

基于算力和能源产业协同发展的探索研究

董玉臣

内蒙古京海煤矸石发电有限责任公司, 内蒙古 乌海 016000

DOI:10.61369/EPTSM.2026010016

摘 要 : 算力是抽象的, 它的载体却实在可见, 就是以数据中心、智算中心为代表的算力基础设施。算力的背后, 是电力在支撑。据国际能源署的数据, 2026年全球数据中心、AI的电力消耗将翻倍, 总用电量达到1000太瓦时以上。传统数据中心主要依赖火电, 能耗增加直接导致碳排放增加, 在“双碳”目标下, 算力产业对减排和绿电需求迫切, 数据中心建设与运行面临严峻的碳排放挑战。通过对算力与能源协同发展趋势的研判, 从新型电力系统、智慧供热、源网荷储、智慧微电网等多个技术领域探索两者的深度融合以及绿色数据中心的构建。

关 键 词 : 算力; 智算; 火电; 绿电需求; 能源协同

Exploration and Research on the Synergistic Development of Computing Power and Energy Industry

Dong Yuchen

Inner Mongolia Jinghai Coal Gangue Power Generation Co., Ltd. Wuhai, Inner Mongolia 016000

Abstract : Computing power is abstract, yet its carriers are tangible and visible—namely the computing infrastructure represented by data centers and intelligent computing centers. Behind computing power lies the support of electricity. According to data from the International Energy Agency, by 2026 the global electricity consumption of data centers and AI is expected to double, with total usage exceeding 1,000 TWh. Traditional data centers rely primarily on thermal power, and increasing energy consumption directly leads to higher carbon emissions. Under the “dual-carbon” goals, the computing industry faces urgent demand for emission reduction and green electricity, while the construction and operation of data centers confront severe carbon-emission challenges.

This work examines the trend of coordinated development between computing power and energy systems, exploring their deep integration across multiple technical domains—including new-type power systems, intelligent heating, source-grid-load-storage coordination, and smart microgrids—to support the development of green data centers.

Keywords : computing power; intelligent computing; thermal power; green electricity demand; energy coordination

引言

算力作为新型生产力, 其发展与能源供应紧密相连, 面临能耗挑战与绿色转型机遇。全球范围内电力与算力协同发展成为必然趋势。AI的尽头是算力, 算力的尽头是电力。算力规模的不断增加带动算力能耗持续上涨在算力能耗呈井喷式增长的背景下电力与算力迫切需要实现协同发展。

一、算力是数字经济蓬勃发展的重要支撑

算力作为释放数据价值、激活数据潜能的关键驱动力, 已经成为数字经济的核心生产力与支撑经济增长的新引擎。算力基础设施如计算中心或数据中心等在支撑经济高速增长的同时消耗了

大量的电力能源。目前我国经济已由高速扩张阶段进入高质量发展时期, 亟需思考如何在这一背景下实现算力体系与能源体系的协调推进。简单来说, 算力可以理解为处理和运算数据的能力, 即计算系统对数据进行处理水平。算力涵盖于智能手机、计算机、机器人、数据中心、超级计算中心及众多智能设备之中, 其

作者简介: 董玉臣 (1976.10—), 男, 内蒙古人, 大学本科, 高级工程师, 研究方向: 火力发电的运行、检修、技改的安全生产技术管理、光伏发电技术管理及火电一体化调度情况的分析工作。

核心部件为 CPU 等计算芯片，并由服务器、计算机及高性能集群提供支撑。作为数字经济的重要生产要素，算力已成为支撑人工智能、大数据、物联网等技术发展和落地应用的根本动力^[1]。

二、算力与能源关系

算力是集信息计算力、网络运载力、数据存储力于一体的新型生产力，主要通过算力基础设施向社会提供服务^[2]。算力基础设施是新型信息基础设施的重要组成部分，呈现多元泛在、智能敏捷、安全可靠、绿色低碳等特征。

新型电力系统是以数字信息技术为重要驱动，以新能源为主体的电力系统，是新型能源体系的重要组成和实现“双碳”目标的关键载体。伴随全国一体化大数据中心体系和“东数西算”工程的实施，推动数据资源作为新型生产要素的充分流通和使用，“算力+能源”融合发展成为构建新型电力系统的必然要求^[3]。

能源和算力，一个是新经济的“血液”，一个是新经济的“引擎”，两者的深度融合，既是数字经济发展的必然要求，也是能源革命的重要方向。着力点主要有三个方面：

（一）算力+煤电

煤电机组在高效、清洁化发电的同时，引入算力开展煤电智能发电平台建设，提升煤电机组调节性、灵活性、可靠性、经济性，让其更好的服务于新型电力系统的深度调峰需求和其他辅助服务，发挥煤电的兜底保障作用。在建设数字化智慧电厂的过程中，智能化手段不断扩展管控的深度与范围，使煤电机组更精准地把握电网运行需求，增强其数字化运营与决策水平，从而使管理流程更加简化、高效，助力火电转型升级^[4]。

（二）算力+新能源

数字化技术能够帮助电网以信息流带动能量流与业务流的优化，使电网在感知范围、开放程度以及交互能力方面得到全面提升，从而推动电网向能源互联网形态演进。同时，智能电网的建设可显著增强系统的调节灵活性与控制能力，使其能够更好地接纳波动性电源。通过数字技术与能源体系的深度融合，能源互联网可实现连接生产侧与消费侧，促使能源系统具备快速响应能力并维持实时的负荷平衡^[5]。

通过 AI 算力可以进行各地的风力计算、日照量计算、天气预测、面积计算、负荷预测，结合电能转换、用电需求进行分析，对发电站建造进行风险预估，可探索出各地建设发电站的需求以及建造新能源电站的最佳地点，使自然资源使用率最大化，综合考虑建设成本与预期风险的多主体输配电建设规划，运用群体智能方法确定最优建设方案^[6]。

三、探寻新型电力系统安全、经济、低碳的平衡点

实现碳达峰、碳中和目标的实质是能源高质量发展，能源系统在建设过程中必须同时实现安全可靠、经济合理与绿色低碳三个目标，因此这一组常被称为“能源不可能三角”。其中，安全性是能源体系最基本的保障，经济性是其持续发展的前提，而

低碳化则是能源结构转型的必然方向，这三项要求具有不可替代性。为了打造高质量的能源体系，新型能源系统需要逐步突破这三方面的制约，使原本难以兼顾的三点能够协同满足，真正形成“可能三角”。能源的空间供需不平衡和跨区域调度的挑战尤为突出。在人工智能模型训练过程中，大规模算力需求会在短时间内集中释放，可能使电网某些区域承受突然增加的负载，从而对电网稳定运行带来挑战^[7]。

由于新能源发电具有不稳定和间歇性的特征，发电企业需要向调度部门提交短期功率预测和超短期功率预测等数据，以便接受相关考核和调度管理。新能源发电功率预测主要基于算法模型和气象预测，可通过 AI 技术基于天气预报、天气实况、场站出力等数据优化预测模型，提高新能源发电功率预测速度和准确度，保障电网安全运行和电力可靠供应^[8]。

四、算力+能源赋能应用

电力行业要树立“算力即负荷”的新理念，加快新型电力系统与算力基础设施的一体化部署，推动能源流与数据流的互联互通。同时，还要积极探索电力市场化改革，完善电价形成机制，为算力提供更加灵活、优惠的用电服务。激发算力“引擎”赋能效应。创新应用“云大物移智链边”等技术，加快信息采集、感知、处理、应用等环节建设，推进各能源品种数据共享和价值挖掘，丰富能源行业大模型应用，构建完整的“算力+能源”生态圈^[9]。

（一）算力+火电智能运维与巡检

火力发电站智能巡检业务是基于 AI 算力为核心，通过机器人、视频监控装置、监测传感装置等采集数据，进一步通过设备巡检图片识别模型进行设备智能监测和无人化智能巡检。算力加火力发电站辅网运维巡检应用，可以实现减员增效，提高生产效率。

（二）算力+储能应用

通过算力对储能系统的数据进行收集、分类、建模，可以使储能系统在运行时进行智能决策，借助大模型以及实时数据，出现异常状况时自动切换，调整负载电压，保证储能系统的可靠性和稳定性。通过整体规划多类别储能系统的建设，使其在不同时间尺度和不同地区之间形成协同作用，可有效增强能源系统的调节能力，缓解能源供给总体充裕但高峰时段不足的矛盾，充分彰显储能保障能源安全与提升供应能力方面的关键价值。

（三）算力+需求侧资源

如何将数据转换为强大的“算力+电力+热力”，以算力引领，电力、热力加持，三位一体，算力赋能，以数据流引领和优化能量流、业务流，实现对发电侧的“全面可观、精确可测、高度可控”，对电网侧形成云边融合的动态、实时、精准调控。算力可以整合各种需求侧资源，面对各类极端工况，需要充分释放新型灵活调节资源的能力，利用需求侧响应、虚拟电厂、电动汽车及多种新型储能的快速调节优势，同时继续发掘响应速度相对较慢的可调节负荷。在此基础上，再依据不同灵活性资源的动态

响应特征开展协调调控。通过分析整个电网的需求和特定用户的用电行为，提前做好电力调度和供应的准备，提供个性化的需求响应方案。

（四）源网荷储运行模式

为适应高比例新能源接入为电力系统带来的电源间歇性、波动性挑战，需依托高性能算力对气象、电网历史运行数据精准计算，提升新能源发电量预测精准度，提高多时空实时供需平衡数据，依托算力助力电力系统新能源消纳。通过“源网荷储”一体化建设实现“投产即零碳”的实践。采用“源网荷储”模式整合可再生能源发电、智能电网、负荷管理和储能系统，旨在从投产初期就实现运营全生命周期的碳中和，应对数据中心高能耗挑战。依托丰富的风能和太阳能资源，持续提升绿电供给能力，为数据中心提供稳定清洁能源。

由于风电和光伏发电存在波动性且难以完全调度，蓄电池可依据数据中心的实际用能需求，对其与可再生能源出力之间的差额进行补偿。依托联络线路，数据中心微电网能够与主电网进行双向能量互动，以保障其负荷需求得到有效满足。本研究设计了一种双层优化方案：上层负责确定数据中心微电网内风电、光伏及储能系统的容量配置；下层则侧重于微电网的具体运行调度策略。经相关计算，在综合考量负载特性的前提下制定资源分配方案，结果表明该双层优化模型能够显著降低年化投资成本、运行费用以及碳排放水平。

五、结论与建议

新能源汽车的分布式储能能力，也是我国未来能源领域最大的潜在优势所在。我国光伏、电动汽车和锂电产能都是遥遥领先，随着电池循环次数和使用寿命的持续提升，数以亿计的电动汽车可通过峰谷电价差进行储能，并在需要时向电网反向供电，不仅能够实现接近零成本甚至盈利的用车模式，还能在很大程度上缓解电网的调峰压力。要实现这一目标，必须在电价机制、充电电基础设施建设、政策扶持以及用户用能行为等多个层面形成协同配套。未来若能实现算力网络、输电体系、分布式能源系统与车辆及充电网络的深度融合，或许将为我国能源发展面临的诸

多挑战提供一种综合性的根本解决路径。

未来，我国的算力规模大、发展迅速，且是稳增长促转型的重要支撑。然而，算力高需求的区域恰好是我国电力供需紧张的区域，未来智能算力的进一步发展必将加剧我国的电力安全供应压力。构建算力网络有助于进一步促进数字经济与实体经济的深层次联动与融合。若能全面发挥算力网络的功能，使算力、数据与算法实现协同运作，将有助于推动产业链各要素之间的互联互通，突破行业和区域壁垒，疏通发展过程中的关键瓶颈，并有效降低交易成本，从而进一步加速数字经济与实体经济的融合进程。“以科技创新推动产业创新，特别是以颠覆性技术和前沿技术催生新产业、新模式、新动能”。“东数西算”工程是一个数字经济时代的国家级算力资源跨区域调配战略，从产业融合发展的角度看，数字化产业与受迁地绿色产业深度融合的可持续发展模式尚不明确。因此，统筹绿色电力与智能算力的一体化发展模式，完善算力用户绿电交易体系，助力可再生能源的市场化消纳，科学引导绿色电力资源和智能算力资源的空间布局、融合改革，还需进一步探索和研究两者在更深层次、更广领域的协同发展，破解算力发展的能源瓶颈^[10]。

加速推动发展模式向绿色方向转变，培育低碳与绿色相关产业，引导公众践行绿色消费理念，从而逐步建立起低碳化的生产体系和生活方式，同时强调要大力发展数字经济，建设数字中国。作为推动经济社会绿色化与数字化变革的核心生产要素，绿色电力与算力正朝着深度融合的方向演进。电力体系推动算力实现绿色升级，而算力反过来又促进电力系统的数字化建设，二者相互促进、不断强化，形成良性的螺旋发展态势，从而加速能源数字经济的高质量增长。

算力提供丰富多样的智能应用场景，作为推动“双碳”目标落地的核心力量，电力系统在发电、输电、变电、配电以及用电等各个环节都具备广泛而重要的应用场景。发电环节有新能源高精度功率预测和快速控制、清洁智慧电厂建设等应用场景。输电环节有智能巡视、智能感知、智能识别等输电数字生产运维场景。在电力行业强劲的应用需求以及充足的资金投入推动下，算力基础设施的建设与技术更新速度将进一步提升，从而带动算力产业实现新的升级发展。

参考文献

[1] 陈晓红, 曹廖滢, 陈姣龙, 等. 我国算力发展的需求、电力能耗及绿色低碳转型对策 [J]. 中国科学院院刊, 2024, 39(03): 528–539.
[2] 单志广, 刘殷, 宋心荣. “算力 + 能源” 支撑能源行业发展 [J]. 经济, 2023, (11): 23–25.
[3] 郑建卫, 邓光韬. 以“源网荷储”实现“投产即零碳” [N]. 河北经济日报, 2024–03–30(001).
[4] 高文. 以算力网建设促进产业创新. 人民日报 (2024 年 4 月 12 日 09 版)
[5] 王晓非, 刘明, 常双龙, 等. 数智化引领金融转型助力能源产业高质量发展 [J]. 企业家, 2024, (S2): 316–318.
[6] 楚海虹. 完善产品体系助力能源产业链稳健发展 [N]. 中国石油报, 2023–06–16(003).
[7] 区块链助力能源产业数字化转型 [J]. 软件和集成电路, 2022, (08): 86–88+90.
[8] 刘权, 孙小越, 袁莉莉. 区块链助力能源产业数字化转型大有可为 [N]. 中国计算机报, 2022–01–24(013).
[9] 孙华平. 数字化条件下的区域新能源产业协同发展 [J]. 煤炭经济研究, 2023, 43(08): 1.
[10] 江三良, 陈露茜. 能源产业政策与能源 – 环境 – 经济协同发展 [J]. 产业经济评论, 2024, (04): 189–202.