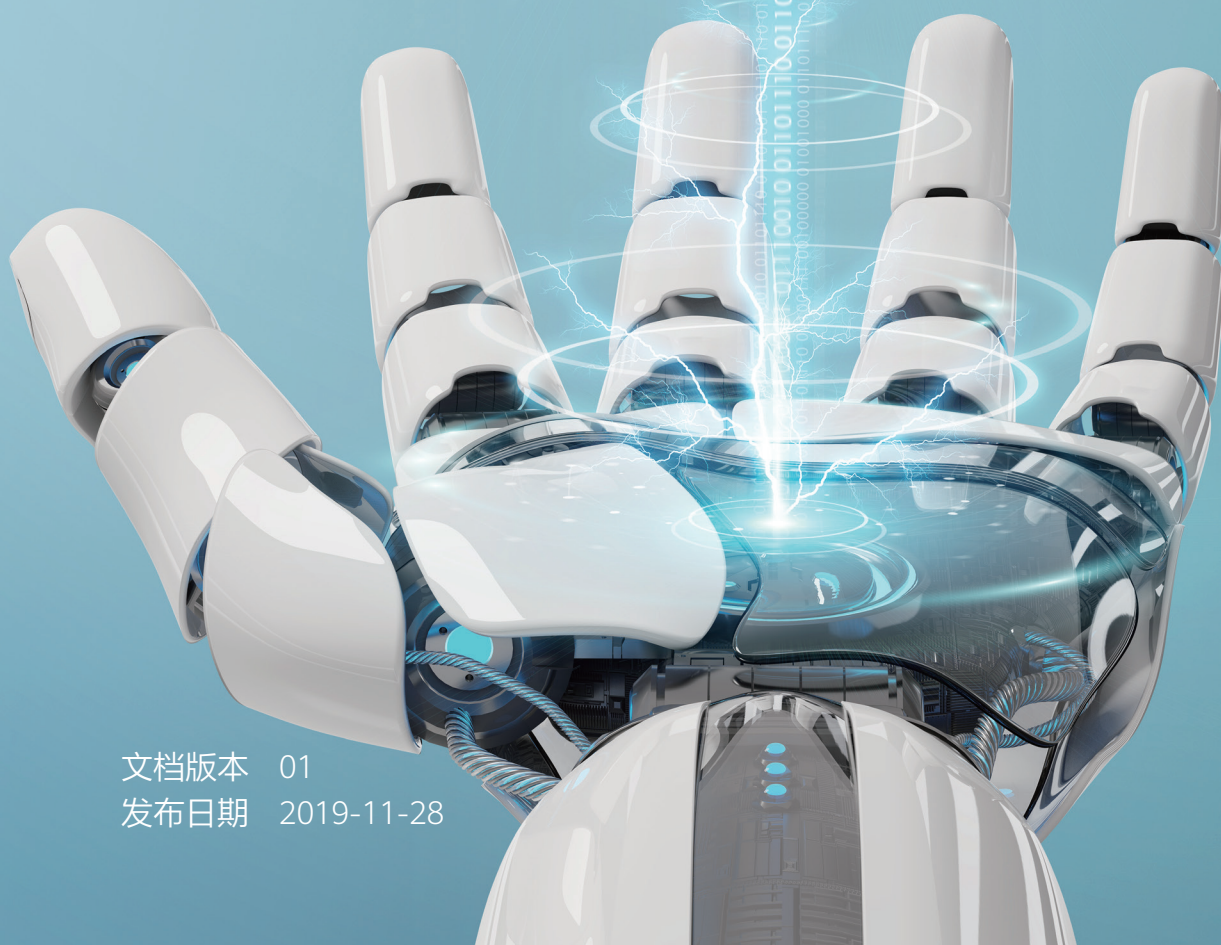


华为核心网 自动驾驶网络 白皮书



目录

CONTENTS

产业发展及挑战	02
5G核心网是使能千行百业的关键	02
自动化是5G核心网实现业务敏捷的关键要素	02
华为核心网自动驾驶网络方案	04
华为核心网自动驾驶网络方案理念	04
华为核心网自动驾驶网络方案目标	05
华为核心网自动驾驶网络方案架构	05
典型应用场景	08
5G切片场景	08
MEC场景	09
工作流编排场景	10
智能运维场景	11
不断积累，逐级演进	12



01

产业发展及挑战

1.1 5G核心网是使能千行百业的关键

根据GSMA预测，2018年到2025年之间，全球运营商将在5G网络建设上投资高达1万亿美元，全球的5G网络建设进入到快车道。相对于4G技术，5G引入了高带宽、超低时延、海量连接等关键能力，为数字经济提供了全新的关键基础设施，将进一步拓展数字经济的千行百业。5G核心网是使能千行百业的关键，在5G端到端网络中，核心网承担全局资源的调度和管理，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，5G核心网通过动态智能网络切片确保每个行业的用户都能在公众网上享有自己的专有通道，通过MEC技术最大程度地满足行业市场的低时延需求，保证数据安全、网络安全以及网络质量保障。

1.2 自动化是5G核心网实现业务敏捷的关键要素

随着电信网络NFV云化转型、切片、服务化架构等技术的融入，以及垂直行业应用及需求的多样化发展，在5G时代，电信网络的运营维护也将面临前所未有的挑战，自动化成为了5G核心网的关键要素。

1.2.1 新业务发展的需求

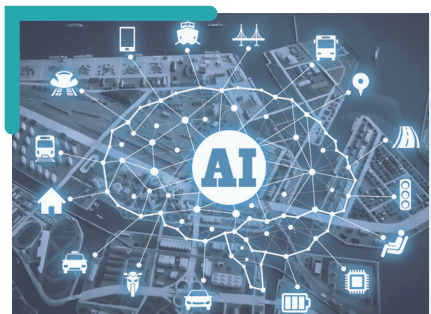
- » 在5G时代，垂直行业2B业务变成了运营商重点竞争的市场，对于工业互联网、车联网、智慧医疗等多样化需求，运营商通过切片技术提供虚拟网络，实现网络质量保障。切片的快速部署能力及租户切片DIY开通能力将帮助运营商在竞争中抢占先机。运营商需要通过自动化的切片部署能力实现业务的敏捷，提升新业务部署的TTM。
- » 垂直行业2B关键业务如港口、厂矿、自动驾驶汽车等应用，对于网络质量保障、故障定位效率，网络恢复时间的要求更高。运营商需要通过结合AI技术的自动化运维能力，提升故障定位效率，实现网络自愈，满足垂直行业的网络质量需求。
- » 多样化、灵活的5G业务需要在边缘站点部署各式各样的第三方租户的APP，运营商需要满足租户频繁的APP部署、升级、业务上线的需求。海量MEC站点的APP管理为运营商带来了管理的复杂度，需要通过APP的生命周期自动化管理能力，提升运营管理效率。

1.2.2 网络架构的需求

- » 垂直行业2B业务需求对于网络时延提出了更高的要求，需要驱动核心网网络架构的重大演进，运营商需要将用户面网络功能下沉到网络边缘，网络边缘需要部署海量的边缘站点以满足业务需求，100x ~ 1000x边缘站点广泛分布在园区、厂矿、港口等的地理位置上。海量边缘站点的多次进站安装部署、运营维护将给运营商带来人力成本和时间成本的剧增，需要通过自动化能力提升部署及运维效率，降低人力成本。
- » NFV电信云在规划、建设、维护、优化和运营环节之间存在操作断点，需要不断的人工干预来串接“自动化孤岛”，运营商需要E2E的自动化工具链，来构筑一张全自动化的网络，向最终用户提供按需、实时、敏捷的网络服务。

1.2.3 新技术的需求

- » NFV、切片和微服务等技术的引入，使得核心网网络愈加复杂，管理对象增多，变更操作更加频繁。运营商每年平均有数百次~数千次变更操作，而70%网络事故都是变更过程中人为操作失误引入的，给运营商带来沉重的负担。运营商需要考虑，通过基于AI技术的自动化运维能力，变更过程中减少人为操作环节，实现自动检查，自动监控，自动恢复。



02

华为核心网自动驾驶网络方案

华为率先在业界提出Autonomous Driving Network（自动驾驶网络）的理念及分级标准，从客户体验、解放人力的程度和网络环境复杂性等方面，定义了通信网络的自动驾驶分级标准：

- » **L0手工运维：**具备辅助监控能力，所有动态任务都依赖人执行。
- » **L1辅助运维：**系统基于已知规则重复性地执行某一子任务，提高重复性工作的执行效率。
- » **L2部分自治网络：**系统可基于确定的外部环境，对特定单元实现闭环运维，降低对人员经验和技能的要求。
- » **L3有条件自治网络：**在L2的能力基础上，系统可以实时感知环境变化，在特定领域内基于外部环境动态优化调整，实现基于意图的闭环管理。
- » **L4高度自治网络：**在L3的能力基础上，系统能够在更复杂的跨域环境中，面向业务和客户体验驱动网络的预测性或主动性闭环管理，早于客户投诉解决问题，减少业务中断和客户影响，大幅提升客户满意度。
- » **L5完全自治网络：**这是电信网络发展的终极目标，系统具备跨多业务、跨领域的全生命周期的闭环自动化能力，真正实现无人驾驶。

华为自动驾驶网络分级体系，为运营商现有网络向自动驾驶网络演进提供了一条可衡量、可实践的指导性路径。关键场景的实践需要遵循由点及线到面的逐步演进策略，从关注面向网元的自动化设备管理走向关注面向全场景的自动化，最终实现核心网端到端自治的目标。

2.1 华为核心网自动驾驶网络方案理念

作为全球领先的5G商用解决方案提供商，华为发布了iMaster系列自动驾驶网络智能运维产品与方案。华为秉承打造业界最佳TTM/TTR，引领最优客户体验的理念，凭借在5G核心网领域的技术领先优势和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，推出了华为核心网自动驾驶网络智能运维解决方案iMaster MAE-CN。该解决方案是华为核心网管理域诸多产品和服务工具的融合与创新，实现了全网数据资产的可视、可管、可溯源，并引入智能分析、模型训练、AI推理、意图洞察等人工智能技术，通过可编排工作流自动化能力构建端到端的自治核心网，助力运营商建设自动驾驶5G核心网。

华为始终秉承着合作共赢的开放心态，积极参与、推进自动驾驶网络相关标准规范的制定和开源技术的贡献，促进5G产业的蓬勃发展，推进社会步入万物智能互联的新时代。

2.2 华为核心网自动驾驶网络方案目标

5G时代千行百业差异化的网络服务和SLA保障既是运营商的核心竞争力所在，也是5G核心网自治的重点方向，华为核心网自动驾驶网络智能运维解决方案iMaster MAE-CN致力于提供业界最佳的TTM和TTR，引领最优客户体验。

- **智能的运维管理**

面对5G网络多制式并存协同、NFV跨层故障定位、行业应用差异化SLA等复杂难题，结合AI技术的智能运维可以建立及时的预防性、主动性运维机制，在提升网络的服务质量和业务体验的同时，保持OPEX整体平滑。

- **敏捷的业务发放**

支持多样化业务（如高带宽、大连接、超高可靠性和低时延等应用）的快速上线、发放，如网络切片的快速发布和边缘计算节点快速上线。

- **资产可视可管**

在通信网络演进的任何阶段，即便是完全自治阶段，人对网络都必须具备最高的紧急干预权限，需要支持对全网资产（如网络业务、VNF/VNC、虚拟资源、物理资源、SDN资源等）的统一运维管理能力。

- **最优的资源效率**

支持网络虚拟化资源的按需、动态分配，以及基于全局资源视角的最优资源调度。

- **持续演进的AI应用**

通信网络中的AI应用是逐步发展扩展、渐进深入的，此时需要一个系统化、支持演进的AI框架，以良好适配AI持续的自学习演进能力，最终实现网络泛在智能。

2.3 华为核心网自动驾驶网络方案架构

为了应对5G网络带来的运营和维护挑战，华为结合自动化、数据原生、AI等关键技术，推出了业界首个管控融合、云边协同、分层自治的5G核心网自动驾驶网络智能运维解决方案iMaster MAE-CN，助力运营商打造智能、极简、敏捷的5G核心网。

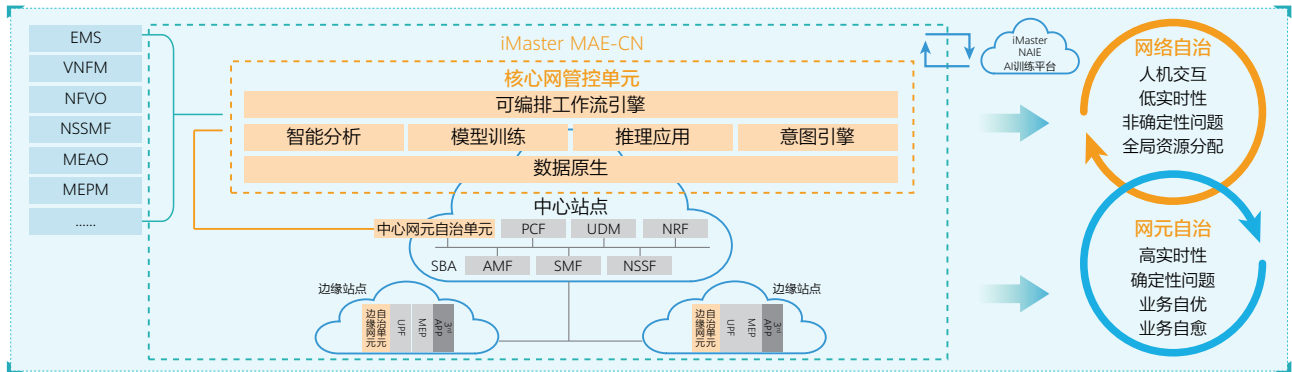
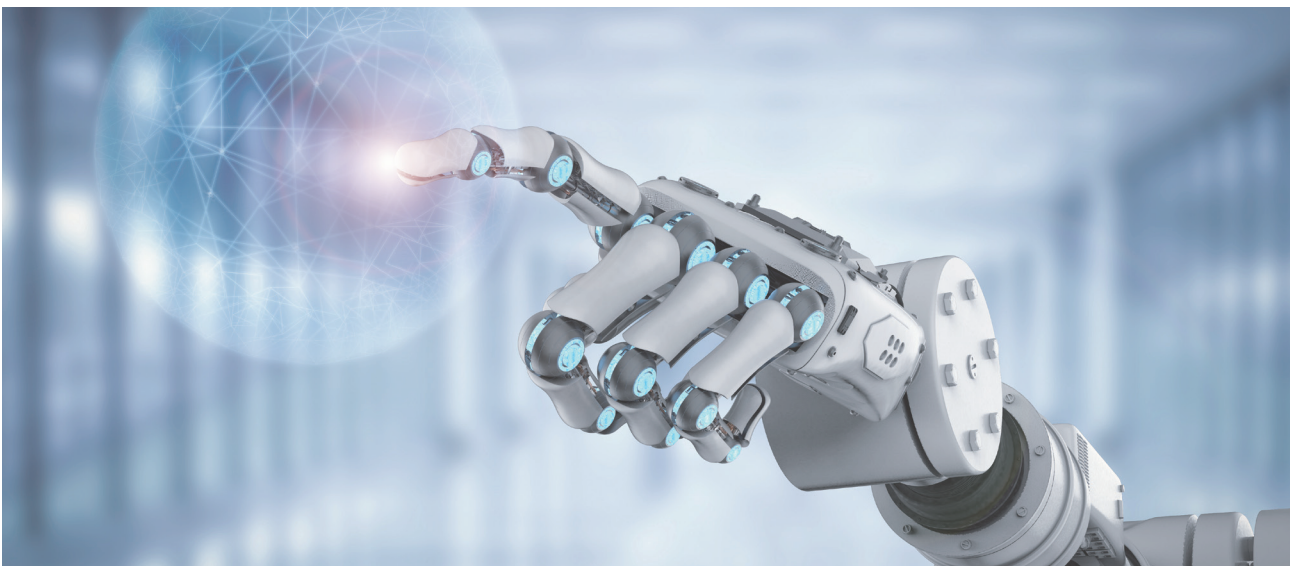


图2-1 iMaster MAE-CN整体框架

5G核心网采用了服务化的分布式云化架构，iMaster MAE-CN通过融合网元管理能力和业务控制能力，将功能按需从中心至边缘分层部署，实现云边协同的分层自治。

- » **管控融合：**将云化网络中的管理域模块（EMS、VNFM、VIM）和编排域模块（NFVO）拉通融合，并引入NRF提供的服务自发现和VNFC拓扑管理能力，增强了闭环控制流程中的执行单元，使得网络可以基于商业意图或智能策略动态、灵活地调整网络业务、配置参数、虚拟资源等。
- » **云边协同：**核心网管控单元和中心/边缘网元自治单元分层运行、协同工作，基于策略的生成、优化、执行，共同实现了全局的端到端闭环控制。
- » **网络级自治：**核心网管控单元位于网络层级的最上层，主要实现了用户意图洞察、全局性策略模型的集中训练及推理、网络闭环控制等功能，实现低实时性的网络级自治。
- » **网元级自治：**中心/边缘网元自治单元中的闭环自治系统通过实时分析采集到的网络数据，基于既定策略，快速执行网元级的闭环控制（如资源调度、参数调整等），实现高实时性的网元级自治。



iMaster MAE-CN解决方案通过构筑三个方面的能力（数据原生、可编排工作流引擎、AI引擎），结合5G核心网中的两层闭环自治体系，通过在不同网络层级引入相应的自动化和智能化能力，实现5G核心网的端到端自治。

- **数据原生（Data Native）**

数据原生是AI应用和自动化的基础，要求可以感知、获取、统一、汇聚、关联全网的网络状态、业务流程和用户行为，形成共享、统一的网络数据资产，以支撑AI模型训练和闭环策略触发。同时，提供水平（跨业务）、垂直（跨层）相结合的全网数据资产拓扑展示，便于运营商直观的观察、监控全网的业务运行情况。

- **可编排工作流引擎**

可编排工作流引擎以提升自动化水平、解放人力为目标，通过工作流机制，实现原子能力的流程调度编排，快速实现网络运维运营过程中不同场景（如网元升级、配置变更等）的自动化闭环。基于AI的可编排工作流引擎，以网络运维专家经验库作为基础，通过网络的自我学习，自动提供最优的网络运维策略，最终实现流程持续优化。

- **AI引擎**

AI引擎引入以机器学习为核心的AI技术，在现有网络之外构建独立的AI训练平台（Cloud AI）用于数据湖服务、训练服务以及相应的测试，输出AI模型；核心网管控单元构建本地网络AI引擎（Network AI），基于模型/策略控制网络的行为，同时网络行为的结果数据会再次被收集用于本地模型重训练、模型优化、策略更新和本地推理，实现网络级闭环控制；同时在核心网中心/边缘网元自治单元构建网元AI推理单元（Site AI），基于Network AI下发的既定模型/策略，实现高实时性的网元级闭环控制。

iMaster MAE-CN解决方案中始终贯穿着智能化和自动化能力的增强，它使得网络可以根据运营商的商业意图或注入策略，动态、灵活的进行调整，也可以实时感知到网络面临的挑战（如网络故障、SLA异常、性能下降等），通过策略驱动闭环控制，实现网络自治。





03

典型应用场景

3.1 5G切片场景

华为核心网自动驾驶网络方案将针对5G切片这一重要的场景提供端到端的自动化能力，帮助运营商实现自动化的切片管理，助力行业租户业务快速发放，提供切片的模板化设计编排、一键式切片部署以及自动化SLA监控与保障，实现切片的全生命周期管理。

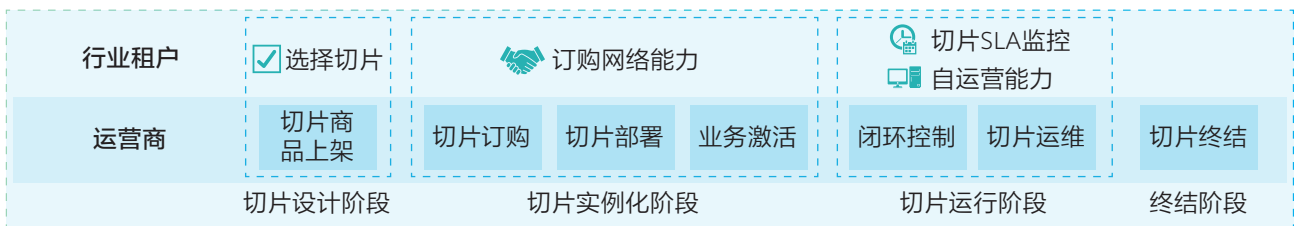


图3-1 网络切片自动化管理

3.1.1 切片设计

5G切片面向海量垂直行业，不同行业对网络功能及SLA水平有着不同的诉求，因此在设计阶段为每个行业“量身定做”是重中之重。

- 匹配各行业差异化需求：**依托于华为全产业链的深刻理解和洞察，基于3GPP三种基础切片类型，扩展出10+种深度贴合各产业典型通讯服务需求的切片模板。这些模板既体现了特定行业的共同需求，也提供该行业可能涉及的可选的差异化选项。运营商可直接使用这些切片模板来设计其对应各行业的切片商品，也可以基于这些基础模板做进一步的差异化设计。
- 图形化拖拽式在线设计：**提供灵活、高效的切片模板定制能力，并通过简洁的图形化操作界面提升操作效率。运营商可以基于基础模板进行部分差异化功能定制，快速完成新模板的设计；也可以基于华为提供的丰富的网络连接原子能力，结合各行业的定制需求，直接DIY拖拽组合成所需的切片模板。

3.1.2 切片开通

敏捷的响应市场需求是各行业的核心竞争力，天级甚至小时级的切片业务开通&变更能力是切片的核心价值点。华为核心网自动驾驶网络方案基于一系列具备自学习能力的切片业务建模，实现从切片订购到切片开通的全自动化，使能各行业新业务快速TTM。

- » **订购即部署：**在接收到行业客户的订购SLA之后，自动化在线编排生成所需的切片网络拓扑、切片资源模型、业务配置模型、切片网络链路模型，基于这些模型自动进行切片网络实例和切片业务实例的部署开通。
- » **部署即开通：**在切片实例完成部署后，基于在线工具平台自动完成切片的功能和SLA的验收测试，实现切片业务部署即开通。

3.1.3 切片运维

切片相比于传统网络，其运维对象、运维复杂度都发生了很大变化，对运维人员有了更高的要求。提高运维效率，实现切片自动化智能化监控、SLA自动闭环是刚性需求。

- » **切片SLA自动化智能监控：**基于华为全球的网络运维案例，构建切片体验与网络KPI的映射关系模型，并基于现网数据不断丰富优化异常场景识别的准确度和预见性，实现切片SLA异常和劣化的早期智能预防和识别，异常报告自主推送。
- » **切片SLA劣化自动闭环：**基于用户级/会话级体验的智能监控，准确识别切片SLA劣化点和劣化根因；支持切片级自动弹性实现切片资源的动态合理分配、资源需求的秒级实时响应；作为基于自学习策略的SLA保障中心，决策触发跨域的SLA优化流程，实现切片E2E优化措施闭环。

3.2 MEC场景

华为核心网自动驾驶网络方案支持MEC边缘设备即插即用，第三方APP快速上线，通过集中管理运维能力，实现边缘站点的快速开站、APP一处创新、全网快速复制。

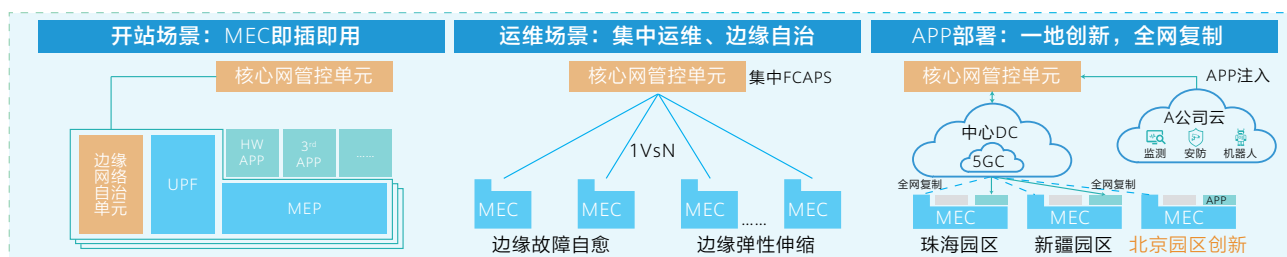


图3-2 MEC应用场景

3.2.1 MEC自动化建站

- 网络链接自动建立、边缘网元自动纳管，站点业务配置、测试、上线全程自动化，实现设备即插即用，降低安装部署成本，一次上站开通业务，站点上线时长从周级缩短至天级。

3.2.2 集中运维、边缘自治

- 边缘站点由核心网管控单元进行集中管理，支持对所有MEC设备的全局监控，支持批量远程升级和策略下发，减少近端频繁上站带来的运维成本。同时，边缘站点自身支持自动弹性伸缩（可快速响应业务调整诉求），以及基于自定义策略的故障自愈（如边缘脱管时，部分故障可快速自愈）。

3.2.3 APP灵活上线

- APP升级部署时，支持导航式快速部署，可由APP提供商自主完成，大幅降低了操作人员的学习成本和技能要求。APP部署完成后，相关应用软件，分流规则，策略等进行集中管理。APP可由人工指定一键式复制到其他站点，也支持基于自定义部署策略自动复制到其他站点，实现一地创新，全网复制。

3.3 工作流编排场景

华为核心网自动驾驶网络方案引入了强大的可编排工作流引擎，可以针对现网运营过程中的不同场景，基于原子操作按需编排，形成灵活的工作流并自动化地执行，极大提升工作效率，缩短业务TTM。

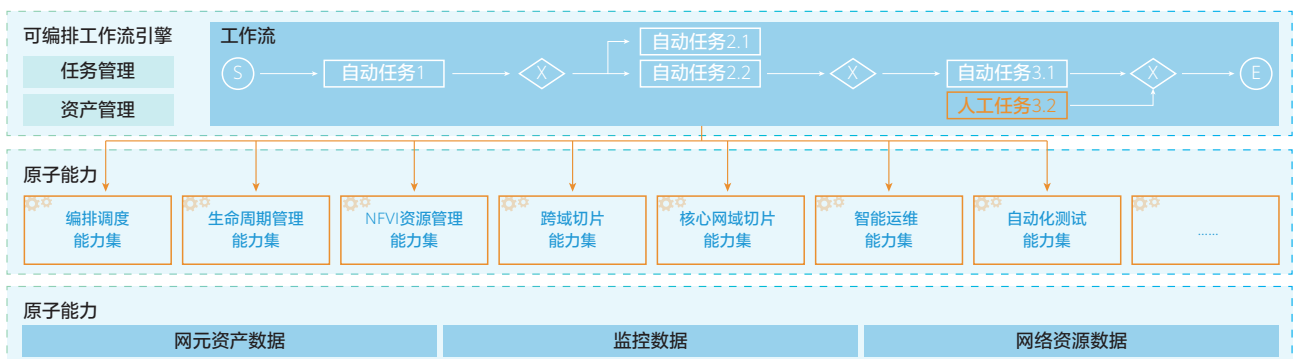


图3-3 基于原子能力的可编排工作流



- **丰富的原子能力：**提供丰富的原子能力，包括管理域各组件的原子能力（如NFVO、VNFM、EMS、VIM、MEAO、NSMF、NSSMF等），以及专业工具的原子能力（如智能化运维、自动化测试等），便于用户灵活编排，支持各种复杂场景的工作流自动化。
- **可编排工作流：**具备交互友好的工作流程设计界面，支持通过拖拽的方式，快速搭建自定义工作流，实现客户定制业务流程的快速开发；工作流执行过程可视，可清晰查看工作流的执行步骤和状态，便于快速发现、定位执行异常的操作。
- **自动化测试：**作为最重要的原子能力之一，自动化测试是提升运营商工作效率的关键能力。支持基于真实终端+业务模拟的多地多点自动化业务路径遍历测试，及7*24业务SLA评测，并自动收集及分析测试结果，生成测试报告。

3.4 智能运维场景

随着5G业务和NFV/SDN新技术的引入，核心网网络愈加复杂，业务变更更频繁，故障隐患更多，运营商每年平均有数百次~数千次变更操作，而70%事故都由变更引起的，给运营商带来巨大挑战。

要解决电信业面临的挑战，仅仅靠传统运维思维已远远不够，华为核心网自动驾驶网络方案将AI引入电信网络，带来“可预测性”的全新价值，变被动运维为主动运维，在故障影响范围扩大前及时止损。



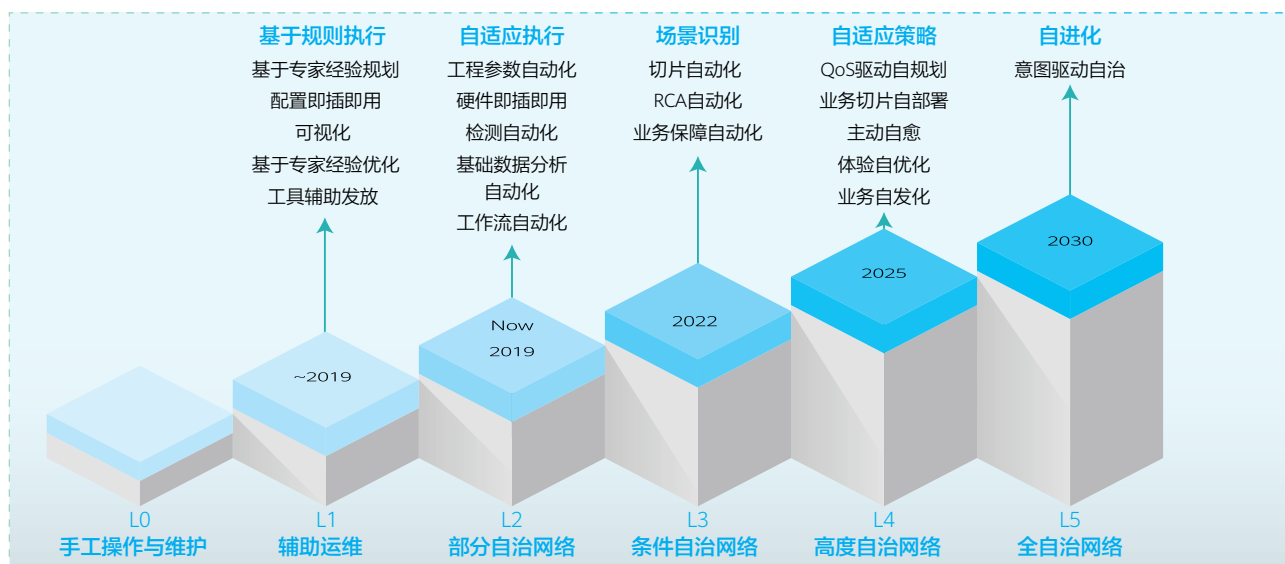
- **日常监控场景：**传统运维故障识别手段少，待KPI指标劣化触发网元告警或引发用户投诉后才开始定位故障，效率低，耗时长，易出错。华为核心网自动驾驶解决方案对历史KPI数据进行持续机器学习，实现海量KPI动态阈值的设置和维护，降低人力成本，提升检测准确率，在亚健康状态即可先于故障识别异常；且基于Incident的多维事件关联检测与分析，根据时间和空间相关性，实现快速故障定界，辅助根因分析。
- **网络变更场景：**5G时代，版本发布愈发频繁，存在大量变更（升级、割接、配置变更等）操作，故障风险大幅提升。华为核心网自动驾驶解决方案针对变更场景，构筑事前、事中、事后“三道防线”，提前发现并规避40%变更引入问题。变更前进行在线健康检查，变更准备&操作按规范自动化执行，变更过程中及值守阶段的异常检测，多维事件聚合&辅助根因分析，实现快速故障定界，提前规避变更引入问题，实现智能在线机器值守。



04

不断积累，逐级演进

实现通信网络的自动驾驶是一个长期的逐级演进过程。华为结合业界未来的技术发展，规划了5G核心网自动驾驶网络的演进蓝图。



- » **2019–2022年：聚焦构建L3有条件自治网络。**以人工智能技术为核心构建一键式网络规划设计、集成部署、验收测试、自动弹性部署、业务自上线等关键能力，实现核心网达到有条件自治的网络。
- » **2022–2025年：聚焦构建L4高度自治网络。**网络自动化能力在L3的基础上，在网络规划、部署场景中，能够实现全场景自决策，网络容量精准预测。在优化和维护场景中，网络能够自监测、故障自发现、自诊断、自恢复，人工参与决策只是辅助。
- » **2025年至2030：逐步演进到L5完全自治网络。**基于L3和L4的技术积累和运营商市场的检验，逐步演进到意图驱动的全自治核心网络。

华为秉承着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产业的蓬勃发展。





版权所有 © 华为技术有限公司 2019。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。

商标声明



HUAWEI、华为、  是华为技术有限公司的商标或者注册商标。

在本手册中以及本手册描述的产品中，出现的其他商标、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

本文档可能含有预测信息，包括但不限于有关未来的财务、运营、产品系列、新技术等信息。由于实践中存在很多不确定因素，可能导致实际结果与预测信息有很大的差别。因此，本文档信息仅供参考，不构成任何要约或承诺。华为可能不经通知修改上述信息，恕不另行通知。

华为技术有限公司

深圳市龙岗区坂田华为基地

电话: (0755) 28780808

邮编: 518129

www.huawei.com