GSMA

运营商实践
AI赋能垂直行业标杆案例集
2026



产业升级与智能制造 | 公共服务与社会治理 | 医疗健康与智慧教育 | 客户服务与运营创新 | 他山之石海外案例

Copyright © 2026 GSMA

免责声明

本报告仅供一般信息参考之用，可能包含来源于第三方或由人工智能生成的内容。GSMA 不对本报告内容的准确性、完整性或可靠性作出任何明示或默示的陈述或保证，且本报告中的任何内容均不构成 GSMA 的建议、推荐或背书。在适用法律允许的最大范围内，GSMA 及其关联方对因依赖或使用本报告而导致的或与之相关的任何损失或损害不承担任何责任。

反垄断声明

GSMA 致力于遵守所有适用的竞争法和反垄断法。本报告中的任何内容均无意促成或鼓励市场参与者之间达成任何协议、进行协调或交换竞争敏感信息，亦无意以其他方式限制独立商业决策或竞争。各组织仍应自行负责确保其遵守适用的竞争法和反垄断法。

如需了解更多信息，请参阅 GSMA 反垄断政策 https://www.gsma.com/about-us/legal/antitrust-policy/

序 言



斯寒
GSMA 大中华区总裁

自 2024 年首次发布《运营商实践：AI 赋能垂直行业标杆案例集》以来，我们持续关注运营商与产业伙伴如何将 AI 能力转化为真实的业务价值。今年，我们迎来这一系列的第三次发布，也从新一年的实践中，看到了 AI 融入产业的更多进展。人工智能与产业融合的价值，最终要在真实的业务场景中得到检验。随着技术能力不断演进，企业关注的问题也在进一步深化：如何让 AI 理解专业需求、融入现有流程，与人、设备和系统有效协同，并持续创造可衡量的价值？通过持续分享这些实践，我们希望既呈现产业应用的新变化，也让其中值得借鉴的实施经验得到更广泛的交流与应用。

从今年收录的案例中，我们看到，AI 参与产业业务的方式正在进一步深化：不仅辅助信息获取和内容生成，也开始更多地参与专业任务执行与业务流程协同。智能体在多个场景中的应用，是这一变化的具体体现。AI 能够结合行业知识，调用工具、衔接系统，从审计作业、政务工单到客户服务，进一步参与任务处理与流程协同。其意义不仅在于“能够回答”，更在于能够在明确的权限与人机分工下，协助完成实际工作。这些探索也提醒我们，技术能力只有与清晰的业务目标、可靠的数据和适当的人机分工相结合，才能真正转化为持续的生产力。

今年案例集体现的产业 AI 另一个重要进展，是与设备、网络和现场作业更加紧密地结合。从航空维修到供热调控，从医疗服务到城市运行，AI 的应用正在延伸至对实时性、可靠性和安全性有着更高要求的环境。在这些场景中，模型并不是独立发挥作用的。连接、算力、数据、平台与行业知识，需要形成协同，才能让 AI 能力融入实际运营。这也体现了移动产业生态的独特价值：运营商不仅提供连接，还能够联合技术伙伴与行业客户，将分散的能力整合为面向具体需求的解决方案。

随着应用不断深入，衡量创新的标准也需要从“一个项目是否有效”，进一步走向“成功经验能否复用，价值能否持续”。规模化并不只是增加部署数量，更在于让后续应用更容易落地、成本更加可控，并在持续运营中保持可靠。本年度的一些实践，已经开始将专业经验沉淀为可复用的知识、工具和业务流程，让一次项目中的积累，成为后续应用可以调用的能力，而不是每进入一个新场景都从头开发。但从单点突破走向规模应用，仍然需要解决系统集成、数据治理、结果可靠、过程可追溯和持续运营等问题。真正值得推广的，不只是某项技术或某个产品，更包括其背后的实施方法、合作机制与运营经验。

在呈现产业应用新进展的同时，本年度案例集也首次纳入国际案例，将实践分享的视野从中国拓展至更多市场，为我们观察不同产业环境下的创新路径提供了更广阔的参照。各地的产业基础、语言环境和客户需求有所不同，但如何让 AI 解决真实问题、如何建立有效的伙伴关系，是共同面对的课题。其中，斯里兰卡的实践展示了企业如何借助 GSMA Foundry 及与技术伙伴合作的加速计划，获得技术资源和专业支持，开展 AI 技术验证；新加坡的互联医疗探索则体现了跨行业协作在对接业务需求、验证用例和探讨规模推广路径方面的作用。这些实践也体现了 GSMA 作为全球协作平台的价值：不仅促进经验分享，也为企业连接技术资源、验证应用和开展跨行业合作创造条件。我们期待中国与其他市场的实践在相互参照中拓展思路，帮助企业识别共同需求，发现新的合作机会。

我们衷心感谢为本年度案例集贡献经验与洞察的运营商、行业客户及各方伙伴。希望这些案例不仅帮助读者看见 AI 赋能产业的可能，更能为应用落地、伙伴合作与持续运营提供切实参考。GSMA 愿继续发挥全球生态连接作用，促进中国与其他市场的国际交流，支持更多经过实践检验的创新在不同产业和市场中创造可持续的价值。

目录

产业升级与智能制造

航空维修大模型及智能装备系统创新实践 …… 01

AI+ 赋能汽车设计助力车企数智转型升级 …… 05

联通元景助力供热系统：吉林嘉润热力热网全链路智能调控 …… 08

公共服务与社会治理

中国电信“AI+ 火情预警”防患未“燃” …… 12

一触敦煌 -NFC 唤醒式智慧伴游智能体 …… 16

元景大模型赋能城管通智能体 …… 20

医疗健康与智慧教育

AI 智能巡考项目：以科技力量守护考试公平 …… 24

医学综合智能体（MedAgent）辅助诊疗应用探索 …… 28

中国电信全国中小学 AI 家校协同共育 …… 32

客户服务与运营创新

“移动智审”赋能审计数智化转型 …… 36

行业数字员工平台推动 AI 规模化落地 …… 41

AI 智能体赋能客服运营升级 …… 46

他山之石海外案例

人工智能应用：中东运营商如何拓展人工智能的角色 …… 50

Zain KSA 通过 5G 与人工智能为旅游业赋能 …… 53

SLTMobitel 借助 GSMA 赋能的 AI 虚拟城市助手，重塑城市旅游业 …… 56

Telkomsel 与 Pegatron：巴淡岛 5G+ 人工智能智能制造灯塔工厂 …… 60

基于人工智能的互联医疗规模化：CHACCA 与 NUHS 案例研究 …… 63

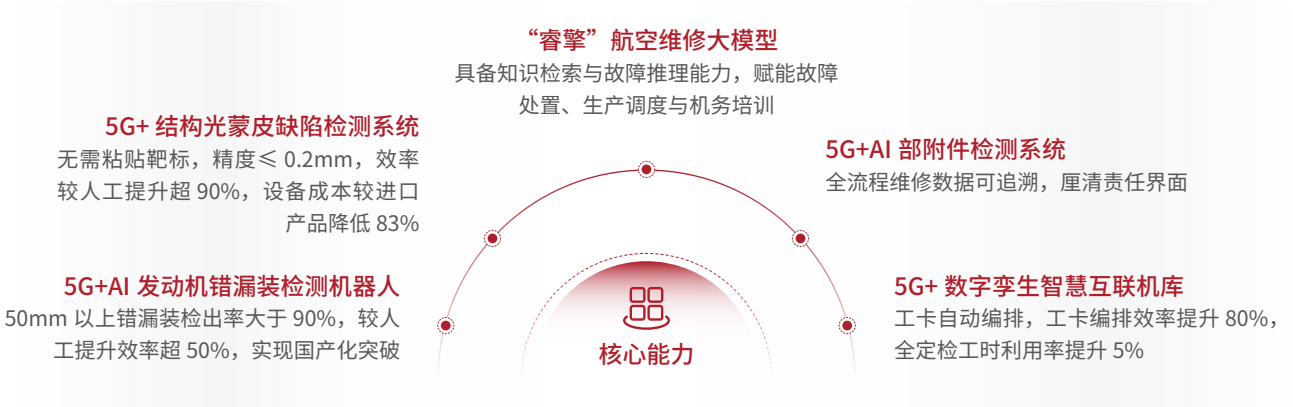
航空维修大模型及智能装备系统创新实践



中国移动 China Mobile　　中國東方航空 CHINA EASTERN

> 中国民航机队持续增长，机务维修面临从“经验驱动”向“数智驱动”转型的关键窗口。中国移动联合中国东航，依托央企创新联合体机制，打造以“睿擎”航空维修大模型为智能底座、以系列化智能检测装备与智慧维修应用系统为落地载体的一体化解决方案，覆盖蒙皮检测、发动机维修、部附件维修及机库管理等场景，在维修效率提升与装备国产化替代等方面取得显著成效，为民航维修智能化转型提供了可复制、可推广的实践路径。
>
> **蒋文隆**　中移物联网有限公司总经理

民航机务维修是保障航空安全与运行效率的核心环节。2025 年以来，民航局、交通运输部相继发布政策文件，围绕飞行安全与机务维修等重点场景，鼓励开发民航垂域大模型，加快推进数智化转型。在此背景下，中国移动联合中国东航，依托央企创新联合体机制，由中国东航出场景、专家与数据，中国移动出 5G 专网、算力与 AI 大模型能力，打造智慧机务维修国产化解决方案。



目前方案已在东航、海航等 5 家国内外单位落地，通过“大模型智能决策 + 智能装备精准作业”模式，为民航维修提供可复制、可推广的智能化转型路径。

行业挑战

民航机务维修直接关系航空安全和航班运行效率。随着中国民航机队持续扩大——国内 66 家航司、260 余座机场、4200 余架商业客机；全球 725 家航司、4 万余架客机——维修保障压力与日俱增。传统机务维修主要面临三大核心挑战：

知识沉淀分散，故障排查效率低

民航维修涉及海量技术手册、工卡与图纸，知识分散存储于不同系统和纸质文档中。航线故障处置高度依赖工程师个人经验，面对突发故障时，技术人员需在海量文档中人工检索排故方案，耗时长、效率低。一线人员反馈，“时间紧、要求高、资料散”是飞机维修的常态痛点。在航班准点率压力下，任何排故延误都可能造成航班取消和经济损失。

作业过程以人工为主，智能化水平不足

传统机务维修属于劳动密集型行业。飞机蒙皮损伤检测依靠游标卡尺人工测量，单点检测耗时约 10 分钟，一架宽体客机人工检测需 2-3 天；发动机 QEC（Quick Engine Change，发动机快速拆换件）复检依靠人眼逐一排查几百个检测点位，工作强度大，长时间作业易因疲劳导致漏检，一旦漏检可能造成数千万发动机损伤甚至安全风险；部附件维修完全依赖人工检测，缺乏数字化追溯记录。核心检测装备长期依赖进口，成本高昂且服务时效差。

生产调度依赖手工排产，资源协同效率低

机库定检涉及大量拆装、探伤、测试工作，人员、航材、工具、工位调度极为复杂。传统模式下工卡时序依靠人工排布，信息通过线下口头或电话传递，效率低且易出错，导致机库利用率受限、维修周期拉长。

据预测，2030 年国内航空智能维修市场规模将达 500 亿元，行业智能化升级需求迫切。

解决方案和价值

01 项目整体架构 / 技术方案

本项目基于“端 - 边 - 云”协同架构，构建“智能平台 + 智能装备”双轮驱动的民航智能化维修体系。端侧部署扫描机器人、AR 眼镜、无源物联网标签等自研智能装备，实现多源数据自动采集；边侧依托 5G 专网与边缘计算，保障数据实时传输；云侧以航空维修大模型为底座，结合数字孪生、RAG（检索增强生成）及数据治理等平台能力，打造智慧维修控制平台，覆盖航线、发动机、部附件及定检四大维修场景，延伸出航材智能管控、故障智能诊断等智能应用，形成从数据采集到智能决策的全链条闭环。



图 1 技术方案架构图

02 应用场景

航线维修——飞机蒙皮损伤 AI 检测

传统靠游标卡尺人工测量，工作强度大、效率低。本项目采用“结构光扫描 +5G 传输 +AI 识别”一体化方案，无需粘贴靶标，直接点云扫描分析，一键式采集并自动生成测量报告，大幅缩短检测时间，降低停场成本。



图 2 5G+ 结构光蒙皮缺陷检测系统



图 3 5G+AI 发动机错漏装检测机器人

发动机维修——QEC 错漏装智能检测

QEC 复检需确认大量零部件及检测点位装配正确，传统靠人眼逐一排查，易因疲劳漏检。本项目基于 5G+AI 高精度检测机器人，通过 SLAM 空间定位实现毫米级精度，自动绕机扫描、智能比对，有效降低误检漏检风险，提升复检效率与安全水平。

部附件维修——AI 质检系统

针对“人工检测、无追溯记录”痛点，构建“AI 训练平台 + 质检系统 + 检测台硬件 + 专用算法”体系，智能检测台配备多角度工业相机完整采集图像，系统按工单动态调用检测逻辑，实现全流程数据可追溯、责任界面清晰。



图 4 5G+AI 部附件检测系统



图 5 5G+ 数字孪生智慧互联机库

机库定检——数字孪生智慧互联机库

传统机库定检工卡时序靠人工排布、信息线下传递，效率低易出错。本项目基于 5G+ 数字孪生技术，整合人员、飞机、航材、工具、工单等生产要素，实现机库状态实时可视、工卡自动编排、资源智能调度。

03 关键创新

业界首个航空维修垂域大模型

“睿擎”通过增量预训练、监督微调与偏好强化学习完成构建，实现从“人工翻阅手册”到“智能问答推理”的范式变革。

大小模型协同

大模型负责推理决策，小模型负责感知执行，兼顾专业性与泛化能力。

核心装备国产化突破

蒙皮检测与 QEC 检测系统均软硬件自主研发，采用自研 5G 模组及算法，设备成本较进口大幅降低。

5G+ 数字孪生一体化管理

实现机库全要素数字化映射与实时可视化管控。

04 商业模式

采取“平台 + 装备 + 服务”一体化交付模式，为客户部署智慧维修控制平台及“睿擎”大模型，同时交付系列化智能检测装备。收费采用“一次性建设 + 持续性服务”组合模式。中国移动作为总集成商，负责 5G 专网、算力、大模型研发与平台开发；中国东航作为场景与数据提供方负责业务验证；生态伙伴负责特定装备联合研发，各方通过“联合创新 + 生态协同 + 成果转化”实现价值共创。

05 核心价值

量化成果

成果分类	指标	成效
蒙皮检测系统	检测精度	⩽ 0.2mm
	单点检测时间	＜15 秒（传统约 10 分钟）
	检测效率	较人工 ↑ 90%+
	设备成本	较进口产品 ↓ 83%
QEC 检测机器人	错漏装检出率	50mm 以上＞90%
	检测效率	较人工 ↑ 50%+
智慧互联机库	工卡时序编排效率	↑ 80%
	全定检工时利用率	↑ 5%

定性影响

通过 AI 辅助检测大幅降低人为漏检风险，提升航空安全；突破核心装备国产化瓶颈，降低对进口依赖；完成 C919 适配，支撑国产大飞机商业化运营；为全球民航维修智能化转型提供可复制中国方案。

经验总结与后续计划

经验启示

场景驱动、联合创新是成功关键
依托央企创新联合体机制，中国东航出场景、专家与数据，中国移动出 5G 专网、算力与 AI 大模型能力，确保技术对准业务需求。

“大模型 + 小模型”协同是技术落地的有效路径
大模型负责推理决策，小模型负责精准感知，兼顾专业性与工程成本。

软硬一体化是行业数字化的重要方向
单纯提供软件难以解决实际问题，必须配套智能检测硬件与应用系统才能形成闭环。

数据闭环是持续进化的核心引擎
“采集 - 传输 - 分析 - 执行 - 回传”机制确保数据持续反哺模型，形成正循环。

后续规划

- **推动行业标准建设。**联合民航局、航司、高校等制定航空智能维修相关标准，助力行业高质量发展。
- **扩大规模化推广。**复制到更多国内航司、机场及 MRO 企业，拓展海外市场。
- **持续迭代大模型。**扩充行业数据集，优化推理能力，探索 AI Agent 在计划决策、资源调度等场景的深层次应用。
- **延伸维修应用场景。**从检测向预测性维护延伸，构建覆盖维修全生命周期的智能化体系。

AI+ 赋能汽车设计
助力车企数智转型升级



中国移动 China Mobile

> 当前汽车行业竞争日趋白热化，传统新车研发方式已无法满足市场迭代要求。依托中试基地平台载体推动 AI 赋能汽车研发设计全流程，是打通技术落地、加速成果转化的重要抓手。以基地为试验阵地用好 AI 技术革新研发模式，缩短迭代周期、破解设计瓶颈，沉淀核心技术经验，筑牢自主创新底座，赋能新能源汽车产业高质量发展。
>
> 黄刚　中移（上海）信息通信科技有限公司董事长、总经理

当前我国汽车产业为国内第一大工业行业，2025 年产量达 3453.1 万辆，行业总营收超 11 万亿元，产业体量庞大。

目前汽车行业存在研发周期长、数据分散难以沉淀、AI 人才缺乏、AI 能力建设成本高等发展痛点。中国移动获批承建全国汽车领域人工智能应用中试基地，以汽车研发全流程智能化升级打造国家级融合标杆，赋能新质生产力。

基地采用“共性底座 + 四大领域赋能”架构，搭建五级协同体系，覆盖造型、工程、仿真、工艺四大研发场景。技术上依托百度昆仑国产化算力搭建公有云 + 专属云双底座，建成算力、数据、算法三中心，融合国产基础大模型，自研汽车垂类模型矩阵，配套四大 AI 专业平台，实现研发全流程智能优化。项目分调研、开发验证、持续运营三阶段推进，共建 PB 级行业数据集，组建产业联合体完善产业生态。

基地已落地多家车企标杆项目，打造多款行业智能体，实现研发、工艺、造型环节大幅提效，降本成效显著；同时入选工业及信息化部先行先试名单、央企人工智能战略性高价值场景，牵头行业联合体推进相关标准建设。

项目依托国产化底座形成数据、模型、应用迭代闭环，构建政产学研用协同体系。作为国内汽车 AI 中试载体，基地立足北京辐射全国，输出自主可控、可复制的汽车产业数智化转型方案，支撑行业全生命周期智能化升级。

行业挑战

研发周期长，市场竞争加剧

行业正面临激烈的市场竞争，消费者需求快速更迭。现阶段车企研发 - 设计链条繁琐，整车开发周期较长，新车落地速度受限。过长的研发进度跟不上竞品迭代节奏，易错过市场窗口期，产品适配性滞后，成为车企抢占市场、应对行业竞争的一大难题。

经验依赖严重、数据分散成孤岛状

数据孤岛问题严重，各部门数据难以互通共享；设计经验多依靠人员沉淀，缺少标准化传承渠道。信息割裂容易造成重复试验、方案反复修改，经验流失拖慢开发效率，阻碍设计协同迭代，制约整体研发工作高效推进。

AI 能力建设成本高，缺少复合型人才

整车研发与 AI 能力的复合型人才紧缺，人才引进困难、团队组建滞后，拖慢智能设计项目落地。同时算法搭建、仿真开发投入高昂，硬件、数据运维和模型调试长期耗损资金，高额成本加大企业压力，阻碍研发环节数字化智能化转型。

解决方案和价值

01 项目整体架构 / 技术方案

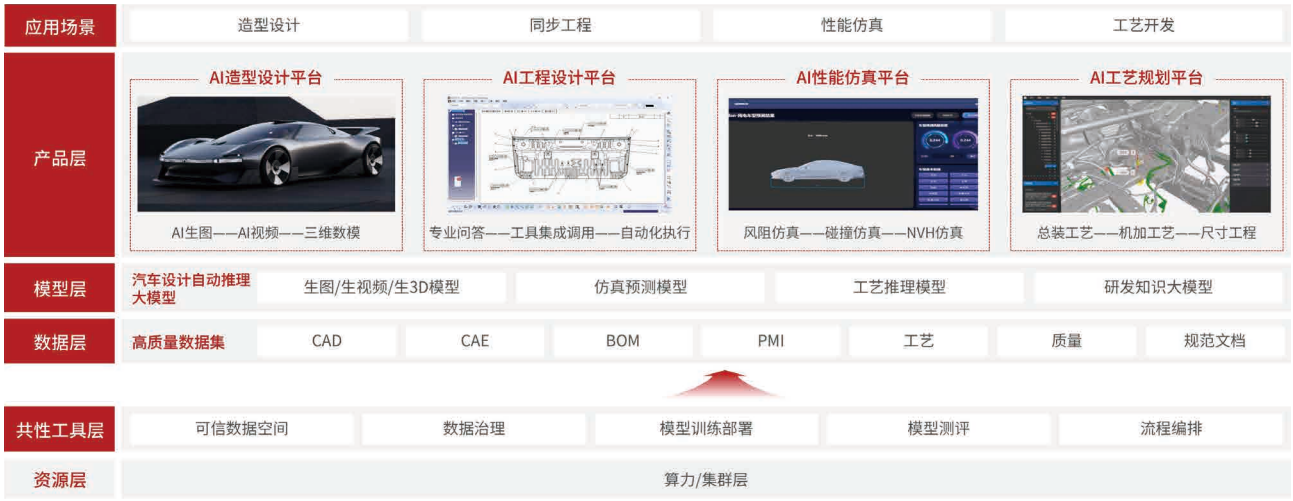


图 1 方案架构图

本方案搭建资源、数据、模型、工具、产品五级协同能力体系，整体采用“共性底座支撑 + 四大领域赋能”核心架构，依托中国移动自主可控国产化云网算力底座，聚焦汽车造型设计、工程开发、性能仿真、工艺规划四大核心研发场景，打造覆盖汽车研发全流程的智能化解决方案。

底层资源层：充分复用移动现有云网与安全防护体系，部署百度昆仑合计 120P 国产化算力，按算力、数据、算法“三中心”模式集中统筹管控核心基础设施

数据层：联合多家车企共建沉淀超 1PB 高质量汽车研发数据集，积累海量车型、图纸与工艺标准资源

模型层：自研汽车设计自动推理、研发知识垂类大模型，同时融合九天等基础大模型强化底层支撑

共性工具层：搭建可信数据空间、数据治理、模型训练部署等通用支撑能力

产品层：落地四大专业 AI 平台，完整覆盖造型文生 3D、自动化工程设计、AI 仿真预测、智能工艺规划等全业务环节，形成自上而下完整闭环技术体系

02 应用场景

AI 造型设计

面向整车厂、改装厂、专业汽车设计公司的设计部门，覆盖汽车创意探索、草图绘制、着色渲染、图生 3D、视频生成全流程，助力车企缩短设计迭代周期，沉淀品牌设计资产，实现汽车造型高效设计。

AI 工程设计

面向整车厂、Tier1 供应商等，依托汽车垂域大模型，开展研发专业问答、图纸公差自动标注、冲压断面自动分析，打通多系统，推动工程设计流程自动化，沉淀复用工程经验。

AI 性能仿真

面向车企造型设计部门，覆盖空气动力学、碰撞安全等仿真场景，将仿真计算压缩至秒级，实现快速仿真迭代，降低人力算力消耗，输出高精度仿真预测结果。

AI 工艺规划

面向整车厂试制部门及零部件供应商工艺部门，集成 BOM、3D 数模，覆盖总装、机加工、尺寸工程，智能生成工艺文件，缩短规划周期，大幅降低工艺插图人力投入。

03 关键创新

该项目从技术、模式、管理、机制四方面开展创新，构建汽车研发自主可控技术底座。

技术创新

以行业特色模型与国产化 AI 双轮驱动，依托 LoRA 微调、海量语料训练打造造型、工艺模型，覆盖汽车多业务场景；基于国产算力芯片与国产基础大模型实现全栈国产化。

模式创新

构建“共性底座 + 四大专业领域赋能”中试模式，打造“数据—模型—应用”发展飞轮。

管理创新

建立三阶段推进机制，从研发场景切入，逐步实现全产业链赋能。

机制创新

联合行业机构组建联合体，推动行业标准研究与协同制定，搭建政产学研用协同闭环，打造汽车行业 AI 赋能标杆范式。

04 商业模式

围绕四类 AI 产品，基地构建“标准产品共营 + 生态方案总集”双路径运营模式：一方面与合作伙伴共同运营联合研发标准产品，获取产品收入分成；另一方面整合行业生态能力，面向车企提供端到端解决方案，推动基地成果从项目交付走向规模化运营。

05 核心价值

加速产品研发迭代升级	降低 AI 能力建设成本	提升产品研发质量
打通各环节的数据壁垒，依靠智能仿真完成多次方案试算。缩短车型开发周期，减少重复试验，加快方案迭代速度。同时沉淀设计经验，优化研发流程，降低试错成本，帮助车企快速响应市场变化，强化新产品的市场竞争能力。新车研发周期从 38-48 个月降至 18-24 个月。	通过统一搭建公共算力、数据标注平台与标准化测试环境，供多家车企共享使用。集中式基础设施能够分摊硬件运维、平台搭建的高额成本，省去客户单独建设整套设施的开销。有效降低车企智能化研发投入门槛，减轻资金压力，助力研发设计工作高效开展。	打破传统模式对于资深人员人工经验的过度依赖。依靠 AI 仿真、智能算法完成方案推演与风险排查，规避人为判断带来的疏漏，标准化各项设计流程。稳定优化设计方案，降低试错缺陷，有效提升整车研发精度，夯实整体产品品质。

经验总结与后续计划

经验启示

联合多家头部车企打造标杆应用，大幅压缩研发周期、提升作业效率与风险识别精度。基地联合江淮汽车打造的江淮 DFMEA 研发设计智能体项目，结合多模态大模型、知识图谱、多智能体协同技术，构建覆盖从需求分析到风险改进闭环全流程的整车级 DFMEA 智能体系统，缩短研发周期，降低试制车研发成本。

后续规划

下一步，基地将继续聚焦高质量数据集、垂类模型、AI 共性能力平台，打造面向汽车智能制造重点场景的先导应用，同时，基地开展市场化常态运营，加速人工智能技术在汽车领域的商业化与规模化应用。

参考文献

[1]. 乘联会 .2025 年全国汽车产销数据 [EB/OL].2026 01 28
[2]. 国家统计局 .2025 年规模以上工业企业主要财务指标 [EB/OL].2026 01 27



联通元景助力供热系统：吉林嘉润热力热网全链路智能调控

北方集中供热覆盖超 5 亿人口，供热面积 140 亿㎡，既是民生刚需，也是高耗能领域。管网老化、水力失衡、经验调度、数据孤岛问题凸显，传统经验供热难适配双碳目标与精细化运营需求。中国联通依托元景工业时序分析平台打造 AI + 智慧供热方案，凭热源预测、水力优化等实现 「源 - 网 - 站 - 户」 协同调控，兼顾节能降本与服务提质。吉林嘉润热力落地实践，验证从自动化到 AI 统一调度的演进路径。

丁鼎　联通数据智能有限公司副总经理

联通数据智能有限公司面向供热行业推出「供热 AI 数据平台」，并以吉林嘉润热力集团有限公司为典型应用对象。嘉润热力位于吉林长春，现有员工约 173 人，截至 2025–2026 采暖季采暖面积达 1000 万㎡以上，长期重视信息化投入。

2012 年 企业自 2012 年起持续推进热网自动化：先完成换热站分布式电动调节阀与二次网分布式循环水泵的一次网平衡调节（已改造 137 座换热站）

2017 年 实现二次网供水温度自适应调控（升级 140 多座换热站）

2018 年 部署用户终端，具备室温监测与调节能力（近 7 万户改造）

2025 年 在此基础上，2025 年委托中国联通研发「供热 AI 数据平台」，推进二次网单元阀门升级（已改造 49 栋、132 个单元）



图 1 供热 AI 数据平台页面截图

2026 年 进一步实现基于 AI 的热源预测、一次网平衡、换热站温度与流量、二次网单元及用户终端的协同统一调度，并通过可视化大屏完成全流程实时展示

方案以「源 - 网 - 站 - 户」全链路协同为目标，打通感知、算法与业务闭环，重点解决供需错配、管网失衡、故障响应滞后与运营数据碎片化等问题，推动供热从人工经验调控迈向智能、可量化的精细化运营。

行业挑战

宏观与设施层面

我国北方集中供暖覆盖超 5 亿人口，供热总面积突破 140 亿㎡，民生属性强；同时对化石能源依赖高，在「双碳」背景下面临绿色转型与节能减排压力。全国超半数城市一二次管网服役超 15 年，腐蚀泄漏频发；水力失衡导致「近端过热、远端不热」常态化，管网散热损耗大、循环泵无效能耗高。行业数字化两极分化明显：头部企业仅约 35%–40% 完成基础智能化改造，超半数中小企业仍依赖人工抄表与纸质台账，数据孤岛普遍，缺乏统一的 AI 智能调控底座，难以全网协同与精细化运营。

运营与转型痛点

管网水力失衡、能耗浪费严重
一二次网老旧、楼栋冷热不均，传统人工粗放调节缺乏精准动态平衡，综合能耗远超先进标准

供需错配、调度全凭经验
无法结合天气、室温、时段精准预判热负荷，热源易盲目满产；换热站与单元缺乏智能联动，难以按实时室温闭环调温，过量供热造成浪费

数字化程度低、数据孤岛突出
热源、换热站、楼栋热表、室温设备标准不统一、互不连通；缺少全域感知与 AI 自动调控体系，人工值守成本高

低碳转型与用户管控难
化石热源碳排放高，用户缺乏分户精准调控手段，室温难自主调节，服务体验与供需矛盾并存

企业经营承压
燃煤等成本上涨、定价机制固化，老旧管网改造与运维投入高，热费收缴难，多数热力企业常年亏损

运营分析低效
站点运行、能耗、工单等依赖人工翻表统计，缺乏自然语言交互与自动报表能力，决策效率低

嘉润热力落地前的具体诉求（案例侧）

热源侧 既有负荷预测手段在寒流、气温骤变等复杂工况下仍依赖线性公式与经验，缺乏前瞻预判，易出现升温过量、降温不足。

管网侧 一次 / 二次网水力失衡，调节偏人工、响应滞后；异常检测多靠固定阈值，对隐蔽、渐进式故障识别不足。

数据侧 收费、客服、稽查与生产控制系统相互独立，数据碎片化，管理层难以及时掌握整体运营状况。

行业亟需覆盖「源 - 网 - 站 - 户」的 AI 供热方案，打通数据壁垒，同步实现节能降碳、降本增效与舒适度提升。

解决方案和价值

01 项目整体架构 / 技术方案

方案采用分层架构：

交互层	Web 工作台、AI 数据大屏，以及智能调控中心、告警中心、报表中心、系统管理、对话式 AI 助手等业务入口。
热力知识沉淀层	气象 - 负荷耦合规律、供暖季特征工程库、历史调控场景库、二网水力平衡规则、寒潮补偿策略、换热站异常特征模板、供热术语库、报表模板规则等。
平台能力底座 元景工业时序分析平台	行业预训练模型（热源负荷、换热站、水力平衡等）、通用时序模型（如 ARIMA（自回归积分移动平均模型，AutoRegressive Integrated Moving Average）、Prophet（先知模型）、LSTM（长短期记忆网络，Long Short-Term Memory）、GRU（门控循环单元，Gated Recurrent Unit）等等）、专用算子（异常检测、寻优、负荷预测），支撑建模调优、数据管理、数据分析与沙箱仿真。
数据感知 / 设备感知层	温度传感器、压力变送器、流量计、热量表、室温采集器、变频器、SCADA 网关等；对接热网 SCADA、互联网气象服务；采集热源供热量与能耗、一二次管网压力流量、换热站供回水温度与循环泵频率、小区楼宇室温、气象（温度、风力、寒潮预警）等；协议覆盖 Modbus RTU/TCP、MQTT、NB-IoT 等。



图 2 供热 AI 数据平台系统架构

部署配置

仅传统智慧供热业务（监控、能耗分析、水力平衡等）：单台「系统服务器」即可（如 Ubuntu 22.04+、国产 ARM CPU、128GB 内存、推理卡等）。
启用对话式运营助手、智能故障诊断大模型、个性化负荷预测等高阶 AI：需在系统服务器外另部署「大模型服务器」。

02 应用场景

围绕五大智能业务模块落地：

场景	做法要点	对应痛点
热源热量预测	融合天气、开栓面积、供热指标、历史数据构建预测模型，结果作为热源采购量化依据	人工预估偏差大 供需失衡
智能频率 / 温度调节	7×24 监控关键点温度，异常萌芽即捕捉并主动调控，按目标温度计算调控量	轮班值守 经验调控滞后
换热站异常监测	时序智能分析自动盯盘，区分故障类型（如偷水与系统性漏水），隐患提前预警	故障响应慢 被动维修
一次网水力优化	综合站 / 热源位置与温度要求全局建模，求解最优热量分配	近端过热 远端不足
对话式运营助手	供热业务知识库 + 自然语言查询 + 自动报表	翻表统计 决策效率低

嘉润热力侧
形成演进闭环

单元级精准热量平衡

↓

AI 热源预测与一次网
换热站
二次网
用户终端统一调度

↓

大屏全流程可视

03 关键创新

全栈自研热量预测算法

多模型预测 + 人工阈值 + 换热站负荷加权融合；按初寒 / 严寒 / 末寒分阶段训练；偏差超阈值自动修正并触发再训练；自适应校准控制全网预测偏差；每日自动输出未来 1–3 天供热量（GJ）预测与调度建议。项目评估显示：训练集前两季（342 天）、预测集后一季（172 天），MAE 906.88、RMSE 1137.88、R^2 0.95、MAPE 7.01%；并对比人工预估偏差约 ±20%–30% 与模型约 ±3%–5%。

模型一键纳管与自主更新

系统内模型可查看效果与运行情况，可随环境自更新，降低设备老化导致的模型失效风险；支持自然语言操作后台。

软硬一体化

结合现场灵活调整软硬一体方案。

从「局部修补」到「全局优化」：一次网以数学建模统一求解分配，替代近端过热后再补热的反复调节。

从「被动维修」到「主动预防」：时序异常监测实现趋势预判与提前处置。

04 商业模式

本项目采用定制化交付模式，深度对接热力客户现场工况，依托客户管网、换热站设备条件与历史运行数据，针对性完成热源预测、换热站设备控制、换热站报警三类 AI 模型的定制训练、调优适配及效果验证，输出匹配客户供热业务的专属模型能力。

05 核心价值

定性

按需购热、全网水力均匀达标、故障主动预防、运营「一句话问数」、源网荷数据互通，提升供热质量与管理决策效率。

量化价值

指标	结果
负荷预测	超短期负荷预测误差 < 8%
室温调控	约 22.4 ～ 23.5℃；室温达标率 86% → 97%
电力消耗	11% ↓
热能消耗	7% ↓
客户投诉	5% ↓
故障预警	提前约 30 分钟
投资回收	设备投入约 3 年回收

减少人工值守、温度稳定达标、降低维修成本、远近站点均匀达标、减少热损耗与反复调整等。

经验总结与后续计划

经验启示

- **自动化是 AI 的地基：**嘉润从 2012–2018 年完成站、网、户侧感知与基础调控后，再叠加联通 AI 调控，路径清晰，改造可分期、可度量。
- **全链路闭环才出效果：**「源预测—一次网分配—站侧温频调节—二次网 / 户端平衡—大屏可视」缺一环易重回经验调度与数据孤岛。
- **算法要贴供暖季规律：**分寒期建模、多源融合与自适应校准，比单一公式更适配寒流等复杂工况。
- **算力按需分级：**基础智慧供热与对话助手 / 大模型能力分开部署，控制成本并保障高阶 AI 算力。
- **软硬一体、现场可调：**结合管网与设备现状灵活实施，利于规模化复制。

后续规划

现已与嘉润热力签订二期项目合约，目标为客户解决热力一次网平衡问题，同时接入大模型，以提升客户运营效率。

未来将以嘉润热力实践为基础，加快形成可复制、可推广的 AI 供热模式，助力供热行业实现节能降碳和高质量发展。

中国电信“AI+ 火情预警”，防患未“燃”

> 消防安全是安全生产与城市运行安全的底线，传统消防防控普遍存在巡查盲区大、火情发现滞后等现实难题。面对企业安全生产中的火灾风险，中国电信“火眼哨兵”利用 AI 视觉算法对监控视频进行全天候智能分析，实时识别烟雾、明火等异常特征。发现风险后，可在 30 秒内完成识别与预警，并通过 AI 语音电话、短信、人工外呼等方式快速触达相关人员，形成从发现、预警到处置的闭环。截至 2026 年 9 月，中国电信“AI+ 火情预警”系统累计接入视频监控超 54 万路，服务企业超 9 万家。
>
> 吴刚　中国电信集团政企信息服务事业群应急住建行业事业部总裁

中国电信“AI+ 火情预警”系统（品牌名称：火眼哨兵）依托电信全域算力网络、天翼视联网、自研烟火识别大模型等核心能力，面向工业厂房、危化仓库、电镀园区、纺织加工、竹木厂区、沿街商铺、电动车集中停放区等高风险场所，通过利用企业现有监控设备、加载火情 AI 分析算法，即可对视频流进行实时解析，精准捕捉明火、烟雾、高温光晕等早期火情特征，搭配 114 值守中心人工二次核验，消除强光、水雾、粉尘带来的误报干扰，构建了低成本、高精度、快响应的火情预警体系。

中国电信“AI+ 火情预警”产品率先在浙江宁波落地，截至 2026 年 9 月，已累计发现早期火灾 300 余起（确认火情），成功挽救数亿资产损失，切实守护了人员生命安全。打通了企业端、属地应急、消防救援三方数据通道，实现了标准化预警、派单、处置、归档全流程闭环，既是央企“AI+ 安全生产”政策落地的典型实践，也是运营商依托基础网络切入垂直行业赛道的标杆应用。



图 1 火眼哨兵日常监测画面



图 2 火情预警实时显示



图 3 7×24 小时人工值守

行业挑战

传统物联消防设备先天短板

主流烟感、温感传感器必须等待烟雾、热量聚集到阈值方可报警，高挑厂房、开阔仓库、通风车间内火情初期无法触发告警，火情发现普遍为分钟级甚至十几分钟时延；同时，传统消防硬件布线施工量大、改造造价高，同时老旧传感设备故障率高、日常运维繁杂，设备失效无法及时察觉。

传统视频火情算法误报率高

市面通用火情视频算法无法适配复杂工业、户外防火场景。车间强光反光、电焊火花、粉尘雾气、灯光光晕、车辆灯光、炊烟杂物等极易被算法误判为火情，造成高频无效告警；同时针对微弱烟雾、隐蔽小火源、远距离火情识别灵敏度不足，存在大量漏报情况。长期高误报率导致企业安保人员产生“告警疲劳”，对真实火情告警漠视、响应滞后。

人防巡查存在全天候监管盲区

企业安保人员仅可实现日间定点巡检，夜间、凌晨、节假日停工时段无人值守，是火灾高发高危窗口；人工巡查覆盖范围有限、巡查频次不足，隐蔽角落、堆放易燃物料区域隐患难以及时发现，人力成本逐年上涨却无法实现全域不间断防护。

预警处置链路碎片化、联动效率低

即便现场发现火情，告警信息仅内部知晓，无法第一时间同步至属地应急管理部门与消防队伍；企业、园区、政府监管平台数据相互隔离，缺少统一调度中台，火情上报、救援调度、现场处置信息不对称，极易错失火灾扑救 “黄金三分钟”。

监管部门全域管控难度高

属地应急部门面对辖区海量小微企业、零散加工点，缺少统一可视化监测手段，只能依靠事后督查、定期检查开展管控，隐患溯源、风险预判能力薄弱，难以实现全域风险动态感知与精准治理。

解决方案和价值

01 项目整体架构 / 技术方案

AI+ 火情预警”采用“云 - 边 - 端”三层协同架构，构建从前端感知到后端处置的全链路技术体系。

端侧层依托企业现有监控摄像头采集视频流，无需更换硬件设备即可接入，通过视频流媒体协议实现低延时传输，利旧复用率超 90%。边侧层部署轻量化小模型，在企业侧边缘节点完成火情数据的实时采集与初步筛查，实现毫秒级响应，将疑似火情事件快速上报云端。云端基于中国电信星辰大模型进行深度研判与精准识别，对边侧上传的疑似事件进行二次核验，有效过滤误报，同时汇聚海量监测数据进行态势分析与模型迭代优化。对于有私有化部署需求的企业，也可通过“视频终端 + 高阶网关 + 安消一体化平台”构建全链路消防安全服务模式，实现对工厂、园区、楼园等重点场所火情的精准监测。

在 AI 算法上，中国电信在星辰大模型的基础上，针对“火、烟、光”多要素耦合的复合场景，研发了一套全新的消防专属火灾识别 AI 算法，这套算法能够使单张图片的准确率达 98%、单次火情识别率接近 100%、响应时间缩短至 30 秒以内。在运营保障层面，叠加 7×24 小时城市安全运行中心专业值守服务，对 AI 推送的告警进行人工复核，经确认后通过 AI 语音电话、预警短信、人工外呼等多通道同步推送预警信息至企业安全责任人和消防站点，形成完整业务闭环。

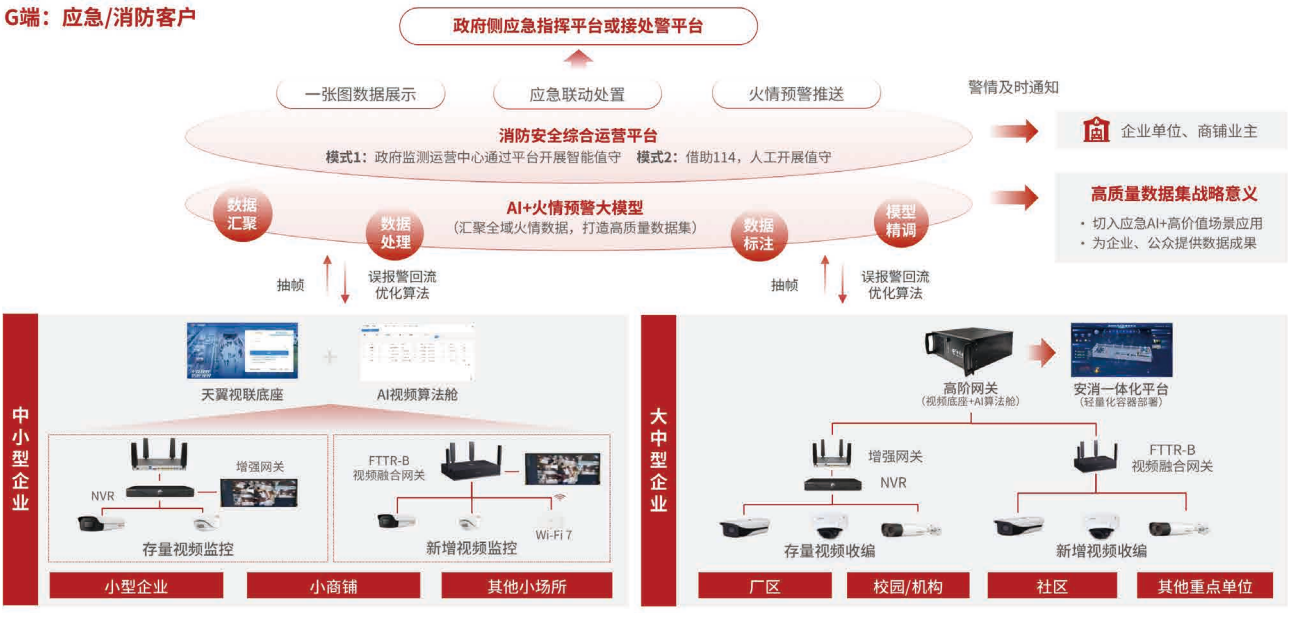


图 4 整体架构

02 应用场景

“AI+ 火情预警”可应用制造企业、学校、医院、养老院等重点防火场景。通过以“AI+ 火情预警”为切入点，后续可逐步拓展至消防安全监测、水旱灾害监测、建筑施工监测、烟花爆竹监测等各个领域。构建“智能感知、智能研判、智能预警、智能处置、闭环管控”的城市安全现代化治理能力，全面赋能住建工程安全、城市运行安全、应急防灾减灾全链条工作。

03 关键创新

自研“火、烟、光”多要素耦合的消防专属火灾识别 AI 算法

能精准区分烟雾、明火与粉尘、水汽等干扰源，即使在夜间、强光或阴雨雾天等复杂环境下，也能在 30 秒内捕捉 0.1 平方米的微小火苗或隐蔽烟雾，综合识别准确率超 98%、单次火情识别率接近 100%、响应时间缩短至 30 秒以内，目前已积累 40 万条高质量数据。在产品方面，将算力、数据、模型等能力封装成“AI+ 火情预警”服务包，提供软硬解耦、积木式选购、即开即用的便捷服务，配套云回看、代维代管等增值功能。



图 5 精准区分烟雾、明火、粉尘等

采用“小模型边缘实时初审 + 大模型云端深度核验”双算法创新架构

算力消耗降低 80% 以上，实现秒级风险感知与高精度事件判别。搭配 7×24 小时城市安全运行中心，形成智能识别 - 联动处置 - 数据回流的完整业务闭环。在多地试点中，该模式将火情识别准确率提升至 98% 以上，平均响应时间缩短至 5 分钟以内，真正实现了从报警到处警的 100% 流程贯通与责任落地。

打造“AI+ 风险监测”Token 化运营智惠服务创新模式

依托中国电信云网、算力、视联网等战新能力，发挥天翼云全国算力布局与云边协同优势，破解不同区域、不同行业的落地适配难题，实现应用快速部署、算力资源按需调度；通过积木式能力输出，精准适配各行业安全监测需求，降低推广落地成本。整合全国性专业运营团队与服务网络，逐渐将成熟场景化解决方案推广至制造业、商超、社区、交通等多领域，打破技术应用壁垒，让 AI 智惠服务惠及民生。

搭建“数据采集—治理规范—模型反哺—价值输出”的全链条驱动的体系创新

发挥中国电信专业数据治理能力，整合多场景风险监测数据，对海量风险数据进行清洗、标注、校验与分类，规范数据标准、打破数据孤岛，构建覆盖消防、园区、工地等多场景、多行业高质量数据集。该体系不仅反哺 AI 风险监测大模型迭代，提升监测精准度，也完善了风险监测领域数据资源，驱动实现“数据—模型—服务”的良性循环。加快推动了高质量数据集建设赋能各行业，助力企业降低数据治理成本、提升安全管控效能，以体系创新激活数据要素核心动能。

04 商业模式

通过企业出资、政府支持、电信实施方式，提供多种融合套餐模式，企业出资购买融合套餐，政府提供应急管理联动，电信负责实施、运维，并提供 7×24 小时人工值守服务。

以“视频接入 + 火情 AI+ 人工值守服务”打包按量订阅，按月付计费模式，可增加定制服务，精准迎合客户个性化需求，助力用户解决消防安全隐患的管理痛点。



图 6 商业模式

2026 年 9 月 11 日，第十六届智慧城市与智能经济博览会期间，以“AI 启万象 国云惠千行”为主题的天翼云中国行·久安大模型 X 智云宁波发布活动在浙江宁波成功举办。应急管理部“久安大模型验证中心”正式揭牌，依托该验证中心，中国电信将与久安大模型继续深度合作，基于“AI+ 火情预警”的成功经验，共同孵化新的应用场景和商业模式。



图 7 “久安大模型验证中心”正式揭牌

05 核心价值

中国电信“AI+ 火情预警”已服务于全国 10 余省份，接入监控视频超 54 万路，服务企业超 9 万家，累计成功预警真实火情 300 余起，火情识别准确率超 98%，误报率降低超 70%，平均响应时间从传统模式的小时级缩短至 5 分钟以内。前端硬件投入节省超 70%，系统年运营成本较传统模式降幅超 60%。日均 Token 调用量突破 3 亿，预计全年可带来收入增量超 3 亿元。

98%+	↓70%+	70%+	↓60%+
火情识别准确率	火情识别误报率	前端硬件投入节省	系统年运营成本较传统模式

中国电信“AI+ 火情预警”为企业构筑“AI 预警 - 人工复核 - 现场处置”三道消防安全防线，落实企业安全生产主体责任，规避火灾事故带来的停产、处罚、人员安全风险。同时帮助政府实现辖区火情全域可视化动态监管，从事后救火转向事前风险防控，提升应急治理数字化能力，契合平安城市、韧性城市建设要求。

经验总结与后续计划

经验启示

- 技术必须贴近实战，“火、烟、光”多要素耦合算法的诞生源于对一线消防需求的深度理解，而非实验室推演；
- 运营比交付更重要，“小模型初审 + 大模型核验 + 人工值守”服务模式，真正解决了 AI 落地“最后一公里”的误报难题；
- 利旧复用是规模化的前提，依托企业现有监控设备低成本接入，才能让 AI 安全服务突破成本壁垒走向普惠。

后续规划

算法及模型迭代升级	拓展应用场景	深化数据驱动	探索生态共建
基于 40 万条高质量数据的安全生产视觉数据集，对 AI 算法不断优化	从火情预警延伸至电动车充停安全监管、违规动火、消防通道堵塞、危化品泄漏、烟花爆竹监管等更多风险监测场景，并向建筑施工、校园安全、养老社区等民生领域拓展	持续积累高质量数据集，推动模型精度与泛化能力再提升	联合应急管理部门、消防机构、保险企业等构建 " 预警—处置—理赔 " 一体化安全服务生态，以 AI 普惠守护千行百业安全底线

参考文献

[1]. 国务院《“十四五” 国家应急体系规划》
[2]. 国资委《央企 AI 创新发展行动实施方案》
[3]. 应急管理部《智慧消防建设技术导则》
[4]. 《中国电信蓝焰视卫 AI 火情预警系统技术规范》
[5]. 《浙江省智慧消防数字化建设实施方案》



一触敦煌——
NFC 唤醒式智慧伴游智能体

中国联通 China unicom　敦煌智旅　北京邮电大学

> 联通数智依托国家重点研发计划项目“数字文旅智能服务关键技术研究与应用示范”，联合敦煌智慧旅游、北京邮电大学，基于元景大模型、万悟智能体、万象数据集平台，打造“灵鹿随行·智游敦煌”智能体，变“游客主动搜索”为“服务主动触达”：以 NFC 文创为入口，游客一碰即连，享行前—行中—行后全流程，构建“线下触点引流 + 智能体服务 + 线上交易”新业态，助推敦煌文旅消费升级。
>
> **宋雨伦**　联通数据智能有限公司副总经理

在国家“人工智能 + 文化旅游”融合发展战略指引下，联通数智依托自主研发的元景多模态大模型与文旅文博行业深厚的数据、智能体开发工具及场景应用案例积累，打造敦煌 NFC 智慧伴游智能体。该项目以敦煌世界级文旅 IP 为核心场景，探索“线下触点引流 + 智能体服务中枢 + 线上交易承接”的智慧文旅新模式、新业态。

智能体精准服务两大客群

B 端景区及管理机构，通过 NFC 触点引流与智能体服务实现运营降本增效、游客分流引导与消费转化提升，提供智能体系统搭建、知识图谱构建、NFC 硬件部署一体化解决方案

C 端赴敦煌散客群体，满足其对统一、便捷、可信的智慧引导服务以及涵盖“路线规划 + 住宿推荐 + 餐饮决策 + 文化讲解”的复合场景服务的需求

其核心特色功能包括

01 **便捷式碰一碰：**告别繁琐搜索，一碰即连；化被动等待为主动触达，降低使用门槛；

02 **智能伴游：**基于联通元景大模型，提供拟人化伴游与实时问答；依托万悟智能体开发平台，打造 AI 讲解、换装打卡等功能；

03 **交易直达：**在自然对话中促成消费转化，打通“规划—推荐—购票—交易”全流程闭环；

04 **沉浸式文化体验：**打造 AI 文物合影、敦煌壁画换装、游记生成、打卡海报等玩法，提升文化沉浸感与传播力。



图 1　NFC 文创示意图

该项目通过 NFC 近场交互与智能体中枢的深度耦合，实现了多终端、多场景的能力无缝迁移，成功构建了可持续的智慧文旅新生态。凭借卓越的创新能力与落地成效，该项目荣获 2026 数字中国创新大赛数字文旅赛道优胜奖并获人民网专题报道，同时斩获 2026 甘肃省“数据要素 ×”大赛商贸流通赛道一等奖，并成功入围江汉区 AI 智能体大赛决赛，为全国文旅产业的数智化升级树立了极具推广价值的标杆。

行业挑战

当前文旅产业数智化升级的核心挑战主要集中在以下三个方面：

内容同质化与互动沉浸感不足

当前文旅内容供给存在明显的同质化倾向，传统讲解设备多为单向信息推送，缺乏互动性与个性化表达，难以满足高品质文化体验需求。同时，现有展陈多以静态“看”为主，缺乏深度的“玩”的维度，导致文化消费停留于表层打卡，难以与游客建立深层的情感连接与文化认同，无法充分释放沉浸式体验的价值。

服务个性化欠缺与交互链路冗长

现有服务体系难以基于用户画像实现精准的“千人千面”推荐，导致服务供给与游客个性化需求错配。此外，游客获取服务的链路过长，需经历手动搜索、扫码关注、查找菜单等多个繁琐步骤，使用门槛高且转化率低，缺乏无缝衔接的便捷体验。

数据协同缺失与跨域调度复杂

景区、商户与管理方之间存在严重的数据孤岛，服务难以协同，无法形成全域服务合力。同时，通用大模型对地方文化与专有知识理解深度不足，易产生文化误读；且行前规划、行中导览、行后分享等环节相互割裂，缺乏统一的智能体贯穿全流程，导致跨域联动体验感较差。

敦煌作为世界级文旅超级 IP，2025 年接待游客 2,439.3 万人次，省外游客占比 88.3%，过夜游占比 71.54%，中高端消费群体占比 57.39%。游客呈现“外地占比高、深度停留多、品质消费强”的特征，这决定了其对统一引导、复合服务和高品质智慧体验的需求天然存在且强度较高，传统服务模式已难以匹配，通过 NFC 近场触达、垂域大模型与智能体编排技术的深度融合，在确保文化准确性的前提下，能实现文旅服务从“游客主动搜索”到“服务主动触达”的革命性转变。



2025 年接待游客

2,439.3 万人次

88.3% 省外游客

71.54% 过夜游

57.39% 中高端消费群体

解决方案和价值

01 项目整体架构 / 技术方案

智慧伴游智能体的核心业务逻辑如下：以敦煌文旅 NFC 卡为线下触点，“一碰即连”→快速唤醒智慧伴游智能体→全流程一体化文旅服务。

- NFC 文创载体设计（轻量化入口，“一碰即连”秒级唤醒）
- 敦煌全域数据汇集（基于万象数据集工程平台构建专属高质量数据集）

核心技术解决方案由四大支撑体系构成

- 智能体引擎研发（元景大模型+万悟平台打造对话式服务闭环）
- 小程序生态运营（“i 游敦煌”打通规划-推荐-购票-交易全流程）

基于上述四大支撑体系，构建四层协同架构如下：

触点层（线下触达）

以 NFC 文创玩偶 / 卡片 / 挂件为轻量化入口，融合高颜值实体卡与数字入口。游客手机“一碰即连”，秒级唤醒智慧伴游智能体，实现从“游客主动搜索”到“服务主动触达”的转变。NFC 文创兼具收藏价值与社交裂变属性。

数据层（智能底座）

基于联通万象数据集工程平台，汇聚多源异构多模态文旅数据，构建敦煌专属高质量数据集。融合游客属性、信令位置、景区介绍、文物详情、地理空间等数据，构建动态异质知识图谱，支撑智能问答、文物讲解、行程规划和地图联动。

引擎层（服务中枢）

依托联通元景大模型（2,040 亿参数）和万悟智能体开发平台，打造智慧伴游智能体服务中枢。构建“边问边答、边游边推、边体验边转化”的全流程对话式服务闭环，从菜单式功能调用升级为对话式智能服务。

应用层（生态运营）

依托“i 游敦煌”小程序进行生态运营，打通规划、推荐、购票、交易全流程闭环。敦煌智旅全面负责生态运营与小程序迭代，实现“规划—推荐—购票—交易”一站式服务。



图 2 “一触敦煌”技术架构

02 应用场景

场景	解决方案	典型应用
景区导览	NFC“一碰即连”唤醒智能体，全场景语音交互 + Graph RAG 文物讲解	莫高窟、鸣沙山·月牙泉等景区智慧导览
行程规划	智能体基于游客画像与实时数据，对话式生成个性化行程	省外散客“千人千面”行程定制
文化体验	AI 文物合影、敦煌壁画换装、游记生成、打卡海报	莫高窟壁画 AI 换装、数字文创社交传播
消费交易	自然对话中促成消费转化，打通“规划—推荐—购票—交易”闭环	住宿、餐饮、门票一站式预订交易
景区管理	智能体 -GIS 地图联动，客流热力分析、异常行为识别、应急调度	敦煌全域客流监控与应急服务

03 关键创新

NFC 实体触点唤醒创新

以 NFC 文创卡、挂件、景区闸机等实体载体作为智慧服务入口，将文创产品与数字入口融合。相比传统扫码、搜索、查菜单等路径，显著降低服务获取门槛，老人小孩也能轻松使用，推动文旅服务从“游客主动搜索”升级为“服务主动触达”。

图检索增强知识引擎创新

融合多源异构数据构建动态异质知识图谱，通过 Graph RAG 实现向量检索、关键词召回、图谱多跳推理和可信答案生成。支撑智能问答、文物讲解、行程规划和地图联动，让大模型从“会回答”升级为“懂景区、可推理、可追溯”。

全场景语音交互底座创新

针对开放式景区噪声复杂、方言口音差异明显、景点专有名词易识别错误等问题，构建全场景语音服务底座。融合声学去噪、垂域热词动态注入、方言鲁棒识别和拟人化播报控制等能力，提升智能体在真实景区环境下“听得清、识别准、答得对、讲得生动”的能力。

智能体 - GIS 地图实时联动创新

融合 GIS 空间数据建模、电子围栏、位置中台、路径规划和多图层可视化渲染技术，实现智能体问答与地图实时联动。游客“问答即定位、推荐即导航”，景区开展团队位置协同、异常行为识别、客流热力分析和应急服务调度。

04 商业模式

模式	收费方式	目标客户	服务内容
私有化定制	一次性项目建设费用	各地文旅景区	提供智能体系统搭建、知识图谱构建、NFC 硬件部署、垂类数据集搭建一体化解决方案
年度运维	年费（按终端数量计价）	已落地客户	提供系统迭代、内容更新、数据安全托管、模型优化等年度增值运维服务
精准引流	流水分成	本地商户	依托脱敏游客兴趣画像实现本地商户精准引流
分成合作	开发与销售分成	文创开发企业	NFC 文创联名开发与销售分成

05 核心价值

量化成果

01 **触达效率：**NFC“一碰即连”将服务获取时间从传统路径的 3-5 分钟缩短至秒级，门槛降低 90% 以上。

02 **权威认可：**获科技部国家重点研发计划立项支持，荣获 2026 数字中国创新大赛数字文旅赛道优胜奖。

03 **上线以来已形成初步规模化应用成效**

2026 年 7 月 4 日至 9 月 21 日

26,283 个	29,267 个	2,616 个	6254 次
累计新增用户	新增对话窗口	发起提问用户	用户提问总数

已形成较稳定的可识别用户基础。

定性影响

01 **服务范式革新：**从“游客主动搜索”到“服务主动触达”，颠覆传统文旅服务触达模式。

02 **消费转化：**对话式智能体在自然交互中促成消费转化，打通“规划—推荐—购票—交易”全流程闭环。

03 **数据资产激活：**沉睡的敦煌文旅数据转化为可推理、可追溯的智能服务数据底座。

04 **文化深度沉浸：**让大模型从“会回答”升级为“懂景区、可推理、可追溯”，推动敦煌文化数字化传播。

05 **可复制推广：**相关模式可复制至博物馆、历史街区、非遗馆等泛文旅场景。

经验总结与后续计划

经验启示

技术驱动服务革新

以 NFC 近场触达实现“服务主动找人”，颠覆传统“游客主动搜索”模式，服务获取门槛降低 90% 以上。依托元景大模型与万悟智能体平台，构建“边问边答、边游边推、边体验边转化”的对话式服务闭环。基于万象数据集工程平台构建敦煌专属高质量数据集，推动文旅服务从经验驱动走向数据驱动。

商业模式可持续

三级盈利模型：项目定制收入（一次性建设费）+ 年度运维收入 + 生态增值收入（引流分成 +NFC 文创联名开发与销售分成）保障长期稳定收益。此外，采取分级阶梯定价策略：针对 5A 标杆景区提供全功能定制版，中小景区推出轻量化精简版，海外市场采用 SaaS 订阅模式，降低落地门槛。

团队与生态优势

三方“场景 + 技术 + 研发”黄金组合：敦煌智旅深耕场景与运营、联通数智提供 AI 与数据底座、北京邮电大学提供交互技术研发支撑，形成难以复制的团队壁垒。

后续规划

- **数据沉淀与能力延展**

推动数据资产二次变现，探索数据要素可信流通与二次价值转化；支撑莫高窟等主题的沉浸式 VR 大空间和数字展陈建设。

- **生态运营与文化传播**

反哺文创产品与 IP 升级，沉淀敦煌壁画元素等资源用于文创开发；持续优化“i 游敦煌”产品；构建游客社区生态，增强游客分享互动，推动敦煌文化数字化传播。

- **规模复制**

第一阶段	第二阶段	第三阶段	第四阶段
夯实敦煌全域落地生态，形成标准化可复制方案与落地手册	托联通渠道落地西北丝路沿线重点景区，打造省级样板	覆盖全国人文类景区，完善全国代理分销体系	面向丝路沿线国家输出轻量化智慧文旅解决方案



元景大模型赋能城管通智能体

中国联通 China unicom

> 随着新型城镇化推进，城市管理正向 " 一网统管 " 智慧治理模式转型。针对事件上报繁琐、跨部门协同不畅、决策依赖人工经验等痛点，基于元景大模型打造了 " 城管通 " 智能体解决方案，贯通 " 巡查 - 上报 - 处置 - 决策 " 全业务流程，助力城市管理从 " 经验驱动 " 向 " 数据驱动 " 转型。
>
> **廉士国**　联通数据智能有限公司副总经理

当前城市管理领域普遍存在工单上报效率低下、跨部门协同流转不畅、处置标准不统一、领导决策缺乏数据支撑等核心难题。为全面落实国家 “一网统管” 建设部署与政务领域人工智能大模型落地应用相关指导要求，中国联通依托自研元景大模型，正式推出城管通智能体解决方案，面向各级城管、城运管理单位实现基层减负、处置标准统一，为一线网格员、现场处置人员、管理决策者提供秒级响应、全时段覆盖、精准赋能的智能服务体系。

方案核心技术底座采用元景大模型多模态推理 + RAG 检索增强双层架构，配套搭建智能问策、便捷上报、智能处置建议三大协同智能体，针对性化解传统城市治理中信息传递滞后、业务流程繁琐、多方协同低效等痛点。系统严格遵循城市管理七步工作法，打通全流程业务节点，支持本地私有化部署模式，从底层架构保障政务涉密数据独立存储、安全可控、合规可溯。

实施成效卓著

工单上报效能

单条事件完整上报时长由传统 5 分钟压缩至 1 分钟以内，操作耗时降低 80%，市容、市政、环卫等各类事部件自动分类识别准确率稳定达 95%

事件处置效率

系统可秒级生成标准化处置方案，单起工单 AI 智能研判建议生成时长由人工 60 秒缩短至 2 秒

治理标准化水平

统一全域处置依据与裁量标准，新人业务上手周期缩短 70%，同类问题处置差异化大幅降低

此项实践凭借技术精准性与模式创新性，有力推动了城市管理的数字化转型，成功践行了 " 让城市更聪明、更智慧 " 的发展理念，为 AI 大模型在城市治理领域的深度应用树立了重要标杆。

行业挑战

城镇化规模持续扩张，城市市容、市政、环卫、工地、园林绿化等管理事项成倍增加，社会公众对城市治理精细化、实时化、标准化诉求持续攀升。各地城运中心、城管执法单位传统人工管理模式已难以适配现代化治理需求，普遍陷入 “上报靠手写、处置靠经验、协同靠电话” 的工作困境，传统模式在响应时效、人力成本、全域覆盖层面短板凸显，难以满足 “即时发现、快速分拨、精准处置、科学决策” 的现代化管理要求。

在智慧城管数字化升级落地过程中，行业同时面临以下难题：

基层网格员工作负荷过重

日常巡查需手动填报大量工单字段，上报载体仅依赖纯文字描述，信息录入耗时久、细节描述存在主观偏差；事部件分类、权责划分全凭工作人员经验判断，极易出现类别错配、流转科室错误，拉长工单整体处置周期。

跨主体协同处置效率偏低

街道、城管、住建、水务、市场监管等多部门协同仅依靠电话、微信线下沟通，缺少智能化自动分拨、线上协同流转机制；处置参考方案完全依托老员工业务积累，新入职人员缺少标准化指引，全域处置标准难以统一。

政务智能服务体系建设薄弱

面向内部工作人员政策宣贯、业务答疑，面向市民热线咨询均缺少自动化智能应答工具；政策更新、新规落地后依靠线下培训、纸质文件传达，信息传递效率低；市民咨询、投诉分流全部依赖人工坐席，人力投入成本高、高峰时段响应滞后，服务质量不稳定。

综上，打破传统城管人工治理固有局限，通过 AI 技术补齐智能化短板，系统性解决上报、协同、数据、服务四大痛点，已成为各地城市管理数字化转型亟待攻克的核心课题。

解决方案和价值

01 项目整体架构 / 技术方案



图 1 整体架构

方案采用分层解耦式技术架构，自上而下分为三层：

01 数据接入层

接入法规知识库、城市管理事件 / 案件库、城市管理规则库、既往经验库

02 MaaS 能力层

以元景多模态大模型为核心底座，搭载 RAG 检索增强知识库，内置图像识别、语义理解、相似案例匹配、智能文本生成等 AI 能力

03 业务应用层

模块化拆分三大智能体 —— 便捷上报智能体、处置建议智能体、智能问策智能体，适配城管全流程业务

整体架构可独立部署，也可作为 AI 插件无缝嵌入现有城市运管服平台，无需替换原有业务系统，改造投入低、落地周期短。

02 应用场景

场景	解决方案	典型案例
城管人员户外巡查	网格员现场拍摄问题图片，系统依托元景大模型图像识别能力自动识别占道经营、井盖破损、垃圾堆积、乱贴小广告等事部件类型，自动匹配所属辖区、责任部门，AI 自动填充工单地点、问题类别、风险等级等字段，仅需网格员简单确认即可一键提交，替代全手工填写	案例名称：某新区建设和交通管理局 建设规模：30W 覆盖范围：新区全域 运行状态：已上线运行一年
工单自动分拨 + 秒级智能处置建议推送	工单提交后，RAG 知识库自动调取城管处置条例、历史同类工单处置案例、各部门权责清单，AI 自动判定责任单位并完成线上分拨；处置人员打开工单即可获取标准化处置流程、执法依据、整改要求、沟通话术，复杂事件同步推送过往成功处置参考案例，统一全域处置标准	案例名称：某新区建设和交通管理局 建设规模：30W 覆盖范围：新区全域 运行状态：已上线运行一年
内部 7×24 小时 政策业务智能问策	搭建城管专属私域知识库，归集市容管理条例、市政养护规范、执法流程、各类专项整治方案、最新政策文件，支持文字、语音提问，大模型结合 RAG 检索精准定位原文条款，秒级输出合规答复	案例名称：某新区建设和交通管理局 建设规模：30W 覆盖范围：新区全域 运行状态：已上线运行一年

03 关键创新

多模态一体化智能上报，消除人工填报短板

支持图片、语音、文字多渠道信息采集，通过图像语义联合识别精准区分各类城市事部件，自动剔除描述歧义、识别遮挡、模糊图像关键问题，彻底解决传统上报文字录入慢、问题描述模糊、分类人工错配等痛点。

知识驱动型标准化处置建议，统一全域裁量尺度

深度融合城管指挥手册、行政执法细则、历年处置优秀案例搭建专属知识库，工单派发后实时匹配合规处置方案，所有建议均可溯源对应政策条款，杜绝处置标准因人而异、同案不同处理的问题。

RAG 检索增强问答体系，实现全域业务秒级咨询

梳理覆盖城市管理、城乡建设、交通、市容执法等多领域私域知识库，对内支撑工作人员政策查询、业务答疑，对外承接市民诉求咨询，毫秒级检索精准答复，不受上下班时间限制。

全栈国产化软硬件深度适配，满足政务自主可控要求

完整兼容统信 UOS、麒麟等国产操作系统，适配达梦、人大金仓等国产数据库，核心 AI 模型可部署于国产算力服务器，无境外技术依赖，符合政务系统数据安全、自主可控、等保合规硬性标准。

弹性私有化部署架构，适配不同规模单位需求

采用本地私有化部署模式，可直接复用客户现有服务器、算力资源，数据全程留存本地不对外流出；支持业务高峰期在线弹性扩容算力、新增智能模块，应对文明城市创建、节假日大流量工单等高并发业务场景。

04 商业模式

城管通智能体解决方案主要采用私有化部署模式：面向有自有服务器和高安全要求的大型政府部门或企业，采用一次性软件系统授权费加按年收取维护服务费的方式。客户将系统部署于本地政务云或自有服务器，数据全程留存本地，满足政务涉密数据安全可控、合规可溯的要求。该模式已在区县城管部门落地，客户可根据实际需求弹性扩展算力与智能模块。

05 核心价值

通过元景大模型 +RAG 技术实现城市管理垂直领域的大模型智能应用，为全国城市管理系统以及政务业务系统的数字化转型提供了可复制样板。

01 **基层减负价值：**AI 替代 **80%** 重复性手工填报、资料查阅工作，大幅降低巡查人员重复劳动；

02 **治理标准化价值：**统一全市城管处置标准、执法依据，消除区域、人员处置差异，规范行政执法行为；

03 **效率提升价值：**工单上报、分拨、全流程处置综合效率 **↑80%+** ，事部件识别准确率 **⩾95%** ；

04 **政务服务价值：**分流热线人工压力，市民诉求响应速度显著提升，政务服务综合满意度可达 **98%+**；

05 **复制推广价值：**依托元景大模型 + RAG 轻量化垂直应用模式，形成一套可快速复制、灵活拆解组合的智慧城管标准化解决方案，为全国各级城市治理数字化转型提供落地样板。

经验总结与后续计划

经验启示

场景先行、痛点导向 分步迭代落地

摒弃 “大而全” 一次性开发思路，聚焦户外巡检上报、工单智能处置、业务政策咨询三大高频刚需场景优先落地专项 AI 模块，直击基层 “填报繁琐、分类混乱、处置无参考” 核心痛点。采用小步快跑、分阶段上线迭代模式，快速验证技术落地效果，同步收集一线反馈持续优化，大幅降低项目落地阻力，形成低成本、高效率的政务 AI 落地路径

技术赋能业务、知识贴合实务 拒绝技术空转

坚持 AI 技术服务城市管理实际业务需求，不堆砌无效技术功能。依托元景大模型实现文字、图像、语音多源信息自动解析；结合 RAG 检索架构绑定官方执法、管理文件，确保所有 AI 输出内容均有政策依据、合规可查；通过海量历史工单案例相似匹配，实现处置方案自动标准化生成，让 AI 能力真正贴合一线实操，杜绝 “好看不好用” 的数字化产品通病

业务闭环持续自学习 构建长效智能进化机制

搭建 “现场巡查 - 智能上报 - 分拨处置 - 结果反馈” 完整 AI 迭代闭环。系统自动采集每一条工单处置结果、群众评价、管理人员修正意见，持续聚类分析城市管理高频问题、新增治理盲区，反向自动更新完善内部知识库、图像识别模型，实现系统上线后持续自主优化，达成 “使用频次越高、识别越准、处置建议越贴合实际” 的长效进化效果

后续规划

拓展全品类城市治理场景全覆盖

持续迭代扩充城管通智能体识别与处置覆盖范围，完整覆盖市容环境、市政设施养护、街面秩序管控、工地扬尘渣土管理、园林绿化、河道管护、突发应急事件等细分场景；扩充违规广告牌、施工围挡破损、道路积水、占道促销等细分事部件识别样本库，进一步提升图像识别精准度与复杂场景处置方案适配度。

与全国城市运管服平台深度融合嵌入

将城管通整套 AI 智能体作为标准化能力插件，无缝嵌入各地现有城市运行管理服务平台，无需重构原有业务流程，快速为存量平台补充多模态上报、智能研判、自动分析 AI 能力；同步对接道路监控、高空瞭望等视频感知设备，新增视频流实时 AI 识别能力，打造 7×24 小时不间断自动巡查、主动预警的全天候城市 AI 管家。



AI 智能巡考项目：以科技力量守护考试公平

中国移动 China Mobile

> 教育考试公平是社会公平的重要基石，响应国家教育考试数字化改革的时代召唤，中国移动践行央企担当，发挥网、算、智核心能力，打造一体化 AI 巡考解决方案，以科技赋能考试治理，守护教育考试公平公正。
>
> 彭华　中国移动集团政企事业部副总经理

数字化考试改革是国家教育数字化战略行动“八大工程”之一，核心是通过数字化、智能化技术重构考试全流程治理模式，实现考务效率与考试公平性双重提升，预计落地全国约 80 万间考场，惠及考生超千万。自 2024 年起，教育部、国家考试院连续出台多项政策，全力推进以 AI 智能巡考为核心的数字化考试改革。中国移动积极响应国家政策号召，发挥网络、算力和 AI 技术优势，自主打造基于云化算力的“专网 + 算力 + 平台”一体化 AI 巡考解决方案，全面覆盖“考场 + 保密室”两大场景（图 1）。通过监控视频实时智能分析，及时告警考试过程中各种违规行为，便于监考管理人员及时判定和干预（图 2），有效降低人力物力消耗，提高考试监督的及时性、公正性。

目前截止 2026 年 6 月，中国移动 AI 巡考

- 已覆盖 **25** 省
- 已覆盖 **30** 万间考场
- 累计保障高考、研考、四六级在内的各类考生 **1000+** 万人



图 1　AI 巡考平台覆盖“考场 + 保密室”两大核心场景



图 2 AI 巡考平台业务流程

行业挑战

目前行业存在网络传输效率低、本地部署成本高、AI 识别覆盖种类不足三大核心问题：

01 网络传输安全与效率存在短板

行业普遍采用公网通用传输模式，一方面网络安全无法保障，存在数据泄露、网络入侵的安全隐患，另一方面跨区域考试数据传输时延指标不足，难以支撑高清视频巡考、大规模机考等高带宽、低时延业务。

02 本地部署成本偏高

全国现有约 80 万间标准化考场，若按传统本地建设 AI 巡考模式全量部署，单考场综合成本超万元，整体投入需数十亿元，而各省年度考试信息化专项预算平均仅数亿元，无法匹配数字化考试全域建设节奏，亟需通过新技术、新模式实现成本效率最优化。

03 AI 识别覆盖种类不足

教育部教育考试院《国家教育考试考务管理人工智能分析异常行为分类参考》中明确提出要求智能巡查覆盖 44 种异常行为，但行业实际部署水平参差，据艾瑞咨询《2025 年中国智能监考技术应用报告》行业报告统计，超 75% 智能监考平台可识别高风险行为为 23 种，行业整体覆盖能力与监管要求存在明显差距。

解决方案和价值

01 项目整体架构 / 技术方案

项目技术方案

中国移动 AI 巡考（图 3）立足网、算、智一体化核心优势，打造“考试专网 + 算力底座 + 平台应用”整体解决方案：



图 3 AI 巡考平台系统架构

考试专网，创新安全高效网络基座

面向网络传输安全性与高效性需求，构建覆盖“省市县考点”的四级考试专网，实现考试数据的低延迟传输与统一调度，保障大规模、高频次、高并发考试业务的稳定运行。凭借“全国一张网弹性互联、安全可信自主可控、可视管控敏捷高效”三大核心优势，打造安全、可靠、高效的考试网络基座（图 4），为考试公平与组织效能提供坚实支撑。

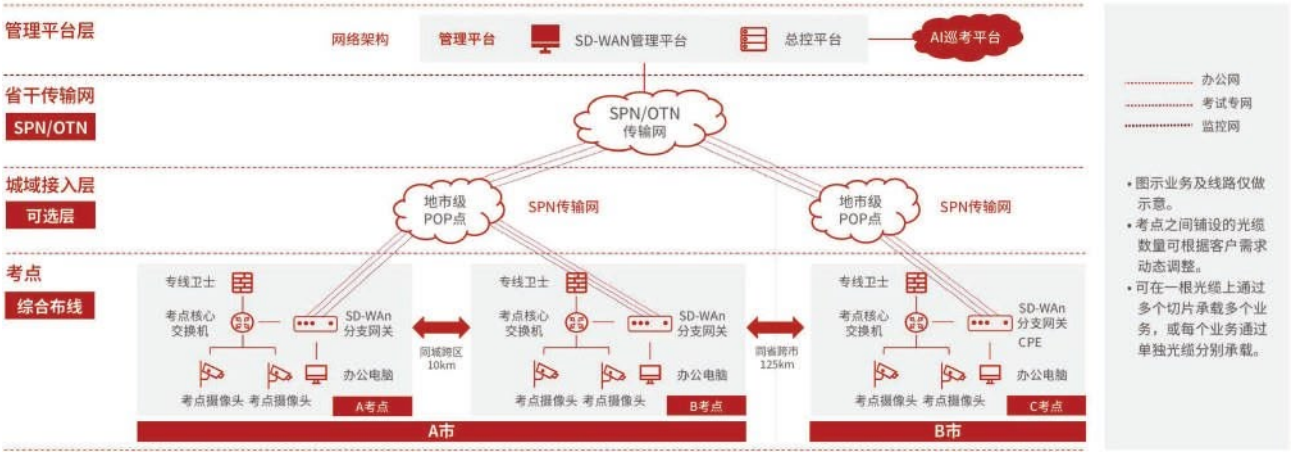


图 4 考试专网组网架构图

算力底座，创新云化部署模式

针对本地部署成本高的痛点，创新打造云资源池部署模式 (图 5)，通过构建弹性可扩、跨域调度的统一算力中枢，统筹部署云主机、分布式存储、数据库、流媒体及 AI 算力集群，面向大考峰值跨省动态调度算力，补齐各地本地算力储备缺口。以四川为例，云化部署模式单考场成本较本地部署平均降低 90%。

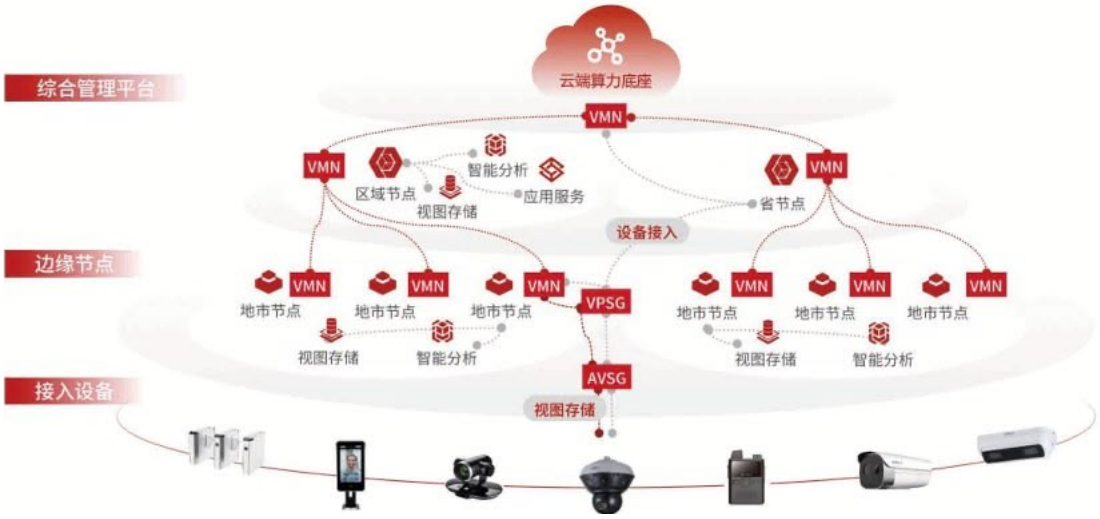


图 5　云底座示意图

智能应用，创新高精度识别算法

针对异常动作识别精准率不足痛点，创新打造“大小模型”联动识别算法，可实时识别各类违规行为并即时反馈至监考人员进行干预（图 6），彻底改变传统考后人工视频核查模式。“大小模型”联动算法可支持 44 种异常行为识别，异常识别率达95% 以上，大幅提升考试监督的效率、及时性与公正性。

支持异常行为识别
44 种

异常行为识别率
95%+



图 6　AI 巡考智能工作台

02 应用场景

AI 巡考系统为实时行为分析系统，主要应用于全国高考、研究生考试等各项国家教育考试中，对考场考生个体 / 群体异常行为、考务规范异常行为进行分析及告警（图 7），也包括对保密室和试卷存储场景下监考员、考务工作人员的异常行为分析和告警。



图 7　AI 巡考系统异常行为告警

03 关键创新

中国移动 AI 智能巡考方案实现三项技术创新：

采用分层组网方案

打 造 SD-WAN+G-SRv6 融 合 组 网，构建逻辑隔离的智能专网，组网成本降低 70%，本地网内时延≤ 10ms，网络性能更优

打造云化部署模式

采用云端部署实时分析，通过考试算网大脑进行安全管控和实时调度，成本较传统模式降低 90%

使用大小模型算法（图 8）

小模型进行异常行为快速识别出筛，大模型算法进行二次判定，模型识别时延 200ms 以内，异常识别率超 95%

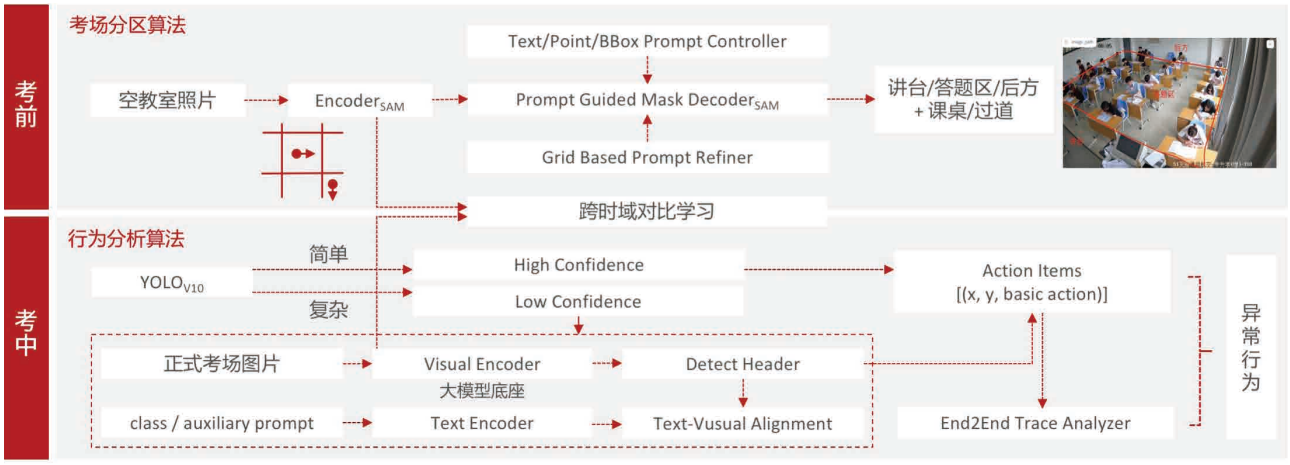


图 8 AI 巡考大小模型算法识别推理流程

04 商业模式

AI 巡考方案可采用买断部署、按需服务两种计价模式：

- **买断部署模式**面向省市级考试院等长期运营主体，支持客户资产固化、自主运维管理；
- **按需服务模式**面向各考点及教育管理机构，支持客户根据考场数量、考试场次等实际业务场景按量付费，大幅降低部署与使用门槛。

05 核心价值

社会民生价值

赋能教育公平，夯实选才育人根基

践行国家战略

落实党中央关于“教育公平”与“数字化中国”的战略部署，以国家人工智能巡考防作弊技术为支点，全力支撑国家教育考试治理体系现代化，构建“技防为主、人防为辅”的新型考试治理模式。

助力考试公平

通过技术赋能考试公平性，有效遏制了“隐形作弊”，使考试结果更具公信力，维护了教育选拔机制的公正性，进一步强化了社会对考试公平的信任。

产业经济价值

激活产业链，开辟数字教育增量市场

增量市场空间大

按国家考试院部署工作要求，预计 2026 年底前需实现高考、研考、四六级等各类国考全覆盖，累计涉及考场超 80 万间，按单考场 200 元服务费核算[注1]，年市场空间超 1.6 亿元。

产业拉动效应强

上游拉动国产 AI 芯片、4K 摄像头，预计带动年产值增长 30 亿元；中游利用云网融合技术整合数据，带动考务、监控等各类平台类升级改造，市场空间 20 亿元；下游将技术复用至其他校园监控类领域，实现增量市场 50 亿元。

（注 1：以中国移动四川高考 AI 巡考落地项目为例，按云化部署方案，单考场平均服务费约 200 元。）

经验总结与后续计划

经验启示

中国移动 AI 巡考在市场表现和产品能力表现亮眼，市场拓展“三第一”。截止 2026 年 6 月，中国移动 AI 巡考已覆盖 25 省、30 万间考场，服务累计超千万考生。产品创新“两卡位”，一是技术卡位，首创 AI 云化部署、大小模型联动算法技术，部署成本降低 90%，异常动作识别率超 95%；二是标准卡位，联合国家考试院制定人工智能巡考实施标准。

后续规划

下一步，为抢抓考试数字化改革机遇，深化 AI 考试业务商业模式创新，推动智慧考试产品从项目制向 Token 化服务模式升级。

- **升级 AI 巡考 token 化封装**，依托自有算法、移动云、考试专网，将考场视频解析、智能防作弊全链路资源拆解标准化 token 单位、实现算力消耗可量化。
- **拓展“考前 - 考中 - 考后”全流程智能服务**，打造考试智能体基座，推进“命题、机考、阅卷”三大高价值场景 token 化封装，覆盖考前、考中、考后的全流程智慧考试服务体系。



医学综合智能体（MedAgent）辅助诊疗应用探索

中国电信 CHINA TELECOM

> 中电信翼康携手北京协和医院推出的医学综合智能体（MedAgent），突破传统临床决策支持系统（CDSS）的能力边界，依托院内海量真实临床数据，以星辰 - 济世医疗大模型为核心引擎，深度融合医学知识与智能体能力，覆盖从初诊评估、诊疗决策到预后随访的全场景临床需求，实现医疗 AI 能力的代际升级，为临床医生带来更高效、更智能、更具温度的全新辅助诊疗体验。
>
> **牛宝童**　中电信翼康科技有限公司副总经理

在日常诊疗中，临床医生面临繁重的医学量表计算与科室会诊申请处理任务。每日耗费 1 小时以上进行手工检索与计算，不仅工作高度碎片化，更导致基于计算结果的临床判断与风险预警严重滞后，影响诊疗与会诊处理效率。

随着大模型与智能体技术的迅猛发展，依托专业知识库与智能体协同能力可有效破解上述难题。基于此，项目团队开展了《智慧医学综合智能体（MedAgent）辅助诊疗应用探索》项目，以智能化手段重构临床医学量表评估流程。

本项目是中国电信 " 云改数转智惠 " 战略在医疗领域的生动实践，依托星辰大模型体系，将权威医学文献、诊疗指南及专业书籍知识服务化，构建一系列高效、精准的医学综合智能体，辅助医生一站式、零成本完成量表检索与计算，实时输出评估结果，会诊模板数据自动提取，支撑临床及时判断与决策。

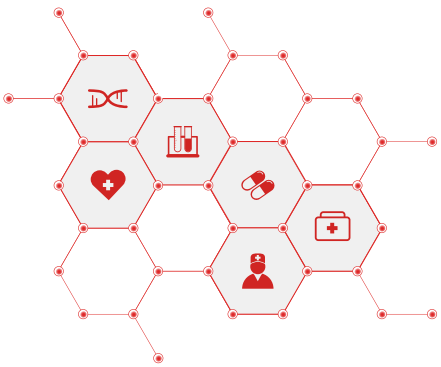
项目以大模型技术为驱动，从医学量表切入，逐步积累优质医学知识库与智能体应用集，持续优化临床辅助决策工具，助力医生聚焦专业诊疗决策。项目对推动人工智能融入临床诊疗流程具有重要示范意义，也为中国电信 "AI+" 战略在医疗行业规模化落地积累了宝贵经验。

行业挑战

随着医疗信息化的快速发展，将疾病相关量表的检索和应用过程数字化、自动化、智能化已成为提升医疗服务质量和效率的关键。在临床诊疗的过程中，医生普遍采取传统的手工检索方法来开展疾病相关量表评估，效率及智能化程度待提高，具体体现在：

量表知识库实时更新与动态适应能力不足

医学知识和技术日新月异，新的疾病类型、治疗方法以及评估工具不断涌现。现有的临床决策支持系统（CDSS）的评估量表多为固定嵌入，难以及时反映这些变化。因此，需要建立一个自动化实时更新且能动态适应新变化的量表知识库，确保在知识更新的时代，有新的量表或现有量表的新版本发布，能够迅速纳入系统中，有效补充和支撑原应用系统知识受限和医生经验更新不及时的现状。



患者个性化量表推荐与填充能力缺失

当前临床医生在应用疾病相关量表时，主要依赖传统的手工检索方法，这不仅

效率低下，而且容易受到个人经验和知识更新不及时的限制。因此，亟待一个能够根据患者病情智能推荐最适用量表的系统，支持自动分析患者的病历信息、症状表现及实验室检查结果等诊疗数据，进而快速、准确填充客观患者临床数据，为量表评估提速增效；同时，能结合最新的医学研究成果和指南，为医生提供个性化的量表选择建议，进一步提升临床诊疗和医疗安全能力提升。

自更新、一体化、易用性高的医学综合智能体存在较高的发展空间

目前，临床医生在使用量表进行评估、科室会诊业务处理时，往往需要在不同的系统或应用程序之间切换，数据孤岛问题明显，这无疑增加了工作负担并可能导致信息遗漏。



图 1 医学综合智能体主页

解决方案和价值

01 项目整体架构 / 技术方案

本项目通过大模型、智能体等新一代信息技术，融合北京协和医院高、精、专医学知识，建设一个自更新、一体化、易用性高的医学综合智能体，将量表检索、患者信息管理、诊断辅助、治疗建议、会诊意见生成等功能整合在一起。这不仅可以提高工作效率，减少错误发生的可能性，还能通过数据分析帮助医生更好地理解病情发展趋势，从而做出更加科学合理的决策。同时，也是新一代信息技术和医疗卫生行业的创新应用。



图 2 大模型技术架构图

02 应用场景

智慧量表深度赋能临床辅助诊疗

面向住院患者全病程管理场景，智能体实时对接医院医院信息系统 (HIS)、实验室信息管理系统 (LIS)、影像归档与通信系统 (PACS) 等临床业务系统，自动获取患者电子病历、检验结果、影像报告等多源数据，构建患者全息视图。基于患者病情特征，智能推荐与之匹配的风险评估量表，自动提取客观指标完成量表填充与评分计算，实现动态风险预警与预后评估，依托星辰 - 济世医疗大模型对评估结果及患者诊疗信息给出初步参考诊疗意见，辅助临床医师及时识别高危患者并调整诊疗策略。



图 3 智慧量表应用效果图



图 4 智能会诊应用效果图

智能会诊为临床会诊场景提质增效

针对会诊场景，智能体自动提取待会诊患者的完整病历数据及专科检查结果，依据对应科室的标准化会诊模板，对患者病情进行结构化归纳与分析，生成涵盖病史摘要、关键检验指标、初步诊断判断及专科建议的会诊辅助意见。临床医师可一键引用生成内容至正式会诊文书，大幅缩短文书撰写时间，提升多学科会诊效率与规范性。

03 关键创新

设计思路创新 — 实现了医学量表在临床应用上的换挡升级

采用大模型和智能体技术，通过聚焦于实际应用临床场景包括：患者评估、确诊确认、评估病情、预后评估，以大模型和新一代信息技术实现医学量表的智能抽取及更新迭代、量表推荐和数据预填充，实现了从“临床辅助决策支持系统”到“医学综合智能体”的换挡升级。

技术优势创新 — 探索了大模型在临床诊疗上的技术创新

医学综合智能体完成文献医学量表抽取及验证、患者医学量表智能推荐、医疗客观数据预填充和参考文献一键触达追溯，实现了医学量表的抽取、更新、推荐、填充、评估、反馈的流程闭环。

商业模式创新 — 依托协和医院，打出产品孵化 + 推广的“组合拳”

本项目以北京协和医院合作单位为主要目标，推进产品使用覆盖面，同时持续优化产品能力；后期结合生态合作伙伴力量，以标化产品小步快跑、快速上线为手段，开展轻量化部署、快速让用户感知医学综合智能体应用效益，从而支撑市场化销售推广。

04 商业模式

项目交付模式

标杆示范 ⊕ 分层推广

交付策略

首期以北京协和医院为核心合作单位，打造标杆应用场景，验证产品在顶级三甲医院的临床价值与技术可靠性。在标杆效应带动下，逐步向省级三甲医院、县级医院及基层医疗机构分层推广，形成 " 顶层验证—中层复制—基层延伸 " 的三级推广路径。针对不同层级医疗机构的 IT 基础和需求差异，提供定制化部署方案：三甲医院采用私有化全量部署，保障数据安全与个性化适配；基层机构采用轻量化 SaaS 接入，降低使用门槛。

收费模式

建设收入 ⊕ 运维收入 ⊕ 订阅收入 ⊕ 增值收入

多元并进的可持续盈利格局

面向大型医院提供私有化整体部署，按功能模块计收软件许可与系统集成费用，并配套年度升级运维服务，按合同金额 10%—15%/ 年计收，涵盖系统升级、模型迭代、故障响应与数据质控，实现 " 一次建设、持续进化 "；面向基层机构提供轻量化 SaaS 订阅，按机构规模、科室账号及智能体调用量（token）弹性计费，运维与升级已含于订阅，以低成本启动、按需扩展；同时支持专科智能体定制、专病知识库精调等增值服务，按需单独报价。上述收入模式可灵活组合、按需配置，在为客户持续创造价值的同时，实现长期共赢。

05 核心价值

量表评估效率大幅提升

项目成功上线 100 余种医学量表，涵盖多科室、多病种的评估需求，累计服务 2 万余名患者，量表相关运算达 80 万余次。智能体自动提取量表客观指标，完成数据填充与评分计算，将医生量表评估耗时从日均 1 小时以上缩短至分钟级，显著释放临床医生的宝贵时间，使其更聚焦于核心诊疗决策。

会诊流程效率显著优化

推出 40 余套基于临床实际需求与专家经验设计的标准化会诊模板，完成 1,000 余次会诊数据的高效处理，会诊意见生成准确率达 95%。智能体自动提取患者病史、检验检查结果等关键信息，依据专科模板生成结构化会诊意见，医生可通过一键复制快速引用至正式文书，大幅缩短会诊文书撰写时间，获得临床医生积极反馈与高度认可。

多科室广泛覆盖验证通用性

项目已覆盖肾内科、儿科、重症医学科、感染内科、罕见病科、骨科、急诊 ICU、心内科、呼吸科、妇科等 10+ 个临床一线科室，充分验证了智能体跨科室、跨病种的通用适配能力与临床适用性，为医院整体医疗质量提升和智能化转型发挥了重要支撑作用。

医学综合智能体（MedAgent）凭借卓越的技术创新与临床应用价值，先后荣获多项重要奖项认可：

2025 年
"乘风杯"应用场景实践方向优秀案例奖
中国信息通信研究院颁发
2025 算力互联网大会发布

2025 年
医疗生成式人工智能最佳案例奖
北京信息技术应用创新工作委员会颁发
2025 全球数字经济大会发布

2025 年
医学人工智能创新与实践典型案例奖
国家卫生健康委员会统计信息中心颁发
2025 首届医学人工智能大会发布

三项荣誉分别来自国家级权威机构与行业组织，覆盖应用场景实践、医疗生成式 AI、医学人工智能创新三大维度，充分印证了 MedAgent 在技术融合创新与临床落地方面的领先地位，是新一代信息技术与医疗卫生行业深度融合的标杆实践。



图 5 2025 算力互联网大会案例发布


图 6 2025 全球数字经济大会案例发布


图 7 2025 医学人工智能大会案例发布

经验总结与后续计划

经验启示

本项目以北京协和医院为核心孵化基地，深度融合协和医院优质医疗资源与深厚诊疗经验，以中国电信星辰济世医疗大模型、大数据等新一代信息技术为引擎，依托临床辅助决策支持系统，完成医学综合智能体的探索应用与落地验证。在真实临床环境中，智能体围绕医学量表智能评估、诊疗决策辅助、多学科会诊意见归纳等核心场景持续打磨，验证了技术可行性与临床应用价值，积累了宝贵的场景落地经验。基于临床推广与实际应用反馈，项目团队将持续推进智能体的升级迭代，重点优化模型推理精度、多源数据融合能力与跨科室适配性，形成具备商业竞争力、可快速上线部署的标准化产品，为规模化推广奠定坚实基础。

后续规划

未来，中电信翼康将以北京协和医院为业务标杆，以新一代信息技术为核心底座，通过专业学术论文、行业研究报告、在线研讨会等多元形式建立行业权威形象，塑造品牌影响力。同时，积极与医疗设备供应商、IT 企业、学术机构及行业协会建立战略合作关系，构建开放共赢的医疗智能体生态，持续扩大市场影响力，引领医疗智能化发展方向，助力医疗行业高质量、智能化转型。

中国电信全国中小学 AI 家校协同共育



为落实国家教育数字化、人工智能 + 教育、五育并举系列战略部署[1][2][3]，破解中小学教学管理、家校共育、教育均衡发展现存难题，中电信翼智教育科技有限公司打造翼启 AI 学全国中小学 AI 家校协同共育项目。项目依托电信天翼云、5G、自研教育大模型底座，构建覆盖校园、家庭全场景一体化智慧育人平台，打通家校数据孤岛，以 AI 数字员工重构教学、辅导、沟通全流程。

王睿　中电信翼智教育科技有限公司总经理

“翼启 AI 学”面向全国走读制中小学、寄宿制初高中，打造 AI 家教、AI 作业助手、AI 班主任三类数字员工，搭建软硬一体化智慧共育体系。底层依托天翼云、5G 专网、边缘计算构建算力底座[6]，上层部署全域五育学情数据中台，衍生 AI 家教、智问学情、教育云电脑、AI 学习机、智能学生证五大核心产品，覆盖教师、学生、家长、教育管理者四类用户。

项目采用 SaaS 订阅轻量化交付模式，无需学校一次性大额硬件投入，现已在北京、贵州、广西、山东等多省份超 100 所学校落地，服务 10 万师生家庭。方案打通校内教学、家庭自学、学生安全管理、综合素质评价全链路，将 AI 深度融入作业批改、学情诊断、家校沟通场景，有效减轻教师事务性工作负担，降低家庭教育辅导成本，补齐县域乡村优质教育资源短板，实现学业与德智体美劳综合素养一体化数字化管理[4]，形成建设、运营、迭代、增收可持续闭环。

100+
落地学校

10+万
师生家庭

行业挑战

学校教学与家校协同核心痛点

一线中小学存在多重长期难以化解的现实难题。

- **教师工作负荷过载**，备课、试卷批改、学情统计分散在多套异构系统，频繁切换平台大幅降低效率，人工批阅主观题耗时久、标准不统一，单篇作文批改平均耗时 45 分钟，数百名学生学情统计依靠人工汇总，难以开展精准分层教学。
- **家校信息割裂**，家长无法实时掌握学生在校课堂、考试、德育、体育表现，微信群沟通碎片化，班主任每日需重复答复大量同质化学情问询，家校育人难以形成协同。
- **学生个性化辅导资源匮乏**，城市家庭一对一私教成本高昂，县域、乡村学生课后遇错题无专业指导，盲目刷题导致学习效率低下；同时不同家庭家长数字化素养差距大，智能工具使用门槛高，数字化共育覆盖难度大。
- **五育并举落地缺乏数字化抓手**，德育、体育、美育、劳动教育过程数据无法自动采集，综合素质评价依靠人工整理，评价结果粗放，难以破除 “唯分数” 评价体系[4]。

区域教育数字化统筹困境

城乡、校际教育资源不均衡问题突出，乡村、县域学校优质师资短缺，AI 个性化辅导覆盖率极低；区域内各校信息化系统标准不统一，形成数据孤岛，教育局无法全域监测学情、教学质量，难以精准帮扶薄弱学校、学科。

同时各地数字化建设普遍存在 “重硬件、轻应用” 问题，教师缺乏系统化 AI 工具培训，数字化设备闲置，资金投入效益不足[3][7]。

行业产品与市场供给短板

当前市场教育 AI 产品功能单一，多数仅覆盖校内批改或家庭辅导单一场景，缺少打通家校两端、兼容五育综合评价的一体化方案；产品数据相互隔离，无法形成完整学生成长画像。从市场供需看，2026 年家校共育智慧服务市场规模预计达 254.8 亿元，增速 40%，国家千亿级专项资金持续扶持[5]，但适配运营商渠道、可持续运营的普惠型一体化产品供给稀缺。同时传统教育项目多为一次性硬件售卖，交付后无持续运营收益，商业模式可持续性差。

解决方案和价值

01 项目整体架构 / 技术方案

项目整体四层云原生架构，项目自下而上分为基础设施层、AI 能力中台层、业务应用层、多终端门户层，配套全域数据治理与全链路安全管控体系。

基础设施层

依托天翼云弹性算力、校园 5G 专网、边缘节点、物联网硬件构建底层支撑[6]，包含校园闸机、电子班牌、AI 学习机、北斗智能学生证等终端，支持百万级师生高并发访问，保障 AI 答疑、试卷批改低延迟运行。

AI 能力中台层（核心中枢）

封装全栈自研 AI 能力，包含 OCR 识别、多轮教育大模型、作文评测、知识图谱通用引擎；配套学情诊断、五育素养评价、心理预警模型库；搭建统一五育数据仓库，自动清洗标准化校内校外多源数据；内置 Tokens 计费运营引擎，支撑长效商业化运营。

业务应用层

五大核心产品模块全覆盖场景：AI 家教负责作业批改、分层辅导；智问学情作为 AI 班主任实现 24 小时家校智能问答；教育云电脑面向学校实现一室多用弹性课堂；AI 学习机服务家庭分层自学；智能学生证承载安全考勤、轻量化答疑。

多终端门户层

区分四类角色差异化入口，学生端适配学习机、小程序、学生证；教师端适配云电脑、网页管理后台；家长端使用微信小程序；教育局管理者端部署全域数据驾驶舱大屏。

02 应用场景

教师教学提质场景

教育云电脑提供 AI 一键备课、课件自动生成，全学科 AI 批量批改作业，自动生成班级、年级学情报告，教室一键切换英语实训室、阅览室等多场景，硬件投入降低 50%，教室复用率提升 200%。

学生个性化学习场景

AI 家教 7×24 小时提供启发式解题辅导，自动归集错题并推送专项练习，构建“基础 - 查漏 - 专项 - 培优”分层学习路径，同步课标百万题库资源，落地大规模因材施教政策要求[2][7]。

家校协同共育场景

智问学情支持语音、文字自然语言查询，自动生成可视化五育成长报告，同步推送家庭专属辅导建议，对学生心理情绪异常自动预警推送班主任，替代微信群低效沟通，健全家校社协同育人机制[1]。

校园安全与综合评价场景

智能学生证依托北斗电子围栏实现上下学预警，采集考勤、校园消费、文体活动数据，自动汇入五育数据中台，形成完整学生数字成长档案，落实综合素质改革方案[4]。

区域教育统筹场景

教育局全域数据驾驶舱汇聚辖区各校学情，实现教学质量动态监测、薄弱校精准帮扶，支撑教育数字化科学决策，落地区域教育数字化统筹部署要求[3]。

03 关键创新

运营商云网教育融合差异化创新

深度绑定电信 5G、天翼云、号卡、宽带资源[6]，依托电信全国线下渠道同步推广，实现通信主业与教育产数业务双向增收，目前处于行业第一梯队。

全域五育家校数据融通创新

打通校园物联网、教室云桌面、家庭终端全渠道数据，覆盖德智体美劳五大维度，细化 45 个素养观测点，完整构建学生数字成长画像，响应素质教育改革要求[4]。

教育专属大模型原生重构场景

基于中小学教学场景定制训练大模型，以知识图谱关联课标知识点，采用苏格拉底启发式对话，不直接灌输答案，多模态识别学生答题行为、情绪，实现千人千面个性化路径生成，契合《人工智能 + 教育行动计划》核心任务[2]。

可持续 Tokens 运营模式创新

打破传统一次性项目交付模式，采用硬件分期销售、平台 SaaS 订阅、AI 算力 Tokens 按量计费三重收益叠加，形成长期稳定运营收入，适配教育数字化长效建设投入机制[7]。

多终端一体化协同创新

一套数据中台兼容云电脑、学习机、智能学生证三类硬件，数据实时互通，解决行业终端碎片化、数据割裂痛点，降低学校与家庭综合采购成本。

04 商业模式与分工分配

交付模式

轻量化 SaaS 云端订阅为主，支持省市私有化混合部署，学校按月 / 按生付费，无需自建服务器，部署周期缩短至 15 个工作日内，兼容学校现有数字校园系统。

平台服务与收费模式

三重收费体系：一是 B 端学校平台订阅服务费；二是 C 端学生家长 AI 学习机硬件合约费、月度平台订阅费；三是 AI 答疑、学情报告、专题课程消耗 Tokens 算力按量计费。同时联动电信宽带、手机号卡打包套餐，提升用户 ARPU 值，践行中国电信云改数转产业融合思路[6]。

运营商与合作伙伴分工

中电信翼智教育负责平台研发、AI 模型迭代、中台运维、整体方案输出；各地电信省市分公司负责本地政企校园拓客、线下落地部署、教师家长培训、日常运营维护；第三方教育内容厂商入驻平台输出题库、心理、美育课程，按内容分成获取收益；硬件厂商提供学习机、电子学生证终端硬件，由电信渠道统一销售。

价值分配

平台基础订阅、Tokens 算力收入归属翼智教育与属地电信分公司按比例分成；硬件终端销售利润由电信渠道与硬件厂商分配；第三方内容服务商依据内容使用量结算分成，实现多方共赢生态。

05 核心价值

量化成果

80% ▲ 教师作业批阅效率	50% ▲ 备课效率	70% ▼ 批阅耗时	30% ▲ 学生学习效率
3-5分 ▲ 学科平均分	95% 错题巩固率	30% ▸ 100% 家长学情知情率	60% ▲ 家校沟通效率

2026 年项目总收入 2100 万元，2027 年预计 5460 万元，两年累计 7560 万元；单户家庭年均减少课后辅导支出 2000-5000 元；

系统主观题批改人机一致性达 96%，全年可用率≥ 99.9%，部署周期缩短 50%。

定性价值

经济价值

拉动电信宽带、号卡、物联网终端协同增收，三年目标累计收入破亿元，用户规模超百万；降低学校信息化一次性投入，盘活现有教室硬件资源，顺应家校共育市场高速增长趋势[5]。

客户价值

教师摆脱机械事务聚焦教研；学生获得普惠均等个性化辅导；家长缓解教育焦虑，实现科学家庭教育；学校落地五育数字化评价体系，教学管理精细化。

社会价值

补齐县域乡村优质教育资源缺口，促进义务教育优质均衡[1][3]；推动教育评价从“唯分数”转向综合素养[4]；构建开放教育产业生态，带动 AI 终端、数字内容产业链协同发展。

创新价值

搭建标准化 AI 教育能力底座，降低行业数字化创新门槛，形成可全国复制的运营商教育数字化转型标杆，助力 2035 教育强国目标落地[1]。

经验总结与后续计划

经验启示

- 坚持政策导向与行业痛点双向对齐，紧扣教育数字化、五育并举顶层政策[1][2][3][4]，聚焦教师减负、家校协同、教育均衡三大刚需设计产品，方案落地贴合学校、家长真实诉求，大幅降低推广阻力。
- 充分发挥电信云网、渠道、属地服务核心差异化优势[6]，不单纯对标纯软件教育厂商，以通信业务捆绑实现低成本拓客，依托全国线下网点提供上门部署、持续培训、硬件售后全流程服务，解决教育项目重交付轻运维短板。
- 采用轻量化 SaaS 订阅交付模式，兼顾不同预算规模的城乡中小学，兼容原有校内信息化系统，避免重复建设，缩短落地周期。
- 创新可持续运营商业模式，跳出一次性项目回款局限，通过 Tokens 算力、终端合约、平台订阅构建长期稳定现金流，保障产品持续迭代优化，匹配十五五数字教育长效运营思路[7]。
- 全域数据安全合规贯穿全流程，学生隐私分级脱敏、操作日志全程审计，符合教育数据管理规范，消除学校、家长数据安全顾虑。

后续规划

短期（2026-2027 年）

两年内拓展 18 省 55 地市，落地 60 个校园项目，累计服务 150 万以上学生用户；持续迭代大模型能力，扩充理化生、劳动、美育全学科 AI 批改与辅导能力；完善区域教育局数据驾驶舱功能，强化心理健康预警、综合素质评价模块[4]。

中长期（三年周期）

累计项目收入突破 1 亿元，覆盖全国主要省份，打造省级标准化运营模板；开放生态引入更多美育、劳动教育、心理服务第三方服务商，丰富平台数字内容；拓展中职、高中场景适配方案；深化电信云网、算力、号卡业务融合营销[6]，持续提升产数业务协同收益；输出行业数字化标准方案，打造全国 AI 家校协同共育示范样板，助力教育强国数字化建设落地[1][3]。

参考文献

[1]. 《教育强国建设规划纲要》（2025）
[2]. 《人工智能 + 教育行动计划（2026）》
[3]. 教育部国家教育数字化战略行动 2026 年度工作部署
[4]. 《深化新时代教育评价改革总体方案》（2020）
[5]. 艾瑞咨询 .2025 年中国家校共育智慧教育行业市场研究报告
[6]. 中国电信集团 “云改数转” 数字化转型战略实施方案（2020）
[7]. 《“十五五” 数字教育高质量发展实施意见》（2026）



“移动智审”赋能审计数智化转型

中国移动 China Mobile

> 中国移动审计数智化转型从2008年起步，先后经历了管理线上化、实务数字化、作业智能化、范式AI化等阶段，目前已构建起技术与实务深度融合的AI+审计新范式。从企业自用到赋能垂直行业，“移动智审”系列产品基于审计行业大模型，广泛适用于各类审计行业场景，助力审计覆盖广度深度大幅拓展，效率效能全面跨越升级。在拓展智能服务收入同时，也带动了运营商算力、IDC、专线、存储、安全等通信服务、算力服务收入。
>
> **曹迎春** 中国移动通信集团有限公司内审部总经理

“移动智审”审计行业大模型产品服务体系由中国移动集团内审部、集团数智事业部、浙江移动创新院与中国移动卓望公司联合打造。产品充分理解及落实中央审计委员会、国务院国资委、审计署等上级监管要求和行业用户需求，融合了中国移动多年实践积累积淀的数智审计技术和经验，将先进AI能力运用到审计工作全流程、各环节。

应对中国内部审计协会在《全国内审数智化转型发展研究报告（2025）》中指出的前沿技术应用不足、审计场景结合不深、审计系统和数据孤岛等行业共性痛点，中国移动在审计领域创新应用“智能体原生”设计架构、“审计Skills”编排与开放等前沿技术，以“一通多专”作为产品亮点，针对通用审计场景构建审计大模型，在建设项目审计、内部控制审计、审计整改追责等多个专业审计领域打造智能应用场景。

01 审前	02 审中	03 审后
大模型协助审计人员高效查找制度、筛选案例、预判风险、编制审计方案	自动编排和调用Skills和工具组件，编写和运行脚本，从海量被审计数据精准识别线索、定位疑点、输出问题和风险，实现全覆盖	即时生成审计底稿、取证单/确认单、审计报告，追溯制度依据、提出整改建议、评估整改成效，高效赋能审计行业全场景

“移动智审”对内赋能中国移动全集团内审机构，审前准备和现场实施时间显著缩短、人机协同作业效率显著提升、审计报告撰写实现小时级到分钟级的效率跃迁；对外服务地方审计厅、局等党政机关审计场景，以及各类企事业单位复杂审计场景，提供一体化解决方案、原子级能力输出、定制化开发服务，累计拓展客户近百家，为公司智能服务开辟新赛道，并带动算力、IDC、专线、存储、安全等通、算产品拓收。同时，基于审计业务在世界范围内的高度相似性，可进一步向国际客户赋能。

行业挑战

当前，审计行业处在数智化变革的关键时期，在数据、工具、系统、能力四大基础层面存在迫切的AI+转型需求。

数据层面

审计用数呈现“获取难、治理难、质量差、应用难”的突出矛盾，亟需及时、准确、完整、易用的审计数据源；同时必须严格遵守《数据安全法》等合规底线，实施分类分级与全生命周期安全管控。

工具层面

非结构化资料（图片、视频等）难以直接分析，审计建模及智能工具开发受国产化战略与算力成本制约，脚本编写和大模型应用技术门槛高，事务性场景（影像读取、合同比对、文档审核等）缺乏高效 AI 工具。

系统层面

现有审计系统 AI+ 能力尚未建立、健全，跨系统审计功能存在碎片化、联动不足，成品 / 套装审计系统软件难以满足个性需求且部分功能冗余。

能力层面

行业应用仍停留在“问答型”阶段，结果需人工搬运落地；能自动拆解任务、调度工具、产出成果、回写归档的“作业型智能体”亟待开发并广泛推广。

数据、工具、系统、能力的 AI+ 转型，共同构成数智化审计与穿透式监管“全程留痕、可控可信”落地的核心瓶颈和提升方向。



图 1 审计行业数智化转型的痛点暨需求

	问答型应用 “能回答”	作业型智能体 “能交付”
定位	回答问题、辅助分析	承接任务、交付成果
方式	单轮或多轮对话问答	拆解步骤、调度工具、多轮循环
结果	答案与建议，人工搬运落地	初稿与底稿，逐项挂接证据
边界	不进入业务流程	成果经人工确认回写归档

图 2 “问答型”向“作业型”的能力演进

解决方案和价值

01 项目整体架构 / 技术方案

“移动智审”聚焦审计行业的 AI+ 需求，搭建“审计大模型底座 - 垂域专业大模型 - 智能体平台 - 审计场景应用”四层架构，深度融合审计业务规则与数据集，以“通专结合”的大模型聚落应对复杂场景，以“积木式”“多形态”“菜单化”模式提供产品能力，实现原子级技能编排与能力插拔，全覆盖安全合规与自主可控。

第一层 基于中国移动“九天”通用大模型（L0 级别）基座研发“明铭”审计行业大模型（L1 级）。



图 3 “移动智审”的整体架构

第二层 以“明铭”为底座，研发“建审千询”工程审计大模型、“智审智绘”审计画像大模型、“灵动慧改”审计整改大模型、“追问通鉴”审计追责大模型等审计专业领域大模型。

第三层 建成调用通 - 专审计大模型的智能体平台和 Skills 中心。

第四层 AI 化审计管理、审计作业等通用审计场景，以及建设项目审计、内控风险审计、财务审计、信息技术审计等专业审计场景。

产品研发以具备跨领域知识与多模态交互能力的基座模型为底层基础，针对基模审计行业专业深度不足的短板，整合超百万份文件资料、数十万个审计案例、近 200 亿 Tokens 数据，通过大规模审计领域语料的系统训练与微调，赋予大模型审计通用和专业知识，构建审计行业基座和审计专业领域大模型；在此基础上进一步构建审计智能体平台，组合调用相关能力构建场景化应用，通过专用接口和数据通道为前台触点提供精准能力支撑。整个体系依托自下而上的能力赋能和自上而下的应用反馈形成双向闭环、快速迭代。

02 应用场景

场景示例一

通用审计作业 — 全链条贯穿“审前准备、现场实施、审计报告、整改跟进”通用审计作业流程。

审前准备

研发审前智能助手，通过历史项目、案例检索和制度依据匹配，辅助审计人员快速锁定审计目标、范围和重点，科学编制审计实施方案和框架，自动生成和发送审计通知书。

现场实施

研发现场智能助手，运用长文本审计资料理解、系统数据自动采集、复杂图表智能问数、语义理解代码生成等能力，辅助审计人员分析处理数据、核查问题和风险。

审计报告

研发报告智能助手，运用审计发现总结和归纳、文本起草和校对、制度溯源、责任研判等能力，辅助审计人员编纂、复核审计工作底稿、确认单 / 取证单、审计报告等。

审计整改

研发整改智能助手，辅助审计人员提出整改建议，自动跟踪整改进度，评估、验收整改成效，实现问题闭环管理。

场景示例二

专业审计应用 — 细分建设项目审计、内控风险审计专业审计领域场景。

建设项目审计

“建审千询”工程审计专业大模型结合 VR 可视化审计、无人机户外踏勘等能力，构建 AI+ 建审新模式，实现远程“一站式”工地踏勘、量价编审、风险预警、报告出具。

审计画像

“智审智绘”审计画像大模型通过历史纵向比对、单位间横向比对、大数据综合分析研判等能力，对业务风险和高管人员履职进行精准画像。

场景示例三

AI+ 审计算力一体化服务 — 充分结合运营商云、算资源优势，向特定用户提供基于算力的 AI+ 审计服务。

面向审计厅局
财政国资等政府监管单位

提供“算力 +AI+ 审计”一体化解决方案。通过多源数据接入，对被审计对象的人员、组织、财务、项目、合同、资金等要素进行关联分析，实现审前风险研判、审中批量线索发现、审后报告与整改闭环。推动政府审计由抽样核查向全量分析、由人工排查向智能预警转变。

面向会计师事务所审计师
审计专业学生等小微团队及个人

提供轻量级 AI+ 审计工具，用户可在线调用图文比对、视频分析、印章识别、语音转译、专业认证伴学备考等能力。

03 关键创新

自主训练赋能审计行业生态

基于百万份审计数据全链路自主训练，精准理解审计术语、识别风险点、判断合规性，构建行业知识图谱，解决通用大模型对于审计场景适配差、逻辑不严谨问题。通过中国信息通信研究院可信 AI 标准验证，场景适配度达最高级 5 级。

多模态融合与智能体 Skill 驱动

构建“AI+ 审计”赋能平台，大模型负责复杂推理与全局分析，小模型及已有 AI 应用处理高频、低耗任务，动态调度资源平衡成本与性能。融合 OCR、ASR、跨模态检索技术，支持语音指令、图文混合分析、可视化图表生成，降低跨模态资料分析门槛。建立规划 - 执行 - 反馈闭环的智能体机制，结合数字员工、数据、模型与工具协同，实现审计端到端任务自动化，有效缩短审计周期，解决传统模式依赖人工经验、效率低下的痛点。

全栈国产化底座

九天大模型基座为央企首个通过国家生成式 AI 与深度合成算法双备案模型，基于万卡国产算力集群，从算子到框架全栈自主可控。

04 商业模式

面向主体	产品化服务	定制化服务	服务模式
面向中央企业 地方重点企 事业单位	企业级通用审计大模型、建设项目审计等专业大模型，各类审计场景下的大模型、智能体平台及相关应用	标准化 + 定制化开发	SaaS 服务 API 服务 私有化部署 算力一体化服务
面向审计厅 / 局 财政国资等政府监管单位	政府级审计大模型，政府监管场景下的大模型、智能体平台及相关应用	标准化 + 定制化开发	私有化部署 算力一体化服务
面向会计师事务所等 小微团队	轻量级 AI+ 审计产品工具	/	SaaS 服务

05 核心价值

相比通用大模型（L0 级），“移动智审”在审计垂直行业的专业能力更加胜任，参加 CIA（Certified Internal Auditor，国际注册内部审计师）、CISA（Certified Information System Auditor，国际注册信息系统审计师）、高级审计师等认证成绩更高。仅中国移动全集团内部审计自用，一年可增加相当于 2000 名审计人员的审计覆盖能力。

审计工作由“人工主导”跃迁为“人机协同”的新质生产力模式。技术底座由通用大模型迈向审计垂直行业，能力从“通用问答”跃升为“垂直领域作业交付”，真正实现 AI 和审计深度融合的行业作业型智能体，为穿透式审计和监管体系建设提供了可复制推广的方案和模式。

CIA
Certified Internal Auditor
国际注册内部审计师

CISA
Certified Information System Auditor
国际注册信息系统审计师

高级审计师

经验总结与后续计划

经验启示

在“移动智审”产品对内对外的拓展实践中，我们深刻认识到，垂直行业大模型落地的关键在于场景理解深度、实践积累厚度与生态复用广度，未来，中国移动将从以下三方面持续发力：

“一通多专”场景化扩容

“通用”审计大模型面向审计全链路作业，“专业”智能审计应用面向各细分审计专业场景精准发力。将面向银行、证券保险、医疗卫生、互联网、融合创新等更多行业更多领域更多场景中的智能审计需求持续深耕，不断扩容。

“行业共享”技能生态建设

将审计实践中积累的合同检索、制度比对、三重一大审核、虚假贸易识别等标准化技能封装为可复用、可编排的“审计 Skills”，打造面向全行业的“技能超市”，促进行业经验互鉴共享，进一步赋能国内、国际审计同行的 AI 化转型。

“移动赋能”算网融合服务

将运营商算力、IDC、专线、存储、安全等基础能力与审计应用协同推广，升级“算力 +AI+ 审计”一体化服务模式，确保数据在生产、传输、存储、计算全链路中安全合规、自主可控，提供简单高效的整体交付落地方案。

后续规划

“移动智审”审计行业大模型产品服务体系将持续迭代、演进，全面赋能行业生态，为全球审计数智化转型服务！



行业数字员工平台推动 AI 规模化落地

中国电信 CHINA TELECOM

人工智能（Artificial Intelligence，AI）真正形成产业价值，关键不在于新增多少模型，而在于能否进入岗位、跑通流程、沉淀资产并持续运营。中国电信行业数字员工平台以生产级数字员工为载体，将大模型、技能（Skills）、模型上下文协议（Model Context Protocol，MCP）和知识库融入政务、工业等核心业务流程，推动一次性项目交付转向平台化服务与规模复制，为行业客户提供安全可控、可度量、可持续进化的智能生产力。

刘世伟　中国电信集团有限公司政企信息服务事业群智能产品部副经理

随着大模型和 AI Agent 加速进入企业，许多政企客户已建设算力、模型或智能体底座，但 AI 应用仍停留在问答助手和单点工具阶段，难以承担完整岗位职责，也难以跨系统执行复杂任务。中国电信面向这一共性问题，建设行业数字员工平台，将数字员工定义为数字世界的作业单元和真实岗位、业务流程的智能映射，重点解决业务人员不会建、能力资产找不到和难复用、存量系统接入复杂、资源消耗与业务成效难度量等问题[1]。

平台依托中国电信“五位一体”智能云体系，基于驾驭工程（Harness Engineering）[2]技术理念，构建由在线平台、开发平台、能力中枢和资产中心核心模块组成的政企行业数字员工平台。在线平台提供数字员工广场、任务交互和运营监控；开发平台支持模板复制、手动编排和 AI 对话生成；能力中枢通过 SkillHub[3]、TokenRouter[4]和智能编排实现技能发现、模型路由、多数字员工协同；资产中心统一沉淀 Skill、流程、MCP 工具和知识库。平台不替代客户已有的办公自动化（Office Automation，OA）、企业资源计划（Enterprise Resource Planning，ERP）、制造执行系统（Manufacturing Execution System，MES）、客户关系管理（Customer Relationship Management，CRM）和行业平台，而是作为智能执行与编排层，以应用程序编程接口（Application Programming Interface，API）、MCP 等方式连接数据、系统和岗位任务，实现“人操作系统”向“数字员工调系统”的升级。



图 1 星辰行业数字员工平台架构

目前平台已形成覆盖政务、工业、医疗、教育等行业的能力资产体系，支持助手型、岗位型和流程型数字员工构建，并通过标准化平台、属地行业团队和前线部署工程师（Forward Deployed Engineer，FDE）驻场服务，将项目经验持续沉淀为可复用资产，推动 AI 从单点试用走向岗位级、流程级规模应用。

行业挑战

AI 底座与业务岗位之间仍有明显断层

通用大模型能够完成问答、写作和信息总结，但真实业务需要理解岗位职责、遵循流程规则、调用多个系统并对结果负责。业务人员缺少开发经验，技术人员又难以完整理解行业流程，导致大量应用停留在演示阶段，无法稳定进入生产。

行业经验和原子能力分散，重复建设问题突出

不同项目反复开发相似的查询、审核、填报、工单、知识检索和报告生成能力，项目结束后，流程规则、接口脚本和经验数据往往留在单一系统或实施团队中，难以形成集团级共享资产，定制成本高、复制周期长。

跨系统、跨岗位协同复杂

政务审批、工业排产、设备运维等流程涉及多角色、多环节和多系统，既需要大模型进行意图理解和任务规划，也需要规则引擎、知识库、MCP 工具以及人工复核共同完成。传统单智能体难以维护长链路状态，也缺少异常处理机制、权限边界管理和结果回写机制。

AI 应用缺少统一治理和价值度量

模型、算力、Token、接口和数据权限分散管理，调用成本、任务成功率、执行时长和业务收益难以统一统计。政企客户还需要满足数据不出域、租户隔离、身份认证、操作审计和全链路追踪等要求，进一步提高了生产级落地门槛。

交付模式难以支撑规模复制

单纯依赖定制开发和专家经验，容易形成“一项目一方案”。如何把现场需求快速解构成标准流程，将缺失能力自动补全，并在交付后持续运营和迭代，是运营商实现 AI 商业价值变现的关键。

解决方案和价值

01 项目整体架构 / 技术方案

平台采用“在线平台 + 开发平台 + 能力中枢 + 资产中心”的分层架构。

在线平台

统一承接 Web、应用程序（Application，App）、企业微信、钉钉等渠道请求，提供数字员工检索、雇佣、交互、任务进度和运营监控

开发平台

面向业务人员和开发者提供三种创建模式：标准场景可通过模板快速复制，复杂流程可手动配置，多变需求可通过自然语言生成数字员工，并由 AI Coding[5] 补全缺失的 Skill、工具、流程和脚本

能力中枢

由 SkillHub、TokenRouter 和智能编排组成。SkillHub 负责技能注册、发现、调用和执行控制；TokenRouter 统一管理模型、API 密钥（API Key）、Token 计量和路由策略；智能编排根据任务动态装配助手型、岗位型和流程型数字员工，并支持主控数字员工调度多个专业数字员工协同

资产中心

通过工程解构工具，将标准操作规程（Standard Operating Procedure，SOP）、产品文档、系统配置和业务代码拆解为流程、技能、工具和知识四类资产，经人工校准、沙箱验证、版本发布后进入资产广场，实现一次生产、多次复用

平台通过 API、MCP 和数据视图接入现有行业平台与企业系统，执行查询、审核、派发、流转、回写和归档等任务；通过身份认证、基于角色的访问控制（Role-Based Access Control，RBAC）和基于属性的访问控制（Attribute-Based Access Control，ABAC）、租户隔离、操作审计和日志追踪保障生产安全，并支持私有化部署及客户现有模型服务接入。



图 2 星辰行业数字员工平台业务流程平台总体架构图

02 应用场景

案例一　2026 年某地级市 "12345 政务服务便民热线 " 数字员工项目

客户类型　地市级行政审批局（政务服务管理局），采用专有云部署。

上线时间　2026 年 3 月完成一期上线，2026 年 7 月完成二期扩容并全量推广。

部署范围　覆盖市本级 12345 热线话务中心、12 个区县分中心及 86 个市级承办单位，接入工单总量约日均 4200 件。

实际使用情况

智能派单

数字员工自动完成来电要素提取、诉求分类、责任单位匹配与工单分派，派单准确率由人工 82% 提升至 96.7%，平均派单时长从 8 分钟压缩至 40 秒。

工单回访与核验

对 7 类高频诉求（占道经营、噪音污染、物业管理、水电报修等）自动触发短信 / 语音回访，回访覆盖率从 35% 提升至 100%，单日自动回访量约 1500 件，释放坐席人力约 6 人。

退单重办治理

自动识别 " 推诿退单 "" 答非所问 " 工单并生成预警，月度退单率由 11.3% 降至 4.8%。

周报 / 月报自动生成

每周一早 8 点自动生成热点诉求分析报告，编制耗时从 4 人・天降至 15 分钟。

中国电信承担的工作　负责行业数字员工平台的本地化部署与专属资源池建设；完成与政务服务网、12345 热线系统、OA 督办系统的接口对接；梳理 217 项政务诉求分类标签并训练派单模型；提供 7×24 小时运维驻场服务及每月模型迭代优化。

案例二　2026 年中国电信集团 " 智能报账与 BPM 流程机器人 " 数字员工项目

客户类型　中国电信集团总部及省级分公司（集团型企业，财务共享服务中心模式），采用集团云资源池部署。

上线时间　2026 年 4 月在集团总部及 3 家试点省公司（江苏、广东、浙江）上线，2026 年 8 月完成全国 31 个省（区、市）分公司推广。

部署范围

覆盖集团财务部、财务共享服务中心、采购部、人力部及 31 家省级分公司的费用报销、采购付款、合同付款、借款核销、员工入离职联动 5 大业务域，对接集团 ERP（SAP）、费控系统、BPM 流程平台、全国增值税发票查验平台、银企直联系统，服务员工约 32 万人。

实际使用情况

发票智能校验与报销单自动填报

数字员工自动完成增值税发票查验、查重、真伪核验、抬头税号校验及费用类型匹配，员工上传发票后 30 秒内自动生成报销单，报销单填写时长从平均 12 分钟 / 单降至 1.5 分钟 / 单，发票退单率由 18% 降至 2.3%。

BPM 流程自动审批与流转

对标准费用报销（差旅费、办公费、业务招待费、会议费等）按规则引擎自动完成审批节点判断、预算校验、超标提醒及流程转发，常规报销单平均审批时长从 3.5 个工作日压缩至 4 小时，自动审批通过率约 62%，集团财务共享中心人工审核工作量下降约 45%。

付款单据自动匹配与银企直联

自动完成报销单、合同、入库单、发票 " 四单匹配 "，匹配通过后自动生成付款指令并推送银企直联，付款处理人工干预率从 38% 降至 7%，日均自动处理付款约 5600 笔。

借款自动核销与月末结账辅助

员工出差返回后，数字员工自动比对差旅报销与预借款，完成多退少补核销；月末自动生成费用计提、预提凭证草稿及银行余额调节表，集团月结结账周期从 7 个工作日缩短至 4 个工作日。

员工报账咨询智能应答

基于集团报账制度知识库，7×24 小时回答员工报销标准、审批进度、发票要求等问题，单次会话解决率约 78%，共享中心咨询来电量下降约 30%。

中国电信承担的工作

负责行业数字员工平台在集团云资源池的私有化部署及等保三级、内网安全适配；完成与 SAP ERP、BPM 流程引擎、费控系统、税务发票平台、银企直联的接口开发与联调；联合集团财务共享服务中心梳理 58 个报账及 BPM 自动化场景，配置规则引擎与审批流；承担平台 7×24 小时运维支持、月度流程优化迭代及面向 31 个省公司的操作员培训（累计培训约 1200 人次）。

03 关键创新

形成面向岗位和流程的数字员工产品体系

不再以单个聊天机器人为交付单元，而是将岗位职责、技能、权限、协作关系和考核指标统一配置，实现“有岗位、有技能、可协同、可进化”。

建立行业能力资产化机制

工程解构工具把分散在文档、代码和系统中的行业经验转化为标准资产，AI Coding 自动补齐能力缺口，解决项目经验难沉淀、难复用的问题。

构建多数字员工协同与统一资源调度机制

通过主控与专业数字员工协作，结合 SkillHub 和 TokenRouter，实现任务拆解、能力调用、模型选择、成本计量和执行状态管理，兼顾复杂任务效果与资源效率。

建立“交付即运营”的持续进化闭环

平台记录任务结果、失败样本、资产调用和资源消耗，通过运营监控、效果评估和版本迭代，让数字员工在实际使用中持续优化。

04 商业模式

数字员工平台拟采用“省级统筹、平台支撑、地市落地”的商业推广模式：省公司统筹产品运营、生态管理及结算，研发团队提供平台建设、系统集成和交付支撑，地市负责商机挖掘、客户经营与项目落地。面向政府、央国企及中小企业，聚焦明确的行业需求开展试用和概念验证，形成标杆后复制推广。通过应用市场将成熟能力封装为可订购的标准产品，分别提供直接开通、标准产品加实施、按需定制三类服务；标准轻量场景采用 SaaS 交付，敏感数据和复杂集成场景采用私有化部署，定制需求通过供需交易平台撮合研发团队与生态伙伴承接。收入由订阅费、Token 资源费、软件授权费、实施及运维服务费构成，定制项目按验收结算；交付成果经评审沉淀为技能、流程、工具、知识库和应用包，再上架复用，通过持续运营、续费扩容和跨地市复制扩大业务规模。

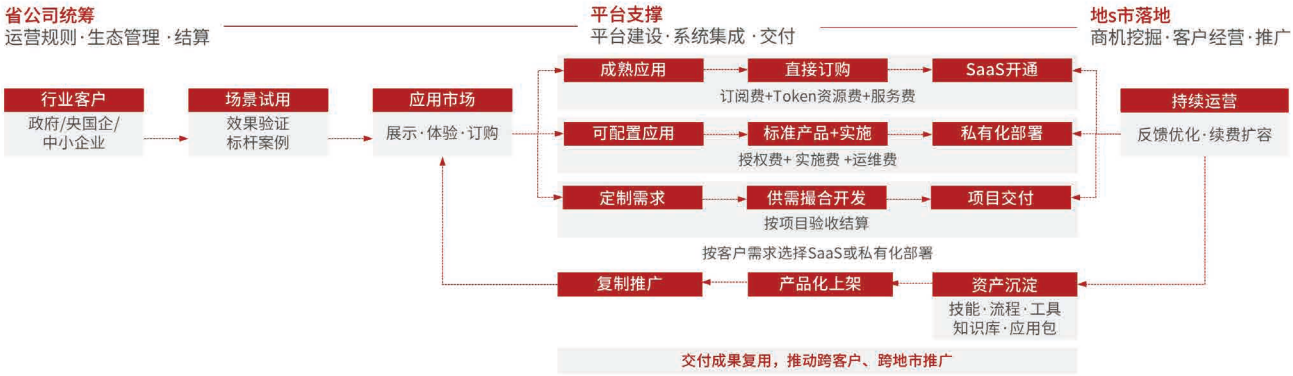


图 3 商业模式

05 核心价值

平台已沉淀 3000 余项 Skill 技能、350 余个流程、5000 余项 MCP 能力和 200 余个知识库，并依托 2000 余名懂智能、熟行业的专业人员和 15 类能力范式支撑属地交付。通过集团级统一底座和资产共享，平台目标将重复研发成本和场景适配周期均降低约 50%，使共性能力能够一次建设、多部门复用。

3000+	350+	5000+	200+	2000+	约 50%
Skill 技能	流程	MCP 能力	知识库	行业 /FDE 专业人员	研发成本与适配周期目标降幅

- **对客户而言**，平台降低数字员工创建和使用门槛，使 AI 能够进入审批、生产、运维、服务等核心流程，形成全天候、可追踪、可审计的智能执行能力；
- **对运营商而言**，平台把项目交付经验转化为可销售、可复用、可持续运营的行业资产，拓展平台、实施、算力和运营服务收入；
- **对产业生态而言**，开放的 Skill、MCP 和知识资产体系为合作伙伴提供标准接入与联合创新空间，促进 AI 能力在不同地区和行业快速复制。

经验总结与后续计划

经验启示

实践表明，AI 规模化落地首先要从“模型能力”转向“岗位责任”。只有把职责、流程、权限、工具和评价指标共同纳入数字员工设计，AI 才能从辅助问答进入生产流程。其次，要从“完成项目”转向“沉淀资产”。每次交付都应同步形成可复用的 Skill、流程、工具和知识，持续降低后续项目成本。再次，要坚持人机协同和安全治理，在高风险决策、异常流程和关键审批环节保留人工复核，通过权限隔离、审计追踪和灰度发布保障可控运行。

后续规划

下一阶段，平台将继续丰富政务、工业、能源、教育等行业的标准数字员工和场景模板，强化多模型适配、复杂任务规划、多员工协同和效果评估能力；基于任务数据和用户反馈持续优化资产，形成“使用—复盘—更新—再使用”的运营闭环；同时推进数字员工与具身智能、边缘设备和行业平台融合，构建覆盖数字空间与物理现场的协同执行体系，并探索与产业伙伴共建行业资产、联合运营和国际化复制的模式。

参考文献

[1]. 靳馨馨 , 王娟 . 数字经济背景下员工能力重塑驱动企业数字化转型路径研究 [J]. 电子商务评论 , 2025, 14(11): 179-185.

[2]. He C, Zhou X, Wang D, et al. Harness Engineering forLanguage Agents: The Harness Layer as Control, Agency, and Runtime[J]. 2026.

[3]. ZhouY, Shu W, Su Y, et al. A Comprehensive Survey on Agent Skills: Taxonomy,Techniques, and Applications[J]. arXiv preprint arXiv:2605.07358, 2026.

[4]. MoslemY, Kelleher J D. Dynamic model routing and cascading for efficient LLMinference: A survey[J]. arXiv preprint arXiv:2603.04445, 2026.

[5]. Ge Y,Mei L, Duan Z, et al. A survey of vibe coding with large language models[J].arXiv preprint arXiv:2510.12399, 2025.



AI 智能体赋能客服运营升级

中国联通 China unicom

中国联通智慧客服项目由联通数智与集团客户服务部、南方中心、北方中心共同打造，通通总控智能体将识别后的意图分发至相应处置智能体，通过识别准确率提升，进而提升用户满意度，减少转人工话务量。数字坐席自主规划智能体，进行拟人智能回复，进一步减少转人工话务成本。项目持续提升智慧客服运营水平，全面提升客户感知、一线效能和运营效率。

陈海锋　联通数据智能有限公司董事长、总经理

加快发展新一代人工智能，是公司赢得全球科技竞争主动权的关键战略举措，是深入贯彻科教兴国战略、人才强国战略、创新驱动发展战略。以 ChatGPT、Deepseek、qwen 等为代表的大模型横空出世，彻底颠覆并重塑了传统内容生成模式。在联通客服领域，AI 应用已成为典型场景。结合 2025 年客户服务工作部署，推进智慧服务与 AI 赋能的深度融合迫在眉睫，对大模型的研究也成为当务之急。客服存在通通意图识别准确率不高、用户满意率有待提升、转人工话务量大等问题，通过大模型、智能体解决上述问题。

在此背景下，“中国联通智慧客服项目”应运而生。基于统一能力底座，智慧服务与 AI 赋能相贯通，从客户、一线、运营 3 个维度，11 项工作任务，全面提升运营水平。

面向客户

完善洞察画像，集中训练交互模型，挖掘新场景，丰富 IVVR（Interactive Voice and Video Response）视频服务

面向一线

设计智能体知识库功能，优化一键诊断等极简工具，打造营销 AI 助手

面向运营

设计梳理协同数智员工场景，优化智能培训等运营工具，实现多功能数智人高效替代人工，不断提升服务运营效率和服务质量

同时，逐步有序推进 AI 服务能力向各服务窗口、渠道触点贯通共享，全面进行客服 AI 赋能，达到提质增效目的。

行业挑战

在国家战略层面

《国务院关于深入实施“人工智能 +”行动的意见》明确要求推动人工智能与服务领域深度融合，打造体验好、解决快、形式新的智能服务体系，为通信行业客服模式革新指明方向，促进行业加速智能化转型。

从行业发展来看

数字经济加速渗透下，通信行业面临服务规模持续扩大、用户需求多元化、服务质量要求升级的三重挑战，传统客服当前现状在技术深度和服务广度已难以匹配行业高质量发展诉求，智能化、多模态、高效化成为客服体系升级的核心趋势。

从整体核心需求来看

主要体现在下面几个方面：

服务效率提升需求

解决传统客服单轮交互、单一问题响应的局限，实现多问多答、多轮畅聊，提升客服响应速度与问题解决效率，覆盖绝大多数客户咨询场景。

用户体验优化需求

打破单一文字、语音交互模式，实现视听一体、多模态交互，结合用户画像提供定制化服务，让客服交互更拟人、更精准、更便捷，提升客户服务满意度。

服务价值升级需求

深度整合联通海量业务知识与技术能力，实现服务与营销的自然融合，在高效解决客户问题的同时，挖掘营销机会，赋能联通 APP、10010 热线两大核心服务触点，构建全场景服务体系。

面对国家政策要求、行业发展趋势、企业运营痛点和整体核心需求，启动“中国联通智慧客服项目”，推动客服体系从自动化应答向智能化、多模态、全场景服务全面升级。

解决方案和价值

01 项目整体架构 / 技术方案

充分运用大模型构建三大能力：一是“技术 + 情感”AI 服务，智能触达需求，情感链接客户；二是 “智能 + 轻量” 人机协同，解放一线，专注价值服务；三是 “数据 + 自动化” 运营支撑，实现精准洞察分析及生产提效。



图 1 智慧客服业务架构图

02 应用场景

通通总控智能体

面向全国联通尾号 **5 / 6 / 7 / 8 / 9** 用户开放　　日均 tokens 消耗量 **5 亿** 左右

通通意图识别

通通意图识别模型是通通总控智能体的核心技术底座。通过深度算法优化与全量业务场景训练，模型对用户诉求的意图识别准确率实现大幅跃升，从原有 71.8% 提升至 91%，有效降低了因意图误判导致的业务错派、无效转人工等冗余环节，为后续精准分流、高效处置筑牢了精准研判的技术根基。

通通意图分发

在实际业务运行中，通通总控智能体构建起 “意图研判 — 分流派发 — 闭环处置” 的全链条工作机制。用户提交文本类服务请求后，智能体首先开展深度语义解析，完成用户真实意图的精准识别；随即根据业务属性与场景分类，将诉求精准分流至下游对应子智能体承接专项处理。针对诉求表述模糊、关键信息缺失的复杂场景，智能体自动触发意图澄清机制，通过单轮问询或多轮交互补全核心业务要素，最终高效完成查询、缴费、办理等各类用户需求的响应落地，实现客服诉求的精准对接与一站式闭环办结。



多问多答　多问对话　多模态 视频输入　多模态 图片输入

图 2　通通总控智能体

数字坐席自主规划智能体

面向河南省联通尾号为 **7** 的用户　　整体分流率 **20 %**

业务介绍

数字客服，是中国联通依托前沿人工智能技术打造的真人客服数字分身。深度复刻优秀人工客服的业务处置能力、沟通逻辑与对话表达风格，可高效承接用户咨询、业务查询、问题答疑等各类服务场景，为用户带来高度贴近真人的流畅交互服务体验，有效提升服务响应效率，实现 7×24 小时不间断智能服务。



图 3 数字坐席 自主规划智能体

数字客服服务的主要场景

数字坐席可处理流量超套退费、取消流量封顶、短信问题诊断、移网问题诊断、话费余额查询、通话问题诊断等 43 类明确场景；超出场景范围数字坐席无法完成，用户无需发起“转人工”会直接跳转人工客服继续服务。

服务入口

用户的问题属于以上场景，在用户第一次诉求“转人工”后会优先进入数字客服，数字客服工号：94179。

运营服务

01 skills 更新及发布	• skills 编写人员完成后由 skills 审核人员进行业务审核； • 审核通过后由编写人员在测试环境进行测试，形成修改说明、测试用例及报告； • 测试通过后由 skills 发布人员发布更新至生产环境； • 由测试人员进行生产复测，若复测通过则此次更新完成，若不通过则由 skills 发布人员立即回退。
02 监控告警	• 监控：搭建节点监控，自动发现系统问题 • 告警：通过钉钉实时告警至技术人员 • 处置：技术人员进行告警分析，服务器、中间件问题由联通云解决，系统问题数智 / 软研解决。
03 自动巡检	• 巡检：梳理巡检场景及对应用例，建立自动化巡检定时任务，每隔十分钟自动调用自主规划智能体，并对结果判断有无问题； • 告警：通过钉钉实时告警至技术人员； • 处置：技术人员进行问题分析，服务器、中间件问题由联通云解决，系统问题数智 / 软研解决。

03 关键创新

并行处理架构创新 突破交互局限

搭建多问多答并行处理的 Multi-Agent 协同架构，支持单一指令调度查询、咨询、办理、投诉、报障、生活六大智能体协同工作，可同步理解并精准解答用户多维度问题，将用户复合诉求拆解为独立子任务并发执行，多意图请求处理能力提升 3 倍，突破传统单线程、单轮次交互局限，大幅提升复杂场景响应效率与问题处理能力。

跨模态与记忆技术创新 优化对话体验

自研跨模态交互引擎与动态记忆缓存技术，深度集成多模态大模型，可精准解析图片、视频等非结构化数据；构建短期缓存 + 长期向量库的双层动态记忆架构，全链路语义回溯系统可精准关联历史对话信息，多轮对话意图理解准确率提升 16%，实现多轮连贯对话与上下文深度理解，保障拟人化、长链对话体验。

大小模型协同 + 国产化架构创新 兼顾效率与安全

采用大小模型协同混合架构，创新基于问题复杂度的动态路由三级分流机制，简单问题由小模型快速响应，复杂问题由大模型通过 RAG 技术深度生成，兼顾简单问题极速响应与复杂问题深度思考，实现算力与服务效果的最优配置；核心算力、操作系统、数据库等全面全栈国产化，依托昇腾芯片与联通元景大模型，通过算子融合、内存复用优化，推理性能达国际主流 GPU 的 85% 以上，技术链路自主可控。

04 核心价值

经济价值

压降话务量约

5000 万通 / 年

每通按 2.8 元成本计算
每年约节省人工成本

1.4 亿元

业务价值

模型意图识别准确率

71.8% » **91%**

智能服务满意率

83% » **86.1%**

经验总结与后续计划

经验启示

- **打造产品：**项目中沉淀可复制产品。
- **与联通软件研究院协同：**与软研院充分协同，利用软研院算力资源以及 AI 原生应用平台能力，利用联通数据智能公司大模型、智能体等能力，共同创造有价值应用产品。

后续规划

- **营销精准推荐：**基于全客平台的产品推荐，持续优化服务中的诉求分析、情感计算、知识推送等能力，实现推送话术客户化、营销交互拟人化。
- **客户分级：**客户新分类分级体系差异化服务体验，智能促活并实现服务产品价值化。
- **AI 商机二次挖掘：**依托人工智能，在客户全流程对接中挖掘并培育二次商业机会。



人工智能应用：中东运营商如何拓展人工智能的角色

人工智能正日益成为中东地区数字化转型的重要部分。根据《2026 年 GSMA 智库企业调查》，在海湾阿拉伯国家合作委员会 (GCC) 成员国乃至中东和北非地区 (MENA)，大多数进行数字化转型的企业已使用生成式人工智能，但其中只有 40-50% 达到了先进水平。沙特阿拉伯与阿联酋对生成式人工智能的高级企业应用在全球市场名列前茅。预计在未来五年内，人工智能也将成为最受企业关注、投入最多的技术之一。

企业仍将继续保持对数字化转型的投资。预计在 2026 年至 2032 年间，GCC 成员国企业的数字化转型投资平均值约为企业收入的 9.3%，其中沙特阿拉伯为 10.7%，卡塔尔为 9.1%，阿联酋为 10.9%。 在中东和北非地区的数字化转型中，公共部门、零售业以及制造业和工业均位居前列。

越来越多的运营商参与到数字化转型中。GSMA 智库 2025 年中东和北非地区 21 个运营商人工智能部署分析发现，有 12 项已达到商用部署阶段。17 项主要侧重于提高内部效率，而 4 项则针对新的收入机会。在全球范围内，所追踪的针对客户服务的人工智能部署中约有 75% 已上线，而针对销售和营销的部署中约有 60% 已上线。

人工智能部署的重点也在向网络之外的其他领域扩展。在 GSMA 智库追踪的全球 18 家主要运营商发布的 50 多份人工智能相关公告中，约有 40% 的内容涉及企业人工智能，与网络和基础设施有关的内容比例与之相近，其余则涉及消费者人工智能与人工智能治理。这反映出人工智能商业化日益受到重视，企业正成为重要的目标市场。

40-50%
达到先进水平的数字化转型的企业

9.3%
数字化转型投资平均值约为企业收入

12 项
达到商用部署阶段的运营商

40%
涉及企业人工智能的公告内容

以下示例展示了中东地区的运营商如何在客户体验、本地语言服务、国家级人工智能能力、数字支付和人工智能基础设施等领域应用和支持人工智能。

e&
将生成式人工智能引入客户体验

阿联酋 客户体验、数字化服务与个性化体验

e& 正在扩大生成式人工智能在各种消费者接触点中的应用，包括消费者应用、零售门店和客户服务。公司的目标是成

* 本案例改编自 GSMA Intelligence 关于中东地区人工智能应用及运营商部署实践的研究

为业内领先的“人工智能电信公司”，将优质连接与世界级的数字化体验结合起来。为此，公司采取了人工智能优先策略、企业人工智能优先计划等举措，并成立以 e& 的 CEO 为首的人工智能执行委员会。

在消费者应用方面，e& 在数字化服务中广泛使用生成式人工智能，包括娱乐应用 StarzPlay Arabia、生活方式应用 GoChat 与超级应用 Careem。在生成式人工智能的助力下， e& 得以丰富数字化服务产品并提供更智能、更贴近场景的个性化体验。

除数字化应用之外，生成式人工智能还应用于其他领域。在 EASE 零售门店，e& 通过全息投影盒提供基于生成式人工智能的数字助手服务。

在客户服务方面，公司使用由生成式人工智能驱动的聊天机器人来处理在线客户咨询。e& 还探索如何使用生成式人工智能改善智能家居体验。

个性化体验是另一个重点。e& 正在实施生成式人工智能技术，为客户实时提供个性化套餐、产品推荐和促销优惠，以期提高客户的参与度和满意度。

消费者数据是这些应用程序的重要部分，因此，e& 也重视稳健的数据治理与管理实践，包括确保整个数据生命周期的数据质量、隐私和安全。

以上举措展示了 e& 如何将生成式人工智能融入数字化服务、实体零售、客户服务和个性化体验中，助力实现成为领先的人工智能电信运营商这一宏大目标。

du
为客户服务开发阿拉伯语人工智能模型

阿联酋 **本地化人工智能与客户服务**

2025 年，du 发布了首个阿拉伯语人工智能模型，为客户服务相关的重要电信功能提供支持。微软公司、哈里发大学 (Khalifa University) 6G 研究中心以及国际电信联盟 (ITU) 皆参与其中。

GSMA 智库指出，人工智能在电信行业的应用有两大要点。电信行业需要针对特定行业需求设计的 LLM，而人工智能模型也需要适应本地语言和环境。这促使运营商开发自有模型，不再依赖超大规模云服务商解决方案。

Ooredoo
合作构建人工智能能力并强化移动支付安全

国家级人工智能能力 **数字支付与欺诈预警**

Ooredoo 与卡塔尔航空 (Qatar Airways) 开展合作，共同致力于提高卡塔尔的人工智能、云和网络安全能力。此次合作将促成建立国家级人工智能中心，提供最先进的基础设施、高级工具和数据安全框架。

Ooredoo 还与 Evina 达成合作，整合基于人工智能的欺诈预警技术，强化移动支付安全。

du

建立人工智能基础设施，为企业应用提供支持

阿联酋 人工智能基础设施与企业服务

du 成为中东和北非地区首批推出 GPU 即服务 (GPUaaS) 的运营商之一。在该模式下，运营商投资 GPU，并向企业和公共部门组织提供短期（如按小时计费）或长期的计算能力服务。

du 还扩展了数据中心能力。2025 年，公司宣布了一项价值 20 亿迪拉姆（约合 5.445 亿美元）的超大规模数据中心合作项目，这也是迄今为止运营商在新建数据中心设施方面规模最大的承诺之一。

该公司进一步扩展了人工智能基础设施规划。GSMA 智库 2026 年发布的《2025 年第四季度区域分析》指出，du 计划在迪拜建立一个涵盖多个液冷超大规模数据中心的人工智能园区，建成后将提供高达 100 万千瓦的装机容量。

du 还计划推出一个国家级混合人工智能平台，将主权人工智能生产环境与其现有的云、5G 和光纤资产整合起来。

GSMA 智库指出，随着运营商新建数据中心设施，他们正越来越多地采用 GPUaaS 等新商业模式。中东和北非地区的多个国家和地区制定了宏远的人工智能战略，GPU 集群需求随之增加，然而该地区成熟的人工智能基础设施提供商寥寥无几，这为当地运营商创造了成为 GPUaaS 市场领导者的机会。

结论

这些案例说明了中东地区运营商应用和支持人工智能的几种方式。

e& 将生成式人工智能嵌入数字化服务、实体零售、客户服务和实时个性化体验中。du 已推出针对客户服务的阿拉伯语人工智能模型。Ooredoo 与卡塔尔航空的合作旨在通过国家级人工智能中心提高人工智能、云和网络安全能力，而 Ooredoo 与 Evina 的合作旨在将人工智能驱动的欺诈预警技术引入移动支付安全。在基础设施层面，du 推出了 GPUaaS 服务并宣布了超大规模数据中心合作项目，计划打造人工智能园区并推出国家级混合人工智能平台。

这些进展与 GSMA 智库所指出的更广泛的转型相一致。运营商对人工智能的应用正在从网络向外扩展。在追踪的 18 家主要运营商发布的人工智能相关公告中，企业人工智能占比约为 40%。同时，GCC 成员国及其他地区的企业对人工智能的需求正在增加。

综上所述，这些示例介绍了运营商在客户服务、本地语言人工智能、移动支付安全和人工智能基础设施等领域对人工智能的应用。

参考文献

[1]. GSMA 智库《Enterprise survey for the GCC and wider MENA region: navigating the digital transformation of industries and the B2B opportunity》2026 年 11 月。

[2]. GSMA 智库《Digital Industries in the GCC》2025 年 11 月。

[3]. GSMA 智库《Region in Focus: Middle East and North Africa, Q2 2025》2025 年 8 月。

[4]. GSMA 智库《Operators at MWC Barcelona 2025: innovations, strategies and messaging》2025 年 3 月。

[5]. GSMA 智库《Operator case study: e&: Embracing consumer genAI with customer experience as the overarching goal》2025 年 8 月。

[6]. GSMA 智库《Region in Focus: Middle East and North Africa, Q3 2025》2025 年 11 月。

[7]. GSMA《The Mobile Economy Middle East and North Africa 2025》2026 年 11 月。

[8]. GSMA 智库《Region in Focus: Middle East and North Africa, Q4 2025》2026 年 2 月。



Zain KSA 通过 5G 与人工智能为旅游业赋能

沙特阿拉伯预计在 2025 年接待超过 1.27 亿游客，旅游业正日益成为该国的第二大经济支柱，并助力实现“沙特阿拉伯 2030 愿景”(Saudi Vision 2030)。2024 年，该国已接待 1.16 亿游客，其中包括 3000 万国际游客，同比增长 9%。



“沙特阿拉伯 2030 愿景”是 2016 年发布的沙特国家战略框架，旨在通过经济多元化、社会发展和技术创新，实现从依赖石油的经济体到全球领先的现代化中心的转型。作为宏大愿景的一部分，沙特阿拉伯正在倡导建设 10 Gbps 社会，并致力于发展旅游、文化和娱乐项目（如红海景区、埃尔奥拉与启迪亚新城），以吸引全球游客并开发新领域。

为了支持沙特的国家愿景并推动包括旅游业在内的关键领域的数字化转型，Zain KSA 启动全新项目，集成 5G 和人工智能，以提升游客体验。

挑战

将人工智能赋能旅游业与可靠的移动网络覆盖相结合

Zain KSA 面临四个主要挑战。

国际游客往往对沙特阿拉伯的历史了解有限，而当地较低的英语普及率又导致沟通障碍，这些因素都会限制游客体验。

仅靠中频 5G 网络可能无法随时随地稳定提供游客所需的 20Mbps 上行速度。因此，“个人人工智能导游”(Personal AI Tour Guide) 用户偶尔会在探索城市或参观历史遗迹时断网。

厚度高达 50 厘米的传统墙壁会导致信号损耗比正常情况高出多达 20dB，而现代玻璃和金属建筑则可能造成信号反射、室内覆盖空洞和干扰。与标准玻璃相比，三层玻璃可使室内信号进一步衰减高达 25dB。

这些物理障碍是高级人工智能应用的一大难题，因为这类应用需要可靠的高上行吞吐量、低延迟和广泛的室内覆盖。

* 本案例改编自 GSMA Foundry 原案例研究，该研究由 GSMA Foundry 与华为合作开展

> 我们致力于集成 5G 和人工智能，利用无处不在的人工智能导游服务来可持续地提升旅行体验，以支持沙特阿拉伯的旅游业，并为'沙特阿拉伯 2030 愿景'做出贡献。为了实现这一目标，我们所需的解决方案既要能够实现深度室内覆盖和广域覆盖，又要满足多模态人工智能交互应用对高上行容量和低延迟的新需求

Mohammad AlNujaidi
CTO
Zain KSA

解决方案

多模态人工智能服务的网络基础

为应对这些挑战，Zain KSA 正将利雅得打造为中东首个移动人工智能城市，并计划在三年内将其扩展至全国。

600MHz 5G 独立组网

Zain KSA 部署了全球首个 FDD 600MHz 低频 5G 独立组网，与现有的 TDD 5G 网络协同运作。通过 FDD+TDD 载波聚合，该网络显著增强了覆盖范围和上行容量。

Zain KSA 与华为合作，引入了广域联合干扰抑制合并 (JIRC)、先进的人工智能接收机技术以及 TTI 级链路自适应技术，以提升多模态人工智能交互应用的上行性能。

个人人工智能导游：集人工智能、AR 与连接于一体

Zain KSA 引入了创新的人工智能终端，主要是 Rokid AI+AR 眼镜，为“个人人工智能导游”提供支持。该眼镜集成了人工智能视觉识别、实时语言翻译和直观的视觉导航等功能。

这项免提技术解决了常见的旅行痛点。游客不再需要低头看地图或与终端较劲。导航会直接显示在游客的视野中，让旅行变得更加安全且更具沉浸感。游客只需看一眼文物，就能立即了解相关信息，还可以利用实时翻译功能与当地居民交流。

Zain KSA 还与 Rokid 密切合作，优化这项技术，并利用本地互联网数据和阿拉伯语语言模型，根据沙特历史、文化和服务需求定制内容。据 Rokid 介绍，“个人人工智能导游”利用定制的大语言模型 (LLM) 训练开发而成，能够更好地理解沙特阿拉伯的历史背景、地区文化与旅游服务细节。

这些功能协同作用，将 AI+AR 眼镜打造成一款安全、沉浸且个性化的导游设备。

私有云游戏

为支持沙特阿拉伯日益增长的游戏产业，Zain KSA 基于其“Mobile Home”网络解决方案推出了“私有云游戏”服务，允许国内旅客在出行时将移动游戏终端直接连接到家中的 PlayStation 主机。

部署

从利雅得到全国覆盖

Zain KSA 于 2024 年 6 月启动了 600MHz 低频 NR 网络的概念验证测试，随后从 7 月开始进行大规模连续部署。该网络已覆盖利雅得核心城区，预计到 2025 年底将覆盖全城，到 2026 年扩展至麦地那和达曼，预计在 2027 年至 2028 年实现沙特阿拉伯全国覆盖。

为了践行其 ESG 承诺，Zain KSA 采用了业界领先的 GigaGreen 4T4R 低三频解决方案，该方案极其精简、高效且易于部署，显著缩短了项目周期和上市时间，并支持沙特阿拉伯向零碳社会迈进。

成果与商业影响

随着 600MHz 低频 NR 网络的商业发布，该项目在覆盖范围、容量和可持续性方面取得了显著收益。

10-30 dB ▲
覆盖能力提升

10 倍 ▲
上行容量增加

50% ▼
延迟最多降低

与行业基准相比，GigaGreen 4T4R

20% ▲
解决方案的性能提升

30% ▼
尺寸与重量减少

30% ▼
能耗降低

这些进步为多模态人工智能交互应用的大规模采用奠定了基础。如今，使用个人人工智能导游的游客能够享受更加顺畅、智能的互动体验，并随时随地获取历史遗迹和景点的专业解说，这有助于实现该国的旅游业目标。

未来展望

通过构建以体验为驱动的经济生态系统，沙特阿拉伯将实现从依赖石油的经济体向全球文化和旅游中心稳健转型。到 2030 年，旅游业预计将贡献 10% 的 GDP 并创造 160 万个就业岗位。

为了进一步支持“沙特阿拉伯 2030 愿景”，Zain KSA 将加速 600MHz 低频 NR 网络的全国部署，开发具备广覆盖、大上行和低延迟的多维网络能力，从而打造一个能够持续优化多模态人工智能旅游体验的人工智能综合移动网络。



SLTMobitel 借助 GSMA 赋能的 AI 虚拟城市助手，重塑城市旅游业

随着全球旅游业向更加数字化和个性化的体验转变，加上智慧城市概念的不断发展，SLTMobitel 发现了成为核心连接提供商之外的新机遇。

该公司提供可提升游客和市民城市体验的增值服务，致力于成为斯里兰卡数字化转型的推动者。

为游客提供现代、无缝且易于访问的信息生态系统的需求，促使 SLTMobitel 探索生成式人工智能的能力，其宗旨是满足现代游客的期望，并将斯里兰卡的城市打造成技术先进且游客友好的旅游胜地。

挑战

碎片化信息与脱节的游客服务

在实施虚拟城市助手之前，向游客和市民传递信息的流程效率低下，并面临数个关键阻碍。这些挑战限制了旅游部门和市政机构与目标受众的互动效率。

重要的旅游信息散落在纸质宣传册、各个网站和运营时间有限的问询处之间，导致游客体验参差不齐。	为来自世界各地的国际游客群体提供服务需要多语言支持，但在运营层面，实时提供多语言支持并不现实。
依靠物理基础设施和人员为游客提供支持成本高昂，在旅游旺季也无法有效扩大规模。	在非常规时间抵达或在标准营业时间之外需要信息的游客，无法获得可靠的支持来源。

重要的公民和文化信息存储在非结构化文档（包括 PDF 和 Word 文件）、网站和数据库中，形成了难以实时访问和查询的信息孤岛。导航服务、住宿预订平台和文化方面的常见问答相互脱节，缺少能将这些服务整合到一处的平台。手动多渠道更新信息耗时耗力，不仅效率低下，还增加了向公众分享过时信息的风险。

* 本案例基于 GSMA Foundry 发布的公开资料，介绍了一项通过 GSMA Foundry 协作平台及 IBM GenAI Accelerator Pack 计划推动的创新项目

> 我们意识到，要打造一个真正的智慧城市，需要弥合游客的信息差。挑战之处在于，我们不仅要提供数据，还要以支持无障碍和多语言的互动方式全天候提供数据。

Anil Pradeep Kumara
人工智能与数据负责人
SLTMobitel

协作方式

从人工智能探索到概念验证

在 GSMA Foundry 的促成下，SLTMobitel 借此次合作成为首批使用 GSMA 与 IBM GenAI Accelerator Pack 评估人工智能的移动网络运营商之一。

该倡议为 SLTMobitel 使用生成式人工智能开发概念验证试验提供了初始框架和工具。在此基础上，SLTMobitel 的 Embryo Innovation Team 明确定义 PoC：开发虚拟城市助手，作为统一的游客智能接触点。

Accelerator Pack 为 GSMA 会员提供专属免费积分，用于访问 IBM watsonx.ai，参与者可用积分试用技术并证明人工智能在其组织中的价值。访问 Accelerator Pack 需经申请批准。参与者还可以与 GSMA 和 IBM 的主题专家合作构思定制应用案例，并与行业社区建立联系，交流知识和最佳实践。符合条件的会员可获得专属 IBM 专家支持，高价值的创新项目还可获得 GSMA 和 IBM 的额外协助。

具备卓越创新力和影响力的项目可选择通过 GSMA Foundry 进行推广，这个平台是 GSMA 的创新支柱，也是一个跨行业协作与发展业务的平台。其中包括在行业活动中进行演示、参与奖项计划以及撰写专业的案例研究。

解决方案

一个智能界面，三个专业人工智能体

虚拟城市助手采用企业级人工智能与数据平台打造而成，这是专为创建、调整和部署复杂的人工智能模型而设计的平台。其核心能力在于创建多语言对话式人工智能体。

FAQ 智能体采用检索增强生成技术，从经过验证的文档和网址等知识库中检索信息。凭借这项技术，具备上下文感知能力的智能体能够基于经批准的真实信息提供回复。

路线智能体集成谷歌地图 API，提供路线和导航支持。

预订智能体则关联第三方住宿平台。

SLTMobitel 的专业优势

作为国家级 ICT 解决方案提供商，SLTMobitel 具备推动该项目的独特优势。借助 SLTMobitel 的多项核心竞争力，项目得以顺利实施。

细致的用户界面调整是该项目的重要组成部分。SLTMobitel 基于以用户为中心的设计原则，开发了直观的界面，旨在服务游客和市民，同时支持多语言受众。

大语言模型的集成构成了该解决方案的智能核心。该系统旨在理解和处理自然语言查询，涵盖从简单的常见问题到更复杂的预订和路线咨询。

SLTMobitel 还与旅游业利益相关方密切合作，以汇总和结构化海量信息。定制知识库与大语言模型的结合使虚拟助手能够提供个性化且具可操作性的洞察，同时确保虚拟城市助手作为资源始终可靠且实时更新。

实施

分阶段的概念验证

项目并未立即进行全面部署，而是分阶段实施概念验证，以验证概念与技术。

第一步是创建安全的知识库。团队将文档分块、嵌入向量数据库并建立索引。随后，团队创建并训练 FAQ、路线及预订智能体，确保每个智能体都能可靠地执行各自的专业任务。

下一阶段集成了地图和住宿预订的第三方 API，并特别注重安全的数据处理。最后，开发并测试移动优先的界面，提供响应及时且直观的跨终端体验。

这种敏捷方法使团队能够在整个部署过程中不断学习和调整，确保最终的 PoC 稳定且符合目标。

成果与商业影响

虚拟城市助手的试点成功展示了其在提升城市旅游体验和公众参与度方面的变革潜力。

改善客户体验	虚拟助手为游客提供了无缝且即时可用的个性化服务，全天候提供多语言支持。
提升敏捷性	旅游部门和市政机构可通过内置的管理门户实时管理和更新信息，确保内容始终及时可用。
为未来服务奠定规模化基础	这项投资为 SLTMobitel 的数字化转型战略奠定了规模化的安全基础。该平台在设计上具备可扩展性，可增加其他的专业智能体和服务，例如公共交通更新和活动票务。

Aisle AI

企业知识获取与呼叫中心优化

SLTMobitel 将 GSMA Foundry 和 IBM GenAI Accelerator Pack 用于 Aisle AI 的开发，这是一个由生成式人工智能和大语言模型驱动的企业知识中心。

Aisle AI 解决了一个常见的企业挑战：知识库碎片化导致难以获取全公司的信息。这个解决方案利用生成式人工智能快速构建和检索数据，实现对关键资源的无缝访问并提升运营效率。

在 ETSI 人工智能大会上，Aisle AI 展示了基于人工智能的大型数据集检索对优化呼叫中心的支持。这个应用缩短了呼叫处理时间并提高了客服人员的生产力。

Aisle AI 的成功获得了 2024 年 National Project Management Excellence Awards 的表彰，SLTMobitel 揽获其中多项大奖，包括人工智能与数据科学创新金奖。

未来展望

在 PoC 取得成功后，SLTMobitel 计划进一步推广虚拟城市助手，初期目标是覆盖一个主要城市地区，随后将推广至斯里兰卡的其他城市和旅游目的地。

未来还计划增加更多专业智能体，并深化与本地企业的整合，以提供更个性化的推荐和服务。

SLTMobitel 还计划继续与 GSMA 及其他技术伙伴合作，进一步探索人工智能应用，巩固其利用尖端技术推动国家进步与创新的承诺。

> 这个项目是 GSMA Foundry 如何加速创新的极佳范例。通过将 SLTMobitel 这样具有前瞻性的运营商与尖端技术连接起来，我们帮助解锁人工智能的潜力，以解决现实世界的挑战并为社会创造巨大价值。

Richard Cockle
GSMAFoundry 与互联产业负责人
GSMA



Telkomsel 与 Pegatron：巴淡岛 5G+ 人工智能智能制造灯塔工厂

Telkomsel 与 Pegatron 5G 在印度尼西亚巴淡岛巴塔明多工业园内的 Pegatron 厂区联合部署了一座 5G+ 人工智能智能制造灯塔工厂。

这座占地 85,000 平方米的工厂配备了专用、安全且工业级的数字基础架构。Telkomsel 通过其业务部门 Telkomsel Enterprise 担任主要合作伙伴、系统集成商和服务提供商，在网络层提供授权频谱、运营商级私有 5G 核心软件和本地多接入边缘计算。Pegatron 5G 作为产品解决方案提供商和用例所有者，提供其专为工业用途打造的 5G 无线接入网以及工业级 5G 用户设备、5G USB 通信适配器、客户终端设备、自动导引车 (AGV) 模块和摄像头。

该私有 5G 网络提供低于 10 毫秒的延迟，用于实时控制，支持海量物联网连接，并通过网络切片提供安全、专用的带宽，支撑三大关键智能制造应用：自动导引车车队自动化、人工智能驱动的质量检测和预测性维护。

在这三项核心应用中，人工智能主要应用于质量检测和预测性维护，同时也用于优化工厂网络的运行环境。

人工智能赋能的目视检查可实时监控标准作业程序 (SOP) 的执行合规性，及时发现生产过程中的偏差。

通过持续采集数据并实时分析设备状态，实现预测性维护。

人工智能与机器学习监控则能在生产需求变化时，快速完成网络参数的优化调整。

此次部署是联合市场推广计划的一部分，为印度尼西亚各地的工业客户提供了一个可复制的范本。

解决方案和价值

01 项目整体架构 / 技术方案

巴淡岛工厂的 5G 独立组网私有网络由 Telkomsel Enterprise 和 Pegatron 5G 联合设计，是一个专用、安全且工业级的工厂运营平台。

该架构采用隔离式私有网络设计，结合基于 SIM 卡的零信任安全和端到端加密，以保护工业数据和生产系统。本地多接入边缘计算平台支持低延迟处理，而授权频谱、网络切片和本地 5G 核心能力则为关键任务工作负载提供可预测的性能、服务隔离和专用带宽。

* 本案例改编自 GSMA《Advancing Connected Industries in ASEAN》报告收录的原案例研究

与 Wi-Fi 或公共蜂窝网络不同，该解决方案将 Pegatron 的无线接入网和用户设备与 Telkomsel 的 5G 核心及授权频谱集成在一起。这为工厂自动化、视频分析和预测性维护提供了运营商级连接。

该网络提供低于 10 毫秒的延迟，并支持全厂数千台联网设备。专用网络切片和服务质量层级确保自动导引车、人工智能赋能的目视检查和预测性维护在其所需的带宽和延迟参数内运行。

从人工智能的角度来看，该架构创建了一条从工厂数据采集到本地处理再到操作执行的连续路径。此次部署将摄像头、联网设备、边缘计算、人工智能赋能的检测和预测性维护整合在一个单一的工业架构中。

02 部署挑战

支持生产线的持续变更

频繁的生产线变更和不断演进的制造工艺需要动态的网络调整。网络需要适应不断变化的资源需求，同时不影响运营的稳定性。

结合人工智能和机器学习监控的快速响应机制，能够在生产需求变化时实现快速的参数优化和资源重新分配。在这一角色中，人工智能的作用是帮助工厂让数字运营环境灵活适应频繁的产线变更，而非作为一个独立应用孤立运行。

为自动化做好人员准备

自动化的引入在员工中引发了担忧。项目通过重新培训和技能提升积极应对，支持员工向流程主管、数据分析师和机器人协调员等岗位转型。

扩展工业 IT 能力

此次部署还要求工厂将传统的 IT 能力扩展到射频规划、移动核心管理和移动网络故障排查等领域。

这些能力是通过密集培训以及与 5G 产品团队的紧密协作而建立起来的。

03 应用场景

自动导引车车队自动化

私有 5G 网络为自动导引车在整个工厂的运营提供所需的低延迟、移动性和持续连接。

无缝切换技术使自动导引车能够在不同生产区域间穿梭，而不会因网络问题导致运行中断。该部署使自动导引车车队实现了 99.9% 的正常运行时间。

预测性维护

网络支持连续的数据采集和设备状态的实时分析，从而赋能预测性维护。

本地边缘计算允许相关数据在本地进行处理，支持快速识别潜在的设备问题。在整个部署中，意外停机时间减少了 10%。因此，人工智能赋能的维护方法将设备监控从定期观察转变为基于数据的、对潜在问题的持续识别。

人工智能驱动的质量检测

该解决方案使用人工智能赋能的目视检查来支持标准作业程序的合规性并提高生产质量。

私有网络为上行密集型视频分析提供专用带宽和低延迟连接。人工智能驱动的实时视频处理使系统能够在生产过程中监控标准作业程序 (SOP) 的合规性，并及时识别偏差和异常。

人工智能驱动的标准作业程序合规已将过程中的人为错误减少了 30%，有助于减少废品和返工。

灵活的生产线重新配置

无线架构允许对生产线和联网设备进行重新配置，而无需进行大规模的物理重新布线。

生产线重新配置时间已缩短 70% 以上。新生产线的初始部署成本下降了 20%，其中一半的降幅归功于避免了大规模的物理布线。

04 关键创新

以运营商级 5G 独立组网作为应用基础	该部署将私有 5G 独立组网网络定位为工业应用的可靠性基础。授权频谱、本地核心功能、网络切片和本地边缘计算为工厂自动化、视频分析和预测性维护提供了确定性性能。 该架构为不同的生产应用创建了独立的带宽和延迟条件，防止争用工作负载影响关键任务的运行。
基于私有 5G 的人工智能赋能的目视检查	人工智能赋能的目视检查与专用网络切片和边缘计算相集成，可实时处理上行密集型视频分析。这使工厂能够在生产过程中监控标准作业程序的合规性，将生产过程中的人为错误减少 30%，并有助于减少废品和返工。
人工智能和机器学习辅助的网络优化	由人工智能和机器学习监控支持的快速响应机制可实现快速的网络参数优化和资源重新分配。此功能可帮助网络应对持续的生产线变更和不断演变的制造流程。
安全隔离的工业连接	依托私有网络、基于 SIM 卡的零信任架构使用端到端加密，为工厂运营创建安全的私有环境。网络切片和服务质量层级为具有不同连接需求的应用提供服务隔离和可预测的性能。

05 核心价值

运营敏捷性与成本效益

70% ▼
生产线重新配置时间缩短

20% ▼
新生产线的初始部署成本降低

自动化与内部物流

99.9% ▼
自动导引车车队的正常运行时间达到

无缝网络切换消除了自动导引车因网络相关原因导致的停机

制造效率与质量

5% ▲
第一年内整体设备效率提升

10% ▼
意外停机时间减少

30% ▼
过程中的人为错误减少

可持续发展与治理

更高的整体设备效率降低了单位生产的能耗。预测性维护和人工智能检测有助于减少浪费，而员工技能提升则支持向新工业角色的转型

核心洞察

该项目表明，成功的工业 5G+ 人工智能部署依赖于电信运营商、制造企业及技术生态系统合作伙伴之间的紧密协作。

Telkomsel Enterprise 与 Pegatron 5G 不仅将 5G 独立组网视为一种连接技术，更将其视为生产可靠性与数字智能的赋能因素。该项目还表明，员工再培训与人机协作是工业转型的重要组成部分。

该案例还展示了工业人工智能的分层模型：可靠的连接传输生产数据，边缘计算支持本地及对时间敏感的处理任务，而人工智能应用则支持质量检测、预测性维护和网络优化功能。在该模型中，5G 是赋能基础，而人工智能则为制造决策和流程提供智能。

开放的多供应商策略有助于避免供应商锁定并保持灵活性。由两家公司联合主导的灯塔模式，为印度尼西亚各地的类似工厂提供了可复制的市场推广蓝图。



基于人工智能的互联医疗规模化：CHACCA 与 NUHS 案例研究

全球医疗保健行业因人口老龄化、需求增长以及严重的劳动力短缺，正面临前所未有的压力。作为应对，“互联医疗”整合 5G 连接、人工智能 (AI)、扩展现实 (XR) 以及物联网技术，重塑医疗服务交付模式。这些技术能够实时连接人力、终端与数据，实现智能医院、互联救护车以及居家护理服务。

本案例研究的重点是“Connected Health and Community Care Accelerator”(CHACCA)，这是一项由 GSMA Foundry、新加坡国立大学健康系统 (NUHS) 与 Global Health Connector (GHC) 合作开展的计划。CHACCA 作为协作平台，汇聚了医疗保健提供商、移动运营商以及技术创新企业。其主要使命是弥合碎片化的技术试点与可扩展的系统级实施之间的鸿沟。

NUHS 为这一更广泛的倡议提供医疗保健应用案例情景，用于探索专用 5G 和人工智能能力如何支持互联医疗应用。这些应用包括环境人工智能平台、XR 辅助手术、多智能体自主医疗机器人以及远程病患监护。CHACCA 通过促进跨行业合作、验证应用案例、分享实施实践以及解决规模化应用面临的结构性障碍，完善这些医疗保健应用。NUHS 应用案例情景与 CHACCA 生态系统框架共同阐释了先进连接和人工智能如何帮助医疗保健创新从孤立的试点转向更具可扩展性的模式，从而有望改善临床效果、提高运营效率并增强医疗系统的韧性。

解决方案与价值

01 项目整体架构 / 技术方案

本案例从两个相辅相成的层面着手，应对医疗保健的系统性压力。

在技术层面

专用 5G、人工智能和 XR 可赋能一系列互联医疗应用，涵盖环境人工智能平台、多智能体医疗机器人、居家护理服务以及智能设施管理等。

在生态系统层面

CHACCA 作为协作枢纽，通过高管圆桌会议和技术工作组协调医疗保健提供商与技术合作伙伴，并助力将碎片化试点转化为更具可扩展性的框架。

其潜在价值是多维度的

对于患者而言

互联医疗有助于在医院之外提供更个性化的持续护理，从而提高医疗可及性，并有望带来更好的临床效果。

对于临床医生而言

XR 辅助手术和人工智能赋能监护等工具有助于减轻工作量、加强培训并提高精准度。

对于医疗系统而言

这些应用可以提高运营效率、支持更快的应急响应并帮助控制成本。

* 本案例基于 GSMA Foundry 的“互联医疗与社区护理加速器”（CHACCA）项目，该项目由 GSMA Foundry 与 NUHS 及 Global Health Connector 合作开展

02 部署挑战

尽管互联医疗解决方案具有变革潜力，但要实现规模化部署仍面临诸多关键阻碍。

财务和基础设施方面的阻碍	实施 5G、人工智能和 XR 需要大量的前期资金投入和强大的 IT 基础设施。许多医疗保健机构由于资源短缺，无法升级旧有系统或保证明确的投资回报率。
数据隐私和互操作性	在互联终端中处理高度敏感的患者数据，需要严密的网络安全措施，并严格遵守地区法规。将各种人工智能平台集成到现有的医院 IT 网络中往往会产生数据孤岛。
工作流程整合与人员储备	由于学习曲线陡峭，或担心扰乱现有的护理模式，一线临床医生可能会抵制采用新技术。
突破孤立试点实现规模化应用	碎片化措施加上电信和医疗生态系统之间缺乏标准化的框架，往往会阻碍商业化进程。克服这些结构性障碍需要跨行业合作、清晰的监管指导，以及稳健的变革管理，以确保技术能够优化而不是加重临床实践的负担。

03 应用场景

互联医疗框架为整个患者旅程提供了丰富多样的应用场景。

在智能医院内

基于 5G 的手术平台和 XR 医疗培训模拟为临床医生提供了高精度的沉浸式工具。与此同时，多智能体自主医疗机器人简化了日常后勤工作，而智能设施管理则优化了运营工作流程。对于急症和急救护理，互联救护车可实现实时数据遥测，助力专家远程指导急救人员并加速实施挽救生命的干预措施。

在医院之外

重点转向了预防和慢性病护理。环境人工智能医疗平台和远程病患监护为“居家护理”服务提供助力，确保患有慢性病的患者在自己的社区中得到持续观察和支持。此外，管理员可以通过医院数字孪生模拟和优化患者流量与资源分配。

新加坡的 NUHS 情景说明了这些应用场景不是孤岛技术，而应被视为更广泛的医疗生态系统的互连组件。CHACCA 提供了一个协作框架，检验如何验证、集成和规模化此类应用，同时始终以患者需求和临床工作流程为中心。

04 关键创新

这个互联医疗生态系统的核心创新主要在三个关键领域：技术融合、主动护理交付和生态系统层面的协作。

深度的技术整合突破了工具之间的隔阂

该解决方案将 5G、人工智能、XR 和机器人技术整合到同一个基础设施中，助力环境人工智能平台和多智能体自主机器人无缝运行。这将临床运营从被动的人工工作流程转变为自动化的智能环境。

通过先进的遥测技术和数字孪生重新定义护理边界

医院数字孪生将设施管理转化为预测性模拟，而 5G 互联救护车和远程监护主动将医院延伸至家庭。主动的持续护理得以成为现实。

CHACCA 框架的结构性创新

CHACCA 不仅开发技术，还创建了一个联合电信运营商、医疗服务提供商和政策制定者的跨部门加速器。这种协作模式有助于提供实用指导、合作伙伴与治理机制，这是推动行业从碎片化试点项目向更具可复制性和可扩展性的互联医疗模式转型所必需的。



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