

江泽民同志题写刊名

上海核电

第 18 期

总第 550 期

上海市核电办公室编

2013 年 9 月 29 日

【简讯】

■ 市发改委副主任张素心一行赴市核电办调研

9 月 25 日，上海市发改委副主任张素心等一行赴上海市核电办公室调研，听取了市核电办发展概况及近期主要工作情况的汇报。张素心副主任对市核电办在推进上海核电产业发展过程中发挥的重要作用予以肯定，他指出，核电产业是国家战略性新兴产业，正在加快培育和发展。从上海核电产业目前发展的格局来看，已形成了较完整的核电产业链，下一步要将核电服务业与制造业同步推进，形成良好的发展态势。在推进过程中，要进一步加强相关委办的沟通与合作，同时要发挥好专业职能部门的作用和优势，共同推进上海核电产业更好地发展。

■ 宝钢核电用双相不锈钢产品首次实现批量供货

近日，宝钢特钢有限公司成功向用户供应 270 余吨核电用 S32101 双相不锈钢板，这是宝钢特钢该产品在核电领域的首批次供货，宝钢也由此成为目前国内仅有的两家可生产替代进口核电用 S32101 双相不锈钢板厂之一。

S32101 是一种氮合金化的高性能经济型双相不锈钢，在高温及高腐蚀环境下的性能远胜于 304 及 304L。由于此双相不锈钢钢板的

综合性能要求很高，用户对于国内钢厂的材料使用十分谨慎，以采购进口材料为主。历经一年多的反复论证后，宝钢特钢最终成为该产品合格供应商，并在今年二季度承接了 270 余吨的订单。

■ 宝钢研发的三代核电 690 合金 U 形管通过鉴定并具备量产能力

9 月 14 日，由国家发改委能源局组织、中国机械工业联合会主持的产品鉴定会上，鉴定委员会认为，由宝银特种钢管有限公司和中国核动力研究设计院共同研制的第三代 ACP1000 核电蒸汽发生器用 690 合金 U 形传热管，技术性能指标达到国外同类管材先进水平，部分性能优于国外水平，具备产业化批量生产能力，可应用于 ACP1000 机组核电工程。

■ 自仪股份 AP1000 依托工程 JE02 项目顺利完成生产

由上海自动化仪表股份有限公司承担的用于三门 AP1000 核电站 1、2 号机组和海阳 AP1000 核电站 1、2 号机组的 JE02 项目设备，历经两年多于近日完成。此举标志着上海自仪股份产品在 AP1000 项目中的成功应用。JE02 项目生产的设备基本覆盖了 3151、1152/1153、1151 系列变送器的所有量程，并且严格按照美国西屋公司 AP1000 的标准执行。其中，3151 系列变送器是首次运用于我国核电站，具有重要意义。

■ 上海修造获得中核集团常规岛主给水泵合格供应商资格。

近日，上海电力修造总厂有限公司通过中核集团兴原认证中心有限公司审核认证，顺利获得中核集团常规岛主给水泵合格供应商资格。在为期两天的审核中，由中核集团 721 研究所、814 研究所和兰州理工大学等单位专家组成的专家组，对该公司核电站常规岛主给水泵组设备的设计、生产、调试、维修服务进行了全面评价和审核。

上海电力修造总厂有限公司表示，将以此为契机，加快核电产品

的研发步伐，继续扎实推进卓越绩效管理，为实现质量效益型现代电力装备制造企业而不懈努力。

■ 陆丰一期核岛 EPC 合同框架协议在沪签订

9月29日，中广核陆丰核电一期工程核岛EPC合同的框架协议在上海核工程研究设计院签订，标志着陆丰核电一期工程核岛建设正式开展。陆丰核电有限公司副总经理卞书明、上海核工院院长郑明光、国核工程公司总经理孙文科等出席签字仪式。

该项目是中广核沿海首个AP1000项目，上海核工院与国核工程公司组成的国核联队自2013年年初即开展陆丰项目的各项准备工作，包括项目的初步设计、长周期设备采购等。3月13日获得国家发改委正式发文，同意陆丰项目调整为AP1000技术路线。今天框架协议的正式签约为陆丰项目各项工作的开展提供了依据和保障。

■ 中国自主三代核电ACP1000在IAEA大会精彩亮相

近日，中国自主三代核电品牌ACP1000借助国际原子能机构(IAEA)第57届大会在全球精彩亮相。

一年一度的IAEA大会是全球核能界级别最高的盛会。大会期间，来自国际原子能机构和中国、美国、巴基斯坦、法国等34个国家和机构进行了展览展示。9月16日下午，IAEA总干事天野之弥专程来到中国展台，详细了解ACP1000的主要部件构成、技术特征、研发历程以及中国核电发展、燃料保障、创新体系建设等内容。天野之弥对这个集中国三十多年核电发展经验的先进三代核电技术表示认可，对中核集团多年来坚持自主创新的努力表示赞赏。同时，他还在ACP1000模型前，接受了中央电视台的采访，并表示对中国核电发展前景十分看好，有机会还会到中国去。

■ 红沿河核电1号机商运百日发电26.17亿千瓦时

9月14日，红沿河核电1号机组自6月6日投入商运以来，安全运行百日的发电量达26.17亿千瓦时，上网电量达24.56亿千瓦时。1号机组除了8月6日配合2号机组主变调试临时调低功率外，机组在其余时间运行状态稳定，平均日发电量达2617万千瓦时，机组平均能力因子达99.83%。

该机组具备商运条件以来没有发生一起执照运行事件，多项安全指标处于WANO先进水平。

■ 2013中国国际核电工业装备展览会在京召开

中国国际核电装备展览会不久前在中国国际展览中心举行。本届展览会将以“绿色核能，清洁低碳”为主题，旨在推动和促进核电国产化和自主化发展，宣传核电的绿色能源、清洁低碳的理念，提高社会对核电的认知和认可，促进核能事业安全健康的发展。

本届核电工业装备展吸引了14个国家的近230家参展商。其中，国家核电技术公司、中国广核集团、中国核工业建设集团公司、上海电气等国内企业参展，反映了我国核电设计、运行、核燃料生产以及设备制造的成就和能力。法国核工业协会(GIIN)、法中电力协会(PFCE)等也分别组织本国公司参展。

■ 中俄核问题委员会分会讨论建设田湾核电站第5-8号机组

9月13日，中俄政府首脑定期会晤委员会中俄核问题委员会分会第17次会议在莫斯科召开。俄方代表团团长俄罗斯国家原子能公司Rosatom总经理S.V.Kirienko与中方代表团团长中国国家原子能机构主任马兴瑞共同主持了会议。在会议中，双方共同就和平利用核能双边合作的条件和前景进行了探讨。双方还特别提出了田湾核电站3、4号机组建设项目的顺利推进，同时还就可能合作的新项目展开了讨论，例如建设田湾核电站的第5-8号机组，在中国建设其他WMWC反应堆核电站，BN-800型快中子反应堆双机组核电站、近海核电站

等。会议过程中，双方签署了一项议定书。

■ 国际原子能机构大会核准天野之弥连任总干事

第 57 届国际原子能机构大会 16 日在维也纳召开，大会正式核准天野之弥连任机构总干事。来自日本的外交官天野之弥在 2009 年机构总干事选举中艰难胜出，并于 2009 年 9 月被国际原子能机构大会正式核准任命为机构总干事。四年首任任期结束后，他获得连任，任期仍为四年。

■ 俄方称已向伊朗交付使用布什尔核电站

据俄新网报道，俄罗斯国家原子能公司新闻发言人表示，俄罗斯已向伊朗交付使用布什尔核电站。早前伊朗原子能组织主席萨利希表示，核电站运营的保修期将延长两年，期间俄专家将在核电站工作。

布什尔核电站最初由德国西门子负责核电业务的子公司 Kraftwerk Union A.G. 于 1974 年承建，1992 年 8 月 25 日俄伊签署核电站建设协议，1995 年 1 月签署了完成建造核电站一号机组的合同，2001 年开始向核电站供应主要技术设备。2010 年 8 月 21 日，向布什尔核电站反应堆部门运送新燃料的工作完成后，核电站在国际原子能机构监察员的监督下开始物理启动。

■ IAEA 通过《核安全计划》 将强化网络攻击对策

9 月 12 日，国际原子能机构 (IAEA) 例行理事会通过了 2014 ~ 2017 年《核安全计划》。计划中提出要强化核电站等核设施的网络攻击对策，在全球性防范核恐怖主义的威胁。

计划还提出要根据成员国的需求构建最新的核安全数据库。今后 IAEA 将加深国际交流、共享各国的经验知识、充实教育和训练项目并培养人才。IAEA 还敦促未批准《核材料实物保护公约》修正案的国家尽快批准，以使之生效。该公约规定了各国在国内使用、储藏和

运送核物质时的保护义务。

■ 安倍指示东电报废福岛核电站 5、6 号机组

9 月 19 日，日本首相安倍晋三视察东京电力福岛第一核电站后表示，他已指示东电报废已停止运转的 5 号和 6 号机组反应堆，陪同视察的东电社长广瀬直己表示“将于年内就如何处理 5、6 号机组做出判断”。广瀬还就核电站污水泄漏问题称“将于 2014 年度内完成污水净化工作”。

安倍在国际奥委会全体会议上为东京申办 2020 年奥运会做陈述时就福岛核电站污水问题称“情况得到了控制”。他要求报废反应堆似乎旨在向国内外展示全力处理污水问题的姿态。报废 5、6 号机组能否有助于解决核污水问题尚不明朗。安倍要求东电优先致力于污水对策。他还要求东电为万无一失地报废反应堆确保资金预算，并为净化污水制定时间表。安倍向记者表示：“政府会出面主持事故处理和污水处理工作，我将作为负责人予以应对。”

■ 福岛第一核电站开阀向海中排水

东京电力公司 9 月 16 日宣布，大雨可能导致福岛第一核电站院内蓄水罐周围的防漏围堰从内向外溢水，因此打开围堰 7 处阀门，向大海排放积水。东京电力公司说，这次排放的水中，锶 90 等释放 β 射线的放射性物质浓度在法定标准之下，最大为每升 24 贝克勒尔，而且不是来自发生过高浓度放射性污水泄漏的区域。这是东电首次主动向海中排放围堰内的水，水通过排水沟直接排入外海，目前尚不清楚排水总量。

■ 东芝与爱克斯龙等将为获沙特核电订单而展开合作

东芝公司、东芝集团旗下大型核电设备企业美国西屋电气公司、美国大型电力企业爱克斯龙公司旗下核电业务企业 Exelon Nuclear

Partners 公司已达成一致，将为在沙特阿拉伯获得新建核电站订单而构筑共同提案体制，三方日前签订了协议。

■ 韩拟在韩美原子能协定加条件：提高核电出口竞争力

据韩联社消息，韩国政府拟在修订《韩美原子能协定》时通过包括韩美合作方案在内的附属协议。据悉，韩国政府计划于本月底在美国华盛顿举行的第 8 轮正式谈判上向美方提出具体条款。具体条款约有 20 个，主要涉及提高韩国核电出口竞争力。

《韩美原子能协定》于 1972 年签署，第二年生效，由 15 个条文组成，没有另外附属协议书。韩国政府从 2010 年 8 月开始同美国进行修改该协定的谈判，但两国在核能浓缩和再处理问题上没有达成一致。今年 4 月，韩美双方决定延长谈判期限到 2016 年 3 月。

■ 沙特大力投资发展核电

为了充分满足国内高速增长的电力需求，同时降低发电领域对油气资源的依赖，沙特计划投资 1000 亿美元在 2030 年内新建 16 座核电站，总发电量达到 22000 兆瓦，相当于目前沙特全国总发电量的 50% 左右。沙特计划在未来 10 年内建成投产 2 座核电站，并于此后以每年新增 2 座核电站的速度发展核能。预计沙特的首座核电站项目将于 2014 年初公开招标。目前，沙特正就核电项目与包括德国、韩国和中国等具备先进技术的国家接洽。

■ 美俄就核能源领域科学研究与发展开展合作

日前，俄罗斯国家原子能公司 (Rosatom) 总经理 S. V. Kirienko 与美国能源部长 E. Moniz 在维也纳代表两国政府就俄罗斯联邦和美国政府之间在核能源领域内的科学与研究与发展展开合作的事宜签署了一份合作协议 (SRD 协议)。

该协议提供了一系列合作动向，为众多领域的长期交流提供了新

视角，这些领域包括电力、核电站设计和新型核燃料，以及核废料的处理等方面，核与辐射安全等问题也将继续得到特别关注。SRD 协议包括一份附件，附件协议就有关知识产权的分配、安全和保护进行了规定。

■ 美国埃克森石油公司：2040 年核能发电量将翻一番

根据美国埃克森美孚石油公司 (Exxon Mobil) 的数据，到 2040 年全球电力需求或增长超过 80%，核能发电量要翻一番才能满足这一需求。该公司的分析数据在伦敦召开的世界核协会 (WNA) 年会上引起了热烈讨论。

埃克森美孚石油公司 2013 年《能源展望报告》的调查结果是基于全球 100 个国家的数据，调查了 15 个需求中心和 20 种燃料类型，同时还考虑了影响世界能源形势的技术和政策问题。最新数字显示，2040 年世界人口有望逼近 90 亿，能源需求将持续增长，而电力需求将推动这一增长。埃克森石油公司的数据表明，作为低二氧化碳排放类最廉价的发电形式，世界核能发电量要翻一番才能满足这一需求，而陆上风力发电和太阳能光伏发电等其它发电形式都会给电网成本带来重大影响。

■ 世界核燃料供给未来数十年可满足核产能需求

据世界核能协会 (WNA) 在伦敦年会上发布的有关核燃料市场的最新报告称，未来数十年世界铀供给应可满足预计持续增长的核产能需求。《2013-2030 世界核燃料市场供给与需求报告》指出，WNA 预计至 2030 年铀需求将有可观的增长，这将导致对核燃料额外供给的实质需求。方案假设所有目前在开发的铀矿按照计划投入使用。报告发现到 2025 年铀市场应达到充分供给状态。2025 年之后，需要开发新的铀矿以满足需求。

【本期关注】

编者按：在过去的五十多年，世界核电工业一直在发展和改进核反应堆技术，不断提高核反堆的安全性和经济性，来满足世界能源的新需求。如今，拥有更高安全性、更低投资成本和燃料利用效率更高等特点的第三代核反应堆正在成为世界核电发展的主流。同时，为了拓展核能利用的领域，各国也在积极建设和研发用途更加广泛的小型模块化反应堆。本期将重点介绍三代核电与小型堆等先进核反应堆的有关情况，供参考。

世界先进核反应堆技术

——三代核反应堆、小型堆

■ 正在成为世界核电发展的主流——第三代核反应堆

全球约 85% 用于发电的反应堆都源自于为海军设计的堆型。20 世纪 50-60 年代开发出来的第一代反应堆，如今除英国以外，都已经停止运行。目前，大部分国家和地区运行的反应堆都是第二代反应堆。这些反应堆和其他的正在运行的核电机组被认为是安全可靠的，但它们正在被更好的设计取代，第三代核反应堆正在成为世界核电发展的主流。第三代核反应堆是指满足 URD 或 EUR，具有更好安全性的新一代先进核反应堆技术。它具有在经济上能与联合循环的天然气机组相竞争，在能源转换系统方面大量采用二代成熟技术的优势，并把设置预防和缓解严重事故作为设计核电站必须满足的要求。

第三代反应堆主要具有以下技术特点：每种类型都具有标准化设计，简化许可证发放，降低成本，缩短建设周期；更简单和更坚固的

设计，更容易操作，运行期间抗干扰能力强；更高的负荷因子、更长的使用寿命——通常为 60 年；进一步降低堆芯熔化事故的可能性；燃料燃耗更充分，有效减少放射性废物的产生；更多地使用可燃吸收剂，延长燃料生命。

部分已推向市场的先进核反应堆

国家和 研发单位	堆型	功率 (MWe)	进展	主要特性
美国-日本 (通用-日立)	ABWR	1380	1996 年 7 月在日本投入商业运行；1997 年获得 NRC 设计认证。	进化性设计；高燃料使用效率，产生放射性废物更少；建造简化（48 个月）和运行更容易。
美国 (西屋)	AP600 AP1000 (PWR)	600 1200	AP-600 于 1999 年获得 NRC 设计认证。AP1000 于 2005 年获得 NRC 设计认证，正在中国和美国建设。	革新性设计；建造和运行更容易；建造期 3 年；60 年核电厂寿命。
法国 (阿海珐)	EPR US-EPR (PWR)	1750	未来的法国标准；法国设计许可；正在芬兰、法国和中国等国家建设；在美国正在进行认证。	进化性设计；高燃料使用效率；操作灵活。
美国-日本 (通用-日立)	ESBWR	1600	源自于 ABWR，正在美国进行认证。	进化性设计；缩短建造时间。
日本 (三菱等)	APWR US-APWR EU-APWR	1530 1700 1700	正在进行设计；计划在 Tsuruga 建造；申请美国设计认证。	融合多种安全特性；建造和运行更容易。
韩国 (KHNP)	APR-1400 (PWR)	1450	正在建设 Shin Kori 3 & 4，出售给 UAE。	进化性设计；可靠性增强；建造和运行更容易。
欧洲 (阿海珐)	Atmea1 (PWR)	1150	2012 年 2 月获得法国设计许可，准备好部署。	革新性设计；高燃料使用效率。
俄罗斯 (Gidropross)	VVER-1200 (PWR)	1200	在列宁格勒等建设。	进化性设计；高燃料使用效率；50 年的核电厂寿命
加拿大 (Candu Energy)	Enhanced CANDU-6 - EC6	750	改进模型正在进行设计审查	进化性设计；灵活的燃料需求。

如今，具有代表性的第三代核反应堆主要包括：美国西屋公司的先进非能动压水堆（AP1000）、法国阿海珐公司的欧洲先进压水堆（EPR）、美国通用电气的先进沸水堆（ABWR）和经济简化型沸水堆（ESBWR）、日本三菱公司的先进压水堆（APWR）、韩国电力工程公司的韩国先进压水堆（APR1400）和俄罗斯国家原子能公司 AES-92（VVER-1200）。

目前，全球有 6 台 AP1000 机组在建，首堆工程于 2009 年 4 月落户中国浙江三门，计划于 2014 年投产。4 台 EPR 机组在建，首堆工程于 2005 年在芬兰奥尔基洛托核电站开工建设，原计划在 2009 年投产，但因设计、制造等多种因素而多次延期。2 台 APR1400 机组在建，首堆工程是韩国新高丽 3 号机组，计划于 2013 年建成。AES-92 机组正在俄罗斯、乌克兰、印度等国建设，其首堆工程是印度库达拉姆核电站，预计于近期投产。

■ 核电工业发展重要组成部分——小型模块反应堆

尽管全球目前现有的小型模块反应堆（SMR）建设项目为数不多，但许多国家都提出了各自的设计方案。目前，俄罗斯、美国、中国和韩国在 SMR 研发领域处于领先地位。阿根廷和日本提出了发展前景不错的设计。同时，法国、加拿大、南非和印度也在开展相关研究。在全球市场的竞争方面，由于美国供应商在这场竞争中的起步较慢，他们的首堆很难在 2020 年之前建成，这可能会使他们在全球市场的竞争处于不利位置。但是，由于美国在大型轻水堆的设计、建设和运行方面拥有丰富的经验，在技术方面会拥有一定的优势。俄罗斯和韩国可能略具优势，而中国和阿根廷则是有力的竞争者。目前，我国已于 2012 年 12 月在山东省石岛湾正式启动了全球首台具备第四代核能系统安全特性的商用核电机组——HTR-PM 示范项目的建设，预计该项目将于 2017 年建设完成。此外，中国核工业集团公司于 2012 年完

成了拥有非能动安全设计的 ACP100 的工程设计，并可能在未来几年内在福建莆田建设 ACP100 反应堆。

有望在未来 20 年内投入实际应用的小堆设计

反应堆	公司	国家	类型	功率 (MWe)
mPower	巴布科克·威尔科克斯	美国	压水堆	180
NuScale	纽斯凯尔电力公司	美国	压水堆	45
W-SMR	西屋电气公司	美国	压水堆	225+
SMR-160	霍尔台克公司	美国	压水堆	160
G4M	Gen4 能源公司	美国	铅铋冷却快堆	25
PRISM	通用电气-日立核能公司	美国	钠冷快堆	311
KLT-40S	俄罗斯国家原子集团公司	俄罗斯	压水堆	35
VBER-300	俄罗斯国家原子集团公司	俄罗斯	压水堆	325
SVBR-100	AKME 工程公司	俄罗斯	铅铋冷却快堆	102
BREST	俄罗斯国家原子能集团公司	俄罗斯	铅冷快堆	300
ACP-100	中国核工业集团公司	中国	压水堆	100
HTR-PM	中国核工业建设集团公司、清华大学、华能集团公司	中国	高温气冷堆	211
SMART	韩国原子能研究所	韩国	压水堆	100
CAREM	阿根廷原子能委员会	阿根廷	压水堆	25
4S	东芝公司	日本	钠冷快堆	10

(来源：世界核协会网站、《中国核工业》等)

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>

