

# AI 赋能通信业务割接的升维路径与实践思考

李国强, 田宜春, 刘石松, 刘程扬, 吕晨, 王子铮, 金巧  
中国人民解放军某部, 北京海淀, 中国

**【摘要】**通信业务割接长期受到网络拓扑结构复杂度高、业务时延要求严苛、人工效能瓶颈等因素掣肘, AI 通过深度渗透割接全流程, 推动业务处置样态的全面转型。尽管仍然面临数据融合壁垒、模型可解释性不强等现实挑战, 但实践已证明 AI 具有重塑通信网络运维能力的驱动与支撑作用。

**【关键词】**AI; 通信业务割接; 核心价值; 现实挑战; 运用路径

## 1. 引言

AI 技术正以不可逆的态势深度渗透通信领域, 其自动化、智能化特性不仅重塑运维体系的效率与精度, 更从根本上重构了网络安全的保障逻辑。通信业务割接作为网络迭代升级的关键环节, 长期受制于三重矛盾: 网络拓扑的多层级耦合性与人工分析能力局限的矛盾、业务时延的毫秒级要求与人工响应滞后的矛盾、割接任务的爆发式增长与专家经验稀缺的矛盾。将 AI 技术嵌入割接全流程, 通过规划、执行、验证、回退的智能化再造, 探索风险可控、效率跃升的新范式, 已成为通信行业从“经验驱动”向“数据智能驱动”转型的必由之路。

## 2. AI 赋能通信割接的底层逻辑

通信割接的智能化转型, 绝非技术跟风, 而是行业发展到特定阶段的必然选择。其底层驱动力源于网络复杂度的指数级攀升、业务体验的刚性约束、传统模式的固有瓶颈、技术演进的时代要求以及业务需求的持续扩容。

### 2.1 解构超复杂网络的“拓扑迷宫”

5G 规模化部署、云网融合深化、边缘计算普及, 使网络拓扑从“树状分层”转向“多域交织”——单条骨干链路的割接可能联动影响数千条业务链, 设备配置的从属关系呈现“牵一发而动全身”的耦合性。传统人工依赖 Excel 表格、拓扑图纸分析影响范围, 漏统、错统频发, 极易引发级联故障。而 AI 的知识图谱技术可实时构建“设备-链路-业务-用户”的四维关联模型, 通过图神经网络推理潜在依赖关系, 提升影响范围预判精度, 从技术层面破解“看得见局部, 看不清全局”的困局。

### 2.2 守护零感知体验的“业务生命线”

金融高频交易、应急指挥通信等核心业务对中断的容忍度已压缩至毫秒级, 人工监控的“分钟级响应”早已无法满足需求。AI 通过构建用户画像与业务优先级矩阵, 可实现三重突破: 一是重要业务自动避让, 在割接窗口期动态调整路由; 二是故障时优先抢通, 通过强化学习生成最优恢复路径, 将中断时长压缩至毫秒内; 三是精准触达用户, 基于业务标签推送个性化通知, 留足重要业务紧急避让时间, 极大降低投诉率。

### 2.3 打破人工效能的“天花板效应”

大型网络割接常涉及百余台设备、万余条配置命令, 人工编写计划、方案、校验等脚本需数周, 且错误率约 3%, 而 AI 的自动化脚本生成工具可实现“方案输入-脚本输出”的分钟级转换, 结合大型语言模型的语法纠错能力, 错误率可降至 0.1%。更关键的是, 割接经验的“老师傅依赖症”长期制约行业发展——某运营商调研显示, 资深专家离职后, 同类割接成功率下降 23%。AI 通过沉淀万余次历史案例的特征参数, 构建决策模型, 使“隐性经验”转化为“显性算法”, 彻底破解知识断层难题。

### 2.4 响应自智网络的“进化指令”

TM Forum 标准明确 L4 级自智网络需实现 90% 以上的割接自动化, 这一标准倒逼技术升级。AI 赋能的割接模式已展现显著效益: 某省级运营商通过智能方案规划, 单次割接人力成本降低 40%; 通过实时异常检测, 业务中断赔偿金额减少 72%; 通过压缩窗口时长, 夜间业务收入提升 15%。这种“降本-增效-增收”的正向循环, 使其成为通信网络竞争力的核心指标。同时, 这类节约直接成本、提升隐性收益的显性绩效刚性驱动、反向加速其在通信领域的布局和进化。

## 2.5 承接爆发式增长的“任务洪峰”

通信网络正进入“设备老化期+业务扩容期”的叠加阶段：光缆线路平均服役超15年，故障发生率年增8%；5G单站业务承载量较4G增长10倍，年需扩容割接超20万次。传统人工模式的“人等单”已转为“单等人”，割接任务积压率高企已成为运营商们的“甜蜜负担”。AI驱动的自动化流程可将单任务处理时长极致压缩，支撑任务吞吐量翻倍提升，从根本上缓解供需矛盾。

## 3. AI赋能的价值图谱与现实挑战

AI为通信割接带来的不仅是效率提升，更是运维范式的重构。但在落地过程中，技术潜力与现实约束的碰撞，也催生了需要接续跨越的挑战。

### 3.1 从“被动应对”到“主动掌控”的核心价值

1. 效能革命。通过脚本自动生成、步骤智能调度，割接平均时长大幅缩短，人力投入趋向减半；人机协同模式下，专家骨干可同步管控多个割接场景，资源利用率成倍提升。

2. 风险熔断。实时异常检测系统使故障识别时间从分钟级突破至秒级，结合自动化回退复刻机制，业务中断影响范围呈现实质性缩小；风险预判模型可提前识别绝大多数高风险操作，做出制动性干预，进而提高割接成功率。

3. 知识沉淀。构建“割接知识图谱+案例库+模型库”三位一体的知识资产体系，有效缩短新员工掌握核心技能的周期，尽可能降低专家骨干的技术依赖度，节省人力成本。

4. 决策升级。在充分采集物理设备运行状态参数和台站实景数据的基础上，多场景模拟仿真技术可多轮次预演、多视角评估割接路径的效果，辅以动态资源调度算法规避资源冲突，最大化优良割接方案。

### 3.2 从“技术可行”到“落地可靠”的现实挑战

1. 数据壁垒待破。割接数据分散在网管系统、工单系统、设备日志中，格式异构、标准不一，制约多源数据融合的准确率；部分设备厂商设置数据接口瓶颈，阻碍关键参数的全额获取必将影响模型精度。

2. 黑盒信任难题。深度学习模型的决策逻辑透明度不足，在核心网系、关键枢纽等割接场景，决策者对AI推荐方案的采信率不高，亟待构建“算法可解释+过程可追溯+结

果可验证”的信任体系。

3. 系统融合梗阻。现有综合网管系统多为封闭架构，AI模块平滑嵌入问题突出，系统对接的平均耗时远超预期，甚至额外承担巨额沉没成本。复杂网络环境下的算法抖动率无法满足低时延、高可用的割接场景门槛，仍需进一步攻克边缘计算与实时推理的技术瓶颈。

4. 人机协同边界。在突发故障等模糊场景，AI与人工的权责划分不清，易出现“重复操作”或“操作真空”，需建立动态分工机制、明确人工介入时机以及保留人工最终拍板决策权利。

## 4. AI赋能通信业务割接的运用路径

AI赋能通信割接的核心，是将技术能力嵌入规划、执行、验证的全链条，形成“智能预判-自动执行-闭环优化”的完整闭环。

### 4.1 割接规划与风险评估阶段

#### 1. 智能割接方案生成与优化

利用知识图谱和图神经网络，自动分析网络拓扑、业务逻辑、用户数据、资源分配之间的复杂依赖关系，识别潜在的冲突点和影响范围。基于历史数据、网络状态和时间窗口、资源限制、SLA要求等约束条件，使用强化学习或优化算法规划最优割接工序，并评估其风险、时长、影响程度，推荐最优或次优方案。预测割接过程中可能出现的端口、带宽、IP地址、设备CPU/内存等资源冲突，提前进行优化调整。按照保重要节点、保骨干链路、保重要用户的原则，合理错峰有效规避重要方向和任务重保节点。

#### 2. 智能风险评估与预警

挖掘分析成功/失败案例、故障类型、影响时长等历史割接数据，利用分类算法、聚类分析、关联对比等机器学习，甄别隐藏在数据背后的高风险操作模式、易错环节和特殊风险项。针对割接事件中的危险性操作，进行性能越限、告警信息等当前网络状态，天气、节假日等多个维度因素的信息确认，构建预测模型实时评估研判割接操作的风险等级，并作出倾向性、前瞻性预警指示。AI模型能更精准地模拟割接操作对特定用户、业务、区域的影响，帮助制定更精细的客户预告编发策略和应急处置预案，防范衍生次生影响。

### 4.2 割接执行阶段

#### 1. 自动化脚本生成与执行

利用自然语言处理理解割接方案文档或

工程师指令,智慧生成可执行的配置脚本、测试脚本和回退脚本。结合 LLM,可以智能生成更符合机器语法和上下文逻辑的脚本。在执行前,使用 AI 模型检查脚本的语法、逻辑错误以及配置冲突、安全漏洞、软件新旧版本冲突等潜在风险,甚至模拟执行来预测结果,自主完成脚本智能校验与纠错。在预设的流程和规则下, AI 驱动引擎自动执行配置分发、数据迁移、倒换操作、一致性校验等割接步骤,根据设备响应、性能指标、告警日志等实时参数反馈,动态调整执行策略或触发机制。

### 2.智能监控与异常检测

AI 建立割接前后网系性能的动态基线,常态化监控流量、时延、丢包率、错误率、设备负载等重要指标。利用时序分析、异常检测算法,超越告警阈值区间,快速、准确地识别割接过程中出现的细微异常或终端用户流量突变、机线连接异常、协议状态冲突等偏离预期模式的行为。当检测到异常或故障时, AI 快速关联分析配置变更、性能劣化、日志更新、拓扑变色等多源数据,缩小根因辨别范围,为工程师诊断锁定提供线索辅助。

### 3.智能决策支持与干预。

对于预定义的指令、规则明确的场景(如某项关键指标持续恶化超过门限值), AI 系统可结合逆向调节因子变化趋势,自动触发预设的纠正动作或回退流程等决策。在复杂或突发情况下, AI 基于当前态势、历史经验和预案库能够快速关联、检索,进而实现基础数据智能融合加工后的二次立体可视呈现,为现场指挥人员推荐精准管用的匹配措施、应对建议及其预期效果评估。

## 4.3 割接验证与收尾阶段

### 1.智能割接结果验证

AI 驱动测试工具自动执行预设的端到端语音通话、数据传输、图像会议等业务测试,验证原有业务功能是否恢复正常。AI 应用闭环验证,有效解决人工验证覆盖不全的问题。自动分析割接后的海量性能数据、日志、告警信息,并与割接前基线和预期目标进行智能比对,快速、客观地给出割接成功与否的判定报告,识别潜在遗留问题。针对重要方向、重要节点,采取延长采样周期、增加轮训时间的方式进行强化跟踪,确保割接后业务顺畅。

### 2.知识沉淀与优化

分析整个割接过程中产生的操作记录、

性能变化、告警日志、脚本执行结果、问题处理记录等所有数据,自动归纳割接成果,提炼经验教训。同时,将本次割接的成功经验或失败教训反馈给 AI 风险评估、异常检测、方案优化等模型,实现模型的持续迭代优化,提升未来割接的智能化水平。

## 5.结论

人工智能正在以前所未有的广度、深度和精度,推动着通信运维模式的系统性再造,引发从依赖人工经验驱动向数据智能驱动模式变革,促使着重重新把握割接业务全要素全链条的“质与效”。回顾通信发展史,我们坚定认为,人工智能技术赋能通信业务割接升维,前提是安全稳妥,重点是找准方向,关键是落地见效。尽管面临诸多挑战与困难,但 AI 在通信割接领域的应用前景广阔,是未来网系运维智能化不可或缺的能力,拒绝智能化等于主动选择技术性淘汰。通过在规划、执行、验证等全流程中深度应用知识图谱、机器学习、深度学习等 AI 技术,提质设备运维效能,强固基础网系韧性,为骨干通信枢纽跨域联合、即时聚优、精准释能提供坚实底座。

## 参考文献

- [1] TM Forum《自智网络产业白皮书 6.0》电信管理论坛,2025.
- [2]中国联通网络技术研究院《基于知识图谱的网络智能化运维》TM Forum 数字转型世界 2023 年度“自治运营”卓越奖案例,2023.
- [3]华为技术有限公司《产业协同,融合创新,助力通信网络智能化升级》《通信世界》,2024 年第 2 期.
- [4]中国电信云网运营部《云网融合与 AI 深度融合的新型信息基础设施》,2025 年 2 月 20 日.
- [5]浪潮通信信息系统有限公司《跨平台的 PON 口智能割接及自动业务验证方法、装置、设备及介质》中国发明专利, CN119892233A,2025 年 1 月申请.
- [6]中国信科集团中信科移动《迈向智能化世界白皮书 2023 系列-AND》华为技术有限公司,2023.
- [7]中通服软件技术有限公司《大规模+小型化+知识图谱协同智能平台》中国电信内部技术报告,2025 年 4 月.
- [8]中国移动通信集团有限公司《自智网络理

论框架与实施路径》自智网络全球产业峰会,2024年9月.

[9]中国移动“九天”人工智能团队.《通信网

络智能化实践》,2025.

[10]宋曦,韩东升《可解释性 AI 在通信网络中的应用》.电子与信息学报.46(6)1-10.