

未来启航



# 6G网络内生AI技术 白皮书

(1.0)



中国移动通信集团有限公司 | 中信科移动通信技术股份有限公司

中国电信股份有限公司研究院 | 维沃移动通信有限公司 | 联发博动科技(北京)有限公司

之江实验室 | 北京欧珀通信有限公司 | 华为技术有限公司 | 中兴通讯股份有限公司

上海诺基亚贝尔股份有限公司 | 中关村泛联移动通信技术创新应用研究院

## 前 言

伴随着当下 AI 技术突飞猛进、日新月异，各种 AI 应用已在众多领域中全面深入开花，未来 6G 网络和 AI 的深度融合应用已是必然趋势。6G 网络/终端和 AI 在不同的技术层面相互赋能和促进，能够助推 6G 和 AI 双边生态产业的互惠共进共赢。本白皮书旨在提出业界对于 6G 网络与 AI 融合的产业分析和技术研究，促进 6G 与 AI 深度融合，实现 6G 网络内生 AI，希望能够为未来 6G 网络的规划与建设解决方案提供参考和指引。

6G 网络与 AI 融合实现内生 AI 是复杂且多样的，涉及网络架构的重新设计及 AI 技术的融入等，涵盖了终端、基站、云、接入网、核心网等多方面，全球各组织机构都在积极探索和研究。全面分析现在全球对于网络与 AI 融合技术策略及态势、在诸多内生 AI 技术方向中探寻更具价值的未来关键技术，并倡导产学研深度合作是我们撰写此白皮书的初衷。在此白皮书中，我们首先阐述了 5G 的发展和 6G 的研究现状，并研究了网络与 AI 融合的驱动力，然后在此基础上分别介绍了网络与 AI 融合愿景、产业现状以及发展路径和指导原则，归纳总结内生 AI 中 AI for Net 和 Net for AI 两方面的技术难点、目标和技术方案，包括 Agent 和大模型前沿技术研判，最后呼吁全球产业合作，加速 6G 网络与 AI 融合技术成果的转化和应用，

白皮书由中国移动等 11 家央企和产学研单位联合发布，促进 6G 与 AI 融合领域在未来产业通信领域达成阶段共识，推动整个通信网络产业和业务的升级和发展。

# 目 录

1. 背景.....	4
1.1 5G 发展和 6G 研究现状.....	4
1.2 网络与 AI 需求和驱动力.....	4
2. 愿景、现状、路径和原则.....	6
2.1 网络与 AI 融合愿景.....	6
2.2 产业现状.....	7
2.3 发展路径和指导原则.....	8
3. 技术方案.....	9
3.1 技术攻坚.....	9
3.2 AI for Net 和 Net for AI 技术目标.....	11
3.2.1 AI for Net 技术目标.....	11
3.2.2 Net for AI 技术目标.....	12
3.3 技术方案.....	14
3.3.1 AI for Net 技术.....	14
3.3.1.1 AI 赋能 RAN.....	14
3.3.1.2 AI 赋能核心网.....	16
3.3.1.3 AI 赋能端到端 QoS 优化.....	17
3.3.2 Net for AI 技术.....	18
3.3.2.1 融合架构思考.....	18
3.3.2.2 融合关键技术.....	20
3.3.2.3 融合基础平台.....	21
3.3.3 前沿技术研判.....	21
3.4 价值场景.....	23
4. 产业倡议.....	24
缩略语列表.....	26
参考文献.....	28

# 1. 背景

## 1.1 5G 发展和 6G 研究现状

5G 的发展是全球通信领域的一个重要里程碑，它带来了更快的数据传输速度、更低的延迟和更大的网络容量，同时也带动了多个行业的数字化转型和创新，但应用深度有待进一步加强，缺乏真正的杀手级应用。目前 5G ToC 业务承载流量的优势已初步显现，5G ToB 在煤矿、钢铁、港口等对生产安全性要求非常高的行业的应用取得了良好成效，但在其他行业的规模复制中面临诸多挑战，跨领域合作仍然存在壁垒，需求碎片化严重，行业间协调机制有待完善。5G 到现在正式商用已经有 5 年，目前各产学研机构正在研究和积极推动 5G-A 的标准化和商用，未来对于 5G-A 垂直行业的探索和发展，将会培育新的产业生态和商业模式，也将为 6G 实现“万物智联”奠定坚实基础。

6G 是继 5G 之后的下一代通信技术，目前 6G 处于早期研究和开发阶段，全球许多国家和行业组织已经开始布局 6G 技术研究。诸多海外组织包括美国 Next G 联盟、欧盟 Hexa-X 和 Hexa-X II、韩国三星及日本 NTT DoCoMo，以及众多国内的产学研单位包括三大电信运营商、各大高校和厂商等，都在积极地参与 6G 技术研发，提出各自的技术演进路线图，全球 6G 技术竞争形势愈加激烈。未来 2025-2030 年，6G 将进入标准制定阶段，预计到 2030 后进入商用阶段，6G 技术逐步走向商用，应用于各行各业。

## 1.2 网络与 AI 需求和驱动力

ITU 定义了 5G 网络的 eMBB、uRLLC、mMTC 三类场景，并在标准中定义了三类解决方案，同时引入了移动边缘计算和网络切片等新技术，以满足差异化和碎片化的应用场景需求，特别是面向 2B 的差异化应用场景。一方面现有上述 5G 能力无法满足 6G 场景中超高峰值速率、超低时延、立体覆盖、超高精度定位能力和时延确定网络等要求，采用传统方法提升网络性能指标存在一定瓶颈，AI 技术可以提供一种新的实现方案；另一方面随着 AI 技术的广泛应用，未来网络也要提供 AI 相关的能力及服务，更好地满足未来业务的变化及需求。

由 5G 需求驱动，在 5G 网络中，已经开展了一些 AI 技术应用相关的探索工作并取得了一定的成果。例如：利用 AI 技术实现自组织网络（SON）的自配置、自优化和自修复，减少人工干预，提高网络管理效率；在 5G 垂直行业如石油化工、建筑、矿场等应用中，5G 专网支持现场监控设备的连接，增强生产状态的监控能力同时通过 AI 技术实现智能精准化异常故障预警和风险管理；AI 还能通过分析和优化网络流量、预测故障等方式，增强 5G 网络的稳定性、安全性和智能化水平；3GPP 等国际标准化组织正在将 AI 技术引入 5G 的业务和网络架构中，以支持 AI 和机器学习服务，包括模型分发、传递和训练等方面。AI 技术在 5G 和 5G-A 时代的应用场景、潜在需求和网络架构设计方面的研究，正在为未来 6G 网络与 AI 融合设计奠定基础，同时也在促进网络与 AI 的深度融合，推动在 6G 网络架构的革新和技术的创新，实现 6G 网络内生 AI。

由 6G 需求驱动，面向新场景，围绕 6G“数字孪生，智慧泛在”总体愿景，未来移动通信网络将在智享生活、智赋生产、智焕社会三个方面催生全新的应用场景。2023 年 6 月，国际电信联盟无线电通信部门（ITU-R）如期完成了《IMT 面向 2030 及未来发展的框架和总体目标建议书》[1]，AI 与通信作为 6G 的六个典型场景之一被提出，由此可见 AI 将在 6G 扮演重要的角色。6G 不再是仅仅提供连接能力的管道，而是通信、感知、计算、AI、大数据、安全等技术的深度融合、空天地一体全域覆盖的新一代移动通信网络，呈现出极强的跨学科、跨领域发展特征。6G 网络将具备“大算力”的硬件环境和条件，因此可有效地支撑各种 AI 应用的算力需求；6G 网络将具备“AI 全生命周期管理”的智慧内生能力，因此可有效地支撑 AI(大)模型的构建训练推理优化等 AI 业务；6G 无线系统将具备“无线感知+网络感知+用户感知”等更强大能力，因此可有效地支撑各类 AI 应用的（大）数据需求。此外，6G 无线系统还天然具备着“更强大的超级终端”、“边缘式”（超级基站）、“分布式”（泛在组网）和“语义式”（基于本地智能体代理）等特征，因此，6G 网络和 AI 的融合具备非常坚实的条件基础和发展必然性。AI 技术将成为 6G 网络的内生能力，从而助力 6G 网络适配更多应用场景。

6G 网络旨在构建一个更加智能、高效、安全、可信的下一代移动通信网络和智能信息服务平台。未来，6G 网络与 AI 将深度融合，实现内生 AI。6G 网络内生 AI 是在 6G 网络架构内部提供数据采集、数据预处理、模型训练、模

型推理、模型评估等 AI workflow 全生命周期的完整运行环境，将 AI 服务所需的算力、数据、算法、连接与网络功能、协议和流程进行深度融合设计。

## 2. 愿景、现状、路径和原则

### 2.1 网络与 AI 融合愿景

面向 6G 智慧泛在愿景，现有“外挂式”和“碎片化”的网络智能化解决方案和云 AI 服务供应方案存在效率较低，难以提供近实时高性能 AI 应用和服务的弊端，无法满足未来网络智能化、垂直行业等对智能的需求。

6G 网络内生 AI 的实现需要网络与 AI 深度融合。，具体体现在以下四个方面：

(1) 在架构和业务能力方面，支持连接、计算、数据和 AI 算法/模型等元素的深度融合和高效协同，支持将 AI 能力按需编排到无线、传输、承载、核心等，支持“AI 全生命周期管理”和各种 AI 业务能力，为高水平网络自治和多样化业务需求提供智能化所需的基础能力。

(2) 在硬件平台资源和能力方面，6G 网络将能够最大池化和共享复用内部的算力资源，灵活高效地支撑内外各种 AI 应用（大）算力需求，实现 AI 四要素的按需调度。例如：基于泛在的算力感知和编排协同利用等。

(3) 在数据获取流转和治理方面，6G 网络将能够高效高质量地支持 AI 应用各种需求，例如：基于感知采集、随路处理和特征提取为 AI 模块贡献高质量的数据集等。

(4) 面对 6G 网络内外各种不同的 AI 应用需求，6G 无线系统将能够充分合理地利用“边缘式”、“分布式”和“语义式”等技术手段和它们的组合进行灵活操作，在线高效地完成 AI 任务。

6G 网络 AI 融合旨在研究内生 AI 的关键技术体系，形成 6G 网络与 AI 双向赋能的理论与技术方案，并构建一套内生于网络架构的高效率高性能 AI 服务供应系统，促进未来 6G 网络实现从传统通信网络向智能信息服务网络的重大转变。

## 2.2 产业现状

在研究布局上，国内方面，2020年12月，中国移动联合多家成立专注于6G网络AI技术的产业组织6GANA（6G Alliance of Network AI），并率先提出内生AI [2]的理念，旨在促进AI与无线网络的深度融合。IMT2030-6G推进组的无线AI任务组发布《无线AI技术研究报告》[3]，重点关注基于AI/ML的物理层、链路层、网络层技术，从AI for Network的角度探讨如何对网络进行预测、优化、管理、控制等。CCSA成立无线通信技术工作委员会（TC5）前沿无线技术工作组（WG6），并发布了《面向原生智能的新一代无线通信与网络架构研究报告》、《新一代无线网络边缘智能技术研究》等与6G网络内生AI框架的研究报告[4][5]。国外方面，O-RAN联盟正在推动无线空口AI和网络AI标准化制定工作，标准初步支持AI for RAN以及RAN for AI的基础能力。国际标准组织ITU将“通信与AI融合”作为6G网络的重要应用场景，强调了AI与通信之间互利互惠的关系[1]。3GPP RAN在R18通过“AI/ML for NR Air Interface”立项，旨在充分挖掘机器学习预测能力，探索AI在物理层的应用，并开展支持AI的5G无线接入网总体功能框架设计。日本软银、美国英伟达牵头成立AI-RAN联盟，旨在聚焦人工智能（AI）和无线接入网络（RAN）融合的6G关键技术方向，升级现有网络基础设施、提高移动网络效率、部署边缘AI服务。Next G Alliance则发表了《Next G Alliance Roadmap to 6G》白皮书强调了6G网络AI功能方面，需要实现通信计算和数据的深度融合、移动和云系统的全面融合和大规模网络计算结构部署[6]。

在硬件支撑上，6G网络的内生智能技术将使网络从传统的连接管道转变为提供多元化服务的平台，这将需要更智能的硬件支持，包括AI加速器和智能处理单元。AI芯片技术正在快速发展，包括更高效的算法、更先进的芯片制造技术、更强大的计算能力，这些技术进步为AI应用提供了更强大的硬件支持，并且产品结构多样化，包括GPU、FPGA、ASIC及类脑芯片等，GPU因其并行计算和浮点运算能力在AI芯片市场中占据主导地位。全球各大AI芯片厂商都在积极布局AI芯片市场，例如英伟达、高通、英特尔、三星、联发科、华为海思、寒武纪、地平线等。

## 2.3 发展路径和指导原则

### 发展路径：

从 AI 赋能网络和网络使能 AI 两方面考虑内生 AI 技术的发展路径如图 2-1，研究基于 AI 提升通信系统性能的技术，以及将通信系统作为平台为用户提供更好的 AI 服务的技术，二者“双向驱动”。

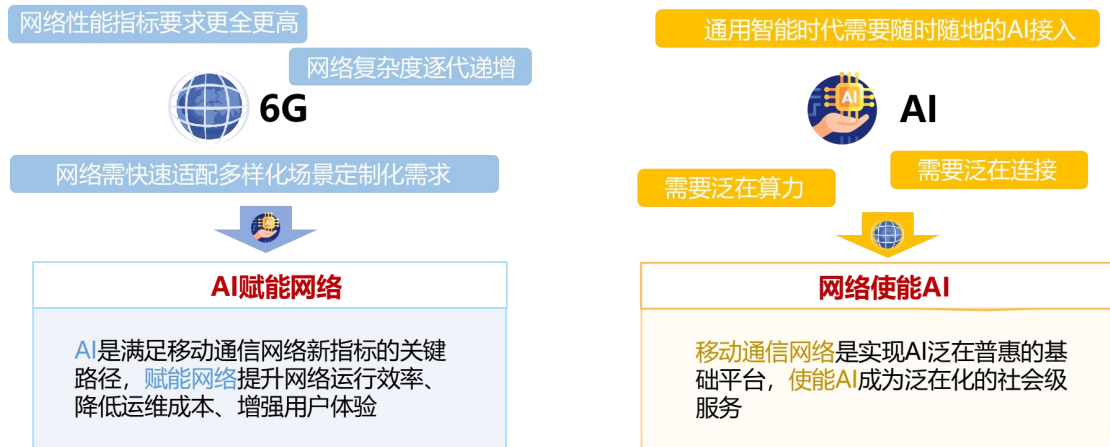


图 2-1 6G 网络与 AI 融合技术的发展路径

AI for Net（AI for Network，AI4NET）：即 AI 赋能网络，通过 AI 提升网络自身的性能、效率和用户服务体验。AI 赋能网络主要研究包括利用 AI 优化传统算法（如空口信道编码、调制）、优化网络功能（如移动性优化、会话管理优化）、优化网络运维管理（如资源管理优化、规划管理优化）等。

Net for AI（Network for AI，NET4AI）：即网络使能 AI，通过网络为 AI 提供多种支撑能力，使得 AI 训练/推理可以实现的更有效率、更实时，或者提升数据安全隐私保护等。NET4AI 将传统网络范围从连接服务，扩展到算力、数据、算法等层面。

### 指导原则：

（1）3GPP 已在 5G-A 阶段标准化 AI for Net，并进一步研究 Net for AI，但两者在时间节奏上不同。3GPP 从 CT 视角融合利用 AI，以可验证可变现的价值用例为先导，不主张盲目夸大 AI 价值。因此，6G 网络与 AI 融合发展应遵从“可验证可变现的价值”原则，并与 5G-A 融合 AI 应用范式保持演进性和继承性。

（2）6G 系统设计要以提升通信网络服务的品质效率为首要目标。6G 网络的基础逻辑架构和协议流程等，首先要优先适配通信网络类服务，产品规格和资



源配置也是以保障提升通信网络类服务为主。在此之上，通过叠加 AI 功能模块和资源，进一步拓展 AI 业务服务能力，共享利用内部资源，实现更大的价值开发解锁。

(3) 当前 AI/ML 机制存在局限和不确定性，6G 网络需要融合更可信更鲁棒的 AI 应用，提供更可信更鲁棒的 AI 服务能力，需要支持从外部网管到核心网再到基站终端的孪生仿真（预）验证功能，实现在线强化学习和快速 AI 模型调优能力。

(4) 虽然 3GPP 标准不考虑算力要素和实现方式，但 6G 网络设计必须考虑算力资源的合理配置和高效利用。传统通信业务控制面和用户面功能依赖 ASIC、CPU 和 DPU 等算力，性价比越来越好，供应链也安全有保障，这些算力将继续被维护和大规模应用。异构算力模块间大规模集成和高速互联传输方式可能带来更多跨厂家的规范标准化需求。

(5) 6G 网络是分布式系统，包含多种网元节点，如终端、基站和核心网元。4/5G 网络的智能化程度较低，没有任务自驱动、资源自编排和业务自管理能力。6G 网元节点将具备本地智能体 Agent 能力，有更强的任务自规划、性能自寻优、运行自排障等决策能力。Agent 之间的交互协作形式可采取更灵活泛化的语义式 Chat 形式，弱化放松不同网元间的协议化组网限制。

## 3. 技术方案

### 3.1 技术攻坚

分析 AI for Net 技术，一是 AI 赋能的空口存在高精度实时数据采集处理开销较大、数据标准化程度不足、数据来源多样复杂、数据种类与时间粒度差异大、数据整合困难等挑战。二是工业界迫切需要深化空口多模块、全链路、系统级 AI 设计，包括综合考虑信道空、时、频域相关性的信道估计、预测、压缩、恢复等模块的一体化设计，信道获取与 MIMO 预编码联合设计，信道估计与 MIMO 检测的联合设计，收发链路联合设计，以及多小区协作与多小区联合调度与信号处理等。三是 AI 赋能空口的工程可用性弱，技术方案的整体实用性、均衡性和系统性难以保证。四是 AI 赋能的高层存在业务负荷和承载的变化趋势预测难、

用户移动轨迹预测难、用户体验与资源配调参数建模难的挑战。五是构建网络大模型的思路尚不明确，如基于现有的 Transformer 或者设计适用于通信领域的原生算法尚不清晰，以及通信网络如何克服大模型幻觉问题。

分析 Net for AI 技术，一是 6G 使能 AI 的增益不明确，导致场景界面模糊，需要发挥 6G 特色优势，筛选网络使能 AI 的价值场景。二是现有“外挂式”和“碎片化”网络智能化解决方案供应方案存在效率低、成本高、性能差、周期长的问题，云 AI 服务存在隐私差、尽力而为、服务质量差的问题，需要通过内生 AI 提供近实时、高性能 AI 应用和服务来满足未来网络中行业用户智能普惠、用户极致体验对智能的需求。三是传统 QoS 保障机制以会话和连接为指标，无闭环保障，用户 QoS 保障存在挑战，需要统一的质量保障体系评估和保障差异化场景 AI 服务质量。四是由于 AI 所需资源的多维性和异构性，实现网络内部高效的通、算、数、智功能按需组合和多维资源协同调度存在挑战，需要多维资源融合控制机制来满足高实时高性能的 AI 服务质量。五是需要统一的网络架构和基础平台支撑第三方应用和网络自用的应用。

除此之外，在一些理论基础上，需要重点关问题的问题包括：一是 AI 模型问题。具体地，模型的泛化性弱，针对特定网络场景的特定任务优化的模型，在网络场景迁移后，性能存在明显下降；模型的通用性差，无法使用一个模型适用多个任务场景，导致投入大，代价高；模型的可解释性差或者缺乏可解释性，从而无法规避 AI 模型的不可解释性带来的网络风险问题。二是由于数据质量、模型过拟合、推理方法等多种因素，大模型在生成文本或处理任务时，可能会产生与事实不符、逻辑矛盾或误导性的输出，即出现“幻觉”。大模型的幻觉与通信的可靠性之间存在矛盾，无法满足通信高可靠性需求。当通信的可靠性无法得到保障时，会加剧大模型的幻觉现象，增加 AI 推理结果的错误率和虚假性，降低用户体验。三是在通算一体理论构建方面，通信和计算的性能指标衡量维度存在差异、且计算的理论性能边界难以量化，进而导致通算融合的理论性能分析存在挑战。

## 3.2 AI for Net 和 Net for AI 技术目标

### 3.2.1 AI for Net 技术目标

6G 中的 AI for Net 将是一个原生的、泛在的技术，为 6G 提供全面的支撑。为了在 6G 更好地发挥 AI 的作用，需要结合用例的丰富性和系统的执行效率，提出更科学、更高效、更普适的设计目标。

#### 目标一：基于逻辑功能的统一生命周期管理

随着 AI 技术的成熟和 AI 设备的普及，将会有更多高价值的 AI for Net 用例。如果仍沿用 5G 中烟囱式用例设计方式，协议的复杂度和冗余度将会大幅增加，其中 AI 模型的生命周期管理是协议影响较高的流程。同时，通过分析对比可以发现，不同用例实现的生命周期管理的逻辑功能是相同的，即所有用例都离不开数据收集、模型训练、模型部署、模型推理和模型管理等逻辑功能。因此，在 6G 中部署 AI 用例，应以逻辑功能和逻辑节点为基准进行生命周期管理方案的设计。因此，可以基于上述逻辑功能设计一套统一的生命周期管理方案。设计好一套基于逻辑功能和逻辑节点的生命周期管理方案后，在具体的用例中只需要将逻辑节点映射到实际的物理节点即可完成不同用例的生命周期管理。

#### 目标二：AI 资源与用例解耦

6G 网络的 AI 用例对 AI 资源的需求存在一定的错峰现象，即不同的用例对 AI 资源的需求在时间上呈现不同的规律，不同用例的资源需求峰值的出现时间也不尽相同。对此，可通过 AI 资源与用例解耦，以更小的成本和代价实现更优的资源利用率和性能。多用例共享 AI 软件资源时，需要考虑多个用例的平台是否兼容，以及多个用例的算法软件接口是否兼容。此外，终端侧调制解调器专用 AI 资源和终端通用 AI 资源之间的共享也值得关注。随着 AI 的普及，终端侧通用硬件的 AI 软硬件能力将大大提升，甚至会远高于调制解调器专用的 AI 软硬件能力。因此，可以将调制解调器内部的 AI 资源和通用 AI 芯片上的 AI 资源进行协调和共享，为 AI 用例提供服务。这两种资源的共享可能会导致不同的模型推理延迟，因此需要进一步考虑对不同用例的适用性。

#### 目标三：支持丰富的学习架构与方法

不同类型的用例一般需要采用不同的训练/学习方法。封闭-静态环境中的用

例是最简单的一类用例，通过监督学习的方式即可获得泛化性较高的模型，并可以直接部署推理。封闭-动态环境中很难通过离线训练获得泛化性好的模型，因此需要通过迁移学习、小样本学习、持续学习等技术实现模型与环境的适配。开放-静态环境中的关键是用例与环境或系统会存在较强的交互，环境或系统会根据模型给出的结果发生变化，强化学习是解决此类问题的重要手段。而开放-动态环境是最复杂的环境，需要联合迁移学习、强化学习等才能实现优秀的推理性能。此外，网络中的数据往往分布在各个节点，同时考虑到数据隐私的需求，分布式学习也是一种非常有价值的学习架构。

#### **目标四：持续自演进**

无线环境和系统需求随着时间都会不断变化，所以用例和模型都需要不断地演进来自适配系统。这种演进，如果仍依赖于人工调参和用例选择，演进效率将会大打折扣。因此，如何将模型和用例的演进过程自动化是一个值得深入研究的问题。融合了 AI 的未来移动通信系统在运行过程中将不断地、自动地收集数据、提取知识、与环境 and 用户迭代交互，自动化地实现旧模块的更新、淘汰以及新模块的衍生，逐步搭建更高效的通信系统，称之为自演进。AI 自演进可划分为 L1~L3 共三个层级，自演进能力逐级提升：

- **L1 级自演进：AI 模型参数自演进。** L1 级自演进是在短时间内完成模型参数的自动更新，适配业务需求和部署环境的变化。
- **L2 级自演进：AI 模型超参数（如输入、输出、结构）自演进。** L2 级自演进是 L1 级自演进的高阶版本，不仅可以解决参数适配问题，还可以基于实际环境中的数据自动地找出最适配该用例的模型超参数。
- **L3 级自演进：AI 用例自演进。** 这一级别的自演进跳出了特定用例的束缚，可以对新用例进行探索，也可以对旧用例进行淘汰。而用例变化的过程中自然伴随着 L1 和 L2 级的自演进。

### **3.2.2 Net for AI 技术目标**

Net for AI 面向时延保障类、大带宽类、位置移动类智能服务场景，通过在资源层、功能层融合通信、计算和智能，构建内生于 6G 网络的 AI 能力，为网络自身和第三方用户提供泛在普惠的智能服务。

Net for AI 需要遵循以下设计目标：

#### **目标一：内生、能力驱动式 AI**

在现有 5G 架构方案上做增量式 AI 功能开发，会导致结构僵化，难以灵活高效提供 AI 服务，6G 要在架构设计之初通过内生模式来支持差异化 AI。因此，在架构设计上，需要内生于网络的服务流程。

#### **目标二：多要素协同**

当前 5G 移动边缘计算 (MEC)/云 AI 通算数智资源协同是非实时且独立的，效率有待提升，6G 要实现全局统一的通算数智资源按需调度。因此，在架构设计上，需要以任务为中心，融合控制通信、计算、数据和模型等多维度资源，按需支撑推理、训练等 AI 任务执行。

#### **目标三：服务质量保障和安全可信**

当前 AI 解决方案不实时感知用户需求，AI 功能和服务是尽力而为的，6G 要保障低时延、高可靠、可信等 AIaaS 服务需求。因此，在架构设计上，需要制定统一的 AI 服务质量评估标准和 AI 服务质量的端到端保障机制。同时，网络 AI 也会带来很多潜在安全风险，6G 网络中 AI 的解决方案的安全和可信是未来研究的重点，要求 AI 解决方案可解释且鲁棒，并且能够抵御内部和外部威胁，同时信任可以被管理。需要在设计阶段就充分考虑这些新的安全可信需求，并通过新的安全关键技术来保障网络的安全和稳定运行。

#### **目标四：绿色低碳成本实现**

6G 网络内生 AI，其大量计算带来的能耗问题也日益凸显。一方面，面向 AI 服务，网络需可感知 AI 工作负载并合理编排，实现绿色节能可持续发展的重要目标。另一方面，当前网络 AI 模型效果验证只能在事后进行，AI 的概率性与网络可靠要求存在矛盾，6G 要实现 AI 模型效果预验证、在线评估和全自动的闭环快速优化，因此，在架构设计上，需要智慧内生框架与网络数字孪生紧密协同，构建低成本虚拟环境，预测未来网络状态，验证 AI 决策。

### 3.3 技术方案

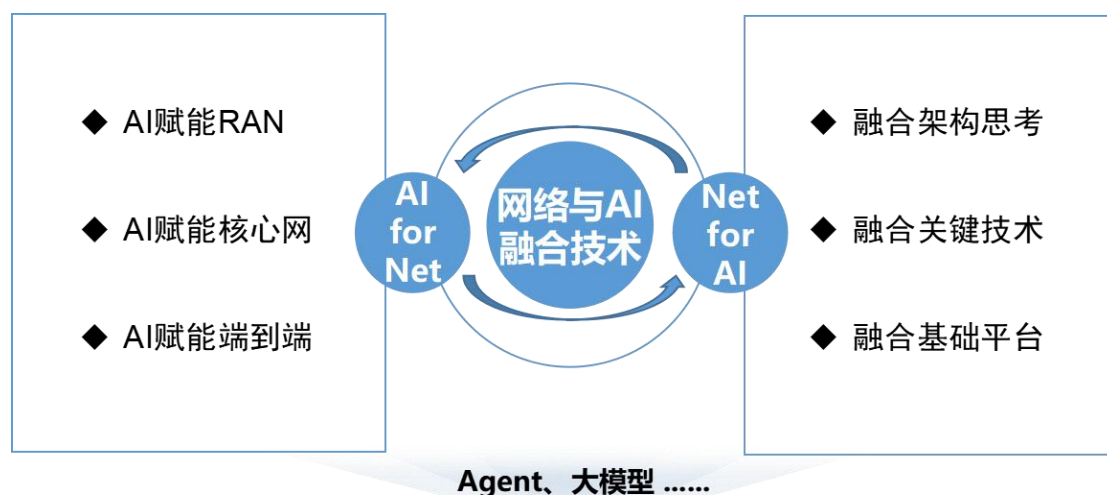


图 3-1 6G 网络与 AI 融合技术体系

业界在 2017 年把无线大数据和 AI 引入网络架构、空口协议栈与信令流程流程设计[7]，后续又提出支持实时 AI 推理的多种接入网架构[8-9]。为了解决上述一些技术难题和实现上述技术目标，我们提出网络与 AI 融合技术体系，分为 AI for Net 和 Net for AI 两方面。具体的，AI for Net 按特征区分，在提升 6G 网络性能（网络运行）和运维效率（网络运维）方面具有显著优势，能够解决 5G 面临的一些关键矛盾，满足未来通信需求，按应用位置区分则在 RAN、核心网及端到端发挥关键作用。Net for AI 包括融合架构、AlaaS/QoAIS/资源融合控制等关键技术、融合基础平台的研究。除此之外，Agent 和大模型等 AI 领域的前沿技术为两者提供了更多、更高效解决问题的途径。

#### 3.3.1 AI for Net 技术

##### 3.3.1.1 AI 赋能 RAN

RAN 引入 AI 技术可考虑物理层和高层两方面。其中物理层有单链路、多链路 MIMO 和系统级设计的场景，例如在单链路中，主要解决“实际系统的信道和噪声分布多种多样使得低导频开销下的信道估计难度大”、“器件的非线性导致高阶调制性能差”、“信道无法支持信源 QoS 时需要信源信道的联合优化，但是信源信道联合设计挑战大”的问题；在多链路 MIMO 中，主要解决“更大规模的基

站天线数和数据流数使得中高速场景下信道获取非常挑战，性能提升代价大”、“多用户预编码复杂度高，系统的功耗高”的问题；在系统级设计中，主要解决“大规模用户接入”、“大规模天线部署”、“密集小区部署导致干扰严重”的问题。高层包括用户业务体验保障、无线性能优化和网络能耗优化等场景。用户业务体验保障场景主要是通过 AI 算法高效地分配有限的频谱、功率等资源以满足用户业务需求；无线性能优化场景主要是通过 AI 对网络流量、用户行为、信号质量等数据进行分析和挖掘，实现自动化网络配置、故障检测、性能优化等；网络能耗优化场景主要是通过 AI 分析网络流量模式、用户活动和环境因素，为高层协议提供节能策略。

物理层对应的关键技术，比如可考虑包括 AI 使能的高阶调制技术、AI 使能的高精度信道获取技术、AI 使能的导频开销降低技术、AI 使能的大规模 MIMO 技术、高效率空口 AI 算法设计方法、信道数据集构建方法等。高层对应的关键技术包括基于 AI 的无线资源管理，通过 AI 算法分析网络的实时数据，预测网络流量、用户需求和业务 QoE、识别网络中的干扰模式和信道状态，动态调整资源分配策略，提高网络的整体性能和用户体验；基于 AI 的网络优化，联合编排多种无线资源，如调度，AMC，功率等资源，实现无线空口频谱效率的最大化；基于 AI 的网络能耗优化，利用智能化算法进行设备能耗和网络性能的实时预测，辅助节能及网络参数寻优，实现网络能效优化。

在无线空口引入 AI 能力，比如可考虑基于 AI 的收发机、MIMO 信道处理和预编码、小区间干扰协调等，将对网络架构、功能、接口和部署方式带来新需求。例如可考虑新增无线计算功能负责 AI 推理所需的算力和模型执行；新增无线数据功能负责 AI 模型传输、大数据的存储转发以及大数据清洗、格式转换、AI 训练中间数据的传输等功能；增强无线控制功能负责 AI 任务的生命周期管理，解决空口 AI 的场景和信道环境差异较大使得 AI 模型跨场景泛化能力较弱的问题。也可考虑在 RAN 侧引入 AI/ML 逻辑功能来支持数据采集、模型训练、模型推理和模型管理等。既要满足 RAN 高层对不同时间尺度 AI/ML 的需求，又要支持区域级的决策最优和站间协同合作和计算资源池化共享。因此，RAN 侧的 AI/ML 功能可分为 RAN 集中式 AI/ML 功能和分布式 AI/ML 功能。其整体逻辑框架如图 3-2 所示。

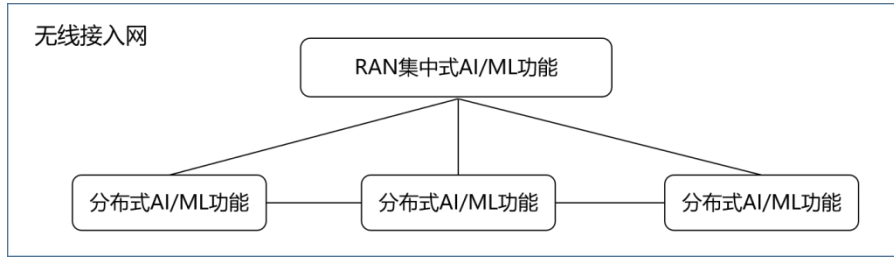


图 3-2 RAN 侧 AI/ML 功能逻辑框架

具体功能定义为：

- **RAN 集中式 AI/ML 功能：**具备数据采集、模型训练、模型推理、模型管理、模型存储功能，同时还具备分布式 AI 节点管理以及计算、数据、模型和连接多维资源的协同控制功能，可实现站间协同、计算资源池化共享和区域级全局最优决策；
- **分布式 AI/ML 功能：**具备数据采集、模型训练、模型推理和模型管理功能，可实现无线接入网对实时智能的需求。

### 3.3.1.2 AI 赋能核心网

基于核心网实现的功能中，主要的应用场景包括：一是通过 AI 技术进行网络数据分析，对网络中的用户数据拥塞和会话管理拥塞等进行预测和反馈控制，从而提高网络的运行效率和用户体验；二是网络基于 AI 技术，通过数据收集、处理、分析和监控等，实现对网络流量的实时检测和智能分析，为网络优化和故障定位提供有力支持；三是网络通过实时监测网络流量和资源使用情况，利用 AI 智能分析和决策技术，动态地调整资源的分配和网络的运行状态，实现网络的节能。

对应的关键技术包括：AI 模型数据压缩技术，例如剪枝、量化和模型蒸馏等，这些技术手段可以单独或组合使用，根据具体情况来优化模型的大小和计算需求，以满足资源有限设备的要求。计算和存储技术，为实时性等方面的不足无法满足计算和存储需求、呈现“算不动”的局面提供解决方案。高性能数据传输技术，为 6G 网络网元间的数据传输提供了更丰富的选择，相比于 5G 核心网基于单一 HTTP/2 协议的数据传输可大幅增强数据传输速度和效率。未来网络业务数据流将呈现多样化的传输特征和信息特征，传统匹配预定义的硬编码规则方法将难以精准识别业务流的类型和特性，利用 AI 技术对业务识别，具有更强的泛化性，



突破人工设计特征或规则的局限。进一步，基于 AI 的网络业务数据流 QoS 策略制定，控制输出的 QoS 配置恰好满足业务体验，在减少网络资源开销的同时实现差异化的 QoS 保障目标，优化业务体验和系统性能。数字孪生技术，实现智能网络规划优化、故障分析、诊断、预测等。

在核心网引入 AI 能力，比如网络智能感知、智能分析、智能决策、智能执行等，将对网络架构、功能带来新需求。可考虑新增核心网计算功能、新增核心网数据功能、新增数据总线功能、增强服务、新增数字孪生体功能等。

### 3.3.1.3 AI 赋能端到端 QoS 优化

网络与业务的深度融合以提升端到端 QoS 是无线通信的一个重要任务。AI 赋能端到端 QoS 优化的主要应用场景包括：1) 跨层跨域 QoS 指标的智能决策与配置，包括传输、IP、核心网、接入网、终端等，保证端到端服务质量的要求；2) 满足端到端 QoS 指标的智能基站调度，基于业务、信道状态、业务体验等信息灵活调整 QoS 参数。

对应的关键技术包括：未来业务特征的预测，包括数据包大小和间隔的预测以及业务 QoS 需求的动态分析。空时频域无线信道的预测，便于准确的获得未来时间窗的信道特征，为智能调度提供依据。端到端 QoS 参数的联合配置，根据各域提供的信息产生各域的 QoS 指标，从而达到端到端优化的效果。中国移动在[10]中提出网业融合新机制，通过跨域协同实现跨域信息的收集、处理与决策，推动全网络多域的联合端到端业务质量提升。图 3-3 是以跨域协同中心(Cross Domain Coordination Center)实现的一种示例方案，AI 有助于更加精确的预测无线信道和业务特征、使能基站智能调度以及跨层跨域的决策。

在业务与网络的端到端系统中引入 AI 能力，比如业务特征的预测、空时频域无线信道的预测、端到端 QoS 参数的决策和执行等，将对网络架构、功能带来新需求。可考虑新增跨域协同中心的新网元或者功能、协同中心与其他各层各域的接口和信令流程等。

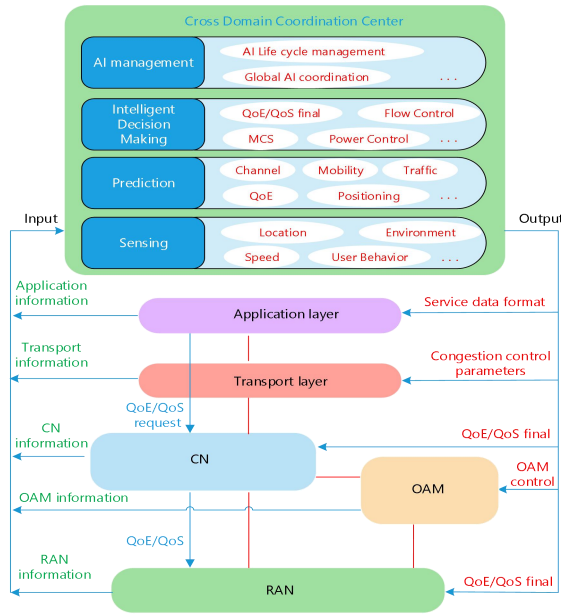


图 3-3 智能跨域协同机制推动网络与业务的深度融合示例方案

### 3.3.2 Net for AI 技术

#### 3.3.2.1 融合架构思考

架构的设计首先要遵循适用原则，即“适用优于业界领先”，要求网络架构满足“二八定律”，核心功能支持 80%业务需求，20%长尾需求可选，以避免过度设计。该原则的关键考虑因素是性能满足需求，快速规模化部署。然后是至简原则，即“简单优于复杂”。如果没有必要，不增加实体，简化结构和逻辑，避免不必要的复杂性，该原则的关键考虑因素是高效低成本，稳定高可用。最后是柔性原则，即“柔性动态优于一步到位”，快速上线新服务的基础是柔性网络架构，使得网络能够满足各类智能应用场景下多样化 AI 服务需求。该原则的关键考虑因素是开放式、灵活可扩展。6G 网络与 AI 融合架构架构设计方法，分为定任务、定要素、定层级和定连接四个步骤，并由场景驱动，持续迭代。基于上述设计原则，图 3-4 示例了一种 6G 网络与 AI 融合的无线网络系统框架，为 6G 网络架构的设计提供参考。系统框架中，无线系统从“功能独立、资源隔离”向“通算融合”、从“烟囱式设计”向“网络平台化”、从“单一能力”向“服务多样化”的设计转变，满足 6G 与 AI 的融合发展、通感一体、多要素融合等需求。6G 网络与 AI 融合的无线网

络系统框架包括：基础设施层、网络功能层、管理编排层。

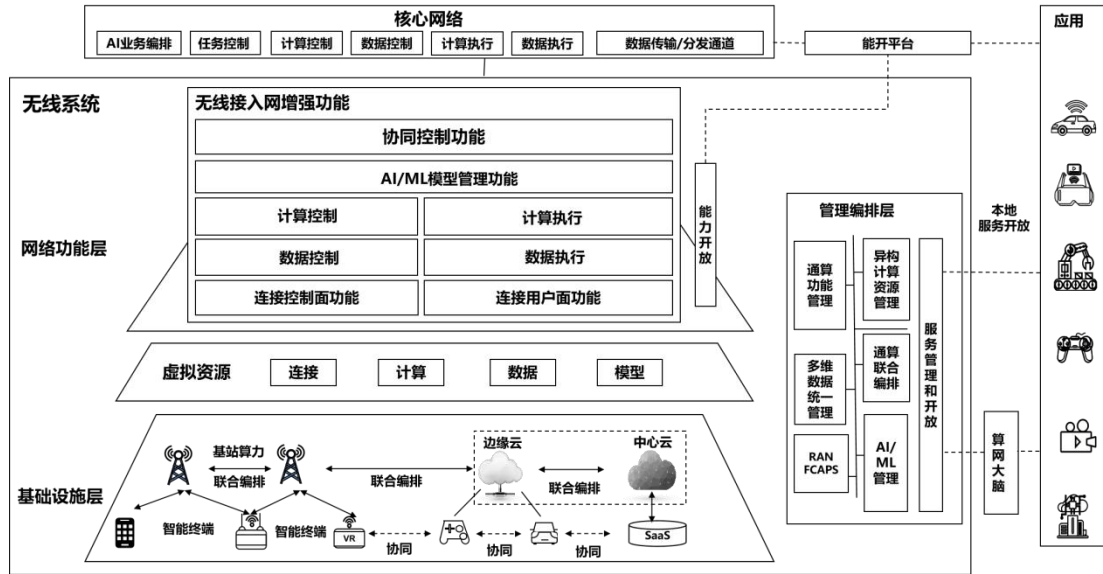


图 3-4 6G 网络与 AI 融合的无线网络系统框架

无线接入网增强功能实现跨节点通算智多维异质资源协同，基站和终端作为分布式计算节点可完成计算执行、数据执行。无线接入网能力开放可通过运营商能开平台向业务应用提供实时/近实时无线侧数据，使能业务应用根据无线通算状态调整数据处理，实现网络与业务协同。编排管理层可将无线接入网通算资源封装为服务对外开放，例如连接服务、计算服务和通算一体服务。

针对 AI for Net/Net for AI 场景网络不同域对 AI 实时性等要求不同，可以考虑通过分层集中式协同控制+分布式 AI 执行的架构部署方案，实现要素供给与任务需求间的最优匹配。其中，无线接入网具有分布式、广覆盖的特征，是理想的深度边缘计算平台。无线侧分布式 AI 执行应考虑时延差异性、隐私要求、传输开销，AI 执行要素的分布原则有：

- a. 按需原则：分布在有业务需求的层级和节点；
- b. 就近原则：分布在尽量靠近业务需求的位置；
- c. 协同原则：分布在有协同关系的终端/网络节点。

分层集中式协同控制应考虑实时性需求，协同控制效率、可靠性要求，AI 控制要素的分布原则有：

- a. RAN 侧资源可开放：RAN 侧四要素可与核心网协同等；
- b. 接入网区域级实时控制：通/算/数/智多维资源实时控制调度；多终端/基站节点的集中跨节点协同；实时适配无线空口动态变化。

基于以上原则，在无线接入网引入区域级集中控制节点，并将计算控制、数据控制、模型管理等功能部署于区域级集中控制节点，可有效满足 RAN 侧 AI 任务毫秒级响应以及跨节点资源共享效率。同时，从增强架构灵活性角度考虑，无线接入网增强功能可按需灵活分解并部署，例如在基站本地增加计算控制、数据控制功能，以便进一步增强无线接入网 AI 任务的实时性能（例如 TTI 级别控制）。分层集中式协同控制+分布式 AI 执行的逻辑架构如图 3-5 所示。

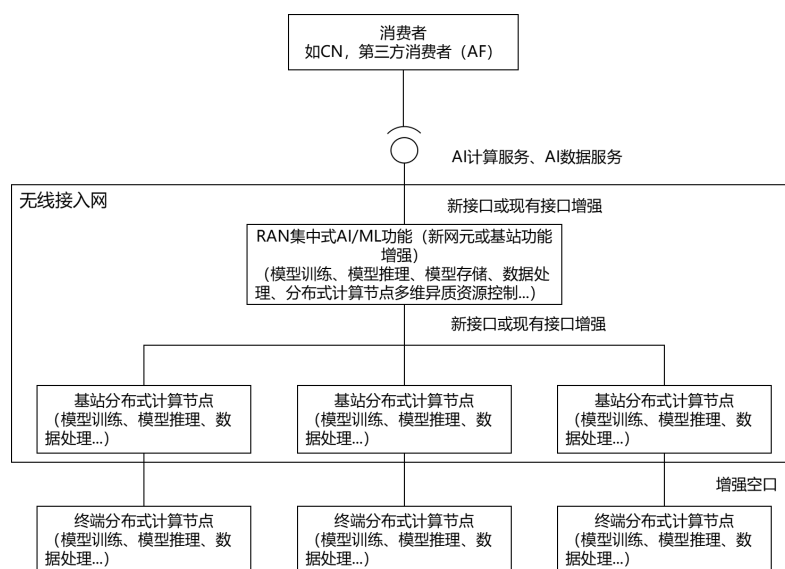


图 3-5 分层集中式协同控制+分布式 AI 执行的逻辑架构

### 3.3.2.2 融合关键技术

**基础系统 AI as a Service (AIaaS)：**在网络基础设施中构建 AI 应用的服务能力，AI 应用包括网络自用的 AI 或者 AI 新业务，部署 AI 应用可以是运营商或第三方。基于“从外挂、场景驱动式 AI 转变为内生、能力驱动式 AI”、“从多要素烟囱式转变为多要素协同”、“从尽力而为转变为服务质量保障”、“从事后高成本处理到事前低成本干预”的原则，提出基于云化服务化的分层的管控 6G 网络内生 AI 框架（Net for AI 网络框架），同时也为整体架构设计提供部分思路。

**AI 服务质量 (QoAIS) 技术：**首先是要形成一套 QoAIS 指标体系通过量化或分级的方式表达用户层面的需求以及网络编排控制 AI 各要素（包括算法、算力、数据、连接等）的综合效果。然后是需要形成闭环反馈的 QoS 保障机制，QoS 指标逐层映射并完成 AI 资源配置后，在 AI 任务层面执行网络功能，形成实际 AI 任务 QoS 值。多个网络功能根据执行逻辑组成 AI 服务功能链，实现 AI

服务，形成实际 AI 服务 QoS 值。上述 QoS 指标的实际值作为反馈输入到 AI 任务层和 AI 服务层，以便各层做出实时策略调整。

**极致性能的资源融合控制：**AI 异构多维资源融合控制可以分为三个阶段。首先是通信资源和计算资源的融合控制，当单一资源 QoS 无法满足时，通过控制其他资源来补足，例如，在计算 QoS 和连接 QoS 间协同，满足通算一体质量需求。然后是数据和模型资源融合控制，通过控制模型资源和数据资源，实现模型和数据高效站间迁移和站内调度，满足 AI 任务 QoS 保障需求。最后在前两个阶段基础上完成 AI 所需的多维度资源的融合控制。AI 异构多维资源融合承载同样分为三个阶段，主要包括通算融合要素下计算任务承载、数据和模型融合下 AI 任务承载以及 AI 异构多维资源融合承载。

### 3.3.2.3 融合基础平台

为了满足 RAN 与 AI 技术的融合，在边缘侧建立基础设施平台，即无线网络异构硬件基带云平台（简称 6G 云平台），旨在通过高度灵活和可定制化的云化服务，为未来 6G 网络的各种应用场景提供有力的支撑。6G 云平台可以提供各类计算资源及异构加速器硬件的灵活调度和复用共享。在计算资源层面，6G 云平台可以管理不同芯片架构（如 x86 和 ARM）的 COTS 服务器。服务器上部署了基于云原生技术的云平台，相较于传统数据中心的大规模云平台，面向无线侧云平台规模小，任务处理时延低。通过部署抢占式调度系统提供了低于 10us 的低时延任务响应能力，满足 6G 网络的 ms 级或更苛刻的每帧时延处理需求。同时，6G 云平台还可以支持在低时延系统下的 100Gbps 云平台网络转发能力。这些能力使得 6G 云平台能够实时处理大量数据，满足各种高实时性应用的需求。在硬件加速器方面，6G 云平台支持多种类型的异构加速器硬件，如 GPU、FPGA 和 DPU 等。这些加速器能够针对特定的计算任务进行加速处理，从而大幅提高应用的执行效率。通过虚拟化、云化等软件技术，6G 云平台能够将这些加速器进行统一管理和优化，为各种应用场景提供高效、可靠的服务。

### 3.3.3 前沿技术研判

大模型和 Agent 技术目前正处于快速发展和研究的阶段，在不同行业中展示

出了高潜力，推动技术创新并改善服务的智能化水平，同时在 6G 内生 AI 技术中也发挥着关键作用。

由于传统的 AI 模型存在通用性差的缺陷，在面向网络运行和运维不同的用例时需要采用不同的 AI 模型，增加了内生 AI 架构对 AI 任务的编排和管理难度。受到大模型在计算机领域展现出的超强的通用能力的启发，一个非常有意义和前景的可能解决方法是训练一个面向无线网络的大模型实现对不同网络自治任务的泛化。然而网络自治任务的与计算机自然语言处理和图像领域的任务显著不同，不能直接利用训练好的大语言模型或多模态大模型来微调得到面向网络自治任务的通用大模型。换句话说，如何设计和训练得到无线通信领域的大模型来实现更高水平的网络自治仍然是一个开放的难题。现有的大模型大都基于 Transformer 进行架构设计，其中 Transformer 适于处理自然语言和图像领域的的数据。不同于文字和图片，网络语言具有特定领域的名词、协议和规则，以及数学约束。这意味着网络大模型不一定适于直接采用现有的 Transformer 架构，而需要针对网络语言特点进行个性化设计。大模型的预训练过程需要耗费超高的算力资源和海量的训练数据，这对于资源受限的无线网络来说是一个巨大的挑战。是否需要借用核心网会无线网络外的云计算资源对网络大模型进行预训练？是否能够利用无线网络广泛存在的分布式节点进行资源整合完成预训练？这些都是应用网络大模型需要考虑的问题。

与此同时，随着人工智能技术的飞速发展，一种集大模型之力，并融合了感知、执行、记忆与规划功能的智能体（Agent）逐渐崭露头角，成为了科研界与产业界共同瞩目的焦点。Agent 不仅继承了大型模型所具备的广泛适用性与深度学习能力，还通过其自主学习机制与自主决策能力，展现出了前所未有的灵活性与智能性。利用这样的 Agent，人们有望实现更加高效、智能且高度自治的网络系统，从根本上提升网络服务的响应速度、准确性与自我优化能力。展望未来，一个由 Agent 全面渗透与互联的网络世界正缓缓拉开序幕。在这个世界中，每个人都将拥有专属的数字 Agent，它们如同个人的智能助手，不仅能够处理日常信息，还能根据个人偏好与需求进行个性化服务。同时，移动机器人、无人车等具身 Agent 将成为现实世界中不可或缺的一部分，它们在物流、交通、医疗等多个领域发挥着关键作用，极大地促进了社会运行效率与便利性的提升。面对这一趋

势，未来的通信网络设计必须以前瞻性的视角，将基于 Agent 的架构与协议纳入核心考量。这意味着网络需要支持 Agent 间的无缝通信、高效协同与智能调度，确保各类 Agent 能够在网络环境中自由穿梭、灵活交互，共同构建一个既智能又安全的信息社会。因此，研发适应 Agent 特性的新型网络架构、优化数据传输协议、加强网络安全防护等，将成为未来通信网络发展的重要方向，以支撑并推动这一充满无限可能的智能互联时代的到来。

### 3.4 价值场景

在众多利用 AI 技术的应用场景中，判断其在 6G 网络下有价值可以分为三个方面，一是从战略意义、产业价值、经济价值看其带来的社会效益，其次是从技术成熟度、生态成熟度、商业模式、和政策支持看其发展的可行性，最后也是最重要的是对比云 AI，从**实时性、移动性、端边协同、隐私保护**看 6G 网络提供的 AI 服务是否能明显更好地满足该场景/用例的技术需求。**实时性**指相对于云 AI，6G 网络更靠近用户，可以减少非接入网的信令交互，更快速的响应 AI 服务请求。相对于端侧 AI，6G 网络可以提供更强大算力支撑 AI 推理/训练服务，减小 AI 计算的时延。**移动性**指用户在移动过程中发出请求，网络可以更灵活的响应 AI 服务，例如模型的推理及实时下载等。**端边协同**指受端侧 AI 算力等限制，网络 AI 与端侧协同，可以提高计算、传输、存储资源的利用率。**隐私保护**指在人工智能服务过程中，例如 XR 设备收集的用户信息，工业上在高度分散、灵活和连接的环境中使用的敏感数据，容易受到网络攻击，例如窃听、数据污染等。数据传输的范围越小，越有利于保护数据隐私。

AI 技术推动了各行各业的创新和发展，尤其是在视觉处理、数据分类相关的应用上。考虑上述实时性、隐私性、移动性、端边协同的优势及通信 AI 一体化的典型用例，我们认为 6G Net for AI 典型价值场景有移动机器人、车联网和 XR。典型用例有外出家用机器人、工厂运输机器人、AI 辅助自动驾驶、AR 导航等。除此之外移动网络也需要保障网络自用的 AI for Net 服务，例如提高空口 AI 的质量相关的 CSI 压缩反馈增强、负载均衡技术、数字孪生网络等。

## 4. 产业倡议

在当今全球经济一体化的背景下，产业合作协作已成为推动技术创新、应用创新、商业创新、优化资源配置、增强国际竞争力的关键途径。目前生成式 AI 技术革命仍处于早期阶段，技术、应用和市场快速发展，根据科技发展规律，此轮科技革命成熟所需时间将短于以往的技术。然而，移动通信的代际演进以十年为周期，根据目前的 6G 时间表，6G 将于 2030 年左右商业化，以及 2~3 年的网络建设和商业化发展，预计 6G 网络 AI 大规模应用仍需 8 年甚至更长时间。此间，发展节奏需要高度重视。相对快速发展的生成式 AI 技术革命发展历程，6G 需要在发展节奏中将网络 AI 作为高优先级研究任务，以尽早切入新一代科技革命发展浪潮，避免错过最佳切入时机，影响 6G 网络内生 AI 的发展。6G 与 AI 融合需要加快研究步伐，需从以下几方面倡导政产学研用深度合作，充分发挥产业合作的作用。

一是需要努力提升智算硬件和芯片的技术能力。目前中国在高端芯片出口方面受一些政策限制，这给中国芯片产业的发展带来了一定的考验和挑战。国内在 AI 智算硬件的研发进展较为缓慢，需要加大研发投入，努力提升自主创新能力，实现关键技术的国产替代，促进通算智融合技术的应用落地。

二是 6G 需要坚持推进全球统一认知和标准。坚持 6G 国际化路线，加强与欧美、日、韩和国际标准组织的合作，倡导全球统一认知和标准，积极吸纳外国企业加入中国的研发项目和研发体系。

三是需要共同创建 6G 研发平台。随着科技的不断进步，单一企业往往难以承担高昂的研发成本和风险。因此，通过创建研发平台，集合多家企业、高校和科研机构的资源和力量，共同开展技术研发和创新活动，已成为一种有效的合作模式。平台能够实现资源共享、优势互补，加速技术成果的转化和应用，还能够吸引和培养高端人才，为产业的可持续发展提供有力支撑。

四是需要提前准备应用布局。由于网络使能 AI 是面向 6G 提出的新理念，并涉及到新生态的构建，网络技术方案需分阶段构建、实施和迭代，预计初期会在有价值的业务逻辑较成熟的局域场景中试点应用，例如，移动机器人场景中，工业机器人端到端延迟需要小于 0.8ms，远程机器人控制需要更严格的 KPI,类人



机器人时延小于 5ms，在网络延迟达到需求时，预计会试点应用，形成技术迭代闭环，探索生态构成和商业模式。

总之，产业合作协作是推动技术应用商业等方面创新和产业升级的重要途径。通过提升硬件能力、参与国际标准化组织、创建研发平台以及做好应用布局等方式倡导政产学研用深度合作，可以实现 6G 内生 AI 资源的共享和优势互补，加速网络与 AI 融合技术成果的转化和应用，推动整个产业的升级和发展。

## 缩略语列表

缩略语	英文全名	中文解释
3GPP	3rd Generation Partnership Project	第三代合作伙伴计划
5G ToB	5G To Business	5G 面向企业
5G ToC	5G To Consumer	5G 面向消费者
5G-A	5G Advanced	5G增强
AI for Net	Artificial intelligence for Network	AI 赋能网络
AI/ML	Artificial Intelligence / Machine Learning	人工智能 / 机器学习
AIaaS	AI as a Service	AI即服务
AI-RAN	Artificial Intelligence - Radio Access Network	人工智能 - 无线接入网络
AMC	Adaptive Modulation and Coding	自适应调制和编码
AR	Augmented Reality	增强现实
ASIC	Application-Specific Integrated Circuit	应用特定集成电路
CCSA	China Communications Standards Association	中国通信标准化协会
CT	Communication Technology	通信技术
CU	Central Unit	中央单元
DU	Distributed Unit	分布单元
eMBB	Enhanced Mobile Broadband	增强型移动宽带
FPGA	Field-Programmable Gate Array	现场可编程门阵列
GPU	Graphics Processing Unit	图形处理单元
IDC	International Data Corporation	国际数据公司
IMT	International Mobile Telecommunications	国际移动通信
IMT2030-6G	International Mobile Telecommunications 2030 for 6G	面向2030年及未来的6G国际移动通信
IT	Information Technology	信息技术
ITU	International Telecommunication Union	国际电信联盟
KPI	Key Performance Indicator	关键性能指标
MIMO	Multiple Input Multiple Output	多输入多输出通信技术
mMTC	Massive Machine Type Communications	大规模机器类通信
Net for AI	Network for Artificial intelligence	网络使能AI
NR	New Radio	新无线电
O-RAN	Open Radio Access Network	开放无线接入网络
OTT	Over-The-Top	过顶服务

QCI	Quality of Service Class Identifier	服务质量等级标识符
QoAIS	Quality of AI Service	AI服务质量
QoS	Quality of Service	服务质量
R18	Release 18	3GPP第18版
RAN	Radio Access Network	无线接入网络
SLA	Service Level Agreement	服务水平协议
SON	Self-Organizing Network	自组织网络
TC5	Technical Committee 5	无线通信技术工作委员会
uRLLC	Ultra-Reliable Low Latency Communication	超可靠低时延通信
WG6	Working Group 6	前沿无线技术工作组
XR	Extended Reality	扩展现实

## 参考文献

- [1] 国际电信联盟无线电通信部门 5D 工作组. IMT 面向 2030 及未来发展的框架和总体目标建议书[R]. 瑞士日内瓦: 国际电信联盟, 2023.
- [2] 中国移动. 6G 无线内生 AI 架构与技术白皮书[R]. 2022.
- [3] IMT-2030(6G)推进组. 无线人工智能(AI)技术研究报告[R]. 道客巴巴, 2023. <https://www.doc88.com/p-07461516816155.html>.
- [4] CCSA. 面向原生智能的新一代无线通信与网络架构研究报告[R]. 2023.
- [5] CCSA. 新一代无线网络边缘智能技术研究[R]. 2023.
- [6] Next G Alliance. Next G Alliance Roadmap to 6G[R]. 2023.
- [7] Han S, Chih-Lin I, Xu Z, et al. Big Data Enabled Mobile Network Design for 5G and Beyond[J]. IEEE Communications Magazine, 2017, 55(9): 150-157.
- [8] Chih-Lin I, Han S, Zhang S, et al. The Big-Data-Driven Intelligent Wireless Network: Architecture, Use Cases, Solutions, and Future Trends[J]. IEEE Vehicular Technology Magazine, 2017, 12(4): 20-29.
- [9] Han S, Chih-Lin I, Zhang S, et al. Artificial Intelligence Enabled Air Interface for 6G: Solutions, Challenges, and Standardization Impacts[J]. IEEE Communications Magazine, 2020, 58(10): 73-79.
- [10] Han S, Chih-Lin I, Zhang S, et al. Network Architecture Design toward Convergence of Mobile Applications and Networks[J]. IEEE Communications Magazine, 2024, 62(6): 129-135.

未来启航 | 6G

