

自动驾驶网络 **专刊**

ADN携手产业 加速网络智能升级

AI、5G交汇融合
加速移动网络智能化演进

业务运营双升级
发展深度智能化网络

出彩中原
河南移动践行5G新基建

变“被动”为“主动”
AI开启内蒙联通
核心网运维新篇章

AI赋能
广西电信智慧运维
助力基站节能减排



AI

Hi

刊首语

未来网络, AI 作序。

从新冠肺炎疫情的突如其来,到如今的抗疫新常态,这一过程中,ICT技术成为了支撑社会稳定运行、支持企业复工复产的重要工具。我们更加深刻地体会到:如一百年前“电”让人类迎来第二次工业革命般重要,ICT技术已成为当今世界经济发展、社会变革的关键使能器。

因为疫情,我们无法见面;借助联接,我们仍然可以“面对面”。通信网络打破物理上的距离,架起万物互联的桥梁,如今,每天有数十亿人通过网络学习、工作和娱乐。

联接正在从个人、家庭延伸到千行百业,联接网络功能也从科研型、消费型,聚焦到生产型,这意味着,场景的多样性和网络的复杂性将成为新常态。如何通过产品创新、系统架构创新和商业模式创新去打造全联接、全云化和全智能引领的智能世界?

AI和5G,这两个已经改变世界的技术,它们之间的融合必将重塑我们的未来。只有将AI技术和通信网络进行深度耦合,才能打造最佳用户体验的网络,提升网络运营效率,实现自动驾驶网络ADN。

早在2018年,设备商华为就提出自动驾驶网络概念,并且不断践行完善产业生态。自动驾驶网络解决方案(ADN)不是单个产品的创新,而是系统架构和商业模式的创新,通过网络自动化、数字孪生和人工智能等技术,使能网络极简和运维极简,助力运营商提升运维效率、能耗效率、资源利用率和客户体验。

全智能自治网络的长期发展是一个循序渐进的过程,要实现这一目标,需要整个行业携手推进自动驾驶网络理念的创新和落地。我们看到,国际标准及行业组织GSMA、TMF、3GPP、ITU-T、ETSI和CCSA等均已启动了AI在电信领域应用相关课题研究。2019年,GSMA成立了AI In Network工作组,并发布了《智能自治网络案例报告》,详细阐述了AI在网络规划建设、维护、优化、节能、安全、业务发放、体验改善等7大领域的应用。华为也发布了ADN(自动驾驶网络)战略架构,在设备层、网络层和云端全栈引入AI技术。运营商中国移动、沃达丰等也提出了殊途同归的“AI战略”。

AI使能的智能自治网络是5G和后5G网络发展的重要趋势,将为移动网络带来根本性变革。网络将由当前以人驱动为主的被动管理模式,逐步向网络自我驱动为主的自治管理模式转变。5G正在联接千行万业,它与AI的携手共进,必将能推动电信产业智能升级,让我们一起见证并共同拥抱美好智能世界!

刘鸿, GSMA 大中华区技术总经理



目录

封面故事

01

ADN 携手产业, 加速网络智能升级

02

产业视角

08

AI、5G 交汇融合, 加速移动网络智能化演进

09

打造新型智慧网络, 共建 5G 发展新生态

13

自动驾驶网络助力联通互联网化转型

15

专题 - 5G+AI

19

业务运营双升级, 发展深度智能化网络

20

迈向无线网络自动驾驶, 加速 5G 商业成功

25

5G 承载网赋能自动驾驶: 使能千行百业, 助力产业升级

30

核心网自动驾驶解决方案 iMaster MAE-CN 促进行业市场商业成功

34

AI 使能的 5G 网络智能运维

38

华为站点能源再创新, 成就无处不在的绿色联接和计算

41

“云地协同” 加速网络 AI 规模商用, 使能自动驾驶网络

46

成功故事

52

出彩中原, 河南移动践行 5G 新基建, 河南移动通过 AI 手段打造 5G、家宽双千兆智慧网络

53

变“被动”为“主动”, AI 开启内蒙联通核心网运维新篇章

60

AI 赋能智慧运维, 助力基站节能减排

63



封面故事



ADN 携手产业, 加速网络智能升级

华为技术有限公司公共开发部总裁 鲁鸿驹



鲁鸿驹

作为自动驾驶网络 (ADN) 理念的倡导者和积极的实践者, 华为坚信: “电信产业应运用 AI 技术, 通过知识和数据驱动网络架构的持续创新, 重构网络的建网模式和运维模式, 重塑商业体验, 系统性解决电信产业 OPEX 居高不下的结构性问题, 助力运营商抓住数字经济和智能时代的新机遇。”

未来十年是智能时代蓬勃发展的黄金十年, 万物感知、万物互联、万物智能的智能社会需要一张自动、自愈、自优的自治网络, 来使能电信业务的敏捷创新、极致体验与自动运维, 并实现高效的资源和能源利用。

应对时代新挑战, ADN 产业共启航

在过去的20年,伴随互联网应用、移动应用和云应用的蓬勃发展,通信网络作为基础设施不仅丰富了人们的沟通与生活,还在重塑企业生产、运营和社会治理等诸多方面发挥了重要的作用。2020年,新冠疫情席卷全球,通信同仁们在抗击疫情和复工复产方面也发挥了重要的作用。5G和F5G网络凭借其优异的联接能力,正在与云、数据中心、人工智能等数字基础设施深度融合,进一步激发联接和数据价值。ICT产业正加速从以人口和流量红利为中心的消费互联时代转变为以联接和数据红利为中心的产业互联时代。产业互联时代,对网络联接的数量、流量和种类发生了质的改变:联接的边界进一步拓宽,从辅助办公到支撑生产;联接的质量属性进一步增强、需要实现提供确定性服务的智能联接;联接的管理必须从以人为主,转变为机器辅助人、增强人、赋能人、乃至以机器为主的无人值守。

面对这些更为高级的需求,当前的电信业还存在以下痛点:



网络层

传统网络建设重硬件、轻软件,网元高质量数据感知、实时处理以及网络管理软件的API开放不足,因此很难为2B市场提供差异化、有保障的网络服务



运营层

传统OSS高度定制、刚性集成,烟囱式的静态流程导致系统集成成本高、运营不敏捷



商业层

产品创新周期长,网络、业务和客户等大量数据散落各地、缺少横向拉通,电信大数据的价值尚未充分挖掘

为了解决以上痛点,自动驾驶网络应运而生。

- 2019年5月。电信管理论坛 TM Forum 率先发布了业界首部 Autonomous Networks(AN)产业白皮书,并在产业各方的积极推动下正式成立 Autonomous Networks 项目,以用户为中心,从商业需求和架构演进的角度阐述了电信产业面向自动化和智能化的数字化转型高阶蓝图。
- 2019至今。TM Forum、3GPP、GSMA、ETSI 和 CCSA 纷纷启动了自治网络“架构和分级定义”的讨论工作,经过业界公司的积极参与,输出了一系列的研究报告、技术规范、技术白皮书等。
- 2020年7月。中国移动牵头的 Rel-17 自动驾驶网络分级标准项目在 3GPP 立项通过,标志着业界对自治网络分级以及相关自动化支撑技术的标准化工作进入正式标准化阶段。
- 2020年8月。TMF 在业界发起倡议,向业界组织 GSMA, NGMN, 3GPP, ETSI 等发送正式联络函,邀请参与自动驾驶网络 workshop,促进跨组织的观点分享与标准协同,促进行业形成合力。

作为 TM Forum、3GPP、ETSI、GSMA 和 CCSA 工作组上 AN 标准的关键贡献者之一,华为一方面积极贡献提案参与标准讨论制定,一方面注重产品创新和客户联合实践。2018年,华为面向智能时代首次提出自动驾驶网络 ADN 理念,并于 2020年5月,面向全球发布了《自动驾驶网络解决方案白皮书》,系统阐述了面向 L4 级自动驾驶网络的目标架构,探讨如何通过网元、网络和云端实现三层 AI 能力的有机协同,让网络走向智简、超宽,让运营迈向人机协同。



改变建网模式, ADN 为网络注智赋能。

过去几年,产业各方通过 NFV 的实践表明,软硬件解耦在加快创新和自动化部署方面存在天然优势,但在系统集成、网络安全、故障定位的复杂性却呈现几何数增长,导致其综合成本不降反升。从业务、联接和芯片的多样性发展趋势来看,我们认为未来网络应该采用“软硬结合”的设计架构,既要发挥专有硬件的成本和性能优势,又要大胆引入 SDN、NFV、云和 AI 等软件技术,在增强网络效率的同时实现可维、可控,获得最佳的成本与效益。

首先,网元基础设施层应在架构、协议和站点走向归一化、高集成的极简设计,并让网元走向数字化和智能化,从而增强对资源、业务及周边环境的感知能力。通过站点简化、架构简化、协议简化的手段,打造一个极简目标网,大幅降低网络复杂度,从而抵消由带宽和联接数增长带来的管理规模、部署空间、能源投入等诸多影响。网元数字化是实现网络自动化执行能力的基本前提,首先需加入时空属性从时间和空间两个维度增强描述网络历史、现状和未来的能力。其次,在网络层和设备层的分层感知和决策闭环过程中,需要增加数据的数量和确保数据的实时性。网元智能化则包含两层含义,一是增强设备基于 Telemetry 遥感技术的实时高质量数据感知以及本地快速推理和决策能力,二是通过边缘计算解决中心云对边缘侧实时计算和推理支撑不足的问题,更好的为 SLA 敏感型的业务

提供确定性的 SLA 服务能力。

其次,在网络资源层,要将传统网管“人工方向盘模式”升级为面向自治域的“智能驾驶控制模式”,其核心为基于统一的云化平台,深度融合网络管理、控制和分析能力,打通数据和流程实现闭环自动化。运营商可依据其业务特点、网络技术、维护模式等差异性,将一组智能化网元及其对应的网络管理和控制系统划分为一个自治域。智能管控系统将对单个自治域内完成数据采集、分析、控制、优化的完整闭环过程,向下实现单个自治域的集中调度,面向业务的全生命周期提供网络资源的自动化能力,并结合数据分析和 AI 驱动网络故障感知、识别和自动闭环。简而言之,单域自治的网络将作为一个子系统运行,其自主水平会越来越高,意味着网络的自动化、智能化水平越高,反之对人工的依赖也越少。



改变运营模式, ADN 推进人机协同。

随着未来网络能力的不断提高,应用场景也会变得更加复杂,用户和网络能力之间的运营能力,即“规划、建设、维护、优化、营销”等五项服务用户体验的网络能力也需持续演进。ADN 将 AI 引入运营商的生产流程与作业过程中,引入人机协同的智能运维和智慧运营的能力,让基于用户体验的网络规划更精准、围绕用户体验的网络建设更敏捷、质量更高、用户体验的问题处理更快速、更智慧。为实现这一目标,需从网络资源、客户业务和人机协作三方面转型:

面向资源的网络层 (Resource Closed-loop)

单个自治域向上提供意图化的自治域 NaaS 服务 API,大幅简化业务运营层的复杂性,降低其成本和风险。

- ①完善网络面向业务规划、建设、维护、优化等全生命周期的场景化 API 完备度;
- ②提供面向意图的自闭环网络服务能力,向上提供 SLA 可视、可控、可调、可优化的智能联接服务。



面向业务的运营层 (Service Closed-loop)

基于元模型 (Metadata) 驱动的设计 / 执行分离,允许面向业务场景、组网方案、运维流程进行灵活的应用开发、AI 训练,实现业务设计、定义和生命周期管理的敏捷开发。通过构建平台化的开放能力编排与共享中心,对准电信业务使能和开放的价值流,联合产业生态使能 ToB 的新业务创新与开发。



从以人工为主的传统运维模式演进到人机协作的 AIOps 模式

将过去分散的知识资产数字化,形成集中的、供计算机理解与使用的知识库,通过打造一套云端 AI 训练、知识管理和运维设计平台,支持电信网络迭代演进。有助于运维工程师减少对例行重复的维护操作的投入,更多的聚焦业务敏捷等创造性工作。在 AIOps 中心,对准客户业务全生命周期保障的价值流,聚焦网络稳健运行、质量优化和体验改进,基于 AI+DevOps 使能网络业务的智慧运营。AIOps 中心应打通与客户运维管理及现场作业价值流的数据集成,在智能化流程优化和作业调度方面,大幅提升现场作业效率。

自动驾驶模式不是替代人,而是取代一些低创造性的重复工作。未来,人类仍将在意图设计、异常处理、关键决策上发挥重要作用。而机器智能与人的有效结合,将会促进运维效率与运营效率得到极大的提升。可以说,网络基础设施的数字化和智能化、网络资源层全新的管控系统、云端 AI 训练、知识管理和运维设计,是支撑电信网络持续动态迭代和智能升级不可或缺的力量。

携手产业各方, ADN 逐级迭代

自动驾驶网络是电信行业的一次产业升级,我们坚信,人工智能技术将对电信产业的生产方式、运营模式、思维模式和人员技能等带来全方位的深远影响,并催生大量新产品、新应用、新服务。要实现自动驾驶网络的宏伟目标,离不开产业生态伙伴们在技术架构、API 接口标准、评估体系等多维度上共同努力。各方要以 3G/4G/5G 的发展规律和成功经验作为规划借鉴,开发一代、研究一代、探索一代。希望各方生态伙伴们可以一起共同制定自动驾驶网络 L3/L4/L5 的代际标准,并结合业务及技术的发展持续代际演进。例如:



3-5 年

网络具备感知分析能力, AI 能全面辅助人决策



5-7 年

网络实现初步自治,在某些网络和业务场景中让网络高度自决策



7-10 年

产业共同挑战网络全场景、全生命周期的自我决策和自我演进等终极目标

自动驾驶网络不是单一产品的创新,而是全场景、全系列系统架构、运维模式和商业体验的创新。华为将不断探索未来网络演进,践行自动驾驶网络战略,为产业拓荒发展道路。



面向
中短期

华为自动驾驶网络重点选择价值场景迭代推出 L2、L3 和 L4 级的系列场景化产品与服务解决方案,促进资源效率、能源效率、运维效率的三个提升以及提供客户体验的差异化服务,助力运营商抓住 5G 和 To B 行业数字化、智能化的机遇。



面向
中长期

携手生态合作伙伴探索突破电信网络全场景、全生命周期的 L5 级自治闭环,并通过云服务降低通信行业 AI 应用开发难度,促进从业人员技能提升和职业持续发展。

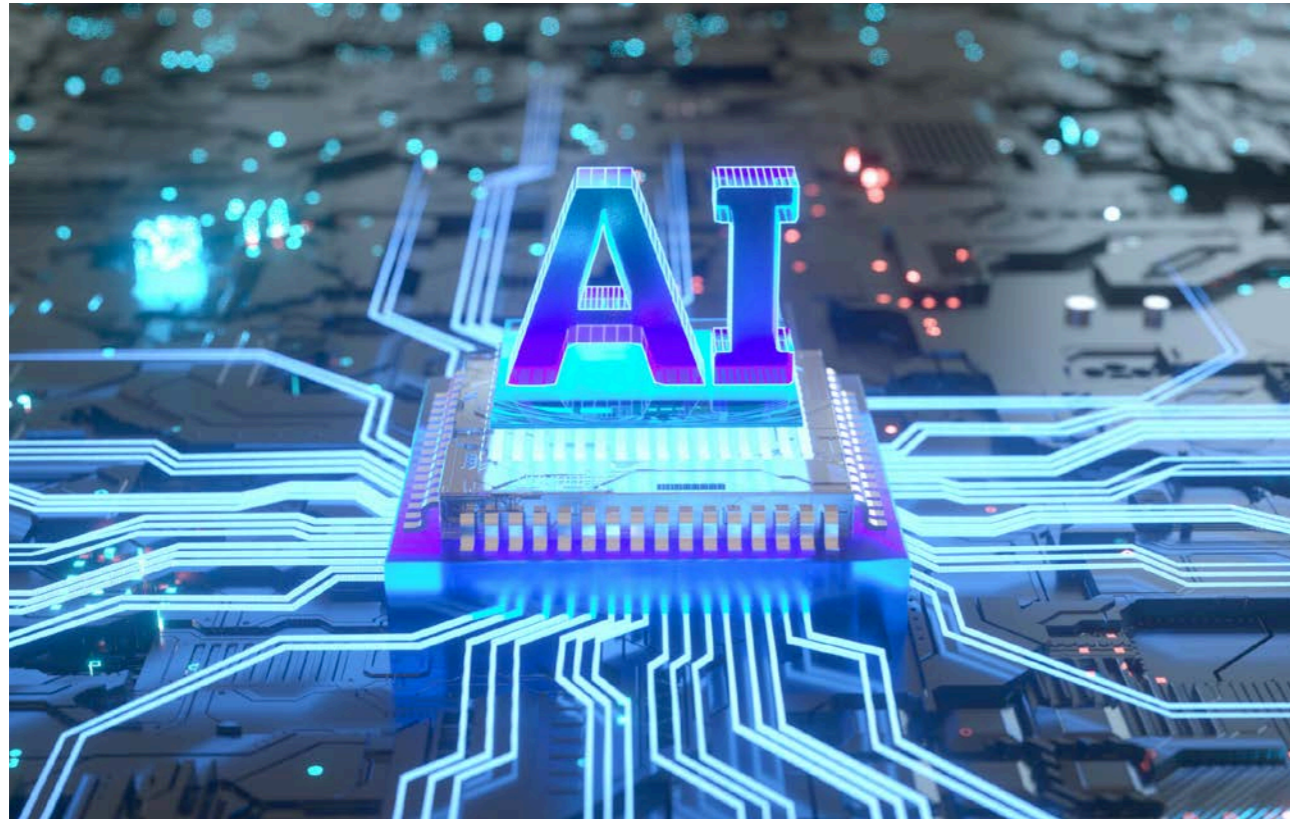


产业视角

AI、5G 交汇融合，加速移动网络智能化演进

GSMA 大中华区技术总经理 刘鸿

5G 和 AI 将成为未来传统行业发展的两块“基石”，助力运营商实现更优质的网络性能、更高的运营和商业效率，进而成为未来行业变革的有力巨擘。



当前，5G 网络部署正在全球各地如火如荼地开展。与 4G 网络相比，5G 网络在传输速率、传输时延、连接规模等关键性能指标上均有质的飞跃，进而支撑起更加丰富的业务场景和应用，但同时也给移动运营商带来了 CAPEX 和 OPEX 不断攀升的挑战。为应对相关挑战，行业针对 5G 时代的移动网络提出了新的要求——运维模式革新、升级智能化。AI in Network 带来的网络自动化能力不仅是满足相关需求的关键，同时也是 5G 时代除 eMBB、mMTC、URLLC 之外不可或缺的第四维度。将人工智能技术引入到移动网络中，是一个为网络“注智”的过程，不仅可以让端到端的移动网络具备高度的自动化能力，还可以令具有意图地驱动具备自闭环和自决策能力，从而实现智能自治网络。这一技术的升华，成就了 5G 乃至 6G 时代高效运营的基石，今后也必将加速 5G 的商业成功。5G 和 AI 有着天然和本质的联系，呈现出深度融合、交织并进的发展趋势。

5G+AI 联合赋能行业智能化转型

目前全球 5G 商用网络超过 130 张，基站数达到 100 万座。预计 2020 年年底，全球发布的 5G 终端款式将超过 500 款，全球 5G 用户数将超过 2.5 亿，5G 生态系统也将持续快速发展。无处不在的海量 5G 基站为 AI 的繁荣和孵化提供了海量有效的样本数据，多样化的场景和业务为 AI 模型的训练提供了有效的基础，分布式的基站为 AI 应用提供了灵活的传输和充沛的算力，同时利用边缘计算、网络切片、软件定义网络等技术构建的全球最大规模“联接 + 计算”新型智能化基础设施，也为实现 AI 技术大规模、普适性应用奠定了基础。

5G 与 AI 的融合将共同赋能各行各业智能化转型，当前 AI 技术在规模推广中面临端侧高成本、数据质量较差及安全可控性低等多方面挑战，5G 的低时延、高带宽特性可以帮助解决相关问题，实现普惠型 AI，助力行业转型。移动网络每天产生的海量数据，是将人工智能技术应用到移动网络中的基础，人工智能在解决高计算量数据分析、跨领域特性挖掘、动态策略生成等方面具备天然优势，人工智能技术将逐步把听、看、说、思考、学习和行动的能力带入到移动网络中，分层分级实现智能自治网络。





AI 技术加速 5G 商用落地

5G网络在运营过程当中也面临相关挑战，组网复杂、能耗高、控制灵活性差等问题带来诸多的不确定性。将AI技术运用于5G网络将推动实现更高效、低成本、极简化的自主可控的网络。

AI与操作运维结合，能够进一步加快网络建设的节奏，提升网络建设的质量。传统方式站点开通流程冗长、工作量大，AI技术可大幅简化5G站点开通流程，减少80%以上的部署时间。例如站点部署场景，AI技术的发展和引入为全面端到端部署自动化带来了革命性的提升。以在存量网络中部署新的基站为例，如果引入大数据分析和深度学习算法，未来可以实现真正的极简参数规划、大幅度减少部署策略开发，极大提升部署准确性，最终实现可以“智能跟随”的存量网络。存量网络中根据场景分类，部分作为静态参数。现阶段，运营商存量网络中存在大量数据，日常可以基于现网（无线、传输和硬件）特征数据，通过深度学习算法在线学习，针对不同场景（例如吸热、补盲等场景）生成部署策略和模板。

AI与网络层面的结合，有助于实现5G的柔性自治。5G拥有大数据的获取渠道，通过5G网络可获得海量数据，且结构性数据占比高，基于海量数据可在站点层面和网络层面对数据进行建模，对结构性的海量数据进行算法优化，其训练结果可以对整个网络资源进行更精细度的调度、优化及使用。

AI与业务层面结合，可以提供端到端的确定性能力，辐射千行百业。5G网络提供管道能力，通过引入AI，将行业需求转化为网络可感知的KPI指标，对指标进行分析预测以判断当前网络资源是否满足行业需求，进而结合分析预测得出的数据建模，同时保障网络资源的动态规划、调度、使用和过程，为网络最终提供SLA高可靠保障打造坚实基础。

AI让5G网络更加智能，帮助运营商实现更优质的网络性能、更高的运营和商业效率，进而助力运营商在降低OPEX的同时更快速地提升5G的商业成功率。

AI、5G 助力网络智能化演进

全智能自治网络的长期发展是一个循序渐进的过程。要实现这一目标，整个行业需有统一的认知，实现智能自治网络需要分层自治、垂直协同的网络架构。目前，除了产业伙伴在积极探索之外，国际标准及行业组织3GPP、ITU-T、ETSI和CCSA等均启动了人工智能在电信领域应用相关课题的研究，GSMA大中华区不仅基于5G发展进行了很多尝试，同时牵头GSMA在全球范围开展了创新实践。其发布的AI in Network智能自治网络案例报告，在全球范围内率先展现了AI技术在移动网络中的各种应用。

2019年，设备商华为发布了ADN（自动驾驶网络）解决方案，通过在设备层、网络层和云端全栈引入人工智能技术，通过开放架构“给网络以智能，给客户以平台”，加速运营商的数字化转型。运营商中国移动、沃达丰等也提出了相关“AI战略”。将AI应用到网络的规划、建设、维护、优化，推动网络实现分层分级的自动驾驶已经成为产业共识。分层的架构保证了网络复杂度不会进一步增加，同时保证了智能自治网络的最佳性能。智能自治网络包含分层架构，包括跨域协同层、单域自治层和网元层。不同层次的闭环之间需要通过开放接口（如：Open API、SDK等）进行信息的协同和交换。实现智能自治网络的关键在于开放和协同。

5G和AI有着天然和本质的联系，必将深度融合、交织并进，AI与通信网络的融合将为通信网络注入新的技术活力，开启前所未有的机遇，而AI in Network必将成为成功的关键点。当下，5G与AI相互赋能，AI作为一种赋能技术，能够提升5G网络的智能化水平，重塑网络规划、建设、维护、优化、运营的工作流，在降低运营成本的同时提升网络服务质量。在5G+AI的推动下，各传统行业将加快数字化转型进程，5G和AI将成为未来传统行业发展的两块“基石”，成为未来行业变革的推动力。通过产业的高度协同和合作，AI和5G这两个正在改变世界的技术之间的交汇融合，必将再次重塑人类的未来。

打造新型智慧网络, 共建 5G 发展新生态

中国电信研究院 陈运清

通过网络自动化、数字孪生、人工智能等手段使能网络及运维极简, 助力运营商提升运维效率、资源利用率、客户体验和能耗效率, 推动网络向全自治方向演进, 已成为行业重点关注的领域。

5G 时代正在扑面而来! 作为国家“新基建”战略的核心组成部分, 5G 网络拥有的高速率、低时延、高可靠、大联接等特点已使其成为最根本的通信基础设施, 为大数据中心、人工智能、工业互联网等其他基础设施提供了重要的网络支撑, 加速推动了云计算、大数据、物联网、区块链、AR/VR 等新技术的融合及其对各行各业的升级改造, 为全社会的数字化转型发展创造了新的机会。对于运营商而言, 5G 时代的网络将是一张充满智慧的网络。各种新技术在网络中的融合应用, 在为运营商催生新业态的同时, 也进一步增加了网络的复杂度, 对网络的管理和维护工作带来新的挑战。基于此, 通过网络自动化、数字孪生、人工智能等手段使能网络及运维极简, 助力运营商提升运维效率、资源利用率、客户体验和能耗效率, 推动网络向全自治方向演进, 已成为行业重点关注的领域。

中国电信在 2019 年 6 月发布的《人工智能发展白皮书》中提出了“加快智能化网络升级, 形成智能化产业生态, 提升智慧化运营水平, 打造全面融智的随愿网络, 提供以客户需求为导向的随心业务”的总体目标。为实现这一目标, CTNet 2025 网络重构将网络智能化作为重要抓手, 通过打造“泛在智联网”, 实现能够联接万物、智慧赋能的新一代信息基础设施, 通过“赋能”和“注智”促进业务的增长。在这一过程中, 基于人工智能等手的网络运营监控及管理将是网络智能化的发展重点, 其主要关注以下几个方面:



网络架构动态编排

引入了云计算、SDN、NFV 的未来网络将基于云化基础设施部署建设, 具有资源池化、业务及网络功能原子化、自底向上动态组合编排等特点。智能化技术的引入, 能够感知预测业务需求和网络资源、精准识别业务场景, 实现业务场景到网络架构的智能化映射, 进而动态、快速的支持网络架构与多样化业务场景的适配。



虚拟网络分层解耦

网络功能虚拟化后的网络设备自底向上被划分为物理设备、虚拟资源、功能软件等层面, 并引入了网络编排、网元管理、虚拟资源管理等编排管理组件, 其在增加部署灵活性的同时, 也会产生更多的故障点及成倍增长的告警数据。智能化技术能够基于网络健康度感知并进行智能化故障预警, 通过对告警信息进行智能化的过滤和关联, 完成跨层故障定位与根因分析, 助力分层解耦的全面实现。



网络资源实时调整

未来的网络将部署在统一的云化资源池上, 不同业务之间可以实现资源的按需共享, 从而提升网络资源利用率、实现绿色节能, 这需要根据实际业务量变化情况和可用网络资源状况, 进行实时自动化的网络资源分配和调整。智能化技术能够基于网络业务量和资源需求的预测, 建立资源分配策略驱动的闭环控制机制, 促进绿色节能。

与上述运营商网络重构中的智能化场景相比较, 当前正在加速建设运营的 5G 网络是具有 SBA 和网络切片等特征的新型网络架构、基于 Massive MIMO 和 5G 高频通信的新型空口技术以及云化部署与边缘计算融合的新型部署方式, 在网络架构动态变化、资源按需分配、参数灵活配置、基站绿色节能等方面面临更多的挑战, 更加需要智能化技术来解决现网面临的问题, 主要体现在:

智能网络切片

针对不同种类 5G 应用场景的架构适配、功能支持和业务隔离需求, 利用智能化技术实现 5G 切片的智能化管理和运营。例如根据业务需求智能化选择所需的 5G 网络功能及规格, 针对用户行为模式、业务流量模型、网络条件变化进行预测, 对网络资源的分配进行实时或准实时的调整, 实现网络切片的弹性扩缩容, 达到全网资源在多项业务叠加情况下的最优配置, 提升利用率。

智能网络配置

5G 网络拓扑结构复杂、业务多样、用户体验个性化, 特别是大规模天线阵列配置组合模式十分复杂, 利用智能化技术将传统的对 5G 网络参数的配置与调整, 转化为对数据特征的提取、网络策略的设置以及算法模型和参数的优化, 实现场景自动识别, 进而分析场景、参数、指标的关联并完成参数的自动配置, 提升不同场景网络的服务质量和用户感知, 提升网络价值。

网络绿色节能

5G 无线网络引入了 Massive MIMO 大规模天线技术, 基站的能耗将成倍增加, 智能化的节能策略能够在保证网络质量指标的前提下, 通过对基站资源(例如符号、载频、射频通道等)的工作模式进行合理调整, 达到节能效果。而且, 5G 网络云化部署在数据中心中同样会导致数据中心能耗的提升, 因此通过智能化技术对机房环境、设备集群等进行能耗优化也是节能减排的有效手段。

智能边缘计算

5G 通过 MEC 边缘计算的能力将网络流量、控制信令及部分业务优化的处理下沉到网络边缘, 以减少对核心网的流量冲击、降低网络时延、改善业务体验。智能化技术的引入将促进更丰富的业务创新, 例如在网络边缘提供基于 AI 的视频分析、图像识别、趋势预测能力, 用于辅助安防、产品检测、精细化工业生产操作、远程医疗、自动驾驶、智能内容缓存和分发等领域的业务应用。

综上所述, 中国电信已经在网络智能化领域开展了一系列探索, 一方面依托自主研发, 实现核心掌控; 另一方面也在打造产业生态, 促进合作创新。其中, 中国电信在 2019 年 9 月发起了 5G 产业创新联盟, 秉承着“聚合产业伙伴, 探索 5G 创新应用, 构建 5G 产业生态, 推动 5G 成熟发展”的宗旨, 联盟中的“5G+AI”工作组积极探寻基于 5G 网络和 AI 技术的业务创新与服务创新, 推进创新成果标准化与展示, 促进智能行业应用发展。同时与华为等合作伙伴联合研发了基于 AI 技术的网络智能化运维解决方案, 并依托研发成果在 ITU、ETSI、3GPP、CCSA 等国际和国内标准化组织中主导推进网络智能化的标准制定工作, 引导网络智能化技术、标准和产业的发展, 加速具有简洁、敏捷、开放、集约、泛在、高速等特征的新型网络的建设运营。

网络智能化是运营商网络未来发展的必然趋势, 拥有广阔的前景, 但它也必将经过一个相对长期的演进, 不能一蹴而就。对于运营商而言, 需要结合业务需求, 统筹现网资源, 开展科学规划, 在统一框架的引领下由点到面、逐步积累。中国电信愿携手产业链上下游各方合作伙伴, 共同推动电信网络智能化标准的制定, 促进人工智能产业的发展, 加快智能化网络升级, 提升智慧化运营水平, 拓展综合智能信息服务, 改善民生, 助力网络强国, 为经济和社会的全面数字化转型注入强大的发展源动力。



自动驾驶网络助力中国联通互联网化转型

联通集团智网创新中心 刘洪波

作为数字经济的底座,基础通信网络承担的角色越来越重要,以数字化应用为主的创新消费业务及以物联网、云计算和信息安全为主的创新企业业务为运营商带来巨大发展契机,运营商成为建设和运营数字经济新型基础设施的主导者。

中国联通致力于成为 5G 时代数字化转型的先行者,通过数字化运营战略,自动驾驶网络,推动电信产业智能化升级,通过业务侧和供给侧的生态合作,与生态伙伴携手共享产业创新红利。



数字经济时代,通信运营商面临巨大机遇。当今世界,数字经济已经成为全球最重要的新型经济形态,是继工业化之后推动经济社会发展的重要力量。作为数字经济的底座,基础通信网络承担的角色越来越重要,以数字化应用为主的创新消费业务及以物联网、云计算和信息安全为主的创新企业业务为运营商带来巨大发展契机,运营商成为建设和运营数字经济新型基础设施的主导者。

疫情期间通信网络的得与失

2020 年初,汹涌而来的疫情对全世界的正常生产生活秩序造成极大影响,生死时速的战役竞赛中,时间和效率成为竞赛的核心要素。2020 年 1 月 29 日,中国联通星夜兼程,仅用 5 天时间就完成了火神山、雷神山两家医院的网络覆盖;中国联通 5Gⁿ live 直播平台开通了雷神山、火神山两座医院的建设现场直播通道。此次重大事件中充分证明了电信网络是保障国家正常运转的信息命脉。

在疫情中,业务的快速交付,可靠的质量保障,信息的有效传达,忘我的投入完成,是通信人对社会的责任和承诺,但是现网中,由于网络的复杂性,对管理、维护业务及资源调度等都带来极大挑战,例如 2G、3G、4G、5G 的网络设备并存,核心网 CS/PS/IOT 等多领域混合组网等,现阶段大量的运维工作依赖于手工流程和专家经验,每个流程节点、作业节点都需要人工干预,客观上存在业务响应速度慢的问题。

因此疫情期间的高效保障效率,难于复制到日常工作中,而且网络复杂导致运维难度及成本直线上升,运营商收入和盈利能力持续变差。5G 和 IOT 等新技术的飞速发展,在带来新市场机会的同时,更加剧了这一趋势——如何平衡资产利用率和成本以获得最佳 TCO,同时提升客户业务体验及响应速度,成为运营商面临的重大挑战。

为了满足市场需求及技术演进,中国联通启动了互联网化运营转型,以实现业务的敏捷性和高效运营,互联网化运营转型的目标主要体现在业务、运营、网络三个方面:



客户及市场需求

运营商需要从网络运行向网络运营转变,以 5G 2B 为例,需要运营商提供更加高效敏捷、端到端的及时响应和专业化服务。



集团公司全面的数字化转型战略

要求网络运营转型能够适配集团战略的发展,加强资源配合与协同,开展核心能力与智能中台建设,提升网络的竞争力。



技术发展和演进趋势

促进网络向“四化”发展(网络 SDN 化、虚拟化、云化、智能化),驱动云网一体、CT 与 IT 的融合及规建维营的一体化。

互联网时代，用户是商业战场的中心，为了快速响应用户的需求，支撑行业需求的多样性，以互联网化平台提供电信基础业务可以事半功倍。传统企业的运营系统分为前台和后台，前台主要包括面向客户的营销系统、交付系统及服务系统等；后台则更侧重于解决企业的管理效率问题，主要包括订单管理系统、CRM系统及网络管理系统等，这种传统的企业后台往往并不能很好地支撑前台快速响应用户的需求。

中国联通的数字化中台战略是解决前台面对客户需求的创新问题。搭建数字化中台，打通原有的订单、客户、产品、营销活动、业务开通等系统，在实现网络的资源池化、资源可视、网络能力原子化、业务定制敏捷化、资源调度灵活化、管理集约化的基础上，助力营销前台实现电商化及线上线下一体化。

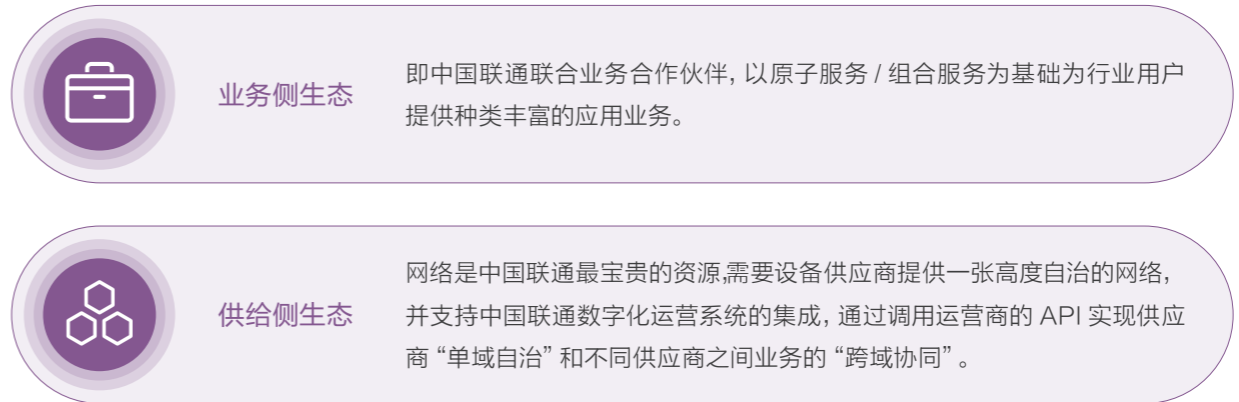
基于数字化中台，中国联通得以实现资源重组，网络原子化能力快速响应和集成，重塑产品灵活组合、按需定制，主动推动用户体验提升。

2020年是中国联通5G全面建设与运营之年，中国联通将勇担网络强国“主力军”，在落实中国联通聚焦战略和“三个一切”（一切为了客户、一切为了一线、一切为了市场）经营管理的理念下，中国联通将加快数字化转型进程，构建智慧网络中台，实现小前台、大中台，赋能市场和业务创新，规模化推进AI智能化场景新应用。



向互联网化运营转型：生态运营

要实现互联网化运营的转型，就需要从传统运营模式向生态运营模式转变，聚合客户、产品研发团队和合作伙伴，以服务客户为目的，逐步实现“产品 - 平台 - 客户”的合作开放生态。主要包括业务侧生态及供给侧生态：



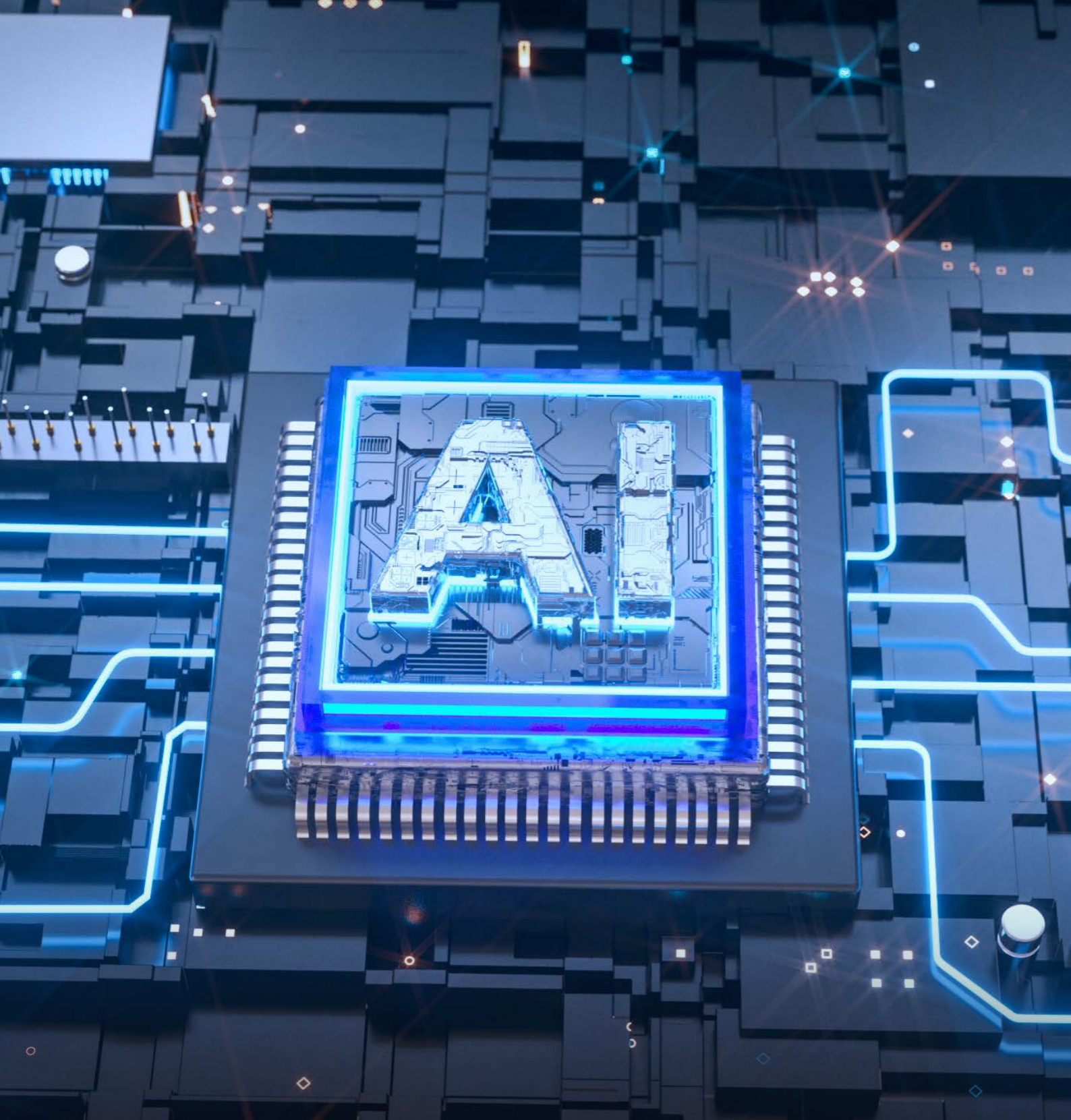
2020年3月31日，“2020年中国联通OSS2.0 5G OSS应用”线上发布会成功举行，这是中国联通运营支撑系统首次与5G大规模生产应用同步发布，标志着中国联通5G网络规建维优一体化运营支撑体系已初步构建完成，将推动联通逐步走向5G网络自动驾驶。

华为是中国联通的战略合作伙伴，2020年5月15日，中国联通携手TM Forum、华为等合作伙伴，正式发布了中国联通智能网络中台及《中国联通自动驾驶网络白皮书》，围绕网络的规划，建设，维护，优化等业务场景，定义了自动驾驶网络L1~L5的分级标准和描述，制定了自动驾驶网络的终极目标：实现网络“规、建、维、优”全生命周期的闭环自治。

中国联通在中国率先联合华为等产业伙伴启动战略合作，定义面向L4自动驾驶网络的目标架构、分级标准及智能化指数，以引领网络自动化、智能化升级。在产业协同方面，2020年2月，中国联通作为运营商参与了TM Forum自动驾驶网络目标架构标准的讨论，2020年7月，在TM Forum发布的《Autonomous Networks Business_and Architecture v1.0.0》(IG1218)的BA(Business Architecture)中成为关键贡献者。后续中国联通还将基于TM Forum与产业伙伴共同探索下一代OSS运维架构，预计将在2020年底正式发布，旨在网络自动化、智能化领域，明确产业分工，提升产业协同效率。

为了落实集团公司的发展战略，中国联通以5G自动驾驶网络为目标，与华为同步启动了5G网络商用一体化支撑能力的建设工作，在北京、山东、广东、江苏、内蒙等省智能运维创新建设的基础上，全面引入智能化、云化、大数据等IT技术，加速运维的数字化、智能化转型，实现ICT设备技术知识与运维流程知识封装，通过生态来构建不同运维场景的工具或能力，实现运维的简化及自动化。与此同时，在整个转型过程中，逐步推动组织、工作流程的优化，提升运维人员的工作技能和工作模式，验证并完善5G智能运维评估体系，助力运维转型及网络的智能化升级。

中国联通致力于成为5G时代数字化转型的先行者，通过数字化运营战略，自动驾驶网络，推动电信产业智能化升级，通过业务侧和供给侧的生态合作，与生态伙伴携手共享产业创新红利。



专题 - 5G+AI



业务运营双升级，发展深度智能化网络

华为技术有限公司运营商 Marketing 部首席架构师 李常伟

下一代网络是提供智能新服务的新基础设施，是全息智能社会的联接纽带，是支撑海量数据处理，并将智能及时带给万物的“算力网络”。

5G 的规模化部署使运营商面临越来越多的挑战，其中，ToB 生态化应用创新需要具备资源可编排能力的平台来使能，初期的核心是网络资源的平台化。

2020 年全球开始规模化部署 5G 网络，以 VR/AR 为代表的新视频内容和应用创新快速发展，5G 和 AI 技术融合，正在使能千行百业智能化升级；同时 5G 网络单站运营成本高的痛点浮现，需要网络具备业务适配、运营敏捷、智能化服务能力，使能运营商转型提速！

产业升级: 从 IT 到 DT

自2000年3G开始, 电信行业便开启了数字化转型之路, 在4G时代达到顶峰, 随着5G元年的开启, ICT行业开始进入智能化时代。“4G改变生活, 5G将改变社会”已经成为业界共识。

在数字化向智能化演进的第一阶段, 首先是DT (DT = Data Technology) 的“水平”整合, 即通过云改来实现高效率低成本运营, 以延续现有业务的生命周期; 在平台ABC (AI、Big、Data、Cloud) 能力积累的优势, 将支撑运

营商有基础资源和能力进入到ToB的垂直行业领域, 即参与行业智能化的“垂直”整合进程。

数字化、智能化时代平台为王、生态为王。移动互联网造就了“平台+生态”模式顶级互联网公司FAANG、BATJ (Facebook、Amazon、Apple、Netflix、Baidu、Alibaba、Tencent、JD) 的崛起。DT技术 (ABC) 正在驱动各个行业通过平台能力实现从数字化到智能化的转型升级。未来30年将实现智能化“平台+生态”模式。

业务升级: 从 VR/AR 新视频到行业智能化业务

5G时代的来临将首先驱动视频向VR/AR等新视频升级, 同时使能各个垂直行业加速各自领域的数字化和智能化发展进程, 如银行、交通、物流、零售、医疗、教育、政务等, 使其能在架构体系和商业模式上构建竞争力, 以创新新业态和新服务。

在ITU-T FG Network 2030工作组中, 对2030的网络定位为“从联接人, 到联接组织, 再到联接社会”, 而这一目标需要网络技术的持续创新和突破才能达到。今天网络联接了端和云, 带给人们丰富的内容, 承载了内容服务; 未来面向智能社会, 网络将联接云、边、端, 将海量数据传输到网

络化算力基础设施, 经过处理后将智能再赋能万物。为万物带来智能将成为网络承载的新型业务。

智能服务与内容服务对网络的要求不同, 智能服务的流量流向将以上行和边缘处理为主, 需要网络具备更大的上行带宽能力; 内容服务对实时性要求不高, 网络仅需“尽力而为”, 而智能服务对实时性要求更高, 网络需要“尽快而为”。在当前ToB行业数字化、智能化转型市场, 架构体系和商业模式多数处于探索、验证、迭代尝试的阶段, 需要首先寻找技术和商业壁垒最薄弱的聚焦点, 进行解决方案集成突破, 以突破市场瓶颈。



运营升级: 平台使能生态化创新

数字化和智能化转型的发展显示出未来竞争的核心是平台的竞争, 平台是架构体系的核心也是业务和应用资源编排、调动的核心引擎, 决定着生态中用户、联接、流量的主导权, 同时更是商业模式的控制点, 决定了生态玩家的话语权和可盈利性。

网络能力作为平台能力的核心部分, 将率先被集成进入平台的可排资源池, 并实现DevOps的动态迭代服务。在架构体系上, 平台是共享的、标准化的, 微架构、微服务、虚拟化、容器化的。

VDF集团2025的战略目标是从电信公司转型为平台技术公司, 定位为平台和生态领先, 以便将网络能力开放出

来, 以形成一个开放、可编程的网络平台NaaP (Network as a Platform); 中国移动近年来加强了网络智能化技术方面的攻关力度, 目标是构建“业务中台+数据中台+技术中台”的智慧中台体系, 提供泛在的智能云服务能力, 夯实网、云、边、智融合的技术基础, 为社会和企业自身的持续发展提供强劲动力。中国联通实施大中台战略, 以能力集约、敏捷创新、交付及时、运营高效为目标, 通过总部与省公司协同, 打造智能网络中台, 实施BO拉通及网络能力产品化, 以更好地支撑市场经营。中国电信发布的CTNet 2025网络战略, 则以网络智能化作为重要抓手, 通过打造“泛在物联网”, 以实现能够联接万物、智慧赋能的新一代信息基础设施平台, 通过“赋能”和“注智”促进业务的增长。

网络智能化转型: 自动驾驶网络

5G 的规模化部署使运营商面临越来越多的挑战, 其中, ToB 生态化应用创新需要具备资源可编排能力的平台来使能, 初期的核心是网络资源的平台化。而基站能耗、站点租赁费用高企, 需要网络智能化进行资源调度以平衡 TCO。鉴于此, 运营商对于驱动网络平台化、智能化升级的需求也越来越迫切。

此外, 不同行业对 5G/F5G 网络价值维度需求的差异也很大, 网络覆盖面临挑战, 如工业场景要求可靠性达到 99.9999%, 交通场景需要优先保障延时小于 1ms, 而安防领域对于上传能力要求较高。因此, 超越理论时代的体验覆盖, 聚焦场景进行覆盖价值维度的设计、组合、定制和集成成为关键。ToB 场景对于价值的定义和需求都发生了根本性的变化和升级。

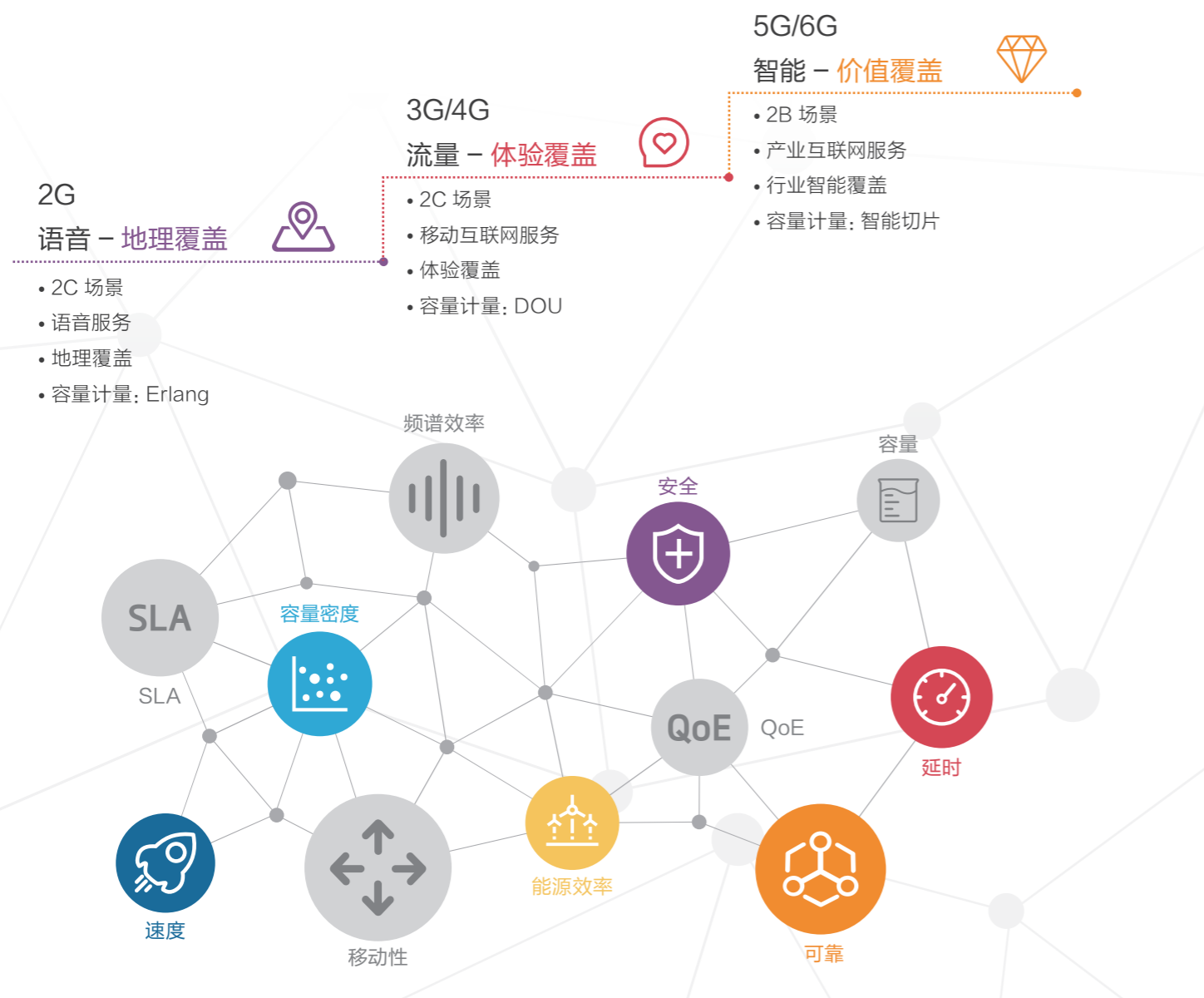


图1 网络覆盖 - 向智能化的价值覆盖升级

为了应对行业物联网市场 VUCA (volatility 易变性、uncertainty 不确定性、complexity 复杂性、ambiguity 模糊性) 模式下的挑战和需求, 未来网络的发展, 需要具备敏捷、柔性、DevOps 迭代的能力, 在智能化基础上实现自组织、自由化甚至自演进的能力, 即网络需要发展和具备能够自适应应用和场景需要的自动价值能力。

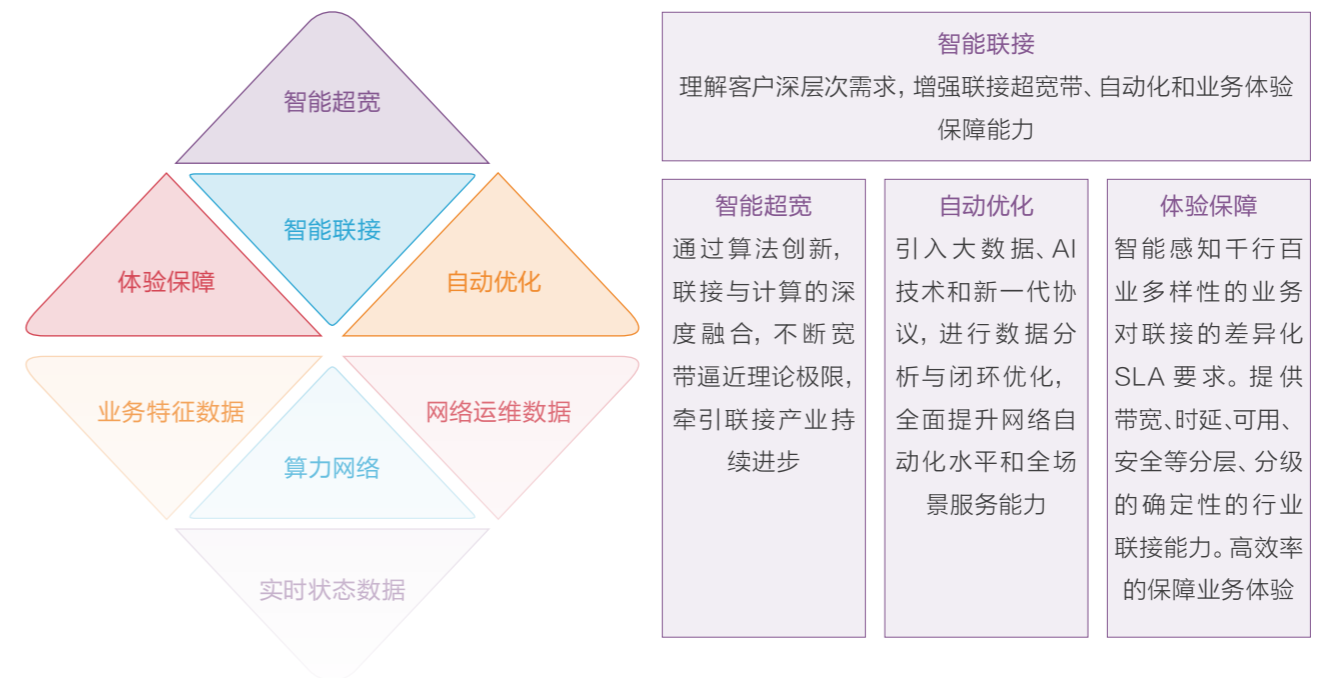


图2 智能联接 - 向智能化的价值覆盖升级

下一代网络要支撑海量数据的接入, 就需要网络在未来10年实现从千兆到百G超宽带的演进, IP和光要支撑百倍的容量提升, 云节点通过中心+边缘分布式支撑百倍容量的增长, 边缘计算将分担数据中心算力增长的不足。下一代网络需要具备联接云、边、端网络化算力基础设施, 构建专业化、弹性的算力资源池, 支撑百倍增长的高效数据处理能力。同时, 下一代网络还需具备支持算网协同的能力, 要能够感知业务算力的需求, 为数据到算力提供最优路由和可信服务, 并通过新IPV6协议扩展, 实现一个物理网络与多个虚拟网络的统一管理, 向上能感知智能业务, 向下能感知网络资源, 以实现算力效率的进一步提升, 并能够在网络资源不足的情况下, 为业务提供差异化的SLA服务。

下一代网络是提供智能新服务的新基础设施, 是全息智能社会的联接纽带, 是支撑海量数据处理, 并将智能及时带给万物的“算力网络”。基于“算力网络”架构可以提升联接自身的智能化水平, 实现智能超宽、自动优化和体验保障的智能联接!



迈向无线网络自动驾驶，加速 5G 商业成功

华为技术有限公司无线网络 SingleOSS 产品线总裁 林贵校

5G 已来，消费者正在获得全新的业务体验；行业迎来全新的数字化机会；对运营商来说，是机遇更是全新的赛道。5G 技术的成功最终需要落脚到促进商业正循环上，并以此持续推动产业健康良性发展。而无线网络走向自动驾驶在 5G 时代可以说势在必行，华为“1+3+N”无线自动驾驶网络解决方案将加速产业前行，助力 5G 商业成功。

随着 5G 规模部署及商用的正式开启，在过去的一年中，5G 业务已成为部分先行者看得见、摸得着的真实美好体验。与此同时，5G 技术带来的网络复杂性问题及全新 5G 业务对网络新的体验诉求，也对 5G 时代的网络运维和运营带来新的挑战。可以预计，5G 将迎来电信网络运维和运营的新代际，并推动网络自动驾驶真正走入现实。

自动驾驶成为 5G 第四维

综观过去一年多，可谓是通信产业在 5G 网络自动驾驶方面凝聚共识的一年，TMF/GSMA 以及 AIIA 等产业组织分别发布白皮书，阐述自动驾驶网络的分级理念与内涵。其中，最具代表性的是 GSMA 发布的 AI in Network 应用案例白皮书，该白皮书旗帜鲜明地指出了自动化智能化将成为继 5G 三大关键能力 eMBB, uRLLC, mMTC 之后的第四维，并给出了自动驾驶网络 level1 到 level5 的分级定义，这为 5G 时代点明了新的“诗和远方”——5G 时代，网络走向自动驾驶势在必行。

自动驾驶网络加速 5G 商业成功

5G 技术的成功最终需要落脚到促进商业正循环上，并以此来持续推动产业的健康良性发展。其中，移动网络需易于维护并拥有极致的性能，才能支撑多样业务和商业模式的繁荣和发展。而自动驾驶网络通过降低 OPEX、促进能源及资源效率，优化以及赋能 ToB 新业务持续改善移动运营商的收入与成本结构，以此赋能运营商在数字时代的业务敏捷创新，进而加速 5G 商业正循环的形成。

助力 5G 网络高效上线

5G 网络的规模部署意味着将有大量的基站批量上线，进而逐渐编织成一张信号覆盖无处不在的 5G 网络。基站的部署与初始优化的效率决定了 5G 网络的上线效率，因此，需要引入自动化智能化以助力运营商构筑 5G 网络在市场上的先发优势。

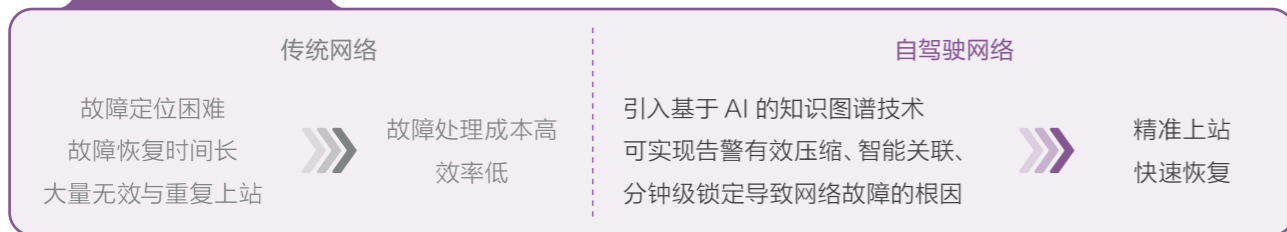
在基站的部署环节，硬件的自动检测与智能识别以及面向场景的参数自适应等技术，可以实现基站部署环节的敏捷高效。然而，5G 基站的开通并不意味着正式面向用户“上线”，还需要通过网络初始优化实现 5G 网络的有效覆盖。譬如，在 5G 建网初期，通过工参、MR 等数据学习，自动规划 5G/4G 邻区配置关系，并通过算法在线迭代优化，以减少邻区错配漏配及用户在移动过程中的切换掉话；通过对整网配置数据集中分析，自动发现网络中的 PCI 冲突问题，从小区可用 PCI 范围中选择最优的 PCI 进行替换，从而实现 PCI 的自动优化及最少的用户干预，在降低 PCI 优化复杂度和运维成本的同时，提高 PCI 的优化效率。而基于人工智能的性能预测能迅速锁定 Massive MIMO 的最佳参数配置组合，并在用户规模上线后开启自动智能迭代，使参数组合可动态地自动适配场景的变化。



开启 5G 网络智能运维

现存的“四代同堂”多制式网络给网络的日常运营及维护优化带来了诸多挑战，而自动驾驶网络技术的出现将开启 5G 网络智能运维新时代。

01 故障处理效率



02 能源效率

AI 技术的应用可以动态感知用户的流量变化，实现流量可视，精准识别多制式网络下的共覆盖情况，可以精细化定制小区级的节能策略，实现小区、载波以及符号的精准关断，甚至能够主动调整发射功率，在用户体验无损的基础上实现网络级能效最大化。

03 频谱效率

AI 技术的应用可以实现多参数在线实时调整、多载波负载动态均衡、多制式容量协同优化，可帮助运营商最大化频谱价值，使能最佳的用户网络体验。

使能 5G 业务敏捷发放

5G 的到来使能千行百业的数字化，其中 ToB 的核心在于提供稳定可靠的业务体验。从提供网络连接的类型来看，大致可以分为无线专线、局域专网和广域专网等几种类型。通过自动化和 AI 技术的引入，可以做到 5G FWA 在放号前精准评估可放号速率，进而实现分钟级的面向家庭以及企业的无线专线业务发放。在行业专网领域，工业自动化控制、智能交通、智能电网、远程医疗等新型应用对专网提出了更多的诉求，比如上行高带宽，端到端超低时延，以及如何有限的资源前提下弹性地满足刚性的业务体验诉求等。网络自动化及 AI 可以自动完成业务体验 SLA 与网络资源的精准资源匹配，进而实现一键式面向行业的专网部署、且在动态的网络环境中实时监控以及预测网络性能来保障行业业务的 SLA 需求，助力实现面向 5G ToB 业务的端到端敏捷发放。

华为“1+3+N”无线自动驾驶网络方案助力产业前行

5G部署正在全面加速，自动化能力在电信产业的快速构建迫在眉睫。华为创新性地提出了“分层分域自治、垂直跨域协同”的开放架构，以加速自动驾驶移动网络的实现。分层分域自治的核心在于最大程度地封装了单域/单层的复杂性，进而最大程度降低跨域跨层垂直协同的耦合性，使垂直协同变得简单而高效。

分层架构包含跨域协同层、单域自治层和网元层。在不同层次闭环之间，需增强透明性与开放性，例如在跨域闭环和各单域闭环之间，可以通过网络运维数据、原子API、场景化API和基于意图的接口，实现相互协同及机与机之间的信息交互。

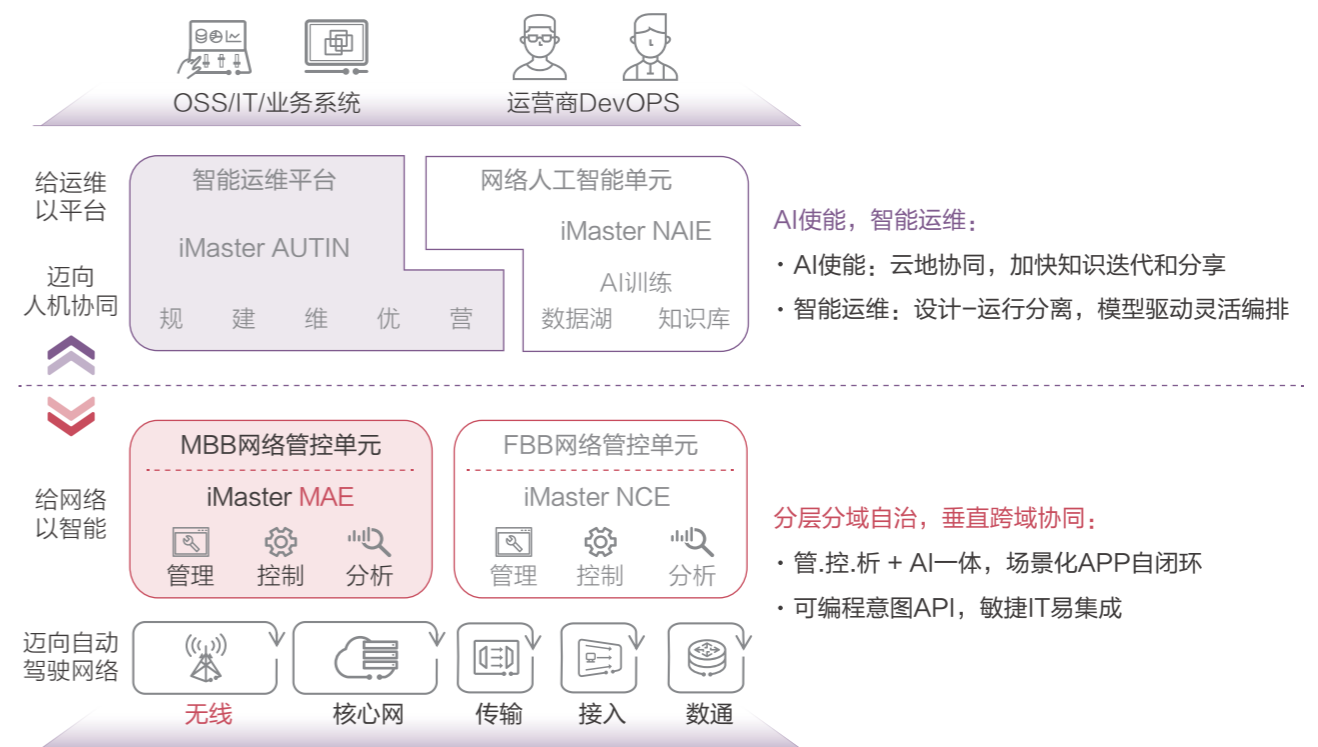


图 1-1 分层分域自治、垂直跨域协同开放架构图

华为iMaster MAE的“1+3+N”解决方案中的“1”，提供永远在线、可靠、安全的无线网络自动驾驶运维底座；“3”为围绕无线网络自动驾驶三大核心场景：高效建网、智能运维、敏捷业务提供基础应用功能；“N”即开放运维生态，由于不同运营商的业务和运维流程都不尽相同，因此网络自动驾驶的最终实现必须通过运营商以及第三方的产业生态伙伴共同完成。“N”代表更多的产业或者伙伴，更多的创新合作模式。

基于iMaster MAE的开放架构，运营商以及合作伙伴可以基于开放的可编程环境以及丰富的场景化API库，快速DIY出最匹配自己业务和工作流程的无线自动化应用，使能端到端的网络自动化，加速运营商数字化转型，实现对“运维效率、网络性能以及业务敏捷”三个价值方向的超越。

STRATEGY: 围绕‘1+3+N’, 打造网络自动驾驶核心能力和生态

客户价值

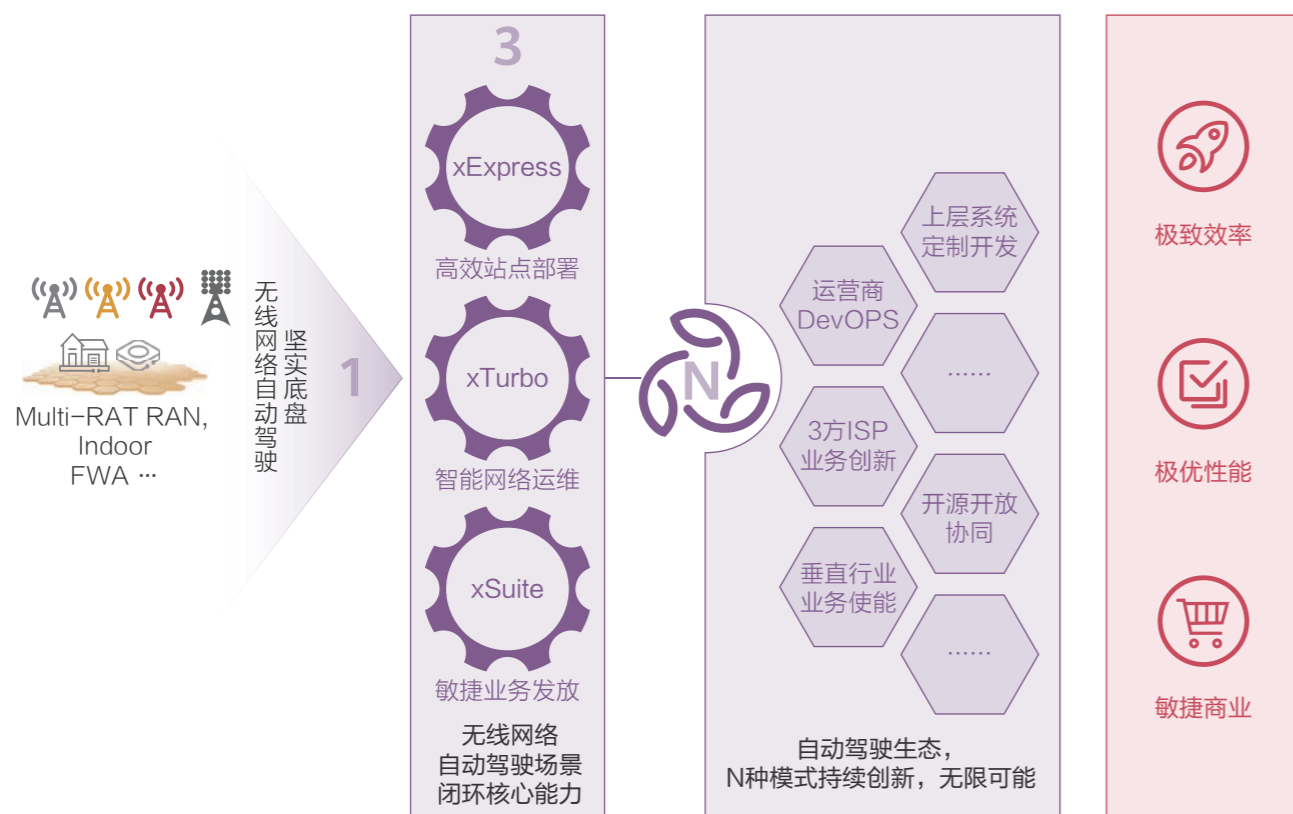


图 1-2 华为 1+3+N 无线自动驾驶网络解决方案战略

5G 已来, 消费者正在获得全新的业务体验; 行业迎来全新的数字化机会; 对运营商来说, 是机遇更是全新的赛道。华为无线网络将践行分层分域自治, 垂直跨域协同的开放架构理念, 通过开放架构联合运营商及产业伙伴开放创新, 加速运营商数字化转型, 推进移动网络自动驾驶的进程, 加速 5G 商业成功, 共同拥抱万物互联的智能世界。



5G 承载网赋能自动驾驶:

使能千行百业, 助力产业升级

华为技术有限公司 NCE 数据通信领域总裁 国大正

5G技术正在改变着人类赖以生存的社会。对于电信运营企业而言, 建设5G网络基础设施和提供更好的服务, 实现5G服务大众、融入百业是其不可动摇的使命。电信运营企业要落实好新基建发展要求, 实现经济社会民生各领域的融合、融通、融智, 助力经济高质量发展。



5G 时代, 电信网络面临的机遇与挑战

5G的发展将驱动产业的发展和升级, 带来新一代的产业变革和企业的数字化转型变革。

5G技术的升级将为其他前沿技术的大规模商用创造绝佳场景。由于行业应用对连接规模、实时性和稳定性的要求较高, 在缺乏5G网络的支撑时, 这些技术的应用场景将受到很大限制。在各个垂直行业的细分专业领域上(诸如交通出行、城市治理、工厂运营、医疗监控、能源、零售、娱乐以及农业等), 对于数字化转型服务需求的需求非常个性化。以工业制造领域的智慧矿山为例, 通过综合运用大规模传感器、产业物联网平台、数据采集和分析、增强现实以及云服务等技术, 可以直击行业痛点, 实时捕获与整合设备数据和环境数据, 应用特定行业分析模型生成实时的可执行洞察, 并通过移动设备向现场工人提供支持, 从而及时预测各类风险, 使生产吞吐量、资产利用率和运营效率获得显著提升。

5G时代带来了“端-网络-云”的融合, 形成了跨界竞争的生态格局, 对于电信运营商依托其网络优势在价值链上延伸自己的价值方面非常有利。随着云计算与MEC边缘计算的应用发展, 5G网络将推动大规模IoT终端的接入。运营商需要从提供相对标准的管道服务, 转变为根据客户需求提供灵活的定制服务, 为客户带来以重新凸显其多元终端接入、边缘计算、网络连接和网络切片等个性化与集成化解决方案。

在新的机遇下, 电信运营商现有的 2G/3G/4G 网络架构大多无法支撑未来业务的发展需求, 主要原因有以下几个方面:

95%

以人为为主的运维模式将导致成本居高不下。根据华为服务对1800多项典型运维活动的数据分析显示, 95%的流程和作业节点都需要人为干预。



电信产业虽拥有大量的数据和商业规模优势, 但商业变现能力不足, 表现在差异化的产品和服务能力不足, 网络的SLA保障仍然很困难。网络拥塞导致的业务卡顿、闪断和质差随处可见, 即使用户投诉后也难以精确定位和快速恢复。



5G网络商用后, 各类新应用将会如雨后春笋般涌现, 对网络也提出了更高的要求, 运营商和企业需要基于不同客户的需求快速开发新的功能, 以便更好地满足客户的各种新的需求。

伴随运营商的业务发展模式越来越聚焦于用户体验, 电信网络亟需全面转向以用户体验为中心的自动化、智能化网络架构。

5G 时代，需要承载网络实现自动驾驶

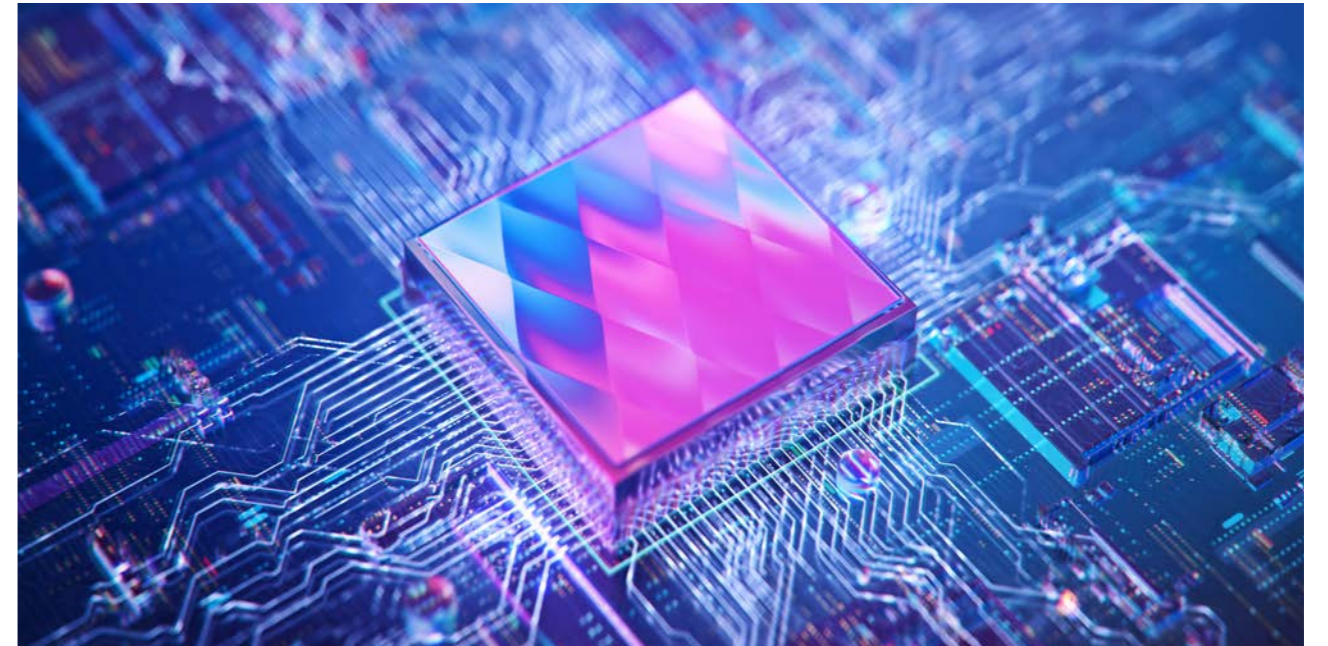
5G时代需要承载网络具有高度自动化和智能化的网络服务能力，在此背景下，自动驾驶网络应运而生。自动驾驶网络将通过应用多种智能技术，发挥融合优势驱动电信行业从数字化迈向智能化，对电信产业的生产方式、运营模式、思维模式和人员技能等全方位带来深远影响。终极目标是实现网络“规、建、维、优”全生命周期闭环自治。

快速建网	传统建网方式	5G 自动驾驶网络
	一个 40 人的维护团队每日最多完成 20 个新建基站的承载网络部署工作。由于影响 5G 承载网络部署开通周期的主要原因在于跨部门分散管理，全流程工单驱动人工操作，配置步骤多，不仅对人员技能要求高，而且容易出错。	可实现从资源规划、网络设计、新上线网元基础配置下发、业务配置发放、业务验证的线上全流程自动化管理，硬装完成自动触发业务配置下发，降低人员技能要求，提升基站部署效率，有效缩短基站开通周期，实现“日开百站”的自动化效率。

智能分片
完整、自治、独立运维的分片网络可满足个性化的行业需求。5G承载网络分片意味着在一个物理网络中，相关的业务功能、网络资源可以组织在一起，形成一个完整、自治、独立运维的逻辑网络，满足特定的用户和业务需求。大型网络的分片的复杂性，已经能超越了依靠人脑加以规划和部署的能力，5G自动驾驶网络代替人进行复杂的流程管理、庞大的数据运算和快速执行。构建随用随切，切片大小弹性可调的承载网络。

智能运维
传统移动承载的运维是被动响应型，专家依赖式的维护形式。5G自动驾驶网络方案支持的基于 iFIT(In-situ Flow Information Telemetry) 随流检测技术，通过监控无线信令面 (SCTP) 和数据面 (GTP) 真实的业务流量，配合 Telemetry 毫秒级数据采集，实现对每个基站业务承载侧的时延、丢包等 SLA 的微观可视，实时感知到业务故障。同时配合故障聚类分析和智能业务路径还原能力，在发现业务质量劣化后，快速启动逐跳诊断，还原出真实的业务流拓扑信息，结合设备 KPI 关联分析，快速定位到故障发生的网元或链路，大幅降低了排障时间，实现了 5G 时代业务体验的智能化运维。

华为 iMaster NCE 作为自动驾驶网络中的网络管控单元，旨在构建 5G 承载网络的数字孪生，实现域内自治闭环，开启以用户体验为中心的自动化和智能化网络时代。华为自动驾驶网络的终极目标是实现网络“规、建、维、优”的全生命周期闭环自治，为此华为将继续联合全球领先的运营商和企业客户，开展 5G 自动驾驶网络的商用创新，以 NetCity 创新模式共同探索，并以 DevOps 模式实现创新方案的快速导入，在现网持续验证 5G 网络自动驾驶的商业价值，使能千行百业，助力产业升级。



核心网自动驾驶解决方案

iMaster MAE-CN 促进行业市场商业成功

华为技术有限公司云核心网产品线 SingleOSS 领域总裁 胡建军

随着信息技术的持续发展，通信产业在 5G 网络自动化方面正在凝聚共识，基于 AI、大数据及自动化技术的自动驾驶网络理念成为业界热点。面对 5G 所带来的千行百业对于确定性网络的需求，自动驾驶网络将改变传统核心网的封闭架构，使能 5G 确定性网络的实现。



2019 年，5G 进入规模部署及商用，不但加速了行业的数字化转型，也为运营商带来新的增长机会。而行业应用对网络提出了差异化、专属和可自助管理的新要求，即确定性网络能力。



5G 核心网是行业数字化转型的关键驱动力

5G 确定性网络是指利用 5G 网络资源打造可预期、可规划、可验证、有确定性能力的移动专网，可以提供差异化的业务体验。5G 确定性网络的关键是核心网，其在 5G 端到端网络中承担着全局资源调度及管理的角色，负责管理全局的网络拓扑、所有的接入信息、所有的用户数据以及所有的行业需求。

面向确定性网络的 5G 核心网解决方案，需要满足全云化、全融合、全自动和全业务 4 个关键要素，并且能通过切片、MEC、5G LAN 等关键技术打造联接 + 计算平台的移动专网。如此才能提供差异化网络能力和确定性网络体验，同时打造极简网络，保障极致体验，保护网络投资，满足行业需求，进而成为行业数字化转型的关键驱动力。

随着信息技术的持续发展，通信产业在 5G 网络自动化方面正在凝聚共识，基于 AI、大数据及自动化技术的自动驾驶网络理念成为业界新热点。面对 5G 所带来的千行百业对于确定性网络的新需求，自动驾驶网络将改变传统核心网的封闭架构，使能 5G 确定性网络的实现，不但可以大幅缩短新业务的上线周期，显著降低运维成本，还能帮助运营商打造更加开放、良性的产业生态环境。

自动驾驶网络是行业市场 ToB 业务成功的关键

5G 时代，行业市场的 ToB 业务成为运营商竞争的新重点，而自动驾驶网络则是决定 ToB 业务能否成功的关键因素。

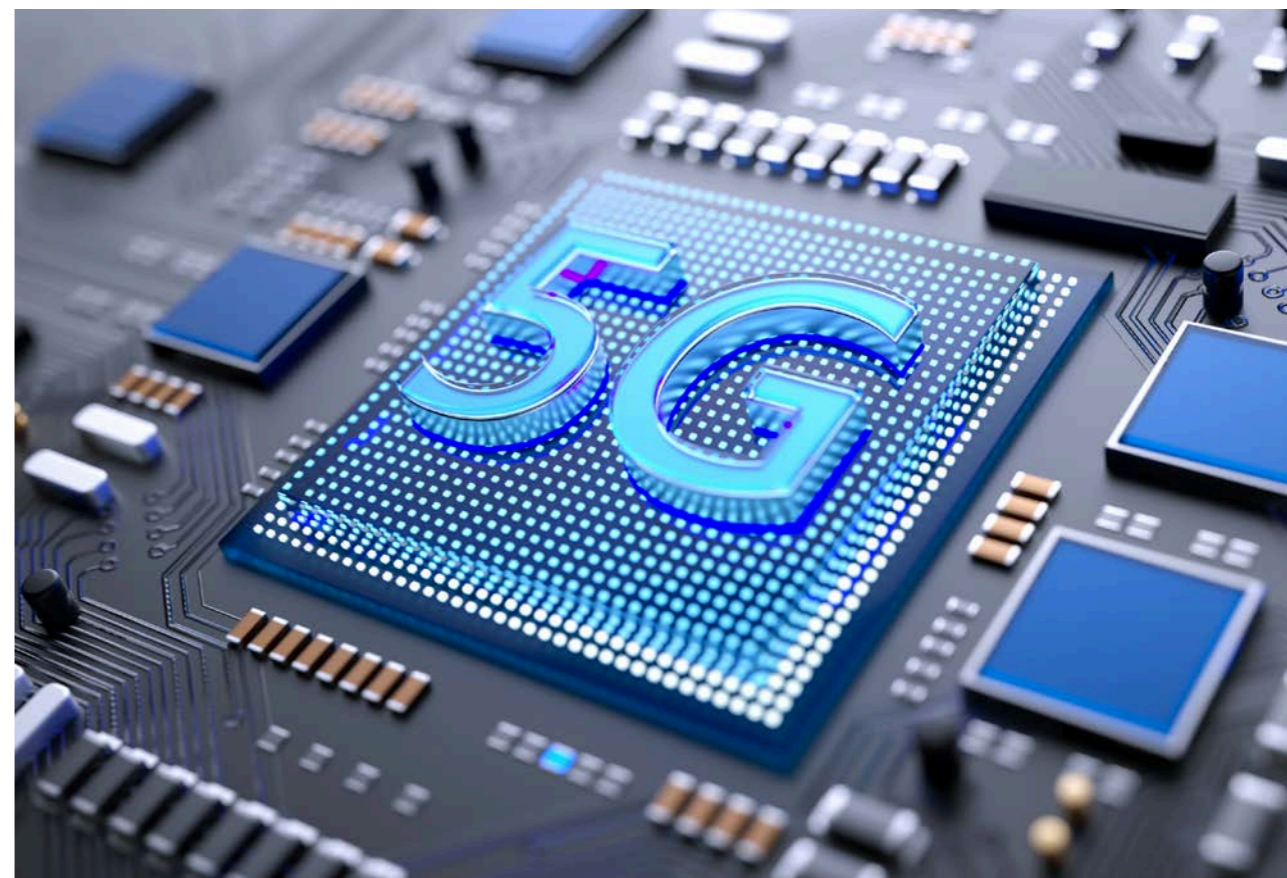
关键行业业务如港口、厂矿、自动驾驶汽车等应用，对网络质量保障、故障定位效率，网络恢复时间有很高的要求。运营商需要通过结合 AI 技术的自动化运维能力，提升故障定位效率，实现网络自愈，以满足垂直行业的网络质量需求。

面对工业互联网、车联网、智慧医疗等多样化需求，运营商需通过切片技术提供虚拟网络，实现网络的质量保障，切片的快速部署将帮助运营商在竞争中抢占先机。运营商还需通过智能在线资源评估及自动化的敏捷部署能力

实现业务的敏捷性，从而提升新业务部署的 TTM。

ToB 业务需要 100x ~ 1000x 边缘站点广泛分布在园区、厂矿、港口等地理位置，以满足时延带宽的需求。而海量边缘站点的多次进站安装部署、运营维护将会增加运营商的人力及时间成本，需要通过智能化和自动化提升部署及运维效率，降低人力成本。

多样化、灵活的 5G 业务需要在边缘站点部署各种第三方租户的 APP，为此，运营商需要满足租户频繁部署各种 APP、升级和业务上线的需求。海量 MEC 站点的 APP 管理大幅提升了运营商管理的复杂度，运营商必须通过开放的平台，为租户提供分权分域的自运维自运营能力，简化管理成本，提升运营管理效率。



3 个关键能力助力运营商成功

5G时代,千行百业差异化的网络服务和SLA保障是运营商的核心竞争力所在,华为凭借在5G核心网领域的技术领先优势及对运维业务的深入理解,将AI、大数据、自动化等技术与通信领域进行深度结合,推出了核心网自动驾驶解决方案 iMaster MAE-CN。该解决方案致力于为业界提供最佳的TTM和TTR,引领最优客户体验,基于“全场景自动化、AI云边协同、2B能力开放”3个关键能力,助力运营商实现行业市场ToB业务的商业成功。



能力一
全场景自动化

围绕运营商的“规建维优营”运维场景,面对多样化的行业业务网络服务需求,iMaster MAE-CN一方面可以通过 workflow 机制,实现业务智能编排、资源智能编排、流程智能编排,大幅提升网络部署的敏捷性,实现原子能力的流程调度编排;另一方面通过业务需求到网络资源的自动建模,切片可编排一键式部署,MEC即插即用,快速实现网络运维运营过程中全场景的自动化闭环,满足行业市场 ToB 业务敏捷发放的需求。



能力二
AI云边协同

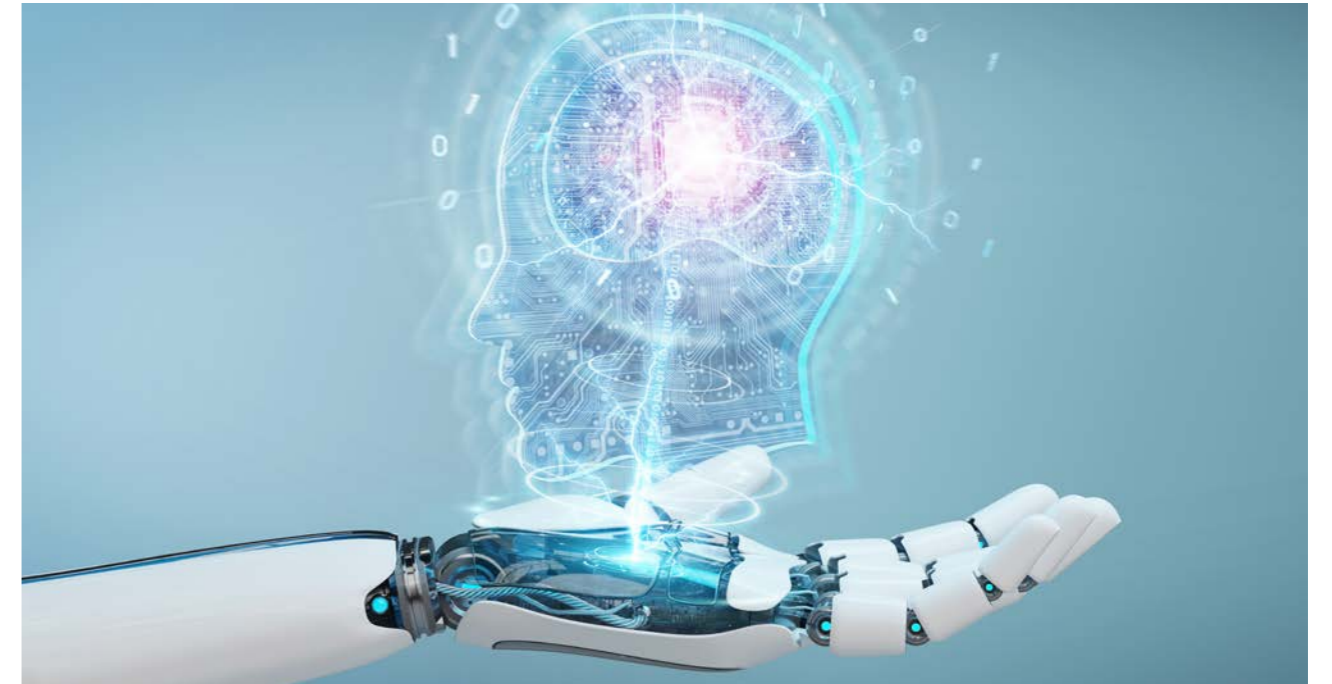
基于统一的数据底座和AI云边协同能力提供的强大数据处理与分析能力,iMaster MAE-CN通过神经网络、知识图谱等技术将使电信网络自治系统的出现成为可能。在自动提供最优的智能运维策略,通过机器学习的动态阈值、KPI关联分析、亚健康自动检测,提前发现并预警故障的同时,还可基于AI的故障快速定位及网络自愈,持续满足行业市场 ToB 业务对网络质量的更高要求。



能力三
ToB能力开放

5G时代的行业应用是网络商业变现的新机会窗口,对于各垂直行业(如工业互联网、车联网、智慧医疗、智能服务机器人等)多样化的网络功能及SLA需求,通信网络需要具备定制化的开放能力。iMaster MAE-CN既能提供面向网络切片和MEC的开放能力,实现行业应用的动态按需部署、分权分域的自运维自运营,还能大幅改善用户体验,提升运营运维效率,满足行业市场 ToB 租户对业务的本地化诉求。

综上所述,实现通信网络的自动驾驶是一个长期的逐级演进过程,华为秉承合作共赢的开放心态,愿意与全球运营商和合作伙伴共同努力,推进5G核心网自动驾驶网络发展,实现意图驱动的完全自治网络,促进5G行业市场的蓬勃发展。



AI 使能的 5G 网络智能运维

华为技术有限公司网络保障与运维服务部部长 卢煜

5G 将加速运营商从管道经济走向平台经济,从连接到万物智联,推动数字化社会的全面到来。但是,5G 新技术架构的引入和业务多样性,使得网络运维面临两大结构性问题和挑战。华为经过多年的创新探索,推出了华为 5G 智能运维解决方案,深入推进 5G 智能运维。



当前,新一轮科技革命和产业变革正在全球范围孕育兴起,数字经济已经成为全球经济持续增长的重要引擎。作为数字经济时代的关键使能技术和基础设施,5G网络提供超高带宽、超低时延和海量连接,将真正实现“万物互联”,从而构筑起经济社会全面数字化转型的关键基础设施。

5G 网络运维面临结构性问题和挑战

毋庸置疑，5G将加速运营商从管道经济走向平台经济，从连接到万物智联，助力运营商支撑未来日新月异的业务发展，推动数字化社会的全面到来。5G新技术架构的引入和业务多样性，使得网络运维面临两大结构性问题和挑战。

挑战 1

5G网络中同时承载多种不同QoS需求的业务，差异化的业务保障需求，对运维工具、运维流程、运维能力提出新要求，对传统运维模式提出新挑战；而新架构、新技术的引入，也大幅增加了5G网络的运维难度。

挑战 2

2G/3G/4G/5G多制式网元共存，使运营商的运维效率及成本面临新挑战，电信业OPEX随着网络规模增加而逐年激化的产业结构化矛盾亟待解决。

然而，对于5G网络运维面临的结构性问题和挑战，传统运维模式无法应对，电信行业对网络运维自动化、智能化的需求迫在眉睫。

“全在线、智能化、自动化”深入推进 5G 智能运维

经过多年的创新探索，华为推出了“5G智能运维解决方案”，旨在从“全在线、智能化、自动化”三方面深入推进5G智能运维，以帮助运营商应对5G时代面临的新挑战。

5G智能运维解决方案基于华为智能运维平台的统一运维能力，通过集中监控、故障根因分析、性能数据分析、自动化运维和闭环控制，能够有效应对运营商面临的挑战，帮助运营商提升故障处理效率，降低运维成本。

在5G网络运维初期，该解决方案聚焦5G网络基础保障能力构建，可实现网络设备可视，支撑疑难故障定界及快速实现故障自诊断。随着业务模型及故障数据的不断丰富，风险预测预防能力的不断增强，将逐步实现网络高度自治。



图 1 华为 5G 智能运维方案

在故障诊断方面，华为的5G智能运维解决方案实现了5G网络典型故障自动定界定位；在不断积累专家经验的基础上，通过引入AI训练提升故障自愈比例，初步实现了5G业务保障自动化，成功打造了5G智能故障管理新模式。

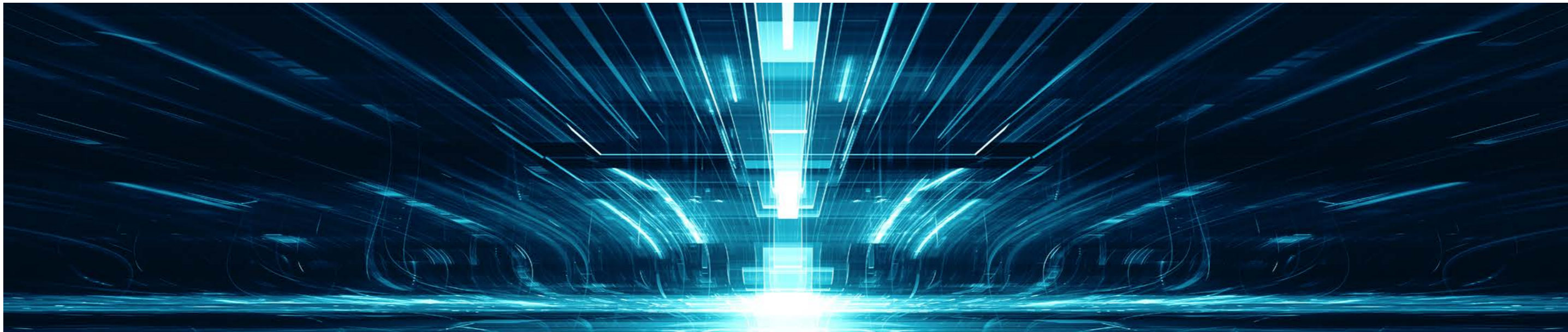
基于华为智能运维平台，通过实时监测5G业务相关数据，以及对在网运行的5G设备建立故障预测模型，5G智能运维解决方案可以提前识别业务风险及故障，提升网络风险的预测及防范能力，缩短故障恢复时长。

另外，5G智能运维解决方案可实现切片监控的端到端可视，分钟级感知切片的SLA劣化问题；基于AI训练的预测模型，以及对典型2B业务SLA问题处理经验规则化，实现切片SLA问题的自诊断。

AI 与电信网络运维的深度结合

2019年，华为携手中国联通，对标业界最佳实践充分应用AI技术，率先在广东部署了智能运维平台，开启了5G智能运维实践之旅。经过双方半年的努力，目前，广东联通智能运维平台已实现了5G网络故障的快速发现、快速定位及快速恢复。通过与华为在5G运维上的合作创新，广东联通的5G网络质量及运维效率得到大幅提升。未来，双方将以网络自动驾驶为愿景，持续构建5G智能运维能力。

随着5G网络商用进展的不断推进，以及AI与电信网络运维的深度结合，华为智能运维方案的能力将不断增强，持续帮助运营商客户实现运维质量和运维效率的提升，助力5G业务创新和商业成功。未来，华为将与全球运营商共同努力，积极投入，持续创新，打造自动驾驶网络，构建万物互联的智能世界。



华为站点能源再创新， 成就无处不在的绿色联接和计算

华为技术有限公司通信能源领域总裁 彭建华

基于行业和技术趋势的洞察，和对5G网络演进的深刻理解以及业界成功实践，屡获大奖的华为5G Power解决方案，不仅可以助力客户快速部署5G，其全面的智能化也可实现站点TCO最优重构，助力客户建设一张“极简、智能、绿色”的通信能源目标网。



随着5G的日益普及，由体验和业务驱动的联接与计算开始无处不在。其中，在线医疗\教育\办公、VR\AR、自动驾驶等新业务的兴起，要求网络联接更广、带宽更大、内容和计算更接近用户。通信网络也随之发生了一系列新的变化，包括无线加频加站、固定接入光进铜退、全光FTTx、机房扩容及FMC/ICT的融合等。

5G 5G Power 让你看得见未来，拥有更好的现在

华为率先洞察到了一些行业和技术趋势，基于此，我们不断思考如何帮助客户解决以下问题并创造更大的价值：

- 1** 设备及功耗增加，导致传统拼凑叠加的建设方式工期长投资高，管理复杂、演进困难
- 2** 计算越来越接近用户，网络加速向ICT融合演进，交直流融合供电的趋势愈加显著
- 3** 站点储能系统正在加速全面锂电化。普通锂电仅提供简单备电，无协同、粗管理、资源浪费、演进成本高
- 4** 节能减排及光伏成本持续降低，进一步推动站站叠光、站站去油
- 5** 5G时代联接和站点数的激增，导致运维越来越复杂，驱动基础设施全面数字化、智能化升级
- 6** 站点能源基础设施将走向开放，从通信站到社会站，创造更多社会价值

华为基于对5G网络演进的深刻理解和业界成功实践，推出全新一代的5G Power解决方案，助力客户建设一张“极简、智能、绿色”的通信能源目标网，实现5G演进CAPEX最优，OPEX不增，并从单一通信站功能走向综合功能，创造更大社会价值。华为的创新与实践获得了业界认可，2019年华为5G Power解决方案荣获ITU可持续发展大奖。2020年，在日本年度规模最大、影响力最强的ICT展会“2020 Interop东京展”上，获得“Best of Show Award”金奖。

极简 智能 绿色

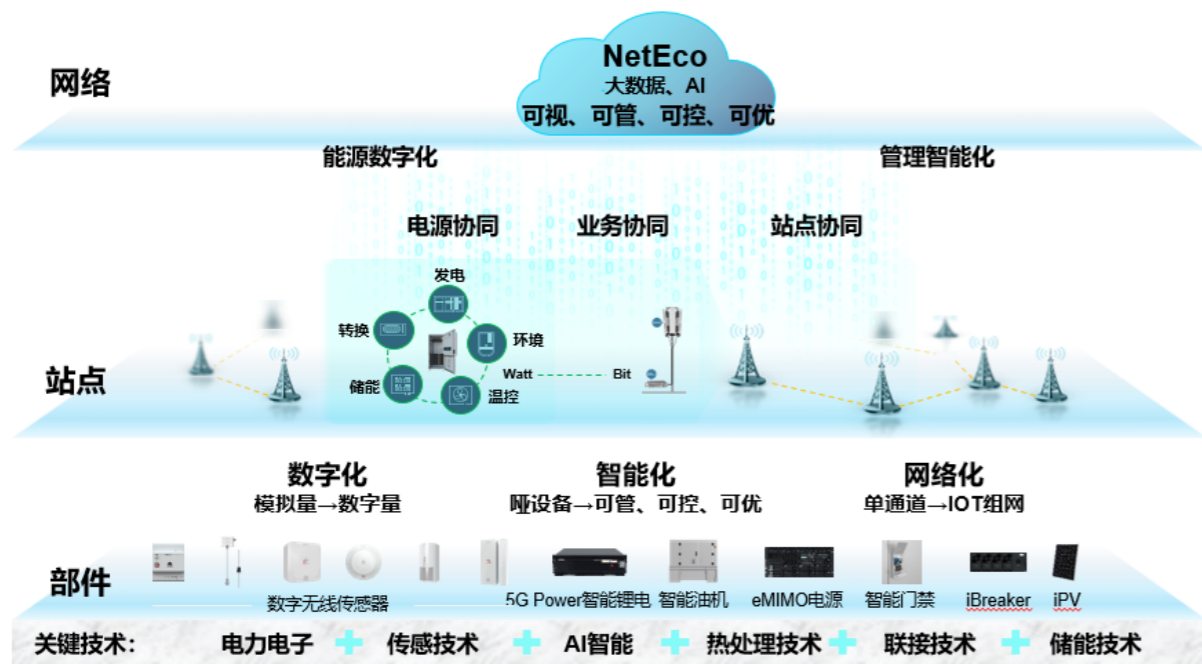


图1 5G 站点能源目标网

为给5G演进预留空间，并节省扩容成本，华为不断突破功率密度极限，推出业界首个统一智能综合5G Power电源平台，一站一柜实现4G部署5G Ready，新建5G端到端TCO降低50%。针对拉远AAU/RRU场景，华为推出业界首个6KW@自然散热刀片，一站一刀零占地，免维护，助力客户业务快速上线。针对机房场景，华为CO-MIMO电源助力原位扩容改造免新租、新建机房，并满足IT\CT设备融合供电。独有的智能储能系统首创智能自灭火技术，自身绝对安全，外部起火可自动灭火。

5G 5G Power 智能协同，使能站点能源网络全面智能化

过去作为站点配套存在的能源设备现在已成为网络的基石。华为基于AI、IoT、数字技术的5G Power解决方案，可实现电源、站点设备、网络各系统间的协同调度，以及站点能源功率智能化和运维智能化，驱动能源网络走向全面智能化，加速站点能源的数字化演进。

华为提出的“比特管理瓦特”“零比特零瓦特”核心理念，在华为5G Power解决方案上得以体现。通过5G Power的电源、储能、网管多子系统的智能协同，可以帮助客户免改市电、免增机柜部署5G。而独创的57V智能恒压技术，可实现AAU拉远供电免换线缆，有效减少线损，100%释放储能能力。针对能耗管理模糊的弊病，5G Power采用创新的智能计量技术，实现了按租户、频段、扇区的精确测量。此外，根据5G业务重要度的不同，5G Power重定义下电逻辑，可实现按业务重要

性精准下电。

作为5G部署的动力核心引擎，华为5G Power智能锂电具备本地BMS、能源IoT组网功能，并拥有云BMS三层级架构。基于大数据分析及AI算法，可实现储能站内、站间及站网之间的协同，支持智能升压、智能防盗、智能混搭、智能并机等功能，在保障供电极致可靠的同时，最大化释放电池价值，以满足5G时代站点储能综合及全场景应用的需求。

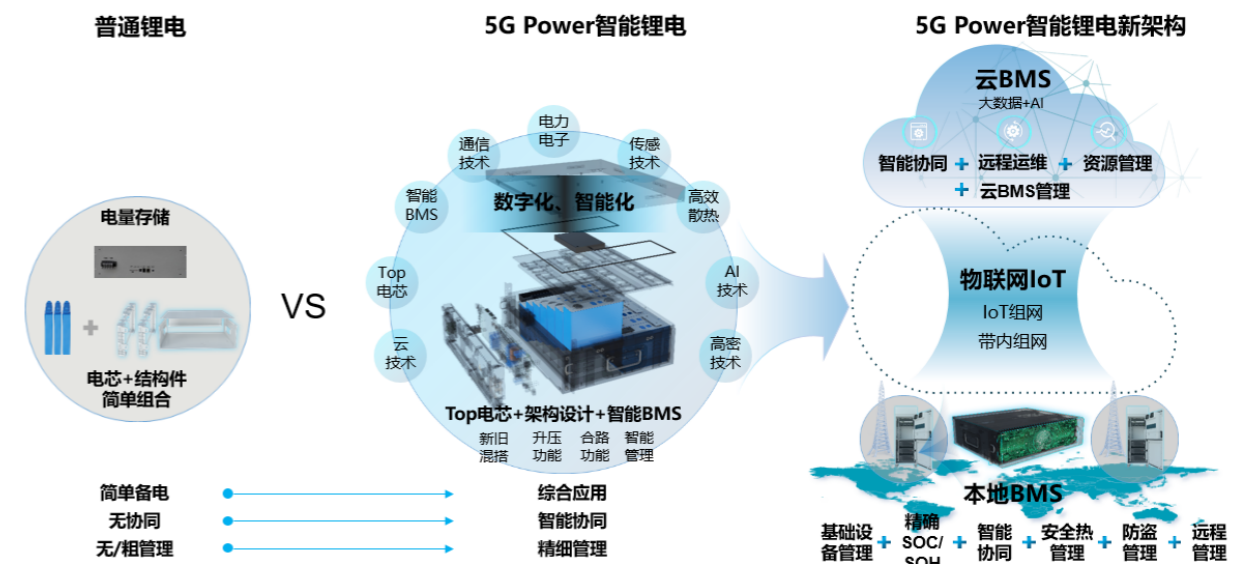


图2 5G Power 智能锂电新架构



5G 5G Power 三层高效节能, 实现绿色联接

在运维层, 通过IOT组网, 华为5G Power解决方案可实现站点能源整网数字化看板可视、每比特能耗可视、PAV可视, 远程运维可管、电池\油机SOH健康管理, 智能调度可控及AI大数据分析可优。此外, 华为5G Power借助数字防盗、AI图像分析等技术集成多重智能防盗措施, 可清晰化资产管理, 使站点从物理防盗走向数字防盗。华为与中国铁塔联合验证, 采用5G Power解决方案后, 单典型站点每年可节电 4,130 度。预计约80 万个站点将借助华为5G Power解决方案, 每年可减少90 多万吨碳排放。

部件层 5G Power 依托业界最高效 98% 整流、材料及温控等技术
单个典型站点每年可**省电 5000 度**

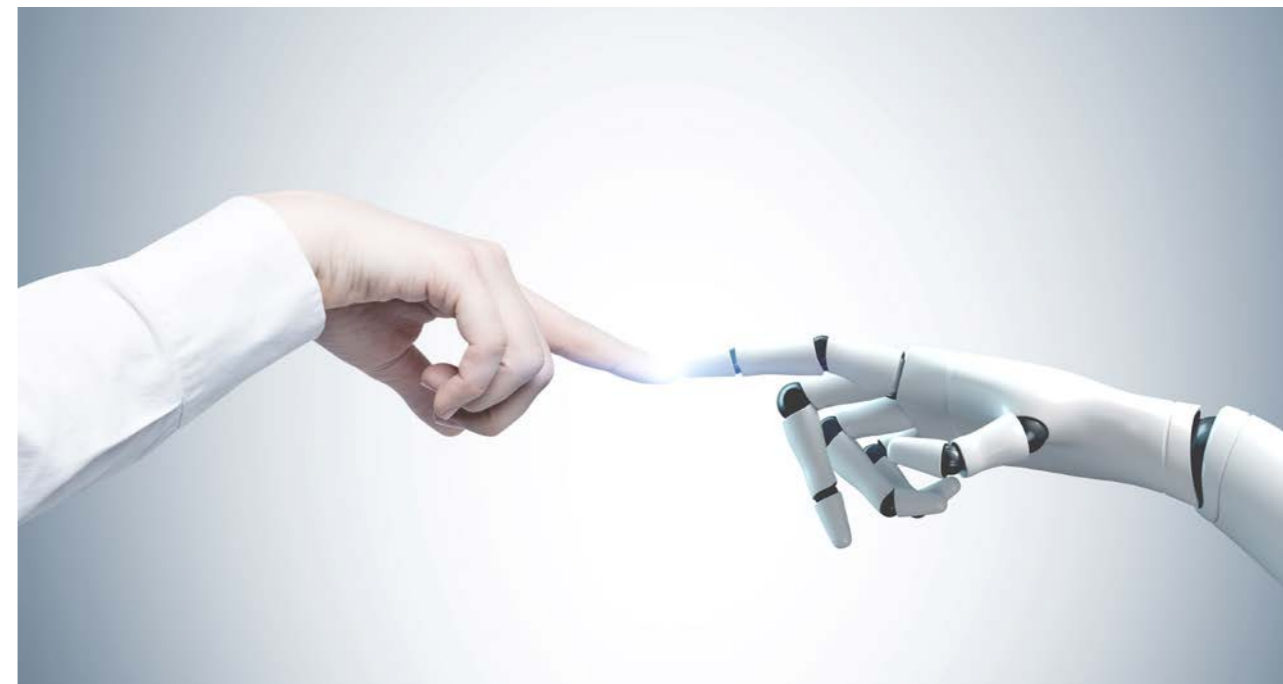
站点层 5G Power 通过低效改造、室内改室外、站站叠光、站站无油等措施
典型站点可**节能 50% 以上**

网络层 5G Power 基于云化的智能网管, 实现整网智能协同, 识别低能效站点, 实现整网精准能效管理和优化。
华为与欧洲客户在希腊绿岛基于 5G Power 的联合创新, 通过引入 AI、叠加太阳能、高效改造、室内改室外等措施实现了将站点**能耗降低 50% 以上**

5G 5G Power 持续创新, 创造更大社会价值

华为首创智慧超级站 (MEC) 解决方案, 基于智能综合5G Power统一供电架构, 超级简单、超级融合、超级智能、超级可靠, 不仅支持ICT设备共同部署和全场景应用, 还可为商业、居民供电及EV充电/换电, 灵活多制式的输出能力可满足各行业的用电需求。助力站点从单一通信站走向综合社会站, 创造更大的社会价值。

华为站点能源正以极简、智能、绿色的理念, 持续围绕客户在5G时代面临的各种挑战, 以技术创新为牵引力, 助力客户打造一张面向未来的, 全面数字化、智能化的绿色SDG和OPEX Saving网络, 最大化释放站点价值, 不仅帮助客户省钱, 更为其提供赚钱能力。



“云地协同”加速网络 AI 规模商用, 使能自动驾驶网络

。 华为技术有限公司网络人工智能产品部总经理 韩雨发

AI 是当今世界社会变革和产业革命的重要驱动力量, 而其潜力还远未得到释放, 电信产业将成为最大的 AI 应用市场, AI 能够帮助运营商打造自动、自愈、自优和自治的自动驾驶网络 (ADN), 电信产业正在朝着这一目标革故鼎新。

六十多年来, 人工智能产业浮浮沉沉, 随着算力的提升, 算法的创新和互联网积累的海量数据, 未来十年人工智能技术将焕发出新的活力, 成为最具有冲击力的科技发展趋势之一。

据 Tractica/Ovum 预测, 到 2025 年, 全球电信业对人工智能软件、硬件和服务的投资将达 380 亿美元, 成为最大的 AI 应用市场。据 IDC 统计, 63.5% 的电信组织正在投资 AI 以改善其基础设施建设。

AI 是电信网络自动化和智能化的加速器

5G 是当前电信行业热点，与 4G 相比，5G 网络在传输速率、传输时延、连接规模等关键指标上有质的飞跃，从而可以支撑更加丰富的业务场景和应用，但是也给运营商带来了新挑战。

01

电信基础网络变得越来越复杂，在很长一段时间内，5G 网络将与存量的 2G/3G/4G 网并存，形成“四世同堂”的叠加网络。

02

随着业务的不断加速创新，2B 等新业务对网络的敏捷开通、灵活性及质量等提出了更高的要求。

03

5G 虽然每比特的能效比 4G 提升了 25 倍，但仍迫切需要更为精确的智能化节能技术帮助运营商提高能源效率。

AI 是电信网络走向智能化和自动化的关键使能技术。将 AI 技术引入电信行业，可以根据已知的条件进行预测、诊断、感知和决策，帮助运营商解决预测（如基站节能）、根因分析（如网络故障识别）和优化控制（如 Massive MIMO Pattern 优化）等相关问题。



华为网络人工智能引擎使能自动驾驶网络

基于对电信领域的深刻理解和多年经验沉淀，华为在网络 AI 领域长期坚决投入，结合电信领域应用场景，推出了网络人工智能引擎。该引擎旨在结合电信领域应用场景，使能网络达到自动、自愈、自优和自治的自动驾驶网络，提升整个网络效率，降低 OPEX。

“比特决定瓦特”是能源消耗的形象比喻，即网络流量大小决定能耗多少。数据分析结果显示，能耗（电费）约占网络运营费用的 16%，而基站电费则占到总能耗的 75%。

对此，华为推出了 PowerStar 基站智能节能应用，可基于 NAIE 的流量预测实现能耗的随需而变，以帮助运营商节约运营成本。虽然网络话务量存在明显的潮汐效应，忙时闲时能达到 4 倍之多，但是大部分基站设备所有资源却 24 小时一直打开，能耗并没有随话务量动态调整而造成浪费。因此，如何在保证网络质量的前提下，通过精准控制基站载波关断的方式降低功耗能耗，就成为了基站节能的主要突破方向。

NAIE 通过神经网络算法训练得

到基站流量预测模型，该模型可以对未来一段时间的话务量进行精准预测，输出无线小区负载（PRB 利用率）预测值。预测模型训练完成之后部署到管控单元 MAE 中，MAE 根据 PRB 利用率预测结果，结合不同时段的业务类型，自动设置每个小区的载波差异化关断时长。MAE 再结合 KPI/KQI 的实际效果，迭代优化节能控制参数，在保障网络性能的基础上实现节能效果的最大化。2019 年，华为累计在 30 多个局点开通基站智能节能应用，节能效果最大达到 16%。

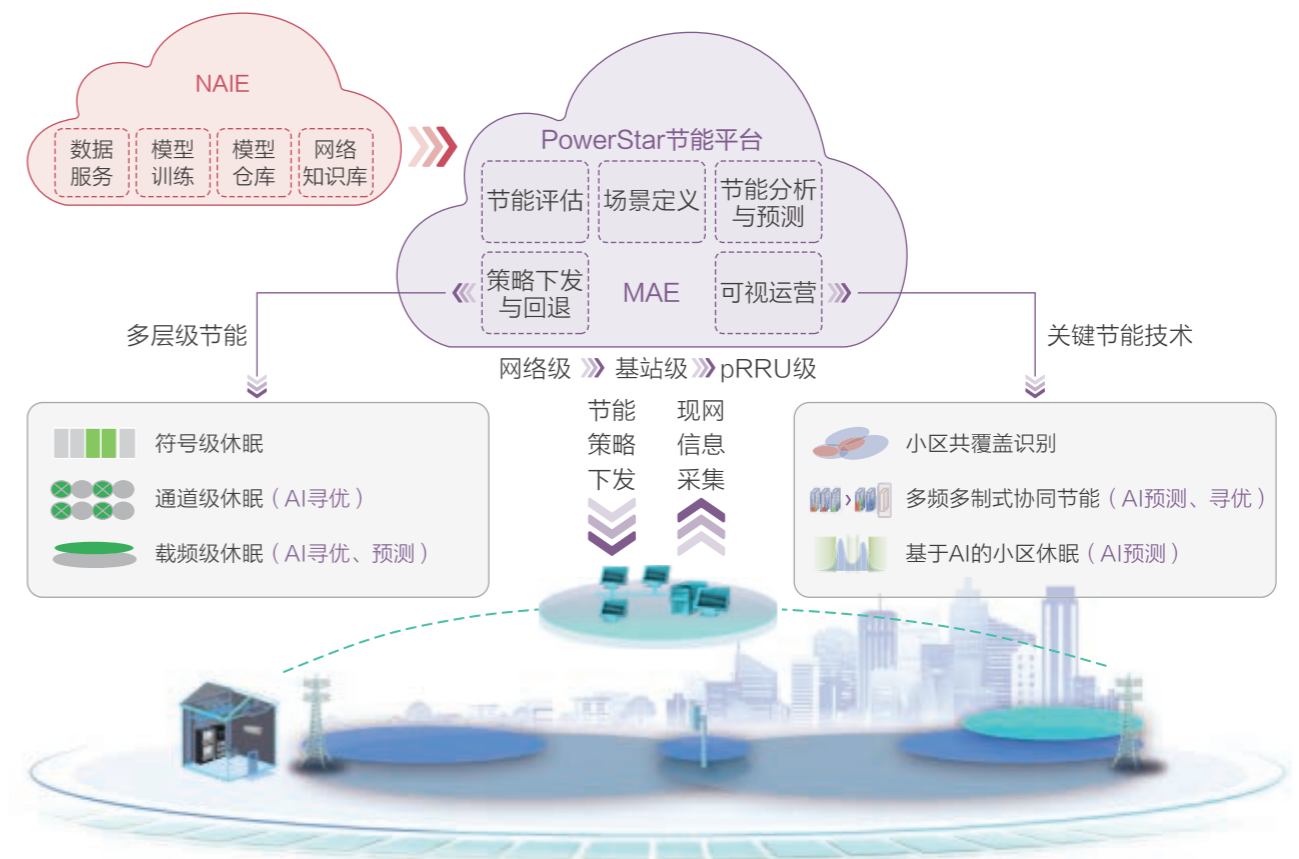


图 1 基站智能节能，有效降低无线网络无效能耗

在运维效率提升方面，NAIE 推出的智能故障应用，可实现一故障一工单。5G 建设初期，大多数运营商采取的都是与 4G 协同建网，随着 5G 建设加速，4G/5G 的协同使网络变得越来越复杂。例如，一个电力故障就会导致多个部门重复派单，造成告警量大，工单准确率低等问题。

而跨界问题的定位由于需依赖跨部门的专家协作，因此难度大，效率低。华为智能故障管理通过降噪、聚合、故障分级分类三个关键步骤，可逐级进行告警数量压缩，最终将告警汇聚成根因故障。对运维排障人员而言，仅需关注汇聚之后的根因故障即可。

同时与传统的告警压缩不同，华为智能故障应用引入了 AI 技术，通过 AI 关联分析和聚类算法挖掘相关网元、线路和机房环境告警之间的依赖关系，以实现更大压缩比及更精准的告警压缩。

以某运营商为例，在现有 99.8% 告警压缩的基础上，通过智能故障应用进一步提升了 21% 的工单压缩率。按照该运营商 2017 年故障工单约 11 万张计算，20% 的压缩率可减少 2.2 万张工单。按每工单 100 元成本计算，一年就可节省维护费用 200 万元。

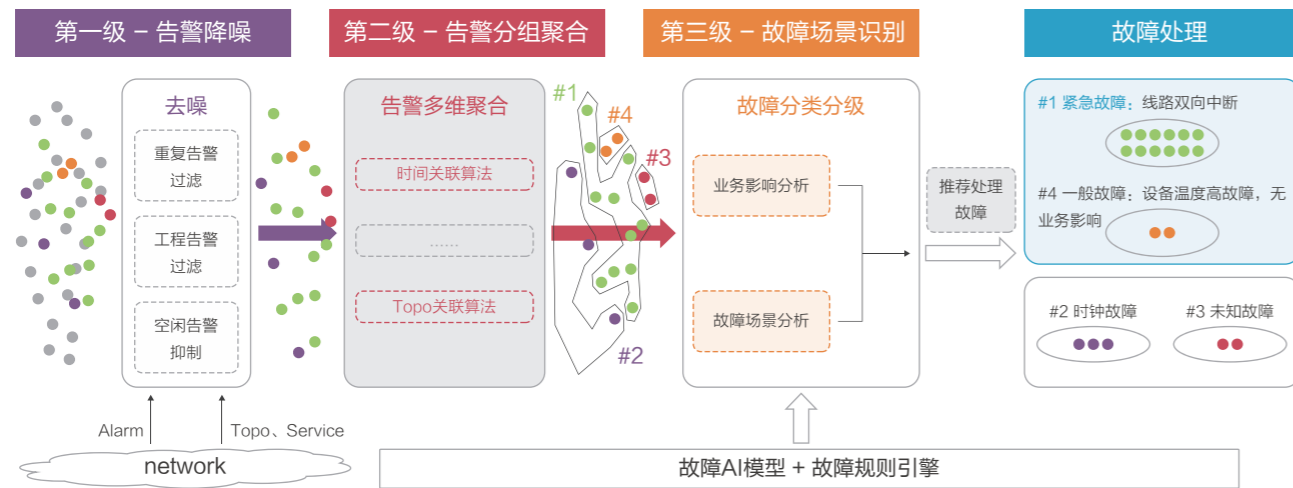


图2 智能故障，实现从面向传统告警监控到面向故障运维的跨越

运营商网络的智能运维是长期有节奏的逐步实践过程，华为将与运营商一起开发实践，不断扩充应用场景、改进算法、积累经验、探索部署模式，持续提升其自动化和智能化水平。

网络 AI 规模部署并非坦途，NAIE 让网络 AI 开发与应用更简单

运营商在规模部署AI应用的过程中，面临一系列困难和挑战，如数据治理难、模型开发门槛高、部署闭环难、人才转型难等。

针对电信领域的数据难题（如电信数据专业性强、数据难获取、数据准备时间长、数据标注成本高、有效样本数据少等），NAIE提供数据服务帮助运营商高效治理数据，可节省90%的数据准备时间。截至2020年8月，华为NAIE数据服务已积累22+亿条训练样本，通过专业标注工具和专家经验高价值样本标注5000多万，覆盖电信领域90%典型场景。

针对网络AI模型开发门槛高、应用难、周期长的问题，NAIE提供训练服务帮助运营商降低开发门槛，提升开发效率。训练服务内嵌华为在电信领域30多年积累的知识和经验沉淀，内置100+电信领域资产，包括项目模板，算法、特征分析及处理SDK，可大幅降低网络AI模型的设计探索周期。

针对AI特性在部署过程中面临的模型泛化能力差、模型易老化、本地样本少等问题。NAIE提供“云地协同”架构帮助运营商规模部署AI特性，迈向自动驾驶网络。“云端”指云端AI（NAIE），包括部署在公有云、合营云及HCS的云端智能（含数据服务、训练服务、培训服务、AI市场、网络知识库等）；“地端”AI包含集成在单域管控单元（MAE、NCE）和跨域管控单元（AUTIN）的网络AI，以及集成在网元设备的网元AI。

“云地协同”实现了云端、地端一起协作完成数据样本上云，模型状态管理，模型重训练，模型/知识下发、择优更新等一系列的AI模型任务，同时把云端汇集的全局网络知识经验、全量数据训练得到的高精度模型持续注入地端，使电信网络能够进行智能的迭代升级，变得越来越聪明。

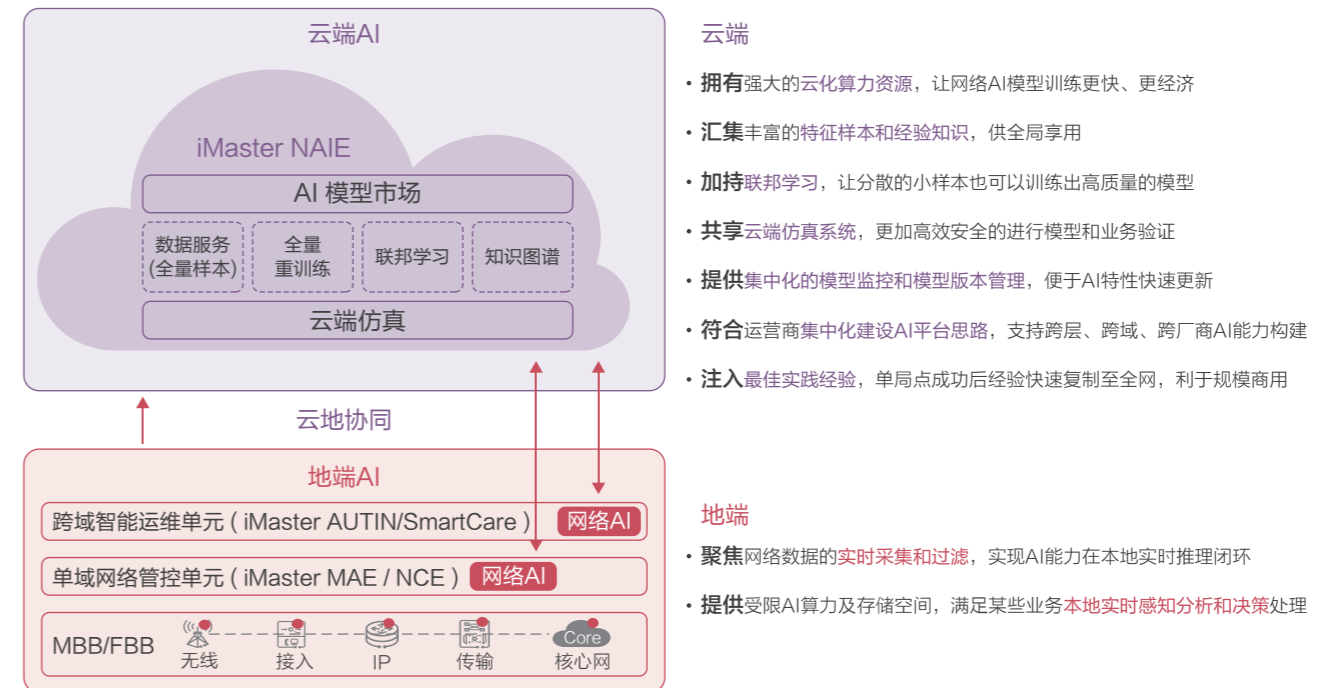


图3 “云地协同”，实现 AI 特性规模应用

云端 AI 符合运营商集中化建设 AI 平台的思路,支持跨层、跨域、跨厂商 AI 能力构建,减少了运营商的重复投资。云端 AI 拥有强大的算力和丰富的特征样本,具备全局视野,既是运营商持续进行 AI 训练开发态的敏捷工具,又是网络的“知识中心”和“图书馆”。通过加持联邦学习,让分散的小样本也可以训练出高质量的模型。凭借云端仿真系统,帮助运营商更加高效安全地进行模型和业务验证。

云端提供集中化的模型监控和模型版本管理,便于 AI 特性快速更新,与传统软件升级相比,模型升级的效率可从月级提升到小时级。地端 AI 聚焦网络数据的实时采集和过滤,并实现 AI 能力在本地实时推理闭环。云端和地端通过云地物理通道连接,地端数据通过北向接口实时自动上传到云端,云端统一泛化训练,并作为统一的运维中心和“知识中心”,“云地协同”实现 AI 模型、网络知识同步更新升级,高效支撑电信网络迭代演进。云地协同可以实现“一点生效,全网复制”,即 AI 的特性在一个局点成功实施后,快速的形成知识和经验,在其他局点进行复制,实现在全网规模应用。

针对人才难转型难题,NAIE 可提供进阶式培训服务,让用户体验从免费试用、服务体验,到购买端到端一站式服务。此外,华为丰富的线上线下课程体系及权威认证体系,可助力电信领域 AI 人才的转型和培育,截至目前,华为网络 AI 培训服务已发布初级和中级线上课程,超过 3000 人报名并自主学习。

与此同时,NAIE 面向电信行业开放,与企业、高校、行业组织联合创新,共同促进网络 AI 生态繁荣。NAIE 已启动百所高校合作,同时与中国电信、中国移动、中国联通、朔黄铁路在 AI 应用上展开深度合作、创新。通过竞赛、社区、合作的方式不断促进开发者成长进步,帮助运营商和合作伙伴汇集产业智慧获取优质 AI 资产,对接前沿技术,快速人才桥接。截至目前,NAIE 累计用户数已经超过 1.76 万,在线累计训练任务接近 4 万个,样本累计下载量 117 亿,API 月调用次数 3.3 亿次。

未来,NAIE 将携手产业各界,共同打造网络 AI 黑土地,早日实现自动驾驶网络的终极目标。



成功故事



出彩中原，践行 5G 新基建

河南移动通过 AI 手段打造 5G、家宽双千兆智慧网络

数字经济浪潮正在中原大地奔涌，河南省正在加快 5G 对数字经济支撑的步伐，开启 5G 建设“加速度”。5G 是新基建的“基”，是数字社会建设的新基石；AI 是新基建之“脑”，是数字社会变革的新引擎。河南移动将积极推进 5G、AI 的新基建建设，促进 5G+AI 的有机融合，打造一张“覆盖全省、技术先进、品质优良”的 5G 精品智能网络，为河南省数字经济发展提供新动能。

出彩中原，加速 5G+AI 新基建 助力河南数字经济发展

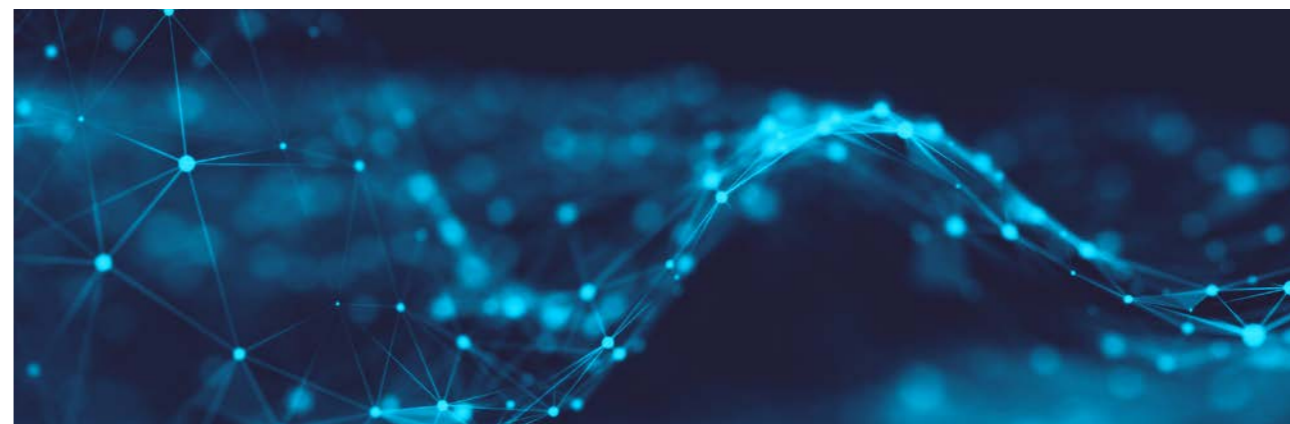


中国移动通信集团河南有限公司副总经理 余谦

数字经济浪潮正在中原大地奔涌，河南省数字经济规模已破万亿。借助 5G 发展契机，河南省加快了 5G 对数字经济支撑的步伐，省内出台多项政策，针对 5G 网络建设、技术创新、产业、应用场景等做了统一规划。尤其在 2020 年 5 月，河南省政府与四大通信央企就推进 5G 发展在京集中签约，充分体现出河南省对 5G 网络建设和产业发展的重视与信心，标志着河南 5G 建设迈入了发展新阶段。

中国移动通信集团河南有限公司（本文简称“河南移动”）抢抓机遇，开启 5G 建设“加速度”：自 2018 年 2 月起，国家发改委批复郑州成为全国首批 5G 试点城市，拉开了河南省 5G 建设发展的序幕，2018 年 7 月在郑州龙子湖智慧岛开通首个 5G 基站，2019 年 4 月实现全省首个 5G 手机通话，2019 年 8 月全省产生首位 5G 用户，2020 年 5 月河南移动迎来了第 300 万个 5G 客户，2020 年 10 月，5G 实现了县城及以上区域连续覆盖，5G SA 全面商用……与此同时，河南移动联合产业合作伙伴，全力加强 5G 技术融合创新，推动垂直行业拓展取得重大突破：成功打造了 5 个全国龙头项目和 118 个省级特色项目，“5G+智慧矿山”、“5G+智慧医疗”、“5G+无人驾驶”等一批项目投入使用，“5G+工业互联网”被纳入国家发改委 2020 年新基建工程项目。在工信部主办的第三届“绽放杯”5G 应用总决赛上，河南移动荣获 1 个一等奖、1 个二等奖和 4 个优秀奖。河南移动正以实际行动推动 5G 新基建在河南的加速发展。

5G 及 AI 均位列新基建之中，5G 是新基建的“基”，是数字社会建设的新基石；AI 是新基建之“脑”，是数字社会变革的新引擎。5G 使 AI 更泛在，AI 让 5G 更智能，河南移动将积极推进 5G、AI 的新基建建设，促进 5G+AI 的有机融合，打造一张“覆盖全省、技术先进、品质优良”的 5G 精品智能网络，为河南省数字经济发展提供新动能。





构建 5G 智慧网络，推动河南移动成为人工智能应用先行者



中国移动通信集团河南有限公司
网络部总经理 王森

河南移动5G网络在2019年底已实现全省18个地市市区的全覆盖，2020年10月，实现县城及以上区域的连续覆盖。5G的规模部署，对网络运营、运维带来全新挑战：比如，5G新基建将使能千行百业，但每个垂直行业对

网络有不同的QoS需求，5G时代如何保障差异化的业务需求，对传统的网络运维模式带来挑战；再者，随着新架构、新技术的引入，现网2G/4G/5G多制式共存，OPEX随着网络的规模逐渐增加，对运维效率及成本也带来新的挑战。

河南移动在推进5G发展中，积极探索AI创新手段在5G网络中的应用，推进5G+AI新基建相辅相成的建设，以打造5G智慧网络。河南移动将从网元、运营、服务3个领域，为网络全生命周期注入智慧，推进网络的智能化演进。网元智能，将依托厂家网管，探索集管理、控制、分析于一体的新型智能网管，实现单域内问题的闭环；运营智能，将打造聚焦最终用户体验的智慧化运营平台，包括推进面向5G 2B的切

片管理平台建设；服务智能，匹配5G ToB拓展节奏，联合行业伙伴一起，孵化5G+AI+行业应用，丰富行业智能应用服务。

为加快5G智慧网络的建设，自2019年起，河南移动联合华为公司打造了自动驾驶网络创新基地，从2C/2B/2H等多业务出发，孵化电信网络智能化、自动化课题，加速人工智能在电信网络的应用。截至目前，双方探索的课题已超过15个，其中部分课题已经实现成果转化，对运维效率、资源利用效率、用户满意度等方面工作具有较大的推动作用。河南移动将积极研究人工智能与5G网络的深度结合，从端到端构建5G智慧网络架构，努力成为人工智能应用的先行者和人工智能产业的推动者。

创新实践一：智能故障管理，使能一故障一工单，提升运维效率

中国移动通信集团河南有限公司网络部姚艳燕 网管中心郎婷

河南移动传输领域自开展集中故障管理以来，按照标准化的集中故障管理流程，开展了告警标准化、关联规则梳理、预处理部署等工作，目前，虽然传输网告警标准化率、工单关联压缩率、智能预处理率、工单质检合格率等各项指标均已满足集团和省内要求，但是仍有一定的提升空间，比如，告警量、工单量可以进一步压降；同一故障重复派单，导致一线维护人员排障效率低，故障处理时长较长等情况仍需进一步改进。鉴于此，河南移动联手华为针对该领域进行了智能化创新。

智能化的故障聚合：使能一故障一工单

1, 降低工单数量：传统网络设备的上报告警，普遍使用“算无遗策”的告警机制，告警平台产生的海量告警，造成监控人员无法及时发现重要告警。河南移动与华为团队采用人工智能算法与专家经验相结合的方式，实现了告警降噪，同时多维度地将同故障根因导致的告警进行聚合，有效降低了无效工单和重复工单。

2019年11月，智能故障系统在郑州本地网成功部署并开始试用，截至2020年6月，在郑州分公司试用阶段针对设备退服以及线路类故障，识别准确率已经达到90%，工单数量下降30%。

2, 故障精准派单：当前故障处理主要是基于告警派单，由于告警是从设备角度定义的故障，没有考虑实际的故障运维情况，如ETH_LOS在运维过程中会细化为线路“单方向收不到光”或“双向互报无光”，“双向互报无光”基本是线路问题，通常由线路人员维修，而“单方向收不到光”则大部分由尾纤等故障引发，需要设备人员进站维修或者设备、线路一起排查。

通过智能故障系统，可以实现设备侧故障、线路侧故障的精确分类，从而将对应的故障分配给对应的运维团队，减少了故障定界的时间成本以及运维人员间的沟通成本，提升了整体运维效率。同时结合智能故障系统，可利用知识图谱等AI技术来实现故障发生后系统自动诊断到最小可替换单元，并给出明确的排障建议，减少了故障修复时长。当前该系统已可支持线路类、设备退服脱管类故障的根因诊断。



结合 AI, 持续构筑 5G 承载网的智能化运维

随着5G时代的来临, SPN (Slicing Packet Network 分片分组网) 在组网和功能方面要实现多层次承载网络、灵活连接调度、层次化网络切片、智能化协同管理、4G/5G混合承载以及低成本高速组网等复杂要求, 有机地引入AI技术, 可对故障进行快速定位定界、快速恢复、预测预防, 将大大提升5G时代的运维能力。

河南移动将持续提升智能化运维水平, 当前的创新成果已经实现了故障的定界定位, 有效降低了故障的工单量, 可将释放的人力投入到网络优化工作中; 同时给出的故障分类和根因诊断, 可帮助现场运维人员准确处理故障点。未来, 河南移动将在故障恢复方面进行更多的探索, 针对故障场景给出故障修复建议, 实现部分软件故障的自恢复。



创新实践二: 智能优化, 高效打造高性能网络

中国移动通信集团河南有限公司网优中心侯文娟 陈鑫

5G 时代多制式的多样化业务对差异化体验诉求给网络优化和运维带来新的挑战, 河南移动团队借助自动驾驶网络新基地, 针对多制式业务的优化需求进行了探索, 通过智能化手段快速进行网络调整, 提升了多制式网络的性能和用户体验, 取得了卓越成效。

高效率的 5G 建网初期调整优化, 网络性能最大化

Massive MIMO作为5G时代容量提升关键解决方案, 其Pattern的有效配置组合达数千种, 如果依赖人工匹配场景化的Pattern配置不仅耗时耗力, 也大大限制了Massive MIMO的网络性能。同时由于传统的人工邻区优化“只加不删”, 导致系统冗余邻区过多, 容易导致切换过晚, 频繁切换等问题。河南移动针对5G网络建设初期这些情况, 联合华为采用AI手段积极探索, 实现了小区邻区自动添加, 验证了AI+专家经验的5G Pattern智能优化手段的先进性。方案以提升优化区域覆盖为目标, 兼顾用户体验和网络性能, 推荐适合该小区的最优的Pattern组合, 带来了覆盖的提升及SINR的改善。该方案通过智能化对参数调整, 减少了上站, 提升优化效率。

多频、多参数自动调整, 助力 4G 用户体验提升

在用户体验提升领域, 河南移动面向4G移动网络的容量提升进行了场景化解决方案探索, 对多参数、多频负载均衡进行了调整优化, 在郑州、洛阳等地市进行了自动化负载均衡和基于AI的小区吞吐率优化试点, 实验小区在平均吞吐率提升的同时, 片区负载均衡的现象也获得了明显改善。

加快 AI 智能优化探索, 助力多制式网络性能提升

目前, 河南移动针对网络高效智能优化试点的效果显著, 下一步计划在夯实前期创新成果的基础上, 随着5G用户增加、5G垂直行业的扩展, 将兼顾网络覆盖、用户速率等多方面的探索及体验, 开展成熟的5G网络、4G/5G协同的智能优化。



中国移动通信集团河南有限公司全业务客响中心 何锋

河南移动家庭业务发展迅猛、家庭宽带用户突破千万，一跃成为河南家庭宽带市场的排头兵。4K/8K高清视频、网络游戏、网络直播、网课、VR等新业务竞相涌现，2019年底以来受新冠肺炎疫情影响，居家远程办公、在线教育变成刚需，在线游戏、在线视频大幅增长，用户对网络的要求越来越高，宽带运维能否满足用户的差异化诉求，面临着极大挑战。河南移动秉承“先行先试”、“不停探索”的精神，在家宽端到端质量分析保障领域，与华为合作完成品质宽带平台落地，联合创新、共同开发迭代，在如下领域取得了进展。

“控弱光”，加强网络问题预防管控

平台创新性地通过人工智能分类算法判定弱光故障点，改变了凭借人工判断弱光故障点或逐段处理质差链路的方式，实现了PON光路智能诊断，弱光批量整治，大幅减少了反复上站，极大提升了运维效率。

通过对试点区域11万台ONU进行网络数据采集、智能分析及算法验证，检测出主干和二级分光弱光63处，准确率达到了96.8%，提升了弱光检测效率；通过准确识别弱光位置，使单个弱光整改耗时从24小时降低为0.5小时，同时通过大数据关联和现场核查，同步更新了资管数据。采用该平台后，河南移动全年的弱光整治上门数降低了48%，实现了ODN网络质量的快速提升，降低了用户万投比。

“保感知”，坚持最终用户体验为重

平台提供面向用户体验的数据采集和分析单元，可以主动监测用户宽带业务的带宽体验瓶颈。

带宽体验瓶颈指家庭网络中存在的瓶颈点，导致用户的体验带宽小于签约带宽，这种瓶颈点可由网线/质差路由器/单频光猫等多种原因造成，NCE通过家庭网络信息的感知和大数据分析，可以精确定位家庭的带宽体验瓶颈。

NCE目前支持5类业务承载的能力评估，针对每类不满足需求的场景，可进一步精准识别带宽体验的瓶颈点，如带宽不足、单频网关、自购路由器等，准确度大于90%。运营商基于这些能力，可以针对性地销售组网套餐，为用户提供带宽保障，在提升用户满足度的同时，还可以增加收入。

品质宽带方案助力运营升级，提质增收

随着移动网络5G时代的到来，固定网络也进入了F5G (the Fifth-Generation Fixed Network) 时代，各类应用出现爆发式增长，业务体验成为用户选择运营商的首要考虑要素，因此把数字化能力转换为用户可以感知的服务体验，是F5G时代运营的关键特征，河南移动以提升最终用户体验为目标，引领河南省家宽市场的发展。

河南移动联合华为公司合作创新，提升了数字化运营水平，消除了体验瓶颈和隐患，提升了客户的家庭宽带体验。目前，试点区域客户获得了更好的服务体验，满意度提升并更愿意尝试新的套餐，对于河南移动销售收入的促进作用明显。下一步我们计划把方案在全省进行推广复制，争取取得更大的成果。



变“被动”为“主动”， AI 开启内蒙联通核心网运维新篇章

内蒙古联通网络部副经理 李群超

内蒙联通积极思考落实五新战略，希望通过“极简”来实现降本增效的目的。2019年，内蒙联通携手华为，以自动驾驶网络创新项目为契机，在实现网络运维自动化、智能化的基础上，达到了降本增效，支撑内蒙联通数字化转型，提升业务竞争力的目标。



随着5G网络的建设与商用，现网多制式共存，网络规模更大，也更加复杂。然而，通信网络的运维却仍在采用“手拉肩扛”的传统模式来管理这张复杂网络，故障修复越来越难，运维人才越来越缺乏，运维成本越来越高，电信运营企业对于运维转型的需求日益迫切。

落实“五新”战略，任重道远

2018年，中国联通集团提出“五新”战略，希望通过培育强健互联网新基因，探索完善公司混改新治理，全力加快互联网化新运营，着力增强创新发展新动能，积极构建外联内通新生态，奋力开创新时代中国联通发展的新局面。

落实“五新”战略，对于网络运营和运维来说，主要面临两个转变：

内蒙地广人稀，建站收益低于发达省份，如果再考虑人均GDP因素，收益比会更低。因此，在很多省份可能是次要矛盾的问题，对于内蒙联通来说就成了主要问题。内蒙联通2、3、4G网络并存，网络复杂度高，运维难度非常大，而5G的来临，则使其业务更加复杂，对网络的运营及运维也提出了更高的要求。如何在增网不增人的基础上，提升运维效率降低运维成本，成为摆在内蒙联通面前需要解决的问题。

内蒙联通积极思考落实五新战略，希望通过“极简”来实现降本增效的目的，如通过集约化实现管理平台的集中，减少维护成本，提升数据共享；通过自动化实现流程打通，减少手工操作，提升运维效率；通过智能化实现智能分析及决策，降低专家依赖，提升运维效率。



思维转变

将传统思维转变为互联网化思维，实现客户的极致体验，一线敏捷响应，市场高效运营。

1



手段转变

将解决运维问题的手段由人工转变为机器，借助5G+人工智能+大数据+云，实现运维的自动化及智能化。

2

携手华为，谱写智简运维新篇章

2019年，内蒙联通携手华为，以自动驾驶网络创新项目为契机，将“极简”再上新台阶。双方沟通确定了内蒙联通自动驾驶网络的目标——实现网络运维的自动化和智能化，支撑内蒙联通数字化转型，从而降本增效，提升业务竞争力。围绕这个目标，选择了包含规、建、维、优在内的一系列试点专题，并取得了多个阶段性成果。

在故障识别类专题，内蒙联通引入华为核心网自动驾驶网络iMaster MAE-CN智能KPI异常检测特性，通过构建独特的三层AI架构，带来“可预测性”的全新价值，变被动运维为主动运维。从根本上改变了传统重点指标静态阈值监控的方式，实现了全面指标动态阈值监控。在上线后的很短时间就协助内蒙联通提前5小时识别了一个覆盖4盟市的严重网络异常，并协助快速识别根因，及时修复问题，避免了一场影响约40多万用户手机上网体验的潜在大规模事故。

5G时代，产品的版本发布会愈发频繁，存在大量变更（升级、割接、配置变更等）操作，故障风险大幅提升。华为核心网自动驾驶解决方案针对变更场景，构筑事前、事中、事后“三道防线”，可提前发现并规避40%由变更引发的问题。变更前进行在线健康检查，变更准备&操作按规范自动执行，变更过程及值守阶段进行异常检测，通过多维事件聚合&辅助根因分析，实现快速故障定界，提前规避变更引发的问题，实现了智能在线机器值守。

华为iMaster MAE-CN解决方案中在实现运维智能化、自动化的基础上，还可根据运营商的商业意图或注入策略，对网络进行动态、灵活的调整，并实时感知网络运营的状况（如网络故障、SLA异常、性能下降等），通过策略驱动闭环控制，以实现网络自治。

内蒙联通期待与华为基于核心网自动驾驶网络技术不断探索，共同打造异常自发现、故障自恢复、业务零中断、变更零风险的5G智能核心网。





AI 赋能智慧运维, 助力基站节能减排

广西电信网络运行维护部总经理 汤煜

5G 时代,数据流量需求持续猛增,网络负荷大幅增长,基站耗电问题日趋严重随着基站电费成本的持续增长,节约电力成为降低电信运营成本的重要手段。

电信运营企业亟需引入 AI 技术,实现节能减排 AI 化,达到一站一策,在节能的同时兼顾 KPI 与用户感知,并减少运维人员的投入。

随着 AI 技术的不断发展,运维工作的整体思路也会随之改变,未来运维工作的发展趋势将是重复性的工作交给 AI 来做,让现有运维人员投身到不确定性更强的工作中去。

5G 时代,数据流量需求持续猛增,网络负荷大幅增长,基站耗电问题日趋严重。数据显示,5G 基站的单站能耗为 4G 的 3~4 倍左右,平均每年耗电量超过 1.8 万度,折合电费约 1.26 万元。随着基站电费成本的持续增长,节约电力成为降低电信运营成本的重要手段。

传统基站的节能手段主要为粗放式的关断,如在凌晨针对小区等场所进行关断等。随着时代的发展,话务场景日趋复杂,闹市区即使在凌晨可能也会存在较高话务,交通枢纽在凌晨也存在高铁等车辆的运营,一刀切的关断已经无法满足多样化场景的业务需求。如果针对每个站点进行话务分析制定匹配的节能策略,又需要投入大量的运维人力,人员的投入与产出比不高。在此背景下,电信运营企业亟需引入 AI 技术,实现节能减排 AI 化,达到一站一策,在节能的同时兼顾 KPI 与用户感知,并减少运维人员的投入。广西电信在集团的指导下,联合华为公司展开了 LTE AI 基站的节能工作,通过小规模试点、地市经验复制、最终推广到全省的方式,利用华为 4G 基站实施 AI 基站节能,实现了全网超过 12% 的节能效果。

打造基站 AI 节能方案

AI 节能方案由本地 PowerStar 平台及苏州天翼云 AI 平台两部分组成:

本地 Powerstar 平台结合历史性能指标,计算出该小区的可关闭时间段、关断的 PRB 门限和用户数门限等参数,实现了节能参数的一站一策。系统将节能优化建议自动下发到基站,自动监控 KPI 指标,当指标恶化到指定门限时可以自动回退节能脚本,真正地实现了网络自动驾驶。

Powerstar 平台

天翼云平台 AI 平台可以通过 100M 云专线获取专业网管的性能指标数据并进行 AI 模型训练,将输出的预测模型下发到本地,再结合本地数据进行推理,得出 PRB 利用率预测结果。该方案可应用于节能优化建议的生成,通过历史数据与预测数据的结合,进一步提升节能效果。

天翼云平台 AI 平台

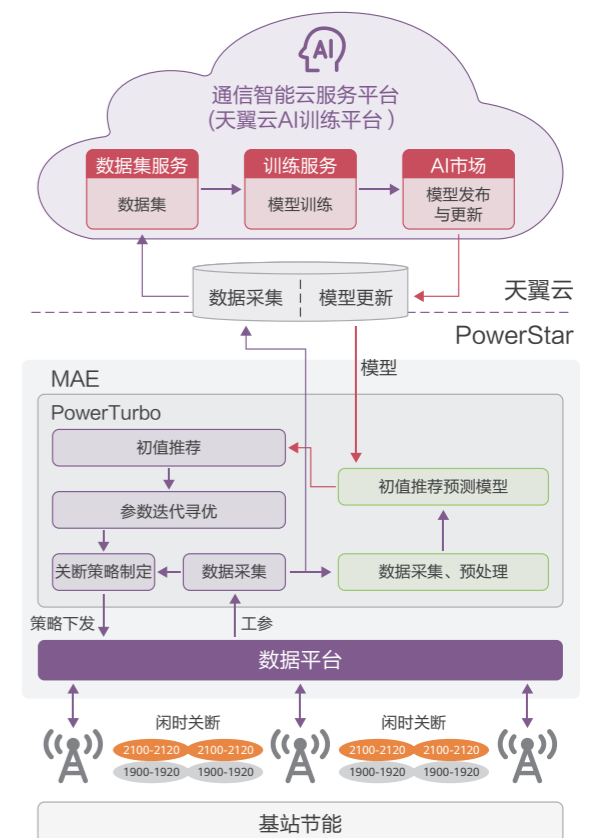


图 1 基站 AI 节能方案架构图

AI 节能与传统节能大不同

AI 节能方案在节电效果方面与传统方案基本持平，而在用户感知、恢复机制、运维投入方面则有明显的优势。

	传统节能方式分析	Powerstar 在线 AI 节能方式
方案简介	00:00-06:00 期间对指定站点进行设备下电或去激活小区，实现节能	在离线节能方案基础上引入 AI，系统每天评估节能参数策略合理性，自动迭代调优，更新站点节能策略，达到最优效果
节能效果	设备整体下电，设备不耗电，节能效果最优 😊	一站一策，KPI 稳定的前提下最大化实现节能 😊
用户感知影响	现网很多站点凌晨 1-4 点仍然有大量业务，设备断电后用户受影响，导致用户投诉增加 😞	全天 24 小时，根据业务忙闲，自动判断是否进入节能，秒级自动唤醒用户感知不受影响 😊
恢复机制	主设备完全下电，如有业务需求，不能自动唤醒，无法实现快速业务恢复 😞	秒级周期性检测，在业务量增加后，可秒级自动唤醒 KPI 自动监控，恶化超门限后自动回退节能脚本 😊
运维投入	需要投入人员分析哪些站点可以关闭，专人每天负责关闭和开启，运维投入大 😞	数据自动获取，节能策略自动下发，仅需人员提供公参与创建任务，每年运维投入仅约 1 人天 😊

图 2 AI 节能方案与传统节能方案效能对照

具体表现在以下几个方面：

1. 基于 AI 迭代学习功能，兼顾网络安全与节能效果。

引入 AI 后，系统可以自动学习并调整节能优化参数，以提升节能效率；全天 24 小时，可根据业务忙闲，自动判断是否进入节能模式，而秒级自动唤醒则保证了用户感知不受影响；KPI 自动监控，恶化超门限后可以自动回退节能脚本。



图 3 (补充说明)

2. 运维效率提升，减少运维人员投入。

传统节能需要人员手动分析哪些站点可进行关断，AI 在线节能则可自动根据现网数据输出站点生成节能策略；传统节能需要人员手动闭塞 / 下电小区，操作频繁，AI 在线节能可以自动下发节能脚本，无需人为干预；传统节能需要安排人员监控网络性能，AI 在线节能可以实现 KPI 自动监控，减少运维投入；AI 在线节能方案每年减少运维投入约 110.2 人 / 天。

步骤	离线 (人 / 天)	在线 (人 / 天)
更新周期	每周	每天
提供工参 (一次性)	1	1
提取配置数据	0.3	自动获取
提供性能数据	0.3	自动获取
方案制作	0.5	不涉及
加载脚本	0.5	自动下发
指标监控	0.5	自动监控
单次人力投入	2.1	1
总人力投入 / 年	110.2 (1+2.1*52)	1

表 1 (补充说明)

3. 节能前后 KPI 平稳

在线节能方案是通过 AI 算法分析生成节能策略，节能的同时考虑了对 KPI 因素，可避免节能策略对 KPI 和用户感知产生影响，广西在线 AI 节能实施后，全网基础 KPI 平稳未出现恶化及相关用户投诉问题，相比传统节能方式，AI 节能可最大程度保障 KPI 稳定。

AI 节能创新应用

用 AI 辅助拆闲补忙方案的评估: 结合节能的载频关断时长, 对于每天平均关断时长超 20 小时的小区, 可以考虑将设备拆除, 用于其他超忙小区扩容, 以实现设备资源有效利用。

以梧州长洲区马梧高速站点为例, 该站点存在 1.8G&2.1G 共覆盖, 在节能开启前, 扇区 2、扇区 3 的 PRB 利用率低于 8%, 说明该地区属于话务极低场景, 载频关断属正常现象, 载频关断后, 站点吞吐率、用户数、用户体验速率与节能开启前基本持平, 所以该站点属于典型的通过 AI 节能结果辅助节能评估的案例。

• 站点节能关断情况统计 (见表 2)。

小区名称	关断天数	平均每天关断
LFH 梧州市长洲区马梧高速 2.1G0-3	19	23.18609649
LFH 梧州市长洲区马梧高速 2.1G0-2	19	23.14745614
LFH 梧州市长洲区马梧高速 2.1G0-1	19	13.39307018
LFH 梧州市长洲区马梧高速 1.8G0-1	19	0
LFH 梧州市长洲区马梧高速 1.8G0-2	19	0
LFH 梧州市长洲区马梧高速 1.8G0-3	19	0

表 2 站点节能关断情况统计

• 站点地图及覆盖情况。

如图 4 所示, 从地图上看, 扇区 2、扇区 3 明显覆盖道路及山地, 话务小, 所以节能关断时间长, 而扇区 1 覆盖居民区, 话务量较高, 所以相对节能关断时间较短。



图 4 站点地图及覆盖情况

通过在基站节能工作中引入 AI 技术, 我们感受到 AI 对运维工作的价值所在。随着 AI 技术的不断发展, 运维工作的整体思路也会随之改变, 未来运维工作的发展趋势将是重复性的工作交给 AI 来做, 让现有运维人员投身到不确定性更强的工作中去。AI 时代即将到来, AI 技术的发展结合运维人员的转型, 将引导运维工作进入一个全新的阶段。



华为技术有限公司

深圳龙岗区坂田华为基地

电话: +86 755 28780808

邮编: 518129

www.huawei.com

商标声明

 HUAWEI, HUAWEI,  是华为技术有限公司商标或者注册商标, 在本手册中以及本手册描述的产品中, 出现的其它商标, 产品名称, 服务名称以及公司名称, 由其各自的所有人拥有。

免责声明

您购买的产品、服务或特性等应受华为公司商业合同和条款的约束, 本手册中描述的全部或部分产品、服务或特性可能不在您的购买或使用范围之内。除非合同另有约定, 华为公司对本文档内容不做任何明示或默示的声明或保证。

由于产品版本升级或其他原因, 本文档内容会不定期进行更新。除非另有约定, 本文档仅作为使用指导, 本文档中的所有陈述、信息和建议不构成任何明示或暗示的担保。

版权所有© 华为技术有限公司 2020。保留一切权利。

非经华为技术有限公司书面同意, 任何单位和个人不得擅自摘抄、复制本手册内容的部分或全部, 并不得以任何形式传播。