

# 湖南省“5G+工业互联网”示范工厂建设评价指南

“5G+工业互联网”示范工厂通过开展基于5G的工业互联网内外网改造，利用大容量、高带宽、低时延、高可靠、可移动的新型无线网络实现更大范围的实时数据采集和更可靠精准的实时反馈控制，进一步发挥工业互联网平台在数据集成、建模分析与优化等方面的优势，显著提升企业研发设计、生产制造、运营管理、产品服务的能力，支撑智能化生产、网络化协同、服务化延伸、数字化管理等模式创新。本指南主要包括5G全连接工厂建设、示范应用场景等方面的内容。

## 一、5G全连接工厂建设

### （一）基于5G的工业互联网内外网改造

**1、工业设备5G改造。**工厂现场应用有5G机器视觉相机、5G行业AR/VR、5G+AGV等新型融合终端，并利用5G模组、网关对机床、机器人、装配和检测设备、物流与仓储设备等现场设备进行网络互联能力改造，实现5G技术与制造装备融合，支持异构工业网络互通和多元工业数据采集，关键技术设备联网率超90%，关键技术设备5G联网率超10%。

**2、工厂内网5G升级。**工厂现场在既有工业网络系统上叠加部署了5G、时延敏感网络（TSN）、Wi-Fi 6、窄带物联网（NB-IoT）、确定性网络工业无源光网络（PON）等新型网络技术，采用公网切片、用户面下沉、网络资源专享等方式

建设有 5G 专网，建立有网络接入机制、内容分发机制、拥塞控制策略等方案，部署有完善的工业防火墙、安全检测审计、入侵检测等安全技术措施。

**3、工厂外网 5G 建设。**工厂所在区域和主要。业务经营区域建设有覆盖全面的 5G 公共网络。工厂与基础电信企业开展合作接入高质量外网，通过云网融合、确定性网络、IPv6 等新技术部署，能够实现多工厂跨地域协同软件或系统的研发与应用，以及产品局部或全部设计、生产、销售、服务流程的信息追溯能力。

## **(二) 5G+工业互联网平台建设**

**1、5G+边缘计算。**工厂部署有 5G 智能网关，基于边缘计算技术与可编程逻辑控制器(PLC)、过程控制系统的融合，建立具备智能计算与实时优化能力的边缘工业控制系统。基于 5G 智能网关，通过 OPC-UA、SDK 等多种方式整合现场设备、软件系统、用户终端，实现信息技术（IT）网络与生产控制（OT）网络深度融合，设计、工艺、制造、检测、物流等各环节间全面互联互通。

**2、5G+工业 PaaS。**工厂建设有完善的工业互联网平台，针对 5G 技术带来的超高清视频传输、低时延信号回传、大范围数据采集等特征，优化数据接入汇聚、数据管理分析、模型沉淀集成、功能封装复用等功能，深度融合深度学习、知识图谱等人工智能技术，提供功能强大的低代码开发和数据可视化工具。

**3、5G+工业 APP。**工厂部署有功能完善、种类丰富、体系完整的工业 APP，并基于 5G 技术带来更优的网络传输性能和更强的终端计算能力，面向设备预测性维护、质量缺陷检测、VR 协同设计、AR 辅助装配等应用场景，通过云原生开发、传统软件 SaaS 化等方式，实现灵活的功能组合与应用的快速部署。

## 二、5G 示范应用场景打造

### （一）数字化改造

**1、设备管理。**5G 与工业设备融合，实时采集设备运转关键信息，实现设备间互联及生产数据映射，解决不同设备之间数据对接困难、管理精度低等问题。例如：运输皮带视觉监测，隧道施工设备信息采集。

**2、原料管理。**利用 5G 大连接特性，广泛识别物料的 RFID、二维码等信息，实现物料全生命周期管理与追踪溯源，提高生产效率并增强问题追踪能力。例如：基于 5G+高清视频的货物体积识别，5G 自动化立体仓库，基于 5G+AR 的零部件识别与追踪。

**3、环境管理。**利用 5G 广泛连接各类环境传感器和控制器，实现工业园区各类环境信息采集与智能化管理。例如：港口环境信息采集，设备监测仪表视觉抄表。

**4、人员管理。**利用 5G 实时传输多路超高清视频，通过边缘计算 MEC 或云平台上的 AI 识别分析，实现全天、实时的设备高效巡检和人员安防管控。例如：人员轨迹追踪与效

能分析系统，作业区域安全管理，高危环境无人巡检。

## **（二）网络化协同**

**1、远程设计。**利用 5G+AR/VR+设计协同平台跨地区协同设计，各地研发人员能够就统一虚拟样机进行沉浸式的协同设计，解决跨地域联合研发信息共享不及时的问题，提高各研发单位的沟通与整合效率。例如：大型客机协同设计。

**2、远程实验。**利用 5G+AR/VR 实现跨地区协同仿真实验，外地专家能够沉浸式参与到产品实验验证过程，快速定位问题，加速研发节奏。例如：大型复杂系统异地联合调试，飞机、工程机械等设备外场实验验证。

## **（三）智能化升级**

**1、生产加工。**利用 5G 大带宽和低时延特性，实时回传远端设备状态及环境信息，并将控制指令实时下发，实现生产装备或机械的远程操作，解决高危环境作业风险等问题。例如：港口桥吊远程控制，客机人机协同远程喷涂系统，天车远程操控。

**2、辅助装配。**利用 5G+AR 实现生产场景远程、实时呈现，利用专家系统协助现场工人装配，解决现场设备操作难、操作复杂的问题。例如：设备远程故障诊断与维修，精密装备专家远程协助、工业三维复杂场景重建，航空发动机 AR 辅助装配系统。

**3、质量检验。**利用 5G+机器视觉实时回传高清图像或视

频，并利用边缘计算 MEC 或云平台的 AI 等功能实时智能处理，将分析结果实时传输到现场，大幅提升质检效率和准确率。例如：8K 超高清视频的飞机表面检测系统，复合材料智能拼缝检测。

**4、物流配送。**利用 5G 大带宽和低时延特性，实现物流车辆状态及周边信息实时上传，根据业务控制平台指令实时控制车辆行驶路径、启停等，实现无人化物流。例如：跨厂区无人物车，车间级智能配送系统，钢厂自动物流，矿车自动驾驶。

#### **（四）服务化延伸**

**1、产品销售。**搭建产品三维设计模型及选型系统，基于 5G+AR 实现在线展示、在线设计等功能，支持实时化选型和个性化定制，提高产品研发与生产的需求导入效率。例如：重卡销售。

**2、产品运维。**利用 5G 采集产品运行状态和使用习惯等信息，依托工业机理或模型，通过远程专家系统实现预测性维护、运维指导等个性化服务。例如：工程机械后服务。

**3、人员培训。**基于 5G+AR/VR，通过远程方式实现沉浸式体验的虚拟化培训，降低人力成本并提高培训效率。例如：虚拟工厂操作培训，设计装配实时高清交互，虚拟产品展示。

# 长沙经济技术开发区 “5G+”新型基础设施建设发展指南

为指导长沙经济技术开发区(简称“长沙经开区”或“园区”)制造企业有针对性地建设一批实用可行的 5G 场景,不断提高企业数字化、网络化、智能化发展水平,带动提升园区高质量发展水平,现结合实际制定本指南。

## 一、发展背景

近年来,长沙经开区工程机械、汽车及零部件、电子信息“两主一特”产业发展迅速,孕育了一批行业领军企业,建设了一批智能制造、工业互联网标杆示范项目,吸引了一批相关领域服务商和供应商集聚,制造业转型升级取得阶段性成效,创造了良好的经济效益和社会效应。当前,以 5G、AI 为代表的新技术连锁突破,与先进制造技术加速融合并大规模应用,不仅将催生一批新兴产业,更可能从根本上改变传统制造业的技术基础、组织模式和商业形态,进而导致价值链、供应链和产业链的重新分解与组合,最终促进经济发展方式的深刻变革,充分释放经济增长潜力。在此背景下,园区“两主一特”企业迎来新的发展机遇。

同时,受制于技术不成熟、基础设施不完善等因素,5G、AI 等新技术在园区制造企业中应用尚处于初期,场景涉及核心制造环节较少,且多以点状应用为主。具体来看,主要难点如下:

一是技术基础较为薄弱。目前 5G 标准尚未制定完成,5G 模

组、AI 芯片也未完全成熟，基于 5G 和 AI 的融合性工业产品和装备研发进度较慢。企业应用面临无标准、无网络、无装备的挑战，基础设施需单独建设，大量软硬件需自主研发。

二是应用方案尚未成熟。5G、AI 等新技术方案复制推广较难，单个应用开发成本高。同时，现阶段能够系统整合 5G、AI、区块链等新技术和传统工业系统建设的供应商和系统集成商较为稀缺，加大了新技术应用的难度。

三是应用人才存在缺口。目前制造业从业人员对 5G、AI 技术理解还不够充分，既懂制造又熟悉 5G 和 AI，还能进行应用开发的复合型人才较为稀缺。

## 二、发展思路

为抢抓发展机遇，积极应对挑战，推进 5G、AI 等新技术真正解决长沙经开区“两主一特”发展过程中的核心痛点问题，园区新技术应用将按照“分级分批”推进的思路，以 5G 等新型基础设施建设为引领，通过实施一批“5G+”标杆项目，切实发挥新技术发展带来的巨大效果，短期内推进园区制造企业进行新技术点状应用探索，中长期推动形成一批面向未来制造的新模式。

1-2 年内，将 5G 等新技术作为基础工具，面向制造业高带宽、远程化和移动性需求，作用于单环节点状场景。主要集中在产品质量检测、低时延控制、精确定位、移动无人巡检、设备数据采集与监控、辅助装配与设备维护、产品远程操控与无人驾驶等领域，切实提高企业生产效率和经济效益，培育一批复合型新

技术应用人才。

3年内，围绕设计、生产、管理等环节衍生出一系列制造新模式。5G等新技术体系以叠加的方式融合进传统制造体系中，逐步形成独立的数据处理闭环，支撑企业整体发展，催生柔性生产、创成式设计、共享制造、数据服务等新模式、新业态。

### 三、重点应用场景

结合现有5G应用典型场景，综合长沙经开区制造业应用基础现状与应用诉求，制造企业可以从以下三个主要方向，聚焦10大应用场景，深化5G在工业场景中的应用。

#### （一）5G+人工智能

##### 1. 基于5G的设备智能控制与参数优化

面向“两主一特”产业龙头企业，聚焦企业生产效率提升等核心诉求，基于5G的移动性、低时延特点，利用5G模组、5G+CPE等方式连接工业设备PLC单元、数控系统、上位机等，实时采集现场工业设备产生的大容量数据，数据汇聚后接入5G网络，将车间实时生产数据、加工数据、制品表面监测等设备运行数据传输到企业边缘计算、私有云或公有云平台，在云端或边缘运行人工智能算法实现对生产装置的智能管控、实时监测与作业调度。5G保证了控制指令端到端时延平均在20ms以下，网络下行带宽达到200MB，准确性达到99.999%，设备工艺参数能够根据现场生产状况进行实时调整和优化，生产效率大幅提高。

##### 2. 基于5G+机器视觉的质量检测

面向“两主一特”产业龙头企业，聚焦产品质量检测量大、检测准确度要求高等现实要求，基于5G大带宽、低时延的特点，将终端设备采集的产品及部件大容量高清图片与视频信息上传到云端并利用AI机器视觉与知识图谱技术与云端数据库进行比对，基于云端监测算法精准判断质量缺陷，提高检测速度，同时将图片与视频信息传送云端入库，实时完善AI知识图谱，为算法训练、特征标定、数据切片提供依据。现场高清影像分辨率可以达到4K-8K，基于工业相机的AI机器视觉5G上行带宽在1000MB，时延在10-30ms，能够满足基于云平台架构的AI机器视觉质量缺陷检测系统和目检系统在工厂的推广应用，应用后产品良品率和检测准确性获得极大提升，漏检率大幅下降。

### 3. 基于5G+机器学习的预测性维护

面向“两主一特”产业龙头企业，针对设备维护工作量大，维修人员要求高，维修滞后而造成的产能损失和材料浪费等问题，基于5G大带宽、移动性等特点，通过设备、车间、厂房安装的大量传感器和智能数据采集模块搜集海量生产运营监控数据，如工程机械行业大型生产装备的实时运行数据、损耗数据等，以5G网络承载，实时传输到云端平台进行综合分析和存储，利用AI机器学习将多种来源与类型的历史数据进行建模分析与数据库运维故障信息进行比对，实现产品异常提前诊断和维护，将被动维修升级为主动预测性维护。5G的上行大带宽提供了实时大数据样本，结合AI云化处理分析技术大幅提升预测准确度

与实时预警能力，有效规避由于设备故障导致的生产运营事故，使技术人员可以优化维护活动并在故障发生数月之前进行维修，维护成本有效降低。

## （二）5G+VR/AR

### 1. 基于 5G 的物料及零部件识别与管理

面向工程机械、汽车及零部件产业龙头企业，结合其物料和零部件种类繁多、生产量较大、难以准确识别和有效管理的特点，基于企业的物料零部件管理系统，利用 5G 大带宽特性，在 5G 网络环境下通过手持终端实时采集实物图像并对实物进行三维建模和全息建模并保存到管理系统中，通过 AI 神经网络及深度学习技术分析 3D 建模信息和图像信息，判断物料零部件的形状、功效、是否符合生产标准等，利用 5G 网络将物料信息实时反馈到 VR/AR 终端，辅助现场人员合理分配和检测物料、强化生产与运营管理。5G 满足了 VR/AR 技术作为高带宽和低延迟应用的主要需求-带宽在 250MB，时延在 15ms。相比于人工识别，基于 5G 的智能识别系统识别效率较高，生产执行效率提升显著，运营管理效率也将大幅改善。

### 2. 基于 5G 网络的精准辅助运维

面向汽车及零部件、电子信息产业龙头企业，结合设备数量多、故障复杂且难以定位、运维人员技术水平较低等问题，基于企业的故障监测和设备维护管理系统，结合 5G 和 AR 技术实现高清影像实时呈现，员工可以使用移动终端自由获取需要检查的设

备的各项尺寸、角度和相关指标，快速定位产品故障点，利用5G低时延（15ms以内）特性，将现场检测数据实时传输到系统，系统自动判断检测结果是否符合标准要求，同时配合精准故障信息系统或远程专家指导辅助现场检修人员快速有效地实施故障零部件更换等维修操作，从而大幅缩短设备平均修理时间与故障应急响应时间，返修率降低，检修质量一次合格率明显提升。

### 3. 基于5G网络的实时协同设计

面向工程机械、汽车及零部件产业龙头企业，针对产品研发设计周期长、研发效率低、与生产制造环节难以有效贴合等问题，基于企业协同设计系统或平台，在5G保障高带宽、低时延数据传输基础上，利用VR技术构建各类零部件或整车产品的虚拟设计场景并进行虚拟仿真，检验人员与研发人员对构建的仿真模型进行协同设计，并通过VR设备将新设计的部分叠加到已有部件上来验证设计效果，使设计环节更有效地贴合实际产线的生产与装配，提高设计效率。5G技术可以保障虚拟场景中的人员交互时延在15ms以内，设计研发时间大幅缩短，工作效率得到极大提升。

### 4. 基于5G网络的新型辅助装配

面向工程机械、汽车及零部件产业龙头企业，针对装配效率低、漏装错装等问题，基于企业辅助装配系统，在5G网络高清影像实时传输的保障下，利用AR实时渲染技术，结合实际装配场景在整车或成品各部位清晰标注装配部件、装配步骤、装配工

具和装配位置，快速进行模拟装配，提前发现装配问题，避免出现零件错装或漏装，对装配体是否符合规程要求进行控制和预警。整体实时渲染和交互时延在 15ms 以下，因装配导致的产品及零件质量问题大幅减少。

### （三）5G+智能产品

#### 1. 基于 5G 的云化移动 AGV 调度

面向工程机械、汽车及零部件产业龙头企业，针对厂内物流复杂、传统 AGV 调度依赖固定轨迹难以有效协同联动等问题，通过 5G 网络接入，解决云端平台与大量 AGV 车辆的实时通信问题，部署基于 5G 的视觉导航+云化 AGV 调度系统，利用 5G 高速率、低时延等传输特点，通过云端控制系统将指令快速、高效、稳定地传递给 AGV 车辆，使 AGV 在工厂车间的任何位置都能接收到信号指令，第一时间到达指定工位，解决传统部署 WiFi 方案接入数量受限、信号干扰切换失败、车辆停驶等难题，物流配送的灵活性得到充分改进，工厂现场整体运营效率和稳定性获得显著提升。

#### 2. 基于 5G 的机器人自动巡检

面向“两主一特”产业龙头企业，针对巡检复杂、巡检工作量大、巡检周期长等问题，在工厂车间配备带有超高清摄像机的 5G 智能巡检机器人或无人机，自主检测现场生产、物流与运营情况，实现自主导航和全自动巡检，采集厂内外高清视频，上传云端后自动识别工作区，判断产线生产与物流情况，结合 AI 技

术进行各类异常的自主判断，巡检效率显著提升，成本大幅降低，同时保障作业人员人身安全。

### 3. 基于 5G 的产品智能化操控

面向工程机械产业龙头企业，结合其产品装备技术复杂、操作专业化门槛较高、部分场景人工操作条件较差等特点，在产品上安装 5G CPE、5G 工业模组等，利用 5G 网络实现智能化远程控制中心与生产现场车载终端相连，通过 5G 网络承载 PLC、数控系统等控制信息，替代光纤通信，操作员通过超低延时的监控画面实时操控位于特定生产作业环境的无人驾驶装载机，同步回传真实作业场景及全景视频实况。对一般非低速的工作场景，5G 网络端到端时延能保证在 20ms 以下，连接可靠性达到 99% 以上。驾驶员的工作环境得到有效改善。

## 四、保障能力建设

长沙经开区制造企业可从三个方面构建 5G 应用基础支撑能力，保障 5G 应用实施效果。

### （一）基于 5G 的工厂内外网络改造

在工业内网方面，通过 5G、TSN、WiFi6 等新型网络连接方式将工业传感器、控制器、执行器、高清摄像机或控制面板等多种设备进互联，使设备可以感知环境并实现多个单位的实时共同协作。在工业外网方面，加强厂区 5G 微基站建设与宏基站网络覆盖，与通信运营商实现广域网对接，推广应用 5G 网络切片技术，加强工厂内外网络互联互通。

## （二）5G 与生产运营信息系统的对接

在系统连接方面，通过构建高效、高可靠的工厂内外 5G 网络，将企业现有 MES、APS、ERP 等生产运营信息系统相互连接并提升系统之间的低时延联动协同能力，强化信息系统之间的耦合，保证生产运营数据的实时分析、共享与展示。在系统能力提升方面，运用 5G+MEC，实现工业现场设备采集数据边缘侧处理，并配合生产运营信息系统进行动态优化，在毫秒级时延内反馈给执行系统管控现场设备，实现工业现场闭环控制，有效降低回传带宽消耗和系统访问时延。

## （三）基于 5G 的工业互联网平台优化

在平台基础连接层面，利用 5G 技术保障工业互联网平台的高可靠连接。通过设置 5G CPE、5G 工业模组等方式，将设备、车间、厂房及企业采集的海量底层数据接入 5G 网络，保证大容量工业数据实时向云端平台的安全可靠传输，构建高效的平台架构交互与连接能力。在平台应用层面，通过应用 5G 网络切片等技术对不同工业场景进行高可靠的独立组网，减轻平台微服务组件及工业 APP 开发、部署、调试的复杂度，降低平台应用落地的技术门槛。

本指南由长沙经济技术开发区管理委员会经济发展和企业服务局负责解释。