



**激发智能体生产力，迈向高阶自智新时代**

## **中国联通自智网络白皮书（2025）**



中国联合网络通信有限公司

2025年7月

# 目 录

|                              |    |
|------------------------------|----|
| 1 序言.....                    | 1  |
| 2 自智网络产业发展与挑战.....           | 2  |
| 2.1 产业进展：运营商陆续开启L4规划实践.....  | 2  |
| 2.2 标准进展：多组织加速定义L4相关标准.....  | 3  |
| 2.3 技术演进：多技术融合夯实L4实现基础.....  | 4  |
| 2.4 面临挑战：多要素难题阻碍L4全面落地.....  | 5  |
| 3 中国联通自智网络蓝图规划.....          | 7  |
| 3.1 承接四零四自愿景，明确L4自智目标.....   | 7  |
| 3.2 产业体系架构指引，制定L4战略框架.....   | 8  |
| 3.3 价值驱动战略规划，明确L4蓝图定义.....   | 9  |
| 3.3.1 设计L4技术架构，实现3大模式转变..... | 9  |
| 3.3.2 选定L4价值场景，明确3年演进路径..... | 11 |
| 3.3.3 构建L4衡量标准，设计3层指标体系..... | 12 |
| 3.3.4 制定L4实施框架，凝练3步落地方法..... | 14 |
| 4 中国联通自智网络实施重点.....          | 16 |
| 4.1 聚焦价值流，构建智能体.....         | 17 |
| 4.1.1 夯实安全保障基础.....          | 17 |
| 4.1.2 增强网络提质动力.....          | 19 |
| 4.1.3 提高效能运营水平.....          | 20 |
| 4.1.4 提升业务协同能力.....          | 21 |

|                             |    |
|-----------------------------|----|
| 4.2 夯实数智基础，激活智慧动能 .....     | 22 |
| 4.3 强化内生智能，使能跨域协同 .....     | 23 |
| 5 强化产业合作，共创生态繁荣.....        | 25 |
| 5.1 围绕四大领域，开展技术攻关 .....     | 25 |
| 5.2 构建创新体系，促进部省协同 .....     | 26 |
| 5.3 加强产业合作，实现生态共赢 .....     | 27 |
| 6 自智网络应用创新案例.....           | 28 |
| 6.1 故障运维以业务为中心，提升客户体验 ..... | 28 |
| 6.2 数据网络智能优化分析，提升运营效能 ..... | 30 |
| 6.3 传输网智能割接机器人，降低人为风险 ..... | 32 |
| 6.4 家庭宽带智能装维助手，提升交付效率 ..... | 34 |
| 6.5 业务平台多维风险预测，消除运行隐患 ..... | 35 |
| 6.6 无线网络问题智能分拣，提升运维效率 ..... | 37 |
| 6.7 光缆风险隐患智能排查，保障网络安全 ..... | 38 |
| 7 自智网络产业协同与展望.....          | 40 |
| 致 谢.....                    | 42 |

# 1 序言

在人工智能技术迅速迭代成熟的关键节点，“人工智能 + 信息通信网络”领域迎来了重大发展机遇。过去一年，DeepSeek 凭借其卓越的低成本、高性能特性与开源生态优势，为信息通信网络技术的创新突破与广泛应用注入强大动力。智能体技术发展势头迅猛，行业在标准统一进程中不断迈进，MCP、A2A 等理念已成为产业共识，Agentic AI 创新实践如火如荼展开。随着系统与数字人在生产经营场景中的自动化应用持续拓展，网络运营正经历从机器辅助向人机深度协同的重大变革。

中国联通始终秉持科技创新与产业创新深度融合的发展理念，以自智网络为战略引领，全力推进人工智能 A 计划，积极探索人工智能在网络领域的落地路径，坚定不移地深化网络自动化、智能化转型。公司着力构建“服务向优、运营向智、维护向新、基础向实、安全向稳、协同向赢”的“四擎两翼”智慧运营新生态，于更高维度推动网络高质量发展，持续巩固差异化竞争优势。

2025年，中国联通深化自智网络实施，积极释放智能体生产力，全力加速迈向L4高阶智能阶段。公司以价值流与成效指标为核心牵引，聚焦高价值场景布局智能体建设，通过夯实数智基础激活智慧动能、强化网络内生智能使能跨层协同等举措，全方位提升网络智能化水平。同时，依托技术合作、部省共创、生态共赢等创新机制，推动L4自智网络体系化、规模化落地实施。

本白皮书立足行业发展趋势，从体系架构、实施策略、创新机制、应用案例等维度，系统全面地阐述了中国联通自智网络的实践思路与阶段性成果。白皮书明确了自智网络L4发展目标，精准选定面向未来三年的高价值场景，科学定义成效指标体系，精心设计技术架构与实施

框架，为自智网络向L4目标迈进提供清晰指引。未来，中国联通将以价值流为导向，持续增强三大核心能力，通过机制创新深化应用创新，诚邀更多产业伙伴携手同行，共同为信息通信网络智能化发展贡献智慧与力量。

## 2 自智网络产业发展与挑战

### 2.1 产业进展：运营商陆续开启 L4 规划实践

2025年，自智网络产业持续蓬勃发展，已然成为信息通信行业最热门的话题之一。在6月份TM Forum数字化转型峰会上，76家产业伙伴联合发布《自智网络产业白皮书7.0》，详细的阐述了什么是L4及如何实现L4，指导运营商从“选择高价值场景、明确演进路径、定义L4目标态、参考L4解决方案包开展AN Journey、制定L4目标架构和功能架构、体系化规划和建设Agent”等多个方面开展L4规划和实践。当前全球共近20家Top运营商将自智网络纳入集团战略，中国运营商持续引领全球，三大运营商均已将自智网络纳入集团战略，并已明确未来3-5年全面实现L4、实现场景级E2E自治闭环的演进目标。多个海外运营商也已经明确了实现自智网络L4的目标，并已经开始行动：

**AIS:** 已经将自智网络纳入公司“Cognitive Tech-Co”战略，2024年起，聚焦故障处理和投诉处理两个高价值场景，充分利用LLM和Digital Twin技术构建L4能力；2025-2026年，计划在网络优化、网络配置变更、网络规划等更多高价值场景打造L4能力。

**Singtel集团:** 将自智网络视为未来战略，已在集团成立自智网络 Program，加强子网间的经验分享与协作，共同迈向自智网络L4。目前聚焦于故障管理、投诉管理、无线节能和无线优化等高价值场景。

**Deutsche Telekom:** 将自智网络升级为公司级4大战略之一，发布了“minimum-to-

none”的少人化/无人化的自智网络愿景，致力于成为自智网络先锋。目前聚焦家宽体验保障、无线节能优化、无线故障处理、无线网络优化等高价值场景。

**Orange:** 自智网络是集团“Lead The Future 2030”战略的5个重点工作之一。明确了向自智网络L4演进的目标，目前聚焦网络变更、故障管理等高价值场景。

**Telefónica:** 发布公司级战略“AN Journey”，聚焦于网络O&M等高价值场景，以全网络全生命周期实现L4自智为目标，彻底改造当前的系统架构、数据管理方式、运维模式和组织流程。

**MTN:** 自智网络融入集团PACE战略，发布了L4蓝图，当前聚焦故障管理和质量优化场景，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。

## 2.2标准进展：多组织加速定义 L4 相关标准

自智网络相关标准发展成效显著，自智网络概念提出以来，TM Forum、3GPP、CCSA、ETSI、GSMA等国际标准组织建立深度协作机制，形成“通用标准 + 专业领域”的分层协同标准体系，已累计发布了100 多个自智网络相关标准，关键进展如下：

**L4高价值场景相关标准：**TMF发布自智网络白皮书7.0，定义自智网络L4的 20个高价值场景，对每个场景的目标态进行定义（IG1339），并通过解决方案包文稿（IG1501系列）为行业提供L4自智网络部署实用指南。CCSA聚焦故障管理、能效优化等L4场景，加速标准化进程。

**L4架构及关键技术相关标准：**TMF发布L4功能架构标准文稿（IG1251C），确立AN参考架构、功能架构及引入智能体技术的Agentic AI技术架构。各标准化组织积极推进新兴技术标准：ETSI ZSM定义智能体概念与参考架构（ZSM021），并启动多智能体交互技术研究（ZSM020）；CCSA 聚焦自智网络高价值场景，启动大模型与智能体相关标准的制定，如《网

络运营管理大模型总体技术要求》、《网络运营管理智能体通用技术要求》，并加速“AI + 自动化”闭环在故障管理、能效优化等场景的落地实践，如《网络运营管理无线基站节能智能体技术要求》；3GPP 推进意图驱动管理、数据管理分析、AI/ML等技术课题的标准化工作。

**L4实施方法及测评相关标准：**TMF发布AN战略规划方法论标准（IG1433），指导运营商制定自智网络战略及落地实践；持续优化自智网络分级评估标准（GB1059 系列），纳入更细粒度子场景，支撑行业精准差距分析；推出IG1256A规范，通过标准化方法量化自智网络部署的商业价值与网络自动化的经济效益，驱动价值转化。

## 2.3技术演进：多技术融合夯实 L4 实现基础

全行业推进自智网络从L3向L4阶段迈进，在开展L4规划实践和产业标准制定的同时，将网络大模型、多智能体协作、数字孪生等几个方面作为重点投入方向，开展技术攻关以实现L4价值场景的突破。

**网络大模型：**随着AI技术与网络的深度融合，利用网络高价值语料、知识图谱、专家技能形成行业大模型应用/智能体，具备自然语言交互和多模态语义理解、实时高精度的网络态势感知、可信的类人逻辑推理、目标规划及复杂任务分解等能力，可为绿色节能、监控排障、质量优化等高价值场景带来显著的应用成效。通过时序大模型等技术，可在主动运维与风险防控、资源调配与业务规划、数据价值挖掘与决策等方面提升运维运营成效，推动网络运营的数字化转型和智能化升级。联通最新元景思维链大模型是中国联通面向人工智能赋能实体经济业务需求，提供从基础大模型到大模型平台再到行业大模型的体系化服务/产品。其中联通元景 MaaS 平台提供更懂行业的 MaaS 服务，通过模型库、工具箱和原生应用商店助力行业快速构建企业大模型及专属应用。

**多智能体协同：**多智能体协作形成群体智能有望成为推动CSP数智化转型的关键技术之一，

未来的电信网络由多个专业化 AI 智能体组成，自主在环境中动态交互、拆解目标、寻找资源和工具完成任务闭环，多智能体协同可突破单智能体的局限，具备良好的灵活性与扩展性，是电信领域网络复杂场景端到端闭环提供了关键使能技术。中国联通牵头打造了“生成式 AI 赋能算力网络” Catalyst 项目，探索基于 Master Agent 与其它专业 Agent 间的目标分解与协商，利用多个 Agent 的各自优势进行算网业务 E2E 编排，提供一站式云边端算网资源调度和智能业务支持。

**数字孪生：**网络数字孪生基于数字化技术和数据模型，创建物理网络的数字化镜像，以便在虚拟环境中模拟、监测和优化物理网络中的实体、过程或系统。数字孪生网络是迈向高阶自智网络的关键使能技术，借助数字孪生技术可推动网络规建维优工作向自动化、智能化模式换挡升级，同时，通过对物理网络精准复制和系统仿真，突破物理网络受到的时间、空间、成本等约束，实现网络全生命周期的精准管控。中国联通参考 TMF 自智网络框架，基于市场需求和技术发展，依托“一个联通、一体化能力聚合、一体化运营服务”的核心优势，提出联通数字孪生网络“三层架构、闭环机制”的目标架构，通过对全网用户、业务、产品、网元、资源等全要素的数字化，构建与物理网络实体精准映射、动态交互的数字孪生体，实现全网全客户全场景智慧运营，赋能新技术和新业务可持续创新，牵引自智网络演进。

## 2.4 面临挑战：多要素难题阻碍 L4 全面落地

自智网络迈向 L4 是一个长期复杂的系统工程，结合 TMF 调研报告及中国联通 L4 规划及实践经验，实现 L4 主要面临以下问题：

**跨域系统集成挑战：**首先，不同网络域的设备 and 系统来自多厂商，技术标准和接口规范不统一；其次，各网络域数据独立存储，格式和访问权限不统一，阻碍了全局分析；再次，面向政企客户的端到端 SLA 保障需联动多个域的资源调度，各域自动化能力参差不齐，意图驱动网

络需跨域解析用户需求，但各域策略执行引擎的异构性增加了协同难度；最后，大多数运营商拥有大量的传统网络基础设施和专有硬件，这些系统可能与新的自智网络技术不兼容或未优化，将先进的自智网络基础设施与现有系统进行集成，实现互操作性和自动化操作，是一个复杂且成本高昂的任务。

**关键技术尚未成熟：**生成式AI、代理式AI是迈向自智网络L4的关键技术，已经基本成为行业共识。然而，将生成式AI和代理式AI应用于自智网络，意味着将网络的“大脑”交由AI自主决策，这在提升效率和灵活性方面潜力巨大，却也引入了代理之间的协同与冲突解决、多代理学习与决策、信任与自治边界等难题，对AI技术的可靠性、可控性、安全性、可解释性以及人机协同机制提出了前所未有的要求。

**端到端架构需验证：**TMF发布的自智网络白皮书7.0中，为自智网络L4实践定义了完整的架构体系，包括自智网络L4总体架构、L4功能架构、L4场景化解决方案架构等。其中，自智网络L4总体架构是指导产业各方细化和实例化AN架构的总纲，但由于运营商的网络基础、技术演进方向、供应商选择有差异，运营商仍需根据自身网络实际情况，参考总体架构进行实例化和落地验证。

**变革应对能力不足：**相对于传统运营模式，自智网络带来了运维运营领域的颠覆性变革，对新技术引入和复杂系统集成提出了更高要求，运营商面临着AI专家稀缺、跨领域复合型人才不足、自动化与编排能力欠缺、统一端到端工具平台缺失、工具的成熟度与标准化不足等挑战。

此外，运营商开展自智网络L4实践过程中，还面临顶层设计、标准成熟度、数据治理、绩效评价等方面的诸多挑战。

### 3 中国联通自智网络蓝图规划

#### 3.1 承接四零四自愿景，明确 L4 自智目标

中国联通自智网络将人工智能技术与网络运行机制、业务运营场景紧密结合，核心是以AI赋能网络，实现网络极简运维、极速处置、极智运营。

中国联通自智网络的整体愿景是“四零四自”，面向用户实现“业务开通**零等待**、业务体验**零故障**、业务服务**零接触**、业务安全**零风险**”、面向运营实现“网络目标**自规划**、网络建设**自配置**、网络故障**自修复**、网络质量**自优化**”。对内推动网络运维降本增效、赋能业务敏捷创新，助力打造极致用户体验，并对外提供自动化、智能化、绿色化的网络和服务，助力千行百业加速构建新质生产力。

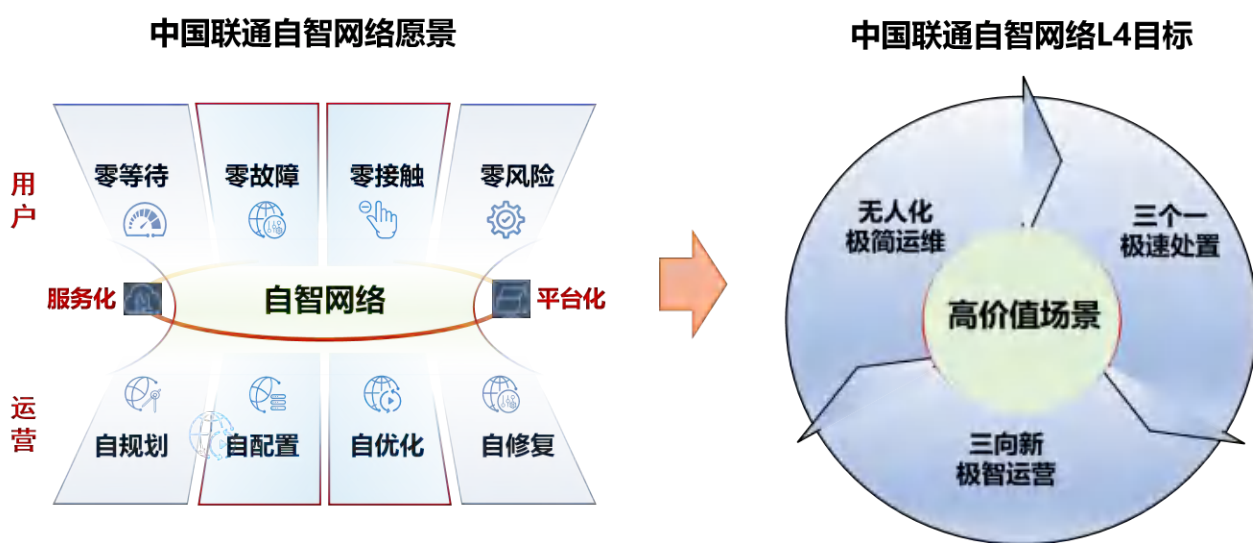


图1 中国联通自智网络愿景目标

2025年是智能体商用元年，也是自智网络L4成效落地元年。中国联通积极创新智能体生产力、加速迈向L4高阶自智，提出**无人化极简运维**，“**三个一**”**极速处置**，“**三向新**”**极智运营**的L4自智目标。

**无人化极简运维：**实现无人、少人的极简运维。核心是端到端闭环自动化、NOC操作无人化、现场操作一次上站。

**“三个一” 极速处置：**1秒钟感知（发现异常或理解意图）、1分钟分析（异常事件的分析及处理方案、主动事件的分析及处理方案）、1秒钟执行（异常消除、意图执行）。

**“三向新” 极智运营：**服务向新，以用户需求为核心，构建涵盖个人、家庭、政企的全生命周期体验生态，让用户从“被动使用” 转向“主动参与”；**运营向新**，重构网络运营流程，打造行业领先的运营效率标杆与价值创造模式，实现从“人力密集型” 向“智能精益型” 的转型；**网络向新**，聚焦网络运维，打造高可靠、强智能的网络基础设施，实现从“经验运维” 向“智慧运维” 的跨越。

### 3.2 产业体系架构指引，制定 L4 战略框架

中国联通积极推进自智网络“四零四自” 愿景和L4自智目标落地，以全栈Agentic AI技术架构、3K成效指标体系、高价值场景为核心定义L4蓝图。L4实施包括三大关键实现：聚焦8大价值流，构建智能体，夯实数智基础、激活智慧动能，强化内生智能、使能跨域协同。通过技术合作、部省共创、生态共赢等机制创新、推动L4体系化、规模化实施。



图2 中国联通自智网络L4战略框架

#### **L4蓝图定义：**

技术架构：全栈引入Agentic AI，以智能体为中心，实现3大模式转变。

价值场景：分阶段、分步骤、体系化推进26个高价值场景落地实施。

成效指标：“KBI-KEI-KCI” 3层指标体系。

推进方法：“L4目标态设计-场景级解决方案-试点推广” 3步推进方法。

#### **L4实施重点：**

聚焦价值流，嵌入智能体：8大价值流牵引，构建15个智能体。

夯实数智基础，激活智慧动能：做精网络数字孪生底座、推进网络资源精准可视，持续增强网络大模型。

强化内生智能，使能跨层协同：重点提升高精融合感知、灵活可信控制、隐患预测、单域自愈自优、能力开放使能上层跨域协同。

#### **创新机制：**

技术合作：与产业伙伴合作，形成技术创新合力。

部省共创：构建总部与省分之间的高效一体化创新协同体系。

生态共赢：携手产学研各界，构建生态共赢创新机制，打造开放创新产业生态。

### **3.3价值驱动战略规划，明确 L4 蓝图定义**

#### **3.3.1 设计 L4 技术架构，实现 3 大模式转变**

中国联通设计的“三化三层三闭环”自智网络目标架构，围绕“网络层-服务层-业务层”构建“数字化、智能化、敏捷化”的能力，通过“知识闭环、任务闭环、意图闭环”牵引**中国联通自智网络演进**。

为实现L4目标，中国联通全栈引入Agentic AI，全新设计以智能体为中心的自智网络L4技

术架构，实现交互模式由“人+平台”向“人机（Copilot/Agent）协同”的转变，应用模式由“应用+工具”向“多智能体协同”的转变，开发模式由“传统开发模式”向“智能体开发生态”的转变。



图3 中国联通自智网络L4技术架构

3类智能体，分别为客户域智能体、运营域智能体、维护域智能体。客户域智能体应用于业务敏捷交付、客户业务体验保障、客户投诉支撑等场景；运营域智能体应用于重大及应急事件保障、资源利用效能提升、网络质量优化等场景；维护域智能体应用于网络故障监控及修复、网络变更控制、网络巡检等场景。

1个智能体工厂：包括组装库、知识库、工具库。组织库实现智能体开发和多智能体协同编排，并提供检索增强生成服务。知识库对各类知识进行管理、组织，提供灵活查询服务。工具库包括原子工具、专业工具和跨专业工具，主要由各应用能力构成。

4类应用能力，包括安全运营能力、质量保障能力、运营效能提升能力、客户体验提升能力。各能力由网络中台和应用平台提供。如故障诊断、排障能力、指令集成能力、低效资源识

别能力、质差分析能力等。

3个数智基础。分别是网络数据中心、网络资源中心、网络AI中心。网络AI中心是核心，提供大模型、小模型、知识图谱的训练、生成和推理服务。

3.3.2 选定 L4 价值场景，明确 3 年演进路径

自智网络L3向L4演进，实现感知、分析、决策、执行的业务闭环，需要攻关较多前沿技术，是更大代际跃升。实现自智网络L4将是长期过程，集中有限资源，构建场景级E2E流程自动化，快速做出价值成效，已成为产业共识。

中国联通按照“联网通信、算网数智”的业务发展方向，综合考虑业务价值（用户、收入、AURP值、发展前景）和运营价值（省钱、省人、运行稳定、体验提升），甄选未来3年的26个L4高价值场景，这些高价值场景集中在业务开通、投诉支撑、监控排障、网络优化等场景，如下图所示：

| 面向业务运营场景 | 个人业务     |           | 宽带业务      |       | 政企业务     |           |  |
|----------|----------|-----------|-----------|-------|----------|-----------|--|
|          | 语音/数据/短信 | FTTR/FTTH | IPTV/智家业务 | OTN专线 | 5G专网/loT | 互联网专线/云联网 |  |
| 业务开通     |          | ▲         |           | ▲     |          | ▲         |  |
| 客服投诉支撑   | ▲        | ▲         |           |       |          |           |  |
| 业务优化     | ▲        | ▲         |           | ▲     |          | ▲         |  |
| 营销支撑     |          |           |           |       |          |           |  |

| 面向网络运营场景 | 无线网 | 核心网 | 宽带接入网 | 云资源 | 业务平台 | OTN传输网 | 数据网 | 动环 |
|----------|-----|-----|-------|-----|------|--------|-----|----|
|          |     |     |       |     |      |        |     |    |
| 网络规划     |     |     |       |     |      |        |     |    |
| 网络建设     |     |     |       |     |      |        |     |    |
| 监控排障     | ▲   | ▲   | ▲     | ▲   | ▲    | ▲      | ▲   |    |
| 巡检测试     |     |     |       |     |      |        |     | ▲  |
| 网络变更     |     | ▲   |       |     |      | ▲      | ▲   |    |
| 网络优化     | ▲   |     |       |     |      | ▲      | ▲   |    |
| 网络能效提升   | ▲   |     |       |     |      |        |     |    |
| 资源效能提升   | ▲   |     | ▲     |     |      |        |     |    |

图4 中国联通L4高价值场景

明确年度高价值场景研发计划，有利于更好地引导合作伙伴联合攻关。中国联通从业务价值、运营价值和技术可行性等方面综合评估高价值场景实施优先级，自智网络L4高价值场景分阶段实施计划如下图所示。

|                                     |                                                                                                                                                                                                  |
|-------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>首批不少于9个场景<br/>25年试点并推广</p>       | <ul style="list-style-type: none"> <li>监控排障<b>2个</b>：无线、核心网； 业务开通<b>3个</b>：OTN专线、家庭宽带、互联网专线</li> <li>网络优化<b>1个</b>：无线； 网络能效<b>1个</b>：无线； 资源效能<b>1个</b>：无线</li> <li>例行巡检<b>1个</b>：核心机房</li> </ul> |
| <p>二批不少于9个场景<br/>25年试点，26年推广</p>    | <ul style="list-style-type: none"> <li>投诉支撑<b>2个</b>：宽带、无线</li> <li>资源效能<b>1个</b>：宽带</li> <li>业务优化<b>4个</b>：移网、家宽、OTN专线、互联网专线</li> <li>网络变更<b>2个</b>：OTN、核心网</li> </ul>                          |
| <p>三批不少于8个场景<br/>25-26年试点，27年推广</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>监控排障<b>5个</b>：宽带、OTN、数据网、云资源、业务平台</li> <li>网络变更<b>1个</b>：IP网</li> <li>网络优化<b>2个</b>：OTN、IP网</li> </ul>                                                    |

图5 中国联通L4高价值场景分阶段实施计划

### 3.3.3 构建 L4 衡量标准，设计 3 层指标体系

中国联通以价值牵引自智网络能力建设，建立了一套价值评价成效指标体系，该指标体系分为整体价值指标（KBI指标）、场景成效指标（KEI指标）、场景能力指标（KCI指标）三个层次，KBI指标分为“促进收入增长、降低运营成本、运行安全可靠”三类，KEI指标和KCI指标按高价值场景分别设置。中国联通自智网络成效指标体系如下图所示：

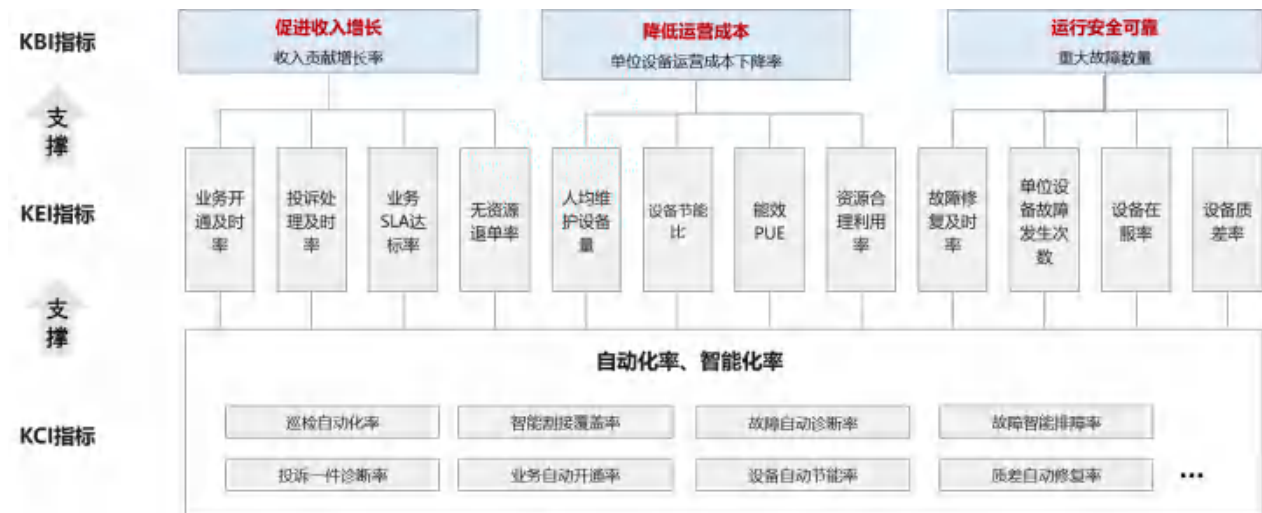


图6 中国联通自智网络成效指标体系

第一层 KBI 指标：衡量自智网络全局的总体价值（促进收入增长、降低运营成本、运行安全可靠），具体包括重大故障次数、单位设备运营成本下降率、收入贡献增长率等指标。

第二层 KEI 指标：面向高价值场景定义，支撑KBI全局指标，衡量每个场景的价值。例如：设备节能率、一次上站率、工单派发量、人均维护设备数量等成效指标支撑单位设备运维成本。

第三层 KCI 指标：面向高价值场景，定义支撑KEI指标的系统能力指标。例如对于工单派发量KEI指标，通过提升故障自动诊断率、自动修复率、质差自动修复率等能力指标进行提升。

结合中国联通现状和推进计划，匹配高价值场景，形成中国联通2025年高价值场景的评价指标体系，如下表所示。

表1 中国联通2025年高价值场景成表指标

| 场景名称                  | 指标类别 | 指标名称         | 单位 |
|-----------------------|------|--------------|----|
| 业务开通-OTN专线、互联网专线、家庭宽带 | KEI  | 平均开通时长       | 小时 |
|                       | KEI  | 开通及时率        | %  |
|                       | KCI  | 自动开通率        | %  |
| 监控排障-无线网、核心网          | KEI  | 故障工单平均处理时长   | 小时 |
|                       | KEI  | 故障处理及时率      | %  |
|                       | KCI  | 故障自动诊断率      | %  |
| 核心机房巡检-动环             | KEI  | 隐患巡检发现率      | %  |
|                       | KCI  | 巡检作业自动化率     | %  |
| 网络优化-无线网              | KEI  | 重点场景感知达标率    | %  |
|                       | KCI  | 无线质差小区优化自动化率 | %  |
| 无线资源效能提升              | KEI  | 低效基站占比       | %  |

|           |     |           |     |
|-----------|-----|-----------|-----|
|           | KCI | 低效基站自动识别率 | %   |
| 网络能效提升-无线 | KEI | 单位流量耗电量   | KVA |
|           | KCI | 设备自动节能率   | %   |

### 3.3.4 制定 L4 实施框架，凝练 3 步落地方法

中国联通制定L4实施框架，凝练形成L4目标态设计、场景级解决方案、全国实施推广3步落地方法，指导高价值场景成效目标达成和规模化应用。

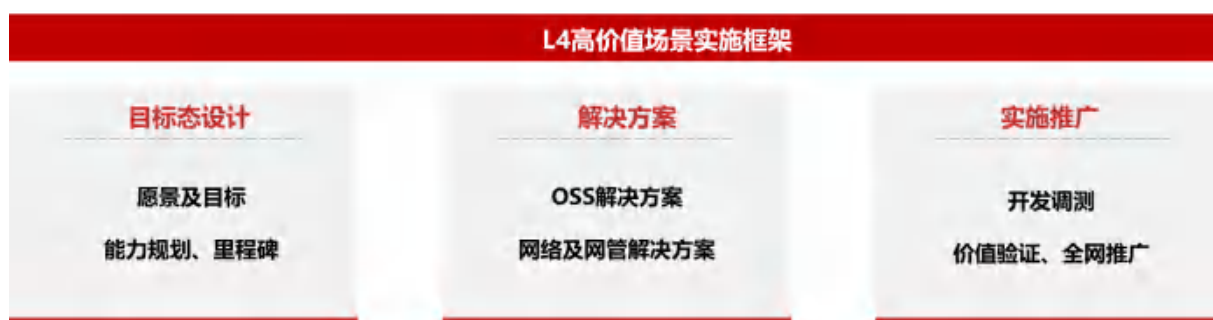


图7 中国联通L4高价值场景实施框架

#### (1) L4目标态设计

高价值场景L4目标态设计包括“L4愿景、场景描述、商业/成效目标、自智能力目标、自智能力需求分解、L4目标流程关键变革点、实施里程碑”等方面。



图8 L4高价值场景目标态设计模板

- L4愿景：一句话描述该场景的愿景目标，简介明了，以便统一方向。
- 场景说明：定义该场景生产流程的起点和终点，如专线业务开通的起点是营业受理还是网络线接到订单，明确覆盖的网络和系统。
- 商业/成效目标：商业目标包含省人省钱、增收、客户体验等目标。成效目标包含网络安全、网络质量、生产效率、资源效能等。
- 自智能能力目标：为了支撑商业/成效目标达成，自智能能力方面需要达到的目标。以故障监控场景为例：网络故障识别可以覆盖的子场景范围，识别的准确性等。
- L4目标流程关键变革点：在全面梳理流程现状的基础上，描述从L3到L4之后，流程上有哪些关键变革点，如故障Agent自动分析和根因定位，无需人工参与。
- 数据保障：实现L4需要哪些数据支撑，以及对数据质量的要求。
- 自智能能力需求分解：将自智能能力目标转化为需求，并分解到三层架构(OSS网管、设备网管和网元)，明确各层的定位和分工，以及对AI大模型、数字孪生等技术的诉求。
- 实施里程碑：开发建设计划，项目进度管理。

以无线网络优化高价值场景为例，L4目标态设计如下图所示。



图9 无线网络优化L4目标态设计示例

(2) 高价值场景解决方案

对OSS层、设备网管、网元各层的功能要求进行细化，各层输出详细的技术解决方案，并对流程、数据、AI提出明确需求。

以无线网络优化场景为例，高价值场景解决方案如下图所示：

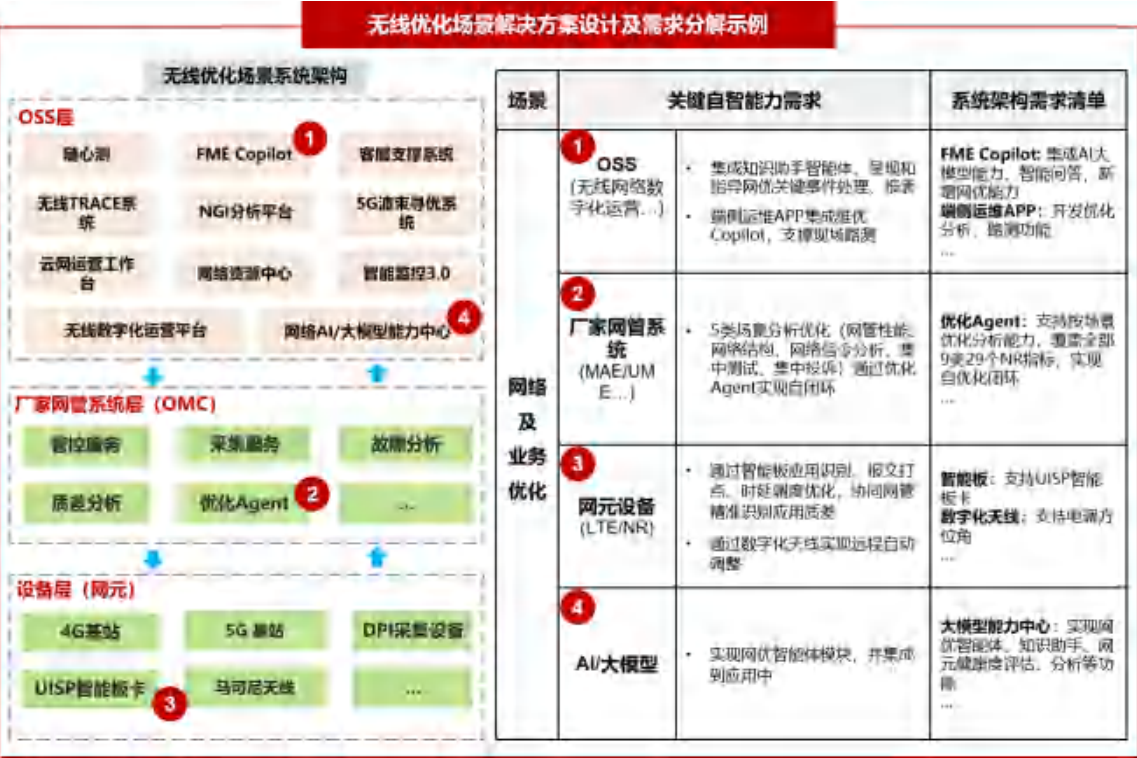


图10 无线网优化L4解决方案

(3) 实施推广方法

以解决方案为基础，明确集团、省分及厂商的分工，通过体系化联合开发，构建端到端的自智能能力。将新建的自智能能力融入实际生产流程，便于一线人员应用，并在实际使用中验证其成效与价值。待价值验证通过后，由集团制定基线方案与标准化接口，在全网快速复制推广。

4 中国联通自智网络实施重点

中国联通以价值为驱动、场景为切入，系统谋划，由点及面，逐步体系化推进高水平网络

自智，2025年以夯实安全保障基础、增强网络提质动力、提升效能运营水平、提升业务协同能力4个方向的8个网络运营价值流牵引，聚焦3大关键实现，推进高价值场景向L4级自智迈进。2025年自智网络实施重点如下图所示：



图11 中国联通L4自智网络实施要点

## 4.1 聚焦价值流，构建智能体

### 4.1.1 夯实安全保障基础

- 网络监控与处理异常事件价值流

网络监控与处理异常事件价值流通过异常事件监测、确定解决方案、修复异常事件、事件恢复确认及经验总结等价值阶段的生产活动，来降低MTTR处理时间，保障网络平稳可用。中国联通针对该价值流构建3个智能体。

**全网故障智能识别和监控调度Copilot：**面向GNOC/NOC值班监控人员，打造的对话式

故障智能调度智能体。该Copilot提供智能识别异常事件、业务影响分析、工单派发、督办和审核等能力，可实现网络监控调度从“面向设备”向“面向业务”转变；网络故障自动识别派单率 $\geq 99\%$ 。

**网络故障精准诊断和修复Agent:** 面向一线运维工程师，打造的网络排障智能体。该Agent嵌入生产灵活规划71个排障流程和近500个诊断节点（MBB和FBB）。提供故障信息查询、排障指引、处置方案建议、二次诊断、故障恢复辅助验证、复盘报告自动生成等能力。该Agent可以实现实现故障根因快速精准定位、修复建议智能推荐，使故障端到端历时(MTTR) 下降10%，降低网络异常导致的业务中断风险。

**核心机房智能巡检Copilot:** 面向核心机房巡检提供的Copilot。针对传统人工巡检人力成本高、操作规范性与准确性不足等痛点，通过部署机器视觉小模型实现设备异常智能识别，提升隐患发现效率；结合Copilot实时指导巡检执行，助力机房运维从“经验依赖”向“数据+AI驱动”转型。该Copilot将提升巡检效率和质量，使“两核两关”机房巡检智能化辅助率 $\geq 30\%$ 。

- 网络操作管控价值流

网络操作管控价值流通过网络变更操作脚本合规性检测、操作评估决策、操作实施、闭环稽核验证等价值阶段的生产活动，来降低人为无操作风险，保障网络安全可靠。中国联通针对该价值流构建2个智能体。

**网络变更全流程精准管控Copilot:** 面向网络线维护人员，打造的网络变更全流程智能管控智能体。该Copilot针对网络变更场景，提供割接事前事中事后智能化能力，网络变更时Copilot交互式动态推送实时进展，实现割接工单审批、调度、查询验证、变更报告生成等动作的自动执行，提升网络变更操作实施效率，解决传统网络变更不可视、不可管，异常问题发现不及时、稽核验证不到位的问题。该Copilot实现智能化业务稽核验证100%闭环，提升网络变更操作实施效率和成功率。

**高危指令全时段智能管控Agent:** 面向网络线各专业管理人员, 打造的高危指令管控智能体, 解决高风险操作感知分析能力弱, 无法实时监控、精准回溯等问题。该Agent提升高危操作执行合规性和安全性, 保障网络运行安全; 核心网络高危指令100%全时段管控。

#### 4.1.2 增强网络提质动力

- **网络质量优化价值流**

网络质量优化价值流通过质量问题识别、质量问题分析、确定质量提升方案、方案执行与验证等价值阶段的生产活动, 提升网络质量。中国联通针对该价值流构建2个智能体。

**无线网络质量问题闭环管控Copilot:** 构建任务生成和智能分拣模型, 为一线人员聚焦高优先级任务, 自动提供分拣处置建议能力帮助一线快速决策。构建优化根因分析和问题处置分析报告模型, 实现网络问题自动分析输出优化方案建议, 减少一线人员跨工具分析操作。针对方案执行后的效果评估验证, 实现自动输出分析报告, 并对优化前后数据进行分析对比, 自动验证问题处置成效。该Copilot使业务经验门槛从5年降至2年, 问题场景分拣时长压缩30%, 优化方案编制处置时长压缩20%, 重点场景质量问题闭环时长压缩20%。

**无线自动路测Agent:** 智能感知道路问题, 以自动路测替代人工测试, 快速准确识别道路问题; 基于大模型推理能力+知识库, 提供道路问题诊断结果, 生成优化方案, 降低人员分析门槛; 基于大模型生成方案, 人机协同分析, 制定优化解决方案, 实现方案执行后自动闭环评估, 提升问题闭环效率。该Agent为一线路测优化工程师提供道路“自动测、随时测、全量测”能力, 支持道路问题智能识别、自主推理决策动态调用诊断分析工具并生成优化辅助建议, 年自动路测里程1000万公里, 实现道路问题平均分析决策时长小于5分钟。

- **保障客户业务感知价值流**

保障客户业务感知价值流通过检测客户网络体验问题、确定问题根因、制定感知修复方案、

方案执行与观察等价值阶段的生产活动，提升客户业务感知。中国联通针对该价值流构建2个智能体。

**移网用户感知主动提升Copilot：**打造感知满意度优化助手，构建用户体验感知量化评估模型，智能预警低感知用户，感知异常网络问题根因智能诊断定位，面向感知洼地对话式生成无线网络优化方案，实现用户感知保障体系变被动为主动，提升用户业务感知体验。该Copilot可帮助一线快速按需定位高价值任务，提升复杂问题根因定位准确度，实现用户感知保障体系变被动为主动。感知满意度评估准确率>70%。

**大客户专线业务智能保障Copilot：**面向云联网、智能互联网专线业务及TOP100客户，基于流量、带宽占用率、告警等多维数据，借助大数据分析与 AI 算法，智能识别客户业务劣化或业务故障，并输出最优业务调优或抢通方案，提升故障修复效率，保障用户业务体验。该Copilot提升大客户业务感知和业务可用性，政企要客双线业务故障4小时恢复率≥96%，提升大客户业务感知。

### 4.1.3 提高效能运营水平

- 资源利用率提升价值流

资源利用率提升价值流通过资源运行效率监测与预测、提效方案设计、实施举措并保障业务、成效验证等价值阶段的生产活动，来提升网络资源效能。中国联通针对该价值流构建2个智能体。

**无线网络效能提升Copilot：**打造无线效能提升助手，构建低效问题白名单和潜力站识别模型，并提供分拣处置建议能力帮助一线快速决策，面向低效网元的故障类问题提供自动识别能力，网优类问题智能提供方案建议，智能识别和监测计划拆减网元的下电影响，自动评估低效问题网元的闭环情况。构建资源供需匹配模型，实现无线资源调配方案的智能化推荐及整站

资源的虚拟组装，快速输出资源调配盘活方案。该Copilot预计实现白名单站人工填报率降低至20%，潜力站人工填报率降低至30%，效能问题分拣方案采纳率达到60%以上；支撑无线资源利用率 $\geq 24\%$ ，5G低效小区占比 $< 3.5\%$ 。

**宽带网络效能提升Copilot：**面向小区效能提升场景，智能识别小区效能问题，智能闭环评估效能问题解决情况，支撑一线高效解决小区效能问题；面向集团资源效能管理场景，智能识别效能分析需求，实现自动化效能现状分析，提升效能数据分析效率。该Copilot面向一线提供效能问题智能识别、评价分析、闭环验证等能力，提升小区效能问题处置解决效率，效能问题闭环解决耗时压降20%。

- 绿色低碳运营价值流

绿色低碳运营价值流通过能耗与成本监测与预测、降本方案设计、实施举措并保障业务、成效验证等价值阶段的生产活动，来提升网络运行能效。中国联通针对该价值流设置1个智能体。

**基站智能节能Agent：**迭代基站节能智能体，预测阶段升级小区一天多时段多模式组合节能能力，执行阶段提升节能按需唤醒效率，保障用户体验和网络性能双优。该智能体助力网络绿色低碳运营，智能化赋能网络能耗成本下降，年节电量10亿度。

#### 4.1.4 提升业务协同能力

- 装维与开通服务价值流

装维与开通服务价值流通过装维与开通方案设计、网络配置开通、业务开通验证、装维问题修复验证等价值阶段的生产活动，来降低业务开通时间，提升客户体用。中国联通针对该价值流设置2个智能体。

**宽带智能装维Copilot：**面向智家工程师上门服务场景，打造宽带智能装维助手，基于专

家经验、知识库及大模型推理能力，对智能排障、质差优化、业务开通流程中的问题，给出根因分析及处置建议，为智家工程师提供引导式问题解决及自主执行任务能力，实现智家工程师上门服务效率提升20%，智家疑难场景处理时长减少60%。

**政企双线智能开通Agent：**构建政企双线调度智能体，实现网络产品（智能政企精品网、云联网）业务解决方案及网络交付方案智能生成，解决用户差异化需求和资源核查分配复杂带来的交付效率问题，业务交付效率提升30%。

- **解决投诉提升客户满意度价值流**

解决投诉提升客户满意度价值流通过接受客户投诉、诊断识别投诉根因、制定恢复方案、方案执行等价值阶段的生产活动，来降低客户投诉重复率，提升客户体验。中国联通针对该价值流构建1个智能体。

**智能移网/宽带一键诊断Copilot：**智能对话实现精准诊断,通过对话式统一入口页面，快速准确查询用户网B域信息、O域故障等多个投诉根因页面内容，减少诊断时间，提升用户感知；对用户投诉进行智能化研判，为客服人员提供个性化解释话术，并自动生成有针对性的在线解决方案，提升客服人员处理效率；智能化派单规则替代工单调度岗，进行投诉工单自动派发和无效工单自动拦截，提升工单处理时效。该Copilot实现投诉问题精准定位，有效拦截投诉工单，提升用户投诉解决效率，实现移网一键诊断前台一次性问题解决率 $\geq 92\%$ ，宽带一键诊断前台一次性问题解决率 $\geq 86\%$ 。

## **4.2 夯实数智基础，激活智慧动能**

- **持续打造网络大模型**

不断完善元景网络大模型，通过模型微调意图识别，更好地理解用户在不同网络场景下的指令，准确把握用户意图。通过模型微调参数提取，提升模型从复杂文本中精准提取关键参数

能力。定制场景化思维链模板，针对质差分析等场景定制推理模板，拆解专业逻辑与问题分析路径；知识蒸馏生成思维链语料，基于思维链模板，利用DeepSeek-R1自动生成高质量思维链语料，尽量覆盖复杂场景各种问题；指令微调&强化学习训练模型，生成语料做为输入，训练大模型。提供10个大模型服务，包括Qwen开源系列和DeepSeek开源系列，形成大模型能力矩阵。构建高效、易用、协同的“智能体创新工厂”，支撑网络线智能体规模化研发与应用

- 做精网络数字孪生底座

做好结构化数据标注，完善核心数据资产的表名、字段名、注释，让大模型更易理解分析。将AI场景需要的数仓核心数据，封装为兼容MCP协议的“API”，让AI应用更易调取数据。攻坚数据质量，通过工单直驱到人、多种形式督促调度、量化评价等方式，解决移动、家宽、IP网的重点数据质量问题。通过流式计算，将核心数据资产加工时延压缩为小时级，让AI应用获取更实时的数据。

- 推进网络资源精准可视

聚焦机房、标准地址的“点”，光缆、电路的“线”，核心网、无线网、承载网等专业的“面”，形成点线面一体化管理，构建价值驱动、全域协同、生态共建的AI内生式资源数字化管控体系；强化网管资源准入管控，实现场景化精准治理、智能化资源问题修复和电路高效拼接，扩展资源全生命周期覆盖场景。

持续深化资源可视，拉通网/业/服场景数据，打造网络隐患分析、传输路由优化方案自动生成等高价值资源服务；打造"Copilot+Agent+MCPServer"的人机协同模式，提升资源管理智能化水平。

## 4.3 强化内生智能，使能跨域协同

网络基础设施层的网元OMC是数智化运维的基础，中国联通积极引领网络技术规划，制

定网元OMC内生智能相关技术标准，持续强化网元内生智能，使能OSS系统跨层/跨域协作，打通价值场景E2E流程自动化，保障网络安全运行。面向自智网络L4目标，网元OMC着重提升五大能力：高精融合感知、灵活可信控制、隐患预测、单域自愈自优、能力开放使能上层跨域协同。保障E2E自动化各个环节的连续性、可靠性、少人化。

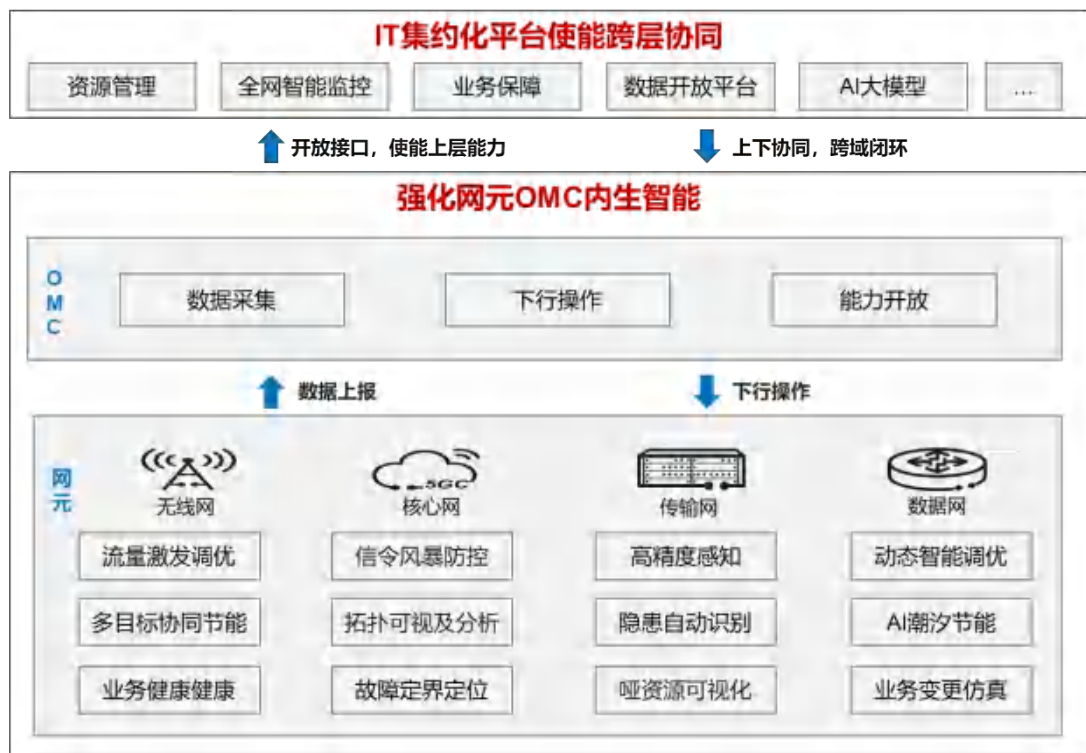


图12 网络内生智能使能跨域协同示意图

- 高精融合感知：感知对象从有源到无源，感知粒度从网络级到应用/用户级，感知频度从分钟级到秒级/毫秒级，提供多维高精基础数据。
- 灵活可信控制：在网络割接、扩容、升级等场景开展事前仿真、事后校验，实现可信执行、零风险、配置错误不入网。
- 隐患预测预防：通过对高精度融合感知数据的智能分析推理、智能识别网络/业务隐患，提供预防预测性维护方案、支撑可信决策。

- 单域自愈自优：通过AI/GenAI构建单域智能体，实现单域单厂家自治闭环，减少上层的工单数量/故障数量，减轻上层的海量数据指处理压力，导运维人员精准定位，实现一次上站/门解决故障。
- 能力开放协同：基于全局性、业务关联性强的数据（如拓扑、性能、告警等）构建面向业务场景的E2E智能体，兼容多种智能体交互协议（如A2A/MCP/ACP等），打通集团IT集约化平台和省分系统，实现业务跨层/跨厂商协同、自动闭环。

## 5 强化产业合作，共创生态繁荣

### 5.1 围绕四大领域，开展技术攻关

中国联通与产业伙伴各方在资源、技术、运营等领域各具独特优势，携手探索前沿技术，不仅能够加速网络智能化转型，提升网络效能与服务质量，更能形成技术创新合力，共同推动通信产业迈向更高发展阶段。具体可以围绕以下四大核心领域开展深度合作。

- 联合开展网络运营MaaS平台建设

整合中国联通网络运营优势与产业伙伴技术研发能力，发挥各自优势，共同推进具备资源统一管理、灵活调度、智能运维等能力的网络运营MaaS平台建设，促进网络运营模式智能化升级。中国联通凭借深厚的网络运营经验与庞大的用户资源优势，重点承担平台功能规划设计、全量网络运营数据支撑、内部资源统筹协调及平台长效运营等工作；产业伙伴则依托前沿的平台开发技术能力，重点聚焦网络运营MaaS平台的架构设计、开发落地、测试验证及迭代维护等技术实施环节。

- 联合开展AI网络大模型核心技术攻关

聚焦AI网络大模型领域，成立联合工作小组，开展核心技术联合攻关。现阶段，中国联通

已经打造了面向内外部应用的元景大模型，全面赋能企业数字化转型与产业创新升级。下阶段，中国联通可以结合产业伙伴在算法、模型训练等方面的专长，发挥自身在网络智能运营方面的经验优势，拓展基础大模型在网络领域的技术应用实践探索。通过对海量网络数据的深度挖掘与学习，提升模型在网络故障预测、流量优化、资源分配等方面的准确性与效率，不断攻克关键技术难题，开发适配网络运营场景的AI大模型。

- **联合开展面向网络运营的智能体研发**

智能体作为一个全新的平台，具备自主感知、分析、决策与执行能力，已成为大模型应用落地的主要形式，开展面向网络运营的智能体联合研发也将是产业合作的重要方面。现阶段，中国联通已经在网络监控、巡检、优化等场景构建了大量的自动化能力，并有着丰富的OSS系统建设经验，在网络运营智能体建设方面也开展了积极探索，推动与产业伙伴的合作，双方可以在智能体能力设计、算法实现、交互模式等一系列领域开展合作，合力实现面向网络故障处理、网络质量优化、网络运行安全等重点场景的智能体研发。

- **联合开展网络智能运营场景试点应用**

场景试点应用是推动新兴技术从理论创新向实际生产力转化的关键一步，通过真实业务环境验证AI网络大模型、智能体等前沿技术的可行性与可靠性，可以有效收集实际运行数据，为技术优化迭代提供依据，加速网络智能化升级进程。中国联通已针对L4级自智网络能力提升选取了一系列重点场景，如：监控排障、网络优化等，并在部分重点场景开展了试点应用，取得了显著的效果。通过借助各大产业伙伴强大的技术研发与创新能力，可以有效推动试点应用的顺利开展，加速新兴技术的规模化落地。

## **5.2构建创新体系，促进部省协同**

中国联通发挥集约化优势推动总部与省分的协同创新，构建高效一体化创新协同体系，通

过一体化规划协同、一体化建设协同、一体化创新协同、一体化研发协同和一体化运营协同，促进资源共享、优化配置、成本节约，全面激发总部与省分的创新活力与潜能。

**首先，搭建适应部省协同创新的体系架构。**明确网络创新工作总部与省分的分工界面，总部重点统筹集约化基础能力和关键数智化应用的建设，打造面向政企、公众、家庭的网络创新产品及能力。省分则不再进行集约化能力的建设，按照集团统筹安排，推动数智化应用、创新产品及能力的落地应用，同时基于集约化能力，结合属地化需求，开展面向一线的运营工具和网络创新产品研发。

**其次，构建产品共创与标准化推广模式。**强化总部与省分之间的纵向联动机制，推动省分间创新成果共享，通过标准化评估机制提炼共性需求，将个性化方案转化为可复用的通用模板，依托统一技术中台实现成果适配，最终形成“一点创新、全国复制”的高效转化模式。

**然后，打造研维营一体化创新体系。**以需求驱动产品规划，以运营释放产品价值，以自智水平评估体系为抓手，找到产品运营的短板和流程断点，为研发工作找准方向；深入一线实施网络运营流程再造工程，推动研发成果快速嵌入生产，解决实际问题，快速产生效益。

**最后，强化部省协同创新合作机制。**建立揭榜挂帅、协同开发的保障机制，在数据治理、模型创新发布攻关课题，共同攻坚克难，重点支持智能化项目研发落地。此外还可通过建立成果共享机制，促进省分公司充分利用集团提供的共享成果，根据实际需求按需随用、快速引入。

### 5.3加强产业合作，实现生态共赢

中国联通携手产学研等各界，构建生态共赢创新机制，以“网络强国、数字中国”为目标，以开放共享为核心，以AI等技术为纽带，打破行业边界，整合多方资源，着力打造“能力共享、创新共促、价值共生”的开放创新产业新生态。

**首先，加强产业合作，升级智能运营体系。**联合设备商、软件企业等核心产业链伙伴，围

绕智能运营体系建设，共同攻克网络智慧运营AI产品研发难题。通过开展联合研发等形式，制定统一接口规范，打通技术壁垒，实现网络资源管理、智能运维等核心能力的协同开发，推动产品标准化与规模化应用，构建“技术共研、标准共建、生态共享”的合作模式，提升网络智能运营服务整体水平。

**其次，推进产学研合作，加速AI技术创新。**搭建开放式创新平台，吸引设备厂商、互联网企业、科研机构等多元生态伙伴参与。通过建立联合实验室、创新孵化中心等实体化合作载体，围绕AI在网络智能感知、智能优化、智能节能等领域开展合作，提升网络运营智能化技术水平。通过产学研多元合作，中国联通将实现从“独自创新”向“协同创新”的转型，激发自身创新活力，拓展业务边界，最终实现多方价值最大化。

**最后，增进国际合作，共享先进案例。**积极与TMF等国际组织及海外运营商开展合作，搭建跨国技术交流与案例共享平台。引入全球领先的智能运营实践与应用场景，结合本土需求进行适配优化。同时输出国内创新成果，推动技术标准与行业规范的国际化。通过双向互动，构建全球化创新生态网络，促进国际资源、技术、经验的互通共享，实现多方共赢。

## 6 自智网络应用创新案例

### 6.1故障运维以业务为中心，提升客户体验

随着网络越来越复杂，业务流程节点迅速增加，运营系统仍然烟囱林立，数据分散割裂，生产环节还较为依赖人工，作业效率不高，运营成本居高不下。中国联通以自智网络为牵引，致力于推进网络运维从过去的人工运维转变为AI使能的自动化运维，此外，通过洞察业务影响，聚焦客户体验，从以网络故障为中心的运维转向以业务为中心的运维。

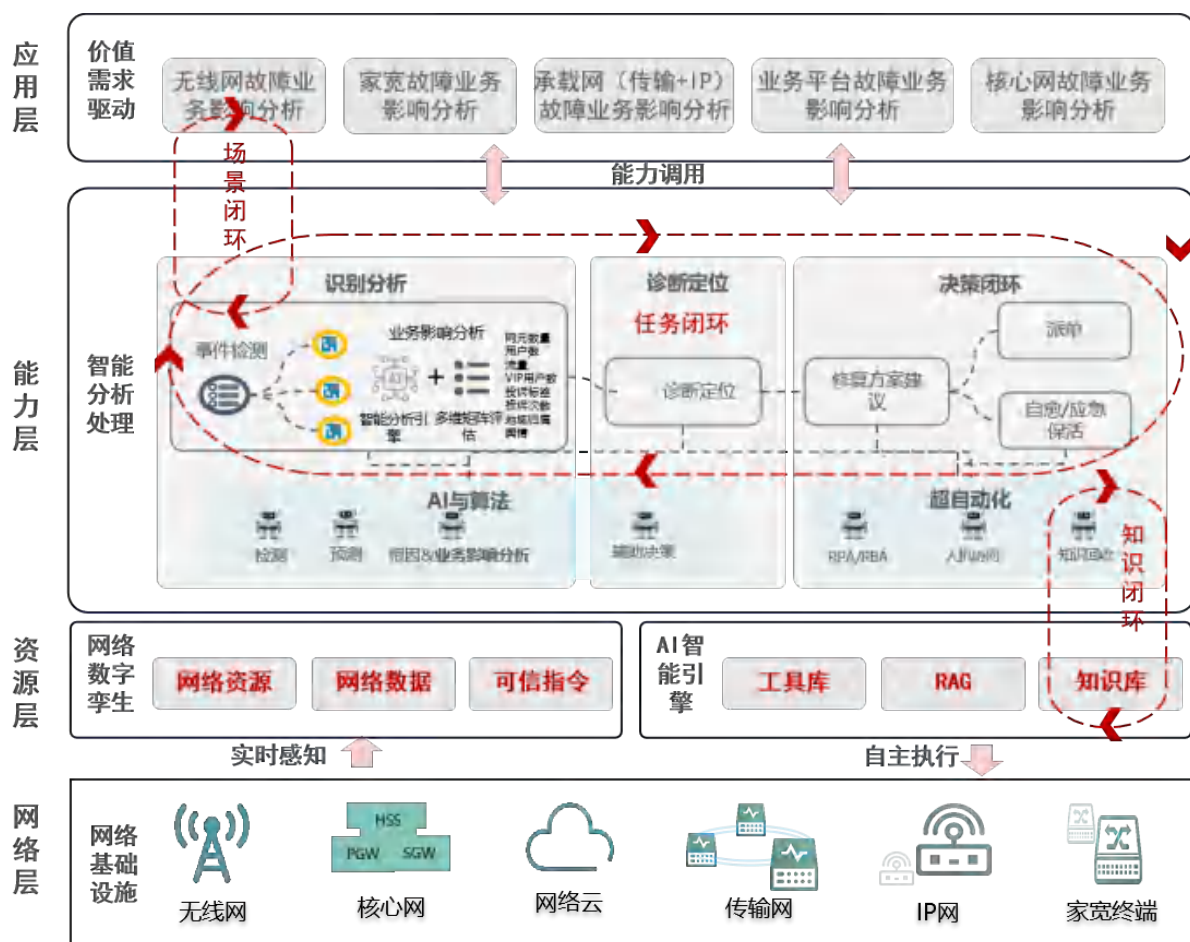


图13 以业务为中心故障管理示意图

中国联通创新性打造全国集约化故障中心，提供一体化的监控、故障诊断定位及自愈、派单/调度等功能，推动无线/宽带/传输故障管理向面向业务演进。

## 应用层

**无线网络：**结合AI算法智能识别无线网故障，结合用户数、流量、网元数、场景、VIP站点、用户投诉等多维数据，智能分析业务影响情况，基于业务影响动态调整工单处置优先级，指导站点工程师按照真正的业务影响大小快速恢复业务。目前该解决方案已覆盖中国联通31省超500万站，日均跨专业诊断2万余次，故障端到端历时下降11.5%，整体业务损失减少5%以上。

**宽带网：**结合号线资源数据，自动识别OLT故障并智能分析业务影响，精准定位根因，指

导工程师快速到达事故现场处置，同时针对家宽用户投诉，通过关联设备告警进行投诉拦截，提升家庭宽带用户体验。

OTN（传输网）：重大故障一屏调度，实时分析业务中断情况，根据业务倒接优先级，智能推荐倒接方案，远程指挥实现业务保活，降低业务中断历时。

### **能力层**

识别分析：提供统一的业务影响分析和管理能力，包括：业务监控视图可视化（SMAP）、面向业务层的影响分析等；提供网络事件自动识别和分析能力，基于AI能力对告警进行训练，生成故障传播图和故障组，按网元识别根因故障和故障影响范围并生成工单来进行相应处理。

诊断与修复：提供针对运维事件的自动诊断分析和决策处理能力，包括：自动化诊断与修复、故障诊断，支持基于故障树实现故障的自动化处理。

### **资源层**

基于网络数字孪生能力，使用人工智能驱动和数字孪生建模方法，将数据与业务知识相结合，构建高精度的网络孪生模型。

### **网络层**

通过统一采集框架实现全网设备的采集纳管，支持采集和指令下发，具备跨层、跨域、跨厂商数据采集能力。

## **6.2数据网络智能优化分析，提升运营效能**

数据网运维的复杂性源于多方面因素，其中资源利用率过高、网络结构缺陷、链路质量差、安全隐患等问题尤为突出。传统的人工排查方式不仅效率低下、成本高昂，还存在操作风险，难以满足现代网络运维的需求。

中国联通基于多维网络数据构建了集约化数据网络管理与智能化分析能力，通过实时采

集资源占用、业务流量、链路质量等关键指标，实现网络的平台化统一管理与自动化分析。该方案能够精准识别资源分配不均、拓扑结构缺陷、安全隐患、链路质量劣化等问题，并有效整合离线资源，提升管理效率。



图14 数据网数字化运营平台功能示意图

集约化数字化运营平台实现对169骨干网、A/B网、IP城域网、IDC网络、智能城域网等网络的全覆盖。

**应用层：**应用层接收不同场景的业务需求，基于不同场景构建算法/分析模型，包括资源利用率分析、网络结构分析、链路质量分析、安全隐患分析等智能化分析应用。

**能力层：**打造感知分析能力底座，覆盖网络及业务全生命周期运营能力，具备网络流量流向分析、网络仿真、自动配置、应用质量分析、用户质量分析、路由仿真及调度、网络预测、

用户行为分析、智能推送等关键能力。

**分析/数据层：**基于SNMP、NETFLOW、EDPI、DPI、AAA、DNS等日志，运用大数据技术，实现IP网全量数据关联分析，并对结果数据进行分类存储。

中国联通集约化数据网络管理与智能化分析能力实现在全国范围的应用，显著提升了运营效率并降低了人力成本。实现传统的月/周粒度人工手动巡检向智能化的天粒度自动巡检转变，月度自动识别网络隐患1000+。在资源优化方面，该系统有效提升网络资源利用效能，推动资源盘活。通过强化网络配置规范管理，消除潜在隐患，网络健壮性得到增强。在赋能网络安全保障及质量提升方面进一步提升了网络优化的精准性，智能城域网成环率保持在90%以上、高丢包链路比例控制在2‰。

### 6.3传输网智能割接机器人，降低人为风险

网络割接作为运营商网络维护中一个不可避免的日常操作，操作频繁且高风险。网络割接的目标在实现在不影响用户正常使用的前提下，能够平稳地对现有的网络系统进行调整、改造或升级，以满足不断增长的业务需求、提升网络性能、优化网络结构或引入新的网络功能。随着网络规模的几何级扩大，如何确保网络割接操作顺利实施也面临越来越大的挑战。

中国联通构建了传输骨干网智能割接系统，面向割接调度管理人员和实施人员，围绕割接方案制定、割接批复、割接执行、割接收尾全流程闭环管控，在割接各环节引入了影响分析、冲突检测、智能排期、性能监测等智能化能力，降低了网络割接风险和重要客户投诉，实现割接前科学决策、割接中高效调度、割接后安全保障。



图15 传输网智能割接示意图

**影响分析：**通过割接的光缆段分析影响的传输段、传输系统及业务电路，提前知会相关人员，避免因割接影响业务导致用户满意度下降。

**冲突检测：**在方案制定、批复以及执行前，自动检测当前存在的冲突信息，及时规避有可能引起高风险的割接操作，保证网络稳定。

**智能排期：**通过智能化能力，自动制定排期策略，计算最优排期计划，输出排期方案，极大提升排期效率和排期合理性预警。。

**性能监控：**自动检测光功率、告警等信息，保证割接质量达标，确保割接前规避冲突，割接后网元性能达标、告警清除，提升传输网运营安全性。

中国联通传输网智能割接系统已覆盖中国 31 个省份的一干及二干传输网，自上线以来累计支撑13000次割接作业，明确了分工职责，规范了割接管理流程，加强了割接人员和割接现场管理，降低了网络割接风险，提高了网络割接效率，并驱动资源校准，努力提升传输网运营安全性；用人机协同替代人工，将每周需要2天完成的准备工作压降到15分钟以内，大幅节约了人力。

## 6.4家庭宽带智能装维助手，提升交付效率

随着FTTR市场规模的迅速扩大，其在家庭场景的交付工作逐渐成为业务发展的瓶颈。由于家庭户型及用户需求的差异，且FTTR装维辅助工具较少、分布较为分散，同时未形成标准化装维流程，无法全面的监控装机质量，此外FTTR交付流程增加了个性化部署方案设计环节，该环节主要依靠智家工程师在装机现场反复调试完成，耗时较长严重影响FTTR交付效率，更使得FTTR交付满意度远低于传统宽带。

中国联通聚焦FTTR装维场景，以智家工程师售前、售中、售后的装维服务流程为主线，在“装维效率提升”和“装维质量提升”两个方面实现赋能，为智家工程师打造便捷化网络配置能力，新增规、装、验三位一体用户标准化开通辅助工具，实现FTTR高质量交付。同时强化户型管理应用，利用先进的计算机视觉、深度学习、可视化仿真等技术构建可视化在线仿真工具，实现户型处理、热力覆盖模拟等功能，为智家工程师提供专业智能化的组网建议，减少一线交付时长。

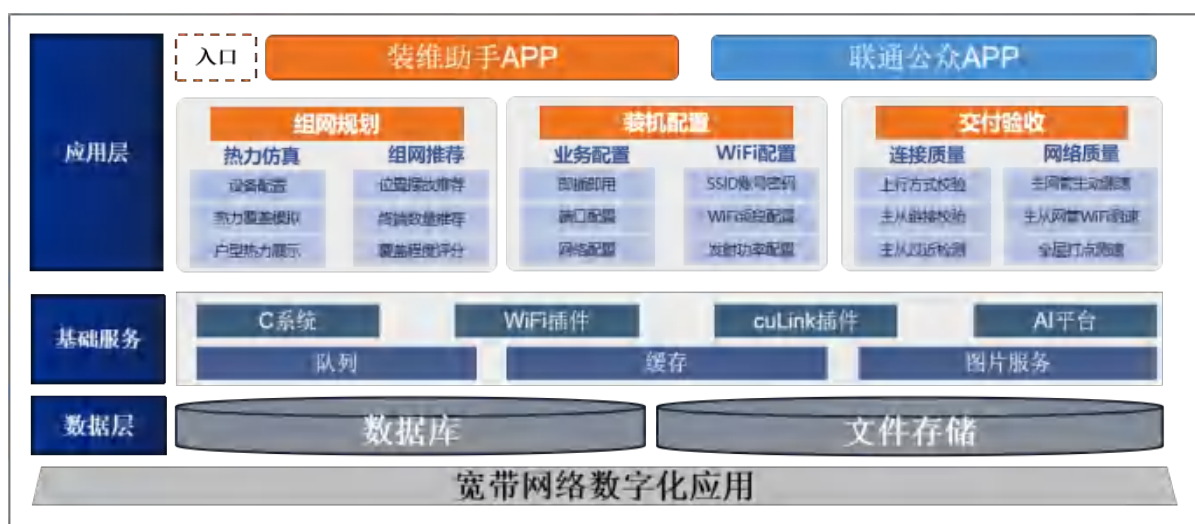


图16 宽带装维功能示意图

中国联通FTTR智能装维工具围绕“规划-安装-验收”三大核心流程构建标准化服务体系，

显著提升装机效率与用户体验。

**规划阶段**，工具依托计算机视觉、深度学习和可视化仿真技术，通过户型库管理实现家庭场景的数字化建模，并结合热力覆盖模拟预生成最优组网方案（如光猫与分光器布局），减少工程师现场调试时间。

**安装阶段**，装维助手APP与联通公众APP协同作业：面向工程师的装维助手APP提供“即插即用”能力，利用5G/Wi-Fi频段自动切换、SSID密码一键配置等功能完成光终端设备识别与业务开通，同时通过设备出入库校验确保硬件与方案匹配；面向用户的联通公众APP则支持实时方案确认与进度跟踪。

**验收阶段**，工具通过主从设备连接质量校验（距离、协议兼容性）和多维度网络质量评分（信号强度、时延等）生成可视化验收报告，用户可在线查看结果并反馈评价。此外，工具底层通过微服务架构（Spring Boot）与容器化部署（Kubernetes+Docker）实现高弹性扩展能力，结合cuLink插件兼容多品牌设备协议，依托天官云RDS与Redis集群保障数据安全与实时缓存，从技术端支撑全流程标准化落地。

中国联通的FTTR智能装维工具已覆盖中国 31 个省份，并在装维交付、赋能营销、家庭侧故障诊断等场景中得到应用，日均服务工单数3万余单，累计检测工单数640万，FTTR工单检测率达90.18%。该装维工具支持智家工程师手机随时随地侧随时完成交付过程中的规划、配置、检测功能，且结果可在 10 秒内返回。对于现场安装过程中的常见问题可进行及时检测，有效减少交付时长50%，工单一次性交付成功率提高了 10%。

## 6.5业务平台多维风险预测，消除运行隐患

短信业务投诉日益增多，风险感知周期长，问题定位困难，当前运维都是在故障发生后快速响应，缺少重大故障预测预警能力，需要提升网络风险的预测和防范能力，由被动维护逐步

走向主动维护。

中国联通建设短信业务风险预测能力，实现对短信业务质差的预测预防。

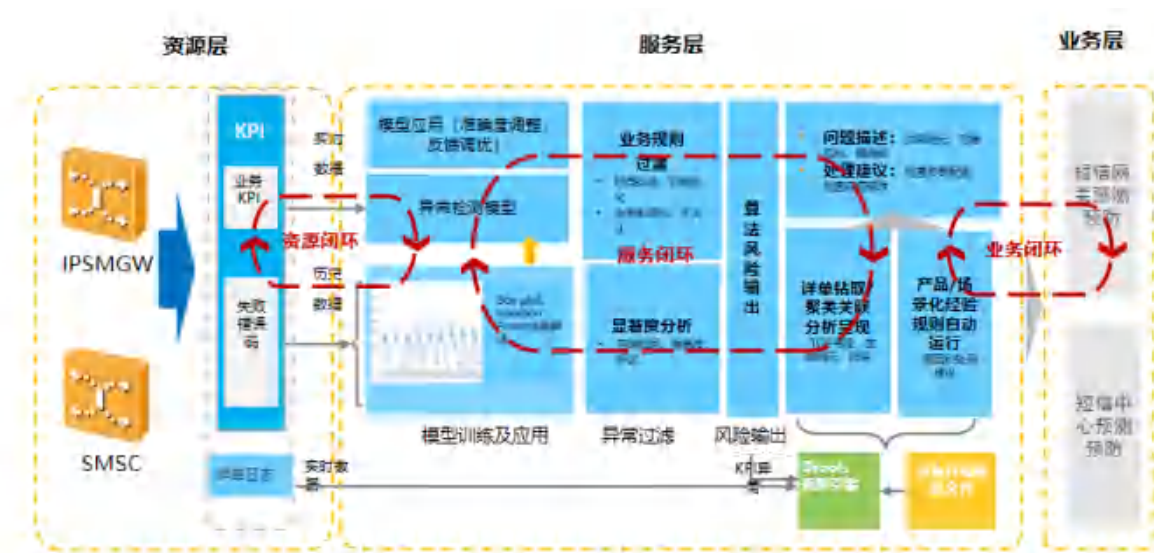


图17 业务平台隐患识别示意图

**资源层：**通过采集工具对接业务平台网管、网元设备，实时资源数据、业务KPI、错误码等信息，并基于数字孪生能力进行网络还原，构建高精度的业务平台网络模型，实现资源闭环，支撑服务需求闭环。

**服务层：**基于大数据AI学习和建模，生成固定阈值及动态阈值模型，并通过在线数据采集的KPI和模型进行比对，实现风险预测。

**业务层：**资源运营层和服务运营层之间的协作，支持业务运营层实现短网关和短信中心风险预测，实现业务需求满足的闭环。

中国联通实现全国短信中心、短信网关网元纳管，突变类、渐变类故障及时发现并预警，风险预测准确率85%+，帮助一线运维工程师提前消除网络潜在风险，压降故障处理时长。

## 6.6无线网络问题智能分拣，提升运维效率

随着网络规模的持续扩大，5G/4G网络共建共享逐步实现全面覆盖，语音业务在用户感知层面暴露出一定短板。为系统性、全方位地解决网络质量问题与用户感知体验之间的差距，需推动“网络建设好”向“用户感知好”的转变。构建统一的问题发现与闭环处理流程，并融合AI模型的智能识别与自动分拣能力，可有效化解当前用户高期望与问题处理效率偏低之间的矛盾，实现网络质量与服务体验的协同提升。随着网络规模的持续扩大，5G/4G网络共建共享逐步实现全面覆盖，语音业务在用户感知层面暴露出一定短板。为系统性、全方位地解决网络质量问题与用户感知体验之间的差距，需推动“网络建设好”向“用户感知好”的转变。构建统一的问题发现与闭环处理流程，并融合AI模型的智能识别与自动分拣能力，可有效化解当前用户高期望与问题处理效率偏低之间的矛盾，实现网络质量与服务体验的协同提升。

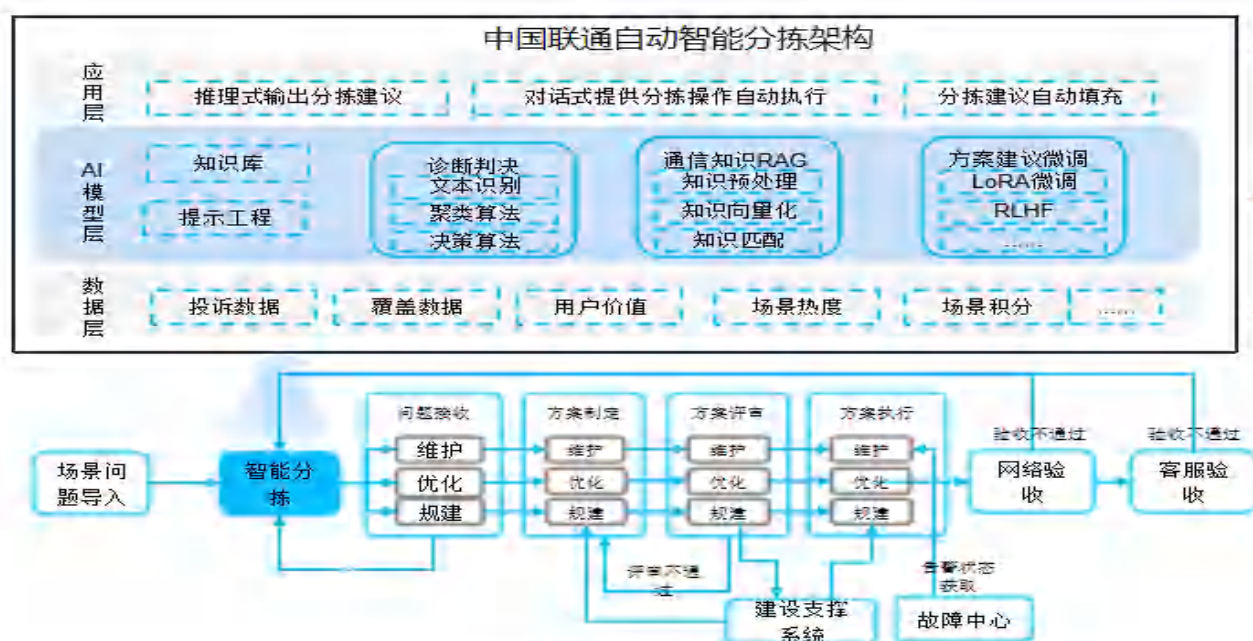


图18 无线网问题智能分拣示意图

中国联通建设场景问题智能分析能力，对主动、被动发现的维护、建设、优化各类问题进

行智能分拣，提高问题处置效率。

**数据层：**基于投诉数据、网络覆盖情况、用户价值分层、场景热度评估、场景积分等多维度数据资产，构建统一的数据支撑体系，为AI模型的应用与分析提供高质量、场景化的数据输入，助力精准建模、智能决策和业务闭环。

**AI模型层：**构建融合通信领域知识的知识库，结合提示工程、智能诊断判决、基于RAG及微调模型等技术手段，打造面向用户问答场景的意图识别与语义理解能力，实现对用户需求的精准捕捉与高效响应。

**应用层：**依据分拣知识库与问题场景网络指标，推理式生成问题场景分拣建议，对话式提供分拣操作的自动执行，并自动填入分拣原因，实现对建维优的快速分拣。

通过建维优问题自动智能分拣能力，节省了全国336人/年的人工成本，场景问题智能分拣查准率达到80%，提升了网络服务质量和用户体验的同时，有力支持了环境保护和社会数字化转型。

## 6.7 光缆风险隐患智能排查，保障网络安全

随着5G网络建设和“双千兆”战略推进，联通光缆网络规模快速扩张，传统的人工例行周期巡检不能及时发现网络风险隐患、只能被动的进行故障抢修，严重影响网络安全运行，难以有效提升网络运营效能。

中国联通利用数字化、智能化技术，通过跨域跨专业数据关联分析，构建光缆风险识别与管控体系，实现外力施工、承载业务同路由、汛期过河过桥、纤芯劣化等主要风险隐患的自动分析、主动发现、智能派单、精准处置、闭环验证，支撑光缆风险隐患排查整治的全流程自动化，可有效预防断缆故障发生，持续保障网络安全生产，大幅提升网络运营效能。

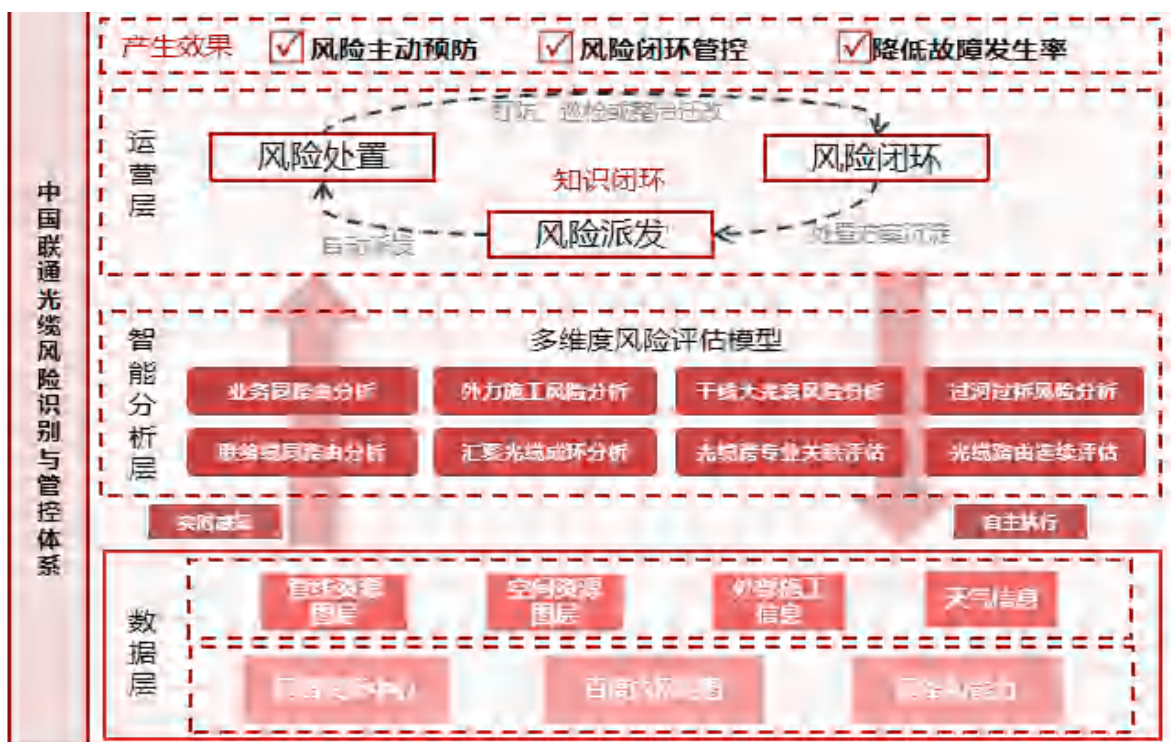


图19 光缆网风险识别与管控示意图

中国联通光缆网风险识别与管控体系通过三层四闭环协同，实现风险的主动预防和闭环管控，降低故障发生率

**数据层：**整合光缆资源数据、GIS地图数据、工单数据、外部环境数据（如气象、施工规划），实现光缆网络“一张图”管理，自动校验光缆网络资源的完整性、准确性。

**智能分析层：**通过AI模型、GIS空间分析等工具，构建多维度风险评估模型（如：施工活跃度评估、承载业务等级、光缆劣化程度、同沟同缆同道路等），根据风险模型优先级，输出“红标”高风险点位。

**运营层：**通过全流程自动化派单与跟踪，形成管理闭环。风险派单通过智能工单系统，自动派单至一线维护团队。风险处置根据相似度匹配，从处置案例库中智能推荐最优处置方案，一线维护工程师现场执行盯防、巡检或整治迁改。风险闭环通过自动识别光缆修复质量，实现处置结果自动验证，同时将处置经验沉淀为案例知识，优化风险评估模型。

**四闭环协同：**数据闭环，实现从物理网络到数字世界的精准映射；决策闭环，持续优化风险评估模型和阈值；执行闭环，确保处置工作有效落实；知识闭环，实现运维经验的持续沉淀和复用。

中国联通已发规模部署并推广该解决方案。分析采集分析采集风险15万+，标注重点风险0.7万，派发巡检工单51W+，三盯工单0.4万，发起整治项目0.4万、风险整治完成率55%。通过数字化平台与自智化流程的结合，联通实现了光缆风险从被动响应到主动预防的转型，为运营商光缆网络运营提供了可复用的标杆实践。

## 7 自智网络产业协同与展望

未来3年是迈向L4级自智网络的关键攻坚期，我们愿意继续携手产业伙伴，共同构建开放共赢的自智网络生态体系，加速实现无人化极简运维、三个一极速处置、三向新极智运营的L4目标。为此提出四点倡议：

**聚焦高价值场景：**聚焦省人力、省钱、提质的商业本质，以效驱动，筛选高价值场景，实现高价值场景分批突破L4。例如，业界伙伴可优先以故障处理、能效优化、网络优化、业务激活、业务保障等场景，作为实现L4的突破口。

**联合开展关键技术攻关：**建立产业联合创新机制，重点突破多智能体协同、数字孪生、时序模型、具身智能等关键技术，实现客户体验和业务质量的高精度感知，提升大模型的推理服务能力，促进行业知识流动和经验共享。

**共建自智网络标准体系：**基于行业标准构建自智网络能力，识别产业在自智网络实践中面临的共性标准需求与挑战，总结形成方法论，并将其贡献到相关行业标准中，为业界伙伴贡献最佳实践和优秀案例。

**共同完善自智网络L测评体系：**以评促建，积极参与TMF 自智网络L评估，贡献自智网络L测评体系的改进建议，循环开展“系统自智能能力自评->制定自智能能力目标->制定自智改进措施->执行自智能能力提升->自智能能力再评估”，全面提升自身自智能能力水平。

## 致 谢

《激发智能体生产力，迈向高阶自智新时代——中国联通自智网络白皮书（2025）》是中国联通在人工智能技术快速迭代成熟、“人工智能 + 通信网络”推动网络运营从“人+平台”向“人机协同”模式转变的关键节点，全面推进人工智能 A 计划，规模化实施L4自智网络的系统性思考和实践总结，对内支撑公司的数智化转型，同时依托本白皮书向业界分享中国联通自智网络的经验和成果，为业界共同迈向L4级自智提供借鉴和指引。希望本白皮书的发布能够对广大读者有所启示和帮助，为行业的繁荣做出一份贡献。

最后，我们向所有指导、参与本白皮书编写的人员表示衷心的感谢，对华为、中兴通讯、亚信等合作伙伴在自智理论、前沿技术和联合应用创新等方面的支持表示感谢。

本白皮书由中国联通网络运营事业部、研究院联合编写。

**策划组：**张陶冶、李红五、凌海波、叶晓煜、陈斌、李衡、杨剑键、张沛

**编制组：**杨洁艳、赵永建、赵占纯、李一喆、张力方、武亚龙、张玓、周可记、刘志飞、孟治、燕飞、段致岩、修志超、林倩、孟宁、王浩、朱宏、李洁、孙洋洋、刘冬昊、卜亚楠、林鹏、王云飞、邱倩琳、丁宏伟、邱佳慧、董昕



中国联通自智网络白皮书（2025）