

➤ **本周关注：应流股份、奥比中光、浙江鼎力、巨星科技、广日股份。**

➤ **AI 驱动美国用电量需求，燃气发电有望充分受益。**大规模的算力布局带来较为显著的用电需求。参考国际能源署（IEA）的报告，2022 年全球数据中心、人工智能和加密货币的耗电量已经达到 460TWh，占全球能耗的近 2%。而且这个数字还在快速增长，IEA 预测，在最糟糕的情况下，到 2026 年这些领域的用电量将达 1,000TWh。从美国私人数据中心投资金额折年数来看，2024 年 11 月已达 315 亿美元，是自 2022 年底 OpenAI 推出 ChatGPT 以来的两倍有余。近期，华盛顿特区—美国能源部(DOE)宣布发布由劳伦斯伯克利国家实验室(LBNL)制作的《2024 年美国数据中心能源使用报告》，其统计得出 2018 年，数据中心耗电量约为 76TWh，占美国年度总用电量的 1.9%，到 2023 年达到 176TWh，占美国总用电量的 4.4%；预计到 2028 年，能耗区间的下限和上限分别约为 325TWh 和 580TWh，占美国总用电量的 6.7%-12.0%，假设平均容量利用率为 50%，意味着数据中心的总装机在 74GW-132GW。天然气发电在美国一直遥遥领先，天然气的低价和现代发电站的高效运转使得天然气作为发电来源的份额不断攀升，2006 年超越了核能，2016 年取代了煤炭，2023 年发电占比高达 42.7%。考虑到核电的建设周期长，新能源的并网难度大&不稳定等问题，在新型核电技术尚未成熟之前，燃气发电有望成为满足美国数据中心用电的最佳解决办法。

➤ **受益燃机需求上行，海外龙头定订单快速增长。**全球三大燃气轮机供货商 GE、SIEMENS、MHI 占据了全球燃气轮机市场接近 90% 的核心份额。我们从全球燃气轮机龙头 GEV 的数据来看，截至 2023 年底，公司设备在手订单 400 亿美金，是其 2023 年收入（180 亿美金）的 2.2 倍，服务在手订单高达 750 亿美金，是其 2023 年收入（150 亿美金）的 5 倍。从 2024 年前三季度燃气轮机新签订单来看，累计新签 14.1GW（同比增 90.5%），合计约 780 亿美金（同比增 32.2%）；其中 2024Q3，新签燃气轮机订单 5.1GW（同比增 64.5%），约合 290 亿美金（同比增 45%），已经展现出快速增长的趋势。

➤ **建议关注燃气轮机产业链机会。**①**应流股份：GE/西门子燃气轮机优秀供应商。**公司产品多次获得通用电气、西门子、艾默生、赛莱默、卡特彼勒等众多国际客户优秀供应商和产品质量奖。2023 年度，公司燃气轮机业务多款型号取得重点突破，新接订单金额超 6 亿元，与国际燃机龙头签署战略合作协议，订单金额突破新高。②**杰瑞股份：北美燃气轮机实现销售。**公司对美国销售的燃气轮机组，主要为了配套电驱压裂设备，该设备全球首创单车载 6MW 级燃气轮机发电机组，2023 年，公司成功实现北美第二套 35MW 燃气轮机发电机组的销售及交付。③**豪迈科技：与 GE/西门子/三菱合作多年。**公司燃气轮机铸件业务竞争力强，与 GE、三菱、西门子、上海电气、中车、东方电气、哈电等合作多年。④**联德股份：与卡特彼勒合作多年。**公司产品包括用于压缩机、工程机械、能源设备以及食品机械整机制造的精密零部件等。公司已与全球顶尖设备制造商江森自控、英格索兰、开利空调、麦克维尔、卡特彼勒等知名全球五百强企业建立了稳固的战略合作关系。

➤ **风险提示：**燃气轮机需求低于预期风险，贸易摩擦加剧风险。

推荐

维持评级



分析师 李哲

执业证书：S0100521110006

邮箱：lizhe_yj@mszq.com

分析师 罗松

执业证书：S0100521110010

邮箱：luosong@mszq.com

相关研究

- 一周解一惑：事关半导体供应链安全，零部件厂商多重受益-2024/12/30
- 机械行业 2025 年度投资策略：攻守并重，紧跟需求边际变化及新质生产力发展-2024/12/23
- 一周解一惑系列：机器人可能延伸新方向，具身智能与特种机器人-2024/12/22
- 一周解一惑系列：煤化工项目加速落地，设备需求稳步提升-2024/12/16
- 一周解一惑系列：叠栅技术助力光伏降本增效，关注核心材料+设备厂商-2024/12/08

目录

1 AI 驱动美国用电量需求，燃气发电有望充分受益	3
1.1 AI 带动用电需求快速增长	3
1.2 电力供应短缺成为美国数据中心停机的核心原因	5
1.3 燃气发电或成近几年最佳解决方案	8
2 受益燃机需求上行，海外龙头订单快速增长	17
2.1 全球燃气轮机寡头格局	17
2.2 从 GEV 订单看全球燃气趋势	17
3 关注燃气轮机产业链机会	19
3.1 应流股份：GE/西门子燃气轮机优秀供应商	19
3.2 杰瑞股份：北美燃气轮机实现销售	20
3.3 豪迈科技：与 GE/西门子/三菱合作多年	21
3.4 联德股份：与卡特彼勒合作多年	22
4 风险提示	23
插图目录	24
表格目录	24

1 AI 驱动美国用电量需求，燃气发电有望充分受益

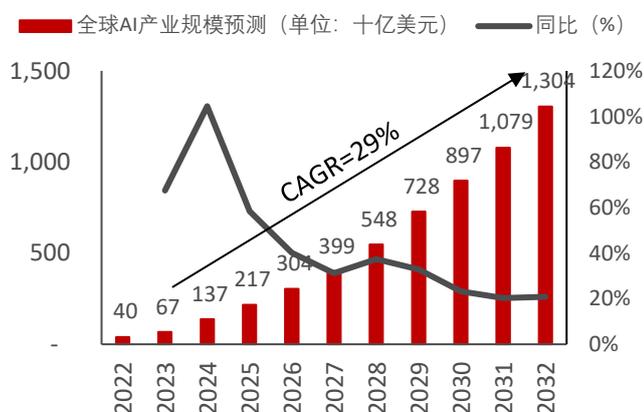
1.1 AI 带动用电需求快速增长

1.1.1 全球 AI 产业规模趋势强劲

2023 年以来人工智能市场持续保持高增长态势，成为推动各国经济增长和技术创新的关键因素。据 IDC 研究，预计 2022 年至 2032 年全球人工智能产业规模的复合增长率高达 42%，2032 年将达到 1.3 万亿美元。基于人工智能的广阔前景，全球科技巨头纷纷加大对 AI 基础设施布局以维持行业竞争力。国际上 Meta、微软&OpenAI、xAI 等多家 AI 巨头陆续宣布或者完成 10 万卡集群建设，国内通信运营商、头部互联网、大型 AI 研发企业等均发力超万卡集群的布局。

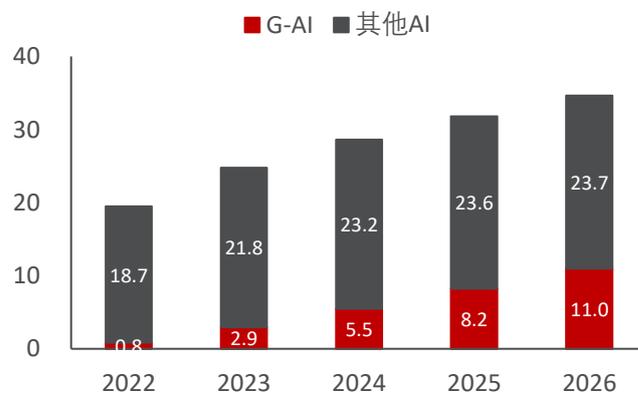
IDC 预计，全球人工智能硬件市场(服务器)，将从 2022 年的 195 亿美元增长到 2026 年的 347 亿美元，五年年复合增长率达 17.3%；其中，用于运行生成式人工智能的服务器市场规模在整体人工智能服务器市场的占比将从 2023 年的 11.9%增长至 2026 年的 31.7%。

图1：全球 AI 产业规模预测（十亿美元）



资料来源：IDC，民生证券研究院

图2：全球 AI 服务器市场规模预测（十亿美元）



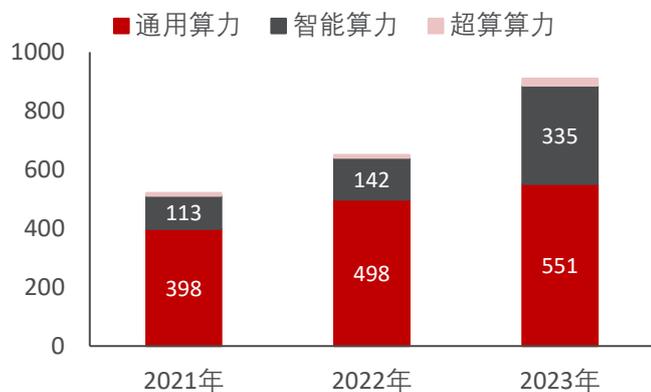
资料来源：IDC，民生证券研究院

以 AIGC 为代表的智能应用、大模型训练等新需求、新业务的崛起，推动全球智算规模呈现高速增长态势。据中国信通院测算，截至 2023 年底，全球算力总规模约为 910 EFLOPS，同比增 40%，智能算力规模达到 335 EFLOPS，同比增 136%，增速远超算力整体规模增速。

大规模的算力布局带来较为显著的用电需求。以英伟达 H100 为例，它的峰值功耗高达 700 瓦，相当于一台正在工作的微波炉，而更新一代的芯片功耗可能会更高，比如，英伟达的 Blackwell 超级芯片包含两个 1,200 瓦的 GPU 和一个 300 瓦的 CPU，一个机架就能耗掉 120 千瓦的电力。参考国际能源署 (IEA) 的报告，2022 年全球数据中心、人工智能和加密货币的耗电量已经达到 460TWh，

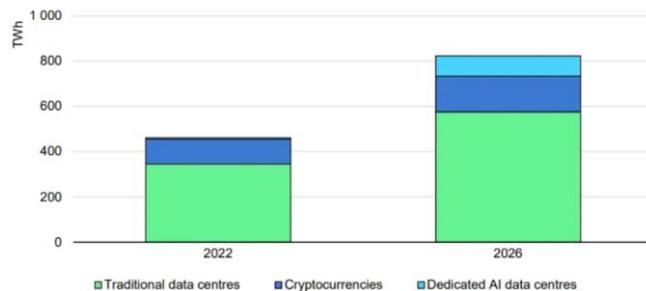
占全球能耗的近 2%。而且这个数字还在快速增长, IEA 预测, 在最糟糕的情况下, 到 2026 年这些领域的用电量将达 1,000TWh, 与整个日本的用电量相当。

图3: 全球算力规模 (单位: EFLOPS)



资料来源: 中国信通院, 民生证券研究院

图4: 传统数据中心/加密货币/AI 数据中心能耗估计值



资料来源: IEA, 民生证券研究院

1.1.2 美国数据中心建设规模快速提升

从美国私人数据中心投资金额折年数来看, 2024 年 11 月已达 315 亿美元, 是自 2022 年底 OpenAI 推出 ChatGPT 以来的两倍有余, 目前仍呈现上行趋势。

图5: 美国私人数据中心投资规模 (百万美元)



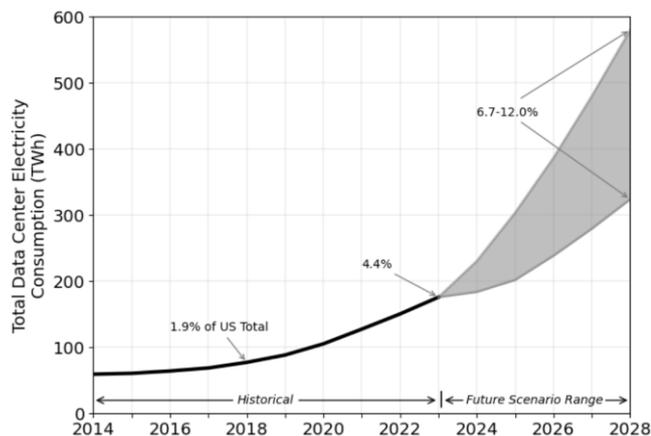
资料来源: 同花顺, 民生证券研究院

1.1.3 美国数据中心用电量快速增长

近期, 华盛顿特区—美国能源部(DOE)宣布发布由劳伦斯伯克利国家实验室(LBNL)制作的《2024 年美国数据中心能源使用报告》, 其统计得出 2014-2016 年间, 美国数据中心的年能源使用量保持稳定, 约为 60TWh, 延续了自 2010 年左右开始的极低增长趋势; 2017 年, 服务器总体装机量开始增长, 用于人工智能(AI)的图形处理单元(GPU)加速服务器在数据中心服务器总量中占据了相当比例, 以

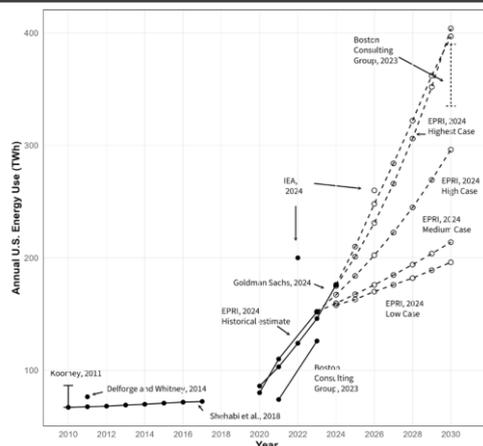
至于数据中心总用电量再次开始上升;到 2018 年,数据中心耗电量约为 76TWh,占美国年度总用电量的 1.9%。到 2023 年达到 176TWh,占美国总用电量的 4.4%。预计到 2028 年,能耗区间的下限和上限分别约为 325TWh 和 580TWh,占美国总用电量的 6.7%-12.0%,假设平均容量利用率为 50%,意味着数据中心的总装机在 74GW-132GW。

图6: 2014 至 2028 年美国数据中心总用电量 (TWh)



资料来源:《2024 年美国数据中心能源使用报告》(LBNL), 民生证券研究院

图7: 前期对美国数据中心用电量进行估计的研究统计



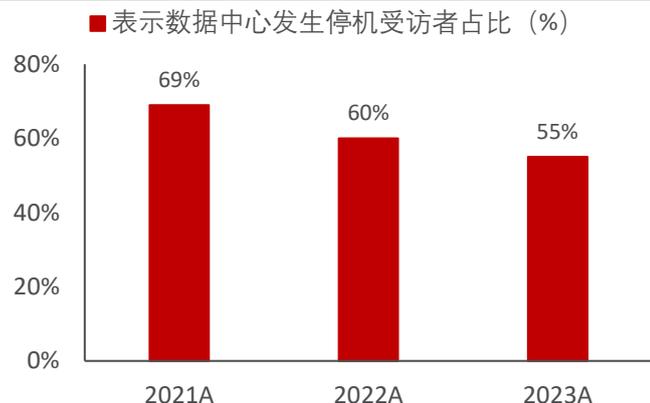
资料来源:《2024 年美国数据中心能源使用报告》(LBNL), 民生证券研究院

1.2 电力供应短缺成为美国数据中心停机的核心原因

1.2.1 AI 数据中心对供电系统的要求越来越高

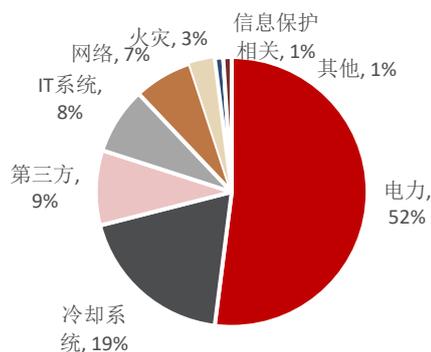
参考 Uptime Institute 发布的《AnnualOutageAnalysis2024》报告, 调查结果显示, 在 2023 年 Uptime Institute 数据中心调查中, 55%的运营商受访者表示, 在过去三年中曾发生过停机, 虽然低于 2022 年的 60%和 2021 年的 69%, 但比例仍较高, 报告显示, 在故障原因方面, 电力问题仍然是数据中心停机的最主要原因, 紧随其后的是冷却系统故障。

图8: 2021-2023 年表示数据中心发生停机受访者占比



资料来源: IDC 圈, 民生证券研究院

图9: 2023 年数据中心故障原因占比



资料来源: IDC 圈, 民生证券研究院

当前数据中心的传统模型是根据美国电信工业协会 (TIA) 认证级别排名, AI 数据中心对配套能源系统提出了更高的要求: 高可靠性、高效率; 减小 UPS 规模; 可孤网运行; 低电价; 电力和燃料冗余; 电冷联供, 降低数据中心电能利用效率 (PUE); 低碳排放、低 NOx 排放、低噪声; 简化设计, 可变规模, 占地空间小; 公众接受、符合地方法规; 兼容掺氢、纯氢燃料等。目前 Tier3 级在全球大型数据中心中最为常见 (如果一个数据中心需要 10 个变压器, N+1 的冗余度表示总共需要储备 11 个变压器, 其中 10 个可运行, 1 个冗余, 而 2N 则需要购买 20 个变压器)。

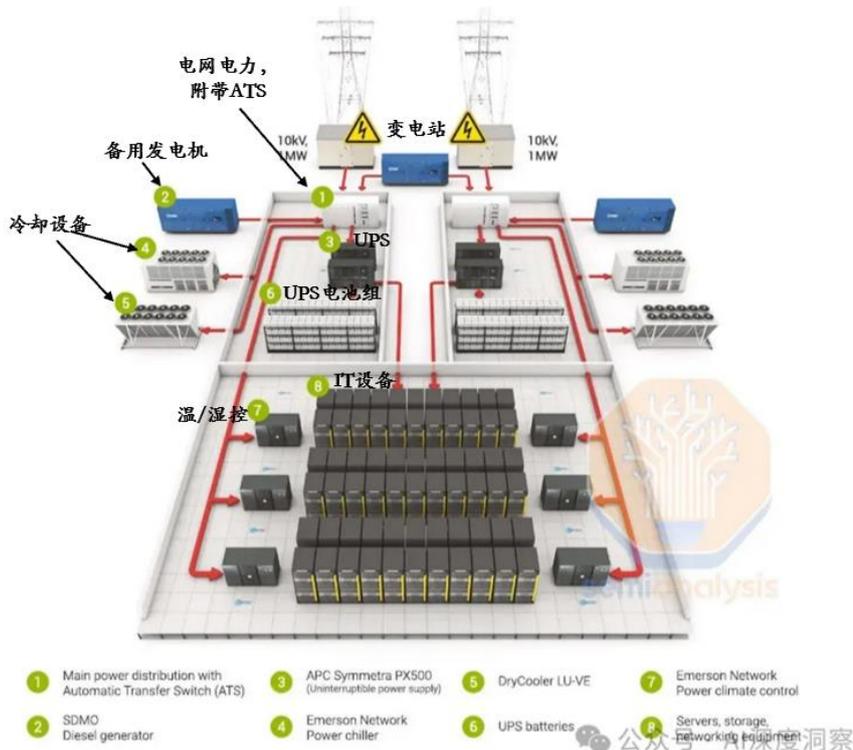
表1: TIA 数据中心级别

级别	年运行时间	宕机时间/年	冗余度	冗余保护时间
Tire1	99.671%	不超过 28.8 小时	无	-
Tire2	99.749%	不超过 22 小时	电和冷部分冗余	-
Tire3	99.982%	不超过 1.6 小时	N+1	72 小时
Tire4	99.995%	不超过 26.3 分钟	2N+1	96 小时

资料来源: 中科国晟, 民生证券研究院

通常电力公司供应电力是高压 (> 100kv), 需要现场变电站和功率变压器来将电压降至中电压 (MV, 例如 11、25、33kv), 使用 MV 开关设备安全地分配 MV 电力, 通过变压器, 该变压器物理上靠近数据大厅, 将电压降至低电压 (415v, 美国家庭可用电压), 如果电力公司停电, 自动转换开关 (ATS) 将自动将电源切换至发电机。电力进入数据大厅后, 开始分成两条传输路径: 一条通向 IT 设备, 一条通向冷却设备。我们重点来看 IT 设备的电力传输路径。首先, 电力流经 UPS 系统, 通过配电单元 (PDU) 将电力输送给 IT 设备, 该系统连接到一组电池, 通常有 5-10 分钟的电池存储时间, 足够发电机启动并避免暂时停电。随后通过电源单元 (PSU) 和稳压器模块 (VRM) 向芯片进行供电。

图10：数据中心电力传输路径示意图



资料来源：AI 深度洞察，民生证券研究院

生成式 AI 带来了新的大规模计算需求，从而显著改变了数据中心的设计和规划。第一个重大变化是电力，AI 的电力需求正在快速上升，而且明年每个设施 50 兆瓦的电力将不再足够。第二个主要变化是计算密度，AI 对计算密度影响的一个主要例子是最新的机架规模 GPU 服务器，如下所示 Nvidia 的 GB200 系列。我们在这里发布了对其架构的全面分析。NVL72 版本是一个由 72 个 GPU 组成的机架，总共提供 130 千瓦的电力。未来，数据中心每个机架的装机将持续提升。

图11：数据中心单个机架平均装机规模 (kw)



资料来源：AI 深度洞察，Omdia，民生证券研究院

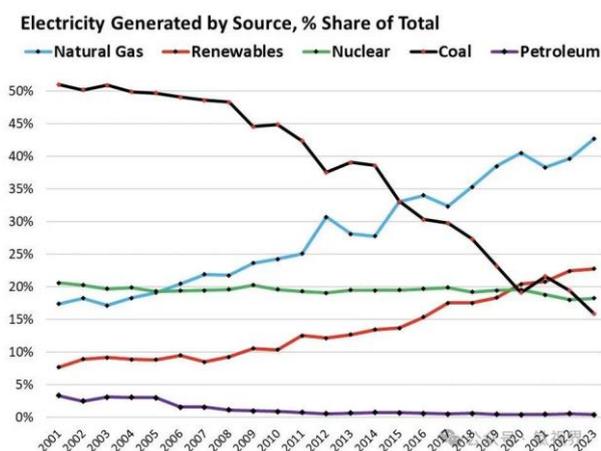
1.3 燃气发电或成近几年最佳解决方案

1.3.1 燃气发电占美国发电量比例达到 40%以上

2023 年美国电力生成来源分析：天然气占主导，其它包括煤炭、核能、风能、水能、太阳能、地热、生物质和石油。在成本和供电灵活性方面，天然气在美国一直遥遥领先，天然气的低价（页岩油革命后美国已成为世界上最大的天然气生产国）和现代发电站的高效运转（现代天然气联合循环发电站的热效率大约为 65%，几乎是传统煤电站的两倍）使得天然气作为发电来源的份额不断攀升，2006 年超越了核能，2016 年取代了煤炭，2023 年发电占比高达 42.7%。可再生能源（包括风能、水能、太阳能、地热和生物质）在总发电量中的份额略有增加，达到了 22.8%。核电在总发电量中的份额略有上升，达到 18.3%。石油液体和石油焦发电占比降至 0.4%。

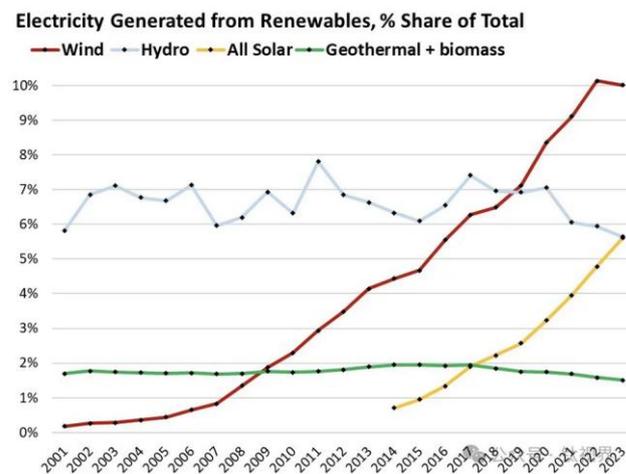
2023 年，风力发电在总发电量中的份额略微减少至 10.0%。太阳能发电（包括屋顶太阳能）份额大幅上升达 5.6%，与水能的份额基本持平，成为唯一增长的能源。生物质和地热能源综合占总发电量的 8.5%，生物质包括一些小类别，如木材及其衍生燃料、垃圾填埋气和其他废弃生物质，大部分地热发电站位于加利福尼亚州，建于 20 世纪 70 年代。小规模太阳能，例如屋顶系统，占 2023 年总发电量的份额跃升至 1.7%，共计 73,619 千兆瓦时。自 2014 年（EIA 开始追踪该数据的第一年）以来，其发电量已增长超过 6 倍。

图12：2001-2023 年美国各能源发电量占比



资料来源：TI, EIA, 民生证券研究院

图13：2001-2023 年美国各种新能源发电量占比



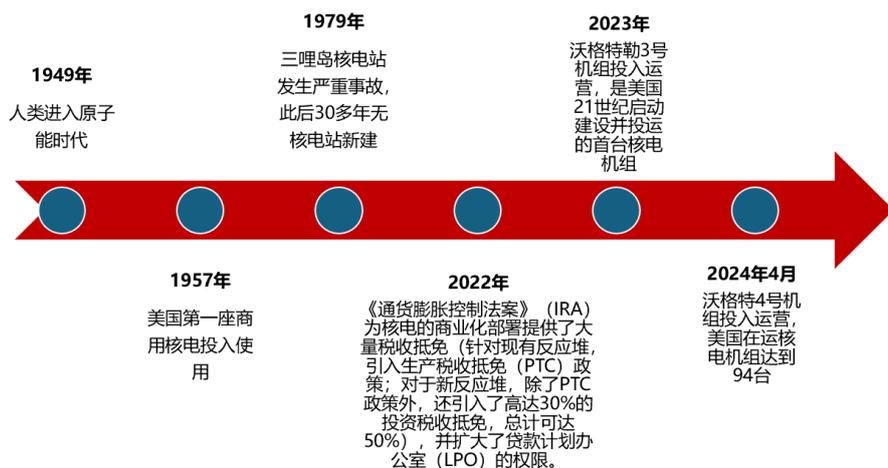
资料来源：TI, EIA, 民生证券研究院

1.3.2 核电：预计 2030 年及以后启动，SMR 获得青睐

1949 年，世界第一座核反应堆“芝加哥 1 号堆”在美国验证了可控的核裂变链式反应的科学可行性，人类从此进入原子能时代。1957 年，美国第一座商用核电

站---希平港原子能发电站投入使用。但 1979 年宾夕法尼亚州哈里斯堡附近的三哩岛核电站发生核泄露事故，导致美国此后 30 多年再无核电站新增。直到 2023 年，沃格特勒 3 号机组正式投入商业运行，成为美国在 21 世纪启动建设并投运的首台核电机组，也是美国首台投运的 AP1000 机组。2024 年 4 月，沃格特勒 4 号机组开始商运，标志着沃格特勒扩建项目全部完工，美国在运核电机组数量达到 94 座。

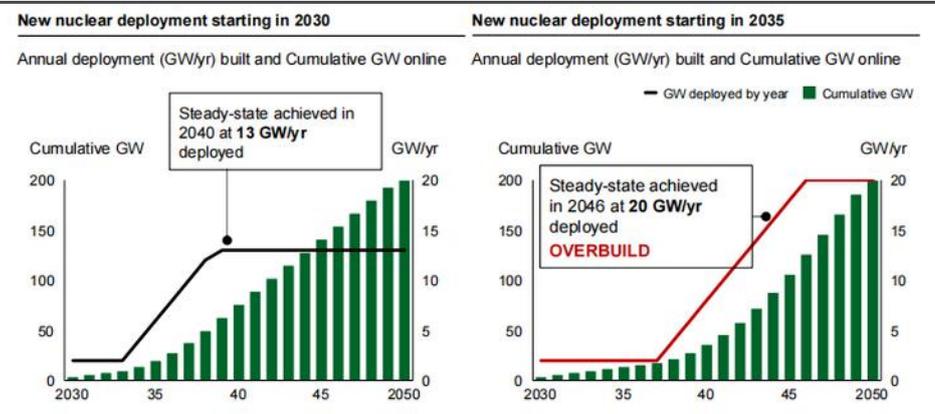
图14：美国核电行业发展历史



资料来源：前瞻产业研究院，IFCE，民生证券研究院

2023 年 3 月，美国能源部 (DOE) 发布《先进核能商业化扩张路径》报告，报告指出，电力系统脱碳模型表明，在可再生能源部署之外，美国将额外需要 550-770GW 的稳定清洁电力以实现净零目标，而核能是为数不多已被证明可大规模实现这一目标的选择之一。如果一切顺利，在先进核技术的推动下，美国核电容量有可能从 2023 年的约 100GW 增加到 2050 年的约 300GW (2030 年或 2035 年开始加速)。

图15：美国核电建设进展展望

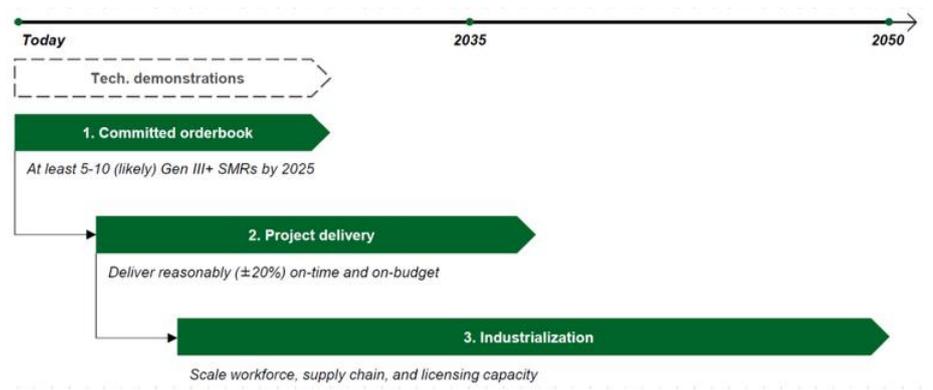


资料来源：《先进核能商业化路径》(DOE)，民生证券研究院

美国先进核能大规模商业化之路需要三个层层递进、相互交叠的阶段：

- ① **完成订单签订 (Committed Orderbook)**: 到 2025 年, 至少有 5-10 个签订项目合同, 首先大规模推进三代+反应堆和 SMR;
- ② **项目交付 (Project Delivery)**: 第一批部署的订单建立起来后, 准时和在预算内 (即±20%) 交付第一批项目;
- ③ **产业化 (Industrialization)**: 扩大劳动力, 供应链和许可证发放。

图16: 美国先进核能大规模商业化之路进展规划



资料来源:《先进核能商业化路径同上》(DOE), 民生证券研究院

为了到 2050 年实现全面工业化并使核电装机容量增加两倍, 价值链需要相应扩展: ①**劳动力**: 美国需要增加约 37.5 万名核电劳动力 (目前约为 10 万人), 以满足建设、运营和供应链技能的需求; ②**采矿和铀矿加工**: 美国每年需要约 5.5-7.5 万吨 U_3O_8 (目前每年仅为 0.2 万吨), 转化为每年约 7.0-9.5 万吨 UF_6 (目前转化能力为 1.04 万吨); ③**浓缩需求**: 美国需要将铀浓缩能力从目前的每年 440 万分离功单位 (SWU) 提高到 4500 万至 5500 万 SWU (第四代反应堆需要高浓缩铀 HALEU, 目前, 美国依赖于一个年产仅 900 千克的 HALEU 设施); ④**燃料制造**: 美国还必须将铀燃料制造能力提高到每年 6,000 至 8,000 公吨 (MTU), 以支持 300 吉瓦的核电容量。目前的制造能力为 4,200 公吨。此外, 先进反应堆将需要新型燃料, 如 TRISO 和金属燃料; ⑤**零部件供应链**: 零部件供应链需要大幅扩张, 其中最大的缺口在于反应堆压力容器等大型零部件的制造能力; ⑥**许可证**: 美国核能管理委员会 (NRC) 需要将其许可证申请处理能力扩大到每年 13WG, 这可能需要 NRC 投入大量额外资源; ⑦**乏燃料管理**: 美国能源部致力于通过许可方法确定联邦综合临时储存和处置设施的选址, 为未来永久处置乏燃料的选址工作提供参考。

许多国家对发电和非发电用途的小型模块化反应堆 (SMR) 开发的兴趣日益浓厚, SMR 具有建设周期短、投资成本低、安全性高等特点。SMR 可以作为分布式能源系统, 为偏远地区或特殊需求的 AI 设施提供定制化的电力供应, 但商业化时间大多在 2030 年附近。

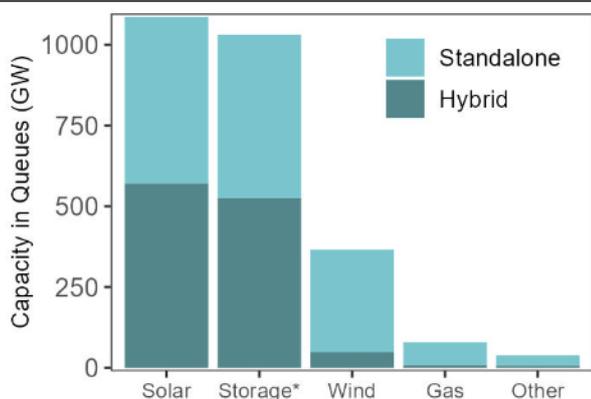
表2：云厂商布局核电情况

企业	公告时间	合作企业	合作规划	商业化时间
微软	24年9月	Constellation Energy (CEG.US)	未来20年，微软购买三哩岛核电站（先促进重启）生产的所有电力。	2028年
谷歌	24年10月	Kairos Power	宣布与美国核电企业凯罗斯电力（Kairos Power）公司签订协议，计划建造6-7座小型模块化反应堆（SMR）争取到2030年，让首批小型模块化反应堆实现“快速安全”供电，2035年前部署更多反应堆。	2030年
亚马逊	2024年3月 2024年10月 24年10月	① Talen Energy(TLN.US) ② Energy Northwest; ③ Dominion Energy	① AW 购买 Talen Energy 宾州塞勒姆镇核电站的核电； ② 亚马逊宣布与公共事业财团西北能源公司（Energy Northwest）达成协议，资助在华盛顿州开发4台SMR（320MW），未来可能增加至12台（960MW）； ③ 探讨在 Dominion 位于弗吉尼亚州的现有 North Anna 核电站附近开发小型模块化反应堆项目（≥300MW）。	②2030年
Meta	24年10月	-	计划在2030年代初新增1-4GW的核能发电能力，并向有关核开发商寻求合作。	-
Switch	24年12月	Oklo	Oklo 将在未来20年内开发、建造和运营合计达12GW的Aurora微型核电站，为Switch分布于美国各地的数据中心提供电力支持。	2030年

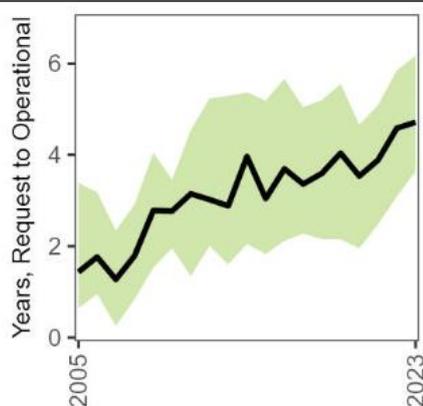
资料来源：Deep Tech 深科技，民生证券研究院

1.3.3 新能源：申请项目众多，并网不确定性高

截止2023年底，美国有近1.16万个项目（约合1,570GW）的发电容量和1,030GW的储能容量等待并网。其中，太阳能、储能和风能占容量的95%，超过94%（约1480GW）的拟议发电量为零碳。2000年至2018年期间申请并网的项目中，只有约20%（容量的14%）在2023年底前达到商业运营，完成率普遍较低，等待时间不断增加。其中，太阳能（14%）和电池（11%）项目的完成率更低。项目在建设前排队等待的平均时间显著增加。2023年建成的典型项目从互联请求到商业运营花费了近5年时间，而2015年为3年，2008年不到2年。

图17：截至2023年底美国寻求并网的装机规模


资料来源：BerkeleyLab，民生证券研究院

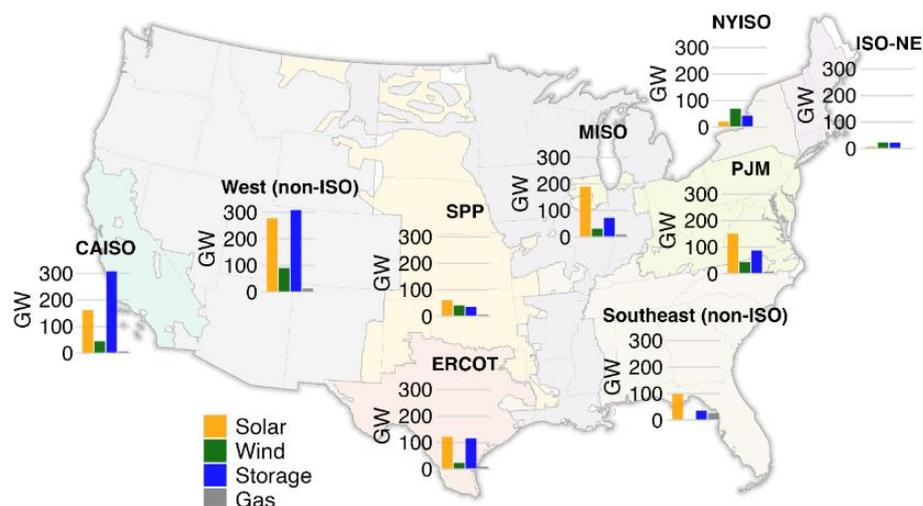
图18：2005-2023年项目平均等待并网时间


资料来源：BerkeleyLab，民生证券研究院

截止2023年底，排队并网中的太阳能装机容量超过1TW，排队中的储能容量也超过1TW，主要分布在西部和加州独立系统运营商（CAISO）。排队中的风能装机容量超过360GW，大部分位于非ISO的西部、纽约州独立系统运营商（NYISO）

(海上)、PJM 和西南电力联营体 (SPP)。排队中的天然气装机容量仅为 79GW，少于其他能源。

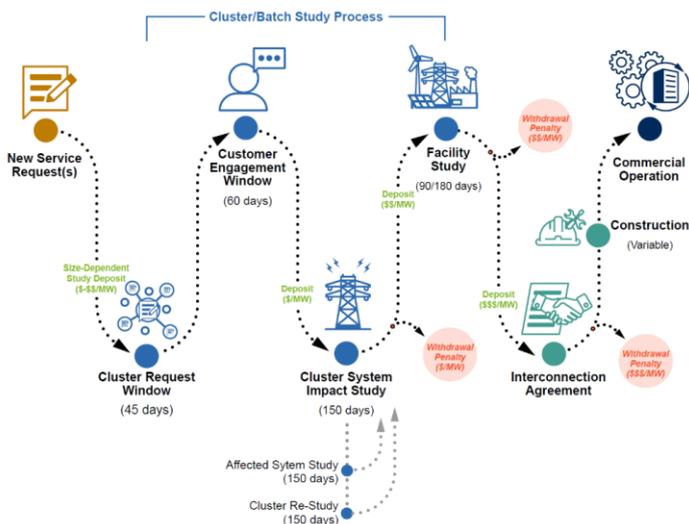
图19：美国排队并网装机情况（截至 2023 年底）



资料来源：BerkeleyLab，民生证券研究院

美国的新能源开发流程也是从立项（interconnection request, IR）开始，然后就是一系列各种申请流程、可行性分析等等，最后签署并网协议（interconnection agreement, IA），开工建设滞后正式商业运行。其中超过 80% 的项目会在中间的某个阶段退出。

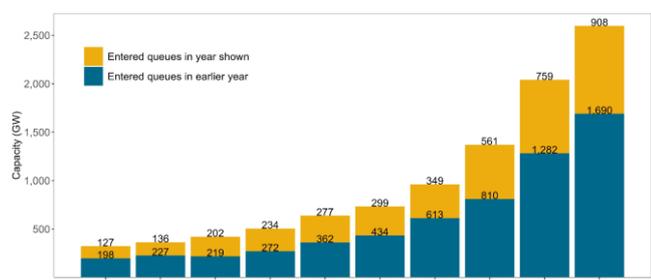
图20：美国典型的能源开发并网流程



资料来源：BerkeleyLab，民生证券研究院

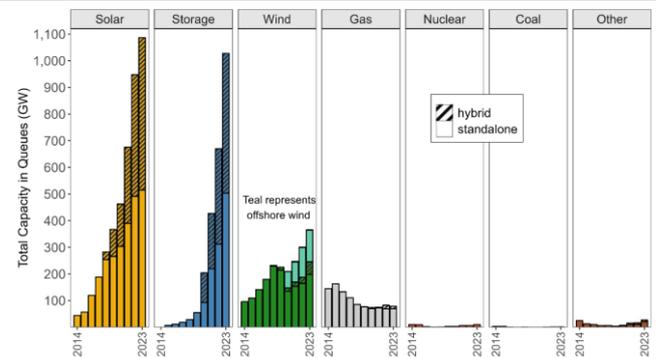
自 2014 年以来，每年进入队列的新(年度)容量都在增加。太阳能(1086GW)、储能 (1028GW) 和风能 (366GW) 占队列中活跃容量的 95%，大多数太阳能和储能容量位于混合电站中。

图21：美国申请在排队的能源项目装机情况



资料来源：BerkeleyLab，民生证券研究院

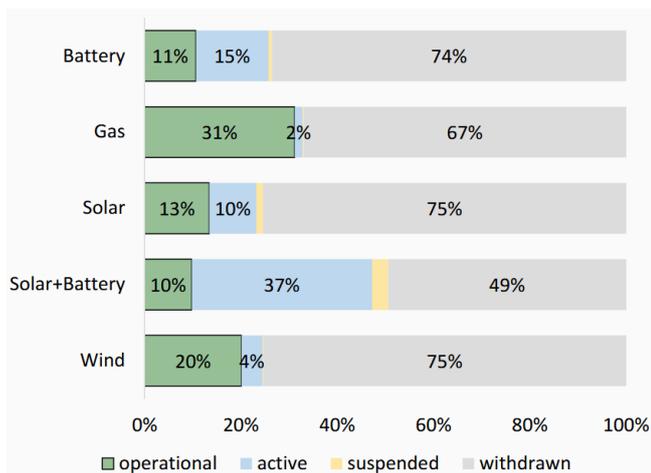
图22：美国申请在排队的不同能源项目装机情况



资料来源：BerkeleyLab，民生证券研究院

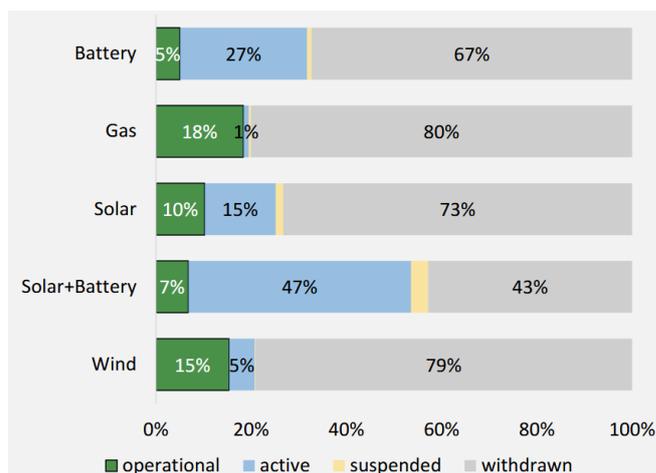
统计数据显示，不同发电类型的完成率差异较大。其中，太阳能（13%）和电池储能（11%）的历史平均完成率低于天然气（31%）或风能（20%）。

图23：2000-2018年提交申请的当前状态（数量占比）



资料来源：BerkeleyLab，民生证券研究院

图24：2000-2018年提交申请的当前状态（装机占比）

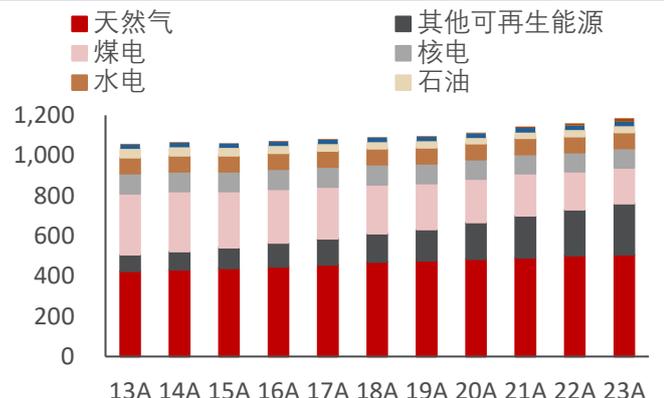


资料来源：BerkeleyLab，民生证券研究院

1.3.4 燃气发电：或成为最近几年最佳解决方案

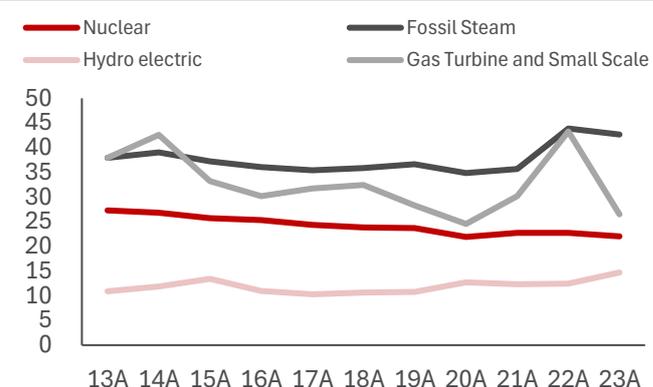
从目前美国的装机情况来看，天然气占比最大，核心原因在于美国经历页岩油革命后，天然气产量大幅增加，成本降低，且推出现代天然气联合循环发电技术后发电效率也快速提升，我们从 EIA 公布的度电运行成本角度（运行+维保+燃料成本合计）看，2023 年美国天然气（含小规模）的度电成本为 2.65 美分/kWh，低于化石能源，高于水电和核电，但考虑到传统核电建设周期较长，水电依赖资源禀赋，在核电快速增长之前，燃气发电有望成为最佳选择。

图25: 美国各种发电机组的装机情况 (GW)



资料来源: EIA, 民生证券研究院

图26: 美国各种能源度电成本 (千分之一美元/kWh)

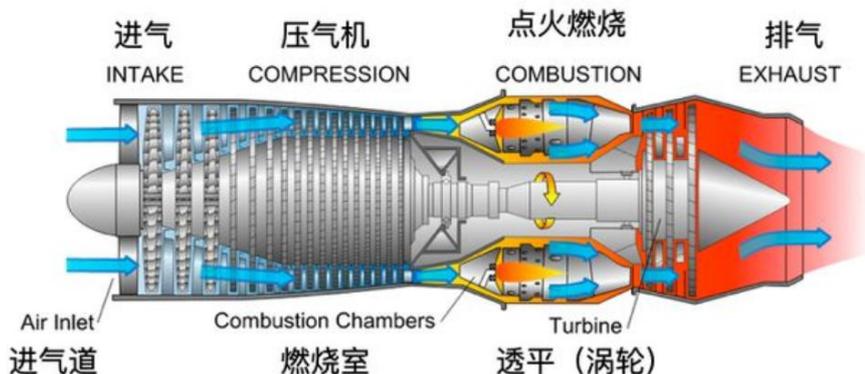


资料来源: EIA, 民生证券研究院

1.3.5 燃气轮机的基本情况

燃气轮机是一种旋转式热力发动机，其工作原理是将化学能通过燃烧转化为机械能，最终转化为动力或电能。燃气轮机的技术核心在于其工作过程，包括压缩、燃烧和燃气膨胀三个主要步骤。压气机从外部吸入空气并压缩，压缩后的空气与燃料混合后在燃烧室燃烧，产生的高温燃气流入燃气涡轮中膨胀做功，推动涡轮叶轮旋转。燃气轮机的效率受到燃气初温和压气机压缩比的影响，提高这两个参数可以显著提升效率。燃气轮机主要用在军用船舶、坦克和装甲车、发电和油气输送，在发电行业，负荷发电基本以大功率(大型)燃气轮机为主，调峰发电则以航改燃(中型、小型、微型)燃气轮机为主。

图27: 美国排队并网装机情况 (截至 2023 年底)



资料来源: 星海情报局, 民生证券研究院

根据《Gas Turbine Engineering Hand book》第四版上的划分方法，燃气轮机可分为框架式重型燃气轮机等六大类。

表3：海外对燃气轮机的分类

种类	发电功率 (MW)	效率 (%)	特点	代表机型
框架式重型燃气轮机	3.0-480	30%-48%	按照涡轮钱温度/简单循环功率可以继续分为 B/E/F/G/H 等级别, 多用于发电	SGT6-5000F/GE9FA 等
航改型燃气轮机	2.5-50	35%-45%	用于发电、航运、石油管道、军舰和快速游轮等领域	GELM2500、GELM6000、罗罗 RB211、罗罗 Avon 和普惠 FT-8 等
工业型燃气轮机	2.5-15	-	广泛用于分布式能源, 管输增压和海上平台等领域	SolarTurbines 产品
小型燃气轮机	0.5-2.5	15%-25%	通常具有离心压气机和径流涡轮	Kawasaki 产品
微型燃气轮机	20-350kw	-	应用在分布式发电	-
车载燃气轮机	300-1500 马力	-	应用不多	AGT-1500

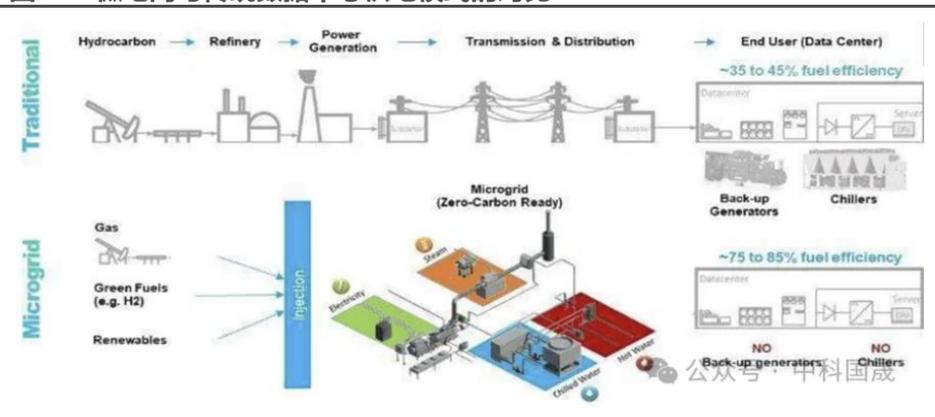
资料来源:《Gas Turbine Engineering Handbook》(Boyce, Meherwan P.), 燃气轮机聚焦, 民生证券研究院

1.3.6 燃气轮机目前数据中心应用情况

马斯克位于美国田纳西州的 xAI 数据中心 (150MW) 采用了 10 万颗最新的 NvidiaH100GPU 芯片构建了当今最强大的人工智能训练模型。由于能耗太大, 当地居民担心会对本地电网产生影响, 马斯克采用了燃气轮机作为数据中心的供电电源。由于人工智能 (AI) 市场对大量耗电数据中心的需求, 西门子能源北美公司已经扩建产能, 以应对燃机需求增长, 世界其他燃机巨头——GE、索拉、三菱等也纷纷将目光投向数据中心这一巨大的燃气轮机市场, 根据 Gas Turbine World 网站预测, Solar Turbines、APR Energy、Dynamis Power Solutions、Related Power 和三大巨头的 5MW 到 50MW 燃机将供不应求。

燃气轮机作为数据中心的电源/备份电源具有以下特点和优势: ①能量密度高; ②联合循环效率高, 热 (冷) 电联供下效率可超过 80%; ③模块化 (即插即用); ④启动快 (1-5 分钟); ⑤低备份成本, 低使用和维护成本; ⑥不间断供电情况下, 主备燃料自动切换。

图28：微电网与传统数据中心供电模式的对比



资料来源: 中科国晟, 民生证券研究院

对于数据中心运营商最重要的考量是运营成本，实际上由航空发动机衍生而来的航改燃机与重油往复式发动机相比，航改燃机的优势包括：燃料成本更低、发电成本更低、电源品质更高、更环保、更便于安装移动（重量不到往复式发动机的五分之一）。燃气轮机在联合循环中具有更高效率可以更好地利用燃料，润滑油消耗量只有往复式发动机的 1/200，可用性超过 98%，降低了度电成本，在三年的运行中，航改燃机所需的操作和维护人力仅往复式发动机的 1/10，维护事件仅往复式发动机的 1/15。此外，装备低排放燃烧系统的航改燃机的排放水平远低于往复式发动机，研究表明，典型 30MW 航改燃机的 CO 排放水平不到往复式发动机的 5%，NOx 排放水平不到往复式发动机的 6%。

表4：航改燃型燃气轮机与往复式发动机的比较

115MW 系统	航改燃联合循环	往复式发动机
燃料	天然气	重油
燃料成本 (亿元/年)	5.88	5.95
电力输出 (MW)	115	115
热耗率 (kJ/kWh)	6990	7362
维护成本 (万元/年)	1830	6700
润滑油成本 (万元/年)	0	1330
年节约成本 (万元/年)	约 6000	-

资料来源：中科国晟，民生证券研究院

世界上三大燃机巨头——GE、索拉和西门子已经把产品的触角伸向了数据中心供电领域，从几兆瓦到几十兆瓦。例如，索拉建于爱尔兰的某数据中心，采用了 10 台 16MWPGM130 燃气轮机，其中 8 台燃机 + 8 台锅炉 (HRSG) + 2 台 9MW 汽轮机构成联合循环发电机组，2 台燃机单循环发电机组，总计装机容量 124MW。再如，西门子某大型数据中心采用了 3 台 25MWSGT-600 燃气轮机，3 台吸收制冷机、1 台锅炉以及 1 台汽轮机，构成电冷联供系统，向数据中心提供 50MW 供电和 46-69MW 的冷量，同时还向电网提供 52.9MW 的电力。

图29：索拉建于爱尔兰的某数据中心



资料来源：中科国晟，民生证券研究院

图30：燃气轮机数据中心模式



资料来源：中科国晟，民生证券研究院

2 受益燃机需求上行，海外龙头订单快速增长

2.1 全球燃气轮机寡头格局

全球三大燃气轮机供货商 GE、SIEMENS、MHI 占据了全球燃气轮机市场接近 90% 的核心份额。根据美国权威的最新 McCoy Power Reports 数据，按兆瓦计算，三菱动力在 2023 年斩获了全球燃气轮机市场 36% 的份额，稳居榜首。

表5：全球头部燃气轮机参与者情况

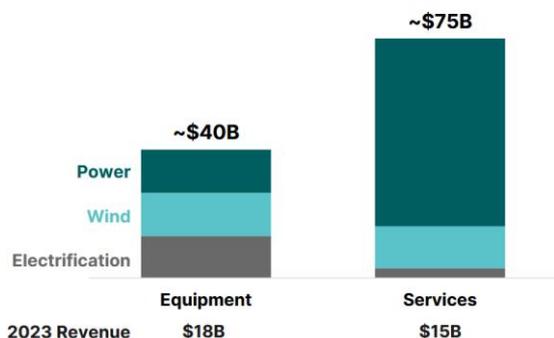
企业	简介	燃气轮机机型
GEV	拥有约 5.4 万台风力发电机和 7,000 台燃气轮机，世界三分之一的电力是通过 GE 技术产生的，GE 的技术被 90% 的世界电力传输公用事业所使用	<ul style="list-style-type: none"> •GE9HA (448MW&571MW) •GE7HA (290MW&384MW&430MW) •GE9F(265MW&288MW&314MW) •GE6F (57MW&88MW) •GE6B.03 (45MW) •GELMS100(106.5MW&113MW) •GELM2500 (33.9MW&36.3MW&22.2MW&34.4MW) •GELM6000 (40MW+)
SIEMENS	Siemens Energy 的技术支持了全球约 10% 的电力生成	<ul style="list-style-type: none"> •SGT5 (100-600MW) •SGT6 (100-600MW) •SGT-100 (5-6MW) •SGT-300 (8-9MW) •SGT-400 (10-15MW) •SGT-600 (24-25MW) •SGT-700 (33-34MW) •SGT-750 (34-41MW) •SGT-800 (48-57MW) •SGT-A05 (4-6MW) •SGT-A35 (27-38MW) •SGT-A45 (41-44MW) •SGT-A65 (58-71MW)
MHI		<ul style="list-style-type: none"> •M701F 系列 (460-570MW) •M701J 系列 (650-840MW) •H25 系列 (40-60MW) •H100 系列 (150-170MW)

资料来源：中科国晟，民生证券研究院

2.2 从 GEV 订单看全球燃气趋势

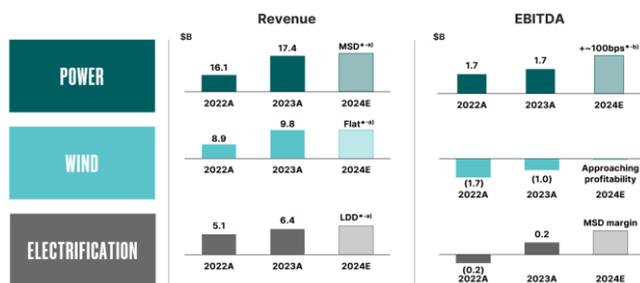
我们从全球燃气轮机龙头 GEV 的数据来看，截至 2023 年底，公司设备在手订单 406 亿美金，是其 2023 年收入 (182.6 亿美金) 的 2.2 倍，服务在手订单高达 754 亿美金，是其 2023 年收入 (149.8 亿美金) 的 5.0 倍。从 2024 年前三季度燃气轮机新签订单来看，累计新签 14.1GW (同比增 90.5%)，合计约 780 亿美金 (同比增 32.2%)；其中 2024Q3，新签燃气轮机订单 5.1GW (同比增 64.5%)，约合 290 亿美金 (同比增 45%)。

图31: 截至 2023 年底 GEV 在手订单与收入比较



资料来源: GEV 官网, 民生证券研究院

图32: GEV 的收入及 EBITDA 情况



资料来源: GEV 官网, 民生证券研究院

表6: GEV 燃气轮机的新签订单及交付订单情况

新签订单 (台/GW)	23H1	23Q3	23Q1-3	24H1	2024Q3	24Q1-3
Gas Turbines	39	20	59	49	29	78
其中: Heavy-Duty Gas Turbines	20	12	32	30	14	44
其中: HA-Turbines	4	4	8	12	9	21
Aeroderivatives	19	8	27	19	15	34
Gas Turbine Gigawatts (GW)	4.3	3.1	7.4	9	5.1	14.1
交付订单 (台/GW)	23H1	23Q3	23Q1-3	24H1	2024Q3	24Q1-3
Gas Turbines	37	19	56	32	18	50
其中: Heavy-Duty Gas Turbines	27	12	39	18	13	31
其中: HA-Turbines	7	2	9	2	5	7
Aeroderivatives	10	7	17	14	5	19
Gas Turbine Gigawatts (GW)	5.9	2.7	8.6	3.8	3.3	7.1

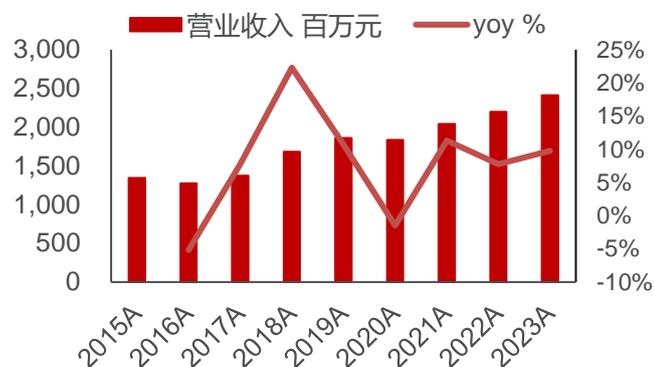
资料来源: GEV 官网, 民生证券研究院

3 关注燃气轮机产业链机会

3.1 应流股份：GE/西门子燃气轮机优秀供应商

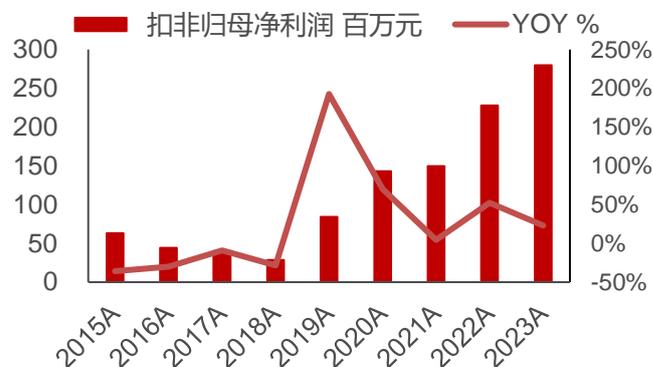
公司产品出口 40 个国家、百余家客户、十余家世界 500 强，多次获得通用电气、西门子、艾默生、赛莱默、卡特彼勒等众多国际客户优秀供应商和产品质量奖。积极参与我国核电、油气装备和航空发动机、燃气轮机国产化，是我国核电、油气和航空领域核心企业重要供应商。2023 年，公司收入达 24.1 亿元，同比增 9.7%，扣非归母净利润达 2.8 亿元，同比增 22.9%。

图33：应流股份营收及同比情况



资料来源：同花顺，民生证券研究院

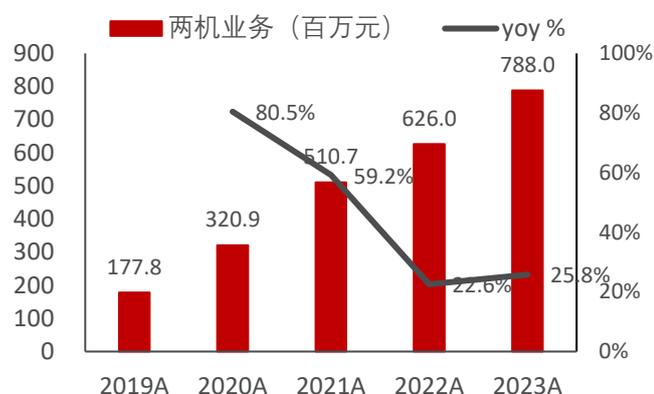
图34：应流股份扣非归母净利润及同比情况



资料来源：同花顺，民生证券研究院

2023 年公司航空航天新材料及零部件业务持续景气，实现营业收入 7.88 亿元，同比增长 25.82%。2023 年度，公司燃气轮机业务多款型号取得重点突破，新接订单金额超 6 亿元，与国际燃机龙头签署战略合作协议，订单金额突破新高。在航空发动机领域，公司为 G 公司供应的某型航空发动机机匣全球市场份额占比超过 50%，订单滚动至 2026 年；为某集团继续批量交付国产航空发动机叶片，同时开发其他型号的叶片并实现首套交付；公司还为国产商用大飞机发动机交付机匣、叶片等。

图35：应流股份两机业务营收及同比



资料来源：公司公告，民生证券研究院

图36：公司高温合金叶片产品



资料来源：公司官网，民生证券研究院

3.2 杰瑞股份：北美燃气轮机实现销售

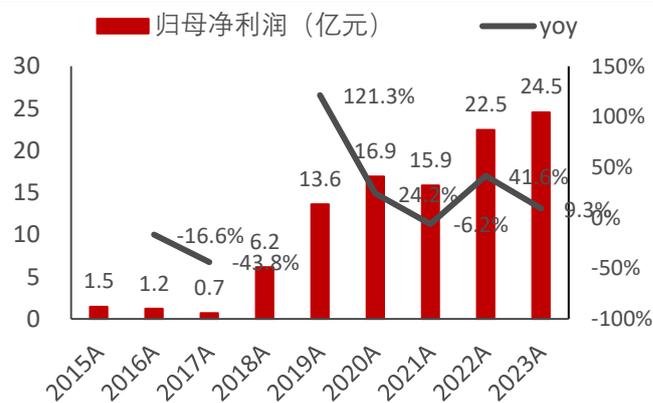
作为全球领先的油气田成套装备制造制造商，公司能够向客户提供全套油气田开发解决方案，并基于非常规能源开发不断推出尖端产品。钻完井设备产品主要包括压裂成套装备、固井成套装备、连续油管成套装备、氮气发生及泵送设备、燃气轮机发电机组等 160 余种。

图37：杰瑞股份营收及同比情况



资料来源：同花顺，民生证券研究院

图38：杰瑞股份归母净利润及同比情况



资料来源：同花顺，民生证券研究院

公司是首个为北美提供电驱压裂设备的企业，是国内唯一向北美提供全套页岩油压裂设备的供应商，公司对美国销售的燃气轮机组，主要为了配套电驱压裂设备，该设备全球首创单车载 6MW 级燃气轮机发电机组，2023 年，公司成功实现北美第二套 35MW 燃气轮机发电机组的销售及交付，为公司在北美高端发电业务开拓奠定坚实的基础。

图39: 公司压裂成套设备



资料来源: 公司官网, 民生证券研究院

图40: 公司 35MW 移动式燃气轮机在美国成功应用



资料来源: 公司官网, 民生证券研究院

3.3 豪迈科技: 与 GE/西门子/三菱合作多年

公司大型零部件机械产品是非标定制的工业中间产品, 根据客户相应产品参数设计铸造、加工完成, 主要为下游成套设备制造商提供配套, 公司该业务以风电、燃气轮机等能源类产品零部件的铸造及精加工为主。公司同多家国内外行业头部知名企业建立长期战略合作关系, 主要有 GE、三菱、西门子、上海电气、中车、东方电气、哈电等, 并依靠强大的研发能力、技术支持、产品品质与工期保障, 多次获得客户“最佳供应商”等奖项。

图41: 豪迈科技营收及同比情况



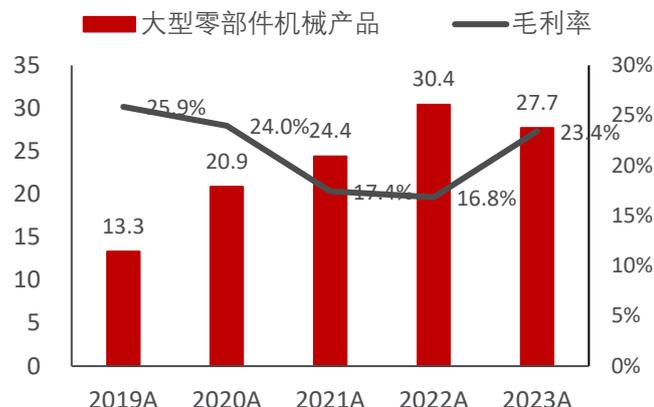
资料来源: 同花顺, 民生证券研究院

图42: 豪迈科技归母净利润及同比



资料来源: 同花顺, 民生证券研究院

图43：豪迈科技大型零部件业务营收及毛利率（亿元）



资料来源：同花顺，民生证券研究院

图44：公司部分重要客户情况

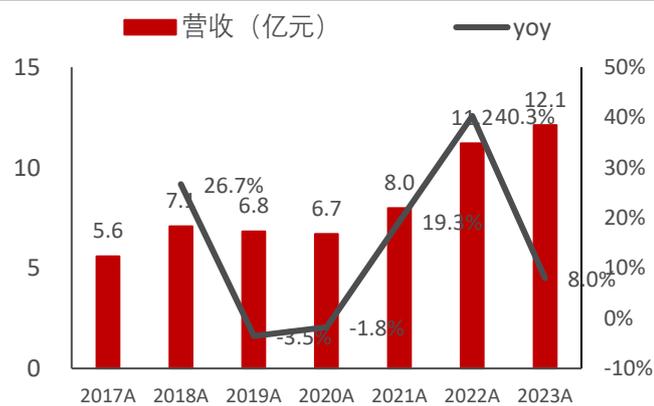


资料来源：公司官网，民生证券研究院

3.4 联德股份：与卡特彼勒合作多年

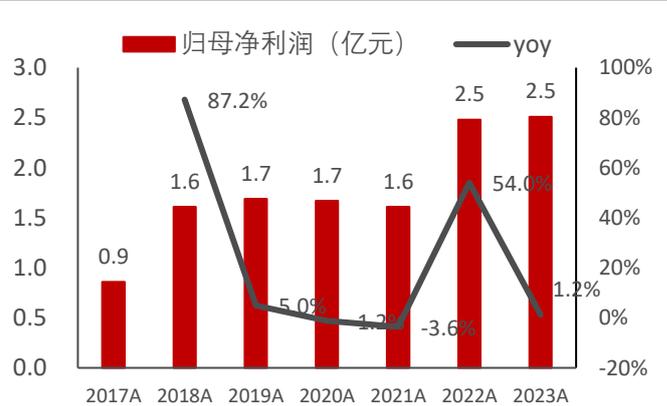
公司业务围绕高端制造、精密制造展开，主要从事高精度机械零部件以及精密型腔产品的研发、设计、生产和销售，提供从铸造到精加工的一站式服务，是目前全球市场中高品质定制机加工铸件和组装零件的领导者。公司产品包括用于压缩机、工程机械、能源设备以及食品机械整机制造的精密零部件等。目前，公司已与全球顶尖设备制造商江森自控、英格索兰、开利空调、麦克维尔、全球最大工程机械制造商卡特彼勒等知名全球五百强企业建立了稳固的战略合作关系，产品持续获得主要客户高度认可。

图45：联德股份营收及同比情况



资料来源：同花顺，民生证券研究院

图46：联德股份归母净利润及同比情况



资料来源：同花顺，民生证券研究院

4 风险提示

1) **燃气轮机需求低于预期风险。** AI 是本轮用电需求的重要驱动力，如果 AI 进展低于预期可能影响未来用电增速预测进而影响燃气轮机需求预测。

2) **贸易摩擦加剧风险。** 目前燃气轮机核心企业仍在海外，例如 GE，西门子，三菱等，如果贸易摩擦加剧，可能会导致国内企业份额订单丢失风险。

插图目录

图 1: 全球 AI 产业规模预测 (十亿美元)	3
图 2: 全球 AI 服务器市场规模预测 (十亿美元)	3
图 3: 全球算力规模 (单位: EFLOPS)	4
图 4: 传统数据中心/加密货币/AI 数据中心能耗估计值	4
图 5: 美国私人数据中心投资规模 (百万美元)	4
图 6: 2014 至 2028 年美国数据中心总用电量 (TWh)	5
图 7: 前期对美国数据中心用电量进行估计的研究统计	5
图 8: 2021-2023 年表示数据中心发生停机受访者占比	6
图 9: 2023 年数据中心故障原因占比	6
图 10: 数据中心电力传输路径示意图	7
图 11: 数据中心单个机架平均装机规模 (kw)	7
图 12: 2001-2023 年美国各能源发电量占比	8
图 13: 2001-2023 年美国各种新能源发电量占比	8
图 14: 美国核电行业发展历史	9
图 15: 美国核电建设进展展望	9
图 16: 美国先进核能大规模商业化之路进展规划	10
图 17: 截至 2023 年底美国寻求并网的装机规模	11
图 18: 2005-2023 年项目平均等待并网时间	11
图 19: 美国排队并网装机情况 (截至 2023 年底)	12
图 20: 美国典型的能源开发并网流程	12
图 21: 美国申请在排队的能源项目装机情况	13
图 22: 美国申请在排队的不同能源项目装机情况	13
图 23: 2000-2018 年提交申请的当前状态 (数量占比)	13
图 24: 2000-2018 年提交申请的当前状态 (装机占比)	13
图 25: 美国各种发电机组的装机情况 (GW)	14
图 26: 美国各种能源度电成本 (千分之一美元/kWh)	14
图 27: 美国排队并网装机情况 (截至 2023 年底)	14
图 28: 微电网与传统数据中心供电模式的对比	15
图 29: 索拉建于爱尔兰的某数据中心	16
图 30: 燃气轮机数据中心模式	16
图 31: 截至 2023 年底 GEV 在手订单与收入比较	18
图 32: GEV 的收入及 EBITDA 情况	18
图 33: 应流股份营收及同比情况	19
图 34: 应流股份扣非归母净利润及同比情况	19
图 35: 应流股份两机业务营收及同比	20
图 36: 公司高温合金叶片产品	20
图 37: 杰瑞股份营收及同比情况	20
图 38: 杰瑞股份归母净利润及同比情况	20
图 39: 公司压裂成套设备	21
图 40: 公司 35MW 移动式燃气轮机在美国成功应用	21
图 41: 豪迈科技营收及同比情况	21
图 42: 豪迈科技归母净利润及同比	21
图 43: 豪迈科技大型零部件业务营收及毛利率 (亿元)	22
图 44: 公司部分重要客户情况	22
图 45: 联德股份营收及同比情况	22
图 46: 联德股份归母净利润及同比情况	22

表格目录

表 1: TIA 数据中心级别	6
-----------------	---

表 2: 云厂商布局核电情况	11
表 3: 海外对燃气轮机的分类	15
表 4: 航改燃型燃气轮机与往复式发动机的比较	16
表 5: 全球头部燃气轮机参与者情况	17
表 6: GEV 燃气轮机的新签订单及交付订单情况	18

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登记为注册分析师，基于认真审慎的工作态度、专业严谨的研究方法与分析逻辑得出研究结论，独立、客观地出具本报告，并对本报告的内容和观点负责。本报告清晰地反映了研究人员的研究观点，结论不受任何第三方的授意、影响，研究人员不曾因、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。

评级说明

投资建议评级标准	评级	说明
以报告发布日后的 12 个月内公司股价（或行业指数）相对同期基准指数的涨跌幅为基准。其中：A 股以沪深 300 指数为基准；新三板以三板成指或三板做市指数为基准；港股以恒生指数为基准；美股以纳斯达克综合指数或标普 500 指数为基准。	推荐	相对基准指数涨幅 15%以上
	谨慎推荐	相对基准指数涨幅 5% ~ 15%之间
	中性	相对基准指数涨幅-5% ~ 5%之间
	回避	相对基准指数跌幅 5%以上
行业评级	推荐	相对基准指数涨幅 5%以上
	中性	相对基准指数涨幅-5% ~ 5%之间
	回避	相对基准指数跌幅 5%以上

免责声明

民生证券股份有限公司（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。

本报告仅供本公司境内客户使用。本公司不会因接收人收到本报告而视其为客户。本报告仅为参考之用，并不构成对客户的投资建议，不应被视为买卖任何证券、金融工具的要约或要约邀请。本报告所包含的观点及建议并未考虑获取本报告的机构及个人的具体投资目的、财务状况、特殊状况、目标或需要，客户应当充分考虑自身特定状况，进行独立评估，并应同时考量自身的投资目的、财务状况和特定需求，必要时就法律、商业、财务、税收等方面咨询专家的意见，不应单纯依靠本报告所载的内容而取代自身的独立判断。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而导致的任何可能的损失负任何责任。

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准确性或完整性。本报告所载的资料、意见及预测仅反映本公司于发布本报告当日的判断，且预测方法及结果存在一定程度局限性。在不同时期，本公司可发出与本报告所刊载的意见、预测不一致的报告，但本公司没有义务和责任及时更新本报告所涉及的内容并通知客户。

在法律允许的情况下，本公司及其附属机构可能持有报告中提及的公司所发行证券的头寸并进行交易，也可能为这些公司提供或正在争取提供投资银行、财务顾问、咨询服务等相关服务，本公司的员工可能担任本报告所提及的公司的董事。客户应充分考虑可能存在的利益冲突，勿将本报告作为投资决策的唯一参考依据。

若本公司以外的金融机构发送本报告，则由该金融机构独自为此发送行为负责。该机构的客户应联系该机构以交易本报告提及的证券或要求获悉更详细的信息。本报告不构成本公司向发送本报告金融机构之客户提供的投资建议。本公司不会因任何机构或个人从其他机构获得本报告而将其视为本公司客户。

本报告的版权仅归本公司所有，未经书面许可，任何机构或个人不得以任何形式、任何目的进行翻版、转载、发表、篡改或引用。所有在本报告中使用的商标、服务标识及标记，除非另有说明，均为本公司的商标、服务标识及标记。本公司版权所有并保留一切权利。

民生证券研究院：

上海：上海市浦东新区浦明路 8 号财富金融广场 1 幢 5F；200120

北京：北京市东城区建国门内大街 28 号民生金融中心 A 座 18 层；100005

深圳：深圳市福田区中心四路 1 号嘉里建设广场 1 座 10 层 01 室；518048