

设备更新优秀案例集

中国通信企业协会

中国航空学会

北京现代循环经济研究院

中咨海外咨询有限公司

中关村智慧能源产业联盟

2025年6月



目 录

一、空天地一体化应急通信系统在公安领域的创新应用研发.....1	1
二、全融合、全云化、新赋能的 5G 核心网设备升级方案7	7
三、数字孪生与 AI 融合，构建无线能效智能体 Agent 打造绿色低碳网络.....15	15
四、依托数字政府基础能力打造一体化“大规模设备更新和消费品以旧换新”平台20	20
五、“绿水青山就是金山银山”——“以旧换新”赋能兴全矿业绿色矿山建设25	25
六、城市生命线安全运行监测平台应用实践34	34
七、中国移动（甘肃庆阳）绿色数据中心敏捷交付38	38
八、5G+云锡锡业智慧冶炼工厂项目42	42
九、工业物联网安全接入网关47	47
十、助力 5G-A 赋能新质生产力，革故鼎新构建绿色极简网络..51	51
十一、AI 赋能精准节电，市分一体推进基站节能和网络质量协同发展.....54	54
十二、全栈国产化的网络智慧运维体系探索和现网实践项目58	58
十三、AI 智能超级机柜及机房精密空调节能改造方案.....63	63
十四、甘南冶力关 5G A ² 全域智慧景区项目，从“有”到“优”实现硬件设备“绿色”升级，触达 IP·文旅·科技三位一体沉浸新体验.....68	68
十五、北京联通 5G-A 绿色低碳智慧网升级演进应用案例.....74	74
十六、5G Redcap 助力升级智慧矿山 AI 视觉安监平台79	79
十七、中国联通上海临港国际云数据中心园区项目83	83



十八、国家枢纽节点传统热点地区机房"焕新"技术应用及验证(水 “焕”水)报废更新项目	87
十九、昆阳磷矿设备大型化项目	90
二十、安徽昆宇 10Gwh 电化学储能超级工厂项目	94



一、空天地一体化应急通信系统在公安领域的创新应用研发

（一）案例名称

空天地一体化应急通信系统在公安领域的创新应用研发

（二）参与单位

中国移动通信集团甘肃有限公司

甘肃省公安厅

中移(成都)信息通信科技有限公司

中移系统集成有限公司

（三）案例背景

国务院《“十四五”国家应急体系规划》、工信部《“十四五”信息通信行业发展规划》、公安部《公安信息化建设“十四五”规划》明确将复杂环境下应急通信保障列为应急管理领域关键技术与装备研发的重点，加大5G、高通量卫星、无人机通信等先进技术应急通信装备的配备和应用力度。

甘肃地域辽阔、地形复杂多样，一些地区的通信基础设施建设相对滞后，导致在突发事件发生时，通信保障能力不足，影响应急通信的效果，全面提升应对极端复杂困难环境下公共安全应急通信保障能力尤为重要。

在此背景下，中国移动通信集团甘肃有限公司（以下简称“甘肃移动”）联合甘肃省公安厅，积极落实“科技兴警三年行动计划”，推动企业与公安机关协同创新，共同研发空天地一体化应急通信系统在公安领域的创新应用。



（四）案例建设内容

1、云网端“1+5+N”公安应急保障模式

利用甘肃移动公网 4G/5G 覆盖优势，创新提出“1+5+N”公专融合应急保障模式，依托自主研发“公安网联无人机管理平台、公安互联网融合通信平台”，打通“互联网、公安信息网、视频专网、移动警务信息网、高通量卫星网”5 张网。

通过试点部署网联中型载星垂直起降固定翼无人机应急通信系统、系留式重载无人机系统，挂载定制研发 350 兆警用数字集群、340 兆公安应急图传及高清光电挂载等(国内首家测试部署)，定制研发高通量卫星自组网系统，构建了省内 2 小时应急通信支援圈。



图 1-1 “1+5+N” 公专融合应急保障模式

2、空天地一体化公安应急体系

针对公安应急通信保障任务需求，构建以“高空、中空、低空、地面”四层一体的多维度无缝应急通信保障体系，选配中大型固定翼无人机、系留无人机等多类型飞行平台，通过公网 4G/5G/高通量卫星网络超视距控制，搭载定制研发的空天应急通信设备，结合自研无人机管控平台及融合通信数据汇聚平台，实现在地震、洪涝



泥、石流、重要活动等场景下的立体应急通信保障。

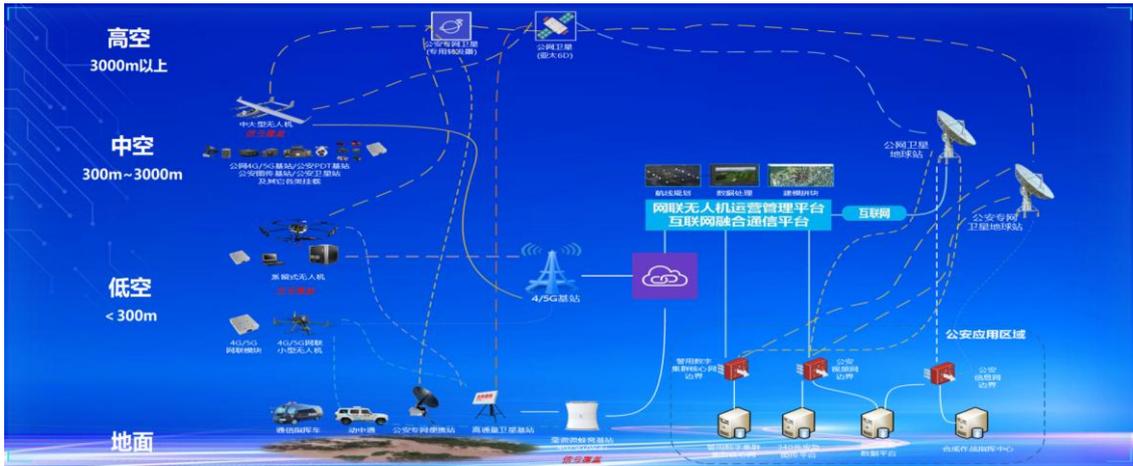


图 1-2 “高空、中空、低空、地面”四层一体多维度无缝应急通信保障体系

3、网联无人机管理平台暨公安可视化指挥调度平台

定制研发网联无人机管理运营平台暨公安可视化指挥调度平台，支持多厂商、多型号无人机飞控对接，利用 4G/5G 网络及高通量卫星网络超视距远程控制无人机飞行，实现数据实时采集、实时传输、智能处理，对接公安融合通信平台。



图 1-3 公安可视化指挥调度平台



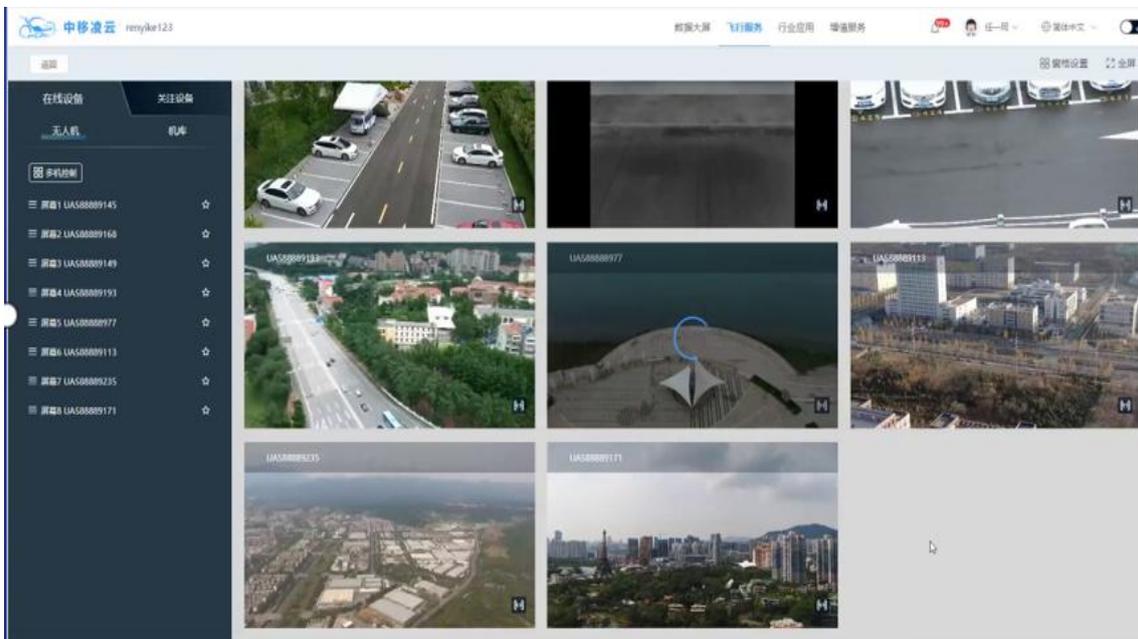
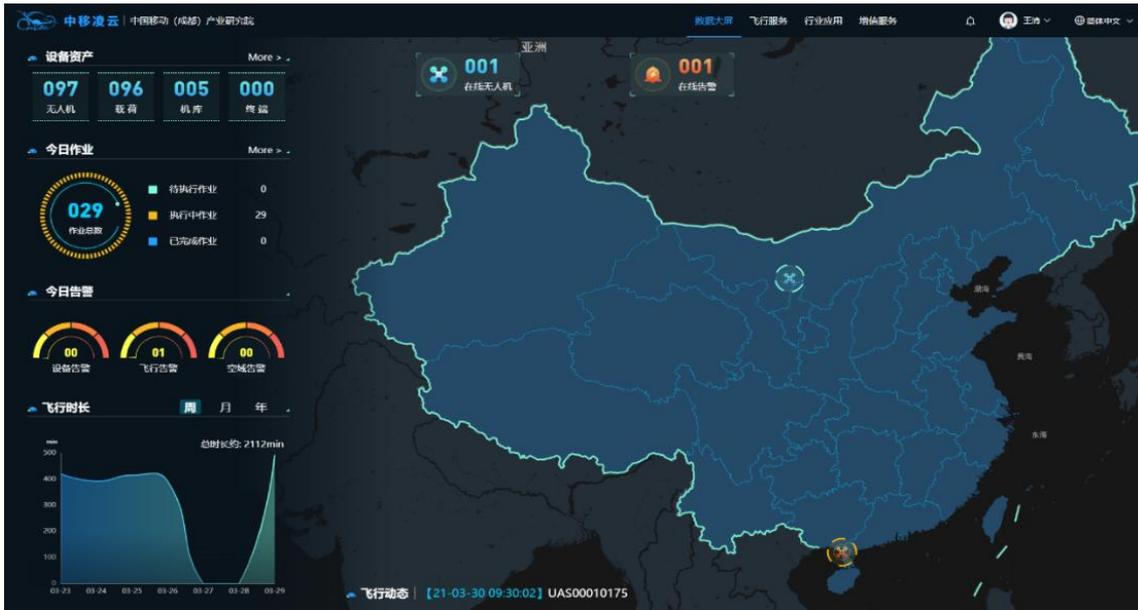


图 1-4 网联无人机管理运营平台

(五) 案例亮点与创新点

1、空天地一体

高空高通量卫星及公安专网卫星、中空中型无人机卫星回传、低空小型无人机(4G/5G 及自带链路互为备份),地面卫星便携站、应急通信车各类单兵装备组成空天地一体化融合通信。



2、公专-窄窄融合

4G/5G/高通量卫星公网与公安窄带警用数字集群专网、340M 应急图传专网等融合，保障数据安全的同时打通网络资源，公专网络相互补充延伸，利用公网解决专网业务连续性问题，大幅度提高警务工作中的信息传输能力。

3、高机动航空应急通信

中型无人机通过微波测控链路、卫星链路、4G/5G 链路进行飞控数传并互为备份可搭载公网 4/5G、警用数字集群、高精度光电吊舱，执行高机动通信保障、对地侦查、三维建模、物资投送等（通信半径 70km）。

4、自有能力深度应用

依托 4G/5G 公网覆盖优势及“中移凌云”产品，深度定制研发网联无人机管理平台暨公安可视化指挥调度平台、融合通信平台。紧急情况下，快速全局化掌握现场现状，精准决策、指挥。

（六）应用成效及推广前景

成果研发以来，已在临夏州 2023 年 12 月 18 日积石山 6.2 级地震中得到落地验证和实战检验，应急现场利用高通量卫星便携站，配合无人机，在应急现场迅速搭建全省、全国互通的警用集群对讲指挥网络，将震中地区现场视频实时回传省厅融合通信平台，为各级指挥员实时掌握现场情况提供了重要技术支撑，得到了公安部充分肯定。

2024 年 3 月 7 日，甘肃移动联合甘肃省公安厅举行全省公安机关空天地一体化应急通信装备配发仪式，通过公专网结合、空天地融合，研发出一套符合我省实际的应急通信体系，实现全地形、



全时空一体化应急通信，将极大提升全省公安机关应急指挥效率和应急处突能力。

结合公安应急通信现状及痛点，按照《公安信息化建设“十四五”规划》、《科技兴警三年行动计划(2023-2025年)》，全国公安应急通信装备市场空间超100亿元/年，甘肃省内超2亿元/年，上半年已签约金额超5000万。



二、全融合、全云化、新赋能的 5G 核心网设备升级方案

（一）案例名称

全融合、全云化、新赋能的 5G 核心网设备升级方案

（二）参与单位

中国移动通信有限公司

（三）案例背景

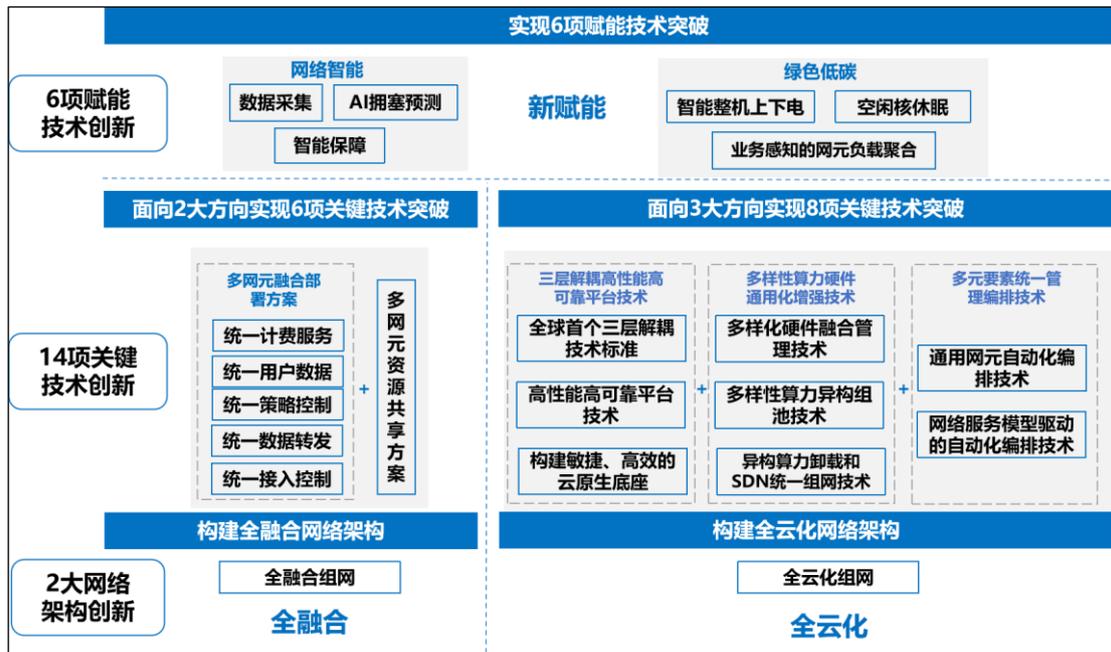
2020 年工信部下发《工业和信息化部关于推动 5G 加快发展的通知》，要求深入贯彻落实习近平总书记关于推动 5G 网络加快发展的重要讲话精神，全力推进 5G 网络建设、应用推广、技术发展和安全保障，充分发挥 5G 新型基础设施的规模效应和带动作用，支撑经济高质量发展。2021 年 12 月，国务院发布《“十四五”数字经济发展规划》，要求加快建设信息网络基础设施，建设高速泛在、天地一体、云网融合、智能敏捷、绿色低碳、安全可控的智能化综合性数字信息基础设施。

中国移动通信有限公司从 2020 年启动 5G 核心网建设，综合考虑现有网络架构及网络痛点问题，积极构建全融合、全云化、新赋能的网络，推动 5G/5G-A 网络持续演进。

（四）案例建设内容

中国移动通信有限公司面向全融合、全云化、新赋能 3 大目标形成了“2 大网络架构+14 项关键技术创新+6 项赋能技术创新”的建设内容。





1、全融合

从网络架构和关键技术两个方面出发，设计形成了“全融合组网架构创新+6 项关键技术创新”的创新成果。

充分考虑已有的 EPC/vEPC 网络、物联网专网以及未来即将建设的 5G ToC 网络、5G ToB 网络共存的实际情况，将全融合网络架构演进分为三个阶段，以推动网络能力丰富多样、网络形态化繁为简、网元种类合并归一，并为业界提供了网络演进路线和方式的重要参考思路。

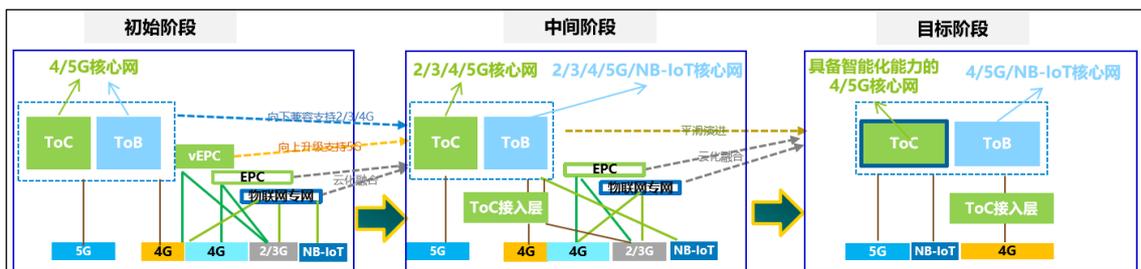


图 2-2 全融合网络架构演进阶段



表 2-1 全融合网络架构演进阶段

用户类型	无线接入方式	初始阶段		中间阶段		目标阶段	
		接入网元	数据汇聚网元	接入网元	数据汇聚网元	接入网元	数据汇聚网元
2C 用户	2G/3G	EPC/vEPC		EPC/vEPC/5G ToC 网络		逐步消亡	
	4G	EPC/vEPC/5G ToC		EPC/vEPC/5G ToC 网络		5G ToC 网络	
	5G	5G ToC 网络		5G ToC 网络			
2B 用户	2G/3G	EPC/vEPC	物联网专网	EPC/vEPC/5G ToC 网络	物联网专网/5G ToB 网络	逐步消亡	
	NB-IoT			5G ToB 网络		5G ToB 网络	
	4G			EPC/vEPC/5G ToC 网络	物联网专网/5G ToB 网络		
	5G			5G ToB 网络			

2、全云化

提出基于 ICT 融合的 NFV 理念，将电信网元以软件的形式部署于云化资源池之上，实现了高效、敏捷、开放、弹性网络架构的理论基础，并以此为基石逐步构建起全球规模最大的电信云化网络——中国移动网络云。

在 NFV/SDN 融合架构的基础上，在电信资源池同步引入云原生和 DPU 两大 IT 创新技术，并对硬件层、容器层、MANO 等进行电信级增强，形成包括虚拟机容器和云化裸金属容器在内的端到端电信级云原生解决方案，满足电信业务容器化部署需求，进一步提升网络敏捷性和资源利用效率。



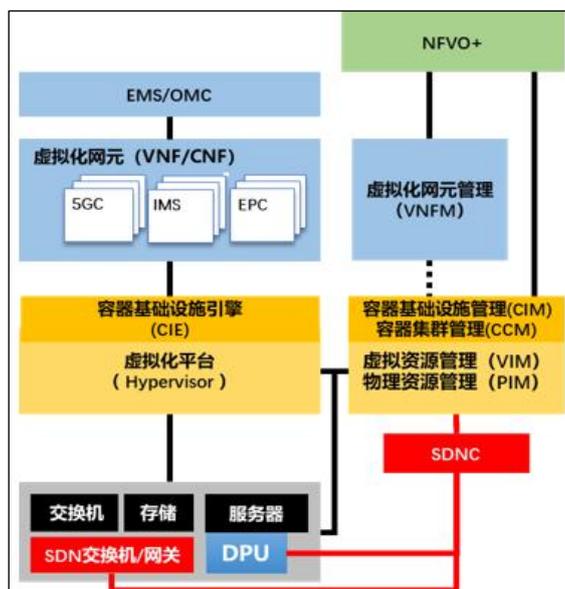


图 2-3 面向云原生的创新架构

3、新赋能

(1) “网络智能” 赋能技术创新

面向运行智能数据采集需兼顾实时性、可靠性、低开销传输等多样需求，首创设计实时按需数据采集、基于事件触发的数据采集机制和自主协议选择上报机制，为后续运行智能高效数据采集的协议制定奠定了技术基础。

融合实时网络态势感知与历史数据规律挖掘，引入 AI 时序预测神经网络模型，实现小区拥塞状态的智能预测，引入动态数据补齐与周期化模型更新技术，保证预测准确率。首次在 5G-A 网络基于 NWDAF 实现基于业务、体验、网络状态综合分析的智能决策建议和执行闭环，通过新定义智能体验保障闭环框架，基于业务识别、质差判断、网络状态预测等多 AI 原子能力有机协同，实现基于综合分析的保障决策，助力分层分级按需差异化保障。

(2) “绿色低碳” 赋能技术创新

基于 ACPI 电源管理、CPU 核休眠等技术，并根据电信云化



网络商用部署流程及业务潮汐变化等特点进行电信级定制增强，融合业务、云平台、硬件、编排管理系统等端到端能力，创新提出包括智能整机上下电、非绑核休眠/唤醒、绑核休眠/唤醒等在内的多维度、智能化的资源池服务器动态节能策略。

（五）案例亮点与创新点

案例形成了“2 大组网架构创新+14 项关键技术创新+6 项产品能力创新”的创新成果。

1、全融合

（1）统一计费服务：自主研发制定了 SMF/PGW-C/GGSN-C 融合网元的融合计费接口，通过增强 Nchf 服务化接口统一实现 2G/3G/4G/NB-IoT/5G 用户的融合计费，简化网络部署复杂度。

（2）统一用户数据：设计了 UDM/HSS/HLR 融合网元，以实现用户数据签约网元的三融合，确保 2G/3G/4G/NB-IoT/5G 用户签约一致性。

（3）统一策略控制：设计了统一策略控制方案，通过统一的服务化接口（N7）同时满足 2G/3G/4G/NB-IoT/5G 接入用户的策略控制需求，简化了网络的复杂度。

（4）统一数据转发：统一了网关控制面（SMF/PGW-C/GGSN-C）和用户面（UPF/PGW-U/GGSN-U），并将 4G SGW 的功能融入，有效减少节点间转发流量、节省传输带宽，同时还可以提供统一的 IP 锚点，确保用户互操作时的 IP 地址不变，进而有效保证语音、高安全等业务的用户体验。

（5）统一接入控制：统一了接入控制网元（AMF/MME/SGSN），大幅减少了跨 4G 与 5G 覆盖区移动的节点间互操作消息数量，可



有效提升互操作的成功率，保证用户的业务体验。

(6) 多网元资源共享方案：设计了多 NF 资源共享方案，针对 AMF/MME/SGSN、SMF/PGW-C/GGSN-C、UPF/PGW-U/GGSN-U、UDM/HSS/HLR、PCF/PCRF、CHF/CG 等主核心网元实现多个同类网元/网络功能资源的全面共享，融合网元内部可实现动态资源分配，无需对 VNF 进行扩缩容。

2、全云化

(1) 三层解耦高性能高可靠平台技术

创新提出三层解耦高性能高可靠平台技术，在实现网元、平台、硬件三层解耦的基础上，可提供 5 个 9 的电信级高可靠性和高服务质量。包括全球首个三层解耦技术标准、高性能高可靠平台技术、敏捷高效的云原生底座。

(2) 多样性算力硬件通用化增强技术

提出多样性算力硬件通用化增强技术，提升硬件管理效率，推动供应链自主可控，促进异构加速硬件通用化发展。包括多样化硬件融合管理技术、多样性算力异构组池技术、异构算力卸载和 SDN 统一组网技术。

(3) 多元要素统一管理编排技术

提出了多元要素统一管理编排技术，通过能力增强和标准化定制等手段，实现了网络架构可编程和网络运营集中控制。包括通用网元自动化编排技术、网络服务模型驱动的自动化编排技术。

(六) 应用成效与推广前景

(1) 业务体验及服务提升

全融合相关技术方案可有效提升用户的体验，以 5G 的 AMF



与 2G/3G/4G 的 MME/SGSN 为例，全融合组网技术方案可有效降低切换及重选时延。

网络智能相关技术方案面向不同客户、业务、场景提供分层分级智能保障能力体系，当前可实现面向指定用户（如全球通不同等级用户）、指定业务（如 27 种主流重点 APP）的按需差异化保障，有效支撑“客户分层分级运营及服务体系”市场策略构建，助力新业务新市场的全面商业拓展和高端用户体验提升。

（2）运营降本增效

全融合相关技术方案可将核心网元种类减少约 59%，网络接口种类减少约 63%，有效降低了运维及网络复杂度；并可实现 2G/3G/4G/NB-IoT 业务和 5G 业务的资源共享，避免前期已有投资浪费。

绿色低碳相关技术方案可有效节约电费开支，以中国移动网络云四期河北廊坊 x86 海光资源池的 900 台计算服务器为例，第一年可节省电能 115.55 万度、电费 92.44 万元，折合每千台服务器一年节省电费 102.7 万元。随着网络云四、五、六期资源池全网 29000 台海光服务器全部引入该方案，带来的成本节约收益将会进一步扩大到约 2980 万元。

上述技术创新和标准化工作期间项目组累计输出专利 493 篇，具备自主知识产权；并实现了信息通信产业在国际舞台的从跟随到引领，并有力凝聚了信息通信产业共识。

目前全融合相关架构及技术方案已在中国移动的 31 省 ToB 和 ToC 现网部署应用，可有效满足 2G、3G、4G、NB-IoT、5G 等多种接入制式用户的差异化业务需求，其中涉及的方案已应用于大



部分移动业务用户，并为产业同仁满足此类需求、解决类似问题提供了相关技术参考。

全云化相关架构及技术方案的商用落地引领了全球运营商网络云化转型，已在中国移动网络云八大区资源池规模商用，服务器总规模超过 20 万台，支撑 46 类网元上云，核心网云化、融合比例达 100%，并在业界率先构建 X86+ARM 双平面国产化算力底座，在推动关键领域国产化替代方面形成了良好的示范，已成为全球业界最佳参考实践之一。同时，绿色低碳相关技术可根据实际情况灵活推广到其他运营商、乃至其他行业的私有云和公有云数据中心。



三、数字孪生与 AI 融合，构建无线能效智能体 Agent 打造绿色低碳网络

（一）案例名称

数字孪生与 AI 融合，构建无线能效智能体 Agent 打造绿色低碳网络

（二）参与单位

中国移动通信集团河南有限公司

（三）案例背景

随着 4/5G 无线网络的用戶发展与新业务涌现，网络负荷持续承压。如何更小颗粒度、更高准确性地进行无线网络的性能无损、感知无忧的节能降耗，数字孪生+内生智能 AI 的技术融合构建能效智能体 Agent 是解决双碳落地与网络发展确定性矛盾的创新路径。

中国移动通信集团河南有限公司通过引入 HI-RAN 基站内生智能节能，提供负荷预测（非实时粗颗粒度数据源）、参数寻优（近实时细颗粒度数据源）、快评保障（近实时小颗粒度数据源）等能力支持实现最大化地保护用户感知，且实现多频协同关断节能生效时长的最大化地提升。整体基于基站内生智能的原子能力技术结合 HI-RAN 技术实现能效运营编排。

（四）案例建设内容

无线网络能效智能体 Agent 的构建由基于通信大模型的意图驱动运营、基于 HI-RAN 内生智能的节能算法特性、基于数字孪生的能效运营大屏三个方面组成。无线网络“能耗压降、能效提升”



的输入、求解、输出全流程智能化、可视化，是数智化赋能节能减排的最新创新实践，也将成为通信行业赋能全社会降碳的重要场景之一。

1、无线能效智能体 Agent-应用与实现架构

无线能效智能体 Agent 的核心是通过 HI-RAN 内生智能促进网络自智高阶演进、实现“能耗压降、能效提升”目标：智能 L3->孪生 L4：更小数据颗粒与交互周期使能性能保障之下寻优范围更大，随着组网变化与容量发展，内生智能从覆盖模型、负荷模型的节能技术编排迈向网络架构极简、多元模型增强的多目标寻优编排，实现无线节能的高阶演进。

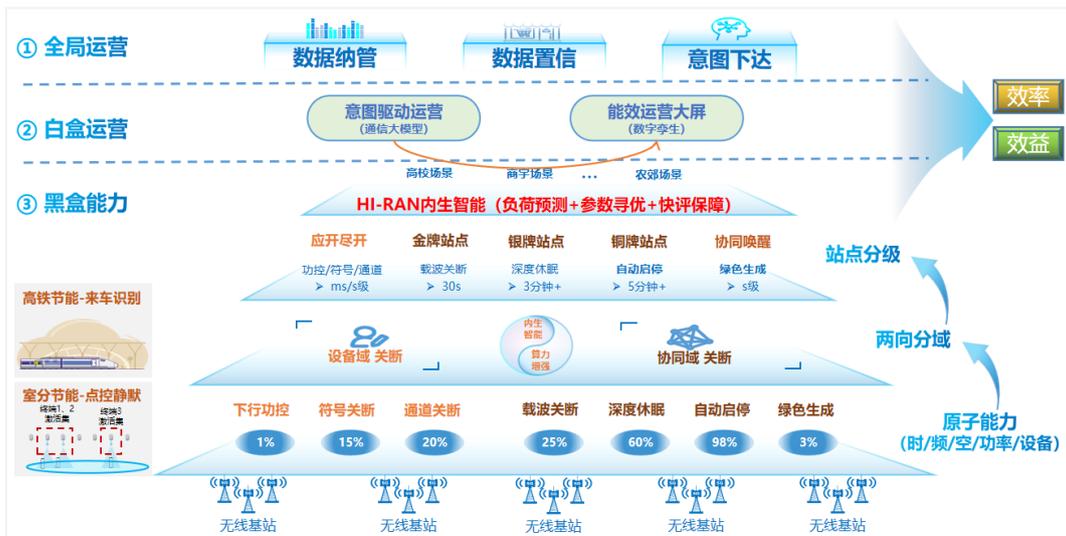


图 3-1 应用架构



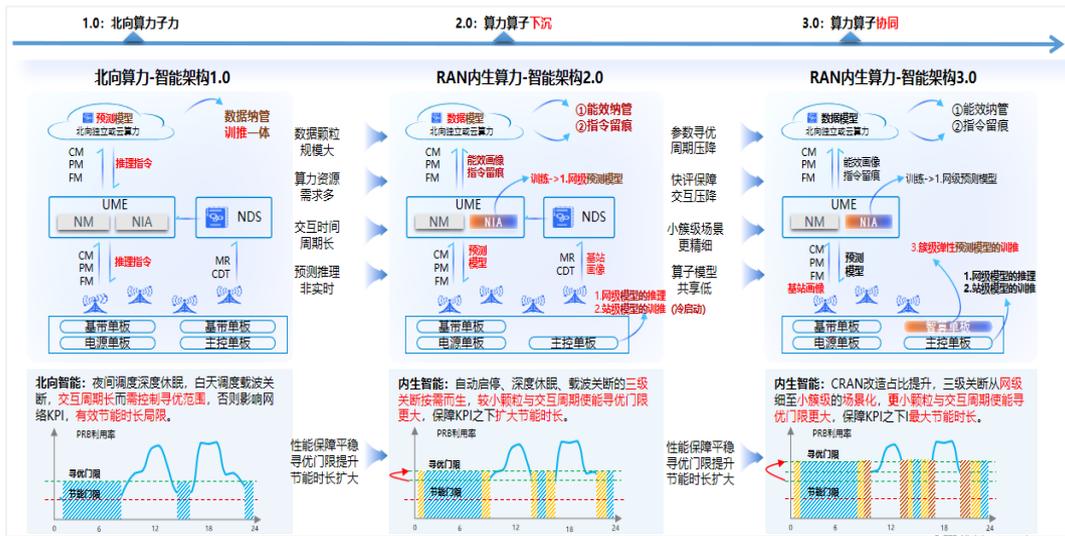


图 3-2 算力算法架构

2、无线能效智能体：Agent 孪生大屏

基于数字孪生的能效运营大屏，从节能->能耗->能效->性能->感知实现全流程孪生可视。能效运营大屏规划三个板块，主屏使能趋势定性、分屏使能定量到站、主题屏使能解决方案以及仿真预测，整体实现节能特性部署、能耗收益目标与能效提升评估、性能影响评估、感知影响评估的运营全流程可视化，赋能能效运营自智进阶。



图 3-3 能效运营大屏孪生可视



（五）案例亮点与创新点

1、双层算力无线网络智能化 AI 方案

HI-RAN 内生智能（Hybrid Intelligent-RAN）是业界首次推出依托“网管+网元”双层算力的无线网络智能化 AI 方案，具备更强的实时性，为小颗粒的策略迭代更新和指标近实时监测及保障提供了可行方案，持续降低约 10~15%的设备能耗。

2、负荷预测

根据网络历史话务数据，利用负荷预测算法完成话务负荷预测，保证网络性能的同时提升有效节能时间。通过对定制化的基站画像数据进行采集、上报、训练及推理，精准预测小区负荷，进而优化可节能时间段配置。无线网络“网管+网元”双层智能协同架构，准确预测节能区域“节能小区+基础覆盖小区”业务负荷，编排节能策略，实现节能生效时长最大化。

3、快评保障

采用周期滑窗评估方式，快速评估由于节能导致的指标恶化，激活惩罚机制，保障性能指标和用户感知，同时对节能策略实时动态调整。“前、中、后”三窗保护+“实时性、事件性、周期性”三维评估+基站端近实时保障的多维监控模式，确保节能区域网络性能稳定，用户感知良好。

（六）应用成效与推广前景

河南移动无线网络已完成 7 地市规模部署 HI-RAN 智能节能。通过在七地市全网应用，现网策略开启基础上叠加 HI-RAN 智能节能，全天平均降耗 10.62%，单站日均节电 2.52 度。预计全年节电总量约 784 万度、全年节省电费约 549 万元（电费按照 0.7 元计



算)、全年减排 7451 吨 (碳排放按照 0.95kg/度计算)。

意图驱动节能可调用所有基站节能原子能力, 适配广泛的应用场景, 通过自然语言翻译, 节能功能部署不再需要人工经验, 有效降低早期人力投入, 能效运营高度智能化, 大大降低运维成本, 实现 L4 级别智能化, 人力维护成本节省 95%以上。

目前河南移动已完成 HI-RAN 智能节能功能规模部署, 并且实现了智能算法的不断迭代与优化, 功能成熟度得到极大提升, 可逐步进行全国推广应用。创建全新网络能效运营架构, 精细化能效管理、全量化技术运用、智能化意图驱动, 实现“能效+体验”、“效率+效益”双优化网络运营。



四、依托数字政府基础能力打造一体化“大规模设备更新和消费品以旧换新”平台

（一）案例名称

依托数字政府基础能力打造一体化“大规模设备更新和消费品以旧换新”平台

（二）参与单位

中国移动通信集团甘肃有限公司、中移系统集成有限公司

（三）案例背景

2024年3月，国家印发“两新”行动方案，明确推动大规模设备更新和消费品以旧换新是加快构建新发展格局、推动高质量发展的重要举措，将有力促进投资和消费，既利当前、更利长远。

2024年7月，国家相关部委制定了若干措施，2024年8月，甘肃省确定了“两新”实施方案，明确要求依托“甘快办”等数字政府基础平台统一搭建，让甘肃省企业和群众享受到“两新”政策红利和数字政府的便捷服务。

结合甘肃省数字政府已有技术架构，确定“两新”系统继续坚持省级统筹建设模式，采取“1+2+4+1”的技术实施路径。第一个1指通过全省一体化政务服务平台一个入口进入，2指支持“先买后补”和“先补后买”两套补贴流程，4指涵盖商务、交通、农业农村和民政四个领域的补贴场景，最后的1指1个支付渠道。围绕申请、审核、发放、统计等全流程进行设计和开发，支撑较短时间内将国家拨付的专项资金合规、便利地补贴到我省企业和群众。

2024年8月19日，甘肃移动和中移集成按照甘肃省大数据中



心要求，启动“两新”系统建设，经过 20 天的集中攻坚，2024 年 9 月 10 日依托“甘快办”研发上线“两新”应用系统，实现“两新”全品类申请、审批、支付一体化运行、一站式服务。

（四）案例建设内容

1、统一补贴申请入口

为避免各主管部门分散建设，群众和企业申请补贴登录多个应用平台找不到入口的问题，甘肃省明确依托全省一体化在线政务服务平台，以甘肃政务服务网、“甘快办”为支撑，统一提供网上申请入口，为企业和群众提供便捷、清晰的申请、咨询和解答服务。

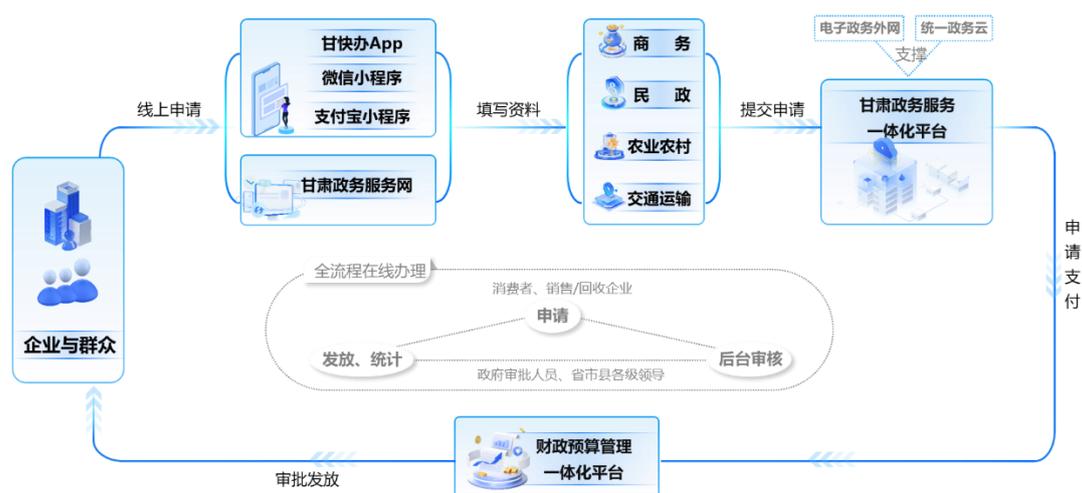


图 4-1 补贴申请流程

2、全面规范补贴流程

以“高效、集成、共享”的一件事改革理念为指导，全面梳理农业农村部门农机购置补贴、农机报废补贴，商务部门绿色家电补贴、汽车报废更新补贴，交通运输部门报废老旧营运货车补贴、报废并新购营运货车补贴、新购营运货车补贴、更新新能源营运客车补贴、新能源公交车动力电池更换补贴和民政部门居家适老化改



造补贴流程，规范申请条件、申请材料、后台审批、补贴、支付具体流程等 300 余项要素信息，在网上进行公开和政策解读，规避了以往手工操作带来资金运转不透明等问题。

3、强化平台集约化建设

坚持“集约节约、统筹建设”的思路，充分依托数字政府已有的云、网络、平台、数据、支撑等资源，面向消费者、销售/回收企业、政府审批人员、省市县各级领导 4 类服务对象，开发“两新”应用系统，搭建了消费者申报子系统、销售/回收企业管理子系统、补贴审核子系统、对接支付子系统、领导看板子系统、后台管理子系统等 6 个子系统，打通省农业农村厅农机补贴管理系统、商务部汽车补贴平台、省税务局发票验真平台、财政国库系统等，实现申请、审核、发放、统计等全流程在线办理。

4、资金全程跟踪监管

系统围绕申请流程、资金规模、审批程序和补贴金额等进行全程留痕和跟踪，及时掌握项目资金支付情况，建立健全财政专项资金从申报到核销各环节制度链条，有效避免部门和人员滞留、截留、套取、侵占、冒领、私分专项资金等问题。

（五）案例亮点与创新点

1、系统高度集成

“两新”平台坚持“集约节约、统筹建设”的思路，充分依托数字政府已有的云、网络、平台、数据等资源，面向消费者、销售/回收企业、政府审批人员、省市县各级领导 4 类服务对象，开发“两新”应用系统，搭建了消费者申报、后台管理等 6 个子系统，实现申请、审核、发放、统计等全流程在线办理。



2、从企业和群众视角出发

为避免各主管部门分散建设，群众和企业申请补贴登录多个应用平台找不到入口的问题，甘肃省明确统一提供网上申请入口，为企业和群众提供便捷、清晰的申请、咨询和解答服务。

3、办事方式多元化

便于企业群众申请，依托甘肃政务服务网、“甘快办”APP、微信小程序和支付宝小程序，开发上线“两新”服务专区。“甘快办”APP注册用户达到 2500 多万人，是目前甘肃省企业、群众使用频率和知晓度最高的线上应用平台。

4、办事流程最优化

全面梳理商务、民政、农业农村和交通运输 4 部门补贴流程，规范申请条件、申请材料、后台审批、补贴、支付具体流程等要素信息。充分利用数字政府统一申报、统一审批、统一支付等平台实现办事最优四步：买来东西、上传发票、后台审核、财政打款。

5、办事材料最简单

充分运用数字政府统一身份认证、数据共享交换等能力，仅需要购买东西的签购单、订货单、发票等资料，极大简化办事材料，节省时间成本。

6、办事成本最小化

通过购物小票信息、发票 OCR 自动识别填写、银行卡、车辆信息核验等能力，实现了 68%的申报数据用户免填，平均每笔申请为审核人员减少 5 项审核项，极大简化用户申报流程。

（六）应用成效与推广前景

截至 2024 年 12 月 31 日，“两新”应用系统线上申请财政补



贴资金 22.78 亿元,带动线下社会消费品零售总额超 118.98 亿元,资金线上拨付走在了全国省区市前列,受到了商务部、农业农村部的肯定和表扬。



五、“绿水青山就是金山银山”——“以旧换新”赋能兴全矿业绿色矿山建设

（一）案例名称

“绿水青山就是金山银山”——“以旧换新”赋能兴全矿业绿色矿山建设

（二）参与单位

中国移动通信集团安徽有限公司滁州分公司

（三）案例背景

2022年8月,《“十四五”矿山安全生产规划》印发,提出露天矿山要达成安全预防控制体系更加科学、信息化智能化水平大幅提高等规划目标。2022年10月,国家矿山安监局、财政部在《煤矿及重点非煤矿山重大灾害风险防控建设工作总体方案》中明确,要建设“AI视频智能辅助监管监察系统”、“应急处置视频智能通讯系统”、“重大违法行为智能识别分析系统”。国家矿山安全监察局关于开展露天矿山边坡监测系统建设及联网工作的通知中明确提出“高清摄像头应满足:具备后期加装AI智能视频识别的条件”。这些文件均对矿山的安全化、智能化生产提出了更高的要求。

滁州市兴全矿业投资有限公司马塘湖矿是一座计划年产量900万吨的露天石料矿,在兴全矿业的中长期建设规划中,明确要求进行智能化建设。这个计划以全矿区信息全面感知、数据融合及分析,以及关键设备智能化更新改造为核心。通过建设跨域融合智能综合管控平台,覆盖矿区各个环节,包括开采、运输、安全和生态保障等系统,去打造一个以人工智能技术为核心,以安全生产为



基本出发点，以环保、高效为最终目的的绿色露天矿山系统。

(四) 案例建设内容

本案例建设内容包括三维可视化智能管控平台、双重预防体系动态管理系统、矿山安全监控系统、车辆及人员定位系统、卡车智能调度系统、矿山生产信息管理系统、无人机爆破巡检系统及应急视频喊话系统、环境在线监测及控制系统、绿色矿山自评估系统。



图 5-1 绿色矿山建设架构

1、三维可视化智能管控平台

三维可视化智能管控平台基于 WebGL 的高性能地图引擎，可以支持倾斜摄影、正射航拍、三维模型等多种数据类型的集成，同时将双重预防体系动态管理系统、矿山安全监控系统、车辆及人员定位系统、矿山生产信息管理系统、卡车智能调度系统、无人机爆破巡检系统及应急视频喊话系统、环境在线监测及控制系统、绿色矿山自评估系统的数据及内容进行集中调度与展示，进而完成动态的数据分析和实时决策支持。



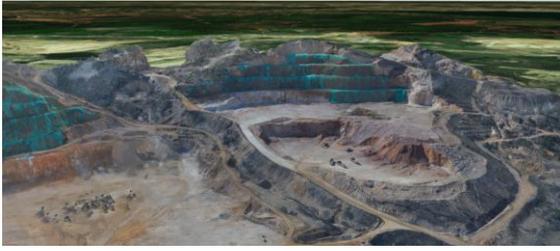


图 5-2 倾斜摄影模型



图 5-3 正射航拍模型



图 5-4 矿卡三维模型



图 5-5 开采台阶平面图形



图 5-6 车辆与人员实时定位及历史轨迹查询



图 5-8 车辆与人员驶入驶出电子围栏报警





图 5-9 矿山开采设备越界开采报警展示效果图

2、双重预防体系动态管理系统

双重预防体系动态管理系统包含基于大语言模型的露天矿山安全风险分级自动填报系统、智能评价系统、动态监管系统和基于人工智能的矿山隐患动态监管系统，可利用先进的大语言模型自动化完成风险评估表的填写，综合考虑固有风险、安全设备设施、生产管理、员工素质和正向激励等因素，利用机器学习算法计算安全风险等级，以及通过安全生产四色图、重大危险源管理、特殊作业管理、安全基础管理、安全生产全要素管理等板块完成动态管理。

3、矿山安全监控系统

矿山安全监控系统以 AI 图像智能识别技术为核心，通过组合多种人工智能视觉算法自动识别分析视频画面中不安全行为、状态及因素，实现全天候 24 小时智能监管和对矿山生产的采掘、运输等业务场景视频监控数据和物联网数据的智能分析，对矿山生产过程各类场景中人的不安全行为、物的不安全状态以及环境中的不安全情况进行实时监测预警，大幅减轻监控人员的工作负担，达到主动、准确、实时的监控要求，实现矿山生产管理过程中各类



安全监管问题的可感知、可预警、可追溯、可管理，降低人为因素造成的误报或漏报情况，优化企业安全生产监管过程提供技术支撑，减少因突发事件发生无法及时响应导致事态发展扩大安全损失。

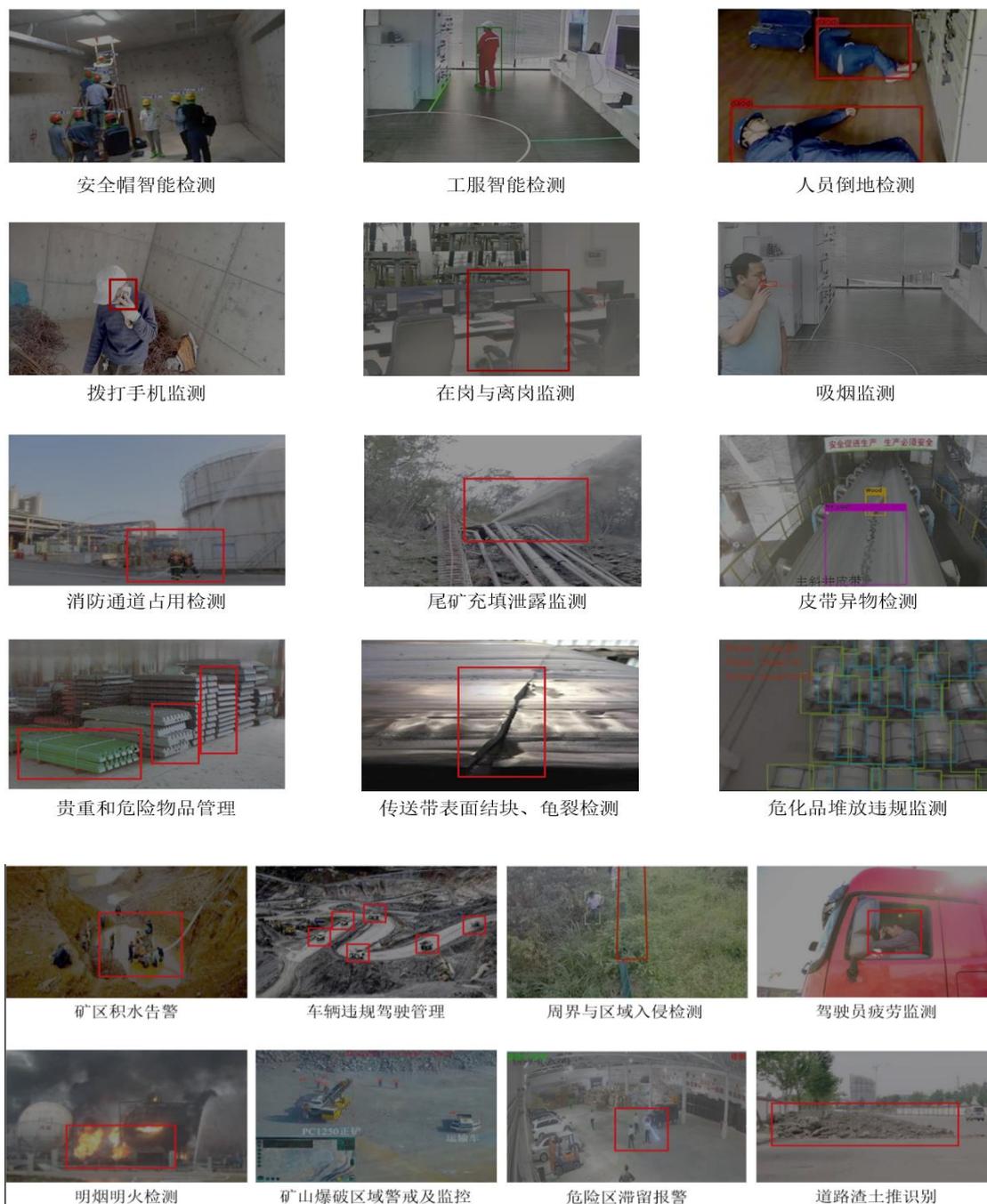


图 5-10 安全监测系统



4、车辆及人员定位系统

通过人员定位工牌以及车载终端设备实现人员及车辆实时精确定位，并将采集的音视频数据实时上传至指挥中心，矿企和安监等主管部门可在监控平台实时观看人员和车辆位置及历史轨迹信息，及时了解人员车辆的安全动态。

5、矿山生产信息管理系统

矿山生产信息管理系统对矿山的基础信息进行管理，实现矿山基本信息、矿产储量等基础数据进行管理。矿山生产管理系统对采矿生产进行监控和管理，对运输车辆智能调度系统进行直接的数据及指令的交互，专业人员对生产进行全方位的管理，优化生产流程、提高生产效率。矿山生产信息管理系统对设备进行统一管理，如：保养、维修、专项检查、隐患管理等。矿山生产信息管理系统对报堆分组化验等数据进行录入查询，可以实时查询化验情况和结果信息。骨料加工厂生产信息系统可以对骨料加工的相关生产信息进行动态展示。

6、卡车智能调度系统

卡车智能调度系统通过与三维可视化智能管控平台、矿山生产信息管理系统、地磅系统以及车载终端设备相结合，实现实时跟踪显示车辆运输设备的设备属性、设备的实时位置、设备的实时速度、设备运行方向以及设备是空载还是重载等运行信息。

7、无人机爆破巡检系统及应急视频喊话系统

通过安装 4G/5G 云盒设备，实现在只有 4G 或者 5G 等运营商网络信号的情况下就能进行飞机的远程控制和图像传输。通过将无人机传统的地面站和三维可视化平台相融合，实现与三维可视



化管控平台中的风险隐患数据、车辆人员实时位置信息等数据对接，能够及时地将无人机指定到各风险、隐患点，各车辆、人员位置进行现场应急视频喊话。工作人员只需要在三维可视化平台上对精确的位置进行绘制，即可指派无人机去指定的区域快速巡检。

8、环境在线监测及控制系统

矿山环境在线监测及控制系统是绿色施工的保障，环境监测系统由分布式监测采集终端、无线传输、数据处理、环境数据汇总分析、预计值设置、预警和警报等组成，环境数据通过可视化仪表盘的形式集成展现在三维可视化平台，并能实现实时数据异常预警。

9、绿色矿山自评估系统

绿色矿山自评估系统供矿山企业参加遴选绿色矿山建设使用，该系统以《绿色矿山评价指标》为评分标准，部署在绿色矿山智能管控软件平台云服务器上，从矿区环境、资源开发方式、资源综合利用、节能减排、科技创新与智能矿山、企业管理与企业形象等六方面对绿色矿山建设情况进行企业自评价。

（五）案例亮点与创新点

1、矿山智能安全监控

通过整合最新的人工智能技术，极大地提升了监控系统的智能化水平和效率，实现了对矿山生产场景中的人员、车辆以及环境状态的实时监测和预警，增强了系统的预警能力和决策支持功能。

2、无人机爆破巡检系统及应急视频喊话系统

系统算法通过多次迭代优化，根据实际测试数据和用户反馈调整数据处理流程和内存管理，提高了算法的稳定性和准确性，确



保证了系统能够在不断变化的实际环境中维持高效地运行。通过安装 4G/5G 无人机远程控制设备，实现在有限的网络条件下进行远程控制和图像传输，有效地解决了矿山地区通常面临的无人机无线图传及飞控信号传输距离过短，存在信号干扰的问题，实现在有 4G/5G 网络的地方就能实现对无人机的远程控制能力。

3、双重预防体系动态管理系统

利用在大数据集上预训练得到的深度语言理解能力，通过零样本学习或微调，适应特定的矿山安全管理需求，减少了人工输入错误，显著提高了处理速度和准确性。同时集成了实时监控、动态风险调整及智能决策支持，能够根据实时数据和外部环境变化自动调整风险等级和应对措施，确保响应措施的时效性和精确性。

4、绿色矿山自评估系统

绿色矿山自评估系统基于机器学习算法，能够对绿色矿山的各项评价指标进行智能打分，提高评分的客观性和精准度。通过模型的训练与微调，系统适应了复杂多变的评价标准，实现了 85% 以上的准确率。同时支持实时数据分析和动态反馈机制，能够将问题内容实时发送到手机 APP，通知相关人员进行整改，实现了从被动应对到主动管理的转变。

（六）应用成效与推广前景

根据兴全矿业财务部门提供的数据，绿色矿山建设完成后，扬尘喷淋的节水量较同期建设 43.27%。同时，减少了因扬尘引起的二次污染，美化了矿区环境，也减少扬尘对施工人员和周边居民健康的影响。

兴全矿业马塘湖矿区的成功经验和发展模式对其他矿山企业



具有重要的示范引领作用。项目为兴全矿业节约 200 万/年的成本，并通过分享经验、交流技术、推广模式等方式，可以带动其他矿山企业向绿色、低碳、可持续的方向转型，推动整个滁州地区矿山行业的转型升级和高质量发展。



六、城市生命线安全运行监测平台应用实践

（一）案例名称

城市生命线安全运行监测平台应用实践

（二）参与单位

合肥泽众城市智能科技有限公司

（三）案例背景

当前，我国城镇化率达到了 66.16%，城市发展已经到了一个城市更新期的时代，大规模高速发展过程中所积累的矛盾和问题逐步显现，比如部分设施由于先天不足、建设时间早、设计标准低、长期高负荷的运行，集中开始进入了老旧状态，一些老旧设施由于保障不足、更新缓慢甚至滞后、有带病作业的问题，燃气、供水、排水、供热等地下管网支撑体系运行管理也缺乏有效的统筹。城市运行系统日益复杂，各类风险易发多发。

党和国家高度重视城市安全，习近平总书记多次对城市安全发展作出重要指示，2024 年 3 月习近平总书记对城市燃气管道“带病运行”问题作出重要批示：就燃气管道‘带病运行’开展专项治理，全面排查风险、拿出管用措施，加大老旧燃气管网改造和维护力度、及时消除安全风险隐患。

在党中央、国务院总体思想的指导下，国务院相关部委陆续发文，对城市生命线安全工程建设做出具体部署。2023 年 10 月，住建部印发《关于推进城市基础设施生命线安全工程的指导意见》（建督〔2023〕63 号），部署城市生命线工程全国推广。2024 年 3 月，国务院《推动大规模设备更新和消费品以旧换新行动方案》（国发〔2024〕7 号）要求加快建筑和市政基础设施领域设备更新。2004



年 3 月，住建部《推进建筑和市政基础设施设备更新工作实施方案》(建城规〔2024〕2 号) 要求在地级及以上城市全面实施城市生命线工程。

(四) 案例建设内容

城市生命线安全监测平台从城市整体安全运行出发，以预防燃气爆炸、桥梁倒塌、城市内涝、路面塌陷、大面积停水停气等重大安全事故为目标，以公共安全科技为核心，以物联网、云计算、大数据等信息技术为支撑，透彻感知城市运行状况，分析生命线风险及耦合关系，实现对城市生命线安全工程的风险识别、透彻感知、分析研判、辅助决策，使城市生命线管理“从看不见向看得见、从事后调查处置向事前事中预警、从被动应对向主动防控”的根本性转变。通过对城市生命线安全监测平台的建设，将城市基础设施及地下管线纳入全过程的保护范围中，使对于城市的物理空间和网络空间，具备了“看的清、辨得明、防得准、守得住”四种能力。

城市生命线安全监测平台核心是以新一代信息技术为支撑，搭建监测物联网，动态预警、精准溯源、协同处置、科学防范桥梁坍塌、城市内涝、燃气泄漏、路面塌陷等事故，实现城市安全路线防控从被动应对转向主动预防，从人海战术转向智慧防范。通过城市生命线风险评估技术，找准城市基础设施风险源和风险点，分析风险的成因，评估潜在的后果，指导城市快速开展城市基础设施生命线安全工程更新改造规划及物联感知监测布点规划设计；在城市地下管网普查基础上，汇集各市地下管网地理信息、地上桥梁等基础设施信息、物联感知监测数据、城市三维模型数据等 CIM 基础数据，以及国土空间规划、人口经济信息等社会资源数据，建立



城市生命线安全工程数据库底座，形成城市地上地下基础数据“一图总览”，做到“底数清、情况明”；构建城市生命线感知网及专项监测系统，采用先进的感知设备包括可燃气体智能监测仪、管道泄漏监测仪、户内激光燃气报警器、桥梁前端监测数据综合主机、消防栓智能监测仪、水质多特征污染溯源仪数十款智能装备，建立起城市立体监测网络，基于物联网平台、大数据平台、BIM/CIM平台、城市生命线大模型搭建专项监测系统，覆盖城市燃气、桥梁、排水、供水、水环境、管廊、热力等数十个领域。

（五）案例亮点与创新点

城市生命线安全监测平台从城市整体安全运行出发，以预防燃气爆炸、桥梁倒塌、城市内涝、路面塌陷、大面积停水停气等重大安全事故为目标，以公共安全科技为核心，以物联网、云计算、大数据等信息技术为支撑，透彻感知城市运行状况，分析生命线风险及耦合关系，实现对城市生命线安全工程的风险识别、透彻感知、分析研判、辅助决策，使城市生命线管理“从看不见向看得见、从事后调查处置向事前事中预警、从被动应对向主动防控”的根本性转变。通过对城市生命线安全监测平台的建设，将城市基础设施及地下管线纳入全过程的保护范围中，使对于城市的物理空间和网络空间，具备了“看的清、辨得明、防得准、守得住”四种能力。

（六）应用成效与推广前景

目前城市生命线安全监测平台已经在全国范围内初步实现面上开花，成功预警数千起，成效显著。

2015年，合肥市启动城市生命线安全工程建设，通过物联网、云计算、大数据等手段，搭建起了城市生命线的“安全屏障”。目前，



合肥已布设 100 多种、8.5 万套前端监测设备，实时监测 137 座桥梁、7316 公里地下管网。截至 2024 年 8 月，已累计处置燃气管网泄漏、供水管网泄漏、桥梁结构损伤等各类风险预警 941 起，风险排查效率提升 70%，事故发生率下降 60%，城市“生命线”成为发展“安全带”。

2021 年 8 月，安徽省 16 个地市全面启动城市生命线安全工程建设工作。截至目前，全省城市生命线安全工程（一期）建设已完成，监测覆盖全省燃气管网及其相邻空间 13857 公里、供水管网 6341 公里、排水管网 17889 公里、桥梁 325 座。预计到 2025 年，实现城市生命线安全工程全面覆盖，城市安全风险管控能力显著增强，力争 16 个市全部建成国家安全发展示范城市，打造城市安全发展的“样板”。截至 2024 年 8 月，及时发布并有效处置三级及以上险情 1627 起，其中燃气 654 起、供水 414 起、桥梁 96 起、排水 463 起。及时监测预警并处置燃气泄漏扩散至相邻空间聚集的重大险情 38 起。

目前合肥城市生命线工程正在开展三期项目建设，三期工程主要通过政府购买服务的新模式，在桥梁安全、市政设施管理、燃气安全、排水安全、地下市政管线地理空间管理、森林防火、电梯安全、建筑安全等领域提供监测、预警、数据分析等全链条一站式安全服务，打造“合肥模式 2.0”样板，形成全国示范带动效应。



七、中国移动（甘肃庆阳）绿色数据中心敏捷交付

（一）案例名称

中国移动（甘肃庆阳）绿色数据中心敏捷交付

（二）参与单位

中国移动通信集团甘肃有限公司

中国移动通信集团设计院有限公司

工业和信息化部电子第五研究所

（三）案例背景

国家高度重视算力产业发展，算力将进入新的爆发期。2021年，国家发改委、工信部联合印发了《全国一体化大数据中心协同创新体系算力枢纽实施方案》，明确提出在全国8个地区部署国家枢纽节点，启动实施“东数西算”工程，构建国家算力网络体系，正式揭开全国算力大发展的序幕。2024年，国家数据局提出要加快构建全国一体化算力网，推动建设中国式现代化数字基座，为算力发展点明方向。

人工智能进入大模型时代，智算发展空间巨大，AI正由助力千行百业提质增效的辅助手段，升级为支撑经济社会转型不可或缺的基础设施和核心能力。从国内总体AI市场和服务器市场来看，智算市场迎来超级机遇期，未来3-5年将保持高速增长。

中国移动（甘肃庆阳）数据中心位于甘肃省庆阳市西峰区国家数据中心集群（甘肃·庆阳）“东数西算”产业园内。根据庆阳市城市新定位“农耕之源、岐黄故里、红色圣地、能源新都、数算枢纽”，打造具有地方特色及中国移动特色的“红色数据中心”。



（四）案例建设内容

中国移动（甘肃庆阳）数据中心 N01 项目，通过“1112”的管理体系，实现快速敏捷交付的目标。

1、1 个案例

近期规划：已征地 70 亩，规划新建 1 栋五层数据中心机楼 B01（1905 架，平均功率 15.4kW）、2 栋装配式数据中心机楼 N01+N02（2180 架，平均功率 14.39kW）、1 栋动力中心 C01 和 1 栋变电站 D01，总装机能力 4085 架，折合 2.5kW 机柜约 2.4 万架，目前已全部启动建设。

远期规划：拟征地 137 亩，规划新建 4 栋标准化数据中心机楼（约 7620 架，平均功率 15.4kW）、3 栋装配式数据中心机楼（3872 架，平均功率 14.36kW）、3 栋动力中心、1 栋维护支撑用房和 2 栋变电站，装机能力约 1.15 万架，折合 2.5kW 机柜约 6.9 万架。

2、1 套项目管理办法

运用 PERT 方法（项目评估与审查技术），针对本项目需求、立项、设计、实施、交付等全生命周期中识别出来的关键活动和风险，采取了一系列的新做法或措施，配备了相应的资源，在不同阶段均大幅度、合理压缩了工期，加快了整体交付时间，确保项目能够按照预定目标有序推进，有效控制成本、质量和进度，为项目的成功实施提供了坚实的管理保障。

3、1 个设计策略

设计方案采用模块化设计，将数据中心划分为若干模块，每个模块相对独立的单元，通过标准化、模块化、规模化等手段，以满足敏捷交付的基础条件。本项目采用移动自研产品双层双联微模



块，一体化电力模块等技术，增加工厂预制化，缩短现场施工周期。

4、2 个实施办法

制定了两个具体的实施办法，土建及机电工程均采用 EPC 工程总承包模式，甘肃移动+监理单位+机电 EPC 联合体+土建 EPC 联合体+其他单位组成联合作战工作组，通过七步法拆分目标，构建采购施工验收并行模型，实现 120 天施工工期目标。

（五）案例亮点与创新点

为应对传统数据中心建设周期长、需求匹配差、节能效率低、装机数量少等问题，研发全预制模块化数据中心整体解决方案，实现模块化机房、制冷和电源等进一步解耦，打造多层全预制模块化实施方案，应用于要求快速部署、土地紧张地区，建设周期缩短 50%-70%，PUE<1.2，建筑材料回收率>70%，实现快速部署、柔性扩展、绿色节能、安全高效等目标，满足 5G、算力网络等对基础设施的需求。

（六）应用成效与推广前景

通过中国移动（甘肃庆阳）数据中心 N01、N02 项目，建设满足 A 级机房的工业化智算中心，4 个月完成了项目实施、客户需求订制调整、项目验收。打造了“东数西算”产业园区第一个建成投产的数据中心，具备强大的推广价值与示范意义。

（1）快速部署

在实际应用中，工业化数据中心敏捷交付实施方案展现出了卓越的快速部署优势，相较于传统建设模式，建设周期可大幅缩短 50%-70%。例如，中国移动（甘肃庆阳）数据中心 N01 项目，若按照传统方式建设预计需要 12 个月的时间，而采用本方案后，仅



用了 4 个月便顺利建成并投入运营，及时满足了客户对于快速上线数据中心以支撑智算网络等业务开展的迫切需求，赢得了市场先机。

（2）柔性扩展

得益于模块化的设计以及各模块间的解耦，数据中心在运营过程中可轻松实现柔性扩展，无需对现有架构进行大规模拆除重建，极大地降低了扩展成本，提高了数据中心对业务变化的动态适应能力，确保其始终能精准匹配业务发展的不同阶段需求。

（3）绿色节能

通过运用一系列先进的节能技术以及各模块间的协同优化，本项目的数据中心成功实现了极低的 PUE 值，低至 1.198，远优于传统数据中心。与传统建设的数据中心相比，每年可节省用电高达 2816 万度，折合减少标煤约 3461 万吨，减少碳排放约 9595 万吨，在降低运营成本的同时，为国家的绿色低碳发展战略做出了积极贡献，彰显了良好的环保效益和社会责任。

（4）降本增效

借助 EPC 工程总承包建设模式以及精细化管理手段，对项目建设全过程进行严格把控，实现了显著的成本节约效果，累计节省建设投资超 6000 万元，提升了项目的投资性价比，增强了项目在市场中的竞争力。

由于能够满足快速敏捷交付的关键需求，吸引了众多客户选择落地实施，进而带动了一系列相关业务的开展，为客户及产业链上下游创造了超 6 亿元的经济效益，充分体现了项目的经济价值和商业潜力。



八、5G+云锡锡业智慧冶炼工厂项目

（一）案例名称

5G+云锡锡业智慧冶炼工厂项目

（二）参与单位

中国移动通信集团云南有限公司红河分公司

云南锡业股份有限公司锡业分公司

（三）案例背景

在传统模式下，云南锡业股份有限公司锡业分公司的仓储管理依赖大量人工操作，包括人工搬运、打捆、盘点和叉车运输等环节，效率低下且成本高昂。

本项目是中国移动通信集团云南有限公司红河分公司与云南锡业股份有限公司锡业分公司共同打造的智慧冶炼项目，旨在通过5G技术、物联网、大数据和人工智能的深度融合，推动传统锡冶炼行业的数字化转型和绿色低碳发展。其中，智慧仓储系统作为项目的重要组成部分，通过5G专网技术、物联网设备、自动化机械臂、AGV（自动导引车）和RGV（穿梭车）等技术手段，实现了仓储管理的智能化、自动化和无人化。

（四）案例建设内容

1、5G专网解决方案

采用了5G和云技术。通过建立全面的5G网络覆盖，工厂实现了高速数据传输和实时监控。红河移动公司在锡业分公司厂区新建了2个宏站、3个拉远站，以及36个基站，实现了生产区域的5G全要素连接。这些5G基站的建设和优化，使得工厂的数字



化和智能化管理得以有效实施。同时，工厂的实际 5G 传输延迟为 15ms，远高于两化融合标准，保证了数据传输的高效率和及时性。

园区采用了 5G 专网解决方案，通过 5G 一张网，实现数据的统一接入。目前一期园区新建 2 个宏站、3 个拉远站、皮基站 36 个，实现当期生产区域 5G 全要素连接。



图 8-1 5G 网络建设示意

2、5G 赋能生产流程优化

红河移动与锡业分公司基于 5G 基站搭建了“1+1+1+N”数智工厂架构，集成 500 多个生产单元的 2 万多个实时操作点位数据，实现了生产系统管控和运行情况的立体可视化展示，即“一屏观生产，一网管全厂”。



自 2022 年 1 月炼锡智造示范工厂项目全面启动以来，生产车间的顶吹炉系统、结晶机系统、浇铸系统、制酸系统等关键环节均实现了智能化升级，“数智”理念深度融入生产各环节，生产数据自动采集率提升至 85%，年设备开动率提高到 98.3%，显著提高了生产效率和设备利用率，降低了人工操作失误率。

3、智慧仓储系统建设

在锡业分公司智能仓储中心，5G 技术的应用成果尤为突出。直线浇铸机工业机器人手臂在生产线上高效运作，5G+AGV 自主运输系统为无人叉车提供精准导航，5G+RGV 与 5G+天车远程操控等功能协同作业，实现了产品锡锭的柔性搬运、自主运输和统一管理。从传统的人工打捆到如今的“智慧仓储”升级。

5G+智能仓储项目投入使用后，锡锭仓储效率有效提升 80%，盘库效率有效提升 30%，盘库精准率提升 15%，数字化赋能使其降低人工成本超 1465.13 万元/年，全员实物劳动生产率提升到 46 吨/人·年，大幅提升了仓储管理水平和经济效益。

（五）案例亮点与创新点

1、技术架构创新

技术架构搭建上以 5G 基站为核心基础，精心构建了“1+1+N”数智工厂架构。借助 5G 专网，为整个生产区域内数据传输提供了稳定且高效的通道。

2、数据管理创新

数据管理方面项目实现了重大突破。通过深度集成来自 500 多个生产单元的 20000 多个实时操作点位数据，打造了三位一体的数据中台实现了企业内部数据的高度共享和协同，打破传统企业



中数据孤岛的局面。

3、应用场景创新

5G 锡锭产品智能仓储系统将自动化与信息化管控深度融合，全面解决了传统仓储面临的诸多问题，实现仓储设备之间的实时通信和协同作业。5G+AI 视觉质检削边系统利用高速 5G 网络传输高清图像数据，结合先进的 AI 视觉技术对锡锭产品进行三维质量检测，实现了对质量问题的高精度检测。

4、行业示范创新

项目实现了全球首个智能化锡精炼，开创性的将 5G、AI、大数据、数字孪生等前沿技术与锡冶炼进行深度融合。

5、技术革新创新

本项目以 5G、5G-A、AI 技术为核心驱动力，对锡冶炼全流程进行了深度优化，在锡冶炼的各个环节，从矿石选矿、熔炼、精炼到产品成型，都充分发挥这些技术的优势。

（六）应用成效与推广前景

智慧仓储系统上线后，锡锭仓储效率提升了 80%以上，盘库效率提升了 30%，库存精准率提升了 15%；通过自动化设备替代人工操作，减少了 29 个仓储管理岗位，每年节省人工成本约 681.91 万元；通过精准的库存管理和数据分析，产品不良品率下降了 10%，进一步提升了产品质量；通过 5G 技术实现设备的互联互通，仓储管理实现了从人工操作到自动化、智能化的转变。利用大数据分析优化仓储布局和物流路径，进一步提升了仓储空间利用率；系统优化了库存管理流程，减少了货物积压和能源浪费，每年可节约能源成本约 100 万元。通过 5G 技术实现设备的高效运行，减少了设备



的能耗和碳排放；自动化设备的应用减少了人员在危险环境中的作业时间，提升了仓储环节的安全性。通过实时监控和数据分析，提前预警潜在的安全隐患，有效降低了事故发生率。

在推广前景方面，本项目基于“5G+云+技术应用”架构，可以方便地在其他锡冶炼企业中进行部署和应用，帮助企业快速实现智能化升级。除了在锡冶炼行业展现出卓越的应用价值外，5G+云锡锡业智慧冶炼平台项目的成功经验和模式还具备广泛的行业适用性。几乎所有制造业行业都面临着提高生产效率、降低成本、提升产品质量等挑战，无论是从生产流程的复杂性、对质量控制的严格要求，还是从对智能化升级的迫切需求等角度来看，都可以从该项目中汲取灵感和方法，推动智能化方向。



九、工业物联网安全接入网关

（一）案例名称

工业物联网安全接入网关

（二）参与单位

中通服和信科技有限公司

（三）案例背景

随着科技的飞速发展，工业物联网作为新一代信息技术与制造业深度融合的产物，正逐步改变着工业生产的模式和格局。工业物联网通过将各种工业设备、传感器、控制系统等连接起来，实现了对工业生产过程的实时监控、智能分析和优化控制，极大地提高了生产效率和产品质量。然而，随着工业物联网在关键基础设施和安全生产领域中如危化品、尾矿库、油气管道、非煤矿山等广泛应用，工业物联网设备和系统的安全漏洞可能导致生产事故、数据泄露、经济损失甚至影响国家安全，同时工业物联网具有设备种类繁多、网络结构复杂、数据量大等特点，对安全性提出了更高的要求，传统的信息安全技术无法有效地解决工业物联网面临的安全问题。因此，研究和开发工业物联网安全及风险预警关键技术，对于保障工业生产安全、提升应急领域的自主创新能力以及满足市场需求、促进产业健康发展具有重要意义。

当前“工业互联网+安全生产”都是通过物联网监控监测预警主机等方式接入企业现场安全参数和工业视频信号等数据。虽然目前物联网监控监测预警主机有了一定的发展，并且市场上也开始出现相应的产品，但从总体的发展来看不容乐观。现有的产品一般功能单一，数据与视频采集为独立设备、实施难、维护繁琐且未



考虑工业系统数据安全等问题。同时，在预警方面，传统的预警方法多依赖于个人经验和定性规则，符合报警规则的就触发相应的报警动作，未真正做到“预警”。难以满足安全生产业务系统的有效支撑，不利于工业互联网信息化水平整体提升。

工业物联网安全接入网关解决高危行业企业关键场所物联网安全参数、监控视频等数据采集及数据安全问题，集信息监测监控、数据动态处理、综合评估分析于一体，实现设备、环境等安全要素的实时监控与智能预警，提升事故预防和处置能力，实现全省危险化学品安全监测预警智能化、监测防控一体化。

（四）案例建设内容

中通服和信科技有限公司承建的“安徽省危险化学品领域安全防控监测信息系统项目”主要将全省 300 多家“一重点一重大”企业的工艺参数以及视频通过物联网接入省市级平台并传送到应急管理部，将涉及重大危险源和重点监管的化工工艺的企业的生产车间、阀门、管道、储存罐区、库区等作业场所的可燃、有毒气体、温度、压力、液位等点位及视频情况进行在线监测和监控，实现统一数据格式、统一表现形式、统一数据交换和共享，实现远程、在线、实时的监测、存储和分析，对潜在的安全隐患和危险苗头进行提前预警、发现和控制，为各政府部门及危化品企业监控部门提供强大的数据查询及统计功能，为危化品企业实现报警与预警系统及政府部门安全执法系统等提供数据支持。

该项目不但涉及工业物联网数据的接入，同时涉及所有企业的工控安全隔离，采用中通服和信科技有限公司自主研发的工业物联网安全接入网关有效做到物理隔离。该项目充分体现了中通



服和信科技在工业领域危险化学品行业的物联网安全接入能力以及产品力，同时在行业内树立了标杆为后续业务拓展打下坚实的基础。

案例成果包含硬件网关+内置边缘计算软件+技术标准。核心功能点：数据采集、数据上传、断线续传、异常报警、报警联动、联动控制、数据安全、数据存储、远程配置、自我检测。



图 9-1 工业物联网安全接入网关实物图

（五）案例亮点与创新点

工业物联网安全接入网关取得多项自主知识产权，且取得公安部三所检测报告和销售许可证。基于应急行业的优势以及政府等业主的肯定，已面向油气输送管道、非煤矿山等行业及企业应用，获得应急管理部领导和安徽省省长专项考察并通报表扬，应急管理报专篇报道，被评为 2019 年“安徽省信息化十件大事”，同时沉淀了 10 余份技术文件和 3 份试行标准。

该产品具有核心技术，产品和边缘计算软件纯自研，硬件自主设计，入选工信部《2020 年网络安全技术应用试点示范名单》和《2020 年工业互联网试点示范项目名单》。



（六）应用成效与推广前景

该项目成果已应用政府应急类项目如安徽省危险化学品安全风险监测预警系统、安徽省尾矿库安全风险监测预警系统，园区应急类项目如化工园区安全风险智能化管控平台，企业安全类如企业重大危险源监测预警系统等，项目应用主要涉及安徽省内 16 个地市、27 个区县平台和 330 家危化企业、105 家尾矿库企业。

安徽省危险化学品领域安全防控监测信息系统项目实施期间，全省危险化学品企业工艺控制和设备管理得到加强，全省平均每天实时报警次数从 2019 年的 916 次减至目前的 138 次，下降 84%；企业报警处置水平得到提高，全省平均每天预警信息推送数从 396 条减至 35 条，下降 91%，风险监测预警水平得到提高。

工业物联网安全接入网关具有普适性，可快速在其他企业和行业复制，横向实现企业之间（300 家+105 家）、行业之间（危化品、尾矿库、烟花爆竹）的应用，纵向实现企业到园区和政府之间（安徽省 16 个地市 44 个区县）的复制，空间上实现省内向省外的延伸（兰州、新疆）。



十、助力 5G-A 赋能新质生产力，革故鼎新构建绿色极简网络

（一）案例名称

助力 5G-A 赋能新质生产力，革故鼎新构建绿色极简网络

（二）参与单位

中国移动通信集团天津有限公司

（三）案例背景

按照国家《信息通信行业绿色低碳发展行动计划》总体要求，要以习近平新时代中国特色社会主义思想为指导，立足新发展阶段，完整、准确、全面贯彻新发展理念，构建新发展格局，统筹处理好发展和减排、整体和局部、短期和中长期的关系，推进信息通信行业绿色低碳高质量发展。通信行业要优化绿色发展总体布局，优化绿色发展总体布局。

以目前较为突出的电耗问题，5G 基站计算功耗上升，相比 4G 基站，5G 不仅功耗提高了近 3 倍，并且由于覆盖范围的衰减，5G 基站的数量又是成倍增加。

为了认真落实国家关于绿色低碳的要求，并切实解决运营中的问题痛点，降低碳排放，打造绿色节能网络，天津移动公司在 2024 年集中力量对全网进行了绿色极简改造。

（四）案例建设内容

1、无线改造

包括 5 项工作，FDD1800 改造（构建城区 FDD1800 全覆盖，乡农连续覆盖的 4G 打底网）、NR 老旧改造（面向不支持 160M 向



5G 升级演进设备进行替换)、TDD 退频(以终为始计算容量,精准腾退 TDD 网络)、天面整合、天面降高(以不牺牲网络质量的前提下,对塔维基站能够达成降费为目的,按需开展)。对于室分,是按 1+1 思路简化网络、改造提升老旧室分、重点聚焦电梯地停专项升格,低成本解决覆盖和中低流量场景。

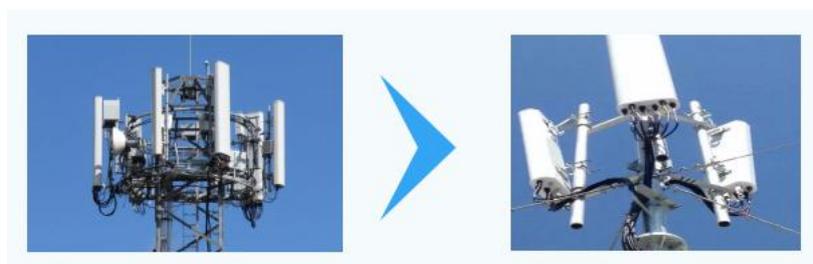


图 10-1 无线改造示意

2、CRAN 极简改造

对于现网塔维基站进行宏站改拉远,并同步完成极简改造,腾退机房,降成本三费。新增站址均按照 CRAN+极简方式建设。对重要地区、VIP 重保站等,根据所在地区的停电情况配置备电。

排查现网机房资源,基于支持多模合一且高容量大集成度的 BBU 设备能力,按照 2/4G 网络可同步进行 BBU 集中部署的改造方案,规划并筛选 CRAN 机房,真正实现原有 BBU 机房的清理腾空,以节省机房电费和租金费用。

3、机房自有率提升

主要是对核心汇聚机房,开展租赁机房清退,推进租转购工作;并且全面摸排自有房产,优先作为机房进行规划,盘活房产使用。同时,也加大对于核心机楼改造利用。满足家宽、无线接入距离,综合乡镇、工业园区等区域,统筹划分 C-RAN 域。



4、传输改造

以微网格建设为抓手，统一规划建设，实现一次建设、一缆多用，提高建设效率、提升资源效能，特别是室分和传输的统筹。面向集客、家客、无线及视联网，5G-A 及 6G 网络演进等全业务接入，补足末端能力，解决一级光交容量不足，提升二级光交利用率，盘活闲置的二级光交。结合机房调整集中，优化入局光缆路由。

（五）案例亮点与创新点

天津移动的整体用户感知及网络指标较改造前均明显提升，4G 网络 FDD 频段补充、5G 新型设备入网及窄带设备升级，从基础覆盖至感知指标均有明显提升。覆盖指标提升 1 个 pp，业务指标提升 5 个 pp，感知指标提升 15 个 pp，干扰指标提升 0.5 个 pp。

通过网络结构的极简化，可以激发更多的技术创新和产业升级。加速 5G 网络的演进迭代。通过设备焕新，新型设备功率提升 20%，覆盖更优；典型功耗下降 30%，运维成本更低；FDD 避免大气波导影响，4G 干扰小区比例下降 0.5 个 pp。

（六）应用成效与推广前景

天津移动公司采用了新型的无线双频设备及多频合路天线设备，对现网老旧设备，高能耗设备，进行了更新替换。新型设备的广泛使用，使得设备功率提升 20%，覆盖更优；典型功耗下降 30%，运维成本更低；带来了更低投入、更低运维、更好网络等多重好处。

特别是在基站节能方面，RRU 自动启停，是业界唯一基于现网设备升级实现极致节能，实现“零载零碳”绿色目标。日均单小区耗电量减少 10.63%，按日均生效 6H 计算，对比不节电策略，预估每年节电 187 万度；对比深度休眠策略，预估每年节电 83 万度。



十一、AI 赋能精准节电，市分一体推进基站节能和网络质量协同发展

（一）案例名称

AI 赋能精准节电，市分一体推进基站节能和网络质量协同发展

（二）参与单位

中国移动通信集团天津有限公司

（三）案例背景

无线网节电技术已规模化部署，从时间、空间维度已深度拓展，达到应开尽开、能节尽节、能省尽省。主设备节电领域已进入深水区，亟需寻找突破瓶颈，研究新技术、新功能、新手段，实现感知&能效最佳平衡。

中国移动通信集团天津有限公司充分依托主设备和智能平台节电能力，从时域、空域、频域等多维度进行小区级和网络级精准节电；同时联合分公司现场情况，灵活调整节电举措，对 AAU 机制休眠、点控休眠、定时下电等新技术进行试点应用并推广。

（四）案例建设内容

1、基于数字孪生和 AI 技术的智能节电平台应用

依托智能节电平台，通过“AI 换人”、“AI 注智”，实施全天候精准节能，针对不同场景，实施差异化的节电策略，实现“一站一时一策”：通过对现网话统、小区工参等基站数据，匹配业务场景模型并进行 AI 分析与建模，根据业务量和网络拓扑的变化对小区节电策略进行调优，实现“一小区一策略”，提升全时段节能效



果；引入数字孪生技术，对无线网络进行了数字化构建，结合多目标节能迭代寻优方案，在数字孪生平台上一天即可完成全网节能策略寻优，实现“一次下发，一次即优”，大幅提升节能工作效率；采用节电平台+策略执行平台融合架构，既保障了节电策略输出的准确性，又保障了策略执行的安全性。

2、三阶协同、四措并举，平衡效益与质量，确保质效双优
节能设计、实施、后保障三阶协同，“预防措施”+“KPI 监控”+“应急机制”+“保障&优化”四措并举，通过核查可能造成潜在影响的小区配置参数进行规避，识别共覆盖小区，保留基本覆盖层进行业务保障，设置合理的初始节能门限值，避免对业务产生影响。每次调整在线进行关键 KPI 监控，实施发现性能波动；在话务激增时，能够秒级唤醒休眠小区，及时进行容量补充；利用 AI 自学习能力，在允许波动范围内，利用聚类算法，节能阈值迭代优化，寻优节能和系统性能的最佳平衡点。

3、市分一体，多专业协同加强节电全流程精细管控

联合分公司建立了多专业协同的节电管理团队，确保节电开启前方案精准；多种节电技术综合应用，全方位、立体化挖掘节能潜力，深度压缩无效用电；节电后的精细评估和分析，进一步寻找不足，完善方案，确保最大化效益。通过精细化评估，对 5G 小区深度休眠开启时长、节电门限等数据进行精细化调优，实现时间和空间拓展。分公司基于小区小时级的业务量，申请延长小区节电时间。针对写字楼、商场等 6 大室分场景制定分场景节电方案。对于潮汐效应显著的站点，申请在“闲时”进行全天节电，遇到大型活动，提前 2 个工作日向省公司申请取消节电，针对零低流量站点



在减容和拆除前申请全天节电。

（五）案例亮点与创新点

1、智能节电平台通过对现网话统、小区工参等基站数据，匹配业务场景模型并进行 AI 分析与建模，根据业务量和网络拓扑的变化对小区节电策略进行调优，实现“一小区一策略”，提升全时段节能效果。

2、智能节能平台引入了数字孪生技术，对无线网络进行了数字化构建，结合多目标节能迭代寻优方案，在数字孪生平台上一天即可完成全网节能策略寻优，实现“一次下发，一次即优”，大幅提升节能工作效率

3、采用节电平台+策略执行平台融合架构，既保障了节电策略输出的准确性，又保障了策略执行的安全性。

（六）应用成效与推广前景

中国移动通信集团天津有限公司充分依托主设备和智能平台节电能力，从时域、空域、频域等多维度进行小区级和网络级精准节电；同时联合分公司现场情况，灵活调整节电举措，2024年1-11月主设备累计节电6990万度，并实现5G基站单站能耗下降5.4%，4G单站能耗下降11.6%，达成2024年工作目标。

通过对现网话统、小区工参等基站数据，匹配业务场景模型并进行 AI 分析与建模，根据业务量和网络拓扑的变化对小区节电策略进行调优，从原来需要20天才能完成的工作量降低到仅1天自动完成，至少降低了95%的运维人力需求，大幅提升运维效率。

天津各公司通过市分一体协同，联合分公司对点控休眠、定时下电、极致休眠等新技术进行试点应用并推广，现网AAU极致休



眠已全网部署，应用 8000+个站点，并对齐前期深度休眠时长。开启后，节电效果良好，对比深度休眠状态，0-6 点日均耗电量由 3 万度降低到 1.86 万度，降低 1.14 万度，降低 37.88%。4G 室分智能载波关断挖潜，相关站点节电比例提升 12%；5G 能载波关断能力挖潜，相关站点节电比例提升 2.1%；结合现场反馈，针对高耗电室分河工大图书馆等，开启夜间 PRRU 定时下电。通过进一步加强室分节电，全年节省约 21 万度。



十二、全栈国产化的网络智慧运维体系探索和现网实践项目

（一）案例名称

全栈国产化的网络智慧运维体系探索和现网实践项目

（二）参与单位

中国移动通信集团天津有限公司

（三）案例背景

国务院国资委《79 号文》明确提出到 2027 年底前，实现包括电信行业在内的所有中央企业的信息化系统的信创替代。中国移动天津公司积极响应国家号召和中国移动集团公司的统一部署，专项通过对约 327 台老旧设备、高能耗设备、非国产设备的更替，从基础设施层面实现以国产化 CPU、GPU 芯片与设备为主的云环境，并同步推进操作系统、数据库软件的国产化信创替代，与智能运维系统相结合形成全栈国产化的运维支撑体系。

经过深入探索与实践验证，中国移动天津公司创新构建了“1224”自主可控工作框架，以国产 CPU、GPU 芯片服务器夯筑“算力底座”，紧密围绕“国产操作系统”与“国产数据库”两大核心组件，成功突破了“数据库适配调优”与“国产化异构融合”这 2 大技术难点实现面向通信网络管理领域赋能，打造形成全栈国产化的“网络智慧运维体系”，实现了“多快好省、加速替换、一数多芯、智慧运维”四大成效目标，显著提升了网络运维的效率与智能化水平。



（四）案例建设内容

1、全栈国产化设施与软件平台升级构建

中国移动天津公司全力推进网络运维支撑系统的全栈国产化升级，从底层硬件到应用软件全环节发力，尤其是积极拥抱国产 AI 的软硬件产品。

在 IaaS 层面，通过将 327 台非国产小型机和老旧 intel、AMD 芯片 PC 服务器更换为鲲鹏/海光 CPU 服务器，并引进昇腾 GPU 服务器夯筑形成“普算+智算”的国产化算力底座。在 PaaS 层面，操作系统采用 BCLinux 等国产化 OS 系统，替代 CENTOS、REDHAT、SUSE 等 1754 套非国产化 OS 系统。在数据库方面，采用国产万里开源数据库实现了对 Oracle 数据库的替代，满足高性能、高可用性和弹性扩展的需求。在虚拟化层面，采用华为 fushion 虚拟化软件，替代 vmware 虚拟化平台，形成 100% 的国产化基础运行平台。在 SaaS 层面，以网络故障管理系统和网络质量管理体系为标杆，带动实现了一批基于全栈国产化的应用落地，形成网络运维支撑服务层。在 AaaS 层面，通过适配国产昇腾 910GPU 芯片，部署九天网络运维 AI 能力库，并对接九天大模型等国产大模型，向网络运维提供 AI 赋能。

2、全栈国产化的网络智慧运维体系

通过运用大数据分析与人工智能算法，构建一个集自动化、智能化、可视化、协同化于一体的智慧运维体系，实现运维流程的自动化执行、问题的智能预测与诊断、资源的优化配置与调度，定义“智慧分析”与“智慧调度”形成“网络智脑”，并作为贯通网络智慧运维体系的核心驱动引擎。



（五）案例亮点与创新点

1、先进架构实现操作系统规模替换的多快好省

中国移动天津公司在全栈国产化改造进程中，探索形成了先进的云原生架构和微服务技术体系。以故障管理系统为标杆，通过微服务化和容器化的架构，顺利实现了国产操作系统的原地平滑迁移，未额外购置新的服务器，而且充分利用容器开发的快速迭代性将整个替换时长压缩了 80%，并且整个替换过程对上层用户无感知。通过节省硬件投资和缩短人工投入，实现了 200 万元的成本节约。

2、国产数据库自主可控规模替换切入快车道，三高一低保驾护航

数据库作为自主可控的关键环节，国产万里开源 GreatDB 数据库与传统的 Oracle 数据库相比，具有高兼容性、高并发性能、高安全性以及低成本的“三高一低”的多重优势。其中，高兼容性体现在与 Oracle 和 MySQL、各类应用软件以及其他信创产品都有很好的兼容性；高并发性能体现在 GreatDB 数据库基于多核多线程在查询和入库方面有很好的并发性能；高安全性体现在该数据库具有 100%的自主知识产权，同时采取了三权分立的管理架构并且全面支持国密算法；低成本性体现在国产数据库具有低授权费用，且在通用服务器上运行良好、资源利用率更高。

3、异构国产芯片集群性能、节能双提升，提高供应链抗风险能力

中国移动天津公司在大数据平台利用多种不同架构的国产芯片 CPU 主机形成一个统一的“一数多芯”集群，通过混编 266 台规



模的海光 CPU、鲲鹏 CPU 服务器的异构集群来对旧的 X86 集群予以替代，进行网络大数据处理和分析任务的部署和运行，国产化替代后各项指标提升明显。

通过国产化替换，新集群的服务器数量较老集群降低了 20.3%，同时也节省了相应的机房空间。同时，通过性能测试比较，鲲鹏为主的国产化集群较以前的 X86 集群在计算性能上提升了 43.6%；此外，ARM 架构 CPU 单位能耗更低，使整个集群能耗降低了 15.5%。

4、基于国产 GPU 和大模型，打造自有 AI 品牌助力智慧运维
相比较通用算力体系，智算体系的国产化需要克服更多的困难，而 AI 能力本身也是网络智慧运维体系的核心能力。中国移动天津公司在昇腾 910 芯片的算力基础上，使用包括中国移动打造的九天大模型在内的国产大模型，利用各类规范、文档资料、告警、工单、网络运行数据等进行模型微调与训练，打造天津移动自有的玫和系列 AI 应用。目前已经有玫和问警、玫和问数、玫和问典、玫和问源等多个 AI 应用投入到网络运维工作，在提升运维质量、优化运维流程、降低查询时长等方面都发挥了明显的作用。

（六）应用成效与推广前景

中国移动天津公司通过对大规模老旧、高能耗、非国产 IT 类设备的替换，在基础设施与软件平台方面实现 327 台设备国产化替换、160 台虚拟机国产化替换、1754 套操作系统国产化替换、5 套数据库国产化替换，大幅提升国产化软硬件占比，在节能减排方面，相较原规模设备机柜占用缩减约 8 个机柜、节约电力约 22.2 万度/年。

中国移动天津公司基于芯片替换、服务器替换、操作系统替换、



数据库替换，在通信网络运维领域积极探索尝试了全栈国产化的体系构建，探索形成了先进的云原生架构和微服务技术体系，实现相关系统的国产操作系统原地平滑迁移，替换时长压缩了 80%，实现了 200 万元的成本节约。在实施芯片国产化替换的基础上，实现海光 CPU、鲲鹏 CPU 服务器的异构集群，并形成“一数多芯”的网络大数据平台，设备消耗、空间消耗、能源消耗均降低，集群性能提升明显。

中国移动天津公司聚焦国产化改造核心和难点进行重点攻坚，探索网络智慧运维体系的全栈国产化方案，并在实践中沉淀自主可控运营体系。一方面可内部推广，助力完成公司全面深入推进自主可控，另一方面也可以整体解决方案的方式对外输出，助力国家自主可控宏观政策落地。



十三、AI 智能超级机柜及机房精密空调节能改造方案

（一）案例名称

AI 智能超级机柜及机房精密空调节能改造方案

（二）参与单位

中移系统集成有限公司

北京纳源丰科技发展有限公司

森林里（福建）能源科技有限公司

（三）案例背景

随着 ChatGPT、SORA 等产品引爆人工智能市场，人工智能技术上的突破层出不穷，逐渐深入地赋能千行百业，推动人工智能与数据要素成为新质生产力的典型代表。国家部委也陆续出台了《算力基础设施高质量发展行动计划》、《关于深入实施“东数西算”工程加快构建全国一体化算力网的实施意见》等一系列政策引导算力设施正处于高速、高质量的发展。但是，在 AI 驱动算力发展过程中，芯片热设计功耗持续上升，智算中心规模化、集群化部署使得智算机柜功率密度普遍较高，单机柜功耗从传统数据中心 4~6kW 逐渐增加至 20~40kW，未来逐步发展至 40~100kW 甚至更高。制冷系统如何实现高效散热问题正成为智算中心建设关注的重点之一。

针对传统数据中心使用的机柜功率密度低、空间利用率低、能耗高等痛点，智算超级机柜可支持的功率密度高，风冷系统单机柜达 50KW，液冷系统单机柜达 100KW，机柜空间资源率更高，单机柜内可部署 9 台 4U 的服务器，相同业务规模超级机柜占地面积仅为传统机柜 30%，机房出柜率提升 2 倍以上。风冷型超级机柜



采用热管复合冷却技术随着外界环境温度调整运行模式，仅夏季高温时需要启动压缩机运行，其余时间段可利用自然冷源降低制冷功耗，制冷工质仅依靠重力完成循环，功耗低、可靠性高，PUE低至 1.2 以内；可灵活配置热回收模块，实现能量阶梯利用。液冷型超级机柜为两相冷板式液冷，采用两级热管液冷等技术，制冷能力强，无泄漏风险，安全性高。此外，超级机柜制冷系统简单，弹性易扩容，集成供电、智能化、消防等系统后可形成智算微模块产品，可匹配业务分阶段上线需求，有效降低智算业务初投资和维护成本。

根据福建泉州移动现有数据机房风冷精密空调系统运行特点及空调区环境参数指标要求，本着“安全、节能、经济、稳定”原则设计空调自适应控制系统，自动控制各机组设备优化运行，同时，根据负荷变化特性，对系统实施动态调节，提高能源利用效率，降低空调系统运行能耗。通过实时测定数据机房温湿度变化情况，动态调整送风机和压缩机运行速度，实现冷量按需供给。在负荷动态调节的过程中，“双压缩机节能优化控制程序”将自动分析精密空调机组工作效率，从而判断压缩机运行台数切换点，确保蒸发传热效率最大，综合能耗最低。

（四）案例建设内容

中国移动通信集团有限公司系统集成分公司于中国移动（雄安）智慧城市科创中心启动雄安智算中心机房项目建设，规划 IT 功率 8900KW，可部署国产优质算力约 2000P。为解决传统机柜在智算场景下面临的机柜功率密度低、空间利用率低、能耗高等痛点，研发了超级机柜、智算微模块等产品，支持风冷和液冷两种散



热形式，风冷系统单机柜达 50KW，液冷系统单机柜达 100KW，制冷系统采用热管复合冷却技术、两级热管液冷，支持余热回收等技术，可显著降低智算中心能耗，提升能源利用效率，风冷系统 PUE1.2 以内，液冷系统 1.15 以内。

为践行双碳战略，落实国家和地方对智算中心/数据中心 PUE 的考核要求，围绕对 PUE 影响较大且具备优化空间的制冷系统进行改造和优化。针对福建泉州移动 5 个核心机楼使用的定频风冷精密空调在运行过程中无法根据室内温度变化进行调整，造成功耗浪费，并且定频空调需要通过频繁启停来调整室内温度，这对压缩机和其他部件造成额外的磨损和损害。为保证运行安全和降低机房能耗，对定频空调增加自适应控制器，可兼容和适配多种品牌、多种型号空调，一方面通过实时测定数据机房温湿度变化情况，动态调整送风机和压缩机运行速度，实现冷量按需供给，另一方面增加自适应控制算法，控制器可以根据负载变化和环境温度自动调整控制逻辑，实现节能 20% 以上的目标。

（五）案例亮点与创新点

智算超级机柜可支持的功率密度高，风冷系统单机柜达 50KW，液冷系统单机柜达 100KW，机柜空间资源率更高，单机柜内可部署 9 台 4U 的服务器，相同业务规模超级机柜占地面积仅为传统机柜 30%，机房出柜率提升 2 倍以上。

风冷型超级机柜采用热管复合冷却技术随着外界环境温度调整运行模式，仅夏季高温时需要启动压缩机运行，其余时间段可利用自然冷源降低制冷功耗，制冷工质仅依靠重力完成循环，功耗低、可靠性高，PUE 低至 1.2 以内；可灵活配置热回收模块，实现



能量阶梯利用。

液冷型超级机柜为两相冷板式液冷，采用两级热管液冷等技术，制冷能力强，无泄漏风险，安全性高。

（六）应用成效与推广前景

风冷型超级机柜已完成带智算服务器测试并经中国泰尔实验室检测，最高可支持单机柜部署 9 台 5.5KW 国产智算服务器，单机柜可提供算力达 19.8PFLOPS (FP16)；于山西太原完成 50KW 超级机柜产品功能性验证，经检测 100%负载率下测试 PUE 仅为 1.026，验证了制冷系统散热效果优异，检验了多工况带载能力；创新性采用内置消防监测及灭火功能，进一步提高安全性；可工厂预制化，交付周期仅为 45 天，目前超级机柜正在雄安智算中心机房安装中。液冷型超级机柜已完成原型机生产和 50KW 级实验室带载测试。

项目测试间隔选取连续的相邻时段，独立使用节能、原控两种模式各运行同等时长，分别记录 10 天连续时段的两种模式的空调耗电量等数据进行分析：即以相邻的 24 小时原控模式和 24 小时节能模式为一组对比数据进行测试，连续测试 5 组测算平均节能率。对福建泉州移动圣湖局、永春局站、泉港新综合楼、晋江新大楼、晋江双沟局楼、南安普莲局楼数据机房的 16 台风冷精密空调在不更换设备的情况下，进行自适应控制器改造，使空调能够根据机房环境的变换实现冷量的按需供给，降低空调能耗，实现综合节能率 25%。

超级机柜制冷系统简单，弹性易扩容，集成供电、智能化、消防等系统后可形成智算微模块产品，可匹配业务分阶段上线需求，



有效降低智算业务初投资和维护成本。



十四、甘南冶力关 5G A²全域智慧景区项目,从“有”到“优”实现硬件设备“绿色”升级,触达 IP·文旅·科技三位一体沉浸新体验

(一) 案例名称

甘南冶力关 5G A²全域智慧景区项目,从“有”到“优”实现硬件设备绿色升级,触达 IP-文旅-科技三位一体沉浸新体验

(二) 参与单位

中国移动通信集团甘肃有限公司

(三) 案例背景

随着以 5G 为代表的新一代信息通信技术的发展,文旅行业加速与数字化融合创新,自动化、智能化程度不断提高,逐渐从 1.0 时代单体信息化向 3.0 时代的全域智慧化转型,演进为科技、文化、旅游、餐饮、酒店相融合的全域智慧化文旅。

国家“十四五规划”指出推动景区、博物馆等发展线上数字化体验产品,建设景区监测设施和大数据平台,发展沉浸式体验、虚拟展厅、高清直播等新型文旅服务。冶力关智慧旅游建设以《“十四五”文化和旅游发展规划》为指导,采用 5G、云计算、物联网、人工智能、大数据等新技术,建设冶力关智慧旅游大数据平台,助力甘南文化旅游发展。

(四) 案例建设内容

甘南冶力关 5G A²智慧景区建设,通过“5G—A+云+AI+VR+AR”技术以融合的通信与信息技术为基础,以游客互动体验为中心以一体化的行业信息管理为保障,以激励产业创新、促



进产业结构升级为特色，其核心是游客为本、网络支撑、感知互动和高效服务，旨在通过信息技术和旅游服务、旅游管理、旅游营销的融合，使旅游资源和社会资源得到系统化整合和深度开发应用，服务于政府、企业、游客等的旅游发展形态，并结合社会公共服务和现代企业管理理念，注重游客体验，促使生态、文化、社会和经济的综合价值最大化，实现旅游产业的可持续发展。



图 14-1 旅游大数据平台架构



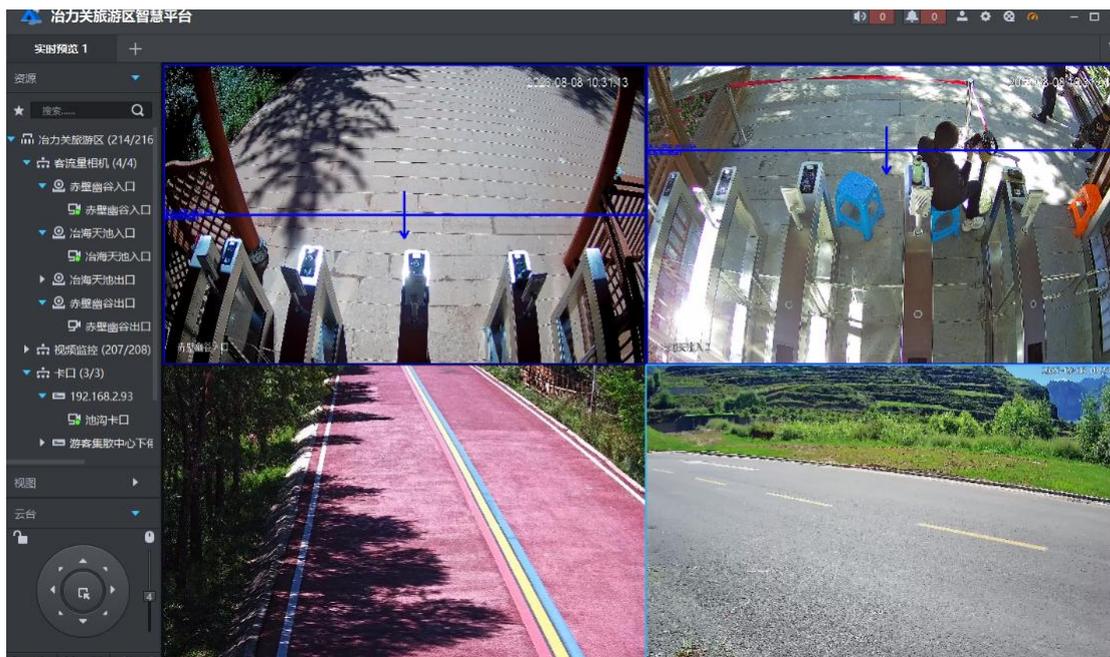


图 14-2 旅游大数据应用场景

1、基础信息化监测管理设备更新，嵌入 5G—A²新技术实现景区全域监管

部署 5G—A 载波聚合网络，凭借超大带宽能力，有效保障景区所有游客随时随地畅享直播乐趣，以领先 5G 十倍的网络能力为每一位游客打造前所未有的极致速率体验。同时打造天地空一体组网，实现景区全域动态监控高清回传视频至 5G 智慧景区管控平台。同时更新 AI+视频监控、无人机、物联感知等相关传感设备的布设和应用，加强大数据、人工智能等新技术应用推广，提升智慧管理和运维水平。基础类应用涵盖了视频监控、智能广播系统、无线 WiFi、户外大屏、电子门票、智慧停车场、指挥中心建设，提供一站式信息化服务。

5G 网络的“高速率、低时延、大连接”特性以及与人工智能 AI+、高清视频、AR/VR 等先进技术的融合，基于 5G 网络景区全覆盖，全面建设以冶力关大数据中心，智慧管理、智慧服务、智慧



营销、智慧分析四大体系为支撑的旅游信息化目标，打造了基于游客群体的大数据分析、管理和数项特色应用，夯实了文化和旅游行业数字化的底座，推动了文化产业和旅游产业高质量发展。

2、5G A²数字技术亮点应用，加速智慧景区升级转型

5G+VR 互动游览体验：通过引入 5G 高性能网络技术，对景区网络进行高速无线化改造，实现互动式 VR 直播、沉浸式 VR 体验影院。

5G+AR 互动游览体验：5G+AR 历史重现、5G+AR 拍照、5G+AR 文物复原、5G+AR 游戏等。

5G+AI：智能泊车、人脸识别、AI 导游机器人、无人摆渡车、风景 AI 智能识别、智能定位分析、智能应急处理等。

通过“5G+云+AI+VR+AR”技术，为游客提供景点游览、文化体验、信息查询等；利用 5G 技术还原景区场景，将图像、视频、模型动画与体验者进行互动体验，加强用户体验，增强文化传播效果。凭借其个性化、灵活性、互动感强等特点，在沉浸式体验、AI 导览服务和旅游规划等方面优势明显，可以为客带来了更丰富、更个性的旅游体验，同时延伸文旅行业增值服务。

3、数据驱动个性化服务创新，推动绿色文旅新业态

以建设旅游大数据平台为中心，构建四个大数据支撑体系，围绕吃、住、行、游、购、娱六个领域，深入旅游行业整体产业链，打造行业新生态系统。5G+智慧景区大数据是对景区管控平台中各个数据展示模块的统计分类，为景区管理人员做决策分析提供了有利的数据依据。为游客打造“以人为本”的智慧服务体系，推动游客从传统旅游消费方式向现代旅游消费方式转变。从传统设施到



信息化设施，加大 5G、云计算、大数据等设备投入，提升景区信息化。从“有”到“优”，硬件设备实现绿色升级，文旅发展提质增效。开辟文旅发展新赛道。

（五）案例亮点与创新点

1、智慧管控

为景区打造“一网全局”的智慧管理体系，促进行业管理由被动、事后管理向全程、实时管理转变。

2、智慧服务

为景区提供“精准多元”的智慧运营体系，促进景区运营模式由粗放式运营向智慧化运营转变。智慧运营为景区提供“筑巢引凤”的智慧营销体系，促进旅游企业传统营销模式向精准营销转变。

3、基础设施深化

为游客打造“以人为本”的智慧服务体系，推动游客从传统旅游消费方式向现代旅游消费方式转变。从传统设施到信息化设施，加大 5G、云计算、大数据等设备投入，提升景区信息化。

4、5G A²体验

“5G+云+AI+VR+AR”技术红利加速释放，为游客提供景点游览、文化体验、信息查询等；利用 5G 技术还原景区场景，将图像、视频、模型动画与体验者进行互动体验，加强用户体验，增强文化传播效果。

（六）应用成效与推广前景

甘肃省 5A 级旅游景区 7 家，4A 级旅游景区 133 家，3A 级旅游景区 233 家，对甘肃省 3A 级以上的景区，进行项目规模复制推



广，对景区内的人、物、环境进行感知、分析、整合、利用，从而实现景区全方位感知、管理和服 务，达到提高管理效率，提升服务水平，增加游客体验感和满意度的一种新型旅游模式。



十五、北京联通 5G-A 绿色低碳智慧网升级演进应用案例

（一）案例名称

北京联通 5G-A 绿色低碳智慧网升级演进应用案例

（二）参与单位

中国联合网络通信有限公司北京市分公司

北京电信规划设计院有限公司

华为技术有限公司

（三）案例背景

5G-A，是 5G 的演进和增强版本，也是由 5G 向 6G 发展的必由之路。它具有“下行万兆、上行千兆、千亿物联、内生智能”等鲜明特征，峰值速率可达 5G 的数倍至十倍，并将无线技术的能力从联接进一步拓展到感知领域，当下热门的低空经济、车路协同等都与之密切相关。作为祖国心脏和科创中心，北京率先颁布《北京市推进 5G-A 技术演进及应用创新行动计划(2024-2026 年)》，致力于打造网络建设领先、终端发展领先、行业赋能领先的“双万兆”标杆城市。

北京联通 5G-A 网络部署积极响应国家关于加快 5G 网络建设和应用推广的政策号召。通过不断的技术创新和产业升级，推动 5G-A 网络在智慧城市、智能交通、工业互联网等领域的广泛应用，为国家的数字经济发展和产业升级贡献力量。在应用新技术新装备方面也取得了显著成果，引入新型设备 2.1G 8TR 与 3.5G MetaAAU；并通过采用先进的网络架构和技术手段，如高低频协同、室内外灵活部署等，实现了 5G-A 网络的高速、稳定、广覆盖。同时，北京联通还积极引入 AI、大数据等新技术，提升网络运营



效率和用户体验。这些新技术新装备的应用，不仅提升了 5G-A 网络的技术水平，也为后续的应用拓展和创新提供了有力支持。

（四）案例建设内容

北京联通超大规模 5G-A 3CC 商用网络目前已覆盖北京四环内及城市副中心等主要核心区域以及知名地标，核心城区及重点区域 5G-A 生效比超 90%，总体规模超 4400 个。涵盖体育场馆、学校、景区、地铁、商圈、居民区等多种重点场景，例如五棵松、首都体育馆、北京工人体育场、北京工业大学、北京站、簋街、潘家园等，将为沉浸式互动体验、超高清直播、云游戏等业务提供强大的 5G-A 网络能力支撑。

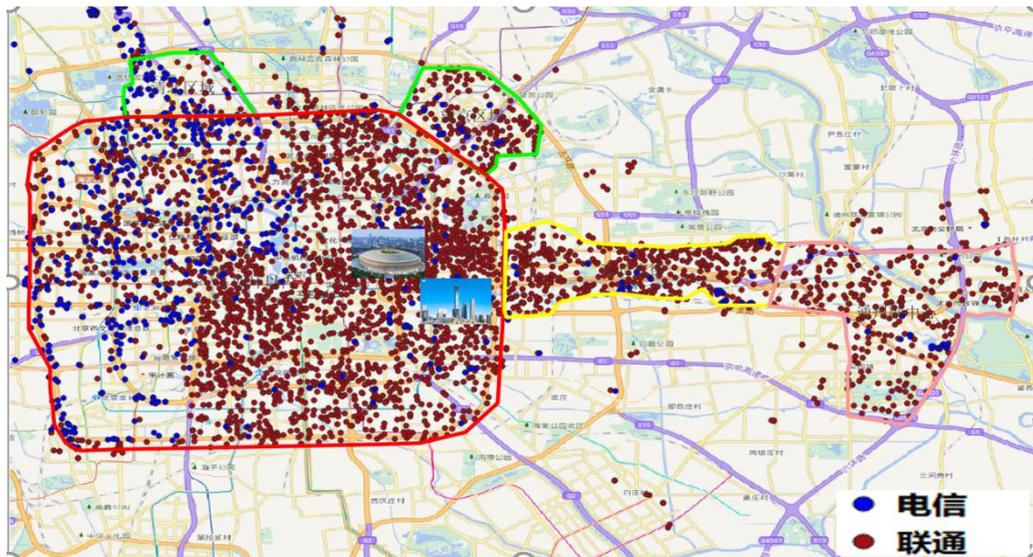


图 15-1 5G-A 3CC 站点开通撒点图

北京联通超大规模 3.5G 2CC 商用网络目前已经覆盖北京四环内、清北高校区域、望京区域、北京副中心核心区及东长安街区域进行部署，实现 200M 在口碑场景、重点商圈、业务热点连续区域性覆盖。



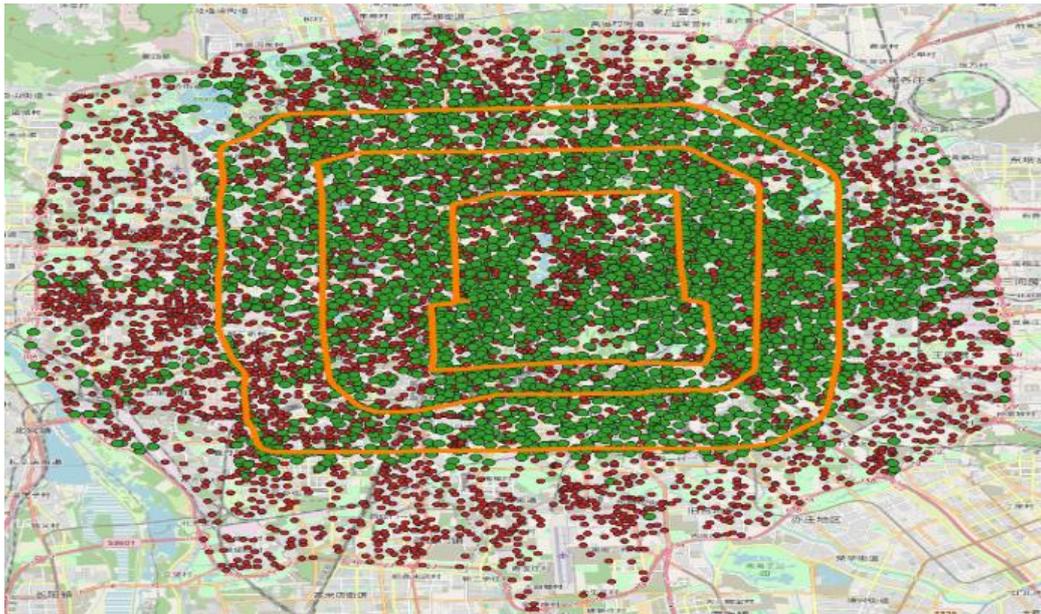


图 15-2 2CC 站点开通和规划示意图

北京联通已完成五环内业务热点场景、亦庄、京承京哈高铁沿线的 3.5G RedCap 全量开通，建设 5200 多个站点。RedCap 通过轻量化设计降低了 5G 设备的成本和功耗，同时保持了较高的数据传输速率和连接能力，为视频监控、车联网、电力、工业等中速及中高速需求的应用场景提供了经济高效的解决方案。

5G-A 规模商用网络建网中，使用了新型设备 2.1G 8TR 与 3.5G MetaAAU，相对于传统通信设备具有更高的增益、更低的能耗。替换下来的老旧设备，在郊区、乡村进行补点建设实现设备回收循环利用。

（五）案例亮点与创新点

8T RRU/AAU 技术首次商用，FDD 产品首次采用多天线波束赋形技术，通过窄波束扫描，上行和下行融合波束设计和高分辨空域多用户配对技术，以及全时全域节能调度算法，实现波随人动和功率精准投放，达成谱效和能效的综合最优，属于国际领先水平。



1、低成本、低功耗

5G 目前基于 MBB 的 100Mhz 模组成本和尺寸难匹配行业大连接规模化诉求。RedCap 支持切片、URLLC 等 NR 原生能力，在满足主流业务速率条件下，标准从带宽、天线数等针对性裁剪降低复杂度成本和功耗看齐 CAT4。

2、大容量

RedCap 具备 5G 网络大带宽能力，利用 5G 网络大带宽发挥上下行多用户高速率体验优势。

3、低时延

RedCap 可支持 URLLC 能力，性能增益水平可达到 20 至 100ms@99.99%，使能工业等控制类业务场景规模上量。

4、切片增强

RedCap 支持基于切片的 BWP 调度管理，满足隔离要求。通过构建 RedCap 切片管理能力，可支撑电力等资源隔离业务。

（六）应用成效与推广前景

2024 年，北京联通积极推进 5G-A 网络部署升级，载波聚合部署在北京四环内、清北高校园区、中关村、望京地区实现规模化覆盖，并沿两广路、长安街向东延伸至通州副中心等区域。同时还覆盖了包括体育场馆、学校、景区、地铁、商圈及居民区在内的多种重点场景。例如，五棵松、首体、工体等体育场馆，以及北京站、簋街、潘家园等热门地点都已实现 5G-A 网络覆盖，新增载波聚合站点 3935 个，全市 5G-A 整体规模达 6939 站，其中北京联通承建 4420 站。实现 5G-A 网络在城市名片、口碑场景、重点商圈、业务热点区域连续覆盖。目前覆盖超 1000 万人口，核心城区 5G-A 生



效比超过 90%。3CC 网络下行峰值速率可达 4.9Gbps；上行峰值速率可达 1.05Gbps 相对传统 5G 均有 4~5 倍的速率提升。

5G-A 3CC 网络建设中新型节能 2.1 8TR 设备全网已建设约 1700 站，相比传统 4T4R 设备，年节省用电量 397.63 万 kWh，约合 674.39tce/年，二氧化碳减排量约合 1794.102tCO₂/年。以电费平均 0.8 元/kWh 计算，采用 8TRRU/AAU 设备更新的技术方案年节省电费 318.104 万元。

5G-A 2CC 网络建设中主要使用 3.5G Meta（32TR）设备，而传统典型 32T MM 能耗是 685W（50%负载）。Meta 32TR 能耗相比传统 32T MM 的设备下降了 15%。截至目前，北京联通共建设约 4600 片 Meta 32TR 网络设备，年节能能耗度数约为： $0.685*0.15*4600*24*365=414.04$ 万 kWh，约合 877.78tce/年，二氧化碳减排量约合 2335.180tCO₂/年。以电费平均 0.8 元/kWh 计算，该设备更新技术方案年节省电费 331.232 万元。

北京联通成功完成了五环内及通州副中心区域的 3.5G RedCap 网络全量开通，新增 RedCap 站点 5200 多个，全市规模达到 7387 站，实现了广泛的网络覆盖。

作为全国首个 5G-A 规模组网示范项目，北京联通携手华为完成了多个重点场景的连片覆盖，展示了 5G-A 网络的高性能和应用潜力。北京联通 5G-A 网络建设应用案例在全国各省 5G-A 网络建设中推广复制化提供了可借鉴的意义，也推动了整个 5G 行业的发展和进步。



十六、5G Redcap 助力升级智慧矿山 AI 视觉安监平台

（一）案例名称

5G Redcap 助力升级智慧矿山 AI 视觉安监平台

（二）参与单位

中国移动通信集团甘肃有限公司

（三）案例背景

按照国家矿山安全监察局的要求，面向煤矿、金属矿及地方监管部门等用户，针对矿山作业监管成本高、违规标准不统一等痛点问题，为客户提供井上井下多个场景的解决方案，助力实现反三违智能监管。

（四）案例建设内容

针对矿山企业作业现场安防监控的痛点，智慧矿山 AI 视觉安监平台通过对接矿区及办公区等生产现场部署的摄像机，抓取现场视频，提供 AI 算法检测功能，实时对矿区进行违规主动识别，对影响安全生产的违规着装、危险行为和危险源等情况进行智能识别检测，并得出判断结果，进行违规记录与统计，并实时通知公告，方便事后回溯。同时通过引入 5G RedCap 模组有效降低 5G 摄像机的成本，更新企业现有监控设备，进一步拓展 AI 智慧视觉分析技术应用场景，逐步丰富和完善场景算法，提升企业安全生产质效。平台提供 16 种矿山场景下常见的算法模型，根据具体需求选择性部署。模型支持睡岗检测、离岗检测、玩手机检测、抽烟检测、反光衣检测、安全帽检测、区域入侵/禁区入侵/人员闯入/越界识别检测、下料口堵塞检测、皮带机头堆煤检测、皮带跑偏检测、皮带



异物检测、皮带空载检测、斗齿监测、明火检测、浓烟检测。

(1) 主井口运输设备状态识别

对运输设备的运行状态识别，识别到运输设备运行、停止，有煤、无煤状态变化时截取视频，对停产矿运输设备运行情况进行报警。

(2) 副井口人员入井识别

对副井口人员入井数量识别，对停产矿入井人数超过限制时系统推送报警。

(3) 调度室人员空岗识别

对调度室空岗情况识别并推送报警。

(4) 出矿车辆识别

对运输车辆出入口出矿车辆数量识别，对停产矿出矿车辆超过限制时系统推送报警。

(5) 采煤机危险区域识别

对采煤机危险区域人员进入进行智能识别，系统通过现场声光报警器提醒人员撤离，同时截取视频、图片取证，对作业人员进行不安全行为考核以及安全教育。

(6) 液压支架护帮状态监测

智能识别工作面液压支架护帮状态，发现护帮板异常及时提醒集控人员处理。

(7) 掘进工序异常识别

对掘进工序进行智能识别，当识别到掘进工序异常时，对掘进人员进行报警提示，并联动相关设备停机。

(8) 皮带煤量识别



智能对不同煤量的煤矿进行识别，通过分等级进行，实时识别，并生成对应的煤量数据。

（9）皮带跑偏识别

智能识别皮带是否跑偏，当发生皮带跑偏时，系统通过声光报警提示工作人员，并联动停机。

（五）案例亮点与创新点

1、AI 智能识别技术的应用

利用 AI 技术对视频中的人、物、行为、环境等要素进行智能识别，自动发现生产中的异常情况，如人员“三违”行为、设备状态异常和生产作业环境风险隐患等，并主动触发告警。

2、5G RedCap 模组的引入

更新企业现有老旧监控设备，使用 RedCap 模组，可以有效降低 5G 摄像机的成本，使得 5G 技术在智慧矿山领域的应用更加经济可行。

3、多场景解决方案

面向煤矿、金属矿及地方监管部门等用户，提供井上井下多个场景的解决方案，实现反三违智能监管。

4、智能监管系统的构建

通过构建智能监管系统，实现对主井口运输设备状态、副井口人员入井、调度室人员空岗、出矿车辆、采煤机危险区域、液压支架护帮状态、掘进工序异常和皮带煤量及跑偏的智能识别与监控。

（六）应用成效与推广前景

AI 在视频监控、设备运行状态监测等方面的应用有助于及时发现安全隐患，预防事故发生，降低因事故导致的经济损失。同时



利用 AI 技术优化矿山生产流程，可提高资源开采效率，减少人力成本。

目前智慧矿山 AI 视觉安监平台已在众多矿山落地并成功应用，包括张掖浩大矿业有限责任公司非煤矿山电子封条建设项目、陇南市顺达矿业有限公司九条沟金矿监控及网络建设项目、陇南紫金矿业有限公司尾矿管线监控项目、甘肃永旭精石建材有限公司非煤矿山电子封条项目、金昌市路恒新型建材科技有限公司电子封条新建项目、冀陇矿业智慧矿山项目、民勤县青苔泉智慧矿山项目、成县祁连山数字化矿山智能管控系统建设项目等，为其他矿山进行推广建设提供了借鉴。



十七、中国联通上海临港国际云数据中心园区项目

（一）案例名称

中国联通上海临港国际云数据中心园区项目

（二）参与单位

中国联合网络通信有限公司上海市分公司

（三）案例背景

上海联通响应国家东数西算、算力高质量发展需要，根据国家发展改革委等五部门联合印发的《关于深入实施“东数西算”工程加快构建全国一体化算力网的实施意见》，工业和信息化部等六部门联合印发的《算力基础设施高质量发展行动计划》要求，落实上海“算力浦江”智算行动实施方案要求，根据《上海市进一步推进新型基础设施建设行动方案（2023-2026年）》、《上海市智能算力基础设施高质量发展“算力浦江”智算行动实施方案（2024-2025年）》提出面向智算应用的算力中心多极分布的“1+1+X”智能算力建设和服务体系，不断完善和深化探索算力、运力、存力协同布局的智能算力基础设施建设。

（四）案例建设内容

本项目响应国家“东数西算”战略，打造中国联通“东数西算”枢纽节点，立足临港新片区，服务长三角，增强长三角整体数字化能力和算力供给能力，打造长三角区域算力中心，助力上海城市数字化转型、数字政府建设，提升“联接+感知+计算+智能”算网服务水平，打造未来智算中心。基于上海联通国际海缆登陆站、国际镜像局和国际数据港，支持跨境与本地“零时延”链接，助力探索



跨境数据流动。

项目选址浦东新区临港新片区奔腾路 50 号，毗邻中国联通国际海缆登陆站，土地面积 83.9 亩，规划总建筑面积 13.75 万平方米，规划总机柜数 1.44 万架，一期总投资 17.31 亿元，终期总投资 34.83 亿元，按照《数据中心设计规范》GB50174-2017 中国标 A 级数据中心建设。

中国联通以临港国际数据港园区建设落地为契机，打造产学研创新联合体，加强数字化业务生态合作，以数字力量加速推进新能源汽车、高端装备制造、人工智能、生物医药等前沿产业发展。

（五）案例亮点与创新点

1、极致产出

173 架/亩产出，远高于行业均值 120 架/亩；外电容量充裕，2*160MVA，可支持超过 10 万卡的智算集群。

2、极致灵活

可实现电量的楼层调配、楼内调配和跨楼调配；实现冷量的楼内灵活调配；提供标准机柜、白地板和毛胚交付多种交付模式；满足各种定制化需求，可适配 4~60kW 的不同应用场景。

3、极致低碳

采用光伏+储备一体+高效制冷+自然冷却+自研智能调优，整体 PUE<1.25。适配液冷系统，PUE 进一步降低。

4、极致可靠

整个供电系统采用 2N 架构；制冷系统采用 N+1 架构；满足联通 T3+及国 A 标准，获得 CQC A 级认证。



5、极致安全

园区设有六重安防体系；通信线路三路由接入；外电、供水双路由；N+1 油机满容量备电；高标准防洪、防水、防火。

6、极致运营

通过数字单兵+未来机房+集约化智慧运营平台，打造大屏、中屏、小屏联动的智慧运营体系，确保数据中心的智慧、高效、稳定运营。

（六）应用成效与推广前景

案例通过“冷板式液冷”解决高密度算力散热瓶颈，单机柜功率从传统 6kW 提升至 60kW+，在满足智算高功率机柜散热时，同步支持风冷与液冷的混合部署，实现智算 GPU、通算 CPU 混合部署，做到风冷灵活部署适配，根据负载需求灵活调整散热模式，适配不同功率场景。液冷系统减少对空调的依赖，结合自然冷却实现全年低能耗运行，冷板式液冷部分 PUE 从 1.25 可降至 1.1。

“削峰填谷水蓄冷”技术有效提升了数据中心的安全性与运行效率，将备用冷量从 15 分钟提升至 30 分钟，确保极端情况下的冷却能力。同时，该方案通过夜间蓄冷、日间放冷的策略优化电力负荷分配，提高能源利用效率，每年可为单个冷冻站节省约 56 万元电费，并提升备用冷机的利用率，从而降低长期运营成本，实现节能降耗目标。

“大温差冷却水”技术显著提升了节水节能效果，使冷却水循环流量由 6600m³/h 降至 5600m³/h，减少输送能耗，并将年蒸发水量降低 11%至 30.4 万吨。同时，冷却水循环水泵单台功率由 200kW 降至 160kW，降低 20%能耗，主管管径由 DN1200 缩小至 DN1000，



减少建设成本。通过优化水泵能效和管网设计，该方案每年可节省电费及水费数十万元，虽然单台冷机额定功率增加 23kW，但整体能效收益依然显著，具备较高的经济价值。

“高温冷冻水”技术通过将自然冷却切换温度从室外湿球温度 10°C 提高至 13°C，使全年自然冷却时长增加 32.5%，达到 4277 小时，从而显著减少机械制冷的使用，降低制冷能耗。此外，通过合理布局末端设备和优化风道设计，确保在高温供水条件下仍能满足散热需求，进一步提升了系统的运行效率。



十八、国家枢纽节点传统热点地区机房“焕新”技术应用及验证（水“焕”水）报废更新项目

（一）案例名称

国家枢纽节点传统热点地区机房“焕新”技术应用及验证
（水“焕”水）报废更新项目

（二）参与单位

中国移动通信集团北京有限公司

中国移动通信集团设计院有限公司

（三）案例背景

中国移动通信集团北京有限公司望京通信大厦机房楼高区空调系统含冷水机组、冷却塔、循环泵等设备及管路系统，使用年限较长，能耗较高，已达到了维护规程的推荐报废年限。本项目合理利用在线节能改造技术方案，结合相应的应急预案，在空间、承重、运输等多条件受限条件下，实现望京通信大厦机房楼高区机房空调冷冻水系统不停机完成在线割接转换并入低区空调冷冻水系统，通过调试，满足机房正常运行需求，进而对原高区空调系统报废设备、管路系统及配套进行拆除，采用模块化高效磁悬浮冷水机组、横流冷却塔、板式换热器等完成高区空调系统重建，通过合理高效的空调系统全年运行方案，实现高区机房空调可靠性提升、能力适度提高、能耗大幅度降低的楼宇焕新改造目标。

（四）案例建设内容

为加快建设进度，保障网络运行安全，同时为避免传统建设模式下土建、机电、消防、室外等分别立项、分期设计导致的专业衔



接不顺畅、施工配合不佳的问题，案例采用 EPC 方式实施，通过统筹规划、整体设计、分批出图、分批审查、分段施工的策略，确保各专业设计方案的匹配度，以及工序衔接、配合的默契度，大大提升施工效率，减少专业间的错漏碰缺。

（五）案例亮点与创新点

1、在线割接技术

为了能够确保在整个改造过程中机房空调系统不停机，不影响数据机房业务的正常运行，案例以“业务连续”为底线，综合考虑割接前后空调系统供冷架构、运行原理以及割接实施流程等因素，从技术上攻克了割接难题，实现了在线割接转换。

2、BIM 管综预制化技术

案例采用了 BIM 管综预制化技术，综合考虑安装工序和运维检修空间等因素，对制冷机房、屋面等重要部位进行管综优化排布和管道预制加工，提高了管道焊接质量，优化了安装工序，解决了机房空调狭小运维检修困难的问题。

3、节能降碳技术

案例改造过程中将高区空调系统冷机更换成了高效节能的模块式磁悬浮冷水机组，将冷却塔更换成了更高效的横流变频冷却塔，同时对原有管路系统也进行了优化更换，在提升能效的同时也增加了运行可靠性。同时，案例在末端、冷机及冷塔之间增加了高效板式换热器，在过渡季节和冬季充分利用自然冷源，同时根据实际负荷情况，通过冷源群控系统进行负荷分析，合理选择设备启动的台数，使设备始终运行在高效区间，最大限度地提升空调系统运行效率，降低 PUE 值。



案例改造过程中对涉及范围内的数据机房气流组织开展优化，并使用无线温湿度采集器和 AI 智能控制系统对机房仿真模型进行分析，通过系统预置控制逻辑，精细控制机房空调末端设备按需精确送冷、送风，节约冷量冗余电量。

（六）应用成效与推广前景

案例经过升级改造后，机房楼全年运行 PUE 从 1.58 降至 1.4 以下，合年节约电费 600 多万，年减少碳排放约 5000 吨，相当于年植树约 2700 棵，同时，工期节省约 40%。

案例实施过程中受到多个媒体杂志关注，先后在《建筑时报》和《中国工程咨询》杂志刊登报道；基于本项目总结输出的《既有数据中心空调系统在线节能改造技术》荣获 2023 年第七届数据中心科技成果一等奖。被中国移动通信集团公司写入《机房焕新行动指南》，同时入选 2023 年北京科协首都工程创新优秀实践案例集。



十九、昆阳磷矿设备大型化项目

（一）案例名称

昆阳磷矿设备大型化项目

（二）参与单位

云南磷化集团有限公司

（三）案例背景

国家出台了一系列政策，支持和鼓励矿山企业进行设备更新和技术改造，推动矿山行业向绿色、智能、高效方向发展。《关于加快推进矿山智能化发展的指导意见》中明确指出“加快推进矿山智能化发展，推动矿山设备大型化、智能化、绿色化更新”。《关于加快推进矿山企业技术改造的指导意见》中明确指出“鼓励矿山企业进行技术改造和设备更新。提升生产效率和环保水平”。国家《矿山安全生产“十四五”规划》中明确指出“矿山安全生产的重要性，要求矿山企业采用先进设备和技术，提升安全生产水平”。

目前国内各大露天矿山的运输设备逐渐往 100 吨级以上使用，淘汰 100 吨级以下的小型设备，矿山设备“大型化、绿色化”。昆阳磷矿主用挖装设备为 125 吨级级小松 PC1250 挖掘机、55 吨级卡特 773E 矿用卡车、35 吨级小松 HD325 矿用卡车，设备为 2007 年至 2012 年陆续购入，目前已经进入设备高损耗期，故障增加、油耗升高，导致剥离成本持续上升。

为解决此项问题，磷化集团充分调研国内各大矿山的生产模式及设备使用情况，充分研究各大矿用机械厂家设备的技术性能和实用性，充分论证国产新能源设备（主要为纯电矿卡、纯电装载机、纯电平地机）的使用可行性及使用场景，以昆阳磷矿作为试点



单位，提出《昆阳磷矿设备大型化项目》，并按计划开展实施。

（四）案例建设内容

项目分为三个阶段，一阶段更新 100 吨级矿用矿车匹配斗容相适应的挖掘机完成年 450 万 m³的剥离任务，二阶段更新 100 至 200 吨级矿用卡车匹配斗容相适应的挖掘机完成年 800 万 m³的剥离任务，三阶段与二阶段相同。

目前，项目一阶段已实施完成，昆阳磷矿更新 10 台北方股份 TR100A 矿用卡车，1 台利勃海尔 R9200E 电力液压挖掘机已投入生产。项目二、三阶段已明确更新 4 台斗容 15m³以上的挖掘机，以及 38 台 120 吨级纯电矿用卡车，相关程序正在持续推进。其他设备方面，新能源平地机已更新 1 台，2 台新能源装载机更新正在办理相关手续。



Z





图 20-1 昆阳磷矿设备大型化项目现场

（五）案例亮点与创新点

昆阳磷矿设备大型化项目更新 38 台 120 吨级纯电矿卡为目前国内新能源矿卡最大规模的新能源设备更新。磷化集团敢于推陈出新，正式投产后，将成为国内新能源矿卡成批使用的最大试点单位。

（六）应用成效与推广前景

（1）提升设备生产效率

大型设备的运输效率更高，矿石、剥离物的处理能力更强，处理成本更低。根据统计分析，投入大型设备以后，昆阳磷矿生产效率显著提高，人力资源效率从 23.63 万 tkm/人·年提升至 55.26 万 tkm/人·年。

（2）降低剥离运输成本

更新大型设备以后，设备方公里油耗 (kg/m^3) 较之前设备降低 40.7%；同时正常作业时设备台数减少 30%，驾驶员人工费用也相应减少，据昆阳磷矿分析，大型设备投产后，剥离运输成本较之前降低 21.47%。

（3）减低安全管理风险

大型设备配备更先进的安全控制系统，提高了设备运行的安



全稳定性。另一方面，新型设备的投产使日常作业时的设备数量减少，降低了采区作业设备的密集程度，有效避免因设备密集导致的各类安全事故。

（4）节能降碳

设备全面更新完成后，预计昆阳磷矿年度综合能耗（tce）将下降 70%，年度碳排放总量（CO₂）将下降 70%。

项目正式投产后，将成为国内新能源矿卡成批使用的最大试点单位，可对国内各大矿山新能源矿卡的全面更新使用起到良好的推动作用，也极大促进新能源设备厂商的良心竞争和快速发展。



二十、安徽昆宇 10Gwh 电化学储能超级工厂项目

(一) 案例名称

安徽昆宇 10Gwh 电化学储能超级工厂项目

(二) 参与单位

安徽昆宇新能源有限公司

(三) 案例背景

随着全球能源结构的转型和升级，电化学储能作为新能源领域的重要组成部分，其战略地位日益凸显。中国对新能源和储能技术给予了高度重视，出台了一系列政策以推动电化学储能行业的发展。各地政府也积极响应国家政策，发布了相关实施细则和管理指南，进一步规范了电化学储能工厂项目的建设和管理流程。

电化学储能技术以其高能量密度、高效率、快速响应和良好的可逆性等特点，在电力系统、新能源汽车、便携式电子设备等多个领域得到了广泛应用。随着全球碳中和进程加速推进，电化学储能行业迎来了前所未有的发展机遇。截至 2024 年 6 月，全国累计投运电化学储能电站已达 1100 座，总装机容量达到 35.37GW/75.05GWh，显示出行业规模的迅速扩大。

从产业链角度来看，电化学储能行业已形成了完整的上下游产业链。上游主要包括正极材料、负极材料、电解液、隔膜等原材料的供应；中游则涉及电池组、电池管理系统(BMS)、能量管理系统(EMS)、储能变流器(PCS)等核心设备的制造和储能系统的集成与安装；下游则广泛应用于发电侧、电网侧、用户侧等多个领域。



（四）案例建设内容

案例总规划用地范围约 453212.3 平方米，总建筑面积 341216 平方米，总投资为 60 亿元，主要建设内容为设置 7 条锂电池生产线，可实现年产 10GW 锂电池的生产能力，进而打造国际一流、国内领先的电化学储能超级工厂，将对安徽省储能行业发展起到示范引领作用，并促进我国储能技术进步及发展的需要。

（五）案例亮点与创新点

昆宇超级工厂构建了多维度的智能化方案，实现了产品数字化研发与设计、工艺数字化设计、智能在线检测、产品远程运维、在线运行监测、设备故障诊断与预测等智能场景应用。

（六）应用成效与推广前景

案例建设完成后，预计关键设备数控化率达 100%，关键设备联网率达 100%。借助智能制造平台带来的优势，生产效率提升 33%，资源综合利用率提升 12%，研发周期缩短 15%，运营成本下降 16%，产品不良品率下降 0.5%等。超级智能工厂建设完成后，设备综合利用率提升 15%，库存周转率提升 54%。

案例应用设备以智能化、数字化为基础，以数据资源池建设为核心，搭建企业互联互通的网络架构与信息模型，采集人机交互设备、智能机器人、智能在线检测设备、智能产线控制系统等数控化设备的相关数据，集成企业数字化平台及全控制系统 MES，形成以数字化交互、智能运营体系和数字基础设施为核心的数字生产力超级工厂，实现从原材料进料、输送、生产、控制、检验等环节全过程智能化、数字化控制，塑造储能电池数字化管控新模式。该模式的应用可进行示范推广，助力其他企业数字化、智能化转型。

