

中兴通讯技术 **简讯**

ZTE TECHNOLOGIES | 第30卷 第5期 · 2026年5月

视点

- 02 自智网络L4的发展现状与未来演进
- 05 Agentic通信领域大模型：自智网络L4跃迁新动力

专题：自智网络

- 09 “1+N”通信领域模型体系构建智能体大脑





1996年创办

第30卷 总第451期

2026年05月 第5期 (月度出版)

中兴通讯技术 (简讯)

ZHONGXING TONGXUN JISHU (JIANXUN)

《中兴通讯技术 (简讯)》顾问委员会

主任: 刘健

副主任: 方晖 彭爱光 孙方平 张万春

顾问: 柏钢 陈新宇 董伟杰 胡俊勤

胡立华 华新海 阚杰 李强

李晓彤 唐雪 王全 杨运东

郑鹏

《中兴通讯技术 (简讯)》编辑委员会

主任: 林晓东

副主任: 卢丹

编委: 邓志峰 代岩斌 关凯 黄新明

梁大鹏 林晓东 卢丹 马小松

孙岳 施军 王卫斌 肖伟

杨兆江 余方宏 赵建超

《中兴通讯技术 (简讯)》编辑部

总编: 林晓东

常务副总编: 卢丹

编辑部主任: 刘杨

执行主编: 方丽

发行: 王萍萍

主管: 中兴通讯股份有限公司

主办: 中兴通讯技术杂志社

出版: 《中兴通讯技术 (简讯)》编辑部

编辑部地址: 深圳市科技南路55号中兴通讯研发大楼

发行部地址: 合肥市金寨路329号国轩凯旋大厦12楼

发行部电话: 0551-65533356

<https://www.zte.com.cn/china/about/magazine>

发行范围: 国内业务相关单位

印数: 5000本

设计: 深圳市奥尔美广告有限公司

印刷: 深圳市旺盈彩盒纸品有限公司

印刷日期: 2026年05月25日

未经中兴通讯股份有限公司书面授权, 禁止以转载、
摘编、复制等方式使用本资料的任何内容。



张万春

中兴通讯高级副总裁

全栈AI创新开放，共筑自智网络新生态

当前，通信网络已超越“连接管道”的定位，成为支撑千行百业数字化转型的核心智能底座。2026年，伴随5G-A规模商用、AI大模型深度融入通信体系，以及数字孪生技术的日趋成熟，自智网络迎来价值兑现的关键节点。其内涵已不再局限于运维自动化的单点突破，而是加速向“实时感知—主动分析—自主决策—自动执行”的全链路智能闭环体系跃迁，成为驱动运营商经营增收、业务创新、绿色低碳发展的核心引擎，行业也正式迈入L4高阶自智网络演进的攻坚期。

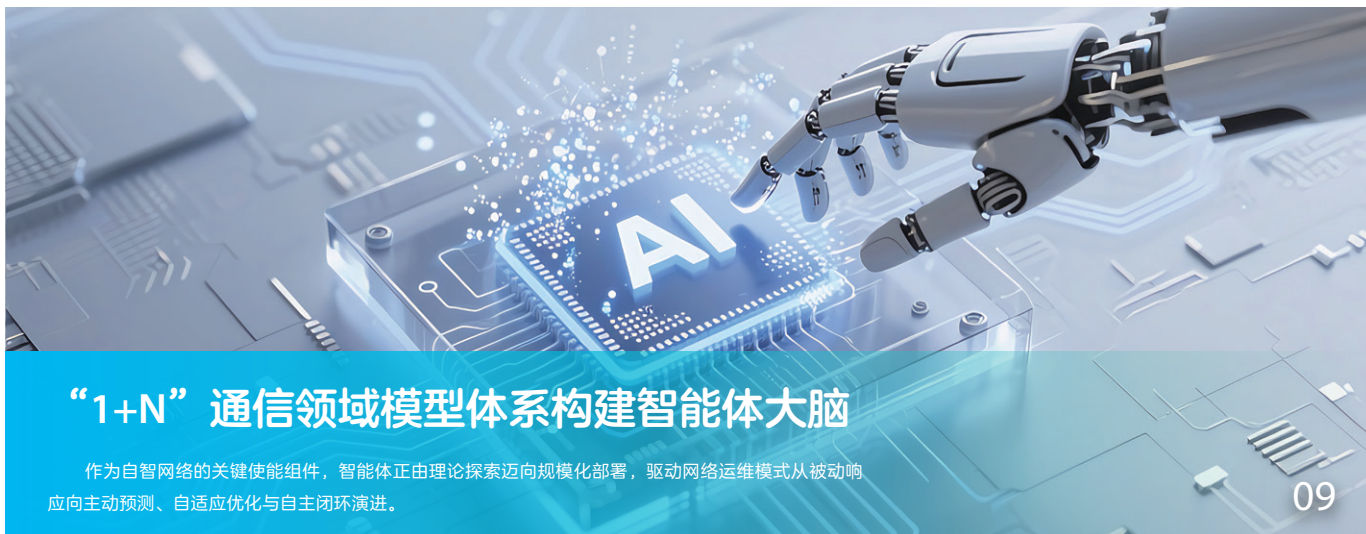
中兴通讯AIR Net高阶自智方案，以“价值驱动、内生智能、自主决策、自动闭环”为核心，构建“网元—平台—应用”全栈AI新范式，打造差异化竞争优势。方案以数据引擎、AI大模型引擎、数字孪生引擎为技术底座，融合星云通信大模型“1+N”模型矩阵，叠加知识图谱、Co-Sight智能体工厂、Co-Claw等核心能力，搭载网元内生智能硬件，构建起覆盖“实时感知—主动分析—自主决策—自动闭环”的全链路数智人。此外，中兴通讯积极推动A2A-T多智能体协同协议标准化以及网络运维指标体系从传统KPI向KBI-KEI-KCI价值成效体系升级，全方位赋能运营商运维提效降本、市场经营增收。

本期专题汇聚了中兴通讯在自智网络领域的深度实践与前瞻思考，从全栈AI架构、“1+N”模型矩阵、多智能体协同等创新技术方案，到国内外标杆商用案例，全方位展现中兴通讯L4高阶自智能能力与规模化落地实力，为行业演进提供可借鉴、可复制的实践路径。

展望未来，中兴通讯将持续深化全栈AI创新能力，以高阶自智能能力驱动运营商网络数字化转型，携手全球产业伙伴，共筑开放共赢的自智网络新生态，共绘数字经济高质量发展的宏伟蓝图。

目次

中兴通讯技术（简讯）2026年第5期



“1+N” 通信领域模型体系构建智能体大脑

作为自智网络的关键使能组件，智能体正由理论探索迈向规模化部署，驱动网络运维模式从被动响应向主动预测、自适应优化与自主闭环演进。

09

视点

02 自智网络L4的发展现状与未来演进

关凯，蒋贤忠

05 Agentic通信领域大模型：自智网络L4跃迁新动力

郝艳琴，杜永生

专题：自智网络

09 “1+N” 通信领域模型体系构建智能体大脑

郑鹏，张文栓，金宁迪

13 迈向L4自智：大模型+知识图谱协同打造高精度AI决策的数智人

顾晓桃，韩松

16 AIMind “1专家+2助手”：打造故障管理新体验

赵松，李道儒

19 自智网络移动业务投诉处理端到端智能化方案

夏霖

22 基于Co-Sight Pro的自主决策型网优专家：

从“经验固化”到“知识进化”

廖开蒙，倪华

25 赋能复杂协作：Co-TAP智能体三层交互协议技术解析与前瞻

安顺钰，毛志勇，周桂月

28 核心网投诉智能体，复杂投诉的高效处理之道

何伟，陈春

30 存量系统AI智能插件解决方案，助力RAN产品运维全AI演进

刘洋，乐树彬

33 OTN全息光技术与应用——面向L4自智光网的数字孪生实践

明正勤

36 家宽投诉智能体应用方案

陆云，陈爱民，张荣

成功故事

38 跨域协同，智联共生——中兴通讯携手广东移动建设“自智网络示范区”

郭瑞诚，邵梦飞

40 中兴通讯助力福建移动无线自智示范区建设

刘洋，宋子义

42 携手中国移动成立“联创+”自智网络开放实验室，探索全链条创新路径

周波

44 孟加拉Grameenphone携手中兴通讯：打造网络故障管理智能体应用样板局

茹乐



关凯
中兴通讯数据智能及服务产品规划总监



蒋贤忠
中兴通讯数据智能及服务产品规划总工

自智网络L4的发展现状与未来演进

当前，自智网络发展正式迈入L4高阶自智攻坚期，这是通信行业从“连接时代”向“智能原生时代”跨越的关键拐点。随着5G-A规模商用持续深化、6G研发加速推进，网络节点、业务场景与数据流量呈指数级增长，传统“人工+脚本”的运维模式已无法应对复杂网络的运营需求，成为产业升级的核心瓶颈。与此同时，AI大模型、数字孪生、Agentic AI等新技术的迅猛迭代，正打破传统网络的能力边界，驱动网络从“被动连接载体”向“主动智能服务体”演进。

TM Forum数据显示，全球超过60%的头部运营商已完成L3级自智能力部署，中国移动、德国电信、沃达丰、中国电信等领先者已实现多个高价值场景的L4级闭环，标志着自智网络已从技术构想走向规模落地。同时，面对流量红利消退与“增量不增收”的剪刀差困境，全球电信运营商传统的“规模经营”与“降本增效”模式已触及边际效益天花板，单纯的运维效率提升已不足以

对冲收入增长停滞的压力，自智网络的核心诉求已从“如何省钱”转向“如何赚钱”。

自智网络L4发展现状

2025年，自智网络L4的产业实践已突破传统“自动化脚本+规则引擎”的局限，实现从“单点智能”到“体系智能”的质变，结合TM Forum标准导向与全球头部运营商、设备商实践，呈现出三大核心特征，彰显了L4阶段的成熟度与产业价值。

- AI部署从“单点零散”走向“体系协同”，全链路闭环成为核心标志

L4的本质并非孤立AI模块的堆砌，而是“感知—分析—决策—执行”的全链路自主闭环，这一特征已被全球领先实践充分验证。中国移动已实现IP网络每日300Tbps流量的自动调度，依托自研“九天”网络大模型构建跨域自治闭环，MTTR降低25%；德国电信联合谷歌云推出MINDR

多智能体系统，其前期部署的RAN Guardian智能体已将大型活动网络管理时间从数小时压缩至约1分钟，优化幅度超95%，且在2026年2月狂欢节期间，成功监控611个移动基站，实现负荷峰值的自动调整；沃达丰则通过与Cyient合作打造VISMONTM平台，整合多区域、多厂商数据，实现无线网多智能体协同优化，频谱效率提升19%，破解了传统网络碎片化管理的痛点。

- 智能体成为L4落地的核心载体，“AI主导、人做监督”成为新范式

与传统AI依赖人工定义规则不同，L4智能体具备目标导向、自主规划、环境适应与持续学习的闭环能力，尤其在多智能体协同场景中，能够高效完成跨域故障自愈、资源动态调度等复杂任务。中兴通讯与中国移动联合共建“联创+”实验室，构建“专家类数智人+助手类数智人”协同体系，实现跨域故障根因定位准确率超90%，MTTR下降21.34%；TM Forum发布的A2A-T智能体互联协议，为不同厂商、不同域的智能体提供统一“语言”，将跨域集成周期从“月级”压缩至“天级”，进一步释放了智能体的协同价值，推动多智能体交互从“人工集成”向“自适应集成”演进。

- 价值衡量体系转型，实现“成本中心”到“利润中心”的跨越

当前，运营商已不再满足于“故障处理时间缩短”“人工成本降低”等基础运维指标，而是聚焦“网络能力向收入转化”的核心目标，网络运维的价值衡量体系从“运维KPI”向“经营导向的KBI-KEI-KCI”转型。广东移动通过NWDAF分层分级保障，为VIP用户提供低时延云游戏包，带动抖音业务速率提升35.6%，直接推动ARPU值增长；福建移动家宽投诉智能体实现90%以上定界准确率，客户满意度提升22%；中国电信通过网络大模型赋能垂直行业，将自智能能力转化为差异化服务优势，斩获TM Forum多项创新奖项，充分印证了L4的商业价值并非局限于运维提效，更在于经营增收的突破。

自智网络L4未来发展趋势

自智网络L4的真正跃迁，关键在于三大技术范式的融合：大模型作为“认知大脑”，智能体作为“执行中枢”，数字孪生作为“决策沙盘”。大模型突破了传统规则引擎的局限，能够理解自然语言意图、沉淀专家经验、进行长程推理，实现从“执行指令”到“理解意图”的跃升。智能体以目标为导向，具备感知、决策、执行、学习的闭环能力，尤其在多智能体协同下，可实现跨域故障自愈、资源动态调度等复杂任务。而数字孪生则为AI决策提供“安全验证场”，通过仿真推演预判策略影响，确保现网操作的可靠性与可逆性。

结合TM Forum标准导向、全球头部运营商自智网络部署及技术自身演进规律，自智网络在未来3—5年将迎来三大核心发展趋势。这三大趋势将以大模型、智能体、数字孪生三大技术范式为基础，重构网络智能的底层逻辑，推进自智网络规模落地，推动自智网产业向高质量发展跃迁。

趋势一：架构从“局部智能”向“全栈AI”演进

当前，多数厂商的自智方案仍聚焦于网管层AI部署，导致网络存在感知滞后、响应延迟、跨域割裂等痛点，无法实现整网的高效自治。笔者认为，整网L4的核心是“网元内生智能”，即让每一个网元都成为具备本地决策能力的智能体节点，构建分布式智能协同体系，打破“集中式管理”的局限。

中兴通讯提出“网元—网络—业务—商业”四层智能体架构，是全栈AI的典型代表。未来，网络将不再是“被管理的对象”，而是具备自我调节能力的“生命体”。比如针对无线基站，内置智能硬件+轻量化结构化大模型，可实时感知用户移动轨迹、动态调整波束；在光模块上集成OTDR功能，实现前传链路故障秒级定位；嵌入gSDU单元实现负荷感知自动启停，达成“0载0耗”。

网元内生智能将成为核心制高点，未来，谁

能率先实现网元级AI原生，将智能能力深度融入每一个网络节点，谁就能在L4高阶自智的竞争中掌握主动权，这也是自智网络架构演进的必然方向。

趋势二：运营从“运维提效”向“经营增收”跃迁

在流量红利消退、同质化竞争加剧的背景下，运营商的增长逻辑已从“规模扩张”转向“价值提升”，而L4自智能能力正是实现这一跃迁的核心抓手。未来自智网络的运营重心将全面转向“体验变现”，网络将不再是单纯的“带宽管道”，而是可交易、可定制的“智能服务产品”，三大变现路径已逐步成型并走向成熟。

- 差异化体验包变现，比如针对不同用户群体的需求，推出云游戏低时延保障、直播上行加速、工业专线SLA可视化等定制化服务，按体验质量计费，实现体验分级、价值分级；
- 垂直行业赋能变现，在低空经济、工业互联网等领域，依托5G-A通感一体网络，为无人机提供“通信+感知+导航”一体化服务，按航线、时长收费，拓展行业服务边界；
- 数据要素变现，通过对网络数据的脱敏处理，赋能车企选址、零售热力分析、金融风控等场景，构建“网络数据银行”，实现数据价值的合规释放。

中兴通讯与广东移动联合推出的“NWDAF分层分级”方案，日均触发保障3.65次/用户，已为数千万用户开通个性化保障，充分验证了“网络能力即商品”的可行性，也为运营商的经营转型提供了可复制的实践路径。

趋势三：生态从“单厂商闭环”向“开放协同”转型

自智网络L4涉及无线、核心网、传输、IP、业务、用户等各领域，技术复杂度高、覆盖范围广，单一厂商无法实现全栈覆盖，开放协同已成为产业发展的必然选择。笔者认为，自智网络的竞争将从“产品竞争”转向“生态竞争”，而标准体系的构

建与落地，将成为生态竞争的核心引擎。

当前，全球标准体系正加速完善：TM Forum推动多智能协同及A2A-T协议，通过结构化模板、事件订阅与精细化权限管控，解决多智能体协同的痛点，中国移动、沃达丰、法国电信等头部运营商积极参与协商和实践；CCSA加快大模型与智能体标准制定，正加速构建“通用+专业”的立体化标准体系；3GPP增强AI安全的规范，筑牢AI内生安全底座，为智能体可信交互与全域协同提供标准化安全保障。中兴通讯联合中国移动，共建“联创+自智网络实验室”，探索跨厂商技术共研新模式，推进A2A-T协议兼容MCP、ACP等主流框架，并进行实践，以实现跨厂商智能体“即插即用”。未来，谁能构建开放的智能体工厂、共享的评测集、统一的治理框架，谁就能抢占自智网络生态主导权，引领跨厂商、跨域智能体规模化、可信化、即插即用的产业新未来。

结束语

自智网络L4的规模落地，标志着通信行业正式告别“人工运维主导”的时代，迈入“智能原生”的全新发展阶段。我们正站在一个历史性拐点：AI不再是网络的“外挂工具”，而是贯穿网元、架构、运营全流程的“神经中枢”；网络不再是被动承载业务的“管道”，而是具备感知、思考、决策与进化能力的“智能体协同数字生命体”。

预测未来，自智网络将沿着“全栈AI+开放协同+价值驱动”三位一体的路径发展，实现实时感知、自主决策、持续进化的核心目标。L4不是终点，而是自智网络向更高阶自智演进的起点，它不仅将重塑电信行业的运营与商业模式，更将成为数字经济高质量发展的“智能底座”。在此，我们呼吁全球运营商、设备商、标准组织与垂直行业伙伴，共同携手，持续深化全栈AI创新，共筑开放共赢的自智网络新生态，共同推动自智网络迈向更高阶智能，赋能数字经济与千行百业高质量发展。ZTE中兴



邵艳琴

中兴通讯AIM通信领域大模型
及智能体产品研发总工



杜永生

中兴通讯AIM通信领域大模型
及智能体产品技术总工

Agentic通信领域大模型： 自智网络L4跃迁新动力

当前人工智能正由通用生成式大模型，加速向具备自主决策、环境交互、多智能体协同能力的智能体（Agentic AI）系统演进。在通信网络这类强工程属性、强约束条件、强闭环运行的专业场景中，模型的智能体化“代理能力”，已成为技术落地与价值兑现的关键。

与此同时，自智网络正处在L3向L4跨越的代际升级关键阶段。以通信领域Agentic大模型与领域数据结构化模型为代表的双模型协同架构，将成为驱动自智网络迈向L4级自主自治的核心技术路径与核心动力。

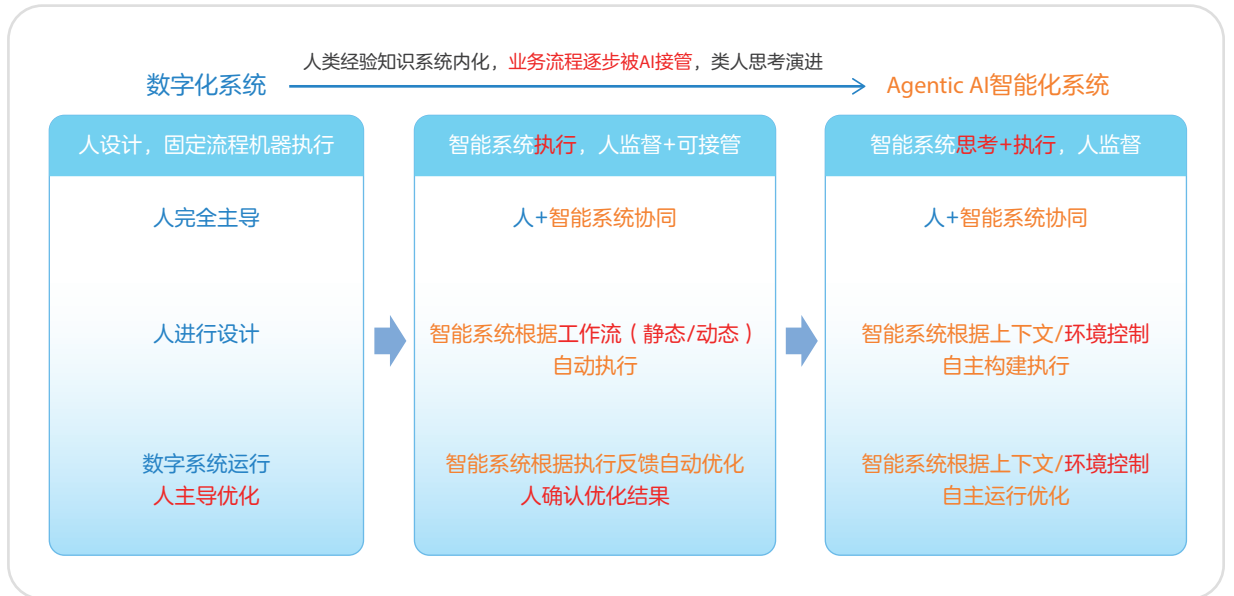
自智网络范式跃迁：向Agentic L4自主闭环演进

人工智能系统正迎来一场深刻范式变革：从

被动响应转向主动执行，从数字化系统到单一模型推理再向多智能体协同演进（见图1）。以Manus、Co-Sight、OpenClaw等为代表的自主智能体框架相继涌现，使系统具备目标拆解、持续记忆、工具调用与环境自适应能力，正式标志着Agentic智能体时代的全面到来。

以大模型与智能体为核心的Agentic AI系统，正迎来设计范式的深刻迁移：从传统“面向对象、面向服务”，逐步转向“面向能力、面向智能体代理”。可复用的思考成为新型生产要素，可迭代进化构成智能增长的核心路径，可协同交互则实现模型与现实环境的深度联结。在此范式下，系统构建的关键在于实现流畅运行与风险可控的统一：既要让用户体验持续智能进化，又要使系统执行始终保持严谨可靠的代理行为。

自智网络迈向L4级的核心诉求，在于面向目标任务场景实现全流程无人干预、预测式自动闭



▲ 图1 Agentic系统演进路径

环，涵盖自主感知、智能分析、跨域决策、自动执行、效果验证与持续进化六大关键能力。传统单一语言模型既难以兼顾通信领域非结构化意图理解与高可靠结构化数据处理的双重要求，也无法满足生产场景下低时延、高安全、轻量化部署的严苛标准。面向通信生产环境的Agentic模型，亟需采用双模型协同架构：由Agentic语言模型负责意图理解、知识推理、自然交互与任务规划，由结构化数据模型处理网络拓扑、KPI指标、信令流程、配置规则等强结构化信息。二者优势互补，构成稳定可靠的自主智能内核，为自智网络实现L4级代际跃迁提供全新范式支撑。

Agentic通信大模型建设思路及核心技术

自智网络需在RAN、传输、核心、云边各域实现意图驱动的策略联动，并在分钟至小时级时间尺度内稳定收敛，这就要求具备跨域意图语义统一、可约束策略求解、可回放执行轨迹，以及基于KQI/KPI的效果闭环验证能力。

因此，面向自智网络场景的Agentic AI落地，必须在低成本、低时延、高可靠、易部署、

可迭代等刚性约束下开展方案设计。在此约束下，通过轻量化、领域化、双模型协同与多智能体自主协作（感知—分析—决策—执行—验证），结合可控的工具化调度与持续进化机制，形成一体化解决方案，支撑自智网络L4级能力真正实现工程化落地。

Agentic通信领域语言模型关键技术

Agentic模型以智能体自主感知、推理、决策、执行为核心，打破单一场景建模壁垒，弥补传统AI与通用大模型短板，实现网络深层意图理解、动态跨域协同与闭环自主优化，是支撑6G高阶自智网络落地、实现网络全域自治运维的核心技术。

Agentic通信领域模型的关键技术包括：

- 通信场景自主Agent规划
基于通信协议、信令、运维流程进行任务拆解，具备“感知—决策—执行—反馈”闭环，可自主生成网元交互、调度、故障处理等通信执行逻辑。
- 多Agent通信协同交互
定义跨域、跨网元Agent标准化通信接口与协商机制，支持任务分工、状态同步、资源调

度，实现通信网络内多智能体协同。

- 基于Agent实现通信上下文感知与记忆
实时感知网络状态、会话链路、拓扑结构，支持短时会话记忆与长时经验沉淀，适配通信连续会话与动态调度需求。
- 通信领域知识深度注入
融合通信协议、5G/6G架构、运维规范、信令流程，构建高质量通信领域标注数据和领域知识。
- 可信可控与安全合规
建立Agent通信鉴权、数据加密、行为审计机制，满足通信行业安全、隐私与监管要求。
- 端边云协同部署架构
适配通信网络架构，云端训练迭代、本地或边缘轻量化推理，兼顾模型能力与部署资源约束。
- 场景化闭环迭代
以内生、智能运维、Agent协作通信、故障自愈、网络优化等真实场景为目标，持续迭代任务执行效果。

双模型协同推理与调度引擎

构建Agentic语言模型与结构化数据模型的双模型协同机制：由语言模型承担自然语言意图解析、执行流程规划与决策语义输出；结构化数据模型则依托网络结构化信息，完成预测分析、

决策评估与规则匹配等任务。通过统一调度引擎实现双模型低时延高效交互，有效破解单模型“理解精准但执行迟缓”或“执行快速但理解薄弱”的固有矛盾，保障生产场景下决策精度与响应效率双重达标。

工业级在线持续学习与闭环迭代

建立现网数据实时回流、增量训练、效果评估与自动迭代闭环机制，结合数字孪生开展仿真验证，有效抑制模型退化与幻觉问题。依托长期记忆模块沉淀故障案例、优化方案与协同经验，使模型伴随网络演进持续迭代升级，满足L4级网络自优化、自修复、自进化的长期目标。

整体建设以通信业务为核心、轻量化部署为优先、Agentic双模型协同为基础、生产级可靠性为底线，优先落地故障自愈、资源调度、用户保障等高质量场景，逐步实现从单域智能到跨域协同的L4级能力工程化落地。

下一代基于Agentic模型的自智网络运行模式及应用场景

以大模型与智能体为核心，构建具备自主闭环、自主探索与持续进化的智能体架构，支撑下一代自智网络实现多智能体分布式协同与全流程自主闭环运行（见图2）。感知Agent实时采集网



▲ 图2 Agentic双模型机制及多Agent自主协同闭环



Agentic AI绝非简单的技术升级，更是通信网络从数字化、智能化迈向自主化的范式跃迁。以Agentic通信大模型为核心引擎，自智网络将加速迈入L4高阶自治新时代，开启通信产业智能化升级的全新篇章。

络状态，分析Agent完成根因定位与风险预判，决策Agent生成跨域优化方案，执行Agent调用自动化工具完成配置下发与资源调度，验证Agent对执行效果进行闭环评估，最终由学习Agent实现知识沉淀与模型持续迭代。

自智网络全流程自主闭环运行模式在典型场景中的应用如下：

- 网络故障自愈：感知Agent实时捕获基站退服、链路拥塞、质差小区等告警，语言模型理解故障类型与影响范围，结构化数据模型快速关联拓扑、指标、历史案例定位根因；执行Agent自动触发小区切换、参数调整、链路倒换等操作，全程无需人工介入，故障恢复时长缩短80%以上。
- 跨域资源智能调度：面对大型赛事、演唱会等高并发场景，无线、承载、核心网多Agent协同，语言模型解析业务保障意图，结构化数据模型完成流量预测、时隙分配、路由计算，全局优化资源配置，保障峰值体验不下降、网络不拥塞。
- 意图驱动的业务自动开通：用户以自然语言提出带宽、时延、可靠性需求，Agentic语言模型转化为网络可执行指令，结构化数据模型完成资源核查、切片编排、配置生成，实现“一键开通、即开即用”，开通时长从天级降至分钟级。
- 能耗自主优化：结合流量潮汐规律与设备负载，Agent实时调控基站功率、板卡开关、

天线倾角等，在保障体验前提下自主降低能耗，实现绿色节能与网络性能的动态平衡。

该运行模式彻底打破传统运维的流程断点与数据孤岛，让网络从“被动响应”转向主动预判、自主治理，为L4级自智提供可落地的工程路径。

基于Agentic模型的自智网络L4展望

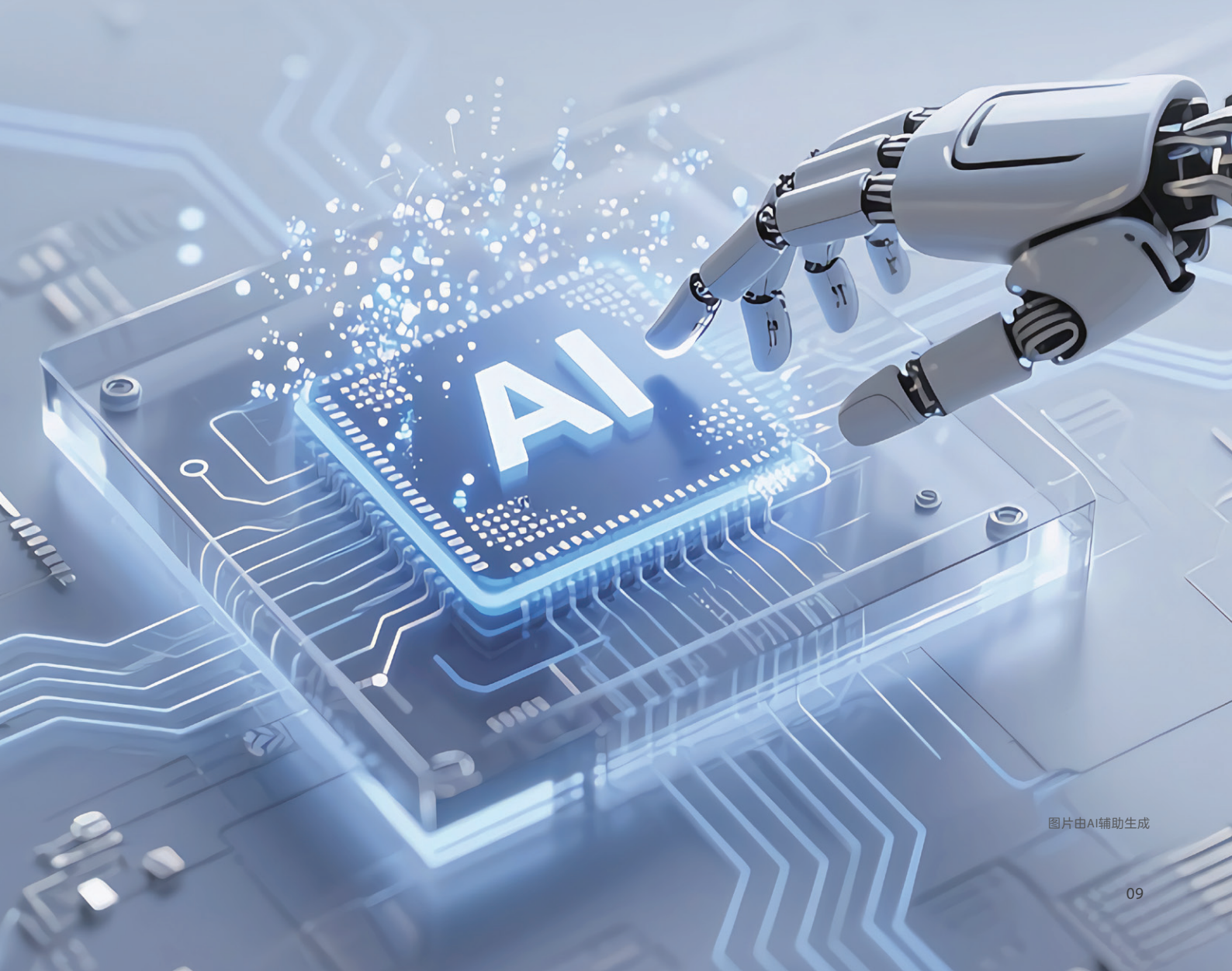
Agentic通信大模型将全面重塑自智网络的能力边界，推动L4高阶自智从试点验证迈向规模化商用。未来自智网络将实现全场景自主闭环、全域协同智能与全生命周期自进化，真正达成自主决策、端到端闭环、自学习与自演进的智能网络目标，显著降低运营成本，提升网络可靠性与业务供给效率。

从产业视角来看，Agentic模型将助力通信AI构建标准化智能体协议、开放化工具生态与领域化模型底座，加速运营商、设备商与技术厂商的协同创新，推动自智网络L4标准成熟与全球落地。面向6G演进，Agentic通信大模型将成为空天地海一体化网络的核心智能单元，支撑泛在连接、极致体验与智慧内生的未来网络愿景。

Agentic AI绝非简单的技术升级，更是通信网络从数字化、智能化迈向自主化的范式跃迁。以Agentic通信大模型为核心引擎，自智网络将加速迈入L4高阶自治新时代，开启通信产业智能化升级的全新篇章。ZTE中兴

“1+N” 通信领域模型体系 构建智能体大脑

中兴通讯 郑鹏, 张文栓, 金宁迪



图片由AI辅助生成



郑鹏
中兴通讯RAN产品
副总经理



张文俊
中兴通讯自智网络
Agentic AI架构总工



金宁迪
中兴通讯自智网络数字
孪生规划总工

4级自智网络的核心特征在于实现基于智能硬件的实时感知、精准分析、智能决策与自动化执行的端到端闭环协同，形成高度自治的有机系统。作为自智网络的关键使能组件，智能体正由理论探索迈向规模化部署，驱动网络运维模式从被动响应向主动预测、自适应优化与自主闭环演进。

中兴通讯自智网络智能体，以自研星云通信大模型为核心引擎，深度融合网络领域知识，能够在复杂场景下进行自主规划和智能决策，并完成高价值场景的端到端闭环执行，致力于实现自智网络的“三无三自”目标。

大模型是智能体的“超级大脑”，要能够理解模糊的自然语言意图，沉淀专家经验处理复杂网络的根因分析和优化，将运维从“执行指令”向“理解意图”“自主推理”“长程规划”的范式跃迁。然而，通用大模型无法应对海量非结构化文档、用户交互意图与底层信令日志交织的复杂运维挑战，难以满足通信行业对专业性、实时性与安全性的综合要求。

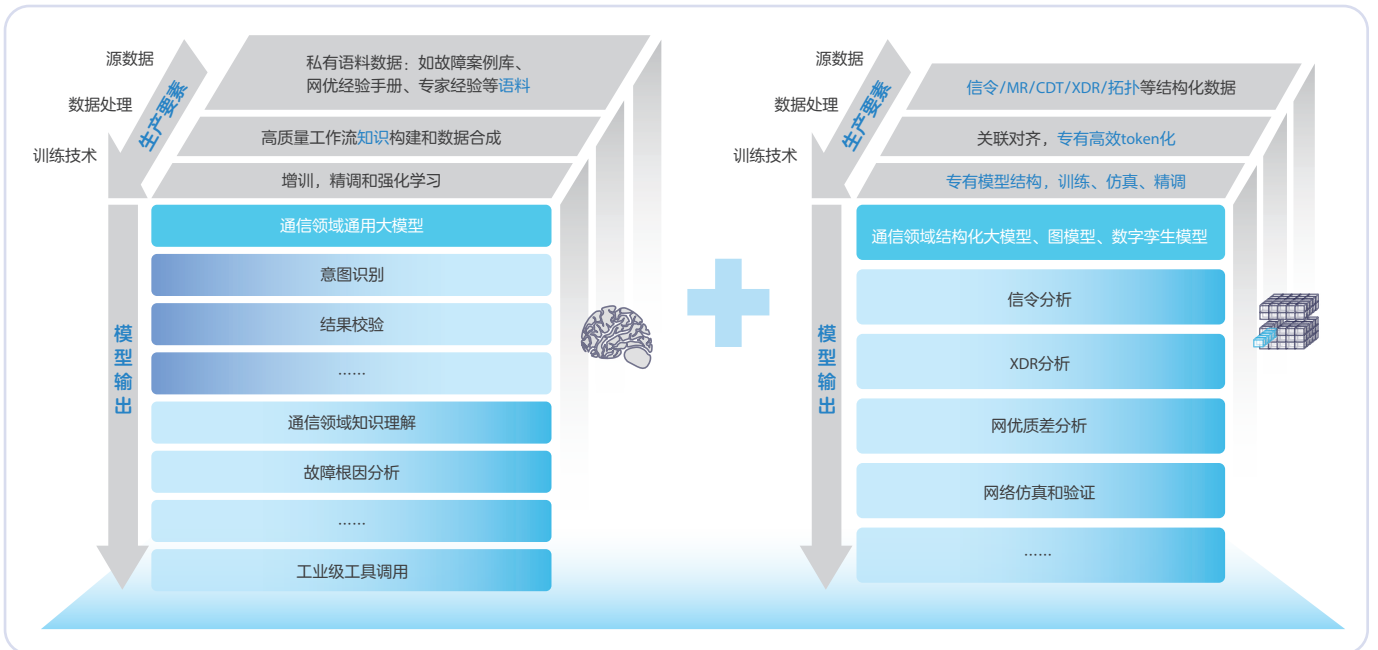
为应对以上挑战，中兴通讯推出星云通信模型“1+N”模型矩阵，其中“1”是通信领域通用

大模型，“N”是多个垂直领域专用模型，如通信领域结构化大模型、图模型、数字孪生模型等（见图1）。“1+N”模型矩阵协同，增强对长尾问题与边缘案例的识别与处置能力，构建深度适配通信网络运行机理的智能认知基座，支撑L4级自智网络的可持续演进。

通信领域通用大模型

通信领域通用大模型采用创新的混合推理架构，聚焦于复杂业务逻辑下的高阶推理与自主决策。通过注入海量高价值通信领域语料（典型故障案例、标准化运维规程、技术规范文档等），内化专家经验，并融合数字孪生仿真生成的合成数据，模型实现了通用生成式“快思考”（System 1）与基于规则与符号逻辑的“慢思考”（System 2）能力的深度融合。

在无线接入网、核心网、承载网等自智网络高价值场景中，该混合推理能力展现出卓越的业务意图解析能力、复杂工具链编排能力以及跨专业域融合分析能力，突破了通用大模型在通信领域中存在的“专业深度不足”与“逻辑广度受



▲ 图1 中兴通讯星云通信模型“1+N”模型矩阵

限”双重瓶颈。实测表明，在运维指标趋势分析、用户运维意图分类、故障诊断工具调用、告警根因关联、4G/5G网络参数优化等关键任务中，相较于同参数规模的开源基线模型，准确率平均提升约30%。

通信领域结构化大模型

通信网络中的结构化数据（信令消息、测量报告MR、XDR详单、KPI指标序列等）承载着网络运行状态与用户行为的核心信息，具有强时序性、协议专有性、字段密集等典型特征。尽管通用大语言模型（LLM）可通过文本化方式处理结构化数据，但此类转换往往导致信息失真、语义模糊，并因序列膨胀引发Token消耗剧增与推理延迟上升，难以满足实时性要求严苛的生产级部署需求。

为此，中兴通讯构建了面向通信场景的原生结构化大模型，采用专用Tokenizer实现高效语义压缩，将原始结构化数据直接映射为紧凑、低冗余的Token序列，在保障数据完整性的前提下，推理效率提升数倍。进一步，该模型通过多模态对齐机制与通用大语言模型实现协同，为LLM注入原生的结构化数据理解能力，支撑基于KPI异常检测、信令流程重构等任务的生成式下游应用。

鉴于结构化模型依赖高质量标注数据，而人工标注成本高、周期长，我们提出“双脑协同”（dual-brain collaborative learning）自进化训练范式：

- **大脑（cognitive brain）**：基于通信领域通用大模型，负责全局认知统筹与深度逻辑推理，专注于离线处理高难度样本、知识蒸馏、反事实推理与合成语料生成，持续为小脑提供高质量训练数据与策略指导；
- **小脑（execution brain）**：采用轻量化结构化大模型，聚焦特定场景下的实时异常检测、根因分类与优化方案生成，支持在数字孪生环境中开展策略仿真与验证，确保决策可追

溯、可评估。

该范式实现了“认知-执行”闭环演进，显著提升模型迭代效率与泛化能力。实测数据显示，在无线网络质差根因识别任务中，识别准确率提升30%，模型更新周期缩短50%，标注数据生产效率提高50%，全面支撑网络自优化与自修复能力落地。

图模型

图模型作为大模型的可信外部记忆库，承担结构化、可追溯、可验证的知识沉淀与动态更新功能，提供可解释的推理证据链，支撑高风险操作的合规性校验与审计追溯。其核心技术能力涵盖知识图谱构建与演化、图增强混合检索推理两大模块，构建从企业多源异构数据到智能应用之间的全链路知识中枢。知识图谱构建与演化突破传统静态知识抽取模式，构建“静态抽取+动态更新”双通道知识构建体系。创新引入自校验与反思进化框架，实现图谱的持续自我优化与闭环演进。图混合检索推理利用图结构的语义连通性与拓扑关系，实现离散知识点的逻辑串联，消除信息碎片化导致的推理断层。

目前，中兴通讯图模型技术已在网络智能优化、自动化故障诊断、中国移动“联创+”实验室故障定位等场景实现端到端应用闭环。以中国移动“联创+”项目为例，在无线网络故障根因定位任务中，定位准确率达90%以上，平均故障处理时长缩短10%，充分验证了该技术在复杂运维场景下的先进性与商业可行性。

数字孪生模型

自智网络“零接触”要求系统具备高度的可靠性，而AI决策的“黑盒风险”和对现网操作的潜在影响是当前阻碍其闭环落地的最大障碍。数字孪生构筑了自主决策的安全底座，是验证网络决策的关键基础。



▲ 图2 通信网络全域数字孪生引擎架构

中兴通讯构建了完整的通信领域数字孪生的全景架构（见图2）。

技术栈维度，采用“机理+数据”的双轮驱动模式。一方面建设高性能的离散事件仿真、时间步进仿真等机理驱动仿真引擎，另一方面创新性地结合轻量级小模型编排与端到端结构化大模型等数据驱动的建模方法。这种混合架构，让每一种技术都能在最适合的价值场景发挥极致效能。

从孪生面向的对象维度，实现了从“过程”到“结果”的全链路覆盖。面向过程，我们聚焦信令流程与调度策略的精细仿真，成功应用于信令风暴仿真、NTN（非地面网络）空口仿真预研等复杂场景；面向结果，致力于单域网络级KPI指标与跨域感知KQI指标的定量预评估，在此基础上，探索系统能够自主迭代闭环，实现优化目标的灵活配置、波及影响的定量可控以及参数调整的精准约束，最终生成真正可管、可控的智能优化策略。通过数字孪生模型，推动网络运维从“高风险反复人工操作”向“低风险一次自优化”的高阶自智转型。

展望未来，随着生成式AI技术成熟与算力边缘化推进，我们将逐步融合数字孪生与生成式模

拟技术，构建具备“反事实推理”与“隐式动力学理解”能力的通信领域世界模型。这不仅将通信协议、信道特征、网络拓扑等结构化知识完全内化，更突破了单纯的数据驱动范式，具备毫秒级前瞻性空间推演与最优控制策略直接输出的核心能力。

中兴通讯“1+N”通信领域模型矩阵，通过通用大模型与结构化模型、图模型、数字孪生模型的深度协同，构建了面向L4级自智网络的Agentic AI智能体大脑。这一多模型融合架构不仅实现了从意图理解、多模态分析到可信决策、安全仿真的闭环能力，更将网络运维从“被动响应”推向“主动预测”与“自主优化”的新阶段。目前，该方案已在全域端到端故障等场景取得实效。

面向未来，随着世界模型与反事实推理等技术的持续演进，多模型协同将进一步强化自智网络的“三零三自”目标——实现零故障、零投诉、零接触，达成自优化、自修复、自适应。中兴通讯将继续深化AI与网络的融合创新，推动通信网络迈向更高阶的自智时代。ZTE中兴

迈向L4自智：大模型+知识图谱 协同打造高精度AI决策的数智人

自智网络（autonomous network, AN）的终极目标，是推动网络服务供给模式从“人为主导”向“系统自主”演进，实现L4高度自治，并逐步向L5完全自治进阶。AN L4要求系统在绝大多数场景下无需人工干预即可完成意图/体验、感知、分析、决策、执行的闭环，AI的赋能作用至关重要。然而，当前AI在通信领域运维中的应用面临三大瓶颈：告警信息海量且未有序关联，问题根因定位难；故障传播路径复杂，传统规则引擎覆盖有限；AI决策过程缺乏可解释性，难以获得运维人员信任。

针对上述瓶颈，业界正积极探索“数字员工”模式，通过构建具备类人认知与协作能力的

AI Agent系统，破解运维智能化难题。中国移动联合中兴通讯基于现网实践，提出“数智人”理念，其核心在于通过大模型与知识图谱的深度协同，推动网络智能实现从“统计预测”到“因果推理”的跃迁。

大模型+知识图谱协同整体方案

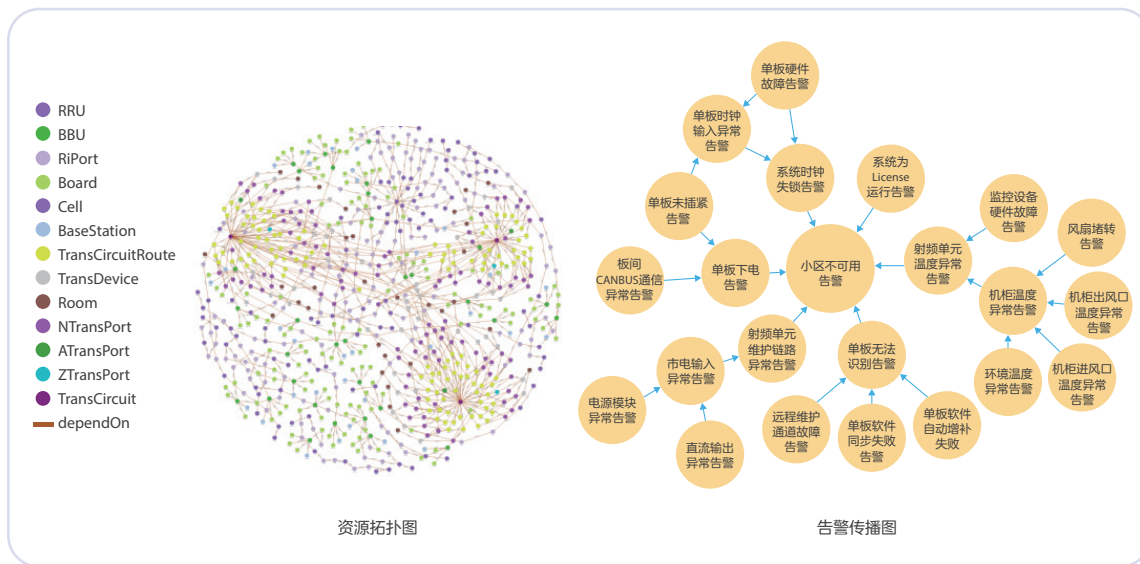
方案以资源拓扑知识图谱、告警传播知识图谱两张静态图谱（见图1）为基础，融入实时告警，形成动态根因推理图谱，再通过图搜索算法剪枝生成最小根因推理子图（见图2），最后，将最小根因推理子图转化为提示词，输入到大模



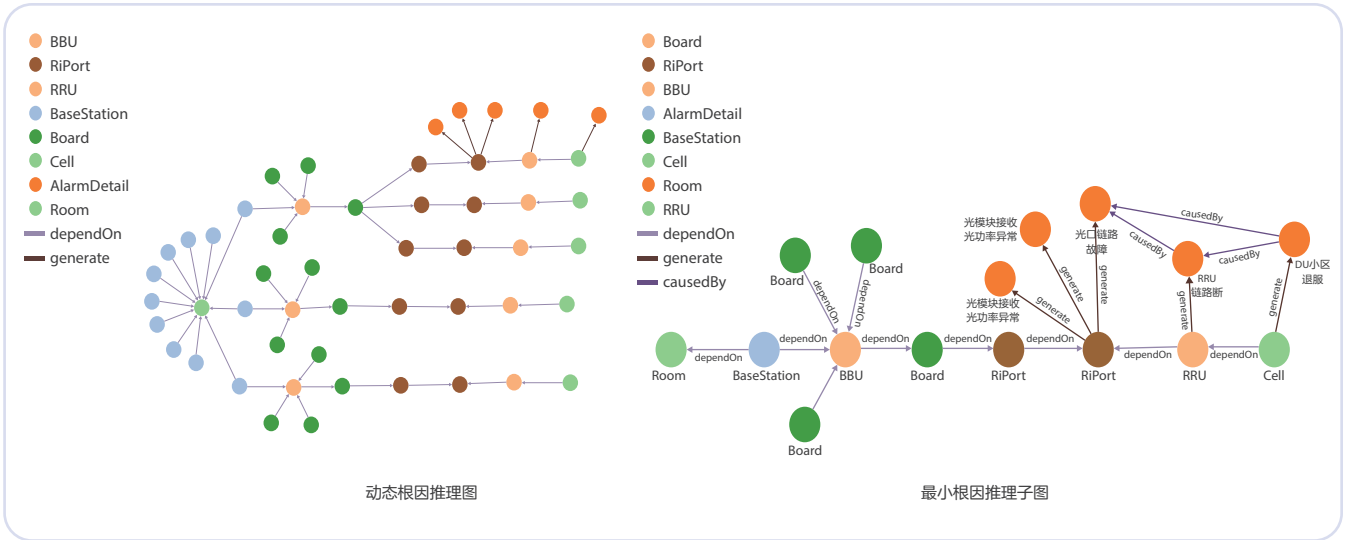
顾晓桃
中兴通讯自智网络产品规划经理



韩松
中兴通讯自智网络产品规划经理



▲图1 资源拓扑知识图谱、告警传播知识图谱



▲ 图2 动态根因推理图、最小根因推理子图

型，推理得到精准的故障根因定位结果，总体实现“准、稳、新”三大增益。准，图谱能准确表达现网故障情况，且能以剪枝后的相关度更高的根因推理子图作为模型的输入；稳，图谱能统一数据表达，叠加提示词优化，给大模型提供稳定输入，抑制幻觉；新，告警实时刷新，给大模型提供实时动态的最新网络故障状况。

- 资源拓扑知识图谱：将无线、传输、动环等跨专业对象（含小区、RRU、板卡、光口、设备、机房等资源节点）及其物理/逻辑连接关系细粒度建模，形成网络的数字地图。
- 告警传播知识图谱：借助大模型，从大量告警手册、历史案例等文档中自动抽取知识和所有可能的告警传播关系。
- 动态根因推理图谱：将资源图谱和告警传播2张静态知识图谱与实时告警有机融合，形成动态根因推理图谱，既是网络故障路径的实时仪表盘，也是大模型推理的事实数据库。
- 最小根因推理子图：通过图搜索算法，对动态根因推理图做剪枝压缩，生成故障相关度更高的最小根因推理子图。
- 大模型推理：以大模型作为决策中枢，基于

最小根因推理子图展开深度推理，精准输出故障根因、故障位置、根因网元、解决方案。同时，通过提示词优化、输入Token的压缩、并发队列的管控等工程优化措施，提高模型性能。

实践：嵌入运营商端到端运维流程，提升AI决策精度

在中国移动与中兴通讯联合建设的“联创+”自智网络开放实验室，智能决策“数智人”围绕“故障处理”自智高价值场景，构建以知识图谱为事实基础、大模型为推理中枢的智能决策体系，成功将传统依赖人工经验、规则匹配的低效流程，升级为自动化、高精度、可解释的AI决策流程。其核心突破点体现为，用图谱解决“输入不准、不稳”的问题，用大模型解决“复杂推理难”的问题，二者协同实现根因定位准确率突破90%。

故障图谱构建

传统流程中，故障告警来自不同厂商设备、不同领域（无线、传输、动环），格式不一，语

义模糊，人工分析需查阅大量设备手册、历史工单，且依赖专家经验，易漏判、误判。

引入知识图谱解决方案，可明显改善以上问题。方案以资源拓扑图谱为载体，抽取13类网络资源实体（小区、RRU、光口、板卡、机房、传输路由等），构建跨专业、跨厂家的拓扑关系，存入资源拓扑图；以告警传播图谱为载体，通过大模型自动解析200+份设备告警手册，抽取1.2万+条告警传播关系，如“RRU链路断导致小区退服”的传播链，存入告警传播图；为确保完整性，通过图神经网络（GNN）模型，可自动补全如“光口链路故障导致RRU链路断”等隐性因果关系，更新已有图谱；将实时告警信息精准挂载至资源拓扑图对应节点，使静态拓扑与实时告警有机融合，形成跨厂家、跨专业的动态根因推理图。

故障图谱的构建，使得输入标准化，并将异构告警、资源数据统一为结构化图谱的节点与边，使大模型的输入“可理解、可追溯”。

生成最小根因推理子图

传统流程中，一个退服告警可能关联数百条无关告警，人工筛选耗时且准确率低，大模型如直接输入原始告警流，会引发Token爆炸、推理混乱、幻觉频发等问题。

引入图搜索解决方案，可让相关性更高的故障路径被识别。基于动态的根因推理图谱，获取所有可能的传播路径，锁定故障影响范围内的互联网元；基于图搜索算法，执行深度优先遍历并结合动态剪枝策略，剔除冗余节点与无关路径，生成最小化根因推理子图。

实践中过滤了90%的无关信息，将告警、拓扑、传播关系整合为结构化图谱，推理范围显著收敛，使Token开销相比之前降低20%。

大模型根因推理

传统流程中，固定规则库无法覆盖“长尾故障”（如多点并发、跨域耦合），即便借助大模型技术，因输入噪声大、上下文缺失，导致整体

准确率不足60%。

引入大模型+图谱协同解决方案，可明显提升推理准确性。输入优化方面，将剪枝后的根因推理子图输入大模型，而非原始告警日志；提示词工程方面，建立提示词评分体系，按厂家、专业定制提示模板；构建昌平、朝阳现网真实案例数据集1400+份，持续训练迭代；实现“快慢思考”机制，简单场景（如单点孤立告警）采用格式化总结的快速响应模式，复杂场景采用深度推理模式。

方案实现根因定位准确率突破90%，具体为北京昌平区提升至91.7%，朝阳区提升至90.4%；可解释性提升，输出结果包含“根因网元”“故障位置”“处置建议”，与图谱路径一一对应，便于人工复核。

总结与展望

2025年，“联创+”自智网络开放实验室将“大模型+知识图谱”协同能力作为“数智人”嵌入故障处理生产流程，实现了AI决策精度的革命性提升。此次实践成功并非依赖单一的新技术，而是以运营商真实业务流程为牵引，实现了从“人找信息”到“智能系统找根因”的运维范式转变，为网络迈向自智L4开创了可验证、可复制的典型实践。

2026年，实验室将在技术和业务两条主线上继续深化。技术规划方面，以网络图模型为核心，强化跨厂家适配能力，同时推进知识图谱、图搜索与大模型的协同深度；业务场景规划方面，在现有宏站通断场景基础上，拓展室分通断场景，提升分析场景的覆盖全面性，同时将专业范围延伸至传输网，重点攻关传输高级别故障工单的根本定位，同时，在根本定位的基础上，进一步加强故障处理方案的推荐能力，更全面地嵌入故障系统生产流程，力求打造端到端智能化运维能力，推动故障处理全场景加速向自智L4迈进。ZTE中兴

AIMind “1专家+2助手”： 打造故障管理新体验



赵松
中兴通讯服务工具产品
规划经理



李道儒
中兴通讯服务工具产品
规划工程师

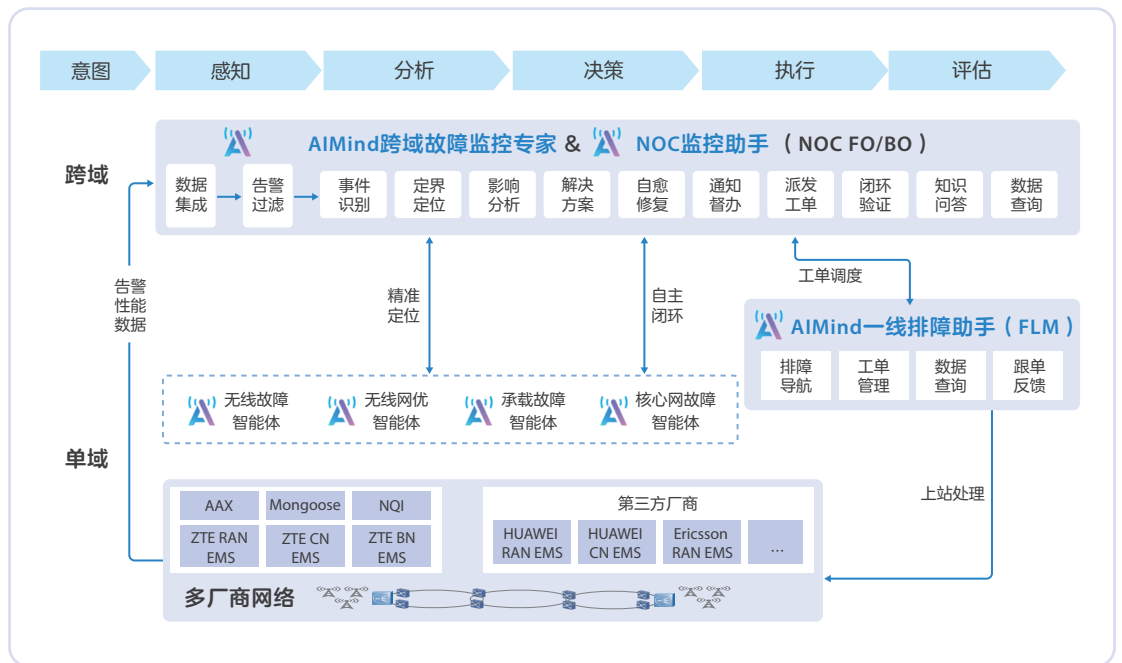
在 数字化转型加速、网络架构日益复杂、业务连续性要求不断提升的背景下，传统运维模式正面临前所未有的挑战：告警泛滥、根因难定、响应滞后、人工依赖高、跨域协同低效，导致平均故障修复时间（MTTR）居高不下，运维成本持续攀升。

为破解这一行业痛点，中兴通讯推出AIMind跨域故障智能体，创新性地提出“1专家+2助手”智能运维新范式：以“跨域故障监控专家”智能体为核心大脑，协同“NOC监控助手”与

“一线排障助手”两大智能体，构建覆盖“感知—分析—决策—执行—评估”全生命周期的闭环智能运维体系（见图1）。AIMind跨域故障智能体实现网络运维从“被动响应”到“主动预测”、从“单点操作”到“协同智能”的根本性跃迁，重新定义网络运维的体验标准。

跨域故障监控专家，驱动故障闭环的“智能中枢”

跨域故障监控专家以网络事件管理业务流程



▲图1 中兴通讯AIMind跨域故障智能体架构

为核心牵引，基于大语言模型能力，在事件闭环中深度集成感知、分析、决策、执行与评估核心环节，通过多Agent协同机制实现网络故障全生命周期闭环管理。系统由识别、分析、调度、评估四大核心Agent组成，覆盖从事件发现到闭环验证的完整流程。

通过引入AI模型和知识图谱技术，系统能够智能识别网络异常，提升故障发现效率；采用思维链推理方法，系统可以准确定位故障根因，实现精准的故障定界定位；基于智能决策引擎，系统自动生成处置策略并调度工单，有效缩短响应时间；通过多维度验证机制，系统确保处置效果，保证故障真正解决；同时，系统自动提炼故障经验，形成知识闭环，持续提升智能化水平。

跨域故障监控专家通过智能化技术革新传统故障处理模式，为运维管理带来全方位价值提升。

- 在故障发现环节，系统结合AI模型和规则识别方式，将故障识别时间大大缩短，特别是对于跨专业、跨网元的复杂故障场景，AI识别能力显著优于传统规则方式。
- 在故障分析环节，系统采用思维链推理技术，融入专家排障经验，结合知识图谱进行故障传播路径分析，根因定位准确率提升，将原本需要30~60分钟的人工分析工作缩短至3~5分钟。
- 在调度处置环节，系统基于Co-Sight框架实现智能化调度决策，自动生成处置策略、派发工单、下发指令，将调度响应时间从平均10分钟缩短至3分钟以内。
- 在效果评估环节，系统通过多维度自动验证，确保故障真正闭环，同时自动生成故障报告，人工填报工作量减少80%以上。更重要的是，系统具备持续学习能力，通过知识回收和模型精调，系统能力随使用时间不断提升，形成越用越智能的正向循环。

NOC监控助手，统一入口，赋能运维团队的“智慧秘书”

NOC监控助手作为面向运维人员的核心人机交互机制，深度融合后台多智能体能力，实现“问数、问知、问事”一体化交互体验。支持PC端与移动端（App）访问，适配值监控班长、监控人员、专家支撑等不同角色的使用场景，使运维人员可随时随地掌握事件处理的全局动向。

NOC监控助手提供事件监控、知识问答和数据查询三大核心功能，通过自然语言交互方式实现智能化运维。

事件监控与协同处置，提供端到端的事件监控与协同处置能力。事件按处置阶段划分为活动事件、待调度事件、已调度事件和归档事件四大列表，支持运维人员通过PC或移动端快速定位当前关注的事件。在事件处置流程中，支持运维人员通过自然语言对话下发关键调度指令。信息发布功能可向指定角色或群组推送事件通报、处置进展或风险预警；任务督办功能对未及时响应或超时工单发起人工催办，自动关联责任人与SLA；工单派发功能根据事件类型与影响范围，智能推荐或自动创建处置工单并派发至对应团队。

基于大模型的知识问答能力，让运维人员可以在工作现场随时查询所需的专业知识。整合了通信基础知识、故障知识（包括故障现象、原因、检查和处置方法）以及应急预案（针对影响服务质量问题的应对策略）。采用RAG（检索增强生成）技术，支持多轮对话和追问，能够综合多份资料进行关联分析和知识推理。

数据查询能力，支持使用自然语言查询事件相关数据，并以可视化方式呈现结果。查询范围覆盖事件数据、告警数据、性能数据、拓扑数据和日志数据等多个维度。

NOC监控助手将事件监控、知识问答、数据查询等能力整合到统一平台，降低操作门槛；通过自然语言交互替代传统界面操作，提升响应效

AlMind “1专家+2助手”是一个有机协同、能力互补、数据闭环的智能运维管理系统。跨域故障监控专家负责“想得深”，NOC监控助手负责“看得全”，一线排障助手负责“做得准”，三者通过统一Agent框架与知识平台实现数据贯通、意图联动、经验反哺。

率；支持人工与智能体高效协同，实现“所见即所问、所选即所控”；还可根据不同角色权限与偏好动态调整呈现内容。

一线排障助手，现场工程师的“智能伙伴”

一线排障助手是面向现场工程师的智能化排障辅助系统，通过大模型技术为一线运维工作的各个环节提供智能化支持，降低运维人员工作负荷并提升作业效率。系统覆盖工单接受、上站准备、在途阶段、到站排障、关单返程五大环节，通过自然语言交互简化操作流程，通过知识问答和交互式排障指导降低技能门槛，通过智能规划优化上站计划，通过人机协同提升复杂问题解决能力，通过自动化填报减轻人工负担。

一线排障助手通过全流程智能化辅助，显著提升现场排障工作效率和质量。

在工单接受环节，系统通过智能推荐算法，综合考虑一线运维人员技能、位置、工单紧急度等多个维度，自动筛选和推荐最合适的工单，提升工单匹配效率。

在上站准备环节，系统通过智能规划算法，为一线运维人员提供最优的站点顺序、路线规划和物料清单，节约上站准备时间，同时通过

自动化物料领用流程，减少了跨部门协调的时间成本。

在到站排障环节，系统提供的工单简报功能使一线运维人员快速掌握工单状态；交互式排障指导功能通过步骤化引导，使新手也能达到熟练工程师的排障效率，解决人员技能不足的问题；通过实时协作功能，一线运维人员可以快速连线后端业务专家，缩短复杂问题的解决时间；在关单返程环节，自动填报功能缩短人工填报时间。

从工具到伙伴，开启智能运维新时代

AlMind “1专家+2助手”是一个有机协同、能力互补、数据闭环的智能运维管理系统。跨域故障监控专家负责“想得深”，NOC监控助手负责“看得全”，一线排障助手负责“做得准”，三者通过统一Agent框架与知识平台实现数据贯通、意图联动、经验反哺。

AlMind系统不仅提升了故障处理效率，降低了人工成本，增强了系统稳定性，更重要的是，它重塑了运维人员的工作体验，使其从重复劳动中解放，转向高价值的决策与创新，从被动救火者，转变为智能系统的指挥官与协作者。ZTE中兴

自智网络移动业务投诉处理

端到端智能化方案

在 通信行业向数字化、智能化转型的关键期，自智网络（autonomous networks）已成为全球运营商与设备商的共识目标。移动业务投诉作为用户感知的最直接反馈，其处理效能直接影响运营商的市场竞争力与品牌形象。

当前移动投诉处理面临三大挑战：滞后性，用户发起投诉时，故障往往已发生较长时间；定界难，跨域（无线、核心网、传输、业务平台）问题定位依赖专家经验，耗时耗力；评价难，缺乏量化的成效评估体系，导致治理效果难以闭环。

针对上述痛点，中兴通讯结合自智网络演进路线，构建了移动业务投诉处理整体方案。该方案以“数智赋能”为核心，通过VMAX跨域平台

与单域智能体的深度协同，构建从感知、决策到执行、优化的全生命周期闭环体系。

方案架构与业务流程

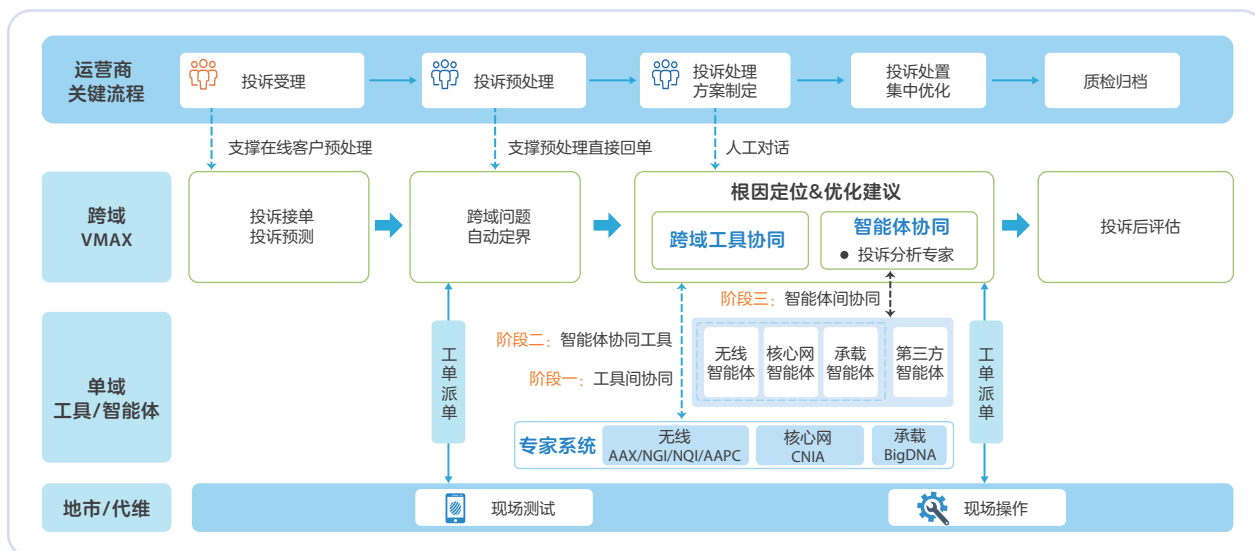
中兴通讯移动业务投诉处理端到端方案的核心在于构建了涵盖运营商投诉生产流程、跨域专家分析系统、单域专家系统的立体化协同体系，通过全量数据汇聚与多维AI算法，重塑投诉处理的业务流（见图1）。

方案在物理与逻辑维度分为三个关键层级：

- 业务流程层：负责投诉受理、预处理、方案制定、集中优化及归档的全流程统筹。这是业务逻辑的起点与终点。
- 跨域VMAX能力层：利用跨域大数据平台，



夏森
中兴通讯自智网络方案总工



▲ 图1 中兴通讯移动业务投诉处理端到端方案架构

实现投诉接单后的自动定界。它打破了烟囱式的数据壁垒，将无线、核心网、承载网的数据进行关联分析。

- 单域工具/智能体层：包含无线智能体（AAX/NGI/NQI）、核心网智能体（CNIA）及承载智能体（BigDNA）。这些智能体基于专家系统和AI模型，对本域内的根因进行深度挖掘。

方案通过智能化手段，将传统流程升级为四个关键阶段：

- 投诉预测拦截：利用AI算法提前发现网络故障，并结合用户感知指标（KQI）进行关联分析。在用户报障前，客服系统即可获取预判结果，实现预测、预防、预处理，将大量潜在投诉拦截在前端。
- 智能自动定界：依托跨域VMAX平台，系统接收工单后自动触发多维定界逻辑。通过AI规则机与协作算法，将问题精准归因至特定网络层次或业务维度（如弱覆盖、拥塞、干扰等）。
- 根因定位与协同优化：方案引入“智能体协同”机制，对于跨域复杂问题，通过无线、核心网、承载网三方智能体的并行分析，给出最终根因定位建议，并自动生成优化方案或远程操作指令。
- 手机App辅助运维：针对一线运维人员，方案提供了移动端支撑体系，支持快速查询信息、测试记录一键下单，将现场提效目标设定在30分钟以内。

方案特点

中兴通讯移动业务投诉处理端到端方案实现从被动响应到主动拦截的转型，依托客服预处理能力的提升，有效减少正式入库工单量，构建起完善的事前预防机制；采用分级解耦与意图驱动的递进式能力架构，遵循从自动化到自治化的演进路径，分工具协同、智能体协同工具、全智能体协同三个成熟度层级有序推进；建立了科学完善的闭环评价体系，可对方案实际应用效果进行

全面、精准的量化评估，为方案优化迭代提供有力支撑。

预测预防：从被动响应转向主动拦截

传统投诉处理是“事后处置”逻辑，本方案采用“事前预防”机制。通过构建感知预测模型，系统能实时监测网络KPI波动与用户体验下降的关联度。这种拦截机制通过客服预处理效果的提升，显著降低了正式入库的工单量。

分级解耦与意图驱动

本方案的能力建设遵循从自动化到自治化的递进式演进路径，整体分三个成熟度层级有序推进，当前正处于第二层级的实施阶段。

第一层级为工具协同层，聚焦单点工具的自动化改造，通过标准化运维动作的自动化落地，解决基础环节的效率痛点。

第二层级为智能体协同工具层，以AI辅助专家决策为核心目标，将智能分析能力嵌入现有 workflows，实现人工经验与智能能力的深度协同，提升决策效率与准确性。

第三层级为全智能体协同层，目标是构建意图驱动的自愈网络体系，系统可直接接收“用户投诉率降低20%”这类业务目标指令，自动完成从目标拆解、资源调整到结果验证的全闭环自治优化。

闭环评价体系（KBI-KEI-KCI）

本方案借鉴业界自智网络成效评价体系，面向投诉类场景，构建了一套多维度指标评价体系，对方案实际应用效果开展量化评估（见图2）。

- KBI（key business indicators）：关注全局成效，如人员投入降低、人力费用降低、处理时延缩短。
- KEI（key efficiency indicators）：关注单场景成效，如投诉拦截率、平均定界时长、现场故障效率。
- KCI（key capability indicators）：关注单场景能力，如定界覆盖率、二次投诉比例、自动



▲图2 中兴通讯移动业务投诉处理指标评价体系

化成效比。

用户价值与商业成效

本方案已在国内多家运营商规模化落地，形成可复制、可推广的投诉治理实践。以某运营商典型示范应用为例，项目围绕投诉全流程构建端到端自智网络能力体系，落地场景及成效如下：

- T0在线客服环节：构建故障类、规划类、共性问题类三类投诉智能拦截能力，实现投诉源头精准压降；日均调用超3000次，月均有效拦截投诉240单，大幅减少低价值工单流转。
- T1投诉预分析环节：完成网络与非网络原因共16类场景的智能定界、分类及自动派单能力建设；日均调用600余次，分析准确率≥86%，投诉分析时长缩短60%。
- T2一线现场处置环节：打造投诉分析、感知拨测、网元查询三类掌上App工具，实现一线移动端高效处置闭环；单张现场工单处理时长节约0.5小时，运维效率显著提升。

从源头拦截、智能定界到一线处置的全流程优化，方案不仅实现了单环节的效率跃升，更通过端到端的能力协同，为运营侧的深度提效、用户感知的精准管理与数据驱动的精细化治理奠定了坚实基础。

● 极致运营效率提升

成效自动化分析模块，实现时间、组织维度投诉治理效果自动对比；跨域投诉处理周期从天级压缩至小时级；减少专家介入比例，降低自有

及代维人员投入，人力成本降低30%以上，释放人力聚焦高价值网络规划工作。

● 精准用户感知管理

通过KCI指标监控工单验证通过比例，确保投诉真正解决；建立投诉后评估机制，核查修复后用户感知，杜绝“结案未修好”的二次投诉。

● 数据驱动精细化治理

依托工单端到端统计、成效自动化分析看板，实现各分公司、各场景治理水平可视化；为资源配置提供决策支撑，提升网络建设与扩容针对性。

总结与展望

中兴通讯提出的自智网络移动用户投诉处理整体方案，通过“预测拦截、智能定界、协同优化、成效评估”四个维度的全流程重构，成功解决了5G网络运维中的投诉处理效率瓶颈。该方案的价值在于不仅提供了一套技术工具，更确立了一套科学的运营方法论。其“三层指标体系（KBI/KEI/KCI）”为运营商自智网络成熟度评估提供了客观依据。

随着生成式AI（AIGC）与大模型技术（LLM）的成熟，未来投诉处理将向“对话即服务”的方向演进。中兴通讯将持续深耕自智网络领域，探索大模型在投诉智能研判、根源定位与闭环处置中的深度应用，助力运营商构建更具韧性、更具智慧、更有温度的移动通信网络。ZTE中兴

基于Co-Sight Pro的自主决策型网优专家： 从“经验固化”到“知识进化”



廖开蒙
中兴通讯无线智能体产品
系统架构师



倪华
中兴通讯无线智能体产品
系统架构师

随着5G网络复杂度跃升，传统依赖“专家经验+硬编码”的网优模式已无法应对经验孤岛、数据黑盒与进化断层的核心挑战。本文提出基于知识生命周期驱动的自主决策型网优智能体实践，重点阐述Co-Sight Pro动态规划框架如何依托知识工程（全景图谱、TIR评测集、动网记忆），实现从“单点工具调用”到“多步自主决策”的范式跃迁，重塑网优生产力。

网优智能决策的核心痛点

在当前的网络优化作业流程中，尽管自动化工具已部分介入，但在面对复杂工单处理时，仍面临三大难以逾越的鸿沟：

- 经验孤岛与决策僵化：专家经验难以复制，每次优化都要重新探索；传统硬编码工具灵活性差，无法适应复杂多变的网络环境，且知识传递依赖人工，效率低下且容易失真。
- 数据黑盒与不可解释：大模型幻觉难以控制，导致决策结果不可靠。决策过程缺乏透明度，难以获得专家信任；模型输出与网络优化目标（如KPI对齐）不完全匹配，仍需人工干预。
- 进化断层与闭环缺失：运行态的Badcase（失败案例）无法自动反哺生产态。从问题发现到解决方案应用的迭代周期长，导致同样的问题反复出现，网络无法实现“越用越

聪明”。

要解决上述痛点，必须从传统的“规则+工具”范式，转向以知识为核心驱动力的知识驱动型开发范式。

知识驱动的自主决策架构

自主决策型网优专家核心是以Co-Sight Pro为动态规划引擎，以知识工程为基石，构建完整的“感知—分析—决策—执行—进化”闭环。其总体逻辑遵循知识生命周期（见图1）：

- 知识生产：通过自动化构建全景知识图谱、TIR（test-driven intelligent refinement）评测集及“动网记忆”，将原始数据与专家经验转化为结构化知识。
- 知识驱动：通过领域知识注入精调模型，由图谱驱动Co-Sight规划，结合思维链（CoT）推理，实现可解释的智能决策。
- 知识回流：运行态Badcase自动挖掘，驱动TIR代码迭代与模型增量训练，形成知识飞轮。

Co-Sight Pro：自主决策的“大脑”

Co-Sight Pro是区别于传统固定工作流的面向Agentic AI的核心组件。传统工作流僵化，无法应对网络突发变化，而Co-Sight Pro实现了动态规划和执行，并基于TIR技术，实现工具精准使用。

● 图谱驱动的动态规划

当接到工单任务（如“处理4G/5G负荷不均衡”）后，Planner Agent首先挂载知识图谱；通过自然语言查询图谱，获取“事件子图”和“根因子图”，图谱提供了“上帝视角”，展现“现象—事件—根因”的关联；根据图谱查询结果，Planner Agent自主编排出一张可并发执行的DAG（directed acyclic graph，有向无环图），达成图谱驱动的自主规划。

● 反思与重规划机制

Actor Agent执行规划好的诊断路径。在执行过程中，Agent实时观察执行结果与网络状态，若发现预期外的变化（如工具返回Null或出现新告警），立即触发反思与重规划，动态调整后续步骤或智能终止任务，确保优化收益正向。

● 与TIR工具的协同

在诊断链中，Co-Sight调用基于TIR技术训练的根因诊断工具。TIR工具将专家经验代码化，不依赖GPU，支持高并发运行。当TIR工具无法给出结论时，由精调模型进行托底判断，保障诊断覆盖率。

知识工程：支撑自主决策的“基石”

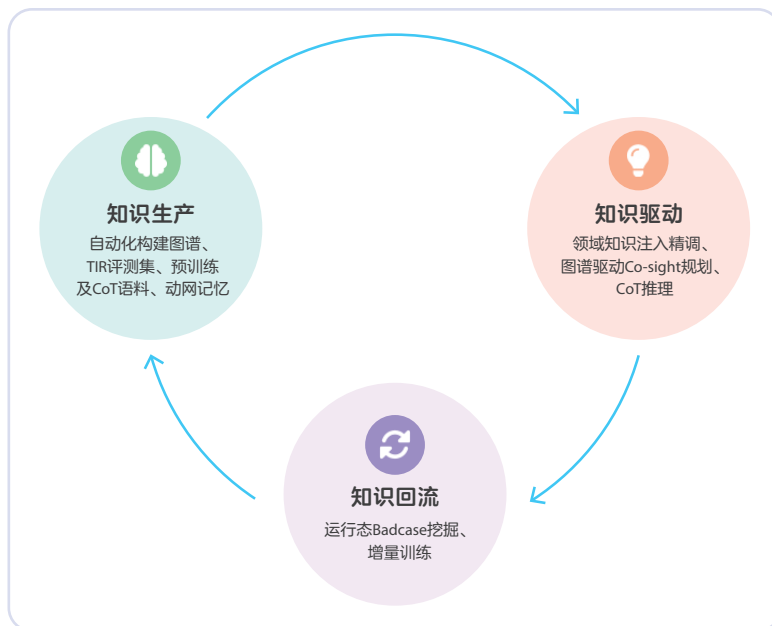
Co-Sight Pro的自主决策能力并非凭空产生，而是依赖于强大的知识工程体系提供的“养料”（见图2）。

● 全景知识图谱：决策的“先验知识”

网优涉及海量参数，算法文档篇幅大，引用关系错综复杂。知识图谱自动化构建了“现象—根因—事件”的关联。Co-Sight Pro通过查询图谱，能迅速锁定需要执行哪些核选项（如“事件核查”和“30个根因诊断工具”），为规划提供结构化输入。

● TIR评测集：诊断的“精度保障”

使用大模型推理根因，依赖GPU且推理成本高。TIR技术通过“智能数据生成+代码自进化”，将专家经验固化为高精度代码。在4G/5G



▲图1 知识生命周期

负荷不均衡场景下，F1 Score可达100%。这使得Co-Sight Pro在调用诊断工具时，能获得可靠、高效的结论，且过程完全可解释。

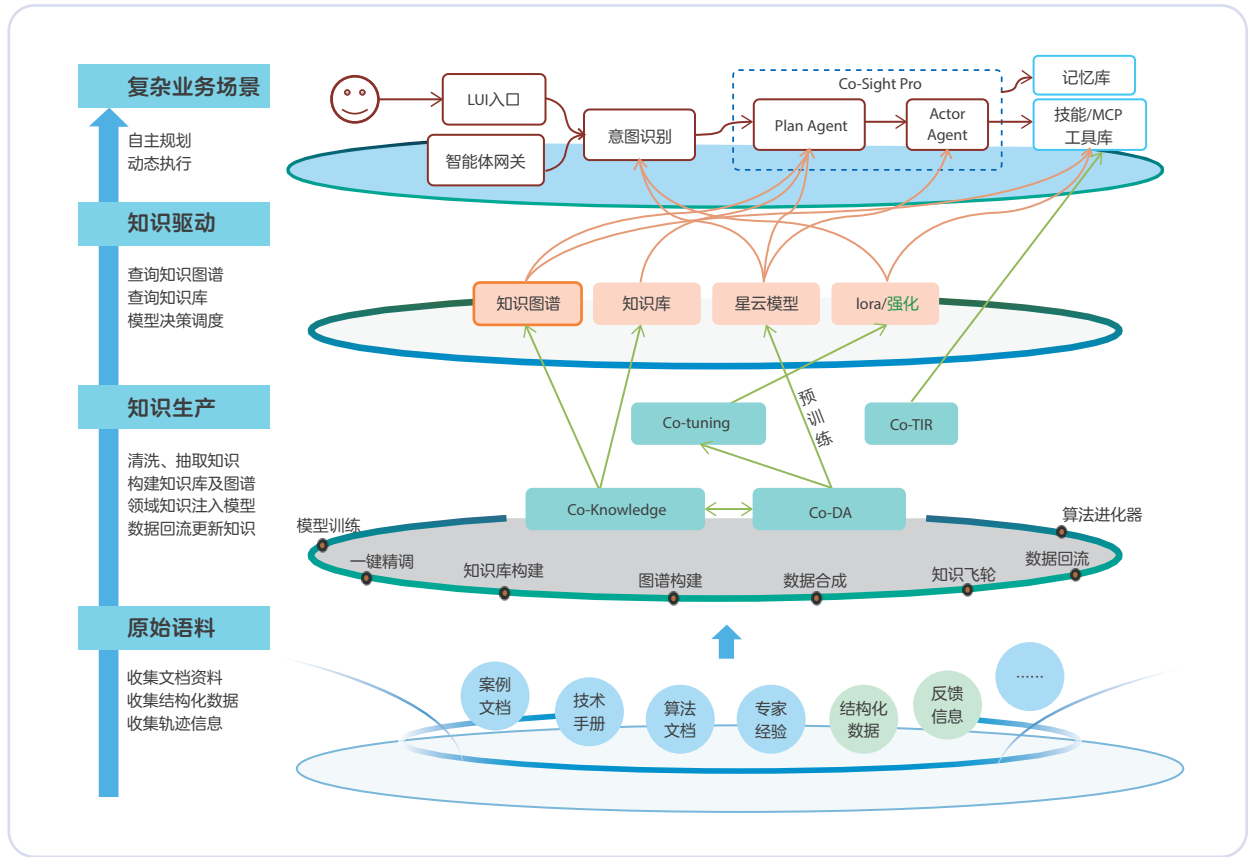
● 动网记忆：进化的“经验养料”

运行态经验无法沉淀，迭代周期长。动网记忆记录了Agent每一次操作的上下文（工具调用历史、策略成败、网络状态变化）。这些非结构化轨迹被转化为结构化的CoT语料，用于后续的模型精调。这使得Co-Sight Pro能基于历史经验，在面对类似场景时做出更优的路径规划。

关键场景与业务价值

基于Co-Sight Pro的自主决策能力，在网优工单处理全流程中实现了质的飞跃。

- 工单识别：将领域知识注入下的模型精调，通过交互式意图引导，多轮澄清模糊意图，解决列头语义多样、对象提取难问题。
- 问题复核：基于TIR算法核查和精调模型托底，自动调用TIR工具扫描实时状态、快速过滤，避免大量假异常/自愈问题浪费人力。
- 根因诊断：基于图谱驱动Co-Sight规划、CoT



▲ 图2 知识工程体系

推理，使用Agentic Reasoning、TIR工具，构建可解释诊断链，避免黑盒推理、不可信。

- 方案生成：使用大小T融合多目标寻优、孪生验证，自动合并冲突方案，解决多根因冲突、难以合并问题。
- 执行闭环：基于一键下参、智能回退机制，实时监控KPI，KPI恶化时自动触发回退，避免僵化执行、负优化风险。
- 经验沉淀：基于动网记忆、闭环反馈，进行Badcase回流，驱动TIR代码/模型在线进化，避免问题反复出现。

网优业务成效如下：

- 工单优化率：70%+（目标2026年底>90%）；
- 工单自闭环率：20%（目标2026年底>30%）；
- 工单处理时延：<4小时（目标缩短至<2小时）；
- 根因诊断准确率：通过TIR保障，场景内达≥99%。

总结与展望

基于Co-Sight Pro的自主决策型网优专家从知识的“使用者”向知识的“学习者和进化者”转变。

当前，已实现了在容量、质差场景下的动态规划与根因诊断，通过TIR技术解决了算法精度与资源消耗的矛盾，通过动网记忆为系统进化奠定了基础。

后续将继续向L4级自智网络智能体高度自智迈进。在技术上，将攻克长链CoT推理、TIR代码在线更新、多智能体协同等难题；在场景上，将全面覆盖覆盖、质差、干扰场景，实现跨UME/多厂商适配。

最终，将构建一个自感知、自诊断、自优化、自进化的自愈网络，真正实现“人在环上、流程监督”的运维新范式，以知识为核，以智能为翼，引领行业变革。ZTE中兴

赋能复杂协作：Co-TAP智能体

三层交互协议技术解析与前瞻

随着大语言模型（LLM）的迅猛发展，基于LLM的智能体已成为推动人工智能迈向通用目标的关键载体。单个智能体的能力存在边界，多智能体系统（multi-agent system, MAS）通过任务分解与协同合作，展现出解决复杂问题的巨大潜力。当前MAS在实际应用中面临核心挑战：异构智能体间的互操作性差、交互协作效率低下以及知识共享机制不完善，导致系统难以形成高效、稳定的集体智能。Co-TAP（Triple Agent Protocol）智能体三层交互协议通过定义人机交互层、统一智能体间通信层及记忆-知识管理层，旨在系统性构建标准化的智能体交互范式，为下一代分布式人工智能系统的工程化落地提供技术基石。本文将深入剖析Co-TAP的设计理念、核心协议及其对未来智能生态的重要意义。

多智能体协作的时代需求与现存壁垒

大语言模型的出现极大地提升了智能体的认知与任务执行能力，使其能够独立完成文本生成、代码编程、简单推理等任务。但在现实世界的复杂场景中，如大型软件项目开发、跨领域科学研究、城市交通调度等，任何单一智能体都难以具备全部所需的知识和能力。多智能体系统通过分工协作、优势互补，成为应对这些挑战的自然选择。其目标是实现“1+1>2”的涌现效应，让智能体群体表现出超越个体之和的智慧。

尽管前景广阔，但现有MAS的发展仍受限于以下几个关键问题：

● 交互过程中的协调与控制难题

在涉及人类用户、多种专用智能体协同工作时，缺乏统一的交互标准。指令传递、状态同

步、异常处理等过程往往充满不确定性，容易产生误解、进度不明或资源冲突，严重制约了协作的流畅性与可靠性。

● 系统层面的互操作性与集成困境

现代多智能体生态高度异构，智能体常基于不同框架（如LangChain、AutoGen、CrewAI、Co-Sight）构建，运行于多样化平台，并采用多种通信机制（如A2A、MCP）。由于缺乏统一的通信标准，各系统间难以直接协同，导致形成“烟囱式”孤岛。开发者被迫为跨平台交互设计点对点集成方案，此类方案成本高、维护困难且极易因协议变动引发连锁故障。这种N对N的适配复杂性严重阻碍系统扩展性与稳定性，凸显了对开放、通用互操作标准的迫切需求。

● 知识与经验的积累与传承不足

智能体的个体经验往往局限于单次任务或会话，且由于不同框架间的数据定义不一、存储模式与系统深度绑定，形成了难以跨越的“共享壁垒”。在缺乏统一共享标准的情况下，一个智能体积累的经验难以直接转化为群体通用的能力。这不仅导致了重复学习带来的资源浪费，也阻碍了系统整体性能的持续进化。

Co-TAP协议的提出，正是为了直面上述挑战。Co-TAP协议致力于在松散耦合的智能体之间建立一套高效、可靠、可扩展的“通用语言”和行为准则。

Co-TAP核心架构：三层协议的解耦与协同

Co-TAP的创新之处在于其将核心功能解耦为三个层次分明又紧密关联的协议栈，每一层专注



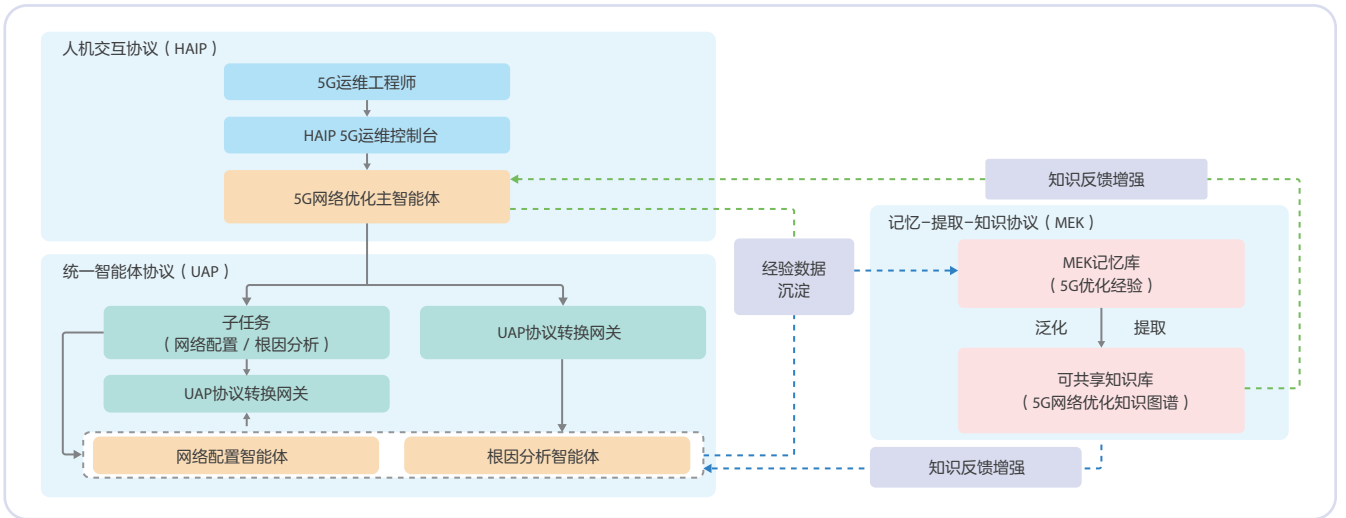
安顺钰
中兴通讯用户体验设计师



毛志勇
中兴通讯无线智能体产品
系统架构师



周桂月
中兴通讯AI算法工程师



▲ 图1 Co-TAP三层协议协作示例

于解决一类特定问题，并通过清晰的接口相互协作。Co-TAP三层协议协作示例如图1所示。

人机交互协议：打造无缝的人机协同样板

人机交互协议（Human Agent Interaction Protocol, HAIP）的核心使命是规范人类用户与智能体之间的互动。它提供了一个包含丰富语义的实时同步性结构化交互框架。

- 后端Agent与前端用户界面的桥梁

HAIP不限定Agent的实现技术栈。它的核心作用是“翻译”，将后端Agent的内部状态、动作和输出，转化为一套结构化的、前端可理解的事件流。这使得开发者可以专注于Agent本身的能力提升，而无须过多关注前后端通信细节。

- 事件驱动与实时性

HAIP摒弃了传统的请求-应答模式，采用了基于Server-Sent Events（SSE）等技术的事件流架构。这与AI应用固有的“流式”特性完美契合。无论是Token-by-Token的文字生成，还是分步执行的任务进度，都可以通过连续的事件推送给前端，实现真正的实时交互体验，避免页面长时间“假死”等待。

- 状态共享与协同可控

HAIP内置了完善的状态同步机制，确保了即使在网络闪断后重新连接，双方也能迅速恢复到一致的上下文状态。同时，“协同可控”原则贯穿始

终，通过标准事件赋予用户对Agent任务的全程控制权（启动、暂停、继续、终止），确保人在回环（Human-in-the-Loop）中始终处于主导地位。

统一智能体协议：构筑智能体社会的“通用语”

统一智能体协议（Unified Agent Protocol, UAP）是Co-TAP体系的枢纽，不是简单的通信协议叠加，而是一套面向智能体思维模式，以服务治理为核心，以语义互操作为灵魂的基础设施体系。UAP采用“模块化拆分+生态化构建”的核心方案，将多智能体协作能力拆解为AI网关、注册中心等独立功能模块，提升了系统的灵活性与可维护性。通过“统一注册发现+协议翻译桥接+高级协作原语”三位一体的设计，使智能体能够像人类一样：自我介绍、理解他人、协商合作、达成共识，从而真正构建一个开放、自治、可演化的“智能体互联网”。

- 能力描述与注册

统一服务能力描述模型，涵盖服务的通用信息（如服务名、地址、协议类型、版本号）、能力描述（自然语言+结构化语义描述智能体功能）以及协议特定的扩展信息（如A2A服务的Agent Card信息、MCP服务的MCP Server信息）。这些“数字名片”在服务启动时注册到统一服务注册中心，形成一个全局可查询的“智能体社交目录”。

- 智能体及工具发现

智能体发现通过注册中心实现，客户端（智能体服务消费者）可通过服务名、协议类型、标签或服务描述等条件查询目标服务的地址及能力。任何智能体均可通过语义化查询（如“查找能分析网络干扰的智能体”）或标签匹配（如“tag: 5G”“tag: root_cause”）发现潜在协作伙伴，实现服务的自主发现与动态组合，彻底告别“硬编码调用”时代。

- 协议翻译与适配桥接

网关支持将协议转换为HTTP/REST、gRPC等通用接口规范，使传统系统能够通过适配器接入智能体互联网，实现存量系统的渐进式改造。网关还承担着异构协议转换功能，并能结合分层注册集中管控机制，对协议转换插件进行集中控制，减少智能体适配工作量。UAP网关在通信流程的协议协商阶段承担着关键作用，决定是直接通信（协议兼容时）还是网关中转（协议不匹配时），以确保异构智能体服务的互操作性。

记忆-提取-知识协议：驱动智能体群体的持续进化

记忆-提取-知识协议（Memory-Extraction-Knowledge Protocol, MEK）协议聚焦于智能体的“内功修炼”，赋予智能体从个体经验中持续学习并在群体交互中实现成长的能力。

- 记忆

此模块负责将智能体通过“感知、理解、存储”流程产生的结构化经验转化为可扩展的长期知识库。通过遵循统一的记忆单元结构，协议确保每一份个体记忆都具备可追溯性与关联性，为后续的价值提炼提供高质量的原始素材。

- 提取

此模块负责从海量原始记忆中提炼普适价值。它通过筛选、脱敏、泛化和标准化四步流程，剥除私有细节和特定环境参数，将个性化的个体经验转化为可跨平台复用的标准化知识单元。

- 知识

此模块定义了知识在不同智能体间共享与吸收的标准交互模式，遵循标准化的知识单元结

构，确保存储与传递过程中的一致性，实现知识在异构智能体间的安全传递，避免重复探索，提升整个系统的解题效率和智能化水平。MEK最终目标是培育出能够不断从经验中学习，并拥有集体智慧的“超个体”智能体系统。

应用价值与未来展望

Co-TAP三层协议的价值不仅在于技术本身的先进性，更在于其为产业实践带来的深远影响。

- 提升系统工程的鲁棒性与可维护性：通过分层设计和解耦，Co-TAP使得系统的各个部分可以独立升级和替换，大大降低了复杂MAS的开发和管理难度。

- 促进智能体生态的繁荣：统一的交互标准如同互联网的TCP/IP协议，为不同厂商、不同功能的智能体提供了“即插即用”的可能性，有望催生一个开放、活跃的智能体应用市场。

- 加速AI在关键领域的深度融合：在智能制造、智慧城市、金融风控等对可靠性要求极高的领域，Co-TAP提供的标准化、可控的协作框架，是AI大规模走向产业化应用的必备基础设施。

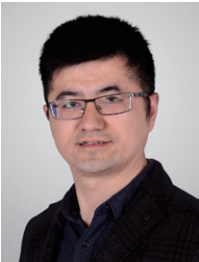
展望未来，随着智能体能力的进一步强化和应用场景的不断拓展，类似于Co-TAP这样的底层交互协议将成为构建真正规模化、自治化人工智能社会的关键技术支柱。下一步的研究或将集中于协议的性能优化、安全隐私保障以及在更加动态开放环境下的自适应能力等方面。

Co-TAP智能体三层交互协议是一项面向未来的战略性技术框架。它系统地回应了多智能体系统在发展过程中遇到的互操作、协同控制和知识演化三大核心挑战。通过HAIP、UAP、MEK三层协议的精密设计与协同工作，Co-TAP为实现高效、可靠、可进化的群体智能提供了一个强大而灵活的蓝图。它不仅是对现有技术空白的填补，更是对下一代分布式人工智能生态系统构成的有益探索与重要贡献，预示着人机共生、群智融合的新纪元即将到来。ZTE中兴

核心网投诉智能体， 复杂投诉的高效处理之道



何伟
中兴通讯智能运维产品
规划总工



陈春
中兴通讯智能运维产品
规划经理

随着5G-A网络的持续演进和各行业数字化转型的加速推进，用户对网络质量的要求已从“能用”升级为“可靠、智能”，推动通信服务的核心聚焦于用户体验的持续优化与提升。在此背景下，网络投诉系统作为运营商洞察用户体验感知、实现服务闭环的关键支撑，价值日益凸显，助推运营商构建更智能、更高效的用户体验保障体系。

技术驱动投诉分析迈入新范式

网络投诉系统需融合网络状态、配置、信令等多维数据进行综合分析，投诉根因推理逻辑复杂，投诉定位效率低。当前投诉信令分析以人工为主，要求维护人员熟练掌握海量业务流程与信令协议，维护技能门槛高。同时，现有体系主要依托规则库与固化工作流，对新业务场景适应性弱，难以支撑投诉分析的持续演进需求。

大模型在语义理解与知识整合方面的强大能力，结合预训练基础模型与思维链推理机制，为网络投诉信令分析开辟了新的技术路径。作为人工智能的“决策中枢”，智能体依托大语言模型实现动态推理、任务规划，可自主分解投诉处理流程，高效完成复杂任务闭环，充分释放大模型的潜力。RAG知识库将知识存储与模型解耦，支持用户自主上传，新增内容可立即被检索调用，无需重新训练模型，极大提升了知识供给的敏捷性。

投诉智能体方案的创新实践

中兴通讯核心网投诉智能体方案基于多模态大模型底座，构建“应用层-编排层-模型层”协同驱动的端到端智能投诉分析体系，实现从原始信令解析到智能推理的技术突破（见图1）。

- 应用层：提供可视化、直观的信令时序图及投诉分析结论与典型案例，高效支撑投诉问题的快速闭环。
- 编排层：集成规划、执行与记忆功能，能够自动理解用户投诉意图、规划任务目标并动态编排工具链，驱动全流程自动化执行，实现端到端投诉自动分析。
- 模型层：创新性融合结构化信令大模型与大语言模型，精准理解5GC、IMS等专业协议逻辑，提升复杂场景下的信令分析能力。

智能编排，实现投诉全流程自动执行

投诉智能体的编排层是系统的“智能中枢”，基于多模态大模型底座，智能体在完成投诉意图分类后，自动检索历史经验，结合知识库中的运维手册、工具描述等知识进行深度推理，自主思考任务路径与工具组合，最终生成针对性的投诉处理方案，并自动执行，高效达成投诉处理目标。

多模态大模型赋能，实现端到端信令智能分析

网络投诉场景下的信令数据具有双重特性：一方面包含高度结构化的协议字段，另一方面又涉及需深度语义理解的业务信息。为此，方案融合结构化信令大模型与大语言模型技术，构建具备端到

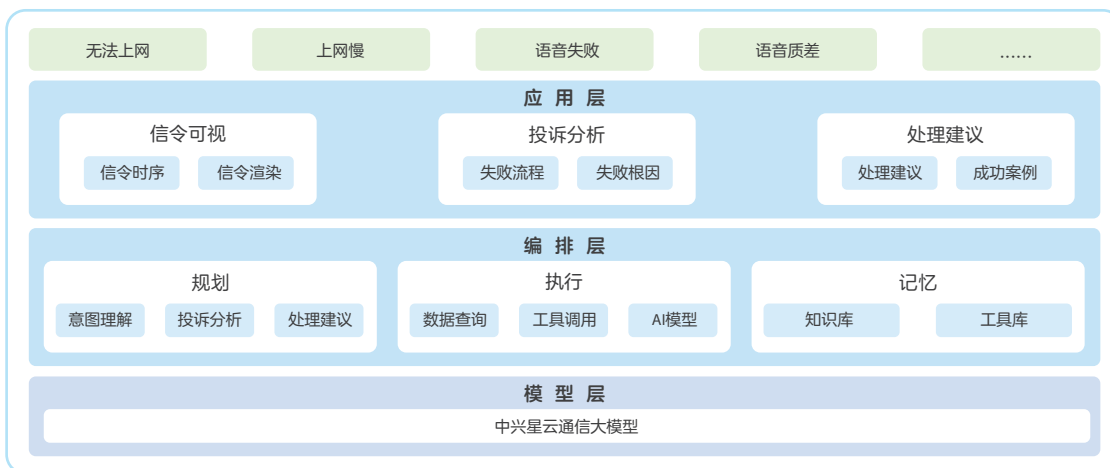


图1 核心网投诉智能体方案架构

端信令自动解析与智能推理能力的分析体系。

中兴星云通信大模型通过引入注意力机制，有效捕捉信令数据中的业务逻辑规律，掌握5GC信令的时序特征、异常参数模式等关键信息。针对结构化信令与自然语言语义之间的差异，方案创新性地采用向量对齐技术，构建信令语义与业务规则之间的映射关系，实现不同协议格式数据的统一表征，显著提升模型对异构数据的适配能力。同时，为应对复杂信令场景下的分析挑战，大模型集成原生结构化思维链，增强对隐性故障的泛化推理能力，能够智能识别时序冲突、信元逻辑异常等问题，大幅提升对疑难问题的定位能力。

工具即插即用，驱动智能体能力按需扩展

投诉智能体通过MCP（Model Context Protocol）及各类工具，灵活调用网元配置、用户状态、业务质量等工具能力，更加有效地与网络环境交互并完成任务。以“用户上网慢”投诉场景为例，智能体通过MCP协议精准调用业务质差算法模型，对用户报文的时延、丢包、乱序等关键性能指标进行实时计算处理，深入挖掘数据中的趋势变化、周期性波动特征模式，智能匹配最优算法，提升分析的准确性，辅助大模型完成“是无线侧问题还是网络问题”的推理判断。

投诉智能体在国际漫游投诉场景的应用

2025年，中兴通讯与江苏移动成功完成基于

多模态大模型的投诉智能体关键技术验证。投诉智能体显著提升了国际漫游用户体验，有效降低运维成本，实现信令面问题分析准确率达90%，缩短5GC信令分析与根因定位环节的时长，为投诉智能体的落地应用树立了实践标杆。

- 信令分析高效精准：多模态大模型可在分钟级内完成投诉信令全流程解析，结合端到端推理能力，精准定位根因失败点及关键字段，大幅提升投诉自动闭环效率。
- 运维流程深度协同：创新采用“T1（一线）+T2（二线）”双智能体协同机制，分阶段推进投诉处理智能化。T1阶段由网投平台基于XDR话单等数据生成初步处理方案；复杂疑难问题自动流转至T2阶段，由中兴投诉智能体完成投诉工单的深度分析与处置。
- 知识库敏捷赋能：依托RAG架构的外挂知识库，实时上传国际漫游投诉运维案例，无需模型重训练即可快速定位场景个性化问题，显著提升知识更新灵活性。

未来，投诉智能体将持续演进为具备自主学习、自优化能力的智能运维核心引擎，通过深度融合大模型的认知推理能力与通信网络领域的专业知识，构建端到端的智能诊断体系，持续提升复杂投诉场景下的根因定位准确率，实现投诉处理全流程自动化与无人化闭环。ZTE中兴

存量系统AI智能插件解决方案， 助力RAN产品运维全AI演进



刘洋
中兴通讯无线智能体产品
系统架构师



乐树彬
中兴通讯无线智能体产品
系统架构师

随着自智网络产业标准持续演进，大语言模型（large language model, LLM）技术的爆发式发展，正驱动通信网络运维体系从“人找功能”的传统模式向“AI驱动业务”的智能体模式深度变革。无线接入网（radio access network, RAN）作为网络运维的核心场景，运维场景越来越复杂，基础设备网管面临操作离散且低效、维护技能门槛高且经验无法复刻、长尾场景泛化推理能力弱、原系统无法颠覆性式重构等四大核心困境。面对这些行业痛点，以非侵入式AI增强技术为核心，在最小化改造代价的前提下，实现运维能力的智能化跃升成为行业共同挑战。中兴通讯推出传统网管AI智能插件解决方案，助力RAN产品运维实现全AI演进，打造知识驱动、端到端自动化的智能运维新范式。

本文将从RAN网管系统的核心痛点出发，系统阐述中兴通讯AI智能插件解决方案的核心理念、架构设计与技术创新，最终解析方案为运营商带来的核心价值与未来演进方向。

自智网络转型期，RAN运维系统的核心挑战

在向自智网络L3/L4高阶能力演进过程中，当前运营商RAN运维UME（Unified Management Expert）系统面临发展瓶颈，集中体现在四大维度：

- 能力离散与操作低效

原有运维系统功能模块碎片化分布，业务原子能力分散在不同App入口与接口中，缺乏智能串联，一个完整运维场景需跨多模块串行操作，用户频繁切换界面、重复输入参数，操作路径长、业务操作复杂。

- 专家经验断层与知识资产流失

运维决策高度依赖专家个人经验，业务知识仅通过人工手册、口头传授传递，无法实现数字化、资产化沉淀与共享，形成“经验孤岛”，制约了运维能力的规模化复制。

- 系统改造成本高企

传统网管系统架构复杂，全面重构以适配AI能力的模式，不仅投入巨大、周期漫长，还面临业务中断的风险，运营商亟需非侵入式的AI注入手段，实现存量能力的平滑升级。

- 场景泛化与推理能力缺失

现有系统的自动化能力多基于规则硬编码，仅能适配固定场景，面对复杂多变的运维需求，缺乏基于零散知识提取操作流程的推理能力，泛化性不足，难以满足自智网络场景化自动化闭环的要求。

非侵入式AI增强，构建运维系统智能化升级新架构

为破解上述痛点，中兴通讯推出运维系统AI智能插件解决方案。方案采用“非侵入式AI增强”设计理念，核心是打造“UME基础运维专家”AI增强层，在不改动现有UME系统核心架

构、不侵入业务代码的前提下，为存量系统叠加全流程AI能力，实现业务能力的“智能组装”，构建“感知—分析—决策—执行—验证”的端到端运维自动化闭环，整体架构如图1所示。

方案采用解耦设计实现灵活扩展。前端解耦将运维专家前端Playwright插件作为“无状态执行引擎”，通过标准化JSON指令集实现业务逻辑与执行环境的彻底分离。业务流程泛化解耦，从“基于规则的硬编码流程”转向“基于知识驱动的动态工作流”；原子能力服务化，工作流引擎只负责调度而不关注具体业务逻辑。知识解耦将业务规则、专家经验、操作指导从代码逻辑中剥离，转化为可独立管理、维护和进化的知识资产。

方案核心设计理念是“增强而非取代”，通过插件化的部署模式，无需对现有系统进行任何业务改造，即可实现两大核心能力：

- 场景级端到端辅助：基于用户自然语言输入的业务目标，自动拆解任务、生成泛化工作流并完成自动化执行；
- 离散操作智能辅助：通过聚合搜索实现功能、数据、知识的一键直达，为用户提供伴

随式操作指引。

核心技术创新，破解智能化落地关键难题

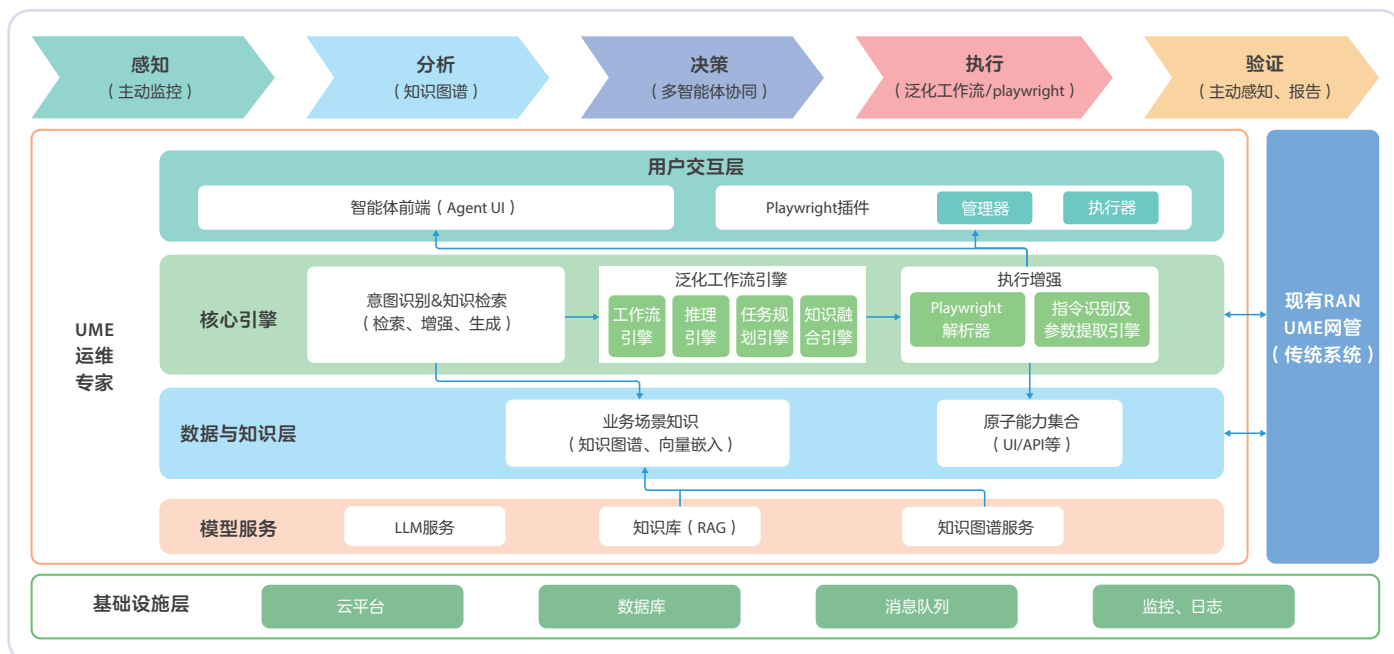
围绕现有系统智能化升级的核心堵点，方案通过四大核心技术创新，实现低成本、高适配、强泛化的AI能力落地。

● 知识驱动的动态工作流泛化技术

方案打破传统硬编码的固化流程模式，通过AI搜索与知识图谱技术，将业务规则、专家经验、操作指导从代码逻辑中彻底剥离，转化为可独立迭代的知识资产。系统可基于用户的模糊业务目标，实时检索知识库并动态生成可执行的操作工作流，实现原子能力的灵活编排与业务场景的泛化适配，解决了传统自动化场景适配性差、迭代成本高的问题。

● 零适配前端流程自动化技术

方案基于Playwright自动化框架打造前端无状态执行插件，遵循“只提供环境、不涉及业务、不缓存数据”的设计原则，通过标准化JSON指令集实现业务逻辑与执行环境的分离。同



▲ 图1 UME运维专家系统整体架构

时采用“iframe容器隔离+双通道反向代理”混合架构，以零代码侵入、零跨域配置、零框架依赖的“三无原则”，实现跨IP域、跨技术栈系统的无缝集成，存量功能无需任何适配即可实现自动化执行。

- 梯度化领域知识体系建设

针对通用大模型垂直领域知识缺失的痛点，方案构建了“L1基础通用知识、L2场景应用知识、L3高阶推理知识”的三级知识体系，全面覆盖网管基础功能、典型运维场景、网络规划高阶策略等全维度内容，实现专家经验的数字化沉淀与规模化复用，也为大模型精准的推理决策与 workflow 生成提供了坚实的知识底座。

- 全流程可控的智能体协同技术

方案构建了意图分类、任务规划、执行引擎三大核心模块协同的智能体架构，通过“意图理解—规划生成—分步执行—反馈优化”的全流程透明化设计，实现了AI辅助过程的全程可控。用户可全程掌握工作流的生成与执行进度，可随时确认、编辑、中断操作，既保障了运维操作的安全性，也大幅提升了用户对AI能力的信任度。

方案商用价值与落地实践

截至目前，中兴通讯运维系统AI智能插件解决方案已完成规模落地验证，基于“知识图谱+AI搜索”能力，已支持RAN网管400+功能、23类大场景、120+个子场景的端到端工作流泛化生成与执行，全面覆盖基站开通、小区扩减容、单板替换、站点改造、频谱重耕等RAN运维高频核心场景。

在实际应用中，运维人员只需通过自然语言描述业务需求，系统即可自动完成意图识别、任务规划、步骤执行和结果验证。例如，在进行“小区扩容”操作时，传统方式需要运维人员依次登录多个模块、查询配置参数、手动执行命令，耗时数十分钟且容易出错，而通过AI智能插件，整个过程可在数分钟内自动完成，效率提升80%以上，同时大幅降低人为操作失误风险，显

著提升运维质量与效率。

对于运营商而言，方案带来了三大核心价值：

- 极致的降本增效：通过非侵入式的部署模式，大幅降低现网运维系统智能化升级的改造成本与周期，同时端到端自动化闭环将运维操作效率提升80%以上；
- 知识资产的长效沉淀：通过三级知识体系实现专家运维经验的数字化、资产化管理，解决了经验断层问题，实现了优质运维能力的规模化复制；
- 自智网络能力的平滑演进：方案以渐进式的升级路径，助力运营商运维体系稳步实现从L2被动自动化向L3主动闭环、L4高阶自智的持续演进，为6G时代的全智能网络运维奠定基础。

展望未来，随着6G内生智能技术研究的持续深入与自智网络产业向L4高阶自治的不断迈进，网络运维体系的全AI化、全链路闭环化已是行业必然趋势。未来中兴通讯将持续迭代优化存量系统AI智能插件解决方案，以下一代AI操作系统为核心底座，深化大模型、多智能体技术与通信运维领域的深度融合，持续夯实双域全域自感知、意图驱动自运维、安全可控自进化的三位一体核心能力：不断拓展感知边界，实现从网络内生状态到跨域业务生态的全维度主动感知，推动运维模式从“事后处置”向“事前防控、主动适配”持续跃迁；持续优化闭环执行能力，以电信级安全可信的全流程管控，实现更泛化、更高效、更可靠的端到端运维自动化；不断完善自主进化内核，在保障网络确定性与安全性的前提下，实现运维体系的内生智能迭代。

中兴通讯将始终携手全球运营商，以极简的部署模式、极致的运维效率、极优的升级成本，推动RAN产品运维的AI内生演进，共同筑牢自智网络的技术底座，开启6G时代无线网络内生智能运维的全新篇章。ZTE中兴

OTN全息光技术与应用

——面向L4自智光网的数字孪生实践

伴 随5G规模化商用、“东数西算”实施以及智算需求的迅猛增长，光网络在带宽容量和运行可靠性等方面迎来前所未有的考验。传统依赖人工经验的运维模式已难以适应发展需求。为此，中兴通讯提出全息光技术，借助数字孪生与AI智能体，实现光网络全域可视、精准评估、智能诊断及预测性维护，显著增强运维效率和业务保障水平，为下一代智慧光网建设提供关键技术基础。

挑战：传统光网络的运维困境

当前光传送网络（OTN）正向400G/800G乃至更高传输速率、全Mesh组网快速发展，网络规模和复杂性呈几何级上升。但与此同时，光网络运维中仍存在诸多困难：

- 光信号不能直接量化测量，故障难以精准定位；
- 光功率、色散、非线性等多种物理效应相互影响，光系统性能难以保证；
- 光纤老化、接口松动等渐变隐患难以及时捕捉，存在系统性劣化风险。

上述问题降低了业务部署敏捷性，也使得运维成本不断攀升，网络可靠性面临严峻挑战。传统光网络运维亟待实现从“被动响应”到“主动预防”、从“经验驱动”到“智能驱动”的根本性变革。

面对以上挑战，中兴通讯推出OTN全息光技术和自智网络解决方案。

创新：OTN全息光技术

全息光技术是指光层数字化孪生建模以及相应的性能评估算法。它通过对全网光参的精细模拟与智能分析来实现故障快速定位、质量可靠保证和隐患及时预警，解决光网络的运维困境。

如图1所示，首先对光模块、滤波器、放大器、光纤等物理组件进行精细化建模；进而构建端到端光系统的数字孪生体镜像；然后，动态采集光器件参数、光性能数据，实现镜像实时同步。该镜像可用于光性能评估、隐患预测、方案仿真。

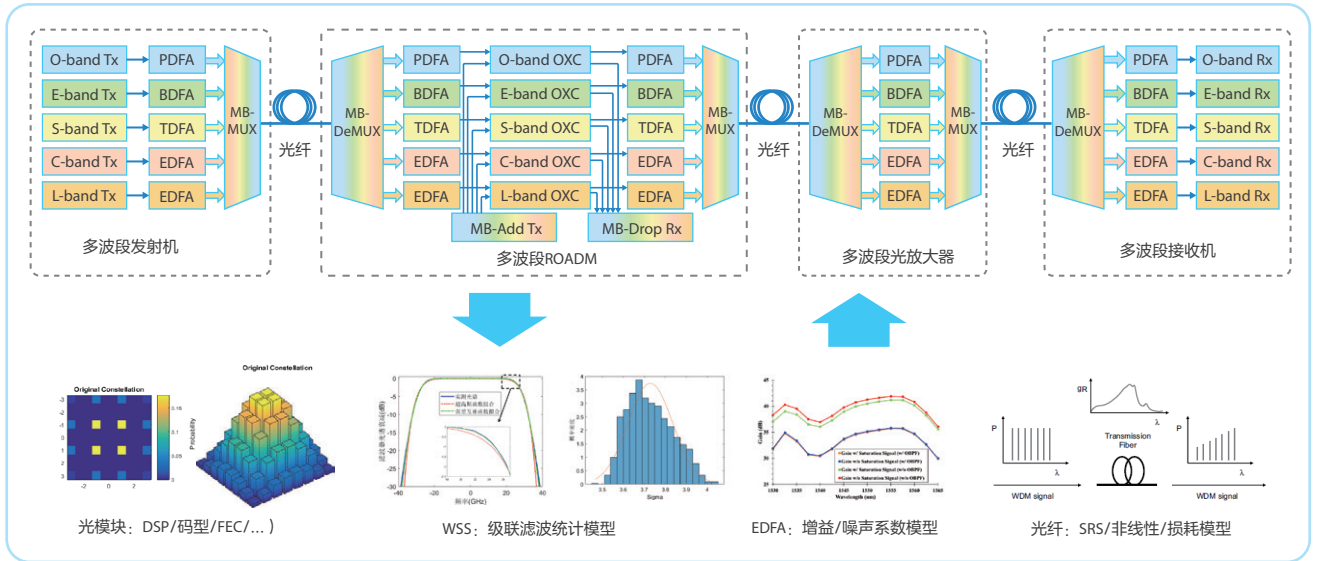
- 全息光通道性能评估算法
基于光纤链路的物理模型（光功率、衰减、增益、非线性效应等）和标定参数，结合实测数据估算OSNR。算法采集30+光参进行OSNR高精度计算。该方法无需仪表，不会中断业务，可在线测量，部署成本低，通用性与实用性强。
- 全息光纤性能评估算法
基于光时域反射（OTDR）获取光纤中瑞利散射、菲涅尔反射等事件的特征波形，同时集成偏振态（SOP）监测数据，运用机器学习分类算法，识别包括断纤、劣化、同缆和外界干扰在内的多类异常状况，支持早期预警与根因判定。

全息光技术典型应用场景

- 全息光技术在光网络维护中可发挥巨大作用。
- 光通道可靠开通



明正勤
中兴通讯OTN产品规划经理



▲ 图1 全息光数字孪生建模

传统方式开通光路时，无法精确评估传输质量，可能会导致余量大，浪费成本，或开通失败返工。采用全息光通道性能评估算法，增加光参算路因子，可确保所选路径OSNR达标，提升开通成功率。

● 备用通道质量保障

当前，光备用通道长期闲置且缺乏有效监测，一旦主用故障切换时可能导致失败。采用全息光通道性能评估算法，定时对备用通道进行光性能评估，可提前暴露并定位隐患，及时修复。

● 光纤中断精准定位

光纤中断后人工逐段排查耗时费力，故障定位时间长。采用全息光纤性能评估算法，光纤中断后自动触发OTDR测量，分析衰耗突变特征，精确锁定故障点位置，缩短抢修时长（MTTR）。

● 同缆同路由风险分析

现网大量存在工作与保护光纤同缆敷设的情况，光缆中断会造成业务中断。采用全息光纤性能评估算法，可基于OTDR测量曲线特征的重合度分析，自动探测物理共缆，消除同路由安全隐患。

● 光纤劣化早期感知

光纤弯折/挤压、接头污染、熔接异常、施工损伤等隐性问题持续侵蚀系统余量，最终会影

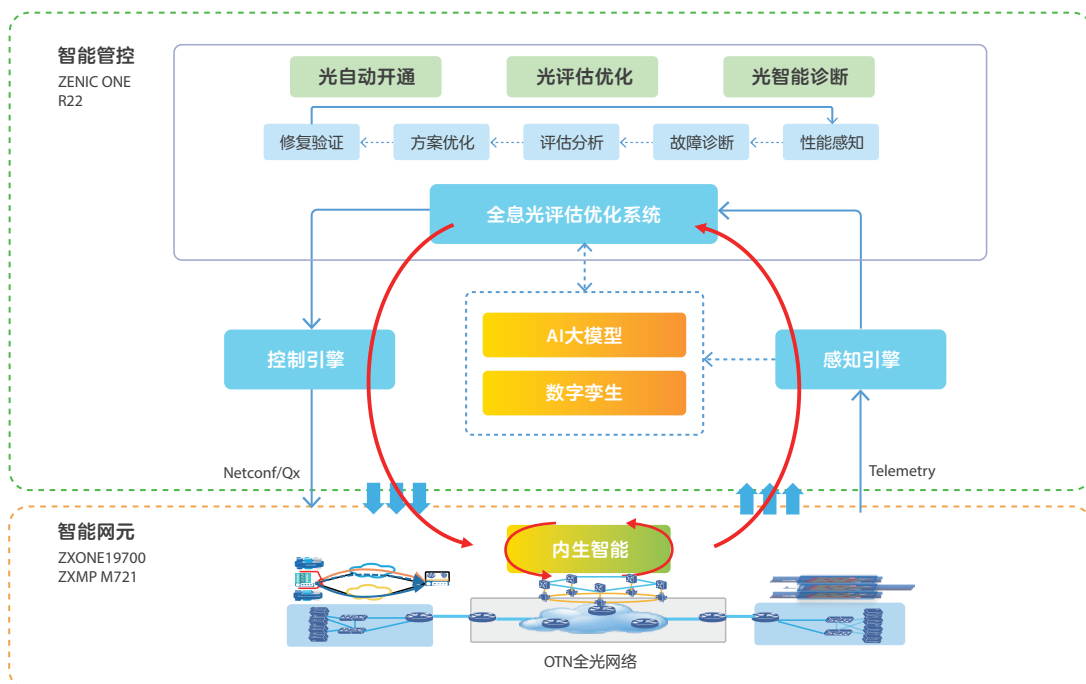
响业务。采用全息光纤性能评估算法，深度解析OTDR测量曲线中的熔接点、弯曲点及连接点特征，通过比对历史基线，分析给出劣化预警，防患于未然。

中兴通讯全息光自智网络解决方案及应用

应用全息光技术，中兴通讯推出全息光自智网络解决方案，基于“数字孪生+AI”底座实现了全息光智能评估优化系统，其核心在于为光网络创建高保真、实时同步的数字孪生镜像，并基于此实现覆盖全生命周期的智能评估、诊断分析与自动化闭环管理。

方案架构如图2所示。

- 智能网元层：由具备高精度光性能数据采集与监测能力的OTN设备组成，负责底层数据采集与前处理任务；
- 智能管控层：基于全息光数字孪生和大模型底座构建全息光评估优化系统，包含光自动开通、光评估优化、光智能诊断三大核心模块，实现“感知—诊断—评估—优化—验证”闭环。



▲图2 中兴通讯全息光自智解决方案架构

全息光自智网络网络解决方案已在多个运营商成功落地。

● 河北移动OLP备用通道评估案例

河北移动现网部署了大量光线路保护（OLP）。为确保备用通道可用，需定期在夜间进行人工倒换测试，费时费力且中断现网业务。部署全息光评估优化子系统后，通过OLP备用通道光性能评估功能，无需倒换设备即可实现在线无接触评估。

方案取得显著成效，单网元核查时间从30分钟以上压缩至10分钟以内，运维效率提升超200%；白天也可在线操作，完全消除了倒换测试的业务中断问题。

● 四川移动智能同缆分析案例

四川移动现网中存在大量工作与保护光纤同缆布放的情况，严重影响业务可靠性。部署全息光智能诊断子系统后，可自动检测识别同网元出局光纤、同环路光纤、光层保护光纤、SNCP业务服务层光纤的同缆情况。

实际承载业务的工程环境中，同缆识别90%以上。系统根据共享链路风险组（SRLG）策略推荐路由，有效规避了共缆同路由情况。

展望

中兴通讯全息光技术和自智网络解决方案，实现了对光网络的精准评估、智能诊断及预防维护，有效解决了光层运维痛点，显著增强运维效率和业务保障水平。后续，我们将在以下几方面持续完善：

- 融合非线性仿真与机器学习技术，不断提升全息光评估算法的准确度与可靠性；
- 基于全息光技术不断拓展应用场景，如光模块劣化预警、光纤劣化原因分析、施工预警、地质监测等智能应用；
- 推动系统向“有条件自治”（L3）乃至“高度自治”（L4）演进，最终达成全生命周期完全自治”光网络。

通过持续推进技术创新与场景深耕，中兴通讯OTN全息光自智网络解决方案将助力全球运营商构建一个自感知、自诊断、自预测、自优化的智能光网络，向高阶自智运维持续演进。**ZTE中兴**

家宽投诉智能体应用方案



陆云
中兴通讯研发规划专家
(有线)



陈爱民
中兴通讯OLT规划总工
(有线)



张荣
中兴通讯网管与服务规划
总工

随 着家庭宽带业务的持续发展，用户对网络质量与服务体验的要求日益提升。当前，家宽投诉处理存在响应慢、定位难、修复周期长等痛点，导致投诉工单量居高不下，客户满意度持续承压。据2025年Q4数据显示，家宽类投诉占全网故障工单总量的41.7%，其中约68%为软性故障（用户侧设备配置、操作不当等导致的故障），投诉平均处理时长高达3.2小时，严重消耗运维资源。

为突破传统模式瓶颈，中兴通讯设计构建“家宽投诉处理智能体”，依托AI大模型、端到端质量分析引擎与自动化控制能力，实现从“被动响应”向“主动感知、智能诊断、自动修复”的服务模式跃迁。核心目标为：实现家宽投诉工单量同比下降20%，平均投诉处理时长缩短至120分钟以内，用户自助解决率提升至40%以上，全面支撑极简运维与客户体验升级。

传统家宽投诉处理流程的不足

当前家宽投诉处理流程存在多个卡点，严重制约服务效率与用户体验。

- 故障定位依赖人工经验，缺乏业务级端到端分析能力

传统模式下，故障定界依赖运维人员逐段排查：用户终端—家庭网关—室内布线—分光器—OLT—城域网，涉及多专业、多系统。由于缺乏统一的业务质量视图，无法实现从“用户感知卡顿”到“网络层指标异常”的精准映射。

- 软故障无法远程处理，依赖现场支撑

68%的家宽投诉为软性故障，如Wi-Fi信道干扰、DNS配置错误、用户PC故障、路由器故障等。此类问题无需更换硬件，但现有系统缺乏远

程干预能力，仍需派发装维工单上门处理，造成人力浪费与用户等待。

- 对维护人员专业技能要求高，依赖个人经验
故障排查高度依赖运维人员的技术经验与知识积累，新员工培训周期长，跨专业协同成本高。面对PON、IP、Wi-Fi、IPTV等多技术融合场景，单一人员难以全面掌握，导致诊断过程反复、误判率高。同时，缺乏标准化诊断流程，不同人员处理同一问题可能得出不同结论，影响服务一致性。

- 用户侧缺乏自助诊断与自修复能力

用户在故障发生后仅能通过客服热线或App提交投诉，无法获取网络状态信息，也无法进行自检，即使问题源于用户侧（如路由器重启、ONT重启、网线松动），仍需等待人工介入，导致大量低价值工单积压。又由于处理进度不透明，用户易产生不满情绪，进一步推高投诉率。

家宽投诉智能体解决方案

中兴通讯家宽投诉智能体目前部署在UME网管上，可提供北向能力接口，与运营商的客响中心、NOC工作台和装维助手对接，辅助投诉预处理、故障诊断、业务质量分析等功能，实现投诉的远程处理、故障精准派单，同时赋能一线装维，提升现场效率（见图1）。

家宽投诉智能体通过融合AI大模型、多源数据融合、自动化控制与用户交互能力，构建“感知—分析—决策—执行—反馈”闭环，全面解决传统模式痛点，实现服务模式革新。

业务级端到端质量分析，精准定界定位

家宽投诉智能体打通FTTH接入网（FAN



图1 家宽投诉智能体方案

域)、核心网、家庭终端、应用层全链路数据,实现业务级端到端质量监测与分析。智能体基于AI模型对HTTP响应时延、视频卡顿率、游戏丢包率等业务指标进行建模,反向映射至网络层KQI/KPI,实现从“用户感知劣化”到“故障根因”的精准定界,利用算法模型自动关联分析,快速定位故障环节——精准区分是运营商PON网络侧(线路、设备)、家庭侧(终端、Wi-Fi)、传输网还是应用侧(App、服务器)故障,无需人工逐环节排查,定界定位准确率可达92%以上,大幅缩短故障排查时间。

软故障远程处理或自动优化,减少现场派单

家宽投诉处理智能体集成远程控制能力,支持对家庭网关、ONT等设备执行自动化操作。对于可识别的软故障,系统可自动触发修复策略:

- Wi-Fi干扰: 远程切换至最优信道或引导用户切换5GHz频段;
- 光功率临界: 自动调整DBA参数或下发光模块增益优化指令;
- DNS异常: 远程重置DNS配置或切换至备用服务器;
- 视频/游戏卡顿: 自动调整业务QoS配置,实现业务差异化保障。

试点数据显示,62%的软故障可通过远程修复,无需派发装维工单。

降低维护人员专业技能要求,实现极简运维

家宽投诉处理智能体内置“专家知识库”与“诊断决策树”,将复杂故障处理流程标准化、自动化。运维人员仅需根据智能体输出的“故障

根因+修复建议”执行操作,无需深入理解底层协议与拓扑。例如,系统可直接输出“故障原因:Wi-Fi信道3与邻近AP严重重叠;建议操作:远程切换至信道9,或引导用户使用5GHz频段”。该模式降低了一线维护人员技能门槛,新员工上岗周期从3个月缩短至2周,全面支撑极简运维转型。

提供家宽服务App,提升用户满意度

面向用户,家宽投诉处理智能体可提供能力调用接口,借助集成至用户手机的家宽服务App,实现“网络健康检测”“一键测速”“Wi-Fi优化”“故障自愈”等功能。用户可随时查看家庭网络质量评分、Wi-Fi覆盖热力图、光功率状态等信息。当感知到网络异常时,App还可主动推送诊断报告,并提供“一键修复”按钮,提供重启光猫、切换Wi-Fi信道、清理DNS缓存、启动视频/游戏业务优先保障等功能。

用户自助操作解决问题,可显著减少低价值投诉工单。同时,App实时展示处理进度与修复结果,提升服务透明度,有助于提升用户家宽使用满意度。

通过部署家宽投诉智能体,运营商可以实现业务级端到端质量分析、软故障自动修复、极简运维与用户自助服务,构建新一代家宽故障处理闭环体系。该方案不仅显著提升运维效率与客户体验,更为运营商向TMF AN L4级自智网络演进提供关键能力支撑,是实现家宽服务数字化转型的核心引擎。ZTE中兴

跨域协同，智联共生

——中兴通讯携手广东移动

建设“自智网络示范区”



郭瑞诚
中兴通讯算力及核心网
项目群总监



邵梦飞
中兴通讯研发规划无线
专家级工程师

在数字经济迅猛发展的背景下，5G、千兆光网、云计算与行业融合应用不断深化，网络规模持续扩大，业务形态日益复杂，广东移动作为国内领先的通信运营商，正面临前所未有的挑战。

2025年，广东移动携手中兴通讯，启动“自智网络示范区”建设项目。双方聚焦“提质、增效、降本、敏捷”四大核心诉求，围绕无线、核心网、传输网、网络云等关键领域，联合打造高价值自智场景，推动网络运维从“被动响应”向“主动预防”跃迁，加速实现L3向L4高阶自智网络升级。

构建全栈智能演进路径

面对网络智能化转型过程中“数据孤岛、智能碎片化、闭环断裂”等共性问题，中兴通讯提出“技术共研、场景共建、生态共创”的合作理念，联合广东移动制定系统性解决方案。

通过自主研发的星云通信大模型能力底座与全栈智能解决方案，有效打破技术壁垒，推动网络运维向高阶自智演进。以“1+N”策略为核心，构建全栈大模型体系：在技术架构上，中兴通讯提出“网元+单域+跨域”三层体系，融合Copilot辅助运维与Agent自动处置双模式，实现运维流程的全链路智能化闭环。在此基础上，进

一步打造兼具“基座灵活性、任务自主性、知识动态性、推理严谨性”的智能决策引擎，推动网络从“规则预设”向“自主认知”跃迁。

聚焦四大核心领域，实现运维质效双升

双方聚焦无线网、核心网、传输网、网络云四大核心领域，深度融合AI智能体技术与通信网络运维场景，携手打造面向L4级自智网络的高价值解决方案，系列成果显著提升网络运维质量与效率。

无线网：打造业界首个通用Agentic AI故障专家智能体

针对传统无线故障排查依赖人工经验、定界耗时、协同效率低等问题，中兴通讯与广东移动联合推出业界首个通用Agentic AI故障专家智能体，深度融合广东移动“微网格”生产管理体系，重构无线维护流程。

项目构建覆盖告警、KPI等多源数据的统一感知层，实现故障全景可视；模拟专家诊断逻辑，实现“异常识别—根因定位—处置建议”全链条自动化；部署智能处置Agent，支持工单自动诊断、触发参数调整、执行远程恢复操作，形成“隐患即消、故障即愈”的闭环流程。

该项目无线故障根因诊断准确率提升至90%

以上，知识问答准确率90%以上，平均故障修复时间（MTTR）降低21.34%。项目成果入选2025年TM Forum Innovation Hub“先锋项目奖”，获评“Multi-Agent Collaboration: Driving E2E Closed-Loop RAN Faults Management”标杆案例。

核心网：构建基于AI智能体的故障自动处置体系

核心网作为业务中枢，对稳定性要求极高，但故障根因复杂，传统监控手段难以及时响应。

项目构建核心网故障智能体，建立跨网元关联分析模型，融合故障知识图谱与深度学习算法，提升故障隐患识别及时性，提供故障定界结论、处理建议，提升工单处理闭环效率；在广东首次创新使用一键处置能力，并完成工作台对接，实现“隔离”“倒换”“重启”等操作一键指令执行。

该项目核心网故障智能诊断覆盖率、准确率均达90%以上，实现故障处置的智能化与高效化。

传输网：SPN网络实现能效优化与绿色低碳运营

SPN网络作为政企专线、云网融合的重要承载平台，设备密度高、功耗大，能效优化迫在眉睫。

项目以双智和端到端节能为核心架构，采用分层协同设计，构建全链路节能生态，构建“业务无损”的节能策略引擎；基于长短周期预测算法，实时分析网络流量，动态调整设备节能状态，实现全流程自动化节能、业务安全保障、双层节能预测、能耗可视可管可控。

该项目单设备节电超15%，年均可节约电费约百万元以上，形成可复制的绿色网络运营模板，为通信行业绿色低碳发展提供可复制、可规模化的创新路径。

网络云：CUCD提效变更操作，全程可管可视

网络云变更操作频次高、风险大、依赖人工协同等问题，需严防因人为操作不当引发的隐性故障。

项目通过开放OMC实时数据上报能力及自动化网络操作接口，全面对接网络云工作台，围绕

“事前预防、事中控制、事后验证”三大环节，在变更方案会审、工单审批、任务准备、结果测试验证、割接值守等关键节点，强化变更风险的自预警与自隔离能力，构建了智能化变更监控体系，实现变更全流程自动化与风险可管可控。

该项目实现变更全流程自动化率超90%，显著降低人为失误风险，全面提升变更操作的规范性、安全性与效率，为构建高可靠、智能化的网络运维体系提供有力支撑。

此外，双方还完成了包括网络云故障监控、传输网故障监控、无线性能优化、无线能效优化、传输变更监控等在内的共12个高价值场景样板局建设，初步建成面向L4级自智网络的能力底座。

从技术突破到生态引领

本次自智网络示范区建设历时一年，成果显著，不仅实现了关键运维指标的跃升，更形成了可复制、可推广的“广东模式”。

- 双方联合参与“联创+”自智网络实验室技术成果验证、联合申报广东省通信学会科学技术奖等，协同推进技术创新与落地应用；
- 多项成果亮相DTW数字转型大会、中国国际信息通信展览会、中国移动合作伙伴大会、TMF曼谷加速周，获集团高层高度评价；
- 依托自智网络演示厅，建成集成果展示、技术交流、人才培养于一体的开放平台，持续赋能产业生态发展。

此次自智网络示范区的成功实践，是中兴通讯与广东移动深度协同、联合创新的里程碑，也是通信行业迈向高阶自智的重要一步。未来，双方将持续深化合作，以开放姿态推动产业生态共建，助力千行百业数智化转型。从试点探索到标杆引领，从局部优化到全域智能，中兴通讯将继续秉持“连接+算力”战略，携手广东移动，共同将自智网络演示厅打造为技术创新引擎、商业价值高地与人才孵化基地，为数字经济高质量发展注入强劲动能。ZTE中兴

中兴通讯助力福建移动 无线自智示范区建设



刘洋
中兴通讯无线产品研发
规划专家级工程师



宋子义
中兴通讯福建子公司项目
交付总监

随着5G网络覆盖持续深化和业务场景不断丰富，网络运维关注对象已由传统的设备、网元和KPI，逐步扩展到业务质量、用户感知和运营价值。与此同时，网络问题呈现跨域关联增强、变化速度加快、影响链条拉长等特点，传统依赖人工经验和单域分析的运维方式，在问题定位效率、处置准确性和流程闭环能力等方面已难以满足现网需要。在此背景下，自智网络成为运营商推进网络高质量发展和运维体系升级的重要方向。围绕中国移动集团自智网络L4建设要求，福建移动联合中兴通讯开展无线自智网络示范区建设，推动智能体及融合感知平台试点并逐步融入现网生产，探索从技术验证走向规模推广的实施路径。

总体建设思路

福建移动无线自智网络建设立足现网生产，聚焦优化、节能、故障、体验等高频场景，按照“需求牵引、流程贯通、数据支撑、协同推进”的思路有序推进。

一方面，围绕生产中的实际问题推动能力落地，重点关注能否提升效率、降低成本、改善体验；另一方面，将智能体能力嵌入问题识别、分析处置、执行反馈等关键环节，推动相关流程逐步闭环。同时，依托融合感知平台打通网元、终端、信令、业务和投诉等多源数据，为网络优化和体验保障提供统一支撑。在推进过程中，坚持

智能体、智能硬件和一线作业工具协同建设，逐步形成从分析判断到执行落地的联动机制。

在此基础上，中兴通讯联合福建移动形成了“智能体+融合感知平台”双线推进模式。智能体主要面向运维提效和故障处置，融合感知平台主要面向端到端业务体验、用户感知保障和运营支撑，共同支撑福建移动无线自智示范区建设。

无线自智智能体建设与应用成效

中兴通讯联合福建移动在福州、泉州建设无线自智示范区，依托智能板、gSDU、追焦天线、OTDR等设施，在泉州西街、福州大学城等区域完成场景验证，初步形成“智能体+智能硬件+生产流程”的应用模式。总体来看，福建无线自智示范区已在性能、能效、体验和故障四个方向取得阶段性进展，初步具备从局部试点向规模复制推广的条件。

性能优化智能体

性能优化智能体已在泉州西街、福州大学城完成部署，并实现与福建移动工作台对接。该智能体基于覆盖、负荷、质差等多维信息开展问题识别和分析，自动输出优化建议，并跟踪执行结果，推动工单从生成、分析到执行反馈的闭环流转。

从验证结果看，2025年底示范区性能优化工单自闭环率达到34.6%，同比提升14.8%。在部分

场景中，优化方案已可实现分钟级生成，表明该智能体具备较好的现网适配性。

能效优化智能体

能效优化智能体结合智能节电单元，在福州、泉州开展百站规模试点，智能体根据业务负荷和站点运行状态动态调整节能策略，在保障业务体验的前提下实现能耗优化。

试点结果显示整体降耗10.71%。这一结果说明，基于负荷感知和策略动态调整的精细化节能方式，在现网中具有较好的应用效果。

体验保障智能体

体验保障智能体主要应用于流量激发和业网协同放号预估等场景。在业网协同放号预估方面，已在福州地铁、泉州西街等场景完成验证，整体放号预估准确率98.12%，体验满意度达95.17%，具备进一步推广的基础。相关实践表明，体验保障智能体已开始从传统的被动保障向需求预判和经营支撑延伸。

故障监控智能体

故障监控智能体结合OTDR能力在福州、泉州开展试点，故障平均修复时长（MTTR）下降18%。同时，代维人员通过App可实现“一键问答、智能诊断、备件预配置”，形成“上站前定位、派单即处置”的作业方式。这一模式将故障知识、定位路径和备件建议前移至派单阶段，减少了现场排障的不确定性，提高了一线维护效率和作业规范性。

融合感知平台：从网络指标分析走向端到端感知支撑

传统网络优化更多关注网元指标和小区性能，对用户真实体验的还原能力相对有限，特别是在投诉分析、跨域定界和根因定位方面仍存在短板。为此，福建移动同步开展融合感知平台试

点，围绕数据业务、语音业务和用户投诉三个维度，形成感知差异识别、跨域定界、根因定位和投诉支撑等能力。

在问题定界方面，平台打通网元、终端、信令、业务等多源数据，构建从用户终端到业务服务器的端到端视图，改善了传统单域分析条件下问题边界不清、责任定位不准的情况。

在根因分析方面，平台结合信令回溯和高精度栅格定位能力，对用户投诉事件进行时空还原，使根因定位精度由“小区级”提升到“百米级”，增强了投诉分析的针对性。

在处理闭环方面，平台能力进一步对接手机端App，一线人员可在线完成数据查询、问题反馈、处理跟踪和结果回传，推动投诉处理向在线化、标准化和闭环化方向发展。

融合感知平台的作用，不仅在于提升投诉处理效率，更在于将用户感知转化为可分析、可度量、可回溯的生产对象，为体验保障智能体和网络优化智能体提供统一的数据基础，推动网络优化从单纯关注网络性能逐步转向兼顾用户体验。

结语

中兴通讯联合福建移动开展的无线自智网络与融合感知平台建设，已在网络优化、节能降耗、故障处置、用户感知保障和经营支撑等方面取得阶段性成效。项目已实现性能优化工单自闭环率达到34.6%、5G整站能耗下降10.71%、故障平均修复时长下降18%，并在流量激发、放号预估和投诉支撑等场景上表现出较好的推广潜力。

福建移动的实践表明，自智网络建设的关键在于打通“感知—分析—决策—执行—评估”的完整流程，使智能体、数据平台和生产体系形成有效衔接。福建移动自智网络建设将通过持续完善协同机制、感知能力和标准化接口，进一步形成可复制、可推广的建设模式，为运营商网络数智化升级提供实践参考。ZTE中兴

携手中国移动成立“联创+”

自智网络开放实验室，

探索全链条创新路径

在全球数智化转型进入深水区的今天，通信网络已超越“信息传输通道”的单一属性，成为支撑数字经济运转的“数字神经中枢”，其稳定性直接关联产业链供应链安全、民生服务保障乃至国家安全。随着网络向高阶自智化加速演进，运维领域的深层矛盾日益凸显，亟需全新的技术路径破解困局。



周波
中兴通讯服务产品高级
系统工程师

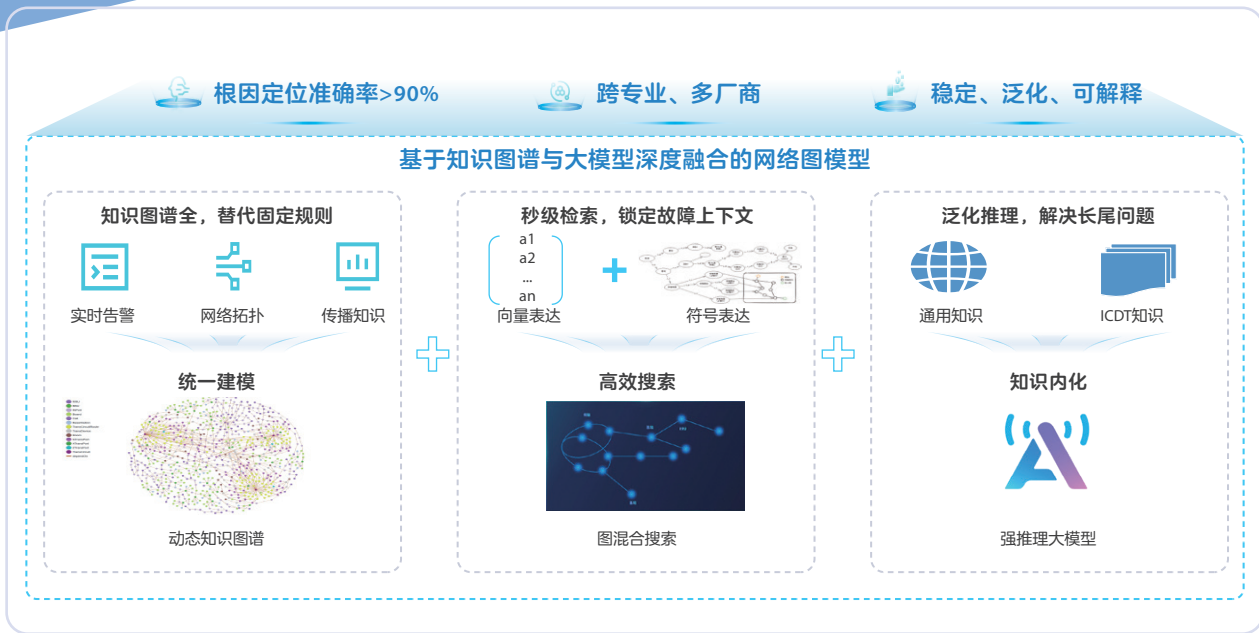
在全球通信网络加速向高阶自智网络演进的关键节点，传统运维模式正面临前所未有的挑战：网络架构日益复杂，2G/4G/5G网络多制式共存、跨厂家设备互联、故障根因传播链路错综复杂，导致故障根因定位效率低。大语言模型（LLM）的兴起为运维变革带来曙光，但将其直接应用于专业性极强的通信网络运维场景，面临诸多挑战：多模态语义对齐困难，LLM难以直接理解网络拓扑图与告警数据；决策“黑盒”特性，其推理路径不可解释、难以追溯；因果推理能力薄弱，导致决策偏差。如何实现稳定、精准的AI决策，实现从“经验驱动”到“数据+知识驱动”的范式跃迁，成为行业亟待破解的共性难题。

中兴通讯与中国移动强强联合，于2025年7月挂牌成立“联创+”自智网络开放实验室。双

方秉持“技术共研、场景共创、生态共建”理念，聚焦高精度AI决策、多智能体协同等关键难题，探索“前沿技术攻关—现网试点验证—规模复制推广—标准引领”的全链条创新路径，致力于突破AI在通信运维中的可靠性瓶颈，为全球自智网络高质量发展注入强劲动能。

“联创+”实验室团队创新提出网络图模型赋能故障根因推理的通用解决方案。如图1所示，网络图模型并非简单堆砌LLM的技术路径，而是以“知识图谱为骨架、图混合搜索为引擎、强推理大模型为大脑”的融合式AI决策架构。知识图谱提供网络结构化数据和知识表达，使得大模型更好地理解网络运行数据和故障传播机理，约束推理边界，使得大模型做出可靠、稳定、精准的根本定位决策，加速运维能力和流程重塑。

- 构建动静结合的通信领域知识图谱



▲ 图1 知识图谱与大模型深度融合的网络图模型

实验室首次实现无线、传输、动环等11类网络资源、动态告警、传播知识统一图谱建模。静态资源拓扑图描绘网络逻辑骨架，静态故障传播图则通过LLM从手册、历史工单与专家文档自动化抽取生成RDF故障知识三元组，动态根因推理图进一步结合实时告警信息，使静态知识与动态数据状态有机融合，为AI提供活的网络事实数据。

- 首创图谱混合搜索，高效压缩故障上下文
面对海量告警与拓扑数据，通过时空关联+网络拓扑路径约束的图混合搜索策略进行子图剪枝、分层压缩，从千万级节点中精准提取根因推理子图，使大模型输入上下文更聚焦，Token开销降低30%，推理效率与准确率同步跃升。

- 以因果思维链实现深度推理
根据根因推理子图中的故障上下文，思维链引导大模型从故障现象告警节点出发，沿拓扑链路逐层追溯，结合故障传播图验证因果关系，对跨基站、跨专业连锁故障进行全局推导。特别在面对多

因素混杂导致退服故障的复杂场景，图模型能精准识别出最终根因，根因分析准确率突破90%。

- 打造全流程白盒化可解释决策系统
图模型彻底打破AI黑盒信任壁垒，将推理全过程可视化：在给出分析结论的同时，可同步在界面高亮展示“故障现象—中间传播路径—根因”的完整推理链，并标注所依据的故障传播知识条目。运维人员可清晰理解AI的思考逻辑，极大增强了AI决策信任度。

该创新成果已在北京、广东、山东、湖南、江苏等五省市超23万基站试点验证，具备跨专业、多厂商故障根因定位能力，KCI指标故障根因定位准确率达到90%以上。同时，实验室团队联合产出一批网络图模型领域的高水平专利、论文，构建首个通信领域图模型评测数据集，研究A2A-T智能体交互协议规范，为自智网络技术创新积累了宝贵成果，为中国乃至全球自智网络的高质量发展，树立了开放协同、价值共创的典范。ZTE中兴



孟加拉Grameenphone携手 中兴通讯：打造网络故障 管理智能体应用样板局



茹乐
中兴通讯研发规划无线
专家级工程师

Grameenphone是孟加拉第一大运营商，用户数8200万，占孟加拉全国用户数的44.51%，是跨国运营商Telenor集团在孟加拉的分支。中兴通讯从2025年3月开始负责Grameenphone全网的网络运维工作。同年5月，以Grameenphone高级管理层到访中兴通讯深圳总部为契机，双方深入探讨了自智网络技术，并决定基于当前执行的全网运维项目，在Grameenphone网络中开展自智网络相关探索。

中兴通讯通过实际数据分析发现，在Grameenphone网络中，无线网络故障占全网故障总数的70%以上，是NOC运维的主要工作。因此双方决定优先开展跨域+无线网络故障管理场景的自智网络试点建设，以无线小区退服和基站退服场景为抓手，聚焦4000+个4G站点，部署中兴通讯跨

域故障专家和无线故障助手2个智能体应用，为故障识别、故障定界定位分析、故障处理建议以及一线现场操作等主要故障管理业务环节提供智能化手段。

在故障识别环节，基于跨域故障专家的故障识别智能体，采用大小模型协同技术。小模型负责数据动态聚合，大模型负责事件摘要生成，提供言简意赅的故障事件总结，实现分钟级网络故障的识别。

在定界定位环节，通过思维链分析工程、动环、设备、网管等多维度数据的检查结果，构建知识图谱，提供根因定位及故障结论，自行推导故障传播路径。

在处理建议环节，基于思维链推导，给出故障的最佳处理建议：对于无线设备引起的故障，

“双方还将在无线网络优化、用户投诉处理、核心网变更等多个高价值自智场景展开合作，实现跨域、跨层级的智能调度，提升网络运维效率，保障用户体验。”

通过调用无线故障智能体，进行远程自动重启恢复等动作，实现该故障的自愈；对于无法自愈的故障，跨域故障专家分析完成后，自动将该故障派单到一线，由一线运维人员上站处理。

在现场操作环节，无线故障助手将故障知识、后台数据和原子能力前移到掌上端，一线运维人员到站后，通过无线故障助手App实时语音交互查询故障信息。无线故障助手通过多模态展示站点拓扑、故障根因以及对应的解决方案，处理后现场查询修复状态，极大降低故障处理难度，一次性快速完成上站任务，减少前后台沟通交流次数，提升一线运维人员的故障处理效率。

项目通过将大模型和智能体能力开放嵌入现网生成运维系统中，实现无线小区和站点退服故障分钟级智能识别和生成，故障界定定位分析准确率达到90%以上，通过智能体协同减少人工参与工作量，驱动故障更高效闭环，预计实现无线网络故障问题查询效率提升70%、无线故障工单减少3%和无线故障MTTR压降20分钟的自智成效。此外，随着两个智能体应用的引入，Grameenphone无线故障管理场景的自智评级将提升到L3+。

在2026世界移动通信大会（MWC2026）上，Grameenphone与中兴通讯签署战略合作备

忘录（MOU）。双方将基于TM Forum最新的自智网络技术规范，结合Grameenphone网络的三年发展目标，针对大模型及智能体技术进一步开展深入合作，2026—2027年落地实践5个高价值自智场景，包括无线网络故障管理、无线网络优化、核心网故障管理、核心网变更管理、用户投诉处理，共同打造面向高价值场景的高度自智网络体系。

展望未来，中兴通讯将和Grameenphone继续深入开展自智网络合作，以中兴通讯AIR Net高阶自智网络解决方案为基础，全面拓展无线网络故障管理价值场景，加速已上线的跨域故障专家和无线故障助手大模型深度嵌入到Grameenphone网络的实际运维生产中，帮助Grameenphone实现业务价值闭环。此外，双方还将在无线网络优化、用户投诉处理、核心网变更等多个高价值自智场景展开合作，部署网络优化专家、用户投诉专家、核心网故障专家等系列智能体，强化单智能体闭环和多智能体协同能力，实现跨域、跨层级的智能调度，提升网络运维效率，保障用户体验。同时，双方还将联合孵化TM Forum相关Catalyst项目，共同促进自智网络关键技术的验证与推广落地，为全球电信行业提供可借鉴的AI赋能范本。ZTE中兴

ZTE中兴

致力于成为网络连接和智能算力的领导者
让沟通与信任无处不在