

核电深度研究报告之二： 曙光已现 锐者当先

核心观点：

- 虽然近年用电增速随着 GDP 增长放缓而有所下移,但从人均用电量的角度来看,我国电力需求仍有较大提升空间。5G、泛在物联网的推广以及新能源车、智能家电的普及将进一步催生电力需求。凭借基荷电源属性,且高效、稳定、环保,核电机组利用率常年维持高位,盈利水平得到保障。
- 2018 年至今我国有 9 台核电机组相继投产,容量达到 1117.4 万千瓦(总装机容量达到 4698.1 万千瓦)。机组密集投产,三代核电商运拉开帷幕。本轮投产机组多采用三代技术,顺利运转初步验证了其安全性,为规模化建设打下基础。
- 目前我国已经获得核准的在建电站有 10 台机组,容量为 1110.8 万千瓦。在建机组的大部分设备已交货,进入最后的安装、调试阶段。在建机组推进顺利,两大运营商增长可期。中国核电在建/商运的比例达 23.9%,中广核电力在建/商运的比例达 25%。
- 核电项目前期投入昂贵,导致折旧成本较高。因此,核电运营商具备现金流充沛的特点。作为“现金牛”代表,水电龙头长江电力的投资价值已经得到了市场的普遍认可。我们认为核电运营商亦具备类债、逆周期等属性,中长期配置价值优异。
- 我国核电在 2016-2018 经历了三年“零审批”阶段,“十三五”规划恐难以完成,后续机组开工需求迫切。根据国家能源局近期召开新闻发布会,2019 年上半年山东荣成、福建漳州和广东太平岭核电项目已核准开工。核电已迎复苏期,我们预计下半年项目开工进度有望加速。
- 长周期设备商率先得益,短周期设备拐点将至。一般情况下,核电站得到能源局允许开展前期工作的批复后就可以启动长周期设备的招标工作;在安全壳穹顶吊装(FCD 后 24 个月)前后,实现长周期设备的集中供货;短周期设备招标相对滞后,一般与开工进度同步。
- “一带一路”沿线中,有 28 个国家计划发展核电,规划机组 126 台总规模约 1.5 亿千瓦。以三代机组平均造价 1.6 万元/千瓦预估,市场总量约 2.4 万亿元。受政治、经济、军事等因素影响,中国核电企业在“一带一路”所占的市场份额难以估计。但不可否认的是核电出海已成为未来我国核事业发展的主要驱动力。拥有自主知识产权的“华龙一号”、CAP1400 双轮驱动。
- 投资建议。综上所述,我们认为未来我国核电市场将迎来动态的、持续的释放过程,假设每年推进 6-8 台机组,年均设备市场容量有望达到 480-640 亿元。国内筹建项目充足,海外“走出去”进展顺利。核电市场空间广阔,对设备供应商的业绩贡献形成有力支撑。核岛设备护城河深,毛利率丰厚;国企主导,细分领域民企活跃。另一方面,凭借装机增长以及逆周期防御属性,核电运营商具备中长期配置价值。此外,我国乏燃料市场方兴未艾,近看离堆贮存,远看闭式循环。我国政府高度重视核废料的妥善处置,相关政策的落地或将助力产业链的崛起。
- 投资标的方面,我们推荐久立特材(002318.SZ)、江苏神通(002438.SZ)、中国核电(601985.SH),建议关注应流股份(603308.SH)、中广核电力(1816.HK)、中核科技(000777.SZ)、台海核电(002366.SZ)、纽威股份(603699.SH)、中国核建(601611.SH)等。

核电

推荐 维持评级

分析师

周然

☎: (8610) 6656 8494

✉: zhouran@chinastock.com.cn

执业证书编号: S0130514020001

特别鸣谢

赵腾辉

✉: zhaotenghui_yj@chinastock.com.cn

核电指数相对上证指数表现图



资料来源: wind, 中国银河证券研究院

相关研究

- 1、【银河电新周然团队】新能源行业_核电深度研究报告之一_技术篇_技术更新迭代,安全极致优化_190805
- 2、【银河电新周然】行业点评报告_项目陆续核准开工,行业已迎复苏期_190728
- 3、【银河电新周然】新能源行业_核电专题暨 2019 年中期策略会 PPT

目 录

一、需求仍存空间，核电优势明显	1
(一) 相对优势显著，占比提升空间大.....	1
(二) 产业链脉络清晰，核岛庞杂精密.....	1
(三) 细分领域龙头受关注度高.....	2
二、核电重启，景气上行	3
(一) 密集投产利好核电运营商.....	3
(二) 核准开工推动设备招标提速.....	5
(三) “走出去”提升国际影响力.....	6
三、核电设备商率先受益	9
(一) 核级设备护城河深、利润率高.....	9
(二) 国企主导，民企活跃.....	11
1、压力容器.....	11
2、主管道.....	12
3、蒸汽发生器.....	13
4、阀门.....	15
5、主泵.....	16
6、堆内构件.....	17
7、控制棒驱动机构.....	19
四、乏燃料处理市场方兴未艾	21
(一) 核燃料对外依存度高.....	21
(二) 乏燃料市场处于早期发展阶段.....	22
(三) 近看离堆贮存，远看闭式循环.....	23
五、投资建议	26
六、风险提示	27
附录	28

一、需求仍存空间，核电优势明显

(一) 相对优势显著，占比提升空间大

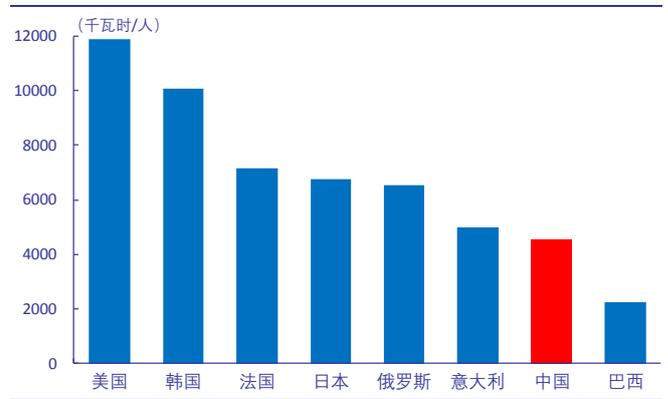
人均用电量偏低，电力需求仍有提升空间。近年来随着 GDP 增长放缓，我国用电增速下降。但从人均用电量的角度来看，受到经济发展阶段的影响，我国 2017 年达到 4537.6 度/人，远低于美国 (11875.7)、韩国 (10061.6)、法国 (7155.5) 等发达国家。5G、泛在物联网的推广以及新能源车、智能家电的普及将进一步催生电力需求。中远期看，我国电力需求仍有较大提升空间。

图 1：我国全社会用电量及增速



资料来源：国家统计局，中国银河证券研究院

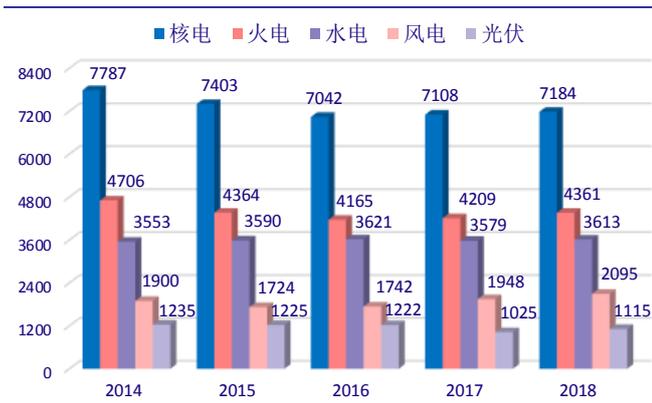
图 2：2017 年全球各国人均用电量对比



资料来源：BP, wind, 中国银河证券研究院

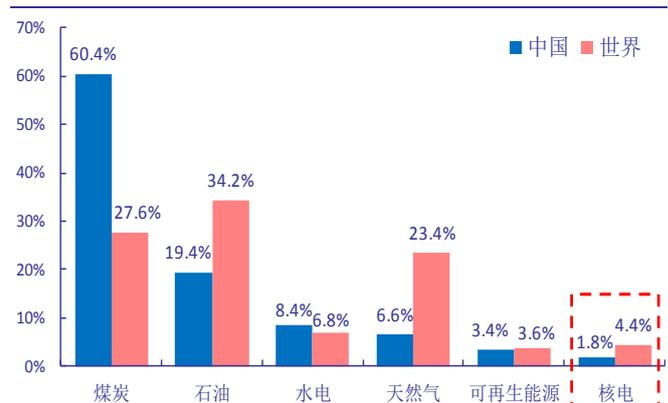
核电利用率维持高位，远优于其他能源。核电具备基荷电源属性，高效、稳定、环保。近 5 年我国核电机组平均利用小时数高达 7305 小时。BP 数据显示，2017 年我国一次能源消费中核电占比仅为 1.8%，与世界平均水平 4.4% 仍存较大提升空间。

图 3：我国各发电类型机组利用率对比情况



资料来源：中国电力企业联合会，中国银河证券研究院

图 4：2017 年全球及中国一次能源消费中各类型占比情况



资料来源：《BP 世界能源统计年鉴 2018》，中国银河证券研究院

(二) 产业链脉络清晰，核岛庞杂精密

核电产业链按照上中下游来划分，可分为上游铀矿开采加工、燃料元件制造及核燃料循环，

中游设备制造，下游核电站设计、土建、安装、调试及运营。

图 5：核电产业链梳理



资料来源：《能源杂志》，中国银河证券研究院

(三) 细分领域龙头受关注度高

源于安全性考量，核电产业链上游、下游基本由国企垄断；中游设备制造环节精细多样，技术壁垒高、附加值大，由国企主导，细分领域民企活跃，市场关注度高。

图 6：核电产业链相关标的

上游原料	中游设备				下游建设运营
核燃料及循环	核岛设备				核电站设计
中广核矿业 (1164. HK) 中广核电力 (1816. HK) 中核国际 (2302. HK) 中广核技 (000881. SZ) 远达环保 (600292. SH) 应流股份 (603380. SH) 台海核电 (002366. SZ) 通裕重工 (300185. SZ) 吉鑫科技 (601218. SH) 海龙核科 (832026. OC) 浙富控股 (002266. SZ) 中核集团 中广核集团 安泰核原 中国核燃料	主管道		蒸汽发生器		中国核工程 深圳中广核工程设计 国核电力院 上海核工院 中国核动力研究设计院
	东方电气 (600875. SH) 台海核电 (002366. SZ) 浙海重工 二重重装	中国一重 (601106. SH) 中国重工 (601989. SH) 吉林中意	东方电气 (600875. SH) 上海电气 (601727. SH) 哈尔滨电气 (1133. HK) 中国一重 (601106. SH)	久立特材 (002318. SZ) 江苏宝银 科新机电 (300092. SZ)	东方电气 (600875. SH) 上海电气 (601727. SH) 海陆重工 (002255. SZ)
	主泵	控制棒驱动机构	压力容器		稳压器
	东方电气 (600875. SH) 上海电气 (601727. SH) 哈尔滨电气 (1133. HK) 湘电股份 (600416. SH) 应流股份 (603380. SH) 沈鼓集团	东方电气 (600875. SH) 上海电气 (601727. SH) 中国一重 (601106. SH) 湘电股份 (600416. SH) 浙富控股 (002266. SZ)	东方电气 (600875. SH) 哈尔滨电气 (1133. HK) 海陆重工 (002255. SZ) 二重重装	上海电气 (601727. SH) 中国一重 (601106. SH) 科新机电 (300092. SZ)	东方电气 (600875. SH) 上海电气 (601727. SH) 哈尔滨电气 (1133. HK) 中国一重 (601106. SH)
碳素及金属	其他				土建、安装、调试
中钢国际 (000928. SZ) 方大炭素 (600516. SH) 宝钛股份 (600456. SH) 兰太实业 (600328. SH) 东方锆业 (002167. SZ) 西部材料 (002149. SZ) 光大嘉宝 (600622. SH) 韶能股份 (000601. SZ) 瀚叶股份 (600226. SH) 国核宝钛锆业 鼎安高科 核工业北京化工冶金 研究院	上海电气 (601727. SH) 钢研高纳 (300034. SZ) 重庆机电 (2722. HK) 大西洋 (600558. SH)	光大嘉宝 (600622. SH) 亚太科技 (002540. SZ) 中飞股份 (300489. SZ) 光大嘉宝 (600622. SH)	沃尔核材 (002130. SZ) 台海核电 (002366. SZ) 久立特材 (002315. SZ) 纳川股份 (300198. SZ)	群兴玩具 (002575. SZ) 奥特迅 (002227. SZ) ST抚钢 (600399. SH) 沈鼓集团	大连深蓝 三洲核能 上海高泰稀贵金属
	常规岛设备				核电站运营
	东方电气 (600875. SH) 上海电气 (601727. SH) 哈尔滨电气 (1133. HK) 中核科技 (000777. SZ)	天沃科技 (002564. SZ) 兰石重装 (603169. SH) 宝钛股份 (600456. SH) 佳电股份 (000922. SZ)	沃尔核材 (002130. SZ) 科泰电源 (300153. SZ) 应流股份 (603380. SH) 江苏神通 (002438. SZ)	纽威股份 (603699. SH) 沈鼓集团 上海阀门厂 上海良工	大连大高
	辅助设备				
	中国船舶 (600150. SH) 上海电气 (601727. SH) 哈空调 (600202. SH)	自仪股份 (600848. HK) 大连重工 (002204. SZ) 冰轮环境 (000811. SZ)	南风股份 (300004. SZ) 丹甫股份 (002366. SZ) 盾安环境 (002011. SZ)	卧龙电气 (600580. SH) 海陆重工 (002255. SZ) 浙富控股 (002266. SZ)	盈峰环境 (000967. SZ)
					中国核电 (601985. SH) 中广核电力 (1816. HK) 华能国际 (600011. SH) 浙能电力 (600023. SH) 申能股份 (600642. SH) 大唐发电 (601991. SH) 江苏国信 (002608. SZ) 国家电力投资集团

资料来源：中国银河证券研究院

二、核电重启，景气上行

(一) 密集投产利好核电运营商

机组密集投产，三代核电商运拉开帷幕。2018 年至今，有 9 台机组相继投产，容量达到 1117.4 万千瓦（总装机达到 4698.1 万千瓦），其中包括 AP1000 全球首堆三门核电站 1 号机组。本轮投产机组多采用三代技术，顺利运转初步验证了其安全性，为规模化建设打下基础。

表 1：2018 年起我国新投产机组（截至 2019 年 7 月 31 日）

核电站	地区	机组	型号	技术	装机容量 (万千瓦)	主运营商	开工时间	商运时间
海阳	山东	1#	AP1000	三代	125	国电投	2009 年 9 月 24 日	2018 年 10 月 22 日
		2#	AP1000	三代	125	国电投	2010 年 6 月 20 日	2019 年 1 月 9 日
田湾二期	江苏	3#	VVER-1000	二代	112.6	中核	2012 年 12 月 27 日	2018 年 2 月 15 日
		4#	VVER-1000	二代	112.6	中核	2013 年 9 月 27 日	2018 年 12 月 22 日
三门	浙江	1#	AP1000	三代	125	中核	2009 年 3 月 29 日	2018 年 9 月 21 日
		2#	AP1000	三代	125	中核	2009 年 12 月 17 日	2018 年 11 月 15 日
台山一期	山东	1#	EPR	三代	175	中广核	2009 年 11 月 18 日	2018 年 12 月 13 日
阳江一期	广东	5#	ACPR1000	三代	108.6	中广核	2013 年 9 月 18 日	2018 年 7 月 12 日
		6#	ACPR1000	三代	108.6	中广核	2013 年 12 月 13 日	2019 年 7 月 24 日

资料来源：中国核电信息网，中国银河证券研究院

在建机组推进顺利。目前我国已经获得核准的在建电站有 10 台机组，容量为 1110.8 万千瓦，其中 7 台三代，2 台二代加，1 台四代。在建机组的大部分设备已交货，进入最后的安装、调试阶段。

表 2：目前我国在建核电站（截至 2019 年 7 月 31 日）

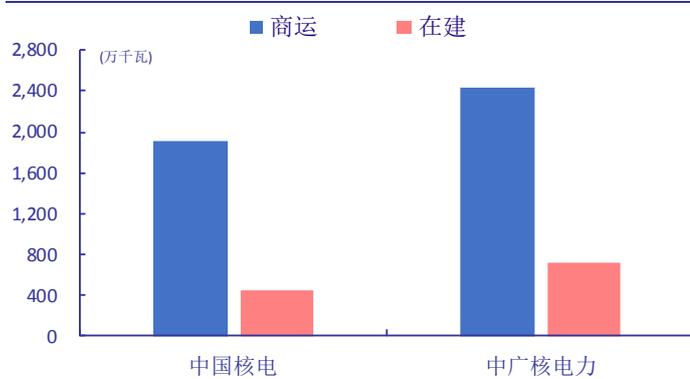
核电站	地区	机组	型号	技术	装机容量 (万千瓦)	主运营商	状态	开工时间	预计投产
台山一期	广东	2#	EPR	三代	175	中广核	并网	2010 年 4 月 15 日	2019
石岛湾	山东	1#	HTR-PM	四代	20	华能	安装	2012 年 12 月 9 日	2019
田湾三期	江苏	5#	M310	二代加	111.8	中核	调试	2015 年 12 月 27 日	2020
田湾三期	江苏	6#	M310	二代加	111.8	中核	调试	2016 年 10 月 29 日	2021
福清二期	福建	5#	华龙一号	三代	116.1	中核	安装	2015 年 5 月 7 日	2020
福清二期	福建	6#	华龙一号	三代	116.1	中核	安装	2015 年 12 月 22 日	2021
红沿河二期	辽宁	5#	ACPR1000	三代	111.9	中广核	调试	2015 年 3 月 29 日	2021
红沿河二期	辽宁	6#	ACPR1000	三代	111.9	中广核	安装	2015 年 7 月 24 日	2021
防城港二期	广西	3#	华龙一号	三代	118	中广核	安装	2015 年 12 月 23 日	2022
防城港二期	广西	4#	华龙一号	三代	118	中广核	安装	2016 年 12 月 23 日	2022

资料来源：中国核电信息网，中国银河证券研究院

两大运营商增长可期。目前中国核电商运机组 21 台，装机容量 1909.2 万千瓦，在建 4 台，容量 448.2 万千瓦，在建/商运的比例达 23.9%。中广核电力商运机组 23 台，装机容量

2538.9 万千瓦，在建 5 台，容量 611 万千瓦，在建/商运的比例达 25%。

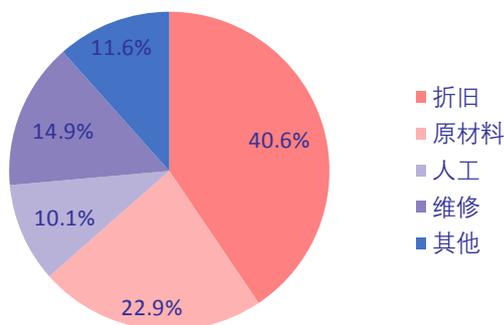
图 7：两大运营商装机情况对比（截止 2019 年 7 月 31 日）



资料来源：中国核电信息网，中国银河证券研究院

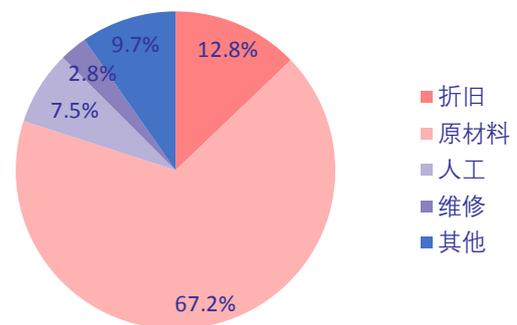
刚性成本模式，“现金牛”属性突出。核电项目前期投入昂贵，导致折旧成本较高。一般而言，项目投产后，折旧在运营商的营业成本中占比接近 40%，而火电仅达 15% 左右。因此，核电运营商具备现金流充沛的特点。以中国核电（601985.SH）为例，2013-2018 年经营活动现金净流量与归属净利润的比例在 150%-300% 之间波动。

图 8：2018 年中国核电营业成本占比情况



资料来源：公司公告，中国银河证券研究院

图 9：2018 年华能国际营业成本占比情况



资料来源：公司公告，中国银河证券研究院

图 10：历年来中国核电的销售商品提供劳务收到的现金



资料来源：公司公告，中国银河证券研究院

图 11：历年来中国核电的经营活动净流量



资料来源：公司公告，中国银河证券研究院

作为“现金牛”代表，水电龙头长江电力的投资价值已经得到了市场的普遍认可。通过股

价复盘，我们总结出获得超额收益的四大驱动因素：1) 装机增长预期；2) 逆周期特性：下行周期时，运营属性稳定、股息率高；3) 投资偏好变化，包括投资者结构变化（外资占比）；4) 类债属性：利率下行时，无风险收益率降低，相对配置价值提升，同时财务费用减少，业绩增长。**核电运营商亦具备长江电力的以上特性，中长期配置价值优异。**

图 12: 长江电力股价复盘

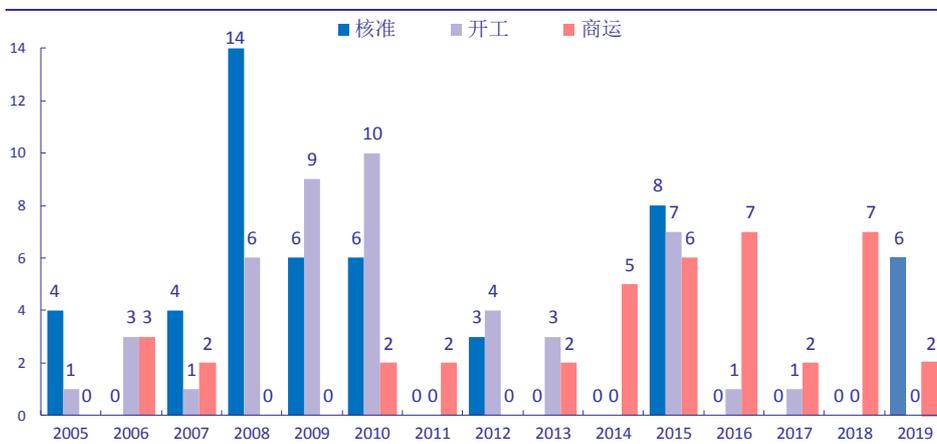


资料来源：wind，中国银河证券研究院

(二) 核准开工推动设备招标提速

根据国家能源局规划，到 2020 年我国将实现 5800 万千瓦投运、3000 万千瓦在建的目标。核电在 2016-2018 经历三年“零审批”阶段，“十三五”规划恐难以完成，**后续机组开工需求迫切。**

图 13: 我国历年核准、开工及投入商运的核电机组数量（截至 2019 年 7 月 31 日）



资料来源：中国核能行业协会，中国银河证券研究院

2019年7月25日，国家能源局召开新闻发布会，分析上半年能源形势，明确山东荣成、福建漳州和广东太平岭核电项目已核准开工。2019年7月26日，中国核电发布公告称，漳州核电已获准正在进行施工前准备工作。**2019年核电已迎复苏期，我们预计下半年项目开工进度有望加速**，今年国内市场有望核准开工6-8台机组。

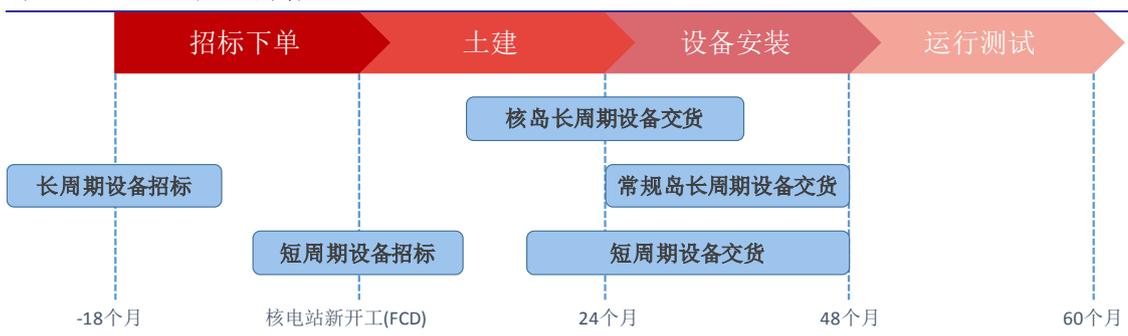
表3：我国主要筹建核电站

核电站	地区	机组	型号	技术	装机容量 (万千瓦)	主运营商	预计开工
石岛湾三代	山东	#1	CAP1400	三代	153.4	华能	2019
石岛湾三代	山东	#2	CAP1400	三代	153.4	华能	2019
漳州一期	福建	#1	HPR1000	三代	100	中核	2019
漳州一期	福建	#2	HPR1000	三代	100	中核	2019
太平岭一期	广东	#1	HPR1000	三代	100	中广核	2019
太平岭一期	广东	#2	HPR1000	三代	100	中广核	2019
徐大堡一期	辽宁	#1	AP1000	三代	120	中核	2020
徐大堡一期	辽宁	#2	AP1000	三代	120	中核	2020
徐大堡二期	辽宁	#3	VVER-1200	三代	120	中核	2021
徐大堡二期	辽宁	#4	VVER-1200	三代	120	中核	2022

资料来源：中国核电信息网，中国银河证券研究院

长周期设备商率先得益，短周期设备拐点将至。按照生产时间是否大于一年，核电设备可划分为长周期和短周期设备。前者包括核岛和常规岛（除阀门）的主要设备，后者包括阀门、锆管、暖通系统、仪控系统。一般情况下，核电站得到能源局允许开展前期工作的批复后就可以启动长周期设备的招标工作；在安全壳穹顶吊装（FCD后24个月）前后，实现长周期设备的集中供货；短周期设备招标相对滞后，一般与开工进度同步。

图14：核电站设备供应周期



资料来源：中核集团，中国银河证券研究院

（三）“走出去”提升国际影响力

“一带一路”延伸新触角。根据中广核统计，“一带一路”沿线中，有28个国家计划发展核电，规划机组126台总规模约1.5亿千瓦。以三代机组平均造价1.6万元/千瓦预估，市场总量约2.4万亿元。受政治、经济、军事等因素影响，中国核电企业在“一带一路”所占的市场份额难以估计。但不可否认的是，核电出海已成为未来我国核事业发展的重要驱动力。目前，

我国主要核电集团均参与了核电“走出去”战略，积极开拓海外市场。

“华龙一号”、CAP1400 双轮驱动。核电出口的必要条件是拥有自主知识产权。在三代核电主流堆型中，AP1000 技术属于美国西屋公司所有；“华龙一号”是由中核与中广核自主研发；虽然 CAP1400 是在 AP1000 基础升级改进的，但已突破 135 万千瓦等级上限，也拥有了自主知识产权。

图 15：我国核电“走出去”项目全球布局情况



资料来源：国家核安全局，中国银河证券研究院

中国核电集团“走出去”进展顺利。中核集团已与阿根廷、英国、巴基斯坦等近 20 个国家达成了合作意向：2017 年 5 月，与阿根廷核电公司签署了关于阿图查核电站 3 号、4 号机组的总合同；2017 年 11 月，和巴基斯坦原子能委员会签署恰希玛 5 号机组商务合同；2019 年 6 月，完成了在巴基斯坦境内的首个境外“华龙一号”核反应堆外部安全壳穹顶的建造工作，卡拉奇项目计划于 2020 年底完工。

中广核集团覆盖范围更广。中广核集团与捷克能源集团签订协议，将在核能领域展开合作；与罗马尼亚国家核电公司签署了切尔纳诺德核电三号、四号机组全寿命期框架协议；和法国电力集团将共同投资兴建的英国欣克利角核电项目。此外，中广核集团还与合作伙伴一起开拓了欧洲、中亚、东南亚的核能市场。

表 4：我国核电“走出去”项目

国家	机组	堆型	投资额	公司	中方状态
巴基斯坦	恰希玛 1-4 号	CNP-300	23.7 亿美元	中核	商运，中国提供了 82% 约 19 亿美元的贷款，总承包模式
	恰希玛 5 号	华龙一号	-	中核	筹建，签署商务合同
	卡拉奇 2、3 号	华龙一号	96 亿美元	中核	在建，中国提供了 65 亿美元的贷款，总承包模式
罗马尼亚	切尔纳沃德 3、4 号	Candu 6	72 亿欧元	中广核	列入罗能源战略规划。中方控股电站运营公司并负责工程总包，但关键设备仍由加拿大方面提供
阿根廷	阿图查 3 号	Candu 6	60 亿美元	中核	规划中，中方提供 50 亿美元贷款，阿根廷核电公司将包揽总设计、在

	阿图查 4 号	华龙一号	90 亿美元	中核	建, 工程设计、工程施工以及 70% 的设备供应, 项目总体参与份额 62%, 中方参与份额 38%
	布拉德维尔 B	华龙一号	-	中广核	规划中, 中方提供 76.5 亿美元贷款, 提供反应堆技术并进行核电站整体设计, 阿根廷核电公司的目标是国产化率 50%
英国	欣克利角 C	EPR	180 亿英镑	中广核	筹建, 主导开发, 66.5% 股份, 实现华龙一号的技术出口
	塞兹韦尔 C	EPR	180 亿英镑	中广核	在建, 出资 60 亿英镑, 33.5% 股份, 仅为财务投资者
		AP1000			
土耳其	-	CAP1400	-	国电投	和西屋合作, 4 台机组中预计有 2 台 AP1000 和 2 台 CAP1400
苏丹	-	-	-	中核	签署框架协议
肯尼亚	-	华龙一号	-	中广核	签署谅解备忘录, 核电项目推迟实施
南非	-	CAP1400	-	国电投	筹建

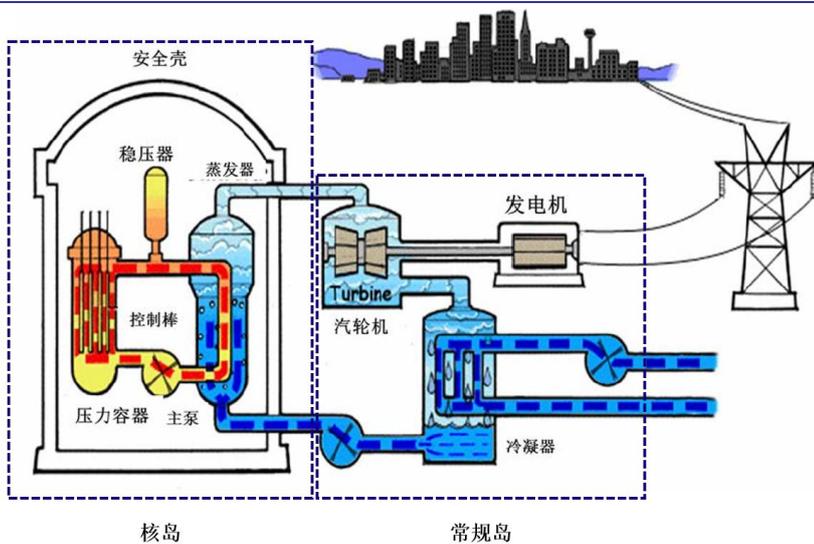
资料来源: 国家核安全局, 中国银河证券研究院

三、核电设备商率先受益

(一) 核级设备护城河深、利润率高

我国核电站主要由三大系统构成：**核岛、常规岛及辅助系统**。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。常规岛利用蒸汽推动汽轮机带动发电机发电。辅助系统（BOP）主要包括数字化控制系统、暖通系统，保障核电站平稳运行。

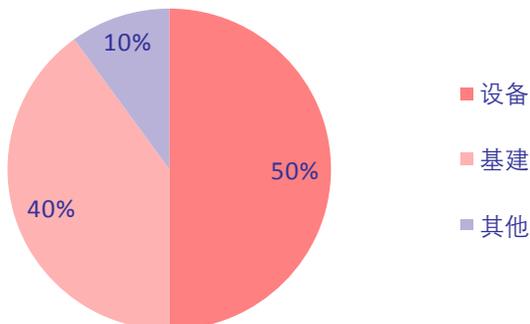
图 16：压水堆核电站构造图



资料来源：中国广核招股说明书，中国银河证券研究院

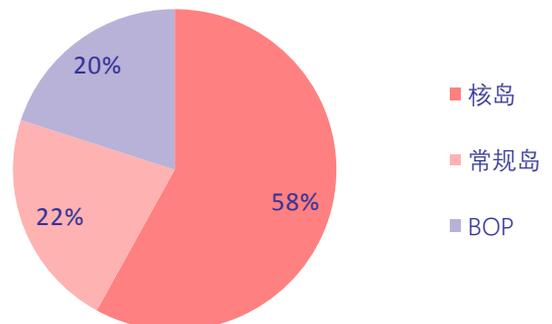
一般而言，核电站投资中设备、基建和其他投资的比例分别为 50%、40%和 10%，**设备投资占比近半成**。以三代机组平均造价 1.6 万元/千瓦测算，每台百万级核电机组总投资额约 160 亿元，其中设备投资约 80 亿元。我们认为，未来核电市场将迎来动态的、持续的释放过程，假设每年推进 6-8 台机组，**年均设备市场容量有望达到 480-640 亿元**。

图 17：核电总投资成本分布



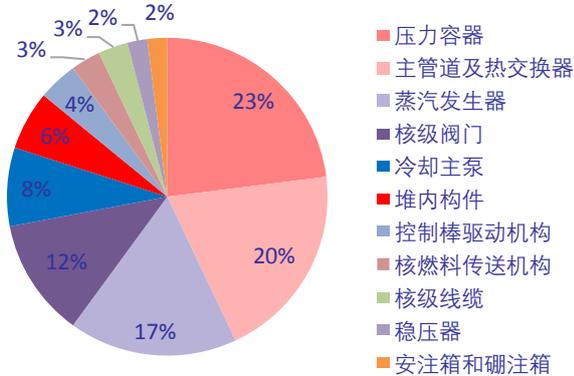
资料来源：中国核电，中国核电信息网，中国银河证券研究院

图 18：核电设备投资成本分布



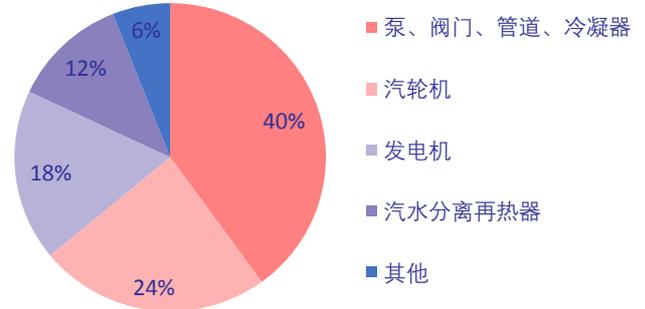
资料来源：中国核电，中国核电信息网，中国银河证券研究院

图 19: 核岛组成部件投资占比



资料来源: 中国核电, 中国核电信息网, 中国银河证券研究院

图 20: 常规岛组成部件投资占比



资料来源: 中国核电, 中国核电信息网, 中国银河证券研究院

表 5: 核电设备细分市场容量 (假设每年推进 6-8 台机组)

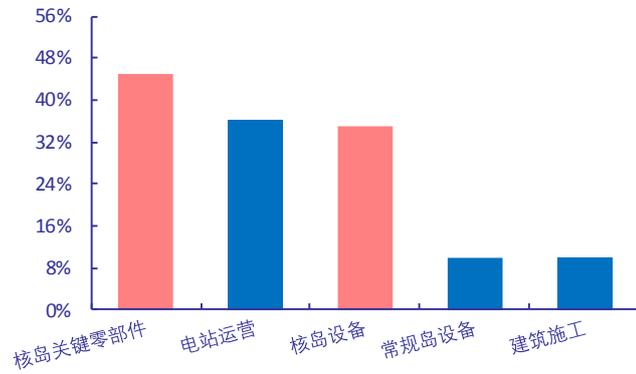
分类	设备	占比	市场容量 (亿元)
核岛	压力容器	13.34%	64.03-85.38
	主管道及热交换器	11.60%	55.68-74.24
	蒸汽发生器	9.86%	47.33-63.10
	核级阀门	6.96%	33.41-44.54
	冷却主泵	4.64%	22.27-29.70
	堆内构件	3.48%	16.70-22.27
	控制棒驱动机构	2.32%	11.14-14.85
	核燃料传送机构	1.74%	8.35-11.14
	核级线缆	1.74%	8.35-11.14
	稳压器	1.16%	5.57-7.42
	安注箱和硼注箱	1.16%	5.57-7.42
常规岛	泵、阀门、管道、冷凝器	8.80%	42.24-56.32
	汽轮机	5.28%	25.34-33.79
	发电机	3.96%	19.01-25.34
	汽水分离再热器	2.64%	12.67-16.90
	其他	1.32%	6.34-8.45
BOP		20.00%	96.00-128.00
合计		100.00%	480-640

资料来源: 中国核电, 中国核电信息网, 中国银河证券研究院

核级设备护城河深: 1) 技术方面, 核级设备需要耐辐射、耐高温, 对安全性、可靠性的要求高; 2) 资质方面, 企业生产核级设备需要获得民用核电的设计制造资质, 其中核一级、二级资质获取难度更大; 3) 资金方面, 核级设备的供货周期较长, 对企业现金流造成压力。

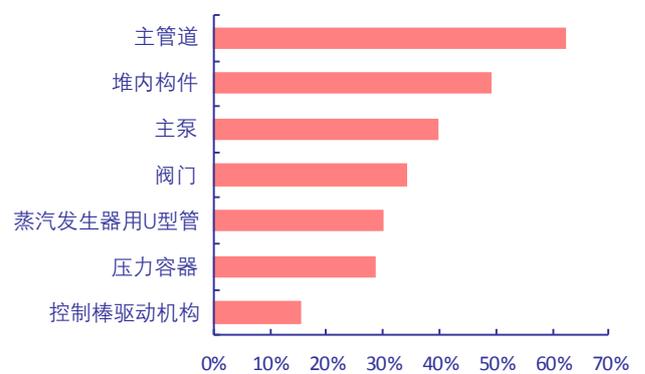
核岛设备毛利率丰厚。 总体来看, 由于技术壁垒高, 核岛设备毛利率丰厚, 核心关键设备的毛利率可以超过 45%, 其中主管道和堆内组件的毛利率分别可达到 60%、50%左右。而常规岛设备由于技术壁垒相对较低, 竞争较激烈, 毛利率一般在 10%左右。

图 21: 核电产业链不同环节毛利率对比



资料来源: 前瞻产业研究院, 中国银河证券研究院

图 22: 核岛设备毛利率对比



资料来源: 公司公告, 中国银河证券研究院

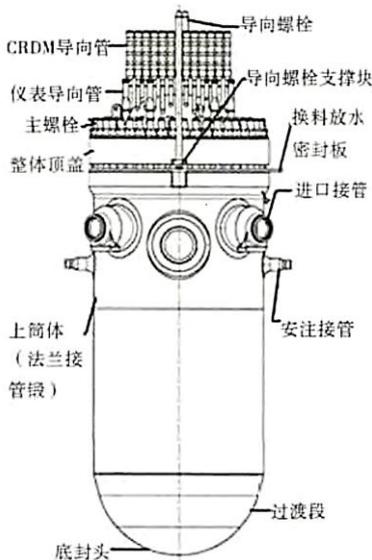
(二) 国企主导, 民企活跃

核电主设备国企主导, 细分领域民企活跃。核电主设备技术壁垒高、建设周期长、投入大, 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。在大型铸锻件和关键零部件等细分行业, 凭借雄厚的研发实力、有效的激励机制和灵活经营, 优秀民营企业积极参与, 成功进驻部分主设备制造领域, 譬如生产主管道的台海核电、蒸汽发生器用 U 型管的久立特材、核级蝶阀及球阀的江苏神通、控制棒驱动机构的浙富控股等。

1、压力容器

重要安全屏障, 无法更换。反应堆容器(反应堆压力壳)是指安置核反应堆的密闭容器, 承受反应堆的巨大运行压力。容器内部主要包含由核燃料元件等组成的放射性活性区以及高温高压的反应堆冷却剂。压力容器是冷却剂的主要压力边界, 也是防止放射性裂变产物逸出的第二道屏障。它是核电站无法更换的关键主设备之一, 承担着极其重要的安全屏障作用。

图 23: AP1000 压力容器示意图



资料来源: 《第三代核电 AP1000 反应堆压力容器焊接技术解析》, 中国银河证券研究院

重型锻件质量标准严苛。以 AP1000 为例，压力容器由 13 个大锻件组焊而成，包含整体顶盖、上筒体、下筒体、过渡段、底封头、4 个进口接管、2 个出口接管以及 2 个直接安注接管。AP1000 反应堆压力容器的上封头和顶盖法兰为一体化锻造，其难度在于大尺寸锻件生产。堆芯区锻件断裂韧性需要满足堆芯 60 年设计寿命的严苛要求。

中国一重自主研发了我国首台完全拥有自主知识产权的百万千瓦级核反应堆压力容器制造技术，掌握了二代加和三代核电大型铸锻件和设备制造技术。公司为中核集团提供了包括巴基斯坦恰希玛、福建福清、浙江秦山等核电站的反应堆压力容器；与中广核集团的合作始于 2006 年的红沿河 1 号机组，先后为其提供了多台百万千瓦级反应堆压力容器。**中国一重在核反应堆压力容器制造领域占有绝对优势**，实现了自主化和批量化的先进制造。

表 6: 国内压力容器市场竞争格局

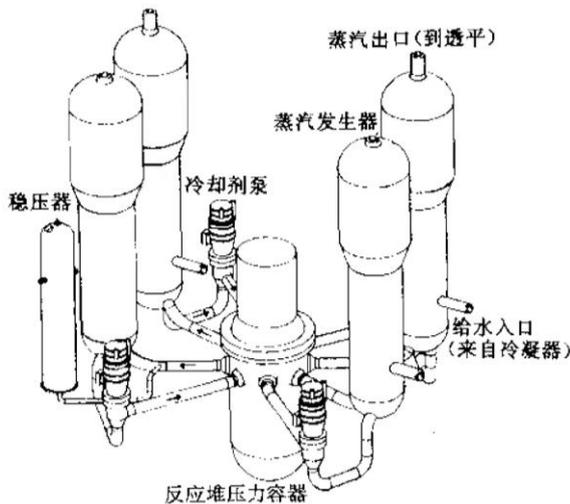
公司	应用核电站
中国一重	漳州 1/2#、海阳 3/4#、三门 2#、福清 1/2/3/4/5/6#、秦山二期 4#、防城港 3/4#、阳江 1/2/3/4#、方家山 1/2#、宁德 3/4#、红沿河 1#、彭泽 1/2#、桃花江、巴基斯坦恰希玛
上海电气	红沿河 5/6#、三门 3/4#、海阳 2#、华能石岛湾 1#、秦山三期 1/2#、宁德 2#、昌江 1/2/3/4#
东方电气	廉江 1#、台山 2#、岭澳 3/4#、宁德 1#、红沿河 2/3/4#、防城港 1/2#
法玛通 (法国)	大亚湾 1/2#、岭澳 1/2#
斗山重工 (韩国)	三门 1#、海阳 1#、秦山二期 3#

资料来源：北极星电力网，公司官网，中国银河证券研究院

2、主管道

高标准一体化铸造，技术难度大。核岛一回路主管道是连接反应堆一次冷却剂系统主要设备的管道，由直管段、弯头和主管道上的接管组成。反应堆至蒸汽发生器之间的管道称为热段，蒸汽发生器至主泵之间的称为过渡段，主泵至反应堆之间的称为冷段。主管道是包容反应堆冷却剂重要的压力边界，属于核安全一级、抗震 I 类设备。主管道的制造难度高：1) 高压高辐射工作环境对管件性能提出高要求；2) 三代机组要求将结构复杂的主管道一体化铸造，以减少焊缝处的管道腐蚀，相对于二代加的分段铸造，制造难度再上台阶。

图 24: 三代核电站主管道示意图



资料来源：《CN104252884A_核电站一回路主管道安装方法》，中国银河证券研究院

台海核电头角峥嵘。目前国内的核电主管道供应商主要有台海核电、二重重装、渤船重工、吉林中意、东方电气、三洲核能等。其中，台海核电已经取得了二代主管道生产所需的全部制造许可和三代主管道及泵阀铸件的制造许可，先后研发二代加主管道奥氏体铸钢材料、三代主管道 RCC-M，掌握了三代主管道全流程制造技术，涵盖华龙一号、AP1000、CAP1400 等国内主流技术路线。

表 7：国内主管道市场竞争情况

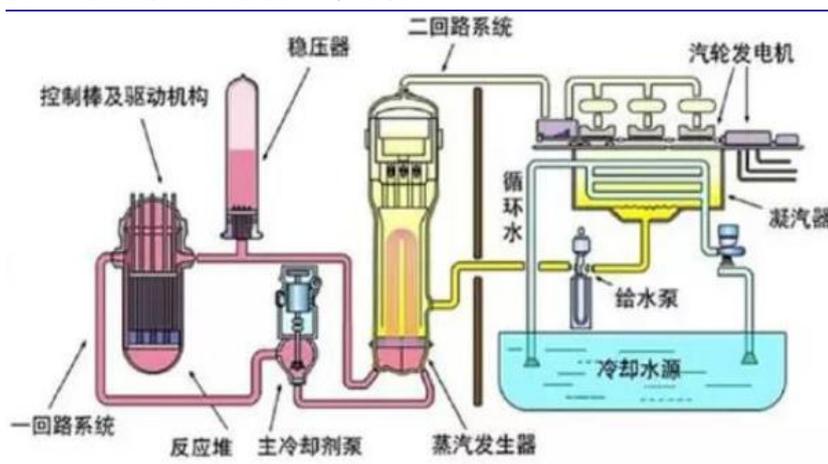
公司	应用核电站
台海核电	福清 5#、昌江 1/2/3/4#、宁德 5/6#、徐大堡 1#、漳州 1/2#、田湾 5/6/7/8#、阳江 1/2/3/4#、方家山 1/2#、宁德 1/2/3/4/5/6#、防城港 1/2/3#、巴基斯坦卡拉奇 2#
三洲核能	岭澳 1/2/3/4#、福清 1/2/3/4#、红沿河 1/2/3/4#
渤船重工	三门 1#、三门 2#（分包给台海核电）、海阳 2#（分包给台海核电）、徐大堡 2#（分包给台海核电）
吉林中意	陆丰 2#（分包给台海核电）、石岛湾 2#（分包给台海核电）
二重重装	福清 6#，海阳 1/3#，陆丰 1#，廉江 1#、石岛湾 1#
东方电气	大亚湾 1/2#、秦山一期 1#、秦山二期 1/2/3/4#、秦山三期 1/2#、田湾 1/2/3/4#

资料来源：北极星电力网，公司官网，中国银河证券研究院

3、蒸汽发生器

连接一二回路的核心枢纽。核电站的内部通常包含一回路系统和二回路系统，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，使它们变成蒸汽推动汽轮机带动发电机发电。其中，蒸汽发生器与核岛一回路中的压力容器相连，通过其中的 U 型管将热量传递给二回路。因此，具有放射性的一回路液体被蒸汽发生器隔离，使得二回路蒸汽不带放射性，构成了一道防护屏障。

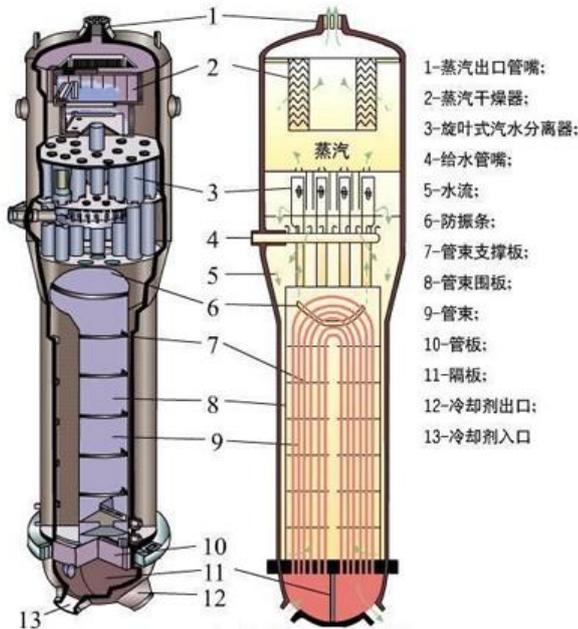
图 25：蒸汽发生器在核电机组中的作用



资料来源：北极星电力网，中国银河证券研究院

结构、性能要求极高。U 型管是蒸汽发生器中的核心部件，兼具传热和隔离的作用，对其技术要求极高：1) 结构上为提高传热效率，要求 U 型管外径较窄 (17.48mm)、管壁较薄 (1.01mm)；2) 恶劣工况对抗压、抗震、抗辐射能力提出高要求；3) 稳定工作 60 年。

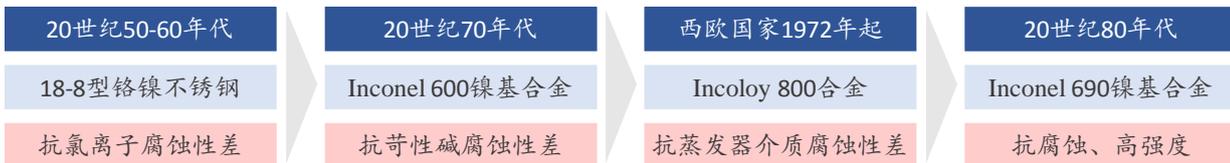
图 26: 蒸汽发生器 U 型管示意图



资料来源: 上海市经济和科技信息化委员会, 中国银河证券研究院

核电用 U 型管长期依赖进口。 U 型管经历了四个阶段的技术迭代, 目前 Inconel 690 凭借高强度、高抗腐蚀、易加工成为主流选择。U 型管的技术门槛极高, 基本被法国的 Valinox、日本的 Sumitomo 和瑞典的 Sandrik 三家公司垄断。

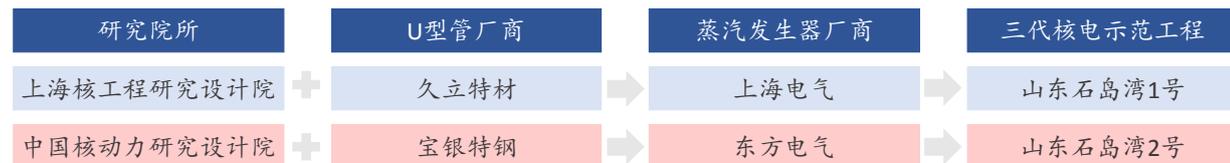
图 27: 蒸汽发生器 U 型管技术路线



资料来源: 中国钢铁新闻网, 中国银河证券研究院

国产实现飞跃。 目前宝银特钢与久立特材已经获得了核 I 级热交换器传热管生产资质, 实现了 Inconel 690 U 型管的国产化。宝银特钢与中国核动力研究设计院联合, 久立特材与上海核工程研究设计院携手, 分别对接蒸汽发生器厂商东方电气与上海电气, 签订了三代核电示范工程的 U 型管供货合同。

图 28: 石岛湾核电中 U 型管相关企业参与情况

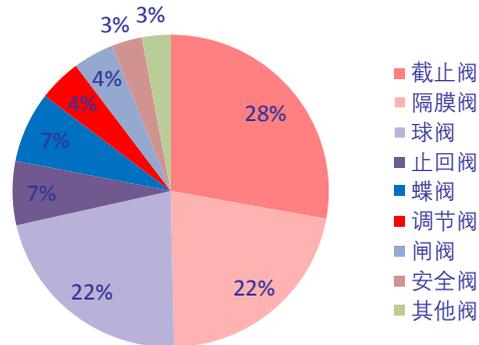


资料来源: 人民网, 中国银河证券研究院

4、阀门

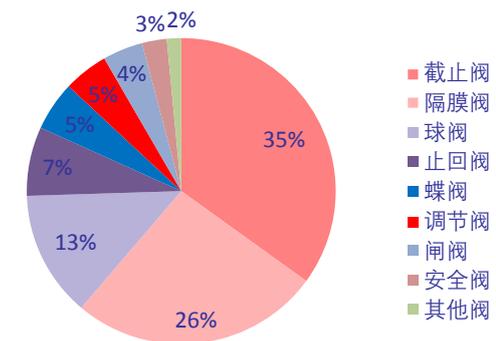
使用量大，门类众多。核电阀门是核电站建设中使用数量较多的介质输送控制设备，它连接核电站众多系统，发挥着截止、调节、导流、防逆流、稳压和分流等作用。一座设计两台100万千瓦机组的核电站需要各类阀门3万台，数量占比较大的包括截止阀、隔膜阀、球阀、止回阀和蝶阀等。

图 29: AP1000 各类核岛阀门数量占比



资料来源:《核电站阀门的应用现状及分析》, 中国银河证券研究院

图 30: CPR1000 各类核岛阀门数量占比

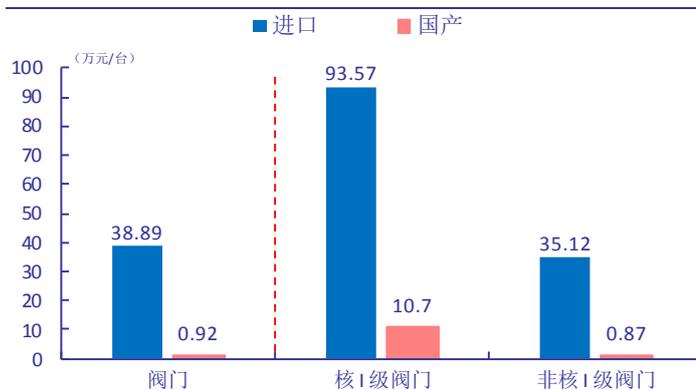


资料来源:《核电站阀门的应用现状及分析》, 中国银河证券研究院

工况复杂，维修费用占比大。核电阀门的工作环境复杂，不仅要考虑介质中杂质的污染、环境温度、湿度、放射性、电压波动等因素，还要保证其在正常、异常、应急和事故四种工况下均能正常工作。由于阀门用量大、分布面广且技术要求高，每年核电阀门检修费用约占总检修费用的 50% 以上。

高端、进口阀门价格昂贵。核岛和常规岛中许多重要的核级、非核级阀门，如先导式安全阀、主蒸气隔离阀、调节阀等的技术和市场均被发达国家的知名企业垄断，价格十分昂贵。以福清核电站为例，使用的进口阀门数量是国产阀门的约 1/30，但总价是国产阀门的 1.4 倍；核 I 级进口阀门数量是核 I 级国产阀门数量的 2/5，但总价接近后者的 3.6 倍。

图 31: 福清核电站进口/国产、核 I 级/非核 I 级阀门均价对比

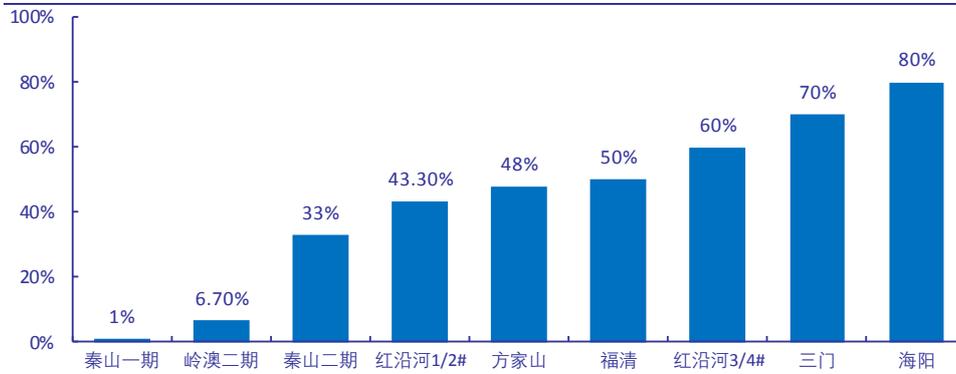


资料来源: 中核集团福建福清核电公司, 中国银河证券研究院

国产化程度逐步提高。我国的核级阀门研发始于 20 世纪 60 年代，目前已达到 70%-80% 的国产化程度。目前国内企业已能够自主生产所有非核级阀门和核 III 级阀门、大部分核 II 级阀

门以及少量核 I 级阀门。

图 32：核电阀门国产化程度不断提高



资料来源：《核电阀门国产化研究》，中国银河证券研究院

核 I 级市场外商主导，民企有所突破。目前核 I 级阀门主要来自进口，主要供货商有法国万纳托、美国泰科、加拿大维兰等。国外生产商掌握完备、先进的研发、设计、生产和检测维修等一系列技术，能够为核电站提供配套服务。而国内具备核级阀门生产资质的企业中，仅有中核苏阀、上海良工、大连大高、上海阀门厂、应流股份等少数企业能生产核 I 级阀门，且与外商相比产品较单一。

表 8：国内企业生产的核 I 级阀门

公司	产品
中核苏阀	高 CV 值止回阀、升降式止回阀、比例喷雾阀、爆破阀、快速启闭电动闸阀
上海良工	升降式止回阀、对夹式止回阀、电动截止阀、平行式双闸板闸阀、锻件波纹截止阀
上海阀门厂	定压差升降式止回阀、低压差开启止回阀、ACP1000 稳压器安全阀
大连大高	旋启式与升降式止回阀、截止阀：大口径电动闸阀、ADS 自动降压阀、主给水止回阀（样机研制中）
应流股份	研制出国内首台 CAPI400 核 I 级不锈钢爆破阀阀体，具备国际领先水平

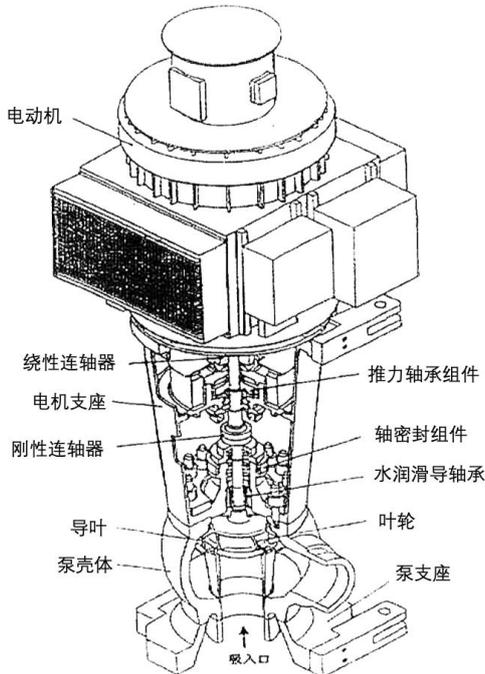
资料来源：公司官网，公司公告，中国银河证券研究院

核 II、III 级市场民企活跃。核 II、III 级阀门国产化程度较高，细分领域内涌现出一批掌握核心技术、具备规模生产能力的优质企业：1) 江苏神通：占据国内在建核电项目的核级蝶阀、球阀超过 90% 的市场份额，基本覆盖国内所有核电建设项目；2) 大连大高：为红沿河一期、海阳 3、4 号机组和石岛湾示范工程等提供止回阀、截止阀和爆破阀等，可生产的阀门类型达 20 大类、500 多个型号；3) 纽威股份：与中广核合作，承接阳江、防城港、台山核电站的闸阀、截止阀和止回阀订单，技术背景雄厚。

5、主泵

核电站一回路的关键设备。在一回路系统中，主泵用于驱动冷却剂在反应堆冷却剂系统内循环流动，连续不断地把堆芯中产生的热量传递给蒸汽发生器二回路给水。主泵是核电运转控制水循环的关键，也是核岛主设备里唯一转动的设备，设计难度最大、周期最长的一级设备。因此，主泵就像是核岛的“心脏”，至关重要。目前存在轴封泵和屏蔽泵两种主流技术路线，难度集中在水力设计和长期运行稳定性的考核。

图 33: 典型轴封式主泵



资料来源:《核电站主泵的应用与发展》, 中国银河证券研究院

以往核电主泵一直被国外垄断, 目前世界上具有设计制造核主泵能力的厂商主要有美国西屋/EMD、日本三菱、法国法玛通/热蒙、德国 KSB、奥地利 Andritz、俄罗斯 ASE/乌克兰 SUMY 和美国 Flowsolve。

通过不懈努力, 核电主泵正在逐步实现国产化。2005 年, 东方电气集团和法国阿海珐集团合资成立东方阿海珐核泵有限公司, 引入法国 100D 轴封式主泵, 用于国内 CPR 项目; 2008 年, 沈鼓集团、哈电集团引入 AP1000 屏蔽泵技术, 主要用于国内 AP、CAP 项目; 2008 年 6 月, 上海电气集团与德国 KSB 成立合资公司。目前我国已经拥有 M310 主泵的自主知识产权。

表 9: 国内主泵市场竞争情况

公司	应用核电站
哈电动装	福清 1/2/3/4/6#、方家山 1/2#、石岛湾 1/2#、陆丰 1/2#、三门 3/4#、海阳 3/4#
东方阿海珐	阳江 1/2#、宁德 1/2/3/4#、红沿河 1/2/3/4#、防城港 1/2/3/4#、岭澳 3/4#
SEC-KSB	田湾 1/2/3/4#、昌江 1/2#
热蒙(法国)	大亚湾 1/2#、岭澳 1/2#
三菱(日本)	秦山二期 1/2/3/4#
EMD(美国)	三门 1/2#、海阳 1/2#

资料来源: 北极星电力网, 公司官网, 中国银河证券研究院 (注: 东方阿海珐由东方电气与法国热蒙合资; SEC-KSB 由上海电气和德国凯士比合资)

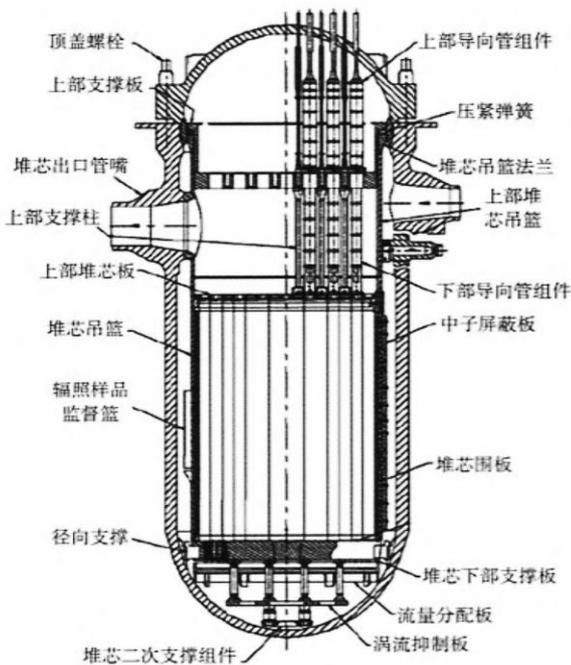
6、堆内构件

反应堆核心设备, 承担重要功能: 1) 精确定位和支承核燃料组件, 正确引导反应堆控制棒进行核反应启动、停止和功率调整; 2) 为反应堆温度测量、中子通量测量提供正确通道,

建立反应堆合理的水流通道；3) 有效屏蔽堆芯内迸发出来的中子和 γ 射线对外界材料的辐照损伤，极大地延长了压力容器的使用寿命。

种类繁多，数量多，结构精细。堆内构件具有零件种类数量多、结构形式复杂、尺寸精度要求高、焊接变形控制难度大等特点，是集精密加工、精密焊接、精密装配、精密检测于一体的大型复杂设备。“华龙一号”堆内构件高度达 11.03 米，最大直径 4.18 米，重约 160 吨，由 236 类、13487 个零件组成。

图 34：堆内构件示意图



资料来源：《反应堆下部堆内构件的损坏分析和修复方案》，中国银河证券研究院

中国制造登上国际舞台，两大动力逐鹿未来市场。根据中核集团官网，“华龙一号”堆内构件满足国内和国际最先进的核电法规标准，具备完整自主知识产权。2017 年东方电气一举中标四台“华龙一号”核电机组堆内构件项目。2018 年上海电气完成了全球首台“华龙一号”福清 5 号和海外首台卡拉奇 2 号的堆内构件交付工作，进一步巩固了该领域的技术领先地位。

表 10：国内核电站堆内构件市场竞争格局

公司	应用核电站
上海电气	防城港 3/4#、三门 2/3/4#、海阳 2/3/4#、福清 1/2/3/4/5/6#、田湾 5/6/7/8#、岭澳 2/3/4#、阳江 1/2/3/4#、泰山一期 1#、泰山二期 1/2/3/4#、方家山 1/2#、宁德 1/2/3/4#、红沿河 1/2/3/4/5/6#、台山 2#、华能石岛湾 1#、方家山 1/2#、昌江 1/2#
东方电气	陆丰 1/2#、昌江 3/4#、漳州 1/2#、宁德 6#、防城港 1/2#
法玛通（法国）	大亚湾 1/2#、岭澳 1#、台山 1#
西屋（美国）	海阳 1#
斗山重工（韩国）	三门 1#
AECL（加拿大）	泰山三期 1/2#

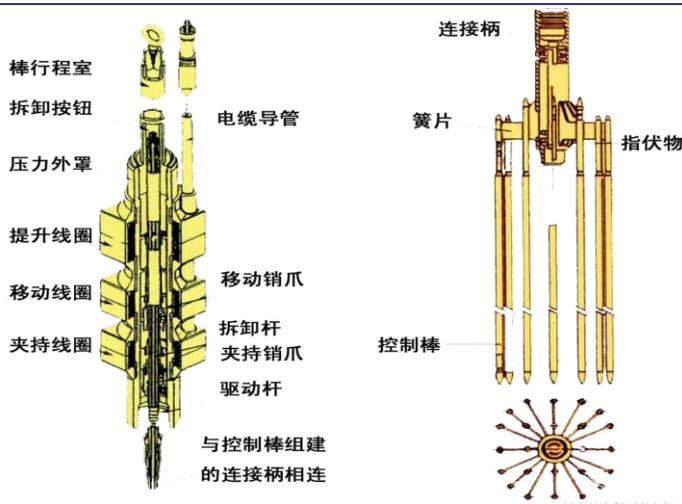
资料来源：北极星电力网，公司官网，中国银河证券研究院

7、控制棒驱动机构

直接影响反应堆正常运行及安全性能。控制棒驱动机构是堆芯组件的关键元件，位于反应堆压力容器顶盖内，与控制棒组件连接，通过以一定次序对三个电磁线圈通电，实现控制棒组件的插入和提升，从而控制堆芯平均温度，以达到反应堆安全启动，调节反应堆功率和停堆的目的。

精密性高，稳定性强。控制棒驱动机构承担着反应堆的启动、功率调节、保持功率、正常停堆和事故停堆等功能。由于其运行工况恶劣性、机械配合运行的精密性和机电配合的复杂性，之前仅有美国、法国等少数几个国家掌握设计与制造关键技术。

图 35：控制棒驱动机构的主要结构



资料来源：《设备制造》，中国银河证券研究院

二代加、三代均已实现国产化。2001年，中国核动力院针对秦山二期核电站设计出 ML-A 型控制棒驱动机构。随后，可应用于二代加的 ML-B 型问世，但所使用的驱动杆、钩爪组件等 18 种 1362 个零件仍需进口。2015 年，中广核掌握了适用于 12 英尺和 14 英尺燃料组件的控制棒驱动机构的关键技术，实现了该设备在百万千瓦机组的完全自主化和国产化。

图 36：控制棒驱动机构国产化进程



资料来源：公司官网，中国银河证券研究院

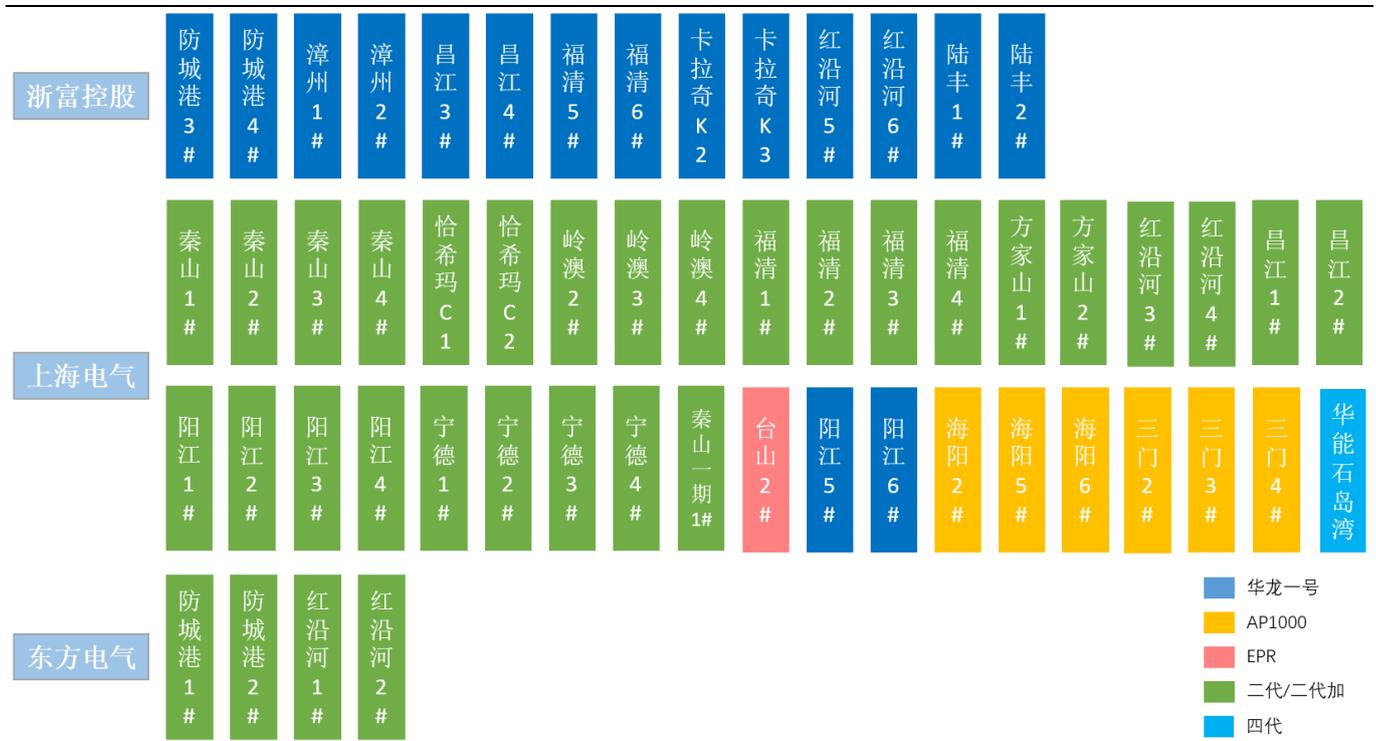
三足鼎立。上海电气进入市场较早，为大部分二代堆型供货，并联合上海核工院率先实现 AP1000 控制棒驱动机构的制造。东方电气自 2007 年开始着手研发，2012 年与中广核合作为红沿河一期等供货。浙富控股进入市场较晚，其 ML-B 型三代压水堆核电控制棒驱动机构拥有发明专利。公司是“华龙一号”控制棒驱动机构的唯一供应商。

表 11: 控制棒驱动机构制造商与设计院合作模式

制造厂商	隶属上市公司	合作设计院	竞争优势	供货领域	开始合作时间
上海第一机床厂	上海电气	上海核工院	进入市场早, 具备了四十多年核电控制棒驱动机构制造经验, 供货领域广	二代、二代加、三代、四代	上世纪起
东方汽轮机公司	东方电气	中科华核技术研究院 (隶属中广核集团)	核岛设备综合实力强, CPR1000 控制棒驱动机构处于国内领先水平	二代加 CPR1000	2012 年
四川华都	浙富控股	中国核动力设计研究院	“华龙一号”控制棒驱动机构专利	二代加 CNP600/1000、三代 ACP1000、“华龙一号”	2008 年

资料来源: 中广核工程公司官网, 中核工程公司官网, 公司公告, 中国银河证券研究院

图 37: 国产厂商控制棒驱动机构主要供货业绩



资料来源: 中广核工程公司官网, 中核工程公司官网, 公司公告, 中国银河证券研究院

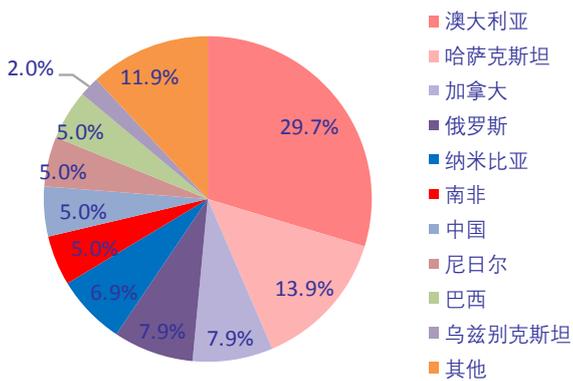
四、乏燃料处理市场方兴未艾

(一) 核燃料对外依存度高

铀资源的开采、加工、供应是发展核燃料的前提。核燃料是指含有易裂变核素，能够在反应堆内实现自持链式核裂变反应的物质。目前核电站使用的核燃料主要是铀 235，纯度需达到 3%（天然铀中含量仅为 0.71%）。

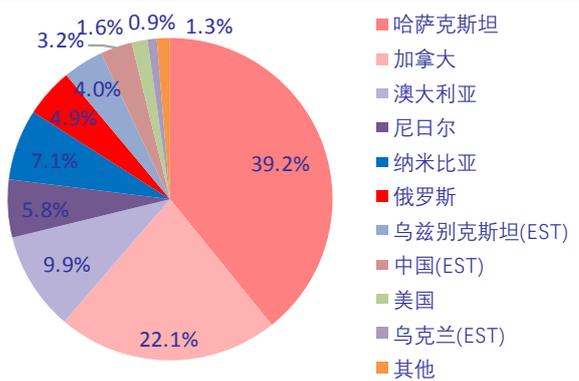
哈萨克斯坦、加拿大、澳大利亚是铀资源的主要存量和生产量大国。从铀资源的存量来看，2017 年世界铀资源存量为 59.89 万吨，排名前三的是澳大利亚、哈萨克斯坦、加拿大，占比分别达到 30%、14%、8%。中国铀资源存量为 29.04 万吨，占比 5%，排名第 7。从铀资源的生产量来看，2017 年世界铀资源生产量为 5.95 万吨，排名前三的是哈萨克斯坦、加拿大、澳大利亚，占比分别为 39%、22%、10%。中国铀资源生产量为 1885 吨，占比 3%，排名第 8。

图 38：2017 年世界范围内铀资源存量



资料来源：世界核协会 (WNA)，中国银河证券研究院

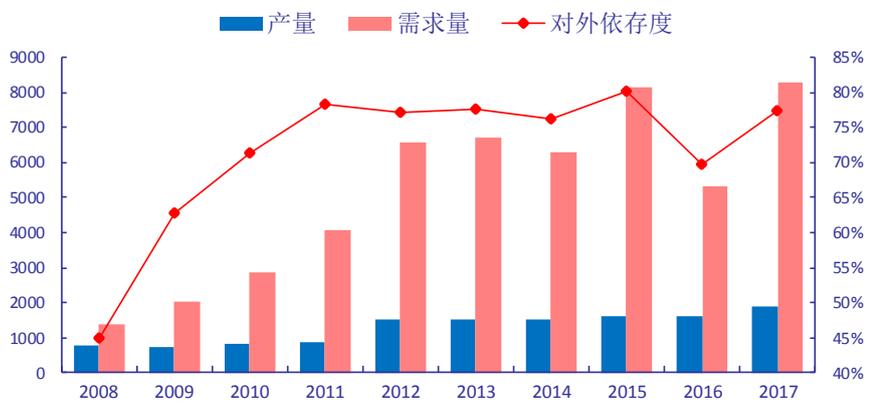
图 39：2017 年世界范围内铀资源生产量



资料来源：世界核协会 (WNA)，中国银河证券研究院

我国铀资源对外依存度超过 70%。我国铀资源大部分属于非常规铀，不仅品位低、埋藏深，且开采成本昂贵，因此需要海外进口，主要国家有哈萨克斯坦、乌兹别克斯坦、加拿大、纳米比亚、尼日尔和澳大利亚。2017 年我国铀资源对外依存度高达 77%，并常年维持在 70% 以上。

图 40：我国铀资源供需以及对外依存度



资料来源：世界核协会 (WNA)，中国银河证券研究院

从事核燃料相关业务的企业十分有限。我国仅有 3 家获得经营许可及牌照从事天然铀进口及贸易并提供核相关服务的实体，分别为中广核集团下属的铀业公司、中核集团下属的原子能公司和国家电投集团下属的国核铀业公司。仅有中核集团下属的原子能公司、中核建中核北方核燃料元件公司等少数几家公司获权从事商用铀转化及浓缩业务以及核料组件加工服务。

我国正在积极解决铀资源依存度高的问题。国家方面，我国政府加强国际合作，与周边国家构建合作框架；鼓励技术升级，利用新技术寻找铀矿床；构建信息化平台，建立铀矿数字化基础数据库。企业方面，筛选全球优质铀资源项目，寻找潜在投资机会；创新升级勘探、开采技术。

表 12：我国解决铀资源依存度高的具体举措

分类	时间	举措
加强国外铀资源勘探开发	2015 年 12 月 11 日	中广核矿业对加拿大铀公司 Fission Uranium 进行进行战略性投资
	2017 年 10 月 24 日	中乌深部铀资源勘探合作项目获国家重点专项支持
	2018 年 4 月 2 日	中国与俄罗斯国家原子能公司建立合作项目，在俄外贝加尔边疆区 Zabaikalsky 开采铀矿
	2019 年 6 月 28 日	中广核矿业附属公司与纳米比亚斯科铀业公司签订湖山天然铀买卖协议
	2019 年 7 月 25 日	中核集团控股世界第四大产能铀矿“纳米比亚罗辛铀矿山”
提升勘查开发技术	2016 年 11 月 11 日	中核通辽铀业有限责任公司二氧化碳+氧气原地浸出采铀工程获得提名奖，该技术已进行推广使用
	2017 年 6 月 13 日	中科院战略性先导科技专项“未来先进核裂变能—ADS 嬗变系统”团队建成 ADS 超导质子直线加速器前端示范样机，并通过达标测试
	2018 年 5 月 18 日	中国工程物理研究院核物理与化学研究所与海南大共建南海海洋资源利用国家重点实验室，开展海水提铀研究
	2018 年 6 月 22 日	新疆中核天山铀业有限公司在工业化生产中使中性地浸采铀技术系统不断完善，地浸采铀技术进入国际领先行列
	2019 年 2 月 25 日	中国石油辽河油田分公司利用“油铀兼探”技术在内蒙古通辽地区勘探出特大型铀矿
实施应用示范和创新工程	2017 年 7 月 4 日	中核集团公司核工业二四三大队在松辽盆地西南部取得砂岩型铀矿找矿新突破，控制了一条总体长度超过 10km 砂岩铀矿带
	2018 年 1 月 22 日	蒙古古尔工程 CO ₂ + O ₂ 先进环保地浸开采技术进入成熟生产阶段
	2019 年 5 月 24 日	中核集团核地研院联合兄弟单位建立了我国首个较为系统完整的铀矿数字化基础数据库
	2019 年 8 月 2 日	“鄂尔多斯盆地煤油田勘查钻孔大数据运用与铀矿找矿突破”项目发现四处铀矿产地

资料来源：核工业北京化工研究院，中国银河证券研究院

（二）乏燃料市场处于早期发展阶段

乏燃料含有大量放射性物质，必须妥善处理。核燃料在堆内经中子轰击发生核反应后产生乏燃料，其铀含量降低，无法继续维持核反应，经一定时间从堆内卸出。

近年来乏燃料处理技术不断实现突破。2010 年 12 月，由我国自主设计与建造的动力堆乏燃料中间试验厂热调成功，标志着我国初步掌握了后处理核心技术。2013 年，中核集团与法国阿海珐（原属于法国法玛通）签署了年处理量 800 吨的乏燃料商业处理-再循环工厂合作项目，预计于 2030 年投产。2015 年 9 月，中国原子能科学研究院核燃料后处理放化综合实验设施首次热实验顺利完成，成功获得铀钚产品，为后续技术提升提供了重要保障。

后处理市场处于早期发展阶段。2010 年我国建立了核电站乏燃料处理处置基金制度。2014 年国家原子能机构印发了《核电站乏燃料处理处置基金项目管理办法》，对运行 5 年以上核电的上网电价征收 0.026 元后处理处置基金。虽然获得资金支持，但目前我国后处理技术与国际先进水平尚有显著差距，不具备自主建造大型商用后处理厂的实力。

表 13：世界主要国家后处理设施

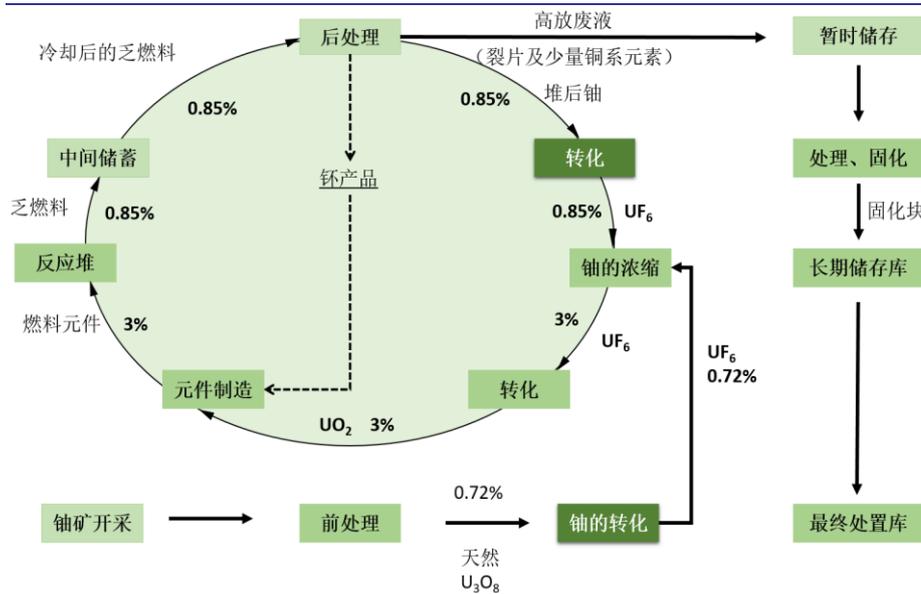
国家	厂名	规模 (t/a)	建成时间 (年)	备注
法国	UP3	800	1990	-
	UP2-800	800	1994	-
日本	东海村	210	1977	实际生产能力 90 t/a
	六个所	800	完成热调试	-
	西谷	300	1966	全球第一座商业后处理厂，1971 年停产
美国	巴威尔	1500	冷试完成	1977 年卡特政府宣布无限期推迟正式投产
	埃克松	1500	完成初步设计	
英国	B205	1500	1967	气冷堆
	THORP	1200	1994	实际生产能力 900 t/a
俄罗斯	RT-1	400	1976	2003 年批准进行改进项目
	RT-2	1500	-	-
	PREFRE 1	100	1977	-
印度	PREFRE 2	100	1998	加压重水堆
	PREFRE 3A	150	2010	
	PREFRE 3B	150	建设中	
中国	中试厂	50	热调试完成	-

资料来源：《关于加快发展核电站乏燃料后处理的建议》，中国银河证券研究院

（三）近看离堆贮存，远看闭式循环

闭式循环是我国的最终选择。目前世界上的核燃料循环主要存在两种技术方向：1) 一次通过式：直接将乏燃料作为放射性废物进行管理，经过包装后，直接进行深地质处置。瑞典、加拿大、西班牙和美国采取这种路线；2) 闭式循环：闭式核燃料循环是指回收乏燃料中的铀、钚等易裂变材料以及可以利用的次锕系元素等，易裂变材料再加工制造成核燃料元件，其他放射性核素作为废物最终处置。中国、法国、英国、俄罗斯、日本、印度采取该技术路线。在《核电中长期发展规划（2005-2020 年）》中，我国再次重申了核燃料闭式循环和乏燃料后处理的政策。

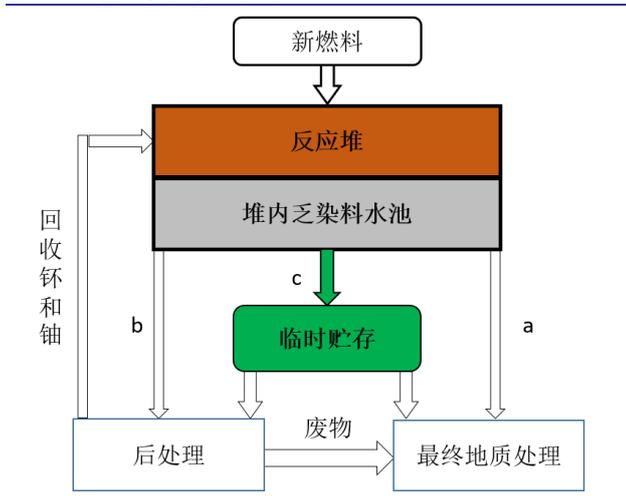
图 41：闭式核燃料循环图



资料来源：中国新闻网，中国银河证券研究院

目前世界上大多数乏燃料并没有采取循环而是采取暂时储存的方式。一般核电站都配有乏燃料贮存水池，随着机组运行周期增加，水池会达到存放上限，因此离堆贮存是保证核电站连续运行的重要环节。目前，我国仅有年处理能力约 50 吨的乏燃料中试厂，中法合建的 800 吨/年后处理大厂预计到 2030 年才能实现投运，闭式循环的处理能力仍然很低，暂时储存是目前主要解决方式。

图 42：乏燃料的处理方式



资料来源：澎湃新闻，中国银河证券研究院

贮存压力日益增长，离堆储存市场体量庞大。核电站的服役年限一般在 40 至 60 年，在堆贮存水池的设计容量一般按 10 至 20 年乏燃料卸出量考虑，乏燃料在堆贮存 5 年后可以外运、离堆贮存和后处理。一个百万千瓦级压水堆每年产生乏燃料约 18.8 吨，按照 2020 年 5800 万千瓦容量计算，卸出乏燃料将超过 1000 吨，累计贮存量超过万吨。

我国政府高度重视核废料的妥善处置，目前核电后处理已被明确列入“十三五”规划纲要，上升至国家战略地位。《核安全法》草案也再次强调核废料处理问题，同时相关产业政策的落地，也将助力产业链的崛起。乏燃料市场主要包涵设计、设备、运输储存环节。

表 14: 乏燃料市场关注设计、设备、运输储存领域

领域	详情
设计	我国从事乏燃料领域的科研、设计单位较少，后处理经验几乎为零，引进消化国外先进技术任务主要落在以四零四厂、瑞能科技、原子能院为代表的中核集团，示范项目则是以法国阿海珐公司为主导。
设备	我国部分产品已经基本实现国产化，进入核电市场推广阶段，如中子吸收材料、常规机械电气设备。部分产品需在现有核电基础上进行适应性开发或改进生产，如远距离操作阀门、机械手、热室等。但 PUREX 技术的工艺流程主设备技术难度较高，我国基础相对薄弱，距离国产化仍具有较长的路线要走，如剪切机、溶液反应器、离心澄清器和脉冲过滤器、萃取分离器、玻璃固化装置等。
运输	目前我国核电大多集中在沿海地区，乏燃料后处理体系位于我国的西北地区，随着在运电站的数量累计，乏燃料离堆储运是一个必然的发展方向，尽早建设一个涉及水路、公路、港口的运储体系具有重要的意义。在乏燃料运输和外储过程中，除去中间储存设施，储运罐成为必不可少的设备，也是相关企业业务拓展的重点领域之一。目前国际上主要产品来自美国的 NAC-STC 公司，日本的日立公司以及西班牙的 ENSA 公司。由于此类产品市场应用迫切，附加值很高，我国已有公司开始在此领域布局，通过和研究院所或国外成熟供应商合作的模式，购买技术，提高研发起点，以加快产业化的速度。西安核设备有限公司承担了我国乏燃料运储容器的样机研制工作，上海阿波罗机械与阿海珐 TN 公司联合生产干式储存金属内胆样机，国产化步伐逐步加快，产业重点布局恰当其时。

资料来源：《乏燃料后处理产业的市场前景及发展路径》，中国银河证券研究院

五、投资建议

虽然近年用电增速随着 GDP 增长放缓而有所下移，但从人均用电量的角度来看，**我国电力需求仍有较大提升空间**。5G、泛在物联网的推广以及新能源车、智能家电的普及将进一步催生电力需求。凭借基荷电源属性，且高效、稳定、环保，**核电机组利用率常年维持高位，盈利水平得到保障**。

2018 年至今，我国有 9 台核电机组相继投产，容量达到 1117.4 万千瓦（总装机 4698.1 万千瓦），其中包括 AP1000 全球首堆三门核电站 1 号机组。**机组密集投产，三代核电商运拉开帷幕**。本轮投产机组多采用三代技术，顺利运转初步验证了其安全性，为规模化建设打下基础。

目前我国已经获得核准的在建电站有 10 台机组，容量为 1110.8 万千瓦，其中 7 台三代，2 台二代加，1 台四代。在建机组的大部分设备已交货，进入最后的安装、调试阶段。**在建机组推进顺利，两大运营商增长可期**。中国核电在建/商运的比例达 23.9%，中广核电力在建/商运的比例达 25%。

核电项目前期投入昂贵，导致折旧成本较高。因此，核电运营商具备现金流充沛的特点。作为“现金牛”代表，水电龙头长江电力的投资价值已经得到了市场的普遍认可。我们认为**核电运营商亦具备类债、逆周期等属性，中长期配置价值优异**。

我国核电在 2016-2018 经历了三年“零审批”阶段，“十三五”规划恐难以完成，**后续机组开工需求迫切**。根据国家能源局近期召开新闻发布会，2019 年上半年山东荣成、福建漳州和广东太平岭核电项目已核准开工。**核电已迎复苏期，我们预计下半年项目开工进度有望加速**。

长周期设备商率先得益，短周期设备拐点将至。一般情况下，核电站得到能源局允许开展前期工作的批复后就可以启动长周期设备的招标工作；在安全壳穹顶吊装（FCD 后 24 个月）前后，实现长周期设备的集中供货；短周期设备招标相对滞后，一般与开工进度同步。

“一带一路”沿线中，有 28 个国家计划发展核电，规划机组 126 台总规模约 1.5 亿千瓦。以三代机组平均造价 1.6 万元/千瓦预估，市场总量约 2.4 万亿元。受政治、经济、军事等因素影响，中国核电企业在“一带一路”所占的市场份额难以估计。但不可否认的是**核电出海已成为未来我国核事业发展的主要驱动力**。拥有自主知识产权的“华龙一号”、CAP1400 双轮驱动。

综上所述，我们认为，未来我国核电市场将迎来动态的、持续的释放过程，假设每年推进 6-8 台机组，年均设备市场容量有望达到 480-640 亿元。国内筹建项目充足，海外“走出去”进展顺利。**核电市场空间广阔，对设备供应商的业绩贡献形成有力支撑**。核岛设备护城河深，毛利率丰厚；国企主导，细分领域民企活跃。另一方面，凭借装机增长以及逆周期防御属性，**核电运营商具备中长期配置价值**。此外，**我国乏燃料市场方兴未艾，近看离堆贮存，远看闭式循环**。我国政府高度重视核废料的妥善处置，相关产业政策的落地或将助力产业链的崛起。

投资标的方面，我们推荐久立特材（002318.SZ）、江苏神通（002438.SZ）、中国核电（601985.SH），建议关注应流股份（603308.SH）、中广核电力（1816.HK）、中核科技（000777.SZ）、台海核电（002366.SZ）、纽威股份（603699.SH）、中国核建（601611.SH）等。

六、风险提示

- 1、全社会电力需求增速下滑过快的风险；
- 2、核电审批项目、在建项目的推进情况不达预期的风险；
- 3、核电三代机组尚未经过至少一个换料周期验证的风险；
- 4、核电三代技术造价过高、上网电价不及预期的风险。

附录

表 15: 国内部分核电站机组的主要设备商

核电站	机组	主泵	主管道	压力容器	控制棒驱动机构	蒸汽发生器	堆内构件
大亚湾一期	1#2#	法国热蒙	东方电气	法国法玛通	法国法玛通	法国法玛通	法国法玛通
岭澳一期	1#	法国热蒙	三洲核能	法国法玛通	法国法玛通	法国法玛通	法国法玛通
岭澳一期	2#	法国热蒙	三洲核能	法国法玛通	上海电气	东方电气	上海电气
岭澳二期	3#4#	东方阿海珐	三洲核能	东方电气	上海电气	东方重机	上海电气
秦山一期	1#	德国 KSB	东方电气	三菱重工	上海电气	上海电气	上海电气
秦山二期	1#2#	日本三菱	东方电气	上海电气	上海电气	上海电气	上海电气
秦山二期	3#	日本三菱	东方电气	韩国斗山重工	上海电气	上海电气	上海电气
秦山二期	4#	日本三菱	东方电气	中国一重	上海电气	上海电气	上海电气
秦山三期	1#2#	加拿大 AECL	东方电气	加拿大 AECL	加拿大 AECL	加拿大 AECL	加拿大 AECL
方家山	1#2#	哈电动装	台海核电	中国一重	上海电气	上海电气	上海电气
宁德一期	1#	东方阿海珐	台海核电	东方电气	上海电气	东方电气	上海电气
宁德一期	2#	东方阿海珐	台海核电	上海电气	上海电气	上海电气	上海电气
宁德一期	3#4#	东方阿海珐	台海核电	中国一重	上海电气	上海电气	上海电气
福清一期	1#2#	哈电动装	三洲核能	中国一重	上海电气	东方电气	上海电气
福清二期	3#4#	哈电动装	三洲核能	中国一重	上海电气	上海电气	上海电气
福清二期	5#	哈电动装	台海核电	中国一重	浙富控股	东方电气	上海电气
福清二期	6#	哈电动装	二重重装	中国一重	浙富控股	东方电气	上海电气
红沿河一期	1#	东方阿海珐	三洲核能	中国一重	东方电气	上海电气	上海电气
红沿河一期	2#	东方阿海珐	三洲核能	东方电气	东方电气	上海电气	上海电气
红沿河一期	3#	东方阿海珐	三洲核能	东方电气	上海电气	东方电气	上海电气
红沿河一期	4#	东方阿海珐	三洲核能	东方电气	上海电气	东方电气	上海电气
防城港一期	1#2#	东方阿海珐	台海核电	东方电气	东方电气	东方电气	东方电气
防城港二期	3#	东方阿海珐	台海核电	中国一重	浙富控股	东方电气	上海电气
防城港二期	4#	东方阿海珐	中国一重	中国一重	浙富控股	东方电气	上海电气
阳江一期	1#	东方阿海珐	台海核电	中国一重	上海电气	东方电气	上海电气
阳江一期	2#	东方阿海珐	台海核电	中国一重	上海电气	上海电气	上海电气
阳江二期	3#		台海核电	中国一重	上海电气	上海电气	上海电气
阳江二期	4#		台海核电	中国一重	上海电气	哈电动装	上海电气
三门一期	1#	美国 EMD	渤船重工	韩国斗山重工	美国西屋	韩国斗山重工	韩国斗山重工
三门一期	2#	美国 EMD	渤船重工(分包给台海核电)	中国一重	上海一机床	哈电重装、上海电气	上海一机床
三门二期	3#	哈电动装		上海电气	上海电气	上海电气	上海电气
三门二期	4#	哈电动装		上海电气	上海电气	哈电重装	上海电气
昌江一期	1#2#	SEC-KSB	台海核电	上海电气	上海电气	上海电气	上海电气
昌江二期	3#4#		台海核电	上海电气	浙富控股	上海电气	东方电气
海阳一期	1#	美国 EMD	二重重装	韩国斗山重工	美国西屋	韩国斗山重工	美国西屋
海阳一期	2#	美国 EMD	渤船重工(分包给	上海电气	上海一机床	上海电气	上海一机床

台海核电)						
海阳一期	3#	哈电动装	二重重装	中国一重		上海一机床
海阳一期	4#	哈电动装		中国一重	东方电气	上海一机床
漳州一期	1#2#		台海核电	中国一重	浙富控股	东方电气
华能石岛湾	1#			上海电气	上海电气	哈电动装
台山一期	1#				法国法玛通	法国法玛通
台山一期	2#			东方电气	上海电气	东方电气
陆丰一期	1#	哈电动装	二重重装		浙富控股	哈电动装
陆丰一期	2#	哈电动装	吉林中意(分包给台海核电)		浙富控股	东方电气

资料来源：北极星电力网，中国银河证券研究院（注：东方阿海珉由东方电气与法国热蒙合资；SEC-KSB由上海电气和德国凯士比合资；上海第一机床厂有限公司隶属于上海电气核电集团）

表 16：我国已投运核电站情况（截至 2019 年 7 月 31 日）

核电站	地区	型号	技术	堆型	机组容量 (万千瓦)	机组 构成	主运营商	开工时间	商运时间
大亚湾一期 1#2#	广东	M310	二代	压水堆	196.8	98.4*2	中广核	1987/8/7 1988/4/7	1994/2/1 1994/5/6
岭澳一期 1#2#	广东	M310	二代	压水堆	198	99*2	中广核	1997/5/15 1997/5/15	2002/5/28 2003/1/8
岭澳二期 3#4#	广东	CPR1000	二代加	压水堆	217.4	108.7*2	中广核	2005/12/15 2005/12/15	2010/9/15 2011/8/7
阳江一期 1#2#	广东	CPR1000	二代加	压水堆	217.2	108.6*2	中广核	2008/12/16 2009/6/4	2014/3/25 2015/6/5
阳江二期 3#4#	广东	CPR1000+	二代加	压水堆	217.2	108.6*2	中广核	2010/11/15 2012/11/17	2016/1/1 2017/3/15
阳江二期 5#6#	广东	ACPR1000	三代	压水堆	217.2	108.6*2	中广核	2013/9/18 2013/12/13	2018/7/12 2019/7/24
台山一期 1#	山东	EPR	三代	压水堆	350	175*1	中广核	2009/11/18	2018/12/13
海阳核电厂 1#2#	山东	AP1000	三代	压水堆	250	125*2	国电投	2009/9/24 2010/6/20	2018/10/22 2019/1/9
三门核电厂 1#2#	浙江	AP1000	三代	压水堆	250	125*2	中核	2009/3/29 2009/12/17	2018/9/21 2018/11/15
秦山一期 1#	浙江	CNP300	二代	压水堆	31	31*1	中核	1985/3/20	1994/4/1
秦山二期 1#2#	浙江	CNP600	二代加	压水堆	130	65*2	中核	1996/6/2 1997/3/23	2002/4/15 2004/5/3
秦山二期 3#4#	浙江	CNP-600	二代加	压水堆	132	66*2	中核	2006/4/28 2006/4/28	2010/10/5 2011/12/30
秦山三期 1#2#	浙江	CANDU-6	二代	重水堆	145.6	72.8*2	中核	1998/6/8 1998/9/25	2002/12/31 2003/7/24
方家山 1#2#	浙江	CNP1000	二代加	压水堆	217.8	108.9*2	中核	2008/12/26	2014/12/15

									2009/7/17	2015/2/12
田湾一期 1#2#	江苏	AES-91	二代加	压水堆	212	106*2	中核	1999/10/20	2007/5/17	
								2000/9/20	2007/8/16	
田湾二期 3#4#	江苏	AES-91	二代加	压水堆	212	106*2	中核	2012/12/27	2018/2/15	
								2013/9/27	2018/12/22	
								2008/2/18	2013/4/18	
宁德一期 1#2#3#4#	福建	CPR1000	二代加	压水堆	435.6	108.9*4	中广核	2008/11/12	2014/5/5	
								2010/1/8	2015/6/10	
								2010/9/29	2016/7/21	
								2008/11/21	2014/11/22	
福清一期 1#2#3#4#	福建	CNP1000	二代加	压水堆	435.6	108.9*4	中核	2009/6/17	2015/10/16	
								2010/12/31	2016/10/24	
								2012/11/17	2017/9/17	
								2007/8/18	2013/6/6	
红沿河一期 1#2#3#4#	辽宁	CPR1000	二代加	压水堆	447.6	111.9*4	中广核	2008/3/28	2014/5/13	
								2009/3/19	2015/8/16	
								2009/8/15	2016/9/19	
昌江一期 1#2#	海南	CNP600	二代加	压水堆	130	65*2	中核	2010/4/25	2015/12/25	
								2010/11/21	2016/8/12	
防城港一期 1#2#	广西	CPR1000	二代加	压水堆	217.2	108.6*2	中广核	2010/7/30	2016/1/1	
								2010/12/23	2016/10/1	

资料来源：中国核电信息网，中国银河证券研究院

表 17：我国在建核电站情况（截至 2019 年 7 月 31 日）

核电站	地区	型号	技术	堆型	机组容量 (万千瓦)	机组构成	主运营商	开工时间	计划投产
红沿河二期 5#6#	辽宁	ACPR1000	三代	压水堆	223.8	111.9*2	中广核	2015.03	2021
								2015.07	2021
防城港二期 3#4#	广西	华龙一号	三代	压水堆	230	118*2	中广核	2015.12	2022
								2016.12	2022
台山一期 2#	广东	EPR	三代	压水堆	175	175*1	中广核	2010.04	2019
田湾三期 5#6#	江苏	CNP1000	三代	压水堆	216	111.8*2	中核	2015.12	2020
								2016.10.	2021
福清二期 5#6#	福建	华龙一号	三代	压水堆	232.2	116.1*2	中核	2015.05	2020
								2015.12.	2021.
华能石岛湾	山东	HTR-PM	四代	高温气冷堆	20	20*1	华能	2012.12.	2019

资料来源：中国核电信息网，中国银河证券研究院

表 18：我国主要筹建核电站情况（截至 2019 年 7 月 31 日）

核电站	地区	型号	技术	堆型	机组容量 (万千瓦)	机组构成	主运营商
石岛湾	山东	CAP1400	三代	压水堆	280	140*2	国核技&华能
太平岭一期	广东	华龙一号	三代	压水堆	250	125*2	中广核
漳州一期	福建	华龙一号	三代	压水堆	200	100*2	中核
苍南一期	浙江	CPR1000+	三代	压水堆	200	100*2	中广核
徐大堡一期	辽宁	AP1000	三代	压水堆	250	125*2	中核
徐大堡二期	辽宁	VVER-1200	三代	压水堆	240	120*2	中核
昌江二期	海南	华龙一号	三代	压水堆	200	100*2	中核
三门二期	浙江	AP1000	三代	压水堆	250	125*2	中核
田湾四期	江苏	VVER-1200	三代	压水堆	240	120*2	中核
海兴一期	河北	ACP1000	三代	压水堆	250	125*2	中核
海阳二期	山东	AP1000	三代	压水堆	250	125*2	国电投
宁德二期	福建	华龙一号	三代	压水堆	200	100*2	中广核
三明一期	福建	AP1000	三代	压水堆	250	125*2	中核
三明	福建	BN1200	四代	钠冷快堆	120	120*1	中核
漳州二期	福建	华龙一号	三代	压水堆	250	125*2	中核
白龙	广西	CAP1000	三代	压水堆	250	125*2	国电投
揭阳一期	广东	AP1000	三代	压水堆	200	100*2	中广核
廉江	广东	CAP1000	三代	压水堆	250	125*2	国电投
陆丰一期	广东	AP1000	三代	压水堆	200	100*2	中广核
台山二期	广东	EPR	三代	压水堆	175	175*2	中广核
靖宇	吉林	AP1000	三代	压水堆	500	125*4	国电投

资料来源：中国核电信息网，中国银河证券研究院

表 19：我国核电站采用的技术路线及技术来源

堆型	技术路线	反应堆类型	设计容量(万千瓦)	技术来源
M310	二代	压水堆	98.7	中广核集团引进自法国阿海珐公司
CANDU-6	二代	重水堆	72.8	中核集团引进自加拿大坎杜公司
CNP300	二代加	压水堆	31	中核集团设计
CNP600/1000	二代加	压水堆	60	中核集团吸收国际先进技术设计
VVER-1000	二代加	压水堆	106	中核集团引进自俄罗斯国家原子能公司
CPR1000	二代加	压水堆	108	中广核集团在 M310 基础上改进
CPR1000+	二代加	压水堆	108	中广核集团在 CPR1000 基础上改进
AP1000	三代	压水堆	125	国电投集团引进自美国西屋公司
EPR	三代	压水堆	175	中广核集团引进自法国阿海法公司、德国西门子子公司
ACP1000	三代	压水堆	100	中核集团在 CNP1000 基础上设计
ACPR1000	三代	压水堆	100	中广核集团基于 CPR1000 和 CPR1000+设计
CAP1400	三代	压水堆	140	国电投集团在 AP1000 基础上设计
VVER-1200	三代	压水堆	120	中核集团基于 VVER-1000 创新

华龙一号	三代	压水堆	108	中核集团、中广核集团融合 ACP1000 与 ACPR1000+设计
BN800	三代	钠冷快堆	80	中核集团引进自俄罗斯商用示范快堆 BELOYARSK 电站
HTR-PM	四代	高温气冷堆	20	清华大学自主研发，华能集团、中核建和清华大学共同投资建设

资料来源：中国工控网，中国银河证券研究院

表 20：全球核电站主要堆型参数对比

堆型名称	堆型分类	燃料	冷却剂	慢化剂	原理及技术特点
压水堆 (PWR)	轻水堆	浓缩 UO ₂	水	水	把轻水（普通水）加压后能降低沸点，加压水在 325℃ 的高温下仍能保持液体状态。PWR 在其一回路系统中使用加压水吸收热量，之后在二回路系统中降低气压释放热量。
沸水堆 (BWR)	轻水堆	浓缩 UO ₂	水	水	沸腾轻水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 (HWR)	重水堆	天然 UO ₂	重水	重水	重水堆能高效、充分的利用核燃料，但体积比轻水堆大，建造费用高，重水昂贵，发电成本比较高。
石墨气冷堆 (GCR)	石墨堆	天然 UO ₂	CO ₂ 或 氦气	石墨	用石墨慢化，二氧化碳或氦气冷却的反应堆。近期的研究集中在氦气冷却的高温气冷堆 (HTGR) 上。
石墨水冷堆 (LWGR)	石墨堆	浓缩 UO ₂	水	石墨	堆芯和循环回路庞大，难以设置安全屏障，运行比较复杂。
快中子增殖堆 (FBR)	快堆	浓缩 UO ₂ 、PuO ₂ &UO ₂	液态钠	无	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反应堆。快堆在反应中既消耗裂变材料，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。

资料来源：中国广核招股说明书，中国银河证券研究院

插图目录

图 1: 我国全社会用电量及增速	1
图 2: 2017 年全球各国人均用电量对比	1
图 3: 我国各发电类型机组利用率对比情况	1
图 4: 2017 年全球及中国一次能源消费中各类型占比情况	1
图 5: 核电产业链梳理	2
图 6: 核电产业链相关标的	2
图 7: 两大运营商装机情况对比 (截止 2019 年 7 月 31 日)	4
图 8: 2018 年中国核电营业成本占比情况	4
图 9: 2018 年华能国际营业成本占比情况	4
图 10: 历年来中国核电的销售商品提供劳务收到的现金	4
图 11: 历年来中国核电的经营活动净流量	4
图 12: 长江电力股价复盘	5
图 13: 我国历年核准、开工及投入商运的核电机组数量 (截至 2019 年 7 月 31 日)	5
图 14: 核电站设备供应周期	6
图 15: 我国核电“走出去”项目全球布局情况	7
图 16: 压水堆核电站构造图	9
图 17: 核电总投资成本分布	9
图 18: 核电设备投资成本分布	9
图 19: 核岛组成部件投资占比	10
图 20: 常规岛组成部件投资占比	10
图 21: 核电产业链不同环节毛利率对比	11
图 22: 核岛设备毛利率对比	11
图 23: AP1000 压力容器示意图	11
图 24: 三代核电站主管道示意图	12
图 25: 蒸汽发生器在核电机组中的作用	13
图 26: 蒸汽发生器 U 型管示意图	14
图 27: 蒸汽发生器 U 型管技术路线	14
图 28: 石岛湾核电中 U 型管相关企业参与情况	14
图 29: AP1000 各类核岛阀门数量占比	15
图 30: CPR1000 各类核岛阀门数量占比	15
图 31: 福清核电站进口/国产、核 I 级/非核 I 级阀门均价对比	15
图 32: 核电阀门国产化程度不断提高	16
图 33: 典型轴封式主泵	17
图 34: 堆内构件示意图	18
图 35: 控制棒驱动机构的主要结构	19
图 36: 控制棒驱动机构国产化进程	19
图 37: 国产厂商控制棒驱动机构主要供货业绩	20
图 38: 2017 年世界范围内铀资源存量	21
图 39: 2017 年世界范围内铀资源生产量	21

图 40: 我国铀资源供需以及对外依存度 21

表格目录

表 1: 2018 年起我国新投产机组 (截至 2019 年 7 月 31 日)	3
表 2: 目前我国在建核电站 (截至 2019 年 7 月 31 日)	3
表 3: 我国主要筹建核电站	6
表 4: 我国核电“走出去”项目	7
表 5: 核电设备细分市场容量 (假设每年推进 6-8 台机组)	10
表 6: 国内压力容器市场竞争格局	12
表 7: 国内主管道市场竞争情况	13
表 8: 国内企业生产的核 I 级阀门	16
表 9: 国内主泵市场竞争情况	17
表 10: 国内核电站堆内构件市场竞争格局	18
表 11: 控制棒驱动机构制造商与设计院合作模式	20
表 12: 我国解决铀资源依存度高的具体举措	22
表 13: 世界主要国家后处理设施	23
表 14: 乏燃料市场关注设计、设备、运输储存领域	25
表 15: 国内部分核电站机组的主要设备商	28
表 16: 我国已投运核电站情况 (截至 2019 年 7 月 31 日)	29
表 17: 我国在建核电站情况 (截至 2019 年 7 月 31 日)	30
表 18: 我国主要筹建核电站情况 (截至 2019 年 7 月 31 日)	31
表 19: 我国核电站采用的技术路线及技术来源	31
表 20: 全球核电站主要堆型参数对比	32

评级标准

银河证券行业评级体系：推荐、谨慎推荐、中性、回避

推荐：是指未来 6—12 个月，行业指数（或分析师团队所覆盖公司组成的行业指数）超越交易所指数（或市场中主要的指数）平均回报 20%及以上。该评级由分析师给出。

谨慎推荐：行业指数（或分析师团队所覆盖公司组成的行业指数）超越交易所指数（或市场中主要的指数）平均回报。该评级由分析师给出。

中性：行业指数（或分析师团队所覆盖公司组成的行业指数）与交易所指数（或市场中主要的指数）平均回报相当。该评级由分析师给出。

回避：行业指数（或分析师团队所覆盖公司组成的行业指数）低于交易所指数（或市场中主要的指数）平均回报 10%及以上。该评级由分析师给出。

银河证券公司评级体系：推荐、谨慎推荐、中性、回避

推荐：是指未来 6—12 个月，公司股价超越分析师（或分析师团队）所覆盖股票平均回报 20%及以上。该评级由分析师给出。

谨慎推荐：是指未来 6—12 个月，公司股价超越分析师（或分析师团队）所覆盖股票平均回报 10%—20%。该评级由分析师给出。

中性：是指未来 6—12 个月，公司股价与分析师（或分析师团队）所覆盖股票平均回报相当。该评级由分析师给出。

回避：是指未来 6—12 个月，公司股价低于分析师（或分析师团队）所覆盖股票平均回报 10%及以上。该评级由分析师给出。

周然，电力设备新能源及公用事业行业证券分析师。本人具有中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格并注册为证券分析师，本人承诺，以勤勉的职业态度，独立、客观地出具本报告。本报告清晰准确地反映本人的研究观点。本人不曾因，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接受到任何形式的补偿。本人承诺不利用自己的身份、地位和执业过程中所掌握的信息为自己或他人谋取私利。

免责声明

本报告由中国银河证券股份有限公司（以下简称银河证券，银河证券已具备中国证监会批复的证券投资咨询业务资格）向其机构或个人客户（以下简称客户）提供，无意针对或打算违反任何地区、国家、城市或其它法律管辖区域内的法律法规。除非另有说明，所有本报告的版权属于银河证券。未经银河证券事先书面授权许可，任何机构或个人不得更改或以任何方式发送、传播或复印本报告。

本报告所载的全部内容只提供给客户做参考之用，并不构成对客户的投资建议，并非作为买卖、认购证券或其它金融工具的邀请或保证。银河证券认为本报告所载内容及观点客观公正，但不担保其内容的准确性或完整性。客户不应单纯依靠本报告而取代个人的独立判断。本报告所载内容反映的是银河证券在最初发表本报告日期当日的判断，银河证券可发出其它与本报告所载内容不一致或有不同结论的报告，但银河证券没有义务和责任去及时更新本报告涉及的内容并通知客户。银河证券不对因客户使用本报告而导致的损失负任何责任。

银河证券不需要采取任何行动以确保本报告涉及的内容适合于客户。银河证券建议客户如有任何疑问应当咨询证券投资顾问并独自进行投资判断。本报告并不构成投资、法律、会计或税务建议或担保任何内容适合客户，本报告不构成给予客户个人咨询建议。

本报告可能附带其它网站的地址或超级链接，对于可能涉及的银河证券网站以外的地址或超级链接，银河证券不对其内容负责。本报告提供这些地址或超级链接的目的纯粹是为了客户使用方便，链接网站的内容不构成本报告的任何部份，客户需自行承担浏览这些网站的费用或风险。

银河证券在法律允许的情况下可参与、投资或持有本报告涉及的证券或进行证券交易，或向本报告涉及的公司提供或争取提供包括投资银行业务在内的服务或业务支持。银河证券可能与本报告涉及的公司之间存在业务关系，并无需事先或在获得业务关系后通知客户。

银河证券无需因接收人收到本报告而视其为客户。本报告是发送给银河证券客户的，属于机密材料，只有银河证券客户才能参考或使用，如接收人并非银河证券客户，请及时退回并删除。

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，均为银河证券的商标、服务标识及标记。

银河证券版权所有并保留一切权利。

联系

中国银河证券股份有限公司 研究院

深圳市福田区金田路 3088 号中洲大厦 20 层

上海浦东新区富城路 99 号震旦大厦 31 层

北京西城区金融大街 35 号国际企业大厦 C 座

公司网址：www.chinastock.com.cn

机构请致电：

深广地区：崔香兰 0755-83471963 cuixianglan@chinastock.com.cn

上海地区：何婷婷 021-20252612 hetingting@chinastock.com.cn

北京地区：耿尤繇 010-66568479 gengyouyou@ChinaStock.com.cn