



迈向智能世界白皮书2023

# 自动驾驶网络

联接+智能  
加速迈向高阶自智网络



构建万物互联的智能世界

# 目录

## 章节一 01

自智网络产业概览

## 章节二 03

趋势及建议

- 2.1 趋势一
- 2.2 趋势二
- 2.3 趋势三
- 2.4 趋势四
- 2.5 趋势五
- 2.6 趋势六
- 2.7 趋势七

## 章节三 19

自智网络体系框架  
(ANF)

## 章节四 22

华为自动驾驶网络  
解决方案

- 4.1 华为自动驾驶网络架构及价值主张
- 4.2 华为自动驾驶网络解决方案全景

## 章节五 47

展望及倡议

# 01

## 自智网络 产业概览





世界各国都在致力于推进数字经济，利用人工智能加速信息和通信技术的创新。目前，数字化转型的重点正在从提高效率转向创造价值，从企业内部转向产业链、价值链协同。5G的大规模部署以及生成式人工智能等新技术的应用正在帮助运营商和企业加速数字化转型，系统地推动网络向自动化和智能化演进，从而提高业务创新和运营服务能力。运营商希望通过以平台和服务为导向的业务和能力，如网络即服务（NaaS），为数字经济赋能，进一步释放网络潜力，拓展业务市场。

自智网络2019年由TM Forum联合产业伙伴共同提出，旨在引领网络基础设施和运营体系的自动化、智能化转型。经过4年多的发展，自智网络已形成体系化的理念、标准、实现方法和应用案例，在产业共识、标准制定、实践部署等方面取得显著成果。

**（1）产业共识：** Zero-X/Self-X愿景、L0-L5分级、三层四闭环架构、单域自治-跨域协同、意图驱动-全栈AI等诸多理念成为广泛的产业共识；

**（2）标准制定：** TM Forum、3GPP、CCSA、ETSI等9大标准组织聚焦5大标准方向，累计立项/发布80多个标准/研究课题，并依托多标准组织M-SDO，确保架构同源、标准统一；

**（3）实践部署：** 中国移动、中国电信、中国联通、德国电信、沃达丰等14家领先运营商将自智网络纳入集团战略，以商业价值和运营成效为

牵引，朝着2025-2027年L4级自智的目标，迭代开展分级评估和自智能力规划建设。

2023年9月发布的自智网络白皮书5.0参与伙伴数量，已经从最初白皮书1.0的7家，发展到现在的66家，自智网络产业已经从愿景战略走向部署实践，生态日益繁荣、标准体系逐步完善、更多运营商开展规划部署、技术和应用创新大量涌现，产业的发展正在推动ICT基础设施向自动化、智能化、融合化、绿色化发展，全面提升网络的平台化、服务化供给水平，为全球数字经济的快速发展构筑坚实基础。



14家领先运营商将自智网络纳入集团战略



TM Forum 2023年9月发布《自智网络白皮书5.0》，参与伙伴数量已经从2019年的7家，发展到现在的66家



# 02

## 趋势及建议





## 2.1 趋势一：网络直播快速发展，从室内到室外，从单点到多点，带来全新用户行为特征和网络诉求

随着5G网络的规模部署，网络直播的用户体验得到了极大提升，网络直播行业迎来高速发展。截止到2022年12月，中国网络直播用户高达7.51亿，占网民整体的70.3%，网络主播账号超过1.5亿，全球TikTok的活跃用户突破15亿。在网络直播规模高速增长的同时，网络直播的内容和场景也向着多元化发展，不仅是在室内固定场景直播带货和游戏竞技，而且延伸到户外的移动场景，如乡村田间的公益直播、网红景点的打卡直播、桥洞街头的演艺直播、热点事件的实况直播等，网络直播的场景日趋丰富多样。伴随着网络直播场景的多样化，用户的行为向着高动态化和多点聚集两个方向变化。



**高动态化：**用户行为由于直播场景的多样性，随时随地发生大规模大容量的诉求，难以预测。而适配这种用户高动态的网络保障则变得越来越复杂，对智能化的需求也越来越高。



**多点聚集：**由于一些突发事件，用户的行为从原来的均匀分散变为聚焦到一个集中地点，这时网络也从均匀分散的单用户高带宽需求，突变为单一节点的多用户群体大并发超高带宽需求。

## 带来的挑战和机遇：



### 1、高动态化行为的直播用户网络体验保障变得愈发困难。

2023年2月至4月，随着淄博烧烤成为引爆全网话题的第一顶流，吸引大批游客“进淄赶烤”，淄博通信网络流量激增。据某运营商统计，在淄博92个大型烧烤集中点，4月日均流量达43T，单日流量增幅最高达40%，总流量相比于2月初增长41.8%。4月份，八大局便民市场在抖音爆火后，各大主播蜂拥而至，城区热点区域和烧烤摊集中区，短视频和网络直播又成为网络最重要流量，面向移动用户的网络上行体验保障和直播流畅无卡顿，成为运营商网络保障的重心。4月27日—5月3日，淄博烧烤节海月龙宫体验地3万平方米会场开放使用，面临同时容纳近万人通话、上网和直播诉求。



### 2、突发的多点聚集行为对网络资源的提前准备和动态调度提出更严苛要求。

网络直播主要占用网络上行带宽，普通手机采用720P分辨率，需要10Mbps以上的上行带宽，才能确保用户能够观看到流畅的直播视频。同时，电商、演艺、教育类网络直播，还要求将端到端网络延时控制在100ms以内，以满足多个主播之间、主播和用户之间的实时互动诉求，确保体验舒适度。

而当前运营商网络设计，以满足看视频、浏览网页、下载等普通的用户上网行为为主，这些应用主要占用网络下行带宽。因此，运营商

网络在规划和设计上，一直将更多的资源分配给下行，网络下行峰值速率和容量远大于上行，例如，典型的4G/5G网络下行和上行的时隙配比模式采用8D:2U或7D:3U。

因此，当大量网络直播流量，突发聚集到少数几个热点区域时，就会对这几个热点区域的网络产生很大的上行流量压力，这种流量具有突发性强、短时间聚集形成峰值特点，或者具有潮汐效应特点。这给网络的规划、设计和动态优化调度提出更严苛的要求，对于可预测的场景，需要压缩规划、部署周期，提前精准准备网络资源；而对于无法预测场景，则需要提升网络用户体验的快速感知能力和动态调度应对的灵活性。



### 3、提供直播用户的差异服务，抓住直播时代的新商机。

某运营商省公司基于5G网络QoS机制，面向“看直播”和“主播”人群的大流量和高品质需求，开发出“5G直播套餐”，通过设定更高的网络优先级，满足视频博主通过抖音、快手、哔哩哔哩等平台进行视频直播的需求，流量提升50%，上行速度提升4倍，并享受VIP服务级别提升3级。该套餐2022年推出，一年内成功吸引了超过19万名用户，其中70%从存量客户套餐升级而来，客户支出增加50%以上。由于这一直播服务套餐的商业成功，该运营商已决定将其从一个省试点，扩大到整个中国市场。同时，针对不同直播方式下的用户特色化需求，该运营商还计划开发5G直播“加速卡”、电竞直播低时延套餐等新服务，让更多的人享受网络直播带来的乐趣和商业转化机会。



行动建议

**1、针对用户的场景化需求提供差异化的网络套餐产品和电商化的自助服务，实现零等待、零接触、零故障的用户体验；**

**2、提高网络资源部署和调度的灵活度和及时性，提高网络资源利用率预判的准确性，以确保高动态化和多点聚集特征下的用户体验。**





## 2.2 趋势二：新的3D终端出现，激发新应用以及网络保障诉求

过去十几年，日益增多和普及的智能手机是移动通信产业持续演进发展的基础。但据报告显示，2022年全球智能手机出货量同比下降11.3%，2023年第一季度同比下降14%，智能手机市场出现大幅萎缩。市场呼唤新型智能终端出现，来给消费者用户带来全新的体验创造更多的价值，推动行业取得更新的发展。

2023年，裸眼3D终端和内容端到端成熟形成趋势。3D终端成本大幅度降低，各大公司纷纷推出全新的裸眼3D手机、平板、显示器、笔记本等商用终端。谷歌也在5月的年度I/O大会上展示了光场投影设备Starline，在电视大小的设备上，通过3D远程呈现技术实现拟真的面对面交谈。它提供的真实感让人感觉更像是在咖啡店或办公室里与人聊天，而不是远距离的线上沟通。除了技术突破和体验提升外，随着AI的加持，2D内容转3D内容的成本也百倍下降，内容不再成为瓶颈，用户甚至可以根据喜好实时切换2D或3D的观看模式。

与此同时，2023年苹果公司也发布了混合现实（MR）头戴式设备“Apple Vision Pro”，预计将于2024年初开售。它涵盖了虚拟现实（VR）和增强现实（AR），可以让消费者沉浸于高清的虚拟世界，能够以全新的方式使用各类应用程序，包括视频、游戏等。

### 带来的挑战和机遇：

3D新终端和应用的涌现，带来了全新的用户交互体验和企业生产力效率的提升，也对网络连接的质量提出了更加严苛要求，万兆接入速率、低时延、大上行流量成为差异化的网络刚需，如何保障新的业务体验和提供差异化服务也成为网络演进的新焦点。



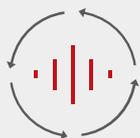
**1、网络容量和上行流量可能爆发，满足8K视频/XR观影会议等新诉求。**以苹果Vision Pro举例，在观影场景下从原来的1路4K/10Mbps视频流，提升到5路8K/500Mbps视频流，网络流量提升250倍，在不久之后5~10Gbps带宽将成为保障业务体验的必须。



**2、低时延高可靠网络成为必须，以保障XR等业务的愉悦体验。**XR大规模实时渲染和3D重建将通过超宽带低时延高可靠网络，传递到云端进行处理。这一重要方向将驱动计算和网络架构的变革，超宽带低时延可靠的网络成为趋势，要达到XR愉悦体验，要求泛在千兆带宽，毫秒级时延的网络能力。



**3、高价值客户的SLA保障和差异化服务，将成为未来网络服务新商机。**XR专线自助服务、SLA可承诺可保障，“预测式”质量保障服务等软实力将成为新的网络商机。



行动建议

**1、构筑体验可感知的确定性目标网**，提升网络感知能力，在网元层提升业务识别和体验感知能力，在网络层提供体验分析和预测能力，从带宽可保障升级为体验可保障；

**2、提供体验可保障的差异化网络服务**，提升网络服务化能力，针对上行、下行、时延、抖动、SLA保障等按客户场景化需求可以灵活定制产品和服务，进一步提升NaaS能力。



### 2.3 趋势三：全球自动化+智能化需求从未如此迫切，自智网络进入实质部署阶段

在新冠疫情发生之后，自动化在全球范围内掀起了巨大的浪潮，对企业的增长和发展周期产生了重大影响。智能自动化、超级自动化、聊天机器人等自动化趋势正被企业广泛用于处理海量数据、自动化业务操作，并使其更快、更高效。不断变化的客户需求促使企业加倍投入交付工作——重新关注运营效率、生产力和弹性。

德勤最近的一份报告指出，53%的组织已经开始实施机器人流程自动化(RPA)。此外，Gartner预测，到2024年，超级自动化将使组织的运营成本降低30%。到2025年，超级自动化软件的市场规模将达到近8600亿美元。当今

企业需要的是敏捷性，自动化方面的创新将使组织能够重用其现有的基础设施，以适应不断变化的客户需求，并帮助他们以具有成本效益的方式获得客户忠诚度。

自智网络自从2019年提出以来，得到了产业组织、标准组织、运营商、供应商、分析机构等全行业伙伴的积极响应和倾力投入，在不到4年的时间里，便完成了从理念提出到产业孵化、从愿景展望到实践部署。第三方报告显示，在被调研对象中有91%的运营商已启动自智网络，并将持续扩大投入，全球十多个头部运营商已经发布了2025-2027年实现L4的目标。最新的TM Forum《自智网络白皮书5.0》参与伙伴已达66家，自智网络产业进入实质部署和快速发展的关键时期。

## 带来的挑战和机遇：

自智网络已经从理念战略阶段进入实践部署阶段，且已经初步显著成效。但自智网络是一个系统工程，不能一蹴而就，在迈向高阶自智网络的道路上仍旧面临诸多挑战。



**1、急需构建产业统一的分级和成效衡量标尺，凝聚产业合力共同演进。**运营商纷纷制定分级和成效衡量标尺，但产业标准尚未形成，不利于产业合力创新、统一代际演进和对标提升。

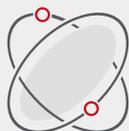


**2、如何挖掘归类市场需求，以牵引自智应用创新和能力规划建设。**如何更好地挖掘、归类行业客户和消费者对通信网络性能、业务品质和服务体验的诉求，为全产业链伙伴开展自智应用创新指

引方向，并牵引运营商网络的自智升级，值得全产业链伙伴共同探索和研究。



**3、加速自智网络价值转化需要端到端打通、跨层互操作、跨专业协同。**需要将自智能力转化为对运营商/客户/行业的价值。自智能力持续向L5迭代演进，赋能运营商商业成功，加速转化为对网络提质，业务创收、降本增效的价值。赋能行业数字化，云网按需便捷获得、SLA可保障、自主可视管控，赋能消费者数字生活、数字业务、高品质网络、智慧家庭、极致体验。



行动建议

- 1、加速产业代际定义：**共同定义高阶自智网络目标，明确代际特征和成效指标，牵引产业发展方向；
- 2、加速产业标准制定：**共同制定自智网络各级各场景分级标准，定义高阶能力接口，促进产业高效协同；
- 3、加速核心技术突破：**共同推动融合感知、数字孪生、AI大模型、智能决策等自智网络核心技术突破，驱动产业技术跃升；
- 4、加速商业创新实践：**共同探索商业应用场景，聚焦价值创造，实践端到端流程创新，加速商业价值闭环。



## 2.4 趋势四：AI的商业进程正在由“点级”向“应用级”和“系统级”逐步深入

第二次工业革命过程中，传统蒸汽作业工厂的电气化改造，曾经历了从单一设备汽改电的点级改造，到围绕一个设备或一条生产线的应用级改造，最终实现所有设备、所有生产线，乃至整个工厂的系统性、全面电气化转型的过程，这是一个逐步深入的渐进演进过程。《Power and Prediction: The Disruptive Economics of Artificial Intelligence》一书中，作者Ajay Agrawal等认为：AI应用于各行各业，也会经历一个类似的过程：从点级方案创新，到应用级方案创新，最后实现系统级方案变革。

- **点级方案创新**：AI解决非常具体的问题，用于改进现有流程且可独立部署，不改变系统。
- **应用级方案创新**：AI解决一系列问题，使能独立可部署的新流程，也不改变系统。
- **系统级方案变革**：AI能够同时改进多个现有流程，或者通过改变相互依赖的流程使能多个新流程。

过去几年，全球运营商自智网络创新实践过程，基本都是从网络运维过程的“点级方案”Use case创新开始，即围绕数十个运维任务，识别出几百个能力点，通过AI替代和改造来迭代改进。

随着自智网络实践深入，领先运营商开始引入面

向成效驱动的机制，把商业场景和成效价值作为驱动创新的源动力，通过“应用级”和“系统级”方案创新，逐渐摆脱现有业务流程的约束，通过运营商网络、客户市场等跨部门协作，以自顶向下Top-Down方式设计和重构现有流程。

### 带来的挑战和机遇：

“应用级”和“系统级”的自智网络创新实践过程，需要运营商从组织设计、流程穿越、成效指标设置、目标架构等多个视角，全方位重新审视现有网络自动化智能化短板，进行面向目标的改造，其创新难度远比点级方案大。



**缺少科学合理的成效指标体系作为自智网络创新的牵引**：运营商当前不同部门和专业的KPI/KQI目标设定，主要以面向运营商内部网络运维效率提升为主，缺乏面向客户体验提升和创造商业价值的目标牵引，体现最终网络运营效果的成效指标不够体系化。



**网络业务和技术越来越复杂，运营商内部组织分工细，跨组织、跨技术领域协作困难**：运营商客户和市场部门，聚焦客户需求满足度/投诉率、商业变现目标、市场增长目标。而网络部门则按照技术域分工细致，关心各自领域内的网络运行质量和业务SLA承诺目标达成。



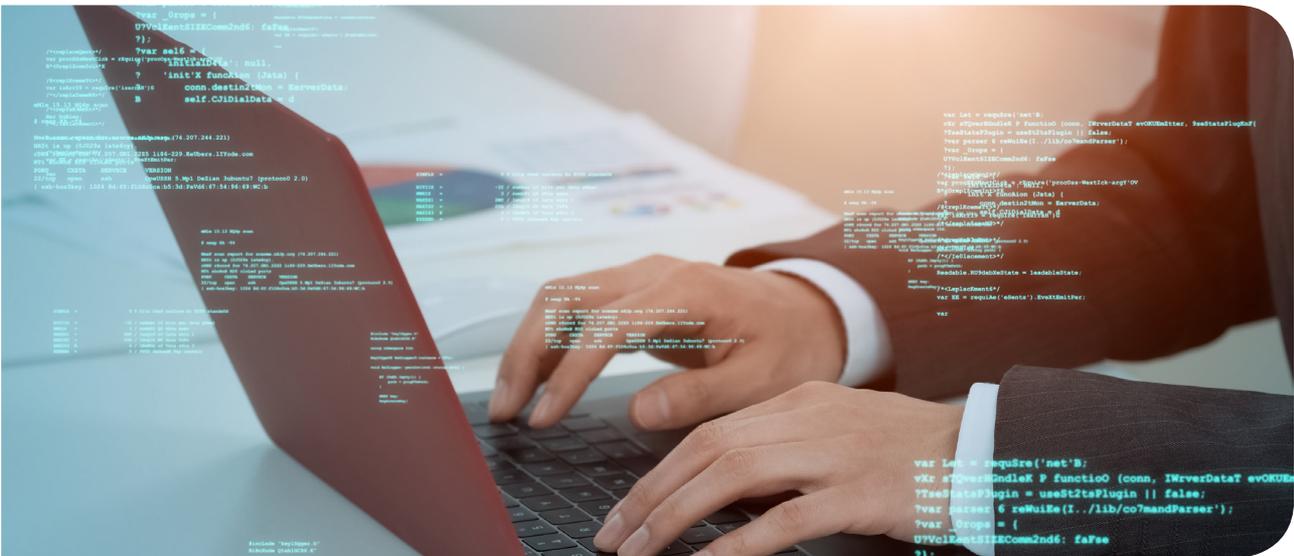
**自顶向下实现流程穿越，设计和重构现有流程挑战大：**网络现有存量客户的体验、业务SLA不能受到影响。重构前后的流程及数据，可平滑迁

移和升级。网络技术演进快，现有流程需要兼容存量设备和业务，历史包袱重，流程分支多。



行动建议

- **联合定义科学合理的成效指标体系：**通过产业协作分享成效指标优秀实践，借助标准组织，联合定义通用的网络成效指标体系、分享定义方法；
- **通过跨部门联合团队创新：**围绕提升客户体验和价值创造，实现商业正循环开展创新活动，商业使能、流程穿越、技术架构评估同步进行，组织设计和优化也是创新的重要环节。





## 2.5 趋势五：网络AI创新场景从辅助网络感知和分析，开始向支撑网络决策延伸，亟待AI系统可信赖、决策正确性取得技术突破

2022年4月，Gartner在一篇针对医疗看护领域的案例分析报告中，提出在AI模型可解释性（Explainability）无法获得的情况下，尝试通过不同类型案例（Cases）的分阶段积累，帮助人们从商业价值视角，提升对AI系统的“可信度（Credibility）”。而在自动驾驶汽车领域，最核心的ISO 21448《道路车辆预期功能安全》标准于2022年6月正式发布，其核心是解决因设计不足或性能局限导致的整车行为安全问题，牵引智能化汽车达到“设计即正确”、“行为安全”的系统可信赖目标。

类似地，随着AI在通信网络的应用范围，从危害度（Criticality）较低的辅助性应用，如网络故障检测与根因分析、网络流量预测、网络状态感知等，逐步向决策类、配置指令下发类应用延伸，自智网络也面临系统可信赖这一挑战性难题。以数据中心网络为例，随着互联网业务和公有云业务的快速发展，单个Region内的交换机规模，已经从2018年的千级，快速增长到2023年的万级，预计到2028年将会进一步增长到十万级。为防止网络变更配置错误、维护和扩容不当，引发严重的网络中断事故，运营商已尝试在数据中心网络规划正确性、配置正确性检查和校验、网络设计隐患识别等过程中，通过系统可信赖技术，应对网络变更、扩容过程中的业务复杂性和配置正确性难题。

AI技术在通信网络的应用，包括对既有信息的理解，如针对确定性的网络参数智能感知，也包括网络基础知识的理解，如针对网络形态的业务SLA智能预测，同时也包括开放式的、复杂关键场景的智能决策，这是一个渐进和长期的系统性工程，其关键要保证它能在任何情况下都能做出公正和安全的决策。

通信网络的特征是大规模的、复杂的、动态且不确定的，这就使得AI系统的可靠性变得难以评估。AI对网络趋势的预判更多的是一种基于有限条件下的判断，人类运维人员如何认识并信赖这个结果，如何对其发生的概率进行理解和决策，特别是如何协调AI的判断与人类运维人员判断之间的矛盾，这些都会带来AI系统的信任问题。

AI系统的可信赖度（Trustworthiness），主要包括两部分：系统的可解释性（Explainability），通过信用值（Credit）的持续积累得到的系统可信度（Credibility），具体可以用以下公式表达：

### AI系统可信赖度（Trustworthiness）

$$\text{可信度}_{\text{系统}} = \text{可解释性}_{\text{系统}} + \lim_{n \rightarrow \infty} \left( \sum_{i=1}^n (\text{信用值}_i(\text{AI})) \right)$$

## 带来的挑战和机遇：

随着AI技术快速发展，AI模型越来越大、越来越复杂的同时，AI模型的可解释性（Explainability）问题也变得更具挑战性，短期内很难取得理论和技术上的突破。AI系统面临如下挑战：



**缺少面向高危害度（Criticality）类别应用的网络系统架构设计方法、工具，帮助实现AI系统的可解释、可验证：**通过严谨的架构设计，如数字化的系统目标、行为、动态环境建模方法，将AI关在笼子里，而不是依靠AI模型自身可解释。



**缺少网络应用危害度（Criticality）分类评估和动态度量方法：**不同危害度类别的网络应用，采用不同的系统设计方法。网络应用的危害度，会跟随场景、环境状态变化而动态改变。



行动建议

- **开展网络 AI 系统可信赖关键技术探索，解决网络变更、扩容等关键场景下的决策、配置正确性难题：**需要学术界、产业界、标准组织协作，联合探索系统化的设计方法、流程、工具，并通过标准牵引产业方向；
- **通过持续创新和实践，积累网络 AI 应用案例，提升网络 AI 系统的可信度（Credibility）：**通过产业协作，分享创新和实践方法，增强网络 AI 信心。





## 2.6 趋势六：大模型走向分层构建模式，集成电信知识的通信大模型将会掀起电信行业生产力变革

随着ChatGPT的出现，掀起全球新一轮AI发展热潮，一方面各大科技公司基于自己的大算力、算法能力构建基础大模型，同时各行各业基于业务数据构建行业大模型，大模型出现百家争鸣时代，并开始为各行各业进行赋能，掀起生产力变革。

经过快速的探索和发展，大模型当前已不仅仅是会聊天的工具，而是逐渐进入各种行业活动，为业务生产带来巨大价值。在气象领域，气象大模型能够提供全球气象秒级预报，其气象预测结果包括位势、湿度、风速、温度、海平面气压等，且预测结果表现优异，对于防灾减灾、保障人民生命财产安全有重要意义。在药物研发领域，AI大模型可以预测化合物的ADME/T（吸收、分配、代谢、排泄、毒性）属性、生成高结合能的化合物，甚至预测靶点与潜在药物之间的相互作用，平均可以缩短70%的药物研发周期，大幅降低药物设计成本，且将药物研发成功率提升10倍以上。

在电信领域，基于海量数量构建的大模型，泛化能力好，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，让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。当前大模型在电信行业的应用探索如火如荼。

一方面各电信厂家基于大模型推出各种应用方案，思科发布NetworkGPT插件，用于分析日志、识别隐患/故障等；Juniper和ChatGPT对接，推出Marvis VNA助手，实现VNA聊天助手，用于跨域故障根因分析、推荐故障处理优先级，以及分析Zoom会议性能等；亚信基于开源/商业大模型开发网络运维数智应用，通过AIGC问答支撑网络运维生产。

运营商也开始构建和发布自己的大模型，中国移动发布“九天”行业大模型，其中的九天客服大模型，主要是用于重新定义客户服务模式，提升客服效率；中国电信发布TeleChat大模型，主要是用于注智数据中台、智能客服、智慧政务；中国联通发布鸿湖大模型，定位为增值业务大模型，可以实现文本生成图像、视频剪辑和图像生成图像等功能。

2023年7月华为正式发布华为盘古大模型3.0，并提出L0基础大模型、L1行业大模型、L2场景模型的三层发展架构。针对电信行业，华为基于L0基础盘古大模型之上，结合电信领域的百亿语料和数万名专家经验，打造通信大模型，并在此之上提供意图驱动的对话式运维和基于专家级经验的网络自优化等大模型应用。



图2-1 大模型分层架构

### 带来的挑战和机遇：

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，考虑到电信网络的高要求和可靠性，大模型在电信行业可能会率先从一些人机交互的低风险场景实现应用，如运维、网设、客服、营销等：



(1) 故障运维场景：基于大模型实现对话式运维，将运维工作转化为运维人员与机器的对话交互，通过意图理解实现问题的识别和诊断，指导运维人员快速完成故障处理。对话式运维不仅可以提高运维效率，还可以减少人工操作的错误率。



(2) 网络分析及预警：收集用户反馈、系统日志等信息进行全面的综合分析，发现异常通过提

醒方式，让业务人员关注设备性能异常或故障，并及时进行处理，让电信网络更加安全和稳定。



(3) 网络方案设计：通过智能辅助、人机协同互动的的方式，实现聊天即设计方案。方案输入自动化存档，实时打点，做到信息输入可溯源；任务管理方面，可以实现任务分解、自动派发和跟踪，主动提醒，实现设计方案的质量闭环。



(4) 客服场景：客服场景依赖海量的业务知识和服务经验，结合AIGC大模型展现出惊人的语义感知和生成智能能力，可根据用户提供的自然语言描述，解析用户问题并快速提供答案，大幅减少应答时间。



(5) 自主营销&推广：现阶段的AIGC在长文本处理、场景及意图理解、上下文连续对话方面的强大能力，根据用户的喜好行为、网络体验反馈等，基于生成式AI下实现营销内容的个性化定制，借助客服等各种触点构建营销场景，让更个性化、有温度的营销和推广活动成为可能。



同时看到，大模型在电信行业得到广泛应用，还面临一系列挑战：

- 1、大模型未来在电信网络会发挥越来越大的作用，在意图理解方面表现出众，但在面对思考、推荐、决策、联想等复杂“认知”问题时，仍无法较好的完全满足应用要求。
- 2、大模型在电信行业应用能否充分发挥价值，需要结合厂家、运营商上下游合作，在商业上要考虑如何实现有效闭环，驱动行业各方形成合力识别更多价值场景，打造更多大模型创新应用。



行动建议

**1、大模型可以考虑和认知智能结合**，通过认知智能实现知识数据的融合、知识表示和推理、知识决策等，并且能够被大模型进行高效调用，认知智能作为大模型的有效助手，帮助大模型给出的结论更可靠；

**2、在业务模式可以进行创新尝试**，模型即服务有可能成为未来的一种重要业务模式，由于大部分企业缺乏能力去构建大模型，但具有丰富的数据，基于大模型“大规模预训练+微调”的范式可以满足AI产业链各行业的应用需求，这些企业可以通过MaaS服务基于科技龙头企业提供的基础大模型，快速构建自己的行业/场景大模型。



## 2.7 趋势七：各大运营商积极构筑网络能力开放新生态，推进网络API标准化和商业化，借助网络即服务(NaaS)实现商业增收

行业数字化转型加速，从IT支撑系统逐渐进入到生产环节和决策系统等企业核心领域，催生出如企业分支互联、多云连接、安全性、硬隔离和SLA可保障等多样化的网络能力和增值服务新诉求，通信产业积极探索新的商业范式，通过挖掘和开放自身网络能力，在帮助传统企业数字化和商业创新过程中，实现商业增收。

在2023年伊始，NaaS再次成为行业热点，标准组织、开源组织、运营商、设备供应商等纷纷启动新一轮的NaaS技术和商业研究，尝试通过利用新的途径提升网络的变现能力和服务能力。

2023年巴展，GSMA联合21家移动运营商发起Open Gateway全行业倡议计划。目标是通过网络能力的开放，探索新的业务增长点。希望能像36年前实现语音漫游一样，通过API漫游，实现数字业务的漫游。欧洲Top运营商Telefonica、德国电信、Orange、沃达丰等联合设备供应商、云服务商，联合发布API创新案例，首批推出QoD、号码验证等8个通用网络API，未来将聚焦5G和更复杂的网络能力调用，如切片能力、5G新通话能力、专线/专网能力。

同时，GSMA联合Linux基金会成立CAMARA开源项目，提出面向开发者和最终消费者的统一

标准化Service API，聚焦接口定义与代码开源，联合TM Forum等行业组织梳理API分层定义，设计NaaS实现架构。一方面，屏蔽复杂的技术细节，将网络能力以简单易用的API、开发者友好的方式开放出来；另一方面，号召行业伙伴，包括云服务商、OTT、企业客户等，基于网络能力探索新的商业场景，扩大新的市场商机。

### 带来的挑战和机遇：

自智网络的目标愿景之一就是为网络用户，提供“零等待、零接触、零故障”的新型数字化高品质信息通信服务，是运营商转型为NaaS提供商和综合数字服务提供商的必由之路。然而，要彻底改变网络的使用和运维模式，并非易事。对于那些在家办公的员工或企业的小型分支机构来说，NaaS可能是理想的选择，但将一个大型企业园区或数据中心网络迁移到NaaS将是非常具有挑战性的。



**NaaS的平台化和标准化要进一步规范统一：**一方面NaaS平台南向Network APIs和东西向接口Roaming APIs目前尚未标准化，跨运营商、跨技术域的产业多方协作效率不高。一方面从千数量级原子APIs到百数量级的Network APIs，需要基于场景分类、定义与收敛，各厂家Network APIs协议七国八制，也急需进一步规范化和标准化。



**复杂业务场景下缺乏综合调用变现能力：**目前 NaaS 的变现能力还比较单一，在复杂业务场景下多能力综合调用的能力还有待提升。



行动建议

- **推进 NaaS 平台接口标准化：**加快满足不同业务场景的 Service API, Network API 和 Roaming APIs 定义和标准化，消除设备供应商、运营商和地域差异，降低 API 编排和调用门槛；
- **探索能力开放新业务场景：**5G/5.5G 为代表的通信网络蕴含着极大的商业潜力。运营商、OTT、设备供应商应该协同，提升 E2E 网络切片、5G 新通话、云网专线 BoD、OTN 低时延专线、云 + 网融合业务、边缘能力等复杂场景下综合调用能力，以加速通信网络变现。



# 03

## 自智网络体系框架 (ANF)





运营商网络数字化转型需要一套行之有效的体系框架，以指导推进自动化、智能化转型从战略到执行的全过程，通过自我迭代的持续演进，不断获取价值。为此，TM Forum充分吸收各大运营商的自智网络实践经验，在已有的自智网络四要素方法论的基础上进一步优化，升级为更为系统全面的自智网络体系框架（Autonomous Networks Framework/ANF）。希望基于此框架，形成一套专门指导运营商网络自动化、智能化转型的、开箱即用实施指南和工具包，助力运

营商更高效、更体系化的规划和实现自智网络。

该框架由自智网络四大核心要素、运营实践和行业评测与认证三部分组成。其中，由成效指标、分级标准、目标架构及自智地图组成的四要素已经在全球达成共识；运营实践将支撑运营商制定AN战略和持续迭代提升AN能力；而产业评估与认证则可对运营商的服务水平和厂商解决方案能力进行测评。

## 自智网络体系框架（ANF）

愿景：Zero-X/Self-X



图3-1 自智网络体系框架（ANF）

自智网络体系框架主要包括四大核心要素、运营实践和行业测评认证三大块内容：



**四大核心要素：**从自智网络能带来哪些收益、如何逐步演进、如何协作分工、实施落地范围等核心问题出发，针对性的定义自智网络四大核心要素，即成效指标、分级标准、目标架构和自智地图。



**运营实践：**基于核心要素，体系化地开展自智网络实践，包括AN战略规划（ANSP）、AN迭代循环实施（AN Journey）及组织能力。



**行业测评认证：**含服务体验和网络能力测评。服务体验测评是行业客户视角，对运营商网络和服务进行黑盒测试及分级认证，助力运营商更好地拓展和服务行业客户；网络能力测评是面向自智运营的需求，开展多厂家、多场景、多专业的解决方案的分级测评，牵引自治能力升级，促进厂家/专业协同、打通E2E商业流程。行业测评认证，有助于对标提升，有利于提升公信力，加速商业共赢、促进产业繁荣。



# 04

## 华为自动驾驶网络 解决方案





华为的愿景和使命是把数字世界带入每个人，每个家庭，每个组织，构建万物互联的智能世界。实现万物互联智能世界的过程，也是帮助各行各业实现数字化转型目标的过程。华为致力于在云服务、人工智能、网络、低碳发展四大领域持续创新以加快数字化发展，推动人类文明的再一次飞跃，激发行业创新、产业升级和社会发展。让网络走向自动驾驶、让云服务无所不在、让人工智能无所不及、以数字技术助力低碳发展是华为持续创新的方向。

自动驾驶网络（ADN）是华为自智网络产业的解决方案实现，也是华为通信网络2030的核心战略。旨在基于联接+智能，打造一张自动、自愈、自优、自治的网络，通过单域自治、跨域协同，与运营商和企业共同构建网络“自配置、自修复和自优化”能力，从而为消费者和政企客户提供“零等待、零接触、零故障”的极致体验。在TM Forum自智网络体系框架指导下，华为在融合感知、数字孪生、智能决策和人机共生等多项关键技术方面取得关键突破，构建高阶的自智网络底座，加速迈向高阶自智网络。



**融合感知：**通过网络的高精度、实时的数据为上层的自动化提供基础。如：光功率感知从现有的15分钟周期，提升到毫秒级；



**数字孪生：**基于融合感知的丰富数据，生成高精数字孪生，可以实现在线实时网络仿真，为网络的规、建、维、优、营提供支撑；如：在线仿真，可以有效防止甚至消除人为配置错误引发的网络故障；



**智能决策：**基于高精数字孪生，注入智能算法，可以从全局角度实现智能的网络级决策；如：从单一目标的专项优化，提升到多目标协同优化，同时兼顾网络的能耗、速率、覆盖等多目标；



**人机共生：**依托华为盘古通用语言大模型，叠加电信语料、标准文稿、案例总结等专业知识，打造通信大模型，给人机交互模式带来重大改进；如：运维助手可以提供普通工程师水平的协助，有了大模型能力的加持，可以提供相当于高级专家水平的互动式协助。



## 4.1 华为自动驾驶网络架构及价值主张

通信网络要想实现高阶自智网络目标，需要一个清晰的，可供产业参考、形成为共识的业务架构来指导生产实践落地。基于此架构，运营商可以自上而下系统性地评估和梳理现有OSS系统、综合网管、厂家网管/控制器和网络设备在内的现有架构，由此制定满足自身实际需要的，切实可行的演进路标。华为参考TM Forum IG1218的业务架构建议，结合丰富全球客户联合创新实践，提出图4-1的自动驾驶网络业务架构。

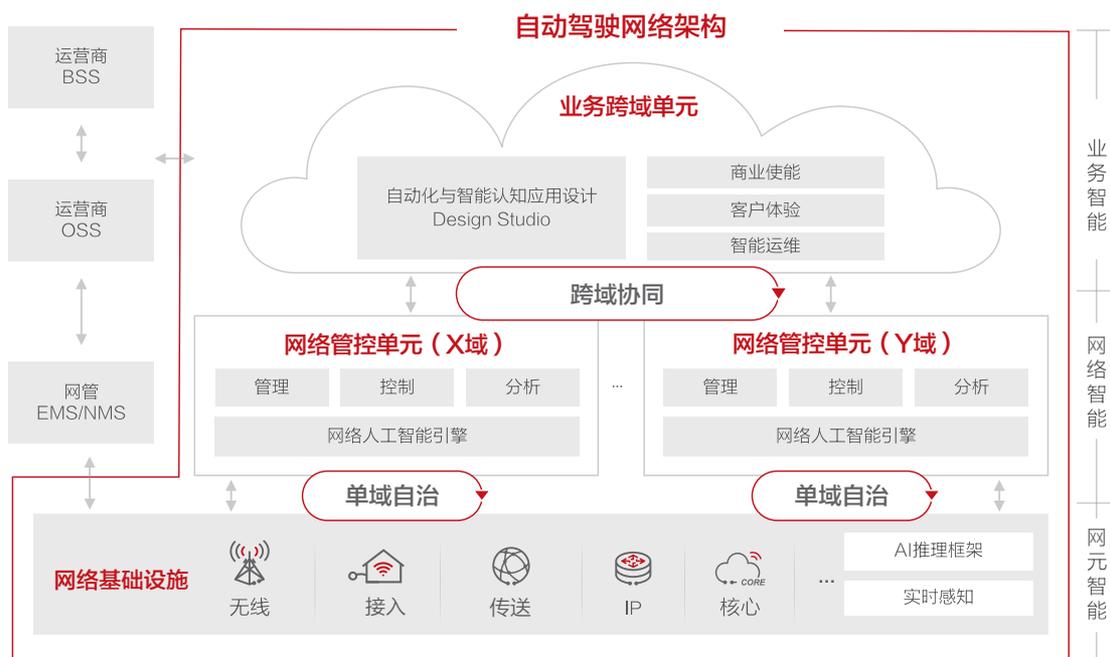


图4-1 自动驾驶网络业务架构

**网络基础设施**的智能化是实现高阶自智网络的根本，网络设备要引入更多的实时感知器件和AI推理能力，不但要增强对资源、业务及周边环境的数字化感知能力，还要具备包括分析、决策和执行的边缘智能能力。

**网络管控单元**需要通过网络数字建模方法，将离散的网络资源、业务、状态数据关联起来，建立完整的域内网络数字化高清图，集网络数据采集、网络感知、网络仿真、网络决策和网络控制于一身，实现单域的自治闭环，让网络连接质量连接时效可承诺可保障。

**业务跨域单元**提供商业智能创新、客户体验提升、业务与网络运维保障三大能力以及应用设计开发的平台与云服务，面向聚焦运维及商业流程的打通和灵活的业务编排，允许根据自身网络特点，快速迭代开发新的业务模式、运维流程、业务应用及商业产品和服务，这是运营商实现业务/商业敏捷的关键，同时赋能新型运维人员、商业设计人员的技能提升。

**网络人工智能单元**一方面作为网络AI设计和开发的基础平台，支持对各种通信网络数据，持续进行AI训练和知识提取生成AI模型和网络知识

成果，并可注入到其它三个单元中，让网络越用越智能。另一方面作为运营商AI的资产中心，面向规、建、维、优过程开发和训练出来的各种AI模型、网络知识等成果在网络人工智能单元统一管理，充分共享和重复使用，减少重复开发和训练。

商业价值是自智网络部署与推进的关键驱动力，华为将会聚焦商业、体验、效率、能效四大价值构筑产品和解决方案竞争力，助力整个产业加速迈向高阶自智网络。



**业务敏捷+**：通过提升网络服务化能力助力客户提升商业变现能力，使能NaaS，实现零等待业务开通，提升产品TTM；



**客户体验+**：通过提升业务质量达标率、投诉处理的及时率等关键指标，提升客户体验QoE主动优化，实现全生命周期极致体验；



**资源效率+**：一方面通过多维协同等多种手段降低网络设备的能耗；一方面通过数字化手段点亮哑资源，提升哑资源数据的准确性，保证网络资源精准调配；一方面通过优化网络路径，抑制网络拥塞，提升网络资源的利用率；



**运维效率+**：通过预测性维护、对话式运维等AI核心技术的深度应用，大幅减少人工作业量，降低单位作业时长，实现人员效率提升。

通过聚焦四大商业价值，华为整体解决方案正在逐步使能L4高阶自智网络，从机器辅助人到人辅助机器。在L2-L3的阶段，人是运维的主体，通过命令行、GUI来操作机器，通过自然语言和其他人交互，来共同完成任务。在L4的高

阶自智网络阶段，是由机器作为运维的主体。当机器使用生成式大模型来了解人的意图，生成下一步网络规划和优化的建议，使用决策式大模型来做智能决策的时候，就实现了以机器为主的自智网络。

视角	维度	代际特征	
		L3 / 机器辅助人	L4 / 人辅助机器
面向客户	零等待	业务发放自动化	业务交付自动化
	零故障	体验可感可视	体验可评估可保障
	零接触	可视	可交互
面向网络	自配置	配置自动下发	事前仿真、事后验证
	自修复	精准诊断	隐患预测预防
	自优化	单目标专项优化	多目标协同优化

表4-1：自智网络代际特征

华为自动驾驶网络解决方案基于“三零三自”的愿景目标，以表4-1的代际特征为牵引，构建高阶自智的自动驾驶网络解决方案。以专线业务发放的零等待为例，在L3级别，专线业务发放是指由人完成了客户意图理解，资源勘查，多部门协同等工作后，通过API实现网络配置的E2E一键式下发。在L4级别，专线业务发放是由机器来理解客户意图，开展数字化勘查，甚至能完成多自智网络域的协同，全流程的专线业务自动化交付。



## 4.2 华为自动驾驶网络解决方案全景

自华为在2018 UBBF上首次提出自动驾驶网络的理念以来，经过多年的创新实践，华为已经成了系列化自动驾驶网络解决方案，涵盖无线、核心、接入、传输、IP、数据中心和企业园区多个领域。秉承Intelligence for ICT的理念，致力于把人工智能技术系统性应用于ICT基础设施自身，解决关键挑战，更好的支持智能世界愿景的实现。

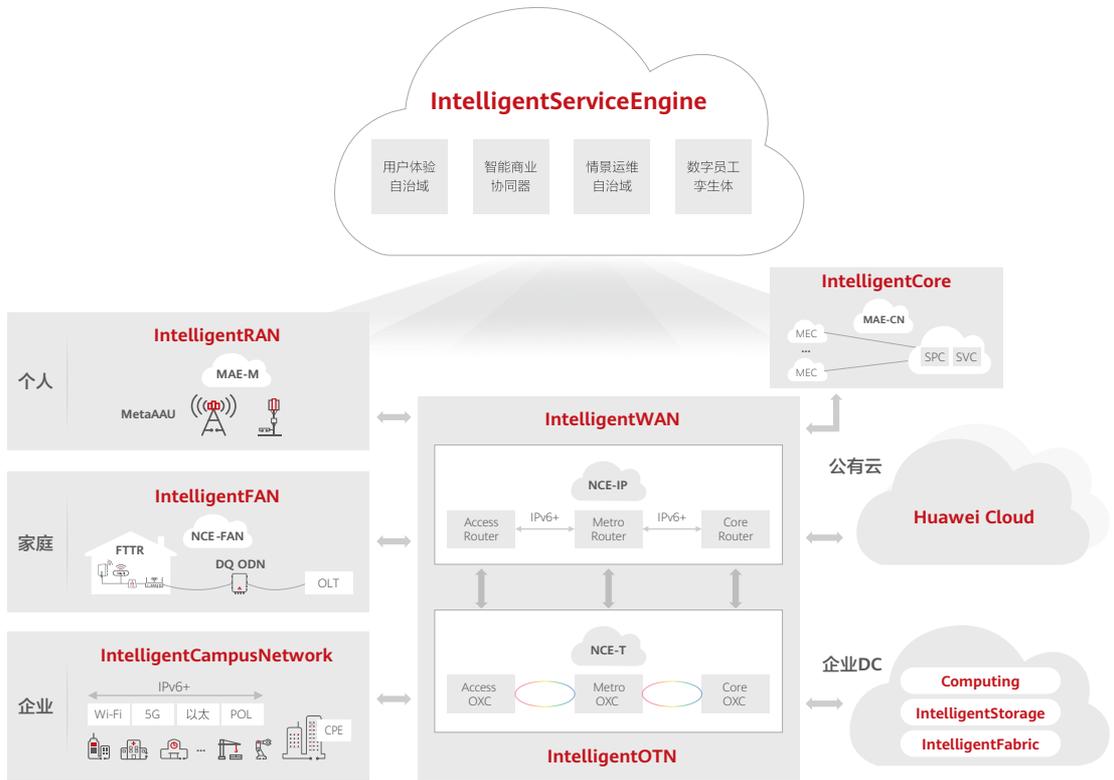


图4-2 自动驾驶网络方案产品及方案全景



#### 4.2.1 IntelligentRAN无线自动驾驶网络解决方案

作为华为自动驾驶网络解决方案在无线网络的承载，在产业迈向L4高阶自智的背景下，特别是3GPP R18开始L4标准制定，逐步从智能网元到完整的网络智能面。IntelligentRAN围绕L4价值场景智能化架构也不断演进，通过iMaster MAE ( Mobile Broadband Automation Engine )

实现单域单厂家无线域基础运维，同时引入MIE (Mobile Intelligent Engine移动智能引擎)，协同内置智能化的网元gNB提供智能化UC。MAE和gNB通过数据和策略协同，并将能力意图开放给跨域平台 ( OSS/SMO )，实现更高效的智能，真正融入运营商的生产服务场景中。

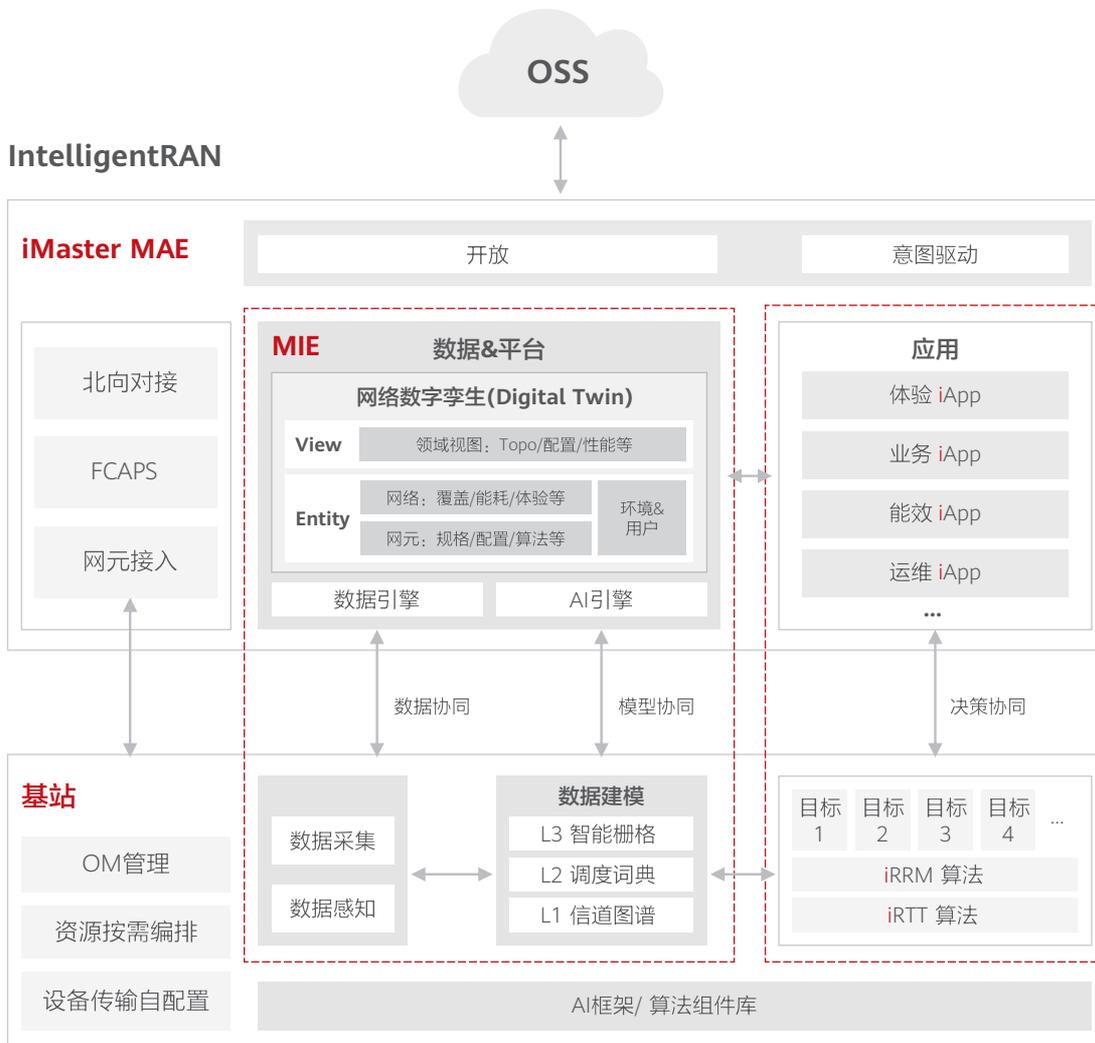


图4-3 IntelligentRAN

### 方案价值

随着移动网络应用新业务的多样化和蓬勃发展，视频带宽要求到裸眼3D的带宽时延要求，以及行业应用对大上行、精准定位等要求，运营商对用户业务质量的多样性保障提出了更高的期望；同时无线网络的新站新频新技术的引入带来网络结构性挑战，频谱愈来愈多（sub6G、C-band、毫米波、U6G等）、站点形态更加丰富（宏杆小微），运维复杂度进一步提升，运营商为实现

“零”故障的愿景，需引入智能化进行故障的提前预防预测等。

为了迎接这样的挑战，通过把智能能力融入无线网络业务、体验、运维和绿色等方面，IntelligentRAN将助力运营商建设一张运维智简、网络智优、业务智营的无线L4高阶自智网络。



**运维智简：**从故障自诊断，走向故障预测预防，基于智能解决方案，实现高温退服，光纤前传故障，以及备电系统故障等多种故障的预测能力；面向小区退服场景，基于智能覆盖补偿方案，快速补偿覆盖盲区，减少小区流量损失。助力运营商从响应式运维走向预测预防式运维，实现网络“零”故障。



**网络智优：**从单独的网络性能优化，走向网络性能和节能协同优化，在网络优化能力上，推出了面向多频网络等不同场景的自适应优化方案，来进一步提升用户体验；并基于网络级智能引擎实现基于多意图多目标的智能协同，助力运营商从性能最优走向性能能耗双优。



**业务智营：**从用户级业务调度走向应用级体验确定性保障。面向差异化业务SLA需求，通过用户级动态仿真，实现基于覆盖、速率、时延等多目标的精准网络规划，使业务快速开通和发放；并基于预测能力，实现实时动态资源调度，实现网随业动，能提供确定性体验保障能力。

## 关键UC

### 运维智简：

- **基于预测预防的故障管理，故障处理从被动响应走向主动排障：**5G时代，“业务永远在线”成为主流趋势，传统采用事后工单的响应式运维已经远远不能满足新业务的要求。围绕实现“零”故障的愿景，需要从原来的响应处理走向主动预测预防。利用RAN网管和网元协同的长短周期感知数据，对网络中软硬件故障和性能劣化（比如单板高温、光模块故障、备电时长等）进行预测和判断，提前发现80%以上隐患，有效地降低故障风险。以备电预测为例，通常备电原因导致的退服工单占比15~30%，通过备电预测，可以大幅减少因这个原因导致的基站退服。

### 网络智优：

- **基于智能覆盖栅格实现多频载波智选，实现整网性能最优：**在多频组网（F+T，T+F，F+F等）场景下，为了获取更优的用户体验，通过构建覆盖栅格模型，基于预测结果替代异频测量结果，快速选择覆盖最优小区。在异频无覆盖场景下，吞吐率相比传统方式提升10%左右。在异频有覆盖的场景下，切换流程相比传统下时延缩短300ms左右。
- **基于多意图的多维协同节能，实现性能和节能双优：**持续增长的网络规模和日益复杂的网络结构，对网络能耗和OPEX带来了更大的挑战，绿色节能仍然是运营商的关注重点。基于基站的负载、用户分布、覆盖、干

扰、能耗等指标进行特征提取训练建模，精准地预测不同节能和性能策略的能耗和速率的变化，多目标协同达到最优。现网实际应用效果，不影响用户体验的情况下，网络级节能提升5%~10%。

**业务智营：**

- **面向业务SLA的网络精准评估规划，助力业务精准快速开通：**5GtoB业务种类多、SLA要求高、应用环境复杂，基于专家经验人工完成网络规划的传统模式难以满足千行百业的确定性网络规划要求。公网专用场景，通过准确评估指定区域的网络覆盖和速率，大大降低运营商上门实测评估的成本；行业专网场景，通过行业画像、环境建模、

用户级仿真评估和实现基于业务SLA的精准规划，满足现网不同业务SLA需求，提升网络规划效率；

- **基于预测的切片SLA保障，使能业务确定性体验：**切片场景多样化的业务需求，比如直播业务，具备推流拉流的能力，但同时直播业务对移动网络的速率、分辨率、时延等有一定的要求。传统的切片SLA保障主要采用资源预留的方式，往往会预留实际需求数倍的资源。基于基站的功控、码率、帧率等参数特征提取构建虚拟速率栅格模型，精准地预测业务的速率变化，并进行提前优化调整。现网实际应用效果，直播用户体验速率提升5%~10%。

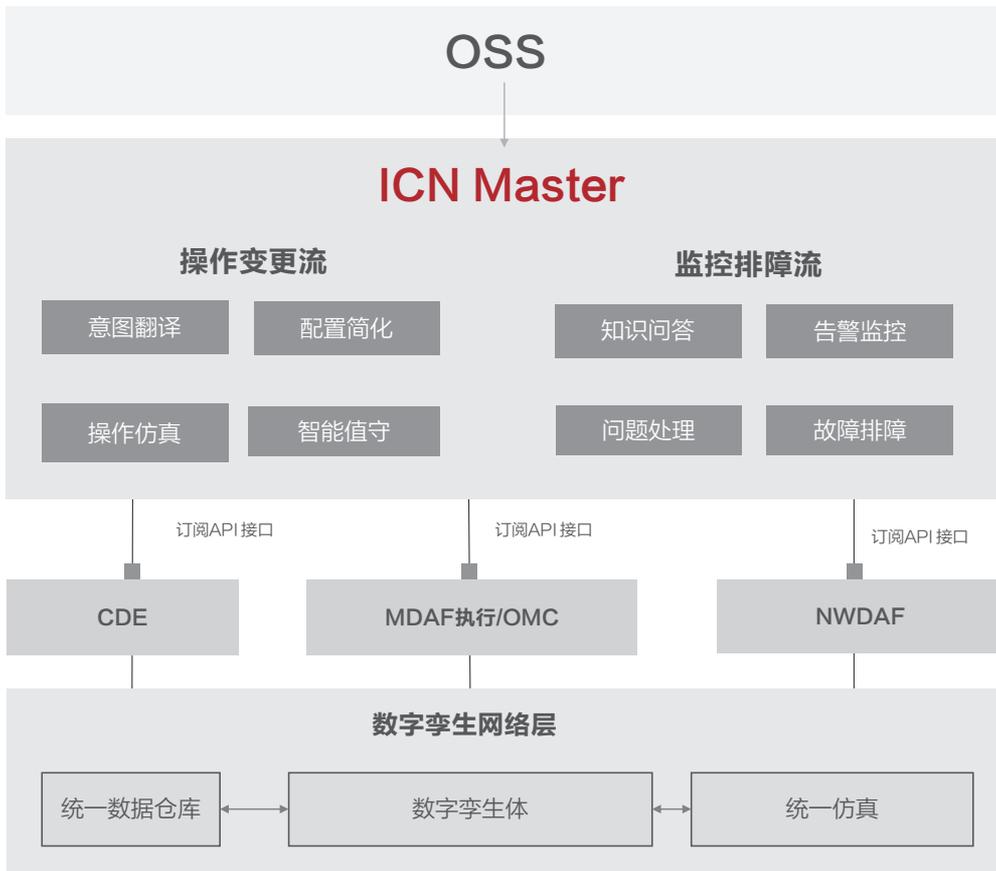


**4.2.2 IntelligentCore核心网自动驾驶网络解决方案**

随着核心网代际演进走向全融合、NFV从VM时代开始走向裸机时代，网络规模和复杂度持续增大，传统的运维模式已无法适应新时代网络运维要求，运维模式转型势在必行。同时，随着新通话、裸眼3D，XR等5G新的应用场景不断涌现，运营商迫切希望引入云原生优秀实践以支撑新业务敏捷上线，为用户提供优质体验的同时降

低网络运维的复杂度。自动化、智能化是5.5G核心网的关键特征之一，已成为产业界应对5.5G网络运维复杂度挑战的共识。为了应对这些挑战，华为IntelligentCore在运维智能方面引入ICN Master解决方案，基于数字孪生，意图驱动，大模型等技术，助力运营商建设一张智简、高稳、质优的核心网L4高阶自智网络。





### 方案价值：

- **智简：**通过意图驱动、CDCT等技术实现网络高效安全变更。在事前通过Staging和操作仿真等提前识别变更风险；在事中通过意图翻译简化配置，并通过CDCT打通自动化流程，减少人工操作失误；在事后通过机器值守等手段实时监控变更效果，并通过智能化手段免人工保障。
- **高稳：**围绕客户日常运维的高频场景及问题的高频原因提供针对性的解决方案，提升运营商日常运维效率，保障网络高稳可靠。通过云网拓扑可视实时监控网络现状，并基于在线仿真评估提前识别网络瓶颈，变被动运维为主动预防。故障诊断从人工转为自动，缩短故障处理时长，减少故障发生概率。
- **质优：**围绕业务体验保障，尤其是针对VoLTE及5G业务，聚焦语音和数据的质差实时监测、使得体验问题能够提前感知和快速优化，协助运营商进行主动客户关怀。



## 关键UC：

- 网元自动化升级：**通过 workflow 编排引擎的灵活调度，打通了手工断点，实现了核心网网元升级全流程自动化；通过归一化的操作界面完成核心网软件包一键式下载，风险自动排查及升级操作自动执行，人机交互次数从 100+ 减少到 10 次，极大的降低了手工误操作引入的风险；升级过程中，通过智能机器值守实现对各类指标、异常告警进行自动监控和对比，提前识别异常并采取相应措施，防止异常逐渐扩大，引发网络故障。同时，通过异常回退功能，支持异常出现时人工介入，实现一键刹车，保障升级结果可靠。
- 智能容灾辅助：**基于自动仿真评估，智能流控参数寻优和倒换过程可视三大能力消除倒换过程风险，为容灾倒换保驾护航。1) 变人工为自动，倒换前可以对网络进行自动在线仿真评估，实现分钟级向决策者呈现评估结果，使得运营商在倒换之前就对倒换后的信令冲击情况有预期，解决不敢倒换的问题；2) 从单点最优到全局最优，基于业界领先的 HEBO 算法，可以生成全网最佳流控策略并自动下发到各网元，10 分钟即可快速收敛；3) 倒换过程从黑盒到白盒，容灾倒换全程可视可管，变黑盒为白盒，实时查看上线的用户量等，并实时监控指标，及时发现异常并干预，让倒换更加安心。
- 信令风暴防控：**隐患的预防是事故防控的有效手段，通过数字孪生，AI 和仿真等技术，解决网络评估评的快，评的准，评的及时的问题。1) 首先通过多维数据的准实时采集构建高精度孪生网络作为网络仿真评估的数据基础。2) 其次基于 AI 对网络行为模型，终端行为模型和故障模型进行在线学习，保障评估模型的准确性，目前已支持 30 个场景，覆盖节假日保障模型，现网故障模型等；3) 最后基于智能浪涌仿真算法和智能流控参数寻优算法完成网络自动化例行在线仿真评估，动态识别瓶颈网元，瓶颈链路等网络隐患，指导网络扩容和调参，防微杜渐，保证网络时刻处于健康状态，同时拓扑流量视图可以展示全网流量情况，以及网元负荷情况；在风暴回溯环节，可以进行全网流量回放和自动溯源，找到此次风暴的源头所在。
- 智能故障诊断：**针对高频的链路类问题，通过告警汇聚找到关键异常链路并提取本端及对端的故障网元信息，然后按照故障网元概率进行排序，最终定位到根因网元，实现从以往的小时级到 5 分钟自动定界，大幅提升定界效率；针对高危的 KPI 劣化类问题，基于业务流程网络模型和周期性指标数据，能够在线推理故障传播路径，实现 5 分钟从指标劣化到根因网元的快速定界；针对 NFV 跨层类问题，基于丰富的运维经验，通过内置 9 大类典型故障场景库进行智能化分析，同时向客户开放经验规则在线自定义编排，不断丰富故障定界场景，15 分钟内就可以完成 NFV 跨层故障的自动快速定界，显著缩短跨层问题处理时长。
- 业务体验优化：**当出现质差问题时，通过采集 CHR 数据，以及对数据样本的智能分析，快速定位到最小单元，并识别出共性问题区域，对潜在投诉用户进行主动关怀，提升用户用网体验。从实际效果来看，我们可以提前 3 小时识别可能产生投诉的客户，主动进行质差问题处理与关怀，从而降低 50% 的客户投诉率。



### 4.2.3 IntelligentFAN 全光接入自动驾驶网络解决方案

针对家宽体验不可视、家宽体验经营难、运维成本高三大挑战，华为全光接入自动驾驶网络解决方案以智能分布式接入网（FTTR/智能ONT、数字化ODN、智能OLT）及iMaster NCE智能管控析系统为核心，面向宽带运营中的关键角色（市场、装维、Call Center/NOC、网络部、最终用户），总结提出A-PRIME价值框架。该

方案通过引入智能硬件及大数据智能分析能力，对网络及用户体验进行数字化建模，构建接入体验数字化平台及五大场景化价值能力，把PRIME品质体验带给每一个人，使能宽带品质体验经营，帮助运营商增收、节流、稳客。架构图如下：



图4-4 IntelligentFAN

## 方案价值

- 精准营销洞察：**自动洞察用户宽带体验、体验瓶颈及组网，帮助运营商市场人员精准识别升套、家庭Wi-Fi组网/FTTR、场景化宽带等潜在用户，大幅提升营销成功率，促进宽带收入增长。
- 高质量部署：**通过装维APP，装维工程师5分钟内完成对宽带或FTTR组网业务设备、连接、体验的专业验收，并生成验收报告，确保一次性100%部署成功。
- 极速故障处理：**面向Call Center，常见问题一键实时诊断，快速拦截故障；远程分段测速、STA级应用体验分析及配置类问题远程调优帮助NOC人员快速处理业务网速慢、中断、卡顿等疑难杂症，减少上门并显著提升排障效率。
- 用户体验可度量：**面向网络部，对全网用户宽带体验进行数字化度量打分、排名、诊断及辅助优化整改，先于客户投诉发现并解决问题，提升客户满意度。
- 极简自助服务：**面向最终用户，用户APP提供青少年模式、一键测速、应用加速、自助运维等系列化的用户自助服务能力，进一步提升用户粘性。

## 关键UC

- ODN数字化管理：**网络资源利用率、一次性业务开通成功率、ODN管理运维效率均严重依赖于对ODN哑资源的精准管理。该功能针对华为预连接ODN网络，通过自带手机APP扫码及图像智能识别，快速收集ODN设备信息并自动还原连接关系，实现自动资源录入、100%资源准确；对于传统ODN网络，通过改造成支持光虹膜的分光器及引入OAI光智能测试单板，实现ODN拓扑自动还原，大幅提升资源准确率。
- ODN精准排障：**基于OAI+光虹膜方案，自动识别光路性能劣化及中断故障，定界故障发生范围段（主光路、分支段或入户段）及实现分钟级、米级故障定位，将光路故障处理时长从小时级缩短到分钟级。
- 家宽潜客精准识别：**针对传统方式下，因缺乏用户家宽体验的数据支撑，营销效率低下的问题，该功能基于对“宽带体验、体验瓶颈及组网”的全面深入洞察，识别用户的潜在诉求，生成100+潜客标签，帮助运营商市场营销人员识别升套、家庭Wi-Fi组网/FTTR、场景化宽带等潜在商机，显著提升营销成功率及促进家宽收入增长。



- **家宽部署验收：**通过LinkHome装维助手APP，实现对设备、连接、体验（速率/覆盖/漫游/干扰/时延）等指标进行一站式综合验收，同时自动生成验收报告，标准化组网，确保100%一次性部署成功。
- **一键故障诊断：**自动分析网络及宽带体验数据，识别出当前存在的问题隐患、自动诊断、并支持对Wi-Fi/软件配置类问题的远程调优，帮助Call Center实现快速故障拦截。
- **远程故障诊断修复：**当前，视频卡顿、网速慢是NOC维护人员主要面临的两类疑难问题。该功能通过分段测速，自动对网速慢问题进行4段定责（家庭侧/ODN光路侧/OLT/承载网及服务器侧），并结合质差事件识别、秒级采集分析、14天\*24小时网络KPI及应用体验数据还原、Wi-Fi/配置类问题远程调优，帮助NOC人员实现远程快速故障诊断及修复。
- **家宽CEI体验评估优化：**过去，因缺乏有效手段，宽带体验不可视，宽带体验问题主要受用户投诉驱动，用户宽带体验及满意度难以保障。针对这一挑战，该功能基于对宽带卡、断、慢问题的建模分析，对全网用户体验进行数字化评估打分、诊断，并提供主动辅助优化整改，实现先于客户投诉发现及处理问题，助力客户满意度提升。
- **用户自助服务：**通过LinkHome用户APP，为用户提供家庭网络自助管理、家长控制/青少年模式/访客网络配置、一键网络检测、测速、应用加速、体验周报、自助运维等系列化的自助服务能力，进一步提升用户的上网体验。



#### 4.2.4 IntelligentOTN 全光传送自动驾驶网络解决方案

华为全光传送自动驾驶网络解决方案以全光传送网络（OXC/OTN/...）及iMaster NCE智能管控析系统为核心，面向光网及光专线运营中的关键角色（市场、规划、网络、维护、IT），总结提出T-AUTO价值框架。该方案通过融合感知及大数据智能分析能力，对光网物理世界进行抽象建模并数字化，构建网络及业务分层多维可视的光网数字世界，并提供敏捷业务规建、极致

SLA保障、极速故障处理、网络即服务四大场景化价值能力，构筑高效率、高可用的全光底座，为千行百业提供高品质的专线业务体验，助力运营商增收、节流、稳客。架构图如下：





图4-5 IntelligentOTN

### 方案价值

- **敏捷业务规建：**面向市场及规划部，通过资源容量预警预测，提前识别网络瓶颈；在线扩容规划将规建时长从周级缩短到小时级；多维专线业务推荐和业务敏捷开通，使能差异化SLA的专线产品快速变现，促进收入增长。
- **极致SLA保障：**面向网络部，通过光网时延/资源/可用率三大保障能力，打造高可用网络；基于业务SLA可视监控、业务故障隐患的主动识别与诊断分析，并给出优化建议，把品质业务体验带给每个最终用户。
- **极速故障处理：**面向维护人员，告警RCA

从海量告警中自动识别出根因告警，智能故障诊断快速识别故障根因及给出修复建议，将故障定位时长从小时级缩短到分钟级。

- **网络即服务：**面向IT集成部，ACTN Rest北向接口继承老接口功能及新增支持场景化北向，极简集成，加速新业务上线及运维闭环自动化，大幅缩短集成时长、保护OSS集成投资。

### 关键UC

- **在线扩容规划：**过去，波分OCh规划依赖于人工逐段资源核查、确认空闲路由，离线业务规划以及人工部署调测，效率低下；而且，规划/工程部署/现网数据的分散部署、

无法自动同步会造成较多数据冲突及规划返工。该功能通过规划/工程部署/现网数据同源、分钟级的资源端到端自动核查、在线规划设计及OCh的自动配置，实现资源零出错，规划“零”返工，规划部署时长从周级缩短到小时级。

- **多维业务推荐：**旨在满足DCI、企业互联、企业业务上云、算力应用等各行各业的差异化业务SLA（带宽、时延、可用率）诉求，该功能基于光网数字地图和自研星途算路算法，进行多因子智能算路并自动推荐最优业务路由，满足不同客户、不同场景的差异化SLA诉求，助力专线差异化SLA变现及实现一网多业务。
- **业务敏捷开通：**支持业务全场景（Client/EOO/EOS/SDH/MPLS-TP）、端到端、按SLA诉求自动算路及发放；此外，CPE即插即用实现CPE自动上线、自动配置、远程验收，CPE安装部署上站次数从3次减少到1次。
- **业务SLA分析：**业务性能（时延、带宽利用率、速率、抖动、丢包率/误码、可用率等）、业务质量（中断/闪断/SLA劣化/保护降级/隐患）可视可回放及智能诊断分析，实现对专线业务质量的主动运维，保障专线SLA体验及提升客户满意度。
- **光网时延保障：**提供微秒级、实时动态的网络级时延地图，将过去无法感知及准确度量的专线时延变成可感知、可精准度量，就像地图导航一样，运营商市场人员能通过时延地图来评估站点/业务间时延及带宽是否满足客户诉求，以便实现网络资源的快速匹配及

专线业务差异化SLA的灵活变现。此外，支持三级时延覆盖在线评估、城市间/算力节点间主备路径时延矩阵化呈现及时延绕路分析，帮助对绕路场景的时延进行主动优化。

- **光网可用率保障：**从网络、业务两个层面保障可用率。首先，在网络层面，支持网元/波长/光纤可用率多维可视、网络可用率隐患自动分析识别，并给出优化建议，打造高可靠网络。在业务层面，自动统计现网业务的可用率，并对动态风险实时仿真评估，识别业务可用率风险隐患及自动给出优化建议，以支撑对可用率的主动优化整改，避免客户投诉。
- **告警RCA：**通过告警过滤、告警聚合、疑似根因告警识别三级智能压缩，从海量告警中识别出根因告警，识别准确率95%以上，显著提升故障识别效率。
- **智能故障诊断：**基于内置eOTDR及融合模式推理算法，自动定位光路故障根因并给出故障位置及修复建议，将故障定位时长从小时级缩短到分钟级；此外，针对单板/模块/风扇/电源等硬件类故障，自动精准定位到唯一的物理故障源，高效排障。
- **Rest北向：**面向IT集成部，ACTN Rest北向接口全面开放网络能力，并继承CORBA/XML老接口功能及新增支持故障、业务端到端等场景化北向，使能与上层OSS/BSS系统的极简集成，加速新业务上线及运维闭环自动化，大幅缩短集成时长、保护集成投资。



### 4.2.5 IntelligentWAN IP自动驾驶网络解决方案

华为IP自动驾驶网络解决方案，核心部件包括智能IP网络路由器设备（NetEngine/NE/ATN/CX等）和iMaster NCE智能管控系统。iMaster NCE面向IP网络提供算路引擎、智能运维、网络开放可编程能力，实现对网络流量的全生命周期自动化调度，帮助运营商客户构建领先的下一代端到端智能IP网络。



图4-6 IntelligentWAN

### 方案价值

One NET one MAP，一张网一张图，围绕“高稳可靠”与“弹性超宽”两大方向，引领IP网络迈进智能时代。

## 一、构筑高稳可靠IP网络

- **【N】错误不入网（No Configuration Error）**：高精度网络仿真，错误配置提前发现；
- **【E】静默不沉默（Efficient Fault Removal）**：全业务实时监控，丢包静默故障自动识别；
- **【T】网络不拥塞（Traffic Congestion Free）**：网络流量拥塞全场景免人工自动调优。

## 二、构筑弹性超宽IP网络

- **【M】超宽数字快线（MUX Digital Express）**：T比特小时级送达，超大带宽多路全双工数据搬运，海量数据小时级送达；
- **【A】应用弹性保障（Premium Deterministic Experience）**：应用保障随呼随建，应用驱动网络按需保障，秒级建联；
- **【P】优质确定体验（Application-Level Elastic Guarantee）**：毫秒级时延承诺，业务时延可承诺并持续保障，确保业务的优质体验。

## 关键UC

- **网络数字地图**：通过BGP-LS、BMP等标准协议，实现多厂商网络设备物理资源、切片、隧道、路由、VPN业务、应用等数据的实时采集；同时基于分布式网络性能采集框架，实时采集、呈现超大规模网络的时延、带宽、丢包、能耗等多维指标，具备交通地图导航式体验，实现网络全息可视，帮助客户看清全网，识别业务绕行等问题。基于业务意图匹配计算最优路径，智能云图算法可实现20+因子秒级算路，秒级感知业务质差、分钟级定位根因、分钟级自动优化、满足差异化的业务 SLA 保障需求。
- **网络配置验证**：以网络设备的变更配置、互联路由与流量作为输入，模拟网络协议、流量的状态和行为，仿真网络设备的路由表与转发表项，为网络变更风险评估提供真实、客观的基础数据。在设备的路由表、转发表及流量负载基础上，使用 CPV/DPV（Control Plane Verification/Data

Plane Verification）基于一定的规则，对网络风险进行评估。CPV（Control Plane Verification）可对控制面路由数量变化（路由数量突升、路由数量突降）、路由可达性、路由可靠性（路由黑洞、路由环路）进行形式化求解验证。DPV（Data Plane Verification）可对网络转发面路径的形式化求解验证。两项技术相辅相成，从而有效识别网络配置变更带来的变更风险，并能对错误配置进行有效地识别和拦截。网络配置验证目标是彻底解决运营商的“配置焦虑”，事先评估验证网络配置影响并成功拦截错误网络配置。

- **品质数字快线**：基于Yang模型驱动构建开放可编程的高性能高可靠的自动化引擎。通过积木式的极简编程，完成新业务快速开发上线，实现“一周原型、一月测试、一季度商用”的敏捷开发目标。同时，Easy-Mapping框架可通过内置的分解、编排、计

算、回溯算法，自动将网络业务分解成网元配置，最终映射到网元级别的原子API，实现业务分钟级端到端的全自动化发放。自动化引擎使能多厂商设备网络的快速业务开通，解决了业务自动化面临的挑战。新设备适配纳管周期缩短至天级，设备适配效率提升90%；新业务开发由传统的6~9个月发布一个版本缩短至1个月敏捷按需发布，上线周期缩短80%。

- BGP路由分析：**基于BMP协议实时获取BGP Peer邻居关系和状态，并针对BGP邻居采集Adj-RIB-In, Adj-RIB-Out和Loc-RIB路由，呈现BGP邻居及其路由的统计信息。针对全量BGP路由和重保BGP路由进行监控，对每个BGP Peer上的路由变化（包含：路由前缀发布和撤销、路由AS-Path和源AS变化等）从时间和空间维度进行分析、统计和呈现，识别路由劫持、路由泄露等异常并触发告警。对于重点保障路由，实时监控路由可达性及时延等性能统计，路由路径变化可回放，及时感知并修复BGP路由异常。
- 网络拥塞分析：**通过热力图展示基站流量压抑分布，可视化识别网络拥塞点，优先分析高价值区域，逐层放大定位到压抑基站，精准指导扩容。基于TWAMP/IFIT技术检测基站的SLA，从基站的丢包率和实际流量进行分析统计得到基站压抑流量并判定基站是否存在质差问题。基于基站压抑流量做全网E2E的压抑流量可视、区域压抑流量统计分析可视。展示基站业务的丢包情况分布，对单个基站业务按照不同的时间节点进行逐跳路径还原，分析链路SLA、链路带宽等对丢包的影响，实现精准的故障定界定位。
- 智能故障分析：**通过对网络事件、告警进行聚类及关联分析，减少冗余告警，有效减少网络工单数量，降低运维成本。事件聚类通过事件间的时间、拓扑关联分析和聚合，将由同一条故障引起的多条告警、事件汇聚成一条故障，并自动识别根因事件，实现了一故障一工单，减少了重复派单的问题。事件聚类和根因识别基于海量运维数据，融合了丰富的专家知识+AI算法，在缺少专家指导的情况下，仍可自动、快速地定位故障，对于人工处理有困难的故障也能够较快识别出根因事件，帮助用户更加全面、快速地解决故障。
- 网络智能优化：**基于BGP-LS快速感知网络拓扑变化，包括节点、链路故障以及链路带宽、时延变化等；基于IFIT的业务随流检测，通过Telemetry秒级上报机制，精确感知业务SLA，分层显示网络和业务质量。业务质量劣化自动触发IFIT逐跳检测，基于业务转发路径发现质差点，并可与网络拓扑结合，直观可视定界定位结果。基于业务的SLA质差定界定位结果，使用多因子云图算法重新计算网络路径，结合SR-TE、SR Policy等技术对网络路径进行重优化，引导流量避开质差点，持续保障业务SLA。
- 绿色节能：**通过节能监控仪表盘满足用户从网络级、网元级等多维进行功耗呈现。通过对多个不同维度功耗数据的组合分析，支撑网络部门完成功耗问题的定界定位；通过对网络中节能设备的节能收益预测，充分挖掘网络节能潜力，为制定节能策略提供可量化的评估依据。通过采集网络设备实际节省的能耗信息，绘制设备节能收益曲线；支持历史对比分析，做到设备节能收益可评估，节

能效果可量化。全网资源的节能状态实时可视，通过节能收益的预测，可快速找到收益最高的可节能的资源，从而提高用户的策略制定效率。基于Netconf/Yang技术实现网络级节能策略部署，支持多台设备的一键式节能，提供便捷、流畅的节能策略下发体验，并且实时刷新设备节能状态。



#### 4.2.6 IntelligentCampusNetwork 企业园区自动驾驶网络解决方案

华为园区自动驾驶网络方案，通过园区iMaster NCE提供的基于人、事、物和网的四维网络数字地图，提供企业总部园区、生产园区到多个办公分支的从有线到无线全场景看得清，控得住，管得了的管控析融合管理平台，实现园区网络的全生命周期的自动化和智能化的管理和运维能力。

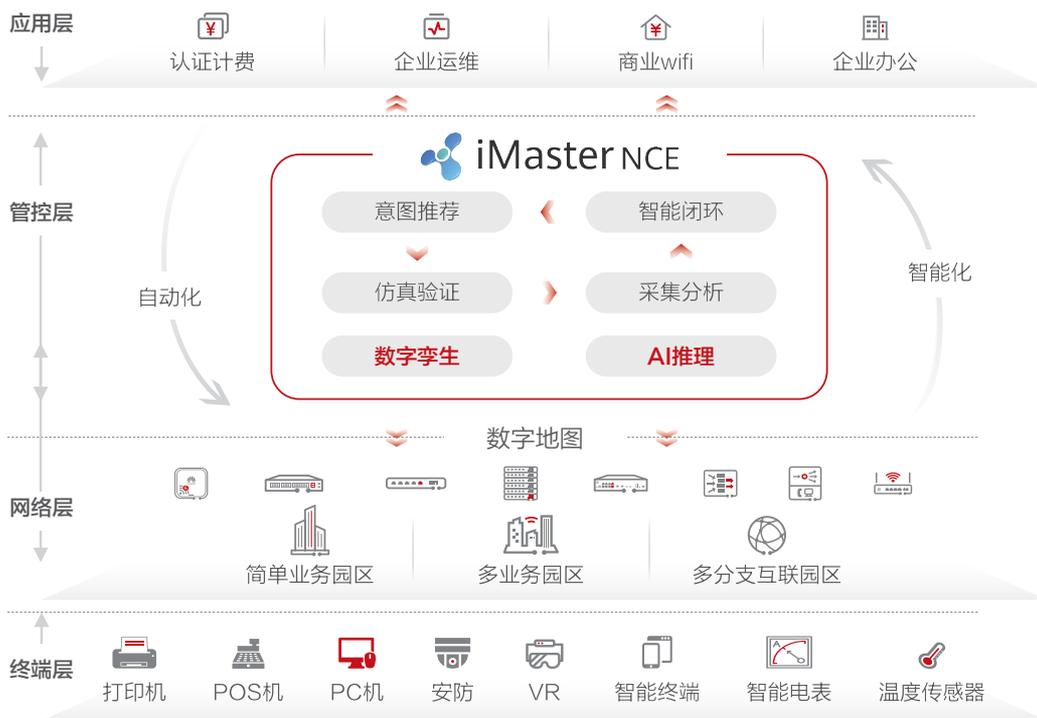


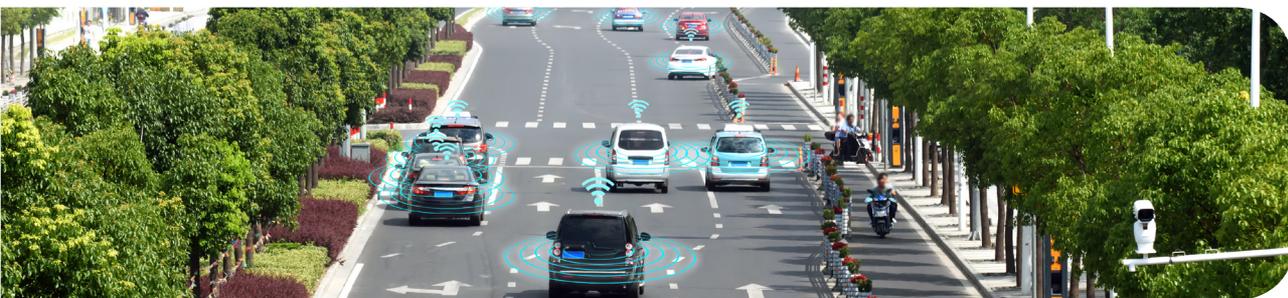
图4-7 IntelligentCampusNetwork

## 方案价值

- **零等待：**基于网络数字地图让网络管理从经验依赖到自动管理的转变，实现零等待网络开通，降低85%以上OPEX。
- **零干预：**终端接入策略控制，从人工管理到自动控制的转变，实现零干预的秒级无感接入和安全管理。
- **零中断：**网络运维，自动实现应用体验感知，从被动响应到自动优化的转变，实现零中断分钟级自动优化应用体验。

## 关键UC

- **意图开局：**基于场景知识库和协同推荐算法，实现业务场景与网络模型精准映射和个性化推荐结合，为业务意图推荐最佳网络方案，降低网络开通对人员依赖，实现分钟级网络开通。
- **网络数字地图：**基于一张数字地图清晰呈现网元、用户、终端和应用四个维度的体验感知，200+典型问题主动分析，一键直达问题根因，省时省力，避免人工分析带来维护困扰；
- **智能校验：**通过仿真校验，实现连通性验证接入仿真，提高验证速度，缩短验证时间，解决传统方案中变更10分钟，验证4小时，验证不充分被重复投诉的问题，实现网络的零差错变更。
- **业务随行：**通过自然语言所见即所得编排，矩阵式极简管理、结合IP-Group技术跨厂商部署，一次配置策略随身，让用户在全无线园区内随时随地接入网络体验一致。
- **终端智能管理：**基于传统的终端指纹库和创新性应用聚类识别能力，已知类型终端识别率 $\geq 98\%$ ，新型未知终端识别率 $\geq 98\%$ ，精准识别接入网络的终端设备，进而对接入的终端设备分配对应网络，以及私接和仿冒识别，降低人工干预，实现终端零干预无感接入。
- **应用和VIP重保：**通过园区数字地图和随流检测，独家实现从无线空口到有线侧E2E关键应用体验测量，基于时间和空间维度快速界定定位，实时智能调优，端到端保障应用和VIP体验，智能网络调优，提升整网性能58%；





### 4.2.7 IntelligentFabric 数据中心自动驾驶网络解决方案

华为数据中心自动驾驶网络解决方案，核心部件包括CloudEngine数据中心交换机与iMaster NCE自动驾驶网络管理与控制系统，实现计算、存储、业务网络三网全IP架构并提供一致性网络体验，支持IPv6，并在业界率先实现L4自动驾驶网络能力，支持数据中心网络全生命周期自动化与全网智能运维运营，OPEX可降低30%，使能企业智能化升级。

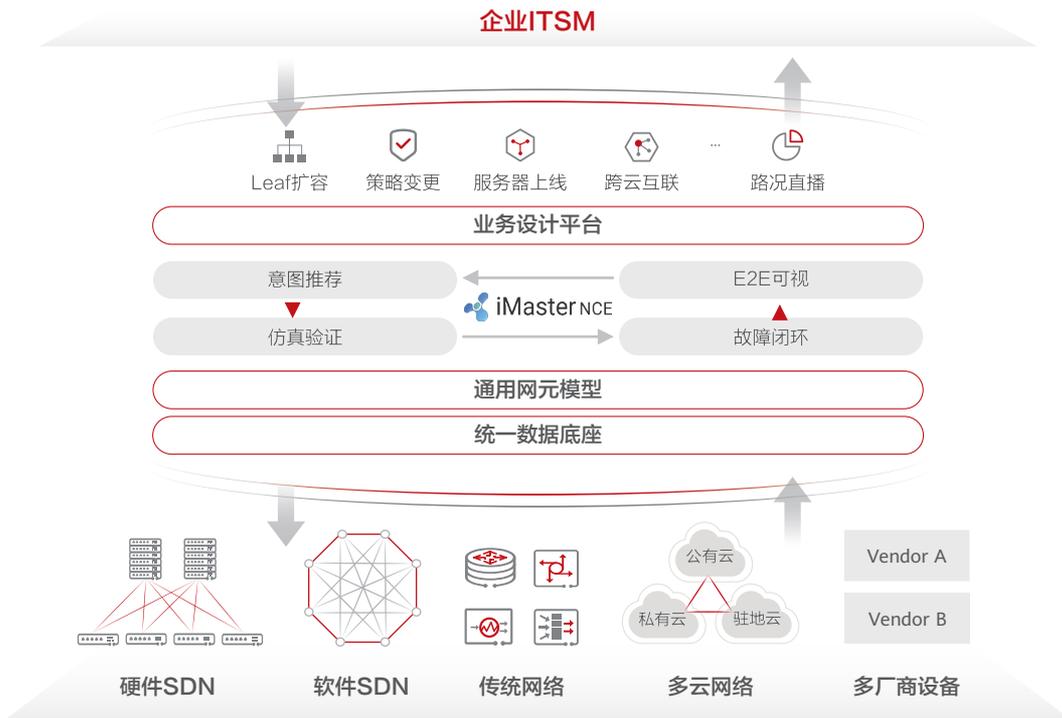


图4-8 IntelligentFabric

#### 方案价值

- **零等待:** 助力业务部署和上线时间缩短到分钟级，大幅缩减运作人员工作量，提升运维人员工作效率
- **零失误:** 评估网络变更风险，建立预防由于

人因引发故障的保障机制，杜绝人为操作差错，提升安全生产率

- **零中断:** 预测网络趋势，预防网络质量劣化和故障，最大减少问题发生。一旦发生故障，极速定界定位和精确排障。

## 关键UC

- 意图驱动规划部署：**iMaster NCE与客户业务结合，通过对客户业务和网络意图的理解和翻译，自动选择最佳网络部署方案，使能业务端到端自动化发，实现意图的全生命周期自动化闭环。
- 网络变更仿真评估：**以现网设备配置、拓扑和资源信息作为输入，通过网络建模和形式化验证算法，评估变更风险，彻底解决设计逻辑漏洞、配置误操作等人为问题，保障配置错误不入网。
- 智能运维1-3-5：**通过Telemetry技术实现对网络性能数据收集，基于业务体验全面评估网络健康度，1分钟主动识别60+隐患和风险、90+典型故障；基于知识图谱和华为独有AI算法进行故障聚合溯源，3分钟定位根因；再基于智能决策系统，分析故障影响并推荐优选故障处理方案，实现典型故障5分钟快速恢复。
- 使能产业生态：**能够无缝嵌入企业运维系统，成为运维流程的一个关键环节，助力数据中心全网实现自动化闭环。iMaster NCE北向通过Runbook业务设计器灵活编排业务流，与客户运维系统无缝对接；南向通过AOC开放可编程平台实现多厂商设备快速适配，从而实现多厂商多云异构网络分钟级全自动化开通；同时，开放全量网络数据服务，快速与业务性能监控系统集成，实现业务与网络一体化运维。
- 多元算力网络加速：**采用网络级NSLB算法，根据整网交换机节点流拥塞状态和全网拓扑进行全局算路，识别出最优路径，完成计算任务的路径分配，保证路径不冲突，实现通用计算、存储及AI智算等多元算力网络吞吐最优，大模型训练效率提升20%。
- 应用网络一体化运维：**通过xFlow智能全流分析方案，构筑覆盖DC内跨厂商跨Fabric跨异构组网的全路径、全流全包的应用流分析能力。基于应用网络数字孪生进行技术创新，构建出全网应用交互梳理、应用性能画像与异常检测、基于真实流的DC内全路径还原、应用故障智能定界、逐跳网络节点排查、应网融合根因溯源等6+项关键技术，实现业务报障一站式诊断、故障分钟级定位定界、重保应用质量实时感知。
- FinOps运营：**将成本理念引入网络，从网络角度为运营的精细化管理提供数字化支撑，辅助运营进行成本核算、投资决策、降本增效等操作。对于企业的基础实施资源，智能感知全网资源使用，基于资源使用热力图，分析业务资源利用率高低，辅助决策业务的扩缩容处理，提供推荐方案，执行业务变更，一键式完成配置部署。





## 4.2.8 IntelligentServiceEngine数智化运营运维解决方案

随着5G网络、家宽的快速发展，大规模复杂网络以及多样化新业务，运营商面临着成本、效率、质量以及人才转型的多重运维挑战，运营商纷纷进行探索创新和实践，加速运维运营数智化转型，持续提升运维效率、为客户带来极致体验以及运营增值。华为提供跨域协同数智化运营运维解决方案，主要包括AUTIN智能运维、SmartCare极致体验以及ADO品质家宽。

### AUTIN智能运维

华为智能运维解决方案AUTIN，面向运维场景的提质、增效、加速人才转型三个关键诉求，助力运营商加速迈向三“零”的运维数智化转型。

- **首先，面向提质：**在5GC场景下，重大故障影响范围大、定界定位时间长。华为AUTIN，实现面向业务影响事件的智能预测，风险可提前预测，以及分钟级的机器自动诊断，重大故障MTTR缩短，成效显著；
- **其次，面向增效：**NOC网管中心日常70%以上为重复作业，效率低且依赖专家个人经验；华为AUTIN，帮助NOC实现监维一体自动化、诊断智能辅助，以及现场作业通过手机数字化辅助自助闭环，可实现故障自动诊断，故障自动闭环，降低每网元工单量，运维效率大幅提升；
- **第三，面向运维人才转型：**运维作业都自动化以后，传统的运维人才怎么办？华为开放平台和丰富的运维知识资产，提供可编排的低代码运维应用开发平台，降低运维人才转型门槛，提供体系化的人才转型伴飞和赋能服务，实现运维应用开发周期从月降到周，

加速运维人才转型。通过持续的专家经验封装，以及华为持续迭代的领域自动化和数智化引擎，让智能化运维平台越用越自动化，越用越智能。

### SmartCare极致体验

SmartCare业务体验解决方案旨在瞄准支撑运营商网络NPS、客服投诉万投比等价值成效为目标，通过融合数据平台能力构建运营商的智能数据引擎，提供面向运营商的全业务体验管理服务解决方案，以体验驱动数字化运营转型，提升用户全生命周期价值，使能运营商从“以网络为中心”的运营，向“以用户为中心”的数字化运营转型。

#### 1、体验领域通过“三协同”转变，进一步提升用户体验，使能运营商数据价值变现

**1) 体优协同：**通过体验+性能数据精准入网格、精准入栅格、精准入3D建筑等核心技术，构建“体优协同”面向未来ADN的用户体验，以及业务质量精准可视可管、精确可界定能力，支撑运营商体验NPS提升；

**2) 体维协同：**业务体验管理驱动运营商从NOC到SOC转型，实现“体维协同”，打通体验和故障的生产流，支撑运营商网络质量维护的高效识别、快速定界和闭环，支撑网络NPS提升；

通过构建投诉前AI质差贬损分析和AI自动故障识别，投诉中基于跨域关联多数据源的故障树自动分析，提供从投诉预测预防，到投诉快速定界到投诉快速闭环等端到端服务能力，支撑运营商客服万投比下降；

**3) 体业协同：**基于O+B+S跨域数据源，通过构建精准灵活迭代的AI大数据模型，促进体验和业务协同，例如网红直播场景的加速用户获取，支撑移动运营商提升营销成功率，实现网络产品化变现。

## 2、业务体验DataOps能力：

- 一站式的数据集成，开发，治理与可视。通过低码工具链，降低数据资产开发和数据消费的门槛，实现业务体验数据与无线、B域等数据的集成融合，构建跨域Data DevOps能力，支撑多业务场景快速低成本定制开发上线的诉求；
- 提供丰富的阈值数据模型资产，实现多场景专题业务分析，报表制作敏捷开发落地。提供元数据驱动的数据管理，数据质量，数据生命周期管理，数据安全治理，实现领域数据的透明，优质，高效，安全开放。

## ADO品质宽带

ADO品质宽带方案聚焦用户上网质量和满意度提升，对准两大价值场景：家宽上网质量提升，用户发展。

**1、以主动优化的策略助力运营商准确识别质差用户，对质差用户进行家庭侧、网络侧和资源侧的优化，提升网络质量、减少质差用户，提升客户满意度；**

- 通过分钟级、用户级、应用级体验数据进行质差建模，实现用户的真实上网质差感知，找出上网体验质差的用户；
- 然后继续以体验数据为根本，结合PON网管性能和告警的数据对质差问题进行根因分析，实现端、管、云分段定界定位，实现质差诊断；
- 通过主动优化的手段，对质差问题进行电话安抚，派单上门等手段进行问题整改，即质差优化；
- 最后通过辅助运营、质差整治效果跟踪等形式做到质差闭环。

**2、以O域数据加上B域数据为输入，潜客模型为基础支撑潜客识别，智能营销，实现价值运营，增值提收。**

- 对准挖掘潜在高价值用户（千兆，FTTR等），ARPU值提升的目标，利用O域数据进行建模分析，挖掘体验压抑、宽带诉求强、提速意愿高的潜在客户，提高潜客识别准确性和营销成功率。

# 05

## 展望及建议





面向未来万物互联、万物智能的智能时代，对网络管理提出了更高的要求：业务多样性，网络规模、运维复杂度、网络能耗等呈现指数级增长趋势，而运营商的运维人员数量基本不会增加。面对以上挑战，通信网络亟需系统性引入人工智能，并基于网络数字孪生的控制闭环和知识闭环，逐步打造一张自动、自愈、自优的自智网

络。通过构建通信领域的数字员工、重构运维模式，系统性提升通信行业生产力水平。

在迈向高阶自智网络的道路上，需要标准和产业组织、运营商、供应商、科研院所、行业管理部门等全产业共同努力，共同探索。在此我们倡议：



**加速产业代际定义：**共同定义L4目标，明确代际特征和成效指标，牵引产业发展方向；



**加速产业标准制定：**推动制定L4自智网络分级标准，定义高阶能力接口，促进产业高效协同；



**加速产业技术突破：**协同推动融合感知、数字孪生、AI大模型、智能决策等自智网络核心技术突破，驱动产业技术升级；



**加速产业创新实践：**联合探索L4商业应用场景，聚焦价值创造，实践全流程创新，加速产业价值闭环。

**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



**商标声明**

 HUAWEI 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，华为不对您在本文档基础上做出的任何行为承担责任。华为可能不经通知修改上述信息，恕不另行通知。

版权所有 © 华为技术有限公司 2023。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。