

算力中心+新能源

云南省设计院集团有限公司

金超



01

算力中心



AI与算力

算力是AI发展的核心基础设施之一，而AI的进步又不断推动算力需求的增长和技术革新。

AI的尽头是算力

算力是AI发展的基础

训练复杂模型需要巨大算力：深度学习型AI依赖海量数据和复杂计算。

算力决定模型规模：更大的算力支持更大参数数量和更复杂的架构，直接提升模型性能。

算力与AI应用相互影响

算力限制应用场景：实时AI（如自动驾驶、AR/VR）依赖低延迟算力；边缘计算（如手机AI）需平衡算力与能耗。
算法优化降低算力门槛：模型压缩、分布式训练等技术让AI在有限算力下更高效，但性能天花板仍受算力制约。

AI推动算力需求爆发

算力需求指数级增长：AI训练所需算力每3.4个月翻一番。
专用硬件兴起：为满足AI需求，GPU（NVIDIA）、TPU（Google）、NPU（华为）等专用芯片加大应用。

AI与算力的关系类似“引擎与燃料”——算力是AI运行的动力源，而AI的快速发展倒逼算力技术升级。

什么是算力?

算力即计算能力
Computing Power

《中国算力白皮书(2022年)》将其定义为:算力是数据中心的服务器通过对数据进行处理后实现结果输出的一种能力。2023年10月工业和信息化部等六部门联合印发的《算力基础设施高质量发展行动计划》中指出: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。

FLOPS每秒浮点运算次数,是衡量算力的基本单位。

1 PFLOPS (1P) = 1000万亿次(10^{15})/秒
200~500万台普通台式机(6000元配置)



计算速度: 单位时间内可完成的计算次数
并行能力: 同时处理多个任务的能力
能效比: 每瓦特功耗提供的计算性能
(对移动设备和数据中心至关重要)

基础算力: 由基于CPU芯片的算力, 主要用于基础通用计算, 如移动计算和物联网等。日常提到的云计算、边缘计算等均属于基础算力。

智能算力: 基于GPU等AI芯片的算力, 主要用于人工智能的训练和推理计算, 比如语音、图像和视频的处理。

超算算力: 由超级计算机等高性能计算集群所提供的算力, 主要用于尖端科学领域的计算, 比如行星模拟、药物分子设计、基因分析等。

我国算力现状和发展趋势

算力规模全球第二，2023年中国算力总规模达230E FLOPS，占全球约30%，仅次于美国。

增速全球第一，年增长率超30%，远超全球约15%的平均水平。

算力结构：智能算力占比提升

通用算力：50% 云计算、传统数据处理

智能算力：40%↑ AI训练、自动驾驶、大模型

超算算力：10% 气象、航天、生物医药



区域分布：东西协同发展

东部：需求集中（70%），但受限于土地、能耗指标，向“东数西算”节点疏解。

西部：依托风光资源建设绿色算力中心，成本优势显著（电费低30-50%）。

我国算力现状和发展趋势

边缘计算爆发

自动驾驶、工业互联网推动边缘算力需求，2025年边缘数据中心或超10万个。



算力-电力协同优化

虚拟电厂：聚合分布式算力与新能源，参与电网调峰。

动态电价响应：算力中心在低价时段（风光发电量大时）提升负载。



绿色算力成为主流

2025年目标：新建数据中心绿电使用率超50%，PUE<1.25。

推动液冷技术、余热回收、风光储直供等方案加速落地。



国产化与自主可控

华为昇腾、海光DCU等国产芯片替代加速，2024年国产AI芯片市占率或达40%。



根据国家标准GB 40879-2021，数据中心PUE值分为三个等级：
1级：PUE≤1.2（能效最高，代表国际领先水平）

2级：PUE≤1.3

3级：PUE≤1.5（最低准入要求）

贵州·华为云数据中心，PUE低至1.12。

宁夏·亚马逊数据中心：100%绿电供电，配套风电+光伏。



什么是算力中心?

Computing Power Center

算力中心是通过部署高性能服务器、存储设备、网络架构及配套软件系统，对外提供计算服务（如数据处理、模型训练、科学模拟等）的核心设施。它是数字化时代的“动力引擎”，支撑人工智能、大数据、云计算等技术的发展。

大规模计算

执行高性能计算、分布式计算等任务。

资源调度与优化

通过软件平台动态分配算力，提升资源利用率。

核心功能

数据存储与管理

提供海量数据存储及实时读写能力。

智能分析与推理

支持AI模型的训练和推理。
如深度学习、自然语言处理

硬件基础设施

服务器集群：CPU、GPU、TPU等异构计算单元，满足不同任务需求。

存储系统：分布式存储、高速缓存及冷热数据分层管理。

网络架构：高带宽、低延迟的网络互联。

算力中心 关键组成部分

能源与冷却系统

电源系统：高效供电 高压直流、模块化UPS

制冷系统：液冷技术、余热回收等，降低PUE。

软件平台

操作系统与虚拟化：实现资源池化。

任务调度系统：优化计算任务分配。

AI框架与工具链

PUE：电源使用效率
$$PUE = \frac{\text{数据中心总能耗}}{\text{IT设备能耗}}$$

算力中心和数据中心的区别

	算力中心	数据中心
核心目标	提供计算能力（算力密集型）	数据存储与网络服务（IO密集型）
硬件架构	侧重CPU/GPU异构计算、高速网络	侧重存储设备、通用服务器
能耗与冷却	更高功耗，需先进散热技术	相对低密度，风冷为主
应用场景	AI训练、科学计算、实时分析	数据备份、网站托管、企业ERP

数据中心以数据存储和网络服务为核心（如企业数据备份），算力中心则专注于高性能计算与智能任务处理（如AI模型训练）

算力中心的电能消耗

算力的尽头是电力

2023年全社会总用电量约
9.2万亿kWh

2023年全球数据中心用电量约
3,500亿kWh

算力中心
占比2.4%



中国占比
50~60%

2023年全国算力中心（含数据中心、超算中心、智算中心等）的总用电量约为
1,800亿~2,200亿千瓦时

相当于 2个三峡电站年发电量
(三峡2023年发电量约1,000亿kWh)



1P算力需要多少电?

1P算力的年耗电量:

下限: 29,000 kWh (理想能效, 100%负载, PUE=1.0)。

典型值: 50,000–150,000 kWh (含实际负载和实际PUE)。

上限: >300,000 kWh (低能效硬件或复杂任务)。

1000P算力中心, 保守估算每年耗电量
1.5亿度。

中型

1~10E(1000
~10000P)

小型

<1E(1000P)

大型

>10E(10000P)

1.5亿度



6.3万吨



7.5万户

02

新能源



新能源

新能源是指通过技术创新开发的、具有可再生性、低碳排放或环境友好特征的能源形式，旨在替代传统化石能源（如煤炭、石油、天然气），以实现能源可持续利用和减缓气候变化。



“未来的能源将是清洁的、可再生的，而且是无穷无尽的。”

新能源有哪些？



太阳能

资源无限、分布广，但依赖光照条件，需储能技术配合。

集中式光伏电站、分布式屋顶发电、

风能

清洁无污染，陆上/海上风电互补；
间歇性强，需电网调峰。中国是全球最大风电市场。



新能源有哪些？



水能

包括常规水电和抽水蓄能，技术成熟但受地理限制；抽水蓄能是当前主流储能方式。



核能

高能量密度、零碳排放，但存在核废料处理和安全争议。第四代核反应堆大幅提升安全性，如“华龙一号”。

新能源有哪些？

生物质能

利用农林废弃物、垃圾等；
沼气、生物乙醇技术较成熟。
生物质发电、生物燃料、农村沼气。



地热能

稳定可靠，但开发成本高，适合地热资源丰富地区（如西藏、云南）。
地热发电（羊八井电站）、区域供暖。

新能源有哪些？



氢能

高热值、零碳（绿氢），但制储运成本高。

氢燃料电池汽车、钢铁行业替代焦炭。

海洋能

包括潮汐能、波浪能，资源潜力大但技术尚不成熟，商业化应用较少。

实验性潮汐电站（浙江江厦）、海岛微电网。



我国新能源发电现状

装机规模

截至2024年，可再生能源发电装机规模突破10亿千瓦，占全国总装机容量的约40%。2024年底，新能源装机占全国全口径发电装机容量的比例超过四成，超越煤电成为第一大电源。



2060年，非化石能源占比超80%，构建以新能源为主体的能源体系。

发电量

2024年，全国全口径发电量9.9万亿千瓦时，其中新能源发电量1.8万亿千瓦时，占总发电量的18.5%，新能源对发电量增长的贡献率达到六成。

新能源发电的痛点

电网消纳与稳定性挑战

并网难题：新能源波动性导致电网频率控制困难，传统电网架构难以适应。2022年国内弃风弃光率仍达3%-5%，西北地区尤为突出。

跨区域输电滞后：特高压建设进度不足，西部“绿电”东送受限，跨省交易机制僵化，加剧资源与负荷中心错配。

资源与负荷空间错配

西电东送瓶颈：风光资源富集的“三北”地区本地消纳能力弱，特高压线路利用率不足70%，输送容量与需求增长不匹配。

分布式发展滞后：东部屋顶光伏渗透率不足5%，受限于产权纠纷、配网承载力及融资模式单一。

03

算力中心+新能源



当算力中心遇见新能源

“耗电狂魔”爱上“绿电甜心”

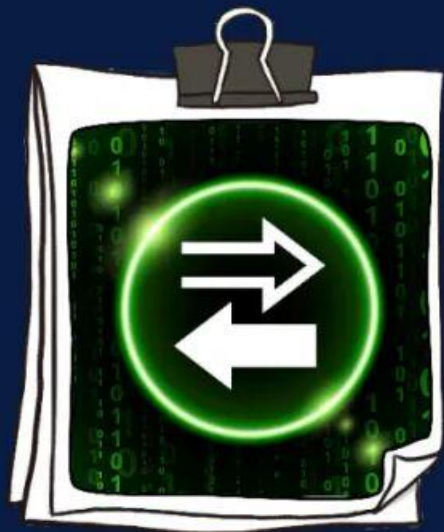
算力中心与新能源的协同发展，不仅是实现数字经济绿色低碳发展的必然选择，更是推动能源革命、构建新型电力系统的关键举措。

这场跨界联姻，将是一场关乎人类未来的“碳中和”革命！



有缘千里来相会——“东数西算”、“西电东送”

东西部资源互补，推动算力中心与新能源发电在规划阶段协同布局。引导算力中心向西部、北部等太阳能、风能、水能富集地区倾斜，如内蒙古、青海、新疆等地，利用当地新能源资源禀赋，减少对传统化石能源的依赖。针对我国算力资源集中于东部（电力自给率不足40%）、西部拥有全国70%以上可再生能源装机容量的现状，加强跨区域输电网络建设（如特高压输电），将西部新能源电力输送至东部算力中心，实现资源优化配置。



一场能量满满的“异地恋”

绿电直供

绿电直供模式是指新能源发电企业直接向算力中心供电，减少中间环节，降低用电成本，提高绿电使用比例。通过“自发自用”或“隔墙售电”模式，实现新能源电站与算力中心直接交易，降低用能成本。这种模式不仅有助于算力中心实现低碳转型，还能促进新能源产业的发展，提高新能源电力的消纳水平。

“携手到风光无限处”

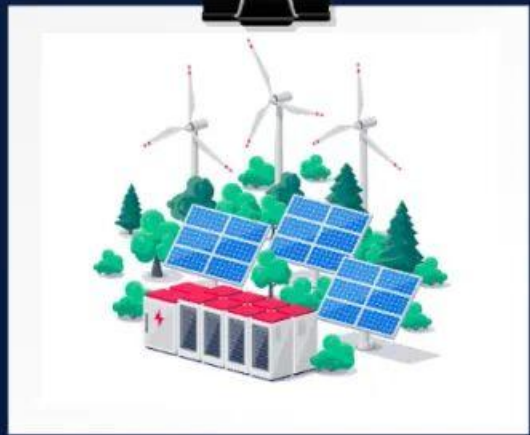


内蒙古乌兰察布，年平均风速7米/秒，日照3000小时。华为云数据中心直接接入15GW风电，绿电覆盖率达100%，电费比上海便宜40%。

源—网—荷—储—算 五重奏

源网荷储一体化模式是实现算力中心与新能源协同发展的重要途径。通过整合电源侧（新能源发电）、电网侧、负荷侧（算力中心）和储能侧资源，实现能源的高效利用和优化配置。当新能源发电充足时，多余的电力可储存起来；当新能源发电不足或算力中心用电高峰时，储能系统释放电力，确保电力供需平衡。实现“发电-储能-算力”闭环。

储能当“备胎”



宁夏中卫数据中心配备4小时锂电池储能，风光不足时自动补位。

绿电交易

建立数据中心绿电交易市场，允许企业通过电力交易平台直接采购新能源电力。通过“自发自用”或“隔墙售电”模式，实现新能源电站与算力中心直接交易，降低用能成本。例如，南方电网在贵安新区推动企业采购云南、贵州本地风电，绿电溢价收益反哺新能源投资，形成“以算促电”的良性循环，既满足算力中心电力需求，又促进新能源产业发展。

给算力贴上“低碳标签”



亚马逊宁夏数据中心通过绿电交易，每年减少碳排放 50 万吨。

智能调度与双向互动

柔性负荷技术：

开发可中断计算任务（如弹性AI训练）、服务器动态功耗调节技术，使算力负载曲线匹配新能源发电波动。

数字孪生平台：

构建“能源-算力”联合仿真系统，实时优化资源分配，如将高优先级任务调度至当前风光充足的节点，低优先级任务放到电价低谷运行。

算力、电力交流无障碍



边缘计算与分布式能源协同

5G和物联网推动边缘计算节点爆发增长，与分布式光伏、分散式风电结合，形成“微电网+边缘数据中心”单元，服务于智慧城市、工业互联网等高实时性场景。



化整为零



风电算力

01

乌兰察布华为数据中心，
每年省下 12万吨煤，
减排相当于种了 660万
棵树。



光伏算力

02

亚马逊在宁夏建起“光伏
顶棚+储能地下室”的超
级机房，晴天发电、阴天
用储电，PUE低至 1.1。



核能超算

03

大亚湾核电站直供深圳超
算中心，每秒运算 100亿
亿次的“最强大脑”，用
的全是零碳电力。

算力中心与新能源发电的融合是推动数字经济发展和实现“双碳”目标的重要路径。

算力与新能源的融合已从“绿电替代”升级为“双向赋能”的生态系统：

新能源为算力供能：降低碳排放，支撑数字经济可持续发展；

算力为能源系统增效：通过智能调度优化电力供需，提升新能源消纳率。

算力与新能源的融合早已超越技术联姻，成为人类与地球和解的浪漫宣言。





“未来的世界将由那些能够理解并利用
新能源的人来塑造。” ——*Albert Einstein*