

上海核电

第 9 期

总第 541 期

上海市核电办公室编

2013 年 5 月 15 日

【简讯】

■ 重大专项—AP1000 蒸发器制造技术课题通过预验收

5 月 2 日至 4 日，以上海电气核电设备有限公司（简称“上核公司”）为主承担的大型先进压水堆及高温气冷堆核电站重大专项—AP1000 蒸汽发生器制造技术课题预验收会议在上海召开。在历时四年多的课题技术攻关过程中，项目承担单位累计完成了 13 项子课题，其中上核公司完成 8 项、哈电集团（秦皇岛）重型装备有限公司完成 3 项、东方电气（广州）重型机器有限公司完成 2 项。共形成专利 14 项，企业技术标准 17 项和论文 13 篇。

验收委员会认为：AP1000 蒸汽发生器制造技术课题，超额完成了合同规定的研究内容以及各项考核指标的要求，部分研究成果达到了国际领先水平，较好的完成了研究成果的产业化工作，具有很好的应用前景，对整个大型先进压水堆及高温气冷堆核电站专项目标的完成起到了很大的推动作用。经过认真讨论，验收委员会一致同意课题通过验收。通过本课题的技术攻关，上核公司已形成了一套完整的蒸汽发生器制造工艺并掌握了关键制造技术。

■ 瑞纽机械研制的核级阻尼器顺利通过专家鉴定

5 月 9 日，中国机械工业联合会在上海主持召开了由上海瑞纽机械装

备制造有限公司（简称“瑞纽机械”）研制的核电站核级阻尼器鉴定会。本次鉴定的核级阻尼器有机械和液压两个品种，规格均在 60 吨以下。

鉴定委员会认为，瑞纽机械研制的核级阻尼器各项技术指标达到了相关标准、规范和技术规格书要求，技术上达到国际同类产品先进水平；较之国内外同类产品，在设计和工艺上均有创新的特点。

瑞纽机械前身是上海理工大学附属工厂，曾在 90 年代就为核电站批量提供阻尼器，在技术、工艺、加工和测试等方面具备比较成熟的生产能力。该企业还是国内唯一生产制造精度要求非常高的各种型号的蒸汽发生器支撑板的专业工厂，其国内市场占有率约 90%。

■ 上核公司完成首台 AP1000 蒸发器 U 型管穿管工作

日前，山东海阳 AP1000 核电站 2 号机组蒸汽发生器在上海电气核电设备有限公司完成 U 型换热管的穿管工作，标志着国内首台自主研发的 AP1000 蒸汽发生器制造取得重大进展。与二代改进型 CPR1000 蒸汽发生器相比，AP1000 蒸汽发生器具有尺寸大、重量重、制造复杂等特点。其中，蒸汽发生器管板厚度接近一米，U 型管多达 10025 根、直径仅约 17 毫米等。

■ 中国核能行业协会在沪召开部分会员单位座谈会

中国核能行业协会（上海地区）部分会员单位座谈会近日在上海森林特种钢门有限公司召开，上海地区 22 家会员单位参加了会议。

协会副理事长兼秘书长马鸿琳同志在会上通报了中国核能行业协会第二届理事会第二次会议精神；介绍了协会 2012 年所做的工作及 2013 年的工作安排。并介绍了第十届中国国际核电工业展览会的筹备情况，展会将于 5 月 23 日至 25 日在上海举行。

■ 国家能源局启动“核电发展重大举措研究”等重大战略问题调研

近日，国家发展改革委副主任、国家能源局局长吴新雄主持召开专题会议，研究部署并启动能源重大战略问题调研工作。吴新雄强调，调研工

作要切实贯彻落实中央有关转变职能、简政放权的要求，突出宏观战略、宏观规划、宏观政策、能源改革和能源监管，切实抓好 4 类 18 项调研。其中，在国内能源发展战略若干重大事项调研方面，主要开展包括核电发展重大举措研究等 8 项目重大战略问题的调研。

■ 国家原子能机构主任接受国际原子能机构采访

近日，工业和信息化部副部长、国家原子能机构主任马兴瑞在北京接受了国际原子能机构采访，就中国核能发展现状与前景、履行国际义务、开展国际合作等问题回答了记者提问。马兴瑞介绍说，中国核电仅占全国总发电量的 2%，远远低于世界 17% 的平均水平。福岛核事故后，中国政府重新调整了核电发展规划，确保核电的安全稳定。

在充分总结自身发展经验和借鉴国际成熟技术的基础上，中国自主研发了符合三代核电安全和技术经济指标的压水堆技术，并结合福岛核事故的经验教训进行了设计改进。中国愿意利用核电发展方面的经验和技術，为发展中国家提供更多支持，为世界核能发展作出更大的贡献。

■ 国家电网：特高压电网可保华东核电安全

4 月 20 日，浙北-福州特高压交流输变电工程项目正式启动，这是继淮南-浙北-上海特高压交流工程之后，华东电网第二条特高压交流工程。而第三条即淮南-南京-上海工程目前也已上报发改委。三条特高压工程网架静态投资达 636 亿元，建成后华东电网主网电压等级将由 500 千伏提升到 1000 千伏。

国家电网表示，浙江、江苏并网核电已达 645 万千瓦，规划“十二五”新增 1220 万千瓦，到 2020 年华东核电装机达到 2839 万千瓦。华东沿海是台风等自然灾害高发区，吸取日本核事故教训，提高电网等级对核电机组的安全保障水平，具有非常重要的意义。1000 千伏特高压电网抵御严重故障能力远高于 500 千伏电网，对于保障核电机组安全具有重要作用。

■ 中广核核电运营公司与国核示范、山东核电分别签署合作协议

近日，中广核核电运营公司在山东分别与国核示范电站有限责任公司、山东核电有限公司签署了《相互支持合作协议》，为未来在生产准备、人员培训、备件管理、维修、经验反馈以及 AP1000 等领域开展进一步合作奠定了基础。

■ 中核集团百万千瓦级核电站首炉燃料组件通过出厂验收

近日，中核集团召开百万千瓦级核电站首炉燃料组件首次出厂验收会。中核建中核燃料元件有限公司为福清核电厂 1 号机组首炉生产的燃料组件和相关组件合同产品实物和文件均符合合同和验收大纲的要求，顺利通过出厂验收。

■ 中广核集团与中山大学联合开展核电“工程师教育”培养

4 月 23 日，中广核集团与中山大学《核电“工程师教育”人才培养合作协议》在广州签署。双方将依托中广核集团的产业优势，借鉴法国工程师精英培养模式，通过共建产学研一体的实践实习基地，培养核能工程建设与管理、环境安全管理、核电站运营等领域从事科研、教学、工程技术及技术管理等工作的国际高端专门人才。中广核集团将接纳中法核工程与技术学院学生进行工程师教育阶段持续三年的实习，提供奖学金、奖教金及学科建设经费支持，并接收合格毕业生。

■ 中国在非最大矿业投资项目湖山铀矿开工

日前，中广核集团所属纳米比亚湖山铀矿项目开工，这是目前中国在非洲最大的矿业投资项目。该矿为近十年来非洲乃至世界铀资源勘查领域的重大发现之一，资源储量丰富，位列世界第三。湖山铀矿项目全寿期在 20 年以上，达产后将成为全球第二大铀矿山，生产总量可保证 20 台百万千瓦级核电机组近 40 年的天然铀需求。项目建设同时可为纳米比亚提供约 6000 个临时就业岗位和 2000 个长期岗位。该项目不仅是中纳两国间规

模最大的合作项目，也是中国在非洲最大的投资项目之一。投产后，项目将使纳米比亚出口增长 20%、GDP 增长 5%。

该铀矿项目中广核集团占 100%股权，自 2012 年 10 月获准开工至今，项目进展已达 15%，全部矿山建设工作计划于 2015 年年底完成。

■ 韩国总统朴槿惠访问美国 加强核安全等领域合作

美国总统奥巴马与韩国总统朴槿惠 7 日在白宫举行会谈，双方就朝鲜半岛核问题、双边贸易协定以及两国民用核能合作等议题交换了意见。根据韩国《中央日报》的社论，韩美继续强化花甲之年的韩美同盟，将进化为涵盖政治、经济、文化、人力资源交流领域的全面战略同盟关系，韩美将进一步发展在气候变化、能源安保、人权、人道援助、反恐、原子能安全、网络安保等全球议题上的合作伙伴关系。

■ 比尔·盖茨：中国将成为世界核能的领导者

美国微软公司创始人、泰拉能源公司董事长比尔·盖茨日前在接受中国记者采访时表示，鉴于核电发展的规模和承诺，我相信，以致力于核能科学研究和新技术发展的决心，中国必将成为世界核能的领导者。

盖茨说：“纵观我的整个职业生涯，我对创新的力量笃信不疑。所以，我通过投资很多的新能源公司来追求这个梦想。”他相信核能够成为“非常令人振奋，能够提供大规模、安全、清洁能源的方式”。盖茨表示，在全世界核能领域新建电站中，中国占据了 40% 的领先地位。“我相信中国的核电项目将成为其它国家负责任地发展核电的一个榜样。”

■ 2015 年前俄将投资 1 万亿卢布发展核能

据 5 月 2 日俄塔斯社报道，俄外交部裁军和安全司司长乌里扬诺夫在日内瓦召开的核不扩散会议上表示，2015 年前俄将投入 1 万亿卢布（约合 330 亿美元）发展核能。乌表示，目前俄建设的核反应堆不仅能发电，还可进行海水淡化，发展前景可观。同时，俄新一代核电站使用了反应堆双层

保护壳、专门热处理和冷却装置等新技术，安全可靠，市场推广看好。

■ 力求油气稳定供给 积极推销核电技术 安倍出访大打能源外交牌

日本首相安倍晋三 5 月 4 日结束访问俄罗斯、沙特阿拉伯、阿联酋和土耳其后返回东京。安倍选择将俄罗斯和中东作为经济外交的首访之地，可谓意味深远。访问期间，他向多个国家推销核电技术：4 月 30 日与沙特王储萨勒曼就启动核能协定谈判的前期工作磋商达成了一致；5 月 2 日与阿联酋副总统兼总理穆罕默德签署了核能协定，这是“3·11”大地震后日本首次签署核能协定；3 日下午又与土耳其总理埃尔多安签署了旨在出口日本核电站技术出口的民用核协议，两国政府联合声明中还提及土在核电站建设问题上赋予日本优先谈判权。

■ 法国阿海珐将为美国电力公司提供浓缩铀

法国阿海珐公司（AREVA）宣布，AREVA 已获得了一份为美国电力公司提供约一百万磅浓缩铀的合同，该合同价值约 7000 万美元。

AREVA 称，该合同经过了数年的谈判。据 AREVA 公司总裁兼首席执行官迈克尔·瑞晨科称，AREVA 不断寻求扩大与美国各地的主要电力公司的商业关系，每一个新的协议，都进一步验证核工业的发展依靠我们公司提供的强大的安全文化、优质的产品、可靠的服务。

AREVA 的铀生产和燃料制造技术处于世界领先地位。AREVA 是排名 Kazatomprom 公司之后的全球第二大的铀生产商，目前运营着位于各大洲不同地方的铀矿。2012 年，AREVA 铀生产取得了创纪录的水平，共生产 9760 吨八氧化三铀。

■ 法国阿海珐两台新蒸汽发生器交付美国核电站

法国阿海珐公司向埃克西尔能源公司（XcelEnergy）位于明尼苏达州的普雷里岛（Prairie Island）核电站交付了两台更换用的蒸汽发生器。这两台蒸汽发生器由位于法国东部的阿海珐夏隆/圣马赛尔

(Chalon/SaintMarcel) 工厂制造, 每台高 21 米, 重约 330 吨。它们将在今年年底的计划停堆换料期间进行安装。

普雷里岛核电站 1 号机组的功率为 560 兆瓦, 2 号机组为 554 兆瓦。1 号与 2 号机组分别于 1973 年和 1974 年投入使用, 其 40 年的运行许可证将分别在 2013 年和 2014 年到期。2011 年 6 月, 美国核管会批准两台机组各延寿 20 年, 可分别运行至 2033 年和 2034 年。

■ 美国北安娜核电站重新选用经济简化型沸水堆

日前, 多米尼电力公司 (Dominion) 再次将其目光投向通用—日立集团的经济简化型沸水堆 (ESBWR), 计划将这一堆型设计用于建造弗吉尼亚州的北安娜核电站 3 号机组。

早在 2005 年, Dominion 就为其北安娜核电站 3 号机组选中 ESBWR 堆型, 并于 2007 年递交了建造和运行联合许可证 (COL) 申请, 选用 ESBWR 堆型。但是, 2009 年 Dominion 表示其与通用—日立集团的合同谈判未果, 并启动了竞争性招标流程。翌年, 三菱重工的先进压水堆 (APWR) 中标。然而, 在其近日向美国证券交易委员会 (SEC) 递交的一份文件中, Dominion 表示 “已决定采用 ESBWR 代替之前选择的设计堆型”。

■ 坦桑尼亚将成为铀生产大国

坦桑尼亚能源与矿业部发给澳大利亚 ARMZ 公司的子公司 Mantra 资源公司下属的 Mantra 坦桑尼亚公司一项特别许可证。根据该许可证, ARMZ 将通过其加拿大的 Uranium One 公司在坦桑尼亚南部建造并运行 Mkuju 河铀矿。

坦桑尼亚政府在 2012 年 12 月建造活动启动时曾发给该公司一项临时许可证。建设工程将持续 2 年。该场址储量至少达 36000 吨。有关报道称这座铀矿每年生产量可达 14000 吨, 从而使坦桑尼亚超过加拿大成为世界第二大铀生产国。目前, 世界最大的铀生产国是哈萨克斯坦, 2011 年生产

量达 19451 吨，占全球总产量的 36%。加拿大 2011 年产铀 9145 吨，占 17%。坦桑尼亚由于不具备使用铀矿的能源技术，生产的铀矿将全部在国际市场上出售。该项目将为坦桑尼亚政府吸收 4.48 亿美元的外国直接投资，铀矿基建期间将创造 1600 个岗位，建成后每年收入可达 2.49 亿美元。

■ IAEA 审查完日本福岛核电厂机组 提出改进建议

据联合国网站消息，国际原子能机构（IAEA）4 月 22 日在东京发表媒体通报称，由该机构派遣的一支专家小组早些时候完成了对日本福岛第一核电站 1 至 4 号机组退役工作的相关计划及落实进展情况的初步审查，专家们在现场亲眼看到，核电站反应堆和乏燃料池目前已经实现了稳定的冷却。在对有关部门的积极努力给予肯定的同时，也为可以改进的工作提出了建设性的意见和建议。

■ 匈牙利欢迎中企投资核电等能源领域

匈牙利国会议员、匈中长城友好协会主席欧拉-劳约什在接受记者采访时表示，匈牙利的旅游、能源、温泉、核电站以及即将建设的两个核反应堆都需要大量投资。匈牙利在环保和能源方面具有优势，希望这些领域的企业能够在中国寻求发展。

【本期关注】

核能发展新动向

——海水淡化、浮动核电站

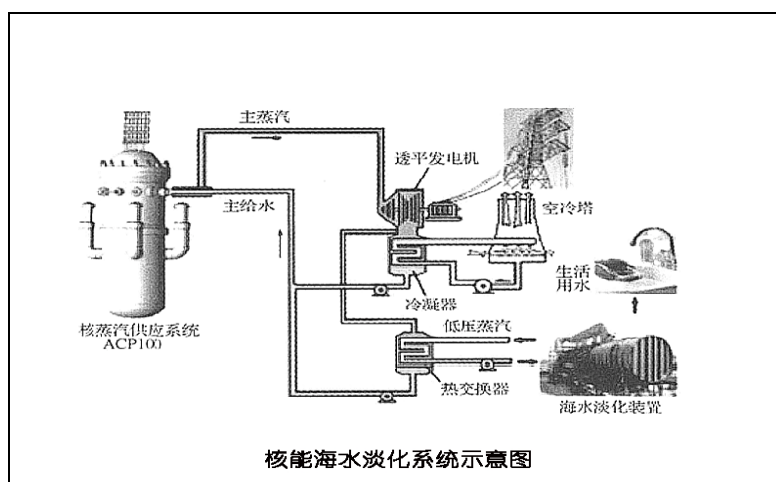
上一期本刊围绕国内外核能供热发展概况进行了介绍，本期将从海水淡化及移动式供电的发展背景、发展优势、市场前景等方面介绍核能等其他领域应用的概况，供参考。

■ 核能海水淡化

一、 发展背景

淡水短缺，特别是可饮用水的短缺正使世界许多地区受到危害。据联合国教科文组织（UNESCO）的一份报告显示，全球的淡水短缺量在 2002 年达到 2300 亿立方米，这个数字于 2025 年将上升至 2 万亿立方米。而海水淡化提供了一种供应可饮用水的最现实的技术选择。

海水淡化是一种能源密集型工业，需要消耗大量的能源。目前使用比较广泛的海水淡化能源是常规能源，主要包括煤、石油和天然气。大量消耗常规能源会增加环境污染和温室气体，不利于全球环境保护和生态的可持续发展。经过几十年的发展，核反应堆技术已经成熟，大规模海水淡化技术也取得突破性进展，可以进行商业规模的海水淡化生产。用核能取代常规能源进行海水淡化的技术已经可行。



目前比较成熟且被广泛应用的海水淡化技术主要有多级闪蒸法 (MSF)、多效蒸馏法 (MED) 和反渗透膜法 (RO)。**多级闪蒸法:** 是将经过加热的海水，依次在多个压力逐渐降低的闪蒸室中进行蒸发，将蒸汽冷凝而得到淡水；**多效蒸馏法:** 让加热后的海水在多个串联的蒸发器中蒸发，前一个蒸发器蒸发出来的蒸汽作为下一蒸发器的热源，并冷凝成为淡水；**反渗透膜法:** 通过外界施加的压力迫使海水流过人工膜，从而达到盐类和水分离后获得淡水。

二、 发展优势

在众多的能源解决方案中，核能是理想的能源之一。它的优势是：采用海水这种含量巨大的资源为原料、不排放温室气体，核反应堆除发电外，还结合了海水淡化装置，可更高效地利用能源，减少浪费。相比其他类似的能源消耗，尤其是煤为代价的淡水处理技术，核能海水淡化技术有突出的优势。

价格比较

产能系统 (1100 兆瓦)	工厂资产成本 (美元)	日产水量 (立方米/天)	水价 (含燃料成本) (美元/立方米)	附加能源产出 (兆瓦电力)	温室气体排放 (百万吨/年)
煤	40 亿	400000	2.00	0	6
天然气	30 亿	400000	7.30	0	3
风能	60 亿	45000	12.50	0	0
核能	30 亿	400000	0.5-1.0	700	0

大多数的中国沿海城市淡水缺乏，适合安装中小型反应堆。核电站冷却系统产生的热水用于驱动涡轮发电，从涡轮中涌出的低压蒸汽用于淡化海水。这种联产的优势之处表现在当供电需求高峰时，反应堆可用于发电；夜晚供电需求低时，切换到海水淡化，将大大提高能源的使用效率。

三、市场前景

在国际上，核能海水淡化这项技术已经被许多国家证实，例如韩国、俄罗斯、巴基斯坦、突尼斯等，而且很多新的工程即将投入使用。在国内，随着水资源紧缺问题突显以及国家的重视，海水淡化发展前景广阔。根据《海水淡化产业发展“十二五”规划》，“十二五”时期我国海水淡化产业发展需投资约 210 亿元，到 2015 年，我国海水淡化产能将达到 220 万 m^3/d 以上，海水淡化产业产值达到 300 亿元以上。目前，我国正在烟台、山东探求多效蒸馏 80000-160000 m^3/d ，用 200 兆瓦核反应堆工程的可行性。另

一项工程在大亚湾附近，300000 m³/d。还有一个 50000 m³/d 的工程已于 2011 年 10 月在河北省曹妃甸竣工。在 2012 年，此项目的二期工程规模较其一期工程将翻一倍，可能达到 100 万 m³/d 的设置，也可能是这个数字的 3 倍，通过 230 公里的管道供应北京。

■ 浮动核电站

一、发展背景

在一些地理、气候条件特殊的地区，由于电网无法完全覆盖，造成了电力供应短缺问题。随着核电技术的不断发展，一些国家已经在考虑利用移动式核电站提供更加灵活、高效的供电方式，其中比较具有代表性的技术就是浮动核电站，为远离海岸的城市、村镇、海岛等提供能源。据报道，上世纪 70 年代，美国一家电气公司就提出过建造浮动核电站的设想，而且还在佛罗里达州建造了停靠码头，以便使浮动核电站沿着美国东部海岸航行，随时向沿岸城镇输送电力，后来由于世界能源形势发生变化等原因，最终未能付诸实施。近几年俄罗斯一直在推进这项技术的研发，希望通过建造水上浮动核电站来向能源短缺、电力供应不足的俄北部偏远地区供电。2012 年 12 月 12 日，俄罗斯原子能公司与巴尔迪斯基船厂签署了一项关于首座海上浮动核电站的新合同，每个船体上安装两台 KLT-40C 核反应堆，功率为 70 兆瓦。按照计划，该电站预计在 2016 年调试。

二、发展优势

KLT-40C 是由俄罗斯 Afrikantov OKBM（阿夫里坎托夫机械工程实验设计局）设计的小型反应堆 KLT-40S 的示范原型电厂。是 Afrikantov OKBM 对其标准核动力破冰船系统（KLT-40）进行设计改进后，尤其在安全系统方面有显著提升的浮动式发电机组。这种新型浮动核电站具有许多得天独厚的优势，不仅建设周期短，而且能够在任何水域沿岸停泊，使用灵活便捷，寿命到期后的核反应堆处理也相对简单和利于环保。

浮动式核电站由三部分组成：浮动式发电机组（1-2 座）、水力工程结构及岸上基础设施组成。如下图所示：



浮动核电站示意图

三、市场前景

俄罗斯计划在 2015 年前建造 7 座浮动核电站，一些太平洋岛国已对这种浮动核电站产生兴趣，并愿同俄方在建设这种核电站方面进行合作。此前，俄方一直寻求向亚洲、非洲和美洲等市场出口浮动核电站。

对中国而言，开发浮动核电站对于相关岛屿的建设和海上石油勘探、开采，以及海洋资源开发具有重要战略意义。可以预见，尽管浮动核电站项目还处于起步阶段，但对于国家能源安全和主权维护等方面将会起到积极作用。

（根据中国能源报等媒体资料综合整理）

名誉主编：吴正扬

主 编：刘伟瑞

编 辑：周 凌

责任编辑：张 晶

地址：上海市武康路 117 号甲

电话：021-62121885

邮编：200031

网址：<http://www.shhdb.gov.cn>