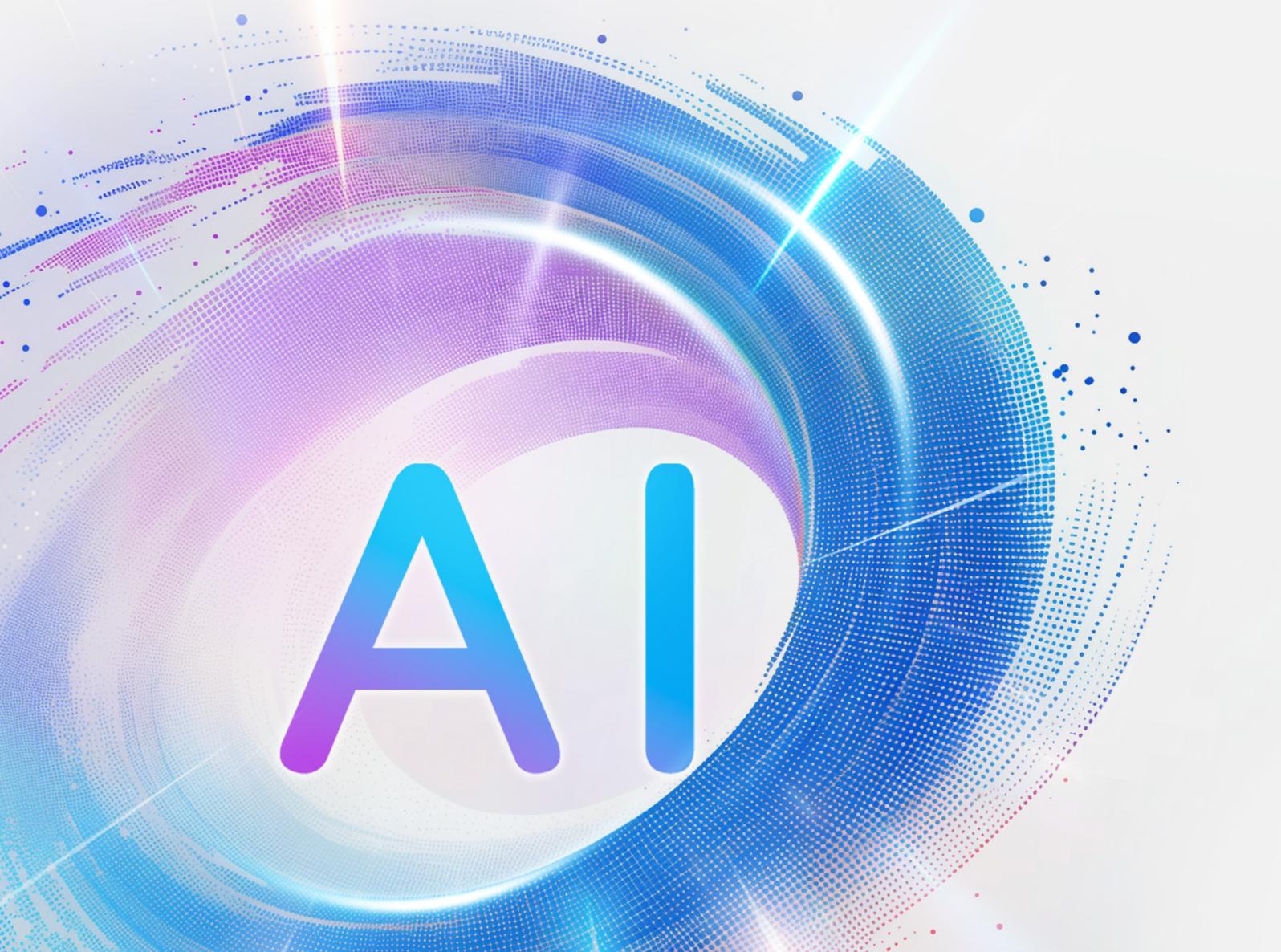


ZTE中兴

2025

中兴通讯自智网络白皮书

价值驱动，AI创新，开启高阶自智网络新篇章

The background features a large, circular graphic composed of a dense grid of small dots. The dots are colored in a gradient from light blue to purple. In the center of this circular pattern, the letters 'AI' are prominently displayed in a large, bold, blue font. The overall aesthetic is futuristic and technological.

AI

目录

摘要

1 智能化时代洞察 2

- 1.1 当前自智网络标准发展和产业实践 3
- 1.2 智能化时代运营商网络的变革 4

2 自智网络发展趋势 7

- 2.1 趋势1 数字人直播、元宇宙等新业务蓬勃发展，带来变现新商机 8
- 2.2 趋势2 5G-A加速通感融合，促进低空经济发展，带来运维新难度 9
- 2.3 趋势3 智算规模增长，算网深度融合，业界持续提升资源利用率 10
- 2.4 趋势4 大模型赋能运营商数智化转型，加速高阶自智 11
- 2.5 趋势5 数字孪生加速网络智能化演进，实现以虚映实，以虚控实 12
- 2.6 趋势6 数智融合促进数据要素和数据基础设施发展 13
- 2.7 趋势7 多智能体群智协同演进 14

3 中兴通讯高阶自智网络演进方案 18

- 3.1 迈向高阶自智的整体思路 19
- 3.2 选择高阶自智网络L4价值场景 19
- 3.3 高阶自智网络解决方案及应用范式演进 21
 - 3.3.1 解决方案 21
 - 3.3.2 技术架构 23
 - 3.3.3 应用范式演进 24

4 中兴通讯高阶自智网络实践案例 26

- 4.1 自动化案例：核心网升级全流程自动化 27
- 4.2 智能化案例：网络云故障智能化处理 28
- 4.3 智能化案例：移网业务投诉智能化处理 29
- 4.4 智能化案例：家宽业务质差优化 30
- 4.5 能效优化案例：无线网络能效优化和SPN能效优化 32
 - 4.5.1 无线网络能效优化 32
 - 4.5.2 SPN能效优化 33

5 高阶自智网络演进产业协同倡议 35

缩略语 37

参考文献 38

摘要

在产业数字化大潮中，运营商加速构建云网算智一体化、高度自动化、智能化的网络体系，并通过数智化运营，使网络成为各行各业数字化转型的基石。自智网络以自动化和智能化为核心特征，将成为未来通信网络的内生能力。

中兴通讯作为自智网络的积极倡导和实践者，全方位参与自智网络产业的建设。在标准制定、能力构建和创新实践等多领域，均做出显著贡献。本白皮书将介绍中兴通讯在支持运营商实现自智网络演进方向的战略规划；阐述中兴通讯以价值成效为牵引，通过开放解耦和数智引擎，加速断点、堵点打通，实现端到端的自动化和智能化运维运营的核心理念。同时呈现中兴通讯在自智网络L4高阶演进所取得的典型案例成果。

本白皮书主要包括如下内容：

智能时代洞察

总结网络演变的六个方面，为理解未来业务和自智网络提供了重要视角。

自智网络发展趋势

结合当前标准发展和产业实践，从数字人直播、5G-A等业务发展、云网算智融合的网络演进、以及大模型/Agent，数字孪生等新技术和应用方面，进行深度洞察，分析自智网络产业的发展趋势及面临的挑战，并提出解决策略与建议。

中兴通讯AIR Net高阶自智演进方案

通过数据和能力的开放解耦，助力端到端自动化流程断点的打通；通过大小模型协同、Agent、数字孪生等关键技术，解决自动化难点，降低网络运营技能门槛并逐步代替人工实现网络自主闭环；通过价值场景及成效落实，助力商业成效的闭环。方案采用可组装式数字星云架构，通过数智引擎，提供各类服务能力，结合场景自智能能力，快速编排上线，并具备未来应用范式演进能力。

成功案例分享

列举自动化、智能化、能效优化的高阶自智网络实践案例，为全球运营商及合作伙伴提供宝贵参考与借鉴资源。

产业协同倡议

倡议广大合作伙伴携手共进，在共创共赢的理念下推动自智网络产业向更高层次迈进。

01

智能化时代洞察



1.1 当前自智网络标准发展和产业实践

自智网络的标准发展

多个国际标准组织如TM Forum、NGMN、ITU、3GPP和ETSI等，在体系架构、自智分级、价值场景选择、价值成效、智能化技术等方面，积极推动自智网络标准的制定和完善。这些组织通过整合运营商和产业需求，共同促进自智网络产业的繁荣发展。同时，3GPP在R17版本中发布了首个自智网络分级标准TS 28.100，为电信行业提供了网络自动化和智能化水平分级的重要评估依据。

中国通信标准化协会（CCSA）在自智网络标准化工作中取得了显著进展，推动了自智网络相关标准和研究课题的立项。

未来，面向L4、L5级别的自智网络，TM Forum对使能技术进行了展望，包括网络AI大模型、网络可信技术、网络数字孪生等。这些技术将支持3GPP网络内生的支持AI的数据、算法和算力需求，推动自智网络向更高层次的智能化发展。

中兴通讯积极牵头和参与自智网络相关标准的制定，紧跟技术前沿，如下图所示，在TM Forum、3GPP、ETSI 和 CCSA 等标准组织推进多项自智网络（大模型）标准，助力自智网络产业迈向高阶自智。



自智网络产业实践

在国际和国内自智网络的产业实践中，中国运营商展现出显著的领导力。国内三大运营商均将自智网络纳入集团战略，明确提出25年迈向自智L4，并在应用创新方面取得了实质性进展。

中国移动: 构建完整的自智网络理论体系, 进行深入自智实践探索, 成为全球运营商的参考标杆。明确聚焦高价值场景, 推动原有子场景的自动化能力连点成线, 打造端到端流程全自动的数智运维流水线, 实现少人、无人的极简运维, 显著发挥“提质降本增效”应用价值。

中国电信: 贯彻云网融合战略, 提出“三极愿景+二零九自”的目标, 发布云网运营的自智蓝图, 赋能内外部数字化转型。

中国联通: 构建“三化三层三闭环”的架构, 提出二零四自愿景+四精商业价值, 推进网络的智能化升级和智慧运营转型。

国际上, TM Forum联合多家产业伙伴发布白皮书, 并签署《自智网络宣言》, 标志着全球自智网络产业发展的新高度。

沃达丰 Vodafone: 聚焦L4级自智的事前自动化, 正在利用AI技术在光纤和Cable场景中实现自动化、预测性的维护和优化。

德国电信 Deutsche Telekom: 面向 L4, 提出 Dark NOC 的观点。定义网络运维的目标是一个无人工干预即可高度自运转的网络运营中心, 希望实现 Dark NOC 的无人化、数字化。

南非 MTN: 聚焦故障管理和 IP 质量优化场景, 开展自智网络创新实践, 并同时进行流程穿越和能力提升变革。

泰国 AIS: 将自智纳入“Cognitive Techco”战略, 面向L4, 聚焦客户投诉管理、网络优化、配置变更等高价值场景, 利用先进的数据分析、高度自动化和AI技术, 加速企业数智化转型和AN等级提升。

印尼Telkomsel: 将自智作为其数字化创新的一部分, 目标是到2025年达到L4, 确保网络在高峰期间的服务质量。

全球运营商正加快网络自动化、智能化转型, 加速迈向高阶自智, 以提高网络效率和用户体验, 并实现网络服务变现。

1.2 智能化时代运营商网络的变革

人工智能技术正在推动社会数字化和智能化转型的加速发展, 这一转型深刻地改变了人们的生产和生活方式, 并正在重塑全球经济结构与社会运作模式。

智能化时代的特征

新型信息基础设施

新型信息基础设施为数字经济提供感知、传输、存储、计算等基础性数字公共服务的基础设施体系, 将成为智能化时代的新兴基础能力和创新驱动力。

业务创新

大模型的出现对业务产生了颠覆性的影响, 交互范式发生了巨大改变, 多模态内容可实时生成, 解锁了各种极具创意的应用场景, 提供更为沉浸的业务体验和个性化的贴心服务。

弥合智能鸿沟

智能化时代将让每个人都可以创造人工智能系统，能获得强大的人工智能模型和计算资源，而无需高级数学和计算科学技能。这将意味着更多的人能够利用人工智能进行各自领域的研究和产品开发，大大降低了人工智能的技术门槛。

重塑生产方式

大模型技术的应用将人们从原来繁琐的工作中解放出来，聚焦工作目标和业务价值，大大提升了生产效率。数据已经成为数字经济时代的关键生产要素，新质生产力将成为推动智能化新时代发展的关键力量，社会分工也伴随将发生根本性的转变。

智能化时代的运营商网络变革

智能化时代的变革是一个复杂的过程，机遇和挑战并存，电信运营商需要进行深刻的变革以适应新的发展趋势。

运营商需提供泛在且可靠的连接，实现“高速泛在、天地一体、云网算智融合”的智能化综合性数字信息基础设施，以满足无人经济对网络的高质量要求。

面对新的消费形态，电信运营商需提供及时性、个性化的体验。通过构建全生命周期的数据管理和安全保障体系，实现科技感、智能化、生态化的流量入口和多触点互联互通，满足用户的多样化诉求。

为了社会治理和服务的智能化发展，电信运营商需提供普惠便民的服务，同时保护隐私，防范伦理风险。

在这一转型过程中，运营商依托其网络基础，通过提供数据服务来解决智能化的源头问题；利用大模型来释放人力并模拟人类组织的行为；并通过数字孪生技术实现物理环境到虚拟环境的映射、仿真和闭环控制。这三个要素共同构成了实现自智所需的全面AI化，从而推动网络向高阶自智演进。这些将涉及以下六个方面的演变。

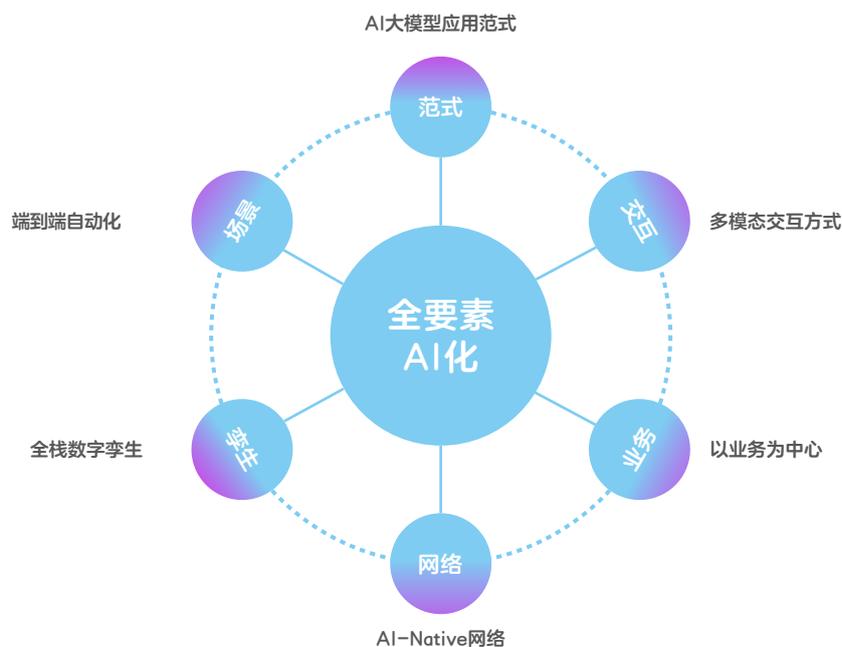


图02 自智网络的全要素AI化演变

范式

多Agent群智协同，应用范式将Agent化。即网络中的智能体（Agent）自动智能协同工作，共同解决复杂问题，实现网络服务的智能化和自动化。

交互

多模态意图人机交互方式变革，使得交互方式更加简单和自然。结合大模型技术，网络能够理解和响应语音、视觉等多种输入，为用户提供更加丰富和便捷的交互体验。

业务

运维从网络为中心向以用户体验和业务体验为中心的转型，同时意味着网络服务将更加个性化，能够根据用户行为和偏好自动调整，以提供最佳体验。

网络

AI-Native网络和应用，旨在构建基于云原生的网络内生智能能力。通过实时数据与预设策略的自动调整配置，优化网络性能，提升服务质量，从而实现自适应、自学习与自优化的智能网络。

场景

围绕价值场景，持续提升端到端自动化智能化能力。通过数据开放，能力开放，应用大模型及Agent等技术，实现业务开通，网络变更，故障处理，网络优化等各种场景的自动化运维运营。

孪生

全栈数字孪生，通过创建网络的数字副本，实现对网络状态的实时监控、故障预测和性能优化，将达到以虚映实，以虚控实，从而实现网络的可感可视可控。

这六个方面持续演进，运营商能够提供更高效、更智能的服务，走向网络运营的全面智能化，为社会和行业创造更多的价值。



02

自智网络发展趋势

当前运营商网络正在面临新业务的挑战，同时新技术也为网络提供了新的变革手段。自智网络在新业务、网络演进、新技术及新应用等方面都逐渐显现了新的趋势。

2.1 趋势1 数字人直播、元宇宙等新业务蓬勃发展，带来变现新商机

洞察分析

AI数字人直播业务通过利用人工智能技术，创造出虚拟主播或虚拟角色，具备自主的言谈和行为能力。这种形式的直播不再依赖于实际存在的主播，而是通过数字技术实现虚拟化的表演。全球新经济产业第三方数据挖掘和分析机构iiMedia Research(艾媒咨询)于2024年4月19日发布的《2024年中国虚拟数字人产业发展白皮书》显示，2023年中国虚拟人带动产业市场规模和核心市场规模分别为3334.7亿元和205.2亿元，预计2025年分别达到6402.7亿元和480.6亿元，呈现强劲的增长态势。

2024年京东“6·18”战报显示，数字人直播间开播商家数较去年“双11”增幅近400%。AI数字人的优势在于可以长时间直播，进行不间断的信息播报，这样可以持续提升品牌曝光率，同时大大减少了人工成本和运营费用。

元宇宙业务作为数字经济的新引擎，正展现出强劲的发展势头。据中研普华产业研究院发布的《2024-2029年中国元宇宙行业发展深度调研与未来趋势预测报告》显示，元宇宙市场规模不断扩大，预计到2025年，国内元宇宙市场规模有望突破2800亿元大关。技术方面，5G技术实现大范围覆盖，AR、VR等虚拟现实技术已达到元宇宙的基础要求，区块链技术稳步发展，为元宇宙中的数字资产确权、交易等提供技术支持。艾媒咨询数据显示，62.4%的网民愿意参与元宇宙社交，显示出用户对元宇宙的高度兴趣和参与意愿。

电信运营商在支持这些新兴业务时面临诸多挑战。网络稳定接入是基础，而实时画面传输的清晰度和流畅性则直接影响用户体验。在元宇宙方面，根据中国信息通信研究院发布的《元宇宙白皮书(2023年)》，元宇宙的传输网络需要聚焦低延迟、高稳定、高流畅的全球跨域确定性通信能力。

应对建议

面对数字人直播和元宇宙业务带来的挑战，电信运营商可以采取以下策略：

加强网络基础设施建设

应对流量快速增长，加大5G业务和终端创新，推进超高清、云VR、云AR、云游戏等生态合作。

自动化感知和分析能力

利用AI和大数据分析技术，运营商可以实现云、网、算的状态实时监控和智能化优化。例如，通过网络切片技术，针对不同流量场景进行动态调度，确保资源的最优分配。同时，结合AI监控工具实时分析网络流量变化，自动检测网络瓶颈并进行优化调整，保障用户SLA，进一步提升用户体验。

构建算力网络

依托云改数转战略，构建承载元宇宙的新型云网智算网络基础设施，基于XR、AI技术提供沉浸式服务。

设计新的商业模式

针对高价值客户和场景，提升运营商收入，加速商业变现。

2.2 趋势2 5G-A加速通感融合，促进低空经济发展，带来运维新难度

洞察分析

低空经济成为战略性新兴产业: 2023年12月，中央经济工作会议把低空经济列入战略性新兴产业。今年政府工作报告提出，积极打造生物制造、商业航天、低空经济等新增长引擎。2024年11月18日中央空管委表示即将在六个城市开展eVTOL试点。六个试点城市初步确定为合肥、杭州、深圳、苏州、成都、重庆。试点文件对航线和区域都有相关规划，对600米以下空域授权部分地方政府。第二批试点城市很快也将公布，国内低空空域利用率有望得到提升，行业发展进入了快速发展期。

5G-A通感融合支撑低空经济快速发展, 同时为电信运营商开辟了巨大的商业潜力。首先，运营商通过建设低空通感网络，为低空经济提供基础设施，其次，电信运营商在这一领域推动技术创新，扩展应用场景，并参与低空飞行服务中心的运营和低空交通规则制定。此外，通过成立低空经济产业联盟，运营商协调产学研等多方力量，共同培育产业生态。同时，运营商深入理解重点行业的低空经济需求，提供定制化解决方案，从而丰富低空经济的应用场景。

应对建议

低空经济的发展对电信运营商而言，意味着新的商业机遇和挑战:

- **高精度探测感知和高效数据处理:** 低空经济的新业务需求推动了通感一体网络的建设。这种网络不仅提供通信服务，还具备感知能力，以实现3D立体覆盖与感知。基础网络，如基站升级融合通信和感知服务能力，满足无人机高速飞行和跨基站运行的需求。通感一体网络的建设涉及到大张角，连续波、脉冲波，多小区联合去重，毫米波等技术，这些技术有助于实现高精度的探测和感知。同时，需要构建网络管理系统，高效、快速地处理无人机飞行数据，实现完整的感知服务。
- **低空通感安全管理体系建设:** 安全是发展低空经济的底线，电信运营商需要在看得见、管得住、能追溯的基础上，寻找低空经济的核心应用场景。为了应对低空飞行器的安全性能问题，运营商需要提升关键技术的自主能力，以确保产业安全和信息安全。同时，运营商必须在“放”和“管”之间寻找平衡，即在释放低空经济活力的同时，确保低空区域的安全，这涉及到用户信息登记、飞行许可发放平台的建设，以及低空空域管制系统的完善。
- **低空运营模式探索:** 电信运营商需要构筑全生命周期的运营能力，以支持连接服务和感知创新服务。在航空应急、交通巡检、物流运输等领域，低空经济的应用场景不断丰富，为运营商提供了新的业绩增长点。特别是无人机物流和巡检市场，市场规模巨大，有望为运营商带来显著的收入增长。

随着无线网络从传统地面覆盖向地面与低空的三维立体覆盖转变，低空运维能力面临新的挑战。由于低空目标体积小、飞行高度低，加之电磁环境复杂，这些因素对网络规划和维护提出了更高要求。因此，需要发展更加精准的仿真，更实时、更智能化的网络优化技术来应对这些挑战。

2.3 趋势3 智算规模增长，算网深度融合，业界持续提升资源利用率

洞察分析

智算规模迅速增长: 在规模定律 (Scaling Law) 的推动下, 大模型的规模和能力正迅速增长, 训练算力的需求增速变得越来越快, 单个训练集群的规模从万卡级别开始向十万卡级别迈进。然而, AI芯片算力的升级速度却难以跟上集群算力需求的增长, 这进一步加剧了训练集群规模的扩张。大规模训练集群带来了巨大的计算和数据通信存储压力, 对集群的稳定性提出了严峻的挑战。硬件故障、节点性能下降、网络波动等因素都可能导致训练频繁中断, 严重影响模型训练过程, 降低集群资源利用率, 并造成能耗浪费。例如, Meta公司发布的OPT-175B模型训练过程报告显示, 在训练过程中共出现了90次重启。

AI创新应用成为投资热点: 随着大模型能力的提升, 以智能体为主的AI应用正成为投资的新热点, 不断催生新的AI场景, 并且人们对AI的接受程度日益提高。例如, OpenAI的每周活跃用户数量在2024年底已达到3亿。这些趋势推动了AI推理需求的快速增长。同时, 智能体应用的增长也必然带来网络连接的增长, 标志着我们正从人联、物联时代迈向智能体连接的新时代。这些变化对推理成本和算网融合提出了更大的挑战。

应对建议

智算网络自智: 自智网络发展对智算的训练需求有两个方面, 一是超大规模GPU集群算力作为云资源池的基础设施支撑, 二是提升GPU集群的智能运维能力。在训练前, 需要进行快速健康度压测, 包括预应力测试、巡检、预检和故障预测等服务。训练过程中, 必须具备实时感知集群健康度的能力, 监测GPU卡故障、RDMA网络故障、节点故障和Pod状态异常等问题, 并支持集群故障的快速检测及实时可视化。一旦发生故障, 需要具备分钟级的故障定界定位能力, 以及作业重调度能力, 对故障节点进行隔离、替换或自愈, 并重新恢复训练。同时, 对checkpoint的读写性能进行优化, 以快速完成断点续训。通过全生命周期的自动化和智能化运维, 提高资源利用率, 降低运维成本。

除了训练, 推理也是自智网络需要关注的关键能力之一。通过知识蒸馏、模型量化和推理引擎优化等新技术突破, 可以不断降低推理成本。根据不同应用场景的需求, 可以选择不同尺寸的模型, 以平衡推理硬件、速度和效果。这些措施有助于实现低成本推理, 满足自智网络的发展需求。

2.4 趋势4 大模型赋能运营商数智化转型，加速高阶自智

洞察分析

GenAI快速发展: 在通信产业中，低空经济、物联网、车联网、沉浸式XR等新兴业务的涌现，对推进数智化转型的电信运营商提出了多重挑战，包括如何有效控制运营成本、满足用户体验的持续提升需求，以及应对日益复杂的网络架构。同时，新一轮科技革命的深入推进，尤其是生成式人工智能 (GenAI) 的快速发展，正成为企业新质生产力的重要驱动力。根据Gartner预测，企业在生产环境中应用GenAI相关技术的比例将从2023年的5%激增至2026年的超过80%。此外，大语言模型、提示词工程、多模态技术等预计将在未来2至5年内达到技术成熟期，进一步推动产业智能化进程。

在此背景下，以下核心技术正深刻改变电信运营商的运维和运营方式：

智能体 (Agent)

智能体已成为2024年生成式人工智能的核心技术之一。凭借自主学习、任务执行及多任务协作能力，智能体为电信运营商的智能化转型提供了全新的路径。通过部署智能体，运营商能够实现网络管理和优化的高度自动化，增强网络的自感知与自修复能力，从而显著降低运维成本并提升网络可靠性。

多模态大模型

多模态大模型具备处理文本、图像、语音等多种数据形式的的能力，为客户服务创造了更具沉浸感的交互方式。通过结合多模态技术，运营商能够在客户服务中提供个性化解决方案，优化用户体验并提升服务价值。

推理增强

OpenAI于2024年9月发布的O1模型在复杂推理任务中表现卓越，开启了“慢思考”的大模型新范式，为通信网络的运维与运营提供了全新解决方案。例如，O1模型及其推理增强技术能够在复杂业务场景中实现任务编排、问题分析、灵活决策和优化执行。通过自动化识别问题根因并生成解决方案，这些技术有效减少了人工干预，提高了运维自动化率。

大小模型协同

各种传统AI算法和小模型，在数据分析、数据预测等方面，短期内依然具备精度高、成本低等优势，因此GenAI与传统AI相结合，通过大小模型协同，能够有效缩短实现L4的路径。

应对建议

随着AI/GenAI技术的持续突破，自智网络正在向L4级全栈AI嵌入的目标迈进。通过在网元层、网管层、服务层和业务层全面嵌入AI/GenAI技术，实现自动化智能化，建议电信运营商实现以下关键能力：

- **网络运维场景选择:** 通过人机协同、大小模型协作、多智能体协作，建议选择网络故障处理、投诉处理、变更监控和业务质量优化等场景中显著提升运维效率，降低运营支出 (Opex)。
- **服务质量与运营体验:** 增强服务的安全性和可靠性，优化用户体验，从而提升客户满意度。
- **业务创新与价值扩展:** 利用AI驱动的洞察和优化能力，拓展新的业务领域，创造更大的客户价值，助力运营商在竞争中保持领先。

总而言之，GenAI技术的快速演进不仅助力电信运营商应对复杂挑战，还推动了从自动化到智能化的全方位飞跃，为其开启了高阶自智的L4新阶段。

2.5 趋势5 数字孪生加速网络智能化演进，实现以虚映实，以虚控实

洞察分析

数字孪生技术被广泛应用于制造、物流、能源等领域，通过创建物理资产的虚拟模型，实现实时监控、预测性维护和优化管理，提升生产效率、降低成本、提高产品质量，尤其在智能制造和工业4.0的背景下，数字孪生技术呈现出实时数据集成、全生命周期管理、自适应优化、智能决策支持和高度协同等新特点。

在通信行业数字孪生的应用主要集中在网络建设、优化和运维方面，意图通过构建虚拟网络模型，运营商能够模拟真实网络环境，进行故障预防、性能优化和资源调度，提升网络自适应能力。

数字孪生技术在通信行业的发展演进中也存在诸多挑战，例如：

- 如何在高频次大规模的数据流中快速处理和响应变化，确保数字孪生模型能够实时反映网络状态并及时做出优化决策；如何确保数字孪生模型能够准确地模拟和反映真实网络环境；
- 多变的网络负载、设备状态和用户行为，如何保证模型的高精度和高可靠性；
- 如何有效整合来自不同来源、不同格式、不同频率的数据，在大规模的网络环境中准确地提取异构数据中有价值的信息。

随着网络向高阶自智阶段的迈进，运营商对运营网络自动化智能化水平要求进一步提高，经营行为更加注重商业价值变现，未来数字孪生将持续成为实现高阶自智网络的关键技术理念。

应对建议

针对感知、分析、决策、执行闭环等各部分，研究应聚焦于为精准的评估和决策赋能，提升网络的智能化水平，加强网络规划、建设、维护、优化和运营等不同价值场景中提供全方位支持，实现各环节的协同，通过持续优化感知技术和数据分析模型，构建数字孪生网络，低成本实现以虚映实、以虚控实，结合智能决策系统，最终实现网络的自适应和自优化能力，确保高效、灵活、精准的网络管理和运营。

多目标协同优化：通过设定多个优化目标，协调各个目标和指标之间的协调性，确保在实现局部最优的同时，整体提升全局性能。通过智能算法和精细化建模，在不同的优化目标（如网络容量、延迟、能效等）之间找到平衡点，避免局部优化导致全局性能下降，有效解决复杂网络中资源配置、负载均衡等问题，确保各个子系统在协同运行时都能达到最佳状态，推动整个网络的高效和稳定。

网元内生孪生: 通过在网元内生设备中嵌入数字孪生体, 实现对设备状态、性能和运行环境的实时监控与分析, 快速响应网络变化与预警, 再结合集中式平台整合不同网元的孪生数据, 实现跨设备、跨区域的网络协同优化与智能决策, 增强网络数字孪生的灵活性和可扩展性。

业务层数字孪生: 探索基于用户感知的数字孪生, 将用户体验与网络行为深度结合, 精确映射到网络模型中, 更好地理解 and 预测用户需求与网络性能之间的关系。通过基于用户感知的数据分析, 数字孪生可以优化网络资源分配、提升服务质量, 并动态调整网络配置, 以满足不同用户群体的需求, 提升用户满意度。

跨域服务与单域网络管理协同: 单域数字孪生专注于特定领域的建模与优化, 跨域数字孪生通过整合多个领域的数据和模型, 提供全局视角, 增强不同域之间的协同效应。在此基础上, 跨域协同优化资源调度、提升服务质量, 推动多层次、多维度的智能决策, 更精确地预测、监控和调整网络中的资源分配与服务提供, 从而实现更加高效、智能和自适应的网络管理。

与AI大模型技术协同发展: 数字孪生借助AI大模型提供丰富的动态输入数据, 在更接近实际的环境中进行训练和推理, 增强预测准确性和决策能力。AI大模型强大计算能力和深度学习能力, 进一步提高数字孪生的智能化水平, 使其能够处理更复杂的情境、预测更精细的趋势, 并在决策过程中融入更多的变量与优化因素。

2.6 趋势6 数智融合促进数据要素和数据基础设施发展

洞察分析

大数据和人工智能的融合正在形成多方位深度发展趋势, 通过智能化手段提升数据的处理、分析和应用能力。这种融合不仅优化了数据处理流程, 还增强了数据的洞察力和决策支持能力。

Gartner预测, 到2026年, 未能利用GenAI的数据管理工具提供商每年的营收将减少10%, GenAI每年将使人工密集型数据管理成本减少20%, 同时新用例将增加三倍。

数据要素是数字经济的核心生产要素, 已上升为国家级战略资源。数据基础设施是支持所有数据相关活动的基础层, 以数据为中心, 深度整合计算、存储、网络和软件资源, 以充分挖掘数据价值, 是传统IT基础设施的演进。数据要素与数据基础设施的建设成为数字化转型的关键。

数智融合是数据要素与数据基础设施发展的催化剂, 正在加速数据要素价值释放。

数智融合正成为推动产业升级、科技创新和社会发展的关键力量, 成为智能化升级、生产方式变革、科技创新数字化转型以及一站式大数据平台发展的驱动力。

运营商凭借其庞大的数据资源和先进的数据处理基础设施, 能够精准把握数智融合的趋势, 从而有效提升网络的智能化水平, 进而推动业务创新和效率的显著提升。

应对建议

推动“AI+”生态共建: 运营商应坚持开放合作、互利共赢,完善功能互补、良性互动、协同攻关、开放共享的新型合作机制,携手做大“AI+”生态圈。推动“AI+”设施升级,加强数据治理,增强数智服务发展动能,营造数智服务良好环境。

数据驱动的决策机制: 利用大数据分析工具,建立基于数据的决策支持系统。通过实时分析用户行为和市场趋势,快速响应市场变化,提高决策的准确性和时效性。

深化数据应用创新: 利用GenAI技术,对数据进行深度挖掘和分析,开发个性化推荐、精准营销、风险预测、智能客服等创新应用,提升用户体验和业务运营效率,为企业创造更多的商业价值。

数据安全和隐私保护: 加强数据安全和隐私保护措施,确保用户数据的安全和合规使用。通过数据脱敏和加密技术,保护用户隐私,增强用户信任。

人才培养与技能提升: 投资于员工的大数据和人工智能技能培训,提升团队的数据素养和分析能力。通过跨部门合作,培养具备数据分析和业务理解的复合型人才。

数据共享与合作: 建立数据共享机制,与合作伙伴共同开发新的数据产品和服务。通过开放数据接口,促进数据的流通和价值创造。

持续的技术创新: 持续跟踪和投资于大数据和人工智能领域的最新技术,利用运营商的数据优势保持技术领先优势。

通过实施上述建议,运营商可以更好地利用大数据和人工智能技术,提升服务质量,优化运营效率,并在激烈的市场竞争中保持领先地位。

2.7 趋势7 多智能体群智协同演进

洞察分析

我们正在进入AI重构Everything的时代,大模型驱动智能化变革,以AI为中心是将是行业深度智能的必然选择。

1、以AI为核心的智能架构: AI驱动下的新产品系统架构演进,是下一个十年的真正走向AI智能架构的关键阶段,新的智能架构需要以大模型为核心构建,突破传统限制。

2、多智能体协同是未来解决复杂问题的关键技术方向: 随着大模型智能的增强,基于大模型的多智能体协同,是解决自智网络复杂问题的关键技术方向。智能体由于其内在的智能能力,包括自主决策、学习适应和环境交互等,可以针对复杂的问题通过感知环境、解析信息,运用算法进行分析,从而制定并执行策略。并且,智能体具备自我优化功能,随着时间的推移不断改进其性能,以适应多变的环境和任务需求。更重要的是,智能体具有高度的灵活性和目标导向性,未来对于处理复杂问题还是还是与进行无缝互动,智能体都会表现得更加高效和有效。

3、基于多智能体协同的自智网络设计新范式：AI驱动自智网络演进，需要以智能化的终极目标出发，逆向思考和设计今天的产品。未来基于智能体的通信网络，能够更好地进行动态资源调度、故障预测与修复、以及用户体验优化，从而创造显著的商业价值并塑造未来的竞争优势。

当前，自智网络的智能体应用正处于从创新探索向应用落地转变，我们提出的AI五大范式和三大技术引擎，是支撑自智网络智能体应用落地的关键判断和技术支撑。

4、智能体应用的关键设计要素：未来以AI为中心的自智网络，将带来全新的产品形态。

用户自适应的良好体验：AI可以基于用户的喜好、关注点以及业务执行的逻辑，提供偏好设置，并通过持续学习个人或业务的特征数据，实现高度自适应的服务。

智能体行为的设计、人与智能体协作机制和流程以及意识和结果的表达会成为设计的重点。智能体的行为设计需要考虑多模态启发式对话，内外部数据感知，主动处理主动建议，以及围绕自主迭代，动态生成场景化个性化的多模态结果的呈现及表述。

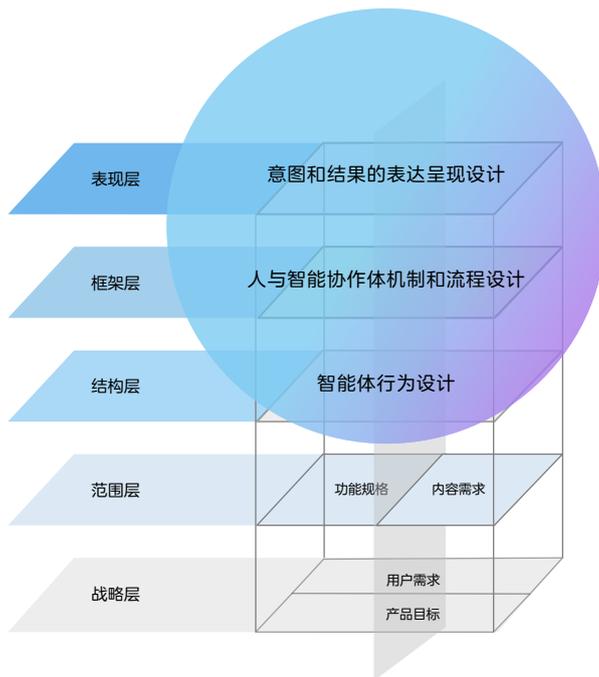


图03 智能体行为的设计框架考虑

5、多智能体群智协同，快速实现业务的端到端自动闭环：多智能体群智协同作为一种先进的技术范式，由多个独立自主的智能体在网络中进行无缝协作。这些智能体通过共享信息、学习彼此的行为模式以及相互适应，实现了业务流程的全面自动化。这种协同机制的核心在于其快速响应和自我优化的能力。当业务需求出现变化时，各个智能体能够立即调整策略，通过实时学习和决策，共同完成任务并推动业务流程向前发展。它们能够自动识别问题、分析数据、执行任务，并在过程中进行持续反馈和迭代，形成一个端到端的闭环过程。多智能体群智协同不仅简化了业务管理，还提升了企业的竞争力和创新力，成为驱动现代商业运营向智能化、高效化转型的重要驱动力。

意图

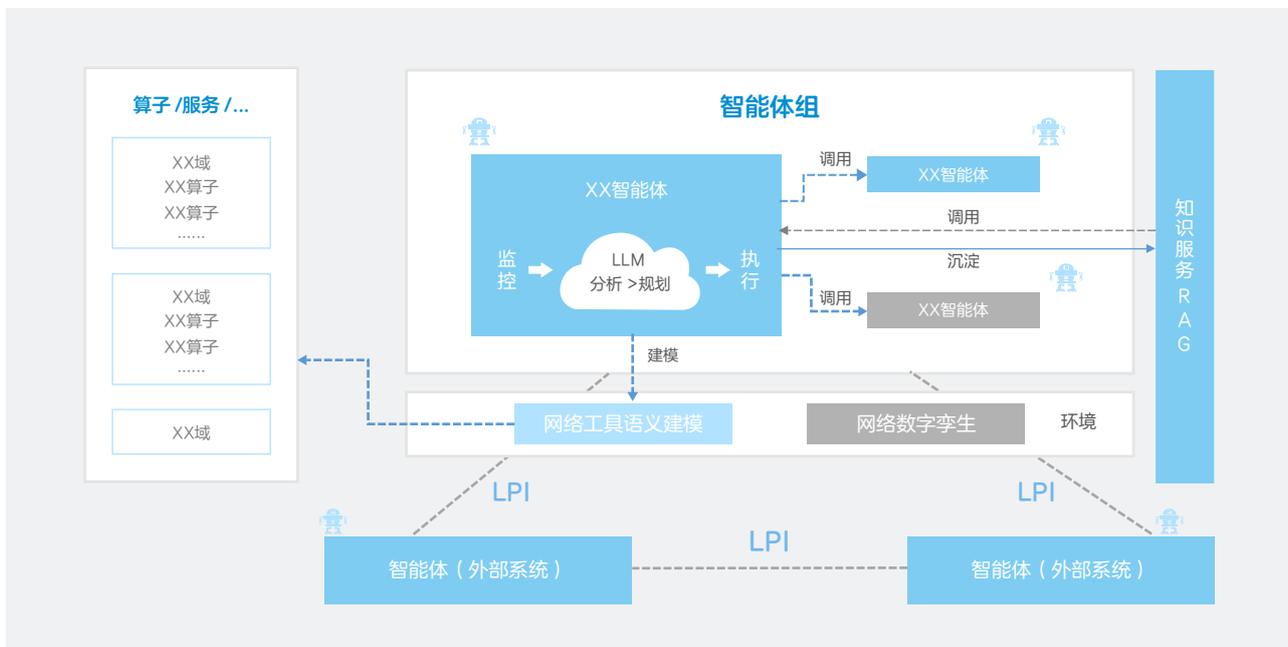


图04 多智能体群智协同

未来演进的多智能体协作网络，还面临很多挑战：

智能体行为控制：智能体正在进入批量化生产时代，智能体有三个核心特质：第一，可根据目标独立采取行动，即自主决策；第二，可与外部世界互动，自如地使用不同的软件工具；第三，可无限期地运行，具备可进化性，能够在工作进程中通过反馈逐步自我优化，比如学习新技能和优化技能组合。

智能体的运行逻辑，可能在实现特定目标过程中出现有害偏差：在一些情况下，智能体可能只捕捉到目标的部分字面意思，没有理解目标的实质含义，从而在响应处理某些目标时出现异常行为。智能体通过感知环境做出一些决策，需要指挥人在真实世界中的行动，这导致可能会有些有害指挥在人类无法判断的情况下存在可能被错误地执行的后果。

一些智能体被创造后，并无有效的智能体退出机制：这些无法被停用的智能体，最终可能会在一个与最初启动它们时完全不同的环境中运行，彻底背离其最初用途。智能体也可能会以不可预见的方式相互作用，造成意外事故。

多智能体领域的标准化研究：目前这一领域尚处于初级阶段，未完全确立统一的技术框架和规范。研发者们正在积极探索之中，旨在建立一套通用的准则，以克服不同智能体系统之间的兼容性问题、确保信息的有效互操作性，以及提升跨系统语义理解的精确度。这是一个持续发展的过程，需要不断努力寻找最佳实践，以期能为多智能体系统的广泛集成和协作奠定坚实的基础

应对建议

应对上述的新AI智能体应用的趋势变化和挑战,我们认为,要强化基于Agent的AI应用架构范式来重构新的AI智能体应用,并持续关注智能体运行安全和通信规范化能力。建议如下:

建立适合的智能体应用架构范式

基于不同的L0大模型,在人机交互、智能体协同、智能体开放服务等纬度持续探索和研究基于智能体的应用架构范式。

智能体服务化开放能力

同构、异构智能体统一的通信协议标准规范探索和制定,应该联合生态协同制定统一的智能体通信协议及服务化开放能力。

智能体应用运行安全

基于Agent自主进化特征,需要考虑如何筛除有害知识,自主执行行为规范等,针对执行智能体,设定电子围栏运行管控。

智能体的工程化生产和应用

以AI生产AI,以一站式工具化工程能力实现高效开发、交付,支撑知识和数据回流、闭环迭代。

03

中兴通讯 高阶自智网络演进方案

3.1 迈向高阶自智的整体思路

“X零X自”是自智网络的愿景目标，比如旨在面向客户提供“零等待、零故障、零接触”的“三无”体验，面向运维打造“自配置、自修复、自优化”的“三自”能力。匹配这些目标，TM Forum制定了L0-L5的六阶段演进路径，L4自智网络代表网络自动化运营从传统人工导向到网络自主导向的重大转变。

聚焦高价值场景，构建网络全生命周期的自动化、智能化运营能力，显著发挥提质、增收、降本、增效等商业成效，成为L4自智网络的显著特点，并在不同运营商网络中演化为各类不同的挑战。

AIR Net (AI Reshaped Network)解决方案是中兴通讯面向全球运营商提出的高阶自智网络演进方案：

- 通过数据和能力的开放解耦，助力端到端自动化流程断点的打通；
- 通过大小模型协同、数字孪生等智能化关键技术，降低网络运营技能门槛并逐步代替人工实现网络自主闭环，解决自动化难点；
- 通过可分可和的组装式数字星云架构，提供各类场景自智能力的快速编排上线；
- 通过价值场景及成效定义，助力商业成效的闭环。

3.2 选择高阶自智网络L4价值场景

2024年6月，在全球数字化转型峰会（DTW24）上，TM Forum联合中国移动、Vodafone、Telefonica等产业伙伴发布了《自智网络L4产业蓝图-高价值场景》白皮书。该白皮书展示了聚焦高价值场景，分阶段实现L4高阶自智网络的演进路径，为电信运营商向L4级迈进提供了参考。

端到端的高价值场景是实现L4级别自智网络的重要载体及核心抓手。明确这些场景有助于界定自治网络的实践范围，实现业务或运营的潜在改进，提高投资回报率，并最终形成商业闭环。通过识别出这些场景，加上网络开放解耦赋能、+AI辅助向AI+网络转变，将消除端到端流程中的断点和堵点，实现网络从子环节的自动化、智能化向端到端的价值闭环迈进。

TM Forum从面向业务和面向网络两个维度对第一阶段的高价值场景进行了梳理：在业务层面，从个人、家庭和政企三大业务类别出发，按业务开通、网络投诉处理、业务质量优化三个维度梳理场景；在网络层面，从无线网、核心网、网络云、传输网、IP网、业务平台等角度，依据设备入网、网络故障监控、网络变更监控、网络性能优化、网络能效优化、资源利用率优化等维度梳理场景。根据运营价值和技术成熟度，基于TM Forum推荐的20个典型场景，中兴通讯进行了扩充，选择支撑如下29个高价值场景：

面向业务		个人业务			家庭业务			政企业务						
		语音	上网	...	家庭宽带	互联网电视	...	5G专网	物联网	入云专线	云互联专线	互联网专线	数据专线	...
运营	业务开通				▲			▲		▲	▲	▲	▲	
	网络投诉处理		▲		▲			▲	▲					
	业务质量优化				▲			▲				▲		
面向网络		无线网 (4G、5G)		核心网 (EPC、5GC等)		网络云 (服务器、虚层)		传输网 (OTN、SPN、PON等)		IP网 (CMNET、云专网等)		...		
规建	设备入网管理													
维护	网络故障监控	▲		▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲				
	网络变更监控			▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲				
优化	网络性能优化	▲	▲							▲				
	网络效率优化	▲	▲					▲						
	利用率优化							▲						

图05 中兴推荐的L4高阶自智价值场景（一阶段）



3.3 高阶自智网络解决方案及应用范式演进

3.3.1 解决方案

作为自智网络产业的推进者和实践者，中兴通讯充分依据自身在行业领域长久的技术积累结合，并结合多年自智网络实践经验，持续探索和深入思考，以价值成效驱动的原则，通过开放解耦和数智引擎，支撑端到端自动化、智能化的运维运营，推出AIR Net自智网络高阶演进解决方案。方案从跨域协同、单域自治、内生智能三个层次出发，提供分层、分域、分级演进的自智能力，通过独立部署或者云部署，赋能网络数字化运营。



图06 中兴自智网络解决方案全景图

方案基于全要素AI新范式，构建数智引擎，聚焦价值场景，实现网络变现、网络提质，运维提效，绿色低碳的自智网络核心目标。简要说明如下：

1、基于五个范式的迭代演进，设计了数智引擎：

- 数据引擎负责数据采集、治理、存储与处理；
- AI大模型引擎通过大模型训推工具链、大小模型协同、模型库和智能体开发框架推动智能化应用；
- 数字孪生引擎则实现虚实交互、决策分析与可视化展现。

这三大引擎共同构建起一个智能化的网络运维体系，助力自智网络向更高智能等级迈进。

2、网元内生的智能化是实现高阶自智的根本，我们在无线、核心网、网络云、传输、IP以及接入等云网设备上引入实时感知器件和AI推理能力，实现各种网元智能体，支撑实时网络优化和体验提升。

3、单域自治的OMC智能化是在原有网元管理基础之上，通过数据开放、能力开放和解耦，支撑落实自动化闭环；再融入训推一体，在线精调的数智引擎，提供Copilot助手（面向角色，AI辅助的智能体应用）和Agent专家（面向场景，AI为主的智能体应用），赋能流程中耗人耗时环节，从而叠加实现无线、核心网、传输网这些单域业务开通、变更控制、性能优化、故障管理、能效优化等价值场景的自动化智能化闭环。

4、跨域协同的智能化，通过集中训练，跨域策略编排，提供Copilot助手和Agent专家能力，赋能端到端自动化，实现对业务质量保证、质差优化、故障监控处理和用户投诉处理的端到端跨域协同自动化智能化闭环。

5、方案通过数据开放、能力开放和解耦，加速断点堵点打通；同时，支持上层系统编排厂家能力，推动实现端到端的自动化和智能化运维运营。

6、方案中大模型能力充分赋能，提供应用如下：

Copilot助手(6类20个)		Agent专家(7类21个)	
应用名称	使用角色	应用名称	使用场景
故障助手	监控工程师	网络变更专家	网络变更
家宽装维助手	装维工程师	网络优化专家	网络优化
值守助手	运维工程师	故障监控专家	故障监控
看网助手	运维工程师	投诉分析专家	投诉处理
问答助手	运维工程师	能效优化专家	能效优化
核心网运维助手	运维工程师	保障专家	重大保障
		看网专家	网络规划

图07 中兴自智网络中的大模型应用

AIR Net方案为运营商提供三个方面的核心价值：网络变现（Network Monetization），提质提效（Quality and Efficiency Enhancement），绿色低碳（Green and Low-Carbon）。

网络变现：通过对网络数据的深入洞察，实现网红直播精准营销和差异化保障，将网络优势转变为市场优势，增强了网络的盈利能力。例如精准营销场景，根据网红直播分析系统数据进行精准营销，整体效果相比传统线下和线上推广方式分别提升16%和5%。

提质提效：通过智算单板实现主动的质差用户识别、提升端到端定界定位准确性，及时整治和自优化，提升投诉处理及时率与客户满意度。例如移动业务投诉处理场景，定界准确率提升85%，一线代维派工减少10%，客户满意度提升5%。

绿色低碳：通过AI能力下沉，网元和网络双层智能协同，实现自动化制定最优节能策略，进一步提升节电比例，助力绿色低碳发展。例如：某市无线5G能效优化场景，实现单设备节电率15%，每年节省电量533万度，节约电费442万元（某省一地市）。

3.3.2 技术架构

AIR Net自智网络解决方案技术架构如下图所示，依托数智引擎和自智服务支撑智能化应用的设计、开发和部署。

自智服务负责汇聚各个领域的自智网络业务服务能力，比如业务开通服务、投诉处理服务、质量优化服务、故障处理服务、变更监控服务、性能优化服务、能效优化服务、设备入网服务、利用率优化服务、低代码编排服务等，支撑自智网络应用层使用。

数智引擎主要由数据引擎、AI大模型引擎、数字孪生引擎三大技术引擎构成，三者彼此相互协作支撑，其中数据引擎是基础，它为AI大模型引擎和数字孪生引擎提供所需的数据资源，并确保数据治理的有效进行。AI大模型引擎是未来网络的智能中枢，通过训练场景大模型来支持数字孪生模型的构建；同时，数字孪生平台中的孪生引擎能够生成新数据，这些新数据又可以用于进一步训练和优化大模型。这种相互赋能的关系使得三大技术引擎紧密协同工作，共同推进技术创新和发展。简而言之，数据引擎提供核心资源；AI大模型引擎是网络智能中枢，对资源进行智能化处理；数字孪生引擎则将处理后的信息应用于实际场景中，形成一个闭环的、高效的创新生态。



图08 中兴AIR Net技术架构图

数据引擎

数据引擎通过数据采集、数据治理、数据存储、数据处理等功能来支持智能应用。支持多源采集与格式处理，支持多种数据源和结构化、半结构化、非结构化数据，提供数据转换（格式、编码等）和清洗（去重、处理缺失值等），支持湖仓一体的数据存储，支持对数据安全与隐私保护，提供数据加密和访问控制，并提供数据接口、数据共享和交互。未来GenAI能力也将在数据引擎中发挥重要作用，GenAI每年将使人工密集型数据管理成本减少20%，同时新用例将增加三倍，大模型在数据引擎开发治理领域以数据治理Agent形态存在，未来AI4Data发展，对数据决策、流程编排类应用需要Agent + 工具（API）的工程化落地能力。

AI大模型引擎

AI大模型引擎，通过大模型训推工具链、大模型库和智能体引擎，在模型训练、复用、智能体开发等多方面发挥着重要作用，构建自智网络的智能中枢，实现GenAI技术在自智网络的广泛应用。

大模型训推工具链，在训练阶段，集成高效的并行计算框架，为模型的训练提供了一系列的优化手段，包含了超参数调整工具，模型评估工具等，开发者借此可以全面评估模型性能；在推理阶段，大模型训推工具链能够对模型进行优化，以适应不同的硬件环境并通过量化技术，将模型的参数从高精度的数据类型转换为低精度的数据类型，减少模型的存储需求和计算量，从而提高推理速度。

大模型库，提供模型复用与共享，大模型库中存储了各类预训练的领域基础大模型，只需要在特定的数据集上进行精调，就可以快速得到一个性能较好的特定场景模型。

智能体引擎，提供智能体构建与定制框架，支撑智能体工厂为构建应用智能体提供了便捷的开发环境，通过定义智能体的目标、行为和交互规则等，开发出具有特定功能的智能体，不同的智能体可以通过通信和协作来完成复杂的任务。

数字孪生引擎

数字孪生引擎通过多个内置引擎的协同作用，实现对物理实体的全面映射、分析、优化管理。

物理实体和数字孪生模型之间的数据双向流动，状态同步和映射，实现虚实交互，使数字模型能实时反映物理实体的状态。仿真引擎能够模拟数字孪生对象的系统行为，在不同的输入条件和参数设置下，预测系统的运行状态和发展趋势，用于测试和验证各种场景，评估策略的可行性和有效性。决策引擎分析来自数字孪生模型和其他相关来源的数据，评估每个方案的潜在影响，寻优生成最佳决策方案。可视化引擎将数字孪生中的复杂数据以直观的图形、图像、动画等形式呈现出来，使用户能够快速理解数据的含义，用户可以通过可视化界面与数字孪生模型进行交互，实时查看调整后的效果，增强决策过程中的交互性和参与感。

3.3.3 应用范式演进

基于数智引擎的智能体应用（如角色协助的Copilot助手和场景智能化的Agent专家），支撑网络故障处理、运维知识问答、网络优化、能效优化等复杂场景，这些新的智能体应用将逐步重塑网络自智新流程。

相对于传统网络运维管理应用，智能体应用在交互方式、接口形式、产品架构、业务能力、开发交付等方面，有了很大程度的转变，我们把这些内容的转变归结为智能体应用范式的演进，具体如下：

交互范式

释义：人机交互从GUI->LUI->多模态演进

特征：以意图为核心的多模态启发式对话；内外部数据感知，主动处理主动建议；围绕意图自主迭代，动态生成场景化个性化的多模态结果

行动路线：多级交互方式共存，逐步以意图多模态交互方式取代GUI，实现动态生成式UI

接口范式

释义：接口方式从API->“用户与系统、系统与系统”之间的意图自理解交互接口

特征：只需明确想要实现的目标或期望，而不需要关注具体的实现方法。系统会根据表达的意图，通过推理、分析和自动化手段，决定如何实现这些目标

行动路线：API为底，LPI识别及参数提取准确率大于90%，LPI逐步为主流接口，支持跨系统的LPI调用

架构范式

释义：产品架构从“面向过程”->“面向目标”的范式迁移

特征：核心要素为Agent，产品形式为动态，泛化，智能组合，无限制目标和任务

行动路线：Agent服务化、可解耦、可组装、多Agent设计流程（覆盖Agent团队、职责、技能、协同、通信、异常处置、观测监控）

孪生感知范式

释义：局部可视->全链路数据驱动，以虚映实，以虚控实演进。

特征：从基础设施，到应用及业务，实现可感、可视、可信、可控（预测、分析、决策）

行动路线：单层局部信息可视，跨层全链路MTL可视，端到端业务流程感知，端到端孪生感知

交付范式

释义：研发交付从面向版本或产品->面向目标，编排组装式的工程交付方式演进

特征：以Git为核心，利用Git分支和版本管理；依托K8S CRD，云原生，声明式描述部署清单，组装交付

行动路线：以GIT、CRD和Operator结合，提供CNF、EM等版本具备在线测试、变更、实例化、升级等能力

将上面的应用范式，运用到AIR Net自智网络方案演进中，我们的智能体应用形态也将随发生演进变化。

04

中兴通讯 高阶自智网络实践案例



4.1 自动化案例：核心网升级全流程自动化

案例背景

随着新技术、新兴业务加速演进，核心网功能频繁迭代更新，升级频率增加。传统升级模式存在自动化程度低、人为操作失误风险高、升级进度不可控、组织间协同效率低等诸多问题，对新功能的交付效率产生重大影响。如何建立端到端全流程自动化升级体系，提升升级操作的安全性、可靠性成为业界普遍关注的问题。

解决方案

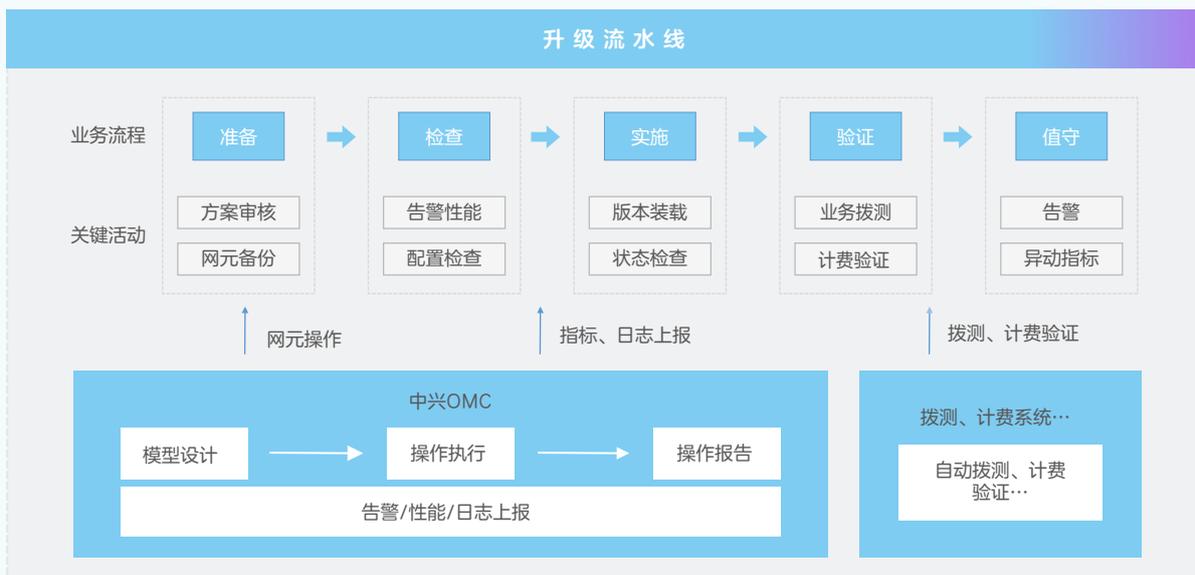


图09 核心网自动化升级流程方案图

中兴核心网自动化升级方案依托于OMC系统，借鉴IT领域持续集成、发布的理念，提出模型驱动网元自动化升级模式，将网元升级分为模型设计、模型执行两个阶段。

在模型设计阶段，通过模型设计引擎，提供各类网络变更场景的原子能力，结合各网元升级方案，快速上线自动化升级模型，随网元版本发布到版本仓库。当前升级模型已全面覆盖5GC、IMS网元，后续进一步扩展到扩容、配置变更等场景，提升网络变更全场景的操作效率。

在升级执行阶段，通过模型执行引擎，提供可视、可控、可管的看板功能，支持异常情况的一键处理，显著降低了人工干预，从根本上避免人为因素导致的失误。通过系统数据和能力的开放解耦，OMC和运营商运维管理系统无缝衔接构建全自动生产线，实现业务拨测、计费验证等功能智能化调度，引领升级流程从局部自动化模式向全程自动化模式转变。

案例成效

中兴通讯自动化升级方案已在国内外成熟商用，网元升级全流程自动化率达95%，平均每套网元升级可节约工时70%，同时显著减少工程一线变更动网脚本操作，将人为因素导致的操作错误降低到0。2024年网元自动化方案现网规模化应用得到了业界的广泛肯定，荣获ICT中国方案三等奖。

4.2 智能化案例：网络云故障智能化处理

案例背景

云网融合后，网络云已成为整个通信网络的基石，确保其高质量稳定运行至关重要。然而，网络云的运维工作相较于传统网络更为复杂，需涵盖庞大的资源池，包括实体硬件及虚拟的计算、存储、网络资源等，日常运维保障任务艰巨。

当前，网络云在故障预警方面存在明显不足，主要依赖于客户投诉和告警信息，这往往导致故障发现滞后。一旦故障发生，定位过程耗时较长，且需大量专家介入，处理效率低下，进而增加了重大业务故障快速恢复的风险。

因此，如何提前预测并主动预防故障，以及在问题出现后如何迅速处理故障，并实现重大故障的快速容灾处理，已成为当前亟待解决的关键问题。

解决方案

中兴网络云运维产品CIIA，基于资源池对象的告警、性能指标、日志、等数据，基于星云大模型和智能体/RAG增强技术，提供智能分析、内容生成、日常运维报告生成等能力，赋能网络云运维应用实践。

网络云故障处理基于多智能体的智能运维，使用到如下关键技术：

- 1、在通用语言模型上通过混合生成领域语料与收集的推理语料进行FT+SFT，训练成领域大模型，对于领域下游任务准确率提升6%。
- 2、前沿的多智能体技术能够完成超过70次以上的任务动态分解，并且准确率90%以上，解决了领域复杂任务智能，准确完成及落地，业界首创。
- 3、领域语言大模型，包括日志大模型自动分析异常日志序列并诊断，时间序列大模型即插即用，所有评估指标业界领先。



图10 网络云故障智能处理方案图

案例成效

在国内某运营商，部署CIIA产品，应用日志大模型的故障监控诊断能力，提升现场故障处理自动化率，降低对专家的要求，大大节省工作量，将交换机故障识别和诊断过程从140分钟以上，降低到20分钟以内。

4.3 智能化案例：移网业务投诉智能化处理

案例背景

随着移动通信业务的飞速普及与蓬勃发展，各大运营商纷纷投入巨资，构建起规模庞大、技术先进的基础设施网络，旨在为用户提供包括高清语音通话、流畅流媒体播放、热门短视频浏览以及丰富多样的OTT应用在内的全方位基础通信和移动互联网服务。与此同时，用户对网络服务的品质要求也水涨船高，不仅追求速度上的极致体验，还愈发重视服务的稳定性和个性化需求的满足。在这样一个竞争激烈的市场环境下，面对日益复杂的网络架构与多元化的业务需求，运营商们面临着前所未有的挑战：如何在控制成本的同时，向用户提供卓越的客户投诉处理服务，确保用户的网络体验始终保持在最优状态。

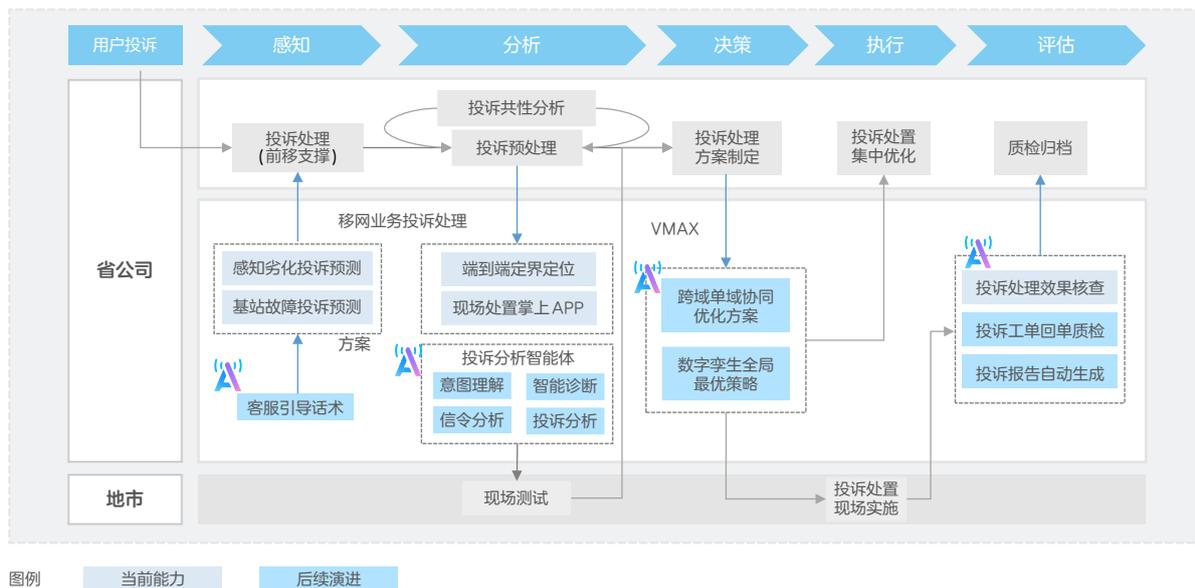


图11 移网业务投诉处理方案图

解决方案

中兴VMAX解决方案通过在移动网络的关键通信接口部署DPI（深度报文解析）探针，实现了对移动网络通信数据的实时、全面采集。借助业务识别算法和感知指标建模技术，VMAX能够精准还原用户的网络行为，在此基础上，通过进一步融合用户画像、实时数据处理以及网络问题深度分析等多维度技术手段，对用户的业务感知问题进行评估。挖掘用户在使用过程中的不满意环节，能够迅速定位问题根源，包括网络无线覆盖、网络质量、服务端故障等网络问题。

在实际网络生产过程中，VMAX移动业务投诉解决方案通过在投诉受理环节、投诉预处理、投诉处理环节以及质检归档四个环节提供支撑能力，支撑运营商投诉工作的提质增效。

案例成效

相比较传统传统的投诉处理方式，自动化的分析过程有效的缩减了投诉工单、极大地缩短了投诉处理的响应时间，整体的移动业务投诉处理时长降低50%、网络问题投诉拦截率提升了20%、整体的定界准确率84%、一线代维派工工时减少10%。

4.4 智能化案例：家宽业务质差优化

案例背景

FTTH家宽用户快速增长，用户关注的重点已从关注带宽提升向用户体验转变。另外，当前的用户故障基本是通过用户

投诉才能发现，而用户的故障投诉中90%是业务质差类投诉。运营商现有网络优化手段主要是基于网络KPI指标，缺乏检测和提升用户体验的方法和系统。基于网络KPI指标的网络优化，不能反映用户体验。如何主动基于用户体验指标识别家宽业务质差用户，并准确界定定位质差根因、先于用户进行业务质差优化，进而提升用户满意度，是运营商当下亟待解决的问题。

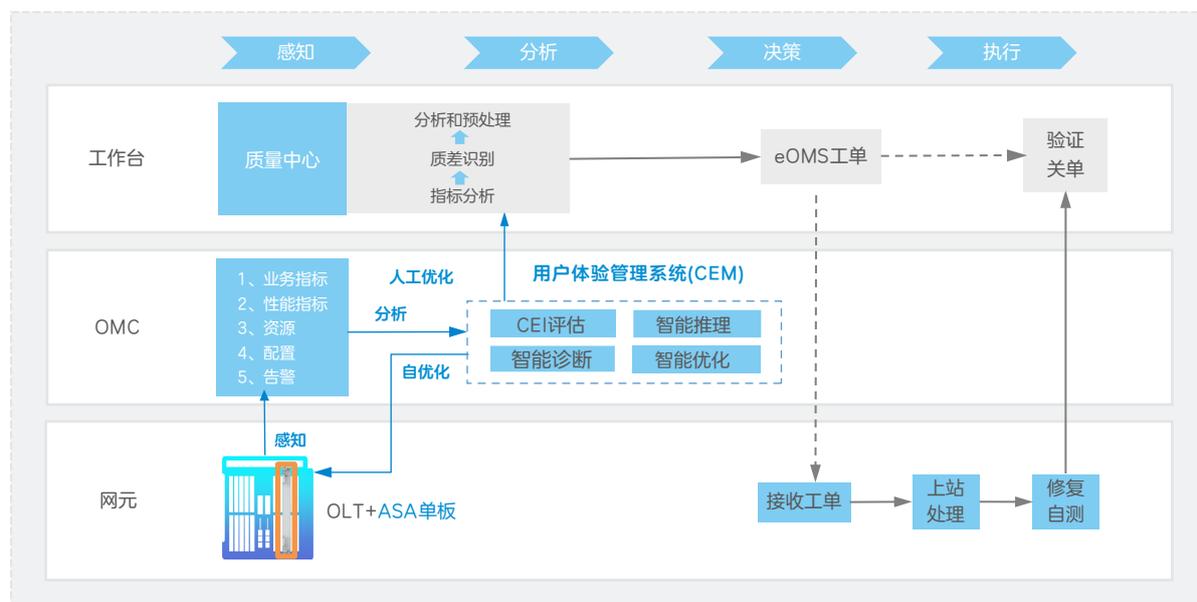


图12 家宽业务质差优化方案

解决方案

基于用户体验管理系统的家宽业务质差优化方案，采用Telemetry技术和OLT内置ASA智能板块结合的创新架构。部署在OLT上的ASA智能板卡负责用户数据采集、数据预处理和压缩、中周期的数据分析和闭环决策下发。在ASA智能板卡对用户业务数据识别分析基础上，通过Telemetry协议上报用户业务流数据，数据上报的间隔缩短至1分钟。用户体验管理系统对端到端业务质差问题快速识别、根因定界定位，支撑运营商全面高效提升网络品质，优化用户体验。

家宽业务全面分析，可识别业务覆盖6大类主要家宽业务、18k+业务内容源。基于自研算法量化用户体验，提供7*24h话单回溯分析，实现用户体验CEI的可视化。家宽用户业务质差的端到端智能定界定位，通过机器学习算法进行异常点识别与异常数据清洗，综合弱监督学习模型、卷积神经网络等AI算法，对家宽业务流数据进行精准分析，输出家宽质差用户和故障根因列表，支撑家宽业务质差优化，高效提升运营商家宽业务质量。

案例成效

快速并准确定界定位端到端家宽业务质差故障根因，定界定位时间小于10分钟，家宽业务质差识别准确率超83%，故障根因定位准确率超85%，大幅度提高运维效率。主动识别家宽业务质差用户，先于用户解决故障隐患，家宽用户万投比下降27%，上门处理工单减少35%，故障处理效率提升60%，提升运营商家宽用户满意度1.59个百分点。该方案项目荣获2024年Informa主办的Network X展“杰出FTTH业务”(Outstanding FTTH Service)大奖。

4.5 能效优化案例：无线网络能效优化和SPN能效优化

4.5.1 无线网络能效优化

案例背景

随着全球气候变化的加剧，极端天气事件频发，各行业对绿色低碳发展的呼声越来越高。数字技术对碳中和具有重要赋能作用，在助力全球应对气候变化进程中扮演着重要角色。随着5G规模化应用渐入佳境，解决5G能耗问题，不只节能一方面，还要兼顾业务发展和用户体验，这意味着在节能功能应用于网络时，是需要以用户的实际需求、使用体验为核心，在确保用户的网络体验不受影响的同时，尽可能降低每比特所需能耗。

解决方案

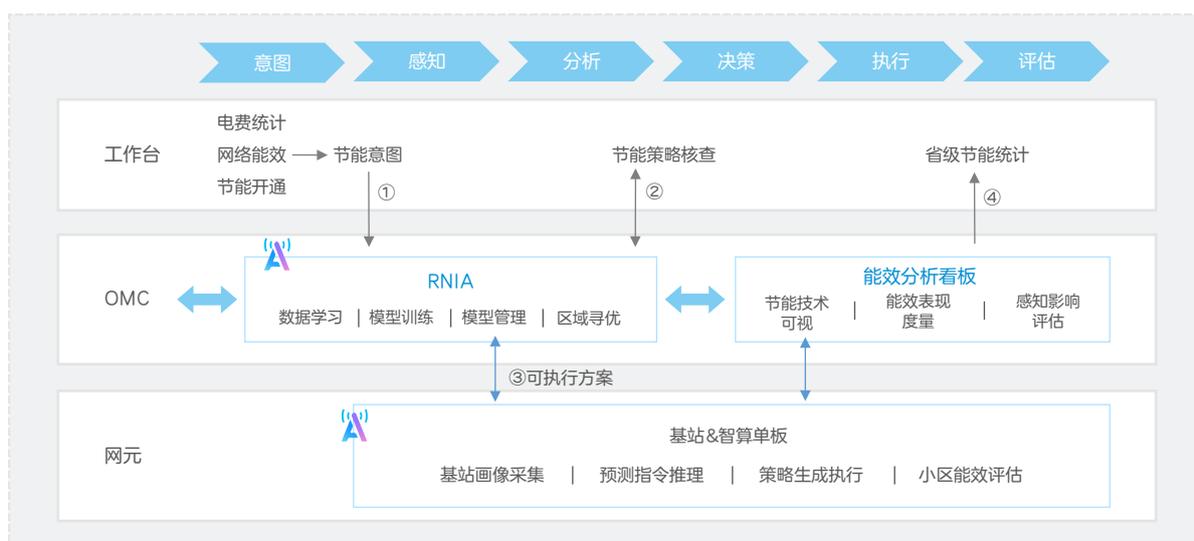


图13 无线双层内生智能节能分布式架构方案图

无线网络基站节能技术从时域的符号关断、频域的载波关断、空域的通道关断、功率域的下行功控、设备域的深度休眠和极致休眠已实现了全面多维的创新发力，但无线网络实际存在多制式多频组网、业务场景繁杂、用户感知需求差异等客观因素，使得节能方案难以“一站一时一策”精准高效落地。

中兴通讯率先推出双层内生智能节能方案，如图所示，网管承载模型训练、区域寻优、数据可视等特性，基站负责画像采集、指令推理、策略执行等能力，两者相互协同形成分布式架构设计，构建了内生AI负荷预测模型及近端推理，借助预测寻优、自主编排、多频协同、孪生可视等多项创新技术，使得RAN网络能效优化实现“自学习、自预测、自寻优、自配置、自评估”，与运营商工作台相协同，最终达成能耗压降、能效提升、感知无损、自智进阶的目标。

方案包含负荷预测、参数寻优以及快评保障三项核心技术。通过运用负荷预测技术，基于历史数据预测未来负荷趋势，精准确定节能时段；通过参数优化技术，自动寻找节能与网络性能的平衡点，最大化节能效果；同时，利用快评保障技术，实时监控网络性能，确保节能措施不影响用户体验。这些技术的综合应用，使得在保障网络性能的同时，实现节能效率的明显提升。

案例成效

中兴通讯在辽宁现网近千个站点成功部署，在现网已应用节能技术基础上，部署区域总体5G网络能效比提升约25%，其中沈阳区域夜间平均降耗17.23%，全天平均降耗8.08%；大连区域夜间平均降耗20.42%，全天平均降耗8.61%。这一成果对无线网络智能节能的演进起到了关键作用，有力促进了无线网络的绿色可持续发展。

4.5.2 SPN能效优化

案例背景

在全球能源转型和国家双碳战略的背景下，网络运营面临构建绿色、高效、智能能源运营体系的挑战。传输网络作为最主要的算力底座，能耗高且具有极大节能空间（年耗电量47157KW，电费约3.22亿元），缺乏有效的能耗管理手段，以SPN为例，主要体现在：

- 现网流量随时间变化呈明显的潮汐效应，忙时闲时负载差别较大。
- 业务负载变化和网络设备功耗相关性低，设备长期处于高功耗，大量空闲网络资源在网运行导致无效能耗大。

如何根据SPN的网络业务特点和设备特性打造智慧节能的SPN绿色网络，成为电信设备厂商和运营商研究的重点。

解决方案

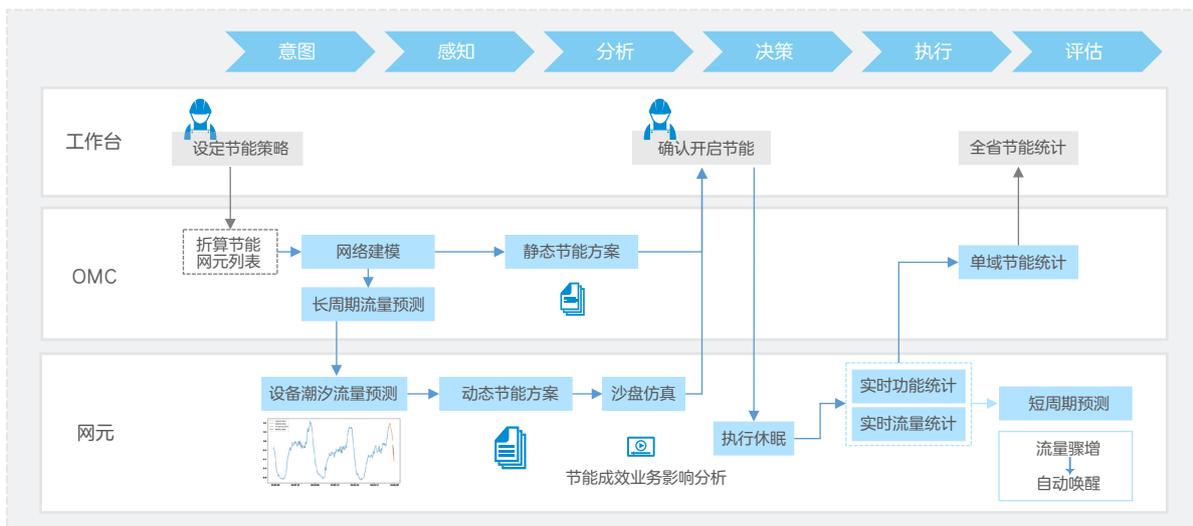


图14 SPN智慧节能方案图

中兴通讯联合中国移动首发SPN体系化智慧节能解决方案。该方案通过设备类型、能耗分布、业务流量分析和预测，算法优化等多维度分析，实现网络、设备、芯片三级节能体系化管理。具体措施包括：

- 芯片技术降功耗：提升集成度，降低单Gbit功耗。
- 分区供电与智能电源管理，减少能耗的同时，对于没有加载业务的单板可以不上电或者进入休眠模式，降低系统功耗。
- 独立风道散热，风扇智能调速。
- 管控侧和设备侧分别引入大数据分析和AI分析技术，依据不同时间段业务流量和设备忙闲情况，在保证业务安全的基础上，智能控制设备功能模块的动态休眠和启动，动态调节设备运行状态，从而实现智能节能。

该智慧节能方案在SPN节能领域采用多项创新性领先技术，在取得显著节能效果的同时，保障了业务安全：

- ZENIC ONE管控系统和SPN设备内置AI算法实现网元与网络层面双协同，针对现网业务实时流量随时间变化的潮汐效应以及节假日、重大活动场景的业务流量周期变化，基于大数据和AI算法进行分析和预测，智能控制设备芯片、模块、单板及网络保护功能模块的动态休眠和启动。
- 实现芯片，网元，网络多层次的智能节能，尤其在网络层面，分析网络保护倒换引起的流量变化，从而在网络发生保护倒换以及各种异常情况下动态调整节能模型和策略，在网络节能的同时保障网络安全。
- 独有沙盘模式仿真节能效果，预知风险和问题。
- 长短周期结合，先进的业务流量预测算法精准预测业务流量变化，对于休眠的模块，单板在业务变化之前提前退出休眠，从而保障业务安全。
- 设备芯片，模块，单板休眠期间，系统自动检测休眠芯片，模块，单板的运行状态和健康状态，保障处于休眠状态的设备安全，从而能在退出休眠时正常接管业务。
- 实时显示设备能耗变化，按天，周，月统计网络的累计节能效果。

案例成效

该智慧节能方案荣获TM Forum催化剂项目最佳应用奖、最佳人气奖，SNAI最佳案例，“新绿杯”全国总决赛二等奖，专项赛一等奖等多项荣誉，彰显其在行业内的领导地位和社会影响力。该方案全球首次应用到现网中，截至2024年11月份，已经在29个省份规模部署8200多端设备，节能效果达15%以上，年节电近2000万度，显著提升能源利用效率，为实现绿色发展目标做出了重要贡献。

05

高阶自智 网络演进产业协同倡议

自智网络，作为一个持续迭代、循环演进的系统工程，其发展依赖于生态的繁荣与持续进步。中兴通讯期望与产业链合作伙伴：以价值场景的端到端成效为驱动力，共同攻克核心技术难关，构建坚实的自智网络平台引擎；本着开放解耦原则，推动自智业务的创新发展，拓展自智能能力边界，共同创造通信产业的新价值。

加速自智网络产业联盟的发展: 自智网络向高阶L4演进, 需要标准组织、运营商、设备商、科研院所等全产业链的共同努力, 定义统一的行业参考架构和接口标准, 制定可落地的评级体系, 以促进产业的协同发展。中兴通讯, 作为自智网络的积极践行者和倡导者, 将积极参与高阶自智标准的探讨和制定, 全面推进价值场景下的高阶自智网络能力, 助力国内运营商建设自智子链, 树立国际标杆, 共同推动自智网络的目标态定义和产业发展, 加速自智产业联盟的发展。

加强核心技术的创新与探索: 推进大数据、大模型和数字孪生技术的协同发展, 共同构建自智网络平台引擎, 打造网络智能化演进的坚实基础。

大数据平台

探索极致湖仓、数智共治, 提供实时感知和多模态高质量语料供给, 实现AI2Data&Data2AI的柔性数智平台底座。

数字孪生

我们将研究时空孪生模型、实时业务感知孪生和孪生智能体等创新技术, 构建虚拟网络, 实现虚实互控, 验证迭代网络运维的最优方案, 并将其反馈到现实网络中, 形成闭环优化。

大模型

攻关超长信令token输入、泛化能力下降优化和多模态对齐等难题; 提升意图理解准确率和跨域LPI调用准确率, 实现网络复杂问题的协同智能处理。

加速自智L4的部署与应用: 以价值场景应用为触点, 探索新的算法和应用, 逐步试点, 扩大应用场景与应用规模。首先实现单域网络的全面自治, 并逐步向跨域协同发展, 加快自智部署, 提升网络质量, 提高运营效率和资源利用效率, 保障用户的卓越体验, 拓展网络的价值。

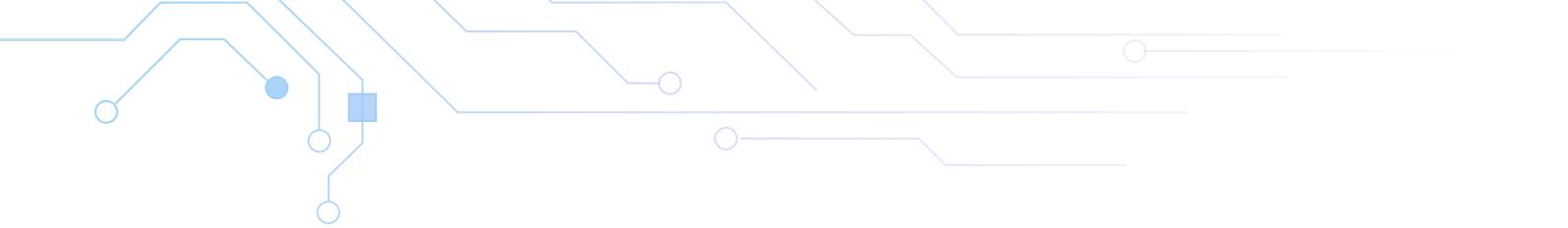
中兴通讯将协同运营商和相关厂商一起开展如下工作, 持续推进L4自智网络落地:

- 梳理端到端运维运营流程;
- 结合运营商已有系统, 打通流程断点堵点, 切入生产流程, 提升自动化能力;
- 细化成效指标, 切实推进价值场景的成效达成, 进行落地和推广;
- 通过大小模型协同、数字孪生、Agent等智能化关键技术赋能, 降低网络运营技能门槛并逐步代替人工, 实现网络自主闭环。

展望未来, 中兴通讯愿与运营商、合作伙伴密切沟通合作, 携手共进, 推动自智网络的愿景与理念成为产业共识, 不断探索并进行技术实践, 加速自智网络的价值转化, 赋能数字经济和行业数字化转型。

缩略语

缩略语	英文全称	中文全称
5G-A	5G-Advanced	基于5G的技术演进
GenAI	Generative AI	生成式人工智能
Agent	Agent	智能体
AN	Autonomous Networks	自智网络
ANL	Autonomous Networks Level	自智网络分级
CCSA	China Communications Standards Association	中国通信标准化协会
CHB	Customer, Home, Business	个人、家庭与政企市场
DTW	Digital Transformation World	世界数字转型峰会
ENI	Experiential Networked Intelligence	体验式网络智能
ETSI	European Telecommunications Standards Institute	欧洲电信标准化协会
IDMS	Intention-driven management System	意图驱动管理系统
ISG	Industry Specification Group	工业规范工作组
ITU	International Telecommunication Union	国际电信联盟
KBI	Key Business Indicator	关键商业指标
KCI	Key Capability Indicator	关键能力指标
KEI	Key Effectiveness Indicator	成效指标体系
MTL	Metrics, Tracing, Logging	指标, 调用链路和日志
NGMN	Next Generation Mobile Network	下一代移动网络
NOC	Network Operation Center	网络运营中心



缩略语	英文全称	中文全称
ODN	Optical Distribution Network	光分配网
OMC	Operation and Maintenance Center	操作维护中心
OPEX	Operating Expense	运营成本
OTN	Optical Transport Network	光传送网
PON	Passive Optical Network	无源光网络
SOC	Service Operation Center	服务运营中心
SPN	Slicing Packet Network	切片分组网

参考文献

- [1] 中国信息通信研究院 .《全球数字经济白皮书(2024年)》
- [2] 中国信息通信研究院 .《中国数字经济发展研究报告》
- [3] TM Forum .《Autonomous Networks: Empowering digital transformation – evolving from Level 2/3 towards Level 4》
- [4] TM Forum .《TMForum Autonomous networks: Level 4 industry blueprint》
- [5] TM Forum .《TMForum__Autonomous_networks_level_4_industry_blueprint_11_24》
- [6] 中国移动 .《中国移动自智网络白皮书(2024)》
- [7] 中国电信 .《中国电信云网运营自智白皮书4.0(2024)》
- [8] 中国联通 .《中国联通自智网络白皮书(2024)》
- [9] Gartner .《Hyper Cycle for Generative AI, 2024》
- [10] OpenAI . <https://openai.com/index/introducing-openai-o1-preview/>

ZTE Corporation. All rights reserved.

版权所有 中兴通讯股份有限公司 保留所有权利

版权声明：

本文档著作权由中兴通讯股份有限公司享有。文中涉及中兴通讯股份有限公司的专有信息，未经中兴通讯股份有限公司书面许可，任何单位和个人不得使用 and 泄漏该文档以及该文档包含的任何图片、表格、数据及其他信息。

本文档中的信息随着中兴通讯股份有限公司产品和技术的进步将不断更新，中兴通讯股份有限公司不再通知此类信息的更新。

ZTE中兴

中兴通讯股份有限公司
ZTE CORPORATION

地址：深圳市高新科技园科技南路中兴通讯大厦

电话：+86-755-26770000

传真：+86-755-26771999

邮政编码：518057

网址：www.zte.com.cn