

机械设备

2024年06月07日

投资评级：看好（维持）

行业走势图



相关研究报告

- 《检测赛道长坡厚雪，稳健成长穿越牛熊—行业深度报告》-2024.6.5
- 《顺周期缓慢复苏—行业周报》-2024.6.2
- 《半导体设备行业：周期拐点渐近，国产替代 2.0 时代开启—行业深度报告》-2024.5.28

核电设备景气上行，四代核电及乏燃料引领新增量

——行业深度报告

孟鹏飞（分析师）

mengpengfei@kysec.cn

证书编号：S0790522060001

熊亚威（分析师）

xiongyawei@kysec.cn

证书编号：S0790522080004

● 核电设备景气上行，产业链进入业绩释放期

核工业持续高景气，产业链从 2023 年开始进入业绩兑现期。核电后续有望保持每年 10 台机组审批量，对应超 1000 亿元设备投资。2019 年我国核电恢复审批，2022、2023 年核电核准数量达到创纪录的 10 台，预计 2024-2026 年有望保持年均 10 台。按平均每年核准 10 台机组计算，我们预计新增的核电机组设备年均投资额达 1347 亿元。截至 2023 年底，国内在建核电机组容量合计 30.30GW，我们测算在建核电机组设备价值量约为 3266 亿元，核电设备通常在开工第 3 年开始陆续进场，我们认为核电产业正进入业绩释放期，未来将保持高景气。

● 第四代核电高温气冷堆优势显著，渗透率有望逐步提升

高温气冷堆为我国第四代核电站重要方向，其以氦气代替水作为一回路循环介质，灵活性、安全性皆较三代机组有所提升，用途更加广泛，包括供电、供热、制氢等，其主要设备及构件包括蒸汽发生器、氦风机、热气导管等，多为从 0 到 1 应用的设备环节。2021 年我国石岛湾高温气冷堆核电站投入运行，为世界首台，设备国产化率达 93.4%，2023 年正式投入商业化运营。四代核电商业化运营达半年或 1 年后，存在新批或推广的预期。假设高温气冷堆在新建机组中占比 15%，价值量与三代机组平齐，我们测算，到 2030 年，高温气冷堆设备投资额将达 1018 亿元，年均投资额将达 145 亿元。

● 乏燃料后处理建设提速，相关设备处于高速成长期

乏燃料的意义在于对铀资源的充分利用、显著减少需深地质层处置的核废物体积、带动相关产业链发展等。我国乏燃料后处理产能严重不足，政府基金支出快速增加，设施建设提速。实体清单限制下核工业设备自主可控需求迫切，相关设备潜力大，我们预计 2021-2035 年乏燃料后处理设备投资额将超 2000 亿。此外，乏燃料运输容器制造难度大，基本被海外垄断，国产替代空间大。我国使用的乏燃料运输容器有两台为美国 NAC-STC 型，单台价格 3000 万美元。我们测算到 2025 年乏燃料离堆贮存需求量预计达 5591 吨，外运需求量达 1047 吨，乏燃料运输容器市场空间或将超百亿。

● 投资建议

推荐标的：科新机电（乏燃料运输容器+气冷堆热气导管）、中核科技（核级阀门）、海鸥股份（核电冷却塔）、兰石重装（乏燃料压力容器）。

受益标的：佳电股份（四代核电高温气冷堆主氦风机）、中密控股（核级密封件）、海陆重工（吊篮）、江苏神通（核级阀门）、应流股份（锻件）、理工能科（造价软件）、能科科技（主泵变频器）。

风险提示：核电机组开工招标进度不及预期，核电设备国产化进程不及预期，乏燃料处理设备研发及国产替代进度不及预期。

目录

1、核电设备景气上行，产业链进入业绩释放期.....	3
2、第四代核电高温气冷堆优势明显，渗透率有望逐步提升.....	8
3、乏燃料后处理建设提速，相关设备高速增长.....	9
4、投资建议.....	12
5、风险提示.....	13

图表目录

图 1：2023 年我国核电发电累计装机占比 1.95%，具有较大提升空间.....	3
图 2：2022-2023 年国内核电核准数量创纪录的 10 台.....	3
图 3：2023 年国内核电建设投资额达 949 亿元，同比提高 40.18%.....	4
图 4：2024 年中核计划投资 1215.53 亿元.....	4
图 5：2024 年中广核计划投资 305.90 亿元.....	4
图 6：核电产业链中设备投资占比达 50%.....	5
图 7：核电设备细分领域较多，核岛设备市场规模较大.....	5
图 8：核电产业链整理.....	7
图 9：压水堆示意图.....	8
图 10：沸水堆示意图.....	8
图 11：高温气冷堆有望实现大规模绿色制氢.....	8
图 12：蒸汽发生器、氮风机、热气导管、卸料管等为高温气冷堆主要构件.....	8
图 13：我国坚持乏燃料闭式循环处理.....	10
图 14：2025 我国乏燃料离堆贮存需求量预计达 5591 吨.....	11
图 15：政府性乏燃料后处理基金支出快速增加.....	12
表 1：台山核电站核岛设备、常规岛设备分别于开工第 3 年、开工第 5 年进场.....	3
表 2：经测算，三代机组的价值量约为 21558 元/千瓦.....	6
表 3：我国大陆在建核电机组情况（截至 2023 年 12 月 31 日）.....	6
表 4：中性预期下我们预计新核准核电机组的设备投资额约为 1347 亿元/年.....	6
表 5：按渗透率 15% 计算，高温气冷堆核电站设备投入将达 1018.1 亿元.....	9
表 6：第四代核电设备相关企业.....	9
表 7：湿法贮存和干式贮存对比.....	10
表 8：乏燃料运输容器市场空间有望超百亿.....	11
表 9：相较英法俄日等国，我国乏燃料处理能力较小.....	12
表 10：中性预期下 2021-2035 年乏燃料后处理设备年均投资或将达 139 亿元/年.....	12
表 11：推荐标的.....	13
表 12：受益标的.....	13

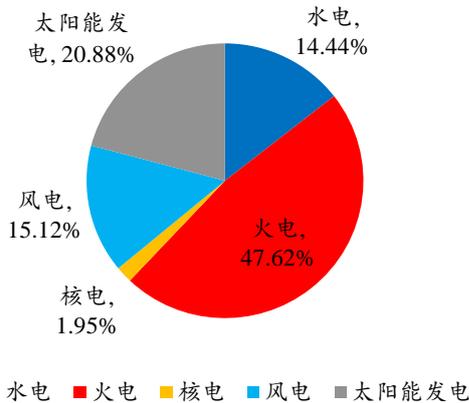
1、核电设备景气上行，产业链进入业绩释放期

核电是稳定的清洁能源，是目前唯一能够替代火电的基荷能源。核电是利用核裂变或核聚变反应所释放的能量发电的技术，发电过程与火电相似，但不会产生温室气体或大气污染物；且发电过程不受光照、风力等自然因素影响，发电利用小时数高（1年近8000小时），是稳定的清洁能源。除无法调峰外，基本集成了光伏风电及火电的优点。

2030年目标装机120-150GW，我国核电进入安全高效发展期，核准开工加速。

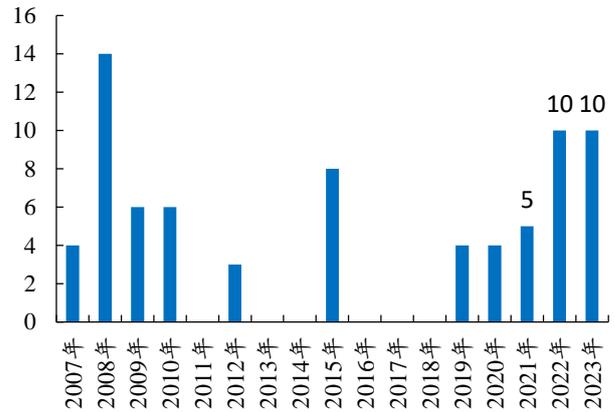
(1) 截至2023年，我国运行核电机组共55台（不含中国台湾地区），额定装机容量57.03GW，全国发电装机占比仅1.95%，结构占比具有较大提升空间。2023年国内核电发电量4332.6亿度，占比4.9%。中国核能行业协会主任王炳华表示2035年核电发电量占比有望达10%，2060年发电量占比有望达18%。截至2023年底国内核电在建机组26台，装机量30.3GW。(2) 我国核电自上世纪70年代开始发展，过去10年间核电核准分别于2011年和2016年受日本福岛事件及国内用电增长放缓的影响出现断档。2019年以来三代机组陆续投产，核电核准重启。2022和2023年，国内核电核准数量达到创纪录的10台，我们预计未来3年仍将保持10台/年的核准节奏。

图1：2023年我国核电发电累计装机占比1.95%，具有较大提升空间



数据来源：国家能源局、开源证券研究所

图2：2022-2023年国内核电核准数量创纪录的10台



数据来源：电力科技、核网公众号等、开源证券研究所

2023年-2025年将迎核电机组设备集中进场，核电设备景气周期已至。核岛设备、常规岛设备将分别于开工第3年、第5年进场。因此，我们预计，2019-2022年开工的20台核电机组，将在2023-2025年迎来设备集中进场，设备周期已至。目前核电站建设周期，从开工到并网，已被缩短至6-7年。设备从招标到交付一般2-3年。

表1：台山核电站核岛设备、常规岛设备分别于开工第3年、开工第5年进场

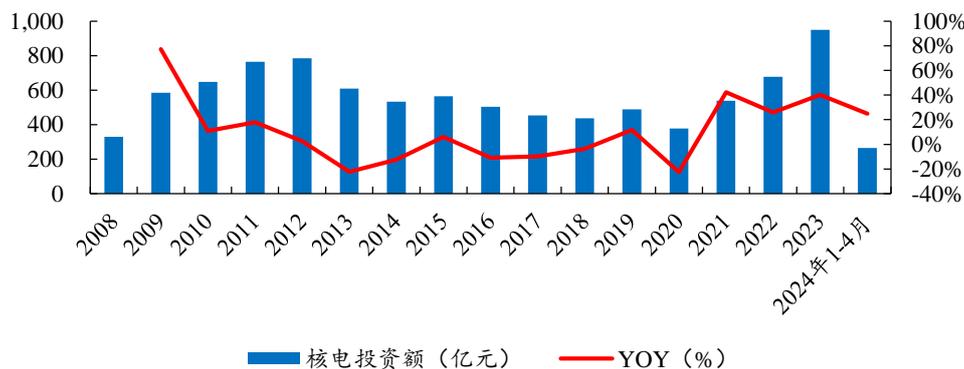
开工年份	时间	事件	备注
T+1	2009.10.26	核岛浇筑第一罐混凝土	
T+3	2011.10.23	核岛穹顶吊装就位	
T+4	2012.6.3	反应堆压力容器吊装就位	核岛设备进场
T+4	2012.9.29	首台蒸汽发生器吊装就位	
T+4	2012.12.26	核岛主回路焊接完成	
T+5	2013.8.26	发电机定子于东方电气制造完成	
T+5	2013.12.4	堆芯捕集器安装完成	常规岛设备进场
T+5	2013.12.20	核回路中压注管线冲洗完成	

开工年份	时间	事件	备注
T+6	2014.3.29	汽轮机四缸扣盖完成	
T+6	2014.7.31	海底隧道开工	
T+6	2014.8.14	发电机完成转子穿装	
T+6	2014.10.30	机组泵站进水	
T+6	2014.12.26	机组重要厂用水系统首次起泵	
T+7	2015.6.8	机组主盘车可用	
T+8	2016.1.27	冷试完成	
T+8	2016.3.15	机组循环泵水泵首次启动	
T+9	2017.4.13	核燃料到场	
T+9	2017.8.4	热试完成	
T+9	2017.11.15	核燃料接受	核燃料到场
T+9	2017.12.18	首次装料前的安全检查	
T+10	2018.4.10	机组批准书颁布并装料	
T+10	2018.6.6	首次临界	
T+10	2018.6.29	并网发电	
T+10	2018.10.30	100%功率发电	

资料来源：ChemWhat 公众号、开源证券研究所

2020 年以来国内核电投资额显著回升，2023 年达最高值 949 亿元。2023 年国内核电建设稳步推进，全年新开工五台核电机组，2020-2023 年核电建设投资额自 378 亿元提升至 949 亿元，CAGR 达 35.9%，2024 年 1-4 月核电投资额达 265 亿元，表明国内核电景气度显著回升。

图3：2023 年国内核电建设投资额达 949 亿元，同比提高 40.18%



数据来源：Wind、开源证券研究所

受益于核电产业景气度提升，核电设备龙头企业投资计划显著提高，2024 年中核计划投资 1215.53 亿元，中广核计划投资 305.90 亿元。

图4：2024 年中核计划投资 1215.53 亿元

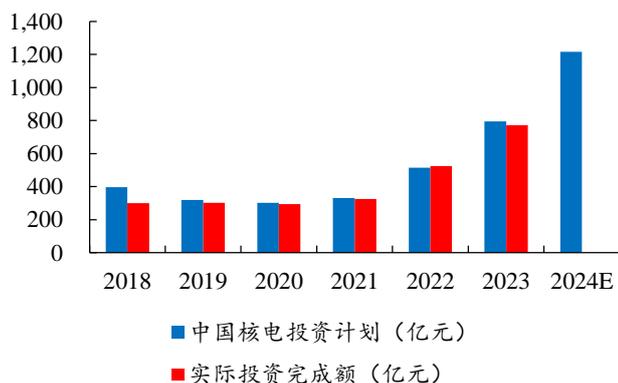
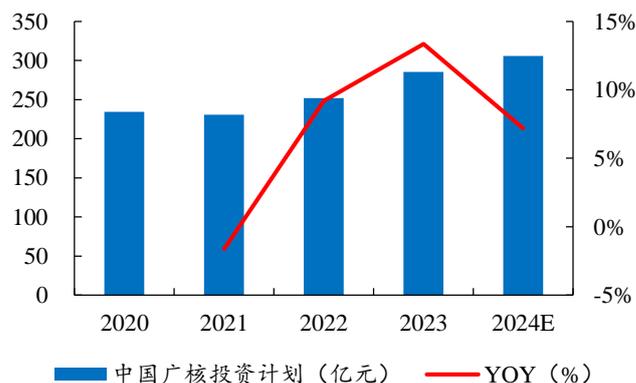


图5：2024 年中广核计划投资 305.90 亿元

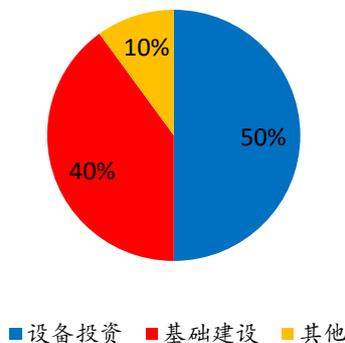


数据来源：中国核电公告、开源证券研究所

数据来源：中国广核公告、开源证券研究所

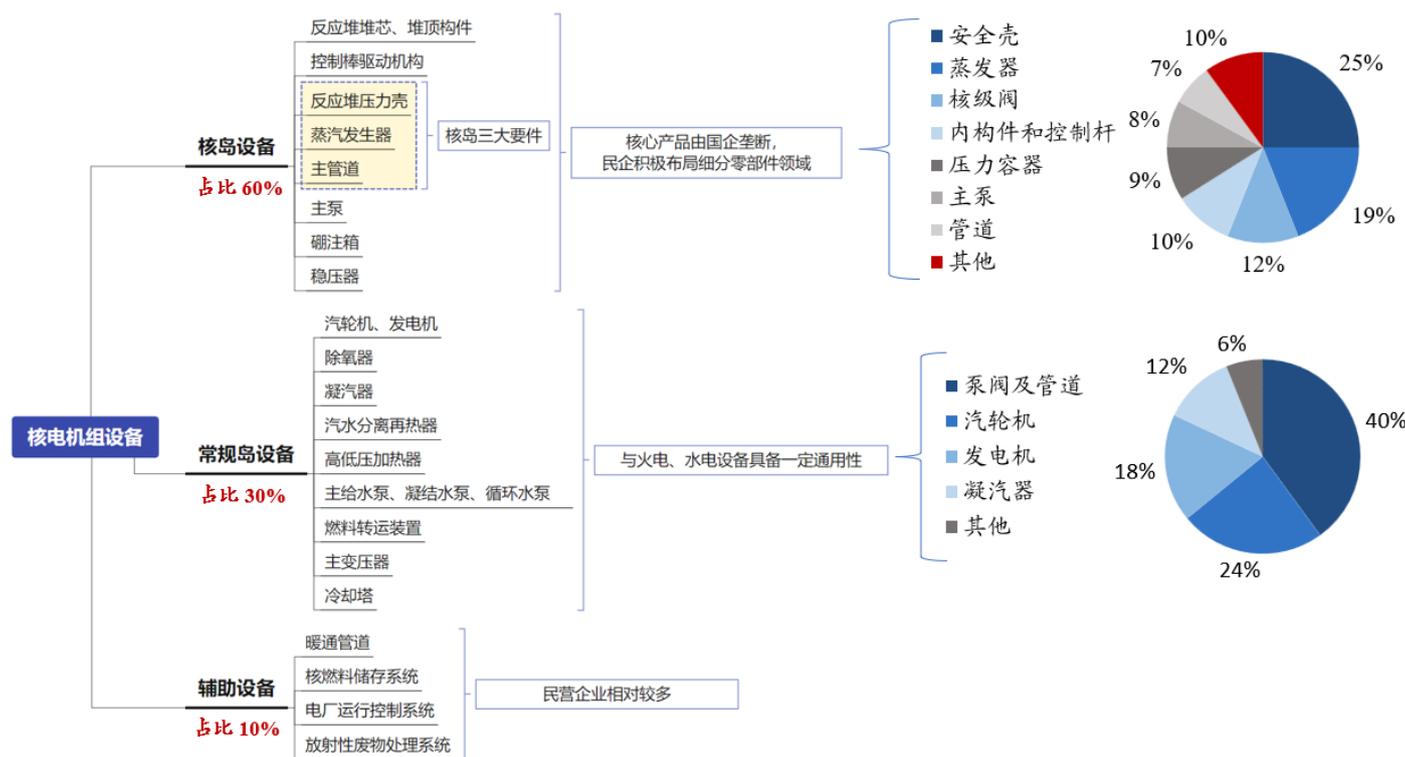
核电设备中，核岛设备成本占比最高，市场以国企主导，民企在细分产品如阀、泵管道、风机制冷设备等方面占据优势；常规岛设备占比其次，与火电、水电设备通用性高，市场竞争程度高；辅助设备占比较低，民营企业相对较多。

图6：核电产业链中设备投资占比达 50%



数据来源：《我国核电站项目设备供应商管理研究》（曲野萌，2018年）、开源证券研究所

图7：核电设备细分领域较多，核岛设备市场规模较大



资料来源：《我国核电站项目设备供应商管理研究》（曲野萌，2018年）、开源证券研究所

本轮核电设备价值量将达 3266 亿元，产业链业绩有望陆续释放。当前核准、开工的核电机组全部为华龙一号、AP1000 等三代机。我们根据三门一期、海阳一期、台山一期等 AP1000 机组概算建成价测算，三代机组的价值量约为 21558 元/千瓦，其中核电设备投资占比约 50%。截至 2023 年底，在建核电机组容量合计 30.30GW，我们测算设备价值量约为 3266 亿元。

表2：经测算，三代机组的价值量约为 21558 元/千瓦

机组		机组价值量 (元/千瓦)	
台山一期	建成价 (亿元)	858	24514
	单台机组容量 (万千瓦)	175	
三门一期	建成价 (亿元)	515	20600
	单台机组容量 (万千瓦)	125	
海阳一期	建成价 (亿元)	489	19560
	单台机组容量 (万千瓦)	125	
三代机组平均价值量 (元/千瓦)			21558
在建核电机组容量 (万千瓦)			3030
在建核电设备投资额 (亿元)			3266

数据来源：中广核官网、新华社、中国能源报、开源证券研究所

表3：我国大陆在建核电机组情况（截至 2023 年 12 月 31 日）

序号	项目名称	机组	控股股东	堆型	技术	额定功率 (万千瓦)
1	田湾核电站	7号机组	中核集团	压水堆	VVER-1200/V491	127.4
2		8号机组	中核集团	压水堆	VVER-1200/V491	127.4
3	三门核电站	3号机组	中核集团	压水堆	CAP1000	125.1
4		4号机组	中核集团	压水堆	CAP1000	125.1
5	海阳核电站	3号机组	国家电投	压水堆	CAP1000	125.3
6		4号机组	国家电投	压水堆	CAP1000	125.3
7	防城港核电站	4号机组	中广核	压水堆	华龙一号	118
8	漳州核电站	1号机组	中核集团	压水堆	华龙一号	112.6
9		2号机组	中核集团	压水堆	华龙一号	112.6
10	惠州核电站	1号机组	中广核	压水堆	华龙一号	112.6
11		2号机组	中广核	压水堆	华龙一号	112.6
12	霞浦核电站	示范快堆 1号机组	中核集团	钠冷快堆	CFR600	60
13		示范快堆 2号机组	中核集团	钠冷快堆	CFR600	60
14	三澳核电站	1号机组	中广核	压水堆	华龙一号	112.6
15		2号机组	中广核	压水堆	华龙一号	112.6
16	昌江核电站	3号机组	华能	压水堆	华龙一号	120
17		4号机组	华能	压水堆	华龙一号	120
18	多用途模块式小型堆科技示范工程项目		中核集团	压水堆	玲龙一号	12.5
19	徐大堡核电站	1号机组	中核集团	压水堆	CAP1000	125.3
20		3号机组	中核集团	压水堆	VVER-1200/V491	127.4
21	陆丰核电站	4号机组	中核集团	压水堆	VVER-1200/V491	127.4
22		5号机组	中广核	压水堆	华龙一号	120
23	廉江核电站	6号机组	中广核	压水堆	华龙一号	120
24		1号机组	国家电投	压水堆	CAP1000	125.3

资料来源：中核集团官网、开源证券研究所

未来 3 年，我们预计新核准核电机组的设备投资额约 1347 亿元/年。假设平均每台核电机组容量为 1.25GW，每台核电机组的概算建成价约为 269 亿元，设备投资额约为 135 亿元。按平均每年核准 10 台机组计算，新增的核电机组设备投资额预期在 1347 亿元。核电设备保持较高景气度。

表4：中性预期下我们预计新核准核电机组的设备投资额约为 1347 亿元/年

	保守	中性	乐观
平均每年新核准机组数量 (台)	8	10	12
每年核电机组概算建成价 (亿元)	2156	2695	3234
设备投资额占比		50%	
新增核电机组设备投资额 (亿元)	1078	1347	1617

数据来源：核网公众号、开源证券研究所

图8：核电产业链整理



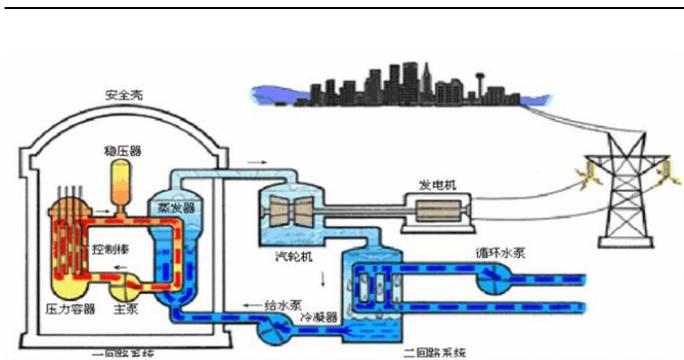
资料来源：开源证券研究所

2、第四代核电高温气冷堆优势明显，渗透率有望逐步提升

二三代核电包括压水堆、轻水堆和沸水堆，压水堆为世界上最普遍的商用堆型。根据国际原子能机构(IAEA)统计数据，截至 2022 年 12 月 31 日，世界 32 个国家在运核电机组共计 411 台，其中压水堆占比达 77.92%。

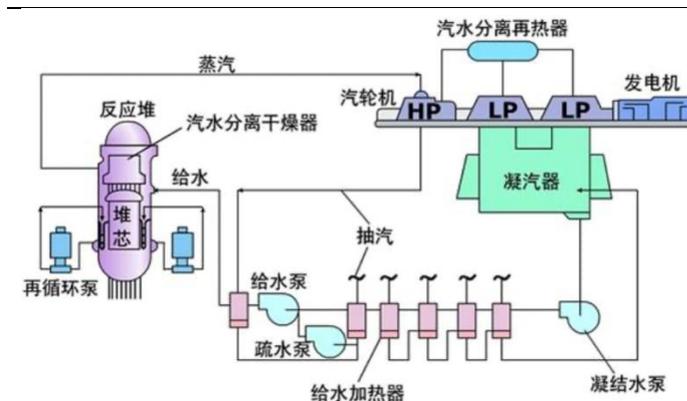
压水堆以加压清水为冷却剂和慢化剂，其结构和运行较为简单、尺寸较小、经济性好、且安全性高。压水堆核电站主要包括核反应堆、一回路系统、二回路系统及其他辅助系统。其中，一回路系统主要负责把核裂变产生的热能传递到二回路的水，使给水变为水蒸汽，而二回路系统则负责把水蒸汽传入汽轮机，带动电机发电。沸水堆以沸腾轻水为冷却剂和慢化剂，较压水堆比没有二回路系统和蒸汽蒸发器，在事故时有泄漏放射性物质的危险。

图9：压水堆示意图



资料来源：上海市经济和信息化委员会官网

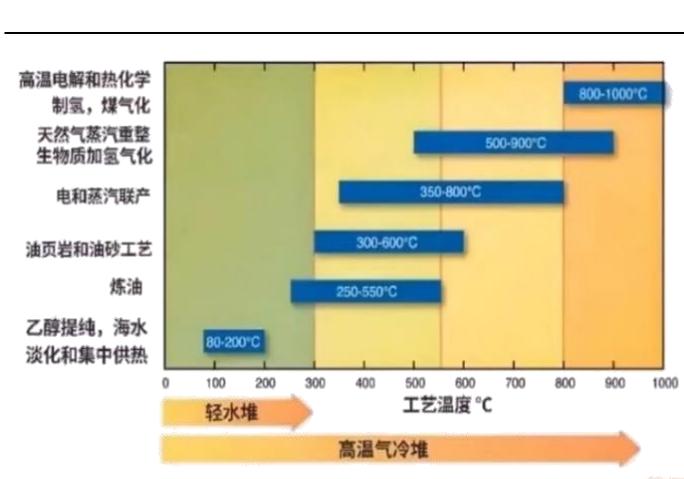
图10：沸水堆示意图



资料来源：林和电力科技有限公司官网

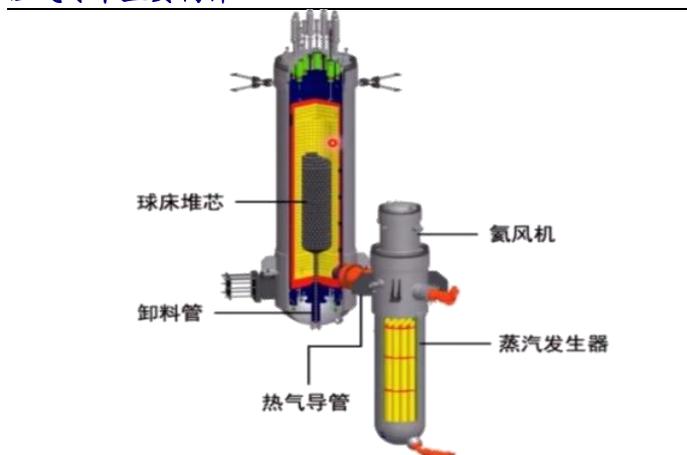
高温气冷堆为我国第四代核电重要方向，安全性、灵活性提升。高温气冷堆以氦气代替水作为一回路循环介质，燃料球靠重力自然落入堆芯，能够不停堆在线换料，可实现小型模块设计，灵活性更高。且高温气冷堆每一个模块功率密度约为大型压水堆核电站的 1/20，停堆后余热水平较低，更加安全。相比于三代堆，高温气冷堆的用途更加广泛，包括供电、供热、制氢等。

图11：高温气冷堆有望实现大规模绿色制氢



资料来源：清华大学核能与新能源技术研究院

图12：蒸汽发生器、氦风机、热气导管、卸料管等为高温气冷堆主要构件



资料来源：清华大学核能与新能源技术研究院

2021 年 12 月，我国石岛湾高温气冷堆核电站投入运行，设备国产化率达

93.4%，为世界首台。目前，我国已先后与阿联酋、沙特、南非、印尼等多个国家地区签署高温气冷堆项目合作协议或合作谅解备忘录。科新机电、佳电股份、海陆重工、兰石重装、中核科技、东方电气等公司皆有参与第四代高温气冷堆核电站设备环节。

据我们测算，到 2030 年高温气冷堆核电站设备投入将达 1018.1 亿元。根据“十三五”核电规划，到 2030 年，我国核电装机规模将达 1.2 亿千瓦以上，在 2023 年的 57.03GW 额定装机容量基础上需新建 62.97GW。假设高温气冷堆在新建机组中占比 15%，价值量与三代机组平齐，我们测算到 2030 年高温气冷堆设备投资额将达 1018.1 亿元，2024-2030 年均投资额达 145 亿元。

表5：按渗透率 15%计算，高温气冷堆核电站设备投入将达 1018.1 亿元

高温气冷堆空间测算	
截至 2023 年末我国核电额定装机容量(GW)	57.03
2030 年预计我国核电装机规模(GW)	120.00
新建核电装机规模(GW)	62.97
三代机组价值量(元/KW)	21558
核电工程设备新增投资额(亿元)	6787.4
高温气冷堆渗透率	15%
高温气冷堆设备投资额(亿元)	1018.1

数据来源：核网公众号、开源证券研究所

四代核电不同路线中，高温气冷堆目前最为成熟。高温气冷堆已正式商业化，而快中子堆、钠冷堆、钍基熔盐堆等仍处于研发试验阶段。

气冷堆项目有望快速增加。随着石岛湾 2023 年底开始正式运营，我们预计国内的气冷堆项目有望迎来加速核准。

表6：第四代核电设备相关企业

公司	设备
佳电股份	主氦风机
科新机电	热气导管、主氦风机冷却器
海陆重工	堆顶构件
上海电气	反应堆压力容器
中核科技	核级氦气隔离阀
兰石重装	乏燃料竖井热屏设备、乏燃料装卸系统

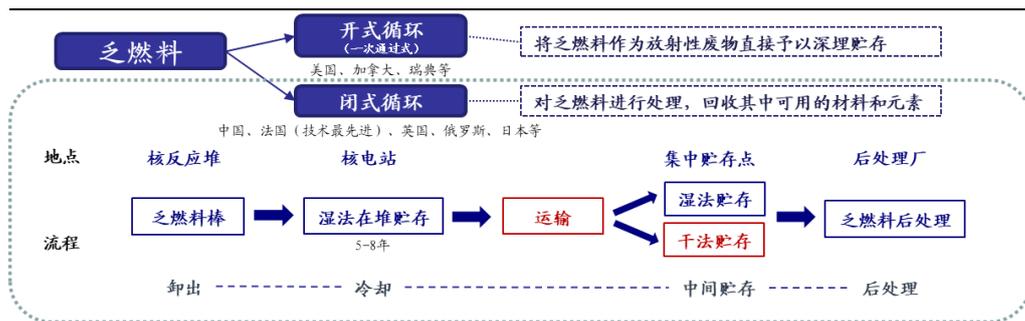
资料来源：中国核电网、开源证券研究所

3、乏燃料后处理建设提速，相关设备高速增长

乏燃料是指受过辐射照射、被使用过的核燃料，通常由核电站的核反应堆中卸出。乏燃料的意义在于铀资源的充分利用、显著减少需深地质层处置的核废物体积、生成新同位素并带动相关产业链发展。我国所坚持的核燃料闭式循环处理（后处理）路线，回收其中可用的材料和元素，实现核燃料二次利用。

当前我国多台核电机组面临堆水池饱和或即将饱和的困境，乏燃料离堆贮存的需求十分紧迫，预计 2025 年离堆贮存需求量将达到 5591 吨，离堆贮存需求有望推动乏燃料运输容器投资上升，而干法贮存得益于其较低的运行成本，有望成为新建乏燃料贮存主流方式。但是中间贮存并非乏燃料最终处置方法，随着中间贮存时间的延长，乏燃料安全管理风险会上升，因此需要通过后处理厂对其进行回收再利用。随着我国乏燃料生成量的提升，未来乏燃料后处理厂的投资需求会不断上升。

图13：我国坚持乏燃料闭式循环处理



资料来源：《全球乏燃料与高放废物管理现状》（陆燕，2022年）、《国外核电厂乏燃料贮存方式对比研究》（徐健等，2021年）、开源证券研究所

乏燃料贮存共有两种方法，分别为湿法贮存和干式贮存，干式贮存具有较高的经济性，运行成本低。湿法贮存是把乏燃料放在乏燃料水池中进行贮存，干式贮存是指乏燃料组件在乏池中冷却后转移到干式贮存设施中进行贮存。相比于湿法贮存，干式贮存运行费用更低，具有较高的经济性：以 650T 的铀贮存能力设施进行计算，湿法贮存前期一次性投入约 6-6.5 亿元（不包括运输容器），年度运行费用约为 5400 万元；干法贮存前期一次性投入约 9.5-10 亿元（不包括运输容器），后期年度运行费用约为 2500 万元。

表7：湿法贮存和干式贮存对比

对比项目	湿法贮存	干法贮存
冷却必要性	乏燃料卸出堆芯后必不可少的环节	必须经湿法贮存冷却后才能干法贮存
技术可行性	技术成熟	技术成熟
安全可靠	厂房设计标准要求高；需要配套系统、设施，设计要求高；事故冷却应急措施与核电厂相当	依靠自然对流冷却，具备非能动的固有安全性，安全可靠
运行费用	很高	很低
灵活性	不能随意扩建，场地受限	非常灵活，可根据场地随意调整布置和容量
退役难易	退役复杂	退役简单，厂址可改做其他用途
密封性	水池中的水、水池结构及厂房	以内外差/容器本身进行密封
辐射屏蔽	以水池中的水进行屏蔽	金属容器/混凝土容器本身提供屏蔽
临界安全	溶解于冷却剂的足够浓度的硼酸溶液、贮存格架间距及中子毒物保证次临界	容器内设置的吊篮格架间距及中子毒物
衰变热释出	池水传热，专设防失水应急装置	自然对流传热
放射性废物	产生固体液体废物	无废物产生
辐射监测	水质和放射性流出物	场所剂量率
乏燃料回取操作技术	国内已经成熟	技术成熟，可以一次性整体外运或分步直接回取操作
与处置关系	需要再次处理才能处置	根据容器情况直接处置
处置难易及成本	处置难度大，成本高，二次废物多	处置较简单，二次废物少
乏燃料行为监视	目视或取样	不监测
与燃耗关系	根据燃耗确定水池贮存能力	根据设计散热能力确定燃耗限制及布置
与后处理关系	与后处理厂同址建设，在现有后处理技术条件下的必须贮存方式。技术上便于安全操作进入后处理环节	与后处理厂之间需要湿法贮存过渡衔接

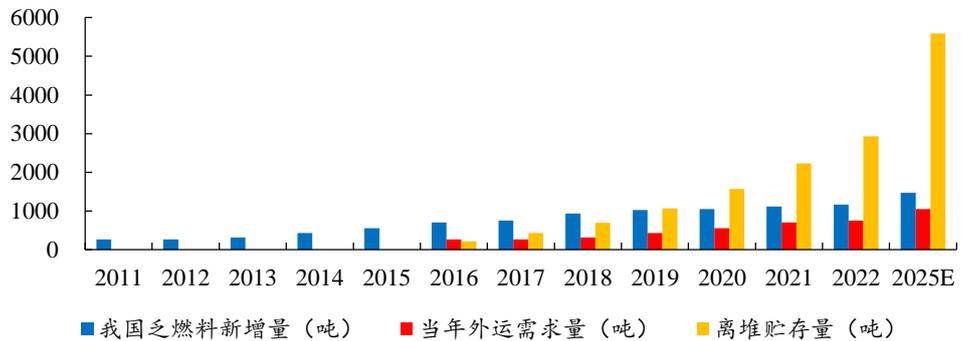
资料来源：《国外核电厂乏燃料贮存方式对比研究》（徐健等）、开源证券研究所

我国早期投入运行的多台核电机组已处于堆水池饱和或即将饱和的困境，政府乏燃料后处理基金支出快速增加，乏燃料离堆贮存的需求十分紧迫。目前秦山第二

核电厂一、二号机组、大亚湾核电厂和岭澳核电厂在堆贮存水池已饱和或即将饱和。泰山核电厂、岭澳核电厂（二期）的核电机组在堆贮存水池在 2021-2025 期间将持续达到饱和。离堆贮存需求增长将刺激乏燃料贮存和乏燃料运输容器投资需求增加。

2025 年我国乏燃料离堆贮存需求量预计达 5591 吨，干式贮存凭借其经济性优势有望成为离堆贮存主流方式。我们假设核电站每 100 万千瓦装机容量年均产生 21 吨乏燃料，并且在贮存 5 年后开始外运，2011-2024 年乏燃料后处理产能为 50 吨/年，2025 年为 250 吨/年，根据我国核电设备装机量可计算出 2025 年我国乏燃料离堆贮存需求量达 5591 吨。我们认为干式贮存运营成本较低，经济性优于湿法贮存，有望成为未来离堆贮存主流方式。

图14：2025 我国乏燃料离堆贮存需求量预计达 5591 吨



数据来源：中国核电发展与乏燃料贮存及后处理的关系（肖雨生 2020 年）、国家统计局、Wind、开源证券研究所

乏燃料运输容器市场空间或超百亿。乏燃料运输容器结构复杂，性能要求高，基本被海外垄断。我国所使用的乏燃料运输容器有两台购于美国的 NAC-STC 型，单台价格 3000 万美元，国产替代空间大。目前我国乏燃料运输需求高，按商用堆用小型乏燃料运输容器单次容量 10 吨计算，到 2025 年，我国乏燃料运输容器市场空间或将超百亿。

表8：乏燃料运输容器市场空间有望超百亿

	2021	2022	2025E
中国乏燃料当年外运需求量 (吨)	707	752	1047
中国乏燃料当年离堆贮存需求量 (吨)	2230	2932	5591
中国乏燃料所需运输量 (吨)	2937	3684	6638
商用堆用小型乏燃料运输容器单次容量 (吨)	10	10	10
每年所需商用堆用小型乏燃料运输容器数量	294	368	664
乏燃料运输容器单价 (万元)		3000	
乏燃料运输容器市场空间 (亿元)	88.1	110.5	199.1

数据来源：乏燃料运输容器研究进展（汪海，2015 年）、中国核电发展与乏燃料贮存及后处理的关系（肖雨生，2020 年）、Wind、开源证券研究所

当前我国乏燃料后处理产能不足，乏燃料后处理能力亟待提升。2022 年我国后处理产能仅 50 吨/年，在建产能约有 400 吨/年（其中首期 200 吨我们预计 2025 年运营；中核龙瑞乏燃料 200t 处理项目二期厂区规划于 2022 年开始建设）。相比英法俄日等国，我国乏燃料处理能力较小。

图15：政府性乏燃料后处理基金支出快速增加


数据来源：Wind、开源证券研究所

表9：相较英法俄日等国，我国乏燃料处理能力较小

国家	设施	位置	产能 (tHM/a)	投运时间
法国	UP2-800	阿格	800	1994年
	UP3	阿格	800	1989年
英国	镁诺克斯	塞拉菲尔德	1500	1964年
俄罗斯	RT-1	马雅克	400	1977年
日本	六村所	六村所	800	2024年(计划)
印度	四座小型设施	-	360	-
总计			4660	

资料来源：《全球乏燃料与高放废物管理现状》(陆燕, 2022)、中核战略规划研究总院、开源证券研究所

乏燃料后处理设备 2021-2035 年均投资额有望达 139 亿元/年。根据景业智能招股书数据，若乏燃料的产量与乏燃料后处理厂建设完成后的处理能力达到平衡，则到 2035 年，每年需处理乏燃料 2450 吨，对应建设 3-4 个 800t 的乏燃料后处理厂。按每个处理厂投资规模 1500 亿计算，乏燃料后处理厂建设投资总规模或将达 4500-6000 亿元。根据《The Cost of Reprocessing in China》数据，一座乏燃料后处理厂的设备投资占总比约为 39.84%。则中性预期下，我们测算，设备投资额或将达 2092 亿元，2021-2035 年年均设备投资约为 139 亿元。

表10：中性预期下 2021-2035 年乏燃料后处理设备年均投资或将达 139 亿元/年

	保守	中性	乐观
乏燃料后处理厂建设投资总规模 (亿元)	4500	5250	6000
设备投资占比	39.84%		
乏燃料后处理厂设备投资额 (亿元)	1793	2092	2390
乏燃料后处理厂设备年均投资 (亿元)	120	139	159

数据来源：景业智能招股说明书、《The Cost of Reprocessing in China》(Matthew Bunn)、开源证券研究所

4、投资建议

推荐标的：科新机电（乏燃料运输容器+气冷堆热气导管）、中核科技（核级阀门）、海鸥股份（核电冷却塔）、兰石重装（乏燃料压力容器）。

受益标的：佳电股份（四代核电高温气冷堆主氦风机）、中密控股（核级密封件）、海陆重工（吊篮）、江苏神通（核级阀门）、应流股份（锻件）、理工能科（造

价软件)、能科科技(主泵变频器)。

表11: 推荐标的

评级	证券代码	证券简称	收盘价(元)	归母净利润(亿元)				PE(倍)				EPS			
				2023A	2024E	2025E	2026E	2023A	2024E	2025E	2026E	2023A	2024E	2025E	2026E
买入	300092.SZ	科新机电	10.97	1.64	1.85	2.36	2.95	18.38	16.21	12.73	10.17	0.60	0.68	0.86	1.08
买入	000777.SZ	中核科技	15.96	2.22	3.06	3.99	5.22	25.18	20.06	15.37	11.74	0.58	0.80	1.04	1.36
买入	603269.SH	海鸥股份	9.70	0.85	1.26	1.97	2.17	25.02	17.05	10.86	9.88	0.38	0.57	0.89	0.98
买入	603169.SH	兰石重装	4.85	1.54	2.38	3.04	3.78	52.34	26.66	20.81	16.74	0.12	0.18	0.23	0.29

数据来源: Wind、开源证券研究所; 注: 表中科新机电盈利预测来源为开源证券研究所, 其余公司盈利预测来自 Wind 一致预期, 最新收盘日 2024 年 6 月 7 日

表12: 受益标的

评级	证券代码	证券简称	收盘价(元)	归母净利润(亿元)				PE(倍)				EPS			
				2023A	2024E	2025E	2026E	2023A	2024E	2025E	2026E	2023A	2024E	2025E	2026E
未评级	000922.SZ	佳电股份	13.73	3.99	4.79	5.66	6.51	15.32	17.07	14.44	12.57	0.67	0.80	0.95	1.09
未评级	300470.SZ	中密控股	35.90	3.47	4.06	4.73	5.47	22.70	18.39	15.79	13.67	1.67	1.95	2.27	2.63
未评级	002255.SZ	海陆重工	5.66	3.40	4.27	5.00	5.65	13.09	11.18	9.53	8.44	0.40	0.51	0.59	0.67
未评级	002438.SZ	江苏神通	12.30	2.69	3.39	4.21	4.96	22.56	18.42	14.83	12.59	0.53	0.67	0.83	0.98
未评级	603308.SH	应流股份	13.36	3.03	4.20	5.33	6.53	32.28	21.60	17.02	13.90	0.45	0.62	0.79	0.96
未评级	603859.SH	能科科技	31.64	2.20	3.10	4.01	4.99	28.63	17.00	13.13	10.57	1.32	1.86	2.41	2.99
未评级	002322.SZ	理工能科	14.11	2.46	3.42	4.43	5.29	19.73	15.65	12.08	10.11	0.65	0.90	1.17	1.40

数据来源: Wind、开源证券研究所; 注: 表中公司盈利预测来源为 Wind 一致预测, 最新收盘日 2024 年 6 月 7 日

5、风险提示

核电机组开工招标进度不及预期: 存在核电审批数量不及预期的风险, 因此开工招标进度存在不及预期的可能性。

核电设备国产化进程不及预期: 核电建设具有较大潜在泄露风险因此国内机组建设选择供应商时倾向于选择已经有成功合作经验的供应商, 多为国外厂商, 国内企业想要切入供应链具有难度, 因此存在国产化进程不及预期的可能性。

乏燃料处理设备研发及国产替代进度不及预期: 国内乏燃料处理设备技术仍在持续研发中, 存在研发进度不及预期的风险, 同时也同其他核电设备一样存在国产替代进度不及预期的风险。

特别声明

《证券期货投资者适当性管理办法》、《证券经营机构投资者适当性管理实施指引（试行）》已于2017年7月1日起正式实施。根据上述规定，开源证券评定此研报的风险等级为R4（中高风险），因此通过公共平台推送的研报其适用的投资者类别仅限定为专业投资者及风险承受能力为C4、C5的普通投资者。若您并非专业投资者及风险承受能力为C4、C5的普通投资者，请取消阅读，请勿收藏、接收或使用本研报中的任何信息。

因此受限于访问权限的设置，若给您造成不便，烦请见谅！感谢您给予的理解与配合。

分析师承诺

负责准备本报告以及撰写本报告的所有研究分析师或工作人员在此保证，本研究报告中关于任何发行商或证券所发表的观点均如实反映分析人员的个人观点。负责准备本报告的分析师获取报酬的评判因素包括研究的质量和准确性、客户的反馈、竞争性因素以及开源证券股份有限公司的整体收益。所有研究分析师或工作人员保证他们报酬的任何一部分不曾与，不与，也将不会与本报告中具体的推荐意见或观点有直接或间接的联系。

股票投资评级说明

	评级	说明
证券评级	买入（Buy）	预计相对强于市场表现 20% 以上；
	增持（outperform）	预计相对强于市场表现 5%~20%；
	中性（Neutral）	预计相对市场表现在 -5%~+5% 之间波动；
	减持	预计相对弱于市场表现 5% 以下。
行业评级	看好（overweight）	预计行业超越整体市场表现；
	中性（Neutral）	预计行业与整体市场表现基本持平；
	看淡	预计行业弱于整体市场表现。

备注：评级标准为以报告日后的 6~12 个月内，证券相对于市场基准指数的涨跌幅表现，其中 A 股基准指数为沪深 300 指数、港股基准指数为恒生指数、新三板基准指数为三板成指（针对协议转让标的）或三板做市指数（针对做市转让标的）、美股基准指数为标普 500 或纳斯达克综合指数。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。

分析、估值方法的局限性说明

本报告所包含的分析基于各种假设，不同假设可能导致分析结果出现重大不同。本报告采用的各种估值方法及模型均有其局限性，估值结果不保证所涉及证券能够在该价格交易。

法律声明

开源证券股份有限公司是经中国证监会批准设立的证券经营机构，已具备证券投资咨询业务资格。

本报告仅供开源证券股份有限公司（以下简称“本公司”）的机构或个人客户（以下简称“客户”）使用。本公司不会因接收人收到本报告而视其为客户。本报告是发送给开源证券客户的，属于商业秘密材料，只有开源证券客户才能参考或使用，如接收人并非开源证券客户，请及时退回并删除。

本报告是基于本公司认为可靠的已公开信息，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金融工具的邀请或向人做出邀请。本报告所载的资料、意见及推测仅反映本公司于发布本报告当日的判断，本报告所指的证券或投资标的的价格、价值及投资收入可能会波动。在不同时期，本公司可发出与本报告所载资料、意见及推测不一致的报告。客户应当考虑到本公司可能存在可能影响本报告客观性的利益冲突，不应视本报告为做出投资决策的唯一因素。本报告中所指的投资及服务可能不适合个别客户，不构成客户私人咨询建议。本公司未确保本报告充分考虑到个别客户特殊的投资目标、财务状况或需要。本公司建议客户应考虑本报告的任何意见或建议是否符合其特定状况，以及（若有必要）咨询独立投资顾问。在任何情况下，本报告中的信息或所表述的意见并不构成对任何人的投资建议。在任何情况下，本公司不对任何人因使用本报告中的任何内容所引致的任何损失负任何责任。若本报告的接收人非本公司的客户，应在基于本报告做出任何投资决定或就本报告要求任何解释前咨询独立投资顾问。

本报告可能附带其它网站的地址或超级链接，对于可能涉及的开源证券网站以外的地址或超级链接，开源证券不对其内容负责。本报告提供这些地址或超级链接的目的纯粹是为了客户使用方便，链接网站的内容不构成本报告的任何部分，客户需自行承担浏览这些网站的费用或风险。

开源证券在法律允许的情况下可参与、投资或持有本报告涉及的证券或进行证券交易，或向本报告涉及的公司提供或争取提供包括投资银行业务在内的服务或业务支持。开源证券可能与本报告涉及的公司之间存在业务关系，并无需事先或在获得业务关系后通知客户。

本报告的版权归本公司所有。本公司对本报告保留一切权利。除非另有书面显示，否则本报告中的所有材料的版权均属本公司。未经本公司事先书面授权，本报告的任何部分均不得以任何方式制作任何形式的拷贝、复印件或复制品，或再次分发给任何其他人，或以任何侵犯本公司版权的其他方式使用。所有本报告中使用的商标、服务标记及标记均为本公司的商标、服务标记及标记。

开源证券研究所

上海

地址：上海市浦东新区世纪大道1788号陆家嘴金控广场1号楼10层

邮编：200120

邮箱：research@kysec.cn

深圳

地址：深圳市福田区金田路2030号卓越世纪中心1号楼45层

邮编：518000

邮箱：research@kysec.cn

北京

地址：北京市西城区西直门外大街18号金贸大厦C2座9层

邮编：100044

邮箱：research@kysec.cn

西安

地址：西安市高新区锦业路1号都市之门B座5层

邮编：710065

邮箱：research@kysec.cn