

AI 的电力瓶颈 不在缺电、在确定性送电

438 GW 大负荷排队里约五分之四是幻影需求；真正稀缺的，是能在承诺季度内并网、配齐长周期电气设备、并可被调度的 firm energized MW。

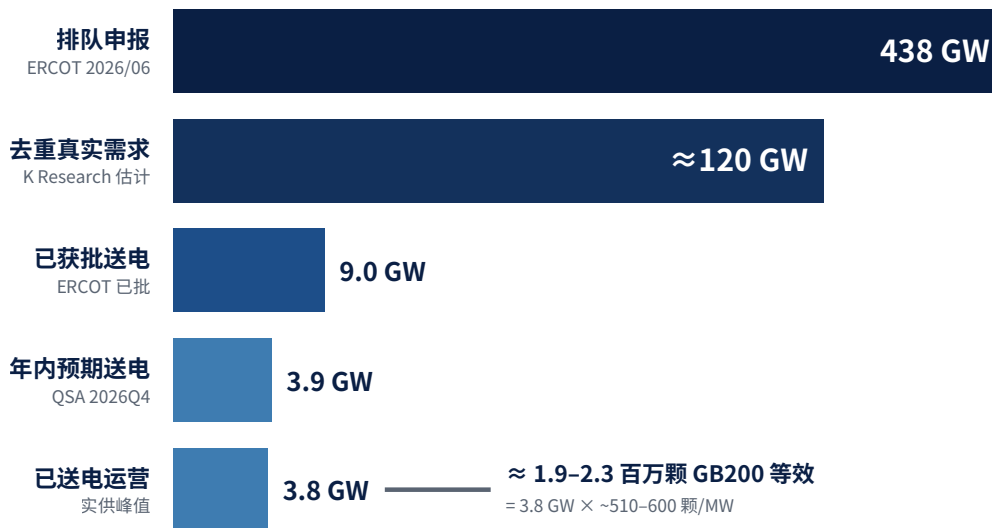
01 核心观点

北美 AI 的真实约束已从 GPU 转向能在承诺季度带电、有容量且可调度的确定性兆瓦；论证超级周期的 438 GW 排队，去重后或仅为表观 15%–35%。

- ERCOT 大负荷排队 2026 年 6 月达 438 GW、约 87% 是数据中心，但已实际送电仅约 3.8 GW；去重后真实需求约为表观的 15%–35%，排队 GW 不等于需求。
- 真正的卡点是设备与工期：主变 128 周、GSU 144 周、大型燃机订到交逾 5 年；2027–2029 的边际送电量由长周期电气资产、而非 GPU 决定。
- 灵活负荷是被低估的反向变量：现网在仅中断 0.25%–1.0% 时段下可再纳 76–126 GW 新负荷，足以削平「必须新建数百 GW 气电核电」的共识。
- 估值锚正从「GPU 数量」转向「已送电 GPU 小时」：自建变电站与发电能力者（Crusoe 已签约 4.9 GW）胜出，纯土地与意向书囤积者折价。
- 监管在给确定性定价：FERC 对六大 RTO 发 § 206、德州 SB6 强制可中断、PJM 容量价三连封顶，已把 firm MW 货币化。

排队 GW 与已送电 MW，隔着整条确定性链条

ERCOT 大负荷：从申报到送电的口径漏斗（GW，宽度为示意，数值见标注；截至 2026 年 6 月）



■ 表观排队逾 99% 尚未送电；即便剔重，确定性 MW 仍是稀缺资产

来源：ERCOT 大负荷接入更新与 OSA 报告，K Research 整理与估计；「去重 GW」为 K Research 估计区间，数据截至 2026 年 6 月

BEAR • 20%

去重需求 < 70 GW

转化率 < 15%；重复申报 + 融资失败
+ 芯片能效跃升致需求撤回

BASE • 55%

转化率 20%–35%

firm MW 受 24–48 个月扩网与设备交
期约束，逐季释放

BULL • 25%

转化率 > 50%

灵活负荷规则落地、2027 送电加速，
去重需求兑现

02 产业链全景

从需求到送电：确定性链条上的四个卡脖子点

AI 算力电力交付路径与瓶颈节点（◆为 K Research 标注的约束节点）

上游 · GPU 交付已缩短至数月

下游 · 送电决定收入确认



◆ 并网研究
中位 >4-5 年

◆ 主变 / GSU
128-144 周

◆ 大型燃机
2030 前售罄

◆ 现场电工
培养 4-5 年

四个 ◆ 节点共同决定 2027-2029 的边际送电量——GPU 不在其中

来源：FERC、ERCOT、LBNL、Wood Mackenzie、GE Vernova、BLS，K Research 整理，数据截至 2026 年 6 月

过去两年市场的因果链已经反转。当 GPU 的交付周期从一年以上压缩到数月，算力收入确认的关键路径就从「能不能买到芯片」滑向「能不能把电送进机房」——电网升级、主变压器与现场施工，开始反过来决定芯片采购的节奏。一个机房能否在承诺季度满负荷，取决于链条上最慢的那一环，而不是 GPU。

沿链量化四个约束：其一，并网研究时长，发电侧从应用到投运中位已超 4-5 年（LBNL），大负荷批量研究刚起步；其二，主变与 GSU 交期 128-144 周、高压断路器约 151 周；其三，大型燃机 2030 年前的产能槽位已基本售罄；其四，电工培养需 4-5 年、无法用资本快速买到。四点共同把「确定性 MW」做成了真正的稀缺品。

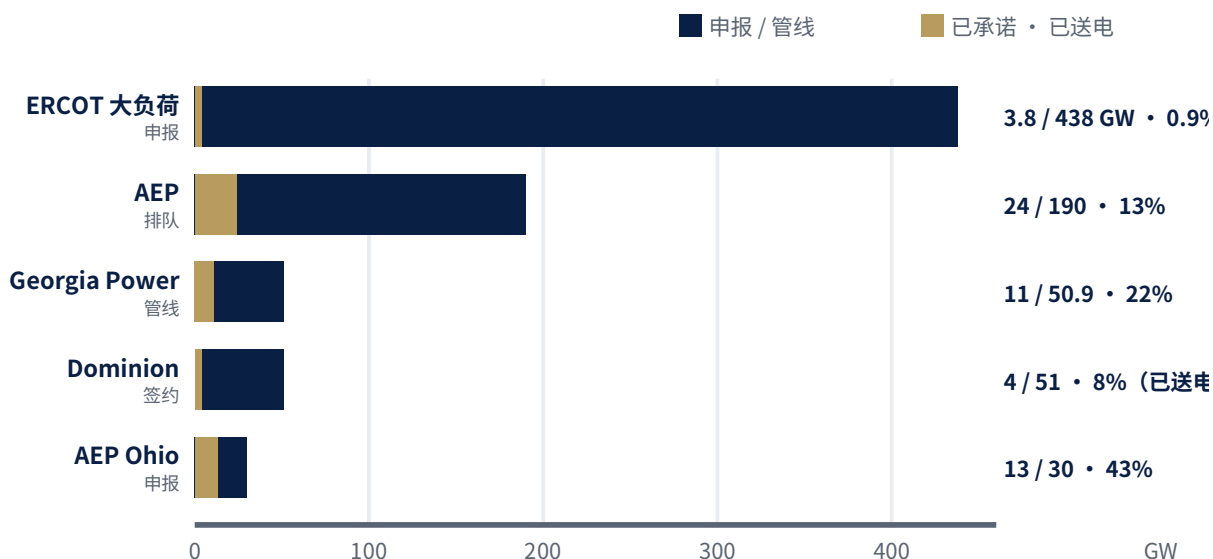
反共识

排队 GW 不是需求曲线，而是免费期权的堆叠。当「占住一个排队位」的成本低于「不占」的代价时，开发商会买下所有排队位——同一客户在多家公用事业、多个站址重复申报，于是表现排队被系统性放大，去重才是研究的起点。

03 供需与价格

申报与确定性 MW 的鸿沟：真实承诺仅一两成

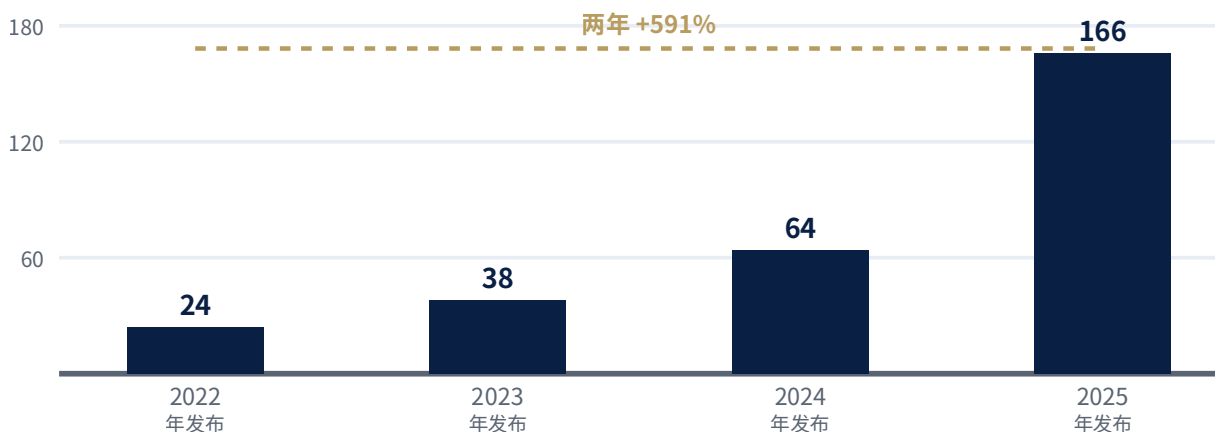
各运营商大负荷排队 / 管线 vs 已签约或已送电 (GW)



把口径摆在一起，去重的幅度一目了然：AEP 190 GW 排队仅 24 GW 签约，Georgia Power 50.9 GW 管线仅 11 GW 承诺（其中执行合约约 1,900 MW），Dominion 51 GW 签约里 firm 仅 10.4 GW、已送电约 4 GW。发电侧的历史转化率（LBNL：约 14% 容量 / 19% 项目建成）只能作为大负荷的参照代理，但方向一致。

连负荷预测本身，都在两年里上修近七倍

Grid Strategies 美国五年峰值负荷增量预测，按发布年份 (GW)



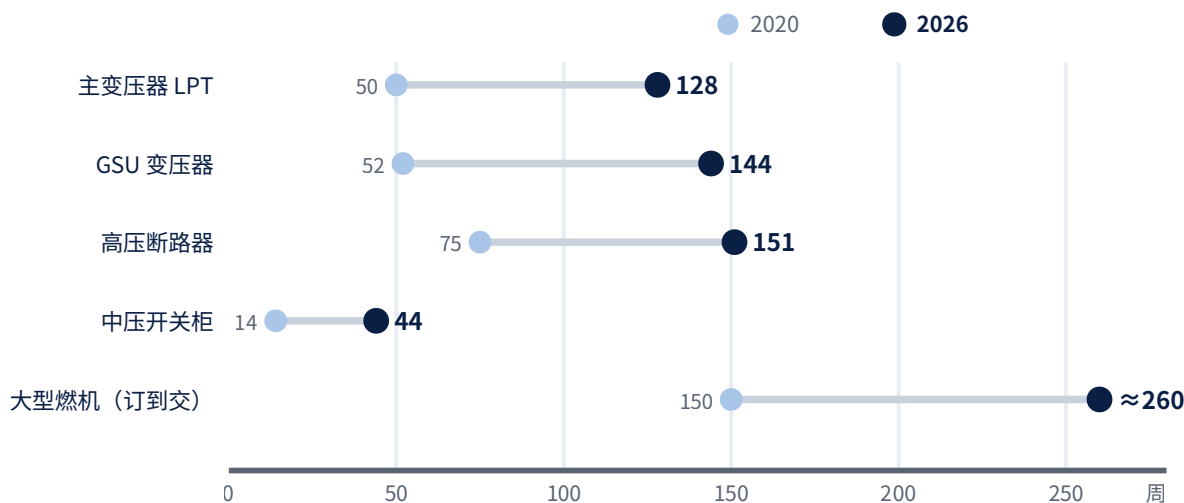
来源：Grid Strategies 《National Load Growth Report 2025》（2025 年 11 月）；该版自承数据中心部分或高估约 25 GW（约 40%）。K

Research 整理
预测剧烈上修恰恰强化了去重的必要：当口径从「申报」收紧到「已签 IA」，数字会大幅缩水。德州 SB6 已强制大负荷披露重复申报；ERCOT 新规要求 2026 年后只把已执行接入协议的负荷计入预测——这正是给排队 GW「挤水分」的制度起点。

104 竞争格局

卡住 2027-2029 送电的是设备工期，不是 GPU

关键长周期电气设备交付周期：2020 vs 2026（周）



长周期电气设备：谁握住确定性 MW 的命门

来源：Wood Mackenzie, POWER Utility Proc - GE Vernova / Siemens Energy 业绩会，K Research 整理，数据截至 2026 年 6 月
主要电气与燃机厂商在手订单与数据中心信号（最新披露）

厂商 / 板块	在手订单	同比 / 订单出货比	数据中心信号
GE Vernova · 燃气	100 GW	2030 前售罄	约 20 GW 系数据中心
Hitachi Energy · 电网	\$57.9B	+33% 同比	大型变压器 / 高压开关
Siemens Energy · 电网科技	€49B	B/B 2.28	半年 DC 订单 ≈ €2B
GE Vernova · 电气化	\$38.6B	+75%，B/B ≈ 2.5	Q1 DC 订单 \$2.4B（超去年全年）
Eaton · 电气	\$14.5B	+48%，B/B 1.2	DC 订单 +240% 同比
Powell Industries	\$1.8B	B/B 1.7	单笔 DC 订单 > \$400M

来源：各公司 FY2025 / 2026 年第一季度财报与业绩会，K Research 整理；B/B = 订单出货比，数据截至 2026 年 6 月

谁决定边际送电量？是主变、GIS、燃机槽位与电工——不是芯片。GE Vernova CEO Strazik 直言，在三年的项目周期里，EPC、许可与燃料往往比燃机更早卡点。新建变压器与燃机产能多在 2027-2028 才投产，落后于这轮订单浪潮；核电重启 2027-2029 仅约 3.3 GW、SMR 要 2030 后，远水难解近渴。

I 05 财务透视

每并网 MW 承载

**520-
600** 颗

全包资本开支

35-60 百
万美元/MW

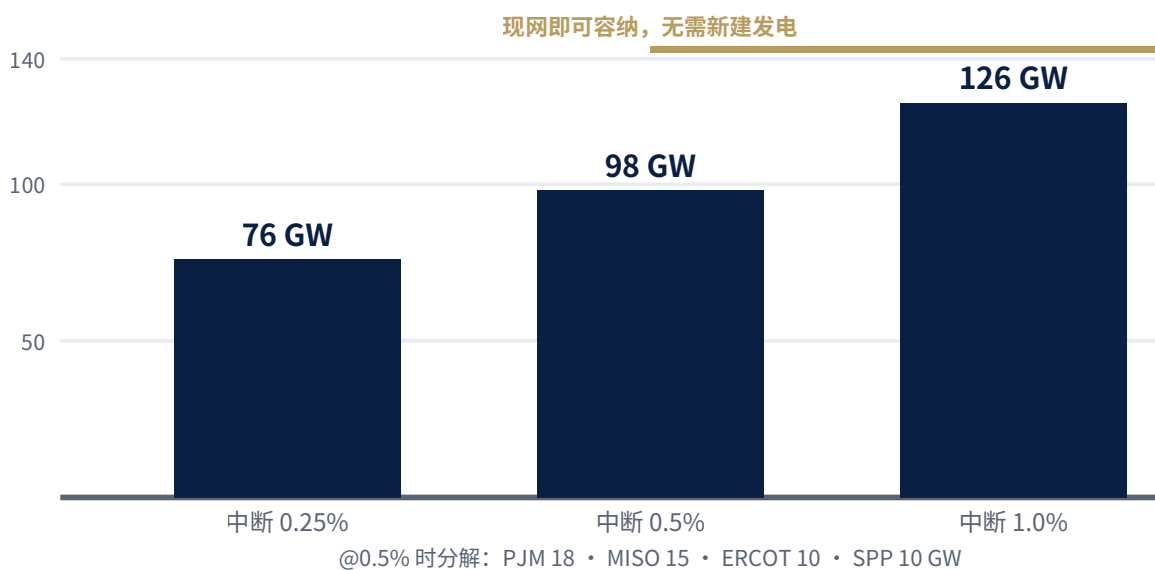
neocloud 实测收入

6-8 百万美
元/MW·年

Crusoe 已签约电力

4.9 GW
▲ 管线 40 GW+

灵活负荷：少中断 1% 时段，就能再纳逾百 GW
（单卡功耗升） 现网在不同年均可中断比例下可容纳的新增大负荷（GW）；@0.5% 时 PJM 18 / MISO 15 / ERCOT 10 / SPP 10 GW



来源：Duke Nicholas Institute 《Rethinking Load Growth》（2025 年 2 月，覆盖 22 个平衡区、约 95% 全美峰值）；Emerald AI 已在 SRP 电网实测下调 25% / 3 小时。K Research 整理

二阶效应正在重排受益顺序。当估值锚从「GPU 数量」转向「已送电 GPU 小时」，能自建变电站、电气设备与现场发电、并能调度负荷的玩家拿到资本成本优势：Crusoe 自制开关柜、配 29 台 LM2500（约 1 GW）自发电；超大规模厂商则直接绑定 firm 电源——Meta 路易斯安那 2.26 GW 燃气、xAI 孟菲斯现场燃机。单位经济也更清醒：每并网 MW 名义可承载 520-600 颗 GB200、对应 3,500 万-6,000 万美元资本开支，但 neocloud 实测收入仅约 600 万-800 万美元/MW·年——满载理论值与爬坡现实之间，差着利用率与世代折旧。

关键数据

Stargate 公告 \$500B / 10 GW，但截至 2026 年第二季度实际送电仅约 0.3-0.6 GW（全在 Abilene），公告与送电之比超过 15:1——这正是「已送电 GPU 小时」而非「公告 GW」应成为估值口径的最直接证据。

I 06 情景与风险

三情景矩阵：去重转化率决定一切

	BEAR · 20%	BASE · 55%	BULL · 25%
核心假设	排队多为重复 / 投机	逐步去重、设备约束硬	去重需求兑现 + 灵活负荷落地
去重转化率	< 15%	20%–35%	> 50%
真实净需求	< 70 GW	90–150 GW	> 200 GW
概率	20%	55%	25%
触发信号	融资失败 + 芯片能效跃升	扩网 / 设备交期主导节奏	灵活负荷规则 + 2027 送电提速

来源：K Research 情景框架，综合 ERCOT、FERC、LBNL、Grid Strategies，截至 2026 年 6 月

我们错了的信号

- 主要 RTO 平均接入周期连续两季下降，且主变交期回到 ≤ 12 个月 2027Q2 前
- 新增 AI 机房普遍能在签约后 18 个月内满负荷送电 2027 全年
- 申报 GW 与实际并网负荷连续四个季度维持高转化 2027 年内
- 灵活负荷规则被否、可中断负荷迟迟拿不到对价 2026Q4 起

风险清单

排队数据不透明——同一客户多站点重复排队 → 监测：SB6 重复申报披露、运营商「已签 IA」口径。

需求撤回——芯片能效跃升或模型效率提升压低电力强度 → 监测：每 token 能耗、推理 / 训练比重。

灵活负荷不落地——可中断对价缺失、运营商偏好自发电 → 监测：FERC 六大 RTO 合规申报、可中断电价条款。

资金与利率冲击——超大规模资本开支高度依赖债务融资 → 监测：Oracle / neocloud 债务计划、PPA 节点基差。

07 结论与行动

不要用排队 GW 给电力超级周期定价，要用「能在承诺季度送达的 firm MW」定价。按受益顺序重排：电网设备（主变 / GIS） > 燃机槽位 > 垂直整合开发商 > 灵活负荷使能者 > 纯土地与电力意向书囤积者。

接下来盯什么

2026Q3

PJM 2028/29 容量拍卖，Shapiro 价格上限到期
价格上行风险释放，确定性 MW 进一步货币化

2026Q3-Q4

六大 RTO 就 FERC § 206 提交合规申报
灵活负荷与成本分摊规则成形，决定 BULL 能否兑现

2026 年底

GE Vernova 燃机预留预计售罄至 2030；ERCOT 新规仅计已签 IA 负荷
排队 GW 开始「挤水分」，去重口径落地

2027-2028

Crusoe-Microsoft Abilene 首栋送电（mid-2027）；TMI / Crane 重启（835 MW，官方 2028）
firm 电源与「已送电 GPU 小时」开始兑现

2028-2029

新建变压器厂集中投产；NERC 评估 PJM / ERCOT 2029 进入高风险
设备交期边际缓解 vs 储备裕度收紧，验证 BASE / BEAR



解锁全部 K Research 独家研报

本报告由 K Research 独立制作，所载信息均来源于公开资料，K Research 不对其准确性与完整性作任何保证。报告内容仅代表制作时点的研究观点，不构成任何证券、加密资产或其他金融产品的投资建议，亦不构成任何买卖要约。投资者据此操作，风险自担。市场有风险，投资需谨慎。本报告版权归 K Research 所有，未经书面授权，任何机构和个人不得以任何形式转载、复制或引用。