

目 录

核能要闻	1
【国内要闻】	1
两国领导见证 中核集团与阿联酋签署协议打造中国核工业“出海”新亮点	1
发改委：核电机组发电量纳入优先发电计划	1
【国外要闻】	2
俄罗斯计划与捷克共和国合作研究核燃料	2
日本恢复去除福岛受损反应堆中的核燃料	2
普渡大学安装美国首个全数字化核反应堆系统	3
加拿大开展微型模块堆的环境评估	3
日本后处理厂恢复玻璃固化高放废物	3
加拿大核实验室启动“加拿大核研究计划”	4
韩国斗山重工将为美国小型模块堆供应设备	4
美国有望在 2020 年前完成小型模块堆的设计审查	4
伊朗将恢复运行阿拉克重水堆	4
英国政府承诺资助小型模块堆	5
行业动态	6
华龙一号全球首堆外穹顶封顶完成	6
中法联合体中标 ITER 实验堆核心设备安装工程	6
中核集团启动我国多功能模块化小型堆示范工程	6

打造中纳两国合作典范 中核正式控股世界著名的罗辛铀矿	7
阳江核电 6 号机组具备商运条件，6 台规划机组全面投产	7
2019 年 1-6 月全国核电运行情况	8
华龙一号批量化实质性推进 中核集团漳州核电项目获核准	8
CAP1400 湿绕组电机主泵样机通过鉴定	9
协会活动	10
核电厂低放废物处置多途径研究课题研讨会在甘肃召开	10
核能行业协会中小企业专委会年度会议暨换届工作会议在京召开 ..	10
第七届中国核能行业信息化工作交流会在东莞召开	11
协会举办 2019 年核电厂概率安全分析同行评估培训研讨会	11
协会联合 7 家单位签订中国核能行业新媒体倡议书	12
CAP1400 示范工程 FCD 前同行评估暨工程推演回访圆满结束	13
核能观点	15
IAEA 核电基础结构开发的热点问题技术会议的启示	15
核安全问题为什么特殊?	19

核能要闻

【国内要闻】

两国领导见证 中核集团与阿联酋签署协议

打造中国核工业“出海”新亮点

7月22日，北京人民大会堂，在中国国家主席习近平与阿拉伯联合酋长国阿布扎比王储穆罕默德·本·扎耶德·阿勒纳哈扬共同见证下，中核集团董事长余剑锋与阿联酋核能公司总裁哈马迪签署谅解备忘录，与阿联酋国务部长、阿布扎比国际金融中心主席艾赫迈德·阿里·阿尔·沙耶赫签署建设财资及投融资中心合作协议。

按照协议内容，中核集团将和阿联酋企业在核能领域开展相关合作，并筹备成立中核集团设立在海外、辐射全球的全产业链运营和投融资平台，共同探索建立“一带一路”倡议下中国核工业“产业+金融+海外市场”的发展模式。

据了解，近几年，阿联酋清洁能源领域发展取得巨大进展，目前已启动计划旨在采购、设计和建造一批核电机组。一直以来，中核集团与阿联酋有关企业和机构保持着密切联系，在核能研发、核技术应用、工程建设、设备制造、资本运作、基础设施、人才交流培训等领域开展了交流合作。

来源：中核集团

发改委：核电机组发电量纳入优先发电计划

近日，国家发改委发布关于全面放开经营性电力用户发用电计划的通知。通知要求切实做好规划内清洁能源的发电保障工作。研究推进保障优先发电政策执行，重点考虑核电、水电、风电、太阳能发电等清洁能源的保障性收购。

核电机组发电量纳入优先发电计划，按照优先发电优先购电计划管理有关工作要求做好保障消纳工作。

水电在消纳条件较好地区，根据来水情况，兼顾资源条件、历史均值和综合利用等要求，安排优先发电计划；在消纳受限地区，以近年发电量为基础，根据市场空间安排保量保价的优先发电计划，保量保价之外的优先发电量通过市场化方式确定价格。

风电、太阳能发电等新能源，在国家未核定最低保障收购年利用小时数的地区按照资源条件全额安排优先发电计划；在国家核定最低保障收购年利用小时数的地区，结合当地供需形势合理安排优先发电计划，在国家核定最低保障收购年利用小时数内电量保量保价收购基础上，鼓励超过最低保障收购年利用小时数的电量通过参与市场化交易方式竞争上网。

同时要求，积极推进风电、光伏发电无补贴平价上网工作，对平价上网项目和低价上网项目，要将全部电量纳入优先发电计划予以保障，在同等条件下优先

上网。电力交易机构要按照要求做好弃风、弃光优先发电计划的发电权交易的组织工作，推动交易落实。

鼓励经营性电力用户与核电、水电、风电、太阳能发电等清洁能源开展市场化交易，消纳计划外赠送清洁能源电量。电力交易机构要积极做好清洁能源消纳交易组织工作，进一步降低弃水、弃风、弃光现象。

此外，通知指出，各地要统筹推进全面放开经营性电力用户发用电计划工作，经营性电力用户的发用电计划原则上全部放开。除居民、农业、重要公用事业和公益性服务等行业电力用户以及电力生产供应所必需的厂用电和线损之外，其他电力用户均属于经营性电力用户。

来源：中国煤炭资源网

【国外要闻】

俄罗斯计划与捷克共和国合作研究核燃料

2019年7月1日，俄罗斯国家原子能公司下属的TVEL核燃料制造公司宣布，与捷克Řež研究中心签署了材料科学研究合作协议。捷克科学家将来可以在CVŘ研究堆中做核燃料组件结构材料辐照试验，并进行预辐照和辐照后研究。

该研究将重点关注核燃料组件结构材料的性能，包括锆、铬-镍和钢合金，以及一些其他重要材料。TVEL公司表示，这些研究是要验证俄罗斯制造的核燃料的运行特性。

Řež研究中心拥有高度专业的人员和最先进的核材料科学研究基础设施。在对TVEL公司核燃料组件材料开展研究时，重点研究材料的耐腐蚀性、蠕变流动、结构性能、疲劳性能、干燥贮存实验和超临界水参数试验。来自国外的研究数据可以进一步确认俄罗斯产品的质量。

来源：核信息院

日本恢复去除福岛受损反应堆中的核燃料

据日本NHK电视台网站2019年7月4日报道，日本东京电力公司已恢复从受损的反应堆中去除核燃料的工作。2019年4月，该公司开始从福岛第一核电站3号机组的贮存池中去除核燃料组件。工作人员将7个燃料装置转移到100米外的另一个燃料池，之后暂停去除工作，检查程序和设施。2019年7月4日，东京电力公司确认操作安全后，开始恢复核燃料转移工作。

在3个发生熔毁事故的机组中，3号机组是首个从贮存池中取出燃料的。作为退役工作的一部分，另外两个机组也将去除核燃料。东京电力公司计划在2021年3月底前拆除3号机组的所有燃料组件。

来源：核信息院

普渡大学安装美国首个全数字化核反应堆系统

据美国普渡大学网站 2019 年 7 月 8 日报道，美国核管会已批准普渡大学 1 号反应堆安装数字化仪表与控制系统，使之成为美国首个全数字化核反应堆。该反应堆建于 1962 年，经过升级后，为在研究堆和工业反应堆领域广泛应用数字技术铺平道路。

反应堆部门负责人表示，核领域的现代控制技术将可以应用大数据，提高可靠性。传统的模拟控制台难以准确、快速获取研究数据，而数字系统可以即时测量数据。数字化意味着可以处理和分析更多的数据，核领域有望将来实现预测分析、机器学习和人工智能等功能。

数字技术还可以在反应堆设施计划维护时间之前识别可能发生的性能问题，使反应堆更安全，并延长使用寿命。如果需要更换部件，数字部件比模拟部件更便宜，商用性更高。

来源：核信息院

加拿大开展微型模块堆的环境评估

据世界核新闻网站 2019 年 7 月 17 日报道，加拿大政府发布公告说，开始对全球第一电力公司提出的小型模块堆项目进行环境评估。该项目得到了超安全核公司和安大略电力公司的支持。该堆热功率为 15 兆瓦、电功率为 5 兆瓦的高温气冷堆，借鉴了德国、日本、美国等国开发高温气冷堆的运行经验。该反应堆使用棱柱形石墨燃料，并有一个可运输的密封堆芯。2019 年 1 月，加拿大核安全委员会完成了供应商设计审查的第一阶段。

这三家公司表示，如果获得批准，拟议的项目将成为未来实际应用小型模块堆的一个示范堆，可以支持偏远地区的工业应用，并可替代化石燃料。该项目涉及微型模块堆的场址准备、建造、运行和退役，场址位于渥太华西北约 200 千米的乔治河实验室场址。

来源：核信息院

日本后处理厂恢复玻璃固化高放废物

7 月 17 日，日本原子能工业论坛宣布，日本原子能机构已恢复东海后处理厂玻璃固化乏燃料后处理产生的高放废物的工作。自日本核管理机构 2019 年 6 月批准东海后处理厂退役计划以来，这是该工厂首次对高放废物进行玻璃固化处理。

根据东海后处理厂的退役该计划，退役过程将需要大约 70 年。日本原子能工业论坛表示，除正常安全措施外，当务之急是尽快降低后处理厂内放射性废物的风险，目标是在 2028 年 3 月底之前完成所有高放废物的玻璃固化。东海后处理厂预计将在 11 月中旬之前完成 50 个废物包的玻璃固化。这些玻璃固化包在运

往最终处理设施之前，将在现场贮存。

来源：核信息院

加拿大核实验室启动“加拿大核研究计划”

7月中旬，加拿大核实验室宣布启动“加拿大核研究计划”，这是一项新的研发计划，以加快在加拿大实际应用小型模块堆。该计划将为反应堆供应商提供世界一流的研究设施。

加拿大核实验室表示将每年征集建议，邀请各机构提交关注领域清单内的项目，包括市场分析、核燃料开发、反应堆物理建模和运输。根据对建议的审查结果，该实验室将参与联合研发项目。

加拿大核实验室总经理莱辛斯基表示，作为小型模块堆技术的倡导者，该实验室在过去几年取得了巨大进步，并有助于促进小型模块堆在加拿大的发展。

来源：核信息院

韩国斗山重工将为美国小型模块堆供应设备

韩国斗山重工与建造有限公司签订了一项价值12亿美元的商业合作协议，为美国纽斯凯尔小型模块堆项目提供关键部件和设备。

在美国能源部的支持下，纽斯凯尔能源公司与犹他市政电力联合系统公司合作，计划在2026年前实现小型模块堆的商业化。该项目将以爱达荷州为基地，建造一个由12个小型模块堆组成的电厂，可生产720兆瓦的电力。

两家公司的合作始于2019年4月，双方签订了一份谅解备忘录。根据合作协议，斗山重工公司将审查纽斯凯尔公司小型模块堆的可制造性，并将为首座小型模块堆电厂制造和供应关键部件。

来源：核信息院

美国有望在2020年前完成小型模块堆的设计审查

2019年7月29日，美国纽斯凯尔能源公司表示，美国核管会已提前6周完成了对纽斯凯尔小型模块堆设计的第二阶段和第三阶段审查，核管会有望在2020年9月前完成设计审查。该反应堆美国首个也是唯一经过核管会设计认证审查的小型模块堆。

纽斯凯尔能源公司和犹他市政电力联合系统公司合作，计划在爱达荷国家实验室所在地建造一个包含12个小型模块堆的电厂，生产720兆瓦的电力。

来源：核信息院

伊朗将恢复运行阿拉克重水堆

伊朗国家通讯社报道，7月28日，伊朗副总统兼原子能组织主席萨利希在

议会上表示,伊朗将恢复运行阿拉克重水堆。该反应堆将随着技术的变化而运行。萨利希指出,尽管伊朗拥有用于制造核武器的科学技术资源,但不会生产核武器。

《全面联合行动计划》联合委员会于 28 日在奥地利维也纳召开特别会议,英国、法国、德国、俄罗斯、中国和伊朗的代表参加此次会议,会上讨论如何挽救《全面联合行动计划》协议。伊朗副总统就召开此次会议发表了上述言论。

27 日,俄罗斯副外长里亚布科夫表示,俄罗斯继续敦促伊朗采取负责的行动,不要采取可能引发升级的措施,包括增加重水的产量。

来源:核信息院

英国政府承诺资助小型模块堆

2019 年 7 月 23 日,英国罗尔斯-罗伊斯公司对政府资助小型模块堆项目表示欢迎。作为“工业战略挑战基金”的一部分,英国政府将提供 2240 万美元的启动资金支持发展小型模块堆电厂。这项资助将在 2019 年秋季得到最终确认。

罗尔斯-罗伊斯公司及其合作伙伴表示,英国的小型模块堆项目可以为英国经济贡献 1000 亿英镑。该项目还将增强英国应对气候变化的能力,同时为英国创造约 4 万个就业岗位,重振英国先进制造业,并可能创造数千亿英镑的出口收入。通过资助小型模块堆项目,英国政府为发展本国核电产业奠定了基础。

来源:核信息院

行业动态

华龙一号全球首堆外穹顶封顶完成

7月14日，福清核电5号机组外穹顶封顶混凝土浇筑圆满完成，至此华龙一号全球首堆高度达到73.98米，成为福清核电现场“新地标”。这为该机组热试、装料奠定了坚实基础。

华龙一号机组外穹顶结构为全球在建核电机组中工程量最大的壳体结构，钢筋机械接头采用抗飞机机械接头，采取满堂承重脚手架支撑体系，支撑于壳间和内穹顶。

外层安全壳分为筒体结构和穹顶结构两部分，外穹顶结构承接筒体结构标准段，厚度1.8米，整体为准球形结构。结构跨度大，钢筋密集，混凝土强度高，且没有钢衬里作为模板支撑，其结构模板只能依靠在双壳间搭设满堂脚手架提供支撑，施工难度大，对华龙一号示范工程建设团队提出了更高的要求。

来源：中核集团

中法联合体中标 ITER 实验堆核心设备安装工程

7月16日，中核集团收到 ITER 组织中标通知书，由中国核电工程有限公司牵头，核工业西南物理研究院、中国核工业二三建设有限公司参与，携手中科院等离子体物理研究所、法国法马通公司等单位组成国际联合体，以工程总承包形式正式中标在法国建设的国际热核聚变实验堆（ITER）TAC1 安装标段。

TAC1 安装标段工程，是 ITER 实验堆托卡马克装置最重要的核心设备安装工程，也是 ITER 迄今为止金额最大合同工程，主要工作为杜瓦结构的安装以及杜瓦结构和真空容器之间所有的系统安装。

这是中国核能单位首次以工程总承包形式成功参与国际大科学工程的商业项目，也是中核集团积极响应“一带一路”倡议的又一次积极实践，意味着在核聚变领域，中核集团30多年不间断进行核电建设所形成的工程总承包能力获国际核能高端市场认可，将为我国深度参与聚变国际合作、自主设计建造未来中国聚变堆奠定坚实基础，也将为实现我国聚变前沿技术从跟跑、并跑到领跑的跨越提供重要支撑。

来源：中核集团

中核集团启动我国多功能模块化小型堆示范工程

7月18日，海南省举办自由贸易试验区建设项目(第五批)集中开工和签约活动。会上，在海南省委常委、常务副省长毛超峰等见证下，中核集团宣布启动我国多功能模块化小型堆（玲龙一号）示范工程。这是中核集团与海南省积极贯彻落实党的十九大精神，探索核能综合利用，助力海南自贸区高质量发展的具体举措。

模块化小型反应堆作为一种安全、经济的核电新堆型，是国际原子能机构鼓励发展和利用的一个核能开发新方向。具有高度的安全性、良好的经济性、功率规模的灵活性和特殊厂址的适应性，能够满足中小型电网的供电、城市供热、工业供汽和海水淡化等各种领域应用的需求。

中核集团于 2010 年正式启动玲龙一号专项科研工作，2016 年 4 月成为了全球首个通过国际原子能机构（IAEA）通用安全审查的小型堆，是全世界小堆发展的一个重要里程碑。

玲龙一号在现有成熟压水堆核电技术基础上，采用“一体化”反应堆设计和“非能动”安全系统，其安全性达到第三代核能系统技术水平。它的应用推广可以满足不同区域、用户能源需求，对我国经济可持续发展具有重要意义。

即将开展的玲龙一号示范工程是商业性示范工程，用以验证设计、制造、建造和运行技术，积累小型核电站的宝贵经验，在未来能源市场上作为其它能源以及大型核电站的有力补充，逐步开辟小型反应堆的商用市场。

来源：中核集团

打造中纳两国合作典范 中核正式控股世界著名的罗辛铀矿

7 月 25 日，中核集团与力拓集团在纳米比亚举办罗辛铀矿交接仪式。中核集团正式控股世界第四大产能铀矿——纳米比亚罗辛铀矿山，拥有其 68.62% 股权，成为该矿新的控股股东。

中国驻纳米比亚大使张益明，纳米比亚矿业与能源部副部长史伦嘉，纳米比亚当地政府代表，中核集团副总经理和自兴，力拓能源与工业矿物集团首席执行官巴特尔、罗辛矿代表和社区各界人士约 500 人出席项目交接仪式。

纳米比亚是中国重要的合作伙伴，中核集团正式控股罗辛铀矿之后，将支持罗辛铀矿持续运营，为纳米比亚提供税收和就业保障。

中国铀业于 2018 年 11 月 26 日与力拓集团正式签署罗辛项目股权转让协议。2019 年 6 月 21 日，纳米比亚政府批准了股权转让。

来源：中核集团

阳江核电 6 号机组具备商运条件，6 台规划机组全面投产

根据中广核 2019 年 7 月 24 日公告，阳江核电有限公司 6 号机组已完成所有调试工作，具备商业运营条件。

随着阳江 6 号机组具备商业运营条件，标志着阳江核电 6 台规划机组全面投产。

来源：核电那些事

2019年1-6月全国核电运行情况

截至2019年6月30日，我国运行核电机组共47台（本报告不含台湾地区核电信息），装机容量为48731.16MWe（额定装机容量）。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1-6月核电生产情况

2019年1-6月全国累计发电量为33672.80亿千瓦时，运行核电机组累计发电量为1600.14亿千瓦时，约占全国累计发电量的4.75%。与燃煤发电相比，核能发电相当于减少燃烧标准煤4928.43万吨，减少排放二氧化碳12912.49万吨，减少排放二氧化硫41.89万吨，减少排放氮氧化物36.47万吨。

2019年1-6月，47台运行核电机组继续保持安全稳定运行。核能累计发电量为比2018年同期上升了23.09%。累计上网电量为1497.75亿千瓦时，比2018年同期上升了22.82%。1-6月，核电设备利用小时数为3480.65小时，核电设备利用率为80.13%。

二、核电安全生产情况

2019年1-6月，各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。

1-6月环境监测结果表明，各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

华龙一号批量化实质性推进 中核集团漳州核电项目获核准

2019年7月26日，中国核能电力股份有限公司发布公告。公告指出，据国家能源局网站(www.nea.gov.cn)发布消息，截止6月底，中核集团中国核能电力股份有限公司旗下福建漳州核电项目已获得核准。

漳州核电项目(1、2号机组)由中国核电控股的中核国电漳州能源有限公司作为项目业主，负责投资、建设及运行管理。本工程将建设两台我国自主知识产权的“华龙一号”核电机组。目前，工程现场“四通一平”等准备工作已完成，施工前准备工作正在有序推进，正在等待国家核安全局颁发建造许可。

来源：中核集团

CAP1400 湿绕组电机主泵样机通过鉴定

7月15日，CAP1400 湿绕组电机主泵样机在上海电气凯士比核电泵阀有限公司顺利完成全部鉴定试验项目。试验数据显示主泵各项性能参数均满足主泵设计规范书的要求，试验后拆检结果满足验收要求。

7月31日，样机通过专家鉴定会鉴定。国家核安全监管机构代表全程参与并见证了鉴定试验和拆检过程。

CAP1400 湿绕组电机主泵是 CAP1400 示范项目关键设备之一。上海电气凯士比核电泵阀有限公司与国家电投共同合作，历时 8 年，经历了多次样机试验和设计迭代。

本次试验的成功完成，标志着 CAP1400 湿绕组电机主泵样机研制完成，解决了 CAP1400 示范项目关键设备的“瓶颈”问题，能够保障示范项目的主泵需求。

来源：上海电气

协会活动

核电厂低放废物处置多途径研究课题研讨会在甘肃召开

2019年7月3日，核电厂低放废物处置多途径研究课题研讨会在甘肃省金塔县召开。

《核电厂低放废物处置多途径研究》课题由中国核能行业协会联合我国核电厂放射性废物处置工作的政府管理部门、有关地方政府、涉核集团、研究院所等单位联合开展。课题将针对我国核电厂低放废物处置的状况和面临的挑战，借鉴国际放射性废物处置经验，对放射性废物处置的安全性、经济性以及公众可接受性等关键特点进行研究，探讨放射性废物市场化处置的工作机制以及经营模式，为积极推进我国核电厂低放废物处置工作提供可选的方案。

会议由课题组长、国家核安全局原副司长赵永康主持。课题首席专家、中国核能行业协会专家委常务副主任赵成昆，课题特邀顾问、国家国防科技工业局原副局长王毅韧，和来自生态环境部（国家核安全局）、中核集团、广核集团、国电投集团、中科院核能安全研究所等有关单位的课题组成员28人参会。甘肃省生态环境厅、甘肃省军民融合办公室、酒泉市人民政府、酒泉市军民融合办公室、金塔县有关部门派人参加了会议。

课题共分为4个专题。各专题组汇报了已开展工作的成果及下一步计划。与会代表就报告内容进行了热烈讨论。课题组初步讨论认为，甘肃地区有着得天独厚的自然条件，非常适合放射性废物处置。同时认为，甘肃地方政府的积极支持为推进低放废物处置工作创造了重要的条件。

课题首席专家赵成昆主任对会议讨论情况进行了总结，希望课题尽快形成成果，向有关政府部门提出建议。最终形成的方案应具有可行性，考虑各方的诉求，既能解决核能行业的废物处置需要、又兼顾地方发展。

来源：中国核能行业协会

核能行业协会中小企业专委会年度会议暨换届工作会议

在京召开

7月1日，中国核能行业协会中小企业专业委员会2018-2019年度会议暨换届工作会议在北京召开。会议听取并审议通过了专委会秘书处2018-2019年度工作报告、《关于中小企业专委会秘书处挂靠部门（单位）情况的说明》、《中国核能行业协会中小企业专业委员会轮值主任委员及成员单位调整的议案》等工作汇报，并逐项进行了审议。会议还听取了中国核能行业协会中小企业专业委员会2019-2020年度工作要点，并进行了交流和讨论。中国核能行业协会秘书长张廷克出席会议并讲话，会议由副秘书长龙茂雄主持。

张廷克强调，核能行业中的中小企业在国民经济中发挥着重要作用，特别是在创新方面发挥了“体制、机制”的优势，在核电的“国产化、自主化”上做了

很大的贡献。协会会员总数中民企数量不断增加，不少民营企业进入常务理事单位，协会积极回应来自中小企业的呼声，特别是去年“中国核能行业供应商评价体系”建设工作取得重要进展，为中小企业提升产品质量、减轻企业负担创造条件。今后的工作中，还将进一步通过“供应商评价”、“信用评价”、“科技成果评选”、“新产品技术鉴定”、“质保和核安全培训”和“国际合作与交流”等工作为中小企业提供优质高效的服务。

会议还邀请了工信部等单位专家为中小企业发展作了主题报告。专委会主任委员、副主任委员单位、执行委员单位、专委会秘书处及成员单位代表共 20 余人参加了本次会议。

来源：中国核能行业协会

第七届中国核能行业信息化工作交流会在东莞召开

2019 年 6 月 26 日第七届中国核能行业信息化工作交流会在东莞召开。

会议以“引领、示范、标准”为主题，来自国内核能科研、设计、制造、建造、运维等单位专家，通过高峰论坛、专题报告、对话讨论，围绕数字化、网络化、智能化和网络安全开展了 24 场专题技术交流，会议取得了三大成果。

一是面对日趋严峻的网络安全形势，要积极应对基础设施控制系统面临的网络安全挑战。中国工程院邬江兴院士做了《工控安全与拟态防御》专题报告。

二是以人工智能为代表的“云大物移”IT 新技术应用，要在核能行业深入推进研究。中组部“万人计划”专家、中国原子能科学研究院杨红义教授提出了对《反应堆工程大数据技术的思考》，国家电力投资集团、华能集团、核工业五公司、三门核电公司、苏州热工研究院、广州中望龙腾软件公司的报告《数创未来》、《工业互联网的实践》、《BIM 助力核电项目重大工程施工应用》、《大数据助力提升核电设备健康管理》、《基于工业互联网的核电站重大设备润滑油油品在线监测技术》、《打造国产 CAD 应用生态圈》展示了核工业大数据、工业互联网、智能建造、智慧运营最新的建设成果。

三是为了给各单位“十四五”规划的这些报告为核能行业如何推进该项工作提供了借鉴，编制提供帮助。信息化专业委员会要积极探索组织开展《核能行业关键技术重点领域应用发展趋势研究报告》的编写工作。

来自工信部信软司、国家能源局信息中心、国家核安全局、核与辐射安全中心等政府有关部门的代表、大会主席中广核集团黄小桁安全副总监和中国核能行业协会龙茂雄副秘书长出席了会议并致辞。

大会宣布了《2018 年度核能行业信息化最具影响力十件大事》评选结果。

来源：中国核能行业协会

协会举办 2019 年核电厂概率安全分析同行评估培训研讨会

核电厂概率安全分析同行评估经过近 6 年工作的扎实开展和稳步推进，取得

了显著成效。为总结评估工作成果和良好实践，建立专业素养扎实的评估员队伍，2019年7月16日，2019核电厂概率安全分析同行评估培训研讨会在京召开。

国家核安全局副局长汤搏、生态环境部核与辐射安全中心、清华大学核研院、中国核电工程有限公司、苏州热工研究院有限公司、上海核工程研究设计院、深圳中广核工程设计有限公司以及国内所有运行核电厂等单位的专家和代表共30余人参加了会议，会议由协会副秘书长杨波主持。

汤司长指出：国家核安全局自2013年推动行业开展核电厂概率安全分析同行评估工作以来，中国核能行业协会积极组织行业专家建立评估专家组，建立了标准的评估体系和规范的管理模式，历年来不断改进完善，工作已相当成熟，对提升核电厂核安全水平具有重要意义。汤司长表示国家核安全局将一如既往支持协会开展核电厂概率安全分析同行评估工作，并提出了今后开展工作的思路：第一，推动PSA试点向纵深发展，探索在应用领域推广开展同行评估；第二，思考将PSA评审与PSA评估有机结合的方法；第三，加强监管单位、科研院所、运营单位的深入交流和共同提升。总体来说，核电厂概率安全分析同行评估工作具有现实意义，是值得继续推广和大有作为的一项工作。此外，汤司长还提出希望协会在核安全监管工作上发挥作用，开展相关的技术管理和专题研究工作，为核安全监管政策的出台提供重要支持。

本次会议上，杨波副秘书长回顾了核电厂概率安全分析同行评估的工作情况；评估专家代表依岩介绍了我国核电厂概率安全分析应用最新进展及监管要求，张琴芳对历届评估工作做了技术总结，郭建兵介绍了下一阶段评估工作重点。会议明确了2019年-2020年评估计划和工作安排。30余名参会代表参加了核电厂概率安全分析同行评估培训。

来源：中国核能行业协会

协会联合7家单位签订中国核能行业新媒体倡议书

为加强核能行业各会员单位新媒体平台的交流互动，在新媒体领域开展新闻宣传、科普教育等工作，畅通信息共享渠道，实现核能行业各新媒体平台有效联动、聚合传播，7月10~12日，中国核能行业协会在包头举办了第三届通讯员培训班暨宣传报道业务研讨会。会上，中国核能行业协会联合中国广核集团、上海电气核电集团、核工业西南物理研究院、东华理工大学、浙江核趣科技、中核北方核燃料元件有限公司、核工业二〇八大队签署了中国核能行业新媒体倡议书。

倡议书全文如下：

中国核能行业新媒体倡议书

核能是高技术产业，又是敏感产业。它所取得的每一个进步和成就都会引起全社会的高度关注。为此，数十年来，政府相关部门、涉核企事业单位、中国核能行业协会一直致力于核能的科普宣传工作，以促进核能事业顺利发展。

当今，人类社会已进入生态文明建设新阶段，充分利用新媒体平台和手段，全面展示和塑造核能产业链整体形象，提升产业链的综合影响力，是核能安全高

效可持续发展的重要基础。

为此，中国核能行业协会联合若干会员单位共同倡议：加强核能行业各会员单位新媒体平台的交流互动，在新媒体领域开展新闻宣传、科普教育等工作，畅通信息共享渠道，实现核能行业各新媒体平台有效联动、聚合传播，为社会公众提供全方位的信息资讯，以此提高社会公众对核能的认知水平和接受性，为核能安全高效可持续发展营造良好的舆论氛围和社会环境。

我们倡议：

一、积极践行习近平新时代中国特色社会主义思想和核安全发展观，贯彻落实习近平在全国宣传思想工作会议上的重要讲话精神。遵守新媒体职业操守，遵循诚实守信、公平竞争的基本原则，打造网络文明宣传平台。

二、讲述核工业发展历史，传播核安全文化，宣传自主创新成就，展现核科学家和核领域大国工匠风采，弘扬核工业精神，为核能发展营造健康向上、文明有序的网络环境。在自媒体宣传上实事求是，不拔高，不虚美，不炒作，不发表任何有损核能事业发展的言论。

三、在新媒体时代背景下，要遵循新媒体传播规律，创新新闻宣传手段，利用各自新媒体平台，通过图文、视频、直播等多种形式，多渠道、多角度开展宣传工作，使内容、形式更加丰富多彩、鲜明生动，激发公众知核爱核促核热情，让绿色核能发展理念深入人心。

四、加强新媒体运营交流互鉴。在中国核能行业协会举办的每届通讯员培训会上，各单位积极分享新媒体运营经验，共同探讨存在的问题，在交流互鉴中相互促进和共同发展。

五、通过新媒体平台促进核能行业信息共享。及时发布涉核项目公开信息，深度剖析行业热点问题，发布行业专家观点及重点课题报告等，共享行业信息成果，为建立核能安全发展命运共同体提供信息支持。

六、利用新媒体平台助力打造行业品牌形象。拓展宣传渠道，创新传播方式，讲好企业故事，展现人文精神内涵，体现企业责任担当，充分发挥新媒体铸品牌、聚人心的作用，不断提升行业影响力。

七、培养一支懂核科学、具有互联网思维、适应媒体融合发展的复合型新媒体人才队伍。行业协会和涉核企事业单位充分利用各种社会资源，在新闻采编、实践、软件操作技能、新媒体业务技能等方面开展培训，激发宣传人才创新激情，培养过硬专业素养。

来源：中国核能行业协会

CAP1400 示范工程 FCD 前同行评估暨工程推演回访圆满结束

应国核示范电站有限责任公司申请，中国核能行业协会核电运行分会于 7 月 14-19 日组织开展了 CAP1400 示范工程 FCD 前同行评估暨工程推演回访活动。协会副秘书长龙茂雄、专家委常务副主任赵成昆分别出席了评估回访入场会和离场会。

在为期一周的回访过程中，评估员通过现场巡视、活动观察、人员访谈、文件查阅等形式，对 2018 年 8 月现场评估提出的若干待关注问题及风险的整改情况逐一进行核实，并根据事实给出客观评价。

离场会上，评估队队长、评估队员简要介绍了回访结论。受评方代表对回访队的辛勤工作表示了感谢，高度认同回访队的评价结论，并表示希望继续通过协会这一平台，不断提高自身核电工程建设管理水平。

赵成昆在总结时充分肯定了受评方在核电工程管理上取得的积极进展，特别强调了积极培育、践行核安全文化和严格执行质量保证体系在核电工程建设项目进程中的积极作用，希望国核示范持续改进工程管理水平，保证核电工程项目的质量和进度。至此，协会对 CAP1400 示范工程 FCD 前同行评估暨工程推演同行评估活动圆满结束。

来源：中国核能行业协会

核能观点

IAEA 核电基础结构开发的热点问题技术会议的启示

编者按：

2019年1月29日~2月1日，国际原子能机构（IAEA）在维也纳组织召开了核电基础结构开发的热点问题技术会议，共有来自40多个成员国及国际组织的100余名代表参加了会议。参加本次会议的代表相当部分是来自各国核电或核行业主管机构和核安全监管机构的代表，且层级较高。根据国家原子能机构的推荐和IAEA的邀请，中国核能行业协会副秘书长龙茂雄参加了本次会议，并应邀作了《中国核电现状和基础结构发展经验的报告》。本刊摘录龙茂雄同志在参加此次会议后所作会议总结的主要内容予以刊发，以飨读者。

一、会议主要内容

（一）核电发展情况

1. 世界核电现状与趋势

机构官员首先作了关于世界核电现状与展望的报告。目前，全球共有454台机组在运，去年全球核电装机首次超过4亿千瓦，另有55台机组在建，装机约为5600万千瓦。核电有四个趋势值得关注，一是作为清洁能源，核电是全球减碳的主要贡献者，未来可以发挥更大的作用；二是人类要有效应对能源需求、气候变化、环保要求的挑战，核电份额需要稳步提升；三是核电发展的地域和技术在逐步从欧洲、北美向亚洲转移；四是核电持续发展需要各国综合性的政策支持。

2. 新兴国家核电发展情况

（1）阿联酋

由韩国承建的4台机组进展顺利，首堆于2012年开工建设，目前已基本完工，正在等待监管当局的许可，预计今年装料、调试，明年运行。4台机组（单机容量135万千瓦）建成投运后，将占全国电力供应的25%；未来计划还要建4~8台百万千瓦核电机组。

（2）白俄罗斯

首台机组于2013年开工建设，计划今年6月开始调试工作，属于内陆核电站。2021年两台机组并网后，可占全国电力供应的38%。中、日、韩、俄参与了竞标，最后俄罗斯原子能公司中标。

（3）孟加拉

全国电力装机1768万千瓦，主要为天然气发电，占比53%。本土能源资源缺少，核电已作为国家基荷能源来发展，政府总理亲自参与领导，2017、2018年由俄罗斯原子能公司承建的两台AES-2006（2×1200MW）已先后开工，计划分别于2023、2024年开始调试工作。未来20年拟陆续再建4台百万千瓦核电机组。

（4）土耳其

全国能源72%依赖进口，近年来能源需求上升快，需要发展核电；计划2030年有3个核电基地共12台机组建成投产，核电占比达到15%。与俄罗斯合作的Akkuyu核电站计划建设两台VVER V-509机组，首台机组已于2018年4月开工；与日本合作的第二个核电站Sinop，相关工作正在推进中；第三个核电站正在选址过程中。

（5）埃及

由于本土缺乏一次能源，埃及于上世纪 50 年代就开始计划引入核电，但由于各种原因，除了分别由俄罗斯和阿根廷援建了两台研究堆外，核电计划没有大的实质性进展。进入新世纪后，随着能源需求的增加，核电再次列入议事日程：2007 年通过原子能法，2017 年升版，明确了发展核电的国家政策；2016 年与俄罗斯原子能公司签定了工程总承包合同（EPC）并于次年生效，计划在 El Dabaa 电站建设 4 台 VVER-1200 机组。俄罗斯将负责为该电厂提供核燃料、建造乏核燃料容器和储存设施、人才培养、前 10 年核电厂运营和维护支持，以及核电本土化工作等。

（6）波兰

目前能源供应以煤为主，占比达 78%，预计波兰褐煤资源将在 2040 年左右消耗殆尽。鉴于此，2009 年，波兰启动发展核电的计划。福岛核事故给波兰推进核电发展带来了一定的阻力，但由于能源需求、大气污染和 CO2 减排的压力，目前重新推进核电的共识越来越多、呼声越来越高。“波兰核电规划(PNPP)” 2013 年获经济部批准，2014 年经内阁会议审查通过，2018 年升版后的规划被纳入波兰国家能源规划。波兰计划 2030 年核电占比为 6%，2040 年达到 18%。目前正在开展选址和环境影响评价等前期工作。

（7）越南

原计划 2020 年建成首堆。日本福岛核事故后，公众更加关注核安全，加之国际国内经济形势的影响，越南推迟了其核电计划。2016 年，经过修订的国家电力发展计划得到政府总理批准，计划到 2030 年建成 4 台百万千瓦机组，届时核电占比将达到 10.1%。一期项目为俄罗斯原子能公司承建的 Ninh Thuan1 号两台机组，首堆计划 2028 年建成；二期项目计划为日本公司承建的 Ninh Thuan2 号两台机组。

（8）约旦

一次能源短缺，约 96%的能源依赖进口。因此，其“2007-2020 国家能源战略”以及升级版“2015-2025 能源战略”中，核能都被列入国家能源战略的重要选项，包括发展百万千瓦的大型商用堆和中小反应堆（MSR）。目前，其核电计划仍然处于初期阶段。

（9）印尼

2016 年，其能源结构前三位分别是石油（37%）、煤（31%）和天然气（23%），可再生能源为 7.7%，一次能源严重依赖进口。2014 年通过的政府法令中，规划到 2025 年包括核电在内的新能源和可再生能源提高到 23%。届时，核电装机为 2GW；2050 年占比将达到 31%，核电装机为 8GW。值得一提的是，近年来，印尼公众对核电的支持率上升，由 2011 年（福岛核事故后）的 49%上升到 2017 年的 77%。

（10）尼日利亚

1976 年成立国家原子能委员会，但推进核电的工作直到 2006 年才开始实际运作。核电推进计划受到福岛核事故的影响，进展缓慢。2015 年初步计划首台百万千瓦机组于 2025 年建成，另外还计划在 2030 年建成 3 台机组。2018 年以来正在对 2015 年的计划进行修订和完善。

（11）苏丹

在 IAEA 的帮助下，苏丹 2007 年以来开始推进核电发展计划，但由于政治、经济等各方面的原因，进展缓慢。2016 年通过水利电力部部长法令，计划在 2031 年建设 2 台 600 MW 机组的首座核电站。

(12) 马来西亚

2008 年计划引入核电，2011 年 1 月成立马来西亚核电公司，作为推进其核电计划的责任单位。福岛核事故后，核电计划推进无实质性进展，主要原因是公众接受问题和政府对核电的态度不明朗。

3. 有核电扩展计划国家的情况

(1) 巴基斯坦

该国目前有 5 台核电机组投入运行，装机为 1430MW，核发电占比为 4.3%。首台机组是从加拿大引进，1972 年建成投运的 K1 机组。C1-C4 机组是我国出口的 30 万千瓦机组；两台在建机组（K2、K3）为我国自主三代“华龙一号”技术，工程进展顺利；C5 项目（华龙）正在与我国中核集团洽谈商务合同。巴基斯坦计划到 2030 年核电装机达到 8800MW。

(2) 巴西

建立了较完整的核燃料循环体系，有多座研究堆。首台核电机组 ANGRA 1 号（657MW，美国西屋公司提供技术）于 1985 年投入运行，ANGRA2 号（1350MW，由西门子等提供技术）于 2001 年投运。目前正在建设 ANGRA 3 号机组（1405MW，由西门子/法玛通提供技术）。

(3) 亚美利加

现有两台机组分别于 1977、1980 年投入运行。1988 年发生大地震后，尽管两台机组完好，苏联仍然下令长期停机。1993 年，为克服经济危机的影响，决定重启 2 号机组。在俄罗斯的帮助下，2 号机组于 1995 年成功恢复运行，但 1 号机组仍处于长期停运状态。福岛核事故对亚美利加核电新机组计划带来了较大影响，但仍然对老机组进行了延寿。2015 年，亚美利加政府决定再建设 1 台 600MW 的新机组。

(4) 乌克兰

1986 年 4 月，苏联时代乌克兰境内发生了史上最为严重的切尔诺贝利核事故。切尔诺贝利电站共有 4 台机组，事故机组为 4 号机组，事故发生后即永久封存，但该厂址另外 3 台机组保持了持续运行，最后一台机组运行至 2000 年才宣布永久停机。核电仍然是乌克兰的主要能源来源，现有 4 个核电站 15 台机组在运，装机 13835MW，2017 年核发电占比超过 55%。2017 年 8 月，内阁通过的“2035 年能源战略”中，核电仍然扮演着重要角色：计划通过对现在机组延寿、功率提升，继续建设 KHMELNITSKI 3 号和 4 号两台百万千瓦机组（分别于 1986、1987 年开工），使其核发电占比保持在 50%左右。

(5) 法国

目前有 58 台机组在运，1 台 EPR 机组在建，多年来其核发电占比保持在 75%左右。法国未来的能源规划中，计划大量发展包括核能、可再生能源在内的低碳能源，2035 年核发电规模仍将保持在 50%左右。

(6) 伊朗

首台核电机组（Busheher 核电站，俄罗斯提供的 VVER-1000 堆型）于 2013 年并网发电。未来计划包括建设一台 100MW 小型反应堆（用于发电和海水淡化），建设两台俄罗斯的 VVER-1000 型号的大型机组。

(7) 俄罗斯

目前，俄罗斯国内共有 35 台机组商运，其中包括 2 台快堆，13 台气冷堆，2018 年核发电占比近 18%。还有 6 台机组在建。

二、体会与建议

(一) 本次会议是机构自 2006 年来，连续召开的第十三次关于核电基础结构的专门会议。我是第三次参加类似的会议，总的感觉是，机构关于核电基础结构建设系列文本的开发并网络信息化，很好地规范了发展核电的基础性工作，尤其是对于新兴核电国家帮助极大。同时，机构开发了针对核电基础结构的评估，对所有核电新兴国家和部分有核电扩大计划的国家开展了 20 余场国际评估活动，有效地指导这些国家核电基础结构的建设和完善工作，有利于世界核电安全持续发展。因此，在会议总结部分的讨论发言中，我对机构的这项工作给予了高度评价。

(二) 本次会议受到有关国家的高度关注。一是新兴核电国家和计划扩大核电规模的国家，如阿联酋、白俄罗斯、约旦、土耳其、苏丹、肯尼亚、尼日利亚等国积极参与，分享核电发展经验。二是俄罗斯、法国、韩国、日本等核电出口国派出代表团通过会议报告、讨论等方式深入参与会议，推广其核电技术和国际合作理念。俄罗斯十分重视此次会议，派出了 7 名代表与会，作了多篇富有针对性的报告，令人印象深刻。俄罗斯在全球推销核电的方式方法非常值得学习：强调可以提供从核电基础结构开发、选址、设计、建造、运行、维修、废物处置及退役全链条、全方位的服务，这对核电新兴国家尤其具有吸引力；把核电基础结构建设与核电工程总承包（EPC）相结合，便于及早介入而锁定项目；充分借助机构平台，通过资助机构核电管理学校（NEMS）、技术合作（TC）项目和跨地区（INT）项目，培植亲俄力量；有专门核电推广团队，有针对性地整体开展工作。目前，俄罗斯核电出口占据了全球绝大部分新兴市场，据有关报道，目前，俄罗斯在手的核电订单近 40 台机组。

(三) 几点建议

1. 充分重视机构包括核电基础结构、TC、INT（尤其要重视机构 INT2018 项目）、NEMS 等与核电紧密相关的项目。组织国内核电集团，加大对上述项目的支持和参与力度，可以由政府或核电集团公司提供预算外捐赠、轮流派遣免费专家到机构核电处从事相关工作，尤其是核电基础结构方面的工作。通过深度参与这些工作，可以及时了解各新兴国家核电推进状况、有核国家核电扩展计划，便于国内更有针对性地开展公关工作。

2. 建议组织国内相关核电集团，认真学习借鉴俄罗斯核电“走出去”的经验，深入整理我们可以提供的核电技术，包括百万千瓦的大型堆，也包括成熟的 65 万千瓦、30 万千瓦等中小型反应堆技术，打造中国核电系列品牌；制定富有竞争力的综合商务方案，整合各集团力量，组成专门团队，落实核电“走出去”战略和“一带一路”倡议，有针对性宣讲、推广我国自主核电技术。

3. 充分利用多边、双边合作渠道，加强我国“核电朋友圈”建设，建立以我为主的核能合作国际平台。可以考虑在上合组织中建立核能合作国际论坛，加强在该组织中有关国家的核电推广工作。从长远看，可考虑搭建以我为主的全球核能合作组织，或与机构合作开展相关工作，通过提供人才培养、基础结构开发服务、核能科普等方式，建立与新兴核电国家的紧密关系。

4. 协调集中各方资源，做好“华龙一号”、高温堆、CAP1400 等自主核电技术机组的建设工作，进一步完善设计、优化工期、控制造价、形成标准体系，提升我国核电“走出去”的竞争力；同时，做好在运机组的安全稳定运行工作，有步骤、有计划地持续推进核电新项目，增加各国对我国核电发展的信心。

来源：中国核能行业协会

核安全问题为什么特殊？

要懂核安全，我们就要懂得核电这只船

分享一个小故事，前几年中央电视台有一个节目，是荷兰的一个小女孩，16岁，做了一次单人环球航海。完成之后有记者采访她，她说了一段话，这段话讲得非常精辟。因为我是专业做安全工作做了很多年，一直想不到用一段怎样简单的话来讨论安全问题，真没想到她这话说得很好：“他们说航海有危险，但实际上生活中总是充满危险，他们不懂得船，所以他们不懂得航海。”我想，我们要懂核安全，我们就要懂得核电这只船。

再说另外一段话，这是国际原子能结构在非常经典的 philosophy 层次的文件，75——INSAG-3《核电安全的基本原则》里讲的一段话，它说：“无论怎样努力，都不可能实现绝对安全，就某种意义来说，生活中处处有危险。”其实这两段话本身已经把安全的特点做了一个很好的概括。我后面再给大家展开讲讲，我们从事核安全工作的人怎么考虑安全问题。

什么是安全？

我在外面做讲座的时候，经常一个问题，大家对安全很关心，有没有人能够用非常简短的语言回答你认为什么是安全？很遗憾，迄今为止只有一次我得到了一个回答，这是当年我在核与辐射安全中心给新来职工做培训的时候，有一个小女孩站起来说，安全是可接受的风险，其他很少人能给我回答。

我们对安全进行考察以后，发现安全有几个属性和特点。第一个属性，安全是人类永恒的问题，只要有人类存在，就永远会面对安全问题。

安全的第二个属性，安全是一个相对概念，没有绝对安全的存在。我们在讲安全水平的时候，也是放在一个环境中和其他事情相比较而言的。

安全的第三个属性，安全是一个变化的概念。同样的事情，因为时代的变化，环境的变化，那么人们对它的认识也在发生变化。

安全既然是相对的，当我们衡量一件事情的安全水平时，我们要对安全设定一个尺度。我经常看有人在争论核电是否安全，我发现很多争论没有意义，鸡同鸭讲，实际上他们是在用他们各自的尺度来衡量。尺度不一样，争论永远达不成共识。大家只有先认同一个尺度，然后用这个尺度来衡量某个事情的时候才有可能性达成共识。

讲安全尺度之前，先给大家介绍两个概念。

第一个概念，灾害。什么是灾害？灾害是一个事情已发生的不利后果。比如地震已经发生了，洪水发生了，我们把它叫做灾害。但是一个事情不利后果还没有发生，但是我们从理论上预计有可能发生，这样的事情怎么定义，怎么衡量？我们只能用一个概念叫风险，就是我们理论上推导可能发生什么灾害，这个灾害的后果有多重，同时可能性有多大？同时考虑后果和可能性叫风险。

我们在考虑安全的时候，用风险概率衡量安全水平是目前科学界主流认为更合理的尺度。我想其实从大家直觉的判断，也应该觉得用这个尺度会更合理一些。可以给安全三个定义：

第一个定义，当一件事情带给我们的利益足够大，而其代价可承受的话，我们则认为其是安全的；

第二个定义，安全是利益和代价的平衡，没有一件事情只有利没有弊；

第三，安全是可接受的风险。

不管是安全也好，核安全也好，这几个普遍性的规律，这个衡量的尺度应该

说都是适用的。但是核安全确实有一些特殊的问题，下面和大家讨论一下。

核安全问题为什么特殊？

我个人总结有几个原因，第一个原因，是核能发展的历史。我们一讲到核，首先想到投放在广岛和长崎的原子弹。之前我们和清华大学有一个研讨，清华大学有一个教授讲到一个很有意思的心理学上的说法，叫锚定思维。一开始某个事情给我印象非常深，那么我不管什么事情都往这个方面想，这就是锚定思维的表现。原子弹使我们很多人对核能形成一种锚定思维。

第二个原因，是核能技术的神秘性和复杂性。我们看到原子弹巨大的杀伤力，所以各国搞原子弹，都处在极度保密之中，这种很神秘的事大部分人不理解。同时确实核能技术、核电还很复杂。

第三个原因，核废物的长期影响。长期影响这个问题，比较头疼在什么地方？人们考虑长期的问题的时候，往往会脱离技术考虑，往往会把问题提到道德伦理甚至哲学层次进行辩论，这种辩论人类已经辩了几千年，很难达成共识。后面还要讲这一点。

第四，现代环保运动的兴起。其重要标志，就是上世纪六十年代美国科学家卡森写的《寂静的春天》，讲到因为环境污染，到春天没有鸟儿的歌唱了，这是现代环保运动的兴起的标志。现代环保运动的兴起不关注到核能领域，是不可能的。

第五，现代媒体的发达。其实在核能的早期也曾经发生过一些比较严重的事，比如 60 年代在前苏联南乌拉尔有一个后处理厂，曾经发生过一起非常严重的核事故，它的高放废物储存罐爆炸，这次事故的放射性仅次于切尔诺贝利。但那个时候因为媒体不发达，还有保密的原因，老百姓也不知道，也不太关注，没有引起很大的影响。但是从三里岛事故开始，切尔诺贝利到这次福岛，电视媒体的转播，对人心理冲击和事件过后看报纸感觉完全不一样。这也是现在人们对核能敏感的一个重要的原因。

关注核安全必须关注几个方面

第一，核安全的科学技术方面。

从科学技术的角度，从数据的角度，现有核电厂应该属于最安全的工业系统之一。但很遗憾的是，这么多年很多国家做民意调查，给出了数据，即核电安全水平的提高，并没有赢得公众对核电更多的支持。

这涉及我们核电安全的另外一个问题，所谓核电的社会可接受性问题。

第二，核电是一种电力提供方式，从公平的角度来说，也不能要求核电的风险比其他电力风险更低。

第三，核安全问题有特殊性。

人类心理特征，对一次造成重大灾害的事情，虽然从科学角度讲风险低但是关注度更高。在上世纪六十年代的时候，英国有一个核安全专家法墨，首先倡导用风险概率来管理核安全。他认为，从风险角度，只要发生概率极低，可以允许引起的后果很严重。但是考虑到人的心理，对重大灾害造成的损害还是应该有所限制，不能让灾害无穷大。

1979 年美国三里岛事故之后，美国核管会发现一个问题：技术性的尺度解决不了核安全的根本问题，解决不了人类认识问题，所以一定要建立共同可接受的尺度。什么尺度？风险。

最终美国核管会确定了核安全目标：对于核电厂周围的公众来说，核电厂的运行应该不导致明显的（significant）风险附加。那么什么叫没有明显的风险

附加？对此美国核管会给出了两个（量化）目标，暨两个千分之一目标：

对紧邻核电厂的正常个体成员来说，由于反应堆事故所导致立即死亡的风险不应该超过美国社会成员所面对的其它事故所导致的立即死亡风险总和的千分之一。

对核电厂临近区域的人口来说，由于核电厂运行所导致的癌症死亡风险不应该超过其他原因所导致癌症死亡风险综合的千分之一。

为什么说核电是非常安全的，是最安全的工业系统之一，就是靠这两个数据来支撑。很幸运的是，经过大量评估，我们现有的核电都可以满足甚至远远低于这两个千分之一的附加风险。

我有一个观点，没有达不到的安全，如果想要安全，不计代价的话，多安全都可以达到。但是如果代价花到太高，核电价格社会不能接受，这个安全对核电就是没有意义的。

核电人也很困扰，核电都这么安全了，到底要核电有多安全？就是多安全是足够的？这是核电非常著名的一个基本命题。从来没有人讨论绝对安全问题，因为这个提法是完全不科学的。想让核安全有一个逻辑自洽的说法和理论，是迟早要回答这个问题。美国的标准是两个千分之一，我们定多少？万分之一？百分之一？都可以，只要能对这个量化目标达成社会共识就可以。

第四，国家的能源战略选择。观察世界上的核电国家，对于一次能源储藏匮乏的国家，比较倾向于选核电，比如法国日本。有人说核电是半自给的能源，因为核燃料使用量很少，可以提前预储备很多。法国日本的核电发展，1973年的能源危机就起到了很大的推动作用。而对于一次能源自给率比较高的国家，比如美国，是否选择核电，往往还会考虑很多方面的权衡。那么我们国家是什么情况？恐怕这也是我们要很好研究的一个课题。

第五，社会资源的有效利用和社会风险的平衡。首先，核电已经很安全了，但是我们还要在核安全上无限的投入，而对于其他领域，比如交通安全对公众的安全威胁可能很大。核安全水平提高非常高，但是对公众安全水平并没有带来太大的改善，但是因此花费的资源是对社会资源的浪费，这是一个问题。

还有一个问题，不要以为把核安全水平提高了，整个老百姓安全水平就提高了。假如中国对能源有更多的需求，不选择核电怎么办？可能只能选择火电，而火电导致的社会风险可能更高。我们知道煤矿在中国是典型的高风险行业，这样整个社会的风险可能不降反升。如果仅仅只提议核电要降低风险，不是不可以，但是也许是一个不全面的做法。

第六，核安全问题的国际性。

首先，重大的核事故总会造成广泛的国际影响，使核能的社会可接受性降低，导致许多国家放弃核能。而全世界都放弃核能时，一个国家是很难单独坚持发展核能的。

其次，我们最近也注意到，核安全问题，本来应该是一个科学技术问题，但是因为国际上存在着竞争，有时候会把一些利益问题包装成核安全问题，这点上西方有些国家表现很明显，如果去拿国际标准来研究会发现，某些国家这些年努力把自己的观点加进IAEA的标准里。发达国家经常利用在国际政治中的话语权将对自己有利的条款塞入相关国际标准，以达成对自己有利的竞争态势。

最后，国家战略考虑，美国的核电为什么发展脆弱？除了经济性不能竞争外，美国本身对核电就没有多大需求。上世纪五十年代发展核电，不是用核电来解决美国人的能源问题，而是“在能源匮乏国家需要核能时，防止将其推到敌对国家

的怀抱。”这就是国家战略。我最近和俄罗斯人交流，问他们为什么自己发展核电，而向欧洲出口石油天然气，其他国家拿俄罗斯的油气资源去发电？俄罗斯人说，没有核电，能是核大国吗？这也是一个国家的战略考虑。

此外，能源安全对国家安全的影响，也是一个需要很好考虑的问题。能源的自给能力也毫无疑问地会影响到一个国家的战略独立地位乃至国家安全。

结束语

当 19 世纪末汽车进入美国时，底特律的一家报纸写道：“这些满载大量易燃易爆危险品的怪物穿行于闹市区，威胁着周围的老幼妇孺……”，这些言论与今天人们对核电的言论多么相似。考察人类的历史，我们可以看到：

人类总是对客观世界充满了好奇，并渴望去探索，这正是人类进步的动力。

在这个探索的过程中，人类又是有一种对未知的恐惧，期望规避或降低风险。

不管愿意不愿意，自然的和人为的风险总是伴随着人类，并直到永远。

我们人类能做得就是尽量降低风险到可承受程度，这就是安全。

从某种意义上说，一个国家，一个民族，其对风险的承受能力和其进步能力是成正比的。

美国航天技术先进，他们航天飞机炸了还要发射。我们也可以想一想在中国，如果航天飞机炸了是什么情景，会做出什么样的决策？

从更广义的角度，英国有一个历史学家汤因比说过，人类的文明的产生和发展就是挑战和应对。对一个民族来说，没有挑战的时候，文明是不能产生不能发展的。挑战过大的时候，也是不能发展的。有挑战的时候，能正确的应对，这个文明才能得到发展。我想我们对待一切事物，包括核电都要有这样的态度。

本文根据环境保护部（国家核安全局）核电安全监管司司长汤搏的一篇演讲稿整理而成。

来源：瞭望智库