



能源专题研究

数据专题深度研究

证券研究报告

国金证券研究所

分析师：刘道明（执业 S1130520020004） 联系人：钱家洛

liudaoming@gjzq.com.cn

qianjialuo@gjzq.com.cn

气电核电双擎驱动，破解数据中心供电瓶颈

数据中心催生对稳定电力的需求

云计算、AI 等技术发展带动全球数据中心规模迅速扩大，催生用电需求。根据我们的测算，到 2035 年，谨慎、中性、乐观情形下全球数据中心耗电量将增至 1544.38/2321.05/3911.11TWh，与 2023 年的 414TWh 相比 CAGR 分别为 11.60%/15.45%/20.58%。

数据中心自备电力或将逐渐成为主流。数据中心的“清洁化”和“大型化”要求更多地自备电站，同时数据中心选址存在“聚集效应”，可将电力需求有效转化为装机需求。由于单个数据中心的规模扩大，功耗超过 100MW 的数据中心变得常见，由电网供电将对电网产生过大负担，尤其是在数据中心聚集的地区，因此自备电力或将逐渐成为主流。国际数据中心巨头均有宏大的减排目标，“清洁化”趋势要求数据中心减少对电网中混合电力的购买，更多地自备清洁电力。由于数据中心建设常常聚集在某些区域，数据中心的扩张导致这些区域的电力逐渐吃紧，因此新的数据中心用电需求有望有效转化为装机需求。

稳定电力是数据中心供电的基石，首推气电和核电。我们通过模拟验证了稳定电力在数据中心供电中的重要性，若只通过光伏为数据中心供电，扩大配套新能源电站额定功率的效果较差，即使配备的光伏电站额定功率达到数据中心功耗的 4 倍，也会因储能规模不足而不得不在夜间从电网购电。配备一定规模的稳定电力后，数据中心可迅速摆脱对电网的依赖，这是单独依靠光伏和常规储能难以实现的，气电和核电的发电稳定、选址灵活特性使其适合为数据中心供电。

气电成为破解数据中心供电瓶颈的关键

数据中心对电网的冲击需要用气电化解。气电在数据中心供电领域的最大优势在于建设周期短和供电稳定，近年美国新投产的大功率气电站大多可在 3 年内投产，供电在部分市场已成为迫在眉睫的问题，需要先对碳排放问题妥协，使用气电缓解压力，长期来看需要通过 CCUS 来减少气电排放。

PPA 或将提高气电为数据中心供电比例。未来新数据中心签订 PPA 的比例或将达到较高水平，同时 PPA 中气电的比例也有望提高。在我们的中性假设下，2035 年，全球数据中心对气电的需求分别为 812.94TWh，占 2023 年气电总发电量的 12.43%；对天然气的需求分别为 5.59 亿立方米/天，占 2023 年天然气总需求的 4.88%；若为数据中心建设的气电站均为基荷电站，以 65% 的容量因子计算，对气电新装机规模的需求分别为 15.74GW，占 2023 年气电新装机规模的 27.96%。

数据中心清洁化发展助力核电复兴

核电是已大规模应用的稳定清洁电力。随着数据中心“清洁化”趋势延续，核电作为为数不多的清洁稳定供电方案将越发受到重视。核电发展中的主要阻碍在于政策、公众接受度和建设中面临的风险，目前欧美政策对核电尤其是 SMR（小型模块化反应堆）转向支持，公众对核电接受度回升，SMR 的小型化也有助于控制建设中的延误和成本超支风险，减少投资者的担忧。

核电或将在 2030 年后为数据中心提供更多电力。核电支持数据中心有两种模式，分别是重启已停运的核电站和建设新核电站。2023-2024 年海外数据中心公司公布了较多与核电的合作协议，合作模式聚焦于 SMR 建设。目前全球仅少量 SMR 已投产，大多还处于在建或规划阶段，预计 2030 年后可看到更大规模的商业化。

风险提示

算力需求不及预期的风险；数据中心单位功耗下降的风险；政策变化的风险；核电技术发展不及预期的风险。

并购家 免费行业报告网

IPOIPO.CN 每日更新 不用注册会员 无广告 永久免费



内容目录

数据中心新趋势催生对稳定清洁电力需求.....	5
“若要来，请自备电力”.....	5
全球数据中心用电量或将保持高速增长.....	8
数据中心需要稳定清洁电力.....	9
稳定电力是数据中心供电的基石.....	10
气电、核电可匹配数据中心需求.....	15
清洁化推动气电+CCUS 及核电需求	16
较低的土地占用为气电和核电提供了更灵活的选址.....	17
兼顾清洁和稳定需要付出更高的成本.....	18
近火要用近水救——气电可快速缓解数据中心电力紧张.....	20
数据中心带动气电和天然气需求.....	22
气电+CCUS 以满足清洁化需求	22
数据中心电力清洁化推动核电复兴.....	25
SMR 或将得到长足的发展.....	25
SMR 可降低投资者面临的风险.....	26
政策支持 SMR 发展	27
核电公众接受度提高.....	31
SMR 普遍还处于计划和设计阶段.....	32
核电产业链拆解.....	34
风险提示.....	35

图表目录

图表 1: 全球数据中心分布存在聚集效应.....	5
图表 2: 以美国弗吉尼亚州为例，数据中心集中在该州北部，对局部电网造成很大压力.....	6
图表 3: 以美国弗吉尼亚州为例，该州更多地区将面临数据中心的压力.....	6
图表 4: JLARC 预测弗吉尼亚州电力需求将因数据中心而飙升	6
图表 5: 2018-2023 年全球运营中数据中心 IT 功耗 CAGR 为 16.69%.....	7
图表 6: 2023 年末全球在建数据中心 IT 功耗达到 37.59GW	7
图表 7: 2023 年末全球早期阶段数据中心 IT 功耗达到 28.02GW	7
图表 8: 预计 2018-2023 年全球已运营数据中心 IT 功耗 CAGR 为 16.72%.....	7
图表 9: 部分主要数据中心市场概况.....	7



图表 10:	使用历史用电量测算, 中性情形 2035 年数据中心用电量将达到 2321.05TWh	9
图表 11:	使用英伟达 GPU 测算, 中性情形 2035 年数据中心 AI 训练&推理用电量将达到 2428.06TWh.....	9
图表 12:	头部数据中心公司均有减排目标.....	9
图表 13:	数据中心小时级别电力供应框架.....	10
图表 14:	为 50MW 功耗数据中心配备的电站规模假设.....	11
图表 15:	100MW 光伏电站全年小时级别发电量模拟	11
图表 16:	50MW 光伏小时级别供电占比热力图.....	11
图表 17:	50MW 光伏+20MW 稳定电力+2 小时储能小时级别供电占比热力图	11
图表 18:	50MW 光伏+30MW 稳定电力+4 小时储能小时级别供电占比热力图	12
图表 19:	50MW 光伏+40MW 稳定电力+4 小时储能小时级别供电占比热力图	12
图表 20:	100MW 光伏小时级别供电占比热力图	12
图表 21:	100MW 光伏+4 小时储能小时级别供电占比热力图.....	12
图表 22:	100MW 光伏+20MW 稳定电力+2 小时储能小时级别供电占比热力图	13
图表 23:	100MW 光伏+40MW 稳定电力+4 小时储能小时级别供电占比热力图	13
图表 24:	200MW 光伏小时级别供电占比热力图	13
图表 25:	200MW 光伏+2 小时储能小时级别供电占比热力图.....	13
图表 26:	200MW 光伏+4 小时储能小时级别供电占比热力图.....	14
图表 27:	200MW 光伏+20MW 稳定电力+2 小时储能小时级别供电占比热力图	14
图表 28:	100MW 光伏+100 小时储能小时级别供电占比热力图	14
图表 29:	200MW 光伏+100 小时储能小时级别供电占比热力图	14
图表 30:	不同模拟情景下, 电站为数据中心全年供电量占比.....	15
图表 31:	不同模拟情景下, 数据中心一年内需要从电网购电的小时数.....	15
图表 32:	核电和气电发电稳定.....	16
图表 33:	在稳定电力中, 气电和核电具备较多优势.....	16
图表 34:	核电在全生命周期内排放量极低.....	17
图表 35:	气电和核电土地使用效率较高.....	18
图表 36:	气电 LCOE 较低, 核电 LCOE 较高.....	18
图表 37:	各类清洁稳定电力的单位成本处在同一级别.....	19
图表 38:	加入清洁稳定电力可降低整个电力系统的成本.....	19
图表 39:	电力系统成本测算中的假设.....	19
图表 40:	2024 年公布了较多数据中心与气电的合作.....	20
图表 41:	新气电项目的建设周期大多在 3 年以内.....	21
图表 42:	预计弗吉尼亚州气电装机需求将飙升.....	21
图表 43:	预计弗吉尼亚州气电发电需求将飙升.....	21
图表 44:	数据中心对气电的需求有望快速增长.....	22



图表 45: 数据中心带动天然气需求.....	22
图表 46: 数据中心刺激气电装机.....	22
图表 47: 与一年前相比, 美国规划的气电新装机规模增长.....	22
图表 48: 涉及电力行业的 CCUS 项目较多	23
图表 49: 各地区政策支持 CCUS.....	23
图表 50: 气电产业链概况.....	24
图表 51: CCUS 产业链概况.....	24
图表 52: 数据中心公司积极考虑通过核电供电.....	25
图表 53: 部分核电项目建设严重延误, 打击了核电投资者的信心.....	27
图表 54: 反应堆建设周期中位数为 6.3 年, 部分项目存在严重延期.....	27
图表 55: 欧洲支持 SMR 发展	27
图表 56: 美国支持 SMR 发展	28
图表 57: 部分州限制核电.....	29
图表 58: 部分州重新对核电开放或考虑 SMR.....	30
图表 59: 美国公众对核电支持率上升.....	31
图表 60: 共和党人对核电支持率更高.....	31
图表 61: 核电站周边居民对核电站的好感度创下新高.....	31
图表 62: 大多核电站周边居民接受核电站扩建, 尤其是新建 SMR.....	31
图表 63: 2022 年欧洲公众对核电支持率较 2021 年上升	32
图表 64: SMR 普遍还处于计划和设计阶段.....	32
图表 65: 核电产业链概况.....	34
图表 66: SMR 常见反应堆类型.....	35



数据中心新趋势催生对稳定清洁电力需求

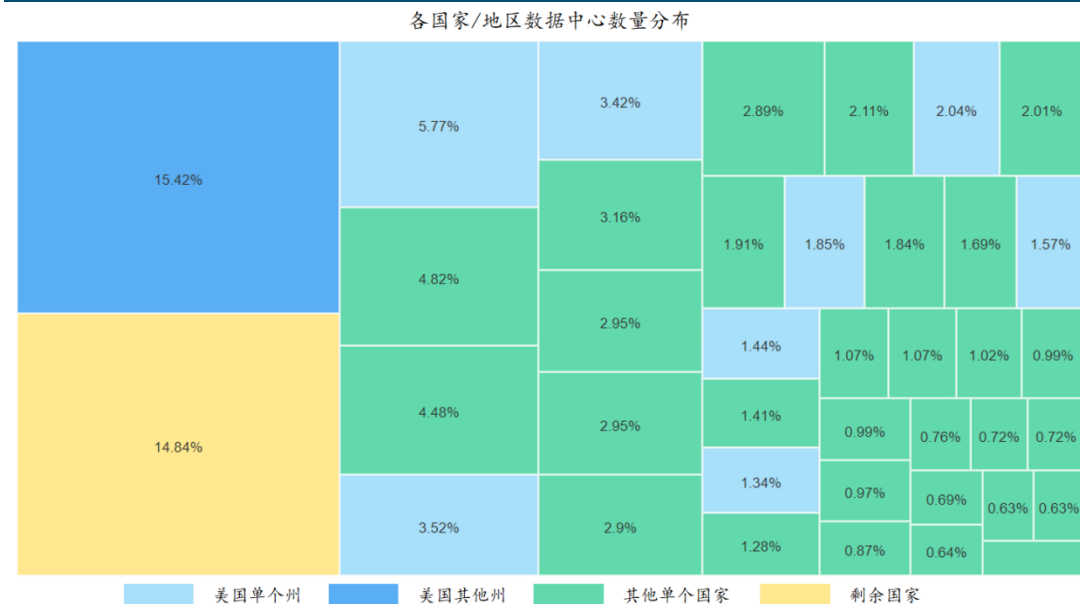
数据中心“清洁化”和“大型化”催生稳定电力需求。在对电力需求方面，数据中心最主要的两个变化趋势为“清洁化”和“大型化”，这两种变化趋势均要求数据中心提前规划配套电站，尤其是采购稳定电力。数据中心的“大型化”对电网供电的压力倍增，需要数据中心自备电站以缓解这种压力，这种需求不涉及电力的清洁化，核心只在于“自备电站”；“清洁化”需求目前主要来自于国际数据中心巨头，要求数据中心进一步减少对电网中混合电力的采购，通过自备更多清洁电力以满足需求，核心在于“自备清洁电站”。数据中心的聚集效应导致局部地区负荷过高，从而促进用电需求向装机需求的有效转化。

“若要来，请自备电力”

数据中心的规模正在迅速扩大。AI 模型的训练和推理、云计算、数据分析等需要消耗大量计算资源，催生了对数据中心井喷式的需求，不论是单个数据中心的规模还是全球数据中心整体规模，均将迅速扩大。在过去，一个功耗不到 50MW 的数据中心被认为是大型数据中心，而现在超过 100MW 的数据中心已变得常见。以目前常见的单个数据中心 10 万卡集群和单卡功率 1.2kW 计算，一个 AI 数据中心的功耗就可以达到 120MW，部分未来的数据中心园区的功耗甚至可能会超过 1GW。

大型数据中心自备电力将是大势所趋。大功耗的数据中心接入电网将造成极大的负担，这种负担体现在两方面：1）整个电网的发电能力开始承压；2）数据中心选址存在聚集效应，导致局部区域电力负荷过高。因此新建数据中心需要与电站合作，提前规划单独供电。例如，美国德克萨斯州公用事业委员会已向科技公司表示，若希望尽快接入电网，那么他们需要自备一些电力。美国弗吉尼亚州聚集了大量数据中心，据弗吉尼亚州联合立法审计和审查委员会估算，若没有限制，数据中心将导致该地区 2040 年电力装机规模较 2025 年增长超过 30000MW，接近目前装机量存量，建设足够的发电和输电设施将非常困难。在“大型化”趋势下，自然需要整个电网以更快的速度扩大装机规模，数据中心自备电站也越来越有必要性，尤其是在数据中心聚集的地区。

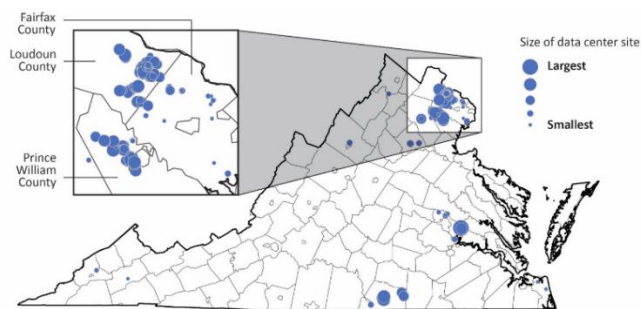
图表1：全球数据中心分布存在聚集效应



来源：datacentermap，国金数字未来实验室，国金证券研究所

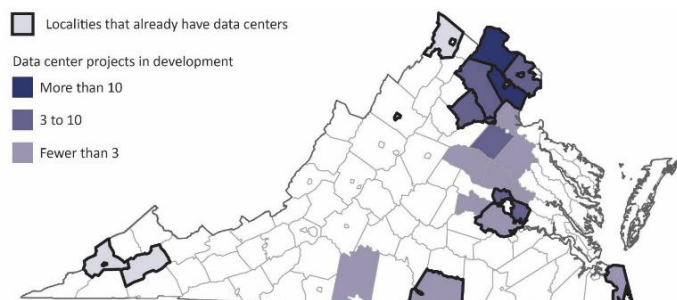


图表2: 以美国弗吉尼亚州为例, 数据中心集中在该州北部, 对局部电网造成很大压力



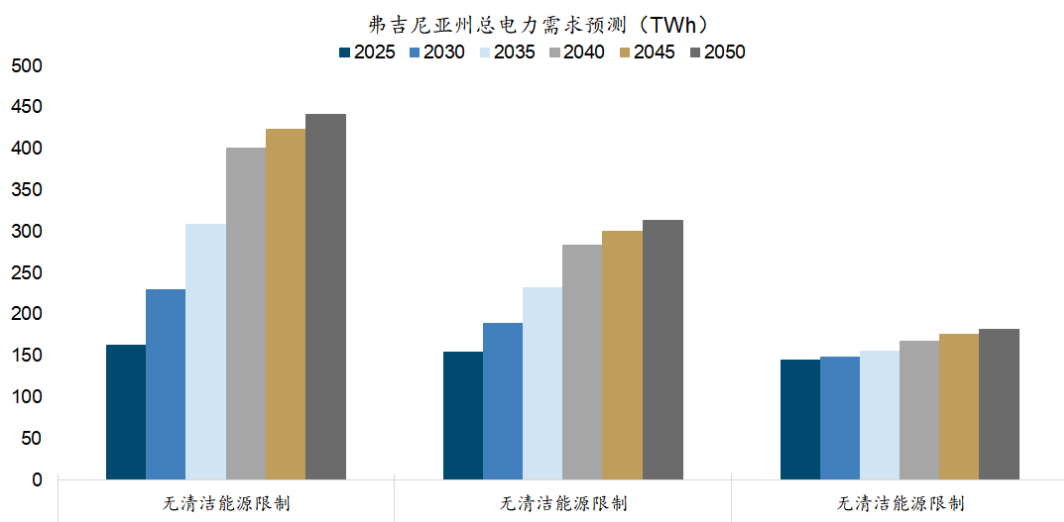
来源: JLARC, 国金证券研究所

图表3: 以美国弗吉尼亚州为例, 该州更多地区将面临数据中心的压力



来源: JLARC, 国金证券研究所

图表4: JLARC 预测弗吉尼亚州电力需求将因数据中心而飙升

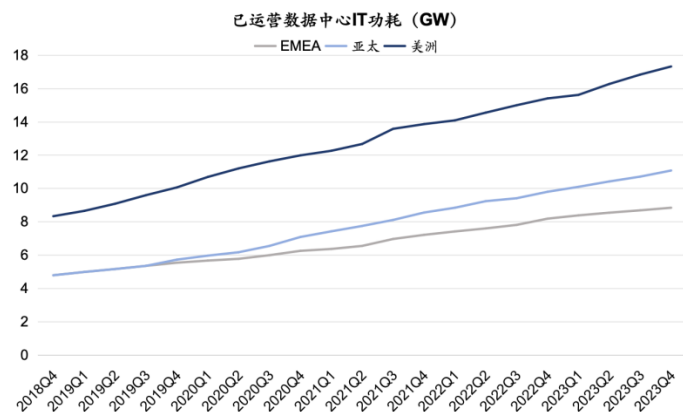


来源: JLARC, 国金证券研究所

美洲和亚太地区数据中心规模增速更快。据 DCByte 统计, 2018-2023 年, 全球数据中心 IT 功耗从 17.32GW 提升至 37.48GW, CAGR 为 16.69%; 2023 年末, 美洲、亚太和 EMEA (欧洲、中东和非洲) 已运营数据中心的 IT 功耗分别为 17.45、11.18、8.85GW, 5 年 CAGR 分别为 16.42%、19.54%和 14.08%; EMEA 和亚太在建项目较多, 2023 年末美洲、亚太和 EMEA 在建项目 IT 功耗分别为 9.51、12.69、15.39GW, 早期阶段项目 IT 功耗分别为 11.22、10.61、6.19GW, 全球已规划项目的 IT 功耗共计 65.61GW。据 DCByte 预计, 到 2028 年, 美洲、亚太、EMEA 和全球运营数据中心的 IT 功耗分别可达 37.70、26.70、16.79 和 81.19GW, 5 年 CAGR 分别为 16.66%、19.02%、13.66%和 16.72%。

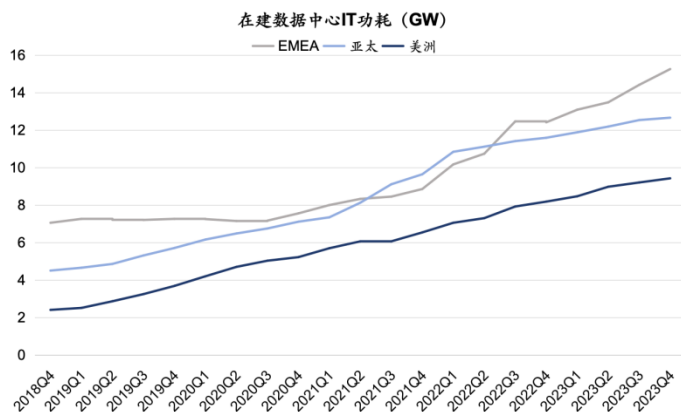


图表5: 2018-2023 年全球运营中数据中心 IT 功耗 CAGR 为 16.69%



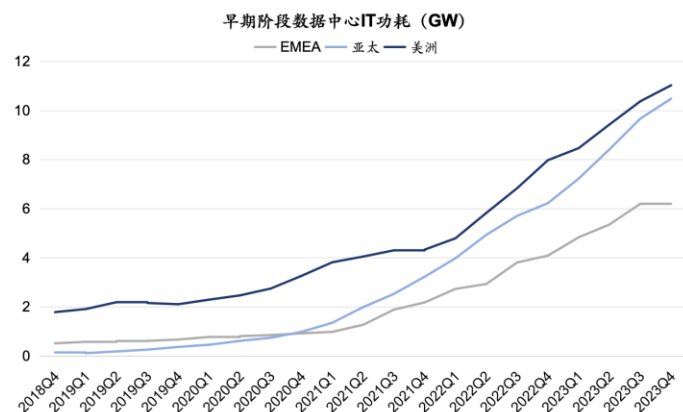
来源: DCByte, 国金证券研究所

图表6: 2023 年末全球在建数据中心 IT 功耗达到 37.59GW



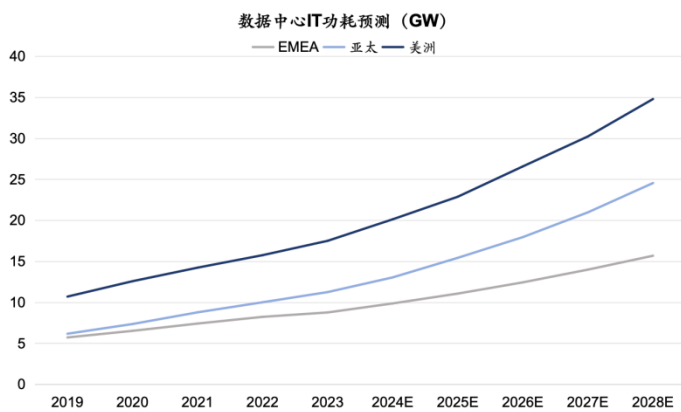
来源: DCByte, 国金证券研究所

图表7: 2023 年末全球早期阶段数据中心 IT 功耗达到 28.02GW



来源: DCByte, 国金证券研究所

图表8: 预计 2018-2023 年全球已运营数据中心 IT 功耗 CAGR 为 16.72%



来源: DCByte, 国金证券研究所

图表9: 部分主要数据中心市场概况

地区	概况	2023 年已投产 (IT MW)	2023 年规划/在建 (IT MW)	2023 年早期阶段 (IT MW)
美国-弗吉尼亚州	1、弗吉尼亚州是全球最大数据中心市场。			
	2、2022 年,当地主要电力公司 Dominion Energy 宣布将无法足市场上的电力需求。预计在新建电力基础设施期间,电力交付将延迟到 2025 年或 2026 年。			
	3、弗吉尼亚州的空置率低至不足 1%。	4248	4430	2094
美国-新奥尔巴尼	1、与相邻地区相比,新奥尔巴尼提供了更有性价比的土地和电力供应。	319	430	371
	2、新奥尔巴尼的空置率低至 2.7%。			
美国-盐湖城	1、由于相对便宜的电力价格、更低的税	229	242	166



地区	概况	2023 年已投产 (IT MW)	2023 年规划/在建 (IT MW)	2023 年早期阶段 (IT MW)
	收、强大的基础设施, 犹他州几乎所有活动仍然集中在盐湖城。 2、其气候和地理位置也适合建设数据中心。			
日本-东京	1、亚洲最成熟的数据中心市场之一。 2、由于电力限制, 数据中心建设越来越困难	1124	1434	755
印度-孟买	1、通过《马哈拉施特拉邦新信息技术和信息技术服务政策 - 2023》吸引数据中心建设。 2、许多国际数据中心公司一直在关注并且持续进入孟买市场。	311	963	1390
马来西亚-柔佛州	1、受益于新加坡数据中心禁令。 2、马来西亚当局一直非常支持数据中心的发展, 并积极将自己定位为即将崛起的区域枢纽。 3、为了简化电力审批, 当局还在 2023 年启动了绿色通道计划, 将为数据中心供电所需的时间缩短至最短 12 个月。	182	585	811
英国-伦敦	1、欧洲最成熟的数据中心市场之一。 2、由于土地和店里限制, 伦敦新数据中心建设正在向新的地区拓展	1178	1041	1226
西班牙-马德里	1、马德里是欧洲蓬勃发展的数据中心市场, 国际公司对其兴趣增加。 2、马德里土地价格在欧洲相对较低。 3、由于城市电力限制, 马德里的数据中心建设也正在移向郊区。	194	367	153
德国-柏林	1、柏林土地相对于慕尼黑和法兰克福价格更低, 数据中心在法兰克福受到电力和土地限制后柏林市场快速发展。 2、柏林面临电网升级所需的资金不足问题。	147	247	208

来源: DCByte, 国金证券研究所

全球数据中心用电量或将保持高速增长

1) 使用数据中心历史用电量测算:

AI 发展和数字化推动数据中心计算规模激增, 尽管历史上能源效率不断提高, 但未来效率提高的潜力正在下降, 随着数据中心的规模和复杂性提升, 冷却系统、电力分配系统和服务器基础设施的效率改善可能难以跟上步伐。据 GECF 统计, 2023 年全球数据中心用电量为 414TWh, 3 年 CAGR 约为 19%。假设人工智能稳步增长, 数据中心容量适度增加, 能源效率提升抵消部分增加的电力需求。在谨慎、中性和乐观假设下, 2035 年, 数据中心用电量将分别达到 1544.38/2321.05/3911.11TWh, 占 2023 年全球用电量的比例分别为 5.17%/7.77%/13.10%。

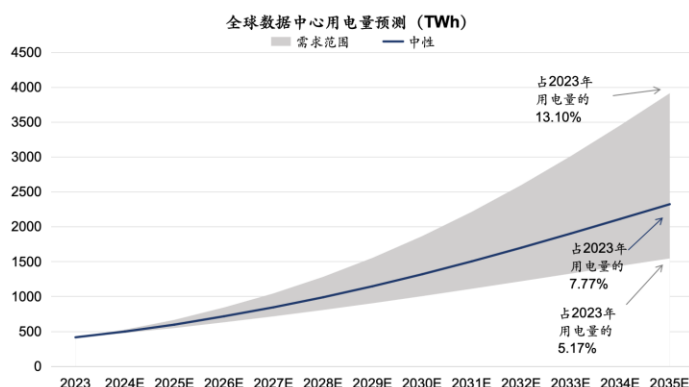
2) 通过英伟达 GPU 销量和功耗测算:



由于 GPU 产能受 CoWoS 产能影响，我们按照台积电 CoWoS 产能上限来预测。目前台积电 CoWoS 扩产计划一直在持续，我们推测 2025 年平均月产能约为 55K 左右，全年 660K CoWoS 产能，其中英伟达占据了约 60%，约 420K 的 CoWoS 产能，英伟达 2025 年 B200 系列将获得约 320K 产能，H100 将获得约 60K 产能，B300A 将获得约 40K 产能。综合来看，采用英伟达加速卡的数据中心服务器容量将达到 6886MW。PUE (Power Usage Effectiveness) 是衡量数据中心整体能效表现的关键指标之一，通常由数据中心总耗电量除以 IT 设备耗电量（即服务器耗电量）得出。在传统风冷数据中心中，这一比例通常达到 1.5。而在现代液冷数据中心中，这一比例通常为 1.05-1.2 之间。我们为采用英伟达卡的数据中心选择 PUE 为 1.2，最终得到 8263.2MW 的容量。同理，我们对自研加速卡厂商采用同样的方法测算，最终得出采用自研芯片的数据中心容量可达 4382.88MW，英伟达+自研芯片容量合计达到 12646.08MW，一年的耗电量将达到约 111TWh。

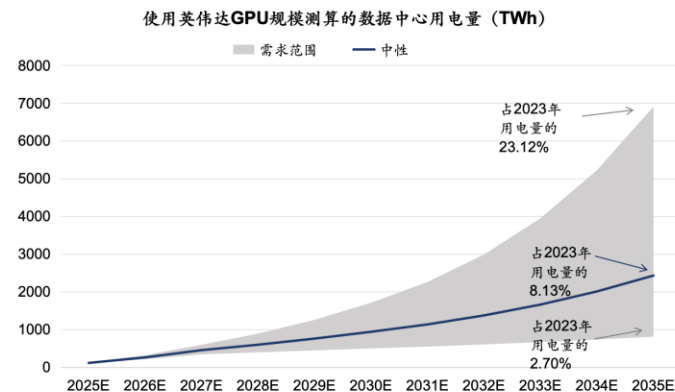
考虑到训练 1T 参数级别的模型、视屏模型等高算力需求的模型依然需要大的算力集群去训练，同时多模态模型推理需求的大幅提升也对算力提出了要求，我们认为相当长的一段时间内计算卡将继续保持高增速。在 GPU 更新换代时，通常厂商会提高额定功率以提升芯片性能，我们同时也会预计加速卡功耗也将不断提升。但一般计算卡在训练 1-3 年后就将损坏，我们将累计三年耗电量作为数据中心累计耗电量。在我们谨慎、中性、乐观估计下，2035 年全球数据中心 AI 训练&推理对电力的需求将达到 807/2428/6905TWh。

图表10：使用历史用电量测算，中性情形 2035 年数据中心用电量将达到 2321.05TWh



来源：IEA, GECF, 国金证券研究所

图表11：使用英伟达 GPU 测算，中性情形 2035 年数据中心 AI 训练&推理用电量将达到 2428.06TWh



来源：NVIDIA, Google, AMD, Tom's Hardware, TREND FORCE, 国金证券研究所

数据中心需要稳定清洁电力

国际数据中心巨头均有宏大的减排目标。多数数据中心公司的目标是在未来实现电力消耗与可再生能源电力 100%匹配，100%匹配是指公司全年消耗的可再生能源总量达到与耗电量相同的规模，其中消耗的可再生能源包括公司自有可再生能源发电量、直接采购的可再生能源电力、购买绿证等，这要求数据中心公司扩大对可再生能源电力的采购。

下一步目标为“全天候无碳能源”。谷歌早在 2017 年就达成了“100%匹配”目标，其最新目标为到 2030 年，每个地区均运行“全天候无碳能源”，这是比 100%匹配更进一步的目标，意味着在计算可再生能源供电占比时将剔除绿证的贡献，实现真正意义上的 100%由可再生能源供电，微软也已经提出了类似的目标。按照 100%匹配的要求，采购的电力不足时可以向电网购电，事后购买绿证弥补电网混合电力中的化石燃料电力即可，但要实现“全天候无碳能源”，需要扩大清洁电力的 PPA 签订规模，减少从电网购电，尤其是在电网中清洁电力占比较低的地区。与“大型化”趋势相比，“清洁化”趋势不仅要求数据中心自备电站，还对发电的清洁性提出了要求。

图表12：头部数据中心公司均有减排目标

公司	当前目标	已达成的目标
谷歌	到 2030 年，每个地区均运行全天候无碳能源	2017 年已达成 100%可再生能源匹配



公司	当前目标	已达成的目标
亚马逊		2023 年已达成 100%可再生能源匹配
微软	到 2025 年，实现电力消耗与可再生能源电力 100%匹配，到 2030 年，时间上也要 100%匹配	
META	保持电力消耗与可再生能源电力 100%匹配	
Equinix	2030 年实现电力消耗与可再生能源电力 100%匹配	
Digital Realty	未来实现电力消耗与可再生能源电力 100%匹配	
QTS	继续提高整个公司的比例	运营的数据中心已实现电力消耗与可再生能源电力 100%匹配

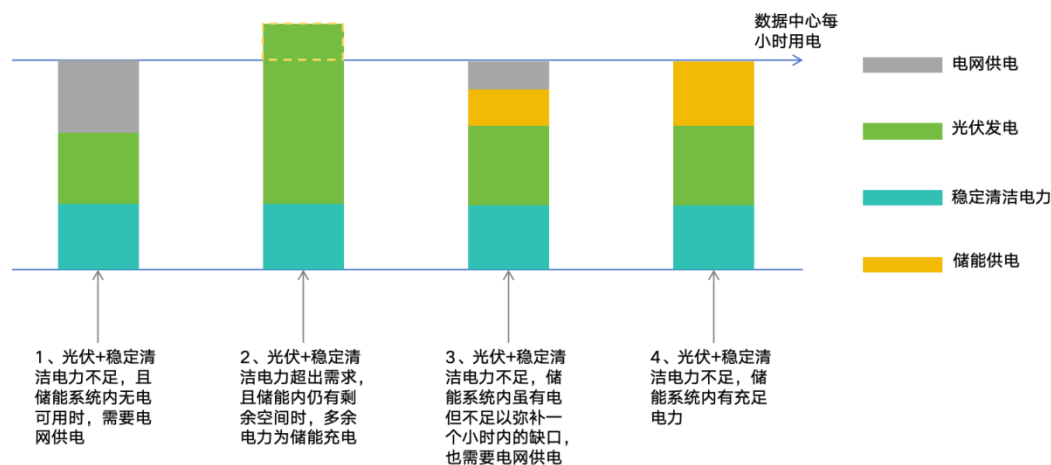
来源：Google, Amazon, Microsoft, Meta, Equinix, Digital Realty, QTS, 国金证券研究所

稳定电力是数据中心供电的基石

数据中心供电有多种选项。数据中心可采用的供电方式包括电网购电、电网购电+PPA、PPA, 自备的发电方式有多种方案可选择, 例如 1) 可再生能源+储能(未来将发展至 LDES); 2) 火电; 3) 核电; 4) 其他清洁稳定电力(如地热、氢能等); 5) 多种发电方式混合。

我们验证了稳定电力在数据中心供电中的重要性。不同发电方式按稳定性可分为稳定电力和不稳定电力，稳定电力包括火电、核电、地热等，不稳定电力包括风电、光伏等。为了验证稳定能源在降低对电网依赖过程中的重要性，我们模拟了不同功率光伏电站、储能规模 and 不同功率稳定电力下，电站在 366*24 小时内对数据中心的小时级别供电量。我们假设数据中心的功耗为 50MW，配备了不同规模的光伏、储能和稳定电力。假设当电站发电量足够数据中心使用时，多余电量将进入储能系统进行储存，直至储满为止；当电站发电量不足时数据中心仍需从电网购电；除了一些针对光伏电站的假设外还进行了一些简化的假设，假设数据中心功耗稳定在 50MW（更符合 AI 模型训练数据中心的情况），稳定电力功率稳定在额定功率，常规储能系统没有能量损耗，LDES 的能量损耗为 70%。我们统计了模拟的电力系统对数据中心的全年供电占比以及数据中心全年需要从电网采购电力的小时数。该模拟结果中的光伏容量系数为 28.71%。

图表13：数据中心小时级别电力供应框架



来源：国金数字未来实验室，国金证券研究所

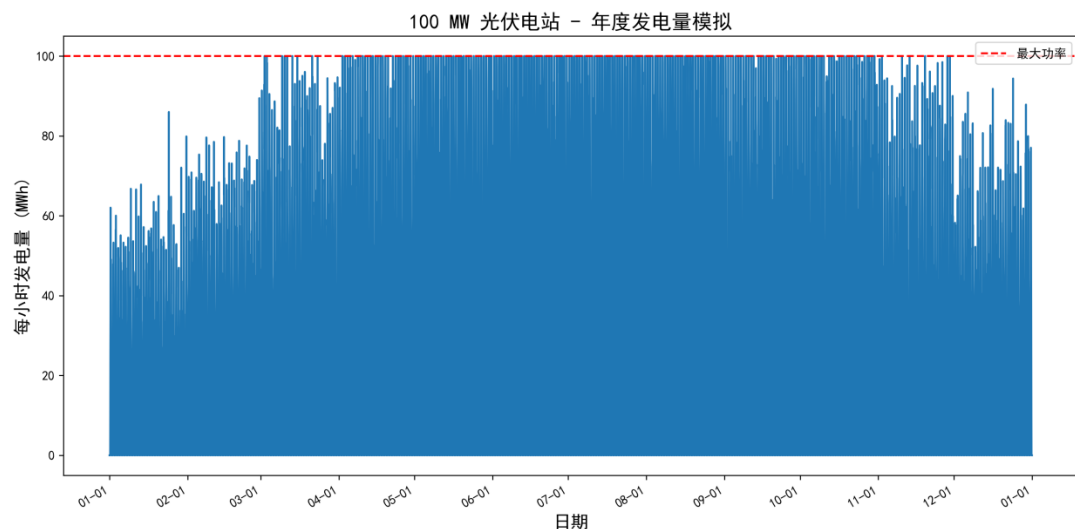


图表14: 为 50MW 功耗数据中心配备的电站规模假设

项目	假设情形
数据中心	50MW
光伏电站	50、100、200MW
储能	无、2 小时、4 小时、100 小时 (LDES)
稳定电力	无、20MW、30MW、40MW、50MW

来源: 国金数字未来实验室, 国金证券研究所

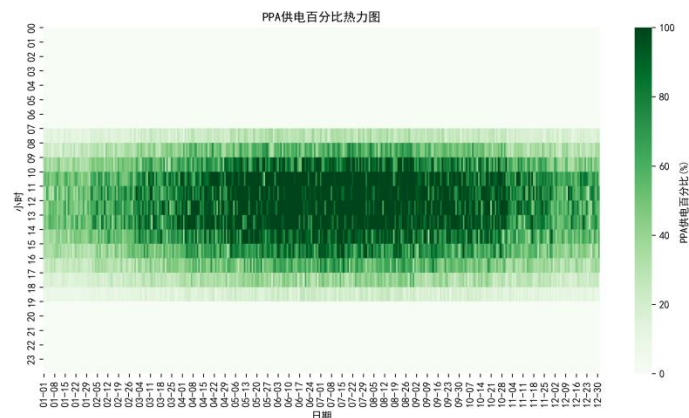
图表15: 100MW 光伏电站全年小时级别发电量模拟



来源: 国金数字未来实验室, 国金证券研究所

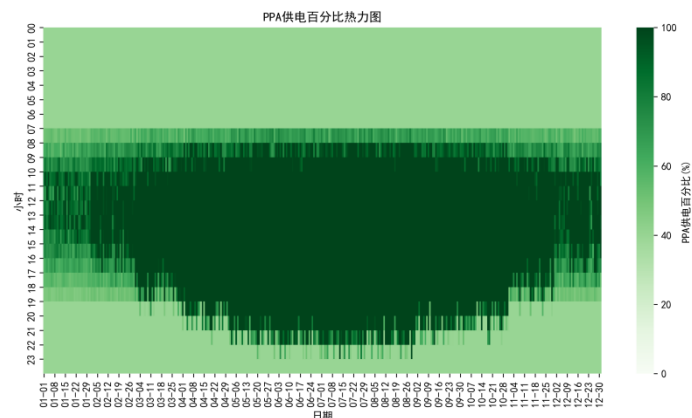
1) 50MW 功耗的数据中心配备 50MW 光伏: 光伏电站功率与数据中心功耗相同时, 需要配备较多稳定电力才能满足需求。□若只配备 50MW 额定功率的光伏电站, 该电站一年内只能为数据中心提供 28.71% 的电力; □为其配备一个 2 小时的储能以及 20MW 的稳定电力, 则可将全年供电占比提升至 68.71%; □配备 4 小时储能和 30MW 稳定电力后可将供电占比提升至 88.53%; □进一步将稳定电力扩大至 40MW 后全年供电占比可达到 99.66%, 我们假设初期储能设备内未存储电力, 因此在年初冬季该电站的供电略有不足。

图表16: 50MW 光伏小时级别供电占比热力图



来源: 国金数字未来实验室, 国金证券研究所

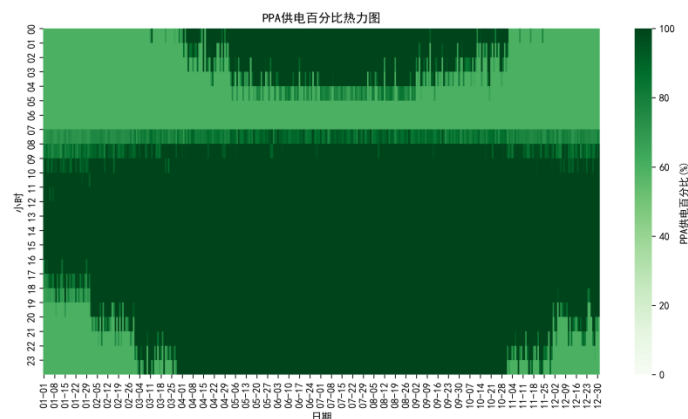
图表17: 50MW 光伏+20MW 稳定电力+2 小时储能小时级别供电占比热力图



来源: 国金数字未来实验室, 国金证券研究所

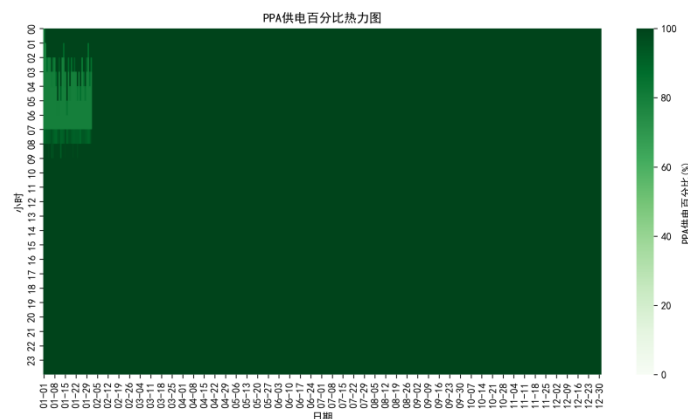


图表18: 50MW 光伏+30MW 稳定电力+4 小时储能小时级别供电占比热力图



来源: 国金数字未来实验室, 国金证券研究所

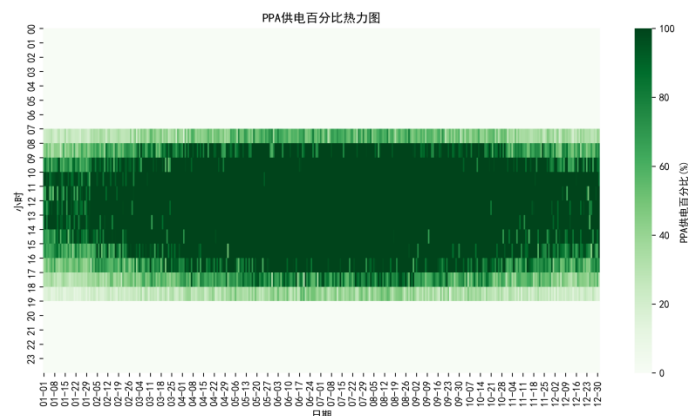
图表19: 50MW 光伏+40MW 稳定电力+4 小时储能小时级别供电占比热力图



来源: 国金数字未来实验室, 国金证券研究所

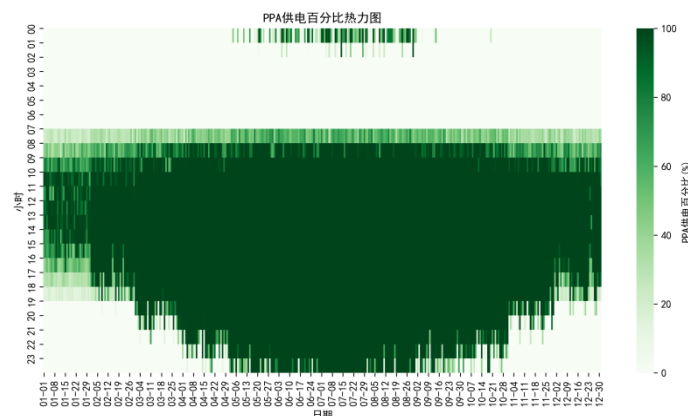
2) 50MW 功耗的数据中心配备 100MW 光伏: 光伏电站功率是数据中心功耗的 2 倍时, 依然需要配备较多稳定电力才能满足需求。□若只配备 100MW 额定功率的光伏电站, 该电站一年内只能为数据中心提供 40.83% 的电力; □为其配备一个 2 小时的储能系统, 则可将全年供电占比提升至 53.39%; □配备 4 小时储能后可将供电占比提升至 57.42%。虽然光伏额定功率为数据中心的 2 倍, 但在没有配备稳定电力的情况下, 常规储能设备的作用有限。□为光伏电站配备 2 小时的储能后, 再配备 20MW 稳定电力, 可迅速将供电占比提升至 83.27%, □配备 40MW 稳定电力可实现电力供应全覆盖; □而为其配备 4 小时储能后, 20MW 的稳定电力可把全年供电占比提升至 93.12%, □30MW 的稳定电力基本可实现全覆盖。

图表20: 100MW 光伏小时级别供电占比热力图



来源: 国金数字未来实验室, 国金证券研究所

图表21: 100MW 光伏+4 小时储能小时级别供电占比热力图

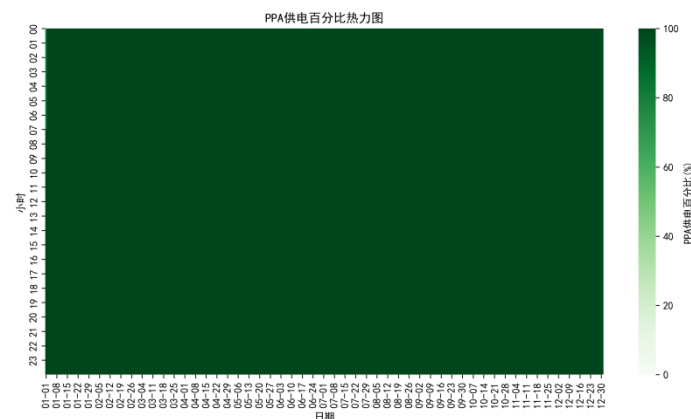
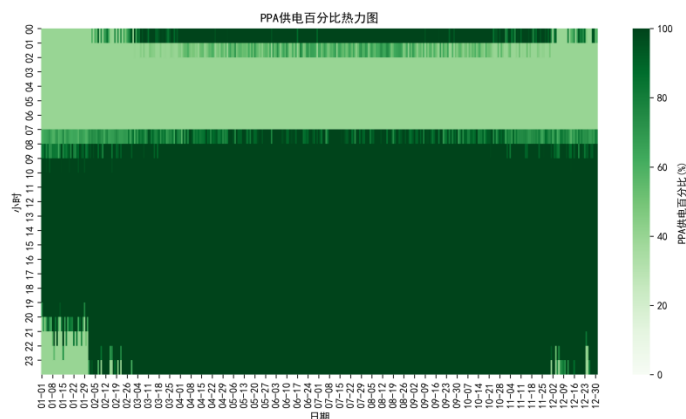


来源: 国金数字未来实验室, 国金证券研究所



图表22: 100MW 光伏+20MW 稳定电力+2 小时储能小时级别供电占比热力图

图表23: 100MW 光伏+40MW 稳定电力+4 小时储能小时级别供电占比热力图



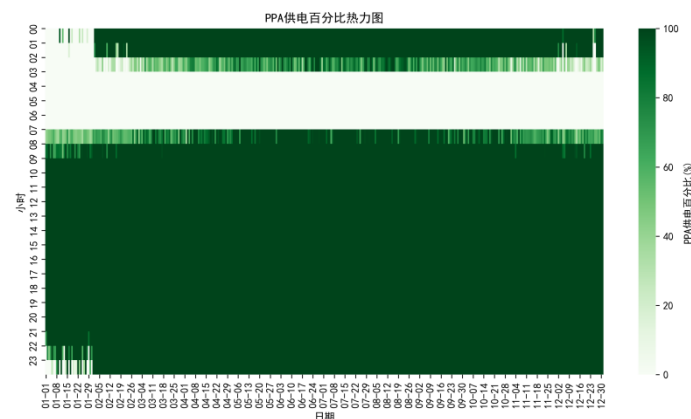
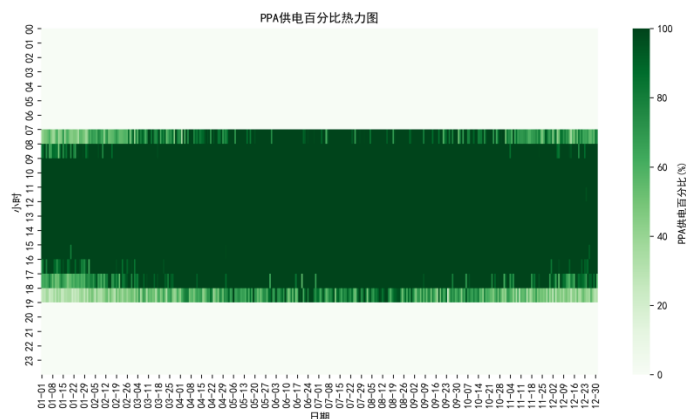
来源: 国金数字未来实验室, 国金证券研究所

来源: 国金数字未来实验室, 国金证券研究所

3) 50MW 功耗的数据中心配备 200MW 光伏: 光伏电站功率是数据中心功耗的 4 倍时, 依然需要配备稳定电力。□若只配备 200MW 额定功率的光伏电站, 该电站一年内只能为数据中心提供 47.18% 的电力; □为其配备一个 2 小时的储能, 则可将全年供电占比提升至 79.46%, 全年的凌晨仍然无法供电; □配备 4 小时储能后可将供电占比提升至 94.31%, 冬季凌晨供电不足。□为光伏电站配备 2 小时的储能后, 再配备 20MW 稳定电力, 可迅速将供电占比提升至 99.94%, 基本可实现全覆盖。

图表24: 200MW 光伏小时级别供电占比热力图

图表25: 200MW 光伏+2 小时储能小时级别供电占比热力图



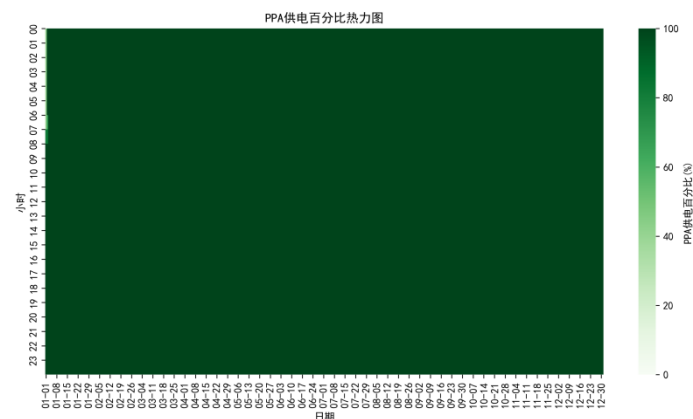
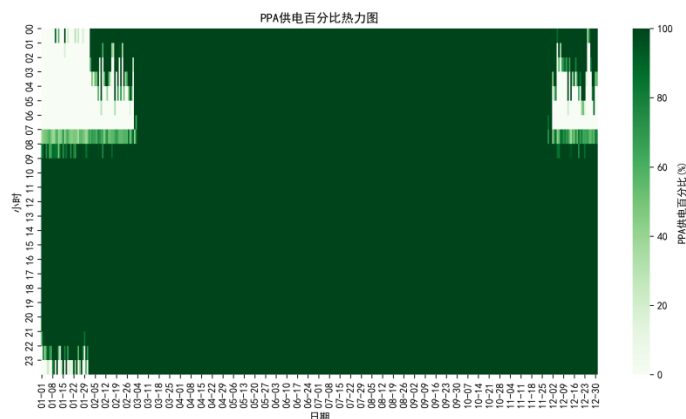
来源: 国金数字未来实验室, 国金证券研究所

来源: 国金数字未来实验室, 国金证券研究所



图表26: 200MW 光伏+4 小时储能小时级别供电占比热力图

图表27: 200MW 光伏+20MW 稳定电力+2 小时储能小时级别供电占比热力图



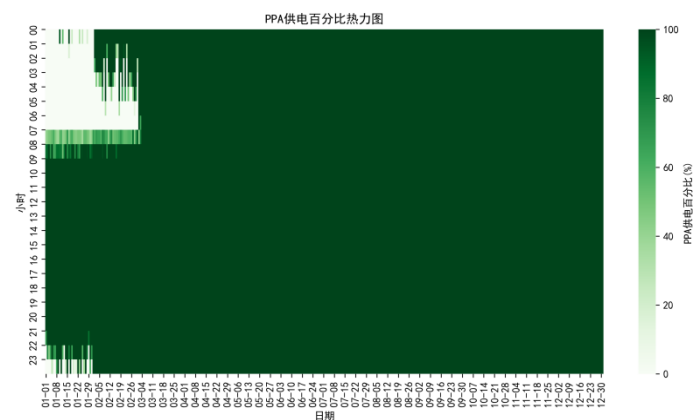
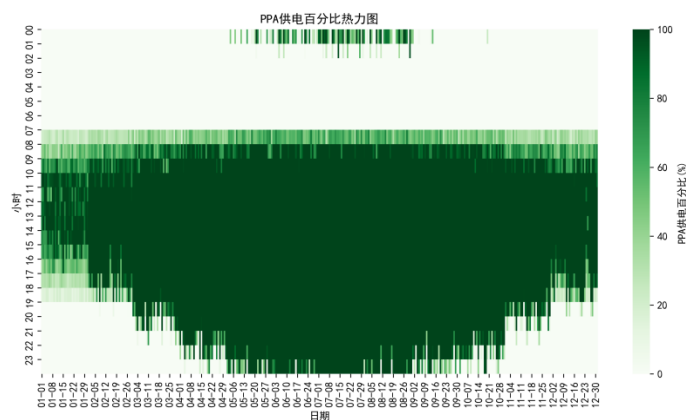
来源: 国金数字未来实验室, 国金证券研究所

来源: 国金数字未来实验室, 国金证券研究所

4) 50MW 功耗的数据中心配备 100MW 或 200MW 光伏及 LDES: 光伏电站功率是数据中心功耗的 4 倍时, 配备 100 小时 LDES 才能满足需求。若不考虑稳定电力, 只通过光伏和 LDES 供电, □在 100MW 光伏配备 100 小时储能的情况下, 在夏季的凌晨仍然无法为数据中心供电; □200MW 光伏配备 100 小时储能的情况下, 从 3 月开始可以实现供电全覆盖, 年初出现供电不足主要原因为假设储能初始电量为 0。

图表28: 100MW 光伏+100 小时储能小时级别供电占比热力图

图表29: 200MW 光伏+100 小时储能小时级别供电占比热力图



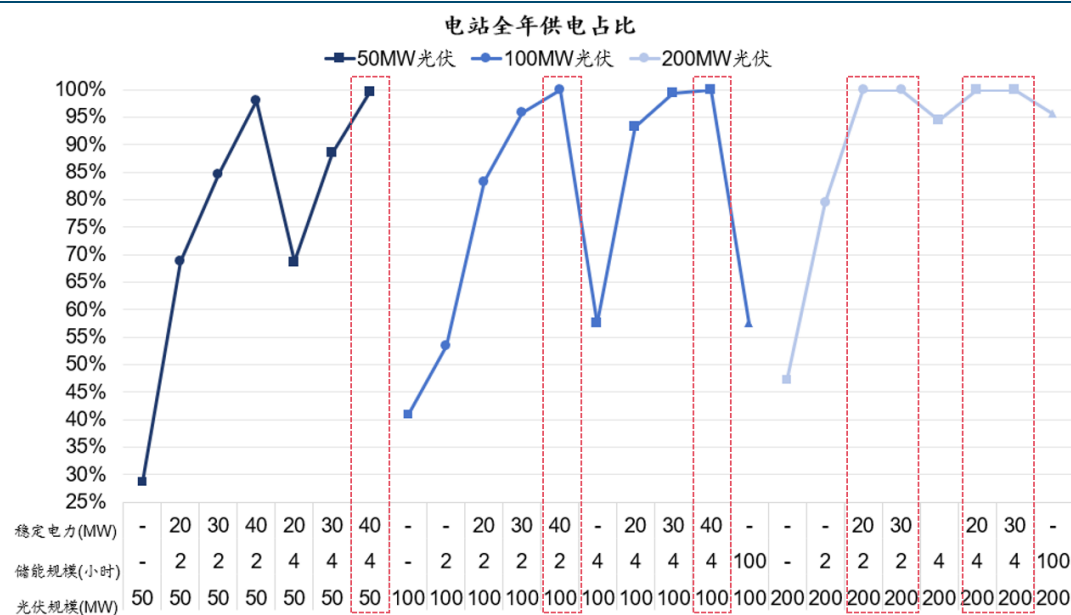
来源: 国金数字未来实验室, 国金证券研究所

来源: 国金数字未来实验室, 国金证券研究所

稳定电力是数据中心供电的基石。我们发现, 若只通过光伏为数据中心供电, 扩大配套新能源电站额定功率的效果较差, 即使配备的光伏电站额定功率达到数据中心功耗的 4 倍, 也会因储能规模不足而不得不在夜间从电网购电, 若遇到不利的天气影响, 则会出现更大的缺口。即使配备了 LDES, 光伏额定功率达到数据中心的 2 倍也无法实现完全供电。配备一定规模的稳定电力后, 数据中心可迅速摆脱对电网的依赖, 这是单独依靠光伏和常规储能难以实现的。此外, 我们没有模拟连续多日光照不足的情况, 在这种情况下稳定电力将显得更重要。

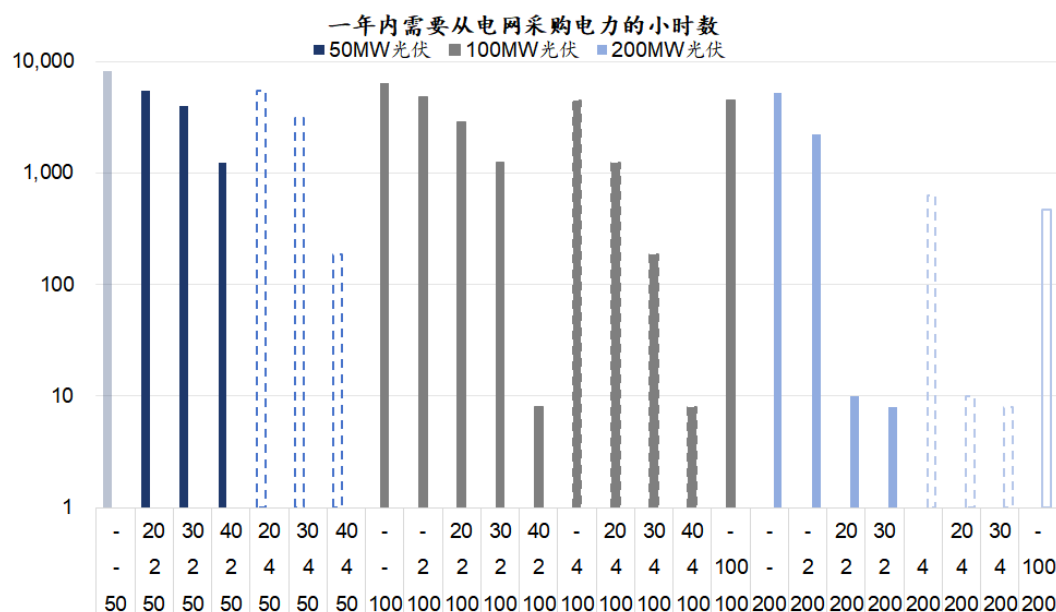


图表30: 不同模拟情景下, 电站为数据中心全年供电量占比



来源: 国金数字未来实验室, 国金证券研究所

图表31: 不同模拟情景下, 数据中心一年内需要从电网购电的小时数



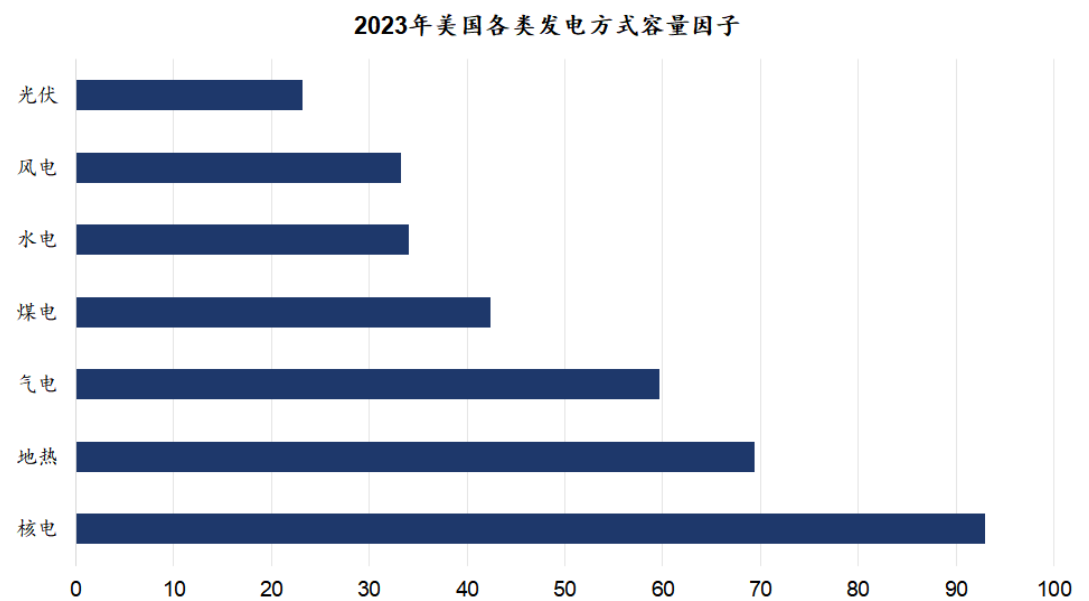
来源: 国金数字未来实验室, 国金证券研究所

气电、核电可匹配数据中心需求

前文中我们验证了稳定电力的重要性, 稳定电力对数据中心来说是一种优秀的解决方案。在多种稳定电力中, 我们认为气电和核电是适合数据中心的发电方式, 这两种发电方式在美国的容量因子分别排名第一和第三。



图表32: 核电和气电发电稳定



来源: EIA, 国金证券研究所

注: 该数据计算使用美国实际发电量, 若有必要, 火电容量因子可提高

气电和核电的特性使其适合为数据中心供电。气电的优势在于建设快、成本低、选址灵活、技术成熟, 最大劣势为碳排放量较高, 为激增的数据中心配备足够的电力时间紧迫, 需要先在碳排放问题上做出妥协, 优先保证供电, 后续气电+CCUS 将进一步发展, 逐渐解决气电的碳排放问题。核电优势在于清洁、选址灵活, 劣势包括成本较高、政策及公众接受度风险, 核电作为已大规模使用的清洁稳定电力, 目前没有其更成熟的替代方案, 制定了宏大清洁目标的公司已开始考虑使用核电。与气电和核电相比, 同属稳定电力的水电和地热依赖于地理资源, 只有在数据中心周边恰好有可用资源时可考虑使用, 但不是一种通用的解决方案, 同时水电也易受降水量影响。煤电虽也稳定, 但其排放量远高于气电, 在欧美无法与气电竞争。

图表33: 在稳定电力中, 气电和核电具备较多优势

	清洁	稳定	土地利用效率	输电建设要求	当地经济效益	供热用途
核电	高	高	高	高	高	高
气电+CCS	中	高	中	高	中	中
气电	低	高	中	高	中	中
可再生能源+LDES	高	中	低	低	低	低
海风	高	中	高	低	低	低
陆风	高	低	低	低	低	低
煤电+CCS	中	高	中	高	高	中
煤电	低	高	中	高	高	中
地热	高	高	高	中	中	中
水电	高	中	低	中	高	低

来源: DOE, 国金证券研究所

清洁化推动气电+CCUS 及核电需求

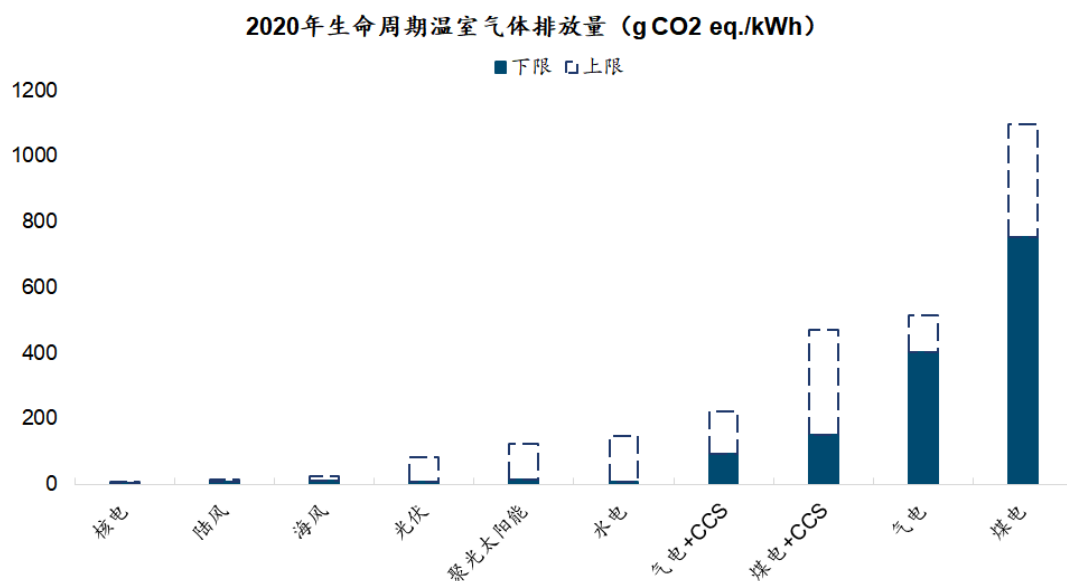
数据中心清洁化将循序渐进, 逐渐带动气电+CCUS 及核电需求。把时间维度拉长到 5 年以上来看, 数据中心的“清洁化”趋势将更加明显, 对稳定电力的需求也将过渡到对稳定清



洁电力的需求。与保障数据中心供电相比，清洁化没有那么紧迫，这将是一个伴随着减排计划推广以及技术进步的过程。目前新一代的清洁稳定电力技术普遍还处于开发及推广期，谷歌正在考虑的清洁稳定电力技术包括新一代地热、CCS（碳捕获及储存）、先进核能、氢能和 LDES。对于气电，配备 CCUS（碳捕获、利用及储存）后有望大幅减少其碳排放；核电则非常契合清洁和稳定这两个需求。

核电碳排放量远低于其他发电方式，气电需配备碳捕获以减少排放。据 UNECE 统计，2020 年全球各地气电和核电的全生命周期碳排放强度分别为 403-513 和 4.9-6.3g CO₂/kWh，气电配备 CCS 后碳排放强度可降至 92-221g CO₂/kWh。在清洁性方面，气电在欧美数据中心公司各选项中的竞争力远强于煤电，长期来看，气电也需要配备 CCUS 以减少排放，并且碳捕获效率仍需进一步提高。

图表34：核电在全生命周期内排放量极低



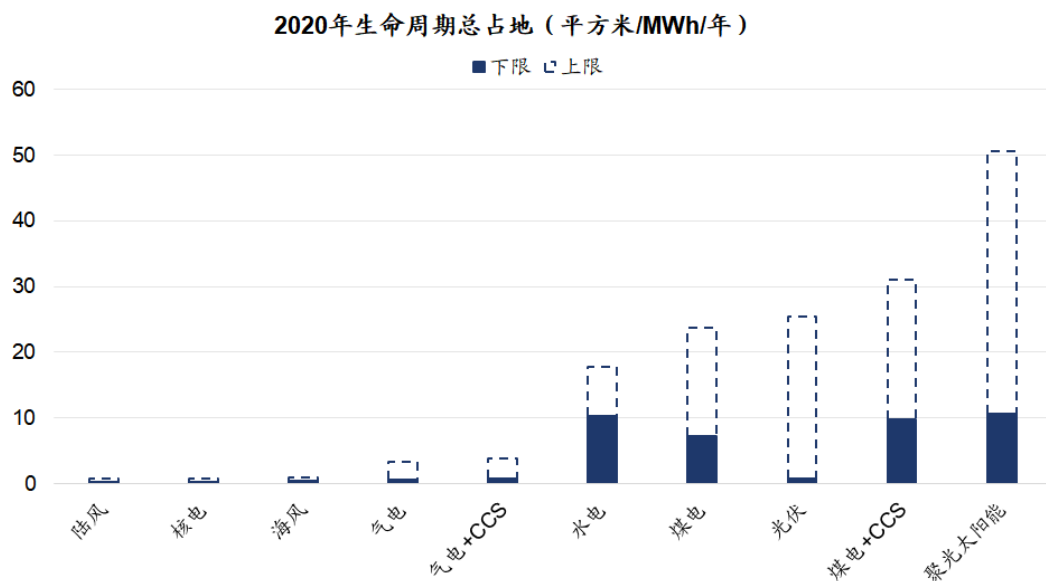
来源：UNECE，国金证券研究所

较低的土地占用为气电和核电提供了更灵活的选址

气电和核电的土地占用较少。土地占用包括直接和间接占用，直接占用是指发电设施占用的土地，间接占用则指提供燃料等的土地占用。2020 年气电、气电+CCS、核电全生命周期内土地占用范围在 0.6-3.3、0.7-3.9、0.25-0.75 平方米/MWh/年，气电和核电的单位面积发电效率均较高，可降低土地成本，同时提供更灵活的选址。



图表35: 气电和核电土地使用效率较高

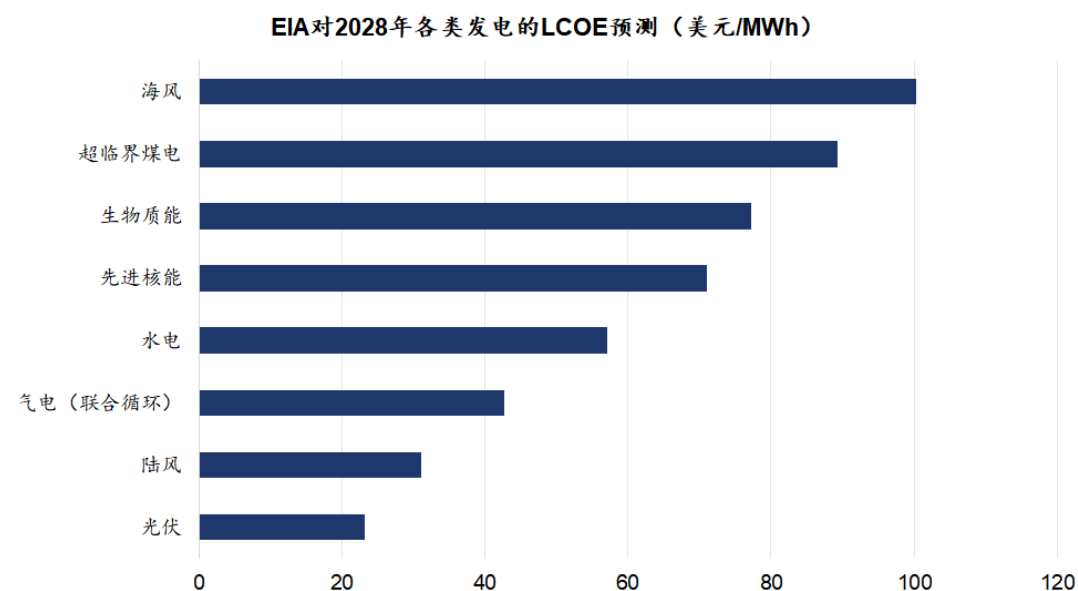


来源: UNECE, 国金证券研究所

兼顾清洁和稳定需要付出更高的成本

以目前的技术, 清洁、稳定、低成本只能取其二。据 EIA 预测, 到 2028 年, 美国气电和先进核能的 LCOE 平均分别为 42.72 和 71 美元/MWh, 气电也属于一种低成本发电方式。DOE 对各类清洁稳定电力的成本进行了估算(考虑各类补贴), 气电+CCS 和核电的 LCOE 分别在 63-99 和 61-122 美元/MWh 范围内, 各类清洁稳定电力的成本虽有差别但处在同一级别, 与其他不能兼顾清洁和稳定的发电方式相比成本较高。

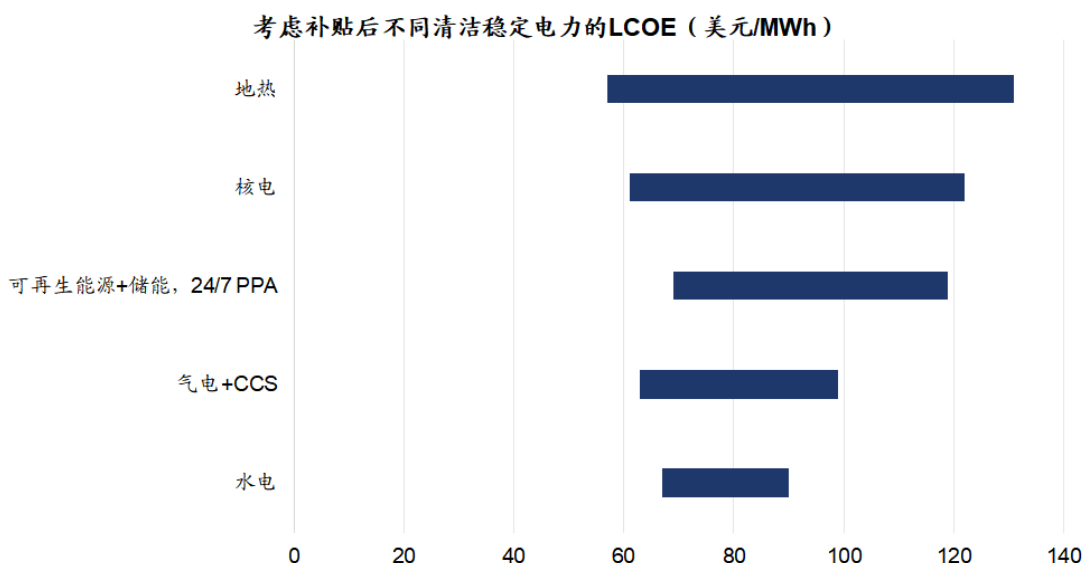
图表36: 气电 LCOE 较低, 核电 LCOE 较高



来源: EIA, 国金证券研究所



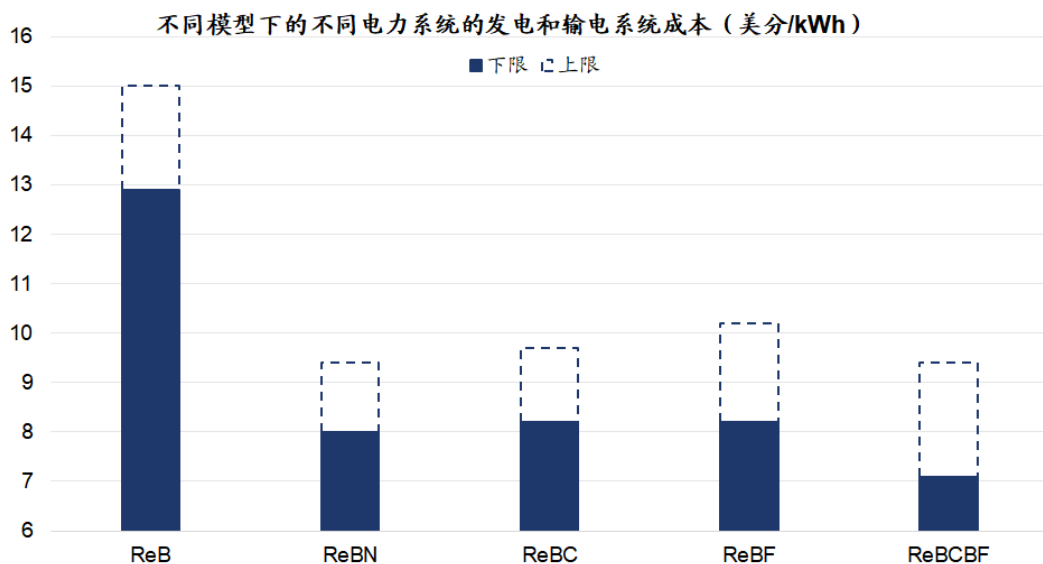
图表37：各类清洁稳定电力的单位成本处在同一级别



来源：DOE，国金证券研究所

加入清洁稳定电力可降低整个电力系统的成本。虽然清洁稳定电力的单位成本较高，但将其纳入电力体系后，可以减少不稳定电力的装机需求，从而降低整体成本。Ejeong Baik等使用三种模型测算了美国加州不同清洁发电组合的发电和输电系统成本（generation and transmission system costs），结果显示，虽然清洁稳定电力的资本成本或可变成本高于间接性可再生电力，但在系统中加入稳定电力后，可以避免过度建设间接性电力和储能，在保证供电可靠性的前提下降低系统的总成本。

图表38：加入清洁稳定电力可降低整个电力系统的成本



来源：《What is different about different net-zero carbon electricity systems?》，国金证券研究所

注：Re=可再生能源，B=电池储能，N=核电，C=气电+CCS，F=零碳燃料（氢能、沼气等）

图表39：电力系统成本测算中的假设

发电方式	资本成本（美元/千瓦）	运营假设
光伏	958	无燃料成本



发电方式	资本成本 (美元/千瓦)	运营假设
		单轴跟踪
		33%容量系数
陆风	1548	无燃料成本
		36%容量系数
海风	3999	无燃料成本
		52%容量系数
地热	4656	无燃料成本
CCGT+CCS	1816	天然气成本约\$7/MMBTU
		50-100%的功率灵活性
先进核能 (SMR)	5416	燃料成本约\$0.7/MMBTU
		25%的功率灵活性
零碳燃料 (生物气体或氢气)	0 (包含相关固定成本)	燃料成本\$33/MMBTU
		54-64%的功率灵活性
新型 CCGT	1099	天然气成本约\$7/MMBTU
锂电池功率(\$/kW)	85	92%效率
容量(\$/kWh)	124	

来源:《What is different about different net-zero carbon electricity systems?》, 国金证券研究所

近火要用近水救——气电可快速缓解数据中心电力紧张

数据中心公司接受气电为其供电。进入 AI 繁荣期后,数据中心的建设需求、项目规划迅速扩大,电力供应已开始阻碍数据中心建设,当电力供应逐渐成为一个迫在眉睫的问题时,能够快速投产的稳定电力至关重要也难能可贵,对一些数据中心公司来说,碳排放问题或许也需要妥协。2024 年公布了较多数据中心与气电的合作项目,其中 META、Equinix 等数据中心巨头也愿意采用气电。

图表40: 2024 年公布了较多数据中心与气电的合作

公布时间	数据中心公司	电力公司	计划投产时间	气电规模	位置
2024 年 11 月	META	Entergy	2028-2029 年	2.26GW	路易斯安娜州
2024 年 12 月	Sharon AI	New Era Helium		250MW	德克萨斯州
2024 年 11 月	AXP Energy	Blackhart Technologies			科罗拉多州
2024 年 10 月	Balico	Balico		最高 3.5GW	弗吉尼亚州
2024 年 9 月		Rpower、Wise Asset	2027 年		德克萨斯州
2024 年 10 月	MARA	NGON	2025 年	25MW	德克萨斯州
2022 年 1 月	ClusterPower			200MW	罗马尼亚
2023 年 8 月	Crusoe Energy Systems	XCL Resources			犹他州
2023 年 7 月	Microsoft			170MW	爱尔兰
2024 年 4 月	Equinix	Sembcorp		30MW	新加坡
2024 年 11 月	Hilcorp	TA Infrastructure			阿拉斯加
2024 年 11 月	Innio Group			60MW	爱尔兰
2024 年 8 月	xAI			100MW	田纳西州
2024 年 6 月		We Energies			威斯康星州
2024 年 8 月	Flexnode	Hyllion		2MW	

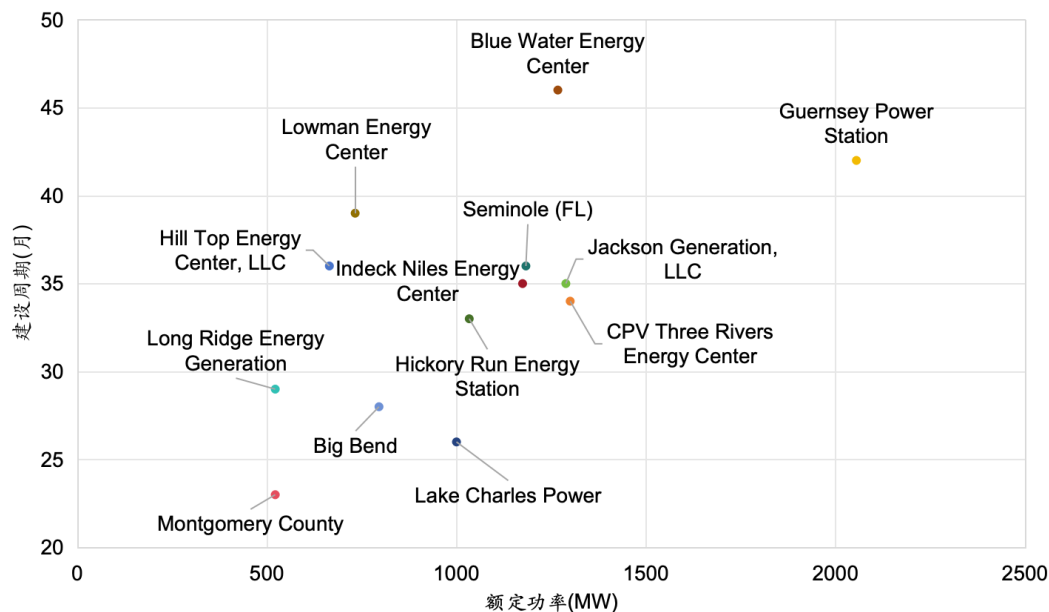


公布时间	数据中心公司	电力公司	计划投产时间	气电规模	位置
2024 年 12 月		ExxonMobil		1.5GW	

来源: Data Center Dynamics, Business Wire, Yahoo, Power Engineering, Crusoe's AI, Reuters, MinnPost, 国金证券研究所

气电站建设技术成熟,且建设周期较短。我们统计了美国 2020 年后投产的 500MW 以上功率的气电站数据,这些气电站的建设周期均在 4 年以内,大多在 3 年以内便可投产。目前数据中心的建设周期通常在 2-4 年内,气电站的建设周期与数据中心匹配,功率也可完全覆盖。目前美国主流的新一代 F 级、H 级、J 级燃气轮机从 2010 年便已开始建设,目前技术成熟,因此也不存在等待商业化的过程。

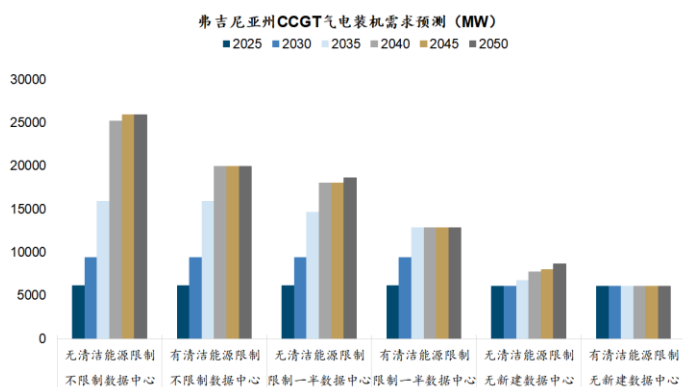
图表41: 新气电项目的建设周期大多在 3 年以内



来源: EIA, Power-technology, NGI, JPOWER, NS ENERGY, POWER, IndeckNiles, 国金证券研究所

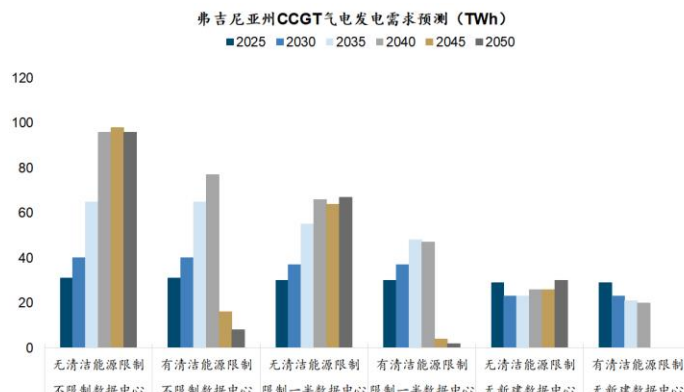
大规模的数据中心建设或将导致弗吉尼亚州气电装机量翻倍。我们用数据中心聚集地弗吉尼亚州的例子来说明数据中心对气电庞大的增量需求,据 Data Center Map 统计,目前弗吉尼亚州拥有 486 个数据中心,为全美最多;据 CBRE Research 统计,截至 2024 年中,北弗吉尼亚数据中心存量规模为 2611.1MW,在建规模为 1157MW,分别为全美第一和第二。据弗吉尼亚州联合立法审计和审查委员会估算,若不限制数据中心建设,在有和没有《弗吉尼亚清洁经济法案 (VCEA)》的假设下,2025-2040 年,该州 CCGT 气电装机规模需要从 6141MW 分别增长至 1945MW 和 25937MW。

图表42: 预计弗吉尼亚州气电装机需求将飙升



来源: JLARC, 国金证券研究所

图表43: 预计弗吉尼亚州气电发电需求将飙升



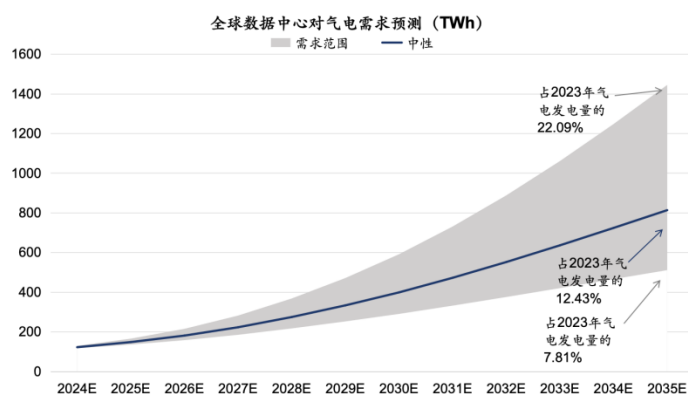
来源: JLARC, 国金证券研究所



数据中心带动气电和天然气需求

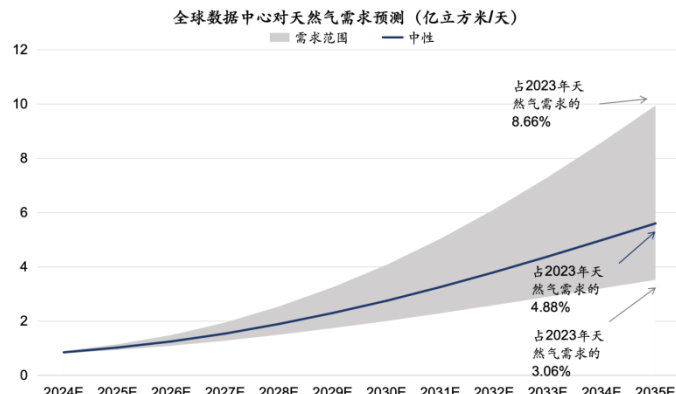
目前数据中心主要依靠电网供电，未来新建数据中心签订 PPA 的比例或将达到较高水平，同时 PPA 中气电的比例也有望提高，电网混合电力中的气电发电量仍增长，但占比或许会开始缓慢下降。在我们的谨慎、中性、乐观假设下，2035 年，全球数据中心对气电的需求分别为 510.47/812.94/1444.42TWh，占 2023 年气电总发电量的 7.81%/12.43%/22.09%；对天然气的需求分别为 3.51/5.59/9.94 亿立方米/天，占 2023 年天然气总需求的 3.06%/4.88%/8.66%；若为数据中心建设的气电站均为基荷电站，以 65%的容量因子计算，对气电新装机规模的需求分别为 7.94/15.74/34.62GW，占 2023 年气电新装机规模的 14.11%/27.96%/61.49%。

图表44：数据中心对气电的需求有望快速增长



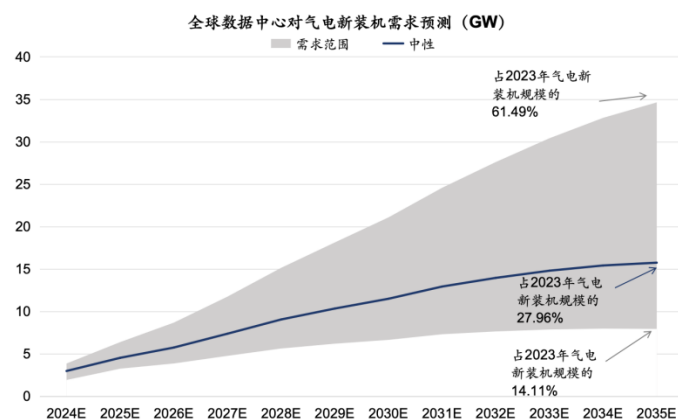
来源：IEA, GECF, 国金证券研究所

图表45：数据中心带动天然气需求



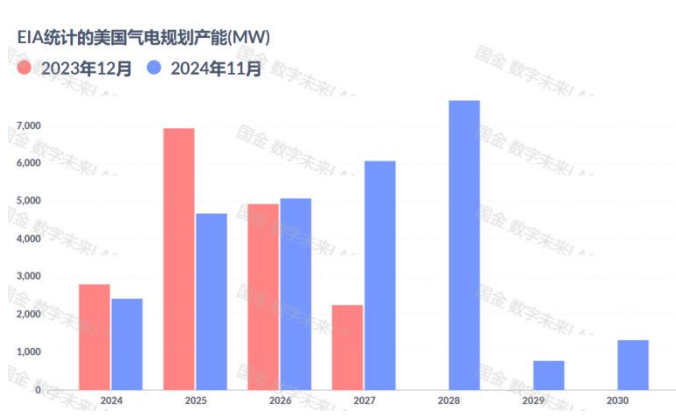
来源：IEA, GECF, 国金证券研究所

图表46：数据中心刺激气电装机



来源：IEA, GECF, Global Energy Monitor, 国金证券研究所

图表47：与一年前相比,美国规划的气电新装机规模增长



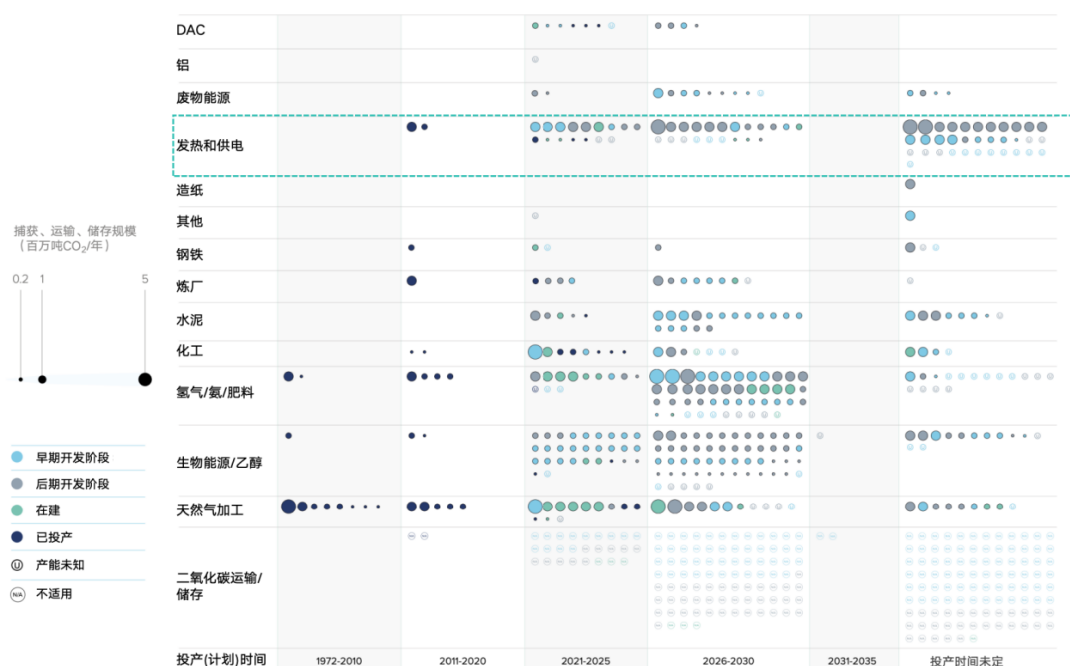
来源：EIA, 国金数字未来实验室, 国金证券研究所

气电+CCUS 以满足清洁化需求

为了应对即将到来的用电增长，短期可以淡化碳排放问题，但长期来看依然需要通过 CCUS 减少气电排放。CCUS 是指使用不同技术将二氧化碳分离并捕获，永久储存在地下或用作生产某些产品的原料，捕获、运输、储存或利用都是单独的环节，可由不同公司完成。CCUS 可以改装到现有的发电厂中，不影响其正常运行。目前 CCUS 尚处于推广阶段，据 GLOBAL CCS INSTITUTE 统计，截至 2024 年 10 月，全球有 50 个已投产 CCS 项目和 44 个在建项目，2026-2030 年间将有较多项目投产，涉及电力行业的碳捕获项目较多。



图表48: 涉及电力行业的 CCUS 项目较多



来源: GLOBAL CCS INSTITUTE, 国金证券研究所

政策要求气电减排。2024 年 4 月,美国 EPA 新出台的规则对煤电和气电减排提出了要求,对于一年负荷超过 40%的气电站,到 2032 年需要减少 90%的碳排放。欧盟将火电纳入欧盟碳排放交易体系(EU ETS)进行管理,企业必须在规定的排放限额内运营,超出限额则需购买额外的排放配额,自 2021 年起,碳排放上限每年将降低 2.2%,并收紧配额免费分配的政策,以促使企业减少碳排放。CCUS 是一种有效的降低火电碳排放的方式,各地区普遍支持 CCUS 发展。

图表49: 各地区政策支持 CCUS

时间	国家/地区	政策	内容
2022 年	美国	45Q tax credit	对于工业和发电 CCS 项目,每吨 CO2 的税收抵免从 50 美元提高到 85 美元 对于直接空气捕捉(DAC)项目,税收抵免从 50 美元提高到 180 美元 降低了项目规模门槛,使更多小型项目能够获得支持
2021 年	美国	Infrastructure Investment and Jobs Act	在 5 年内部署约 65 亿美元的碳管理资金
2024 年	中国	《煤电低碳化改造建设行动方案(2024—2027 年)》	相关项目年度碳排放较 2023 年同类煤电机组平均碳排放水平降低 50%左右,CCUS 是其中一种解决方案
2024 年	中国	《绿色低碳先进技术示范项目清单(第一批)》	47 个项目中有 6 个与 CCUS 相关
2021 年开始	欧盟	Innovation Fund	为创新低碳技术提供资助,资助了多个 CCUS 相关项目

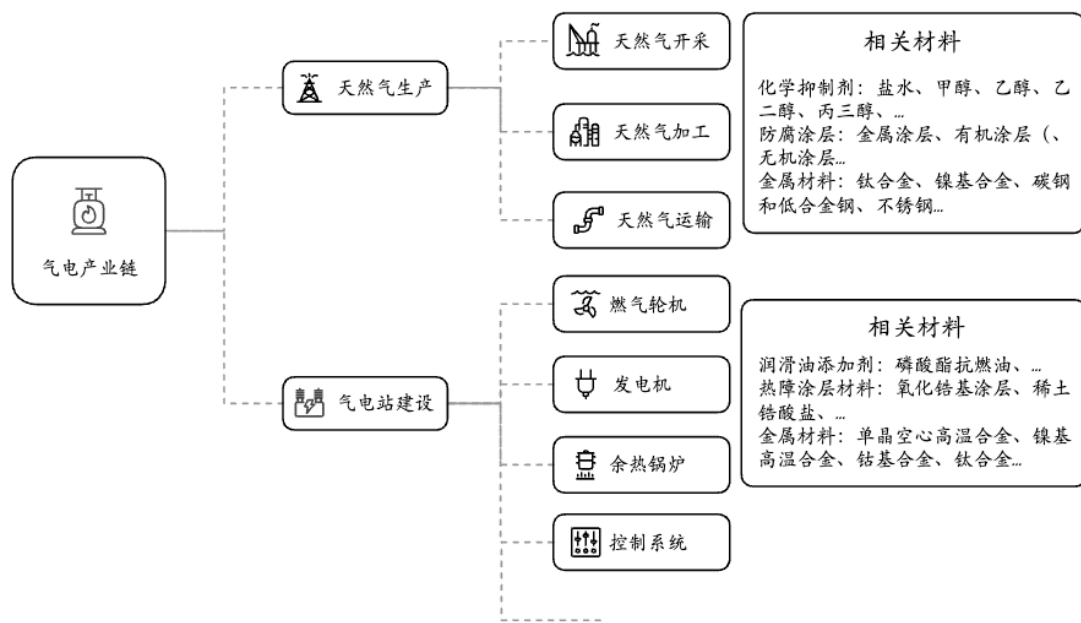


时间	国家/地区	政策	内容
2024 年	欧盟	Net-Zero Industry Act	支持 CCUS 项目
2023 年	英国	Green Industry Growth Accelerator	设立基金支持 CCUS

来源：GLOBAL CCS INSTITUTE，CLEAN AIR TASK FORCE，DOE，CCS Europe，发改委，IEA，GOV.UK，国金证券研究所

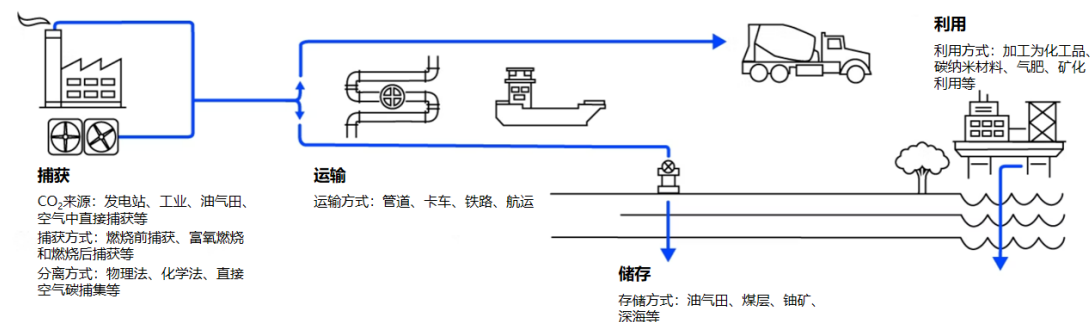
气电产业链主要包括天然气生产和气电建设，燃气轮机是电站的核心设备。CCUS 产业链包括 CO₂ 的捕集、输送、利用与封存，首先将 CO₂ 从工业生产、发电等行业中分离捕获，将捕获的 CO₂ 运输至利用或封存场所，进一步加工利用或永久封存。

图表50：气电产业链概况



来源：《Summary of Natural Gas Hydrate Exploitation Technology》，《钛合金管材在高含硫天然气开发中的应用现状》，中石油，《基于 2,6-二叔丁基对甲酚的复合添加剂及磷酸酯抗燃油及应用的制作方法》，《重型燃气轮机热端部件材料发展现状与趋势》，《高温热障涂层材料研究进展》，国金数字未来实验室，国金证券研究所

图表51：CCUS 产业链概况



来源：IEA，中国环境科学研究院，国金证券研究所



数据中心电力清洁化推动核电复兴

SMR 或将得到长足的发展

SMR（Small modular reactors，小型模块化核反应堆）是一种先进核能技术，其名称中的“小型”是指其反应堆的最大输出功率在 50-350MW 之间，“模块化”是指通过设计更高的模块化、标准化和工厂化结构进行整合。核电支持数据中心有两种模式，分别是重启已停运的核电站和建设新核电站，目前美国在新核电站建设方面聚焦于 SMR 建设，而非常规核电站。

数据中心开始积极推进配备 SMR。作为清洁稳定电力，核电受到数据中心公司的广泛考虑，2023-2024 年海外数据中心公司公布了较多与核电的合作协议。与常规核电站的合作包括 Three Mile Island 1 号机组和 Three Mile Island 1 号机组的重启，以及亚马逊通过 Susquehanna 核电站供电（目前遭到美国联邦能源管理委员会拒绝），其他合作均为新建 SMR 或 Microreactor。

图表52：数据中心公司积极考虑通过核电供电

公布时间	数据中心公司	电力公司	计划投产时间	核电规模	位置	核电站
2023 年 10 月	Standard Power	NuScale	2029 年	2GW, 24 个 SMR	俄亥俄州、宾州	新建 SMR
2024 年 9 月	Microsoft	Constellation Energy	2028 年	835MW	宾州	重启 Three Mile Island 1 号机组
2024 年 3 月	Amazon	Talen Energy		960MW	宾州	通过 Susquehanna 供电
2024 年 10 月	Amazon	Energy Northwest	2030 年	320MW, 4 个 SMR, 未来可扩建至 960MW	华盛顿	新建 SMR
2024 年 10 月	Amazon	X-energy				新建 SMR
2024 年 10 月	Amazon	Dominion Energy		300MW	弗吉尼亚州	新建 SMR
2024 年 9 月	Oracle			超过 1GW, 3 个 SMR		新建 SMR
2023 年 4 月	Green Energy Partners	Green Energy Partners		超过 1GW, 4-6 个 SMR	弗吉尼亚州	新建 SMR
2024 年 4 月	Equinix	Oklo		500MW		新建 SMR
2024 年 5 月	Wyomin g Hyperscale	Oklo		100MW		新建 SMR
2024 年 11 月	未公开	Oklo		750MW		
2024 年 10 月	Google	Kairos Power	2030 年	500MW		
2024 年 11 月	EDF			1GW		
2024 年 10 月		NextEra Energy		601MW		重启 Duane Arnold 核电站
2024 年 7 月	Blockfusion USA	Nano Nuclear			纽约州	新建 Microreactor



公布时间	数据中心公司	电力公司	计划投产时间	核电规模	位置	核电站
Energy						
2023 年 9 月		Kärnfull Next	2030 年		瑞典	新建 SMR
2023 年 3 月	Bahnhof				瑞典	新建 SMR
2024 年 12 月	META			1-4GW		
	Digihost	Nano				
2024 年 12 月	Techno-logy	Nuclear Energy		60MW		

来源：Data Center Dynamics, World Nuclear News, Constellation, Energy Northwest, Cascade, Dominion Energy, CNBC, Data Center Frontier, American Nuclear Society, Meta, 国金证券研究所

SMR 可降低投资者面临的风险

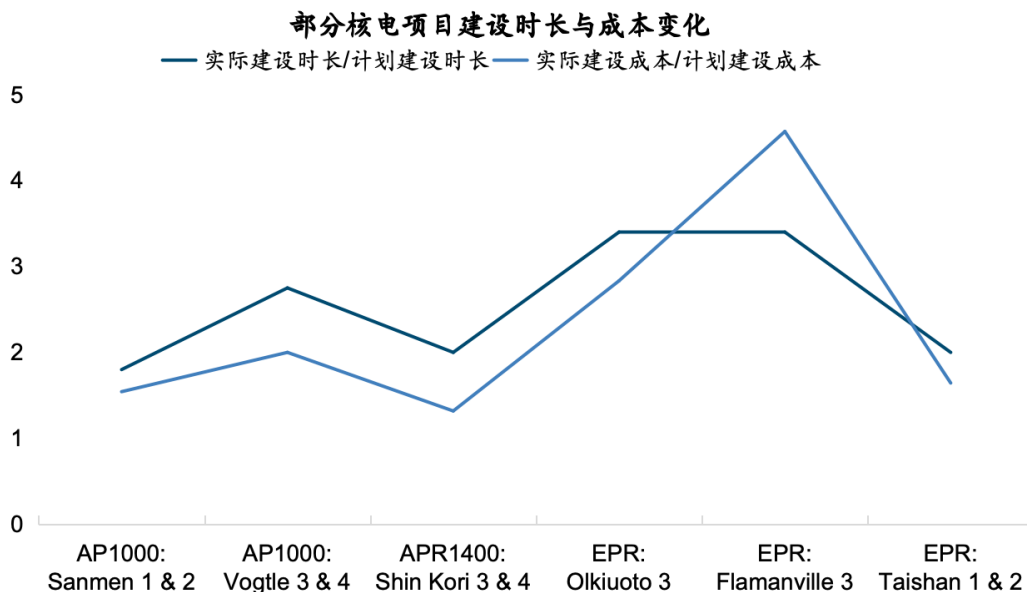
与常规核电相比，SMR 具有以下特点：

- 1) SMR 的设计减少了对复杂和可能故障的主动系统的依赖，使用更简单和可靠的被动系统来确保安全。
- 2) 紧凑的架构实现了制造的模块化（在工厂内），这也有助于提高施工质量和效率。
- 3) 减少了反应堆中的放射性库存。
- 4) 模块化设计和小尺寸使其可以在同一地点建设多个单元。
- 5) 对冷却水的需求较低，因此适合偏远地区。

投资建设 SMR 的风险小于常规核电。 SMR 的小型化可以带来一系列便利，包括单个反应堆的建设周期更短、成本更低、产生的核废料更少、选址更灵活。核电项目的建设存在高资本开支和高延期率两个特点，这两个特点一直是核电项目投资的绊脚石，与常规核电站相比，SMR 的小型化缩短了单个反应堆的建设周期，降低了单个反应堆的成本，减少了建设中面临的延误和成本超支风险。据估计，SMR 的建设普遍能在 3.5 年左右完成，常规核电站的建设周期中位数为 6.3 年。部分核电项目的建设经历了严重的延误，例如法国的 Flamanville 3 号机组，原计划用 5 年完成建设，而实际用时高达 17 年，成本也远超预算，这些极端情况打击了投资者的信心。同一个设计的核电站，第一个反应堆（FOAK）的建设成本通常会远高于后续的若干个反应堆（NOAK），在 FOAK 成功之前，项目的可行性是最不确定的，也是投资者承受压力最大的时候，与常规核电相比，若延期和成本超支的比例相同，建设 SMR 的延期时长和成本超支金额也会远低于常规核电，投资者承担的损失也会更小，可减少投资者决策时的担忧，对于 FOAK 来说更是如此。SMR 相较于常规核电的另外一个潜在优势是可以替代已退役的煤电站，据 DOE 统计，美国已退役煤电厂可为核电提供 120-170GW 的装机空间。

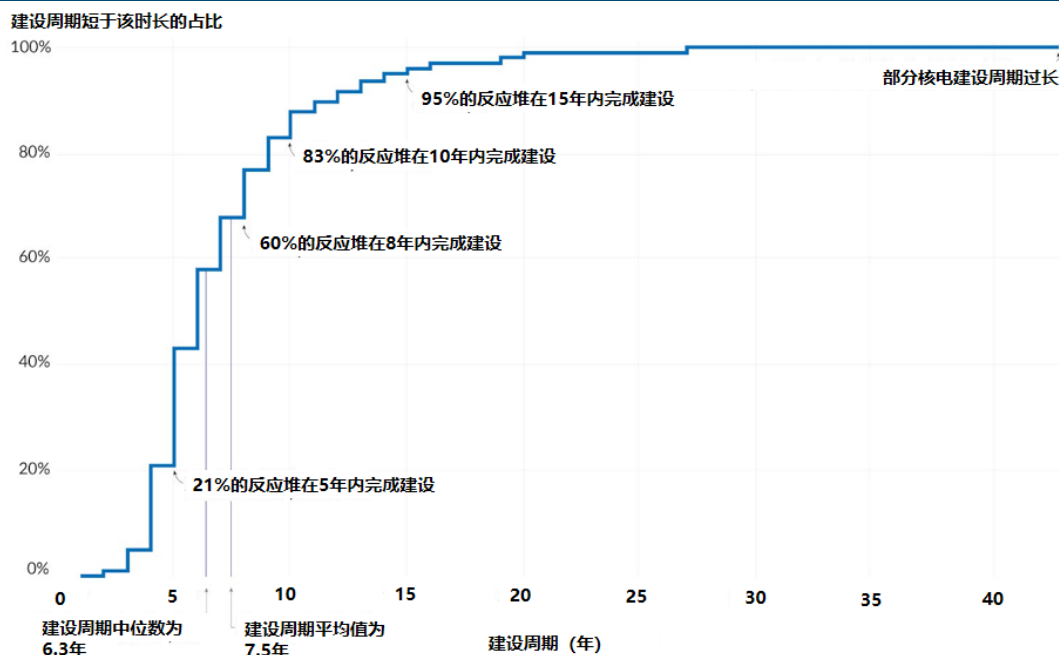


图表53: 部分核电项目建设严重延误, 打击了核电投资者的信心



来源: NEA, georgiapower, GEMWiki, Barrons, 国金证券研究所

图表54: 反应堆建设周期中位数为6.3年, 部分项目存在严重延期



来源: Sustainability by numbers, 国金证券研究所

政策支持 SMR 发展

欧盟出台一揽子政策支持 SMR。2023 年开始欧盟陆续出台政策,从技术研究、项目融资、项目审批、供应链构建等方面支持 SMR 的发展。此外在 2024 年,欧洲小型模块化反应堆工业联盟成立,旨在促进和加速 2030 年代初欧洲首批 SMR 项目的开发、示范和部署。

图表55: 欧洲支持 SMR 发展

时间	政策	内容
2023 年	REPORT on small modular	1、强调探索 SMR 在为欧盟提供可靠、可负担且按需供应的



时间	政策	内容
	reactors	电力方面的潜力，需要继续对 SMR 进行研究和开发，同时重视 SMR 在供热、制氢等领域的作用 2、呼吁制定一项全面的欧盟 SMR 部署战略 3、认识到 SMR 部署在创造欧盟高技能工作和高附加值公司方面带来的社会经济影响 4、鼓励欧盟委员会和各成员国提高公众对 SMR 潜在益处的认识和理解 5、强调欧盟应在未来的 SMR 市场中保持其技术领先地位，并在欧洲构建 SMR 的供应链 6、优化 SMR 的审批制度 7、支持 SMR 项目的融资 8、预计 2030 年代 SMR 将开始并网
2023 年	Declaration on EU SMR 2030	1、认为部署 SMR 是对现有资产的补充，也是进一步改善核安全和提高电网稳定性的机会 2、欧盟委员会通过欧洲原子能联盟 2023-2025 年工作计划启动了第一项 1500 万欧元的创新行动，以支持欧洲轻水 SMR 的安全示范 3、鼓励包括中小企业在内的新参与者进入民用核领域，吸引额外的投资用于示范和更早的部署 4、承认 SMR 部署可能带来的社会经济影响
2023 年	Net Zero IndustryAct	1、将 SMR 归类为净零技术

来源：EU，国金证券研究所

美国支持 SMR 发展，同时提供补贴。长期以来美国联邦政府一直都对核电提供补贴，近年美国政府进一步认可了核电作为低碳能源的作用，加大了对核电的支持，例如 2022 年的《通胀削减法案》为核电提供了新的补贴，2024 年通过的 ADVANCE Act of 2024 为核电技术发展、审批等做了准备，2020 年的先进反应堆示范计划和 2024 年的第三代+小型模块化反应堆项目为先进反应堆的早期发展提供了资金支持。

图表56：美国支持 SMR 发展

时间	政策	内容
2022 年	Inflation Reduction Act	1、零排放核能生产税收抵免（“零排放 PTC”）：IRA 创建了一个新的零排放核能生产税收抵免，适用于任何“合格的核电设施”，用于 2024 年至 2032 年生产和销售的电力，有资格获得先进核 PTC 的公司不能申请零排放 PTC。 2、清洁电力生产税收抵免（“清洁电力 PTC”）：对于 2024 年 12 月 31 日后投入服务的设施，可为任何温室气体排放率不超过零的“合格设施”提供 10 年的“清洁电力 PTC”。清洁电力 PTC 不适用于申请零排放 PTC 或先进核 PTC 的纳税人 3、清洁电力投资税收抵免（“清洁电力 ITC”）：对于 2024 年 12 月 31 日后投入服务的设施，在合格设施投入服务的年份，可为其提供合格财产基础一定百分比的金额，与现有的 ITC 不同，核电站有资格获得“清洁电力 ITC”。 4、IRA 还为国内市场和生产高丰度低浓缩铀（HALEU）拨款 7 亿美元。
2020 年	Advanced Reactor	DOE 启动了 25 亿美元的先进反应堆示范计划，最初提供



时间	政策	内容
	Demonstration Program	1.6 亿美元的资金，以成本分摊的方式用于建造两座先进反应堆，这些反应堆有望在七年内投入运行。
2024 年	ADVANCE Act of 2024	1、授权对先进的核先行者进行奖励 2、促进在棕地和退役化石燃料场地的核设施许可 3、建立一个快速程序来发放联合许可证 4、要求核管理委员会建立培训计划，以满足核能劳动力需求
2024 年	Information Guide for Communities Exploring Coal-to-Nuclear Transitions	考虑用核电厂取代退役或退役燃煤电厂的社区使用
2023 年	EXIM SMR Financing Toolkit	支持 SMR 部署并帮助美国出口商在全球 SMR 市场竞争的金融工具
2024 年	Generic Environmental Impact Statement for Licensing of New Nuclear Reactors	简化对新反应堆的环境审查
2024 年	Generation III+ Small Modular Reactor Program	为第三代+SMR 提供 9 亿美元的资金补贴

来源：DOE，美国国会，EXIM，NRC，国金证券研究所

美国各州政策转向开放。美国各州对核电有不同的态度与政策，对核电持负面态度的部分州目前正在向更开放的方向发展。目前禁止或限制核电建设的州有 12 个，部分州的限制要求为“美国政府已确定并批准了建设和运营技术”，联邦政府对核电转向宽松后这些州通过核电站审批的概率也会提高；5 个州废除了对核电的禁令，部分州单独放开了对 SMR 的限制，例如伊利诺伊州仅允许 SMR 的建设；部分州虽然还没有通过允许 SMR 建设的相关法案，但也已将其纳入考虑范围。

图表57：部分州限制核电

州	文件	限制方式	具体内容
加州	West's Ann.Cal.Pub. Res.Code § 25524.1	限制废物处理	除部分机组外，任何需要重新处理燃料棒的核电厂均不得在本州使用，或者在满足以下两个条件的情况下由委员会认证： 1、委员会发现美国通过其授权机构已经确定并批准了核燃料棒处理厂的建设和运营技术 2、委员会已根据第(1)款的规定向立法机关报告了其发现和理由
康涅狄格	C.G.S.A § 22a-136	限制废物处理	在环境保护专员发现美国政府通过其授权机构已经确定并批准了处理高放射性废物的可证明技术或手段之前，不得开始建设第五个核电设施
夏威夷	Const. Art. 11, § 8	需要立法机关批准	在立法机关的每个议院中，未经三分之二的投票批准，不得在州内建造核裂变发电厂或处理放射性物质
伊利诺伊	220 ILCS 5/8-406 HB 2473	限制废物处理，需要立法机关批准，豁免了 SMR	除非伊利诺伊州环境保护局局长发现美国政府通过其授权机构已经确定并批准了处理高放射性废物的可证明技术或手段，或者直到通过大会通过的法案特别批准此类建设，否则不得在本州内开始任何新的核电站建设，并且委员会不得为此发放公共便利和必要性证书或其他授权 SMR 可以在单个地点与类似反应堆一起建造和运



州	文件	限制方式	具体内容
缅因	35-A M.R.S.A. § 4302	限制废物处理, 需选民批准	在本州内建造任何核电站之前, 必须按照法律规定的方式将批准该建设的问题提交给本州的选民
马萨诸塞	M.G.L.A. 164 App. § 3-3	需选民批准	提议的核电站在全州大选中获得多数选民的批准
明尼苏达	M.S.A. § 216B.243	完全禁止	委员会不得为建造新的核能发电设施发放需求证书
新泽西	N.J.S.A. 13:19-11	限制废物处理	除非专员发现拟议的处理设施产生的放射性废物的方法将是安全的, 符合核管理委员会制定的标准, 并将有效地消除这种废物对生命和环境的危险, 否则专员不得批准核发电设施的建设和运营
纽约	McKinney's Public Authorities Law § 1020-t	完全禁止	在任何情况下, 当局都不得在服务区域内建造或运营核动力设施
俄勒冈	O.R.S. § 469.595	限制废物处理, 需选民批准	在能源设施选址委员会发放核燃料热电厂的场址证书之前, 必须发现联邦政府的适当机构已经许可了一个足够的储存库来处理工厂产生的高放射性废物
罗德岛	Gen.Laws 1956, § 42-64-14.1	需要立法机关批准	把批准本州内核电站项目的权力保留给大会
佛蒙特	30 V.S.A. § 248	需要立法机关批准	在发放核电站建设的公共利益证书之前, 公共服务委员会必须获得大会的批准和大会的决定

来源: NCSL, 国金证券研究所

图表58: 部分州重新对核电开放或考虑 SMR

州	文件	时间	具体内容
伊利诺伊	H.B. 2473	2023 年	允许从 2026 年 1 月开始建造发电量低于 300 MW 的 SMR, 结束了该州长达 36 年的核电站禁令
西弗吉尼亚	S.B.4	2022 年	废除了限制在该州建设新的核设施的法律
康涅狄格	H.B.5202	2022 年	对在该州开发新核设施的限制提供了一项豁免, 规定该州的限制不适用于该州现有的 Millstone 核电站
蒙大拿	H.B.273	2021 年	废除了限制在该州建设新的核设施的法律
肯塔基	S.B.11	2017 年	废除了限制在该州建设新的核设施的法律
威斯康星	A.B.384	2016 年	废除了限制在该州建设新的核设施的法律
印第安纳	S.B.176	2023 年	签署了增加 SMR 规模的的法案
内布拉斯加			已开始研究 SMR 的可能选址
明尼苏达		2023 年	明尼苏达州立法会议上, 参议院立法者探讨了 SMR 的想法
弗吉尼亚	S.B.454	2024 年	通过了促进 SMR 发展的立法
新泽西	S.B.3964	2024 年	参议院提出了 SMR 激励法案
俄勒冈		2024 年	俄勒冈州 Umatilla 县正在尝试引入 SMR

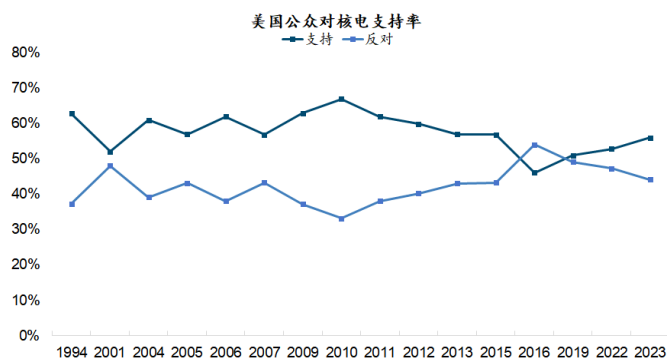
来源: Indiana Senatere Publicans, The Sum & Substance, The American Public Power Association, CEEM, Power Engineering, McGuireWoods, OPB, LegiScan, NCSL, 国金证券研究所



核电公众接受度提高

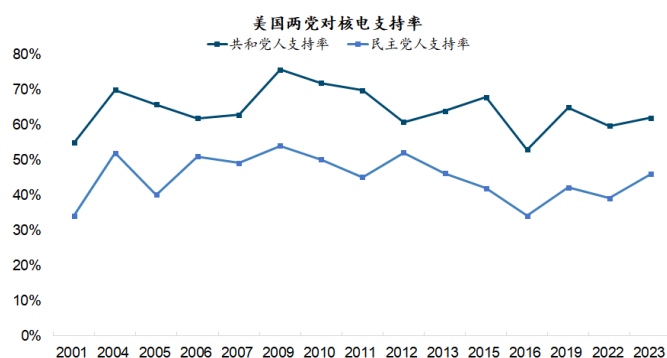
欧美公众对核电的接受度恢复。根据 GALLUP 在 2023 年做的一项调查显示, 55% 美国成年人表示赞同使用核能, 比 2016 年上升了 11 个百分点, 55% 的支持率已处于历史高位。共和党人对核能的支持率远高于民主党, 2023 年两党对核能支持率分别为 62% 和 46%。由美国核能研究所支持的一项调查显示, 2022 年, 核电周边居民 (不含核电站工作人员及家人) 对核电的好感度创下新高, 2022 年持正面态度的居民占比达到 91%, 此外这些居民大多接受在距离最近的核电站附近增加反应堆, 对于 SMR 的接受度则更高。FONDATION ROBERT SCHUMAN 的调查显示, 2022 年欧洲公众对核电的支持率较 2021 年明显上升, 这一变化或许与欧洲的能源危机有关。

图表59: 美国公众对核电支持率上升



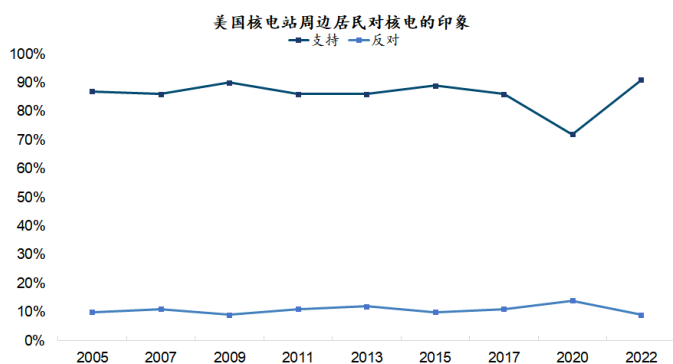
来源: GALLUP, 国金证券研究所

图表60: 共和党人对核电支持率更高



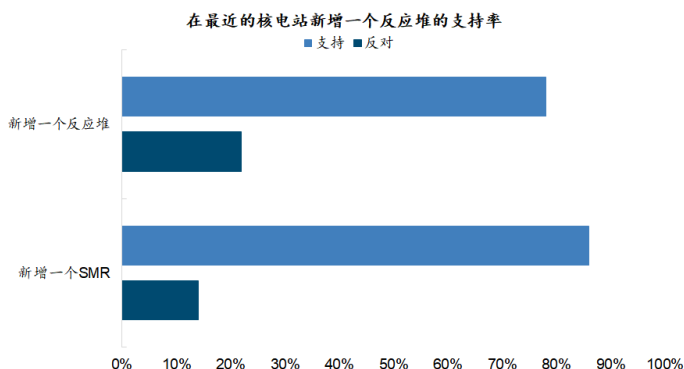
来源: GALLUP, 国金证券研究所

图表61: 核电站周边居民对核电站的好感度创下新高



来源: Bisconti Research, 国金证券研究所

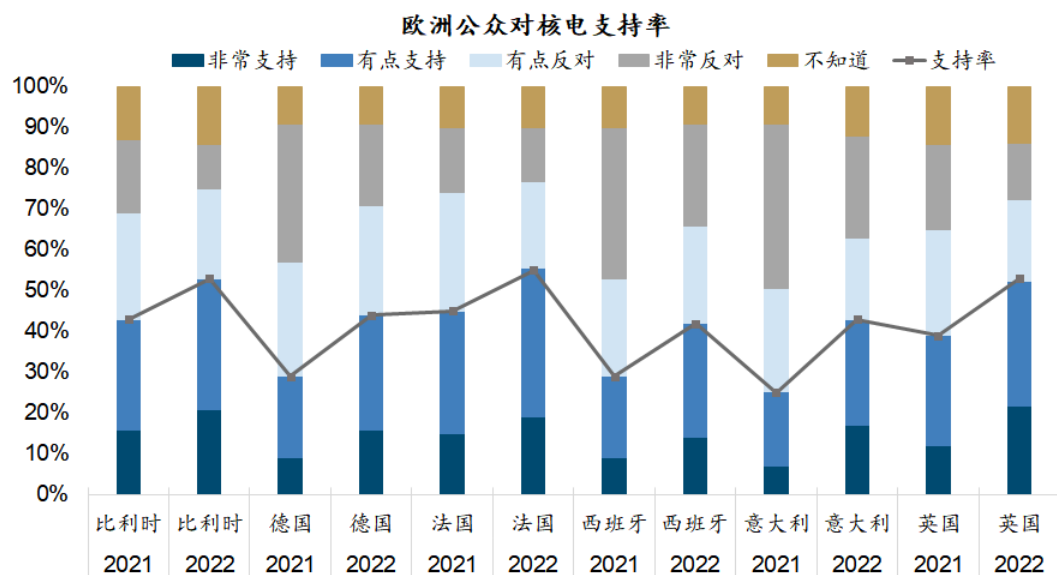
图表62: 大多核电站周边居民接受核电站扩建, 尤其是新建 SMR



来源: Bisconti Research, 国金证券研究所



图表63: 2022 年欧洲公众对核电支持率较 2021 年上升



来源: FONDATION ROBERT SCHUMAN, 国金证券研究所

SMR 普遍还处于计划和设计阶段

目前全球仅少量 SMR 已投产, 大多还处于在建或规划中。中国的 HTR-PM 和俄罗斯的 KLT-40S 是目前仅有的已正式运行的 SMR, 预计 2026-2028 年将有 3 个新的 SMR 电站投产, 全球目前有超过 80 种 SMR 设计, 其余设计均处于计划阶段或早期设计阶段。

图表64: SMR 普遍还处于计划和设计阶段

所处阶段	名称	功率	类型	国家	备注	所处阶段	名称	功率	类型	国家
运行中	HTR-PM	200 MWe	Twin HTR	中国			EM2	240 MWe	HTR, FNR	General Atomics (USA)
	KLT-40S	35 MWe	PWR	俄罗斯			FMR	50 MWe	HTR, FNR	General Atomics + Framatome
在建项目	CAREM-25	27 MWe	Integral PWR	阿根廷	预计 2028 年投产		VK-300	300 MWe	BWR	NIKIET, Russia
	ACP100	125 MWe	Integral PWR	中国	预计 2026 年投产		AHWR-300 LEU	300 MWe	PHWR	BARC, India
	BREST	300 MWe	Lead FNR	RDIP, Russia	预计 2026 年投产		CAP200 LandStar-V	220 MWe	PWR	SNERDI/SPIC, China
	Kairos Power	500 MW	MSR	美国		处于早期设计阶段	SNP350	350 MWe	PWR	SNERDI, China
	VBER-300	300 MWe	PWR	OKBM, Russia			ACPR100	140 MWe	Integral PWR	CGN, China
计划项目	NuScale Power Module	77 MWe	Integral PWR	NuScale Power + Fluor, USA			IMR	350 MWe	Integral PWR	Mitsubishi Heavy Ind, Japan*
	SMR-160	160 MWe	PWR	Holtec, USA + SNC-Lavalin, Canada			Westinghouse SMR	225 MWe	Integral PWR	Westinghouse, USA*
	CNSP	300	PWR/HI-TH	Holtec,			mPower	195	Integral	BWXT, USA*



所处阶段	名称	功率	类型	国家	备注	所处阶段	名称	功率	类型	国家
	(Combined Nuclear/Solar Plant)	MWe	ERM HSP solar thermal system	USA				MWe	PWR	
	SMART	100 MWe	Integral PWR	KAERI, South Korea			UK SMR	470 MWe	PWR	Rolls-Royce SMR, UK
	BWRX-300	300 MWe	BWR	GE Hitachi, USA			PBMR	165 MWe	HTR	PBMR, South Africa*
	PRISM	311 MWe	Sodium FNR	GE Hitachi, USA			HTMR-100	35 MWe	HTR	HTMR Ltd, South Africa
	Natrium	345 MWe	Sodium FNR	TerraPower + GE Hitachi, USA			MCFR		MSR/FNR	Southern Co, TerraPower, USA
	ARC-100	100 MWe	Sodium FNR	ARC with GE Hitachi, USA			SVBR-100	100 MWe	Lead-Bi FNR	AKME-Engineering, Russia*
	Integral MSR	192 MWe	MSR	Terrestrial Energy, Canada			Westinghouse LFR	300 MWe	Lead FNR	Westinghouse, USA
	Seaborg CMSR	100 MWe	MSR	Seaborg, Denmark			TMSR-SF	100 MWt	MSR	SINAP, China
	Hermes prototype	35 MWt	MSR-Triso	Kairos, USA			PB-FHR	100 MWe	MSR	UC Berkeley, USA
	RITM-200M	50 MWe	Integral PWR	OKBM, Russia			Moltex SSR-U	150 MWe	MSR/FNR	Moltex, UK
	RITM-200N	55 MWe	Integral PWR	OKBM, Russia			Thorcon TMSR	250 MWe	MSR	Martingale, USA
	BANDI-60S	60 MWe	PWR	Kepco, South Korea			Leadir-PS100	36 MWe	Lead-cooled	Northern Nuclear, Canada
	Xe-100	80 MWe	HTR	X-energy, USA						
	ACPR50S	60 MWe	PWR	CGN, China						
	Moltex SSR-W	300 MWe	MSR	Moltex, UK						

来源：World Nuclear Association, IAEA, 国金证券研究所



核电产业链拆解

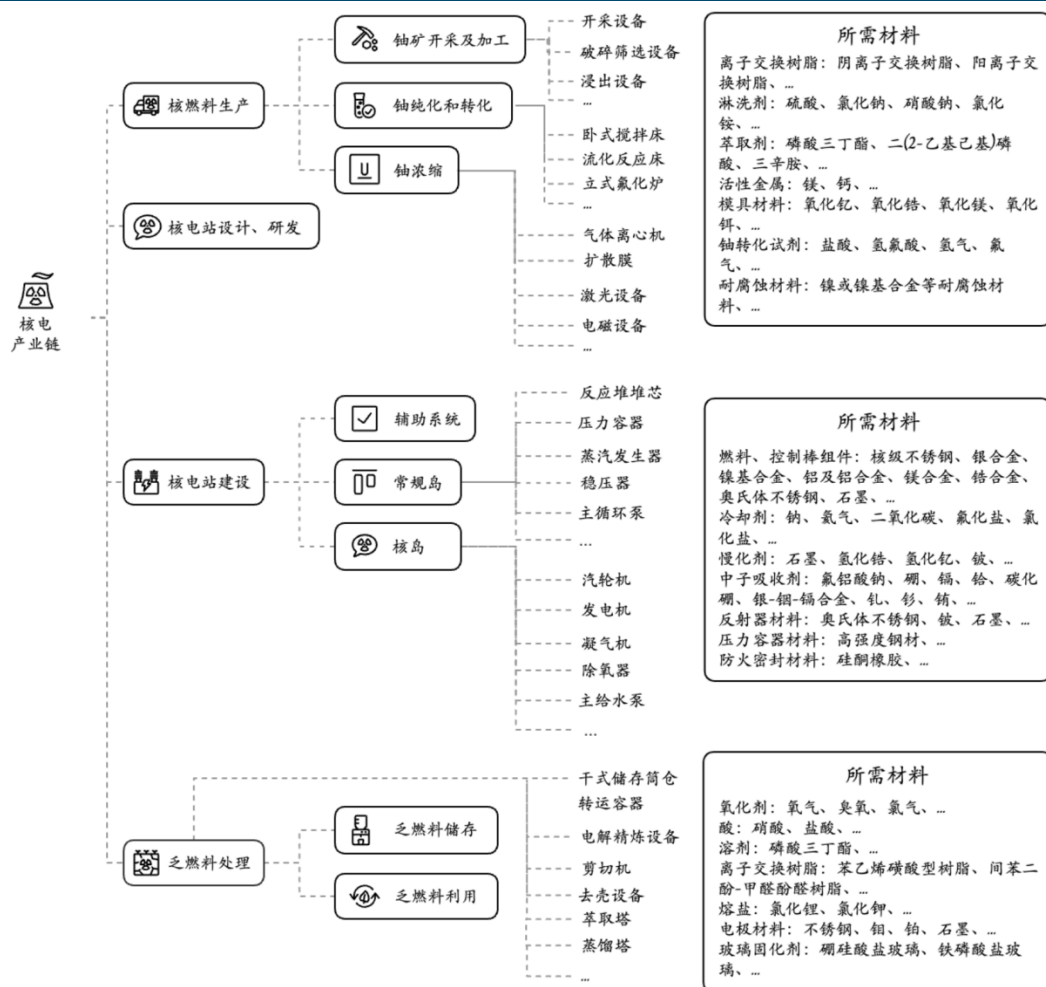
核燃料及核电产业链相较于气电更复杂，产业链主要流程包括铀矿开采及加工、核电站建设和乏燃料处理。

1) 铀矿开采及加工：铀矿在开采后，经过破碎、磨细，通过浸取液将铀浸出，含铀的浸出液经过离子交换等分离、纯化过程后可获得重铀酸盐或铀酸盐，将其煅烧可制得八氧化三铀，进一步将八氧化三铀转化为六氟化铀，铀浓缩工序可将铀-235的含量提高到3%-5%。将含量为3%-5%的六氟化铀转化为二氧化铀固体后可加工为燃料棒，燃料棒组装成为燃料组件。在铀的开采、转化、浓缩过程中，使用的设备主要包括铀矿开采设备、破碎筛分设备、浸出设备、流化床反应器、立式氟化炉、气体离心机等，使用的材料主要包括萃取剂、氢氟酸、氟气、镍或镍基合金等耐腐蚀材料等。

2) 核电站建设：核电站的主要构成包括核岛、常规岛、辅助系统等。核电厂中核蒸汽供应系统及其配套设施和它们所在的厂房即为核岛，核岛中的核心设备包括核反应堆、冷却剂循环系统、压力容器、蒸汽发生器、主泵等；常规岛负责将核岛产生的热能转换为电能，其中的主要设备包括蒸汽轮机、发电机、冷凝器、给水泵、电气系统等。发电过程中使用的材料主要有冷却剂、慢化剂、中子吸收剂、包壳材料、反射器材料等。

3) 乏燃料处理：乏燃料处理的主要方式包括水法和干法，处理后可对其储存或再次利用。水法所需的设备包括溶剂萃取装置、离子交换设备等，使用的材料包括硝酸、有机溶剂、还原剂等；干法所需的设备包括电解精炼设备、熔盐制备设备、熔盐输送组件等，使用的材料包括氟化物、氯化物、熔融盐、液态金属等。

图表65：核电产业链概况



来源：湖南省地质院，生态环境部华北核与辐射安全监督站，深圳市生态环境局，《乏燃料后处理设施安全》，《低浓度含铀废水处理技术研究进展》，《中国的铀矿治水治的工艺与设备的分析与讨论》，《Uranium Processing and Properties》，《Advance in and prospect of moderator materials for space nuclear reactors》，国家材料腐蚀与防护科学数据科学数据中心，World Nuclear Association，新思界，国金数字未来实验室，国金证券研究所



SMR 更倾向于使用新型材料。SMR 通常需要使用 HALEU，从而在单位体积上获得更大功率，目前只有俄罗斯和中国具有大规模的 HALEU 浓缩设施，American Centrifuge Operating 是目前美国唯一运营 HALEU 设施的公司。除了常见的轻水和重水反应堆，正在开发的 SMR 考虑较多的是高温气冷反应堆、快中子反应堆、熔盐反应堆，不同类型反应堆的燃料、冷却剂、慢化剂存在区别。

图表66: SMR 常见反应堆类型

反应堆类型	可用燃料	可用冷却剂	可用慢化剂
高温气冷反应堆	铀氧化物、二氧化铀、含钍铀或含钍钚	氦、二氧化碳、氮	石墨
快中子反应堆	铀氮化物、铀-钚氮化物、铀-超铀元素氮化物、铀-钚合金	液态金属，如钠、铅、铅铋	无
熔盐反应堆	铀或四氟化铀和氟锂铍的熔融混合物	熔融氟化物盐、氯盐	石墨、无

来源：World Nuclear Association，国金证券研究所

风险提示

- 1、算力需求不及预期的风险：算力需求增速不及预期将导致数据中心用电量增速放缓。
- 2、数据中心单位功耗下降的风险：数据中心持续提高能源使用效率，若单位功耗快速下降，则会影响数据中心耗电量。
- 3、政策变化的风险：若涉及气电和核电建设的政策收紧，则会影响气电和核电的装机规模。
- 4、核电技术发展不及预期的风险：目前 SMR 普遍处于研发阶段，若技术发展不畅，则会影响 SMR 大规模商业化的时间。



特别声明：

国金证券股份有限公司经中国证券监督管理委员会批准，已具备证券投资咨询业务资格。

本报告版权归“国金证券股份有限公司”（以下简称“国金证券”）所有，未经事先书面授权，任何机构和个人均不得以任何方式对本报告的任何部分制作任何形式的复制、转发、转载、引用、修改、仿制、刊发，或以任何侵犯本公司版权的其他方式使用。经过书面授权的引用、刊发，需注明出处为“国金证券股份有限公司”，且不得对本报告进行任何有悖原意的删节和修改。

本报告的产生基于国金证券及其研究人员认为可信的公开资料或实地调研资料，但国金证券及其研究人员对这些信息的准确性和完整性不作任何保证。本报告反映撰写研究人员的不同设想、见解及分析方法，故本报告所载观点可能与其他类似研究报告的观点及市场实际情况不一致，国金证券不对使用本报告所包含的材料产生的任何直接或间接损失或与此有关的其他任何损失承担任何责任。且本报告中的资料、意见、预测均反映报告初次公开发布时的判断，在不作事先通知的情况下，可能会随时调整，亦可因使用不同假设和标准、采用不同观点和分析方法而与国金证券其它业务部门、单位或附属机构在制作类似的其他材料时所给出的意见不同或者相反。

本报告仅为参考之用，在任何地区均不应被视为买卖任何证券、金融工具的要约或要约邀请。本报告提及的任何证券或金融工具均可能含有重大的风险，可能不易变卖以及不适合所有投资者。本报告所提及的证券或金融工具的价格、价值及收益可能会受汇率影响而波动。过往的业绩并不能代表未来的表现。

客户应当考虑到国金证券存在可能影响本报告客观性的利益冲突，而不应视本报告为作出投资决策的唯一因素。证券研究报告是用于服务具备专业知识的投资者和投资顾问的专业产品，使用时必须经专业人士进行解读。国金证券建议获取报告人员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。报告本身、报告中的信息或所表达意见也不构成投资、法律、会计或税务的最终操作建议，国金证券不就报告中的内容对最终操作建议做出任何担保，在任何时候均不构成对任何人的个人推荐。

在法律允许的情况下，国金证券的关联机构可能会持有报告中涉及的公司所发行的证券并进行交易，并可能为这些公司正在提供或争取提供多种金融服务。

本报告并非意图发送、发布给在当地法律或监管规则下不允许向其发送、发布该研究报告的人员。国金证券并不因收件人收到本报告而视其为国金证券的客户。本报告对于收件人而言属高度机密，只有符合条件的收件人才能使用。根据《证券期货投资者适当性管理办法》，国金证券股份有限公司客户中风险评级高于 C3 级（含 C3 级）的投资者使用；本报告所包含的观点及建议并未考虑个别客户的特殊状况、目标或需要，不应被视为对特定客户关于特定证券或金融工具的建议或策略。对于本报告中提及的任何证券或金融工具，本报告的收件人须保持自身的独立判断。使用国金证券研究报告进行投资，遭受任何损失，国金证券不承担相关法律责任。

若国金证券以外的任何机构或个人发送本报告，则由该机构或个人为此发送行为承担全部责任。本报告不构成国金证券向发送本报告机构或个人的收件人提供投资建议，国金证券不为此承担任何责任。

此报告仅限于中国境内使用。国金证券版权所有，保留一切权利。

上海	北京	深圳
电话：021-80234211	电话：010-85950438	电话：0755-86695353
邮箱：researchsh@gjzq.com.cn	邮箱：researchbj@gjzq.com.cn	邮箱：researchsz@gjzq.com.cn
邮编：201204	邮编：100005	邮编：518000
地址：上海浦东新区芳甸路 1088 号 紫竹国际大厦 5 楼	地址：北京市东城区建国内大街 26 号 新闻大厦 8 层南侧	地址：深圳市福田区金田路 2028 号皇岗商务中心 18 楼 1806



【小程序】
国金证券研究服务



【公众号】
国金证券研究