

5G 全连接工厂建设指南

“5G+工业互联网”是加速中国新型工业化进程的重要支撑。自 2019 年我部印发《“5G+工业互联网”512 工程推进方案》以来，产业各方紧密合作、积极探索，共同推进“5G+工业互联网”创新发展，在十大重点行业培育形成 20 个典型应用场景，取得阶段性成效。为指导各地区各行业积极开展 5G 全连接工厂建设，带动 5G 技术产业发展壮大，进一步加快“5G+工业互联网”新技术新场景新模式向工业生产各领域各环节深度拓展，推进传统产业提质、降本、增效、绿色、安全发展，特制定本指南。

一、总体要求

5G 全连接工厂是充分利用以 5G 为代表的新一代信息技术集成，打造新型工业互联网基础设施，新建或改造产线级、车间级、工厂级等生产现场，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工厂。同时，本指南也适用于采矿、港口、电力等国民经济重点生产领域。

（一）建设目标

“十四五”时期，主要面向原材料、装备、消费品、电子等制造业各行业以及采矿、港口、电力等重点行业领域，推动万家企业开展 5G 全连接工厂建设，建成 1000 个分类分级、

特色鲜明的工厂，打造 100 个标杆工厂，推动 5G 融合应用纵深发展。

（二）建设原则

遵循规律、需求导向。遵循企业数字化转型发展规律，根据企业战略布局和业务开展需求，基于企业网络应用基础，聚焦工业生产过程中的重点、难点，明确 5G 全连接工厂建设内容。

注重实效、有序推进。综合考虑 5G 技术演进和建设使用成本，推进企业灵活部署 5G 网络等基础设施，同步推进安全保障能力建设，实现 5G 在生产辅助环节的规模化部署和核心环节的深层次拓展，不断提升系统化集成应用水平。

融合创新、协同发展。整合工业企业、基础电信企业、5G 终端和网络设备制造商、垂直行业解决方案提供商等各方资源，协同推动 5G 全连接工厂在重点行业、重点领域落地实践，促进创新链、产业链、供应链融合发展。

系统谋划、分类实施。统筹考虑地区特色、行业特征、企业基础，引导企业合理规划建设路径，新建工厂一体设计、一体建设，现有工厂立足实际、急用先行，分行业、分类分级推进 5G 全连接工厂建设。

二、建设内容

（一）基础设施建设

1. 5G 网络建设。支持企业采用虚拟专网、混合专网方

式部署 5G 网络，加快用户平面功能（UPF）等 5G 核心网元建设，同步部署相应的安全机制和措施，强化生产现场 5G 网络能力。鼓励企业基于已获得许可的无线电频率，探索 5G 独立专网，创新灵活多样的 5G 网络建设服务模式。

2. 工业网络互通。鼓励企业综合利用 5G、时间敏感网络（TSN）、软件定义网络（SDN）等新型网络技术，在安全可靠的前提下，推动企业办公、生产管理、监控预警、工业控制、物联等网络互通，加快 IT-OT 网络融合。

3. 边缘计算部署。支持企业在生产现场按需部署边缘计算节点，与企业级工业互联网平台互联，满足工业实时控制、就近服务、按需调度、数据安全等需求，推进 5G 网络与边缘计算融合部署，促进云网边端协同。

4. 业务系统建设。鼓励企业自建或租用网络服务与管理系统，为本地化网络运维和管理提供支撑。推进有条件的企业按需建设数据存储节点和工业互联网标识解析企业节点，为数据存储、加工、查询、调用等提供支撑。支持企业建设工业互联网平台或订阅相关服务，支撑生产运营管理。

（二）厂区现场升级

5. 现场装备网络化改造。支持企业加快各类“哑设备”、单机系统等网络化改造，在安全可控的前提下，提升工业数据实时采集能力；对具有移动部署、灵活作业、远程操控等需求设备，积极使用带有 5G 功能的芯片、模组、传感器等

进行改造；加快 5G 与可编程逻辑控制器（PLC）、分布式控制系统（DCS）等工业控制系统融合。

6. IT-OT 应用融合化部署。支持企业充分发挥 5G 技术优势，推动 IT-OT 应用统筹部署，探索生产控制、运营管理等软硬件系统的云化，加快生产、运营、管理等各类移动端应用程序（APP）研发，满足企业远程调用、资源共享、高算力性能等需求，形成集中管控、现场按需应用的融合方案。

7. 生产服务智能化升级。支持企业运用 5G、人工智能等技术，实现海量历史、实时、时序数据的聚类、关联、预测分析，加强数据深度分析，优化设备健康管理、工艺参数调优、能耗与排放管理、产品售后服务等，为企业精准决策提供依据。

（三）关键环节应用

8. 研发设计应用。支持企业加快 5G、数字孪生、增强现实/虚拟现实（AR/VR）等技术融合应用，促进物理与虚拟生产单元之间动态实时映射及提升现场工作效率，支持生产单元模拟、协同研发设计、众包设计等应用场景，提升企业网络协同研发设计及现场作业交互能力。

9. 生产运行应用。支持企业推动 5G、边缘计算、知识图谱等技术应用于工业设备、系统、生产线，支持柔性生产制造、远程设备操控、设备协同作业、精准动态作业、现场辅助装配等应用场景，提升生产运行柔性、敏捷、协同能力。

10. 检测监测应用。支持企业通过 5G 结合机器视觉、模式化识别等技术，进行在线检测监测，加强识别分析、远程诊断、智能预判，支持机器视觉质检、近红外线成像分析、工艺合规校验、设备故障诊断、设备预测维护、无人智能巡检、生产现场监测等应用场景，全方位保障生产质量与安全。

11. 仓储物流应用。支持企业融合 5G 与射频识别、图像识别、多源融合室内定位、北斗导航等技术，运用智能天车、AGV 小车等设备，助力调度管理、货物码放、危险品运输等环节智能化、少人化，支持厂区智能物流、智能理货、全域物流监测等应用场景，提升配送效率，保障货物与人身安全。

12. 运营管理应用。支持企业利用 5G 结合工业互联网标识、平台等设施，采集整合生产单元信息数据，辅助优化生产工序，支持生产过程溯源、生产能效管控、虚拟现场服务、企业协同合作等应用场景，促进生产数字化、绿色化，推动产业链上下游贯通。

（四）网络安全防护

13. 安全防护能力升级。推进企业利用 5G、人工智能、新型加密算法等技术，结合生产安全需求，围绕设备、控制、网络、平台和数据等关键要素，构建多层次网络安全防护体系；做好安全应急预案，阶段性开展安全检测评估，提升网络安全监测水平，确保网络运行平稳，提高安全威胁发现、快速处置和应急响应能力。

14. 安全管理水平提升。推进企业全面落实工业互联网企业网络安全分类分级管理相关政策与标准，提升设备、控制、网络、平台和数据等安全防护能力；加大网络安全投入，明确责任部门和责任人，建立健全监测预警、数据上报、应急响应、风险评估等安全机制。

三、建设路径

（一）开展分类分级建设。支持企业建设产线级、车间级、工厂级等不同类型 5G 全连接工厂。产线级 5G 全连接工厂建设，着重在单一生产环节、业务单元的设备连接、数据采集和 5G 融合应用创新方面能力建设。车间级 5G 全连接工厂建设，着重多产线多系统协同优化、数据价值充分释放、集成创新水平提升等能力建设。工厂级 5G 全连接工厂建设，着重跨车间跨层级互联互通、场景的深度和系统化应用、全要素生产率提升等能力建设。

（二）加快重点行业推广。在电子设备制造、装备制造、钢铁、采矿、电力等重点行业和领域，推动发展基础较好、需求较明确的企业主体，率先建设 5G 全连接工厂，形成数字化、网络化、智能化转型升级标杆；同时，鼓励更多行业企业积极探索 5G 在工业生产各环节创新应用，实现提质、降本、增效、绿色、安全发展。

5G 全连接工厂建设重点行业和领域

01 电子设备制造

重点针对行业产品迭代速度快、产品质量要求高、客户要求快速响应、降低劳动力成本、减少物料库存等需求，促进精准动态作业、柔性生产制造、现场辅助装配、机器视觉质检、厂区智能物流等典型应用场景普及应用。

02 装备制造

重点针对行业百万量级生产资源协同设计、泛在感知、设备预测性维护、提升生产效率、保障人员健康与安全等需求，推进航空制造、船舶制造、汽车制造与工程机械制造等重点领域，提升装配加工、质量监测、产品交付、远程服务等关键能力，促进协同研发设计、设备协同作业、现场辅助装配、机器视觉质检、厂区智能物流、虚拟现场服务等典型场景普及应用。

03 钢铁

重点针对行业生产过程透明可视、降低生产设备维护成本、节能降碳等需求，促进远程设备操控、机器视觉质检、工艺合规校验、设备故障诊断、设备预测维护、生产现场监测、全域智能物流、生产能效管控、企业协同合作等典型场景普及应用。

04 采矿

重点针对行业降低事故危险、保障作业人员健康、工作面少人化无人化需求，促进生产单元模拟、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场景普及应用。

05 电力

重点针对行业发电、输电、变电、配电、用电等主要环节，促进现场辅助安装、无人智能巡检、设备故障诊断、生产现场监测、生产能效管控等典型场景普及应用。

06 石化化工

重点针对行业提高生产效率、降低能耗、提升安全管理水平、数字

化转型、安全生产预测预警等需求，促进生产单元模拟、远程设备操控、生产现场监测、生产能效管控、设备预测维护、全域物流监测等典型场景普及应用。

07 建材

重点针对行业提高生产效率、实现无人化作业、提升安全管理水平、节能降碳、数字化转型等需求，促进生产单元模拟、生产现场监测、机器视觉质检、设备预测维护、生产能效管控等典型场景普及应用。

08 港口

重点针对港口安全生产、无人化作业、与物流协同联动等需求，促进生产单元模拟、远程设备操控、生产能效管控、精准动态作业、厂区智能理货等典型场景普及应用。

09 纺织

重点针对行业提高产品质量、提升数字化水平、推进产业绿色转型、快速适应个性化消费趋势等需求，促进生产单元模拟、设备协同作业、柔性生产制造、工艺合规校验、生产过程溯源、企业协同合作等典型场景普及应用。

10 家电

重点针对行业产品型号多、产品更新迭代快、降低生产成本等需求，通过 5G 简化工厂内部网络，利用 5G MEC 承载工厂生产系统和应用，促进柔性生产制造、机器视觉质检、虚拟现场服务、厂区智能物流、厂区智能理货、无人智能巡检、生产现场监测、产线数字孪生、智能安防、智能设备交互、生产过程溯源、工艺合规管理、设备预测维护、生产能效管控等典型场景普及应用。

四、保障措施

（一）强化产业支撑

组织开展 5G 全连接工厂相关技术标准制定，鼓励大企业探索行业标准方案、中小企业提升标准应用水平。加快推

进 5G 工业芯片、模组、网关等产品设备研发与应用，降低产业推广成本。推进工业数据模型化组织，进行标准化描述和信息建模。大力推动中小企业上云。开展相关人才能力培育，加强复合型人才储备。

（二）推进多方合作

推进地方工业和信息化主管部门和通信主管部门在政策发布、遴选评估、宣传推广等方面加强协同合作。推动基础电信企业、互联网企业、工业企业、设备制造企业、解决方案服务商、高校、研究机构等加强合作，充分发挥工业互联网产业联盟、工业行业协会等产业组织桥梁纽带作用，深化政产学研用多方协同，构建良好产业生态。

（三）深化产融结合

鼓励产业各方充分利用国家产融合作平台、地方产融对接平台，畅通产融信息对接渠道、提高对接效率。鼓励各地出台支持 5G 全连接工厂建设的政策，加大资金支持力度，并通过专项资金、产业基金等方式支持企业。鼓励各地积极拓宽资金来源，创新企业贷款、融资、保险等金融服务方式，加大精准信贷扶持力度。引导企业用好用足固定资产加速折旧、企业研发费用加计扣除等相关税收优惠政策。

（四）开展遴选评估

制定 5G 全连接工厂评价标准，组织开展分类分级评估，建设 5G 全连接工厂项目库，依托工业互联网试点示范，遴

选 5G 全连接工厂标杆。建立 5G 全连接工厂建设情况动态监测机制，将建设情况纳入工业互联网发展成效评估、工业互联网产业示范基地评价。按年度发布《5G 全连接工厂名录》，打造“5G+工业互联网”中国方案和 5G 全连接工厂中国品牌。

（五）加强总结宣传

依托中国 5G+工业互联网大会、工业互联网大会等重点产业活动，大力宣传 5G 全连接工厂典型成果。推动各地方召开现场会，加强 5G 全连接工厂建设经验交流和典型成果推广。基于已公示的 5G 全连接工厂标杆，分行业、多频次组织开展实地培训与经验交流，积极促进典型成果在各地区各行业的推广应用。

附件：名词解释

附件

名词解释

1	5G	第五代移动通信系统（The Fifth Generation Mobile Communication System）。
2	混合专网	将原先部署在运营商 5G 核心网侧的 UPF（用户面功能）和 MEC（5G 边缘计算）等功能下沉至企业内，供企业专用，保障企业业务数据不出企业。
3	虚拟专网	基于运营商 5G 公网架构，利用 5G 切片技术，为企业提供网络质量定制化、与其他公众用户业务逻辑隔离的专用通道服务。
4	独立专网	企业自建一张专用 5G 网络，包括接入网、承载网、核心网等 5G 网络端到端基础设施，与公网完全隔离，只承载企业业务的专用网络。
5	用户平面功能	5G 核心网基础设施系统架构的基本组成部分，主要负责 5G 核心网用户面数据包的路由和转发相关功能，具体涉及的功能定义详见 3GPP TS 23.501。
6	软件定义网络	一种网络虚拟化的实现方式，通过将网络控制面与数据面分离开来，并提供开放编程接口，从而实现网络的灵活控制。
7	时间敏感网络	通过数据传输最大时间来划分的一种实时性网络，是在传统以太网基础上，使用精确的时间同步，通过保障带宽来限制传输延迟，提供高级别服务质量以支持各种工业应用。
8	IT 网络	用于连接信息系统与终端的数据通信网络。
9	OT 网络	用于连接生产现场设备与系统，实现自动控制及信息采集的工业通讯网络。

10	边缘计算	在靠近物或数据源头的一侧，采用网络、计算、存储、应用核心能力为一体的开放体系，就近提供智能服务，满足行业数字化转型在实时业务、应用智能、安全与隐私保护等方面的需求。
11	算力	指各类计算单元通过对数据进行处理后实现结果输出的一种能力，是计算能力的一个综合指标，数值越大代表综合计算能力越强。包含以 CPU 为代表的通用计算能力和以 GPU 为代表的高性能计算能力。
12	多源融合 室内定位	多传感器融合的室内定位技术，从而使室内定位系统更加具备高覆盖、可扩展、及时响应等特点。