

“双碳”背景下，核电设备迎来千亿市场空间

► **“十四五”期间，核电设备市场空间或达千亿。**“碳中和”背景下，核电凭借高效能、污染小、环境友好、单机容量大、发电量稳定等优势，将成为未来基荷能源的重要组成部分。截至2021年9月30日，我国运行核电装机容量为5349万千瓦，据中国核能行业协会《中国核能年度发展与展望(2020)》，到2025年我国在运核电装机达到7000万千瓦，在建3000万千瓦，到2035年在运和在装机容量合计达到2亿千瓦。按每台机组100万千瓦装机容量计算，2022-2025年间**核电建设有望按照每年7-8台机组推进**，每年核电市场空间约为825-1350亿元，其中设备市场空间约为413-675亿元/年，2022-2025年市场总规模为1648-2700亿元。

► **核岛核心设备仍为国企垄断，民营企业在细分领域活跃度提升。**核电设备主要包括核岛、常规岛和BOP三部分。核岛是整个核电站的核心，投资建设成本占比最高。目前反应堆压力容器、主管道及热交换器、蒸汽发生器等三大主要部件仍由国企垄断。主管道、核级阀门、主泵、核用电机等零部件及核级密封门槛相对较低，少数民营企业可进入，但仍需严格的资质审核。按每年新增7.5台百万千瓦机组计算，核级阀门市场规模约为49-78亿元/年，建议关注核级阀门龙头江苏神通。核用电机方面，关注佳电股份。

► **常规岛设备市场竞争相对激烈，综合国产化率达85%以上。**目前主要的二代改进型核电机组项目，如红沿河、福清、防城港等常规岛部分综合国产化率达85%以上。从细分领域看，常规岛汽轮发电机组、汽水再分离器与冷凝器等重点监管设备领域由东方电气、上海电气、哈尔滨电气三家国企垄断。其他设备领域市场竞争相对激烈，阀门、凝汽器、水泵等常规岛非核心设备民营企业参与度较高。

► **BOP设备领域民营企业参与程度高。**核电辅助系统(BOP)是蒸汽供应系统之外的部分，主要包括核电电缆、电站空冷系统、通风系统、反应堆安全壳和核电机械设备。中国政府2015年开启核三级设备市场化，多数民营企业获得设计制造资质。因此辅助设备领域民营企业参与度高且市场竞争较为激烈，多设备领域均有表现亮眼的民营企业。

► **乏燃料后处理设备需求或超预期。**乏燃料即高放射性核废料。目前，我国乏燃料后处理产能严重不足。目前，每100万千瓦核电设备容量的乏燃料年产量约为21吨，据华经产业研究院数据，2020年中国乏燃料产量为1298吨，累积待处理乏燃料约8718吨，而乏燃料后处理能力仅为50吨。考虑到乏燃料暂存能力已接近饱和、乏燃料再利用需求巨大等因素，国内乏燃料后处理产能建设有望加码。

► **投资建议：**核岛、常规岛设备重点推荐**江苏神通、应流股份、中密控股**；乏燃料后处理设备领域重点推荐**江苏神通**。

► **风险提示：**核电开工受阻风险；核电设备需求不及预期风险；核安全事故风险

重点公司盈利预测、估值与评级

代码	简称	股价 (元)	EPS (元)			PE (倍)			评级
			2020A	2021E	2022E	2020A	2021E	2022E	
002438	江苏神通	18.85	0.44	0.60	0.86	42	31	22	推荐
603308	应流股份	20.23	0.41	0.38	0.56	49	53	36	推荐
300470	中密控股	44.68	1.09	1.46	1.83	41	31	24	推荐

资料来源：Wind，民生证券研究院预测；

(注：股价为2022年1月18日收盘价；未覆盖公司数据采用wind一致预期)

推荐

维持评级



分析师：李哲

执业证号：S0100521110006

电话：13681805643

邮箱：lizhe_yj@mszq.com

研究助理：赵璐

执业证号：S0100121110044

电话：13472540636

邮箱：zhaolu@mszq.com

相关研究

- 1.机械行业周报 20220117：锂电池产能建设超级年，抓住锂电设备投资机会
- 2.民生机械周报 20220108:基荷能源不二选择，关注核电设备投资机会
- 3.民生机械周报 20220103:风电铸锻件投资思路及主轴轴承国产化探讨
- 4.行业周(月)报:VR/AR 热潮带来哪些设备需求：VR篇
- 5.机械行业周报 20211219 :TOPCON 及 HJT 电池技术的进展跟踪

目录

1 基荷能源不二选择，核电设备迎来巨大市场空间	3
1.1 核电是基荷能源重要组成部分，建设有望提速	3
1.2 三代核电全面发展，国内首台“华龙一号”已稳定商运一年	4
1.3 “玲瓏一号”获核准，小堆技术初露锋芒	5
1.4 “十四五”有望年均批复 7-8 台，设备市场空间或达 600 亿	5
2 核电产业链概述	8
2.1 上游：原材料及设备供应	8
2.2 中游：核电站建设及运营	9
2.3 下游：发电及后处理市场	10
3 新建项目带来巨大设备市场空间	12
3.1 核电发电原理	12
3.2 核岛设备：核心设备仍为国企垄断，民企在细分领域活跃度提升	14
3.3 常规岛设备：市场竞争相对激烈，综合国产化率达 85%以上	17
3.4 BOP 设备：民营企业百花齐放	18
3.5 乏燃料后处理：设备需求或超预期	18
3.6 四代核电机组设备：高温气冷堆国产化率达 93.4%	20
4 盈利预测与投资建议	22
4.1 行业投资建议	22
4.2 重点公司	23
5 风险提示	26
插图目录	30
表格目录	30

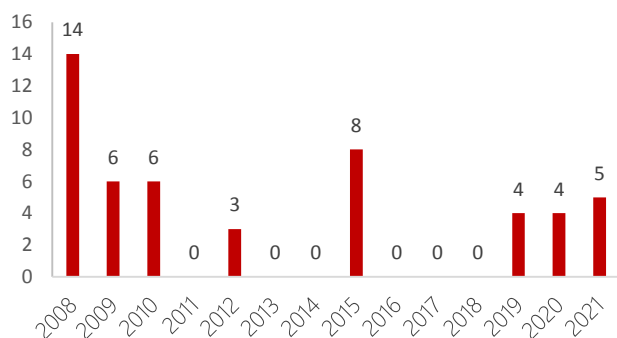
1 基荷能源不二选择，核电设备迎来巨大市场空间

1.1 核电是基荷能源重要组成部分，建设有望提速

核电，是指利用核反应堆中核裂变所释放出的热能进行发电的方式，具有高能效、污染小、环境友好、单机容量大、发电量稳定等优势。相较于风电、光电等能源，核电在一次装料后可连续稳定运行至少 12~18 个月，且占地面积相对较小，是未来基荷能源的重要组成部分。

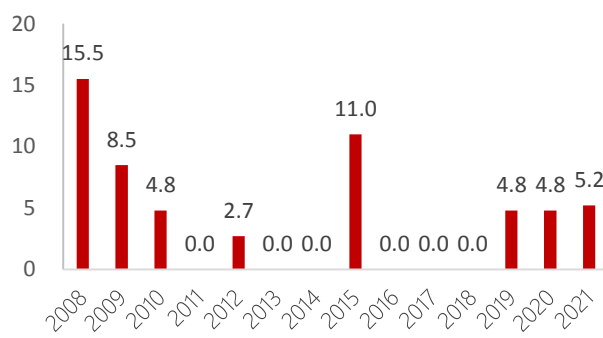
2016-2018 年间，我国几乎暂停了新增核电项目的审批，核电连续三年“零核准”，业内普遍认为，重要原因之一在于当时在建的三门核电、台山核电等三代核电项目均存在延期，迟迟未能投产，三代核电技术有待验证。然而，随着在建机组密集投产，三代核电技术得到验证，2019 年我国核电机组核准数量打破“零核准”，并呈现上升趋势，**2019 年、2020 年分别新增核准机组 4 台。2021 年新核准机组 5 台（4 大 1 小），**分别是：1) 海南昌江多用途模块式小型堆科技示范工程项目“玲瓏一号”125MW；2) 江苏田湾核电 7、8 号机组“VVER-1200/V491”，单台机组容量 1274MW；3) 辽宁徐大堡核电 3、4 号机组“VVER-1200/V491”，单台机组容量 1274MW，合计 5.22GW。

图 1：历年国家核准核电机组数量情况（台）



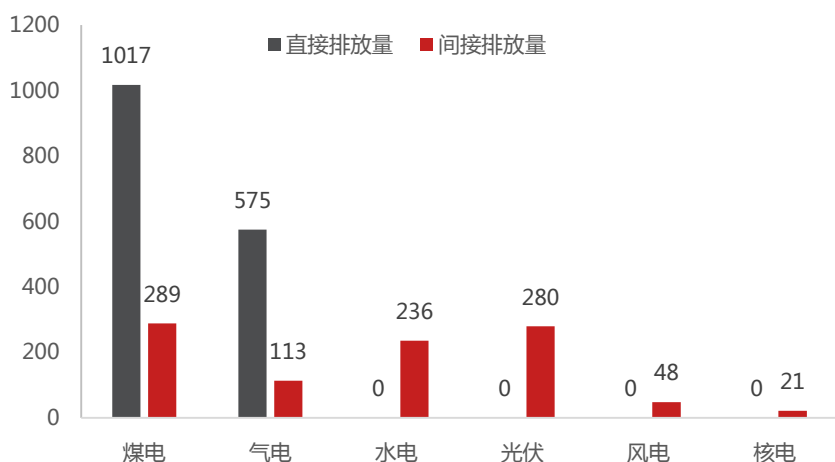
资料来源：中国核能行业协会，民生证券研究院

图 2：历年国家核准核电机组装机容量（单位：GW）



资料来源：中国核能行业协会，民生证券研究院

“碳中和”背景下，核电不可或缺。2021 年 10 月 26 日，国务院印发 2030 年前碳达峰行动方案。提出到 2025 年，非化石能源消费比重达到 20%左右，到 2030 年，非化石能源消费比重达到 25%左右。核电作为清洁、稳定的基荷能源，在全社会用电量不断提升，煤电新增项目大幅减少的背景下，是我国实现碳中和的一个重要选择。与燃煤发电相比，2020 年全年核能发电相当于减少燃烧标准煤 10474.19 万吨，减少排放二氧化碳 27442.38 万吨、二氧化硫 89.03 万吨、氮氧化物 77.51 万吨，相当于造林 77.14 万公顷。根据欧洲核能协会公布的统计数据，1000 克标准煤、矿物油及铀分别产生约 8 千瓦时、12 千瓦时及 24 兆瓦时的电力。

图 3：各主要发电方式温室气体排放量对比（单位：克等效二氧化碳/kWh）


资料来源：中国核电网，民生证券研究院

而随着全球“碳中和”趋势的发展，核电的作用也将得到进一步认可。目前，全球共有 72 个国家已经或计划发展核电，其中“一带一路”沿线国家有 41 个，随着中国“华龙一号”获得海外认可，中国核电也将实现从“引进来”到“走出去”的过程。

1.2 三代核电全面发展，国内首台“华龙一号”已稳定商运一年

核电技术的发展经历了一代、二代、三代到四代的演变。一代核电站始建于上世纪 50 年代，苏联 5000 千瓦的实验性核电站和美国 9 万千瓦的原型核电站证明了利用核能发电的可行性。二代核电站，于上世纪 60 年代后期在一代基础上陆续建成了功率在 30 万千瓦以上的压水堆、沸水堆、重水堆等核电机组，使核电的经济性得到证明，目前世界上运行的 400 余座机组绝大多数（包括中国大陆大部分核电站）是在这一时期建成。三代核电技术，是上世纪 90 年代，为解决三里岛和切尔诺贝利事件负面影响，美国和欧洲先后出台“先进轻水堆用户要求”文件和“欧洲用户对轻水堆核电站的要求”，在安全性和人因工程方面做出了更明确要求，国际上将满足这两份文件之一的核电机组成为第三代核电机组。

浙江三门核电站是我国首个采用三代核电技术的核电项目，率先采用第三代先进压水堆 AP1000 技术，其 1 号机组是全球首座 AP1000 核电机组，三门核电站一期于 2009 年 4 月开工，历史 9 年后于 2018 年 6 月首次并网发电，成为全球首台并网发电的 EPR 三代核电机组。

“华龙一号”核电技术，是中核 ACP1000 和中广核 ACPR1000+ 两种技术的融合，被称为“我国自主研发的三代核电技术路线”。**2021 年 1 月 30 日，中核集团宣布华龙一号全球首堆中核集团福建福清 5 号机组投入商业运行**，标志着我国在三代核电技术领域跻身世界前列，成为继美国、法国、俄罗斯国家之后真正掌握自主三代核电技术的国家。华龙一号首堆所有核心设备均已实现国产，所有设备国产化率达 88%。**2021 年 5 月 20 日 1 时 15 分，“华龙一号”海外首堆工程——巴基斯坦卡拉奇 2 号机组正式投入商业运行。2022 年 1 月 1 日，中核集团福清核电 6 号机组首次并网成功，成为全球第三台、我国第二台华龙一号并网发电机组。**

第四代核电技术蓄势待发。四代核电是由美国能源部发起，并联合法国、英国、日本等 9 个国家共同研究的下一代核电技术，目前仍处于开发阶段，预计可在 2030 年左右投入应用。第四代核能系统改用钚-239 作燃料，将满足安全、经济、可持续发展、极少的废物生成、燃料增殖的风险低、防止核扩散等基本要求。第四代核能的发展将进一步驱动我国核电产业的发展。2021 年 12 月 20 日并网发电的山东省荣成市的华能石岛湾核电厂就属于第四代核电技术，采用高温气冷堆堆型，这也是全球首座第四代核电机组。石岛湾高温气冷堆包含两个 10 万千瓦的反应堆，

总装机 20 万千瓦。华能集团表示，示范工程机组各项运行指标正常，反应堆、汽轮发电机及相关系统设备运行稳定，1 号反应堆正稳步向单堆满功率推进，2 号反应堆并网发电前各项试验有序开展。双堆有望于 2022 年年中全面投入商运。

1.3 “玲珑一号”获核准，小堆技术初露锋芒

小堆，即小型核动力堆，指小型且简单的核能发电和产热机组。随着上个世纪 50 年代有核电生产以来，反应堆的规模已从 60MWe 增加至 1300MWe 以上。国际原子能机构（IAEA）将“小型”定义为 300 MWe 以下。

小堆技术是中核集团基于 60 多年核电建造、运营管理经验自主研发的新型核能综合利用技术，具有**零污染、零排放、宜退役、选址灵活**的特点。机组运行期间，反应堆长期处于船体吃水线以下，大海为天然热阱，采用小堆技术有利于堆芯冷却，技术上可以做到取消场外应急，固有安全性高。小型核反应堆的热功率低于 1000MW，在安全性、多用途、灵活性方面有不可替代的优势，属于典型的军民两用技术。

小型核反应堆最早在 20 世纪 50 年代首先由美国用于军事领域，民用领域商业化运行规模较大的仅有俄罗斯一个国家，我国随着“玲龙一号”示范工程的启动运行，可能是下一个商业化推广取得实质性进展的国家。在民用领域，小堆可用作城市供暖、偏远地区供电、海水淡化、深海开发、破冰船能源供给等。目前小堆在全球范围内已广泛用于破冰船、浮动核能平台等民用领域。

2010 年，中核集团正式启动“玲龙一号”专项科研工作，2016 年通过 IAEA 通用安全审查，2017 年，海南昌江“玲龙一号”示范工程正式开始前期工作，并于 2019 年正式启动该示范工程。2021 年 6 月 3 日获国务院核准 海南小堆示范项目 中核集团的“玲龙一号”(ACP1000) 小型堆核电机组技术，单台机组容量为 12.5 万千瓦。

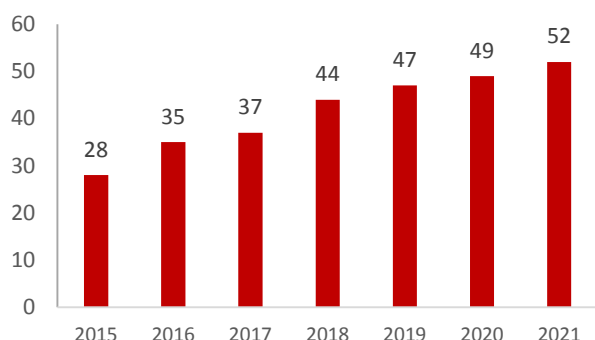
“玲龙一号”在现有成熟压水堆核电技术基础上，采用“一体化”反应堆设计和“非能动”安全系统，其安全性能达到第三代核能系统技术水平。国际原子能机构审查认为，“玲龙一号”是个创新的小型压水堆设计，采用的“固有安全+非能动”的安全设计，能够处理极端环境条件和多种故障，达到国际和国内先进水平。

1.4 “十四五”有望年均批复 7-8 台，设备市场空间或达 600 亿

根据《中国核能发展报告 2021》，2020 年，我国商运核电机组达到 48 台，总装机容量为 4988 万千瓦，装机量仅次于美国、法国，位列全球第三，核电总装机容量占全国电力装机总量的 2.27%。截至 2021 年 9 月 30 日，我国运行核电机组共 52 台（不含台湾地区），比 2020 年新增 4 台，装机容量为 5349 万千瓦（额定装机容量）。

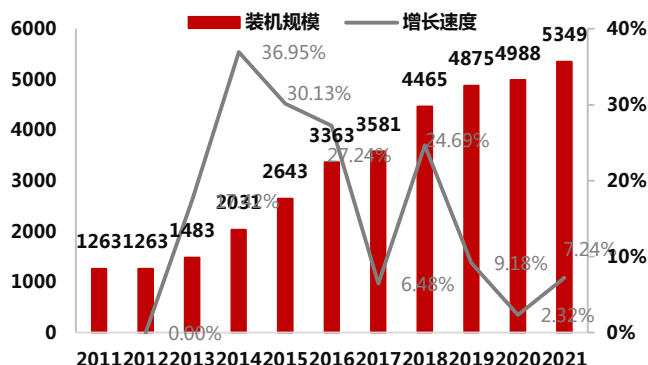
随着 2022 年 1 月 1 日国内第二台华龙一号机组福清核电站 6 号机组并网发电，**我国并网发电机组达到 53 台，总装机容量 5463.695 万千瓦**，仅次于美国的 93 台 9552.3 万千瓦和法国的 56 台 6137 万千瓦，继续位居世界第三位。据中核智库预测，如果法国按照电力结构 PPE 计划每年关闭同等数量的核电机组，我国在运核电装机容量将在 2024 年超过法国，达到世界第二位。

图 4：在运机组数量（台）



资料来源：中国核能行业协会，民生证券研究院

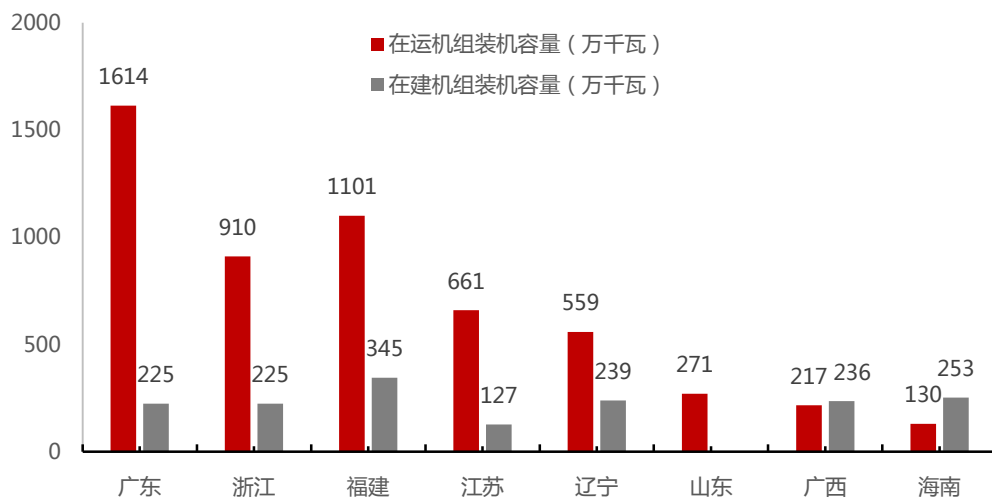
图 5：商运核电机组装机规模增长情况（单位：万千瓦）



资料来源：中国核能行业协会，民生证券研究院

目前，我国核电机组均分布于广东、浙江、福建、江苏等沿海省份。一方面，核裂变过程中会产生巨大热量，需稳定的冷却水源，海洋比河或者湖水更具优势。另一方面，东部沿海地区经济发展速度快，电力需求旺盛，靠近市场建设核电站有利于减少电力长距离传输过程中的损耗。除此之外，核电站所需大件设备更适合通过海运运输，因此形成了当前核电机组沿海建设的格局。但目前沿海适合新建核电站的厂址已经越来越少，加上内陆电力需求增加，未来在内陆启动核电站是大势所趋。

图 6：中国大陆在运、在建机组装机容量分布



资料来源：国际原子能机构，中国核能行业协会，中核智库，民生证券研究院

根据《十四五规划和 2035 年远景目标纲要》，“十四五”期间，我国核电运行装机容量达到 7000 万千瓦。此外，根据中国核能行业协会发布的《中国核能年度发展与展望(2020)》中的预测数据显示，到 2025 年，我国在运核电装机达到 7000 万千瓦，在建 3000 万千瓦，而到 2035 年，在运和在建核电装机容量合计将达到 2 亿千瓦。按照每台核电机组 100 万千瓦装机容量计算，2022-2025 年间，核电建设有望按照平均每年 7-8 台机组推进。

表 1：2025-2035 年中国核电装机容量发展目标（单位：万千瓦）

指标	2021	2025E	2035E
运行装机容量	5349	7000	
在建装机容量	1651	3000	
合计	7000	10000	20000
复合增长率		9%	7%
平均每年新增台数（按每台 100 万千瓦计算）		7.50	10.00

资料来源：《“十四五”规划和 2035 远景目标纲要》，中国核能行业协会，前瞻产业研究院，民生证券研究院

设备市场空间或达千亿。参考头豹研究院数据，核电站每千瓦建造成本 1.1-1.8 万元，而设备市场空间占比约为建造成本的一半，根据此前预计平均每年以 7-8 台机组推进，那么 2022-2025 年平均每年核电市场空间约为 825-1350 亿元，其中**核电设备市场空间约为 413-675 亿元。**

表 2：2022-2025 年中国核电设备市场空间测算

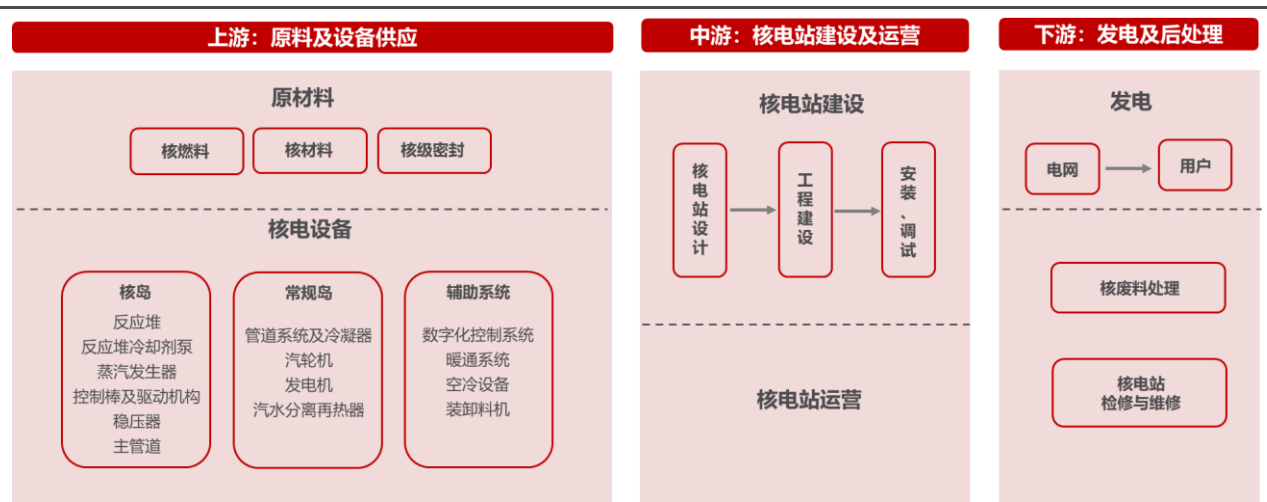
指标	按每千瓦价值量 1.1 万计算	按每千瓦价值量 1.8 万计算
2025 年装机容量（运行+在建）	10000	10000
2021 年装机容量（运行+在建）	7000	7000
4 年新增装机容量（万千瓦）	3000	3000
每千瓦建造成本（万元）	1.1	1.8
4 年新增机组建造成本（亿元）	3300	5400
平均每年新增机组建造成本（亿元）	825	1350
设备占比	50%	50%
平均每年核电设备市场空间（亿元）	412.5	675.0
核岛设备市场空间（*58%）	239.3	391.5
常规岛设备市场空间（*22%）	90.8	148.5
BOP 市场空间（*20%）	82.5	135.0

资料来源：北极星电力网，头豹研究院，民生证券研究院

2 核电产业链概述

核电产业链包括上游原料及设备供应、中游核电站的建设及运营,以及下游的发电及后处理。

图 7：核电产业链



资料来源：前瞻研究院，民生证券研究院

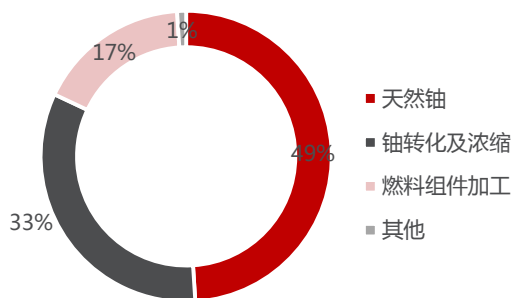
2.1 上游：原材料及设备供应

2.1.1 核燃料供应

核燃料是指含有易裂变核素，能够在反应堆内实现自持链式核裂变反应的物质。核燃料棒最核心的材料是二氧化铀，由天然铀提炼而成，铀矿需经过勘探开采、水冶、铀转化与铀浓缩等过程，最终送往核燃料加工厂制造出核燃料元件。在核燃料成本结构中，天然铀所占比例最高，达到 49%。然而我国铀矿资源并不丰富，主要依赖进口，仅占全球 1.3%。

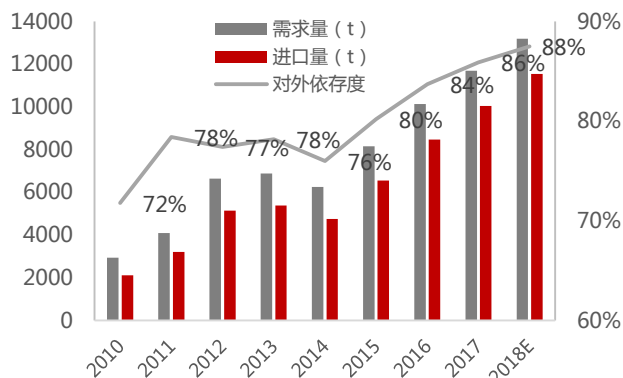
从行业壁垒来看，一方面，该行业具有国家安全意义，我国仅中核集团及中广核有资格从事铀矿开采和进出口业务；另一方面，核燃料元件研制技术难度极高，因此当前中国核燃料制造由中核集团旗下的中核北方核燃料元件有限公司和中核建中燃料元件有限公司垄断，核燃料元件企业议价能力极强。

图 8：核燃料成本结构图



资料来源：前瞻研究院，民生证券研究院

图 9：中国铀矿进口量及对外依存度

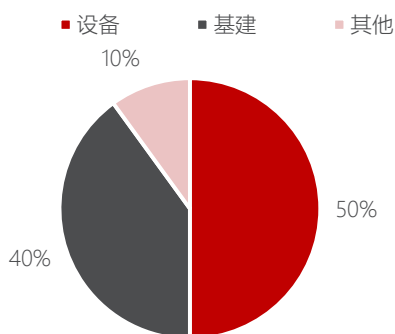


资料来源：WNA,中核集团,海关总署,立鼎产业研究中心，民生证券研究院

2.1.2 核电设备

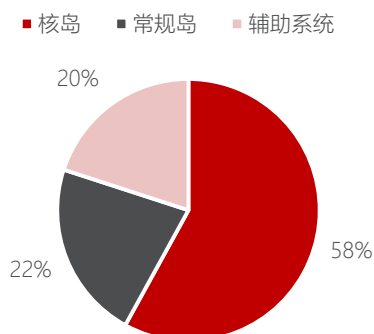
核电设备即核电站的组成设备，在核电站固定资产投资中核电设备投资占 50%左右，是核电投资最主要的环节，核电自主化程度主要取决于核电设备自主化程度。核电设备包括**核岛 (NI)**、**常规岛 (CI)** 和**辅助设备 (BOP)** 三部分，按照三部分分别占核电设备投资的 58%、22%、20% 计算，则三部分分别占电站总投资的 29%、11%和 10%。

图 10：核电站投资成本结构



资料来源：头豹研究院，民生证券研究院

图 11：核电设备投资成本结构



资料来源：头豹研究院，民生证券研究院

核岛是整个核电站的核心，是承担热核反应的主要部分，负责将**核能转化为热能**，是核电站中工艺最复杂、投入成本最高的部分。核岛主设备主要包括核反应堆（包括堆芯、压力容器、堆内构件）、反应堆冷却剂泵、蒸汽发生器、控制棒及驱动机构、稳压器、主管道等。

常规岛利用蒸汽推动汽轮机带动发电机发电，负责将机械能转化为电能。主要由管道系统及冷凝器、汽轮机、发电机、汽水分离再热器组成。由于火电、水电等其他类型发电站发电原理与核电类似，均是由机械能带动发电机转换为电能，常规岛设备除供应于核电外，同时还供应火电、水电等其他发电类型。因此，除部分核心设备外，其余设备的成本相对较低。

辅助系统 (BOP) 主要包括数字化控制系统、暖通系统、空冷设备与装卸料机，用于保障核电站平稳运行。

2.2 中游：核电站建设及运营

核电产业的中游是核电站的建设及运营。

核电站建设是包括前期策划、初步可行性研究、可行性研究、设计、采购、设备监造、施工、安装、调试、移交运营等一系列过程的总集成，流程包括核电站设计、土建施工与设备安装、调试等流程。

核电站设计：核电站设计是指根据建设工程的要求，对建设工程所需的技术、经济、资源、环境等条件进行综合分析、论证，编制建设工程设计文件的活动；核电设备制造包括核岛设备、常规岛设备和辅助设备系统 (BOP) 等设备的制造。

土建施工与设备安装：土建施工与设备安装是根据工程所确定的标准、设计文件、图纸，经过现场土建和安装施工的集成，最终把设计蓝图转换成系统完整、功能齐全的核电站，主要包括核岛、常规岛及 BOP 厂房的施工和建设。

调试：调试是核电站设计、制造、施工、安装完成后，用调整试验的手段进行质量和性能符合性的检验，检查缺陷和消除缺陷的过程。

核电站运营是指核电站发电及日常维护管理工作。核电站的运营成本主要由折旧、维护和燃料成本构成。核电项目前期投入昂贵，导致折旧成本较高。一般而言，项目投产后，折旧在运营商的营业成本中占比接近 40%，而火电仅达 15%左右。因此，核电运营商具备现金流充沛的特点。

核电产业链中游主要为核电站建设及运营方，其中核电站运营的代表企业有中国广核、中国核电、大唐发电等。

2.3 下游：发电及后处理市场

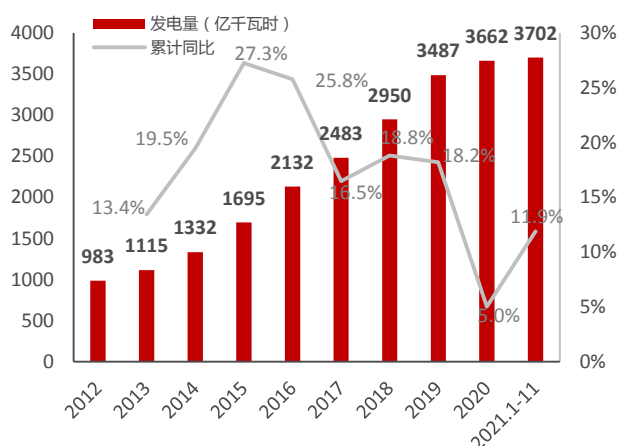
核电产业的下游是发电和后处理市场。

核能发电是利用核反应堆中核裂变所释放出的热能进行发电，它是实现低碳发电的一种重要方式。核能发电利用铀燃料进行核分裂连锁反应所产生的热，将水加热成高温高压，核反应所放出的热量较燃烧化石燃料所放出的能量要高很多（相差约百万倍），而所需要的燃料体积与火力电厂相比少很多。

近年来，中国核能发电量持续上涨。2016 年中国核能发电量 2105.2 亿千瓦时，2020 年中国核能发电量 3662.4 亿千瓦时，复合增长率 14.8%。**2021 年 1-11 月，中国核能发电量 3702 亿千瓦时，同比增长 11.9%。**

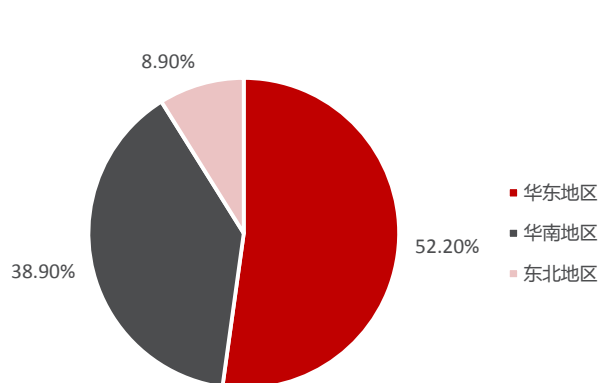
从区域占比来看，核能发电主要集中华东地区、华南地区、东北地区。2020 年华东地区核能发电量最高，占比 52.2%，华南地区紧随其后，核能发电量占比 38.9%。东北地区核能发电量占比 8.9%。这主要是由于我国核电站主要分布于东部沿海地区，目前建有核电站的省份包括辽宁、山东、江苏、浙江、福建、广东、广西、海南等 8 个省份，在运在建核电机组分布在 21 个核电站。

图 12：2012-2021 年 11 月核电发电量情况



资料来源：国家统计局，民生证券研究院

图 13：2020 年中国核能发电量区域占比



资料来源：国家统计局，民生证券研究院

核废料处理主要是对核废料短期存放、后期处理、运输、永久掩埋等工作。核废料泛指在核燃料生产、加工和核反应堆用过的不再需要的并具有放射性的废料。按照比活度可以分为高、中、低放射性核废料。代表性企业包括通裕重工、中广核技、远达环保等。

高放废料又称乏燃料，在核废料中占比小约 3%，辐射量却占总量的 95%，其处置方式分两种：一是开放式核燃料循环，将乏燃料作为放射性废物直接最终处理；二是闭式核燃料循环：从乏燃料中回收的铀、钚等易裂变材料加工制成核燃料组件，提高燃料使用率，其他废物做深地质处理。

中低废料由于产生量巨大,在其处理的过程中最关心的问题就是如何在安全处理的前提下实现废物最小化。我国对中低放废料采取“区域处置”策略,使得处置场靠近废料生产地。

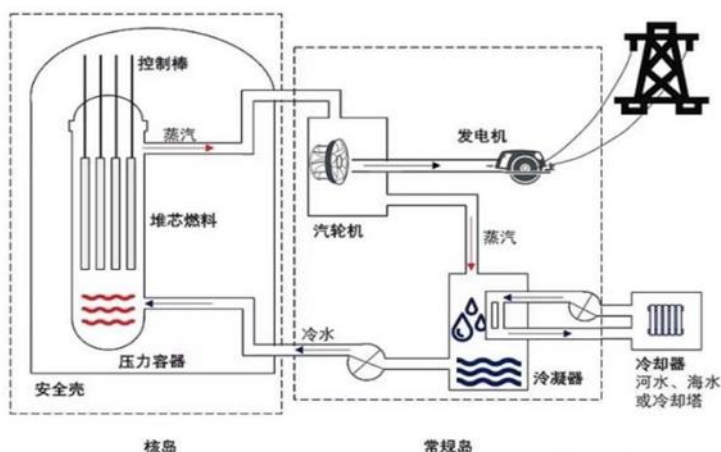
3 新建项目带来巨大设备市场空间

3.1 核电发电原理

3.1.1 三代核电发电原理

轻原子核的融合和重原子核的分裂的过程可以释放大量能量，分别成为核聚变能和核裂变能。而核电就是利用铀裂变所释放的热能进行发电。在核裂变过程中，中子撞击铀原子核，发生受控的链式反应，产生热能，生成蒸汽，从而推动汽轮机运转，产生电力。如图 14 所示，沸水堆核电站冷却剂水直接在压力容器内形成蒸汽，压水堆与重水堆还需添加稳压器与蒸发器形成二回路。二回路由汽轮机、发电机与冷却系统组成。冷却剂将反应堆中的热量转换为蒸汽输送至常规岛，蒸汽带动汽轮机转动产生机械能，机械能传递至发电机后转变为电能。蒸汽带动汽轮机后，输送至冷凝器进行液化形成新的冷却剂。

图 14：通用核电设备工作原理



资料来源：雪球网，民生证券研究院

核电设备分为核岛、常规岛、辅助系统三部分。其中核岛为整个核电站的核心，是承担热核反应的主要部分，负责将核能转换为热能。核岛中的核心部分为反应堆，反应堆由堆芯燃料、控制棒及冷却剂组成。堆芯裂变产生中子与能量，控制棒则用于调节反应堆功率。核岛设备的技术含量最高，同样也是投入成本最高的部分。常规岛利用蒸汽推动汽轮带动发动机发电。辅助系统 (BOP) 主要包括数字化控制系统、暖通系统、空冷设备与卸料机，用于保障核电站平稳运行。

为防止反应内热量过高，通常使用轻水或重水作为冷却剂降低反应堆内温度。因此，根据冷却剂，又可将反应堆分为轻水堆、重水堆及快中子堆，其中轻水堆根据轻水形态又可分为压水堆与沸水堆。目前，我国绝大多数商运机组使用的堆型都是压水堆。

表 3：反应堆形式分类

反应堆形式	特征	优/劣势	代表核电站	描述	
轻水堆	压水堆	使轻水处于高压下达成液相状态以获得高热转换效率；以轻水为慢化剂和冷却剂	<ul style="list-style-type: none"> 结构紧凑 建设周期短 安全性较高 	中国大亚湾核电站、中国田湾核电站	考虑到安全性与经济性中国正在运行的核电站中 70% 为压水堆核电站，压水堆核电站为近期发展方向。
	沸水堆	以沸水堆为热源，在反应	<ul style="list-style-type: none"> 建造费用低 	日本福岛核电站	沸水堆核电站在中国的应用范

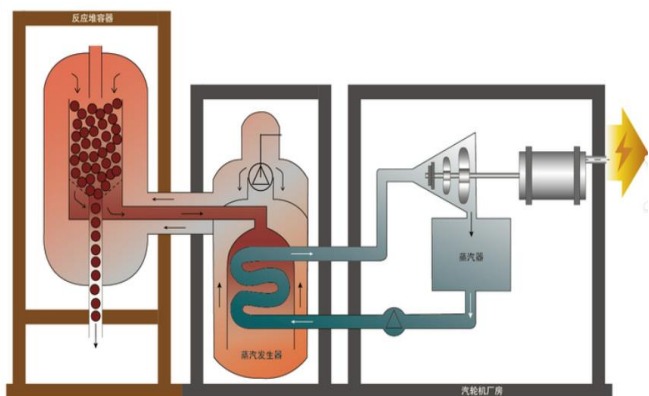
	堆压力容器内直接产生蒸汽动力堆；以沸腾轻水为慢化剂和冷却剂	<ul style="list-style-type: none"> • 辐射防护和废物处理复杂 		围较小，以福岛核电站爆炸事故为先例， 沸水堆核电站维修过于复杂，已不在核电站建设考虑范围之内。
重水堆	以重水堆为热源，利用天然铀作燃料；以重水作慢化剂，重水/轻水做冷却剂	<ul style="list-style-type: none"> • 可实现不停堆换料 • 基础投资比重大 • 堆芯体积大 	中国秦山三期核电站、加拿大布鲁斯核电站	
快中子堆	由快中子引起链式裂变反应所释放出来的热能转换为电能；冷却剂为液态金属或氦气，无慢化剂	<ul style="list-style-type: none"> • 资源利用率高 • 实现核裂变材料增殖 • 技术要求高 	中国霞浦快堆核电站、俄罗斯别洛亚尔斯克核电站	随着核技术的进步， 未来发展趋势为快堆核电站 ，快堆核电站可实现核裂变材料增殖具有可持续发展的特性，更利于能源利用。

资料来源：头豹研究院，民生证券研究院

3.1.2 四代核电发电原理

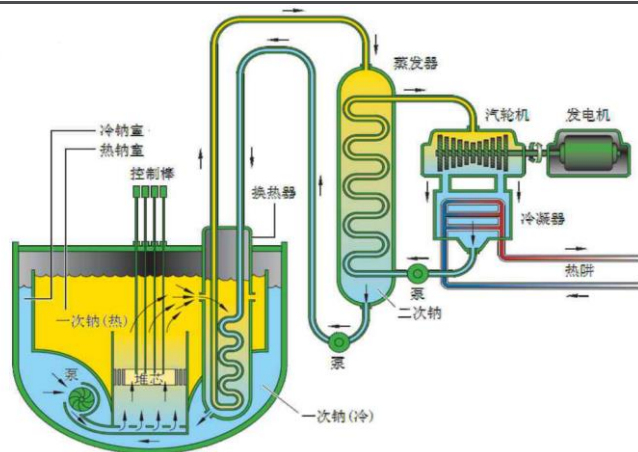
相比三代核电，第四代核能系统是一种具有更好的安全性、经济竞争力、核废物量少，可有效防止核扩散的先进核能系统，目前处于原型堆技术研发阶段。目前，国际上公认有六种第四代裂变核反应堆型：**超高温气冷堆、超临界水堆、气冷快堆、铅冷快堆、钠冷快堆和熔盐堆**。例如，2021年12月20日并网发电的山东省荣成市的华能石岛湾核电站就属于第四代核电技术，采用高温气冷堆堆型，这也是全球首座第四代核电机组。除此之外，福建霞浦核电站址目前正在投资建设分别有60万千瓦高温气冷堆核电机组，以及60万千瓦的快堆示范项目，其中快堆示范项目就是采用钠冷快堆。

图 15：高温气冷堆工作原理



资料来源：昵图网，民生证券研究院

图 16：钠冷快堆工作原理



资料来源：东方电气，民生证券研究院

1. 高温气冷堆

以高温气冷堆为例，相比三代技术，其在燃料和反应堆方面都进行了优化。一方面，相比三代技术中的燃料棒，高温气冷堆将燃料做成直径只有0.5毫米的颗粒，再分散于高温石墨做成的**燃料球**中，只要温度不超过1600度，反应就会在球内进行，不会发生放射性物质外泄。另外，燃料颗粒中还会添加铀238这种与铀235特性差别很大的原子，当铀235反应剧烈时，铀238可以利用其不活跃的特性抑制铀235过快裂变，增加了天然的安全防护。

另一方面，高温气冷堆产生的热量是由氦气作为冷却剂带走，氦气从反应堆顶部进入堆芯，

入口温度约 250 度，通过堆芯后，氦气温度达到 700 度，相比之下，压水堆的入口、出口温度分别为 290 度、325 度。由于氦气性质稳定，且始终为气态，因此可以降低一回路冷却剂的放射性，并避免了冷却水沸腾的风险。另外，从功率上看，压水堆的功率密度解禁额 100MW/立方米，而高温气冷堆的功率密度通常在 3MW/立方米一下，在如此低的功率密度下，即使出现紧急停堆等事故，衰变热也可以通过天然气冷却循环带走，杜绝了堆熔的风险，因此，高温气冷堆也被成为“不会熔毁的反应堆”，高温气冷堆核电站也被誉为“最安全的核电站”。未来，高温气冷堆有望为钢铁、燃料、化工等部门提供热能，实现制氢、石油、天然气里欵额、煤气化邓新工艺，开辟核能利用的新途径。

2. 钠冷快堆

常规的裂变反应堆将铀-235 作为燃料，需要水等物质将反应中产生的高速的快中子减速成慢中子，从而加强铀 235 的裂变效率。然而，一般轻水堆采用 3-4%浓缩铀 235 为原料，即真正参与核反应的原料只有 3-4%，余下的则是会产生辐射的铀-238 废料，铀-238 不能由中子直接激发裂变产生能量，这也是造成当前核废料处理难题的一大原因。

相比之下，快中子反应堆使用钚-239 作为燃料，反应产生的快中子不经减速处理直接与外围堆放的铀-238 反应，将铀-238 变成钚-239，继续参与裂变。这既解决了核废料处理的问题，又解决了铀-235 燃料不足的问题。另外，与常规裂变反应不同的是，在快堆中，水的散热速度不足，因此使用铅或钠作为冷却剂。

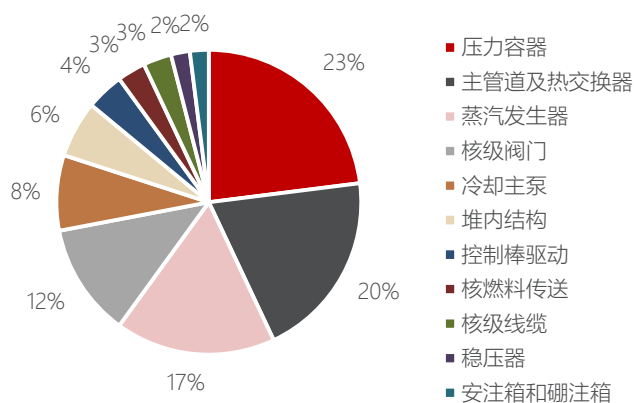
不过，使用铅或纯钠，在实际反应器中使用的其他的材料需要持续加热冷却剂使之保持液态，而使用钠钾合金 (NaK) 就可以克服这一问题。由于钠钾合金呈液态中的粒子可以对流，而且内部有大量的自由电子，因此具备对流导热、传导导热两种高效率的导热方式，导热能力较强。

3.2 核岛设备：核心设备仍为国企垄断，民企在细分领域活跃度提升

核岛是整个核电站的核心，承担热核反应的主要部分，也是核电站投资建设中成本占比最高的一环，占设备投资成本 58%。核岛的作用是将核能转化为热能，是核电站中工艺最复杂，主设备包括核反应堆（包括堆芯、压力容器、堆内构件）、主管道及热交换器、蒸汽发生器、核级阀门、反应堆冷却剂泵、控制棒及驱动机构、核级线缆、稳压器、安全箱和硼注箱等。由于核岛设备技术壁垒较高，毛利率也相对较高，部分关键设备毛利率在 45%以上。

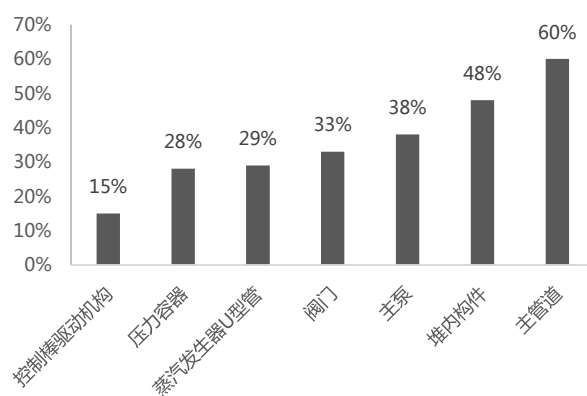
其中，反应堆压力容器、主管道及热交换器、蒸汽发生器为核岛三大主要部件。

图 17：核岛设备成本结构



资料来源：头豹研究院，民生证券研究院

图 18：核岛设备毛利率



资料来源：头豹研究院，民生证券研究院

反应堆压力容器、堆内构件、蒸汽发生器三类核岛设备目前均由国企垄断，包括东方电气、

上海电气、中国一重、哈电集团。其原因在于，反应堆为核岛中的核心部分，压力容器承担着极其重要的安全屏障作用，堆内构件起到支承及定位燃料组件作用，蒸汽发生器为一二回路的枢纽，此类设备质量标准严苛，制造成本也极高，且属于重型机械，对企业的生产能力和资金实力都有较高要求，因此为国企垄断。

主管道、核级阀门、主泵门等零部件门槛相对较低，少数民营企业可进入该领域，但仍需严格的资质审查标准。

3.2.1 主管道

主管道的功能是连接反应堆一次冷却剂系统主要设备的管道，由直管段、弯头和主管道上的接管组成。反应堆至蒸汽发生器之间的管道称为热段，蒸汽发生器至主泵之间的称为过渡段，主泵至反应堆之间的称为冷段。主管道是防止核反应裂变产物外泄至安全壳的重要屏障，属于核安全一级、抗震 I 类设备。在该领域布局的国有企业主要有中国一重、东方电气，民营企业主要有台海核电。

3.2.2 核级阀门

核级阀门主要是指在核电站中核岛 N1、常规岛 CI 和电站辅助设施 BOP 系统中使用的阀门，从安全级别上分为核安全 I 级、II 级、III 级、非核级。核级阀门在核电设备中属于关键附件，连接了核电站的 300 多个子系统，其种类主要有闸阀、截止阀、止回阀、蝶阀、安全阀、主蒸汽隔离阀、球阀、隔膜阀、减压阀和控制阀等。虽然核级阀门在核电站的建设成本中占比为 5% 左右，但在所有部件的维修成本中，核级阀门的维修成本占据 50% 以上。

核级阀门需求包括**新增装机需求**和**更新需求**两部分。

就**新增装机需求**而言，核级阀门又可以分为核岛阀门、常规岛阀门、BOP 阀门三种。

结合核岛中阀门占核电机组投资 3.48%，按照每年新增核电机组市场空间 825-1350 亿计算，核岛阀门的市场空间约为每年 29-47 亿元人民币，常规岛阀门市场空间约为 17-27 亿元，及 BOP 阀门约为 4 亿元，则 2022-2025 年，**核级阀门市场规模约为 49-78 亿元/年**（按每年新增 7.5 台机组计算）。

核级阀门在核岛中使用量大，但受益于国产化程度的提高，近年成本逐渐降低，国产核级阀门价格仅为进口核级阀门的 11.5%，截止至 2021 年，阀门国产化程度已达到 80%。布局的国有企业主要有**中核科技**（中核苏阀），民营企业主要有**江苏神通**、**纽威股份**。

表 4：中国核电阀门代表性企业

企业	企业布局	核电阀门产品
中核苏阀	工业阀门研发、设计、制造及销售	核 I 止回阀、节流阀、截止阀、闸阀；核 II 级球阀、蝶阀、调节阀等
江苏神通	新型特种阀门研究、开发、生产与销售	核 II、III 级球阀、蝶阀、止回阀、核 III 级截止阀等
苏州纽威	工业阀门制造商，致力于工业阀门的生产 和研发	核 II 级截止阀、闸阀、止回阀、球阀、核 III 级蝶阀

资料来源：前瞻产业研究院，民生证券研究院

中核苏阀科技实业股份有限公司，简称中核科技，是中国阀门行业和中国核工业集团有限公司所属的首家上市企业，为中国核工业集团有限公司下属公司。目前公司已具备二代、三代核电机组切断类阀门成套供货能力，四代核电机组关键阀门供货能力。

江苏神通是核级阀门领域绝对龙头企业，在核级蝶阀、球阀等产品领域实现全面国产化，市占率超过 90%，其他产品还包括仪表阀、核级止回阀、截止阀、闸阀、核安全隔离阀、液控止回

阀、双瓣式止回阀等。产品全面覆盖“华龙一号”、“国和一号”、AP1000等多条三代核电技术方案，也是与中核集团长期合作的优质供应商。2020年，公司核电业务板块收入为3.46亿元，2021年上半年核电业务板块收入为2.54亿元，占总营收比重28%。

纽威股份，目前在核电闸阀、截止阀、止回阀、球阀、蝶阀等领域都具备量产能力，此外，公司拥有核级铸件制造许可证，可提供优质的核电阀门毛坯铸件，并具有完整的核电阀门应力计算、流体分析、抗震分析、压力和温度瞬态分析和疲劳分析技术。

就更新需求而言，据前瞻产业研究院数据，核电站阀门设备一般在运行3年后需要备件更换，考虑到时滞性及每年关停机组数量，假设每年约有90%的可运行机组需要维修，每台百万千瓦级机组年维修、更换费用约为3375万元。按照阀门占维修成本50%计算，则2021年核电阀门更新市场规模约为9亿元。相比新增装机需求，核电阀门的更新市场规模更加稳定，与已投入运行的核电站数量相关，其增长趋势也相对稳定。

3.2.3 反应堆冷却剂泵

反应堆冷却剂泵（即主泵），是反应堆主设备之一，其作用是驱动反应堆内部的介质循环，将燃料产生的热量传递给二次侧，作用类似于空调的压缩机。虽然原来简单，但主泵需要长期在无人维护条件下安全可靠工作，且需要提供足够转动惯量，在全场断电情况下依然能提供足够流量，冷却堆芯，且带放射性的冷却剂泄露少。目前布局主泵的国有企业主要有东方电气、上海电气，民营企业主要有台海核电、应流股份。

应流股份生产的主泵泵壳经鉴定使用寿命达60年，目前应流集团生产的cap1000 cap1400主泵泵壳应用于广东陆丰核电站、山东海阳核电站、浙江三门核电站、辽宁徐大堡核电站等多个核电站项目。“华龙一号”主泵泵壳100%由应流生产，广西防城港核电站3、4号机组，福建宁德核电站5、6号机组等均在使用其主泵泵壳。

3.2.4 电动机、驱动电机

核岛关键设备还包括**电动机、驱动电机**等，核用电机的作用主要是用于核电站安全相关的水泵、风机及相关设备的配套。目前，布局该领域的公司主要有**佳电股份**，公司是国内特种电机龙头，在核电领域布局超过10年，先后研制出核电站用K1类电机、“华龙一号”K3类10kV级电动机，推动中国核电自主化制造更进一步。除此之外，2021年11月，公司公告拟建设年产6套主氦风机（第四代核用电机）的产业化项目。公司作为高温气冷堆主氦风机的唯一供货商，积极开启主氦风机产业化建设，有望受益于高温气冷堆商用进程推进。

3.2.5 核级密封

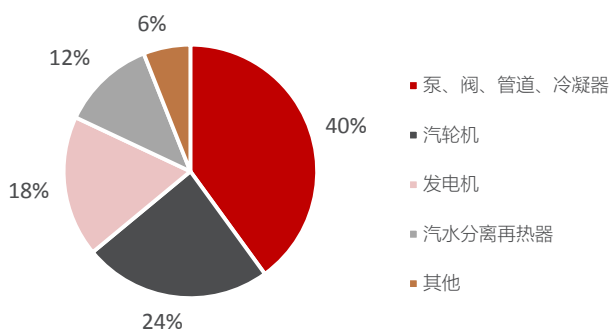
核级密封对泵的安全可靠运行至关重要。核电站泵的机械密封要求严格控制泄漏量，防止放射性污染，因此机械密封对核级泵的安全可靠运行非常重要。考虑到安全性，核级泵机械密封的冷却水也需要尽可能采用该泵输送介质，无需外接设备冷却水来冷却机械密封，增加机械密封可靠性。目前，轴密封恶化和密封件损坏时核电站泵失效的首要原因。

目前，国内布局核级密封的公司主要有**中密控股**，公司是国内优质的机械密封企业，已取得生产压水堆核电站核二、三级泵用机械密封的资格，彻底扭转被进口产品垄断的局面；为“华龙一号”配套的“百万千瓦级核电站轴封型主泵流体静压轴封项目通过鉴定，打破国外垄断；为“华龙一号”配套的“动压型核主泵密封研发项目取得重大突破；为第四代核电技术“钠泵轴封”项目完成了工程样机性能试验，准备出厂见证试验及配套发货，总体上看，目前公司已取得新建项目核级密封配套的垄断性优势。

3.3 常规岛设备：市场竞争相对激烈，综合国产化率达 85%以上

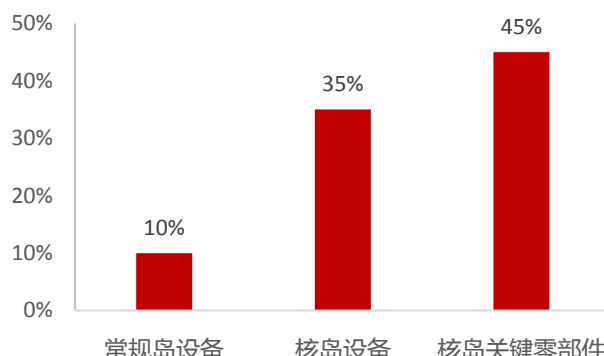
常规岛的作用是将核蒸汽供应系统提供的热能在汽轮机中转变为机械能，带动发动机发电，其主要由管道系统及冷凝器、汽轮机、发电机、汽水分离再热器等组成。相比核岛设备，大部分常规岛设备技术壁垒较低，市场竞争相对激烈，参与厂商较多，平均毛利率为 10%。目前，主要的二代改进型核电机组项目，如红沿河、宁德、福清、阳江、防城港等常规岛部分的综合国产化率已经达到 85%以上。

图 19：常规岛设备成本结构



资料来源：《核电装备制造业发展的制约与突破》，民生证券研究院

图 20：核岛设备毛利率



资料来源：头豹研究院，民生证券研究院

汽轮发电机组、汽水再分离器与冷凝器属于重点监管设备领域，由东方电气、上海电气、哈尔滨电气三家国企垄断。 1) 汽轮发电机组：将核电反应堆所产生的能量转换为电能。我国二代改进型核电汽轮发电机组已经实现了设计自主化和制造国产化。国内自主设计制造了 30 万千瓦和 60 万千瓦核电汽轮机发电机组，百万千瓦级核电的半速汽轮发电机组在引进技术基础上已经实现国产化制造。2) 汽水分离再热器：由于核电厂使用的汽轮机组为饱和蒸汽机组，高压缸末级饱和蒸汽排期湿度达 14.2%，会对低压缸产生汽蚀、水锤，降低汽轮机组使用寿命，而汽水分离器再热器(MSR)可将蒸汽进行分离和再热，降低堆低压缸冲蚀。由东方电气承制的 CAP1400 采用 1828 毫米长叶片及焊接转子已完成研发和相关试验，汽水分离再热器已完成换热及分离性能试验。3) 冷凝器：管道系统及冷凝器是保证核电站安全运行的重要设备，管道、泵及冷凝器组成的冷凝系统用于为反应堆降温并输送反应堆内热能，并维持反应堆温度平衡，技术要求较高，成本占比也较高。

阀门、凝汽器、水泵等常规岛非核心设备民营企业参与度较高。

常规岛在核电阀门中的配置比例较高。据台海核电披露，常规岛设备投资中，阀门占比 19%，即占整个核电站投资比重 2%。按照每年新增核电机组市场空间 825-1350 亿计算，常规岛阀门平均每年市场空间约为 17-27 亿元人民币。与核岛阀门相比，常规岛用阀门在压力与温度方面的要求没有核岛要求那么高，因此技术难度也要低于核岛阀门。

凝汽器是将汽轮机排汽冷凝成水的一种换热器，又称复水器，主要用于汽轮机动力装置中。目前，久立特材可生产核电站凝汽器用焊接钛管。

常规岛用泵主要包括主给水泵、凝结水泵、循环泵等，主给水泵的作用是向蒸汽发生器供水，主给水泵增压泵则作为主给水泵的前置泵提高主给水泵的进口压力，凝结水泵的作用是抽送凝结水，泵中具有较低的汽蚀余量，循环泵的作用则是为凝汽器提供循环的冷却水。目前布局的企业主要有佳电股份，生产主给水泵、凝结水泵等。

3.4 BOP 设备：民营企业百花齐放

核电辅助系统（BOP）是核蒸汽供应系统之外的部分，即化学制水、海水、制氧、压缩空气站等。核电辅助系统设备包括维持电厂正常运行所需的系统、专设的安全设施和系统、放射性废物处理系统等，具体包括**核电电缆、空冷设备、通风系统、安全壳以及核电机组用的装卸设备、起重设备**等。核电辅助设备属于短周期设备，且中国政府 2015 年开启核三级设备市场化，多数民营企业获得设计制造资质，因此辅助设备领域民营企业参与度高且市场竞争较为激烈。

核电电缆是核电站的重要电器部件，其主要应用于核反应堆厂房、核辅助厂房、汽轮机厂房。据电缆网数据，一座百万千瓦级的核电机组，所需各类电缆，型号有 100 余种，总长约 3000 公里，价值约 1 亿元，发展前景广阔。但在线缆行业众多产品中，核电站用电缆的品控体系最为严苛，其设计技术、制造技术、试验技术难度都较大，只能占到电线电缆市场总额的 1%~2%左右。在国内线缆行业 5000 多家成规模企业中，仅有 10 余家企业具备设计制造核电站用电缆的能力，而目前真正能够供货的企业不足 10 家。核电电缆主要布局企业有**智慧能源、尚纬股份**。

1) **智慧能源**公司在电线电缆领域已专注 26 年，拥有国家核安全局颁发核级 K2 和 K3 类中低压电力电缆、控制电缆、仪表电缆设计及制造许可证，是核电电缆的龙头企业。2) **尚纬股份**是唯一一家连续四年获得过中广核“A 级优秀供应商”称号的企业，其电缆产品在核电行业应用综合实力在前 3 位。目前公司中标了“华龙一号”全球首堆示范工程——中核福清核电站 5&6 号机组项目，以及全球首座高温气冷堆核电站示范工程——石岛湾核电站项目。同时，公司持续为阳江、红沿河核电站项目以及其他核电配套设备厂家批量供货。上半年实现核电及新能源电缆销售收入 1.27 亿元，同比增长 262.86%。

电站空冷系统的作用是使用空气而不是水冷凝汽系统作为发电厂蒸汽轮机的冷端，将蒸汽轮机低压缸内做功后的乏汽冷凝成为凝结水，从而完成一个做功循环而进入下一个做功循环，提供商主要为哈空调与首航节能。**首航节能**是国内唯一一家同时掌握 100 万千瓦直接空冷和 100 万千瓦间接空冷的公司，于 2015 年获得向中核集团总部及下属单位提供设计、产品和服务的资格，也是目前唯一一家获得电站空冷核电合格供应商资质的公司。

通风系统在核设施中对于放射性的防护至关重要，除了具有提供可接受的工作环境的作用以外，通风系统还提供和维持密封以及进行空气过滤排放。通风系统供应商主要有盾安环境、盈峰环境、金盾股份、南风股份、金通灵。**盈峰环境**是国内风机领域的龙头企业、核电风机的核心供应商。其自主研发“核一代”到“核三代”关键通风设备，实现了国产化，公司成功研制国内首台套 CAP1400 控制棒驱动机构冷却风机，“华龙一号”首台套 CAM 系统风机、CAV 系统风机、VCL 系统空调等重要产品，顺利中标了 CAP1400 一、二号机组项目、“华龙一号”的风机和空调项目。

反应堆安全壳指包在反应堆主要设备外面起保护作用的一个立式圆柱状半球形顶盖或球形的密封金属或混凝土外壳。核电站反应堆发生事故时会大量释放放射性物质，安全壳作为最后一道核安全屏障，能防止放射性物质扩散污染环境。同时，也常兼作反应堆厂房的围护结构，保护反应堆设备系统免受外界的不利影响，目前安全壳的主要供应商为中国核电。

核电机械设备的供应商主要为大连重工、应流股份、太原重工等。

3.5 乏燃料后处理：设备需求或超预期

核废料泛指在核燃料生产、加工和核反应堆用过的不再需要的并具有放射性的废料。按照比活度可以分为高、中、低放射性核废料。

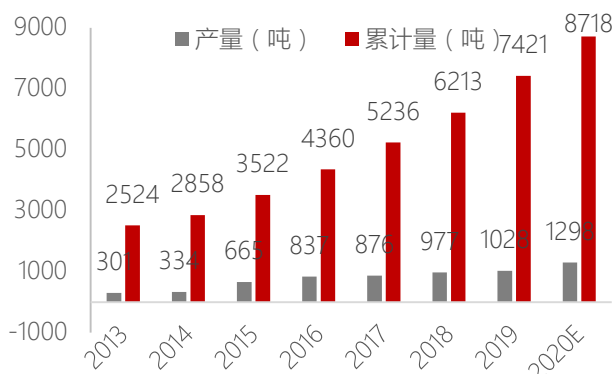
中低废料由于产生量巨大，在其处理的过程中最关心的问题就是如何在安全处理的前提下实

现废物最小化。我国对中低放废料采取“区域处置”策略，使得处置场靠近废料生产地。

高放废料又称乏燃料，在核废料中占比约 3%，但辐射量占总量的 95%。其处置方式分两种：一是**开放式核燃料循环**，将乏燃料作为放射性废物直接最终处理，不再循环利用；二是**闭式核燃料循环**：从乏燃料中回收的铀、钚等易裂变材料加工制成核燃料组件，提高燃料使用率，其他废物做深地质处理。

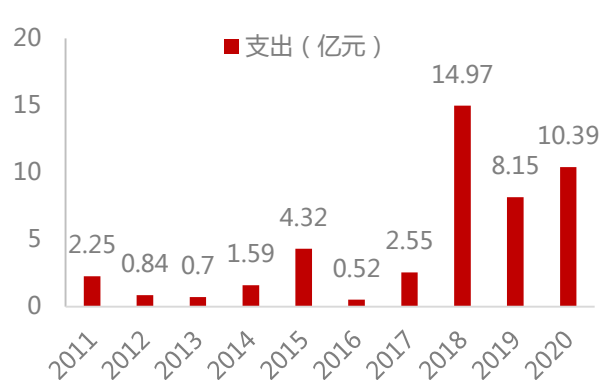
乏燃料处理制约我国核电发展。目前，我国乏燃料后处理技术不够成熟，核电站运行产生的乏燃料无法再短期内全部即时后处理，因此只能采取中间贮存的方式作为后处理前的有效缓冲，即将反应后的高温乏燃料贮存一段时间待放射性和余热降到一定程度后再进行操作及处理。不过，目前我国在堆贮存和离堆贮存能力均已趋于饱和，乏燃料处理将成为制约核电发展的重要因素。乏燃料的产量于核电站设备容量相关。据头豹研究院数据，**每 100 万千瓦核电设备容量的乏燃料年产量约为 21 吨**，另据华经产业研究院数据，**2020 年中国乏燃料产量为 1298 吨，累积待处理乏燃料 8718 吨**，相比之下，乏燃料后处理能力仅为 50 吨，（位于甘肃的 50 吨试验性乏燃料生产处理厂）考虑到乏燃料后处理厂建设的高成本、长周期，短期内乏燃料处理需求将难以满足。

图 21：2013-2020 年中国乏燃料产量及累积情况



资料来源：华经产业研究院，民生证券研究院

图 22：2011-2020 年政府性基金乏燃料处理处置支出



资料来源：头豹研究院，民生证券研究院

目前，我国甘肃在建的首套 200 吨乏燃料处理厂土建工作已经基本完成。另外，发改委、国家能源局共同印发的《能源技术革命创新行动计划（2016-2030 年）》明确提出，把“乏燃料后处理与高放废物安全处理处置技术创新”作为重点任务之一，在 2030 年要建成完善的先进水法后处理技术研发平台体系，基本建成我国首座 800 吨大型商用乏燃料后处理厂。

乏燃料后处理专用设备，包括料液循环系统、气动送样系统、空气提升系统、后处理专用阀门、样品瓶、贮存井等。

目前，布局乏燃料后处理设备的上市公司主要有**江苏神通、通裕重工、兰石重装**等。

江苏神通自 2008 年以来已成为我国核电阀门的主要供应商，获得 90%以上已招标核级蝶阀、核级球阀订单，研发出满足第三代、第四代核电技术要求的阀门产品，且**陆续取得乏燃料后处理项目相关的订单，产品于 2020 年下半年陆续交货**。公司自 2019 年以来分别启动乏燃料后处理关键设备研发即产业化项目一期，二期。一期研制气动送样系统、贮存井、空气提升系统等乏燃料后处理关键设备，走在我国乏燃料处理关键设备研发制造领域的前列，预计在上述产品领域将保持较强的领先优势。二期在此基础上拓展品类，成功实施后将形成料液循环系统 200 套，后处理专用球阀 4,500 台/年、后处理专用蝶阀 250 台/年、后处理专用仪表阀 1 万台/年、样品瓶 20 万个/年的生产能力，丰富公司乏燃料后处理产品线。

通裕重工在核电领域的产品主要包括核电用水工机械、起动设备及配件、废料只能处理移动

厂房等。目前，公司已完成固态、液态核废料处理的关键路径布局，分别与核电工程公司、核动力院合作开发的**超级压缩打包生产线**、**含硼废液高效固化生产线**是核电站内暂存库中核废料减容、固化的两大关键设备。

兰石重装是石化装备制造领域的领先企业，公司于 2021 年 9 月披露公告，拟以现金 1.29 亿元收购中核嘉华 55% 股权。交易完成后，公司将以中核嘉华为核燃料及乏燃料贮运、处理等相关装备的制造基地，重点围绕中核甘肃核技术产业园项目，承担**乏燃料运输容器和储存容器**，**乏燃料现场贮存系统竖井热屏设备、装卸系统及新燃料运输系统过滤器以及乏燃料运输系统地车屏蔽罩**等。中核甘肃产业园主要建设核工业配套产业，需要大量罐、槽类压力容器，随着相关设备进入采购周期，预计中核嘉华产品订单也将不断增加。

3.6 四代核电机组设备：高温气冷堆国产化率达 93.4%

3.6.1 高温气冷堆主要设备

就高温气冷堆而言，其涉及的核心设备主要包括**压力容器、蒸汽发生器、主氦风机**等。据世界能源网报道，石岛湾高温气冷堆示范工程在 100 多个月建设周期内，先后攻克多项核心设备及关键技术，**设备国产化率达到 93.4%**，其中 15000 多件技术含量高、安全设计要求高的核岛设备我国都具有完全自主知识产权。

价值量方面，就石岛湾项目（20 万千瓦）而言，计划投资额约为 30 亿元，但由于建设工期的延长等原因，实际投资额近 100 亿元，即 5 万元/千瓦，虽然四代机组单位造价相较于三代机组（1.1-1.8 万元/千瓦）更高，但由于只是前期示范工程，并不完全具备参考意义，后续建造成本或有所下降。但不可否认的是，鉴于四代机组的显著优势，以及技术的不断成熟，未来四代机组的前景和市场空间将十分广阔。

高温气冷堆螺旋盘管式直流蒸汽发生器的作用与三代机组蒸汽发生器的作用类似，其工作原理是利用反应堆动力装置将反应堆中的冷却剂对堆芯进行推动，从而增加压力，使堆芯升温，将核反应堆的热量转换成接近 600 摄氏度的水蒸气，从而推动汽轮发动机组，被称为“核电之肺”。高温气冷堆蒸汽发生器，采用螺旋管换热结构，换热效率更高、结构布置更紧凑，设备总高约 25 米，最大外径约 4.5 米，总重接近 500 吨。目前，国内生产高温气冷堆蒸汽发生器的企业主要是**哈电集团**，其中高精度换热管对接焊工艺、镍基合金环缝内孔全位置自动 TIG 焊接工艺等 18 项重大工艺技术均为国内首创，达到国际先进水平，为国内首个完全掌握四代机组蒸汽发生器制造技术的企业。

主氦风机作为高温气冷堆的关键设备之一被安装在一回路内部蒸汽发生器输出端，是核反应堆一回路系统唯一的能动设备。其功能相当于压水堆核电站的“主泵”，将氦气加压到 70 个大气压后作为冷却剂，将反应堆堆芯产生热量带走。随后氦气流经蒸汽发生器，再次加压后返回反应堆堆芯，从而实现能量交换。目前，国内主氦风机的供应商为**佳电股份**，公司为高温气冷堆核电站主氦风机设备的总包单位，其中驱动电机为哈电集团佳电股份自主研发，清华大学核能与新能源技术研究院负责总体技术并提供电磁轴承，同时负责整机调试及试验，**上海电气鼓风机厂**负责叶轮及整机总装和试验平台。2021 年 11 月，佳电股份公告拟建设主氦风机成套产业化项目，项目实施并达到设计规模后，可形成年产主氦风机产品 6 套、高压防爆和普通电机 570 台的生产能力。每年可实现销售收入（不含税）3.6 亿元，利润总额 6300 万元。

3.6.2 钠冷快堆主要设备

就钠冷快堆而言，其与普通热堆最明显的区别在于，一、二回路采用液态金属钠作为冷却剂，因此在设备组成上，**涉钠系统和设备**占整个设备组成很大比重。

表 5：钠冷快堆重要涉钠系统

序号	系统编号	系统名称
1	B01	一回路主冷却系统
2	B05	二回路主冷却系统
3	B08	蒸汽发生器事故保护系统
4	L01	事故余热排放系统
5	C01	一回路钠净化系统
6	C03	二回路钠净化系统
7	C04	钠接收和二回路钠充排系统
8	C17	一回路钠分析监测系统
9	C18	二回路钠分析监测系统
10	C19	事故余热排放系统的钠分析监测系统

资料来源：《中国实验快堆涉钠阀门的运行维护管理》，民生证券研究院

由于钠冷快堆对采用“钠—钠—水”三回路配置方案，因此堆芯、一回路主泵、中间热交换器、独立热交换器以及堆内支承等设备均置于**池式容器**内，构成一回路系统，承担反应堆一回路压力边界、安全防护屏障钠循环流道、放射性物质包容与屏蔽，以及堆内设备定位与支承等重要安全功能。

据《核科学与工程》，钠冷快堆中池式容器包括**热钠池**和**冷钠池**。其中，热钠池范围包括三层水平热屏蔽—5.85m 以上、钠液面高度-3.4m 以下，被径向热屏蔽外钢桶所包围的区域，在热钠池中布置的设备主要包括**4 台中间热交换器、2 台独立热交换器、2 台主泵**等。冷钠池范围包括容器冷却系统内壁以内、堆芯支承筒以外，冷钠池上板标高-6.4m 以下，冷钠池底板标高-11m 以上区域，内部设置竖向支承肋板。另外，冷池被纵向隔板分隔成 2 个独立腔室，一回路主系统每条环路的**1 台钠循环泵**和**2 台中间热交换器**的出口各位于一个独立的腔室中。

4 盈利预测与投资建议

4.1 行业投资建议

从产业链景气度看，核电产业链值得关注的环节包括：**1) 核电机组核准进度**：在“碳中和”背景下，核电作为基荷能源的不二选择，有望加速推进，但也要警惕核准进度不及预期的风险；**2) 核级阀门领域**：核级阀门价值量较大，毛利率较高，且相比主设备，为民企相对容易进入的领域，目前中核科技（中核苏阀）与江苏神通为核电阀门领域龙头，二者在该领域具有较高的市占率，并具备长期和较为稳定的供货基础；**3) 四代机组推进速度**：目前佳电股份为高温气冷堆主氦风机的唯一供应商，考虑到主氦风机单台价值量较大，若四代机组推进，佳电股份将率先受益。

表 6：核电设备重点关注个股

证券代码	证券简称	股价 (元)	EPS (元)			PE (倍)			CAGR-3	PEG	评级
			2020A	2021E	2022E	2020A	2021E	2022E			
002438	江苏神通	18.85	0.44	0.60	0.86	42	31	22	40%	0.79	推荐
603308	应流股份	20.23	0.41	0.38	0.56	49	53	36	23%	2.28	推荐
300470	中密控股	44.68	1.09	1.46	1.83	41	31	24	28%	1.08	推荐

资料来源：Wind，民生证券研究院预测；（注：股价为 2022-01-18 收盘价）

4.2 重点公司

4.2.1 江苏神通

公司主要从事应用于冶金领域的高炉煤气全干法除尘系统、转炉煤气除尘与回收系统、焦炉烟气除尘系统、煤气管网系统的特种阀门、法兰，应用于核电站的核级蝶阀和球阀、核级法兰和锻件、非核级蝶阀和球阀及其配套设备，应用于乏燃料后处理的专用设备及阀门，以及应用于煤化工、超（超）临界火电、LNG 超低温阀门、石油石化专用阀门和法兰及锻件的研发、生产和销售。

核电阀门龙头，未来业务将持续增长。江苏神通是国内最早切入乏燃料后处理阀门领域的企业，自 2008 年，获得了已招标核级蝶阀、核级球阀 90% 以上订单，在国内阀门市场取得主导地位。阀门产品覆盖 AP1000、华龙一号、CAP1400、快堆及高温气冷堆等主力堆型，并在既有优势产品基础上，进一步拓展产品品类，已完全具备核级蝶阀、球阀、调节阀、隔膜阀、仪表阀、地坑过滤器等产品的供货能力。2020 年，公司实现营业收入 158555 万元，其中核电行业实现营业收入 34557 万元，占比 21.79%，同比增长 16.61%。

积极布局后端，创新研发拓宽成长空间。自 2016 年以来，公司已开始布局乏燃料后处理专用设备产品线，在核电站建设阶段供应阀门设备的同时，积极布局和电影用后端，现已成功研发真空气动送取样、空气提升、料液循环系统及贮存井等设备。公司保持在乏燃料后处理领域的研发投入，继 2019 年取得首批订单以来，在 2020 年内继续取得了丰硕成果，已累计取得了约 3.7 亿元的乏燃料后处理设备订单，此类业务是公司继核电阀门业务之后，创新研发带来的全新增量业务，未来将给公司在核能设备领域的经营业绩成长带来较大促进作用。

投资建议：预计公司 21/22/23 年归母净利润分别为 2.93 亿元、4.2 亿元、5.88 亿元，EPS 分别为 0.6 元/股、0.86 元/股、1.21 元/股，对应 1 月 18 日收盘价 PE 分别为 31/22/16 倍，考虑到公司在核电阀门领域的稀缺性，以及核电机组核准速度加快，上调盈利预测，维持“推荐”评级。

风险提示：核电机组核准数量不及预期风险；市场开拓风险；技术和质量风险；原材料价格上涨风险

表 7：江苏神通盈利预测与财务指标

项目/年度	2020A	2021E	2022E	2023E
营业收入（百万元）	1,586	2,169	2,755	3,518
增长率（%）	17.6	36.8	27.0	27.7
归属母公司股东净利润（百万元）	216	293	420	588
增长率（%）	25.6	35.4	43.5	40.0
每股收益（元）	0.44	0.60	0.86	1.21
PE（现价）	42	31	22	16
PB	3.0	4.1	3.5	2.9

资料来源：Wind，民生证券研究院预测；（注：股价为 2022-01-18 收盘价）

4.2.2 应流股份

应流股份是专用设备零部件生产领域内的领先企业，主要产品为泵及阀门零件、机械装备构件，应用在航空航天、核电、油气、资源及国防军工等高端装备领域。公司积极参与我国核电、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。公司保持在我国阀门零件出口企业中出口额排名第一、核电装备零部件交货量位列前茅，连续位列中国机械工业百强企业。

核电设备重要供应商，公司核电业务稳定增长。公司是核主泵的主要供应商，公司核能材料产品主要是各类核级铸造零部件、乏燃料格架、金属保温层、核辐射屏蔽材料等。公司产品主要用于核电站建造阶段以及后期乏燃料储存、运输、后处理等领域，主要产品位于核电设备产业链核心环节，保持在我国阀门零件出口企业中出口额排名第一，核电装备零部件交货量位列前茅。公司核能核电业务收入主要集中在国内地区，受新冠疫情的影响较小。2020年，公司核能新材料及零部件行业营收2.85亿元，同比增长10.65%。2021年上半年，公司核能新材料及零部件实现营收1.4亿元，较上年同期增长2.41%。

核电需求复苏，未来核电业务发展前景广阔。在“碳达峰、碳中和”的国家战略下，核电需求增加。核能领域新材料和核心零部件符合国家产业政策，是制造强国战略重点支持方向，国内外市场空间广阔，为公司核电长期稳定发展奠定了基础。随着我国AP1000、华龙一号等三代核电技术的成熟、先进堆型示范和乏燃料后处理厂建设，公司相关业务发展前景广阔。同时公司核电创新业务新型辐射屏蔽材料技术成熟并走向市场，公司核能核电业务将充分受益于核电建设浪潮，在“十四五”期间预期迎来持续增长。

公司重视科技研发，瞄准高端产品市场。公司近年来持续保持高研发投入，2020年研发投入合计2.98亿元，研发投入占营收16.27%。公司贯彻“瞄前沿、补短板、重创新、上高端”发展理念，围绕国家重大装备迫切需求，加大技术创新，加快转型升级，在高端部件、核能材料和航空科技领域迈出坚实步伐。公司研发主要集中在高温合金等轴晶零件制备技术、航空发动机和燃气轮机单晶及定向柱晶控形控性技术、核弹核心设备关键铸件制造技术等高端产品研发项目。随着公司研发技术实现技术性突破和研发产品的落地，公司将迎来业绩的进一步提升。

投资建议：预计公司21/22/23年归母净利润分别为2.59亿元、3.86亿元、5.28亿元，EPS分别为0.38/0.56/0.77元/股，对应1月18日收盘价PE分别为53/36/26倍，考虑到公司在主泵泵壳领域的稀缺性，首次覆盖，给予“推荐”评级。

风险提示：核安全事故风险；国家核电发展政策导向风险；核电开工受阻风险

表8：应流股份盈利预测与财务指标

项目/年度	2020A	2021E	2022E	2023E
营业收入(百万元)	1,833	2,209	2,642	3,250
增长率(%)	-1.5	20.5	19.6	23.0
归属母公司股东净利润(百万元)	202	259	386	528
增长率(%)	54.3	28.6	48.9	36.9
每股收益(元)	0.41	0.38	0.56	0.77
PE(现价)	49	53	36	26
PB	3.8	3.6	3.3	3.0

资料来源：Wind，民生证券研究院预测；(注：股价为2022-01-18收盘价)

4.2.3 中密控股

公司主要从事各类机械密封关键基础工业件，广泛应用于国内外的石油化工、煤化工、油气输送、核电、电力、水电、制药、造纸、冶金、食品、船舶、航空航天等各个工业领域。截至目前，公司共累计生产密封超过 100 万套，其中 API 密封超过 40 万套、压缩机干气密封超过 1 万套（1700 多台压缩机），搅拌密封超过 1 万套，各装置关键机组，关键泵的工程密封超过 1 万套。

密封市场的龙头企业，稳居国内市场行业第一。2021H1，公司在重点市场领域开拓、重点产品推广均取得了不俗成绩。营业收入大幅增长，创历史新高，实现营业收入 56862.02 万元，比上年同期增长 33.38%。2021 年上半年，与上海电气凯士比核电泵阀有限公司、重庆水泵厂有限公司等签订了系列核二、三级泵用机械密封，并首次取得三澳核电上充泵机械密封订单，继续扩大新建机组泵用机械密封配套市场的占有率。公司计划抓住密封行业发展机遇，在未来三到五年将公司的总体经济规模提升一个大台阶，将公司的国内市场占有率提升到 10%以上并大幅度提升国际市场份额。

积极开拓核电领域市场，核电业务订单稳定增长。公司签订了多个备件及国产化替代产品的供货合同：2021 年上半年，公司先后与岭澳核电、大亚湾核电、三门核电、福清核电、红沿河核电等最终用户签订了备件及国产化替代产品的供货合同；取得核电站海水循环泵用机械密封国产化研发订单；同时在新建机组泵用机械密封配套市场的占有率继续扩大，公司核电业务发展步入快车道，未来数年将成为公司利润增长的有力支撑。

研发工作顺利，自主科技创新推动核电密封进口替代进程。2021 年 7 月，公司完成钠冷快堆主循环泵机械密封的研发；完成核主泵密封性能试验装置的开发工作；同时，公司与中广核等公司联合研制的“百万千瓦级核电站反应堆冷却剂泵流体动压轴封组件样机研制”项目顺利通过鉴定，打破了国外垄断，填补了国内空白，缓解了核电装备高端主机发展与关键部件供应的矛盾，为国内核电站主泵长寿命、高可靠运行提供了坚实保障。核电领域的研发工作进展顺利，公司研发数十年的核主泵动压、静压轴封都已顺利通过鉴定，成功打破了国外对核主泵密封的垄断。

投资建议：预计公司 21/22/23 年归母净利润分别为 2.87 亿元、3.60 亿元、4.56 亿元，EPS 分别为 1.46/1.83/2.32 元/股，对应 1 月 18 日收盘价 PE 分别为 31/24/19 倍，考虑到公司在核级密封领域的稀缺性，首次覆盖，给予“推荐”评级。

风险提示：产品质量引发事故的风险；新产品研发不达预期的风险；核安全事故风险

表 9：中密控股盈利预测与财务指标

项目/年度	2020A	2021E	2022E	2023E
营业收入（百万元）	924	1,192	1,439	1,741
增长率（%）	4.0	29.0	20.7	21.0
归属母公司股东净利润（百万元）	211	287	360	456
增长率（%）	-4.5	35.9	25.8	26.6
每股收益（元）	1.09	1.46	1.83	2.32
PE（现价）	41	31	24	19
PB	6.1	4.8	4.0	3.3

资料来源：Wind，民生证券研究院预测；（注：股价为 2022-01-18 收盘价）

5 风险提示

核电开工受阻风险。核电开工进程受到国家核电政策和核电企业技术研发进展的影响，有一定的风险性，如果核电建设不及预期，相关企业的核电业务会受到影响。

核电设备需求不及预期风险。根据中国核能行业协会预测，到 2035 年中国在运核电机组将达到 1.5 亿千瓦，每年需要开工 6 至 8 台。如果对市场需求的把握发生偏差，而产品不能投放市场，则核电设备企业的业绩会低于预期。

核安全事故风险。核电市场发展的主要痛点来自于民众对于核能安全性的顾虑。自 2011 年福岛核电站事故发生后，民众更是对核电具有强烈的排斥心理。目前应用的三代核电技术虽然相比于二代核电技术在安全性能上有所提升，但潜在的安全风险难以避免。无论世界上哪个地区核事故的发生，都会对全球的核电市场造成巨大影响。

江苏神通财务报表数据预测汇总

利润表 (百万元)	2020	2021E	2022E	2023E
营业总收入	1,586	2,169	2,755	3,518
营业成本	1,076	1,438	1,793	2,244
营业税金及附加	15	21	27	34
销售费用	102	179	218	274
管理费用	75	110	137	175
研发费用	65	95	119	152
EBIT	254	326	461	639
财务费用	18	16	16	15
资产减值损失	-15	-26	-31	-33
投资收益	16	28	35	43
营业利润	247	333	478	670
营业外收支	2	0	0	0
利润总额	249	333	478	670
所得税	33	40	58	82
净利润	216	293	420	588
归属于母公司净利润	216	293	420	588
EBITDA	346	354	484	666

资产负债表 (百万元)	2020	2021E	2022E	2023E
货币资金	294	549	618	987
应收账款及票据	897	1,229	1,558	1,991
预付款项	68	97	120	149
存货	773	1,185	1,428	1,779
其他流动资产	387	378	401	429
流动资产合计	2,419	3,437	4,125	5,335
长期股权投资	30	34	38	41
固定资产	587	574	557	539
无形资产	130	104	76	46
非流动资产合计	1,172	1,164	1,154	1,143
资产合计	3,590	4,600	5,279	6,478
短期借款	317	500	450	600
应付账款及票据	603	828	1,010	1,272
其他流动负债	427	736	864	1,062
流动负债合计	1,347	2,064	2,323	2,935
长期借款	23	23	23	23
其他长期负债	59	59	59	59
非流动负债合计	81	81	81	81
负债合计	1,428	2,145	2,405	3,016
股本	486	486	486	486
少数股东权益	0	0	0	0
股东权益合计	2,162	2,455	2,874	3,462
负债和股东权益合计	3,590	4,600	5,279	6,478

资料来源：公司公告、民生证券研究院预测

主要财务指标	2020	2021E	2022E	2023E
成长能力 (%)				
营业收入增长率	17.60	36.79	27.04	27.67
EBIT 增长率	30.68	28.21	41.38	38.68
净利润增长率	25.58	35.44	43.48	40.02
盈利能力 (%)				
毛利率	32.14	33.72	34.94	36.21
净利润率	13.63	13.49	15.24	16.71
总资产收益率 ROA	6.02	6.36	7.95	9.07
净资产收益率 ROE	9.99	11.92	14.60	16.98
偿债能力				
流动比率	1.80	1.66	1.78	1.82
速动比率	1.13	1.03	1.09	1.14
现金比率	0.22	0.27	0.27	0.34
资产负债率 (%)	39.78	46.64	45.55	46.55
经营效率				
应收账款周转天数	141.75	150.55	148.99	148.30
存货周转天数	262.18	300.81	290.68	289.30
总资产周转率	0.44	0.47	0.52	0.54
每股指标 (元)				
每股收益	0.44	0.60	0.86	1.21
每股净资产	4.45	5.05	5.92	7.13
每股经营现金流	0.31	0.24	0.32	0.53
每股股利	0.00	0.00	0.00	0.00
估值分析				
PE	42	31	22	16
PB	3.0	4.1	3.5	2.9
EV/EBITDA	18.88	28.07	20.31	14.43
股息收益率 (%)	0.00	0.00	0.00	0.00

现金流量表 (百万元)	2020	2021E	2022E	2023E
净利润	216	293	420	588
折旧和摊销	92	28	23	26
营运资金变动	-175	-229	-310	-379
经营活动现金流	150	115	157	256
资本开支	-98	-28	-23	-27
投资	32	-18	-20	-21
投资活动现金流	-49	-18	-8	-5
股权募资	0	0	0	0
债务募资	-27	183	-50	150
筹资活动现金流	-71	158	-79	118
现金净流量	31	255	70	369

应流股份财务报表数据预测汇总

利润表 (百万元)	2020	2021E	2022E	2023E
营业总收入	1,833	2,209	2,642	3,250
营业成本	1,129	1,343	1,536	1,811
营业税金及附加	43	49	61	78
销售费用	51	65	79	101
管理费用	160	192	230	283
研发费用	224	274	328	422
EBIT	199	285	408	554
财务费用	112	118	133	156
资产减值损失	0	0	0	0
投资收益	2	2	2	3
营业利润	175	246	371	518
营业外收支	-3	0	0	0
利润总额	172	246	371	518
所得税	-7	2	-4	-5
净利润	179	245	375	523
归属于母公司净利润	202	259	386	528
EBITDA	412	518	641	794

资产负债表 (百万元)	2020	2021E	2022E	2023E
货币资金	456	169	141	58
应收账款及票据	735	821	981	1,223
预付款项	26	40	43	51
存货	1,262	1,494	1,705	2,014
其他流动资产	97	102	113	122
流动资产合计	2,576	2,627	2,983	3,468
长期股权投资	0	0	0	0
固定资产	2,937	2,810	2,656	2,486
无形资产	665	869	1,063	1,271
非流动资产合计	5,627	6,115	6,624	7,137
资产合计	8,203	8,742	9,606	10,605
短期借款	1,743	1,805	2,203	2,546
应付账款及票据	389	399	466	558
其他流动负债	481	508	532	572
流动负债合计	2,613	2,711	3,201	3,677
长期借款	466	466	466	466
其他长期负债	818	818	818	818
非流动负债合计	1,283	1,283	1,283	1,283
负债合计	3,896	3,995	4,485	4,960
股本	488	683	683	683
少数股东权益	527	512	501	496
股东权益合计	4,307	4,747	5,122	5,645
负债和股东权益合计	8,203	8,742	9,606	10,605

资料来源：公司公告、民生证券研究院预测

主要财务指标	2020	2021E	2022E	2023E
成长能力 (%)				
营业收入增长率	-1.47	20.48	19.64	22.98
EBIT 增长率	66.48	43.13	42.83	36.05
净利润增长率	54.28	28.56	48.85	36.92
盈利能力 (%)				
毛利率	38.41	39.18	41.85	44.27
净利润率	9.77	11.07	14.18	16.10
总资产收益率 ROA	2.46	2.97	4.02	4.98
净资产收益率 ROE	5.33	6.12	8.35	10.26
偿债能力				
流动比率	0.99	0.97	0.93	0.94
速动比率	0.49	0.40	0.39	0.38
现金比率	0.17	0.06	0.04	0.02
资产负债率 (%)	47.49	45.70	46.69	46.77
经营效率				
应收账款周转天数	138.51	131.54	130.66	132.26
存货周转天数	407.99	406.08	405.01	405.86
总资产周转率	0.22	0.25	0.28	0.31
每股指标 (元)				
每股收益	0.41	0.38	0.56	0.77
每股净资产	7.75	6.20	6.76	7.54
每股经营现金流	0.83	0.43	0.66	0.70
每股股利	0.00	0.00	0.00	0.00
估值分析				
PE	49	53	36	26
PB	3.8	3.6	3.3	3.0
EV/EBITDA	40.27	34.13	28.27	23.35
股息收益率 (%)	0.00	0.00	0.00	0.00

现金流量表 (百万元)	2020	2021E	2022E	2023E
净利润	179	245	375	523
折旧和摊销	212	233	233	239
营运资金变动	-79	-301	-292	-436
经营活动现金流	405	295	448	480
资本开支	-858	-723	-744	-755
投资	0	2	2	2
投资活动现金流	-855	-719	-740	-750
股权募资	0	195	0	0
债务募资	264	62	398	344
筹资活动现金流	190	137	264	187
现金净流量	-266	-287	-28	-83

中密控股财务报表数据预测汇总

利润表 (百万元)	2020	2021E	2022E	2023E
营业总收入	924	1,192	1,439	1,741
营业成本	474	589	699	827
营业税金及附加	11	15	19	22
销售费用	84	120	141	170
管理费用	80	100	122	148
研发费用	41	53	64	77
EBIT	228	314	394	497
财务费用	2	-7	-8	-11
资产减值损失	-2	0	0	0
投资收益	12	7	10	13
营业利润	239	333	419	531
营业外收支	6	0	0	0
利润总额	245	333	419	531
所得税	34	46	58	74
净利润	211	287	361	457
归属于母公司净利润	211	287	360	456
EBITDA	258	342	422	527

资产负债表 (百万元)	2020	2021E	2022E	2023E
货币资金	761	602	879	1,193
应收账款及票据	484	637	749	915
预付款项	7	10	12	14
存货	243	344	393	464
其他流动资产	332	350	419	474
流动资产合计	1,827	1,944	2,452	3,060
长期股权投资	12	18	25	32
固定资产	192	225	236	248
无形资产	118	135	141	149
非流动资产合计	468	531	554	583
资产合计	2,295	2,474	3,006	3,643
短期借款	13	0	0	0
应付账款及票据	137	175	202	241
其他流动负债	588	456	600	741
流动负债合计	739	631	802	982
长期借款	0	0	0	0
其他长期负债	24	24	24	24
非流动负债合计	24	24	24	24
负债合计	763	656	826	1,006
股本	197	197	197	197
少数股东权益	3	4	4	5
股东权益合计	1,532	1,819	2,180	2,637
负债和股东权益合计	2,295	2,474	3,006	3,643

资料来源：公司公告、民生证券研究院预测

主要财务指标	2020	2021E	2022E	2023E
成长能力 (%)				
营业收入增长率	4.05	28.98	20.68	21.04
EBIT 增长率	-11.77	38.01	25.17	26.27
净利润增长率	-4.49	35.86	25.78	26.64
盈利能力 (%)				
毛利率	48.76	50.59	51.40	52.54
净利润率	22.85	24.07	25.08	26.24
总资产收益率 ROA	9.19	11.58	11.99	12.53
净资产收益率 ROE	13.80	15.79	16.57	17.34
偿债能力				
流动比率	2.47	3.08	3.06	3.12
速动比率	2.10	2.49	2.53	2.60
现金比率	1.03	0.95	1.10	1.21
资产负债率 (%)	33.26	26.50	27.49	27.62
经营效率				
应收账款周转天数	177.83	170.04	170.65	171.64
存货周转天数	187.09	213.41	205.25	204.94
总资产周转率	0.40	0.48	0.48	0.48
每股指标 (元)				
每股收益	1.09	1.46	1.83	2.32
每股净资产	7.77	9.23	11.06	13.38
每股经营现金流	0.95	-0.30	1.63	1.84
每股股利	0.00	0.00	0.00	0.00
估值分析				
PE	41	31	24	19
PB	6.1	4.8	4.0	3.3
EV/EBITDA	33.35	23.91	18.75	14.42
股息收益率 (%)	0.00	0.00	0.00	0.00

现金流量表 (百万元)	2020	2021E	2022E	2023E
净利润	211	287	361	457
折旧和摊销	30	28	28	29
营运资金变动	-55	-370	-61	-114
经营活动现金流	188	-59	320	361
资本开支	-16	-86	-46	-53
投资	-150	-6	-7	-7
投资活动现金流	-154	-86	-43	-47
股权募资	448	0	0	0
债务募资	-124	-13	0	0
筹资活动现金流	291	-14	0	0
现金净流量	325	-159	277	314

插图目录

图 1：历年国家核准核电机组数量情况（台）	3
图 2：历年国家核准核电机组装机容量（单位：GW）	3
图 3：各主要发电方式温室气体排放量对比（单位：克等效二氧化碳/kWh）	4
图 4：在运机组数量（台）	6
图 5：商运核电机组装机规模增长情况（单位：万千瓦）	6
图 6：中国大陆在运、在建机组装机容量分布	6
图 7：核电产业链	8
图 8：核燃料成本结构图	8
图 9：中国铀矿进口量及对外依存度	8
图 10：核电站投资成本结构	9
图 11：核电设备投资成本结构	9
图 12：2012-2021 年 11 月核电发电量情况	10
图 13：2020 年中国核能发电量区域占比	10
图 14：通用核电设备工作原理	12
图 15：高温气冷堆工作原理	13
图 16：钠冷快堆工作原理	13
图 17：核岛设备成本结构	14
图 18：核岛设备毛利率	14
图 19：常规岛设备成本结构	17
图 20：核岛设备毛利率	17
图 21：2013-2020 年中国乏燃料产量及累积情况	19
图 22：2011-2020 年政府性基金乏燃料处理处置支出	19

表格目录

重点公司盈利预测、估值与评级	1
表 1：2025-2035 年中国核电装机容量发展目标（单位：万千瓦）	7
表 2：2022-2025 年中国核电设备市场空间测算	7
表 3：反应堆形式分类	12
表 4：中国核电阀门代表性企业	15
表 5：钠冷快堆重要涉钠系统	21
表 6：核电设备重点关注个股	22
表 7：江苏神通盈利预测与财务指标	23
表 9：应流股份盈利预测与财务指标	24
表 10：中密控股盈利预测与财务指标	25
江苏神通财务报表数据预测汇总	27
应流股份财务报表数据预测汇总	28
中密控股财务报表数据预测汇总	29

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。本报告清晰准确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个别客户的特殊状况、目标或需要，客户应当充分考虑自身特定状况，不应单纯依靠本报告所载的内容而取代个人的独立判断。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：广东省深圳市深南东路 5016 号京基一百大厦 A 座 6701-01 单元； 518001