

ZTE中兴

中兴通讯 无线网络智能化白皮书



无线网络发展趋势及挑战 03

5G 新时代，运营商面临巨大挑战 03

网络 AI 成为应对挑战的利器 04

无线网络智能化解决方案 05

无线网络智能化分级演进及愿景 06

无线网络智能化设计架构 07

无线网络智能化应用概览 08

无线网络智能化典型应用 09

精准规划 09

自动部署 10

智能告警处理 11

天线权值自优化 12

KPI 异动检测 13

AI 节能 14

智能用户迁移 16

边缘业务服务质量保证 18

无线网络智能化展望 19

无线网络发展趋势及挑战

5G 新时代 运营商面临 巨大挑战

当前，我们已经步入 5G 时代，通信行业又迎来了一个新的十年，5G 进入快速部署阶段，根据 GSMA 的预测，到 2025 年，全球 5G 网络用户数将达到 17 亿，运营商在 5G 网络上的投资将高达万亿美元。

新的 5G 时代，在技术、网络、终端、用户、业务各层面都将产生颠覆性的变革。5G 网络的部署，无线迎来超密集组网、业务从 ToC 扩张到全行业、各种新形态的终端投入应用，同时，既有的网络和业务也将与 5G 网络和业务长期共存，多制式，多频段，多站型的组网和多种业务的运营以及拓展，使得整个网络变得极其庞大复杂，电信运营商在 5G 数字化时代面临前所未有的挑战：

5G 新技术与既有网络技术并存，随着 5G 网络的部署，频谱资源使用更加宽泛，超密集组网以及切片，Massive-MIMO,SDN,NFV,MEC 等新技术广泛采用，同时，既有的网络还将长期运行，无线网络多频段，多制式，多站型组网运营，网络管理和运维异常复杂。

5G 时代，频谱资源增加和效率提升，网络时延降低，接入业务以及终端的增多，带来网络流量的剧增，基站的功耗也随之剧增。在保障网络性能的同时，如何降低网络功耗，也是运营商面临的一个巨大挑战。

运营商数字化转型的加速对新业务的部署提出了更高要求，4G 部署以来，用户逐渐饱和，网络流量却成指数级增长，收入增长和流量增长的剪刀差逐步加大，采用传统的依靠流量和用户增收已不可能。5G 新的时代，随着网络能力的提升，需要个性化的个人服务，同时，需要打开广阔的行业应用的新蓝海。这些，需要网络具备实时的业务感知能力，灵活的资源调度能力，精确的数据分析能力，实时、精准、智能地拓展个人和行业市场，实现流量，收入的共同增长。



网络 AI 成为应对挑战的利器

近年来，人工智能技术快速发展，已经给社会经济等各领域带来了巨大的变化。AI 通过可视化的管理，前瞻性的预测、高复杂性的分析和最优解的探索为 5G 网络运营提供全新的能力，帮助运营商匹配最佳资源、提高运营效率，实现开源节流。

当前，运营商逐渐加大了在网络自动化 / 智能化领域的投资，寻求使用 AI 来实现网络全方位降本增效和商业机会挖掘。根据 Omdia 2020 ICT Enterprise Insight 对电信行业 400 位高级 ICT 管理人员的调查，80% 的人员反馈：降低 OPEX 和网络的复杂性排在他们的第一或第二选项中。而无线接入网络的投资占比大，同时管理和维护最为复杂，网络的自动化和智能化变得异常重要。在另一项调查中，“你认为能最大化 5G 网络和服务性能的投资是什么？”61% 的人选择了网络自动化和 AI。运营商在利用 AI 技术方面，最迫切地希望解决以下 3 方面的问题：

制定明确的策略，使用 AI 技术来管理现有和即将部署的复杂的无线接入网络，提高管理效率，降低运维成本。

利用 AI 技术在复杂的无线网络环境中，提升网络性能，提升资源利用率，提升用户的体验。

利用 AI 技术，洞察业务和客户需求，提供个性化的服务，满足不同的需求，做好精细化的经营，实现收入的增长。

Omdia 预测，到 2025 年，全球电信业对 AI 软件、硬件和服务的投资将达 367 亿美元。在研究和实践方面，国内外运营商也纷纷将网络 AI 作为重要的推进目标。

无线网络智能化解决方案

无线网络智能化 分级演进及愿景

2018年中兴通讯结合大数据/AI等新技术，发布了uSmartNet网络智能化解决方案及系列化白皮书；2019年首次提出“自主进化网络”解决方案，以泛在AI推进5G整网的智能化，赋能网络全面进化；2020年进一步丰富了“自主进化网络”的内涵，围绕价值场景，深入实践自主进化网络演进之路。

为了推动网络向智能自治目标迈进，中兴通讯推出自主进化网络（uSmartNet）解决方案，通过在网络的不同层面全面引入AI，使能三大进化：网络进化、运维进化、运营进化，推动网络智能水平不断提高，实现网络随愿、运维至简、业务随心。

自主进化网络方案采用分层闭环的原则构建了网元级、单域级、跨域级的智能网络体系。通过1个智慧大脑和3类智慧引擎，将AI能力微服务化、模块化，按需植入网元层、管控层、运营层，构建能力逐级进化、价值持续叠加的自主进化网络。

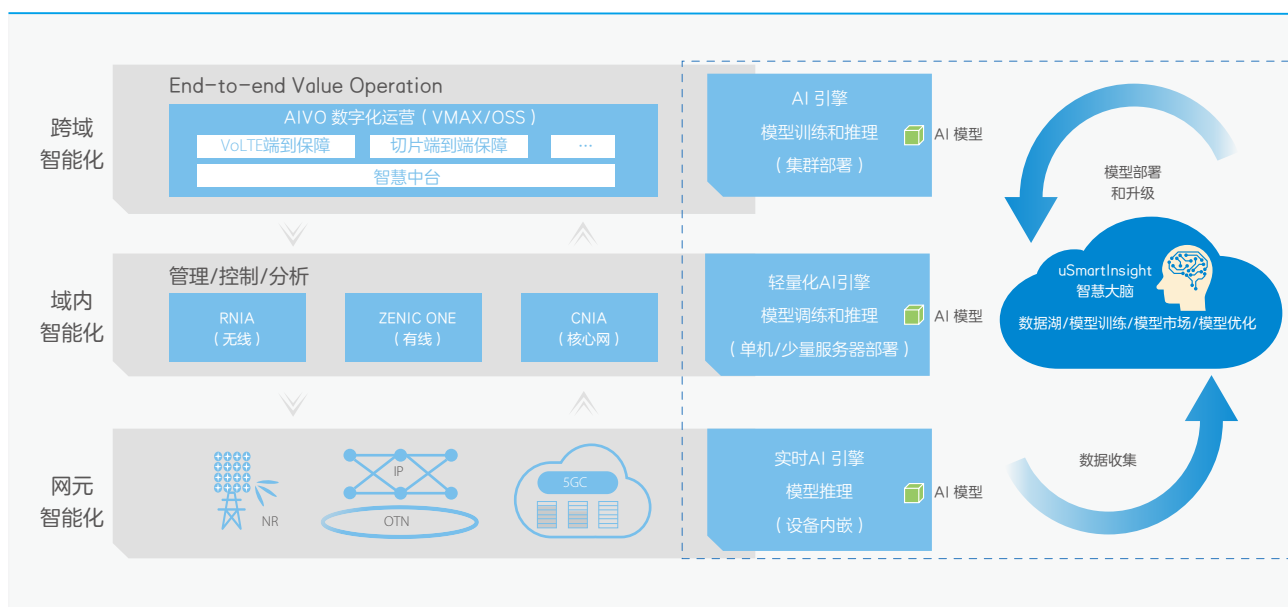


图 2-1 自主进化网络架构

uSmart RNIA是中兴通讯面向无线网络的规划，建设，维护，优化以及运营等场景，通过网络生命周期的各个发展阶段全面引入AI，基于网络分析、控制和管理三大能力，构筑意图驱动的端到端智能化闭环，自主进化，保障网络连接和性能SLA承诺，

实现无线网络的单域自治闭环，助力运营商简洁快速建网，低成本高效运维，精准拓展个人和行业业务。

自主进化网络演进将是一个长期的过程，需要结合运营商网络现状、5G技术成熟度以及运营商网络演进策略等

分阶段逐步推进。

自主进化网络方案从人与机器之间的分工协作、逐步解放人力的角度，将网络演进过程划分为五个阶段：L1辅助运行、L2初级智能化、L3中级智能化、L4高级智能化和L5完全智能化。

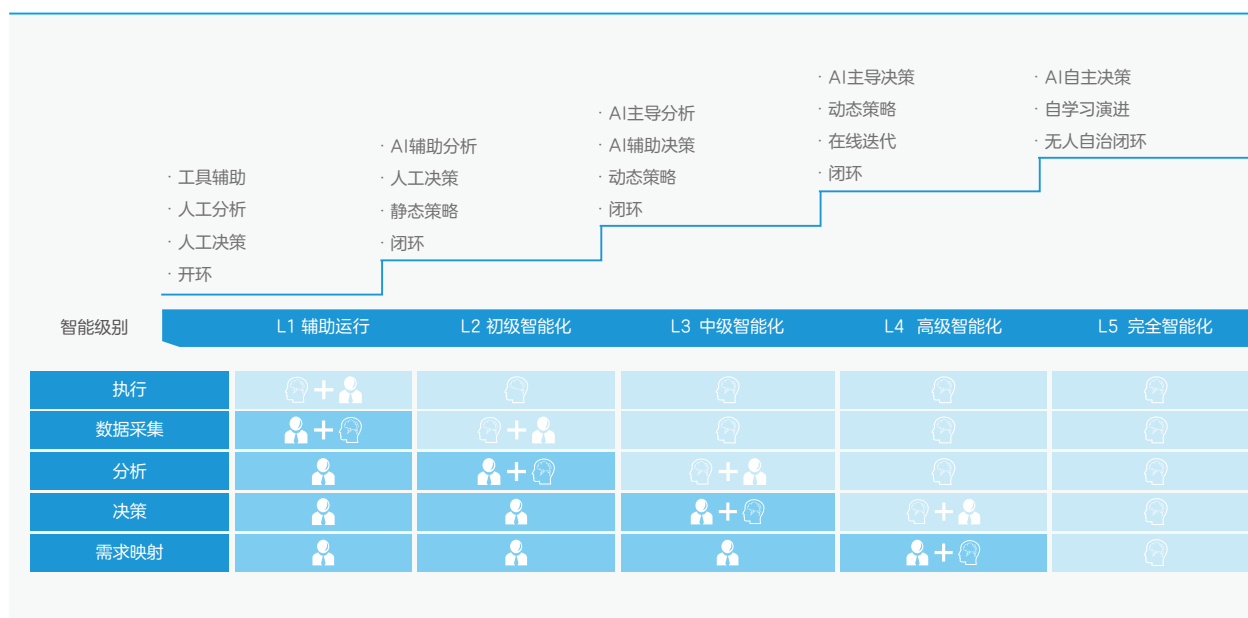


图 2-2. 自主进化网络分级分阶段演进

自主进化网络各级别特征如下：

L1 辅助运行：部分场景下依据人工定义的规则由工具辅助完成数据收集和监测过程，分析、决策和需求映射由人工完成，通过工具简化部分人工操作，不支持完整流程的智能化闭环。

L2 初级智能化：部分场景可实现从数据感知、分析和执行的智能化，主要依赖于专家经验的静态策略，同时决策和需求映射仍依赖人工，支持网元级小范围的智能化闭环。

L3 中级智能化：针对大部分场景，系统自动完成数据感知、分析和执行，可以在一定范围内进行策略的动态调整，复杂决策仍然依赖人工，可完成单域级的智能化闭环。

L4 高级智能化：数据感知、分析、决策、执行全部由系统自动完成，系统的决策水平也可不断迭代优化，大多场景形成完整的智能化闭环，仅部分场景需人工参与需求映射或决策优化。

L5 完全智能化：在全部场景中，由系统完成需求映射、数据感知、分析、决策和执行的完整智能化闭环，实现全场景完全自治，系统可以通过自我学习进行持续演进。

随着智能化等级的逐渐提升，越来越多的工作由机器承担，运维人力获得极大地优化。但无论何时，网络系统仍然在人的掌控中，人随时可以介入干预并拥有最高权力。

无线网络智能化设计架构

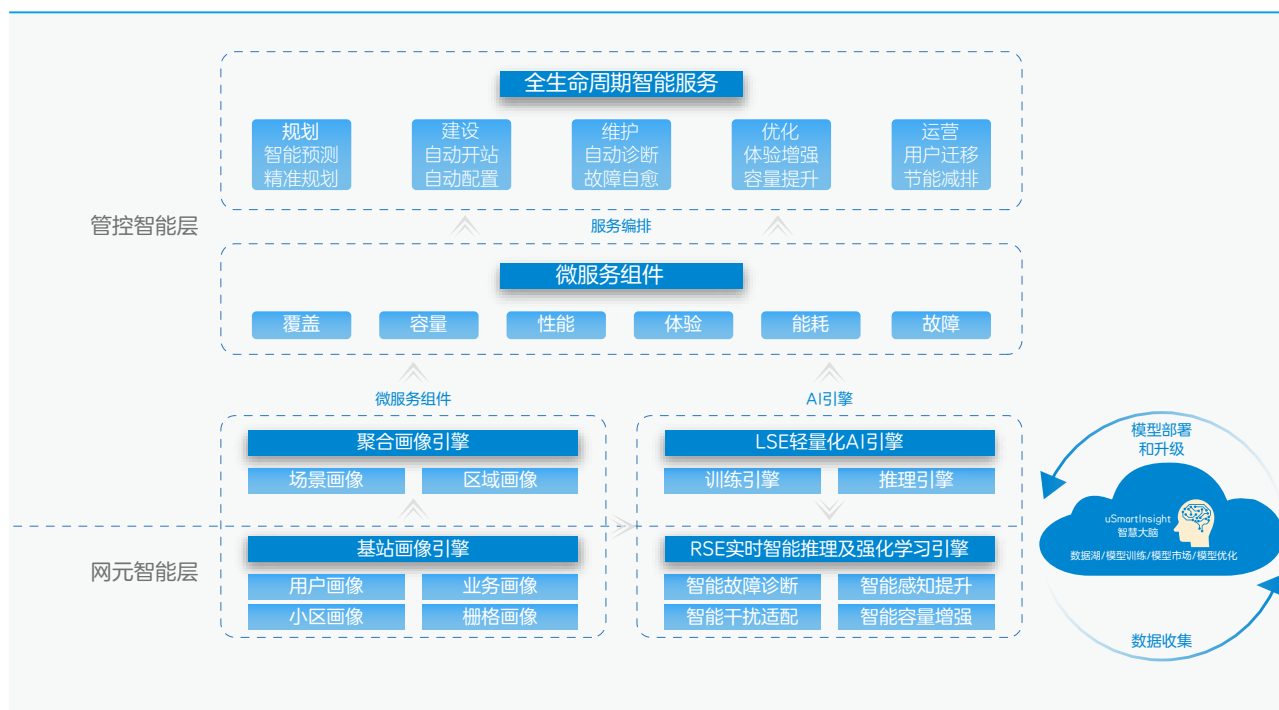


图 2-3 无线网络智能化架构

无线网络智能化架构，基于网元/网管分层设计和协同化智能提供不同时空粒度下的最优服务，并通过uSmartInsight智慧大脑为各级智能化模块持续输送经过深度训练的优质模型：

网元智能层：

基站画像引擎：在用户、业务、小区、栅格等维度基础画像的基础上，以业务应用为中心生成目标驱动型画像，向网元智能化功能以及更高层次的画像聚合提供基础数据

实时智能引擎 RSE：提供网元级闭环的智能化服务，如智能干扰检测及资源适配、智能 AMC、智能功控、智能多用户空分配对等

管控智能层：

聚合画像引擎：提供场景、区域、城市不同等级的画像服务

LSE 轻量化 AI 引擎：提供机器学习模型训练及推理服务

微服务组件：提供覆盖、容量、体验等基础业务分析服务

全生命周期智能化服务：基于聚合画像引擎、LSE 引擎、微服务组件提供的基础服务以及规划、建设、维护、优化、运营不同意图驱动下的服务编排与应用构建，从最佳投资回报的网络建设到网络运营效率的最优化，提供不同场景、不同时期下的智能化服务。

无线网络智能化应用概览

基于多年来在无线领域的耕耘和对无线通信和 AI 技术的深刻理解。我们认为，针对无线网络规划、建设、维护、优化、运营的各个阶段，运用 AI 技术，聚焦价值场景，解决网络运营中的问题为运营商的核心诉求。在此，我们根据实际应用中的核心诉求，按照无线网络分级进化的要求，描绘了无线智能网络智能化应用的全景。

在下一章节中，对于其中的 8 个典型应用场景，通过实际的测试或应用，AI 不仅能大大提高网络建设、管理、维护效率，还能帮助运营商精准拓展个人和行业业务，完成传统人工“不可能完成的任务”，这也充分说明以 5G 为代表的“无线通信网络 +AI”大有可为。



智能化功能场景重点服务于 5G，覆盖“规/建/维/优/营”全业务流程，目前整体能力处于 L2 水平，当期场景开发完毕后，大部分达到 L3

图 2-4 无线网络智能化应用概览



无线网络智能化典型应用

精准规划



图 3-1
5G 网络精准规划流程

无线网络建设和扩容离不开网络规划。传统的网络规划，特别是扩容规划，需要现场路测和勘察，再结合网管统计数据一起分析，全程人工操作，成本高，规划周期长，而且很难做到全网级的精准规划，从而导致网络多次调整或部分区域预算不足，影响网络总体质量和区域用户体验。引入大数据和人工智能后，全网自动化精准规划成为了现实。

4G 网络精准规划基于大数据、自动化和 AI 技术，采集全网用户的 MR 数据和网络性能数据，结合现网站点工参和地图等信息，从网络覆盖、竞对差异以及 AI 深度挖掘后的容量 / 流量和用户感知等多个维度找出网络的价值建设区域（高价值低用户体验的区域）。针对网络价值建设区域自动进行站点规划，匹配合适的站型。再根据 AI 算法建模，预测建站后的效果。最后对站点建设的优先级进行排序并自动输出规划报告。

5G 网络的精准规划先基于 4G 网络的价值区域 / 网络热点筛选出高价值的 5G 建设站点，在保证 5G 网络覆盖连续的情况下自动完成剩余区域的 5G 站点规划，并智能预测规划的 5G 网络的覆盖效果。再根据 AI 算法，对规划的 5G 站点和其覆盖场景自动匹配最优的天馈初始权值以减少后续网优的工作量，缩短无线频谱优化周期。最后对规划的 5G 站点按价值的高低排序，确定建设优

先级。

基于大数据+自动化+AI的网络精准规划，高效完成全网洞察，并预测未来，让网络规划更符合实际业务发展需求，实现4，5G覆盖和容量的协同规划，让投资更精准，效益最大化。

精准规划总体处于“L3 中级智能化”阶段：针对大部分场景，系统自动完成数据感知、分析和执行，可以在一定范围内进行策略的动态调整，复杂决策仍然依赖人工，可完成单域级的智能化闭环。

未来，随着输入数据和分析案例的不断丰富，系统的自动化和 AI 算法的不断完善，精准规划仅需人工设置网络规划目标，系统会自动完成决策并迭代输出最优的网络规划方案，无需人工介入调整。

目前在国内电信市场网络规划，我们采用精准扩容平台，累计已完成超过 70 个项目的分析。2020 年上半年应用于 20 多个项目中，其中有 18 个项目完成了 5G 智能预规划。

在某地市移动项目上，使用该方案帮助客户迅速识别出网络中流量受到压抑的 7 个小区并输出扩容方案。对这些小区扩容后，忙时总流量从 39.1GB 提升到 55.5GB，增长 42%。

自动部署

随着 5G 技术的不断成熟，各运营商已经开始规模部署 5G 网络，引领移动通信走向新阶段。运营商在部署初期最关注的就是 5G 站点的开通入网，以尽快完成基础覆盖，形成市场竞争力。

站点开通入网并保障 KPI 达到验收标准，基础参数配置是关键。就 NSA/SA 5G 新建站点来说，邻区配置、ENDC X2 和 Xn 配置，以及后续的邻区优化和 PCI 优化，是网络开通部署和初期优化的第一步，而人工操作的低效成为大规模开站的难点。为解决外场难题，5G SON 方案使用 AI 算法发现问题、丰富手段，提高效率、实现邻区及链路的智能识别、自动组织、编排和纠错，助力 5G 网络的快速建设。

根据无线网络智能化分级，自动开站处于“L2 初级智能化”阶段：自动开站主要是根据规划参数，进行站点的自建链、自配置和参数的自优化，实现基站自动部署，主要价值是实现自动化，提升工程部署效率。

自动开站为工程人员提供便利快速开通基站能力，目前基于网管配置操作，未来可以基于 AI 技术自动进行流程配置、操作和监控，实现更为灵活更为高效的开通部署。

在某省 5G 建设现场，通过 SON 功能，将传统的单站开站所需的 20 分钟缩减到 100 个站点开站时间仅 3 分钟，并且实现自动监控，确保数据不会漏配，效率提升上百倍。而自优化功能则节省网络优化人员 40% 的时间，大幅提高 5G 网络部署的效率和精准性，提升了网络质量。

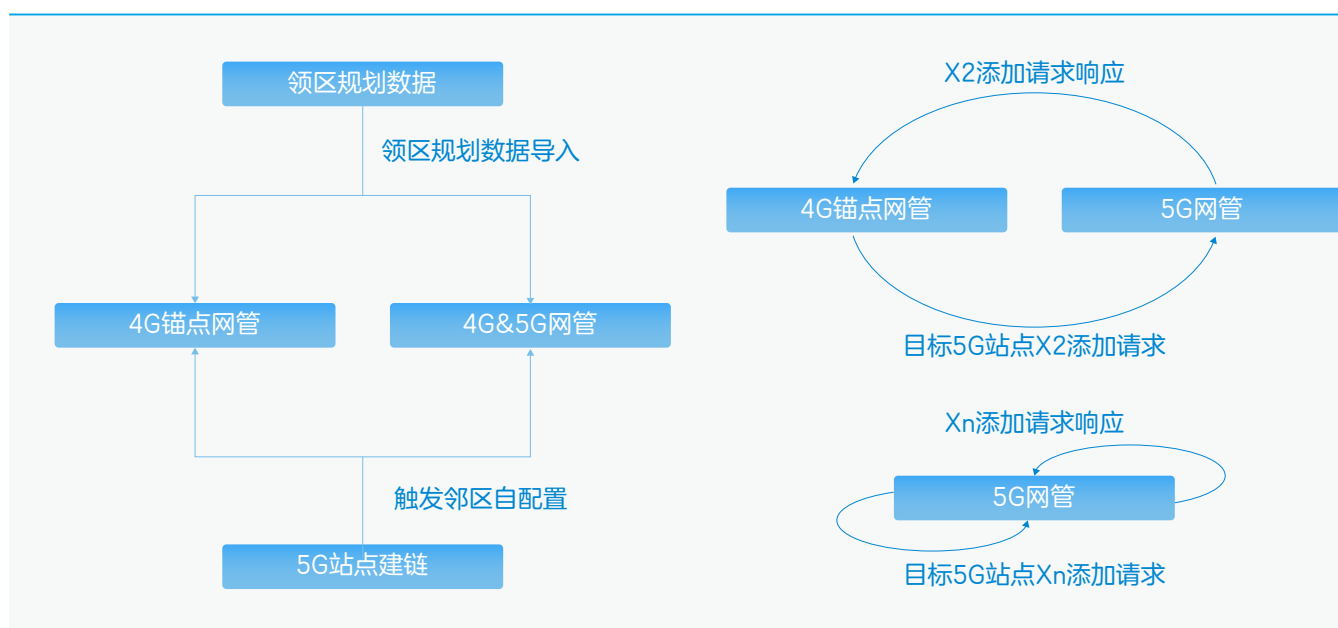


图 3-2 邻区和 X2/Xn 自配置流程

智能告警处理

告警处理是无线网络运维的重要工作。在无线网络中存在基站、传输、电源等多种类型网元，基站又有 BBU 和 RRU 相互关联，一个故障往往会产生大量非根因告警，快速过滤找到根因告警并迅速修复故障对于打造高质量网络至关重要。智能告警处理方案 AAX (Alarm Automation Expert) 利用 AI 技术对海量告警数据分析挖掘，自主完成告警关联和根因分析，减少无

效派单；快速定位故障根因并通过可视化方式呈现，帮助运维人员高效处理工单，大幅缩短故障定位时间，助力网络运维降本增效。

智能告警处理方案从垂直 (小区 -AAU-DU-CU/ 小区 -RRU-BBU) 和水平 (站间 /CU 间 /DU 间) 两个维度进行关联分析，抽取网元 ID，告警代码，告警位置，生成时间，恢复时间等特

征数据，对外场数百万条历史告警数据进行 AI 训练，综合皮尔森系数、频繁项集、置信度等进行算法调优建立模型，经过业务专家确认和离线验证后，生成告警关联规则库进行现网部署。启用告警关联规则后，可自动对告警进行关联性分析，将多条衍生告警合并到一条根源告警下，帮助运维人员快速定位故障。

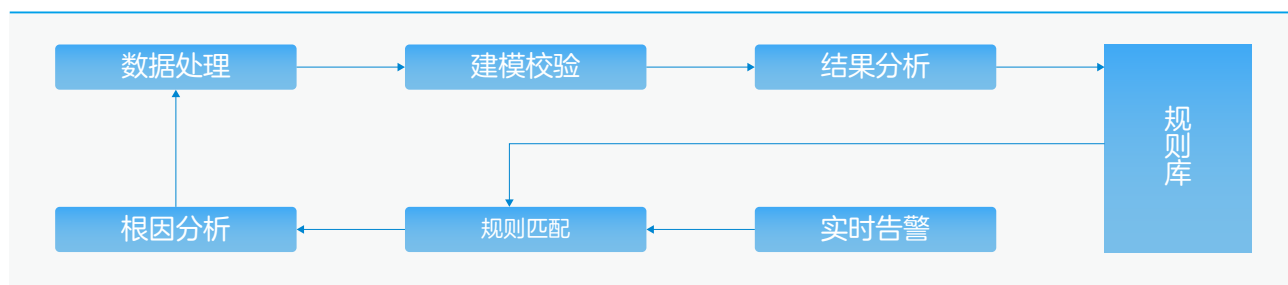


图 3-3 告警根因分析流程

AAX 告警一键诊断从网管和网元两个维度对基站告警根因进行自动化诊断，对当前告警各维度数据进行综合分析、自动逐一执行每个排查步骤、可视化呈现诊断结果。

智能告警处理目前处于“L3 中级智能化”阶段，针对大部分场景，系统自动完成数据感知、分析和执行，可以在一定范围内进行策略的动态调整，复杂决策仍然依赖人工，可完成单域

级的智能化闭环。

未来，会利用现网大数据继续挖掘更多告警关联规则，实现更高的告警压减率。实现告警自动诊断和自动处理，对于无需人工介入的故障进行自动修复，对于需要人工介入的故障，给出明确的处理建议。

在国内某省，我们已经完成了网络设备的告警根因定位分析能力测试及验

证，测试结果表明在原有专家经验的告警压缩策略基础之上，智能故障定位能力还可以进一步压缩 47% 的告警量。

在现网验证显示中，根据告警压减关联规则，退服类告警压减率达到 52.7%，告警一键诊断处理建议明确有效，极大提高了故障排查效率，真正通过 AI 技术实现无线网络运维领域的降本增效。

天线权值自优化

5G 的关键技术之一 Massive MIMO，通过利用大规模阵列天线和三维波束赋形，有效提升复杂场景下立体纵深覆盖和系统容量，也是 5G 商用网络的基本特性。相比传统天线，Massive MIMO 大规模阵列天线具有更多参数调整维度，包括水平波瓣宽度、垂直波瓣宽度、方位角、下倾角和波束数量，每个维度都可以进行精细化调整，一个小区理论上可能的天线参数权值达上万种。在实际网络中靠人工根据场景 / 业务变化进行多小区协同优化调整，几乎不可能完成。

AAPC 方案采用人工智能搜索算法，基于测试报告数据实现自动采集数据、自动优化分析、自动下发权值和自动验证结果的全流程自动优化，大大节省人力和时间，提高网络优化效率。

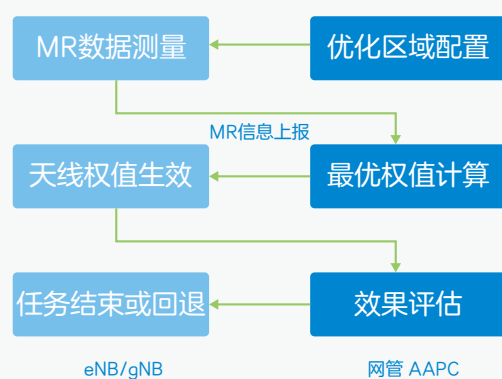


图 3-4 AAPC 天线权值优化流程

选择目标区域后，采集目标区域内的 UE 相关信息，获取 UE 的信号强度、位置及路损信息，综合考虑覆盖及干扰等因素，设置优化目标和迭代次数，采用 AI 搜索算法寻找最优解。Massive MIMO 天线参数权值组合众多，多小区协同时其解空间超级庞大，对 AI 系统的算力要求非常高，遍历搜索时间过长，不可接受。AAPC 方案基于实际网络可接受的优化目标和搜索时长间的平衡考虑，对解空间（天线权值组）进行优化，通过仿真学习，舍弃效果不明显的权值组，并设置最大迭代次数，降低对算力的要求，同时也大幅减少最优解的搜索时间。AAPC 根据不同场景、用户分布和优化目标，给出优化权值，下发网元执行后再通过 UE 上报数据验证优化效果，进行下一次优化迭代，如遇 KPI

劣化，则直接回退上一权值组。

AAPC 在人工选择区域和进行任务设定后，系统根据优化目标实现流程全自动分析处理和执行，形成闭环，现在处于“L3 中级智能化”阶段。

AAPC 未来会丰富应用场景，针对问题区域、突发事件区域，通过告警和性能数据的紧密关联，实现覆盖参数自动优化。在实现网络宏观覆盖质量稳定提升的前提下，在微观层面实现更精细化和针对性的优化。

在某外场试点中，测试验证原来需要 40 人天的工作量，现在只需要 2 人天就可完成，效率高，效果好。相比较于权值优化调整前，整体覆盖提升明显，RSRP 提升 5.5dB，SINR 提升 2.4dB。

波束类型	类型	平均 SSB RSRP (dBm)	平均 SSB SINR (dB)
单波束	优化前	-92.77	4.74
	优化后	-87.25	7.1

表 3-1 AAPC 优化前后覆盖性能对比

KPI 异动检测

无线网络关键性能指标 (KPI) 是网络质量好坏的直接体现。KPI 异动往往预示着网络某个层面出现问题, 运维人员每天面对成百上千 KPI 变化和大大小小的告警处理, 很多时候疲于奔命, 对 KPI 监控无法做到精确化和快速化处理, 经常等到用户投诉了才发现 KPI 的异常, 才启动处理流程, 十分被动。中兴通讯无线智能运维系统借助 AI 人工智能, 结合机器学习和专家规则来实现无线网络 KPI 的异常检测和故障诊断的自动化, 相当于一个 24 小时运行的“网络健康监测和诊断仪”, 为网络医生们提供数据分析和根因诊断。

KPI 异动检测是以 CM/PM/FM/Log 为数据源, 聚焦 KPI 评估和分析的智能化工具, 具有以下特点:

1. 实时发现关键 KPI 指标的异常

能够在 KPI 指标发生异动的首个粒度内, 及时发现网络的异常。

2. 基于动态阈值的检测方式, 避免误报漏报

基于网络长时间运行的历史数据, 学习网络 KPI 指标的正常范围, 基于此预测未来粒度的 KPI 指标, 避免因潮汐效应以及网络基础条件等差异导致的误报, 漏报。

3. 基于机器学习的方法给出异常的根因分析, 大幅提升效率, 节省人力

基于网络时间维度的关联分析以及专家经验固化的学习模型, 实时给出 KPI 异常的根因分析, 大幅缩减问题排查的时间, 提升效率。

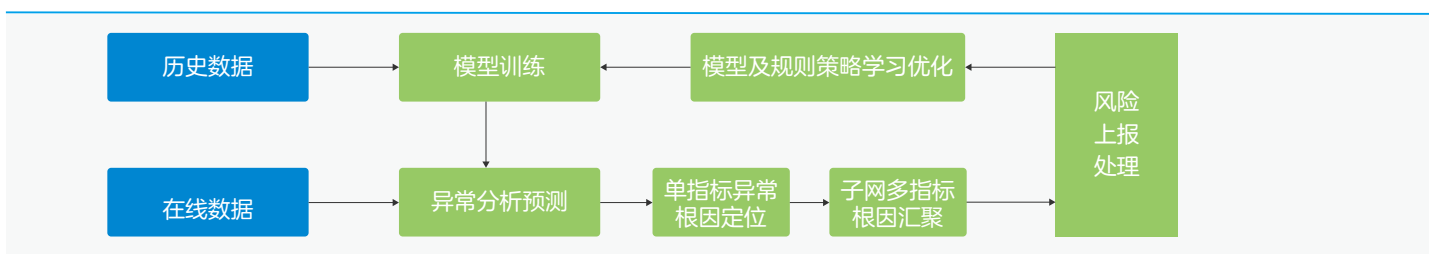


图 3-5 KPI 异动检测流程

根据无线网络智能化分级，KPI 异动检测目前处于“L3 中级智能化”阶段：针对大部分场景，系统自动完成数据感知、分析和执行，可以在一定范围内进行策略的动态调整，复杂决策仍然依赖人工，可完成单域级的智能化闭环。

将来，KPI 异动检测的数据感知、分析、决策、执行全部由系统自动完成，系统决策水平不断迭代优化，大多场景形成完整的智能化闭环，仅部分场景需人工参与需求映射或决策优化。

未来在定位到根因后，大部分场景都可以由系统来完成闭环处理，少部分无法自动化处理的场景由人工介入完成处理。例如，针对覆盖问题导致的 KPI 异常，系统可以计算出最优天

线权值，自动下发激活，自动验证闭环，如果 KPI 不理想则自动回滚参数，来达到完整的智能化闭环。

在外场验证期间，某子网 LTE 的 E-RAB 建立成功率突然从 99.9% 下降到 99.2%，系统异动根因检测功能很快发现并下站分析本次异动的根因，快速定位到故障基站，发现这个基站的一个小区的成功率指标下降到 0，引发全网相应指标异常波动。通过告警关联分析，在 KPI 异动时间点，小区出现一次 RRU 异常导致退服，得出 RRU 故障导致本次指标下降异动的结论。整个故障定位分析时间不到 10 分钟。而以前通过人工分析，一个有经验的工程技术人员通过网管统计 KPI 分析指标异动，关联告警、日志，下站 TopN 小区直至找出问题所在，至少得 2 小时。



AI 节能

网络能耗看基站，无线网络中基站的数量远大于其他设备数量，随着覆盖范围和容量的增大，其能耗占比高达 65%-80%；在 5G 时代，由于射频模块 MIMO 数量大且输出功率高，5G 基站的功耗是当前 4G 基站的数倍，或将成为新一代的“电老虎”。节能降耗已成为摆在运营商面前亟待解决的挑战，中兴通讯秉承绿色环保理念，推出 AI 智能节电方案，有效为客户降低网络能耗。

中兴通讯 AI 节能方案借助人工智能的数据感知能力、分析能力、意图洞察能力，在网络设备层引入 AI 加速器，对现网数据进行快速训练和建模，在不影响基站业务的前提下，实现基站节能效果最大化。

关键技术一：

场景识别、一站一策。通过对工参、MR、节能策略、配置信息和历史话务等数据训练分析，自动区分节能场景，一站一策生成小区级节能策略。

关键技术二：

小区级话务预测，实现节能开启时间最大化。根据历史数据，区分出正效

应、负效应以及无效应三类小区，采用周内同天的子序列拆分预测法，同时结合节假日因子对预测指标的影响，利用二阶指数平滑预测的算法，得到计算性能最优、优化效果最好的预测模型。将RRC链接用户数及上下行PRB利用率预测数据与站点真实话务进行15分钟粒度对比，预测准确率超过90%，可实现精准的节能时间窗设定。

关键技术三：

基于KPI的在线参数门限迭代优化，找到性能和能耗的最佳平衡点。按小区动态学习最佳节能触发门限，如上下行PRB利用率，RRC链接用户数等，对节电启闭门限参数实时调整及回滚，找到最优的节能门限值。

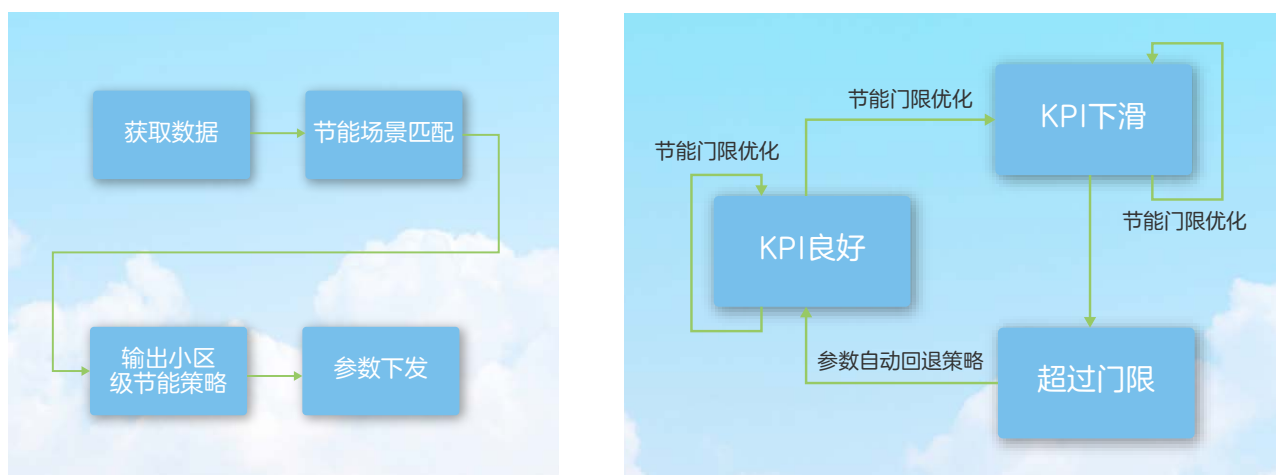


图 3-7 AI 节能门限优化

根据无线网络智能化分级，AI节能目前处于“L3中级智能化”阶段：针对大部分场景，系统自动完成数据分析、话务预测和策略执行，可以在一定范围内进行策略的动态调整，可完成无线网络的智能节能闭环。

将来，AI节能方案将逐步演进，实现更多场景识别及功能选择，如：多制式间策略自动优化，自动识别多层覆盖小区，最终实现自治闭环。

此方案在某运营商进行应用，从100+

小区，1000+小区，直至10000+小区，三个阶段的商用验证，节能减排效果显著：

一周时间即可实现节能和网络性能的平衡，相较传统节电方案半年的部署时间，大大节省人力成本；

节电有效激活时间增加了150%至300%，平均节电时间是传统节电方案的2.5倍；

整个网络（10000多个小区）每周可

节省超过21,000度电，相当于每周节省20.6吨碳排放，全网节能效果可达10%。

智能节能开启后，相比人工节能，系统KPI更平稳、用户感知更好。

根据测试结果粗略估算：若中国全网400万站点中60%开启AI智能节电，则每年可节约7.8亿度电，减少碳排放62万吨。

智能 用户迁移

2020年初，工信部发布推动5G加快发展的通知，全力推进5G网络建设、应用推广、技术发展和安全保障，加快用户向5G迁移。为了更好地响应并贯彻工信部要求，国内各运营商不断加大5G网络建设，通过网络手段与营销手段将存量2/3/4G用户不断从低效率网络制式迁移至更高效的5G网络中去，提升5G网络的经济效益和社会影响。为此，我们开发了智能用户迁移方案，一方面通过智能营销/市场策略+智能优化最大化5G网络效率，另一方面通过智能化精准规划最大化投资收益潜力；形成4G网络用户向5G网络迁移的大循环，通过全流程的智能迁移闭环，保障5G网络投资收益的最大化。具体来看，包括以下几点：

潜力用户智能识别与精准营销——对于5G能力终端，通过终端能力信息以及核心网识别出来高价值/高流量用户，根据业务模型定制营销策略，促进用户终端升级；

基于覆盖效益的智能规划——对于有5G终端，但是无5G网络覆盖或者5G弱覆盖区域，识别价值区域，利用智能精准规划办法实现站点增补，拓展5G覆盖边界；

用户智能识别唤醒5G功能——具备5G能力的终端处在5G网覆盖范围内，却没有主动开启5G功能，对于这部分用户，智能识别，利用市场、营销策略促成用户开启5G功能；

基于网络效益的智能参数优化——识别4/5G驻留时间占比、流量分布，通过智能参数优化制定驻留策略，提高5G业务占比；

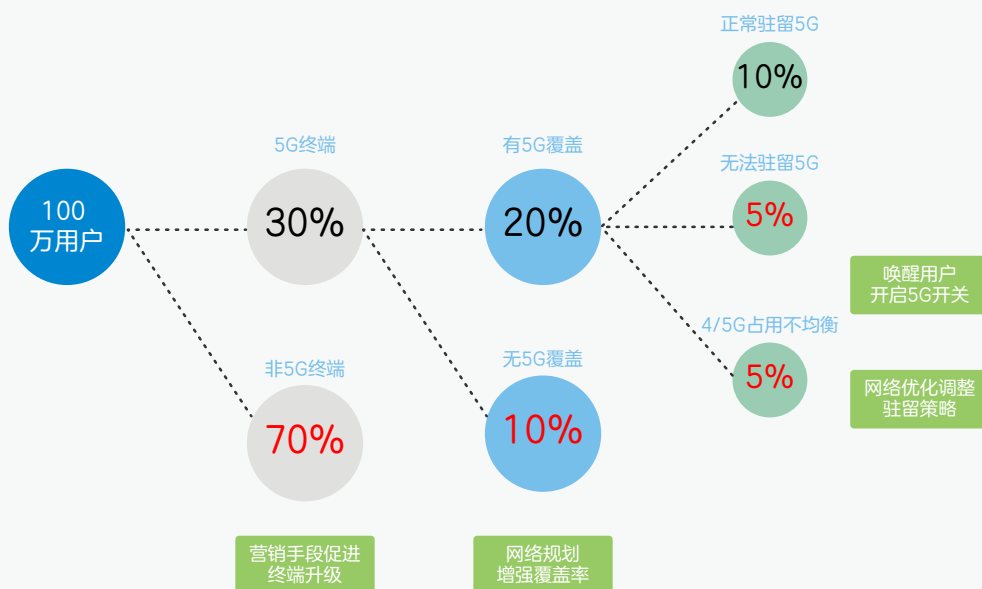


图 3-8 智能用户迁移



智能用户迁移当前处于“L3 中级智能化”阶段，可实现全智能分析，精准支撑营销、优化、规划等各个方面的决策。

终端是网络业务增长的基本要素，精准化的终端迁移是提升网络效益的原动力。将来，智能用户迁移将通过以下两个方面的演进精准驱动 5G 网络的发展和提效：

场景级 / 区域级 / 城市级逐层智能扫描，宏观协同最优化迁移策略；

即时收益与用户体验（尤其是高价值用户）协同智能分析，平衡短期效益与长期潜能。

国内 5G NR 网络二期建设已经接近尾声，但从投入回报来，5G 网络整体利用率低，普通商用用户数量少，如何将驻留在 4G LTE 网络中的用户迁移至 5G NR 网络需要积极推动。中兴通讯智能终端能力分析，通过驻留在 LTE UE 中的话单进行 UE 5G 能力分析，全面准确地评估网络中的 UE 5G 能力，如 NR 版本、频带等，运用本信息以及测试报告定位信息，能够获知小区级以及 GIS 级终端能力分布信息。

更进一步，连同终端能力分析功能，结合 5G 网络规划建设情况、网管指标与核心网数据梳理逻辑，用户迁移场景可分为四类。

1. 终端不支持，需增加 5G 终端推广力度

2. 网络能力不具备，需加强网络规划增强 NR 网络覆盖率；

3. 用户人为设置仅驻留 LTE，需通过市场手段唤醒用户开启 5G 开关；

4. 4/5G 业务流量占比不均衡，需调整 4/5G 互操作参数，优化网络性能，提升 5G 应用占比，让用户获得较好的感知体验，增加 5G 驻留比。

边缘业务 服务质量保证

在 5G 应用中，客户需要网络在确定的场景下对确定的终端和业务提供确定的性能承诺，需要稳定低时延和高可靠性保障，而传统的针对客户的小区级平均 KPI 保障措施远远不能满足需求。边缘业务服务质量保证（Edge QoS），基于 AI/ML、边缘计算等技术实现用户级信道质量和业务特征的精准识别，匹配 PDCP Duplication、差异化重传策略和精准调度等技术，使能对行业客户精细化、确定性、连续性的低时延高可靠服务，实现 5G 网络中每比特的最佳效益。

运行于无线基站 MEC 上的 Edge QoS 组件采用 AI 智能算法对基站上下行业务进行业务特征识别，生成业务模型参数和保障要求（包大小、周期、到达时间、带宽、方向等），如：动态 QoS 与空口保障，Edge QoS 组件采用智能化算法识别视频业务流承载，动态生成业务特征参数并映射为无线网络 QoS 参数配置给基站进行动态 QoS 保障。度量上报，Edge QoS 根据基站反馈的 SLA 度量信息，评估 QoS 保障结果，在线优化智能算法策略。



图 3-9 边缘业务服务质量保证流程

根据无线网络智能化分级，Edge QoS 目前处于“L3 中级智能化”阶段。针对大部分场景，系统自动完成数据采集、分析和执行，在一定范围内进行策略的动态调整，复杂决策仍然依赖人工，可完成单域级的智能化闭环。

未来，通过 AI 和大数据在云端提供策略驱动的应用指导和特性，智能模型训练和更新，生成非实时的策略，下发至基站 Edge QoS，基站 Edge QoS 将依据业务感知、位置感知、无线感知和 UE ID 感知能力提供的服务，完成近实时推理，生成近实时策略，发给基站执行动作，实现实时智能化闭环。

Edge QoS 服务根据业务特征模型生成对应的网络调控参数，可提供业务流级的 QoS 保障，做到整个业务流程过程端到端可测可控可视。解决了行业客户基于视频监控的远程操控场景的高成本，难维护，人工强度大的问题。广泛地应用于远程控制，远程医疗，生产 AGV，AR/VR 等场景中。

无线网络智能化展望

无线网络的智能化演进是大势所趋，当前无线网络智能化还处于起步阶段，我们认为，无线网络智能化会在以下三个方面有序地实现无线网络的完全智能化。

首先需要夯实基站画像等基础功能，实现 RAN 的数字化；同时，在网元侧提供强大算力，研究和开发对客户有价值的算法和用例，让 AI 解决实际的问题。

其次，在垂直维度上引入知识面，在 RAN 的不同层级搜集预处理数据和原始数据，然后通过 ML 将其转化为知识，并利用这些知识进行决策。

网元层：将网元层的基站画像按照场景和区域等维度聚合，使得数据更利于被上层的应用调用。

管控层：在 RSE 实时智能引擎的基础上，扩充训练引擎和推理引擎组成 LSE，实现中等周期下的较大范围的智能化应用。将画像引擎、AI 引擎和传统基本功能组件（如覆盖、容量和性能等）进行服务能力编排，灵活实现无线网络全生命周期的智能化。

最后，引入数字孪生，使能无线网络的智能闭环。数字孪生包含如下三个阶段：

网络画像：对各个网元实体的外部环境 with 业务特征等进行数字化建模，形成“基站画像”、“用户画像”等，进而组成“网络画像”，将物理世界发生的一切，准确映射到数字空间中。

孪生仿真：将 5G 产品核心算法甚至实现代码以 1:1 真实建模到数字孪生仿真平台，被“网络画像”真实输入数据流所激励，最大限度模拟真实产品特性，力求 1:1 复现产品在复杂外场环境下的真实性能。

智能闭环：突破了单纯的建模 -> 仿真 -> 反馈的传统式冗长机制，强化实时、互动，让虚拟数字世界的系统融合人工智能作为大脑，自我生长，修正自身，将结论实时作用于真实物理世界，两者共生共存。

无线网络智能化的发展是循序渐进的，我们将以开放、合作、共赢为宗旨，与运营商及合作伙伴携手努力，共同推动无线网络智能化的发展。

缩略语	英文说明	中文说明
AAPC	Antenna Automatic Pattern Control	天线自动权值控制
AI	Artificial Intelligence	人工智能
KPI	Key Performance Indicator	关键性能指标
MEC	Multi-Access Edge Computing	多接入边缘计算
MIMO	Multi-Input Multi-Output	多输入多输出
MR	Measurement Report	测量报告
NFV	Network Functions Virtualization	网络功能虚拟化
NSA/SA	Non Standalone/Standalone	非独立组网 / 独立组网
PDCP	Packet Data Convergence Protocol	分组数据汇聚协议
PRB	Physical Resource Block	物理资源块
RAN	Radio Access Network	无线接入网络
RRC	Radio Resource Control	无线资源控制
RSRP	Reference Signal Receiving Power	参考信号接收功率
SDN	Software Defined Network	软件定义网络
SINR	Signal to Interference plus Noise Ratio	信号与干扰加噪声比
SON	Self-Organizing Network	自组织网络
SLA	Service-Level Agreement	服务等级协议
UE	User Equipment	用户终端

中兴通讯版权所有

转载、编摘或利用其他方式使用本白皮书的全部或部分内容的，应注明来源
违反上述声明者，著作权方将追究其相关法律责任