

# 新能源助力绿色算力中心发展的趋势分析

在数字技术与双碳目标的驱动下，各行业对数字化及绿色化提出更高要求，绿色算力作为数字化底层基石，呈现出持续良好发展态势。其主要通过提升设施端运算效能和提高能源端绿色应用来实现。本文从能源角度探讨新能源对绿色算力的影响，针对其在能源环节存在的时空错配、系统调度不足等特点，分别从能源供应绿色化、用能负荷稳定性、能源调度协同性三个角度阐述新能源与算力在协同发展中的布局方向。

文 | 卞艳苹 汇智（北京）能源有限公司

## 绿色算力发展背景

### 人工智能与双碳目标助推绿色算力爆发式增长

人工智能技术席卷全球，算力作为AI基石，需要巨大的能源消耗，算力革命与能源革命逐渐耦合。在智能化与绿色化发展趋势下，绿色算力迎来爆发式增长。

数据中心市场规模持续扩大。受数字化转型加速的影响，中国数据中心市场规模不断扩大。近5年中国数据中心机架规模及行业市场规模保持高速增长，2024年中国数据中心行业市场规模近3000亿元、标准机架规模近千万架，实现超过20%的高速增长。

算力用电占比持续加大。随着算力规

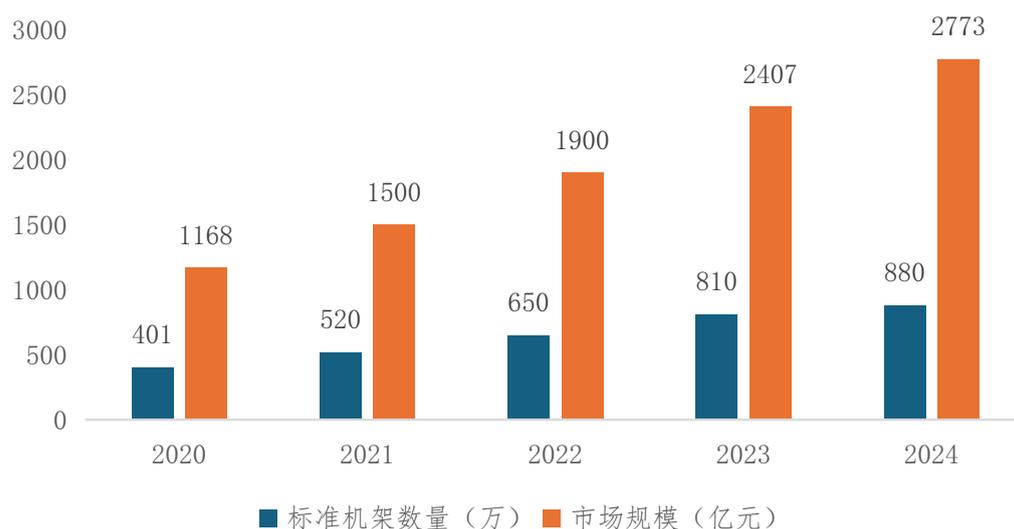
模的不断增长，其对电力的需求逐渐加大。2024年全国算力中心的用电规模预计为2000亿千瓦时，约占全社会用电量的2%。根据环球零碳、中国信通院等机构相关预测，预计2030年算力中心的年用电量在0.6万亿~1.3万亿度左右，约占该年全社会用电量的5%~10%，成为新的重点用能行业。随着DeepSeek对大模型领域的巨大冲击，大幅度降低训练成本，引发了个人、企业等更大规模群体使用数据中心，阿里巴巴、腾讯等头部互联网企业亦声称将加大算力底层基础设施的投资，阿里巴巴未来3年在云和AI基础设施的投入预计将超过过去10年的总和，算力中心对能源的需求有望进一步加大。



赛迪网官方微信



数字经济官方微信



来源：工信部、中国信通院、中商产业研究院

## 图 1 近 5 年中国数据中心标准机架数量及市场规模资料

在智能化与绿色化的发展趋势下，绿色算力应运而生。绿色算力是以绿色、低碳、可持续发展的方式布局算力基础设施，主要通过提升设施端的运算效能和加大能源端绿色应用来实现，本文从能源角度重点关注新能源对绿色算力的影响。

### 国家政策密集发布，支持绿色算力发展

中国算力政策从积极有序引导算力规模化增长与区域协同，正逐渐向提高算效与绿电占比过渡。近年来，国家发改委等部门深入实施“东数西算”工程，即西部枢纽节点处理后台加工、离线分析、容灾备份等对网络要求不高的业务，而东部枢纽节点处理工业互联网、远程医疗、即时通话等对网络要求较高的业务，在全国范围内布局“八大枢纽十大集群”，充分发挥全国一体化算力网络国家枢纽节点引领带动作用。2024年7

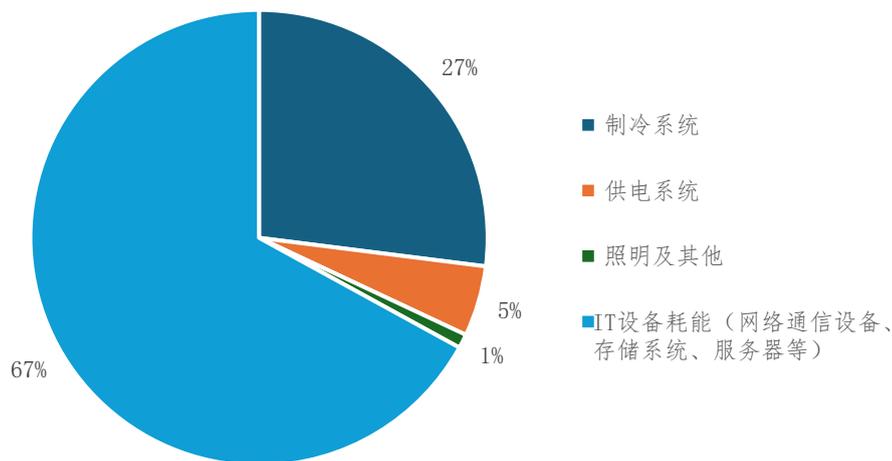
月，国家发改委等四部门印发《数据中心绿色低碳发展专项行动计划》，明确提出，到2025年年底，国家枢纽节点新建数据中心绿电占比超过80%；到2030年年底，全国数据中心平均电能利用效率、单位算力能效和碳效达到国际先进水平。2024年7月，国家发改委等三部门发布《加快构建新型电力系统行动方案（2024—2027年）》，实施算电协同项目，通过数字化手段提升电力系统的灵活性和智能化水平。

### 绿色算力在能源环节的特点

#### 算力布局与新能源供给存在时空错配

受各地数字经济产业与风光资源的影响，目前各地的算力用电规模与绿电发电规模存在时空错配。

算力中心的选址布局与可再生能源的主要分布区域之间存在显著的地理错配。中国的智算中心多集中于东部沿海



来源：中国信通院、中国 IDC 产业论坛

图 2 算力中心能耗结构（以 PUE=1.5 为例）

地区及一线城市周边，这些地方不仅是经济活动的核心区域，也是互联网企业和数据密集型产业的聚集地；即使在东数西算的总体布局下，延迟敏感任务仍然必须由部署在本地的算力完成，例如，根据《中国信息化周报》报道，京津冀算力枢纽的算力市场规模占全国份额的 30% 以上。相比之下，丰富的可再生能源资源主要分布在西部和北部省份，如新疆、内蒙古、甘肃等地。根据国家能源局、中国可再生能源学会统计，截至 2024 年年底，东北、华北、西北地区光伏装机占全国 51%，风电装机占全国 71%。

算力中心的用电特性与新能源的发电特性还存在时间上的不匹配。算力中心对电力系统有着“7×24”不间断稳定供应的严格要求，承载着大量的数据处理任务，如人工智能模型训练、大规模数据分析和高性能计算等关键业务。这些业务通常需要持续运行，并且对于延迟极其敏感，任何电力中断都可能导致数据丢失、服务不可用甚至硬件损坏，

进而造成重大的经济损失或安全风险。而新能源存在昼夜、季节等波动，难以直接满足智算中心对电力系统不间断稳定供应的要求。

#### 产业间协作不足，制约综合能源系统调度效率

算力、电力和热力的协同面临多个复杂且相互关联、相互影响的问题，限制了数据中心的能效提升。从能源自身角度，算力中心能量损失严重，带来综合能源转化效率不高的问题；从系统调度角度，能源的预测与调度智能化不足、监控与反馈不及时，导致综合能源系统智能化程度不高。能源转化与智能化程度相互制约，限制了综合能源系统调度效率。

能源转换效率不高。数据中心的电力到热力转换过程中存在显著的能量损失，根据《数据中心能效白皮书》（2024 年），传统的冷却系统将大约 30% 左右的电能用于散热，而这些热量通常被直接排放到环境中，未能有效回收利用。

预测与调度机制智能化不足。精确预测算力需求对于优化电力和热力供应至关重要，然而目前的数据中心大多依赖于静态负载预测模型，难以准确捕捉动态变化的工作负载。据《中国数据中心市场年度报告》（2023年），仅有不到30%的数据中心采用了先进的机器学习算法进行智能调度，这导致了电力浪费和热管理不充分的问题。

实时监控与反馈控制不及时。实现高效的算电协同运作需要实时监控各个子系统的运行状态，并通过反馈控制系统调整操作参数。当前许多数据中心缺乏全面的监控平台，无法实现实时数据采集和分析，影响了对异常情况的快速响应能力。此外，自动化控制技术的应用也较为有限，手动调节占据了较大比例，降低了整体效率。

### 新能源推进绿色算力能源端的发展

#### 绿色：多模式提升绿色供能比例，解决新能源与算力的空间错配

算力中心用能绿色化是全球数字化转型背景下，应对气候变化和能源效率提升的重要举措，直接或间接通过绿电和绿证来体现。

目前主要有绿电直供、源网荷储、绿电绿证交易3种模式。绿电直供模式，由可再生能源发电厂的电直接供给互联网数据中心，对发电系统的稳定性要求严苛，需要配置稳定的绿电供给，如三峡东岳庙数据中心采用可再生绿色水电，实现了零碳数据中心的目標。源网荷储一体化模式，通过直接接入附近的风电

场、光伏电站等方式获取绿电，需要配置储能系统确保电力供应的稳定性，是绿色算力中心的主流模式之一，如中能建的甘肃枢纽庆阳集群源网荷储一体化项目、三大通信运营商等主导的京津冀“算力之都”张北数据中心等均采用此模式。绿色电力交易模式，通过购买电网输送的绿电绿证来证明其对可再生能源的支持，也是提升绿电占比最易操作的方式，如贵州贵安苹果数据中心就要求全部使用绿电，或者通过购买绿证实现绿色能源的消费。

#### 稳定：储能提升用电负荷稳定性，解决新能源与算力的时间错配

算力中心对电力系统稳定性的高要求，推动了储能技术在算力领域的发展，以应对数据中心的高负载和可再生能源波动性带来的挑战。铅酸电池因其成本低、技术成熟等特点一度成为数据中心储能的首选，随着锂离子电池、液流电池、氢储能等各类新型储能技术的发展，将逐渐在算力中心有所应用。

锂离子电池技术最成熟，且其成本不断降低，更加安全、环保、高能量密度，根据沙利文发布的《全球数据中心锂离子电池分析报告》，预测2025年锂电在数据中心中的应用将接近40%。液流电池适合算力中心短时间内的电力平衡，可作为紧急情况下的备用电源，三峡东岳庙数据中心、华为贵州数据中心、万国数据上海数据中心等均有商业化的应用；氢储能适合作为一种长期的能量储存手段，特别是在可再生能源比例较高的情况下，中国移动克拉玛依智算中心已开

始探索“风光制氢 + 数据中心绿色电源”的创新应用，整体处于起步阶段。

### 协同：提升算电热的智能化协同，解决综合能源调度效率不高的问题

算力、电力、热力的智能化协同发展是构建高效、可持续算力中心的关键。一方面需要从各个环节优化能源使用流程，另一方面需要从系统的整体角度提升综合能源利用的智能化水平。

提升能源转化效率需要在各个环节优化能源使用流程。在制冷技术方面，传统风冷技术难以满足当前高密度计算的散热需求，液冷技术将高比热容的液体作为热量传输媒介，直接或间接接触发热器件，缩短送风距离，传热路径短，换热效率高，成为 AI 时代支撑高密度部署、应对节能挑战的重要途径。在资源回收方面，利用热泵、吸收式制冷、蓄冷蓄热等技术，将 GPU、CPU 以及 IT 设备散热产生的大量中低温余热回收，实现数据中心余热再利用。在供配电方面，采用热电联产系统，结合发电和供热过程，在提供电力的同时可以利用废热加热水或其他流体，实现一次能源的多重利用等。

预测与调度的智能化以及监控与反馈的及时性都有赖于算力、能源的智能化协同水平的提升。一方面，需要算力调度以适应能源供给结构，能源充足的时间和空间下增加算力运算任务，能源不足时在保障算力安全情况下降低算力运算强度。根据计算任务的需求，合理分配和管理计算资源，大幅降低设备的运行成本和能源消耗。另一方面，电力

调度同样要基于智能化的能源管理系统，而智能化的能源管理系统需要能源算力作为底层支撑。综合能源管理系统在算力的大量训练下，逐渐实现智能化统筹调度算力、电力与热力，解决同一站点内源、荷、储缺乏协同的问题。中国移动浙江公司通信站点源网荷储一体化能源体系项目，通过携手华为、中兴等 27 家供应商共同打造了一个涵盖源荷储各个环节的数智化节能生态圈，并基于其开发的“能源智慧大脑”智能调度平台，实现了基站、空调、储能设备、光伏设备等的一站式能源统筹数智化运营，从而推进能源运营从被动用电向主动调度转型，从而提升能源的综合调度能力。

### 结束语

综上所述，在绿色算力快速发展的背景下，能源作为算力的底层支撑，其在算力领域的绿色化应用具体呈现三大趋势。一是能源供给绿色化，以绿电直供、源网荷储、绿电绿证交易等多模式提升绿色供能比例，解决新能源与算力的跨区域空间错配问题；二是用能负荷稳定性，使用锂电、液流等多类储能技术提升能源运营稳定性，解决新能源出力与算力用能的时间错配问题；三是能源调度协同性，通过优化各个环节能源使用流程和整体能源利用的智能化协同，解决综合能源调度效率不高的问题。

责任编辑：徐培炎 投稿邮箱 zhouhl@staff.ccidnet.com