

► **本周关注：**精测电子、卓然股份、奥普光电、华中数控、曼恩斯特、海陆重工

► **核电是利用核反应堆中核裂变所释放出的热能进行发电的方式。**在核裂变过程中，快中子经慢化后变为慢中子，撞击原子核，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。核电站与我们常见的火力发电站一样，都用蒸汽推动汽轮机做功，带动发电机发电。它们的主要不同在于蒸汽供应系统。火电厂依靠燃烧化石燃料（煤、石油或者天然气）释放的化学能将水变成蒸汽，核电站则依靠核燃料的核裂变反应释放的核能将水变成蒸汽。除反应堆外，核电站其他系统的发电原理与常规火力发电站相仿。各种核电堆型的区别主要在于反应堆的冷却剂和中子慢化剂的不同。按照冷却剂的不同可分为轻水堆、重水堆、气冷堆等，按照中子慢化剂的有无，可分为热中子堆、快中子堆。

► **纵观核电发展历史，核电站技术方案大致可以分为四代。**第一代核电站为原型堆，其目的在于验证核电设计技术和商业开发前景；第二代核电站为技术成熟的商业堆，目前在运的核电站绝大部分属于第二代核电站；第三代核电站为符合 URD 或 EUR 要求的核电站，其安全性和经济性均较第二代有所提高，属于未来发展的主要方向之一；第四代核电站强化了防止核扩散等方面的要求，尚处于商业化早期。

► **在建核电机组数量饱满，总装机容量保持全球第一。**根据中国核能行业协会，截至 2022 年 12 月 31 日，我国运行核电机组共 55 台（不含台湾地区），装机容量为 56985.74MWe（额定装机容量）。2022 年，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，在建核电机组 24 台，总装机容量约 2681 万千瓦，继续保持全球第一。在核电站的生产运营方面，2022 年，中国核电发电量 4178 亿千瓦时，同比增长 2.53%，装机容量 5326 万千瓦，同比增长 4.26%。核电设备利用小时数方面，2022 年 1-12 月，核电设备利用小时数为 7547.70 小时，平均机组能力因子为 91.67%。

► **自主掌握三代核电，实现二代向三代跨越。**根据《中国核能发展报告 2023》蓝皮书，截至 2022 年，国内外共有 5 台“华龙一号”机组建成投产，9 台机组正在建设，“华龙一号”批量化建设有序推进，标志着我国真正自主掌握了三代核电技术，核电技术水平跻身世界前列。四代核电实现首次并网。第四代核能系统的目标是使核电具有更好的经济竞争性、安全和可靠性，要求燃料利用率高、废物产生量小，以及拥有防扩散和外部侵犯的能力，是核能下一步发展的方向。根据第四代核能系统国际论坛（GIF）的推荐，六种四代（先进）堆型分别为钠冷快堆、超高温气冷堆、铅冷快堆、熔盐堆、超临界水冷堆和气冷快堆。作为 GIF 的成员国，中国主要参与了气冷快堆外的另五种堆型的合作研发。2021 年，中国的石岛湾高温气冷堆核电站示范工程项目实现并网发电，是全球首座具有第四代核电技术主要特征的球床模块式高温气冷堆核电站，设备国产化率高达 93.4%。

► **投资建议：**建议关注核电设备相关标的：佳电股份、海陆重工。

► **风险提示：**1) 核电安全事故风险。2) 核电站建设延期的风险。3) 核电政策变动的风险。

推荐

维持评级



分析师 李哲

执业证书：S0100521110006

电话：13681805643

邮箱：lizhe_yj@mszq.com

相关研究

1. 一周解一惑系列：X 射线智能检测设备应用梳理-2023/06/05
2. 一周解一惑系列：光栅尺的测量地位及国产化进程-2023/05/28
3. 一周解一惑系列：“一带一路”能源设备的潜在市场空间与选择-2023/05/21
4. 一周解一惑系列：液冷设备行业梳理-2023/05/15
5. 机械行业 2022 年年报及 2023 年一季报业绩综述：强预期弱现实，精选稳健赛道中特估与新技术方向-2023/05/08

目录

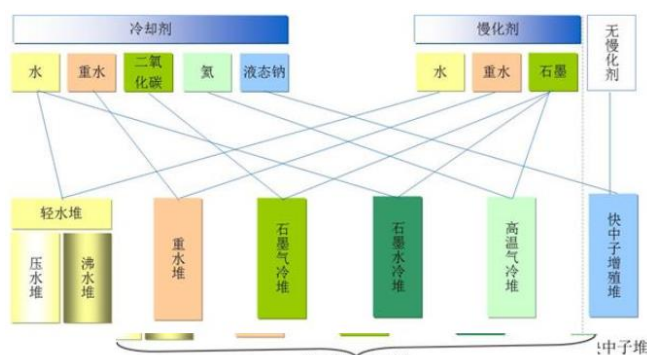
1 核电行业基本情况	3
1.1 核电发电原理及主要堆型	3
1.2 世界核电发展历程	5
1.3 中国核电发展历程	7
2 国内核电发展现状	9
2.1 在建机组充裕，总装机容量保持全球第一	9
2.2 自主掌握三代核电，四代核电已实现并网	9
3 核电产业链	11
3.1 核电产业链上游：核燃料供应	11
3.2 核电产业链中游：核装备制造	12
3.3 核电产业链下游：核电站运营	12
4 相关标的	14
4.1 佳电股份（000922.SZ）	14
4.2 海陆重工（002255.SZ）	15
5 风险提示	17
插图目录	18
表格目录	18

1 核电行业基本情况

1.1 核电发电原理及主要堆型

核电是利用核反应堆中核裂变所释放出的热能进行发电的方式。在核裂变过程中，快中子经慢化后变为慢中子，撞击原子核，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。核电站与我们常见的火力发电站一样，都用蒸汽推动汽轮机做功，带动发电机发电。它们的主要不同在于蒸汽供应系统。火电厂依靠燃烧化石燃料（煤、石油或者天然气）释放的化学能将水变成蒸汽，核电站则依靠核燃料的核裂变反应释放的核能将水变成蒸汽。除反应堆外，核电站其他系统的发电原理与常规火力发电站相仿。各种核电堆型的区别主要在于反应堆的冷却剂和中子慢化剂的不同。按照冷却剂的不同可分为轻水堆、重水堆、气冷堆等，按照中子慢化剂的有无，可分为热中子堆、快中子堆。

图1：各堆型冷却剂和慢化剂对应情况



资料来源：中国核电股说明书，民生证券研究院

目前世界上核电站采用的反应堆有压水堆、沸水堆、重水堆、石墨气冷堆、石墨水冷却堆以及快中子增殖堆等，但比较广泛使用的是压水堆。压水堆以普通水作冷却剂和慢化剂，是目前世界上最普遍的商用堆型。

压水堆（PWR, pressurized water reactor）：使用加压轻水（即普通水）作冷却剂和慢化剂，且水在堆内不沸腾的核反应堆，燃料为浓缩铀。压水堆核电站由核岛和常规岛组成，核岛中的大型设备是蒸汽发生器、稳压器、主泵和堆芯，常规岛主要包括汽轮机组及二回路其它辅助系统，与常规火电厂类似。

沸水堆（BWR, boiling water reactor）：沸水堆是以沸腾轻水为慢化剂和冷却剂并在反应堆压力容器内直接产生饱和蒸汽的动力堆。沸水堆与压水堆同属轻水堆，都具有结构紧凑、安全可靠、建造费用低和负荷跟随能力强等优点。

重水堆（PHWR, pressurized heavy water reactor）：重水堆是以重水作慢化剂的反应堆，可以直接利用天然铀作为核燃料。重水堆可用轻水或重水作冷却剂。

石墨气冷堆（GCR, gas cooled reactor）：用石墨慢化、二氧化碳或氦气冷却的反应堆，目前仅存于英国。

石墨水冷堆（LWGR, light-water cooled graphite moderated reactor）：石墨水冷堆是以石墨为慢化剂、水为冷却剂的热中子反应堆，目前仅存于俄罗斯。

快中子增殖堆（FBR, fast breeder reactor）：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的核电站。快堆在运行中既消耗裂变材料，又生产新裂变材料，而且所产可多于所耗，能实现核裂变材料的增殖。

从结构上看，压水堆核电站主要由核岛、常规岛和电站配套设施（BOP）等组成。核岛由核反应堆厂房和核辅助厂房构成，其中核反应堆厂房的安全壳是核电站的重要安全构筑物。安全壳一般为带有半圆形顶的圆柱体钢筋混凝土建筑，能够承受地震、台风等各种外部冲击，是核电站的第三道安全屏障，确保反应堆的放射性物质不释放到外部环境。

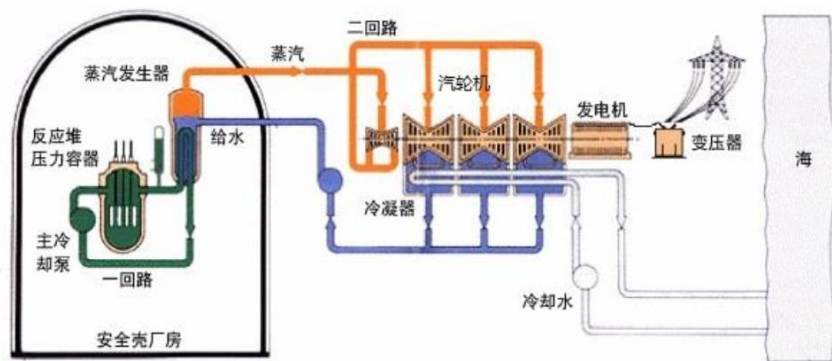
图2：反应堆厂房剖面



资料来源：中国核电股说明书，民生证券研究院

反应原理方面，核燃料在反应堆内发生裂变而产生大量热能，高温高压的一回路冷却水把这些热能带出反应堆，并在蒸汽发生器内把热量传给二回路的水，使它们变成蒸汽，蒸汽推动汽轮机带动发电机发电。一回路：反应堆堆芯因核燃料裂变产生巨大的热能，高温高压的冷却水由主泵泵入堆芯带走热量，然后流经蒸汽发生器内的传热 U 型管，通过管壁将热能传递给 U 型管外的二回路，释放热量后又被主泵送回堆芯重新加热再进入蒸汽发生器。水这样不断的在密闭的回路内循环，被称为一回路。二回路：蒸汽发生器 U 型管外的二回路水受热变成蒸汽，蒸汽推动汽轮机发电机做功，把热能转换为电力；做完功后的蒸汽进入冷凝器冷却，凝结成水返回蒸汽发生器，重新加热成蒸汽。这个回路循环被称为二回路。

图3：核电发电原理



资料来源：中国核电股说明书，民生证券研究院

1.2 世界核电发展历程

纵观核电发展历史，核电站技术方案大致可以分四代。第一代核电站为原型堆，其目的在于验证核电设计技术和商业开发前景；第二代核电站为技术成熟的商业堆，目前在运的核电站绝大部分属于第二代核电站；第三代核电站为符合URD或EUR要求的核电站，其安全性和经济性均较第二代有所提高，属于未来发展的主要方向之一；第四代核电站强化了防止核扩散等方面的要求，尚处于商业化早期。

(1) 第一代核电技术。主要集中在美国、前苏联、英国、法国等少数几个国家，联邦德国和日本由于被禁止在二战后10年内进行核研究，因而核能技术应用起步较晚。这阶段典型的核电机组堆型包括：英国和法国建造的一批“美诺克斯”天然铀石墨气冷堆，前苏联早期建造的轻水冷却石墨慢化堆，美国早期建造的压水堆和沸水堆。第一代核电站目前已基本已退役，它们有以下一些共同点：建于核电开发期，因此具有研究探索的试验原型堆性质；设计比较粗糙，结构松散，尽管机组发电容量不大，一般在30万千瓦之内，但体积较大；设计中没有系统、规范、科学的安全标准作为指导和准则，因而存在许多安全隐患；发电成本较高。

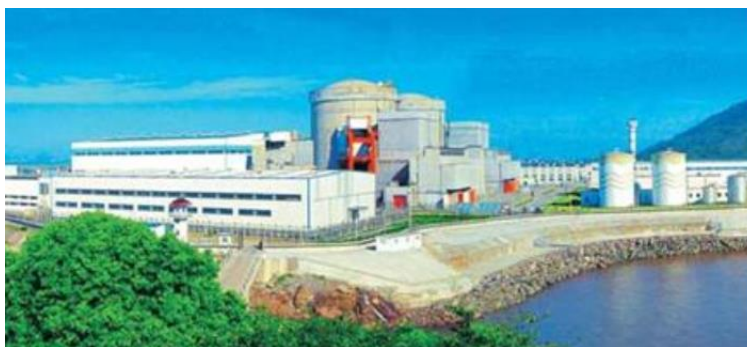
图4：第一代核电技术——早期原型堆



资料来源：中国核电股说明书，民生证券研究院

(2) 第二代核电技术。在第一代核能系统的技术可行性得到验证以后，从 20 世纪 70~90 年代，对这些经验证的机型实施了标准化、系列化、批量化建设，至今仍在商业运行的核电厂，绝大部分属于第二代或二代改进型技术。这一时期是商用核电厂大发展的时期。这一代的核电机组类型主要由美国设计的压水堆核电机型（PWR，System80）和沸水堆核电机型（BWR）、法国设计的压水堆核电机型（P4、M310）、俄罗斯设计的轻水堆核电机型（VVER），以及加拿大设计的重水堆核电机型（CANDU）等。

图5：秦山二核实景图



资料来源：中国核电股说明书，民生证券研究院

(3) 第三代核电技术。派生于目前运行中的第二代核能系统。反应堆的设计基于同样的原理，并吸取了这些反应堆几十年的运行经验，进一步采用经过开发验证且可行的新技术，旨在提高现有反应堆的安全性，满足 URD（美国核电用户要求）和 EUR（欧洲核电用户要求）。第三代核能系统的开发始于 20 世纪 90 年代，第三代核电重在增加事故预防和缓解措施。降低事故概率并提高安全标准。第三代核电机型主要有 AP1000、EPR、ABWR、APR1400、AES2006、ESBWR、CAP1400、华龙一号。

图6：浙江三门核电厂鸟瞰图



资料来源：中国核电股说明书，民生证券研究院

(4) 第四代核电技术。未来新一代先进核能系统，无论是在反应堆还是在燃料循环方面都有重大的革新和发展。第四代核能系统的发展目标是增强能源的可持续性，核电厂的经济竞争性、安全和可靠性，以及防扩散和外部侵犯能力。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）。

1.3 中国核电发展历程

(1) 核电起步阶段（1970—1993 年）

20 世纪 70 年代初，中国决定发展核电。1983 年，中国确定了发展压水堆核电的技术路线，明确了中国核电发展的基本方向。1984 年，中国第一座自主设计和建造的秦山核电站开工建设；1991 年 12 月 15 日，该电站成功并网发电，结束了中国无核电的历史。中国成为继美国、英国、法国、前苏联、加拿大、瑞典之后世界上第七个能够自行设计、建造核电站的国家。

(2) 适度发展阶段（1994—2005 年）

这个阶段，核电发展方针为“适度发展”。1996 年，引进法国 M310 技术并消化改进的秦山核电厂二期 2 台 650 兆瓦机组工程开工建设；2004 年两台机组全部投入商运。仅 55 项大型关键设备中，就有 47 项实现了国产化。通过秦山二期的建设，我国核工业不仅积累了科研设计、建筑安装、工程监理、设备制造、核燃料组件生产、调试运行及工程管理等一整套核电建设的经验，而且为自主设计、建设百万千瓦级核电站奠定了坚实基础。

(3) 积极发展阶段（2006—2011 年）

随着中国经济快速发展，能源电力需求不断攀升。2006 年《核电中长期发展规划（2005—2020 年）》明确指出“积极推进核电建设”，确立了核电在中国经济与能源可持续发展中的战略地位。其间，中国引进欧美国家第三代核电技

术 AP1000 和 EPR1750，并在此基础上不断创新，形成了具有自主知识产权的第三代先进压水堆技术。

(4) 安全高效发展阶段（2011 年至今）

2011 年日本福岛核泄漏事件后，国家对所有在运在建核电项目开展全面安全隐患大排查，针对排查出来的潜在隐患研究方案并采取改进措施，并加强顶层设计，制定了最严格的安全标准，建立健全国家核应急综合体系。在织密核电安全网后，2021 年《政府工作报告》正式提出，要“在确保安全的前提下积极有序发展核电”。中国核电进入了安全高效发展的新阶段。公开资料显示，自 2015 年核准 8 台新建核电机组后，中国核电行业经历了 3 年多的“零审批”状态。今年年初，这一状态发生改变——2019 年 1 月 30 日，中国核工业集团漳州核电一期项目 1 号、2 号机组，以及中国广核集团惠州太平岭核电一期项目 1 号、2 号机组获得核准。

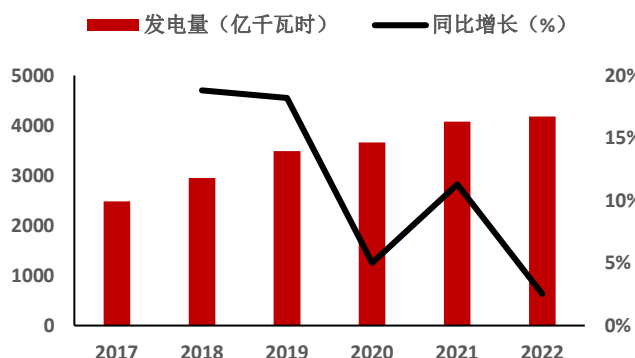
2 国内核电发展现状

2.1 在建机组充裕，总装机容量保持全球第一

根据中国核能行业协会，截至 2022 年 12 月 31 日，我国运行核电机组共 55 台（不含台湾地区），装机容量为 56985.74MWe（额定装机容量）。2022 年，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，在建核电机组 24 台，总装机容量约 2681 万千瓦，继续保持全球第一。

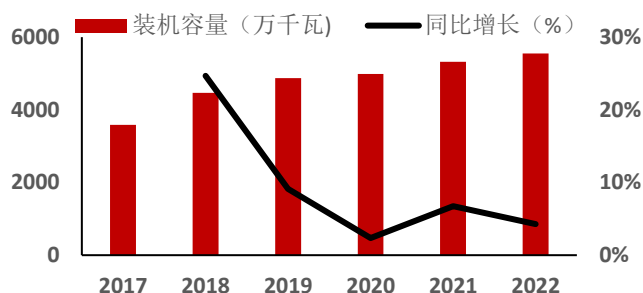
在核电站的生产运营方面，2022 年，中国核电发电量 4178 亿千瓦时，同比增长 2.53%，装机容量 5326 万千瓦，同比增长 4.26%。核电设备利用小时数方面，2022 年 1-12 月，核电设备利用小时数为 7547.70 小时，平均机组能力因子为 91.67%。

图7：2017-2022 年中国核电发电量及增长率



资料来源：Wind，民生证券研究院

图8：2017-2022 年中国核电发电装机容量及增长情况



资料来源：Wind，民生证券研究院

2.2 自主掌握三代核电，四代核电已实现并网

自主掌握三代核电，实现二代向三代跨越。根据《中国核能发展报告 2023》蓝皮书，截至 2022 年，国内外共有 5 台“华龙一号”机组建成投产，9 台机组正在建设，“华龙一号”批量化建设有序推进，标志着我国真正自主掌握了三代核电技术，核电技术水平跻身世界前列。“华龙一号”机组陆续投运，标志着我国实现了由二代向自主三代核电技术的全面跨越，同时，高温气冷堆、小型堆、聚变堆等一批代表着当今先进水平的核能工程也取得重大进展。“华龙一号”在工程建设、安全运行方面数字化水平不断提升，设计优化改进方案实现固化，自主软件取证持续推进。一批自主化关键设备、材料已在“华龙一号”在建项目中实现应用。

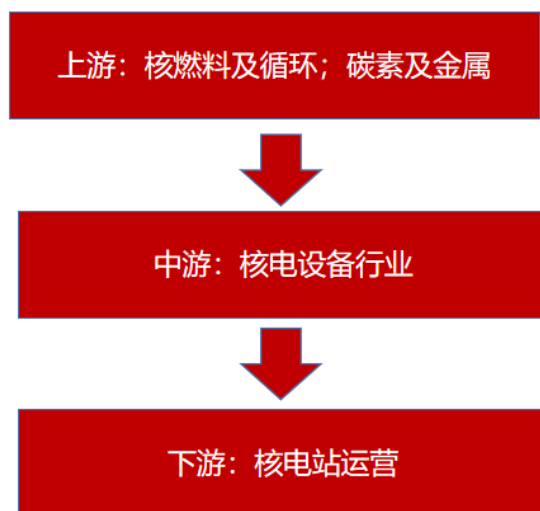
四代核电实现首次并网。第四代核能系统的目标是使核电具有更好的经济竞争性、安全和可靠性，要求燃料利用率高、废物产生量小，以及拥有防扩散和外

部侵犯的能力，是核能下一步发展的方向。根据第四代核能系统国际论坛（GIF）的推荐，六种四代（先进）堆型分别为钠冷快堆、超高温气冷堆、铅冷快堆、熔盐堆、超临界水冷堆和气冷快堆。作为 GIF 的成员国，中国主要参与了气冷快堆外的另五种堆型的合作研发。2021 年，中国的石岛湾高温气冷堆核电站示范工程项目实现并网发电，是全球首座具有第四代核电技术主要特征的球床模块式高温气冷堆核电站，设备国产化率高达 93.4%。高温气冷堆所产生的热量能够满足乙醇提纯、石油化工、制氢等领域绝大部分热源需求。

3 核电产业链

产业链方面，我国核电设备行业上游主要是核燃料及循环、碳素及金属，中游为核岛设备、常规岛设备及辅助设备三类核电设备，下游则是核电站运营。

图9：核电设备行业产业链



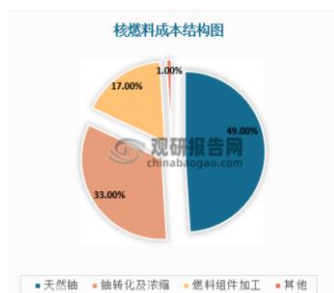
资料来源：观研报告网，民生证券研究院

3.1 核电产业链上游：核燃料供应

核燃料最核心的材料是燃料芯块，由二氧化铀组成，是裂变反应产生热量的主要原料，而二氧化铀又是由天然铀提炼而成。因此，在核燃料成本结构中，天然铀占比最高，达到 49%。

目前，我国铀资源虽然较为丰富，主要集中分布于江西、内蒙古、新疆、广东、湖南、等省，已发现的铀资源总量约占全国总量的 95%，但是铀矿床类型多，并且以砂岩型、花岗岩型、火山岩型和碳硅泥岩型为主，成矿地质条件复杂，开采难度大，需要海外进口来供应国内铀矿需求。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10：核燃料成本结构图



资料来源：观研报告网，民生证券研究院

3.2 核电产业链中游：核装备制造

根据观研报告网发布的《中国核电设备行业现状深度研究与未来前景预测报告（2022-2029 年）》显示，**核电设备主要由核岛、常规岛及辅助设备三大系统构成**，其中核岛是整个核电站的核心，负责将核能转化为热能，是核电站所有设备中工艺最复杂、投入成本最高的部分。

表1：核电设备分类

设备类型	主要设备
核岛	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
常规岛	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
辅助系统	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、排水系统，供热通风与空气调节系统等

资料来源：观研天下，民生证券研究院整理

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。常规岛设备在技术上不区分第二代和第三代；辅助系统的工程规模比较小。

目前核岛设备的供应现状是四大国企。上海电气、东方电气、哈电集团、中国一重占据主要供应地位，承担了三代核电主设备的国产化任务，包括反应堆压力容器、稳压器、蒸汽发生器、汽轮发电机、主冷却剂泵；中国二重参与部分产品。民营企业在细分产品如阀、泵管道、风机制冷设备等方面占据了主要供应地位。

华龙一号设备国产化率 85%以上。中国一重：全部反应堆压力容器的制造任务；东方电气：汽轮发电机组等主设备的设计、制造以及蒸汽发生器的制造任务；上海电气：反应堆堆内构件、核二三级泵等制造任务；哈电股份：核岛反应堆冷却剂泵、常规岛辅机给水加热器等；中核科技关键阀门：主蒸汽隔离阀、核级直流电驱驱动闸阀。

3.3 核电产业链下游：核电站运营

2002 年电改后，中电投继承了原国家电力公司的所有核电资产，2015 年 5

月中电投与国核技合并为国电投后，国内具有核电运行（民用核设施运行许可证）牌照的只有三家央企——中广核集团、中核集团和国电投集团。随着 2015 年 5 月份中国电力投资集团公司与国家核电技术公司合并成国家电投，核电开发运营形成了三足鼎立的局面。

4 相关标的

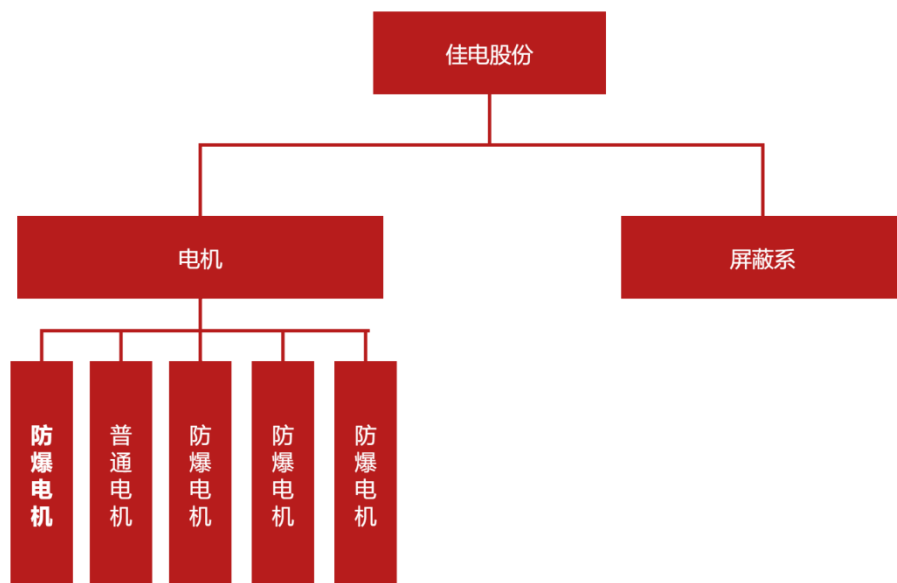
4.1 佳电股份 (000922.SZ)

佳电股份是我国防爆电机、起重及冶金用电机、屏蔽电机（电泵）及局部扇风机的创始厂和主导企业，产品广泛应用于机械煤炭、石油化工、起重冶金、航空航天等行业以及核电站、卫星发射、三峡工程、南极长城站等国家重点建设项目。

防爆电机领域，公司具备 80 余年生产电动机的历史，是我国大中型、特种电机的创始厂和主导厂，研制出了我国第一台防爆电机、第一台正压型防爆电机，成功研制我国单机功率最大的 TZYW/TAW10000-20 正压外壳型/增安型无刷励磁同步电动机。YBX3 系列、YBX4 系列、YBX5 系列及其派生隔爆型高效三相异步电动机（包括矿用通用电动机等）处于行业领先水平。公司在同步机、防爆高压系列异步机方面拥有雄厚的技术底蕴和强势的品牌影响力，已成为行业内生产同步机、防爆高压系列异步机的“中国驰名商标”，市场开拓优势明显，处于行业领军水平。

屏蔽电机、电泵方面，公司 1963 年研制成功我国第一台隔爆型屏蔽式三相异步电动机，后续又研制成功我国第一台高温高压屏蔽电泵，并先后开发了 PB、PBN、PBG、PBZ、PBJ、PBR、PBX、PBL 及派生系列屏蔽电机电泵。其中公司自主研制的高温高压屏蔽电泵占市场主导地位，为国家多项重点工程建设做出了突出贡献。核用电机方面，公司是国内首家取得核级电机设计、制造许可证的企业，先后取得了民用核安全电气设备设计、制造和机械设备设计、制造许可证。公司研制的 1E 级 K1 类电动机填补了国内空白，达到国际先进水平，且部分指标优于国外同类产品，其中全尺寸带载 LOCA 鉴定试验为国际首次。近年来，公司在核电领域首次全部实现了 RRA、ASG、RCV、EAS、RIS、RRI、SEC、ETY 等系统配套电机的国产化，公司主要的核电产品为电压等级 380~10000V，功率等级 0.37~12000kW 区间的各个规格的核级、非核级电动机，在核电领域可供产品市场占有主导优势。

图11：佳电股份主营业务构成



资料来源：佳电股份官网，民生证券研究院

4.2 海陆重工 (002255.SZ)

海陆重工主要从事工业余热锅炉、大型及特种材质压力容器和核安全设备的制造销售业务，以及固废、废水等污染物处理、回收利用的环境综合治理服务及光伏电站运营业务。

1) 工业余热锅炉。余热锅炉作为回收工业生产过程中的余热、废热的重要组成部分，是节能减排的关键设备。余热锅炉的热源来自于工业生产中所产生的气体、液体及固体物料的高温余热，以及工艺流程中所发生的高温废热等。通过余热（废热）的回收过程，余热锅炉可以对烟气排放和废气中污染物进行减排处理，达到保护环境的目的。公司已形成以节能、降排、环保的新型余热锅炉为主导的系列产品，产品覆盖钢铁、有色、焦化、石化、建材、化工、造纸、电力等各个应用领域，市场占有率高。

表2：公司主要余热锅炉产品

主要产品	用途	技术水平
干熄焦余热锅炉	钢铁冶金、焦化行业	国际先进
氧气转炉余热锅炉	钢铁冶金	国际先进
高炉煤气余热锅炉	钢铁冶金	国际先进
加热炉余热锅炉	钢铁冶金、石化	国际先进
有色冶炼余热锅炉	有色冶金	国际先进
硫磺制酸余热锅炉	化工	国际先进
炼油催化装置余热锅炉	石化	国际先进
柴油机余热锅炉	船用	国际先进
碱回收余热锅炉	造纸	国际先进

资料来源：海陆重工招股说明书，民生证券研究院整理

2) 大型及特种材质压力容器。公司生产的大型及特种材质压力容器，主要用于石油化工、炼油、精细化工、煤化工等领域。主要产品包括：换热器、分离器、反应釜、储罐、塔器、过滤器、蒸发器等。

3) 核安全设备。公司自 1998 年起涉足核电领域，并于 1998 年首次取得民用核承压设备制造资格许可证，经过 20 多年在核电领域的深耕与发展，创新智造先后完成多个项目的国际、国内首件（台）制造任务。公司核安全设备包括：安注箱、堆内构件吊篮筒体、堆内构件吊具、乏燃料冷却器、硼酸冷却器、冷凝液冷却器、再生式热交换器、非能动余热排出系统、稳压器卸压箱、硼酸贮存箱、容积控制箱、应急补水箱、柴油机主贮油罐、安全壳内换料水箱返回槽等

4) 固废、废水等污染物处理和回收利用服务。公司全资子公司格锐环境主要从事固废处理业务、废水处理及环保工程建设等。通过对环保工程的整体设计和优化，为客户提供包括方案设计、设备集成、工程施工、设备调试以及后续运营服务于一体的整体化服务。

5) 光伏电站。公司全资子公司张家港海陆新能源有限公司主营业务为光伏电站运营，主要产品为电，产品用途有两种：一种是自发自用，余电上网。即电站所发的电一部分用于企业自身的生产、制造，剩余部分出售给国家电网；另一种是全额上网，所发的电全部售给国家电网。

5 风险提示

- 1) **核电安全事故风险。**核电站反应堆内存在大量的放射性物质，一旦放射性物质泄漏将对人员及环境造成长久且不可逆的伤害。若发生核安全事故，将导致核电产业停滞，对相关公司的业绩及行业前景造成不利影响。
- 2) **核电建设延期风险。**核电站建设周期长，投资大，对安全和质量的要求高。在核电站建设过程中，可能出现需要设计变更、核电设备不符合要求等情况所导致的工期延误，进而导致投资预算超出等情况。
- 3) **核电政策变动风险。**核电隶属于国家管控的特殊行业，行业发展与国家政策息息相关。针对不同时期核电发展的现状，国家会对核电站审核、建设、监管等方面的政策进行调整，政策变动可能会对核电装机量产生影响。

插图目录

图 1: 各堆型冷却剂和慢化剂对应情况	3
图 2: 反应堆厂房剖面	4
图 3: 核电发电原理	5
图 4: 第一代核电技术——早期原型堆	6
图 5: 秦山二核实景图	6
图 6: 浙江三门核电厂鸟瞰图	7
图 7: 2017-2022 年中国核电发电量及增长率	9
图 8: 2017-2022 年中国核电发电装机容量及增长情况	9
图 9: 核电设备行业产业链	11
图 10: 核燃料成本结构图	12
图 11: 佳电股份主营业务构成	15

表格目录

表 1: 核电设备分类	12
表 2: 公司主要余热锅炉产品	16

分析师承诺

本报告署名分析师具有中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格并登记为注册分析师，基于认真审慎的工作态度、专业严谨的研究方法与分析逻辑得出研究结论，独立、客观地出具本报告，并对本报告的内容和观点负责。本报告清晰地反映了研究人员的研究观点，结论不受任何第三方的授意、影响，研究人员不曾因、不因、也将不会因本报告中的具体推荐意见或观点而直接或间接收到任何形式的补偿。

评级说明

投资建议评级标准		评级	说明
以报告发布日后的 12 个月内公司股价（或行业指数）相对同期基准指数的涨跌幅为基准。其中：A 股以沪深 300 指数为基准；新三板以三板成指或三板做市指数为基准；港股以恒生指数为基准；美股以纳斯达克综合指数或标普 500 指数为基准。	公司评级	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：广东省深圳市福田区益田路 6001 号太平金融大厦 32 层 05 单元；518026