

ZTE中兴

视频自智网络白皮书

2022年12月

中兴通讯股份有限公司

引言

目前，为了加快推进网络自主维护和自我优化，主流电信运营商大部分已经把自智网络的系统化构建和演进作为其发展的核心战略，制定了自智网络目标愿景和清晰的实现路径。基于愿景和方案构架，各运营商已经或正在制定适合自身发展的企业标准。“场景用例+参考架构+分级标准+技术规范+效果度量”的标准化方式得到共识。这些标准，除了使自智网络有了落地的依据，也对消除不同厂家的数据标签壁垒，为提升产业协同、繁荣自智网络生态奠定了基础。

视频作为基于运营商基础网络的重要应用，对于视频业务的业务平台和内容分发的网络自智，也是亟需思考的方面，本白皮书从研究背景、国内外现状、方案架构、应用场景和未来展望几个方面进行阐述。通过对基于自智网络的视频应用研究，提出自智网络在视频业务侧的思考和智能运维服务。希望能够为产业在视频网络自智方向上，为相关技术、产品和解决方案等方面提供参考和指引。



目 录

1. 研究背景.....	4
2. 国内外现状.....	5
2.1 国际标准制定.....	5
2.2 产业实践.....	6
2.3 自智网络视频应用	7
3. 视频自智网络目标愿景.....	8
4. 视频自智网络目标架构.....	9
4.1 场景特征.....	9
4.2 方案体系架构.....	10
5. 视频自智网络应用场景.....	11
5.1 运维标准化.....	11
5.2 运维集中化.....	14
5.3 运维自动化.....	17
5.4 运维智能化.....	21
6. 未来展望.....	23
缩略语列表.....	25
参考文献	25

01 研究背景

电信运营商 IPTV 业务 (包含以互联网电视形态开展的电视服务) 经过 10 余年的发展, 用户规模体量巨大。据工信部数据, 截至 2022 年 10 月底, 全国运营商 IPTV 总户数 3.74 亿、对固定宽带 (5.83 亿户) 的渗透率达 64.2%。如何在高并发下实现对视频网络的自主治理, 如何及时应对网络问题以提供高质量的视频体验, 一直是运营商思考的问题。

运营商网络治理和数字化演进发展息息相关。预计到 2025 年, 中国数字经济规模将增长到人民币 65 万亿元, 信息服务业收入规模将增长到人民币 20.4 万亿元, 数字经济将持续高速增长, 呈现出“数字产业化、产业数字化、数字化治理和数据价值化”的发展趋势。5G、AI、云/边缘计算等前沿 ICT 技术更加成熟、融合和创新, 并且赋能千行百业深化数字化转型。

数字化转型及其蓬勃发展给运营商视频网络带来了新的发展机遇, 同时也带来了挑战, 主要体现在运营可靠性, 运维效率, 维护成本三个方面:

- **视频品质:** 新业务对网络提出了多样性需求。专网产品从连通性, 带宽, 延迟, 可靠性等方面提出了更严格要求。视频 2C 业务对流畅体验提出了更高要求, 如直播频道无法满足要求时实现频道级自动主备平台切换等。
- **运维效率:** 随着网络技术演进, 电信网络日益复杂。以人为主的运维模式已经无法满足效率的要求, 需要引入新技术及手段来提高运维效率, 实现维护作业的自动化和智能化。
- **运营成本:** 电信运营商运维流程中的自动化断点较多, 每个断点的拉通需要人为干预, 存量及扩容设备带来硬件维护和保险费用的增加, 运维成本逐年递增。

为了应对这些挑战, 近年来国际标准组织、主流运营商与设备厂商陆续提出自主进化网络/随愿网络/自治网络/自智网络等概念。经过各方充分探讨, 能够基于自配置、自修复、自优化的网络, 为最终用户提供零等待、零接触、零故障业务服务的自智网络成为电信行业认

可的发展方向，也为运营商视频业务的网络演进方向提供了新选择。^[1]

02 国内外现状

目前业界都在积极推动自智网络的研究和发展，国际众多标准组织在不断迭代更新相关技术规范。国内三大运营商中国移动、中国电信、中国联通以及华为、中兴等公司都在积极参与自智网络的标准制定和技术推广。

2.1 国际标准制定

自智网络的国际和国内标准也在积极制定中。基于 TM Forum 的产业需求和 ITU 的国际电联需求，3GPP 等权威标准组织也积极采纳，促进国际自智网络规范成熟，同时加速国内 CCSA 的标准落地。

TM Forum 自智网络项目组 (Autonomous Network Project/ANP) 于 2019 年 5 月成立，旨在为垂直行业用户和消费者定义全自动的零等待、零接触、零故障的创新网络及 ICT 服务。同时，TM Forum 还牵头和组织了跨多个标准机构的标准开发运作，目标是在自智网络领域的概念、框架、关键观点等方面达成共识，推进跨组织协同。目前 TM Forum 已发布多个自智网络相关标准，涉及架构、演进等级、意图驱动、闭环控制等方面。^[2]

ITU 于 2020 年 12 月成立自智网络焦点组 (FG-AN)，聚焦自智网络标准预研工作。已发布的 Y.317X 系列标准规范包括自智网络在内的网络智能化的要求、架构、分级等相关标准，具体的意图、感知、沙箱等相关标准仍在研究中。中兴通讯担任 FG-ML5G 及 FG-AN 网络架构组主席，在 ITU-T SG13 牵头 5 项标准，在 ITU-T SG2 牵头 1 项标准。

3GPP 从 R16 版本开始定义自智网络相关标准规范，其中 SA5 是自智网络相关项目最多的工作组，包括自智网络分级、闭环控制、意图驱动网络管理、管理数据分析等标准规范。

中国通信标准化协会（CCSA）的自智网络标准化工作在多个技术工作委员会展开，特别是网络管理与运营支撑工作委员会（TC7）。运营管理智能化是自智网络的核心内容，其标准化工作对推动自智网络的建设和发展具有重要意义。从 2021 年 7 月 CCSA TC7 第 33 次全体会议以来，自智网络相关标准和研究课题立项累计 25 项。中兴通讯联合牵头功能架构、技术架构、体系架构、分级评估等多项相关课题。^[3]

2.2 产业实践

三大运营商积极参与产业实践，目前已形成标准演进与落地实践双轮驱动的局面，有利地促进了自智网络产业的发展。

中国移动是业内首个设定 2025 年达到全网自智 L4 级的运营商。其从“产业标准推进、顶层设计、数智化能力建设与应用、能力评估与分析”4 个步骤闭环驱动能力水平从当前状态到目标级别的迭代提升。结合现网建设复杂网络的生产实践，中国移动创新性地提出“围绕客户发展与质量领先 2 大目标，实现资源管理、业务管理与客户管理 3 个闭环，协同网元、网络、业务、商务 4 个层次”的自智网络目标架构。在此基础上定义自智能力等级模型，对模型涉及的子场景进行全面梳理，并详细定义了 L1~L5 的分级评判标准，每年开展 1~2 次全网能力评级对比，准确识别能力短板，以评促建，有效的进行能力提升。针对能力测评诊断的短板，中国移动制定了新一代“25N”网管系统规划，指导省级公司全面能力建设。同时自主研发的“九天”AI 平台构建感知智能、诊断智能、预测智能、控制智能 4 大类 AI 能力。基于 AI 平台向省份子网提供通用的 AI 算力，算法模型。通过各省 AI 能力与应用上台，支撑成熟应用与能力的快速规模复制推广，实现整体 AI 能力的提升。^[4]

中国电信将自智网络建设作为云改数转战略的关键部分，并设定了“十四五”期末实现

网络自智能能力全面达到 L4 的目标。其自主研发的新一代云网运营系统实现贯穿客户/合作伙伴、产品、业务、云网的全程自智能能力。在业务敏捷开通，网络全生命周期智能管理，运维自智等方面进行了深入的探索。中国电信将从自智分级评估、云网运营自智能能力提升、产业生态合作三方面进行推进，加快网络自智能能力提升。

中国联通也设定了“2023 年自智网络等级达到 L3 级别，2025 年达到 L4 级别”的目标，2021 年提出了“四零四自”（四零：零等待、零故障、零接触、零风险；四自：自规划、自配置、自修复、自优化）的理念。明确“应用层-平台层-网络层”分层目标架构，总结了“三位一体”的方法论，推动运营商、设备商相向而行，构建可持续生态，牵引网络自智发展方向。^[3]

2.3 自智网络视频应用

目前业界有关自智网络在视频方面（如 OTT、IPTV）的应用的研究才刚刚起步，但类似的研究视频网络的自动化智能化运维的工作和实践有不少。

各大设备和服务提供商也积极参与视频网络的自智运维，中兴通讯大视频系统化监控、智能调度等方案已经在运营商广泛落地，成功帮助运营商面对视频分发资源不均、网络波动等问题。在重要的大屏业务上，助力运营商安心应对，保障视频网络系统的正常运行，最终达到降本增效的目的。视频网络链路长，跨域范围大，除大视频业务平台和 CDN 网络外，横跨内容源、核心网、承载网、无线、固网、终端，中兴通讯致力于实现端到端的视频网络优化提升，最终达到全域闭环的自智体系。基于这样的理念，中兴通讯在视频自智网络架构上做创新，提出“1 台 4 域 3 化 3 自”的实现架构，即基于一个统一运维工作台，面向运维闭环流程的业务配置域、实时监控域、故障处理域、安全容灾域，分别注智实现运维集中化提效，运维自动化监控排障和运维智能化预警和修复，实现家宽品质提升和系统的健壮性提

升，最终驱动视频网络系统运维向自发现、自修复和自优化的方向演进。

除了设备提供商，运营商也在做视频方面的自智规范工作。中国移动发布自智网络评级标准中，丰富了自智网络在视频应用的规范和要求。同时，对于省份运营商视频运维巡检作业上，集团下发巡检作业指导意见，旨在提升系统及业务日常维护作业效率，逐渐向自智网络方向演进。对于集团新一代“25N”网管系统规划上，中国移动发布对于 CDN 工作台的相关规范，旨在提高电视业务运维自动化与智能化水平，进一步实现电视业务自智网络搭建，规范总部与各省之间电视运维工作台交互过程，打破竖井维护方式，形成运维合力。这些动作也在强化视频应用在自智网络规划中的重要地位。

03 视频自智网络目标愿景

视频自智网络的最终目标是使大视频业务网络的运维逐步实现自主操作，通过数据驱动进行自学习、自演进，实现现网运维的自我治理，帮助运营商简化业务部署、减少人工投入、提升作业效率。

中兴通讯通过业务引领、开放引领及价值引领支撑愿景目标。业务引领要求从以网元为中心变为以业务为中心，促进资源调度，网络运维效率提升；其次数据与能力需要进行开放与共享，协助模式上也要保持开放，与运营商共生共建；第三点是价值需求引领，视频自智网络是运营商大视频运维的数字化转型的体现，转型过程系统改造顺序需要有价值引领。产品系统架构的升级，运营商网络改造及运维人员技能提升需要优先考虑价值大的需求。

中兴通讯参考业界视频网络现状并结合自身发展步调，提出逐步递进的战略规划，通过细化场景功能来实现目标愿景。首先，在 2022 年驱动自智等级从 L2 到 L3 的自动化提升，实现复杂运维工具的集中化和日常维护作业的自动化；在 2023 年驱动 L3 到 L4 的智能化提升，实现视频质差的提前预判、质差发生后的智能决策以及视频系统的自我修复；在 2024

年及往后，驱动全面实现 L4 并往更高的等级提升，实现视频网络的拓扑孪生，智能的模型算法不断迭代优化满足更多的场景，运维人员只需面对简单的交互页面即可把控全局资源协同，故障问题已在萌芽阶段被快速处理解决。

04 视频自智网络目标架构

4.1 场景特征

视频自智网络是实现降本增效、业务支撑的手段，具备以下几个特征：

- **从就近分配到灵活负载均衡：**原先基于 IP 地址就近分配 CDN 资源供用户进行服务，在突发流量激增和用户行为不稳定时，部分设备负载冲高导致服务质量下降，中兴通讯视频自智网络通过 AI 分析对 CDN 节点及设备的负载进行预测，在负载冲高前提前进行负载均衡，在负载冲高之后，也能保证快速的负载均衡策略执行，避免质差形成，保障用户的服务质量。
- **从简单容灾到精细内容运营：**当频道服务异常时，往往通过切换备直播服务中心，来保障用户的快速服务恢复，而再处理主中心的内容问题，中兴通讯视频自智网络通过实时的主备直播源频道的监控，当主直播源上频道出现异常时，自动对该频道实现源级切换，实现频道级的切换粒度，大大提高了切换效率，并且始终将优质内容优先服务于用户，促成不同内容方提升质量。
- **从单域闭环到端到端跨域协同：**视频服务关联端到端家宽品质，单从视频 CDN 来分析视频质量问题，难免受局限。从家宽品质提升出发，从内容源到业务平台，到 CDN，再到家庭网关，再到终端探针，这些都有可能影响视频质量。中兴通讯视频自智网络致力于从内容源到终端，建立完整的家宽品质端到端问题定位体系，实现更加精准的视频质差定位。

4.2 方案体系架构

1 台 4 域 3 化 3 自：基于对自智网络的理解和产品实践，中兴通讯提出视频自智网络解决方案。其基于一个统一运维工作台（1 台），面向运维闭环流程（4 域）—业务配置域、实时监控域、故障处理域、安全容灾域，驱动实现（3 化）运维集中化、运维自动化和运维智能化，最终达到视频系统运维（3 自）自愈、自修复和自优化的效果。

统一视频运维工作台作为基础底座，是视频自智网络的基石。视频运维自智能能力提升需要一套标准的数据指标体系，包括标准的数据采集体系、指标和告警体系、质差和故障图谱和 AI 识别归因算法，在此基础上汇集各网元、设备、甚至厂家数据进行性能、资源和故障感知，提升统一分析决策能力。

整个视频自智网路按运维流程分为 4 个域，业务配置域涉及业务的开通，包括网元软件的安装升级、资源编排、配置核查和业务拨测，满足业务配置侧的自动化执行；实时监控域主要针对不同场景实现多样化定制化监控，巡检作业可基于预先配置自动下发任务，点直播质量可基于日志作场景化分析，业务流程涉及网元可全流程跟踪监控；对于故障的处理，可分为事先预测和事后自愈，包括卡顿决策归因、硬盘故障预警、节点故障自愈和故障知识库，对故障的一体两面有完备的应对措施；对于安全容灾域，提供直播自动容灾，保障直播服务故障用户无感知切换，负载均衡减少 CDN 设备故障几率，业务平台多中心提升现网灾备能力，保障大屏端的服务正常，同样对于 OMC 自身，需具备自动容灾能力，保障自身运维支撑正常。



图 1：中兴通讯视频自智网络体系架构

05 视频自智网络应用场景

5.1 运维标准统一

中兴通讯视频自智网络运维，实现分散运维门户、平台和工具作统一管理，这就涉及到数据标准的统一，从数据采集的统一标准，到巡检监控的统一标准，再到质差告警的统一标准，最后到故障处理的经验库标准，这一套标准化的运维闭环流程无不时刻体现着标准统一的重要性。对于视频自智运维，中兴通讯已在业界广泛推广应用大视频运维标准，包括视频指标体系标准和质差评价体系标准。

5.1.1 视频指标体系统一

对于视频系统涉及网元及设备，需要建立一套单独的视频指标体系，包含硬件指标、RR调度指标以及CDN业务指标，从多方面完备地监控视频系统，指导运维人员有效发现问题。

表 1 硬件指标示例

指标	维度
CPU 平均 idle 使用率	设备
使用内存占比	设备
系统盘空间空闲率、媒体盘空间使用率	设备
硬盘 io 的 util 使用率	设备
网卡出向 IO、入向 IO、设备出向总 IO、设备入向总 IO	设备
软中断	设备
TCP 链接数	设备
网卡丢包率	设备
磁盘 IOPS	设备
硬件温度	设备

表 2 RR 调度指标示例

指标	维度
调度成功率	调度节点、设备
请求次数	调度节点、设备
重定向成功次数	调度节点、设备
调度时间 ms	调度节点、设备
最大能力值	调度节点、设备

表 3 CDN 业务指标示例

指标	维度
回源首包延迟均值	服务类型（点播、直播、时移、回看、其他）、节点、设备
服务首包延迟均值	服务类型（点播、直播、时移、回看、其他）、节点、设备
回源流量	服务类型（点播、直播、时移、回看、其他）、节点、设备
服务流量	服务类型（点播、直播、时移、回看、其他）、节点、设备
回源 HTTP 响应码	服务类型（点播、直播、时移、回看、其他）、节点、设备
请求命中率	服务类型（点播、直播、时移、回看、其他）、节点、设备
字节命中率	服务类型（点播、直播、时移、回看、其他）、节点、设备
回源下载速率	服务类型（点播、直播、时移、回看、其他）、节点、设备
服务下载速率	服务类型（点播、直播、时移、回看、其他）、节点、设备
回源带宽	服务类型（点播、直播、时移、回看、其他）、节点、设备
服务带宽	服务类型（点播、直播、时移、回看、其他）、节点、设备
服务成功率	服务类型（点播、直播、时移、回看、其他）、节点、设备
回源成功率	服务类型（点播、直播、时移、回看、其他）、节点、设备
负载率	节点、设备

并发用户数	服务类型（点播、直播、时移、回看、其他）、节点、设备
-------	----------------------------

5.1.2 质差评价体系统一

中兴通讯针对运营商提出的更高的 SLA 服务等级要求，建立一套度量指标体系和用户感知来对标，快速发现问题、解决、规避问题。C-QoE (CDN-Quality of Experience)：是指用户对 CDN 业务的质量和性能（包括有效性和可用性等方面）的综合主观感受，也就是从业务应用的舒适度来定义的；通过 C-QoE 评估 CDN 的业务质量和性能综合评介，优化 CDN 服务。

2018 年我们建立和规范了 CDN 的度量指标 KPI 和业务关键指标 KQI 的 CDN 指标体系，将 CDN 对于服务影响的关键 KQI 规整为 5 大类，根据不同的业务（如 OTT、CACHE 等）选取不同的 KQI 评测，参见表 5-1。C-QoE 构建在 CDN 指标体系之上，基于 AI 大数据分析和经验库，将业务关键指标转化成与用户感知相关联的评分体系。通过运维专家确认的固定数值，作为静态的基准值，以取代原先通过统计方法所获得的基准值。通过该方法，增加方案的可解释性和可预测性。真实数值偏离基准值的比例与 C-QOE 值相关，偏离越大，C-QOE 值越低，表现到业务上，服务质量越差。相关数值见表 5-2。

表 4 CDN 服务关键 KQI

5 大类 KQI	对应 KPI 指标
请求交互	服务 5xx 占比、服务 4xx 占比、服务下载速率、服务首包延迟、服务成功率等
回源交互	回源 5xx 占比、回源 4xx 占比、回源下载速率、回源首包延迟、回源成功率等

容量	带宽利用率、存储利用率等
缓存性	命中率、增益比等
硬件资源使用率	CPU 占用、磁盘读写、网卡负载、硬盘存储等

表 5 专家经验库固定基准值

指标名称	基准值（历史数据计算）	出现故障数值（专家经验）
首包时延	120ms	200ms
500/503	0.05%	0.1%
CPU	60%	90%
带宽	60%	90%
磁盘读写耗时	50ms	200ms

5.2 运维集中化

IPTV/OTT 运维涉及网元众多，每种网元都涉及自身的运维工具，对于基本的网元资管、配管、升级安装等，其可能涉及多种维护工具，且这些工具基于客户端的使用方式，将增加运维人员的学习和使用成本。

通过对现网运维动作的统一，可实现运维效率的提升，同时可更好地支撑深层次功能演进。

5.2.1 统一资管

统一资源管理系统，对业务平台、CDN 全网资源进行快速集中化管理。对全平面内所

有相关网元进行集中资源管理（上线、下线）和规划（服务、存储能力规划配置），且支持资源自发现和更新。

统一资源管理系统，实现资源的一次录入，多处使用，达到资源数据一致，数据同源的效果。

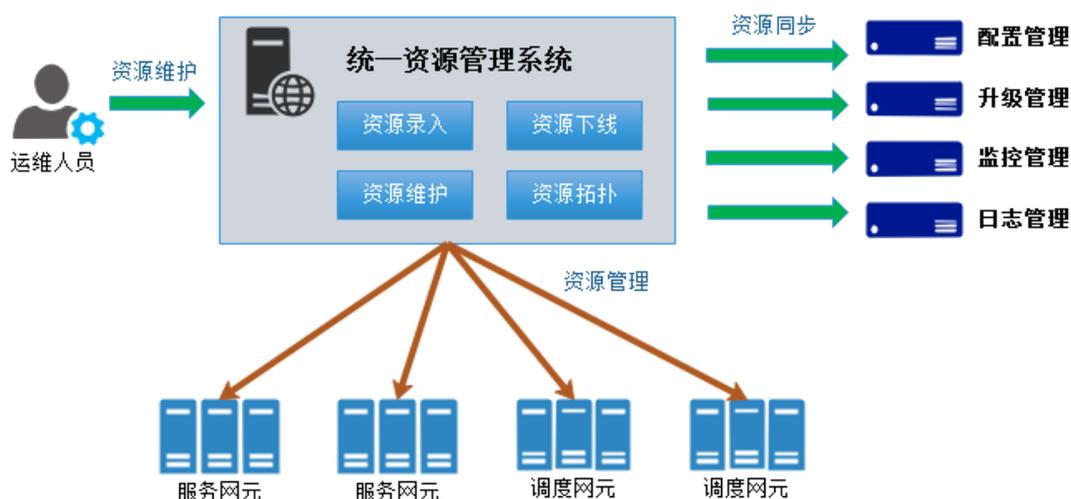


图 2：基于统一运维工作台的资源管理系统

5.2.2 统一配管

集中化配置管理系统，可对业务平台/CDN 全网网元的配置进行标准化、集中化管理。

运维人员，通过可视化 WEB 页面，对配置项进行集中维护，实现配置管理标准化、可视化、集中化。具体功能包括配置模板导入、配置项修改、配置下发、配置采集、配置核查等功能。



图 3：基于统一运维工作台的配置管理系统

5.2.3 统一监控

重大时间、节假日的重点保证一直是系统的重中之重，也是运营商重点关注的核心功能之一，运维人员可通过预先配置重保监控模板，在节假日时自动上线监控模板，实行针对性监控保障。可通过图形化的方式将重点服务网元的并发、延迟、负载、成功率等业务、硬件指标等一屏可视。支持地图、趋势、柱图、热力等呈现方式，展现更直观。通过 Prometheus 和 Granfana 模板编辑功能，可以实现大屏针对不同局点的灵活、快定制。

重保大屏：支持将 RR、直播中心、点播中心、CP、EAS 等重点服务网元的并发、延迟、负载、成功率等业务、硬件指标等一屏可视，支持地图、趋势、柱图、热力等呈现方式。

硬件监控：支持网卡、磁盘、温度、电源、风扇、文件系统等硬件。

日志监控：支持对于设备系统的服务日志的集中采集和分析，对硬件异常、用户服务流程、用户和内容级访问错误等监控和分析。



图 4：基于统一运维工作台的监控系统

5.3 运维自动化

5.3.1 自动巡检作业

自动化巡检作业作为日常监控、告警的重要补充手段，可以通过巡检发现系统的隐患，通过提前处理规避可能到来的问题，属于四象限管理法中重要不紧急的部分，对于系统本身具有重大意义。

系统健壮性评估是根据自动化巡检作业数据、指标、告警等数据，通过服务质量、硬件、软件、安全综合建模，识别设备是否存在隐患，将系统按照健康、低危、中危、高危四个分类。指导一线运维人员提前处理。

自动化巡检作业和系统健壮性评估

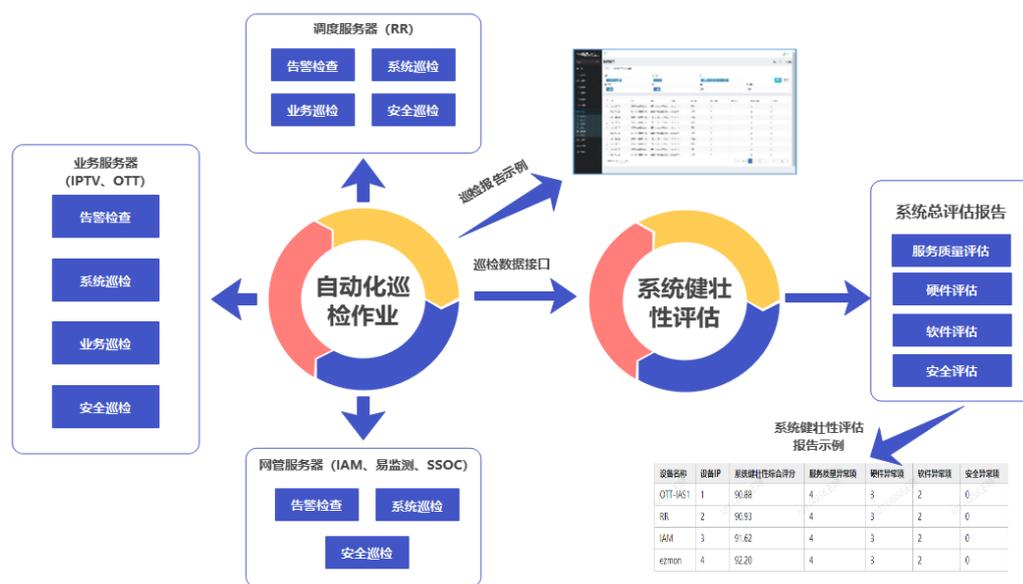


图 5：基于统一运维工作台的巡检系统

5.3.2 自动拨测监控

拨测主要针对系统的业务功能进行验证，保证现网所有网元的功能和测试环境一致。可以应用于升级后的效果验证、新功能上线后的结果验证、灰度情况下各平台的功能验证等。

- 集中拨测功能集成到统一运维管理工作台中，可以进行统一的操作，无需额外安装对应的软件，功能扩展也更简单。
- 不仅仅提供了拨测的结果报告，还提供了拨测中间过程的图形化展示，可以展现流程的执行情况，比如每个操作的耗时情况，对于问题的发现与定位提供了支撑。
- 不仅仅内置了常规的核心流程，保证常规操作简单快捷。还提供了拨测流程自定义功能，可以实现对定制功能的拨测支撑。
- 不同于第三方基于网络层面的拨测系统，集中拨测不需要在交换机上安装硬件，且无需增加复杂的计算资源。其聚焦于功能场景类的拨测，更准确发现业务流程问题。

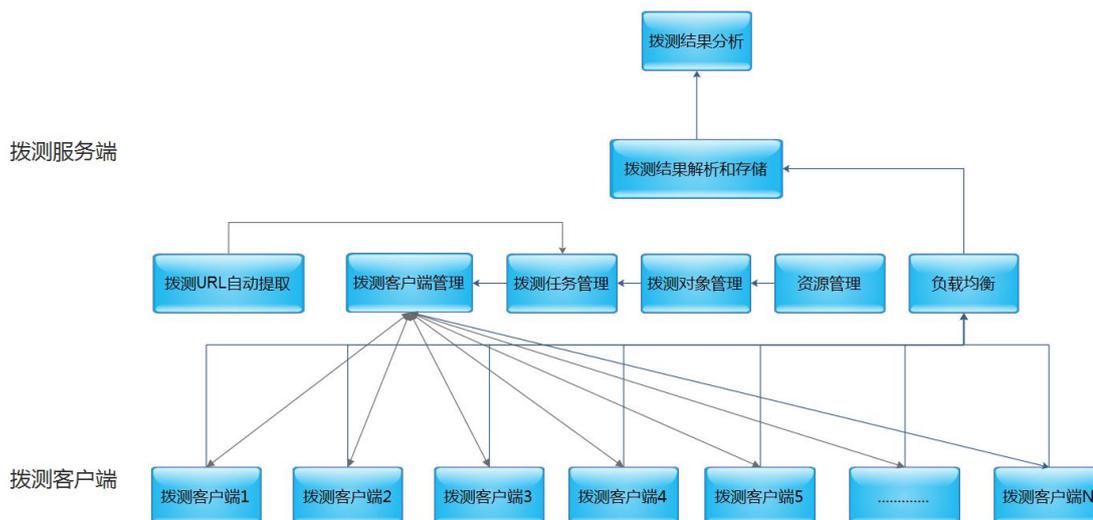


图 6：基于统一运维工作台的拨测系统

5.3.3 自动故障分析

针对大视频运维中不同故障场景，如直播频道内容/用户服务质量、热点服务质量和录制分片服务质量等，有自动故障分析策略，针对直播频道服务质量，可统计索引、分片的 4xx, 5xx 等错误响应总数，指导运维人员分析具体频道内容的质量，若内容错误响应次数过多，运维人员可针对性对该内容进行检查，基于动态实时更新的 Top 频道错误排行，及时把控频道服务质量，提升维护效率，并且减少用户投诉。对于服务调度，统计服务调度去向，洞悉调度目标节点的服务状态，若调度服务次数过高，则可指导运维人员重点关注该节点设备状态。对于节点内多设备的错误响应码，同样支持 Top 排行，精确指导运维人员定位具体设备。

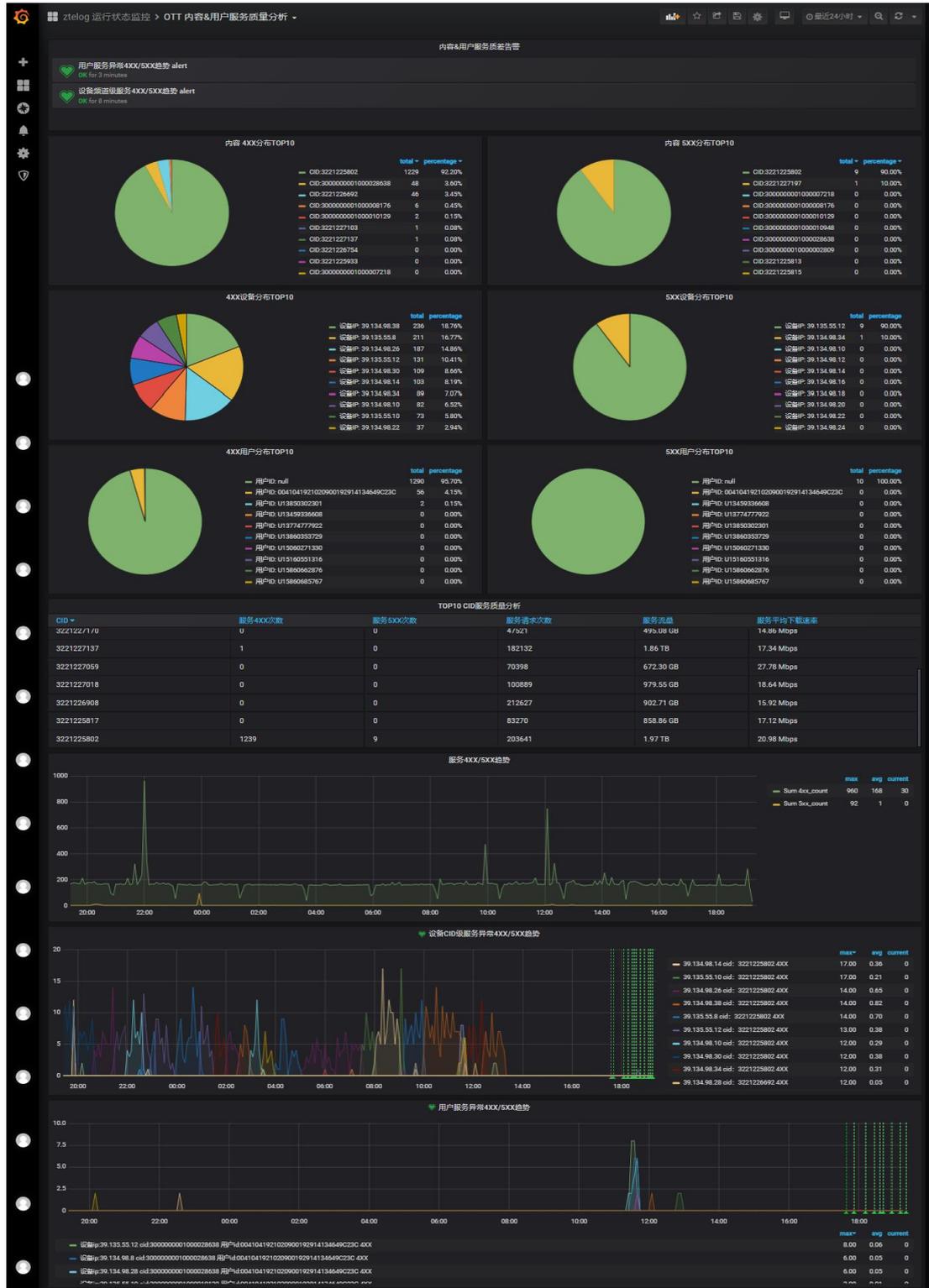


图 7：基于统一运维工作台的故障分析系统

5.4 运维智能化

5.4.1 视频故障事前预防/事后决策

在自智网络的构建过程中,产品上线后的自智网络级别的自动化运维体系是必须要构建的一个系统。而要达到自动化运维体系这一目标,四个维度的问题是必须要解决的:1)检测,2)诊断,3)预测,4)优化。

首先,中兴通讯构建以故障预判算法为核心的多网元多指标监控系统,突破了原有靠人工监控大量设备指标的能力瓶颈,实现了对于指标的历史数据学习,自动模型构建,数值预测,上下界(正常范围)定界,以及异常数值告警功能;使得在运维过程中能够摆脱经验依赖,对于海量指标并行监控,实时告警。在异常数值告警的基础上,扩展性地实现了故障预处理:即对于尚未产生的故障开启自动修复流程,防微杜渐,防患于未然。同时,基于以上算法对于正常异常数值的量化定界和告警功能,实现了对于 CDN 系统健壮性的量化评估。

其次,构建以故障决策树算法为核心的故障定位定界系统,突破了原有依赖人工进行指标分析,故障定位,影响范围定界的能力瓶颈,实现了针对已有故障的快速指标数据分析,异常指标定位,故障定界定位;使得在故障处理过程中能够快速定界、故障定位和问题归因,快速处理单障,群障,防止故障扩散,造成大范围影响。同时,在此基础上,扩展性地实现了部分故障的自修复功能和直观明了的故障树拓扑视图。

故障预判系统和故障决策树系统本质上是对于故障产生过程中的应用流程一体两面:正向预防过程—通过对于历史数据的学习和分析建模,实现尚未成型故障的预判预防,防范于未然;逆向处理过程—通过对于历史故障数据和相关指标的异常数据的学习,实现已成型故障的快速定位定界,便于快速解决和避免扩散。



图 8：故障预判算法单指标预测示意图

5.4.2 设备/内容自愈闭环

5.4.2.1 直播源容灾

对于运营商直播源容灾,中兴通讯视频自智网络可实现直播专网的频道级主备智能切换,通过对主备直播源内容和频道的实时监控和分析,一方面实现现在现频道发生异常后自动切换到备直播源进行服务,该切换可支持频道级切换,既避免由于个别频道异常导致平台级切换的资源浪费,也可实现频道级的择优服务,将更优的频道资源服务于用户,提升用户的满意度;另一方面在对于历史数据以及预测算法的应用,实现对频道质差的预判,在频道故障发生前,提前告警并支持智能切换,最终保障直播用户的正常服务。

5.4.2.2 多中心容灾

中兴通讯视频自智网络中对视频平台的运维安全提出了多中心容灾方案,其不再依赖与传统双中心的主备机制,每个中心都是一个独立的平台,可以提供完整的服务。多活方式下,自智网络质差模型算法对平台的状态进行预判和告警,当一个中心出现问题,用户可以自动

被调度到其它中心服务，整个过程不需要人工介入，而且用户基本无感知，切换时间可缩短到分钟级；对于数据的同步，采用 DDB 方式，单个中心的数据变更会实时同步更新到其他中心，保障多活同步效率。

5.4.2.3 设备故障自愈

对于设备故障后的修复处理，在视频自智网络方案中，运用 C-QoE 设备质差标准体系进行自动隔离和恢复，该体系基于 AI 进行不断学习迭代，对设备进行科学评价，当评分低于阈值时，进行自动设备隔离，恢复期间不断进行质差标准评价，当实际值高于阈值时，将设备逐渐恢复运行，实现设备的渐进式恢复。该方案可与故障决策相辅相成，当故障决策发现某一节点异常时，C-QoE 判断该节点内各设备的健康状态，对质差设备进行自动隔离修复操作，实现运维的闭环自愈，使得设备故障自愈时间小于 5 分钟。

06 未来展望

自智网络必然是发展趋势，其发展的道路必不是一蹴而就，视频自智网络属于自智网络中面向视频业务的专业分支。其和各大专业网的自智息息相关，属于相互促进的模式。对于视频自智网络的未来发展，需要在以下方面持续推进：

- 1，贯彻统一规范，定义顶层设计，接口标准与可落地的评级体系，促进各厂家协同。
- 2，持续增强能力底座，在数据、算力、基础实施、商业模式，生态与人才经验等方面的持续升级。
- 3，知识与 AI 融合，更好适配视频自智网络的应用需求。电信网络已经存在大量通信理论与经验知识，如何将经验数字化，并与 AI 算法相结合来进行工程化融合，是今后电信网络智能化发展的关注重点。未来算网、云网必将和自智网络融合演进，自智网络依托前者，

能更加灵活调度算网资源，实现网络的不断优化。

中兴通讯希望与运营商深入合作，不断完善视频方向自智网络建设方法论。同时逐步试点、扩大应用场景与应用规模，探索新的算法和应用。首先实现视频单域网络全面自治，在单域自治能力持续提升的同时，加大开放力度，将单域自治的能力赋能给全域协同，并促进算法的按需调用，使得运营商快速提升自智能力，同时发挥中兴通讯优势，与运营商共同建设完善集中维护系统。^[3]

中兴通讯认为，视频自智网络带来运营商视频方向运维数智化转型的同时，也催生了合作模式的转型。由于大量智能化自动化的应用介入，大幅提升了运维效率，未来视频运维合作也势必会跳出传统的人海模式。运营商对传统的人海运维的投入会逐步下降，对知识的投入会逐步变成主流。随着整个社会对知识经济的逐步认可和接受，通信行业也将逐步认可为知识和能力付费的模式，为人力付费会慢慢过渡到为场景付费、为算法付费、为规则付费。在知识经济的大潮里，运营商和各合作伙伴必将会擦出新的火花来点亮未来的视频通信行业，使能智能普惠的时代真正到来。

附录

缩略语列表

缩略语	英文全名	中文解释
AI	Artificial Intelligence	人工智能
ICT	Information and communications technology	信息与通信技术
CHBN	Customer、Home、Business、New	个人移动业务、家庭业务、政企业务、新兴业务
CDN	Content Delivery Network	内容分发网络
OTT	Over The TOP	互联网电视
OMC	Operation and Maintenance Center	操作维护中心

参考文献

- [1] 《中兴通讯自主进化网络白皮书》
- [2] 《Autonomous_Networks_Empowering_Digital_Transformation_Chinese_Version_v3.0.0》
- [3] 《中兴通讯自智网络白皮书》
- [4] 《中国移动自动驾驶网络白皮书》