

关于 5G+ 工业互联网行业应用的研究

卢超¹ 冯晓伟²

1. 中国铁塔股份有限公司西安市分公司 陕西西安 710000

2. 同信通信股份有限公司 陕西西安 710000

摘要: 工业互联网作为数字化浪潮下新一代信息技术与工业经济深度融合的产物,是第四次工业革命的关键基石和重要支撑,本文分别探讨了 5G 在智慧采集、智慧控制、智慧交互、智慧管理等领域的应用,助力工业互联网加快部署。

关键词: 5G; 工业互联网; 万物互联

Research on the Application of 5G+ Industrial Internet Industry

Chao Lu¹ Xiaowei Feng²

1.China Tower Co., Ltd. Xi 'an Branch Shaanxi Xi 'an 710000

2.Tongxin Communication Co., Ltd. Shaanxi Xi 'an 710000

Abstract: As a product of the deep integration of the new generation of information technology and industrial economy under the digital wave, Industrial Internet is a key cornerstone and important support of the fourth industrial revolution. This paper discusses the applications of 5G in fields such as intelligent acquisition, intelligent control, intelligent interaction, and intelligent management, which will help to accelerate the deployment of the Industrial Internet.

Keywords: 5G ; Industrial Internet ; Internet of Everything

一、工业互联网概述

工业互联网是全球工业系统与高级计算、分析、传感技术及互联网的高度融合,是工业生产与互联网技术相互结合的新型工业架构。工业互联网通过系统构建网络、平台、安全三大功能体系,打造人、机、物全面互联的新型网络基础设施,形成智能化生产、个性化定制、网络化协同、服务化延伸等诸多新模式、新业态。

工业互联网的基础是网络体系,高速率无线接入网可避免有线接入网铺设线缆和设置保护设施等操作,大幅降低工厂内网络部署和维护成本,并可根据产品生产需求对生产线进行灵活的重构,实现柔性生产。因此,工业互联网对于底层智能网络的带宽、时延、智能程度等有着很高的要求,而 5G 网络的 eMBB (增强型移动宽带)、mMTC (大容量物联网)和 uRLLC (低时延高可靠通信)特性能够灵活地支撑工业互联网的多业务场景,为工业生产提供高效率、高质量、低成本的网络连接。

二、工业互联网推进方案

2.1 推进步骤及内容

2.1.1.5G+ 工业互联网数据中心机房建设

IDC 数据中心机房建设就是将传统的机房与网络相结合,在传统机房的基础上进行拓展与应用。进行机房

建设时要考虑到每一部分的规划设计,在供电方面要加强建设,便于后期的管理与维护。IDC 数据中心机房建设主要包含以下内容:

(1) 机房装修: 机房装修需满足其功能、实用性、机房环境(包括温湿度、照度、洁净度、电磁屏蔽等)的要求;

(2) 供电系统: 保障设备正常运行及其它附属设备的供配电问题,涉及供电功率、UPS 建设 (n+1)、配电柜、电线、插座、照明系统、接地系统、防雷和自发电系统等;

(3) 空调系统: 主要包含机房的温度控制、通风方式和机房空气环境检测等技术;

(4) 安全系统: 主要包含门禁系统、消防系统、监控系统三个方面;

(5) 综合布线系统: IDC 数据中心机房布线包括机房内的数据信息点布线、语音点布线、服务器机柜及小型机与网络机柜之间的光纤布线^[1]。

2.2.2 5G+ 工业互联网应用推广

通过对企业厂区/园区进行 5G 全覆盖,依托 5G 大带宽 (eMBB)、大连接 (mMTC)、低时延 (uRLLC) 的技术特点及五大基础共性能力 (人工智能、物联网、云计算、大数据和移动边缘计算),借助工业互联网技术,

打造“5G+ 工业互联网”。

(1) 5G+ 智能制造。5G 智能制造解决方案有利于提高生产企业的产品质量，提升工业生产管理水平、提升生产效率、降低次品率、降低人力成本与库存成本。

利用 5G 网络及视频监控、AR 眼镜、视觉检查设备、工业传感器等数据集采设备，无人车、AGV、工业机器人和 PLC 等工业设备，实现环境监控与巡检、物料供应链管理、产品检测、生产监控与设备管理等应用，可实现生产制造过程可视化。

(2) 5G+ 远程操控。5G+ 远程操控可广泛应用于采煤采矿、建筑、工业制造、园区物流等工业领域，显著提升工业生产企业的生产效率，降低人力成本，提高生产环境的安全性。

通过对工作区域的作业机械、车辆等进行改造改装，以及一些相应的软件的部署和 5G 网络的覆盖 +MEC（移动边缘计算）的分流，再加上一些信号采集设备（传感器和支持 5G 的摄像头），可实现实时的远程操控，实时查看远程操控设备所处环境与动作，避免设备处于危

险状态导致事故；操作信号实时与远程操作设备交互，无操作滞后感，避免操作不及时导致安全事故；操作过程中设备和操作端均保持稳定安全在线状态，避免突然掉线导致的安全事故。

“5G+ 远程操控”可使远程操作者与在车上操作感知一致，并且有更好的体验，更好的作业环境，更容易招聘操作工程师；可以使人力成本更加优化，操作者远离恶劣环境，安全性提高，风险降低；并且可创新出远程指导、远程派单服务等商业模式^[2]。

(3) 5G+ 智慧物流。随着机器人、AGV、无人机等技术开始出现以及物联网、云计算、大数据、人工智能等技术的兴起，物流行业迈入智慧化发展阶段。将 5G 融入物流行业，可显著提升物流园区、仓库安全等的管理能力，提升设备远程操纵能力，提高车辆及人员的调度管理能力。

“5G+ 智慧物流”按照需求场景可分为“5G+ 物流园区”、“5G+ 物流仓储”、“5G+ 物流配送”三类。

表 3-1 “5G+ 智慧物流”细分场景描述

场景分类	细分场景	需求描述	5G 诉求
物流园区	园区智能安防	超高清 4K 摄像监控，结合 5G 网络实现多路高清视频回传，提高安全监控级别，实现包含电巡检、巡逻、监控、人脸识别、车辆识别等功能的智能全景监控服务。	大带宽
	智慧停车	通过 5G 高速网络将现场多路摄像头的高清视频以及系统设备运行的关键数据传到平台，对车库关键设备的运行状态进行实时监控以及异常报警。	大带宽 低时延
	远程操控	以 5G/MEC 覆盖园区道路，通过 5G 网络将产设备的作业视频以及运设备的驾驶视频回传至控制中心，并且将控制、调度信号下传至作业设备，实现远程操控。	大带宽 高可靠 低时延
物流仓储	AGV 无人车	AGV 分拣设备对无线网络依赖较高，然而其通常在仓库和室外作业，网络部署存在覆盖死角和速率限制问题，如使用工业级 Wi-Fi 则面临传时延大、部署点位密、设备连接数量受限、维护成本高等问题。5G 网络的速率和可靠性可以减少因为通信故障导致的作业中断，提高生产效率。	大带宽 高可靠 低时延
	AR 拣选	5G 网络连接 AR 终端与服务器，据终端采集图像自动识别作业环境和商品信息，辅助拣选员快速完成作业，提高拣选效率与正确率。	高带宽 低时延
物流配送	无人机配送	无人机挂载 5G CPE 终端和 4K 摄像头，实现精准定位、智能感知、路线规划、人脸识别、视频监控回传等功能。	大带宽 高可靠 低时延
	货运跟踪	传统物流行业在货运过程中无法实现包裹实时追踪，基于 5G 高带宽特性可以实现实时跟踪物流包裹运送进度，并对货运过程中是否存在安全隐患等问题进行监控。	大带宽

(4) 5G+ 智慧电力。5G 网络大带宽、大连接、低时延、网络切片等网络能力，可满足智能电网的多样化需求，可有效保障高可靠，高带宽及智能网络的健壮性。

5G 的低时延 + 网络切片能力，可在智能电网的远

程控制工作中发挥巨大的优势。可满足智能电网毫秒级的基准负荷控制场景、配电站所智能监控场景、可快速实现配网线路区段或配网设备的故障判断并准确定位。

在电力线路巡检方面，借助 5G 网络及巡检机器人

和巡检无人机, 可实现对输电线路和变电站的实时监控, 巡查中的高清照片及视频可满足随拍随传的要求。

风力、太阳能等新能源发点是一种新型的分布式能源, 其所在地大多是人烟稀少, 环境恶劣的地方, 借助 5G 网络及巡检机器人和巡检无人机, 可实现对风力、太阳能电源等并网后的智能监控、发电厂站的智能巡检与高危环境作业、对风机叶片的智能变桨控制等, 有利于提高风力、太阳能的发电效率, 提升运维效率, 降低运维成本。

(5) 5G+ 智慧矿业。智慧矿山通过以智能化、自动化采矿装备为核心, 以高速率、大容量、双向综合数字通信网络为载体, 以智能设计与生产管理软件系统为平台, 通过对矿山生产对象和过程进行实时、动态、智能化监测与控制, 实现矿山开采的安全、高效和经济效益较大化。

依托 5G 大带宽、低时延的网络优势, 结合边缘计算、大数据、云计算以及北斗精确定位等先进技术, 面向矿区移动性和封闭性的特殊场景需求, 通过对露天 5G 网络的覆盖, 助力矿区“智能化、无人化”目标的落地和推广, 可实现无人矿卡作业, 工程机械远程操控, 工程机械协同作业等工作, 改善人员作业环境, 提高人身安全保障, 提高工作效率。

通过对井下 5G 网络覆盖以及各类传感器, 高清摄像头和 5G 手持终端的部署, 可实现井下无人化采掘以及对井下设备及环境状态实时监控。

三、5G+ 网络覆盖投资测算

户外场景, 例如矿山、野外线路等, 采用传统 5G 室外宏站进行覆盖, 户外遮挡较少, 单个 5G 宏站可满足至少 300 米的覆盖距离。

工业园区内, 整体及户外可采用室外宏站进行覆盖; 生产车间、仓库、办公楼、宿舍楼等室内场景, 可采用室内分布系统进行补充覆盖, 满足各种场景的网络需求。

四、5G+ 工业互联网业务解决方案

4.1 智慧采集类解决方案

4.1.1 工业视频监控

工业设备远程监控是工业物联网主要应用之一, 能够实现设备数据的全面感知、动态传输、实时分析, 是整个安防建设的重点, 主要负责工业园区内的视频安全监控, 实现视频图像的预览、回放、存储、上墙, 以及云台设备的云台控制等业务提供安全监视、设备监控、案发后查、证据提取等有效的技术手段, 为快速有效的指挥决策提供可视化支撑, 使管理人员能远程实时掌握工业园区内各重要区域发生的情况, 保障监管区域内部人员及财产的安全。主要应用场景包括: 工业园区、自动化车间、库房、办公区域等^[9]。

4.1.2 环境监测

工业园区环境质量监测系统由前端监测设备(可监测如: 粉尘颗粒物、一氧化碳(CO)、二氧化碳(CO₂))、

二氧化硫(SO₂)、二氧化氮(NO₂)、一氧化氮(NO)、臭氧(O₃)、甲烷、硫化氢、噪音、温湿度等等)、数据传输网络、管理平台三部分组成。实时监测实时发布监测数据, 具有超标预警功能, 移动端、电脑端都可实时查看和远程监管。为预测预警, 溯源及治理等环保决策提供数据支持。

4.1.3 火灾自动报警监测

通过系统开发、改造、对接, 实现消防系统与安防系统的互联, 采用 NB-IoT、LoRa、4G/5G 等传输网络, 实现消防感知能力的实时性、多样性, 打通消防的信息孤岛, 实现数据共享、业务联动, 加强消防数据与安防数据的碰撞、融合, 实现消防不同场景下的智能预警, 提升视频图像资源的转化率, 提升消防预警、预测及消防监管的效率, 减少人力、物力的投入。

4.1.4 石油管道监控

实现对石油管道监控区域的 7*24 小时智能化高清视频监控, 通过系统智能识别, 自动告警等功能既能提高管道运行安全、又能提高管道巡护工作效率, 目前系统识别准确率约 80% 左右, 识别功能主要是车辆、人员、施工等, 随着系统运行大数据的积累, 智能识别准确率将提高至不低于 90%, 随着算法完善系统对地质灾害预警也将有一定的识别功能。

五、智慧控制类解决方案

5.1 智慧物流

利用集成智能化技术, 使物流系统能模仿人的智能, 具有思维、感知、学习、推理判断和自行解决物流中某些问题的能力。在货物流通过程中获取信息从而分析信息做出决策, 使产品从源头开始被实施跟踪与管理, 全方位、全程监管产品的生产、运输、销售, 大大节省了相关政府部门的工作压力的同时, 使监管更彻底更透明^[4]。

5.2 出入口管控

基于物联网, 结合视频 AI 技术, 对园区内各类人员分类施策, 以实现对内部员工在园区内工作、生活、消费; 对外部访客从计划拜访、自助办理、离访、足迹等全流程; 对重点人员、陌生人、高频人员等特殊人员的布控预警, 整体显著提升企业园区人员管理效能, 变革管理模式。系统充分考虑了访客、人员通道、门禁、消费、可视对讲、梯控等子系统的信息共享要求, 对各子系统进行结构化和标准化设计, 通过综合安防管理平台将其整合成一个有机的整体。主要在应用于在企业园区、政府大楼、住宅小区、医院、学校、工厂等场景, 对内部人员和外部访客人脸身份和权限进行验证。例如: 陕西铁塔承建的西安旺园小区门禁监控项目, 提升并改造小区门禁监控系统, 保证小区出入口安全。

5.3 周界防范

热成像周界防范系统前端主要由热成像摄像机、报警灯、室外音柱等设备组成, 采用的热成像摄像机具备

优秀的图像处理算法，通过 AGC 自动增益、DDE 图像细节增强、3D 降噪技术，全天候保证极佳的图像效果，对监控场景进行有效探测和成像，获取图像中的关键侦测信息。同时，基于双光谱设计，在热成像全天候探测的同时，又兼具星光级超低照度摄像机的可见光成像效果，一旦发生事件，可见光可利用同轴定位功能的对现场情况进行确认，推送报警，并可录制告警录像。

5.4 车辆安全管控

车辆管理上使用车牌识别设备，自动对车牌进行抓拍识别；而在关键地方安装视频监控设备，通过智能视频分析、人脸识别与车牌识别随时监测园区内的突发情况，让园区更加安全。

六、智慧交互类解决方案

6.1 巡逻机器人

巡逻机器人是一款综合运用物联网、人工智能、云计算、大数据等技术，集环境感知、动态决策、行为控制和报警装置，具备自主感知、自主行走、自主保护、互动交流的能力，可替代部分基础性、重复性、危险性的安保工作。巡逻机器人作为安防工作的重要力量，其能力主要体现在其三大工作模式上，主动巡逻、守望站岗、远程控制，三种模式可互相切换，做到灵活巡逻与安保工作。

6.2 工业巡航无人机

利用巡航无人机拍摄和观察整个园区，打造高流量、低延迟的园区场景，便于观察园区的适时情况。

七、智慧管理类解决方案

7.1 智慧物业

智慧物业建设的核心内容是运用 5G、云计算、物联网、大数据等先进技术，实现对监控、能源、照明、空调、配电房、水泵房、污水井等物业设施运行状态智能化监

控和高效管理。例如：陕西铁塔承建的前滩智世贸慧楼宇智慧物业项目，实现物业的智能化管控。

7.2 智慧停车

智慧停车是融合了车牌智能识别、车辆信息采集、物联网传感、移动支付、云计算等技术而打造的停车泊位资源管理和运营服务平台。大型园区要满足几千甚至上万人的工作、停车、就餐、通信畅通，还要具备一定时间内疏散人员和车辆的能力。其中，停车场就需要一定的容量配置，而在大型停车场寻找停车位需要花费一些时间。5G 技术、物联网技术的发展与推广，可以简化传感器部署，增加覆盖面积，实现智慧停车。

八、结束语

通过对 5G 在工业互联网场景中应用分析，利用 5G 网络优势，为工业生产提供高效率、高质量、低成本的网络连接，成为支撑工业互联网的最佳选项。

参考文献：

[1] 马红燕.“5G+ 工业互联网”推动企业数字化转型探究[J]. 现代工业经济和信息化. 2021(04)

[2] 马伟.5G 蜂窝网络架构设计分析[J]. 中国新通信.2020(06)

[3] 王静.基于 5G 的车联网组网架构研究[J]. 数字通信世界.2021(01)

[4] 王媛.5G 环境下的大数据网络架构与监控技术分析[J]. 中国新通信. 2020(15)

作者简介：卢超、男、汉、出生于：1982 年 1 月 籍贯：陕西西安，学历：本科，职称：工程师，毕业院校：西安交通大学，研究方向：移动通信

作者简介：冯晓伟、男、汉、出生于：1991 年 3 月 籍贯：陕西长武，学历：大专，职称：工程师，毕业院校：西安航空旅游学院，研究方向：网络优化