



华安证券
HUAAN SECURITIES

证券研究报告

四代核电蓄势待发， 细分领域百舸争流

华安机械 张帆 S0010522070003

2023年7月31日

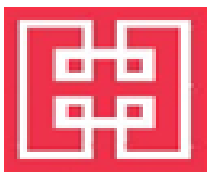
并购家 免费行业报告网

IPOIPO.CN 每日更新 不用注册会员 无广告 永久免费



核心观点

- 核电作为技术成熟的清洁能源,与火电相比,不排放二氧化硫、烟尘、氮氧化物和二氧化碳等物质,具有**资源消耗少、环境影响小和能源保障力强**等优点,在满足能源需求快速增长的同时,兼顾生态环境保护。
- 世界核电历经**四次迭代,第四代核电技术蓄势待发**。目前世界主流核电站皆采用**第二代或第三代核电技术**。其中,第二代和第三代的主要核电堆型包括压力堆和沸水堆等,在安全性和经济性上较前一代都有提升。**第四代核电技术以在安全性、经济性、核废物处理、防止核扩散上更为出色**,代表堆型包括钠冷快堆、铅冷快堆、气冷快堆、超高温气冷堆等,目前主要研发试验阶段,商业化预计在2030年左右实现。
- **国内核电核准开工节奏呈现加速态势**。2011年福岛核电站事故发生后,此后八年国内核电审批长时间处于低谷:2012年,仅田湾核电二期工程获得核准。2015年,沿海核电项目重启,年内8台新机组获批。但在电力供大于求等背景下,2016年-2018年,核电审批再次陷入停滞。直至2019年,核电解冻,发展节奏逐渐拉回到正常轨道。2022年核准项目达10台机组,是2008年以后的最高峰。预计到2030年,我国核电站新增115GW装机量,对应市场空间可达千亿规模。
- **建议关注公司**: 兰石重装(核电压力容器+乏燃料后处理+四代核电高温气冷堆石墨后处理), 科新机电(核电压力容器+新燃料运输), 中密控股(核电密封), 中核科技(核电卡脖子阀门), 佳电股份(四代核电电机), 海陆重工(核电压力容器), 景业智能(核电智能装备), 江苏神通(核电阀门), 航天晨光(核电非标设备)。
- **风险提示**: 政策变动风险,核电安全等相关政策的变动对于行业的影响巨大;相关核电技术等核心技术更新的风险;原材料大幅波动的风险,核燃料、铀燃料等面临价格高、供应不足的问题;测算市场空间的误差风险;研究依据的信息更新不及时,未能充分反映公司最新状况的风险。




华安证券
 HUAAN SECURITIES

参考文献

目录

1 核电：广泛应用的清洁能源



2 核电技术的前世今生

3 核电产业链百舸争流

4 核电发展正当时，未来可期

5 建议关注公司

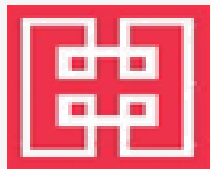
6 风险提示

更多免费行业报告

并购家

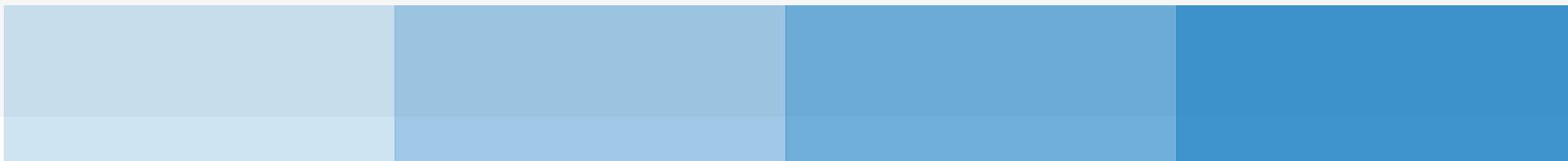
www.ipoiipo.cn

附錄參閱本頁重要聲明及評語



华安证券
HUAAN SECURITIES

000000



01 核电：广泛应用的清洁能源



1.1 核电：广泛应用的清洁能源

- 核电作为技术成熟的清洁能源,与火电相比,不排放二氧化硫、烟尘、氮氧化物和二氧化碳等物质,具有**资源消耗少、环境影响小和能源保障力强**等优点,在满足能源需求快速增长的同时,兼顾生态环境保护。
- 2022年1-12月,全国运行核电机组累计发电量为4177.86亿千瓦时,占全国累计发电量的4.98%。与燃煤发电相比,2022年核能发电相当于减少燃烧标准煤11812.47万吨,减少排放二氧化碳30948.67万吨、二氧化硫100.41万吨、氮氧化物87.41万吨。
- 世界核电历经**四次**迭代。目前世界主流核电站皆采用**第二代或第三代核电技术**。其中,第二代和第三代的主要核电堆型包括压力堆和沸水堆等,在安全性和经济性上较前一代都有提升。第四代核电技术以在安全性、经济性、核废物处理、防止核扩散上更为出色,代表堆型包括钠冷快堆、铅冷快堆、气冷快堆、超高温气冷堆等,目前主要研发试验阶段,商业化预计在2030年左右实现。



1.1 核电：广泛应用的清洁能源

- 对于中国而言，积极发展核电还可有效带动出口，助力经济稳增长。供给端，我国已具备先进核电设备规模化制造能力，且造价仅为海外同类机组价格的60%左右，具备明显比较优势。需求端，据中核集团预测到2030年仅“一带一路”沿线国家将新建上百台核电机组，共计新增核电装机115GW。每出口1台核电机组需要8万余台套设备、200余家企业参与制造和建设，可创造约15万个就业机会，单台机组投资约200亿元。
- 国际能源署（IEA）研究表明，要实现《巴黎协定》的气候变化目标，到2050年全球核电容量需要翻一番。2023年4月19日更新的国际原子能机构（IAEA）动力堆信息系统显示，当前全球共有在运核反应堆420座，总装机容量374827MWe，在建核反应堆56座，容量58595MWe。
- 事实表明，安全如期达成“双碳”目标，核电“蓄能”势在必行。除了优选厂址，新建核电机组外，目前我国核电的“单一供电”模式尚无法适应新的能源体系。“十四五”规划和2035年远景目标纲要提出，开展山东海阳等核能综合利用示范，为我国核能产业发展开辟了新赛道。下一步，核能还需要扮演电力调峰、核能制氢、核能供汽、核能供暖、海水淡化等多种角色。



1.2 核电行业的2022年

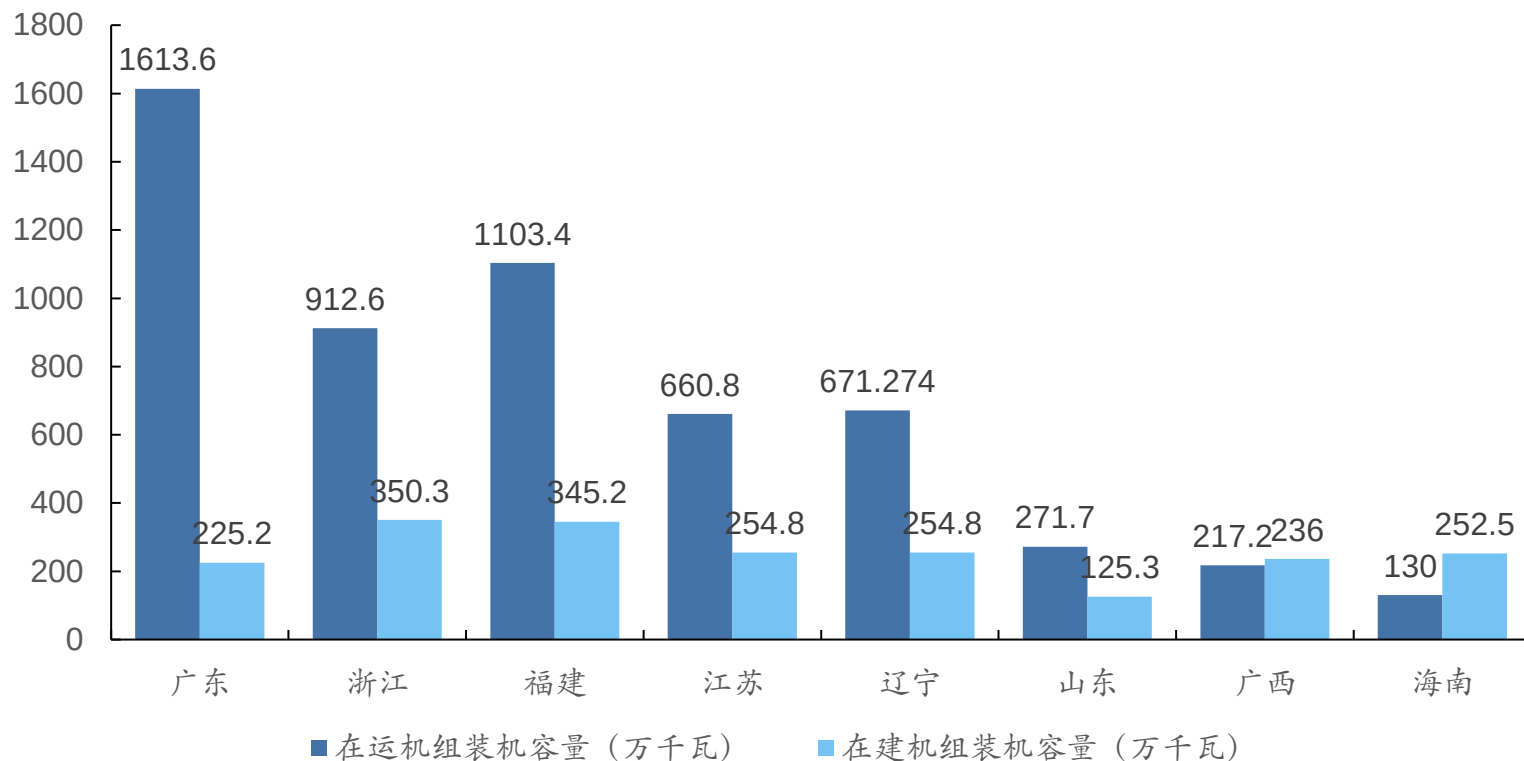
- 中国核能行业协会2023年4月26日在京发布《中国核能发展报告2023》蓝皮书，从核电运行、工程建设、科技创新等方面总结分析了当前我国核能行业发展状况，并对“十四五”及中长期我国核能发展前景进行展望。
- 蓝皮书显示，我国核电机组长期保持安全稳定运行，核电机组建设稳步推进。2022年以来，我国新核准核电机组10台，新投入商运核电机组3台，新开工核电机组6台。截至目前，我国在建核电机组24台，总装机容量约26.81GW，继续保持全球第一。商运核电机组54台，总装机容量56.82GW，位列全球第三。
- 2022年，我国核电总装机容量占全国电力装机总量的2.2%，发电量为4177.8亿千瓦时，同比增加2.5%，约占全国总发电量的4.7%，核能发电量达到世界第二。
- 此外，2022年，中国有37台机组在世界核电运营者协会的综合指数达到满分，占世界满分机组的50%。



1.2 核电行业的2022年

- 我国核电站分布在东部沿海8个省份，自北向南分别是辽宁、山东、江苏、浙江、福建、广东、广西、海南。各省份在运在建核电机组及装机容量情况如图所示。

图表1：我国大陆各省份在运在建核电机组情况（截至2022年12月31日）

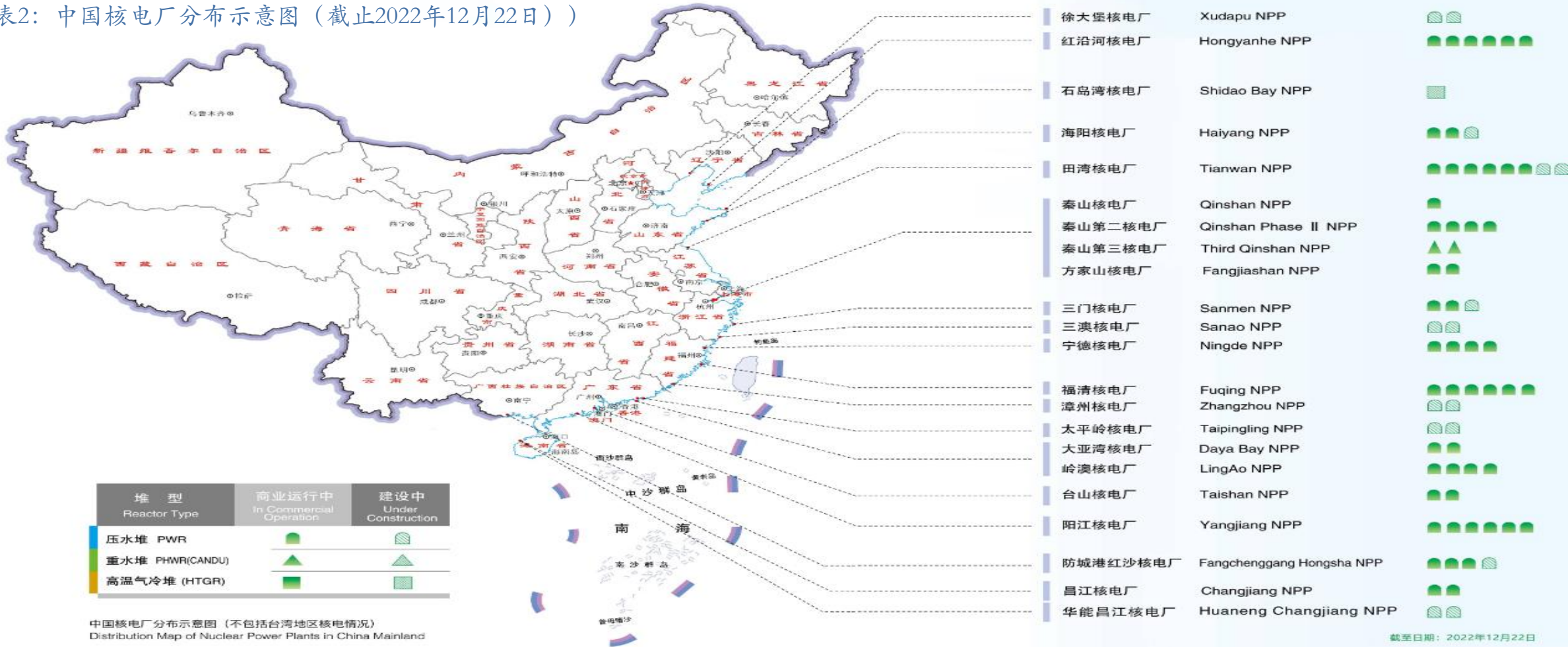


资料来源：中核战略规划研究总院，华安证券研究所整理

敬请参阅末页重要声明及评级说明

1.2 核电行业的2022年

图表2：中国核电厂分布示意图（截止2022年12月22日）



截至日期：2022年12月22日

资料来源：中国核能行业协会，华安证券研究所整理

敬请参阅末页重要声明及评级说明

1.3 “双碳”背景下，核电行业发展前景广阔

图表3：中国碳达峰、碳中和量化分解目标

各阶段	2021—2030年	2031—2040年	2041—2050年	2051—2060年
能源消费目标	“十四五”单位GDP能耗下降13.5%；“十五五”年均下降约2%	达峰后稳中有降，峰值55亿~60亿t标准煤，能源结构不断优化	2050年预计45亿~50亿t标准煤	能源消费稳中有降
电力消费目标	2030年能源消费中占比35%~40%	电力消费占比持续提高	2050年能源消费中占比超60%	占比超70%；非化石能源发电量占比超90%
非化石能源目标	2030年在一次能源消费中占比约25%；在电力消费中占比约50%	非化石能源占比持续提高	一次能源消费占比约70%；在电力消费中占比超过80%	一次能源消占比达到80%以上
碳排放目标	单位GDP碳排放比2005年下降65%~70%；其中“十四五”期间下降18%	2035年以前碳排放达峰后稳中有降，2035年以后下降速度加快	大幅下降，能源产业碳排放量趋近于0	实现碳中和目标

资料来源：《中国长期低碳发展战略与转型路径研究》，华安证券研究所整理

敬请参阅末页重要声明及评级说明



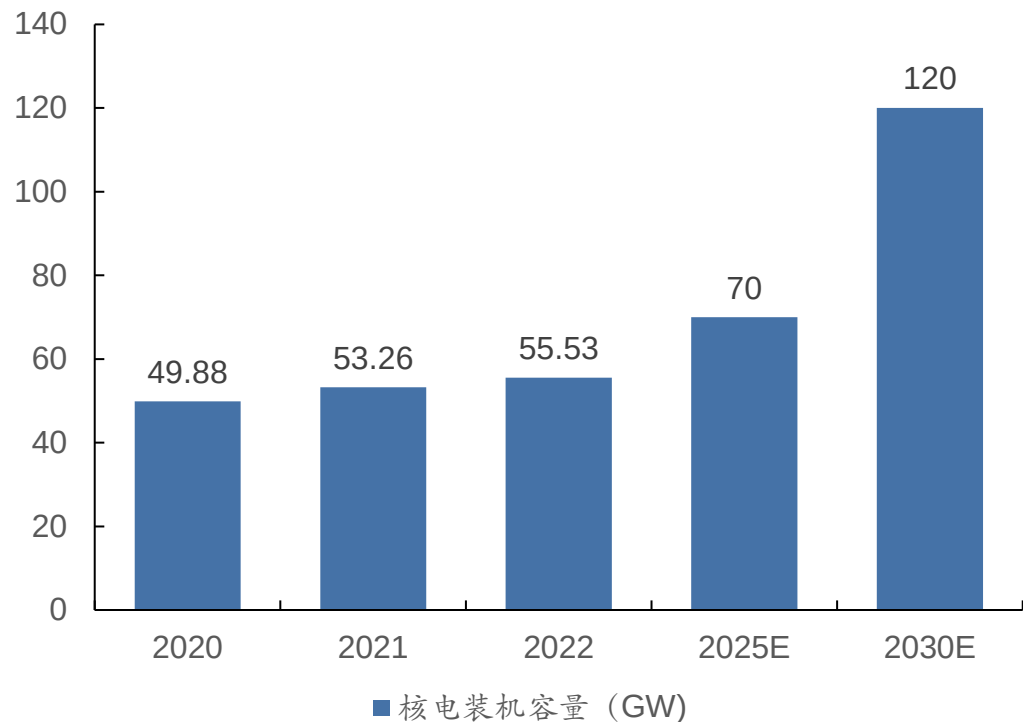
1.3 “双碳”背景下，核电行业发展前景广阔

- 据《中国核能发展与展望（2022）》，我国自主三代核电有望按照**每年6-8台**机组的核准节奏稳步推进；根据《“十四五”现代能源体系规划》，2025年前我国核电**装机量计划达到70GW左右**，较“十三五”期间新增装机量**同比增长约40%**；近年来，多个核电新项目的陆续获准建设标志着核电项目建设核准批复进入常态化。随着我国经济的发展和**对清洁能源的需求持续扩大**，核电作为可批量规模化建设的安全高效清洁能源，预计未来在国家能源建设需求中将占据非常重要的地位。无论是国内核电新项目的开工建设还是“核电走出去”项目，都将进一步拉动核电行业的市场需求。
- 根据国家能源局统计数据，2022年，我国主要发电企业电源工程建设投资完成7208亿元，同比增长22.8%。其中，核电企业电源工程完成投资677亿元，同比增长25.7%。根据《中国核能发展报告》预测，我国将保持每年6-8台核电机组的核准开工节奏，核电装机规模将进一步加快扩大。“十四五”期间我国核电运行装机容量预计将达到70GW，按每台核电机组1GW装机容量计算，**核电市场空间每年或达千亿元以上**。

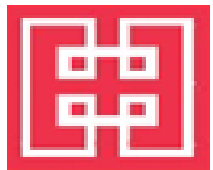


1.3 “双碳”背景下，核电行业发展前景广阔

图表4：中国核电装机容量预测



- 中国核能行业协会发布的《中国核能发展报告（2023）》蓝皮书显示，预计2030年前，我国在运核电装机规模有望成为**世界第一**，在世界核电产业格局中占据更加重要的地位。预计到2035年，我国**核能发电量**在总发电量的占比将达到10%左右，**相比2022年翻倍**。
- 当前，全球能源格局加速重塑，低碳转型任务艰巨。国际原子能机构等权威组织再次上调了全球核电发展预期。多个国家调整核能政策，将发展核能纳入国家能源安全战略。我国明确提出“**积极安全有序发展核电**”。



目录

1 核电：广泛应用的清洁能源

2 核电技术的前世今生

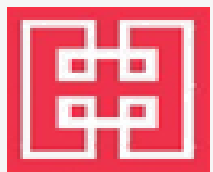
3 核电产业链百舸争流

4 核电发展正当时，未来可期

5 建议关注公司

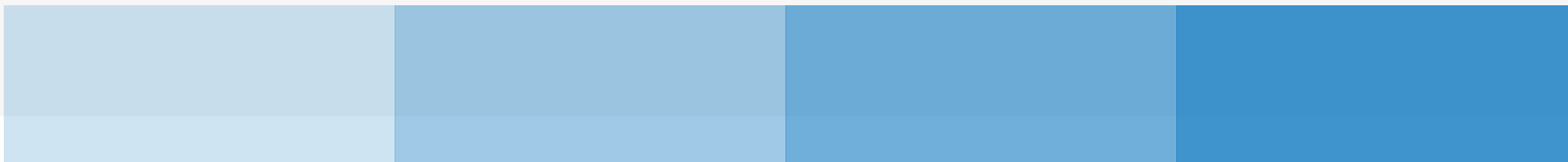
6 风险提示





华安证券
HUAAN SECURITIES

000000



02 核电技术的前世今生

2.1 核电发展历程

图表5：第一代到第四代核电



一代

核电站的开发与建设开始于上世纪50年代。1954年，前苏联建成电功率为五千千瓦的实验性核电站；1957年，美国建成电功率为九万千瓦的希平港原型核电站。这些成就证明了利用核能发电的技术可行性。国际上把上述实验性和原型核电机组称为第一代核电机组。



二代

上世纪60年代后期，在试验性和原型核电机组基础上，陆续建成电功率在0.3GW以上的压水堆、沸水堆、重水堆等核电机组，它们在进一步证明核能发电技术可行性的同时，使核电的经济性也得以证明：可与火电、水电相竞争。

上世纪70年代，因石油涨价引发的能源危机促进了核电的发展，目前世界上商业运行的四百多座核电机组绝大部分是在这段时期建成的，称为第二代核电机组。



三代

上世纪90年代，为解决三里岛和切尔诺贝利核电站的严重事故的负面影响，世界核电界集中力量对严重事故的预防和后果缓解进行了研究和攻关，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”，进一步明确了防范与缓解严重事故、提高安全可靠性和改善人因工程等方面的要求。

国际上通常把满足这两份文件之一的核电机组称为第三代核电机组。



四代

2000年1月，在美国能源部的倡议下，美国、英国、瑞士、南非、日本、法国和阿根廷等十个有意发展核能利用的国家，联合组成“第四代国际核能论坛”(GIF)，并于2001年7月签署了合约，约定共同合作研究开发第四代核能系统(GenIV)。

第四代核能利用系统，是指安全性和经济性都更加优越，废物量极少，无需厂外应急，并具有防核扩散能力的核能利用系统，商用化估计要到2030年左右方能实现。

资料来源：国家能源局，华安证券研究所整理

敬请参阅末页重要声明及评级说明

2.1 核电发展历程

- 2022年，全球有6台核电机组实现首次并网，总装机容量为7.889GW，其中5台核电机组采用了第三代核电技术。这6台机组分别是我国福清6号机组和红沿河6号机组、巴基斯坦卡拉奇3号机组、芬兰奥尔基洛托3号机组、韩国新蔚珍1号机组和阿联酋巴拉卡3号机组。除了红沿河6号机组采用具有第三代核电技术特征的技术外，其他5台机组都采用了标准的第三代核电技术。鉴于以后全球开工建设的核电机组主要采用第三代核电技术和更先进的技术，这些技术将成为未来全球核电界的主流技术。

福清核电6号机组成为全球第三台、我国第二台华龙一号并网发电机组。经现场确认，各项技术指标均符合设计要求，机组状态良好，为后续正式投入商业运行奠定坚实基础。

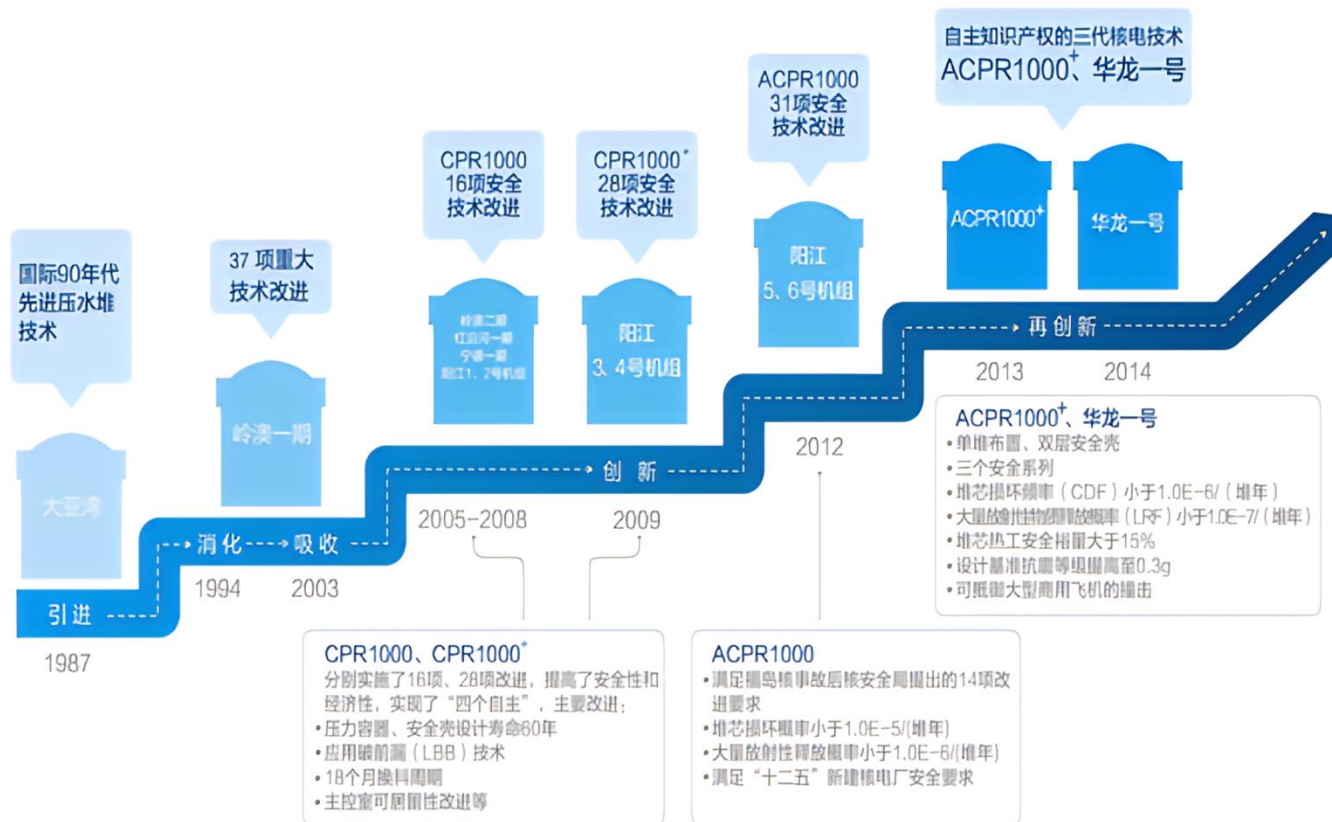
图表6：福清核电6号机组



2.2 中国核电发展

- 2016~2020年，美国西屋的AP1000和法国电力集团的EPR三代核电技术全球首堆先后在我国成功建成投产。我国在过去近40年中，成为全球唯一一个从没有中断核电项目建设的国家，且掌握了建造世界主流核电机型的能力，施工能力卓越，对于核电项目的建设有先进管理理念和丰富的经验，对核电工期具备强有力的掌控能力。
- 通过对国际先进堆型的引进和消化吸收，应运而生的自主技术“华龙一号”国内外首堆也相继商运，标志着我国真正自主掌握了三代核电技术，由核电大国进入核电强国。同时，借鉴AP1000技术理念的自主三代核电技术“国和一号”示范工程有序开建，全球首座具有第四代核电技术主要特征的高温气冷堆核电站示范工程实现成功并网发电，全球首个陆上商用模块化小堆“玲龙一号”开建，标志着我国核电水平跻身世界前列。

图表7：中国核电技术发展历程



资料来源：中广核集团，华安证券研究所整理

敬请参阅末页重要声明及评级说明



2.2 中国核电发展

- 我国的核电技术路线是在上世纪80年代确定走引进、消化、研发、创新的道路的。经过20余年的努力，通过对引进的二代法国压水堆技术的消化吸收，取得了巨大的技术进步，实现了60万千瓦压水堆机组设计国产化，基本掌握了百万千瓦压水堆核电厂的设计能力。
- 目前我国有五种第三代核电技术拟投入应用，他们分别是 AP1000、华龙一号、CAP1400、法国核电技术(EPR)以及俄罗斯核电技术(VVER)。

2.2 中国核电发展

图表8：我国第三代核电技术

华龙一号	CAP1400
我国自主研发的三代核电技术路线	中国“16个国家科技重大专项”之一的核电重大专项的核心内容
“华龙一号”的堆芯选用中核集团ACP1000技术的177堆芯，单堆布置，核燃料采用中核集团开发的CF自主品牌。	CAP1400符合目前全球商用核电站的最高安全标准要求，也是最大的非能动压水堆核电站。
“华龙一号”国内目标示范项目—防城港核电站、福清核电站 防城港核电厂位于防城港市港口区光坡镇东面约8km的红沙湾南侧光岭至山鸡啼一带的丘陵及滩涂处。核电厂以岭澳核电站为参考电站，按“翻版加改进”方式规划建设容量为6台百万千瓦级CPR1000二代改进型压水堆机组，一期建设2台CPR1000二代改进型压水堆机组，项目拟定投资约270亿元。	CAP1400符合目前全球商用核电站的最高安全标准要求，也是最大的非能动压水堆核电站。
在设计创新上，“华龙一号”提出“能动和非能动相结合”的安全设计理念，采用177个燃料组件的反应堆堆芯、多重冗余的安全系统、单堆布置、双层安全壳，全面平衡贯彻了纵深防御的设计原则，设置了完善的严重事故预防和缓解措施等。	CAP1400采用了非能动堆芯冷却系统、非能动安全壳冷却系统的组合设计。其安全性比二代核电提高两个量级。同时，CAP1400采用简化设计，与传统压水堆相比部件数量显著减少。这样维修检查的压力减少，故障几率大幅降低。

资料来源：烟台核电研发中心，华安证券研究所整理

敬请参阅末页重要声明及评级说明

2.2 中国核电发展

图表9：国外第三代核电技术

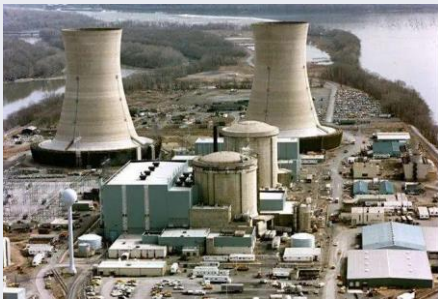
AP1000	法国核电技术(EPR)	俄罗斯核电技术(VVER)
美国西屋公司	法马通和西门子联合开发的反应堆	前苏联所发展的压水动力堆
由国家核电技术公司负责消化和吸收，且多次被核电决策层确认为日后中国主流的核电技术路线。	EPR核电技术是我国出于政治关系的引进项目，不在目前国内新机组的技术选型考虑范围之内。	在一些东欧国家，核电生产部分或全部依靠苏联设计的这种反应堆。
目前，除在建的两个项目(三门、海阳)外，三门二期、海阳二期、广东陆丰、辽宁徐大堡、以及湖南桃花江等内陆核电项目均拟选用AP1000技术。	目前，全球采用此种技术建造的核电站共有3座，除位于中国广东江门的台山核电站外，还有2005年5月开工建设的芬兰奥尔基洛托核电站，2007年底开工的法国弗拉芒维尔核电站3号机组。 台山核电项目是我国首个175万千瓦核电项目，一期工程机组是基于第三代核电EPR(欧洲压水堆)技术的CEPR(中国的EPR)技术机组，也是世界单机组容量最大的核电机组，核电汽轮机安装精度要求极高。	俄罗斯政府已确定AES-2006型为俄罗斯今后核电发展的主力机型，计划在2030年前要建成32台这种机组。 田湾核电站是中国和俄罗斯技术合作项目，地点在江苏省连云港市田湾镇。田湾核电站于1999年10月20日正式开工建设，一期工程建设2台单机容量106万千瓦的俄罗斯AES-91型压水堆核电机组，设计寿命40年，年发电量达140亿千瓦时。
AP1000主要的设计特点包括：主回路系统和设备设计采用成熟电站设计、简化的非能动设计提高安全性和经济性、严重事故预防与缓解措施、仪控系统和主控室设计、建造中大量采用模块化建造技术。	EPR是新一代反应堆，具有更高的经济和技术性能：降低发电成本，充分利用核燃料(UO2或MOX)，减少长寿废物的产量，运行更加灵活，检修更加便利，大量降低运行和检修人员的放射性剂量。	VVER技术特点：卧式蒸汽发生器;六角燃料组件；没有压力容器底部的缝隙;高容量pressurisers提供一个大型反应堆冷却剂库存。

资料来源：烟台核电研发中心，华安证券研究所整理

敬请参阅末页重要声明及评级说明

2.3 四代核电站技术汇总

图表10：1-4代核电站

第一代核电站	一代堆主要在20世纪50至60年代期间开发的原型堆和动力堆，也是从那时候开始，核电首次投入商业(民用)。	欧洲仅存的最后一个一代堆商业电厂——位于威尔士的威尔法(Wylfa)核电站，于2012年关闭，不过最终是在2015年12月完成关闭。 在巴基斯坦，最后一个一代堆电站——CANDU-137——仍在卡拉奇运行。	
第二代核电站	二代堆专门设计了能动安全装置，而且原则上仅供民用。 二代堆通常为轻水堆，尽管也有重水型设计。使用的安全装置，涉及了电气或机械方面的操作，可以实现自动启动，也可以由操作员操作启动。	目前在西方国家运行的大多数二代堆，都是由西屋、法马通和通用电气(GE)制造。	

资料来源：中国核电网，华安证券研究所整理

敬请参阅末页重要声明及评级说明

2.3 四代核电站技术汇总

图表10：1-4代核电站

第三代核电站	三代堆的安全性主要体现在改革型的能动和非能动安全系统，在技术上满足国际原子能机构安全法规(第二版)对预防和缓解严重事故的要求，也符合我国新颁布的安全法规对预防和缓解严重事故的要求。	国家电力投资集团引进了美国非能动AP1000电站，中国广核集团引进法国EPR核电站。同时，中国在此基础上进行自主研发出了CAP1400核电站。	
第四代核电站	四代堆概念是由美国能源部的核能、科学与技术办公室提出。 第四代核能系统国际论坛（GIF）推荐的6种典型四代堆型分别为气冷快堆（GFR）、铅冷快堆（LFR）、钠冷快堆（SFR）、熔盐堆（MSR）、超临界水冷堆（SCWR）和超高温气冷堆（VHTR）。	第四代核能系统将满足安全、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。	

资料来源：国家能源局，中国核电网，华安证券研究所整理

敬请参阅末页重要声明及评级说明



2.3 四代核电站技术汇总

- 世纪之交，美国能源部开始规划发展在经济性、安全性、废物处理等方面有重大革命的新一代先进核能系统——“第4代核能系统”（Generation IV）。第4代核能系统是指2030年之前可以投放市场的新一代核能系统，它必须在一些有挑战性的目标上具有重大进展。这些目标包括可持续性、安全性和可靠性以及经济性。在时间上，第4代核能系统也考虑了个别在2010年前能够投放市场的技术。
- 第4代核能系统必须满足下列主要指标：
 1. 能够和其他电力生产方式相竞争，总电力生产成本低于每度电3美分；
 2. 初投资小于每千瓦发电装机容量1000美元；
 3. 建设期小于3年；
 4. 堆芯融化概率低于 10^{-6} /堆年；
 5. 在事故条件下无放射性场外释放，无需场外应急，这是核安全的一个革命性改进，其含义是无论核电站发生是什么事故，对场外公众都不会造成损害；
 6. 能够通过对核电站的整体实验向公众证明核电的安全性。

2.3 四代核电站技术汇总

图表11：第四代核反应堆

热中子反应堆	超高温反应堆 (VHTR)	运用石墨作为减速剂、一次性铀燃料循环、氦气或熔盐作为冷却剂。此设计设想出水口温度可达1000° C，堆芯则可采燃料束或球床式。借由热化学的硫碘循环，反应堆高温可用于产热或产氢制程。超高温反应堆也具有非能动安全系统。	第一个实验性VHTR在南非建成（南非球床模组反应堆），但已于2010年2月停止挹注资金。成本提高与难以突破的技术困难，使投资人与消费者踌躇不前。
	超临界水反应堆 (SCWR)	以轻水反应堆（LWR）为基础，运作于高温高压环境，采取直接、一次性循环。最初的设想是：采取如同沸水反应堆（BWR）的直接循环。但在改用超临界水作为工作流体后，水便为单一相态，类似压水反应堆（PWR）。SCWR的可运作温度比BWR与PWR还高。	SCWR是以两种科技为基础进一步发展而成：轻水反应堆与超临界蒸汽锅炉。前者是世界上大部分商转中的反应堆类型；后者也是常用的蒸汽锅炉类别。
	熔盐反应堆 (MSR)	最初和广泛采用的概念，是核燃料溶于氟化物中形成金属盐类，如：四氟化铀（UF4）和四氟化钍（ThF4）。当燃料熔盐流体流入以石墨减速的堆芯内时，会达到临界质量。	现行大部分设计是将熔盐燃料均匀分散在石墨基体中，提供低压、高温的冷却方式。

资料来源：科普中国，华安证券研究所整理

敬请参阅末页重要声明及评级说明

2.3 四代核电站技术汇总

图表11：第四代核反应堆

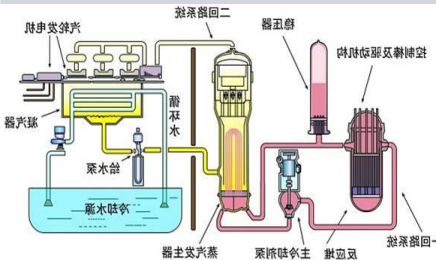
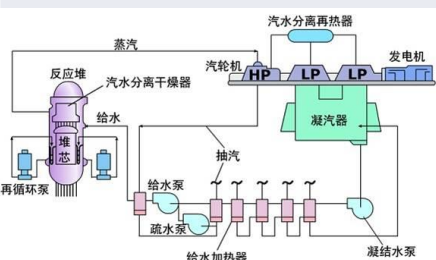
快中子反应堆	气冷式快反应堆 (GFR)	利用快中子、封闭式核燃料循环对增殖性材料进行高效核转换，并控制铀系元素核裂变产物。使用出口温度850° C的氦气冷却，送入直接布雷顿循环的封闭循环气涡轮发电。	许多新式核燃料能确保运作于高温中，并控制核裂变产物产出：混和陶瓷燃料、先进燃料微粒或铀系化合物陶瓷护套燃料。堆芯燃料会以针状、盘状集束或柱状分布。
	钠冷式快反应堆 (SFR)	液体金属快中子增殖反应堆与一体化快反应堆为基础延伸而来。 SFR的目的是增加铀滋生钚的效率和减少超铀元素同位素的累积。反应堆设计一个未减速的快中子堆芯将长半衰期超铀元素同位素消耗掉，并会在反应堆过热时中断连锁反应，属于一种非能动安全系统。	这种燃料处理方式所遇到的挑战是钠的活性问题，因为钠与水接触会产生爆炸燃烧。然而，使用液态金属取代水作为冷却剂可以减低这种风险。
	铅冷式快反应堆 (LFR)	采用封闭式核燃料循环，燃料周期长。单一堆芯功率约50至150兆瓦，模组可达300至400兆瓦，整座电厂则约1200兆瓦。核燃料是增殖性铀与超铀元素的金属或氮化物合金。	LFR以自然热对流冷却，冷却剂出口温度约550° C至800° C。也可利用反应堆高温进行热化学反应产氢。

资料来源：科普中国，华安证券研究所整理

敬请参阅末页重要声明及评级说明

2.4 常见的核电站堆型

图表12： 五种核电站堆型

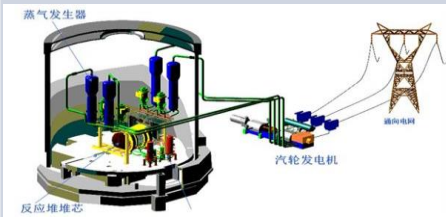
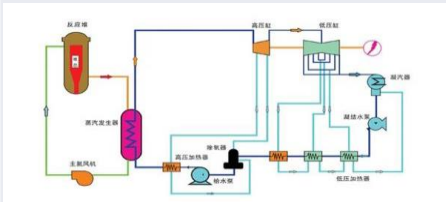
压水堆	压水堆是指使用轻水（即普通净化水）作冷却剂和慢化剂，且水在反应堆内保持液态的核反应堆。	除秦山三期外，我国目前运行的核电机组全部为压水堆。压水堆作为一种技术十分成熟的堆型，与其他堆型相比，结构紧凑，经济上基建费用低、建设周期短、轻水价格便宜；有放射性的一回路与二回路分开，带有放射性的冷却剂不会进入二回路污染汽轮机，机组运行、维护方便。	
沸水堆	沸水堆利用轻水作慢化剂和冷却剂，只有一个回路，水在反应堆内沸腾产生蒸汽直接进入汽轮机发电。	与压水堆相比，沸水堆工作压力低；由于减少了一个回路，其设备成本也比压水堆低；但这样可能使汽轮机等设备受到放射性污染，给设计、运行和维修带来不便。	

资料来源：烟台核电研发中心，华安证券研究所整理

敬请参阅末页重要声明及评级说明

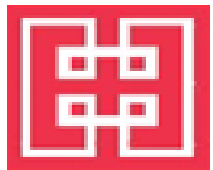
2.4 常见的核电站堆型

图表13： 五种核电站堆型

重水堆	重水堆是以重水（氘和氧组成的化合物）作慢化剂的反应堆。其主要优点是可以直接利用天然铀作核燃料，同时采用不停堆燃料方式；但体积比轻水堆大，建造费用高，重水昂贵、发电成本也比较高。	重水堆核电站是发展较早的核电站，我国秦山三期1、2号机组采用的是加拿大坎杜型（CANDU）压力管式重水堆。	
高温气冷堆	高温气冷堆用氦气作冷却剂，石墨作慢化剂，堆芯出口温度较高。高温气冷堆热效率高，建造周期短，系统简单；但堆芯出口温度为850~1000℃甚至更高，对反应堆材料的性能要求也高。	山东石岛湾规划建设20万千瓦级高温气冷堆。	
快中子反应堆（快堆）	快中子反应堆直接利用快中子引起链式裂变反应所释放的能量进行发电，因此不需要慢化剂、体积小、功率密度大。快堆可使铀利用率提高至60%以上，最大程度的降低核废料，实现放射性废物最小化。	2011年7月21日10时，我国第一个实验快堆成功实现并网发电。	

资料来源：烟台核电研发中心，华安证券研究所整理

敬请参阅末页重要声明及评级说明



华安证券
HUAAN SECURITIES

HAMECS

目录

1 核电：广泛应用的清洁能源

2 核电技术的前世今生

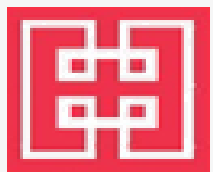
3 核电产业链百舸争流

4 核电发展正当时，未来可期

5 建议关注公司

6 风险提示






华安证券
 HUAAN SECURITIES

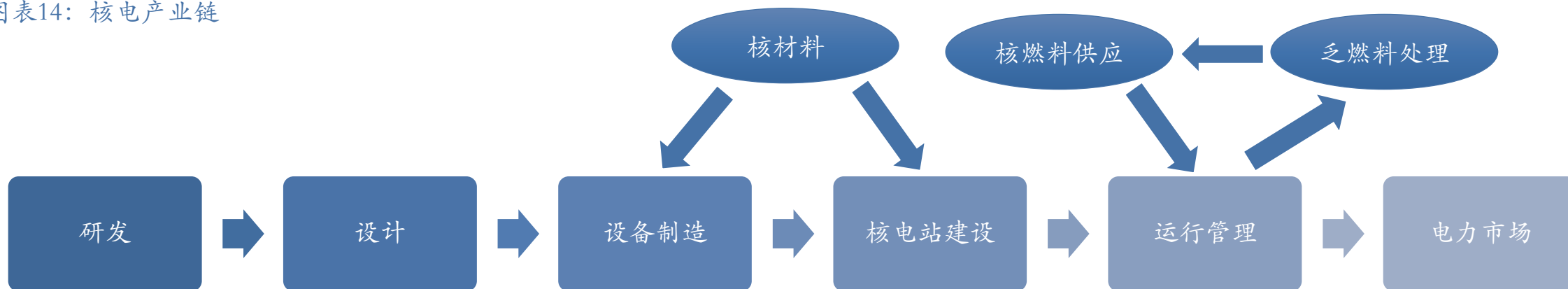
03 核电产业链百舸争流



3.1 核电产业链

- 核电产业链是以生产核电产品为主线，以核电站为中心，围绕核能发电和技术支持将核燃料生产从事者与电网经营者联系在一起而形成的产业链条。核电产业链主要由五大产业构成，分别是核燃料提供产业、核配件制造产业、核工程建设产业、核废料处理产业以及核电站运营产业。

图表14：核电产业链



资料来源：《产业链视角下我国核电产业发展现状与对策研究》，华安证券研究所整理



3.1 核电产业链

- 核电产业链包括了核燃料供给商、设备供应商、电力设计、科研、施工、安装、发电和输配电等企业，可以按照其在产业链中的位置分为上游、中游和下游共三个环节。
- 上游环节包括核燃料、原材料生产；中游环节包括核反应堆、核电核心设备制造及核电辅助设备制造；下游环节主要包括核电站建设及运营维护。
- 每个环节又由众多其他环节组成，例如核燃料供应，需要铀矿勘察、采矿、冶炼、纯化、转化、铀浓缩、元件制造等环节，即使仅仅一个元件制造环节，又需要涉及核级锆合金产业的支撑。

图表15：核电产业上中下游概览

上游：原材料供应

原材料：核燃料、核材料、铸锻件、核级密封

- 需要铀矿勘察、采矿、冶炼、纯化、转化、铀浓缩、元件制造等环节

中游：设备制造

核岛设备（核岛、常规岛和辅助设备）、压力容器、核级阀门、风机

下游：核电站建设及后续运营

设计建造、运营发电、放射物及乏燃料处理

3.1 核电产业链

- 目前，核电产业链中上游参与者类型广泛。核燃料是指可在核反应堆中通过核裂变或核聚变产生实用核能的材料。由于核反应堆运行特性和安全上的要求，核燃料在核反应堆中“燃烧”不允许像化石燃料一样一次烧尽。为了回收和重新利用就必须进行后处理。**核燃料环节的代表企业有中广核矿业、中核国际。**
- 在核电产业链中，核电设备投资占50%左右，是核电投资最主要的环节。核电设备包括核岛、常规岛和辅助设备三部分，分别占电站总投资的23%，15%和12%。核岛设备是承担热核反应的主要部分，技术含量最高，对安全设计的要求也最高。**核岛关键设备的代表企业有东方电气、上海电气、佳电股份、中国一重等。**

图表16：核电设备概览

核岛设备	常规岛设备	辅助系统（BOP）
反应堆堆芯、反应堆压力壳、堆内构件、控制棒驱动机构、蒸汽发生器、主泵、主管道、安注箱、硼注箱和稳压器等	包括汽轮机、发电机、除氧器、凝汽器、汽水分离再热器、高低压加热器、主给水泵、燃料转运装置、凝结水泵、主变压器和循环水泵等	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

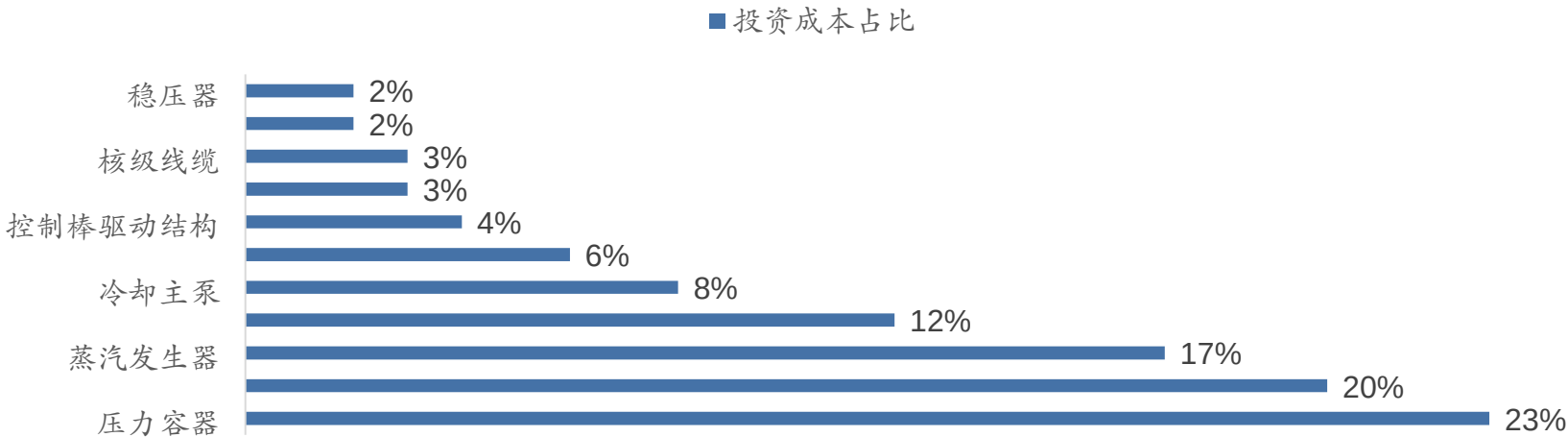
资料来源：百度百科，华安证券研究所整理

敬请参阅末页重要声明及评级说明

3.1 核电产业链

- 核岛设备中，反应堆压力容器、主管道及热交换器和蒸汽发生器是核岛设备中的主要关键设备，压力容器其功能主要是固定和包容堆芯及堆内构件，使核燃料的裂变反应限制在一个密封的容器内进行，它和一回路管道共同组成高压冷却剂的压力边界，是防止放射性物质外逸的第二道屏障之一。
- 反应堆压力容器及其内部的堆内构件均是由大型锻件组装而成，故而压力容器质量标准十分严苛，故其投资成本占比最高，达到23%。核电主管道是连接核岛反应堆的压力容器，是核蒸汽输出堆芯热能的“主动脉”，其投资占比为20%。

图表17：核电设备投资占比



资料来源：华经产业研究院，华安证券研究所整理

敬请参阅末页重要声明及评级说明

更多免费行业报告

并购家

www ipoipo cn

华安证券研究所



3.1 核电产业链

- 受益于国产化水平提高，核级阀门投资成本占比为12%。核电阀门是核岛中应用需求量最大的设备，当前国产化程度较高，在2021年达到82%左右。
- 核岛阀门附加价值高，在2020年需求量约为1.62万台，对应市场规模约为11.1亿元；常规岛阀门技术难度低于核岛阀门，但应用需求量较高，在2020年市场需求量为1.58万台，市场规模约为11.6亿元；辅助阀门市场需求较少，且价值较低，在2020年市场需求为0.39万台，对应市场规模为2.4亿元。
- 当前国内已经有二十多家企业具有民用核承压设备生产资格，可研发生产闸阀、止回阀等产品，其中能够生产核1级阀门的企业有沈阳盛世、中核苏阀、中核科技、江苏神通、大连大高、上阀、上海良工等。江苏神通在国内核电阀门市场较具有竞争力，但相较于海外的威兰、法玛通、西屋公司等仍存在技术差距。

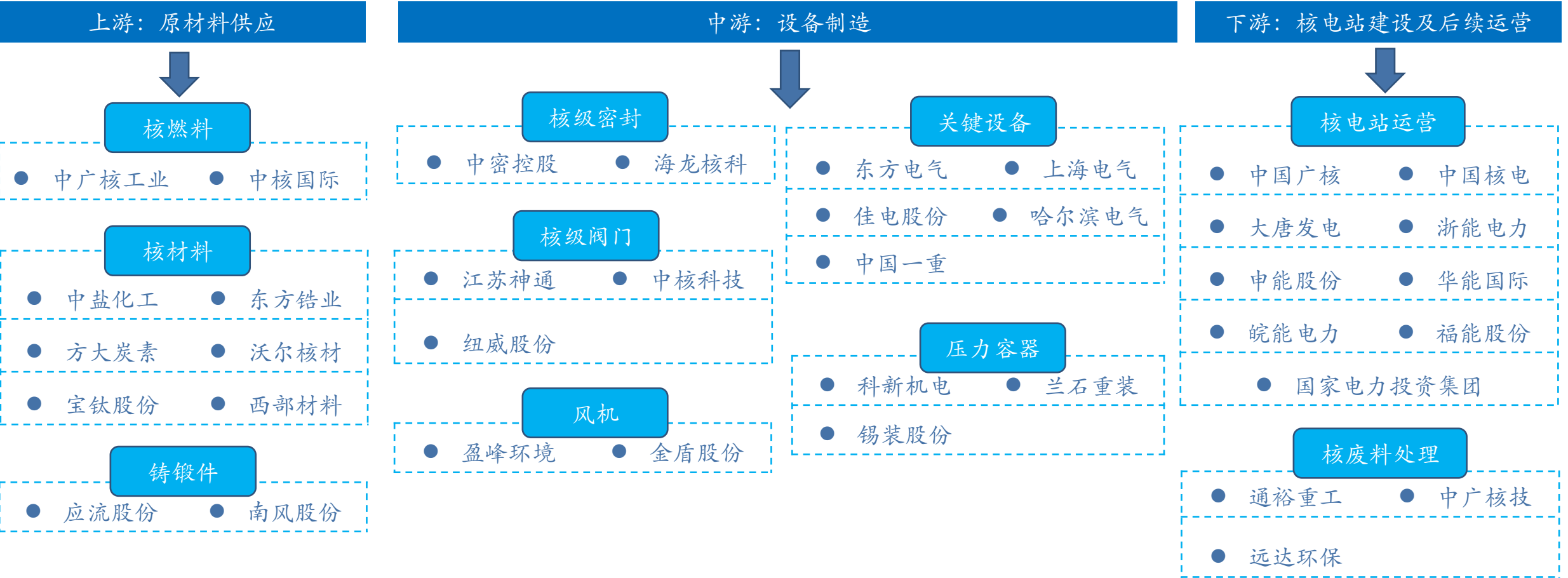


3.1 核电产业链

- 核电产业链下游主要为核电站建设及后续运营。核电具有建设周期长、投资规模大的特点。核电站的前期工作一般需要5-10年、甚至更久的时间；工程建设及安装调试一般需要5年左右；投产后运行时间一般为30-40年（第二代核电站），甚至可达60年（第三代核电站）。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。在各个电力集团参股运营核电站的背景下，出现了大唐集团联手中电投、中广核投资核电站；华能集团、国电集团、华电集团分别与中核集团合资建设核电站；深能源联手中广核投资核电站等。未来这些电力集团都有可能获得独立建设和运营核电站的可能。
- 我国在日本福岛核事故后，提出了安全、高效发展核电的方针，确保“安全第一，质量第一”，并落实到核电的全过程及所有相关产业，还对核安全事故概率提出了“十万分之一”、“百万分之一”两个核电安全目标。由此可见，核安全是核电可持续发展的前提，应置于一切核电活动之上。在下游，核废料处理代表性企业包括通裕重工、中广核、远达环保等。

3.1 核电产业链

图表18：核电行业产业全景图谱



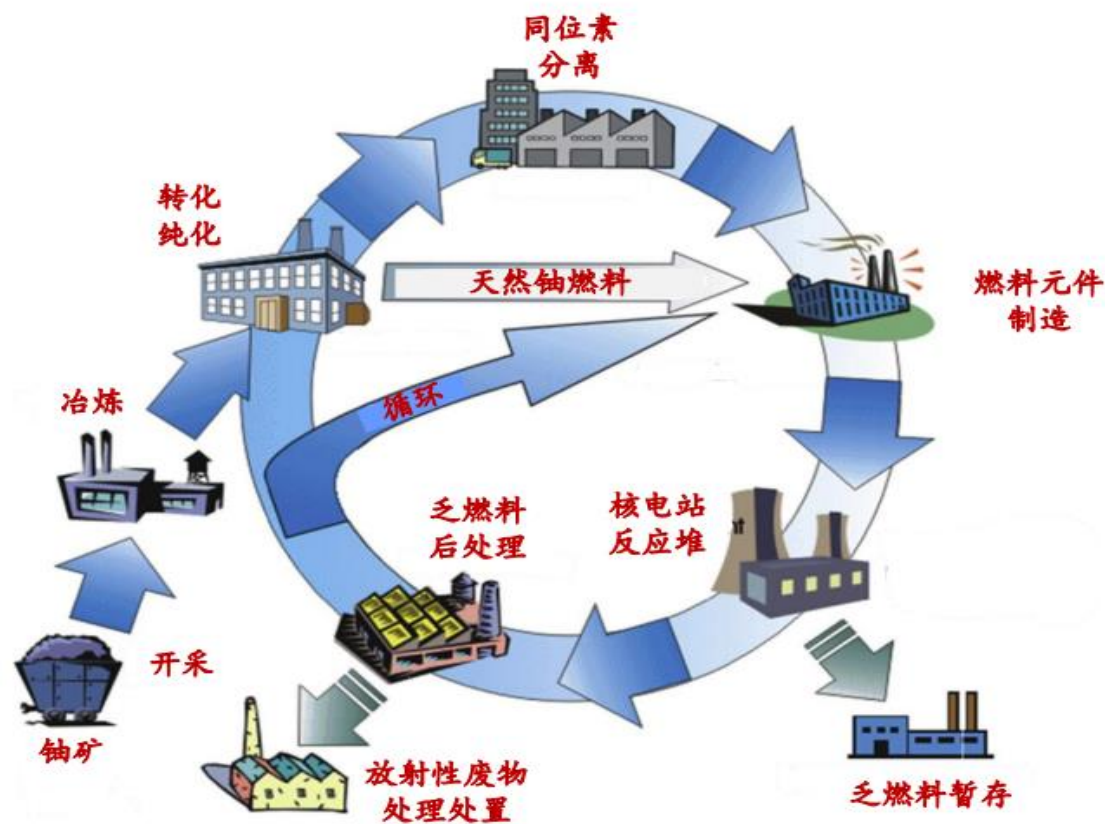
资料来源：前瞻产业研究院，华安证券研究所整理

敬请参阅末页重要声明及评级说明

3.2 乏燃料后处理

- 目前，全球在运营的400多座核电厂以轻水反应堆（压水堆、沸水堆）为主，经过多年不断改进和完善，大型轻水堆核电技术已经日趋完善，但从长远发展来看，仍然面临着安全性与可靠性、经济性、可持续性等重大问题的挑战。
- 核燃料循环产业是整个核工业产业链的一环，也是核能发展的大动脉，包括铀矿开采、冶炼、转化纯化、同位素分离、燃料元件制造、乏燃料后处理、放射性废物处理处置、核电站反应堆等多个环节。乏燃料后处理为整个核燃料循环产业中的关键环节。

图表19：核燃料循环产业链

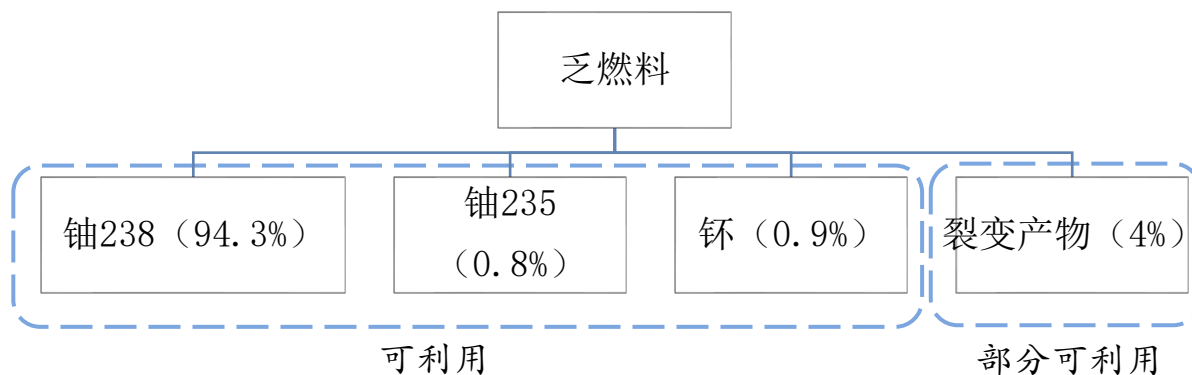




3.2 乏燃料后处理

- 乏燃料是核反应堆使用过的核燃料，它不仅放射性强、毒性大，而且半衰期长，基本上以万年为单位。乏燃料并不等于核废料，其中含有许多有用的物质，如没有“烧净”的铀235，以及新生的俘获产物和裂变产物等。在俘获产物中，有钚的各种同位素；在裂变产物中，有锶、铯、钨、钼等，都是可利用的同位素。此外还有大量的铀238等。
- ✓ 乏燃料的后处理，就是要从乏燃料中回收宝贵的可裂变材料（铀235、钚239等）和可转换材料（铀238等），以便再制造成新的燃料元件。提取核燃料在反应堆中辐照时新生的产物，也有很大的科学和经济价值。根据世界核协会相关资料显示，我国铀资源对外依存度常年维持在70%以上。

图表20：乏燃料成分





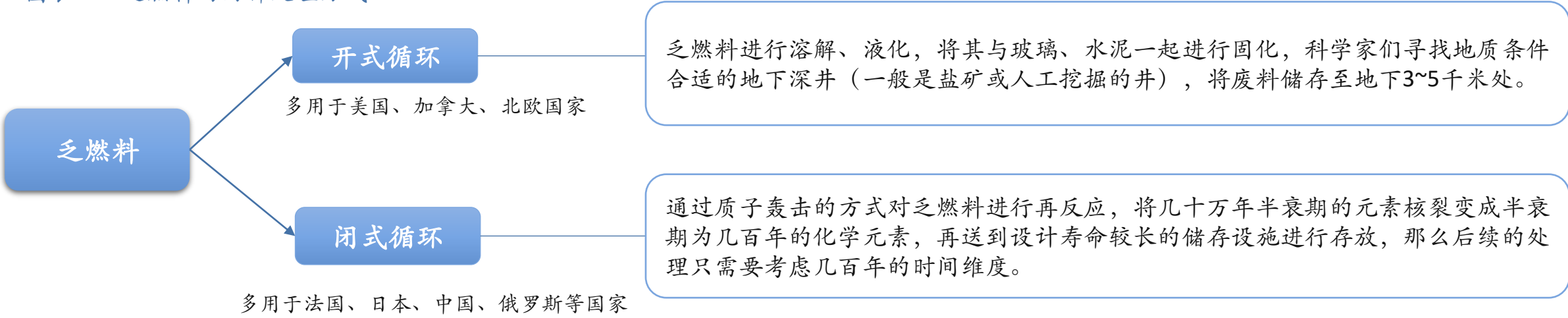
3.2 乏燃料后处理

- **乏燃料后处理的意义首先在于资源的充分利用。**通常压水堆核电站铀资源的利用率仅为0.37%，如果对乏燃料进行后处理，用“榨”出来的铀在压水中再循环一次，可节省天然铀25%；若如此多次循环，则铀资源的利用率可以达到1%；若将后处理得到的钚与铀富集后剩下的贫铀制成快堆燃料，则铀资源的利用率可以达到60%到70%。
- **乏燃料后处理的意义还在于减轻环境保护负担。**如果将装机容量为百万千瓦的核电站运行一年所产生的30吨乏燃料不直接贮存而进行后处理，则其高放废物可以浓缩在约十立方米的玻璃体中。而且其放射性水平大大降低，比较“顽固”的长寿命放射性核素减少，有利于放射性废物的处置。

3.3 乏燃料的两种处理方式

- 2007年，我国确定了符合国情的闭式燃料循环路线。乏燃料后处理属于高精尖技术，处理厂建设需耗时10年。目前，法国、日本、印度等国乏燃料后处理产能已可覆盖最新年产生量，而我国仅有中核四0四有限公司于2010年投产的中试厂产能为50tHM/年。
- 随着压水堆装机容量快速增长，我国乏燃料的总量也将迅速增长。当前，我国乏燃料后处理基础研究与俄罗斯、美国、法国等国仍存差距，后处理关键设备如剪切机、溶解器等仍有待进一步研发，尚未建成商用后处理厂且不具备相应的运行经验。

图表21：乏燃料的两种处理方式



资料来源：《国外乏燃料后处理概况》，华安证券研究所整理

敬请参阅末页重要声明及评级说明



3.4 乏燃料后处理产能不足

- 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。
- 中核集团与法国阿海珐公司合作建设处理厂，借鉴法国乏燃料闭式循环处理的大规模商业运行经验，实现核燃料的循环利用。2010年年底中国自主建设的中试厂热调试取得成功，预计2025年前后才会正式投入运行，但中试厂规模有限，年处理能力仅为50吨。与法国阿海珐公司合作后，在甘肃省境内建立年处理规模达800tHM的乏燃料处理厂已于2021年实现第一罐混凝土浇筑，预计2029年后处理设施进行热试，2030年实现投运，总造价将超过1000亿。

3.4 乏燃料后处理产能不足

- 我国乏燃料后处理产能不足，乏燃料后处理能力亟待提升。
- 随着我国核电站运营规模不断扩大，乏燃料数量逐步增加，预计到2030年，我国每年将产生乏燃料近2637吨，累积产生乏燃料约28285吨，而目前我国乏燃料处理能力仅为50吨/年，在建处理能力也仅为200吨/年，未形成规模化乏燃料后处理能力，离堆贮存能力也已基本饱和，无法满足未来乏燃料的处理需求。

图表22：全球主要国家乏燃料处理设施情况

国家	简要情况	乏燃料处置主要设施	乏燃料处置产能
法国	拥有全球最大轻水堆乏燃料后处理能力设施	阿格后处理厂	1700
英国	除自身外还对其他国家乏燃料进行处理	赛拉菲尔德美诺克斯后处理厂、赛拉菲尔德 THORP 后处理厂	2700
俄罗斯	仅有一个后处理厂	马雅克化学联合体经营德 RT-1厂	400
印度	全球第三个建成PUREX水法后处理流程的国家	拥有三个后处理厂，特朗北中试厂、塔拉普尔后处理厂 1/3B	410

资料来源：中国核能行业协会，华安证券研究所整理

敬请参阅末页重要声明及评级说明



3.4 乏燃料后处理产能不足

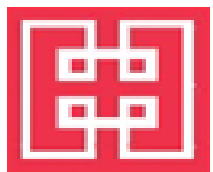
- 根据中国核能行业协会数据，截至 2022 年 6 月 30 日，我国在运核电机组共 54 台（不含台湾地区），在建核电机组 23 台，在运装机容量为 55805.74MWe（额定装机容量）。根据《bp Energy Outlook:2020 edition》的相关数据分析，中国核电的年均增速为 5.4%至 6.0%，按 5.4%的增速对乏燃料产出做保守估算，预计到 2035 年最少将产生乏燃料 2764 吨，而以中值估算的话，这一数字是 3040 吨。
- 假设乏燃料的产量与乏燃料后处理厂建设完成后的处理能力达到平衡，则到 2035 年国内应该具备年处理 2760 吨乏燃料能力。按照中法两国商谈中的 800 吨/年后处理厂的处理能力，假设一个后处理厂的处理能力为 800 吨/年，则估算我国需要建设 3—4 个后处理厂。
- 根据景业智能公司招股说明书引用资料，中法合作的 800 吨/年后处理厂投资规模约为 1500 亿元，由此推测 2035 年前我国乏燃料后处理厂建设投资总规模将达 4500~6000 亿元。根据《The Cost of Reprocessing in China》，一座乏燃料后处理厂的设备投资占总投资比例约为 39.84%。根据上述测算，2021 年至 2035 年中国乏燃料后处理领域智能装备投资额预计为 418 亿元至 1182 亿元，按直线法简单均摊，每年投资额约 28 亿元至 79 亿元。

3.5 智能装备前景广阔

- 乏燃料后处理过程通常采用普雷克斯（PUREX）工艺流程，利用不同价态铀、钚在磷酸三丁酯（TBP）中分配系数的差异，将铀和钚进行分离和纯化回收，最终实现乏燃料的再处理。整个环节涉及对放射性材料的提取、分析和回收制作，需在放射环境下完成大量高精度工作，因此需要大量使用机械手和智能装备。乏燃料后处理厂的分析样品数量庞大，以英国塞拉菲尔德后处理厂为例，该厂年分析样品总量约 21 万个。
- 乏燃料处理环节智能装备需求数量多。根据 Orano 和 La Calhene 官网公开资料，目前世界最大的乏燃料处理厂 La Hague 具备乏燃料年处理量 1700 吨以上，其中对应机器人装备数量在 600 支以上。根据 Orano 和 La Calhene 官网公开资料，目前世界最大的乏燃料处理厂 La Hague 具备乏燃料年处理量 1700 吨以上，其中对应机器人装备数量在 600 支以上。

图表23：核电厂乏燃料在堆贮存水池





目录

1 核电：广泛应用的清洁能源

2 核电技术的前世今生

3 核电产业链百舸争流

4 核电发展正当时，未来可期

5 建议关注公司

6 风险提示





04 核电发展正当时，未来可期

4.1 核电行业政策加持

- 核电产业发展在国家政策的推动和引导之下，技术进入第三、四代领域，在接下来政策的指引下，核电行业将迎来大规模发展。

图表24：2022年国家颁布的核电相关法律法规

政策内容	颁布部门	时间	重点内容
“十四五”现代能源体系规划	能源局、发改委	2022年1月	在确保安全的前提下，积极有序推动沿海核电项目建设，保持平稳建设节奏，合理布局新增沿海核电项目。开展核能综合利用示范，积极推动高温气冷堆、快堆、模块化小型堆、海上浮动堆等先进堆型示范工程，推动核能在清洁供暖、工业供热、海水淡化等领域的综合利用。
2022 年能源工作指导意见	能源局	2022 年3月	有序推进水电核电重大工程建设。建成投运福清6号、红沿河6号、防城港3号 and 高温气冷堆示范工程等核电机组，在确保安全的前提下，积极有序推动新的沿海核电项目核准建设。
关于完善能源绿色低碳转型体制机制和政策措施的意见	发改委	2022 年2 月	健全清洁能源相关标准体系，加快研究和制修订清洁高效火电、可再生能源发电、核电、储能、氢能、清洁能源供热以及新型电力系统等领域技术标准和安全标准。
关于加快建设全国统一电力市场体系的指导意见	发改委	2022 年1 月	培育多元竞争的市场主体。有序放开发用电计划，分类推动燃气、热电联产、新能源、核电等优先发电主体参与市场，分批次推动经营性用户全面参与市场，推动将优先发电、优先购电计划转化为政府授权的中长期合同。

资料来源：观研报告网，瑞咨咨询，华安证券研究所整理

敬请参阅末页重要声明及评级说明

4.2 核电产业发展正当时

图表25：我国大陆在建核电机组情况（截至2022年12月31日）

序号	项目名称	机组	控股股东	堆型	技术	状态	额定功率 (万千瓦)	开工日期
1	田湾核电站	7号机组	中核	压水堆	VVER-1200/V491	在建	127.4	2021/5/19
2		8号机组	中核	压水堆	VVER-1200/V491	在建	127.4	2022/2/25
3	三门核电站	3号机组	中核	压水堆	CAP1000	在建	125.1	2022/6/28
4	海阳核电站	3号机组	国家电投	压水堆	CAP1000	在建	125.3	2022/7/7
5	防城港核电站	3号机组	中广核	压水堆	华龙一号 HPR1000	在建	118	2015/12/24
6		4号机组	中广核	压水堆	华龙一号 HPR1000	在建	118	2016/12/23
7	漳州核电站	1号机组	中核	压水堆	华龙一号 HPR1000	在建	112.6	2019/10/16
8		2号机组	中核	压水堆	华龙一号 HPR1000	在建	112.6	2020/9/6
9	惠州核电站	1号机组	中广核	压水堆	华龙一号 HPR1000	在建	112.6	2019/12/26
10		2号机组	中广核	压水堆	华龙一号 HPR1000	在建	112.6	2020/10/15
11	霞浦核电站	示范快堆 1号机组	中核	钠冷快堆	CFR600	在建	60	2017/12/29
12		示范快堆 2号机组	中核	钠冷快堆	CFR600	在建	60	2020/12/27 ^a
13	三澳核电站	1号机组	中广核	压水堆	华龙一号 HPR1000	在建	112.6	2020/12/31
14		2号机组	中广核	压水堆	华龙一号 HPR1000	在建	112.6	2021/12/30
15	昌江核电站	3号机组	华能	压水堆	华龙一号 HPR1000	在建	120	2021/3/31
16		4号机组	华能	压水堆	华龙一号 HPR1000	在建	120	2021/12/28
17		多用途模块式小型堆 科技示范工程项目	中核	压水堆	玲龙一号 ACP100	在建	12.5	2021/7/13
18	徐大堡核电站	3号机组	中核	压水堆	VVER-1200/V491	在建	127.4	2021/7/28
19		4号机组	中核	压水堆	VVER-1200/V491	在建	127.4	2022/5/19
20	陆丰核电站	5号机组	中广核	压水堆	华龙一号 HPR1000	在建	120	2022/9/8

资料来源：中核战略规划研究总院，华安证券研究所整理

敬请参阅末页重要声明及评级说明



4.2 核电产业发展正当时

- 根据机械工业发电设备中心统计，2022年全国发电设备生产完成13564.5万千瓦（按发电机计，不包含光伏设备），同比增长0.8%。其中核电机组220万千瓦，占1.6%，同比增长57.1%，增速远超火电、风电和水电。
- 机械工业发电设备中心分析称，随着“双碳”战略目标的推进，我国核电项目审批提速，2022年核电机组核准数量达到10台。核电项目开工和设备招标明显提速。核电设备制造企业新接订单增加，企业产能得到释放，经营压力有所缓解，经营质量效益稳步提升。多数核电设备企业营业收入、净利润实现双增长，核电行业景气度向好。2022年主要发电企业电源工程完成核电投资677亿元，同比增长25.7%，创近10年新高。

图表26：核电产业发展趋势

拓宽核燃料供应渠道，
加强乏燃料后处理技术

加强自主创新能力，
提高核心技术水平

促进核电规模发展，
健全安全保障措施

加快开发更先进的四代
核电技术及核燃料循环
策略。

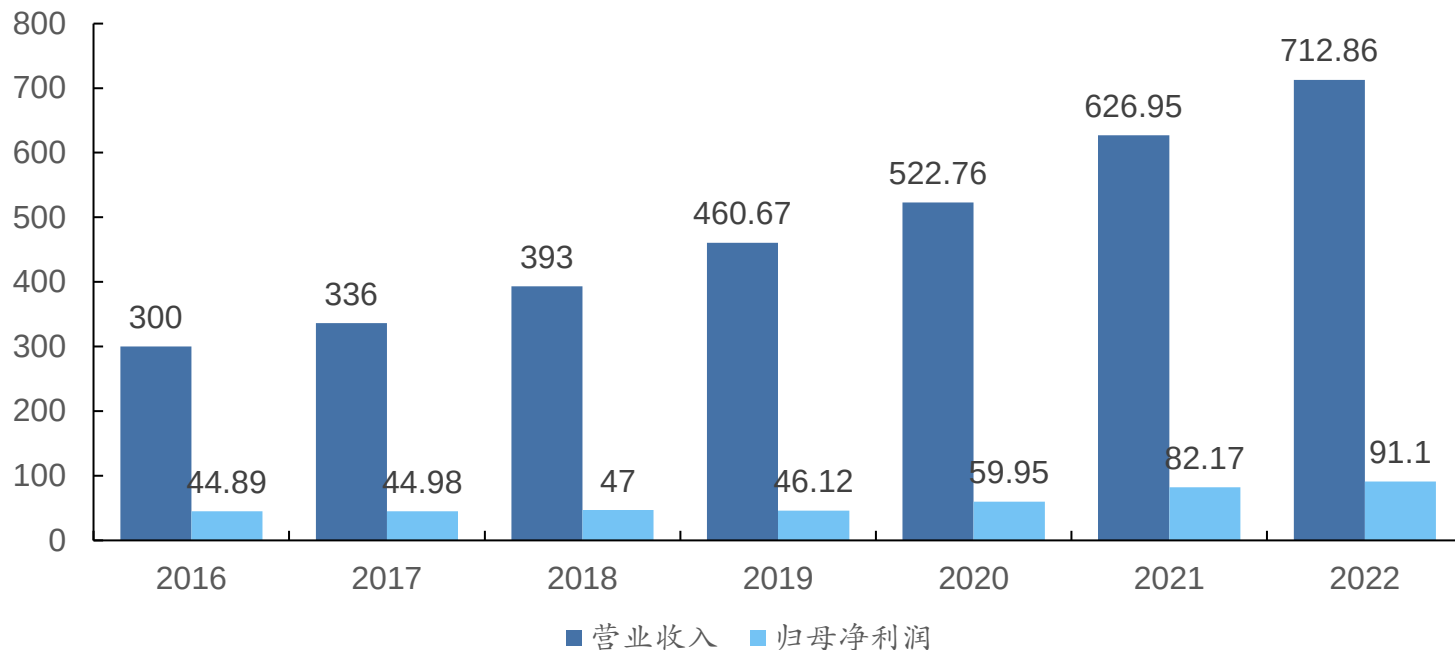
核电行业政策明确，
订单回暖，
终于看到了阳春



4.2 核电产业发展正当时

- “双碳”背景下，核电上市企业盈利能力表现突出。近期，中国核能电力股份有限公司（以下简称“中国核电”）、中国广核电力股份有限公司（以下简称“中国广核”）、中国核工业建设股份有限公司（以下简称“中国核建”）三家A股核电上市企业陆续发布2022年度报告。报告显示，三家核电上市企业营收、利润均实现大幅增长，表现超出预期。

图表27：中国核电2016-2022营收情况（亿元）



资料来源：同花顺ifind，华安证券研究所整理

敬请参阅末页重要声明及评级说明



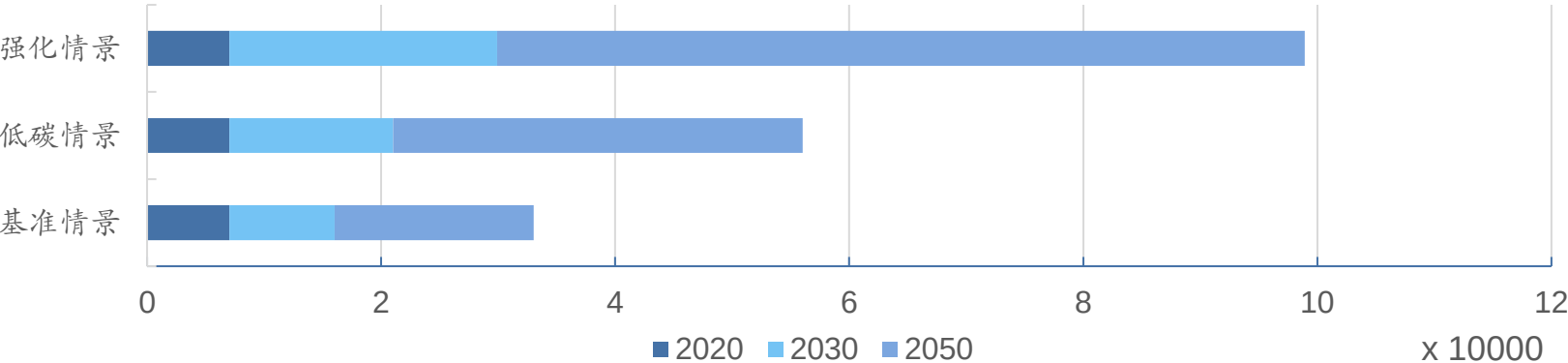
4.2 核电产业发展正当时

- 2022年，三家上市核电企业均交出了亮眼“成绩单”。其中，中国核电2022年经济运行稳中有进，发电量、营业收入、利润总额三项指标再创历史新高：累计安全发电达1992.87亿千瓦时，较上年同比增长9.12%；实现营业收入712.86亿元，同比增长13.70%；归属于上市公司股东的净利润90.10亿元，同比增加9.66%。
- 中国广核2022年实现营业收入828.22亿元，较上年同比增长2.66%；归属于上市公司股东的净利润99.65亿元，同比增长2.06%。
- 中国核建2022年营业收入为991.38亿元，较上年同比增加18.42%；归属于上市公司股东的净利润约17.55亿元，同比增加14.48%。
- “双碳”目标擘画了清洁能源发展的壮阔蓝图，核电迎来规模化发展的历史性机遇。近年来，核电上市企业盈利能力逐年提升态势明显。

4.2 核电产业发展正当时

- 在基于“碳中和”的低碳情景下，2030年，中国能源需求总量达峰，约60亿t标准煤，风电、太阳能发电和核电装机总量达到15.4亿kWh，其中核电装机量达到1.4亿kWh。2050年，能源需求总量有所下降，电力需求仍将保持增长，这意味着电力结构需持续优化。按能源消费总量55亿t标煤计算，非化石能源消费约36.9亿t标准煤，无碳电力装机规模将超过48.7亿kWh，核电装机规模达3.5亿kWh。
- 在强化低碳情景下，且核电技术及建设能力得到极大提高，2030年、2050年中国核电发电总发电量比例分别为10%、20%（分别接近目前全球核电发电量平均占比和达到有核电发达国家的核电占比水平），2030年电力消费占能源消费40%，2050年电力消费占能源消费达到60%，则核电需求量分别为1.79万亿kWh和5.38万亿kWh，按照年利用小时数7800h计算，核电装机规模将分别达约2.29亿kWh和6.9亿kWh。

图表28：中国核电需求总量预测/万kWh



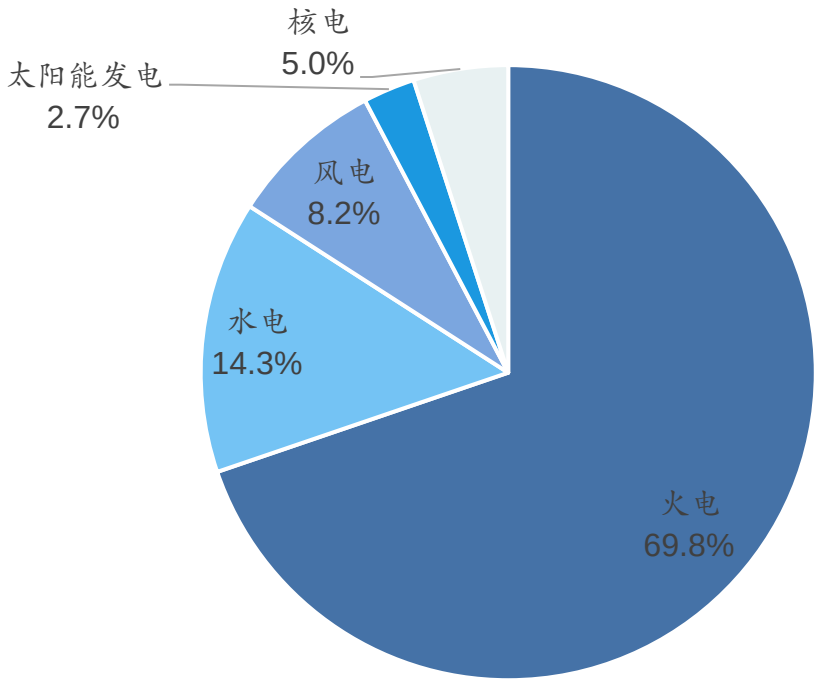
资料来源：《“碳中和”目标下中国核电发展》，华安证券研究所整理

敬请参阅末页重要声明及评级说明

4.2 核电产业发展正当时

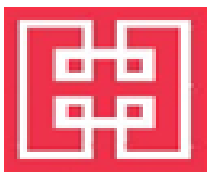
- 据中国核能行业协会发布的2022年能源产品产量统计数据显示，中国核能发电量仅占总发电量的4.98%，低于中亚和东亚平均值6.3%相比于北美的18.8%，北欧、西欧和南欧的24.2%，东欧的22.1%，中国核电在低碳政策背景下的发展潜力非常大。
- 此外，无论是国内大规模上马核电项目还是核电走向国际市场，其经济效益十分显著。在国内，核电项目被称为印钞机，在双碳减排的驱动下，以前还受到电网调峰要求的各核电站，近两年来已经是应发尽发，机组有效利用小时数纷纷创出新高，电厂效益节节攀升。核电项目投资也受到各地方政府和各大银行的大力支持和追捧。作为一个政策导向型显著的行业，近年来迎来了密集的政策利好，可以预见我国核电行业将迎来一个高质量发展的黄金期。

图表29：2022年中国能源结构



资料来源：中国核能行业协会，华安证券研究所整理

敬请参阅末页重要声明及评级说明




华安证券
 HUAAN SECURITIES

目录

- 1 核电：广泛应用的清洁能源
- 2 核电技术的前世今生
- 3 核电产业链百舸争流
- 4 核电发展正当时，未来可期
- 5 建议关注公司
- 6 风险提示



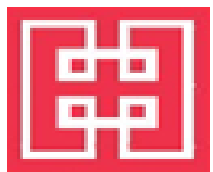
5. 建议关注公司

图表30：建议关注公司

分类	公司	代码		EPS（元）				PE（倍）				投资评级
			股价（元）	2022A	2023E	2024E	2025E	2022A	2023E	2024E	2025E	
压力容器	兰石重装	603169.SH	7.54	0.13	0.22	0.29	0.38	56	35	26	20	买入
	科新机电	300092.SZ	15.66	0.44	0.65	0.92	1.21	35	24	17	13	未评级
	海陆重工	002255.SZ	5.98	0.40	/	/	/	15	/	/	/	未评级
密封	中密控股	300470.SZ	42.85	1.49	1.81	2.19	2.65	29	24	20	16	买入
阀门	中核科技	000777.SZ	14.71	0.45	0.60	0.80	1.04	33	25	19	14	未评级
	江苏神通	002438.SZ	12.34	0.45	0.66	0.85	1.06	28	19	15	12	未评级
电机	佳电股份	000922.SZ	13.19	0.59	0.75	0.93	1.12	22	18	14	12	未评级
智能装备	景业智能	688290.SH	60.29	1.23	1.67	2.29	3.06	49	36	26	20	未评级
非标设备	航天晨光	600501.SH	14.85	0.18	/	/	/	85	/	/	/	未评级

资料来源：同花顺iFinD，一致预期（截止至2023年7月28日收盘）

敬请参阅末页重要声明及评级说明



华安证券
HUAAN SECURITIES

HAMECS

目录

1 核电：广泛应用的清洁能源

2 核电技术的前世今生

3 核电产业链

4 核电发展正当时

5 建议关注公司

6 风险提示





风险提示

1. 政策变动风险，核电安全等相关政策的变动对于行业的影响巨大；
2. 相关核电技术等核心技术更新的风险；
3. 原材料大幅波动的风险，核燃料、铀燃料等面临价格高、供应不足的问题；
4. 测算市场空间的误差风险；
5. 研究依据的信息更新不及时，未能充分反映公司最新状况的风险。



重要声明及评级说明

重要声明

分析师声明

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，以勤勉的执业态度、专业审慎的研究方法，使用合法合规的信息，独立、客观地出具本报告，本报告所采用的数据和信息均来自市场公开信息，本人对这些信息的准确性或完整性不做任何保证，也不保证所包含的信息和建议不会发生任何变更。报告中的信息和意见仅供参考。本人过去不曾与、现在不与、未来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接收任何形式的补偿，分析结论不受任何第三方的授意或影响，特此声明。

免责声明

华安证券股份有限公司经中国证券监督管理委员会批准，已具备证券投资咨询业务资格。本报告中的信息均来源于合规渠道，华安证券研究所力求准确、可靠，但对这些信息的准确性及完整性均不做任何保证。在任何情况下，本报告中的信息或表述的意见均不构成对任何人的投资建议。在任何情况下，本公司、本公司员工或者关联机构不承诺投资者一定获利，不与投资者分享投资收益，也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。投资者务必注意，其据此做出的任何投资决策与本公司、本公司员工或者关联机构无关。华安证券及其所属关联机构可能会持有报告中提到的公司所发行的证券并进行交易，还可能为这些公司提供投资银行服务或其他服务。

本报告仅向特定客户传送，未经华安证券研究所书面授权，本研究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。如欲引用或转载本文内容，务必联络华安证券研究所并获得许可，并需注明出处为华安证券研究所，且不得对本文进行有悖原意的引用和删改。如未经本公司授权，私自转载或者转发本报告，所引起的一切后果及法律责任由私自转载或转发者承担。本公司并保留追究其法律责任的权利。

投资评级说明

以本报告发布之日起6个月内，证券（或行业指数）相对于同期相关证券市场代表性指数的涨跌幅作为基准，A股以沪深300指数为基准；新三板市场以三板成指（针对协议转让标的）或三板做市指数（针对做市转让标的）为基准；香港市场以恒生指数为基准；美国市场以纳斯达克指数或标普500指数为基准。定义如下：

行业评级体系

增持—未来6个月的投资收益率领先市场基准指数5%以上；
中性—未来6个月的投资收益率与市场基准指数的变动幅度相差-5%至5%；
减持—未来6个月的投资收益率落后市场基准指数5%以上；

公司评级体系

买入—未来6-12个月的投资收益率领先市场基准指数15%以上；
增持—未来6-12个月的投资收益率领先市场基准指数5%至15%；
中性—未来6-12个月的投资收益率与市场基准指数的变动幅度相差-5%至5%；
减持—未来6-12个月的投资收益率落后市场基准指数5%至；
卖出—未来6-12个月的投资收益率落后市场基准指数15%以上；
无评级—因无法获取必要的资料，或者公司面临无法预见结果的重大不确定性事件，或者其他原因，致使无法给出明确的投资评级。



谢谢!

欢迎关注华安机械团队

