

5G RedCap应用案例集

智能电网 | 智慧城市 | 智能制造



目录

前言

O1 第一部分 智能电网

- 02 山东电力 5G RedCap 规模化商用加速构建新型电力系统
- 05 河南国网电力 5G RedCap 智能融合终端
- 08 天津华电 5G RedCap 智慧电厂商用验证

11 第二部分 智慧城市

- 12 深圳南山区生态局 5G RedCap 环境监测
- 15 深圳 5G RedCap+AI 垃圾分类监管新模式
- 18 郑州公用集团 5G RedCap 智慧停车
- 21 四川德阳 5G RedCap 智慧停车
- 24 5G RedCap 实现上海嘉定无人农场

28 第三部分 智能制造

- 29 5G RedCap 与 5G-Advanced 专网融合应用助力宝山钢铁数字化转型
- 31 5G RedCap 助力云南神火铝业安全生产
- 33 5G RedCap 助力化工行业安全高效生产
- 37 美的厨热洗碗机工厂 5G RedCap 应用
- 39 广东邦普循环基于 5G 专网及 5G RedCap 的全链零碳智慧工厂
- 42 基于 5G RedCap 视联专网的园区安全管理

45 总结与展望



斯寒 GSMA 大中华区总裁

近年来,随着 5G 技术的快速发展和广泛应用,全球的通信行业迎来了新一轮的变革和机遇。在这一背景下,5G RedCap(Reduced Capability,简称 RedCap)作为5G 技术的重要组成部分,以其高效的频谱利用、低功耗和成本优势,从 2024 年开始登上舞台,在各行各业中崭露头角并逐步发挥不可或缺的作用。作为 GSMA 大中华区总裁,我深感荣幸能够见证并参与这一重要时刻,见证 5G RedCap 在推动社会经济发展中的重要贡献。

5G RedCap 技术旨在弥补传统 5G 和物联网之间的空白,特别是针对中等数据速率需求、低功耗、低成本且需要网络切片等原生 5G 功能的应用场景。它不仅为智能电力、智慧城市、智能制造等领域提供了新的解决方案,还在可穿戴设备、智能家居、医疗健康等消费电子领域展现出广阔的应用前景。通过支持更多样化的终端设备和应用场景,5G RedCap 正在为数字化转型提供强大助力。

在智能电网领域,5G RedCap 展现出了巨大的应用前景。智能电网是现代电力系统发展的重要方向,5G RedCap 的低功耗、高效率连接为智能电网的建设提供了重要支持。通过5G RedCap 技术,电力公司可以实现对电网设备的实时监控和远程控制,及时发现和处理故障,提升电网的可靠性和运行效率。此外,5G RedCap 还支持智能电表的广泛应用,使得用户可以实时监测和管理自己的用电情况,提高能源使用效率。同时,在分布式能源管理中,5G RedCap 能够有效支持光伏发电、风力发电等分布式能源的接入和管理,优化能源配置,促进绿色能源的发展。

智慧城市建设是现代城市发展的重要方向,而 5G RedCap 在这一过程中扮演着至关重要的角色。通过连接城市中的各种智能设备和传感器,5G RedCap 实现了对交通、环境、能源等各方面的实时监控和管理。例如,在交通管理中,5G RedCap 可以支持智能交通灯、车联网和自动驾驶技术,从而缓解交通拥堵,提升出行效率。在环境监测方面,5G RedCap 能够实现对空气质量、水质和噪音等环境数据的实时采集和分析,帮助政府和相关部门及时采取措施,改善城市环境质量。

在智能制造领域,5G RedCap 的应用无疑是革命性的。传统制造业面临着效率提升、成本控制和智能化转型的多重挑战。5G RedCap 技术通过提供稳定、高效的连接,使得工厂内的设备能够实现实时数据传输和远程控制,从而大幅提高生产效率,减少停机时间。此外,5G RedCap

还能支持大规模机器间通信和物联网应用,使得工厂的自动化水平和智能化程度进一步提升。这不仅推动了制造业的转型升级,也为工业 4.0 的实现奠定了坚实基础。

在推动 5G RedCap 技术应用和发展的过程中,GSMA大中华区一直扮演着积极的推动者和协调者角色。我们与政府、企业、学术机构等多方紧密合作,致力于推动 5G RedCap 标准的制定和应用实践的推广。通过组织各类研讨会、技术交流会和应用案例展示,我们帮助业界了解 5G RedCap 的最新发展动态,分享成功经验和最佳实践,促进 5G RedCap 技术的普及应用,这本《5G RedCap 应用案例集》收录了 5G RedCap 在智能电网、智慧城市和智能制造三大领域的 14 个优秀应用案例,阐述了 5G RedCap 的技术优势和应用价值,展望了 5G RedCap 的应用前景和发展方向。

展望未来,消费电子领域将成为 5G RedCap 技术大展拳脚的舞台,从而实现 5G RedCap 的规模化发展。随着可穿戴设备、智能家居、医疗健康等智能终端的普及,用户对高效、低延时、低功耗、低成本、泛在化的网络连接需求日益增长。5G RedCap 凭借其技术优势,能够为这些设备提供稳定、高效的连接服务,提升用户体验。例如,智能音箱、智能门锁等设备通过 5G RedCap 实现互联互通,使得家庭生活更加便捷和智能化。5G RedCap 还可以支持各种智能医疗设备,如可穿戴健康监测设备、智能药品管理系统等,帮助患者进行自我健康管理,降低医疗成本。

随着 5G RedCap 技术的不断成熟和应用场景的不断丰富,我们有理由相信,5G RedCap 将为经济社会带来更多创新和变革。它不仅是技术发展的新里程碑,更是社会进步的新动力。我们期待看到更多企业和机构能够充分利用 5G RedCap 技术,探索新的应用模式,创造更大的社会和经济价值。

最后,我要感谢所有参与《5G RedCap 应用案例集》编写和发布的团队和个人。正是你们的努力和奉献,使得这些现实场景应用案例得以传播,为业界提供了丰富的知识和实践经验。我相信,这本案例集将为推动 5G RedCap技术的发展和应用,提供重要的参考和指导。GSMA 愿意与广大生态合作伙伴携手并肩,共同谱写 5G RedCap时代的新篇章,为更加美好和智慧的未来做出卓有成效的贡献。

2024年6月

智能电网

5G RedCap应用案例集







山东电力 5G RedCap 规模化商用 加速构建新型电力系统

GG

5G RedCap 在山东电力的成功实践展现了 5G RedCap 技术行业应用的广阔前景。5G RedCap 技术不仅满足了电力安全隔离、可靠可控的要求,还大幅降低了终端成本,推动 5G 智慧电网更大规模部署,加速构建新型电力系统,进而实现 5G 和千行百业的深度融合发展,让 5G 更好的造福社会。

国网山东省电力公司数字化部副主任 王勇

合作 单位







案例综述

2021 年中国联通与国网山东省电力公司建成中国首套省域 5G 电力专网,配置生产控制、管理信息等切片,在 16 地市部署 UPF 37 套、接入电力 5G 终端 7 万余台,在发、输、变、配、用电等 12 类场景中部署了 5G 应用,促进了 5G 与电力系统的深度融合。

2023 年,中国联通又携手国网山东省电力公司、华为公司在山东省完成了全国规模最大的省域电力 5G RedCap 规模 化商用部署,助力 5G 应用轻装上阵。

本项目依照安全分区、网络专用、横向隔离、纵向认证的原则,将 5G RedCap 和 5G 硬切片技术进行融合,打造"端网业"一体化的解决方案。

在端侧应用 5G RedCap 模组、终端,接入了配电、光伏、无人机等各类终端,实现终端成本的大幅降低。在网络侧全域开通了 RB 资源预留 1% 硬切片,传输网使用 FlexE 硬切片技术,接入生产控制大区专用 UPF,保障电力专网的稳定性和可靠性,打造了目前国内规模最大的 5G 硬切片专网。在业务侧实现了配电自动化、光伏调控、自动化三遥等应用,实现电网发、输、变、配、用等环节的实时监控和智能调控。





↑ 山东电力 5G RedCap 在配电和分布式光伏应用部署安装图

行业挑战

山东是全国新能源装机规模最大的省级电网,拥有大量光伏发电站,光伏发电分布广、波动性强,给电网的安全运行带来新的挑战。国网希望提升电站并网率和调控灵活性。其次,山东电网规模巨大,拥有全国最大的特高压交直流混联电网,特高压变电站数量全国最多,电网负荷突破1亿千瓦,迫切需要运用新兴信息通信技术来提高电力网络的运行质量、效率和安全性。

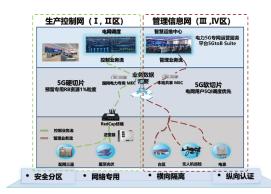


建设 5G 电力专网后,解决了电力系统末端接入和运行调控等问题。但在规模化应用中仍存在一些挑战。一是各类电网设备、电力终端、新能源用电的需求爆发式增长,迫切需要构建安全可信、接入高效灵活、双向实时互动的"泛在化、全覆盖"配电无线通信接入网,实现智能电网业务接入、承载、安全及端到端的自主管控。二是由于完整版的 5G 终端芯片和模组设计复杂,研发成本高,终端价格一直居高不下,导致规模建网成本巨大。三是每次点位部署都需要人工勘测,每人每天仅可勘测 4 个点位,成本高、效率低,严重影响业务的上线进度。另外,电网的配电、并网等关键应用分布广,对网络的可靠性要求高,随着 5G 手机的普及,网络在忙时会出现时延大、抖动多的情况。如何降低建网成本同时又保障网络质量,成为 5G 电力专网规模应用的主要课题。

解决方案和价值

1. 项目整体架构 / 技术方案

本项目综合使用边缘计算、切片、跨域组网、5G RedCap、人工智能等技术,打造端、网、业一体化方案,实现了广域覆盖、泛在接入、统一管理、安全可信的5G电力通信网络,实现了电力系统末端业务的广域互联。划分了生产控制、管理信息等网络切片,满足了不同电力业务的安全隔离需求。



◆ 山东电力 5G RedCap 组网方案示意图



"端"侧采用 5G RedCap 终端,和传统的物联网通信技术相比,该类终端具备大容量、低时延、准定位、高可靠等能力,而相比普通 5G 终端,其成本降低 50%,能耗降低 32%。中国联通率先在济南全市开通全国首个市域 RedCap 网络,现已部署雁飞、南瑞等品牌 5G RedCap 终端 3220 台。



"网"侧部署 5G 硬切片虚拟专网,预留 1% 的 RB 资源用于供电网独享,可实现在拥塞场景下,硬切片的时延几乎不受影响,满足生产控制网对可靠性的需求。目前已完成 650 个硬切片开通,承担 300 多条分布式光伏和配电自动化业务。



"业"侧实现了配电自动化、光伏调控、自动化三遥等 12 个场景的 5G 应用,在平台方面,建成了 5G 电力专网管理平台,实现了网络全景监控、业务在线办理、和终端实时管理,助力电力系统各环节提质增效。

同时,创新采用 5GtoB 点位智能评估系统,减少人工现场勘测的工作量,提升站点上线效率 90%,大大缩短业务开通周期,创造 1 周上线 2000 个站点的记录。

2. 应用场景

● 5G 智慧光伏

该场景通过 5G RadCap 终端连接远动机、AGC、AVC、逆变器等光伏数采和控制设备,利用 5G 网络硬切片技术将场站运行数据传输到集中调控中心,实现分布式光伏的场站运行分析、发电智能预测以及并网的远程调控,可提升发电效率 16%。此外,场站高清监控视频和环境监测传感器等数据可通过 5G 网络大带宽软切片传输到集中运维平台,实现无人化巡检、智能视频安防等应用,保障光伏并网的安全可靠运行。



↑ 5G RedCap 实现分布式光伏远程智能运维图

● 5G 配电自动化

通过内置 5G RedCap 模组,接入分布式配电终端,对配 电网开关站、配电室等开关设备的位置信号、电压等数据进 行采集与计算,并通过专用切片接入电力生产控制大区,实 现业务安全隔离,降低通信时延,实现故障区间毫秒级快速 判断,实现配电自动化、精准负荷控制等业务的安全隔离和 稳定可靠,有效解决了配电终端的"最后一公里"成本和运 维问题,提高对配电网的运行管理水平及供电可靠性。



↑ 5G RedCap 实现配电网实时感知



♠ 5G RedCap 实现用 电信息实时采集

5G 智慧用电

充分利用 5G 网络大连接特性、5G RedCap 的性能和成本优势,结合智能电表、能源控制器, 运用实时、准确的双向互动智能计量技术和计算技术,实现大规模用能感知。通过将 5G RedCap 嵌入用采集中器和能源控制器,大幅度降低部署成本,将实时采集的用能数据高质量送至业务主 站进行处理和分析,可以实现针对供电负荷进行精准营销、调度和管理,科学满足电源侧、电网侧、 用户侧不同群体的负荷调控需求。

● 5G 数字化点位评估系统

相较传统方式,5G 数字化点位评估系统发放智能评估模块,单次任务可实现2.5人时完成2000点位快速精准评估, 节省了80%的人工,将业务部署上线时间从15天缩短到1天。支持多业务类型(分布式光伏、智能台区、秒级负控等配 电业务)并行评估,支持适配 5G RedCap 终端单 BWP、多 BWP 等差异化特性能力评估,可自动给出不可放号原因结果及 切片开通小区建议,通过 AI 技术对网络进行仿真、建模和数字化、可视化勘测,自动计算点位,极大缩短硬切片业务上线 周期,降低人工勘测成本,使能海量 RedCap 终端放号免勘测。

经验总结与后续计划

本项目建成国内规模最大的 5G RedCap+ 硬切片专网应用规模应用,部署雁飞、南瑞等品牌 5G RedCap 终端 3220 台, 终端成本降低50%,能耗降低32%,节省建网成本,实现5G电力专网成本效益优化。

本项目不仅满足了电力安全隔离、可管可控的要求,还大幅降低了建网成本,证明了轻量化、低成本的 5G RedCap 在电力行业规模化商用的可行性。本次商用的成功,为电力 5G 专网注入新动能,加速智慧电网和新型电力系统的建设。

该案例推广前景广阔。山东电力将在全省开展规模部署,预计 2024 年 5G 电力连接数将达到 30 万,其中 5G RedCap 终端数 15 万台。全国有 1000 多家发电厂,输电线路 226 万千米,配电站 30 万座,电表数达 10 亿量级,5G 终端需求量 至少 4000 万台。预计到 2027 年,5G RedCap 在电力各场景下可实现 5000 万台突破,成本降低约 900 亿元。

2024年 -

30_万 **15**_{万台}

电力连接数

5G RedCap 终端数

2027年 -

5000万台 900亿元

5G RedCap 终端数

河南国网电力 5G RedCap 智能融合终端

RR

作为 5G-Advanced 最重要技术之一,5G RedCap 可降低 5G 终端能耗和成本,可大幅降低电力行业 5G 应用成本。河南国网电力率先进行了 5G RedCap 在电力行业的测试验证。目前河南国网电力非常看好 5G RedCap 在电力上的应用前景,将持续打造更多示范项目,推动电力行业 5G 规模化应用。

国家电网河南省电力公司信息通信分公司通信运检中心主任 李永杰博士

合作 单位







案例综述

电网是 5G 行业应用中规模最大、复杂度最高的场景之一。目前应用成本高是制约 5G 技术在电网推广应用的最大因素。通过河南国网电力 5G RedCap融合终端的大量上线,将有效推动轻量化芯片、模组的研制和规模化应用,有效降低电网 5G 应用成本,加快电网 5G 网络建设。

项目初步规划建成覆盖全省一半地区的电力 5G 虚拟专网,并规划在 2021-2024 年累计部署完成 2.8 万台 5G 终端,其中 5G RedCap 融合终端的占比将大于 50%。依据河南国网电力"十四五"规划,预计河南全省实现十个以上专业的 5G 规模化应用,实现 5G 与电网的深度融合。

2021-2024年 -

2.8元台

部署完成 5G 终端

>50%

5G RedCap 融合终端占比

行业挑战

当前新型电力系统高比例可再生能源和高比例电力电子设备的"双高"特性日益凸显,电源结构、电网形态、负荷特性发生了深刻变化,电网控制从输变电向配电网和用户侧拓展,对通信能力提出了更高要求,运行管控需要"看得清、控得住、用得好"。

当前,5G 在电力的规模化应用需要解决业务适配、模组价格、终端管理三个方面的问题:



多类型电力业务对通信单元匹配度要求更高。网络的时延、抖动等网络性能及多形态定制化终端 等设备需满足电力各场景应用需求。



由于当前 5G 芯片、5G 模组价格仍然偏高,大规模 5G 终端应用所需投资巨大。嵌入式 5G 通信模组和通信仓受制于投入成本无法大范围推广应用。



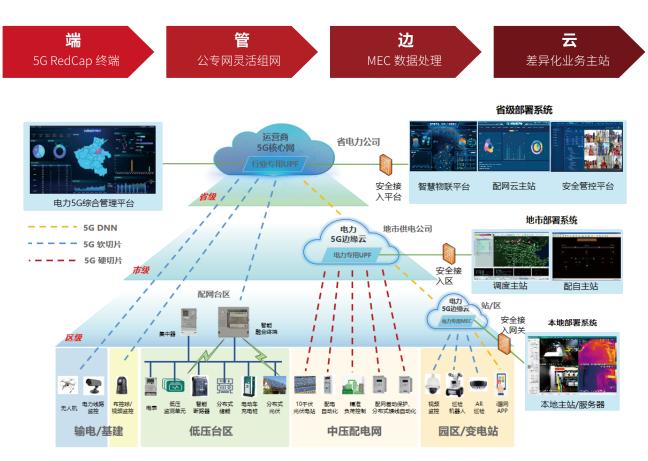
火 终端管理 要求高

海量终端接入对综合管理能力提出更高要求。当前电力行业已广泛应用运营商 5G 无线公网,为多类型电力业务提供通信服务,海量电力业务终端接入增长趋势愈加明显,需有效监控管理 5G 通信终端,保障业务安全、可靠运行。

此外,现阶段 35 kV 以下的配电网光纤覆盖率较低,传统光纤网不能满足配电网"泛在化、全覆盖"的通信要求,而 90% 以上的停电发生在最后 5 km 配电侧。利用运营商 5G RedCap 基站广覆盖,能够实现"免挖沟铺缆、快速部署",并 可通过 5G 切片隔离技术保障电力业务的安全、低时延和大连接诉求。

解决方案和价值

项目创新设立"端(5G RedCap 终端)—管(公专网灵活组网)—边(MEC 数据处理)—云(差异化业务主站)"的电力 5G 业务应用解决方案。5G 网络层面,基于业务需求和 5G 切片技术理念,通过将电力 5G 专用 UPF 下沉部署至地市电力公司通信机房,实现电力业务的安全可靠承载;5G 平台层面,搭建业务终端管理平台,针对省内电力 5G RedCap 业务终端进行统一管理,保障电力业务的稳定运行;5G 应用层面,在试点区域完成验证后,以规模化应用为导向,形成了可向全省复制推广的电力 5G 应用方案。



↑ 5G 电力虚拟专网架构

通过在智能配电台区(台区,一台变压器的供电范围或区域)安装搭载 5G RedCap 通信单元的台区智能融合终端, 监控设备可以将配电状态数据、动力环境数据等汇聚到台区智能融合终端,通过 5G 网络上传至物联管理平台。业务中台 与物联管理平台完成边和端配置管理,支撑故障智能研判等服务。数据中台为配电主站(主站,调度自动化系统)提供数 据服务,上传数据至配电自动化主站系统。



↑ 国网河南电力物联管理平台

应用效果

通过 5G RedCap 获取多类型传感器和采集终端信息,实现数据的 互联、互通、互享,开展数据的多元融合和综合分析,实现对电网运 行状态的实时感知、综合能源管理、故障快速研判、台区线损分析及 治理等功能。

在台区智能融合终端中部署嵌入式 5G RedCap 通信单元,实现了 融合终端与集中器的本地数据交互全覆盖。使用 5G RedCap 融合终端 方式,实现了停电故障研判准确率 98.4%、完整率 95.3%,相较传统 的用电采集系统分别提升了2.2%、70%,有效支撑了快速抢修业务。



停电故障研判准确率

98.4% # 2.2%

较传统的用电采集系统提升

95.3% # 70%

停电故障研判完整率

较传统的用电采集系统提升

经验总结与后续计划

本项目通过 5G RedCap 技术的"轻量化"实现了终端投资成本的大幅降低。河南国网电力在"输、变、配、用"各 环节开展 5G 承载电力业务试点建设,持续建立可复制、能推广的"5G+电力互联网"典型应用场景。

5G RedCap 终端将为智能配电网在更多电力业务场景提供包括网络隔离、数据不出厂、安全加密等多种增值业务,为 智能配电网提供定制化组网及差异化无线服务。

天津华电 5G RedCap 智慧电厂商用验证

GG

天津联通利用 5G RadCap 技术赋能天津华电打造 5G 智慧电厂,实现电厂安全管理动态感知、安全风险自动预警、 隐患排查自动闭环、高危作业全过程管控等功能,将安全管理由事后处理转为事前预防模式。作为京津冀发电企业首批 5G 应用示范,具有很高的物联网新技术与新场景的融合带领作用。

天津联通政企 BG 高级副总裁(常务) 陈凤衍

合作 单位







案例综述

中国联通联合华电天津分公司、华为等产业合作伙伴在天津华电南疆热电有限公司完成全国首个发电场景 5G RedCap 端到端商用验证。本次验证基于天津华电与天津联通、华为共同打造的 5G 智慧电厂项目,推动 5G 新技术与发电行业的进一步深度融合。

项目聚焦发电厂的安全生产过程多个场景,结合 5G、大数据、物联网等技术,采用三维数字孪生、AI 视觉分析等方式,建设智能安全风险管控平台;涵盖人员高精度定位、出入管理、作业管理、视频管理等功能应用,实现全厂管控的可视、可知、可控,提高企业生产经营效率,助力企业精益化管理水平再升级。本次验证结果表明,5G RedCap 能够支持网络切片、低时延等 5G 原生能力,能够满足发电企业在安全管控业务下的安全可控、低时延及可靠性要求,为 5G RedCap 在发电场景规模商用奠定基础,助力打造 5G+ 智慧电力网络,加速建设新型发电系统。



↑ 团队于天津华电南疆电厂完成 Redcap 商用验证

行业挑战

传统电厂在现代化工业发展的背景下正面临着前所未有的行业挑战。这些挑战涉及监控、风险预警、巡检、人员管控及安全性等多个方面,严重制约了电厂运营效率的提升和可持续发展。

- **11 监控挑战**,传统电厂监控手段单一,主要依赖人工巡检和固定摄像头监控。这种方式不仅效率低下,而且容易存在盲区,同时缺乏集成的数据收集和分析平台,难以为决策提供支持。
- **102 风险预警不足**,由于缺乏实时数据采集和智能分析系统,传统电厂很难对潜在的安全隐患进行及时识别和预警,从而增加了生产风险。
- 03 巡检难题,电厂的巡检工作一般依赖于人工,不仅耗时耗力,而且容易受到人为因素的影响,导致巡检结果不准确。



- **人员管控困难**,由于电厂员工队伍庞大且人员素质参差不齐,导致在人员管理方面存在显著的低效问题,降低了电厂 的整体运营效率。
- **安全性问题突出**,由于监控、预警和巡检手段的不足,电厂在生产运营过程中安全事故发生的概率大大增加,给员工生命安全和企业财产安全带来严重威胁。

解决方案和价值

1. 项目整体架构 / 技术方案

南疆热电作为 5G 智慧电厂示范点,目前已建设一套天津联通 5G 混合专网及 MEC 边缘云,在云端承载电力安全生产风险智能管控平台,平台结合 AI 机器视觉、巡检机器人、智能安全帽、UWB 人员融合定位等 5G 典型应用,为企业提供安全风险分级管控、安全隐患排查治理、应急管理、班组管理、教育培训、两票管理等重点功能。

本次商用示范中,在电厂气机房建设内嵌 5G RedCap 模组的摄像头,摄像头通过 5G 网络将信号回传到联通 MEC 边缘云上进行数据转发与 AI 计算处理,同时将帧率 50、清晰率 4K 的视频流回传到安全管控平台。结合 5G+MEC 专网,实现视频接入、实时解码、AI 计算处理等功能,同时设置未带安全帽监测、长时间玩手机监测等多种 AI 算法,对视频进行处理后将结果反馈给操作员,提升电厂安全管控能力,实现 5G+ 电力应用综合成本优化。

2. 应用场景

● 5G Redcap+AI 机器视觉应用:全厂智能监控,风险提前预警

基于 5G Redcap 的多 AI 视觉技术检测人员穿戴合规、作业工序合规、有效地对生产现场的人员、工作、环境、设备等进行全方位智能化监测与监管,在 MEC 上部署了14 种智慧电厂的 AI 算法,通过对 160 路,145 个摄像头的系统接入和改造升级,有效防范高空坠落、中毒窒息等安全风险,综合事故发生率有效降低,实现来源可查、去向可追、责任可究、规律可循。



♠ 5G Redcap+AI 机器视觉应用

● 5G Redcap + 轮式 / 挂轨式巡检机器人:提升巡检质量,降低事故发生率



↑ 5G 轮式巡检机器人

通过 5G Redcap、智能机器人技术,实现机器人代替人工进行巡检。 巡检机器人搭载高清摄像头、红外成像仪、温湿度检测仪等多种采集和检 测仪器,以自动或者遥控的方式对设备进行逐一检查,获得设备外观、温 度异常等信息。结合生产区域实际情况,在升压站、6kV 配电室等高风险区 域,部署了 5G 轮式和吊轨机器人,单次巡检时间从 2.25 小时大幅降低到 0.5 小时,直接节省人工成本 70%,巡检质量提升 60%,有效解决高风险区域 人员触电风险。

5G 机器人巡检模块建设,总体采用深度融合的方式,机器人采集的数据和异常分析结果统一接入数据平台,基于数据平台的大数据建模和智能报表等应用模块,开展数据的分析功能应用建设,结合智能化运行平台系统,实现设备缺陷管理的智能闭环。

● 5G Redcap +UWB 高精度人员定位:作业人员可循、可控、可管

通过建立电厂高精度、等比例的三维模型,利用 5G Redcap +UWB 人员定位技术,在生产过程中,对全厂人员实现精准定位,通过重点区域覆盖的人员定位基站,以及现场人员所佩戴的定位标签,实现对整个生产区人员活动轨迹的监控及有效的安全生产管控。通过部署 280 个5G 室分和 UWB 定位基站,联动视频监控、授权智能门禁,结合智能两票,实时辨识作业人员、作业区域的风险,智能预警违章行为,动态风险实时联动,在数字孪生模型中实现人员厘米级定位,降低高空坠落、触电等安全事故的发生。



→ 5G Redcap +UWB 高精度人员定位应用

通过设置电子围栏,对现场无法进行物理防护的区域实现安全管控。当非授权人员步入电子围栏区域,系统会发出告警,同时记录告警信息。

定位采用零维、一维和二维三种方式,根据不同区域精度要求,不同定位精度要求小于等于 30cm。且与厂内视频监控关联,实现相关触发报警,视频联动查看功能。

● 5G Redcap + 智能安全帽:提高指挥精准性,提升应急处置时效性



◆ 5G Redcap + 智能安全帽

5G Redcap 智能安全帽系统解决安全生产现场作业过程中的问题,实现"感知、分析、服务、指挥、监控"的五位一体,打造"互联网+"时代的智能化、精细化的安全生产管理新模式。通过在天津华电南疆、南港电厂等配置 30 套具有 14 种功能的 5G Redcap 智能安全帽,有效提升远程应急指挥和现场应急处置的精准性、时效性。

经验总结与后续计划

本次 5G RedCap 商用验证测试融合了天津华电南疆电厂的现网和核心应用场景,并结合了前沿的 5G RedCap 终端,端到端验证了 RedCap 可以赋能电力生产,为未来 5G RedCap 电力行业解决方案的规模复制奠定了基础。

这一里程碑式的项目不仅展现了 5G RedCap 技术在提升运营效率与安全性方面的巨大潜力,同时也证明了跨界合作在推动技术创新和业务升级中的重要作用,中国联通、中国华电和华为的紧密合作打破了行业壁垒,实现了技术、资源和经验的共享与互补,为传统工厂的数字化转型注入了强大动力。同时,三方将致力于将此成功案例推广至国内外其他电力项目,驱动更广泛的产业升级。在政策和标准的制定方面,也将积极参与,为整个电力行业的数智化发展提供强有力的支撑。

随着首个项目的成功,天津联通、华电与华为三方将继续携手前行,拓展 5G RedCap 技术在智慧工厂方面的更多应用,推动 5G RedCap 产业生态健全,孵化更多的低碳、高效的电力行业应用,加快电力企业的 5G 化改造,实现产业合作共赢。此外,本次 5G 智慧电厂项目的成功验证,再次证明了 5G 技术强大的行业应用潜能,为其他行业的数智化升级提供了可借鉴的经验。

02

智慧城市

5G RedCap应用案例集











深圳南山区生态局 5G RedCap 环境监测

GG

我们将持续推动 5G 技术与生态环境治理深度融合,建设更加和美宜居的城市环境,让居民群众享受更多蓝天白云、 绿水青山,为美丽中国建设打造南山新样板。

深圳南山区生态局 张兴正局长

合作













案例综述

深圳市南山区政府为打造城市环境治理标杆,构建一个覆盖环境质量、碳排放、生物多样性、环境健康4大方面 的生态环境监测网,解决监测要素多、监测手段少、民生诉求高三个关键问题。该项目以 5G 政务专网为基础,通过 5G RedCap 回传视频监控、数采终端、空气微站、噪声监测设备等各类环境信息,进行 24 小时不间断的智能精准溯源,监管 更高效,一线巡检人员减少35%,环境更美好,空气质量优良率提升7.7个百分点,民生更幸福,噪声投诉下降30%。该 项目是 5G RedCap 在政务专网生态领域的成片区应用,5G RedCap 模组大幅降低了 5G 网络使用成本,让规模复制成为可 能。全要素实时监测体系的构建,破解了地势偏远地区固网资源有限的局限问题,实现了山水林田湖草一体化监管。

行业挑战

南山,作为中国百强区榜首,辖区上市企业超过210家,同时也是中国首个超大城市中心区"两山"实践创新基地, 国家生态文明建设示范区。作为超大城市中心区,南山环境治理仍面临3个痛点难点:



监测要素多

南山是少有的兼具"山水林田湖草"全要素的城区,位于国 际候鸟迁徙路线上,辖区有两个国家级自然保护区,重点保 护野生动物达 217 种,全要素监测难度大。

2♠ 自然保护地

全球 4 条候鸟 迁徙路线之-

20.24 平方公里

生态红线

43.5公里

海岸线

重点保护 陆生野生动物



监测手段少

南山企业多,车流量大,早晚高峰车流量已逼近 18 万辆每小时,交通碳排放实时监测目前是国际空白。

4个 辖区 187 平 方公里电厂数 全国前三 修造船基地的 修船业务量 18万辆车/小时早晚高峰车流量

辆车 / 小时 1.4 亿平方米

建筑总体量

8.48吨/人

人均碳排放量



民生诉求高

作为中国人口密度最高的城区,全年建筑施工噪声投诉达1.6万宗,基层监管压力巨大。

2 万人 / 平方公里 人口密度 最高城区 **210** 家 上市公司 最高密度 368 ↑

建筑工地

1.6万宗 全年施工 在

噪声投诉

10 个 在编执 法人员

南山的城市治理及环境监测在全国具有典型代表性,如果解决南山环境治理问题,对后续国内其他类似场景提供借鉴。

解决方案和价值

1. 网络规划

端到端设计业务架构,利用 5G 专网,融合 5G RedCap 技术,在保障数据安全的前提下,全面连通前端硬件环境感知设备,叠加 CIM、BIM、气象数据,结合人工智能、云计算等先进技术,达到监管可视化、决策智能化,真正实现辖区生态"一网统管"。



♠ 整体网络架构

2. 全要素监测场景

利用 5G 政企专网 +5G RedCap 智能终端,构建覆盖环境质量、碳排放、生物多样性、环境健康 4 大方面的生态环境监测网。例如珍稀鸟类的保护场景,生态红线区域内没有有线网络布设,使用 5G RedCap 技术的云台摄影仪解决该业务难点。同步实现负氧离子检测仪,花粉检测仪接入5G 专网,成为相关技术在生态领域的首次应用。



◆ 全要素监测场景



3. 碳排放监测场景

创新应用 5G 智能摄像头,结合传统交通污 染监测手段,填补了国内实时交通碳监测空白。 利用 5G RedCap 低时延的特点,在关键路口布设 AI 摄像头、采集器,实时捕捉监测片区内的路、 车信息,叠加智慧交通数据,形成一张可视、动态、 精确的交通碳地图。为城市政策法规制定、交通 规划编制、出行信息发布提供决策依据。



→ 碳排放监测

4、大气污染管控场景

高密度布设 5G+空气微站及时采集大气数 据,同时针对大气污染的特征,叠加气象要素, 通过对风速、风向和污染因子浓度变化的分析, 结合高斯模型和风玫瑰图,对大气污染进行精准 预判和溯源。



↑ 大气污染溯源

5、噪声污染管控场景。

通过布设噪声监测设备将目标区域纳入实时 掌控, 当监测到的声音超过设定阈值, 系统自动 联网核查现场情况,并对许可情况进行核实,一 旦发现异常,系统会自动进行预警和远程喊停, 快速有效的维护了居民的环境权益。



↑ 噪声污染监管

经验总结与后续计划

南山区环境治理项目经过全要素监测、碳排放监测、大气污染管控、噪声管控等场景,可以进行24小时不间断的智 能精准溯源,监管更高效,一线巡检人员减少 35%,环境更美好,空气质量优良率提升 7.7 个百分点,民生更幸福,噪声 投诉下降 30%。







该项目的创新点主要有:

5G RedCap+ 政务专网在生态领域实现成片区应用,大幅降低了5G 模组成本、设备功耗和流量资费,让规模复制成 为可能。全要素实时监测体系的构建,破解了地势偏远地区固网资源有限的局限问题,实现了山水林田湖草一体化监管。 构建了全国首例实时交通碳排放监测体系,建立了本地化交通碳排放因子库,填补了国内空白。

围绕"高效、绿色、可持续"的目标,城市环境治理已成为国内各个大中小城市的标配。深圳市生态环境局已成立专 项任务组,通过借鉴南山区实际经验,结合各区碳排放监测、大气污染管控、噪声管控各场景需求的规模及规划的节奏, 持续加大其他区的项目建设,促进政府、网络运营商、设备厂商正向联动,开拓生态环保市场和国内碳市场的5G应用新赛道。

深圳 5G RedCap+AI 垃圾分类监管新模式

GG

推行垃圾分类,实现垃圾减量化、资源化、无害化是破解垃圾围城、减少环境污染的关键手段。深圳作为超大规模城市,基于环卫全周期运管服平台,通过 5G RedCap+AI 创新"投放新督导、收运新调度、成效新测评"三大新模式,赋能垃圾分类全周期全流程智慧监管,推动垃圾分类成为低碳生活新时尚。

深圳市城市管理和综合执法局生活垃圾处理监管中心主任 林隆健

合作 单位









案例综述

本项目构建 5G RedCap+AI 垃圾分类全流程监管新模式,搭建投放新督导、收运新调度、成效新测评等创新场景,利用 5G 广域专网解决有线接入最后一公里问题,降低施工成本 60%;利用 5G RedCap+AI 解决人工督导困境,成本下降 75%;利用 5G RedCap 降低模组成本 50%,先行示范完成业内垃圾分类场景首个 5G RedCap 规模化应用落地。

利用 5G 广域专网解决有线接入最后一公里问题

60%↓

降低施工成本

利用 5G RedCap+Al解决人工督导困境

75% \

成本下降

利用 5G RedCap

50%

降低模组成本

行业挑战

垃圾分类是各国政府都关心的"关键小事",推行垃圾分类、实现垃圾分类全流程监管存在三大难题:



人工督导成本高,履责时间短, 标准不统一、不专业,不具可持 续性。



收运监管效率低,先分后混、跑 冒滴漏的监管难,人工调度效率 低下。

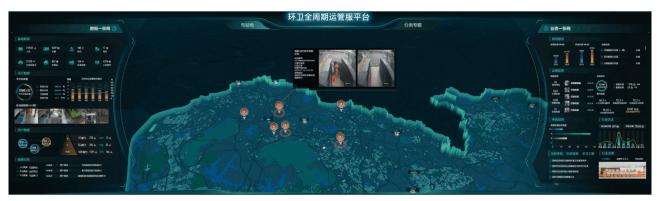


成效测评难度大,垃圾分类设施 分散,无法全量评估,问题整改 难闭环。

解决方案和价值

深圳市积极构建 5G RedCap+AI 垃圾分类全流程监管新模式,以 1个城市级 5G 云网底座和 5G RedCap 智能终端为基础,结合物联感知、人工智能、数字孪生、大数据、视频管理五大能力,建立起环卫全周期运管服平台,创新性实现"投放新督导、收运新调度、成效新测评"三大新模式,显著提升生活垃圾分类管理的数字化、智能化、精细化水平。

截至 2023 年 10 月,深圳市已有 10000 多个点位覆盖 AI 智能化应用,并正在逐步推进全市完成 22000 个投放点、近 6 千辆作业车辆、870 多座转运站的规模化应用。



↑ 深圳市环卫全周期运管服平台

1.5G RedCap+AI 投放新督导:全天候智能督导和闭环精准宣教

传统的社区垃圾分类采用人工督导模式,效果参差不齐。若在全市 22000 多个垃圾投放点全部配备人工督导,每年需投入约 6 亿元,可持续性差。通过构建投放点智能督导新模式,借助 5G 广域专网,解决投放点位最后一公里的接入问题,通过 5G RedCap+AI 摄像头实现 7×24 小时全天候智能督导,运营成本降低 75%;同时运用 AI、大数据等技术分析居民的垃圾投放行为,精准定位垃圾分类参与率、分出率、准确率偏低的区域,重点加强宣教和执法,提高居民垃圾分类意识,形成全流程闭环。



♠ 5G RedCap+AI 垃圾分类投放新督导

2.5G RedCap+AI 收运新调度:收运全过程监管和运力智慧调度

垃圾收运先分后混、垃圾满溢、不及时清运、跑冒滴漏等现象严重影响居民参与垃圾分类的热情和市容环境。单纯依靠人工监管方式,调度全市近 6000 辆作业车的效率极其低下。通过在作业车辆应用 5G RedCap+Al 摄像头 + 北斗定位,监督车辆规范作业,随车发现跑冒滴漏并及时处理。同时,与投放点满溢预警实现精准联动,云端 Al 按需调度车辆,实现全方位、全过程智慧化监管,确保垃圾日产日清,100% 无害化处理。

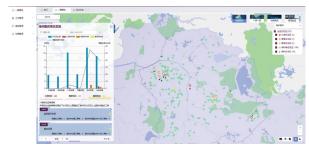


↑ 5G RedCap+AI 垃圾分类收运新调度



3.5G RedCap+AI 成效新测评:全量数据接入和智能自动化评估

传统的垃圾人工监察评测方式无法及时、全面覆盖全市各个测评点位,且主观性较强,影响测评公平性,问题整改还需要人工现场复查,耗时耗力。通过建设 5G 广域专网,实现全流程、全点位、全时段的全量测评数据接入,运用端到端 5G 自动判别整改程序,基于大数据和 AI 测评能力中心,实现测评指标量化、标准统一、公平公正,完成全流程 AI 闭环测评,节约监管成本。



↑ 5G RedCap+AI 垃圾分类成效新测评

经验总结与后续计划

该案例的 5G 应用主要取得了三大成效

城市级 5G RedCap 广域专网,使网络施工成本下降 60%,引入 5G RedCap 降低模组成本 50%,推动垃圾分类智慧监管设施大规模应用;

60%↓

网络施工成本下降

50%

降低模组成本

75%

降低监督成本

99%+

居民垃圾分类 参与率提升至 100%

实现垃圾 无害化处理 5G+AI 赋能三大监管新模式,有效降低监督成本75%,居民垃圾分类参与率提升至99%,实现垃圾100%无害化处理;

02

全周期全流程垃圾监管闭环,四类垃圾回收处置量实现"三增一减",全市生活垃圾回收利用率和资源化利用率分别达 48.8% 和 87.7%,位居中国前列。

48.8%

生活垃圾回收利用率

87.7%

资源化利用率

该案例形成的垃圾分类监管新模式已在广州、东莞等地借鉴推广,未来可复制到更多地市,拉通上中下游产业链,开启垃圾分类千亿蓝海增量市场。

郑州公用集团 5G RedCap 智慧停车

GG

5G RedCap、大数据、人工智能等技术正在助力传统企业数字化转型,郑州公用集团 5G RedCap 智慧停车创新实践,有效验证了 5G RedCap 在城市级智慧停车场景下降本增效的应用效果,打造全国最大 5G RedCap 智慧停车案例。郑州公用集团将秉持民生服务和智慧引领的业务发展导向,深耕智慧停车行业,不断推动产业发展,为车主提供便民、惠民的用车新体验,着力构建高标准、智慧化静态交通产业生态,打造新质生产力,助推郑州经济高质量发展。

郑州公用事业集团党委书记、董事长 赵少伟

合作 单位









案例综述

市区路侧停车已成为智慧城市服务的重要组成部分,随着城市化进程持续加速,停车问题对于城市治理和市政管理提出了越来越高的要求。郑州市常住人口超过 1280 万,机动车保有量超过 500 万辆,位居中国前 6。传统人工停车收费成本高,有线监控挖沟埋缆施工周期长、耗资大。如何规范化路侧停车已经成为市政管理的一大难题。

郑州公用集团联合郑州移动、华为、摄像头厂家等生态,针对计划新建的 8 万个路侧停车位,部署监控摄像头,采用 5G RedCap 宽带物联新技术,利用无线 DTU 回传,实现免挖沟埋缆、快速交付上线的智慧停车服务体系,应用规模大,场景可复制性高。通过协同全栈 AI 智慧停车解决方案,持续降低交付成本,提升无感管理的城市名片形象,打造城市级 5G RedCap 视联示范项目。

行业挑战

当前市政路侧停车运营面临如下诸多痛点,亟需使用无线部署+全栈 AI 方案,解决施工成本高、周期长等问题:

人工成本高

传统方案需要工作人员辅助查漏,平均每人看护80个车位,8万车位需1000人辅助;同时需后台人员检核订单准确性,因此每年需投入大量人力成本,经营效率不高且管理难度大。

建设成本高

若采用传统地磁 +PDA 的方案,地磁需要定期维护保养,施工人力成本投入大。若采用有线视频监控方案,强电和弱电都需要挖沟埋缆,涉及赔偿、施工等问题,周期长,成本高。

运营收入流失

有线网络部署存在极端情况 下网络断线可能性,复工难度大, 周期长,导致订单计费失败,运 营收入流失。



解决方案和价值

本项目构建了万级 5G RedCap 视联连接应用,利用 5G 网络高容量、全栈 AI 算法软硬件解耦等技术优势以及终端低成本等应用优势,在网络及平台侧持续创新,降低施工交付成本,具备了行业领先优势。

全栈方案规划方面,基于管理、监控、运维"三个统一",实现视频平台、云基础设施、传输网络、终端的融合。

管理、监控、运维

视频平台侧

采用全栈智能 AI 算法,使用公有云资源,利用车辆轨迹跟踪算法,解决了城市街道点位被遮挡问题,弥补传统高位监控的劣势,提升综合识别准确率,减小单次监控车辆停/出库动作,提升停车数据准确性。

"三个统一" 利用郑州移动现网700MHz广域覆盖 及2.6GHz容量叠加优势,充分发挥无线网络 随时随地传输的便捷性,管理城市级海量5G

传输网络侧

RedCap 视联终端。

云基础设施侧

云基础设施采用全栈云服务,弹性扩容,AI 能力可及时持续迭代。

基于 5G RedCap 轻量化连接服务实现终端 - 网络 - 云 - 平台协同的 AI 能力,由视频平台为摄像头终端提供 AI 推理能力,实现摄像头终端算法软硬件解耦,降低终端侧投资,同时避免弱电挖沟埋缆,缩短施工周期。

终端侧

目标架构:统一管理、统一监控、统一运维

	视频管理		智能分析		事件管理		能力开放	
视频平台	视频汇聚	视频级联	任务管理	算法管理	事件订阅	事件回溯	数据智能	AI智能
	目录管理	申请管理	资源调度	分析统计	事件统计	停车计费	时间推送	调用监控
云基础设施		AI推理训练		对象存储			云主机	
		云安全		Z	云数据库		云硬盘	
		4-3			G-	· · · · · · · · ·		
传输网络	(A) 无线 5G / RedCap 有线传输专网							
终端								
			-					

→ 基于 5G RedCap 的智慧停车管理全栈方案规划

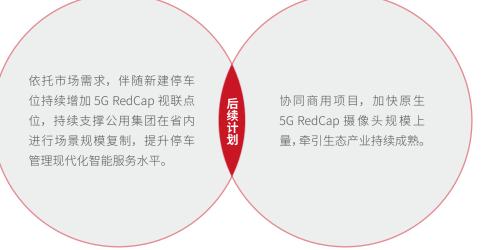
AI 智算结合端到端网络, 形成终端、网络、业务相互适配的全栈解决方案, 增强整体方案竞争力, 相比于传统有线网络,整体成本节省 > 10%, 交付周期缩短 50%, 订单准确性由 90~95% 提升到 97% 以上, 为全国各省市规模复制提供经验。



◆ 基于 5G RedCap 的智慧停车管理站点和拓扑

经验总结与后续计划

本项目将 5G RedCap 与城市级视联监控应用进行结合,完美解决了城市挖沟埋缆施工不便的问题,满足项目快速交付的刚性需求。以视联网业务为基础,支撑市政停车管理难的问题,支撑路侧停车监控业务提前运营上线,及早受益。郑州市政府已针对该项目,着手打造智慧城市新名片。



四川德阳 5G RedCap 智慧停车

GG

在数字化转型的浪潮中,我们携手德阳能源集团,秉承"创新、协调、绿色、开放、共享"的发展理念,致力于推动 5G 技术在智慧城市建设中的深度应用。以 5G RedCap 技术为核心,打造智慧停车项目,这一创新实践不仅优化了城市交通管理,也为智慧城市建设探索了新模式。我们将持续深化 5G 技术在智慧城市领域的应用,以数字经济推动低碳增长、以数字治理助力低碳生活、以数字创新驱动低碳转型,全力助推高质量发展。

中国移动通信集团四川有限公司德阳分公司副总经理 张威

合作 单位







案例综述

近年来,随着智慧城市建设深入推进,智慧停车成为解决城市停车问题的重要举措。智慧停车是利用信息和通信技术 实现城市停车资源检测、管理、服务的一种智慧应用。随着国家和地方政府的大力支持,预计未来智慧停车项目将日益增多, 产业规模有望达到万亿级。

稳定、可靠的网络通信是智慧停车系统的重要组成部分。考虑到城市停车场分布广泛且存在众多存量停车场的智慧化改造需求,泛在、灵活的 5G 无线网络成为智慧停车网络通信的新选择,其大容量、广连接、高性能的特性可充分使能智慧停车应用。5G RedCap 作为 5G 物联网的新技术,将以低成本高性能的优势助力 5G+ 智慧停车应用规模化发展。

中国移动携手中兴通讯等合作伙伴在四川德阳打造了基于 5G RedCap 的智慧停车场,该智慧停车场作为一个试点项目,初步为 100 余个停车位提供了 5G RedCap 智慧停车管理服务,能够为车主提供更加高效和便捷的停车服务。通过 5G RedCap 技术,停车场内的数据采集设备(如车辆检测器)、智能控制设备(如自动闸机)、信息发布设备(如电子显示屏)等多种设备可以无缝接入远程管理平台。这种集成化的管理方式可以提高停车场的运营效率,降低人力成本,实现停车资源无人化、精细化的统管统控,助力停车位资源优化配置,促进城市交通资源利用效率的提升,进而推动城市数字化治理的发展进程。

行业挑战

智慧停车场新建或改造时 有线设备部署难 当新建或改造智慧停车场时,需要引入大量数据采集或智能控制设备,如果通过 有线网络连接这些设备,需要铺设光缆等基础设施,部署成本昂贵且需要经物业、 电信部门、施工方等多方协商。



多设备联网 网络性能要求高

对于智慧停车场而言,大部分设备均需联网进行远程管理与控制,因此,对网络容量、可靠性等性能要求较高。例如,停车场内可能会间隔几米至几十米部署高清摄像头,完成车位检测等业务,考虑摄像头并发情况,需要网络有较大的上行容量支撑。

用户体验时延敏感

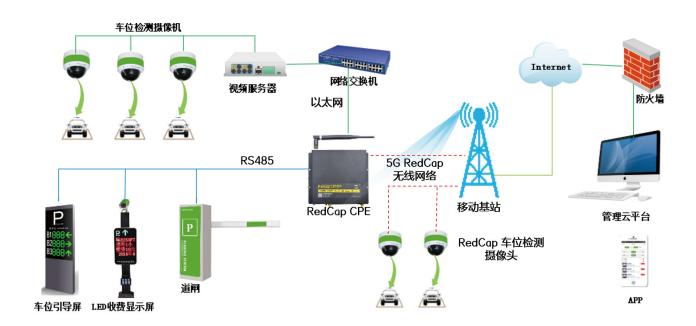
在停车管理系统中,管理云平台需要实时接收来自传感器或视频监控的信号,以确保道闸等停车场控制系统设备精确快速地完成计费、引导功能。在这种情况下,需要更低网络时延才可以确保停车场控制系统能够迅速响应环境变化,提升车场运行效率,改善用户体验。未来车联网(V2X)通信演进过程中,车辆与停车场的通信要求信息传递的时延非常低,以保证车辆能够及时接收到停车场的空位信息、导航指令等。

智慧停车应用规模部署 成本敏感

停车场智慧化由政策和需求双轮驱动,将在未来规模引入城市管理中,因此,成本也是需要考虑的重要因素之一。

解决方案和价值

本项目基于 5G 网络,通过 5G RedCap 终端及 CPE 将停车场内车位检测摄像机、车位引导屏、LED 收费显示屏、道闸等设备连接至停车管理云平台。基于 5G RedCap 技术的大容量、切片等特性,实现了车辆进出信息的实时监控、快速响应和精确计费,为车主提供无缝的停车体验,同时为城市道路管理提供实时的数据分析和决策支持。



↑ 5G RedCap 智慧停车总体架构图



车位实时检测

智慧停车场内部署有多台高清摄像头,用以实现实时车位检测等业务。高清摄像头实时回传监控视频时,对网络上行带宽有较高要求。当数台高清摄像头并发回传时,对网络上行容量提出较高要求,可以选择使用搭载 RedCap 模组的高清摄像头进行无线回传,通过多 BWP 技术充分利用 5G 大带宽,相比 4G 网络,可以实现 10 倍以上的上行容量。同时,通过700MHz+2.6GHz+4.9GHz 多频组网以及"1D3U"等灵活的帧结构配置,可进一步提升上行容量。基于 RedCap 的以上特性,可完全满足智慧停车场的上行带宽需求。

高效车位引导

智慧停车场通常会在多个关键点位部署车位引导屏,用以指导停车场资源变动情况,需要实时、快速的响应资源变化,对网络时延和可靠性有较高要求。通过 5G RedCap 工业 CPE 可将车位引导屏接入 5G 网络,5G RedCap 可以继承 5G 的低时延、高可靠特性,完全满足智慧停车相关设备的通信要求。

精确安全计费

计费也是智慧停车场的重要业务之一,通常会在道闸处部署由高清摄像头、计费终端、收费显示屏等设备组成的计费系统。计费系统中所有设备都可以通过 5G RedCap CPE 接入 5G 网络。由于涉及到金融交易,计费系统对网络的安全性要求较高。5G RedCap 可以继承 5G 的切片特性,实现不同业务的安全隔离,进而保障精确安全的计费付费流程。

5G RedCap 价值

5G RedCap 作为新的 5G 物联网技术,可基于现有 5G 网络升级完成智慧停车场设备联网,相对有线部署而言,成本低且高效。面向智慧停车场的网络需求,5G RedCap 可以继承 5G 的大容量、低时延、高可靠及切片等特性,为智慧停车场提供一张满足需求的高性能网络,同时,相较 5G eMBB 终端,5G RedCap 终端的低成本、低功耗优势,将加速推动智慧停车场的规模推广与应用。

经验总结与后续计划

中国智慧城市发展经历了探索实践期、规范调整期、战略攻坚期到全面发展期四个阶段。目前,智慧城市建设成果逐步向区县和农村延伸,2016-2022年间,中国智慧停车行业市场规模保持 19% 左右的年复合增长,由 2012年的 62亿元增长至 2022年的 200亿元,其中三线、四线、五线城市的智慧停车项目投资规模占中国总投资规模的比例将近 70%,RedCap引入也成为助力智慧停车项目增长的重要机会所在。本项目为5G RedCap 在智慧城市相关的应用提供了示范。未来,将在现有项目的成果基础上继续深化,完成更多智慧停车场相关应用的探索与实践。同时,项目的成功经验也将在其他城市中进行推广应用,助力城市数字化、智能化转型。



5G RedCap 实现上海嘉定无人农场

GG

该项目在无人农场行业内第一次提出了"建得起,也用得起"的"5G 专网 +5G RedCap 终端"业务模式,圆满解决了农场无人农机设备远控的问题。不但在第六届绽放杯上海赛区上获得了唯一"最具商业价值奖"的荣誉,更得到了嘉定农委的肯定。

上海外冈农业发展公司负责人 高浩

合作 单位











案例综述

上海嘉定区外冈农业无人农场项目,由中国电信联合上海外冈农机服务专业合作社、上海左岸芯慧电子科技有限公司及上海司南卫星导航技术股份有限公司联合打造,通过对农场内的耕地拖拉机、插秧机、植保机和收割机一共 4 种类型 40 台农机进行改造,构建基于 5G RedCap 和视频 AI 的感知监测体系。5G RedCap 技术的 20MHz 带宽可以保证 2-4 个高清视频同时传输,可将农机作业时的高清视频实时传输到控制室,满足高稳定、低时延的作业要求。农场作业人员可在控制室对农机具完成远程启停、油门刹车等操作,完成农场高质量耕种工作,同时满足安全生产的刚需。

本项目实现了 1600 亩水稻田无人化耕种、插秧和收割的实际运作,验证了 5G RedCap 技术与 5G 定制网结合下的农业数据传输的快速和稳定性;通过对水稻田的科学规划、高精度播种,土地利用效率较人工耕种模式提升 2.3%,单位面积水稻产量增加 2%,生产效率提高 30%,用工成本下降 53%,对农场的经济效益有了立竿见影的提高,为智慧农业规模化建设创造了典型示范。

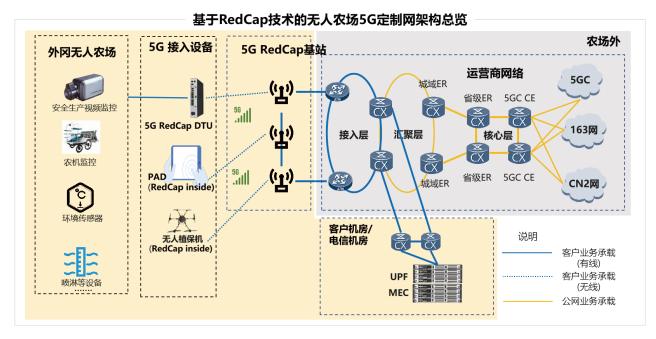
行业挑战

随着经济发展和城市化进程的推进,农村地区的人口大量向城市集聚,导致农业从业人员不断减少。在农业生产领域,人工劳动变得越来越昂贵和稀缺。依托技术力量,将农业生产向无人化转变,可弥补人工劳动力短板,保障农业生产的稳定和可持续发展。当前,无人农机是无人化农场的重要应用探索,外冈无人农场是上海首个无人化农场试验基地,是华东地区乃至全国无人农场的标杆,目前已实现了 4000 亩水稻耕、种、管、收无人化生产作业,初步形成了一个围绕农场的产业链。然而在实际运营中,基于"WiFi+ 网桥"技术下农业生产仍存在耕种效果不理想、需要人工辅助、远控效果差等难题。常规 5G 技术的应用,虽然可解决以上难题,但是由于目前 5G 相关设备和技术的研发和制造仍处于发展初期,5G 网络建设成本和 5G 模组价格居高不下,并且由于农田分布广泛、地理条件各异,覆盖农田的 5G 网络建设困难重重,增加了无人农场应用 5G 技术的难度和成本。寻找兼具 5G 特性优势和经济性的解决方案是无人农场当下的破局之路。



解决方案和价值

1. 网络规划



↑ 无人农场 5G RedCap 网络架构图

2.5G RedCap 应用一: 远程无人收割机操控













无人收割机近端操控危险系数高,农民数量少,工作量大。



每台农机安装 2 路高清摄像头和 4 路开关,视频和操控数据通过天翼物联的 5G RedCap 网关(型号 CTW-GW-01)联网,实现对农机具进行远程启停、后悬升降、油门刹车等干预操作。



- (1) 1人1机提升到1人3机的远程操控,大幅减少人工成本;
- (2) 农民远程操控,减少由于无人收割机故障导致的安全问题,提高安全性;

3.5G RedCap 应用二:基于高清视频监控的异物入侵监测



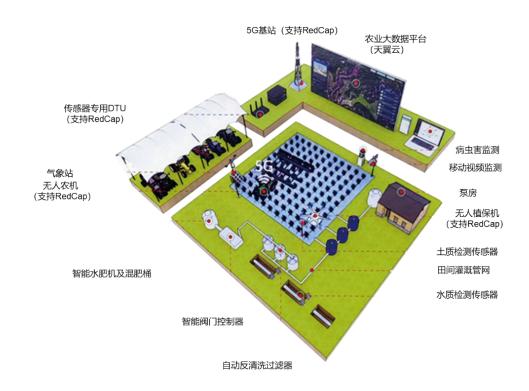


↑ 无人农机异物入侵监测

♠ 异物入侵监测场景网络拓扑图



4.5G RedCap 应用三:智慧农场的全场景应用



↑ 智慧农场 5G RedCap 全场景应用示意图



5. 项目创新点及解决的问题

符合时代发展趋势,解决农场未来用工荒、用工贵隐患。

我国有 18 亿亩耕地红线管控,农业生产仍属重中之重。上海是中国的大城市,农业生产受到城市化、工业化和城市建设的压力,农业从业人口日渐减少。因此,上海市政府致力于推动农业现代化发展,通过技术创新和科技应用,提高农业生产效率和质量。农场无人化是农业科技发展的必然趋势。

积极应用创新技术,打造应用场景实践。

以 5G 技术为代表的一系列新技术的突破使得农业无人化成了可选项,5G 的高速低延迟、大连接、广覆盖等特性使得作业数据采集、传输、监测和交互高效稳定,5G RedCap 在保持 5G 性能优势的同时,功能更加精简;北斗导航定位技术提供精准定位,无人农机直线行走精度可达到 2.5 厘米;智能摄像头搭载 AI 技术,保障农机行走过程中有效避障;以上多种创新技术的叠加应用加速了农业生产无人化应用场景的落地。

投资运营成本低,农场建得起也用得起。

相较于 5G eMBB,5G RedCap 设备生产成本低、功耗小、续航能力强,具备低时延、高可靠、高安全等特性优势,上下行峰值速率可满足不同行业需求,设备成本在千元以下,流量可选用区域流量卡,单卡流量费用每月仅需 50 元。5G RedCap 技术的应用可显著降低农场网络建设和运营成本,具备非常强的可实施性和复制推广价值。

经验总结与后续计划

本项目充分验证了基于 5G RedCap 技术与 5G 定制网结合下的农业数据传输的快速和稳定性,已实现 1600 亩水稻田 无人化耕种、插秧和收割的实际运作,通过对水稻田的科学规划、高精度播种,土地利用效率较人工耕种模式提升 2.3%,单位面积水稻产量增加 2%,生产效率提高 30%,用工成本下降 53%,对农场的经济效益有了立竿见影的提高,为智慧农业建设创造了典型示范,具备非常高的复制推广价值。

未来将长期规划、分步实施,构建全覆盖、全链条、全层级、可视化、可指挥、可调度的无人农场智慧场景应用。

2.3%

土地利用效率较 人工耕种模式提升 2%+

单位面积 水稻产量增加 30%+

生产效率 提高 **53% **

用工成本 下降

- 01 通过对农机设备的智能化改装,建设农机综合管理系统,将农业耕种管收全流程从机械化走向无人智慧化,使农机作业信息全程可视化、可调度、可监测、可预警。
- (12) 集成卫星、气象、无人机、病虫害监测预警,构建空天地一体化感知监测体系,通过卫星遥感监测作物长势,搭配无人机精准定位、定点巡田,集成气象、病虫害监测预警等对作物生长过程进行实时的全维度监控,提高巡田效率,可实现一人监万亩。
- 建设一体化智慧灌溉系统,通过土壤水分、温度、EC 值以及空气温湿度等环境参数自动控制灌溉。研发智慧稻作处方管理,依靠农业大数据、长势遥感诊断、稻作精确决策、稻田智能作业等智慧化技术重塑现代水稻生产。

5

智能制造

5G RedCap应用案例集









5G RedCap 与 5G-Advanced 专网融合应用 助力宝山钢铁数字化转型

GG

基于 5G+RedCap 的新型控制架构技术成功应用于厚板剪切线入口喷印设备,融入现有的四级控制架构,替代了传统控制器进行钢板号喷印的控制过程,实现了快速响应现场工艺流程,提升了厚板剪切线机组效率。

宝山钢铁股份有限公司中央研究院高级主任研究员 王全胜

合作 单位







案例综述

宝山钢铁股份有限公司是全球最具竞争力的钢铁企业之一,同时也是中国最大、最现代化的钢铁联合企业,其粗钢产量居世界第二,汽车板、硅钢产量居世界第一,是全球碳钢品种最为齐全的钢铁企业之一。按照国家推进钢铁行业智能制造的政策要求及行业发展趋势,宝钢进一步推进5G智慧工厂项目,基于5GRedCap和5G-Advanced专网的确定性网络能力,为宝钢浇筑钢铁"智"花,实现包括新型控制架构、视频监控、数采/能源管理等应用的升级。

RedCap 作为一种轻量化 5G 技术, 大幅降低终端成本的同时继承了大容量、低时延、高可靠、切片等 5G 原生能力。目前,5G RedCap 已成功应用到生产控制环节,助力打造新型控制架构,通过 5G RedCap CPE 实现了 PLC 控制器与分布式 IO 之间无线连接, 满足其超高可靠、超低时延的网络要求; 以及辅助生产流程, 如园区安防、生产监控等, 满足安全生产的刚需。

行业挑战

在传统的产业结构下,宝钢面临着许多问题。钢铁行业生产作业强度大,且往往处于高温、粉尘、危害性气体、噪音等恶劣环境下,生产现场存在着许多潜在的安全隐患,且生产作业强度大,人员需直面众多安全风险,现场作业危机人身及财产安全,因此危重岗位的少人化甚至无人化转型是行业发展的必然趋势。另外传统的工业控制方案已不能应对业务灵活性的需求。宝钢各轧钢产线所采纳的 PLC 种类繁多、数量庞大,这不仅导致布线成本高昂,运维过程也异常繁琐。且目前关键工序用的控制器多为软硬件一体化绑定产品,面对未来云边结构智能制造体系的演进趋势,当前的 PLC 布局难以适应,特别是在满足特定钢种规格的在线控制个性化、精细化调整优化需求等方面。5G 在钢铁行业的应用已有多年发展,宝钢与中国电信、华为公司也践行了不少 5G 初阶段应用。但面对一些场景对网络在低时延、低功耗、连接规模、低成本等方面的极高要求,还需要进一步探索 RedCap 与 5G-Advanced 专网的融合应用。

解决方案和价值

5G-Advanced 赋能工业数字化转型走深向实,RedCap 技术不仅可以应用在无线传感器、视频监控等辅助生产环节,同时也可以深入核心生产流程,助力宝钢降本增效,加速数字化转型进程。



1.5G RedCap + 5G-Advanced 新型控制架构

基于 5G RedCap CPE,结合 5G-Advanced 专网两大创新技术,实现新型控制架构。全行业首例全量核心网下沉部署,辅以 5G LAN、双发选收、确定性网络、uRLLC 等创新技术,同时通过 5G RedCap CPE 实现控制程序与底层 IO 设备之间实时交互,多工序的协同控制。真正做到软硬解耦、自主可控、降本增效。



◆ 采用 5G 新型控制架构技术的厚板剪切线入口喷印设备

2.5G RedCap + 视频监控

在钢厂的生产车间关键位置及高温环境下部署 5G RedCap 高清摄像 头,实现 7x24 小时实时监控整个工厂的生产运行状况,确保监控无死角、视频流畅、画面清晰,实现事前布防、预判,事中现场可视、集中指挥调度,事后可回溯、取证等业务需求。

在园区内重点区域部署 5G RedCap 摄像头,通过电子围栏实现入侵检测、徘徊检测、越线检测等,全面替代人工巡逻和物理隔离措施,提升周界防范准确性及效率,同时降低周界防范的成本。



2.5G RedCap +AI 预测性维护

钢铁行业生产流程(如炼钢、热轧和冷轧等),涉及大量的大型电机装备,且流程型生产业务一旦启动则不能间断,涉及环节设备多。设备异常未及时发现带来计划外停机,将导致整个生产过程停滞,造成产量下降、维护成本升高、设备寿命缩短、库存囤积等问题,甚至有可能发生人员伤亡事件。因此需要对关键设备状态进行实时监控,并进行预测性维护,提高设备的利用率和生产的稳定性,降低维护成本。通过内置 5G RedCap 仪器仪表或 5G RedCap 工业网关,可以将关键设备状态数据实时采集上传,实现实时监测。针对不同工况下的设备状态信息能及时进行对比分析,给出分析建议和维护操作建议,避免关键设备出现故障停机,并通过 AI 大数据分析,预测设备未来可能出现的状况,对设备健康状态进行打分,并提示相关告警和更换、维修建议。

经验总结与后续计划

钢铁企业采用的基于 5G 的新型控制架构系统以及 5G 视频监控,可有效减少降低钢铁行业控制架构成本以及人力成本。通过应用 RedCap,可以大幅度降低采购 5G 终端的成本,进而实现降本增效的目的。这一创新不仅有效解决了生产过程中的瓶颈问题,还为企业带来了更多的收益增长点,展现了钢铁行业在数字化转型道路上的强劲势头。

5G RedCap 技术在降低终端成本的同时保留了 5G 原生能力,满足中高速率物联网场景的需求。推进 5G RedCap 在钢铁行业应用,可有效降低钢铁行业数字化转型的成本,加快 5G 应用规模化复制,加深 5G 与行业融合程度。 在生产现场不断优化及完善相关场景应用。后续计划在以下场景进行探索:

智能巡检与 | 机器人巡检 |

借助 RedCap 技术,钢铁企业可以实现智能巡检和机器人巡检,通过机器人搭载传感器和摄像头等设备,对生产线、设备等进行自动化巡检,提高巡检效率和准确性。

物流与 仓储管理

钢铁企业的物流和仓储环节也是 RedCap 技术的潜在应用场景。通过 5G RedCap 技术,可以实现对物料和产品的实时追踪和管理,优化物流和仓储流程,提高物流效率,降低库存成本,例如 5G RedCap AGV。

废钢定级

利用 5G RedCap 摄像头,采集多角度的废钢图像,搭建数据基石。采用 5G+ 云 +AI 的方案将多角度废钢图像实时地传输至边缘侧集中控制室用于大屏展示和边缘计算推理。提高废钢循环使用量,实现低碳绿色转型。

5G RedCap 助力云南神火铝业安全生产

RR

云南神火自建厂之初就着力打造全国一流的绿色水电铝智能化工厂。2020 年起,我们联合中国移动、中兴通讯开启5G+智慧工厂的建设,以 1 张精品 5G 园区专网为依托,设立 1 个可视化 " 指挥大脑 ",通过数字工业基础平台向上支撑各类创新应用孵化,使能智慧化生产体系。5G RedCap 出现后,我们看到了 5G 更多的可能性,在企业提质增安、降本增效方面,其低成本高性能的优势将助力我们探索更多的 5G 应用,推动 5G 应用规模更上一层楼。

云南神火铝业有限公司董事长 张文章

合作 单位







案例综述

云南神火铝业有限公司隶属于神火集团,神火集团是全国第六大电解铝生产商。有色金属冶炼行业是典型的流程工业,设备种类繁多、工艺复杂、工况环境严酷。当前冶金企业自动化水平参差不齐,整体生产组织缺乏柔性。进入智能制造时代,云南神火也在思考如何提高资源利用率,实现精准管理以及生产智能化转型发展。

2020 年 6 月,云南神火与中国移动、中兴通讯正式达成战略合作,携手打造全国一流的绿色水电铝智能化工厂。经过充分研讨论证后,高性能的 5G 网络被确定为连接机器、物料、人、信息系统的先进网络,可以助力实现工业数据的全面感知、动态传输、实时分析,最终实现生产制造的数智化转型。当前,云南神火 5G 智慧工厂已初见成效。

5G RedCap 作为新引入的 5G 物联网技术,以其低成本、低功耗、高性能的优势,自问世以来备受关注。基于 5G RedCap 技术的智能安全帽,可接入 5G 网络,为工作人员提供实时、高质的安全保障,同时也可为企业提供更加精确的人员、流程控制信息,助力资源的精细化管理调度。本项目在云南神火 5G 智慧工厂中引入了基于 5G RedCap 的智慧安全帽,可平滑融入原有 5G 智慧生产体系,同时为一线工作人员带来了更细致的安全保障,助力云南神火数智化转型再升级。

行业挑战

电解铝行业具有工艺复杂流程长、工况环境苛刻等特点。众多一线工作人员需要长期在恶劣工作环境下操作,安全帽 是最基础也是最必要的防护,但对于当前的普通安全帽而言,存在以下问题:

功能单一,仅能提供基本防护

普通安全帽仅能提供基本物理防护,属于被动防护。 面对复杂多变的工作环境,安全帽无法主动适应变化, 同时安全帽与佩戴者之间也无任何交互,无法充分反 映作业人员身体状态;

无法支持智能化管理

普通安全帽无信息采集模块,也无通信功能。对于企业来说,无法实时了解人员作业情况,也无法进行精细化的资源调度与管理。



解决方案和价值

整体方案基于中兴数字星云平台 +5G RedCap 安全帽提供,安全帽上安装有高清摄像头和环境类传感器等设备,可以通过 5G 网络接入远程管理平台,实现实时通信与安全管理。对于一线工作人员,通过安全帽的生命体征监测、视频通话、环境异常情况监控告警等功能,可在监测环境的同时充分关注作业人员安全,完全解放作业人员双手,实现一线工作人员的安全性、规范性、便捷性操作;对于企业,联网安全帽可实时反馈人员在线情况和生产环境运行情况,赋能企业数字化转型升级和精细化运营,实现人员在线化、调度智能化、管理精细化。



↑ 5G RedCap 安全帽助力安全生产方案架构图



中个巡检

基于5G 网络,5G RedCap 安全帽可以随着工作人员的移动,实时回传视频监控画面,成为固定安防监控的补充,高效完成全方位的厂区安全巡检。5G RedCap 可继承5G 相关特性,充分利用5G 大带宽,通过配置多个BWP,以及叠加BWP 自适应增删等功能,实现上行容量实时适配实际容量需求,可支持厂区内多个工作人员的安全巡检作业。



复杂作业环境监测

基于 5G 网络,安装在安全帽上的传感器采集到的信息可实时回传至管理平台,完成复杂作业环境的监测。5G RedCap 可叠加 5G uRLLC 相关功能,如上行免调度传输等,实现空口时延的降低,实现紧急情况的快速响应与处理。5G RedCap 当前可支持小于20ms的低时延,可完全满足数据采集要求。



高清视频通话

基于 5G 网络,工作人员之间、工作人员与管理平台之间均可通过安全帽实现高清视频通话,实时传递共享工作信息。5G RedCap 叠加 VoNR 功能可支持此类场景。

5G RedCap 价值:

安全帽作为穿戴设备,对体积重量及待电时长要求较高,同时安全帽相关业务对移动网络的要求也较高。相比 4G,5G RedCap 可继承切片,大上行,低时延高可靠等 5G 特性,为安全帽相关业务提供高性能保障。相比 5G,5G RedCap 终端具备低功耗、低成本等优势,将有助于推动 5G 应用规模的增长。

经验总结与后续计划

本项目在电解车间进行了试点,今年将继续在云南神火铸造、空压车间规模部署5G RedCap 安全帽,助力安全生产升级。 本项目对 RedCap 在智慧工厂相关的应用提供了示范,未来将持续探索和深入实践,为有色金属冶炼行业智能化建设积累 经验,促进有色金属冶炼产业的数字化转型,同时以科技力量汇聚资源,带动西南部地区数字经济发展。

5G RedCap 助力化工行业安全高效生产

GG

化工企业生产运营的数字化转型,无线替代有线将成为发展趋势。5G RedCap的出现恰逢其时,它具有低时延、高可靠、大连接、低成本的优势。万华福建基于对生产安全的数字化需求,从实际场景出发,打造化工行业 5G RedCap 无线视频 AI 和 DCS 生产数据柔性化项目的新标杆

万华化学(福建)总经理 聂存良

合作 单位









案例综述

万华化学是一家全球化运营的化工新材料公司,拥有烟台(总部)、福州福清等海内外十大生产基地及工厂,万华化学(福建)基地位于福州福清市,厂区总面积 11000 亩,是福建省石化产业的标杆企业。福建电信携手华为等合作伙伴,于 2022 年开始在福建万华化学分阶段落地 5G 定制网。网络侧采用"比邻"模式:下沉边缘 UPF,实现数据不出园区;采用宏站和微站协同的防爆专网方案,在非防爆区采用宏站使用 64T64R 设备覆盖 80% 区域,防爆区防爆小站 pRRU 采用

4T4R,补盲覆盖 20%;使用 3.5G+800M 双频段组网,其中装置区区域环境复杂,采用 800M 满足化工园区高密度低带宽仪表接入的特殊需求。

万华化学(福建)原生 5G RedCap 案例采用小步快跑,先在现有厂区(西区)批量试商用,输出基线方案后再复制推广到新建厂区(东区)。一期(西区)上线 120 路 5G RedCap 原生摄像头和 400+ 路仪表,二期(新建东区)上线 3000+ 路 5G RedCap 原生摄像头和 5000+ 路仪表。



一期(西区)上线

120^路

400+ B

5G RedCap 原生摄像头

仪表

二期(新建东区)上线

3000+_路

5G RedCap 原生摄像头

5000+ B

仪表

福建电信联合华为、大华、浙江中控、鼎桥等合作伙伴,通过将 5G RedCap 模组内置在摄像头、仪表等终端,替代原 CPE 等中继网关,实现 5G 轻量化,让终端更低功耗和更低成本的同时,又继承了 5G 的"原生"能力。本项目目前处于规模试商用阶段,在现有厂区(西区)对 120 路的摄像头与和 400+ 路仪表进行 5G RedCap 的终端改造,批量上线后通过带宽管理等多种关键技术优化网络、保障体验,并输出 5G RedCap 局域视联网行业基线。

本案例是全球首个 5G RedCap 化工园区。本项目通过 5G RedCap 技术的规模应用,在寸土寸金、环境恶劣的化工园区替代有线网络,节省大量人力、时间、成本,实现工艺安全预判效率提升 70%,违规行为减少 78%,管理成本降低80%。其中 5G RedCap 仪表,是首次将 5G 与化工行业控制领域深度融合,实现柔性数采,开创了 5G RedCap 在化工行业应用的先河。本案例不仅实现 5G RedCap 的规模应用,而且基于对行业场景的 理解输出了 5G RedCap 化工行业基线,为全中国 3 万多家规模以上化工企业的 5G RedCap 复制推广夯实基础。

70%

工艺安全预判效率提升

78% *****

讳规行为减少

80%

管理成本降低

行业挑战

化工行业作为我国支柱产业之一,总产值占我国 GDP 12% 以上。完善的数字化流程将使得企业的生产和运作水平"全面升级",既可以提升产品质量水平、优化生产效率、实现效益增长,又能够助推整个行业价值链管理的智能化水平,从而赋能化工产业的整体利好发展。随着 5G、AI 和云等信息通信技术的快速发展,数字化升级已然成为化工行业高质量发展的必由之路。

但是,从近年来的实践来看,化工行业数字化升级面临三大挑战。

化工行业安全事故频繁,安全要求高

造成安全事故频发的原因很多,包括,作业的不规范行为(无权限闯入、动火、动土、高空、吊装等危险作业);物的不安全状态(压力容器参数异常、储罐液位超限、水封液位降低等);环境的不稳定因素(有毒有害气体监测、易燃易爆原料堆放等)。

生产流程工艺复杂,设备仪表多

化工行业流程工艺复杂,并涉及大量 的线缆、桥架、线管、接头,同时存 在大量泵群动设备;一个装置区约数 万个数据采集点,震动、流量、压力、 温度等数据传感器合计1万多路数据, 运维管理难度大。

化工生产中存在多种网络,架构复杂

例如工控网、视频网、办公网相互独立。其中工控网的仪表采用铜缆有线,部署运维难度大;视频网,遇到有线挖购埋缆难度大,交换机和运营成本高的问题;办公网,其巡检在装置区无法使用 Wi-Fi,通过 4G 网络传输数据出园区而且容量受限。

万华化学是一家全球化运营的化工新材料公司,福建万华化学是福建省石化产业的标杆企业,上述化工行业数字化升级面临中的三大挑战也成为万华化学的痛点所在。

解决方案和价值

本项目采用"比邻"模式。网络方案采用 UPF 下沉部署的方式,实现了数据不出园区保证数据安全,并大幅度减少了数据传输时延。采用宏站与微站协同部署,宏站实现对整个化工园区的基本信号覆盖,针对园区内生产装置区域信号屏蔽较高的问题部署了防爆微站,以补充信号盲区。这种协同部署方式,实现了化工园区内通信信号的全面无死角覆盖,满足了园区内各类通信需求。采用 3.5G 和 800M 双频组网,3.5G 基站提供信号覆盖以满足该场景对大带宽的需求;而对于5G+HART 仪表的场景,因其传输数据量较小,主要分布于生产装置区内,对信号覆盖要求较高,采用 800M 频段进行通信。建设成本,避免了不同业务之间对带宽资源的竞争,确保了各类数据的稳定采集与传输。



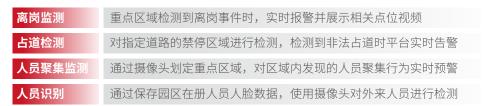


◆ 5G Redcap 方案架构图

场景一: 5G RedCap 视频监控规模落地

5G RedCap 摄像头使用场景包括人员门岗监控和物流仓储区等业务应用场景,单路平均 2Mbps(1 杆 3 路,大华 5G RedCap 内置摄像头),实时回传 NVR 平台。

如今,在万华化学(福建)基地园区内部,通过 5G RedCap 摄像头实现了多种监测功能,包括





◆ 5G RedCap 视频监控

场景二: 5G RedCap 仪表规模落地

化工行业工厂内部线路结构复杂,涉及大量线缆、桥架、线管、接头以及网络设备的投入,仪表数以万计,布线成本巨大,一个装置区涉及到数万个数据采集点,震动、流量、压力、温度等数据传感器合计 1 万多路数据。5G RedCap 模组可以内置在浙大中控仪表中,可以发挥大连接、柔性化的能力,更加方便管理与运维,使得生产网络更加轻量化。

厂区表计众多,化工表计数以万计,当前均为有线回传,新建厂区利用 5G 实现无线连接,发挥 5G 无线柔性特点,节省铜缆布线及运维成本,轮询为秒级,实现远程参数控制。该项目也是 5G 首次进入化工生产流程,不仅优化了工控网,而且实现了 5G 融合一张网。



本项目首次在化工行业规模商用 5G RedCap,在解决方案、应用场景实现了多维度的创新,推动了 5G 在化工行业的落地:

- 国内首次使用 5G RedCap 多 BWP 容量方案实现单小区接入 20+ 摄像头,实时回传视频流畅不卡顿;构建站点 PCI、摄像头点位以及开通 BWP 个数方法论,实现西区 100+ 摄像头规模上线,同时支撑东区二期 3000+ 摄像头规划。
- 国内首次使用 5G RedCap 和 eMBB 差异化保障方案,5G RedCap 摄像头单独 QCI 设置 GBR 保障速率,满足 3~4Mbps 稳速率;在摄像头业务近中远=3:4:3 不同分布以及背景用户忙时 100+的情况下,基于摄像头 GBR 保障 速率支撑业务体验。
- 首次制定面向化工行业的5G RedCap BWP容量建网标准,小区上行容量基线考虑BWP位置分布、业务上行IoT干扰(上行 10dB/20dB)以及典型用户分布,支撑后续摄像头规模放号。
- 04 首次制定面向化工行业的组网方案,采用 3.5G+800M 两个频段协同解决摄像头大容量以及 DCS 仪表高密度终端接入。
- 首次在化工行业发布 5G RedCap 原生 Hart 仪表: 5G 方案采用内嵌 5G RedCap 模组的原生仪表,将 DCS(Distributed Control System)机柜间到现场仪表的长距离、复杂的有线传输改为 5G 无线传输。5G 方案需要攻克将化工行业所需的标准 Hart 协议传递的 FSK(Frequency-shift keying)信号转化成 IP 报文再转换为 DCS 系统所需的 Hart 协议;同时需保持数据的稳定性。该项目首次在化工行业解决 Hart 协议和 IP 报文协议互相适配的行业难点,大大降低了仪表安装布线成本,提高了运维效率。

经验总结与后续计划

本项目通过原生 5G RedCap 视联网和 Hart 仪表,打造了 5G RedCap 智能化工园区,提升了万华化学(福建)的管理效率和经济效益: 5G RedCap 原生视联网相比传统有线摄像头,无需挖沟埋缆,节省了大量的布线及运维成本,结合 AI 平台实现园区智慧安防和危险作业实时监管; 5G RedCap 原生 Hart 仪表实现彻底的柔性生产,不仅节省大量的铜缆布线及运维成本,实现远程参数控制,达到秒级轮询。通过本次规模化应用 5G RedCap,助力福建万华化学实现工艺安全预判效率提升 70%,违规行为减少 78%,同时降低 80% 的管理成本。

目前万华化学(福建)基地 RedCap 摄像头落地计划是一期(西区)上线 120 路 RedCap 原生摄像头和 400 路 + 仪表,通过解决 BWP 能力评估、业务稳定标准基线、时延、I 帧碰撞、并发等系列问题,打造 RedCap 视联网基线方案;二期(新建东区)依托一期行业基线,规划和新建宏微结合的定制网,并上线 3000+路 RedCap 原生摄像头和 5000 路 + 仪表。依托福建万华化学案例的基线和经验,可在万华化学集团各大基地进行规模复制;同时也为"三油一化"为代表的规上化工企业的 RedCap 复制推广夯实基础。

从福建万华化学案例不难看出,5G RedCap 这个小小的瘦身,正在让工业数字化的最后一公里变得简便易行,加速新一代信息技术与先进制造技术融合,实现真正意义上"智能制造",推动中国新质生产力的高速发展,具有典型的重要性、代表性、先进性和示范性。



美的厨热洗碗机工厂 5G RedCap 应用

GG

5G RedCap 终端相比传统 5G 终端,在具备传统 5G 核心功能(切片、低时延、5G Lan、MEC 等)的基础上,具备低成本、低功耗、小尺寸等特性,为制造业各生产环节带来显著效益。

美的集团有限公司饮水机工厂总经理 倪小兵

合作 单位





案例综述

广东联通携手美的集团在美的佛山厨热洗碗机工厂完成全国首个全连接工厂商用 5G RedCap DTU 终端技术验证。针对美的厨热洗碗机工厂 MES 系统的数采业务场景通过 5G RedCap DTU 进行数采数据的采集传输,验证了 5G RedCap DTU 终端网络性能,速率以及与业务场景的匹配性等,充分证明了 5G RedCap 在全连接工厂中的广泛应用可行性。

行业挑战

在工业制造的 4 类重点场景 11 个生产环节中,工业数据采集、配电自动化等至少 8 个环节可适用 5G RedCap 终端产品,但是工业场景对网络时延要求高,核心生产环节需要数传时延稳定在 20ms 或以下,对终端成本要求高,工业级终端成本普遍控制在 500 元以下。

解决方案和价值

1. 项目整体架构 / 技术方案

5G RedCap 是 3GPP R17 协议标准面向中高速物联定义的轻量级 5G 技术,相比于 5G NR 技术,5G RedCap 不仅通过简化终端天线数和收发带宽,有效降低端侧成本,而且通过支持寻呼优化和测量放松,减少 UE 唤醒时长,并针对业务场景优化,减少 UE 监听时长,从而降低终端功耗,达到终端节能增强的优势。因此 5G RedCap 方案不仅继承了大容量、低时延、高可靠、网络切片等 5G 原生优异性能,而且具备功耗更少、成本更低、复杂度更小等优势,实现成本和性能的平衡。





广东联通和美的集团共同制定了技术验证方案,在 5G 商用网络环境下,针对 5G+AGV 调度,5G+MES 联机,5G+SCADA 联机进行了现场测试验证。通过 5G RedCap DTU 与 MES 设备相连,将产品组装工位、成品入库扫描等信息回传至车间生产看板,提高生产效率,做到生产环节可视可控。重点测试验证 5G RedCap 终端在接入小区和驻留小区、上下行峰值速率、吞吐量、覆盖能力以及用户时延等多项关键指标。本次测试充分验证了 5G RedCap 完全可以满足 MES 联机、AGV 调度等全连接工厂的应用需求。

2. 应用场景

5G RedCap 技术在工业制造领域的应用场景主要涉及设备智能运维、安全生产管理、物料管理、智能物流 AGV 等方面。

- **设备智能运维:** 通过 5G RedCap 技术,工业制造企业可以实现对生产设备的远程监控和维护,利用 5G 网络的低时延特性,实时收集设备运行数据,进行故障预警和预测性维护,从而减少设备故障率和停机时间;
- **安全生产管理:** 在安全生产管理方面,5G RedCap 技术可以支持对生产环境中的安全隐患进行实时监测。例如,通过安装传感器监测有毒气体泄漏、机器过热等安全风险,并及时通知相关人员采取措施;
- **物料管理:** 5G RedCap 技术可以用于优化物料管理流程,通过在物料上安装 5G RedCap 终端,实现物料的实时追踪和库存管理,提高物料流转效率和减少库存成本;
- **智能物流 AGV:** 在智能物流领域,自动导引运输车(AGV)可以利用 5G RedCap 技术进行高效的调度和路径规划,AGV 通过 5G 网络与中央控制系统通信,实现精确的导航和运输任务分配。

这些应用场景展示了 5G RedCap 技术在工业制造领域中的潜力,通过 5G 网络的特性,如高安全、低时延和高可靠性, 5G RedCap 能够助力工业制造企业实现智能化、自动化的转型升级。

经验总结与后续计划

经过本次合作得出以下结论:基于5G RedCap的灵活可靠的5G连接,以及PLC/SCADA的云化控制,实现工厂柔性生产,并与AGV等内部物流系统适配,人工成本减少90%,制造效率提升80%;在检测环节中,基于5G RedCap大上行和切片的机器视觉 AI 质检前置,实现多个产线统一标准和平台算力共享,端到端时延低于25ms,检测效率提升30%,来料不良率降低78%;在仓储环节中,5G RedCap终端支持5G亚米级融合定位,实现物料库位信息精准匹配与库存可视化,装柜效率提升55%;在运维环节中,全连接工厂大量用于质量检测、预测性维护、远程控制、智能巡检、仓储物流和安全监控的5G RedCap终端,通过支持5G LAN实现L2极简组网和终端IP地址自主分配,运维成本节省30%。

未来,广东联通将携手美的全连接工厂,完成超 10 万 +5G RedCap 终端规模合作,并联合打造制造业双碳发展新格局:①科技创新提升人文关怀,员工高难作业岗位减少 100%,物流人员工作满意度提升 35%,客户定制体验满意度提升 30%;②绿色战略引领双碳发展,减少纸张消耗,降低电能功耗;③产业融合促进双循环格局,推动广东企业产业融合模式复制至全球各地,渗透上下游生态产业链。

广东邦普循环基于 5G 专网及 5G RedCap 的全链零碳智慧工厂

GG

作为国内领先的电池定向循环利用企业,广东邦普循环采用中国移动风筝型 5G 专网建设安全可靠的工业内网,为国家战略型行业保驾护航。未来,将继续探索出更多 5G 融合应用场景来运用包括 5G RedCap 在内的各类 5G-Advanced 技术,树立节能制造标杆,持续推进广东邦普循环的全球九大全链零碳工厂走向更绿色、更低碳、更环保的道路。

广东邦普循环科技有限公司 CIO 贺小鹏

合作 单位











案例综述

广东邦普循环科技公司此前已建设有中国移动 5G 专用切片网络,为了降低时延、保障制造业数据的安全性,采用了下沉"风筝型"UPF。5G RedCap 技术的引入,大幅度降低了 5G 模组的复杂度,使广东邦普循环采购含有 5G 模组的网关成本缩减 50% 以上。此外,在降低成本的同时,5G RedCap 有效继承了 5G 低时延等属性,同时叠加 5G 专享模式下的独立切片,端到端时延可低至 10-15ms,有助于物料投放等设备的精准控制和生产线故障的精准预测性维护,助力邦普循环获得零碳智慧工厂国际 SGS 认证,实现质量控制工艺领先全球(一吨产品仅 1 根头发丝的杂质,50ppb/T)。



◆ 广东邦普循环的 5G 专网平台

行业挑战

新能源电池是国家战略性领域,目前新能源电池制造存在如下三方面挑战:

质量管理要求

电池材料行业生产制造的质量控制要求高、环境高温(1000℃)且强氧化性(纯氧),对设备设施维护、过程温度及能耗管控要求苛刻,数据采集和控制的点位多(例如锂电池阳极材料的工厂窑炉有70个温区420个棒体)、频次高、可靠性要求高。

节能减排要求

广东邦普循环在广东佛山、湖南长沙、湖北 宜昌、福建屏南、福建福鼎以及印度尼西亚 建立六大基地,打造九大零碳工厂。广东邦 普循环全球九大零碳工厂业务涵盖循环产 业链上下游所有关键环节,构建覆盖电池循 环产业全链条的"全链零碳"模式,其中生 产制造、物流运输、园区管理等方面需要通 过数字化、智能化手段进行节能减排。

降本增效要求

5G 应用规模部署的过程中,遇到 5G 模组成本高、终端功耗高、并发容量不足等典型痛点问题及覆盖要求高、时延要求高、适配难度高等挑战,对采集点位的规模化部署带来了一定的限制。

解决方案和价值

1.5G Redcap 技术赋能工艺精准控制投放

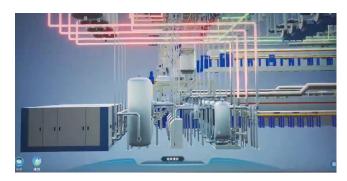
在广东邦普循环的工厂中,物料的投放生产对时延要求控制在 20ms 以内。基于 5G RadCap 的工业 PDA,很好的继承了 5G 切片低时延属性,并在中国移动专享模式独立切片加持下,实现了远程对物料投放的精准控制,并对镍钴锰等原材料进行数字化管理,每吨杂质小于一根 1 侧面头发丝,工艺达到世界领先水平。



◆ 5G RedCap+ 精准工艺管控应用

2.5G RedCap 赋能全面的能源管控

在每百米线体上有 100 多个加热棒,控制的温差在 1200℃温度下误差不能超过 0.005%,因此对数据采集的有效性和实时性要求非常高。通过 5G RedCap 高可靠、低时延特性的加持,棒体的温度传感器数据,经 5G RedCap 数采网关进行采集汇总后,传输至工厂温控服务器,通过"风筝型"专网实现"网断业不断",814台设备互联设备的综合效率(OEE)增长 12.37%,达到91.02%;单位产品综合能耗降低 20.79%;产品合格率提高至 97.54%。

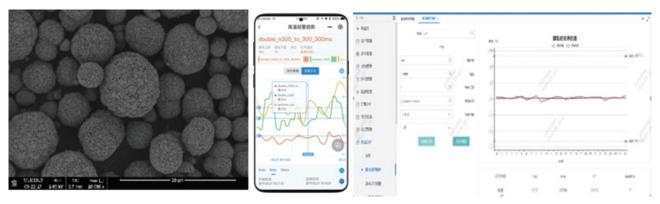


◆ 5G+全面的能源管控



3.5G RedCap 赋能设备预测性维护

通过质量检测 AI 模型,分析设备实时数据与故障,预测故障并早期发现、预防隐患,提前制定设备的保养计划。棒体相关数据经 5G RedCap 数采网关进行采集汇总后进行精准 AI 预测,实现每顿杂质仅 50ppb(十亿分之一)的上限容许量。



→ 5G RedCap+能源管控和设备与预测性维护

经验总结与后续计划

5G 全链零碳智慧工厂的设计以广东邦普循环的核心业务为起点,遵循实用性原则,将生产要素拆分为精益生产、工艺改进、产品研发、技术创新、设备管理等多个重点生产环境,基于 5G 专网,全面加深企业数字化建设;以降本增效、提高企业资源协同合作为目的,着重解决信息孤岛问题,助力企业串联多业态数字化发展。

该项目基于广东邦普循环数字化运维和苛刻的工艺控制目标,建立了网断业不断的风筝型专网,打造了新能源制造各关键环节的 10+ 个 5G AI 应用场景,采用 5G Redcap 轻量化技术有效的实现了园区海量采集需求下,5G 工业终端的成本控制,并进一步降低了能耗。通过能源监控与评估、产品溯源管理多层级联动,实现关键工艺参数记录 99.99% 收集,关键工艺参数执行准确度达到 99.99%。通过 5G 赋能智能化设备监控与智能评估、标准化生产实现防呆防错,实现操作错误 99.99% 消除;配方指导作业环节实现操作差别 99.99% 消除。



广东邦普循环在全球规划了 11 个生产基地,未来计划基于集团数字化工厂、企业国际化发展、全球领先工艺的需求,在全球生产基地部署 5G 专网,进一步扩大 5G RedCap 应用和风筝型专网的落地。随着未来物联网和云计算的发展,信息技术与工业领域的融合将更加深化,工业设备智能控制、系统综合调度等功能将逐步实现,生产的信息化、智能化将带来巨大的社会效益。

基于 5G RedCap 视联专网的 园区安全管理

GG

5G RedCap 视联专网是中国联通携手华为、大华等行业巨头,凭借前瞻性思维和卓越的技术实力,共同打造的一个全新的 5G 专网连接服务。它以更低的成本、更低的功耗、更快的速度、更稳定的表现和更高的服务质量,重新定义了 5G 专网服务的行业标准,为行业客户提供的一种全新的视频解决方案。5G RedCap 视联专网将以更高性价比,推动视联行业数字化和智能化的发展,为我们的合作伙伴、为我们的客户,创造更多的价值。

中国联通集团政企客户事业群浙江分部常务副总裁 潘海峰

合作 单位







案例综述

2023 年浙江联通、华为、大华等单位联合在杭州滨江的浙江联通园区打造"基于 5G RedCap 视联专网的园区安全管理示范项目。,本项目依托中国联通 5G RedCap 网络能力,以浙江联通园区管理平台为基座,首次部署内嵌联通雁飞 5G RedCap 模组的大华 5G RedCap 摄像头。通过集成 5G 专网、MEC 边缘云和联通云平台实现云网边端协同创新,共同验证了 5G RedCap 专网多项关键指标,实现园区门禁无感放行、访客控制、消防监控、边界防控、高空抛物等多种管控业务。以 5G RedCap+视频交互为核心,将园区流量、入侵行为实时回传能力相结合,建设一张 5G RedCap 视联专网,一个 5G+园区管理平台,N个应用场景重塑园区管理流程,做到主动监控,解决因反应不及时造成的安全事故、通行效率低等问题,实现园区的智能高效管理。5G RedCap视联专网也丰富了安防监控行业生态圈,打造 5G 低成本视频解决方案,为 5G 视频专网的进一步推广提供新动能。



♠ 5G RedCap 视联专网试点示范



↑ 5G RedCap 视联专网视频监控情况

行业挑战

视频专网是用于安防监控、门禁联动等场景,是对非法入侵等的有效监控及危险事件的有效告警。当前扔存在以下痛点:

1、有线监控成本高、效率低制约安防监控灵活布控 —

有线监控系统需要大量的物理布线,这不仅增加了初始安装的成本和时间,还可能影响结构美观。一旦有线监控摄像 头安装完毕,其位置就很难改变,增加新的监控点可能意味着额外的布线工作,在实际操作中可能会遇到许多障碍,如墙 体结构、线路已满等。这限制了系统的灵活性,不利于临时监控需求或频繁调整监控视角的场景。此外,随着系统规模的 扩大,管理和维护这些线的复杂性也随之增加。

2、WiFi 监控信号覆盖、带宽及安全问题降低监控的使用效率 -

尽管 WiFi 监控系统克服了布线的问题,但 WiFi 信号的稳定性和覆盖范围仍然是挑战。在大型设施或有多个干扰源的环境中,保持稳定的 WiFi 连接可能很困难。传统的 WiFi 监控系统可能无法处理高带宽需求的多路高清视频流,这限制了摄像头的数量和视频质量。WiFi 网络如果没有得到适当的保护,可能会遭受黑客攻击或数据泄露。而有线网络虽然相对更安全,但也存在被物理截取或破坏的风险。特别是在复杂的工业环境中,电磁干扰和信号衰减可能导致有线和 WiFi 监控系统的性能下降。

3、传统有线、WiFi 等监控面临新技术、新业务的需求无法完全满足 —

传统监控系统的技术更新速度相对较慢,WiFi 监控系统需要定期更新固件、修复漏洞或增加新功能,维护成本较高。AI、大模型、大数据等技术的应用及安全要求的提升,将对网络的移动性、实时性、高速率都提出了很高的要求。5G RedCap 视频专网能通过云边端协同的方式,满足各类移动性、AI 赋能联动需求及专网隔离的高安全性场景。

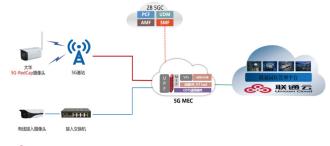
解决方案和价值

1. 项目整体架构 / 技术方案

针对在园区管理的工作场景中,存在监控点位偏僻、布线不便、施工成本高、业务联动不足等问题,5G RedCap 技术的出现,通过低成本、高速率、专网专用、多系统联动等能力,有利支撑了视频业务的发展。本项目以 5G RedCap+视频交互技术为核心,结合 AI 分析、网络切片等技术,连通园区门禁、消防监控、边界防控等多方视频。通过 5G RedCap 摄像头、门禁、园区管理平台、员工 APP等,实现入园访问、上下班打卡、消防管控、入侵检测等能力,实现信息共享和协同互动,缩短反应时间,提升园区管理效率。

(1) 系统架构

5G RedCap 视联专网是由中国联通携手华为、大华建设运营的杭州市专网项目,通过5G RedCap 摄像头降低视联网在园区安防、智能制造、文旅直播、智慧道路等场景的规模部署成本,基于云边端协同、专线及专网固移融合,满足视联网业务对终端小区驻留、网络时延、抖动、带宽等要求,实现园区安全数据可视化、景区直播灵活部署、道路信息协同感知的功能。



♠ 5G RedCap 视联专网架构图

(2) 网络

通过网络切片、边缘计算等关键技术,构建一张全域连续覆盖、中高速率、低延时、广连接、定制化、安全可靠的 5G RedCap 园区级视频专网,拉通从"门禁/管控摄像头-园区数智管理平台-员工设备"的多层次网络连接。

(3) 技术方案

1、5G RedCap+园区数智管理平台

包括 5G RedCap 摄像头、门禁、5G RedCap 园区管理平台。实现将摄像头视频、门禁信息等实时共享给园区管理平台,确保园区安全监控工控更加高效,园内、园外衔接更加流畅,提高园区一体化管理服务能力,为员工、来访人员提供更加便捷、高效的服务,为园区安全提高防控预警力度。

2、5G RedCap 摄像头改造

通过对摄像头进行 5G RedCap 化改造,使摄像头适配 5G RedCap 模组,完成摄像头终端硬件、网络等的测试,可满足摄像头 4K 等视频流的需求,满足多种 AI 应用场景,降低 5G 摄像头成本,提升 5G 使用率。

2. 应用场景

园区安防 -

基于 5G RedCap 视联专网 + 园区管理平台实现园区安全管理,视频多维感知数据实时同步,点位视频数据实时叠加,全域安防可视化,包含以下能力:

(1) 视频监控系统:

部署 5G RedCap 高清摄像头对园区内重要区域进行实时监控,记录并存储视频资料,以备后续查询和分析。

(2) 门禁控制系统:

通过身份认证设备如员工卡刷卡、指纹识别或人脸识别来 控制人员进出特定区域的权限,确保只有授权人员能够进 入敏感区域。

(3) 入侵报警系统:

使用红外感应器、震动传感器等设备来检测未经授权的入侵行为,一旦发现异常立即发出警报。

(4) 车辆管理系统:

采用车牌识别技术对进出园区的车辆进行管理,不仅可以提高通行效率,还能防止未经授权的车辆进入。

(5) 访客管理系统:

对访客进行身份登记和验证,发放临时通行证,并在其访问期间进行跟踪,以确保访客在指定区域内活动。

(6) 电子巡更系统:

通过设置巡更点,结合巡更棒或移动应用,确保保安人员按时按路线进行巡查,有效防范安全隐患。

(7) 紧急报警与响应系统:

在紧急情况下,如火灾、地震等,系统能够迅速触发警报,并通过广播、短信等方式通知相关人员及时撤离和响应。



(8) 环境监测系统:

监测园区内的温度、湿度、烟雾等环境参数,及时发现异常情况并采取措施。

(9) 公共广播系统:

用于发布日常通知、紧急信息等,确保信息能够迅速传达 给园区内的每个人。

(10) 数据中心与监控中心:

作为园区安防系统的"大脑",负责接收、处理、分析各种信息,并生成报告,供管理人员决策使用。

(11) 智能分析与预警系统:

利用人工智能技术对监控画面进行智能分析,自动识别异常行为并发出预警,提高安全防范能力。

(12) 移动应用与远程管理:

通过移动应用程序,管理人员可以随时随地访问安防系统,查看实时视频、接收报警信息、进行远程调度等。

经验总结与后续计划

5G RedCap 视联网系统解决了终端成本高、有线环境部署难等问题,提升了经济效益。单设备成本降低 20%,终端功耗降低 60%,施工时间降至十几分钟。通过云边端协同的 5G RedCap 视联网系统提升了部署效率、提高了应用成效。单向时延降低至 15ms,应用判断时间降低至秒级,告警准确度提升 10%。

经验总结:

- ①提出基于 5G RedCap 的云边端协同的视联网业务,帮助政企客户安防系统实现无线化升级;
- ②为园区安防、智能制造、文旅直播、智慧道路等多场景的落地提供参考及借鉴,满足客户移动化、绿色化、低碳化需求;
- ③引领安防产品向5G领域深入发展,继而影响整个安防产业5G发展新方向。

后续计划:

- ①结合垃圾分类、环保监控、公共安全等场景,开展细分领域的5GRedCap视联专网的推广;
- ②依托 5G RedCap 摄像头的网络广泛性、部署便利性等优势,在城市道路监控、社区补盲、景区补盲等场景进行推广。



总结与展望

5G 技术的大规模商用标志着万物互联时代的到来,大大加速了各行业的数字化转型,为移动物联网产业的高质量发展注入了强劲动力。据中国工业和信息化部数据显示,截至2023年底,中国已拥有18.45亿移动物联网连接,领先全球主要经济体,并率先实现了"物联设备数量超越人口数量"的里程碑。预计到2030年,全球移动物联网连接数将达到53亿,年复合增长率将保持在20%以上。

5G RedCap 是一种"轻量化"的 5G 技术,在确保业务需求和性能要求的前提下,裁剪了带宽、天线数目和调制阶数,降低了终端复杂度和功耗,从而减少了 5G 终端成本。5G eMBB 技术以其高速、高效的特点引领潮流,NB-IoT 技术在低速场景也已成为主要选择,而 5G RedCap的问世则填补了 5G 在中高速和中速连接领域的空白。与5G eMBB、LTE、NB-IoT 等技术共同构建了一个适应低、中、高速率需求,实现 4G 与 5G 协同作业的全方位移动物联网技术框架:

- 高速场景(>100Mbps)依赖 5G eMBB 支撑;
- 中高速场景(10~100Mbps) 由LTE Cat4和5G RedCap共同承担;
- 中速场景(100kbps~10Mbps)当前主要依靠4G Cat1,未来随着3GPPR18标准的完善,增强型 RedCap(eRedCap)也将服务于这一领域;
- 低速场景(<100kbps)则由 NB-IoT 等低功耗广连接 技术支撑。

3GPP 自 2019 年开始推进 5G RedCap R17 标准化工作,并于 2022 年完成,涵盖了终端复杂度降低、驻留与接入控制、移动性、终端识别、BWP 配置及低功耗等内容。从 2021 年起,3GPP 启动 R18 eRedCap 技术研究,预计于 2024 年 6 月完成,通过缩减业务带宽、降低峰值速率等方式进一步降低终端复杂度和功耗。

5G RedCap 技术的主要特点包括:

- **高效的频谱利用**:通过优化频谱资源管理,在有限的频谱资源中提供高效的连接服务,在频谱资源紧张的环境中仍能保证良好的性能。
- 低功耗:相比传统 5G 技术,5G RedCap 显著 `降低了功耗,特别适用于低容量电池供电的终端设备,如

可穿戴设备和物联网传感器。

- 低成本:设计初衷之一就是降低终端设备成本,促进大规模部署和普及。通过简化终端设备的硬件设计和降低网络部署成本,5G RedCap 在许多应用场景中展现出明显的经济优势。
- 适应多样化应用场景: 支持从智能电网、智慧城市、智能制造到消费电子等广泛的应用场景。

5G RedCap 目前的主要应用场景主要有:视频监控、数据采集和远程控制等。其低功耗、高效的连接特性,使其成为视频监控系统的理想选择,能够在不牺牲图像质量的情况下显著延长设备续航时间。数据采集领域,如环境监测和工业传感器网络,通过 5G RedCap 技术可以实现实时和精准的低成本数据传输,并在功耗敏感的情况下展现优势。远程控制方面,5G RedCap 的低时延特点保证了工业自动化和远程操作的高效性和可靠性,提升了生产效率和操作安全性,同时又不会导致成本的大幅提高。

目前,主流芯片厂商均已推出 5G RedCap 产品,已有 9 家芯片厂商发布相关产品,其中 4 家完成量产,9 家模组厂商发布了 20 多款各类封装类型的模组产品,包括工业 DTU、视联 IPC、CPE、dongle 等 50 款终端产品已上市。

2024年是5G RedCap商用元年。本《5G RedCap应用案例集》展示了5G RedCap技术在智能电网、智慧城市和智能制造等领域的广泛应用和巨大潜力,通过详细的数据和案例分析,可以清晰看到5G RedCap如何在不同场景中发挥关键作用,并展望其未来发展方向。

消费电子领域是未来 5G RedCap 规模化应用的关键,涵盖可穿戴设备、智能家居、医疗健康设备等。特别是 5G RedCap 具备 10M 级音视频和 100ms 级时延交互能力,同时满足多模态端云协同可穿戴 AI 设备的轻量化、低能耗要求,有望使可穿戴 AI 设备从通过手机转接的方式向独立蜂窝联网方式转变。

总之,5G RedCap 技术以其独特优势,正在各行各业中发挥越来越重要的作用。《5G RedCap 应用案例集》通过详细的案例分析和数据展示,为读者提供了全面了解这一技术的机会。我们相信,随着技术的不断发展和应用场景的不断丰富,5G RedCap 将为经济社会的数字化转型和发展带来更多创新和变革。

GSMA

GSMA 总部 1 Angel Lane London EC4R 3AB United Kingdom

电话:+44 (0)20 7356 0600 传真:+44 (0)20 7356 0601

