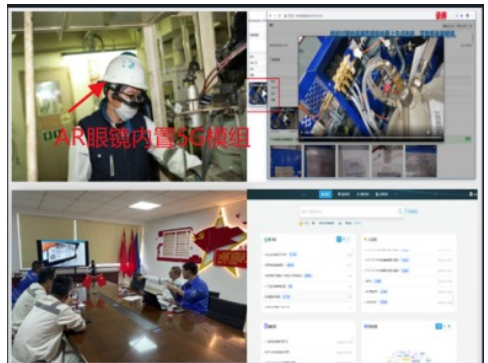
◎ 场景类型 1：生产单元模拟

在生产单元模拟场景中，聚焦门机作业安全核心需求。门机防碰撞定位数据通过 5G 模组实时传输至防碰撞系统，借助 5G 低时延、高可靠特性，系统快速开展模拟场景碰撞风险分析，精准预判作业隐患，为门机安全协同作业筑牢技术支撑。



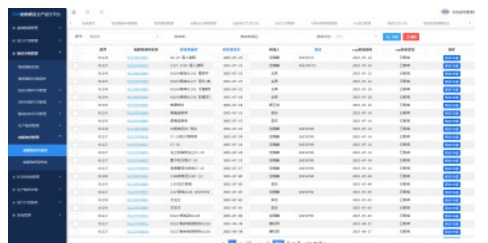
◎ 场景类型 2：协同研发设计

在远程协同设计场景中，依托 AR 眼镜内置 5G 模组，将现场实时视频高速传输至后台服务器。借助 5G 大带宽、低时延特性，异地技术团队与现场作业人员实现无缝联动，精准开展协同设计，打破空间限制，大幅提升设计对接效率与方案适配精准度。



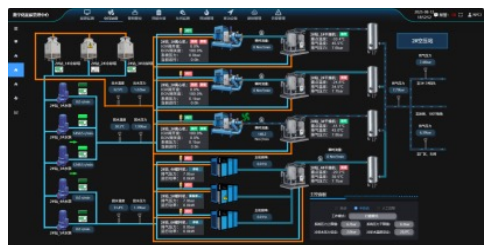
◎ 场景类型 3：柔性生产制造

在产线实时控制场景中，现场指令通过内置 5G 模组的终端平板与 PDA，实时传输至管控系统。依托 5G 低时延、高可靠的核心特性，系统精准响应产线实时控制诉求，确保生产指令高效传达、即时执行，既增强了产线调度的灵活性，也显著提高了作业协同效率。



◎ 场景类型 4：远程设备操控

在站房设备管控场景中，空压机控制阀通过 5G 网关接入专网。依托 5G 低时延、高可靠特性，既支持远程手动关停操作，也可实现自动关停功能，无需现场值守即可精准管控设备运行，简化操作流程、提升响应速度，为设备安全稳定运行提供有力保障。



◎ 场景类型 5：设备协同作业

在产线协同场景中，型材切割生产线与小组立生产线借助 5G 网关接入专网，将产线运行、

生产进度等关键信息实时上传至生产管控平台。依托 5G 广连接、高可靠特性，打通两条生产线的数据链路，构建起高效协同的生产工作体系，提升整体生产调度与协同效率。



◎ 场景类型 6：精准动态作业

叉车、高架车的行驶轨迹、偏转角、俯仰角等姿态数据，通过 5G 模组实时传输至车辆防避碰预警系统。依托 5G 低时延、高精度特性，系统快速



分析数据并触发避碰预警，有效规避车辆作业碰撞风险，保障厂区内车辆行驶与作业安全。

◎ 场景类型 7：机器视觉质检

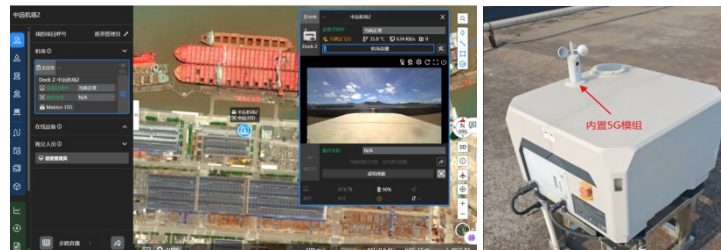
门机安防管控场景中，门机驾驶室搭载的 AI 识别设备内置 5G 模组，实时采集现场视频信息并高速传送至综合安防管理平台。依托 5G 高带宽、低时延特性，实现视频数据无卡顿传输，支撑平台快速开展智能分析与实时监控，筑牢门机作业安防防线，保障现场作业安全规范。



◎ 场景类型 8：设备故障诊断



管网监测场景中，厂区气、水管网的运行数据通过 5G 模组实时采集并传输至管控系统。依托 5G 广连接、高可靠特性，实现管网状态实时监测，精准捕捉压力、流量等异常变化，为管网运维与安全保障提供及时的数据支撑。



◎ 场景类型 9：无人智能巡检

巡航监测场景中，无人巡检设备开展厂区全景巡航并拍摄视频，通过内置 5G 模组将高清视频实时传送至管理平台。依托 5G 大带宽、低时延特性，实现视频无卡顿、高清晰传输，支撑平台远程实时监控厂区状况，快速发现安全隐患或异常情况，提升厂区整体巡检效率与管理精细化水平。

◎ 场景类型 10：生产现场监测

防抗台管控场景中，码头 AIS 基站实时采集船舶位置信息，通过 5G 模组高速传送至防抗台指挥中心。依托 5G 低时延、高可靠特性，实现船舶动态数据实时同步，让指挥中心精准掌握船舶位置、航行状态，为防抗台应急调度与安全管控提供及时决策支撑。



◎ 场景类型 11：厂区智能物流

智能物流调度场景中，厂区叉车、牵引车、平板车的北斗定位数据，经内置 5G 模组实时传输至物流管理系统。依托 5G 低时延、广连接特性，系统精准整合车辆位置信息，高效统筹运输任务，实现物流资源优化配置与智能调度，大幅提升厂区物流周转效率与调度精准度。



智能物流调度场景中，厂区叉车、牵引车、平板车的北斗定位数据，经内置 5G 模组实时传输至物流管理系统。依托 5G 低时延、广连接特性，系统精准整合车辆位置信息，高效统筹运输任务，实现物流资源优化配置与智能调度，大幅提升厂区物流周转效率与调度精准度。

◎ 场景类型 12：厂区智能理货

钢板堆场自动翻板场景中，工作人员通过内置 5G 模组的手持终端，将钢板翻板需求、位置等关键信息实时传送到管控系统。依托 5G 低时延、高可靠特性，系统快速解析信息并向行车精准下发翻运指令，实现钢板自动化翻板操作，大幅减少人工干预，提升堆场作业效率与操作精准度。



◎ 场景类型 13：全域物流监测

物流监测场景中，厂区叉车、牵引车、平板车的北斗定位信息，经内置 5G 模组实时传输至物流管控系统。依托 5G 低时延、广连接与北斗高精度定位优势，实现工程车辆全域行踪、运输状态的动态监测，精准掌握物流流转全流程，为调度优化提供数据支撑，提升厂区物流管理精细化与高效化水平。



◎ 场景类型 14：生产过程溯源

设备维修溯源场景中，生产维修过程中，工作人员通过内置 5G 模组的手持终端扫码，将维

修相关信息实时录入船舶设备维修数字化管控平台。依托 5G 高速传输、稳定连接特性，实现维修全流程数据精准记录，从维修发起、实施到验收的每一环均可追溯，强化维修过程管控，保障设备维修质量与可追溯性。



◎ 场景类型 15：生产能效管控

能碳管控场景中，厂区油、电、气消耗及能耗相关数据，通过内置 5G 模组的数据采集设备实时采集并高速传送至数字化能碳管理中心。依托 5G 高可靠、高速传输特性，中心精准开展生产效能分析与能耗精准管控，优化资源配置、降低碳排，为厂区绿色高效生产提供数据驱动支撑。



◆ 五、建设价值

1. 经济价值

项目通过 5G 技术与船舶修造业务深度融合，为企业构建起“效率、质量、安全、成本”四位一体的核心竞争优势。在生产效率与质量层面实现双重突破：依托 5G 协同控制的型材切割机机器人生产线，大幅降低人力成本 50%，切割效率提升 67%，同时将加工精度提高 3%；通过全流程数据贯通，完成 MES 系统与智能装备系统的深度整合，使生产协同效率提升 18%，船舶修造周期缩短 15%，直接强化企业订单响应速度与交付竞争力，为业务拓展与行业领跑奠定坚实基础。

2. 社会价值

针对船舶修造“车间离散、船坞庞大、作业环境复杂”的核心特性，项目构建“车间自动化 - 船坞数字化 - 服务远程化”分层场景化转型路径。方案贴合业务实际需求，层层递进推进数字化升级，其中“5G + 数字孪生”船坞管控方案适配大型船坞运营场景，可直接复用于 30 万吨级以上项目，大幅降低同类场景转型成本与落地周期，提升转型可行性与复用价值。

天津市

22. 天津海洋装备智能制造基地建设项目 5G 工厂

中海油能源发展装备技术有限公司

一、项目概述

海油发展天津海洋装备智能制造基地，位列国家战略性新兴产业百大工程，是天津市重点建设项目。为筑牢国家能源装备产业链的信息安全防线，本项目创新采用全下沉 5G 专用网络作为数字基座。通过将 5G 核心网整套设备部署于园区内部，实现所有生产数据在“家门口”完成处理，构建起与外部公网物理隔离的“数据安全岛”，确保核心工艺与业务数据 100% 不出园区。该网络具备电信级高可靠性与军用级高安全性，全面满足国家网络安全等级保护三级标准。

二、建设需求

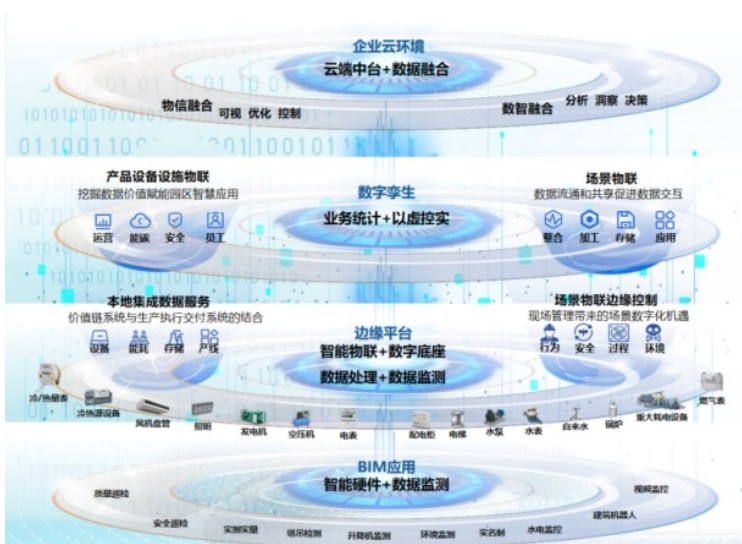
中海油在推进智能化转型过程中，面临三大核心瓶颈：一是原有业务系统分散，形成信息孤岛，数据难以跨环节贯通；二是传统网络数字底座薄弱，无法支撑高可靠、低时延与海量连接的智能化应用需求；三是现有网络能力难以满足“海陆一体化”协同运维与装备预知性维护对广覆盖、高带宽与超高可靠性的要求。亟需构建一张下沉至园区的 5G 专用网络，打通研发、生产与运维全链条数据，为实现全生命周期管理与智能制造奠定基础。

三、建设方案

本项目在海油发展天津海洋装备智能制造基地部署下沉 5GC（包含控制面网元 AMF、SMF 和 UDM 以及用户面网元 UPF），实现与外部网络完全隔离，控制信令通过下沉 5GC 控制面处理，业务数据通过下沉 5GC 用户面转发至企业本地内网，同时对园区内部进行 5G 专网信号覆盖，主要包括研发实验楼一期、油套管加工制造车间、电气设备集成制造车间、电泵集成制造车间、电气设备测试车间、透平维修测试车间及所有基础配套设施。

在端侧实现了全生产要素的智能连接与四级能耗精准计量；在边缘侧部署数据中台，完成数据的实时汇聚、治理与建模；在展示层运用数字孪生技术，打造与物理世界 1:1 映射的虚拟工厂；最终与云端企业私有云打通，支撑“远程驾驶舱”等跨域协同应用，实现对园区运行的全局感知与智能决策。

通过 5G 专网基础设施建设，结合项目研发实验楼及五大核心工厂智能化生产线进行 5G 应用场景的深度融合。规模化引入了 AGV、RGV、机器人及智能工具车等先进设备 65 台套，并为新增的 1400 余台套设备统一配备了二级及以上能效的电机。同时，配套 35KV 站、换热站等基础设施，为整个 5G 智能工厂的安全可靠、稳定运行打下坚实基础。



四、应用场景

◎ 场景类型 1：生产单元模拟

以高精度 BIM 模型为基础，从设计施工阶段（LOD400）完成管线碰撞预测，至竣工时形成



LOD500 模型，无缝接入数字孪生平台，构建与物理工厂 1:1 对应的全生命周期动态虚拟工厂。在油套管车间，依托 5G 网络大带宽、低时延特性，实时采集车丝机等关键设备的运行状态、电流、振动等非控制类数据，在保障生产安全前提下，将真实工况映射至指挥中心数字孪生系统，实现虚拟空间中对生产运行的精准模拟与预演，

为远程调度提供直观沙盘支持。通过该仿真体系，实现了车间状态远程全景感知，指挥中心调度效率提升约 30%，现场巡检频次显著降低。

◎ 场景类型 2：协同研发设计



构建以 AR 与 AI 为核心的协同研发设计平台，集成 5G 通信与 AR 空间指引能力。现场人员通过 AR 头盔扫描二维码，即可在现实视野中叠加三维模型与图纸，实现“所见即所得”的精准

核对。平台依托 5G 大带宽、低时延，保障模型与图纸的瞬时加载与稳定呈现。核心功能包括资源统一管理、沉浸式远程协作、低代码 workflow 配置及智能识别（安全风险、仪表等），支持专家通过多终端接入，与现场实时交互，重塑设计交付与施工协作模式。

◎ 场景类型 3：柔性生产制造

在油套管“黑灯工厂”中，建成基于5G的无人值守加工产线。通过部署上下料机器人、AGV物流系统、智能刀具架与三坐标检测设备，实现设备间实时数据交互与协同控制。5G无缝打通MES与DNC系统，



形成从任务接收、智能排程、AGV配送、机器人上下料到数控加工与在线检测的全流程闭环。全线依托5G CPE与工业网关实现稳定传输，使生产线具备快速响应订单能力。改造后产线人员减少90%，实现夜班无人化生产，产品一次合格率与质量稳定性显著提升。

◎ 场景类型 4：远程设备操控

本场景对基地36台行吊进行智能化升级，通过加装5G CPE模块构建5G专网，实现远程集中监控。系统依托5G低时延、高可靠特性，实时传输行吊运行状态、位置与负载等数据至指挥中心。通过建立设备与中央控制系统的安全数据连接，实现了全部行吊的全景可视化监控与集中调度，指挥大屏实时显示设备轨迹与状态，为生产调度提供精准支撑。系统构建了从现场到中心的远程交互能力，



为高阶自动化管控奠定基础。基于实时数据分析，故障预判准确率提升40%，安全隐患及时发现率提高60%。

◎ 场景类型 5：设备协同作业

本场景基于5G专网构建设备协同作业体系，通过在关键设备与巡检点部署5G物联终端、传感器及工业PDA，打通高速数据通道。系统以MES为核心，实现设备参数实时采集与在线监控、预测性维护计划自动生成、以及基于5G PDA的数字化巡检。依托5G大带宽与低时延，保障大流量数据实时传输与设备状态即时反馈，全面支撑协同作业与智能运维。



保障大流量数据实时传输与设备状态即时反馈，全面支撑协同作业与智能运维。

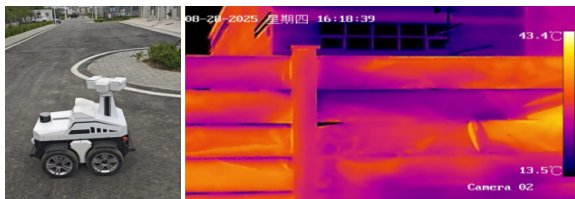
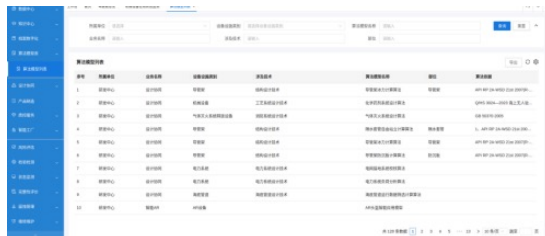
◎ 场景类型 6：设备故障诊断

本场景基于5G专网构建设备故障诊断体系，通过在陆地基地部署5G采集终端，实时获取产线设备运行数据并上传至自研“设备设施完整性管理平台”。平台具备故障诊断与健康评估功能，依托故障知识库与规则库，可快速识别异常、定位故障。未来计划将该模式延伸至海上平台，构建“海陆一体”的设备健康管理体系。



◎ 场景类型 7：设备预测维护

本场景基于 5G 网络构建预测性维护体系，通过对设备运行数据的深度挖掘与分析，实现从“预防性维护”向“预测性维护”的转变。系统通过设备侧采集终端实时获取振动、温度等多维数据，并依托 5G 低时延、大带宽特性保障数据实时回传。平台基于故障预测模型与维护知识库，运用机器学习分析设备趋势、预测剩余寿命，并自动生成维护工单，实现从预警到处置的闭环管理。

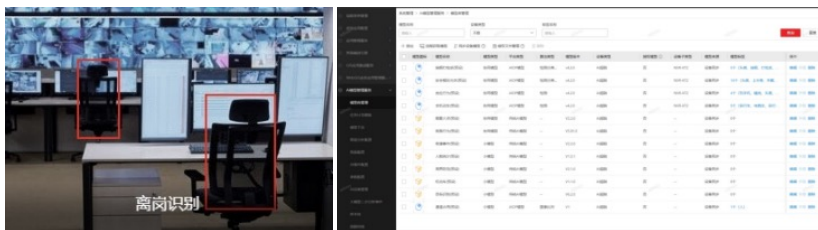


◎ 场景类型 8：无人智能巡检

本场景构建 5G 空地一体化巡检系统，通过 5G 巡检设备（如 5G 巡检机器人、5G 专项巡检设备等）实现园区全方位自动巡检。机器人搭载 4K 摄像头与多种环境传感器，负责安防巡检，5G 专项巡检设备配备红外设备，专项检测屋面光伏面板。通过内置的 AI 算法实时识别人员入侵、烟火险情等安全隐患与光伏面板的热斑缺陷与异常发热点，识别结果秒级上报，实现快速处置，巡检效率提升 80%，人员减少 60%。

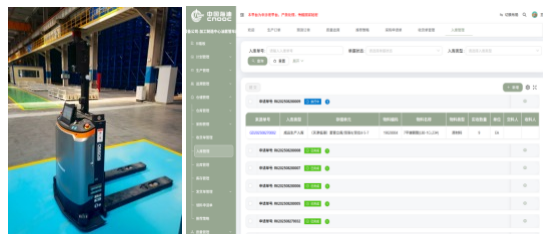
◎ 场景类型 9：生产现场监测

本场景融合 5G 与 AI 视觉技术，在厂区关键区域部署高清视频监控，实现人员身份核验、作业行为分析与环境安全监管。系统自动识别未规范穿戴防护装备、闯入危险区域等行为，识别结果通过 5G 实时回传，并与融合通信平台联动，实现告警快速推送与应急指挥，身份识别准确率超 99%，通行效率提升 60%。



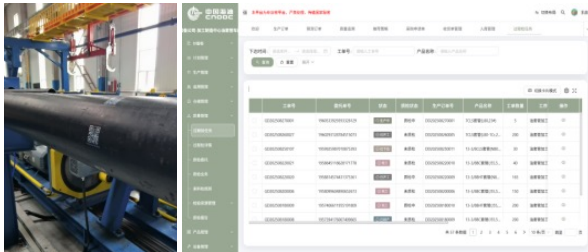
◎ 场景类型 10：厂区智能物流

本场景构建以 5G 为核心的厂区智能物流体系，部署无轨导航无人叉车集群，实现生产线、线边库与仓储区之间的全自动物料配送。系统通过 5G 与 WMS 深度融合，实现任务自动下发、路径优化与全过程数据跟踪，有效优化库存周转，物流人员配置减少 80%，库存周转率提升 30%。



◎ 场景类型 11：生产过程溯源

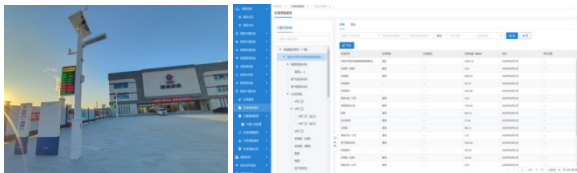
本场景基于 5G 网络构建产品全生命周期质量追溯体系，通过在油套管车间部署采集终端，



为每根钢管赋予唯一身份标识，实时采集并传输其工艺参数与流转信息。系统建立完整产品数字档案，并在后续环节自动调取工艺要求，确保各环节按标准执行，实现从原料到成品全流程质量监控与数据贯通。

◎ 场景类型 12：生产能效管控

本场景基于 5G 网络构建覆盖全园的精细化能源管控体系，部署 5G 智能灯杆与四级能耗计量系统，实时监测电力、水、气等能源消耗。数据



通过 5G 实时上传至能碳管理平台，系统通过大数据分析评估设备能效，并可以精准识别能源浪费环节，为生产线提供包括设备启停优化、工艺参数调整在内的节能方案，指导现场实施精细化用能管理。

◎ 场景类型 13：虚拟现场服务

本场景基于数字孪生技术构建虚实融合的厂区管理新模式，通过 5G 实现物理园区与虚拟平台实时同步与双向交互。已在楼宇实现照明与冷暖系统逆向控制，并设虚拟安全围栏，误入即告警。未来将拓展 AR 巡检，通过 5G 打通虚实数据通道，构建沉浸式巡检体验。



五、建设价值

1. 经济价值：项目通过 5G 全连接与深度智能化改造，实现了生产效能的跨越式提升。车间整体生产效率提高 186.5%，生产人员投入减少 15%，运营成本显著降低。屋面光伏年均发电超 580 万千瓦时，直接节约标煤超 2000 吨，实现了节能与降本协同增效。项目的建成极大提升了高端海洋装备的自主制造与快速交付能力，强化了企业在国内外市场的核心竞争力。

2. 社会价值：作为国家 5G 工厂标杆，有力践行了国家新型工业化与能源安全战略。通过打造“自主装备”制造基地，为“海洋强国”建设提供了坚实的装备保障，并形成了可复制、可推广的智能制造新模式，为传统重工业的数字化转型提供了示范样板。此外，近零碳园区的建设积极响应了“双碳”目标，为推动区域及行业绿色低碳发展贡献了价值。

黑龙江省哈尔滨市

23. 哈电汽轮机 5G 工厂

哈尔滨汽轮机厂有限责任公司

一、项目概述

哈尔滨汽轮机厂有限责任公司作为装备制造骨干企业，响应国家“5G+ 工业互联网”战略，联合中国电信打造 5G 全连接工厂，覆盖主机、冷作、金工、叶片、重装 5 类厂房（12 座分厂，总面积超 16 万平方米）。目标通过 5G 专网的低时延、BBU 高可靠特性，解决传统制造中数据采集效率低、设备协同难、管理成本高等痛点，推动智能化转型。

二、建设需求

该企业推进新型工业化时，面临数字化断层（多环节数据割裂、系统联动滞后）、网络化不足（跨部门 / 厂区协作受限）、智能化薄弱（人工质检准确率低、设备事后维修）等问题。建设 5G 工厂十分必要，其低时延、大连接特性可破解瓶颈，助力数智深度融合，强化高端装备自主化竞争力。核心需求包括：搭建 5G 专网与数据中台，打通全流程数据链路；部署 5G + 机器视觉质检、AR 装配等应用场景；构建 5G+ 设备预测性运维体系，保障生产连续稳定。

三、建设方案

本项目采用“云-边-网-端”四层协同架构，“云”层依托私有云搭建数据中台整合全流程数据；“边”层部署边缘计算节点就近处理实时数据以降时延；“网”层以 5G 专网为核心联动工业以太网，实现全域覆盖；“端”层连接各类智能终端，构建全要素数据采集网络，支撑全流程协同。

基础设施方面，搭建 5G SA 专网，基站覆盖生产、装配、仓储等区域，实现 95% 以上区域信号强度 $\geq -105\text{dBm}$ ，时延 $\leq 50\text{ms}$ ；云侧部署 11 台私有云服务器，集中处理存储数据并驱动智能化应用；通过 5G+ 工业网关打 ERP、MES、PLM 系统，实现数据实时流转。

厂区现场升级聚焦核心环节：生产环节部署 5G+AR 远程指导终端，关键设备加装 5G 传感器；质检环节引入 5G + 机器视觉设备，运维环节基于 5G 数据搭建预测性运维模型，预警故障风险，减少非计划停机。

四、应用场景

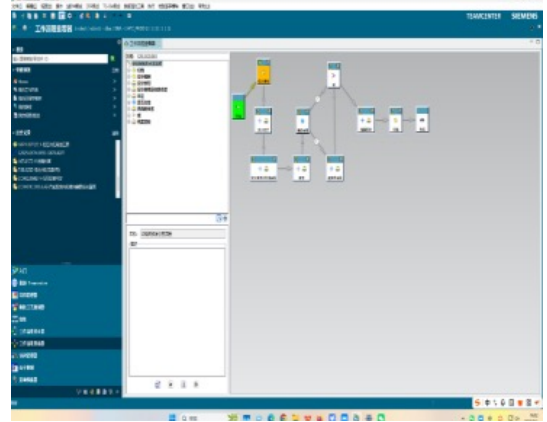
◎ 场景类型 1：协同研发设计

5G 与数字孪生技术深度融合，构建汽轮机设备三维实体与机组实时运行数据的动态映射体系。依托 5G 定制网边缘计算，运行人员可精准掌控机组全工况状态及构件健康度，前瞻性预判设备风险。借助 5G，研发人员通过协同设计平台实现跨厂区协同设计，生产车间设备振动、应

力等实时参数经 5G 反馈至研发端，支撑参数与模型优化，强化产销双向协同，助力设备全生命周期性能优化。同时，通过三维轻量化及数字孪生降阶技术，实现汽轮机模型轻量化处理，融入自研智慧平台并与现场数据实时联动。

◎ 场景类型 2：柔性生产制造

基于 5G 网络与边缘计算构建了高度智能化的柔性制造系统。在设备层，29 台五坐标机床、39 台数控立式加工中心通过工业级 5G 专网接入，8 台关节臂机器人搭载 5G-CPE 模组实现无线化部署，5 台 AGV 引导车内置 5G 通信模块并依托边缘计算完成毫米级定位同步，配合线内 / 线外检测



站、智能立仓等设备形成全互联产线架构。3D 视觉相机通过 5G-CPE 实现 500Mbps 专用通道，MEC 平台将设备 OEE 数据采集周期压缩至 200ms，数字孪生系统实时映射生产状态，AGV 与机械臂通过边缘计算实现动态任务分配与闭环控制。

柔性化生产则依托 5G-MEC 融合技术：二次定位机构远程配置装夹参数，3D 视觉与柔性夹爪兼容多型号叶片加工，安全防护系统通过虚实联动构建双重屏障，结合刀具监测与在线测量技术，最终实现工艺参数配置效率提升 80%、全流程自动化快速换产，形成了集敏捷开发、柔性制造、精准交付于一体的智能制造新模式。

◎ 场景类型 3：远程设备操控

通过机床集成六轴力传感器、电主轴振动监测及工业相机矩阵，结合 5G 专网（时延 <5ms）实时采集加工数据与视频影像，构建数字孪生体（模型更新 200Hz）。边缘服务器（算力 500TOPS）搭载 AI 算法实现刀具寿命预测（误差 <2%）、加工参数动态优化（响应 <100ms）及多模态数据决策（准确率 99.3%）。远程控制层采用沉浸式 VR 控制中心（2K 双目显示 + 力反馈手柄），通过 AES-256 加密通道实现 $\pm 0.5\mu\text{m}$ 精度远程操控，支持 300 台设备并发控制。系统具备刀具补偿参数远程修正（ $\pm 1\mu\text{m}$ 闭环）、异常工况 0.3 秒急停、巡检机器人远程操控（5G+UWB 定位）等核心功能，可实现跨省设备调试、多工序路径优化及 AR 辅助维修。指令响应达 30ms、系统可用性 99.999%，通过 ISO 26262 ASIL-D 认证，已在重装分厂试点，降低非计划停机 85%，提升 OEE 22%。

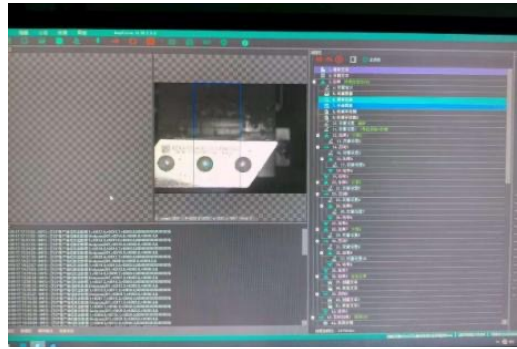
◎ 场景类型 4：设备协同作业

中小叶片产线中，5G 通信技术与各类传感器深度融合，构建了设备互联、数据互通、智能

协同的柔性生产体系。通过工业机器人、AGV（自动导引车）和数控机床的智能化联动，实现了生产全流程的精准调度与高效协同。哈尔滨汽轮机厂中小叶片产线以 FMS 系统为核心结合 PLC 等工业系统和设备下发调度策略等相关指令，实现多个设备的分工合作。整条生产线以五轴精加工序为基础，向上下工序延伸，借助配套立体仓库及 AGV 实现全工序间物料自动转运。通过统一的 FMS 系统实现生产排产、派单、程序下发、物流调度等全流程数字化管理。通过数字化改造，较原由单机制造模式，机床综合利用率提高 8%，综合产能提升 20%，实现全流程质量控制，加工稳定性提升至 99% 以上。

◎ 场景类型 5：机器视觉质检

用 5G 专网连接 660 余台工业平板等设备，从三方面优化检测：一 5G 赋能焊缝视觉检测，采集合格、余高超标等焊缝图像训练 AI 模型，检测现场用 5G 传图像至系统，自动分析测量、识别瑕疵并报警，减少人工主观性。二 5G 支撑磁化探伤检测，对汽缸、转子等部件磁化后拍图，用 5G 高速传图至系统，基于预训练模型捕捉细微缺陷并记录报警，实现隐患早发现。三 5G 优化检测流程，将视觉设备集成至终端实现 24 小时自动化检测，效率提升超 70%；实时传缺陷数据至云端建质量库，助力分析规律、优化工艺。实现“实时采集 - 5G 传输 - 智能分析 - 快速响应”全流程优化，降低主观干扰，提升检测质效与生产管理水平。

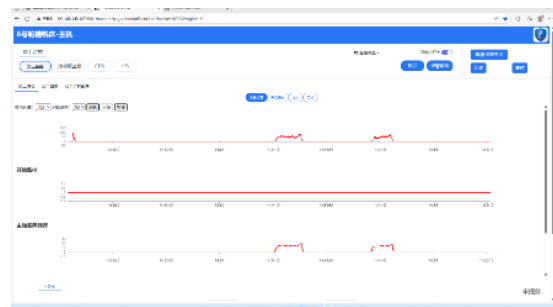


◎ 场景类型 6：设备故障诊断

为解决车间工艺复杂、设备多、数据难集成导致故障难及时处理的问题，现通过多手段优化：在机床关键部位加装多类传感器，借 5G 实时采集振动、功率等数据，同时覆盖焊接、热处理等设备参数。数据经边缘计算结合预设模型，实时分析刀具故障与设备异常，超阈值时精准定位并干预。还借 5G 开发机床数控化功能，记录加工件数、控刀具寿命，远程监控反馈设备状态、操控工业设备。机床及产线摄像头影像经 5G 传输，融合多数据掌握设备状态；配合线外对刀仪等，完成刀具相关操作；反向控制巡检机器人远程巡检，定位隐患与异常。改造后，机械加工工序关键机床 OEE 提升 8% 以上，设备异常停机时间、故障率均减少 5%，实现设备全流程数控化加工。

◎ 场景类型 7：预测性设备维护

原设备管理依赖人工点检保养，存在人员培养周期长、复杂设备维护难的问题；机床在重载、长时间切削工况下，易因振动、冲击等出现部件故障，导致精度退化或停机，影响加工质量与效率。现打造 5G 一体化工业平台，通过分厂 CPE 设备接入 5G 专网，连接车床与多类传感器，采集振动、温度、功率等数据，



23 风电叶片 5G 工厂

实现机床状态全面感知。边缘侧依托5G网络，完成多源数据融合、计算与特征提取；云端搭建基础数据库（含故障案例、算法模型等），开发热机状态评价、故障预警、工艺评价等功能。可基于数据制定精准维护计划，提前发现故障风险并准备备件，减少应急维修与停机损失，降低不良率，保障加工质量一致性，助力打造数字化智能制造产线，提升生产系统效率与数控机床运行可靠性、安全性。

◎ 场景类型 8：厂区智能物流

5G定制网覆盖5个分厂12个厂房，提供稳定网络支撑。叶片车间建超1000 m²、高6.3m的智能立体库，搭配内置5G模组的AGV，与数据中心实时通讯，实现叶片全流程无人运输。同时打通立体库物料系统与厂级WMS系统，用5G PDA运行IWMS软件统一管库存，物料赋码后可实时追踪信息。通过智能设备与系统联动，解决物资转运、账目维护难题，实现生产物资自动化管理。改造后物料数据集中共享，集成MES系统，AGV减少人工运输量，简化领用归还流程，降低沟通成本，提升作业效率与资源利用率。

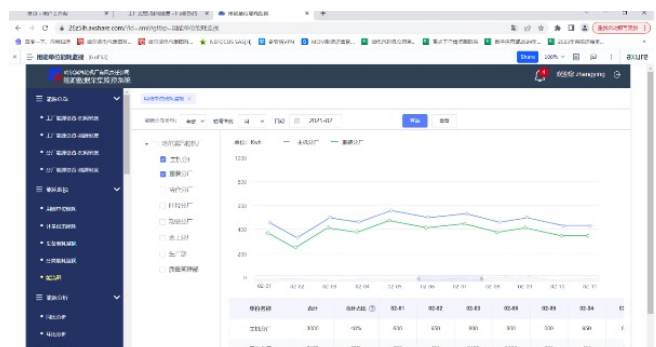


◎ 场景类型 9：生产过程溯源

原生产存在工艺参数难掌握、进度难追踪问题，质量问题倒查难，零件多仅能批次追溯，无法单件追溯。现依托5G定制网构建数字化追溯体系：一是实现多源设备全域互联，100%接入5G专网，实时采集物料编码、人员ID、设备参数等数据，贯通全流程数据；二是构建“五元组”关联模型，关联多系统数据，融合多类数据形成三维追溯图谱，热处理系统绘温度曲线、出工艺报表，叶片分厂用5GPDA管生产，MOM系统记追溯数据。铸锻件入厂后，采购端通过5GAPP提取样单，检验端线上审核、检测、判定，合格后SAP系统维护数据放行。同时实时采集机床工艺数据，结合物料码、二维码技术，实现原料到成品的实时追溯，也为工艺优化积累数据。

◎ 场景类型 10：生产能效管控

原人工抄表与分散系统存在数据延迟大、准确性差问题，无法实时掌握能耗排放动态，决策滞后且难定位高耗能环节，节能策略粗放。现通过内置5G模块的仪器仪表，利用5G定制网广联接、低延时特性，实时采集电、水、燃气等能耗数据及总烃、粉尘等排放数据，实现海量数据秒级采集与能效实时监控。项目覆盖225块三级仪表，搭建企业级能源管理系统，通过5G专网与车间数采、施耐德低压管理等系统互联互通，形成公司级孪生能源监控看板。系统可实时监控控制能源，精准掌握能耗情况



项目覆盖225块三级仪表，搭建企业级能源管理系统，通过5G专网与车间数采、施耐德低压管理等系统互联互通，形成公司级孪生能源监控看板。系统可实时监控控制能源，精准掌握能耗情况

以制定优化策略，降低能耗成本、推动绿色发展。同时集成多源数据构建孪生看板，能耗异常定位从小时级缩至分钟级，减少 80% 人工巡检量，实现“一屏统管”，助力本工厂向绿色智能转型。

◎ 场景类型 11：虚拟现场服务

公司搭建虚拟远程协作站，现场人员佩戴含 5G 模组的 AR 眼镜，呼叫远程协助会议室，通过 5G 网络与技术人员建立端到端通讯，实时传输影像与语音。技术人员可在电脑端标注目标位置，投屏图片、文件、视频，现场人员能在 AR 眼镜上叠加实物观看，系统还支持实时通话、画面共享、冻屏标注及音视频保存功能。依托 5G 低时延 (<20ms) 与 AR 第一视角画面，专家可实时指导，响应速度提升 90% 以上，大幅缩短客户等待时间，提高用户满意度。

◎ 场景类型 12：企业协同合作

现构建 5G 全要素互联智能生产网络，利用其高带宽、低时延特性，打通 QMS、OA 与集团 SCM 平台完成供应商准入；采购后经 OA 确认审批，同步 SAP 系统自动生成采购申请与订单，SCM 结合 SAP 订单形成外协执行计划，供应商可反馈进度、质量及异常，提交证明后生成送货清单，经数字化系统完成收货、加工、装配闭环。厂内加工集成机床数据采集、焊接 / 热处理群控及 MOM 系统，实现全链条联网，车间部署 5G 边缘计算节点，通过轻量化协议实现多系统横向互通。整体以数字化线上管理替代“散点式”计划模式，通过数据共享统筹生产分工与外协进度，依关键件进度安排总装。边缘节点就地处理 80% 实时数据，减少 70% 算力负载，依托 SCM 实现跨企业协同，外协情况自动反馈 MOM 系统辅助厂内计划。

◆ 五、建设价值

1. 经济价值

提质增效降本：通过 5G+ 机器视觉、预测性运维优化生产管控，提升产品精度与质量稳定性，减少损耗。以自动化设备和智能系统替代人工，精简人力投入，降低设备非计划停机损失，压缩运营成本。

优化资源与效益：依托 5G 专网贯通数据，支撑智能排产与资源调度，提高设备、物料利用率。缩短制造周期、提升交付效率，增强市场响应能力，扩大营收与盈利空间。

2. 社会价值

产业示范引领：打造 5G 融合应用标杆，其转型路径与经验为同行业提供可复制模式，加速离散制造业数字化转型。

赋能新型工业化：推动 5G 与高端装备制造深度融合，强化核心产品自主竞争力，培育制造业新质生产力。

江苏省盐城市

24. 风电叶片 5G 工厂

江苏双瑞风电叶片有限公司

一、项目概述

江苏双瑞风电有限公司以 IT 设施、应用层和控制层建设为基础，构建了涵盖总部决策、公司运营与智能工厂的数字化平台。依托 5G、IT&OT 网络等基础设施，公司建成以生产管控为核心的总部驾驶舱，实现供应链、设备、能源及生产全过程可视化。建设重点包括统一 IOT 工业互联网平台、MES 系统、UWB 精准定位、AI 智能识别、可视化 3D 建模、WMS、i725 移动平台 -APP 全方位设备数采集成，通过 5G 定制网推动生产柔性化、管理数字化与运营高效化，全面提升质量效率与核心竞争力。

二、建设需求

双瑞在推进数字化、网络化、智能化转型过程中，面临多重挑战。首先，“数据孤岛”问题突出，生产设备联网率低，关键数据难以实时采集与贯通，制约了数据驱动的精准决策；其次，现有 Wi-Fi 网络在移动性、覆盖范围和延迟等方面存在局限，无法支撑 AGV 集群调度、AR 远程协作等柔性生产场景，影响整体效率；再者，传统产线刚性较强，难以快速适应小批量、定制化订单的敏捷制造需求。建设 5G 工厂成为破解上述难题的关键举措。必须构建高可靠、低时延、广连接的 5G 网络基座，打通全生产要素，为全面数字化与智能化提供坚实基础。因此，本项目以 5G 定制网为核心，旨在打造融合基础设施，打破信息壁垒，实现人、机、料、法、环全面互联。具体需求包括：一是推进网络化，建设全覆盖、高安全的 5G 定制网络，支持海量设备稳定接入与高效移动协同；二是实现智能化，依托统一数据平台，推动生产可视化、质量精准控制、设备预测性维护与能源精细管理，最终建成高效、柔性、绿色的新型智能制造工厂。

三、建设方案

为应对风电叶片大型化、定制化趋势，江苏双瑞风电叶片 5G 工厂采用“云 - 边 - 端”协同架构，全面支撑智能制造。在端侧，为体注机、智能模具、螺栓安装机器人、PLC 传感器、真空泵及树脂机等核心设备内置 5G 模组或连接 5G CPE，实现设备泛在接入与数据实时采集。在边缘侧，部署 MEC 边缘服务器，集成 AI 推理、时序数据分析等能力，并通过 TSN 及网络切片技术保障关键控制指令的低时延和高可靠性，实现本地数据高效处理。在云侧，依托 UPF 进行数据分流，构建数字孪生与机器学习平台，实现生产全过程可视化及质量追溯，并以 ERP 和统一 IoT 平台为核心，贯通订单管理、生产执行与售后服务，形成全业务闭环数字化管理。

四、应用场景

◎ 场景类型 1：生产单元模拟

江苏双瑞风电叶片 5G 工厂依托 5G 定制网通过三维建模技术构建风电叶片生产线的孪生体与物理世界双向互动—数据反馈用于动态调整生产参数，破除“黑箱效应”，管理者通过孪生体直接看到车间实时状态（如哪台设备卡料、哪个工位堆积），优化生产流程。生产管理人员可在产管理指挥中心通过大屏随时查看叶片生产进度，以及生产过程中重要设备的温度、压力等数据，以可视化的呈现方式，帮助管理者从“可视化看板”升级为“决策中枢”，及时发现生产异常并进行优化。数字孪生技术实现生产过程的高度智能化管理，确保生产环境的稳定，避免因环境因素导致叶片缺陷。使得叶片灌注效率和质量提高了 25%。



◎ 场景类型 2：柔性生产制造

江苏双瑞风电叶片 5G 工厂结合本企业的实际情况，应用 5G+ 多接入 MEC 系统+SAP+MES+WMS+AGV 采集设备状态，SAP 进行生产排产，将不同的产品通过 MES 生成不同的生产计划、并快速匹配到生产设备上，并通过不同的生产计划利用 WMS 智能立体仓库、5G+AGV 实现物料流转。SAP 中的月度抛转至 MES 后，MES 基于工厂日历、设备资源情况等限制条件进行自动排产，实现 30 日内订单自动排产和 2 日内工序工单的 100% 自动排程。通过场景建设，生产计划准确性提升至 97%，极大地提高了计划合理性和柔性，实现生产计划编排、检查、下达和跟踪反馈的全流程数智化，实现精准交付。

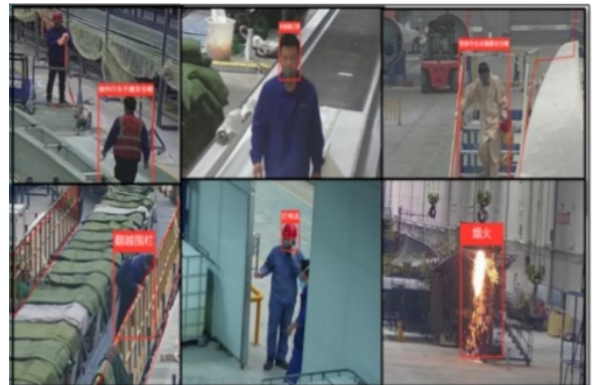
◎ 场景类型 3：精准动态作业

江苏双瑞风电叶片为每台叶片螺栓自动安装机器人配备独立 5G CPE 号卡，应用于叶片根部法兰端面双头螺栓装配工序，以自动化替代人工安装。该机器人搭载先进视觉系统与高精度机械臂，通过 CCD 视觉相机配合结构光发射器，可高精度检测并定位螺栓孔，自动完成螺栓抓取、对准与拧紧。其控制系统能精准把控螺栓拧紧力矩与安装位置，避免人工安装的误差和松动问题。应用后，全流程自动化减少 80% 人工干预，支持 24 小时连续作业，返工率从 8% 大幅降至 0.5%。



◎ 场景类型 4：生产现场监测

江苏双瑞风电叶片5G工厂建设“人员行为与作业合规监测”环节，通过5G+穿戴设备（AR眼镜、智能手环）或视频监控，实时追踪人员位置、操作规范，防止违规作业。构建AI识别分析管理平台，本场景部署1080P高清摄像头及热成像设备，形成无死角监控网络，结合边缘计算节点实时处理视频流数据。定制化算法从首次实测90.9%准确率，到验收时已达到100%准确率。



基于MES标准化的管理指标和数据接口接入AI视频分析服务，在MES线上流程进行实时审批和闭环处理，实现异常监控和处理流程无缝联动，实现车间安全隐患问题准确判别。

◎ 场景类型 5：现场辅助装配

江苏双瑞风电叶片5G工厂建设依托5G定制网，建立风电叶片智慧运维与培训一体化平台，整合售后运维服务平台、无人巡检设备智能识别缺陷系统及VR技术培训模块。将VR技术与运维场景结合，构建虚拟叶片运维环境，实现实操模拟培训。运维平台打通数据壁垒，形成“巡检-分析-维修-培训”闭环，突破传统运维模式局限。比如沉浸式实操演练：①叶片结构拆解：学员通过VR头显+5G实时加载叶片3D模型，可“徒手”拆解任意部件，学习装配逻辑。②高危操作模拟：VR模拟极端场景，5G保障画面零卡顿(<20ms)，避免真实事故风险。③多人协同训练：5G定制网络支持多学员在同一虚拟场景协作，动作同步误差<50ms，语音指令实时互通，叶片模具对准考核通过率从70%提升至95%。



◎ 场景类型 6：机器视觉质检



江苏双瑞风电叶片5G工厂建设通过5G定制网关接入的多台探伤设备（如超声探头、热像仪），利用5G+MEC（边缘计算）进行AI缺陷识别高频声波反射识别内部缺陷（分层、气孔）、热激励后观测温度场异常（脱粘、裂纹）、激光干涉检测表面/亚表面缺陷、高分辨率成像识别划痕以及雷击损伤。最后通过数字孪生平台存储共享端检测数据，优化工艺参数。建设完成后应用成效明显：检测速度提升4倍，成本降低30%；分层缺陷识别准确率>99%，高空人工检测减少80%。

◎ 场景类型 7：设备故障诊断

江苏双瑞风电叶片部署了自动拉挤梁产线、螺栓安装机器人、自动打磨机器人及 AGV 智能转运车等先进设备，并通过内置或外接 5G CPE 模块，完成包括一体灌注机（实时采集温度、用量等关键参数）在内的 55 台 / 套设备联网，采集 1206 项运行与工况数据，实时上传至统一 IoT 平台。通过 5G 网络低时延、高可靠的传输能力，系统实现了工艺参数与 GL 标准的 AI 实时比对，超标自动告警并记录偏差原因，快速联动 MES 进行校验与闭环处理，大幅提升工艺合规性与质量可控性。同时，借助设备综合看板，设备运行状态全面透明化、可视化，故障与异常信息可实现分钟级响应和诊断，显著提高了运维效率。建设成效方面，工艺合规率提升至 98%，质量风险成本降低 40%，违规响应时间从小时级缩短至分钟级，体现了 5G 在工业设备智能诊断与质量管理中的核心支撑作用。

◎ 场景类型 8：设备预测维护

江苏双瑞风电叶片 5G 工厂构建 5G 定制网络，集成 IOT 平台，结合 MES，自动协同运营、监控、调度，软硬设备深度融合。IOT 平台对实时收集的数据过滤和应用，依托 MES 实现生产设备协同，集中监控与调度。IOT 平台实时采集设备运行数据，实时监控设备运行状态。可视化看板对设备当前的开关状态、异常状态、关键工艺参数值进行实时展示，分析设备运行时长和利用率。建设完成后设备综合利用率提升 30%，自动调整模具加热区的温度分布，缩短固化时间 15%。



图 40 设备预测维护步骤

◎ 场景类型 9：厂区智能理货

江苏双瑞风电叶片 5G 工厂依托 5G 定制网升级，搭建 WMS 仓储管理系统与智能化自动立体仓库（5G+ 智能堆垛机），结合传输带有限技术与 5G 光纤传感完成集成，打造智能仓储模式。核心措施有两项：一是通过 5G+RFID/UWB 标签，实时监控物料位置、库存状态与物流路径，实现动态追踪；二是 5G+ 智能堆垛机实现 < 1mm 高精度定位，可自适应不同叶片存储布局，还能与



MES/ERP 实时交互优化调度，同时 5G 回传 AGV/ 人员位置，AI 预测冲突。应用后仓库空间利用率提升 47%，配送效率升 20%，库存盘点效率升 70%，AGV 调度响应从秒级降至毫秒级。

◎ 场景类型 10：生产能效管控

风电叶片 5G 工厂建设通过加装智能电表接入 5G 网络，配合 EMS 能源管理平台的能源在线

监管场景对生产设备加装了智能电表，实现从“能源数据采集 – 过程监控 – 能源介质消耗分析 – 能耗管理”等全过程科学化管理。工厂内主要高能耗设备为模具加热、模具翻转设备，通过能源管理系统实时监测设备的用电情况，根据系统数据自动分析能耗情况。应用能耗概况、能耗报表、能耗分析、能效分析、用户年度报告等功能模块，



得出最优的能源使用方案。与 MES 集成，实现污染全过程动态监测、数据的共享和分析，动态调控与能效优化，综合能耗下降 15%。减少人工抄表与巡检工作量，故障排查效率提升 60%。

◎ 场景类型 11: 企业协同合作

风电叶片 5G 工厂采用 5G 驱动的全链路协同：设备数据采集、质量联动与采购协同、可视化物流协同、库存协同管理、售后服务协同，全流程数字化助力精益生产与绿色制造。分别从六个方面打通全链协调；①设备数据采集（5G+IoT），客户可以在 5G+IoT 实时看工艺过程，动态调整参数，提升叶片良品率。②质量与客户联动：实时质量追溯：5G+ 条码 /UWB 绑定叶片生产数据，客户可通过协同平台实时查询质量报告，加速验收流程和缺陷协同改进。③可视化物流协同：5G+UWB 定位追踪物料位置，IOT 预测到货时间并动态调整生产排程。④库存协同管理：多企业库存数据上链，自动触发智能补货，降低整体库存成本 30% 以上。⑤售后服务协同：远程诊断联盟，设备故障数据通过 5G 实时推送至多方会诊。

五、建设价值

1. 经济价值

打通 MES、APS、WMS 系统并集中可视化，实现工厂 KPI 向下拆解至班组。自动拉挤梁产线首创双切磨系统，制造效率最高提升 300%；5G 智能立体仓库使空间利用率升 47%，仓库人员减 25%，设备投入降 30 余万元。借 UWB+ 电子围栏建精益物流，配送效率升 20%，半成品库存降 60%；“前拉后推”计划体系让生产 / 采购计划准确率分别达 97%、提升 8%；“软安灯”管理使异常响应 < 0.5h，提效明显。

2. 社会价值

一是打造产业标杆，探索 5G 与装备制造融合路径，为传统制造业（尤其复合材料领域）提供转型经验；

二是构建技术试验场，为上下游提供验证环境，带动产业集群创新；

三是促区域绿色发展，降能耗排放，提升盐城大丰高端制造形象，助力人才吸引与工人培育。

江苏省南京市

25. 南瑞继保数智融合的电力装备 5G 工厂

南京南瑞继保电气有限公司

一、项目概述

南京南瑞继保电气有限公司主要从事电力保护控制、智能电力装备和工业过程控制的研发和产业化，是该领域国内最大的科研和产业化基地。南瑞继保数智融合电力装备 5G 工厂，基于 5G+ 工业互联网理念建设，通过全厂区覆盖、高效稳定的 5G 网络，实现设备、软件、人员和产品等生产要素全连接。应用工业机器人、AGV、AI 视觉检测、边缘计算等新技术，实现了海量工业数据采集与智能分析，建设了 20+ 创新应用场景，推动了生产过程的全面智能化与数字化，合同交付及时率达 99.8%。

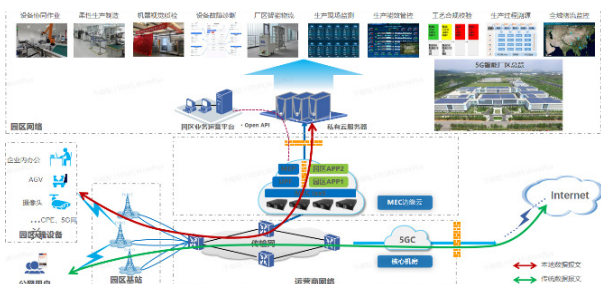
二、建设需求

南瑞继保是典型的离散型制造企业，以支撑智能制造、统一生产运营管理、强化信息安全为目标，公司从整体生产运营管理出发，提出了建设 5G 工厂的需求。通过项目的建设和应用，构建了一个高效、安全、智能的数据处理与传输系统，确保数据不出厂区，确保了生产数据的安全性、便捷性；通过 5G 的低延时和高带宽特性，实现生产运营高效管理，通过 5G 与有线网络的融合接入方案，实现不同设备的接入需求，满足灵活多变的业务场景要求。

三、建设方案

南瑞继保建设方案结合 5G 技术和 UPF 技术，构建了一个高效、安全、智能的数据处理与传输系统，确保了生产数据的安全性、便捷性，并推动了生产流程的自动化与效能提升。该系统以切片技术和 UPF 本地分流为核心，确保了数据不出厂，避免了数据泄露风险。通过部署专用 UPF，厂区内的数据流量被本地处理，实现了数据的封闭式管理，且通过 SPN+OTN 专线与核心网连接，确保了数据传输的高效性与安全性。

通过在南瑞继保厂区部署 5G 专网，确保了设备监控与生产数据的实时传输，并通过 5G 的低延迟和高带宽特性，实现了生产运营的高效管理。为了满足不同设备的接入需求，南瑞继保采用了 5G 与有线网络融合接入方案，尤其是针对 AGV 与摄像头等设备，确保设备间仍能通过原有的 IP 地址与二层或三层组网方式进行通信，保障了设备业务交互的连续性。



软硬件配置方面，南瑞继保部署了高性能的服务器和交换机，支持大吞吐量的数据处理与传输，并通过防火墙配置确保网络安全。通过虚拟化技术和策略执行功能，优化了数据流量的管理与资源的动态分配，采用切片技术实现物理与虚拟资源的灵活隔离，提供高安全、高可靠、高带宽的应用保障。

四、应用场景

◎ 场景类型 1：远程设备操控

以 MES 为控制平台，以 WEB API 方式接入系统，通过 5G 网络实时采集板卡、设备信息，结合分段式调宽和程序调取策略，实现 SMT 产线自动化换型。1、生产信息录入与采集通过 MES 选择相应生产订单生成任务包，将当天工序订单信息、产品型号、生产顺序存储 MES。2、MES 通过 5G 网络接收各设备传输的数据，对条码和订单信息比对，判断当前生产进度、订单完成情况等，远程下发轨道宽度调整指令、生产程序调取指令等。3、获取到 MES 下发的调整指令后，各生产设备，如贴片机、回流炉、AOI 等，自动调取对应生产程序，轨道自动调整至对应宽度。4、通过 5G 网络，MES 持续监控所有设备和轨道的运行状态、生产进度等信息，并实时反馈给操作人，实现生产线远程操控换线和全过程监控。

◎ 场景类型 2：设备协同作业

基于 5G 技术实现实时化的设备、生产节点的全量数据采集，实时掌握贴片机、回流炉、AOI、SPI 等设备的运行状态和各道工序的生产数据，支撑生产过程各类设备的协同作业。在插件生产过程中引入搭载 5G 模块的 AGV 小车，实现和调度系统的实时通信，根据产线需求灵活调度插件物料，确保工位物料供应不断线，缩短工序等待时间，提高产线节拍。5G 提供的低时延与大连接能力，保证了多台 AGV 同时运行时的调度效率和安全性。激光刻码环节，刻码机通过 5G 网络实时获取刻码需求，并将刻录结果上传到 MES 系统，增强产品追溯的即时性，质量问题能够快速定位。

◎ 场景类型 3：精准动态作业

南瑞继保搭建控制保护装置智能装配测试一体化系统，采用协作机器人自动装配插件，自研基于刚体变换与透视投影模型的“三级视觉定位 + 动态补偿”算法框架，借助 5G 网络传输多维度定位数据，转化为机器人运行坐标，实现板卡精准插入。依托 5G 高精度定位，料箱机器人 CTU 自动搬运料箱，搭配高分辨率图像采集、高精度匹配算法及磁悬浮夹爪完成高速拣选，再由 5G 导航双层 AGV 送料至产线，契合 APS 排产系统。系统集成 WMS 系统，实现单据与账务自动化处理，实时监控库房调度，提升出入库及时率。

◎ 场景类型 4：机器视觉质检

5G 机器视觉质检系统通过 2000 万像素的工业相机实现屏柜正面、背面、文字标签、电源空

开、切换把手、连接端子等高清图像的自主拍摄采集，并通过 5G 网络快速传输至工厂内部部署的边缘服务器，边缘服务器中的 AI 图像识别技术对采集图片进行识别，识别结果和设计图纸中对应参数进行一致性比对，比对结果及人机交互通过 5G 网络在手持终端 PAD 应用程序实现，实现屏柜查屏自动化。通过系统建设，单屏柜检查时间可提高至 5 分钟 / 面，质检效率较传统人工操作提升 50%，同时异常率较人工检查降低 90%，有效实现了质检流程的提效降本与质量优化。



◎ 场景类型 5：厂区智能物流

在生产过程中，南瑞继保利用 5G 网络和高精度定位技术，配合使用 CTU 和 AGV，集成 MES 系统，动态调整物料配送任务，实现了生产物料自动按需配送到线，避免因物料错配或缺料导致的生产停滞，提升生产节奏的顺畅度。

通过 5G 网络实时监控物料存储情况和生产订单需求，利用电子货架 + 多车型 AGV 中转载具，实现表贴料自动按需补仓管理；实现插装物料以生产订单核料 + 拣货 + 播种分拣 + 成型 + 多车型 AGV 信息化智能精准配送到订单产线，减少线边二次分拣，减少物料周转，提升物料配送同 APS 排产、产线需求同频契合度；实现插件出库后自动化配送至对应的自动化生产线，全过程无任何人力干预，降低劳动强度和出错概率。



◎ 场景类型 6：无人智能巡检

目前，电网内推广使用的轮式、履带式、挂轨式等传统机器人已实现部分替代人工巡检，但传统机器人故障频发，在实施效率、出勤率、故障率、在线率、识别准确率等方面均有待提升，且无法满足越野越障、远程维护、应急巡检等新生需求。

南瑞继保结合电力行业自主可控的要求，构建智能运检体系，提升运检效率及质量，基于四足平台设计的机器人，通过融合拍摄图片 / 视频、3D 激光雷达、惯性测量单元、里程计、实时动态定位等多传感器，搭载各类检测组件，实现全地形数据采集，通过 5G 网络通讯、WAPI 安全网络通讯将采集的数据通过安全接入模块进行回传，并由安全接入平台回传给上级巡视主机和智能分析主机，完成远程部署、运维等相关功能，满足园区巡检需求。

◎ 场景类型 7：生产现场监测

1.5G 工业检测系统

测试仪、分选机、打标机等关键信息采集设备借助5G高速网络无缝接入，实现物料质量参数、操作人员作业数据、检测设备运行状态实时采集和上传至云端管理平台，支撑高效化管理。同时，5G网络的高可靠性与数据不可篡改特性，为数据真实性提供了底层保障，支撑产品全生命周期追溯和质量改进。依托5G传输的实时数据，系统动态监测吸合电压、释放电压等关键质量特性的CPK值，当参数偏离标准区间时立即触发预警，推动生产工艺持续优化；此外，通过分析5G实时回传的设备运行数据，精准计算OEE，实时掌握设备负荷、故障风险等态势，实现设备故障主动预警与预防性维护，大幅提升设备可维护性与生产连续性。



2. 进货检验耐压试验

依托5G网络，构建试验数据实时传输与监控体系。在耐压试验设备端加装5G数据采集模块，自动采集试验过程中多台试验设备的电压波动、泄漏电流变化、绝缘电阻数值等动态数据，通过5G网络传输至质量控制中心数据分析平台，完成自动归类与实时分析，消除人工记录误差，数据准确性达100%，数据时效性提升80%以上，单批次试验分析时间缩短50%。试验异常可通过平台实时预警，问题响应时间从小时级降至分钟级，大幅降低不合格品流入风险。

3. 生产现场监测系统

通过内置5G模组或部署5G网关，厂区内的各类传感器、高清摄像头和数据监测终端能够接入5G网络，实时采集关于环境、设备、人员及生产过程各类数据。通过5G网络采集到的生产线各个节点的执行情况和设备状态信息、过线、在线的物料和板卡信息，可实时监控产线的生产进度，调度产线的生产分配和异常处理，上述数据会即时回传至生产现场监测系统，该系统通过数据分析和智能算法，对生产环境和设备状态进行高精度的实时监控。实现及时掌握生产现场的整体状态，并对异常情况做出迅速反应，从而减少生产安全隐患，提升产品良率，减少报废率和实时监测关键工艺参数，提升质量稳定性。

4.5G 安全监控

为了应对日趋重要的安全生产，将5G与传统监控结合，便携灵活，将其与宇视智能监控平台结合，可实现高温，火灾，登高，吸烟，安全帽检测，反光背心检测，区域入侵，违规物品摆放，并实时告警直达通知，实时了解。

其通过400万25倍星光级深度智能红外5G布控球，可自动调整红外亮度，实时监控目标区域的状况，多场景运用，8小时电池续航，随时随地手机登录云平台查看监控，同时它通过Albox连接智能监控平台，叠加各种算法，实现目标区域，目标场景重点监控，节省人力成本。



◎ 场景类型 8：生产能效管控

通过5G技术，将生产设备和各类能源管理设备集成到智能平台中，实时采集电力、水、燃

气等能源消耗数据，以及生产设备运行状态。每台设备通过有线网或内置 5G 模块的仪器仪表，以秒级速度上传数据，确保能源消耗和生产状态的实时监控。所有涉及到能源消耗、设备状态、生产流程等各类数据都会通过 5G 网络汇聚到云平台进行集成和分析。通过 5G 网络建立的高效的能耗监测管理系统，对各类耗能设备能耗数据进行采集数据和统计分析，能够合理的确定各区域建筑能耗经济指标及绩效考核指标，发现能源使用规律和能源浪费情况，在智能调节设备工作模式外，也能提高人员主动节能的意识。目前公司万元产值综合能耗较之前下降 0.5%，智能装置单位产品综合能耗下降 0.5%。

◎ 场景类型 9：工艺合规校验

5G 技术的引入 SMT 产线中，SMT 产线在条码过站、顺序校验和上料检查上实现了自动化与实时化，每个产品的生产信息和生产状态实时上传到 MES 系统，一旦上料比对、工艺校验过程发生异常，MES 系统将会报警，以提醒生产人员及时处理，避免不良品继续流入下游工序，从源头降低返修与报废风险。

◎ 场景类型 10：生产过程溯源

在生产过程中，南瑞继保将现场的扫码枪、工业相机、摄像头、刷卡机等信息采集设备接入 5G 网络，依托于标识解析体系，实现物料、作业人员、生产设备状态等信息的实时采集、解析和传输。

从原材料的采购、产品的生产状态，到每个操作员的作业流程，所有数据都可以在云平台上实时进行关联、清洗。通过“器件→插件→装置→屏柜→工程”五级双向追溯模型，结合条码系统实现风险元件定位与相关产品的精准拦截；建立 PDCA 持续改进机制，通过实时分析与月度质量报表驱动问题分类归因，并将整改措施嵌入流程管理系统，确保 100% 闭环，确保了数据的真实性和不可更改性，为质量追溯提供了坚实的数据支撑。

◎ 场景类型 11：设备预测维护

基于现有 5G 工业检测体系，公司构建设备故障知识库，整合历史故障案例、检修方案及设备参数，对接调试设备智能检修平台，对故障信息进行预测分析诊断，开发一体化监测系统。通过 5G 网络，调试仪实时上传“报错信息”“运行参数”等信息，结合设备运行模型与故障知识库，实现故障自动诊断与预测维护。精准定位故障点并生成可视化检修方案。检修过程中，5G 低时延特性保障操作人员与系统的实时交互，检修结束后，通过 5 回传设备试运行数据，自动验证故障是否排除。

◎ 场景类型 12：厂区智能理货

移动终端作业覆盖了生产管理、库房管理、质检管理等模块的全流程，实现了全厂物料、产品流转的精细化管理，业务效率提升 30%。

通过 PDA、RFID 和扫码枪等移动终端扫描货物上的二维码和条形码，实现实时上传物料信

息并自动进行比对盘点，系统能够准确跟踪每个物料和产品的存储位置，并根据生产需求及时更新库存信息。通过 5G 的高速传输实时进行货物信息核对，提升了生产线物料配送的准确性和及时性，实现精准调配发料，整体效率提升 20%；通过与 SRM、MIS、OA 交互，操作效率提升 30%。另外，通过扫码进行各道工序的实时报工和异常信息上传，将订单执行的情况实时汇总至 MES、APS、SAP 中，为后道工序以及高级排程提供精准的数据基础，提高生产节拍流畅度和排程准确性。

◎ 场景类型 13：全域物流监控

运用 5G 通信模块与北斗 /GPS 双模定位系统，实现六轴振动、三维冲击、速度等多维数据的实时采集，构建运输环境数字孪生体，实现供应链物流全程实时监控、精准定位、振动冲击监测、异常预警等功能，支撑异常情况的及时高效处理，有效降低货损、迟到等问题发生。到货及时率超过 95%，异常事件主动推送覆盖率达 100%。



◎ 场景类型 14：虚拟现场服务

通过手持终端拍摄现场音视频，通过 5G 网络传输给远程终端设备，再由远程终端设备将数据回传到厂内监控平台，满足现场工程服务过程的远程指导可视化与数字化。借助远程辅助调试平台实现现场与厂内的信息连接，与手持终端深度融合，为现场服务人员提供全网通、全终端、双向高清移动视音频联动指挥。厂内建立集中办公区域并配置专业的调试指导小组，辅以远程运维 VPN 工具及远程软件，提供强大的技术支持平台。现场配备终端装置及手持执法仪，可支持实时回传视频信息。实现了海量现场视频数据采集与智能分析，推动了现场服务的智能化。

五、建设价值

1. 经济价值：借助 5G+ 工业互联网，企业经营业绩连年保持两位数增长，营收和利税保持稳定增长态势。订单平均生产周期从 30 天缩短到 21 天，总装调试平均耗时减少 18%，生产库存从 2.8 万台装置降低到最低 2 万台，通过整体的质量管控体系，产品一次合格率从 93% 提高到 96.3%，合同交付及时率提升至 99.8%，直接经济效益超过 2 亿元 / 年。

2. 社会价值：南瑞继保在多个智能制造展会、数字化转型论坛进行分享，企业每年接待智能制造领域的参观交流过百次，务实承担社会责任；积极参与国标、行标的制修订。