

能源危机，核已解忧

核电行业专题研究报告

报告日期

2010-11-19

报告关键点：

- 世界核电复兴趋势确立，中国核电进入腾飞阶段
- 中国核电产业面临重大机遇，在目前阶段受益最明显的、上市公司最集中的主要是核电设备公司。
- 看好东方电气、上海电气、中国一重、二重重装、南风股份、中核科技、江苏神通、湘电股份、奥特迅等。

报告摘要：

- **世界核电复兴的趋势确立：**半个多世纪以来，核电经历了起步、快速发展、缓慢发展和复苏阶段多个阶段。由于安全性的提高、经济性和清洁性优势的体现，全球核电复兴的趋势已然确立。
- **中国核电进入腾飞阶段：**依靠自主研究和吸收引进国外技术，中国核产业已然进入腾飞阶段，目前在建机组超过3500万千瓦，占全球在建机组的40%以上。中国将以具有自主产权技术的“二代半技术”作为主力堆型外，还将以“以我为主、中外合作”方式引进AP1000和EPR技术，实现第三代自主型号。
- **未来存在铀资源瓶颈：**中国是铀资源贫国，需要进口原料补充核电规划的发展，铀生产有可能成为核电发展的障碍之一，中国核电发展可能存在资源的瓶颈。但只要在2030年左右快中子堆技术发展成熟，可进入商业化运行，则核燃料供应不是问题，因为快中子堆可以把铀资源的利用率提高几十倍。
- **核电产业链的构成：**随着中国大力建设核电站，必将使整个核电产业链带来巨大的发展机遇。因此从产业链的角度来看，直接受益的公司大致可分为四种类型：建筑和安装公司、核电设备公司、燃料供应公司和核电站运营公司。在目前阶段受益最明显的、上市公司最集中的主要是核电设备公司。
- **看好的核电设备公司：**大致可将公司按产品分为主设备、铸锻件、阀门、通风系统、控制系统及其它零配件。相比之下我们较为看好以下两类公司：一是核电产品占比较大（或未来占比较大）；二是有一定技术或其它门槛，竞争环境短期内不会改变，主要包括东方电气、上海电气、中国一重、二重重装、南风股份、中核科技、江苏神通、湘电股份、奥特迅等。

研究员

研究员	首席行业分析师
张龙 021-68766113 证书编号 S1450209070217	zhanglong@essence.com.cn
黄守宏 010-66581627 证书编号 S1450210030003	huangsh@essence.com.cn
张仲杰 021-68767839 证书编号 S1450209100287	zhangzj@essence.com.cn
衡昆 021-68766182 证书编号 S1450209090268	hengkun@essence.com.cn
林晟 0755-82558022 证书编号 S1450209090270	linsheng@essence.com.cn
章小韩 021-68765163 证书编号 S1450210090006	zhangxh2@essence.com.cn
汲亚非 010-66581629 证书编号 S1450110040335	jiyf@essence.com.cn

目 录

一 世界与中国核电发展的基本情况	6
1. 世界核电发展历程、现状与展望	6
1. 1. 世界核电的发展历程	6
1. 2. 世界核电的发展现状	8
1. 3. 世界核电发展的新趋势	10
1. 4. 世界核能复兴的原因	12
2. 中国核电的发展状况	14
2. 1. 中国核电的发展现状	14
2. 1. 1. 核电开始进入腾飞阶段	15
2. 1. 2. 核电的发展目标	17
2. 2. 中国发展核电的必要性	17
2. 2. 1. 有利于保障国家能源安全	17
2. 2. 2. 有利于调整能源结构，改善大气环境	18
2. 2. 3. 有利于平抑能源价格	18
2. 2. 4. 有利于提高装备制造业水平，促进科技进步	19
2. 3. 技术路径的探讨	19
2. 3. 1. 当前核电站采用的主要技术类型	20
2. 3. 2. AP1000 与 EPR 的第三代路线之争	22
2. 3. 3. 技术路线小结	23
3. 全球铀供需现状和未来核燃料问题	24
3. 1. 全球铀资源丰富	24
3. 2. 中国铀资源开发步伐加快	25
3. 3. 未来全球将面临铀资源的紧张局面	26
3. 4. 长期铀价仍然可期	27
3. 5. 长远来看核燃料不是问题	27
二 核电产业链及受益上市公司	29
4. 核电产业链的构成	29
4. 1. 核电设备公司	29
4. 2. 核电站工程建设和安装	29
4. 3. 核燃料供应公司	31
4. 4. 核电运营公司	31
5. 核电站设备构成和国产化进程	33
5. 1. 压水堆核电站主要设备	33
5. 1. 1. 一回路系统	33
5. 1. 2. 二回路系统	35
5. 2. 核电设备的国产化进程	36
5. 2. 1. CPR1000 国产化进程	36
5. 2. 2. AP1000 国产化进程	37
6. 分享核电投资盛宴	41
6. 1. 核电投资构成	41
6. 2. 核电设备分类	42
6. 2. 1. 核电主设备公司	43
东方电气 (600875)	43
上海电气 (601727)	45
6. 2. 2. 核电大型铸锻件	45
中国一重 (601106)	46
二重重装 (601268)	47
6. 2. 3. 核电阀门	48

中核科技 (000777)	49
江苏神通 (002438)	50
6. 2. 4. 核电通风制冷系统.....	51
南风股份 (300004)	52
盾安环境 (002011)	53
上风高科 (000967)	54
哈空调 (600202)	54
烟台冰轮 (000811)	54
6. 2. 5. 控制系统及其它零部件.....	54
自仪股份 (600848)	54
海陆重工 (002255)	55
华东数控 (002248)	56
科新机电 (300092)	56
威尔泰 (002058)	57
湘电股份 (600416)	57
奥特迅 (002227)	57

图表目录

图 1: 历年来全球核电量情况.....	6	
图 2: 2007 年世界电力装机结构图.....	8	
图 3: 2009 年美国燃料成本在直接成本中的占比.....	13	
图 4: 主要发电方式年直接和间接碳排放对比 (单位: g/Kwh CO2)	14	
图 5: 2009 年中国电力装机容量构成比例.....	2009 年中国发电量构成比例.....	15
图 6: 核电上网电价与燃煤标杆电价对比.....	中国核电的成本费用大致构成.....	19
图 7: 采用不同技术在建核电机组比例.....		20
图 8: 全球铀资源分布.....		24
图 9: 全球原生铀供需缺口.....		26
图 10: 全球铀价走势.....		27
图 11: 核电产业链示意图.....		29
图 12: 压水堆核电站原理流程图.....		33
图 13: 核电站一回路示意图.....		34
图 14: 高压反应容器图.....	蒸汽发生器总体图.....	34
图 15: 稳压器结构图.....	冷却剂主泵结构图.....	35
图 16: 核电站汽轮机和发电机系统.....		35
图 17: 典型压水堆核电站的原则性热力系统.....		36
图 18: 核电站发电体统.....		36
图 19: 三门和海阳压力容器供货范围.....		39
图 20: 三门和海阳核电站蒸汽发生器锻件供货范围.....		40
图 21: 核电系统投资构成.....		42
图 22: 核岛投资构成.....	常规岛投资构成.....	42
图 23: 东方电气新增核电订单.....		44
图 24: 一重核电业务收入及预测 (单位: 百万元)		46
图 25: 2009 年公司业务结构图.....		47
图 26: 中国一重主营业务结构变化趋势.....		47
图 27: 二重重装清洁能源发电设备收入及预测(单位: 万元)		48
图 28: 二重重装 2010 年上半年公司业务结构.....		48
图 29: 中核科技核电阀门收入将快速增长.....		50
图 30: 中核科技 2010 年上半年公司业务结构.....		50
图 31: 江苏神通 2009 年公司业务结构.....		51
图 32: HVAC 需求预测.....		52
图 33: 南风股份 2010 年上半年公司业务结构.....		53
图 34: 盾安环境 2010 年上半年公司业务结构.....		54
图 35: 自仪股份 2010 年上半年公司业务结构.....		55
图 36: 海陆重工 2010 年上半年公司业务结构.....		56
图 37: 华东数控 2010 年上半年公司业务结构.....		56
图 38: 科新机电 2009 年公司业务结构.....		57
 表 1: 各国在核能发展应用方面采取的行动.....	7	
表 2: 世界核电运行反应堆一览表.....	8	
表 3: 世界各国核电机组现状.....	9	
表 4: 世界各国核电电量占比.....	10	
表 5: WNA 核电装机容量预测 (单位: GW)	10	
表 6: 近期可供选择的新一代堆型 (第三代)	11	
表 7: 几种选定的第四代反应堆.....	11	
表 8: 核电站代别划分和发展.....	12	
表 9: OECD 统计的发电成本比较 (单位: 美分/千瓦时)	12	
表 10: 美国各种方式发电直接成本比较 (单位: 美分/千瓦时)	13	
表 11: 由于核电带来的美国温室气体减排量 (1995-2009)	14	
表 12: 截止 2009 年底中国已投产项目一览 (单位: 万千瓦)	15	
表 13: 截止 2009 年底中国在建工程一览 (单位: 万千瓦)	16	

行业深度分析

表 14: 中国规划中项目一览 (单位: 万千瓦)	16
表 15: 提议核电项目一览.....	17
表 16: 不同时间提出的中国核电装机容量目标.....	17
表 17: 运营和在建核电站的单位造价.....	19
表 18: AP1000 建造工程量减少程度比较.....	21
表 19: 改进型与非能动型先进核电站比较.....	23
表 20: 中国海外铀矿拓展.....	26
表 21: 已运行和在建核电机组的建筑安装公司.....	30
表 22: 中核建公司签署的重大核电工程合同.....	31
表 23: 已基本明确投资方的核电项目.....	32
表 24: 参与核电站投资的 A 股上市公司.....	33
表 25: CPR1000 国产化进程.....	37
表 26: AP1000 技术引进情况.....	38
表 27: AP1000 设备国产化计划.....	38
表 28: 三门和海阳压力容器供货范围.....	39
表 29: 三门和海阳核电站蒸汽发生器锻件供货范围.....	39
表 30: 三大动力公司核电业绩.....	43
表 31: 核电辅助设备上市公司.....	43
表 32: 大型铸锻件国内外主要生产商产能表.....	46
表 33: 核电站阀门配置情况.....	49
表 34: 核电站阀门参与企业.....	49
表 35: 历年核电暖通系统竞争参与者.....	52
表 36: 重点核电公司盈利预测与评级.....	58

一 世界与中国核电发展的基本情况

能源是整个世界发展和经济增长的最基本的驱动力，是人类赖以生存的基础。目前在世界初级能源的生产和消费中占据主导位置的是石油、煤炭、天然气等常规化石燃料，从长远的眼光看来看，煤、石油、天然气等资源正在逐步减少，全球面临着严重的能源危机。另一方面，由于过度使用化石燃料造成的环境问题亦日渐突出。因此寻找安全可靠的可替代清洁能源成为目前世界不得不面对的难题。

作为一次能源的主要组成部分的核能，是一种比较理想的替代能源。核电已经在发达国家有几十年的发展历史，核电站已经达到技术上成熟、经济上有竞争力、工业上可大规模推广的阶段。因此在未来世界的能源供应体系中，核能将发挥越来越重要的作用。

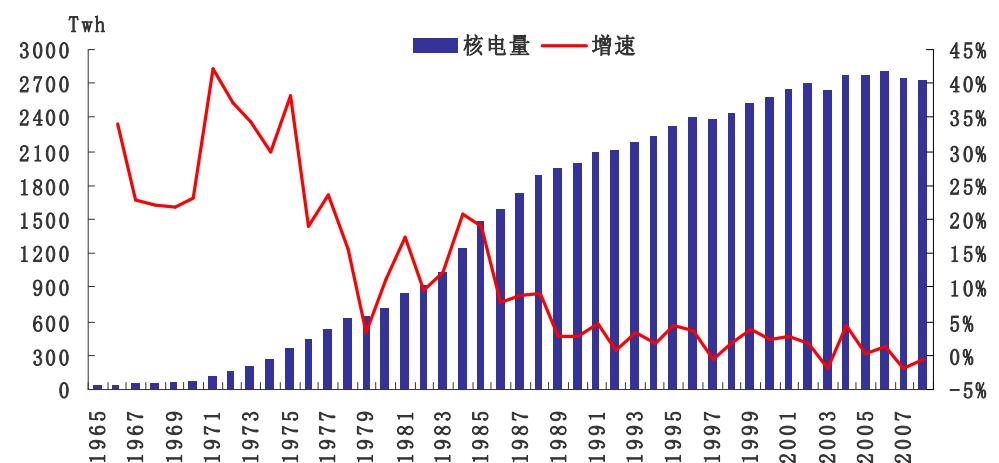
为了保证能源安全、调整能源结构、改善大气环境和提高装备制造水平，中国将在未来几十年将大力发展战略性新兴产业，这无疑会给国内核电产业链相关公司带来重大的发展机遇。

1. 世界核电发展历程、现状与展望

1.1. 世界核电的发展历程

世界上第一座实验性核电站是建于 1954 年的前苏联奥布宁斯克实验性石墨沸水堆核电厂，人类从此进入了和平利用核能的年代。半个多世纪以来，核电经历了 20 世纪 50、60 年代的起步阶段、20 世纪 60、70 年代的快速发展阶段、20 世纪 80 年代一直到本世纪初的缓慢发展阶段以及本世纪以来的复苏阶段。

图 1：历年来全球核电量情况



数据来源：BP 公司 安信证券研究中心

(一) 实验、起步阶段 (1951-1968)

20 世纪 50 年代和 60 年代是核能用于发电的试验和选型阶段。1954 年 6 月，前苏联建成世界上第一座核电机组——5000KW 的石墨水冷堆奥布宁斯克核电站。美国于 1956 年投入运行了第一台核电机组，电功率为 4500KW 的沸水堆机组，1957 年 12 月建成了希平港压水堆核电站，1960 年 7 月建成了德累斯顿沸水堆核电站。法国和英国在 1956 年也各建成一台石墨气冷堆机组。到了 20 世纪 60 年代，德国、日本、加拿大等国的核电工业相继发展起来，总装机 1223 万千瓦，最大单机容量 60.8 万千瓦。此时，发电成本有的已低于常规火电站。

(二) 迅速发展阶段 (1969-1979)

这一阶段核电技术趋于成熟，拥有核电站的国家逐年增多。特别是 1973-1974 年的石油危机，将世界核电的发展推向高潮。1970-1982 年，美国的核电从 230 亿度增加

到 2977 亿度，增加 12.9 倍，其比例在电力生产中从 1.3% 提高到 16%；法国核电增加了 20.4 倍，比例从 3.7% 增加到 40% 以上；日本增加了 21.8 倍，比例从 1.3% 增加到 20%。印度、巴西、阿根廷等发展中国家也建成了一批核电站。

(三) 发展缓慢阶段 (1980-2000)

进入 20 世纪 80 年代以后，各国采取大力节约能源以及能源结构调整的措施，世界经济特别是发达国家的经济增长缓慢，因而对电力需求增长不快甚至下降。核电发展遇到重重困难。1979 年 3 月美国发生了三哩岛核电厂事故，虽然未造成人身伤亡，却对世界核电发展产生了重大影响，特别是公众对核安全的疑虑难以消除。1986 年 4 月，苏联又发生了切尔诺贝利核电厂事故，影响更为深远。这两次大的核电事故使有些人对核电产生了恐惧心理，形成了反对建核电站的一股强大势力。在这种情况下，公众和政府对核电的安全性要求不断提高，致使核电设计更复杂、政府审批时间加长、建造周期加长、建设成本上升，以致核电的经济竞争性下降。

1978-1983 年，单美国就取消了 67 座核电站的定货，净减少发电能力约 7800 万 KW。另一些国家如瑞典、奥地利、荷兰、意大利等国放慢了甚至停止发展核电，苏联也做出了不再建造石墨水冷堆核电厂的决定。

(四) 复苏阶段 (2000-)

进入 21 世纪，由于核电安全技术的快速发展，高涨的天然气和煤炭价格使得核电显得便宜以及燃烧化石能源导致的严重环境污染和气候变暖现实，许多国家都将核能列入本国中长期能源政策中。欧共体发表了关于能源供应安全的绿皮书，并重申必须依靠核能减少温室气体排放；美国表示将考虑建造新核电厂并放弃不后处理乏燃料的卡特理论。一些亚洲国家如日本、中国和韩国都制定了重大的核计划。一些欧洲国家也在继续实施核计划或重新考虑核问题，瑞典曾于 1980 年决定逐步放弃核能，但现已废弃了反核政策。

表 1：各国在核能发展应用方面采取的行动

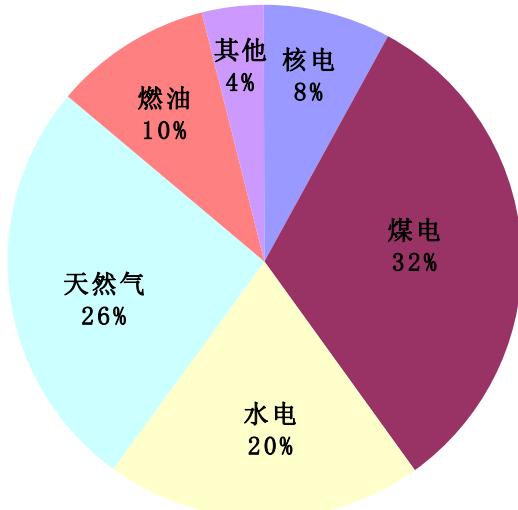
美国	2010 年 2 月 16 日，美国总统奥巴马宣布政府将提供 80 亿美元贷款担保用于建造两个核电机组。如果这一项目最终开工，将是美国近 30 年来开建的第一个核电项目。
日本	政府积极帮助本国制造商开拓全球市场，有关政府部门、电力公司、核电设备制造商和研究组织成立了“国际核能合作委员会”，以帮助其他国家发展核电并促进制造商扩大海外市场。
法国	核电在法国电力及能源中占据重要位置，政府决定在 2015 年到 2020 年以新一代的核电站代替目前的核电站。
意大利	2009 年 2 月，法国与意大利签署协议，宣布两国企业将在核能领域展开合作。7 月，意大利通过了复兴核能工业措施的法律。10 月，美国能源部和意大利经济发展部签署了多项核能合作协议。
瑞典	曾在 1980 年提出法案，要求到 2010 年关闭本国的所有核电站。2009 年 2 月，瑞典政府废弃了反核政策，发布了题为《长期、可持续发展的能源和气候政策》的政策性文件，提出将在 2050 年实现没有温室气体排放的能源供应。
比利时	淘汰核能的政策开始松动。2009 年 10 月，比利时政府决定将现有核反应堆的原定淘汰时间推迟 10 年至 2025 年。2003 年曾通过一项法案，计划在 2015—2025 年关闭 7 座核反应堆。
印度	09 年 9 月，印度宣布了世界上最大胆的核能发展计划，称到 2050 年该国核电装机容量将达到目前的 120 倍。预计到 2050 年印度的核电装机容量将达到 4.56 亿千瓦，而目前印度 18 座反应堆总装机容量为 390 万千瓦。
俄罗斯	2009 年 5 月，总理普京表示，计划在 2020 年或 2022 年之前再建造 28 台机组。在普京宣布上述计划的同时，俄罗斯的首座浮动式核电站开始建造。
英国	英国正在考虑建造新核电机组以替代即将退役的核电站，2009 年 10 月，英国工业联合会呼吁政府出台核能和其他能源技术的国家政策声明，加快核电建设步伐，在 2030 年前建造 1600 万千瓦的新核电装机容量，以满足环境变化目标并确保能源安全。
其他国家	土耳其、埃及、越南、尼日利亚、巴基斯坦等国正在积极筹备或发展核能源项目。

资料来源：安信证券研究中心

1.2. 世界核电的发展现状

截止 2007 年底，全球发电装机比例：核电占 8%，煤电占 32%，水电占 20%，天然气占 26%，燃油占 10%，其他 4%。核电与水电、火电（煤、天然气、油）一起构成世界电源的三大支柱，在世界能源结构中有着重要的地位。

图 2：2007 年世界电力装机结构图



数据来源：IEA 安信证券研究中心

当前世界运行的 441 座反应堆堆型（见表 4）有压水堆（PWR）、沸水堆（BWR）、重水堆（PHWR）、气冷堆（Magnox & AGR）、石墨水冷堆（RBMK）和快堆。其中 PWR268 座、装机容量约为 249GW；BWR94 座、约为 85GW；PHWR40 座、约为 22GW；Magnox & AGR 23 座、约为 12GW；快堆 4 座、约为 1GW。

表 2：世界核电运行反应堆一览表

代表国家	数量	GWe	燃料	冷却剂	缓和剂
压水堆（PWR）	美、法、日、俄	268	浓缩铀	水	水
沸水堆（BWR）	美、日、瑞典	94	浓缩铀	水	水
气冷堆（Magnox & AGR）	英国	23	天然铀	CO2	石墨
重水堆（PHWR or CANDU）	加拿大	40	天然铀	重水	重水
石墨水冷堆（RBMK）	俄	12	浓缩铀	水	石墨
快堆（FBR）	日、法、俄	4	铀、钚	液化钠	无
合计		441	381		

数据来源：世界核能协会（WNA） 安信证券研究中心

截至 2010 年 10 月已经拥有在役、在建或拟建反应堆的国家和地区共有 47 个，其中有 30 个国家或地区运行着 441 座核反应堆、总装机容量达 376,313MW，有 17 个国家将跨入拥有核反应堆的国家行列（见表 3）。15 个国家或地区正在建设 58 座反应堆，装机容量为 60,484MW。27 个国家已制定了共计 152 座反应堆 167,401MW 的建设计划；共有 38 个国家或地区拟建造 337 座共 382,825MW。在建的、规划中的、拟建的核电站主要集中国大陆、印度、俄国、美国、乌克兰等国，其中中国在建机组占全球在建机组容量的 40%以上。

从 2009 年数据来看，全世界共有 19 个国家或地区的核电在电力生产中的比例超过 20%，其中比例较高的国家是：立陶宛（76%）、法国（75%）、斯洛伐克（54%）、比利时（52%）、乌克兰（49%）、亚美尼亚（45%）、匈牙利（43%）、瑞士（40%）。

行业深度分析
表 3: 世界各国核电机组现状

	核发电量		运行机组 (MW) 截止 2010 年 10 月		在建机组 (MW) 截止 2010 年 10 月		规划机组 (MW) 截止 2010 年 10 月		拟建机组 (MW) 截止 2010 年 10 月	
	Twh	%	数量	装机容量	数量	装机容量	数量	装机容量	数量	装机容量
阿根廷	7.6	7	2	935	1	745	2	773	1	740
亚美尼亚	2.3	45	1	376	0	0	1	1060		
孟加拉国	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2000
白俄罗斯	0	0	0	0	0	0	2	2000	2	2000
比利时	45	51.7	7	5943	0	0	0	0	0	0
巴西	12.2	3	2	1901	1	1405	0	0	4	4000
保加利亚	14.2	35.9	2	1906	0	0	2	1900	0	0
加拿大	85.3	14.8	18	12679	2	1600	4	4400	3	3800
中国大陆	65.7	1.9	13	10234	23	25900	39	44270	120	120000
中国台湾	39.9	20.7	6	4927	2	2600			1	1350
捷克	25.7	33.8	6	3686	0	0	2	2400	1	1200
埃及	0	0	0	0	0	0	1	1000	1	1000
芬兰	22.6	32.9	4	2721	1	1650	0	0	2	3000
法国	391.7	75.2	58	63236	1	1650	1	1630	1	1630
德国	127.7	26.1	17	20339	0	0	0	0	0	0
匈牙利	14.3	43	4	1880	0	0	0	0	2	2200
印度	14.8	2.2	19	4183	4	2720	20	16740	40	49000
印度尼西亚	0	0	0	0	0	0	2	2000	4	4000
伊朗	0	0	0	0	1	1000	2	2000	1	300
以色列	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1200
意大利	0	0	0	0	0	0	0	0	10	17000
日本	263.1	28.9	55	47348	2	2756	12	16538	1	1300
约旦	0	0	0	0	0	0	1	1000		
哈萨克斯坦	0	0	0	0	0	0	2	600	2	600
朝鲜	0	0	0	0	0	0	0	0	1	950
韩国	141.1	34.8	20	17716	6	7000	6	8400	0	0
立陶宛	10	76.2	0	0	0	0	0	0	1	1700
马来西亚	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1200
墨西哥	10.1	4.8	2	1310	0	0	0	0	2	2000
荷兰	4	3.7	1	485	0	0	0	0	1	1000
巴基斯坦	2.6	2.7	2	400	1	300	2	600	2	2000
波兰	0	0	0	0	0	0	6	6000	0	0
罗马利亚	10.8	20.6	2	1310	0	0	2	1310	1	655
俄罗斯	152.8	17.8	32	23084	10	8960	14	16000	30	28000
斯洛伐克	13.1	53.5	4	1760	2	880	0	0	1	1200
斯洛文尼亚	5.5	37.9	1	696	0	0	0	0	1	1000
南非	11.6	4.8	2	1800	0	0	0	0	15	2000
西班牙	50.6	17.5	8	7448	0	0	0	0	0	0
瑞典	50	34.7	10	9399	0	0	0	0	0	0
瑞士	26.3	39.5	5	3252	0	0	0	0	3	4000
泰国	0	0	0	0	0	0	2	2000	4	4000
土耳其	0	0	0	0	0	0	4	4800	4	5600
乌克兰	77.9	48.6	15	13168	0	0	2	1900	20	27000
阿联酋	0	0	0	0	0	0	4	5600	10	14400
英国	62.9	17.9	19	10962	0	0	4	6680	9	12000
美国	798.7	20.2	104	101229	1	1218	9	11800	22	31000
越南	0	0	0	0	0	0	4	4000	10	11000
合计	2560	14	441	376,313	58	60,484	152	167,401	337	382,825

数据来源：世界核能协会 (WNA) 安信证券研究中心

附注：规划机组已批准且建设资金已经到位，拟建机组仍然未获得资金和/或批准

表 4: 世界各国核电电量占比

	核电比例 (%)										2008 年 核电量 (TWh)	2009 年 核电量 (TWh)	
	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009		
阿根廷	9	7.3	8.2	7.2	8.6	8.2	6.9	6.9	6.2	6.2	7	6.8	7.6
亚美尼亚	36.4	33	34.8	40.5	35.5	38.8	42.7	42	43.5	39.4	45	2.3	2.3
比利时	57.7	55.3	58	57.3	55.5	55.1	55.6	54.4	54.1	53.8	51.7	43.4	45
巴西	1.1	1.4	4.3	4	3.6	3	2.5	3.3	2.8	3.1	3	14	12.2
保加利亚	47.1	45	41.6	47.3	37.7	41.6	44.1	43.6	32.1	32.9	35.9	14.7	14.2
加拿大	12.4	11.8	12.9	12.3	12.5	15	14.6	15.8	14.7	14.8	14.8	88.6	85.3
中国大陆	1.1	1.2	1.1	1.4	2.2	2.3	2.0	1.9	1.9	2.2	1.9	65.3	65.7
中国台湾	25.3	23.6	21.6	22.9	21.5	20.9	20.2	19.5	19.3	17.1	20.7	39.3	39.9
捷克	20.8	26.7	19.8	24.5	31.1	31.2	30.5	31.5	30.3	32.5	33.8	25.0	25.7
芬兰	33.0	30.0	30.6	29.8	27.3	26.6	32.9	28.0	28.9	29.7	32.9	22.0	22.6
法国	75.0	76.4	77.1	78.0	77.7	78.1	78.5	78.1	76.9	76.2	75.2	418.3	391.7
德国	31.2	34.5	30.5	29.9	28.1	32.1	31.0	31.8	25.9	28.3	26.1	140.9	127.7
匈牙利	38.3	40.6	39.1	36.1	32.7	33.8	37.2	37.7	36.8	37.2	43.0	14.0	14.3
印度	2.6	3.1	3.7	3.7	3.3	2.8	2.8	2.6	2.5	2.0	2.2	13.2	14.8
日本	36.0*	33.8	34.3	34.5	25.0	29.3	29.3	30.0	27.5	24.9	28.9	240.5	263.1
哈萨克斯坦	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na
韩国	42.8	40.9	39.3	38.6	40.0	37.9	44.7	38.6	35.3	35.6	34.8	144.3	141.1
立陶宛	73.1	73.7	77.6	80.1	79.9	72.1	69.6	72.3	64.4	72.9	76.2	9.1	10.0
墨西哥	5.2	4.5	3.7	4.1	5.2	5.2	5.0	4.9	4.6	4.0	4.8	9.4	10.1
荷兰	4.0	na	4.2	4.0	4.5	3.8	3.9	3.5	4.1	3.8	3.7	3.9	4.0
巴基斯坦	0.1	1.7	2.9	2.5	2.4	2.4	2.8	2.7	2.3	1.9	2.7	1.7	2.6
罗马利亚	10.7	10.3	10.5	10.3	9.3	10.1	8.6	9.0	13.0	17.5	20.6	7.1	10.8
俄国	14.4	14.9	15.4	16.0	16.5	15.6	15.8	15.9	16.0	16.9	17.8	152.1	152.8
斯洛伐克	47.0	53.4	53.4	65.4	57.3	55.2	56.1	57.2	54.3	56.4	53.5	15.5	13.1
斯洛文尼亚	37.2	37.4	39.0	40.7	40.4	38.8	42.4	40.3	41.6	41.7	37.9	6.0	5.5
南非	7.1	6.7	6.7	5.9	6.0	6.6	5.5	4.4	5.5	5.3	4.8	12.7	11.6
西班牙	31.0	27.8	28.8	25.8	23.6	22.9	19.6	19.8	17.4	18.3	17.5	56.4	50.6
瑞典	46.8	39.0	43.9	45.7	49.6	51.8	46.7	48.0	46.1	42.0	34.7	61.3	50.0
瑞士	36.0	38.2	36.0	39.5	39.7	40.0	32.1	37.4	40.0	39.2	39.5	26.3	26.3
英国	28.9	21.9	22.6	22.4	23.7	19.4	19.9	18.4	15.1	13.5	17.9	52.5	62.9
乌克兰	43.8	45.3	46.0	45.7	45.9	51.1	48.5	47.5	48.1	47.4	48.6	84.3	77.9
美国	19.8	19.8	20.4	20.3	19.9	19.9	19.3	19.4	19.4	19.7	20.2	809.0	796.9
合计												2601	2558

数据来源: 世界核能协会 (WNA) 安信证券研究中心

1.3. 世界核电发展的新趋势

(一) 核电复兴趋势已然确立

目前全球在建、规划和拟建的规模庞大，其装机容量共计 611GW，是运行机组装机容量的 1.62 倍。根据 WNA 预测，即使按照低方案，2030 年的核电装机容量亦将达到 602GW，是现有容量的 1.64 倍，而高方案将达到 3.67 倍。我们认为低方案是相当保守的预测，完成这个目标应该可以实现。

表 5: WNA 核电装机容量预测 (单位: GW)

	2008	2030		2060		2100	
		低方案	高方案	低方案	高方案	低方案	高方案
现有的核国家	367	559	1087	951	2939	1729	9137
计划进军核电的国家	0	30	123	78	300	126	910
潜在进入核电的国家	0	13	140	111	429	207	999
全球合计	367	602	1350	1140	3688	2062	11046

数据来源: 世界核能协会 (WNA) 安信证券研究中心

(二) 垄断与合作加剧

目前，全球核电产业出现了垄断加剧的现象，主要核能公司通过兼并联合进行优势互补，一方面是由于在前期核电市场十分低迷的背景下，各主要核电供应商通过资产重组、兼并收购增强竞争力；另一方面各主要核电供应商开始强强联合，最大限度地发挥联合财团的整体竞争力，减少各自所承担的风险并借机进一步开拓业务领域。

同时主要核能公司在科研上也增强了相互合作，核能工业在全球范围内合理安排科研、制造、试验、生产与后处理等全过程产业链的趋势将更加明显。例如GE、东芝、日立联合开发出新一代核电改进型沸水堆（AB-WR）；日本5家电力公司、三菱重工和美国西屋公司联合研发改进型压水堆（APWR）；由法马通公司与德国西门子公司合作开发出欧洲最先进的压水堆（EPR）；由西屋公司、国内外工业界、能源部下属机构组成的精英团队采取自带“粮票”的集资方式所研发的AP600；美、法、日、英和加就新一代核电技术即“第四代”核系统的长期研发合作计划签订了协议。

（三）研发新一代核电

按照国际上广泛接受的观点，已有的核能系统分为3代：20世纪50年代末-60年代初世界上建造的第一批原型核电厂；20世纪60年代至70年代世界上大批建造的单机容量在600-1400MW标准型核电厂，它们是目前世界上正在运行的441座核电机组的主体；第三代为改进型设计，如ABWR、System80+，另有几个型号设计改进步骤更大一些，如AP600/1000和PBMR成为三代+，这类堆型在美国没有建设。

目前国际核电发展的主流意见是：近期（2035年之前）部署已经基本完成或在2010年前能够完成商业研发的新一代核电反应堆，主要是第三代先进清水堆和高温气冷堆，主要堆型包括AP1000、EPR、ABWR、ESBWR、SWR、GT-MHR和PBMR，以及加拿大AECL研发的先进重水堆ACR-1000。

表 6：近期可供选择的新一代堆型（第三代）

堆型	供应商	特点
ABWR	GE	1350MW，沸水堆，美国核管会认证，已在日本运行
SWR	AREVA	1013MW，沸水堆，满足欧洲设计要求
ESBWR	GE	1380MW，沸水堆，非能动安全，正在进行商业规模研发
EPR	AREVA	1600MW，压水堆，设计满足欧洲要求，芬兰已开建
AP1000	西屋	1090MW，压水堆，非能动安全，美国核管会认证
IRIS	西屋	100-300MW，一体化压水堆，正在商业规模开发
PBMR	ESKOM	110MW，包覆颗粒燃料球床模块化，氦气直接循环，为南非建商业开发
GT-MHR	GA	288MW，包覆颗粒燃料棱柱模块化，氦气直接循环，正研发在俄罗斯建造
ACR-1000	AECL	1165MW，压力管轻水冷却，低富集度UO ₂ ，满足加拿大及国际核电选址

资料来源：新型核能技术-概念、应用与前景 安信证券研究中心

面向长期（2035年之后）核电市场，需要发展新型核电技术，包括快中子增殖堆，如美国能源部主导的第四代核能推荐的气冷快堆（GCFR）、钠快冷堆（SFR）、铅快冷堆（LFR）、快中子超临界水冷堆等。第四代核能系统必须满足：总的电力生产成本低于每度电3美分；初始投资每千瓦小于1000美元；建设期小于3年；堆芯融化概率低于6-10/（堆·年）；在事故条件下无厂外释放，不需厂外应急。这是核能安全的一个革命性改进，其含义是无论核电站发生什么事故，都不会造成厂外公众的损害。

从更长期的角度来看，未来核电的发展方向是受控核聚变堆。

表 7：几种选定的第四代反应堆

堆型	缩写	能谱	燃料循环
气冷快堆系统	GFR	快	闭式
铅合金冷却堆系统	LFR	快	闭式
熔盐堆系统	MSR	热	闭式
钠快冷堆系统	SFR	快	一次
超临界水冷堆系统	SCWR	热和快	一次/闭式
超常高温堆系统	VHTR	热	闭式

资料来源：新型核能技术-概念、应用与前景 安信证券研究中心

表 8：核电站代别划分和发展

	第一代	第二代	第三代	第三代 +	第四代
时间	1970 年前投入运行	1970 年 - 1995 年投入运行	预计在 2010 - 2015 年开始投入运行		预计 2030 年投入工业运行
早期原型反应堆：	Shippingport; Dresden; Fermi	LWR - PWR; BWR; CANDU; WWER; RBMK	先进轻水反应堆： ABWR; System80+; AP600; EPR	第一至第三代革新设计，提高经济性，如：经济性，如：放射性物质、核不扩散限制等	高安全性、经济性、可靠性；少
核电站类型	I ; Magnox				

资料来源：世界核电复兴的里程碑 安信证券研究中心

1.4. 世界核能复兴的原因

20世纪80年代核能走向低谷的原因在于公众对安全性的过分担心和经济性优势的丧失：20世纪80年代主要发达国家经济发展缓慢，用电需求下降，全球大宗能源价格下降，导致核电的需求和竞争力下滑；三哩岛和切尔诺贝利核电厂事故一方面导致公众对核电站的安全和核废料的处理过度担忧，另一方面建设商加大对安全措施的投入使投资和建设年限增加，导致核电成本大幅上涨。

进入新世纪以来，世界核电能够复兴的原因在于安全性的提高、经济性和清洁性优势的体现。

(一) 安全性的提高

核电的安全性主要体现在核电站自身的安全性和核废料处理的安全性两个方面。核电站事故绝大多数是常规设备故障引起的。经过几十年的探索与实践，人们已经掌握了丰富的核电站运营经验，而且通过完善设计，使得核电站的安全性大大提高。核废料尤其是高放废料的处置方面的国际合作加强，制定了国际安全标准。

安全技术的快速发展，致使公众对核电的过度担忧开始下降，核电发展的最大阻碍消除了。

(二) 经济性优势

(1) 随着煤炭、石油、天然气等大宗能源价格的不断上涨，核电的成本优势开始体现，根据世界核能协会资料显示，目前核电单位发电成本明显低于煤电；(2) 由于核电成本中，燃料成本比例较低，仅有10-20%，且在燃料成本中，铀矿的成本比重不到一半，因此即使铀矿的价格波动较大，对核电的成本影响亦较小。

表 9：OECD统计的发电成本比较（单位：美分/千瓦时）

	核电	煤电	煤电（碳捕捉）	燃气联合循环	陆上风电
比利时	6.1	8.2	-	9	9.6
捷克	7	8.5-9.4	8.8-9.3	9.2	14.6
法国	5.6	-	-	-	9
德国	5	7.0-7.9	6.8-8.5	8.5	10.6
匈牙利	8.2	-	-	-	-
日本	5	8.8	-	10.5	-
韩国	2.9-3.3	6.6-6.8	-	9.1	-
荷兰	6.3	8.2	-	7.8	8.6
斯洛伐克	6.3	12	-	-	-
瑞士	5.5-7.8	-	-	9.4	16.3
美国	4.9	7.2-7.5	6.8	7.7	4.8
中国	3.0-3.6	5.5	-	4.9	5.1-8.9
俄罗斯	4.3	7.5	8.7	7.1	6.3
美国电科院	4.8	7.2	-	7.9	6.2
欧电联	6	6.3-7.4	7.5	8.6	11.3

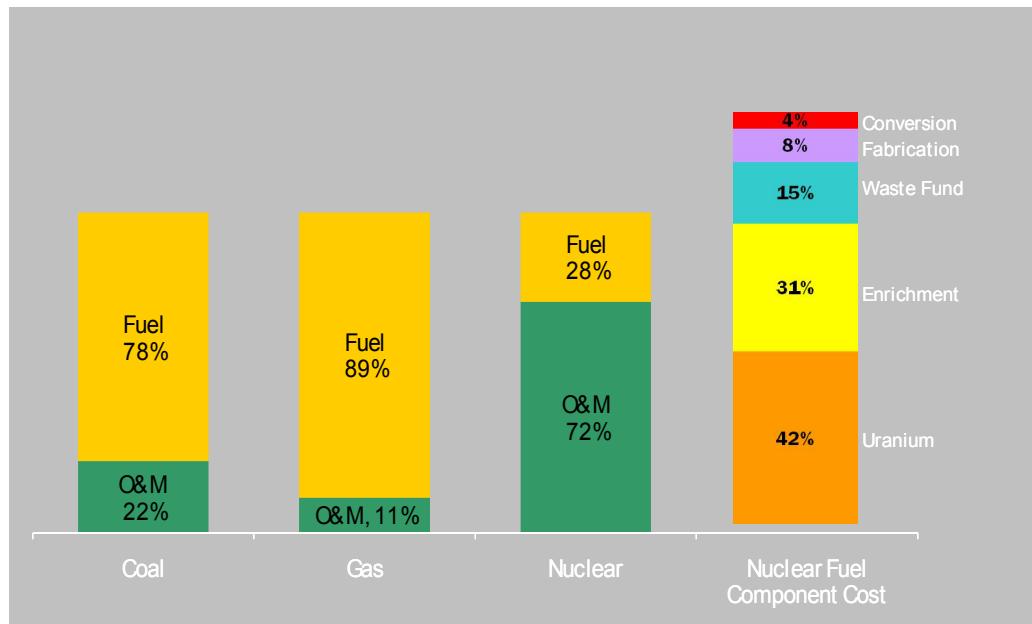
数据来源：世界核能协会 (WNA) 安信证券研究中心

表 10：美国各种方式发电直接成本比较（单位：美分/千瓦时）

	运行和维护成本				燃料成本				直接成本合计			
	煤	气	核	油	煤	气	核	油	煤	气	核	油
1995	0.61	0.71	1.89	1.64	1.96	3.02	0.80	4.20	2.56	3.73	2.69	5.83
1996	0.54	0.70	1.80	1.36	1.88	3.86	0.72	4.57	2.41	4.56	2.52	5.93
1997	0.52	0.67	1.93	1.16	1.81	3.95	0.71	4.17	2.33	4.62	2.64	5.33
1998	0.55	0.61	1.75	0.72	1.73	3.44	0.70	3.03	2.28	4.04	2.45	3.75
1999	0.52	0.51	1.57	1.02	1.67	3.86	0.64	3.47	2.20	4.37	2.21	4.50
2000	0.51	0.57	1.56	0.80	1.63	6.67	0.60	5.69	2.15	7.24	2.16	6.48
2001	0.54	0.64	1.48	0.82	1.66	6.66	0.56	5.17	2.20	7.30	2.05	5.99
2002	0.55	0.62	1.49	0.93	1.63	4.01	0.53	4.78	2.18	4.63	2.01	5.71
2003	0.55	0.66	1.44	1.09	1.60	5.72	0.53	5.77	2.15	6.37	1.98	6.86
2004	0.57	0.55	1.41	0.98	1.66	5.85	0.53	5.54	2.23	6.40	1.93	6.52
2005	0.57	0.53	1.38	0.97	1.85	7.47	0.49	7.97	2.42	7.99	1.87	8.94
2006	0.59	0.54	1.42	1.38	1.93	6.37	0.49	8.93	2.52	6.91	1.90	10.31
2007	0.60	0.52	1.39	1.45	1.96	6.16	0.50	9.33	2.57	6.68	1.89	10.78
2008	0.60	0.53	1.46	1.94	2.20	7.27	0.51	15.69	2.80	7.80	1.96	17.63
2009	0.67	0.56	1.46	2.55	2.30	4.44	0.57	9.82	2.97	5.00	2.03	12.37

数据来源：NEI 安信证券研究中心

图 3：2009 年美国燃料成本在直接成本中的占比

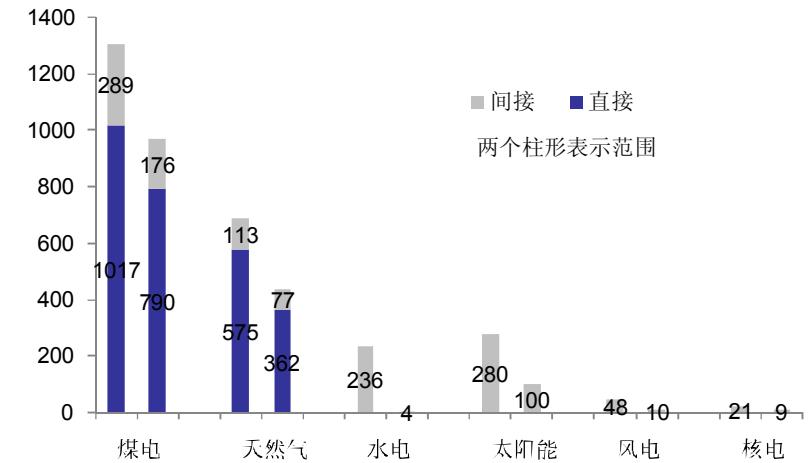


数据来源：NEI 安信证券研究中心

(三) 清洁性

由于过度以来化石能源，导致环境问题日趋严重。随着人类对环境问题日趋重视，核电清洁性的优势得到逐步体现，因此大量国家把发展核电作为实行碳减排的有效手段。

图 4：主要发电方式年直接和间接碳排放对比（单位：g/Kwh CO2）



数据来源：世界核能协会 (WNA) 安信证券研究中心

表 11：由于核电带来的美国温室气体减排量 (1995-2009)

	SO ₂ (百万短吨)	NO _x (百万短吨)	CO ₂ (百万公吨)
1995	4.19	2.03	670.60
1996	4.16	1.89	645.30
1997	3.97	1.76	602.40
1998	4.08	1.76	646.40
1999	4.13	1.73	685.30
2000	3.60	1.54	677.20
2001	3.41	1.43	664.00
2002	3.38	1.39	694.80
2003	3.36	1.24	679.80
2004	3.43	1.12	696.60
2005	3.32	1.05	681.92
2006	3.12	0.99	681.18
2007	3.04	0.98	692.71
2008	2.65	0.91	688.72
2009	1.99	0.56	647.22
合计	51.82	20.39	10,054.16

数据来源：NEI 安信证券研究中心

2. 中国核电的发展状况

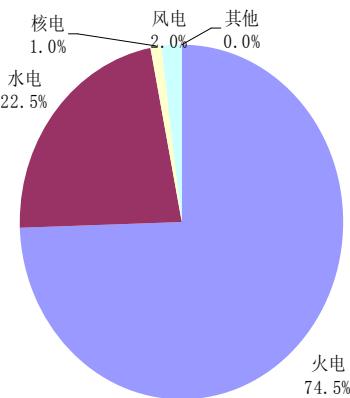
2.1. 中国核电的发展现状

中国的民用核工业起步于 20 世纪 80 年代，从 1991 年 12 月秦山核电站一期的并网发电开始，经过“十五”规划期间的大规模建设，逐步掌握了核电站设计、制造、施工技术，实现了设计的自主化和设备的国产化。到现在为止已经具备了生产 30 万、60 万和 100 万千瓦级压水堆核电站燃料组件的能力，也掌握了一些具有自主知识产权的核电技术，如 CNP600、CNP1000、CPR1000。目前正在采用“以市场换技术”的策略引进国外先进的第三代核电技术，并计划在引进消化吸收的基础上形成具有自主知识产权的 CAP1400。

虽然我国已经初步建立了完整的核电产业，但核电装机容量仅为全部装机容量的 1%，核电发电量占全部发电量的比例不到 2%，与主要发达国家和全球平均水平相比，差距甚远，未来发展的空间十分广阔。

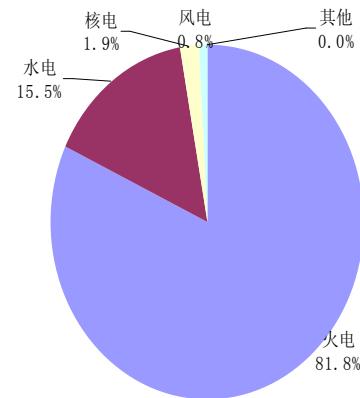
行业深度分析

图 5: 2009 年中国电力装机容量构成比例



数据来源: CEIC、安信证券研究中心

2009 年中国发电量构成比例



数据来源: CEIC、安信证券研究中心

2.1.1. 核电开始进入腾飞阶段

将我国核电工业的发展阶段进行划分,可分为起步、腾飞和持续发展三个阶段:在 2000 年前为起步阶段,从 1991 年首座核电站的并网发电开始,掌握了核电站设计、制造、施工技术,实现了设计自主化和设备国产化,形成了完整的核电工业体系;2000—2020 年为腾飞阶段,我国的核电装机容量快速增加,核电设备已经进入小批量生产,并具备了生产 30 万、60 万和 100 万千瓦级压水堆核电站燃料组件的能力;2020—2050 年为持续发展阶段。

(一) 已建成运营核电站

目前中国内地一共有 4 座核电站 11 台机组运行,总计装机容量 908 万千瓦(见表 12)。

表 12: 截止 2009 年底中国已投产项目一览 (单位: 万千瓦)

项目名称	地区	机组	装机容量	开工时间	投运时间	所用技术	控股公司
秦山一期	浙江	1×31	31	1985.3	1991.4	CNP300	中核
秦山二期	浙江	2×65	130	1996.6	2002.4/2004.3	CNP600	中核
秦山三期	浙江	2×70	140	1998.6	2002.12/2003.11	Candu6	中核
大亚湾	广东	2×98.4	197	1987.8	1994.2/1994.5	M310	中广核
岭澳一期	广东	2×99	198	1997.5	2002.5/2003.1	M310	中广核
田湾	江苏	2×106	212	1999.1	2007.5/2007.8	AES-91	中核
合计			908				

数据来源: 安信证券研究中心

(二) 在建核电工程

2007 年 10 月发改委发布了《核电中长期发展规划 (2005—2020 年)》,其中将此前的核电战略由“适度发展”明确转为“积极发展”。金融危机爆发后,国家出台四万亿的经济刺激计划,其中有很大比例投向了基础设施建设,核电站的建设也迅速开展起来,形成了现在约 3500 万千瓦的在建规模。

表 13: 截止 2009 年底中国在建工程一览 (单位: 万千瓦)

项目名称	地区	机组	装机容量	开工时间	计划投运时间	所用技术	控股公司
岭澳二期	广东	2×108	216	2006.5	2010-2011	CPR1000	中广核
泰山二期扩建	浙江	2×65	130	2006.4	2011-2012	CNP600	中核
红沿河	辽宁	4×111	444	2007.8	2012-2014	CPR1000	中广核
宁德	福建	4×108	432	2008.2	2012-2015	CPR1000	中广核
福清	福建	2×108	216	2008.11	2013-2014-	CPR1000	中核
方家山	浙江	2×108	216	2008.12	2013-2014.	CPR1000	中核
阳江	广东	6×108	654	2008.12	2013-2017	CPR1000	中广核
三门	浙江	2×125	250	2009.3	2013-2014	AP1000	中核
海阳	山东	2×125	250	2009.9	2014-2015	AP1000	中电投
台山	广东	2×175	350	2009.10	2014-2015	EPR	中广核
昌江	海南	2×65	130	2010.4	2014-2015	CNP600	中核
石岛湾气冷堆	山东	1×20	20	2010	2013	HTR-PM	华能
防城港	广西	2×108	216	2010.7	2015-2016	CPR1000	中广核
合计			3524				

数据来源：安信证券研究中心

(三) 规划和提议工程

鉴于核电的优势，加上其能够带动巨大的投资、创造大量的工作岗位以及带来不菲的税收，超过 16 个省市自治区都向发改委申报了核电项目，希望能在“十二五”规划期间开工建设核电站，因此形成了巨大的选址储备。地方提出公布的核电项目规划数目十分庞大（见表 14、15）。

表 14: 中国规划中项目一览 (单位: 万千瓦)

项目名称	地区	装机容量	拟开工时间	计划投运时间	拟采用技术	控股公司
福清#3-6	福建	4×108	432		CPR1000	中核
田湾#3-4	江苏	2×106	212	2010.10	AES91	中核
红石顶	山东	2×108	216	2015	CPR1000	中核
宁德#5-6	福建	2×108	432		CPR1000	中广核
咸宁大畈	湖北	2×125	250	2010-2011	AP1000	中广核
小墨山	湖南	2×125	250	2010	AP1000	中电投
桃花江	湖南	4×125	500	2010.9	AP1000	中核
彭泽	江西	2×125	250	2010	AP1000	中电投
海阳#3-4	山东	2×125	250	2010?	AP1000	中电投
田湾#5-6	江苏	2×120	240	2010.10	VVER-1200	中核
芜湖	安徽	2×125	250	2011.12	AP1000	中广核
石岛湾压水堆	山东	2×125	250	2013	CAP1400	华能
三明	福建	2×100	200	2013	BN-800	中核
徐大堡	辽宁	2×125	250		AP1000	中核
合计		3982				

数据来源：安信证券研究中心

表 15：提议核电项目一览

黑龙江佳木斯核电	湖南湘潭核电	江苏第二核电厂（连云港东陬山）
吉林靖宇核电	湖南衡阳核电	陕西核电
辽宁东港核电	江西烟家山核电站	中核甘肃核电
辽宁兴城核电	华能江西鹰潭核电	大唐甘肃核电
河北秦皇岛核电	江西大唐国际核电	广东云浮核电
河南南阳核电	安徽吉阳核电	广东陆丰核电
四川南充三坝核电	福建三明核电站二期	广东海丰核电站
大唐国际重庆核电	福建漳州核电	广东揭阳惠来乌屿核电厂
重庆涪陵核电	福建华电龙岩核电	广东韶关核电
湖北松滋核电	浙江龙游核电站	广东肇庆核电站
湖南株洲核电	浙江苍南核电站	广西桂东核电站

数据来源：安信证券研究中心

2.1.2. 核电的发展目标

与世界核电的发展趋势类似，在能源需求和碳减排的巨大压力背景下，中国核电的装机容量目标一直在变动，准确的说应当是在不断上调。

表 16：不同时间提出的中国核电装机容量目标

提出时间	规划情况
<i>2020 年规划</i>	
2007 年 10 月	国家发改委发布的《核电中长期发展规划》中提出到 2020 年要建成 4000 万千瓦（占全部发电装机容量计划 100000 万千瓦的 4%）、在建 1800 万千瓦的核电规模。
2008 年 3 月	新成立的国家能源局表示 2020 年核电装机容量至少占全部装机容量的 5%，据此推算 2020 年的核电装机容量至少为 5000 万千瓦。
2008 年 6 月	中电联预计到 2020 年核电装机容量为 6000 万千瓦左右。
2009 年 7 月	据报道，国务院正考虑将 2020 年核电装机容量规划提高到建成 8600 万千瓦、在建 1800 万千瓦的规模
<i>2030 年规划</i>	
2007 年 3 月	国家发改委表示到 2030 年我国核电的装机容量将达到 1.6 亿千瓦
2010 年 4 月	中国核能协会预计 2030 年的装机容量为 2 亿千瓦

资料来源：安信证券研究中心

此外，根据世界核能协会（WNA）的预计，2020 年包括建成、在建和规划中的中国核电的装机容量将达到 1.35 亿千瓦。发改委正在审核《新兴能源产业发展规划》，预计会配合“十二五”规划出台。当前市场普遍预期 2020 年的装机容量目标在 8000 万千瓦左右，远期 2030 和 2050 年目标分别为 2 亿和 4 亿千瓦左右。由于核电建设的变数比较大，确切数据难以估计，但我们认为 2020 年 8000 万千瓦应该可以达到的（目前运行 + 在建 + 规划的容量已经超过 8000 万千瓦）。

需要注意的是，因为核电的建设周期都在 5 年左右，2020 年需要建成的规模需在 2015 年之前开工。因此，我们预计未来 5 年内（包括今年下半年）我国将新开工核电机组的装机容量应该会在 4000 万千瓦以上。

2.2. 中国发展核电的必要性

2.2.1. 有利于保障国家能源安全

一次能源的多元化，是国家能源安全战略的重要保证。实践证明，核能是一种安全、清洁、可靠的能源。我国人均能源资源占有量较低，分布也不均匀，为保证我国能源的长期稳定供应，核能将成为必不可少的替代能源。发展核电可改善我国的能源供应结构，有利于保障国家能源安全和经济安全。

（一）电力需要新的基荷能源资源

经济的发展需要稳定的电力供应，特别是基荷部分必须保证充足可靠的供应。我国电力基荷主要由煤电承担，所引起的环境污染严重，亦带来极大的运输压力。水电虽然在我国的电力生产中占着 1/4 左右的比例，但水电生产受天气影响，供应不稳定。天然气是一种宝贵的化工资源，我国的储量不大，只可能建设少量天然气发电站用于调峰或发展小型分布式天然气联产项目实现天然气的综合高效利用。而核电电力供应稳定，年运行时间长，约为 7000 小时以上，适合承担电力的基础负荷。从我国的实际资源情况和建设成本角度出发，在未来的几十年内，核电将成为唯一最有可能大规模替代煤炭的清洁能源，且主要作为基荷替代煤电。

（二）区域能源分布不平衡

我国区域能源分布很不均衡，煤和水电主要集中在西部，新增的油气资源也主要在西部。而经济发达地区主要集中在东部。能源分布的不平衡要求每年西部向东部输送大量的能源，目前主要是通过铁路、公路、管道、电网等进行输送。这不仅占用了大量的建设资金和交通资源，也增加能源使用成本，同时长距离输送带来了极大的安全隐患，因此需要在能源短缺的东部和中部地区建设核电，以满足当地的能源需求和能源供应安全。

（三）国家能源安全的需要

随着石油对外依存度的逐年增加和快速增长的能源需求，能源安全已经引起了人们的高度关注。发展核电不仅能够有效地缓解电力紧张，还可以充分利用核能余热进行石油替代产品的生产，如煤液化、气化，生物柴油、乙醇的生产等。我国大规模发展核电可以充分利用国际上廉价稳定的铀资源。核燃料能量密度大，体积小，可以进行大量的能源储备，用于应付可能出现的能源安全问题。

2.2.2. 有利于调整能源结构，改善大气环境

我国一次能源以煤炭为主，长期以来，煤电发电量占总发电量的 80%以上。大量发展燃煤电厂给煤炭生产、交通运输和环境保护带来巨大压力。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，全国的大气状况不容乐观。中国政府已经向全世界承诺“2020 年单位国内生产总值（GDP）二氧化碳排放比 2005 年下降 40% 至 45%”，因此为了完成碳减排的目标，需要发展新的清洁能源。

核电是一种技术成熟的清洁能源。与火电相比，核电不排放二氧化硫、烟尘、氮氧化物和二氧化碳。以核电替代部分煤电，不但可以减少煤炭的开采、运输和燃烧总量，而且是电力工业减排污染物的有效途径，也是减缓地球温室效应的重要措施。

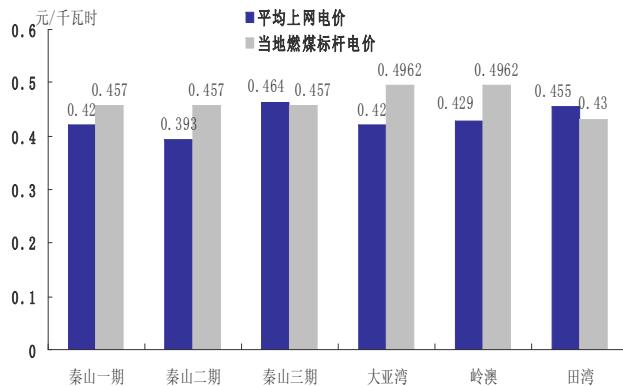
2.2.3. 有利于平抑能源价格

（1）核电上网电价初具竞争力：目前我国运行的核电机组分布在广东、浙江和江苏，广东核电的价格明显低于当地燃煤标杆电价，而浙江和江苏的核电价格与当地燃煤标杆电价互有高低，基本相当，总的说来与沿海地区的燃煤电厂相比，核电价格已经初步具有了竞争力；（2）核电成本稳定：考虑到核电的总成本费用构成中，燃料成本比例仅为 10% 左右（大约 0.02 元/千瓦时），因此核电的发电成本较为稳定，核电比例的提高有助于平抑电力价格；（3）未来核电成本有较大下降空间：目前，采用具有自主知识产权的 CNP600 和 CPR1000 技术的核电机组单位造价基本在 10000-13000 元/千瓦之间，而采用引进技术的 EPR 和 AP1000 的单位造价在 14000-18000 元/千瓦之间，今后随着国产化率的逐步提高，单位造价有望降低到 10000 元/千瓦左右，这将使核电的单位电量总成本下降到 0.18 元以下，因此未来核电的价格优势将十分突出。

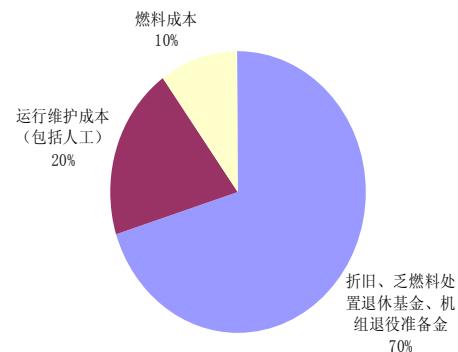
行业深度分析

图 6: 核电上网电价与燃煤标杆电价对比

中国核电的成本费用大致构成



数据来源：安信证券研究中心整理



数据来源：安信证券研究中心整理

表 17: 运营和在建核电站的单位造价

地区	机组	装机容量 (万千瓦)	所用技术	总投资 (亿元)	单位投资 (元/千瓦)
秦山一期	浙江	1×31	CNP300	\$2.05	\$661
秦山二期	浙江	2×65	CNP600	\$20.1	\$1,546
秦山三期	浙江	2×70	Candu6	\$28.8	\$2,057
大亚湾	广东	2×98.4	M310	\$40.7	\$2,066
岭澳一期	广东	2×99	M310	\$34.9	\$1,763
田湾	江苏	2×106	AES-91	\$32.3	\$1,524
岭澳二期	广东	2×108	CPR1000	¥ 285	¥ 13,203
秦山二期扩建	浙江	2×65	CNP600	¥ 158	¥ 12,152
红沿河	辽宁	4×111	CPR1000	¥ 493	¥ 11,094
宁德	福建	4×108	CPR1000	¥ 495	¥ 11,468
福清	福建	2×108	CPR1000	¥ 270	¥ 12,500
方家山	浙江	2×108	CPR1000	¥ 260	¥ 12,033
阳江	广东	6×108	CPR1000	¥ 696	¥ 10,636
三门	浙江	2×125	AP1000	¥ 450	¥ 18,000
海阳	山东	2×125	AP1000	¥ 401	¥ 16,032
台山	广东	2×175	EPR	¥ 502	¥ 14,349
昌江	海南	2×65	CNP600	¥ 196	¥ 15,058
石岛湾气冷堆	山东	1×20	HTR-PM	¥ 33	¥ 16,250
防城港	广西	2×108	CPR1000	¥ 256	¥ 11,852

数据来源：安信证券研究中心整理

2.2.4. 有利于提高装备制造业水平，促进科技进步

核电工业属于高技术产业，其中核电设备设计与制造的技术含量高，质量要求严，产业关联度很高，涉及上下游几十个行业。加快核电自主化建设，有利于推广应用高新技术，促进技术创新，对提高我国制造业整体工艺、材料和加工水平将发挥重要作用。

2.3. 技术路径的探讨

与世界上大多数国家一样，中国核能发展采取“三步走”的方针，即从热中子反应堆，到快中子增殖堆，再到受控核聚变堆。当前一个时期以发展热堆为主，同时继续开展快中子增殖堆和受控核聚变的技术研究和跟踪。

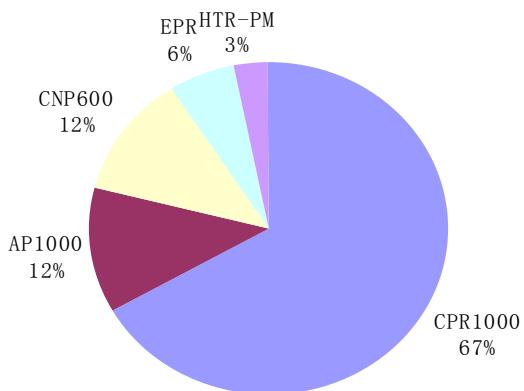
在热堆阶段，我国又采取分两步发展的原则：第一步就是近期内，改进完善第二代核电站，并发展升级延寿技术即“二代半技术”，把“二代半技术”核电站（CPR-1000）作为 2020 年前的主力堆型之一；第二步是在跟踪国际先进水平的同时，积极参与国际合作，开发更经济、更安全的第三代核电机组。第三代核电机组的研究开发，仍宜坚

持以我为主、中外合作的方针。在引进 AP1000 技术，建造我国核电自主化依托项目的同时，积极支持研发第三代自主型号，完成大型先进压水堆示范工程重大专项，以作为 2020 年后我国核电建设的主力机型。

2.3.1. 当前核电站采用的主要技术类型

目前我国已建成和在建的项目采用的技术种类繁多，分别有 CNP300、M310、CNP600、AES91、Candu6、CPR1000、AP1000、EPR 和中国试验快堆以及球床高温气冷堆等技术类型。当前在建的 33 台机组里面，采用 CPR1000 的为 22 台，占 67%，具有绝对的优势；采用 AP1000 的有 4 台，占 12%；CNP600 机组 4 台、EPR 机组 2 台以及高温气冷堆示范机组 1 台。

图 7：采用不同技术在建核电机组比例



数据来源：安信证券研究中心整理

(一) CNP 系列

CNP 系列包括了 CNP300、CNP600 以及原计划的 CNP1000，是中核从 1990 年代早期开始与西屋和法玛通（现在的阿海珐）合作研发的中国自己的技术标准。CNP1000 是中核之前打算大力发展的具有自主知识产权的三环路压水堆技术标准，是以泰山 CNP600 为蓝本的升级版本，但在 04 年的本土与进口技术之争中不敌国核的引进国外技术策略。原本方家山核电站准备采用 CNP1000 进行建设，最终还是采用了中广核的 CPR1000。07 年之后，关于 CNP1000 的发展再也没有下文。但采用 CNP600 的两台机组今年 4 月在海南昌江开工，另外在建的泰山二期扩建项目也采用的该标准，但新规划和提议的核电站中也没有准备采用该技术的，因此 CNP 系列在国内的建设几乎可以认为已经终止了。但中核已经向巴基斯坦的恰希玛核电站出口了 CNP-300，该核电站的二期工程采用的仍是该技术。此外，中核还在寻求向白俄罗斯以及非洲国家出口 CNP300。

(二) AES-91 (VVER-1000)

VVER-1000 是俄罗斯的技术，田湾核电站一期工程采用的是该技术。田湾 3 号和 4 号机组仍将继续采用，而规划中的 5 号 6 号可能采用 VVER-1200。因为价格谈判的问题，田湾 3 号和 4 号机组的建设时间有所延后，最终确定俄方提供包括反应堆、蒸汽发生器、压力容器、主管道等在内的核岛部分（约 30%），而中方负责其他部分（约 70%）。VVER-1000 的使用可能也仅仅会局限在田湾机组上，规划中的田湾 5 号和 6 号机组计划采用 VVER-1200，而现在规划中的其他核电站都没有采用该标准的意向，未来的发展空间也十分有限。

(三) Candu

Candu 是加拿大的技术，泰山三期的两台机组采用了该技术，加方低于预算建成，并估计继续建造还会减少 25% 的成本。在 2005 年 9 月，中核曾和加拿大 AECL 签署 Candu-6 的开发协议，但随后改为 AECL 新开发的 ACR 技术，而后者也没有更进一步的消息。因此可以认为 Candu-6 技术也将在中国核电建设采用的主流技术之外。

(四) CPR1000——具有自主知识产权的二代加技术

CPR1000 基于法国法玛通 M310 技术，没有大的改动，被称作“改进型中国压水堆”，是所谓的“二代半”或者“二代加”技术，是在建机组采用的最多的技术。其主要设备国内已经国产化完毕，东方电气能够制造核岛和常规岛的大部设备。但是广核仅仅具有部分知识产权，在国内的建设没有问题，但如果要出口该技术的话，需要阿海珐逐个项目的批准。

(五) EPR

EPR 是法国阿海珐开发的第三代技术，也同时满足 URD 和 EUR 的要求和条件。在建的广东台山核电站采用的即是该技术，单台机组发电功率达到 175 万千瓦，是中国目前为止功率最大的机组。2007 年法国电力公司和中广核签订的合作协议决定在广东阳江建设 EPR 机组，后来因为种种原因改在了广东台山进行建设。EPR 采用了冗余安全系统设计导致更加复杂的系统和昂贵的费用，因此中广核与法国电力公司 EDF 签订的合同里并没有技术转让的条款，而我们看到现在规划中的核电站也没有采用该技术的意向。

(六) AP1000——未来的主流技术

AP1000 是现有的最安全、最先进的商业核电技术，具有理想的基本发电负荷容量、模块化设计、更少的零部件和系统以及最先进的仪表和控制系统，符合美国核电用户要求文件 (URD) 和欧洲核电用户要求文件 (EUR) 的要求和条件。中国浙江三门核电站 1 号机组为世界上首台开工建设的 AP1000 核电站，在建的三门 2 号机组以及山东海阳核电的两台机组都是采用的 AP1000 技术。AP1000 采用模块化设计和建造技术。单台机组有 5 种类型的 149 个结构模块和 4 种类型的 198 个机械模块，这些模块大约占到整个工程的 1/3。模块化的设计和施工能够减少现场施工量、缩短建设周期，同时也能够减少用材。

表 18: AP1000 建造工程量减少程度比较

	1000MW 级参考 PWR 电站	AP1000	减少比例
安全阀/台	2844	1400	51%
泵/台	280	180	36%
核级管道/m	33528	5800	83%
电缆/10-6m	2.774	0.3658	87%
抗震级建筑物容积/10-5m ³	3.596	1.586	56%

资料来源：世界核电复兴的里程碑 安信证券研究中心

此外，AP1000 采用了非能动的安全系统，提高了电站运营的安全性。所谓非能动安全系统是指在紧急情况下，系统利用物质的重力、惯性以及流体的对流、扩散、蒸发、冷凝等物理特性，能及时冷却反应堆厂房并带走反应堆产生的余热，而不需要泵、交流电源、柴油机等需要外界动力驱动。这种系统可长期保持核电站安全，提高了安全壳的可靠性。

国核与西屋签订了 AP1000 的技术转让合同，设定了 AP1000 国产化的进程安排，制定了《AP1000 设备国产化实施方案》，以解决我国核电发展中关键设备制造长期受制于人的突出问题为着力点，希望通过引进技术的消化吸收以及依托工程四台机组的制造，全面掌握 AP1000 设备的设计和制造技术。预计在建的四台机组建设完成之后，AP1000 的综合国产化率将达到 50%。

不出意外的话，在国产化比率不断提高、建造技术越发成熟、规模效应逐渐体现，AP1000 机组的建设在未来 10 年内将会逐步成为主流。

(七) CAP1400(之后的 CAP1700)

CAP1000 在某种意义上来说还是一个概念，是国核与西屋公司合作由上海核工业工程技术研究设计院承担的基于 AP1000 技术基础上的再改进技术，将会有更高的功率，约 1400 万千瓦，这个技术被称为 CAP1400。第一台 CAP1400 的核电机组有可能于 2013 年在山东石岛湾（现在在建的 HTR-PM 项目所在地）建设。

(八) 快中子反应堆(FNR)

快中子反应堆利用快中子进行链式核反应，不使用慢化剂，简称快堆。从 1950 年代开始到现在已有 20 座左右的使用金属冷却的快中子反应堆在运行，其中一些已经商业化供电，已经积累了大概 300 堆·年的运行经验。快堆对于铀的利用效率至少比一般的压水堆要高出 60 倍。快堆使用的冷却剂一般有两种：液态金属钠和氦气，中国实验快堆使用的是钠作为冷却剂。

快堆最大的特点在于能够有效提高燃料利用率、实现燃料的增殖。快中子堆具有高的反应堆转换比，现在的轻水堆仅有 2%，重水堆 3-4%，而以铀-235 作燃料、铀-238 为再生材料，转换比为 1.2；而以钚-239 作燃料、铀-238 为再生材料，转换比为 1.5，转换比大于 1 就实现了核燃料的增殖。快中子堆的上述优点对于铀贫乏的中国来说可能具有较大的吸引力。媒体报道，北京的中国实验快堆（CEFR）在今年 7 月 21 日实现首次临界，由于该项目是与俄罗斯的合作项目，中国至少已经掌握了快堆的部分技术。

在 2009 年 10 月份，中俄签订了一个较高层次的合作协议，中国可能在完全掌握相关技术之前在俄罗斯的帮助下建立首个快堆核电站，初步规划的地点是 2013 年在福建省的三明市开工建设两台 88 万千瓦的 BN-800 机组，预计 2019 年开始运营。该机组如果能如期完工，未来可能会考虑进行规模建设，毕竟中国铀资源十分贫乏、核燃料供应的对外依存度比较高。但由于相关的技术掌握情况及商用快堆实际运行资料无法得到，我们不能判断快堆核电站近期的建设进度。

(九) 高温气冷堆

高温气冷堆核电厂是以氦气或二氧化碳作为冷却剂、石墨作为慢化剂的石墨慢化气冷反应堆。世界上的第一座核电站就是天然铀石墨慢化轻水堆，但切尔诺贝利事故之后，该堆型不再建造。石墨慢化气冷堆发展经历了三个阶段，前两代已经淘汰，现在正在运行以及开发的是石墨慢化高温气冷堆（HTGR）。

模块式高温气冷堆核电站具有安全性高、系统简单、发电效率高，用途广泛，具备潜在经济竞争性，在国际上受到广泛重视，是能够适应未来能源市场需要的第四代先进核反应堆堆型之一。多个国家都在开发相关技术，而由中国清华大学负责研究的这方面技术能力已经领先于其他国家，目前处于世界领先水平。

据世界核能组织称，由华能集团和清华大学合作研发的中国球床模块式高温气冷堆 HTR-PM 有望第一个投入商业运营。石岛湾示范工程采用的就是该堆型，每台机组电功率为 210MWe，将会建设一座包含 $3 \times 6 = 18$ 台共 3800MWe 容量的高温气冷堆核电站。

这个技术有望采用钍替代铀作为核燃料，这有助于解决核燃料瓶颈，是将来重点发展的堆型之一。

2.3.2. AP1000 与 EPR 的第三代路线之争

在中国核能界，存在着 AP1000 和 EPR 的第三代路线之争。本质上来说，EPR 是改进型先进压水堆核电站，通过机组环路数增加、堆芯燃料组件数增加和设备规模升级，达到增大电站功率、降低电价和提高经济竞争性的目的。该理念充分利用了压水堆核电站丰富的运行经验、经验反馈和成熟技术，最大开发了压水堆机组潜力，但是走的是一条压水堆核电站历史发展的老路。而以 AP1000 为代表的非能动型先进压水堆，将控制功能与安全功能分离，极大简化现行系统和建筑物布置，提高了安全性同时降低了成本。即 AP1000 采用的是更先进的设计理念，其安全性、经济性优势远远高于改进型核电站，但并未经实际验证、甚至尚未设计定型，世界上还没有投产运行的案例。

行业深度分析

表 19：改进型与非能动型先进核电站比较

	改进型先进压水堆核电站			非能动型先进压水堆核电站	
	EPR	日本 APWR	APR1400	AP600	AP1000
经济性能					
换料周期/月	18				18 或 24
寿期/年	60	60	60	60	60
建造周期/月	50	48	48	36	36
电站效率/%	36				
可利用率/%	92		>90	93	93
建设成本/kw	1300 欧元		1230 美元	1535 美元	1117 美元
电价/kwh	0.03 欧元		4 美分	6.9 美分	3.5 美分
安全性能					
内置换料水箱 (IRWST)	是	是	是	是	是
四套分离安注系统	是	是	是		
线功率密度	15.5kw/m	17.6kw/m		16.47kw/m	18.73kw/m
安全余度			(DNBR) 10%	(DNBR) 15.8%	(DNBR) 19%
CDF	$\times 10^{-6}$		$\times 10^{-5}$	$\times 10^{-7}$	$\times 10^{-7}$
LRF	$\times 10^{-7}$		$\times 10^{-7}$	$\times 10^{-8}$	$\times 10^{-8}$
安全系统	能动型	能动型	能动型	非能动型	非能动型
其他	电站分四个隔离区；严重事故缓解	先进安注箱；改进 SG；严重事故缓解	先进安注箱；严重事故缓解	模式化电站设计	模式化电站设计
运行控制性能					
全数字化 I&G	是	是	是	是	是
先进人机接口	是	是	是	是	是
计算机程序控制	是	是	是	是	是
大屏幕显示	是	是	是	是	是
设计基准事故处理	操纵员	操纵员	操纵员	自动	自动

资料来源：世界核电复兴的里程碑 安信证券研究中心

从目前的情况来看，EPR 与 AP1000 的第三代路线之争中，AP1000 已经开始领先（业内尚存较为激烈争论），因此我们认为第三代技术中可能会侧重于 AP1000 的建设，同时大力发展的 CAP1400 “概念” 技术。主要原因如下：

- 1、从安全性和经济性的角度来看，AP1000 更具优势；
- 2、EPR 合同中没有提及技术转让，这对于急切希望掌握先进技术进行国产化进而打开国外市场的中国来说没有太大的吸引力继续建设。EPR 的核岛设备基本由阿海珐提供，而常规岛设备也仅是由东气和阿尔斯通合作制造，没有明确的国产化目标。相比之下，与西屋签订的合同提出了明确的 AP1000 的国产化进程。
- 3、规划和意向中的核电站都没有明确提出要采用 EPR 技术。EPR 技术到现在为止，只有广东在建的台山核电站的两台机组，其余无论是规划中甚至意向中的都未提及。当然我们也并不能排除规划变动的情况，就像当年 EPR 打算在阳江建设一样。

2.3.3. 技术路线小结

(一) 从二代半逐步过度到第三代

我们认为，未来 10 年核电建设在继续采用二代技术的同时，会逐步过渡到第三代技术。即以 CNP600 和 CPR1000 为代表的二代和二代加技术在未来 10 年开工建设的机组中仍将占一定的比例，但其绝对优势的地位将会改变，而采用第三代技术的机组比重会有显著的提高。

这个判断基于以下几点理由：

- 1、CPR1000 的国产化比率已经达到 80% 左右，未来开工的机组有望达到 90%。国产化的基本完成使得 CPR1000 在经济性方面具有显著的优势，因此未来还会进行 CPR1000

的建设，规划中的一些核电站还是采用该技术。

2、显然，在两代技术比较之下，采用更为先进安全的技术是最重要的原因，而三代技术要明显优于二代技术。未来随着 AP1000 国产化进程的推进，其建设成本可能会与 CPR1000 相当，甚至低于 CPR1000。

3、高层明确提出在 AP1000 基础上研发更大的功率的具有自主知识产权的 CAP1400(以及之后的 CAP1700)，在正常的情况下，我们相信国产化的过程将会继续坚定的进行。而 CPR1000 的拥有者广核也提出建设 AP1000 的机组，从另外一个侧面反映了国家对于 AP1000 的支持。

4、CPR1000 在国内的使用没有问题，但是出口的每个工程都需得到阿海珐的批准，而吸收 AP1000 进行改造的 CAP1400 将会具有完全的自主知识产权，可以出口，这也是极为重要的原因。

(二) 第四代技术加紧布局

第四代核电站的建设将从石岛湾示范工程起步。世界核能协会预计，中国的 HTR-PM 非常有可能是世界上第一个进入商业运营的高温气冷堆，可以猜测石岛湾的高温气冷堆有可能在较短时间内进入规模化建设。

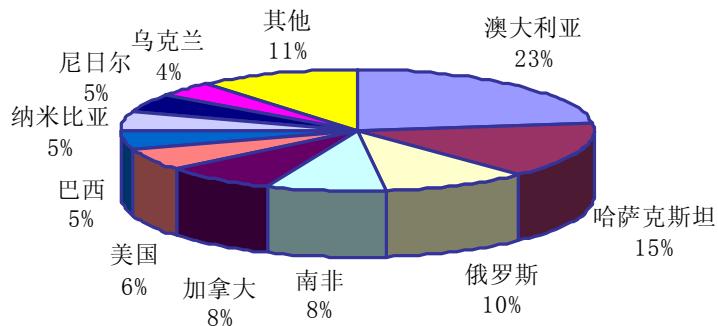
基于上述分析，我们认为，在可以预见的时间内仍然会坚持压水堆的技术路线，CPR1000 和 AP1000 机组的建设仍是主流，且 AP1000 会逐步占优势；鉴于对于核燃料供应的担忧，我们推断，快中子堆以及高温气冷堆的发展也会得到大力扶持。

3. 全球铀供需现状和未来核燃料问题

3.1. 全球铀资源丰富

全球探明铀资源十分丰富，且潜力巨大。目前，全球成本低于 130 美元/千克的查明铀资源总量为 547 万吨，主要集中于澳大利亚、加拿大、哈萨克斯坦等少数国家。其中，澳大利亚占全球的 23%，资源储量居全球首位；其次是哈萨克斯坦，占有了全球铀资源的 15%；另外，加拿大铀资源全球占比略低于 10%。

图 8：全球铀资源分布



数据来源：IAEA，安信证券研究中心

不过，全球各地铀资源质量差异较大。只有加拿大有品位超过 1% 的铀矿，且达到其总储量的 20%；而澳大利亚虽然铀矿资源居首，但约 90% 的铀矿含铀量低于 0.06%；另外，哈萨克斯坦大部分铀矿中的铀含量低于 0.1%。

目前，全球一半以上的铀矿开采量自澳大利亚、哈萨克斯坦和加拿大。2009 年 12 月，哈萨克斯坦宣布其已领先澳大利亚成为全球最大的铀生产国。虽然澳大利亚铀储量最大，但 1982 年通过的一项法律限制了其铀资源的开采，而两年前这一禁令才得以解

除。

全球铀矿生产高度集中，当前全球前 8 名的铀业公司的铀产量占了全球产量的 84%~86%；而全球十大铀矿山的产量占了全球铀总产量的 62%~68%。同时，近年来，全球主要的大型铀矿山都有扩张计划。

澳大利亚的 Olympic Dam 计划于 2014 年将其产量提高到 12,720~13,568 吨铀的水平；预计在 2012 年开发尼日尔的 Imouraren 铀矿床将在 2015 年实现产量 5,000 吨铀，至 2020 年达到 7,000 吨铀的规模；俄罗斯正在致力于开发位于远东的 Elkon, Olov 和 Gornoye 等新矿山，使其铀产量在 2020 年达到 18,000 吨铀，至 2024 年提高到 20,000 吨铀；哈萨克斯坦已制定了庞大的铀生产规划，至 2010 年生产 15,450 吨铀，2015 年生产 24,000 吨铀和 2018 年生产 30,000 吨铀。

3.2. 中国铀资源开发步伐加快

中国是铀资源贫国，其铀矿探明储量排在全球 10 名之后，不能适应大规模核电发展的长远需要。同时，中国已经投入开采的 200 多个铀矿中，主要以中小矿为主，这部分占了大约 60% 以上。另外，中国的铀矿分布十分不均衡，主要集中在东南和西北两大区域。目前，国内铀矿年产量大约为 700 多吨，未来需要进口原料补充核电规划的发展。

不过，从地质条件来看，中国的铀资源潜力巨大，世界两条跨洲际的巨型铀成矿带均贯穿中国境内，宏观成矿环境十分优越，潜在资源量丰富。新一轮全国铀资源潜力预测评价项目资料显示，中国潜在铀资源超过数百万吨。

同时，目前中国的铀矿勘查覆盖面不足 50%，大多数铀矿地质勘查和研究程度很低，甚至还有许多空白区，勘查深度绝大部分仅限在 500 米以内。

另外，铀矿勘探和开发的参与主体很少，探测极其有限。随着未来勘探活动的进一步深化，中国的铀矿资源将逐渐释放，并改变中国铀资源贫国的地位。

目前，中国在铀矿勘探和开发技术水平方面有了较大的提高。中核集团在铀矿勘查中已经建立了远程信息控制技术，做到了技术集成、智慧集成及精确控制矿体，创新了预测准则和矿体时空定位技术。近年来，由中核集团旗下的核工业二一六大队主持完成的《新疆伊犁盆地南缘可地浸砂岩型铀矿勘查研究及资源评价》项目实现了中国地浸砂岩型铀矿找矿的首次重大突破，发现并提交了中国第一个万吨级地浸砂岩型铀矿床；实现了中国地浸砂岩型铀矿成矿理论和勘查技术的重大突破。

同时，中国近两年来也积极开展了海外找铀矿活动。中国核工业集团公司的全资子公司中国国核海外铀资源开发公司 2006 年底在京揭牌成立，是中核集团海外铀资源开发和项目融资的平台。2006 年，中澳两国政府签署了《中澳和平利用核能协议》和《中澳关于在铀矿领域开展合作协议》，为铀的商业出口提供了法律框架。2008 年 4 月，中国水电建设集团公司与中国国核海外铀资源开发公司联合签订尼日尔阿泽里克铀矿冶总承包项目，共同开发海外铀资源。2008 年，中国广东核电集团经国务院批准取得核燃料进出口专营资质，成为国内获此资质的两家公司之一，先后与全球最大的核电公司阿海珐以及全球最大的铀燃料生产国之一哈萨克斯坦签订了铀燃料的合作协议。2009 年 12 月，中广核下属铀业发展公司成功收购澳大利亚能源金属公司(EME 公司)，获得澳能源金属公司 66% 的股份。此次成功并购 EME 公司为中广核集团在澳大利亚的发展建立了根据地。中广核集团将在 EME 公司的平台上进行开发运作，使集团在澳大利亚的铀资源开发业务不断扩大。2010 年 2 月，中核海外铀业收购加拿大铀矿开采商 Khan Resources。

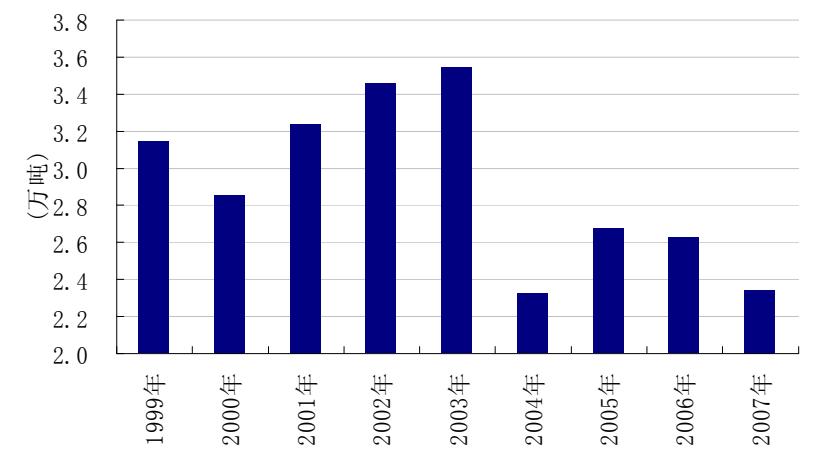
表 20: 中国海外铀矿拓展

2006年7月	尼日尔政府向几家中国公司颁发在尼日尔勘探和开采铀矿的许可证。
2006年	中澳两国签署《中澳和平利用核能协议》和《中澳关于在铀矿领域开展合作协议》两个协议
2007年	中钢购入澳大利亚硬岩型铀矿克劳克维尔和芒特派英特矿
2008年4月	中国水电建设集团公司与中国国核海外铀资源开发公司联合签订尼日尔阿泽里克铀矿冶总承包项目
2008年	中广核与阿海珐以及哈萨克斯坦签订铀燃料合作协议。
2009年2月	华东有色金属投资控股公司以800万美元收购拉海资源公司25%的股份。
2009年3月	中广核与乌兹别克斯坦Goskomgeo公司成立合资企业开发铀矿。
2009年3月	中核国际2500万美元收购Western Prospector Group Ltd
2009年年中	中核声明计划2010年起在约旦开采一个年产约700吨铀的矿场。
2009年4月	哈萨克斯坦国家控制的铀矿公司和中广核建立铀矿开采合资公司。
2009年12月	中广核下属铀业发展公司成功收购澳大利亚能源金属公司(EME公司)
2010年2月	中核海外铀业收购加拿大铀开采商Khan Resources。
2010年7月	G20多伦多峰会之后，中加签署协议，加拿大公司将在10年内供应中国万吨天然铀。

数据来源：安信证券研究中心

3.3. 未来全球将面临铀资源的紧张局面

虽然全球铀资源十分丰富，但近十年来，全球当年铀产量仍然不能满足当年反应堆铀的需求，铀生产对核电铀需求的保障程度仅仅维持在50%~64%，而其中的缺口部分则由所谓的“二次铀供给”补偿，而“二次铀供给”中的最大部分是库存，即先期生产而没有消耗的铀。

图 9: 全球原生铀供需缺口


数据来源：Trade Tech, 安信证券研究中心

比如，WNA (2008)披露的前苏联和东欧国家1945~2006年的累计铀生产量为80.3万吨铀，而这些铀绝大部分被运往了前苏联，成为它巨大的铀储备。在独联体解体以后的20多年里，俄罗斯不断向全球市场抛售铀，也供给前独联体国家核燃料，向美国供应由核武器级铀稀释的低浓铀，这些全部依赖于其此前积累的庞大的铀储备。

但是，随着二次铀供给的消耗，全球铀需求仍然需要转回到以初次生产铀供给上。当前至2015年，铀生产对核电铀需求仍然有保证，但2015年以后核电进入加速发展时期，铀生产有可能成为核电发展的障碍之一，届时，全球铀资源将逐渐面临紧张的局面。

对于资源贫乏的中国来说，在当前核电总装机容量水平上，资源还是有所保障的。但除非技术上突破，按《核电中长期发展规划（2005—2020年）》从2009年到2020年累计计算，国内发展核电将需要消费天然铀大约7万吨。而目前国内天然铀储量仅有6.8万吨，加上原料库存和资源二次循环利用，资源勉强能够满足《规划》的目标。另一方面，中国正在极高2020年的核电装机容量目标，将远远超过《核电中长期发

展规划(2005—2020年)》的4000万千瓦。按照压水堆电站100万千瓦机组消耗天然铀约200吨计算,考虑目前在建和拟建核电机组的进度,2015年中国需要消耗天然铀0.7—0.8万吨,2020年需要消耗天然铀约1.4—1.5万吨。

另外,铀矿的贸易严格受IAEA的监控,从澳大利亚、加拿大等国进口铀矿需要涉及政治、军事等复杂的国际关系。因此中国核电发展可能存在资源的瓶颈。

3.4. 长期铀价仍然可期

行业的基本状况决定了国际铀价的基本走势,但同时,受到一系列供应中断事件以及投资需求等多种因素的影响,近几年国际铀价产生了较大幅度的波动。

1991~2004年,尽管全球核电需求量远远大于当年天然铀生产量,但由于供需缺口由“二次铀供给”弥补,因此铀价只有微弱的上升,且只达到20美元/磅的水平。

2005~2007年,在全球核电铀需求量不断增长的同时,全球铀储备库存持续减少,特别是独联体国家经过多年的低价抛售铀产品,“二次铀供给”库存量大幅下降,导致天然铀的市场价不断上扬。另外,澳大利亚和加拿大两大铀生产国的减产也带动了全球铀市现货价的攀升。

不过,2007年第2季度的铀现货价达到138美元/磅,对铀矿勘查和铀生产都是一个极大的刺激。至此,许多从事铀勘查和生产的公司蜂拥进入新的铀矿勘查区和从前被认为是不经济的铀矿点、矿化点进行勘查以期获得超额的经济效益。一些拥有铀资源的国家也期待从国外勘查投资中获得经济发展需要的资金而大量颁发勘查许可证(如蒙古)。但是,全球核电发展的速度并不能赶上供应的增加,随后,国际铀价开始回落。

图 10: 全球铀价走势



数据来源: Trade Tech, 安信证券研究中心

随着2008年全球金融危机的爆发,全球商品价格普遍大幅回落,国际铀价也随之继续下跌,至今年5月份,国际铀现货价格跌至40.8美元/磅的低点。6月份开始,铀价开始企稳反弹,目前国际铀现货报价为46.6美元/磅。不过,相对于其他商品来说,国际铀价的反弹幅度仍然较小。

未来全球铀价的走势将取决于铀产量与核电铀需求之间的缺口。全球铀的需求量主要取决于可运行的核反应堆的数量,未来5到20年内,随着前述大量预期新增的核反应堆陆续竣工运行,铀的需求量将随之持续增加。如果在探寻新的铀矿资源方面在较短的时期内难有重大突破的话,中长期铀价将持续攀升,未来铀价仍然可期。

3.5. 长远来看核燃料不是问题

目前世界和我国已运行的和正在建设的核电机组绝大部分都是热中子堆核电站(包括压水堆、沸水堆、重水堆等),都是以铀235为核燃料。而正如前面我们所分析的,2015

年以后核电进入加速发展时期，铀生产有可能成为核电发展的障碍之一，中国核电发展可能存在资源的瓶颈。

目前全球和中国的核电站发展规划都是“热中子堆－快中子堆－受控聚变堆”，大家所担忧的核燃料瓶颈仅存在于热中子堆阶段，只要在 2030 年左右快中子堆技术发展成熟，可进入商业化运行，则核燃料不是问题，因为快中子堆可以把铀资源的利用率提高到几十倍。

快中子堆的主要优点有：

(1) 快堆可以把铀资源的有效利用率增大数十倍，而且也将铀资源本身扩大几百倍以上。因为一旦大量使用快堆，目前认为开采价值不大的铀矿便具开采价值。因此快堆的利用就可能为人类提供可持续发展的清洁低碳能源。

(2) 快堆核电厂是热中子核电厂最好的技术延续。核工业的发展堆积了大量的贫铀(含铀 235 比天然铀丰度 0.71%还要少很多的铀)，而快堆消耗的正是贫铀，在发电的同时增殖燃料。

(3) 快堆核电厂具有潜在良好的经济前景，因为它具有增殖核燃料的突出优点，所以发电成本在燃料价格上涨的情况下，仍能保持较低的水平。天然铀价格上涨 100%，清水堆核电厂的发电成本增加 5%，而快堆的发电成本只增加 0.25%。

(4) 低压堆芯下可实现高热效率，例如法国的超凤凰快堆电厂的热能利用率达 41%，远超过现在先进压水堆 34% 的水平。

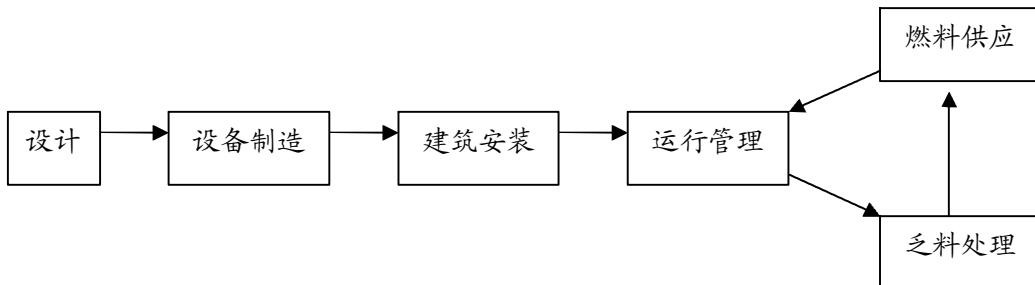
而人类最终利用核能的方式是受控聚变堆，这种反应堆的燃料（重氢，即氘）来源非常丰富，仅海洋里储藏的氘就够人类用 100 亿年，而且聚变能比裂变能要大 10 倍以上，因此受控核聚变可为人类提供无穷无尽的能源。但受控聚变能的技术难度非常高，目前各国正处于研究之中，距离商业运行还远。

二 核电产业链及受益上市公司

4. 核电产业链的构成

随着中国大力建设核电站，必将使整个核电产业链带来巨大的发展机遇。核电的产业链可划分为设计、设备制造、建筑安装、运营管理以及燃料供应系统（包括核乏料处理）五部分，其中核电站设计主要由中核集团下属的中国核动力研究设计院、国家核电技术公司下属的上海核工程研究设计院、清华大学核研院等少数几家科研单位垄断，由于不涉及上市公司，所以我们不对这一部分进行分析。

图 11：核电产业链示意图



数据来源：安信证券研究中心整理

在核电站建设初期，主要受益公司分为核电设备公司和建筑安装公司；在核电站投产后，受益公司主要是核电站运营公司和核燃料供应公司（包括核废料处理）。因此从产业链的角度来看，直接受益的公司大致可分为四种类型：建筑和安装公司、核电设备公司、燃料供应公司和核电站运营公司。

按照 2020 年 7000 - 8000 万千瓦估算，未来 10 年中国核电投资总额预计会超过 1 万亿元，其中发电设备比重在 50% 左右，其次是建筑、安装比重超过 20%。因此在目前这个阶段受益最明显的、上市公司最集中的主要是核电设备公司，我们在后面将专门讨论相关公司的情况。

国内核电建筑安装业务主要由中核建公司垄断，目前没有上市公司；核燃料供应系统基本由中核和中广核垄断，没有上市公司；核电运营公司中仅有申能公司参股了运营项目、大唐发电参股了在建项目。因此我们在这一部分主要是简单介绍一下核电建筑和安装公司、燃料供应公司和核电运营公司的基本情况，不做详细分析。

4.1. 核电设备公司

在国内大力建设核电站的过程中，最先和最大受益的无疑是设备类公司。而核电设备分类庞大，大致可分为设备、铸锻件、阀门、通风系统、控制系统及其他零配件，目前与核电相关的上市公司集中在核电设备，我们在后文中将对此进行较为详细的说明。

另外核电站的投资还会带来相关配套设备的投资，例如为了配合核电站的运营，一般会在附近新建抽水蓄能电站，因此与此有关的水电设备公司和水电建筑安装公司将会由此受益，例如浙富股份等。同时核电站的建设亦会对电网等配套设备带来大量订单，一些电网设备供应商亦会由此受益。

4.2. 核电站工程建设和安装

核电站建设安装业务主要包括反应堆（核岛）、发电机厂房（常规岛）和辅助厂房（核岛和常规岛之外的公用设施）三部分，其中，常规岛和辅助厂房技术安装要求相对较低，其市场已经向相关建筑安装企业开放；核岛工程建设由于结构复杂、专业多、交叉施工、技术难度大、工期紧和质量要求高，仅有少数公司可以满足要求。

中国核工业建设集团公司（中核建公司）是我国目前唯一一家能够承担核岛建设的单位。其下属的华兴建设公司、二二建设公司、二三建设公司、二四建设公司和第五建

设公司是我国核电工程建设市场能够大规模承接核电建筑安装工程的仅有的五家公司。目前，公司已经签订了我国“十一五”期间所有的新建核电反应堆的建造合同。

中核建公司在核岛建设上具有垄断地位，竞争对手主要分布在常规岛建造领域，如广东火电、浙江火电、山东火电、山东电建、江苏电建、中建二局等，但上述企业短期内难以对中核建公司尚未构成威胁。因此在国内大力进行核电建设的未来十数年内，中核建公司无疑是受益最大的公司。另外核电站的建设将会对大型工程机械产生大量需求，一些工程机械类公司会有所受益。

表 21：已运行和在建核电机组的建筑安装公司

项目名称	机组	装机容量	所用技术	工程建设和安装
泰山一期	1×31	31	CNP300	二二建设公司承担核岛建设任务，二三建设公司承担完成泰山核电站核岛安装工程建设任务
泰山二期	2×65	130	CNP600	二二和二四建设公司承担核岛建设施工；二三建设和第五安装公司承担了核岛和辅助设施的安装施工任务；第五安装工程公司承担了二号机组常规岛的安装施工任务。
泰山三期	2×70	140	Candu6	华兴公司承担了全部负挖工程和核岛（NSP）的土建施工任务；二二建设公司承担核电机组 BOP（含常规岛）的土建施工任务；二三建设公司承担核岛（NSP）安装工程及核岛（NSP）和 BOP（含常规岛）的管道预制工作。
大亚湾	2×98.4	197	M310	华兴建设公司承担核岛及附属工程的建造任务，二三建设公司作为法国法玛通公司的分包商承担完成了大亚湾核电站核岛安装工程的建造任务。
岭澳一期	2×99	198	M310	华兴建设公司承担全部土建施工任务；二三建设公司承担核岛安装工程
田湾	2×106	212	AES-91	华兴建设公司和二二建设公司承担土建施工任务，二三建设公司承担了核岛安装工程。
巴基斯坦恰希玛 #1	1×30	30	CNP300	华兴建设公司承担核岛、常规岛及辅助工程的全部土建工程建造任务；第五建设公司承担核岛、常规岛及辅助工程的全部安装工程建造任务
岭澳二期	2×108	216	CPR1000	华兴建设公司承担土建施工；二三建设公司承担核岛安装
泰山二期扩建	2×65	130	CNP600	二四和二二公司分别承担 3 号和 4 号土建施工任务；二三和第五公司分别承担了 3 号和 4 号核岛安装工程
红沿河	4×111	444	CPR1000	华兴公司承担核岛建设施工任务；二三公司承担红沿河核电站核岛安装工程
宁德	4×108	432	CPR1000	华兴建设公司承担核岛建设工程；二三建设公司承担核岛安装工程
福清	2×108	216	CPR1000	二四公司承担土建施工，二三建设公司承担核岛安装工程
方家山	2×108	216	CPR1000	二二公司承担核岛建设工程，二三公司承担核岛安装工程及大件设备吊装工程合同
阳江	6×108	654	CPR1000	华兴建设公司负责核岛建设，二三建设公司负责核岛安装
三门	2×125	250	AP1000	第五建设公司承担核岛施工总承包，二二建设公司承担核岛建设
海阳	2×125	250	AP1000	二二、二四和五公司承担核岛土石方施工、土建和安装
台山	2×175	350	EPR	华兴公司承担 1#核岛建设工程，二三公司承担核岛安装
昌江	2×65	130	CNP600	由二二公司、二三公司施工总承包
石岛湾气冷堆	1×20	20	HTR-PM	二四建设公司承建
防城港	2×108	216	CPR1000	华兴建设公司承担土建施工、二三公司承担安装任务
巴基斯坦恰希玛 #2	1×30	30	CNP300	华兴建设公司承担核岛、常规岛及辅助工程的全部土建工程建造任务；第五建设公司承担核岛、常规岛及辅助工程的全部安装工程建造任务

资料来源：中核建公司，安信证券研究中心整理

表 22：中核建公司签署的重大核电工程合同

合同名称	合同金额（亿元）
红沿河核电站土建工程	24.60
红沿河核电站安装工程	20.30
福清核电站	16.50
福清核电厂土建工程	14.60
台山核电厂一期 1 号机组核岛土建工程	15.03
台山核电站核岛安装及核岛主系统安装合同	21.58
宁德核电厂一期 1、2 号机组核岛土建工程合同	13.22
宁德核电厂一期 3、4 号机组核岛土建工程合同	12.50
岭澳核电站二期核岛土建工程合同	12.99
三门核电核岛施工	22.31
方家山核电站	16.20
巴基斯坦恰希玛核电工程土建工程	19.60
阳江核电厂一期 1、2 号机组核岛土建工程	13.94
广西防城港核电厂 1&2 机组核岛土建工程	13.30

资料来源：中核建公司 安信证券研究中心

4.3. 核燃料供应公司

在核电建设的带动下，我国核燃料循环实现了较大幅度的技术进步，初步形成了包括铀矿地质勘探、铀矿采冶、铀转化、铀浓缩、元件制造以及乏燃料后处理、放射性废物管理等环节的完整核燃料循环工业体系，并具有相应的科学研究、工业设计、建筑安装、仪器设备制造、安全防护与环境保护、三废处理与处置的机构和设施，与美、俄、英、法一起成为全球为数不多的几个拥有完整核燃料循环工业体系的国家。不过，相对于已进入成熟期的世界核燃料供应产业，我国核燃料产业尚处于成长期。

从目前我国核电产业发展趋势来看，今后一段时期我国核燃料循环产业将处于高速发展时期。未来我国核燃料循环产业仍将坚持“军民结合、立足国内”的发展方针，通过加紧国内勘探开发、与其他产铀国合作以及国际贸易三种途径促进核燃料行业的快速发展。

中国现有核燃料循环工业基本都是从原来的核工业部继承下来的，基本上由中核集团统领，垄断优势突出，预计这种局面还将在较长时间内维持。为了打破这种垄断，国家最近还批准了中广核建立铀业公司并参与核废物的管理和处理，但仍在很大程度上依附原有的中核体系。

4.4. 核电运营公司

目前国内拥有核电运营资质的仅有中核、中广核和中电投公司，已运行和在建的核电站控股权都在这三大公司手中（华能集团的石岛湾气冷堆例外），而其他的企业只能参股，不能取得控股权。从长期角度来看，华能集团、大唐集团、华电集团、国电集团未来有望取得运营资质。

我们总结了目前已经基本明确了投资方的核电项目，涉及到的上市公司包括申能股份、大唐发电、上海电力、皖能电力、华能国际、赣能股份、赣粤高速、深南电。其中除了申能股份拥有已运行电站的股权外、大唐发电公司拥有在建电站股权外，其他公司只是拥有拟建电站股权，因此近几年内上市公司受益较少。另外一些核电项目。上市公司没有参与，但其大股东有参与，因此在未来可能会注入到上市公司。

表 23: 已基本明确投资方的核电项目

核电项目	地区	机组	投资方
秦山一期	浙江	1×31	中核 100%
秦山二期	浙江	2×65	中核 50%、浙电开发 20%、申能股份 12%、江苏国信 10%、中电投 6%、安徽能源 2%
秦山三期	浙江	2×70	中核 51%、中电投 20%、浙电开发 10%、申能股份 10%、江苏国信 9%
大亚湾	广东	2×98.4	中广核 75%、香港核电投资 25%
岭澳一期	广东	2×99	中广核 100%
田湾	江苏	2×106	中核 50%、中电投 30%、江苏国信 20%
岭澳二期	广东	2×108	中广核 100%
运行和在建	秦山二期扩建	浙江	中核 50%、浙电开发 20%、申能股份 12%、江苏国信 10%、中电投 6%、皖能 2%
	红沿河	辽宁	中广核 45%、中电投 45%、大连建投 10%
	宁德	福建	广核 46%，大唐发电 44%、福建煤炭 10%
	福清	福建	中核 51%、华电 39%、福建投开 10%
	方家山	浙江	中核 100%
	阳江	广东	中广核 100%
	三门	浙江	中核 51%，浙能 20%，中电投 14%，华电 10%、中核建 5%
	海阳	山东	中电投 65%、山东国际信托 10%、烟台电开 10%、国电 5%、中核 5%、华能能交 5%
	台山	广东	中广核 70%、法国电力 30%
规划和提议	昌江	海南	中核 51%、华能 49%
	石岛湾气冷堆	山东	华能 50%、中核 35%、清华控股 15%
	防城港	广西	中广核 61%、广西能源 39%
	福清#3-6	福建	中核 51%、华电 39%、福建投开 10%
	田湾#3-4	江苏	中核 50%、中电投 30%、江苏国信 20%
	红石顶	山东	中核 51%、鲁能 33%、华电国际 10%、山东国际信托 6%
	宁德#5-6	福建	广核 46%，大唐发电 44%、
	咸宁大畈	湖北	中广核 60%、湖北能源 40%
	小墨山	湖南	中电投 45%、国家核电技术 35%、五凌电力 20%
	桃花江	湖南	中核 50%、华润 25%、三峡 20%、湘投 5%
	彭泽	江西	中电投 55%、赣能股份 20%、赣粤高速 20%、深南电 5%
	海阳#3-4	山东	中电投 65%、山东国际信托 10%、烟台电开 10%、国电 5%、中核 5%、华能能交 5%
	田湾#5-6	江苏	中核 50%、中电投 30%、江苏国信 20%
	芜湖	安徽	中广核 51%、申能股份 20%、皖能电力 15%、上海电力 14%
规划和提议	石岛湾压水堆	山东	华能集团 40%，华能开发 30%，华能国际 30%，
	三明	福建	中核 51%、福建投开 40%、三明国资 9%
	陆丰	广东	中广核 100%
	徐大堡	辽宁	中核 50%、大唐发电 20%、国开投 10%、浙能 10%、江苏国信 10%、
	吉阳	安徽	中核 51%，皖能电力 49%。
	庄河	辽宁	大唐发电 100%
	烟家山	江西	中核 51%，赣能股份和赣粤高速合计 49%
	南阳	河南	中核 51%、中电投 40%、河南建投 9%

数据来源：安信证券研究中心整理

表 24: 参与核电站投资的 A 股上市公司

上市公司	核电项目	机组	电站状态	股权
申能股份	秦山二期	2×65	运行	12% 参股
	秦山三期	2×70	运行	10% 参股
	秦山二期扩建	2×65	在建	12% 参股
上海电力	芜湖	2×125	拟建	20% 参股
	芜湖	2×125	拟建	14% 参股
大唐发电	宁德	4×108	在建	44% 参股
	宁德#5-6	2×108	拟建	44% 参股
	徐大堡	2×125	拟建	20% 参股
深南电	庄河	2×125	拟建	100% 控股
	彭泽	2×125	拟建	5% 参股
华能国际	石岛湾压水堆	2×125	拟建	30% 参股
皖能电力	吉阳	2×125	拟建	49% 参股
	芜湖	2×125	拟建	15% 参股
华电国际	红石顶	2×108	拟建	10% 参股
赣能股份 + 赣粤高速	彭泽	2×125	拟建	各 20% 参股
粤高速	烟家山	2×125	拟建	合计 49% 参股

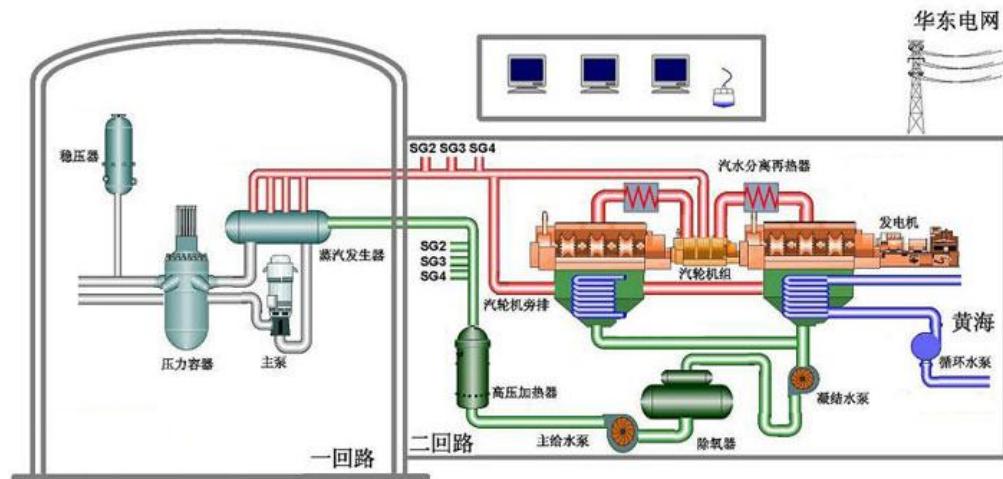
数据来源：安信证券研究中心整理

5. 核电站设备构成和国产化进程

5.1. 压水堆核电站主要设备

压水堆核电站原理：由反应堆释放的核能通过一套动力装置将核能转变为蒸汽的动能，进而转变为电能。该动力装置由一回路系统，二回路系统及其他辅助系统和设备组成。

图 12: 压水堆核电站原理流程图

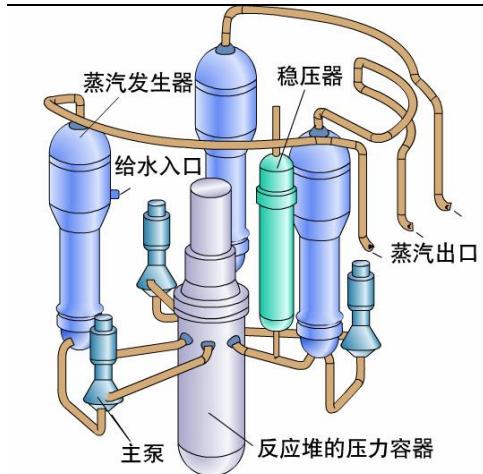


数据来源：安信证券研究中心

5.1.1. 一回路系统

原子核反应堆内产生的核能，使堆芯发热，高温高压的冷却水在主冷却泵驱动下，流进反应堆堆芯，冷却水温度升高，将堆芯的热量带至蒸汽发生器。蒸汽发生器一次侧把热量传递给管子外面的二回路循环系统的给水，使给水加热变成高压蒸汽，放热后的一次侧冷却水又重新流回堆芯。这样不断地循环往复，构成一个密闭的循环回路。一回路系统主要设备除反应堆外，还有蒸汽发生器、冷却剂主泵机组、稳压器及主管道等。

图 13: 核电站一回路示意图



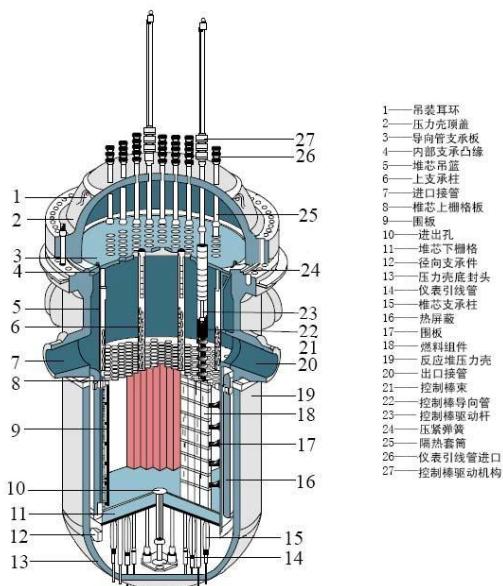
数据来源：安信证券研究中心

典型压水反应堆的核心是一个圆柱形高压反应容器。容器内设有实现核裂变反应堆的堆芯和堆芯支承结构，顶部装有控制裂变反应的控制棒驱动机构，随时调节和控制堆芯中控制棒的插入深度。

堆芯是原子核反应堆的心脏，链式裂变反应就在这里进行。它由核燃料组件、控制棒组件和既作中子慢化剂又作为冷却剂的水组成。

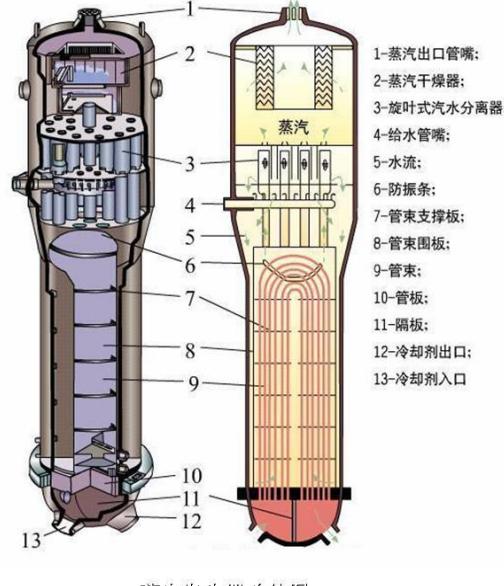
堆内铀-235核裂变时释放出来的核能迅速转化为热量，热量通过热传导传递到燃料棒表面，然后，通过对流放热，将热量传递给快速流动的冷却水（冷却剂），使水温升高，从而由冷却水将热量带出反应堆，再通过一套动力回路将热能转变为电能。

图 14: 高压反应容器图



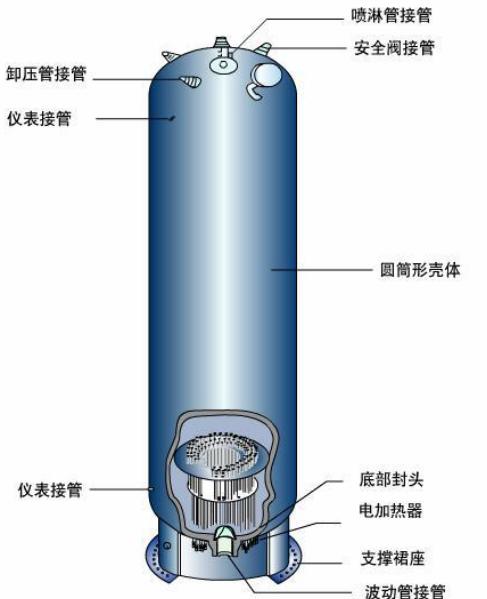
数据来源：安信证券研究中心

蒸汽发生器总体图



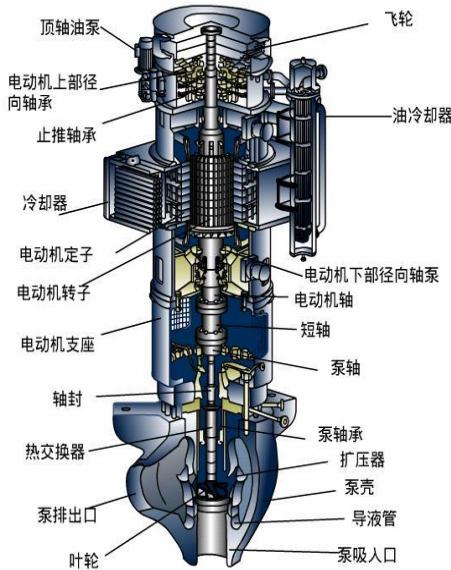
数据来源：安信证券研究中心

图 15: 稳压器结构图



数据来源：安信证券研究中心

冷却剂主泵结构图



数据来源：安信证券研究中心

5.1.2. 二回路系统

二回路中蒸汽发生器的给水吸收了一回路传来的热量变成高压蒸汽，然后推动汽轮机，带动发电机发电。做功后的乏汽在冷凝器内冷却而凝结成水，再由给水泵送至加热器，加热后重新返回蒸汽发生器，再变成高压蒸汽推动汽轮发电机作功发电。这样构成第二个密闭循环回路。

二回路系统由蒸汽发生器二次侧、汽轮机、发电机、冷凝器、凝结水泵、给水泵、给水加热器和中间汽水分离再热器等设备组成。

汽轮发电机机组是二回路系统的主要设备。它由饱和汽轮机、发电机、冷凝器和中间汽水分离加热器组成。

汽轮机是单轴、四缸六排气、冷凝式饱和蒸汽轮机。在汽轮机高压缸和低压缸之间，设有两个汽水分离再热器，对蒸汽进行中间除湿和加热。

图 16: 核电站汽轮机和发电机系统



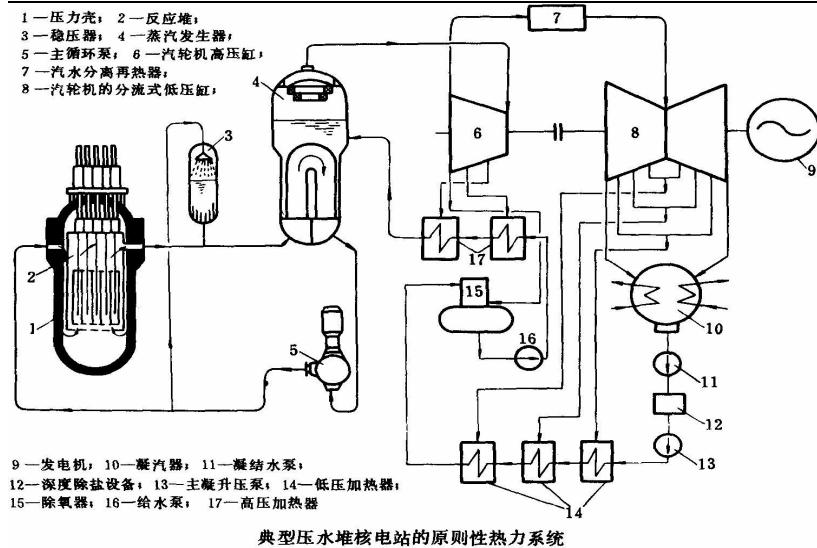
数据来源：安信证券研究中心

核电厂二回路的流程原理与火力发电厂的流程原理基本相同，只是由核岛部分的蒸汽发生器代替了火力发电厂的蒸汽锅炉。

同火力发电厂使用的热蒸汽相比，蒸汽发生器出口的蒸汽为饱和蒸汽，热力参数低，作功能力差，因此核电气轮机的体积比火电气轮机的体积大，在本体疏水和蒸汽除湿

等方面都要采取相应的必要措施，以防止湿蒸汽的冲蚀。为了降低冲蚀影响，采用半转速汽轮机较为有利。

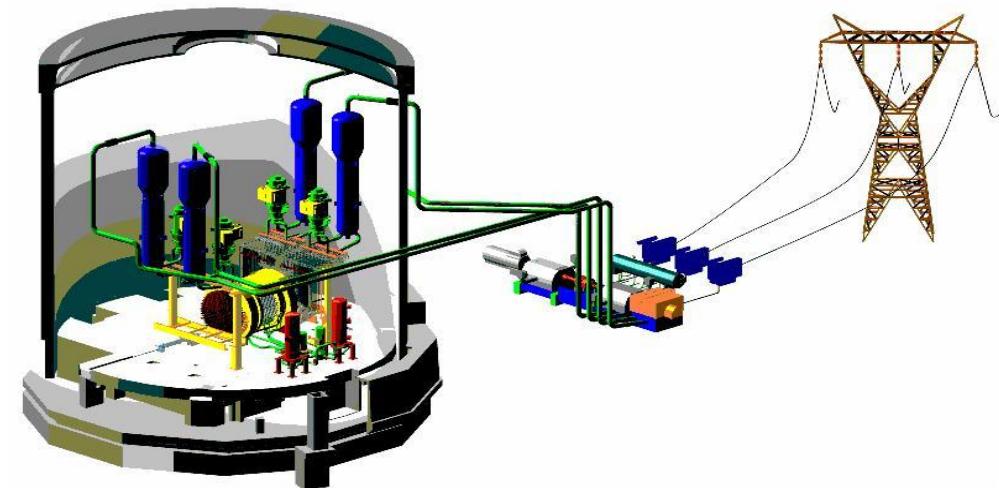
图 17：典型压水堆核电站的原则性热力系统



数据来源：安信证券研究中心

为保证反应堆的安全运行，压水堆不允许冷却水沸腾。因此，由主循环泵 5 送入反应堆 2 的冷却剂（轻水）的压力高达 12-16MPa。在此情况下，冷却剂（轻水）的温度即使达 320℃也不会汽化。冷却剂把核燃料放出的热能带出反应堆，并进入蒸汽发生器 4，通过数以千计的传热管，把热量传给管外的二回路水（压力通常比一回路低 8-11MPa），使水沸腾产生蒸汽；从蒸汽发生器出来的饱和蒸汽或微过热蒸汽进入汽轮机高压缸 6 膨胀作功，高压缸排汽进入汽水分离再热器 7，分离出来的饱和蒸汽被再热后送入对称分流的低压缸 8 继续作功。作过功的乏汽在凝汽器 10 中凝结成水，经凝结水泵 11、凝结水精处理装置 12、凝升泵 13、低压回热加热器 14、除氧器 15、给水泵 16 和高压回热器加热 17 后，重新送回蒸汽发生器。冷却剂流经蒸汽发生器后，再由主泵送入反应堆而形成循环，不断地把反应堆中的热量带出并转换产生蒸汽。

图 18：核电站发电体统



数据来源：安信证券研究中心

5.2. 核电设备的国产化进程

5.2.1. CPR1000 国产化进程

1997 年 5 月，中广核集团以大亚湾核电站为参考，采取“翻版加改进”的方案，自主建设岭澳核电站一期。他们对大亚湾核电站引进的百万千瓦级核电技术进行集成、优

化和创新，实施了 52 项重大技术改进。岭澳一期稳步推进核电自主化进程，实现了工程管理自主化、建安施工自主化、调试和生产准备自主化、部分设计自主化和部分设备制造国产化(设备国产化率达到 30%)。

2004 年，根据国家核电自主化工作领导小组的部署，中广核集团开始岭澳二期工程建设。岭澳二期将建设 2 台百万千瓦级核电机组，由国内设计单位设计，核岛主回路系统、常规岛汽轮机、发电机等关键设备都由国内单位为主制造，工程管理、建安施工等均由国内单位承担。设备国产化率在岭澳一期 30% 的基础上，二期的 2 台机组要求分别达到 50% 和 70%。

2010 年 9 月中国自主品牌 CPR1000 岭澳二期 1 号机组投产，岭澳核电站二期一号机组设备国产化率达 55%，二号机组达到 73%，平均国产化比例超过 64%。

2007 年 8 月，辽宁红沿河核电站一期主体工程正式开工。由于工程采用中国自有的核电技术，关键设备国产化率达到了 85%，核电站的建设成本大大降低，同时，给国内核电设备制造公司带来相当多的商业机会。东方电器集团、上海电器集团、上海重工集团、哈尔滨电站设备集团、第一重工集团和第二重工集团等都能生产相关核电设备。

2010 年 9 月 29 日上午，福建宁德核电站 4 号机组核岛主体工程正式开工建设，标志着该核电项目一期工程 4 台机组已全面开工。作为我国 CPR1000 技术标准化和系列化的示范项目，宁德核电一期工程担负着承上启下、推动我国自主化核电体系建设的重任，宁德核电项目 4 台机组综合国产化率将不低于 80% 的目标。目前 4 台机组主设备：反应堆压力容器、主泵、蒸汽发生器、汽轮发电机组等均由国内东方电气、上海电气、一重等厂商为主制造，核电设备国产化和本地化的进程为我国装备制造业的产业升级效应已经产生。

表 25: CPR1000 国产化进程

工程	岭澳一期	岭澳二期 1#	岭澳二期 2#	红沿河	宁德	阳江
综合国产化率	30%	55%	73%	75%	80%	83%

数据来源：安信证券研究中心整理

小结：岭澳核电站二期工程为代表的 CPR1000 在实现我国百万千瓦级核电工程自主设计、自主制造、自主建设、自主运行方面取得了一系列重大突破，相关设备的国产化率显著提高，随着使用同类机组的辽宁红沿河、福建宁德等核电项目建设进程的不断推进，相关设备的国产化率将很快突破 80%。CPR 系列核电技术具备三代核电技术的安全指标，随着中国核电产业技术不断进步，未来这一技术方案的建设工期将进一步缩短到 50 个月以内，电站寿命提高到 60 年，投资降低到 1500 美元/千瓦以下。CPR1000 方案正在向着更为先进的 CPR1000+ 和具有更高工程设计自主化、设备制造国产化水平的自主品牌三代核电技术 CPR1700 迈进。

5.2.2. AP1000 国产化进程

➤ AP1000 国产化计划

AP1000 的技术引进自西屋公司或西屋的分包商，技术引进情况和计划的国产化进程如下表，AP1000 核电设备进入国产化建设关键时期。初步统计，每个机组的国产化比例分别为 30%、50%、60% 和 70%，四台机组统计平均约为 50%。从第五套设备开始可以基本实现国产化。

表 26: AP1000 技术引进情况

设备名称	技术转让方	备注
反应堆压力容器	斗山重工	西屋分包商
蒸汽发生器	斗山重工	西屋分包商
一体化顶盖 (IHP)	斗山重工	西屋分包商
堆内构件	西屋	
控制棒驱动机构	西屋	
主泵	EMD	西屋分包商
环吊	PAR	西屋控股子公司
装卸料机	PAR	西屋控股子公司
钢制安全壳	Ansaldo	西屋分包商
仪控 (I&C)	西屋	
爆破阀	SPX	西屋分包商
锆制造技术	西屋	

数据来源：国家核电技术公司 安信证券研究中心

表 27: AP1000 设备国产化计划

设备名称	1号机组	2号机组	3号机组	4号机组
主泵	西屋	西屋	西屋	西屋
爆破阀	西屋	西屋	西屋	西屋
反应堆压力容器	西屋	西屋	中方	中方
一体化堆顶结构	西屋	西屋	中方	中方
蒸汽发生器	西屋	西屋	中方	中方
堆内构件	西屋	西屋	中方	中方
控制棒驱动机构	西屋	西屋	中方	中方
吊环	西屋	中方	中方	中方
装卸料机	西屋	中方	中方	中方
余热热交换器	西屋	中方	中方	中方
钢制安全壳	西屋	中方	中方	中方
稳压器	中方	中方	中方	中方
主管道	中方	中方	中方	中方
柴油发电机	中方	中方	中方	中方
核级泵	中方	中方	中方	中方
其他辅助设备	中方	中方	中方	中方

数据来源：国家核电技术公司 安信证券研究中心

➤ AP1000 反应堆压力容器国产化进程

AP1000 压力容器是在原有成熟机组基础上进行设计，与传统二代及二代改进型压水堆核电站设备总体上类似。AP1000 压力容器高约 12200mm，堆芯区内径 4040mm，总重为 425.3t，由 SA-508-3 锻件和低合金钢板制造。

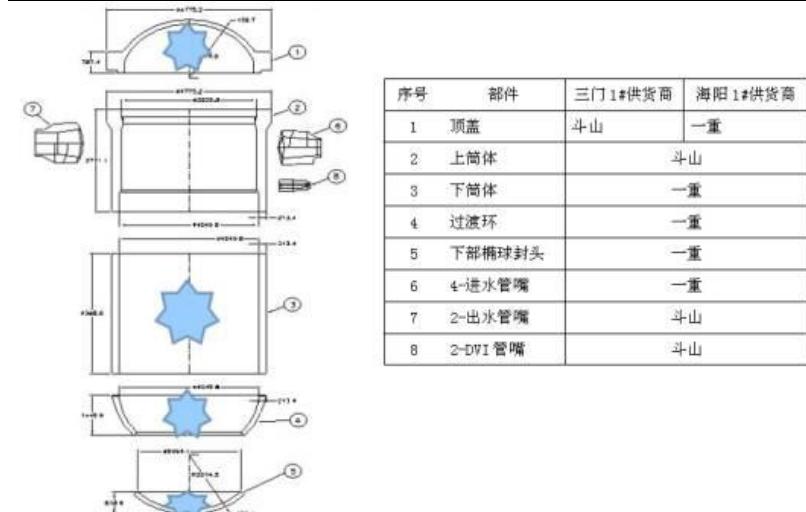
AP1000 反应堆压力容器所需的大型铸锻件必须满足 60 年寿命的要求，目前，国内反应堆压力容器制造厂家主要有一重和二重，它们是我国第三代核电技术自主化项目重要的配套供应商。一重已研制成功“二代加”核岛主设备全部锻件，并实现批量生产，现已实现 AP1000 核岛反应堆压力容器锻件的完全国产化，部分锻件制造达到世界领先水平。2010 年 5 月，由一重承制的中国首台国产化 AP1000 反应堆压力容器——三门核电 2 号机组压力容器在一重大连核电石化事业部开工制造。这也是中国制造企业首次尝试制造成套的第三代核反应堆压力容器，对于 AP1000 第三代核电技术完全国产化意义重大。

表 28: 三门和海阳压力容器供货范围

序号	项目	设备	设备供货	锻件供货
1	三门 1#	压力容器	斗山	斗山/一重
2	海阳 1#	压力容器	斗山	斗山/一重
3	三门 2#	压力容器	一重	一重
4	海阳 2#	压力容器	上核	上重

数据来源:《AP1000 核电设备及其国产化》, 国家能源局 安信证券研究中心

图 19: 三门和海阳压力容器供货范围



数据来源:《AP1000 核电设备及其国产化》, 国家能源局 安信证券研究中心

➤ AP1000 蒸汽发生器国产化进程

AP1000 机组采用 2 台 Delta125 型直立式 U 形管蒸发器。该设计以标准的西屋 F 堆型技术为基础, 每套机组热功率达到 1707.5MW。Delta125 型蒸汽发生器的传热管采用耐腐蚀的 Inconel-690 合金材料, 采用不锈钢梅花孔传热管支撑板, 带有过滤、除气和防水锤外的给水分配系统, 以及纯度最低为 99.75% 的汽水分离器。这些措施使该设计可以满足 AP1000 长期可靠使用的性能要求。每台蒸汽发生器下封头悬吊 2 台主泵, 主泵入口管和蒸汽发生器的下封头上的出口管通过焊接连接在一起。蒸汽发生器总高度 22454mm, 上壳体内径 5334mm, 下壳体内径 4191mm, 管板厚度 787mm, 重量约 600t。

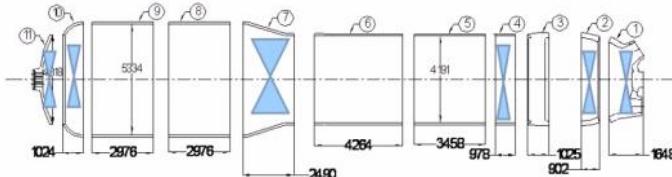
目前, 国内蒸汽发生器锻件生产厂家主要有一重、二重和上重, 设备生产厂家主要有上电、哈电重装和东电。AP1000 蒸汽发生器核心部件 U 型管由上海宝山钢铁股份有限公司与江苏银环精密钢管股份有限公司合资组建的宝银特种钢管有限公司生产。2010 年 1 月, 中国国内首个核电蒸汽发生器用 U 型管项目在江苏宜兴经济开发区正式投产, 但还不能满足国内对 U 型管的需求, 目前主要是从法国 Valinox、日本住友和瑞典 Sandvik 进口。AP1000 蒸汽发生器又一核心部件管板是超大特厚饼形件, 探伤要求严, 锻造难度相当大。2009 年 12 月, 一重承制的三门核电 2 号机组蒸汽发生器管板锻件机械性能试验合格; 2010 年 4 月, 二重成功锻制出 2 支 AP1000 核电管板。

表 29: 三门和海阳核电站蒸汽发生器锻件供货范围

项目	设备	设备供货	锻件供货
三门 1#	蒸汽发生器	斗山	斗山/一重
海阳 1#	蒸汽发生器	斗山	斗山/一重
三门 2#	蒸汽发生器	哈电重装	一重
海阳 2#	蒸汽发生器	上核	上重

数据来源:《AP1000 核电设备及其国产化》, 国家能源局 安信证券研究中心

图 20: 三门和海阳核电站蒸汽发生器锻件供货范围



序号	部件	三门1#供应商	海阳1#供应商
1	水室封头盖	斗山(整体式)	一重(分体式)
2	水室封头环		
3	管板	斗山	斗山
4	下简节A	斗山	斗山
5	下简节B	斗山	斗山
6	下简节C	斗山	斗山
7	锥形过渡段	斗山	一重
8	上简节D	斗山	斗山
9	上简节E	斗山	斗山
10	上封头环	一重	一重
11	上封头盖	斗山/一重	斗山

数据来源:《AP1000 核电设备及其国产化》, 国家能源局 安信证券研究中心

➤ AP1000 反应堆冷却剂循环泵国产化进程

AP1000 的核主泵是屏蔽泵, 是美国 EMD 独自开发用于 AP1000 的主泵。与以往的轴封式主泵相比, 其加工精度高、配件均是非商品级的, 国产化难度较大。由于 AP1000 核主泵还没有原型, 国内厂家更是缺乏相关技术和制造经验, 需要等美国 EMD 完成制造并经鉴定合格后才能转让技术和培训, 国内制造厂家尚需要进行相应的技术改造, 国内主泵技术受让单位为沈鼓与哈电, 国产化目标为在第四台核电机组上至少有 2 台国产屏蔽泵参与机组运行。

2008 年 3 月, 沈鼓、哈电分别与美国 EMD 签订了 2 台国产核主泵分包制造合同, 这是 AP1000 屏蔽主泵逐步实现国产化的重要里程碑, 标志着 AP1000 屏蔽主泵国产化已进入了实施阶段。2008 年, 沈鼓、哈电最终通过了 ASME 授权检验机构进行的 ASME N 及 NPT 认证。哈电、沈鼓在美国 EMD 的指导下, 已开始部分设备的采购, 并确保所采购的“缺口”设备在性能上满足 AP1000 核主泵生产的要求。目前, 哈电 AP1000 核主泵电机制造厂房已基本建成, 沈鼓的核主泵厂房也已进行施工, 计划 2011 年 1 月投入使用。2010 年 6 月, 一重与沈鼓等单位已经开始了 AP1000 主泵泵壳合作研制相关工作。

➤ AP1000 主管道国产化进程

AP1000 主管道不同于第二代核电站采用的铸造不锈钢管, 采用的是整体锻造、加工、弯管的不锈钢管道, 这要求有更多的不锈钢水, 其冶炼、浇铸、铸造、热处理、深孔加工和弯管等工艺都有较大难度。

AP1000 主管道是中国 AP1000 自主化依托项目中唯一没有引进国外技术的核岛关键设备。目前, AP1000 主管道研制厂家主要有渤海重工、一重、二重、上重和吉林中意, 自主化取得较大进展, 钢锭化学成份完全满足西屋公司的技术要求。通过主管道科研攻关, 国内大型超纯净奥氏体不锈钢电渣锭技术已达到国际领先水平(国内 2007 年以前的电渣锭技术最大为 45 吨水平, 现在可以达到 150 吨水平); AP1000 主管道冷弯管核心技术取得突破, 目前已达到国际同步水平; 超低碳纯净不锈钢基础性理论研究和认识已接近世界同步水平。渤海重工、二重、上重研制的全尺寸主管道模拟件已成功; 吉林中意完成了主管道模拟件弯制。

目前, 国家核电技术公司与二重、渤海重工、吉林中意分别签定了三门 1#、海阳 1#、

三门 2#、海阳 2#和一套备用主管道采购合同。2010 年 1 月 11 日，国家核电技术公司与二重签订了三门 1#、海阳 1#国产化主管道采购合同。2010 年 5 月 18 日，国家核电技术公司组织专家组对二重承担的 AP1000 核电主管道热段试制件进行了评审，一致认为二重研制的 AP1000 主管道各项检验、试验数据全部满足技术规格书和图纸要求，通过技术鉴定。渤海重工承担的三门 2#、海阳 2#主管道，其锻件分包商鞍重的质保体系尚未通过国家核安全局和国核工程公司的审查。2010 年 5 月 24 日，在国家核电技术公司组织召开的质量鉴定评审会上，评审组一致认为：吉林中意研制的 AP1000 主管道热段模拟件满足技术规格书的要求，有能力承担 AP1000 核电站成套主管道设备的制造；吉林中意承担的备用主管道供货合同近日将正式启动，锻件采购已开始。

➤ AP1000 爆破阀国产化进程

爆破阀是 AP1000 核岛的组成部件，其中的驱动装置是由炸药爆炸切断原来密闭的管道封板，以满足应急打开要求，对核岛实施保护作用，主要用于核电站第四级自动卸压系统、低压安注系统以及安全壳再循环系统中。其主要工作原理是在严重事故工况下，通过开启阀门信号触发爆破单元，产生的高压气体推动阀门中的活塞运动，切断阀门通径的盲管，冷却水即可进入堆芯进行冷却。爆破阀能够有效缓解和预防严重事故，可减少核电机组安全设备数量，改善机组安全性和经济性，是 AP1000 核电机组的技术亮点之一。每台机组中有 12 台三种规格、两种口径和两种压力参数的爆破阀。

此次是从美国 SPX 引进爆破阀技术，通过引进消化吸收，争取实现从设计、制造、检测到实验等各方面技术的国产化。

AP1000 爆破阀研制厂家主要有中核苏阀科技实业股份有限公司（简称中核苏阀）和陕西应用物理研究所（简称 213 所），这两家单位已开展了大量实质性工作，已经被美国 SPX 公司认定为指定用户。国家核电技术公司明确由中核苏阀和 213 所首批完成山东海阳 2#12 台爆破阀的国产化任务，此后将采取市场竞争方式进行。目前，中核苏阀已获得 ASME 颁发的“N”和“NPT”证书；SPX 公司和西屋公司对中核苏阀进行了联合质保审查。中核苏阀和 213 所已与 SPX 公司签订了关于分包海阳 2#12 台爆破阀的谅解备忘录。目前正在分包合同商务条款的谈判工作。

此外，哈尔滨电站阀门有限公司也将参与爆破阀的国产化工作，中方将派遣 3~4 名工程师参与 SPX 爆破阀 QME 试验计划的开发及其它设计任务。大连大高阀门有限公司和山西江淮重工也有一定的基础，已向国家核电技术公司提出申请拟参与此项工作，大连大高阀门有限公司也已取得 ASME “N”和“NPT”钢印资质。

➤ AP1000 堆芯补水箱国产化进程

堆芯补水箱是 AP1000 所具有的三个非能动水源之一（其他两个为安注箱和安全壳内换料水贮存箱）。堆芯补水箱功能为：当冷却剂装量丧失时将水注入反应堆冷却剂系统（RCS），而 RCS 中的蒸汽（如果冷段产生空泡）或水（如果冷段是液体的）则流入堆芯补水箱以取代冷的注入水。堆芯补水箱子系统仅有的控制部件是并联气动阀（AOVS），位于堆芯补水箱的两条流出管道上，在正常运行时关闭，事故情况下打开。另外，堆芯补水箱每条出口管道上还布置有止回阀，这些阀门正常时处于开启状态。根据 RCS 的状态，堆芯补水箱内的含硼水有两种注入模式：失水事故下，冷段处于充满水的状态，堆芯补水箱的运行方式为热水 / 冷水自然循环方式；失水事故下，冷段的水已经汽化，堆芯补水箱的运行方式为蒸汽 / 冷水自然循环方式。

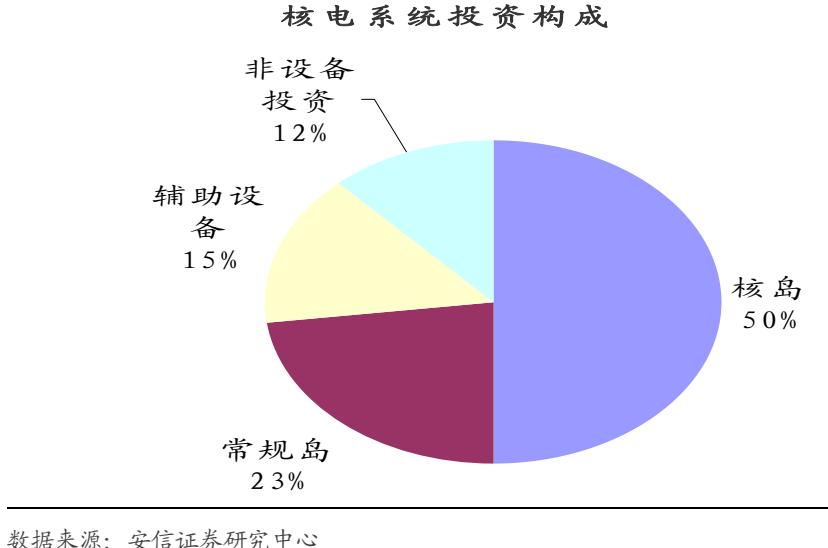
目前，国内堆芯补水箱生产厂家主要有哈电重装和上电。

6. 分享核电投资盛宴

6.1. 核电投资构成

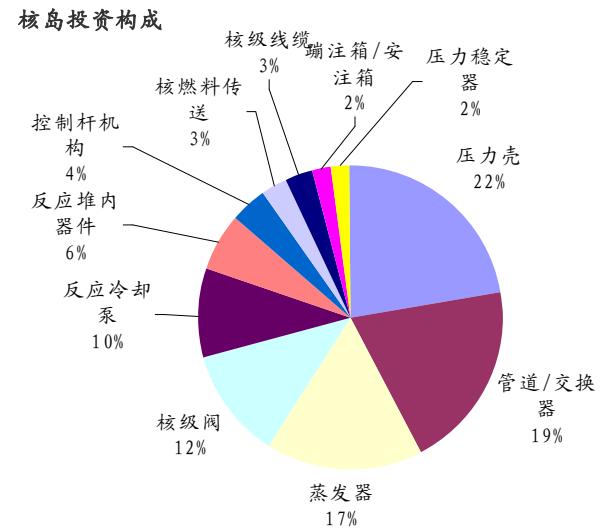
以 CPR1000 为例，核电系统投资比例分别为：核岛 50%，常规岛 23%，辅助设备 15%，非设备投资 12%。其中核电设备投资比例约 55%。

图 21: 核电系统投资构成



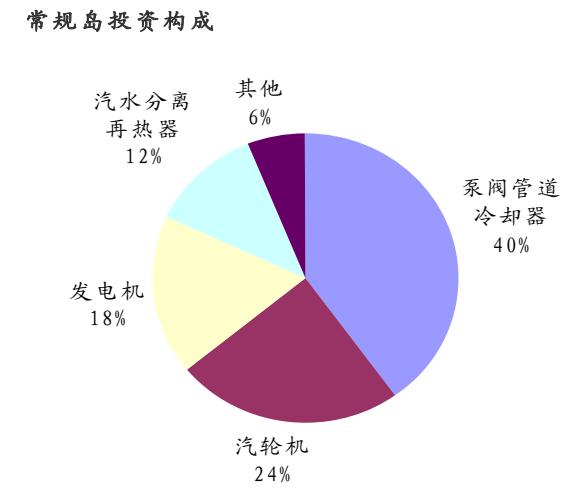
数据来源：安信证券研究中心

图 22: 核岛投资构成



数据来源：安信证券研究中心

常规岛投资构成



数据来源：安信证券研究中心

6.2. 核电设备分类

福建宁德核电站一期工程预计总投资 495 亿元人民币，4 台 108 万千瓦机组，投资比为 11458 元/千瓦。按照核电设备投资比例约 55%，国产化率 80%计算，设备投资为 5042 元/千瓦。根据媒体披露，到 2020 年核电装机 7000—8000 万千瓦左右，在建 3000 万千瓦。截止 2010 年 9 月，中国目前已经投运的核电装机容量 1017 万千瓦，按照 2020 年核电装机容量 8000 万千瓦的目标，新增装机容量 6000 万千瓦以上，在建容量 3000 万千瓦，国内核电设备厂商可分享的市场到 2020 年市场总容量约为 5000 亿元。其中核岛设备约 2500 亿元，常规岛设备约 1150 亿元，其他辅助设备约 750 亿元。

涉及到核电设备的公司比较多，大致可将公司按产品分为主设备、锻件、阀门、通风系统、控制系统及其它零配件。相比之下我们较为看好以下两类公司：一是核电产品占比较大（或未来占比较大）；二是有一定技术或其它门槛，竞争环境短期内不会改变，主要包括东方电气、上海电气、中国一重、二重重装、南风股份、中核科技、江苏神通、湘电股份、奥特迅等。其中南风股份核电产品已经超过一半，中核科技、江苏神通三年内超过一半的可能性很大，中国一重和二重重装虽然未来占比不大可能超过一半，但其竞争环境较好，正处于明显的上升期。另外自仪股份虽然目前仍然亏损且核电产品暂不盈利，但其技术如消化吸收，盈利弹性较大。

表 30: 三大动力公司核电业绩

核岛设备		常规岛设备
东方电气	岭澳二期、红沿河一期、宁德一期、福清一期、方家山、阳江一期、海阳一期	岭澳二期、红沿河一期、宁德一期、福清一期、方家山、台山一期
上海电气	秦山二期扩建、红沿河一期、三门一期、海阳一期	秦山二期扩建、阳江一期
哈动力	秦山二期扩建	秦山二期扩建、三门一期、海阳一期

数据来源：安信证券研究中心整理

表 31: 核电辅助设备上市公司

公司简称	设备	公司简介
中国一重	大型铸锻件	国内唯一既有大型加氢反应器、核反应堆压力容器又有核锻件制造能力和业绩的企业
二重重装	大型铸锻件	国内唯一的核电设备全套装备铸锻件供应商
中核科技	阀门	国内核级阀门提供商
江苏神通	阀门	国内核级阀门提供商
自仪股份	仪表控制	AP1000 仪控系统国产化主体
奥特迅	电源系统	电源系统提供商，中标阳江、宁德、红沿河等核电站
哈空调	空冷设备	核电空冷设备、中标秦山二期、巴基斯坦恰西马
海陆重工	吊篮、堆芯壳	上海电气分包商
湘电股份	核级泵	引进美国核泵生产技术，中标红沿河
华东数控	精密零部件	计划建成国际先进核电重型精密零部件及成套设备生产制造基地
科新机电	压力容器	正在积极开展核岛 2、3 级压力容器制造许可证的取证工作
威尔泰	仪表和控制系统	已成功进入国内核电领域的合格供应商行列
南风股份	通风设备	核电站产品市场占有率 72%
盾安环境	通风设备	国内唯一一家可全系列参与核电空调项目投标的企业
上风高科	通风设备	继南风股份之后，成功取得核级风机设计、制造许可证的两家企业之一
烟台冰轮	核电制冷设备	参股 45% 的烟台顿汉布什工业已经取得大亚湾核电站等多个核电项目订单
天威保变	变压器	国内变压器主要生产商，中标方家山、福清、宁德等，核电变压器上万台。
特变电工	变压器	国内变压器主要生产商、中标红沿河
长园集团	核电级绝缘套管	研制核电站用电缆头、绝缘套管
沃尔核材	核电级绝缘套管	研制核电站用电缆头、绝缘套管
中科英华	核电级绝缘套管	研制核电站用电缆头、绝缘套管
汉缆股份	核电电缆	研制开发 K1K2K3 级核电电缆和附件
南洋股份	核电电缆	研制开发 E1 级核电电缆
万马电缆	核电电缆	研制开发 K3 级核电电缆

数据来源：安信证券研究中心

6.2.1. 核电主设备公司

➤ 东方电气 (600875)

东方电气在核岛、常规岛的技术及供货业绩方面均领先国内。1997 年即分包制造岭

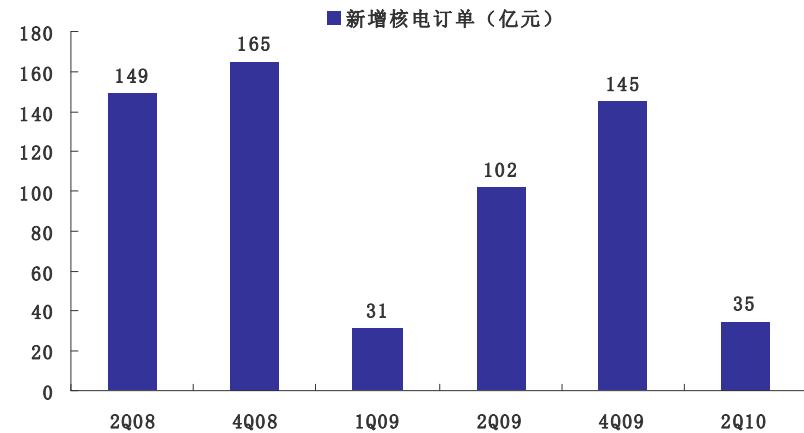
澳一期汽轮发电机组，2005 年又在百万千瓦级半转速核电机组核岛、常规岛方面实现突破，获取岭澳二期主机供货合同。

2007 年东方电气核电保持领先态势，继广东岭澳核电二期项目后，又承接了辽宁红沿河、福建宁德两个百万千瓦级核电站常规岛主设备 6 台机组的供货任务，同时承担了宁德核岛主设备和红沿河部分核岛主设备的供货任务。

2008 年核电领域，突飞猛进，签订了红沿河、宁德、方家山、福清、台山核电站常规岛汽轮发电机组供货合同。中标台山 $2 \times 1750\text{MW}$ 核电站常规岛汽轮发电机组，为世界最大容量的核电站常规岛汽轮发电机组。获得海阳核电站 2 台 AP1000 稳压器订单，东方电气成功进入第三代核岛设备制造领域。

2009 年，东方电气全面进入第三代核电设备领域。继获得台山 EPR 部分核岛主设备分包合同后，又签订了湖南桃花江核电工程蒸汽发生器及反应堆压力容器订货合同，东方电气开始全面进入第三代核电设备领域，成为全球唯一一家能够同时生产 AP1000、EPR 二代加核岛重型设备和常规岛汽轮发电机组的企业。还签订了 AP1000 依托项目海阳核电 1#2# 机组稳压器合同。签订 CPR1000 大项目两台机组堆内构件及控制棒驱动机构供货协议。签订宁德、防城港机组高低加、STR 供货合同，正式进入核电常规岛辅机制造领域。

图 23：东方电气新增核电订单



数据来源：公司公告，安信证券研究中心整理

目前东方电气核电设备制造布局进一步完善，形成德阳、武汉、广州三大核电设备生产基地。

德阳基地：核电产品为核汽轮发电机（7-8 套），主泵和控制棒驱动机构。

武汉基地：东方电气（武汉）核设备有限公司（股权比例 67%），二期扩建项目完成后，将拥有核电站堆内构件、压力容器和“专项工程”设备所需的冷作、焊接、热处理、机械加工和检验试验等齐全的生产、检测设备，以及 400 吨级重型恒温厂房及洁净加工、装配厂房，基本形成年产百万级核电站堆内构件 4-6 台（套）、压力容器 800 吨以及“专项工程”堆内构件、再生式热交换器、非再生式热交换器和非能动余热排出冷凝器等 1.5-2 台（套）的能力。

广州基地：东方重机公司（股权比例 57.3%），主营核电站核岛主要承压设备（包括反应堆压力容器、蒸汽发生器、稳压器及安全壳、硼注射器等），常规岛汽水分离再热器等，兼营核电辅助机械、大型石化容器等，主要产品为反应堆压力容器（RPV）、稳压器（PRZ）、蒸汽发生器（SG）、汽水分离再热器（MSR）。东方重机在国内率先开始生产制造 1000MW 等级反应堆压力容器、蒸汽发生器及核电站核岛其他主设备，具有生产 2 套 1000MW 压水堆核电站核岛主设备以及 8 台 MSR 的能力。东方重机已开始进行后续项目扩建，新增总投资 15 亿元，将新增厂房面积 6 万多平方米，项目建成后，新增 4 套完整的 1000MW 压水堆核电站核岛主设备、15 台蒸汽发生器及 8 套 MSR 常规岛设备的生产能力。

东方电气在常规岛市场市场占有率绝对领先，常规岛设备市场占有率 70%，核岛设备市场占有率 50%，主泵超过 50%，堆内构件市场份额会少点，总体超过 50%。未来几年，2010 年-2011 年，常规岛市场份额大约 60-70%，2012 年核岛市场份额增加，预计近 50%。

目前东方电气核电在手订单约 400 亿。预计 2010 年核电收入 40 亿元以上，2011 年核电收入超 100 亿元。核电毛利率 2010 年 3 季度为 14.32%，预计 2011 年达到 18%。

盈利预测和投资评级：我们维持东方电气盈利预测，2010-2012 年 EPS 分别为 1.2 元、1.55 元、1.84 元，按照上调目标价格 2011 年 30 倍市盈率估值，12 个月目标价位 46.5 元，维持“买入-B”投资评级。

➤ 上海电气 (601727)

上海电气拥有国内最强大的核电设备成套能力。上重的 1.65 万吨自由锻造油压机、锻造操作机和电渣重熔炉创造了三个世界第一。核岛部分可以生产堆内构件、控制棒驱动机构、压力容器、蒸发器、稳压器和核泵。常规岛部分可以生产核汽轮发电机组。辅机部分可以生产冷凝器、除氧器和高、低压加热器。核岛主设备产能到 2012 年提升到 4-6 台（套），堆内构件和控制棒驱动机构 2010 年形成 8-10 台（套）产能。

2009 年上海电气常规岛新增订单 105 亿元，常规岛在手订单 169 亿元；核岛新增订单 120 亿元，在手订单 179 亿元，合计 2009 年新增核电订单 225 亿元，在手核电订单 349 亿元。2010 年 6 月底电核岛设备在手订单超 180 亿元，公司的核电核岛产品覆盖了所有中国市场在建核电项目。

盈利预测与投资评级：我们预测公司 2010-2012 年 EPS 分别为 0.25 元、0.30 元、0.35 元。按照 2011 年 40 倍市盈率，12 个月目标价位 12 元，上调至“增持-B”投资评级。

6.2.2. 核电大型铸锻件

市场容量

- 每套百万千瓦核电机组至少需要 1 台反应堆压力容器，每年需要反应堆压力容器 6-7 个。一个反应堆压力容器有 3000 吨铸锻件。根据我们预测，2012 以后我国每年需要约 2-3 吨核电设备锻件。成品收得率按照 50% 计算，年均需核电设备毛坯锻件 5 吨。
- 一座百万千瓦双堆核电站，造价约 30 亿美元。核电铸锻件材料所占的费用约占核电站总投资的 36%。因此铸锻件材料费用有 70-80 亿人民币左右，每套核岛设备的产值约 10-12 亿元。核电设备有着极大的市场需求和利润空间。
- 不同技术标准对市场需求量影响较小，AP1000 的铸锻件单位价值量会较高。

参与者

- 核电锻件制造市场集中度很高，处于寡头垄断状态，全球只有 3 家主要的核电锻件制造商，分别是日本制钢 (JSW)、斗山重工 (DHIC) 和中国一重，未来两年二重重装在此领域也将占有一定市场份额，而上海电气下的上重预计份额较低。
- 一重的市场份额最大。在国内目前已经、在建的 59 座核电站中，一重参与了其中 39 座核电站的铸锻件供应，实力强劲。
- 从设备及产能情况来看，我国铸锻件厂商已具备较强实力，加上不足国外进口产品一半的价格使得其竞争力突出，前期投入较大使得新参与者进来的可能性较小。

表 32: 大型铸锻件国内外主要生产商产能表

国内外主要生产商	一重	二重	中中信工	重上重	太重	日本制钢所	斗山重
钢水年产量(万吨)	25 (50)	30	25	25	25		26
最大浇注能力(吨)	700	790	600	500			
最大钢锭(吨)	600	560	600	600	52	600	530
最大锻件(吨)	400	400	400	350		600	280
最大铸件(吨)	500	500	570	450	153		350
最大自由锻造液压机(吨)	15000	16000	18500	16500	4500	14000	14000

数据来源：公司网站、公司年报、招股说明书、相关资料、安信证券研究中心

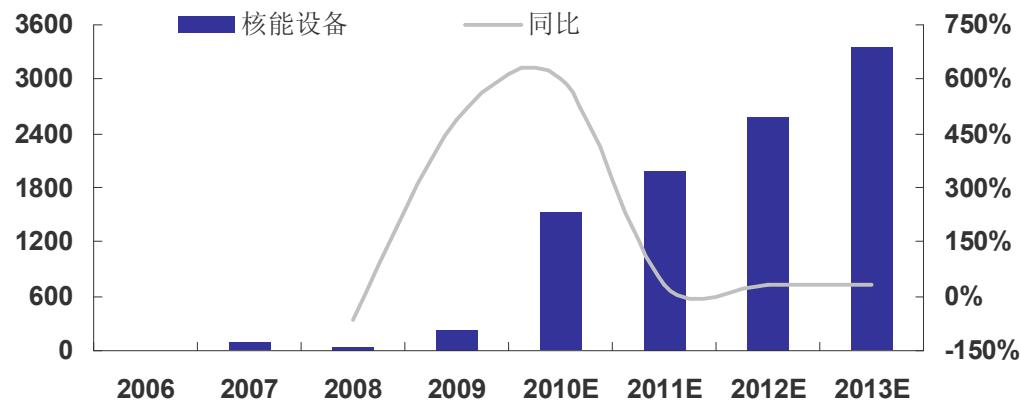
➤ 中国一重 (601106)

公司是国内最早开发生产核能设备的企业，产品包括核反应堆压力容器、蒸发器、稳压器，以及主管道、主泵等，是国内唯一既有大型加氢反应器、核反应堆压力容器又有核锻件制造能力和业绩的企业。

公司二代加核电锻件已实现批量生产，第三代 AP1000 核电锻件研制取得了成功，承担的国家大型先进堆重大专项完成了阶段性任务，部分锻件制造达到了世界领先水平。预计 2010 年公司这一业务收入将保持快速上升的趋势。考虑到核电大型化的发展趋势，公司除为将来生产 160 万千瓦、SYSTEM 80+ (135 万千瓦) 核电机组、重水堆及其它堆型核电机组核承压设备做好准备外，募投项目还留有国际先进、安全性较好的高温气冷堆机组及未来第四代核电快堆机组重型部件的制造能力，为公司将来进一步的发展奠定基础。

核能设备收入去年上半年 1.77 亿元，今年上半年 3.18 亿元，大幅增长 79%，公司未来不但要提高核电设备产能，而且向核电成套设备供应商转变，同时逐步从国内市场逐步走向国际市场。估计下半年核电设备业务收入可能是上半年的 3 倍左右。

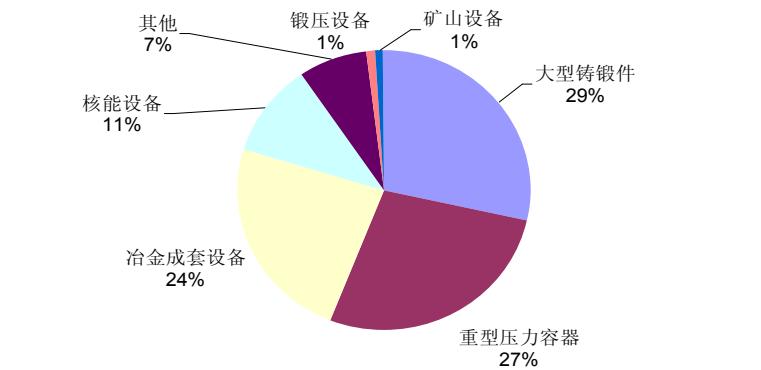
图 24: 一重核电业务收入及预测 (单位: 百万元)



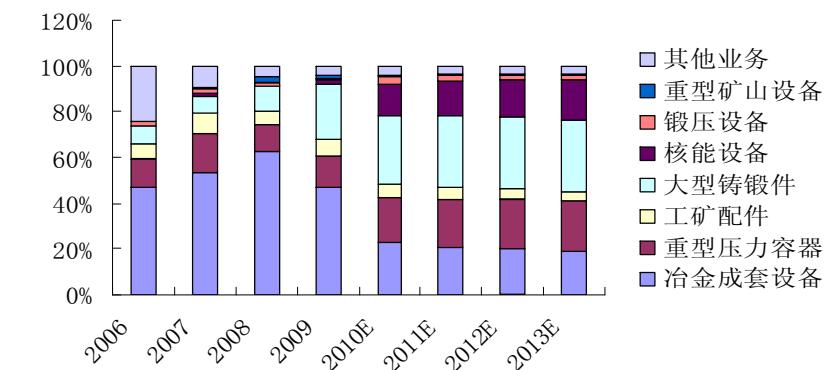
数据来源：公司年报，安信证券研究中心

公司在国内重型机械行业首屈一指，其核心竞争力体现在稳固的市场龙头地位、堪称一流的技术实力、业内领先的盈利能力、产品结构优化带来的增长驱动、以及由设备制造商向系统集成、工程总承包发展的战略转型。

公司规划未来四大产品齐头并进，用 5 年左右的时间，实现销售收入 400-500 亿元。其中核电 80 亿、冶金 70 亿、大型铸锻件 80 亿，石化容器 40 亿，其他产品为海水淡化、大型垃圾焚烧炉、盾构机等。我们认为这一产品结构既是对传统产品优势的保持，也是新产品在分层推进，后者的变化趋势更为重要。

图 25: 2009 年公司业务结构图

数据来源：公司年报、安信证券研究中心

图 26: 中国一重主营业务结构变化趋势

数据来源：公司年报、安信证券研究中心

预测 2010-2012 年公司主营业务收入分别为 82.7、101、125.8 亿元，净利润分别为 10.8、14.5、18.8 亿元，每股收益分别为 0.165、0.221、0.287 元。基于公司强大的综合实力和良好的发展前景，我们认为公司合理市盈率应高于行业平均水平，按照 2011 年 30 倍 PE 估值，合理股价 6.63 元，维持“买入-A”的投资评级。

➤ 二重重装 (601268)

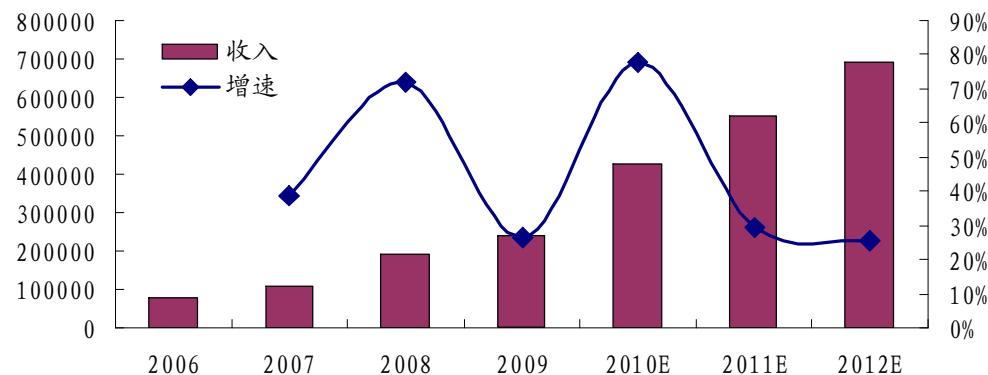
清洁能源发电设备将成为公司业绩的主要驱动力。从在手订单和下游发展来看，预计核电铸锻件将翻番增长。

公司能够供货的核岛设备包括：核反应堆压力容器、主泵壳、主管道、蒸汽发生器和稳压器铸锻件。常规岛设备包括：汽轮机、发电机、主给水泵铸锻件等。公司现在是国内唯一的核电设备全套装备铸锻件供应商。

公司在全球率先成功研制成功 AP1000 主管道，估计每件价值约 4 千万元，公司能够提供的全套铸锻件价值约 1.5 亿元；公司最近成功研制出国内首件 1100MW 核电半速发电机转子，使公司成为了全球第二家可制造该产品的企业，成功完成二代加核电锻件的研制，多数锻件已实现批量供货，部分关键锻件已进入制造收尾阶段，预计 2010 年上半年可实现二代加全套锻件批量供货。

上半年公司清洁能源发电设备实现销售收入 12.77 亿元，占营业收入的 42.24%，同比增长 28.84%。毛利率 27.26%，与去年基本持平。以核电为代表的清洁能源在未来几年将高速增长，目前二重的核电在手订单（包括常规岛转子、汽缸等）估计为 30 亿元，预计 2010~2012 年的交付量分别为 3 亿元、8 亿元、15 亿元。

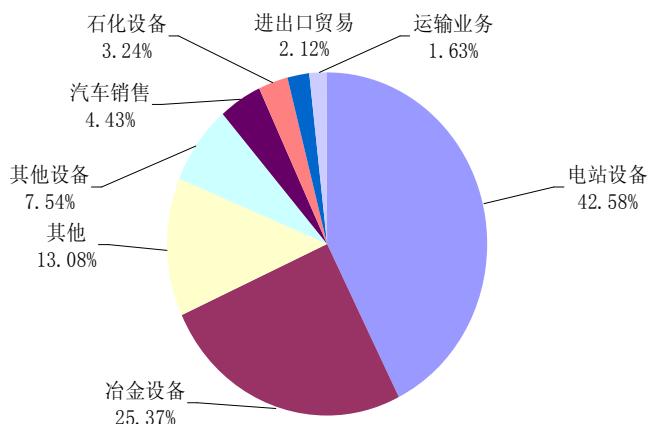
图 27: 二重重装清洁能源发电设备收入及预测(单位: 万元)



数据来源: 公司年报 安信证券研究中心

从公司的发展历史和未来趋势看,由于国家重大装备的需求拉动,公司新技术和新材料的不断创新,辅之以有效的管理,重大装备从无到有屡创佳绩,成为一个可持续的发展模式。

图 28: 二重重装 2010年上半年公司业务结构



数据来源: 公司年报 安信证券研究中心

我们预测 2010-2012 年公司主营业务收入分别为 95、111、132 亿元, 净利润分别为 6.38、9.31、11.69 亿元, 每股收益分别为 0.38、0.55、0.69 元。按照 2011 年平均 25 倍 PE, 合理股价 13.75 元, 给与“买入-A”的投资评级。

6.2.3. 核电阀门

市场容量

- 核电站中阀门的数量分布以大亚湾核电站为例,核岛部分占43.5%、常规岛部分占45%、辅助设施占11.5%。从不同种类阀门配置情况看,核电站使用的阀门主要包括闸阀、截止阀、止回阀、隔膜阀、蝶阀、球阀、调节阀、安全阀等。

表 33: 核电站阀门配置情况

阀门种类	核安全级	数 量(台)	比 例 (%)
闸阀	核 1、2、3 级及非核级	518	4.19
隔膜阀	核 2、3 级及非核级	3,313	26.80
截止阀	核 1、2、3 级及非核级	4,271	34.55
止回阀	核 1、2、3 级及非核级	901	7.29
安全阀	核 1、2、3 级及非核级	315	2.55
调节阀	核 1、2、3 级及非核级	578	4.68
蝶阀	核 2、3 级及非核级	635	5.14
球阀	核 2、3 级及非核级	1,643	13.29
其他阀门	核 1、2、3 级及非核级	187	1.51
合计		12,361	100.00

数据来源：安信证券研究中心

- 按一座核电站(2*100万千瓦)需要4亿元的阀门计算(充分考虑到国产化率提高后会有所下降)，预计未来10年新建带来的核电阀门市场容量在100亿元左右，平均每年10亿元左右。
- 与此同时，核电阀门的维修费用也将随着装机容量的上升而逐年上升。由于核电站维修费用中阀门占50%左右(一座具有两台百万千瓦机组的核电站每年总维修费用将在1.35亿元左右，阀门维修、更换费用每年达到约6700万元)，当4年后装机容量达到2000万千瓦时，每年阀门更换费用将超过6亿元，而2009年阀门的维修市场也就1亿元左右。
- 一座两台100万千瓦机组核电站共需各种阀门约28000台，按照目前招投标价格计算其中核岛蝶阀、球阀约6500万元；常规岛及电站辅助设施蝶阀、球阀约3500万元。即使考虑到因竞争及量产导致的未来招标价格的回落，这两种阀门的需求量也在6000万元以上。
- 不同技术标准对市场需求影响较小，AP1000的阀门需求量虽然下降较多，但单位价值量的上升使得对阀门市场容量虽有负面影响，但并不会太大。

参与者

- 闸阀、截止阀、止回阀等需求量较大，但参与者相对较多，蝶阀、球阀、隔膜阀量少，参与者也较少。
- 长期来看，新参与者不会太多，整体竞争环境较好，但相互之间的竞争会加大。

表 34: 核电站阀门参与企业

企业名称	核电阀门主导产品
中核苏阀科技实业股份有限公司	闸阀、截止阀、止回阀
大连大高阀门有限公司	小口径闸阀、截止阀、止回阀
沈阳盛世高中压阀门有限公司	闸阀、截止阀、止回阀
上海通用阀门真空设备有限公司阀门五厂	隔膜阀
神通阀门	蝶阀、球阀

数据来源：安信证券研究中心

主要公司

- 中核科技 (000777)

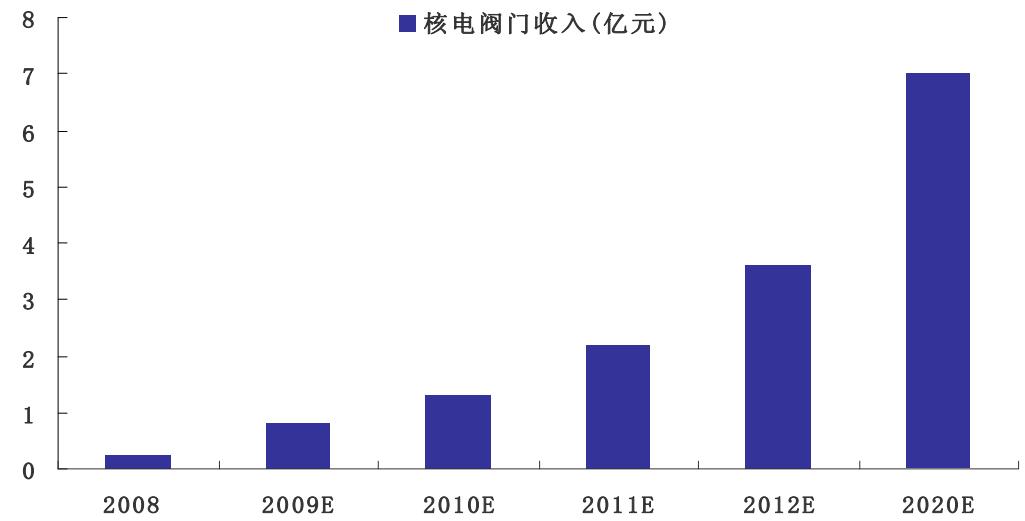
核电阀门是公司未来三年的主要增长点。去年公司核电阀门的收入8000万左右，占总收入比重仅10%左右，基数仍然较低，从即有订单及新项目情况来看，今年预计核电阀门收入在1.5亿元左右，并且未来三年随着核电阀门国产化率的提高，公司的市场占有率也将逐步提升(2009年公司研制开发的比例喷雾阀等相关的核级高端关键阀门通过了专家鉴定和用户验收；计划与Flowserve成立合资公司)，核电阀门的年均增幅将超过50%，成为公司的主要增长点。

公司是国内五家具备设计生产核 I 级阀门的企业之一，是中国核工业集团公司下属唯一一家上市公司，拥有的“H”、“SUFA”阀门产品商标，在国内阀门行业中有着较大的影响和市场优势。

公司生产核 1、2、3 级阀门，具体包括闸阀、截止阀、止回阀、节流阀、球阀、蝶阀等各种阀门种类。可生产 80%左右的核电站需用阀门，占阀门总价值量的约 20%。

为秦山核电站提供 2211 台阀门，价值约 2300 万元；09 年起为红沿河、阳江核电站、福建宁德核电工程分别提供 610 台阀门，价值约为 8400 万元；2010 年起为福清核电厂、方家山核电工程分别提供 8-400 毫米口径的阀门，价值约 1 亿元。

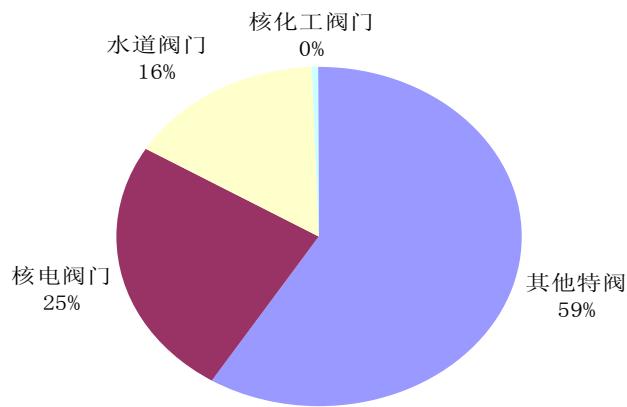
图 29：中核科技核电阀门收入将快速增长



数据来源：安信证券研究中心

2020 年以后随着新建需求的下降以及维修占比的提升，公司核电阀门收入预计将稳定在 7 个亿左右。目前核电阀门占比在 25%左右，由于石化阀门增长明显慢于核电阀门，预计未来两年核电产品将上升至 50%以上。

图 30：中核科技 2010 年上半年公司业务结构



数据来源：公司公告，安信证券研究中心整理

我们预计公司未来三年的每股收益分别为 0.29 元、0.42 元和 0.76 元，年均增幅将超过 50%，虽然公司目前 90 倍的动态市盈率相对较高，短期来看目前股价存在一定透支，但长期来看公司股东背景较强，核电阀门增长明确，且未来将占主业一半以上，给予“增持-B”的投资评级。

➤ 江苏神通（002438）

在核电阀门领域，公司在核岛、非核岛的球阀、蝶阀和风阀优势明显。在 2008 年和

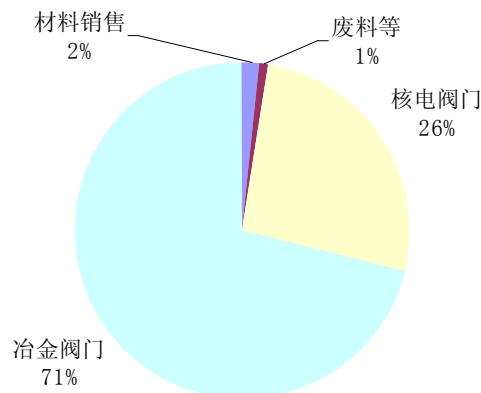
2009年我国核电工程用阀门的一系列国际招标中，本公司为核级蝶阀和核级球阀唯一中标企业，获得了这些核电工程已招标核岛蝶阀、核岛球阀的全部订单。

2010年上半年，受益于核电站建设加速，核电球阀和蝶阀交货量同比增加59%，收入达到5,424万元，毛利率提高到45.4%；另外，2010年上半年核电阀门新增订单1亿元，目前在手订单5.7亿，为核电业务持续增长提供保障；核电阀门由于在生产过程中对原材料材质、生产工艺、产品检测和质保体系有着严格的标准和规定，产品附加值更高，因此毛利率也更高。随着核电阀门占比的提高，公司的毛利率有望进一步提升。

按照一座100万千瓦核电站蝶阀、球阀的价值3000万元计算，则2020年以前整体市场容量为21亿元左右。考虑到AP1000前4台机组50%的国产化率，则从10年~15年公司将获得17亿元左右的核电阀门收入。

公司目前主要业务包括冶金特种阀门和核电阀门，冶金特种阀门占收入的比重较高（2009年占71%）。公司的冶金特种阀门主要应用于钢铁行业节能减排系统，受金融危机和钢铁行业产能过剩影响，冶金特种阀门业务增速放缓，业务占比不断下降。我们预计未来两年核电阀门在公司的收入占比将迅速提升至50%以上。

图 31：江苏神通2009年公司业务结构



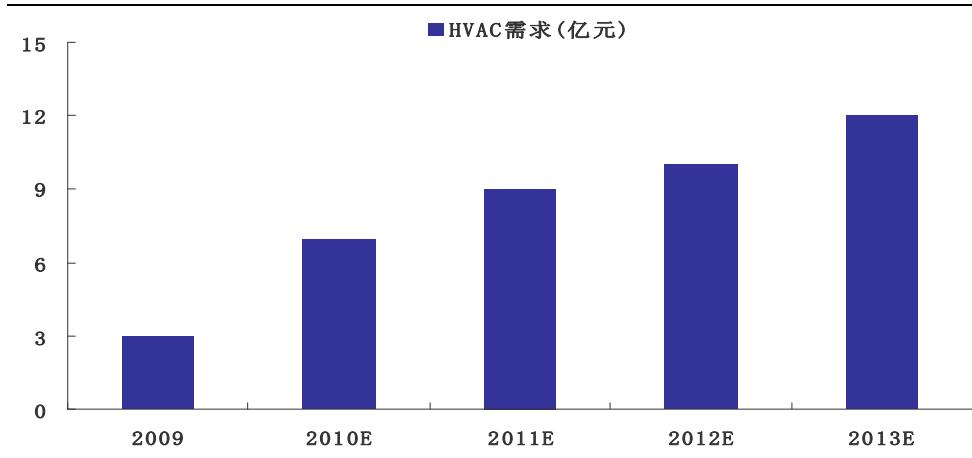
数据来源：公司公告，安信证券研究中心整理

6.2.4. 核电通风制冷系统

市场容量

- 核电通风系统设备，尤其是核岛HVAC设备是核电站关键辅助设备之一。在我国发展核电的初期，核电HVAC设备同样全部依赖进口。在国家的产业政策支持下，目前已基本实现了核电HVAC产品国产化。
- 1个百万千瓦级反应堆核电通风系统造价约1亿元，其中核岛约7000万元，在未来中国核电快速发展10年中，我们预计核电通风系统的市场容量在70亿元左右。
- 不同技术标准对市场需求量影响较大，AP1000标准对风机等产品的需求量会下降40%左右，即使考虑到新产品报价较高的因素，预计单个电站所需通风系统的价值量降幅也在20%以上。

图 32: HVAC 需求预测



数据来源:《中国通风及空气处理行业研究报告》, 安信证券研究中心

参与者

- 今年以来我国核电通风产品的项目承接开始要求资格认证, 目前国内有资质的风机产品有两家, 风阀有四家(上市公司中南风股份有两个资质、上风高科有风机资质)。
- 由于之前未要求认证, 因此参与者较多, 而这些参与者均有可能是未来的潜在参与者。
- 我们认为一两年内竞争格局不会有太大改变, 南风股份将是最有实力的参与者。

表 35: 历年核电暖通系统竞争参与者

企业名称	企业基本情况	供货设备	供货业绩
浙江上风实业股份有限公司	以漆包线业务为主, 风机业务为辅。	风机、空调机组	泰山二期、泰山二期扩建、江苏田湾、方家山、福清一期
陕西鼓风机(集团)有限公司	以透平机械为核心的大型成套装备制造企业, 产品主要面向石油、化工等重工业领域。	风机	泰山二期扩建
上海鼓风机厂	以大型脱硫增压风机为主, 产品主要面向火电环保脱硫、冶金钢厂环保除尘、电站等领域	风机	泰山二期、泰山二期扩建
江苏中联风能机械有限公司	主要从事通风空调系统设备的生产和销售。	风机、防火阀、排烟阀	江苏田湾
秦皇岛核风设备有限公司	主要从事风阀、过滤器箱体排架等的生产和销售。	风阀类设备 过滤器箱体排架设备	泰山一期、秦江二期、江苏田湾、泰山二期扩建
石家庄第一阀门厂	主要从事各种阀门的生产和销售, 产品主要面向冶金、钢铁、核电站、火电厂、煤炭、化工、环保、轻工、市政及建材等领域。	风阀类设备	泰山二期、江苏田湾、方家山、福清一期
河南核净公司	主要从事空气过滤器、净化装置和过滤器安装排架等的生产和销售。	过滤器及箱体排架	泰山一期、泰山二期、江苏田湾、泰山二期扩建、方家山、福清一期、红沿河一期、宁德一期、阳江
南通昆仑空调有限公司	主要生产和销售大型中央空调机组和空气净化设备。	空调机组	泰山二期、江苏田湾
广东申凌空调设备有限公司	主要从事中大型工业、商业用空调系统的生产和销售。	空调机组	岭澳核电二期
哈尔滨空调股份有限公司	主要从事各种空调设备的生产和销售, 产品主要面向石油化工、电力能源、钢铁冶金等领域	空调机组	泰山二期

数据来源:公司资料, 安信证券研究中心

主要公司

- **南风股份 (300004)**

经过多年的技术攻关, 公司打破国外对百万千瓦级机组核岛 HVAC 系统设备的技术封锁和技术垄断, 开发出百万千瓦级压水堆核电站核岛 HVAC 系统设备, 并成功应用于

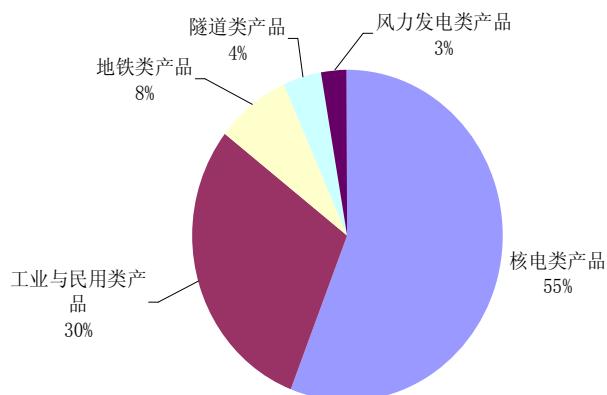
岭澳核电二期，成为国内唯一掌握百万千瓦级压水堆核电站核岛 HVAC 系统设备关键技术并具有总承包经验的生产企业。目前，公司已向国家专利局申请有关百万千瓦级压水堆核电站核岛 HVAC 系统相关设备的发明专利及实用新型专利各 4 项。

至目前为止，公司为国内通风与空气处理行业两家取得国家核安全局颁发的核级风机产品的设计制造许可证的企业之一和取得国家核安全局颁发的核级风阀产品设计制造许可证的四家企业之一。

与其它竞争对手相比，公司优势在于配套齐全、有系统总承包经验、最早获得核级风机许可证，其在核电风机上的优势未来三年内难以动摇。预计公司仍将占据至少 50% 的市场份额。也就是说未来高峰期公司核电产品的收入就能达到 6 亿元。

今明两年是公司核电风机订单高峰年。今年以来公司已两次公告中标核电 HVAC 项目，合计金额接近 6.5 亿元，目前在手未交付核电订单已超过 10 亿元。由于下半年中广核还有 2-4 个堆要招标，中核目前开工的三代电站的常规岛及 BOP 通风设备在招标，从其建设规划来看，后续一年可能还有 8-10 个堆需要招标。由于中核和中广核采用的招标形式不同，公司在中广核的中标率会明显大于中核，随着未来中核开工项目占比的增加，我们认为今明两年可能是公司核电风机订单的高峰年。预计今年公司核电风机交货量接近 3 亿元，我们维持到年底公司核电风机在手订单仍有 10 亿元以上的判断不变。

图 33：南风股份 2010 年上半年公司业务结构



数据来源：公司公告，安信证券研究中心整理

我们测算公司未来三年的每股收益分别为 0.81 元、1.48 元和 1.78 元。考虑到公司充足的在手订单以及未来两年相对稳定的竞争环境，我们认为可以给予较高估值，按 2011 年 40 倍动态市盈率计算，公司对应的合理股价为 59 元左右，维持“增持 - A”的投资评级。

➤ 盾安环境（002011）

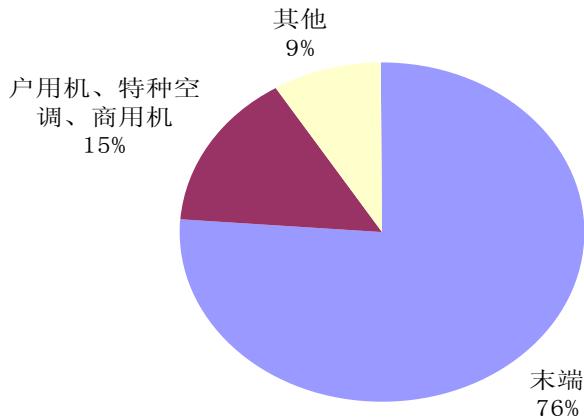
公司是国内唯一一家可全系列参与核电空调项目投标的企业，7 月 1 日公司公告中标 4022 万核电空调设备，将在未来 18 个月内交货。加上此前获得的核电空调订单，公司目前在手核电空调订单在 1 亿元左右，随着核电建设的加快，公司未来还有望继续获得订单。

2010 年 4 月 27 日公司公告，出资 8880 万元收购江苏大通风机股份有限公司 67% 的股权，江苏大通及其控股公司大通宝富已经为秦山核电站各期项目配套风机合同额约 1 亿元，并承接过出口核项目风机订单。目前大通宝富正积极申领核安全生产资质。

核电产品目前占公司收入比重极小，公司是一家专业生产各种电制冷式中央空调主机和末端设备，以及工业空调除尘和各种空调换热器的上市公司，是中央空调国家标准起草单位，国家重点高新技术企业、国家火炬计划项目实施单位及浙江省专利示范企业，浙江省 2002 年首批“高新技术研发中心”。公司通过了 ISO9001: 2000 国际质量体系认证、ISO14001 环境管理体系认证及产品 CCC 认证。生产的中央空调产品被国家权威机构认定为国家重点新产品、国家高新技术产品和浙江省名牌产品，获多项国家

专利。

图 34: 盾安环境 2010 年上半年公司业务结构



数据来源：公司公告，安信证券研究中心整理

➤ 上风高科（000967）

2009 年以前，公司签约福清 1 号 2 号机组、方家山核电共 4 个 1000MW 机组的核岛通风空调风机——（非）核级、ETY 风机设备采购合同。

2009 年末，公司取得了《民用核安全机械设备设计许可证》和《民用核安全机械设备制造许可证》，成为继南风股份之后，成功取得核级风机设计、制造许可证的两家企业之一。

由于其核电业务占比较小，基数较低，虽然增长较快，但对公司业绩影响有限。

除此之外，公司经营漆包线业务，其规模和地位已为华南地区第一，但由于漆包线业务的低毛利特征，利润贡献有限。

➤ 哈空调（600202）

公司主要产品为电站空冷岛（管束，风机，钢结构），石化空冷和核电空调（核级，非核级）。现已发展为国内最大的石化空冷器、电站空冷器、核电站空气处理机组的生产基地。电站空冷业务在主营业务中占比高达 73.5%，公司向秦山核电站供应空调设备，涉足百万千瓦级核电空调设备。

公司投资 2.45 亿元实施“国家电站空冷研发中心建设项目”，在国家支持自主创新能力加大情况下，通过魏家峁及和林电厂共 4 台 60 万千瓦间接空冷机组实施和中国电力工程顾问集团 SCAL 间接空冷系统专利技术的支持，哈空调具有相对的优势。

➤ 烟台冰轮（000811）

公司参股 45% 的烟台顿汉布什工业生产销售核电制冷设备、地铁空调占 70% 的份额，目前已经取得大亚湾核电站等多个核电项目订单。目前国内核电空调领域仅有哈空调、麦克维尔、盾安环境等少量企业可以生产核电空调，未来随着我们核电项目的陆续开工建设，公司的核电制冷设备合同订单将陆续增长。

核阀业务前景广阔。公司控股子公司烟台三信冰轮阀门有限公司主要产品定位核电、水电、火电等领域，公司是国内首个通过 ASEM “S”、“NPT” 审核的阀门厂家，预计烟台三信冰轮阀门公司在 2011 之后有望减亏，并有开始供应核电阀门的可能。

除此之外，公司主业是从事大中型工业制冷设备、中央空调设备、粮食仓储设备、工艺冷却设备、果蔬食品、水产品速冻、保鲜设备等的生产经营。

6.2.5. 控制系统及其它零部件

➤ 自仪股份（600848）

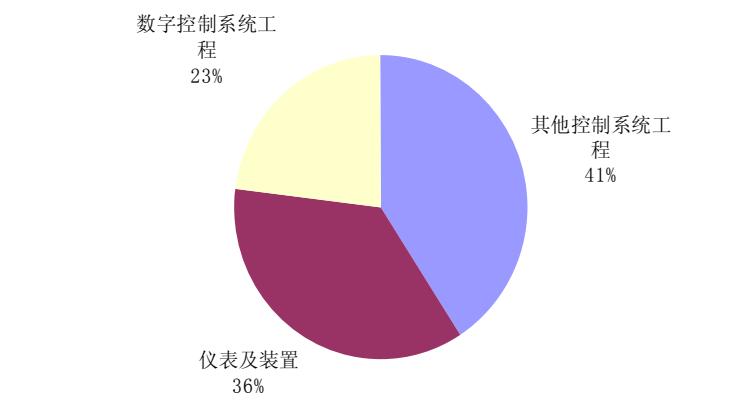
公司是国内规模最大、产品门类最全、系统成套能力最强的自动化仪表制造企业，下设技术中心、销售公司、进出口部及 4 家系统工程公司、9 家工厂、12 家中外合资企

业。公司主要产品有工业生产过程控制系统、成套装置和仪表、可编程序控制器（PLC）等，在工业生产过程控制方面的产品有 20 个大类、150 个系列、计 3000 多个品种。公司在各个环节建立了完整的 ISO9001 质量管理体系，自动化仪表及控制系统是上海市推荐的名牌产品。

公司与国家核电技术有限公司合资成立国核自仪系统工程有限公司，公司持股比例 49%。国核自仪主营核电工程仪控系统设计、系统集成安装调试等工程技术服务及供应，依托 AP1000 引进技术向国内外核电工程提供控制系统、测量仪表等技术服务，满足我国核电发展的需求。此次成立合资公司有利于公司掌握先进核电仪控核心技术，提升核电仪控技术能级；通过把握核电发展机遇，成就公司先进核电仪控技术和产品供应商地位。

公司项目《大型压水堆核电站全数字化仪控系统及核电调节阀类产业化项目》实施情况：公司已实施了部分核电 DCS 和核级仪表的研发和部分的设备投资。核电调节阀生产基地 1.73 万平方米的土建工程正在进行中。

图 35：自仪股份 2010 年上半年公司业务结构



数据来源：公司公告，安信证券研究中心整理

国核自仪在今年上半年亏损 1188 万，仍处于业务的吸收阶段。我们预计公司下半年仍维持在吸收和学习阶段，2011 年有望逐步实现贡献效益。

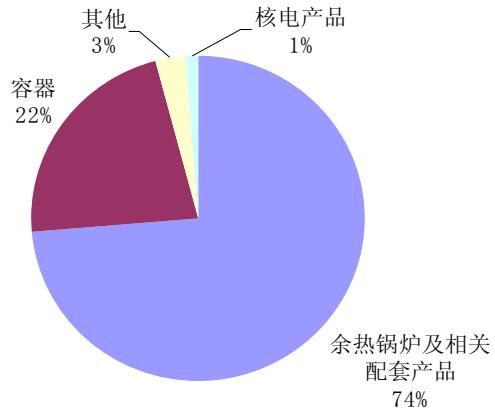
据估计单套 AP1000 仪控系统市场售价约为 1.5-2 亿美元，我们估计 2020 年之前，国内 AP1000 机组需求约为 22-26 台，由于国核自仪在仪控系统的不可替代，将具有独占性，国核自仪潜在订单超过 35-40 亿美元，贡献利润有望超过 10 亿美元，公司有望分享超过 5 亿美元的利润。

➤ 海陆重工（002255）

公司是节能环保设备及核电设备的专业生产企业。公司主要产品为余热锅炉、核电设备。产品广泛运用于钢铁、石油、化工、有色金属、电力、造纸、印染、玻璃、制酸、制碱等行业。公司是国内余热锅炉设计、制造的重要基地之一。在国内工业余热锅炉领域，公司产品一直保持市场占有率第一。同时公司产品出口日本、苏丹、越南、阿尔及利亚、印尼、美国、加拿大、伊朗等多个国家和地区。公司是国家火炬计划重点高新技术企业、江苏省高新技术企业、苏州百强民营企业。公司与上海理工大学联合研制的“高温高压自然循环干熄焦余热锅炉”已列入国家 863 计划。公司具备核反应堆“心脏”设备——堆内构件的制造能力和资格，生产的核电桶体吊篮替代了我国长期依赖进口，填补了国内空白。

公司的核电业务主要是与上海电气旗下的上海第一机床厂合作，为其提供堆内构件吊篮筒体加工，并承接核级容器等，今年 1-6 月公司实现核电业务收入 589.74 万元，毛利率 70.4%。下半年，公司核电业务增长可能加快。

图 36: 海陆重工 2010 年上半年公司业务结构

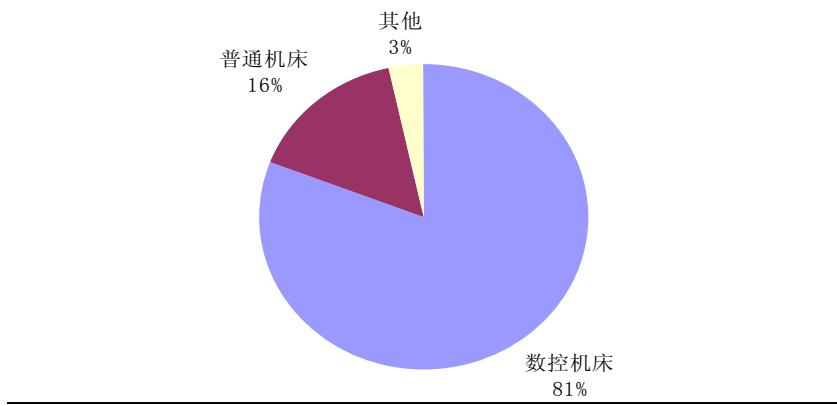


数据来源：公司公告，安信证券研究中心整理

➤ 华东数控（002248）

公司目前虽无核电产品，但已成立核电公司，计划建成国际先进核电重型精密零部件及成套设备生产制造基地，与控股子公司华东重工形成较为完整核电设备产业链——从核电零部件的特种钢精炼—锻造热加工—冷加工—焊接。公司此举也得到了国开金融有限责任公司的大力支持——国开金融拟以股权投资形式向华东核电投资 2 亿元。

图 37: 华东数控 2010 年上半年公司业务结构



数据来源：公司公告，安信证券研究中心整理

公司是国内综合实力较强的机床厂商，是目前国内同时具有先进的龙门磨床和龙门铣床的设计和生产能力的少数企业之一。凭借良好的质量和实力，公司除了保持在高铁设备领域的优势外，在新能源和航空航天等行业应用不断取得新突破。

➤ 科新机电（300092）

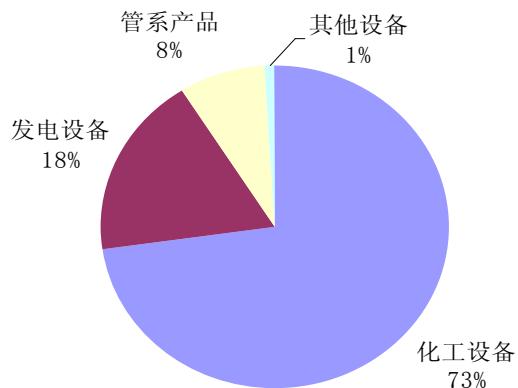
公司的主要产品为压力容器类设备和管系类设备，主要应用于石油、化工、能源、电力、制药等行业。经过十余年发展，公司在大型压力容器设备设计与制造方面形成了一定的品牌、装备、人才、技术和管理优势，被认定为高新技术企业，能够自主设计、制造高合金及特种材料。

公司已全面进入核电常规岛设备制造领域，目前正在积极开展核岛 2、3 级压力容器制造许可证的取证工作。如果顺利通过审批，将使公司成为国内极少数几家核级压力容器设备制造商之一，为公司在压力容器先进制造行业的跨越式发展奠定坚实的基础。公司地处四川什邡，与中国最大的发电设备制造商东方电气集团下属的东方汽轮机有限公司和东方电机有限公司相邻。借助这种地缘优势，公司自成立之初即为东方汽轮机、东方电机及下属企业生产的电站设备提供配套辅机设备。

目前，公司持有的订单金额达到 1.56 亿元，部分产品交货期已排至 2011 年。

我们认为未来两年由于产能增长有限，压力容器的收入增长率平均在 20%左右；随着募投项目陆续投产以及核电许可证获得后带来的市场空间，增长率将上升至 30%以上（我们认为核电可能是促进公司加速成长的主要动因，但有较大不确定性）。

图 38：科新机电 2009 年公司业务结构



数据来源：公司公告，安信证券研究中心整理

➤ 威尔泰（002058）

核电站的仪表和控制系统是核电站的重要组成部分，机组的安全可靠、经济运行在很大程度上取决于仪表控制系统的性能水平。传感器是用于监测这些物理量的重要仪控设备，在核电站中应用十分广泛，在大亚湾核电基地 k 级传感器数量多达 400 台以上。核电传感器主要包括温度传感器、压力（包括水位和流量）变送器和中子通量探测器等。传感器应用于高温、高压、高湿度，部分还有辐射的环境条件下，是安全运行的重要保障。

核级压力变送器的市场容量，一个百万机组大约需要 800-1000 台压力变送器。平均每年按 9 台百万机组计算，每年所需要的核级压力变送器的市场规模将达到 7200-9000 台，核岛部分的压力变送器要求比较高，单价也比较高，这一部分市场基本被外资企业独占。常规岛及辅助部分的产品价格大约为 1 万元/台。

目前核电产品占比很小。2009 年公司承接的核电泰山联营有限公司的核级压力变送器订单逐步交货，已成功进入国内核电领域的合格供应商行列，并通过国家核安全局及国家环保部核与辐射安全中心对公司进行的现场检查，2010 年公司成功中标方家山核电站核级压力变送器，合同金额大约为 500 万元左右。

➤ 湘电股份（600416）

湘电股份在核泵业务方面，与美国福斯公司合作，消化吸收先进泵业制造技术。已经中标红沿河核泵订单，预计 2010 年实现核电收入接近 1 亿元。

风电业务是湘电股份目前主要的利润来源，预计 2010 年生产 2MW 风机整机 500 台，2011 年生产 800-1000 台。

湘电股份拥有湘电风能公司 51% 的股权，2009 年 8 月，湘电集团出具承诺函承诺，在 2010 年年底之前，将所持有的湘电风能有限公司的股权全部退出，不再持有湘电风能有限公司股权。按此承诺湘电风能另外的 49% 有可能进入到上市公司。

盈利预测和投资评级：按照最新股份，我们预测公司 2010-2011 年 EPS 分别为 0.74 元、1.18 元，按照 2011 年 30 倍市盈率，12 个月目标价位 35.4 元，考虑湘电风能剩余 49% 将进入上市公司，上调至“买入-B”投资评级。

➤ 奥特迅（002227）

奥特迅为电源操作系统生产商，在中广核的推动下，已获得核电级电源操作系统的技术认证，2008 年 7 月 31 日获得宁德一期、红河沿一期、阳江一期核电电源订单共计 3110 万元，目前合同正在执行中。

奥特迅另一个投资亮点是公司的充电站设备产品，公司为深圳大运会电动汽车充电站提供了2套充电设备，我们预计随着南方电网公司充电站的建设，公司将从中受益。

盈利预测与投资评级：我们预测公司2010-2011年EPS为0.22元、0.5元，给予“增持-B”投资评级。

表 36：重点核电公司盈利预测与评级

证券代码	公司名称	最新评级	每股收益(元)				市盈率(X)			市净率(X)		
			2009	2010E	2011E	2012E	2009	2010E	2011E	2012E	现价	
600875	东方电气	买入-B	0.78	1.20	1.55	1.84	43	28	22	18	6.6	33.60
601727	上海电气	增持-B	0.20	0.25	0.30	0.35	42	34	28	24	3.9	8.38
601106	中国一重	买入-A	0.18	0.16	0.22	0.29	32	36	26	20	2.3	5.74
601268	二重重装	买入-A	0.22	0.38	0.55	0.69	56	33	23	18	3.8	12.41
777	中核科技	增持-B	0.22	0.29	0.42	0.76	161	122	84	47	11.9	35.35
600416	湘电股份	买入-B	0.43	0.74	1.18		69	40	25		3.8	29.48
2227	奥特迅	增持-B	0.22	0.22	0.50		160	160	70		6.5	35.14
300004	南风股份	增持-A	0.51	0.81	1.48	1.78	108	68	37	31	7.1	55.00
2011	盾安环境	增持-A	0.43	0.59	0.85	1.11	58	42	29	22	4.9	24.86
967	上风高科		-0.10	0.11	0.20	0.28	-93	84	46	33	4.2	9.26
600202	哈空调		0.37	0.61	1.00	0.91	37	22	14	15	4.8	13.60
811	烟台冰轮	增持-B	0.32	0.50	0.68	0.89	52	33	25	19	6.7	16.71
600848	自仪股份		0.01	-	-	-	1290				31.8	12.90
2255	海陆重工	增持-B	0.85	1.11	1.44	1.87	54	41	32	24	5.3	45.80
2248	华东数控	中性-A	0.45	0.57	0.78	1.00	57	45	33	26	6.4	25.68
300092	科新机电	中性-A	0.41	0.46	0.58	0.86	67	59	47	32	4.9	27.31
2058	威尔泰		0.12	0.15	0.17	0.19	143	114	101	90	6.0	17.14
2438	江苏神通	增持-B	0.39	0.54	0.84	1.11	98	71	46	35	5.5	38.38

数据来源：安信证券研究中心

参考资料

- 【1】 王秀清, 世界核电复兴的里程碑——中国核电发展前沿报告 (M), 科学出版社, 2008 年 2 月
- 【2】 周志伟, 新型核能技术——概念、应用与前景 (M), 化学工业出版社, 2010 年 1 月
- 【3】 朱华, 核电与核能 (M), 浙江大学出版社, 2009 年 10 月
- 【4】 李代广, 走进核能 (M), 化学工业出版社, 2009 年 6 月
- 【5】 邹树梁, 世界核电发展的历史、现状与新趋势 (J), 南华大学学报, 2005 (6)
- 【6】 中国社会经济调查研究中心, 中国核电设备及产业市场分析及投资前景报告
- 【7】 国网能源研究院, 2010 世界能源与电力统计分析报告 (M), 中国电力出版社, 2010 年 6 月
- 【8】 郑照宁等, 中国核电实现商业化发展的成本及政策建议 (J), 中国软科学, 2004 (10)
- 【9】 刘学刚等, 2020 年前我国核燃料循环情景初步研究 (J), 核科学与工程, 2005 (2)

作者简介

张龙，电力行业首席分析师，2007年4月加盟安信证券研究中心。新财富2007年最佳分析师“电力及公用事业”行业第三名。

黄守宏，电力设备与新能源行业高级分析师，高级工程师，16年电力行业工作经验。2007.7 加盟安信证券研究中心。

张仲杰，机械行业高级分析师，曾获2008年《新财富》评选机械行业小组第一名，2009年8月加盟安信证券研究中心。

衡昆，有色金属行业首席分析师，曾在2005年—2009年《新财富》杂志评选中连续上榜。2007.4. 加盟安信证券研究中心。

林晟，CFA，机械行业分析师，2006.12 加盟安信证券研究中心。

章晓韩，有色金属行业分析师，2008.7月加入安信证券

汲亚飞，电力设备与新能源行业分析师，2010.4 加盟安信证券研究中心。

免责声明

本研究报告由安信证券股份有限公司研究中心撰写，研究报告中所提供的信息仅供参考。报告根据国际和行业通行的准则，以合法渠道获得这些信息，尽可能保证可靠、准确和完整，但并不保证报告所述信息的准确性和完整性。本报告不能作为投资研究决策的依据，不能作为道义的、责任的和法律的依据或者凭证，无论是否已经明示或者暗示。安信证券股份有限公司研究中心将随时补充、更正和修订有关信息，但不保证及时发布。对于本报告所提供之信息所导致的任何直接的或者间接的投资盈亏后果不承担任何责任。本公司及其关联机构可能会持有报告中涉及公司发行的证券并进行交易，并提供或争取提供投资银行或财务顾问服务。

本报告版权仅为安信证券股份有限公司研究中心所有，未经书面许可，任何机构和个人不得以任何形式翻版、复制和发布。如引用发布，需注明出处为安信证券研究中心，且不得对本报告进行有悖原意的引用、删节和修改。

安信证券股份有限公司研究中心对于本免责申明条款具有修改权和最终解释权。

行业评级体系

收益评级：

领先大市 — 未来6个月的投资收益率领先沪深300指数10%以上；

同步大市 — 未来6个月的投资收益率与沪深300指数的变动幅度相差-10%至10%；

落后大市 — 未来6个月的投资收益率落后沪深300指数10%以上；

风险评级：

A — 正常风险，未来6个月投资收益率的波动小于等于沪深300指数波动；

B — 较高风险，未来6个月投资收益率的波动大于沪深300指数波动；

销售联系人

凌洁	上海联系人	黄方禅	上海联系人
021-68765237	lingjie@essence.com.cn	021-68765913	huangfc@essence.com.cn
朱贤	上海联系人	张勤	上海联系人
021-68765293	zhuxian@essence.com.cn	021-68763879	zhangqin@essence.com.cn
梁涛	上海联系人	潘艳	上海联系人
021-68766067	liangtao@essence.com.cn	021-68766516	panyan@essence.com.cn
李昕	北京联系人	潘冬亮	北京联系人
010-59113565	lixin@essence.com.cn	010-59113590	pndl@essence.com.cn
马正南	北京联系人	周蓉	北京联系人
010-59113593	mazn@essence.com.cn	010-59113563	zhourong@essence.com.cn
律烨	深圳联系人	曹加	深圳联系人
0755-82558076	lvye@essence.com.cn	0755-82558045	caoja@essence.com.cn
胡珍	深圳联系人	李国瑞	深圳联系人
0755-82558073	huzhen@essence.com.cn	0755-82558084	ligr@essence.com.cn

安信证券研究中心

深圳

深圳市福田区深南大道2008号中国凤凰大厦1栋7层

邮编：518026

上海

上海市浦东新区世纪大道1589号长泰国际金融大厦16层

邮编：200122

北京

北京市西城区金融大街5号新盛大厦B座19层

邮编：100034