

本刊专稿

算力网络架构的演进与创新

张维庭, 任家栋, 张宏科

摘要 随着数字经济的快速发展,算力网络有望成为新一代信息基础设施,其对于发展“新质生产力”的重要性日益凸显。梳理并调研了算力网络的发展需求与现状、发展趋势、关键问题与挑战及应用示范验证。研究发现,算力网络呈现出多元泛在、智能敏捷、安全可靠、绿色低碳等特征。但当前仍处于起步阶段,在技术体系和工作机制方面尚未达成共识。针对上述挑战,从国家、行业和技术层面提出了加快顶层设计和标准制定、推进关键技术研发、构建绿色产业生态等发展建议。这些建议对促进算力网络与传统网络深度融合、加速数字经济发展具有重要意义。

关键词 算力网络;信息基础设施;体系架构;算网融合

在数字经济时代,计算资源的需求呈现出爆炸式增长趋势,传统的计算基础设施难以满足日益复杂多样的应用需求。为了应对这一挑战,算力网络应运而生,成为下一代信息基础设施的重要支撑。算力网络的研究不仅具有重要的理论意义,更具有迫切的实践价值。随着人工智能、大数据、物联网等新兴技术的快速发展,对高性能、低延迟、大规模分布式计算的需求日益增长,传统的计算模式已经难以满足新需求。

算力网络之所以成为当前新型网络领域的研究热点,其主要原因如下所述。首先,算力网络能够有效解决计算资源分布不均、利用率低下的问题;其次,算力网络能够支持边缘计算、云计算等新型计算模式的协同发展;最后,算力网络为实现计算资源的智能调度和优化配置提供了新的可能性。算力网络不仅整合多种前沿技术,还在计算资源的调度和服务方面进行创新,旨在提供强大、灵活、高效的计算能力支持。

从本质上看,算力网络以算力为核心、以网络为基础,构建了新型网络架构,将网络、边缘计算、云计算、数据安全、人工智能和区块链等技术深度整合,提供一体化的计算服务。从不同角度来看,算力网络呈现出多维度的特征。(1)网络视角:算力网络是一种承载于IP网络之上的新网络形态。(2)算力视角:算力网络以算力为中心,构建了一个多样化的算力资源调度和服务体系。(3)技术视角:算力网络融合了多种新兴技术,涵盖光传输、网络虚拟化、算力管理与交易、算网业务调度和编排等多个领域。(4)服务视角:算力网络将实现无感计算,使用户能够脱离底层技术细节,体验便捷、高效的计算服务。算力网络的核心目标是通过网络连接泛在算力,突破单点算力的性能限制,发挥算力的规模效应,为社会各行各业提供服务,其典型特征包括云边端跨域算力分布,以及算力与网络的协作共生^[1]。值得注意的是,尽管国内3大电信运营商对算力网络有各自的理解,但国际上尚未形成统一的明确定义。总之,算力网络通过网络化调度和分配计算资源,突破了传统计算模式的局限,为数字经济时代的多元化需求提供了创新性解决方案。

北京交通大学电子信息工程学院,北京 100044

收稿日期: 2024-08-21; 修回日期: 2024-10-19

基金项目: 国家自然科学基金项目(62394321)

作者简介: 张维庭,副教授,研究方向为新型网络、算网融合,电子信箱: wtzhang@bjtu.edu.cn

引用格式: 张维庭,任家栋,张宏科. 算力网络架构的演进与创新[J]. 科技导报, 2025, 43(9): 24-30; doi:10.3981/j.issn.1000-7857.2024.08.01036

随着中国加速推进数字经济战略,算力网络的重要性日益凸显,标志着信息技术基础设施正在经历深刻变革。在“十四五”规划中,“网络强国、数字中国”战略的实施使算力基础设施成为驱动数字经济发展的核心引擎。算力网络作为中国率先提出的创新型网络架构,不仅代表了新一代网络技术从单纯的数据通信向智能化处理的转变,还体现了计算、存储和传输资源的深度融合。在全球竞争格局中,中国已跃居算力发展的领跑位置。《2021—2022 全球算力指数评估报告》显示,中国算力年增长率高达 13.5%,算力指数每提高 1 个点,数字经济增长 0.35%,对 GDP (国内生产总值)有 0.18% 的推动作用。这一趋势表明了构建高效、广泛的新兴技术应用和新一代数字基础设施的紧迫性。在此背景下,建设全国一体化的算力网络,推动算力基础设施化已成为衡量国家现代化水平的重要指标,也是应对急剧增长的算力需求、优化传统计算资源并重塑数字经济时代关键基础设施的必然选择。

1 算力网络需求与发展现状

面对传统网络体系的局限性,算力网络的必要性逐渐显现,产业对算力网络的需求也日益增长,已成为全球网络领域的研究热点和国内重大战略规划的一部分,在国内外受到广泛关注和政策支持。

现有互联网诞生于几十年前,其原始设计并未充分考虑网络的移动性、安全性、实时性,开展新型网络研究与探索,推进核心技术原始创新是当前国际共识。算力网络和电力网存在类似之处,作为新型基础设施,算力产业的核心在于“构建算力网络”。构建“统一调度、弹性适配”的算力网络平台,实现全国范围内算力协同调度与高效计算,打造中国数字经济的算力基础。在应用层面,算力网络能提高服务质量,例如,大模型的跨节点分布学习,提供超级算力;在适配层面,通过算力高效调度实现网络层与应用层的高度适配;在网络层面,要做到“算中有网、网中有算”。

美国制定了《引领未来先进计算生态系统战略规划》,构建覆盖政产学研的国家级算力体系;自然科学基金委员会启动了 USIgnite 等计划,旨在为未来互联网研究提供大规模、复杂网络的实验平台;欧盟则通

过 Horizon 2020 计划、Horizon 2020-Secure societies 计划^[2]和“2030 数字指南针”计划为 75% 的欧盟企业提供大数据和人工智能云服务,对算力网络展开深入研究。工业和信息化部等 6 部门发布《算力基础设施高质量发展行动计划》,提到“智能算力占比达到 35%,东西部算力平衡协调发展”“骨干网、城域网的创新技术使用占比达到 40%”。2022 年,鹏城实验室提出了“中国算力网—智算网络”计划^[3],展望了国家级算力网络的发展愿景。在体系架构方面,随着云网融合向算网融合的转变,算力网络的新型网络架构也应运而生。国内思科公司的基于意图的网络架构(Intent-based Network, IBN)^[4]以及华为公司的智简网络(Intent-driven Network, IDN)^[5]等,旨在改善网络自动化和简化管理复杂度。文献[6]提出了基于标识网络的融算网络体系模型,采用“三层、三域”的总体架构,纵向建立三层结构,横向建立三域结构,在现有网络基础上,创建了新型算力网络体系架构。

算力网络的发展也受到了中国电信运营商的高度重视,3 大运营商的研究成果入选了中国通信学会 2021 年网络 5.0 领先创新科技成果,开启了对算力互联、算网协同等方向的探索,发布了一系列相关概念和白皮书^[7]。在标准化方面,中国在国际电信联盟(International Telecommunication Union, ITU)和国际互联网工程任务组(Internet Engineering Task Force, IETF)等国际组织中取得了显著成果,推动了多项算力网络相关标准的制定。国内行业组织如中国通信标准化协会(China Communications Standards Association, CCSA)、中国通信学会等也积极参与算力网络标准的制定工作。这些努力共同构成了算力网络蓬勃发展的现状,反映了其在全球信息技术领域的重要地位和广阔前景。

2 算力网络发展趋势

当前,算力网络尽管处于发展初期,但其发展趋势已呈现出明确方向。其未来发展轨迹主要聚焦于 4 个核心维度,即架构优化、能效提升、安全强化及智能化升级。

2.1 算力网络化

计算资源的分布正在从集中式向多层次演进,其

中边缘计算和终端计算等新兴计算模式的兴起,与大规模集中式计算形成了互补格局,共同成为各行业数字化转型的关键支撑(图1)。

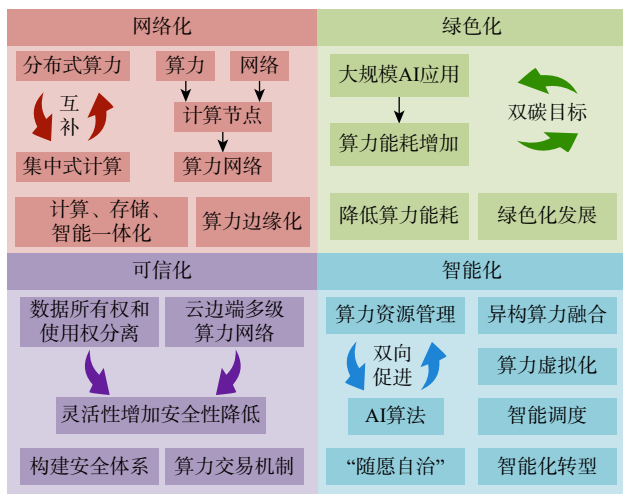


图1 算力网络发展趋势

在算网深度融合的新阶段,计算节点与无处不在的网络连接紧密结合,形成了一种灵活多变的资源供给模式^[2]。这种模式不仅整合了计算、存储和网络等多方面的资源,能够根据需求进行动态调配,还体现了计算资源从中心向边缘的扩展趋势,使得计算能力可以更贴近数据源和用户。同时,它也反映了计算与网络基础设施的深度融合,为各类应用场景提供了更加灵活和高效的资源支持,算力提高网络综合性能,网络提升算力调度效率,“网算、算网”一体深度融合,优化互补。

2.2 算力绿色化

在未来网络中,算力需求将爆发式增长,数据中心的能耗问题日益突出。这不仅带来了巨大的电力消耗,也对环境保护和可持续发展提出了严峻挑战。

中国信息通信研究院估算,2022年全国数字产业用电量为3700亿kW·h、在用数据中心的用电量为766亿kW·h,分别占全社会用电量的4.5%和0.9%。其中,算力消耗在数据中心总能耗中占据较大比重,尤其是大规模人工智能(artificial intelligence, AI)模型的训练和应用,导致算法能耗与所占用的资源急剧增加。有研究表明,AI研究的能源成本已经增加了30万倍,算力能耗超标问题日益严峻。绿色和平组织与华北电力大学的联合研究报告指出,中国数据中心的总用电量连续多年保持高速增长。

面对这一趋势,如何提高能源利用效率,降低算力网络的使用成本,成为算力网络大规模部署和应用推广过程中的关键课题,特别是在国家努力实现“双碳”目标的背景下,以数据中心为代表的算力资源节能降耗更是成为了社会关注的焦点。

2.3 算力可信化

算力网络的兴起将带来数据使用模式的根本性变革,从传统的集中式、统一化管理转向了所有权与使用权分离的模式。这种转变虽然提高了数据利用的灵活性,但也带来了一系列安全挑战。首先,数据所有权方面面临着监管难度增加的问题,在复杂的数据使用环境中,违规行为和隐私窃取的风险显著增加。数据要素的广泛流通加剧了隐私保护的难度,可能导致数据泄露和个人信息侵犯等安全隐患。其次,云边端多级算力网络的构建模糊了传统的安全边界,扩大了网络的暴露面。这不仅增加了复杂隐蔽攻击快速传播的可能性,也使得用户业务的可信运行面临更大挑战。

为应对这些安全威胁,业界正在探索构建以身份认证为基础的零信任安全体系。这一体系旨在实现网络“不被控”、攻击“不可达”和隐身“不可知”的安全目标,推动安全防护从单点可控向云边端全面可信演进。在这种背景下,如何在用户和算力服务资源提供商之间建立可信的算力交易机制,成为算力网络研究的一个重要课题。频繁的算力服务和资源使用需求,需要建立更加安全、可靠的交互模式。

2.4 算力智能化

AI技术显著提升了算力服务的智能化水平,在异构算力融合^[8]、算力虚拟化、智能调度^[9]和混合计算加速等方面发挥着重要作用。这些进展使得算力资源的管理和利用更加灵活高效,能够更好地适应不同场景的需求。同时,作为AI算法训练和计算的重要载体,算力的发展也在推动AI性能的提升。算力内核的专用化和极致化为更复杂的AI模型和算法提供了强大的硬件支持,进一步拓展了AI应用的边界。

这种双向促进的关系正在重塑智能社会的算力基础设施。未来的算力设施将更加智能化,能够根据需求自主调整和优化,实现“随愿自治”的运行模式。这不仅提高了资源利用效率,也为各行各业的智能化转型提供了有力支撑。随着这一趋势的深化,算力资

源的配置将更加灵活和精准, AI 技术将进一步融入算力基础设施, 实现从硬件到软件的全栈优化, 新型算力架构也将不断涌现, 为 AI 应用提供更专业、更高效的计算支持。

3 算力网络面临的关键问题与挑战

分别从网络、用户、管理 3 个层面阐述算力网络面临的关键问题与挑战, 如图 2 所示。

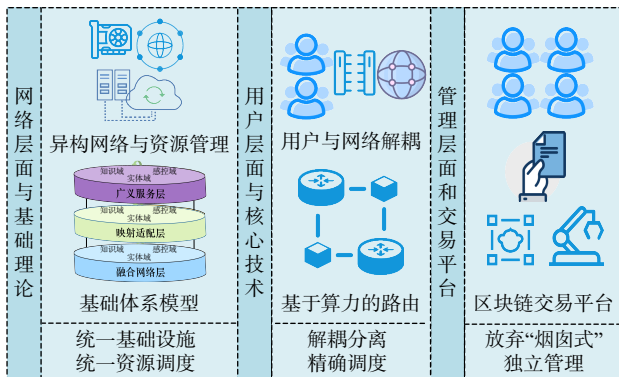


图2 算力网络面临的关键问题与挑战

3.1 网络基础理论

在网络层面, 算力网络的应用面临的首要挑战是如何有效评估、量化和编排日益复杂的异构网络资源^[10]。随着 6G(第 6 代移动通信技术)和人工智能的逐渐普及, 算力资源的分布已从传统的集中式数据中心扩展到云、边、端的泛在化架构, 这种变化使得算力资源呈现出前所未有的异构性和复杂性。在这种背景下, 算力网络的首要任务是建立一套统一的算力评估和量化编排体系, 这个体系需要能够准确捕捉不同异构网络的算力资源的特性和能力。只有在准确感知和度量的基础上, 才能实现“统一基础设施、统一资源调度”。

然而, 建立这样一个统一的度量体系面临诸多挑战。首先, 不同类型的算力资源, 如 CPU(中央处理器)、GPU(图形处理单元)、FPGA(现场可编程门阵列)等, 有着不同的性能特征, 难以用单一标准衡量^[11]。其次, 算力资源的地理分布和网络连接状况也会影响其实际可用性和性能。此外, 不同业务对算力的需求也各不相同, 如何建立一个能够适应多样化需求的编排机制也是一个复杂问题。

在基础理论层面, 新型算力网络的体系结构、工作原理仍未统一。文献[6]提出了基于标识网络的融合网络体系模型, 这一架构体现了算力网络的核心特征, 包括高效传输、智能调度、内生安全和可扩展性等能力, 能够接入各种异构算力资源。算力网络架构包含“三层”和“三域”2 个维度。“三层”架构中, 广义服务层负责服务管理和匹配, 映射适配层处理不同标识间的映射并构建定制化网络族群, 融合网络层负责数据传输和协议兼容。“三域”架构中, 实体域描述网络实体和服务, 感控域负责动态控制和行为规则生成, 知识域收集经验信息并优化服务实施。这种架构通过动态感知网络状态, 智能匹配服务需求, 选择适当的网络族群和组件来提供服务, 实现了资源的统一管理和灵活调度。“三层”“三域”架构反映了算力网络与新型网络研究相辅相成、相互促进的特点, 为解决现有网络设计体制差异大、深度融合受限等问题提供了新的思路, 推动了融合网络技术的进步。

3.2 用户核心技术

在用户层面, 算力网络的目标是实现用户与网络的“解耦分离”, 即算力资源的即时接入和使用, 这需要研究多维统一标识技术, 设计“实体、感控、知识”解耦机制, 融入算力资源, 构建动态解析映射, 横向“三域”结构。

同时, 在对算力资源完成精细量化后, 就要完成算力资源的调度, 即解决“在哪算”的问题。算力网络的发展对路由决策能力提出了新的挑战, 在算力网络环境中, 有效调度用户业务流量至适当的算力资源池成为关键。这要求网络具备基于算力负载均衡进行精确路由计算的能力, 而非仅依赖传统的链路基础度量值^[9,12]。传统路由计算方法在互联网发展初期因其简单易度量的特性而广受欢迎, 适应了早期业务类型相对单一的需求。然而, 随着互联网业务类型的迅速增加和多样化, 这种传统方法已经难以为特定业务需求提供最优的路径调度。

为应对这一挑战, 产业界引入了多种算力和网络信息的度量方式, 包括 CPU、GPU、FPGA 等算力指标, 以及带宽、时延等网络性能指标。这种机制的引入使得路由决策能够更全面地考虑网络和算力资源的状态, 从而为不同类型的业务需求提供更精确、更优化的路径选择。

3.3 交易管理平台

在管理层面,需要研究用户、网络、应用等异构资源统一管控和协同技术,解决现有网络和算力基础设施资源的“烟囱式”独立管理问题,特别是用户与算力网络之间的交易,构建高效、透明、可信的算力交易平台成为核心问题,区块链技术为解决这一问题提供了可行方案^[13]。区块链的智能合约层可以实现自动化、去中心化的交易流程,提高效率并增强信任。同时,区块链的分布式可信机制能够将各种异构节点和设备(如边缘计算节点、家庭网关、智能移动设备)纳入统一的管理框架,确保计算资源的可信接入和服务,保护资源提供方的利益和用户的业务安全^[14]。

在此基础上,算力交易平台作为承上启下的关键角色,可以归一化各种形态的计算资源,并与不同的操作系统和平台对接。这种设计使得用户能够像使用水电一样随时随地便捷地获取算力,而无需关心底层硬件资源的具体形态或操作系统。算力交易平台向上层无差别地报告算力信息,优化了用户的使用体验,提高了整个算力网络的灵活性和适应性。

4 应用示范验证

目前,算力网络初步实施方案旨在实现算力资源与网络深度融合。初步方案融合了异构网络环境,包括有线公共传输通道、4G/5G 无线网络及卫星网络,构建了一个多层次、全方位的算力资源调度体系。核心理念围绕算力网络核心设备展开,这些设备作为关键节点,连接并协调分布在不同地理位置的云网节点(主要为智算节点和超算中心)。通过整合 IPv4/IPv6 等多种网络协议和多个运营商的资源,打造出灵活、高效的算力网络生态系统。这种方案不仅促进计算资源的优化配置,还为未来大规模分布式计算、边缘计算,以及人工智能应用的部署奠定了基础。

新型算力网络的远景实施方案与初步实施方案相比,是核心技术原始创新、兼容替代、功能性能领先的新型基础设施。通过创新的算力网络节点,同样实现了卫星通信、超级计算、数据中心,以及多代移动通信网络等多元化网络资源的无缝整合,为实现跨网络协同、智能化资源调度和高效应用部署提供了更为强大的基础。

5 算力网络发展建议

算力网络的发展不仅要从技术层面推进,还要从国家、市场方面齐头并进。本文从国家战略、行业需求、技术攻关 3 个层面提出算力网络的发展建议。

5.1 国家战略实施层面

中国高度重视算力基础设施建设,将其纳入新型信息基础设施范畴,并制定了一系列战略规划和政策措施。截至 2023 年底,中国算力规模已位居全球第 2,达到 230 EFLOPS(每秒浮点运算次数),全国在用数据中心机架总规模超过 810 万标准机架,并建设了 130 条围绕算力枢纽节点的干线光缆,显著改善了数据传输性能。国家发改委、工信部等多部委联合发布了多项重要政策,如《算力基础设施高质量发展行动计划》《“十四五”信息通信行业发展规划》和“东数西算”工程等,明确了算力基础设施发展目标和路径。这些政策旨在构建全国一体化算力网络,推动算力基础设施高质量发展。具体目标包括到 2025 年算力规模超过 300 EFLOPS,智能算力占比达到 35%,实现东西部算力平衡协调发展。

在顶层设计方面,中央科技委员会应发挥统筹指导作用,设立专门委员会推进算力网络关键技术攻关,国家还应增设重大科技专项,组织大规模协同研究。同时,构建“中国算力网”基础理论及共性关键技术研发体系,围绕算力的互联、协同、应用、安全、评测等方面开展深入研究,并积极引入云原生、超宽带低时延光网、算力路由机制、算力感知流量调度方法等创新技术。

这些战略举措体现了国家对算力网络发展的高度重视,旨在打造安全可靠、普惠易用、绿色高效的算力基础设施体系。通过加强顶层设计、政策引导和技术创新,中国正加速构建全国一体化算力网,以支撑数字经济和实体经济深度融合,推动经济高质量发展,为实现数字中国建设目标奠定坚实基础。在中国,算力网络的发展策略应呈现出双轨并行的模式:一方面,政府保障高校和科研单位的算力联网需求;另一方面,商业公司推动社会化的算力联网需求,这种模式既确保了科研发展需求,又充分调动了社会资源。

5.2 行业需求发展层面

算力需求的增长正在多个市场领域呈现出显著

趋势,推动着算力基础设施的快速发展。在移动互联网领域,数据流量消费规模的持续扩大直接反映了算力需求的增长。2022年,中国移动互联网接入流量和月户均流量均实现了双位数的增长,这种增长不仅体现了智能手机、远程办公、在线会议等应用的普及,更直接带动了后端算力基础设施的扩容。

在企业市场,算力应用正从互联网等传统领域逐步向更广泛的行业拓展。不只是传统的电信和金融行业,未来的交通、医疗、游戏等诸多行业,也将成为算力应用的主要领域,如车联网、远程手术、虚拟现实的应用。随着工业互联网的成熟,制造业对算力的需求也呈现出显著增长趋势,应用场景日益丰富。政府部门作为算力应用的重要领域,对数字政府、平安城市等项目的持续投入,使得政府行业在算力市场中占据重要地位。中国信通院的数据显示,政府行业的算力份额占比位居第2,反映出公共服务数字化转型对算力的巨大需求。

针对各行业对算力网络的发展需求,建议采取多方面的综合措施。对于企业市场,建立行业特定的算力解决方案中心,推动云计算、大数据和人工智能技术在各行业的深度应用。在新兴行业方面,加大对车联网、远程医疗、虚拟现实等领域的算力支持,推动5G+边缘计算的应用。针对制造业,加快工业互联网平台建设,支持开发面向智能制造的算力解决方案。

5.3 核心技术攻关层面

算力网络的发展需要通信、计算、存储和智能化调度的高度融合,以实现算力资源的即时接入和便捷使用。在这个过程中,确定性网络技术的引入可以有效解决算力网络中超低时延业务的需求^[15-17]。许多算力网络应用,如自动驾驶、车联网等,需要在边缘计算节点进行计算处理后做出智能决策,并将决策指令以超低时延传输给智能终端设备。传统的“尽力而为”网络传输模式难以保证指令信息的快速准确传输,进而影响业务的安全性和可靠性。

因此,算力网络与确定性网络的融合成为关键。这需要在网络层面攻克异构网络深度融合的难题,构建统一资源调度的“一张大网”。同时,需要研究时间同步机制、资源预留机制、流量控制机制等关键技术,以支持确定性的超低时延传输。

通过算力网络与确定性网络的融合创新,可以构

建一个高效、灵活、易用的算力网络。用户可以像使用水电一样便捷地获取算力服务,满足各类应用的超低时延需求。这将大大推动算力资源的普及和高效利用,为自动驾驶等创新应用提供坚实的网络支撑。未来,确定性机制将成为算力网络不可或缺的一部分,促进算力网络的发展和应用生态的繁荣。

参考文献(References)

- [1] 姚惠娟, 陆璐, 段晓东. 算力感知网络架构与关键技术[J]. 中兴通讯技术, 2021, 27(3): 7-11.
- [2] Husiev O, Ukar Arrien O, Enciso-Santocildes M. What does Horizon 2020 contribute to? Analysing and visualising the community practices of Europe's largest research and innovation programme[J]. Energy Research & Social Science, 2023, 95: 102879.
- [3] 中国算力网[J]. 上海信息化, 2022(7): 5.
- [4] Velasco L, Signorelli M, De Dios O G, et al. End-to-end intent-based networking[J]. IEEE Communications Magazine, 2021, 59(10): 106-112.
- [5] Ouyang Y, Yang C G, Song Y B, et al. A brief survey and implementation on refinement for intent-driven networking[J]. IEEE Network, 2021, 35(6): 75-83.
- [6] 张宏科, 于成晓, 权伟, 等. 融算网络体系基础研究[J]. 电子学报, 2022, 50(12): 2928-2934.
- [7] 贾庆民, 胡玉姣, 张华宇, 等. 确定性算力网络研究[J]. 通信学报, 2022, 43(10): 55-64.
- [8] 雷波, 刘增义, 王旭亮, 等. 基于云、网、边融合的边缘计算新方案: 算力网络[J]. 电信科学, 2019, 35(9): 44-51.
- [9] 张维庭, 孙呈蕙, 王洪超, 等. 算网资源智能适配与融合调度方法[J]. 电信科学, 2023, 39(9): 12-20.
- [10] 何涛, 杨振东, 曹畅, 等. 算力网络发展中的若干关键技术问题分析[J]. 电信科学, 2022, 38(6): 62-70.
- [11] 曹畅, 唐雄燕. 算力网络关键技术及发展挑战分析[J]. 信息通信技术与政策, 2021(3): 6-11.
- [12] Guo Z, Dou S, Wang Y, et al. HybridFlow: Achieving load balancing in software-defined WANs with scalable routing[J]. IEEE Transactions on Communications, 2021, 69(8): 5255-5268.
- [13] 邱勤, 张高山, 徐天妮, 等. 算力网络安全信链技术研究与应用[J]. 信息安全研究, 2023, 9(E2): 89-92.
- [14] 章峰, 史博轩, 蒋文保. 区块链关键技术及应用研究综述[J]. 网络与信息安全学报, 2018, 4(4): 22-29.
- [15] Lo Bello L, Steiner W. A perspective on IEEE time-sensitive networking for industrial communication and automation systems[J]. Proceedings of the IEEE, 2019, 107(6): 1094-1120.

- [16] 张平. 创新移动通信技术, 使能我国新基建[J]. 科技导报, 2020, 38(10): 66–69.
- [17] Xue J L, Shou G C, Li H X, et al. Enabling deterministic communications for end-to-end connectivity with software-defined time-sensitive networking[J]. IEEE Network, 2022, 36(2): 34–40.

Evolution and innovative paradigms of computing-aware networks architecture

ZHANG Weiting, REN Jiadong, ZHANG Hongke

School of Electronic and Information Engineering, Beijing Jiaotong University, Beijing 100044, China

Abstract With the rapid development of digital economy, computing-aware network (CAN) is expected to become a new generation of information infrastructure, and its importance to the development of "new quality productivity" has become increasingly prominent. The development needs and trends, key problems and challenges, and application demonstration and verification of CANs are systematically sorted out and deeply investigated. The study found that the CAN presents the characteristics of ubiquitous, intelligent, reliable, and green, however, it is still in the initial stage, and no consensus has been reached in terms of technical system and working mechanism. In response to the above challenges, the corresponding development suggestions were put forward from the national, industrial, and technical levels, including accelerating the top-level design and standard formulation, promoting the research and development of key technologies, and building a green industrial ecology. These suggestions are of great significance for promoting the deep integration of CANs and traditional networks and accelerating the development of digital economy.

Keywords computing-aware networks; information infrastructure; network architecture; computing and networking integration ●



(责任编辑 王微)