

基于智能运营平台的 核心网数字化运营实践与思考

Practice and Thinking of Digital Operation of Core Network Based on Intelligent Operation Platform

高功应¹,马田丰¹,李 蓉²,尼松涛²(1. 中国联合网络通信集团有限公司,北京 100033;2. 中讯邮电咨询设计院有限公司郑州分公司,河南 郑州,450007)

Gao Gongying¹,Ma Tianfeng¹,Li Rong²,Ni Songtao²(1. China United Network Communications Group Co.,Ltd., Beijing 100033, China;2. China Information Technology Designing & Consulting Institute Co.,Ltd. Zhengzhou Branch,Zhengzhou 450007, China)

摘 要:

随着虚拟化、5G、MEC等新技术引入,核心网运营难度明显增加,需要尽快提升数字化运营能力。从构建智能化运营平台出发,探讨在一级NFVO、自动拨测系统、优化及预警系统、VoLTE端到端优化系统等方面的重要实践,结合典型应用场景详细分析了如何实现可视、可控、可评测的数字化运营能力,并从市场、用户、一线的角度,对核心网数字化运营工作进行了展望和总结。

关键词:

核心网;智能化运营平台;质差根因分析

doi:10.12045/j.issn.1007-3043.2022.01.003

文章编号:1007-3043(2022)01-0012-07

中图分类号:TN929.5

文献标识码:A

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



Abstract:

With the introduction of NFV, 5G, MEC and other new technologies, the difficulty of core network operation has increased significantly, and the digital operation capability needs to be improved as soon as possible. Based on the construction of intelligent operation platform, it discusses the important practices in centralized NFVO, automatic dialing and testing system, optimization and early warning system, VoLTE end-to-end optimization system. And combined with typical application scenarios, it analyzes in detail how to realize visual, controllable and measurable digital operation capability. Finally, from the perspective of the market, users and the front line, the digital operation of the core network is prospected and summarized.

Keywords:

Core network; Intelligent operation platform; Root cause analysis of poor quality

引用格式:高功应,马田丰,李蓉,等. 基于智能运营平台的核心网数字化运营实践与思考[J]. 邮电设计技术,2022(1):12-18.

0 前言

随着5G系统协同发展以及虚拟化、切片、MEC等新技术引入,核心网网络运维和优化难度明显增加,特别是5GC核心网具有分层解耦、设备节点众多等特点,性能、告警、感知等各类问题总量增加且定位困难。核心网专业一方面得益于属于上层网络,网元及网管集中化程度较高,网络质量指标问题点较少,便于数据采集工作的开展;另一方面,核心网业务流程和网元类别复杂,关键KPI指标繁多,不利于场景聚

焦,而且根因分析涉及多专业协调,不利于智能运维快速反应要求。

传统人工方式难以满足网络保障SLA要求,需要引入一系列自动化平台和智能化手段,以实现水平跨域、垂直跨层的端到端智能分析,提供智能化故障预防预测功能,提高运维效率,最终实现可视、可控、可评测的数字化运营目标。

1 核心网数字化运营背景及目标

1.1 核心网运营平台现状

中国联通全国核心网网管支撑系统总体架构分为“集团+大区”2级架构,如图1所示,供集团、大区和

收稿日期:2021-11-19

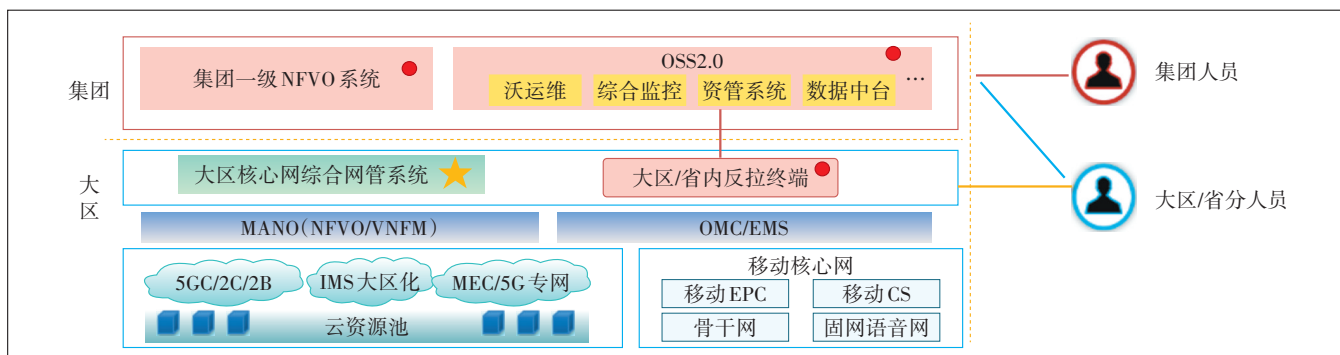


图1 核心网网管支撑系统架构图

省级3级使用。集团级网管由OSS 2.0和一级NFVO构成,2类系统之间形成主备关系。

集团一级NFVO为核心网一级网管平台,为集团5GC及其他核心网子域提供管理维护手段,实现全网核心网一点可视和支撑数字化运营;为大区提供一点

接入全网能力,实现跨大区的指标分析及问题定位能力。目前集团一级NFVO平台在实现5GC统一纳管、资源可视的基础上,已开展vIMS大区化、集中IMS、固网IMS、骨干核心网、切片/专网/MEC等统一纳管,如图2所示。

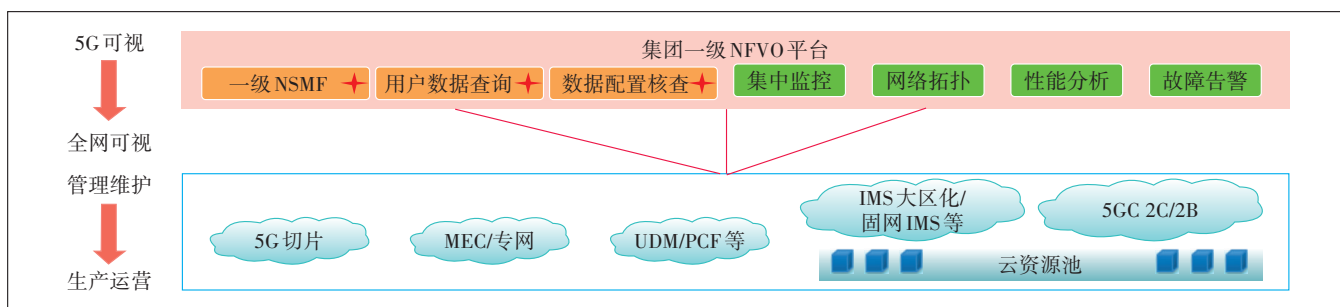


图2 核心网一级NFVO功能架构图

大区级网管层面由厂家OMC/NFVO+、反拉终端(OSS 2.0)和大区综合监控系统形成主备,大区核心网综合网管系统满足大区/省分公司日常实际生产维护工作以及面向切片/专网/MEC自动化运营支撑需求。

1.2 核心网运营痛点

全新的网络形态和网络规模给5G网络运维工作带来了极大的挑战。随着管理对象日益增多,网络可能产生的故障大幅增加,人工监控手段已无法满足运维需求。核心网专业主要有以下几方面问题。

a) 客服投诉痛点:网络信息向前台推送能力弱,缺乏用户签约状态数据前台查询能力;用户感知投诉问题定位困难,解决周期长等。

b) 网络维护痛点:对云化网络设备跨域跨层关联、数据关联能力,故障提前预警能力,网络质差指标根因定位分析能力等需求迫切。

c) 规划建设痛点:网络容量负荷自动预警能力不足。

d) 行业客户痛点:5G专网、切片和MEC业务开通相对独立,不具备快速开通和同开同停能力,不能满足客户自服务和业务指标可视化等需求。

1.3 核心网数字化运营目标

核心网数字化转型的一个重要目标是依托数字化平台工具能力提升,打造自动化和智能化的融合核心网,面向规、建、维、营全流程,提升网络自动化、智能化能力,提升网络效率。在网络规划方面,实现数据实时分析、规划自动化;在建设方面,实现网络自动编排、快速扩缩容、自动化配置、自动测试等;在维护方面,实现故障自动定位与自愈、智能监控、故障预防预测等;在优化方面,实现业务质量实时监测和网络自动调优。

2 核心网智能运营平台构建及应用

2.1 总体思路

平台工具是实现数字化运营的核心竞争力,核心

网数字化运营支撑平台需满足可视、可控、可评、智能决策的功能目标,实现云网业协同和CT/IT融合目标,打造支撑生产作业、通信保障、安全生产和5GC大区化运营的集约化云网运营体系,实现集约化项目全生命周期管理的规建维营一体,实现TCO效能最优,如图3所示。

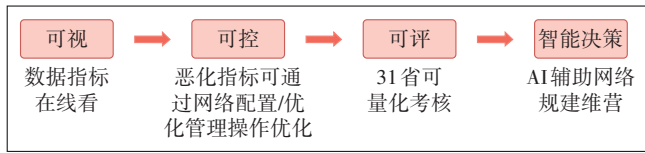


图3 数字化运营总体思路

核心网智能运营平台将以信息化的手段提升规、建、维、优全流程数据分析及应用,通过AI赋能、数据赋能,实现智能化全过程运营。

2.2 智能化平台构建

结合数字化运营需求以及目前平台现状,核心网智能化运营平台可采用分层架构打造,如图4所示。

数据获取层为上层应用统一提供数据采集能力,统一不同主设备厂家指标规范及KPI/KQI筛选规则;核心能力层提供AI感知分析能力、编排配置能力、自动规建优化能力以及统一能力开发接口;智能应用层面向智能规建、智能运维、智能运营的不同场景,提供

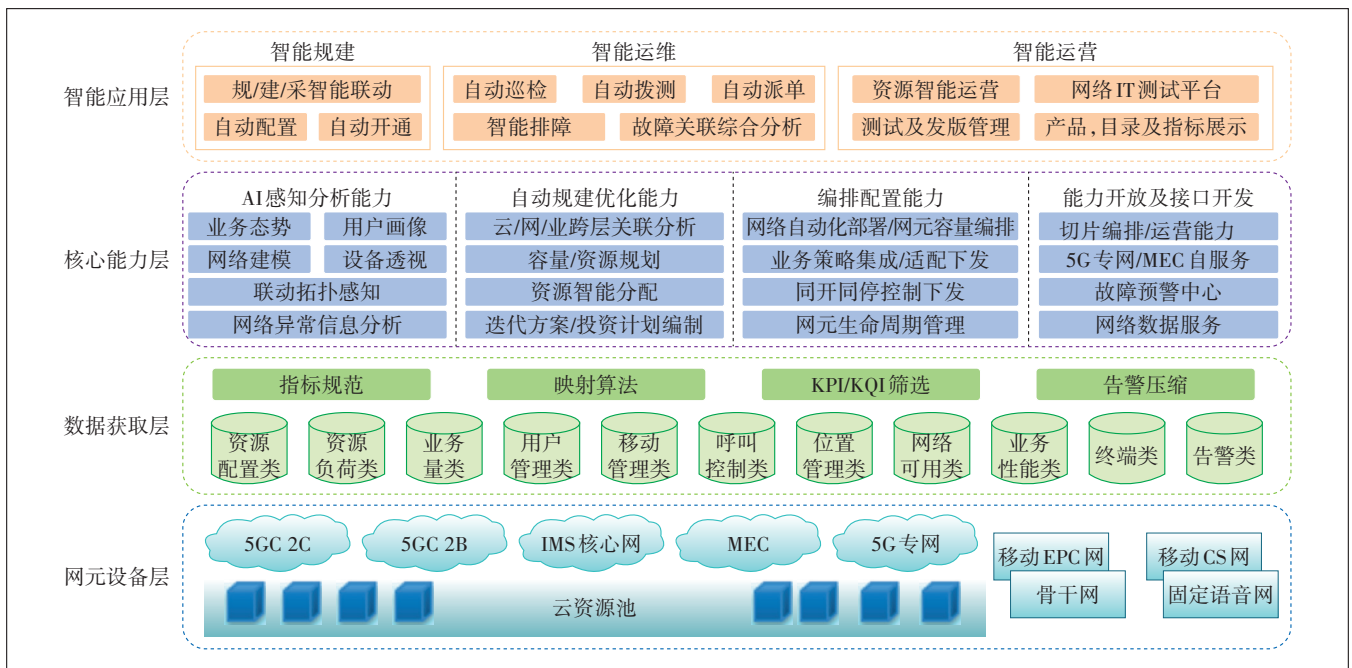


图4 核心网智能化运营平台

落地的应用实现。

2.2.1 一级NFVO系统

运营商通过打造全国集中的一级NFVO系统(见图5),提升智能化能力;通过采集云核心网5GC 2C/2B/vIMS/EPC/CS等多域网元的硬件/虚层/业务三层的CM/PM/告警数据统一纳管和关联,实现多种智能化网管增强能力和数字化运营目标,包括迭代优化网络周报/月报专题数据统计整理、工程建设数据/项目采购信息/经营分析用户及终端数据常态化统一汇总分析及呈现、5G 2B及物联网用户信息查询、网元局数据核查/网络自动巡检/网络容量预警及KPI质差根因定位等。

2.2.2 自动拨测系统

全网部署自动拨测系统,提升测试效率,降低人力和终端成本消耗,自动化拨测比例达到70%以上。

利用仿真拨测平台实现测试即服务的TaaS能力,仿真UE+NR对接全网AMF/UPF,如图6所示,针对初始注册(SUCI)成功率、Service Request成功率、Xn切换成功率、5G/4G切换成功率等12项信令面指标,Web/视频/FTP上传下载/EPSFB语音等5项用户面业务进行仿真测试,实现周期性业务拨测监控、设备升级扩容拨测、开网全国漫游测试等场景不同程度的自动化。

2.2.3 优化及预警系统

运营商按大区部署核心网优化和故障预警增强功能,提升满足投诉处理、用户保障、故障预警、故障



图5 集团一级NFVO网络架构图

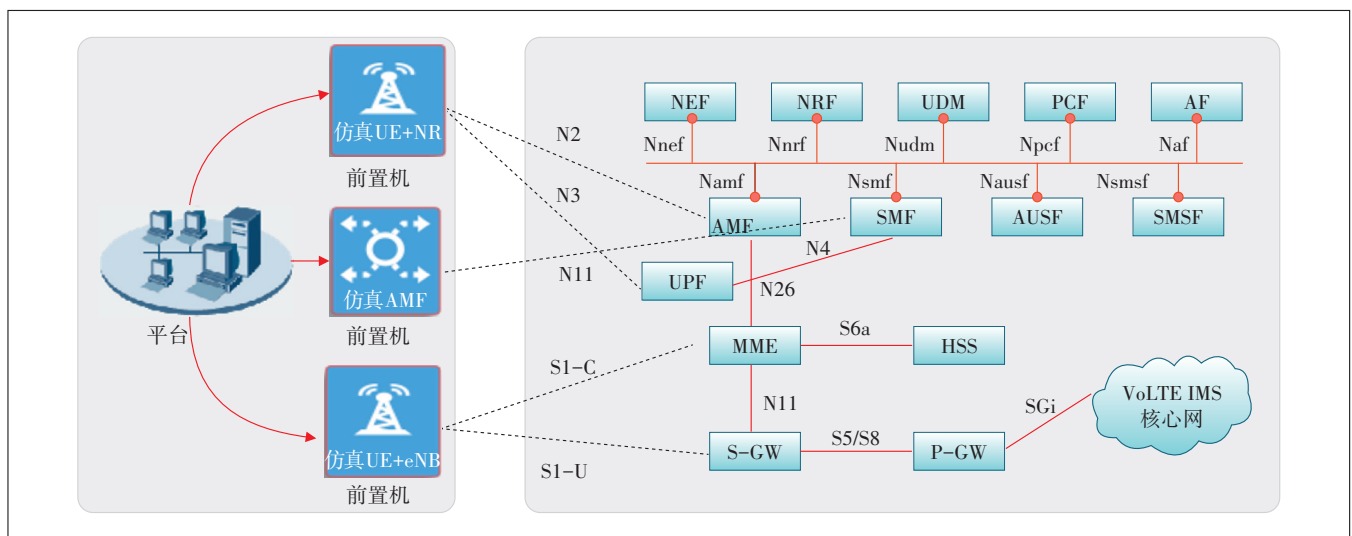


图6 自动化拨测系统业务架构图

关联分析、5G核心网指标分析等需求的能力。

在核心网优化增强方面,通过采集CHR数据,支持用户业务流程还原、问题根因分析,实现用户级问题的快速处理,辅助运维人员快速闭环用户投诉问题,保障VIP用户体验;基于关键指标、业务失败次数统计,结合CHR数据关联分析,实现问题根因分析和故障对象分析,辅助运维人员及时发现网络问题,评估和分析业务质量,优化网络指标。

在故障预警增强方面,引入故障主动探测功能,对5GC网元关键业务流程进行实时仿真探测,根据网元业务流程,识别前后端网元故障引起的网络故障和

容灾风险;结合实时关键KPI指标、网元状态、网络仿真探测结果实现网元故障定界,按等级实现故障预警,辅助维护人员容灾倒换决策;容灾倒换过程中,实时监控用户数变化和关键业务指标,辅助判断倒换发生后业务恢复情况,实现容灾恢复过程的可视可管。

2.2.4 VoLTE端到端优化系统

运营商按大区部署VoLTE端到端分析系统,实现语音业务跨域端到端关联分析,支撑解决网络语音问题,提升网络服务质量。

基于5GC/IMS大区化架构,部署VoLTE端到端系统,通过无线、核心网、IMS多域数据的关联,进行端到

端全流程评估 VoLTE/EPS Fallback 业务,实现问题发现、问题原因定界、问题优化解决的闭环处理,如图 7 所示,支撑业务质量评估、专项优化、客服投诉、运营支撑等应用。

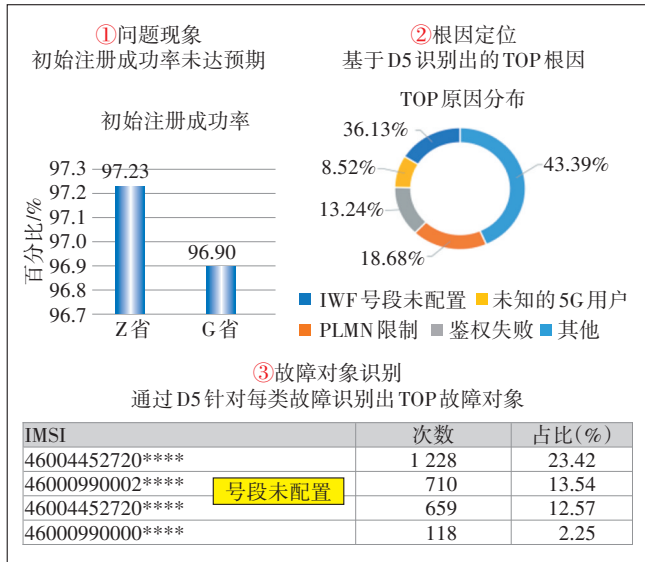


图 7 网络优化及故障处理流程图

2.3 典型应用场景分析

以核心网质差根因分析场景为例,平台工具自动采集性能、xDR、CHR 等数据,通过大数据关联分析,并结合数据模型 AI 学习,实时发现劣化指标以及预测指标发展趋势,综合端到端信令分析和呼叫日志分析等分析能力,深入分析指标异常原因进行根因分析和定界定位,固化设备、终端、业务等多因素专家经验算法库,将问题和解决方案直接派单到一线维护人员,实现工单闭环管控。总体流程如图 8 所示。其中的关键指标来源如表 1 所示。

系统从 5GC、IMS 专业网管或 NFVO 获取相关 KPI 的性能统计数据。关键要求如下。

- a) 统计数据时间粒度:专业网管性能数据统计粒度为 5 min。
- b) 数据及时性:延迟时间不得超过 5 min,例如 20:00—20:05 生成数据,系统提取时间不超过 20:10。
- c) 原始数据齐全:尝试、成功次数,各类原因失败次数等原始统计项均需上报,以便对各统计项进行波动分析,更有针对性发现问题。

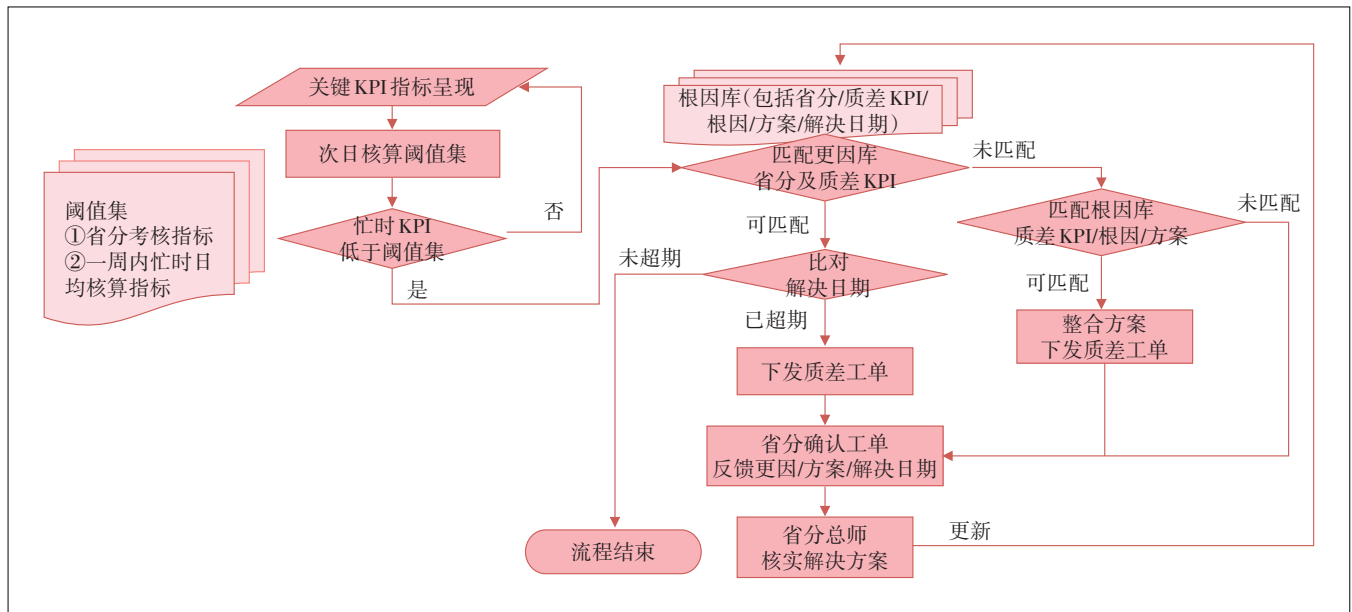


图 8 质差分析流程

d) 测量对象最小原则:网管上有关 KPI 指标的测量对象齐全,并且细分统计到支持的最小粒度(例如 TAC),以便进行精准定位。

假设预警时间为 M_0 ,当前 KPI 指标数据为 P_0 ,运营商网络质量 KPI 考核标准为 J_1 。通过测算网络质量历史运行情况中的环比指标 P_1 和同比指标测算 P_2 ,

以及指标预警阈值算法 $\text{MAX}(J_1, P_1, P_2)$,确定阈值。其中 P_1 算法和 P_2 算法如下。

$P_1 = \text{average}(P_n)$, P_n 为上一监控时级周期时点内每小时 P 数据(监控时级周期可调整)。若监控周期时点为一天 24 h, M_0 为 18:00,则 P_n 为前日 18:00 至当日 18:00 的 P 数据;若监控周期时点为一天 12 h(08:00—

表1 关键指标来源表

| 网络类型 | 指标名称 | 指标定义 | 数据来源 |
|------|---------------------|---|-----------------|
| 5GC | AMF 初始注册成功率(剔除用户原因) | [(初始注册成功次数+初始注册失败次数_非法用户+初始注册失败次数_非法设备+初始注册失败次数_PEI不允许+初始注册失败次数_5GS服务不允许_用户原因+初始注册失败次数_跟踪区内无合适小区_用户原因+初始注册失败次数_N1模式不允许)/初始注册请求次数]×100% | 集团NFVO |
| 5GC | 5G SA 会话建立成功率 | [PDU 会话建立成功次数/PDU 会话建立请求次数]×100% | 集团NFVO |
| 5GC | EPS FB 成功率 | [EPS Fallback 流程成功次数/ EPS Fallback 流程请求次数]×100% | VoLTE 端到端关联分析系统 |
| VIM | VoLTE 网络接通率(剔除用户原因) | [(S-CSCF LTE 接入主叫应答次数+S-CSCF LTE 接入用户原因未应答次数)/ S-CSCF LTE 接入主叫试呼次数]×100%。其中用户原因包括:主叫早释、主叫振铃早释、主叫403请求禁止、主叫404未找到、主叫408请求超时、主叫480久叫不应、主叫484Request-URI不完整、主叫486用户忙、主叫487请求终止、主叫600用户忙、主叫603用户拒绝、主叫604用户信息不存在 | 集团NFVO |

20:00), M_0 为 18:00, 则 P_n 为前日 18:00 至前日 20:00, 以及当日 08:00 至当日 18:00 的 P 数据。

$P_2 = \text{average}(P_n)$, $P_n =$ 上一监控日级周期内每天 M_0 时的 P 数据(监控日级周期可调整)。若监控日级周期为一周, M_0 为 18:00, 则 P_n 为当日所在之前一周内 18:00 的 P 数据。

指标经验库如表 2 所示。

通过实时跟踪 5GC 和 IMS 域的关键性能 KPI, 发现质差指标, 通过匹配专家经验和省分案例库的丰富信息, 定位根因, 整合解决方案, 高效指导网络优化工作的开展, 提升用户感知体验。

3 核心网数字化运营工作展望

核心网专业应继续依托智能化运营平台及工具手段, 提升网络自动化、智能化能力, 将网络智能化水平从现有的 L1/2 提升至 L3/4, 并逐步实现完全自治。

a) 从网络规划方面, 基于现有一级 NFVO 增加云核心网数字化运营场景分析功能。

b) 在建设方面, 基于现有自动拨测系统继续迭代丰富拨测场景, 完善平台自动化拨测能力。

c) 在维护方面, 基于现有一级 NFVO 增加 MEC、5G 专网、5G 切片、固网 IMS 等性能及资源纳管范围以及集中监控分析、用户数据查询、数据配置核查等重

点功能, 基于现有故障预警系统继续增强和完善故障预警功能。

d) 在网络优化方面, 继续增强核心网优化系统功能, 并基于 VoLTE 端到端分析系统进行漫游等专项功能的增强迭代及 VoNR 功能的演进, 为 5G 语音业务提供端到端关联分析手段, 引领现网 5G 语音的智能优化, 助推中国联通 5G 数字化运维转型。

依托自动化平台手段, 通过聚焦分析场景, 核心网数字化运营工作应同时提升对市场、用户、一线的支撑能力。

a) 面向市场, 主动匹配业务发展需求, 提前部署网络容量。

b) 面向用户, 紧密跟踪语音+数据体验感知, 不断优化网络质量。

c) 面向一线, 简化运营流程, 提高运营效率, 逐步完善业务自动化开通/调整和自服务能力灵活性。

同时, 针对目前“业务赶着建设跑、数据全靠手填表、出现故障四处找”现状, 提供“敏捷交付、智能分析、故障预警、快速定位”的运营服务, 为市场、用户、一线人员提供全方位的运营支撑能力, 推动形成统一标准化的数字化运营场景、流程规范制度, 并制定运营指标, 以工单闭环驱动, 深化运营效果。

4 结束语

核心网数字化转型是一个系统的、长期的、不断积累的、不断打破认知壁垒的、CT 和 IT 深入融合的过程。本文主要介绍了通过智能化工具平台提升数字化运营能力的主要实践, 智能化工具平台是数字化转型的重要方面, 但还需要结合完善的运营体系、规范的运营制度等, 方能较好地实现数字化转型。

参考文献:

- [1] 许云, 黄冰柏, 李佐辉, 等. 运营商核心网运维 SRE 转型之路[J]. 电信科学, 2020, 36(3): 111-116.
- [2] 张勉知, 刘惜吾, 叶晓斌, 等. AI 智能运维在 5GC SA 网络中的应用研究[J]. 邮电设计技术, 2020(10): 47-50.
- [3] 袁林, 蔡超, 黄庠奇. 5G 时代云化网络运维转型探讨[J]. 邮电设计技术, 2019(12): 12-16.
- [4] 张国光, 赵占强, 许国平, 等. 5G 网络维护自动化及优化智能化研究[J]. 邮电设计技术, 2020(7): 52-57.
- [5] 黄辉, 杨秀敏, 梁金钟, 等. 浅谈 5G 带来的运维模式转型[J]. 通讯世界, 2020, 27(9): 13-14.
- [6] 祝祥银. 5G 网络智能化运维研究[J]. 电子世界, 2020(5): 51-52.
- [7] 潘洋. 浅谈 5G 网络智能运维研究[J]. 中国宽带, 2020(8): 94.

表2 指标经验库表

| 指标 | 网管性能统计能出的失败原因 | 指标波动可能原因 |
|--------------------|---|-------------------------------------|
| AMF初始注册成功率(剔除用户原因) | 初始注册失败次数(5GS服务不允许)(次) 初始注册失败次数(PEI检查无响应)(次) 初始注册失败次数(跟踪区不允许)(次) 初始注册失败次数(跟踪区内无合适小区)(次) 初始注册失败次数(漫游跟踪区禁止接入)(次) | 无线或终端原因 |
| | 初始注册失败次数(无可用网络切片)(次) 初始注册失败次数(安全算法协商失败)(次) 初始注册失败次数(鉴权无响应)(次) 初始注册失败次数(身份识别无响应)(次) 初始注册失败次数(目标NF发现失败)(次) | AUSF/UDM故障无法响应 |
| | 初始注册失败次数(IP地址重分配)(次) | AMF和SMF间传输问题造成时延大、响应慢等 |
| | 初始注册失败次数(网络拥塞)(次) | AMF内部故障,造成无法处理注册消息 |
| 5G SA会话建立成功率 | N11(SMF)发送PDU Session Establishment Reject消息数(个数) N11(SMF)发送PDU Session Establishment Reject消息数-#38 Network failure(个数) | SMF故障 |
| | N11(SMF)发送PDU Session Establishment Reject消息数-#26 Insufficient resources(个数) N11(SMF)发送PDU Session Establishment Reject消息数-#29 user authentication or authorization failed(个数) N11(SMF)发送PDU Session Establishment Reject消息数-地址异常(个数) | 地址池不够、N4接口异常、LICNESE受限等 |
| | N11(SMF)发送PDU Session Establishment Reject消息数-#69 insufficient resources for specific slice(个数) | DNN配置、切片配置、TAC关系配置等缺失 |
| | N11(SMF)发送PDU Session Establishment Reject消息数-CHF无响应或返回异常消息码(个数) N11(SMF)发送PDU Session Establishment Reject消息数-RADIUS计费无响应或返回异常消息码(个数) N11(SMF)发送PDU Session Establishment Reject消息数-RADIUS鉴权无响应或返回异常消息码(个数) | CCG或者OCS故障 |
| | SMF统计EPS25GS(N26-SMF切换Prepared阶段)互操作失败次数(5G-AN拒绝)(次) | ①无线原因; ②IMS设备、BSF设备、DRA设备、PCF等异常 |
| VoLTE网络接通率(剔除用户原因) | 主叫失败响应分原因次数(484 Address Incomplete) 主叫183被叫空号次数(Q.850原因值为1) 主叫183无效号码次数(Q.850原因值为28) | 主叫恶意拨打不存在的号码 |
| | 主叫放音前早释次数 | 主叫用户行为 |
| | 主叫183用户忙次数(Q.850原因值为17) 主叫183被叫关机次数(Q.850原因值为20) 主叫183呼叫拒绝次数(Q.850原因值为21) 主叫183被叫欠费停机次数(Q.850原因值为55) | 被叫侧原因 |

[8] 林舒刚. 5G网络智能运维研究[J]. 广东通信技术, 2020, 40(3): 32-35.

[9] 陈凯. 5G模拟网自动化测试技术初探[J]. 通信世界, 2020(24): 28-31.

[10] 谭飞,王寿林,谷鹏,等. 5G MANO自动化测试实践[J]. 电子测试, 2020(4): 75-76, 91.

[11] 谷文松. 在5G网络时代的智能自动化研究[J]. 通讯世界, 2019, 26(9): 217-218.

[12] 乔楚. 运营商网络云化重构思路浅析[J]. 通信技术, 2019, 52(8): 1944-1947.

[13] 许国平,苗守野. 未来5G网络运营的挑战与思考[J]. 邮电设计技术, 2017(12): 16-20.

[14] 袁林,蔡超,张锡娜,等. 宽带业务“端到端”故障及性能自诊断功能在网络中的实现[J]. 邮电设计技术, 2017(7): 70-73.

[15] 肖子玉. 面向5G网络运营转型思路[J]. 电信工程技术与标准化, 2016, 29(3): 1-5.

[16] 谢宝国,陆光辉. 能力开放领航5G网络运营[J]. 通信世界, 2014(19): 30.

[17] 吴志新. 移动通信核心网智能作业系统设计与实现[D]. 成都: 电子科技大学, 2011.

[18] 刘志勇,毛东峰,姜松,等. 5GC智慧运营实践与展望[J]. 通信世界, 2021(17): 41-44.

[19] 童晓渝,张云勇,徐雷,等. 业务数据系统——智能电信网络运营架构的核心[J]. 电信技术, 2011(10): 15-18.

作者简介:

高功应,毕业于华中科技大学,高级工程师,硕士,主要从事核心网规划、方案、新技术、标准等研究工作;马田丰,毕业于北京大学,工程师,硕士,主要从事核心网规划、方案、新技术、标准等研究工作;李蓉,毕业于重庆邮电大学,高级工程师,学士,主要从事核心网规划、设计和数字化运营等工作;尼松涛,毕业于北京邮电大学,高级工程师,硕士,主要从事核心网相关的规划咨询设计、网络新技术及数字化运营等工作。