

AI时代“能源+算力”新业态

能源与算力的新业态逐渐形成，AI和能源行业的紧密联系变得日益显著。当下AI产业展现了惊人的发展势头，生成式AI和深度学习等高计算密度任务的广泛应用，带来了巨大的能源需求。AI产业的发展与能源行业的深度绑定使得微软、谷歌、META等行业龙头企业承诺在未来实现数据中心100%使用绿电，以应对日益增长的能源需求和碳中和目标，为新能源行业创造了新的需求点。

到2030年，AI产业的发展有望为能源产业开辟超过千亿级别的市场空间：

据国际能源署（IEA）预测，到2026年，数据中心的总电力消耗可能会超过1000 TWh。根据我们测算，到2030年，AI产业所能带来的新增用电需求的保守估计值、基准值、乐观估计值分别为747.9、1141.2、1627.2 TWh，对应新增产值分别为398.8、636.8、939.8亿美元。AI产业发展不仅会刺激能源需求的增长，还可能在绿电交易、长时储能和虚拟电厂等领域催生出新的市场机制和应用场景，为能源行业开辟新的发展模式。

风险提示：能源成本的不确定性：若新能源供应不足或电价波动较大，可能对产业运营成本产生重大影响。政策风险和监管压力：需关注各国政策的变化和实施进度，确保产业发展能够符合相关法规要求，政策变动风险对行业有潜在重大影响。技术发展和竞争风险：AI产业和新能源产业都处于快速发展阶段，技术更新迭代速度快，新技术的出现可能导致现有技术迅速过时，投资者需关注技术变革带来的潜在影响。市场需求和盈利不确定性：AI和新能源产业实际市场需求和盈利情况可能受多种因素影响，包括宏观经济环境、市场竞争和客户需求变化等。应警惕市场需求波动和行业竞争加剧对企业盈利能力的影响。

作者

分析师 何琳

执业证书编号：S1070524050001

邮箱：helin@cgws.com

联系人 陈祥铭

执业证书编号：S1070122090009

邮箱：chenziming@cgws.com

相关研究

- 《新能源融资模式 YieldCo 解析与回顾》2024-05-30
- 《驭车驰电，电动车时代下的车网互动新纪元—车网互动行业报告》2024-03-18
- 《钙钛矿电池产业化发展研究报告—电力设备及新能源》2024-03-12

内容目录

1. AI 迅猛发展给能源行业带来新机遇	3
1.1 AI 行业的能源焦虑	3
1.2 行业共识：算力中心建设将刺激能源需求进一步增长	4
2. AI 时代算力中心用能新模式	5
2.1 面向 AI 应用的算力中心用能特征	5
2.2 绿色算力与绿电	7
2.3 面向算力中心的碳中和政策	9
3 我国算力中心所面临的能源问题	10
4 AI 有望为能源行业开辟新的发展空间	11
风险提示	13

图表目录

图表 1: IEA 对于全球数据中心、AI、加密货币电力需求预测 2019-2026	4
图表 2: 波士顿咨询对于美国数据中心用电量预测	4
图表 3: 算力中心能耗占比	6
图表 4: AI 大模型训练过程及各阶段特征	7
图表 5: AI 产业相关企业碳中和目标	7
图表 6: 新能源、储能、PPA 相结合的用能模式	9
图表 7: 针对算力中心碳减排政策	9
图表 8: 我国部分端到端延迟 单位 ms	11
图表 9: 全球算力中心新能源用电量预测 (TWh)	12
图表 10: 算力中心发展所带来的新增可再生能源市场空间 (亿美元)	12

自 2022 年 11 月 ChatGPT 发布以来，人工智能（AI）产业展现出了惊人的发展势头。随着生成式 AI、深度学习等高计算密度任务的广泛应用，AI 技术已经成为推动全球经济和科技进步的关键力量。智能算力是 AI 产业发展的核心，是新质生产力的重要组成部分，据《2020 全球计算力指数评估报告》测算，一个国家的算力每提高一个百分点，其 GDP 会提升 1.8%，数字经济会提升 3.3%。由此可见，未来全球综合国力的竞争将会在算力领域展开，其地位相当于数字领域的机场、高铁、港口，是新一轮工业革命下的经济基础设施，智能算力需求正呈现爆发性增长态势。

AI 模型的训练和推理过程需要大量电力，因此 AI 产业的发展必然会带来巨大的能源需求。据国际能源署（IEA）预测，到 2026 年，数据中心的总电力消耗可能会超过 1,000 TWh，有望为能源行业开辟全新的增长空间。在全球碳中和的背景下，AI 行业已与新能源深度绑定，多数领先的科技企业已承诺在 2030 年之前实现其数据中心 100% 使用绿电。在政策与市场的双重驱动下，AI 产业对能源行业的影响将不仅仅是市场规模的扩大，更有可能在绿电交易、长时储能和虚拟电厂等领域催生出新的商业模式和技术创新。AI 行业的迅猛发展为新能源产业带来了前所未有的机遇和挑战，有望促进全行业的绿色转型和可持续发展。

1. AI 迅猛发展给能源行业带来新机遇

1.1 AI 行业的能源焦虑

黄仁勋在 2024 年 2 月于迪拜举办的“世界政府峰会”上说：“如果你假设计算机的速度永远不会提高，你可能会得出这样的结论：我们需要 14 个不同的星球、3 个不同的星系和 4 个太阳来提供所有这些（AI 计算所需的）能源，但显然，计算机架构在不断进步。”黄仁勋此话的本意是宣传英伟达全新的、更快速的 AI 芯片，但也侧面反映了 AI 计算的能源需求将成为一个不容忽视的问题。在同年的达沃斯世界经济论坛上，奥特曼在与彭博社的采访中直接表示“（在 AI 计算方面）我们确实需要比预想之中多得多的能源。”

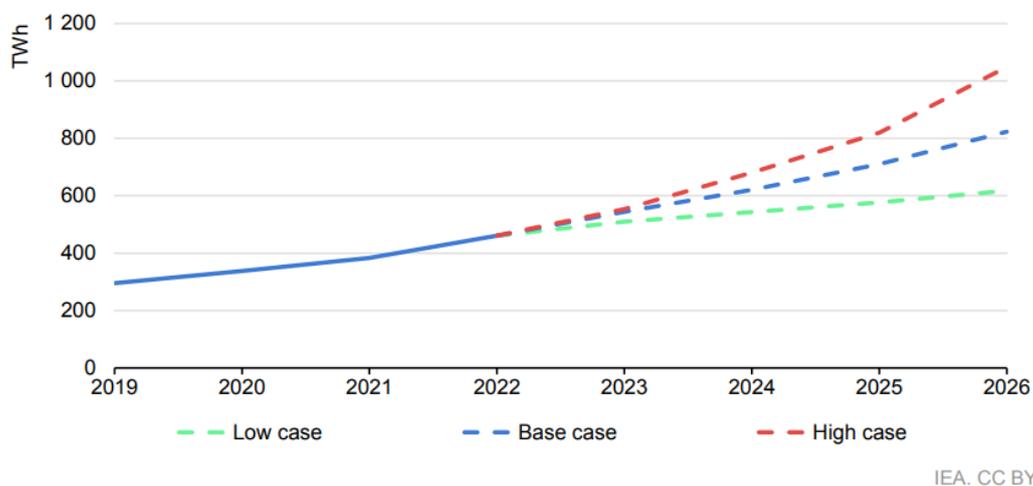
“AI 算力和能源将成为未来世界最重要的两个“货币”。”“如果（能源行业）没有突破性的进展，我们将不可能达到（AI 行业所设想的）目标。我们需要核聚变或者非常廉价的光伏+储能技术，所需能源的规模非常之大，是前人所无法想象的。”对比之下，奥特曼更加直接地表达了 AI 对新能源的需求。值得一提的是，奥特曼所投资的核聚变公司 Helion Energy 在 2023 年 5 月与微软签署能源采购协议，计划于 2028 年使用核聚变技术为微软供电，助力其实现碳中和目标。

黄仁勋和奥特曼的诸多观点，无不体现了 AI 行业对于能源的担忧。AI 的迅猛发展，势必会给能源行业带来崭新的业态。

1.2 行业共识：算力中心建设将刺激能源需求进一步增长

近年来，多家权威研究机构对 AI 所能带来的能源需求增长做出了预测，多数预期颇为乐观。国际能源署（IEA）在《电力行业 2024-2026 分析与展望》里针对发达经济体与中国的电能增长分析当中，将算力中心与交通电气化、民用电气化并列列为刺激电力需求增长的三大因素。国际能源署直接预测：“数据中心、AI 和加密货币行业的电力消耗到 2026 年可能会翻倍。到 2026 年，数据中心的总电力消耗可能会超过 1,000 TWh。这相当于日本一年的电力消耗。”

图表 1: IEA 对于全球数据中心、AI、加密货币电力需求预测 2019-2026



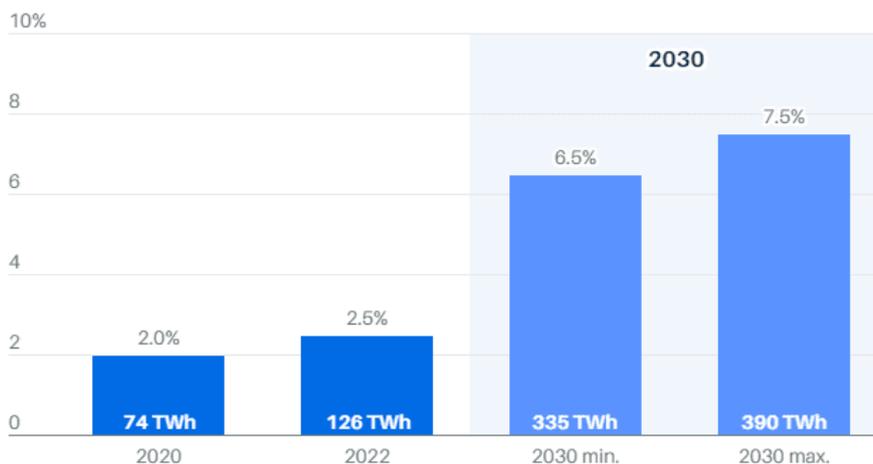
IEA. CC BY 4

资料来源：长城证券产业金融研究院，IEA

在 AI 产业最发达的美国，算力中心快速扩张所带来的能源问题已经开始困扰电力行业。根据波士顿咨询（BCG）预测，到 2030 年，美国数据中心的电力消耗对比 2022 年将增长五倍，达到 390 TWh，占全国电力需求的 7.5%，新的增长主要来自 AI 技术的发展，特别是生成式 AI 和深度学习等高计算密度任务对于电力的需求。当下，美国 AI 产业的快速发展已经对电力系统造成了一定的压力，部分州的电力供应商和监管机构正在应对近几年来最大的电能需求增长所带来的一系列问题。个别电力公司发现，由于新建算力中心数量激增，必须推迟关闭部分燃煤和燃气电厂以满足新的能源需求。以北弗吉尼亚州的数据中心聚集区为例，新建算力中心引发了电力供应的紧张，导致当地电网曾一度暂停算力中心接入电网，并开始大规模投资新的输电线路和风电、光伏、储能等发电资源。电力短缺已然成为限制美国 AI 产业快速发展的一大瓶颈。

图表 2: 波士顿咨询对于美国数据中心用电量预测

% of U.S. electricity consumption (in terawatt hours)



Note: 2030 estimate represents a range depending on future usage of generative AI.

Source: Boston Consulting Group

资料来源：长城证券产业金融研究院，波士顿咨询

在中国，据工信部与相关研究机构统计，截至 2023 年三季度，全国在用数据中心总规模超过 760 万标准机架，算力总规模达每秒 1.97 万亿亿次浮点运算（EFLOPS），已成立人工智能企业 4,469 家，占全球总数的 15%，位列全球第二¹。2023 年全国 AI 算力市场规模达到 664 亿元，同比增长 82.5%，预测到 2027 年之前，中国智能算力规模年复合增长率将达 33.9%²。

当前我国 AI 发展主要受制于贸易摩擦对于 AI 硬件和模型算法的限制，但其潜在的能源问题已得到行业的广泛关注。2022 年，全国数据中心耗电量达 2700 亿千瓦时，占全社会用电量的约 3%，相当于同期三峡电站发电量的两倍以上³。根据国际能源署预测，2026 年我国数据中心用电量将达到 300TWh（3000 亿千瓦时）。环保节能领域，在 2022 年 6 月工信部发布的《工业能效提升行动计划》中，规定到 2025 年，新建大型、超大型数据中心电能利用效率（PUE，指数据中心总耗电量与信息设备耗电量的比值）优于 1.3。随着国内 AI 行业的进一步发展，高性能算力中心和大规模数据处理需要大量的电力支持，我国电力行业也必将迎来新一轮的机遇与挑战。

2. AI 时代算力中心用能新模式

2.1 面向 AI 应用的算力中心用能特征

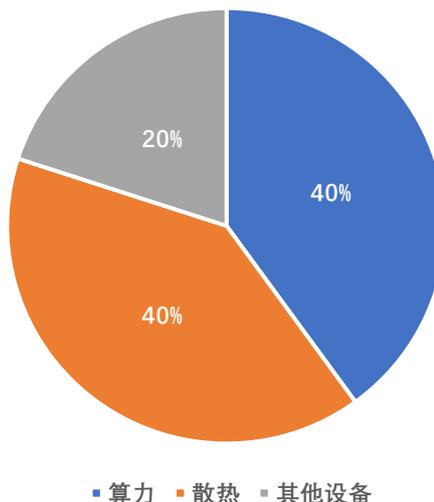
一个典型的数据中心用电主要来自 IT 设备运算和散热，各部分的用电占比如图 3 所示。与传统的互联网数据中心相比，面向 AI 应用的算力中心在电能使用方面具有以下特征：

¹ 中国信息通讯研究院 《全球数字经济白皮书》

² 广东省人工智能协会 《中国人工智能算力发展评估报告》

³ 中国电力网 《电力运营行业投资逻辑重构》

图表3: 算力中心能耗占比



资料来源: 长城证券产业金融研究院, IEA Electricity 2024

■ AI 算力中心的电力消耗显著高于传统数据中心:

虽然AI行业缺乏权威的用电数据,但可通过行业资讯大致了解其能耗情况。以 ChatGPT-3 为例,训练该模型消耗了大约 1,300MWh 的电力,相当于 1450 个美国家庭一个月的电力消耗⁴。一个典型的大型数据中心能耗功率在 20~100MW 之间⁵,而微软和 OpenAI 于今年一季度计划新建设的名为“Stargate”的超大规模 AI 算力中心项目,用电功率则可能高达 5GW,可见两者在能耗上有着数量级的差距。

从硬件角度来看, AI 算力中心使用高性能计算硬件,如 GPU 和 TPU 来进行运算,这些硬件的功率远高于传统服务器。以行业主流产品为例, NVIDIA A100 功耗为 400W, NVIDIA A100 功耗为 300W,而传统服务器 CPU 如 Intel Xeon Platinum 8280 功耗仅为 205W。AI 训练服务器的功率密度可以达到 20 kW/机架,而传统数据中心的功率密度通常在 4-6 kW/机架之间⁶。因此从硬件角度出发, AI 算力中心也有着更高的能耗密度,且随着 AI 硬件的进一步发展,该能耗密度有望进一步提升。

从软件角度来看,算力中心的高耗能主要由生成式 AI 模型训练造成。根据波士顿咨询统计,未来五年内,每个模型每天将消耗 400-1300 kWh 的电力来进行训练,且会有越来越多的生成式 AI 模型被训练和重新训练。从用户角度来看, ChatGPT 每次查询的耗电量是谷歌搜索的 3-30 倍,且通常会引发后续查询,从而增加了整体的运算能耗。

■ AI 算力中心的能耗曲线区别于传统数据中心:

传统数据中心随着互联网行业 30 多年的发展,已形成了较为稳定的用电模式。数据中心在工作日白天和晚间的用电负荷较高,这是因为企业用户和个人用户通常在这两个时间段使用更多的在线服务和从事娱乐活动,而深夜和凌晨的能耗较低。传统数据中心在每日存在明显的高峰和低谷模式,负荷曲线更容易预测,不会像 AI 算力中心那样剧烈波动。

AI 产业仍处于发展初期,相应的能耗曲线尚未形成固定模式。但根据现有行业信息推断,面向 AI 的算力中心能耗峰值高且波动大,用能曲线明显区别于传统数据中心。算力中心的能耗波动主要取决于 AI 大模型训练过程,一个典型的训练过程主要包括初期的数据准

⁴ MIT Lincoln Laboratory 《AI models are devouring energy. Tools to reduce consumption are here, if data centers will adopt.》

⁵ Digital Infrastructure 《Data Center Power: A Comprehensive Overview of Energy》

⁶ Nvidia A100 产品手册、intel Xeon Platinum 8280 产品手册

备、模型选择和设计，中期的模型训练、评估和调优，以及后期的部署。其中，中期的模型训练、评估和调优耗电量最大且耗时最长，整个过程可能耗时数天甚至数月，而初期和后期的工作则耗电量低且时间短。因此 AI 算力中心的能耗曲线在很大程度上取决于 AI 项目的训练计划与日程，不像传统数据中心有固定的模式，更难以预测。

图表4: AI大模型训练过程及各阶段特征

过程阶段	所需时间	能耗
数据准备	几天到几周	低
模型选择和设计	几天到几周	低
训练	几天到几个月	高（数百到数千 GWh）
评估和调优	几天到几周	较高
部署	几天到几周	低（部署阶段），高（推理阶段）

资料来源: 长城证券产业金融研究院

■ AI 算力中心的电力消耗显著高于传统数据中心:

从电网角度出发，AI 算力中心还具有以下特征：1) AI 算力中心由于其技术先进性和计划灵活性，在电网端是一种非常理想的需求侧响应调节资源。大部分算力中心配备有备用电源以及储能等设施，使其在电网需要灵活性时具备调整用电的能力。2) AI 算力中心凭借其强大的计算能力，可优化其自身的用电策略。其作为一个算力平台可赋能区域电网，优化区域整体的用电情况。3) 根据欧洲国家经验，新建的算力中心相比其他大型能源用户会更快达到其最大运行负荷。大多数大型能源用户逐渐增加其电力使用，而算力中心则往往迅速达到其最大容量。以上负荷特性给电网调度带来了巨大挑战。

2.2 绿色算力与绿电

AI 作为“双碳”时代发展起来的产业，其诞生之初便有着浓厚的“绿色基因”。绿色人工智能这一概念，即 GreenAI，于 2020 年前后由学术界和科技企业共同提出，旨在将人工智能技术的发展与可持续性和环境保护相结合，在能源方面便是强调在 AI 技术的研发和应用过程中注重能效提升和减少碳排放。在碳减排领域，各大 AI 龙头企业都明确发布了自己的碳中和计划，因此 GreenAI 在起步阶段便有了明确的发展目标与路径。考虑到 AI 算力中心巨大的电力消耗，实现上述目标最直接的方式就是使用绿电（可再生能源），而 AI 产业在使用绿电的模式上也经历了一系列演变。

图表5: AI产业相关企业碳中和目标

公司	碳中和目标和措施
微软	承诺在 2030 年实现碳负排放，并在 2050 年前从大气中移除自 1975 年公司成立以来通过直接或间接电力消耗排放的所有二氧化碳。
脸书（meta）	承诺到 2031 年，1类和 2类温室气体排放 在 2021 年基础上减少 42%，3类温室气体排放不超过 2021 年。到 2026 年，促使公司至少三分之二的供应商设定合理的温室气体减排目标。
英伟达	在 2025 年购买或产生足够的可再生能源，100%满足公司全球办公室和数据中心的电能需求。公司与第三方合作，对其供应商的温室气体排放指标进行审查。
谷歌	承诺在 2030 年，1类、2类和 3类综合温室气体排放 在 2019 年基础上减少 50%。通过投资碳减排技术来中和过去的碳排放量。

资料来源: 长城证券产业金融研究院, 各公司官网

■ 数据中心节能增效: 在碳中和这一概念提出之前，数据中心实施节能减排的主要动力是降低运营成本，通过改进冷却系统、使用更高效的服务器和优化能源管理系统等手段进行电能管理。尽管节能措施有效，但这并不能完全解决化石燃料供电的碳排放问题。大部分数据中心配置大功率柴油机作为应急电源，甚至加重了行业的总

体碳足迹。

- **通过购买绿证 REC 实现绿电覆盖：**在碳中和方案实施初期，购买 REC 成为许多算力中心实现可持续发展的过渡方案。绿证 REC（Renewable energy certificates，又称可再生能源证书）是一种可交易的能源市场凭证，新能源场站每发出规定电量的绿电便会产生一份对应的绿证，绿证可独立于产生它们的电能被交易。算力中心所属企业可以通过购买这些绿证，使其电力消耗与等量的绿电相匹配，来声称自己使用了绿电，该过程中对应绿证被销毁。购买 REC 是一种纯市场交易行为，可以理解为企业变相支付了在使用绿电情况下会产生的额外成本，但是对现实中的电力使用没有任何规定和约束。REC 允许企业在不实际使用绿电的情况下，实现绿色运营，达成碳中和目标。

现今 REC 因无法直接与实际绿电使用挂钩而受到质疑，批评者认为，REC 并不能真正减少碳排放，仅仅是购买了一种绿色标签，是一种“低质量”的减排手段，更有甚者将其称为碳减排过程中针对化石能源的“粉饰”行为（Greenwash）。该质疑并非空穴来风，REC 价格常年处于低位且价格波动剧烈，其低廉的价格并不能支撑对应新能源场站建设和运营的成本。且 REC 市场不透明且缺乏监管，使得一些企业可能会夸大其环境贡献。

- **绿电购买协议 PPA：**为了应对业界针对 REC 的批评，许多 AI 算力中心开始采用 PPA 模式，即与新能源供应商直接达成购电协议，同意在规定期限内以确定的价格直接从新能源场站购买绿电。这种模式不仅保证了绿电的实际使用，还能稳定电价，更可以使算力中心所属企业直接参与到新能源项目投资建设当中。PPA 又分为两种模式，直接/实物 PPA 和金融/虚拟 PPA。其中实物 PPA 要求物理意义上的供电，该模式被认为是高质量的碳减排手段，因为其确保算力中心实际使用了绿电。虚拟 PPA 更类似针对电价的期货产品，买方仅需在到期日向卖方结算实际电价与协议电价的价差，具有更多的金融属性。结合前文行业批评，直接/实物 PPA 才是算力中心应该使用的模式。

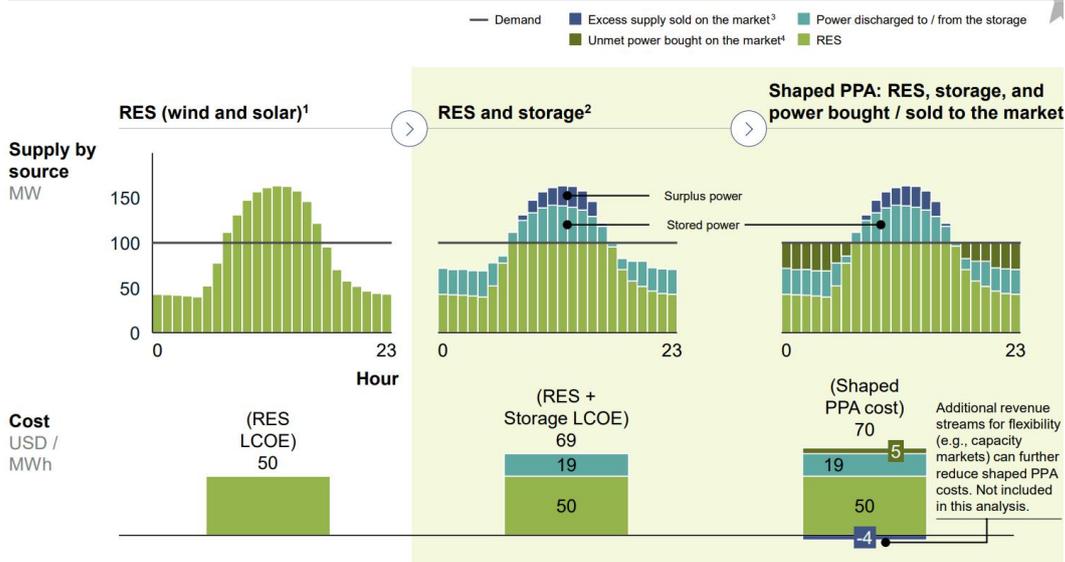
PPA 模式也存在一定的局限性。首先，由于新能源（以风电、光伏为主）存在随机性与间歇性，而算力中心需要保持 24 小时运转，使得标准 PPA 并不能 100% 覆盖算力中心的用电需求，这与互联网公司所承诺的碳中和目标相背离。此外，尽管签订了实物 PPA，绝大部分算力中心还是直接接入电网用电，这其中必定掺杂火电与天然气发电，因此仍不能保证 100% 的绿电使用。与此同时，在缺乏成熟机制的环境下，仅有大型互联网公司有能力签订 PPA，规模较小的算力中心仍需依赖 REC 等模式。

- **100% 绿电覆盖：**为了彻底实现能源使用与可再生能源的 100% 匹配，部分大型算力中心开始采用 24×7 PPAs 模式，该模式通常要求企业与多个新能源场站签订 PPA 协议包，以确保不间断的绿电供应。24×7 PPAs 通常要求算力中心搭配建设储能设施，以在新能源停发时保持绿电供应。部分超大型算力中心直接投资建设可以直连的新能源场站和储能设施，在所有时间段实现绿电全覆盖（hour-by-hour energy matching）以应对外界对于 PPA 的所有质疑。但是很显然，以上模式需要巨大的前期投资，实施起来非常复杂。

图表6: 新能源、储能、PPA 相结合的用能模式

PPA cost components for 80% clean supply-demand matching

2025



资料来源: 长城证券产业金融研究院, LDES

2.3 面向算力中心的碳中和政策

为了应对来自 AI 算力中心的高能耗与碳排放, 全球主要国家与经济体已相继出台了针对性的节能减排政策。在研究相关政策时, 一个非常重要的指标是电源使用效率 PUE (Power Usage Effectiveness)。PUE 为数据中心总能耗与 IT 设备能耗之间的比值, 计算公式如下:

$$PUE = \frac{\text{数据中心总能耗}}{\text{IT设备能耗}}$$

PUE 是衡量数据中心能源效率的关键指标, 理想情况下, PUE 值越接近 1, 表示数据中心的能源效率越高, 因为这意味着大部分能源都用于实际的计算和处理, 而不是消耗在冷却、供电等辅助系统上。目前, 许多公司已经在其数据中心中应用和优化 PUE 指标, 谷歌数据中心的平均 PUE 接近 1.10, 微软最新算力中心 PUE 接近 1.12, 均为行业领先水平。通过持续监测和优化 PUE, 算力中心不仅能够提高运营效率, 还能在碳中和过程当中发挥重要作用。

图表7: 针对算力中心碳减排政策

国家与经济体	政策法规名称	相关内容
美国	Energy Act of 2020 42 USC 17112: Energy efficiency for data center buildings 弗吉尼亚州: HB 338, HB 116, HB 910, SB 192 俄勒冈州: House Bill 2816	要求制定数据中心能源效率的指标, 实行数据中心能耗的数据公开计划。 弗吉尼亚州: 要求数据中心按季度汇报能源使用情况。 俄勒冈州: 规定基准排放水平为 0.428 吨二氧化碳/MWh。要求所有数据中心 2040 年实现 0 碳排放。

中国	<p>《绿色数据中心政府采购需求标准（试行）》</p> <p>《“十四五”信息通信行业发展规划》</p> <p>《全国一体化大数据中心协同创新体系算力枢纽实施方案》</p>	<p>2025 年新建大型和超大型数据中心 PUE 值下降到 1.3 以下。</p> <p>2032 年政府采购数据中心可再生能源使用率达到 100%。</p>
欧盟	<p>Directive (EU) 2023/1791 on energy efficiency and amending Regulation (EU) 2023/955</p> <p>德国: Energy Efficiency Act (EnEfG-E)</p> <p>爱尔兰: CRU Direction to the System Operators related to Data Centre grid connection processing</p>	<p>2024 年起数据中心必须汇报能源使用与碳排放情况，2030 年实现气候中性。</p> <p>德国: 2026 年 7 月 1 日后建成的数据中心 PUE 值小于等于 1.3。</p>

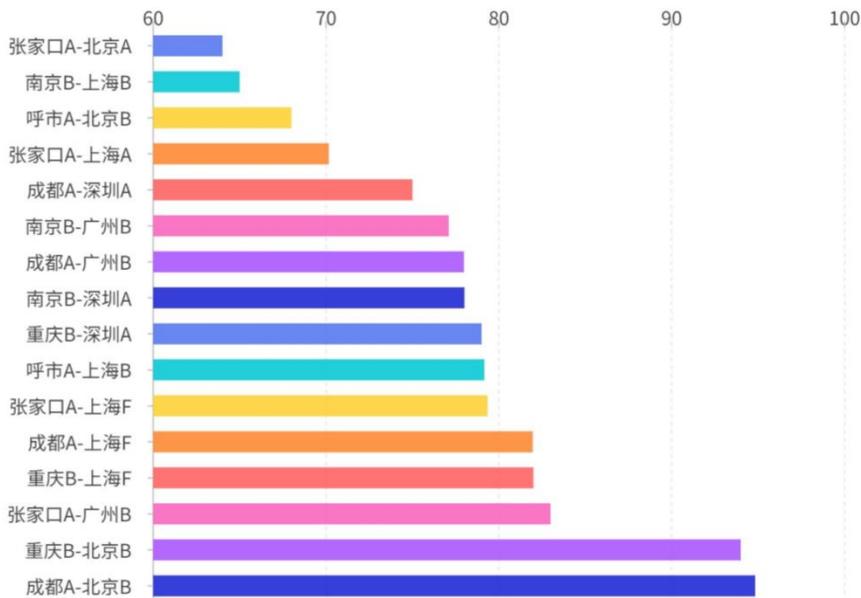
资料来源: 长城证券产业金融研究院, 各政府官网

3 我国算力中心所面临的能源问题

我国西部地区可再生能源丰富，用电成本、土地成本低廉，适合建设大规模算力中心，但是经济建设相对薄弱，对算力需求不足。我国东部沿海地区经济发达，各行业对算力需求旺盛，但用电成本、土地成本高昂，绿电资源匮乏，不适合大规模建设算力中心。这种结构性的矛盾给我国 AI 算力行业的发展带来了独特的挑战。在传统互联网时代，我国基于“东数西算”战略，在西部建设了一批高能耗的数据中心，利用当地的资源优势缓解了东部地区的能源压力和环境负担。而该模式在 AI 时代是否可行还有待讨论。

数据延迟是 AI 应用较为敏感的因素之一。假设我国东西部平均距离为 2500 公里，光纤电缆中的数据传播速度约为光速的 2/3，即约 200,000 公里/秒，我们可以计算出单向传输的延迟为 $2500 \text{ km} \div 200000 \text{ km/s} = 12.5 \text{ ms}$ 。双向传输的延迟 RTT 为 $12.5 \text{ ms} \times 2 = 25 \text{ ms}$ 。除了光纤传输延迟外，我们还需要考虑网络设备（如路由器和交换机）的处理延迟。每台设备通常会引入大约 1-2 毫秒的延迟，如果假设中间有 5 个网络节点，那么总处理延迟大约为 $5 \times 2 \text{ ms} = 10 \text{ ms}$ 。将传输延迟和处理延迟相加，可得到总的往返延迟为 $30 \text{ ms} + 10 \text{ ms} = 40 \text{ ms}$ 。该延迟仅为理想值，实际情况还受网络设施建设情况和网络流量等影响，很可能大于该数值。根据相关机构测试，我国数据中心端到端延迟远远高于这一数字。

图表8: 我国部分端到端延迟 单位 ms



资料来源: 长城证券产业金融研究院, 中国信通院云计算与大数据研究所

AI 应用对数据延迟有着更高的要求, 例如自动驾驶、金融高频交易、实时人脸识别等实时数据处理, 要求极低的延迟, 通常在毫秒级别内以保证可靠性与安全性。模型训练虽然对于实时性要求不高, 但是由于其数据传输量巨大, 也要求延迟需要保持在数毫秒内, 以避免训练过程中的延迟积累。工业自动化、医疗、物联网等边缘计算应用对延迟要求相对宽松, 但也需要控制在几十毫秒内以确保实时性。

国家发改委、工信部在《全国一体化大数据中心协同创新体系算力枢纽实施方案》中规定, “金融市场高频交易、虚拟现实/增强现实 (VR/AR)、超高清视频、车联网、联网无人机、智慧电力、智能工厂、智能安防等实时性要求高的业务需求, 数据中心端到端单向网络时延原则上在 10 毫秒范围内。”根据前文的测算, “东数西算”模式下的数据延迟可能很难满足这一要求, 现阶段“东数西算”工程在大部分场景下也仅能做到“东数西存”。因此在 AI 时代下, 可能仍需在经济发达地区部署一系列算力中心, 以满足本地 AI 应用对于低延迟的需求。我国未来面向 AI 的算力中心建设仍面临严峻的能源挑战。

4 AI 有望为能源行业开辟新的发展空间

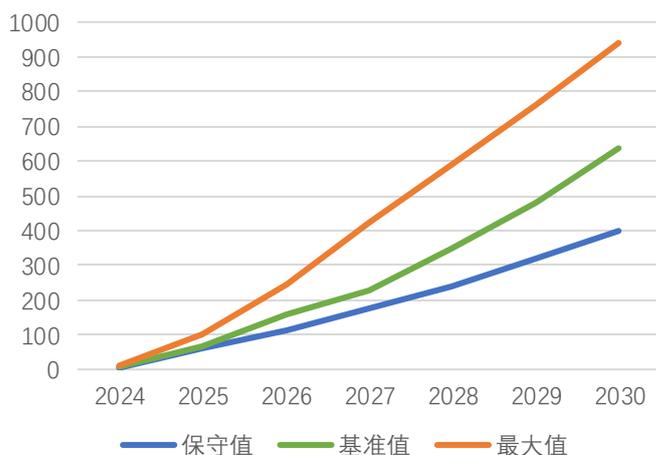
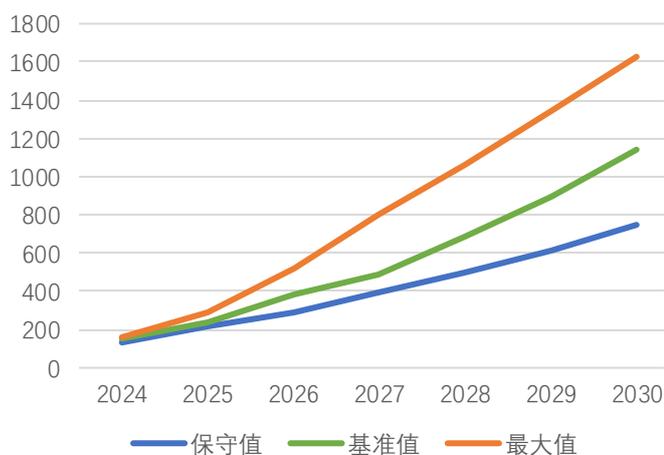
AI 产业的快速发展已成定局, 对于智能算力的需求必定会在未来几年迎来爆发式增长。算力中心目前已与新能源深度绑定, AI 产业的迅猛发展也必定会给能源行业带来前所未有的机遇和挑战。结合前文的分析, 我们认为算力中心的发展不仅会刺激能源需求的进一步增长, 更会在能源领域催生新的应用模式和市场机制, 为能源行业开辟新的发展空间。

■ **AI 有望刺激新能源产业新一轮增长:**

参考各国对于算力中心用电的政策规定以及各企业的碳中和目标（表 2、表 3），我们可以合理假设到 2030 年，算力中心用电新能源占比将超过 90%。参考中美两国当下新能源发电占比（中国 30.7%，美国 21.4%），结合 IEA 对于算力中心用电量增长的预测（图 1），我们对未来几年由算力中心带来的新能源增长进行初步测算，具体结果见图 6、7。根据我们的预测，到 2030 年，AI 产业所能带来的新增用电需求的保守估计值、基准值、乐观估计值分别为 747.95、1141.2、1627.2 TWh，对应新增产值分别为 398.8、636.8、939.8 亿美元，增长空间非常可观，在解决新能源产能过剩问题的同时，有望刺激新能源产业进一步发展。

图表9: 全球算力中心新能源用电量预测 (TWh)

图表10: 算力中心发展所带来的新增可再生能源市场空间 (亿美元)



资料来源: 长城证券产业金融研究院, IEA

资料来源: 长城证券产业金融研究院, IEA

■ **算力中心有望成为长时储能 (LDES) 首个应用场景:**

长时储能 LDES (Long Duration Energy Storage) 这一概念自诞生至今，始终没有找到合适的应用场景。除了成本因素之外，还有一个重要原因便是储能技术与新能源强绑定，而大部分电力用户还在新能源与化石能源之间摇摆。作为新兴的大型用电设施，相关政策与企业的碳中和承诺都预示着算力中心将会成为首个新能源使用率达 100% 的应用场景。

算力中心负荷大、模型训练周期长（数天乃至数月）、对电能质量要求高，与新能源供电的不稳定性有着内在的矛盾。传统数据中心多采用配置柴油机备用电源解决这一问题，但是该方案在碳中和的大背景下已不再可行。长时储能作为新兴的电能存储技术，既可以平滑新能源的不稳定输出，也可以充当备用电源，更可以通过峰谷套利的模式节省电能开支，可以完美解决算力中心面临的所有用电问题。在前文对于绿电的论述中也提到，算力中心若想通过 24×7 PPA 实现 100% 的绿电覆盖，则必须配套建设储能设施。在成本方面，互联网行业凭借其强劲的盈利能力与发展前景，也足以消化储能产业初期高昂的成本，帮助长时储能快速进入规模化降本阶段。现如今，谷歌和微软两大科技巨头均已为国际长时储能协会 (LDES Council) 的核心成员，足以说明该技术在 AI 发展和碳中和之路上将起到关键作用。

■ **算力中心有望成为最优质的需求响应资源:**

算力中心作为新兴的大型电力用户，在运营方面也有着独特的优势。传统大型电力用户，例如化工行业、钢铁行业等，要求 24 小时不间断生产，在电网需要在用电侧降低负荷

时，难以及时响应。算力中心以数据为生产资料，不受地理限制，可在不同的设施之间快速传输，AI大模型的训练任务也可快速启停，在多个算力中心之间灵活切换，是非常优质的需求侧响应资源。在电网需要降低某一区域的负荷时，算力中心可迅速停止计算任务，转而由其他区域的设施接替计算，配套的储能设施也可以参与到需求侧响应当中，其灵活性是传统电力用户所无法比拟的。在可见的未来，伴随着新能源渗透率的不断提升，用户侧需求响应必然会愈加频繁，而算力中心作为优质调节资源，可以很好地应对这一挑战。

风险提示

能源成本的不确定性：若新能源供应不足或电价波动较大，可能对产业运营成本产生重大影响。

政策风险和监管压力：需关注各国政策的变化和实施进度，确保产业发展能够符合相关法规要求，政策变动风险对行业有潜在重大影响。

技术发展和竞争风险：AI产业和新能源产业都处于快速发展阶段，技术更新迭代速度快，新技术的出现可能导致现有技术迅速过时，投资者需关注技术变革带来的潜在影响。

市场需求和盈利不确定性：AI和新能源产业实际市场需求和盈利情况可能受多种因素影响，包括宏观经济环境、市场竞争和客户需求变化等。应警惕市场需求波动和行业竞争加剧对企业盈利能力的影响。

免责声明

长城证券股份有限公司（以下简称长城证券）具备中国证监会批准的证券投资咨询业务资格。

本报告由长城证券向专业投资者客户及风险承受能力为稳健型、积极型、激进型的普通投资者客户（以下统称客户）提供，除非另有说明，所有本报告的版权属于长城证券。未经长城证券事先书面授权许可，任何机构和个人不得以任何形式翻版、复制和发布，亦不得作为诉讼、仲裁、传媒及任何单位或个人引用的证明或依据，不得用于未经允许的其它任何用途。如引用、刊发，需注明出处为长城证券研究院，且不得对本报告进行有悖原意的引用、删节和修改。

本报告是基于本公司认为可靠的已公开信息，但本公司不保证信息的准确性或完整性。本报告所载的资料、工具、意见及推测只提供给客户作参考之用，并非作为或被视为出售或购买证券或其他投资标的的邀请或向他人作出邀请。在任何情况下，本报告中的信息或所表述的意见并不构成对任何人的投资建议。在任何情况下，本公司不对任何人因使用本报告中的任何内容所引致的任何损失负任何责任。

长城证券在法律允许的情况下可参与、投资或持有本报告涉及的证券或进行证券交易，或向本报告涉及的公司提供或争取提供包括投资银行业务在内的服务或业务支持。长城证券可能与本报告涉及的公司之间存在业务关系，并无需事先或在获得业务关系后通知客户。

长城证券版权所有并保留一切权利。

特别声明

《证券期货投资者适当性管理办法》、《证券经营机构投资者适当性管理实施指引（试行）》已于2017年7月1日起正式实施。因本研究报告涉及股票相关内容，仅面向长城证券客户中的专业投资者及风险承受能力为稳健型、积极型、激进型的普通投资者。若您并非上述类型的投资者，请取消阅读，请勿收藏、接收或使用本研究报告中的任何信息。

因此受限于访问权限的设置，若给您造成不便，烦请见谅！感谢您给予的理解与配合。

分析师声明

本报告署名分析师在此声明：本人具有中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格或相当的专业胜任能力，在执业过程中恪守独立诚信、勤勉尽职、谨慎客观、公平公正的原则，独立、客观地出具本报告。本报告反映了本人的研究观点，不曾因，不因，也将不会因本报告中的具体推荐意见或观点而直接或间接接收到任何形式的报酬。

投资评级说明

公司评级		行业评级	
买入	预期未来6个月内股价相对行业指数涨幅15%以上	强于大市	预期未来6个月内行业整体表现战胜市场
增持	预期未来6个月内股价相对行业指数涨幅介于5%~15%之间	中性	预期未来6个月内行业整体表现与市场同步
持有	预期未来6个月内股价相对行业指数涨幅介于-5%~5%之间	弱于大市	预期未来6个月内行业整体表现弱于市场
卖出	预期未来6个月内股价相对行业指数跌幅5%以上		
	行业指中信一级行业，市场指沪深300指数		

长城证券产业金融研究院

深圳

地址：深圳市福田区福田街道金田路2026号能源大厦南塔楼16层
邮编：518033

传真：86-755-83516207

上海

地址：上海市浦东新区世博馆路200号A座8层
邮编：200126

传真：021-31829681

网址：<http://www.cgws.com>

北京

地址：北京市西城区西直门外大街112号阳光大厦8层
邮编：100044

传真：86-10-88366686