

大数据与决策研究

2023 年第 9 期（总第 165 期）

广西壮族自治区信息中心
广西壮族自治区大数据研究院

2023 年 4 月 26 日

发展智能无损网络 夯实发挥数据要素作用的技术底座

随着互联网、云计算、大数据、人工智能等数字技术与经济社会各领域的深度融合，数据已成为关键生产要素。作为数据存储、计算、应用的关键基础设施，数据中心也已成为经济社会的战略性基础资源。近年来，数据中心的数据爆炸式增长引发了数据存储和读取效率不匹配的问题，加强数据中心实时交互能力成为数据中心发展的必然要求。高性能、大规模、无丢包的智能无损网络技术能够增强数据系统

的负载处理能力，为加强数据中心实时交互能力、充分发挥数据要素作用、加快数字广西建设打下坚实基础。

一、发展智能无损网络必要性

智能无损网络是通过硬件架构、智能无损算法和一系列的网络技术，为人工智能、分布式存储、高性能计算等应用场景提供的“无丢包、低时延、高吞吐”网络环境，为数据中心构建统一融合的网络。当前，数字经济时代的海量数据成为核心资产，人工智能应用、数字场景建设、服务快速部署、数字化转型等需求激增，发展智能无损网络等数字技术，加强数据中心实时交互能力成为产业发展的必然要求。

（一）网络时延长成为数据中心业务访问的最大瓶颈

随着计算、存储产业的升级，完整业务访问的时延占比，发生了巨大变化，如图 1 所示，计算与存储的时延均从 10ms 级下降至 20us 级，而传统的以太网网络时延仍在 1ms 级，导致网络成为数据中心业务访问的最大瓶颈。而 99% 的网络时延均是由丢包引起的，优化网络时延，减少丢包，甚至 0 丢包，成为智能无损网络技术的主要研究方向。



图 1 计算机存储性能提升前后时延

(二) AI 处理需求爆炸式增长，加剧对高性能网络的需求

随着人工智能应用数据的急速增加，使 AI 算法规模、训练数据量与计算量不断增加。根据 OpenAI 的分析数据，自 2012 年起，最新模型训练所需的计算量每 3、4 个月翻一倍。为了满足 AI 业务市场需求，缩短模型训练时长，对 AI 算力提出越来越高的要求。而网络丢包是算力提升的瓶颈，如近年来备受算力界青睐的主流无损网络中，0.1% 的丢包率就会导致 50% 的算力下降。因此，要满足算力增长的需求，必须有高性能的智能无损网络保驾护航。

(三) 存储介质的进步，需要更高性能的网络

当前存储介质 SSD (固态硬盘, solid-state drive) 的访问性能相比传统分布式存储 HDD (机械硬盘, hard-disk drive) 已提升了 100 倍, 对于采用 NVMe (非易失性高速传输总线, Non-Volatile Memory express) 接口协议的 SSD (简称 NVM 介质) 时, 访问性能相比 HDD 甚至可以提升 1 万倍, 如图 2 所示。在存储介质的时延已大幅降低的情况下, 网络的时延占比已从原来的小于 5% 上升至 65% 左右, 即宝贵的存储介质有一半以上的时间是空闲通信等待。如何降低网络时延成为提升 IOPS (每秒读写次数, Input/Output Operations Per Second) 的核心。

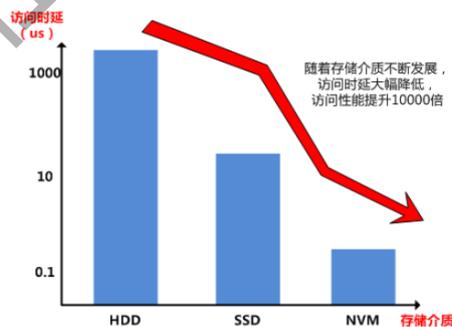


图 2 存储介质访问时延趋势图

综上所述，通信协议的演进、应用架构的变化均在强调网络变革的重要性，网络的传输需要更智能的调度和无损的转发，即采用 AI 技术动态的调节交换机转发水线，通过实现零丢包、低时延、高吞吐的智能无损数据中心网络，提高数据计算和存储的效率，不仅可为企业带来数十倍的投资回报率，还能有助于推动整个数字产业的发展，为数字经济发展提供一定的技术支撑。

二、智能无损网络的发展现状及趋势

（一）智能无损网络的发展现状

在技术研究上，2019 年开放数据中心委员会新技术与测试工作组设立“智能无损网络”研究项目，此项目集聚了国内各龙头企业形成了智能无损网络领域研究队伍，现今我国智能无损网络技术已具备世界级技术影响力；在技术应用上，自 2019 年 8 月 29 日科技部颁布《国家新一代人工智能创新发展试验区建设工作指引》以来，至今全国已有 30 多个省、市获批建设“国家新一代人工智能创新发展试验区”。而在试验区里最核心的基础设施——人工智能计算中心，广泛采用了智能无损网络技术，以应对人工智能训练、推理等复杂场景的海量计算。当前，全国已正式上线深圳鹏城云脑二期、广州人工智能计算中心等 11 个人工智能基础设施，均采用了智能无损网络技术，现网运行可靠，技术成熟。目前，南宁人工智能计算中心，天津人工智能计算中心等 22 个项目处于项目工程实施阶段，均规划了智能无损网络技术的应用。

（二）智能无损网络的发展趋势

目前，在网络通道上承载非易失性高速传输总线的方式是实现智能无损网络的最佳选择，此种实现方式支持光纤通道和基于融合以太网的远程内存直接访问两种传输网络。基于光纤通道的智能无损网络存在几个瓶颈难以突破：一是光纤通道网络设备（如，交换机、服务器、接口芯片等）被国外几大厂商垄断，且无法互通，存在巨大的业务连续性风险；二是光纤通道网络发展比较缓慢，难以满足日新月异的网络发展趋势；三是光纤通道网络设备不具备通用性，依赖原厂支持，一旦出现问题故障，原厂支撑不到位。基于融合以太网的远程内存直接访问智能无损网络成为我国发展智能无损网络的突破口。国内以华为、华三、中兴等通信企业厂家把RDMA（远程直接内存访问，Remote Direct Memory Access）移植到传统以太网上，降低了RDMA的使用成本，推动了RDMA技术普及。其中RoCE（以太网上进行RDMA的集群网络通信协议，RDMA over Converged Ethernet）技术因为性能相对较高成为当前RDMA迁移到以太网络的主流技术。RoCE使得基于以太网的数据传输具有数据传输吞吐量大、网络延时低、CPU负载低等优点。

因此，基于RoCE的智能无损网络成为当前智能无损网络发展的主要趋势，基于RoCE的智能无损网络在计算、存储和业务网络上使用全以太网方案，解决了三网割裂问题，全以太的智能无损网络统一运维，方便管理。

三、广西发展智能无损网络基础及困难

（一）数据中心智能化程度低

目前我区已建、在建数据中心 787 个，包括政务数据中心 694 个、互联网数据中心（IDC）93 个，规划最大承载能力达到 34 万标准机架。总体上数据中心建设发展势头良好，但是从智能化方面来看，我区传统数据中心数量占 90% 以上，老旧问题突出，传统数据中心资源配置和部署过程多采用人工方式，缺乏相应的平台支持，自服务和自动部署程度较低，还无法很好地支持智能无损网络发展。

（二）网络规模大，数据测试难

在应用基于智能无损网络之前，需要先测试网络的丢包损失、延迟损失和吞吐损失性能等关键性能方能投入使用。由于智能无损网络的高通量、低延迟、“0丢包”的特性，在做模拟测试时需大量的服务器组网以产生庞大的数据量，测试环境资源消耗巨大，需大型数据中心作为算力基础，而一般的研发企业难以拥有高水平的基础设施，从而导致相关研发只能集中在大型企业，无法做到技术平均。

（三）传统 IB/FC 无损网络深入人心

国内智能无损网络发展滞后，传统的 IB/FC 无损网络扎根市场，客户对 IB/FC 的使用模式较为习惯，对国内基于 ROCE 的智能无损网络接触较少，因此，基于 RDMA 协议的 ROCE 无损网络的推广困难，市场认可度不高。

（四）优势政策不明显，难以形成产业链

我区缺少发展智能无损网络配套政策，现有半导体、存储、信息系统集成企业规模较小，研发能力较弱，企业之间难以开展联动，产业链之间配合欠佳。我区若想在建设智能无损网络有所突破，必须抓住重点龙头企业，实行情感和经济刺激并举策略。

四、对策建议

（一）加大研究力度，促进技术转化

深化产学研合作，牵头科研院所、高校、行业协会、龙头企业等，联动加强对智能无损网络应用与产业效率提升的研究和探索。对于安装搭建智能无损网络测试环境资源消耗大、成本高的问题，建议充分利用区内有智能无损网络研发基础的机构（如数字广西智慧基础设施联合创新实验室），通过合作模式在现有科研设施基础上搭建测试环境以及配套完整的测试场景和配套网络。多方共同推进我区智能无损网络技术发展，实现 RoCE 无损网络科技成果转化，推动关键技术的研发和应用的同时提升政务信息化水平，增强本土企业的竞争力，加快广西数字化发展。

（二）加强政策扶持，推动标杆引领

一是出台配套产业政策，加强我区对智能无损网络技术的重视和扶持。紧跟国产化趋势，深挖本地企业潜力，加大对本地有实力企业的扶持力度，增强企业信心，鼓励企业积极参与研究工作，并推动研究成果应用于产业实践，进而提

升市场竞争力，带动产业升级，实现本土优秀企业向省外乃至国外拓展等态势。二是加强宣传推广，建设示范应用。基于 RoCE 的智能无损网络在国内已经成熟商用，加大在政企、高校等领域的普及和宣传；对于已成功应用智能无损网络技术的企业，择优打造标杆示范，让优秀企业充分展示其创新成果和优秀案例，发挥标杆引领和示范带动作用。

（三）谋划产业生态，抢占市场先机

面对我区不断增长的数据需求，鼓励龙头企业以生态位视角促进智能无损网络领域产业链成链，实现产业链稳定发展。鼓励龙头企业对本领域产业链链上企业（例如：半导体产业，信息系统集成服务产业，周边存储产业，计算产业等）加大合作，优先采购，赋予产业链链上企业不断生长的力量。建议依托中国—东盟数字经济产业园，引入实力雄厚的企业强强联合，实现资源资产价值化，大力培育发展智能无损网络全产业链，加快我区智能无损网络产业高质量发展。

（执笔人：陈吉宁等课题组成员）

编辑部地址：南宁市体强路 18 号广西信息中心 1412 号房

联系电话：0771-6113592

电子邮箱：dsjyjs@gxi.gov.cn

网址：<http://gxxxxx.gxzf.gov.cn/>



扫描二维码获取
更多决策参考信息