附件1

“5G+工业互联网”二十大典型应用场景

## 协同研发设计

场景描述：协同研发设计主要包括远程研发实验和异地协同设计两个环节。远程研发实验是指利用5G及增强现实/虚拟现实（AR/VR）技术建设或升级企业研发实验系统，实时采集现场实验画面和实验数据，通过5G网络同步传送到分布在不同地域的科研人员；科研人员跨地域在线协同操作完成实验流程，联合攻关解决问题，加快研发进程。异地协同设计是指基于5G、数字孪生、AR/VR等技术建设协同设计系统，实时生成工业部件、设备、系统、环境等数字模型，通过5G网络同步传输设计数据，实现异地设计人员利用洞穴状自动虚拟环境（CAVE）仿真系统、头戴式5G AR/VR、5G便携式设备（Pad）等终端接入沉浸式虚拟环境，实现对2D/3D设计图纸的协同修改与完善，提高设计效率。

基础条件：企业具有较为丰富的数字化研发与设计经验、较完善的数字化管理流程，具备跨地域5G网络接入能力，以及AR/VR等基础设施的建设条件。

1. **远程设备操控**

场景描述：综合利用5G、自动控制、边缘计算等技术，建设或升级设备操控系统，通过在工业设备、摄像头、传感器等数据采集终端上内置5G模组或部署5G网关等设备，实现工业设备与各类数据采集终端的网络化，设备操控员可以通过5G网络远程实时获得生产现场全景高清视频画面及各类终端数据，并通过设备操控系统实现对现场工业设备的实时精准操控，有效保证控制指令快速、准确、可靠执行。

基础条件：企业工业设备已完成自动化改造，具备开放的工业通信协议接口，具备稳定可靠的5G网络环境。

1. **设备协同作业**

场景描述：综合利用5G授时定位、人工智能、软件定义网络、网络虚拟化等技术，建设或升级设备协同作业系统，在生产现场的工业设备，以及摄像头、传感器等数据采集终端上内置5G模组或部署5G网关，通过5G网络实时采集生产现场的设备运行轨迹、工序完成情况等相关数据，并综合运用统计、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，根据优化结果对制造执行系统（MES）、可编程逻辑控制器（PLC）等工业系统和设备下发调度策略等相关指令，实现多个设备的分工合作，减少同时在线生产设备数量，提高设备利用效率，降低生产能耗。

基础条件：企业工业设备支持远程操控，设备间协同作业流程和调度逻辑清晰，生产现场可实现5G网络覆盖。

1. **柔性生产制造**

场景描述：数控机床和其他自动化工艺设备、物料自动储运设备通过内置5G模组或部署5G网关等设备接入5G网络，实现设备连接无线化，大幅减少网线布放成本、缩短生产线调整时间。通过5G网络与多接入边缘计算（MEC）系统结合，部署柔性生产制造应用，满足工厂在柔性生产制造过程中对实时控制、数据集成与互操作、安全与隐私保护等方面的关键需求，支持生产线根据生产要求进行快速重构，实现同一条生产线根据市场对不同产品的需求进行快速配置优化。同时，柔性生产相关应用可与企业资源计划（ERP）、制造执行系统（MES）、仓储物流管理系统（WMS）等系统相结合，将用户需求、产品信息、设备信息、生产计划等信息进行实时分析、处理，动态制定最优生产方案。

基础条件：企业生产设备高度自动化、智能化，生产线可根据要求进行设备自主组合和参数自动配置，现场实现5G网络覆盖，设备具有5G网络接入能力。

1. **现场辅助装配**

场景描述：通过内置5G模组或部署5G网关等设备，实现AR/VR眼镜、智能手机、PAD等智能终端的5G网络接入，采集现场图像、视频、声音等数据，通过5G网络实时传输至现场辅助装配系统，系统对数据进行分析处理，生成生产辅助信息，通过5G网络下发至现场终端，实现操作步骤的增强图像叠加、装配环节的可视化呈现，帮助现场人员进行复杂设备或精细化设备的装配。另外，专家的指导信息、设备操作说明书、图纸、文件等也可以通过5G网络实时同步到现场终端，现场装配人员简单培训后即可上岗，有效提升现场操作人员的装配水平，实现装配过程智能化，提升装配效率。

基础条件：企业具有AR/VR应用基础，具备设备数采、设备系统运维管理经验，现场可实现5G网络覆盖，智能终端具备5G网络接入能力。

1. **机器视觉质检**

场景描述：在生产现场部署工业相机或激光器扫描仪等质检终端，通过内嵌5G模组或部署5G网关等设备，实现工业相机或激光扫描仪的5G网络接入，实时拍摄产品质量的高清图像，通过5G网络传输至部署在MEC上的专家系统，专家系统基于人工智能算法模型进行实时分析，对比系统中的规则或模型要求，判断物料或产品是否合格，实现缺陷实时检测与自动报警，并有效记录瑕疵信息，为质量溯源提供数据基础。同时，专家系统可进一步将数据聚合，上传到企业质量检测系统，根据周期数据流完成模型迭代，通过网络实现模型的多生产线共享。

基础条件：企业对产品/物料缺陷种类有明确定义，具有一定数量的缺陷样本用于机器算法模型训练，现场环境开阔，具备稳定的光源条件及视觉质检设备安装条件，现场可实现5G网络覆盖，质检终端具备5G网络接入能力。

1. **设备故障诊断**

场景描述：在现场设备上加装功率传感器、振动传感器和高清摄像头等，并通过内置5G模组或部署5G网关等设备接入5G网络，实时采集设备数据，传输到设备故障诊断系统。设备故障诊断系统负责对采集到的设备状态数据、运行数据和现场视频数据进行全周期监测，建立设备故障知识图谱，对发生故障的设备进行诊断和定位，通过数据挖掘技术，对设备运行趋势进行动态智能分析预测，并通过网络实现报警信息、诊断信息、预测信息、统计数据等信息的智能推送。

基础条件：企业设备具备数字化、网络化基础，具备丰富的设备故障诊断知识和数据样本，现场可实现5G网络覆盖，设备具备5G网络接入能力。

1. **厂区智能物流**

场景描述：厂区智能物流场景主要包括线边物流和智能仓储。线边物流是指从生产线的上游工位到下游工位、从工位到缓冲仓、从集中仓库到线边仓，实现物料定时定点定量配送。智能仓储是指通过物联网、云计算和机电一体化等技术共同实现智慧物流，降低仓储成本、提升运营效率、提升仓储管理能力。通过内置5G模组或部署5G网关等设备可以实现厂区内自动导航车辆（AGV）、自动移动机器人（AMR）、叉车、机械臂和无人仓视觉系统的5G网络接入，部署智能物流调度系统，结合5G MEC+超宽带（UWB）室内高精定位技术，可以实现物流终端控制、商品入库存储、搬运、分拣等作业全流程自动化、智能化。

基础条件：企业AGV、AMR、叉车等物流类设备已完成自动化改造，具备5G网络接入能力；物流调度系统具备丰富的接口，可实现各种自动化设备的对接。全厂区实现稳定可靠的5G网络覆盖。

1. **无人智能巡检**

场景描述：通过内置5G模组或部署5G网关等设备，实现巡检机器人或无人机等移动化、智能化安防设备的5G网络接入，替代巡检人员进行巡逻值守，采集现场视频、语音、图片等各项数据，自动完成检测、巡航以及记录数据、远程告警确认等工作；相关数据通过5G网络实时回传至智能巡检系统，智能巡检系统利用图像识别、深度学习等智能技术和算法处理，综合判断得出巡检结果，有效提升安全等级、巡检效率及安防效果。

基础条件：企业巡检设备（机器人、无人机等）已完成自动化改造，具备5G网络接入能力；巡检环境无明显遮挡，实现5G网络覆盖，网络传输环境良好。

1. **生产现场监测**

场景描述：在工业园区、厂区、车间等现场，通过内置5G模组或部署5G网关等设备，各类传感器、摄像头和数据监测终端设备接入5G网络，采集环境、人员动作、设备运行等监测数据，回传至生产现场监测系统，对生产活动进行高精度识别、自定义报警和区域监控，实时提醒异常状态，实现对生产现场的全方位智能化监测和管理，为安全生产管理提供保障。

基础条件：企业具备精益管理基础，监测方法、监测指标明确，现场可实现5G网络覆盖，各类监测终端具备5G网络接入能力，具备整合各类垂直监测系统应用的能力。

**（十一）生产单元模拟**

场景描述：在生产单元各类设备上设置5G模组或部署5G网关等，采集海量生产数据、设备数据、环境数据等实时上传至边缘云平台。边缘云平台利用三维（3D）建模技术建设与物理生产单元对应的虚拟生产单元，实现生产制造状态实时透明化、可视化。利用模型仿真、孪生共智等基于数字孪生模型的技术进行分析处理，实现产能预测、过程感知、转产辅助等功能。企业可将实际的生产结果与5G虚拟生产单元的预期结果进行比对，根据比对差异对物理生产单元进行优化，实现生产要素、生产工艺、生产活动的实时精准管控，确保生产稳定高效运行。

基础条件：企业的物理生产单元具备较好的数字化、网络化基础，企业的数字化研发与设计、设备和系统运维管理等经验较为丰富，生产现场实现5G网络覆盖，生产设备具备5G网络接入能力。

**（十二）精准动态作业**

场景描述：利用5G传输和定位的技术能力，在室外场景下配合北斗定位，精确测量大型机械的位置以及偏转角、俯仰角等姿态数据；在室内场景下配合工业相机等设备，精确测量生产对象的高度、位移、角度等数据，通过5G网络将测量数据实时传输至控制系统。控制系统根据生产需要实时、动态调整对象的位置和姿态，提升生产作业精度和自动化水平。

基础条件：企业具备生产自动化基础，能够部署室内外定位系统，生产现场实现5G网络覆盖，测量设备具备5G网络接入能力。

**（十三）生产能效管控**

场景描述：通过内置5G模块的仪器仪表，实时采集企业用电、水、燃气等各类能源消耗数据和总烃、苯系物、粉尘等污染物排放数据，实现大规模终端的海量数据秒级采集和能效状态实时监控。辅助企业降低生产能耗，减少污染物排放量，实现清洁生产。结合人工智能等算法分析，可对企业用能需求进行预测，智能制定节能计划，进一步挖掘节能潜力空间。通过对用能设备进行监控告警、远程调度等操作，配合产线排程调整和设备参数设置，实现节能减排、削峰填谷。

基础条件：生产现场实现5G网络覆盖，现场仪器仪表可进行5G采集模块改造，监测设备具备5G网络接入能力。

**（十四）工艺合规校验**

场景描述：综合利用工业相机、物联网传感器、激光雷达、智能仪表等设备，全方位监测企业生产原料、半成品和成品的各项指标，实时跟踪工作区域工人手工、操作设备的流程步骤，监测投料和配料数量，通过5G网络将采集的指标、操作信息等同步传送至边缘云平台。边缘云平台利用人工智能、大数据、云计算等技术对工人实际操作工序、取料信息等进行分析，并与规定标准流程进行实时合规校对，分析找出颠倒顺序、危险操作和错误取料等现象，实现工艺检测自动告警。

基础条件：企业能够提供质检标准、工艺操作合规标准和自动质检基础设施建设条件，工艺具有明确的标准流程，生产现场实现5G网络覆盖。

**（十五）生产过程溯源**

场景描述：将企业生产现场的扫码枪、工业相机、摄像头、刷卡机等设备接入5G网络，将生产过程每个工序的物料编码、作业人员、生产设备状态等信息实时传输到云平台。云平台将产品生产过程中的人、机、料信息进行关联整合形成溯源数据库，运用区块链、标识等技术，实现产品关键要素和生产过程追溯。通过实时追溯批次、品质等原料信息，可动态调整后道工序参数，提升产品质量。

基础条件：生产现场实现5G网络覆盖，企业工业设备已完成自动化改造，具备条形码、二维码、用户身份识别模块（SIM）卡或软SIM卡等多种标识载体，具有统一的产品标识编码规范。

**（十六）设备预测维护**

场景描述：将企业生产现场的工业设备、摄像头、传感器等接入5G网络，实时传输设备的运行状态至云平台，实现工业生产设备性能和状态的实时监控，构建设备历史监测数据库。基于故障预测机理建模等人工智能技术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，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。

基础条件：生产现场实现5G网络覆盖，企业工业设备具备数字化、网络化、智能化基础，具备5G网络接入能力。

**（十七）厂区智能理货**

场景描述：在企业厂区、工业园区内部署基于5G网络的扫码枪、工业相机或网络视频录像机（NVR）等信息采集终端，将拍摄的条码数据、高清图像或视频等信息实时上传至云平台。利用光学字符识别（OCR）等人工智能技术自动识别货物标识、外观、尺寸、品相等信息，实现全厂货物的实时盘点和管理。云平台与厂区业务系统实时交互，实现按需码放货物、品质定级、实时分拣等功能的自动化和智能化，助力企业提升产品全生命周期的管理能力。

基础条件：全厂区或园区实现5G网络覆盖，采集设备具备5G网络接入能力。

**（十八）全域物流监测**

场景描述：综合利用5G、大数据、边缘计算、人工智能等技术，通过工业运输装备上的智能监控终端，实时采集全域运输途中的运输装备、货物、人员等的图像和视频数据，并通过5G网络传输至云平台。云平台对运输装备进行实时定位和轨迹回放，对货物、人员进行实时监测，实现工业运输的全过程监控，能够避免疲劳驾驶、危险驾驶等行为，有效保障冷链物流、保税品运输、危化品运输等过程中运输装备、货物和人身安全。

基础条件：运输装备能够配备接入5G网络的智能监控终端，运输路线中有稳定的5G网络覆盖。

**（十九）虚拟现场服务**

场景描述：虚拟现场服务主要包括产品展示体验、辅助技能学习、远程运维指导等三类服务。产品展示体验服务通过对工业产品的外型数据及内部结构进行立体化建模，构建虚拟数字展厅，通过5G网络传输至平板电脑、增强现实/虚拟现实（AR/VR）眼镜等智能终端，与数字模型实时互动，实现产品细节的沉浸式体验和感受。辅助技能学习服务基于5G和AR/VR融合构建贴近真实场景的全虚拟场景，进行操作技能培训和自由操作练习，提高技能学习效率。远程运维指导服务通过在全虚拟场景中，叠加远端专家指导数据形成端云协同，使端侧获得实时操作指导，提升运维服务的效率和质量。

基础条件：企业具有较为丰富的数字化研发与设计经验，具有较为完善的数字化管理流程，具备跨地域5G网络接入能力，具有AR/VR应用基础。

**（二十）企业协同合作**

场景描述：利用5G+数采技术，纵向实现上下游企业大规模关键设备联网和数据实时采集；通过5G+边缘计算，横向实现制造执行系统（MES）、供应商关系管理系统（SRM）等互联互通，并统一集成至云平台实现数据共享。企业可实时追踪内部生产过程和进度，对委托外部生产的工序进行监控并实时跟踪协同流程，快速满足用户的个性化定制需求和多品类生产需求。通过平台连接供给侧和需求侧，实现供需对接与交易撮合。

基础条件：产业具有同类企业聚集或者上下游企业紧密协作的特征，企业在距离相近园区内可搭建5G+多接入边缘计算（MEC）平台，具有一定的业务协作基础。