

行业评级：看好（维持）

证券研究报告 | 行业专题报告

电力设备

2025年12月24日



# 算力革命与能源革命共振 美国缺电背景下的电力投资机遇

证券分析师

姓名：查浩

资格编号：S1350524060004

邮箱：zhahao@huayuanstock.com

姓名：刘晓宁

资格编号：S1350523120003

邮箱：liuxiaoning@huayuanstock.com

姓名：戴映忻

资格编号：S1350524080002

邮箱：daiyingxin@huayuanstock.com

联系人

姓名：豆鹏超

邮箱：doupengchao@huayuanstock.com

- 算力投资不断上调，美国电力供需显著不足。OpenAI已将其截至2033年算力投资规模上调至250GW，2030年美国最高用电负荷有望突破1000GW（目前在820GW上下），需求大幅上调导致美国可能出现缺电问题。电源侧可能通过建设气电、核电、储能、SOFC等形式解决，同时电网建设也有望同步。此外衍生的问题是：（1）如果美国算力投资继续上调或倾尽全力也无法满足算力需求，行业发展将如何演化？（2）中美科技竞争背景下，算力投资对中国电力供需有何影响。
- **发电侧：气电、核电是主力电源，储能、SOFC作为应急手段。**我们测算在2030年1000GW的最高预测下，考虑/不考虑既定机组退役时，美国电力缺口为182/89GW。（1）**气电：**适合美国的稳定、廉价能源，GEV、西门子等公司燃气轮机订单快速增加；（2）**核电：**最稳定的电源形式之一，美国将其核电装机目标从当前的约100GW上调至2050年的400GW，但核电建设审批较慢，短期无法补足缺口；（3）**储能、SOFC**有望成为解决用电缺口应急手段，同时随着AIDC单体容量提高，其负荷波动也将加大，储能可以有效平抑AIDC负荷波动，有望成为AIDC标配。
- **电网侧：电网投资上调，国内企业或迎出口机遇。**（1）**美国电网投资预期上调：**2013年美国电网投资首次突破200亿美元，但随后多年保持在200-250亿美元的区间。2024年起电网投资大规模增加，当年投资额首次突破300亿美元。维持电网可靠性是当前美国电网投资主要驱动力，而由于负荷增长带来的电网投资占比较低。根据EEI预测，2025/2026/2027年美国电网投资分别达到378亿、427亿和434亿美元。（2）**伊顿、ABB等相关公司对美销售额及在手订单快速增加。**（3）**中国2022—2024年变压器对美出口金额同比增长65%、25%、44%，25Q1-Q3同比增长33%。**25Q1-Q3对非美国地区出口同比增长41%，增速显著高于对美国出口。我们认为这可以说明美国电力投资增长对全球产能产生虹吸效应，中国对非美国家和地区出口有望迎来机遇。
- **电源设备：800VDC是演化趋势，SST将是长期解决方案。**英伟达发布下一代AI电源架构（800VDC）白皮书，SST或将迎来发展机遇。随着GPU性能不断提升，其功耗问题也愈发突出，带来的主要问题有：机柜功率大幅增加、机柜空间愈发宝贵、工作负载波动增加。为解决上述问题，英伟达提出了800V直流架构。相比于415V交流，相同线径下800V直流可以提升约157%的功率，后续不排除进一步提升至1500V。利用固态变压器（SST）直接将中压交流电转换为800V直流将是长期解决方案。
- **国内篇：AI有望带动国内电力供需重回紧张周期。**中美科技竞争背景下，中国算力投资也有望超出预期。虽然中国电力规模远超美国，但如果考虑中国AIDC投资与美国相当，中性情景下AIDC和充电桩将拉动十五五用电量复合增长率约1.1pct、乐观情景下拉动约1.5pct，或将导致我国电力供需重回紧张周期，带动电力投资进入新一轮周期。这种情况下建议关注国内电源及电网设备商投资机会。
- **投资分析意见：**见第6章。
- **风险提示：**数据中心项目建设不及预期风险，供应链安全风险，竞争格局恶化风险。

# 主要内容

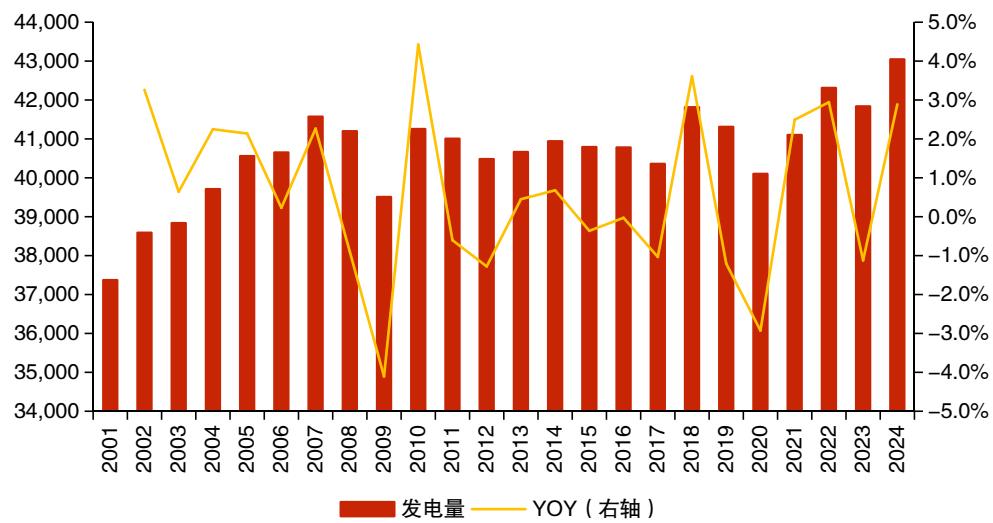
---

1. 序章：算力投资不断上调，美国电力供需显著不足
2. 发电侧：气电、核电是主力电源，储能、SOFC作为应急手段
3. 电网侧：电网投资上调 国内企业迎出口机遇
4. 电源设备：800VDC是演化趋势 SST将是终极解决方案
5. 国内篇：AI有望带动国内电力供需重回紧张周期
6. 投资分析意见及风险提示

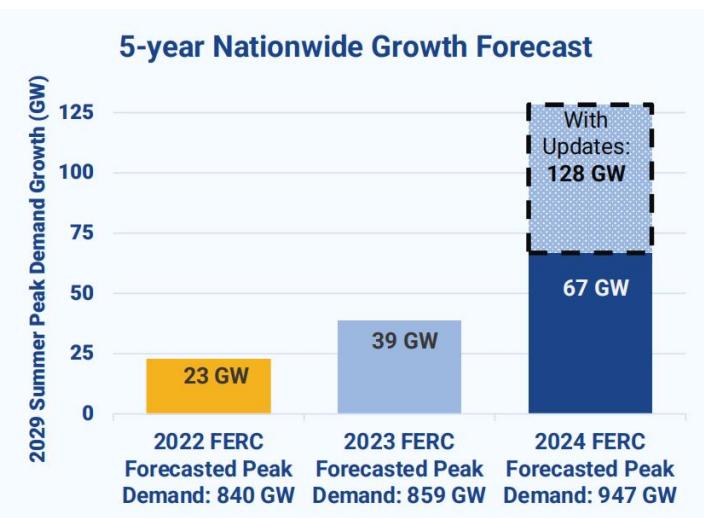
## 1.1 AI投资大幅拉动美国电力需求

- OpenAI公布250GW算力投资规模，大幅拉动美国电力需求：**据Fortune报道，OpenAI计划到2033年部署超过250GW的算力中心，而到今年年底OpenAI的算力规模大约仅2GW左右，这意味着仅OpenAI一家将在8年内新增大约250GW的算力负荷，这对于美国电力需求将形成剧烈的拉动。
- 美国电力需求增长长期处于停滞状态。**美国由于经济结构特点，发电量从2008年起基本维持在4万亿千瓦时上下的水平，直到近年又重新有所增加，2024年全国发电量首次超过4.3万亿千瓦时，同比增长接近3%。
- 负荷角度：到2030年用电负荷有望接近1000GW。**美国2022—2024年最高用电负荷大约在820GW上下，也就是说，仅OpenAI一家算力中心的新增负荷，就超过美国当前全国最高用电负荷的1/4。根据Grid Strategies的预测，到2029年美国将比2024年新增约128GW最高用电负荷，达到947GW，新增的128GW中，数据中心贡献约90GW，制造业等其他贡献约38GW。

图表1：美国2001—2024年发电量及同比增速（亿千瓦时）



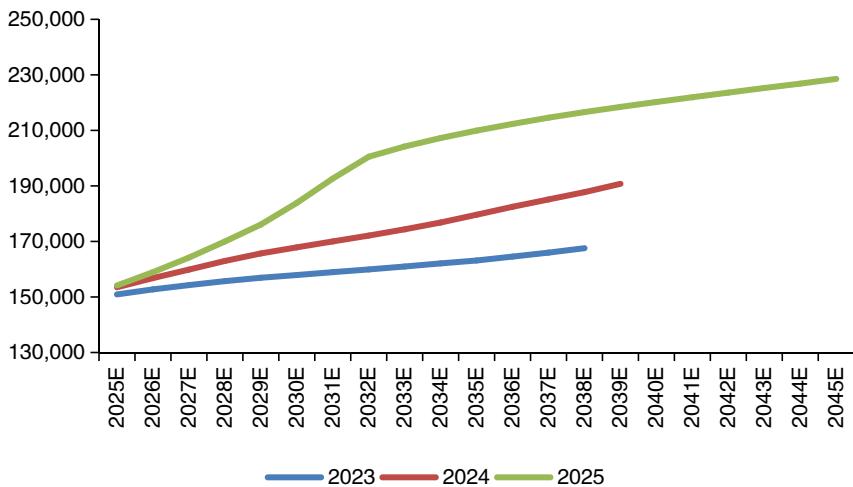
图表2：美国2022—2024当年的5年负荷增长预测



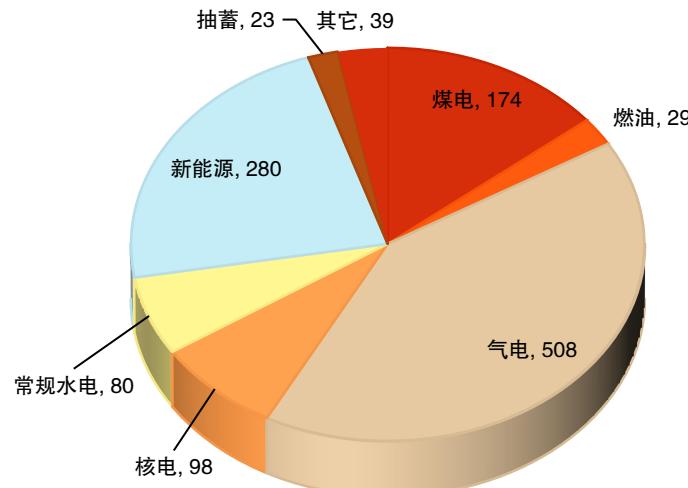
## 1.2 美国负荷预测不断上调 但发电容量紧缺

- **美国区域电网公司也在逐年上调其最高负荷预测。**美国电网主要由10个RTOs ( Regional Transmission Organizations ) /ISOs ( Independent System Operators ) 组成。从2024年最高负荷角度来看，最大的ISOs是PJM。2023年PJM预测其2030年最高用电负荷为158GW ( 相比2025年增长4.6% )，到2025年对2030年最高负荷预测已上调至184GW ( 相比2025年增长19.3% )。
- **美国电源结构以气电为主，当前充裕度不足已经显现。**美国2024年电力总装机约1200GW，其中气电是最主要的电源类型，占比超过40%，其次为煤电、风电、核电等。而去除风电、太阳能等不稳定电源，有稳定供电能力的电源约900GW，也就是说目前美国负荷备用率仅17%出头，电力供给较为紧张。

图表3：PJM逐年上调最高负荷预测 ( MW )



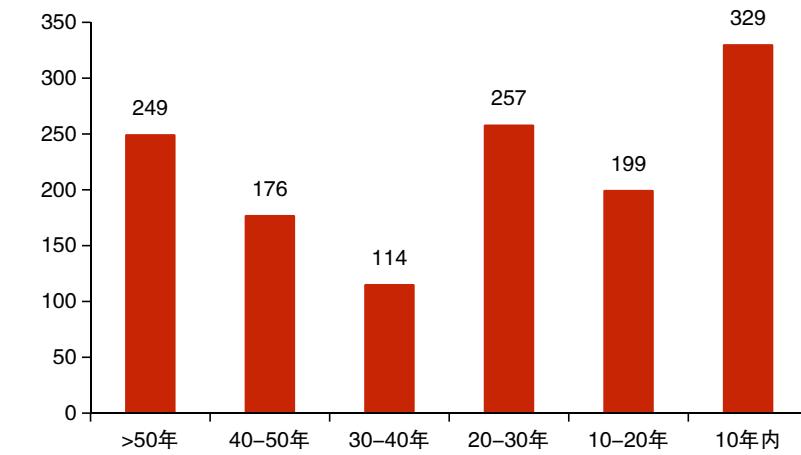
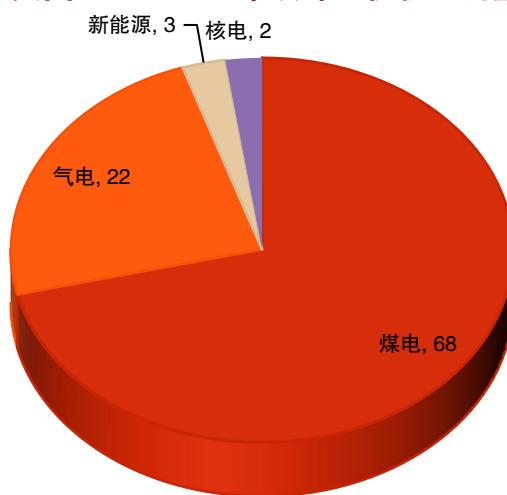
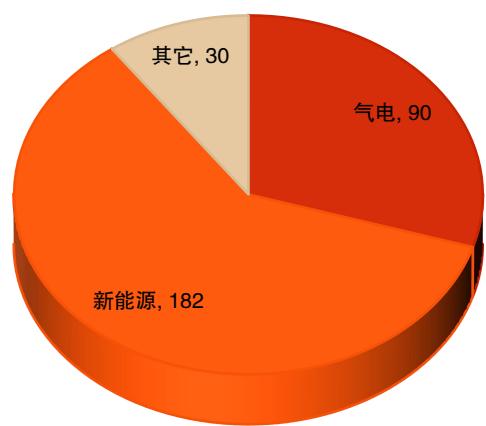
图表4：美国电力装机结构 ( 2024年，GW )



## 1.3 美国发电及电网建设严重滞后 电力缺口可能逐年扩大

■ 美电力需求预测大幅上调的同时，电力建设却严重滞后。根据EIA的预测，到2030年美国计划内和计划外新增装机容量302GW，其中主要是新能源（182GW），其次为气电（90GW）。而退役机组多达95GW，其中主要是煤电和气电。**美国电源结构较为老化，濒临退役问题严重。**由于美国电力需求从2005年起接近15年未有明显增长，因此发电机组也较为老旧，我们统计截至2024年底运行年限在20年以上的机组接近800GW，占总装机的60%，甚至有约250GW机组运行年限已超过50年。濒临退役问题严重+电力需求大幅增长，电源侧投资压力较大。

图表5：美国2025–2030年预计新增装机容量（GW） 图表6：美国2025–2030年预计退役机组容量（GW） 图表7：截至2024年底美国在运发电机组运行年限（GW）



## 1.3 美国发电及电网建设严重滞后 电力缺口可能逐年扩大

- 我们根据目前EIA的规划电源列表进行美国未来几年的系统备用率测算。可见按照当前的电源新建及退役节奏，美国的系统备用率持续下滑，到2030年将跌至0%以下。我们考虑未来系统备用率与2024年持平（17.2%），则到2030年电源侧缺口为182GW。
- 如果假设未来5年可退役的机组进行延寿，均不退役，则到2030年系统备用率降至8.2%，电源侧缺口为89GW。
- 2030年不同负荷预测下电力缺口测算如下表：

图表9：2030年不同负荷预测下、考虑/不考虑机组退役时电源缺口测算(GW)

	最高用电负荷	900	950	1000	1050	1100
	不考虑退役	-28	31	89	148	206
	考虑退役	65	123	182	241	299

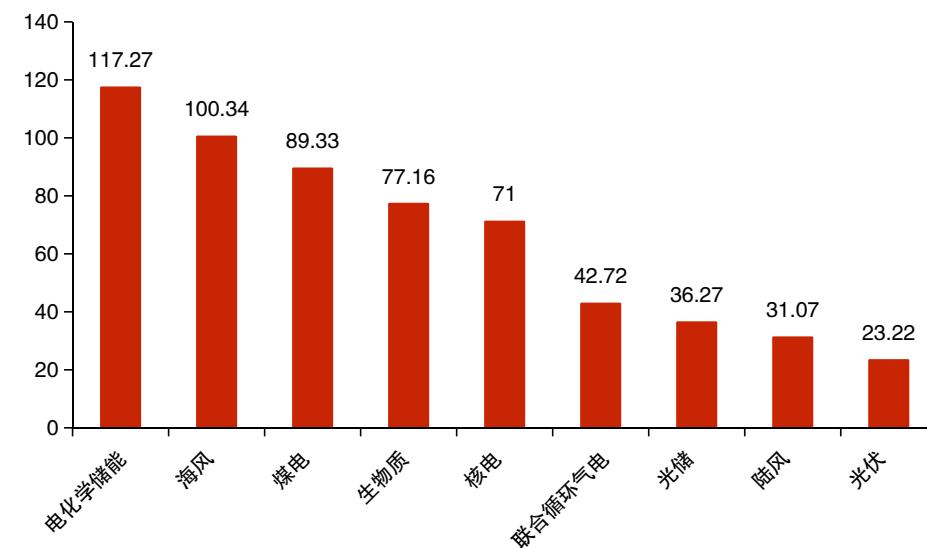
图表8：美国2024—2030年电力缺口测算 (GW)

	2024	2025E	2026E	2027E	2028E	2029E	2030E	备注
最高用电负荷	819	847	875	905	936	967	1000	2024–2030年CAGR=3.4%
<b>装机容量</b>								保证容量系数
煤电	174.2	168.1	161.3	155.4	135.1	118.7	106.3	1
燃油	28.6	28.6	28.6	28.6	28.6	28.6	28.6	1
气电	508.0	513.9	522.0	531.0	544.1	561.1	575.3	1
核电	98.4	98.4	98.4	98.4	98.4	97.3	96.2	1
常规水电	79.9	79.9	79.9	79.9	79.9	79.9	79.9	1
新能源	279.5	316.4	352.2	358.7	378.9	415.4	458.9	0.1
抽蓄	23.2	23.2	23.2	23.2	23.2	23.2	23.2	1
其它	38.5	51.7	57.7	60.4	62.7	65.5	68.4	0.5
<b>新增装机容量</b>								
煤电	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
燃油	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
气电	9.7	13.3	15.3	14.9	18.5	17.9		
核电	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
常规水电	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
新能源	36.8	35.8	6.6	21.1	36.8	44.9		
抽蓄	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
其它	13.2	6.0	2.7	2.3	2.8	2.9		
<b>退役机组容量</b>								
煤电	6.1	6.8	5.8	20.4	16.4	12.4		
燃油	0	0	0	0	0	0	0	
气电	3.9	5.2	6.3	1.9	1.5	3.8		
核电	0.0	0.0	0.0	0.0	1.1	1.1		
常规水电	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
新能源	0.0	0.0	0.1	0.9	0.3	1.4		
抽蓄	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
其它	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
<b>备用率</b>	17.2%	14.5%	11.7%	8.6%	4.6%	1.6%	-1.0%	
<b>电源缺口</b>		22.4	48.1	77.6	117.7	150.2	182.0	

## 1.4 美国电力缺口解决路径

- **电源侧：电源侧需考虑成本、建设速度以及和负荷特性的匹配。** (1) **成本：**根据EIA 2023年成本测算，美国光伏、陆风及光储等新能源形式度电成本最低，常规电源中成本从低到高依次为气电、核电、生物质、煤电；(2) **建设速度：**参考国内，煤电建设周期通常为2~3年，气电1~2年，核电5~6年，美国建设周期预计比中国更长；(3) **负荷匹配特性：**光伏和陆风的利用小时数远低于AIDC，而气电、核电、煤电等常规电源理论上可以达到7000小时甚至更高的年利用小时数。
- 从电源特性出发，我们预计解决美国电力缺口的主要方式为气电和核电，但核电部署周期长，2030年前难以贡献增量，因此2030年前将主要以气电为主。但一旦气电产能有限或电力需求进一步超预期，则可能需要SOFC、储能等方式快速补足缺口。新能源虽然度电成本低，但与负荷特性匹配程度不高，适合作为电量补充。

图表10：2023年美国不同电源及储能度电成本（美元/MWh）



- **电网：**电源缺口也会产生电网容量缺口，因此电网也需要同步建设
- 上述逻辑市场已经有一定认知，当前市场尚未普遍关注的点有：
- 一、如果美国科技公司进一步上调算力投资规划、电源和电网建设速度或产能供给倾尽全力也无法满足需求，如何解决？
  - (1) 可能性1：受制于电力供给不足，科技公司只能被迫下调投资
  - (2) 可能性2：科技公司迫于竞争压力，高价从全球吸收能源装备产能
  - (3) 可能性3：对时效性要求不高的训练算力转向中东、欧洲、东南亚等地投资
  - 如果(2)和(3)出现，则不仅要关注对美国电力设备出口机会，还要关注对其它地区出口机会
- 二、中美科技竞争大背景下，中国AI投资或与美国相当，对中国能源结构有何影响

# 主要内容

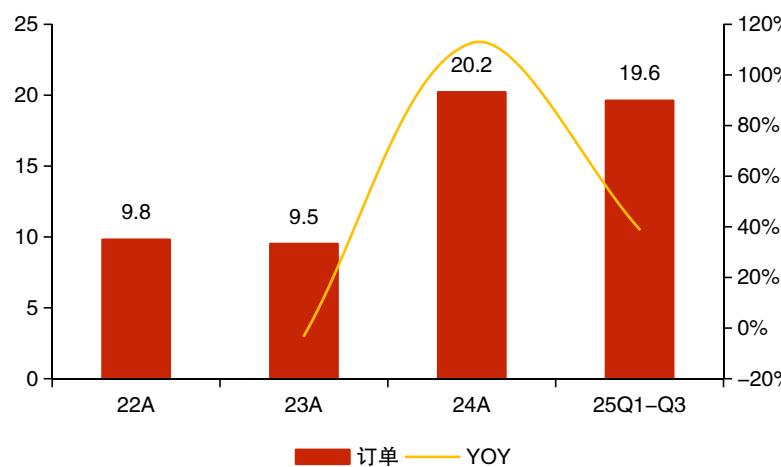
---

1. 序章：算力投资不断上调，美国电力供需显著不足
2. 发电侧：气电、核电是主力电源，储能、SOFC作为应急手段
3. 电网侧：电网投资上调 国内企业迎出口机遇
4. 电源设备：800VDC是演化趋势 SST将是终极解决方案
5. 国内篇：AI有望带动国内电力供需重回紧张周期
6. 投资分析意见及风险提示

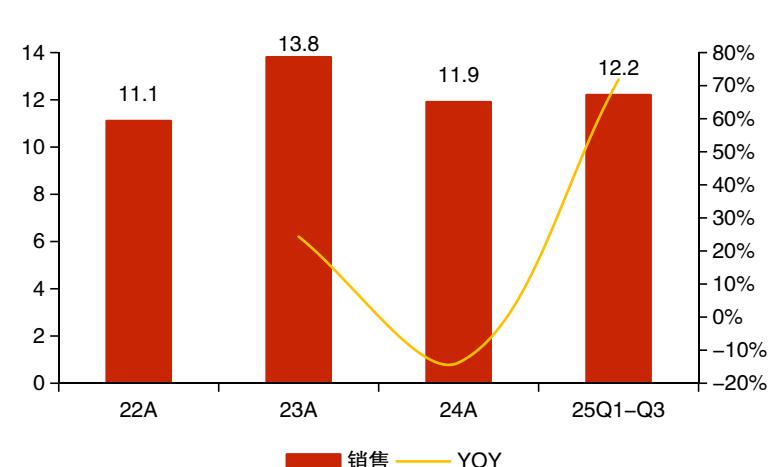
## 2.1 燃气轮机制造商订单快速增长

- 相关机构2024年首次大幅上调负荷预测的同时，燃气轮机厂家订单也快速增长。GEV 2022、2023年新增燃气轮机订单分别为9.8、9.5GW，但2024年大幅上升至20.2GW（同比翻倍以上增长），2025Q1-Q3新增燃气轮机订单19.6GW（同比+39%）。与此同时，销售量从2025年开始大幅增加，2022-2024年销售容量约11~14GW，但2025年前三季度销售12.2GW（同比+72%），交付已进入爬坡期。
- 西门子能源25H1燃机服务订单达到120.5亿欧元，同比24H1增长60%，创下近年来新高，同时电网板块订单也呈增长趋势。此外，25H1西门子对美国订单达到76.8亿欧元，同样大幅创下近年来新高。

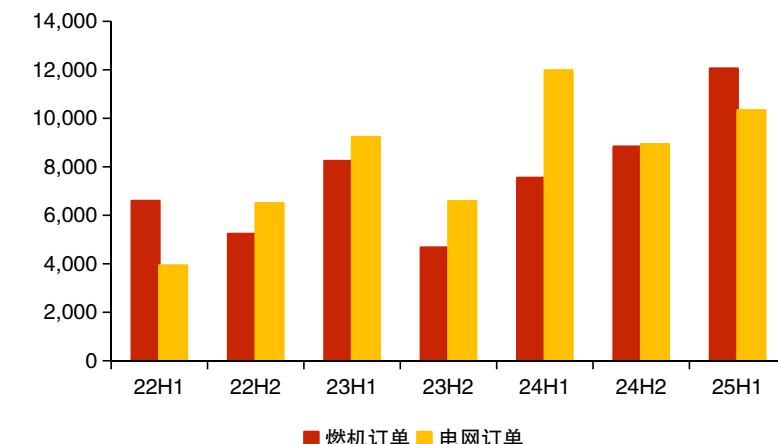
图表11：2022至2025Q1-Q3 GEV燃气轮机订单容量及同比增速（GW）



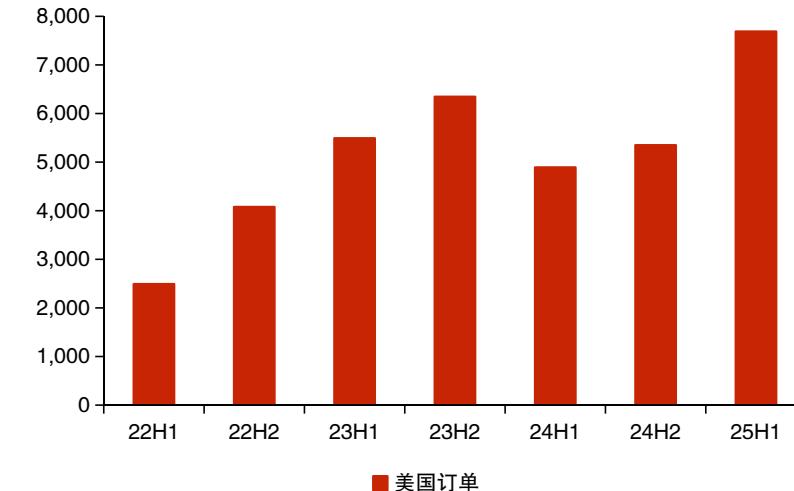
图表12：2022至2025Q1-Q3 GEV燃气轮机销售容量及同比增速（GW）



图表13：西门子能源22H1–25H1燃机和电网订单（百万欧元）



图表14：西门子能源22H1–25H1美国市场订单（百万欧元）



## 2.2 气电核电投产或出现瓶颈 储能有望补位

- 如1.3节测算，如果考虑机组按原计划退役，则到2030年美国电力缺口高达182GW，保守考虑所有原计划机组均不退役，到2030年仍将产生89GW缺口。
- 根据EIA数据，2025—2030年气电新增装机约90GW。如果我们参考GEV的新签订单，假设GEV在美国市场市占率70%、气电5年左右交付周期，将2029、2030年气电新增装机从18.5/17.9GW上调至28.9/37.3GW，则假设2030年最高用电负荷1000GW、不考虑退役情况下，电源容量缺口约为74GW，考虑机组正常退役情况下，电源缺口为167GW。

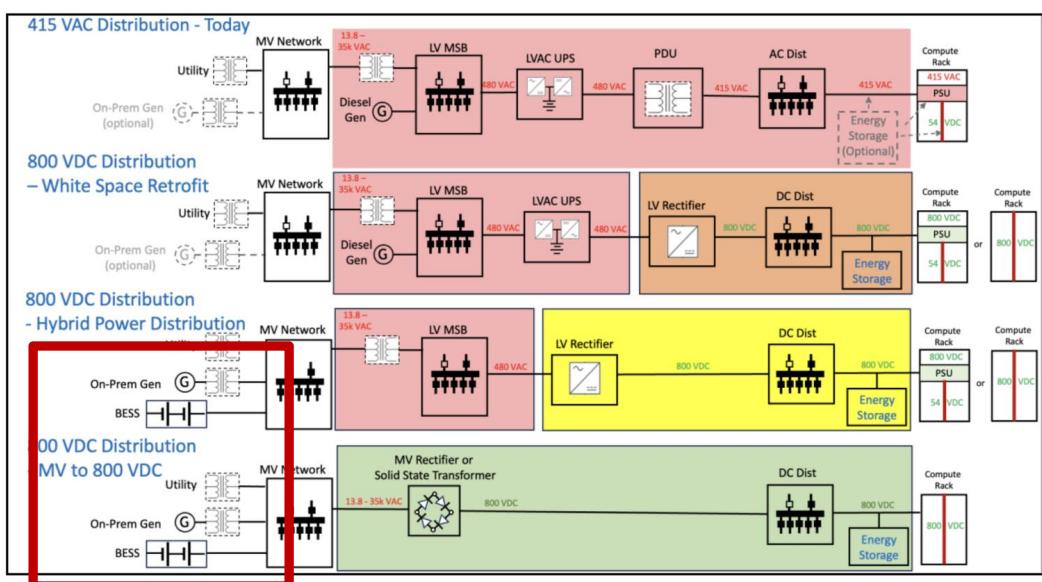
图表15：2030年不同负荷预测下、上调燃机装机后、考虑/不考虑机组退役时电源缺口测算（GW）

	900	950	1000	1050	1100
不考虑退役	-43	16	74	133	191
考虑退役	50	109	167	226	284

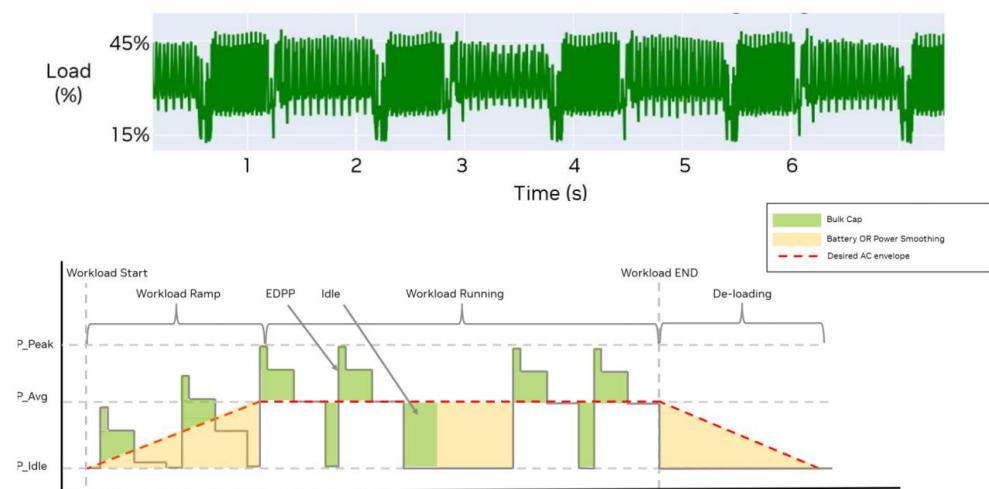
## 2.2 AIDC单体功率持续上升 储能可有效平抑负荷波动

- 根据英伟达800V DC电源架构白皮书，储能能在平抑负荷波动方面将发挥重要作用。在AIDC运行期间，其工作负荷可能呈现大幅波动，这对于电网将造成很大的压力，因此需要快速调节方式平抑波动。由于负荷波动速率较快，燃气轮机等传统机组不具备快速调节能力，因此后期需要配置大功率电化学储能设施承担此功能。
- 如果按照2030年新增120GW左右AIDC负荷、负荷波动区间在30%左右，仅在AIDC侧就需要布置至少36GW储能来承担此功能，按2h配置则为72GWh。

图表16：AIDC远期配置方案均需要一定量的储能配置



图表17：AIDC负荷波动较大 需要储能进行调节



## 2.3.1 SOFC部署周期短 可直接作为主供电源

**■ SOFC概念和用途：**固体氧化物燃料电池(SOFC)是一种在中高温(500~900℃)下直接将燃料的化学能高效、环境友好地转化成电能的全固态化学发电装置,系统余热还可产生蒸汽、热水等,综合利用率可达85%以上。与传统发电模式的燃烧和机械过程不同,SOFC将燃料化学能直接转换为电能,因此不受卡诺循环限制,发电效率可达60%以上,远高于其他分布式发电设备以及传统燃烧发电技术。此外,SOFC具有优异的燃料适应性,燃料包括氢气、天然气、甲醇、氨气等。

**■ SOFC基本组成：**SOFC由电化学反应场所、传导电子的阴/阳极材料和传导离子的电解质材料构成。其中,电解质材料的性质决定了SOFC的工作温度和发电效率,同时也影响着与其适配的阴/阳极材料体系和制备工艺的选择。

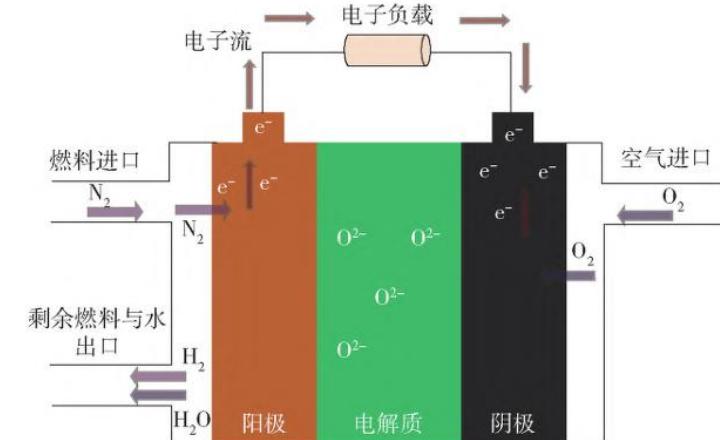
**■ SOFC可在用户侧使用,规避电力和热力的长距离输运,在分布式发电及热电联供领域具有广阔的应用前景。**

**■ SOFC并不是一个备用电源,而是可以直接作为主供电源。**SOFC最常见的应用领域为固定式发电、分布式发电或数据中心电源以及工业用大型固定式发电站等,作为辅助或动力电源在船舶领域也有很好的应用场景。

图表18：燃料电池发电与传统发电方式对比

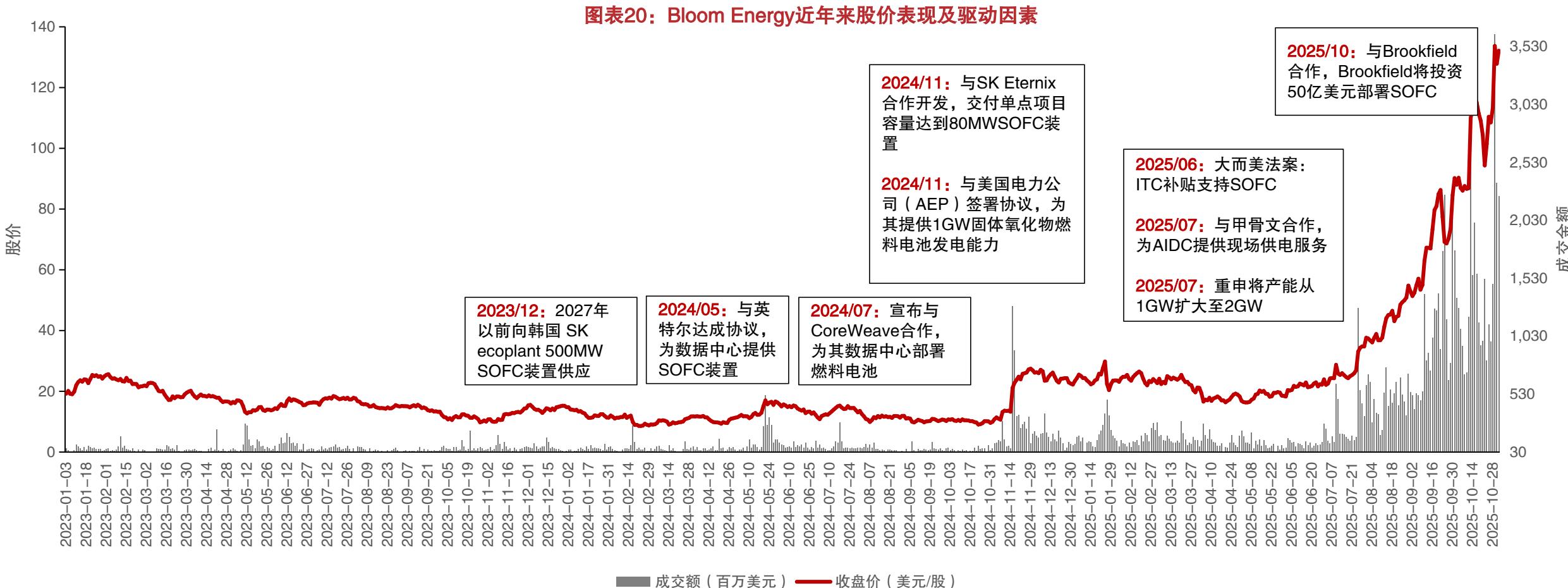


图表19：SOFC结构示意图



## 2.3.2 Bloom Energy数据中心订单增多 SOFC出货量预期或持续上修

■ SOFC海外需求上修，关注BE链企业成长叙事转变，及国内SOFC装置出海机遇：美国电网建设无法匹配数据中心建设速度，但考虑到燃机及小型核电交付周期拉长，美国Bloom Energy公司主导的SOFC燃料电池发电系统逐渐成为新的增量选项；同时美国OBBBA法案亦将SOFC纳入ITC补贴范围。在此背景下，Bloom Energy提出在2026年底前将产能从1GW提升至2GW。近期数据中心订单+扩产+ITC税收减免等多重因素刺激下，我们认为美国SOFC发电装置出货量预期不断上修。



## 2.3.3 美国市场是规模化主要阵地 出口SOFC设备/材料的公司有望受益

- SOFC目前主要在海外规模化部署，我们认为国内直接参与海外SOFC设备/材料供应环节的公司有望受益。目前，SOFC在海外已经实现初步商业化应用，从SOFC主要部署区域及类型看，美国、韩国以分布式电站作为主要应用形式，日本和欧盟则以热电联供（CHP）应用最为普遍。美国SOFC（天然气燃料）运行成本约0.8元/kWh，与其工商业电价水平持平；国内SOFC尚不具备经济性，相关项目主要以示范为主。
- **业内主要参与者方面：**北美主要SOFC代表企业包括Bloom Energy和FuelCell Energy；欧洲主要SOFC代表企业有Sunfire、Ceres Power、Solid Power、BOSCH；日本主要SOFC代表企业有爱信、京瓷、大阪燃气、三菱日立；国内领军企业则主要包括潍柴动力和潮州三环，同时华清能源、浙江氢邦和宁波索福人等企业亦从事SOFC产品研发。
- 随着美国各大CSP企业扩大在数据中心领域投资，市场对Bloom Energy出货量有望稳步提升，我们预计进入其供应链的国内企业（电解质、电极、密封件、连接件及粉体材料等）成长空间亦有望打开。

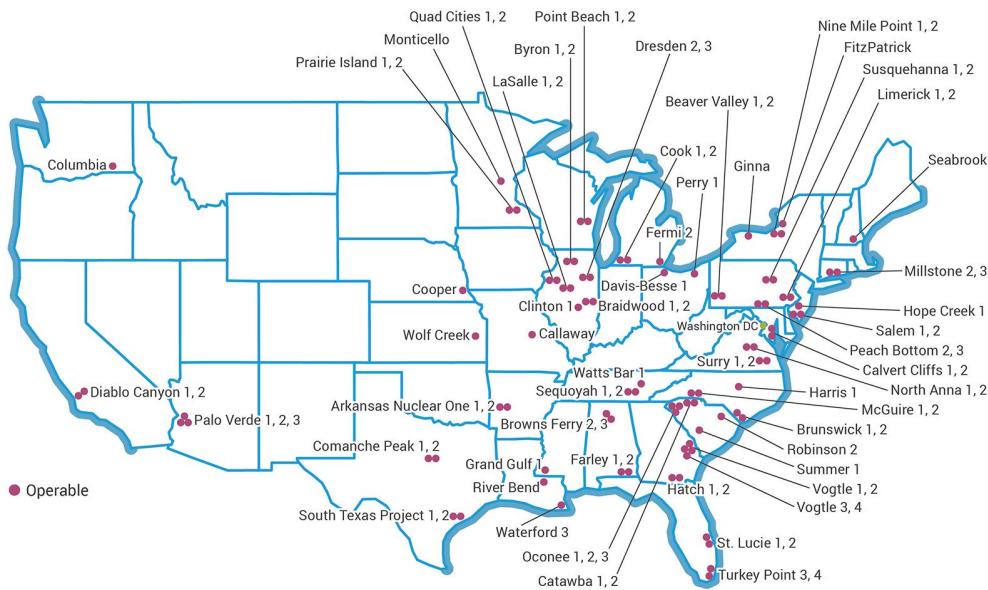
图表21：国外燃料电池发展概况

国别	燃料电池种类	主要燃料类型	主要应用类型	发电功率	发电效率	综合效率	代表企业或项目
美国	SOFC、MCFC	天然气、氢气、沼气	燃料电池电站	百kW~数MW	>47%	>90%	Bloom Energy 和 FuelCell Energy
欧盟	SOFC、PEMFC	天然气、氢气、沼气	CHP/CCHP	0.5~10kW	35%~65%	80%~95%	callux、ene.field项目、PACE、KFW 433项目
日本	SOFC、PEMFC	天然气、氢气、合成气	CHP/CCHP	百W~几kW	>40%	>90%	ENE-FARM项目、日本三菱重工
韩国	MCFC、PAFC	天然气、氢气、液化石油气	燃料电池电站	百kW~数MW	40%~60%	>85%	斗山集团和PocsoEnergy

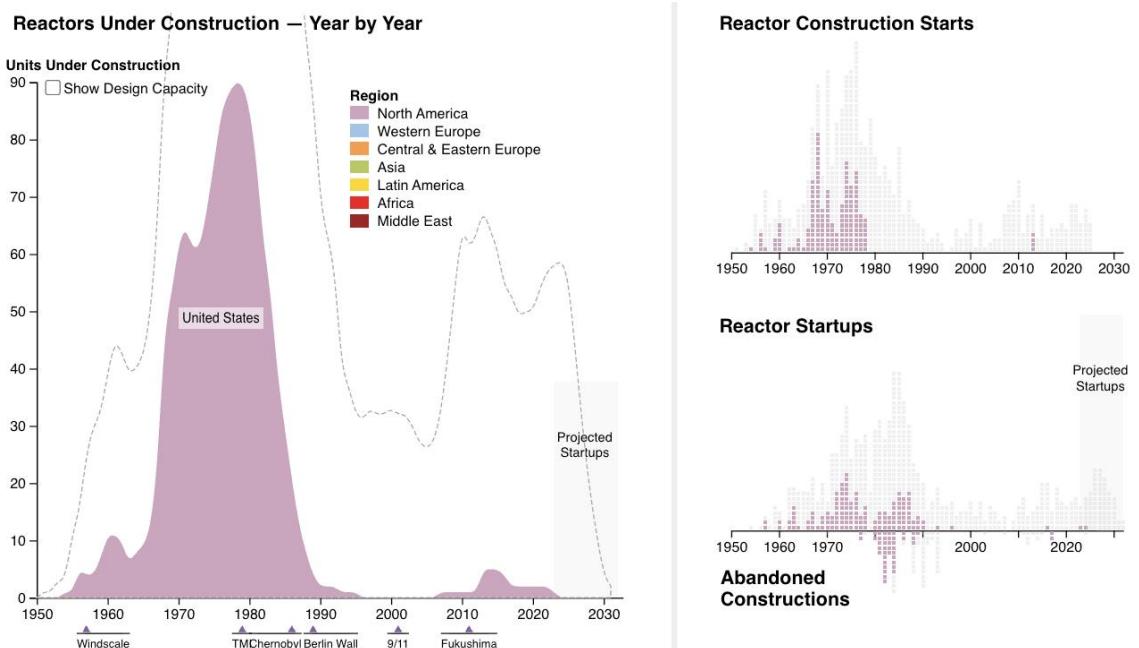
## 2.4 核电：政府扩大核电建设规划 AI企业加快部署SMR

- **美国政府扩大核电建设规划至400GW（2050年），并在燃料供应、政策审批方面提出改进要求。** 2025年5月美国总统特朗普签署有关核电发展的系列文件——《Reinvigorating the Nuclear Industrial Base》，《Reforming Nuclear Reactor Testing at the Department of Energy》，《Ordering the Reform of the Nuclear Regulatory Commission》，提出到2050年前将美国核电装机从当前的100GW提升至400GW，相较于拜登时期“到2050新增200GW核电装机”的目标有所扩大；此外，前述文件还提出简化先进反应堆的审批、重振核燃料循环基础设施等。
- **美国核电建设能力或亟待增强。** 美国自2013年启动2台AP1000机组建设（原计划2016/2017年分别并网，实际延期至2023和2024年分别并网）以来，再未启动新的大型核电机组建设，基于此我们认为，为实现其核电建设目标，当前美国核电装备制造及工程建造能力或亟待加强。

图表22：美国在运核电机组情况（截至2025年12月）



图表23：美国核电机组在建情况（截至2025年12月数据）



## 2.4 核电：政府扩大核电建设规划 AI企业加快部署SMR

➤ **AI企业加快在核电领域的部署，SMR受到青睐。**例如：1) 谷歌在田纳西州和阿拉巴马州的数据中心将由Kairos Power建设的SMR供电，2025年8月Kairos Power已和当地公用事业公司TVA签署50MW购电协议。2) 亚马逊与X-energy合作，在华盛顿州建设SMR(第一阶段为4台80MW的机组)为其数据中心供电。3) SMR公司OKLO与美国数据中心开发企业Switch签署合作协议，在2044年前提供总计12GW的电力供应。

**图表24：美国主要的SMR技术提供方**

公司	SMR技术名称
Kairos Power	KP-FHR
NuScale Power	NuScale Power Module
Oklo	Aurora
GE Hitachi Nuclear Energy	BWRX-300
Westinghouse Electric Company	eVinci Micro Reactor
TerraPower	Natrium
General Atomics	Energy Multiplier Module
X-energy	Xe-100
Holtec International	SMR-160
Ultra Safe Nuclear Corporation	Micro-Modular Reactor (MMR)
Idaho National Laboratory	The 4S (Super-Safe, Small and Simple) Reactor and the ARC-100
ThorCon Power	ThorCon Isotope Power System (TIPS) and ThorCon Molten Salt Reactor (TMSR)

**图表25：AI相关企业推进以SMR或退役核电重启为其数据中心供电**

企业	战略布局	项目 / 合作	合作内容
Amazon	承诺2040 年前 新建5+GW	投资X-energy ( 2024年10月 )	2039 年前合作部署5GW+，为亚马逊数据中心提供稳定零碳电力。首期先与Energy Northwest 合作。
		与 Energy Northwest 合作 ( 2024年10月签署协议 )	在华盛顿州开发首期项目4模块Xe-100，320MWe ( 每个模块80MWe )；后续可提升至960MWe。用于为亚马逊数据中心供电或零售电力。
		与 Dominion Energy 合作 ( 2024年10月签署备忘录 )	在弗吉尼亚州North Anna开发SMR项目，提供超过300MW电力
		与 Talen Energy 签署 PPA	在运Susquehanna 核电站，在2042年前供应1920MW电力
Microsoft	重启 退役核电站	与Constellation 签约重启已退役核电机组 ( 2024年5月签约 )。	重启三哩岛 1 号机组，并向微软数据中心供应837MW电力；预计该工厂将于 2028 年投入使用
Meta	延长现有核电 站寿命	与Constellation签署PPA ( 2025年6月 )	与Constellation签署PPA，并支持Clinton nuclear facility继续运行20年，用于向Meta提供1121MW电力。
Google	多元化核能战 略	与Elementl Power合作推进三个核电项目的选 址工作 ( 2025年5月签约 )	三个核能项目， 每个项目至少600MW，即合计不少于1.8GW。
		与Kairos Power合作 ( 2024年10月签署协议 )	1 ) 到2035年前部署500MW SMR装机。 2 ) 首先在 Oak Ridge建设Hermes 2机组 ( 50MW )，预计2030年投运，目前已于2025年5月开工；2025年8月Kairos已与TVA签署PPA，经过TVA向谷歌的数据中心供电。
Oracle	规划 SMR 直 供大型数据中 心		宣布计划建设一个由3个SMR驱动的千MW级数据中心

# 主要内容

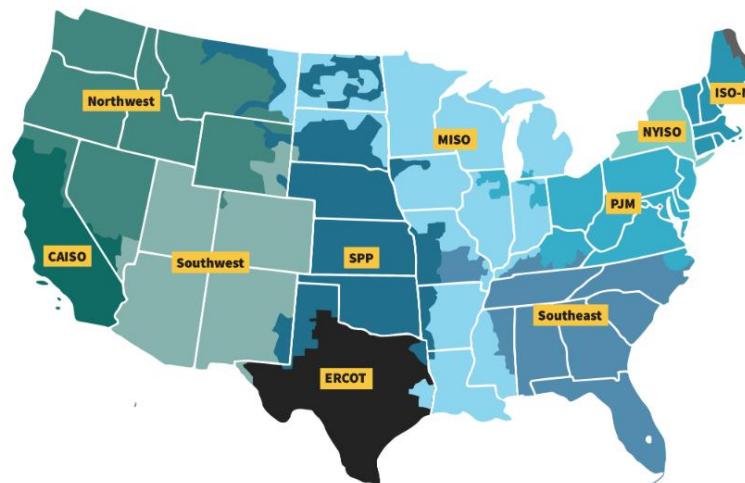
---

1. 序章：算力投资不断上调，美国电力供需显著不足
2. 发电侧：气电、核电是主力电源，储能、SOFC作为应急手段
3. 电网侧：美国电网投资上调 国内企业迎出口机遇
4. 电源设备：800VDC是演化趋势 SST将是终极解决方案
5. 国内篇：AI有望带动国内电力供需重回紧张周期
6. 投资分析意见及风险提示

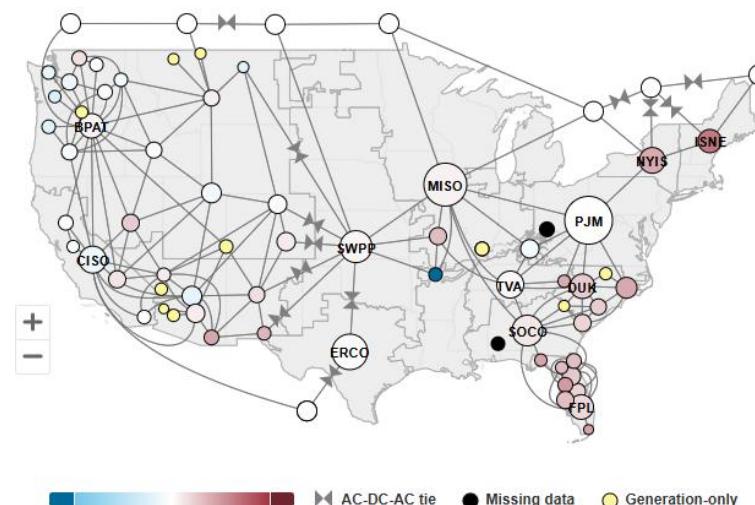
## 3.1 美国电网主要由10个RTOs/ISOs组成 跨区联网规模较小

- 美国电网主要由10个RTOs ( Regional Transmission Organizations ) /ISOs ( Independent System Operators ) 组成，其具体负责范围如下图所示。各RTOs/ISOs之间主要由直流连接并承担供电任务。
- 从2024年最高负荷角度来看，最大的4个RTOs分别是PJM ( 148GW )、Southeast ( 135.5GW )、MISO ( 109.2GW )、ERCOT ( 80.1GW )，均为美国重要的工业区域，其他区域的电力负荷相对较低。而2021—2024年，负荷增加最高的区域分别是SouthEast、ERCOT和SPP。

图表26：美国RTOs/ISOs分布图



图表27：美国骨干电网分布图



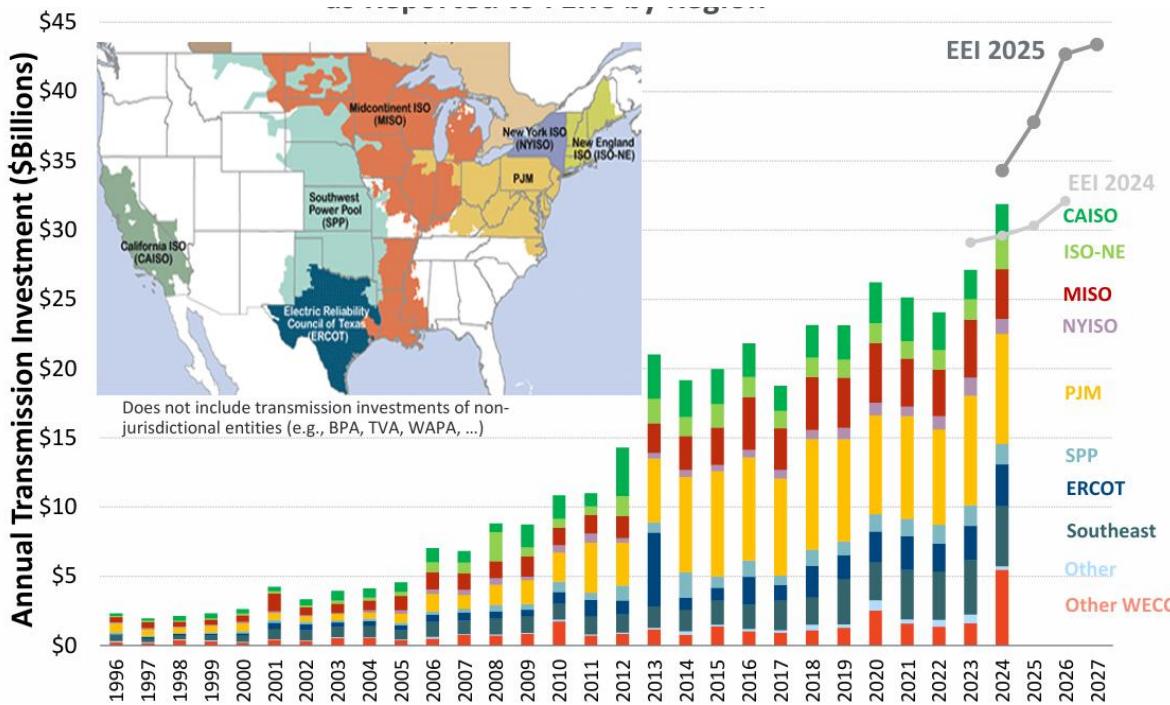
图表28：美国各ISOs最高用电负荷 ( GW )

	2021	2022	2023	2024	2021–2024 增加
NorthWest	12.6	11.1	10.7	11.5	-1.1
CAISO	43.6	51.1	44	38.7	-4.9
SouthWest	9.3	8.5	9.9	9	-0.3
SPP	50.9	53	56	53	2.1
ERCOT	73.5	79.8	85.4	80.1	6.6
MISO	114.2	116.4	120.8	109.2	-5
SouthEast	126.8	135.2	127.2	135.5	8.7
PJM	149.6	148.5	147.6	148	-1.6
NYISO	30.9	30.5	30.2	28.2	-2.7
ISO-NE	25.1	24.2	23.5	23.3	-1.8

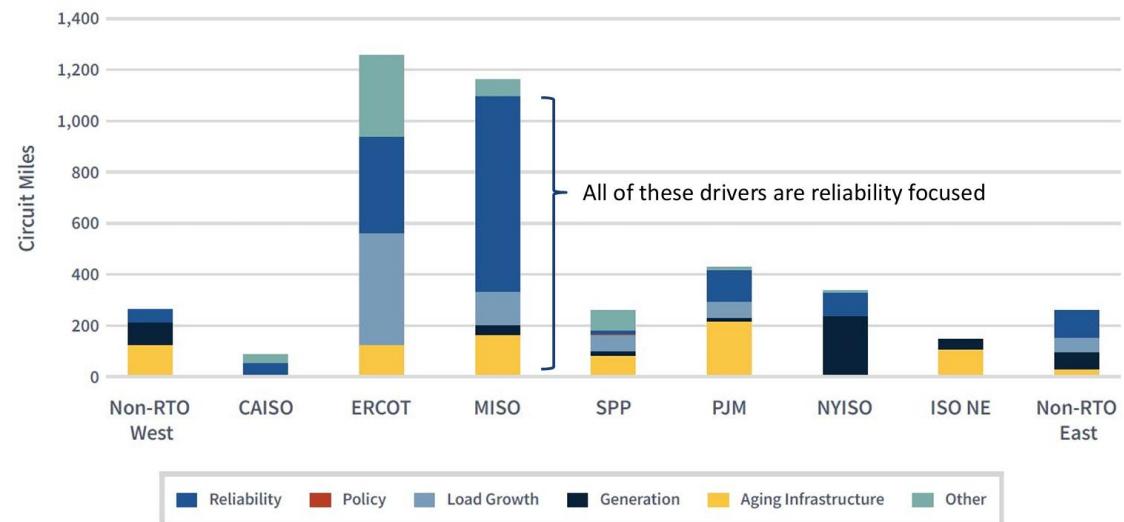
## 3.2 美国近10年电网投资平稳 主要由维持可靠性和老旧替换支撑

- 美国电网投资持续增加，但近10年投资额较为平稳。2013年美国电网投资呈现飞跃式增长，首次突破200亿美元，但随后多年大约保持在200–250亿美元的区间。2024年起电网投资大规模增加，当年投资额首次突破300亿美元。
- 支出类型来看，维持电网可靠性是当前美国电网投资主要驱动力，而由于负荷增长带来的电网投资占比较低。以2023年数据为例，除ERCOT电网投资主要由负荷增长驱动外，其余地区均以加强可靠性、电网老化等因素驱动。由经济、公共政策驱动的电网投资占比不足10%。

图表29：美国历年电网投资金额（十亿美元）



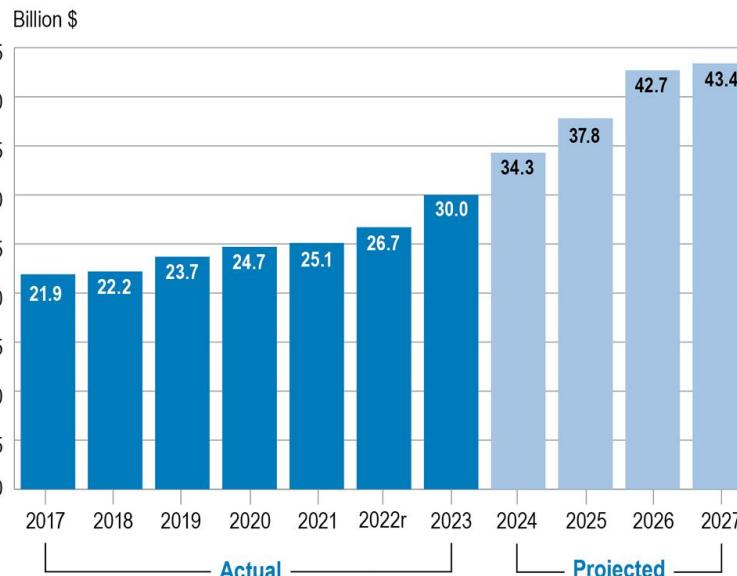
图表30：2023年各RTO/ISO电网投资主要驱动力



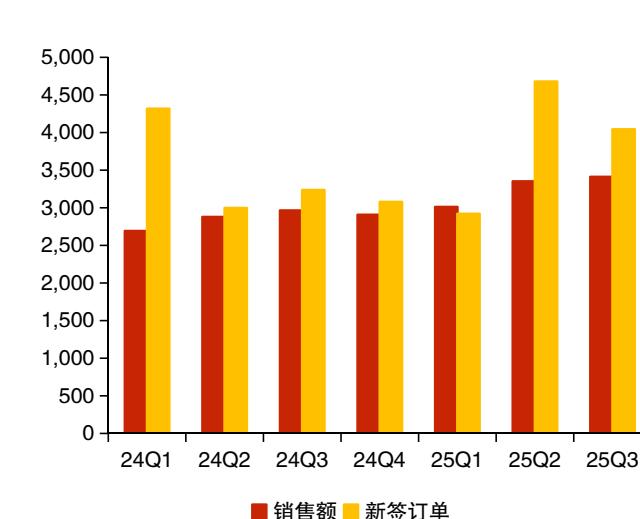
### 3.3 随着负荷增长美国电网投资上调 主要电网设备公司订单快速增加

- 根据EEI预测，美国电网投资有望从2017—2023年的年均不足300亿美元快速增长至超过400亿美元。其中2025/2026/2027年电网投资预计分别达到378亿、427亿和434亿美元。
- 相关公司对美销售额及在手订单快速增加。** (1) **伊顿：**对北美电气设备销售额快速增加，从24Q1的26.9亿美元销售额逐年增长至25Q3的34.1亿美元。 (2) **ABB：**从20Q1至25Q3，对全球其它地区新增订单变化不大，单季度基本维持在50亿美元上下，但对美洲单季度订单则呈上升趋势：2020年单季度美洲新签订单约20亿美元，到25Q2和Q3则攀升至36亿美元以上，且2025年订单呈现加速态势（25Q2和Q3分别同比增长27%、19%）。

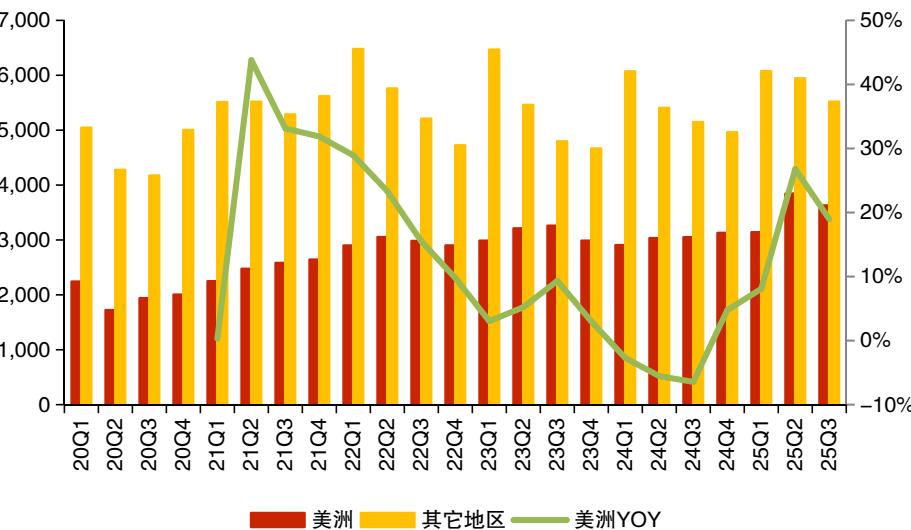
图表31：EEI对美国电网投资的预测（十亿美元）



图表32：伊顿24Q1–25Q3北美电气设备销售额及新签订单（百万美元）



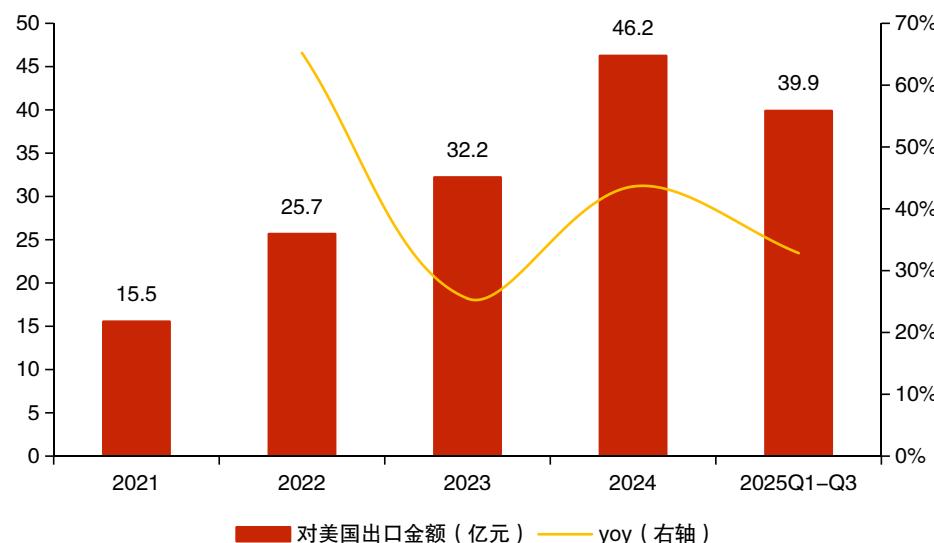
图表33：ABB 20Q1–25Q3美洲及其它地区新签订单（百万美元）



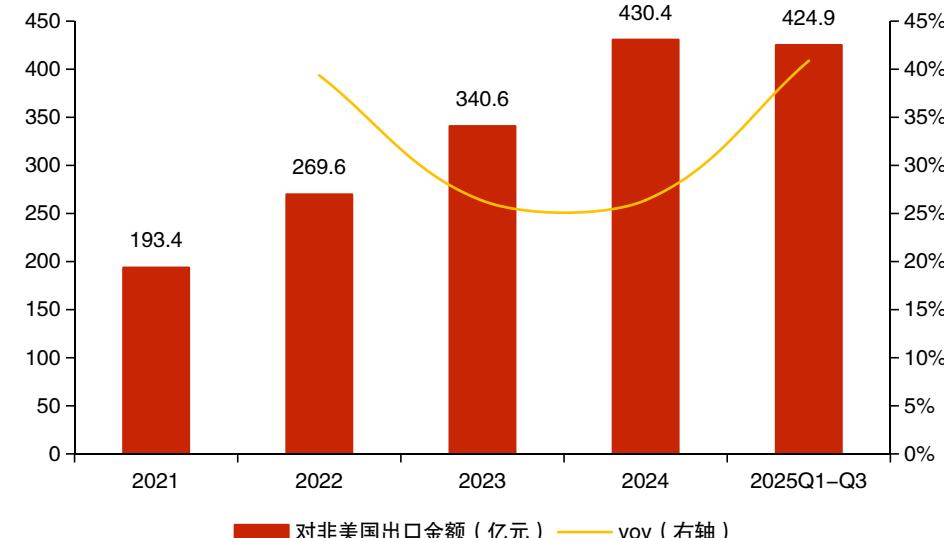
## 3.4 中国作为电网设备生产大国 出口金额增加较为显著

- **中国是全球变压器生产大国，但中国变压器对美国出口占比较低。**从2021年至今，我国对美国变压器出口金额逐年增加，2021年出口金额仅15.5亿元，2022—2024年同比增长分别高达65%、25%、44%，今年前三季度出口金额39.9亿元（同比增长33%）。
- **中国对非美国地区出口金额也同时大幅增长。**2022—2024年中国对非美国地区变压器出口增速为39%、26%、26%，增速低于对美国出口。但2025年前三季度对非美国地区出口金额达到425亿元（同比增长41%），增速显著高于对美国出口。我们认为这可以说明美国电力投资增长对全球产能产生虹吸效应，中国对非美国家和地区出口有望迎来机遇。

图表34：2021—2025Q3中国对美国变压器出口金额（亿元）



图表35：2021—2025Q3中国对美国以外国家变压器出口金额（亿元）



# 主要内容

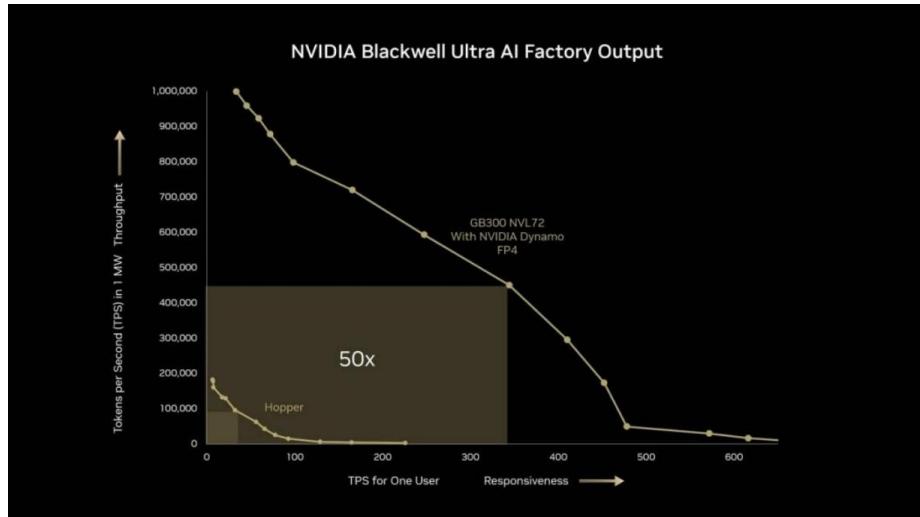
---

1. 序章：算力投资不断上调，美国电力供需显著不足
2. 发电侧：气电、核电是主力电源，储能、SOFC作为应急手段
3. 电网侧：美国电网投资上调 国内企业迎出口机遇
4. 电源设备：800VDC是演化趋势 SST将是终极解决方案
5. 国内篇：AI有望带动国内电力供需重回紧张周期
6. 投资分析意见及风险提示

## 4.1 随着GPU性能提升 其功耗及功率密度要求也随之提升

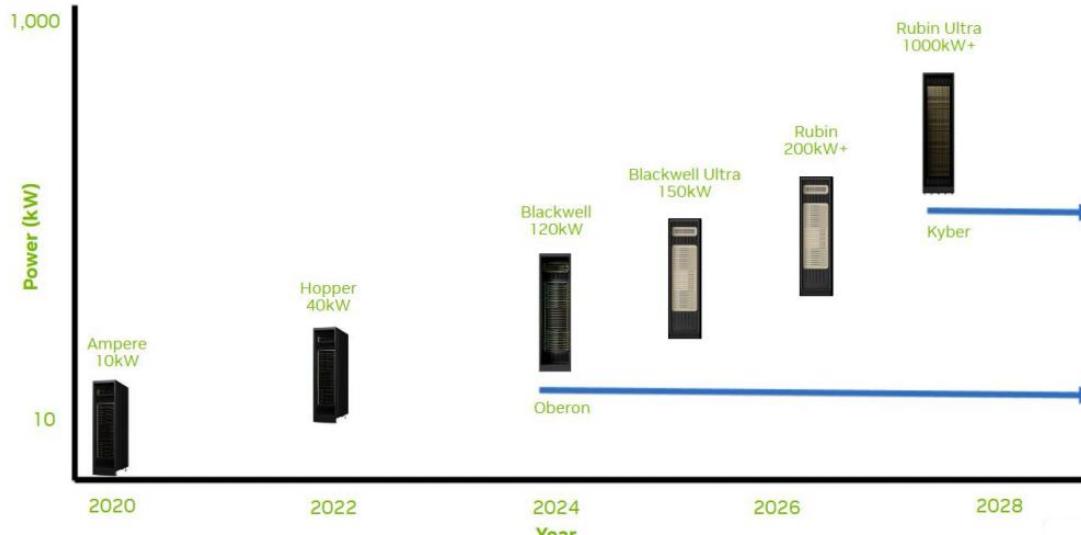
- 随着GPU性能不断提升，其功耗问题也愈发突出，带来的主要问题有：（1）机柜功率大幅增加：通常每一代GPU的功耗会实现20%的提升，但英伟达的NVLink技术将多块GPU联网实现更高性能的同时，也让机柜的功率成倍增长；（2）机柜空间愈发宝贵：由于铜缆覆盖范围的限制，NVLink区域面积有限且宝贵，需要将供电组件尽量移出NVLink区域的覆盖范围；（3）工作负载波动增加：在大语言模型（LLM）工作时，其工作功率波动较大，而随着机柜功率增加，其波动可能对电网带来更大的冲击。
- 美国传统的数据中心电源架构主要是常规的415V交流系统。中压交流电（13.8~35kVAC）从电网引入数据中心后，降压至415V交流后，通过低压配电系统分配至各个机柜。同时采用低压交流UPS+备用发电机作为后备电源保证供电可靠性。这种供电方式与常规的工业或民用负荷供电方式类似，其优点是技术成熟、结构简单且有成熟标准，易于实现。

图表36：NVLink技术大幅提升芯片性能 功耗也随之增加



资料来源：Nvidia, 华源证券研究所

图表37：算力中心机柜容量大幅增加



## 4.2 采用800 VDC方案可以有效提高功率密度

- 为解决上述问题，英伟达提出了800V直流架构。首先是将供电电压从415V提升至800V，相同功率下更高的电压可以降低工作电流，从而减少铜缆的截面，降低铜缆的用量以及体积，节省成本和机柜空间。此外由于相同电压下，直流电的输送容量大于交流电，因此相比于415V交流，相同线径下800V直流可以提升约157%的功率。因此英伟达方案也将直接采用直流方式。
- 理论上来说，进一步提高电压可以继续降低铜缆用量和占用的机柜空间，但出于安全性、产品和方案成熟度（充电桩已经开始大规模采用800V直流）等因素，英伟达方案还是以800V为主，但后续不排除进一步提升至1500V。
- **为什么当前没有大规模向800 VDC演进：**（1）机柜容量尚未达到足够高的水平，用800 VDC性价比未显现；（2）电气设备降本与标准化程度直接相关。800 VDC尚未形成统一标准且未大规模使用。

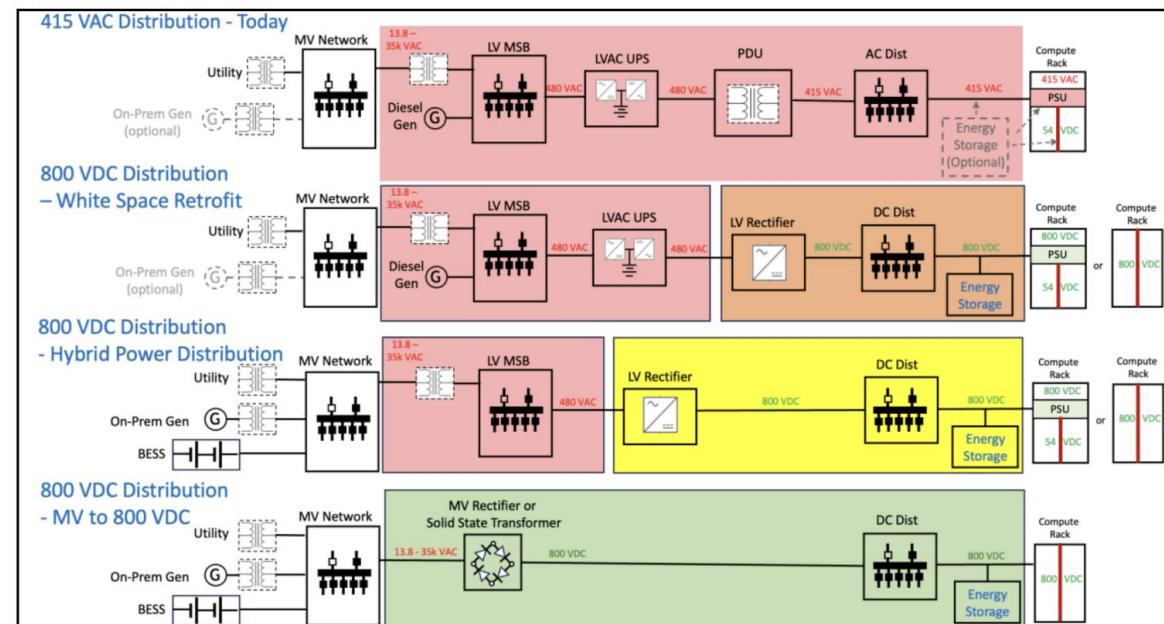
图表38：不同供电方案线缆传输能力比较

电压等级	线缆数量	单位截面功率 ( kW/mm <sup>2</sup> )	相比415VAC功率 提升
415 VAC	4 ( P1,P2,P3,PE )	0.6	-
480 VAC	4 ( P1,P2,P3,PE )	0.8	+16%
800 VDC	3 ( POS,RTN,PE )	1.7	+157%
1500 VDC	3 ( POS,RTN,PE )	3.1	+382%

## 4.3 800 VDC路线图表：HVDC过渡、SST成长期解决方案

- 由于公用电网仍采用交流供电，因此800V直流架构将彻底改变算力中心供电的架构。根据英伟达给出的路线图，利用固态变压器（SST）直接将中压交流电转换为800V直流或将是终极解决方案。该方案结构最为简单，但需要SST技术进一步成熟。
- 在此之前，供电方案将会有2种过渡方案：（1）方案一：在415V交流的基础上，在UPS后加装低压整流器将480V交流电整流为800V直流电，并采用直流配电系统向机柜供电；（2）方案二：在方案一的基础上，取消UPS，采用电化学储能作为备用电源。
- 长期解决方案或为中压交流直接用SST转换为800 VDC。相比过渡方案，省去了UPS、中压配电设备、整流器、变压器等设备，可以有效降低电路复杂度、降低供电设备的体积。

图表39：算力中心供电架构演进示意图



## 4.4 本次英伟达白皮书的核心点：牵头实现行业标准化降本

- 800 VDC架构并非英伟达白皮书首次提出，在此之前市场就已经形成了AC->HVDC->SST的路径图预期，为什么本次SST会更加受到关注。主要原因在于，此前认为HVDC短期内相比SST更加成熟且成本低，短期内更容易看到订单，且SST是否最终能实现以及时间点存在不确定性。
- **电气设备降本的最核心的方式：标准化以及增加需求**，非标准化产品在研发、生产成本摊薄等方面劣势较大，成本很难快速降下来。而由于全球用电设备都是以交流电为主，直流设备标准化程度非常低。
- 本次英伟达白皮书呼吁实现800 VDC产品标准化，有望让SST等设备标准化及降本提前，更早实现终极解决方案。

图表40：英伟达呼吁推进800 VDC产品标准化

### The path forward: a call for collaboration

This transformation can't be accomplished in a vacuum. It requires urgent, focused, and industry-wide collaboration.

Organizations like the Open Compute Project (OCP) provide a vital forum for developing the open standards to ensure interoperability, accelerate innovation, and reduce costs for the entire ecosystem. The industry must align on common voltage ranges, connector interfaces, and safety practices for 800 VDC environments.

To accelerate adoption, NVIDIA is collaborating with key industry partners across the data center electrical ecosystem, including:

## 4.5 SST国内公司布局

- SST为电力电子装置和变压器的结合体。SST可以实现中压交流-低压直流/低压交流的转换，起交直流转换主体功能的是电力电子装置，此外还需要高频变压器作为隔离级以实现两端的电路隔离。
- 因此从技术角度，研发和生产SST的公司需要具备电力电子技术、变压器生产技术，以及具备数据中心的项目经验。因此我们认为，能够快速切入SST的公司主要分为两类：（1）电力电子设备优势企业，可以凭借在中低压侧电力电子设备经验，快速完成SST的研发；（2）数据中心优势企业：具备相关项目经验，通过市场能力补足技术需求。核心公司：**四方股份、新特电气、中国西电、特锐德、金盘科技、伊戈尔等**。此外建议关注SST上游：**云路股份、京泉华等**。

# 主要内容

---

1. 序章：算力投资不断上调，美国电力供需显著不足
2. 发电侧：气电、核电是主力电源，储能、SOFC作为应急手段
3. 电网侧：美国电网投资上调 国内企业迎出口机遇
4. 电源设备：800VDC是演化趋势 SST将是终极解决方案
5. 国内篇：AI有望带动国内电力供需重回紧张周期
6. 投资分析意见及风险提示

- 近年来中美科技竞争激烈，AI将是科技竞争前沿阵地。《中共中央关于制定国民经济和社会发展第十四个五年规划和2035年远景目标纲要的建议》中提出：加快人工智能等数智技术创新，突破基础理论和核心技术，强化算力、算法、数据等高效供给。全面实施“人工智能+”行动，以人工智能引领科研范式变革，加强人工智能同产业发展、文化建设、民生保障、社会治理相结合，抢占人工智能产业应用制高点，全方位赋能千行百业。加强人工智能治理，完善相关法律法规、政策制度、应用规范、伦理准则。完善监管，推动平台经济创新和健康发展。
- 根据盘古智库发布的《中国算力与能耗研究报告暨2030年发展预测》报告，到2030年我国算力规模将突破5000EFLOPS (FP8)，算力中心全年理论耗电量6000亿千瓦时（目前全年理论耗电量约1000亿千瓦时）。
- 随着中美科技竞争加剧，中美均有望超预期进行AI投资。当前市场普遍关注美国缺电问题，而认为国内电力过剩。本章将测算AI对国内电力需求拉动比例。

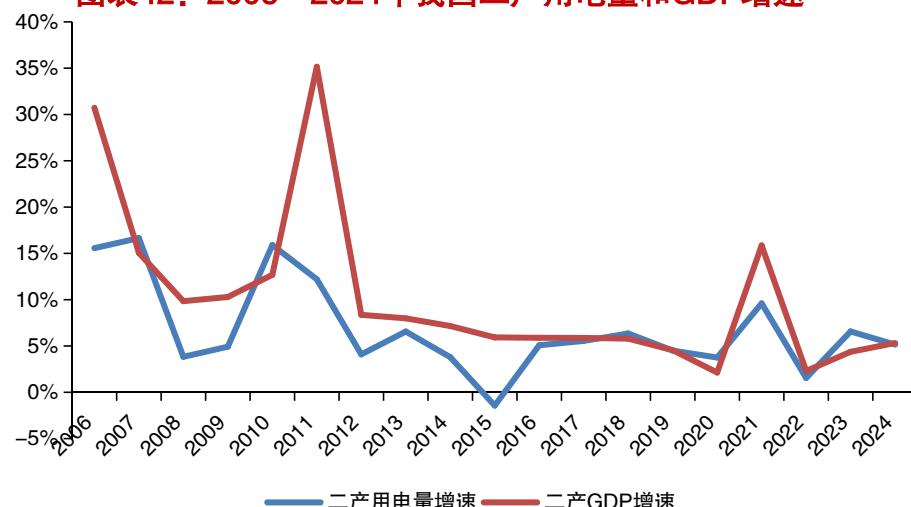
## 5.2 国内用电结构：二产比例持续下降 三产、居民逐年提升

- 从大的结构来看，我国用电量结构分为一产、二产、三产、城乡居民4个大板块，从过去近20年用电结构演化来看，忽略占比较小的一产，我国用电结构整体呈现二产占比快速下降、三产及城乡居民快速上升的趋势。其中二产占比从2007年高峰期的76.5%降至2024年的64.8%，降幅超过11pct，三产占比提升约9pct，城乡居民提升约4pct左右。
- 二产是我国电力最主要的需求来源，占全社会用电量的比重一度突破76%，近些年才逐渐下降。**二产GDP增速与用电增速之间基本呈现正相关关系。定义二产电力弹性系数=二产用电量增速/二产GDP增速，此值越低则证明单位GDP所需要的电量越低、GDP质量越高。我国二产电力弹性系数基本保持稳定，常年在1.0上下波动。相比之下，美国的二产电力弹性系数则常年在0上下波动。具体来说，2005年美国工业GDP为2.4万亿美元，同年工业用电量1.01万亿千瓦时，到2023年工业GDP基本实现翻倍至4.9万亿美元，而工业用电量为1.0万亿千瓦时，基本保持恒定。

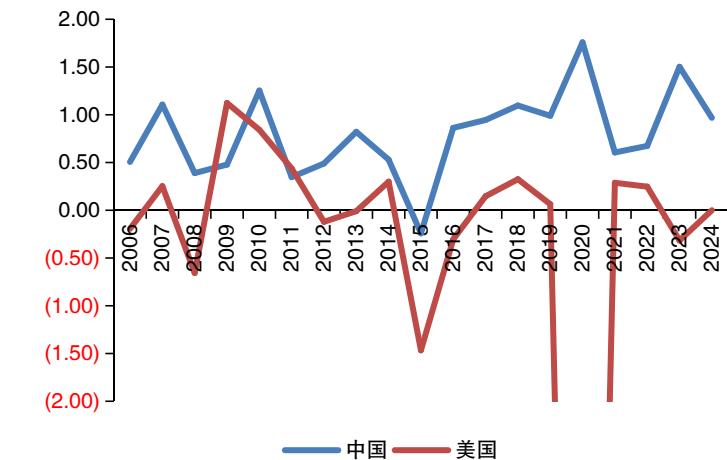
图表41：2005—2024我国用电结构



图表42：2006—2024年我国二产用电量和GDP增速



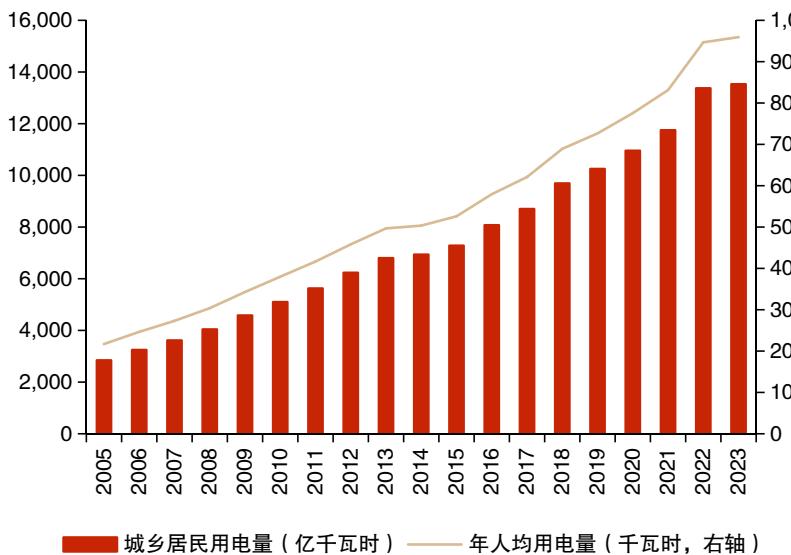
图表43：2006—2024年中国和美国二产电力弹性系数



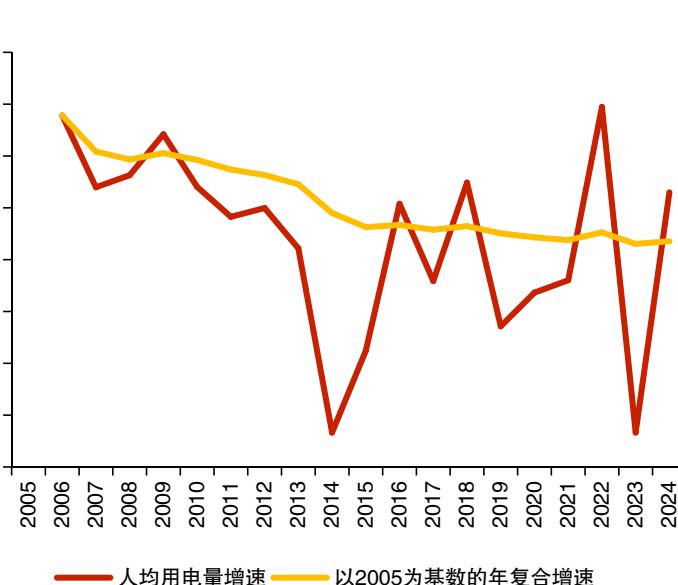
## 5.3 居民用电：人均用电量有望持续保持较高增速

- 居民用电增速主要推动力是人均用电量提高。**进入21世纪以来，我国人口规模增长不大，2005年13.08亿人口，2024年则为14.08亿。居民用电主要由生活水平提高、人均用电量增加提供。2005年我国人均年用电量仅217千瓦时，2024年则首次突破1000千瓦时。个别年份居民用电增速受气温影响较大，如2022、2024年全国大范围高温，人均用电量增速均突破10%，但以2005年为基数，近10年来我国人均居民用电量年复合增速则常年维持在8%–9%的水平。
- 中期来看我国人均用电量增速仍有望保持较高水平。**美国居民用电量远超我国平均水平，自21世纪有详细统计以来，美国居民年人均用电量基本都保持在4000千瓦时以上，是我国当前水平的4倍以上。基本可以认为，我国居民用电量或将长期保持较高增速。

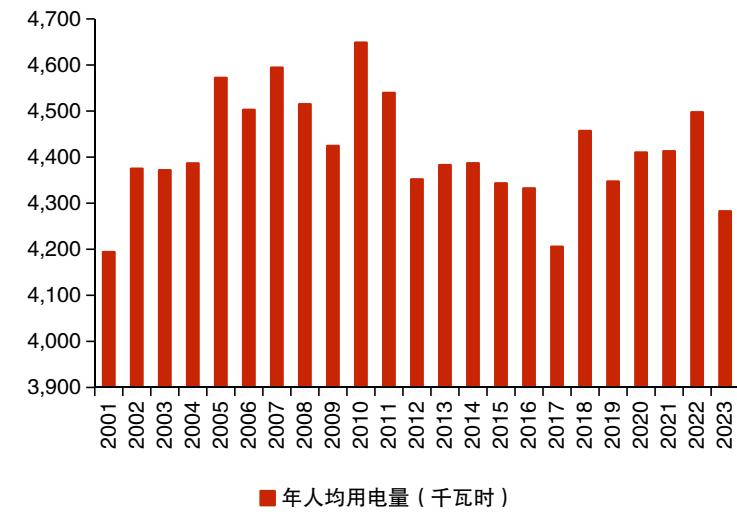
图表44：2005—2023年我国居民用电量及年人均用电量



图表45：2005—2024年我国人均用电量增速



图表46：2001—2023年美国居民年人均用电量（千瓦时）



## 5.4 中国AIDC投资有望与美国相当 或对用电增长拉动显著

- 随着AI快速发展，大模型、深度学习、自然语言处理等其他复杂的AI任务，都需要大量的计算资源，算力高度依赖于电力供应。从后面来看，AIDC或将成为我国非常重要的用电增长来源。但AIDC对电力的需求测算较为复杂，我们采用如下方法进行估算：（1）中性情景下，假设中美科技发展水平相当且处于良性竞争状态，中国到2030年算力增加约100GW（2024—2030年CAGR约39%）；（2）乐观情景下，中美科技竞争加剧算力投资超预期，到2030年算力增加150GW（2024—2030年CAGR约47%）。
- 根据以上假设，我们预计到2030年：（1）中性情景下：AIDC的总功率达到120GW（比2024年新增约100GW）、年耗电量达到约7200亿千瓦时。（2）乐观情景下：AIDC的总功率达到168GW（比2024年新增约150GW）、年耗电量达到1万亿千瓦时。相比之下，根据中电联，2024年我国最高用电负荷为1451GW、年用电量9.85万亿千瓦时。表面看起来，AIDC新增功率相对于我国已有的负荷基数来说不是很明显，但考虑到推理算力需要布置在接近用户区域，因此对局部地区的电力需求可能有较高拉动作用。

图表47：AIDC对中国电力需求拉动测算

	2024	2025E	2026E	2027E	2028E	2029E	2030E
<b>中性预期</b>							
总功率 ( GW )	17	23	32	45	62	86	120
YOY		39.00%	39.00%	39.00%	39.00%	39.00%	39.00%
利用小时数 ( h )	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000
耗电量 ( 亿千瓦时 )	1000	1390	1932	2686	3733	5189	7213
耗电量相比2024增长 ( 亿千瓦时 )		390	932	1686	2733	4189	6213
<b>乐观预期</b>							
总功率 ( GW )	17	25	36	53	78	114	168
YOY		47.00%	47.00%	47.00%	47.00%	47.00%	47.00%
利用小时数 ( h )	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000
耗电量 ( 亿千瓦时 )	1000	1470	2161	3177	4669	6864	10090
耗电量相比2024增长 ( 亿千瓦时 )		470	1161	2177	3669	5864	9090

## 5.5 电动车：用电量拉动或不及AIDC 但负荷拉动明显

- 新能源汽车为我国重要产业战略，充电桩需求快速提升。**新能源作为我国双碳战略重要组成部分，销量自2021年起显著增加。2024年我国新能源汽车销量达到1287万辆，相比于2020年的137万辆3年内增长8.4倍，同比2023年增长35.5%。根据公安部数据，2024年底，我国新能源汽车保有量达到3140万辆，其中纯电2209万辆。2024年我国汽车销量2558万辆，其中纯电772万辆，PHEV515万辆。
- 假设我国汽车销量年复合增长率2%，我们预测到2030年我国汽车销量达到2881万台，EV保有量8482万台，PHEV保有量5423万台，则EV和PHEV车型年充电量将达到2974亿千瓦时。

图表48：电动车用电需求测算

	2024	2025E	2026E	2027E	2028E	2029E	2030E
汽车销量 (万辆)	2558	2609	2661	2715	2769	2824	2881
YOY		2.00%	2.00%	2.00%	2.00%	2.00%	2.00%
EV占比	30.2%	33.0%	35.0%	37.0%	39.0%	41.0%	43.0%
PHEV占比	20.1%	22.0%	23.0%	26.0%	29.0%	31.0%	32.0%
EV销量 (万辆)	772	861	931	1004	1080	1158	1239
PHEV销量 (万辆)	515	574	612	706	803	876	922
保有量							
EV (万辆)	2209	3070	4001	5006	6086	7244	8482
PHEV (万辆)	931	1505	2117	2823	3626	4501	5423
EV年行驶里程 (万km)	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
PHEV年纯电行驶里程 (万km)	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7
百公里电耗 (千瓦时)	18	18	18	18	18	18	18
年用电量 (亿千瓦时)	714	1019	1347	1707	2100	2523	2974
年用电量相比2024年增加 (亿千瓦时)		305	633	994	1386	1809	2260

## 5.5 电动车：用电量拉动或不及AIDC 但负荷拉动明显

- 充电桩利用率严重偏低，低利用率带来的问题是瞬时高功率。配网的变压器、线路容量通常按照最大功率来设计，普通户用充电桩功率一般是7kW，对于部分超充桩，最大功率可达400—600kW。而我国2025年东部农村的户均配变容量目标为不低于3.5千伏安，小于普通充电桩功率。
- 截至2024年底，我国共安装公用充电桩358万台，私人充电桩907万台。按照公用桩70kW平均功率、普通桩7kW平均功率计算，则我国充电桩总功率达314GW。因此充电桩功率问题相比于电量问题更加严重，考虑10%的同时率，则充电桩带来的最高负荷需求超过30GW。

- **用电量：在不考虑AIDC和充电桩的前提下：**
- **(1) 一产：**一产用电量增速较高，预计随着农业机械化和大型化进展，仍将保持较高增速，假设2025—2030年复合增速6%
- **(2) 二产：**二产是我国经济增长的支柱，随着经济发展质量提高，单位GDP所需的电力可能降低，但双碳战略带来的电气化进展则可能提高用电需求。假设2025—2030年二产用电量复合增速4%
- **(3) 三产：**消费有望成为我国未来经济增长的重要引擎，预计其用电增速将快于二产，假设2025—2030年三产复合增速6%
- **(4) 居民：**我国居民人均用电量还处于较低水平，预计居民用电将长期保持8%的较高复合增速
- **根据我们测算，到2030年，不考虑AIDC和充电桩的情况下，全社会用电量13.2亿千瓦时。**根据我们前面对AIDC和充电桩用电需求的假设，**(1) 中性情景下：**2030年相比于2024年，AIDC和充电桩的年用电量分别增加6213亿千瓦时和2260亿千瓦时，**合计8472亿千瓦时。**  
**(2) 乐观情景下：**2030年相比于2024年，AIDC和充电桩的年用电量分别增加9090亿千瓦时和2260亿千瓦时，**合计11350亿千瓦时。**

## 5.6 用电结构及需求测算

图表49：中国2024–2030年中性情景下用电需求测算

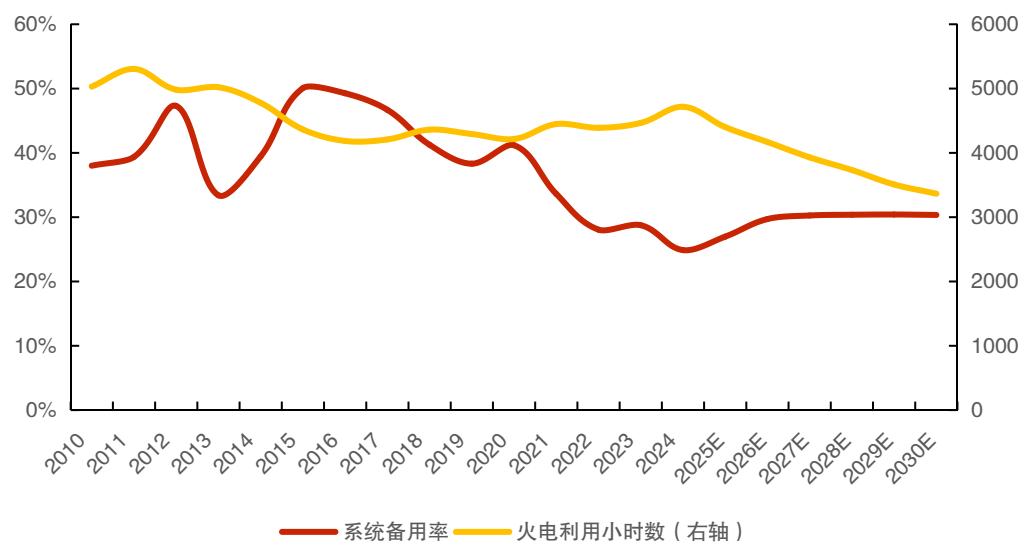
	2024	2025E	2026E	2027E	2028E	2029E	2030E
<b>用电量测算(忽略AIDC和充电桩, 亿千瓦时)</b>							
一产	1357	1438	1525	1616	1713	1816	1925
YOY		6.00%	6.00%	6.00%	6.00%	6.00%	6.00%
二产	63874	66429	69086	71850	74724	77712	80821
YOY		4.00%	4.00%	4.00%	4.00%	4.00%	4.00%
三产	18348	19449	20616	21853	23164	24554	26027
YOY		6.00%	6.00%	6.00%	6.00%	6.00%	6.00%
居民	14942	16137	17428	18823	20328	21955	23711
YOY		8.00%	8.00%	8.00%	8.00%	8.00%	8.00%
总计	98521	103454	108655	114141	119929	126037	132484
YOY		5.01%	5.03%	5.05%	5.07%	5.09%	5.12%
<b>用电量测算(亿千瓦时)</b>							
AIDC	1390	1932	2686	3733	5189	7213	
充电桩	1019	1347	1707	2100	2523	2974	
总用电量	105862	111934	118534	125762	133749	142670	
AIDC和充电桩对用电量增速拉动百分点		2.28	0.78	0.94	1.15	1.40	1.73
<b>用电负荷测算(GW)</b>							
不考虑AIDC和充电桩的最高负荷增速		5.00%	5.43%	5.45%	5.47%	5.49%	5.52%
不考虑AIDC和充电桩的最高负荷	1451	1524	1606	1694	1786	1885	1988
AIDC负荷	17	23	32	45	62	86	120
充电桩负荷	15	19	25	32	41	53	69
最高用电负荷	1534	1632	1739	1859	1993	2147	
AIDC和充电桩对用电负荷增速拉动百分点		0.71	0.91	1.17	1.50	1.93	2.49

图表50：中国2024–2030年乐观情景下用电需求测算

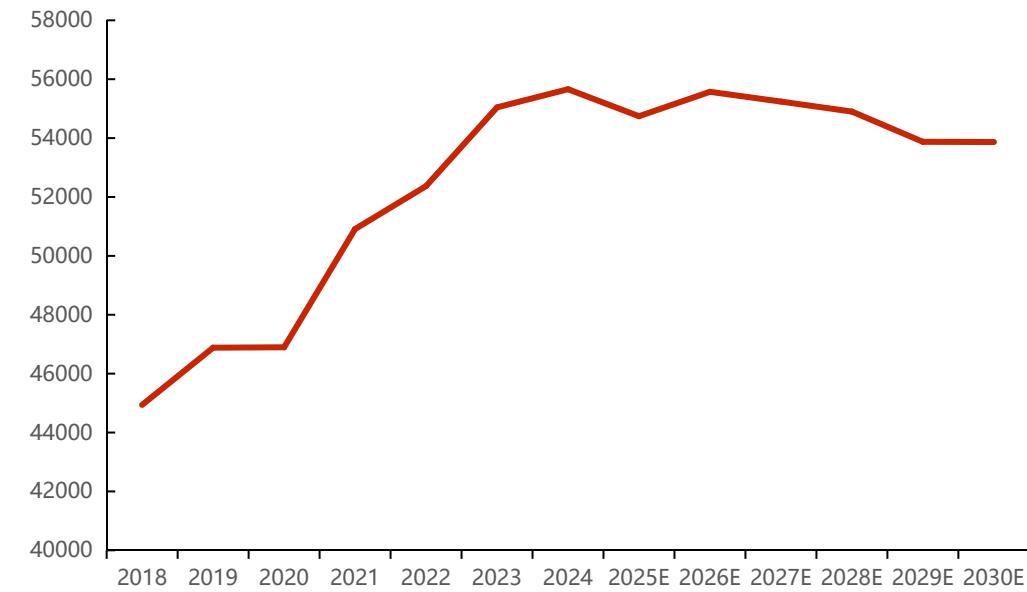
	2024	2025E	2026E	2027E	2028E	2029E	2030E
<b>用电量测算(忽略AIDC和充电桩, 亿千瓦时)</b>							
一产	1357	1438	1525	1616	1713	1816	1925
YOY		6.00%	6.00%	6.00%	6.00%	6.00%	6.00%
二产	63874	66429	69086	71850	74724	77712	80821
YOY		4.00%	4.00%	4.00%	4.00%	4.00%	4.00%
三产	18348	19449	20616	21853	23164	24554	26027
YOY		6.00%	6.00%	6.00%	6.00%	6.00%	6.00%
居民	14942	16137	17428	18823	20328	21955	23711
YOY		8.00%	8.00%	8.00%	8.00%	8.00%	8.00%
总计	98521	103454	108655	114141	119929	126037	132484
YOY		5.01%	5.03%	5.05%	5.07%	5.09%	5.12%
<b>用电量测算(亿千瓦时)</b>							
AIDC	1470	2161	3177	4669	6864	10090	
充电桩	1019	1347	1707	2100	2523	2974	
总用电量	105942	112163	119025	126699	135424	145548	
AIDC和充电桩对用电量增速拉动百分点		2.35	0.91	1.16	1.49	1.93	2.53
<b>用电负荷测算(GW)</b>							
不考虑AIDC和充电桩的最高负荷增速		5.00%	5.43%	5.45%	5.47%	5.49%	5.52%
不考虑AIDC和充电桩的最高负荷	1451	1524	1606	1694	1786	1885	1988
AIDC负荷	17	25	36	53	78	114	168
充电桩负荷	15	19	24	30	39	49	63
最高用电负荷	1535	1635	1746	1872	2017	2188	
AIDC和充电桩对用电负荷增速拉动百分点		0.78	1.04	1.39	1.86	2.51	3.39

- 一：基础情景，假设十五五用电量增速5%，风电、光伏平均每年新增约120、180GW。**
- 在这种情景下，十五五期间需要平均每年新增约68GW煤电保证系统备用率不下滑，同时由于风、光、核、水等电源新增的发电量大于每年新增用电量，因此我们预计煤电发电量呈小幅下降趋势。

图表51：基础情景下系统备用率和煤电利用小时数测算

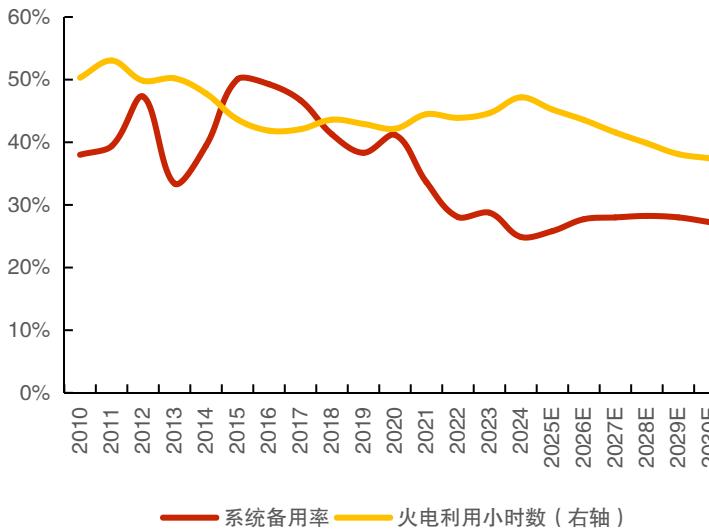


图表52：基础情景下煤电发电量测算（亿千瓦时）

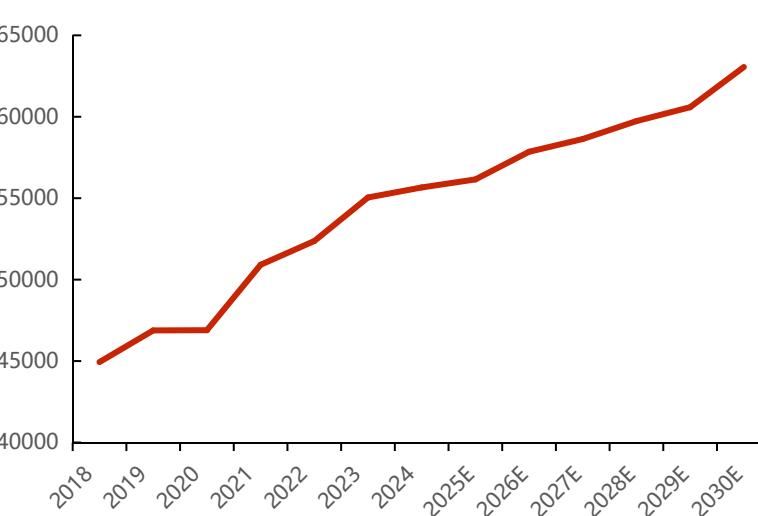


- 二：AIDC发展的中性情景，**如前文测算，中性情景下，十五五用电量复合增速提升至6.2%（比基础情景提升1.2pct），如果风电、光伏平均每年仍新增约120、180GW。
- 在这种情景下，十五五期间需要平均每年新增约88GW煤电（煤电年新增装机提升29%）保证系统备用率不下滑，对于煤电设备需求或有较大拉动作用。同时由于风、光、核、水等电源新增的发电量小于每年新增用电量，因此我们预计煤电发电量呈上升趋势，或无法完成碳达峰目标。
- 如果要到2030年如期完成碳达峰，则十五五年均风电、光伏装机量需上调至140、240GW。同时为了满足上调后新能源的消纳能力，储能、电网或将同步加大投资。

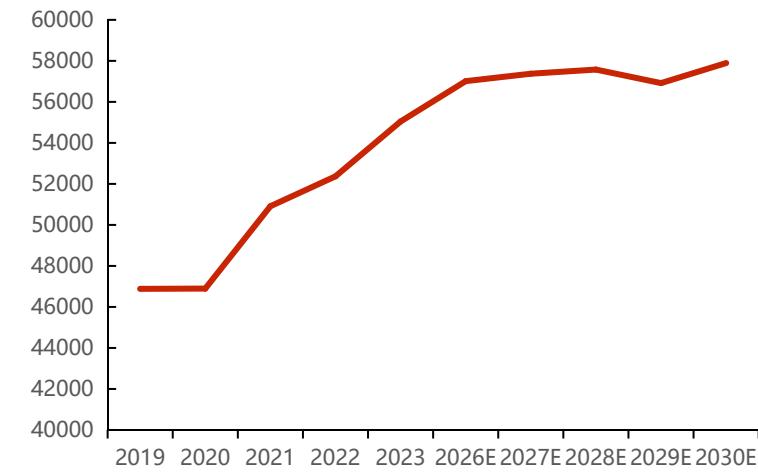
图表53：AIDC中性情景下系统备用率和煤电利用小时数测算



图表54：AIDC中性情景下煤电发电量测算  
(亿千瓦时, 维持新能源装机不变)

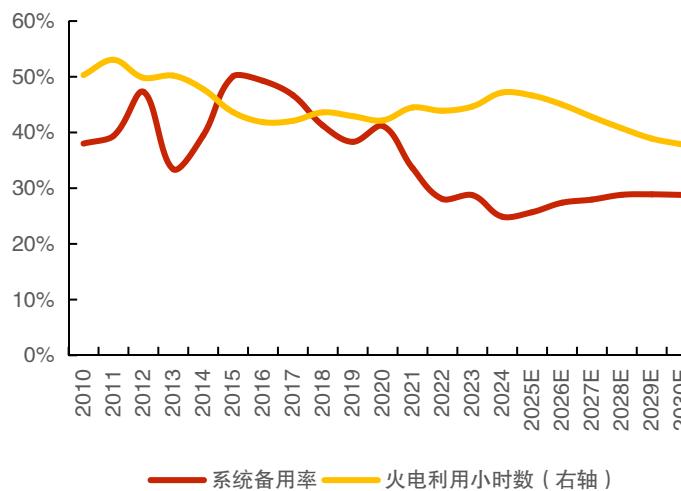


图表55：AIDC中性情景下煤电发电量测算  
(亿千瓦时, 考虑碳达峰)

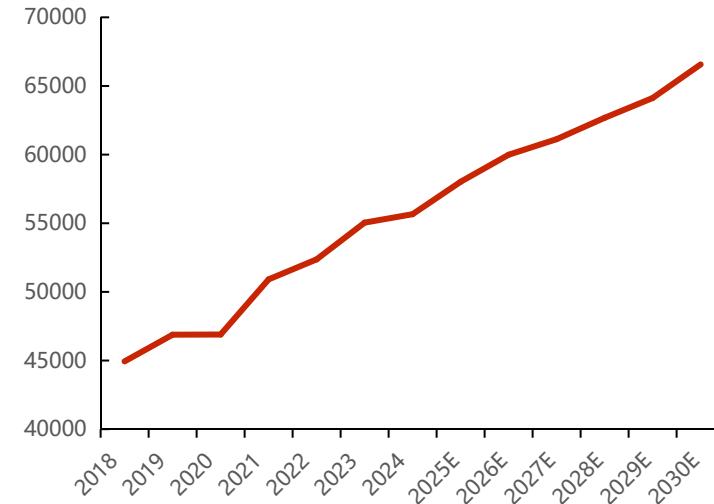


- 三：AIDC发展的乐观情景，**如前文测算，乐观情景下，十五五用电量复合增速提升至6.56%（比基础情景提升1.56pct），如果十五五期间风电、光伏平均每年仍新增约120、180GW。
- 在这种情景下，十五五期间需要平均每年新增104GW煤电（煤电年新增装机提升53%）保证系统备用率不下滑，对于煤电设备需求或有较大拉动作用。同时由于风、光、核、水等电源新增的发电量小于每年新增用电量，因此我们预计煤电发电量呈上升趋势，或将无法完成碳达峰目标。
- 如果要到2030年如期完成碳达峰，则十五五年均风电、光伏装机量需上调至约170、244GW。同时为了满足上调后新能源的消纳能力，储能、电网也或将同步加大投资。

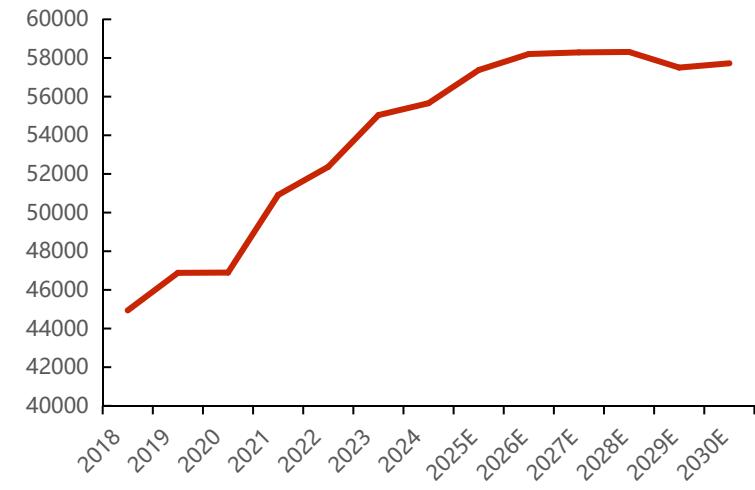
图表56：AIDC乐观情景下系统备用率和煤电利用小时数测算



图表57：AIDC乐观情景下煤电发电量测算  
(亿千瓦时, 维持新能源装机不变)



图表58：AIDC乐观情景下煤电发电量测算  
(亿千瓦时, 考虑碳达峰)



## 5.8 用电需求是电网建设核心驱动力

- 近年来电网最大行情来自于双碳政策。2020年底双碳战略提出后，电源装机预期上调，电网作为消纳核心环节空间也上调，作为新能源后周期板块开始表现。原因归根结底在于**电网需求本质由电源、用户两侧拉动**。当前国内电网两侧同时面临压力：  
(1) 用电侧：电力需求增长预期低，用电侧投资力度承压；(2) 发电侧：136号文后市场预期光伏装机下滑，火电投资近两年进入高峰后市场认为电源侧投资开始过剩。
- AI投资拉动用电需求可能扭转国内电力供需格局，带动国内电网需求增长。

图表59：双碳战略行情：电网股价表现滞后于新能源



## 5.9 配网集采降价效果显现 但业绩有望触底反弹

- **2025年初开始国网实行配网集采。**集采本意是提高设备招标管理层级，降低营销费用，提高设备集中度以加强管理。该政策长期来看有利于提升头部企业竞争力，但短期内相关公司业绩均承压。许继、平高、三星等公司2025Q3业绩表现不佳。
- **25Q2/Q3重点公司毛利率出现明显下滑。**其中三星医疗由于业务以电表、配网为主，毛利率下滑较为显著。平高电气由于高压设备交付比例较高，影响较小。
- 展望2026年我们认为配网设备价格有望在年初触底并小幅回升，一旦格局开始发生变化，头部配网公司或将更加受益（利润率触底反弹、订单量有望上升）。

图表60：重点公司2025单季度归母净利润（亿元）

公司名称	25Q1	YOY	25Q2	YOY	25Q3	YOY
国电南瑞	6.8	14.2%	22.7	7.5%	19.0	7.9%
许继电气	2.1	-12.5%	4.3	9.1%	2.7	0.3%
平高电气	3.6	55.9%	3.1	0.9%	3.2	-1.8%
中国西电	2.9	45.1%	3.0	21.8%	3.4	1.8%
三星医疗	4.9	34.3%	7.4	-5.8%	3.0	-55.2%

图表61：重点公司2025单季度毛利率

	25Q1	同比增减 ( pct )	25Q2	同比增减 ( pct )	25Q3	同比增减 ( pct )
国电南瑞	24.2%	(0.48)	27.8%	(3.97)	26.5%	(3.12)
许继电气	23.5%	5.20	23.9%	1.17	24.2%	(0.36)
平高电气	28.7%	3.52	21.6%	(0.81)	25.8%	0.27
中国西电	21.0%	3.17	22.1%	2.29	23.2%	(0.56)
三星医疗	28.9%	(2.30)	29.0%	(8.18)	27.1%	(12.33)

# 主要内容

---

1. 序章：算力投资不断上调，美国电力供需显著不足
2. 发电侧：气电、核电是主力电源，储能、SOFC作为应急手段
3. 电网侧：美国电网投资上调 国内企业迎出口机遇
4. 电源设备：800VDC是演化趋势 SST将是终极解决方案
5. 国内篇：AI有望带动国内电力供需重回紧张周期
6. 投资分析意见及风险提示

- 经过本报告分析，我们回答1.4节提出的问题，并给出相应的投资方向：
- 当前美国电力供需处于较为平衡状态，AI投资大幅上调或将拉动美国电力需求，并造成电力供给紧张。从AIDC的负荷特性出发，**燃机、核电**或是最佳的解决方案，建议关注**海外燃机主机厂供应商**：东方电气、杰瑞股份、应流股份、西子洁能、博盈特焊、飞沃科技等；核燃料原料商建议关注中广核矿业。
- **应急方案**：燃机产能有限、核电建设速度偏慢，如果AI投资继续上调，需要SOFC、储能等手段进行补足。其中储能虽然在提供功率方面不如燃机、核电、SOFC，但随着AIDC功率上升，储能或是解决AIDC电压波动的最佳手段。建议关注：**(1) SOFC**：Bloom Energy（美股）、三环集团、壹石通、密封科技、中鼎股份、顺络电子、振华股份；**(2) 储能**：建议关注阳光电源、阿特斯、海博思创等；
- **电网**：美国以往电网投资以提高可靠性为主，随着负荷增加，电网投资也有望继续增加。建议关注**(1) 有对美出口敞口或投资计划公司**：思源电气、华明装备、金盘科技、神马电力等；**(2) 对非美地区出口设备商**：如果美国AI投资继续上调，可能导致美国电力出现硬缺口（AI投资向其它国家转移）或美国需求吸收全球产能，中国对非美地区出口或将迎来机遇，建议关注：三星医疗、特锐德、特变电工、中国西电等；
- **AIDC电源设备**：固态变压器（SST）由于尺寸小、效率高，有望成为AIDC供电终极解决方案，建议关注具备SST生产能力的国内企业：四方股份、金盘科技、新特电气、伊戈尔等；
- **国内电力投资**：中美科技竞争有望成为未来世界发展的主线，国内AIDC投资有望与美国相当并超出预期，或将对中国电力供需产生深远影响并让中国电力供需重回紧张周期。建议关注：**(1) 国内常规电源设备商**：东方电气、哈尔滨电气、上海电气；**(2) 国内电网设备制造商**：许继电气、国电南瑞、平高电气、中国西电等。

## 6.2 风险提示

- **数据中心项目建设不及预期风险：** 数据中心项目投资规模较大，若数据中心建设不及预期，将影响上游设备需求释放节奏；
- **供应链安全风险：** 算力建设需要芯片等关键设备供应支持，尤其是高端芯片方面目前仍依赖进口，国际政治/经贸或影响供应链安全，影响下游投资节奏；
- **竞争格局恶化风险：** 若因供给端快速扩产导致格局进一步恶化，或影响相关企业利润水平。



# 评级说明和重要声明

## 证券分析师声明

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并注册为证券分析师，本报告表述的所有观点均准确反映了本人对标的证券和发行人的个人看法。本人以勤勉的职业态度，专业审慎的研究方法，使用合法合规的信息，独立、客观的出具此报告，本人所得报酬的任何部分不曾与、不与，也不将会与本报告中的具体投资意见或观点有直接或间接联系。

## 一般声明

华源证券股份有限公司（以下简称“本公司”）具有中国证监会许可的证券投资咨询业务资格。

本报告是机密文件，仅供本公司的客户使用。本公司不会因接收人收到本报告而视其为本公司客户。本报告是基于本公司认为可靠的已公开信息撰写，但本公司不保证该等信息的准确性或完整性。本报告所载的资料、工具、意见及推测等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人作出邀请。该等信息、意见并未考虑到获取本报告人员的具体投资目的、财务状况以及特定需求，在任何时候均不构成对任何人的个人推荐。客户应对本报告中的信息和意见进行独立评估，并应同时考量各自的投资目的、财务状况和特殊需求，必要时就法律、商业、财务、税收等方面咨询专家的意见。对依据或使用本报告所造成的一切后果，本公司及/或其关联人员均不承担任何法律责任。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。

本报告所载的意见、评估及推测仅反映本公司于发布本报告当日的观点和判断，在不同时期，本公司可发出与本报告所载意见、评估及推测不一致的报告。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。除非另行说明，本报告中所引用的关于业绩的数据代表过往表现，过往的业绩表现不应作为日后回报的预示。本公司不承诺也不保证任何预示的回报会得以实现，分析中所做的预测可能是基于相应的假设，任何假设的变化可能会显著影响所预测的回报。本公司不保证本报告所含信息保持在最新状态。本公司对本报告所含信息可在不发出通知的情形下做出修改，投资者应当自行关注相应的更新或修改。

本报告的版权归本公司所有，属于非公开资料。本公司对本报告保留一切权利。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修改、复制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。如征得本公司许可进行引用、刊发的，需在允许的范围内使用，并注明出处为“华源证券研究所”，且不得对本报告进行任何有悖原意的引用、删节和修改。本公司保留追究相关责任的权利。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。

本公司销售人员、交易人员以及其他专业人员可能会依据不同的假设和标准，采用不同的分析方法而口头或书面发表与本报告意见及建议不一致的市场评论或交易观点，本公司没有就此意见及建议向报告所有接收者进行更新的义务。本公司的资产管理部门、自营部门以及其他投资业务部门可能独立做出与本报告中的意见或建议不一致的投资决策。



# 评级说明和重要声明

## 信息披露声明

在法律许可的情况下，本公司可能会持有本报告中提及公司所发行的证券并进行交易，也可能为这些公司提供或争取提供投资银行、财务顾问和金融产品等各种金融服务。本公司将会在知晓范围内依法合规的履行信息披露义务。因此，投资者应当考虑到本公司及/或其相关人员可能存在影响本报告观点客观性的潜在利益冲突，投资者请勿将本报告视为投资或其他决定的唯一参考依据。

## 投资评级说明

**证券的投资评级：**以报告日后的6个月内，证券相对于同期市场基准指数的涨跌幅为标准，定义如下：

买入：相对同期市场基准指数涨跌幅在20%以上；

增持：相对同期市场基准指数涨跌幅在5%~20%之间；

中性：相对同期市场基准指数涨跌幅在-5%~+5%之间；

减持：相对同期市场基准指数涨跌幅低于-5%及以下。

无：由于我们无法获取必要的资料，或者公司面临无法预见结果的重大不确定性事件，或者其他原因，致使我们无法给出明确的投资评级。

**行业的投资评级：**以报告日后的6个月内，行业股票指数相对于同期市场基准指数的涨跌幅为标准，定义如下：

看好：行业股票指数超越同期市场基准指数；

中性：行业股票指数与同期市场基准指数基本持平；

看淡：行业股票指数弱于同期市场基准指数。

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。

**本报告采用的基准指数：**A股市场基准为沪深300指数，香港市场基准为恒生中国企业指数(HSCEI)，美国市场基准为标普500指数或者纳斯达克指数。



華源証券

HUAYUAN SECURITIES