

全球核能安全动态

Global Nuclear Energy Safety Trends

第 6 期（季刊）

2016 年 10 月

环境保护部核与辐射安全中心

目 录

一、本期要闻	1
1. IAEA 专家团认为中国核安全监管工作有效，需进一步改进以应对核电发展.....	1
2. IAEA 发布并启用新版先进反应堆数据库	2
3.朝鲜进行第五次核试验.....	2
二、本期要闻-核电“走出去”	3
1.中加核能合作进入新阶段，将共同研发核能新技术.....	3
2.英为欣克利角核电站项目有条件放行.....	5
3.中国在英首个核电项目获批后，自主核电技术静待入英技术评估.....	7
4.中国与土耳其核能合作协议生效.....	8
5.中国开发阿根廷核电市场 重水堆有望 2017 年开工.....	8
6.中国核电打开俄罗斯大门.....	9
7.中俄推进核能合作俄为中国设计独一无二技术.....	10
三、核能发展	11
1.中广核海上小型堆 ACPR50S 正式纳入 IAEA 全球小型堆发展路线图.....	11
2.日本第一座全堆使用 MOX 燃料的反应堆预计 2023 年竣工.....	12
3.日本“文殊”核电反应堆将关闭 耗资万亿运营 250 天.....	12
4.日本拟将核电机组报废产物埋入地下 70 米以下 10 万年.....	13
5.日本福岛核电站地下排水沟积存 1 万余吨污水.....	14
6.日本伊方核电站 3 号机组重新满负荷运行	14
7.韩核电站安全性赶超日本最大可承受 7 级地震.....	15
8.韩国将在 2028 年完成乏燃料或高放废物处置库选址	16
9.菲律宾可能重启封存的巴丹核电站	17
10.印度库丹库拉姆核电站 2 号机组正式并网发电	17
11.印尼制定核能发展路线图	18
12.伊朗宣布将新建两座核电站预计工期 10 年耗资 100 亿美元	18
13.约旦将在 2017 年启动核电建设可行性研究	19
14.阿海珐正式启动将资产注入 New Co 的程序	20
15.俄罗斯 BN-800 快堆实现满功率运行	21
16.俄罗斯原子能公司 2030 年欲在海外运行 28 台核电机组	21
17.俄罗斯新沃罗涅日斯基核电站 6 号反应堆并网发电	22
18.英国核电机组创造连续运行时间最长纪录	22
19.加拿大达灵顿核电厂即将启动整修工作	23
四、核安全监管	24
1. IAEA 评估肯尼亚监管体系	24
2. IAEA 认可波兰核能项目进程	24
3.核电规范管理“安全阀”加压 首次明确核电项目门槛	25
4.日本将引进核电员工身份调查制度 以防恐怖行动	26
5.日本拟引入核电站突击检查方式	26
6.日本关电美滨核电站 3 号机组通过新规审查	27
7.日本高滨核电站 1、2 号机组延寿获批	28
8.瑞典处置库建设申请获得核监管机构支持	28
9.西班牙的核电站首次获得欧盟 EMESIII	30

10.美国核管会接收首个小型堆申请	30
11.埃及政府计划组建首个核电站管理机构	30
五、核安全国际合作	31
1.伊朗俄罗斯核合作进入新阶段	31
2.印计划使用俄技术建设 12 台核电机组	32
3.俄罗斯拿下埃及核电站 300 亿美元超级“大单”	33
4.俄罗斯 113.8 亿美元贷款助孟加拉国建核电站	33
5.俄玻加强核工业人才培养和公共宣传合作	34
6.非洲寻求与俄罗斯开展核能产业合作	34
7.俄美组建战略联盟引进俄核燃料	35
8.乌韩核企签署合作备忘录	35
9.哈萨克斯坦将向乌克兰提供核燃料	36
10.芬兰欲向南澳大利亚州出口核废料处置技术	37
11.印度与美国就建设 6 座核反应堆合作达成协议	37
12.肯尼亚与韩国签署核电开发合作协议	38
13. IAEA 首次在埃及开办核安全学校	38
14.越南将出口核电设备	39
15.日本原子力公司将帮助英国建设新威尔法核电站	39
六、核安全事件	40
1.日本福岛 10 座大型水库发现高浓度核污染物	40
2.台州大麦屿口岸成功处置核辐射超标事件	40
3.韩国南部地震核电站暂时停运	41
4.日本熊本 5.2 级地震：不会引发海啸核电站无异常	42
5.白俄罗斯在建机组发生设备安装事故	42
6.日本福岛核电站部分设施因停电停摆	43
七、核安全技术发展	44
1. 3D 打印进入核电领域中广核首个金属 3D 打印阀体诞生	44
2.中国具有完全自主知识产权的首个核燃料定型组件研制成功	44
3.格陵兰冰盖研究项目有助于处置库安全研究	45
4.俄拟研发核动力水下矿产资源勘探系统	46
5.俄快堆燃料研发取得两项重要进展	46
6.俄罗斯装载新的反应堆操作员训练模拟器	47
7.英国塞拉菲尔德场区建成 GeoMelt 废物玻璃固化设施	48
八、要闻解读	49
1. IAEA 对中国开展安全监管综合跟踪评估	49
2.中国环保部跟踪监测朝鲜核试验：放射性水平正常 未现任何异常	51
3.各方对第五次朝鲜核试验反应	52
4.全球减排：预计到 2050 年全球核电新增 1000GWe	53
编后记	55

一、本期要闻

1. IAEA 专家团认为中国核安全监管工作有效，需进一步改进以应对核电发展

2016 年 9 月 8 日，联合国国际原子能机构(IAEA)完成了对中国核安全监管当局为期 10 天的核与辐射安全监管综合跟踪评估(IRRS)。经过此次同行评议，专家团发现中国的核与辐射安全监管体系有效，但仍需进一步改进以适应中国的核电发展需要。

专家团团长、加拿大核安全委员会副主席兼首席执行官拉姆齐·嘉美尔称，通过 10 天的了解，我们看到自 2010 年以后的 6 年中，中方的核安全监管工作取得了很大的进展。中国正在进行的前所未有的核电发展计划对核安全监管当局提出了挑战，因此环境保护部（国家核安全局）必须投入足够的资源以保证有能力进行有效的核与辐射安全监管。

IAEA IRRS 活动的目的是在明确各国应保证本国核与辐射安全的同时，依据 IAEA 安全标准和国际最佳实践提高各国监管机构体系的有效性。在新闻发布会上，专家团建议中国应继续推进核安全法的立法工作。专家团强调，中国环境保护部（国家核安全局）不应与其他机构有职能和利益交叉以避免对其决策产生影响。评估团还建议环境保护部（国家核安全局）制定放射性废物管理的国家政策和战略以适应中国核电发展的快速需求。

根据 IAEA 数据显示，中国现有 32 台运行机组，比 2010 年增加了 22 台；24 台在建核电机组，是全球在建核电机组数最多的国家；至 2020 年，运行和在建核电机组数将达到 90 台；现有 19 座研究堆、接近 100 个核燃料循环设施和 12 万枚正在使用中的放射源。

在新闻发布会上，IAEA 核设施安全处处长 Greg Rzentkowski 提到，面对不断扩大的核电发展规模，中国已经承诺要投入更多的资源以保证核安全。作为中国的核安全监管当局应具备足够的权力、能力、财务和人力资源以保证中国作为世界最大的核能国家采用最高的安全标准在确保本国核安全的同时，为世界核电安全做出贡献。中国的核安全监管应急秉承公开、透明的原则为其它核电国家树立榜样。

引自：联合国新闻网

2. IAEA 发布并启用新版先进反应堆数据库

2016 年 9 月 18 日报道，IAEA 发布并启用新版“先进反应堆信息系统”(<https://aris.iaea.org>)。该系统能够提供全球多种先进反应堆的技术摘要数据，为考虑建设或扩展核电项目的成员国提供了重要的在线信息平台。

该数据库不仅提供在运和在建先进反应堆的技术设计描述，而且提供尚处于设计中堆型的技术数据，包括从演化型反应堆设计到尚处于研发阶段的最新创新型反应堆概念的各种型号和类型的反应堆。

库中数据均来自于成员国反应堆开发组织。IAEA 核能司核能技术发展科 2009 年开发并启用该数据库，负责数据库的维护并保持信息的连贯、清晰、无偏见和易于搜寻。

数据库中既包括创新型熔盐堆技术数据，同时也包含中小型反应堆数据。用户只需点击页面上不同反应堆技术的标志，就可进入该技术分类界面；只需点击页面上特征分类按钮，就可得到不同反应堆类型特征数据的比较，如热装机容量、运行温度、堆芯能量密度等数据。

目前，部分成员国在继续研究、开发和部署先进裂变堆，同时一些成员国也在开发和部署快堆。全球约有 50 种中小型反应堆设计和概念，其中 3 种处于建造之中。该数据库对帮助感兴趣的成员国快速、便捷地了解全球核电机组的主要类型和技术参数具有积极意义。

引自：科技部网站

3. 朝鲜进行第五次核试验

据朝中社 2016 年 9 月 9 日报道，朝鲜当天成功进行核弹头爆炸试验。这是朝鲜自 2006 年以来进行的第五次核试验。

报道援引朝鲜核武器研究所声明说，按照朝鲜劳动党建设战略性核武力构想，朝鲜核武器研究所的科技人员在北部核试验场进行了旨在检验新研发的核弹头威力的核爆炸试验。

声明称，此次核试验最终确认了能够搭载到战略弹道火箭上的、已实现标准化和规格化的核弹头的构造、性能和威力。今后朝鲜能够根据需要制造小型化、轻量化、多样化且具有更高打击能力的各类核弹头，朝鲜的核武器水平已得到切

实提高。声明称，此次核弹头爆炸试验是朝鲜为应对以美国为首的敌对势力对朝威胁和制裁活动而采取的措施之一。为应对美国的核战争威胁、保卫朝鲜的尊严和生存权、维护真正和平，朝鲜将继续采取措施，从质与量上强化核武力。

当天早些时候，韩国媒体援引韩军联合参谋本部消息报道说，首尔时间当天9时30分许(北京时间8时30分许)，朝鲜丰溪里一带发生5.0级由“人为因素”造成的地震。韩国军方称，从地震规模来看，这是朝鲜进行的规模最大的一次核试验。

引自：新华社

二、本期要闻-核电“走出去”

1. 中加核能合作进入新阶段，将共同研发核能新技术

2016年9月22日报道，加拿大SNC兰万灵公司与中国核工业集团(CNNC)、上海电气集团正式签署合作协议，两国企业将共同投资、研发、设计并推广加拿大的先进燃料坎杜重水反应堆(AFCR)，并在中国和加拿大分别建一个开发核能新技术的研发中心。

加拿大核发展

核工业是加拿大的优势产业，作为核工业的先驱，加拿大在核技术发展方面拥有70多年的丰富经验。加拿大的核技术开发始于1941年。1945年，加拿大成为第二个在反应堆中控制核裂变的国家，在1954年，加拿大原子能有限公司(AECL)与加拿大产业合作，开始研发第一座坎杜反应堆。在此之后的70年中，坎杜反应堆在技术和设计方面都经历了几代推陈出新的发展。

加拿大核工业涵盖了整个核燃料领域，从核研发、铀矿开采和燃料制造、核反应堆建设与运营，到核废料管理和退役等领域。

此外，加拿大是放射性同位素的领先制造国，供应量占全球供应量的20%-30%。加拿大还供应了世界总量75%的钴60，用以对全球45%的一次性医疗设备进行灭菌。

加拿大有着世界最高等级的铀矿，是世界第二大铀供应国，在全球范围内的供应量约占16%以上。近85%加拿大产的铀是供出口的，其余的作为燃料用于加拿大坎杜反应堆。

除了大型铀矿床，加拿大还拥有世界上最大的商业铀提炼设施。卡梅科公司(Cameco Corporation)和加拿大阿海珐资源公司(AREVA Resources Canada Inc.)是加拿大最大的两家铀矿开采公司。卡梅科公司还在安大略省拥有并经营着加拿大唯一的并且是世界上最大的铀提炼设施。

坎杜反应堆是被世界公认和尊重的加拿大品牌，其总部位于安大略省，供应链覆盖全省。

坎杜反应堆属于重水堆，以重水作慢化剂，用轻水或重水作冷却剂。重水堆核电站是发展较早的核电站，有多重不同设计堆型，但目前为止，已实现商业化并且进行规模推广的只有加拿大坎杜能源的坎杜型压力管式重水堆核电站。

坎杜反应堆具有自身的独特性，因为它是使用天然、非浓缩铀作为燃料，在经过改造后也可以使用浓缩铀、混合燃料，甚至是钍。由于天然铀不需要浓缩，因此坎杜反应堆燃料的成本是非常低的。该反应堆可在全功率运转时不停堆换料，不像其他大部分核电站必须在停堆状态下才能换料。

中加合作

中国作为一个基础能源消费大国、以及在传统能源及清洁能源技术方面逐渐崛起的新兴领衔者，是加拿大长期合作的理想伙伴。中国目前在建核电机组处全球第一，加拿大对于中国核电市场充满期待。

加拿大需要借中国市场进一步推广其坎杜反应堆。一方面是目前加拿大所推广的坎杜反应堆即重水反应堆技术，虽然目前仍占全球 10% 的市场份额，但在当今大力发展压水堆的大趋势下没有竞争优势。而中国秦山核电三期使用的正是加拿大的重水堆，秦山核电三期迄今为止取得了卓越业绩，秦山核电是中国与加拿大间最大规模的合作，也是一次成功的合作。

中国正在进行乏燃料的后处理准备工作。重水堆有利于乏燃料的处理，有效提升铀资源利用率，有利于降低环境风险。

目前，中加双方公司正在合作开发以铀和钍为混合燃料的反应堆。

中加合作历程

1994 年，两国签署了《中加核能合作协议》，正式展开了在民用核能领域的合作关系

1996 年，加拿大向中国出售了两座坎杜反应堆，即秦山三期的两台核电机组。当时，这是两国之间最大规模的商业合作合同。

2014 年 4 月，中国海盐核电产业联盟与加拿大签署谅解备忘录，确定双方

在核电领域的合作意向。

2014年7月，中核集团与加拿大SNC兰万灵集团签署合作备忘录。

2014年11月，中核集团与加拿大坎杜能源公司组建合资公司的框架协议，双方将共同研发和推广先进燃料重水堆，联合开拓国内国际核能市场。

2016年8月，中国国家核安全局与加拿大签署了核安全监管合作和信息交流谅解备忘录。

2016年9月，加拿大SNC兰万灵公司与中国核工业集团(CNNC)、上海电气集团正式签署合作协议。

引自：中国核网

2. 英为欣克利角核电站项目有条件放行

2016年9月15日，英国政府发表声明，表示批准欣克利角核电站项目，但同时出于安全原因考虑，在股权控制方面提出了限制性条件。

法国电力公司不得随意出售股权

欣克利角核电站是中法合作拟在英国修建的重要项目。法国投资2/3，中国投资1/3，使用法国技术。该项目被视为中英关系“黄金时代”的代表性项目。然而，2016年7月，英国政府突然宣布，新首相要重新审视该项目，并将在今年秋天做最后决定。

9月15日，英国政府就最终决定发表声明称，“在经过对欣克利角项目的全面审查和与法国电力公司修订协议后”，决定为该项目开绿灯放行。不过，新的协议对法国电力公司提出了限制，规定在核电站建成之前，英国政府有权在不事先通知的情况下，阻止法国电力公司出售在该核电站拥有的股权。英国商业大臣卡拉克明确表示，这将有助于保证在没有英国政府同意的情况下，欣克利角核电站不会轻易易主。

英国政府将参股未来所有外资核电站

此次对欣克利角核电站项目的审查，也成为英国政府修正重大战略领域接受外来投资相关政策的机会。声明中同时表示，在批准欣克利角核电站后，政府将使用新的法律框架，来规范包括核能在内的任何重大基础设施外来投资。“在欣克利角之后，英国政府将在以后的新建核电项目中作特殊持股，从而确保在没有政府知情或许可下不能出售关键股权。”

英媒认为，英国政府的上述决定，意味着其在欣克利角的所有权问题上有更大的发言权，而且对于未来的外资核电站有新的安全保障。此前，英首相决定重新审查欣克利角核电站，一个重要原因就是所谓的安全因素，其办公室主任尼克·蒂莫西认为中国控制英国核电站会对其造成安全威胁。

“一盏一举多得的绿灯”

对于英国政府为欣克利角核电站项目放行，英国媒体认为主要有以下原因：第一，新商业大臣克拉克认为核电对英国能源供应至关重要；第二，法国电力公司已为该项目在英国投资 25 亿英镑，英政府如违约，将面临巨额赔偿金；第三，梅在 G20 峰会上与习近平主席会面，有助于她更好地向政府内部人士及民众解释——中国的参与不会带来所谓安全问题；第四，法国电力公司上周宣布，欣克利角核电站所需的高达 1 亿英镑的钢材采购中，将优先考虑一家威尔士的钢铁企业，这对英政府来说是个不小的诱惑。

英国政府最终为该项目放行，令很多英国商界人士备受鼓舞。他们认为，这是“一盏一举多得的绿灯”：首先，核电站建成发电后，将为 580 万个英国家庭供电，有助于缓解英国面临的能源危机；其次，有助于缓解与法国的关系，并向欧洲投资者展示英国在脱欧公投后的开放形象和可信度，也利于政府与世界各国展开的双边自由贸易谈判；最后，对于维护中英关系大局，继续吸引来自中国的投资至关重要。

布拉德韦尔核电站命运仍待观察

在关注欣克利角核电站的同时，另外一个中国拟在英国修建的项目布拉德韦尔核电站也被提及。按照此前的中法英三国协议，布拉德韦尔核电站与欣克利角核电站是捆绑在一起的。不同的是，布拉德韦尔核电站中国投资将占 2/3，法国投资占 1/3，核电站将使用中国的“华龙一号”三代核电技术，这对于中国核电进入欧洲、走向世界具有重大意义。

不过，英国媒体称，英国政府目前倾向于将两个核电站分开处理，15 日的声明中，并未明确提到布拉德韦尔核电站。分析认为，尽管欣克利角核电站最终得到放行，但是鉴于英国政府提出的要在未来所有核电项目中持股的新法律框架，关于布拉德韦尔核电站的协议很有可能要重新谈判。报道称，尽管英国政府在外来基建投资方面有了新的规定，但是政府仍然欢迎中国投资布拉德韦尔核电站。

引自：光明日报

3. 中国在英首个核电项目获批后，自主核电技术静待入英技术评估

英国政府于 2016 年 9 月正式批准中国参与的欣克利角（Hinkley Point C）核电站项目后，英国主流媒体的注意力已转移到中方将在该国修建的另外一座核电站——布拉德韦尔（Bradwell B）核电站的身上。

与前者不同，布拉德韦尔核电站将使用中国“华龙一号”三代核电技术，对于中国核电走向世界意义重大。不过，中国自主核电技术要想顺利在英国落地，必须先通过该国以严苛、耗时漫长著称的通用设计评估（GDA）。据《卫报》报道，布拉德韦尔核电站的审批工作至少要持续 4 年，中国要想看到自己的核电技术进入英国，仍需耐心等待。

作为拥有辉煌核能工业史的发达国家，英国的核电监管严苛、审批流程复杂。根据英国相关监管规定，若采用没有使用过的核电技术新建核电厂，在项目核安全审查和执照申请之前需要进行通用设计审查。GDA 是英国对其国内新建核电站所用技术颁发的入场券。GDA 评审由英国核监管办公室（Office of Nuclear Regulator，简称 ONR）和环境署（Environment Agency，简称 EA）负责。整个评审过程共分为四个阶段，通过最终评审的技术将会获得由核监管办公室颁发的设计认可证书（DAC）和环境署颁发的设计可接受证明（SoDA）。

截至目前，只有核电巨头阿海珐和法国电力公司（EDF）联合开发的 EPR 技术英国版（UK EPR）于 2012 年底通过了 GDA 评审，历时 5 年。资料显示，AP1000 技术于 2007 年开始 GDA 评审，在已经通过美国核管会(NRC)评审的情况下，ONR 仍然提出了五十多项整改意见。由于 AP1000 在完成 GDA 第二阶段评估后主动选择暂停后续评审，中间曾暂停两年，目前已耗时九年多。

从另一个角度而言，一旦顺利通过这种高标准审查，“华龙一号”将产生极大的示范效应，在全球核电市场的说服力也会大为增强。

根据计划，中广核集团将在 2016 年推动“华龙一号”技术正式获得 GDA 评审受理，力争五年内完成。

据悉，中广核集团已经与英国核监管局就布拉德韦尔核电站项目的技术和管理架构进行初步讨论。

英媒称，如果布拉德韦尔核电站项目得到批准，中国将在英国的能源供应中扮演核心角色。

引自：澎湃新闻

4. 中国与土耳其核能合作协议生效

2016 年 9 月 5 日，土耳其宣布了就和平利用核能与中国展开合作的官方声明，这意味着中国在帮助土耳其建设该国第三座核电站的道路上又向前迈进了一步。

该协议签署于 2012 年，在土耳其官方正式宣布声明后，国际协议正式进入实施阶段。

2012 年 2 月，时任国家副主席习近平对土耳其进行正式访问，表达深化了两国在能源及基础设施领域加强合作的意愿。国家发改委张晓强副主任与土耳其能源部长等进行了专题会谈，确立了两国核电项目合作的路线图。4 月，土耳其总理埃尔多安访华，双方签署了《中华人民共和国政府和土耳其共和国政府和平利用核能合作协定》和《中国国家能源局与土耳其共和国能源和自然资源部关于核能领域合作的意向书》。高层的推动旨在通过进一步的谈判达成建设 8 台核电机组，先期建设 4 台机组的核电建设协议。

2014 年 11 月 24 日，第七届土耳其世界能源大会在安卡拉举办。国家核电技术公司应主办方及土耳其能源部邀请参加大会，以具有自主知识产权的 CAP1400 核电技术为核心，展示了大型先进压水堆核电站国家科技重大专项进展，以及公司在三代核电研发设计、工程建设管理、相关设备和材料制造、核电运行服务等环节的核心业务能力，受到了多方关注。

当天，国家核电、西屋公司和土耳其国有发电公司 EUAS 签署了合作备忘录，对包括在土耳其建设 CAP1400 核电机组等内容进行排他性协商。

据了解，俄罗斯建设了土耳其的第一座核电站，日法联合体将建设第二座，而中、美等国家则对建设该国第三座核电站表示了兴趣。

引自：路透社、中国核网

5. 中国开发阿根廷核电市场 重水堆有望 2017 年开工

2016 年 9 月 3 日，在二十国集团领导人第十一次峰会期间，中核集团总经理钱智民在杭州拜会了前来出席峰会的阿根廷总统马克里。双方就共同推动落实核电重大合作项目达成一致意见。马克里表示，将积极支持双方合作，实现重水堆项目 2017 年开工建设，力争压水堆项目于 2019 年开工建设。

在二十国集团领导人第十次峰会期间，钱智民与阿根廷核电公司总裁正式签署了核电站框架协议，标志着中核集团与阿根廷核电公司将合作建设阿根廷第四、第五座核电站，华龙一号核电技术将落地阿根廷。

会谈期间，钱智民向马克里总统展示了世界和中国核电机组建设情况，并就中核集团与阿方在核电、核工业全产业链、共同开发第三国市场等领域的合作表达了积极意愿。钱智民表示，中核集团愿意为全面提升阿根廷核工业全产业链水平提供支持，将重水堆和压水堆核电项目协同推进，为融资、建设等创造更好的条件。

马克里高度评价了两国在核领域开展的合作，希望用三年左右的时间看到双方在全产业链合作，以及共同开拓第三国市场的成果。

中核集团自 2010 年起开发阿根廷核电市场，以实现中国具有自主知识产权华龙一号压水堆技术最终出口为目标，与阿方开展合作并取得了多项阶段性成果。2015 年 11 月，中核集团与阿根廷核电公司签署了《重水堆核电项目商务合同》和《压水堆核电项目框架协议》。此后，双方继续就重水堆项目商务合同开口项进行商谈，稳步推进重水堆和压水堆项目落实。2016 年 6 月，在 G20 能源部长会议期间，中国国家能源局与阿根廷能矿部签署了《关于合作建设阿根廷核电站的谅解备忘录》，明确了重水堆和压水堆项目后续工作总体目标。目前，双方企业正积极有序推进项目进展。

引自：中核集团

6. 中国核电打开俄罗斯大门

2016 年 8 月 26 日，据中国核工业集团消息称，中俄已成功签订了非能动氢复合器催化板的供货合同。这份合同的诞生，意味着中核自主研发的非能动氢复合器首次进入俄罗斯核电市场。

此为中国的同类产品首次进入核发达国家，对中国核电技术的海外拓展之旅意义重大。

中国是拥有独立自主的第三代核电技术的国家，“华龙一号”作为中国三代核电技术的代表作已取得了实质的进展。同时，中国也是继美国、法国和俄罗斯后世界上第四个具备独立自主三代核电技术的国家。

中国的核电技术，在全球已处于先进的行列，打入海外市场是必然的趋势。

在海外核电市场的拓展中，中国与俄罗斯的核电合作项目将逐步扩大。除了非能动氢复合器，中国已在氢浓度监测系统、取样系统和电气贯穿件等项目上，在俄罗斯参与投标。

摘引自：中国核网

7. 中俄推进核能合作俄为中国设计独一无二技术

中国和俄罗斯在和平利用核能领域的合作已经持续多年。这期间，俄罗斯原子能专家共为中方伙伴建设了四期使用俄技术的天然气离心机厂，最后一期也已于 2012 年投入使用。2011 年，中国原子能科学研究院使用俄技术建设的中国首台钠冷快中子实验反应堆(CEFR)成功实现并网发电。

然而，俄中核能专家最突出的成功合作案例，是田湾核电站建设工程，第一批两台机组已于 2007 年投入商业运营。中方通过该项目的实施获得了最先进、功率最强大、技术含量最高、运行指标优良的核电站，以及一批负责核电站运营和维护的高级专家。

田湾核电站发电机组拥有目前世界上最先进的核安全与辐射安全系统。反应堆厂房有双层安全壳，内层安全壳可以阻绝对外部环境的辐射，外层安全壳用于保护外部介质对反应堆产生的不良影响。反应堆压力容器下方安装有阻拦并冷却堆芯熔融物的“堆芯捕集器”。独立的非商业组织“原子信息中心”负责人亚历山大·乌瓦罗夫(Aleksandr Uvarov)介绍说：“这个捕集器由俄罗斯工程师设计，拥有独特技术，在全球核电站建设实践中绝无仅有。中国是拥有类似装置的第一个国家。”

俄罗斯国家原子能集团公司将继续根据俄中两国政府协议，继续建设田湾核电站三四号机组。中方规定了“非常严苛的建设期限”，两台机组要在 2017 年开始发电，2018 年投入商业运营。

引自：环球时报、中国核电

三、核能发展

1. 中广核海上小型堆 ACPR50S 正式纳入 IAEA 全球小型堆发展路线图

9月5日至8日，IAEA在北京举办了主题为“用于近期部署的小型模块堆技术评估技术会议”的年度全球小型堆技术评审会议。中、美、俄、法等18个国家受邀派出29名代表参会，并开展国际小型堆主流技术及近期部署情况评估。中广核研究院代表中国广核集团就ACPR50S海上浮动式小型堆技术做了大会主题发言及技术答辩，获得广泛的肯定和关注。

中广核此次受IAEA邀请参加国际小型堆技术评估会议，是国际社会对中广核开展ACPR系列小型堆研发设计取得阶段性成果的肯定，标志着中广核自主研发的海上小型堆ACPR50S正式进入IAEA全球小型堆发展路线图。

IAEA此次会议的目的是搭建全球范围内的论坛平台，以便各成员国综合性地讨论商业上可用于近期部署的小型模块堆设计和技术的状况及其技术评定方案。大会通过各与会国主题发言及技术答辩的方式，广泛评估了全球小型堆主要技术路线，包括机组功率、成熟制造技术、标准化、建设特点、运行维修、电站安全、项目进度计划、选址、电网匹配性以及经济性等各方面。通过评估帮助新兴国家获得小型堆技术、安全性、经济性等全方位的知识，以便新兴国家更好定位并推动本国小型堆应用及发展方案。

IAEA在此次年会期间同时发布了全球先进小型堆技术发展2016版蓝皮书，首次收录了中广核ACPR50S海上小型堆技术方案。2016年初，中广核研究院在ACPR50S完成方案设计基础上向IAEA递交了ACPR50S技术路线说明书，顺利获得IAEA的评估认可，并正式编入IAEA发布的2016年全球先进小型堆技术发展蓝皮书。该蓝皮书同时收录了包括美国NUSCALE，韩国SMART，俄罗斯KLT40，法国FLEXBLUE，阿根廷CAREM25等全球先进小型堆主流技术，是IAEA面向全球各成员国发布的小型堆技术领域权威出版物。该蓝皮书同时也是全球致力于引进、发展本国小型堆产业的新兴国家开展堆型选型的权威指导文件。

引自：中广核集团官网

2. 日本第一座全堆使用 MOX 燃料的反应堆预计 2023 年竣工

2016 年 9 月 23 日报道，日本电力发展公司大间（Ohma）核电站 1 号机组正在进行核监局新安全标准审批，2018 年将启动强化安全保障设施建设，预计 2023 年竣工。

大间核电站 1 号机组预计建设 130 万千瓦先进沸水反应堆，在日本福岛核事故发生时已完成 40%，事故后暂停施工。2012 年 10 月重启时，日本电力发展公司声明将吸取福岛事件教训，强化措施力争建造一座更加安全的核电站。

日本电力发展公司计划在大间核电站 1 号机组堆芯全部使用铀钚混合氧化物（MOX）核燃料，其中的钚是通过乏燃料后处理回收得到的。大间 1 号机组将成为日本第一座全堆使用 MOX 燃料的核电反应堆。该机组将消耗日本国产 MOX 燃料总量的四分之一，因而能为日本的“钚热（pluthermal）”政策（回收利用乏燃料中的钚）做出重大贡献。该政策通过最大化利用进口铀来将日本的能源燃料自给率从 4% 提高到 18%。

引自：中国核网

3. 日本“文殊”核电反应堆将关闭 耗资万亿运营 250 天

据日媒 2016 年 9 月 23 日报道，日本政府将年内最终决定对福井县的快中子增殖反应堆原型堆“文殊”进行废堆。缺乏资源的日本曾将“文殊”视为“梦之反应堆”，为了达到实用化已耗资超过 1 万亿日元。但由于事故与故障频发，自首次达到维持核裂变的临界状态开始，22 年时间里仅运营了短短 250 天。

报道称，“文殊”本应成为日本核燃料循环利用政策的支柱，但以东京电力福岛第一核电站事故为转折点，该反应堆受到了严格监管。

“文殊”是日本为了掌握快中子增殖反应堆技术而建造的原型堆，产生的钚超过消耗量。对于缺乏资源的日本来说，该反应堆由于能使核燃料实现基本国产化，曾备受期待。1960 年代后期，几乎在商业核电站启动运行的同一时期，“文殊”的研究开发全面启动。

但“文殊”却屡遇挫折。在 1994 年首次达到临界状态后，于 1995 年发生了冷却剂钠泄漏事故。随后，隐瞒事故现场视频等丑闻遭到曝光。由于“文殊”的运营体制轻视安全，外界对重启运行的不信任感越来越强。

2010 年，即事故发生 14 年半后，“文殊”终于获得当地允许重启运行。但仅在 3 个月后，再次发生了燃料交换装置掉落事故。

福岛核电站事故后成立的原子能监管委员会的建议成为日本政府被迫推进废堆的直接契机。建议指出“文殊”存在约 1 万处设备检查遗漏等安全管理漏洞。2015 年 11 月，委员会建议主管“文殊”的日本文部科学省选择新的运营方来取代原本的日本原子能研究开发机构。日本文部科学省曾期待电力公司等能成为新的接手方，但最终愿望落空。据该省估算，重启“文殊”要在 18 年内花费 5800 亿日元。

此前日本政府坚持保留“文殊”的理由是希望循环利用核燃料。因为快中子增殖反应堆承担循环利用核燃料的主要任务，而使用普通核电站承担同样循环利用任务的“钚热”策略起到的作用微不足道。

如果快中子增殖反应堆有可能被废除，那么日本的核燃料循环利用和原子能政策本身也将动摇。如果允许日本和平利用可以作为核武器原料的钚，将可能对定于 2018 年续约的《日美原子能协定》造成影响，甚至出现“多米诺骨牌”效应。

然而作为“文殊”运营主体的日本原子能研究开发机构问题不断，监管委员会并未放过这些问题。

推进核燃料循环利用的日本经济产业省高层也表示“有可能对重启核电站运行造成影响”，对“文殊”已失去了信心。相比之下，日本政府更倾向于和法国共同开发试验堆“ASTRID”等来维持快中子反应堆研究。不过，研发资金负担等方面仍存在不确定性。

引自：环球时报、环球网

4. 日本拟将核电机组报废产物埋入地下 70 米以下 10 万年

据日本媒体报道，日本原子能规制委员会 2016 年 8 月 31 日召开例会，通过了核电机组退役过程中产生的控制棒等高放废物的处置标准草案。主要内容是要求在放射性物质影响减弱的 10 万年过去之前，将废物埋入地下 70 米以下。

根据这一草案，日本原子能规制委将在明春汇总标准框架。草案要求企业方面自填埋起对放射性物质是否外泄进行 300 至 400 年的监督。地下存在天然气资源的地区因今后有挖掘的可能性，将不列为填埋地。

核电机组废物包括乏燃料再处理过程中产生的极高浓度高放废物与退役过

程中产生的低放废物，其中低放废物根据活度进一步分为三类。老化核电设施退役工作正全面展开，但对低放废物中活度最高一级的处置标准尚未确定。

引自：中国新闻网

5. 日本福岛核电站地下排水沟积存1万余吨污水

2016年8月23日，据日媒报道，日本东京电力福岛第一核电站1至4号机组反应堆厂房周边缆线等通过的地下通道排水沟中仍有1万多吨污水积存。

日媒分析认为，因海啸而流入的水与从厂房地下漏出的高活度污水混合，另有被污染的雨水积存。东京电力解释称“其活度低于厂房地下留存的约7万吨高活度污水，辐射及对环境的影响较小”，但污水抽出等工作尚无眉目。

据东京电力7月发布的2015年度调查结果显示，经确认，与积存有高活度污水的厂房相连的17处排水沟内共计有8000吨污水，另有未与厂房相连的11处排水沟中积存有污水约3000吨。

其中，放射性铯活度最高、达每升约50万贝克勒尔的“废物处理厂房间相连管道”内的约500吨污水已于6月底前完成抽水工作。

其他排水沟内污水活度多为每升一千至数千贝克勒尔以下。另一方面，核反应堆内熔化的核燃料冷却所产生并留在厂房地下的污水为数百万至数千万贝克勒尔。

东电表示“将持续对排水沟内的浓度进行定期测定和监视，未来考虑将之抽出”，包括放射性物质去除处理工作在内，具体时期尚未敲定。

报道指出，虽然5、6号机组未因事故发生堆芯熔化和氢气爆炸，周围排水沟污水辐射量较低，但包括非常低活度的污水在内仍达到总计约8000吨。1至4号机组周边因辐射量较高或存在瓦砾垃圾等障碍物的缘故而无法进行内部调查的排水沟还有40多处。

引自：中国新闻网

6. 日本伊方核电站3号机组重新满负荷运行

日本四国电力2016年8月22日宣布，位于日本爱媛县的伊方核电站3号机组开始满负荷运行，成为日本第五座恢复运行的反应堆。

3号机组于2011年4月因定期检查而停运。四国电力在2016年8月12日重启反应堆，并在13日达到临界，这一846MWe的压水堆于8月15日恢复发电，随后发电量逐渐增大。22日上午10:15，反应堆开始以“额定热功率运行”。四国电力计划在9月7日实现该堆的商业化运行。

2011年3月福岛核电站事故后，伊方核电站3号机组成为新安全标准下重启的第五座反应堆。

在地方政府的大力支持下，其它20座反应堆正在优先通过重新启动程序。

引自：中国国防科技信息网

7. 韩核电站安全性赶超日本 最大可承受7级地震

2016年9月以来，在核电站分布较密集的韩国庆尚北道庆州市附近接连发生强震，由此核电站的安全问题引起了韩国民众的关注。

韩国水力原子能公司(韩水原)表示，韩国核电站可以承受住6.5-7.0级的地震，在此次5.8级地震发生后没有发生任何异常。韩国核电站的抗震设防标准在2011年日本福岛核事故发生后得到了提高。目前韩国核电站的地震动峰值加速度为0.2g(约6.5级)，现在正在建设中的新核电站将提升到0.3g(约7.0级)。

韩水原表示，韩国核电站大部分是加压轻水反应堆，比约一半是沸腾轻水反应堆的日本核电站技术安全性更高。日本核电站直接煮沸反应堆中的冷却水，利用产生的水蒸气运转涡轮机。而韩国对其进行了分离，泄漏放射性物质的可能性较小。假如堆芯融化产生氢气，韩国的核电站有不需要电力就可运转的氢复合系统，所以不会发生氢气爆炸。

韩国在建设核电站之前会对选址附近地区分阶段进行彻底调查。根据韩国原子能安全法，需要对核电站半径320km以内地区进行文献调查，并通过判读人工卫星照片等在广阔区域内展开调查。之后分别对40km、8km和1km以内地区的地质构造、断层分布和岩质等进行分析，测定断层年代，进行海洋物理探查。

韩水原表示，韩国核电站在坚实的岩石层上建成，震动幅度比建在沙土地基上可减少30~50%。反应堆安全壳等主要建筑和设备上都安装有地震测量仪等尖端监视系统，可以随时监测地震情况。

韩专家表示，核电站的危险性在一定程度上被夸大。虽然6.5级地震比5.8级的地震强度高约11倍，但即使是在核电站下方发生地震也能承受住。即使发

生 6.5 级以上的地震核电站也不会直接倒下，核电站可以承受抗震设防标准的 1.6 倍。

另一方面，韩国政府正在对 24 个核电站进行加固工作，到 2018 年 4 月，抗震性能将从 6.5 级提升到 7 级。2017 年底之前也会对庆州市附近的核电站进行测试确保其安全性。

引自：新华网

8. 韩国将在 2028 年完成乏燃料或高放废物处置库选址

根据韩国贸易、工业和能源部 2016 年 5 月 25 日公布的首份深层地质处置设施项目路线图，韩国将在 2028 年完成乏燃料或高放废物永久性地质处置设施的选址工作，并在 2053 年完成该设施的建设。

韩国现有 24 台在运核电机组，每年产生超过 700 吨乏燃料，各核电厂已总计贮存约 1.4 万吨乏燃料。韩国目前面临的一个亟待解决问题是如何管理乏燃料。因为各核电厂的乏燃料数量已逐步接近其贮存设施的设计容量。由于 1973 年韩国与美国的政府间民用核合作协议禁止韩国进行乏燃料后处理，因此建设处置设施是韩国唯一的选择。

位于庆尚北道庆州（Gyeongju）的韩国首座中低放废物处置设施已于 2015 年投运。由于公众的反对，韩国尚未建设高放废物处置设施。

在这一背景下，能源部强调了选址在整个项目中的重要性。为了将选址过程中的公众阻力降到最低，能源部将采用在符合地质要求的地区之间进行公开竞争的方式。在路线图于 2016 年下半年获得国会通过后，能源部将在 2017 年组建一个独立委员会，专门领导选址工作。未来将根据不断变化的外部条件每五年更新一次路线图。

根据路线图，韩国未来将先建设一座用于研究地质处置安全性的地下实验室和一座中间贮存设施，然后再建设永久性处置设施。

根据路线图，希望在本地区建设处置库的地方政府可以提交申请。在对场址适宜性进行研究之后，需要确定当地居民对建设处置库的态度。如果居民同意建设，则将对候选场址进行更为详细的调查，并从中选择一个。

政府预计选址过程将需要花费至少 12 年时间。如果一切顺利，预计中间贮存设施将在 2035 年投运，而永久性处置设施将在 2053 年投运。

由于南澳大利亚州已出现准备提供国际处置场址的动向，因此韩国也将海外处置乏燃料作为一个选项。

引自：中国核网、中国核科技信息与经济研究院

9. 菲律宾可能重启封存的巴丹核电站

2016 年 9 月 2 日报道，菲律宾正考虑重启巴丹核电站，以满足清洁及廉价电力的长期供应。该核电站建于 40 年前，耗资超 20 亿美元，但从未使用。

菲律宾与包括印度尼西亚、越南、马来西亚和泰国在内的 20 多个国家一样，正考虑在能源结构中增加核能。

菲律宾能源部官员表示，重启位于巴丹省的 620 MWe 核电站需要投资超 10 亿美元。到 2030 年，菲律宾每年电力需求增速约为 5%，核能是满足这一需求的选项之一。需要权衡所有选项，不仅要满足容量需求，还要考虑可持续发展和环境问题。

巴丹核电站始建于 1976 年，1984 年完工，用于应对不断上涨的能源价格。核电站坐落在地震带和一座休眠火山附近，因安全问题从未投入使用。切尔诺贝利和福岛核事故都曾影响巴丹核电站的重启。

引自：核信息院

10. 印度库丹库拉姆核电站 2 号机组正式并网发电

据 2016 年 8 月 29 日报道，当天位于印度最南端坦米尔那都邦的库丹库拉姆核电站第二座 1000 MWe 机组并网发电。2 号机组在上午 11: 17 分并入电网，以 170MW 功率运行。

印度核电集团总公司董事长兼总经理沙玛表示，核电总容量超过 5000 MW 对印度来说有两个里程碑式的意义。2 号机组预计在 2016 年底开始商业化运行，到时将决定该机组的电价。2 号机组将运行 3 到 4 天后断网，并测试相关参数。此后一周将重新并网，并逐渐提升到最大功率的 50%。得到原子能管理委员会的许可后，将进一步加大功率。印度核电公司希望在 3 个月内实现该反应堆的满功率运行。

2 号机组在 2016 年 7 月 10 日达到临界状态，并一直维持低功率运行。1 号

机组在 2013 年 7 月达到临界。

引自：国防科技信息网

11. 印尼制定核能发展路线图

2016 年 7 月 19 日报道，印尼能源与矿产部发言人表示，近期印尼佐科总统已指示相关部门制定核能发展路线图。佐科总统强调，发展核能必须先制定一个路线图，这也是 2025 年印尼国家能源总体规划的一个组成部分。路线图主要包括：首先要有反应堆动力研究和反应堆实验室；其次是推动国际合作，确保核技术始终保持最现代化。

该发言人还表示，印尼国家计划与发展部长要及时作出决定，推动所有各方来共同制定路线图，以落实佐科总统指示。

引自：商务部网站、中国核网

12. 伊朗宣布将新建两座核电站 预计工期 10 年耗资 100 亿美元

2016 年 9 月 7 日报道，伊朗官方宣布，该国将很快新建两座核电站，相关工程的工期预计将长达 10 年时间，耗资 100 亿美元。

伊朗原子能机构主席萨利希宣布工程开工的时间是 9 月 8 日，核电站的选址仍是布什尔。核电站由俄罗斯国家原子能公司建造，预计在 2024 年运行。俄罗斯国家原子能公司打算在 2026 年启动核电站第三座反应堆的建造。布什尔的第一座核电厂于 2011 运行，并在 2012 年实现满功率运行。

萨利希表示，在伊朗与俄罗斯的合作过程中，重点将突出伊朗可以利用其技术推动有关工程项目。消息称，伊俄双方在 2014 年就达成了新建两座核电站的相关合作协议。

俄罗斯副外长亚布科夫 8 月 31 日率领俄罗斯谈判代表团访问伊朗，并与伊朗副外长阿拉克齐就伊核问题全面协议的执行情况、布什尔核电站的相关工作以及 IAEA 的监督问题等进行磋商。伊俄方面都没有透露磋商的具体细节。

伊朗与德国在上世纪 70 年代签署合同，在布什尔兴建核电站。1979 年伊朗爆发伊斯兰革命后，德国因美国反对而终止了与伊朗的合作。1995 年伊朗与俄罗斯签署了布什尔核电站项目合同，但核电站的建设工期曾被一再拖延。俄罗斯

于 2013 年将该核电站交付给伊朗。2014 年俄罗斯与伊朗就扩大民用核能领域的合作签署协议，将在布什尔建造 8 座反应堆。

2015 年 7 月，伊朗与伊核问题六国(美、英、法、俄、中、德)达成全面协议，该协议于 2016 年 1 月正式实施。根据协议，伊朗将通过限制该国核计划换取联合国和西方国家取消经济制裁。伊朗多次重申，伊朗拥有和平利用核能的权利。

伊朗正在与西班牙、德国、捷克、保加利亚和哈萨克斯坦等国探讨核领域的合作。此外，伊朗与 IAEA 也开展了包括核电厂建造、乏燃料管理在内的 7 个项目的合作。

整理、摘引自：中国新闻网、国防科技信息网

13. 约旦将在 2017 年启动核电建设可行性研究

2016 年 9 月 2 日报道，俄罗斯国家原子能集团公司（Rosatom）宣布，约旦准备在 2017 上半年启动核电厂建设可行性研究。

2015 年 3 月，俄约就在约旦中部的 Az-Zarqa 建设和运行两台 VVER-1000 核电机组签署政府间协议。

据消息，该可行性研究将为项目融资的相关问题提供答案。

该项目总投资估计达 100 亿美元，约旦和俄罗斯将各提供 30% 的资金。关于确保剩余资金的谈判正在进行中。

约原子能委员会主席 Khaled Toukan 透露，如果能确保充足的资金，该国首座核电厂将在 2025 年前投运。Toukan 称约旦正在与德国、捷克、中国和日本公司谈判，以期在其中选取核电厂的涡轮机和电气系统供应商，目前“进展顺利”。他说：“如果我们能在 2017 年底前获得融资，首台核电机组将能在 2025 年前投运。”

2016 年 2 月，约旦国王阿卜杜拉二世强调了推动该国核能计划的重要性，呼吁约旦成为和平利用核能的典范。

约旦的第一座核反应堆是正在约旦科技大学建设的约旦研究培训堆，由韩国原子能研究所（KAERI）和大宇集团（Daewoo）牵头的联合体负责建设。这座 5 MWt 的反应堆基于韩国的 30 MWt Hanaro 设计，计划于 2016 年或 2017 年启动。

约旦被专业服务咨询公司 Procorre 评为“将在核工业中创造大量项目机会”的三个国家之一。另外两个国家是越南和中国。

Procorre 在 2016 年 9 月 2 日的声明中指出，约旦 95% 的能源依靠进口，但希望到 2030 年前本国用电量的近 50% 能用核电生产。

引自：中国核科技信息与经济研究院、世界核新闻网

14. 阿海珐正式启动将资产注入 New Co 的程序

法国阿海珐集团（Areva）2016 年 8 月 30 日宣布正式启动将核燃料循环资产注入 New Co 的程序。

阿海珐表示已批准关于将阿海珐与核燃料活动相关的所有资产和负债以及所有债券债务注入 New Co 的部分转让协议草案。

该协议规定，要对以被转让资产和负债的实际价值（约 14 亿美元）为基础计算出来的出资进行补偿。

阿海珐要求 9 月 19 日的债券持有人会议批准在注入资产的同时转移债券债务的方案以及 11 月 3 日的股东特别大会批准这一协议草案。

2017 年初，阿海珐 SA 和 New Co 将获得总计 50 亿欧元的增资。在获得欧盟委员会批准并完成增资后，法国政府将以直接或间接方式总计持有 New Co 至少 2/3 的股权，其他股权将由战略投资者持有。阿海珐将成为 New Co 的少数股东。

阿海珐表示，在获得 30 亿欧元的增资后，New Co 将聚焦于更加有利可图的业务。

2017 年，阿海珐的反应堆业务部门即阿海珐 NP（Areva NP）将被出售给法国电力公司（EDF）。在向法电出售股权的同时，15%~25% 的阿海珐 NP 将从 Areva SA 转移至 New Co。

2015 年 7 月下旬，法电和阿海珐宣布签订谅解备忘录，明确了法电收购阿海珐 NP 大多数股份的主要条款。同年 8 月，法电董事会同意阿海珐 NP 估值 25 亿欧元（28 亿美元），阿海珐董事会随后授权首席执行官菲利普就这桩交易展开谈判。

阿海珐 2016 年 6 月宣布，将于 2016 年下半年成立阿海珐 SA 的一家全资子公司即 New Co。New Co 将整合阿海珐矿业部、核燃料循环部、项目部、若干个业务支持公司及其相关子公司。

引自：中国核科技信息与经济研究院

15. 俄罗斯 BN-800 快堆实现满功率运行

俄罗斯别洛雅尔斯克核电厂 4 号机组 2016 年 8 月 17 日首次实现满功率运行。这台 BN-800 型快堆机组计划于 2016 年晚些时候投入商业运行。

电厂运营商俄罗斯原子能工业公司 (Rosenergoatom) 称：“这（实现满功率运行）开启了机组在额定功率下的综合测试程序。该程序是机组启动商业运行发电准备的重要和最终条件。”俄原工业还补充说：“在为期 15 天的综合测试中，机组将必须确认其是否能够始终按照设计参数的额定功率运行。”

综合测试完成后，俄原工业需要获得俄罗斯联邦生态、技术与核能监督局 (Rostechnadzor) 的许可，才能将该机组投入商运。

这台 BN-800 型机组 2014 年 6 月首次达到最低控制功率，当时计划于 2014 年底投入商运。然而，2014 年 12 月俄原工业宣布需要进一步开发该机组的燃料。该机组又分别在 2015 年 8 月和 11 月再次达到最低控制功率，终于在 2015 年 12 月 10 日接入电网。

自 2016 年初至其达到满功率运行期间，别洛雅尔斯克 4 号机组已发电超过 1.3TWh。该机组 2016 年全年计划发电 3.5 TWh。

这台 789 MWe 的机组使用铀钚混合氧化物 (MOX) 燃料，是全球装机容量最大的快堆。

引自：世界核新闻网站

16. 俄罗斯原子能公司 2030 年欲在海外运行 28 台核电机组

2016 年 8 月 23 日报道，俄罗斯国家原子能集团公司 2030 年前创新发展和技术升级计划文献中说，该公司计划 2030 年前至少让 28 个核电机组在海外投入运行，公司总收入的 50% 以上将来自海外市场。”

根据该公司公布的年度报告，截至 2015 年底，公司在海外建设核电站的项目有 36 个核电机组，公司参与 23 个核电机组的竞标和谈判（印度有 10 个，南非有 8 个，哈萨克斯坦和中国分别有 2 个，阿根廷有 1 个）。

此外，年度报告中指出一些潜在项目，它们的竞标或谈判可能在 2030 年前开始，这种项目一共有 17 个，其中英国和巴西分别有 4 个核电机组，沙特、马来西亚、印度尼西亚和捷克分别有 2 个，斯洛伐克有 1 个。

引自：新浪美股、中国核网

17. 俄罗斯新沃罗涅日斯基核电站 6 号反应堆并网发电

俄罗斯的首座 VVER-1200 压水反应堆并网发电。俄罗斯国家原子能公司宣布，位于俄罗斯西部的新沃罗涅日斯基核电站 2 期 1 号反应堆于当地时间 2016 年 8 月 10 日凌晨 3:35 分以功率 240MWe 并网。

该堆也称作新沃罗涅日斯基核电站 6 号，该反应堆是 VVER-1200/392M 压水反应堆，设计净功率 1114MWe。新沃罗涅日斯基 2 期核电站共计划建造两座反应堆，一号机组采用的 AES-2006 技术，是 VVER-1000 型号的升级版。新沃罗涅日斯基核电站 6 号和 7 号反应堆分别于 2008 年 6 月和 2009 年 7 月开始建造。新沃罗涅日 1 期核电站目前有 3 台在役机组和两台退役机组。

引自：国防科技信息网、中国核网

18. 英国核电机组创造连续运行时间最长纪录

英国希舍姆二期核电厂 2 号机组 2016 年 8 月 1 日打破了世界商运核电机组连续运行时间最长纪录。该机组将持续运行至 2016 年 9 月。

这台机组 2014 年 2 月 18 日开始运行，截至 2016 年 8 月 1 日已连续运行 895 天。如果按照既定计划，该机组将继续运行至 9 月 16 日，之后将停堆，以开展检查和维护工作。届时，该机组的连续运行时间将达到 941 天。

这台由法电能源公司（EDF Energy）运营的机组在至今的连续运行期间已发电 13.495 TWh，全寿期发电量达 115.46 TWh。

该机组是一台先进气冷堆（AGR）机组，使用二氧化碳冷却剂和石墨慢化剂，以浓缩铀为燃料，可以进行不停堆换料。当前运行期间，已完成 123 个燃料通道的换料。

在致电厂工作人员的一封信中，厂长 John Munro 称，该机组的实绩“代表世界一流且安全可靠的核电厂运行实绩，实现了期间 0.3% 的非计划容量损失因子（UCFL）”。

此前的纪录由加拿大安大略省皮克灵核电厂 7 号机组保持，该机组曾在 1992 年 4 月 26 日—1994 年 10 月 7 日连续运行 894 天。这是一台坎杜加压重水堆（PHWR）机组，同样可以实现不停堆换料。

世界第三长的连续运行时间纪录由苏格兰托内斯 2 号机组（先进气冷堆）创

造，曾在 1997 年 8 月 4 日—1999 年 11 月 7 日连续运行 825 天。

印度拉贾斯坦 5 号机组（加压重水堆）在 2014 年 9 月 6 日实现连续运行 765 天的纪录。

托内斯 1 号机组（先进气冷堆）目前已运行超过 740 天，而且直到 2017 年 4 月都没有停机维护的计划。

对于需要停堆换料的轻水堆，其连续运行时间世界纪录由爱克斯龙电力公司（Exelon）的拉萨尔县 2 号机组（沸水堆）保持。2007 年 2 月，该机组在连续运行 739 天后停堆。此不久前，拉萨尔县 1 号机组实现了 711 天的不间断发电。卡尔弗特悬岩 2 号机组在 2009 年 2 月创造了 693 天的压水堆连续运行时间世界纪录。

引自：中国核信息院

19. 加拿大达灵顿核电厂即将启动整修工作

2016 年 9 月 2 日报道，经过六年的计划和准备，加拿大安大略电力公司（OPG）表示已“准备好执行”达灵顿核电厂的整修工作，项目预计耗资不超过 128 亿加元（90 亿美元），将于 2016 年 10 月动工。该电厂共有 4 台 881 MWe 的坎杜（Candu）机组，均在 1990—1993 年间实现首次并网发电，现有许可证将在 2025 年前后到期。该电厂的发电量占安大略全省总发电量的约 20%。

安大略电力近日公布 2016 年上半年业绩报告，介绍了经过六年详细规划和筹备的达灵顿核电厂整修项目迄今所取得的进展。根据目前的计划，该电厂 2 号机组将从 2016 年 10 月开始接受为期 40 个月的整修。未来 10 年，该电厂的另外 3 台机组也将接受整修。整修工作包括 500 多个子项目。安大略电力将这些子项目分为 5 个类别：管道和进料器更换，包括更换反应堆燃料通道、排管和进料器；涡轮发电机，包括检查和维修四台涡轮发电机以及使用数字控制系统替代模拟控制系统；蒸汽发生器，包括机械清理、冲洗、检查和维修工作；电厂配套设施，更换或修理相关配套系统，例如重水系统、冷却系统、电力系统的设备和部件以及相关管道和阀门。2 号机组整修所需的材料均已运抵达灵顿核电厂，员工训练工作已经开始，详细执行计划已完成编制。

安大略电力主管核项目的高级副总裁 Dietmar Reiner 2016 年 9 月 1 日表示，该项目是加拿大规模最大的清洁能源项目，将能为安省带来 149 亿加元的经济效益。

益，一旦完成，将使达灵顿核电厂能够继续运行 30 年。为保证整修项目期间的低碳电力可靠供应，安大略电力将寻求监管部门同意允许皮克灵核电厂继续运行至 2024 年。

引自：中国核科技信息与经济研究院

四、核安全监管

1. IAEA 评估肯尼亚监管体系

在完成对肯尼亚为期 10 天的评审后，IAEA 综合监管评审服务（IRRS）工作组 2016 年 7 月 20 日表示，确保监管机构的有效独立性将有助于加强肯尼亚对所有辐射相关设施和活动的监督。

辐射防护委员会（RPB）负责监管肯尼亚的辐射相关活动，包括涉及密封源和非密封源以及 X 射线及其他辐射释放设备的活动。

在其初步评审结论中，IAEA 工作组称赞了辐射防护委员会为其执法人员提供的培训。但是，工作组指出肯尼亚仍面临严峻挑战，例如监管框架仍不完备。

逐步确保辐射防护委员会的有效独立性并完善辐射安全框架将有助于肯尼亚加强其法律和监管基础架构。

引自：IAEA 官网

2. IAEA 认可波兰核能项目进程

2016 年 7 月 4 日报道，IAEA 发布消息称，波兰已经完成 2013 年联合核设施检查中提出的所有建议和意见，波兰国家能源局表示“波兰将会尽一切努力确保核能项目达到安全、安保以及国际通用的最高标准。”

波兰是一个极度依赖煤的国家，燃煤发电占全国总发电的 80%。2009 年，波兰政府决定首次引进一个 3000MWe 容量的核能项目，以此来实现能源结构多样化并减轻火电对环境的压力。

IAEA 7 月 1 日发表消息称，已经证实波兰在核能项目中所取得的进展并期待下一步的发展。

2014 年，波兰内阁会议通过波兰核能项目修改方案，展现了波兰对核安全、

安保、不扩散的承诺，并制定了辐射防护、核能安全、核废物管理相关方面的政策。此外，波兰还在人力资源开发、加强紧急事件响应及处理方面做出了努力和资金投入。

IAEA 表示，鉴于波兰在核能项目中所做出的努力，在今后将会继续协助波兰发展核能基础设施建设。

引自：国防科技信息网、世界核新闻网

3. 核电规范管理“安全阀”加压首次明确核电项目门槛

2016 年 9 月 24 日，据国务院法制办公室网站消息，国家发展改革委、能源局起草的《核电管理条例（送审稿）》已经进入公开征求意见阶段。

据悉，送审稿中明确了核电控股股东或实际控制人、核电项目公司、核电运营公司三个主体的核安全责任，这对我国现有核电法规体系的进一步完善起到重要作用。

根据送审稿，核电控股股东或者实际控制人是其核电项目的核安全管理责任主体，控股股东或者实际控制人的法定代表人将成为核安全管理的第一责任人，承担其控股核电厂全寿期的核安全管理责任。

同时送审稿中规定，省级人民政府应当对核电厂建设组织社会稳定风险评估，并作为项目申请报告的重要内容。核电厂的选址、核电项目的核准或审批等事项应当采取论证会、听证会、公示或者其他方式征求公众的意见等。

该条例实际上已酝酿长达 8 年，其中对争议已久的，如何设置核电牌照的准入门槛也做出了相关描述。比如：条例提出了鼓励核电项目投资主体多元化，鼓励民间资本进入的原则，并首次明确了核电项目投资主体的准入条件。

其中关于投资主体的准入条件包括，持有其他核电项目 25% 以上股份，8 年参与核电项目建设、运行的经验，以及相应的核电专业人才队伍建设、较强的資金保障和融资能力等。

至于后期如何让管理条例切实落地，业内专家分析称，核电工程所在的地方政府是最为接近核电企业和改革的政府部门，应当做到积极响应国家政策，出台相关声明以及规划细则。与此同时，国有核电企业作为直属国家的企业，应该带头起到示范作用，为核电行业遵守规范化管理做出表率。国家有关部门需要表示出强硬和关注的态度，对于后续的条例实施进度进行跟踪和公示，对于拒不

实施的企业和部门应该进行坚决处罚。

摘引自：中国产经新闻报中国核网

4. 日本将引进核电员工身份调查制度 以防恐怖行动

据日媒报道，日本原子能规制委员会 2016 年 9 月 7 日决定，为防止核电站等核能设施出现恐怖行为，将引进针对设施内工作人员的身份调查制度。在工作人员自主汇报的基础上，由电力公司等企业方核实身份。

报道称，日本原子能规制委将于本月下旬起施行相关规则，但需办理对各企业的核材料防护规定进行变更等手续，预计正式启用要在 2017 年之后。

据悉，身份调查对象为进入含核材料的防护区域等地以及接触重要信息的人员，除各企业员工外，承包商工作人员也在此列。

该制度要求相关人员提供居民证等确认身份的文件，还需上交起誓与恐怖组织及暴力团无关的报告，此外还将进行面试。同时还将对犯罪经历、出国记录以及是否有药物依赖等进行确认。在防护区域等增设监控探头也将成为义务。

日方应 IAEA 的建议决定实施身份调查。在利用核电站的主要国家中，仅日本以个人信息保护等理由推迟启用这一制度。

引自：中国新闻网

5. 日本拟引入核电站突击检查方式

在 IAEA 的敦促下，日本原子能规制委员会召开会议商讨修改核电站检查制度相关草案，拟引入核电站突击检查方式。该委员会最迟将于 2016 年秋季汇总核电站检查制度详细内容，并向 2017 年的日本例行国会提交《核反应堆等规制法》修正案。

2016 年 8 月 4 月，IAEA 专家组向日本政府提交报告，指出日本有必要修改其核电站检查制度。因此，日本原子能规制委员会不得不对现行核电站检查制度着手进行修改。

将于 2017 年提交日本例行国会审议的《核反应堆等规制法》修正案，正是涉及日本核电站检查制度修订的法律草案。据悉，草案中将引入“自由出入”制度，允许检查人员日常进入核电站厂区，自由确认器械与数据。而新的核电站检

查制度经试用后计划于 2020 年正式启用。

2016 年 7 月 8 日是日本核电“新安全标准”实施 3 周年。然而，在向原子能规制委员会申请审查的日本 16 个核电站的 26 座机组(日本全国共有 42 座核发电机组)中，通过审查的仅有川内核电站 1 号、2 号机组，高滨核电站 1 号至 4 号机组，伊方核电站 3 号机组。

尽管如此，已经重启或通过审查的核电站的运行也并不顺利。

7 月 13 日，首次当选鹿儿岛县知事的三反园训在接受采访时表示，将要求九州电力公司暂时停止川内核电站的运转，以调查熊本地震对核电站的影响；7 月 12 日，大津地方法院驳回了关西电力公司要求取消 3 月作出的禁止高滨核电站 3 号、4 号机组运转的暂行处理决定；6 月 24 日，爱媛县民众到伊方核电站正门附近抗议，反对核电站向反应堆装填燃料棒。

在日本重启核电的道路上，如何重拾民众因福岛核电站事故而对核电业已失去的信任感是最大的难题。通过原子能规制委员会的安全标准审查，仅仅只是第一步。

摘引自：中国核网

6. 日本关电美滨核电站 3 号机组通过新规审查

据日媒报道，日本原子能规制委员会 2016 年 8 月 3 日召开例会，就运转将满 40 年法定寿命的关西电力公司美滨核电站 3 号机组通过了“审查书草案”，认为其符合新规制标准。这意味着美滨 3 号机组事实上已审查合格，成为继关电高滨核电站 1、2 号机组(位于福井县)后的第二例通过审查的老旧核电机组。

报道说，规制委 4 日将启动为期 30 天的意见公开征询，然后敲定审查书内容，正式认定合格。虽然在 11 月底的期限到来前还要通过专门针对延长运转的审查等，但美滨 3 号机组此次已度过最大的难关。继续使用老旧核电机组已成为趋势。

美滨 3 号机组通过所有审查程序后，还要实施审查中敲定的追加安全工程。重启预计要到 2020 年春季以后。

追加工程主要是电缆阻燃和设置重大事故时的紧急处置中心。关电将为此投入约 1650 亿日元(约合人民币 110 亿元)。全长达 1000 公里的电缆将通过更换线缆、包裹防火层等方式实现阻燃。

美滨 3 号机组从 1976 年 12 月 1 日开始营业运转，到 2016 年 12 月 1 日将满 40 年。该机组 2004 年发生冷却管道破裂事故，造成 5 名作业人员死亡。关电为延长运转期限，于 2015 年 3 月向规制委申请按新标准接受审查，并于同年 4 月报废了运转已超过 40 年且输出电力较小的 1、2 号机组。

根据福岛核事故后修订的《核反应堆等规制法》，核电站的运转期限原则上以 40 年为上限，但经规制委批准则最多可延长 20 年。高滨 1、2 号机组今年 6 月通过了延长审查。

引自：商务部网站，中国核网

7. 日本高滨核电站 1、2 号机组延寿获批

日本核监管机构（NRA）2016 年 6 月 20 日批准了日本关西电力公司高滨核电站 1、2 号机组延寿至 60 年。这两个机组成为根据修正条例批准核电机组运行超过 40 年的首批核电机组。

此前，该核电站已运营 40 年，每十年进行一次评审，在此期间，监管机构会检查运营方的维修计划。

高滨核电站 1 号机组为 780 MWe 的压水堆，1974 年 11 月开始运行，2014 年 11 月，NRA 批准其延寿 10 年。2 号机组也是 780 MWe 的压水堆，2015 年 4 月获批延寿 10 年。

然而，根据 2013 年 7 月生效的修订条例，原定寿期 40 年的反应堆只能延寿一次，最长延寿 20 年。

根据新规定，2015 年 4 月日本关西电力公司向 NRA 提交了高滨核电站 1、2 号机组各延寿 20 年的申请。关西电力公司根据程序规定对这两个机组进行了一系列专门检查。在 6 月 20 日的会议上，NRA 批准了高滨核电站 1、2 号机组的延寿申请。2016 年 4 月，NRA 确认这两个机组符合新的安全标准。

引自：国防科技信息网、世界核新闻网

8. 瑞典处置库建设申请获得核监管机构支持

2016 年 6 月 29 日报道，瑞典核燃料与废物管理公司（SKB）提交的乏燃料处置库建设申请已获得瑞典辐射安全管理局（SSM）的支持。有关处置库建设申

请的最终决定将在 2017 年做出。

废管公司 2011 年 3 月向辐安局提交了瑞典首座乏燃料处置库及配套乏燃料封装厂的建设申请。封装厂和位于奥斯卡港（Oskarshamn）的 Clab 中间贮存设施在废管公司的申请中被统为 Clink。废管公司已完成对相关情况的说明并提交申请的补充材料。废管公司还提交了将 Clab 设施贮存容量由 8000 吨提升至 1.1 万吨的申请。

自收到申请以来，辐安局和斯德哥尔摩土地与环境法庭一直在对申请进行审查。辐安局根据《核活动法》对核安全和辐射防护相关的问题进行评审，土地与环境法庭根据《环境法》开展评审工作。

土地与环境法庭 2015 年 12 月作出裁决，乏燃料封装厂和处置库的建设申请是完整的。该法庭于 2016 年 1 月公开这份申请，以征求奥斯卡港、东哈马尔、环境组织、瑞典核废物国家委员会和相关监管机构的意见和建议。预计土地与环境法庭将在 2016 年 10—12 月召开听证会，收集相关建议。之后，法庭将向政府提交相关建议。

2016 年 3 月，辐安局（SSM）表示废管公司拟建的乏燃料封装厂能够满足所有安全和辐射防护要求。

辐安局已评估废管公司拟在东哈马尔（Östhammars）福什马克（Forsmark）建设的乏燃料处置库满足适用核安全和辐射防护要求的潜力，并向环境法庭建议，应将处置库系统视为瑞典环境法许可的活动。

辐安局的评估表明废管公司已充分证明：将福什马克作为处置库场址的合理性，选择最终处置作为最佳乏燃料管理方案的合理性，以及在封装厂和处置库建设和运行期间废管公司满足辐射安全要求的能力。

辐安局表示，在许可申请阶段评估发现，废管公司已充分证明处置库在核安全和辐射防护方面能够确保长期安全。

根据目前的安排，辐安局将在 2017 年公布其对处置库和封装厂建设的最终意见。有关是否批准这一建设项目的最终决定将由政府做出。政府在做出决定时，将参考辐安局和环境法庭的建议，并与拥有否决权的奥斯卡港和东哈马尔市政当局进行协商。

一旦政府做出决定，申请将再次返回法庭和辐安局。这两个机构将对处置库的建设时间表和相关条件做出规定。

废管公司目前预计处置库和封装厂将在 21 世纪 20 年代初的某个时间启动建

设，并耗时 10 年建成。

引自：世界核新闻网

9. 西班牙的核电站首次获得欧盟 EMESIII

2016 年 8 月 4 日报道，位于西班牙瓦伦西亚地区的科夫伦特斯（Cofrentes）核电站近日成为该国首个获得欧盟生态管理和审计计划三级证书（EMAS III）的核电站，该证书主要认证对象为对环境影响进行的持续评估、管理和改善工作。

西知名私营电力供应商伊维尔德罗拉公司（Iberdrola）发布的一份公告显示，科夫伦特斯核电站 1996 年成为西首个获得 ISO-14001 环境证书的核电站，时隔 20 年再次成为获得欧盟生态管理和审计计划三级证书的国内先驱，充分显示该核电站对最严格的环境标准作出的最高承诺。

引自：商务部网站、中国核网

10. 美国核管会接收首个小型堆申请

据 2016 年 5 月 16 日报道，田纳西河流域管理局(TVA)向美国核管会(NRC)提交了田纳西州克林奇河小型堆机组早期场址许可证(ESP)的申请。

此次橡树岭附近 1200 英亩(480 公顷)的 ESP 申请是提交给 NRC 的首个与小型堆相关的申请。TVA 针对审查和批准过程的申请和后续工作由能源部部分资助，属于 2015 年 7 月签署的为期 5 年的机构间协议。能源部一直积极支持小型堆的开发和商业应用，并认为小型堆在解决国家能源安全、经济和环境目标方面发挥了重要作用。TVA 说，提交许可证申请“非常符合”能源部的战略目标。

除了与 TVA 签署协议，能源部还支持 NuScale 公司和犹他州联合市政电力系统位于爱达荷国家实验室的现场鉴定活动，该活动属于 2015 年 8 月签署的为期三年的成本分摊合作协议。

引自：中国能源协会

11. 埃及政府计划组建首个核电站管理机构

2016 年 5 月 26 日报道，埃及总理谢里夫下令开始为国家的首个核电站——

达巴核电站组建管理机构。达巴核电站计划在俄罗斯方面的参与下历时 12 年时间建成。

根据命令，将组建一个特别委员会，负责制定达巴核电站项目管理机构的结构、确定机构职权并提名领导候选人。

委员会成员包括埃及电力部、国防部、国防工业部、内政部、财政部、情报局、行政监督局、国务院、核安全和辐射控制局的代表。

俄罗斯与埃及 2015 年 11 月 19 日在开罗签署有关在地中海沿岸达巴地区运用俄罗斯技术建设埃及首座核电站以及其运行的政府间合作协议，该核电站将由 4 个 1200 兆瓦的发电机组组成。根据俄原子能集团提出的综合性方案，俄方将协助埃及建造整个核能行业。

摘引自：中国网、中国核电信息网

五、核安全国际合作

1. 伊朗俄罗斯核合作进入新阶段

2016 年 9 月 10 日，伊朗布什尔核电站二期工程举行启动仪式，二期工程将兴建布什尔核电站的 2 号和 3 号机组，1 号机组的最终验收和交付也于同期完成。

据报道，这两套新机组造价 100 亿美元，当天启动建设的 2 号机组工期为 9 年，将增容 1057 兆瓦，3 号机组将在 18 个月后开工建设。核电站设计执行方表示：“根据计划，3 号机组将在开工 126 个月后实现并网”。

新机组将采用更高的安全标准，基于先进技术和安全指标，反应堆堆芯熔化、放射性物质外泄的可能性均大幅降低。设计效率提升 90%，燃料消耗更少，电站寿命由 40 年增加至 60 年。

承建二期工程的俄罗斯核电建设出口公司表示，新机组将采用欧洲新的高级安全标准，施工中将在多方面运用新技术，特别是具备新的解决方案的安全设备，防止福岛核电站惨剧重演。其在声明中称，布什尔核电站新机组将执行 3+ 安全方案。

根据规划，新机组建设将最大限度地利用伊朗国内人力资源。施工期间将提供 8000 个工作岗位，并网后仍将有 2000 人从事相关工作。核电站同布什尔省技术和职业总局协调，并同波斯湾大学及省内自由大学达成协议，设置与核电站相

关的专业课程，大学生们完成学业后可在新电站工作。”

布什尔 1 号机组当天最终交付，而新机组的建设则显示了两国间的战略合作，俄方同伊朗原子能组织达成谅解，将建设 8 座核电装置，已启动的 2 个，都满足 IAEA 和西方安全标准。

两国表示核合作并不局限于核电站建设，未来能够拓展至生产稳定同位素、研究用核反应堆燃料等领域。

伊朗同俄罗斯于 1992 年 8 月 24 日签署和平利用核能的合作协议，第二天即签署核电站建设合同。1995 年 1 月，双方签署了布什尔核电站一期建设的最终合同，1998 年签署了该合同的 1 号补充文本，施工管理完全交于俄罗斯核电建设出口公司。但俄罗斯多次延期交付，至 2013 年 9 月，伊朗临时接管布什尔核电站。

两国于 2014 年签署了一系列核能合作协议，在核电发展框架内，同意在布什尔建设新机组。

布什尔核电站 1 号机组设计装机容量为 1000 兆瓦，相当于消耗 1100 万桶原油的发电量。2 号、3 号机组投入使用后，每年将节省 2200 万桶原油，减少 2100 万吨温室气体排放，每天还能平均生产 20 万立方米淡水，使当地受益。

引自：中国核电信息网

2. 印计划使用俄技术建设 12 台核电机组

2016 年 8 月 12 日，根据俄罗斯国家原子能集团公司（Rosatom）的消息，印度总理莫迪在与俄罗斯总统普京的视频会议上表示，印度计划使用俄罗斯技术建设 12 台核电机组，其中包括在库坦库拉姆地区建设多达 8 台核电机组。

俄原称，视频会议专为库坦库拉姆 1 号机组召开，该机组是俄为印建设的首台核电机组，是一座 VVER-1000 反应堆，2014 年 12 月投入商业运行。

俄原表示，俄印正在就库坦库拉姆 5 号和 6 号机组建设的总体合同进行会谈，该合同预计将在 2016 年秋签署。库坦库拉姆 3 号和 4 号机组的谈判也进入最后阶段。

库坦库拉姆 2 号机组也是一座 VVER-1000 反应堆，2016 年 7 月 10 日实现首次临界。库坦库拉姆核电厂位于印度南部的泰米尔纳德邦。

引自：欧洲核学会核新闻网 NucNet

3. 俄罗斯拿下埃及核电站 300 亿美元超级“大单”

埃及总统办公厅 2016 年 7 月 31 日消息，埃及与俄罗斯商定了国内首座核电站建设项目商业合同的所有条款。签约时间将在获得埃及最高行政法院批准后立刻确定。

2015 年 11 月 19 日，俄罗斯与埃及在开罗就运用俄技术在地中海沿岸达巴地区建设埃及首座核电站达成政府间合作协议，并商定了由俄方提供贷款。2016 年 5 月 20 日，埃及总统批准了关于由俄罗斯提供 250 亿美元贷款用于埃及首座核电站建设的协议。俄资金将用于资助核电站建设项目的 85%，埃及则需支付项目总价剩余的 15%。

根据上述数据测算，这一大型核电站项目所需资金总额约为 300 亿美元。根据协议，该项目融资将在 13 年内落实：从 2016 年至 2029 年。埃及将在 22 年内偿还俄贷款。首笔还款时间定于 2029 年 10 月 15 日，利率为每年 3%。

埃及首座核电站将由 4 个功率各为 1200 兆瓦的机组组成。据俄罗斯新闻网介绍，今年预计将签署的该核电站项目的一揽子合同包括：关于工程、设计和建设工作的综合合同(EPC 合同)，核电站整个生命周期的燃料合同、服务合同和核电站设计寿命结束后的善后工作合同。

埃及核电站的承建方----俄原子能集团海外公司表示，双方商定了 EPC 合同，燃料合同和善后合同的文本都在最后准备阶段，正在进行服务合同的协商工作。双方协商将签署全部四份合同。

引自：东北亚财经、中国核网

4. 俄罗斯 113.8 亿美元贷款助孟加拉国建核电站

2016 年 7 月 22 日报道，俄罗斯政府已批准 113.8 亿美元贷款来建设位于孟加拉国的 Rooppur 核电站。核电站项目预计成本达 126.5 亿美元，剩余的资金将由孟加拉国提供。

核电站将从 2017 年到 2023 年建设，具有两座容量分别为 1200 兆瓦的核反应堆。首座核反应堆预计 2022 年开始运行，而第二座将晚一年投运。

核电站建设协议是 2015 年 12 月 25 日由孟加拉国原子能委员会和俄罗斯国营原子能公司 Rosatom 签署。

据报道，核电站移交孟加拉国当局之前，Rosatom 将在其商业运营的第一年负责维护，并将支付运营第一年的燃料成本。

引自：中国核网

5. 俄玻加强核工业人才培养和公共宣传合作

俄罗斯国家原子能集团公司（Rosatom）2016 年 7 月 11 日宣布，与玻利维亚碳氢化合物和能源部签署两份备忘录，即核电人才培养和教育备忘录和公共宣传合作备忘录，双方在玻核电项目的两个关键领域建立了合作框架。

玻总统莫拉莱斯 2015 年 10 月宣布俄将协助在玻的埃尔阿托（El Alto）兴建一座核技术研发中心。该中心将耗资 3 亿美元并在 4 年内建成，该中心将拥有一座回旋放射治疗设施、一座多用途伽马辐射设施和一座研究堆。

俄原集团称，公众接受是国家核计划得以实施的关键条件之一。“（这座）核研究和技术中心将造福玻利维亚社会。重要的一点是，核技术项目的信息应当是真实、开放、可获取的。”

“俄原集团在与核基础设施场址周边群众沟通上积累了丰富的经验，不管是在俄罗斯还是国外。我们已准备好协助玻利维亚，并分享将能帮助他们确保项目绝对安全（环境和人）的最佳实践，见证中心启运带来的所有好处。”

俄罗斯原子能海外公司（Rusatom Overseas）与玻利维亚原子能机构还签署了在埃尔阿托州立大学进行项目设施开发的协议。

俄原称，该协议涉及中心的建设以及今年将签署商业合同的重要条件。该中心将为玻建立可用于癌症诊断和治疗的放射性同位素的生产能力，从而使更多玻公民能够享受核医疗带来的益处。核技术应用同样将有助于玻控制农业病虫害，延长食品保质期并增加本国农产品出口。

俄原表示，世界上 20% 的在运研究堆由俄罗斯提供。这 120 座研究堆分布在超过 20 个国家，包括中国、捷克、埃及、德国、匈牙利和越南。

引自：核信息院、中国核电信息网

6. 非洲寻求与俄罗斯开展核能产业合作

2016 年 6 月 23 日报道，在刚刚结束的 2016 年莫斯科原子能博览会上，多

个非洲国家与俄罗斯原子能机构签署了协议旨在推动核能产业合作，尼日利亚、赞比亚和肯尼亚还分别与其签署了单独合作协议。目前在非洲的阿尔及利亚、尼日利亚、摩洛哥、埃及等国家都有核反应堆，但只有南非真正将核电并入国家电网。俄罗斯原子能机构称，未来将凭借自身在该行业多年来的丰富经验，帮助非洲更好的发展核能。

引自：驻肯尼亚使馆经商处

7. 俄美组建战略联盟引进俄核燃料

2016年5月30日报道，俄罗斯和美国将组建战略联盟，以便美国引进俄罗斯核燃料。

俄罗斯国家原子能公司(Rosatom)旗下核燃料元件公司(TVEL)已与环球核能燃料美国有限公司(Global Nuclear Fuel Americas, GNF-A)达成协议，使用压水堆(PWR)的美国核电站将使用俄罗斯研制和生产的 TVS-K 燃料。双方宣布成立战略联盟，TVEL 的 TVS-K 燃料组件中的先导组件(LUAs)将引入美国市场，并将向美国核管理委员会申请许可证，以期商业供应这种燃料。

GNF-A 将提供在美项目管理、许可、质量保证和工程服务，TVEL 将提供涉及 TVS-K 燃料组件的技术和经验，工程支持和先导组件的初始制造。按计划，GNF-A 将在北卡罗来纳州的威尔明顿(Wilmington)生产后续的先导组件。

目前，俄罗斯占据全球核燃料市场 17%的份额，并且完全满足俄罗斯 76 座核反应堆和其它包括芬兰、保加利亚、匈牙利、斯洛伐克、捷克、乌克兰、亚美尼亚和中国在内的 14 个国家核反应堆的燃料需求。TVEL 的年出口总额超过 10 亿美元。

引自：世界核新闻网、北极星电力网

8. 乌韩核企签署合作备忘录

据报道，乌克兰国家核电公司 (Energoatom) 与韩国水电核电公司 (KHNP) 2016 年 8 月 31 日签署核合作备忘录。

双方的合作领域包括完成乌克兰赫梅利尼茨基 3 号和 4 号机组建设以及实施乌克兰-欧盟“能源桥”项目。

双方同意创建一个由双方各派一人担任联合主席的指导委员会，以协调备忘录下的所有合作以及双方根据相关商业协议开展的合作。

乌国家核电和韩水电核电均是所在国家唯一的核电运营商：前者拥有并运营 15 台核电机组，包括 13 台 VVER-1000 机组和 2 台 VVER-440 机组，总装机容量 13.835 GWe；后者拥有并运营 24 台核电机组，总装机容量 21.716 GWe，另有 6 台在建机组和 4 台计划建设机组。

赫梅利尼茨基 3 号和 4 号机组建设项目

赫梅利尼茨基 3 号机组 1985 年 9 月动工建设，4 号机组 1986 年 6 月动工建设。到 1990 年停建时，3 号机组完成 75% 的建设工作，4 号机组完成 28% 的建设工作。

2010 年 6 月，俄罗斯与乌克兰签署继续完成这两台机组建设的政府间协议。根据协议，俄将提供这两台机组设计、建设和调试所需的资金，包括支付由俄提供的服务和设备的费用。乌将通过国家预算支持本国提供的所有设备的费用。但在 2015 年 7 月，俄罗斯国家原子能集团（Rosatom）拒绝了这份协议。乌因此取消了这份协议。

2015 年 11 月，有报道称乌正在考虑与中国就该项目开展合作的可能性。

乌克兰-欧盟能源桥项目

2015 年 7 月，乌政府批准一个名为“能源桥”的试点项目，以便把赫梅利尼茨基 2 号机组生产的电力输送至欧盟。这一项目不仅能增加 3 号和 4 号机组的建设资金，还将为乌向欧盟市场出口电力“开辟新的前景”。

2016 年 3 月，乌国家核电、乌克兰国家电力公司（Ukrenergo）和波兰 Polenergia 公司签署了能源桥项目备忘录。乌国家核电表示，这一协议将使其未来能够使用所有的核电装机容量，并有利于吸引资金继续完成赫梅利尼茨基 3 号和 4 号机组的建设。

乌国家电力是一家国营供电公司。Polenergia 是一家私营垂直整合能源集团，业务涉及发电、贸易和配电。

摘引自：中国核电信息网、世界核新闻网

9. 哈萨克斯坦将向乌克兰提供核燃料

2016 年 9 月 23 日报道，哈萨克斯坦国家原子能公司主席艾斯克尔与乌克兰

能源和煤炭工业部长伊戈尔会谈商讨由哈萨克斯坦向乌克兰提供铀燃料的可行性。会谈的主要议题是由哈萨克斯坦为乌克兰反应堆生产核燃料。

伊戈尔表示，乌克兰正在寻求核燃料供应的多样化，并对哈萨克斯坦生产的核燃料感兴趣。艾斯克尔表示了对在该领域合作的兴趣。

双方同意建立双边工作小组研究该项目的经济效益。双方还讨论了未来在铀生产和离子交换树脂供应领域的合作。

引自：国防科技信息网

10. 芬兰欲向南澳大利亚州出口核废料处置技术

2016年9月23日报道，世界最先进的核废料处置厂运营商欲向南澳大利亚州出口技术，帮助其发展商业化地质处置设施，共同处理来自世界各地的核废物。

Posiva是芬兰两家最大能源公司的合资公司，是世界首家专门处置乏燃料的机构。南澳大利亚州希望在15年内完成选址和建厂工作。因需要对相关技术进行验证，相同的工作芬兰花费了超过30年才完成。芬兰从1978年开始相关工作。Posiva表示，如果南澳大利亚有意扩大地区核工业，Posiva愿意授权其分享知识产权和工程解决方案。

南澳大利亚州核燃料循环皇家委员会计划建造的核废料处置厂规模将是芬兰Onkalo核废料处置厂的10倍，然而，两者的基础设计相似。公司的工程师表示，将处置厂规模扩大不存在任何技术问题。

引自：中国核电网

11. 印度与美国就建设6座核反应堆合作达成协议

2016年9月5日报道，印度和美国就推进6座反应堆建设和加强原子能和太空领域合作达成协议。

美国国务卿克里在印度参加第二届印-美战略与商业对话时表示，美国希望与印度在反应堆建造等民用核合作领域取得进展。

克里表示，“我们已经就推进6座西屋反应堆建造达成协议，在为600万印度人供电的同时，还将提供大量就业岗位。随着安全、现代化的最新一代反应堆投入使用，我们在民用核能领域的合作将为数以千万计的印度家庭提供付得起的

清洁能源。”

在 2008 年签署的美印合作协议框架下，两家美国公司将为印度建造 12 座 1000 MWe 反应堆。然而，美国一直对两家公司面临的一系列问题感到担忧。

引自：国防科技信息网、中国核网

12. 肯尼亚与韩国签署核电开发合作协议

2016 年 9 月 9 日报道，肯尼亚核电局（KNEB）与韩国电力公司（KEPCO）在首尔签署了合作备忘录，表示双方未来将在核电站建设和人员培训方面展开合作。此次签署的协议是为了落实 5 月份韩国总统朴槿惠访肯时双方达成的合作意向。此前，肯已与俄罗斯、中国、斯洛伐克签署类似协议。肯期望于 2033 年完成核能发电装机容量 4000 兆瓦的目标。

引自：商务部网站、中国核网

13. IAEA 首次在埃及开办核安全学校

2016 年 8 月 18 日报道，来自 14 个国家的年轻核专业人员参加了 IAEA 创办的第一座阿拉伯语国际学校。

该学校地点设在埃及开罗，它是 IAEA 专门为阿拉伯语国家的年轻专业人士创办的，主要是为了提高阿拉伯国家的核专业人员的素养，确保全球范围内的核安全。该学校首批 33 名学员，分别来自阿尔及利亚、巴林、科摩罗、吉布提、埃及、约旦、科威特、黎巴嫩、毛里塔尼亚、摩洛哥、索马里、突尼斯、阿拉伯联合酋长国和也门等国的海关和执法机构、监管机构、运营商和学术界。

此次学校课程涉及的议题包括国际核安全和国家法律框架、核材料和放射性材料的保护、计算机和核信息安全、核安全文化、核法医和犯罪现场管理、和大型活动的核安全性。学校开课的形式包括演讲、案例研究和实际演练，如用于追踪核材料非法贩运的核探测仪器的实践经验演练。

该学校是 IAEA 为努力加强全球核安全框架所做的努力，将为全球核安全的安全使用核能和核技术提供保障。它在提高专业人员素质的同时，进一步确保核材料和其他放射性材料的在使用、储存或运输时候的安全。

为了向全世界普及核安保意识，IAEA 计划于 2016-2018 年在全球范围内推

出类似的计划，包括提高印度尼西亚在内的亚洲太平洋地区、尼日利亚及摩洛哥等以英语和法语为主的非洲国家。此外，该课程还计划开展西班牙语版本相关课程。

引自：世界核网 WNN

14. 越南将出口核电设备

2016 年 8 月 16 日报道，越南斗山重工业有限公司与韩国新古里核电厂签署合同并将开始生产及出口核电厂大型设备。

合同包含了建造及运输韩国新古里核电站的重型组件。越南斗山公司的执行总裁表示，这是越南重工业在核电制造领域开始出口的里程碑。越南斗山公司将为韩国新古里核电厂 5 号和 6 号 1400MWe 机组制造并运送 4 台贮水池。建造工作将在越南斗山公司位于广义省的工厂进行。

越南斗山于 2014 年获 ASME NPT、NA、NS、Site NPT、Site NA、Site NS 认证证书，是东南亚地区唯一一家获得此产品制造许可证的公司。

越南斗山公司位于越南广义省榕桔经济区，是韩国斗山集团的子公司。

引自：核信息院、中国核网

15. 日本原子力公司将帮助英国建设新威尔法核电站

2016 年 7 月 7 日报道，英国地平线核电公司、日本原子力公司(JAPC)和日立电力公司联合签署了一份技术服务合同，根据合同，JAPC 将协助英国地平线公司建设位于英国威尔士北部的新威尔法核电站，并在建设成本、审批、调试计划等领域提供技术服务。

新威尔法核电站计划建于格洛斯特郡南部的安格尔斯岛，英国地平线核电公司计划在新威尔法核电站配置两组英国版先进沸水堆(ABWR)，因为英国目前只有压水堆和先进气冷堆正在运行，所以这将是英国第一座沸水堆发电站。根据英国地平线核电公司的消息，英国版 ABWR 通用设计审批程序开启于 2014 年 1 月，预计将于 2017 年底完成审批。

英国地平线核电公司表示：“JAPC 是原子能发电的先驱者，他们拥有沸水堆技术方面的专家，在与 JAPC 合作建设新威尔法核电站的过程中，我们将吸取

JAPC 在核电运营及盈利方面的经验，这次合作是我们核电建设工作取得的又一重大进展。”

英国地平线核电公司还表示他们正在同政府频繁交流，商谈融资问题，与此同时，关于培训运营人员等下一步的运营支撑等问题，他们也在同其它核电公司积极谈判。

引自：国防科技信息网、世界核新闻网

六、核安全事件

1. 日本福岛 10 座大型水库发现高浓度核污染物

2013 年的 3·11 大地震不仅让日本东北部地区的房屋财产遭受重大损失，而且还让该地区民众处于核污染阴霾之下。

福岛核电站在 3·11 地震中受损严重，部分核辐射物泄漏。

2016 年 9 月 26 日外媒报道，日本环境省在对福岛周边进行实地调查后发现，福岛第一核电站周边 50 公里的 10 座大型水库的库底，发现了严重超标的核污染泥土，这些泥土每公斤的核污染物质铯的含量超过了 8000 贝克勒尔。

环境省认为，这些核放射物质大多是从周边的树林和山坡中，随着雨水冲刷到水库当中的。

而水库遭核辐射物污染的消息已经传出便立刻引发日本国内居民不安。对此，环境省人士进一步澄清认为，目前水库的水质没有受到过重的污染，饮用后对于人体没有特别的危害。但是专家们认为，长此以往的话，必然会对人的健康构成危险。

按照日本相关法规规定，放射性铯含量超过 8000 贝克勒尔的核污染泥土，属于“特别废弃物”，必须采取彻底清除和特别储存的措施。

引自：中国核网

2. 台州大麦屿口岸成功处置核辐射超标事件

2016 年 9 月 16 日，每周一次的对台直航“中远之星”轮抵达大麦屿口岸，浙江台州检验检疫局工作人员开展该航次的旅检工作。

由基隆始发的“中远之星”轮到达台州大麦屿口岸，台州检验检疫局工作人员对入境旅客进行体温和放射性监测。当一名拉着拉杆箱的男性旅客通过通道时，通道式放射性监测仪报警器突然响起。工作人员要求旅客携带行李进行二次过通道监测，监测系统再次报警。随即，工作人员启动相关应急预案，将该名旅客及行李引导至医学排查室，使用便携式放射性检测仪对该名旅客及其行李分别进行检测排查，检测结果显示该旅客放射性超标。工作人员用核素分析仪进行寻源及核素分析，结果显示剂量为 $0.32\mu\text{Sv}/\text{h}$ ，超过本底值，初步分析核素为铊 201。同时，按照相关要求对该旅客进行调查，填写《旅检现场核生化有害因子监测调查表》。经查明，该旅客为台湾居民，于半个月前在台湾医院进行心脏检查，冠脉造影时使用了含有铊 201 的造影剂，旅客出示了台湾医院出具的相关证明。根据现场的检测结果和旅客的就医证明，判定为放射性造影剂引起的核辐射超标事件。台州检验检疫局工作人员在登记旅客信息、保存相关资料后予以放行。

浙江台州大麦屿口岸开通以来，每年都会发生 1-2 起旅客核辐射超标事件。在 2015 年台州检验检疫局也成功处置了一例进境旅客因为服用碘剂治疗甲状腺疾病而引起的核辐射超标事件。

根据国家质检总局相关规定，无合法手续或无法说明正当用途的放射源或核材料禁止入境，有证据证明入境旅客因接受过放射性药物检查或者介入放射性治疗的，可以在登记相关信息后放行。因此，浙江台州检验检疫局提醒旅客在入境之前，如有服用碘剂治疗甲状腺疾病、使用放射性造影剂进行医学检查等医学诊疗情形，应随身携带医院出具的相关证明，以便能够顺利入境。

来自:新华网

3. 韩国南部地震核电站暂时停运

韩国当地时间 2016 年 9 月 12 日晚发生在该国南部的两次地震已造成至少 6 人受伤。此外，公共安全部已接到近 100 起损失报告，包括水管爆裂、房屋天花板坍塌等。

虽然位于庆州市的月城核电站没有受到破坏，不过为安全起见，该核电站还是暂停运行。

据韩联社消息，韩国总统朴槿惠已下令设法平息公众恐慌并确保核电站安全。国民安全处已启动中央灾害安全对策本部第一阶段预案，以迅速掌握灾情，

采取应急措施。

同时，韩国气象局也发布通告，提醒民众可能会发生余震。13 日上午，韩国气象厅厅长高允和针对昨天在庆州市发生的 5.8 级地震表示：“这次地震很可能已经结束了，但是随时有可能再次发生 5.8 级—6 级的地震。但发生 6.5 级以上地震的可能性非常小。”

引自：一财网、中国核网

4. 日本熊本 5.2 级地震：不会引发海啸核电站无异常

据日本媒体报道，当地时间 2016 年 8 月 31 日晚，日本熊本县熊本市西区观测到了震度 5 弱(日本标准)的地震。

日本气象厅表示震源为熊本县熊本地区，震源深度约 13 公里，推测震级修正为里氏 5.2 级。此次地震不会引发海啸。

据熊本县政府等消息，目前没有收到人员受伤的信息，但也有居民主动前往公民馆等处避难。这是熊本县内自 6 月 12 日以来再度观测到震度 5 弱以上的摇晃。

九州电力公司表示，位于鹿儿岛县萨摩川内市的川内核电站 1 号、2 号机组以及处于停运状态的佐贺县玄海町的玄海核电站没有因地震出现异常。四国电力公司就爱媛县伊方町的伊方核电站表示，包括正在运转的 3 号机组在内，未见异常。

引自：中国新闻网、中国核网

5. 白俄罗斯在建机组发生设备安装事故

2016 年 7 月 10 日，白俄罗斯奥斯特罗韦茨 1 号机组在安装反应堆压力容器筒体的过程中发生筒体坠落事故。该机组是俄罗斯国家原子能集团公司（Rosatom）正在为白俄罗斯建设的两台 VVER-1200 机组中的一台。另一台机组是位于同一厂址的 2 号机组。奥斯特罗韦茨电厂将成为白俄罗斯的首座核电厂。

俄原集团 8 月 1 日表示，施工人员在准备安装反应堆压力容器筒体时，未能做好筒体的固定工作。为了恢复公众对这一项目的信心，俄原集团准备使用另一

个筒体来替代事故筒体。

白俄罗斯能源部 8 月 1 日表示，项目的总承包商将承担事故导致的费用。项目的多项建设和组装工作正在按进度表推进，但反应堆压力容器筒体的安装工作已经暂停。目前有两种方案可供选择：一种是在确认安全性后继续使用原有筒体，另一种是使用新筒体。

俄原集团 5 月表示，已完成奥斯特罗韦茨 2 号机组反应堆压力容器的组装工作。俄原集团 3 月宣布，已完成该电厂 1 号机组内部构件的组装工作。该机组反应堆压力容器于 2015 年 10 月运抵厂区。

根据目前的安排，奥斯特罗韦茨 1 号机组应在 2018 年 11 月投运，2 号机组应在 2020 年 7 月投运。

引自：核信息院、中国核网

6. 日本福岛核电站部分设施因停电停摆

日本东京电力公司（简称东电公司）2016 年 6 月 28 日报告说，福岛第一核电站内发生了停电事故，为减少地下水流入核电站区域而修建的“冻土挡水墙”的冷冻设备部分停摆，但停电没有对反应堆冷却设备造成影响。

东电公司称，停电事故发生在 28 日凌晨约 4 时，截至目前仍未修复，该公司正抓紧调查停电原因。停电波及“冻土挡水墙”的部分冷冻设备和核污染水净化设备，负责冻结“冻土挡水墙”的 22 台冷冻设备中的 14 台停止运转，剩余 8 台仍在工作。东电公司说，停电暂未影响到已经冻结的“冻土挡水墙”的温度，已停止运转的核污染水净化设备内尚未发现异常。

“冻土挡水墙”是在福岛第一核电站 1 至 4 号机组周边用冷冻设备建造的一堵长方形地下挡水墙，周长约 1.5 千米，其作用是防止地下水流入反应堆所在建筑物的下方。这堵墙的地下部分使用了 1500 多根冷冻管，以 1 米的间距插入地下 30 米深处，再向管子中注入冷冻材料并利用冷冻机，使管子的温度降至零下 30 摄氏度，从而将周围地基冻住形成一堵“冰墙”。这一设施目前尚未完全建成。

在评价“冻土挡水墙”的作用时，有专家评论，这堵墙应该可以减少地下水流入核电站区域，但重要的是类似“冻土挡水墙”这样的工程需要谨慎开展，以确保它们的最终效果符合预期。

另据报道，即使“冻土挡水墙”安全建成，其维护成本也会成为负担。这一设施的运营“非常耗电”，或许它能用上一两年，但此后东电公司将不得不寻找更具可持续性的方法来应对地下水难题。

引自：新华网

七、核安全技术发展

1. 3D 打印进入核电领域中广核首个金属 3D 打印阀体诞生

2016 年 9 月 20 日报道，中国广核集团“金属 3D 打印应用于核电领域的关键技术研究”取得阶段性重大成果，课题组利用选区激光熔化（Selective Laser Melting, SLM）3D 打印技术成功制造出核电站复杂流道仪表阀阀体。经过基础性能测试，该阀体的材料化学成分和基础力学性能满足国际核电标准 RCC-M 的要求，该部件的工程应用将实现金属 3D 打印制造部件在核电领域应用“零”的突破。

本次试制的阀体长 140 毫米，宽 76 毫米，高 56 毫米，材料为核电常用材料 Z2CND17-12（316L 不锈钢），内部流道复杂，要求较高，是一种典型的核电承压部件。如采用传统制造工艺，则需整体锻造、精密机加工，制造周期长且工艺复杂。而该项目采用 SLM 技术，利用激光逐层扫描固化金属粉末，逐步堆叠出阀体外形及复杂的内部流道，一次成型，节省了材料并提高了部件稳定性，相比传统工艺可缩短制造周期，并可满足小批量快速生产，降低成本等的要求。

3D 打印技术作为制造业领域的一次重大技术革命，已被我国列为战略性新兴产业技术。中广核是目前国内首个在核电领域内开展系统性金属 3D 打印技术研究的企业。后续中广核将继续开展 3D 打印设计优化、零件修复、材料与工艺研制、标准体系建设等相关的研究。

引自：中广核

2. 中国具有完全自主知识产权的首个核燃料定型组件研制成功

2016 年 9 月 13 日上午，具有完全自主知识产权的国内首个 CAP1400 自主化燃料定型组件样件，在中核北方核燃料元件有限公司正式下线。

作为样件首件，这标志着具有完全自主知识产权的国内首个 CAP1400 自主化燃料定型组件样件研制成功。

CAP1400 自主化燃料组件依托“大型先进压水堆核电站国家重大科技专项”课题保障，基于世界先进堆芯和燃料运行与安全技术要求，由上海核工院与中核北方联合研发，是国内首个使用全新锆合金骨架、具有完全自主知识产权、满足 14 英尺堆芯要求的高性能燃料组件，其安全性和先进性均达到国际先进水平。定型组件样件研制过程中，联合研发团队通过一系列技术攻关，进一步攻克了格架激光焊接、管座一体化精密铸造、新锆合金压力电阻焊接等多项技术难关，并共同形成了多项发明专利，填补了多项国内燃料制造技术领域空白。

CAP1400 自主化燃料定型组件研制成功，标志着我国自主生产的第三代核反应堆有了自己的燃料，它从设计定型、到制造工艺定型，到材料结构定型，基本完成了里程碑式的节点意义。

引自：中国核网

3. 格陵兰冰盖研究项目有助于处置库安全研究

2016 年 9 月 8 日报道，格陵兰冰盖国际研究项目的研发人员近日表示，相关研究获得了“积极”成果，这些成果可用于评价乏燃料深层地质处置库在未来长达 100 万年的时间框架内的安全性。

这个项目名为格陵兰模拟项目(GAP)，由加拿大核废物管理组织(NWMO)、芬兰波西瓦公司(Posiva)和瑞典核燃料与废物管理公司(SKB)在 2008—2013 年间合作实施，共有 6 个国家的专家、工程技术人员和研究人员参加，其目的是加深对冰盖与地表相互作用的认识。格陵兰冰盖是全球第二大冰盖，在未来的冰川时期将会延伸覆盖到斯堪的纳维亚和加拿大。加、芬和瑞三国在过去 100 万年中曾多次经历冰川时期(平均每 10 万年发生一次)，因此，加深对冰盖的认识对于规划乏燃料深层地质处置库的长期管理工作十分关键。

在这一项目中，研究人员开展了下述工作：直接和间接观察冰盖运动、融水径流、冰盖重量导致的水压以及水在冰盖下的流动；在冰盖上钻孔，直至到达与底层岩石接触的部位，以测量冰盖给底层岩石造成的压力；在冰盖边缘钻孔，直至达到近似处置库条件的深度，以便开展液压和化学监测工作；建立气象站监测气候条件。

三家参与研究的机构将相关研究成果描述为“积极的”。这一项目的研究成果可用于评价深层地质处置库的长期安全性。

波西瓦 2015 年 12 月获得了芬兰政府颁发的乏燃料最终处置库建设许可证，这是全球迄今发放的首份乏燃料处置库建设许可证。瑞废物管理公司提交的乏燃料最终处置库建设申请 2016 年 6 月获得了本国监管机构辐射安全管理局 (SSM) 的认可。加废物管理组织正在开展乏燃料最终处置库的选址工作。

引自：世界核新闻网、中国核科技信息与经济研究院

4. 俄拟研发核动力水下矿产资源勘探系统

2016 年 8 月 24 日报道，俄罗斯鲁宾海洋工程中央设计局正在重启其曾在 20 世纪 80 年代实施的一项计划，即水下矿产资源勘探系统研发计划。俄罗斯核能界 (Russian Nuclear Community) 8 月 24 日在其网站 (atomic-energy.ru) 上表示，相关机构正在考虑使用核反应堆为这一拟议系统提供动力。

这一名为冰山 (Iceberg) 的项目将研发能够满足 IAEA 所有安全要求的核动力装置。俄罗斯国家原子能集团 (Rosatom)、俄罗斯国防部、俄罗斯天然气工业股份公司 (Gazprom) 和联合造船公司 (USC) 将组建一个专门负责该项目的新实体。

该项目将研发在结冰的北部海域以全自动方式进行水下 (冰下) 油气资源勘探所需的技术，建立开展水下地震勘探所需的水下平台以及将在海床作业的装置和服务中心。该项目的设计和技术水平可与空间项目媲美。

拟议的水下核动力装置功率为 24 MWe，能够全自动运行，运行寿期可长达 30 年。

引自：核信息院、世界核新闻网

5. 俄快堆燃料研发取得两项重要进展

2016 年 8 月 23 日报道，俄罗斯近期在实现闭式燃料循环的道路上取得两项重要进展。俄罗斯核燃料产供集团 (TVEL) 子公司 Mashinostroitelny Zavod (MSZ) 已完成 ETVS-14 和 ETVS-15 试验燃料组件的验收测试。这两种组件含有混合氮化物燃料，可供 BREST 系列铅冷快堆和 BN 系列钠冷快堆使用。此外，MSZ 近

日还宣布启动 BREST-OD-300 反应堆堆芯吸收元件技术设计的研发工作。

俄政府在 2016 年 8 月 9 日公布的一份法令中表示，俄计划在 2030 年前新建 11 台核电机组，包括在别洛雅尔斯克核电厂和南乌拉尔斯核电厂各建 1 台 BN-1200 钠冷快堆机组。

该法令还批准建设一座高密度铀-钚氮化物燃料生产设施以及在 2025 年前建成 BREST-OD-300 铅冷原型快堆。这座原型快堆是俄罗斯国家原子能集团公司（Rosatom）旨在实现闭式燃料循环的 Proryv（突破）项目的组成部分。Proryv 项目包括建设致密铀钚（氮化物）快堆燃料制造/再加工模块、一座 BREST 反应堆以及一个乏燃料后处理模块。

产供集团 2015 年 10 月宣布，MSZ 已制造供 BREST-OD-300 使用的 ETVS-12 和 ETVS-13 试验燃料组件原型。这两种燃料由多利扎尔国家动力工程研究所（NIKIET）研发。

ETVS 试验燃料组件的组装将由产供集团的另一家子公司西伯利亚化学联合体（Siberian Chemical Combine）实施。今后，ETVS-14 和 ETVS-15 燃料组件将在俄唯一的 BN-600 机组即别洛雅尔斯克 3 号机组接受辐照试验。

MSZ 表示，2016 年已完成 4 种燃料组件即 ETVS-12~ETVS-15 组件的制造，2017 年将完成另外 6 种燃料组件即 ETVS-16~ETVS-21 组件的制造。

MSZ 未来还将制造供 BREST-OD-300 使用的吸收元件。这种元件正在由俄罗斯无机材料高技术研究所（VNIINM）开发。俄原集团 8 月 19 日授予 MSZ 一份合同，要求 MSZ 在 2016 年 12 月 1 日之前完成吸收元件的制造。

引自：核能信息实时网、世界核新闻网

6. 俄罗斯装载新的反应堆操作员训练模拟器

2016 年 7 月 25 日报道，俄罗斯国家原子能研究大学研发出一种操作员训练模拟器，经俄罗斯原子能公司批准，该装置现已装载在罗斯托夫核电站 3 号机组上以培训运行人员。

莫斯科工程物理学院于 2009 年实行改革，合并了许多教育培训单位，改名为俄罗斯国家原子能研究大学，作为俄罗斯核工业的教育培训机构，俄罗斯原子能公司为其提供部分资金。

俄罗斯国家原子能研究大学表示，大学的自动化部在 7 月 19 日研发出这种

学名为“PMT-3”的模拟器，其作用是培养操作人员使其获得运行核电站的经验、知识和基本技能。

该模拟器包括了罗斯托夫核电站 3 号机组的控制系统全尺寸模拟器和基本部件的计算机模拟，其中包括通讯系统、控制系统和视频监控系统，也有教员工作台。

模拟器的程序模型等同于反应堆机组运行时的核物理过程，PMT-3 充分仿真模拟了 3 号机组的控制系统，此外，该模拟器可以模拟反应堆在正常或者极端反应条件下的核物理过程。

引自：国防科技信息网、世界核新闻网

7. 英国塞拉菲尔德场区建成 GeoMelt 废物玻璃固化设施

2016 年 7 月 28 日报道，英国塞拉菲尔德场区的 GeoMelt 容器内玻璃固化（ICV）全规模示范设施近日已完成冷试、热试以及首次商业性放射性废物玻璃固化作业。

2014 年 1 月，英国国家核实验室（NNL）和美国放射性废物管理专业公司 Kurion 宣布将在核实验室位于塞拉菲尔德的中央实验室合作建设一座全规模的 GeoMelt ICV 设施。2015 年 11 月，在核实验室位于沃金顿（Workington）的工程设施中完成了 GeoMelt ICV 调试计划中的初始非放射性阶段工作。此后，该设施被拆除并转移至塞拉菲尔德重新组装。

核实验室和 Kurion 7 月 25 日宣布，该设施已于 6 月 10 日完成冷试和热试，并于近期完成了首次商业化运行，证明其具备处理下述废物的能力：模拟的腐蚀后镁诺克斯（Magnox）燃料淤渣与受污染土壤组成的混合物。

核实验室和 Kurion 计划在 2016 年逐步提升该设施的处理能力，直到达到最大处理能力即每年处理超过 200 吨废物。两家机构还将评估为该设施安装附加系统的可能性。

GeoMelt 技术最初由美国西北太平洋国家实验室（PNNL）开发，2012 年被 Kurion 购买。除了中低放废物，该技术还可用于处理非放射性危险废物，例如有机废物和重金属。自 20 世纪 90 年代以来，该技术已在美国、英国、日本和澳大利亚得到应用，并产生超过 2.6 万吨玻璃固化物。

英国目前有超过 30 万吨适于使用 GeoMelt 处理的中低放废物。与要求使用

同质废物进料的传统玻璃固化技术不同，GeoMelt 能够同时处理多种形态的废物，能够使用一些有害废物（例如受污染的土壤和无机离子交换介质）作为玻璃形成体，并能够处理被放射性污染的石棉（在许多退役电厂发现的一种材料）。

引自：世界核新闻网站、中国核网

八、要闻解读

1. IAEA 对中国开展安全监管综合跟踪评估

2016 年 8 月 26 日-9 月 8 日，受中国政府邀请，IAEA 对我国开展核与辐射安全监管综合跟踪评估（IRRS Follow-up）活动。来自 IAEA 和 9 个国家的 14 名高级官员和专家对我国核与辐射安全监管总体状况进行了历时 10 天的系统评估。环境保护部（国家核安全局）组织参与了此次评估活动。

解读 IRRS

核与辐射安全监管综合评估（IRRS）是 IAEA 组织的一项重要的同行评估活动，在国际上具有重要影响。评估团依据 IAEA 安全标准，对成员国的核与辐射安全监管工作进行全面审查，总结经验和教训，提出“建议”和“希望”。

中国政府曾分别于 2000 年、2004 年和 2010 年 3 次邀请 IAEA 来华开展核与辐射安全监管综合评估。这几次综合评估在不同的历史时期对提高中国核与辐射安全监管水平发挥了积极作用。尤其是 2010 年开展的综合评估活动，国际专家们通过全面细致的评估，充分肯定了中国核与辐射安全监管工作的成绩，也提出了 10 个方面的 79 条“建议”和“希望”。

评估活动是如何开展的？

此次跟踪评估是一次“回头看”，即对 2010 年综合评估提出的“建议”和“希望”的落实情况进行回访和跟踪。评估团依据 IAEA 颁布的核安全标准和相关文件，对 79 项“建议”和“希望”的响应和落实情况开展了同行评估。

评估之前，环境保护部（国家核安全局）向 IAEA 提交了自评估报告。评估过程中，评估团采用分组讨论、观察见证和文件检查等方式对自评估报告的内容进行了评估，涉及政府的职责和职能、全球核安全体制、监管机构的责任和职能、监管机构的管理体系、行政许可、审评、监督检查、执法、法规和导则、应急准备与响应、辐射环境监测和福岛核事故后的核安全改进等 12 个方面。

得出怎样的结论？

评估团对我国核与辐射安全工作 6 年来取得的成绩给予积极评价：中国国家领导人对核安全予以高度重视并做出了政治承诺；中国政府发布并实施了核安全规划，核安全监管人力资源和财务经费大幅增加，能力建设得到加强；环境保护部（国家核安全局）参照 IAEA 的安全标准，进一步完善核安全法规体系，优化组织和管理系统，独立有效地开展许可、审评、检查和执法等监管活动；福岛核事故后，核设施安全改进行动稳步推进，应对举措及时有效。

具体来说，体现在以下 5 个方面：监管有效性不断提高，监管规范性不断增强，监管技术性不断增加，监管国际化不断提升，监管透明性不断增强。

评估团对这些改进表示赞扬，认为其提高了中国核安全水平。评估团指出，环境保护部（国家核安全局）是一个有效、可靠的核与辐射安全监管部门。在过去的 6 年中，中国核与辐射安全监管工作取得了显著进步，上次评估提出的 79 项“建议”中，71 项得以关闭，较好地完成了相关的改进和响应。还有 8 项仍需继续落实，集中体现在《核安全法》的制定、职业照射监管的部门协调、研究堆和核燃料循环设施法规制修订、放射性废物和乏燃料管理国家长期政策的制定 4 个方面。

具有怎样的指导意义？

这次跟踪评估活动对我国核与辐射安全监管工作意义重大：为我国参照国际最新安全标准、全面梳理优化核与辐射安全监管体系搭建了良好的平台，为分享我国监管成果、吸取国际先进经验提供了难得的机会。此次评估结果，将为我国核与辐射安全监管体系和监管能力现代化建设提供有效的支撑和助力。

在作出积极肯定评价的同时，评估团对我国核与辐射安全监管工作也提出了一些宝贵建议：

一是应推进《核安全法》的立法进程。在《核安全法》中要确保环境保护部（国家核安全局）作为完全独立的监管部门开展核安全监管工作，防止受到任何有碍于其作出安全决策的组织机构的影响；落实营运单位首要核安全责任，推进核领域的信息公开透明；要确保《核安全法》与《原子能法》协调一致。

二是应当考虑中长期中国核电发展，建立放射性废物处置长期战略和国家政策。

引自：中国环境报

2. 中国环保部跟踪监测朝鲜核试验：放射性水平正常未现任何异常

针对 2016 年 9 月 9 日朝鲜咸镜北道吉州郡丰溪里进行的第五次核试验，对放射性物质可能的扩散轨迹进行了 6 天的跟踪计算和应急监测后，中国环境保护部(国家核安全局)宣布，中国东北边境及周边地区放射性水平正常，未发现任何异常。朝鲜第五次核试验不会对中国环境产生放射性影响。

针对朝鲜的核试验，环境保护部(国家核安全局)9 日启动二级(橙色)应急响应，全面开展东北边境及周边地区辐射环境应急监测、人工放射性核素采样分析及技术研判。

环保部称，截至 9 月 14 日，东北边境及周边地区 38 个辐射环境自动监测站实时连续空气吸收剂量率，26 个气溶胶采样点、18 个气碘采样点、4 个降水采样点、5 个沉降物采样点的样品，以及丹东的 1 个惰性气体采样点的样品均未检测到人工放射性核素，取得监测数据 5400 余个，放射性指标在当地本底范围内。结合军方相关监测结果表明，中国东北边境及周边地区放射性水平正常，未发现任何异常。

环境保护部(国家核安全局)表示，与国家气象局利用气象数据对放射性物质可能的扩散轨迹进行了跟踪计算和研判，根据计算结果，朝核试验如有放射性物质泄漏，放射性物质的迁移轨迹应于 9 月 12 日离开中国，向东转向日本海，因此可以判断朝鲜第五次核试验不会对中国环境产生放射性影响。

为应对本次朝核试验，环境保护部(国家核安全局)在东北边境及周边地区配置了大型移动理化分析实验室并在长白山池北区紧急构建了前沿指挥室及实验室，在中朝边境纵深 300 公里范围内的人口稠密区、重点敏感目标安排了便携式应急监测点位，构建了三道辐射环境应急监测立体防线。环保部(国家核安全局)称，只要有放射性污染物泄漏扩散至中国境内，就能在第一时间监测到。

环保部经过 6 天连续监测，结合航测结果与各成员单位监测结果，未见辐射环境异常。环境保护部(国家核安全局)表示，已于 14 日终止了第五次朝核应急响应状态。但将继续对重点边境地区辐射环境进行自动监测、预警监测、定期取样分析监测。

引自：中国新闻网

3. 各方对第五次朝鲜核试验反应

联合国安理会决定就朝鲜核试酝酿新制裁措施

联合国安理会 2016 年 9 月 9 日在纽约联合国总部紧急召开闭门会议并发表媒体声明，强烈谴责朝鲜实施第五次核试验。声明还指出，安理会将酝酿针对朝鲜的新的制裁措施。

声明谴责，朝鲜核试验严重违背安理会涉朝决议，并对朝鲜一再无视安理会的警告公然发起挑衅表示遗憾。声明指出，安理会将立即着手制定“重大额外措施”。

新的制裁内容备受关注。安理会曾通过的第 1718 号（2006 年）、第 1874 号（2009 年）、第 2087 号（2013 年）、第 2094 号（2013 年）、第 2270 号（2016 年）决议均禁止朝鲜进行一切弹道导弹活动。其中第 2270 号决议包含前所未有的强力制裁措施，如规定前往朝鲜或从朝鲜出发的船舶经由联合国成员国陆路、海陆航路时，该成员国应对船上货物进行全面调查；禁止疑似装载违禁品的飞机在成员国领土起降、在成员国领空通行；禁止朝鲜出口矿物等。然而朝鲜仅隔 8 个月再次进行核试验，因此联合国相关人士普遍认为，安理会新的决议会包含更加严厉的制裁措施。

安理会决定尽快通过新的决议案。新决议案出炉后，将成为安理会针对朝鲜核导试验发表的第 8 个决议。

日本众参两院通过对朝鲜核试验抗议决议

日本众参两院分别在 2016 年 9 月 26 日的全体会议上一致通过决议，对强行实施第五次核试验的朝鲜进行严正抗议，并要求日本政府加强对朝单边制裁。日本首相安倍晋三在众院全体会议上表示：“本次核试验是新阶段的威胁。（政府）将推进探讨充实并强化日本的单边（制裁）措施。”

众院的决议指出，朝鲜核试验显然违反了联合国安理会决议和《日朝平壤宣言》等，谴责称这是“决不能容忍的暴行”。决议还提及 2016 年以来朝鲜发射的弹道导弹达 21 枚，强调“这是对日本安全的现实性威胁”。

该决议还要求朝鲜弃核，促国际社会“应该开展团结一致的外交努力，探索和平解决”，要求日本政府作为安理会非常任理事国，主导关于联合国新决议的讨论。

整理引自：中国核网、韩联社

4. 全球减排：预计到 2050 年全球核电新增 1000GWe

2016 年 9 月 19 日在伦敦召开的第 41 届世界核学会年会开幕上，世界核协会总干事 Agneta Rising 表示：除非到 2050 年，全球核工业增加 1000GWe 的核电装机总量，否则将无法将温度的上升控制在 2℃ 以内而实现温室气体的排放目标。

兑现减排承诺，核电势在必行

Agneta Rising 指出核能目前是世界上第二大的电力来源，世界上没有哪个国家不使用核能而达到减排，法国就是很好的例子。而为了履行 2050 年的减排承诺，Agneta Rising 指出到 2050 年必须实现新增核电装机量 1000 GWe，为了达到此目标，她提出了三个“五年计划”的发展规划：2016-2020 年，新增装机容量 50 GWe，2021-2025 年新增 125 GWe，2026-2050 年新增 825 GWe，这将意味着在这三个“五年”计划中每年将以 10 GWe，25 GWe，33 GWe 的速度增加核电的装机总量。

要实现这样的目标并非易事，因为在过去的 25 年间并没有出现这样的一个核电装机容量的增长速率，有些年甚至是零增长。然而，这并不是不可实现的。

在 80 年代中期，每年大概有 31 GWe 的核电装机容量。之后由于切尔诺贝利事故的发生核电发展便进入低迷期。而如今，随着核电经验的累积，核电技术的发展，以及对核电需求的增强，发展核电势在必行。

核电装机总量增多

在即将过去一年里，已经实现装机总容量 11.3 GWe，全球很多国家在增加其核电的装机量，如中国，印度，美国，韩国，俄罗斯。这显然已经超额完成第一个五年计划的要求，但是未来还有很多路要走。

核电工程周期缩短

核电工程的周期明显缩短，之前一直认为核电工程延期严重（核电决策的延期如欣克利角核电工程的延期），但在过去的 5 年里，核电的平均建造周期是 5.5 年，这跟以往相比，有了很大的进步。

核电负荷因子提升

另一方面，随着核电装机总量的增多，各核电的负荷因子也在增多，由 80 年底的 60% 增加到现在的 80%，这个统计数据来自于 IRPS，其中还包括日本的核电机组在内(目前日本的核电机组在福岛核事故后处于停运的状态)。跟别的能

源相比具有更明显的优势，如太阳能和风能，其负荷因子仅达到 10%-15%。

核电机组性能更加稳定

Rising 同时也指出：在过去几年里，对核电机组的升级和定期维修使得老的核电机组在性能上完全能够跟新的核电机组抗衡，老的核电机组跟新的核电机组同样能维持相同的负荷因子。此外，像瑞典、阿拉伯等这样的小国也都发展了核电，所以核电不仅仅是大国的能源政策，小国照样可以做到。

核电发展的倡议

然而，要想实现 1000GWe 的新产能，核能行业也就核电的发展提出了和平倡议，Rising 在研讨会上第一次提出了实现这一目标的三大支柱，这就是：公平的竞争环境、规范的管理流程和有效的安全示范。

公平的竞争环境

目前电力市场被扭曲，核电无法实现公平的竞争环境。如美国核电受到低价天然气的影响，澳洲核电受到太阳能、风能等能源的排挤。不难看出，电力市场急需进行改革：减少核电的税收（瑞典和比利时），减少对其他低碳能源的补贴，在政策上支持技术改革和创新，在经济上支持低碳能源的信贷问题和鼓励融资，支持多方投资。所有的低碳能源（风能、太阳能、核能）的竞争不应该只看它对环境质量的影响，还要看它的电力可靠性和上网成本。

规范的管理流程

此外，核电技术的创新和发展还需要标准化；简化建设许可程序；协调和更新全球核电规范和标准；促进国际合作与贸易；实施高效和有效的安全监管。

有效的安全示范

“核电的其他替代能源甚至比核事故更危险” Rising 说。早在 1998 年瑞士保罗·谢尔研究所统计了能源设施事故并形成报告，据统计在各种能源设施引起的 1943 起事故中超过 5 人死亡的事故的，水电才是最危险的，排在后面的依次是煤炭和天然气。核电的安全示范不仅要从社会各个角度增加公众福利，更意味着要确保核技术和核电的安全运行，只有这样才能增强全球核安全信心。

引自：中国核网

编后记

为了全面了解全球核电发展的最新动态，为我国核安全监管部门及时了解信息和政策制定提供支持，更好地服务国家核电“走出去”发展战略，特此编制了本期《全球核安全动态》。

本简报由环境保护部核与辐射安全中心张鸥、荆放编制，程建秀、柴国旱审核。鉴于信息来源有限，内容疏漏难免，敬请谅解。