

01 行业数字化与智能化转型趋势 /01

02 IP自动驾驶网络挑战与关键技术 /04

2.1 IP网络自动化挑战	04
2.2 新技术重塑网络运维	06

03 IP自动驾驶网络目标定义 /09

3.1 IP自动驾驶网络愿景	09
3.2 IP 自动驾驶网络分级	11
3.3 IP自动驾驶网络关键能力特征	12

04 IP自动驾驶网络架构 /15

4.1 目标架构	15
4.2 智能网元	16
4.3 高清网络数字地图	18
4.4 网络智能体	24

05	IP自动驾驶网络应用场景 /26	
5.1	网络建设	26
5.2	网络维护	30
5.2.1	网络变更场景与解决方案	30
5.2.2	网络故障场景与解决方案	34
5.3	网络优化	39
06	IP自动驾驶网络成功实践 /42	
6.1	广东移动Net Master FME Copilot应用实践	42
6.2	广东电信网络数字地图配置仿真验证实践	44
6.3	联通研究院云网自智分级体验实践	46
07	IP自动驾驶网络产业行动建议 /48	
08	总结 /50	
09	术语表 /51	

1 行业数字化与智能化转型趋势

当今世界充满着变化和不确定性，以数字化应对不确定性是趋势，数字化发展已成全球共识。目前，全球已经有超过 170 个国家发布了国家数字战略。据麦肯锡统计，全球的数字化进程整体提前了 7 年，亚太地区更是提前了 10 年，运营商及企业业务数字化的速度比原先预想的快 20~25 倍。居家 + 公司的混合办公、线上 + 线下的远程教育、虚拟 + 现实的社交娱乐，这些新型模式正逐步成为新常态。

作为数字化基础设施的底座，网络联接在推动行业数字化转型中发挥着越来越重要的作用。预计到 2030 年，全球总联接数或将达到 2000 亿，实现从连接百亿人到连接千亿物的跨越。下一代人机交互（AR、VR、XR）、住行合一、工业互联网、卫星宽带互联、AI 大模型分布式训练等新业务也对网络联接提出了新需求。一个原生智能、全息可视、确定性体验、安全高可靠以及具备融合感知自动化能力的网络是未来发展的方向。

在数字化转型的背景下，运营商在 5GtoB、云网融合、AI 算力建设与 AI 大模型商业化应用场景下迎来市场机遇，这些变化都对运营商的网络和运维能力提出了全新要求，进一步促进了运营商网络自动化的建设。

5GtoB 场景对网络确定性体验能力提出了更高诉求

Keystone Strategy 报告显示，2025 年运营商可参与的全球 5GtoB 市场将达到 6020 亿美元。但同时，5GtoB 业务也对网络的带宽、连接密度、速率、时延、可靠性、移动性、定位精度等多项网络性能有着更高的要求。例如，沉浸式体验视频将持续推高带宽需求，未来其所需带宽将是当前带宽的 10 倍；建设智慧城市需要每平方公里 10-100 万设备的连接密度；无人机需要 500-1000km/h 的移动性；自动驾驶需要亚米级的定位精度和不超过 5ms 的端到到延；工业互联网则需要 99.999% 的可靠性。此外，5GtoB 业务还对网络能力提出 3 大诉求：一张网满足千行百业百万级应用场景的高度差异化连接需求；在线一站式的按需、实时、灵活订购、开通及变更；端到端确定性 SLA 可承诺、可保障。



5G



云智时代，云网融合新业务提出海量数据差异化上云诉求

云网融合成为企业上云的重要选择，垂直行业对云网能力的要求有三点：利用全球化的专网或公网实现企业上云和海量数据极速上云，并确保数据安全；任何地方、任何业务均可实现一点入云、一点入多云，云网业务满足一体化提供、一体化运营和一体化服务的要求；能够实时感知和预测全局云网算力分布和改变，通过智能调度满足 XR 上云、云存储视频压缩、金融上云等不同行业和企业对敏捷、质量、可靠性、效率等方面的差异化需求。



全球算力基础设施建设提速，要求算网协同保障应用差异化体验

过去 20 年间，智能算力需求增长了百亿倍。算力指数平均每提高 1 个百分点，国家的数字经济和 GDP 将分别增长 3.5‰和 1.8‰，算力正成为影响国家综合实力的关键要素，算力基础设施建设成为国家数字经济高质量发展的战略举措。IDC 数据显示，全球企业在 AI 基础设施及服务的投资，有望到 2025 年突破 2000 亿，增幅远超企业数字化转型和国内生产总值（Gross Domestic Product, GDP）。在迎接 2030 年智能世界的挑战中，从个人生活到社会生产，云智新业务对带宽、时延、质量保障和管理服务等方面提出了新的要求，为此，端到端的网络必须加速实现全面数字化和智能化升级，以支持未来的发展需求。

Net5.5G 网络架构的关键创新，夯实了 IP 网络智能体框架底座

在 2020 至 2025 年间，云计算、3GPP 无线 5G 数据、行业数字化时代的浪潮席卷而来。高速、低时延和确定性网络成为了核心竞争力的关键要素。云计算和企业数字化在这个时代诞生，开始了通用云计算和云应用的快速发展。而在 2025 至 2030 年，元宇宙、工业 4.0、成熟的 AI 和 3GPP 5G Advanced 将主导未来的网络发展，网络发展的历史使命将从物理世界互联互通转向 AI 赋能的垂直行业的数字化与智能化。在这个时代，智能、可靠且高效的网络成为了核心竞争力，Net5.5G 时代应运而生。Net5.5G 定义了泛在计算、5.5G 移动网络和全行业数字化时代下的网络基础设施发展方向。Net5.5G 以端到端 IPv6+ 技术为基础进行创新，通过端到端 SRv6 等新技术在数据面的端到端演进，确保了组网的灵活性和确定性。IPv6+ 网络可高效应对元宇宙时代的大流量负载，提供灵活弹性的超宽能力，提升用户体验和网络利用效率，实现智能按需访问。IPv6 和网络切片组合有助于构建毛细血管型网络，确保工业互联网时代的效率和敏捷性。随着 Net5.5G 网络的演进，面向 2030 年的联接物理和数字空间的智能网络基础设施逐步完善，为 IP 自智网络奠定了坚实的基础。





AI

AI发展跨越拐点，全球自动化与智能化应用前所未有的迫切，自智网络进入实质性部署阶段

随着AI技术的进步，全球对自动化和智能化应用的需求达到前所未有的高度。人类社会正从感知AI技术的应用阶段进入认知AI技术的应用阶段。AIGC (Artificial Intelligence Generated Content , AI生成内容) 大模型正重塑产业格局，在2年内已在50%以上的行业核心场景得到应用，迎来应用奇点。OpenAI指出，未来将有50%的人类工作任务场景受到ChatGPT (Chat Generative Pre Trained Transformer , 聊天生成预训练转换器) 的影响。例如，运营商的信息交互助力类工作和依赖专家经验类的集中运维工作，都将在一定程度上被替代。为了应对这一趋势，各电信厂家纷纷基于大模型推出各种创新应用方案。第三方报告显示，91%的运营商已启动自动化数字化战略，通过布局算网基础设施和深度融合行业数据和应用，实现网络自动化与智能化，从而赋能员工，降低成本、提高效率，并提升业务体验。例如，使用虚拟数字人客服来使能客户服务体系；使用智慧教育、智能会议、智慧问诊等技术使能2B业务体系；通过对网络变更主动监控、质差预知等技术提前预防业务受损；通过网络排障自决策，网络优化自闭环等技术使能网络智慧运维。从当前研究和实践效果来看，相对于传统AI模型，大模型在意图理解、判断决策等方面表现优势明显，特别是基于海量数量构建的大模型具备出色的泛化能力，能够屏蔽局点差异实现AI的快速部署和应用；同时大模型在意图理解方面的优点，使得具备海量电信知识的大模型能够通过北向接口控制、使用、配置和管理网络设备，加速网络走向自智。



2 IP自动驾驶网络挑战与关键技术

2.1 IP网络自动化挑战



新业务创新慢，TTM 周期长

运营商在传统的2C、2H领域的收入增长正在随人口红利的消失而遇到瓶颈，因此2B业务成为业务增长的关键市场。企业数字化转型带来的云化服务对运营商传统的2B业务提出了新的要求，需要从连接型服务转为数字化平台服务，以便与OTT（Over The Top，通过互联网向用户提供各种应用服务）厂商形成差异化竞争。然而，传统的网络及IT系统难以支撑该战略的快速执行：

1. 缺乏网络服务化能力：传统的网络管理系统通常按照业务模型CLI

（Command Line Interface，命令行视图）方式部署，需要人工规划分配资源，难以满足类OTT电商化的订购体验。

2. 新业务TTM（Time To Market，上市时间）长：传统BOSS（Business & Operation Support System，电信业务运营支撑系统）业务上线时，需先在O域业务部署过程中，将VPN、隧道、Qos、路由策略、IP地址等拆分成原子粒度，通常涉及数百个接口及参数，OSS（Operation Support System，运营支持系统）集成周期往往超过6个月，同OTT周级的产品迭代时间有较大差距。

多厂商组网，网络可视难

超过80%的IP网络采用多厂商设备，即使同一厂商的设备，也存在设备型号和版本差异。同时，网络设备上多种协议混合并存，IP网络软件和硬件的复杂性带来网络可视化业界难题，主要存在三大难题：

难题一，可视完整性。当前无法实现从物理层、到协议层、切片层再到业务层的多层可视，每个层次也无法实现全面的可视化。例如，无法实现设备带宽的可视化，导致无法完成整网的网络容量优化。

难题二，可视实时性。目前的可视化水平仅限于分钟级别，无法满足快速感知网络故障并进行快速闭环处理的需求。当网络故障导致业务质量下降甚至中断时，往往需要几分钟才能发现和处理，这导致用户体验下降和离网率增加。



以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/615233011321011243>