

# 电力行业全景图

## ——核电产业链篇

• 2019年10月8日

证券分析师

严家源

投资咨询资格编号：S1060518110001

联系电话：021-20665162

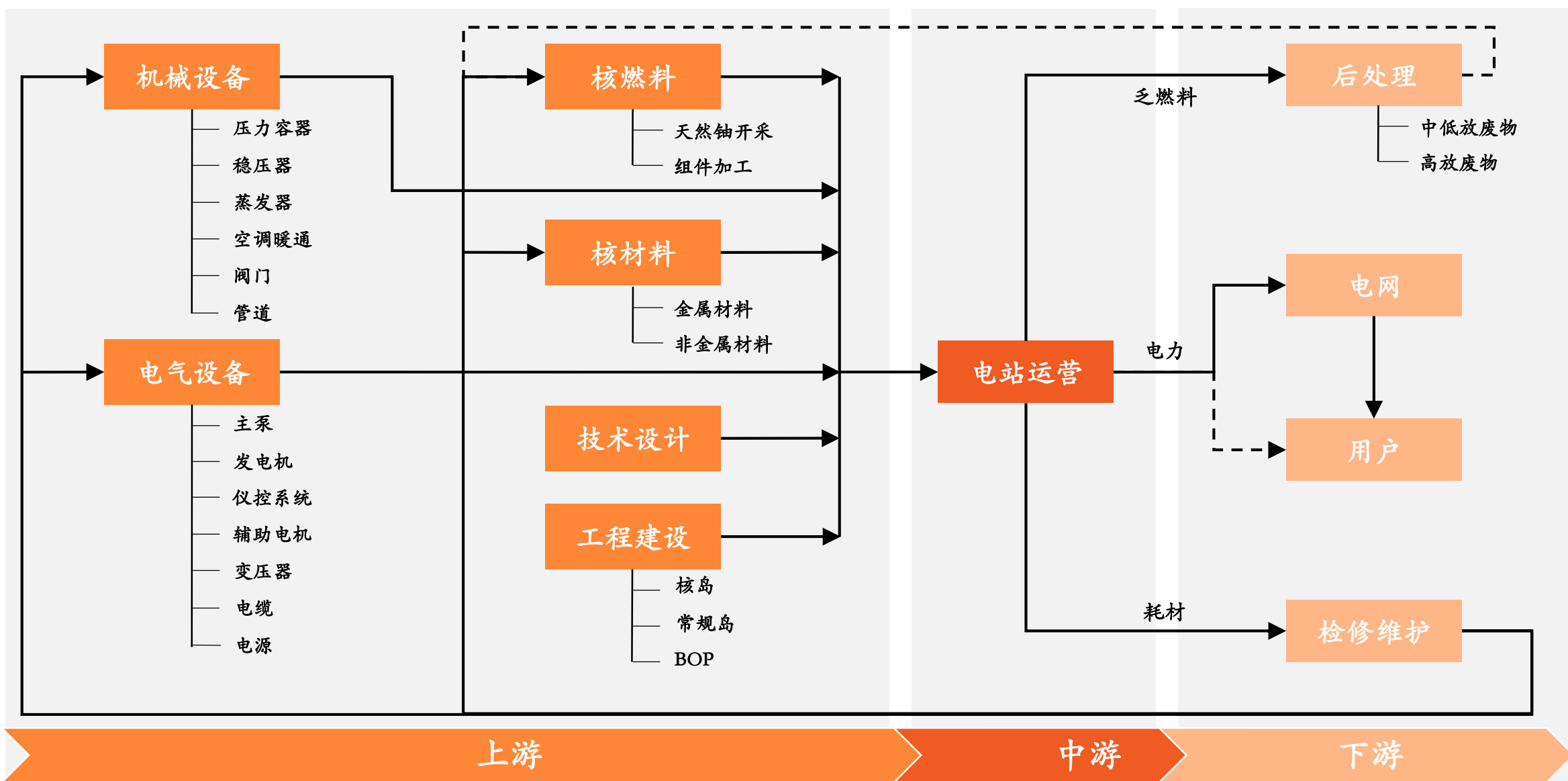
电子邮箱：YANJIAYUAN712@PINGAN.COM.CN

• 请务必阅读正文后免责条款

## 投资要点

- **现状：中国是核电大国而非强国，重启核准打开成长空间。**2018年，全球核电发电量2563TWh，在总发电量中的占比约10%；核电在国内总装机容量中占比2.4%、在总发电量中占比4.2%，中国大陆核电发电量排名全球第3位、但核电在总发电量中的占比排名倒数第5位。截至2019年6月底，山东荣成、福建漳州和广东太平岭核电项目已经核准开工。
- **趋势：中国是全球核电发展领头羊，国产三代机后来居上。**据WNA统计，全球19个国家正在建设总计52台核电机组，总装机容量约为52.31GW，中国的在建机组数、装机容量均居全球首位。2012年中国已明确规定新建核电机组必须符合三代安全标准。目前，国内在运、在建、即将开建、规划的第三代核电机组共有5种堆型，因决策层对于自主知识产权的考量以及美国对中国的核电技术封锁，国和一号（CAP1400）成为重启后首堆、华龙一号（HPR1000）也取代AP1000成为国内三代核电主力堆型。
- **前景：中短期有两倍以上成长空间，潜在投资额或超万亿。**除待开工的5台机组外，目前还有29台机组已开展前期工作，合计装机容量3484万千瓦。假设29台机组全部开建并商运，国内在运核电机组数将达到64台，合计装机容量超过1亿千瓦，是现有在运机组装机容量的两倍以上。按照每个核电厂址4-6台机组的可容纳容量以及2台机组的扩建裕量，现有核电厂址储备尚有可建机组数116台，合计装机容量1.43亿千瓦。即使不考虑其中的内陆核电厂址，沿海厂址仍有可建机组数48台，装机容量0.61亿千瓦。根据测算，34台已开展前期工作的机组（含5台待开工机组）投资预算金额合计约7200亿元；其他48台沿海厂址可建机组投资预算金额合计约1.12万亿元。
- **产业链解析：电站运营居中枢核心。**上游的电气设备板块供应商以国企为主、民企为辅，机械设备板块中民企参与度较高，中核在核燃料板块具有独家专营权，中核建在工程建设板块一家独大；中游电站运营板块目前为中核、中广核、国电投三国争霸格局，未来或将形成群雄逐鹿局面；下游后处理、检修维护板块市场刚起步，发展空间广阔。
- **投资建议：核电的高技术壁垒、高专业要求、强政策管制的属性，一方面决定其在短期内出现新竞争对手的概率较低，行业格局稳定；另一方面，也给予了相关业务在同业中较高的利润率。**其中，电站运营板块居于产业链中枢核心地位，推荐享受控股股东全产业链优势的中国核电，以及参股多个核电项目的浙能电力、申能股份，建议关注国内装机规模最大的中广核电力（H）/中国广核（A）、有可能获得核电运营资质的大唐发电（A/H）、权益装机容量全国第三的华电福新（H）以及未来国电投旗下核电资产的证券化运作。
- **风险提示：1、核安全事故：因为核安全的高度敏感性，任何一起核事故均可能导致全球范围的停运、缓建；2、政策推进不及预期：部分地区的目前仍处于电力供大于求的状态，可能影响存量机组的消纳以及新机组的建设；3、新技术推进受阻：如果AP1000、“华龙一号”出现问题，将影响后续机组的批复和建设；4、电价调整：电力市场的发展可能导致市场交易电量价差进一步扩大，拉低公司平均上网电价。**

# 核电产业链全景图（产品维度）



# 目录

- ◎ 现状：中国是核电大国而非强国，重启核准打开成长空间
- ◎ 趋势：中国是全球核电发展领头羊，国产三代机后来居上
- ◎ 前景：中短期有两倍以上成长空间，潜在投资额或超万亿
- ◎ 产业链解析：电站运营居中枢核心
- ◎ 投资建议及风险提示



# 1

现状：中国是核电大国而非强国，重启核准打开成长空间

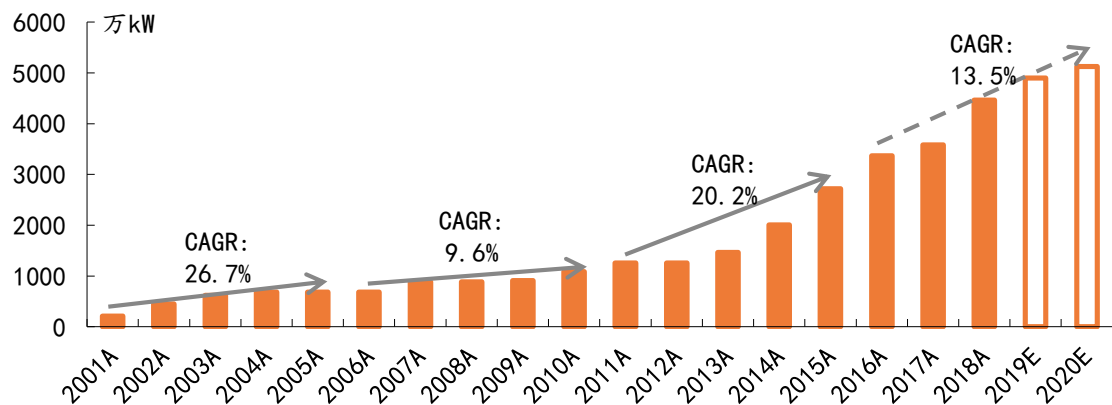
# 国内核电在运机组47台，在建机组12台

■ 截至2019年9月10日，中国内地在运核电机组数47台，合计装机容量4873.3万千瓦；在建核电机组数12台，合计装机容量1295.5万千瓦。

● 中国大陆核电厂分布图（截至2019年9月10日）



● 中国大陆在运核电机组装机容量及预测值



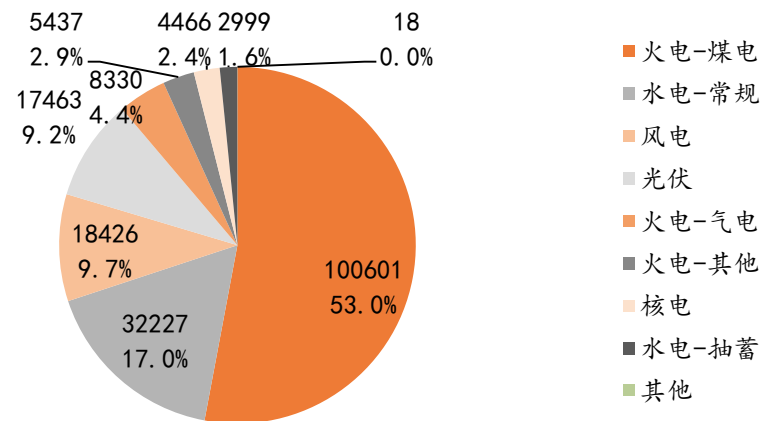
● 中国大陆在建核电机组（截至2019年9月10日）

运营商	地区	核电站	机组	堆型	额定功率 (MWe)	开工	商运 (计划)	技术类型
中核	江苏连云港	田湾	5#	CNP1000	1089	2015/12/27	2021	二代改
			6#	CNP1000	1089	2016/10/29	2022	二代改
	福建福清	福清	5#	HPR1000	1150	2015/5/7	2020	三代
			6#	HPR1000	1150	2015/12/22	2021	三代
福建霞浦	霞浦	1#	CFR600	600	2017/12/29	2023	四代	
中广核	广西防城港	防城港	3#	HPR1000	1180	2015/12/24	2022	三代
			4#	HPR1000	1180	2016/12/23	2022	三代
华能	辽宁大连	红沿河	5#	ACPR1000	1119	2015/3/29	2020	二代改
			6#	ACPR1000	1119	2015/7/24	2021	二代改
国电投	山东威海	石岛湾	1#	HTR200	211	2012/12/9	2019	四代
			2#	CAP1400	1534	2019/3/22	2025	三代
								三代

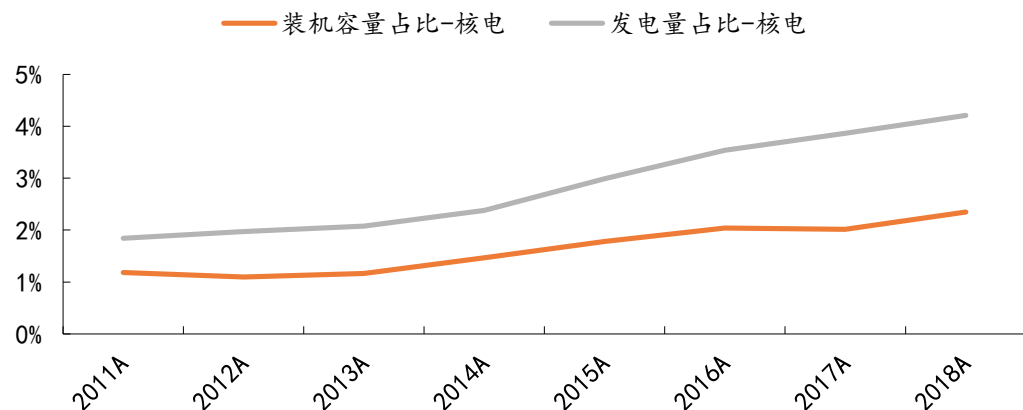
# 核电在全国总装机容量中占比2.4%，在总发电量中占比4.2%

- 因煤电、水电两大主力电源增长放缓，核电在装机及电量中的占比持续提升。
- 2018年是核电投产大年，全年共有7台新机组实现商运。
- 截至2018年底，全国发电设备装机容量达到19.00亿千瓦。其中，煤电装机占比超过总装机的一半，达53.0%；常规水电占比次之，达到17.0%；风电、光伏分别占据了9.7%、9.2%的装机容量。装机前4大电源类型合计占比接近90%。核电装机容量4465.7万千瓦，在总装机中占比2.4%，次于气电、高于抽水蓄能发电。
- 2018年，全国发电量达到6.99万亿千瓦时。其中，煤电发电量占比达63.7%，是电量的绝对主力；常规水电发电量占比17.2%，稳居次席；风电占比5.2%；核电全年发电量2944亿千瓦时，在总发电量中占比4.2%，高于气电、光伏发电，是第4大发电电源类型。

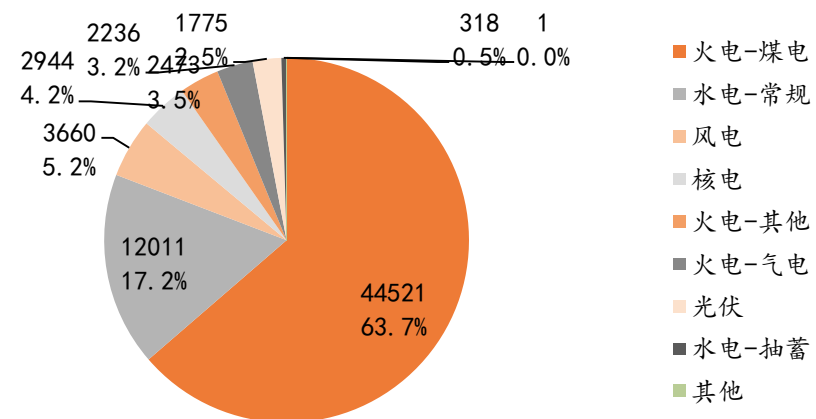
● 2018年各电源类型装机容量及其占比



● 2011-2018年核电装机容量、发电量占比持续提升



● 2018年各电源类型发电量及其占比



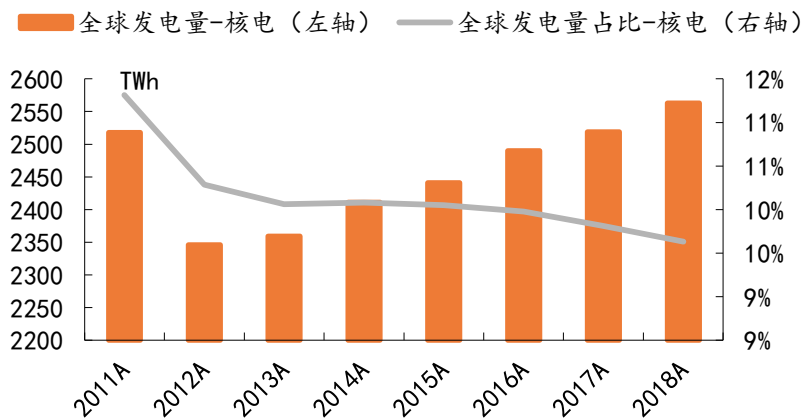
# 中国已成为核电大国，但离核电强国仍有差距

■ 世界核协会（WNA）发布的数据显示，截至2018年末，全球共有31个国家/地区在使用核电；在运核电机组总计451台，总装机容量约为399.82GW（1GW=100万千瓦）；19个国家正在建设总计54台核电机组，总装机容量约为57.74GW。

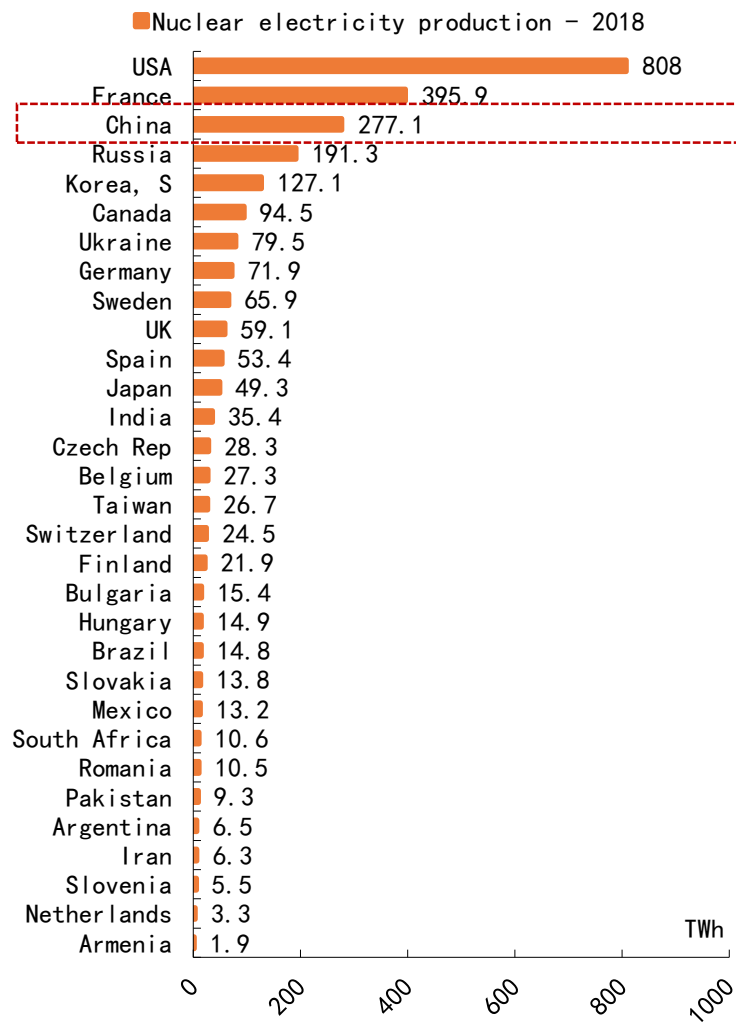
■ 2018年全球核电发电量2563TWh（1TWh=10亿度电），在总发电量中的占比约10%。2018年美、俄、英、法、德五大发达国家核电发电量占比分别为19.3%、17.9%、17.7%、71.7%、11.7%；受福岛事故影响的日本核电发电量占比6.2%。

■ 2018年中国国内核电发电量排名全球第3位、核电在总发电量中的占比排名倒数第5位。

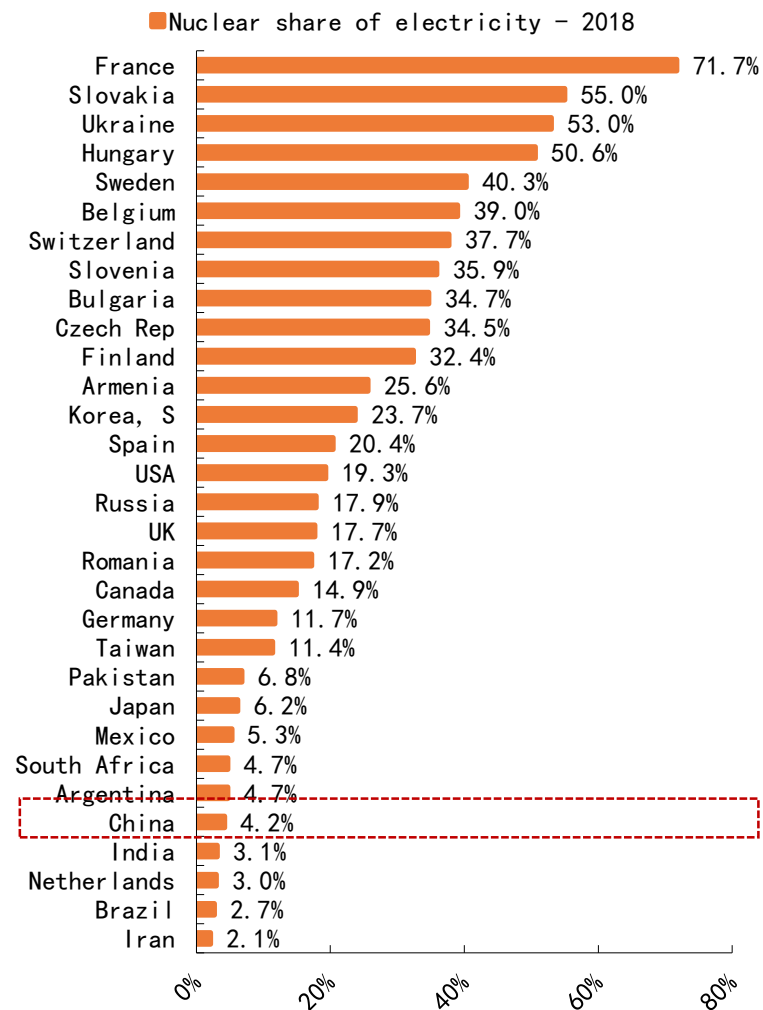
## ● 2018年全球核电发电量占比约10%



## ● 2018年国内核电发电量位居第3



## ● 2018年国内核电发电量占比位居倒数第5





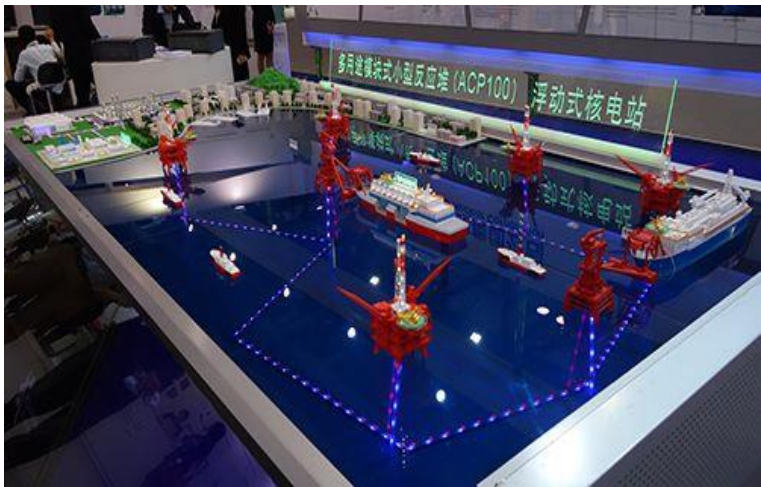
# 重启核准打开成长空间，年内有望开建7台或以上新机组

- 7月25日，国家能源局在新闻发布会上介绍上半年能源发展情况时提及：“截至6月底，山东荣成、福建漳州和广东太平岭核电项目已经核准开工。”
- 2018年11月2日，与“华龙一号”（HPR1000）同为国产第三代核电技术代表的“国和一号”（CAP1400）示范项目——国核示范电站（山东荣成石岛湾）一期工程，在经过国务院常务会议讨论后正式获得核准，成为“十三五”期间第一个获批的第三代核电项目。2019年3月21日，生态环境部正式批复其环境影响报告书（建造阶段）。
- 2019年1月30日，中核集团漳州核电一期、中广核集团惠州太平岭核电一期共4台机组获得核准。3月18日，生态环境部正式受理福建漳州核电厂1、2号机组及中广核广东太平岭核电厂一期工程的环境影响报告书（建造阶段）。
- 2019年8月13日，生态环境部正式受理海南昌江多用途模块式小型堆科技示范工程环境影响报告书（建造阶段）。

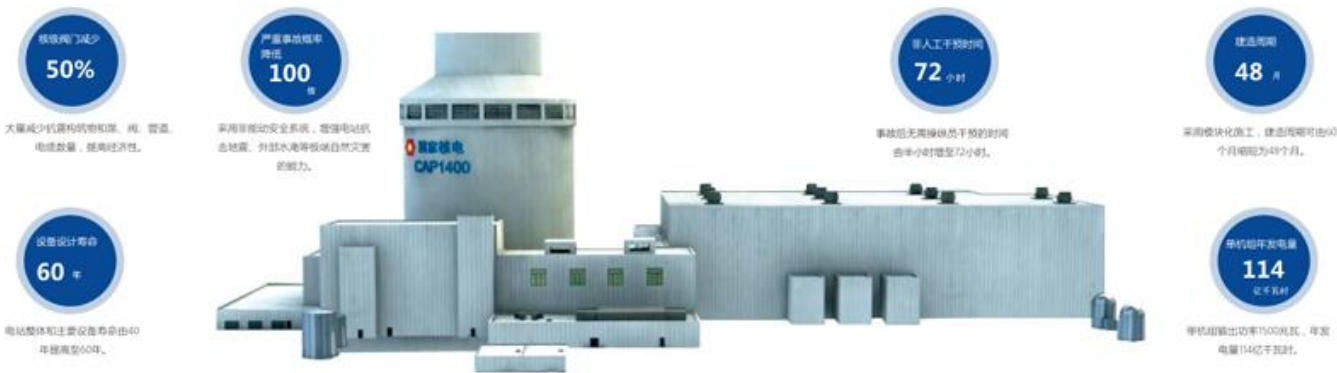
## ● “华龙一号”（HPR1400）总体布置



## ● “玲龙一号”（ACP100）模块式小型堆



## ● “国和一号”（CAP1400）示范项目





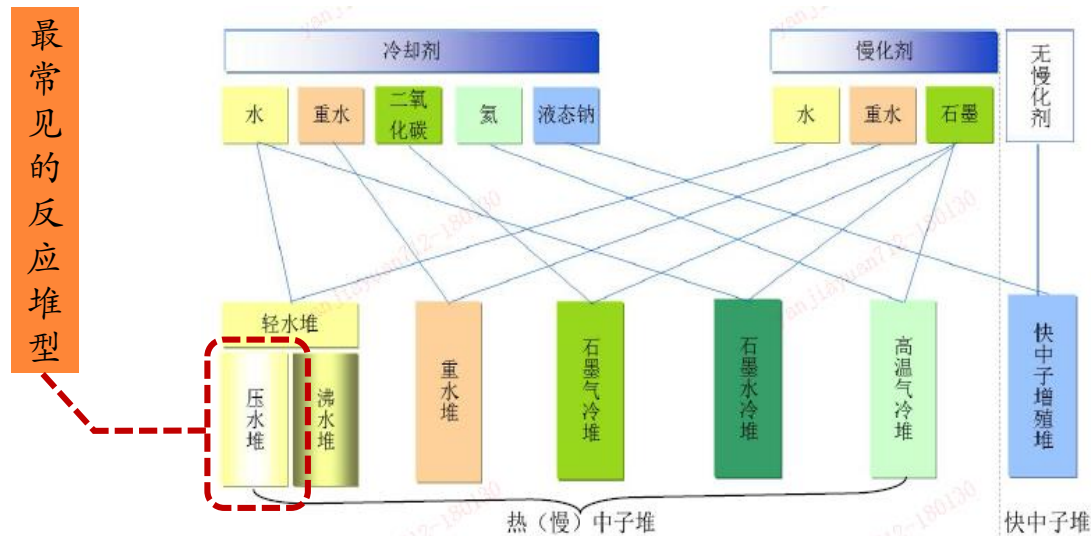
# 2

趋势：中国是全球核电发展领头羊，国产三代机后来居上

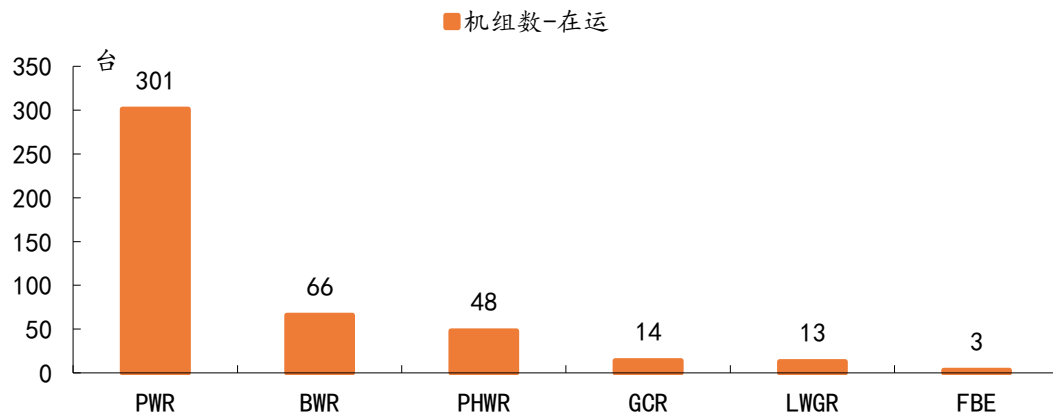
# 世界核电技术发展进程：压水堆为绝对主力

- 各种核电所用反应堆型的区别主要在于冷却剂和中子慢化剂的不同。按照冷却剂的不同可分为轻水堆、重水堆、气冷堆等，按照中子慢化剂的有无，可分为热中子堆、快中子堆。
- **压水堆 (PWR, pressurized water reactor)**：使用加压轻水（即普通水）作冷却剂和慢化剂，且水在堆内不沸腾的核反应堆，燃料为浓缩铀。压水堆核电站由核岛和常规岛组成，核岛中的大型设备是蒸汽发生器、稳压器、主泵和堆芯，常规岛主要包括汽轮机组及二回路其它辅助系统，与常规火电厂类似。
- **沸水堆 (BWR, boiling water reactor)**：沸水堆是以沸腾轻水为慢化剂和冷却剂并在反应堆压力容器内直接产生饱和蒸汽的动力堆。沸水堆与压水堆同属轻水堆，都具有结构紧凑、安全可靠、建造费用低和负荷跟随能力强等优点。
- **重水堆 (PHWR, pressurized heavy water reactor)**：重水堆是以重水作慢化剂的反应堆，可以直接利用天然铀作为核燃料。重水堆可用轻水或重水作冷却剂。
- **石墨气冷堆 (GCR, gas cooled reactor)**：用石墨慢化、二氧化碳或氦气冷却的反应堆，目前仅存于英国。近期的研究集中在氦气冷却的高温气冷堆 (HTGR, high temperature gas-cooled reactor) 上。
- **石墨水冷堆 (LWGR, light-water cooled graphite moderated reactor)**：石墨水冷堆是以石墨为慢化剂、水为冷却剂的热中子反应堆，目前仅存于俄罗斯。
- **快中子增殖堆 (FBR, fast breeder reactor)**：由快中子引起链式裂变反应所释放出来的热能转换为电能的核电站。快堆在运行中既消耗裂变材料，又生产新裂变材料，而且所产可多于所耗，能实现核裂变材料的增殖。

● 不同反应堆型冷却剂和慢化剂对应情况



● 全球在运核电机组反应堆堆型



# 世界核电技术发展进程：三代堆登场，四代堆酝酿

■ 目前，全球的核电技术已发展到第三代，美国、法国、中国等国家已开展第四代核电的研究，各代核电技术的特点如下。

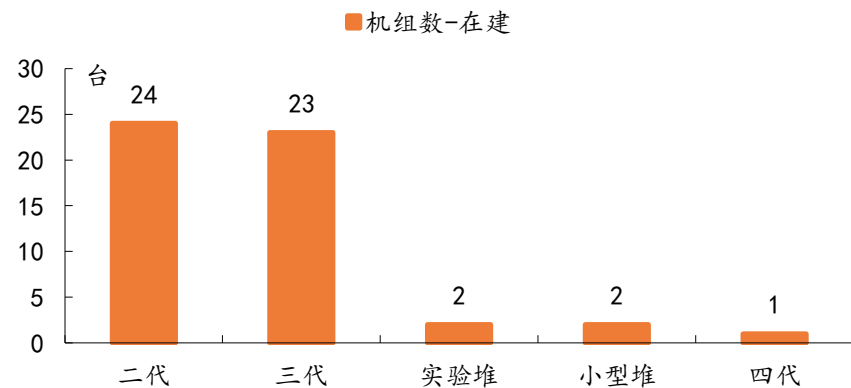
➤ **第一代**：早期原型核电机组，主要目的是为通过试验示范形式来验证核电在工程实施上的可行性。1954-1965年，全球共有38台一代核电机组投入运行。包括前述的前苏联5 MW实验性石墨沸水堆、英国45 MW原型天然铀石墨气冷堆型核电站、美国60 MW原型压水堆型核电站、法国60 MW天然铀石墨气冷堆型核电站、加拿大25MW天然铀重水堆型核电站等。

➤ **第二代**：在第一代核电技术的基础上建成了单堆功率在300 MW以上的压水堆、沸水堆、重水堆机组，具有标准化、系列化和批量建设的特点。1966-1980年，全球共有242台二代核电机组投入运行。包括，美国批量化建造的500-1100MW的压水堆、沸水堆机组，前苏联建造的1000MW石墨堆和440MW、1000MW的VVER压水堆。美国三里岛核电站事故和前苏联切尔诺贝利核电站事故催生了第二代改进型核电站，在第二代的基础上增设了氢气控制系统、安全壳泄压装置等，安全性能得到显著提升。

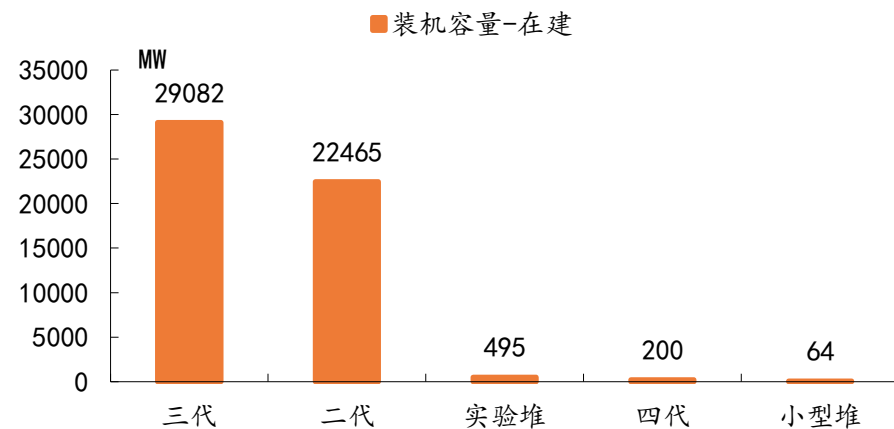
➤ **第三代**：指满足美国“先进轻水堆型用户要求”（URD）和“欧洲用户对轻水堆型核电站的要求”（EUR）的新一代先进核电站。其具有更好的安全性、经济性、模块化设计的特点。主要包括美国GE公司的ABWR、Westinghouse公司的AP1000、法国AREVA公司的EPR、美国GE与日本Hitachi公司联合开发的ESBWR、韩国KEPCO & KHNP开发的APR1400等技术类型。其中具有代表性的是美国的AP1000和法国的EPR，两种技术的全球首堆均在中国，并已经投产运行。

➤ **第四代**：由美国能源部发起，并联合法国、英国、日本等9个国家联合研究的下一代核能技术，满足安全、经济、可持续发展、极少的废物生成、燃料增殖的风险低、防止核扩散等基本要求。目前的6种概念设计包括3种快中子反应堆——气冷快堆GFR、铅冷快堆LFR、钠冷快堆SFR，以及3种热中子反应堆——熔盐堆MSR、超临界水冷堆SCWR、超高温气冷堆VHTR。

● 全球在建核电机组反应堆分类



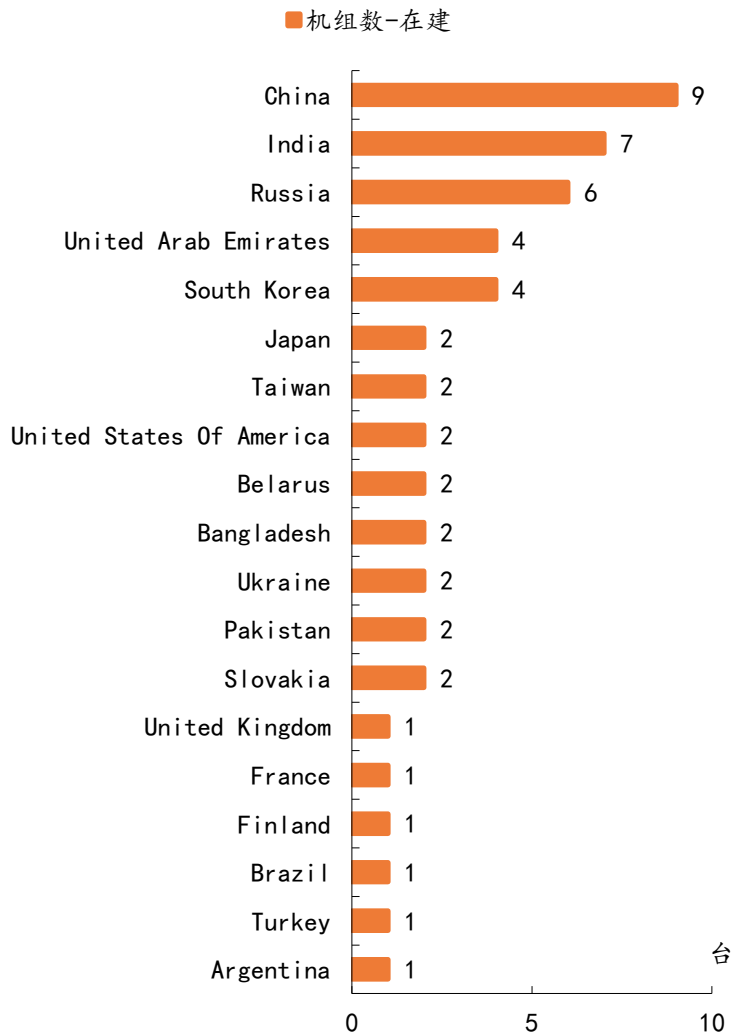
● 全球在建核电机组反应堆分类



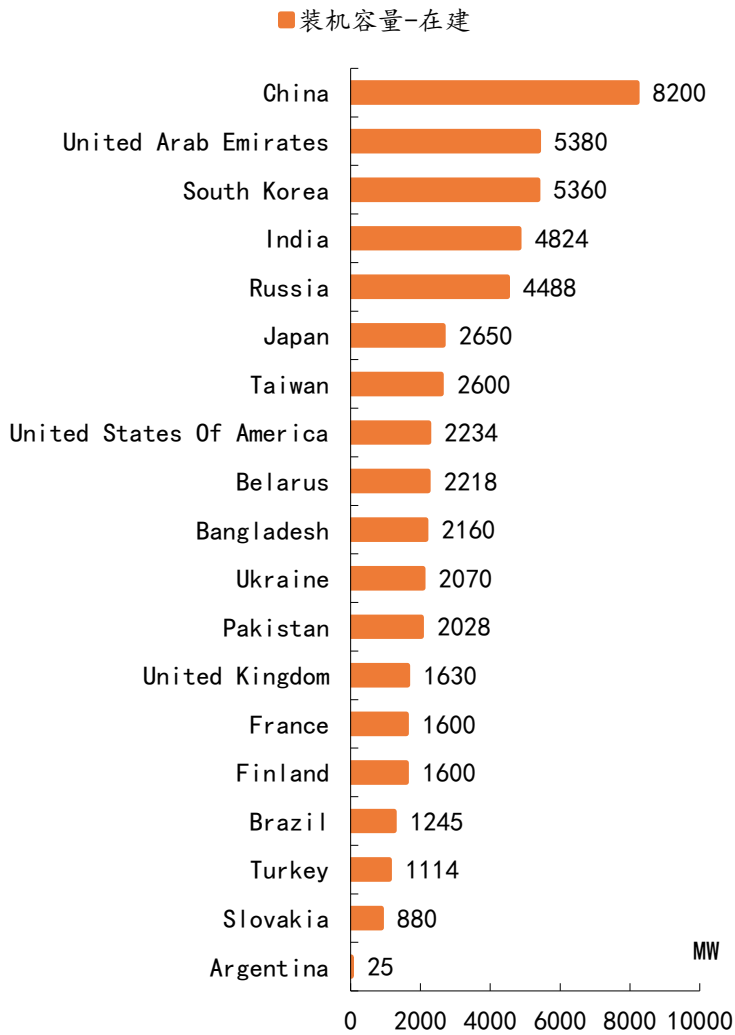
# 中国在建机组数、装机容量均居全球首位

- 世界核协会（WNA）发布的数据显示，截至目前，全球19个国家正在建设总计52台核电机组，总装机容量约为52.31GW。
- 在建机组数最多的5个国家是：中国（9台，未统计霞浦快堆、荣成石岛湾示范电站）、印度（7台）、俄罗斯（6台）、阿联酋（4台）、韩国（4台）。
- 在建机组装机容量最大的5个国家是：中国（8200MW，未统计霞浦快堆、荣成石岛湾示范电站）、阿联酋（5380MW）、韩国（5360MW）、印度（4824MW）、俄罗斯（4488MW）。
- 目前，国内在运、在建、即将开建、规划的第三代核电共有5种堆型，分别是美国的AP1000（三门1、2号机组，海阳1、2号机组等）、欧洲的EPR（台山1、2号机组）、俄罗斯的WWER-1200（田湾7、8号机组，徐大堡3、4号机组），以及具备自主知识产权的HPR1000（福清5、6号机组，防城港3、4号机组等）和CAP1400（国核示范电站）。

● 中国核电在建机组数居全球首位



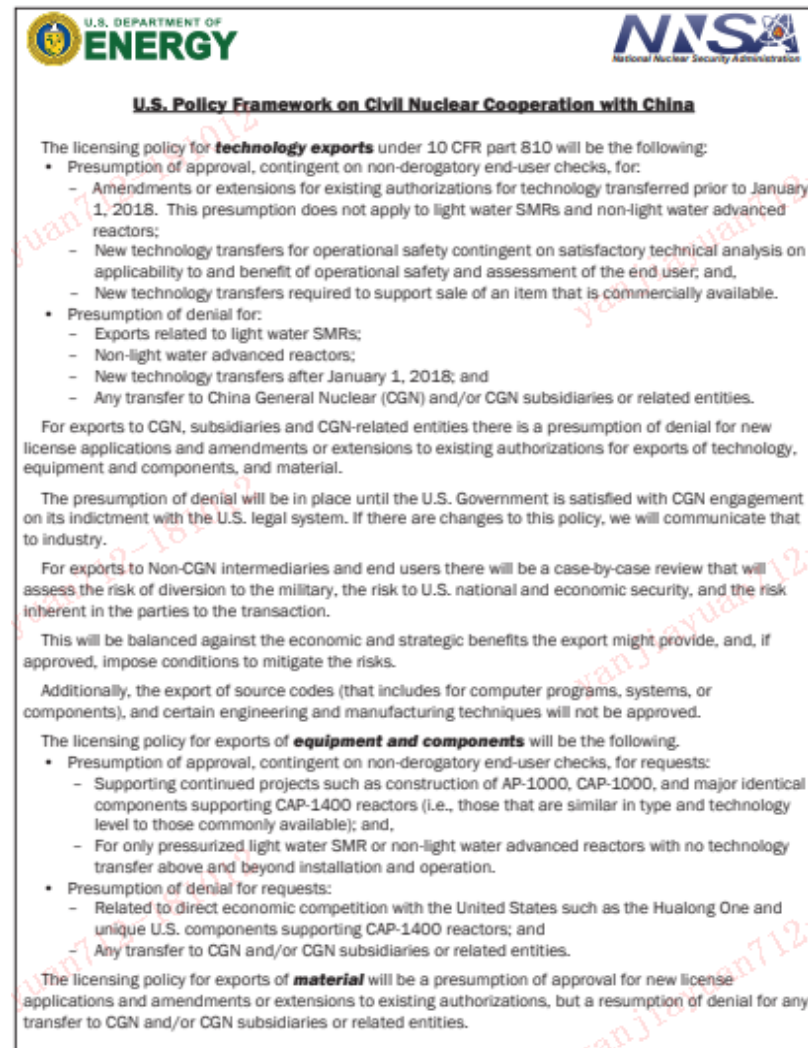
● 中国核电在建机组装机容量居全球首位



# 国和一号成为重启后首堆，华龙一号取代AP1000成为主力堆型

- 中国对于核电技术的研究和应用走在世界前列。2012年10月24日召开的国常会讨论通过了《核电安全规划（2011-2020年）》和《核电中长期发展规划（2011-2020年）》，规划明确提出：新建核电机组必须符合三代安全标准。
- 2018年10月11日，美国能源部（DOE）发布《关于防止中国非法转移美国民用核技术用于军事或其他未经授权目的的措施》。在技术转让方面主要包括禁止轻水小堆、非轻水先进反应堆（例如第四代核反应堆等）、2018年1月1日以后的新技术转让，以及相关软件系统的源代码、工程设计技术等转让；在设备和部件方面，禁止与美国有直接经济竞争的出口申请，例如“华龙一号”以及CAP1400的美国专有设备。
- 决策层对于自主知识产权的考量是核电这一“中国制造2025”代表在未来发展规划中的关键因素；而是否具有自主知识产权决定了是否具有独立出口权，即决定了其能否成为“走出去”战略中像高铁一样的“国家名片”。

## ● 美国与中国民用核能合作政策框架的调整内容



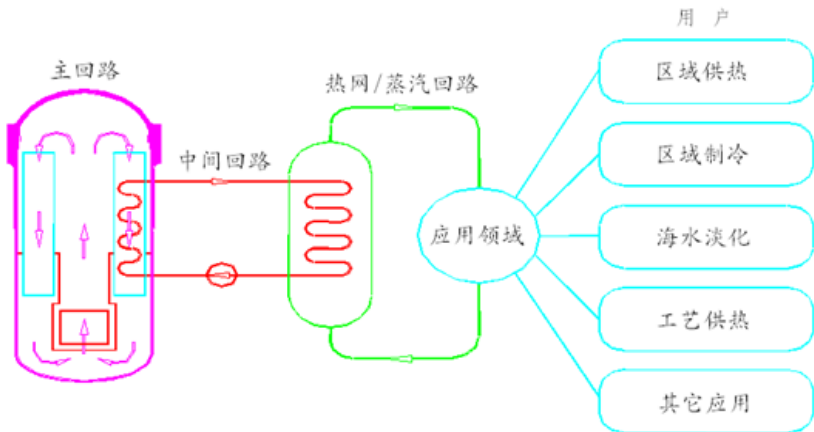
## ● 国内应用的5种三代核电技术对比

参数	AP1000	HPR1000	CAP1400	EPR	WWER-1200
堆芯额定功率 (MWt)	3415	3050	4040	4590	3212
电功率 (MWe)	1117	1200	1534	1770	1197
可利用率	>93%	>90%	>93%	>92%	>90%
设计寿命 (年)	60	60	60	60	60
换料周期 (月)	18	18	18	18-24	12
堆芯温度 (°C)	321.1	-	304.0	312.6	313.6
堆芯损坏概率 (1/堆·年)	$<5.09 \times 10^{-7}$	$<1 \times 10^{-6}$	$<4.00 \times 10^{-7}$	$<1.24 \times 10^{-6}$	$<5.94 \times 10^{-7}$
大量放射性释放概率 (1/堆·年)	$<5.92 \times 10^{-8}$	$<1 \times 10^{-7}$	$<5.07 \times 10^{-8}$	$<9.60 \times 10^{-8}$	$<3.70 \times 10^{-9}$

# 国产小型堆推进有望提速

- 小型堆即小型先进模块化多用途反应堆，特点是高安全性、小身型、多用途，不仅可以用作发电，而且可以进行工业供热供汽、城市供暖、海水淡化等。中核的“玲龙一号”（ACP100）的设计参考了“华龙一号”（HPR1000），采用与第三代核电技术相同标准的完全非能动的安全设施。2016年4月通过国际原子能机构（IAEA）的审查，成为世界首个通过IAEA安全审查的小型堆技术。
- 核能供热并非是一个新的概念，采用传统核电厂进行供热在前苏联和北欧地区较为普遍。2017年12月20日，国家发改委印发《北方地区冬季清洁取暖规划（2017-2021年）》（发改能源[2017]2100号），提出：研究探索核能供热，推动现役核电机组向周边供热，安全发展低温泳池堆供暖示范。
  - 2017年11月28日，中核集团在京发布其自主研发、可用来实现区域供热的“燕龙”泳池式低温供热堆（DHR-400）。
  - 中广核联合清华大学，采用NHR00-II低温供热堆技术在华北规划建设我国首个小型核能供暖示范项目。
  - 国家电投自主研发的微压供热堆HAPPY200于2017年完成总体方案迭代及优化，并进行了普选厂址的调研勘察。
- 2019年8月23日，世界首座浮动核电站——俄罗斯“罗蒙诺索夫院士”号已启航前往俄远东地区的佩韦克港，计划12月并网发电。
  - 中核集团目前主要推出的海上小堆型号为自主研发的ACP系列，包括ACP10S、ACP25S、ACP100S等不同功率规模的浮动式核电站堆型。
  - 中广核的ACPR50S于2016年9月正式纳入IAEA全球小型堆发展路线图。

## ● 低温核供热堆的工作原理



## ● 中广核海上小型堆ACPR50S



## 四代堆带来下一次能源革命

- 截至目前，国内四代核电在建机组有两台，分别为山东石岛湾的高温气冷堆（HTR200），由华能核电开发有限公司、华能国际电力开发公司、华能国际电力股份有限公司、中国核能电力股份有限公司、福建福能股份有限公司、宁德市国有资产投资经营有限公司按照30%、22.5%、22.5%、10%、10%、5%的持股比例合资运营；以及福建霞浦的钠冷快堆（CFR600），由中国核能电力股份有限公司、福建福能股份有限公司、华能核电开发有限公司、中国长江电力股份有限公司和宁德市国有资产投资经营有限公司分别按55%、20%、10%、10%和5%的比例出资组建。
- 2017年12月29日，中核集团在福建省霞浦县宣布示范快堆工程土建开工。示范快堆工程采用单机容量600MW的快中子反应堆，2014年10月项目总体规划方案获得国家批准，2015年7月31日工程正挖施工启动，计划于2023年建成投产。在此之前，被誉为中国“快堆之父”的中国工程院院士徐铼曾对外表示，霞浦示范快堆项目计划在2017年年底投入建设。此次FCD如期进行，符合项目规划，按期投产有望。对于中国核电产业的持续成长，注入了新的动力。

● 霞浦示范快堆



● 石岛湾高温气冷堆







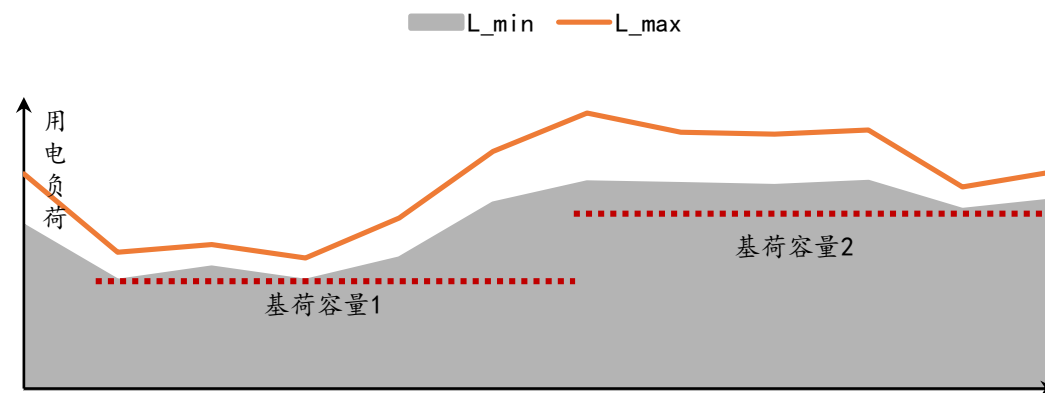
# 3

前景：中短期有两倍以上成长空间，潜在投资额或超万亿

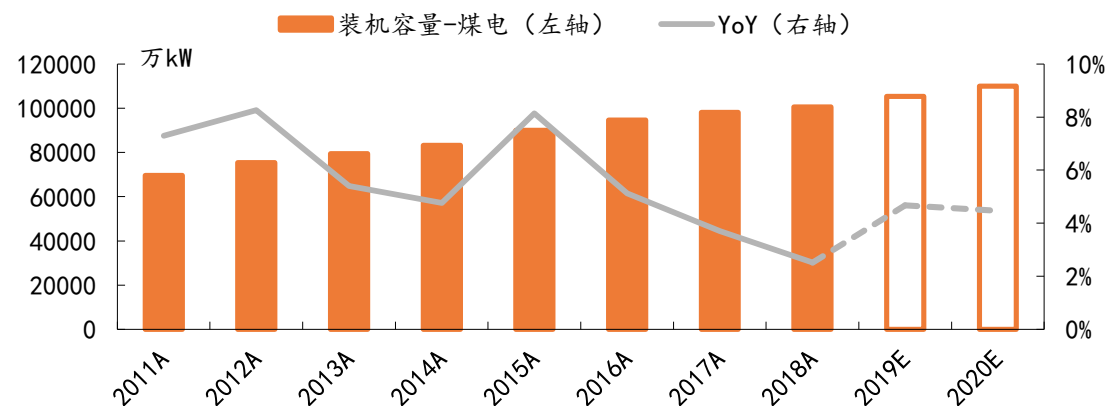
# 电源清洁化趋势未改，核电可替代煤电

- 我国一次能源以煤炭为主，随着经济发展对电力需求的不断增长，大量燃煤发电对环境的影响也越来越大。核电是一种技术成熟的清洁能源，没有火电生产过程中的二氧化硫、烟尘、氮氧化物和二氧化碳排放。以核电替代部分煤电，是电力工业污染物减排的有效途径。
- 2017年7月26日，国家发改委、能源局等十六部委联合发布《关于推进供给侧结构性改革化解煤电产能过剩风险的意见》（发改能源[2017]1404号），明确了《电力发展“十三五”规划（2016-2020年）》中提出的意见：通过建立风险预警机制和实施“取消一批、缓核一批、缓建一批”，“十三五”期间全国停建和缓建煤电产能1.5亿千瓦，到2020年，全国煤电装机规模控制在11亿千瓦以内。
- 径流型小水电、风电、光伏发电等可再生能源，具有间歇性、波动性、低可预测性的特点，输出曲线不稳定且难以精确预测，无法像火电、核电、多年调节型大水电一样作为基荷电源，反而需要火电、大型水电等为其提供调峰调频辅助服务。近年来风电、光伏等可再生能源的快速增长，对于电网稳定性带来了新的挑战，叠加全社会用电量的回升，电网对于基荷电源的需求也同步提高。
- 就输出稳定性而言，核电与火电类似，不受降水、风力、光照等自然条件的影响；核电的换料周期相对确定，一般是连续运行12个月或18个月进行一次更换。就经济性来说，核电作为“基荷”能源，一般不参与电网的调峰，可以提高燃料利用效率。因此就发电特性而言，核电是电力系统基荷电源的最佳选择。
- 因煤电装机增速减缓以及大型水电建设停滞而产生基荷电源缺口，适合采用核电进行补足。

● 负荷曲线和基荷容量示意



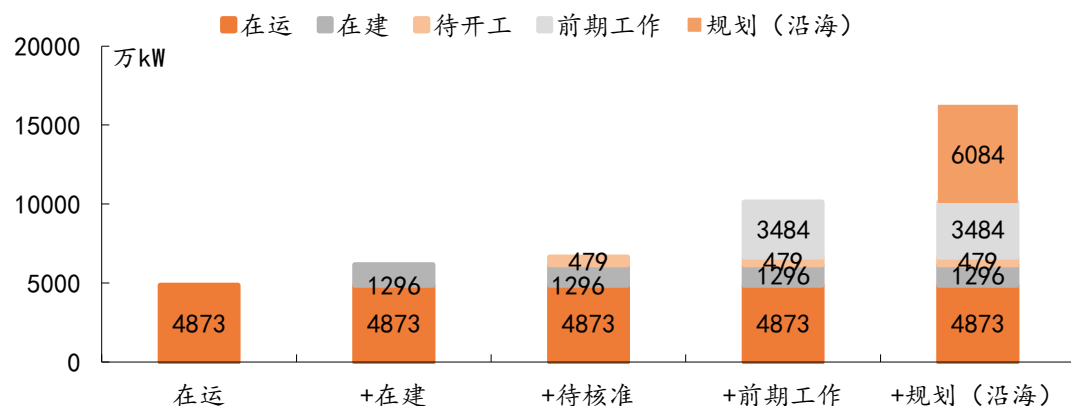
● 2011-2020年煤电装机容量及增速



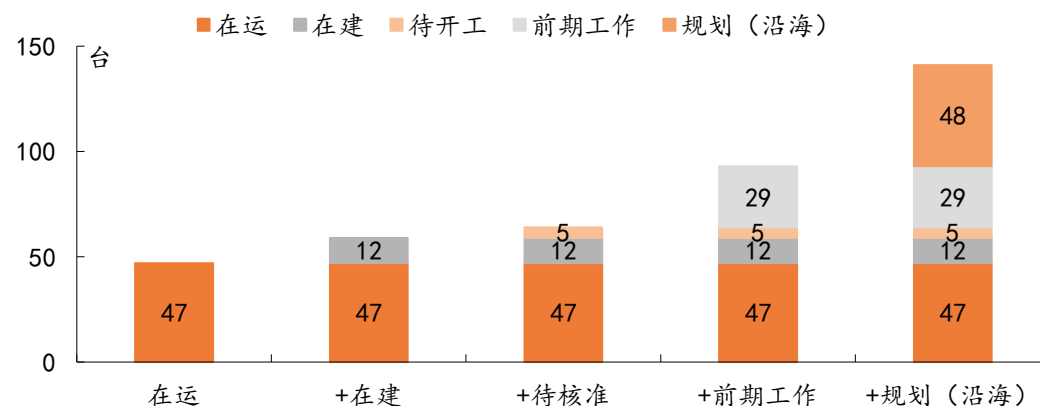
# 中短期有两倍以上成长空间，现有厂址储备支持远期发展

- 截至2019年9月10日，国内在运及在建（含荣成石岛湾CAP1400示范电站）核电机组共59台，合计装机容量6168.8万千瓦。
- 采用融合后“华龙一号”堆型的中核漳州核电一期、中广核太平岭核电一期共4台机组合计装机容量466万千瓦；海南昌江多用途小型堆科技示范工程已于8月13日提交建造阶段的环评申请，单台机组装机容量12.5万千瓦。短期内假设5台待建机组全部投产后，国内核电在运机组数将达到64台，合计装机容量将达到6647.3万千瓦。
- 根据统计，除待开工的5台机组外，目前还有29台机组已开展前期工作（包括已与俄罗斯签约的田湾7、8号机组和徐大堡3、4号机组），合计装机容量3484万千瓦。中期假设29台机组全部开建并商运，国内在运核电机组数将达到93台，合计装机容量将超过1亿千瓦。
- 按照每个核电厂址4-6台机组的可容纳容量、以及2台机组的扩建裕量，国内核电发展潜力巨大。WNA统计数据显示，中国大陆规划核电项目机组数170台，合计装机容量近2亿千瓦。根据我们的统计，除前述64台机组外，现有核电厂址储备尚有可建机组数116台，合计装机容量1.43亿千瓦。即使不考虑其中的内陆核电厂址，沿海厂址仍有可建机组数48台，装机容量6084万千瓦。

● 国内核电装机容量预测



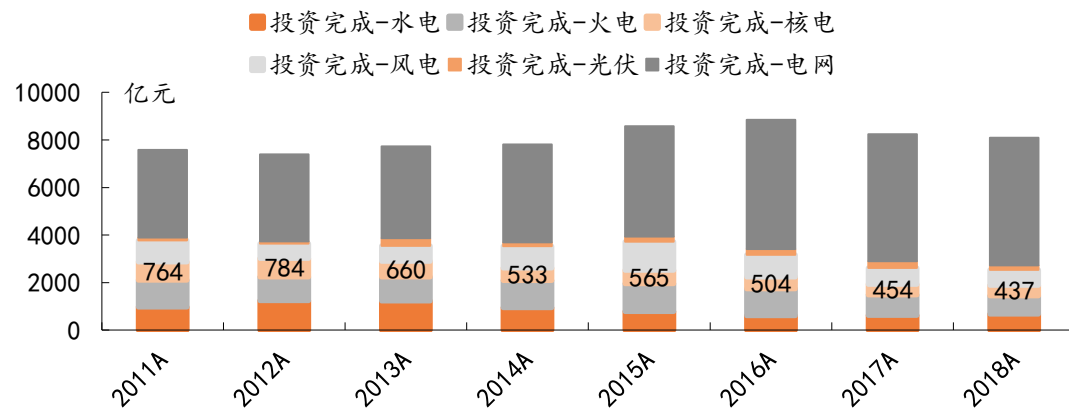
● 国内核电机组数预测



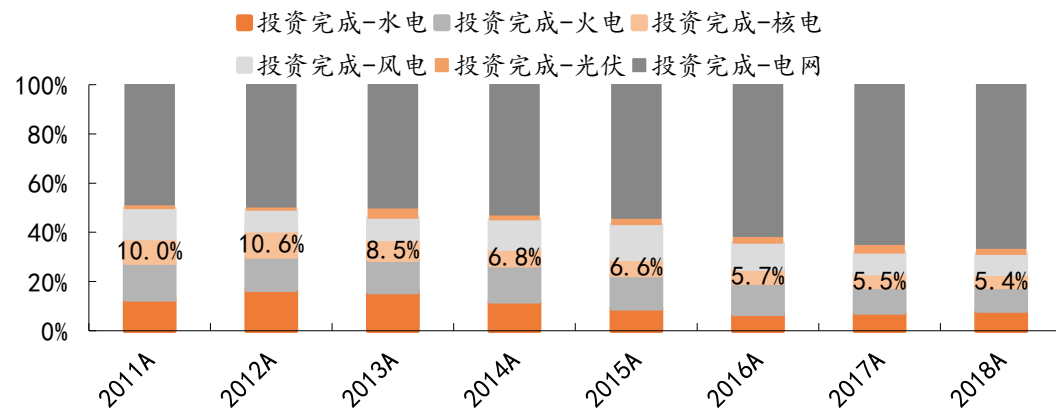
# 基建投资稳增长需求推动核电加码，潜在投资额或超万亿

- 核电具有建设周期长、投资规模大的特点；核电建设既可以发挥稳定投资的作用，又不会增加近5年内的供应能力，但对于推动未来能源结构优化具有重要作用。
- 2018年以来，因国内投资增速放缓，为了保持有效投资力度，促进内需扩大和结构调整，确保经济运行在合理区间，10月31日，国务院办公厅发布《关于保持基础设施领域补短板力度的指导意见》（国办发[2018]101号）。意见要求，着力补齐铁路、公路、水运、机场、水利、能源、农业农村、生态环保、公共服务、城乡基础设施、棚户区改造等领域短板，加快推进已纳入规划的重大项目。
- 一方面，在煤电去产能政策导向未变、水电开发缓滞、风电及光伏发电受补贴限制的情况下，电源工程投资大幅放缓；另一方面，在特高压建设减速的趋势下，电网工程投资也面临增长乏力的局面。2019年上半年，电网工程投资完成额同比下降19.3%；依靠水电投资加码的带动，电源工程投资完成额同比增长3.3%。
- 按照单个核电站每一期2台机组约250万千瓦、以及三代机组1.8万元/千瓦的单位造价预估，每一期工程将拉动约450亿元的项目投资额。核电已成为整个电力行业在当前政治经济形势大基建政策的最好发力点之一。
- 根据我们的测算，34台已开展前期工作的机组（含5台待开工机组）投资预算金额合计约7200亿元；其他48台沿海厂址可建机组投资预算金额合计约1.12万亿元。

● 2011-2018年电力行业投资完成额



● 2011-2018年电力行业投资完成额占比





# 4

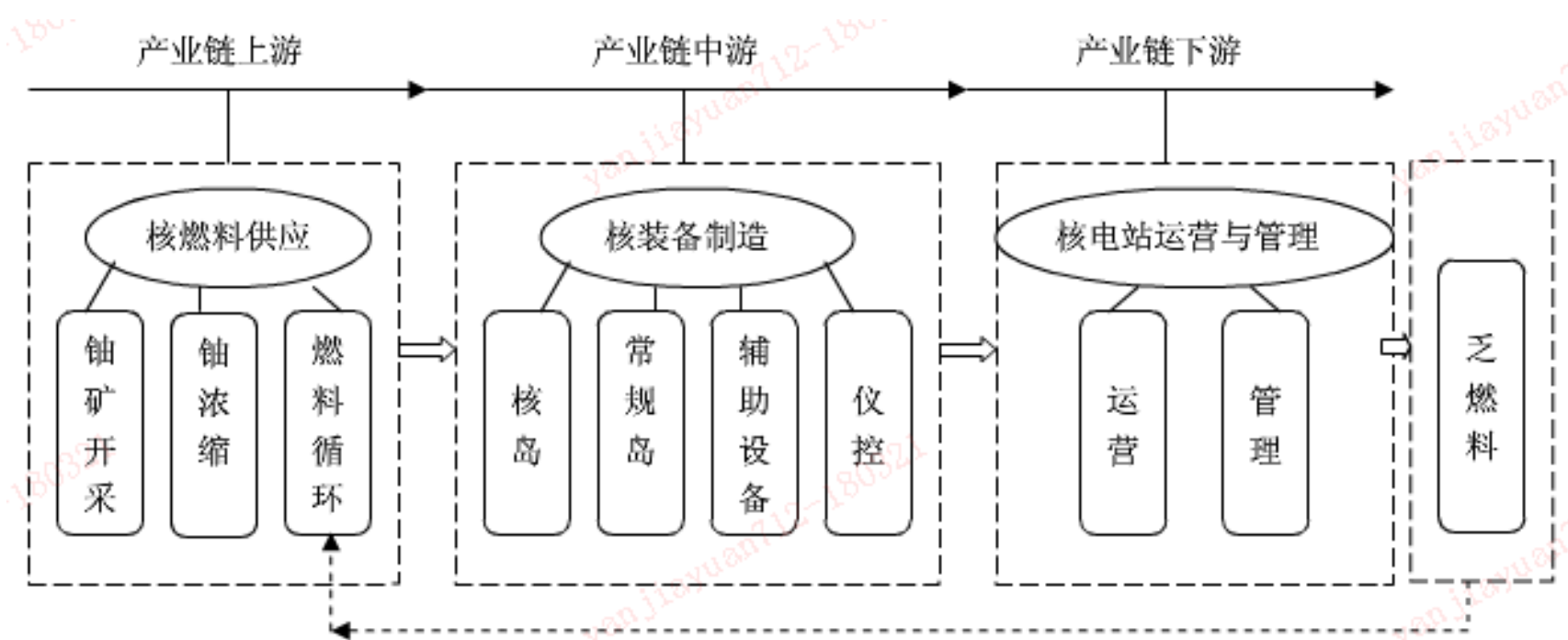
## 产业链解析：电站运营居中枢核心

## 核电产业链结构之一：模块维度

■ 通常情况下，根据所属产业模块，核电从产业链角度可以切分为上、中、下游三段：

- 上游：核燃料循环，包括铀矿开采、铀浓缩、燃料循环（含乏燃料后处理）；
- 中游：电站建设及设备制造，包括核岛（NI）、常规岛（CI）、电站配套设施（BOP）、仪控的设备制造及安装建设；
- 下游：电站运营，包括电力生产及检修维护。

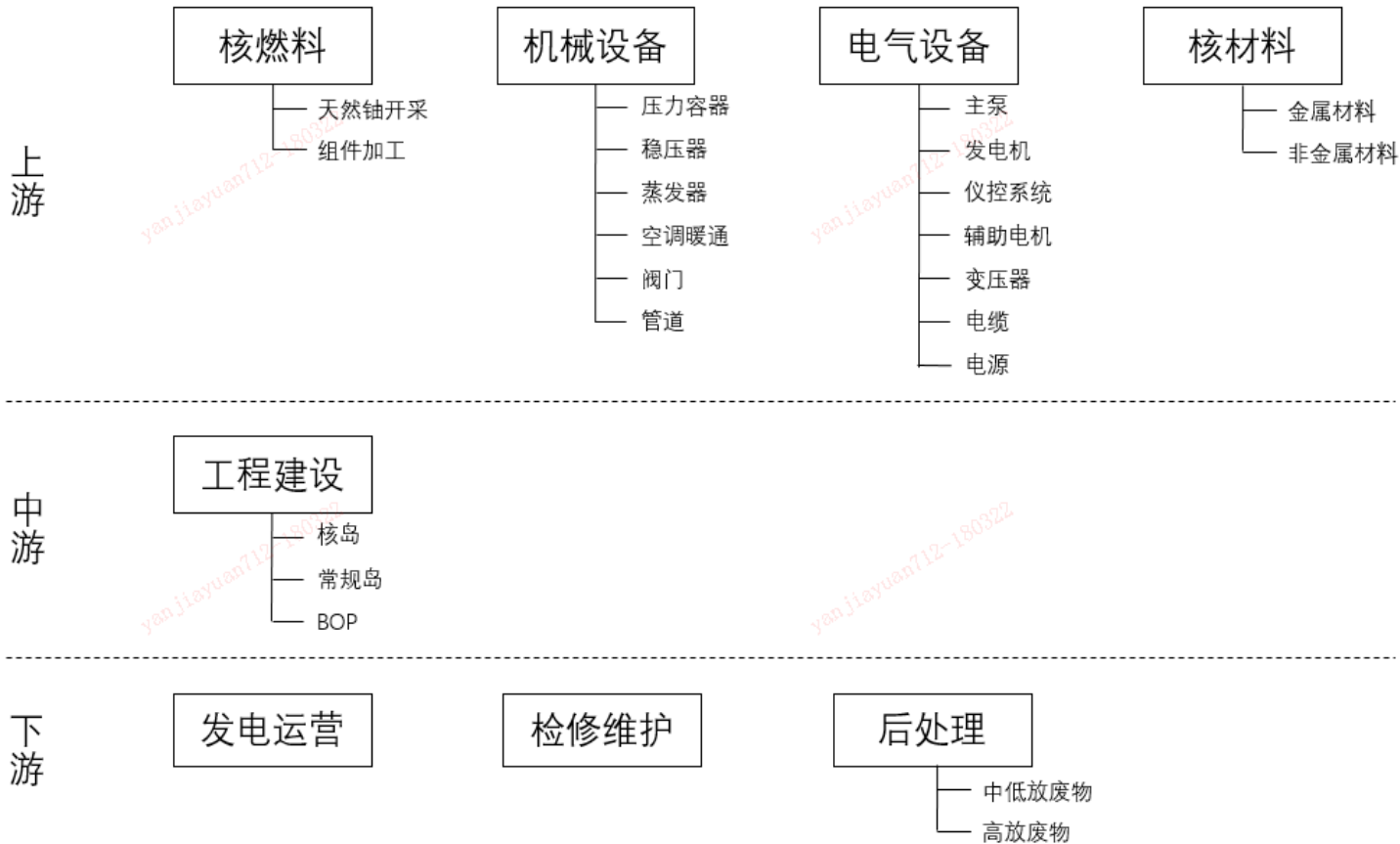
### ● 核电产业链结构（模块维度）



# 核电产业链结构之二：时间维度

- 一座核电站的全生命周期，可分为前期工作、土建、安装、调试、运行、退役等阶段。其中，前期工作是长期、复杂、政策不确定性极强的系统工程，主要包括项目筹备、工程立项、可行性研究、主设备招标采购、工程初步设计、现场工程等多个阶段；前期工作完成后，等待获得国家监管部门的最终批复后，将核岛底板浇灌第一罐混凝土（FCD），开始正式的建设施工；完成机组的全部调试准备工作后，并网发电、正式投入商运；运行期间定期进行包括换料在内的检修维护，并对乏燃料等放射性废物进行处理；到达服役年限后，进行设备退役和厂址恢复。核电站的前期工作一般需要5-10年、甚至更久的时间；工程建设及安装调试一般需要5年左右；投产后运行时间一般为30-40年（第二代核电站），甚至可达60年（第三代核电站）。
- 考虑到核电工程各个环节的时间顺序，从全生命周期的时间轴角度出发，对核电产业链进行分解：
  - 上游：核燃料（包括天然铀的开采、核燃料组件的加工制造），核相关机械设备、电气设备、材料的制造；
  - 中游：核岛、常规岛、电站配套设施（BOP）的工程建设；
  - 下游：发电运营、检修维护、后处理。

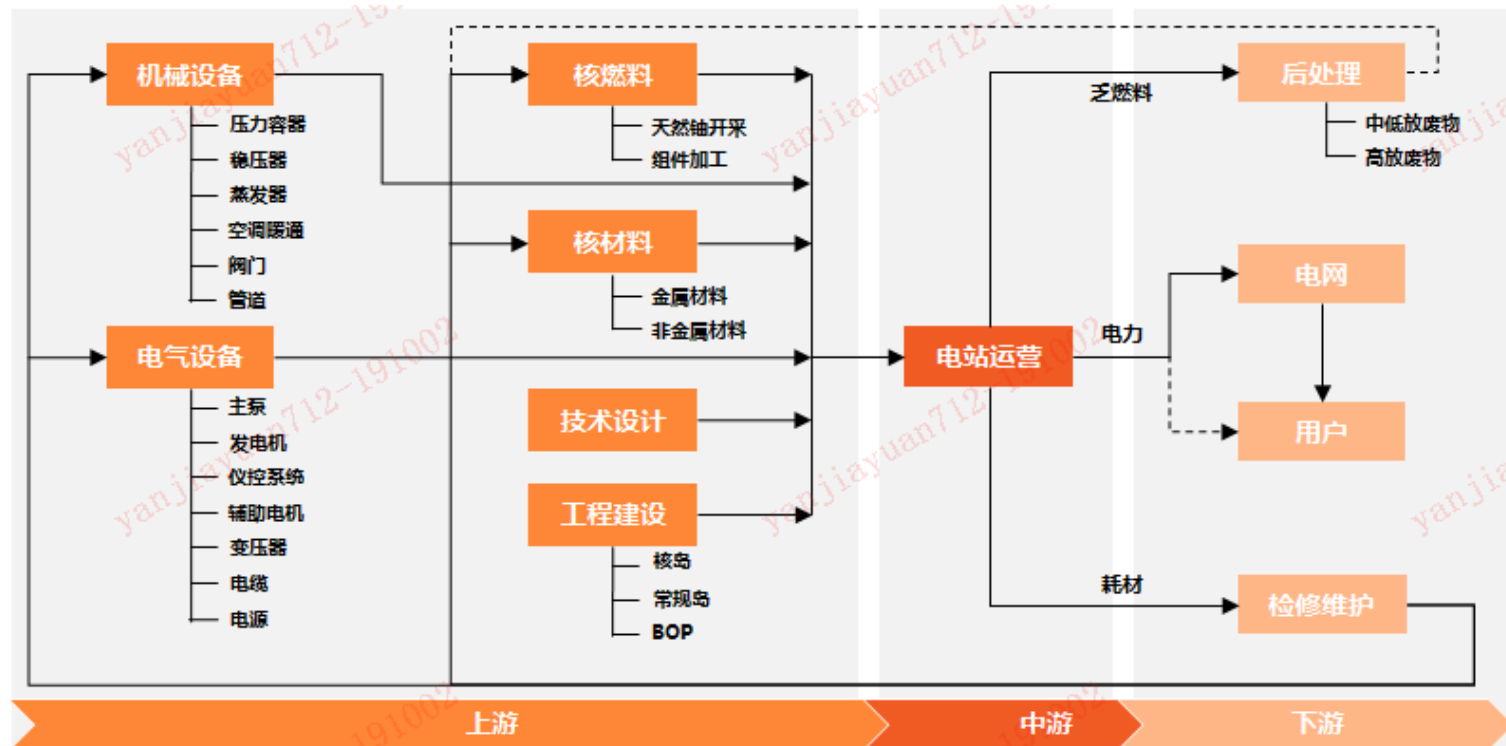
● 核电产业链结构（时间维度）



# 核电产业链结构之三：产品维度

- 结合前两种产业链结构分类的方法，根据各个结构模块所产出的产品流向，扩大并完善整个产业链的覆盖面，得到第三种核电产业链结构如下：
  - 上游：从技术设计出发，涵盖核燃料、核材料、机械设备、电气设备的生产制造，每个模块得到的产品将由工程建设模块组织为完整的核电站。
  - 中游：电站运营，主要产品是电力，并在电力的生产过程中得到乏燃料这一副产品，同时产生对于燃料、设备的耗材需求。
  - 下游：主要产品电力提供给电网，并由电网传输给最终的电力用户，未来存在直接向用户供电的可能性；副产品核废料进入后处理模块，未来随着国产200吨商用乏燃料后处理厂、中法合作800吨商用乏燃料后处理厂的建成，将形成核燃料循环能力；对于耗材的需求，由检修维护模块反馈至上游各模块。
- 这种产业链结构的特点在于：
  - 完成了各模块/环节的产品从生产到消费的闭环；
  - 以中游的电站运营作为产业链中枢核心，统筹各模块/环节的生产建设。

● 核电产业链结构（产品维度）





## 上游电气设备板块：国企为主，民企为辅

- 电气设备板块以大型国企为主，在核岛主设备供应中占据了主要份额；民企主要供应电源、电缆等非关键设备。
- 主要上市公司：
  - **东方电气 (600875.SH)**：公司自20世纪90年代进入核电设备制造领域以来，先后参与了多个国家重点核电项目的建设，目前已具备批量生产百万千瓦级（1000-1750MW）核电机组设备的能力，覆盖包括二代改进型、引进三代、自主三代的国内所有核电技术，并正在积极参与新一代核电设备的研发，如钠冷快堆、钍基熔盐堆、聚变堆等。
  - **上海电气 (601727.SH)**：公司拥有二代加和三代核电生产技术，在核岛领域，产品覆盖引进三代核电AP1000、EPR的关键核岛主设备，以及全球首台二代高温气冷堆压力容器、金属堆内构件。
  - **哈电集团 (01133.HK)**：公司在二代及二代加改进核电技术的基础上，率先承接了采用第三代AP1000核电技术的常规岛汽轮发电机组和核岛蒸发器等关键设备的生产制造任务。初步具备4套1000MW级核岛主设备及4-6套1000MW级常规岛设备的年生产能力。
  - **保变电气 (600550.SH)**：公司在核电变压器领域市场占有率较高，产品涵盖600-1000MW核电机组变压器，国内已投运核电站中70%的主变压器采用公司的产品。
  - **浙富控股 (002266.SZ)**：公司旗下华都公司致力于设计制造核反应堆控制棒驱动机构等民用核安全机械设备、核电专用维修保养工具、三废处理/转运设备、核辅助系统设备、核燃料辅助设备及专用机电设备等产品。
- 主要非上市公司：
  - 自仪股份

### ● 电气设备板块相关上市公司

代码	简称	主营业务-核电相关
600875.SH	东方电气	核岛反应堆压力容器、蒸汽发生器、核主泵，常规岛发电机组
601727.SH	上海电气	核岛设备、常规岛设备
01133.HK	哈电集团	核岛设备、常规岛设备
002534.SZ	杭锅股份	核电站辅机
600550.SH	保变电气	核电变压器
601179.SH	中国西电	核电变压器
002266.SZ	浙富控股	核反应堆控制棒驱动机构等民用核安全机械设备、核电专用维修保养工具、三废处理/转运设备、核辅助系统设备、核燃料辅助设备及专用机电设备等
600202.SH	哈空调	核电站空气处理机组
000967.SZ	盈峰环境	核电风机
000922.SZ	佳电股份	低压安全注入泵、安全壳喷淋泵、设备冷却水泵、电动辅助给水泵、重要厂用水泵、主给水泵和ETY风机等水泵风机配套电机
002227.SZ	奥特迅	核安全级电源
300153.SZ	科泰电源	核电站备用电源
600416.SH	湘电股份	核电用泵
603333.SH	尚纬股份	核电站用电缆
600973.SH	宝胜股份	核电线缆
002879.SZ	长缆科技	核电专用电缆
600879.SH	航天电子	核电用棒控棒位电缆及电连接器
002130.SZ	沃尔核材	高分子核辐射改性新材料

## 上游机械设备板块：民企参与度较高

- 机械设备板块中民企的参与度更高，主要供应管道、阀门、通风等。
- 主要上市公司：
  - **中国一重 (601106.SH)**：公司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，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。公司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。
  - **江苏神通 (002438.SZ)**：公司在核电阀门产品领域具备优势地位，主要业务范围涵盖应用于核电站的核级蝶阀、核级球阀、核级法兰和锻件、非核级蝶阀、非核级球阀及其配套设备，自2008年以来在核电工程已招标核级蝶阀、核级球阀市场中获得90%以上的订单。
  - **南风股份 (300004.SZ)**：公司是国内核电站用核1、2、3级不锈钢管、锻件，核2、3级碳钢、合金钢管，以及HVAC设备主要供应商之一，设计制造的核岛HVAC系统已运用在岭澳、红沿河、宁德、阳江、防城港、秦山、昌江、海阳、福清、方家山、田湾、台山核电站。
  - **中核科技 (000777.SZ)**：公司是控股股东中核集团旗下首家上市企业，产品涵盖核一级止回阀、喷雾阀、爆破阀、闸阀，核二级截止阀、闸阀、球阀、隔膜阀、蝶阀，主蒸汽隔离阀。
- 主要非上市公司：
  - 国机重装（原二重重装）
  - 沈鼓集团
  - 大连大高

### ● 机械设备板块相关上市公司

代码	简称	主营业务-核电相关
002366.SZ	台海核电	核岛一回路主管道、主泵相关铸件及前置泵铸件、爆破阀铸件、主给水调节阀铸件
002438.SZ	江苏神通	核电阀门及其配套设备
300004.SZ	南风股份	核电站用核1、2、3级不锈钢管、锻件，核2、3级碳钢、合金钢管，以及HVAC设备
000777.SZ	中核科技	核电站用关键阀门
601106.SH	中国一重	核电大型铸锻件，全套核反应堆压力容器、稳压器及蒸发器
002255.SZ	海陆重工	核承压设备
300411.SZ	金盾股份	核电领域风机、消声器、风阀等通风系统装备
300185.SZ	通裕重工	核电大型铸锻件、核废料智能化处理设备及配套服务
603169.SH	兰石重装	核电站换热器
002011.SZ	盾安环境	核电暖通系统机组制冷设备
000811.SZ	冰轮环境	核电级制冷机组
603308.SH	应流股份	核电站核一级主泵泵壳、中子吸收材料板、核动力装置金属保温层、核电站核岛主设备金属保温层、核燃料贮存格架用中子吸收板
603699.SH	纽威股份	核电站阀门
300092.SZ	科新机电	核电及核化工设备
300470.SZ	日机密封	核电密封
600169.SH	太原重工	核电站装卸料系统设备
002564.SZ	天沃科技	蒸汽发生器模拟管束

## 上游核燃料、核材料板块：中核独家专营

■ 国家授权中核集团对核燃料、铀产品的生产经营和进出口实行专营。其中，加工核燃料组件的资质及能力国内仅中核集团旗下的中核建中和中核北方两家公司具备，除了首炉等必须从国外进口的核燃料以外，所有国产核燃料组件只能从中核建中、中核北方进行采购。

■ 主要上市公司：

- **中核国际 (02302.HK)**：公司寻求及拓展海外铀资源，发展勘探矿物产业，参与铀资源贸易。
- **中广核矿业 (01164.HK)**：公司主要业务为天然铀资源的开发与贸易，定位为中广核海外铀资源开发的唯一平台。
- **东方锆业 (002167.SZ)**：公司控股股东中核集团是我国唯一的核燃料元件供应商，产品包括锆矿砂、硅酸锆、氟氧化锆、电熔锆、二氧化锆、复合氧化锆、氧化锆陶瓷结构件及海绵锆八大系列。其中，核级海绵锆主要运用于核电站的核反应堆中，作为核燃料的包壳、格架、端塞和其它堆芯材料。
- **中飞股份 (300489.SZ)**：公司作为核燃料加工设备领域一家重要的研发配套单位，具备行业先入优势，主要从事核燃料加工设备用铝合金零部件和其他机械加工。
- **久立特材 (002318.SZ)**：公司的主要业务涵盖核电用管，种类多达30种以上。自2009年公司取得核级产品制造许可证以来，研发和生产制造的核电蒸汽发生器U形传热管、堆内构件驱动机构用管、驱动杆、压力容器贯穿件、余热排放用管、压力容器718材料O形密封环、堆芯测量导管、凝汽器用钛管等先后为国内外43台核电机组所选用。

■ 主要非上市公司：

- 中核燃料：国内唯一具有核燃料加工、制造、销售资质的企业
- 国核宝钛锆业

### ● 核燃料、核材料板块相关A股上市公司

代码	简称	主营业务-核电相关
02302.HK	中核国际	铀资源寻找、勘探、贸易
01164.HK	中广核矿业	天然铀贸易
002167.SZ	东方锆业	锆及锆系列产品的研发、生产和经营
300489.SZ	中飞股份	核燃料加工设备用铝合金零部件
002318.SZ	久立特材	核电用管
002149.SZ	西部材料	核电用银合金控制棒的生产用稀贵金属、核电堆芯关键材料
002756.SZ	永兴特钢	核电用双相不锈钢
000969.SZ	安泰科技	核电材料
000881.SZ	中广核技	改性高分子材料
000825.SZ	太钢不锈	核电用挤压不锈钢
600516.SH	方大炭素	核电用炭材料（高温气冷堆炭堆内构件）
600558.SH	大西洋	核电用关键焊接材料
300034.SZ	钢研高纳	核用镍基合金制品
300198.SZ	纳川股份	核电用HDPE管

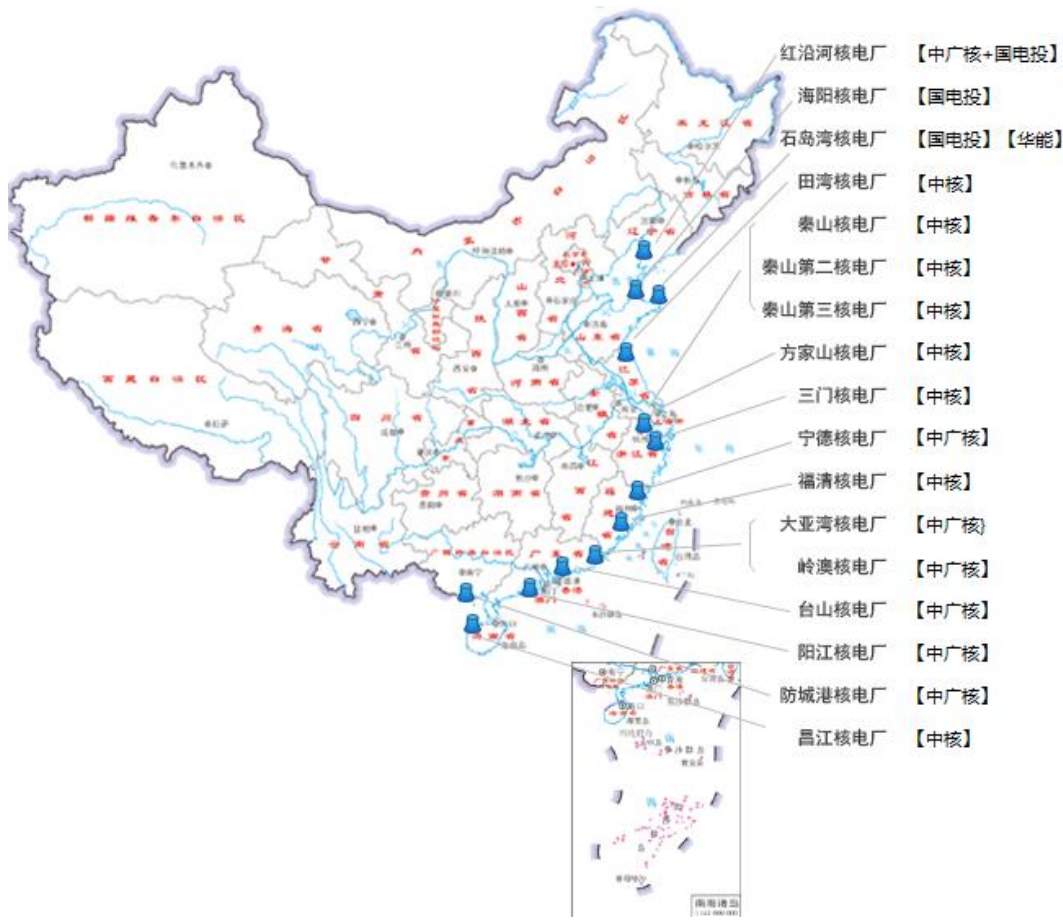
## 上游技术设计、工程建设板块：中核建一家独大

- 1999年国防科技工业进行体制改革，5个军工总公司被分为国防科技工业十大集团公司。其中，中国核工业总公司一分为二，包括核动力、核电、核燃料在内的主体业务由中核集团继承，二二、二三、二四等建设公司划分出来成立了中核建集团。中核建主要承接军工、核电、工业与民用工程的建设，在核电工程建设市场一家独大，尤其在核岛建设市场中拥有绝对主导优势。2018年1月31日，国资委下发《中国核工业集团有限公司与中国核工业建设集团有限公司实施重组》通知，同意中核建设集团与中国核工业集团有限公司实施重组，中核建集团整体无偿划转进入中核集团。
- 主要上市公司：
  - **中国核建（601611.SH）**：自20世纪80年代以来，公司承建了我国大陆全部在役核电机组的核岛工程，在行业内长期占据绝对主导地位，先后承建完成了浙江秦山核电站、广东大亚湾核电站、广东岭澳核电站、江苏田湾核电站核电机组等全部在役核电机组的核岛及部分常规岛工程建设；目前正在承担包括辽宁红沿河核电站、广东台山核电站、福建福清核电站、浙江三门核电站等共计12个核电站28台机组的核岛及部分常规岛工程建设。公司具备AP1000、EPR等新一代先进压水堆及高温气冷堆的建设能力；在海外业务方面，承建了巴基斯坦恰希玛核电站。
  - **中国能源建设（03996.HK）**：公司是全国电力行业最大的全面解决方案提供商之一。旗下的广东火电公司在2013年中标阳江5、6号机组核岛安装工程，成为国内第一家进入核岛安装工程建设领域的常规电建施工单位；2014年浙江火电公司中标国核示范电站2号机组核岛工程。2018年公司新签约核电工程建设业务合同金额6.24亿元，勘测设计及咨询业务合同金额4.20亿元。
  - **中国建筑（601668.SH）**：2008年中建二局承建台山核电2号机组核岛土建工程，首次参与核电站核电建设施工。
  - **中国电建（601669.SH）**：中电建核电公司（原山东电建二公司）参与了大亚湾、岭澳、阳江、国核示范等核电站常规岛及BOP工程。
- 主要非上市公司（技术设计）：
  - 中核：原子能研究院、核动力设计院
  - 中广核：中广核设计院、苏州热工院
  - 国电投：上海核工院、国核电力院

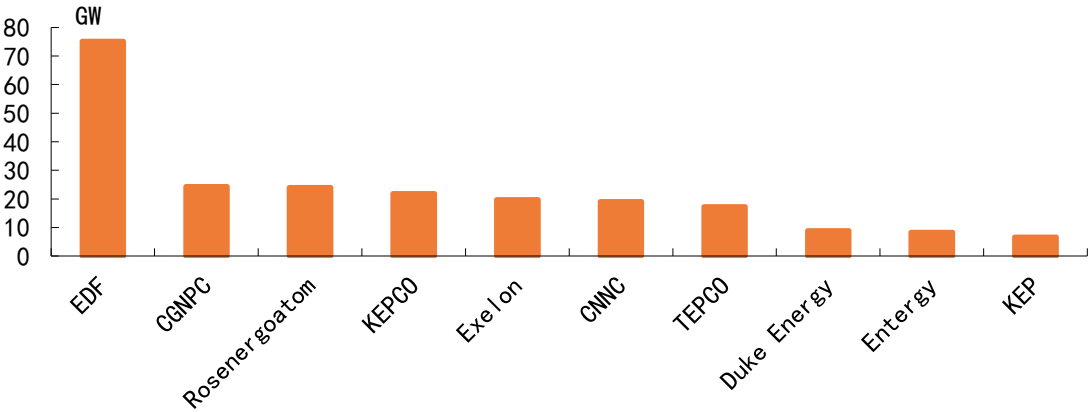
# 中游电站运营板块：三国争霸格局

- 2002年电改后，中电投继承了原国家电力公司的所有核电资产，2015年5月中电投与国核技合并为国电投后，国内具有核电运行（民用核设施运行许可证）牌照的只有三家央企——中广核集团、中核集团和国电投集团。
- 主要上市公司：
  - 中国核电（601985.SH）：公司持有中核集团旗下核电运营业务板块，控股股东中核集团作为国家核科技工业的主体，拥有完整的核科技工业体系，是唯一拥有完整核燃料循环产业链、能够实现闭式循环的特大型央企。
  - 中广核电力（003816.SZ/01816.HK）：公司作为中广核集团旗下唯一的核电运营平台，无论在运还是在建机组权益装机容量，均是我国最大的核电运营商。对比全球发电运营商2018年核电装机容量，公司仅次于EDF。
- 主要非上市公司：
  - 国家电投：控股运营山东海阳核电站，与中广核联合运营辽宁红沿河核电站。相关资产尚未注入旗下上市公司，原计划注入核电资产的上市平台中国电力清洁能源（00735.HK）已从港交所退市。

● 中国在运+在建核电站分布图



● 2018年核电装机容量世界前10大电力公司

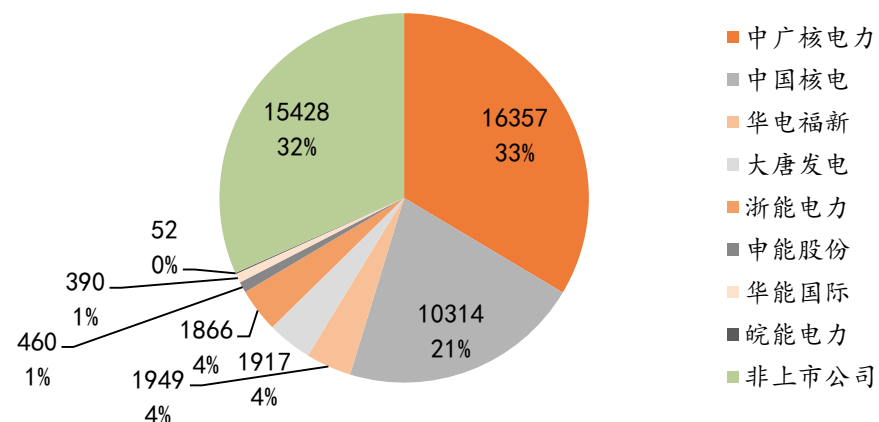


资料来源：WNA, Bloomberg, Wind, 公司公告, 平安证券研究所

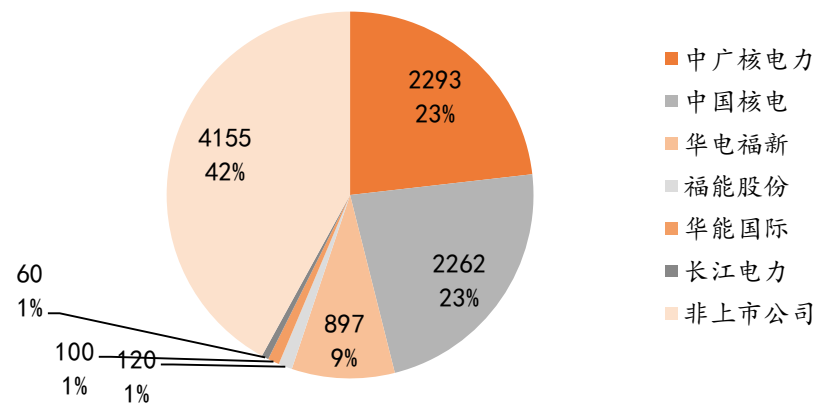
# 中游电站运营板块：或将群雄逐鹿

- 2016年9月19日，国务院法制办公室就《核电管理条例（送审稿）》公开征求意见。该条例自2008年10月国家能源局组织开展立法研究和法规起草工作开始，酝酿了8年时间，反复博弈、讨论和修改，其中最大的争议之一就是核电牌照准入门槛的设置。而条例送审稿中明确提出鼓励核电项目投资主体多元化的原则，并在第四章首次明确了核电项目投资主体的准入条件。2019年2月1日，国家能源局印发《能源行业深入推进依法治理工作的实施意见》，要求大力推进《核电管理条例》的立法审查工作。
- 除中核、中广核、国电投三家拥有核电运营牌照以外，五大发电集团的其余四家、地方能源集团等，只能通过参股的方式参与核电站开发建设，并不能占据主导地位，但是各家发电企业对于核电牌照的追求仍孜孜不倦。
- 华能：2019年4月17日，中国华能集团有限公司与中国广核集团有限公司在集团公司总部签署战略合作协议。根据协议，双方将重点在核电、信息化建设、新能源、核燃料、金融、海外电力项目等领域开展全方位战略合作。6月11日，华能核电开发有限公司和中国核能电力股份有限公司在北京华能总部签署投资协议。根据协议，双方将共同投资开发、建设和运营管理华能海南昌江核电二期工程#3、#4两台“华龙一号”机组，华能海南昌江核电有限公司是本次项目的投资、建设和运营管理主体。
- 大唐：成立于2016年底的宁德第二核电由大唐集团核电公司控股，计划建造#5、#6两台“华龙一号”机组。
- 按照《核电管理条例（送审稿）》的相关细则要求，五大发电中的大唐、华电、华能三位巨头已基本满足控股核电站的要求。结合三代核电重启审批的预期，将逐步改变现有的核电运营商竞争格局，带来新的变量和新的动能。

● 国内在运核电机组权益装机容量拆分（截至2019年9月10日。单位：MW）



● 国内在建核电机组权益装机容量拆分（截至2019年9月10日。单位：MW）



## 下游后处理、检修维护板块：市场起步，空间广阔

- 我国已选定闭式核燃料循环作为乏燃料后处理路线，规划有国产200吨商用乏燃料后处理厂、中法合作800吨商用乏燃料后处理厂，但短期内尚无法投入使用。目前的乏燃料处置仍以中间贮存为主，随着核电装机及发电量的提升，产生的乏燃料数量也不断增长，对于贮存及运输设备的需求与日俱增。
- 主要上市公司：
  - **远达环保（600292.SH）**：公司控股股东国家电力投资集团公司是中国五大发电集团之一，也是我国三大核电开发建设运营商之一。公司业务范围涵盖核电站中低放废物处理，是国内三家拥有核设施退役及放射性三废处理处置工程专业资质的企业之一，已承建并完成了国内首个核电站放射性废物处理设施——山东海阳核电站SRTF项目。
  - **中国能源建设（03996.HK）**：公司旗下安徽电建二公司、东电一公司等承接了秦山、大亚湾、田湾、福清、宁德、防城港等多个核电站的维修项目，从常规岛维修拓展至核岛检修。
- 主要非上市公司（后处理）：
  - 核动力设计院
  - 青岛东卡环保



# 5

## 投资建议及风险提示



# 投资建议

- 纵观全球核电发展的起步、爆发、低潮、复苏四个时期，可以发现真正的决定性推动因素在于对能源供应的需求及其供给结构的变化。即使中途出现了三次核事故，也只具有短期性影响，并不会对发展进程带来根本性改变。近年来国内风电、光伏等可再生能源的快速增长，对于电网稳定性带来了新的挑战，叠加全社会用电量的提升，电网对于基荷电源的需求也同步提高；核电作为煤电的最佳替代者，可以补足因煤电装机增速减缓、以及大型水电建设停滞而产生的基荷电源缺口。
- 核电的高技术壁垒、高专业要求、强政策管制的属性，一方面决定了在短期内出现新竞争对手的概率较低，行业格局稳定；另一方面，也给予了相关业务在同业中较高的利润率。其中，电站运营板块居于产业链中枢核心地位，推荐享受控股股东全产业链优势的中国核电，以及参股多个核电项目的浙能电力、申能股份，建议关注国内装机规模最大的中广核电力（H）/中国广核（A）、有可能获得核电运营资质的大唐发电（A/H）、权益装机容量全国第三的华电福新（H）以及未来国电投旗下核电资产的证券化运作。

## ● 重点公司盈利预测

股票名称	股票代码	股票价格 2019/9/30	EPS				P/E				评级
			2018A	2019E	2020E	2021E	2018A	2019E	2020E	2021E	
中国核电	601985.SH	5.29	0.30	0.39	0.48	0.53	17.4	13.4	10.9	10.1	推荐
申能股份	600642.SH	5.55	0.37	0.48	0.62	0.67	14.9	11.6	8.9	8.2	推荐
浙能电力	600023.SH	3.90	0.30	0.38	0.50	0.55	13.1	10.1	7.8	7.1	推荐
中广核电力	01816.HK	1.92	0.17	0.20	0.24	0.23	10.1	8.8	7.4	7.5	未评级
大唐发电	601991.SH	2.68	0.07	0.14	0.17	0.22	38.3	19.1	15.8	12.2	未评级
华电福新	00816.HK	1.39	0.24	0.29	0.34	0.42	5.3	4.4	3.7	3.0	未评级

## 风险提示

- 核安全事故：  
因为政府和民众对于核安全的高度敏感性，任何一起核事故均可能导致全球范围内的核电运营暂停、项目审批取消。
- 政策推进不及预期：  
国内部分地区的电力供需目前仍处于供大于求的状态，可能影响存量核电机组的电量消纳以及新建核电机组的开工建设。
- 新技术推进受阻：  
国内新建核电站理论上均采用三代核电技术，如果AP1000、“华龙一号”的设计和施工出现问题，将影响后续机组的批复和建设。
- 电价调整：  
电力市场的发展可能导致市场交易电量价差进一步扩大，拉低公司平均上网电价。

