Network Innovation and Development Alliance
全球固定网络创新联盟

面向IMT-2030的智能数据通信网络演进研究

—

Network Innovation and Development Alliance

September 30, 2026

前　言

随着 IMT-2030 的加速推进，全球通信网络正迎来深刻变革。数据通信网络作为 6G 移动承载、算力网络、智能体互联等新型业务的核心基础设施，面临着传统架构在带宽容量、智能化程度、多域融合以及安全韧性等方面的系统性瓶颈，亟需年展开前瞻性的智能数据通信网络演进研究。

本报告系统研究了面向 IMT-2030 的智能数据通信网络 2030 的愿景定义与演进路径。从业务融合承载、多接入融合、覆盖全域延伸、能力边界拓展、安全内生化与行业智能化赋能六个维度剖析了演进驱动力，提出智能数据通信网络 2030 目标愿景、核心框架与能力指标，深入分析各类典型应用场景与使能技术，并规划分阶段演进路径，为全球运营商、设备商及标准组织提供具有具备前瞻视野的技术路线参考，对推进标准化进程、促进数字基础设施的公平普及、支撑数字经济高质量发展具有重要意义。

本报告参编单位：中国信息通信研究院、中国电信股份有限公司研究院、中国移动通信有限公司研究院、中国联合网络通信有限公司研究院、华为技术有限公司。

目　录

前　言 2

一、研究背景和趋势分析 1

1.1 研究背景 1

1.2 驱动力分析 2

1.2.1 业务融合承载升级 2

1.2.2 多接入方式融合 3

1.2.3 网络覆盖范围全域延伸 3

1.2.4 网络能力边界拓展 4

1.2.5 网络安全内生化 4

1.2.6 行业智能化赋能 5

二、愿景和核心特征 6

2.1 愿景目标 6

2.2 核心框架 6

2.3 关键能力与指标 7

2.3.1 基础能力提升 7

2.3.2 新场景适配能力 8

三、的应用场景和使能技术研究 9

3.1 典型应用场景 9

3.1.1 6G 场景场景与需求 9

3.1.2 算力网络场景与需求 9

3.1.3 智能体互联场景与需求 10

3.2 关键使能技术 10

3.2.1 超宽技术 10
3.2.2 AI Native&多维感知 11
3.2.3 确定性体验 11
3.2.4 安全韧性 12
3.2.5 网络自治 13
3.2.6 无损高吞吐 14
四、发展路径 14
4.1 分阶段演进 14
4.2 总结与展望 15
五、缩略语 16

一、研究背景和趋势分析

1.1 研究背景

信息通信技术（ICT）在过去三十余年间经历了持续的代际演进，每一次网络能力的跃迁都深刻重塑了社会生产生活方式。从互联网时代到云时代，再到当下以人工智能（AI）为核心的智能时代，作为数字基础设施中枢的数据通信网络，正站在迈向新代际的历史关口。数据通信网络如何从“联物”“联算”进一步迈向“联智”，已成为产业界与学术界共同关注的核心命题。

纵观发展历程，数据通信网络的演进并非一蹴而就，而是伴随技术协议、核心能力、业务形态的拓展逐步递进而来，可划分为以下四个主要阶段：

（1）“尽力而为”（2000 年前后）：以“尽力而为”的泛在连接服务为核心特征。网络以超大规模组网与扁平化为典型架构特征，依托多协议标签交等技术构建起跨域互联的基础能力，链路带宽快速扩展。服务对象主要是以门户网站、即时通讯、Web 浏览为代表的早期消费级互联网应用为主，网络价值集中体现在“连接可达”层面。

（2）“云网融合”（约 2010 年起）：随着云计算的规模化商用，“云网融合”成为核心主题，网络逐步实现“网随云动”的敏捷开通；Spine-Leaf 数据中心架构、虚拟化网元等技术创新，推动网络向弹性、灵活、可编程的方向演变；网络与业务逐步解耦，支撑范围从互联网应用扩展至云应用，网络价值升级为“按需可达”。

（3）“确定性服务”（约 2020 年起）：在“云改数转”与产业数字化浪潮驱动下，网络进入以确定性服务为标志的新阶段。IPv6+2.0 与 Net5.5G 等技术推动网络架构迈向“转控分离”，控制面具备业务

需求感知与意图理解能力，转发面提供确定性时延、确定性带宽的SLA 保障；动态连接模式实现“随建随拆、秒级建立”；服务对象从个人消费者拓展至工业互联网、远程医疗、超算互联等关键领域，网络价值进一步升维为“确定性可达”。

(4) 智能数据通信网络（2026 年起)：面向 IMT-2030 愿景，数据通信网络将跨越至智能数据通信网络 2030（Intelligent Data Communication Network 2030）新代际。其标志性特征是以“网络智能体”（Network Agent）为核心，实现通信网、算力网与智能网的三网深度融合。在网元层面引入 Agent Based IP，实现网元自主决策与智能化；在网络层面构建 Agentic AN L4 级自智网络，达成网络全生命周期的自治闭环；在安全层面推进内生安全、抗量子安全与网安一体化。网络带宽向 800GE 乃至 1.6TE 持续升级，其终极目标是无缝连接人、家、企业的 AI 训练与推理服务，并进一步支撑超大规模的智能体服务。

综上所述，数据通信网络正加速迈入新代际，然而现有研究多聚焦于确定性网络、无损传输等单一技术维度突破。智能数据通信网络面向 2030 年的演进路径、技术架构、能力度量与标准化协同方向亟待系统性研究。本报告围绕上述核心问题展开，旨在为后续技术攻关、架构设计与产业落地提供清晰的理论参照与演进指引。

1.2 驱动力分析

1.2.1 业务融合承载升级

6G、算力网络、智能体互联等新业态兴起驱动 IP 承载网范式跃迁。**6G 方面**，ITU-R M.2160 明确全域覆盖、极致性能与智能内生等能力目标，要求 IP 承载网在带宽、确定性、通感一体等维度全面升

级，以承载全息通信、数字孪生等泛在智能业务。**算力网络方面**，大模型规模推广使企业算力需求呈阶梯式扩展，安全与弹性用算需求倒逼通信网与算力网深度融合，需要面向用户入算、算间互联等业务场景构建高效算力网，以网络广域无损传输能力以支撑存算分离、分布式训推等业务。**智能体互联方面**，智能体从单点交互迈向群体协同，催生语义寻址、A2A/IOA 等新协议与专用网络平面，并引入智能体网关作为互联锚点，重塑现有寻址体系与网络架构。

1.2.2 多接入方式融合

多种异构接入方式并存驱动网络向泛在连接演进。AI 终端普及叠加 6G 持续演进，用户将在家庭、办公、户外等场景间无缝切换并保持 AI 服务不间断访问。无论底层是无线、Wi-Fi、固网还是卫星，应用层网络体验须保持一致，这对网络在多接入下支持高并发、多样化传输提出更高要求。然而，当前多接入融合面临两大瓶颈。**一是**业务体验保障困难，现有网络难以精确识别 AI 推理、云游戏、远程控制等敏感业务流，毫秒级中断即可能引发严重后果。**二是**管理复杂度攀升，光纤、蜂窝、Wi-Fi、卫星共存下缺乏实时感知并智能编排资源的中枢，且随着智能体互联等场景演进，多智能体跨异构接入协同更带来 AI 任务识别、多会话管理与确定性体验保障等新要求。

1.2.3 网络覆盖范围全域延伸

跨空间、低空与地面网络的融合通信需求驱动网络架构向空天地一体化发展。空天地一体化旨在通过地面网络与非地面网络 (含卫星、HAPS、空地网与无人机）深度协同，在地形复杂、交通不便及应急救灾等场景提供连续网络服务。ITU-R M.2160 强调为偏远与稀疏地区提供连续一致的连接体验、实现数字包容；ITU-T Y.3200、Y.3201

等为固移卫融合提供需求与架构指引，目标指向全域可用与无缝体验。当前，空天地一体化发展面临多重瓶颈。**一是**海量并发承载压力，无人机、HAPS 与大规模物联网终端全面涌入，网络既需应对商业区高密度接入，又需承载空间回传海量数据；**二是**异构系统互操作障碍，5G/6G、数据通信与卫星网络架构协议差异显著；**三是**低轨卫星拓扑高动态、流量不均致使带宽受限、时延波动与可靠性不足。这些挑战促使网络需要具备异构互通、动态拓扑适应与星地算力协同等能力。

1.2.4 网络能力边界拓展

AI 原生技术的突破驱动数据通信网络能力突破边界，向通感智算存控一体拓展。在人工智能应用驱动网络演进的同时，人工智能技术的突破也为网络能力拓展注入全新可能。ITU-T、TM Forum 等标准组织已将自智网络纳入标准化框架，FG-AINN 系统探索 AI 原生网络的架构变革，主流运营商也相继提出 L4 自智网络目标。网络将不再仅承担通信功能，而是融合感知、智能、计算、控制与存储能力，成为一体化的综合服务平台，实现实时传输、流量与业务态势感知、智能分析与自智运维。然而，能力边界拓展仍面临双重挑战。**一是**性能保障复杂度剧增。智能制造、车路协同等闭环场景需微秒同步与超低时延，全息、云 XR 沉浸业务要求高保真零卡顿，这与网络固有抖动与不可控时延产生冲突。**二是**异构资源协同困难。数据须在网内即时处理，资源需跨地面、云与卫星动态调度，传统规则与端口级管控已难适配。

1.2.5 网络安全内生化

AI 驱动的网络攻击日益泛滥，促使网络安全由外挂式防护向内生化演进。据统计，自 ChatGPT 等 AI 工具发布以来，全球 T 级 DDoS

攻击激增 3 倍，Anthropic 3 月发布的 Claude Mythos 模型已发现数千个严重安全漏洞，涵盖所有主流操作系统和浏览器。安全内生化仍面临着多重挑战。**一是** AI 驱动的攻击使传统防御失效。生成式 AI 与自动化工具大幅降低攻击门槛，使对抗样本投毒、深度伪造身份仿冒与规模化入侵更隐蔽迅猛，传统基于特征与边界的防护体系难以应对。**二是**异构终端与智能体接入的合规管控压力。AI 智能体与海量异构终端广泛接入，使业务交互合规控制、数据传输安全、设备安全与业务运行安全面临严峻考验，身份与信任管理复杂度陡增。**三是**性能与安全难以兼顾。安全能力若外挂叠加，必然挤占时延与带宽预算，与确定性、沉浸式业务诉求直接冲突。**四是**量子计算对经典密码的前瞻性威胁。量子计算持续突破，RSA、ECC 等公钥密码面临被 Shor 算法破解风险，政务、金融、训练数据集等长期敏感数据可能暴露于未来风险，亟需引入抗量子密码与量子密钥分发（QKD）机制。

1.2.6 行业智能化赋能

行业智能化转型需求促使 DT、OT、IT、CT 技术深度融合，迈向智能运营管理新阶段。智能制造、智能交通、智慧城市等新型智能业务场景对实时性、可靠性与智能闭环控制提出严苛要求。这些场景中，运营技术（OT）负责物理设备感控、通信技术（CT）提供高可靠低时延连接、信息技术（IT）实现系统集成与边云协同、数据技术（DT）以数据分析与 AI 模型赋能决策，四者融合形成“感知—连接—计算—决策—执行”闭环。在面向行业赋能的智能运营管理演进中，存在三方面挑战。**一是**多维状态感知困难。IT、OT、CT、DT 异构域状态难以统一刻画，跨域实时态势感知能力不足。**二是**灵活资源调度复杂。算力、连接与数据资源分散于云边端，动态业务下跨域协同调

度难度大。**三是** AI 能力增强需求迫切。智能体规模部署对网络的实时洞察、预测优化与自动决策提出更高要求，自智水平亟待提升。

二、愿景和核心特征

2.1 愿景目标

智能数据通信网络 2030 是面向智能时代，以网络智能体为中心，打造架构领先、技术先进、无损智能、安全韧性、绿色高效、自智网络的新一代 IP 网络，支持算网安一体化高品质服务。

智能数据通信网络 2030 的理念是打造智能时代的 IP 基础网络底座，推动网络从“联接百亿人”迈向“联接千亿物与智能体”。 智能数据通信网络 2030 存在两方面内涵：**一是** IP 网络能力持续增强。带宽方面，从 100/400GE 向 800GE/1.6T 持续演进，支撑 AI 训练、推理及海量智能体并发的高吞吐需求；连接方面，覆盖固网、移动、Wi-Fi、卫星等多种接入方式，实现跨场景无缝切换与确定性承载；安全方面，构建内生安全、抗量子安全与网安一体的防护体系，应对智能体互联时代急剧扩大的攻击面。**二是**新场景特性深度适配。感知方面，使网络具备对 AI 业务流、网络状态和算力资源的全域实时可视能力；联算方面，以网络为中枢实现算力的智能感知与弹性调度，支持 AI 任务的精准路由；智能方面，以 AI 重塑网络自身，全面部署 Agent 化网元和 L4 自智网络，实现网络的自我优化、自我修复与自我演进。

2.2 核心框架

如图 1 所示，智能数据通信网络 2030 以基于 AI 的算、数、智业务综合承载为出发点，自底向上构建物理网络层、业务连接层与网络管控层三层架构。**物理网络层**是智能数据通信网络 2030 的底座，负责提供泛在、高带宽、广域无损、智能多因子调度的基础网络连接，

并在转发面原生构建确定性体验、算力无损传递与安全隔离等关键能力，为上层算、数、智业务提供传输保障。**业务连接层**位于物理网络之上，面向数据、算力与智能三类业务的终端、网络智能体与云应用提供灵活统一的接入能力，并按业务特征实施差异化的连接编排与体验保障，使多形态业务在统一平面上获得适配自身诉求的服务质量。**网络管控层**作为网络的中枢，从用户、应用、网元与网络等多维视角对全网状态进行实时可视、动态调优、仿真推演与故障运维，依托 AI 实现从被动响应到主动自智的运维范式跃迁，为三层架构的协同运行提供智能化闭环支撑。



图 1 智能数据通信网络 2030 核心框架

2.3 关键能力与指标

2.3.1 基础能力提升

超大带宽：端口速率由 100/400GE 向 800GE/1.6T 持续演进，单端口转发容量大幅提升，为 AI 训练推理与高并发智能体业务提供超宽管道。

确定性承载：依托端到端网络切片与硬管道隔离，结合确定性队列调度与流量整形，将时延、抖动、丢包纳入可承诺保障；具备网络

多因子算路能力，叠加低时延算路、高吞吐算路与安全保障路径等选路约束，保障业务端到端体验；确定性业务抖动收敛至微秒级、单跳时延进入亚毫秒，并支持亚微秒级高精度时间同步，满足工业 TSN、车路协同等闭环时序诉求。

内生安全：安全由外挂转为内生，在转发与控制平面内嵌身份、信任与隔离机制，在网元侧内嵌 EDR 式高级威胁检测与响应能力，针对 APT 等攻击实现内生发现、隔离与处置；全面引入后量子密码应对量子计算威胁，并以统一安全平面实现威胁实时感知与协同处置。

2.3.2 新场景适配能力

全域感知：网络具备对 AI 业务流、网络状态与算力资源的全域实时感知能力，为差异化调度、故障预警与自智决策提供统一数据底座。

无损传输：以近 0 丢包为目标，支撑广域分布式训推业务的高效运行，依托长距 RDMA 与端到端拥塞控制，使训练推理任务与数据在广域范围内无损流动，支撑智算中心间高效无损互联和企业到智算中心的安全训推业务。

网元与网络自智：全面部署 Agent 化网元与 L4 自智网络，使网络具备自我优化、自我修复与自我演进能力，从人工运维迈向智能运维，显著降低运维复杂度。

智能体寻址：面向千亿级终端与智能体并发，网络支持语义寻址与多智能协同编排，为智能体互联提供专用平面与高质量连接。

绿色节能：通过智能节能与流量调度，单位比特能耗较现网显著下降，在超宽管道与海量智能体并发下有效抑制能耗增长，实现网络能效的系统性提升。

三、的应用场景和使能技术研究

3.1 典型应用场景

3.1.1 6G 场景场景与需求

ITU-R IMT-2030 框架界定 6G 的六大典型场景：沉浸式通信、超可靠低时延通信、超大规模通信、泛在连接、通信与感知融合以及通信与人工智能融合。为解决同频小区重叠覆盖区的信号干扰问题，协作 BBU 向主 AI BBU 节点发送信道、波束和用户信息，由主 AI BBU 节点的通过智能算法完成统一相干协同调度，消减干扰，实现用户一致性体验。这对承载网提出三项核心要求：E2E 100μs/10km 的超低协同时延；100G~400G 的弹性带宽；流量流向随用户位置动态变化的实时无损高可靠适配能力。而传统移动承载方案面临挑战：分组切片 QoS 统计复用成本低、弹性高但转发时延过大；FlexE 交叉管道具备确定性时延却无统计复用能力，带宽依赖网管静态调整，弹性差、效率低。

3.1.2 算力网络场景与需求

据 Gartner 预测，2030 年 AI 渗透率将达 80%，超过 1200 万家企业使用 AI 推理，算力需求十年百倍增长成为常态，推动算力从单点部署走向跨域池化与算网存协同，对 IP 广域网提出全新要求。在入算网络方面，企业弹性安全高效入算需求驱动 IP 广域网能力升级，需支持企业数据安全传输、TB 级数据分钟达；企业安全使用云端算力需求衍生出存算分离的安全训练和云边协同的分布式推理等用算场景，需要 IP 广域网具备弹性带宽、广域无损的能力。在算间网络方面，算力池的并网互联、算网存协同与全网资源一体化调度等场景成为主流，现网验证显示，在数百千米拉远、4:1 至 32:1 带宽收敛比

下，PD 架构推理性能劣化控制在 2%以内，显著提升 Tokens 生产效率，但其落地依赖跨集群 KV Cache 的高效传输，其广域传输的时延与零丢包直接决定端到端体验；智能体长流程、多轮、高并发的交互对连接稳定性要求严苛，需要网络提供低时延、不抖动的确定性通道，支撑 Agent 实时推理交互。总体而言，网络弹性、无损与安全等能力成为算力网络核心需求。

3.1.3 智能体互联场景与需求

面向 2030 年，智能体互联将成为最具变革性的应用场景。以金融行业为例，每位客户将拥有专属 AI Agent，通过智能连接枢纽与银行专业 Agent 建立高效安全的交互链路，资金转账、账户核对乃至投资组合调整均由 Agent 协同完成。据预测，2030 年中国网民将超 10 亿，按人均 10 个 Agent 计算，全网 Agent 将达 100 亿，10%并发率意味着 10 亿 Agent 同时在线。在协同决策场景中，尤其是工业具身智能体群体协同、车路协同等硬实时控制类场景下，网络时延须控制在 10 ms 以内，机械臂协同、紧急停车等极端控制指令甚至要求亚毫秒级，这对网络提出近乎苛刻的新诉求，呈现超大规模并发与超低时延协同的双重特征。

3.2 关键使能技术

3.2.1 超宽技术

超宽技术的核心是 IP 网络在城域汇聚层与骨干网向 800GE/1.6T 端口速率持续演进。在城域汇聚层，满足分布式训推带来的东西向流量激增；在骨干网层，支撑跨域算力调度、空天地回传与千亿级智能体互联的融合承载。技术实现上，路由器依托大容量转发芯片与高密度线卡，构建无阻塞超大容量 IP 转发平面；依托 IPv6+技术将超宽带

宽封装为可灵活调度的 IP 管道，端口速率由 100/400GE 平滑升级至 800GE/1.6T，使 IP 网络具备超宽的连接底座，为算网一体化服务提供带宽保障。

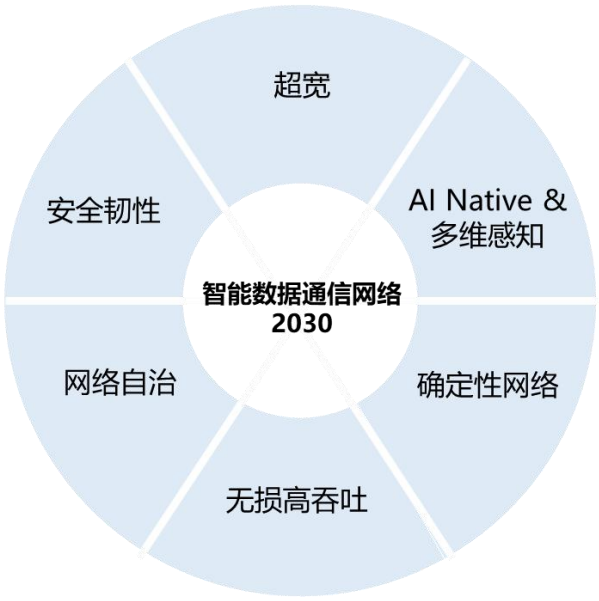


图 2 智能数据通信网络 2030 关键使能技术

3.2.2 AI Native&多维感知

业务加密化与多样化使传统基于端口、载荷的识别逐渐失效。通感将 AI 原生地嵌入网络，使网络从被动管道转为具备全域感知与主动调控能力。AI Native 从两个维度构建感知：在应用维度，依托 NetTrans 网络大模型，进行流量行为建模与深度学习，实现应用类型覆盖与 AI 应用加密流识别，并支持新变种协议的在线自适应识别；在质差维度，实时感知丢包、时延、抖动、卡顿等体验劣化指标，为确定性体验与拥塞调控提供数据底座。多维感知能力为超大规模并发场景下的异构算力协同与 Agent 互联提供识别基础，并构成流量实时拥塞缓解的决策依据。

3.2.3 确定性体验

确定性体验技术的核心是使IP网具备可承诺的时延与隔离保障。

一是超低时延转发技术。在网元层面，表项隔离、NP 硬件快转与 ShortCut 调度三类机制协同，压缩单设备转发处理时延至微秒级；在网络层面，融合链路时延与光缆拓扑信息规划最优转发路径，将网元级低时延能力贯通为端到端确定性体验，满足智算协同、工业控制等业务对严格时序的要求。二是弹性硬管道复用技术。FlexE 帧结构中引入源路由开销，赋予硬管道按需编排能力，通过码块级分时复用提升单物理端口的承载效率；进一步在跨接口间弹性复用空闲码块资源，结合错峰发送机制提升空闲带宽利用率，并以随帧开销传递的带宽按需调整信息，实现管道路径与带宽随业务流动态、实时伸缩，在保障业务隔离的同时压降单位比特承载成本。

3.2.4 安全韧性

安全韧性技术的核心是构建防窃听、防攻击、防中断的网络能力。一是全域量子加密安全传输，构建数据面、管理面、控制面三面一体的全域量子安全网络。数据面依托 IPSec、XSec、MACSec 等加密隧道，通过升级 IKE 等协议接口将密钥体系替换为量子密钥；管理面与控制面对 NETCONF、HTTPS、OSPF、BGP 等管控协议的安全通道进行量子化改造，实现转发到管控的全链路抗量子保护。为兼顾安全与成本，QKD 向内生量子方向演进，通过 CV-QKD 收发模组实现板卡集成与小型化，以光模块升级方式在现网直接支持量子密钥收发，避免新建独立 QKD 网络；同时突破超距传输限制、提升密钥生成速率，支撑每包每密钥的实时加密。二是网络设备内生智能安全防护。面向 AI 驱动攻击成为主流、变种周期缩短至分钟级、未知威胁占比过半的形势，防御体系从外挂式防火墙向设备内生安全升级，将安全能力下沉至网元内部，以 AI 对抗 AI，在网络层即识别并处置恶意流

量。三是 AI 原生路由算法。数据通信网络持续向网络末端拓展，打通海量数据与算力资源，构建泛在连接与泛在智能能力，推动传统互联网向“算-数-智-空”一体化全互联的新质互联网演进。针对空天网络、空芯光纤等新型介质引入的网络时变动态特性，以及业务对连接、算力、智能服务等多维 SLA 的保障诉求，通过将网络拓扑映射为由空间、时间、多维 SLA 构成的高维向量空间，以向量计算替代传统最短路径求解，在时变网络环境下优选传输路径；采用语义路由技术对 Agent Card、KV Cache Token 序列等高维向量实施降维压缩，并依托 IPv6 最长前缀匹配机制替代复杂语义相似度运算，支撑千亿规模智能体与分布式 KV Cache 的高性能寻址。

3.2.5 网络自治

网络自治技术的核心是依托 AI 构建自感知、自决策、自执行的闭环运维能力。基于多维感知采集的遥测与体验劣化数据，利用网络大模型与因果推理对海量告警进行关联压缩与根因定位，在故障发生前预测劣化趋势、在发生后自动生成并下发处置策略，将运维由人工排查转向机器自主决策，实现自主故障分析与处理，显著压缩故障定位与业务恢复时长。在 TM Forum 自智网络分级框架下，L4 实现意图驱动的单域闭环自智，智能数据通信网络 2030 进一步向 L4.5 迈进，向跨域、跨厂家协同演进，支持业务意图自动转译、策略自动编排与效果自校验，在多数场景下无需人工干预即可完成配置、优化与保障，逼近“零接触”运营。同时，依托多维感知提供的应用识别与体验劣化决策依据，结合算力与网络状态的实时视图，对海量数据流实现动态智能调度，在拥塞萌发阶段动态触发流级路径调整与带宽重分配，使流量在保障确定性体验的前提下沿最优路径分布，实现网络资源与

业务诉求的自适应匹配。

3.2.6 无损高吞吐

无损高吞吐指在高吞吐下实现近零丢包承载，具有两方面是能技术。一是租户级全网细粒度流量控制。突破传统端口级流控队列数受限的局限，将流控粒度由端口下沉至租户与单流，并与数据中心 rPFC 协同构建端到端精准流控平面，在任意传输距离与故障场景下保障业务流近零丢包，为分布式训推、存算分离等无损场景提供承载基础。二是流/包级全局自适应负载均衡与路由。基于自适应选路算法将全网选路计算复杂度由 O(M^N)降至 O(M*N)，在海量并发流规模下实现秒级全局选路优化，使流量沿实时最优路径分布、整网吞吐接近设计上限而不出现局部拥塞，将智能决策落地为流/包级的负载均衡与路由执行。三是 CNP 协同拥塞控制。在 IP 转发层由网络设备依据队列拥塞与 ECN 状态生成并回送拥塞通知报文，与端侧 RDMA 智能网卡协同完成发送速率自适应调节，以速率抑制替代缓存堆积，从源头消解微突发与缓冲溢出风险、避免丢包重传折损有效吞吐。

四、发展路径

4.1 分阶段演进

智能数据通信网络 2030 的演进并非一步到位，而应遵循“能力递进、场景牵引、标准先行”的原则，沿筑基试点、融合与突破、重构引领三个阶段稳步推进，使数据通信网络逐步跃迁为智能原生、自驱自治的综合服务平台。

第一阶段：筑基试点。以 IPv6 规模部署与 800GE/1.6T 超宽底座建设为先导，在算力网络东西向流量、工业控制确定性承载等典型场景开展技术验证与现网试点。重点打通超宽转发、弹性硬管道复用、

设备内生安全防护等单点能力，推动自智网络向 L4 演进，形成可复制的部署范式与测试标准，为全域演进夯实基础。

第二阶段：融合与突破。进入 IPv6+ 3.0 阶段，以算网安一体化为主线推动能力融合。AI Native 技术体系逐步成熟，确定性体验与无损高吞吐实现全网规模商用，安全韧性完成量子化与内生化的全面覆盖，进而支撑千亿级智能体互联与空天地一体化连续服务，自智网络完成从单域自智到跨域协同的关键突破。

第三阶段：重构引领。到 2030 年前后，智能数据通信网络 2030 目标形态基本建成，即以网络智能体为核心的新一代 IP 网络全面落地，通感智算存控一体、自驱自智成为常态，网络具备“指标可承诺、资源可调度、安全可内生、网络可自智”的综合能力。智能数据通信网络为全球 6G、算力网络与智能体互联提供坚实的 IP 底座。

4.2 总结与展望

展望未来，智能数据通信网络的成熟仍有赖于标准、技术与产业的协同推进。在标准层面，需加快 IPv6+ 3.0、算网安一体化与自智网络等标准的完善与落地，推动跨域、跨厂家接口与北向意图接口的统一，为智能体的互联、互信、互操作奠定基础。在技术层面，应推动 AI 原生能力深度嵌入网络架构与协议，使网络在感知、调度、防护与运维各环节真正实现闭环自智；同时，以确定性体验与无损高吞吐保障关键业务，以内生安全构筑抗量子、抗攻击的韧性底座。在产业层面，需凝聚运营商、设备商与垂直行业用户的合力，以典型场景牵引商业闭环，推动智能数据通信网络从单点验证走向全域规模商用。随着 6G、算力网络与智能体互联的兴起，智能数据通信网络 2030 有望为全球数字经济发展构筑坚实、无损、智能的 IP 底座，开启数

据通信网络新纪元。

五、缩略语

AI	Artificial Intelligence	人工智能
AN	Autonomous Network	自智网络
BBU	Baseband Unit	基带处理单元
BFD	Bidirectional Forwarding Detection	双向转发检测
BGP	Border Gateway Protocol	边界网关协议
CNP	Congestion Notification Packet	拥塞通知报文
CT	Communication Technology	通信技术
DT	Data Technology	数据技术
EDR	Endpoint Detection and Response	端点检测与响应
HAPS	High Altitude Platform Station	高空平台站
IGP	Interior Gateway Protocol	内部网关协议
OT	Operational Technology	运营技术
TE	Traffic Engineering	流量工程
UCMP	Unequal Cost Multi-Path	非等值多路径
QKD	Quantum Key Distribution	量子密钥分发
RDMA	Remote Direct Memory Access	远程直接内存访问
ICT	Information and Communication Technology	信息通信技术
IDN	Intelligent Data Communication Network	智能数据通信网络
IMT	International Mobile Telecommunications	国际移动通信
IP	Internet Protocol	互联网协议
IT	Information Technology	信息技术

XR	Extended Reality	扩展现实



媒体合作：contact@nida-alliance.org
工作机会：contact@nida-alliance.org
业务合作：contact@nida-alliance.org
官方网站：www.nida-alliance.org