

基于国产算力的AIDC与传统IDC融合升级方案研究

曹怀东

天元瑞信通信科技股份有限公司 陕西 西安 719000

摘要：伴随人工智能规模化应用与“东数西算”推进，AIDC成为赋能新质生产力的核心算力底座。传统IDC存在算力密度低、智能适配不足等短板，二者融合是算力基础设施高质量发展大势。当前国产算力软硬件持续突破，昇腾、海光、寒武纪等算力底座日趋成熟，但两类数据中心融合仍面临适配不足、调度低效、生态协同偏弱等难题。本文对比二者核心差异与融合痛点，搭建算力、网络、平台、应用四级融合架构，围绕硬件适配、资源调度、运维管理。

关键词：国产算力；AIDC；传统IDC；融合升级；算力调度；自主可控

引言

数字经济深度演进与人工智能产业迭代升级，推动社会算力需求从通用计算向高密度异构智能计算全面转型。国内算力基础设施建设进入提质增效与自主革新的关键阶段，传统数据中心的存量资源亟需通过技术改造适配智能化业务发展需求。依托本土自研软硬件体系搭建的国产算力生态逐步完善，为数据中心架构革新与算力资源重构提供坚实技术支撑。行业现存的两类算力基础设施单独运行的模式，无法适配数字产业集约化、高效化、自主化的发展诉求，通过技术手段实现AIDC与传统IDC的深度融合，成为盘活存量算力资源、构建自主可控算力体系的核心路径。

1 绪论

1.1 研究背景

人工智能规模化落地催生高密度、低延迟、异构协同的算力需求，AIDC成为支撑数字经济与新质生产力的核心基础设施^[1]。传统IDC通用存储计算体系成熟，但受架构、算力密度、调度模式制约，难以适配AI业务场景。

1.2 国内外研究现状

发达国家起步较早，在异构调度、高效散热等方面技术成熟，建成完整AIDC体系。但其方案依托海外算力生态，侧重单一智算中心建设，不兼容国产算力，缺少传统IDC与AIDC融合方案，难以满足我国算力自主可控要求。国内相关研究不断增多，多聚焦AIDC架构、IDC智能化改造，部分企业尝试算力协同运营。现有研究仍存在不足：不少方案依赖海外软硬件，未立足国产生态；改造偏重硬件，缺少调度、运维、安全一体化设计；同时缺少工程实践支撑，落地适用性不足。

1.3 研究内容与技术路线

构建“算力层-网络层-平台层-应用层”四级融合架

构，界定各层级功能定位与技术选型。

1.4 研究创新点

一是搭建适配国产算力的四级融合架构，摒弃重硬件、轻协同的传统模式，实现国产异构算力与传统IDC设施深度适配，强化算力基础设施自主可控能力。二是制定异构算力池化与智能动态调度策略，结合国产各类算力芯片的异构特性，依托负载预测机制优化资源调配，化解算力供需失衡问题，实现通用与智能算力高效协同^[2]。三是构建涵盖硬件、软件、运维、安全的全流程升级体系，融入绿色节能技术，兼顾方案实用、经济与绿色属性。

2 相关理论与技术基础

2.1 核心概念界定

传统IDC：作为承载存储、通用计算与网络接入的基础算力设施，以CPU为核心，适配网页、存储等通用业务。设施架构偏传统，普遍采用风冷设备，单机柜功率4~8kW，PUE多为1.5~1.6。因其资源静态分配，算力调度灵活性不足，难以支撑AI异构算力与高密度负载，智能化适配短板突出。AIDC：是面向AI业务的新型算力基础设施，定位为“智能生产系统”，依托NPU、GPU等异构算力，承载大模型训练、推理等业务。相比传统IDC，它算力密度高、带宽需求大、负载波动明显，单机柜功率10~100kW，多采用液冷散热，PUE可降至1.2以下，具备弹性调度、异构算力协同的突出优势。国产算力：是依托国内自主研发软硬件构建的全栈算力体系，涵盖硬件、软件、应用三层架构，核心包括国产CPU、NPU、服务器、操作系统及AI算力框架。当前，昇腾、海光、寒武纪、龙芯等国产算力产品已实现规模化落地，在AI推理场景市场占比超30%，产业链日趋完善。如下图1所示

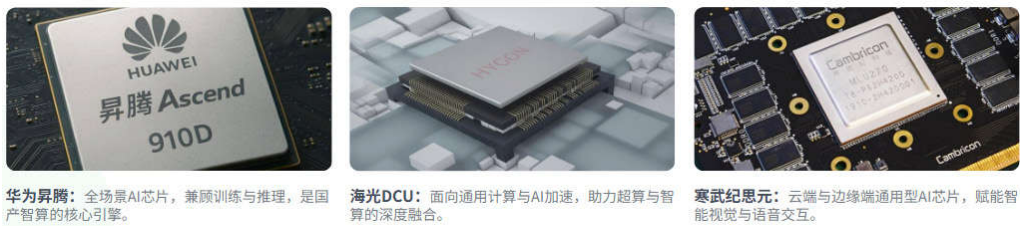


图1 国产主流 AI 算力芯片

2.2 核心技术基础

国产算力核心技术：涵盖芯片、服务器与软件适配三大维度。芯片领域依托Chiplet封装技术弥补制程短板，搭配自研光互联协议，可实现万级算力芯片高效协同；服务器领域采用高密度架构，适配液冷散热与多芯片协同场景；软件领域通过兼容层技术适配主流算力生态，搭配MindSpore、飞桨等自研AI框架，有效降低业务迁移成本，完善国产算力适配体系。液冷技术：是AIDC高密度算力散热及传统IDC升级改造的关键技术，主要分为冷板式与浸没式两类。其中冷板式液冷适配传统IDC

改造，可对核心硬件精准散热；浸没式液冷散热效率更高，适用于高密度算力场景，可支撑单机柜45~60kW高功率运行，助力数据中心PUE值降至1.1以下，兼顾算力升级与绿色节能需求^[3]。智能运维技术：依托物联网与人工智能技术，实现数据中心算力资源、设备状态、业务任务的全流程监控与预测性维护。通过搭建一体化运维平台，整合传统IDC动环监控与AIDC算力监控能力，实现运维管理可视化、自动化，有效降低运维成本、提升融合系统的运行稳定性与可靠性。如下图2所示

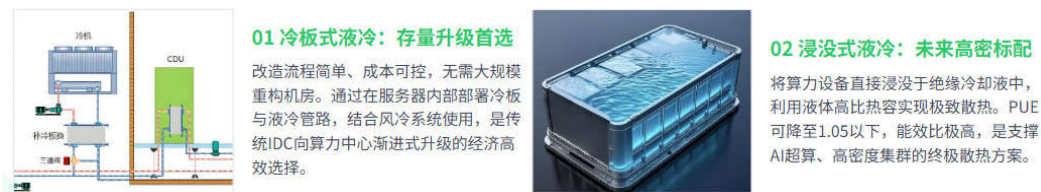


图2 液冷两大技术路线对比

3 AIDC 与传统 IDC 融合现状及痛点分析

3.1 融合发展现状

国内AIDC与传统IDC融合仍处于初级阶段，主流形成三类融合模式：新旧协同模式以新建AIDC承载AI核心业务，存量传统IDC承接通用业务，依托网络实现算力协同；存量改造模式通过对传统IDC开展轻量化软硬件升级，低成本适配中小规模智能算力需求；跨域集群融合模式依托“东数西算”节点，整合东西部算力资源，优化广域调度。

3.2 融合过程中存在的核心痛点

国产算力适配性不足：存量IDC软硬件适配海外生态，与昇腾、海光等国产芯片存在兼容问题；原有调度运维系统难以匹配国产算力特性，资源利用率偏低。加之国内算力厂商生态割裂，抬高改造难度与成本^[4]。异构资源调度效率低下：通用CPU与异构智能算力特性差异大，现有模式缺少统一调度平台，资源动态调配能力不足，算力闲置、过载现象并存；国产异构调度算法有待优化，算力整体利用率受限。硬件改造难度大、成本高：升级涉及算力设备部署、高速网络、液冷、供电承

重改造，造价高、施工复杂，中小企业负担较重；改造过程还存在存量业务中断风险。

3.3 融合升级核心需求

一是兼容适配需求，打通国产算力与存量IDC软硬件适配壁垒，解决生态碎片化问题；二是高效调度需求，搭建统一异构算力调度体系，实现通用与智能算力动态协同配置；三是经济可控需求，优化轻量化改造方案，降低改造成本与业务中断风险；四是安全自主需求，构建覆盖数据、算力、模型的全链路安全体系，保障算力基础设施自主可控、安全稳定运行。

4 基于国产算力的 AIDC 与传统 IDC 融合升级方案设计

4.1 方案设计原则

自主可控：优先采用国产软硬件，摆脱算力基础设施对外技术依赖。协同高效：建立统一算力调度与运维平台，打通两类数据中心资源，提高算力利用效率。经济可行：实行分步改造，减少业务中断风险，控制投入成本，适配各类主体需求。绿色节能：运用液冷、算电协同等技术降低能耗，契合“双碳”目标。安全可靠：

搭建软硬件、数据、算力一体化防护体系,防范各类新型安全风险。可扩展:预留扩容与迭代接口,适配国产算力演进与AI业务持续增长需求。

4.2 总体融合架构设计

依托国产算力底座,构建“算力层-网络层-平台层-应用层”四级一体化融合架构,实现通用算力与智能算力的深度融合与互补赋能。算力层:通过存量升级、增量建设与资源池化整合,搭建国产异构算力资源池。传统IDC替换鲲鹏、海光等国产CPU保障通用算力,增补国产AI服务器满足轻量化推理需求。新建AIDC依托先进国产GPU、NPU芯片与分布式存储设备,支撑大模型训练等高端AI场景^[5]。网络层:传统IDC迭代Spine-Leaf架构,部署国产高速交换机提升吞吐能力;AIDC搭载RDMA高速网络,压低集群通信时延,适配AI高频交互场景。

4.3 具体融合升级实施策略

4.3.1 硬件适配与改造策略

基础阶段:对传统IDC设备国产化替换,升级供电系统,搭建轻量化AI算力节点,实现基础智能推理能力。扩容阶段:新建高密度国产AIDC集群,应用冷板式液冷、RDMA高速网络与分布式存储,降低机房PUE至1.2以下,完成全域算力池化。优化阶段:迭代国产软硬件,升级浸没式液冷将PUE降至1.15以下,联动“东数西算”节点,融入绿电、储能技术节能降耗,依托模块化施工与泄漏检测系统,保障改造安全高效。

4.3.2 国产算力适配策略

针对国产算力生态适配短板,从软硬件及生态三维构建适配体系。硬件端适配国产芯片基础设施,优化机房供电与布局,通过PoC平台完成多类芯片适配验证。软件端更换麒麟、欧拉等国产系统,依托兼容技术实现存量AI应用低成本迁移,适配国产算力调度体系。生态端联动上下游厂商统一技术标准,破除算力生态碎片化问题,推动改造方案标准化、通用化。

4.3.3 异构算力调度优化策略

为解决异构算力调度低效问题,搭建高精度负载动态调度机制。依托AI算法实时预测业务负载,预测精度超90%;对业务分级设优,优先保障核心时效任务。根据负载动态迁移任务,实现通用与智能算力互补复用、全域负载均衡。同时结合电价、绿电资源优化调度参数,兼顾调度效率与运营节能降本需求。

4.3.4 运维协同与安全保障策略

整合两类数据中心监控体系,搭建统一智能运维平台,依托AI技术实现故障预警与快速处置,通过产学研合作培育专业国产化运维人才。同时构建全链路自主安

全体系,落实软硬件设备全生命周期管理,常态化修复系统漏洞、开展安全审计;采用国产加密算法实现数据分级加密与溯源,精细化管控算力访问权限,全面保障融合系统安全可控、稳定运行。

5 结论与展望

5.1 研究结论

AIDC与传统IDC在定位、算力、硬件及调度模式上差异显著,二者融合升级可突破传统IDC发展瓶颈、释放智能算力价值,是推动算力基础设施高质量发展、实现算力自主可控的必然趋势。当前两类数据中心融合存在国产算力适配差、异构调度低效、改造成本高、运维割裂、安全体系不完善等问题,亟需兼顾兼容、高效、经济与安全的一体化升级方案。本文构建的四级融合架构及全流程升级策略,可有效破解融合痛点,实现两类数据中心深度协同,充分释放国产算力效能。

5.2 研究不足

一是方案的适配性主要针对政务数据中心,对于工业、金融等其他行业的数据中心,需结合行业特点进行针对性优化;二是异构算力调度算法的优化仍有提升空间,对于大规模算力集群的调度效率,需进一步研究。

5.3 未来展望

行业适配优化:结合工业、金融、医疗等行业场景特性,优化融合升级方案,提升行业适配能力,推进方案规模化落地应用。调度算法升级:依托大模型优化异构算力调度算法,提升大规模算力精准调度与动态优化能力,探索跨区域算力调度模式,赋能“东数西算”建设。国产生态完善:联动国内软硬件厂商。新技术融合应用:融合量子计算、边缘智算技术,实现多级算力协同;持续优化液冷、算电协同节能技术,降低机房能耗,助力“双碳”目标落地。

参考文献

- [1]崔亚明. 国产算力赋能高速公路数字孪生体系构建[J].中国交通信息化,2026,(S1):10-12+16.
- [2]张慧峰,刘宁春,龙卫平等. 面向国产算力的超大规模智算集群网络:关键挑战、技术途径与发展趋势[J].电信科学,2025,41(12):1-26.
- [3]程乐. 国产算力高效供给如何“突围”[J].人民论坛,2025,(22):54-59.
- [4]刘政鑫. 国产算力突围的“曙光”之道:从硬件堆砌到软硬件协同[J].机器人产业,2025,(3):94-98.
- [5]搭建国产算力底座,自主可控“弄潮”AI时代[J].信息化建设,2025,(4):40-41.