



Research and  
Development Center

# 核电行业专题报告（一）：核电审批提速， 四代技术正走上舞台

—电力设备与新能源行业深度报告

2024年1月11日

武浩 电力设备与新能源行业首席分析师

执业编号：S1500520090001

联系电话：010-83326711

邮箱：wuhao@cindasc.com

王煊林 电力设备与新能源研究助理

联系电话：17768100716

邮箱：wangxuanlin@cindasc.com

证券研究报告

行业研究

行业深度报告

电力设备与新能源

投资评级 看好

上次评级 看好

武浩 电新行业首席分析师

执业编号：S1500520090001

联系电话：010-83326711

邮箱：wuhao@cindasc.com

王煊林 电新行业研究助理

联系电话：17768100716

邮箱：wangxuanlin@cindasc.com

信达证券股份有限公司

CINDA SECURITIES CO., LTD

北京市西城区闹市口大街9号院1号楼

邮编：100031

# 核电行业专题报告（一）：核电审批提速，第四代技术走上舞台

2024年1月11日

## 报告内容摘要：

◆**核电具备低碳和低成本优势，我国审批提速趋势明显。**全球范围来看，2022年中国可运行反应堆占比仅13.3%，但在建反应堆占比达37.2%，中国是全球核电建设较为积极的地区。核电是经济性较好的发电方式，度电成本与风光发电成本接近；核电也是低碳发电方式，全生命周期碳排放低于光伏，在新能源发电占比上升的背景下，核能作为一种稳定性强的基荷，有望与新能源形成互补，支持电网运行。目前，全球多数国家都有较为积极的核电发展态度，预计我国2035年核电发电占比也将达到10%左右，在更加积极的政策指引下我国核电机组核准开始呈现提速趋势，2021-2023年我国新增核准核电数量已分别达到5、10、10台。

◆**安全为基，四代核电技术渐行渐近。**历史上曾发生过三哩岛、切尔诺贝利和福岛三次重大核事故，事故一定程度上延缓了核电的发展，1986年切尔诺贝利事故后全球核电装机量也呈现了明显放缓态势，因此建造更加安全的核电站具备较强需求，第四代核电技术应运而生。第四代核电技术包括气冷快堆、铅冷快堆、熔盐反应堆、钠冷快堆、超临界水冷堆、超高温气冷堆六种路线，各技术各具特色，全球多国在各技术路线上均有一定进展，我国在高温气冷堆和钠冷快堆方面进展较快。

◆**我国第四代核电技术高温气冷堆投入商业化运行。**我国核电整体技术发展将为从热堆到快堆再到聚变堆的三步走战略，近期到中期的目标包括了优化自主第三代核电技术和开发第四代核能系统。2023年12月，石岛湾核电站投入商运，这一事件意义重大，该核电站为全球首座投入商业化运行的第四代核电站。该核电站采用高温气冷堆技术，安全性获得大幅提高，高温出口也使其具备了较好的核能综合利用方式。我们认为，第四代核电技术或已迎来快速发展时期，核电发展的安全性掣肘问题有望逐渐减少，核能发展或将提速。

◆**核电单机价值量高，设备端有望率先受益。**根据中国广核，单台机组的投资额约187.5亿元，其中设备投资额约50%，设备中核岛投资额又高达约58%。核电站的建造流程长达5~8年，我们认为，考虑到核电核准在2019年后重启，相关设备供应公司或将迎来密集的设备交付期。

◆**投资建议：**核电迎来较快发展时期，具备核电站核岛设备制造交付能力的公司有望率先受益；四代核电技术有望带来核电站部分环节的改变，新技术路线下具备供货能力的公司有望受益。建议关注东方电气、中核科技、江苏神通、佳电股份、久立特材、海陆重工。

**风险因素：**核电产业政策变动风险、四代核电技术发展不及预期风险、用电需求增长放缓风险，交付节奏不及预期风险。

## 目录

行业核心聚焦	5
一、核电具备低碳和低成本优势，我国审批提速趋势明显	6
1.1 核电发电原理	6
1.2 中国引领全球核电装机，压水堆仍为主力机型	7
1.3 中国核电装机持续增长，沿海地区集中分布	8
1.4 核电低成本和低碳优势显著，有望与新能源形成互补支撑	9
1.5 核电政策趋于积极，中国核准审批提速明显	11
二、安全为基，四代核电技术渐行渐近	14
2.1 安全性是核电发展的重大影响因素	14
2.2 安全性是核电发展的重大影响因素，四代核电渐行渐近	15
2.3 四代核电技术各具特色，全球研发持续突破	18
2.4 中国核电发展实施“三步走”战略，高温气冷堆投入商业化运行	21
三、核电单机组价值量高，设备环节有望迎来增长机遇	24
3.1 东方电气：我国电气龙头之一，核电设备制造能力完善	24
3.2 中核科技：背靠中核集团，优质核电阀门供应商	25
3.3 江苏神通：特种阀门龙头企业，持续扩展业务领域	26
3.4 佳电股份：特种电机行业先行者，四代堆主氨风机取得进展	26
3.5 久立特材：核电U型蒸发器主要供应商	27
3.6 海陆重工：深耕余热锅炉领域，积极发展环保、核电产业	28
四、风险因素	28

## 图表目录

图表 1：核裂变原理示意图	6
图表 2：核聚变原理示意图	6
图表 3：典型核电站结构示意图	6
图表 4：全球在运核电站容量	7
图表 5：全球可运行反应堆地区分布	7
图表 6：全球在建反应堆地区分布	7
图表 7：2022 年世界在运各类型核电装机占比	8
图表 8：2022 年世界在建各类型核电装机占比	8
图表 9：2013-2023Q3 中国核电累计装机量	8
图表 10：我国核电站地理位置分布	8
图表 11：2023 年核电运营商竞争格局	9
图表 12：不同发电方式 LCOE 对比	10
图表 13：不同发电方式碳排放量对比	10
图表 14：2023 年 1-11 月不同发电方式发电利用小时数	10
图表 15：全球各国核电发展态度	11
图表 16：2022 年全国各电源发电装机容量占比	12
图表 17：2022 年全国各电源发电量占比	12
图表 18：2022 年全球各国核电发电量占比	12
图表 19：2035 年前核电新增装机量测算	12
图表 20：中国各时期核电政策表述	12
图表 21：国内在建核电项目情况（截至 2022 年 12 月 31 日）	13
图表 22：2008-2023 年我国每年新增核准核电机组数量	13
图表 23：全球新增在运核电站容量	15
图表 24：核电技术发展路线图	15
图表 25：气冷快堆（GFR）示意图	17
图表 26：铅冷快堆（LFR）示意图	17
图表 27：熔盐反应堆（MSR）示意图	17
图表 28：钠冷快堆（SFR）示意图	17
图表 29：超临界水冷堆（SCWR）示意图	18
图表 30：超高温气冷堆（VHTR）示意图	18
图表 31：六种四代核电技术与轻水堆技术对比	18
图表 32：六种四代核电技术主要研发挑战	19
图表 33：世界各国四代核电技术进展	19
图表 34：中国四代核电技术进展	20
图表 35：中国核电发展“三步走”战略	21
图表 36：中国核能技术发展路线图	21

图表 37: 高温气冷堆核电站运行示意图.....	22
图表 38: 高温气冷堆燃料元件示意图 .....	23
图表 39: 核电产业链 .....	24
图表 40: 1GW 核电厂投资成本明细.....	24
图表 41: 东方电气近年营收和归母净利润 .....	25
图表 42: 东方电气核电产品收入和毛利率 .....	25
图表 43: 江苏神通近年营收和归母净利润 .....	26
图表 44: 江苏神通核电产品收入和毛利率 .....	26
图表 45: 中核科技近年营收和归母净利润 .....	26
图表 46: 中核科技核电产品收入和毛利率 .....	26
图表 47: 佳电股份近年营收.....	27
图表 48: 佳电股份近年归母净利润.....	27
图表 49: 久立特材近年营收.....	27
图表 50: 久立特材近年归母净利润.....	27
图表 51: 海陆重工近年营收和归母净利润 .....	28
图表 52: 海陆重工核电产品收入和毛利率 .....	28

## 行业核心聚焦

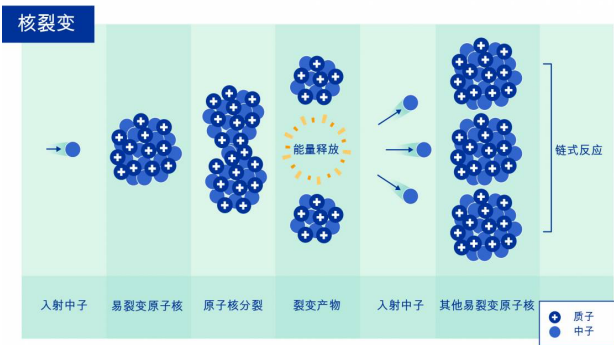
我们认为：1)核电具备绿色低碳、低成本等多种优势，在新能源装机占比上升的背景下，是一种比较理想的基荷电源，未来对于核电的重视程度有望持续提高；（2）核电经历多年发展低谷期后，当下审批提速趋势已有所体现，核电有望进入一个积极发展的时期；（3）安全性是制约核电大规模装机的重要因素，四代核电技术有望大大提高安全性，目前我国高温气冷堆技术已走向商运，四代核电将渐行渐近。

# 一、核电具备低碳和低成本优势，我国审批提速趋势明显

## 1.1 核电发电原理

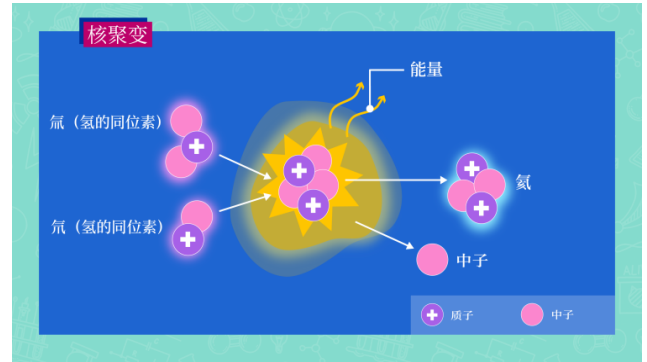
核电是一种利用核能进行能量转换的技术，主要涉及到核裂变的核反应过程。目前商业核电站主要采用核裂变技术，此外还有核聚变技术，但核聚变技术仍在早期研究阶段。

图表 1：核裂变原理示意图



资料来源：IAEA，信达证券研发中心

图表 2：核聚变原理示意图

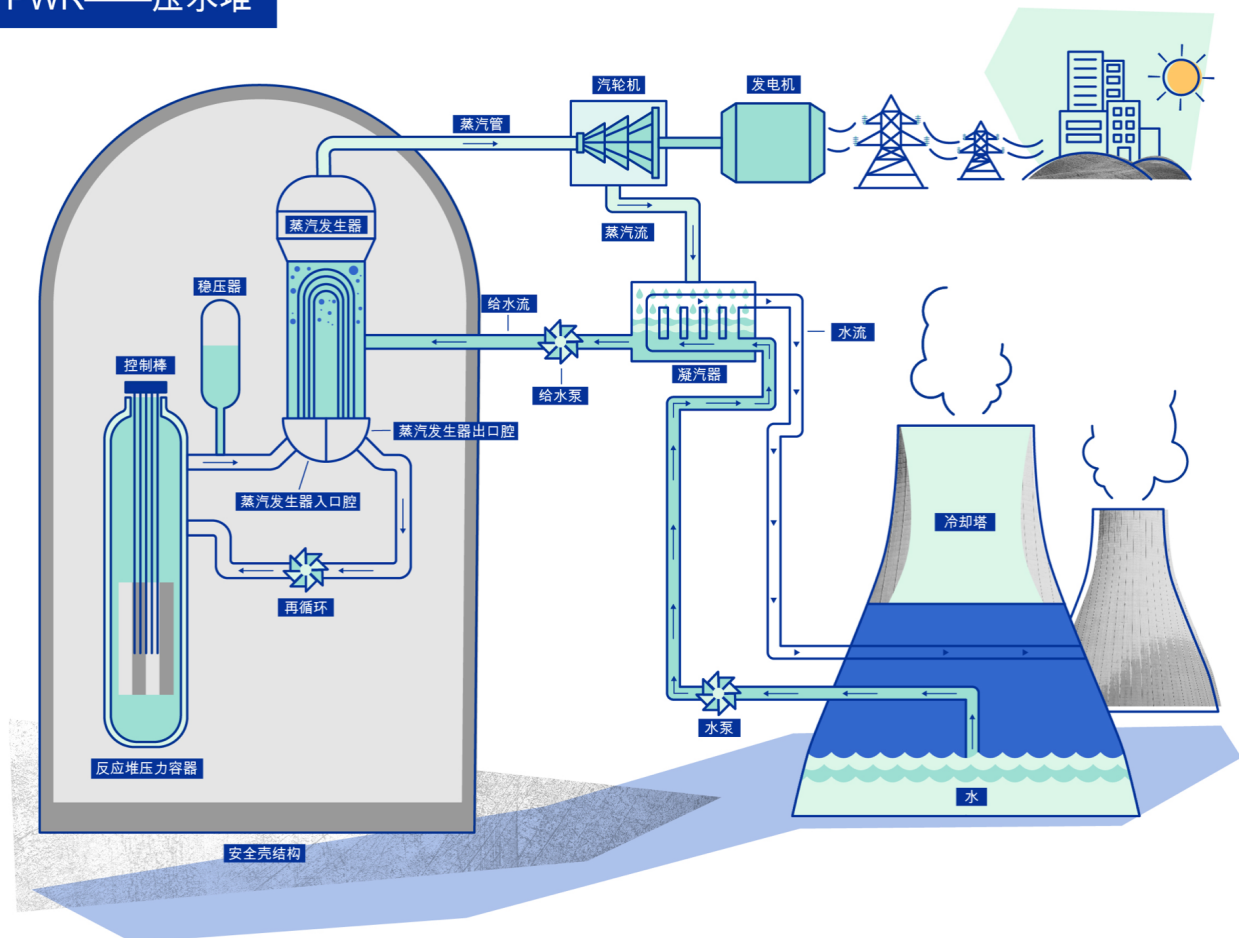


资料来源：IAEA，信达证券研发中心

核电发电厂一般使用铀 235 的裂变产生热量，使得一回路的反应堆冷却剂（一般为水）升温后产生蒸汽，蒸汽通过一回路管道循环流经蒸汽发生器一次侧，把热量传递给蒸汽发生器二次侧的二回路水，汽化成饱和蒸汽，经主蒸汽管道流到常规岛汽轮机，蒸汽推动涡轮机，从而驱动发电机发电。

图表 3：典型核电站结构示意图

### PWR——压水堆

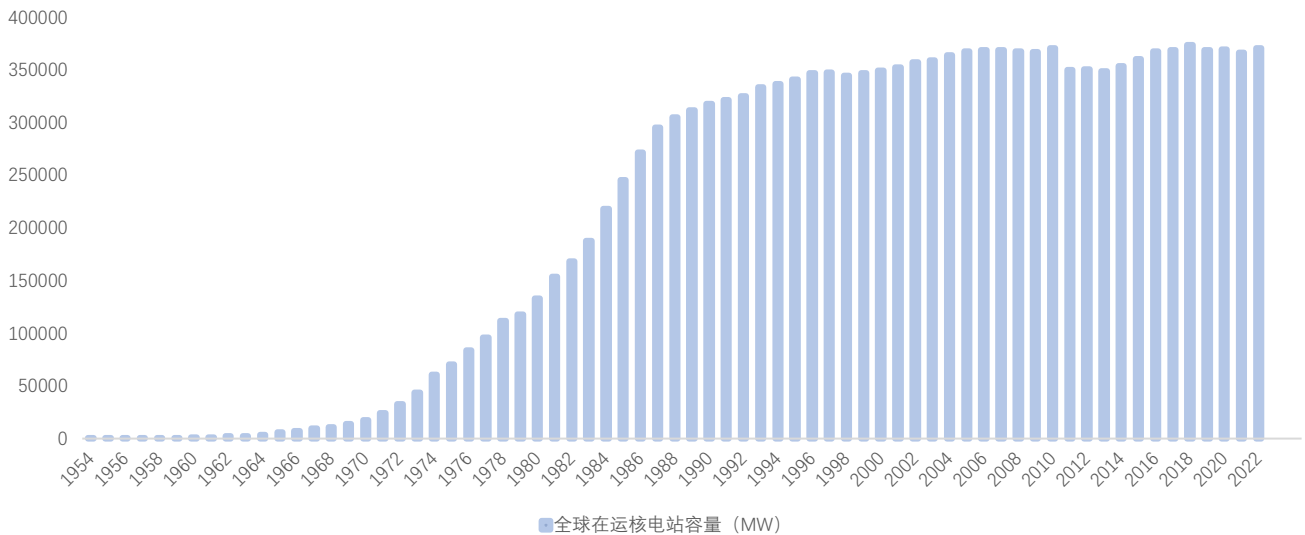


资料来源：IAEA，信达证券研发中心

## 1.2 中国引领全球核电装机，压水堆仍为主力机型

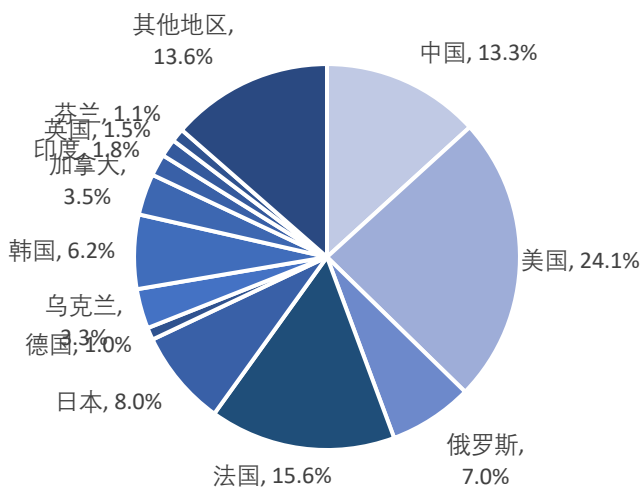
**全球核电装机发展平稳，中国引领全球装机增长。**根据 IAEA，全球核电在 20 世纪 70 年代到 90 年代之间经历了较为快速的装机量增长，90 年代后至今整体装机量较为平稳，截至 2022 年全球在运核电站容量为 371GW。根据 IAEA，从全球反应堆的地区分布来看，2022 年美国、法国、中国、俄罗斯、日本是核电装机量较多的国家，但中国地区是核反应堆建设最积极的地区，2022 年在建反应堆容量 22.1GW，全球占比达 37.2%。

图表 4：全球在运核电站容量



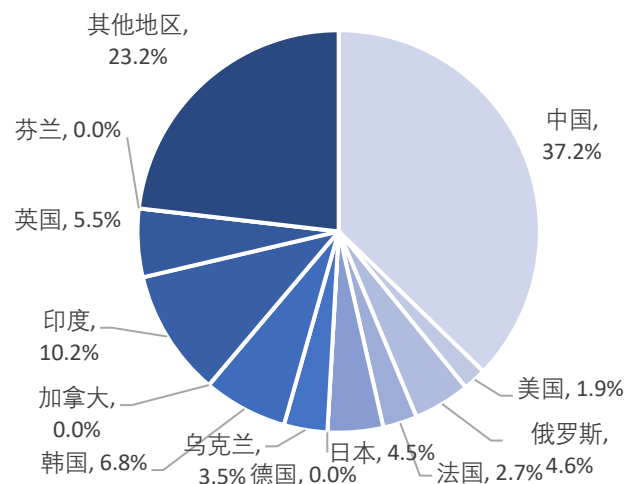
资料来源：IAEA，信达证券研发中心

图表 5：全球可运行反应堆地区分布



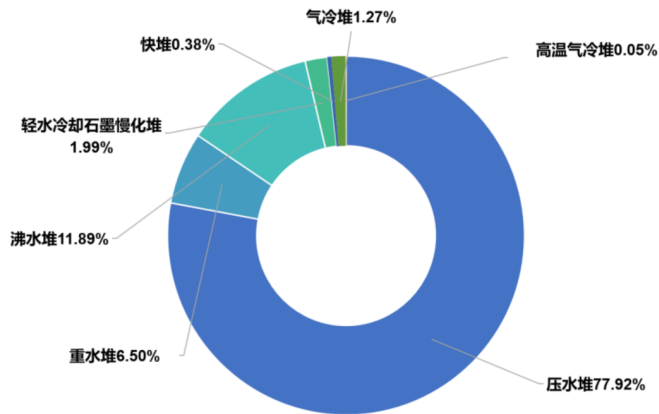
资料来源：IAEA，信达证券研发中心

图表 6：全球在建反应堆地区分布

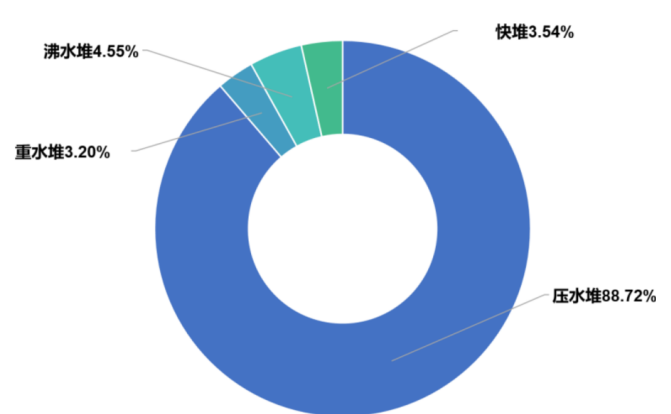


资料来源：IAEA，信达证券研发中心

**压水堆是当前世界核电主要堆型。**根据 IAEA 数据，2022 年世界 32 国在运 411 台核电中，压水堆 301 台，装机容量 289.1GW，占比 77.92%；世界 18 国在建 58 台核电中，压水堆 49 台，装机容量 52.7GW，占比 88.72%。2022 年已有少量快堆、气冷堆、高温气冷堆在运行，同时也有 4 台快堆，装机容量 2.1GW 在建设。

**图表 7：2022 年世界在运各类型核电装机占比**


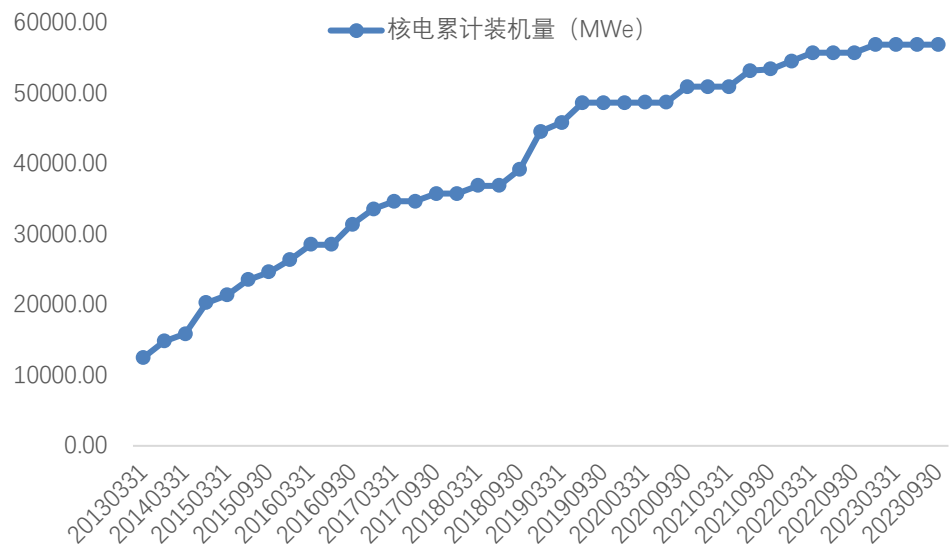
资料来源：IAEA，国家核安全局，信达证券研发中心

**图表 8：2022 年世界在建各类型核电装机占比**


资料来源：IAEA，国家核安全局，信达证券研发中心

### 1.3 中国核电装机持续增长，沿海地区集中分布

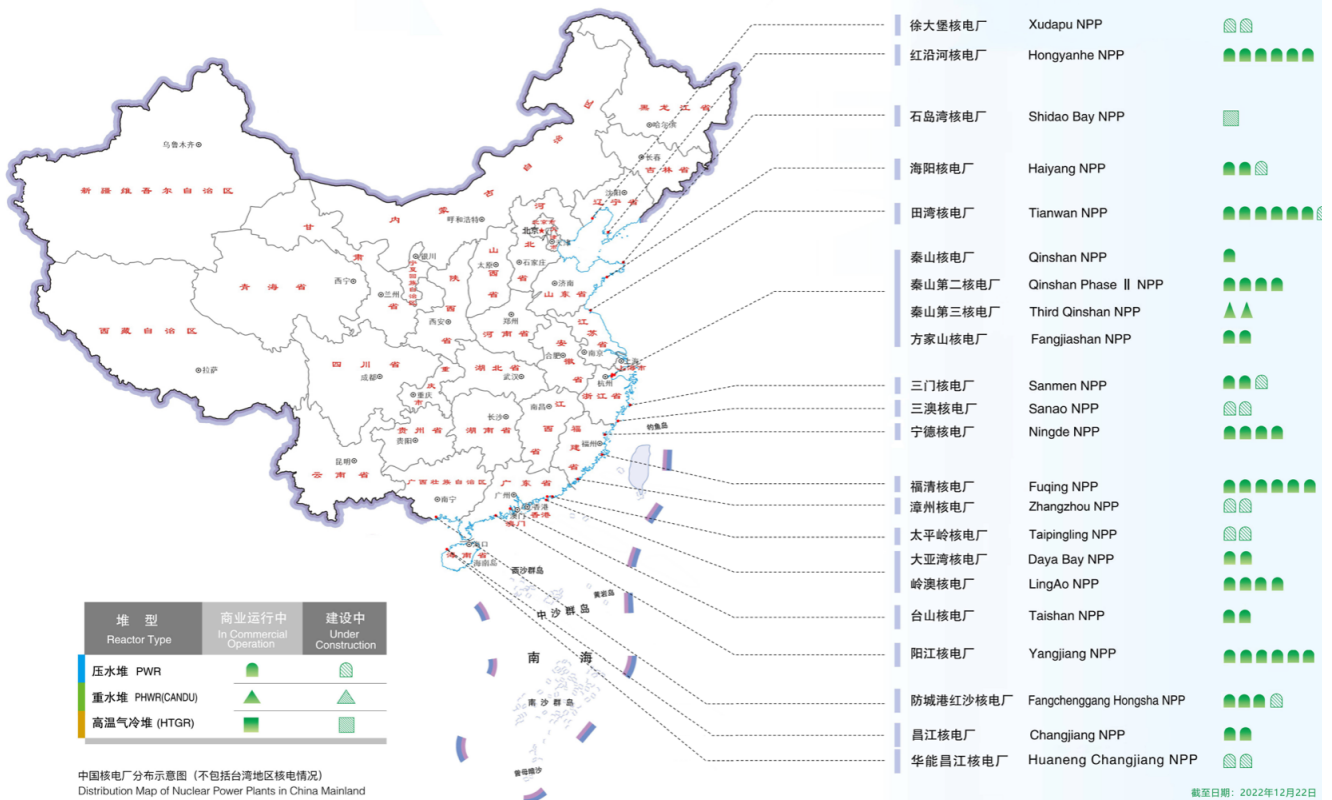
我国核电装机较为积极，近年装机量持续增长。截至 2023 年 9 月末，我国核电累计装机量达 57.0GW，相较于 2013 年 12.5GW 装机量大幅提升，2013-2022 年年复合增长率为 16.1%。

**图表 9：2013-2023Q3 中国核电累计装机量**


资料来源：ifind，中国核能协会，信达证券研发中心

我国核电站均分布于沿海地区，内陆核电站未来可期。我国核电站目前均位于沿海地区，装机较多的广东、浙江、福建、江苏在运机组容量分别为 16.1、9.1、11.0、6.6GW，在建机组装机容量分别为 2.3、3.5、3.5、2.5GW。目前公众接受度低制约了我国内陆核电站建设，然而世界现有核电站中，内陆场址占 50%以上，我们认为，四代堆型高温气冷堆或将通过安全性提高的方式促进内陆核电站建设。

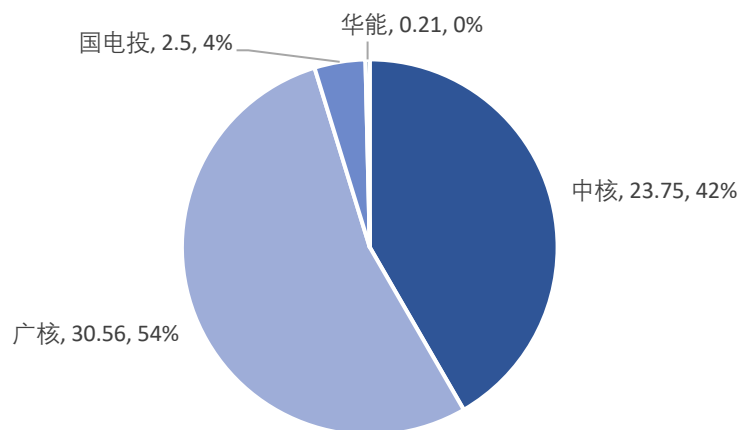
**图表 10：我国核电站地理位置分布**



资料来源: 中国核能协会, 信达证券研发中心

核电下游运营商壁垒较高, 竞争格局稳定。核能较为特殊, 行业存在行政准入门槛和技术等壁垒, 核电开发运营基本维持中核和广核的双寡头竞争格局。2023 年拥有核电牌照的公司仅中核、广核、国电投和华能, 目前大唐集团正在争取核电的第五张牌照。

图表 11: 2023 年核电运营商竞争格局



资料来源: 国家原子能机构, 信达证券研发中心

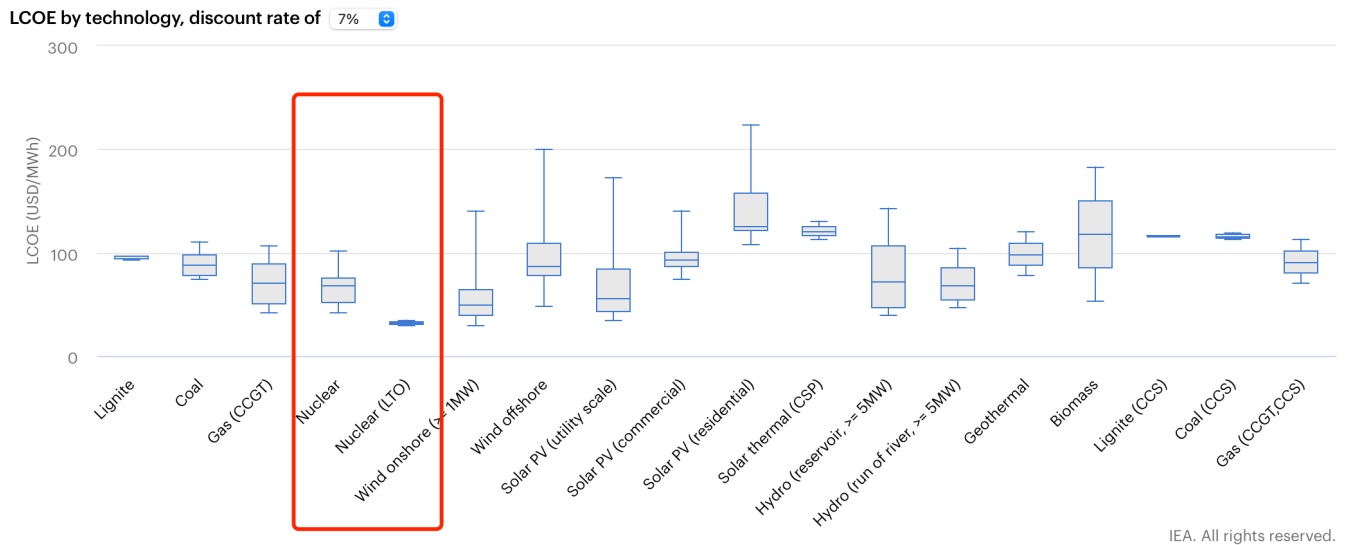
#### 1.4 核电低成本和低碳优势显著, 有望与新能源形成互补支撑

核电是经济性较好的发电方式, 度电成本与风光发电成本接近。根据 IEA, 全球范围来看, 在 7%折现率下核电是度电成本比较低的一种发电方式, 核电 LCOE 中位数为 69\$/MWh。在中国, 7%折现率下, 火电、天然气、陆上风电、集中式光伏和核电的 LCOE

请阅读最后一页免责声明及信息披露 <http://www.cindasc.com> 9

分别为 75、84、58、51、66\$/kWh，核电的发电成本显著低于火电并与风光成本接近。

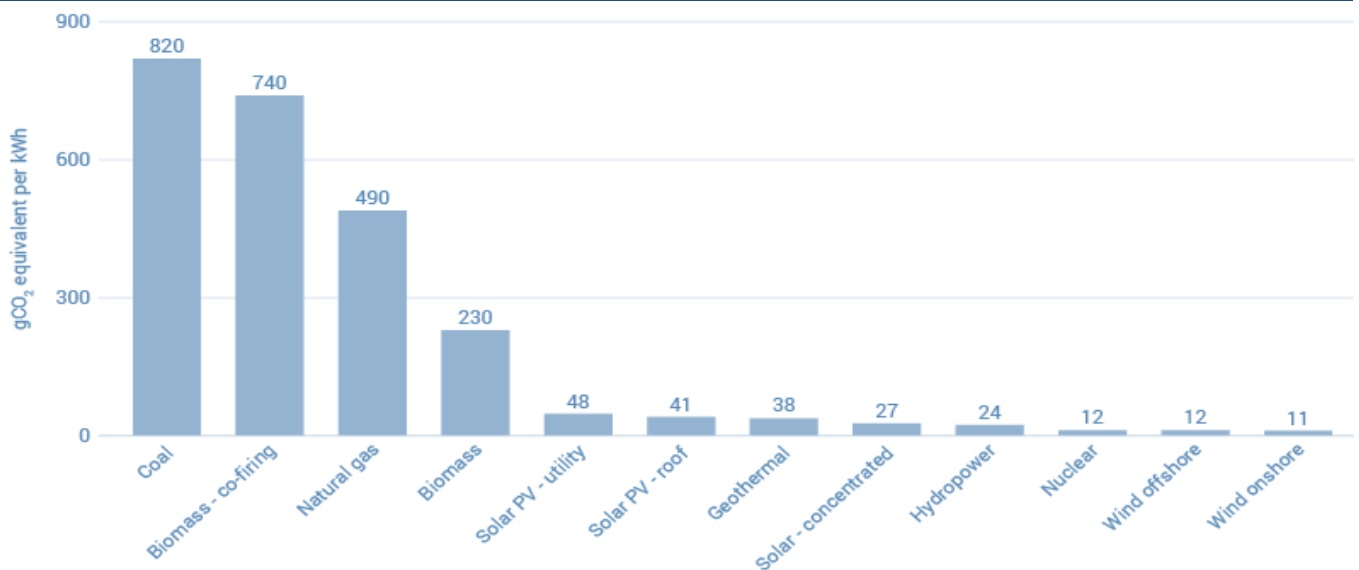
图表 12: 不同发电方式 LCOE 对比



资料来源: IEA, 信达证券研发中心

核电是低碳的发电方式，全生命周期碳排放低于光伏发电。考虑全生命周期情况，核电碳排放约 12g/kWh，与陆上和海上风电碳排放水平接近，明显低于各类型的光伏发电。

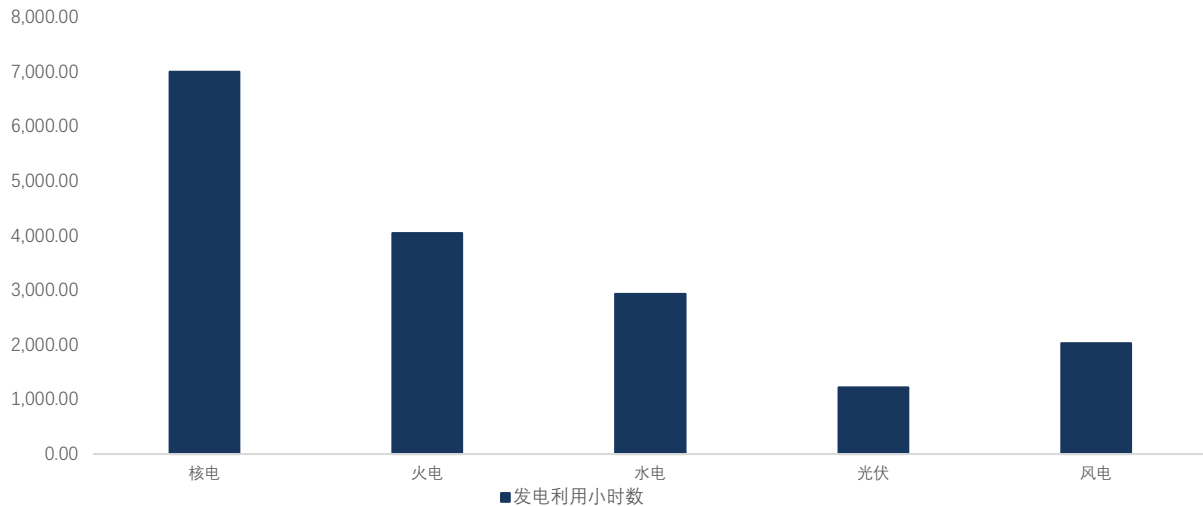
图表 13: 不同发电方式碳排放量对比



资料来源: 世界核能协会, 信达证券研发中心

核能作为基荷稳定性强，有望与新能源形成互补，有效支撑电网运行。2023 年 1-11 月核电发电利用小时数 7001 小时，高于传统的火电和水电能源，也远高于光伏和风电，2015 年以来核电的年利用小时数均维持在 7000 小时以上。核电是高密度能源，发电出力稳定，能够独自承担基本负荷的责任。与之对比的风电和光伏发电属于低密度能源，发电具有明显的随机性、间歇性和波动性的特征，不能够独自承担基本负荷。因此核电可在电网中承担慢速调峰的责任，未来或将有效支撑高比例新能源上网消纳。

图表 14: 2023 年 1-11 月不同发电方式发电利用小时数



资料来源: ifind, 中电联, 信达证券研发中心

## 1.5 核电政策趋于积极, 中国核准审批提速明显

### 1.5.1 全球提出核电增长目标, 多国政策积极

核能对于碳中和具有重大意义, 气候大会首次提出全球性核能发展目标。2023年12月, 22个国家在COP28上提出核能发展联合宣言, 2050年全球核能容量将达到目前容量的3倍, 即2050年全球核能累计装机量将达到1100GW, 我们认为全球核能装机有望进入持续增长的时期。

全球对于核电的态度正变得更加积极。美国增加核电运营补贴、增加研发投入; 法国、韩国重振核电计划; 日本积极推动国内核电站重启; 全球其他非传统核电和无核电国家也提出了一些新建计划。

图表 15: 全球各国核电发展态度

国家	核电发展态度
美国	《2022 通胀削减法案》中将有 3690 亿美元用于发展能源, 在核能领域, 将为现有核电机组提供每千瓦时 0.015 美元的生产税抵免; 为高丰度低浓铀国内供应链建设提供 7 亿美元资助; 为能源部核能办公室拨款 1.5 亿美元, 加强国家实验室的基础设施建设, 支持核能研发。
法国	2022 年法国政府高调宣布重振核电计划以实现气候目标, 明确核能是法国能源和脱碳政策的核心, 并计划在 2050 年前新建 6~14 座反应堆, 同时支持在运核反应堆延寿运行。
英国	英国政府发布《能源安全战略》提出, 到 2050 年将核电容量增加两倍, 为英国提供 25% 电力。
韩国	韩国新政府改变原来的弃核政策, 重新将核能纳入主要能源清单, 加大投资核电产业, 计划到 2030 年将核电在电力结构中的比重提升至 33%。
日本	日本为确保能源供给安全, 积极推动国内核电站重启, 将核能在本国电力结构中的份额提高至 22%。
全球其他地区	欧洲议会同意将核能纳入《欧盟可持续金融分类法案》, 核能在欧洲国家应对气候变化中的作用越来越重要。东欧、中东和南美洲的一些非传统核电国家和无核电国家, 如波兰、亚美尼亚、土耳其、沙特阿拉伯、巴西、阿根廷等 30 多个国家也提出了新的核电建设计划。

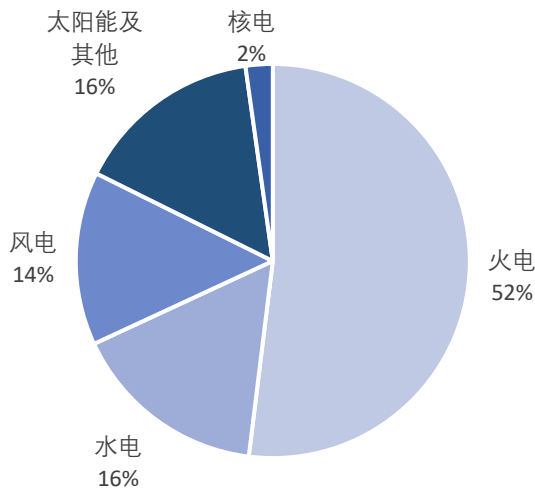
资料来源: 中核智库, 中国核能协会, 信达证券研发中心

### 1.5.2 我国提出 2035 核电发展目标, 进入较快速的发展时期

我国核电发电量占比预计将有较大增长。根据中国核能协会, 2022 年全国发电装机容量中核电占比为 2.2%, 发电量占比为 4.98%, 而中国核能协会预计 2035 年我国核能发电量在总发电

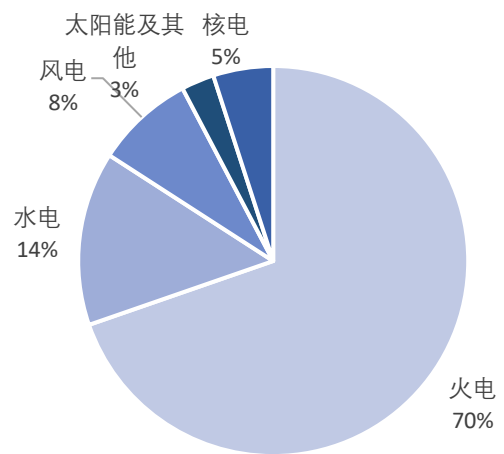
量的占比将达到10%左右，增长空间较大。

图表 16: 2022 年全国各电源发电装机容量占比



资料来源: 中国核能协会, 信达证券研发中心

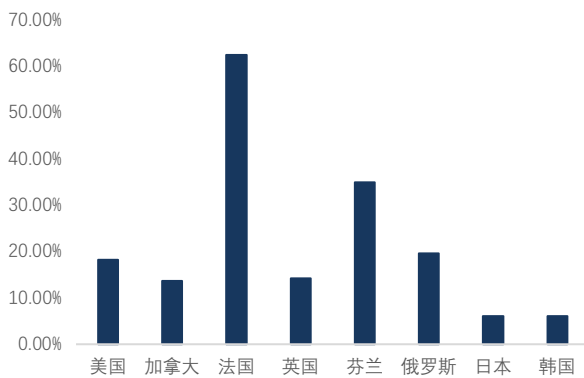
图表 17: 2022 年全国各电源发电量占比



资料来源: 中国核能协会, 信达证券研发中心

中国核电发电量偏低，长期有较大成长空间。2022 年全球范围来看，美国核电发电量占比达到 18.2%，法国为 62.5%，英国为 14.2%，日本和韩国均为 6.1%。中国 2022 年核电发电量占比显著低于世界水平，根据我们的测算，假设年利用小时数维持每年 7500 小时，发电量每年增长 5%，每台核电机组的容量为 1.2GW，则 2035 年核电发电量占比 10% 的目标对应的核电机组年新增装机台数约为 11 台，中国核电有望进入较为快速的发展时期。

图表 18: 2022 年全球各国核电发电量占比



资料来源: 世界核能协会, 信达证券研发中心

图表 19: 2035 年前核电新增装机量测算

	2022	2035
发电量 (GWh)	8389179	15819047.7
装机量 (GW)	57.0	210.9
利用小时数 (h)	7500	7500
发电量占比	5.0%	10%
核电发电量 (GWh)	417786	1581904.77
年新增装机台数		10.8

资料来源: 中国核能协会, 信达证券研发中心

### 1.5.3 我国政策态度积极，审批提速明显

我国将“积极安全有序发展核电”。2011 年后我国能源发展五年规划中对于核电的安全十分重视，而“十四五”期间将积极安全有序发展核电。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。

图表 20: 中国各时期核电政策表述

政策名称	时期	政策表述
《能源发展“十一五”规划》	2006-2010	加快建设核电基地。做好一批核电站前期工作。
《能源发展“十二五”规划》	2011-2015	安全高效发展核电。严格实施核电安全规划和核电中长期发展规划（调整），把“安全第一”方针落实到核电规划、建设、运行、退役全过程及所有相关产业。

《能源发展“十三五”规划》	2016-2020	安全高效发展核电，在采用我国和国际最新核安全标准、确保万无一失的前提下，在沿海地区开工建设一批先进三代压水堆核电项目。
《能源发展“十四五”规划》	2021-2025	积极安全有序发展核电。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。

资料来源：国家能源局，发改委，信达证券研发中心

我国在建核电项目充足，未来装机量有充分保障。截至2022年12月31日，我国在建核电装机容量合计为25.5GW，多数项目为2019年后开工建设，堆型以压水堆为主，也有1台高温气冷堆和2台钠冷快堆正在建设。

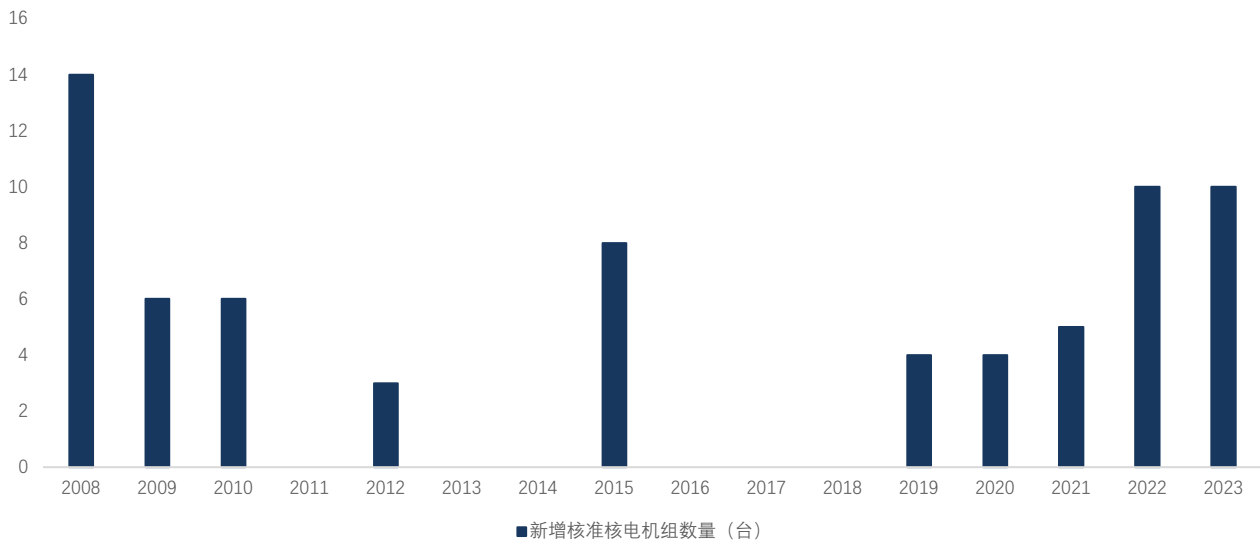
图表 21：国内在建核电项目情况（截至2022年12月31日）

序号	机组	堆型	额定容量 (MWe)	开工时间
1	山东石岛湾1号	高温气冷堆 HTR-PM	211	2012.12.09
2	广西防城港3号	压水堆	1188	2015.12.24
3	广西防城港4号	压水堆	1188	2016.12.23
4	福建霞浦示范快堆1号	钠冷快堆	643	2017.12.29
5	国和一号示范工程1号	压水堆	1534	-
6	国和一号示范工程2号	压水堆	1534	-
7	福建漳州1号	压水堆	1212	2019.10.16
8	广东太平岭1号	压水堆	1202	2019.12.26
9	福建漳州2号	压水堆	1212	2020.09.04
10	广东太平岭2号	压水堆	1202	2020.10.15
11	福建霞浦示范快堆2号	钠冷快堆	643	2020.12.27
12	浙江三澳1号	压水堆	1210	2020.12.31
13	海南昌江3号	压水堆	1198	2021.03.31
14	江苏田湾7号	压水堆	1265	2021.05.19
15	海南昌江小堆示范工程	压水堆	125	2021.07.13
16	辽宁徐大堡3号	压水堆	1274	2021.07.27
17	海南昌江4号	压水堆	1198	2021.12.28
18	浙江三澳2号	压水堆	1210	2021.12.30
19	江苏田湾8号	压水堆	1265	2022.02.25
20	辽宁徐大堡4号	压水堆	1274	2022.05.19
21	浙江三门3号	压水堆	1251	2022.06.28
22	山东海阳3号	压水堆	1253	2022.07.07
23	广东陆丰5号	压水堆	1200	2022.09.08
<b>额定容量合计 (GWe)</b>	25.5	<b>平均额定容量 (GWe)</b>	1.11	

资料来源：中国核能协会，信达证券研发中心

核电审批提速，核电发展进入较为积极的时期。2023年12月29日，国务院常务会议决定核准广东太平岭、浙江金七门核电项目共4台核电机组，该四台机组均采用中国具有完全自主知识产权的三代核电技术“华龙一号”，至此2023年全年核电核准量达到10台。2011-2018是核电核准相对停滞的一段时期，2019年后核准重新启动，在2021-2023年间我国新增核准核电数量分别为5、10、10台，目前核电已经进入了较为积极的发展时期。

图表 22：2008-2023 年我国每年新增核准核电机组数量



资料来源：华经产业研究院，中国核电网，中国核能协会，信达证券研发中心

## 二、安全为基，四代核电技术渐行渐近

### 2.1 安全性是核电发展的重大影响因素

**历史上曾发生三次重大核电事故。**（1）1979年三哩岛核事故主要原因为设备缺陷和人员操作不规范。反应堆运行失控发生了堆芯融毁，但是反应堆损坏造成的放射性物质因为安全壳的保护而没有发生对外释放；（2）1986年切尔诺贝利核事故主要原因为反应堆设计缺陷，叠加工作人员在停堆试验中操作不当。最终反应堆发生了爆炸，同时该核电站也并未设计密闭性安全壳，导致了放射性物质大量外泄。（3）2011年福岛核事故主要原因为海啸和地震导致电厂断电，核电站内设备失效，机组运行失控，反应堆内能量无法释放，最终引发爆炸，同时由于该核电站也并未设计密闭性安全壳，最后导致了放射性物质大量外泄。我们认为，反应堆的结构设计、核电站辅助安全设施和人员操作规范等因素很大程度上会影响核电站的安全水平。

**重大核电事故会阻碍核电装机，因此安全性是核电发展的重要因素。**从核电站运营容量上来看，20世纪80年代到90年代两次核事故发生之后，全球核电站运营容量新增增速明显放缓。我们认为，经济增长、其他能源优势不足和环境问题促进核电发展，而安全问题阻碍核电发展，具体来看：

（1）1969~1988年：快速发展阶段。核电的可行性和经济性都得到了证明，世界上商业运行的400多座核电机组绝大部分是在这一时期建成的。

（2）1989~2000年：缓慢发展阶段。电力需求增长有所放缓，同时1986年苏联发生的切尔诺贝利核电厂事故也使得核电安全受到公众和政府的广泛关注。

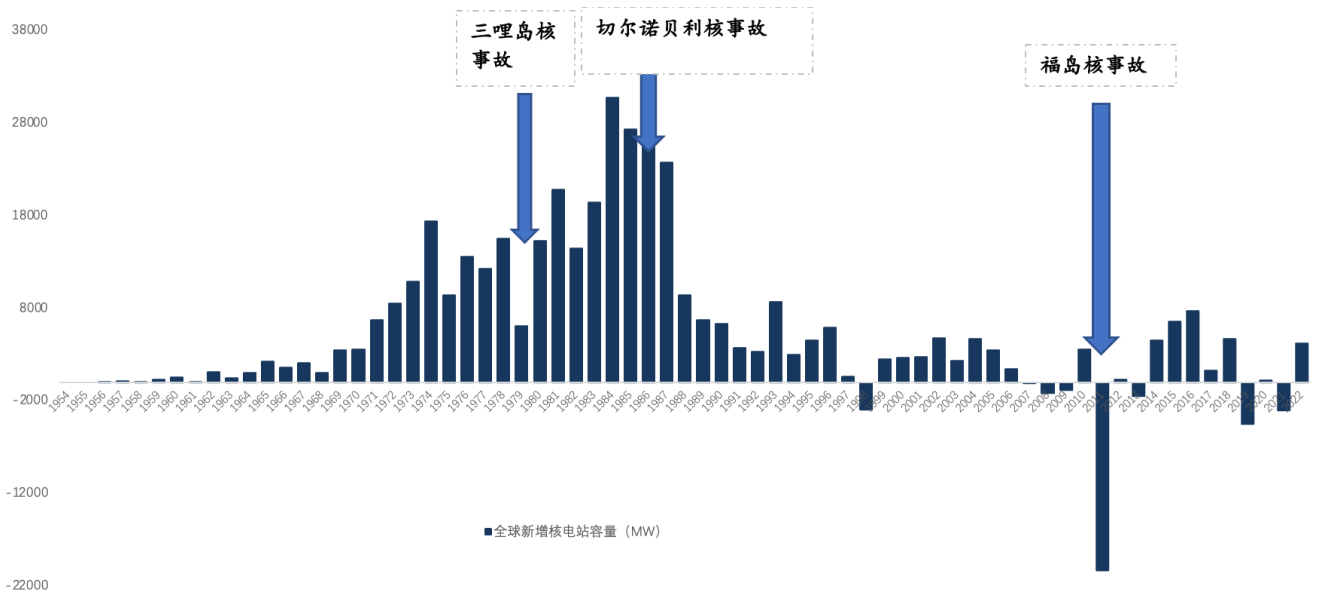
（3）2001~2011年：复苏发展阶段。随着技术发展进步，核电安全性逐渐提升，减少化石能源的需求也在增强，核电在世界范围内再次复苏。

（4）2011~2020年：缓慢发展阶段。日本福岛核事故的发生严重挫伤了各国发展核电的积极性。

（5）2021年至今：复苏发展阶段。“双碳”成为国际社会共识，而核电则成为顺利实现

“双碳”目标的最优选择之一。

图表 23: 全球新增在运核电站容量



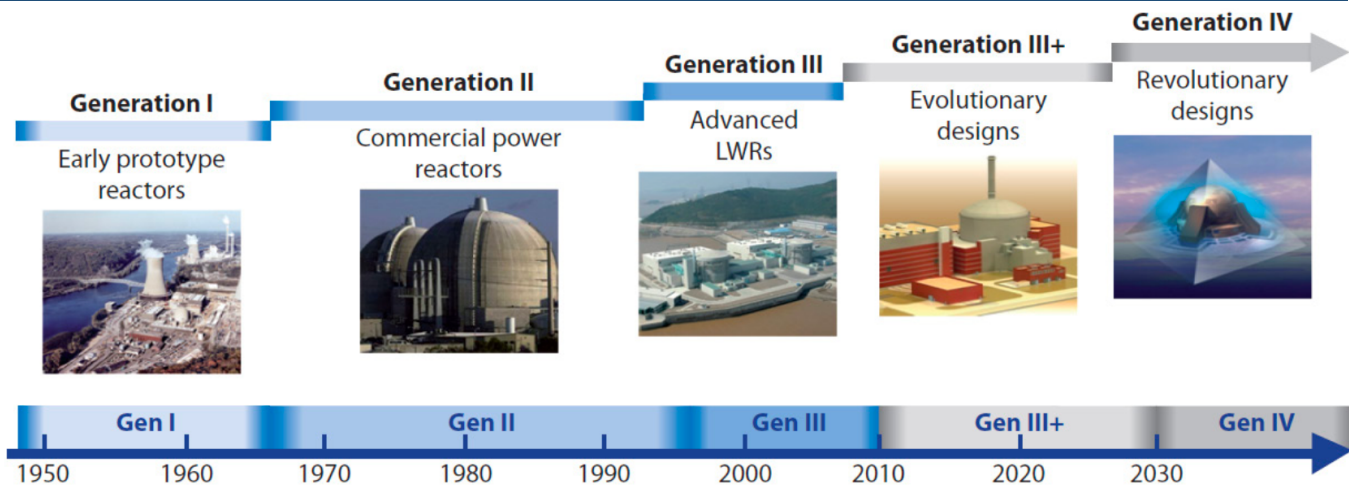
资料来源: IAEA, 信达证券研发中心

## 2.2 安全性是核电发展的重大影响因素， 四代核电渐行渐近

**反应堆技术向着更高安全性的方向代际演变。**根据 GIF 技术路线图，2030 年前仍是第三代核电技术发展的时期。此前，第一代反应堆是 20 世纪 50~70 年代建造的首批原型堆，这一代反应堆燃料循环受限、功率较低；第二代反应堆是 20 世纪 70 年代到 2000 年投入运行的商业反应堆，其中 PWR 和 BWR 堆型较为主流；第三代反应堆是 2000 年左右以后投运的机组，1979 年美国三里岛核事故后对于核反应堆安全性提高的需求更加迫切，三代堆型应运而生，三代堆的目标是提高现有反应堆的安全性，此外还具有低造价、低长寿命废物量等特征。

**第三代技术稳步建设，第四代核电技术开始发展。**我国目前已基本实现二代向三代核电技术的跨越，自主三代“华龙一号”项目持续推进，第三代核电技术已经较为成熟，我国未来一段时间内新开工建设的核电技术或将仍以三代核电技术为主。此外，GIF 于 2001 年成立，也在积极推进各堆形的研发，将力争 2030 年后实现先进核能系统的示范与商业化部署。

图表 24: 核电技术发展路线图



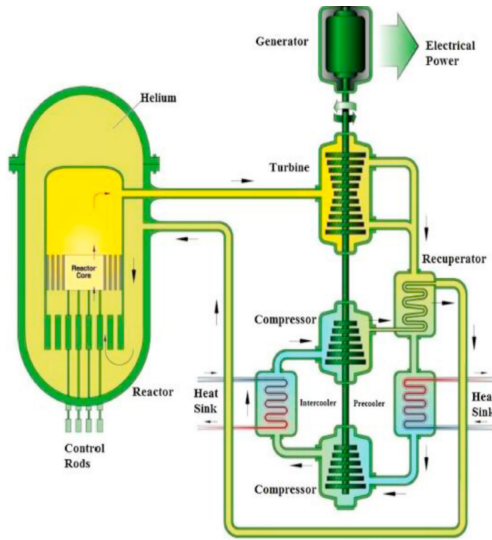
资料来源: GIF, 信达证券研发中心

四代核电技术有多个目标,在安全性方面提出更高要求。四代核电主要定义了可持续性、经济性、安全和可靠性以及防扩散和实物体保护能力 4 个目标,将明显优于三代核电,其中在安全可靠方面要求比其他核能系统更优、堆芯损坏可能性低、不需要厂外应急。

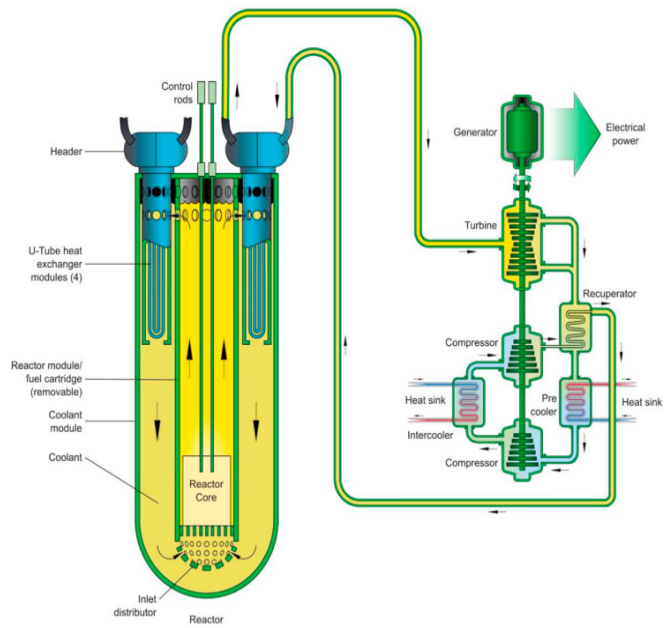
第四代核电技术将包括六种类型的系统。分别为(1)气冷快堆(GFR);(2)铅冷快堆(LFR);(3)熔盐反应堆(MSR);(4)钠冷快堆(SFR);(5)超临界水冷堆(SCWR);(6)超高温气冷堆(VHTR)。

气冷快堆(GFR)系统具有高温氦冷快谱反应堆的特点。早期对该堆形的研究较少,我国也并未进行这种堆形的研发,该堆型或成为钠冷快堆的长期替代方案。这一堆型的特征在于:氦气是一种单相,化学惰性且透明的冷却剂;堆芯出口温度高于 750°C(通常为 800-850°C);该反应堆可以作为闭式燃料循环的一部分。

铅冷快堆(LFR)系统能够有效转化增殖铀,并可设计中小功率反应堆。LFR 具有快中子能谱和封闭的燃料循环,可以用作自生成的和从轻水堆(LWR)乏燃料中回收的次锕系元素的燃烧器,以及作为钍基燃料的燃烧器/增殖器,该系统计划使用熔铅作为参考冷却剂,用铅-铋共熔合金作为备用方案,这类冷却剂相对惰性所以系统相对安全。目前该类反应堆包括了大中小三类系统,分别 600/300/10~100MWe。因此,铅冷快堆具备优良的性能,既可作为大型商用电站、加速器驱动的嬗变系统,也可作为微小型核动力的优选技术路线之一。

**图表 25: 气冷快堆 (GFR) 示意图**


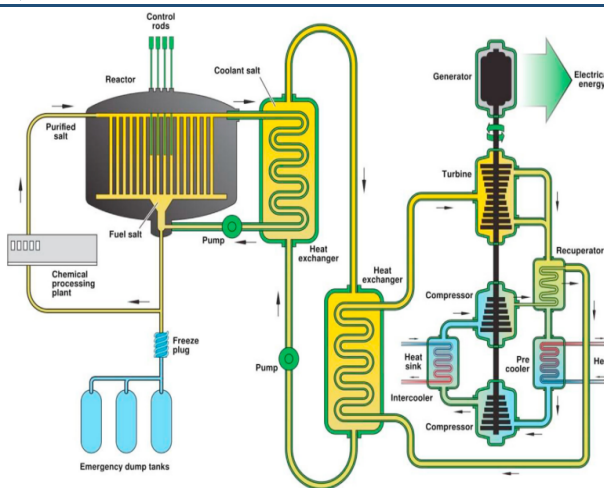
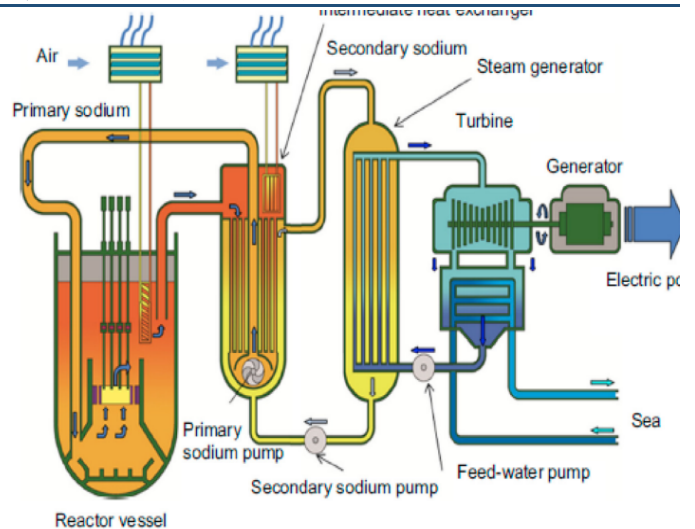
资料来源: GIF, 信达证券研发中心

**图表 26: 铅冷快堆 (LFR) 示意图**


资料来源: GIF, 信达证券研发中心

**钍基熔盐堆技术与轻水堆等固态燃料反应堆相比，在经济性、安全性、燃料灵活性等方面具备优势。**熔盐堆是以熔盐作为冷却剂的反应堆，熔盐具有高温、低压、高化学稳定性、高热容等理想的反应堆热量传输特性，可建成常压、紧凑、轻量化和低成本的反应堆；熔盐堆运行只需少量的水，即使在干旱地区也能够高效发电；熔盐堆输出温度可达 700 摄氏度以上，可实现核能综合利用。该堆型的设计灵活性也较高，可以设计为热堆或快堆，也可以部署为大功率反应堆或小型模块化反应堆。

**钠冷快堆是目前运行经验最丰富的核能系统，能够高效利用核燃料和降低放射性危害。**钠冷快堆是以液态金属钠为冷却剂并油快中子引起核裂变的反应堆。液态钠具有有利的热物理特性，但钠易与水发生化学反应；该反应堆一次系统将在接近大气压力的条件下运行，典型出口温度为 500-550 摄氏度。快堆主要有两大优势：（1）增殖。它可以将天然铀中占 99% 以上的铀-238 转化为易裂变核素钚-239，将铀资源利用率从压水堆的不到 1% 提高到 60% 以上；（2）嬗变。它可以将乏燃料中的长寿命高放射性核素转化为短寿命低放射性核素，从而将核废料的放射性危害降至较低水平。

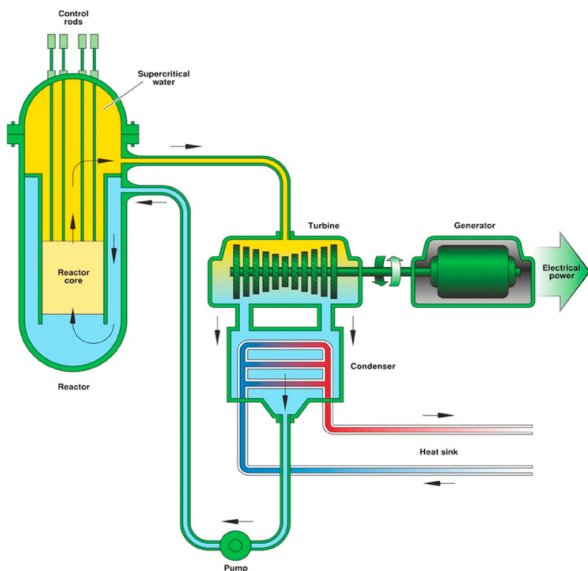
**图表 27: 熔盐反应堆 (MSR) 示意图**

**图表 28: 钠冷快堆 (SFR) 示意图**


资料来源: GIF, 信达证券研发中心

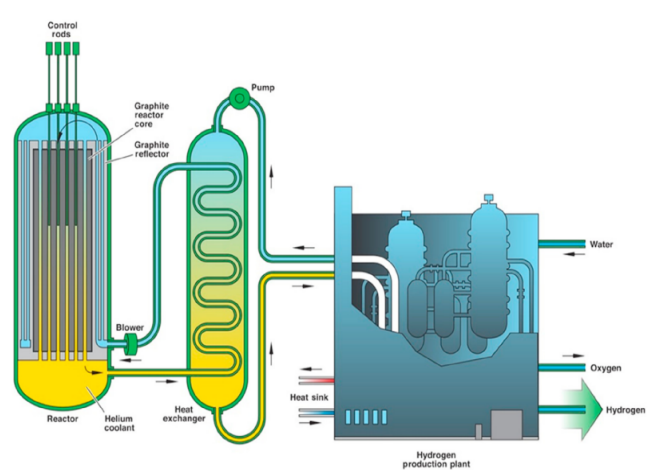
资料来源: GIF, 信达证券研发中心

**超临界水冷反应堆热力学效率高, 并可能简化厂房提高经济性。**该堆型是一种高温高压水冷反应堆, 其运行温度高于水的热力学临界点 (374°C, 22.1 MPa)。SCWR 的概念设计分为压力容器概念和压力管概念两种。

**超高温气冷反应堆具有安全和核能制氢等优势。**该堆型是 20 世纪 70-80 年代开发的高温反应堆的后代, 其特点是全陶瓷包覆颗粒燃料, 使用石墨作为中子减速剂, 氦作为冷却剂, 具有自动衰变热排除能力, 实现固有安全和工艺热应用能力。使用氦作为冷却剂和陶瓷作为堆芯结构材料, 允许堆芯出口的工作温度可高达 1000°C, 从而允许使用无温室气体排放的工艺进行氢气生产。

**图表 29: 超临界水冷堆 (SCWR) 示意图**


资料来源: GIF, 信达证券研发中心

**图表 30: 超高温气冷堆 (VHTR) 示意图**


资料来源: GIF, 信达证券研发中心

### 2.3 四代核电技术各具特色, 全球研发持续突破

**四代核电六种技术各具特色, 在研发上也仍有待更多突破。**目前的压水堆、沸水堆和重水堆均采用水为介质, 其中重水堆采用的重水是氘和氧组成的化合物。但到了四代核电技术阶段, 除了超临界水冷堆以外, 其他均采用水以外的介质作为冷却剂; 同时也有部分堆型是快堆; 部分堆型做到了较低的系统压力; 部分堆型有高出口温度; 部分堆型有更灵活的部署规模选择空间。正是由于各堆型与三代堆型的较大差异, 新一代的核电技术在设备上也面临了很多挑战, 技术有待突破。

**图表 31: 六种四代核电技术与轻水堆技术对比**

堆型	中子谱	系统压力 (MPa)	冷却剂	出口温度 (°C)	输出能量密度 (MW/m³)	规模 (MWe)
超高温气冷堆 (VHTR)	热谱	8	氦	900 - 1000	8	100 - 300
钠冷快堆 (SFR)	快谱	0.3	钠	550	175	50 - 1500
超临界水冷堆 (SCWR)	热/快谱	25	水	510 - 625	100	1000 - 1600
气冷快堆 (GFR)	快谱	7	氦	850	100	1000
铅冷快堆 (LFR)	快谱	0.3	铅/铋	480 - 800	70	20 - 1200
熔盐堆 (MSR)	外热谱	0.6	氟化盐	700 - 800	170	1000

轻水堆 (LFR)	热谱	8 - 16	水	325	100	600 - 1600
-----------	----	--------	---	-----	-----	------------

资料来源: 《Generation IV International Forum: A decade of progress through international cooperation》 John E. Kelly, 信达证券研发中心

图表 32: 六种四代核电技术主要研发挑战

系统	主要研发挑战
超高温气冷堆 (VHTR)	燃料资质认证; 复合材料部件的开发; 压力容器材料; 热利用系统材料; 石墨内部结构资质认证; 平衡厂部件适用于高温操作; 氦生产子系统
钠冷快堆 (SFR)	燃料处理系统改进以减少停机时间; 提高燃料燃尽率和循环长度; 钠泄漏的改进检测手段; 运行中检修和修理能力; 延长系统寿命; 检测和诊断能力; 抗震设计; 面对严重自然事件的恢复力
超临界水冷堆 (SCWR)	局部功率和冷却剂流量不均匀性; 高温包壳合金的开发; 识别和管理与常规轻水堆相比的安全系统差异; 与辐照和腐蚀性产品运输相关的水化学; 快中子谱版本的安全要求不兼容性
气冷快堆 (GFR)	能够在多达几小时的 1600° C 高温下保持裂变产物的燃料; 气体循环的组件; 热障; 阀门和止回阀; 仪表设备
铅冷快堆 (LFR)	腐蚀控制; 核心仪表设备; 燃料处理; 运行中检查和修理技术; 抗震设计
熔盐堆 (MSR)	燃料盐的物理化学行为; 盐与结构材料的兼容性; 仪表和控制; 现场燃料处理

资料来源: 《Generation IV International Forum: A decade of progress through international cooperation》 John E. Kelly, 信达证券研发中心

全球四代核电各技术路线均有进展, 超高温气冷堆和钠冷快堆进展较快。日本在高温/超高温气冷堆较为领先, HTTR 于 2001 年即实现满功率运行, 正在开展高温气冷堆新项目 GTHTTR-300, 计划于 2030 年商业化, 其他国家大多处于方案设计阶段; 俄罗斯在钠冷快堆技术发展和建设投入上处于领先地位, 其 BN-800 快堆已成为世界首座全堆芯装载 MOX 燃料的快堆。

图表 33: 世界各国四代核电技术进展

国家	技术进展
<b>超高温气冷堆</b>	
美国	X-Energy 公司提出 Xe-100 球床堆超高温气冷堆设计方案, 采用 UCO 核芯的 TRISO 颗粒燃料形式, 堆芯出口温度 750°C, 热/电功率分别为 200MWt 和 82.5MWe, 主要用于工艺热应用, 海水淡化, 发电和热电联产
法国	法马通提出 SC-HTGR 棱柱型超高温气冷堆设计方案, 采用环形堆芯 TRISO 颗粒燃料形式, 堆芯出口温度 750°C, 热/电功率分别为 625MW 和 272MW, 用于发电、工艺热应用或热电联产。
俄罗斯	俄、美联合开发了模块式高温气冷堆 GT-MHR。俄罗斯还提出了 MHR-T 和 MHR-100 两个新的高温气冷堆项目。多模块高温气冷堆项目 MHR-T 通过蒸汽甲烷重整过程或高温固体氧化物电化学过程制氢。小型化高温气冷堆 MHR-100, 主要用于常规发电厂的替换, 以热电联产形式为主, 满足部分区域系统的电力和热量需求。
日本	日本 HTTR 于 2001 年 12 月实现满功率运行, 2020 年通过了日本 NRA 的采用新监管要求重启安全评审, 并于 2021 年重启运行; 正在开展的高温气冷堆新项目 GTHTTR-300, 是一种多用途模块化反应堆, 额定热功率可达 600MW, 最高电功率 300MW, 计划 2030 年实现商业化。
	南非、韩国、法国、加拿大等多国在布局超高温气冷堆领域也取得了一定进展。
<b>钠冷快堆</b>	
俄罗斯	世界范围内功率最大的快堆——俄罗斯别洛亚尔斯克核电站 4 号机组 (BN-800 快堆) 最新换料后已成为世界首座全堆芯装载 MOX 燃料的快堆。多用途钠冷快中子研究堆 (MBIR) 进安装阶段, 该堆设计功率为 150MWt, 设计寿命为 50 年。

美国	通用日立核能公司与泰拉能源公司 2021 年 1 月起合作为美国能源部设计建设多功能钠冷快中子试验堆 (VTR)。同年, 泰拉能源宣布将投建 Natrium 钠冷反应堆及熔盐储热供能项目。
印度	卡尔帕卡姆原型快堆 (PFBR) 进入“综合调试阶段”。
<b>铅冷快堆</b>	
俄罗斯	SVBR-100(铅铋), 完成设计, 获场地许可, 待验证, 寻求合作开发; BREST-OD-300(铅), 开工燃料生产设施, 获得建造许可证开工建设
欧盟	MYRRHA(铅铋), 2018 年比利时投资 6 亿, 在反应堆方面开展设计及关键技术研发; ALFRED(铅) 关键技术研发, 原计划 2025 建成, 现推迟; ELFR(铅) 示范快堆, 概念设计
美国	SSTAR(铅), 概念设计; LFR(铅)2018 年西屋代表美国加入 GIFMOU, 2019 年与 ENEA 等签署联合研发协议, 概念设计
日本	LSPR、PBWFR 基础研究, 概念设计
韩国	URANUS, 2015, SNU 代表韩国加入 GIF MOU, 概念设计
<b>熔盐堆</b>	
美国	2020 年, Kairos Power 公司 KP-FHR 设计概念获得美国能源部先进反应堆示范计划资助。2021 年, Kairos Power 公司与田纳西河谷管理局达成合作, 共同开发 Hermes 示范堆, 初步安全分析报告已提交至美国核管会。美国南方公司和能源部签署协议, 在爱达荷国家实验室设计、建设和运行 20MWe 氟盐快堆 (MCRE)。
俄罗斯	Rosatom 宣布正式启动熔盐焚烧堆研发, 计划于 2033 年建成 10MW 研究堆;
欧盟	欧洲原子能共同体开展了熔盐快堆安全研究 (SAMOFAR) 给出了 MSFR 的完整设计, 开展了熔盐技术等方面的研究
英国	英国 Moltex Energy 公司正在开展 300MWe 级稳定盐反应堆 (SSR) 选址的可行性研究工作;
丹麦	计划开发 100MWe “Seaborg Cube-100” 钍基熔盐堆, 并与韩国三星重工合作开发用于海洋推进和浮动核电站的熔盐堆, 计划于本世纪 30 年代中期商业应用;
<b>超临界水堆</b>	
欧盟	通过欧洲-加拿大-中国联合项目 (ECC-SMART) 中开发超临界水小型模块化反应堆 (SMR)。
加拿大	核实验室正在开发相关分析工具, 研究用于 SCWR 和 SCW-SMR 概念的关键变量相互作用来支持决策分析
俄罗斯	考虑两种概念设计方案: 单回路直接动力转换系统 (VVER-SKD) 和双回路间接动力转换系统 (VVER-SCP)

资料来源: 中国核能协会, 信达证券研发中心

**中国高温气冷堆、钠冷快堆进展较快。**高温气冷堆已有商业示范电站, 规模较大的 HTR-PM600 核电厂方案已完成初步设计, 目前正在开展项目前期工作; 钠冷快堆正在建设示范工程, 中核霞浦核电 600MW 示范快堆工程 (CFR600) 1 号机组的安装调试工作顺利开展; 熔盐堆已有甘肃武威 2MWe 钍基熔盐实验堆 TMSR-LF1 正处于调试关键期; 铅冷快堆和超临界水堆则正在进行关键技术研发。

**图表 34: 中国四代核电技术进展**

堆型	技术进展
高温气冷堆	清华核研院正在全面推进高温气冷堆的优化设计。高温气冷堆商业示范电站 HTR-PM 于 2021 年底实现并网发电, 并于 2022 年首次实现双堆初始满功率运行。更大规模的 HTR-PM600 核电厂方案已完成初步设计, 目前正在开展项目前期工作。
钠冷快堆	中核霞浦核电 600MW 示范快堆工程 (CFR600) 1 号机组的安装调试工作顺利开展。2 号机组于 2019 年 12 月 28 日正式启动负挖施工, 目前已正式开工建设。中国实验快堆 (CEFR) 2021 年完成了 816 小时的带功率运行, 累计 516 小时满功率运行。

<b>熔盐堆</b>	中国科学院上海应用物理研究所围绕熔盐堆设计、安全特性、实验检验验证等一系列关键科学问题和工程技术进行研究和攻关，建成功能完善的钍基熔盐堆嘉定基础研究基地，已攻克钍基熔盐堆相关的技术关键问题。甘肃武威 2MWt 钍基熔盐实验堆 TMSR-LF1 正处于调试关键期。
<b>铅冷快堆</b>	中科院发展了铅基堆的设计方法体系，实现现核心技术突破，建成了世界上规模最大、参数水平最高的液态铅合金技术综合实验平台，以及铅基堆工程技术集成验证装置、铅基堆数字仿真反应堆等大大型集成试验平台，建成了兆瓦级小型铅基堆关键技术集成试验样机。
<b>超临界水堆</b>	国家科技部重点研发计划支持，“超临界水冷堆核能系统热工水力与安全研发”与“超临界水冷堆核能系统材料与水化学研发”两个国际科技创新合作重点专项正在依托 GIF-SCWR 合作平台实施。建立超临界水工质的热工与材料等实验数据库，评估构建分析模型与计算程序，深化概念设计方案。

资料来源：中国核能协会，信达证券研发中心

## 2.4 中国核电发展实施“三步走”战略，高温气冷堆投入商业化运行

**中国核电发展实施三步走战略，资源储量将逐渐丰富，放射性污染也有望越来越小。**1983年，国家“核能发展技术政策论证会”首次提出我国核能“热堆-快堆-聚变堆”的三步走发展战略，该战略持续实施至今。热堆、快堆利用的是核裂变能，聚变堆利用的是核聚变能。裂变反应堆根据引起裂变反应的中子能量不同分为热堆（中子能量小于 0.1eV，热中子）和快堆（中子能量大于 100000eV，快中子）。具体步骤为：

**第一步——热堆：**以压水堆为代表的热中子反应堆，利用的是铀-235，占自然界铀资源的 0.711%，资源储量大约 100 年。

**第二步——快堆：**以发展快堆为代表的增殖与嬗变堆，可以利用铀-238，占自然界铀资源的中 99.284%，资源储量大约数千年。

**第三步——可控核聚变堆：**包括磁约束和惯性约束为代表的核聚变技术，氘在海水中即可提取，资源储量上亿年。

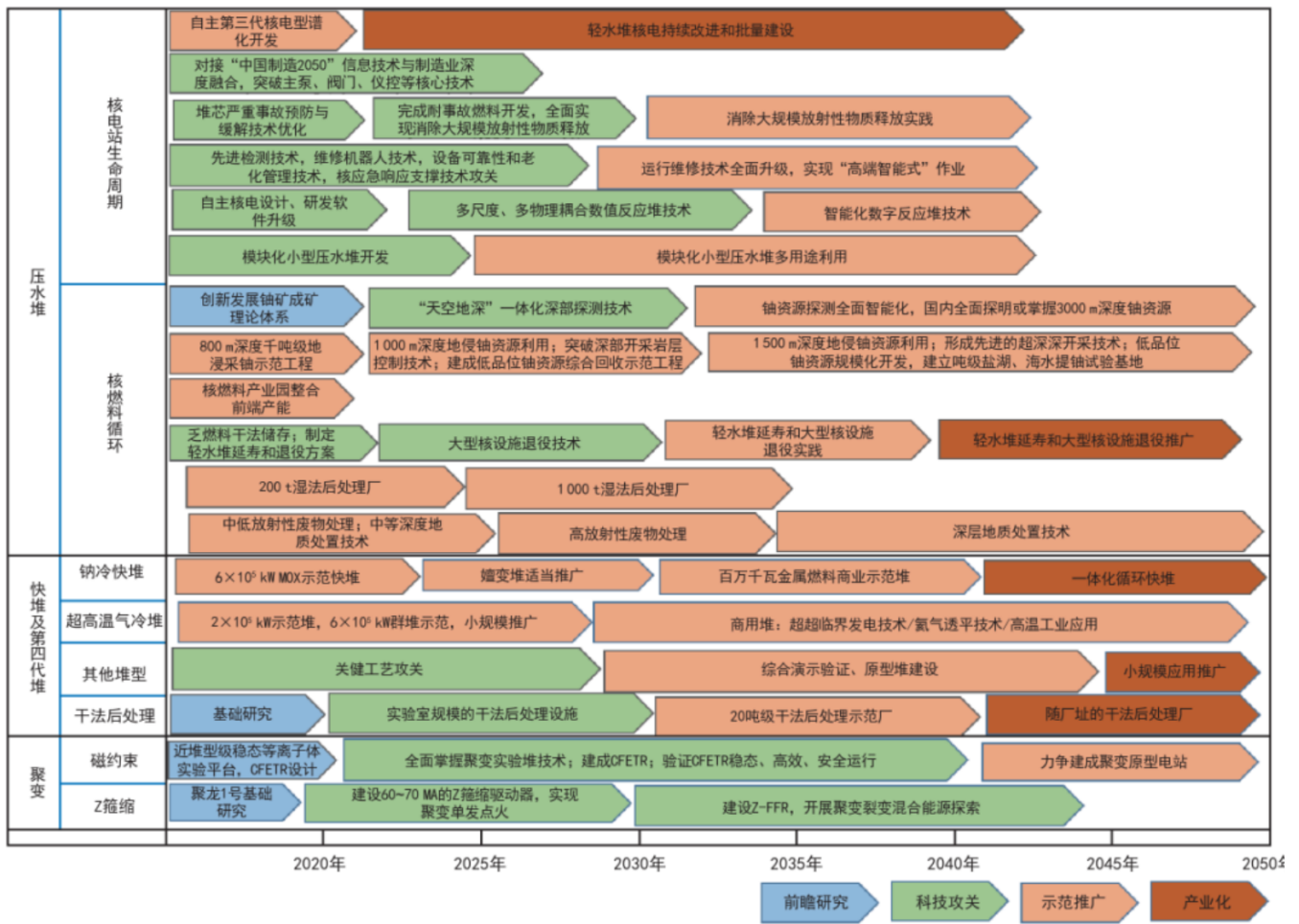
图表 35：中国核电发展“三步走”战略



资料来源：中国核能协会，信达证券研发中心

我国核能发展近中期目标是优化自主第三代核电技术，中长期目标是开发第四代核能系统，长远目标则是发展核聚变技术。目标为 2020 年自主第三代核电形成型谱化产品，带动核电产业链发展。2030 年以耐事故燃料为代表的核安全技术研究取得突破，实现压水堆闭式燃料循环，钠冷快堆等部分第四代反应堆成熟，突破核燃料增殖与高水平放射性废物嬗变关键技术。2050 年实现快堆闭式燃料循环，压水堆与快堆匹配发展，力争建成核聚变示范工程。

图表 36：中国核能技术发展路线图

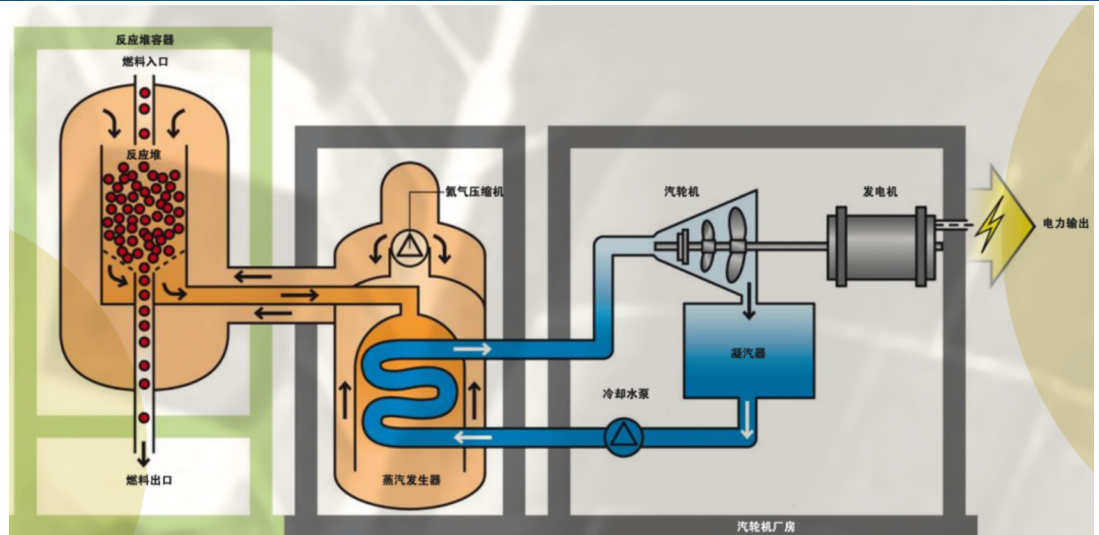


资料来源: 《核能技术方向研究及发展路线图》, 国家原子能机构, 信达证券研发中心

**石岛湾核电站投入商运, 全球首座第四代商运核电站意义重大。**2023年12月, 山东荣成石岛湾高温气冷堆核电站商业示范工程圆满通过168小时连续运行考验, 正式投入商业运行, 标志着我国在第四代核电技术研发和应用领域达到世界领先水平。该项目于2012年12月正式开工, 集聚了设计研发、工程建设、设备制造、生产运营等产业链上下游500余家单位, 先后攻克了多项世界级关键技术, 设备国产化率达到93.4%, 创新型设备600多台(套)。

**高温气冷堆的下一代为 GIF 提出的超高温气冷堆。**高温气冷堆出口温度为700-950摄氏度, 而超高温气冷堆出口温度为950-1000以上摄氏度, 在持续提升的安全性要求下, 目前实现超高温的技术仍具备挑战性, 因此超高温气冷堆将作为下一阶段研究的重点。

图表 37: 高温气冷堆核电站运行示意图



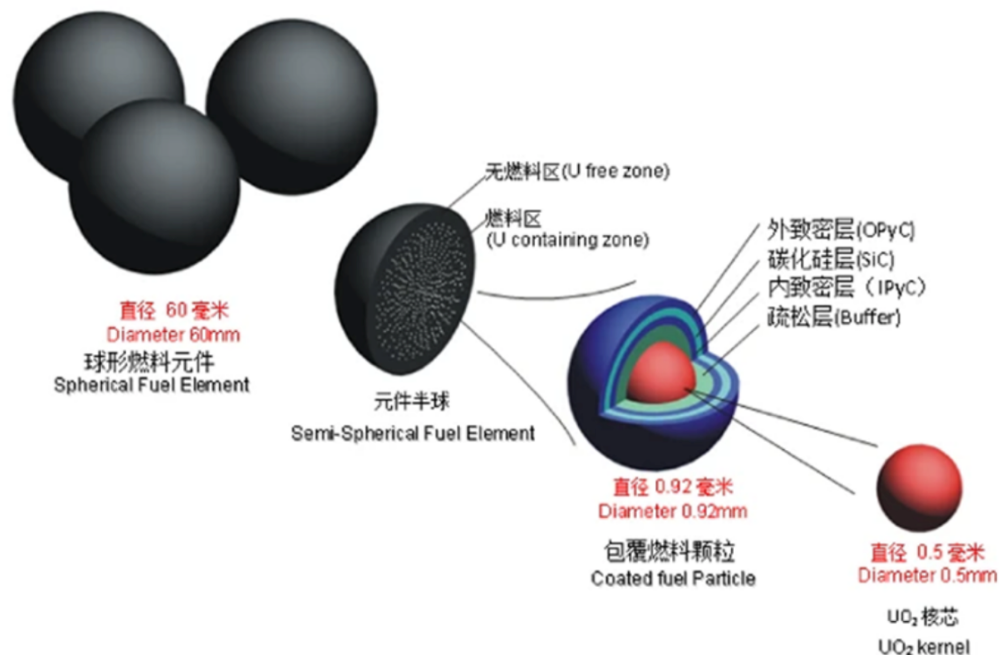
资料来源：中国核工业科技馆，信达证券研发中心

**高温气冷堆安全性明显提升，高出口温度也将带来新的应用，核电发展有望迈入新阶段。**

**(1) 固有安全性高：**我国的超高温气冷堆采用球状堆芯，其核燃料元件是耐高温全陶瓷包覆颗粒燃料球，直径 6 厘米，最外层是石墨层，里面是慢化剂基体石墨粉，石墨粉中分散着 12000 个四层全陶瓷材料包覆的、直径 0.9mm 的核燃料颗粒。燃料元件在 1650°C 的高温条件仍能有效阻挡放射性的泄露，而且由于良好的温度负反馈性，叠加模块的低功率密度（约为压水堆的 1/30），因此堆内温度不进行人为干预也可散发余热，该堆型具有高安全性。

**(2) 高温多用途：**高温气冷堆主蒸汽温度为 571°C，压力为 14.1MPa；其堆芯出口的工作温度高，可以在不产生二氧化碳的情况下制氢；高温还可以向工业领域供热，用于石油化工、煤气化等领域。

图表 38：高温气冷堆燃料元件示意图

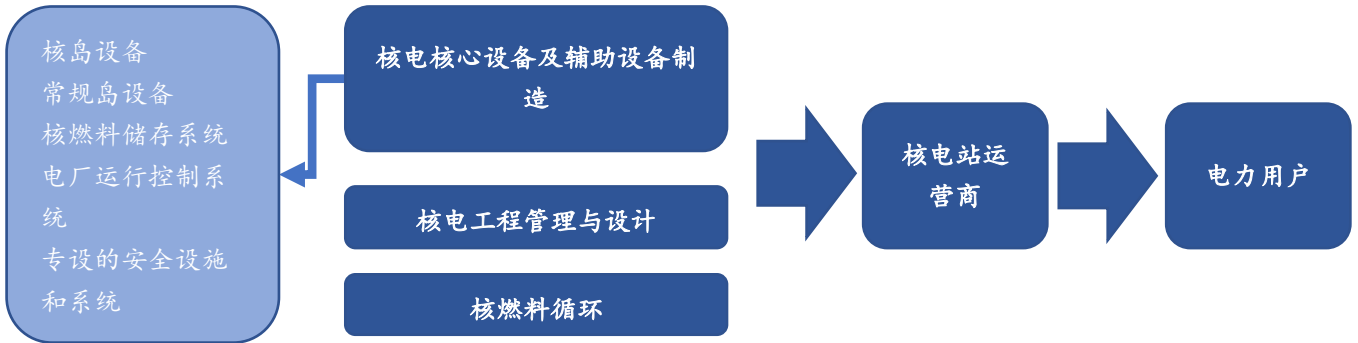


资料来源：中科院物理所，信达证券研发中心

### 三、核电单机组价值量高，设备环节有望迎来增长机遇

核电行业的上游主要为发电设备制造。行业的最下游为电力用户，中游为中广核、中核等核电站运营商，上游主要涉及三大行业：一是核电核心设备及辅助设备制造行业；二是核电工程管理与设计行业；三是核燃料循环行业。核电核心设备主要包括：核岛设备、常规岛设备。辅助设备主要包括：核燃料储存系统、电厂运行控制系统、专设的安全设施和系统、放射性废物处理系统等。核燃料循环包括核燃料进入反应堆前的制备和在反应堆中的裂变及乏燃料处置的整个过程。

图表 39：核电产业链

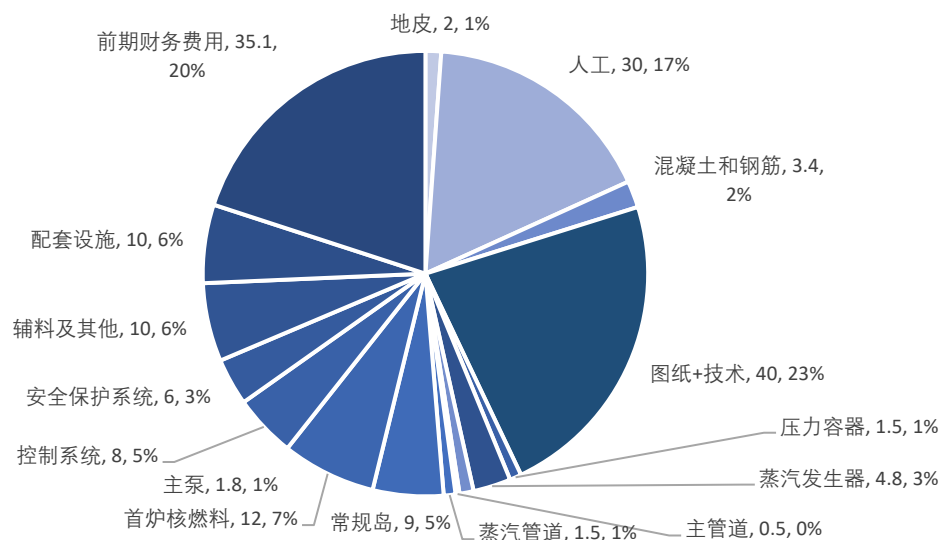


资料来源：中国广核，信达证券研发中心

**核电站建设时间较长。**核电站建立主要需要经历前期调研选址、系统设计、审批、土建、系统安装调试。选址、系统设计经过国家监管部门的批准，然后才能进入建设阶段，这个通常需要花 5~10 年的时间。核电设备的设计和建造在设计完成并通过审批后就开始了，通常与早于土建施工，核电站的实际建设期一般在 5~8 年。

**核电站单机组投资额较高。**根据中国广核，防城港 3 号和 4 号机组装机容量为 1.18GW，设计造价共 374.9 亿元，即单台机组投资额为 187.5 亿元。其中，设备投资额约 50%，设备中核岛投资额又高达约 58%。具体来看，核岛设备中投资额比较高的环节为压力容器、蒸汽发生器、主泵、主管道、蒸汽管道。

图表 40：1GW 核电厂投资成本明细



资料来源：观研报告网，信达证券研发中心

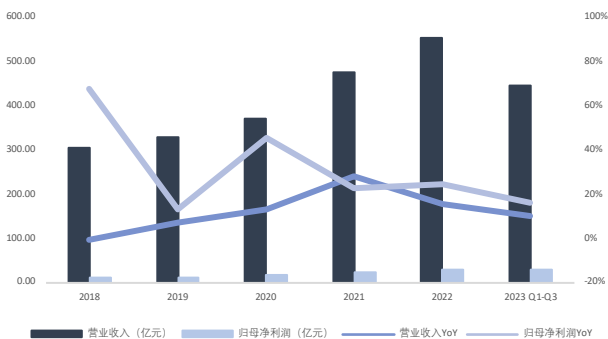
#### 3.1 东方电气：我国电气龙头之一，核电设备制造能力完善

公司发展历史悠久，“六电并举”“六业协同”，核电领域发展迅速。“六电”是指风电、水电、火电、核电、气电与太阳能发电。“六业”则是石化产业、环保产业、工程与

国际贸易产业、现代制造服务业、电力电子与控制产业与新兴产业。核电方面，东方电气在国内率先进入百万千瓦级大型核电领域，2019 年获得全国首张核蒸汽供应系统设备制造许可证，获得国家核安全局颁发的核 1 级设备（蒸汽发生器）设计许可证，成为国内首家具备该项资质的装备制造企业，至此东方电气已具备核 1/2/3 级设备完整设计资质。具备批量化制造核电站核岛主设备和常规岛汽轮发电机组的成套供货能力，产品覆盖二代加、引进三代（EPR、AP1000）、自主三代（“华龙一号”、国和一号）、四代核电（钠冷快堆、高温气冷堆）、海上浮动平台模块化小堆等国内所有技术路线。

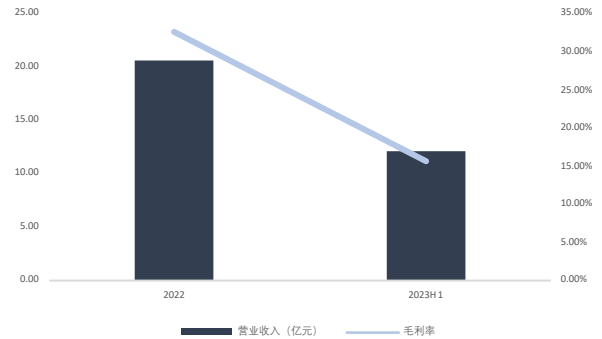
**2020 年来营业收入与净利润稳步提升。**2020 年至 2023 年前三季度，公司实现营业收入分别为 372.83 亿元、478.19 亿元、553.53 亿元、447.66 亿元，同比增长 13.5%、28.3%、15.8%、10.4%，归母净利润 18.6 亿元、22.9 亿元、28.5 亿元、29.1 亿元，同比增长 45.7%、22.9%、24.7%、16.5%。公司 2022 年核电业务实现营收 20.57 亿元，毛利率 32.65%，核电业务营收占比 3.72%。

**图表 41：东方电气近年营收和归母净利润**



资料来源: ifind, 信达证券研发中心

**图表 42：东方电气核电产品收入和毛利率**

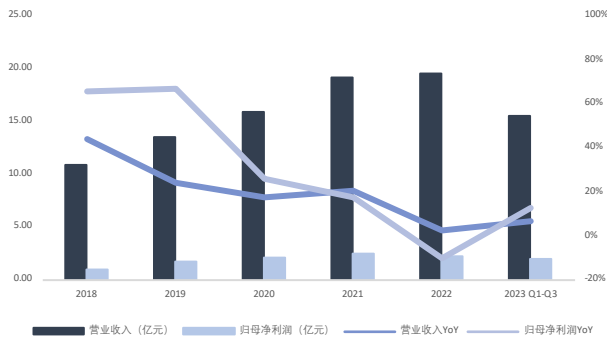


资料来源: ifind, 信达证券研发中心

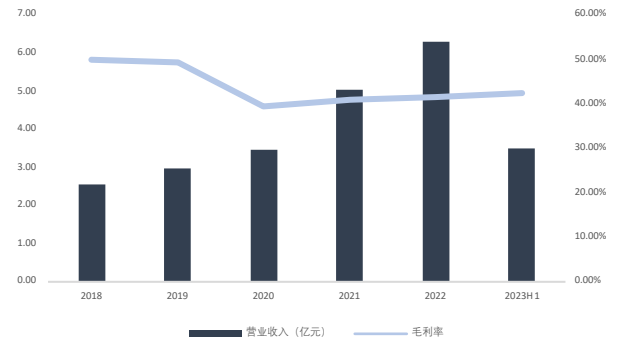
### 3.2 中核科技：背靠中核集团，优质核电阀门供应商

**公司前身为苏州阀门厂，历史底蕴深厚。**1962 年划归第二机械工业部管理后成为军工企业，为石油、天然气、炼油、核电、电力、冶金、化工、造船、造纸、医药等行业提供阀门系统解决方案。1997 年 7 月在深交所挂牌上市，成为中国阀门行业首家上市企业，也是中国核工业集团有限公司所属的首家上市企业。在“十三五”期间公司承接了三代核电 AP1000 关键阀门国产化、中核集团“龙腾 2020”关键阀门研发等重大项目。现已形成“核工程、石油石化、公用工程”三大主流目标市场，企业技术研发实力居中国阀门行业前列。中核科技在核级阀门领域拥有 1、2、3 级阀门供应资质，主要产品种类包括闸阀、截止阀、止回阀、球阀、蝶阀、调节阀、隔膜阀等，应用于核工程、石油石化、公用工程、火电等市场领域。

**经营表现稳健，核电产品盈利性强。**公司 2020-2023Q3 营收分别为 11.67、15.58、15.00、11.17 亿元，同比增长-7.8%、33.5%、-3.7%、36.4%；2020-2023Q3 分别实现归母净利润 1.0、1.2、1.7、1.3 亿元，同比增长-22.9%、14.8%、43.1%、208.8%。2020-2022 年公司核心产品核电核化工类营业收入分别为 0.75、3.31、4.32 亿元，毛利率为 26.67%、18.26%、31.15%，2022 年该类产品占总营收比重为 28.77%。2023H1 公司石油石化产品、核电核化工产品、其他阀门、锻件毛坯的收入分别为 2.69、2.34、2.59、0.23 亿元，毛利率分别为 13.27%、37.92%、15.88%、12.05%，核电核化工产品是盈利能力较强的品类。

**图表 43: 江苏神通近年营收和归母净利润**


资料来源: ifind, 信达证券研发中心

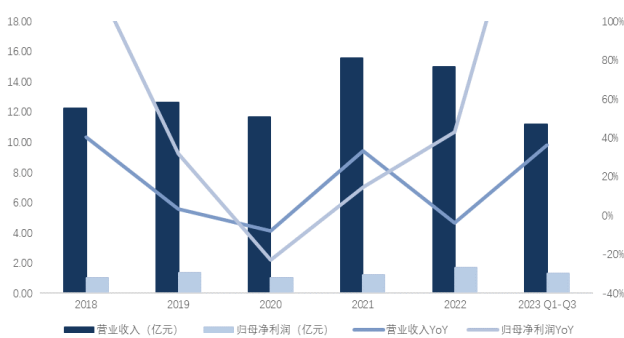
**图表 44: 江苏神通核电产品收入和毛利率**


资料来源: ifind, 信达证券研发中心

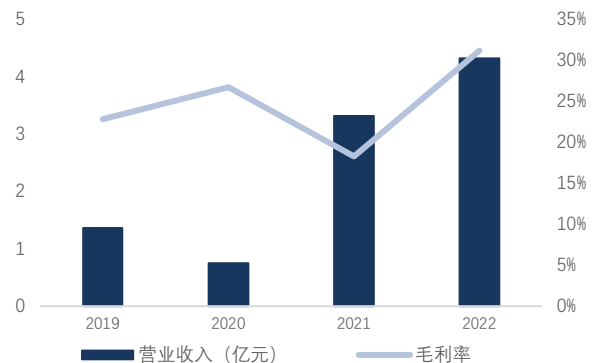
### 3.3 江苏神通: 特种阀门龙头企业, 持续扩展业务领域

**特种阀门龙头, 产业布局全面, 核电阀门产品种类丰富。**公司专业从事新型特种阀门研发、生产与销售, 主要包括蝶阀、球阀、闸阀、截止阀、止回阀、调节阀、非标阀等七大类 145 个系列 2000 多个规格, 产品广泛应用于冶金、核电、氢能、火电、煤化工、石油和天然气集输及石油炼化等领域。在核电方面, 江苏神通核电专用阀门产品主要包括: 核安全级蝶阀、核安全级球阀等核安全级阀门, 核级波纹管截止阀、核级对夹式蝶阀、核级海水蝶阀、核级球阀、核级三通球阀等核级阀门, 高温高压球阀、核安全壳隔离阀等其它核电阀门。

**公司营收、利润水平稳健增长。**2020 年至 2023 年前三季度, 公司实现营业收入 15.86 亿元、19.1 亿元、19.55 亿元、15.43 亿元, 同比增长 17.6%、20.4%、2.4%、6.6%, 实现归母净利润 2.2 亿元、2.5 亿元、2.3 亿元、2 亿元, 同比增长 25.6%、17.3%、-10.2%、12.6%。公司核电业务稳定增长, 2022 年实现营业收入 6.29 亿元, 毛利率 41.41%, 核电业务营收占比达 32.15%。

**图表 45: 中核科技近年营收和归母净利润**


资料来源: ifind, 信达证券研发中心

**图表 46: 中核科技核电产品收入和毛利率**


资料来源: ifind, 信达证券研发中心

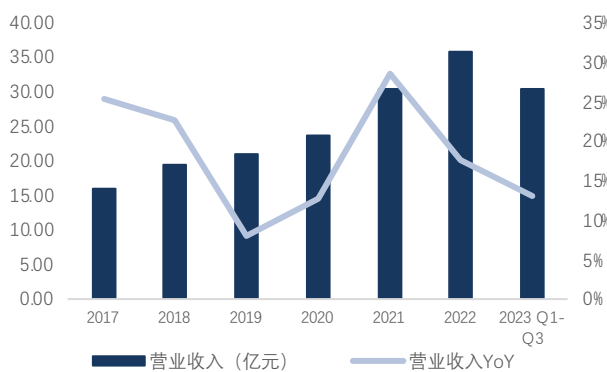
### 3.4 佳电股份: 特种电机行业先行者, 四代堆主氦风机取得进展

**背靠哈尔滨电气, 公司具备成熟完善的电动机生产能力。**公司是哈尔滨电气控股的上市公司, 继承了原佳木斯电机厂全部优质资产, 具备 80 余年电动机生产历史, 公司是我国特种电机的创始厂和主导厂, 产品广泛应用于诸多工业领域。目前公司拥有产品 269 个系列、1,909 个品种, 单机功率覆盖 0.12-35,000 千瓦, 年生产能力 1,100 万千瓦以上。

核电领域深耕多年，主氨风机已取得较多订单。公司率先在行业内完成 K1 及 K3 类电动机的国产化，在我国 2 代核电领域相关产品市占率在 80% 以上；公司 3 代核电技术已承接了中核、中广核的“华龙一号”项目，已完成了多个项目交付；4 代核电领域，公司与清华大学合作开发研制的第四代主氨风机，应用在山东石岛湾核电站，已经整体实现并网发电，山东石岛湾核电站公司需交付 2 台套主氨风机，截至 2022 年 5 月公司已成功中标共 8 台主氨风机项目。

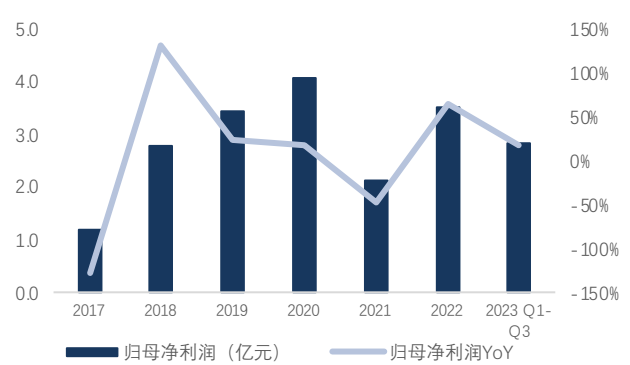
公司营收持续增长，防爆电机盈利能力较好。2020 年至 2023 年前三季度，公司实现营业收入 23.69 亿元、30.46 亿元、35.79 亿元、30.37 亿元，同比增长 12.6%、28.6%、17.5%、13.0%，实现归母净利润 4.1 亿元、2.1 亿元、3.5 亿元、2.8 亿元，同比增长 18.3%、-47.7%、64.5%、18.1%。2023 年上半年，公司收入由防爆电机和普通电机构成，防爆电机收入占比约 52%，毛利率为 28.0%，具有较好的盈利水平。

图表 47：佳电股份近年营收



资料来源：ifind，信达证券研发中心

图表 48：佳电股份近年归母净利润



资料来源：ifind，信达证券研发中心

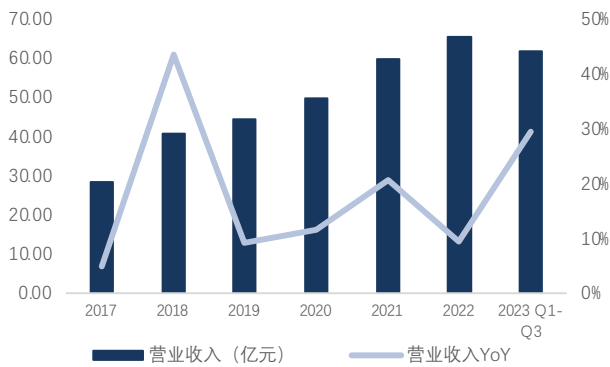
### 3.5 久立特材：核电 U 型蒸发器主要供应商

长期致力于不锈钢管材生产，具备核电蒸发器供货能力。久立特材成立于 1987 年，致力于工业用不锈钢及特种合金管材、棒材、线材、双金属复合管材、管配件等管道系列产品的研发生产。公司在技术水平上有较多积累，管道产销量多年居国内首位。在核电领域，目前久立特材可批量生产核安全 1、2、3 级不锈钢管、核电站凝汽器用焊接钛管、核电用异型管等，公司是核电 U 型蒸发器传热管产品的全球主要供应商之一，截至 2023 年 3 月拥有核电蒸发器用管产能 500 吨。

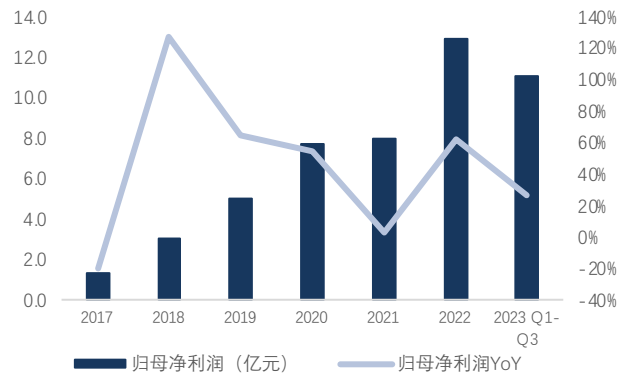
公司财务表现优秀，近年净利润增长明显。2021 年至 2023 年前三季度，公司实现营业收入 59.74 亿元、65.37 亿元、61.54 亿元，同比增长 20.6%、9.4%、29.3%，实现归母净利润 7.9 亿元、12.9 亿元、11.1 亿元，同比增长 2.9%、62.2%、26.3%。

图表 49：久立特材近年营收

图表 50：久立特材近年归母净利润



资料来源: ifind, 信达证券研发中心



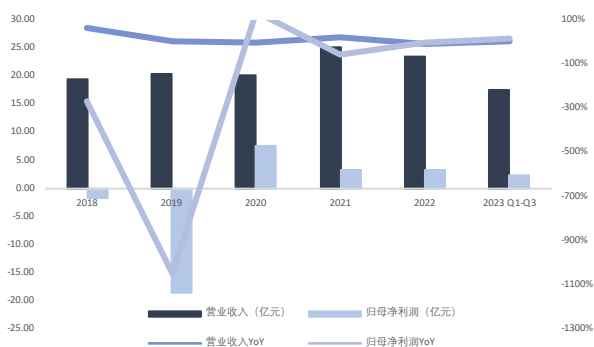
资料来源: ifind, 信达证券研发中心

### 3.6 海陆重工：深耕余热锅炉领域，积极发展环保、核电产业

公司是国内一流的节能环保设备的专业设计制造企业，深耕核电领域二十余年。公司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，目前并已初步形成锅炉产品、大型压力容器、核电设备、低温产品、环保工程共同发展的业务格局。在核电领域，海陆重工自 1998 年制造清华大学 10MW 高温气冷堆堆芯塔筒进入核电制造行业，与上海电气集团下属的上海第一机床厂有限公司结成战略合作关系，填补了国内核电站反应堆堆内构件吊篮筒体制造的空白。目前公司可制造核安全二、三级设备，包括压力容器、换热器等产品。

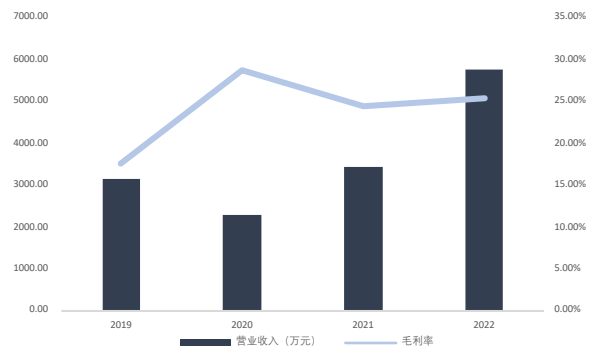
**2021 年以来营收净利润渐趋稳定。**2021 年至 2023 年前三季度公司实现营业收入 25.33 亿元、23.65 亿元、17.73 亿元，同比增长 25.1%、-6.6%、3.6%，归母净利润 3.3 亿元、3.4 亿元、2.3 亿元，同比增长-56.6%、2.1%、17.4%。公司核电业务自 2020 年来稳定增长，2022 年公司核电业务实现营业收入 5745.05 万元，毛利率 25.29%，核电业务营收占比 2.43%。

图表 51：海陆重工近年营收和归母净利润



资料来源: ifind, 信达证券研发中心

图表 52：海陆重工核电产品收入和毛利率



资料来源: ifind, 信达证券研发中心

## 四、风险因素

**核电产业政策变动风险：**核电装机会受到政策转向保守、民众对核电站接受度降低等因素阻碍，这些因素主要取决于核电站安全性情况、社会舆论环境，若相关情况恶化则核电

行业发展将陷入滞缓。

**四代核电技术发展不及预期风险：**四代核电技术相较于三代有较大改变，若不能较快研发成功并投入商业化运行，则核电的安全性方面仍将存在隐患，更大规模的装机也将难以实现。

**用电需求增长放缓风险：**在用电需求快速上升时期核电发展速度通常也较快，若经济增长放缓导致用电需求增长放缓，则核电项目推进速度将受到影响。

**交付节奏不及预期风险：**核电站从开工建设到项目投产需要较长时间，若项目的建设进度不及预期，则相关设备订单的交付可能推迟，相关公司业绩可能不及预期。

## 研究团队简介

武浩，新能源与电力设备行业首席分析师，中央财经大学金融硕士，曾任东兴证券基金业务部研究员，2020年加入信达证券研发中心，负责电力设备新能源行业研究。

黄楷，电力设备新能源行业分析师，墨尔本大学工学硕士，伦敦卡斯商学院金融硕士，3年行业研究经验，2022年加入信达证券研发中心，负责光伏行业研究。

曾一赞，新能源与电力设备行业研究助理，悉尼大学经济分析硕士，中山大学金融学学士，2022年加入信达证券研发中心，负责电力设备及储能行业研究。

孙然，新能源与电力设备行业研究助理，山东大学金融硕士，2022年加入信达证券研发中心，负责人形机器人、工控及充电桩行业研究。

王煊林，电力设备新能源研究助理，复旦大学金融硕士，1年行业研究经验，2023年加入信达证券研究所，负责风电及核电行业研究。

## 分析师声明

负责本报告全部或部分内容的每一位分析师在此申明，本人具有证券投资咨询执业资格，并在中国证券业协会注册登记为证券分析师，以勤勉的职业态度，独立、客观地出具本报告；本报告所表述的所有观点准确反映了分析师本人的研究观点；本人薪酬的任何组成部分不曾与，不与，也将不会与本报告中的具体分析意见或观点直接或间接相关。

## 免责声明

信达证券股份有限公司(以下简称“信达证券”)具有中国证监会批复的证券投资咨询业务资格。本报告由信达证券制作并发布。

本报告是针对与信达证券签署服务协议的签约客户的专属研究产品，为该类客户进行投资决策时提供辅助和参考，双方对权利与义务均有严格约定。本报告仅提供给上述特定客户，并不面向公众发布。信达证券不会因接收人收到本报告而视其为本公司的当然客户。客户应当认识到有关本报告的电话、短信、邮件提示仅为研究观点的简要沟通，对本报告的参考使用须以本报告的完整版本为准。

本报告是基于信达证券认为可靠的已公开信息编制，但信达证券不保证所载信息的准确性和完整性。本报告所载的意见、评估及预测仅为本报告最初出具日的观点和判断，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出现不同程度的波动，涉及证券或投资标的的历史表现不应作为日后表现的保证。在不同时期，或因使用不同假设和标准，采用不同观点和分析方法，致使信达证券发出与本报告所载意见、评估及预测不一致的研究报告，对此信达证券可不发出特别通知。

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，也没有考虑到客户特殊的投资目标、财务状况或需求。客户应考虑本报告中的任何意见或建议是否符合其特定状况，若有必要应寻求专家意见。本报告所载的资料、工具、意见及推测仅供参考，并非作为或被视为出售或购买证券或其他投资标的的邀请或向人做出邀请。

在法律允许的情况下，信达证券或其关联机构可能会持有报告中涉及的公司所发行的证券并进行交易，并可能会为这些公司正在提供或争取提供投资银行业务服务。

本报告版权仅为信达证券所有。未经信达证券书面同意，任何机构和个人不得以任何形式翻版、复制、发布、转发或引用本报告的任何部分。若信达证券以外的机构向其客户发放本报告，则由该机构独自为此发送行为负责，信达证券对此等行为不承担任何责任。本报告同时不构成信达证券向发送本报告的机构之客户提供的投资建议。

如未经信达证券授权，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。信达证券将保留随时追究其法律责任的权利。

## 评级说明

投资建议的比较标准	股票投资评级	行业投资评级
本报告采用的基准指数：沪深 300 指数（以下简称基准）；  时间段：报告发布之日起 6 个月内。	<b>买入</b> ：股价相对强于基准 20% 以上；	<b>看好</b> ：行业指数超越基准；
	<b>增持</b> ：股价相对强于基准 5%~20%；	<b>中性</b> ：行业指数与基准基本持平；
	<b>持有</b> ：股价相对基准波动在±5% 之间；	<b>看淡</b> ：行业指数弱于基准。
	<b>卖出</b> ：股价相对弱于基准 5% 以下。	

## 风险提示

证券市场是一个风险无时不在的市场。投资者在进行证券交易时存在赢利的可能，也存在亏损的风险。建议投资者应当充分深入地了解证券市场蕴含的各项风险并谨慎行事。

本报告中所述证券不一定能在所有的国家和地区向所有类型的投资者销售，投资者应当对本报告中的信息和意见进行独立评估，并应同时考量各自的投资目的、财务状况和特定需求，必要时就法律、商业、财务、税收等方面咨询专业顾问的意见。在任何情况下，信达证券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，投资者需自行承担风险。