



德邦证券
Topsperity Securities

证券研究报告|行业深度

核能发电

2023年5月26日

核电行业深度系列报告：积极安全有序 发展核电，千亿市场有望释放



证券分析师

姓名：俞能飞

资格编号：S0120522120003

邮箱：yunf@tebon.com.cn

姓名：唐保威

资格编号：S0120523050003

更多免费行业报告

并购家

www.ipoipo.cn

h.cn

- **核电具备多项优点，对实现“双碳”具有重要意义。**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的方式，其与火力发电极其相似，只是以核反应堆及蒸汽发生器来代替火力发电的锅炉，以核裂变能代替矿物燃料的化学能。核能发电过程中，不向大气排放二氧化碳等温室气体，不排放二氧化硫、氮氧化物等有害气体，相比水电、太阳能、风电等清洁能源，核电具有占地面积较小，年发电小时数高、发电量大，对电网影响小等特点。
- **专营特性较强，设备投资占比高。**核电产业链以核电站为中心，上游主要是核燃料循环产业、核电设备制造产业等，下游则是通过电网公司向终端用户售电。其中核燃料环节受到国家专营限制，中核集团下属的中国原子能工业有限公司是国内唯一的核燃料生产、供应及贸易服务商；核设备生产环节主要企业有上海电气、东方电气、中国一重、哈尔滨电气等，主要分为核岛设备、常规岛设备及BOP设备，设备购置费占初期投资比例约28%-35%；核电站的投运管理环节目前只有中核、国电投、中广核、华能四家核电公司持有核电运营牌照，由于寡头垄断而形成行业高度集中。
- **安全是核电产业发展的前提，目前国家政策支持核电发展。**由于核电的特殊属性，我国核电项目均需经国务院的核准，所以国内核电产业发展对政策及政府态度的依赖较大。核电安全性是影响政府政策导向的关键因素，我国最新核准的福建漳州二期和广东廉江一期核电项目要求“确保绝对安全”、“建设和运行安全万无一失”。目前随着福岛核泄漏事故影响的渐行渐远以及3060双碳目标指引，国家政策对核电发展持支持态度。2022年印发的《“十四五”现代能源体系规划》要求“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。
- **国内核电核准项目上升态势明显，千亿市场有望得到释放。**“十一五”规划做出“积极发展核电”的表述后，核电每年开工数量从2006年的2台增长到2010年的9台，核准数量也在2008年达到14台，这是近年来的高峰。2011年受到福岛核泄漏事故影响，当年的核准及开工项目均为0，此后核电发展较为平缓，2016-2018更是连续3年零核准。直到2019年，核电产业逐渐复苏，2022年获核准的核电数量达到10台，是2008年以后的最高峰。中国核能行业协会预计2030年前，我国在运核电装机规模有望成为世界第一。我们测算2023-2030年核电市场空间年均可达1593亿元，核电设备市场空间年均均为494亿元，乏燃料后处理厂潜在市场空间年均可达264亿元，乏燃料后处理设备潜在市场空间年均可达106亿元。随着核电核准项目以及开工项目渐次增多，相关设备企业有望充分受益。
- **相关标的：**科新机电（专注于高端过程装备领域，为数不多的拥有资质的民营企业，核电业务迅速发展）；江苏神通（核电阀门地位突出，实现了核级蝶阀、球阀等产品的全面国产化）；中国一重（国际先进核岛设备供应商和服务商，有力推动国家核电产业的安全高效发展）；兰石重装（国内首家实现国产替代的民用核级板式换热器设计生产企业，核燃料储运容器细分领域具有较高的市场占有率）；中密控股（实现核主泵静压轴封的实际应用，成功打破国外厂家垄断）；川仪股份（牵头自主研发核电站关键设备-1E级磁浮子液位计，打破了国外垄断）；海陆重工（深入核电领域20多年，国内首家配套制造核电站堆内构件吊篮筒体的企业）；景业智能（核工业机器人及智能装备领域的重要供应商）；佳电股份（国内首家取得核级电机设计、制造许可证的企业）；航天晨光（放射性废物处理系统关键设备打破国外垄断，国内核非标成套装备重要供应商）；国机重装（具备核岛主设备制造资质和能力，核能产品或将实现规模化批量化发展）；台海核电（核岛装备材料研制的先行者，助推中国核电高端装备强势发展）等。
- **风险提示：**全球范围内无法预期的核电事故；核电政策转向保守；天然铀进口受到限制；电力市场需求增长缓慢等风险

目录 CONTENTS

01 核电概述——核能发电的概念、历史及现状

02 原理与机制——利用裂变产生能量“烧水”发电

03 产业链拆解——专营特性较强，设备投资占比高

04 市场空间——安全为前提，千亿市场有望释放

05 投资建议

06 风险提示



01

核电概述——核能发电的概念、历史及现状

01 核电概述——核能发电的概念、历史及现状

1.1 核电具备多项优点，对实现“双碳”具有重要意义

- **核电利用核裂变释热能发电，具有占地面积较小、年发电小时数高、发电稳定等优势。**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的方式，是实现低碳发电的一种重要形式。它与火力发电极其相似，只是以核反应堆及蒸汽发生器来代替火力发电的锅炉，以核裂变能代替矿物燃料的化学能。核能发电过程中，不向大气排放二氧化碳等温室气体，不排放二氧化硫、氮氧化物等有害气体，相比水电、太阳能、风电等清洁能源，核电具有占地面积较小，年发电小时数高、发电量大，对电网影响小等特点。
- **发展核电对实现“双碳”具有重要意义，在中国现代化能源体系中将发挥更加重要的作用。**在全球范围内，核能不仅是实现双碳战略目标的重要支柱能源，更被视为能源现代化产业的工业技术集大成者，对能源清洁低碳转型和科技转型变革具有战略性带动作用。中国发展现代化核能产业，不但是中国能源现代化发展的重要组成，还是建设科技强国乃至社会主义现代化强国的整体需要。随着新时期中国能源电力发展更加重清洁低碳和安全高效，作为能量密度大、可利用率高、可靠近布置于负荷中心的优质清洁能源品种，核能在未来中国现代化能源体系中将发挥更加重要的作用，其中核电还将作为中国装备产业“走出去”的重要名片之一，为中国与有关国家开展双边合作提供重要议题。

图表：我国第一座核电厂——秦山核电厂



图表：不同类型能源的特点

能源类型	特点
煤、石油、天然气	传统能源，在现今能源消耗中占比大；污染环境；不可再生
水力	无污染；受自然环境条件和季节影响
地热能、潮汐能	只能在一定条件下有限开发，较难大量使用；成本较高
风能、太阳能	不稳定，对天气依赖性较大，波动性大
生物质能	可再生，但具体技术有待研发
核电	燃料全球储量丰富，成本相对低；技术成熟；燃料能量密度高

01 核电概述——核能发电的概念、历史及现状

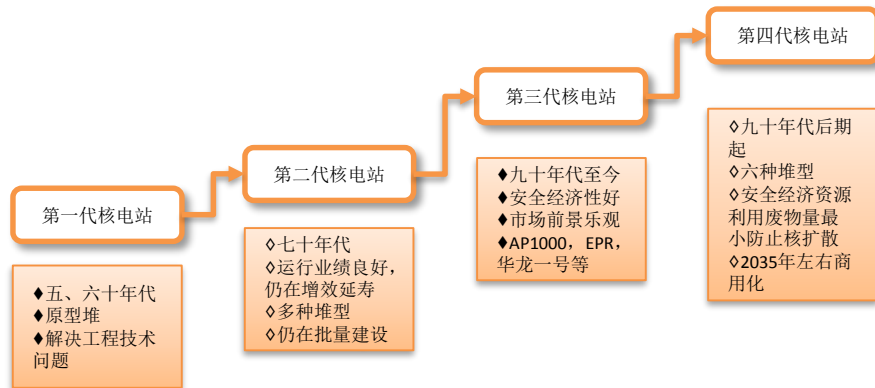
1.2 核裂变打开核能利用大门，第四代核电站渐行渐近

- **核裂变现象的发现促进核能利用发展，苏联建成世界第一座核电站。**1938年德国科学家奥托·哈恩发现了核裂变现象，此后因战争的原因，核研究被提上了议事日程。1942年12月2日费米在芝加哥实现了世界上第一次受控的自持链式反应，被人称为“登上了原子能新大陆”。从1941年开始，美国着手建立用于第一颗原子弹爆炸式链式反应，曼哈顿计划的辉煌以1945年在阿拉莫斯的首爆为标志，随后在广岛和长崎上空进行了爆炸。1954年前苏联建成世界首座核电站，1961年美国建成世界首座商用核电站，此后核电又经几十年的发展，压水堆已做到电功率最大可达1450MW；热能/电能转换效率从28%提高到33%；每年运行时间可稳定在70%以上。其使用效率及经济性已达到或超过燃煤电站。
- **核电站历经70余年发展，第四代核电站渐行渐近。**自1951年12月美国实验增殖堆1号(EBR1)首次利用核能发电以来，核电站技术方案大致可分为四代。第一代属于原型堆核电站，主要目的是为了通过试验示范形式来验证其核能在工程实施上的可行性；第二代主要是实现商业化、标准化、系列化、批量化，以提高经济性；第三代各国各有不同看法，代表有美国AP1000，法国EPR，我国华龙一号等；第四代核能系统概念（有别于核电技术或先进反应堆）由美国在上世纪90年代末提出，随后美、法、日、英等国家组建了“第四代核能系统国际论坛(GIF)”，GIF计划总目标在2030年左右向市场推出能够解决核能经济性、安全性、废物处理和防止核扩散问题的第四代核能系统(Gen-IV)。

图表：世界核能发展的主要进程

时间	事件
1938	哈恩等发现重原子核裂变
1942	费米实现链式反应，建成第一座石墨慢化反应堆
1945	实现不可控的链式反应——原子弹，用于军事目的
1951	美国建成第一座快中子堆，产生200kW电功率，首次演示核能发电
1952	美国实现第一次不可控聚变反应，试爆热核反应原理装置
1953	美国建成第一座核潜艇用的动力堆陆上模型
1954	苏联建成第一座电功率5MW石墨慢化、水冷却示范核电站
1957	美国建成第一座压水堆型示范核电站，电功率90MW
1961	美国建成第一座商用核电站，电功率185MW
1970s	美国开发出加强辐射小型热核武器——中子弹
1970s	以石油危机为契机，全世界大规模推进核电站建设

图表：四代核电站的发展历程及主要特点

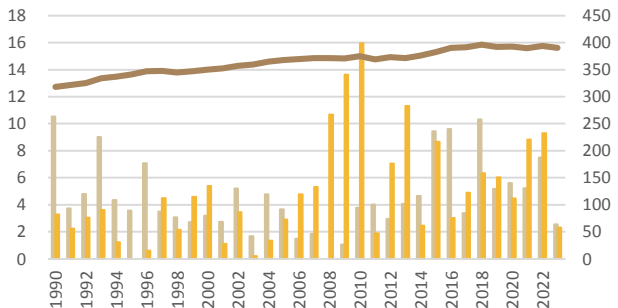


01 核电概述——核能发电的概念、历史及现状

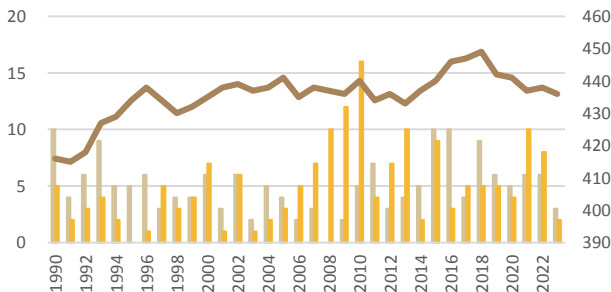
1.3 全球核电平稳发展，美法中装机占比较高

- **受安全事故影响较大，多年来全球核电平缓发展。**纵观全球核电自上世纪90年代以来的发展，可以发现核电总装机容量处于平稳上升的态势。1990年全球核电装机容量为318.3GW，到2022年末约为393.7GW，发展32年来核电总装机量的年均复合增速仅为0.67%。从2003年开始全球核电曾迎来快速发展期，2003年全球核电开工建设容量仅0.2GW，此后连年上升，2008年开工建设的核电容量达到10.7GW，此后连续2年均保持在10GW以上。但是2011年发生的福岛核泄漏事故中断了这一发展势头，当年新开工的核电容量仅1.9GW，关停的核电容量却达到了11.4GW。
- **美法中装机占比超全球50%，机组单位容量持续提升。**根据IAEA的数据，截至2023年4月底，全球核电总装机量约390GW，装机量最多的国家前三分别为美国、法国和中国，装机量分别为95.8GW、61.4GW、55.1GW，占全球总装机比例分别为24.55%、15.72%、14.11%，合计超过50%。从机组数量对应的总装机量来看，上世纪90年代以来机组单位容量处于持续提升状态，1990年全球范围内平均单个机组容量为765MW，目前年平均单个机组容量已经提高到了约900MW。

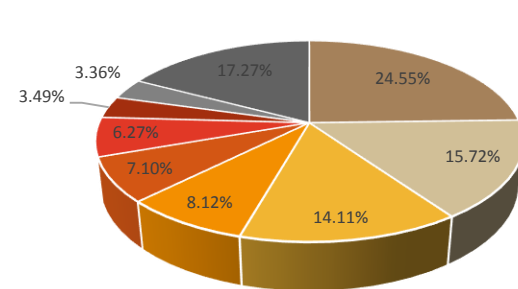
图表：全球核电装机情况



图表：全球核电运行机组数量情况



图表：全球核电装机量分部主要国家情况

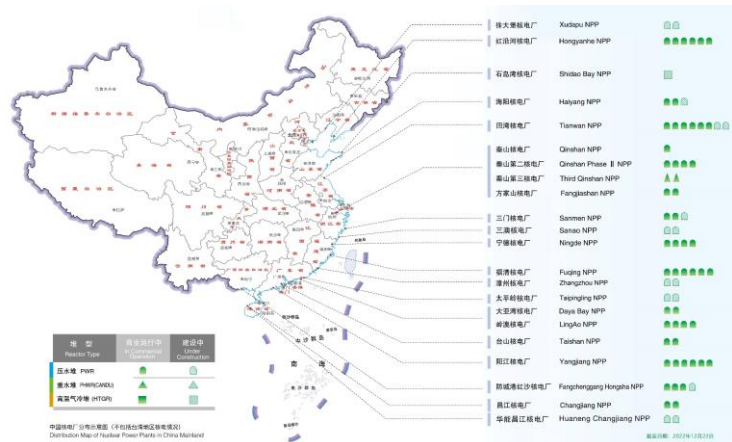


■ 美国 ■ 法国 ■ 中国 ■ 日本 ■ 俄罗斯 ■ 韩国 ■ 加拿大 ■ 乌克兰 ■ 其他

1.4 中国在建机组装机容量全球第一，主要核电堆型设备国产化率达90%以上

- **核电发展30年，在建机组装机容量全球第一。**浙江海盐是中国大陆核电的发源地，自从我国大陆第一座核电厂——秦山核电厂1991年末并网发电以来，国内核能发电的应用已经走过30多年历史。2022年我国新核准5个核电项目共10台机组，新开工核电机组5台，截至2022年底，我国商运核电机组53台，总装机容量约55.6GW，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2.2%；全年核电发电量为4177.8亿千瓦时，同比增加2.5%，约占全国总发电量的4.7%，核能发电量居全球第二；我国在建核电机组23台，总装机容量2549万千瓦，在建机组装机容量继续保持全球第一。
- **核电站主要在沿海地区分布，主要核电堆型设备国产化率达90%以上。**我国大陆投运的核电机组分布在沿海8个省区，从北至南依次为辽宁省、山东省、江苏省、浙江省、福建省、广东省、广西壮族自治区和海南省。2022年国内核电主设备累计交付54台套，交付数量创近五年新高，其中“国和一号”湿绕组电机主泵和屏蔽电机主泵，示范快堆1号机组堆芯支承、热交换器、新组件装载机、提升机等一批首台套核电关键装备实现交付，我国核电装备自主化和国产化能力进一步提升，主要核电堆型设备国产化率达90%以上。

图表：我国核电站分布情况



02

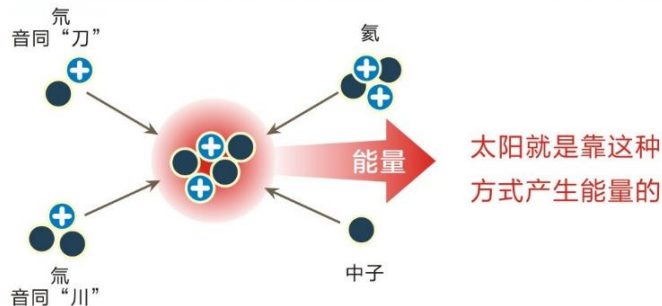
原理与机制——利用裂变产生能量 “烧水”发电

02 原理与机制——利用裂变产生能量“烧水”发电

2.1 可控核聚变有望成为“终极能源”，商业化发展任重道远

- **核聚变能释放出更多能量，可以成为未来聚变动力堆的基础。**核能的释放主要分为核聚变和核裂变，其中核聚变是由两个以上的较轻原子核结合成一个较重的原子核的核反应过程，聚变反应会释放出巨大的能量——是核裂变反应的四倍，而且聚变反应可以成为未来聚变动力堆的基础。各种计划要求第一代核聚变反应堆使用氘(重氢)和氚(超重氢)的混合物。理论上，只要有几克这些反应物，就有可能产生一太(万亿)焦耳的能量，这大约是发达国家的一个人在60年内所需要的能量。
- **核聚变优点众多，但作为能源需以可控为前提。**相比核裂变，聚变拥有众多优势，聚变燃料丰富且容易获得；未来的聚变反应堆不会产生高放射性、长寿命的核废物；聚变反应堆几乎不可能发生熔毁，只要不维持高温高压就能立即停止反应。氢弹就是利用核聚变的能量，但其反应速率是不可控的，所以想安全利用核聚变发电，必须实现可控的核聚变。
- **核聚变条件苛刻，商业化任重道远。**由于原子核间有很强的静电排斥力，只有在-一亿摄氏度的超高温下，轻核才有足够的能量克服阻力发生聚变，一旦原子核克服了这种排斥力并进入非常近的范围，它们之间的核吸引力将超过电排斥力，从而实现聚变。原子核的静电斥力与其所带的电荷成正比，因此原子序数越小、质子数越少的轻核聚变所需的动能(温度)就越低。所以只有-一些较轻的原子核(例如氢、氘、氚、氦、锂等)才容易发生核聚变，且众多原子核必须被约束在一个小空间内，以增加碰撞的机会。2022年12月13日，美国能源部宣布首次成功在可控核聚变反应中实现“净能量增益”，这是在实验室中首次实现聚变产生的能量超过消耗的能量——但并未实现工程收支平衡，距离发电所需的实际能量增益，还有很长的路要走。

图表：核聚变原理示意图



图表：氢弹爆炸——不可控的核聚变

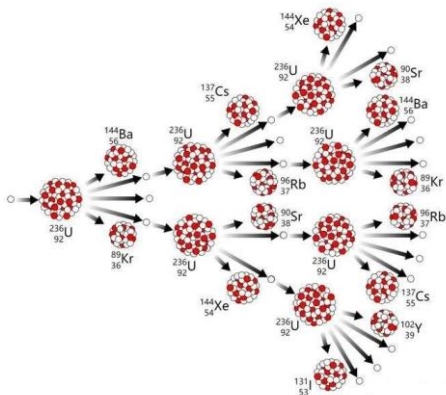


02 原理与机制——利用裂变产生能量“烧水”发电

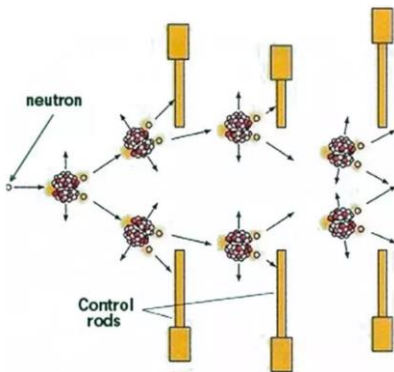
2.2 核裂变是核能发电运用的主要原理，反应速率主要由“控制棒”控制

- **核裂变是目前核电站发电运用的主要原理，由中子撞击原子核产生。**核电站目前主要是利用铀原子核裂变所发出的巨大能量来发电的，核裂变是指一个质量较重的原子核通过核反应过程分裂为两个或两个以上的中等质量的原子核的过程。并不是所有的原子核都能进行核裂变，只有因为质量过大而不稳定的原子核才会发生裂变。人类想要很好地控制核裂变，就需要利用诱发裂变，对核燃料“点火”，用来“点火”的物质就是“中子”，中子不带电，所以比带电粒子更容易进入原子核，干扰原子核的稳定。中子诱发核裂变，对中子的速度，靶原子核的种类等条件都有严格要求。
- **裂变反应速率控制至关重要，主要由“控制棒”完成。**用中子轰击铀-235原子核，原子核分裂为2个较轻的原子核，同时产生2~3个中子，若这些中子除去消耗，至少有一个中子能引起另一个原子核裂变，使裂变自持地进行，则这种反应称为链式裂变反应。实现链式反应是核能发电的前提。如果在燃料中加入一些可以吸收中子的物质，一次裂变产生的3个中子中可能有2个中子被吸收，那么链式反应持续进行，只不过每一次都只发生一个反应，裂变的速度并不增长。如果再多加入一些吸收物质，那么可能产生的3个中子都被吸收，链式反应就此中止。在核反应堆中，反应速率主要由“控制棒”来实现，当需要停止裂变反应时，将足够的控制棒插入燃料中，核反应即停止。

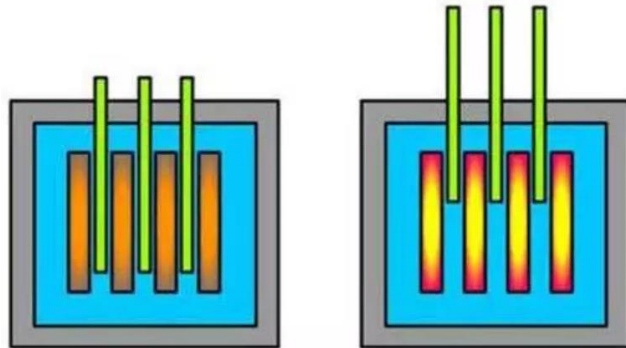
图表：核裂变反应示意图



图表：中子可以被控制棒吸收从而减小功率



图表：控制棒在需要停堆时插入、启动时提起

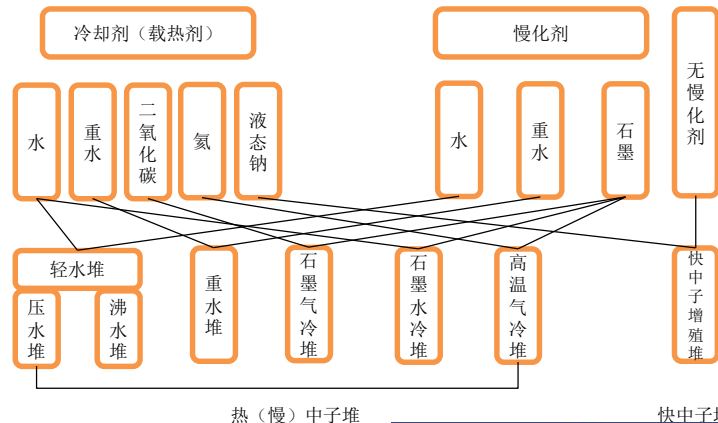


02 原理与机制——利用裂变产生能量“烧水”发电

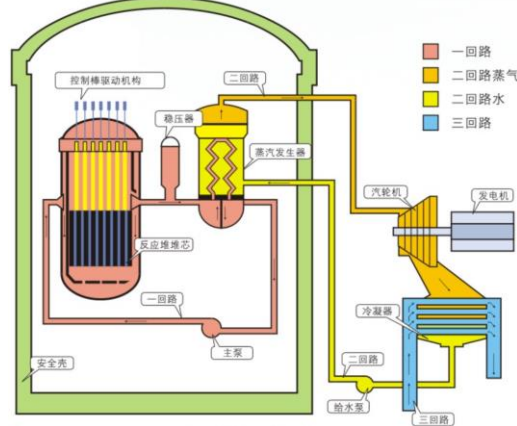
2.3 压水堆是世界核电站主力堆型，通过三回路交换热量驱动汽轮机发电

- **反应堆多种多样，压水堆以安全性成为首选。**核电站堆型的分类方法有很多种，按用途分，可分为动力堆、生产堆、研究堆、特殊用途堆等；按照冷却剂和慢化剂来分，又可分为压水堆、沸水堆、重水堆、气冷堆、压力管式石墨沸水堆、快中子增殖堆等。全世界核电站中以压水堆、沸水堆所占的比例最大，而我国的核电站技术路线也以压水堆为主。压水堆是一种首先用于舰船的核动力堆，以水为冷却剂和慢化剂，结构紧凑，经济性、安全性好，安全是许多国家选用压水堆的重要因素，目前是世界核电站的主力堆型。
- **压水堆核电站通过裂变产生热源“烧开水”，产生的蒸汽推动汽轮机做功发电。**与火电厂相比，核电厂主要区别是锅炉不一样，火电厂的锅炉是烧煤的锅炉，核电厂的“锅炉”是核反应堆，专业的术语叫“核岛”，即安全壳及其内部全部的设备或系统。核岛的核心是堆芯，主要由燃料组件及控制棒驱动系统组成。核裂变反应发出的热量被堆芯中的水所吸收，通过一回路流经蒸汽发生器，将热量交换给二回路中的水，二回路以及后面的流程与火电厂是一样的——高温将水转化为蒸汽驱动汽轮机运转，并带动发电机发电。三回路则通过凝汽器和海水等冷源将二回路的蒸汽冷却为水，这些水又被输送回去加热成蒸汽。核电站的三个回路完全隔绝。它们之间通过热传导不停地实现水的循环。

图表：多种多样的反应堆堆型



图表：压水堆核电站发电的工作原理

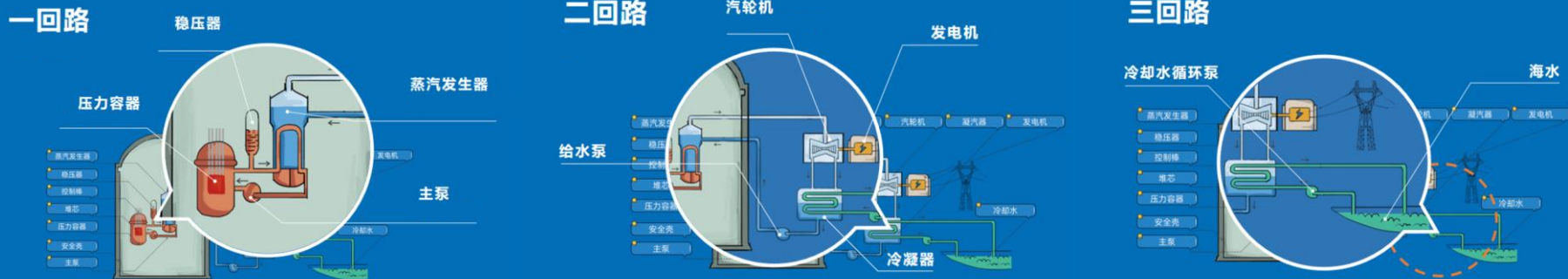


02 原理与机制——利用裂变产生能量“烧水”发电

2.4 三回路的构成及作用详解

- **一回路发生核反应，核心部件包括压力容器、稳压器、蒸汽发生器、主泵等。**一回路的核心使命是发生核反应，主要有压力容器、稳压器、蒸汽发生器、主泵等。核反应在压力容器内发生，把水加热到300多度；稳压器是为了保持压力在15.5MPa左右，从而令水在300多度下依然是液态；蒸汽发生器的作用是产生蒸汽，一回路的水在这里把热量传递给二回路，完成热量交接；主泵作用是让一回路的水流动起来，让热量可以持续的被传递。
- **二回路推动发电机发电，核心部件包括冷凝器、给水泵、汽轮机等。**二回路的主要作用就是发电，一回路的热量通过蒸汽发生器传递给二回路后，由于二回路是常压状态，失去了稳压器提供的压力后马上变成蒸汽，之后流入汽轮机中，使汽轮机飞速转动，并带动发电机产生电力。冷凝器作用是收集汽轮机流出的蒸汽，再把它们变成水，之后送回蒸汽发生器。给水泵也是维持二回路的水/蒸汽不断流动的。
- **三回路结构简单而作用重大，主要负责降温。**三回路主要负责把海水等冷源从海里抽上来再通过冷却水循环泵推到冷凝器中，将多余的热量带出，给整个回路降温，使系统各部分不会因过热而出现故障。

图表：压水堆核电站三条回路示意图



03

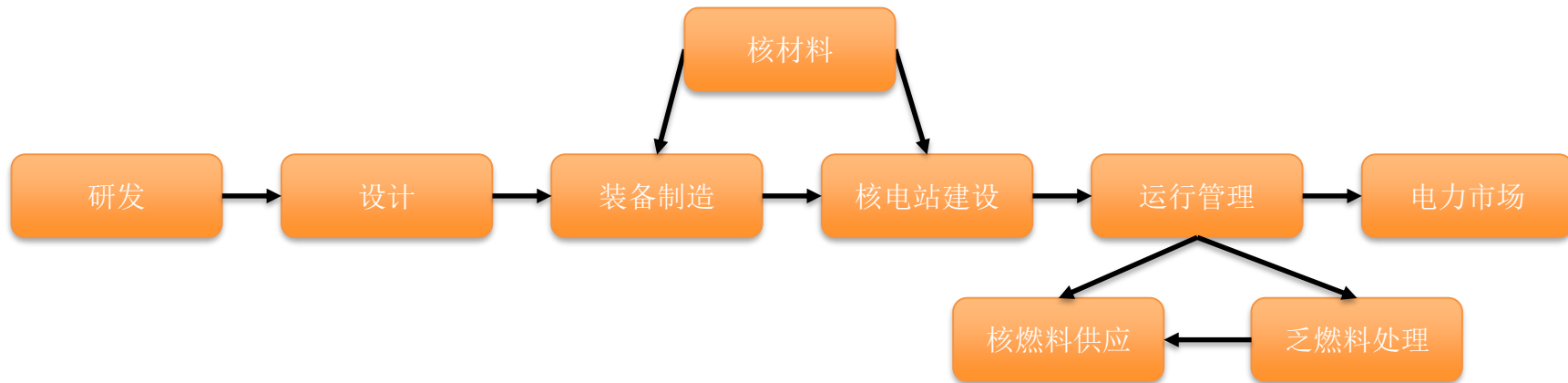
产业链拆解——专营特性较强，设备投资占比高

03 产业链拆解——专营特性较强，设备投资占比高

3.1 产业链以核电站为中心，部分环节具有专营特性

- **核电产业链以核电站为中心，上游主要是核燃料及设备制造，下游主要是电网。**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、核配件制造、核工程建设、核废料处理以及核电站运营。以核电厂的视角看，上游主要是核燃料循环产业、核电设备制造产业等，下游则是通过电网公司向终端用户售电。
- **原材料及核电站投运环节垄断特征显著，设备供应环节技术要求较高。**上游核燃料环节受到国家专营限制，中核集团下属的中国原子能工业有限公司是国内唯一的核燃料生产、供应及贸易服务商，在产业链中分配的利润率也较高；核设备生产环节主要企业有上海电气、东方电气、中国一重、二重（德阳）、大连宝原、哈尔滨电气等，目前仍有部分关键设备、核心部件依赖国外进口，或者自主设备工程应用困难，无法形成成熟产品；核电站的投运管理环节，由于国内核电行业由国家通过发放经营许可证的形式来控制市场准入，目前只有中核、国电投、中广核、华能四家核电公司持有核电运营牌照，由于寡头垄断而形成行业高度集中。

图表：核电产业链主要环节示意图

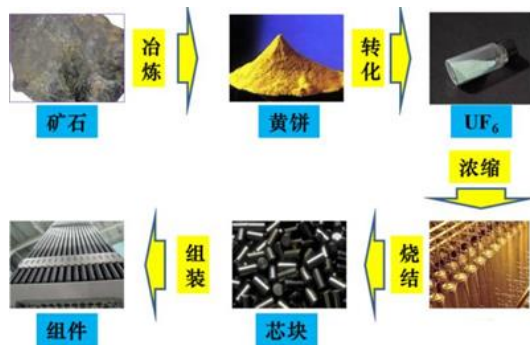


03 产业链拆解——专营特性较强，设备投资占比高

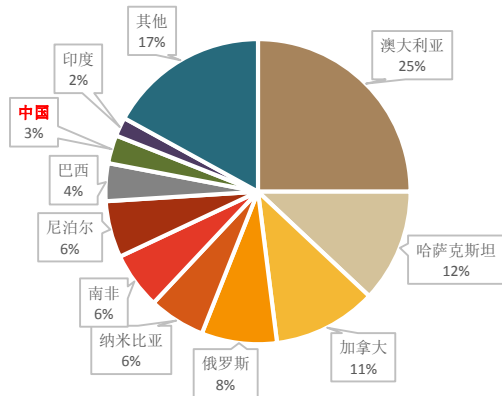
3.2 天然铀是核电主要燃料，我国目前储量较少

- **核燃料制作经历多个步骤，构成了核能工业的基础。**压水堆是目前国内外核电厂广泛使用的反应堆堆型，核燃料使用铀-235含量为3%~5%的低浓度铀，制作核燃料的主要过程包括铀矿勘查、铀矿开采、铀冶炼、铀转化、铀浓缩和燃料元件组件制造，加上之后的核燃料（乏燃料）后处理以及放射性废物的处理，形成的循环系统称为核燃料循环，核燃料循环构成了核能工业的基础。
- **我国核燃料储量较少，天然铀主要集中在澳、哈、加、俄四国。**天然铀作为核能发电的主要燃料，是核电产业的可持续发展基础。但从铀资源分布情况来看，天然铀主要集中在澳大利亚、加拿大、哈萨克斯坦和俄罗斯等几个国家，其中澳、哈、加、俄4国天然铀储量合计占比超过全球50%，而我国储量占比仅3%，相对来说仍然属于贫铀国。目前我国铀资源主要集中在江西、新疆、广东、辽宁等地。根据NEA、IAEA、中国核能行业协会等机构数据，截至2019年初世界范围内已探明可采铀资源总量（开采成本低于260美元/千克铀）807.04万tU，较2017年增长1.0%；2021年全球天然铀产量为4.7万tU，较2020年基本持平。

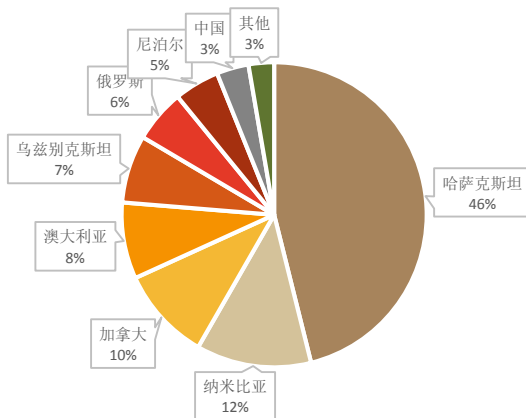
图表：核燃料制作主要过程



图表：世界主要铀矿国家及储量占比



图表：2021年全球天然铀产量各国占比

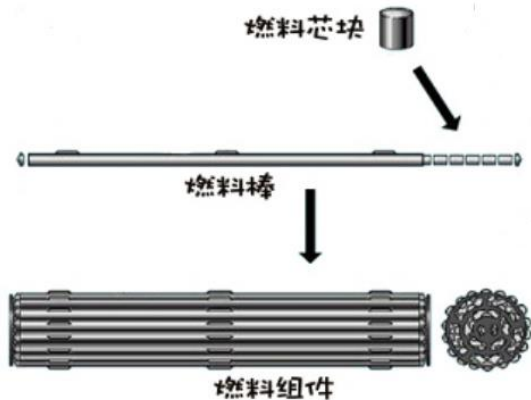


03 产业链拆解——专营特性较强，设备投资占比高

3.3 燃料元件组件是核燃料的基本单元，具有较高技术含量

- **燃料元件是核燃料的基本单元，由浓缩铀经一系列工序制成。**经过提纯或同位素分离后的铀，不能直接用作核燃料，还要经过化学、物理、机械加工等复杂且严格的过程，先转化成二氧化铀芯块，然后放入包壳管内组装成燃料棒，得到燃料元件。核燃料元件种类繁多，一般都由芯体和包壳组成，按组分特征，可分为金属型、陶瓷型和弥散型三种；按几何形状分，有柱状、棒状、环状、板状、条状、球状、棱柱状元件；按反应堆分，有试验堆元件，生产堆元件，动力堆元件等；按物理形态分，有固态核燃料、液态核燃料（溶液堆、熔盐堆）等。
- **核燃料元件组件工况恶劣，具有较高科技技术含量。**燃料元件装入由格架和导向管焊成的骨架中，再与上下管座相连接，就成为了燃料组件。核燃料组件插入反应堆中，在反应堆中“燃烧”之后产生很强的放射性。核燃料元件组件在核反应堆中的工作状况十分恶劣，长期处于强辐射、高温、高流速甚至高压的环境中，因此，芯体要有优良的综合性能，核燃料元件制造具有较高科技技术含量。

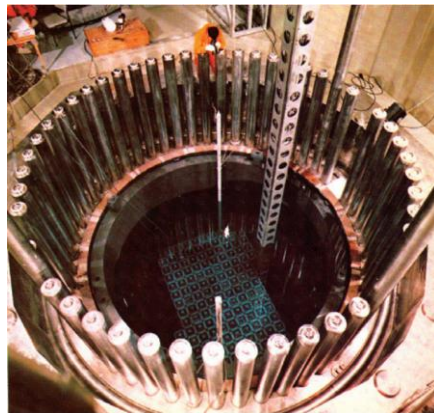
图表：燃料芯块、燃料棒及燃料组件示意图



图表：核燃料元件和组件实物图



图表：核燃料组件插入反应堆中

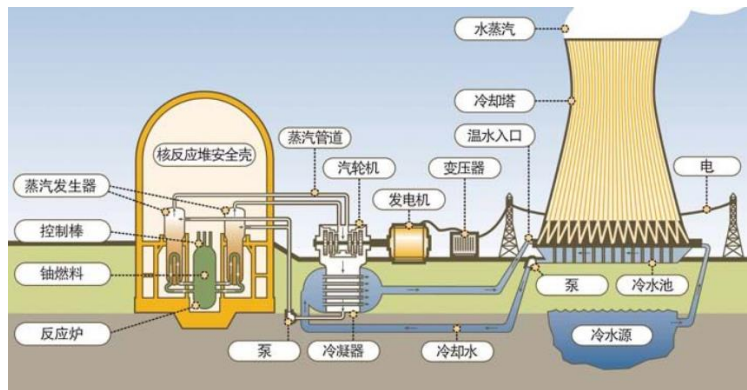


03 产业链拆解——专营特性较强，设备投资占比高

3.4 核电站由核岛、常规岛及BOP构成，装备国产化能力不断提升

- **核电站主要由核岛、常规岛及BOP组成，不同部分拥有多项核心设备。**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。核岛主要包括蒸汽发生器、稳压器、主泵和堆芯等几大部分；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；辅助系统设备是核岛和常规岛之外的公用设施，主要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。
- **核电站工程建设非完全竞争，常规岛、BOP工程难度和特殊性不及核岛。**工程建设方面，由于核电产业的特殊性，核电工程建设市场为非完全竞争市场，行业内竞争企业数量有限。常规岛和BOP工程建设市场，由于工程难度和特殊性不及核岛建设，目前国内参与竞争的企业较多，包括各大型建筑企业、火电建设企业等，市场竞争较为激烈。核岛工程多采用邀请招标制度，核电站前期工程、辅助设施工程及常规岛工程多采用公开招标制度。
- **核电设备国产化率从1%到90%以上，我国核电装备产业跨越式发展。**核电设备方面，近年来我国核电装备成套制造能力不断提升。在1987年开工建设的大亚湾核电站，核电设备国产化率仅为1%，而目前我国核电装备制造企业自主研制的核电产品及系统已成功应用于“国和一号”、“华龙一号”和高温气冷堆等核电项目，核电产品及系统各核心环节自主可控，形成了较为完整的产业链，主要核电堆型设备国产化率达到90%以上。

图表：核电站的主要设备示意图



图表：反应堆厂房剖面结构图



03 产业链拆解——专营特性较强，设备投资占比高

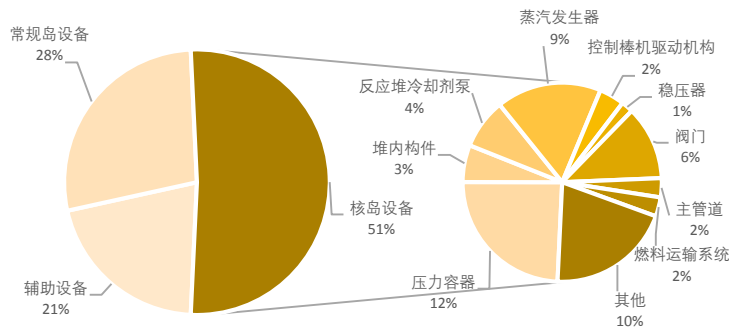
3.5 设备购置占核电站投资比例最大，核岛技术要求高

- **核岛设备技术含量最高，价值量占比大。**核电站各系统的设备约有48000多套件，其中机械设备约6000套件，电器设备5000多套件，仪器仪表25000余套件，总重约6.7万吨。一座2*600MW的压水堆核电站约有290个系统，分别归属核岛（NI）、常规岛（CI）和电站辅助设施（BOP）。其中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，核岛主设备政策准入较严，集中度较高，市场主要被东方电气、上海电气、哈电集团和中国一重等大型国企垄断；常规岛设备主要承担发电，在技术上不区分第2代和第3代，技术上代际差较小，要求也没有核岛设备要求严格；辅助系统的工程规模比较小，以上三种设备在核电站的造价中所占到的比例约为5：3：2。
- **三代机工程建成价约400亿元，设备购置费占比最高。**按照国内核电厂费用性质划分，初期投资的工程建成价主要由建筑工程费、安装工程费、设备购置费、工程其他费用、基本预备费、2/3首炉核燃料费和动态费用组成，其中，建筑工程费、安装工程费、设备购置费合为工程费用，合计约占工程建成价的60%，而设备购置费单独占比约28%-35%。当前，国内三代核电双机组工程建成价平均在400亿元人民币左右，对应机组容量约2.4GW，故单GW核电初期工程总投资约166亿元/GW。

图表：核电站主要设备组成及相关供应商

核岛设备	主要供应商
压力容器	东方电气、上海电气、哈尔滨电气、中国一重、海陆重工、科新机电、二重重装、三菱重工、西屋、韩国斗山集团
主管道	东方电气、中国一重、中国重工、台海核电、渤海重工、二重重装、吉林中意
蒸汽发生器	东方电气、上海电气、哈尔滨电气、中国一重、久立特材、江苏宝银、西屋、韩国斗山集团
核级阀门	上海电气、江苏神通、应流股份
冷却主泵	东方电气、上海电气、哈尔滨电气、湘电股份、应流股份、沈鼓集团、柯蒂斯怀特
堆内构件	东方电气、上海电气、海陆重工、西屋、韩国斗山集团
控制棒驱动机构	东方电气、上海电气、中国一重、湘电股份、浙富控股
稳压器	东方电气、上海电气、哈尔滨电气、中国一重
安注箱	东方电气、上海电气、哈尔滨电气、海陆重工、中国核电
硼注箱	东方电气、上海电气、哈尔滨电气
常规岛设备	主要供应商
汽轮机	东方电气、上海电气、哈尔滨电气
发电机	上海电气、东方电气、科泰电源、哈尔滨电气、奥特迅
汽水分离再热器	东方电气、上海电气、哈尔滨电气
冷凝器	哈尔滨电气
电站辅助设备	主要供应商
/	大连重工、应流股份、太原重工、盾安环境、盈峰环境、金盾股份、南风股份、金通灵等

图表：核电站主要设备成本占比情况



03 产业链拆解——专营特性较强，设备投资占比高

3.6 核电投运环节准入门槛极高，国内仅四家公司具有核电运营牌照

- **核电投运环节准入门槛极高，项目建设需要国务院核准。**鉴于国家对于核安全、环保的高度重视，政府对核电项目及业主采取核准、发放许可证、执照等方式，对投资主体进入市场进行管理。根据《中华人民共和国核安全法》第二十二条的规定，核设施营运单位进行核设施选址、建造、运行、退役等活动，应当向国务院核安全监督管理部门申请许可；根据《政府核准的投资项目目录（2016年本）》核电站属于需要经国务院核准的重大投资项目。因此核电站的投资运营有着极高的准入门槛。
- **国内仅四家公司具有核电运营牌照，合计在运容量约5680万千瓦。**前文已经提到，目前在中国的核电市场上只有中核集团、国电投集团、中国广核集团有限公司、中国华能集团有限公司四家核电公司持有核电运营牌照，能在核电站项目中获得控股权。截至2023年5月份，中核集团、中广核、国电投、中国华能四家公司在运机组台数合计54台，在运容量合计约5681万千瓦，在建机组台数合计23台，在建容量合计约2500万千瓦。目前在运容量最多的是中广核，为3056万千瓦，在建容量最多的是中核集团，为1118万千瓦。

图表：四大核电运营集团



图表：四大核电运营集团机组及容量情况（截至2023/5/12）

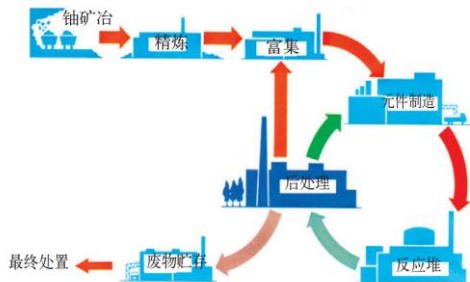
	在运机组 (台)	在运容量 (万千瓦)	在建机组 (台)	在建容量 (万千瓦)
中核集团	25	2375	11	1118
中广核	27	3056	6	689
国电投	2	250	3	432
中国华能	0	0	3	261
合计	54	5681	23	2500

03 产业链拆解——专营特性较强，设备投资占比高

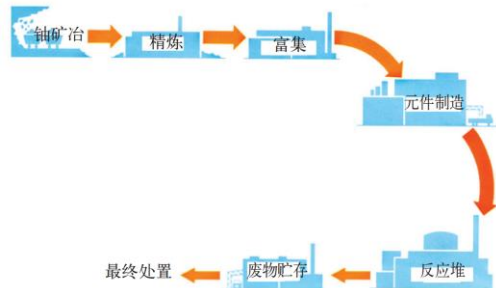
3.7 乏燃料中含有宝贵的裂变材料，通过后处理提取

- **乏燃料即反应堆使用过的核燃料，其中含有宝贵的裂变材料。**乏燃料是从反应堆中卸出的受过中子辐照且不回到该反应堆中再使用的核燃料。由于乏燃料中含有未“烧完”的易裂变物质铀-235（比天然铀中的铀-235浓度还高），新生的易裂变物质钚-239以及大量的铀-238等元素，回收这些宝贵的裂变燃料以便再制造成新的燃料元件或用做核武器装料是后处理的主要目的。乏燃料后处理具有放射性强，毒性大，有发生临界事故的危险等特点，要由国家许可的专门容器、专用车辆、专营公司来装卸和运输，以确保安全。
- **后处理工艺分水法和干法，目前水法是通行方法。**“后处理”是指从乏燃料中除去裂变产物，回收、纯化核燃料物质（铀、钚）的工艺过程。后处理工艺分为水法和干法两大类。现在世界上在用的工艺都为水法后处理普雷克斯（Purex）流程，主要包括：燃料棒切割，燃料芯体溶解，有机溶剂萃取分离出强放射性裂变产物，对分离出来的铀和钚分别纯化等步骤。后处理对铀和钚的分离与纯化技术指标很高，是高难度的科技工程项目，目前我国已经自主建设了动力堆乏燃料后处理中试厂，大型动力堆乏燃料后处理厂的建设正在筹划中。同时为适应高燃耗乏燃料（如快堆乏燃料）后处理的需要，全球正在研究先进的一体化流程和干法后处理技术。
- **乏燃料管理包括“闭路循环”和“一次通过”，我国主要采取前者路线。**后处理回收的铀和钚返回反应堆中去再利用，这种形式被称为“闭路循环”。闭路循环除充分利用铀资源外，还减少深地质处置高放废物的负担。但是，对于不值得做后处理的乏燃料（如重水堆用天然铀做燃料），其乏燃料中铀-235含量已很低；或对于难以进行后处理的乏燃料（如高温气冷堆的乏燃料），按现有的技术条件不适宜作后处理。这些乏燃料只能等待充分冷却之后，经过适当包装，进行直接深地质处置，这种形式被称为“一次通过”式。

图表：核燃料闭路循环示意图



图表：核燃料一次通过示意图



03 产业链拆解——专营特性较强，设备投资占比高

3.8 核电出力稳定，发电量优先上网

- **核电发电量优先上网，上网电价目前较为稳定。**核电行业的下游产业主要是通过电网公司向终端用户售电。2017年发改能源印发的《保障核电安全消纳暂行办法》提出核电应遵循“确保安全、优先上网、保障电量、平衡利益”的基本原则实行保障性消纳，按优先保障顺序安排发电。定价机制方面，2013年发改委下发《关于完善核电上网电价机制有关问题的通知》，标志着20余年来核电上网电价“一厂一价”管理方式的终结，核电上网电价及保障性电量的确定有了明确依据。
- **利用小时高、出力稳定，但不适宜调峰。**核电由于具有不间断发电、不受自然条件约束及发电运行成本低等诸多优势，一直以来都承担着基荷电源的地位，发电利用小时数在7000小时以上，发电出力稳定，能够独自承担基本负荷的责任。在非化石能源发电中，核电是发电出力最为稳定的电源。但是，从核电参与调峰的技术开发应用情况看，核电参与调峰并不容易，且有一定风险。在满功率运行的状态下，核电站才能够使堆芯内部达到功率均衡和稳定的状态。核电机组功率频繁变化会增加压力容器及其他结构材料的热疲劳、燃料燃耗损失、运动设备部件磨损等，对控制棒驱动机构、反应堆压力容器、稳压器、蒸汽发生器及其他部件的寿命产生一定的影响。

图表：核电上网电价的历史沿革

时期	事件
1991	我国第一座核电站——秦山核电站并网
1994	秦山核电站正式营运
1991-2013	核电无明确上网电价形成机制，各核电企业“一厂一价”的方式，由各核电企业个别申请，国家相关部门遵循个别成本加合理利润加成的方式逐个进行审批
2008	我国进入新的核电发展高峰期，国家发改委组织各省价格主管机构及核电企业对核电上网电价的形成机制进行了研究
2013	国家发改委下发《关于完善核电上网电价机制有关问题的通知》，对新建核电机组实行标杆上网电价政策（0.43元/kwh），核电标杆上网电价高于所在地燃煤标杆上网电价的地区，新建核电机组执行燃煤标杆上网电价
2015	国务院以《关于进一步深化电力体制改革的若干意见》启动了新一轮的电力体制改革的进程，各核电企业广泛参与电力市场化交易
2017	发改委及能源局印发了《保障核电安全消纳暂行办法》，明确了核电“确保安全、优先上网、保障电量、平衡利益”的基本原则
2019	国家发展改革委出台《关于深化燃煤发电上网电价形成机制改革的指导意见》，将燃煤发电标杆上网电价改为“基准价+上下浮动”的市场化价格机制，发改革适时对基准价和浮动幅度范围进行调整。核电由原来参考燃煤发电标杆上网电价改为参考基准价
2021	国家发展改革委发布《关于进一步深化燃煤发电上网电价市场化改革的通知》，扩大市场交易电价上下浮动范围，全面推进电力市场建设。基准价继续作为新能源发电等价格形成的挂钩基准

图表：核电上网电量与上网电价的主要确定机制

上网电量	保障电量	市场条件允许	省级政府电力主管部门按照国家规定的原则确定本地区核电机组优先发电权计划
			优先发电权小时数=倍数×上一年平均利用小时数（所在地区6000千瓦以上电厂发电设备）
上网电价	保障电量以内	市场条件受限地区	倍数=全国前三年核电平均利用小时数/全国前三年6000千瓦及以上电厂发电设备平均利用小时数
			原则满发 承担核电技术引进、自主创新、重大专项设备国产化任务的首台（首批）核电机组或示范工程
保障电量以外	市场化上网电价	通过电力直接交易等市场化方式消纳	
		执行核电机组标杆上网电价（参考基准价）；承担核电技术引进、自主创新、重大专项设备国产化任务的首台或首批核电机组或示范工程可在标杆基础上适当提高	

04

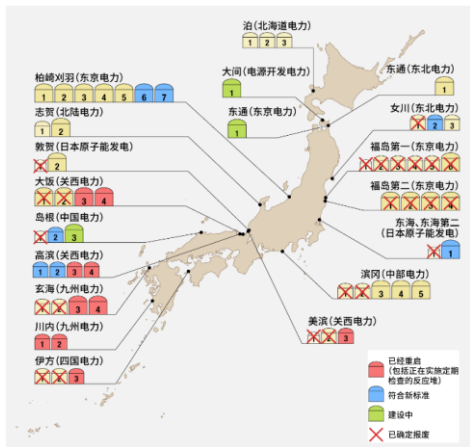
市场空间——安全为前提，千亿市场有望释放

04 市场空间——安全为前提，千亿市场有望释放

4.1 安全是核电产业发展的前提，目前国家政策支持核电发展

- **核电对政策依赖程度大，安全是核电产业发展的根本前提。**由于核电的特殊属性，我国核电项目均需经国务院的核准，所以国内核电产业发展对政策及政府态度的依赖较大。核电安全性是影响政府政策导向的关键因素，我国最新核准的福建漳州二期和广东廉江一期核电项目要求“确保绝对安全”、“建设和运行安全万无一失”。核安全事故往往会造成世界范围内的核电发展停滞，如2011年福岛核事故致使世界多个国家暂缓核电项目建设，我国也宣布暂停所有核电项目的审批。
- **全球多国欲积极发展核电，我国要求保证安全、稳妥发展。**截至2022年末，全球共有32个国家使用核能发电，大部分国家如美、法、英、日、韩等国对核电政策均为正向，准备积极发展核能，比利时等国也决定推迟弃核。随着我国核电产业不断发展，核电政策和规划也在不断调整，目前来看我国政策对核电也持积极态度，要求在保障安全前提下稳妥推进核电建设。2018年以来，我国核电核准进度加快，2021年初，政府工作报告中提出“在确保安全的前提下积极有序发展核电”，系我国多年来首次采用“积极”的表述明确提及核电，较“十二五”和“十三五”的“安全高效发展核电”更为正面鼓励。“十四五”规划更是将“安全稳妥推动沿海核电建设”列为期间重要任务。

图表：福岛核泄漏后的日本核电地图



图表：部分其他国家最新核电政策情况

国家	对核电的态度及政策
美国	将核能视为加强地缘政治关系、实现减排目标和保障未来能源安全的重要选项，大力支持核工业发展。继2021年通过《两党基础设施投资与就业法》为保障现有核电机组持续运行、助力先进技术研发和推进核能多元化应用提供专项支持后，2022年又通过《2022年通胀削减法》和《芯片与科学法》等法律为核能发展提供支持。 普京2022年4月签发总统令，批准将已于2021年获批的第14份国家核科技研发计划即“至2024年俄罗斯联邦原子能利用领域的技术和科学研究发展”（RTTN）综合计划的有效期延长至2030年；10月俄罗斯总理批准了绿色项目分类法，并正式承认核能是俄罗斯绿色能源的组成部分
俄罗斯	2022年宣布了核电复兴计划，拟于2028年开始陆续启动6台大型机组建设，未来还可能启动另外8台机组建设，目标是到2050年新建2500万千瓦核电装机容量。
法国	2022年发布新的能源政策，决定加快推进核能发展，核电装机容量2050年将达2400万千瓦，较目前水平增长三倍多。
英国	2022年决定调整核电政策，未来将对核电加以充分利用；核电运营商提交了2台机组延寿申请；三菱重工宣布启动先进轻水堆研发
日本	尹锡悦政府上任后致力于取消上届政府的“去核电”政策，采取多项行动，推动核电发展，并大力支持核电出口，力争到2030年在海外建设10台核电机组。
韩国	发布《2022年秋季经济声明》，宣布将模块化小堆列为符合投资税抵免条件的清洁能源技术。表明“核能属于清洁能源”获得了政府的认可。
加拿大	去年11月向联合国气候变化框架公约秘书处提交《印度温室气体长期减排发展战略》，印度核电装机容量到2032年将增至目前的三倍，未来印度还将研究部署模块化小堆的可行性。
印度	

图表：不同时期我国核电政策表述

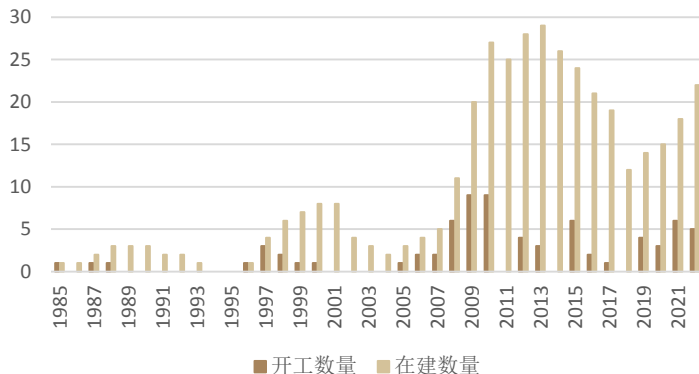
文件	时期	内容
“十一五”规划	2006-2010	积极发展核电
“十二五”规划	2011-2015	在确保安全的前提下高效发展核电
“十三五”规划	2016-2020	以沿海核电带为重点，安全建设自主核电示范工程和项目，积极开展内陆核电项目前期工作
“十四五”规划	2021-2025	安全稳妥推动沿海核电建设，建设一批多能互补的清洁能源基地，非化石能源占能源消费总量比重提高到20%左右

04 市场空间——安全为前提，千亿市场有望释放

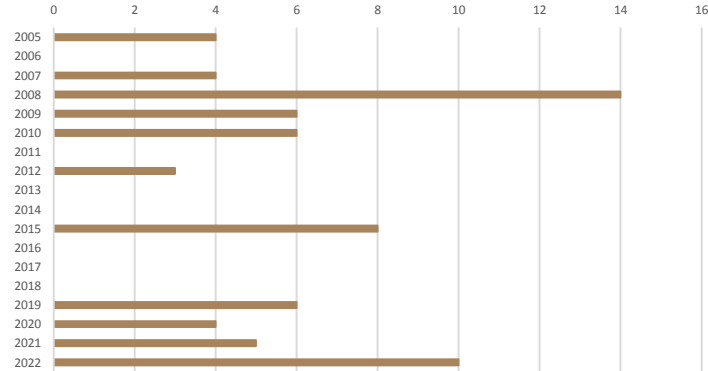
4.2 政府要求积极安全有序发展核电，国内核电核准、在建项目上升态势明显

- **政策保持对核电支持的导向，《“十四五”现代能源体系规划》要求积极安全有序发展核电。**2022年国家发展改革委和国家能源局印发《“十四五”现代能源体系规划》，保持了继续支持核电发展的政策导向，规划要求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。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。切实做好核电厂址资源保护。到2025年核电运行装机容量达到7000万千瓦左右，相比2022年末的5563万千瓦增长25.8%。
- **近年来国内核电核准、开工及在建项目数量上升态势明显。**我们统计了国内核电项目相关数据，“十一·五”规划做出“积极发展核电”的表述后，核电每年开工数量从2006年的2台增长到2010年的9台，核准数量也在2008年达到14台，这是近年来的高峰。2011年受到福岛核泄漏事故影响，当年的核准及开工项目均为0，此后核电发展较为平缓。2015年核电审批重启时曾迎来一波小高潮，当年核准核电项目8台，开工项目也有6台，但此后连续3年核电项目0核准。直到2019年，核电产业再度复苏。目前福岛核事故的影响已渐行渐远，国内政策也已经展现出对核电发展支持的态度，2019-2022年不断有新的核电项目得到核准，2022年获核准的核电数量更是达到10台，为2008年以后的最高峰。

图表：我国第一座核电站开工建设以来历年年度内的开工数量及年末在建数量（台）



图表：国内近年来核电机组核准数量（台）



04 市场空间——安全为前提，千亿市场有望释放

4.3 未来十年我国核电行业有望迎来高景气度发展

- **2023-2030我国核电设备市场年均接近500亿元，乏燃料设备潜在市场年均约106亿元。**《“十四五”现代能源体系规划》中提出到2025年，核电运行装机容量达到7000万千瓦左右。核电作为稳定、高效的清洁基荷电源，还有较大的发展空间，按照2030年实现碳达峰目标，结合核电项目5年左右的建设周期，2025年前预计国内核电每年核准数量有望维持在6-8台，此外中国核能行业协会预计，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。今年两会期间，中国广核集团有限公司党委书记、董事长杨长利等14位全国政协委员向大会提交了《关于加大核电发展力度，拓展内陆地区建设，推广核能供暖的提案》，建议在确保安全前提下，未来十年保持每年核准开工10台以上机组。假设新开工单台机组容量120万千瓦，单GW核电项目投资额约165亿元，单GW核电设备投资额约51亿元，单吨后处理厂建设成本约1.7亿元，单吨后处理厂设备投资成本约0.7亿元，我们测算2023-2030年核电市场空间年均可达1593亿元，核电设备市场空间年均均为494亿元，乏燃料后处理厂潜在市场空间年均可达264亿元，乏燃料后处理设备潜在市场空间年均可达106亿元。

图表：2023-2030我国核电市场空间预测

	2021	2022	2023E	2024E	2025E	2026E	2027E	2028E	2029E	2030E
在运机组(台)	51	53	57	63	68	74	80	87	95	102
在运装机容量(万千瓦)	5329.0	5561.0	6034.2	6630.9	7272.8	7949.6	8678.2	9472.2	10342.7	11279.1
核准项目(台)	5	10	6	7	8	9	10	10	10	10
核准装机容量(万千瓦)	522.1	1233.2	720.0	840.0	960.0	1080.0	1200.0	1200.0	1200.0	1200.0
开工项目(台)	6	5	9	7	7	8	9	10	10	10
开工装机容量(万千瓦)	619.9	625.2	1091.0	822.6	816.0	936.0	1056.0	1176.0	1200.0	1200.0
新开工单机组功率(万千瓦)	103.3	125.0	121.2	121.0	120.0	120.0	120.0	120.0	120.0	120.0
在建项目(台)	18	22	27	28	29	31	34	37	39	42
在建装机容量(万千瓦)	2095.0	2365.9	2983.7	3209.6	3383.7	3642.9	3970.4	4352.3	4681.8	4945.5
核电项目单GW投资额(亿元)	166.7	166.7	166.0	165.0	165.0	165.0	165.0	165.0	165.0	165.0
核电项目总市场(亿元)	475.3	1033.2	1037.8	1800.1	1357.4	1346.4	1544.4	1742.4	1940.4	1980.0
核电设备单GW投资(亿元)	51.7	51.7	51.5	51.2	51.2	51.2	51.2	51.2	51.2	51.2
设备市场空间(亿元)	147.4	320.3	321.7	558.0	420.8	417.4	478.8	540.1	601.5	613.8
每GW产生的乏燃料(吨)	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
当年产生乏燃料(吨)	1210.4	1295.9	1353.9	1472.1	1621.3	1781.8	1951.0	2133.1	2331.7	2549.3
单吨后处理厂建设成本(亿元)	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7
潜在总处理产能建设市场(亿元)	2042.47	2186.75	2284.62	2484.24	2735.99	3006.80	3292.30	3599.68	3934.67	4301.90
潜在新增产能建设市场(亿元)	127.87	144.28	97.88	199.62	251.75	270.81	285.50	307.37	335.00	367.22
乏燃料后处理设备投资占比	40.00%	40.00%	40.00%	40.00%	40.00%	40.00%	40.00%	40.00%	40.00%	40.00%
乏燃料潜在新增设备市场(亿元)	51	58	39	80	101	108	114	123	134	147



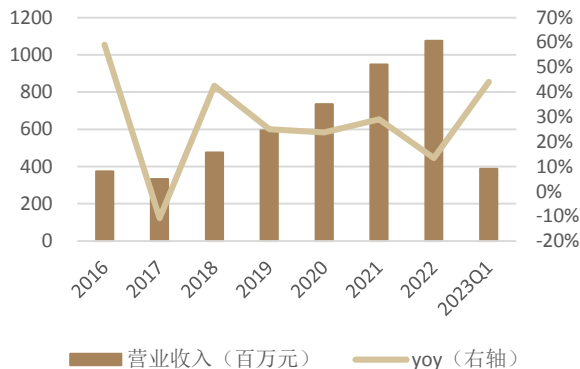
05

投资建议

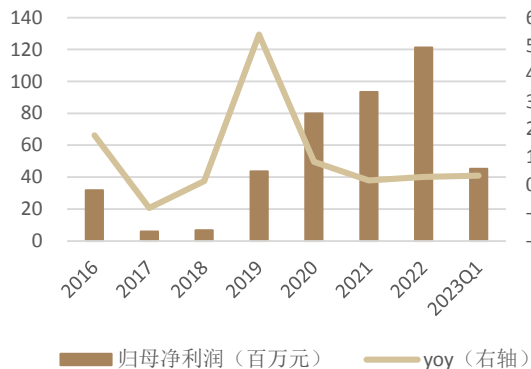
5.1 科新机电

- **创立于1997年，专注于压力容器领域。**科新机电创立于1997年，公司位于四川省德阳市，主要产品为压力容器过程装备。公司长期专注于以重型压力容器为主的高端过程装备和系统集成设计、制造及安装。经过26年的发展，先后参与数千项重大客户项目建设，在生产制造、研发设计、国内外重大项目上积累了丰富的经验，现已发展成为面向核电军工、新能源、石油化工、煤化工、天然气化工等领域的过程装备成套方案解决供应商和进出口贸易的国家高新技术企业。
- **为数不多的拥有资质的民营企业，核电业务迅速发展。**公司2006年开始着力于核电领域，2011年取得民用核安全机械设备制造许可证，成为为数不多的拥有核电资质的民营高端压力容器制造企业。经过17年来的积累，先后与数十个涉核电单位合作，完成了数百项核电装置产品，核电设备制造经验和能力不断提升，近年来，公司的核电业务发展迅速，成功承制了具有四代安全特征的华能石岛湾高温气冷堆核电站示范工程的热气导管、主氮风机冷却器等核电产品，核电产品ANT-12A型新燃料运输容器以优质性能实现替代进口，获得客户赞许。公司作为中国核电工程公司、中广核工程公司、中核能源科技公司、国核工程公司、中电投等众多核电公司的核级设备和核化工设备的供应商。

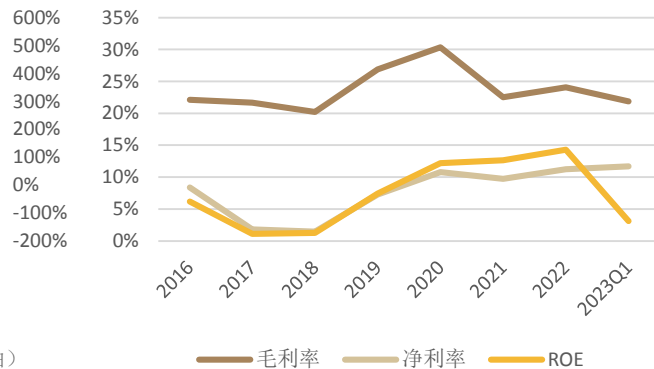
图表：公司近年来营收及增速情况



图表：公司近年来归母净利润及增速情况



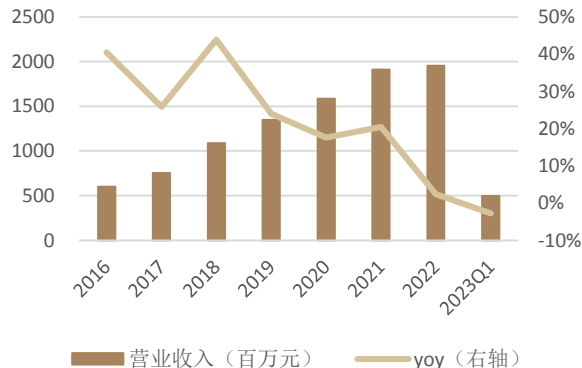
图表：公司近年来毛利率、净利率及ROE情况



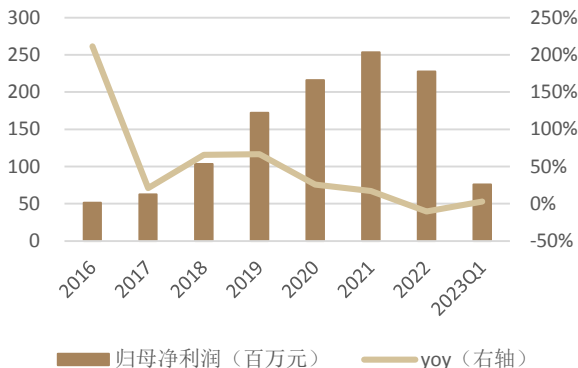
5.2 江苏神通

- **公司专业从事新型特种阀门业务，产品应用广泛。**江苏神通阀门股份有限公司位于江苏省启东市南阳镇，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、非标阀等七个大类145个系列2000多个规格，产品广泛应用于冶金、核电、火电、煤化工、石油和天然气集输及石油炼化等领域。公司冶金特种阀门主要应用于冶金行业的高炉煤气干法除尘与煤气回收等节能减排系统，产品国内市场占有率70%以上；核级蝶阀、球阀产品国内主要供应商。
- **核电阀门地位突出，实现了核级蝶阀、球阀等产品的全面国产化。**在核电阀门领域，公司产品优势地位突出，自2008年以来，在我国新建核电工程用阀门的一系列国际招标中，本公司为核级蝶阀和核级球阀的主要中标企业，获得了这些核电工程已招标核级蝶阀、核级球阀90%以上的订单，实现了核级蝶阀、球阀等产品的全面国产化。近年来，在实现老产品改进、保持持续领先优势的同时，公司还陆续开发了压水堆核电站地坑过滤器、核级调节阀、核级仪表阀、核级气动膜片、氮气隔离阀、低能耗球阀等新产品，以及核化工用系列产品，为我国核电建设工程领域的关键设备国产化做出了贡献。

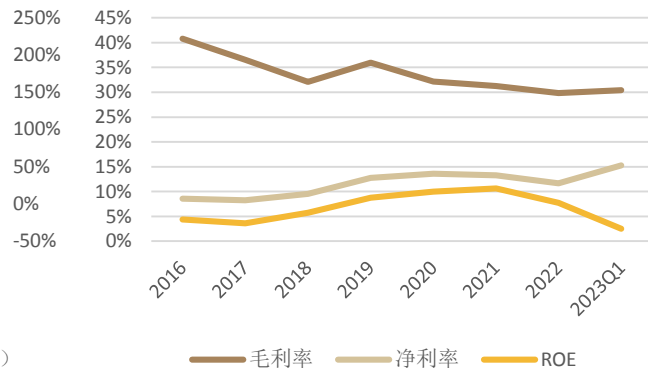
图表：公司近年来营收及增速情况



图表：公司近年来归母净利润及增速情况



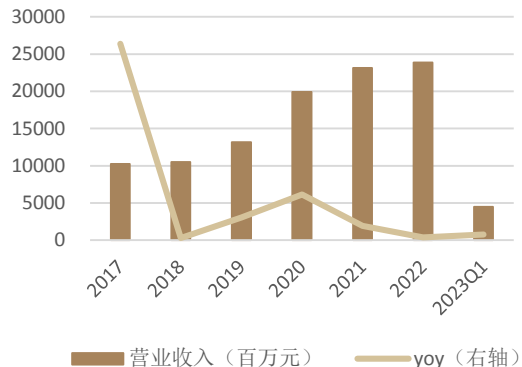
图表：公司近年来毛利率、净利率及ROE情况



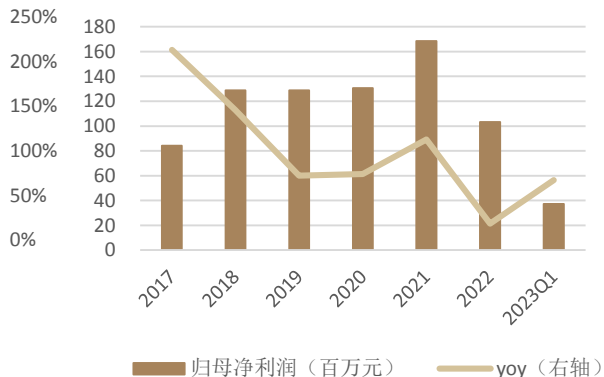
5.3 中国一重

- **历史悠久，国之重器。**中国一重前身为第一重型机器厂，是“一五”期间建设156项重点工程项目之一，始建于1954年，是中央管理的涉及国家安全和国民经济命脉的国有重要骨干企业之一，拥有国家级企业技术中心、重型技术装备国家工程研究中心、国家能源重大装备材料研发中心。公司主要为钢铁、有色、电力、能源、等行业及国防军工提供重大成套技术装备、高新技术产品和服务。主要产品有核岛设备、重型容器、大型铸锻件、矿山设备和工矿配件等。
- **国际先进核岛设备供应商和服务商，有力推动国家核电产业的安全高效发展。**中国一重是国内最早开发生产核能设备的企业，也是国内最大的核电锻件供应商，已具备核岛一回路核电设备的全覆盖，成为全球少数兼备核岛铸锻件和核岛成套设备制造能力的重要供应商，国际先进核岛设备供应商和服务商。是国内唯一承担并已完成二代、二代加、三代、四代核电技术装备制造的企业，具备年产5台套核岛一回路主设备和5套常规岛转子锻件及汽轮机缸体铸件的生产能力。目前在建核电站80%以上的核电锻件、70%以上的核反应堆压力容器均由中国一重生产，有力地推动了国家核电产业的安全高效发展，是国家核电“走出去”发展战略的重要支撑力量。

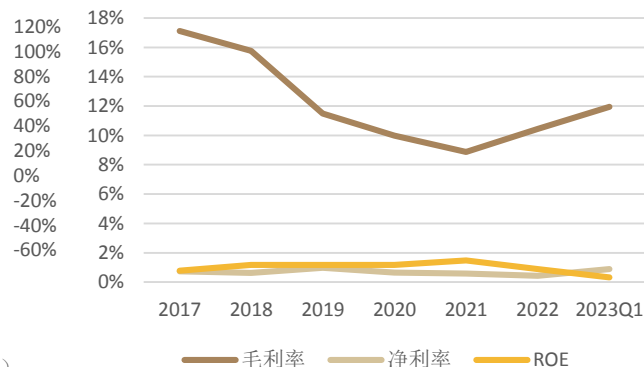
图表：公司近年来营收及增速情况



图表：公司近年来归母净利润及增速情况



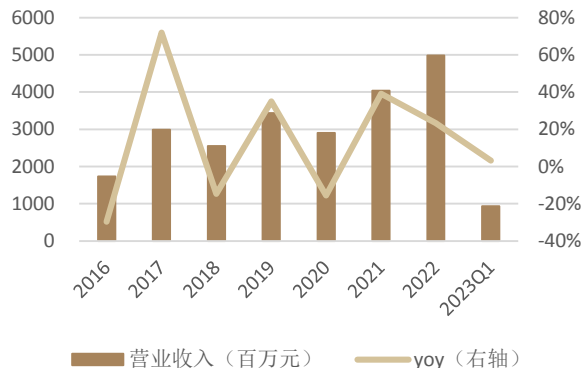
图表：公司近年来毛利率、净利率及ROE情况



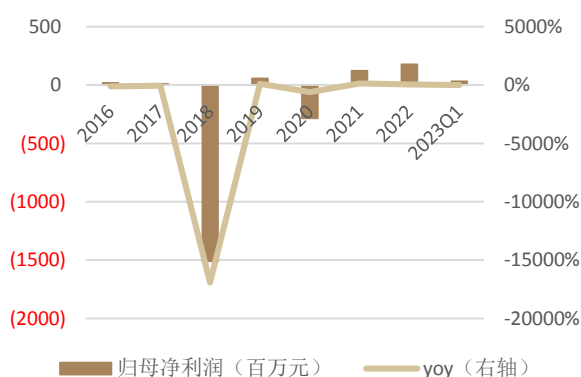
5.4 兰石重装

- **公司拥有辉煌历史，致力于用卓越装备引领产业革命。**兰州兰石重型装备股份有限公司始建于1953年，是中国石化装备制造业的先行者。前身是国家“一五”期间156个重点建设项目之一——兰州炼油化工设备厂，被誉为“中国石化机械摇篮和脊梁”。公司业务涵盖传统能源装备（炼油化工、煤化工、化工新材料等领域）、新能源装备（光伏多晶硅、核能、氢能等领域）、工业智能装备（快速锻造液压机组等）以及节能环保装备的研发、设计、制造、检测、检维修服务及工程总承包。
- **核能装备实现国产替代，核燃料贮存容器细分领域具有较高的市场占有率。**公司在核能领域拥有一类放射性物品运输容器制造许可证、民用核安全设备设计许可证（核安全3级）、民用核安全设备制造许可证（核安全2、3级）、制造许可证等多个核级相关资质。公司是国内首家实现国产替代的民用核级板式换热器设计生产企业，子公司中核嘉华在核燃料贮存容器细分领域具有较高的市场占有率，制造了中国首座50吨核乏燃料后处理中间试验厂的绝大多数非标设备。公司产品覆盖上游核化工和核燃料领域设备、中游核电站设备和下游核燃料循环后处理设备，取得了中核集团、中广核集团等40余家核电业主单位供应商资格。

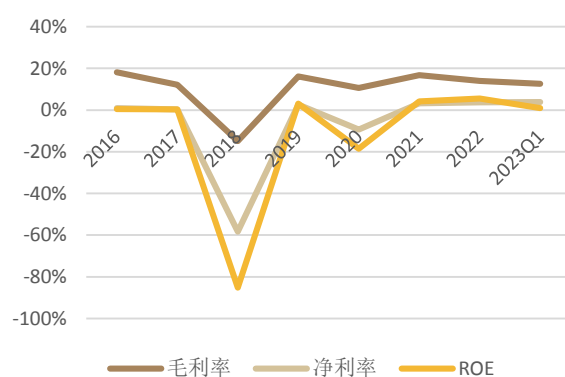
图表：公司近年来营收及增速情况



图表：公司近年来归母净利润及增速情况



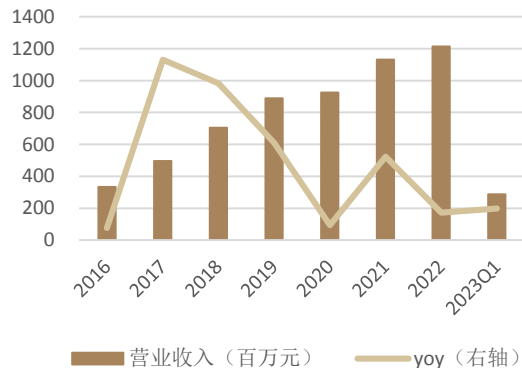
图表：公司近年来毛利率、净利率及ROE情况



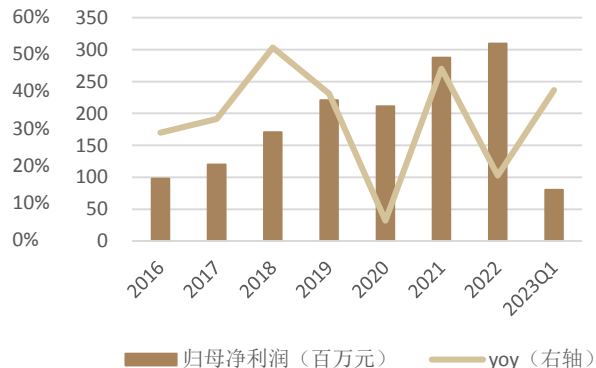
5.5 中密控股

- **中国最早开展密封技术研究单位之一，国内机械密封行业龙头企业。**中密控股股份有限公司的前身是四川省机械研究设计院密封技术研究所，成立于1978年，是中国最早开展密封技术研究单位之一，主要产品包括机械密封、干气密封、密封辅助(控制)系统、旋转喷射泵、橡塑密封、特种阀门等产品，下游应用广泛，包括石油化工、煤化工、天然气化工、油气输送、电力、冶金等领域。公司产品主要用于解决在高温、高压、高速及高危介质下转动设备运转时的泄漏问题，产品性能直接影响上述领域客户装置的安全、环保、节能及长周期运行。
- **实现核主泵静压轴封的实际应用，成功打破国外厂家垄断。**公司实现核主泵静压轴封的实际应用，成功打破国外厂家垄断，摘下了核电站动设备中最闪亮的“明珠”。公司大力推进核主泵机械密封国产化工作，签订中核集团、中广核集团旗下多项核主泵机械密封国产化项目订单，取得秦山核电、方家山核电等蒸汽阀门密封国产化订单。此外还签订田湾7、8号机组、徐大堡3、4号机组、三澳1、2号机组、昌江3、4号机组和陆丰5、6号机组等订单，继续提升在新建机组泵用机械密封配套市场的占有率。

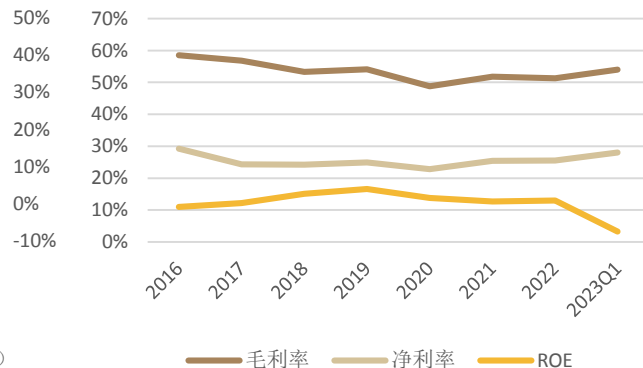
图表：公司近年来营收及增速情况



图表：公司近年来归母净利润及增速情况



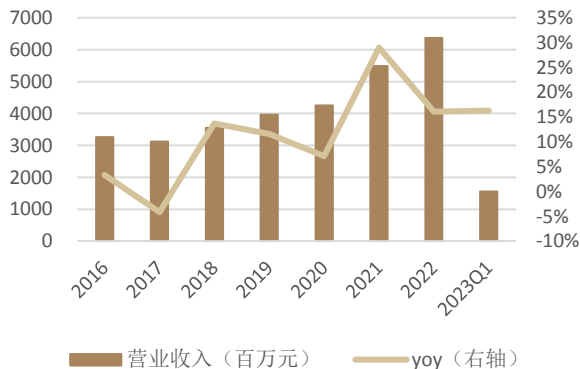
图表：公司近年来毛利率、净利率及ROE情况



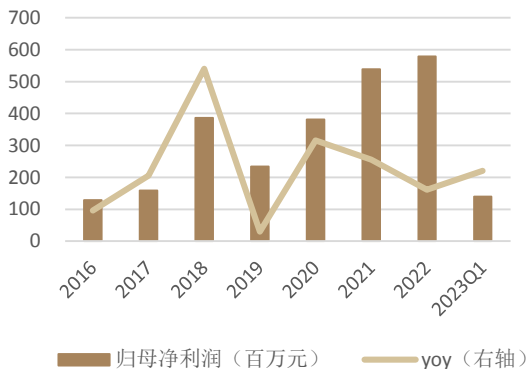
5.6 川仪股份

- **致力于工业领域的测量与控制，已成为我国工业自动控制系统领军企业。**川仪自动化股份有限公司位于重庆市，主营业务是工业自动控制系统装置及工程成套，包括智能执行机构、智能变送器、智能调节阀、智能流量仪表、温度仪表、物位仪表、控制设备及装置、分析仪器等各大类单项产品以及系统集成及总包服务。公司致力于工业领域的测量与控制，国家重点布局的全国三大仪器仪表基地之一，现已成为我国工业自动控制系统装置制造业领军企业，也是国家技术创新示范企业、全国首批创新型企业、高新技术企业。
- **牵头自主研发核电站关键设备，打破了国外垄断。**2023年3月由川仪自主设计制造的1E级磁浮子液位计模拟件鉴定试验顺利完成，标志着由川仪股份牵头承担的国家科技重大专项“核电厂1E级磁浮子液位计国产化研制”课题研究成果即将进入应用阶段，表明我国已拥有CAP1400 1E级磁浮子液位计自主研制能力。此前，通过核电重大专项及引进技术AP1000项目中，1E级磁浮子液位计从前期采购到中期调试使用再到后期的维护，均由国外厂商垄断，导致产品成本居高不下、供货周期长，不利于核电厂稳定运行。而此次课题取得突破将有力保障我国核电厂运行的安全性和可靠性，为加快我国核电装备自主化发展和中国核电“走出去”战略提供有力支撑。

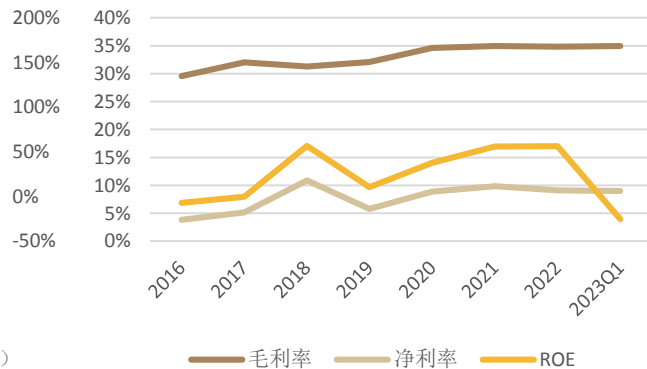
图表：公司近年来营收及增速情况



图表：公司近年来归母净利润及增速情况



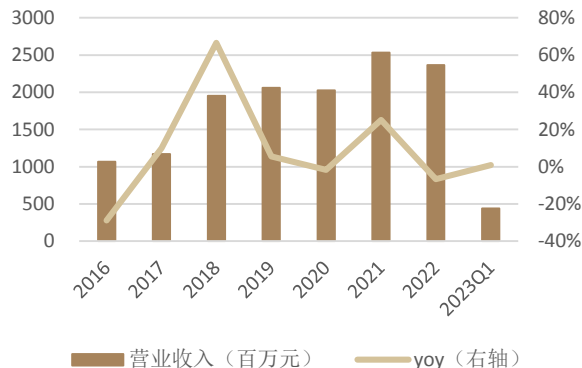
图表：公司近年来毛利率、净利率及ROE情况



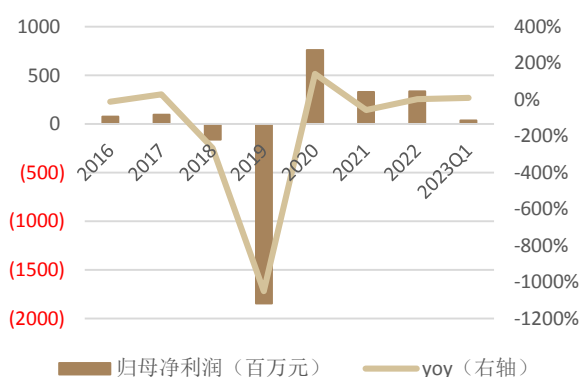
5.7 海陆重工

- **创建于1956年，国内一流的节能环保设备的专业设计制造企业。**苏州海陆重工股份有限公司创建于1956年，公司位于江苏省张家港市开发区，是国内一流的节能环保设备的专业设计制造企业，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。公司秉承“科技领航、业界先锋”的发展理念，注重研究废热、余热利用和环境保护相结合的新技术研发，自主设计能力居同行前列。公司设备先进，装备精良，专业严谨的制造理念打造出品质非凡、质量一流的“海陆”品牌声誉。
- **深入核电领域20多年，国内首家配套制造核电站堆内构件吊篮筒体的企业。**公司自1998年制造清华大学10MW高温气冷堆堆芯筒体从而进入核电制造行业以来，与上海电气集团下属的上海第一机床厂有限公司结成了战略合作关系，填补了国内核电站反应堆堆内构件吊篮筒体制造的空白。海陆重工是国内第一家配套制造核电站堆内构件吊篮筒体的企业，可制造核安全二、三级设备，包括压力容器、换热器等。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。

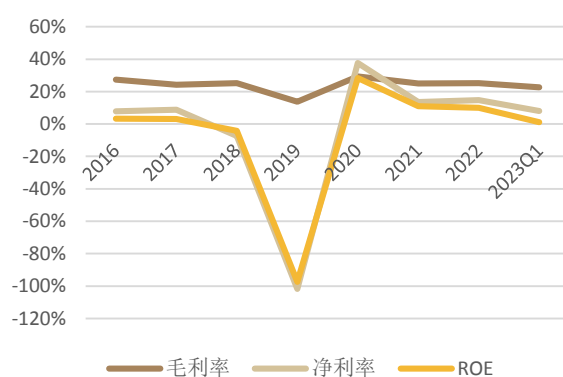
图表：公司近年来营收及增速情况



图表：公司近年来归母净利润及增速情况



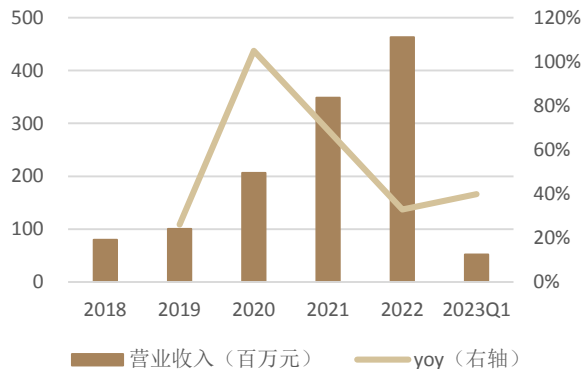
图表：公司近年来毛利率、净利率及ROE情况



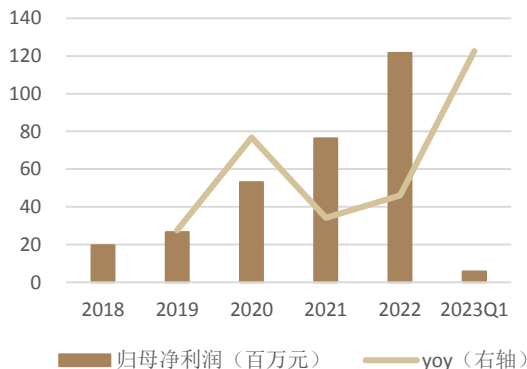
5.8 景业智能

- **专精特新“小巨人”企业，专注智能制造技术在核工业中的应用。**杭州景业智能科技股份有限公司位于杭州滨江国家高新技术开发区，是国家高新技术企业。公司拥有一支由博士团队领衔的专业技术和管理队伍，公司是浙江省机器人产业发展协会副会长单位、杭州市自动化学会智能装备委员会主任单位。2022年，被国家工业和信息化部授予第四批专精特新“小巨人”企业称号。公司专注并致力于智能制造技术在核工业中的应用，主要从事特种机器人及智能装备的研发、生产及销售，主要产品包括核工业系列机器人、核工业智能装备、非核专用智能装备等。
- **核工业产品主要应用于核燃料循环产业链，核心产品获浙江省国内首台（套）产品的认定。**公司自主研发的核工业系列机器人、核工业智能装备等产品主要应用于核燃料循环产业链，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、燃料元件制造、乏燃料后处理、放射性废物处理处置等环节。公司核心产品“核工业电随动机械手”和“核工业自动取样系统”连续两年获得了浙江省国内首台（套）产品的认定。

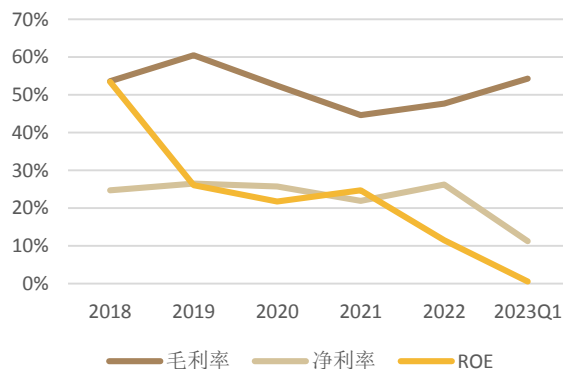
图表：公司近年来营收及增速情况



图表：公司近年来归母净利润及增速情况



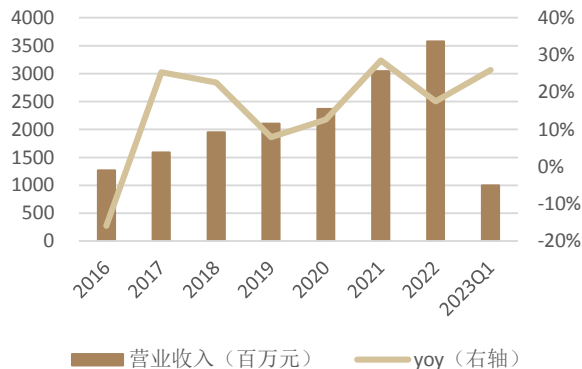
图表：公司近年来毛利率、净利率及ROE情况



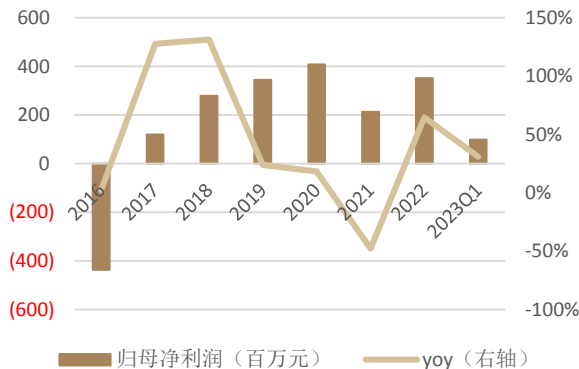
5.9 佳电股份

- **电动机生产历史悠久，产品应用广泛。**哈尔滨电气集团佳木斯电机股份有限公司是中央管理的国有重要骨干企业之一——哈尔滨电气集团有限公司的控股上市公司，继承原佳木斯电机厂全部优质资产，延续80余年电动机生产历史，是党的第一座电机厂，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，为我国经济社会发展进步提供卓越驱动力。
- **国内首家取得核级电机设计、制造许可证的企业，在核电领域可供产品市场占有主导优势。**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。

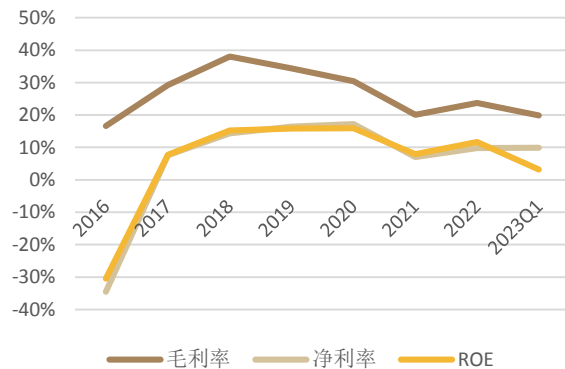
图表：公司近年来营收及增速情况



图表：公司近年来归母净利润及增速情况



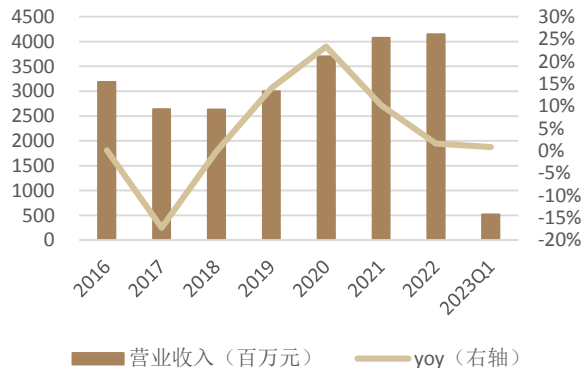
图表：公司近年来毛利率、净利率及ROE情况



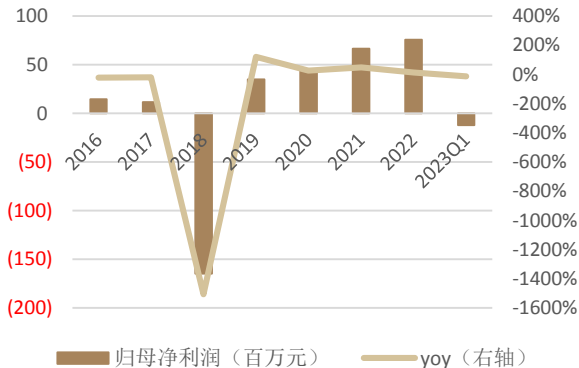
5.10 航天晨光

- **前身为中国近代民族工业摇篮的大型综合装备制造企业。** 航天晨光股份有限公司成立于1999年，2001年在上海证券交易所上市。公司前身为中国近代民族工业的摇篮——1865年清朝洋务运动中创建的金陵机器制造局。新中国成立后，先后隶属于兵器工业部和航天工业部，现为中国航天科工集团有限公司控股的大型综合装备制造企业。公司主营业务以核工装备、智能制造、后勤保障、环保装备、柔性管件、压力容器、艺术工程等多个领域的产品研发、生产和销售为主，产品广泛应用于冶金、石化、电力、环保、物流、市政环卫、煤炭、船舶、核电、航空航天、汽车、轨道交通和民用燃气等领域。
- **放射性废物处理系统关键设备打破国外垄断，国内核非标成套装备重要供应商。** 公司核工装备业务重点立足核级工业基础件、核废料处理装备、核非标成套装备三个发展领域，拥有核电金属软管、核电膨胀节、核废料处置全流程设备、核电热室、手套箱等系列化产品。公司在放射性废物处理系统关键设备领域掌握多项核心技术并打破国外垄断，成为国内核电放射性废物处理系统设计、制造方面的领先者，已发展成为国内核非标成套装备重要供应商。

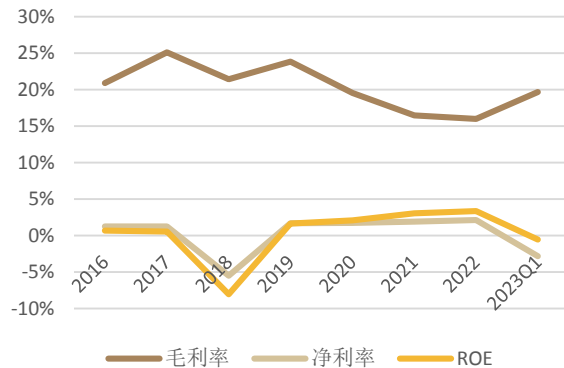
图表：公司近年来营收及增速情况



图表：公司近年来归母净利润及增速情况



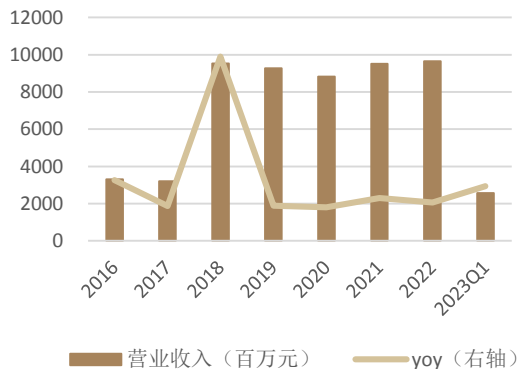
图表：公司近年来毛利率、净利率及ROE情况



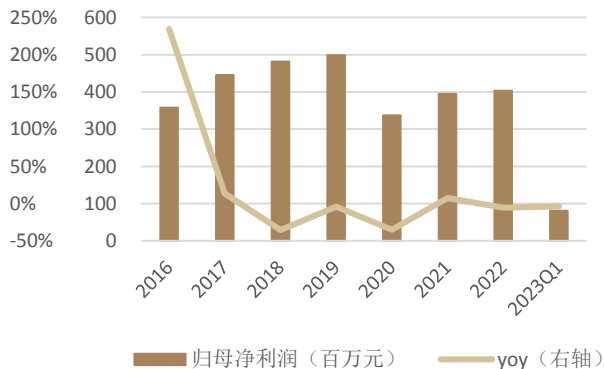
5.11 国机重装

- **以二重主业为平台打造的国家高端重型装备旗舰，世界重大技术装备领域少数具备极限制造能力的企业。** 国机重型装备集团股份有限公司是世界500强企业——中国机械工业集团有限公司的控股子公司，是以中国第二重型机械集团有限公司核心制造主业为平台，整合中国重型机械有限公司、中国重型机械研究院股份公司等国机集团重型装备板块优质资源，组建的集科工贸于一体的国家高端重型装备旗舰。国机重装是国家重大技术装备制造基地，是世界重大技术装备领域少数具备极限制造能力的企业，覆盖全产业链，柔性制造优势突出，可为航空航天、能源、冶金、矿山、交通、汽车、石油化工等重要行业提供系统的制造与服务，在国民经济和国防建设中发挥着战略性、基础性的重要作用。
- **具备核岛主设备制造资质和能力，核能产品或将实现规模化批量化发展。** 国机重装拥有反应堆压力容器、稳压器、主管道、堆芯补水箱等核岛主设备制造资质和能力，主管道、堆芯补水箱等产品在诸多核电站得到应用。实现了核岛主设备核级材料全覆盖，具备 CAP1000/1400、ACP1000、华龙一号等为代表的第三代核电机型全套铸锻件和关键零部件生产能力和业绩。核能作为清洁能源，预计保持较快的发展态势，公司主管道、核一级锻件等优势核能产品将实现规模化批量化发展。

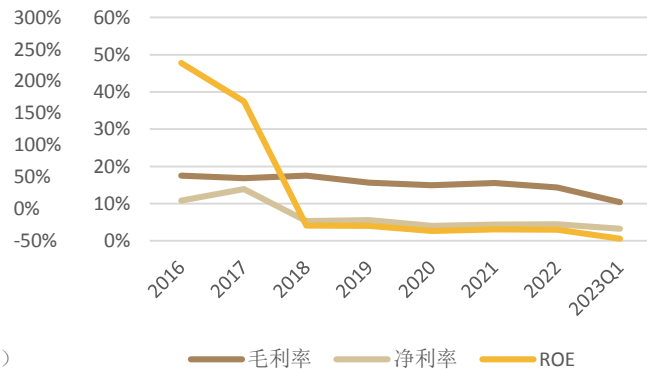
图表：公司近年来营收及增速情况



图表：公司近年来归母净利润及增速情况



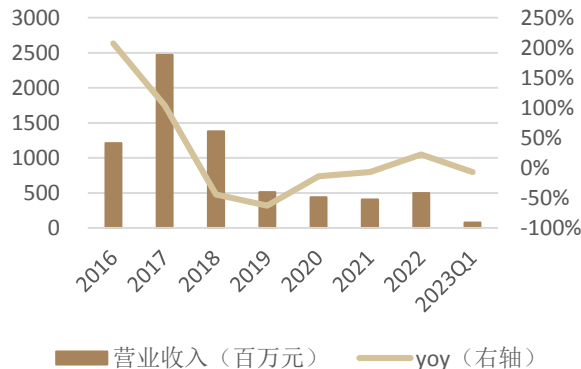
图表：公司近年来毛利率、净利率及ROE情况



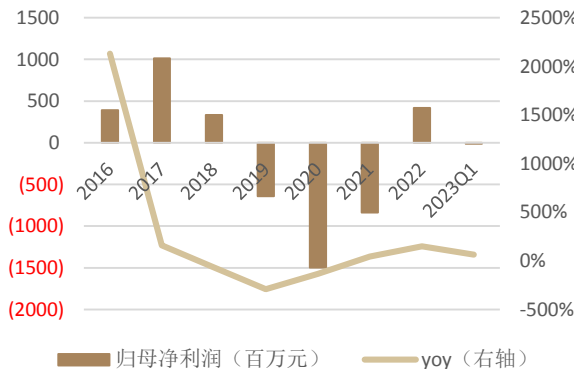
5.12 台海核电

- **主要从事高端装备制造，核岛装备材料研制的先行者。** 台海核电主要从事高端装备制造业务，为核电、能源、电力、石化、冶金等行业及国防提供重大技术装备、高新部件和技术服务。公司所属行业主要是核电装备制造行业，核电设备主要产品包括核电主管道、核电主泵泵壳、核电主设备支撑铸件等。历经十年多的奋斗历程，建立健全了完善的核电装备材料研发和生产制造体系，在核岛主管道设备、核后处理装备这一细分市场，处于国内外领先地位，公司所拥有的高端核级材料制造技术和工艺在国内乃至国外处于先进行列，始终是核岛装备材料研制的先行者。
- **形成装备制造完整研发体系，助推中国核电高端装备强势发展。** 核电设备制造是装备制造业中的高端领域，核级材料和铸锻件生产所需的技术和工艺也处于行业高端。公司通过多年的技术引进、自主研发、创新，逐步形成了涵盖冶炼、精炼、铸造、锻造、热处理、机械加工、焊接、检验等关键技术为一体的自主知识产权体系、技术体系和工艺路线，形成了装备制造的科研、生产、制造等完整研发体系，先进装备核心制造技术将助推中国核电高端装备强势发展，为实现“一带一路”、核电“走出去”国家战略做充分准备。

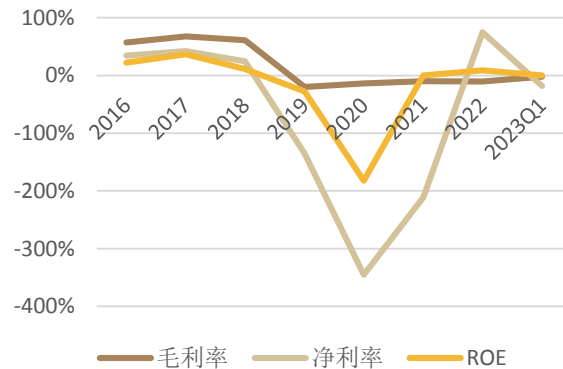
图表：公司近年来营收及增速情况



图表：公司近年来归母净利润及增速情况



图表：公司近年来毛利率、净利率及ROE情况



06

风险提示

- （一）全球范围内无法预期的核电事故；
- （二）核电政策转向保守；
- （三）天然铀进口受到限制；
- （四）电力市场需求增长缓慢；

分析师与研究助理简介

俞能飞：德邦证券研究所智能制造组组长，机械设备首席分析师。厦门大学经济学硕士，曾于西部证券、华西证券、国泰君安等从事机械、中小盘研究。擅长挖掘底部、强预期差、高弹性标的研究。作为团队核心成员获得2016年水晶球机械行业第一名；2017年新财富、水晶球等中小市值第一名；2018年新财富中小市值第三名；2020年金牛奖机械行业最佳行业分析团队。

投资评级说明

	类别	评级	说明
1.投资评级的比较和评级标准： 以报告发布后的6个月内的市场表现为比较标准，报告发布日后6个月内的公司股价（或行业指数）的涨跌幅相对同期市场基准指数的涨跌幅；	股票投资评级	买入	相对强于市场表现20%以上；
		增持	相对强于市场表现5%~20%；
		中性	相对市场表现在-5%~+5%之间波动；
		减持	相对弱于市场表现5%以下。
2.市场基准指数的比较标准： A股市场以上证综指或深证成指为基准；香港市场以恒生指数为基准；美国市场以标普500或纳斯达克综合指数为基准。	行业投资评级	优于大市	预期行业整体回报高于基准指数整体水平10%以上；
		中性	预期行业整体回报介于基准指数整体水平-10%与10%之间；
		弱于大市	预期行业整体回报低于基准指数整体水平10%以下。

分析师声明：本人具有中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格，以勤勉的职业态度、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。

法律声明：

德邦证券股份有限公司（以下简称“本公司”）的客户使用。本公司不会因接收人收到本报告而视其为客户。在任何情况下，本报告中的信息或所表述的意见并不构成对任何人的投资建议。在任何情况下，本公司不对任何人因使用本报告中的任何内容所引致的任何损失负任何责任。本报告所载的资料、意见及推测仅反映本公司于发布本报告当日的判断，本报告所指的证券或投资标的的价格、价值及投资收入可能会波动。在不同时期，本公司可发出与本报告所载资料、意见及推测不一致的报告。市场有风险，投资需谨慎。本报告所载的信息、材料及结论只提供特定客户作参考，不构成投资建议，也没有考虑到个别客户特殊的投资目标、财务状况或需要。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。在法律许可的情况下，德邦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，未经德邦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。所有本报告中使用的商标、服务标记及标记均为本公司的商标、服务标记及标记。如欲引用或转载本文内容，务必联络德邦证券研究所并获得许可，并需注明出处为德邦证券研究所，且不得对本文进行有悖原意的引用和删改。根据中国证监会核发的经营证券业务许可，德邦证券股份有限公司的经营范围包括证券投资咨询业务。



德邦证券
Topsperry Securities

德邦证券股份有限公司

地址：上海市中山东二路600号外滩金融中心N1幢9层

电话：+862168761616 传真：+862168767880

400-8888-128