

# 2025年 5G工厂 典型应用实践

(电子信息)



工业和信息化部  
2025年

# 目 录



<b>集成电路（含电子元器件）</b>	<b>1</b>
01. 盐城维信电子柔性电路板智能制造 5G 工厂	1
02. 施耐德广州 5G 工厂	6
03. 服务器主板 5G 全连接智慧工厂	10
04. 长飞科技园光缆 5G 工厂	14
05. 新远东电缆 5G 全连接工厂	18
06. 光缆智造 5G 全连接数字化工厂	23
07. 三行电气 5G+ 智能工厂	28
<b>电子设备</b>	<b>32</b>
08. 中兴通讯南京智能滨江 5G 工厂	32
09. 长江计算服务器 5G 工厂	39
10. 海信视像科技 5G+AI 数智链接智能显示工厂	43
11. 鸿合 5G 工厂	48
12. 浙江创柔 5G 工厂	52
13. 日达智造 3C 产品金属机构件 5G+ 智能工厂	55
<b>电子基础</b>	<b>60</b>
14. 东台晶澳太阳能科技有限公司 5G 工厂	60
15. 东磁新能源电池 5G 全连接工厂	64
16. 时代一汽 5G-A 智能工厂	68
17. 内蒙古中环领先 5G 工厂	72
18. 南太湖 5G 智能工厂	77
19. 衢州瑞泰新材料有限公司 5G 工厂	81

江苏省盐城市

# 01. 盐城维信电子柔性电路板智能制造 5G 工厂

盐城维信电子有限公司

## 一、项目概述

盐城维信电子有限公司是全球领先的柔性印刷电路板（FPC）制造商和供应商，是维信电子在盐城建设的超大型生产基地。项目完成了 5G 网络全域覆盖、边缘计算节点部署、994 台生产装备的互联互通，成功落地协同研发设计、产线柔性生产、机器视觉质检等多个“5G+ 工业互联网”应用场景，实现了生产全链条的数字化与智能化升级。

## 二、建设需求

维信电子在数字化转型中面临多重挑战：一是传统生产设备联网率低，关键工艺数据无法实时采集，生产调度滞后；二是 FPC 产品迭代快，多品种小批量生产成为常态，传统产线柔性不足，换线效率低；三是质量检测高度依赖人工目检，效率低且易出错；四是 AGV、机器人等移动设备需高可靠、低时延的网络支撑以实现精准协同作业；五是能源与设备管理粗放，非计划停机与能耗成本有优化空间。为突破这些瓶颈，巩固行业领先地位，企业亟需建设一个以 5G 为核心、数据驱动的智能化工厂，实现全要素互联与智能决策。

## 三、建设方案

维信电子系统构建了一个高效、可靠、智能的一体化数字底座，其核心是“云-边-端”协同的总体架构，旨在打通数据流、赋能业务流。

首先，在基础设施层面，构筑全域覆盖的 5G 专网。通过部署 3 个室外宏站与 4 个室内微站，实现了对 2#、3#、5#、6# 厂房及室外 5G 全覆盖。采用 SA 组网模式，实测下行速率超 800 Mbps，上行速率超 220 Mbps，满足机器视觉高清图像回传、AGV 集群调度等业务的极致需求。

其次，在边缘计算层面，部署 5G 边缘服务器，在 SMT 车间、柔板组装车间等关键区域实现数据实时采集与预处理、边缘智能分析与本地决策。通过将 AI 质检、AGV 调度等业务的算力下沉至边缘，实现了关键控制指令时延低于 20 毫秒，大幅减轻云端压力与网络带宽占用。

在厂区现场升级方面，通过为 994 台生产装备加装 5G 工业网关、CPE 或内置 5G 模组，达到 93.75% 的装备联网率。实现 5G 与 ERP、MES、PLM、WMS 以及工业互联网平台的深度集成，打造协同研发设计、产线柔性生产、机器视觉质检、设备预测性维护、厂区智能物流等 14 个“5G+ 工业互联网”典型应用场景。

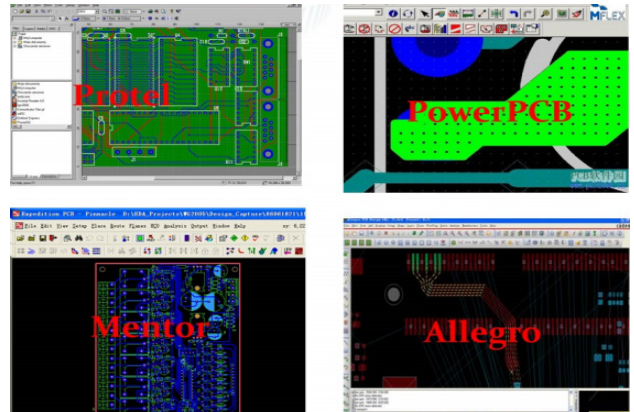
通过“5G 专网全域覆盖、边缘算力本地赋能、工业平台全局调度”的三位一体建设，将维信

电子打造为一个响应敏捷、质量卓越、成本集约的5G全连接数字化标杆工厂。

## 四、应用场景

### ◎ 场景类型 1: 协同研发设计

维信电子借助5G+工业互联网，用PLM优化研发流程，用5G CPE实现实验与设计设备数据实时上传。经数字化设计、仿真及验证优化，构建协同平台，实现多部门实时协同。产品设计与生产制程文件自动转换，实现无缝对接，提升研发与协同效率。该场景的实施，实现了设计数据跨域传输延迟从超过50ms降低至20ms以内，确保了盐城基地与苏州研发中心的无缝协同。基于5G的实时数据交互与PLM系统的深度应用，使产品研发周期平均缩短了20%，设计到生产的转化效率提升约30%。同时，因设计变更引发的沟通差错率下降近70%，并节约了约40%的线下协调与差旅成本，显著加速了新产品导入市场和工艺迭代的速度。



基于5G的实时数据交互与PLM系统的深度应用，使产品研发周期平均缩短了20%，设计到生产的转化效率提升约30%。同时，因设计变更引发的沟通差错率下降近70%，并节约了约40%的线下协调与差旅成本，显著加速了新产品导入市场和工艺迭代的速度。

### ◎ 场景类型 2: 柔性生产制造

借助5G边缘计算实时处理生产全流程数据，结合APS自动排产系统深度对接ERP、MES、MRP系统：APS可精准计算每类产品对应线体/设备的产能，根据客户订单自动分派资源，结合出货日期与优先级实现均衡化生产，减少换线频率；当ERP识别订单变更时，APS可在15分钟内反馈调整方案，重新优化产线布置与生产计划，工艺研发信息也能通过系统集成实时更新，指导MES按最新标准组织生产。通过5G与APS系统的深度集成，生产线换型换线时间平均缩短了35%，其中部分高频切换产线的换线时间从传统的4小时降至2.5小时以内。订单排产效率提升80%，排产周期从天级缩短至小时级，产线利用率提升了18%。因排产优化和物料齐套性管理，在制品库存降低了25%。

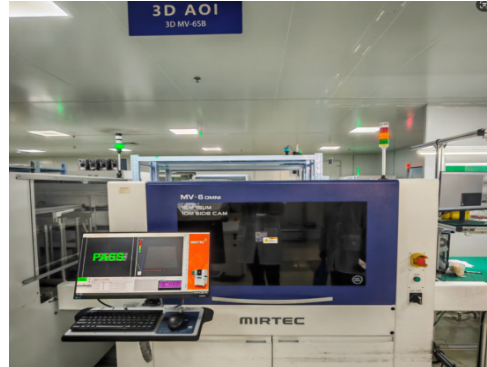
### ◎ 场景类型 3: 设备协同作业

通过5G+工业互联网构建设备协同体系，5G提供高速低时延通信保障点胶机、回流焊等生产设备，AGV、RGV等物流设备，以及机器视觉检测设备间的实时数据交互。工业互联网平台集成所有设备数据，通过大数据分析AI算法优化协同策略，比如机器人与设备联动完成柔性电路板加工，智能仓储物流系统调度AGV精准配送物料；质量检测设备实时采集产品数据，发现异常立即告警并上传平台，为后续生产优化提供数据支撑。关键设备间的数据交互时延稳定在20毫秒以内。点胶机与贴片机之间的物料等待时间从原来的平均50秒缩短至20秒以内，工序衔接效

率提升超过 25%。AGV 物流配送及时率提升至 99.5%。

#### ◎ 场景类型 4：机器视觉质检

对 SMT-AOI 监测机、全自动 FPC 外观检测机、AVI、ET 等质检设备加装 5G 网关，使其具备 5G 通信能力：质检过程中，工业相机拍摄的高清产品图像通过 5G 网络实时传输至企业内部 MEC 边缘云平台，避免数据传输延迟影响检测效率。MEC 边缘云部署质检专家系统与深度学习算法，专家系统统一管理检测任务，深度学习算法提取图像中尺寸偏差、表面缺陷、色差等特征，实时判定产品合格性，全程减少人工干预，降低出错概率。质检流程耗时从传统人工目检的 15 秒缩短至 150 毫秒以内，检测效率提升超过 40 倍。缺陷识别准确率稳定在 99.8% 以上，漏检率从原先的约 3% 降低至 0.2% 以下。系统能够精准识别 0.015 毫米的微米级缺陷，人工复判率由 100% 降至不足 5%。



#### ◎ 场景类型 5：工艺合规校验

依托 5G 高速传输能力覆盖合规检测全流程，原材料采购环节，通过检测终端对材料成分、性能、环保性进行检测，数据实时上传至管理系统；生产过程中，在关键质量控制点部署监测设备，实时监控工艺参数稳定性，确保生产符合标准；成品出厂前，完成外观检查、性能测试、功能验证等全项检测，所有数据同步至智能管理系统。同时搭配自动化检测设备（如机器视觉系统、自动化测试台）提升检测效率，系统全程记录检测数据，确保可追溯，满足行业法规、标准及客户合规要求。合规检测数据自动采集率从 65% 提升至 100%，检测报告生成时间从人工汇总的 4 小时缩短至实时生成。关键工艺参数的失控响应时间从 2 小时缩短至 10 分钟以内。

#### ◎ 场景类型 6：设备故障诊断

利用 5G 专网低时延大带宽特性，通过 5G 工业网关连接生产现场振动传感器、温度传感器、设备 PLC 等，实时采集机械臂、AGV、生产机台的运行数据与现场视频。数据上传至 MES 与 EAP 平台后，工厂设备运维平台融合机理诊断（基于设备运行原理建模）与大数据 AI 诊断（通过历史数据自学习），精准定位故障点，比如机械臂卡顿、AGV 导航偏差等；系统自动触发告警并推送故障位置与原因，缩短维修响应时间。相比人工巡检，该方案减少 70% 意外停机，降低 35% 维护成本，提升 10% 生产效率。

#### ◎ 场景类型 7：设备预测性维护

通过 5G 网络实现车间全覆盖，现场站点中控台中心搭载 5G CPE 硬件，确保 SMT 点胶机、层压机等核心设备的振动、温度数据快速入云。云端 auto Learning 算法平台生成数字模型，通过端云协同分析设备残差变化与劣化趋势，提前预警轴承磨损、加热管老化等潜在问题；生产中若出现故障，EAP 系统可自决策发起故障报告，避免不合格品批量产生，管理者还能通过 PC、

手机查看设备状态。核心设备的突发故障率从8%显著降低至2.3%，平均故障修复时间从4小时缩短至1.5小时。因设备突发故障导致的非计划停机时间减少了70%，设备综合效率提升12%。

## ◎ 场景类型 8：生产现场监测

厂区部署5G AI摄像头，构建5G+AI安全监测平台：边缘计算节点实时运行AI算法，识别人员是否穿无尘服、戴静电手环，以及工位打电话、抽烟等违规行为，异常信息同步上报至平台终端；平台还支持视频接入与调度，实现生产现场全时段规范管控。车间无尘服、静电手环等关键防护规范的执行符合率从约85%提升至99%以上。因人为因素导致的品质污染事件下降了约40%，安防巡检人力成本节约了60%。



## ◎ 场景类型 9：厂区智能物流

SMT产线的5G AGV 搭载5G模块，与FMS调度系统、MES、WMS协同工作：FMS用激光导航规划路径，AGV完成原材料从仓库到产线、成品从产线到仓库的自动转运，替代传统3次人工对料流程，既降低人工成本，又减少物料搬运损伤，提升车间物流管理效率。通过5G AGV集群的部署，实现了物料配送环节100%的自动化，彻底取代了传统模式下单线日均3次的人工对料与搬运作业，相关岗位直接人力成本节约超过50%。物料配送准确率提升至99.9%，因搬运不当导致的FPC产品物理损伤率下降了35%。

## ◎ 场景类型 10：厂区智能理货

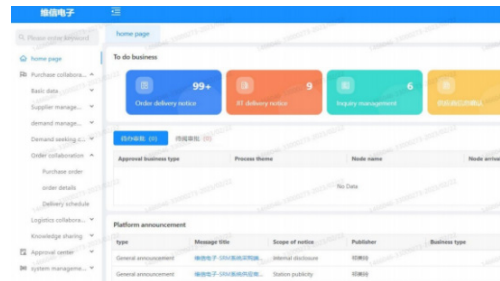
仓储区域部署5G网络，智能货架通过传感器实时采集物料数量、种类与过期信息，经5G传至云端分析后同步至MES与WMS；物资管理平台支持按订单驱动出库、指定库位出料，还能对超期呆滞物料自动预警，有效提升库存周转率，减少积压损耗。库存盘点效率提升85%，实现近100%的库存数据实时可视化。仓库人员找料时间减少75%，发货准确率达到99.8%。通过精准的库存预警和优化，仓储空间利用率提升15%，整体仓储运营成本降低约30%，实现了仓储管理的精细化和智能化升级。



## ◎ 场景类型 11：企业协同制造

新建5G工业互联网标识解析二级节点，对原材料（供应商、批次）、生产过程（设备、人员）、物流运输（轨迹、条件）进行唯一性标识追溯；节点还实现跨企业数据共享，对接SRM系统优化供应链协同，降低原材料采购与物流环节的风险。通过标识解析体系的建设，实现了对99.5%

的物料和产品进行唯一身份标识。供应链数据协同效率提升 50%，采购订单处理时间缩短 40%。物流异常事件发生率降低 35%，供应商协同响应速度提升 60%，整体供应链运营成本降低约 25%，构建了高效透明的跨企业协同制造体系。



### ◎ 场景类型 12：生产过程溯源

依托 5G 标识解析系统，每道工序用 5G PDA 扫码采集物料编码、设备状态、作业人员信息，数据实时上传至追溯系统；既实现产品从原材料到成品的正向追踪，也能逆向回溯问题环节，消费者扫描产品标识可查询生产日期、质检报告等信息。该溯源系统实施后，生产过程数据自动采集率达到 99.2%，单件产品全流程追溯数据录入时间从人工记录的 3 分钟缩短至扫码 10 秒完成。质量问题分析定位时间从平均 4 小时缩短至 15 分钟以内，质量责任界定准确率达到 100%。因追溯数据不完整导致的客诉比例下降了 60%。

### ◎ 场景类型 13：生产能效管控

5G 连接远传水表、废水传感器、废气传感器与制纯水系统终端，实时采集用水量、废水水质、废气浓度、纯水水质等数据，秒级上传至 EMS 平台；系统设定阈值，异常时可远程调整废气风机、制纯水设备参数，实现生产能效与环保指标的全流程管控。通过 5G 实现的精细化能源管控，单位产品综合能耗较改造前降低了 8%，达到行业先进水平。在水资源管理方面，通过实时监测和优化纯水制备流程，单位产品用水量减少了 15%，中水回用率提升了 20%。环保管控效能显著提升，废气排放达标率保持 100%，废水排放超标风险降低了 90%。



## ◆ 五、建设价值

### 1. 经济价值

通过 5G 技术与生产全链条的深度融合，生产效率提升 20%，生产成本降低 10%，产品良品率提升至 99.8% 以上。设备联网率超 93%，非计划停机率大幅下降，仓储周转与物流效率显著提升，实现了降本增效与质量升级，强化了企业在全全球柔性电路板市场的核心竞争力。

### 2. 社会价值

本项目为电子制造行业提供了可复制、可推广的 5G 全连接工厂样板，有力推动了工业互联网和 5G 技术在精密制造领域的规模化应用。项目的成功实践促进了盐城当地产业的数字化转型与智能化升级，为区域经济发展注入了新动能，对加速新型工业化进程具有积极的示范意义。就业升级：培养 5G 运维、工业软件操作等技能型人才 50+，推动产业工人向技术型岗位转型。

## 02. 施耐德广州 5G 工厂

### 施耐德（广州）母线有限公司

#### 一、项目概述

施耐德（广州）母线有限公司的施耐德广州 5G 工厂项目以 5G 网络为底座，利用 5G 的技术优势和施耐德自研应用，打造了一套云边端协同的、软件定义的开放自动化系统架构。实现更加灵活、高效和安全的工业自动化控制架构，以应对制造业不断增长的更智能、更敏捷、更协同、更柔性的发展要求。可依据控制系统数据的实时性、关联性、安全性要求及规模，将控制、数据处理和分析等智能服务灵活部署云、边、端的各个层级。

#### 二、建设需求

施耐德电气在推进智能制造与绿色制造过程中面临三大痛点：第一，传统专网结构复杂、性能低下，且需为每个 5G 终端单独部署安全设备，难以满足跨国企业严格的信息安全管控要求；第二，原有专网无法兼容工厂 IT/OT 架构与安全策略，未能通过总部 ACF 运行态安全认证；第三，传统网络难以支撑全要素连接与生产效率提升。基于公司数字化转型战略，施耐德提出五大 5G 应用诉求：制造安全提升、供应链弹性增强、柔性生产实现、客户质量优化及高效敏捷复制。

#### 三、建设方案

施耐德基于 5G 先进网络技术，打造了一套云、边、端协同的、软件定义的开放自动化系统架构，结合了 5G、云计算、边缘计算和智能终端设备的优势，实现更加灵活、高效和安全的工业自动化控制架构，以应对制造业不断增长的更智能、更敏捷、更协同、更柔性的发展要求。



(1) 云侧：云端提供标准化的 API，支持与不同边缘设备互操作，与边缘端协同工作。云电

脑动态分配算力及存储空间，根据用户的需求进行扩展或缩减，优化资源利用率和成本；

(2) 边侧：边侧以 MEC 和边缘云技术为基础架构部署了包括 EMB、CDS、数采集系统，VDI 服务器、LDS，MES、EAE 以及 AI 识别检查等系统；

(3) 端侧：现场部署的主要功能单元包括传感功能、执行功能以及具有嵌入式控制的智能装备，主要包括摄像机、AGV、VDI 终端、打印机、扫码枪，墨水屏，IPC，PLC，I/O，IOT Box，PDA 等。

## 四、应用场景

### ◎ 场景类型 1：柔性生产制造

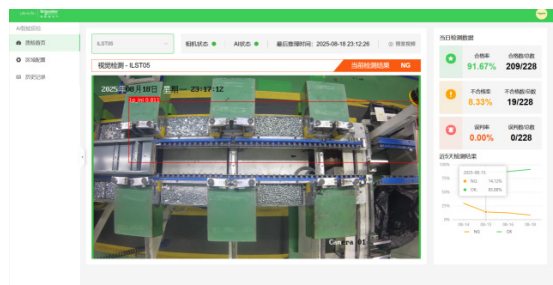
通过 5G 网络打通制造执行系统（MES）与钣金柔性生产线设备间的数据链路，实现生产参数、工艺指令的实时传输与动态调整。针对母线工厂高度定制化产品的生产需求，依托 5G 低时延、高可靠特性，将定制化订单信息、图纸参数等通过 MES 秒级下发至冲压、折弯、焊接等设备终端，同步完成设备程序



切换与工艺配置。基于边缘计算能力，实时采集设备运行状态、加工进度等数据，结合订单优先级与产线负载情况，动态优化生产排程与设备协同策略，快速响应多品类、小批量订单需求。原方案是由数冲，折弯，头尾模具成型，贴麦拉和标签 4 个独立工站，共 8 个人来完成，现在只需要一条线两个人，消除了工序间的物料车和 WIP 的堆放，设计特殊模具夹具实现整体过程无需换模，年生产成本降低超过百万。

### ◎ 场景类型 2：远程设备操控

基于 5G LAN 二层网络架构与 AI 技术，部署多套高清工业相机及边缘计算单元，通过 5G 大带宽、低时延特性，实时采集产线产品表面缺陷、尺寸偏差等质量数据，并将检测结果毫秒级传输至 PLC 控制系统。当 AI 质检模型识别到质量风险时，通过 5G LAN 直接向 PLC 发送停机指令，触发设备紧急制动，



拦截不合格品流入下一工站，实现质量异常“零延迟”阻断。同时，利用 5G 网络冗余性保障控制信号传输可靠性，结合边缘计算对检测数据进行本地化处理，减少云端依赖，确保产线连续安全运行。

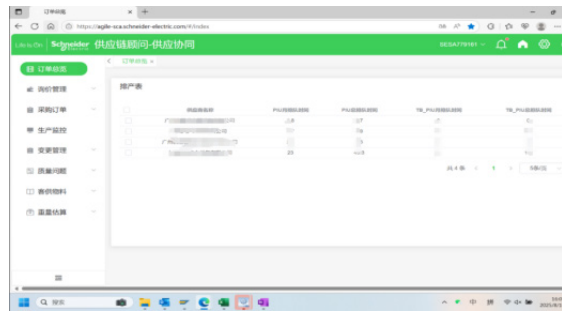
### ◎ 场景类型 3：协同研发设计

通过 5G 网络与虚拟桌面基础设施（VDI）技术，将工厂研发部门的新产品设计图纸、特征参

数等数据实时传输至供应商端，构建跨地域协同研发环境。供应商基于5G+VDI远程接入设计系统，直接在线标注、修改三维模型与工艺参数，并通过5G网络将修改数据同步回传至工厂研发平台，实现双方设计数据的动态交互与版本统一。结合数字孪生技术，在虚拟环境中快速模拟产品性能与制造可行性，实时验证设计优化效果，减少物理样机制作与反复调试环节，显著缩短研发周期。

## ◎ 场景类型 4：企业协同合作

基于5G网络与虚拟桌面（VDI）技术，将工厂的MES系统、设计图纸平台、工艺文件库等核心业务系统集成至云端虚拟化环境，构建跨企业协同平台。上游协同：工厂通过5G+VDI向供应商实时下发定制化订单的生产工序、工艺参数及3D图纸，供应商通过5G远程接入虚拟桌面，直接调用MES数据驱动本地设备生产，同时将生产进度、质检结果（如尺寸公差、材质检测报告）通过5G回传至工厂系统，触发云端自动比对与审批流程，确保供应商半成品符合工厂标准后才允许进入总装环节。下游协同：成品下线后，通过5G物联网终端自动采集包装箱数、重量、批次等数据，实时同步至物流中心调度系统，动态规划运输路线与车辆装载方案，减少仓储等待时间。



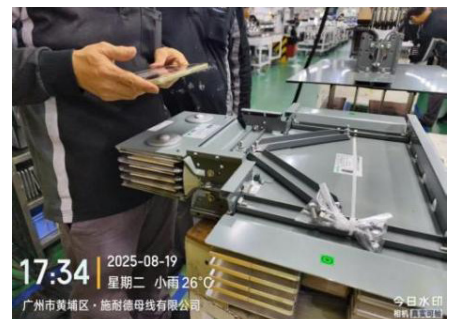
## ◎ 场景类型 5：生产能效管控

通过部署5G MEC（边缘计算）连接智能电表、水表、气表等设备，实时采集工厂水、电、天然气等能源消耗数据，并依托网络秒级传输至施耐德智能能源平台，构建全厂能源消耗全景视图。基于收集到的数据与AI算法，对压机群组运行参数进行智能联控优化，动态调整设备负载与启停策略；针对喷粉线工艺，通过AI寻优模型分析喷粉线的空担率，提高喷粉线的使用效率；结合空调系统用能规律，制定分时段温控策略，减少无效能耗。同时，平台实时监测设备能效状态，对异常耗能现象进行告警，挖掘节能潜力空间，实现清洁生产与精细化能效管控。



## ◎ 场景类型 6：现场辅助装配

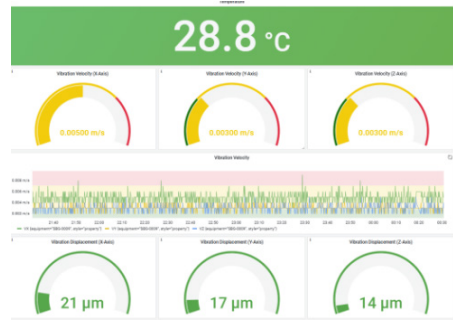
通过5G网络的高速传输和极低延迟优势，结合，施耐德在复杂的设备装配制造领域实现了精确指导和高效作业。操作员通过IPAD连接5G网络实时采集产品成品的图像，利用5G大带宽、低时延特性将数据同步传输至边缘AI分析平台。平台基于深度学习模型识别零件错装、螺丝漏拧、标签错误，并将风险点位置、缺陷类型及修正建议回传至IPAD。操作员



通过 IPAD 屏幕接收叠加在实景画面中的告警标识与操作指引，快速定位问题并完成修正，避免人工目检疏漏。同时，AI 平台持续积累装配数据，优化质量判定规则库，动态提升装配工艺标准化水平，降低返工率。

### ◎ 场景类型 7：设备故障诊断

利用 5G 网络的高速传输特性，将设备的联机参数实时上传至 EMB 系统，进而传递至 MES 和大数据平台，实现了对设备的精准监控。基于 5G 网络实时采集 PLC 运行参数（电流、温度）、传感器数据（振动、压力），传输至施耐德 EMB 平台构建设备数字孪生体。进行设备故障诊断。以抽风机为例，焊房抽风机用于抽走焊房的废气，通过 5G 数采采集抽风机的振动参数和温度，结合业内设备模型进行对抽风机的运行状态进行监控。



### ◎ 场景类型 8：生产单元模拟

通过 5G CPE 连接产线传感器、PLC 等设备，实时采集伺服电机运行参数、焊机电压电流、环境温湿度等数据，利用 5G 网络高速率、低时延特性传输至施耐德 EMB 平台。平台基于设备物理属性和运行逻辑构建数字孪生模型，实现设备状态与虚拟模型的实时映射与同步更新。通过 AI 算法分析历史数据和实时参数，评估电机损耗、焊接质量稳定性等健康指标，同时，结合环境温度变化动态优化设备运行阈值，避免高温高湿导致的性能偏差，提升生产单元整体可靠性。



## 五、建设价值

### 1. 经济价值

本项目带来了明显的经济效益：物料库存降低了 72%，生产效率提升至原来的 1.1 倍，单广州母线工厂，在没有新增厂房的条件下实现了年产值增长超过 8 亿。同时，由于供应链伙伴直接共享施耐德的智能制造能力，每个工厂可以节约成本 200 万。在施耐德全国 1600 家供应商展开后，会取得更明显的集群效果。

### 2. 社会价值

引领效应显著。首先，实现了供应链运营高度本土化、灵活调节和快速决策；其次，建立了本地供应链朋友圈，帮助产业链不断成长；再次，提升了组织体系敏捷性，优化效率、质量、体验；最后，助力了供应链实现经济效益与环境效益双赢。

江苏省苏州市

# 03. 服务器主板 5G 全连接智慧工厂

苏州元脑智能科技有限公司

## 一、项目概述

苏州元脑智能科技有限公司是浪潮电子信息产业股份有限公司全资控股的国有高新技术企业，主营智能科技研发、计算机软硬件生产、5G 通信设备制造及云计算服务，业务覆盖云计算、人工智能服务器制造，并与高校开展人才培养合作。2023 年员工 390 人，获评专精特新中小企业。苏州元脑融合 5G、MEC、IOT、AI 与企业信息化，连接车间人、机、料、法、环全生产要素，建成数据驱动的 5G 工厂。依托 5G 特性，实现 IT 与 OT 深度融合，推动生产网络化、数字化、智能化升级，达成提质、降本、增效及绿色安全发展。

## 二、建设需求

浪潮苏州工厂响应智能制造示范工厂建设与集团数字化转型战略规划，以数字化、网络化、智能化转型推进新型工业化，打造集团转型标杆并提升竞争力，但当前面临多重挑战。现存核心问题显著：无线网络不稳定、连接数少且故障率高，设备多依赖有线网络，存在布线成本高、周期长的弊端；一期 5G 网络覆盖范围有限，未实现大面积应用。同时，虽已通过 5G+AI + 边缘计算实现部分场景应用，但“5G+”技术与业务融合的深度、广度不足，难以支撑全生产要素智能化协同。

## 三、建设方案

通过与中国移动共同建立 5G 独立专网与基站（频段 4.9Ghz），基于 5G+ 工业互联网“感知 - 网络 - 平台 - 应用”架构设计，打造苏州元脑服务器主板 5G 全连接智慧工厂，实现全要素互联与智能化协同，精准匹配数字化转型需求。

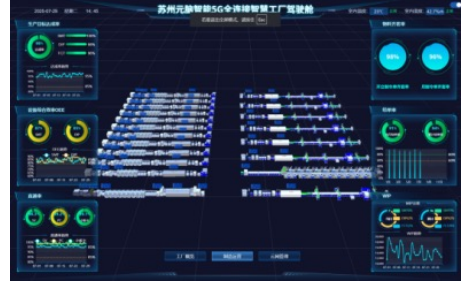
工厂 5G 基础设施架构符合“端 - 边 - 云”设计，厂内生产车间 5G 覆盖范围达到 5 万 m<sup>2</sup>；已部署 5G 基站，覆盖关键生产区域，同步建设 MEC 边缘网关与核心网设备，实现厂区 5G 信号全覆盖。部署边缘计算一体机，就近处理生产数据，升级数据中心硬件，搭配物理防火墙，实现与移动核心网的安全隔离，满足低时延、高可靠的计算需求。当前工厂现场生产装备联网率 94%，满足网络连接能力。无线设备 5G 网络联网率 91%，满足现场无线设备 5G 网络连接能力。

充分发挥 5G 网络优势，提高稳定性与柔性，通过物联网、人工智能、数字孪生等技术融合应用，不断提升车间生产协作效率和园区管理水平，降低人工成本和产品不良率；通过打造 IOT、数据共享平台、战情中心等数字化平台，构建企业新型的端到端数据价值体系，满足企业智能制造示范工厂建设标准的同时，为工厂不断实现技术和应用创新建立体系优势。

## 四、应用场景

### ◎ 场景类型 1：生产单元模拟

基于三维仿真、数据融合等技术，结合 5G 低时延、广连接特性，聚焦制造核心环节，自研虚实映射数字孪生系统，联动生产计划、仓储物联网、高清质检设备、设备管理四大模块，搭建 5G 网络支撑全环节数据交互。依托 5G 低时延特性，实现设备数据实时传输，支撑通过孪生模型动态优化生产排程，该场景同时支持设备远程监控与故障提前预警；采用 5G 高带宽保障高清质检数据实时回传，供孪生系统快速比对分析，实现生产全流程可视化。生产排程优化效率提升 30%，质检数据分析时间缩短 60%，设备故障提前预警率达 92%，事件响应速度提升 45%。



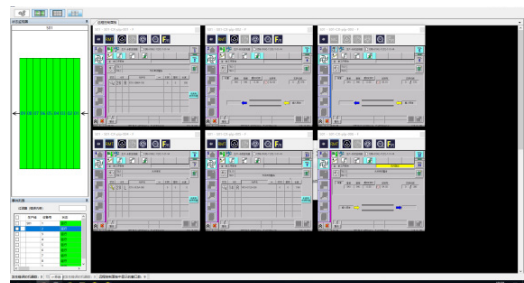
### ◎ 场景类型 2：厂区智能物流

苏州元脑生产车间全面覆盖 5G 网络，同时 AGV 增加 5G 网络模块，边缘计算节点接入数十台 AGV，联动仓储 / 产线系统保障动线连续运行。依托 5G 低时延高可靠特性，解决传统 AGV 信号波动掉线问题，实现毫秒级响应切换；广连接支撑多 AGV 实时数据交互与协同作业；抗干扰能力结合边缘计算，稳定保障 AGV 远距离控制；切片隔离控制指令与普通数据，确保操作精准触达。通过场景建设，AGV 掉线率从 15% 降至 0.1%，调度响应时延 $\leq 20\text{ms}$ ；仓储分拣效率提升 40%，产线转运效率提升 35%，AGV 调度人力成本减少 50%。



### ◎ 场景类型 3：设备故障诊断

测试中心智能监控系统通过 5G 网络实现全流程数据实时闭环。5G 的低时延特性保障测试设备参数、良品率数据毫秒级回传至监控平台，结合边缘计算实现本地快速分析。当识别到测试异常或设备故障时，5G 的高可靠传输确保预警指令 1 秒内触达运维终端，同步触发自动记录测试报告与追溯信息。5G 切片技术隔离关键业务流量，保障高清测试画面远程查看的流畅性，支撑专家实时指导现场排障。平台基于 5G 汇聚多设备数据，运用 AI 算法精准分析测试瓶颈，优化指令通过 5G 快速下发至各终端，形成“采集 - 分析 - 决策 - 执行”的高效闭环，使测试效率提升 30% 以上，设备故障响应速度缩短至 5 秒内。



## ◎ 场景类型 4：设备预测维护

TPM 设备管理系统通过 5G 网络实现设备全生命周期的实时数字化管控。5G 的低时延特性支撑传感器毫秒级采集设备振动、温度等运行参数，经边缘计算预处理后通过 5G 切片专网回传至 TPM 系统，确保数据完整性与传输安全。系统基于 AI 算法分析实时数据，自动生成预防性维护计划，5G 网络保障维护指令即时



下发至现场终端。当设备突发故障时，5G 的高可靠传输确保报修信息 1 秒内触达维修团队，同步调取 AR 眼镜等智能终端，通过 5G 回传现场画面实现远程专家指导。备件库存数据通过 5G 实时更新，触发预警后自动生成采购建议。5G+ 数字孪生技术构建设备虚拟模型，动态仿真 OEE 指标，为产能优化提供数据支撑。5G 赋能下，设备故障响应时间缩短 60%，维护效率提升 40%，推动 TPM 管理从被动维修向预测性维护转型。

## ◎ 场景类型 5：机器视觉质检

PCB 板检测流程中，借助 5G 上行大带宽，支撑光学处理单元快速传输高清图像至边缘平台，5G 网络的切片技术隔离检测业务流，优先保障高清图像传输与 AI 分析的算力调度，让边缘

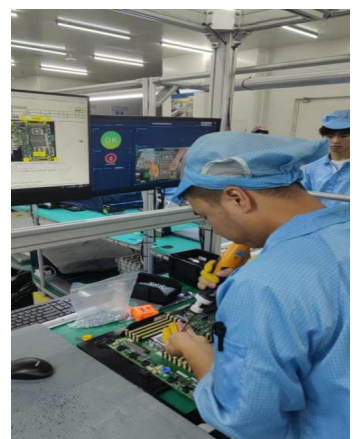


计算平台的 AI 算法能即时完成缺陷判断，检测结果通过 5G 实时回传至 MES 系统，推动全流程高效协同，大幅提升 PCB 板检测的速度与精准度。通过场景建设，PCB 板检测效率提升 3

倍，缺陷识别准确率达 99.5%；图像传输延迟  $\leq 15\text{ms}$ ，数据丢包率趋近 0，检测结果对接 MES 响应  $\leq 10\text{ms}$ 。PCB 板到站后，MES 系统下发检测指令至边缘云的图像处理单元。5G 的低时延特性确保指令通过 5G 边缘计算网关毫秒级触达光学处理单元，快速启动检测作业，著提升 PCB 板检测效率与精准度。

## ◎ 场景类型 6：工艺合规校验

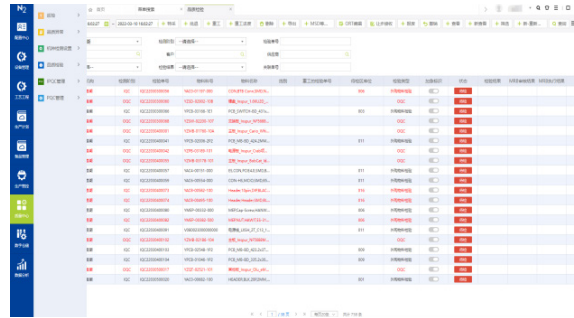
AI+ 视频流技术赋能的生产过程行为理解系统，关键工位布控高清摄像头采集视频流，搭建 5G 网络并划分切片保障关键视频优先传输。边缘计算节点部署在 5G 网络边缘，借助计算机视觉算法实时解析工序动作、设备状态及人员操作，减轻云端负荷。云端深度学习模型基于 5G 汇聚的多源数据，识别异常行为、统计工艺合规性，并生成可视化分析报告。5G+AI 协同实现全流程智能化监控，异常行为触



发的预警指令可通过 5G 网络快速下发至现场终端，为生产优化提供实时数据支撑与决策辅助，形成“采集 - 分析 - 决策 - 执行”闭环。异常行为识别准确率达 99.2%；工序合规性检查效率提升 4 倍，人员违规操作预警响应速度提升 10 倍，生产事故率同比下降 68%。

### ◎ 场景类型 7：生产过程溯源

元脑的产品品质控制以质量云平台为主，覆盖整个产品生命周期，每个物料、设备、人员、治具信息都会被采集，企业生产现场的扫码枪、工业相机、摄像头、刷卡机等设备已接入 5G 网络，采集方式包括设备自动采集、PDA 无线采集、基于 PLC 的自动化采集以及基于电子扫描枪的人工采集，统一集中到质量云系统中，依托 5G 高速连接能力，支撑质量云平台高效关联整合人、机、料信息形成溯源数据库，为区块链、标识技术落地提供数据传输保障，实现生产过程及关键要素追溯。原料溯源效率提升 80%，产品批次追溯准确率达 99.9%，产品不良率下降 15%。



### ◎ 场景类型 8：生产现场监测

苏州元脑工厂以 5G 网络为核心，在厂区部署 5G 基站实现全覆盖，搭配边缘侧 MEC 服务器，加载机器视觉识别模型；同时将传统摄像头升级为高清智能摄像头，接入 5G 网络与 MEC 系统。利用 5G 大带宽特性，高清监控视频可实时传输至 MEC 服务器，由机器视觉模型快速分析识别违规行为、设备异常等安全隐患，替代传统人工事后检查。量化价值显著：安全隐患识别响应时间从原 10 分钟缩短至 1 秒内，事前预警率达 98%，事故发生率同比下降 75%；人工巡检成本减少 60%，单厂年均节约安全管理成本超 80 万元。



## ◆ 五、建设价值

### 1. 经济价值

浪潮元脑 5G 全连接工厂凭借 5G+ 边缘云降有线与人力成本，设备综合效率（OEE）提升 20%、工艺自动化率提升 25%、客诉减 10%，提升产品交付率与企业盈利；同时带动上下游主设备、传感器、工业网关等产业发展，形成新经济增长点。

### 2. 社会价值

推动制造业数字化转型，突破 ERP、MES 等工业软件技术实现自主可控，支撑装备制造向价值链高端攀升；聚集高端资源攻关关键技术，联合高校培养 5G 工业互联网人才，还通过绿色环保合规与能效优化，助力制造业绿色智能发展。

湖北省武汉市

# 04. 长飞科技园光缆 5G 工厂

长飞光纤光缆股份有限公司

## 一、项目概述

长飞光纤光缆股份有限公司通过深度融合 5G、千兆光网与数字技术，构建了高度智能的生产体系。工厂利用 5G+ 千兆网络为终端提供高速接入，并集成 AI 图像分析实现光纤端面智能检测，大幅提升质量与效率。通过自动化包装仓储、AGV 物流及数字孪生技术，实现了生产流程无人化、可视化管理。依托云端算法、AR/VR 及智能执行系统，全面优化人、机、料、法、环要素，实现柔性制造、快速换产与精准运维，推动生产数字化、透明化与智能化全面升级。

## 二、建设需求

面对技术迭代加速与市场竞争加剧的双重挑战，长飞公司亟需解决光纤光缆制造工艺优化、生产效率提升和成本控制的核心痛点。同时，为响应国家“数字中国”与“双碳”战略，企业需突破新材料、新工艺领域的“卡脖子”问题，强化多元化业务布局。为此，长飞公司迫切需要建设以 5G 为核心的智能工厂，通过构建覆盖生产全流程的数字化体系，实现工艺参数实时优化、设备协同智能调度、能耗精准管控及供应链柔性响应。依托 5G 网络低时延、大带宽的特性，融合 AI、物联网与数字孪生技术，打通研发、生产、检测各环节数据链，支撑产品质量追溯与精准决策，最终实现生产效率、资源利用率与绿色制造水平的全面提升，赋能企业战略性转型与高质量发展。

## 三、建设方案

长飞公司通过端、边、云协同架构，全面建设智能化 5G 工厂。在端侧，部署内嵌 5G 模组的 AGV、工业相机、传感器及智能仪表，实时采集生产、设备和环境数据，并通过 5G/ 千兆光网统一接入。在边缘侧，依托 MEC 平台部署视觉检测、工艺优化、能耗管理等系统，实现数据就近处理与实时控制。在云侧，通过数字孪生平台、智能工艺平台及 i-MES 系统，对全量数据进行汇聚分析，实现生产排程、设备协同、质量追溯及能源管理的全局优化，最终形成端边云协同的一体化智能制造体系。

## 四、应用场景

### ◎ 场景类型 1: 远程设备操控

综合 5G、人工智能、智能 AGV、机器视觉等技术，建设设备协同作业系统，将生产现场的工业设备、摄像头、传感器等实时数据进行采集，综合运用统计、规划、模拟仿真等方法，将生

产现场的多台设备按需灵活组成一个协同工作体系，对设备间协同工作方式进行优化，并将优化结果下发调度策略给制造执行系统（MES）、可编程逻辑控制器（PLC）等工业系统和设备，实现多个设备的分工合作，提高设备利用效率，降低生产能耗。



通过多套机器人与立体货架构建了智能仓储系统，改变了传统人工查找并手工运送的方式。车间机器人协同作业、物流自动周转，结合自动化“设备 + 系统”，替换人工，提高工序之间的物流转换效率，规避了人工寻盘错误风险。提升了面向订单的柔性化生产能力。

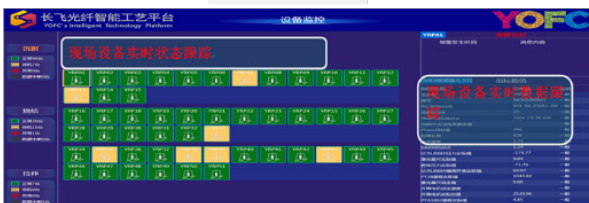
◎ 场景类型 2：生产现场监测

长飞公司深度融合 5G 技术，依托 i-MES 系统实现对“人、机、料、法、环、测”全要素的实时数据采集与透明化管理。通过 5G 网络，广泛连接工业相机、传感器、智能仪表及设备控制器，高频采集生产进度、设备状态、物料流动及环境参数等数据，并实时回传。系统基于 5G 低时延特性，动态优化生产排程，提前预警库存与设备故障，显著减少停工待料，提升设备利用率和订单交付效率。最终，通过 5G 使能的全面互联与数据驱动，实现了生产过程的数字化、柔性化与智能化管控。

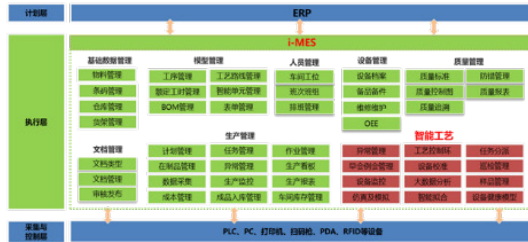
生产控制中心：车间数字化、透明化、可追溯



智能工艺系统



i-MES系统架构



i-MES系统



◎ 场景类型 3：柔性生产制造

基于客户对产品多样化的需求，车间面向多种生产方式的要求进行排产。通过订单自动排程系统，依照不同的排程策略生成相应的详细作业计划；基于数据驱动的生产执行，实现库存式生产和订单式生产的适时优化和柔性化生产。长飞自研的外部协同平台，将客户的订单、需求通过



系统集成方式实时同步，并下达到内部生产系统，同时生产设备接入5G网络实时上传生成数据，使工厂可以实时掌握客户订单的投入、产出、结存及进度情况和现场生成情况，及时对质量问题能够进行正向和反向追溯，实现订单的全生命周期追溯。提升了光纤长段率90%，降低了断点率80%，降低运营成本27%，通过数字驱动工序过程控制与客户需求的实时匹配，真正的实现了人机共融。

## ◎ 场景类型 4：生成单元模拟

基于长飞自主研发的虚拟工厂开发平台，对园区、车间、产线、设备进行3D建模，建立具有视、听、触感知的虚拟环境，通过物理实体与虚拟模型的真实映射、实时交互，建立数字孪生工厂。



综合利用5G、全光网、工业物联网、边缘计算等技术，将企业生产现场的工业设备、摄像头、传感器等接入企业工业内网，实时传输设备的运行状态至数字孪生工厂，实现工业生产设备性能和状态的实时监控，基于故障预测机理模型对监测数据进行实时分析，评估设备健康状态，预判设备运行趋势，智能制定设备维护保养计划，实现设备安全预测与生产辅助决策。通过现场监控+数字孪生工厂，远程指导现场工作人员进行设备维修维护工作。有效降低设备维护成本，延长设备使用寿命，确保生产过程连续、安全、高效。

## ◎ 场景类型 5：精准动态作业

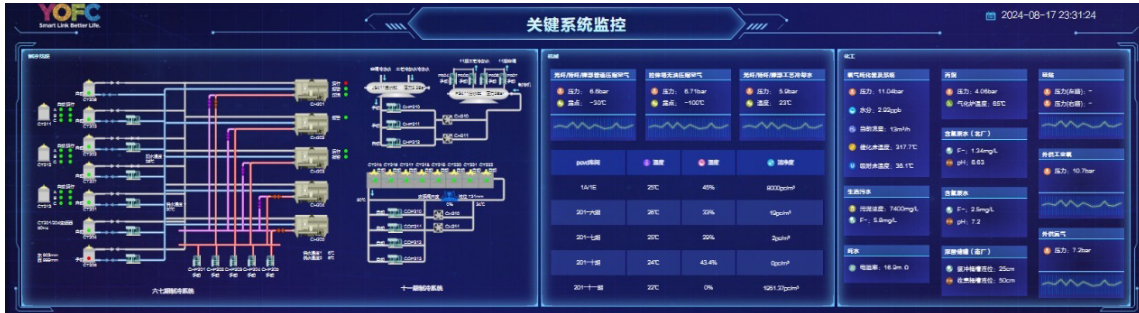
长飞公司通过5G网络实现了生产全流程数据的实时采集与云端协同。依托5G低时延、高可靠特性，工业相机、传感器及设备控制器实时传输工艺参数、设备状态及质量数据至工业互联网平台。平台通过大数据模型（如拉丝塔断预测模型）分析历史与实时数据，动态优化工艺配方并自动下发调整指令，实现产品质量在线预测与参数实时调优。5G技术保障了数据交互的实时性与稳定性，使塔断预测准确率达80%–95%，显著提升了生产精准性与设备协同效率。



## ◎ 场景类型 6：生成能效管控

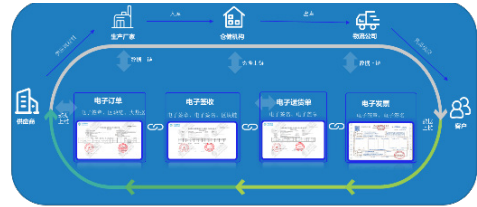
长飞公司通过5G网络实现了能碳数据的实时采集与动态优化。依托5G低时延、高可靠特性，广泛连接智能电表、水表、燃气表及设备能耗传感器，实时传输水电气等能源数据至数字孪生式

能源监控平台。平台通过大数据分析形成“管理 – 采集 – 监控 – 分析 – 控制 – 评估 – 优化”闭环，实现能流数字化跟踪、峰平谷电量优化调度及碳排放精准监控。5G 技术支撑了能效数据的即时交互与策略下发，通过对标单耗指标发现改善点，有效杜绝跑冒滴漏，实现能耗精细化管理与系统性降本增效。



### ◎ 场景类型 7：企业协同合作

依托先进的工业互联网、云计算、大数据与人工智能等关键技术，以流程为主线，通过供应商前端的销售系统与客户的供应链系统对接，根据客户需求变化，动态调整设计、采购、生产、物流方案，实现订单的有序、有速、合规流转，实现订单相关数据的共享，从而全面提升企业的运营效率和服务能力，从而缩短产品研发周期、降低成本，赢得主动权和竞争优势，最终实现双赢。



### ◎ 场景类型 8：生成过程追溯

基于工业互联网标识解析的技术，将生产环节的原材料、半成品、成品等实体的物质注册了标识编码，同时也将工艺、流程、模型等虚拟的数据注册标识编码，实现了从原材料到光纤到光缆到客户服务的全产业链的数字化追溯。基于数字化的基础，实现上游到下游的全链路的数字化协同，实现运营商客户的云厂检、云厂验、云监造服务。

## 五、建设价值

长飞公司通过 5G 工厂建设取得了显著成效。依托 5G 与千兆光网融合，实现了人、机、物的高速互联与数据无缝传输；通过智能仓储物流系统，配送效率提升 30%，库存准确率达 100%；借助云边协同与数字孪生技术，产线换产效率提升 50%，设备综合效率（OEE）提高 15%，故障率降低 15%，维修成本减少 30%；基于全流程数字化管理，企业运营成本降低 18%，交付周期缩短 50%，产品质量提升 12%。其经验已沉淀为工业互联网平台，形成百余项解决方案，广泛应用于多个行业，有效赋能产业链智能化升级与中小企业数字化转型。

江苏省无锡市

## 05. 新远东电缆 5G 全连接工厂

新远东电缆有限公司

### 一、项目概述

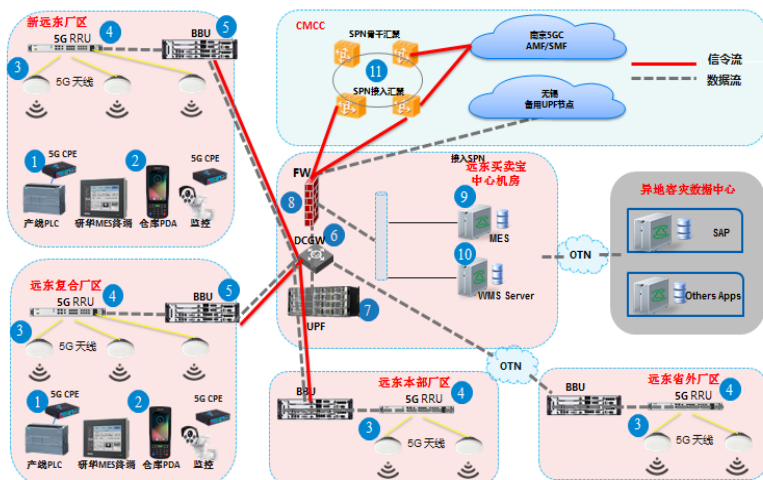
新远东电缆前身为 1985 年创办，是远东智慧能源全资子公司，主营各类线缆产品，获行业唯一“全国质量奖”。其远东 5G 工厂项目依托现有数字化基础搭建 5G 专网，打通信息壁垒，融合 5G、数字孪生技术，打造多元智能应用场景，覆盖宜兴三地 38 处建筑。项目以“数字、绿色、柔性制造”为目标，助力提升运营效率、推进灯塔工厂建设，运营及质量成本分别降低 20.2%、31.0%，入选工信部 5G 工厂名录，为行业转型提供样板。

### 二、建设需求

电缆制造企业受内外部因素影响，用工成本逐年上升、原材料成本持续上涨，“降本、增效、提质”已成为制造企业转型发展的主旋律，远东在数字化、网络化、智能化转型及推进新型工业化过程中，面临多方面瓶颈。生产端，传统人工检测依赖经验，效率低且误差大，设备数据采集依赖有线网络，存在覆盖盲区，导致生产异常响应滞后；管理端，各系统存在数据孤岛，设计、生产、物流数据未打通；能效端，能耗监测不实时，资源浪费严重，且人工巡检劳动强度大、安全风险高。建设 5G 工厂具备必要性与迫切需求。5G 的大带宽、低时延特性可解决设备联网与数据传输痛点，实现全车间无死角覆盖；通过 5G+AI、5G+MES 等技术，能打破数据壁垒，推动生产全流程智能化，提升检测精度与效率；同时，5G 赋能的智能物流、能效管控可降低成本、减少浪费，助力远东突破转型瓶颈，契合新型工业化对高效、绿色、智能生产的要求，增强企业核心竞争力。

### 三、建设方案

以“云-边-端”协同为核心，融合 5G、数字孪生、云计算等技术，构建分层架构。终端层通过 CPE、AR+CPE 等设备接入，覆盖摄像头、PLC 控制器等；网络层采用 5G SA 专网，无线侧用 2.6GHz 单频或 2.6GHz+4.9GHz 双频组网，传输侧



05 新远东电缆 5G 全连接工厂

SPN 成环，核心侧 UPF 下沉实现数据不出园，同时通过 S-NSSAI 和 DNN 保障业务性能与数据分流；平台层搭建大数据、互联网集成、虚拟仿真平台，对接 MES、ERP 等系统，形成数据闭环。

完成宜兴三地共 38 处建筑 5G 全覆盖，部署 5G 专网支撑高速连接、低时延计算与高数据安全。同步建设边缘计算节点，结合网络切片技术，满足机器视觉质检、远程操控等不同业务需求，采集企业系统、生产实时、设备状态等数据，为智能化管理提供基础。

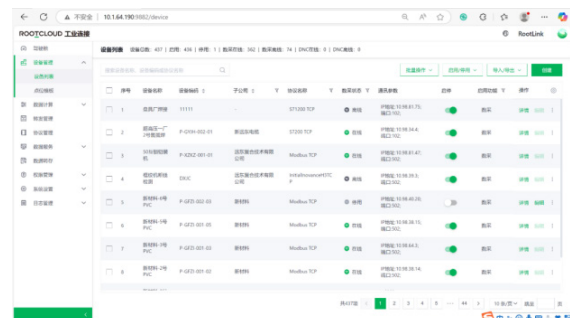
远东 5G 全连接工厂对孤立生产设备进行 5G 网络化改造，实现生产计划、工艺参数直连设备，实时采集生产数据、设备运行状态及故障告警信息，通过 SCADA 数采平台传输。工业互联网平台融合 IT/OT 数据，挖掘数据价值，透明化生产制造过程，助力精准设计驱动精准制造，提升决策效率。

## 四、应用场景

### ◎ 场景类型 1：设备协同作业

远东 5G 工厂通过 5G 网络将智能装备与 PLC 整合为工业局域网节点，实现关键工序自适应控制与自动补偿。系统依托 PLC 及现场总线技术，实时采集数据、联动设备并异常报警，支持故障自我修复与记录，无法处理时自动跳过告警，保障生产安全。

设备数据经 5G 高可靠传输至数据库，实时存储并自动计算 OEE，提升数据管理效率。项目推进 TPM 构建全员设备保养维修体系，MES 与 EAM 平台通过 5G 实时监控设备状态，故障信息同步至系统与智能大屏，助力快速处置与后期分析。



### ◎ 场景类型 2：生产能效管控

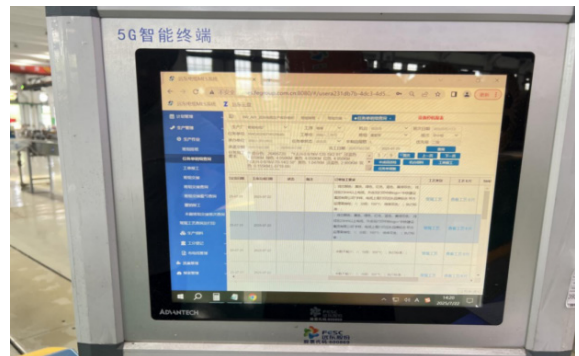
远东 5G 工厂通过室外 5G 基站部署，在仪器仪表端加装 5G 网关，快速采集水电气能耗数据并传输至集成平台，实现动态实时监控。网关统计分析能耗信息，可预防设备异常、提升处置能力、优化能源方案。

依托 AI 安环能源平台，系统强化用能管理、效率与安全，助力企业掌握用能情况、优化管理机制。实施后，每月用能成本同比降低 1.8%，每班人工节约 0.2 人次，能耗数据真实及时性达 100%。



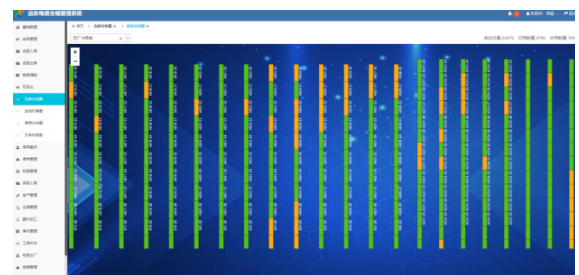
### ◎ 场景类型 3：柔性生产制造

远东通过“MES + MEC + 5G”系统化赋能，MES 智能终端内置 5G 模组实现即插即用联网，依托 5G 低时延、高可靠特性，保障生产数据实时稳定交互。MES 系统经集成平台对产能、人员、物料及订单需求开展多维度数据融合计算，借助 MEC 边缘算力实时建模分析，动态生成最优生产方案并精准推送至各单元，实现柔性排产、动态调度与人岗精准匹配。通过 MES 与产线设备深度融合，系统实时监测设备状态与生产进度，依据订单优先级等因素动态分配生产资源、实时调度工序，增强多品类小批量订单响应能力。最终设备综合利用率提升 3.2%，生产效率提升 5.4%，构建起高度柔性制造体系，支撑大规模定制化生产与市场快速应对。



### ◎ 场景类型 4：厂区智能理货

远东基于 5G 网络与二维码技术，构建智能 WMS 仓储物流管理系统，对接 ERP 与 MES 系统，遵循实用高效原则，覆盖收货、存货、出入库、盘点等全流程功能。物料生命周期流转以二维码为凭证，出入库、盘点等环节通过手持 PDA 录入数据，实现物料自动出入库、库内管理及工厂物流联动。



5G 技术针对性解决三大核心问题：一是实现仓库无死角网络覆盖，5G 短波通讯保障多场景网络不间断；二是破解数据传输延迟、丢包难题，提升数据录入与系统交互速度；三是支持移动扫描，打破数据录入地域限制。

应用后成效显著：原料区等区域 5G 信号 100% 覆盖，数据传输稳定性提高 2%，系统查询效率提升 10%，减少仓库无效走动，工作效率提高 6%。

### ◎ 场景类型 5：厂区智能物流

远东工厂以 5G、AGV、全息影像激光制导为核心技术，构建创新应用实现智能化产品流转。车间依 MES 排产计划发指令，通过 5G+AGV 激光小车按计划从库存选料配送至机台，对接 WMS 系统联动管理。



5G 技术解决调度系统掉线、数据丢包问题，

CPE 与 5G 网关多点部署实现全区域信号覆盖，AGV 调度系统降低物流人工成本。应用后物料周转率提升 6.7%，每班次省 2 人、年省成本 15 万元，备料效率提升 3%。

### ◎ 场景类型 6：生产现场监测

远东在园区主要场所部署监控、闸机、门禁，结合生物智能识别与 5G 网络实现全方位覆盖。厂区外通过探头全区域扫描，重点区域强化监控，管理平台集成信息达成全区域智能巡检。车间搭载 5G+AI 智能行为算法摄像头，自动识别未佩戴防护用品、吸烟、危险区域闯入等违规行为，实时向安环、安保等部门推送告警，有效杜绝各类危险行为。



### ◎ 场景类型 7：机器视觉质检

项目采用 5G+MEC 专网方案，依托 5G 大带宽、低时延优势提升上行传输速率，适配 AI 机器视觉质检需求。数据经 5G 传至 AI 云计算平台，系统比对图像与标准参数生成结果并反馈，大模型支持异常瑕疵自学习。方案破解人工检测依赖经验与状态的痛点，提升检测质量、效率及准确性。应用后检测环节智能化高效化，每班次减 1 人、年省人工成本 10 万元，产品检测合格率提升 2.6%、报废率降低 0.7%，保障质量稳定并提升生产效率。



### ◎ 场景类型 8：生产过程溯源

远东通过 5G 专网，实现标识解析二级节点与国家顶级节点对接，快速解析反馈标识码，为电线电缆上下游企业提供标识注册、解析、查询成套服务。企业可通过平台追溯产品研发、生产、物流等全生命周期信息，实现精细化管理。

应用后数据查询效率提升 17%，核心数据应用效率提高，数据存储成本降低 2.6%，报表生成效率提升 4%，减少条码打印与解析工作，生产管理效率提升 0.8%。



### ◎ 场景类型 9：企业协同制造

远东通过 5G 连接智能设备，依托其大带宽、广连接、低时延特性，由 SCADA 实时采集设

备数据、感知运行状态，同时集成 PLM、EAM 等多系统，实现工艺、产能、物流最优配置。

经营分析赋能平台汇聚多源数据，经 AI 建模分析，破解传统生产信息孤岛、操作不规范等痛点，落地交付、产值、安环等指标体系，助力业务监控预警与数字化运营。通过减少人工干预、精准预测及预防性维护降本减损，最终整体业务效率提升，生产能力提高 10%。



## 五、建设价值

### 1. 经济价值

新远东 5G 全连接工厂依托现有数字化基础，通过 5G 网络搭建、设备改造等技术实现整厂互联互通，深化 11 类 5G 应用场景落地。

项目成效显著，产品设计周期缩至约 5 天、开发周期降低 41.67%，运营成本降低 20.2%，设备综合利用率提升 4.3%。同时实现柔性生产、提升企业竞争力，投运后企业节能环保指标稳居行业领先，工人劳动强度有效降低，综合管理水平显著提升。

### 2. 社会价值

本项目以数字制造为基础、智能制造为目标，依托 5G 与数字孪生技术，既强化远东核心竞争力，助力其深度融入“中国制造 2025”转型进程，又为行业 5G 工厂建设提供示范引领与技术支撑。

项目为远东斩获国家卓越级智能工厂等多项荣誉，成为全国电缆行业标杆，其在基建搭建、场景应用、效益提升等方面的经验，为行业提供可复制的成功样板，推动 5G 工厂规模化落地，具备广泛借鉴意义。

四川省乐山市

# 06. 光缆智造 5G 全连接数字化工厂

四川乐飞光电科技有限公司

## 一、项目概述

光缆智造 5G 全连接数字化工厂项目，通过构建 5G 专网（UPF 下沉）与分布式全光纤工业控制网络融合体系，采用基于微服务架构的分布式系统设计，搭建了光缆制造数字化工业互联网平台。项目实现了生产工艺设计数字化、生产线数字化、制造过程数字化、供应链数字化和质量管控数字化，利用 5G 技术驱动数据采集、远程控制和智能决策，整体生产效率提升 43.8%，生产成本降低 20.3%，产品交付效率提高 27%，为光缆制造行业的数字化转型提供了标杆案例。

## 二、建设需求

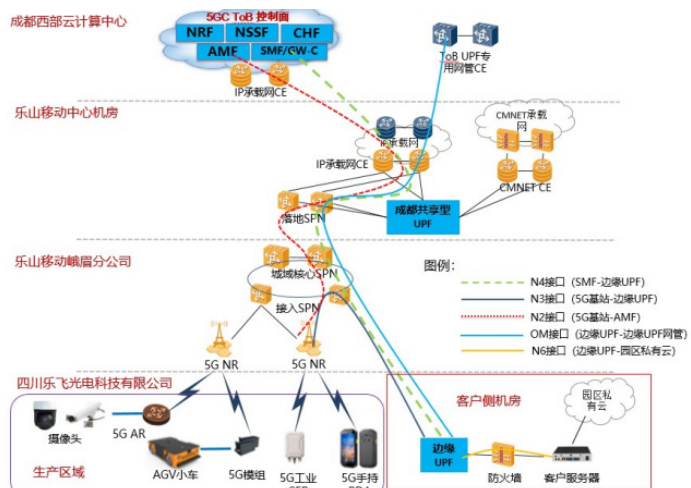
乐飞光电在推进智能化转型过程中，面临三大核心痛点：一是工业现场设备实时数据采集与控制能力不足，无法确保生产效率和产品质量；二是传统网络架构复杂、盲区多、维护成本高，制约数据采集、传输与处理能力，难以实现全过程监控与智能制造升级；三是光缆制造涉及到多个环节，现有系统难以实现高精度的工艺控制和数据采集，阻碍全流程数据贯通与业务协同。亟需通过 5G 网络实现生产设备、物料及各类终端的低成本高效互联，构建全流程实时数据采集体系，为数据驱动制造奠定基础。

## 三、建设方案

乐飞光电积极推进企业“智改数转”进程，构建 5G 专网（UPF 下沉）与分布式全光纤工业控制网络融合体系；采用基于微服务架构的分布式系统设计，构建灵活、可扩展的系统环境；搭建了光缆制造数字化工业 IoT 平台，实现工艺设计数字化、生产线数字化、制造过程数字化、供应链数字化、质量管控数字化，推动行业数字化转型升级。

通过 5G 专网（UPF 下沉），实现厂区 5G 全覆盖，结合 5G 工业边缘控制网关，完成全厂工业设备的互联互通，数据汇聚后端平台，定制网络承载多业务。

新建标准化智能机房，无人值守，实时推送报警，分布式计算和存储分离，后存储容量达 243T，并加入数字化运维监控系统，通过大数据 AI 算法，实现精准预测、报警和实时监控，自



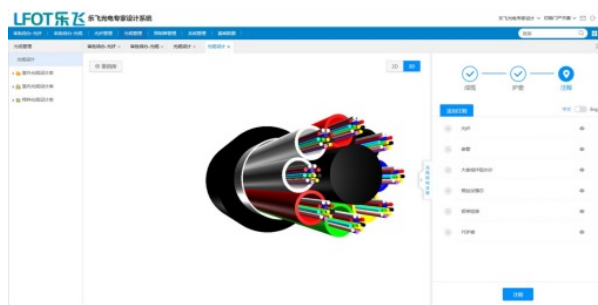
我修复及预警推送。

网络布局持续升级为 OLT 无源光网 + 全光纤网 + 环网 AP，和中国移动乐山分公司签订战略合作，搭建了 5G+ 全连接工厂覆盖，通过 5G 模块终端灵活运用，低延时，高速度，保障起网络高效使用。工业环境网络架构简单，网络风险极高，易被攻击，增配边界防火墙和工业防火墙，通信管理器、5G 工业控制网关，通过物理隔离，设置策略，访问权限，视频监控，提高网络安全防御。

### 四、应用场景

#### ◎ 场景类型 1：协同研发设计

乐飞工厂针对多部门协作壁垒、模拟测试滞后和数据同步低效等痛点，构建了 5G 专网驱动的智能研发体系。通过整合产品标准库与设计知识库，实现全流程数字化协同：打通工艺、采购、生产等部门系统壁垒，实时共享三维模型与 BOM 数据，设计变更同步至 ERP/MES 系统，数据一致性达 100%。利用 5G 网络低时延特性，支持远程协同设计和仿真测试，跨部门沟通耗时缩短 90%，项目进度延误率下降 75%。



支持远程协同设计和仿真测试，跨部门沟通耗时缩短 90%，项目进度延误率下降 75%。

#### ◎ 场景类型 2：生产现场监测

通过 5G 工业网关实现着色生产线、二次被覆生产线、成缆生产线等全流程设备的 PLC、变频器、传感器数据毫秒级采集。构建工业互联网平台，对核心变量点进行实时监控与分析，实现生产状态可视化、异常预警和远程管理。系统整合温度、压力、速度等参数，动态优化生产节奏，提升生产透明度。生产设备已全部完成智能化改造，5G 网络覆盖全厂区，实现工业设备全连接，数据采集终端具备高精度感知能力。



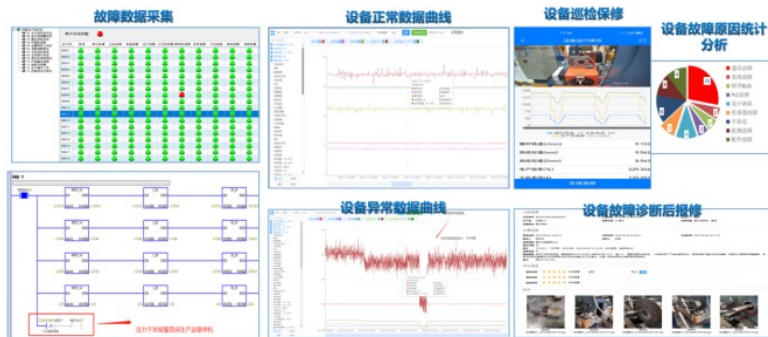
#### ◎ 场景类型 3：设备远程操控

利用 5G+ 工业互联网技术，实现着色、成缆、护套等生产线的远程监控与控制。设备支持远程通信协议，5G 网络低时延高可靠，移动终端集成控制功能。通过自主开发的移动终端 APP，操作人员可一人分布式控

制多条产线，完成参数调整、启停操作和故障干预，打破传统集中式操控限制，提升生产灵活性。

### ◎ 场景类型 4：设备故障诊断 & 设备预测维护

通过在生产设备中部署 5G 网关接入 5G 网络，实时采集设备状态、运行参数、报警信息及生产工艺数据，构建全流程、多维度的设备健康监测体系。可通过远程诊断设备异常，在线调试参数，通过构建的设备故障知识图谱，整合设备结构、故障模式、维修经验等知识，快速定位和处理故障根源，降低设备平均修复时间。基于大数据分析，系统能精准预测关键部件的剩余寿命，提前发出维护预警，推动从“事后抢修”转向“预测性维护”，通过动态优化维护计划，在非生产时段安排检修，降低全生命周期维护成本，不仅将突发故障率大大降低，更使设备综合效率（OEE）得到提升。提前发现并处理隐患，定期进行计划性检修，减少突发故障带来的损失。



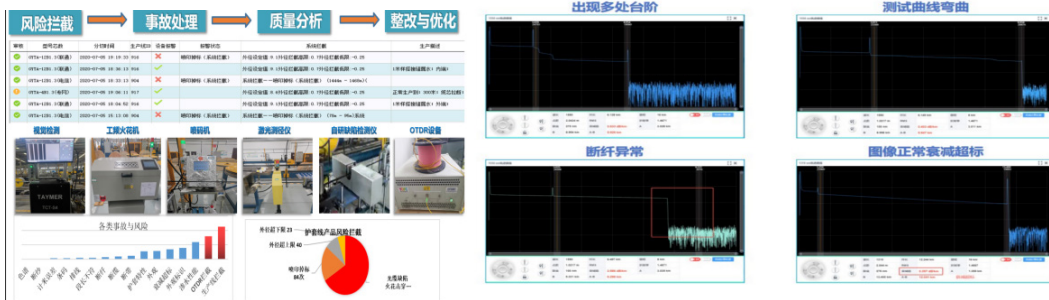
### ◎ 场景类型 5：设备协同作业

利用 5G+ 工业互联网技术，行业率先完成由传统集中式向移动分布式制造模式转型。通过接入 5G 工业网关实时采集料仓信息、生产用量、输送速度等维度数据，与 MES 制造系统、WMS 仓储系统深度融合。基于大数据算法动态计算物料需求，触发供料指令，实现原料输送速度与生产线速精准匹配，料仓缺料预警响应时间从 30 分钟缩短至实时感知。设备支持柔性组网，5G 网络覆盖无盲区，调度算法优化。



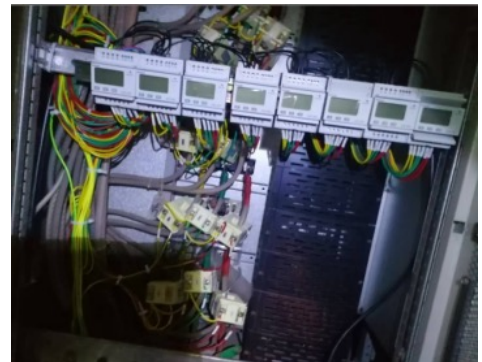
### ◎ 场景类型 6：工艺合规检验

依托 5G 工业网关与边缘服务器，系统实时采集生产现场检测设备数据，实现精准质量拦截，涵盖护套缺陷、鼓包、凹陷、外径超差等 10 余类风险，并即时反馈现场。深度融合 5G 与 OTDR 检测设备，实现光纤衰减、长度等参数的毫秒级采集与智能分析，运用动态自适应拟合、滑动平均降噪及动态补偿算法，保障数据准确。系统在 500ms 内完成单根光纤多波长检测，具备 30 余项数据校验与渗水管控能力，并通过自学习持续优化。与 MES、WMS、QIS 系统集成，完成质量 PDCA 闭环管理，质量风险降低 98% 以上，实现在线感知、预测与工艺调控。



## ◎ 场景类型 7：生产能效管控

利用 5G 工业网关接入智能电表和传感器，将多源能耗数据自动采集并集成至中央分析平台。该能源管理系统深度融入生产运营全流程，支持多维度能效对标与成本归因分析。通过能效数据与生产成本联动的智能决策模型，驱动生产计划动态优化，确保各制造单元处于最佳运行区间。基于算法的能效诊断系统可动态识别异常能耗波动，精准定位高耗能生产环节，实现设备运行参数的自适应调节与生产工艺的闭环改进，使单产能耗下降达 15%–20%，实现节能减排。



## ◎ 场景类型 8：全域物流监测

乐飞在行业内率先实现整车、零担等业务的全面在途跟踪。通过构建 TMS 运输管理系统，集成 5G 通信、实时定位与大数据技术，实现光缆运输全链条智能管控。系统具备基于光缆特性的智能路径规划、防震防潮要求的车辆调度、全程可视化跟踪、大数据承运商推荐、异常预警与应急响应等功能。依托智能调度算法，系统综合多因素分配最优承运商，降低运输成本，使运费下降 15%；借助 5G 与实时定位技术，实现车辆精准追踪，在途信息准确性提升 100%；通过优化路线与提升运输效率，交付及时率提高 26%，有效减少交付延迟。



## ◎ 场景类型 9：企业协同合作

乐飞自主研发数字化采购平台，深度融合 5G 技术，实现供应商管理与采购过程两大流程闭环，推动供应链高效协同。平台运用 OCR 自动识别营业执照，并对接工商数据实时核查经营异常与处罚信息，有效降低合作风险。借助 5G 设备实现在线协同采购，涵盖需求执行、线上寻源招投标、



货物入库等全流程实时监控，规避供应延迟风险。通过与上下游共享需求与库存信息，建立协同规则并执行奖惩机制，确保规则落地。平台实现信息 100% 透明，各方可实时访问数据，显著减少信息不对称；到货及时率达 99.8%，供应商响应时间缩短至 0.5 小时，全面提升沟通与协作效率。



### ◎ 场景类型 10：生产过程追溯

利用 5G+ 工业互联网技术，系统实时监控产品从需求、研发到生产、检测、入库及发货等的全生命周期信息，并记录 IQC、PQC、OQC 等全流程质量数据，实现订单精准追溯。通过采集关键工序产量、合格率等数据，实时统计生产进度与计划达成率，提升生产透明度与资源利用率。系统为产品分配唯一编码，追溯批次及使用情况，覆盖生产过程管控、质量标准管理、风险防控与改进闭环，实现主动式质量问题处理与改善追踪。

## 五、建设价值

### 1. 经济价值

乐飞公司通过 5G+ 智能制造创新生产模式，企业整体生产效率提升 43.8%，生产成本降低 20.3%，设备综合利用率提升 48.1%，产品研制周期缩短 35.7%，产品不良品率降低 76%，能源利用率提高 18.7%，交付周期缩短了 27.1%，光缆人均产量提高 50%。通过项目的实施，降低生产成本，提高劳动生产率和生产效率，新增年产值 5 亿元，有效带动地方经济社会高质量发展。

### 2. 社会价值

- (1) 提高了中国高品质光纤光缆产品的层次，促进行业技术进步；
- (2) 提升了企业对外技术合作交流、人员培训、咨询服务能力，为光纤光缆行业培养高端创新人才；
- (3) 带动地区产业链快速发展，实现新增经济增长点。
- (4) 增加就业岗位，促进当地社会和谐发展。

浙江省湖州市

## 07. 三行电气 5G+ 智能工厂

浙江三行电气科技有限公司

### 一、项目概述

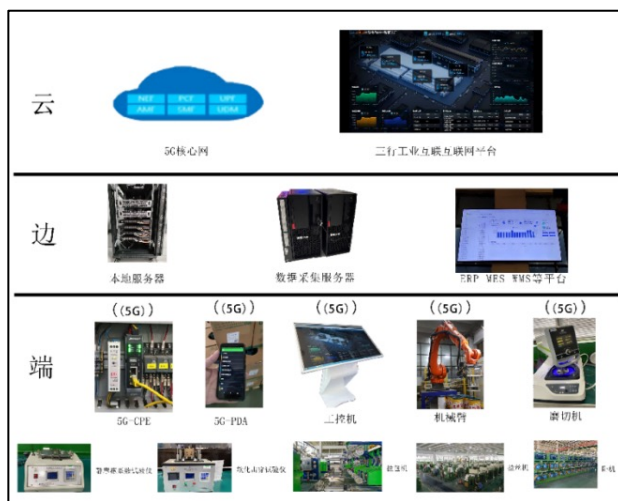
浙江三行电气科技有限公司成立于2001年，是一家专注于特种电磁线研发与制造的国家级高新技术企业。三行电气已完成工厂级5G专网全覆盖，建成端-边-云协同基础设施，落地机器视觉质检等8大5G应用场景，实现全流程数字化管理，通过构建企业级工业互联网平台，集成ERP、MES、WMS等系统，项目支撑了柔性生产等核心业务，全面提升了生产智能化水平与运营管理效率。

### 二、建设需求

浙江三行电气科技有限公司在推进数字化转型与智能制造过程中，面临传统网络部署复杂、灵活性不足、数据实时采集困难、多系统协同效率低等问题，制约了生产过程的精细化管理和柔性制造能力的提升。为适应高端电磁线产品对质量一致性、生产效率和可追溯性的高要求，企业亟需构建一张高可靠、低时延、广覆盖的工业网络，支撑设备全连接、数据实时互通与业务系统深度融合。通过5G技术赋能，企业可实现对生产装备的广泛接入与远程控制，提升生产过程的透明度、灵活性与协同效率。

### 三、建设方案

浙江三行电气科技有限公司5G工厂建设以“端-边-云”协同架构为核心，构建了高效、智能的数字化生产体系。在端侧，厂区通过5G CPE、工业PDA及机器视觉设备等终端实现生产装备100%互联接入，支撑柔性生产、精准作业、视觉质检等八大“5G+工业互联网”典型应用场景的落地。在边缘侧，部署本地服务器与数据采集系统，实时处理现场数据，并支撑ERP、MES、WMS等系统协同运行。在云侧，集成5G核心网与工业互联网平台，实现对生产运营全流程的统一管理与智能化调度，全面推动质量追溯、能效优化和精益运营的数字化升级。



## 四、应用场景

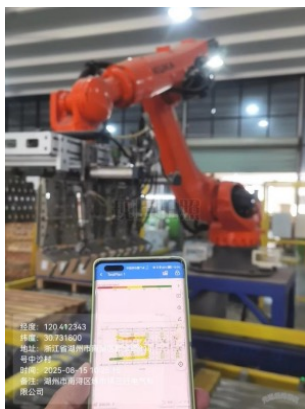
### ◎ 场景类型 1：柔性生产制造

本场景通过在生产设备上张贴二维码，结合移动终端扫码操作，基于 5G 专网实现生产工序与工艺参数的快速采集和实时上传。5G 网络的高速率、低延迟和广连接特性，确保了工单指令、质量参数和工艺调整信息在 MES 系统与生产设备之间即时交互，打破传统有线网络的局限，实现生产过程的透明化和柔性化。具体建设内容包括部署 5G 基站和终端模块、集成 MES 与物联网平台，以及开发移动应用支持扫码数据录入。通过 5G 实时传输，企业能够根据客户订单需求动态调整生产计划，快速切换产品型号，减少停机时间。生产计划调整时间从平均 4 小时缩短至 15 分钟，产品型号切换时间减少 50%，整体生产效率提升 20%，资源利用率提高 15%，缺陷率降低 10%。



### ◎ 场景类型 2：精准动态作业

本场景基于 5G 专网建设，实现包装流水线与工业机器人的高精度、低时延动态协同作业。



通过在生产线上部署视觉传感器、RFID 标签及物联网设备，实时采集产品位置、尺寸及状态数据，并利用 5G 网络的高带宽和毫秒级时延特性，将信息快速传输至云端控制平台。平台通过 AI 算法动态分析数据，实时调整机械臂的作业路径、抓取力度和封箱参数，实现包装、搬运等环节的自动化适应与多设备协同调度。5G 网络确保了数据实时交互与设备间精准同步，显著降低了传输延迟与丢包率，支撑柔性化生产需求。作业精度提升至 99.5%，生产效率提高 20%，人工干预减少 60%，并实现多品种小批量生产的快速切换，年度成本节约超 100 万元。

### ◎ 场景类型 3：设备协同作业

#### (1) 5G+ 称重、贴标协同作业

在包装线上，通过部署 5G 网络，集成传感器、扫码设备和称重和贴标环节的执行机械臂等硬件，构建智能化协同作业系统。该系统包括利用 5G 基站和终端模块实现设备互联，机械臂根据传感器实时数据自动调整动作，扫码信息通过 5G 网络即时上传至云端或 MES 系统，实现称重、贴标等环节设备的无缝衔接。5G 的低时延（时延 <10ms）和高可靠性（可靠性 >99.99%）确保了设备间指令传输与任务分配的实时性，避免了传统 Wi-Fi 的抖动问题，从而提升响应速度。该场景通过 5G 技术减少人工干预 80%，包装效率提升 25%，质量追溯准确率达



100%，年节省人力成本约30万元。

## （2）5G+ 传送、分拣协同作业

本场景基于5G网络构建智能化物流系统，实现包装完成产品通过传送带与机械臂的协同作业。5G技术为传感器、扫码设备、执行机械手及物流调度系统提供高速、低延迟互联，保障运输路径的实时规划与动态调整。设备状态与物料信息通过5G即时上传至MES系统，实现物流环节的自动调度与精准跟踪，减少人工干预，提升运输效率与透明度。现场部署包括5G基站、物联网终端及云平台，确保数据实时处理与决策。根据核验报告，运输效率提升25%，出错率降低18%，人工成本减少40%，物流衔接时间缩短30%。

## ◎ 场景类型 4：机器视觉质检

本场景基于机器视觉质检系统，在生产线上部署5G高清工业相机，实时采集产品表面颜色、纹理和缺陷图像。通过5G网络的高带宽和低延迟特性，图像数据被即时传输至边缘计算节点，利用AI算法进行快速识别与判别，实现对划痕、色差等缺陷的精准检测。检测结果通过5G网络反馈至生产执行系统（MES），自动触发不良品剔除机制，并动态调整生产工艺参数，如设备速度或温度设置，以优化生产质量。5G技术确保了数据传输的稳定性和实时性，克服了传统有线网络部署复杂、延迟高的问题，支持大规模设备互联。产品缺陷检测准确率从90%提升至99%，检测耗时从每秒2件增至每秒10件，不良品率降低15%，年节约成本约200万元。

## ◎ 场景类型 5：设备故障诊断

本场景基于5G网络构建智能设备故障诊断系统，通过部署5G连接的巡检终端和设备传感器，实时采集设备运行参数、告警信息及历史数据。利用5G低延迟（端到端时延 $\leq 20\text{ms}$ ）和高可靠性（99.99%），运维人员可通过移动终端远程访问MES系统，实现故障数据的即时上传与智能分析。系统自动生成诊断报告并推送至运维人员，支持快速定位故障点，减少现场排查时间。5G技术确保了数据传输的实时性与稳定性，克服传统Wi-Fi覆盖不足的问题，实现全厂区无缝连接。故障平均诊断时间从4小时缩短至1小时，运维效率提升30%，设备停机时间减少40%，年均避免生产损失约200万元。



## ◎ 场景类型 6：生产现场监测

本场景通过部署高清视频监控、物联网传感器及生产数据采集系统，利用5G网络的高带宽、低延迟特性，实现现场数据实时传输至中央监控中心。5G技术保障了视频流与传感器数据的稳定、高速回传，结合AI分析算法，对生产流程进行实时监控、异常自动预警（如设备故障或质量偏差），并支持管理人员远程调度与决策。具体建设内容包括：部署集成5G模组的高清摄像头覆盖关键

工位，传感器采集温度、振动等参数，通过 5G 专网将数据无缝集成到云平台，实现生产过程可视化与智能分析。异常响应时间从平均 30 分钟缩短至 5 分钟以内，设备综合利用率提升 12%，产品缺陷率降低 8%，每年减少因停机导致的损失约 50 万元。

### ◎ 场景类型 7：生产过程溯源

本场景通过在生产物料、半成品和成品上部署二维码与 RFID 标签，结合 5G 网络和移动终端，实现全流程数据实时采集与上传。工人或自动化设备利用 5G 工业 PDA 或扫描器，即时获取原材料批次、生产工序、质量检测记录及仓储流转信息，并通过 5G 低延迟、高带宽网络无缝传输至 MES 或云平台。5G 技术确保了海量数据在复杂工业环境中的稳定传输，克服了传统 Wi-Fi 覆盖不足和干扰问题，从而构建起从原料到成品的全程可追溯体系。当出现质量缺陷时，系统可基于 5G 实时数据快速定位至具体批次、工序和设备，大幅缩短问题排查与追责周期。应用后，质量问题平均定位时间从 4 小时降至 10 分钟，排查效率提升 85%；产品召回成本降低 40%，供应链透明度提高 90%。



## ◆ 五、建设价值

### 1. 经济价值

通过 5G 全连接与柔性生产系统，企业实现设备联网率 100%，生产效率提升约 15%，物流与质检环节人力成本降低 20%。基于 5G 的预测性维护减少非计划停机，年节约运维成本超百万元。数据驱动的精益管理促进产能利用率与订单响应速度双提升，进一步增强企业市场竞争力与盈利能力。

### 2. 社会价值

本项目打造了漆包线行业“5G+ 工业互联网”应用标杆，为中小型制造企业提供了可复制的数字化转型路径。通过构建绿色高效的智能制造体系，助力地方产业智能化升级与碳排放控制，推动工业互联网生态健康发展，强化产业链协同与安全保障能力，具备显著的行业示范与社会引领价值。

江苏省南京市

## 08. 中兴通讯南京智能滨江 5G 工厂

中兴通讯（南京）有限责任公司

### 一、项目概述

中兴通讯南京智能滨江 5G 工厂聚焦智能制造全流程数字化转型，基于“端边云协同架构”，部署 5G 混合专网和边缘算力节点，实现全厂 5G 全覆盖和生产数据实时处理，整合工业互联网平台打造智能生产场景，项目实现产值超 550 亿元、良率 95% 以上、生产周期缩短 2 天、人力成本降 45%、碳排放减 4 万吨，年直接收益超 5000 万元，形成 5G 赋能智能制造标杆，助力通信产业绿色高效发展。

### 二、建设需求

中兴通讯南京滨江工厂作为全球无线设备制造基地，在推进数字化、网络化、智能化转型过程中，原有生产模式存在三大核心问题。一是生产流程复杂、自动化水平低，5G 设备单板集成度高、工序繁多，导致人工成本居高不下、新员工技能提升缓慢、重复劳动效率低、产品直通率不稳定；二是 IT 系统烟囱化严重，各生产管理软件独立运行，数据孤岛现象突出，大量生产数据无法有效整合与挖掘，制约跨领域协同决策与智能化分析能力；三是 5G 工业应用在规模化推广与定制化需求之间存在矛盾，企业对 5G 在制造环节的具体场景认知不足，缺乏可复制的成熟模式。

### 三、建设方案

中兴滨江工厂 5G 工厂以“5G 工业现场网 + 数字星云”为核心，构建“云 - 边 - 端”协同的新型智能制造体系，实现生产全要素数字化、网络化、智能化升级。



08 中兴通讯南京智能滨江 5G 工厂

**5G 网络方面：**采用 3.5GHz 频段实现厂区全覆盖，部署 UPF 下沉至边缘节点，确保数据不出厂、传输时延低于 10ms；结合 TSN 技术，保障工业控制指令的高可靠性与确定性。通过 5G 与工业 PON 组成双网冗余，满足高清视频回传（带宽 > 500Mbps）、PLC 远程控制（时延 < 10ms）等多样化业务场景需求，为全厂设备提供稳定、低延时的连接基础。

**边缘计算方面：**在产线侧部署 MEC 服务器，实现数据本地化处理与分析，减少对云端资源的依赖，显著提升业务响应速度与实时性。边缘计算能力支撑关键应用如机器视觉质检、AGV 动态调度等，确保生产流程的连续性与高效性。

**工业互联网平台：**以数字星云平台为核心，构建工业互联网平台，集成 MES、数字孪生、AI 质检等系统，实现生产数据的统一汇聚、融合与智能分析。平台基于交易架构理念，通过组件化能力促进数据资产复用，降低企业数字化改造成本，并拓展跨领域协同决策与智能化应用边界，助力工厂实现精益生产与敏捷运营。

## 四、应用场景

### ◎ 场景类型 1：远程设备操控

在 QCell 测试线，应用云化 PLC 生产线远程设备操控。当前方案在滨江工厂正逐步 AAU 装配线等开展改造。通过云化 PLC 改造，实现效果如下：

(1) **极大提高了产线运维效率：**运维支撑人员通过 5G 内网，可以远程接入到云化 PLC 系统中进行问题分析和故障定位，实现产线问题即时响应，零等待；

(2) **无线方式实现柔性产线：**通过 5G 网络的切片和 AI QoS 等新技术的应用，产线上已采用 5G 网络来替代掉本地网络，因此产线调整时无须考虑网络的规划和改造。



### ◎ 场景类型 2：设备协同作业

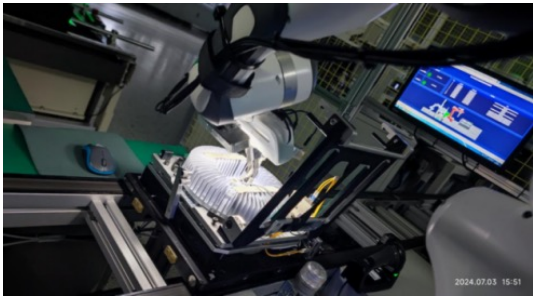
在 SMT 单板生产车间，5G 技术构建了高度协同的智能设备作业体系。通过 5G 打通设备间通信，5G 云化 AGV、机械臂与 5G 机器视觉系统实时联动，在 iWMS、iBrain 及 iMES 等智能调度系统控制下，实现从物料配送、精密贴装到质量检测的全流程无人化作业。车间采用“智能体”协同模型：以 5G 机器视觉为“眼”实现高精度定位与检测，机械臂为“手”完成装配操作，5G 云化 AGV 为“足”负责物料精准配送。同时，融合 5G 机器视觉与机械臂实现“环岛测试”，依托 AGV 支持“超大板测试”，最终建成柔性化、无人化的黑灯车间，显著提升生产效率与灵活性。



08 中兴通讯南京智能滨江 5G 工厂

### ◎ 场景类型 3：精准动态作业

5G网络以其高上行带宽（≥60 Mbps）有效支撑机器视觉应用，通过5G+机器视觉空间定位技术引导SMT机械臂实现垫板自动化，精度达10微米，显著提升装配效率与精度；同时，5G+机器视觉检测支持产线快速技术改造，提高识别效率并降低人工成本。在滨江5G小站产线中，5G实现了协作机器人与PLC、MES及AGV的实时交互，完成QCell的无人化上下料、载具操作及插拔工序，推动生产环节的自动化与精准化。



### ◎ 场景类型 4：现场辅助装配

项目建设现场辅助装配场景，通过5G PAD指导人员进行AAU装配，支持3D物体识别和叠加设备。通过5G+XR技术，在MR眼镜和平板电脑呈现三维动态模型，模型可实时操作，并且动态显示出每一步的操作说明，以动画的形式指导一线员工进行复杂场景的作业，实时监控并对错误动作或工序进行纠正提醒，确保工序的标准化作业。改场景可以扫描物体，叠加3D模型，构建物体的3D模型作为物体识别的基本参照。



### ◎ 场景类型 5：设备预测维护

中兴在AAU装配线建设设备预测维护场景，该场景中采用K-means算法对螺钉锁附设备历史数据进行聚类分析从而设定故障类别。5G传感器获取电批时序转角和电批扭矩数据，采用Modbus协议进行数据传输；通过分段线性插值、均匀采样及归一化对采集的原视数据进行预处理，以过滤屏蔽错杂数据信号；通过多层感知机模型、卷积神经网络、长短时记忆模型对预处理数据进行建模训练，结合所建立各类故障数据模型特征进行比对从而实现螺钉锁附故障进行诊断定位；进一步根据不同的锁附故障类型对锁附工具端进行负反馈控制、校正修复，实现预测性维护。

### ◎ 场景类型 6：厂区智能物流

滨江智能工厂原材料、在制品与成品物流场景复杂多样，难以应用一套通用化的物流方案满足全流程物流场景需求。项目团队基于园区物流数据模型，从物流距离、路线复杂度、物流量大小等多个维度出发，结合各物流场景特征，不断进行数据拟合与方案优化，最终构建出适合各段物流场景的差异化园区物流模型。通过在滨江智能工厂集成应用100余量多类型自研5G云化AGV，创新应用“5G+AGV+X”多设备柔性联动技术，通过大数据采集与智能运营中心生产计划与调度，构建覆盖园区的从“原材料出库-在制品周转-成品入库”的全流程端到端“高铁-公交-的士”智慧物流模式。

### ◎ 场景类型 7：厂区智能理货

滨江工厂通过部署5G网络连接的扫码枪、工业相机、机器人及5G PDA等终端，实现货物标识、尺寸等信息的自动识别，支撑

盘点、码放与分拣流程的智能化。同时，依托 5G 云化 AGV 与提升机、电梯等设备联动，完成同楼层及跨楼层的精准物流配送，有效提升仓储与配送效率，降低人工依赖，推动厂区物流全流程自动化。



### ◎ 场景类型 8：虚拟现场服务

基于 5G+XR 技术构建一站式元宇宙平台 XRExplore，实现 AGV 产品的操作与维修指导虚拟化培训。通过 AR 增强现实手册实时叠加设备信息，并结合 3D 动画演示操作流程，使工作人员直观掌握设备结构与使用技巧，大幅提升培训效率与学习兴趣；同时，依托二维码扫描调用培训模型，技术人员可通过平板或 AR 眼镜快速查阅故障库并进行诊断处理，强化了现场服务的响应能力与精准度。



### ◎ 场景类型 9：协同研发设计

滨江工厂采用 5G+XR 技术构建工业协同设计平台。设计师、专业总师和设计总工通过 Pad、手机、PC 及 XR 眼镜等多终端接入，实时操作和评审云端渲染的高精度 3D 模型。支持多人协同设计与两级评审流程，模型改动 5 分钟内动态同步，有效提升评审效率、缩短

研发周期，实现跨地域实时交互与决策。

### ◎ 场景类型 10：生产单元模拟

滨江工厂 RRU 单板测试线深度融合数字孪生与 5G 技术，构建高精度 3D 虚拟生产单元。通过内嵌 5G 模组的 AGV、搭载 5G 网关的测试台及 PLC 设备，实时采集生产、设备和环境数据并上传至数字孪生平台。平台利用三维建模与仿真分析，实现生产状态透明可视化，支持产能预测、过程感知与转产辅助。通过比对虚实生产结果，持续优化物理单元，实现生产工艺与生产要素的精准管控，保障生产高效稳定运行。

### ◎ 场景类型 11：柔性生产制造

中兴通讯南京滨江工厂，整个园区已覆盖 5G 网络，拥有业界领先的自动化、数字化、智能化生产线。在物流仓储和配送、单板和整机加工、来料和生产过程检测等环节已大量应用 5G 连接的机器人、AGV、线边仓、自动化装配线、自动化测试线、自动化包装线等智能装备。以 RRU 单板测试线为例，该产线基于模块化设计，生产线可快速重组，该产线测试设备、AGV 等通过 5G 连接，通过实时采集数据，逐站控制，iMES、CloudMDS、iWMS 等系统协同智能调度，机器人可根据产品型号自动切换生产程序和工具，实现多机型混线生产，并已实现生产数据贯通化、制造柔性化和智能化管理。

### ◎ 场景类型 12：机器视觉检测

中兴通讯视觉智能平台是一款基于 5G MEC 的物联网视觉检测产品，具备软硬件加速能力，支持多种工业算法检测任务。该平台提供低代码开发、多场景接入和快速应用构建能力，实现对人、机、料、环、生产过程及质

量的全要素管理。在滨江5G工厂中，平台已应用于AOI、质检、引导加工等环节，通过工业相机采集图像并且经过5G传输至MEC处理，落地场景包括余料点数识别、共面度检测、螺钉及外观质量检测等，有效的提升了生产智能化水平。

### ◎ 场景类型 13：工艺合规校验

滨江工厂通过工业相机、物联网传感器、激光雷达等设备，全面监测生产原料、半成品及成品的各项指标，实时跟踪人工操作流程与投料数据，并借助5G网络将信息实时传输至边缘云平台。平台利用人工智能与大数据技术，自动比对实际操作与标准流程，实时识别顺序错误、危险操作及取料异常，实现工艺合规自动告警。



在AAU/RRU和QCell点胶工艺环节，工业相机和3D相机对点胶有无、面积、体积、厚度及边界进行精准检测。图像经5G传至MEC，通过自研算法分析并实时反馈结果，彻底杜绝漏检，漏检率降为0，可追溯率达100%，显著提升装配质量与生产效率。

### ◎ 场景类型 14：设备故障诊断

滨江工厂构建了完善的设备故障智能诊断与运维体系。系统采用分层架构，通过数据智能采集层实时监测设备状态，并依托故障机理、专家经验与海量案例库，建立了轴承、齿轮、

不平衡等典型故障的智能诊断模型，可自动定位异常原因并提供处理建议，为维护决策提供依据。

同时，工厂自研的iMES系统集中管理所有生产设备的故障信息，包括时间、类型与位置。产线配备实时看板，动态展示设备运行状态与产出情况。技术团队每日针对高频故障进行优化，持续提升设备稳定性和生产效率。

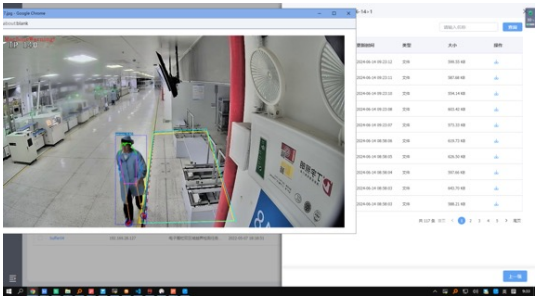
### ◎ 场景类型 15：无人智能巡检

滨江工厂引入5G无人智能巡检系统，通过AGV、机器人等搭载高清摄像头、红外热像仪等传感器，自动化巡检5G基站设备。系统基于5G大带宽实时回传超高清音视频与数据，精准识别设备外观异常、连接松动、温度变化等问题，实现远程监控与干预。同时，通过长期数据记录与分析，有效预测设备趋势，支持预防性维护，显著提升巡检效率、降低人力成本与安全风险。



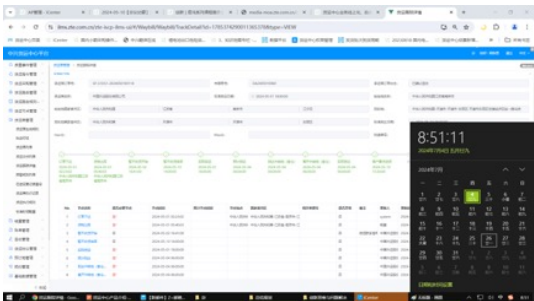
### ◎ 场景类型 16：生产现场监测

项目建设5G电子围栏，5G摄像头实时采集数据，通过后台高速算法对成像进行处理，并将处理解析结果实时反馈给前端，实现整个流程的闭环，对人员行为实时监控、识别、预警，防护。前端5G摄像头进行视频成像，覆盖需要监控的区域，然后将监控视频上传到云端，后台算法对视频流进行帧数动作识别，生成告警状态。



### ◎ 场景类型 17：全域物流监测

在协同设计方面，利用 5G+XR 技术，设计师与评审专家可跨地域实时交互，对云端渲染的 3D 模型进行协同评审与修改，大幅提升了研发效率。在生产环节，部署的视觉智能平台基于 5G MEC 提供强大的机器视觉检测能力，实现从外观到工艺（如点胶面积、体积）的精准、自动化质检，实现了零漏检和全流程可追溯。同时，工厂通过 5G 物流与定位技术，实现了对人员、设备、物料的厘米级实时追踪与智能化管理，使资产盘点和物流效率从“天”级提升至“分钟”级，全方位保障了生产的安全、质量与效率。



### ◎ 场景类型 18：生产过程溯源

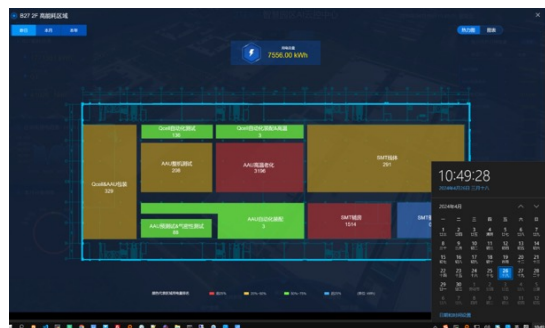
生产信息跟踪追溯，利用条形码、二维码、RFID、UWB 定位、5G 等技术，可将生产过程订单、物料、工艺、装备、人员、质量等信息相关联，结合中兴通讯自主开发的 iMES 系统，可实现生产过程信息追溯。在单板生产过程中使用在线 SPI、AOI 等检测设备，在整机生产过程中利用工位监控系统、测试项不良判异系统等，以及采用自研的机器视觉检测算法和智

能生产管控平台，实现产品生产过程中质量在线检测、自动判读及趋势分析，最终保证生产全流程的防呆防错。

在产品全流程整个生产过程中，通过 5G PDA 终端进行条码识别，将物料信息和生产程序做匹配，校验通过才能生产，否则报错预警停机。SMT 和加工环节，运用机器视觉技术，可以做到物料贴反、贴错等防错拦截。整机生产环节，运用机器视觉技术，拍照或者录制视频存档，并录入人员、产品等信息，以便追溯查询。信息流方面，iMES 可以根据条码信息实时查看物料所在的工艺节点，物流流方面，通过 UWB 定位、射频识别和条码技术，实时掌握物料所在位置。此外，产品质量追溯时，也可以根据条码查询到物料批次、供应商、加工信息（生产指令、生产日期、生产设备等）信息。

### ◎ 场景类型 19：生产能效管控

基于中兴数字星云，可以实现各种能耗数据的实时采集。南京滨江园区的能源消耗智能管控系统，可以对园区内实时能力消耗状态进行精准分析，并监测用能情况，对于超限异常进行及时响应和管理。同时，管理人员根据园区用能情况分析，有效指导园区的节能降耗工作。



目前已对园区 1800 多个分散在厂房和办公室的电表采用数传终端采集模式，其中部分

传感器接入 5G CPE，数据全部接入到园区平台上，进行能耗数据的实时采集和监测。本方案的实施，有效地解决了传统人工抄表模式无法满足企业对用能数据进行及时统计和分析的问题，同时通过用能数据的收集，为企业精细化的双碳管理提供了有效的依据，也为企业的用能需量提供了预测依据，引导企业实现高效用能和低碳发展。

## ◎ 场景类型 20：企业协同合作

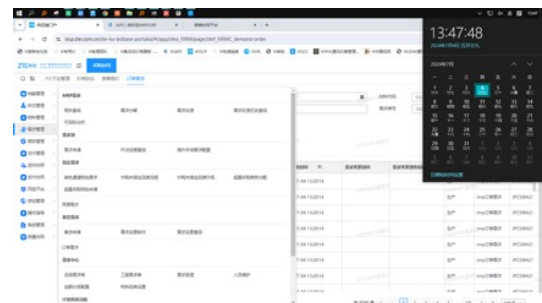
中兴通讯的 5G 产品工艺复杂，涉及物料 10 万+，通过客户协同、构建供应网络、物流协同实现网络协同制造。供应链计划协同优化覆盖端到端的全供应链业务，包括需求计划、S&OP、主生产计划、采购计划、生产计划和物料计划等，旨在实现各环节的紧密衔接与资源优化。

ICC（客户协同）系统，实现与客户协同，包括网上下单、配置协同、箱单协同等，快速

获取客户需求及变更，及时反馈订单进展。

iSRM（供应商关系管理）系统，实现供应商供应协同，包括供应商提供招投标、预测备料、订单与交期等信息交互能力，实现如 JIT，Normal，VMI 等多种模式。

iLMS（货运管理）系统，对接承运商，实现从材料进厂、厂内调拨、成品发运、区域派送、逆向、返修全场景全运输方式的全球货运智能一体化管理平台。



目前供应链计划协同优化系统已接入数千家上下游合作伙伴；实现交货周期缩短 42%，订单签订周期缩短 80%，材料运转周期缩短 67%，运周期缩短 39%。

## 五、建设价值

中兴通讯以滨江 5G 工厂为样板，将 5G+ 工业互联网深度融入生产与园区管理，实现提质增效：工业总产值增 41%，生产效率提 81%，单台能耗降 19%，5G 柔性化、云化 AGV、AR 协作等应用年均新增收益超 5300 万元，一次性节省投资约 2000 万元。

社会层面，滨江基地已成为全国 5G+ 工业互联网标杆，累计接待超 3 万人次、2000+ 批次客户，辐射 15 个行业 1000+ 企业，落地 100+ 创新场景，为上汽通用五菱、广汽、隆基等 60 余家龙头企业输出可复制方案，带动产业链数智化升级，形成显著的示范效应与生态集聚力。

湖北省武汉市

# 09. 长江计算服务器 5G 工厂

武汉长江计算科技有限公司

## 一、项目概述

武汉长江计算科技有限公司（2020 年成立，专注算力相关软硬件研发生产）的服务器智能制造工厂，依托 FitIN 工业互联网平台与 5G 网络构建 5G 全连接工厂。项目通过 5G 融合边缘计算、人工智能等技术，实现设备广泛互联，实时采集处理生产数据，监控优化制造流程，提升生产效率与产品质量。系统自动化智能化运作，降低人力、能耗及生产成本，打造服务器智能制造示范场景，助力行业数字化转型。

## 二、建设需求

长江计算服务器 5G 智慧工厂项目，是企业战略与数字化转型的关键举措，核心建设诉求明确：一方面，响应全球 5G + 工业互联网市场需求，推动 5G 与工业网络、软件、控制系统深度融合，推广相关解决方案，助力制造业数字化、网络化、智能化升级。另一方面，通过 5G 连接工厂设备与传感器，结合边缘计算、AI 等技术，实时采集处理生产数据，实现生产全流程监控优化，提升效率与质量，同时推动生产自动化智能化，减少人力与能耗，降低生产成本及损耗。

## 三、建设方案

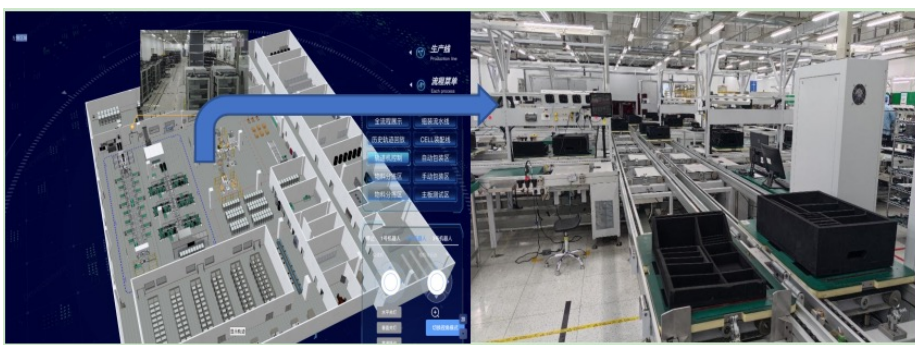
长江计算 5G 智慧工厂以“云 - 边 - 端”架构为核心，落地“2 种网络融合 + 1 套边缘云协同 + 4 大数据中台助力 + N 项应用落地”解决方案，端侧部署 5G 园区企业专网，连接工厂设备、机器与传感器，落地协同设计、生产优化等 N 项 5G 示范应用，采集全量生产数据以支撑自动化智能化运作；边侧依托边缘云协同架构，实时处理采集数据并结合 AI、大数据技术优化生产流程，降低时延、快速响应生产需求，减少损失浪费；云侧以长计 FitIN 2.0 工业互联网平台为核心，整合 4 大数据中台，实现协同仿真设计、万物互联资产运维、数据可视运营管理，为全局决策提供支撑。



## 四、应用场景

### ◎ 场景类型 1：生产单元模拟

对厂区内的各类设备和设施进行三维建模，精确再现其外观、结构以及运行细节。同时，重建各个工段、关键设备以及运行流程，以此为基础构建车间三维实景，并建立车间数字孪生平台。该平台能够实现车间产线全景的虚实结合展示，并能够融合多种数据，实时展现产品的生产流程、运行状态以及生产进度。通过5G采集网关，实时采集并上传生产设备的状态信息、工艺参数、生产加工数量、物料消耗、质量检验数据以及设备故障等信息，从而实现对设备状态和故障信息的数据感知，以及对过程工艺参数的监控和余料预警。



### ◎ 场景类型 2：柔性生产制造

利用5G专网技术对生产线设备进行无线化升级：在每个5G UPF资源池中部署融合网关设备，并为现有设备安装5G CPE网关，通过5G CPE实现与5G网络的接入，确保5G网络的无缝连接。经过改造的设备实现了无线连接，完成了“剪辫子”式的升级。在根据订单需求和设备产能调整生产线配置时，生产线的调整时间显著减少，从先前的14天缩短至4天，柔性调整的效率提升了三倍以上。



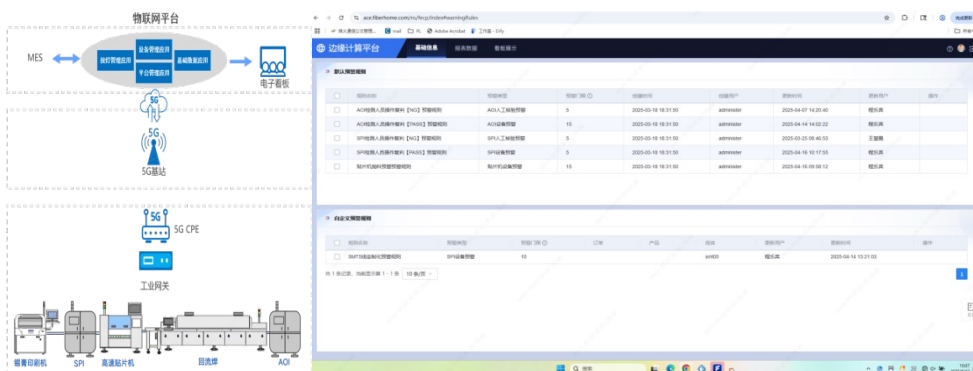
### ◎ 场景类型 3：机器视觉质检



在备料、装配、包装等环节引入机器视觉检测技术，针对生产过程中可能出现的内存条插装位置偏差、安装位置不当、配件种类不符、配件遗漏等问题进行有效识别和拦截，从而实现对人工的辅助或替代。

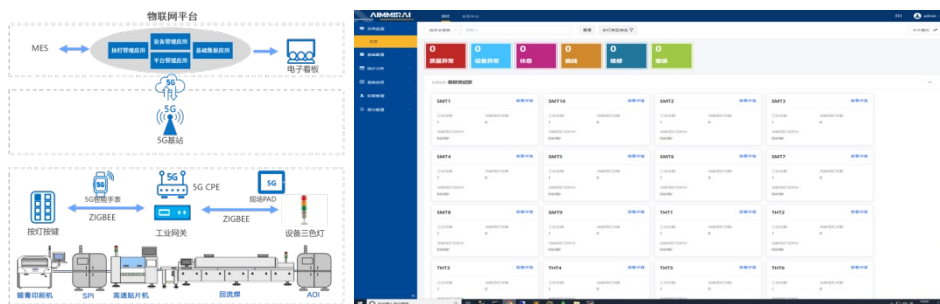
### ◎ 场景类型 4：工艺合规校验

利用 5G 与物联网技术，实现对设备数据的即时采集。通过边缘计算平台的监控与分析，对工艺参数进行自动识别与判断，及时发现参数偏差与质量异常，实现对工艺参数数据的实时比对，一旦工艺参数偏离预设阈值即触发系统告警。



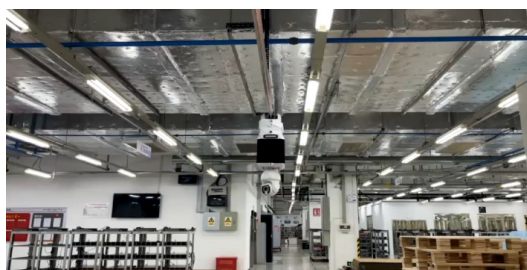
### ◎ 场景类型 5：设备故障诊断

通过构建现场 5G 网络和搭建物联网平台，采用三色灯管理系统，实时监测并采集生产制造设备的运行数据，自动推送异常事件，从而实现现场的闭环管理。



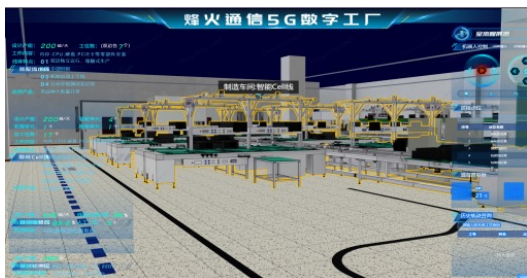
### ◎ 场景类型 6：无人智能巡检

在该场景中，部署了多台巡检机器人，它们配备了 5G 模块，并运行于空中轨道之上。这些机器人按照既定的时间表执行车间安全巡视任务，并通过 5G 通信链路将车间内的视频和图片资料传输至边缘 MEC 服务器。在边缘 MEC 服务器上，部署了人工智能系统，该系统能够主动识别传输而来的视频中潜在的安全隐患。最终，这些识别出的安全问题会被展示在安全管理员的终端电脑上，从而实现了多个工厂的远程自动巡检功能。



### ◎ 场景类型 7：生产现场监测

通过构建车间的三维实景，创建车间的数字孪生平台。对人员定位系统、生产设备、环境监控设备等进行 5G 技术升级，使其能够通过 5G 网络上传至三维实景进行对接，实现对厂区各类设备、设施的三维



建模，精确再现设备设施的外观、结构、运行细节，对各个工段、关键设备、运行流程等进行精确复原，实时展现产品生产流程、运行状态、生产进度等。

## ◎ 场景类型 8：厂区智能物流

本场景中，5G 网络用于保障自动引导车（AGV）运行中的通信需求。部署 5G 数据采集网关或 5G+CPE 设备，为现场 AGV 提供 5G 网络接入；覆盖车间 AGV 运行区域的 5G 网络，同步部署配套平台，搭建支撑现场设备数据传输的 5G 通信链路。通过这些措施，支持 WCS 系统调度 AGV，完成自动化货物装卸作业。



## ◎ 场景类型 9：生产能效管控

引入直流电智能监控系统，部署采集模块与 5G 传输模块，实现大规模终端海量数据秒级采集与电能使用状态实时监控。结合 APS 排程系统与云测试平台，经智能分析制定测试直流电使用策略，有效降低生产能耗、提升区域负载均衡性、提高电能资源利用率，同时优化排程效率。



## 五、建设价值

长江计算服务器工厂已建成覆盖 5000 平方米的 5G 混合专网，落地 5G + 智能物流、无人巡检、机器视觉质检等 12 个应用场景。2024 年工厂产值达 75 亿元，同比增长 134%。依托 5G 广连接、大带宽、低时延特性，工厂有效解决网络延迟、信号干扰、设备连接受限及移动性不足等问题，实现生产效率提升 30%、能源利用率提高 13%、运营周期缩短 20%、交付周期缩短 10%，产品质量达 5 西格玛水平。通过 5G 与工业互联网深度融合，工厂构建高可靠网络架构，达成全要素数据互联与智能化运维，显著提升生产、质量、物流及安全管理效能，成为电子制造领域高安全 5G 应用典型场景。

山东省青岛市

## 10. 海信视像科技 5G+AI 数智链接智能显示工厂

海信视像科技股份有限公司

### 一、项目概述

海信视像通过部署高速稳定的 5G 混合专网，利用 5G 工业网关实时采集全链路设备数据，结合边缘计算（MEC）就近快速处理信息，并依托自研“星海大模型”AI 能力打造基于区块链技术的供应链协同控制塔、AR/VR 远程专家运维、矩阵式柔性制造单元、AI 视觉在线检测等场景，构建起全要素互联、数据互通、智能决策的“智数云脑”平台，实现工厂生产全流程的毫秒级响应与精准调控，成为低延时、高可靠的 5G+AI 数智化基座。

### 二、建设需求

海信视像在推进智能化转型过程中，面临三大核心痛点：一是设备异构导致数据采集困难，老旧设备数字化改造成本高，制约全流程数据贯通；二是网络传输存在稳定性与安全性短板，影响数据实时同步，存在信息孤岛与传输失真风险；三是 AI 应用碎片化部署，缺乏统一平台支撑，难以形成价值链层面的协同重构。亟需建设 5G 工厂，以 5G 技术打通设备连接、数据传输与应用协同关键环节，构建全连接、高可靠的智能化生产体系。

### 三、建设方案

采用混合专网模式，以 3500 频段搭建网络，通过专用 DNN 本地分流实现企业数据园区内闭环。核心网侧将 UPF、NSSF 核心网元下沉，保障数据安全，配套华为边缘计算系统与自研工业互联网平台，形成“5G 专网 + 边缘计算 + 工业互联网”的完整架构，承载边缘计算、工业大数据等应用，且自研工业互联网标识解析企业节点并与二级节点连接。通过“云 - 网 - 边 - 端”全栈式协同与安全自主的数据闭环体系，构建具备内生安全、高效协同、弹性扩展特性的新一代 5G 智能工厂底座，为制造业全要素智能化升级提供核心支撑。

联合中国联通建设 5G 混合专网，部署 26 个基站实现园区全覆盖（密度 1000 台 / 平方公里），配套华为边缘计算系统（存储 80TB / 万兆带宽 / 时延 <10ms），构建了技术领先的云网融合底座。同步完成厂区 512 台装备网络化改造（关键设备 100% 联网），以工业互联网信息模型整合多源传感器数据流，创新性实现 5G+AI 驱动的 IT 与 OT 全栈融合，实现供应链协同、绿色智造全环节升级，形成“连接 - 数据 - 应用”闭环体系。为制造业提供了全要素数字化升级、全流程智能决策、全价值链增效的行业标杆实践。

## 四、应用场景

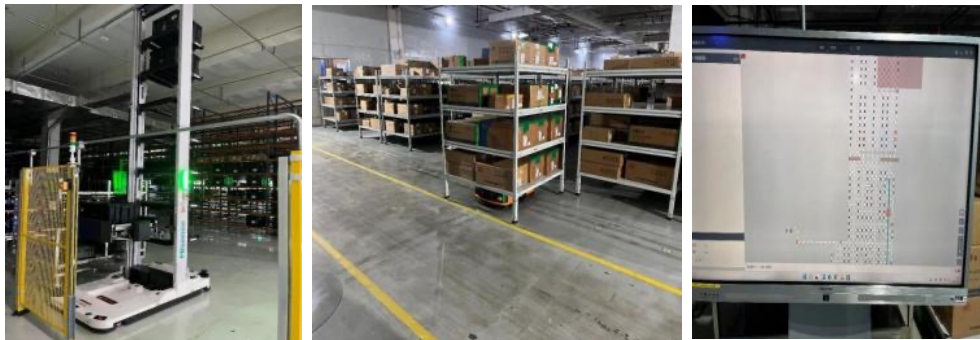
### ◎ 场景类型 1：生产过程溯源

海信视像通过深度整合 5G 超低时延网络与区块链分布式账本技术，在管理层构建构建了智能供应链管理平台。该平台依托 5G 毫秒级传输能力，实时采集生产、仓储、物流、销售全环节动态数据流，日均处理超 500 万条高并发信息；同时运用区块链构建可信协同底座，实现 100% 数据上链存储，确保信息不可篡改、全程可追溯，并通过智能合约自动执行协同规则。在边缘侧部署 5G+MEC 计算节点，本地化处理实时数据（如仓储视频分析、物流路径优化），降低云端负荷；核心数据则上传至云端进行深度 AI 分析（如需求预测、产能调度），形成“边缘敏捷响应 + 云端智能决策”的双引擎架构，支撑订单准时交付率达 99.7% 的行业标杆水平，实现全链路透明化管控与智能决策闭环。



### ◎ 场景类型 2：厂区智能物流

海信视像基于 5G 高速率、超低时延、广连接的核心能力与大数据分析技术，构建覆盖仓储管理、路径规划与运输监控的全链路智能体系。仓储端通过 5G 物联网设备实时采集数据，借助边缘计算预处理库存，并联动云端实现动态预测与自动补货，库存量降低 18%。厂内配送依托 5G 低时延，实现百台 AGV 高效协同与自动拣货，动态路径算法每 30 秒优化路线，结合多车避让策略，通道利用率提升 40%，配送准确率达 99.5%，人工干预频次降低 34%。融合 5G 与大数据的全链路物流体系，以厘米级定位与毫秒级响应重塑行业基准。



### ◎ 场景类型 3：虚拟现场服务

海信视像在推进数字化、网络化、智能化转型及新型工业化进程中，通过 5G 网络实现全域异构设备的灵活接入与数据统一采集，打通物理世界与数字系统的映射通道，进行实时传输与高精度建模，实现了物理工厂全要素的动态映射与深度虚实交互，并通过端到端加密传输与确定性网络保障，构建高安全、低时延的数据流通体系。5G 与边缘计算、AI 融合形成“云-边-端”智

能体，驱动虚拟现场服务与仿真应用，对生产流程进行精准仿真优化、实施预测性维护与实时质量优化、支撑柔性生产决策，最终形成覆盖协同研发、敏捷交付、动态服务的全流程智能化。



#### ◎ 场景类型 4：机器视觉质检

依托于工业级 5G 无线网络，整合边缘计算、深度学习和机器视觉等先进技术，实现电视制程关键质控工序的在线检测和智能判定。在边缘侧，基于 5G UPF 分流技术部署的 MEC 服务器集群，通过容器化集成 YOLOv8、Transformer 等先进算法，实现 200fps 图像处理速度与 5ms 内推理时延，支持检测模型动态加载与实时更新，单产线每小时数据传输量可突破 1TB，较传统 WiFi 方案效率提升 300%。通过多光谱成像技术，可精准识别 0.02mm 级微划痕、3 $\mu$ m 级凹凸及异色斑点等 300 余类缺陷，检测精度达 99.7%。借助动态反馈机制，形成“数据感知 - 智能诊断 - 策略生成 - 效果验证”的闭环管理链路，实现质量异常实时定位、全要素根因追溯及动态优化，驱动制造业质量体系向数据驱动力的预测性治理升级。

#### ◎ 场景类型 5：精准动态作业

海信视像的自动化生产场景，将 5G 技术与 AI、大数据及知识库等先进技术深度融合，构建了一个智能化、数字化的制造生态系统，为智能装备提供了稳定、高速的通信网络，实现了设备间的高效协同与精准控制。在点胶环节，自动点胶装备通过 5G 网络实时传输数据，结合 AI 算法优化胶量与路径，将点胶误差控制在 0.1mm 以内；底涂剂喷涂装备利用 5G 的低时延特性与大数据分析，精准调控涂敷厚度和宽度，将涂层均匀度提升至 98% 以上；面板精确卡合装备则通过 5G 的高速数据传输与 AI 视觉识别技术，面板定位精度控制在 0.2mm 以内。通过 5G、AI 与大数据技术的融合，实现了生产过程的实时监控与优化，使生产效率提升 21%，加工精度提升 50%，展现了技术与生产深度融合的量化价值与创新潜力。



#### ◎ 场景类型 6：现场辅助装配

海信视像依托 5G 技术的高带宽 (20Gbps) 与低时延 (1ms) 特性，结合 AI 大模型与专家知识库，构建了一套“感知 - 分析 - 决策 - 执行”的闭环专家智能系统。现场工程师佩戴搭载 5G

模组的AR眼镜，可将设备内部结构以3D形式投射至真实场景，远程专家通过实时标注与三维

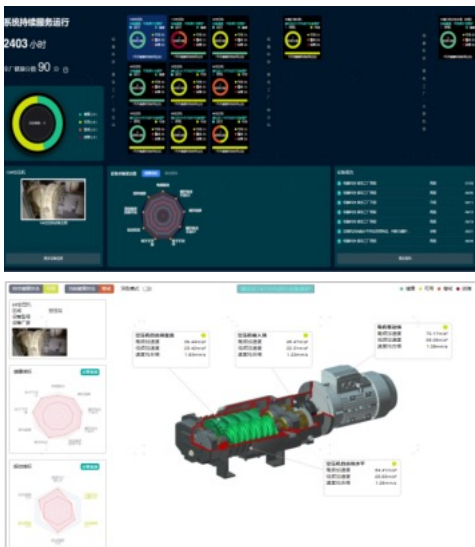


动画指导复杂维修流程，将平均故障修复时间（MTTR）缩短30%；同时，结合区块链技术记录操作轨迹与决策过程，形成可追溯的数字化工单，提升知识沉淀效率与跨区域协作响应速度，使设备运维效率提升16%；此外，基于5G+AR/VR

的智能巡检系统，支持生产线全景漫游与设备内部状态远程查看，结合历史维修记录与专家知识库，将异常识别效率提升23%，为工业设备全生命周期管理提供了智能化、数字化的解决方案。

## ◎ 场景类型 7：设备预测维护

海信视像依托5G技术特性，结合AI、大数据与循环神经网络（RNN）等先进技术，构建了一



套智能化、数字化的设备健康管理体系。通过智能传感器实时采集重点设备的振动、温度、电流、压力、流量等多维度运行参数，并利用5G网络将数据毫秒级回传至云端分析平台，运用AI故障诊断模型对海量数据进行深度学习与分析，实现设备故障的自动诊断与精准预测，将故障预测准确率提升至95%以上。基于设备健康诊断结果，系统自动生成包含备件清单、维修步骤的解决方案，快速推送至工程师终端，将故障响应时间缩短17%。结合大数据分析技术，对设备历史运行数据进行挖掘与建模，优化设备维护策略，将非计划停机时间减少13%。

## ◎ 场景类型 8：柔性生产制造

海信视像依托5G技术的高带宽与低时延特性，构建了一套高效、精准的产线作业管理与换型系统：BOP根据工艺路径设计完成作业指导书创建，并匹配线体建模数据关联到现场硬件设备ID，实现作业指导书的自动分配；MES根据生产计划工单队列信息，提前获取作业指导书并通过5G网络缓存至现场智屏。中控系统通过5G网络进行条码信息采集或RFID读取，识别机型变化后自动切换作业指导书，将换线时间缩短45%；同时，在产品换型后，中控系统通过5G网络读取SN信息并解析，请求MES获取产品配方，再通过5G网络将配方下发给PLC完成设备配方的柔性切换，基于5G网络的实时数据传输与智能调度，实现了生产指令的快速响应与精准执行。



### 场景类型 9：生产能效管控

海信视像依托 5G 网络，结合 AI、大数据与数字孪生技术，构建了一套覆盖能源生产、传输、调配与使用全链条的实时监测与优化体系：通过智控能源采集网关对空调机组、空压机等高耗能设备的电流、电压、流量、压力等运行参数进行毫秒级采集，并利用边缘计算节点预处理异常数据，形成多维度的能源画像。系统通过 AI 算法构建设备能效模型，动态分析设备负载曲线，结合生产计划与峰谷电价策略，智能优化设备启停时序与功率输出。同时，整合电网、水务、燃气调度等子系统数据，构建“源 - 网 - 荷 - 储”协同调控模型，实现电力调峰、管网压力平衡、热力供需匹配的联动优化，实时监控用能强度等指标，自动生成能效对标报告与节能潜力分析，综合能耗降低 13.1%。



## 五、建设价值

### 1. 经济价值

海信视像依托 5G、AI、大数据等先进技术，构建了 5G 智能工厂方案与家电全流程智能制造系统，覆盖电视模组、装配等 72 项设备数控化技术，显著提升了生产效率，UPH 提升 28%。改造后年增产能 80 万台、销售收入 11 亿元、利润 3900 万元，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

海信视像做为显示产业链主企业，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 500+ 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”全过程中，为“双碳”目标落地提供了可推广的实践路径。

广东省深圳市

## 11. 鸿合 5G 工厂

深圳市鸿合创新信息技术有限责任公司

### 一、项目概述

深圳市鸿合科技股份有限公司是一家集研发、设计、生产、销售等经营环节于一身的智能交互显示大屏生产企业。鸿合 5G 工厂项目通过构建统一的智能制造信息平台并实现与现有信息化系统（ERP、PLM、MES、OA、SRM）或工具进行集成，实现信息互通、生产全过程可视化、质量全过程管控和追溯等，打造高效协同、敏捷响应、透明制造、快速追溯、短生产周期、高品质的制造过程数字化管理体系，实现核心业务的精益化与数字化。

### 二、建设需求

鸿合公司在生产大屏过程中存在以下痛点问题：（1）大屏产品 A 面外观质检受环境、缺陷多样性等因素影响，传统质检方式效率与质量偏低；（2）部分关键区域公网覆盖不足，企业数据安全与隐私保障需求迫切；（3）自动化设备增多但仍依赖人工管理，监控效率低且存在检测不到位风险；（4）质量管理数据分散、信息延迟失真，追溯难度较大。亟需建设 5G 工厂，以解决网络覆盖与安全可控问题，提升设备管理、外观质检及质量管理的智能化水平，实现生产过程的高效可控与全流程追溯。

### 三、建设方案



项目基于 5G 全连接工厂建设指南，充分利用以 5G 为代表的新一代信息通信技术集成，打造新型工业互联网基础设施，改造原有大屏生产现场，形成生产单元广泛连接、信息 (IT) 运营 (OT) 深度融合、数据要素充分利用、创新应用高效赋能的先进智能工厂。

通过 5G 混合专网的建设，实现生产制造全流程的智能化，打造 5G 工厂，快速满足终端企业个性化需求。在鸿合创新使用了主流的专网组网模式：UPF 下沉模式，采用联通自研 5G 专网一体机，该模式基于增强覆盖和边缘计算技术，实现本地流量卸载、边缘数据处理，满足企业对数据不出场、超低时延等业务需求。完成工厂重点生产区域（含无尘车间）共计约 13000 m<sup>2</sup> 5G 信号覆盖，使用 rHUB 3 台，pRRU 30 台。

云侧使用深信服超融合 aCloud。边缘侧采用联通自研 5G 专网一体机。端侧设备均直接或间接通过 5G 专网接入生产网络。其中，非移动类设备通过 5G CPE 组成“一对多”局域网模式，即上联采用 5G，下联采用 wifi 或有线方式连接到具体生产设备；移动类设备通过插入 5G 物联网卡、加装 5G CPE 和 5G 工业网关方式接入 5G 专网。

## 四、应用场景

### ◎ 场景类型 1：厂区智能物流

5G+ 无人叉车通过自动化搬运和上下料，解决了传统人工转运效率低、响应慢的问题，尤其适合狭窄车间通道内的物料搬运，确保物流信息可追溯。相比传统 WiFi 易受干扰、切换时丢包的问题，5G 专网结合生产与仓库区域专网覆盖，利用 5G 专网的低延时和稳定性，避免了信号中断和调度延迟，实现毫秒级响应和自动化产线协同作业，大幅提升物流效率。



### ◎ 场景类型 2：生产现场监测

#### (1) 5G+VOCs

5G+VOCs 采用 5G 专网覆盖无线传输数据，利用 5G 专网低延时特性，采集无尘车间内的挥发性有机物浓度数据，实时监测生产环境状态，结合边缘计算和流体力学模型，构建溯源数据库。系统可精准识别异常泄漏时段，分析气象参数与泄漏关联性，并调用模型库快速定位泄漏源，实现从监测到溯源的闭环管理，保障车间环境安全。



#### (2) 5G+ 静电监控系统

5G+ 静电监控系统，利用 5G 专网低延时，高稳定性的特点，通过连接腕带测试仪、离子风机等设备，构建覆盖大屏产线全工位的智能防护网络，实时传输数据至管理平台与终端看板，实现静电状态动态监控、异常预警及失效提示，确保静电监测设备不掉线，解决传统人工巡检效率低、数据追溯难的问题，确保静电敏感工位的防护有效性。



构建覆盖大屏产线全工位的智能防护网络，实时传输数据至管理平台与终端看板，实现静电状态动态监控、异常预警及失效提示，确保静电监测设备不掉线，解决传统人工巡检效率低、数据追溯难的问题，确保静电敏感工位的防护有效性。

### ◎ 场景类型 3：设备协同作业

依托 5G 网络低时延、高可靠的传输能力，通过 5G 工业网关和 CPE 为连接枢纽，实现 AGV 与线边码垛机械手的精准协同作业的体系。通过 5G 实时调度系统，AGV 将物料运抵指定工位后，自动触发机械手协同信号，实现精准定位与实时抓取配合，全程无缝衔接。该系统与 MES 深度融合，实时接收订单与工艺数据，动态调整物料流转节拍，支持多设备并行作业与实时避障，大幅提升产线协同效率和物料流转精度，降低人工作业干预，实现从仓储到产线的全流程无人化智能作业闭环。



### ◎ 场景类型 4：设备故障诊断

基于 5G 设备管理平台，通过 5G 专网低延时特性，实时获取设备控制器级故障信息（如告警代码、运行状态），并通过 5G 传输至维护端构建故障知识库。系统可自动处理轻度故障（如有序断电 / 重启），严重故障则由远程专家指导维修，实现设备全流程监控与智能诊断，显著提升设备管理效率和生产稳定性。

时间	报警内容	报警级别	报警位置	报警类型	报警处理人	报警处理时间
2025-08-13 19:40:11	报警内容: 线边: L2, 设备编号: 400019, 设备名称: 外抛成型机, 设备状态已报警5分钟待异常, 请相关负责人及时处理!	严重	线边: L2	设备故障	张三	2025-08-13 19:40:11
2025-08-13 18:00:22	报警内容: 线边: L2, 设备编号: 400037, 设备名称: 自动升降机械手, 设备状态已报警5分钟待异常, 请相关负责人及时处理!	严重	线边: L2	设备故障	李四	2025-08-13 18:00:22
2025-08-13 17:23:46	报警内容: 线边: L2, 设备编号: 400037, 设备名称: 自动升降机械手, 设备状态已报警5分钟待异常, 请相关负责人及时处理!	严重	线边: L2	设备故障	王五	2025-08-13 17:23:46
2025-08-13 17:21:22	报警内容: 线边: L2, 设备编号: 400016, 设备名称: 抓手, 设备状态已报警5分钟待异常, 请相关负责人及时处理!	严重	线边: L2	设备故障	赵六	2025-08-13 17:21:22
2025-08-13 17:02:13	报警内容: 线边: L2, 设备编号: 400059, 设备名称: CC自动送料机器人, 设备状态已报警5分钟待异常, 请相关负责人及时处理!	严重	线边: L2	设备故障	孙七	2025-08-13 17:02:13
2025-08-13 17:02:13	报警内容: 线边: L2, 设备编号: 400016, 设备名称: 抓手, 设备状态已报警5分钟待异常, 请相关负责人及时处理!	严重	线边: L2	设备故障	李八	2025-08-13 17:02:13
2025-08-13 17:00:22	报警内容: 线边: L2, 设备编号: 400016, 设备名称: 抓手, 设备状态已报警5分钟待异常, 请相关负责人及时处理!	严重	线边: L2	设备故障	王九	2025-08-13 17:00:22
2025-08-13 17:00:22	报警内容: 线边: L2, 设备编号: 400016, 设备名称: 抓手, 设备状态已报警5分钟待异常, 请相关负责人及时处理!	严重	线边: L2	设备故障	张三	2025-08-13 17:00:22

### ◎ 场景类型 5：设备预测维护

依托 5G 网络低时延、大带宽的特性，广泛接入设备各类传感器与控制器，实时采集振动、温度、压力等多维度运行数据并传输至云端分析平台。基于设备全生命周期数据，构建关键部件数字孪生模型，通过机器学习算法动态分析数据趋势与故障特征，精准预测潜在故障并自动生成预防性维护策略。系统可实现：（1）设备保养，依据实时健康度生成保养任务，支持动态调整与履历追溯；（2）设备润滑，基于运行时长与工况自动触发润滑计划，减少人工干预；（3）精度检验，根据预设阈值及实际磨损状态生成检验任务，自动记录偏差数据；（4）特种设备管理，实时监控检验周期与合规状态，超期自动预警并锁定设备。形成从状态感知、智能诊断到维护执行的预测性维护闭环，显著提升设备可靠性与管理精细化水平。

设备ID	设备名称	健康度	报警级别	报警位置	报警类型	报警处理人	报警处理时间
400001	自动升降机械手	良好	无报警	线边: L2	设备运行	张三	2025-08-13 17:00:22
400002	外抛成型机	良好	无报警	线边: L2	设备运行	李四	2025-08-13 17:00:22
400003	抓手	良好	无报警	线边: L2	设备运行	王五	2025-08-13 17:00:22
400004	CC自动送料机器人	良好	无报警	线边: L2	设备运行	赵六	2025-08-13 17:00:22
400005	自动升降机械手	良好	无报警	线边: L2	设备运行	孙七	2025-08-13 17:00:22
400006	外抛成型机	良好	无报警	线边: L2	设备运行	李八	2025-08-13 17:00:22
400007	抓手	良好	无报警	线边: L2	设备运行	王九	2025-08-13 17:00:22
400008	CC自动送料机器人	良好	无报警	线边: L2	设备运行	张三	2025-08-13 17:00:22
400009	自动升降机械手	良好	无报警	线边: L2	设备运行	李四	2025-08-13 17:00:22
400010	外抛成型机	良好	无报警	线边: L2	设备运行	王五	2025-08-13 17:00:22

### ◎ 场景类型 6：生产过程溯源

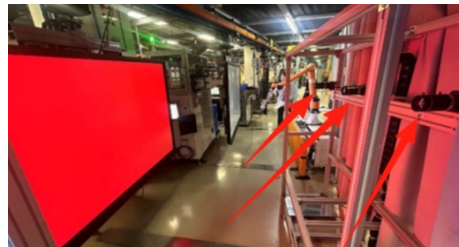
传统生产管理存在质量数据滞后、人工统计失真、异常响应慢、追溯困难等问题，生产过程依赖经验管理，人机料协同低效。通过 SAP 系统+MES 系统，实现来料 / 过程 / 成品全流程检验、异常实时预警和可视化分析；同时建设生产执行系

工序ID	工序名称	物料ID	物料名称	报警级别	报警位置	报警类型	报警处理人	报警处理时间
1000001	来料检验	1000001	物料A	严重	线边: L2	设备故障	张三	2025-08-13 17:00:22
1000002	来料检验	1000002	物料B	严重	线边: L2	设备故障	李四	2025-08-13 17:00:22
1000003	来料检验	1000003	物料C	严重	线边: L2	设备故障	王五	2025-08-13 17:00:22
1000004	来料检验	1000004	物料D	严重	线边: L2	设备故障	赵六	2025-08-13 17:00:22
1000005	来料检验	1000005	物料E	严重	线边: L2	设备故障	孙七	2025-08-13 17:00:22
1000006	来料检验	1000006	物料F	严重	线边: L2	设备故障	李八	2025-08-13 17:00:22
1000007	来料检验	1000007	物料G	严重	线边: L2	设备故障	王九	2025-08-13 17:00:22
1000008	来料检验	1000008	物料H	严重	线边: L2	设备故障	张三	2025-08-13 17:00:22
1000009	来料检验	1000009	物料I	严重	线边: L2	设备故障	李四	2025-08-13 17:00:22
1000010	来料检验	1000010	物料J	严重	线边: L2	设备故障	王五	2025-08-13 17:00:22

统（MES），通过 5G 专网传输生产现场数据，包括设备数据，生产现场监测数据等，以动态调度为核心，通过工艺 / 条码 / 人员等模块实现全要素数字化闭环管理，最终达成质量可追溯、生产透明化的智能制造目标。

### ◎ 场景类型 7：机器视觉质检

5G+ 大屏外观检测系统通过自动化移动平台分区扫描和多色光拍照，快速捕获屏幕瑕疵特征，利用 5G 专网低延时、大带宽特点，实时回传图像数据至服务器侧进行 AI 算法分析，实现高精度瑕疵识别。系统集成数据标注、算法训练工具，支持瑕疵统计、质量预警及 NG 品追溯，并与 MES 系统联动，实时比对历史瑕疵数据复判结果，显著提升检测效率与精度，降低人工依赖。



降低人工依赖。

### ◎ 场景类型 8：厂区智能理货

5G+ 大屏外观检测系统通过自动化移动平台分区扫描和多色光拍照，快速捕获屏幕瑕疵特征，利用 5G 专网低延时、大带宽特点，实时回传图像数据至服务器侧进行 AI 算法分析，实现高精度瑕疵识别。系统集成数据标注、算法训练工具，支持瑕疵统计、质量预警及 NG 品追溯，并与 MES 系统联动，实时比对历史瑕疵数据复判结果，显著提升检测效率与精度，降低人工依赖。



## 五、建设价值

### 1. 经济价值

项目建成后：

(1) 生产线每小时产出（UPPH）显著提升；截至 2024 年，相比 19 年 UPPH 指标由 0.16 提升至 0.35，累计提升 118.7%。

(2) 生产制造人力直间比逐年上升；截至 2024 年，相比 21 年人力直间比由 2.9 提升至 3.6，累计提升 26.8%。

(3) 生产单台制造费用逐年下降；截至 2024 年，相比 19 年单台制费由 281 元降至 186 元，累计下降 33.8%。

(4) 直行不良率逐年下降；截至 2024 年，相比 20 年直行不良率由 3.2% 降至 1.5%，累计下降 53%。

(5) 产品售后不良逐年下降；截至 2024 年，相比 20 年售后返修率由 2.5% 降至 1.2%，累计下降 52%。

### 2. 社会价值

本项目打造全国性 5G 工业专网标杆，实现“一张网”覆盖鸿合生产基地，树立 IFPD 制造业‘数字化设备 +5G’智能化升级的行业标杆。

浙江省衢州市

# 12. 浙江创柔 5G 工厂

浙江创柔显示科技有限公司

## 一、项目概述

浙江创柔显示科技有限公司，成立于2023年9月，主要业务为UTG超薄柔性玻璃研发与产业化。其主要产品UTG超薄柔性玻璃主要应用在折叠手机、便携设备、可穿戴显示、车载显示等高科技领域。24年底公司产线建成，开始步入生产阶段前，公司便开始考虑产线智能化、自动化提升的策略布局，主要从网络建设、设备改造、应用系统建设等方面推进信息化提升项目落地，以达到生产、运营系统性提升的目的。

## 二、建设需求

建设5G工厂需满足贴合行业特性的定制化需求，包括适配高精度场景的技术方案、控制设备改造成本，并明确精度、效率与成本等可量化价值指标。在推进新型工业化过程中，面临建设与生产并行的挑战，即改造设备可能干扰现有产线稳定运行，需通过合理生产计划实现协同推进。此外，新系统与模式对员工操作能力提出新要求，企业通过长期系统性培训帮助员工顺利适应，目前已基本实现熟练应用。

## 三、建设方案

厂区现场升级以“设备网络化、系统融合化、应用智能化”为路径，聚焦UTG生产核心环节的痛点改造，具体包括三大方向：

**网络建设方面：**全厂部署5G网络，同时生产现场配备物联网专线及室分（信号增强）装置，使网络数据传输速率以满足生产数据传输需求。

**设备改造方面：**全厂搭建自动化流水线，实现前后工序联动作业，同时导入在线视觉质检设备，推进产线良品快速识别，加快生产效率。

**应用系统建设方面：**运用MES、ERP、OA等系统落地日常生产数据管理，同时导入工业互联网平台、物流管理系统、生产监控系统，实现专项管控。

结合UTG生产场景特性，部署5G融合应用，解决精度、效率、安全三大核心痛点。

通过上述架构搭建、基础设施建设与现场升级，UTG企业可实现生产精度、效率与安全的三重提升，既适配折叠终端、车载显示等高端市场的需求，又符合新型工业化“高端化、智能化、绿色化”的发展要求。

## 四、应用场景

### ◎ 场景类型 1：远程设备操控

采用 5G CPE 作为网络接入终端，实现 DCS 客户端与核心控制系统的 5G 高速互联。依托 5G 低时延（ $\leq 10\text{ms}$ ）特性，操作人员可在客户端远程实时下发设备启停、工艺参数调整等控制指令，指令响应准确率达 100%；同时借助 5G 高带宽优势，设备运行参数、实时工况及故障警报等数据实现毫秒级高效回传，形成“指令下发 - 数据反馈”闭环。该场景突破传统有线操控限制，提升设备运维响应速度，保障 UTG 生产关键环节连续稳定运行。



### ◎ 场景类型 2：设备协同作业

采用 5G CPE 实现各工序设备网络接入，构建 UTG 生产全流程数据协同链路。面部质检工序完成检测并判定合格后，质检数据通过 5G 网络实时上传至系统中枢；系统同步将指令下发至自动切割设备，触发切割作业。切割完成后，测厚仪快速采集产品厚度数据并上传，数据经校验合格后，取纸和包装机器人即时接收指令启动包装流程。整个过程依托 5G 低时延特性，实现工序间数据传输时延  $\leq 10\text{ms}$ ，作业衔接等待时间缩短，大幅提升生产流程连贯性与自动化水平。



### ◎ 场景类型 3：机器视觉质检

在 UTG 在线切割工序后部署边部检查机，采用 5G CPE 接入 5G 专网实现网络连通。产品切割完成后，边部检查机快速开展视觉质检，精准捕捉边部平整度、崩边、裂纹等缺陷信息。依托 5G 专网低时延、高可靠特性，检测数据实时传输至 MES 系统，传输时延  $\leq 10\text{ms}$ ，数据准确率达 100%。系统同步自动生成产品质检电子台账，实现质检数据可追溯、可分析，为后续工艺优化提供数据支撑，提升质量管控的精准度与效率。



### ◎ 场景类型 4：工艺合规校验

采用 5G CPE 实现 DCS 客户端与 DCS 系统的稳定接入，构建工艺参数实时监控与校验体系。操作人员在客户端可动态监控窑炉温度、压力等关键工艺参数，同步预设各参数安全阈值。依托 5G 低时延特性，设备实时采集的工艺数据秒级回传至系统，当检测到窑炉温度等参数超差时，系统立即触发声光告警并推送预警信息至相关责任人。该场景实现工艺合规校验响应时延  $\leq 5\text{ms}$ ，超差处置及时率提升，保障 UTG 生产工艺稳定性与合规性。



### ◎ 场景类型 5：设备故障诊断

采用 5G CPE 实现 MES 系统与生产设备的网络接入，构建设备运行状态在线监测体系。系统实时采集设备电流、温度、振动等运行参数，依托 5G 高带宽特性实现数据秒级回传与分析。当设备出现异常停机时，系统快速触发声光告警，同步生成故障记录台账，详细记录停机时间、故障类型、参数异常值等信息。运维人员可通过 MES 系统远程查看故障详情，缩短故障排查时间。该场景使设备故障响应时延  $\leq 8\text{ms}$ ，故障处理效率提升，减少非计划停机损失。

### ◎ 场景类型 6：生产现场监测

采用 5G CPE 实现 5G 终端与现场摄像头监控系统的稳定接入，构建全场景生产现场监测体系。管理人员通过 5G 终端可实时访问分布于车间关键区域的高清摄像头，实现对人员操作规范、设备运行状态、物料堆放安全等场景的远程可视化监测。依托 5G 高带宽特性，视频画面传输流畅无卡顿，分辨率达 4K 级。当监测到人员违规操作或安全隐患时，可实时发出预警并留存影像记录，实现现场安全与操作流程合规性管控覆盖率提升，风险处置响应

时间大幅缩短。

### ◎ 场景类型 7：全域物流监测

通过 5G 网络实现物流在线监测系统与公司车辆定位装置的网络互联，构建设备物资运输全链路监测体系。系统实时采集运输车辆定位信息、车厢温湿度、货物状态等数据，依托 5G 广连接与高可靠特性，实现数据实时回传与动态更新。管理人员通过监测平台可直观跟踪车辆行驶轨迹、物资运输进度，精准把控产品从工厂到客户的到货节点。当出现路线偏离、温湿度异常等情况时，系统自动触发预警，保障 UTG 产品运输过程安全可控。

### ◎ 场景类型 8：生产能效管控

在厂区水电气关键节点部署智能传感器，采用 5G CPE 实现传感器与上位机的网络接入，构建设备能耗全维度采集体系。传感器实时采集水、电、气消耗数据，经上位机汇总处理后，通过 5G 网络高速传输至能耗管理平台，数据传输时延  $\leq 10\text{ms}$ ，采集准确率大幅提升。平台对能耗数据进行多维度分析，生成能耗趋势报表、工序能耗占比等可视化结果，精准识别高能耗环节。管理人员依据分析结果制定节能方案，实现能效动态优化。

## 五、建设价值

### 1. 经济价值

项目通过减少产品报废、压缩人工与物流成本，有效实现了降本增效，夯实了企业核心竞争力。同时，生产响应速度与资源周转效率的提升，缩短了产线切换与交付周期，进一步强化了市场交付能力。从长远看，通过切入高端应用场景并增强客户合作粘性，企业成功构建了技术壁垒与差异化优势，实现了从成本控制到价值创造的空间拓展。

### 2. 社会价值

项目不仅通过赋能上游设备材料产业、支撑下游终端创新，推动了产业链向高端化、协同化升级，还通过降低高危环节风险、改善劳动条件，切实提升了安全生产水平与产业工人权益保障。此外，项目通过为细分行业提供绿色转型样本，助力“中国制造”品牌升级，是践行绿色低碳理念、支持国家“双碳”目标实现的具体实践。

江苏省南通市

# 13. 日达智造 3C 产品金属机构件 5G+ 智能工厂

日达智造科技（如皋）有限公司

## 一、项目概述

日达智造是立讯精密切集团子公司，2020 年成立，专注计算机、通信设备及汽车零部件制造，深耕智能制造。公司联合电信企业建设 5G 工厂，实现生产、仓储、研发全域 5G 专网覆盖，依托网络切片保障数据 $\leq 10\text{ms}$  低时延、99.999% 高可靠传输。项目打通 IT 与 OT 系统壁垒，落地 18 个典型应用场景，通过“5G + 数字化平台”融合 AI 与大数据，实现设备云端互联、数据驱动决策，生产计划响应提速 50%，人工成本降 40%，异常处理效率升 60%，全流程精细化管控成效显著。

## 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，日达智造面临多重瓶颈：生产现场传统网络时延高、覆盖弱，设备与系统数据传输卡顿，难以支撑实时控制需求；各环节数据割裂形成“信息孤岛”，依赖人工记录与分析，导致质量缺陷难以及时识别、设备故障响应滞后；生产调度依赖经验判断，多品种生产切换效率低，柔性制造能力不足；同时存在数据安全防护薄弱、复合型技术人才短缺等问题，制约转型深化。

建设 5G 工厂具有极强必要性，是突破转型瓶颈的关键支撑。需求主要包括：网络层面需搭建低时延、大连接的 5G 专网，解决复杂车间信号覆盖与设备互联难题，保障数据安全隔离；数据层面需构建全域采集与智能分析体系，融合 AI 技术实现质量预测与设备预测性维护；应用层面需落地数字孪生、智能调度等场景，提升生产柔性效率；安全层面需建立多层级防护体系，配套监测与应急机制，同时适配行业特性打造定制化解决方案。

## 三、建设方案

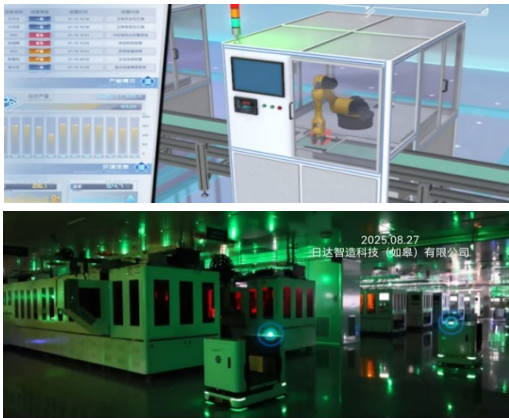
日达智造 5G 工厂以“云-边-管-端”四层协同架构为核心，构建全要素互联、全流程智能的工业体系。端侧完成 CNC 机床、机器人等生产设备的数字化改造，加装智能传感器与 5G 模组，适配 AGV、智能终端等设备，打通全域数据入口，实现设备状态实时采集与远程操控。管侧以 5G 专网为核心融合工业以太网，通过部署宏基站、微基站及室分天线实现全域覆盖，依托网络切片技术划分独立带宽，保障 $\leq 10\text{ms}$  低时延、99.999% 高可靠及每平方公里 100 万连接数的传输能力。边侧部署边缘计算节点，就近处理实时控制、数据过滤等业务，降低云端算力压力，确保生产指令快速响应。云侧搭建工业互联网平台，整合 MES、CMMS 等系统数据，结合本地工业数据中心与数据中台的 PB 级存储及标准化管理能力，提供智能分析、数字孪生等服务。同时配套升级车间供电、机房等能源与安全设施，通过 AR 远程协助、5G+AGV、机器视觉等场

景数字化升级，以及厂区三维可视化建模，实现生产全流程透明化、智能化管控与作业安全保障。

## 四、应用场景

### ◎ 场景类型 1：生产单元模拟

通过 5G 技术赋能生产单元模拟，部署 5G 微基站保障设备低时延联网。基于数字孪生构建生产单元三维模型，复刻全要素并模拟多工况，依托 5G 实现虚实数据 $\leq 10\text{ms}$  实时同步，新产线调试周期缩短 40%，试产物料损耗降低 35%。



### ◎ 场景类型 2：协同研发设计

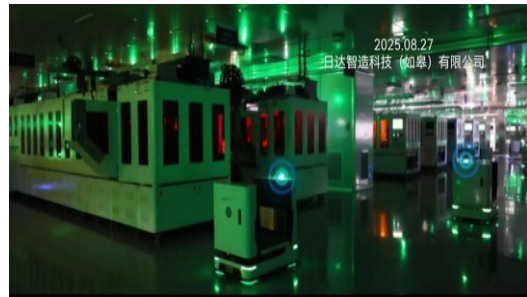
将 5G 技术贯穿研发设计与生产全环节，搭建跨地域协同研发平台，整合各类数据支持在线协作。依托 5G 大带宽传输超 100MB 高清三维设计模型，实现多地实时协作，跨厂沟通效率提升 50%，设计迭代周期缩短 30%。



### ◎ 场景类型 3：柔性生产制造

凭借 5G 技术赋能生产，改造产线控制单

元接入 MES 系统，配置柔性输送线与智能工位。依托 5G 百万级大连接实现设备实时互联、动态调令，产品换产时间缩短 60%，单产线兼容产品种类从 3 种提升至 8 种。



### ◎ 场景类型 4：远程设备操控

以 5G 独立专网 + 边缘节点赋能设备远程操控，为 CNC 机床、机器人加装远程控制模块，搭建中控操作平台。依托 5G  $\leq 15\text{ms}$  低时延高可靠特性，实现指令实时下达，设备操作人员减少 30%，偏远工位运维成本降低 45%。

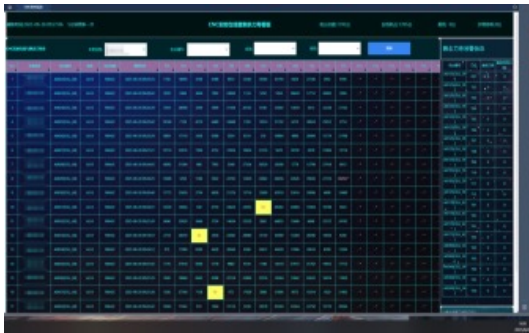


生产时间	产量	合格率	时间	产量	合格率
08:00-09:00	709	100.00%	20:00-21:00	0	100.00%
09:00-10:00	702	100.00%	21:00-22:00	0	100.00%
10:00-11:00	714	100.00%	22:00-23:00	0	100.00%
11:00-12:00	700	100.00%	23:00-00:00	0	100.00%
12:00-13:00	719	100.00%	00:00-01:00	0	100.00%
13:00-14:00	703	100.00%	01:00-02:00	0	100.00%
14:00-15:00	709	100.00%	02:00-03:00	0	100.00%
15:00-16:00	0	100.00%	03:00-04:00	0	100.00%
16:00-17:00	0	100.00%	04:00-05:00	0	100.00%
17:00-18:00	0	100.00%	05:00-06:00	0	100.00%
18:00-19:00	0	100.00%	06:00-07:00	0	100.00%
19:00-20:00	0	100.00%	07:00-08:00	0	100.00%
总计	4827	100.00%	总计	0	100.00%
产能利用率	101.80%		产能利用率	0.00%	

### ◎ 场景类型 5：设备协同作业

以 5G 专网赋能设备协同，构建设备协同调度系统关联产线各类设备，实现工序衔接自动化。通过 5G 保障设备间数据实时交互，

设备 idle 时间缩短 25%，工序衔接效率提升 40%。

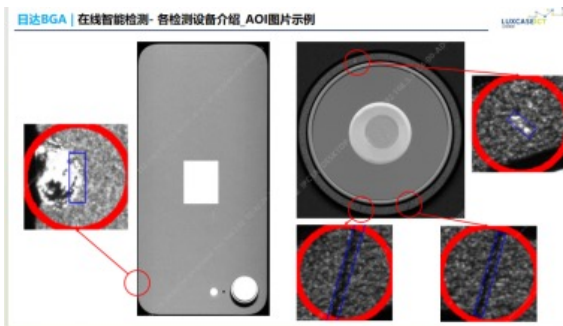


### ◎ 场景类型 6：精准动态作业

以 5G 专网赋能精准动态作业，在工位部署智能终端与定位系统，实时采集人员、物料、设备位置信息。依托 5G  $\leq 1$  米高精度定位，实现人料实时匹配与指令精准推送，任务分配效率提升 55%，作业错漏率降低 60%。

### ◎ 场景类型 7：机器视觉质检

以 5G 专网赋能机器视觉质检，在产线关键工位部署高清工业相机与 AI 分析模块。依托 5G 大带宽实时传输 30 帧 / 秒高清图像，AI 分析响应  $\leq 200\text{ms}$ ，质检效率提升 80%，漏检率从 1.5% 降至 0.1%。



### ◎ 场景类型 8：工业合规校验

以 5G 专网赋能工业合规校验，搭建合规校验平台整合生产、设备、质量等数据，自动比对行业与企业规范。依托 5G 实时传输全流程数据，合规校验时间缩短 70%，违规问题发现及时率提升 95%。



**数据采集与整理**  
CAE工程师负责设计合理的仿真实验方案，获取全面且准确的仿真数据。你需在航空发动机叶片制造工艺仿真中，采集不同材料参数、加工工艺条件下的应力、应变、温度等数据，并对其进行整理，为后续分析做准备。



**模型建立与验证**  
运用专业知识建立高精度的CAE模型，模拟实际工艺过程。以压铸工艺为例，建立包含模具、合金等多物理场耦合的模型。同时，通过与实际生产数据对比验证模型准确性，确保模型。



**结果分析与建议**  
对仿真结果进行深入分析，提取关键信息。如在电子芯片封装工艺的仿真中，分析温度分布确定热点位置。基于分析结果，为工艺优化提供具体建议，如调整散热片结构或材料，帮助提升散热效率。



**协同与沟通**  
与工艺工程师、生产人员等部门团队协作工作，将仿真结果以易懂方式传达给相关人员。共同探讨优化方案，增加在冲压工艺优化中，与操作人员沟通，根据仿真建议调整打印参数。

### ◎ 场景类型 9：设备故障诊断

以 5G 专网赋能设备故障诊断，为设备加装多类传感器，搭建集成 AI 算法的故障诊断系统。依托 5G 实时传输 100Hz 采样频率的传感器数据，设备故障识别准确率达 92%，故障排查时间缩短 65%。



设备名称	故障类型	发生次数	持续时间	影响范围	处理状态
设备A	温度异常	15	2-5分钟	局部	已修复
设备B	振动超标	8	1-3分钟	局部	待检修
设备C	压力波动	22	5-10分钟	局部	已修复
设备D	流量异常	10	3-7分钟	局部	待检修
设备E	速度异常	18	1-4分钟	局部	已修复

### ◎ 场景类型 10：设备预测维护

以 5G 专网赋能设备预测维护，基于设备历史与实时运行数据构建预测维护模型。依托 5G 低时延实现数据实时上传与模型动态更新，提前 24-72 小时预警潜在故障，设备突发故障次数减少 50%，维护成本降低 35%。

### ◎ 场景类型 11：无人智能巡检

以 5G 专网赋能无人智能巡检，部署搭载

高清摄像头与红外热像仪的 5G 巡检机器人，覆盖全车间巡检路线。依托 5G 实现实时导航与数据回传，巡检覆盖达 100%，人工工作量减少 80%，周期从 24 小时缩至 2 小时。



### ◎ 场景类型 12：生产现场监测

以 5G 专网赋能生产现场监测，在车间部署温湿度、能耗等多维度传感器与电子看板。依托 5G 大连接特性实现超 500 个 / 车间传感器数据实时上传，电子看板动态更新，生产异常发现时间缩短 90%，环境参数达标率超 99%。



物料号	工序	计划产量	实际产量	WIP	库存	合格率	报废率	返工率	异常次数	物料损耗	物料浪费	物料利用率
00000000000000000000	00000000000000000000	10000	10000	0	10000	100%	0%	0%	0	0.00%	0.00%	100%
00000000000000000000	00000000000000000000	10000	10000	0	10000	100%	0%	0%	0	0.00%	0.00%	100%
00000000000000000000	00000000000000000000	10000	10000	0	10000	100%	0%	0%	0	0.00%	0.00%	100%
00000000000000000000	00000000000000000000	10000	10000	0	10000	100%	0%	0%	0	0.00%	0.00%	100%
00000000000000000000	00000000000000000000	10000	10000	0	10000	100%	0%	0%	0	0.00%	0.00%	100%
00000000000000000000	00000000000000000000	10000	10000	0	10000	100%	0%	0%	0	0.00%	0.00%	100%
00000000000000000000	00000000000000000000	10000	10000	0	10000	100%	0%	0%	0	0.00%	0.00%	100%
00000000000000000000	00000000000000000000	10000	10000	0	10000	100%	0%	0%	0	0.00%	0.00%	100%
00000000000000000000	00000000000000000000	10000	10000	0	10000	100%	0%	0%	0	0.00%	0.00%	100%
00000000000000000000	00000000000000000000	10000	10000	0	10000	100%	0%	0%	0	0.00%	0.00%	100%

### ◎ 场景类型 13：厂区智能物流

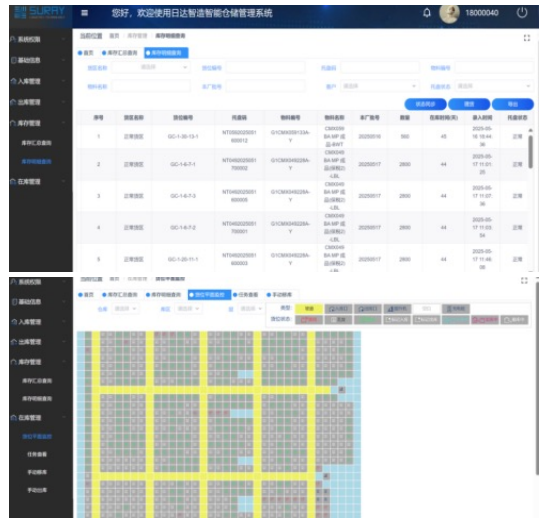
以 5G 专网赋能厂区智能物流，引入

5G+AGV 机器人、智能货架等设备，构建全自动物流体系。依托 5G 低时延高可靠特性优化 AGV 路径与调度，物流搬运效率提升 70%，配送时间缩短 50%，人工成本降低 65%。



### ◎ 场景类型 14：厂区智能理货

以 5G 专网赋能厂区智能理货，在仓储区部署 RFID 识别设备与智能称重系统，实现物料全流程自动化记录核对。依托 5G 实时同步数据与 WMS 系统，理货效率提升 60%，盘点误差率从 2% 降至 0.2%，盘点时间缩短 75%。



### ◎ 场景类型 15：全域物流监测

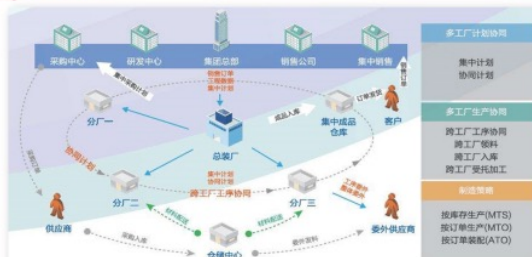
以 5G 专网赋能全域物流监测，搭建监测平台整合 AGV 轨迹、库存等全链路数据。依托 5G 实现数据≤ 50ms 低延迟实时汇聚更新，物流异常追溯时间缩短 80%，物料周转率提升 40%。



### ◎ 场景类型 16：企业协同制造

以 5G 专网赋能协同制造，搭建平台连接供产销端共享信息。依托 5G 大带宽传输数据，订单响应周期缩 45%，供应链协同效率升 55%，库存积压减 30%。

#### 协同制造场景



### ◎ 场景类型 17：生产过程溯源

以 5G 专网赋能生产溯源，为物料及产品赋唯一标识，记录全流程数据。依托 5G 实现数据实时传输，扫码 1 秒内调阅信息，溯源时间缩 95%，质量追溯准确率 100%。

### ◎ 场景类型 18：生产能效管控

以 5G 专网赋能生产能效管控，部署能耗传感器并搭建管控平台，实时监测水电气消耗。依托 5G 传输数据，单位产品能耗降 15%，异常整改时间缩 80%，年节约能源成本约 200 万元。



## 五、建设价值

### 1. 经济价值

生产效率大幅提升，产品换产时间缩短 60%、物流搬运效率提升 70%、质检效率提升 80%，年产能增长超 30%；成本端持续优化，试产物料损耗与维护成本均降 35%，物流人工成本降 65%，年节约能源成本约 200 万元，库存积压减少 30%、物料周转率提升 40%，整体运营成本降低 25% 以上，显著增强企业竞争力与盈利空间。

### 2. 社会价值

作为“5G + 工业互联网”示范项目，为电子、装备制造等行业提供可复制转型方案，带动产业链数字化升级；减少人工依赖与高危作业风险，培养复合型技术人才，优化就业结构；单位产品能耗降 15%、车间环境。

# 14. 东台晶澳太阳能科技有限公司 5G 工厂

## 东台晶澳太阳能科技有限公司

### 一、项目概述

东台晶澳太阳能科技有限公司成立于 2022 年 12 月 19 日，是晶澳太阳能的全资子公司，专注于高效光伏组件的研发与制造。本项目是东台晶澳打造工厂级 5G 工厂的核心实践，聚焦光伏电池与组件生产全流程数字化转型需求，构建“端 - 边 - 云”一体化架构。部署 3 个宏站、4 个微站实现全域 5G 信号覆盖，配套 3 台边缘计算服务器与企业级工业互联网平台，落地 12 个“5G + 工业互联网”应用场景。通过 5G 大带宽、低时延特性，打通设备联网、数据传输、智能管控全链路，实现生产效率提升、能耗降低与质量管控升级，打造光伏行业 5G 工厂标杆。

### 二、建设需求

东台晶澳在数字化转型中面临三大核心痛点：一是传统生产设备联网率不足 70%，硅片浸酸机械臂、划焊机是关键设备数据无法实时采集，生产调度滞后；二是跨区域研发协同效率低，盐城基地与河北总部、北京研发中心数据传输延迟超 50ms，影响光伏组件工艺迭代；三是能源管理粗放，水电气能耗数据分散，单位产品能耗高于行业先进水平 8%；四是设备运维依赖人工巡检，故障响应时间超 4 小时，非计划停机率达 3.2%。

### 三、建设方案

采用“端 - 边 - 云”三级架构：端侧部署工业传感器、智能机械臂、AGV 等终端设备；边侧设 3 台边缘计算服务器与边缘网关，承担实时数据处理与设备控制；云侧搭建私有云平台，集成 ERP、MES、WMS 等系统，实现全局资源调度。

**5G 网络：**建设 3 个宏站（覆盖厂区室外区域）、4 个微站（覆盖电池 / 组件车间），采用 SA 独立组网，信号覆盖率达 97.38%，SSB-RSRP  $\geq -100\text{dBm}$  采样点占比 100%（核心车间），下载速率均值 758Mbps、上传速率均值 258Mbps，空口时延  $<30\text{ms}$ 。

**边缘计算：**部署 3 台边缘服务器（树形架构），集成边缘控制器、5G CPE 与工业交换机，支持设备协议转换（兼容 Modbus、OPC UA）与本地数据存储，断网时可离线运行，关键数据处理时延  $<20\text{ms}$ 。

**工业互联网平台：**私有云部署于厂区机房，集成 MES（生产调度）、WMS（仓储管理）、能源管理平台（光伏 / 储能监控）等 12 个系统，支持 100 万条 / 日数据处理，与边缘侧数据实时同步。

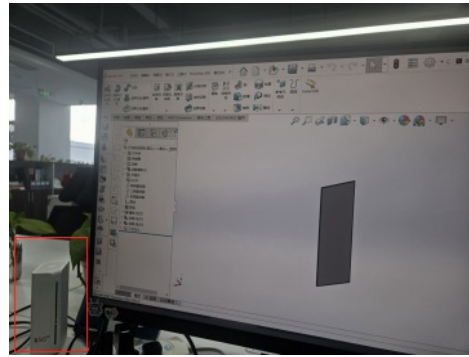
核心车间完成设备智能化改造：硅片浸酸机械臂加装 5G 模组，AGV 配备 5G CPE，划焊机、

EL 检测机接入 5G 工业网关；部署温湿度传感器 200+、工业相机 50+，实现生产环境与产品质量实时监测；搭建统一运维平台（华为 eSight），支持设备状态监控与故障一键派单。

## 四、应用场景

### ◎ 场景类型 1：协同研发设计

基于 5G 虚拟专网跨域组网，采用 SolidWorks 软件作为核心工艺设计工具，通过为车间实验仪器（如光谱仪、万用表）及工艺设计电脑终端加装 5G CPE，实现实验数据实时上传。不仅支撑同厂区设计团队研发数据共享，还打通盐城东台基地与河北总部、北京研发总部的数据链路，满足研发数据实时共享与在线修改需求。5G 大带宽保障 CAD 图纸等大容量数据稳定传输，有效解决跨区域研发数据滞后问题。通过场景建设，跨区域研发协同效率提升 35%，工艺迭代周期从 15 天压缩至 12 天，研发数据传输成功率 100%。



### ◎ 场景类型 2：生产能效管控

以污染在线管控单元为重点，对厂区生产车间、污水处理站、废气处理设施等物理空间进行三维建模，构建数字化镜像。部署智能传感器与 5G 网络，实时采集废水流量、化学需氧量（COD）、废气颗粒物浓度等关键数据，通过 5G 网络同步映射至数字孪生平台，实现污染指标动态监控与异常预警，助力厂区环保管控智能化。通过场景建设，污染管控响应时间从 30 分钟缩短至 5 分钟，COD 监测准确率达 99.2%，废气处理效率提升 12%。



### ◎ 场景类型 3：设备协同作业

生产车间 AGV（组件车间 102 台、电池车间 298 台）与划焊机（90 台）等生产设备通过 5G 模组实时采集运行参数（AGV 速度、划焊机焊接电流等），并传输至 MES 系统进行统一调度，借助 5G 广连接特性，实现设备运行状态实时交互，动态调整生产节奏，提升设备契合度与生产连贯性，减少设备等待时间。设备协同效率提升 40%，AGV 上料等待时间从 15 分钟缩短至 6 分钟，生产设备利用率从 75% 提升至 88%。

### ◎ 场景类型 4：精准动态作业

依托 5G 技术，在电池车间构建设备级毫米级定位网络，AGV 与生产机台（如层压机）通过 5G CPE 实时交互位置与生产状态数据。基于 5G 低时延特性，动态调整 AGV 停靠位置与机台进料速度，控制配合误差在  $\pm 5\text{mm}$  内，且控制系统高频次（每 100ms）更新设备协同参数，保障高速生产下的精准配合。设备协同精度提升 80%，工序衔接时间从 8 分钟缩短至 2 分钟，电池

片生产良率提升 1.5%。

### ◎ 场景类型 5：现场辅助装配

在立体仓库部署 5G CPE，员工佩戴 AR 眼镜并插入 5G 物联网卡，通过 5G 网络实时调取仓库三维模型与库位信息，辅助库位盘点与设备维修点位确认。AR 眼镜可叠加显示装配步骤与故障排除指引，复杂问题可通过 5G 高清视频连线远程专家，实现“第一视角 + 实时指导”，提升仓储装配与设备维修效率。立体仓库库位盘点时间从 4 小时缩短至 1.5 小时，设备装配错误率下降 60%，远程维修支持占比提升至 40%。

### ◎ 场景类型 6：机器视觉检测

基于 5G 专网与 AI 技术，在后道 EL 检测机、成品（正背面）AOI（26 台）等设备搭载 5G 工业相机，从尺寸（精度  $\pm 0.05\text{mm}$ ）、缺陷（隐裂、虚焊）、色差（ $\Delta E < 1.5$ ）维度检测产品。检测数据通过 5G 专网上传至数据库，结合检测结果将产品分类传输至下一环节，实现质量检测自动化与精准化。检测效率提升 50%，单块组件检测时间从 20 秒缩短至 8 秒，缺陷识别准确率达 99.5%，不良品率从 3.2% 下降至 1.4%。



### ◎ 场景类型 7：设备故障诊断

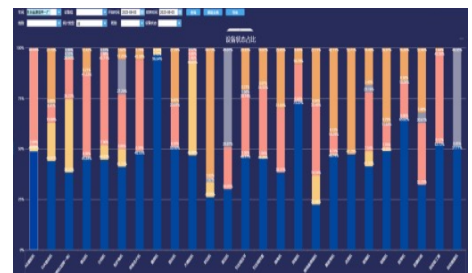
生产设备（如激光诱导烧结设备 60 台、LPCVD 设备 50 台）内嵌 5G 模组，依托 5G+EAP 系统，实时采集设备振动、温度、电流等运行数据，通过边缘侧快速分析数据，识别设备异常特征（如轴承磨损、电流异常波动），生成故障报告并推送至运维人员，实现设备异常高效检测。设备异常检测准确率达 92%，故障识别时间从 2 小时缩短至 10 分钟，非计划停机率从 3.2% 降至 1.8%。

### ◎ 场景类型 8：设备预测维护

通过 5G 网络实时采集设备（如烧结炉 30 台、单晶制绒机 32 台）运行数据，传输至云平台。结合数字孪生模型与故障分析算法，精准预测设备潜在故障（如加热管老化、喷嘴堵塞），提前 7-14 天生成维护工单，明确备件需求与作业步骤，减少非计划停机。设备故障预警准确率达 90%，非计划停机率从 1.8% 降至 1.1%，维护成本降低 25%，备件库存周转率提升 30%。

### ◎ 场景类型 9：厂区智能物流

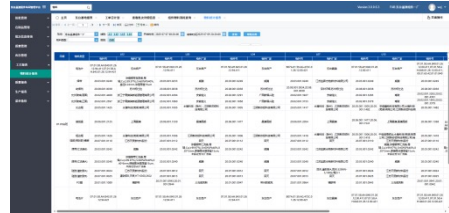
依托 5G 专网，通过 5G 工业相机和 PDA 扫码实现料箱条码识别及数据实时上传，结合 WMS 系统实现仓储在线管理。102 台 AGV 借助 5G 定位自主规划路径，完成原材料（玻璃、EVA 等）运输与成品入库，具备智能避障功能，



提升仓储与运输效率。仓储作业效率提升 60%，原料入库时间从 30 分钟缩短至 12 分钟，库存周转率提升 35%，AGV 调度准确率 100%。

### ◎ 场景类型 10：生产过程溯源

每道工序配备扫码枪，结合 5G 专网和生产管理系统（MES），扫描产品条码后实时采集生产数据（设备编号、工艺参数、质检结果等），构建从原料到成品全流程追溯链，支持正向查询与逆向追溯，追溯数据保留 18 个月。产品追溯效率提升 80%，追溯查询时间从 15 分钟缩短至 2 分钟，质量问题溯源准确率 100%，客诉率从 2.8% 下降至 0.5%。



### ◎ 场景类型 11：虚拟现场服务

在立体仓库维修中，利用 5G 和数字孪生技术构建精细虚拟模型，融合 WMS 系统打造智能仓储体系。管理人员借助 AR 技术监控库位动态，维修时通过 5G 高清视频联动远程专家，实现盘点与维修可视化，提升仓储运维智能化水平。立体仓库盘点效率提升 50%，设备维修时间从 4 小时缩短至 1.5 小时，远程维修占比提升至 35%。

## 五、建设价值

### 1. 经济价值

**生产效率：**设备利用率从 75% 提升至 88%，组件日产量增加 1.2 万片，年产能提升 15%；

**成本降低：**维护成本下降 25%（年节省 120 万元），能耗成本下降 12%（年节省 80 万元），不良品率下降 1.8%（年减少损失 95 万元）；

**研发提速：**跨区域研发周期缩短 20%，新工艺落地时间从 15 天压缩至 12 天，年新增产值超 5000 万元。

### 2. 社会价值

**行业标杆：**成为光伏行业“5G + 工业互联网”示范工厂，已接待 20 + 企业参观学习，推动行业数字化转型；

**绿色制造：**光伏自发绿电占比提升 30%，年减少碳排放 1200 吨，助力“双碳”目标；

**就业升级：**培养 5G 运维、工业软件操作等技能型人才 50+，推动产业工人向技术型岗位转型。

四川省宜宾市

# 15. 东磁新能源电池 5G 全连接工厂

四川东磁新能源科技有限公司

## 一、项目概述

四川东磁新能源聚焦 TOPCon 高效电池片生产，依托 5G 技术构建工业互联网与智能工厂大脑系统，推动生产、仓储全流程的自动化、信息化与数字化融合。通过部署 150 台六轴机器人、200 辆 AGV 及先进流水线，实现物料自动流转与工序实时监控；引入 AI 全流程无人检测与 SPC 系统，强化质量精准管控与产品追溯能力。项目有效解决了精密制造中的数据实时传输与设备协同调度问题，达成降本增效、缩短研发周期的目标，致力打造光伏行业智能制造新标杆。

## 二、建设需求

四川东磁在推进数字化转型与新型工业化过程中，面临以下核心挑战：一是 TOPCon 高效电池片生产工艺复杂、数据采集依赖人工，记录滞后且易错，设备、生产与质量数据割裂，难以支撑实时分析与工艺优化；二是现有网络无法满足高并发、低时延的设备协同需求，AGV、机器人等自动化设备联动效率低，仓储与生产衔接不畅，造成资源浪费。

## 三、建设方案

采用“云-边-端”三级架构，构建“网络底座+智能中枢+应用层”体系。底层以 5G 定制网为核心，实现终端设备泛在连接；中层部署边缘计算节点（MEC）与 UPF 设备，保障数据本地处理与安全；上层通过智能工厂大脑整合 ERP、MES、WMS 等系统，联动 AI 检测、SPC 等应用，形成全流程数字化管控闭环。网络层面采用 5G 定制网比邻模式，新建入驻式独享 UPF，通过专线互联企业内网并部署安全隔离设备，终端搭载 5G 模组实现低时延通信。算力层面搭建边缘计算平台，结合 5G eMBB、uRLLC 特性，满足大流量数据回传与设备实时控制需求。硬件配套部署 150 台六轴机器人、200 辆 AGV 及 25 条 TOPCon 电池片生产线，实现关键设备 100% 联网。

生产车间打造全流程无人化场景，通过 5G+ 机器视觉实现 AI 全检，焊接精度达 0.02 毫米，配套 SPC 系统管控质量。仓储环节建成多层 AGV 自动仓储系统，节约 50% 仓储面积，实现物料自动流转与追溯。部署 AI 智能安防系统与生产可视化平台，整合设备、工艺数据，支撑智能调度与工艺优化，最终达成降本增效与绿色生产目标。

## 四、应用场景

### ◎ 场景类型 1: 厂区智能物流

在光伏电池片生产车间，传统人工搬运模式存在四大问题：

- 1、是物流效率瓶颈与生产节拍不匹配；
- 2、是物料管理与质量管控精度不足；
- 3、是人力资源与运营成本高；
- 4、是设备管理与调度协同性差。

5G 网络在此场景中起决定性作用，其低延时、大带宽特性为 AGV 集群调度筑牢网络基础。AGV 小车借助 CPE 及 5G 物联网卡接入网络，车间采用室分覆盖设计，保障 AGV 同时在线、调度指令精准送达，实现 AGV 与 MCS、有源接驳台与系统间端到端无线稳定通讯。该智能物流系统实施后成效显著，在提升产品质量、降低损耗成本的同时，大幅提高生产效率。其中，物料周转效率提升超 50%，工序间搬运时间从 10 分钟 / 批次缩短至 2 分钟 / 批次，提速 80%。

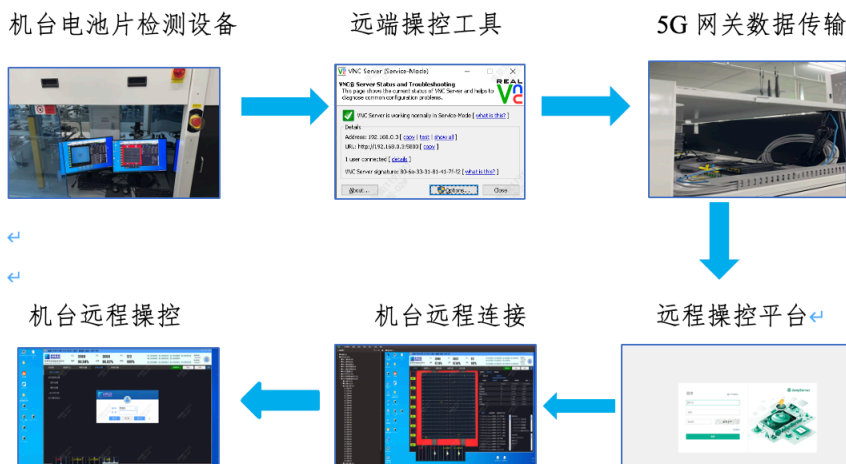


### ◎ 场景类型 2：远程设备操控

远程设备操控场景，主要为了解决传统生产模式下高精度质量检测环节面临的三大问题：

- 1、检测效率瓶颈；
- 2、人力资源配置受限与成本高企；
- 3、质量控制对网络性能的依赖。

在该场景中，经由厂区独立 5G 专网和工业级 5G 网关，远程访问车间内的 EL 测试机、正背检测机等设备，得益于 5G 网络的低延时、大带宽特性，通过高清画面实时传输毫秒级指令远程精准下发，实现实时质量管控，拦截不良品。该场景实施后检测效率大幅提升的同时人力成本显著节约，质量控制能力显著增强。

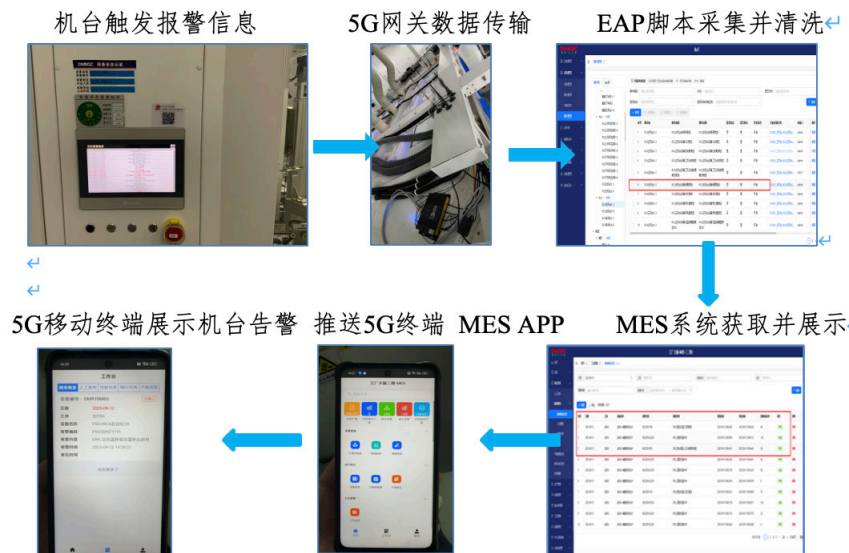


### ◎ 场景类型 3：现场辅助装配

区别于传统生产设备运维管理，现场辅助装配主要解决传统生产设备运维管理中存在的三大核心痛点：

- 1、告警信息传递延迟与响应滞后；
- 2、人力资源配置效率低下；
- 3、信息过滤与分发不精准。

该场景中，通过设备上部署的工业级5G网关接入5G专网实现数据的实时采集、上传与过滤，经EAP系统完成数据解析与关联后，在下发指令至员工双域专网终端，基于5G网络的稳定、可靠、低延迟的无线通信基础，保障信息瞬时触达。该场景实施后，报警响应效率实现质的飞跃人力资源配置得到优化，企业成本下降，信息传递精准度与有效性大幅提升。



### ◎ 场景类型 4：设备故障诊断

全链路物联感知与预测性维护可解决传统工厂被动运维致停机多、设备工艺协同弱、运维成本高的问题。其依赖大量传感器采集数据，5G的大容量、高并发、低时延特性支撑数据传输，最终实现运维从被动到主动预警优化的转变，提升设备效率与生产质量，降低成本。

### ◎ 场景类型 5：生产现场监测

生产现场监测通过实时管控生产参数，解决传统模式下信息延迟、数据不透明导致的生产进度不明、质量响应慢、工艺监控弱问题。此场景中，机台借工业5G网关接入网络，5G提供统一、稳定、高速无线接入，构建实时管控体系，保障设备到系统数据全链路高效无损流转、指令瞬时触达。系统实施后，管理效率、质量控制、成本节约显著提升，实现产量管理透明精准、质量异常秒级干预、工艺监控全量实时，5G是核心支撑。

### ◎ 场景类型 6：设备协同作业

光伏电池片生产中，工艺实验需MES与AGV联动实现实验片自动流转和数据追溯，以解决

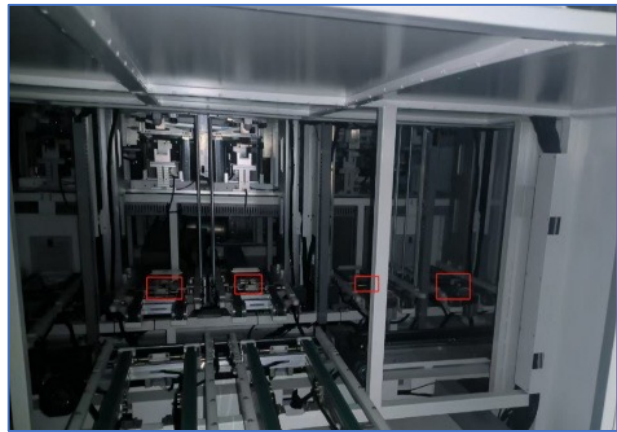
传统人工管理下流转效率低、质量有风险、数据难追溯的问题。此场景下，5G 是关键支撑，其稳定、低延迟的无线通信，保障 AGV 集群与 MES 实时通讯，以及机台与 MES 的无线数据链路，确保数据实时交互。实施后，工艺开发效率提升、人力成本节约，实验数据质量有保障，管理流程数字化、运营成本优化。

### ◎ 场景类型 7：生产过程溯源

生产过程溯源是企业产品制造跟踪的关键环节，可解决质量追溯难、生产过程“黑盒化”、供应链与人员管理粗放的问题。其通过身份绑定、数据采集、归集建档及决策应用实现全流程溯源，5G 技术作为“信息高速公路”，凭借高带宽、大连接特性，支撑海量采集点并发接入与数据实时无损传输。系统实施后，企业质量控制能力提升，供应链管理精细化透明化，运营成本降低。

### ◎ 场景类型 8：生产能效管控

生产能效管理是工厂必需环节，可解决传统模式能耗大、系统孤立、运维依赖人工的问题。5G 凭借大连接、广覆盖特性，支持广域设备灵活接入，集成空调、冷冻站等能源设施，实时采集运行参数并发送控制指令，实现一体化智能运行与闭环管理。系统实施后，节能成效显著，冷冻站能耗降 $\geq 8\%$ ，设施运维数字化，在线点巡检减少人工工作量，提升效率与数据准确性，5G 是核心连接支撑。



## 五、建设价值

### 1. 经济价值

项目通过 5G 与 AI、工业互联网深度融合，实现生产全流程数字化管控，产品不良率下降 50%，研发周期缩短 30%，显著提升生产效率与产品竞争力。多层 AGV 自动仓储系统节约 50% 仓储面积，单位产品电耗、水耗、酸耗分别下降 20%、40%、50%，大幅降低运营成本。依托全流程追溯能力，助力高要求海外订单承接，为企业创造持续营收增长空间。

### 2. 社会价值

作为国家级 5G 工厂，树立光伏行业智能制造标杆，为产业数字化转型提供可复制经验。首创高效氟回收技术，践行绿色生产理念，推动光伏行业生态发展。通过智能化升级降低劳动强度，结合产学研合作培育技术人才，同时助力宜宾高新区强链补链，加速区域新型工业化与新质生产力发展。

## 16. 时代一汽 5G-A 智能工厂

### 时代一汽动力电池有限公司

#### 一、项目概述

时代一汽动力电池有限公司主要从事锂离子电池、动力电池及储能电池系统的研发、生产与销售，致力于成为世界一流的动力电池优化方案提供者。本项目将5G-A技术深度应用于电芯制造、智能控制及仓储物流等核心环节。同时通过构建覆盖网络、数据、应用的多层级安全防护体系，保障生产稳定，从而实现提质、降本、绿色与安全的核心目标。

#### 二、建设需求

本项目核心需求是通过构建新型5G-A工业互联网基础设施实现生产方式变革，建设需求主要在于以下几个方面：

- (1) 构建全覆盖的感知与连接体系：企业亟需替换存在盲点、易受干扰的传统WiFi网络，建设一张能够覆盖复杂工业环境、支持海量连接的高可靠性5G专网。
- (2) 打造稳定可靠的数据传输管道：面对生产过程中的海量数据，需要满足其对传输极低时延、极高可靠性和严格安全保障的要求。通过生产现场部署边缘计算节点，实现数据的本地实时处理和闭环控制，确保关键生产数据的安全与确定性传输。
- (3) 推动数据驱动智能化应用：在实现广泛连接和稳定传输的基础上，企业需要推动数据在生产运行、检测监测、仓储物流等环节的深度应用，以实现基于数据的优化决策，提升生产柔性、敏捷性和资源效率。
- (4) 建立多层次的安全防护体系：5G-A工厂的建设需同步建立覆盖网络、数据、应用和设备的多层级网络安全防护体系，即落实工业互联网企业网络安全分类分级管理要求，制定安全管理制度和应急预案。

#### 三、建设方案

工厂采用“端-边-云”建设架构，网络架构包括5G网络建设、工业网络互联、边缘计算部署和业务系统建设。架构分为以下几个层次：

1. 端：包括各种边缘设备，如AGV、工业机器人、工业传感器、工业网关、5G工业平板、智能园区终端等。这些设备通过5G网络以及有线网络实现数据采集和通信。
2. 边：部署了边缘计算节点，如AGV控制系统、CCD图片压缩服务器、厂务管理BA服务器、AI预测性维护服务器等。这些节点负责本地数据处理、计算和存储，降低数据传输延迟，提高实时性。
3. 云：包括本地数据中心、私有云和公有云。私有云采用华为云、青云等平台，支持SDN、NFV等技术；公有云则使用Microsoft Azure和Alibaba Cloud，提供弹性计算和存储资源。云

层还部署了MES、ERP、SPC等多种业务系统，实现生产管理、数据分析和决策支持。

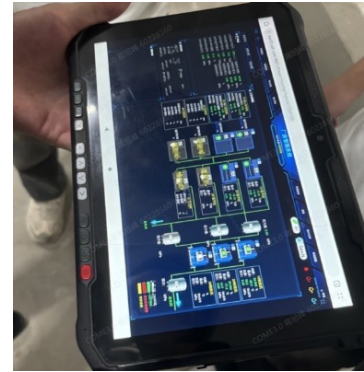
4. 工业网络互联：通过5G网络与有线网络组建成强大的工业网络（如生产管理网络、生产控制网络、物联网网络等）实现互联，确保数据在端、边、云之间的高效传输和共享。

通过5G网络的高速率、低时延和大连接特性，结合边计算和云计算能力，实现了工厂内设备的高效互联和智能化管理，为生产过程的优化和创新提供了有力支持。

## 四、应用场景

### ◎ 场景类型 1：远程设备操控

在厂房夹层中，维护人员借助5G工业平板，可对通过5G CPE接入网络的除湿机、吸干机、风柜、制氮机、锅炉、空压机、冷却塔等设备进行集中监控与远程调试。具体流程为：通过平板实时查看设备运行状态，一旦根据生产制程需要调节参数（如湿度、温度、压力），即可远程下发指令至设备PLC，直接操控吸干机、冷却塔等设备的输出效能。不仅将人员从繁琐的现场操作中解放，更依托5G低时延、高带宽的优势，实现设备故障的分钟级定位与修复，使生产流程协同效率提升50%。



### ◎ 场景类型 2：柔性生产制造

在生产车间内，通过部署5G CPE将打印机、工控机、MES生产看板、线边电脑等核心生产终端接入5G企业专网，替代了传统的有线网络。具体实现流程是：5G CPE将高速、稳定的5G信号转换为本地有线信号，为这些可移动的终端提供灵活的网络接入。当生产线需要因应订单变化而调整时，工控机、MES看板等设备可随工位布局快速移动，无需等待网络布线，即刻联网。柔性制造的关键在于此：通过5G网络实现生产单元“剪辫子”（去除网线束缚），换线时仅需物理移动设备并通电，5G网络即插即用，省去了繁琐的布线、调试时间，从而使生产线换线效率提升20%。这不仅实现了根据订单需求的柔性化生产，更将网络布线成本降低了50%。



当生产线需要因应订单变化而调整时，工控机、MES看板等设备可随工位布局快速移动，无需等待网络布线，即刻联网。柔性制造的关键在于此：通过5G网络实现生产单元“剪辫子”（去除网线束缚），换线时仅需物理移动设备并通电，5G网络即插即用，省去了繁琐的布线、调试时间，从而使生产线换线效率提升20%。这不仅实现了根据订单需求的柔性化生产，更将网络布线成本降低了50%。

### ◎ 场景类型 3：现场辅助装配

通过5G工业平板上线的安全隐患拍照与登记、各类设备点检、产品扫描登记出入库、线上自动化流程作业，实现无纸化生产辅助。电子化指令、图纸、SOP即时调取减少80%工时，纸质文档及相关耗材成本减少35%，设备点检效率提升40%，数据录入差错率降低10%。



## ◎ 场景类型 4：生产现场监测

借助 5G-A 无源物联网与定位工帽、定位安全帽协同，实现对产线员工的实时位置的掌握，借助电子围栏功能进行工作区域的划分，可准确的统计产线员工在工作区域的有效工作时间，以此形成工时统计、班组工时统计，便于产线人员 loading 的分析，同时借助定位和工时的强相关，实现对岗位考勤的稽查。实现人员作业效率提升 15%，工时统计准确率提升 50%。



5G摄像头施工现场AI监控

5G门禁

借助电子围栏功能，对厂区高危区域进行电子围栏管控，对异常闯入的行为进行预警，以便及时发现隐患，同时系统支持运动轨迹的回溯。此外，借助 5G 摄像头与 AI 行为识别，有效识别危险隐患，5G 门禁实现门禁位置的灵活部署。实现应急救援响应效率提升 67%，安全事故清零，区域管理精度达亚米级。

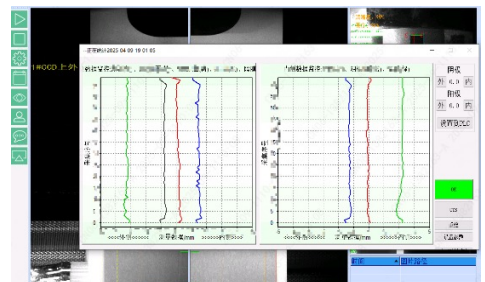
## ◎ 场景类型 5：生产能效管控

使用 5G CPE 实现对厂房水、电、气、暖通设备、灯光、温湿度的监测与控制，包括水况综合检测、电能智能监控、气体数据联动、智控暖通环境、智能灯光控制、多路温度采集、流量计数据采集。实现单位产值能耗降低 14.7%，人工巡检频次降低 67%。



## ◎ 场景类型 6：设备预测维护

4.9GH 5G 数字化室分部署在涂布工序，实现对产品的视觉检测，涂布工序同样借助边缘部署的 AI 边缘盒子，连入 5G 网络，使用算法智能纠偏闭环。涂布锅炉使用 5G CPE 连接 5G 网络，根据历史温度曲线，AI 智能预测需补偿的温度点，实现锅炉能量的智能调控。实现减少突发故障及维修费用成本 15%，设备非计划停机时间减少 20%。



### ◎ 场景类型 7：厂区智能物流

项目使用 5G 大带宽、低时延的特点打通 AGV 小车与 AGV 导航服务平台之间的连接，实时交互导航数据，保障 AGV 小车快速接收调度任务，通过路线自动识别，在路线偏移的情况下提前预警，实现精准配送，准确完成任务路线。通过路径优化与高效调度实现物流配送效率提升 20%。



### ◎ 场景类型 8：厂区智能理货

借助 5G-A 网络与标签的协调，通过资产标签电子化与资产系统协调，实现资产盘点与资产定位。自动化盘点准确率提升至 99%，资产丢失率归零。



### ◎ 场景类型 9：全域物流监测

物流车上安装 GPS+5G 模块，通过 5G 网络实时传输车辆定位信息，通过定位信息进而判断车辆的运抵是否超时，车辆是否压车。通过智能调度提高车辆利用率和匹配效率，运输任务整体耗时缩短 33%。



## 五、建设价值

### 1. 经济价值

5G-A 工厂时代一汽实现了办公、生产与管理一网多用，相比传统网络部署模式有效降低了网络建设和长期维护的总体投入，较 WIFI 节省成本超 400 万元。利用远程运维等技术手段节省了人员差旅成本约 40 万元 / 年，并通过对人员、物品位置的精益化管理节省改造成本超过 250 万元，多个维度助力时代一汽提升效率和降低成本。

### 2. 社会价值

通过部署远程运维，减少了专家出差交通次数，每年约 50 人次出行的减少可降低碳排放 128 吨。无纸化应用让工厂全面消除 2141 项纸档表单，每年节约用纸量相当于少砍伐 375 棵成年大树。这些实践为周边企业提供了可复制的绿色转型路径，形成了技术赋能绿色发展的良好示范效应，加速响应国家“双碳”战略。

内蒙古自治区呼和浩特市

# 17. 内蒙古中环领先 5G 工厂

内蒙古中环领先半导体材料有限公司

## 一、项目概述

内蒙古中环领先 5G 工厂项目，聚焦半导体材料领域工业数字化转型与智能化升级，以破解半导体硅材料“卡脖子”技术、提升国产半导体供应链水平为核心背景。项目构建支撑转型的 5G 网络基础设施与应用体系，实现厂区关键区域 5G 全覆盖，通过部署 ToC/ToB 双域核心网、边缘计算节点、SPN 传输环网及 5G 基站，保障低时延、高可靠数据传输。落地远程设备操控、机器视觉质检、AGV 调度运输、单晶生长实时控制、智能货架存取、无人智能巡检等典型场景，达成工厂智能化、无人化目标，助力生产效率提升与运营智能化升级。

## 二、建设需求

工厂在数字化、网络化、智能化转型及推进新型工业化过程中，主要面临三大核心瓶颈问题：一是网络支撑不足，传统工业网络存在时延高、带宽有限、连接数少（< 10 万 / 平方公里）等问题，难以支撑 AGV 小车集群调度、机器视觉质检等高频数据传输场景；二是数据孤岛严重，生产设备、ERP/MES 系统、终端用户数据割裂，缺乏统一的边缘计算平台实现实时分析与协同决策；三是智能化水平低，依赖人工巡检、经验化调参，导致设备故障率高、生产能效低，无法满足新型工业化对“柔性生产、精准管控”的要求。

## 三、建设方案

本 5G 工厂建设方案围绕“网络基础设施 + 厂区现场升级 + 关键环节应用”三大维度，构建 5G 赋能的工业数字化体系。网络基础设施层面，部署 ToC 与 ToB 双核心网，搭建“主大区 + 备大区”双冗余架构，保障网络稳定运行。在厂区周边部署 UPF、SPN 等边缘计算节点，实现数据就近处理，降低传输时延；结合工厂业务场景部署 5G 基站，搭配“客户主用 / 备用数据路由”构建工业专网，满足 AGV、温湿度检测设备等终端的高速低时延通信需求。厂区现场升级聚焦三方面：对 AGV、摄像头等“哑设备”加装 5G 模组，实现工业数据实时采集与远程操控；部署内网云应用服务器，推动生产运营系统云化，开发移动端智能应用，支撑远程调用与资源共享；依托 5G+AI 技术分析历史及实时数据，优化设备健康管理及工艺参数调优，为生产决策提供精准支撑。

## 四、应用场景

### ◎ 场景类型 1：生产单元模拟

洁净车间可视化大屏 – 利用 FineBI 平台对洁净区所有单晶炉进行生产单元模拟，实时展示整个车间的生产情况，通过 5G 网络采集每个炉台的详细信息如单晶编号、晶向、产量、当前拉晶工序、炉次号等等。计划后期会对不同产品、不同尺寸、不同的掺杂类型进行不同颜色的区分，更进一步的掌握现场生产情况。生产透明，实时展示现场生产情况。



### ◎ 场景类型 2：远程设备操控

单晶集控中心 – 公司合计 350 台单晶炉，原有现场操控人效低，工作环境差，无法解放工程师。通过建立单晶炉远程集控中心，利用 5G + 有线光缆结合的方式组合组网，为工程师提供第一视角单晶生长信息，操作人员可在集控中心远程操控炉台完成拉晶作业，保障远程操控的精准度和实时性，由原来的 40 名一线人员负责 350 台炉子变为目前 4-6 名工程师即可负责 350 台单晶炉，助力生产完成人效及人机比 80% 的提升。场景价值：1. 提升人机比。2. 提升生产执行效率。

### ◎ 场景类型 3：设备协同作业

AGV 搬送小车 (周转箱) – 每段单晶棒需要进行品质监测 (重量、直径、长度、电阻率、P/N 型、少子寿命、V 槽及晶向测量)，本场景协同了自动检验线体、AGV 搬运小车、AGV 叉车等设备，AGV 通过 5G 网络连接，自动检验线体由于现场环境要求只存放于一期，并且为了减少人为搬运导致对产品的影响以及对人身造成的伤害，引入周转箱 AGV 小车，将单晶放入周转箱，并由叉车型 AGV 进行搬送，并统一调拨至一期立库进行检测后发货。场景价值：1. 减少人身伤害事故 2. 提升周转效率 3. 减少人为搬送带来的产品影响。



17 内蒙古中环领先 5G 工厂

## ◎ 场景类型 4：精准动态作业

在单晶集控中心，采用 5G+ 光缆双链路组网方式，实现网络高带宽、低时延特性，通过多次改造车间炉台并搭建多视角工业相机结合炉体内锅位、钢缆等传感器，实时监测单晶生长情况，包括单晶晶线是否有异位、是否有断苞、坩埚转速、单晶拉速等，通过 5G+ 光缆双链路网络的方式对数据进行实时抓取，同时对单晶炉上位机进行改造并具备边缘计算能力，通过建立拉晶模型并对模型数据进行端侧分析，并将结果与预警信息快速传送到单晶集控中心，实时控制单晶生长作业，动态调整单晶生长参数，有效避免因单晶位置、坩埚上下偏移、炉体振动等原因导致单晶异常，实现对拉晶过程从数据采集到智能控制的全流程闭环管理，大幅提升单晶生长稳定性和良率。

## ◎ 场景类型 5：机器视觉质检

在理化检验设备，硅片 XRT 设备通过 5G 网络并结合设备本身的端侧计算能力，实时从多个角度对硅片进行 X 射线照射并采集数据，利用 5G 大带宽特性高速、低延迟传输能力保障海量数据的高效回传。XRT 设备基于 X 射线与硅片内部物质的相互作用，通过探测器捕获强度差异信号，结合 5G 网络支持下的上位机嵌入式复杂算法，快速重建硅片内部三维图像，精准定位空洞、裂纹、杂质等细微缺陷，使工程师可以在生产过程中及时发现问题，优化制造工艺，提高产品良率，降低生产成本。

## ◎ 场景类型 6：工艺合规校验

FDC 系统在远程设备操控以及单晶集控中心的基础上，依托 5G+ 光缆双链路组合的方式，利用低时延特性高效采集 350+ 台长晶、切断、滚磨设备的工艺数据，采集频率 3 秒 / 笔，每类单晶炉工艺参数、设备参数合计 200+，每类切滚设备工艺参数、设备参数合计 30+，每日合计上报数据量约 50 万 +。并基于预置的机台模型和监控模型，针对 Recipe 设定监控 Spec，如单晶直径、等径拉速等进行动态监控，一旦检测到异常，即刻通过 5G 网络触发告警并精准推送至工程师及设备相关人员，实现生产问题的秒级响应，显著提升设备运行稳定性与产品良率。



## ◎ 场景类型 7：厂区智能物流

在线边物流，主要实现了厂区内线边物流的调拨，AGV 连入 5G 网络，通过投料 AGV 小车实现从综计大库 – 生产线中间库 – 产线炉台的定量定点配送。

在智能仓储,利用5G网络大带宽能力,通过建立立体库自动线体,实现单晶自动化输送、检测、包装及仓储功能,通过5G实时传输数据,实现单晶二维码自动打标、识别所需检测项、自动检测、自动包装,减少人工干预减少错误率。场景价值:1.提升物料流转效率2.提升单晶入库率。

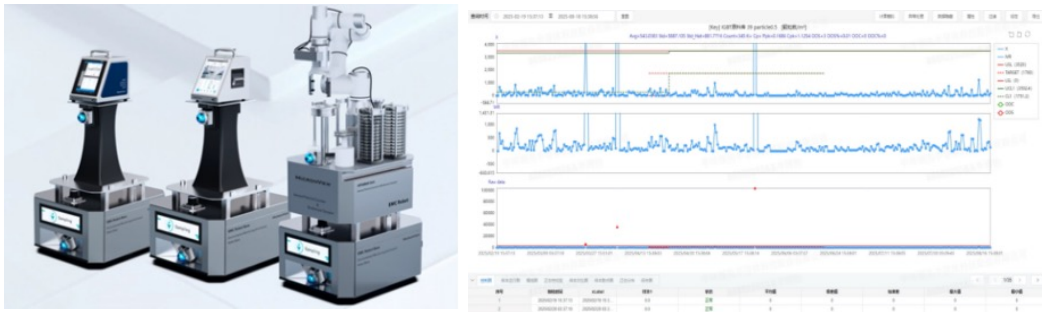


### ◎ 场景类型 8：生产过程溯源

SAP、QMS、MES 等系统高度协同, PDA 手持终端接入 5G 网络赋能物料全流程管理。物料进厂经 QMS 的 IQC 模块报检,合格后由 SAP 及 WMS 系统报账, QMS 同步推送来料数据至 SPC 做统计分析,及时干预异常并闭环管理,同时建立供应商来料指标体系。物料使用时,一线员工通过 PDA 扫码, SAP 同步扣账, MES 记录物料与单晶的绑定关系(多晶硅最小粒度 10kg / 袋),实现生产全流程追溯,提升质量追溯能力与效率,落实物料定额管理,降低质量风险。

### ◎ 场景类型 9：无人智能巡检

5G 温湿度 / 颗粒物采集小车,通过引入洁净区温湿度、颗粒物自动采集小车对车间进行 24 小时不间断的环境情况采集,并将数据接入统计过程控制 SPC 系统进行监控,在 SPC 系统进行管控设定,如果出现异常情况会通过即时通讯工具进行告警提示,并由现场工程师进行处理。通过场景建设,规避因颗粒物 / 温湿度带来的产品异常,提升人员效率。



### ◎ 场景类型 10：生产现场监测

通过引入 5G AI 摄像头和平台,结合深度学习、机器视觉等技术,识别生产现场人员未佩戴安全帽、现场操作行为不规范等问题。支持场景:行走分析(并行、逆行)、重点人员、陌生人员、车辆违停(消防占道)、穿越警戒(周界)、安消联动(消防告警)、温度异常、吊装口高空抛物、吊装口门未关等。



## ◎ 场景类型 11: 厂区智能理货

通过5G网络构建全流程自动化体系，基于5G低时延特性，立体库自动线体实现单晶物料的精准输送、二维码自动打标与识别，并依托5G大带宽支撑多维度检测项（尺寸、表面缺陷等）的实时数据采集与自动判定；结合MES与WMS系统，5G高可靠性保障单晶产品根据尺寸、特殊信息及库位标签自动规划存储库位，完成从检测到包装的无人化操作，显著减少人工搬运时间，提升仓储效率。



## ◎ 场景类型 12: 生产能效管控

建设EMS\CMS系统，利用5G网络计量设备（传感设备）采集企业氩气、氮气、水、电等能源消耗数据，通过网络传输至智慧能源管理平台，实时监测电流、电压、水流量、氩气流量、氮气流量等运行参数，通过用电趋势分析、用电异常监测、用热对比分析等方法，实时掌握每一台单晶炉的能耗状况。通过场景建设，提高生产能耗信息化管理水平，降低生产成本。



## 五、建设价值

### 1. 经济价值

本项目在降本增效方面，通过生产单元模拟与柔性生产制造优化资源配置、减少试错成本，厂区智能物流实现高效运输、降低运输成本，设备预测维护提升设备可靠性、节省维护费用；在质量管控方面，机器视觉质检与工艺合规校验保障产品品质，提升产品良率；在模式创新方面，通过虚拟现场服务与企业协同合作构建智能、协同、高效的现代工业体系。

### 2. 社会价值

本项目在绿色转型方面，生产能效管控与精准动态作业的协同下，推动资源高效利用与低碳减排；在技术推广方面，本项目大部分场景适用于制造业相关工厂，能够有效帮助中小企业快速提升生产能力，促进产业均衡发展。

浙江省湖州市

# 18. 南太湖 5G 智能工厂

浙江天能新能源有限公司

## 一、项目概述

浙江天能新能源有限公司成立于 2020 年，是天能集团旗下专注于新能源锂电池研发、制造与销售的核心企业。面对市场竞争与智能制造转型需求，公司于 2025 年建成以 5G 全连接为核心的智能工厂，项目依托“云-边-端”协同架构，构建覆盖全厂的 5G 专网，实现设备广泛互联与数据统一集成，推动生产全过程透明化、柔性化和智能化，显著提升产品质量、运营效率与核心竞争力，打造了锂电行业绿色高效制造的标杆范例。

## 二、建设方案

本项目采用“云-边-端”协同架构，以 5G 混合专网为核心实现全面数字化升级。在端侧，通过建设 3 个室外宏基站和 3 套室内分布系统，实现厂区 99.5% 的 5G 网络覆盖，为生产设备互联与数据传输提供可靠连接。在边侧，于湖州移动二环及凤凰机房部署双节点边缘计算层，配置高性能边缘控制器、网关及边缘云设备，提供实时数据处理与分析能力，有效降低云端负载，提升生产决策实时性。在云侧，集成 MOM、SCADA、WMS 等系统构建工业互联网平台，通过“四横四纵”体系实现多源信息整合与共享，打破信息孤岛，为智能化生产与管理提供全面数据支撑。

## 三、应用场景

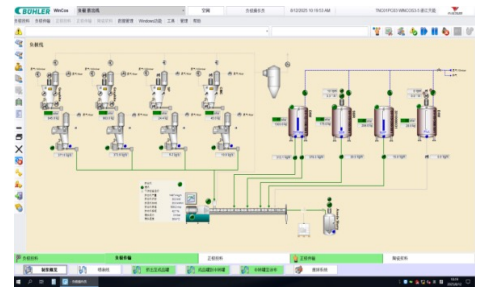
### ◎ 场景类型 1：柔性生产制造

在锂电电芯制造过程中，匀浆与涂布工序依托 5G 网络与工业互联网平台深度融合，实现了以 MOM (制造运营管理系统) 为核心的柔性化生产。在匀浆环节，通过 5G 网络实时采集浆料粘度、温度等关键工艺数据，并上传至 MOM 系统进行智能分析，动态优化搅拌速度、时长等参数，提升浆料一致性；涂布环节根据 MOM 下发的多品种、小批量订单需求，借助 5G 低时延通信自动切换模具及工艺配方，实现不同规格极片的快速定制生产。两大工序通过 5G 实现实时联动与数据协同，MOM 系统全面监控设备状态、动态调度生产任务，有效保障了生产流程的连续性、工艺稳定性与质量一致性，体现了 5G+ 工业互联网在支持柔性制造、提质增效方面的核心价值。

### ◎ 场景类型 2：设备远程操控

在中控室内，操作人员通过 SCADA 系统监控匀浆工序的实时数据（如浆料粘度、搅拌速度、投料量等）。当需要调整配方或启动新批次时，操作员在 SCADA 界面输入控制指令（如“启动自动投料”），指令通过 5G 网络传输至现场 PLC，PLC 立即控制投料设备（如真空上料机、计量泵）

执行精准加料。5G网络的高可靠性确保控制信号无丢包，同时SCADA实时接收PLC反馈的设备状态（如阀门开闭、重量数据），形成闭环控制。边缘计算节点对关键数据（如浆料均匀性）进行实时分析，异常时自动告警，减少人工干预，提升投料精度与效率。



### ◎ 场景类型 3：设备协同作业

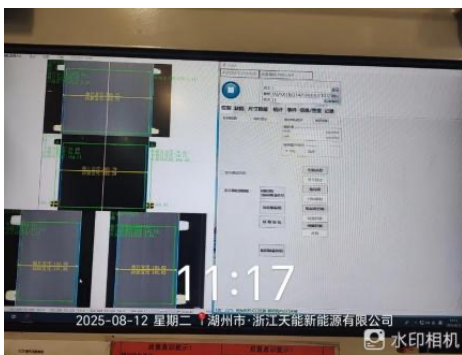
在涂布工序完成后，涂布控制系统自动检测涂布卷的规格、重量及质量数据，并通过5G网络实时发送任务指令至AGV调度系统。AGV调度系统基于5G低时延特性动态规划最优路径，调度空载AGV至涂布机卸料位。AGV通过5G实时回传位置及状态，精准对接卸料机构，完成涂布卷装载后，自动转运至辊压工序上料点。辊压机工序的上位机通过5G提前获取涂布卷参数，调整辊缝压力与速度，实现无缝衔接生产。全过程无需人工干预，5G网络保障了AGV定位精度及设备间协同效率，缩短转运时间30%以上。

### ◎ 场景类型 4：精准动态作业

在电芯装配段，当电芯流转至转接片焊接工位时，高精度定位系统实时追踪电芯位置，并通过5G网络将坐标数据发送至焊接机器人控制系统。机器人基于5G传输的实时数据动态调整抓取轨迹，精准抓取电芯并完成进站对位。同时，5G边缘计算节点实时分析电芯二维码或RFID信息，校验型号与工艺参数，确保焊接程序匹配。全过程无需人工干预，5G网络保障了设备间的协同精度与效率，相比传统WiFi方案，定位稳定性提升，生产节拍缩短。

### ◎ 场景类型 5：机器视觉检测

在涂布生产过程中，高速CCD视觉检测系统实时扫描涂布卷表面，采集高分辨率图像。通过5G网络大带宽将图像数据实时传输至边缘计算节点，在200ms内完成缺陷检测（如划痕、气泡、厚度不均）。检测结果通过5G低时延网络同步至MOM系统，并触发质量报警（声光提示）通知现场人员。同时，边缘节点生成质量报告（含缺陷坐标、类型）存入数据库，供工艺优化分析。5G网络保障了海量图像数据的实时传输，相比有线方案减少布线复杂度，检测效率提升。



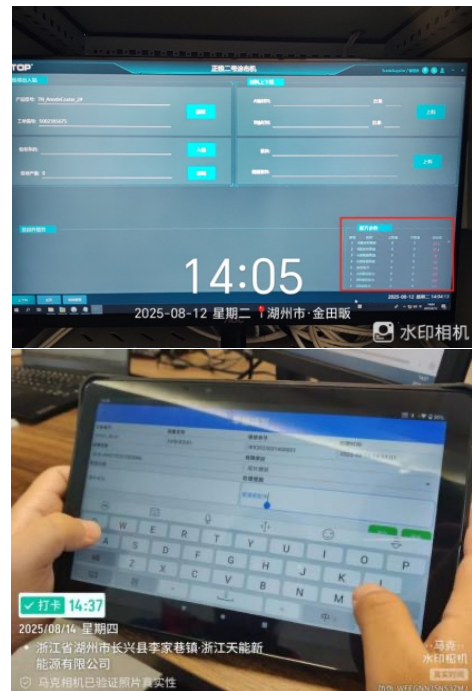
### ◎ 场景类型 6：工艺合规校验

在涂布生产过程中，工艺人员通过MOM系统设定标准工艺参数（如涂布速度、烘箱温度、浆料厚度等），参数指令通过5G网络实时下发至涂布机上位机控制系统。上位机采集设备实际参数（如PLC反馈的实时温度、速度值），与MOM标准参数进行自动校验。若参数匹配（误差 $\pm 1\%$ 内），系统自动放行生产；若超出阈值，立即锁定设备并触发报警，同时在MOM界面提示

异常原因。边缘节点对校验过程进行实时监控，确保数据同步时效性。相比传统有线传输，5G网络实现了工艺参数动态调整的无线化，提升换型效率。

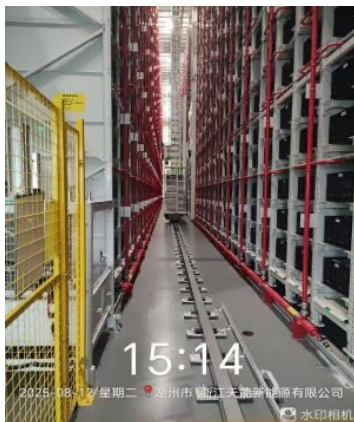
### ◎ 场景类型 7：设备故障诊断

在电芯卷绕生产过程中，当设备发生故障（如张力异常、极片偏移）时，卷绕机上位机立即通过5G网络将故障代码、实时参数及设备状态（如报警等级、停机状态）传输至MOM系统。MOM系统基于预设规则在5秒内完成故障判断：若为关键报警（影响质量/安全），自动生成维修工单，并通过5G推送至维修工程师的PAD终端；若为一般报警，则记录日志并提示产线巡检。5G边缘网关对报警数据进行压缩加密，确保传输可靠性。全过程实现无纸化快速响应，平均故障处理时效提升。



### ◎ 场景类型 8：厂区智能物流

在电极段生产过程中，MOM系统根据生产计划向WMS系统发起物料需求指令（如涂布卷规格、模切料框数量）。WMS通过5G网络调度AGV系统执行转运任务：AGV取料后，5G实时回传定位数据至涂布/辊压/模切工序上位机，上位机提前准备。当AGV到达时，工序设备通过5G网络自动确认物料信息并触发接驳。完成生产后，MOM根据质量数据（如模切尺寸）通过5G指挥AGV将半成品转运至下一工序。5G边缘计算节点优化AGV路径规划，全程物料信息与设备状态双向同步。



### ◎ 场景类型 9：厂区智能理货

在电芯化成车间，MOM系统基于生产订单和电芯分容数据，通过5G网络向WCS系统下发动态储位策略。WCS依托5G实时控制堆垛机集群，实现电芯的智能理货与精准存取。同时，5G网络将电芯的电压、内阻等关键参数传输至边缘计算节点，实时优化存储方案（如高压电芯隔离存放）。堆垛机运行状态（位置、负载、故障信息）通过5G回传至MOM系统，实现异常预警与远程干预。5G网络的可靠性保障了立库设备的高效协同，理货效率达600托/小时，较传统方案有效提升。

### ◎ 场景类型 10：生产过程追溯

在锂电生产车间中，电极、装配、化成各工位的设备进站扫码终端和物料扫码枪通过 5G 网



络实时采集电芯 / 物料二维码信息（如电极批次号、壳体序列号）。各工序上位机控制系统将扫码数据与工艺参数（如涂布厚度、焊接电流）打包，通过 5G 网络上传至 MOM 系统。MOM 系统自动绑定生产数据、物料信息及质量检测结果（如 OCV 测试值），构建完整追溯链。当发生异常时，可通过 5G 网络反向查询任意电芯的全流程数据，定位问题环节。

### ◎ 场景类型 11：生产能效管控

在锂电生产车间，PLC 及智能电表实时采集各设备（涂布机、辊压机、装配线等）的能耗数据（电压、电流、功率等），并通过工业总线传输至车间控制系统。控制系统对数据进行汇总、清洗后，通过 5G 网络将大容量能耗数据包（含设备状态、能效分析）实时传输至监控中心。监控中心大屏动态展示全厂区能耗热力图、单台设备能效曲线及异常告警（如超阈值用电）。

## 四、建设价值

### 1. 经济价值

通过 5G 智能工厂建设，企业生产效率显著提升，生产成本大幅降低。预计年创效达 5000 万元以上，其中生产效率提升带来的直接经济效益约 3000 万元，能源消耗降低节省成本约 1000 万元，设备故障减少降低维修成本约 500 万元，产品质量提升带来的市场附加值约 500 万元。同时，智能工厂的建设提升了企业的市场竞争力，有助于企业进一步拓展市场份额，实现可持续发展。

### 2. 社会价值

项目减少了生产现场的高危岗位人员，降低了安全风险，保障了员工的生命健康。同时，通过节能减排措施，减少了能源消耗与污染物排放，对环境保护产生积极影响。此外，浙江天能新能源 5G 智能工厂的成功建设为新能源动力电池行业树立了数字化转型的标杆，推动了整个行业的智能化发展，促进了上下游产业链的协同升级，对地方经济发展与产业升级具有重要意义。

浙江省衢州市

# 19. 衢州瑞泰新材料有限公司 5G 工厂

## 衢州瑞泰新材料有限公司

### 一、项目概述

衢州瑞泰新材料有限公司是江苏国泰旗下专注于锂离子电池电解液生产的企业。作为江苏国泰新能源材料业务的重要布局，瑞泰新材料通过 5G 与工业互联网的深度融合，构建了从原料投入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，推动锂电池电解液生产向数字化、智能化、绿色化方向转型升级。

### 二、建设需求

面对新能源行业技术迭代加速、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，衢州瑞泰新材料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，并显著增强企业在全球锂电池产业链中的核心竞争力。传统工业网络在应对复杂生产环境下海量设备数据并发传输、移动设备无缝接入以及控制指令低时延高可靠性要求时，已显现出局限性，无法满足现代精细化工生产对高效、精准、安全的核心需求。特别是在涉及危险化学品、高精度配比和严格工艺流程的电解液生产环境中，任何数据中断或延迟都可能直接影响产品品质与生产安全。

为此，衢州瑞泰新材料有限公司决定全面启动并深化 5G 智能工厂建设项目，以 5G 网络作为核心支撑，构建一个高速、稳定、安全的工业互联网体系。该体系将实现从原料仓储、精准配料、自动化合成到成品包装全流程生产要素的广泛连接与数据实时交互，并通过边缘计算与云平台的数据智能，对生产工艺、设备状态、能源消耗及安全环境进行深度优化与智能决策。通过 5G 技术的全面赋能，衢州瑞泰新材旨在推动电解液生产向柔性化、精细化、绿色化方向转型，实现生产效率和资源利用率的最大化，打造新能源材料行业数智化建设的标杆工厂。

### 三、建设方案

衢州瑞泰新材料有限公司的 5G 智能工厂建设方案，采用“端 - 边 - 云”一体化的协同架构进行系统部署。

在端侧：工厂通过部署 5G 工业网关、数采终端及各类传感器，成功实现了对 139 台核心生产装备的全面感知与数据采集，其中包括调配釜、预溶釜及 RGV 小车等，整体装备联网率达到

100%，并为 65 台移动及远程设备提供了 100% 的 5G 无线接入。

**在网络层面：**通过科学规划并部署多台 5G 宏站与室内微站，实现了对甲类车间、丁类仓库等核心生产区域的 5G 信号无缝覆盖，测试显示覆盖率达 100%，平均时延低于 30 毫秒，确保了全厂数据传输的高速与稳定。

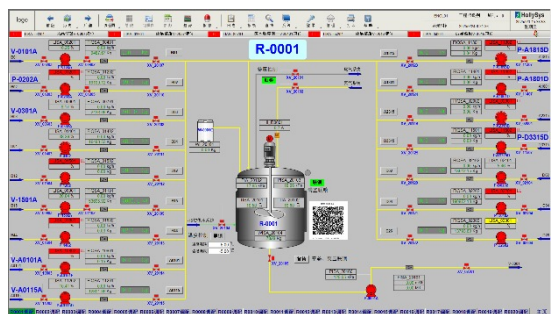
**在边侧：**工厂于中心机房建设了高性能的边缘计算节点，集成了 DCS（分布式控制系统）、GDS（气体检测系统）和 SIS（安全仪表系统）等关键应用，实现对生产控制、安全报警等业务的实时响应与本地闭环处理，夯实了实时智能与安全的基础。

**在云侧：**公司构建了基于私有云的统一工业互联网平台，深度整合 MES、ERP、OA 等核心业务系统，作为工厂的“智慧大脑”进行大数据汇聚、分析与智能决策，最终支撑起生产管理、质量追溯与能效优化等上层应用，全面实现了智能化生产与运营管理。

## 四、应用场景

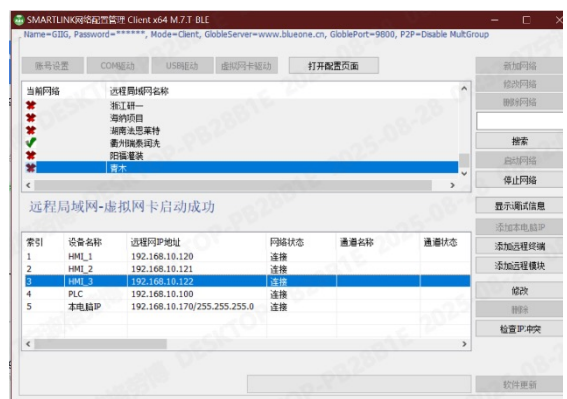
### ◎ 场景类型 1：柔性生产制造

依托 5G 网络，构建了以 DCS（分布式控制系统）为核心的柔性生产制造体系，实现了从原料配送、精准配料、自动化合成到成品包装的全流程智能化控制。通过 5G 技术大带宽、低时延的特性，D 系统能够实时标识并分类控制不同种类的物料，精准驱动屏蔽泵与气动阀完成从原料罐到储罐的卸料流程，并联动流量计、称重模块等设备，实现原料向调配釜与预溶釜的定量投掷。在此基础上，系统根据预设配方自动切换不同物料的阀门开关，精确控制各类物料的投入顺序与数量，启动电机完成原料的混合配比，最终通过气动阀、屏蔽泵、平台秤及电磁流量计的协同作业，实现全自动定量包装。这一流程不仅解决了传统生产模式中因信息不透明导致的“数据孤岛”问题，更通过 5G+ 工业互联网平台实现了产品全生命周期数据的透明化管理，使生产流程从“信息黑箱”转变为实时可视、可控、可追溯的透明化流程。



### ◎ 场景类型 2：远程设备操控

格劳博远程设备操控系统依托于衢州瑞泰新材料有限公司所构建的高速、全覆盖的 5G 企业专网，通过集成了安全加密隧道技术的专用远程控制模块，实现了对分布在生产车间各处、连接到 5G 网关的 PLC（可编程逻辑控制器）进行安全、可靠的远程访问与读写操作。该系统充分利用了 5G 网络 uRLLC（超可靠低时延通信）特性，确保了控制指令端到端的毫秒级传输与 99.99% 以上的可靠性，



使得工程师在中央控制室即可实时获取如调配釜、预溶釜等关键生产设备的运行状态、工艺参数及故障代码，并能够对设备程序进行在线修改、参数优化及远程启停。

### ◎ 场景类型 3：设备协同作业

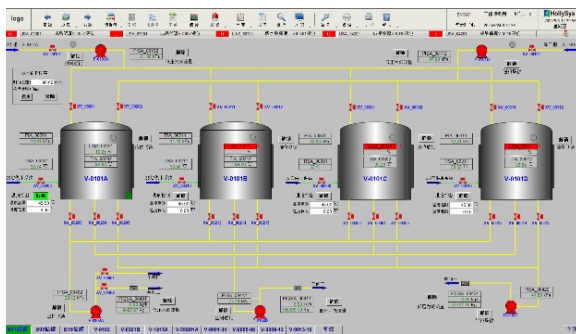
依托 5G 企业专网与边缘计算能力，衢州瑞泰新材的润洗生产线实现了高度自动化。5G 电动



叉车将吨桶送至上线工位，RFID 信息经 5G 读取并与 MES 工单实时校验后，吨桶自动进入压残、分拣等环节。边缘计算节点智能分派最优润洗工位，5G RGV 小车接指令精准转运。各工位通过红外感应与 5G 通信自动触发流程，并在线时完成数据比对与合格确认。整个流程协同高效，大幅提升了作业的自动化与精准度。

### ◎ 场景类型 4：工业合规检验

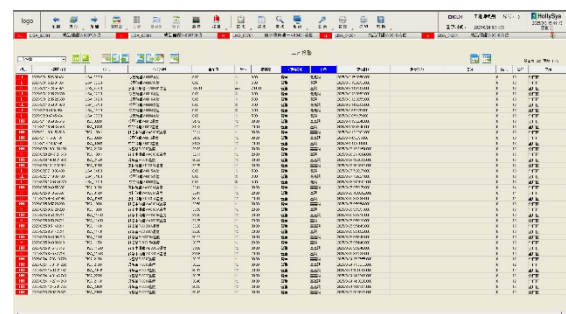
在 5G 网络超可靠、低时延特性的支撑下，部署于边缘侧的 DCS（分布式控制系统）对物料



储罐的温度进行持续精准监控，通过与预设工艺标准值进行实时比对，自动触发并执行加热或冷却指令，确保储罐温度始终稳定在合规区间；随后，DCS 精准控制气动阀的开闭，将物料按序输送至调配釜，并同步实时采集与反馈釜内的温度、压力、液位等关键工艺参数至系统平台。一旦任一参数偏离标准范围，系统将依托 5G 网络的高可靠性立即触发声光报警，并在中控界面推送具体的异常信息与调整指引，操作人员可据此进行远程或现场干预，直至所有参数恢复至生产标准范围内系统告警自动解除。

### ◎ 场景类型 5：设备故障诊断

在 5G 网络支持下，部署于边缘侧的 DCS 系统通过传感器网络实时采集设备运行参数。系统自动识别计量偏差，并对流量、温度、压力等关键参数进行多维度监控，依托边缘算法智能判别设备状态，异常时立即报警。一旦发现异常，系统通过 5G 实时推送信息至 MES 及移动终端，自动生成维修工单，指导维护并记录处理过程，实现闭环控制。



## ◎ 场景类型 6：生产现场监测

在厂区全覆盖的5G网络支撑下，部署于各危险区域的可燃气体探头持续检测环境气体浓度，

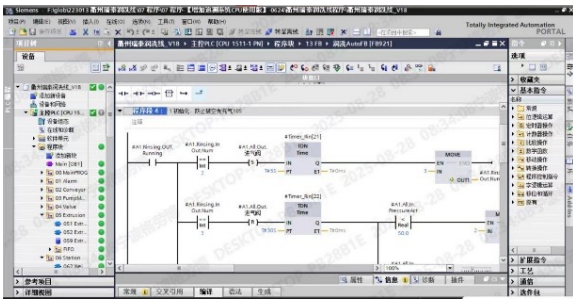


通过5G网络将实时数据高速传输至部署在边缘计算节点的GDS（气体检测系统）控制柜，并集中显示在中控室监控大屏上；当任何区域气体浓度超过安全阈值时，系统立即启动声光报警，并通过5G网络将报警信息精准推送至相关人员的移动终端。同时，遍布厂区的环境氧浓度检测探头通过5G网络实时上传监测数据，一旦氧浓度异常即

触发多级报警，预防潜在安全风险。另外，总控室集成的视频监控系統通过5G CPE设备接入网络，将前端高清摄像头采集的现场画面实时回传至监控大屏，与GDS系统数据形成有效互补，构建起“数据+视频”的双重验证机制。

## ◎ 场景类型 7：厂区智能物流

依托5G企业专网，衢州瑞泰新材料厂区实现了吨桶物流全流程无人化作业。系统通过



5G调度搭载通信模块的RGV小车，精准转运吨桶至各工位。在分拣环节，设备快速读取吨桶RFID信息，自动分配最优润洗工位，由RGV完成接驳与运送。全过程状态数据通过5G实时回传，实现中央动态监控与调度。该方案打通了产线物流关键环节，实现精准节拍匹配，并通过24小时

稳定运行，显著降低成本、提升安全性，全面升级了后端物流的效率与智能化水平。

## ◎ 场景类型 8：生产过程溯源

依托衢州瑞泰新材料有限公司构建的5G企业专网与“端-边-云”协同架构，其生产过程溯源体系实现了从数据采集到价值挖掘的全面提升。部署于边缘侧的DCS系统通过5G网络实时采集并记录各类生产设备的关键参数，包括阀门的每一次开关动作、仪表的实时读数变化以及电机的运行状态数据，这些海量的过程数据通过

5G网络的高速传输能力，被完整汇聚至企业级工业互联网平台的数据湖中。基于这一全程贯通的数据链，企业不仅能够精准追溯任一批次产品的完整生产履历——从原料投料到成品包装的每个环节都形成完整的数字档案，更能够通过大数据分析技术对历史生产过程进行深度挖掘与多维

对比分析，快速定位工艺偏差的根本原因，为持续优化生产配方、改进工艺流程提供科学的数据支撑。

## 五、建设价值

衢州瑞泰新材料有限公司积极推进以 5G 为核心的智能化升级，着力构建新能源材料行业领先的 5G 智能工厂。通过部署高可靠、低时延的 5G 企业专网，实现生产区域全覆盖，有效支撑了八大核心应用场景：

一是柔性生产制造，依托 5G 网络实现 DCS 系统对物料配送、精准配料和自动包装的全流程控制，大幅提升生产柔性；

二是设备协同作业，通过 5G 连接 RGV 运输小车、读写设备和润洗系统，实现吨桶从上线、压残到清洗、下线的全自动流转；

三是远程设备操控，基于 5G 安全加密隧道实现对 PLC 的远程读写与监控，提升运维效率与安全性；

四是工艺合规校验，利用 5G 实时传输 DCS 系统的温度、压力、液位等关键参数，实现生产工艺的全程监控与自动调节；

五是生产现场监测，通过 5G 接入可燃气体探头、氧浓度传感器和高清视频监控，构建全方位安全防护体系；

六是设备故障诊断，基于 5G 网络实时采集设备运行数据，实现故障的精准定位与预警；

七是厂区智能物流，采用 5G RGV 运输小车实现物料精准、高效的自动化输送；

八是生产过程溯源，通过 5G 完整记录阀门、仪表、电机等设备的运行数据，建立全流程可追溯体系。

5G 与工业互联网的深度融合，使瑞泰新材料实现了从原料投料到成品出库的全流程透明化与精细化管理，显著提升了生产效率和产品一致性，有效保障了在危险化学品生产环境中的本质安全。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，推动电解液生产向数字化、智能化、绿色化方向转型升级，助力行业实现高质量可持续发展。