

机械设备

2023年07月30日

核电设备景气上行，四代核电东风渐至

——行业周报

投资评级：看好（维持）

孟鹏飞（分析师）

熊亚威（分析师）

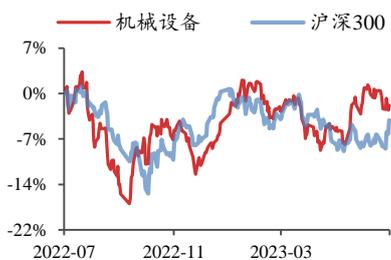
mengpengfei@kysec.cn

xiongyawei@kysec.cn

证书编号：S0790522060001

证书编号：S0790522080004

行业走势图



数据来源：聚源

相关研究报告

《复盘：2022年4月以来人形机器人的三波阶段性机会——行业周报》

-2023.7.23

《钛合金迎消费电子应用新进展，抛磨设备确定性高——行业周报》

-2023.7.16

《人形机器人对控制系统实时性要求高，控制器用量大——行业周报》

-2023.7.9

● 核电设备景气上行，产业链进入业绩释放期

2019年我国核电恢复审批后核准节奏加快，2022年核电核准数量达到创纪录的10台。预计到2030年均核准量有望维持在6-8台，核电设备维持高景气。核电设备通常在开工第3年开始陆续进场，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，产业链进入业绩释放期。核电工程中，设备投资占比平均超50%，单台机组设备投资额约为134亿元，2019年至今开工的核电机组设备价值量将达2305亿元。按平均每年核准6-8台机组计算，新增的核电机组设备投资额预期在935亿元。2023年以来，已有6台新机组环评（选址）获批。浙江金七门核电厂1号、2号核电机组环评报告（选址）处于公示阶段。截至2023年上半年，暂未有公开核准信息，下半年有望迎来集中审批。

● 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%。此外，我国也已先后与阿联酋、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。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1010亿元，年均投资额将达126亿元。

● 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，我们根据景业智能公告数据测算，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，我国乏燃料运输容器市场空间将超百亿。

● 受益标的

(1) 渗透率有望持续提升品类及环节：四代核电、核燃料运输、密封件、冷却塔等：科新机电（新燃料运输容器+气冷堆热气导管），佳电股份（气冷堆主氦风机），中密控股（密封件），海鸥股份（冷却塔），中国核电（核电运营）；

(2) 格局稳定，受益新批机组数量提升及乏燃料增量环节：阀门、吊篮、压力容器等：海陆重工（核电吊篮筒体），中核科技（阀门），江苏神通（阀门），兰石重装（核级压力容器），大西洋（核级焊材）。

● 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、核电设备景气周期已至，产业链业绩有望陆续释放.....	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，相关设备处于高速成长期.....	8
4、受益标的.....	10
5、风险提示.....	10

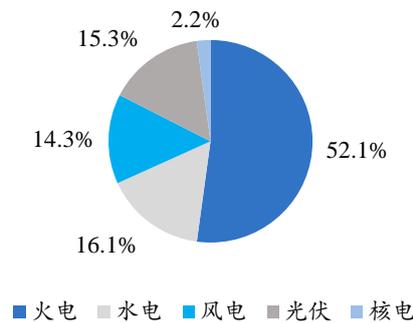
图表目录

图 1：2022 年我国核电发电装机占比 2.2%，具有较大提升空间.....	3
图 2：2022 年国内核电核准数量创纪录的 10 台.....	3
图 3：核电产业链中设备投资占比达 50%.....	4
图 4：核电设备细分领域较多，核岛设备市场规模较大，.....	5
图 5：关注下半年核电产业链招标进展.....	7
图 6：高温气冷堆有望实现大规模绿色制氢.....	8
图 7：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.....	8
图 8：我国坚持乏燃料闭式循环处理.....	9
图 9：政府性乏燃料后处理基金支出快速增加.....	9
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 2：2019 年至今开工的核电机组容量合计 20.31GW.....	5
表 3：至 2030 年，我们预计新核准核电机组的设备投资额约为 935 亿元/年.....	6
表 4：按渗透率 30 计算，高温气冷堆核电站设备投入将达 1010 亿元.....	8
表 5：相较英法俄日等国，我国乏燃料处理能力较小.....	9
表 6：乏燃料设备市场空间将达 139 亿元/年.....	10

1、核电设备景气周期已至，产业链业绩有望陆续释放

核电是稳定的清洁能源，集成光伏风电、火电的优点。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，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。截至 2023 年 3 月 31 日，我国运行核电机组共 55 台(不含台湾地区)，额定装机容量达 56993.34Mwe。根据中国电力企业联合会数据，2022 年我国核电发电装机规模为 5553 万千瓦，占全国全口径发电装机容量的 2.2%，结构占比具有较大提升空间。

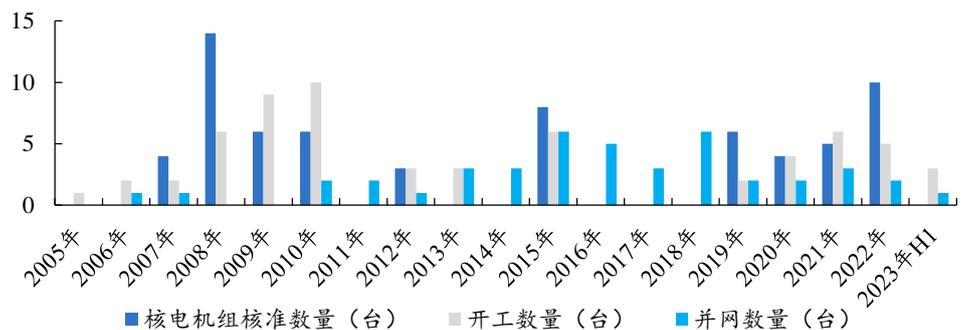
图1：2022 年我国核电发电装机占比 2.2%，具有较大提升空间



数据来源：中国电力企业联合会、开源证券研究所

我国核电进入安全高效发展期，核准开工加速。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 年，国内核电核准数量达到创纪录的 10 台，我们预计后续每年将保持 6-8 台核准节奏。

图2：2022 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。2019 年以来，我国共有 17 台核电机组开工。参考台山核电站建设节奏，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。

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

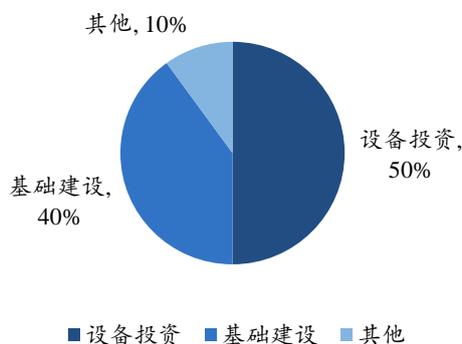
开工年份	时间	事件	进场进度
T+1	2009.10.26	核岛浇筑第一罐混凝土	

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	发电机定子在东方电气制造完成	
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	
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	新燃料进场
T+9	2017.11.15	核燃料接受	
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

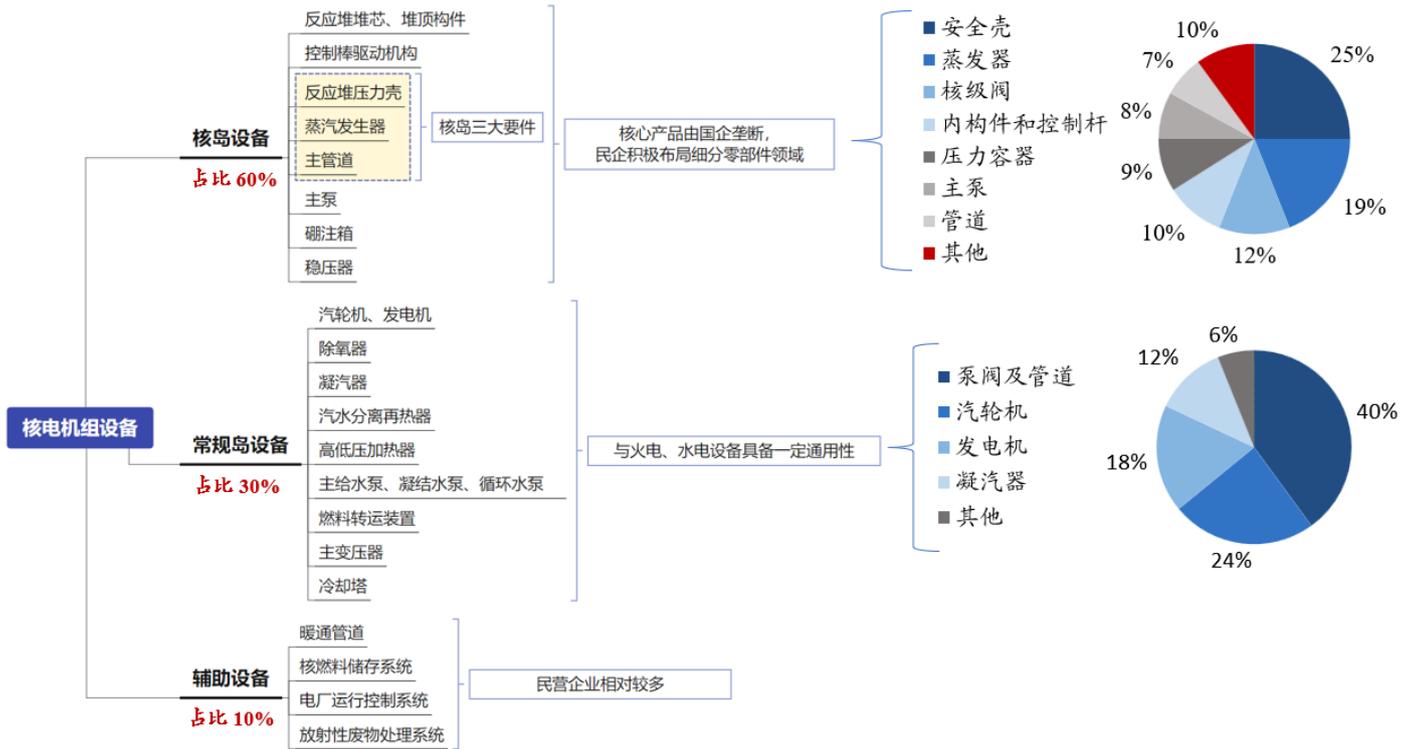
核电设备中，核岛设备成本占比最高，市场以国企主导，民企在细分产品如阀、泵管道、风机制冷设备等方面占据优势；常规岛设备占比其次，与火电、水电设备通用性高，市场竞争程度高；辅助设备占比比较低，民营企业相对较多。

图3：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4: 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 2305 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 21368 元/千瓦。其中核电工程设备投资占比平均超 50%。2019 年至今开工的核电机组容量合计 21.58GW, 我们测算设备价值量约为 2305.1 亿元。

表2: 2019 年至今开工的核电机组容量合计 21.58GW

序号	开发商	项目	容量 (GW)	开工日期
1	中核	徐大堡 3 号	1.27	2021.5.19
2	中核	徐大堡 4 号	1.27	2021.5.19
3	中核	三门核电站 3 号	1.25	2022.6.28
4	中核	三门核电站 4 号	1.25	2022.6.28
5	中核	田家湾 7 号	1.27	2021.5.19
6	中核	霞浦 2 号示范	1.20	2019.10.16
6	中核	徐大堡 3 号	1.27	2021.5.19
7	中核	中核玲珑一号	0.13	2021.7.13
9	中广核	陆丰核电 5 号	1.20	2022.9.8
10	中广核	惠州 1 号	1.12	2019.6
11	中广核	惠州 2 号	1.12	2020.10.15
12	中广核	三澳 1 号	1.12	2020.12.31
13	中广核	三澳 2 号	1.12	2021.12.30
14	华能	海南昌江 3 号	1.62	2021.3.31
15	华能	海南昌江 4 号	1.62	2021.3.31
16	国家电投	海阳核电 3 号	1.25	2022.7.14

序号	开发商	项目	容量 (GW)	开工日期
17	国家电投	海阳核电 4 号	1.25	2022.7.14
18	国家电投	廉江核电厂 2 号	1.25	2023.4.15
总额定容量			21.58	

数据来源：电力科技、核网公众号等、开源证券研究所

至 2030 年，我们预计新核准核电机组的设备投资额约为 935 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 267 亿元，设备投资额约为 134 亿元。按平均每年核准 6-8 台机组计算，新增的核电机组设备投资额预期在 935 亿元。核电设备保持较高景气度。

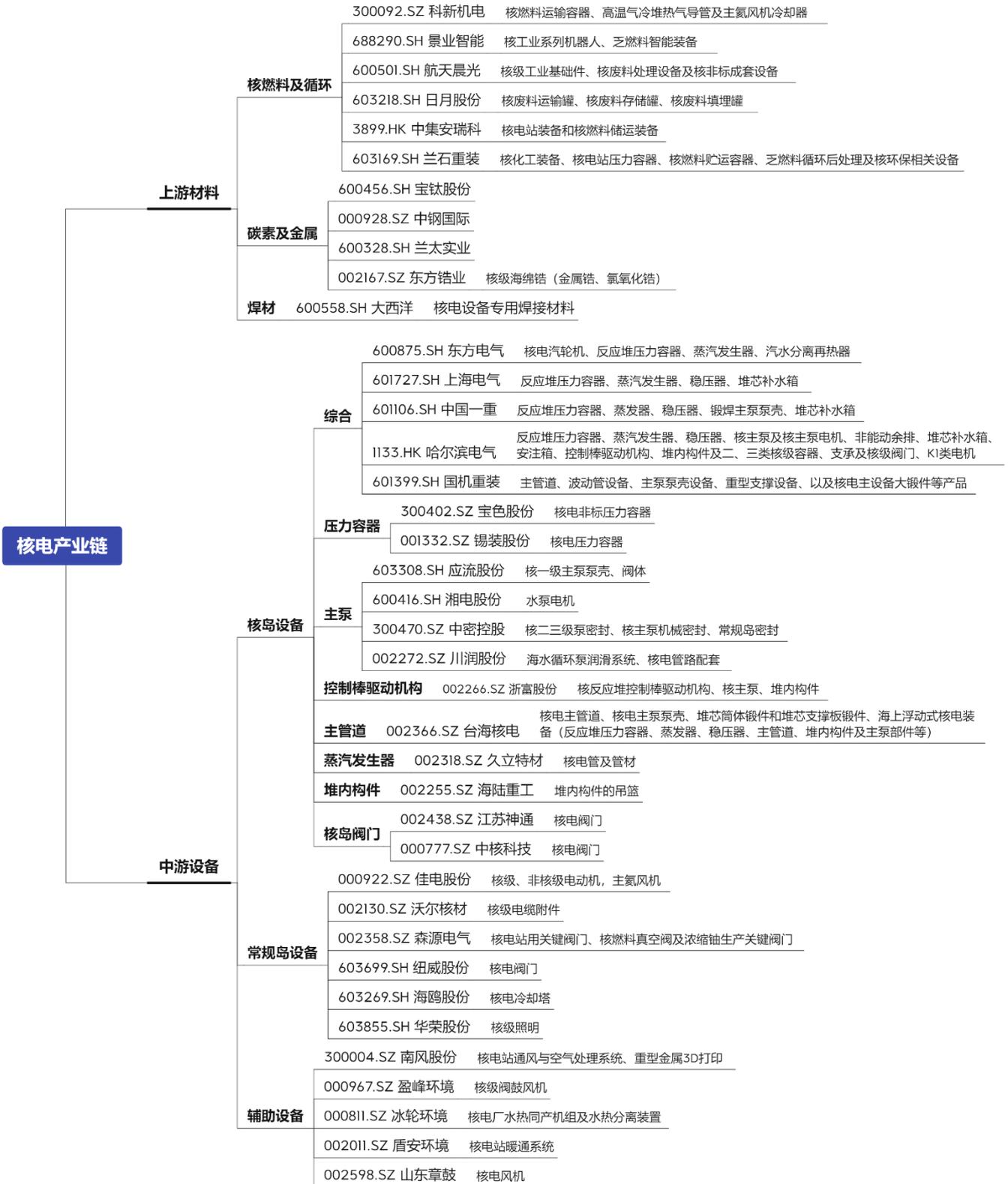
表3：至 2030 年，我们预计新核准核电机组的设备投资额约为 935 亿元/年

	乐观	中性	保守
平均每年新核准机组数量 (台)	6	7	8
每年核电机组概算建成价 (亿元)	1602.6	1870	2136.8
设备投资额占比	50%		
单台核电机组设备投资额 (亿元)	801	935	1068

数据来源：核网公众号、开源证券研究所

2023 年以来，防城港 5 号、6 号核电机组，三澳 3 号、4 号核电机组，白龙核电厂 1 号、2 号核电机组皆环评（选址）获批。浙江金七门核电厂 1 号、2 号核电机组环评报告（选址）处于公示阶段。截至 2023 年上半年，暂未有公开渠道核电项目招标，关注下半年招标进展。

图5：关注下半年核电产业链招标进展

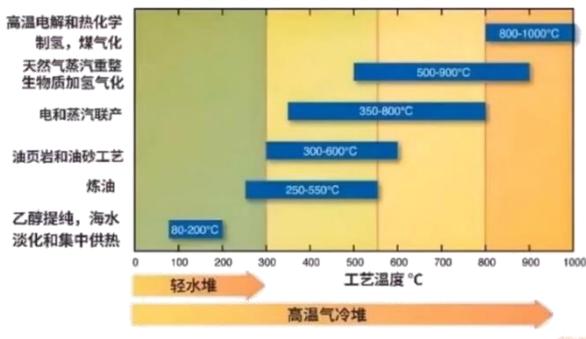


资料来源：开源证券研究所

2、第四代核电高温气冷堆优势明显，渗透率有望逐步提升

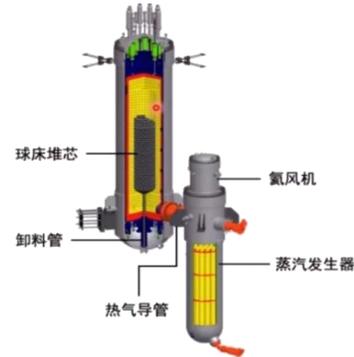
高温气冷堆为我国第四代核电重要方向，安全性、灵活性提升。高温气冷堆以氦气代替水作为一回路循环介质，燃料球靠重力自然落入堆芯，能够不停堆在线换料；可实现小型模块设计，灵活性更高；且每一个模块功率密度约为大型压水堆核电站的 1/20，停堆后余热水平较低，更加安全。用途更加广泛，包括供电、供热、制氢等。蒸汽发生器、氦风机、热气导管、卸料管等为高温气冷堆主要构件。

图6：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7：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，我国也已先后与阿联酋、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。

高温气冷堆核电站设备投入将达1010亿元。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2022年的56.99GW额定装机容量基础上需新建63.01GW。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1010亿元，年均投资额126亿元。

表4：按渗透率15%计算，高温气冷堆核电站设备投入将达1010亿元

高温气冷堆空间测算	
截至2022年末我国核电装机规模(GW)	56.99
2030年我们预计我国核电装机规模(GW)	120.00
新增核电装机规模(GW)	63.01
三代机组价值量(元/KW)	21368
核电工程设备新增投资额(亿元)	6732.4
高温气冷堆渗透率	15%
高温气冷堆设备投资额(亿元)	1009.9

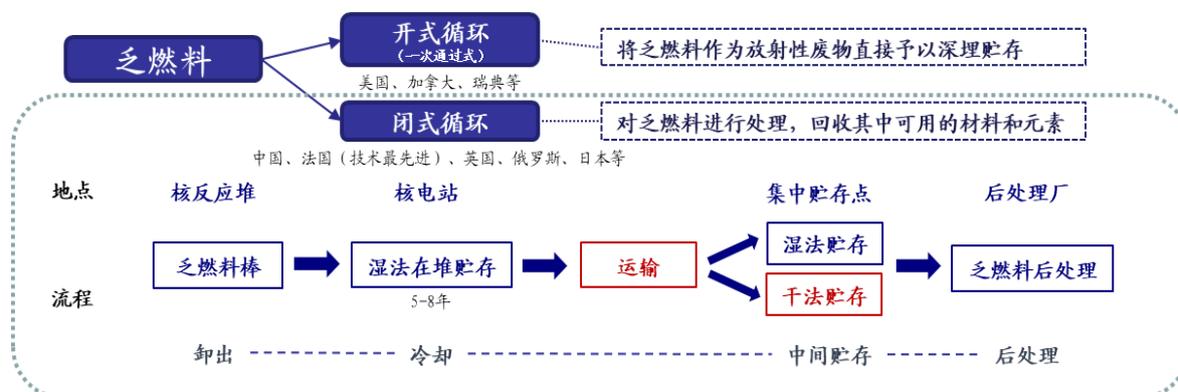
资料来源：核网公众号、开源证券研究所

3、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。

图8: 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

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。秦山核电厂、岭澳核电厂(二期)的核电机组在堆贮存水池在2021-2025期间将陆续达到饱和。

图9: 政府性乏燃料后处理基金支出快速增加



数据来源: 国家统计局、Wind、开源证券研究所

我国乏燃料后处理产能不足, 乏燃料后处理能力亟待提升。目前我国后处理产能仅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。

表5: 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

乏燃料设备市场空间将达 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。中性预期下，其中 38.3% 约为智能设备，即智能设备投资额约为 53 亿元/年。

表6：乏燃料设备市场空间或将达 139 亿元/年

	乐观	中性	保守
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：景业智能公告、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。

4、受益标的

(1) 渗透率有望持续提升品类及环节：四代核电、核燃料运输、密封件、冷却塔等：科新机电（新燃料运输容器+气冷堆热气导管），佳电股份（气冷堆主氦风机），中密控股（密封件），海鸥股份（冷却塔），中国核电（核电运营）；

(2) 格局稳定，受益新批机组数量提升及乏燃料增量环节：阀门、吊篮、压力容器等：海陆重工（核电吊篮筒体），中核科技（阀门），江苏神通（阀门），兰石重装（核级压力容器），大西洋（核级焊材）。

5、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。

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R3（中风险），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C3、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C3、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）	我们预计相对强于市场表现 20%以上；
	增持（outperform）	我们预计相对强于市场表现 5%~20%；
	中性（Neutral）	我们预计相对市场表现在-5%~+5%之间波动；
	减持（underperform）	我们预计相对弱于市场表现 5%以下。
行业评级	看好（overweight）	我们预计行业超越整体市场表现；
	中性（Neutral）	我们预计行业与整体市场表现基本持平；
	看淡（underperform）	我们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