

# 目 录

<b>核能要闻</b> .....	1
<b>【国内要闻】</b> .....	1
中法签署第十三个和平利用核能合作议定书 .....	1
4·15 全民国家安全教育日 国家核安全局、国家能源局、国防科工局 联合启动“媒体核电行”活动 .....	1
章建华访问厄瓜多尔、阿根廷推动双边能源合作.....	2
<b>【国外要闻】</b> .....	2
加拿大首个小型模块堆申请许可证 .....	2
沙特阿拉伯首个反应堆即将建成.....	2
俄罗斯将开始建造 Brest 铅冷快堆 .....	3
美国三里岛核电站公布退役方案.....	3
美国核管会批准干式贮存系统的许可证修订 .....	3
伊朗安装 20 台 IR-6 离心机.....	4
俄罗斯首座浮动核电站将于 2019 年供电 .....	4
俄罗斯库尔斯克第二核电站 2 号机组开始浇筑混凝土.....	4
韩国启动第二个 APR-1400 先进压水堆核电机组 .....	5
印度计划新建 12 座核电站.....	5
白俄罗斯核电站 1 号机组开始装载模拟燃料组件 .....	5
俄罗斯列宁格勒 2-2 核电机组的 RPV 内部开始测试安装 .....	5
<b>行业动态</b> .....	7
华龙一号海外首堆“数字虚拟指挥部”投用使用 .....	7

中国实验快堆基准例题完成立项并启动工作 .....	7
从 30 万到 35 万千瓦 秦山核电站再创新 .....	8
中国环流器二号 A 装置实验取得又一重要进展 .....	8
华龙一号全球首堆提前 50 天启动冷试 全面转入调试阶段 .....	8
2019 年 1-3 月全国核电运行情况 .....	9
<b>协会活动</b> .....	10
核能行业 2019 年春季国际高峰论坛成功举办 .....	10
我国三代核电具有较强的市场竞争力 .....	11
核电运行分会预算与审计委员会第一次会议在京召开 .....	12
山东核电有限公司运行评估预访问活动顺利实施 .....	13
协会核电运行分会第一届理事会第三次会议在海阳核电现场召开 ..	13
协会与 WANO 合作开展田湾核电站 1、2 号机组同行评估 .....	13
<b>核能观点</b> .....	15
麻省理工学院发布《核能在碳约束世界中的未来》报告 .....	15
清洁能源时代，核能迎来好时代 .....	17
首批三代项目上网电价定了，核电有竞争力吗？ .....	21
中国核电审批将“再重启” 产业链亟须加快补短板 .....	22

# 核能要闻

## 【国内要闻】

### 中法签署第十三个和平利用核能合作议定书

3月25日，在习近平主席与法国总统马克龙共同见证下，中国国家原子能机构副主任张建华与法国原子能和替代能源委员会副主席劳伦斯在法国巴黎签署了第十三个和平利用核能合作议定书（简称“议定书”）。

议定书旨在制定两国核能合作的总体框架。自两国1982年签署首个核能合作议定书以来，双方在议定书框架下通过人才培养、专家互访、联合研发、协作实验室等形式开展了富有成效的合作。为促进两国核能发展以及中法全面战略伙伴关系作出了积极贡献。第十三个中法核能合作协议书的签署，将为未来两国拓展深化合作领域、加强核工业全产业链科技研发合作提供有力保障。

来源：国家原子能机构

### 4·15 全民国家安全教育日 国家核安全局、国家能源局、国防科工局联合启动“媒体核电行”活动

2019年4月15日是我国第4个全民国家安全教育日。为贯彻落实总体国家安全观和理性、协调、并进的核安全观，广泛开展全民国家安全教育，展示建国以来核电发展和核安全成就，生态环境部（国家核安全局）、国家能源局、国防科工局在京联合启动2019年“媒体核电行”活动。中国核工业集团有限公司、国家电力投资集团有限公司、中国广核集团有限公司、中国环境报社有关负责人出席仪式并致辞。多家媒体记者团将深入探秘我国各核电基地，开展系列宣传报道。

2019年“媒体核电行”活动，以“4·15”全民国家安全教育日、“6·5”环境日、“8·7”核行业公众开放日、十一国庆节为时间窗口，充分利用既有成熟宣传品牌，编印核安全宣传海报，分阶段、分步骤、分层次推进，形成核电安全宣传的立体效应。由生态环境部（国家核安全局）、国家能源局、国防科工局联合牵头，中核集团、国家电力投资集团、中广核集团、中国环境报社等联合组织，以“核谐共生”“绿色核能”“核你在一起”和“国之重器”为主题，邀请记者团前往秦山、宁德、海阳、红沿河、大亚湾、台山、福清、三门等核电基地现场采访，深度诠释核能安全高效发展对高质量发展经济、优化调整能源结构、践行为民宗旨、展示大国形象的重大意义，全方位、全过程、全环节走进核电。

此外，各核电企业也将组织公众开放活动，社会公众可以通过各核电企业官方渠道预约参观核电厂现场。

来源：国家核安全局

## 章建华访问厄瓜多尔、阿根廷推动双边能源合作

4月11-15日，国家能源局局长章建华访问厄瓜多尔、阿根廷。

在厄瓜多尔期间，章建华与厄瓜多尔能源与不可再生自然资源部部长加西亚进行了会谈，推动解决双方在油气、电力领域合作的问题，并就进一步深化能源各领域合作交换意见。在阿根廷期间，章建华与阿根廷财政部长杜耶夫尼进行了会谈，推动双方在核电、油气和新能源领域合作，并签署了《中华人民共和国国家能源局与阿根廷共和国财政部关于和平利用核能领域投资合作的合作意向》。

出访期间，章建华调研了中电建承建的厄瓜多尔辛克雷水电站，以及阿根廷阿图查核电站，分别主持召开了中资企业在厄能源合作座谈会和中国在拉美地区能源合作座谈会，听取企业拉美地区能源合作建议，并就下一步工作提出了指导意见。

来源：国家能源局

## 【国外要闻】

### 加拿大首个小型模块堆申请许可证

2019年4月2日，加拿大核安全委员会收到首个小型模块堆的许可证申请，全球第一电力公司申请在安大略省乔克河建造一个微型模块堆发电厂。

2019年2月，全球第一电力公司的提议成为首个推进到加拿大核实验室四步审查过程第三阶段的方案，意味着加拿大核实验室已邀请的合作伙伴将参加有关土地安排、项目风险管理和合同条款的初步非排他性讨论。

此微型模块堆是一个热功率15 MWt、发电功率5 MWe的高温气冷堆。据称，该反应堆使用的燃料是棱柱状石墨块，堆芯是密封的，可运输。微型模块堆技术将成为加拿大未来小型模块堆离网实际应用的模型，为位置偏远的行业和北方社区提供低碳电力和热量。

来源：核信息院

### 沙特阿拉伯首个反应堆即将建成

据bloomberg.com网站2019年4月3日报道，卫星图像显示，沙特阿拉伯首个核反应堆即将完工，这引发了有关沙特在未签署相关国际行业规则的情况下使用这项技术的风险的警告。

该研究设施位于利雅得阿卜杜勒-阿齐兹国王科技城的西南角。谷歌公司是第一个公开证实沙特核计划正在推进的机构，图片显示圆柱形核燃料容器的施工接近尾声。

这一进展令军备控制专家感到担忧，因为沙特阿拉伯尚未签署其他核大国遵循的国际规则框架，以确保民用原子能项目不被用于制造武器。在与国际原子能机构达成新的保障监督之前，核燃料供应商不会为该反应堆提供核燃料。

沙特阿拉伯能源部在一份声明中表示，该设施的目的是“严格按照国际协议进行和平的科学、研究、教育和培训活动”。

来源：核信息院

## 俄罗斯将开始建造 Brest 铅冷快堆

2019 年 3 月 25 日，俄罗斯 TVEL 燃料公司总经理尼基佩洛娃表示，该公司下属西伯利亚化学联合公司计划于 2019 年夏季开始建造 Brest-OD-300 反应堆发电装置，建造地点位于托木斯克地区谢韦尔斯克市。

Brest-OD-300 铅冷快堆装置在现场核燃料进行循环，该装置是试验性示范动力综合设施，属于西伯利亚化学联合公司闭式燃料循环技术开发的突破性项目。该综合设施将包括一个燃料制造/再制造模块，用于生产致密铀钚（氮化物）燃料，以及燃料回收单元。由于需要对关键反应堆结构元件进行更多的测试，该反应堆建造的开始日期已多次推迟。

现在，该项目已重新安排，燃料制造模块将于 2021 年建成，Brest 反应堆将于 2026 年建成，回收模块将于 2028 年建成，计划在 2023 年开始装料。

来源：核信息院

## 美国三里岛核电站公布退役方案

据世界核新闻网站 2019 年 4 月 8 日报道，美国 Exelon 电力公司已提交三里岛核电站 1 号机组退役的详细计划，计划在 2019 年 9 月底关闭 837 MWe 压水堆。

Exelon 公司提交的《核电站关闭后退役工作报告》详细说明了选择“延缓拆除”方案作为三里岛核电站的退役方案，并概述了从 2074 年开始拆除包括核电站冷却塔在内的大型部件的计划。美国政府允许的 3 种核电站退役方案包括：延缓拆除、立即拆除与掩埋。

Exelon 公司表示，延缓拆除方案为退役工作人员提供一个更安全的环境，为正常的放射性衰变留出了更多的时间，从而减少放射性废物和辐射照射。乏燃料将被转移到现场乏燃料池，然后在 2022 年底之前转移到干桶贮存。

来源：核信息院

## 美国核管会批准干式贮存系统的许可证修订

据世界核新闻网站 2019 年 4 月 10 日报道，根据美国核管会批准的许可证修订，将允许法国欧安诺 TN 公司的 NUHOMS 干式贮存系统用冷却时间显著缩短和更高的散发衰变热的方法贮存乏燃料。

该公司表示，冷却时间缩短（最短为两年）为将乏燃料从贮存池转移到干法贮存台创造了灵活性。这对于计划永久关闭的反应堆场址尤为重要，因为这意味着“池到台”燃料转移的退役里程碑可能会提前数年完成。进而降低了现场应急

规划的要求和成本，同时能够使现场加快核电站的退役，并实现部分许可证终止。

NUHOMS 系统的较高散热能力允许“短冷却”燃料组件以配置形式贮存在罐中，即使在极端条件下，也能在保持安全温度的同时最大限度地发挥屏蔽作用。

来源：核信息院

## 伊朗安装 20 台 IR-6 离心机

2019 年 4 月 8 日，伊朗总统鲁哈尼下令安装 20 台 IR-6 离心机。4 月 9 日，在纪念伊朗国家核技术日的仪式上，鲁哈尼下令推出 4 项新技术，其中包括在纳坦兹核设施安装 20 台 IR-6 级联离心机。

鲁哈尼还参观了核技术展览中心，展示了医学和医学诊断、量子技术等领域的 110 项新技术。伊朗原子能组织发言人卡玛尔万迪表示，这 110 项成就涉及多个领域，包括勘探、开采、燃料循环、电厂、科学技术以及激光。

来源：核信息院

## 俄罗斯首座浮动核电站将于 2019 年供电

据塔斯社网站 2019 年 4 月 11 日报道，俄罗斯国家原子能公司总经理利哈乔夫在“北极国际论坛”上表示，世界上首座浮动核电站“罗蒙诺索夫院士”号核电站将于 2019 年开始向楚科特卡电网供电。

俄罗斯国家原子能公司大约还有 1.5~2 个月时间来测试核电站的运行情况，到 2019 年秋季，安全规定将送往楚科特卡的佩维克。在 2019 年底之前，“罗蒙诺索夫院士”号浮动核电站将与沿海的基础设施连接起来，还将开始向佩维克送电。利哈乔夫称，可以确保在年底前完成这项工作。

该浮动核电站总装机容量为 70 MW，每小时将生产 50 GCal 的热量，足以满足一个有 20 万居民的城市需求。

来源：核信息院

## 俄罗斯库尔斯克第二核电站 2 号机组开始浇筑混凝土

据世界核新闻网站 2019 年 4 月 15 日报道，俄罗斯库尔斯克第二核电站 2 号机组的主要建造工作已提前两周开始。该核电站位于俄罗斯西部，是首个采用 VVER-TOI（典型的优化设计，增强信息控制）的核电站。

俄罗斯 Rosenergoatom 核电公司总经理表示，1255 MWe VVER-TOI 反应堆可以称为俄罗斯最先进的现代核反应堆，是一个三代+的电力装置，采用了 VVER-1200 项目的技术成果。俄罗斯国家原子能公司表示，该设计提供了改进的安全措施，包括增加了极端影响的安全裕量和抗震能力，并配备了现代控制系统和诊断系统。

该核电站还将成为俄罗斯首个拥有数字自动化系统的核电站，用于管理建造

过程中的成本和进度。它的建造时间和成本以及运行成本预计将“显著减少”。

来源：核信息院

## 韩国启动第二个 APR-1400 先进压水堆核电机组

据 world-nuclear-news.org 网站 2019 年 4 月 18 日报道，韩国水电与核电有限公司 (KHNP) 已经启动了新的新古里 4 反应堆，并计划在 4 月底并网发电。计划在全球至少建造 10 个 APR-1400 机组，这是启动的第二个。

韩国水电与核电有限公司表示，该机组已达到临界状态，并将在调试过程中逐步提高其功率水平。到 4 月底，该公司希望将该反应堆并网发电后，功率水平可以开始接近其 1340 MWe 的满功率。成功实现满功率运行后，机组就可以开始商业运行了。KHNP 预计在 8 月底商业运行。

来源：核信息院

## 印度计划新建 12 座核电站

2019 年 4 月 22 日，印度原子能部表示，印度将新建 12 座核电站，以支持本国电力供应形势。预计核能将成为满足印度能源需求的重要组成部分。

截至 2018 年，印度正在建造 6 个核电机组。预计到 2031 年，印度核电的装机功率将增加两倍。据《每日电讯报》报道，负责建造和运行印度核电站的印度核能公司对这一雄心勃勃的时间表持保留意见，称需要降低预期。2018 年，印度将核电站建设计划削减了三分之二。

印度长期以来一直与环境污染问题做斗争。随着能源需求的持续增长，核电将使印度的环境污染问题得以改善。

来源：核信息院

## 白俄罗斯核电站 1 号机组开始装载模拟燃料组件

据俄罗斯国家原子能公司网站 2019 年 4 月 22 日报道]白俄罗斯核电厂 1 号机组反应堆开始装载模拟燃料组件，这是核电机组准备冷运行和热运行阶段最重要的过程之一。

在所有 163 根燃料组件装载完成后，还有少量的组装工作，是为了对一回路和二回路中的设备进行液压测试和循环清洗。该工作计划于 5 月底开始。

白俄罗斯反应堆有两个 VVER-1200 机组，总装机容量为 2400 MW，是在俄罗斯三代+设计基础上建造的。

来源：核信息院

## 俄罗斯列宁格勒 2-2 核电机组的 RPV 内部开始测试安装

据 nucnet.org 网站 2019 年 4 月 23 日报道，俄罗斯国家核电运营商

Rosenergoatom 表示：正在俄罗斯西部索斯诺维博尔建造的列宁格勒 2-2 核电机组已经开始了反应压力容器内部的测试安装。

该项工作大约需要两周时间。然后在安装模拟燃料组件之前，该容器会被移出，进行主系统清洗。因此，可以执行冷热水力测试。

列宁格勒 2-2 是第三代+ VVER-1200 核电机组，于 2010 年 4 月开始建造。

来源：核信息院



## 行业动态

### 华龙一号海外首堆“数字虚拟指挥部”投用使用

当地时间 3 月 29 日，由中核集团自主研制的华龙一号海外首堆——卡拉奇 2 号机组全范围模拟机正式移交巴基斯坦并投入使用。巴方对该全范围模拟机设备质量表示了高度赞赏。这是华龙一号海外工程首个正式移交巴方的设备，将为华龙一号海外工程首批操纵员培训考试、核电厂装料运行提供进度保障，对华龙一号海外工程按期完成有着重要推动作用。

华龙一号海外示范工程——巴基斯坦卡拉奇核电 2 号机组、3 号机组由中核中原总承包建设，目前 2 号机组土建阶段已接近尾声，安装阶段进入高峰期，调试工作已开展，总体处于受控状态。由于华龙一号海外首堆全范围模拟机参与方众多，提资接口复杂。中核中原主动与巴基斯坦原委会积极沟通解决相关难题，协调中核武汉在模拟机中研发过程中解决多个仪控系统的仿真集成困难，保证了华龙一号海外首堆全范围模拟机按时交付。

核电站全范围模拟机俗称“数字虚拟指挥部”，模拟核电站正常运行和严重事故等运行工况，是机组工艺系统和仪控系统的集成验证平台，更是操纵员培训的核心设备。卡拉奇核电 2 号机组全范围模拟机由中核集团中核武汉核电运行技术股份有限公司自主研制，它采用具有完全自主知识产权的仿真开发平台，解决了多个仪控系统的仿真集成困难，并克服仪控数据早期版本的缺陷，大幅先于实际工程进度完成了集成调试和交付使用。

期间，巴方及中核中原对设备功能完善性、硬件清单、软件清单以及培训文档进行了详细检查，中核武汉科研人员对模拟机进行了培训功能测试。测试以及检查结果表明，华龙一号海外首台全范围模拟机功能已具备核电厂培训条件，软硬件以及文档供货符合合同供货范围要求。

来源：中核集团

### 中国实验快堆基准例题完成立项并启动工作

国际原子能机构 (IAEA) 联合研究项目——中国实验快堆 (CEFR) 物理启动基准例题项目于近日完成内部立项，并正式启动建模与计算工作，预计将于今年 5 月底完成首轮建模与计算。该项目为 IAEA 核能领域历年来参与单位最多的联合研究项目，原子能院作为项目发起单位和实验数据来源单位，承担了大量核心技术工作。该项目分为盲算、修正计算、不确定度分析、成果文件编纂四大阶段，由堆工部堆芯室、21 室承担主要工作。

2010 年中国实验快堆首次临界期间，完成了一系列物理启动实验，主要包括装料和首次临界、控制棒价值测量、反应性系数测量和箔片活化法测量四大类，总计 16 项。自实验完成后，原子能院快堆物理专业一直致力于将 CEFR 物理启动实验打造为国际反应堆物理基准例题。通过这一工作，一方面可以借助实验数据对物理程序进行校验，并与国外同行单位的程序进行对比，了解他们的计算能力与计算方法；另一方面也有利于对 CEFR 的物理实验数据进行规范的整理、评价、保存，并加深设计人员对 CEFR 设计、建造、运行的理解。

基于以上目标，堆工部堆芯室物理组积极向 IAEA 提出联合研究项目申请，

该申请于 2017 年下半年获批，2018 年初 IAEA 动员其他国家参与并得到广泛响应，截至目前，共有 17 个国家的 28 个单位签署加入此联合研究项目。目前各单位提出的参与联合研究项目计算的程序共 29 个，其中 19 个确定论程序，10 个蒙卡程序。这些程序基本囊括了快堆物理计算领域所有的程序系统，体现了本项目的重大意义。最终该项目将形成实物成果——IAEA 标准技术出版物 TECDOC，包含中国实验快堆概况、物理启动实验描述、各单位的计算程序介绍、输入数据与计算模型、计算结果、与实验结果的对比分析等，将成为一本具有长远参考意义的反应堆物理文献。

来源：原子能院

## 从 30 万到 35 万千瓦 秦山核电站再创新

近日，我国大陆首座核电站——中核集团秦山核电站以 35 万千瓦功率，最大连续安全稳定运行 168 小时考核试验圆满完成。这意味中核集团通过自主创新，成功将秦山核电站功率从 30 万千瓦提升到 35 万千瓦之后，对后续电站功率提升具有重要的借鉴意义，对国内运行核电厂的寿命管理工作起到良好的示范作用。

来源：中核集团

## 中国环流器二号 A 装置实验取得又一重要进展

近日，位于中核集团核工业西南物理研究院的中国环流器二号 A 托卡马克装置在国内首次实现了高比压 ( $\beta_N > 3$ ) 等离子体放电运行。该实验的成功，表明我国聚变研究在装置加热、运行与控制、器壁处理等方面的整体水平得到进一步提高，为开展高比压条件下的宏观不稳定性控制研究提供了全新的实验平台，这标志着中国磁约束聚变能源开发研究综合实力跨上了一个新的台阶。

聚变能具有巨大的潜能和发展前景，为实现具有商用价值的可控聚变发电，需要提高等离子体约束性能，获得高比压等离子体，比压越大表示聚变反应堆的经济性越好，这是聚变堆经济性的一个重要综合指标。

近年来，HL-2A 团队坚持以“精益求精创特色”为物理实验的指导思想，开展了一系列创新性实验研究。在国家创新驱动发展的战略背景下，HL-2A 团队以前沿聚变等离子体物理研究为目标，锐意进取，团结拼搏，为国际热核聚变实验堆 (ITER) 运行和将来中国聚变工程实验堆工程和物理设计提供了实验依据与科学支持，为聚变能源开发进程的推进贡献了智慧和力量。

来源：中核集团

## 华龙一号全球首堆提前 50 天启动冷试 全面转入调试阶段

4 月 27 日，随着现场总指挥一声令下，华龙一号全球首堆中核集团福清核电 5 号机组一回路水压试验正式启动。这标志着该机组提前计划 50 天启动冷态功能试验，由安装阶段全面转入调试阶段。

冷态功能试验是核电厂大型综合专项调试试验，主要目的是验证一回路系统和设备及其辅助管道在高压下的各项性能，并在各个压力平台下进行主系统和辅助系统的相关试验，是对整个反应堆性能的第一次全面考验。

来源：中核集团

## 2019 年 1-3 月全国核电运行情况

截至 2019 年 3 月 31 日，我国投入商业运行的核电机组共 45 台（不含台湾地区核电信息），装机容量 45895.16 MWe（额定装机容量）。其中，海阳核电厂 2 号机组在 2019 年 1 月 9 日投入商业运行，装机容量为 1250 MWe。各运行核电厂严格控制机组的运行风险，继续保持机组安全、稳定运行。

### 一、2019 年 1-3 月核电生产情况

2019 年 1-3 月全国累计发电量为 16747.40 亿千瓦时，商运核电机组累计发电量为 768.10 亿千瓦时，约占全国累计发电量的 4.59%。与燃煤发电相比，核能发电相当于减少燃烧标准煤 2365.75 万吨，减少排放二氧化碳 6198.26 万吨，减少排放二氧化硫 20.11 万吨，减少排放氮氧化物 17.51 万吨。

2019 年 1-3 月，45 台商运核电机组继续保持安全稳定运行。核能累计发电量为 768.10 亿千瓦时，比 2018 年同期上升了 25.72%。累计上网电量为 719.06 亿千瓦时，比 2018 年同期上升了 25.58%。1-3 月，核电设备平均利用小时数为 1678.01 小时，核电设备利用率为 77.69%。

### 二、核电安全生产情况

2019 年 1-3 月，各商业运行核电厂严格控制机组的运行风险，继续保持安全、稳定运行，未发生国际核事件分级（INES）1 级及 1 级以上的运行事件。各商业运行核电厂未发生较大及以上安全生产事件、环境事件、辐射污染事件，未发生火灾爆炸事故，未发生职业病危害事故。

### 三、放射性流出物排放和环境监测

按照国家环境保护法规和环境辐射监测标准，依据国家核安全局批准的排放限值，各商业运行核电厂对放射性流出物的排放进行了严格控制，对核电厂周围环境进行了有效监测。

1-3 月环境监测结果表明，各商业运行核电厂放射性流出物的排放量均低于国家核安全局批准限值。监测数据表明，所测出的环境空气吸收剂量率在当地本底辐射水平正常范围内。

来源：中国核能行业协会

## 协会活动

### 核能行业 2019 年春季国际高峰会议主论坛成功举办

4 月的北京，桃红樱白，春和景明。500 多位国内外核能界人士今天云集北京，共商清洁能源时代核能发展、创新与合作大计。本次会议以“清洁能源时代核能发展、创新与合作”为主题，旨在倡导构建人类核能安全发展命运共同体，推动“一带一路”核能国际合作，共同促进清洁能源时代核能的发展、创新与合作。

生态环境部副部长、国家核安全局局长刘华，国家能源局副局长刘宝华，国家原子能机构副主任张建华，中国核能行业协会理事长余剑锋，中国核工业集团有限公司总经理顾军，国家电力投资集团有限公司总经理江毅，中国广核电力股份有限公司总裁高立刚，中国华能集团有限公司副总经理王文宗，中国华能集团核电事业部常务副主任张东辉，台湾核能科技协进会董事长陈布灿，中国核能行业协会副理事长兼秘书长张廷克等出席会议并发言。

国际原子能机构副总干事米哈伊尔·楚达科夫（视频），世界经合组织核能署总干事麦格伍德（视频），世界核协会总干事阿格内塔·瑞辛（视频），法国原子能委员会驻华代表普思韬，英国国际贸易部副司长基思·富兰克林，日本原子力产业协会理事长高桥明男等国际机构负责人在主论坛上发言。

主论坛分别由协会秘书长张廷克和协会副理事长陈桦主持。

余剑锋理事长在致开幕辞时指出，人类社会正在进入清洁能源发展的新时代。中国最近的 3 年，是清洁能源增长速度最快的一个时期，水电、风电、太阳能发电装机规模，和核电在建规模，均居于世界第一位，对世界清洁能源发展的推动作用日益突出。核能发展与创新是清洁能源时代的鲜明主题。全球核电发展的重心正在从传统核电大国转向新兴经济体。中国的核能事业发展取得了举世瞩目的成就，已经跻身世界核电大国行列。中国核能界贯彻落实创新驱动发展战略，坚持以市场为导向，以企业为主体，政产学研用紧密结合，涉核企业、高校、科研院所共同致力于核能技术创新，为核能事业安全高效可持续发展注入了强劲动能。携手合作构建人类核能事业创新发展共同体。中国始终以开放的姿态积极参与核能国际合作。中国以核电为龙头带动全产业链“走出去”，为世界各国提供优质高效的核能产品和服务，既促进了中国核能产业自身的发展，也为世界核能产业的创新和发展提供了中国方案、做出了中国贡献。

本次主论坛共计发布 15 场报告。主旨演讲嘉宾、专家就构建清洁低碳、安全高效的能源体系，需要大力发展包括核能在内的清洁能源；中国的核能还有很大的发展空间；确保核安全是全行业共同的责任；坚持创新驱动，提高核能发展技术水平；开放合作构建人类核能事业创新发展共同体等话题达成普遍共识。

中国核能行业协会专家委员会主任、中国工程院院士叶奇蓁发布了《中国核能发展报告（2019）》蓝皮书，中国核能行业协会专家委员会政策研究组组长、中国国际工程咨询有限公司原副总经理黄峰发布了《我国三代核电经济性、市场竞争力研究》报告。

张廷克致闭幕辞，他说，此次会议是一次规模大、层次高、议题广、国际化、颇具权威的国际核能行业高峰盛会。会议成果丰硕、共识广泛、影响深远。张廷克总结本次论坛达成如下共识：一是全球正在进入清洁能源发展新时代，核能等其他清洁低碳能源仍将保持增长态势。二是发展核能是清洁能源时代的一项必然

选择。核能为保障人类能源供应安全、减少温室气体排放、促进经济社会发展做出了重要贡献，公众对核电安全发展的信心逐步恢复，全球核电发展的重心正在从传统的核电大国转向新兴经济体，核电是新兴经济体国家清洁低碳能源发展的重要选择。三是创新始终是核能安全高效可持续发展的强大动力。三代核电技术代表了当今世界核电发展的最高水平，从发展趋势看，三代核电在清洁低碳能源中的经济性及市场竞争力更具优势。四是积极合作是构建人类核能安全发展命运共同体的有效途径。全球核能界要坚持以开放的姿态积极推动和平利用核能领域互利务实的国际合作，切实承担起全球核能安全发展的共同责任和义务。五是中 国核能发展、创新与合作潜力巨大。三代核电技术创新与合作目前在中国取得重要进展，中国已经成为拥有自主三代核电技术并形成全产业链比较优势的国家，为推动“一带一路”框架下的核能国际合作创造了条件。

会上还为 2018 年度中国核能行业协会科学技术奖的获奖项目和组织及个人颁发了获奖奖牌、奖章和证书。

同期举办的还有第十三届中国国际核电工业展览会。

本次论坛由中国核能行业协会主办，中国核能电力股份有限公司、上海电气核电集团有限公司协办。

来自国内有关政府主管部门，国际原子能机构等相关国际组织，协会全体会员单位、专家委、核能智库联盟成员、合作单位等机构组织的领导、专家，协会科技奖获奖者代表以及相关媒体记者等 600 余人参会。

来源：中国核能行业协会

## 我国三代核电具有较强的市场竞争力

4 月 1 日，在中国核能可持续发展论坛——2019 年春季国际高峰论坛上，中国核能行业协会专家委员会政策研究组组长、中国国际工程咨询有限公司原副总经理黄峰发布了《我国三代核电经济性、市场竞争力研究》报告。报告显示，我国三代核电具有较强的市场竞争力。

人类社会正在全面进入清洁能源发展新时代。具有清洁能源属性的核电产业正在社会发展新时代发挥着重要作用。经过三十余年努力，我国已迈入核电大国行列，特别是 2018 年以来，我国三代核电建设取得突破性进展，全球 AP1000 首堆、EPR 首堆相继在我国建成并投入商运；自主三代核电技术“华龙一号”首堆工程建设进展顺利，重大节点均按期实现，有望在 2020 年底前后投入商运。实践证明，我国已成为少数自主掌握三代核电技术的国家，具备了自主化、批量化、规模化建设三代核电的条件和比较优势。三代核电已成为我国核电建设的主力，其经济性具有较强市场竞争力，对我国政治、社会、经济的发展及生态文明建设都具有重要战略价值。

据研究资料显示，已成为我国核电建设主力的三代核电目前面临运行环境诸多变化。一是部分省份核电年利用小时减少，核电消纳无保障。二是电价下行压力增大。我国核电上网电价系根据当地煤电标杆电价核定。由于煤电标杆电价降低，大部分核电机组的上网电价也在不断下降（低于 2013 年核定的核电标杆电价 0.43 元/kW·h 时），三代核电首批项目投产后将面临更大的经营压力。三是核电电价与当地煤电上网标杆电价挂钩有明显不合理因素。现行核电电价政策未考虑市场化因素，一些省区核电部分竞价上网电量电价与成本倒挂。

为了满足更高的安全标准和 60 年设计寿命的要求，三代核电采用了更高性

能的设备、材料和更高安全水平的系统设计；加上技术引进费用、研发费用和装备制造投入，三代核电首批依托项目单位造价明显高于二代核电平均每千瓦约12000-13000元人民币的造价。按现行的核电电价条件测算，首批 AP1000 及 EPR 项目的上网电价均在 0.50 元/kW·h 左右。

为此，只有三代核电近期批量化建设才能大幅降低造价。通过对“华龙一号”、CAP1000 批量化建造造价趋势分析，按现行的核电电价条件测算，近期批量化建设的“华龙一号”、CAP1000 三代核电上网电价将在 0.43 元/kW·h 左右。同时三代核电远期规模化发展后还具备继续降低投资成本的潜力。而且，三代核电在我国清洁低碳能源供给侧具有一定的比较优势。首先，核电具备承担电网基本发电负荷的优势，电能质量在清洁低碳能源中总体位列前茅，同时三代核电与二代核电比较更具有显著的安全和技术优势。与二代核电相比，三代核电的安全性更好，发生核安全事故概率更低，在设计上可以保障即使发生堆芯熔化等严重事故，也不会在核电站之外产生较大的放射性后果。三代核电的设计寿命由 40 年延长到 60 年，电厂可利用率由 85%提高到 93%以上。第二，从发展趋势看，三代核电在清洁低碳能源中的市场竞争力较强。根据测算，远期规模化建设的三代核电机组上网电价有望从首批依托项目的 0.50 元/kW·h 左右降低至 0.40 元/kW·h 左右，与多数沿海省份目前的煤电标杆电价（含脱硫、脱硝、除尘、超低排放加价）趋近。与其它可再生清洁能源相比，我国三代核电不仅电源质量更优，而且从发展趋势上看，经济上也具备较强的市场竞争潜力。第三，三代核电发展有利于促进我国清洁低碳能源多元化安全供应。按照我国核电发电量平均占比接近目前全球核电发电量平均占比 10%测算，考虑到我国核电装备国产化制造能力完全可以满足核电发展需要，预计 2035 年前后我国核电装机规模将有可能达到 1.5 亿千瓦左右，核电在我国清洁低碳能源构成中的比重进一步提高。

针对三代核电上述诸多优势和目前面临不利因素，专家呼吁要充分保障和发挥三代核电的经济性。首先要确保三代核电机组带基荷满发运行。核电不同于煤电，具有可再生清洁能源的类似属性，国家应明确所有核电项目均享受可再生能源相应电量消纳政策，确保核电带基荷满发，保证核燃料资源得到充分利用。其次，进一步完善三代核电电价形成机制。按照满足还本付息要求、保持合理利润并兼顾市场电价水平的原则，进一步完善三代核电上网电价形成机制并设置核电标杆电价的合理区间，理顺比价关系。建议将目前核电标杆电价的定价方式调整为在跨省的区域电网内或全国范围内统一核电标杆电价，促进核电在更大范围内跨区域消纳。第三，科学把握发展节奏，促进核电行业持续平稳健康发展。科学把握核电产业发展节奏，有利于核电上下游产业人、财、物各类资源的优化配置，提高我国装备制造业及工程建造的整体水平，有效提升我国三代核电的竞争力，并将促进我国核电产业“走出去”战略的实施。

来源：中国核能行业协会

## 核电运行分会预算与审计委员会第一次会议在京召开

4月3日，协会核电运行分会预算与审计委员会第一次会议在北京召开。分会预算与审计委员会成员及代表，分会秘书处人员等参加了会议。

会上，分会副会长兼秘书长龙茂雄代表分会秘书处介绍了分会成立一年来的主要工作情况和 2019 年重点工作安排；随后，与会人员审议了分会 2018 年专项

工作经费决算报告和 2019 年专项工作经费预算报告，还就预算与审计委员会 2019 年重点工作进行了讨论，并达成一致。会后，分会秘书处将根据会议讨论结果，进一步规范分会经费管理工作。

来源：中国核能行业协会

## 山东核电有限公司运行评估预访问活动顺利实施

4 月 25 日，山东核电有限公司运行同行评估预访问活动在海阳核电现场举行。评估队领队、中国核能行业协会副秘书长龙茂雄，评估队长、海南核电有限公司副总经理吴美景，山东核电有限公司总工程师魏光军等评估双方领导及代表等参加了预访问会议。

会议期间，评估双方就评估定位、目的、范围、内容、日程安排、评估标准、评估队组建方案、后勤保障等相关事宜进行了深入沟通并达成共识。会后，预访问队还对海阳核电厂进行了现场巡视。

根据评估安排，分会组织的评估队将于 5 月 27 日至 6 月 5 日对山东核电有限公司运行、培训、化学、人员绩效等 4 个领域开展现场评估活动。

来源：中国核能行业协会

## 协会核电运行分会第一届理事会第三次会议在海阳核电现场召开

4 月 26 日，中国核能行业协会核电运行分会第一届理事会第三次会议在海阳核电现场召开。核电运行分会理事、秘书处人员及理事代表等 20 余人参加了会议。分会副会长、中国核能电力股份有限公司董事长陈桦主持了会议。

会议审议通过了核电运行分会 2018 年工作总结及 2019 年重点工作安排、2018 年专项工作经费决算和 2019 年经费预算、分会战略发展规划纲要、分会申请加入世界核电运营者协会（WANO）的建议，及中核国电漳州能源有限公司入会申请等。随后，会议听取了 WANO 设立上海中心有关工作进展情况和核电关键业绩指标提升行动计划执行情况的汇报。会议还就分会各项工作、电厂高层交流活动的开展等内容进行了深入讨论。

会后，参会人员还对海阳核电厂进行了技术参观。

来源：中国核能行业协会

## 协会与 WANO 合作开展田湾核电站 1、2 号机组同行评估

2019 年 4 月 11 日-4 月 26 日，中国核能行业协会与 WANO 合作开展田湾核电站 1、2 号机组同行评估。此次评估活动由 WANO 莫斯科中心和中国核能行业协会核电运行分会分别组织国际和国内评估专家组成联合评估队。来自俄罗斯、斯洛伐克、乌克兰、捷克等国家的 20 余名外方专家及 19 名国内专家通过现场观察、文件查阅、访谈等形式，对田湾核电 1、2 号机组全领域进行了全面深入评估。

在田湾核电的积极配合下，中外专家坦诚开放，精诚合作，紧密配合，出色的完成了评估工作。

WANO 与协会的同行评估活动为核电对标国内外先进管理，提升运行业绩起到了积极的促进作用。2014 年，中国核能行业协会同 WANO 莫斯科中心合作开展了田湾核电 1、2 号机组同行评估，取得了良好效果，受到了受评方及各评估员的一致好评。此次是协会与 WANO 的又一次合作。

2019 年 4 月 12 日，评估入场会在田湾核电现场举行，中外评估专家及受评方对口人共 60 余人参加了会议。会议听取了田湾核电总体运行情况的报告，明确了评估计划与安排。协会副秘书长兼核电运行分会秘书长龙茂雄、田湾核电副总经理赵云出席会议并致辞，评估队队长 Roman BOJKOVSKY 先生，副队长徐侃（中核核电运行管理有限公司总经理助理）先后代表评估队发言。田湾核电副总经理张毅主持了会议。

4 月 26 日，评估活动离场会议在江苏核电有限公司召开。中国核能行业协会专家委员会常务副主任赵成昆，江苏核电有限公司董事长马明泽，WANO 莫斯科中心副总经理 Anatoly KIRICHENKO，联合同行评估队队长 Roman BOJKOVSKY，评估队副队长徐侃等评估双方领导和代表参加了会议。赵成昆代表中国核能行业协会致辞。他表示，我国核电正在迎来安全高效发展新局面，有力保障和保持我国核电的安全稳定运行是我国核电业界面临的首要任务。通过管理层及各级员工的不懈努力，田湾核电保持了良好的运行业绩，希望田湾核电重视此次评估结论，进一步提高管理水平，增强机组安全性与可靠性，追求卓越，持续改进运行绩效。协会将继续携手业界同行，共同推动我国核电不断追求卓越，促进核电运行安全可靠性的持续提升。

来源：中国核能行业协会



# 核能观点

## 麻省理工学院发布《核能在碳约束世界中的未来》报告

核能是一种低排放、高效率的清洁能源，安全、高效地开发和利用核能不仅有利于应对全球气候变化，还能够解决日益严峻的能源需求挑战，保障能源安全。然而，近年来众多国家对核能的投资减弱，全球核能发展处于停滞状态。本报告认为，除非核能被有意义地融入全球低碳能源技术的组合中，否则应对气候变化的挑战将更加困难和昂贵。因此，应强调制定相关政策和措施以刺激更多的投资，加大核能的发展力度，以充分发挥核能促进低碳社会构建的潜能。

### 成本高昂导致全球核能发展停滞不前

在碳排放不是主要限制因素时，化石燃料通常以其低发电成本作为首选方案。在适度的碳排放限制下，可再生能源发电是成本较低的替代方案。近几十年来，其他发电技术成本持续降低，而新建核电站的成本却居高不下，导致许多发达国家核能投资停滞不前。目前，核能仅占全球一次能源的 5%。

### 将核能纳入低碳发电组合有利于降低脱碳成本

电力部门的深度脱碳是全球能源低碳转型的重点发展领域，虽然可采用多种低碳能源技术组合来实现低碳或零碳发电，但研究显示将核能纳入低碳发电技术组合的成本更低，且总成本随核能成本下降而降低。因此，加入核电的替代方案是进一步推动深度脱碳目标实现的关键。

### 降低核电站建设成本的主要措施建议

重视利用经过核电项目验证的施工管理经验。美国和欧洲的核电基础设施项目经验表明，由于缺乏项目管理和经验，导致很多项目建设无法在预定的时间和预算范围内完成交付。因此，为提高新核电厂的执行和交付成功率，需采取如下措施：一是施工前要先整理出详细的项目设计方案；二是使用经过验证的供应链和熟练技工；三是在设计过程的早期阶段将制造商和建造商纳入设计团队，以确保工厂系统、结构和部件的设计符合相关标准；四是任命一名在管理多个独立分包商方面具有成熟专业知识的主要项目经理；五是合同结构能够确保所有承包商对项目拥有既得利益；六是创造灵活的监管环境以便及时应对设计和施工中可能出现的意外变化。

### 从高度依赖场地的复杂现场建设转向标准化工厂制造

设定标准化的核电站建造流程可大幅降低建设成本和缩短建设时间。美国和欧洲的核电厂建设效率一直很低，应扩大在工厂的生产，利用制造业的更高生产率以制造复杂的系统、结构和组件。使用一系列交叉技术，包括模块化工厂预制和现场模块化组装建设、先进的混凝土解决方案（如钢板复合材料、高强度钢筋、超高性能混凝土等）、地震隔离技术和先进的电厂布局技术等。对于不太复杂的系统、结构和部件或是建设效率较高的地方（如亚洲），则可选择传统方法。应将以上建议用于所有反应堆概念和设计中，包括第三代轻水堆、小型模块化反应堆（SMR）和第四代反应堆等，通过设计标准化和建筑方法的创新，使核电在成

本上具备与其他发电技术相当的价格竞争力。

### **针对核能安全和应用问题的措施建议**

增加反应堆安全功能设计。开发具有高化学和物理稳定性、高热容、负反应性反馈和高裂变产物保留率的核材料，以及非能动安全系统。一些第三代轻水堆已经采用了此类设计，并已用于中国、俄罗斯和美国的新建核电站中。被动安全设计可以降低发生严重事故的概率，并在发生事故时减轻场外后果。此类设计使新核电站更易获得许可，并加速其在发达国家和发展中国家的部署。基于轻水反应堆的小型模块化反应堆和成熟的第四代反应堆（如高温气冷堆、钠冷快堆）等先进反应堆也具有这些特征，可用于商业部署。此外，对美国和国际监管环境的评估表明，目前的监管体系足够灵活，可以接受这些先进反应堆设计，对现行监管框架的修改可提高许可审查的效率和效力。

### **创造公平的竞争环境**

使所有低碳发电技术能够凭借其自身优势进行良性竞争。取消核能的政策阻碍了对核技术的投资，这可能会增加脱碳成本并减缓气候目标实现的进程。将二氧化碳排放成本计入电价可以更公平地认识所有气候友好型能源技术的价值，现有和新建的核电站都将从中受益。

### **建立反应堆试点**

通过试点进行针对监管许可的测试和运营。这些试点应支持企业进行新型反应堆原型测试，政府应提供适当的监督和支持，包括安全协议、基础设施、环境审批和燃料循环服务，并直接参与所有测试。

### **重新部署电力行业技术**

现有的核电是低成本电力的供应商，过早关闭现有工厂会增加实现减排目标的成本。核电收入不足是因其低碳属性未获得市场的充分认可，建议促进低碳发电的公共政策应比较对待所有技术。政府不应歧视核能。对核能作为低碳能源的歧视植根于公众对核的态度。建议重新部署电力行业技术，确保市场设计的变化与先进核系统的部署一致。

### **开展核能资助计划**

各国政府应从四个方面围绕先进反应堆设计、原型堆测试和商业部署建立资助计划：一是分担监管许可费用的资金；二是分担研发费用的资金；三是为实现具体技术的突破性进展提供资金；四是核电企业提供专有的信贷资金以奖励企业在核电技术方面的创新。

### **加速开发不成熟反应堆的新范式**

对高级反应堆技术的评估主要考虑反应堆的安全性、可操作性和可维护性，以及由不同反应堆技术的特定功能实现的潜在应用范围。建议采用更具创新性的方法来推进不太成熟的先进反应堆设计。一是通过全面设计以降低大规模运行的风险；二是设计保守的热机械余量；三是根据美国核管理委员会（NRC）制定的原型规则获得许可认证；四是将反应堆安置在偏远地点作为额外预防措施，降低设计上的一些安全限制并允许进行整体测试。

### 核反应堆安全规则和许可建议

推动先进反应堆监管标准国际化。由于核电厂运行可能带来的深远环境和社会影响，核安全的某些基本标准理应达成国际共识。现有的监管机构采用了类似于国际原子能机构（IAEA）政策和美国 NRC 法规中所述的基本原则，在已建立核电计划的国家中，评估核反应堆安全的基本依据相当一致。建议进一步推动先进反应堆监管标准国际化，进而实现商业反应堆设计的国际部署，并在全球范围内实现标准化并保障核能安全。

### 建立完善反应堆许可证流程

美国现有较多方法策略用于新反应堆（包括先进反应堆）认证，建议继续向新反应堆推广基于性能和风险的设计标准。同时，在未来几年内测试其先进的反应堆许可证流程，完善认证流程并培训 NRC 工作人员。

此外，美国 NRC 应澄清其原型规则和认证方法，以提高原型反应堆的认证效率。核电厂设计和建造中使用的共识代码应根据其确保安全的有效性进行重新评估。美国政府应为先进反应堆监管提供额外资金。与此同时，核能工业必须与包括 NRC、DOE 和国会在内的相关部门沟通监管职能和研究需求，以确保政府拨出足够的资金。

### 总结

本研究首先阐述了未来几十年核能的核心机遇与其对电力部门脱碳的潜在贡献有关，而实现这一贡献的主要挑战是核能的高成本。当前有一些方法可以降低核能的成本，这个行业必须积极而迅速地采纳实施。最后呼吁政府应精心设计有助于能源和环境发展的政策，并在新核能系统部署的早期阶段提供适当援助，以实现核能的全部潜力。（摘编自中国科协创新战略研究院《创新研究报告》）

来源：中国核工业报

## 清洁能源时代，核能迎来好时代

尽管我国在建核电居世界首位，但连续三年新项目“零审批”，让我国核电发展速度放缓，也让业界翘首以盼。就在近日召开的“中国核能可持续发展论坛——2019年春季国际高峰论坛”（以下简称“春季国际高峰论坛”）上，“核电重启”等利好信息的释放，提振了与会者发展核能的信心，激活了沉寂已久的核电市场，“核电发展正在回春”。

福岛核事故以来，社会公众对核电安全发展的信心正在逐步恢复，这并非时间的弥合，而是业界长期以来所做出的努力——从二代加到三代，再到四代的有序推进，从自主创新研发三代核电——“华龙一号”打造国家名片，到成功落户海外，再从核电机组安全运行业绩始终位居 WANO 世界核电排名前列，以及业界从未发生过二级或以上核事件等等，足以看到中国核能界近年来锤炼出的实力与底气。但是，发展实力与建设速度并不匹配，连续几年的零核准，让国内核电发展趋于“沉寂”。值此之际召开此次国际合作高峰论坛，吸引了各方的高度关注。

## 关键词：角色

“核能事业创新发展共同体”的倡导者与实践者

4月1日上午，在汇聚了600余中外业界专家的春季国际高峰论坛会议上，中国核能行业协会理事长，中核集团党组书记、董事长余剑锋庄严倡议：携手合作、构建人类核能事业创新发展共同体，凝聚起全社会、全世界的共识、智慧和力量，促进清洁能源时代的核能发展、创新与合作，为中国乃至全球核能事业实现安全高效可持续发展做出应有的贡献。

如今，业界形成广泛共识：全球正在进入清洁能源发展新时代，而发展核能是清洁能源时代的一项必然选择。在全球化时代潮流不可逆转的今天，积极发展包括核能在内的清洁能源，大力推动低碳发展，积极应对气候变化，已经成为世界各国的很重要共识。而这一倡议，正是推进“核能事业创新发展共同体”的一次有力实践。

事实上，近年来，中国核能界始终不遗余力地做好安全高效发展核能的倡导者和实践者。就在去年11月，中国与日本、韩国共同发布了《关于构建东亚地区核能安全命运共同体倡议书》，共同承诺：“积极探索核能安全高效可持续发展的新思路、新途径，加强合作，促进东亚地区核能安全，共同构建东亚地区核能安全命运共同体。”

而透过这些倡议，在大会现场可以强烈的感受到，清洁能源时代，我国已经成从“学徒”成长为世界重要核能大国，重要的世界核能发展的“倡导者”。而这一转变，源自于自我实力的提升。

相关资料显示：截至目前，中国大陆在运核电机组45台，装机容量4590万千瓦，位列全球第三；在建核电机组11台，装机容量1218万千瓦，规模世界第一。

更令世界瞩目的是，中国是推动三代核电发展的主要国家。中国已经投入运行和正在建设的三代核电机组已经达到10台，占世界三代核电机组的三分之一以上。中国建成了世界上首批投入运行的AP1000、EPR三代压水堆核电机组。自主三代核电“华龙一号”正在顺利推进，全球首堆福清核电5、6号机组，海外首堆巴基斯坦卡拉奇K2、K3项目，有望按计划或提前建成投产。在四代核电创新领域，中国加快实施高温气冷堆国家科技重大专项，高温气冷堆示范工程已经进入安装调试的最后阶段，明年上半年将建成投产。

中国核能行业协会副理事长兼秘书长张廷克表示，中国的核能事业发展取得了举世瞩目的成就，已经跻身世界核电大国行列。目前三代核电技术创新与合作目前在中国取得了重要进展，既促进了中国核能产业的发展，也为世界核能产业的创新和发展做出了中国贡献。

而在大洋彼岸，IAEA副总干事米哈伊尔·楚达科夫通过视频表示，“‘发展，创新和合作’正是国际原子能机构核心精神所在。在全球30个有核电项目的国家中，中国将继续成为核能新项目建设的主要推动者。”世界经合组织核能署总干事麦格伍德表示，“如今在全球范围内，应对气候变化的挑战进入到关键阶段。

中国为应对气候变化，致力于发展核能科技并取得了丰硕的成果。为了应对未来共同的挑战，中国和核能署合作的密切程度是前所未有的，是核能署的重要战略合作伙伴。”

**关键词：重启**

### **核电建设大潮即将来临**

“建成中国特色先进核工业体系，不是一片坦途。”国家原子能机构副主任张建华在报告中指出。同理，我国核能发展一路走来亦非顺途。核能发展以来，深受切尔诺贝利、福岛核事故的影响，一度发展遇冷。但即便如此，业界依旧取得斐然成绩。

几十年间，中国核能一次次实现质的跨越：实现核电批量化建设，成功自主研发“华龙一号”……中国核能事业发展的产业基础和体制优势更加突出。在核燃料供应方面，中国核燃料产能已跻身世界前列，可以满足国内和“走出去”核电项目的燃料需求。在核电装备制造方面，已经形成了每年8至10台套核电主设备制造能力，三代核电“华龙一号”关键设备和材料的国产化率达85%以上。在核电工程建设方面，全面掌握了压水堆等多种堆型的核电建造技术，具备同时开工建设40台核电机组的能力。经过中核集团的重组改革，中国的核能发展已经形成了更高水平的完整产业链优势，为中国的核能技术产品走向世界提供了重要的保障。可以说，中国核能正一步一步走近世界核能舞台的中央。

但不得不说，我国核能整体发展规模尚小。据悉，目前，我国能源结构中化石能源比重偏高，特别是煤炭消费占比59%，发电量中煤电占比70%，均高出世界平均水平30个百分点左右。要实现2020年非石化能源占比15%、2030年占比20%的目标，任务还十分艰巨。

在春季高峰会议上，生态环境部副部长、国家核安全局局长刘华表示：“核能作为绿色低碳能源的重要组成部分，是推进生态文明、建设美丽中国的重要途径。中国将在确保安全的前提下，继续发展核电。有序稳妥推进核电建设仍然是我国的基本战略。”国家能源局副局长刘宝华指出：“要大力发展包括核电在内的清洁能源，研究制定新一轮核电中长期发展规划，推动核电高质量发展。”中国核能行业协会专家委员会副主任、国家原子能机构原副主任徐玉明直接给出具体数字：预计今年至少有8台机组获批。

无独有偶，作为核领域的基本大法，原子能法也传来佳音。就在春季国际高峰会议上，国家原子能机构副主任张建华透露，原子能法已列入国家立法计划，有望近期颁布出台。

这一利好信息，振奋了业界，也让沉寂了三年的核电板块迅速被激活。受此影响，4月1日，核电板块迎来爆发行情。

蛰伏了3年后，核电建设大潮即将来临，期待核能界尽快迎来新一轮发展。但也不得不说，核能发展依旧面临着发展不平衡、核电经济性与安全性的平衡等诸多问题，但正如张建华所言：“利用核能造福人类，是摆在我们面前的重大课题。再大的困难，都不能阻挡人类利用核能的步伐。”

**关键词：创新**

## **攀登核能高峰，助力核能发展**

如今，清洁能源时代，核能发展与创新已成为更为鲜明的主题。

对于高科技产业的核工业，“创新”始终如影相随。核工业依靠自主创新，曾创造了“两弹一艇”的辉煌，铸就了国家安全基石，挺起了民族脊梁。可以说，核工业发展史就是一部自力更生、自主创新的历史。改革开放以来，核工业以核电、核燃料、核技术应用为代表的核科技产业取得了一大批科技创新成果，为核能安全高效可持续发展注入着强大动力。

“两核”重组以后，中核集团作为中国核科技工业的主体，大力推动核能技术创新。如今，通过深化改革进一步释放 20 多家科研院所的创新活力，组建了一批国家级的研发平台和创新中心，取得了一批重大科技成果。为进一步加强国际国内创新合作，“中核集团与清华大学、上海交大、哈工程、西安交大、中科院等高校科研院所开展战略合作，构建起了“小核心、大协作”的核科技创新体系，为核能发展奠下了基础。”中核集团总经理、党组书记 顾军表示。

可以看到，在创新发展的征途，核工业从未停止前进的步伐。余剑锋表示：“中国核能界贯彻落实创新驱动发展战略，坚持以市场为导向，在为核能事业安全高效可持续发展注入了强劲动能。”他进一步说，解决核能发展不充分、不平衡的问题，从根本上讲还是要依靠创新。

当前，核能创新在全球清洁能源系统中的作用日益受到各国政府的高度重视。张廷克表示：“全球核能界通过持续推动核能技术的改进与创新，不断提高核能和平利用的安全性、可靠性和经济性。”

事实上，创新将会给核能产业发展带来深刻变革和新的动力。当前，世界核科技创新不断开辟新方向，小型模块化反应堆、特种用途反应堆、耐事故燃料元件、核废料嬗变处理等领域，呈现出不断突破的发展态势。2018 年 5 月召开的第九届世界清洁能源部长级会议，提出了一项“核创新：清洁能源未来”倡议，将核能创新作为未来清洁能源系统创新的重要组成部分。第四代核能系统国际论坛成立以来，更是受到世界各国的高度关注，推动了新一代先进核能技术的创新与发展。

如今可以看到的，从二代、三代到四代核电技术，从核能发电、核能制氢、海水淡化、工业供热到核医疗等，核技术进步与人类生产生活多元化需求的紧密结合，已经或正在开拓了核能事业发展的新模式、新领域、新方向。

因此，清洁能源时代，进一步加强创新意义重大。创新所带来的核能技术的重大突破，将催生具有划时代意义的能源革命，无疑也将造福人类。

刘宝华明确指出，核电是高科技战略产业，是核科技和工业制造领域的一座高峰。要攀登这座高峰，关键靠科技创新。要持续提升三代核电技术，积极开展小堆、四代堆等新一代核电技术的研发示范。要完善核电科技创新体系，加大基础性、原创性核电技术研发创新力度。

来源：中国核工业

## 首批三代项目上网电价定了，核电有竞争力吗？

4月1日，国家发改委发布关于三代核电首批项目试行上网电价的通知（发改价格〔2019〕535号），明确了三代核电首批项目试行上网电价：广东台山一期核电项目试行价格按照每千瓦时0.4350元执行；浙江三门一期核电项目试行价格按照每千瓦时0.4203元执行；山东海阳一期核电项目试行价格按照每千瓦时0.4151元执行。试行价格从项目投产之日起至2021年底止。同时，在确保安全的基础上，相关省份要按照原则性满发原则安排上述三代核电项目发电计划。其中，设计利用小时以内的电量按照政府定价执行，以外的电量按照市场价格行。

2013年，国家发改委印发《关于完善核电上网电价机制有关问题的通知》（发改价格〔2013〕1130号），明确对承担技术引进的首批核电机组予以支持。而且，核定全国核电上网电价为每千瓦时0.43元。

从上网电价看，台山核电一期略高于标杆电价，三门、海阳核电一期均低于标杆电价。这与行业此前预期的首批三代核电项目上网电价有一定差距，也给核电的经济性和竞争力打上了问号。核电如何进一步降低造价，提升经济性？中国核能行业协会当天在“中国核能可持续发展论坛”上发布的《我国三代核电经济性及市场竞争力研究》报告（以下简称“报告”），做出了说明。

报告指出，为满足更高的安全标准和60年设计寿命的要求，三代核电采用了更高性能的设备、材料和更高安全水平的系统设计。加之技术引进费用、研发费用和装备制造投入，三代核电首批依托项目单位造价明显高于二代核电平均每千瓦时约12000-13000元人民币的造价。我国首批三代核电依托项目建设成本高，投产后经营压力巨大。按现行的核电电价条件测算，首批投产运行的AP1000及EPR项目上网电价均在0.50元/kW·h左右。为此，只有三代核电近期批量化建设才能大幅降低造价。通过对“华龙一号”、CAP1000批量化建造造价趋势分析，按现行的核电电价条件测算，近期批量化建设的“华龙一号”、CAP1000三代核电上网电价将在0.43元/kW·h左右。

报告指出，经过三十余年努力，我国已迈入核电大国行列，并已成为少数自主掌握三代核电技术的国家，具备了自主化、批量化、规模化建设三代核电的条件和比较优势。2018年以来，我国三代核电建设取得突破性进展，全球AP1000首堆、EPR首堆相继在我国建成并投入商运；自主三代核电技术“华龙一号”首堆工程重大节点均按期实现，有望在2020年底前后投入商运；自主三代核电技术CAP1400首堆即将开工。

据研究资料显示，已成为我国核电建设主力的三代核电目前面临运行环境诸多变化：一是部分省份核电年利用小时减少，核电消纳无保障。二是电价下行压力增大。我国核电上网电价系根据当地煤电标杆电价核定。由于煤电标杆电价降低，大部分核电机组的上网电价也在不断下降（低于2013年核定的核电标杆电价0.43元/kW·h时），三代核电首批项目投产后将面临更大的经营压力。三是核电电价与当地煤电上网标杆电价挂钩有明显不合理因素。现行核电电价政策未考虑市场化因素，一些省区核电部分竞价上网电量电价与成本倒挂。

报告指出，三代核电远期规模化发展后，还具备继续降低投资成本的潜力。而且，三代核电在我国清洁低碳能源供给侧具有一定的比较优势——

首先，核电具备承担电网基本发电负荷的优势，电能质量在清洁低碳能源中总体位列前茅，同时三代核电与二代核电比较更具有显著的安全和技术优势。与二代核电相比，三代核电的安全性更好，发生核安全事故概率更低，在设计上可以保障即使发生堆芯熔化等严重事故，也不会核电站之外产生较大的放射性后果。三代核电的设计寿命由 40 年延长到 60 年，电厂可利用率由 85% 提高到 93% 以上。

第二，从发展趋势看，三代核电在清洁低碳能源中的市场竞争力较强。根据测算，远期规模化建设的三代核电机组上网电价有望从首批依托项目的 0.50 元/kW·h 左右降低至 0.40 元/kW·h 左右，与多数沿海省份目前的煤电标杆电价（含脱硫、脱硝、除尘、超低排放加价）趋近。与其它可再生清洁能源相比，我国三代核电不仅电源质量更优，而且从发展趋势上看，经济上也具备较强的市场竞争潜力。

第三，三代核电发展有利于促进我国清洁低碳能源多元化安全供应。按照我国核电发电量平均占比接近目前全球核电发电量平均占比 10% 测算，考虑到我国核电装备国产化制造能力完全可以满足核电发展需要，预计 2035 年前后我国核电装机规模可达 1.5 亿千瓦左右，核电在我国清洁低碳能源构成中的比重进一步提高。

针对三代核电的优势和目前面临的不利因素，报告提出，要充分保障和发挥三代核电的经济性：

首先，确保三代核电机组带基荷满发运行。核电不同于煤电，具有可再生清洁能源的类似属性，国家应明确所有核电项目均享受可再生能源相应电量消纳政策，确保核电带基荷满发，保证核燃料资源得到充分利用。

其次，进一步完善三代核电电价形成机制。按照满足还本付息要求、保持合理利润并兼顾市场电价水平的原则，进一步完善三代核电上网电价形成机制并设置核电标杆电价的合理区间，理顺比价关系。建议将目前核电标杆电价的定价方式调整为在跨省的区域内或全国范围内统一核电标杆电价，促进核电在更大范围内跨区域消纳。

第三，科学把握发展节奏，促进核电行业持续平稳健康发展。科学把握核电产业发展节奏，有利于核电上下游产业人、财、物各类资源的优化配置，提高我国装备制造业及工程建造的整体水平，有效提升我国三代核电的竞争力，并将促进核电产业“走出去”战略实施。

来源：中国能源报

## 中国核电审批将“再重启” 产业链亟须加快补短板

4 月 1 日开幕、为期三天的第十三届中国国际核电工业展览会，现场显得没那么热闹。不过好消息是，在同期举行的中国核能可持续发展论坛 2019 年春季



国际高峰论坛上，官方确认时隔三年后中国核电审批将“再重启”，这让福岛核事故八年来沉寂的核电板块迎来估值回升的机会。

但不容忽视的是，在全球化石能源价格下行、新能源成本持续下降、电力过剩的背景下，中国核电还面临着“降成本”的挑战，产业链“补短板”也亟须加快推进。据透露，中国正积极谋划在核电相对集中的沿海地区建设核燃料产业园；拟在核电相对集中地区新建五个中低水平放射性固体废物处置场；重点在放射性诊疗设备等四大领域扩大核技术应用范围和规模。

时隔三年多“再重启”

2011年，日本“3·11”大地震诱发福岛核电站发生核泄漏事故，此后国际上关于核电发展路径的讨论从未停止，核电审批也历经了“叫停”、“放缓”、“重启”等起伏。

中国2012年12月才核准江苏田湾核电二期工程，此后两年多再无新项目获批。直到2015年底，国务院常务会议核准共包含四台核电机组的广西防城港红沙核电二期工程“华龙一号”三代核电技术示范机组，以及江苏连云港田湾核电站扩建工程项目，但之后又是三年多的“零审批”状态。

论坛上最新发布的《中国核能发展报告2019》显示，截至2018年底，全球在运机组454台，总装机容量超过4亿千瓦。在建核电机组54台，总装机容量5501.3万千瓦。其中，中国大陆在运核电机组45台，装机容量4590万千瓦，位列全球第三；在建核电机组11台，装机容量1218万千瓦，规模世界第一。

今年3月18日，生态环境部公示当天受理的《福建漳州核电厂1、2号机组环境影响报告书（建造阶段）》、《中广核广东太平岭核电厂一期工程环境影响报告书（建造阶段）》，两份环境影响评价文件显示，漳州核电1号机组和太平岭核电1号机组计划于2019年6月开工。

这被外界解读为核电开闸的明确信号，引起市场广泛关注。而4月1日，生态环境部副部长、国家核安全局局长刘华确认，中国将在确保安全前提下，继续发展核电。今年会有核电项目陆续开工建设。

据了解，上述太平岭和漳州两个项目都将采用自主三代核电技术“华龙一号”，这也将是中核集团和中广核“华龙一号”技术融合后的首批项目。据中国核能行业协会理事长余剑锋介绍，我国自主三代核电“华龙一号”正在顺利推进，全球首堆福清核电5、6号机组，海外首堆巴基斯坦卡拉奇K2、K3项目，有望按计划或提前建成投产。在四代核电创新领域，中国加快实施高温气冷堆国家科技重大专项，高温气冷堆示范工程已经进入安装调试的最后阶段，明年上半年将建成投产。

破“八年之冷”遭遇“降成本”

重启消息的确认，给核电板块形成了明显的提振作用。

4月1日上午上述消息出现后，万得核电指数在不到10分钟内直接从2.49%的涨幅调升至超过5%，并最终收涨达4.97%。截至当天收盘，沃尔核材、台海核电、中核科技、兰石重装四只核电股冲击涨停，中国核建、中广核技、佳电股份

等不少于 9 只概念股涨幅超过 5%。

太平洋证券表示，近年来核电的不确定性已压低行业估值，随着形势的逐渐明朗，板块估值将逐渐回升。目前我国能源结构面临低碳化转型，随着第三代技术得到验证，核电新一轮发展周期有望到来。若按照 2019 年至 2020 年开工建设 10 台机组，每台机组平均投资额 200 亿元计算，可带来直接投资约 2000 亿元。

但也有业内人士指出，环评只是核电审批很小的一步，后续还有一系列的步骤，最重要的是获得国务院审批的大路条，这一关通过才算进入建造阶段。而且核电行业发展与政策环境高度捆绑，之前 2015 年底重启审批后，业内对后续发展持乐观态度，相关部门也规划了开工目标，但现实是三年多零审批。

《经济参考报》记者注意到，国家能源局副局长刘宝华在论坛发言时表示，要适度发展核电。他同时指出，当前核电行业面临的一个挑战是，随着核安全要求的提高，核电成本不断上升。在全球化石能源价格下行、新能源成本持续下降的大环境下，今后核电发展的市场空间将很大程度上取决于核电的经济竞争力。核电行业要增强成本意识和市场意识，主动适应电力市场化改革要求，降成本、补短板，提高发展质量和效益，在市场竞争中发展壮大。

4 月 1 日，国家发展改革委发布三代核电首批项目试行上网电价。广东台山一期核电项目试行价格按照每千瓦时 0.4350 元执行；浙江三门一期核电项目试行价格按照每千瓦时 0.4203 元执行；山东海阳一期核电项目试行价格按照每千瓦时 0.4151 元执行。试行价格从项目投产之日起至 2021 年底止。

0.43 元/千瓦小时左右。而从长远看，预期规模化建设的三代核电项目上网电价将降至 0.40 元/千瓦小时左右。中国核能行业协会最新发布的《我国三代核电经济性及市场竞争力研究》按现行的核电电价条件测算，首批 AP1000 及 EPR 项目的上网电价均在 0.50 元/千瓦小时左右。根据对华龙一号、CAP1000 批量化建造造价趋势分析，按现行的核电电价条件测算，近期批量化建设的“华龙一号”、CAP1000 三代核电上网电价将在

该研究显示，三代核电已成为我国核电建设的主力，但面临运行环境诸多变化。部分省份核电年利用小时减少，核电消纳无保障；由于煤电标杆电价降低，大部分核电机组的上网电价也在不断下降，三代核电首批项目投产后将面临更大的经营压力；核电电价与当地煤电上网标杆电价挂钩有明显不合理因素，一些省区核电部分竞价上网电量电价与成本倒挂。

在一系列的压力下，加强成本控制成为核电竞争力的必然要求，也是中国核电参与全球竞争所必须直面的议题。事实上，相关公司从 2018 年就已经开始做相关的工作。

中国核能行业协会呼吁，充分保障和发挥三代核电的经济性。首先要确保三代核电机组带基荷满发运行。其次，进一步完善三代核电电价形成机制。建议将目前核电标杆电价的定价方式调整为在跨省的区域内或全国范围内统一核电标杆电价，促进核电在更大范围内跨区域消纳。此外，科学把握核电产业发展节奏，提高我国装备制造及工程建造的整体水平，有效提升我国三代核电的竞

争力，并将促进我国核电产业“走出去”战略的实施。

产业链亟须加快“补短板”

与“降成本”相辅的是，产业链亟须加快“补短板”。《中国核能发展报告2019》指出，过去的一年，在核电发展的带动下，我国核能全产业链继续保持稳步发展。但受国内外市场环境的影响，我国核燃料产业、核电装备制造、核电工程建设领域都面临许多挑战。其中，核燃料循环后段、放射性废物处置能力不足，亟须加快推进。

刘宝华也表示，需要大力发展包括核电在内的清洁能源，研究制定新一轮核电中长期发展规划，推动核电高质量发展。首先，要持续提升三代核电技术，积极开展小堆、四代堆等新一代核电技术的研发示范。其次，要统筹考虑核电全产业链协调平衡，在研发设计、装备制造、燃料保障、核废物处理处置等各个环节，形成与核电发展相适应的能力结构和布局。

国家原子能机构副主任张建华介绍，在铀资源和核燃料供应方面，要通过实施铀矿大基地战略，建设千吨级示范性“绿色矿山”，提升国内铀资源供应能力。同时，中国正在积极谋划在核电相对集中的沿海地区，建设核燃料产业园。

在乏燃料后处理方面，我国政府设立了乏燃料后处理科研专项。目前中国乏燃料后处理产能建设正按照“中试规模—示范规模—工业规模”三步走计划稳步推进。

在放射性废物管理方面，目前中国国家原子能机构正在组织编制《中低水平放射性固体废物处置场规划》，拟在核电相对集中的地区新建5个处置场。同时，为解决高放废物安全处置问题，我国明确了“选址、地下实验、处置库建造”三步走战略，提出了2050年最终建成高放废物处置场的目标。目前，我国已完成场址选址工作，首座高放废物地质处置地下实验室已经国家原子能机构审议通过。

此外，随着社会的发展，核技术在工业、农业、医疗等领域发挥着不可替代的作用。据初步统计，目前全球已有近150个国家和地区发展核技术应用的研究与开发，产业化规模近万亿美元。

中国核技术应用近年来年增长率均超过20%，年产值达数千亿元。“但现阶段，中国核技术应用产值仅占国民经济生产总值的0.4%左右，远低于核能发达国家3%的水平，发展潜力巨大。”张建华表示，今后中国将继续壮大核技术应用产业规模。重点在医用同位素、放射性诊疗设备、辐射诱变育种、害虫防治等领域扩大应用范围。打造一批应用前景广阔，国内领先、国际知名的核技术应用产业品牌。

来源：经济参考报