

中俄签逾200亿核电大单

6月8日晚间，中核集团发布消息称，上海合作组织青岛峰会前夕，在习近平主席和普京总统的共同见证下，中核集团与俄罗斯国家原子能集团在人民大会堂签署《田湾核电站7/8号机组框架合同》《徐大堡核电站框架合同》和《中国示范快堆设备供应及服务采购框架合同》。这是迄今为止中俄最大的核能合作项目。

三个合同涉及三个项目，5个核电机组。中核表示，合同总金额超过200亿人民币，项目总造价超过千亿元人民币。根据合同约定，中俄双方将在田湾和徐大堡合作建设四台VVER-1200型三代核电机组，双方将在中国示范快堆项目中开展设备供货和技术服务合作。

据了解，中俄双方将合作建设的四台VVER-1200型号机组，将分别是田湾7、8号机组以及徐大堡3、4号机组。而双方将开展设备供货和技术服务合作的示范快堆项目，则是开工于2017年底的福建霞浦示范快堆工程。

其中，两台采用俄罗斯原子能公司VVER技术的核电机组落户徐大堡，让业界颇为意外。

徐大堡核电站位于辽宁省葫芦岛市，由中核集团控股的中核辽宁核电公司开发。该项目尚未开工，规划建设6台百万千瓦级核电机组，一期项目两台机组已确定采用美国西屋公司设计的AP1000技术。据了解，该核电站一期所需主要设备早已完成订货。按照惯例，同一厂址一般采用同一种技术路线，因此，徐大堡核电站的六台机组，原本都将采用AP1000技术。

而此次中俄双方核能合作合同的签署，将有两台VVER机组落地徐大堡。据悉，原有的一期项目两台机组采用AP1000技术并不会更改，新的VVER机组将应用在徐大堡二期3、4号机组上。这也意味着俄原子能抢下了美国西屋公司原本的目标市场。亦有

业内人士表示，不排除在徐大堡二期工程先于一期工程开工的可能性，甚至有很大可能如此安排。

辽宁本地目前已有红沿河核电站，投产4台机组，在建2台机组。由于辽宁本地电力需求不高，消纳能力不足，红沿河核电站经常因调度要求停运，其利用小时数和利用率明显低于全国平均水平。核能行业协会统计的数据显示，2017年，全国核电设备平均利用小时数为7108小时，而红沿河4台机组平均利用小时数约为5273小时，全年多次应电网要求降功率或停运。

在本地需求不振的情况下，红沿河又还有两台机组在建，未来将投入运行，这将进一步加大供需矛盾。因此，徐大堡核电何时能够开工，仍存在较大变数。

另外两台VVER机组将落地田湾核电站，田湾核电站位于江苏省连云港市。在田湾核电站，中俄有着悠久的历史。田湾核电站厂址规划可建设8台机组，目前已建成3台核电机组，在建3台机组。其中，已经建成的1、2、3号机组与在建的4号机组都是采用俄罗斯的技术，技术型号为AES-91。其中，一期工程开工于1999年10月，二期工程开工于2012年12月，是福岛事故后国内核电重启建设的首个项目。此外，其中，已投产的2号机组2017年世界核能运营者协会(WANO)综合指数为100分，在世界VVER核电机组中排名第一。另外两台在建的5、6号机组采用引进自法国的M310改进型技术，由中核负责设计，开工于2015年12月。

与快堆有关的合作则指向福建霞浦快堆示范工程。按照中国的核能发展战略，其技术发展路径是热中子反应堆、快中子增殖堆和受控聚变堆“三步走”战略，快堆是“三步走”的关键一步，可将天然铀利用率从1%提高至60%以上，并大量减少放射性废物。中国的快堆研究主要由中核旗下



田湾核电站

的原子能研究院进行。中国是世界上第八个掌握快堆技术的国家，2011年7月，中国实验快堆(CFER)首次并网发电。2014年10月，示范快堆工程项目总体规划方案获得国家批准，2017年12月，霞浦快堆示范工程开工，成为2015年12月到目前唯一开工的核电项目，该工程将建设一台60万千瓦快堆机组，计划2013年建成投产，该工程也是国家重大核能科技专项项目。

相比中国，俄罗斯在快堆技术的研发历史更为悠久，技术更为领先。早在上世纪50年代，俄罗斯就开展了快堆技术研发。据世界核协会统计，包含原子能院的中国实验快堆在内，目前仍在运营的快堆一共有8座，其中俄罗斯有3座，2016年8月，采用BN-800快堆技术的俄罗斯别洛雅尔斯克(Beloyarsk)核电站4号机组首次达到满功率运行，电功率为78.9万千瓦，是目前世界上功率最大的快中子反应堆。

在中国实验快堆的研发历史上，也不缺少俄罗斯的参与。早在2000年，双方就签署了快堆设计和建造方面的政府间参与，双方在快堆技术设计和咨询、人员培训、燃料、关键设备采购上多方面都有合作。此次双方框架合同的签订，进一步延续了快堆技术的合作。

此外，根据中核发布的消息，此次中俄双方就包括上述三个项目的政府间和企业合作协议，以及同位素热源供货合同共7份文件达成一致。同位素热源是一种利用放射性同位素衰变热来产生电能的技术，可应用于宇宙飞船、空间探索、海洋工程等领域。

2016年11月，李克强总理访俄期间与俄罗斯总理梅德韦杰夫共同发表《中俄政府首脑关于深化和平利用核能领域战略合作的联合声明》，确定双方将在新建核电、快堆、核安全、第三国核电、核技术应用等方面深化合作，实现互利共赢。据中核消息，历时2年多的谈判后，此次双方已就相关文件达成一致。(仲达)

世界核能投资峰会 探讨全球核电出口



由中国海核能源与英国《金融时报》共同举办的世界核能投资峰会(GNIS)日前在伦敦召开。

能源是关乎全球经济发展的核心要素，当下核能发展正迎来前所未有的历史机遇。

本次峰会以“全球核电出口，资本助力能源新时代”为议题，探讨在新能源时代全球背景下，新核电所面对的新挑战与新机遇；探讨核能行业发展新起点，发掘核电技术领域的投融资机会；帮助实现全球减排，达成全人类可持续发展目标。本次峰会组织了4个主题的圆桌论坛，分别为：核成本竞争力，

应对英国脱欧后技术和供应链挑战，多渠道资本助力新核电发展，以及英国“迷你核”小型模块反应堆(SMRs)的潜力和前景。

此次峰会获得了世界核能协会(WNA)的支持，中国驻英国大使馆公使衔参赞致辞揭幕。来自各核能组织和核能行业的领军人物、学界、政界与知名金融公司、权威媒体机构等各相关领域的嘉宾300余位参会，其中包括中国能源学会副会长林伯强、中广核英国首席运营官罗伯特·戴维斯、核工业协会首席执行官汤姆·格雷克斯、劳斯莱斯核战略和业务发展总监艾伦·伍兹。

中国海核能源董事长邱臻表示，坚信中国经济的增长将会在全球能源公司100强中占据更多的席位；希望这次峰会和路演能够推动核能产业的国际合作以及行业的发展。据悉，GNIS下一步还将在东京、巴黎、纽约、哈萨克斯坦等地举行。

(郑煥斌)

四部委：核电运行安全始终处于受控状态

5月底，国家发改委、能源局、生态环境部、国防科工局联合印发《关于进一步加强核电运行安全管理的指导意见》。

指导意见提出，核电运行安全始终处于受控状态，运行安全水平始终保持国际前列并持续提升。核电企业安全管理体系更加完善，安全生产责任制全面落实，安全管理水平持续提升。政府安全管理能力不断提高，核电行业安全管理、核

安全监管、核应急响应、核安保能力进一步增强。核电安全得到更加充分、全面、有效的保障。

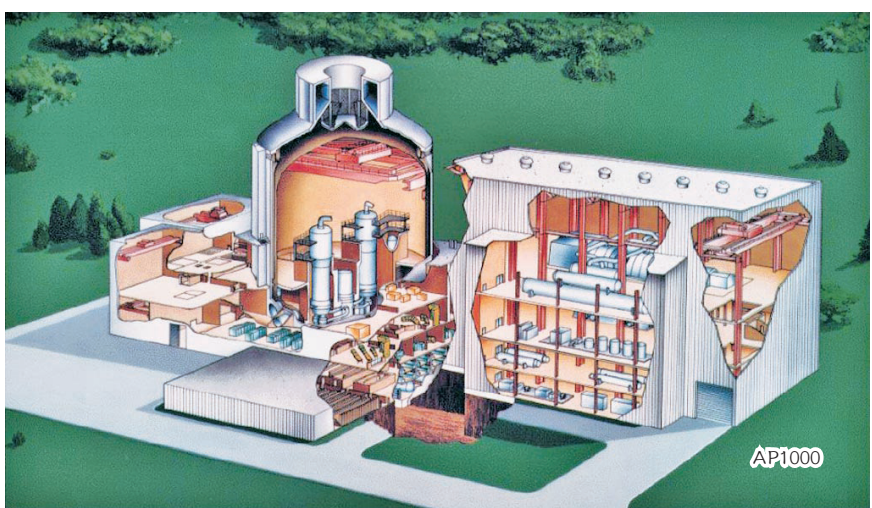
指导意见要求，构建更加完善的核电安全技术屏障，加强关键设备识别和故障诊断，提升设备运维水平，有效预防和减少设备故障，进一步提高核电厂运行安全性和可靠性。

(高翔)

赵成昆：与世界核电同台共舞 中国核电“走出去”迎来关键期

经过日本福岛核事故后核电发展史上的又一个低迷期，世界核电正走在回暖的路上。中国核电作为世界核电舞台上又一重要力量正在发挥更大的能量，影响着世界核能的走向，并在世界舞台上占据了重要的地位。尤其是以三代核电技术为主流发展的今天，我国自主的“华龙一号”正在发出自己的声音，与世界核电同台共舞，在“走出去”的路上创造着属于中国核电人的奇迹。在未来的核能发展中，世界也将共同见证中国核电自主品牌闪耀时刻。

如何更好地认识中国核电所集聚



AP1000

的能力？如何更好地实现国家提出的核电“走出去”战略，在国际核电市场中走得更稳、更好，建设中国核电自主品牌影响力？在中国核能可持续发展论坛——2018年春季高峰论坛期间，记者就相关问题采访了由中国核能行业协会专家委副主任赵成昆。

三代主流

问：世界核电正在回暖已是业界的共识。那么，请您谈一谈世界核电未来的走向如何？全球核电建设情况如何？有何特点？

赵成昆：目前全球在运核电机组448台，总装机容量3.9亿千瓦，分布在30多个国家和地区，累计运行17415堆年。2016年全球核发电量2476TWh，在世界电力结构中占11%。这是核电进入规模发展以后比较低的，最高的时候达到16%~17%。

全球在建核电机组57台，分布在16个国家，总装机容量6000万千瓦。其中，中国是在建机组最多的国家，其次是俄罗斯、印度，分别为19台、8台和6台。

全球在建机组多数为三代核电技术，三代核电机组已成为全球在建核

电的主流机型。全球已经开发的三代核电技术包括ABWR、AP1000、VVER、EPR、APR-1400以及“华龙一号”、CAP1400。其中中国三代核电机组有10台，包括4台AP1000、4台“华龙一号”、2台EPR；俄罗斯有4台，2台已并网；阿联酋有4台；美国、法国、芬兰各为2台、1台、1台。

“华龙一号”是我国具有完全自主知识产权的三代核电机型，技术先进，安全性能高，与国外现有三代核电技术相比，具有明显的竞争优势。特别值得一提的是，“华龙一号”示范工程进展按计划推进顺利，重大节点不

同程度提前实现。根据国家能源局的最新工作计划安排，我国后续新建核电机组将全部采用三代核电技术。EPR、AP1000虽路程艰难，也都实现装料，这也是令业界振奋的消息。

目前我国在建在运56台机组，总装机容量5800万千瓦左右，虽然在电力结构中占比不高，但核能发展前景光明。中国与国际上其他大国一样，同样需要核电。

“莫为浮云遮望眼”“风物长宜放眼量”。核电虽然在发展过程中发生了几次核事故（都属早期设计建造），但人类在事故中吸取教训、总结经验，已经设计出更先进、更安全的反应堆供人类使用。随着技术的进步，特别是增殖堆技术和聚变堆技术的发展，核能将为人类提供几千年乃至无限的能源。

“走出去”实力

问：核电“走出去”基本已成为各国战略。您觉得核电“走出去”需要具备哪些条件？

赵成昆：世界核电主要国家把目光早就盯准了国际市场，向其他国家推销他们的核电技术和产品。我国

核电是“走出去”比较晚的国家，因此要实现核电“走出去”我觉得要具备几个条件。

一是要有国际竞争力。国内核电项目建设基本是业主申请、国家批准，就项目本身并无竞争（除引进三代招标），而国外项目大多采用招投标方式，存在激烈的竞争，而且大多是国际知名核电企业参加竞争，竞争的不仅是技术、经济指标，其政府也在台前幕后发挥作用。

二是要有属于自己知识产权的基于成熟技术的堆型，以及与之相适应的一套安全标准和工业标准，包括设计软件。

三是要有一个以国内为主的设备供应商团队。

四是要有一支经验丰富的工程建设项目管理团队，负责项目三大控制，保证项目顺利实施。

五是要有一个精通商务、法律的专业班子，从头至尾负责商务谈判和项目执行过程中纠纷的处理。

六是要具有技术转让和技术服务能力，包括提供建成后运行服务在内的各种服务，以及帮助项目业主解决投融资的能力。

七是要熟悉、掌握所在国与之有关的法律、法令，特别是与核安全、环境、劳工等方面的法律、法令以及相关规定。

问：经过多年的发展，您认为我国核电“走出去”具备了哪些实力与能力？

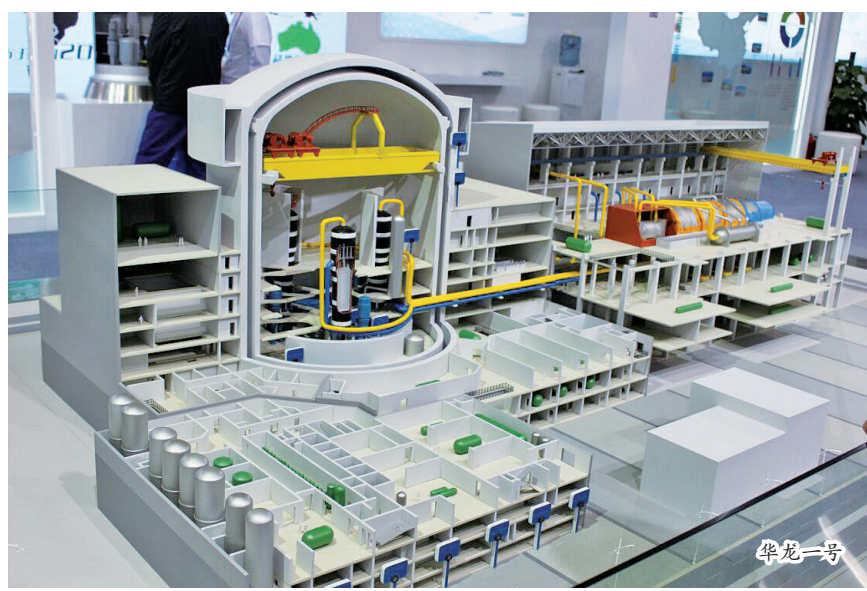
赵成昆：近年来特别是亚洲、中东地区核能利用呈快速发展之势，为有能力输出核能技术的国家提供了市场和商机，我国也面临难得的“走出去”

的机遇，同时我国核电产业经过30多年的努力，已具备了“走出去”的坚实基础。一是国内投运核电安全水平和运行业绩已达到全球核电的领先水平，与美国核电机组水平相当，与WANO规定的性能指标对照，2017年有11台机组综合指数计算值为满分。二是在核电的设计、工程建设和核电机组的运行维护等领域壮大了能力。三是设备制造领域，主设备供货能力可达8~10台套。四是核电的建安能力和工程建设管理能力在全球核电领域居前。五是我国长期连续的核电建设培养和造就了一批高质量的人才队伍和发展的后备力量。六是出口巴基斯坦的C1-C4共4台压水堆机组以及“华龙一号”海外项目K2、K3机组建设积累了一定的国外核电工程建设的经验，也为我国海外核电建设提供了一个样本。因此，除了满足我国核电的正常发展之需，我国核电完全有能力参与国际市场竞争，并在竞争中进一步提高和壮大自己。

“走出去”挑战

问：您觉得核电“走出去”面临哪些挑战，有哪些建议？

赵成昆：对大多数首次出口核电企业来说，在海外建设核电项目都是一种挑战，也存在一定的风险。对我国来说，“华龙一号”具有自主知识产权，“走出去”已无障碍。但我国核电行业标准体系还不完善，当前主要参考使用RCC和ASME标准系列。值得高兴的是，我国核电标准正在制定中。最近的消息显示，中国核电4年后将有自己的标准，这对于未来的核电出口无疑具有重要的意义。当然项目是否能够在预算框架内按期按质顺



华龙一号



利实现，还要看项目业主公司的合作与配合以及组织管理能力。

其次，国际上进口核电的国家，基于自身的能力和条件，会提出各种各样的招标方式，包括BOO、BOP和EPC模式。具体的还包括有交钥匙的，有仅购买设计的，也有仅购买设备的，或仅购买工程建设项目管理服务的；有的仅购买设计和采购服务，但设备由业主负责采购的；就设备而言，有电厂成套的，或只购买主设备的等等不一而足。有意出口核电的企业应根据出口国要求，采取灵活多变的机制，制定有针对性的方案，努力满足买方需求。在这方面，俄罗斯核电出口的经验就值得我国核电“走出去”仔细研究和借鉴。

问：具体到核电工程建设方面，您觉得还应该做好哪些相应的准备工作？

赵成昆：在全球核电建设市场中，我们看到，即便是一些很有经验的老牌核电出口企业在核电项目执行过程中，由于各种原因，造成项目进度重大推迟、预算突破的例子也屡见不鲜。因此借鉴一些经验，更好地建设好核电项目也是很有必要的。

一是要充分了解业主方国家的所有国家安全要求以及最新的国家安全监管条例，以避免许可证审批与监管审查中的不确定性。承包方要做好充分的准备，做好设计、建造及制造商的“一条龙”服务，有时甚至包括投融资方案。

二是根据业主方国家的具体要求，确立合理的建造进度计划。

三是总结三代核电建造中的经验并形成体系。目前EPR、AP1000已

实现装料，“华龙一号”首堆建设进程已过半，应积极总结首堆建设的实践经验。

四是做好设计验证和标准化工作，以利于进入目标国市场。

“走出去”前景

问：我国核电“走出去”的情况如何？

赵成昆：目前我国三大核电集团正在积极布局核电“走出去”。除在巴基斯坦已有实质性建设进展外，20多个国家对中国出口核电表现出足够的兴趣。如阿根廷的“华龙一号”+重水堆项目、沙特的高温气冷堆项目、英国的EPR+“华龙一号”项目、罗马尼亚的重水堆项目、土耳其的CAP1400+AP1000项目等等，与“一带一路”沿线许多核能新兴国家的核能合作正在积极推进中。

问：您对我国核电“走出去”的前景如何看待？

赵成昆：世界需要核电。应该说我国核电“走出去”的前景是可期的，也是光明的。尤其由于发展中国家人口增长和电力需求增长，许多“一带一路”沿线国家都有发展核电的诉求，核能依然是许多国家最可行的选项。国际原子能机构的预测显示，2050年全球核电装机容量可能达到8.71亿千瓦，许多机构也预测，未来全球核电的装机容量会有显著的增长。可以想见，我国三代核电“华龙一号”、CAP1400在其中将会有大的作为。无论是国内还是海外的核电建设，当前及未来一段时间，都是打造中国核电自主品牌的关键时刻。

(中国核工业杂志 王晨香)