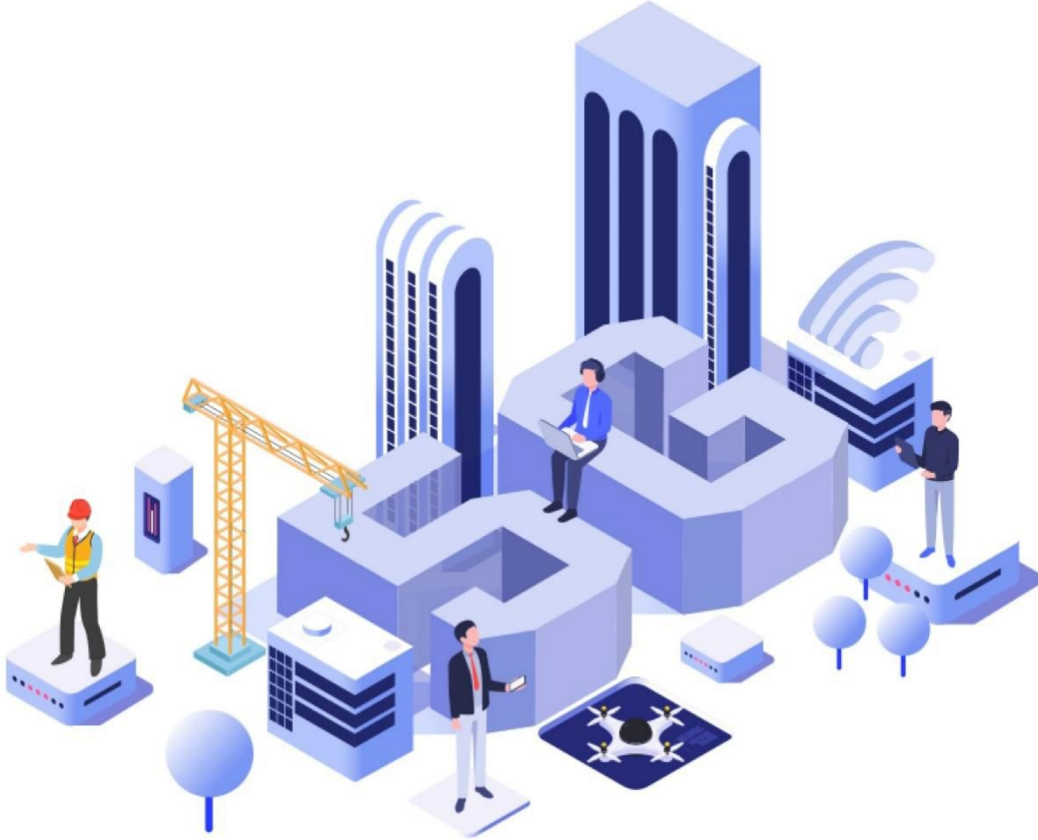


“5G+工业互联网”系列科普问答

一、什么是“5G+工业互联网”？



“5G+工业互联网”是指利用以5G为代表的新一代信息通信技术，构建与工业经济深度融合的新型基础设施、应用模式和工业生态。通过5G技术对人、机、物、系统等的全面连接，构建起覆盖全产业链、全价值链的全新制造和服务体系，为工业乃至产业数字化、网络化、智能化发展提供了新的实现途径，助力企业实现降本、提质、增效、绿色、安全发展。

当前，新一轮科技革命和产业变革突飞猛进，信息技术日新月异。5G与工业互联网的融合将加速数字中国、智慧

社会建设，加速中国新型工业化进程，为中国经济发展注入新动能。在数字中国、智慧社会建设和新型工业化发展进程中，“5G+工业互联网”将主要发挥基础性作用、聚合性作用、融合性作用，推动产业升级与行业转型。

“5G+工业互联网”512工程实施以来，行业应用水平不断提升，从生产外围环节逐步延伸至研发设计、生产制造、质量检测、故障运维、物流运输、安全管理等核心环节，在电子设备制造、装备制造、钢铁、采矿、电力等5个行业率先发展，培育形成协同研发设计、远程设备操控、设备协同作业、柔性生产制造、现场辅助装配、机器视觉质检、设备故障诊断、厂区智能物流、无人智能巡检、生产现场监测等10大典型应用场景，助力企业降本提质和安全生产。

二、为什么要发展“5G+工业互联网”？



近年来，新一轮科技革命和产业变革深入发展，5G、工业互联网、大数据中心等新型基础设施建设加快推进，日益成为支撑实体经济数字化、网络化、智能化转型升级的关键驱动。

2017年以来，我国深入实施工业互联网创新发展战略，网络、平台、数据、安全四大体系稳步推进，工业互联网标识解析加快发展，平台化设计、智能化制造、网络化协同、个性化定制、服务化延伸、数字化管理等创新模式不断涌现。2019年6月6日，工业和信息化部向中国电信、中国移动、中国联通、中国广电4家基础电信企业发放了5G商用牌照。我国5G商用稳步推进，已建成覆盖全国所有地级以上城市的5G网络；工业、能源、交通、医疗等多个实体经济行业

5G 应用蓬勃发展，为“5G+工业互联网”融合创新奠定了坚实的产业基础。

一方面，5G 是工业互联网发展的关键使能技术。国际电信联盟定义了 5G 的三大应用场景，增强移动宽带(eMBB，速率是 4G 的 10 倍)、低时延高可靠(uRLLC，时延是 4G 的十分之一)、海量机器类通信(mMTC，连接密度是 4G 的 50 倍)，后两个场景主要面向工业等实体经济行业需求设计。5G 可有效解决工业有线技术移动性差、组网不灵活、特殊环境铺设困难等问题，突破现有工业无线技术在可靠性、连接密度、传输能力等方面的局限，有效满足大规模数据采集和感知、精准操控、远程控制等工业生产需要，不断提升工业互联网网络基础能力，拓展工业互联网融合创新业态，成为工业互联网纵深发展的强大动能。另一方面，工业互联网将为 5G 应用开辟广阔空间。5G 的真正价值在于支撑实体经济的高质量发展，迫切需要与实体经济融合应用创新。我国工业具有完整的产业链、多元的行业生态、广阔的市场纵深，尤其是大量仍处于工业 2.0、工业 3.0 阶段的传统产业企业加快数字化、网络化、智能化改造进程，将为 5G 提供极为丰富的应用场景，开辟极为广阔的发展空间，支撑 5G 不断发挥商用价值、释放发展红利，向更高质量、更高水平加快迈进。

三、“5G+工业互联网”将发挥哪些作用？

当前，新一轮科技革命和产业变革突飞猛进，信息技术日新月异。5G 与工业互联网的融合将加速数字中国、智慧社会建设，加速中国新型工业化进程，为中国经济发展注入新动能。在数字中国、智慧社会建设和中国新型工业化进程中，“5G+工业互联网”将主要发挥基础性作用、聚合性作用、融合性作用。

“5G+工业互联网”将发挥基础性作用



“5G+工业互联网”将发挥基础性作用。当前，工业网络无线化发展趋势显著，国际电信联盟定义的 5G 三大技术场景与工业互联网应用发展需求紧密契合。目前 5G 已可支持毫秒级空口时延，能够满足很多细分行业的数字化场景，比如：港口、采矿、钢铁、建筑、仓储等行业的远程控制、无人控制等场景都是基于 5G 国际标准 R15 版本进行的产业化创新和融合应用探索。R16 标准进一步面向工业互联网等

应用,引入新技术支持低于1毫秒空口时延以及更高可靠性,将有力支撑工厂生产线内网控制、机器人控制、运动控制等低时延高可靠业务。

“5G+工业互联网”将发挥聚合性作用



“5G+工业互联网”将发挥聚合性作用。5G 不仅提供网络连接,更将与人工智能、大数据、云计算等有机结合并带动相关技术创新和产业发展。5G 的推广和应用过程,即是5G 与各类信息通信技术聚合创新的过程。5G 加速了通信技术、信息技术、控制技术深度融合,推动通信与感知、计算、控制朝着深度耦合方向迈进;5G 将人工智能、物联网、云计算、大数据、边缘计算等新兴技术深度集成,形成云、网、边、端全链条能力,打造以5G 为中心的泛智能集成设施;进而与区块链、增强现实/虚拟现实、全息影像等技术融合创新,支持各类工业场景和应用。

“5G+工业互联网”将发挥融合性作用



“5G+工业互联网”将发挥融合性作用。我国工业门类众多，企业所处阶段不同，需求差异性大，个性化更为突出。

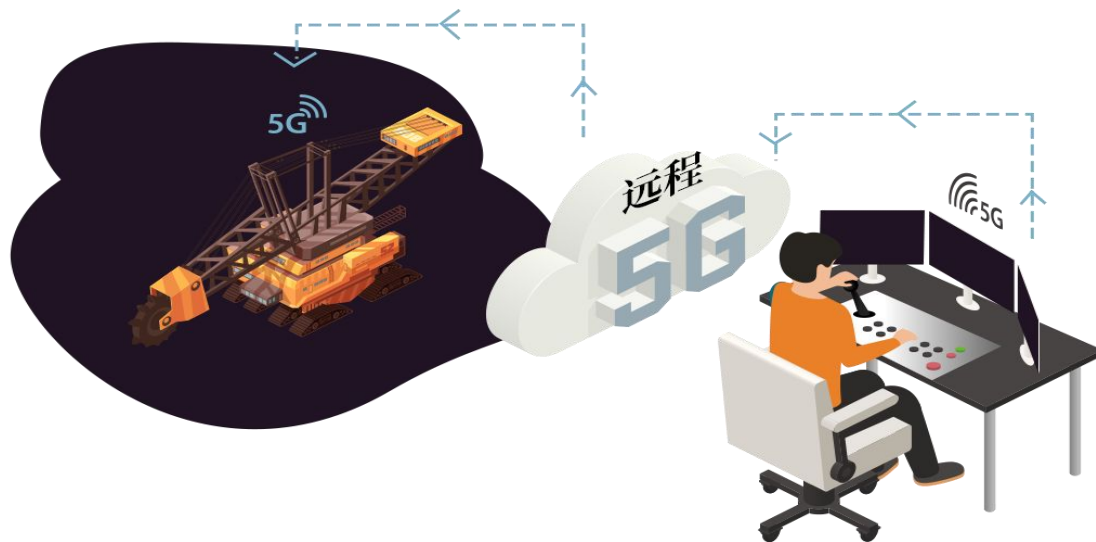
“5G+工业互联网”必须与工业特有的技术、知识、经验紧密结合，由浅入深、循序渐进，由生产监测、远程服务、智慧物流等基础环节向数字化研发、机器视觉检测、精准设备控制等关键环节延伸，这一过程复杂性高、难度大，需要各相关部门协同配合，充分调动产业各方的积极性和创造性，共同打好“团体赛”。

四、“5G+工业互联网”有哪些典型应用场景？

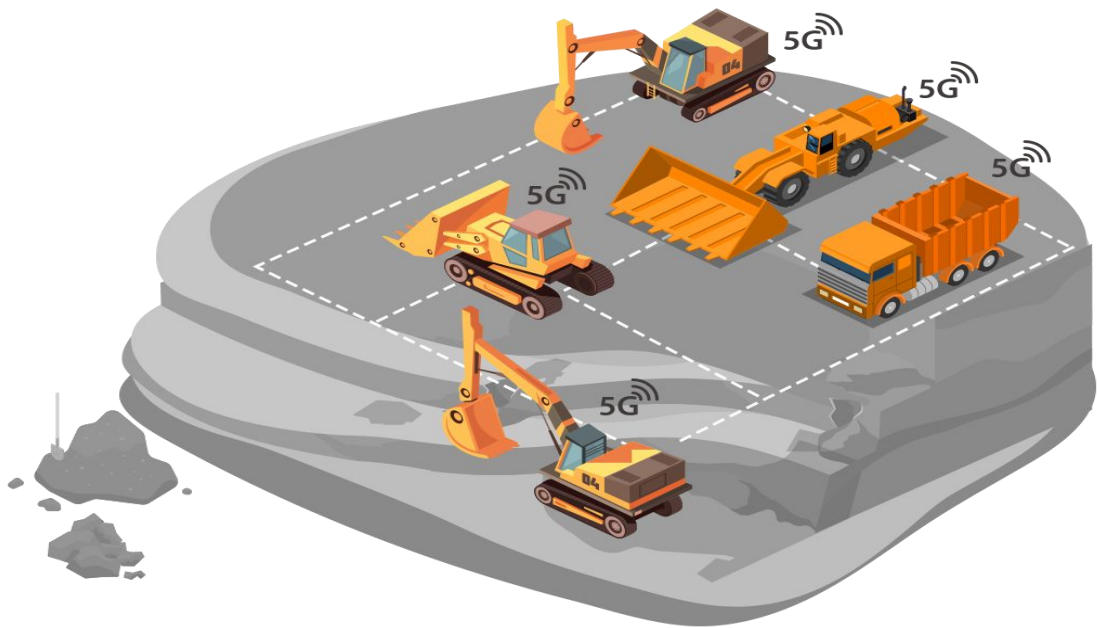
根据“5G+工业互联网”赋能工业研发设计、生产制造、质量检测、故障运维、物流运输、安全管理等环节情况，从生产环节突出、经济效益性好、实际操作性高、复制推广性强等因素考虑，遴选出**协同研发设计、远程设备操控、设备协同作业、柔性生产制造、现场辅助装配、机器视觉质检、设备故障诊断、厂区智能物流、无人智能巡检、生产现场监测**十大典型应用场景，提出具体场景内涵和实施基础条件，具体可以参考《关于发布“5G+工业互联网”十个典型应用场景和五个重点行业实践情况的通知》。



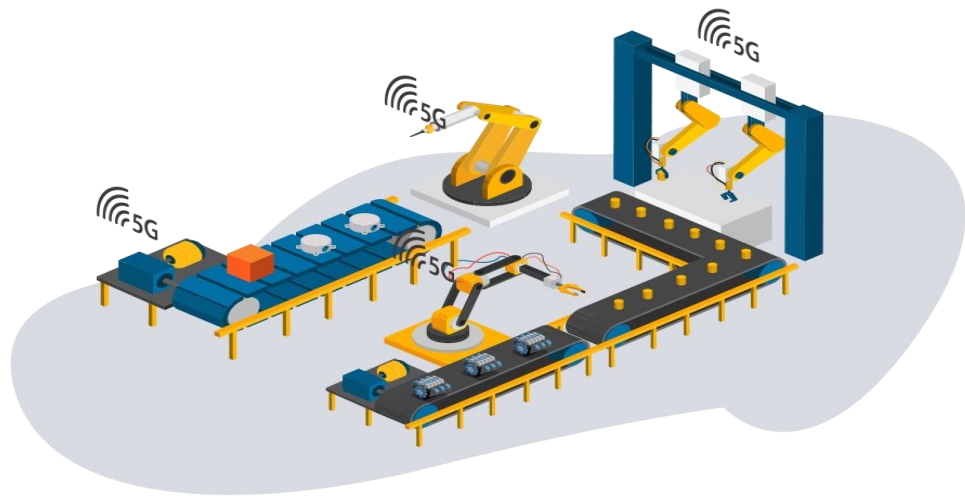
协同研发设计主要包括远程研发实验和异地协同设计两个环节。远程研发实验是指利用 5G 及增强现实/虚拟现实（AR/VR）技术建设或升级企业研发实验系统，实时采集现场实验画面和实验数据，通过 5G 网络同步传送到分布在不同地域的科研人员；科研人员跨地域在线协同操作完成实验流程，联合攻关解决问题，加快研发进程。异地协同设计是指基于 5G、数字孪生、AR/VR 等技术建设协同设计系统，实时生成工业部件、设备、系统、环境等数字模型，通过 5G 网络同步传输设计数据，实现异地设计人员利用洞穴状自动虚拟环境（CAVE）仿真系统、头戴式 5G AR/VR、5G 便携式设备（Pad）等终端接入沉浸式虚拟环境，实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



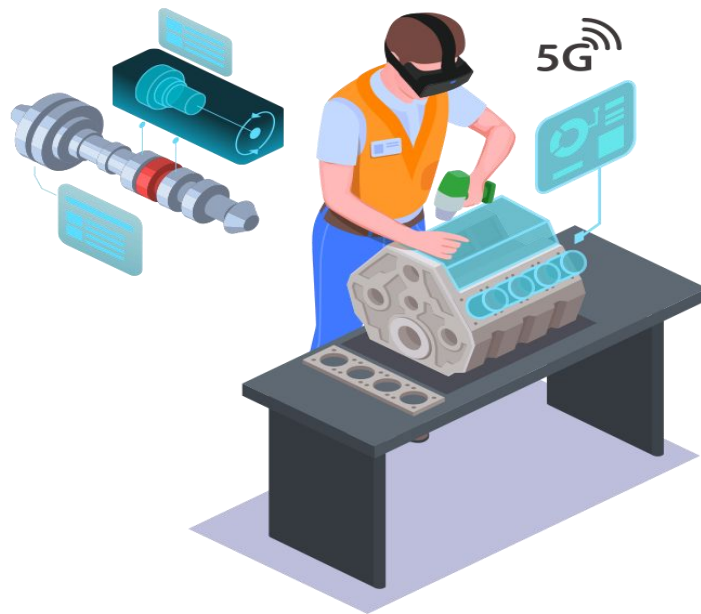
远程设备操控是指综合利用 5G、自动控制、边缘计算等技术，建设或升级设备操控系统，通过在工业设备、摄像头、传感器等数据采集终端上内置 5G 模组或部署 5G 网关等设备，实现工业设备与各类数据采集终端的网络化，设备操控员可以通过 5G 网络远程实时获得生产现场全景高清视频画面及各类终端数据，并通过设备操控系统实现对现场工业设备的实时精准操控，有效保证控制指令快速、准确、可靠执行。



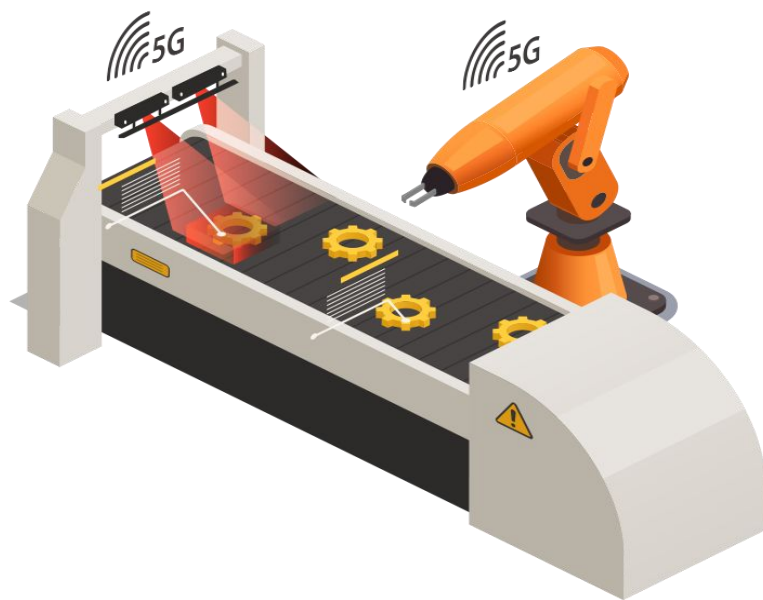
设备协同作业是指综合利用 5G 授时定位、人工智能、软件定义网络、网络虚拟化等技术，建设或升级设备协同作业系统，在生产现场的工业设备，以及摄像头、传感器等数据采集终端上内置 5G 模组或部署 5G 网关，通过 5G 网络实时采集生产现场的设备运行轨迹、工序完成情况等相关数据，并综合运用统计、规划、模拟仿真等方法，将生产现场的多台设备按需灵活组成一个协同工作体系，对设备间协同工作方式进行优化，根据优化结果对制造执行系统（MES）、可编程逻辑控制器（PLC）等工业系统和设备下发调度策略等相关指令，实现多个设备的分工合作，减少同时在线生产设备数量，提高设备利用效率，降低生产能耗。



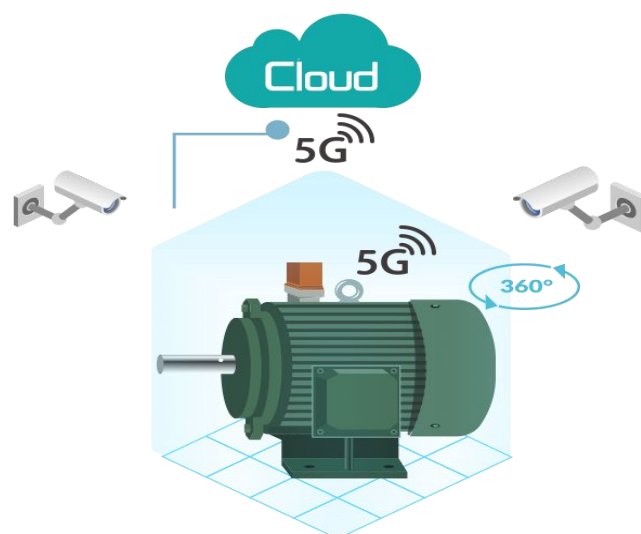
柔性生产制造是指数控机床和其他自动化工艺设备、物料自动储运设备通过内置5G模组或部署5G网关等设备接入5G网络，实现设备连接无线化，大幅减少网线布放成本、缩短生产线调整时间。通过5G网络与多接入边缘计算（MEC）系统结合，部署柔性生产制造应用，满足工厂在柔性生产制造过程中对实时控制、数据集成与互操作、安全与隐私保护等方面的关键需求，支持生产线根据生产要求进行快速重构，实现同一条生产线根据市场对不同产品的需求进行快速配置优化。同时，柔性生产相关应用可与企业资源计划（ERP）、制造执行系统（MES）、仓储物流管理系统（WMS）等系统相结合，将用户需求、产品信息、设备信息、生产计划等信息进行实时分析、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



现场辅助装配是指现场工作人员通过内置 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。



机器视觉质检是指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。



设备故障诊断是指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。



厂区智能物流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。



无人智能巡检是指通过内置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。

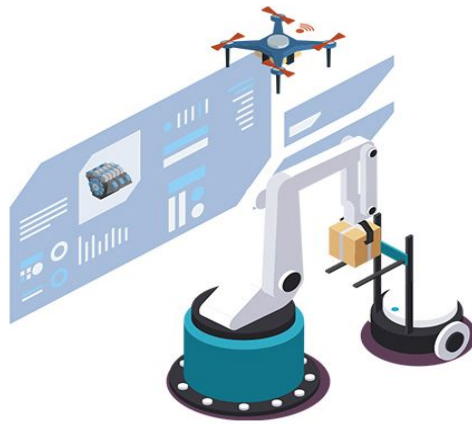


生产现场监测是指在工业园区、厂区、车间等现场，通过内置 5G 模组或部署 5G 网关等设备，各类传感器、摄像头和数据监测终端设备接入 5G 网络，采集环境、人员动作、设备运行等监测数据，回传至生产现场监测系统，对生产活动进行高精度识别、自定义报警和区域监控，实时提醒异常状态，实现对生产现场的全方位智能化监测和管理，为安全生产管理提供保障。

五、“5G+工业互联网”在各行业中的应用实践情况如何？

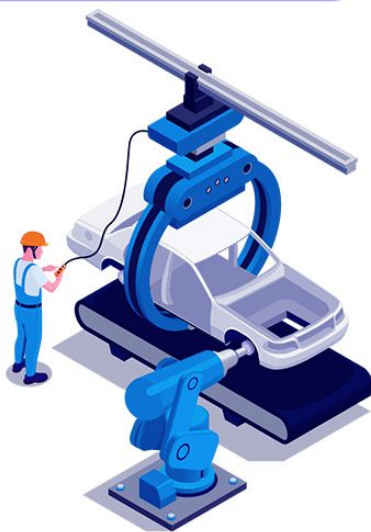
根据当前全国开展“5G+工业互联网”实践的优势行业和特色产业情况，从数字化水平较高、业务模式最成熟、5G应用探索最集中、落地成效最显著等因素考虑，遴选出**电子设备制造业、装备制造业、钢铁行业、采矿行业、电力行业**五大国民经济重点行业。具体可以参考《关于发布“5G+工业互联网”十个典型应用场景和五个重点行业实践情况的通知》。

电子设备制造业



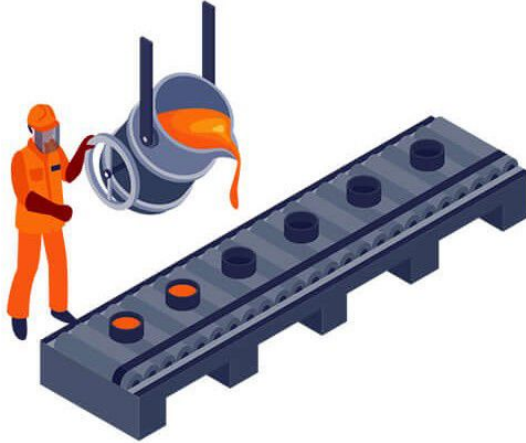
电子设备制造业自动化水平高，数字化、网络化基础好，产品迭代速度快，存在降低劳动力成本、减少物料库存、严控产品质量、快速响应客户差异化要求等迫切需求，发展智能化制造、个性化定制、数字化管理等模式潜力大。华为、海尔、格力、中兴等利用5G技术积极实践，显著提高了生产制造效率、降低了生产成本、提升了系统柔性，为电子设备制造行业实现数字化转型进行了有益探索。

装备制造业



装备制造业涉及航空制造、船舶制造、汽车制造与工程机械制造等重要领域。其产品结构高度复杂、产品体型偏大，具有技术要求高、生产安全标准严格、资本投入大、劳动力密集等行业特点，对成品件、标准件等百万量级生产资源的协同设计和泛在感知需求较高。同时，面临“用工荒、高成本”的困境，需要更加精密的装配加工能力以及质量检测手段支撑企业长期发展。发展平台化设计、智能化制造、网络化协同、数字化管理等模式潜力大。中国商飞、上海外高桥、三一重工、福田汽车等应用 5G 技术积极探索实践，在提质、降本、增效、减员方面取得明显成效，为装备制造行业的高速发展注入新动力。

钢铁行业



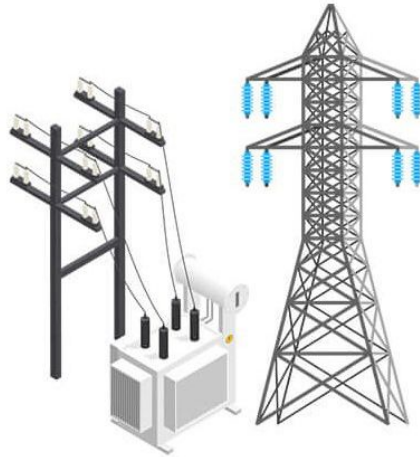
钢铁行业主要包括铁前、炼钢、铸钢、轧钢、仓储物流等环节。钢铁行业生产流程长、生产工艺复杂，当前主要面临设备维护效率低、生产过程不透明、下游需求碎片化、绿色生产压力大等痛点，发展智能化制造、数字化管理等模式潜力大。华菱湘钢、鞍钢、宝钢、马钢等应用 5G 技术积极探索远程设备操控、机器视觉质检、设备故障诊断、生产现场监测等典型应用场景，推动了产业升级及行业转型。

采矿行业



采矿行业包括露天矿环境和井工矿环境，安全生产是红线。在露天矿环境中，因矿山石坠落易引起开采人员伤亡，多层重叠采空区常出现塌方、滑坡、瓦斯爆炸、冲击地压等事故风险。在井工矿环境中，存在高温、高湿、粉尘等恶劣的工作环境，工人长时间高强度井下作业对健康造成较大威胁，发展智能化制造、网络化协同、数字化管理等模式潜力大。新元煤矿、千业水泥、庞庞塔煤矿、鲍店煤矿等利用 5G 技术积极开展远程设备操控、设备协同作业、无人智能巡检、生产现场监测等典型应用场景，成效显著。

电力行业



电力行业主要涉及发电、输电、变电、配电、用电五个环节，存在安全监管不到位、环保要求高、信息孤岛、设备实时监管难、精细化管理难等痛点，面临向“清洁、低碳、高效、安全、智能”的转型挑战，发展智能化制造、数字化管理等模式潜力大。中核集团、国家电网、南方电网等利用5G技术，实践在发电环节的现场辅助装配、输电环节的无人智能巡检、配电环节的设备故障诊断、用电环节的生产现场监测等典型应用场景，取得了明显成效。

六、在推动“5G+工业互联网”融合创新过程中，有哪些大事记？



2017年10月18日至10月24日中国共产党第十九次全国代表大会在北京召开。习近平总书记在十九大报告中指出，加快建设制造强国，加快发展先进制造业，推动互联网、大数据、人工智能和实体经济深度融合。

2017年11月19日，经李克强总理签批的《国务院关于深化“互联网+先进制造业”发展工业互联网的指导意见》正式印发，成为我国工业互联网发展的纲领性文件。

2017年12月8日，中共中央政治局就实施国家大数据战略进行第二次集体学习。习近平总书记在主持学习时指出，要深入实施工业互联网创新发展战略，系统推进工业互联网基础设施和数据资源管理体系建设，发挥数据的基础资

源作用和创新引擎作用，加快形成以创新为主要引领和支撑的数字经济。

2018年2月2日，时任国务院副总理马凯出席2018工业互联网峰会开幕式并致辞，强调要把握新工业革命战略机遇，充分认识加快发展我国工业互联网的重要意义。

2019年1月19日，工业和信息化部出台《工业互联网网络建设及推广指南》，提出支持基于5G建设网络技术测试床，开展基础通用关键技术、标准、设备、解决方案的研制研发、试验测试等工作。

2019年6月6日，工业和信息化部正式向中国电信、中国移动、中国联通、中国广电发放5G商用牌照，我国5G进入网络建设和应用创新的商用发展阶段。

2019年8月12日，工业和信息化部全国现场工作会议在上海商飞召开。会议要求加快推动“5G+工业互联网”，有力支撑制造业高质量发展。会上，时任工业和信息化部党组书记、部长苗圩指出，要落实“5G+工业互联网”512工程，加快“5G+工业互联网”在全国推广普及；要完善产业生态，激发“5G+工业互联网”内生创新动力；要加强政策引导，营造“5G+工业互联网”良好发展环境。

2019年11月19日，工业和信息化部印发《“5G+工业互联网”512工程推进方案》，提出打造5个产业公共服务平台，加快垂直领域“5G+工业互联网”的先导应用，内网建设改造

覆盖 10 个重点行业，形成至少 20 大典型工业应用场景。

2020 年 2 月 3 日，习近平总书记在中央政治局常委会会议研究应对新型冠状病毒肺炎疫情工作时的讲话提出，“要加快释放新兴消费潜力，积极丰富 5G 技术应用场景，带动 5G 手机等终端消费，推动增加电子商务、电子政务、网络教育、网络娱乐等方面消费。”

2020 年 3 月，工业和信息化部印发《关于推动工业互联网加快发展的通知》《关于推动 5G 加快发展的通知》两个文件中，再次强调实施“5G+工业互联网”512 工程，总结形成可持续、可复制、可推广的创新模式和发展路径，促进“5G+工业互联网”融合创新发展。

2020 年 5 月 22 日，李克强总理代表国务院在十三届全国人大三次会议上作《政府工作报告》，提出“加强新型基础设施建设，发展新一代信息网络，拓展 5G 应用，建设充电桩，推广新能源汽车，激发新消费需求、助力产业升级。”

2020 年 11 月 20 日，2020 中国 5G+工业互联网大会在湖北省武汉市开幕，习近平总书记致贺信。习近平指出，当前，全球新一轮科技革命和产业变革深入推进，信息技术日新月异，5G 与工业互联网的融合将加速数字中国、智慧社会建设，加速中国新型工业化进程，为中国经济发展注入新动能，为疫情阴霾笼罩下的世界经济创造新的发展机遇。

2020 年 11 月 20 日，中共中央政治局委员、国务院副总理

理刘鹤以视频连线形式出席 2020 中国 5G+工业互联网大会开幕式，宣读了习近平总书记的贺信并致辞。刘鹤表示，习近平总书记的贺信充分体现了党中央对 5G+工业互联网产业发展的高度重视，要认真学习领会，坚决贯彻落实。

2020 年 11 月 20 日，工业和信息化部党组书记、部长肖亚庆出席 2020 中国 5G+工业互联网大会开幕式并致辞。肖亚庆表示，习近平总书记亲自为大会发来贺信，就推动 5G 与工业互联网融合，加速数字中国、智慧社会建设，加速中国新型工业化进程作出了重要指示。“5G+工业互联网”在推动制造业向数字化、网络化、智能化转变过程中正迸发出磅礴力量。工业和信息化部总工程师韩夏出席大会行业应用与融合创新论坛并致辞。

2020 年 12 月 22 日，《工业互联网创新发展行动计划（2021-2023 年）》经工业互联网专项工作组第二次会议审议通过正式印发，明确了未来三年我国工业互联网发展目标，提出要深化“5G+工业互联网”。

2021 年 3 月 5 日，李克强总理代表国务院在十三届全国人大四次会议上作《政府工作报告》，提出“发展工业互联网”、“加大 5G 网络和千兆光纤网建设力度，丰富应用场景”。

2021 年 5 月 17 日，世界电信和信息社会日大会在河南郑州召开，工业和信息化部党组成员、副部长刘烈宏出席并作主旨发言。刘烈宏表示，此次大会是我国 5G 建设、发展

和应用一体化推进的里程碑，是更加注重 5G 应用牵引的里程碑，同时指出，工业是 5G 融合应用的主阵地，全国“5G+工业互联网”项目超过 1500 个，覆盖了 22 个国民经济重要行业。

2021 年 5 月 27 日，采矿行业“5G+工业互联网”现场工作会在山西召开。会议系统总结创新成效，着力推进采矿等重点行业利用“5G+工业互联网”加快数字化转型。会上发布了《“5G+工业互联网”十个典型应用场景和五个重点行业实践》。

2021 年 6 月 7 日，《工业互联网专项工作组 2021 年工作计划》印发，重点推进工业互联网 5 方面、11 项重点任务和 10 大重点工程，其中深化“5G+工业互联网”是重点内容，提出了相关重点工作、具体举措及年度成果目标。

2021 年 7 月 5 日，工业和信息化部、中央网信办、发展改革委等十个部门联合印发《5G 应用“扬帆”行动计划（2021-2023 年）》，面向信息消费、实体经济、民生服务三大领域，重点推进 5G 在工业互联网、车联网、智慧港口、智慧采矿等 15 个行业的应用，通过三年时间初步形成 5G 创新应用体系。