下载日志已记录，仅供内部参考

行业及产业

计算机

申万宏源研究 SWS RESEARCH

行业研究/行业深度

2026 年 09 月 23 日

算电协同：设施升级先行，运营价值渐显

—— 算电协同深度 1 暨 GenAI 系列之 76

看好

证券研究报告

相关研究

-

证券分析师
洪依真 A0230519060003
hongyz@swsresearch.com
陈晴华 A0230525100001
chenqh@swsresearch.com
陈力扬 A0230526040002
chenly@swsresearch.com
马天一 A0230525040004
maty@swsresearch.com
刘正 A0230518100001
liuzheng@swsresearch.com
屠亦婷 A0230512080003
tuyt@swsresearch.com
黄忠煌 A0230519110001
huangzh@swsresearch.com
刘洋 A0230513050006
liuyang2@swsresearch.com
林起贤 A0230519060002
linqx@swsresearch.com
研究支持
陈晴华 A0230525100001
chenqh@swsresearch.com
联系人
陈晴华 A0230525100001
chenqh@swsresearch.com

申万宏源研究微信服务号

本期投资提示：

- **AI 用电增长与新能源消纳需求共同推动算电协同，政策由空间布局延伸至运行机制。** 数据中心用电规模扩大、供电连续性要求高，西部新能源则面临出力波动与本地消纳能力不足的问题，算电协同有望改善两者的时空匹配。**国内政策从“东数西算”的枢纽布局，逐步延伸至绿电直连、算力电力双向协同及市场化交易。**绿电占比、PUE 和上架率分别约束电力来源、设施能效与资产利用效率，推动产业同时优化资源配置和运行方式。

- **电价差创造运行收益，取得低价电力所需的设施投入决定项目回报。** 以 10MW IDC 为例，在 PUE 为 1.2、稳定期负载率 90%的假设下，电价由 0.35 元/度降至 0.25 元/度，可节省年电费约 946 万元。固定 100%直连覆盖等条件后，复用既有接入、增建 35kV 及 110kV 工程的情景 IRR 分别为 10.8%、8.4%、5.9%。**低电价优势需与专线、变电、储能投入共同评估，既有设施复用具有经济价值。**

- **算力调度提升有效产出与负荷弹性，算电接口推动跨系统协同及商业化。** 推理阶段分离、资源编排与数据访问优化减少计算等待，电力感知调度进一步利用任务交付余量，根据电价、绿电出力及电网要求调整执行安排。离线推理等任务具有较大调整空间，在线交互及大规模同步训练受到时延和通信约束。接口通过统一计量、控制授权与执行反馈连接算力和能源系统，商业收入覆盖系统建设、预测运维及交易辅助，需求响应补偿构成附加收益。

- **中美稳定低碳供电目标趋同，资源条件与产业优势塑造不同落地路径。** 中国具备新能源资源、跨区输电及设备制造基础，重点在于将这些条件转化为可交付的算力和项目回报，美国部分 AI 集聚区受到局部接电与设备交期制约，同时评估电网扩容、长期购电和现场供电。高密度机柜推动双方供配电与储能升级，美国头部芯片和云厂商对架构及验证要求牵引较强，中国电力设备与电池产业链具有制造基础，竞争最终仍需落实到系统可靠性、客户认证和规模交付。

- **投资分析意见：沿设施升级、资源运营、调度与接口三条主线布局，区分订单兑现与持续服务空间。 设施端关注供配电、液冷和储能需求，**重点跟踪金盘科技、中恒电气、欧陆通、英维克等；**运营端关注电力接入、客户上架及资本回报**，重点跟踪润泽科技、万国数据、东阳光等；**软件端关注生产系统接入、付费客户与跨项目复制，**重点跟踪朗新科技、国能日新等。近期重视已有客户与订单基础的企业，中长期关注常态化调度和能源运营带来的持续收费能力，并区分公司整体业绩与算电相关业务贡献。

- **风险提示：** AI 需求与项目落地不及预期；电价差收窄及绿电供给波动；配套投资超预期与接入延迟；负荷调节影响业务连续性；市场规则及收益兑现不确定；新技术商业化不及预期；市场竞争与海外经营风险。

下载日志已记录，仅供内部参考

投资案件

结论和投资分析意见

看好算电协同带来的设施升级与运营提效机会。本报告从 AI 算力用电增长与新能源消纳需求出发，围绕“电力优势如何转化为算力收益”展开分析：首先拆解资源与设施、算力调度及算电接口的协同机制，通过测算识别电价节省、配套投资与项目回报关系。其次比较中美在电源、电网、机房供配电及储能方面的差异，明确不同资源条件下的产业机会。结合企业业务角色与收入来源建立产业链投资框架。

原因与逻辑

需求增长需要电力与算力共同交付。AI 负荷扩张带动电源、接入和机房设施投入；新能源波动及任务交付约束又要求持续优化运行。建设形成设备需求，运行中的成本与资源利用率改善支撑软件和服务付费。

经济性取决于价差与取得价差的成本。正文设施情景在相同 100%直连覆盖、电价和负载率假设下，因新增投资及运维不同，IRR 由 10.8%降至 5.9%。该结果用于识别投资敏感性；项目评估还需核验逐时供电、设施复用、发电资产归属和更新支出。

产业优势需通过项目验证兑现。中国资源配置与制造基础为降低成本提供条件，海外头部客户对高密度供电架构的需求提供产品升级方向。后续关注客户认证转订单、签约容量转实际上架，以及调度试点转常态服务。

有别于大众的认识

低电价优势应放在完整投资中判断。绿电直连可提高运营利润，但专线、变电和储能的新增投入可能削弱项目 IRR。评估应同时比较综合到户成本和资产承担方式，保留对既有设施复用价值的判断。

算电接口的价值覆盖系统建设与日常运营。需求响应补偿受调用频次和履约考核影响，且需按合同分配。软件、集成、预测、运维和交易辅助均可形成收入，持续付费与跨项目复制能力更适合用于判断商业化进展。

中美存在多条协同路径，制造优势也有兑现条件。中国仍需落实项目接入和任务迁移条件，美国持续扩建公共电网并评估现场供电。双方均面向稳定低碳供电和高密度机柜升级。国内设备与电池的成本优势，仍需经系统可靠性、客户认证和交付能力验证。

下载日志已记录，仅供内部参考

目录

1．背景：AI 驱动与政策推动下的算电协同 6
1.1 需求侧：AI 算力爆发，数据中心成为用电增长最快行业 6
1.2 供给侧：西部绿电消纳承压，需要稳定的超级买家 7
1.3 政策侧：从“东数西算”到“算电协同” 8
2．机制：算力调度连接算力效率与电力弹性 10
2.1 产业：各环节构成，调度与接口决定协同深度 10
2.2 资源与设施：电价差创造价值，资产边界决定兑现 12
2.3 算力调度：交付约束下提升资源效率与负荷弹性 14
2.4 算电接口：系统建设形成订单，持续运营拓展收益 16
3. 中美对比：源网约束不同，产业机会各有侧重 18
3.1 源：供电组合不同，稳定低碳需求趋同 18
3.2 网：跨区配置与接入约束塑造不同协同路径 20
3.3 机房供配电：架构升级趋同，产业优势分布不同 21
3.4 储能与备用保障：应用需求扩展，制造优势仍需系统验证 22
4．产业链投资框架 23
5．风险提示 26

下载日志已记录，仅供内部参考

图表目录

图 1：算电协同五要素架构图 6
图 2：全球数据中心用电量趋势（单位：TWh） 6
图 3：数据中心用电量增速远高于全球用电量增速（单位：TWh） 6
图 4：全球按地区用电量（单位：TWh） 7
图 5：全球数据中心按地区用电量（单位：TWh） 7
图 6：新能源装机扩张和利用率背离 8
图 7：绿色数据中心数量提升 8
图 8 ： 算电协同政策的三项硬约束 9
图 9：算电协同多目标优化问题公式 10
图 10 PD 分离将输入处理和输出生成配置到不同资源池 14
图 11 算电接口：技术协同和参与方式 17
图 12：美国主要电力公用事业资本开支（单位：十亿美元） 20
图 13：美国主要电力公用事业企业支出增长，主要由电网设施建设和更新推动（单位：十亿美元） 20
图 14 数据中心供配电向 800V 直流演进，存量改造与新建架构并行 21

表 1：算电协同重要政策发布 8
表 2：算电协同各环节产业地位、发展阶段与瓶颈 10
表 3：简化假设下绿电直供可提升 IDC 项目盈利能力 12
表 4：相同 100%绿电直连假设下，设施投入增加压低项目 IRR 13
表 5：电力信号影响算力任务安排 15
表 6：不同 AI 任务的调度相关特征与主要限制 15
表 7：算电接口相关业务的收费方式与收入边界 17
表 8：相同 1000kW 申报规模下，履约质量影响单次削峰补偿 18
表 9：美国代表性供电合作 19
表 10：不同供电组合竞争力判断 19
表 11：不同应用目的下对电池配置的要求不同 22
表 12：一表总结中美算电协同各环节的差异及约束 23

下载日志已记录，仅供内部参考

表 13：产业链梳理及重点跟踪标的 23
表 14：能源软件与算电接口重要标的 23
表 15：算力服务与数据中心运营重要标的 24
表 16：能源资源与工程落地重要标的 24
表 17：电网系统与机房供电重要标的 24
表 18：温控、储能与备用供电重要标的 25
表 19：算电协同行业重点公司估值表 25

下载日志已记录，仅供内部参考

1. 背景：AI 驱动与政策推动下的算电协同

首先是算电协同定义，指以承载 AI 训练和推理任务的智算中心为核心用电负荷，统筹电力系统“源-网-荷-储”各环节，通过空间布局、时序调度与技术升级，实现算力需求与电力供给在时间与空间上的高效匹配，同时利用算力负荷的可调度性参与电力系统调节，将新能源的波动性从电网负担转化为算力红利。

其本质是用系统工程方式解决算力负荷与电力供给之间的结构性错配。一方面缓解风光出力波动与数据中心稳定用电需求之间的时间错配，另一方面缓解西部绿电资源富集区与东部算力需求集中区之间的空间错配。通过算力任务可调度、绿电直供、源网荷储一体化和跨区转算等方式，算电协同有望提升新能源消纳效率，降低数据中心综合用能成本，并增强 AI 基础设施的绿色化和稳定性。

图 1：算电协同五要素架构图



资料来源：申万宏源研究

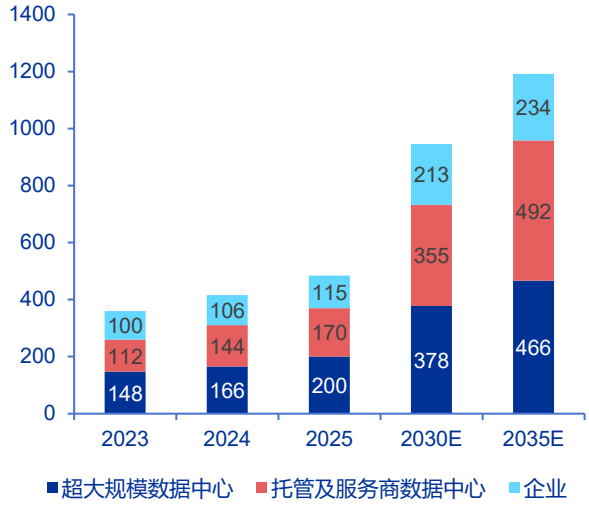
1.1 需求侧：AI 算力爆发，数据中心成为用电增长最快行业

需求侧看，AI 正在重塑全球电力需求结构，数据中心已从传统信息基础设施演变为具有工业级负荷特征的新用电主体。根据国际能源署测算，全球数据中心用电量从 2024 年 416TWh 上升至 2025 年 485TWh，同比增长 16.6%，预计到 2030 年增长至 946TWh，5 年 CAGR 为 14.3%，远高于全球用电量的增速。

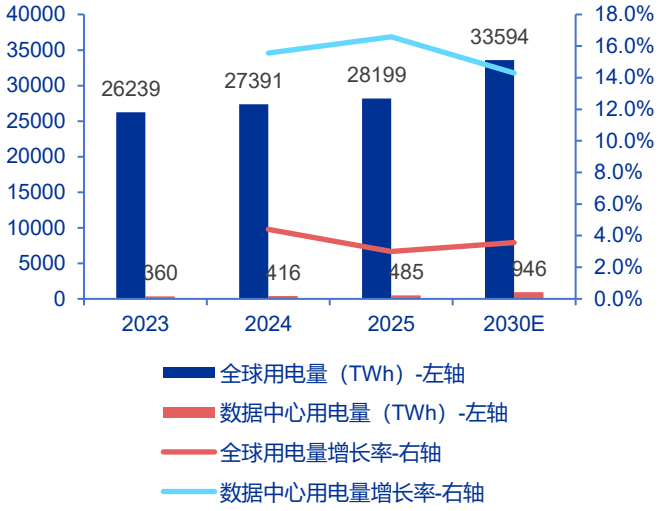
图 2：全球数据中心用电量趋势（单位：TWh）

图 3：数据中心用电量增速远高于全球用电量增速（单位：TWh）

下载日志已记录，仅供内部参考



资料来源：国际能源署，申万宏源研究



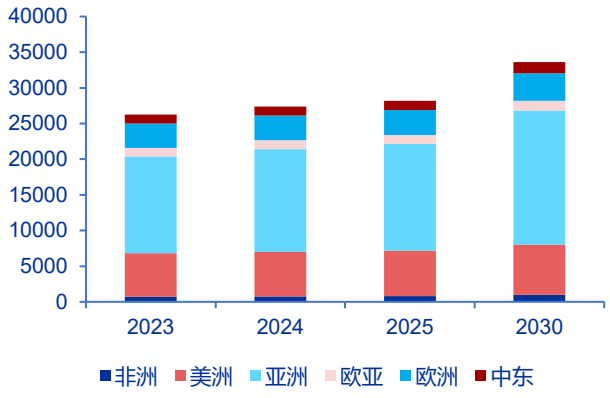
资料来源：国际能源署，申万宏源研究

*2024-2025 年增长率为年度同比增速，2030 年增长率采用 5 年 CAGR 增长率。

AI 算力需求的爆发主要发生在中美两个全球最大电力消费国之中。2025 年中国和美国用电量分别为 9639TWh 和 4231TWh，合计占全球用电量 49.2%，数据中心用电量来看主要以中美两国为主，2025 年合计占数据中心总用电量 70.3%。

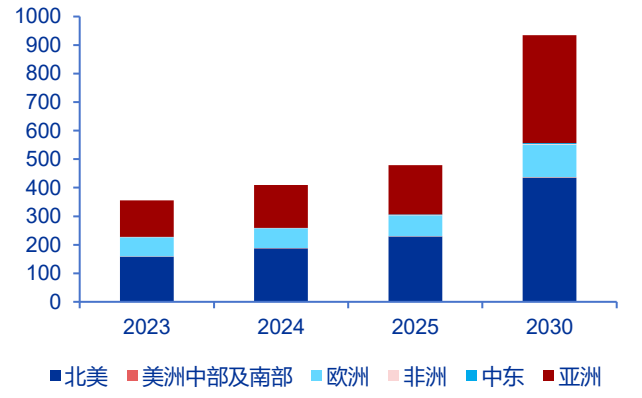
但两地在 AI 和能源上的主要矛盾不同。中国的特点是总量大、增量大，按国际能源署数据，中国 2025-2030 年用电量预计增加 2611TWh，占全球同期新增用电量 48.4%，美国 2025-2030 年用电量预计增加 426TWh，占全球新增 7.9%。因此，中国核心问题是在超大规模、仍高速增长的电力系统中，如何把 AI 算力负荷和新能源消纳、跨区输电、电网调度结合，而美国则是在长期低速增长后的电力系统中，如何解决突然接入高强度数据中心负荷。

图 4：全球按地区用电量（单位：TWh）



资料来源：国际能源署，申万宏源研究

图 5：全球数据中心按地区用电量（单位：TWh）



资料来源：国际能源署，申万宏源研究

1.2 供给侧：西部绿电消纳承压，需要稳定的超级买家

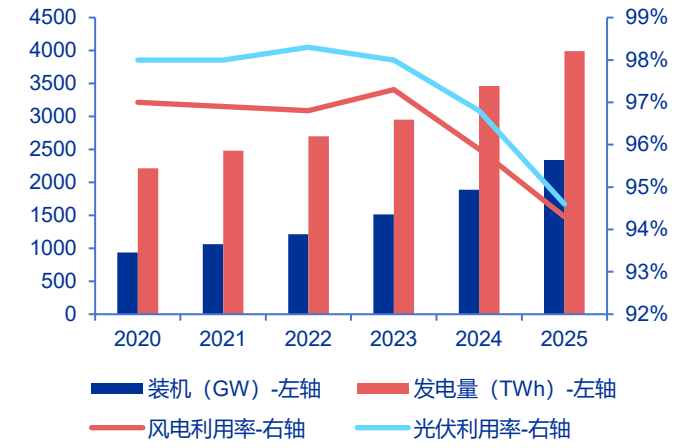
国内风电和光伏具备资源禀赋广、建设周期短、边际发电成本低等优势，已成为国内新增电力供给的核心来源。尤其在西北、内蒙古等风光资源富集区，新能源大基地建设持续推进，绿电供给能力快速扩张，为低成本、低碳电力体系奠定基础。

下载日志已记录，仅供内部参考

目前看存在装机和利用率趋势背离情况。近年来可再生能源发电装机加速扩张，2023年开始同比增速大幅上升，然而风电利用率、光伏利用率持续走低。风电、光伏天然具有波动性和间歇性，在西部绿电资源富集区本地负荷相对有限，跨区输电通道、储能调节能力和电力市场消纳机制的建设速度难以完全匹配新能源装机扩张节奏。

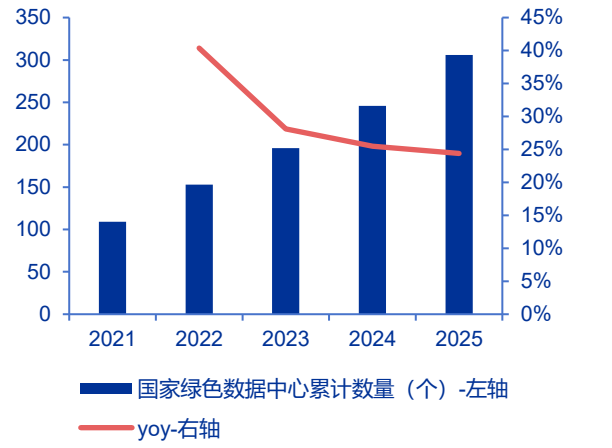
算力中心有望成为西部绿电消纳的重要承接载体。与居民、商业等分散负荷不同，智算中心具备用电规模大、运行周期长、负荷相对稳定、用电价格敏感度高等特征，适合作为绿电的长期买家，能够提升西部新能源利用率，同时能够降低算力中心长期用电成本。

图 6：新能源装机扩张和利用率背离



资料来源：国家发改委，国家能源局，人民网，电力投资资讯网，申万宏源研究

图 7：绿色数据中心数量提升



资料来源：中国信通院，工业和信息化部官网，申万宏源研究

1.3 政策侧：从“东数西算”到“算电协同”

第一阶段（2021-2023）：布局铺垫期。以“东数西算”工程为标志，2022 年 2 月国家发改委、中央网信办、工业和信息化部、国家能源局联合发布建设 8 大国家算力枢纽节点和 10 个数据中心集群，首次在国家层面将算力布局和能源布局挂钩。

第二阶段（2024-2025）：机制构建期。2023 年底《关于深入实施“东数西算”工程加快构建全国一体化算力网的实施意见》、2024 年 7 月《数据中心绿色低碳发展专项行动计划》等文件相继出台，明确到 2025 年底算电双向协同机制初步形成，国家枢纽节点新建数据中心绿电占比超过 80%，全国数据中心平均 PUE 降至 1.5 以下。2025 年 5 月 650 号文首次在国家层面系统明确绿电直连模式。

第三阶段（2026 至今）：国家战略期。2026 年 3 月政府工作报告首次将“算电协同”写入新基建工程。“十五五”规划纲要提出“推动绿色电力与算力协同布局”。

表 1：算电协同重要政策发布

时间	文件/事件	发布主体	核心内容
2022 年 2 月	“东数西算”工程全面启动	国家发改委、中央网信办、工业和信息化部、国家能源局	批复 8 大算力枢纽节点、10 个集群，算力与能源布局首次挂钩

下载日志已记录，仅供内部参考

2023 年 12 月	《关于深入实施“东数西算”工程加快构建全国一体化算力网的实施意见》	国家发改委、国家数据局、中央网信办、工业和信息化部、国家能源局	明确到 2025 年底，国家枢纽节点新增算力占全国新增算力 60%以上；提出算力电力双向协同机制初步形成，国家枢纽节点新建数据中心绿电占比超过 80%
2024 年 7 月	《数据中心绿色低碳发展专项行动计划》	国家发改委、工信部、国家能源局、国家数据局	到 2025 年底，全国数据中心整体上架率不低于 60%，平均 PUE 降至 1.5 以下，可再生能源利用率年均增长 10%；国家枢纽节点新建数据中心绿电占比超过 80%。
2025 年 3 月	《关于促进可再生能源绿色电力证书市场高质量发展的意见》	国家发改委等	绿证和绿电交易机制进一步完善。文件明确要求提升钢铁、有色、建材、石化、化工等行业企业和数据中心绿色电力消费比例，到 2030 年原则上不低于全国可再生能源电力总量消纳责任权重平均水平；国家枢纽节点新建数据中心绿色电力消费比例在 80%基础上进一步提升。
2025 年 5 月	《关于有序推动绿电直连发展有关事项的通知》	国家发改委、国家能源局	首次系统明确绿电直连模式：新能源不接入公网，通过直连线路向单一电力用户供给绿电。
2025 年 11 月	《关于促进新能源消纳和调控的指导意见》	国家发改委、国家能源局	从新能源消纳侧强化算电协同。到 2030 年，建立协同高效的多层次新能源消纳调控体系，新增用电量需求主要由新增新能源发电满足，满足全国每年新增 2 亿千瓦以上新能源合理消纳需求。文件明确提出加强新能源与算力设施协同规划布局及优化运行，推动源网荷储一体化、绿电直连、智能微电网等新能源就近消纳业态。
2026 年 3 月	2026 年《政府工作报告》	国务院	标志着算电协同从部门政策和试点机制进一步上升为国家级新基建部署。

资料来源：国际科技创新中心，国家发改委官网，新华社，申万宏源研究

政策演进中以绿电、PUE 和上架率作为硬约束，三项指标分别代表高绿电占比、高能效、高利用率三要求。代表：1）数据中心与新能源电源建立长期绑定关系，推动绿电交易、直供和源网荷储一体化落地；2）PUE 约束压缩制冷和供配电损耗，推动液冷、高压直流、智能温控等高效用能技术规模化应用；3）上架率约束抑制数据中心盲目建设，推动算力资源从分散建设转向统一调度和高效利用。

图 8：算电协同政策的三项硬约束



资料来源：国家发改委官网，申万宏源研究

下载日志已记录，仅供内部参考

2．机制：算力调度连接算力效率与电力弹性

算电协同的技术主线，可以认为是降低单位有效算力的电力成本。对 AI 算力中心而言，外部模型调用量和训练/推理需求决定总计算需求，而数据中心的竞争力或取决于在既定电力约束下能够释放多少有效算力。**我们将其抽象为一个多目标优化问题：单位电费有效算力产出=（芯片峰值算力 x 系统利用率）/（IT 功率 x PUE x 综合用电成本）。**

其中：

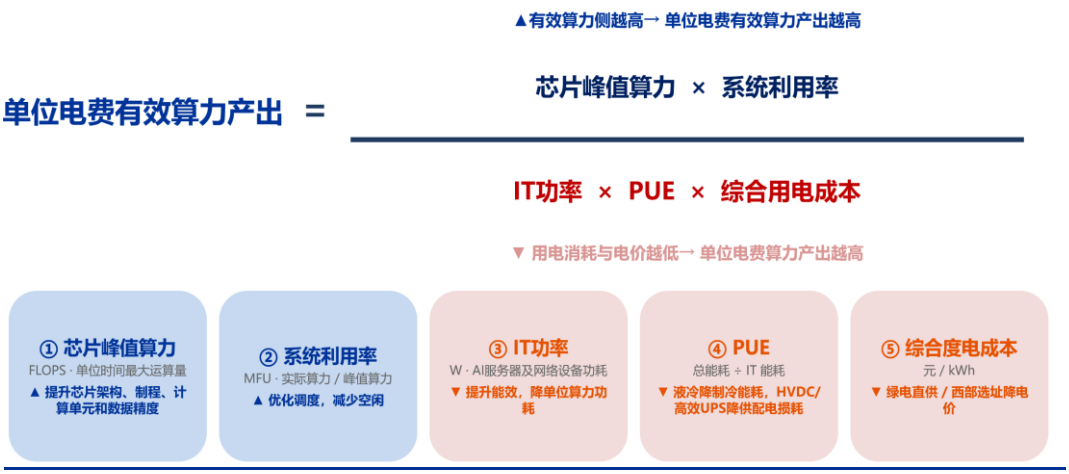
1）芯片峰值算力与 IT 设备功率决定算侧每瓦算力上限。

2）系统有效利用率决定理论算力有多少真正转化为有效吞吐。

3）PUE 决定制冷和供配电等非 IT 能耗的放大倍数。

4）综合用电成本则由绿电资源、输配成本、储能调节和市场化交易共同决定。

图 9：算电协同多目标优化问题公式



资料来源：申万宏源研究

芯片能效和 PUE 主要通过硬件和基础设施解决，**而算力调度作用于公式两端，分子端：**队列、配额、拓扑感知、批处理、路由和故障恢复可改善活跃占比、模型效率和成功交付。**分母端：**并发控制、功率封顶和任务时移能够重塑 IT 平均功率曲线，算电接口再把电价、绿电和需求响应信号转化为调度约束，从而改变平均结算电价。

2.1 产业：各环节构成，调度与接口决定协同深度

从产业链分工看，电力供给、电网和数据中心掌握资产与物理控制权，是系统运行的底座；算力调度与算电接口在授权范围内完成任务安排、约束传递和执行反馈，是把存量资产转化为有效产出与电力弹性的控制层；计量结果则决定技术效果如何影响最终收入。随着新能源、电网、智算中心和基础调度软件持续建设，产业价值重心预计由资源扩张转向运行协同，即推动异构算力资源实现可量化、可比较和可调度，并使调度结果能够被计量、核验和按规则结算。

表 2：算电协同各环节产业地位、发展阶段与瓶颈

下载日志已记录，仅供内部参考

环节	产业地位	价值机制	发展阶段	当前瓶颈
电力供给	资源底座	以新能源、常规电源、储能和直连专线提供可靠、低碳电力，并形成可供调度利用的分时、分区价差	常规供电与绿电交易体系较成熟；面向算力负荷的源网荷储协同、绿电直连和长周期匹配加速落地	新能源出力与算力负荷错配；低发电侧报价不等于低到户成本；专线、储能、备用及系统费用抬升经济门槛
电网与市场	价格发现与调节	提供接入容量、电能质量和安全边界，输出现货价格、需求响应及辅助服务信号，并组织调用、出清和结算	大电网调度和电力交易框架成熟；算力设施作为可调负荷或虚拟电厂资源参与市场仍在规则扩围与试点阶段	地方规则、准入门槛和基线算法不统一；MW 指令难直接映射任务；补偿收益与违约考核边界尚待明确
数据中心	设施控制与算力承载者	控制供配电、制冷、储能、备用电源和 IT 设备，将任务功率转化为园区负荷，并决定可调幅度、持续时间和恢复边界	传统设施工程化成熟；面向高功率密度 AI 集群的供配电、液冷、储能配置和设施—任务协同控制快速迭代	高功率密度供配电与液冷适配、存量设施改造，以及设施控制系统与任务调度系统割裂
算力调度	任务侧控制核心	识别任务时延、截止期及服务质量约束，时空弹性和硬件亲和性，通过队列、配额、拓扑、批处理、路由及故障恢复提高有效产出并塑造功率曲线	单集群队列和资源编排相对成熟；异构资源统一纳管、跨主体跨地域生产级调度及电力感知调度仍处早期	任务画像和迁移成本难标准化；异构软硬件接口碎片化；带宽、数据合规及生产任务控制权限制跨域落地
算电接口	跨域协同中枢	接收电价、碳强度和 MW 调节指令，结合设施状态与任务情况生成设备/任务约束，并回传可调容量和执行结果	价格预测、EMS、虚拟电厂和单点控制已有产品；跨平台双向接口及多主体联合控制仍以试点验证为主	电力与算力语义和时间粒度不一致；接口权限、网络安全、故障回退及责任划分尚未标准化；缺少常态调用
计量与结算	商业闭环	同时核验基线与实际 MW、任务交付及任务损失，完成收益归因、考核、分账和开票，把技术效果转化为可审计现金流	电能计量和电力市场结算制度较成熟；算力用量计量、任务损失归因及算电联合分账仍处规则与产品建设期	反事实负荷基线难准确；调度、设施与市场收益存在重复归因；跨主体数据可信、日清月结衔接及分账周期复杂

资料来源：国家发展改革委、国家能源局、国家数据局，申万宏源研究

能源和数据中心环节资产重、收入体量大，但算电协同通常只是其运营优化的一部分。算力调度和算电接口的直接收入体量尚小，但决定跨域资源能否被组织和交易，是协同能力的重要实现环节。

当前产业发展重点可概括为三个迁移：1）资源建设转向资源可见；2）从单集群效率转向跨域任务编排；3）从节能示范转向可核验的市场交易。其中较紧迫的技术瓶颈预估位于算力调度与算电接口交界处：调度器缺少稳定的电力信号和设施边界，电力平台通常只掌握负荷功率、调节需求和市场信号，缺少对算力任务时延、截止期、可中断性、可迁移性及数据和硬件约束的认知。

2026 年 7 月国网上海电力完成“全方式”规模化协同实测调用，组织上海电信、万国数据、上海仪电、阿里巴巴集团等企业的 16 家数据中心开展算电协同集中调用，2 小时内最大压减负荷 9.78 万千瓦，为迄今国内城市单次算力负荷调节规模最大的一次。**但其中 13 户次依赖柔性负荷调节，3 户次依赖备电切换，仅 1 户次依赖算力跨域转移，算力跨域规模化应用仍处早期。**

下载日志已记录，仅供内部参考

2.2 资源与设施：电价差创造价值，资产边界决定兑现

电力供给、电网市场和数据中心放在同一框架下理解：电力侧决定“何时、何地值得调”，设施侧决定“能调多少、能持续多久”，二者形成算电调度的外部可行域。以上三者掌握电源、接入、设备和客户负荷，是任何调度方案落地必须合作的资源控制方。

电源与市场从保障供电转向提供价格和低碳信号。电源侧的核心机制是把不同时间、不同区域的能源成本和碳属性传递给算力设施。在传统固定电价模式下，数据中心缺少根据电力供需变化调整任务运行的经济动力。

2023年《关于深入实施“东数西算”工程加快构建全国一体化算力网的实施意见》提出，“优化数据中心负荷运行时段，提升数据中心等负荷的柔性调节响应能力”，并要求探索跨地区算力调度、算电融合、交易结算和收益分配等协同机制。

2026年《关于促进人工智能与能源双向赋能的行动方案》进一步明确，要“以电力市场价格信号引导算力设施优化能量管理”，推动跨网跨区等多种形式的算力调度，同时支持算力设施参与电能量、辅助服务和需求响应市场。

上述变化代表数据中心不再只被动接受固定电价，可以通过绿电直连、分时价格、储能和任务调度改变用电结构。经济价值可以分两步判断：

1）绿电直连通过购电价差和绿证节省形成运行侧价值。

绿电直连价值来自两部分：一是直连电量以低能量价格替代公共电网购电，形成购电价差；二是物理绿电覆盖提高后，可减少为满足绿色电力消费目标而购买的绿证。若直连电量还需承担过网、系统运行等费用，或配置储能产生充放电损耗，应从价差收益中扣除。由此，**年度运行侧价值可近似表示为：直连电量*（电网综合电价-绿电直连综合价格）+减少的绿证支出-储能耗损及其他增量投入。**

表 3：简化假设下绿电直供可提升 IDC 项目盈利能力

参数项	证电分离模式	绿电直供模式	单位	说明
IT 总容量	10	10	MW	假设 1000 个 10kW 高密机柜，均位于中西部某节点
设计 PUE	1.2	1.2	-	
平均上架/负载率	90%	90%	-	假设第一年年平均上架率为 75%，第二年起上架率 90%（满产运营）
CAPEX	2.0	2.2	亿元	绿电直供需增配微电网/升压站等设施，假设 CAPEX 增加 10%
年机柜租金收入	0.65	0.65	亿元	假设单机柜 6000 元/月
其他运营成本	0.05	0.05	亿元	包含运维、网络、人工等，不含电费
年耗电量	9461	9461	万度 (kWh)	10MW * 1.2 * 8760 小时 * 90%
度电成本 (电价)	0.35	0.25	元/度	见备注

下载日志已记录，仅供内部参考

年化电费支出	0.33	0.24	亿元	每年节约 946 万元
绿证单价	5.9	5.9	元/MWh	参考 26 年 2 月购买电量生产年为 2025 年的绿证的平均价格
购买绿证支出	0.01	0.00	亿元	
折旧	15	15	年	残值 5%
年化折旧	0.13	0.14	亿元	
税率	25%	25%		
EBITDA	0.26	0.36	亿元	利润空间增厚 38%
EBITDA 率	40.3%	55.8%	-	
全生命周期 IRR	7.6%	10.8%	-	绝对值提升 3.3 个百分点

资料来源：中国电力科学研究院，内蒙古自治区能源局，申万宏源研究

注：两种不同模式下电价的假设依据如下：

1）参考中电院论文数据，“西部依托政策优惠结算电价可低至 0.3-0.4 元/kWh”；2）参考内蒙古能源局数据，乌兰察布等地的风电全生命周期 LCOE 已降至 0.15 元/度，与平滑波动的储能成本按比例加权融合后，预计实际电价约 0.25 元/度。

2）专线、变电和储能投入影响价差收益的兑现。

绿电直连落地需要同时满足接入、稳定性和可控制性要求。专线及变电设施决定接入容量、电压等级和供电可靠性；储能用于平滑新能源出力、提高直连覆盖并提供短时功率调节；计量、能量管理和算电接口负责把电量、功率与任务执行结果对应。**以上资产由 IDC、园区、电网或能源服务商分别投入，若由 IDC 承担，应计入项目 CAPEX 和后续运维，若由第三方承担，需以容量费、租赁费或服务费计入运营成本。**

公开工程案例显示，储能、专线和变电设施投资受电压等级、线路距离、设备容量和既有设施复用程度影响较大。五粮液产业园区 10MW/20MWh 储能项目复用酒圣 110kV 变电站，在其 10kV 配电侧接入，项目总投资约 0.16 亿元，代表复用既有接入设施的轻资产模式。安徽铜陵枞阳县连城 35kV 输变电工程新建总容量 20MVA 的变电站及 7.25 公里线路，总投资约 0.329 亿元。锡林郭勒盟隆兴矿业 110kV 输变电工程新建 2*50MVA 变电站及 25.25 公里线路，总投资约 0.783 亿元。上述三个案例并非 IDC 绿电直连项目：五粮液项目属于工业园区用户侧储能，连城项目属于电网输变电工程，隆兴项目服务于矿业负荷，三者仅分别用于提供储能、不同电压、不同线路长度下的造价参考。

基于上述成本参照，我们设置复用既有接入、增建 35kV 工程和增建 110kV 工程三类情景。各情景均配置 1600 万元储能、预留 200 万元跨系统计量和算电控制投入，按合计金额增加 5%的适配预留，每年新增运维费取新增投资的 1.5%，其中控制投入、适配预留和运维比例为研究假设，项目总投资按 2 亿元基础 IDC 投资加分项新增投资计算。

表 4：相同 100%绿电直连假设下，设施投入增加压低项目 IRR

参数项	复用既有接入	增建 35kV 工程	增建 110kV 工程	单位
IT 总容量	10	10	10	MW
设计 PUE	1.2	1.2	1.2	-
平均上架/负载率	90%	90%	90%	-

下载日志已记录，仅供内部参考

绿电直连覆盖率	100%	100%	100%	-
IDC 基础 CAPEX	2.0	2.0	2.0	亿元
新增设施 CAPEX	0.19	0.53	1.01	亿元
项目总 CAPEX	2.19	2.53	3.01	亿元
年机柜租金收入	0.65	0.65	0.65	亿元
其他运营成本	0.05	0.05	0.05	亿元
年耗电量	9460.8	9460.8	9460.8	万度（kWh）
平均度电成本	0.25	0.25	0.25	元/度
年化电费支出	0.24	0.24	0.24	亿元
新增设施年运维费	0.0028	0.0080	0.0152	亿元
折旧及测算年限	15	15	15	年
年化折旧	0.1386	0.1605	0.1907	亿元
税率	25%	25%	25%	-
EBITDA	0.36	0.35	0.35	亿元
EBITDA 率	55.3%	54.5%	53.4%	-
生命周期 IRR	10.8%	8.4%	5.9%	-

资料来源：碳索储能网，铜陵市发展和改革委员会，锡林郭勒盟生态环境局，申万宏源研究

绿电直连的 IRR 优势仍取决于配套设施的新增投入规模。测算下，前述证电分离模式 7.6%的 IRR 为比较基准，复用既有接入、增建 35kV 工程仍能保留直连优势，增建 110kV 工程的资本投入已超过价差收益能够支撑的范围。IDC 项目的绿电投资价值需同时考察电价优势和取得该优势的设施成本。

2.3 算力调度：交付约束下提升资源效率与负荷弹性

资源和设施给定后，算力调度的两条价值路径为：减少空闲、通信和重算造成的资源损耗；将允许调整的任务放到更合适的时段或节点。前者改善单位任务的资源消耗，后者利用时间与地域差异降低电费。

1） PD 分离与数据调度改善交付效率，拓扑感知保障协同执行。

模型推理包含预填充（Prefill，处理输入）和解码（Decode，逐步生成输出）两个阶段，前者通常计算需求较高，后者更容易受到显存带宽限制。PD 分离为两阶段配置独立资源池，分别调整卡数、批量和并行方式，缓解资源需求差异造成的干扰。

PD 分离增加中间状态传输需求。拓扑感知负责把频繁通信的计算实例放到高速互联可达的位置，缓存感知路由和存储 I/O 优化改善数据供给，减少重复计算与等待。例如 DeepSeek V3/R1 采用 PD 分离、计算通信重叠和多级负载均衡，其 3FS 为训练数据读取、检查点和推理 KV 缓存提供存储支撑。上述技术点分属执行架构、资源放置和数据访问层，需配合使用。

图 10 PD 分离将输入处理和输出生成配置到不同资源池

下载日志已记录，仅供内部参考

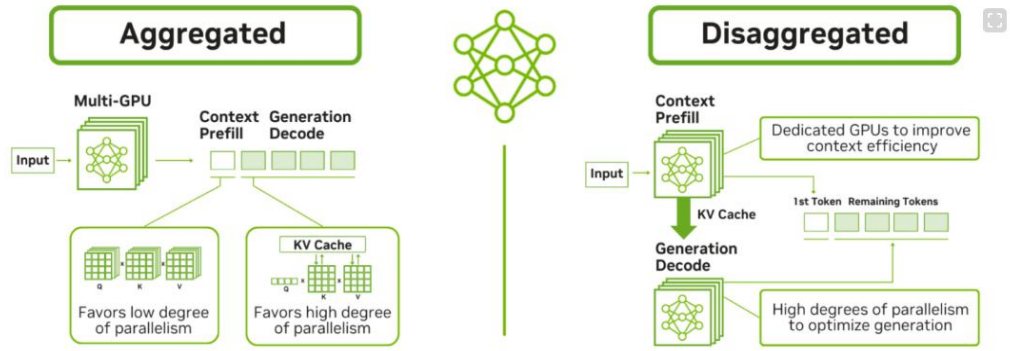


Figure 1. Comparing aggregated and disaggregated serving

资料来源：英伟达官网，申万宏源研究

2） 电力感知调度以任务弹性匹配电力变化。

电力感知调度将电价、绿电供给和功率约束纳入任务安排。在满足客户交付要求的前提下，调度器结合电力条件与任务状态，比较立即执行、延后执行及降低运行功率等方案。任务弹性决定可选择范围，电力信号决定何时调整以及调整方向。

不同电力信号对应的优化目标有所区别。电价变化影响任务的用电成本，绿电出力变化影响负荷与绿色电力的匹配程度，电网调节要求则约束特定时段的取电功率。三者或相互促进，或存在冲突，调度系统需分别识别。

表 5：电力信号影响算力任务安排

电力信号	调度判断	任务安排	主要约束
分时电价变化	延后执行节省的电费，能否覆盖等待、恢复等成本?	将交付时间宽松的任务安排至较低电价时段	购电合同是否传导价差；剩余时间和算力是否足够
绿电出力变化	哪些可调整任务能够与绿电充裕时段匹配?	在绿电充裕时增加可延期任务的执行量，出力不足时减少	出力预测误差、交付期限及设施容量；绿电充裕不必然对应最低电价
电网调节或取电功率约束	哪些任务组合能够在保护关键业务的情况下满足功率要求?	延后或暂停部分作业，在性能允许范围内限制功率	响应速度、持续时间、恢复成本及负荷反弹

资料来源：申万宏源研究

任务类型影响调节难度，交付余量决定当时能否参加。离线批量推理可以利用批次之间的独立性调整执行进度，微调和大规模训练需计入状态保存、恢复及多卡协同成本，在线交互推理受到即时响应要求约束应优先保障服务质量。调度器需持续更新任务剩余工作量、截止时间及可用资源，动态识别可调任务。

表 6：不同 AI 任务的调度相关特征与主要限制

任务类型	完成时间要求	暂停后能否继续	对 GPU 和网络的要求	调整任务时的主要限制	是否适合任务调度（满分 5 分）
离线批量推理	通常无需立即返回每条结果，但需在约定时间内完成整批任务	已完成的结果可保存；暂停时尚未完成的部分，恢复后可能需要重新计算	不同批次通常可分别安排；模型较大时，仍需多张 GPU 共同完成计算	距离交付期限还有多少时间；剩余任务能否按时处理完；更换服务器时加载模型、传输数据需要多久	**4-5**
模型微调	需在约定时间内完成，并达到预期模型	如果程序支持保存模型参数、训练进度等	GPU 数量取决于模型大小和微调方	交付期限；保存与恢复耗时；模型运行所需的最低显存和	**3**

下载日志已记录，仅供内部参考

	效果；紧急项目可推迟的空间较小	信息，暂停后可从保存位置继续；保存与恢复需要时间	法；使用多张 GPU 时，需要相互交换训练数据和计算结果	GPU 数量；调整训练配置对模型效果的影响	
大规模同步训练	通常按训练阶段或最终完成时间交付，部分项目有严格工期	需要协调各 GPU 保存和恢复训练进度；运行中增减 GPU 通常需要训练程序支持	大量 GPU 需要同时参与并频繁交换计算结果，对高速网络要求较高	能否同时获得足够的 GPU；暂停与恢复耗时；跨服务器通信速度；调整后能否按期完成训练	**2-3**
在线交互推理	用户提交请求后需较快收到回复；流式生成时，后续内容也需持续、稳定输出	正在处理的请求通常不宜直接暂停；转移到其他服务器时，需要保留对话内容及已完成的计算信息	承接请求的服务器需加载相应模型，并具备足够显存和可用算力；跨地区转移还受网络时延影响	回复变慢或中断的风险；目标服务器能否承接新增请求；模型加载、计算信息转移及网络传输耗时	**1-2**

资料来源：申万宏源研究

实测案例已验证电网要求能够进入 AI 任务决策。2025 年 5 月，Emerald AI 联合 Oracle、NVIDIA 等，在 Phoenix 数据中心的 256 张 A100 集群上运行训练、微调和推理任务，通过组合使用功率限制、任务暂停及资源重分配，连续 3 小时将测试集群功率降低 25%，各任务均满足实验预设的服务要求。其中，弹性任务允许一定幅度的吞吐下降，严格要求的任务受到保护，体现不同任务之间的差异化调度。

进一步验证对变化信号的响应能力。2026 年 3 月，Nebius 伦敦数据中心的 96 张 Blackwell Ultra GPU 在 5 天试验中响应 200+次模拟电网事件。测试方根据电网供需紧张情景发送功率调整要求，真实 GPU 集群据此调整计算负荷，功率降幅最高达 40%，关键计算任务持续正常运行。

2.4 算电接口：系统建设形成订单，持续运营拓展收益

算力调度改善计算效率与负荷弹性，算电接口将这些能力接入能源管理和市场交易流程。接口统一数据口径、传递执行要求并记录结果，商业价值通过系统建设、持续技术服务及能源运营兑现，需求响应补偿提供增量收益。

1） 统一计量与控制授权，支撑算力和能源系统协同。

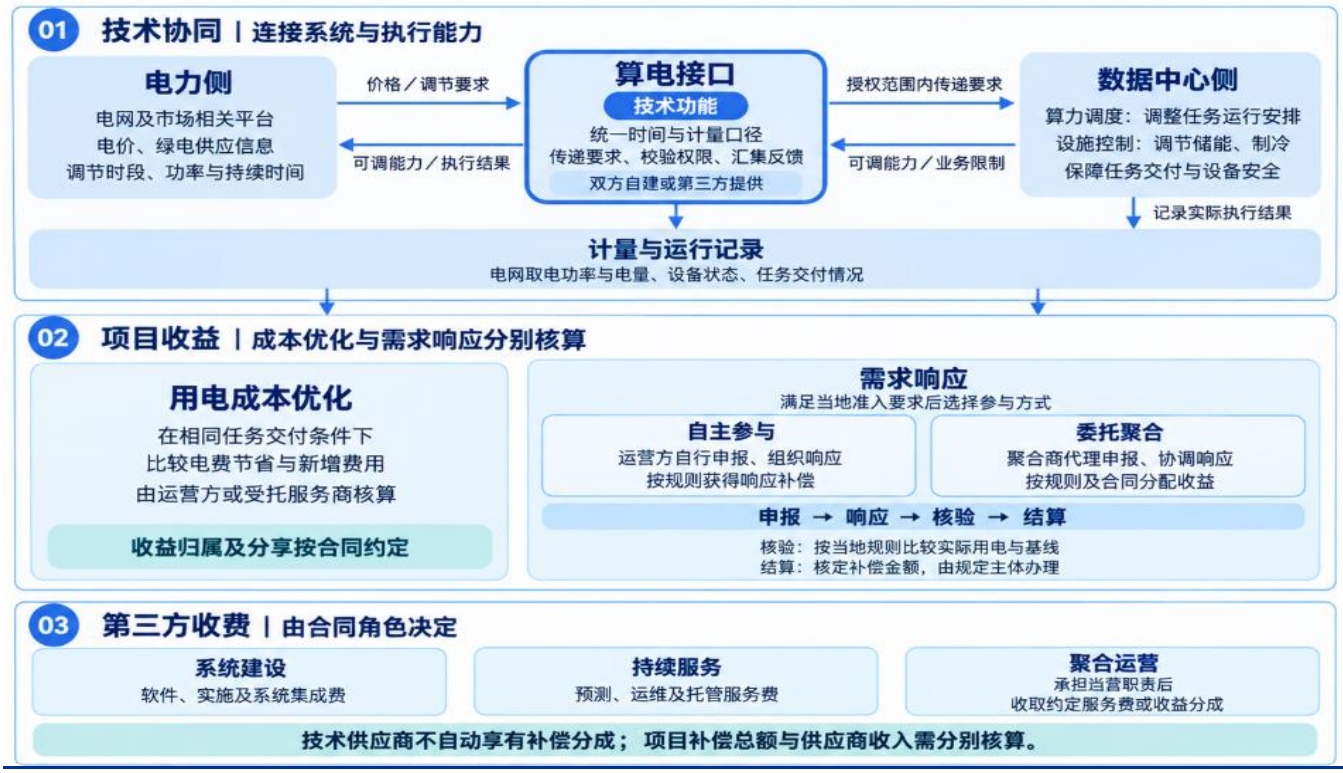
电网关注数据中心从公共电网实际取电的变化，GPU 降功率、制冷调整与储能充放电分别发生在不同设备上。因此，两侧需对齐计量位置、时间和功率方向，明确可调功率、持续时间和操作权限。任务及设施系统据此执行，接口持续反馈实际结果和异常状态。

2） 虚拟电厂组织资源参与市场，履约质量与合同决定收益兑现。

虚拟电厂将分散资源组织成能够统一申报和履约的市场参与主体。运营商汇集数据中心、储能等资源的可调能力，进行预测、申报及执行协调，按规则反馈结果。核心重点在于汇集调节容量、协调不同资源的响应特性，降低单个资源参与市场的组织成本。国家发改委、国家能源局明确，虚拟电厂可组织需求响应，并在满足准入条件后参与电能量及辅助服务市场。

下载日志已记录，仅供内部参考

图 11 算电接口：技术协同和参与方式



资料来源：申万宏源研究

3） 系统与服务支撑收费，聚合运营拓展市场收入。

收费范围覆盖建设与日常运营，增量收益来自响应补偿。算电接口企业按交付的软件、控制设备和集成工作收取建设费用，投运后继续提供预测、运维和交易辅助服务。具备相应资格与资源授权的运营方，可管理购售电、储能充放电和负荷响应，并依据合同收取基础服务费和补偿分成。

表 7：算电接口相关业务的收费方式与收入边界

业务类型	谁购买服务	具体收费方式	收入判断重点
系统建设与集成	电网、能源企业、IDC 或园区	软件与控制设备销售、接口开发及系统集成费	已签合同、验收进度、项目毛利与回款
持续数据与技术服务	电站、售电公司、IDC 等客户	发电/负荷/电价预测、交易辅助决策及运维服务费	付费客户数、年费、续约率及交付成本
能源交易与托管运营	发用电及储能资产的业主或运营商	基础服务费、交易服务费或约定的收益分成	实际服务电量、收费条款、价格及偏差风险
虚拟电厂聚合运营	授权参与市场的可调资源业主	需求响应、辅助服务等业务的服务费或合同分成	实际调用、核定响应量、履约质量及分成比例

资料来源：国能日新公告，朗新科技公告，申万宏源研究

4）聚合商的核心是提升履约质量，动力来自响应补偿的差异。

下载日志已记录，仅供内部参考

响应补偿为数据中心调整任务和设施运行提供经济激励，也为聚合商运营提供合同分成来源。采用《安徽省电力需求响应实施方案（2025年版）》作为示例，日前削峰补偿单价为 3 元/kWh，负荷响应率按实际削减功率与承诺功率之比计算，对应不同补偿系数。**假设调节量级在 1000kW、2 小时削减电量，按履约比率 40%、60%、85%、100%的情况，单次补偿分别为 0、1800、5100、7200 元。**

表 8：相同 1000kW 申报规模下，履约质量影响单次削峰补偿

假设调节量级（kW）	负荷响应率	履约比例假设	实际平均削减功率（kW）	2 小时削减电量（kWh）	履约系数	削峰响应单价（元/kWh）	单次响应补偿（元）
1000	<50%，不予补偿	40%	400	800	0	3	0
1000	50%-80%，补偿系数 0.5	60%	600	1200	0.5	3	1800
1000	80%-90%，补偿系数 1	85%	850	1700	1	3	5100
1000	90%-110%，补偿系数 1.2	100%	1000	2000	1.2	3	7200

资料来源：旌德县政府网，申万宏源研究

实际案例证明补偿可以兑现，年度规模仍具有地区与项目差异。上海 2024 年全市累计调用 48 次，补偿超过 2000 万元，芜湖虚拟电厂在 2022 年迎峰度夏期间组织 39 家重点工业企业参与 25 次，协助用户获取补贴 2000 万元。

补偿为接口能力提供付费依据，收益归属取决于服务合同。对数据中心，响应补偿为调整任务和设施运行提供额外激励。对算电接口企业，准确申报可调能力、协调执行和留存计量记录，有助于减少履约偏差、提高可结算收益，从而支撑客户付费。

3. 中美对比：源网约束不同，产业机会各有侧重

第二部分明确了算电协同创造价值的机制，中美比较进一步解释这些能力为何在不同市场以不同方式落地。电源结构与电网接入决定项目优先解决的问题，储能和供配电设施提供可执行的物理条件，任务控制权与市场规则再影响调度平台的组织方式。**美国部分项目突出供电确定性与上线速度，中国政策和试点兼顾能源消纳、跨区域配置及算力利用；两国均需在可靠交付、成本与低碳目标之间权衡。**

3.1 源：供电组合不同，稳定低碳需求趋同

中美差异首先体现于存量供电结构。IEA 在 2025 年报告中对 2024 年数据中心实际用电来源进行估算：美国天然气占比超过 40%，可再生能源、核电和煤电分别约为 24%、20%和 15%；中国煤电接近 70%，可再生能源接近 20%，核电接近 10%。这一口径反映当地电网与现场电源的物理供电结构，与企业通过购电合同或绿证声明的清洁能源比例有别。中国绿电算力建设属于供电结构转型方向，现有数据中心用电仍明显依赖煤电。

下载日志已记录，仅供内部参考

新增需求推动多种电源组合发展。国内“东数西算”引导算力布局与风光水电资源衔接，为数据中心采购清洁电力提供资源基础；美国云厂商则通过长期购电协议、核电重启和现场发电组合提高供给确定性。两国均需要可再生能源和稳定电源，由项目机制看，可再生能源采购重点在电量与用电时段匹配，稳定电源采购更重视可交付容量和长期履约。

表 9：美国代表性供电合作

案例	官方披露安排	主要模式
Microsoft / Constellation	2024 年签署 20 年购电协议，支持约 835MW 的 Crane 核电项目重启。	以长期购电承诺支持停运核电机组恢复运行，增加可用的稳定低碳电力供给。
Amazon / Talen	2025 年协议约定满额供电容量 1,920MW，分阶段提升；安排转为电网侧供电，由 PPL 负责输送。	长期采购现役核电，由公共电网输送，兼顾供给锁定与电力交付。
Equinix / Bloom Energy	2025 年 2 月披露约 75MW 已运行、约 30MW 在建，合作覆盖 19 座数据中心。	在数据中心现场部署燃料电池发电系统，补充电网供电、缓解供电容量约束。

资料来源：各公司官网，申万宏源研究

不同供电组合竞争力需同时比较全成本、连续供电能力与实际投运时间。

表 10：不同供电组合竞争力判断

供电组合	成本竞争力判断	供电保障评价及前提	电网可按期接入时	电网接入受限时
风光＋储能＋公共电网	具备低成本潜力；专线、储能和电网费用可能削弱优势	电网补足持续电量缺口、备用配置达标后，可实现高可靠供电	优先评估	条件型备选
在运核电长期购电＋电网	取决于合同报价；不能用机组发电成本直接排名	稳定电量与电网互济结合；需落实可售电量、输电容量及备用安排	优先评估	条件型备选
核电重启长期购电＋电网	需核算重启投资和合同价格；有既有资产复用优势	重启后具备稳定出力条件；恢复运行前无法提供新增供电	条件型备选	条件型备选-中长期储备
现场燃气发电＋储能或备用系统	条件性竞争力；低燃料价格、高利用率有利，冗余配置增加成本	燃料保障、机组冗余及故障切换均达标后，可承担连续供电	条件型备选	优先评估
现场燃料电池＋备用系统	公开可比报价不足，暂不排名；需包含维护与部件更换费用	持续燃料供应与设备冗余是关键，需验证整套系统可靠性	条件型备选	优先评估
新建大型核电或 SMR＋电网	美国新建大型核电成本参考较高；SMR 成本不确定性较大	投运后可提供稳定电量；建设阶段无法解决近期供电需求	中长期储备	中长期储备

资料来源：《Lazard LCOE+ 2026》报告，IEA《Key Questions on Energy and AI》报告，申万宏源研究

风光具备发电成本竞争力，但单项电源成本不足以决定完整方案优劣。Lazard 于 2026 年发布的美国无补贴新建电源成本数据显示，大型地面光伏、陆上风电和燃气联合循环的平准化度电成本分别为 40-98、37-99、51-129 美元/MWh，美国新建大型核电为 175-255 美元/MWh。但是风光的低成本优势仍需在补足持续供电能力后再评估。

供电时间具有经济价值，但现场发电也存在成本与交付约束。对已落实客户需求、却受供电条件限制的项目，提前投运所增加的经营现金流，可能支持一定额外供电投入，经济性取决于提前交付收益能否覆盖新增成本。IEA 2026 年分析指出，为满足关键且变化较

下载日志已记录，仅供内部参考

大的数据中心负荷，可靠现场燃气供电方案可能需要相对需求额外配置 30-70%的发电容量，叠加燃机供应紧张，现场发电未必具有普遍的投运速度优势。

未来趋势来看，中美源侧呈现供电目标趋同、电源组合差异延续的特征。项目竞争力取决于能否在目标投运时间，以可承受的全成本提供所需电量和可靠容量。新能源资源、既有电源与现场供电均可形成优势，其价值需要放在完整供电方案中验证。电源落实后能否及时送达数据中心，则进一步取决于电网接入与输送条件。

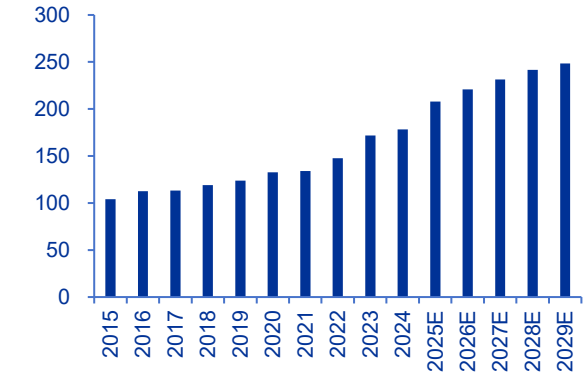
3.2 网：跨区配置与接入约束塑造不同协同路径

电网条件影响低成本电力能否送达，也影响新增算力何时投运。中国具备较强的跨区输电和电网统筹能力，为大范围资源配置提供基础。美国部分数据中心聚集地区接入受限，促使项目同时评估电网扩容、现场供电和灵活用电。

中国的优势在于跨区输电与统筹配置基础。特高压通道将资源富集地区与负荷中心相连，扩大电力配置范围。国家电网披露，“十五五”固定资产投资预计达 4 万亿元，并推动跨区跨省输电能力较“十四五”末提升超过 30%。电力跨区输送与计算任务跨区配置相互补充，“西电东送”将电量送向负荷所在地，计算任务跨区配置则将适宜任务安排到具备电力与算力条件的节点。前者依赖电网通道，后者需满足通信时延、数据传输、软硬件适配与客户授权要求。

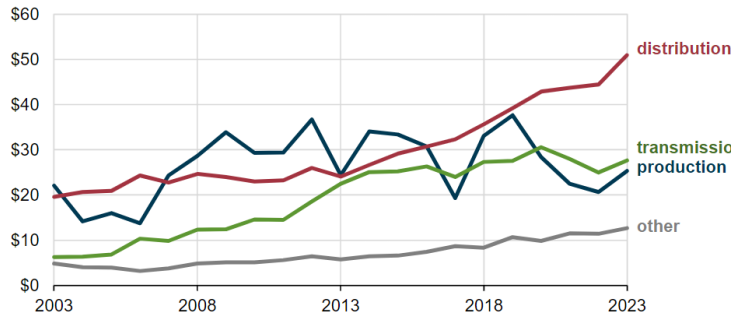
美国的突出约束集中在局部接入能力与跨主体协调，公共电网扩建仍是重要途径。美国本土主要由东部、西部和德州三大互联电网构成，跨互联区输送能力有限，接入项目还涉及区域运营机构、输电业主及州级监管等主体。EIA 数据显示，2003-2023 年主要公用事业企业电力基础设施资本投资增长超过一倍，电力基础设施投资长期扩大，但新增数据中心仍面临局部接电瓶颈。

图 12：美国主要电力公用事业资本开支（单位：十亿美元）



资料来源：爱迪生电气协会，申万宏源研究

图 13：美国主要电力公用事业企业支出增长，主要由电网设施建设和更新推动（单位：十亿美元）



资料来源：美国能源信息署，申万宏源研究

下载日志已记录，仅供内部参考

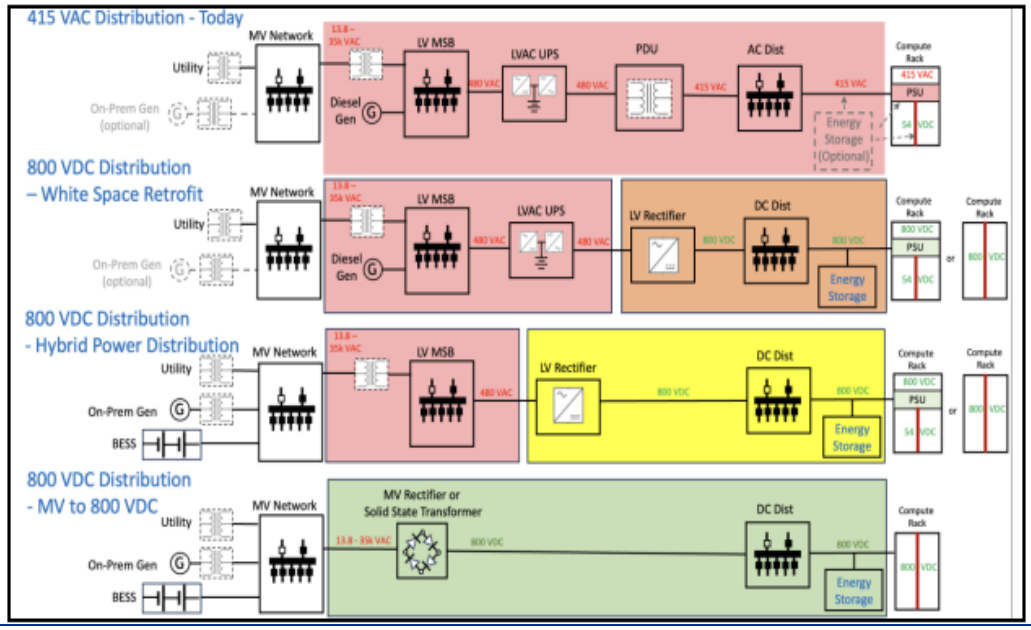
3.3 机房供配电：架构升级趋同，产业优势分布不同

电网接入解决园区可获得多少电力，机房供配电决定电力能否高效、可靠地送达计算设备。**随着 AI 设备集中部署，机柜功率提高，低电压供电面临电流增大、导体用量增加及电源设备占用空间等约束。**中美数据中心供电升级方向逐步向提高配电电压、优化电能转换环节和提升设备功率密度集中。

800V 直流适配高密度机柜，存量改造与新建方案将并行发展。在相同功率和输电环节下，提高电压可以降低电流，缓解布线、发热和空间压力。存量机房可保留既有交流配电，在机柜附近增设电源柜，将交流电转换为 800V 直流。新建机房则可集中布局电能转换设备，进一步优化供电路径。NVIDIA 于 2026 年 8 月公布的路线同时覆盖交流机房改造、行级供电和新建直流设施，体现出不同建设条件下的渐进升级路径。

SST 是实现供电升级的一类设备。800V 直流可以通过传统变压器与整流设备组合实现，也可以采用固态变压器。SST 利用电力电子转换与高频隔离技术，集成电压转换及控制功能，有望减少设备占地和转换环节。

图 14 数据中心供配电向 800V 直流演进，存量改造与新建架构并行



资料来源：英伟达官网，申万宏源研究

美国头部芯片和云厂商对供电架构及接口规范具有较强牵引力。NVIDIA、Google 与 Microsoft 通过开放计算项目（OCP）共同推进 800V 直流架构，并于 2026 年发布联合白皮书及固态变压器规范草案。头部客户将计算设备、供电接口与机房建设要求共同纳入参考设计，为设备开发和验证提供方向。

中国企业依托逆变器、储能变流器及电源设备的技术和制造积累拓展 AIDC 供配电，竞争重点将从产品发布转向客户验证与批量交付。例如，阳光电源 EnerNeo 固态变压器公布的额定功率为 3MW、输出电压为 800V 直流、峰值效率为 98.5%，体现国内厂商向数据中心电源领域延伸的产品进展。

下载日志已记录，仅供内部参考

总体看，中美供配电升级具有共同的技术驱动，产业优势体现在不同环节。从公开进展看，美国头部客户对架构和验证要求的牵引较强，中国企业积极拓展电源设备与相关配套。双方在系统设计和设备制造上均有参与，未来竞争将围绕接口兼容、系统可靠性和工程交付展开。

3.4 储能与备用保障：应用需求扩展，制造优势仍需系统验证

AI 数据中心对储能的需求，从停电备用拓展至功率缓冲和能源管理。UPS 承担不间断供电与电能质量保障，配套电池等储能提供备用电量。园区储能还可吸收负荷波动、配合现场发电，调整不同时段的电网取电量。GPU 及机柜控制会先抑制部分功率变化，园区储能再处理传导至上游的剩余波动。

备用供电、功率缓冲与移峰用电的配置目标不同。

表 11：不同应用目的下对电池配置的要求不同

应用目的	典型配置	主要评价因素
保障供电连续性	UPS 及配套电池等储能	电源异常时的持续供电能力、备用时长、冗余和可靠性
缓冲快速功率变化	机柜附近的电容、超级电容及园区电池储能	响应速度、充放电功率、循环能力及控制协调
调整用电时段	较大容量的电池储能系统	可用电量、充电窗口、运行损耗、电价条件和寿命

资料来源：申万宏源研究

美国大型 AI 园区的建设，推动备用保障与园区供电系统协同设计。例如，ABB 与 Applied Digital 的合作将中压开关设备和 HiPerGuard 中压 UPS 引入其北达科他州 AI 园区，通过在较高电压侧组织供电保障，适配大规模园区建设。ABB 披露，该技术用于双方合作的 400MW 及 300MW 园区。

对于接入受限或配置现场发电的项目，储能价值包括稳定供电和缓解短时容量约束。储能可以在负荷突增时补充功率、在电源切换时维持供电，并配合发电机组调整输出。但连续供电缺口仍需依靠新增电源、电网扩容或负荷调整解决。

中国的制造优势在磷酸铁锂产业链尤为突出，为园区储能提供成本与供货基础。IEA 指出，2025 年全球电池储能应用中，磷酸铁锂占比超过 90%，相关电池供应高度集中于中国，活性材料及前驱体等配套环节也具有较强优势。对于需要配置较大电量、承担新能源消纳和峰谷移时的数据中心园区，这一产业基础有利于降低电池采购成本，并支持规模化交付。

国内应用已覆盖备用供电与园区用电优化，制造能力具备向系统产品延伸的路径。在备用供电环节，华为 SmartLi 3.0 采用磷酸铁锂电芯，推荐备电时间为 10-15 分钟，与 UPS 配套保障供电连续性。在园区储能环节，腾讯怀来东园数据中心已投运风光储微电网，通过储存富余光伏电量及低谷时段购电、在高峰时段释放，兼顾新能源利用与用电成本优化。

下载日志已记录，仅供内部参考

综上，中美算电系统的差异，体现在资源配置、技术生态与制造能力的不同组合。中国在跨区输电、电力设备及电池产业链方面具有较强基础，美国头部芯片与云厂商对计算平台、机房架构及设备验证具有较强牵引力。中国需要将资源与制造优势转化为可交付的算力和供电能力，美国则需协调算力扩张与电源、电网及设备交付进度。未来两国均将向稳定供电、高密度供配电和灵活用能演进

表 12：一表总结中美算电协同各环节的差异及约束

环节	中国优势与特点	美国优势与特点	关键约束
源：电源供给	风光水电资源与跨区配置基础	天然气、核电基础及长期购电安排	中国需匹配绿电与稳定供电；美国部分项目受新增电源交期约束
网：输送接入	特高压与跨区统筹能力较强	持续扩建电网、改善设备供应	中国仍需落实项目接入容量；美国局部接电与设备交期瓶颈突出
荷：算力平台	电力与基础设施配套提供支撑	AI 芯片、软件生态与系统设计牵引力强	中国部分先进芯片获取受限；美国也面临芯片及内存供应约束
荷侧配套：供配电	电力电子与电源设备制造基础	头部客户牵引 800V 等架构与接口规范	国内企业需突破客户验证、系统适配与批量交付
储：储能保障	磷酸铁锂电芯、材料及成本优势	大型 AI 园区推动储能与供电协同设计	美国磷酸铁锂供应链较依赖中国；国内制造优势仍需系统验证

资料来源：申万宏源研究

4．产业链投资框架

前文第二部分说明协同改善项目经济性，第三部分揭示中美资源与产业能力的差异。映射到标的，**电网及机房建设首先形成设备需求，资源运营商通过交付和利用率兑现回报，调度与接口企业通过软件、系统和持续服务参与。**

表 13：产业链梳理及重点跟踪标的

产业角色	主要收入来源	优先验证事项
设备及工程	输变电、供配电、机组、温控和储能设备；工程及集成	相关订单、客户认证、交付验收、毛利和回款；800V/SST 须区分研发与量产
IDC 及电源运营	机房和算力服务、电力销售及能源服务	签约和上架、有效用量、单位投资、电费归属、经营现金流
调度与能源接口	软件、实施、运维、预测和能源管理服务	生产系统授权、付费客户、持续收费及跨项目复制能力
资源聚合运营	服务费及合同约定的市场收益分成	实际可调用容量、调用次数、履约考核、分成条款和回款

资料来源：申万宏源研究

表 14：能源软件与算电接口重要标的

公司	代码	相关业务	进展
朗新科技	300682.SZ	能源软件、聚合运营与算电接口；已有跨省算力迁移实测。	与临港算力合作完成百卡集群跨省迁移实测。
国能日新	301162.SZ	预测、储能能量管理、交易辅助及虚拟电厂；观察能源软件商业化。	创新产品已贡献收入，子公司拓展多地区负荷聚合准入。
东方电子	000682.SZ	综合能源、虚拟电厂和电力调度；观察平台交付与资源聚合。	已有综合能源及虚拟电厂业务收入。
威胜信息	688100.SH	用能数据采集、通信与边缘控制；观察能源物联网向 AIDC 延伸。	2026 年 5 月披露与飞腾围绕能源数智化及 AIDC 合作。

下载日志已记录，仅供内部参考

远光软件	002063.SZ	电网数字化、虚拟电厂运营管理、能源市场化与碳管理软件；基于九天智能一体化云平台承接能源侧数据与运营管理。	2025 年智慧能源收入 3.89 亿元，同比增长 47.09%；年报称电网图形智能生成、虚拟电厂运营管理等产品已上市应用。
国网信通	600131.SH	国网体系能源数字化基础设施、电力数字化应用、人工智能与数据服务；提供电力营销、巡检、安监等数字化能力。	2025 年营业收入 106.28 亿元；电力数字化应用收入 25.01 亿元，能源创新服务收入 2.98 亿元；参与电力大模型及智能巡检等示范项目。相关业务仍以电网数字化和能源服务为主。
理工能科	002322.SZ	电力软件、造价与工程设计、在线监测和数智物联；面向新能源、储能和电网提供软件及智能仪器。	2025 年营业收入 10.86 亿元；电力软件产品及项目收入 5.38 亿元，电力智能仪器收入 1.75 亿元。年报规划推进 AI 造价、数字孪生、储能场景及虚拟电厂管理平台研发。

资料来源：公司公告，新浪财经，申万宏源研究

表 15：算力服务与数据中心运营重要标的

公司	代码	相关业务	进展
中国电信	601728.SH	天翼云、息壤与云网资源；作为拥有任务入口和 IDC 资源的运营商代表。	息壤提供资源整合能力；上海电信参与数据中心集中响应。
东阳光	600673.SH	提供服务器部署、算力服务及运维，布局液冷和 AI 被动元器件，并通过投资东数一号参与秦淮数据的 IDC 业务。	公司持有东数一号 30%股权，并推进进一步收购，拓展 IDC 与算力服务布局。
润泽科技	300442.SZ	园区级 IDC 与 AIDC 运营；观察客户交付与资产回报。	AIDC 已成为主要收入来源之一，业务增长已有财务体现。
万国数据	9698.HK	数据中心开发运营；观察利用率、电费与现金盈利。	投运资源继续上架；公告将利润率下降主要归因于电费占收入比重上升。
金山云	3896.HK	公有云、企业云与 AI 智算云；通过云资源池和算力服务承接 AI 训练、推理等算力负荷。	2025 年营业收入 95.59 亿元，同比增长 22.8%，属于算力和云服务侧。
宝信软件	600845.SH	宝之云数据中心托管、算力服务和算力运营；同时具备工业软件、AI 平台与 IDC 建设运营能力。	披露罗泾、华北基地推进智算业务，宝之云 AI 算力资源池项目持续建设。

资料来源：公司公告，申万宏源研究

表 16：能源资源与工程落地重要标的

公司	代码	相关业务	进展
协鑫能科	002015.SZ	电源资产、能源服务与 AIDC 布局。	半年报披露在多个核心枢纽启动 AIDC 智算集群开发。
中国能建	601868.SH	能源工程与算力园区投建营。	庆阳 A2 数据中心于 2026 年 5 月点亮，A4、A3 仍处于后续建设阶段。

资料来源：公司公告，申万宏源研究

表 17：电网系统与机房供电重要标的

公司	代码	相关业务	进展
国电南瑞	600406.SH	电网控制、保护及数字化系统；作为电网侧系统能力代表。	现有业务具备规模，算电需求通过电网与系统建设逐步传导。
金盘科技	688676.SH	变压器与数据中心配电系统；下游收入和订单拆分较明确。	13.8kV SST 样机于 2026H1 发往海外测试。

下载日志已记录，仅供内部参考

科华数据	002335.SZ	UPS、数据中心电源及系统集成，同时经营 IDC。	设备和 IDC 运营均已有收入，盈利水平存在差异。
中恒电气	002364.SZ	HVDC、预制电力模块与机房供电；数据中心电源已占较高收入比重。	已有 HVDC 工程应用，官网列示阿里相关园区项目。
欧陆通	300870.SZ	服务器与集中式供电电源；观察高功率产品放量。	向国内服务器系统商供货，集中式供电等产品出货占比提升。
泽宇智能	301179.SZ	电力咨询设计、系统集成、工程施工及运维；覆盖智能变电站巡检、配网、新能源和储能数字化。	规划研发虚拟电厂管理平台、分布式能源一次调频、储能远程核容等产品，当前仍以电力工程和电网数字化业务为主。

资料来源：公司公告，申万宏源研究

表 18：温控、储能与备用供电重要标的

公司	代码	相关业务	进展
英维克	002837.SZ	机房温控、蒸发冷却及液冷；观察设施能效和高密度机柜配套需求。	官网披露中卫云基地采用 XFlex5.0 间接蒸发冷却。
阳光电源	300274.SZ	储能系统、变流器与 AIDC 电源；作为电力电子和储能系统代表。	半年报列示 AIDC 电源业务，已公布 3MW、800V EnerNeo 产品。
宁德时代	300750.SZ	储能电池系统与 UPS 电池应用；作为电芯及电池系统制造代表。	官网已有用户侧储能和 UPS 应用方案。
潍柴动力	000338.SZ	大功率发电动力及电力能源产品；观察数据中心备用供电需求。	公司披露已切入全球头部数据中心及云厂商供应链。
南网科技	688248.SH	新型储能系统技术服务、储能 EPC、智能配用电及电力检测调试；可提供储能和柔性配用电解决方案。	参与组建算电协同技术联合研究院，重点攻关绿电直连、柔性直流配用电和 SST。

资料来源：公司公告，公司官网，同花顺，申万宏源研究

表 19：算电协同行业重点公司估值表

代码	名称	2026/9/23	营业收入（百万元）			归母净利润（百万元）			PS		PE	
		总市值（亿元）	25A	26E	27E	25A	26E	27E	26E	27E	26E	27E
300682.SZ	朗新科技	96	4,516.8	5,168.2	6,075.5	105.0	375.6	572.7	2	2	26	17
301162.SZ	国能日新	70	717.4	888.2	1,112.8	130.3	172.7	230.5	8	6	41	30
000682.SZ	东方电子	143	8,377.5	9,548.4	10,931.2	912.0	1,034.4	1,211.0	1	1	14	12
688100.SH	威胜信息	123	2,977.6	3,143.5	3,705.4	666.3	692.0	815.7	4	3	18	15
002063.SZ	远光软件	101	2,592.1	2,844.0	3,128.3	300.1	360.0	424.7	4	3	28	24
600131.SH	国网信通	171	10,627.8	11,768.5	13,177.3	657.4	820.6	960.8	1	1	21	18
002322.SZ	理工能科	44	1,086.4	1,092.0	1,212.0	214.8	267.0	330.0	4	4	16	13
601728.SH	中国电信	5,261	523,924.7	521,524.4	526,337.9	33,184.7	29,975.2	30,857.8	1	1	18	17
600673.SH	东阳光	967	14,934.6	17,454.8	19,957.1	275.5	1,801.0	2,317.4	6	5	54	42
300442.SZ	润泽科技	1,095	5,673.7	8,174.5	10,502.3	5,049.9	3,244.6	4,124.1	13	10	34	27
9698.HK	万国数据	450	11,432.3	12,763.0	14,120.0	895.3	3,320.3	-41.0	4	3	14	-
3896.HK	金山云	200	9,558.6	12,886.6	16,906.7	-936.3	-688.4	-371.3	2	1	-	-
600845.SH	宝信软件	433	10,971.6	12,306.9	13,641.2	1,305.0	1,710.4	2,037.9	4	3	25	21
002015.SZ	协鑫能科	248	10,325.5	10,714.3	11,532.7	404.2	978.8	1,150.8	2	2	25	22
601868.SH	中国能建	925	452,929.6	473,750.7	494,066.5	5,840.3	6,252.3	6,753.5	0	0	15	14
600406.SH	国电南瑞	1,798	66,229.0	75,702.7	86,318.9	8,279.0	9,223.8	10,420.5	2	2	19	17
688676.SH	金盘科技	295	7,295.0	8,788.5	11,148.4	659.5	885.3	1,291.1	3	3	33	23

下载日志已记录，仅供内部参考

002335.SZ	科华数据	246	8,160.3	9,483.6	11,815.0	418.0	651.7	919.5	3	2	38	27
002364.SZ	中恒电气	205	2,137.2	3,179.5	4,317.8	126.4	246.7	378.5	6	5	83	54
300870.SZ	欧陆通	325	4,462.0	5,585.7	7,098.2	244.0	334.3	629.9	6	5	97	52
301179.SZ	泽宇智能	83	1,199.9	1,625.5	2,030.3	149.5	248.3	320.8	5	4	34	26
002837.SZ	英维克	783	6,067.8	9,711.8	15,069.9	521.9	1,134.6	2,091.3	8	5	69	37
300274.SZ	阳光电源	1,800	89,184.4	98,804.0	119,247.6	13,461.3	14,364.4	17,953.2	2	2	13	10
300750.SZ	宁德时代	14,231	423,701.8	618,816.0	757,818.1	72,201.3	96,252.6	120,013.7	2	2	15	12
000338.SZ	潍柴动力	2,237	231,809.3	255,793.7	286,520.9	10,930.5	14,700.0	18,644.5	1	1	15	12
688248.SH	南网科技	280	3,684.7	4,620.7	5,737.8	420.8	542.8	674.5	6	5	52	41

资料来源：Wind，申万宏源研究

*盈利预测取 Wind 一致预期，港股数据采用人民币。

5．风险提示

AI 算力需求及项目落地不及预期。若下游客户资本开支放缓、算力采购需求减弱，或项目交付延期，可能导致数据中心上架率、设备订单及收入确认低于预期。

电价差收窄及绿电供给波动风险。绿电直连的经济性取决于实际到户电价、绿电覆盖比例及供需匹配程度。若电网购电价格下降、直供综合成本上升，或新能源出力与算力负荷匹配不足，节点收益可能低于测算结果。

配套投资及接入进展不及预期。专线、变电、储能等设施的实际建设成本与复用程度存在项目差异。若新增投资、运行维护费用超出预期，或电网接入及配套建设延迟，可能削弱低电价优势并拉长投资回收期。

负荷调节能力及业务连续性风险。 AI 任务的可调功率和持续时间受到交付期限、响应时延、资源配置及设备安全约束。若任务暂停、迁移或降功率造成明显性能损失，可能影响客户服务质量，并限制可兑现的调节能力。

市场规则及收益兑现风险。 需求响应和虚拟电厂收益受当地准入要求、调用频次、基线核定、履约考核及补偿标准影响。项目补偿与技术供应商收入之间还取决于合同安排，相关收益规模、分成比例及回款进度存在不确定性。

新技术商业化进度不及预期。800V 直流供电、固态变压器及新型储能等方案仍需经过可靠性验证、客户认证与规模化交付。若技术路线变化、系统适配困难或客户导入放缓，相关企业订单与业绩兑现可能低于预期。

市场竞争及海外经营风险。 设备与软件服务竞争加剧，可能压低产品价格、项目毛利率及服务收费。海外业务还面临贸易政策、供应链本地化、产品认证及交付要求变化，可能影响市场拓展和盈利能力。

人在草木间

下载日志已记录，仅供内部参考

信息披露

证券分析师承诺

本报告署名分析师具有中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格并注册为证券分析师，以勤勉的职业态度、专业审慎的研究方法，使用合法合规的信息，独立、客观地出具本报告,并对本报告的内容和观点负责。本人不曾因，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收到任何形式的补偿。

与公司有关的信息披露

本公司隶属于申万宏源证券有限公司。本公司经中国证券监督管理委员会核准，取得证券投资咨询业务许可。本公司关联机构在法律许可情况下可能持有或交易本报告提到的投资标的，还可能为或争取为这些标的提供投资银行服务。本公司在知晓范围内依法合规地履行披露义务。客户可通过 compliance@swsresearch.com 索取有关披露资料或登录 www.swsresearch.com 信息披露栏目查询从业人员资质情况、静默期安排及其他有关的信息披露。

机构销售团队联系人

华东团队	茅炯	021-33388488	maojiong@swhysc.com
华北团队	肖霞	15724767486	xiaoxia@swhysc.com
华南团队	王维宇	0755-82990590	wangweiyu@swhysc.com
华北创新团队	潘烨明	15201910123	panyeming@swhysc.com
华东创新团队	朱晓艺	18702179817	zhuxiaoyi@swhysc.com

股票投资评级说明

证券的投资评级：

以报告日后的 6 个月内，证券相对于市场基准指数的涨跌幅为标准，定义如下：

买入（Buy）　　：相对强于市场表现 20%以上；

增持（Outperform）　　：相对强于市场表现 5%～20%；

中性（Neutral）　　：相对市场表现在 - 5%～ + 5%之间波动；

减持（Underperform）　　：相对弱于市场表现 5%以下。

行业的投资评级：

以报告日后的 6 个月内，行业相对于市场基准指数的涨跌幅为标准，定义如下：

看好（Overweight）　　：行业超越整体市场表现；

中性（Neutral）　　：行业与整体市场表现基本持平；

看淡 (Underweight)　　：行业弱于整体市场表现。

我们在此提醒您，不同证券研究机构采用不同的评级术语及评级标准。我们采用的是相对评级体系，表示投资的相对比重建议；投资者买入或者卖出证券的决定取决于个人的实际情况，比如当前的持仓结构以及其他需要考虑的因素。投资者应阅读整篇报告，以获取比较完整的观点与信息，不应仅仅依靠投资评级来推断结论。申银万国使用自己的行业分类体系，如果您对我们的行业分类有兴趣，可以向我们的销售员索取。

本报告采用的基准指数　　：沪深 300 指数（A 股）、恒生中国企业指数（H 股）、纳斯达克指数（美股）

法律声明

本报告由上海申银万国证券研究所有限公司（隶属于申万宏源证券有限公司，以下简称“本公司”）在中华人民共和国内地（香港、澳门、台湾除外）发布，仅供本公司的客户（包括合格的境外机构投资者等合法合规的客户）使用。本公司不会因接收人收到本报告而视其为客户。客户应当认识到有关本报告的短信提示、电话推荐等只是研究观点的简要沟通，需以本公司 http://www.swsresearch.com 网站刊载的完整报告为准，本公司接受客户的后续问询。本报告是基于已公开信息撰写，但本公司不保证该等信息的真实性、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。本报告所载的资料、意见及推测仅反映本公司于发布本报告当日的判断，本报告所指的证券或投资标的的价格、价值及投资收入可能会波动。在不同时期，本公司可发出与本报告所载资料、意见及推测不一致的报告。客户应当考虑到本公司可能存在可能影响本报告客观性的利益冲突，不应视本报告为作出投资决策的惟一因素。客户应自主作出投资决策并自行承担投资风险。本公司特别提示，本公司不会与任何客户以任何形式分享证券投资收益或分担证券投资损失，任何形式的分享证券投资收益或者分担证券投资损失的书面或口头承诺均为无效。本报告中所指的投资及服务可能不适合个别客户，不构成客户私人咨询建议。本公司未确保本报告充分考虑到个别客户特殊的投资目标、财务状况或需要。本公司强烈建议客户应考虑本报告的任何意见或建议是否符合其特定状况，以及（若有必要）咨询独立投资顾问。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。市场有风险，投资需谨慎。若本报告的接收人非本公司的客户，应在基于本报告作出任何投资决定或就本报告要求任何解释前咨询独立投资顾问。

版权均属本公司。未经本公司事先书面授权，本报告的任何部分均不得以任何方式制作任何形式的拷贝、复印件或复制品，或再次分发给任何其他人，或以任何侵犯本公司版权的其他方式使用。所有本报告中使用的商标、服务标记及标记均为本公司的商标、服务标记及标记，未获本公司同意，任何人均无权在任何情况下使用他们。