

前沿话题

清洁核能助力“美丽中国”

本报记者 沈慧

前苏联切尔诺贝利核电站27年前爆炸起火,时至今日不少人仍心有余悸;受日本大地震影响福岛核电站2年前发生核泄漏事故,人们安全利用核能的信心再受重创。然而,截至今年3月底,全世界仍在运行的核电机组还有437座。核能仍然是人类使用的重要能源。为什么要发展核电?什么样的核电才是安全的?站在核电发展的十字路口我们该何去何从?围绕这些话题,在中国科协近日举办的“科学家与媒体面对面”活动上,三位核能领域的专家对此进行了详细解读。



俞冀阳,清华大学工物系副教授



肖雪夫,国防科技工业电离辐射一级计量站副站长,研究员,博士生导师



叶奇葵,中国工程院院士,中国核工业集团公司科技委副主任

可持续能源体系的重要支柱

记者:核能发电与火力发电的差异在哪儿?

肖雪夫:核电与火电都是利用蒸汽膨胀做功,推动蒸汽轮机旋转,带动发电机发电;不同之处在于,核电站是依靠核燃料裂变反应释放的核能来制造蒸汽,而火电站是依靠化石燃料释放的化学能来制造蒸汽。

值得注意的是,核燃料裂变过程中不需要氧气,因而也就没有了二氧化碳、二氧化硫等废气产生,因此核电站厂址自身和周边环境天蓝水净、鸟语花香。

记者:我国为什么要发展核电?相较于火电、风电等,核电有什么样的优势?

叶奇葵:目前,中国的能源面临四个问题:一是供需总量不平衡;二是长期以煤为主的能源结构,造成了环境和生态问题;三是西煤东运、北煤南运、西电东输造成的能源运输问题;四是对国外资源依存的能源供应安全问题。

发展核能将对我国突破资源环境的制约,保障能源安全,实现绿色低碳发展具有不可替代的作用,核能将成为我国未来可持续能源体系中的重要支柱之一。

个中原因,就在于核电不仅不排放二氧化碳、二氧化硫等污染物,而且是高负荷因子大功率密集型的能源,相对于煤电更具有较强经济竞争力和替代能力。同时,核电运输量很少。一座100万千瓦的燃煤电站,一年要烧掉200万—300万吨标煤,燃烧的煤每天需要约100节火车皮运输,而同样规模的核电站,全年使用的核燃料不过20吨—30吨,几辆黄淮大卡车即可满足运输需要。

据有关单位研究计算,核电链的温室气体排放只是同等规模煤电链的百分之一左右。如果我国到2020年建成6000万千瓦核电,一年可以减排二氧化碳5.74亿吨,约占2020年全国排放总量6.8%。发展核电对我国突破资源环境瓶颈,实现绿色低碳发展具有不可替代的作用。

此外,相比于风电、太阳能等清洁能源,核电在技术上和发电效率上较有优势。

肖雪夫:受地域和季节的影响,水力发电不稳定。而风力、地热、潮汐、太阳能受地域、气候、地理分布等条件的制约,也不可能大规模地推广之,即使在有条件的地区也只能作为一种能源补充。

迄今为止,我国主要以火力发电为主。但是,火力发电同样存在诸多问题:一是烧煤、烧油,会大量产生炉渣、废气;二是废物中的二氧化硫和氮氧化物会产生酸雨,以及PM10、PM2.5这些微小颗粒物,引发空气污染;三是排放出的二氧化碳,会产生地球温室效应。

还都市一片蓝天、还百姓一份健康是人们的企盼。解决这个问题,从治本的角度讲,只有加快能源结构调整,用清洁能源代替传统能源。

世界各国核能发展的历史已经证明,核能及其核燃料循环是安全的、清洁的、低碳的。积极稳妥安全地发展核电,是人类可持续发展与环境保护的重要选择,也是助力“美丽中国”建设的重要选择。

我国核电技术已相当成熟

记者:目前世界其他国家核电发展状况是怎样的?

肖雪夫:几次国际核事故对世界核电的发展造成了一定的影响,不过截至目前国际上仍在运行着437座核电机组。许多发达国家的核电占总发电量相当大的比重。2006年统计数据表明:法国核电占全国总发电量的78.5%,瑞士占55.6%,乌克兰占48.5%,瑞典占46.7%,韩国占44.7%,保加利亚占44.1%,德国占31%。

截至2012年底,我国已建成投入运行的核电机组16座,核电发电量还不到全国发电总量的2%。即使按照“核电中长期发展规划”目标,截至2020年,我国核电装机总量也仅占全国电力装机总量的4%左右。因此我国改善电力结构、实

现减排目标,任重而道远。

记者:核泄漏危机有可能在中国上演吗,我国核电站总体安全状况如何?

叶奇葵:我国核电有后发优势。我们的核电站多半建立在上世纪90年代以后,可以充分利用国际上建设和运行核电的经验,技术成熟,工程建设质量水平比较高,安全水平优于现役国际同类核电站。目前我国已运行的核电站基本是二代改进型。同时,我国正在开发自主的三代核电,是世界上首批建设三代核电的国家。另外,我们的核电站年负荷因子(电站某个机组实际发电量占最大发电量的比率,用来衡量一个电站的管理水平。核电站设计的负荷因子通常为65%,国际水平也就85%左右)在85%—90%。

就我国而言,迄今为止还没有发生过国际核事件分级二级及二级以上的运行事件,核电站排出物低于国家标准限值2个量级以上,没有对环境带来任何不良影响,全部核电机组运行水平均在国际中上水平。福岛核事故之后,我们还吸取了国际经验,利用了当前的科技水平,采取了一系列改进措施。

什么是二级及二级以上的运行事件?根据国际原子能机构对核事故的分级标准,核事件和核事故结合在一起分成7级,其中1级至3级为事件,4级至7级为事故,0级为正常运行,没有任何问题。二级,指对环境没有任何影响,但可能有某些设备故障,造成潜在的影响。

俞冀阳:从核电技术发展角度看,上世纪90年代初我国就开始不断攻关核电技术,如今20多年过去,我国核电技术已相当成熟。中国核工业集团公司、国家核电技术公司和中国广核集团有限公司这三家单位,在核安全方面都是有所保障的。

各国核电安全水平不断提高

记者:什么样的核电是安全的?

俞冀阳:核电厂建立并维持着一套有效的防护措施,保证工作人员、公众和环

境免遭过度的放射性风险。这其中包含三个要素:确保工作人员的安全、不能破坏环境、解决放射性问题。

核电的风险在于它的放射性,安全管理的具体指标是堆芯熔化的概率。安全底线是指即使发生堆芯熔化事故,也不会对公众、社会造成放射性的损害。

记者:三次国际核事故至今让人们记忆犹新,如何保证核电厂的安全?

俞冀阳:美国三哩岛核事故、前苏联切尔诺贝利核事故、日本福岛核事故,一个是由于设备故障引起的,一个是由于人为操作失误引起的,还有一个是由于外部灾害引起的。这三次核事故对我们来说都是反面教材。

三哩岛事故发生后,如何提高核电设备的质量和可靠性,得到了全球核工业界的重视。在非能动先进压水堆AP6000基础上,美国西屋公司研发了AP1000(3代核电堆型),它最大的特点是通过简化的非能动设计提高核电厂安全性和经济性。

从切尔诺贝利核事故教训来看,提高核电的设计技术,排除设计上的安全隐患对于核电是至关重要的,一些落后的技术是必须抛弃的。同时,运行人员和管理人员的安全素质也十分重要,一定要加强核安全文化的教育。

从福岛核电厂事故来看,核电厂的选址工作也要予以重视。针对不同的厂址条件,应该使用不同的安全标准,避免外部事件引起核电厂的事故。此外,还应注意意外应急的重要性。

核电运行至今已有50多年的历史,尤其是在几次国际核电厂事故后,各国纷纷对核电安全问题进行反省,深入分析了可能出现的不安全因素,采取了有效措施,核电安全水平不断提高。

我国核电的大规模发展需要大量与核电有关的专业人才。发展核电既是国家战略,同时又为相关行业和专业人员提供了广阔的市场空间和施展才华的机会。现在大学的核工业专业,还需要更多优秀的人才。一些优秀学生,往往选择信息、生物等领域的专业。如何把优秀生源吸引到能源领域?去年清华大学成立了一个能源试验班,用以吸引优秀人才,做得比较成功,是一个很好的开端。

“智慧能源”系列谈(2)

智慧能源的技术基础

□ 刘涛

技术是智慧能源的基础。智慧能源的技术可以归为两类,即改进性技术与更替性技术。改进性技术主要指针对传统能源形式开发利用的清洁技术、高效技术和安全技术;更替性技术主要指针对新型能源形式的探索发现及其开发利用技术。

改进性技术与更替性技术的区分,有形式与趋势两个标准。改进性技术在能源形式上是现有的传统能源,在趋势上是使之更加清洁、高效、安全的改良进步;更替性技术在能源形式上是已知甚至未知的新型能源,在趋势上是革命性的、能够替代现有主要能源甚至能够完全满足人类能源需求的未来能源。

改进性技术和更替性技术的关系,犹如智慧能源不断向前迈进的两条腿,协调并行,相辅相成,不可偏废。改进性技术是阶段性的、过渡性的,为更替性技术作技术上的积累与铺垫,满足人类现时直至能源形式大规模更替前的需求,重在“守成”;更替性技术是长期性、革命性的,在改进性技术的基础上找到能够大规模替代现有主要能源形式并长期支撑人类文明发展的主体能源,重在“开拓”。更替性技术与社会、文明的发展程度相协调,持续到一定时间、发展到一定程度后,又会逐渐无法满足新的社会和文明需要而转变为改进性技术,因此我们将持续不断寻求新的更替性技术。

那么,智慧能源技术又有着怎样的轮廓剪影?参照能源形式更替路径与规律,加之现今社会发展和未来文明的需要,我们可以发现其关键性特征:

系统。智慧能源技术不会是单一的某项技术,必然是有机整合当前的互联网技术、云计算技术、通信技术、控制技术以及未来的新技术,实现能源生产、传输和利用等环节多项技术的综合优势。智慧能源技术的功能不再是能源简单的生产、传输、交易和消费过程,而是基于生态文明发展需求,结合环境、社会、人文、政治等指标建立起来的综合体系。

安全。智慧能源技术必须符合安全的要求,确保为社会提供安全、稳定、持续的能源,同时解决能源巨大能量在不可控制时带来的危害,如火灾、洪水、电击、交通事故等,彻底驯化能源的“野性”。

清洁。智慧能源对自然环境的影响将无限趋近于零,这是我们为之不懈努力的终极方向与目标之一。未来能源的清洁属性必须摆在第一位,其生产和使用过程不产生有害物质,或者产生的有害物质极少,不影响自然界的生态平衡。智慧能源不仅要加强可见、有形的污染物的控制,而且要消除辐射、电磁波等无形污染物的危害。

经济。随着能源技术中所蕴含人类智慧属性的不断提高,能源利用效率也将随之提高,智慧能源技术将探索发掘更加高效的能源,使之拥有越来越大的能量密度,以最小的代价换取最大的动力产出。简而言之就是高效率、低成本、高产。

茫茫宇宙,充满无限未知,承载无限想象。随着人类科学技术水平的提升和对宇宙认知广度与深度的拓展,我们必须发现和发明更多的新型能源形式,有些可能出人意料,有些甚至匪夷所思,极大地超越我们现今的认知范围,但一定会为我们带来如同科幻小说一般奇丽壮阔的未来应用图景。结合前沿科学研究进展,我们大胆设想未来的几种智慧能源技术:

“冷能”技术。目前“冷能”技术暂未有明确和权威的定义。“冷能”技术的冷是相对的低温,即高于绝对零度-273.15℃,低于常温20℃,其物质载体称之为冷源,如冰、雪、空气等。“冷能”技术指对符合人类需要的冷源进行开发、收集、储存和应用。“冷能”的潜在优点有:自然界储量丰富、可与热能互补利用、日常生活和工业生产对冷环境的需求巨大等。目前对“冷能”技术的探索和应用刚刚起步,未来的发展空间不可估量。

太阳风利用技术。太阳风是一种连续存在、来自太阳并以200—800km/s的速度运动的超音速等离子体带电粒子流。它虽然与地球上的空气不同,不是由气体的分子组成,而是由更简单的比原子还小一个层次的基本粒子——质子和电子等组成,但是它们流动时所产生的效应与空气流动十分相似,所以被称为太阳风。太阳风中存在巨大能量毋庸置疑,但实际操作中的诸多限制还是个大问题,在人类智慧不断增长的将来,它有可能带给我们不小的惊喜。

反物质利用技术。爱因斯坦认为,运动的物体都有能量,当它的总和是一个正值时,这种物质就是我们在生活中看到的各种物质;当运动的物体所具有的能量总和是一个负值时,物质的性质、内部组成和我们日常见到的截然相反,这种物质称为反物质。虽然世界各国都在不懈探索着反物质,但是我们现在对反物质的研究还只处于初始阶段,离实际利用还相当遥远。我们希望它总有一天会在我们的努力下为人类所用,成为划时代的智慧能源。

地磁利用技术。地磁(地球磁场)近似于一个位于地球中心的磁偶极子的磁场。虽然关于地球磁场产生的原因还有待权威的科学研究,但地球磁场的存在却是一个不争的事实。地球本身就是一个不停自转和公转的运动体,具有巨大的动能,同时又具有巨大的地磁场,人类只要能够制造出足够的闭合线圈用于切割地磁线,据此开发能源,必将使得未来呈现出与当今世界完全不同的图景。

(作者为中国科学院生态环境研究中心博士,现任职于云南省发展改革委)



安全高效发展核电

沈慧

纵观全球,核电提供了全世界15%的电力需求。不排放二氧化碳、二氧化硫等污染物;相比煤电具有较强经济竞争力;是高负荷因子大功率密集型的能源……在全球减少碳排放的大趋势下,核电这些基本特性,使其成为未来可持续能源体系中的重要支柱之一。

2012年,无论是核电休眠了长达30多年的美国,还是之前已宣布“弃核”的德国,抑或是遭受核泄漏重创的日本,无一不重新审视核电。我国在对运行、在建核电机组进行综合安全检查的基础上,也在这年10月,国务院

对今后一个时期的核电建设作出稳妥恢复正常建设的重要部署。

事实上,日本福岛核泄漏事故后,围绕到底要不要发展核电以及如何提升核电安全问题,各国展开激烈的讨论,这本身就是一种进步。公众高度关注核电安全问题,也是对核电安全发展的一种鞭策。

在“挺核”与“反核”的争论中,越来越多的人认识到——核能已成为人类使用的重要能源,核电是电力工业的重要组成部分。在没有其他能源供应替代核电的情况下,放弃核电几乎是不可能的,但能否做好技术与安全保障,决

定着未来核电的“去与留”。

的确,凡事有其利必有其弊。在尝到核电“甜头”的同时,我们也应牢记三哩岛事故、切尔诺贝利事故、福岛核事故的切肤之痛。因为核事故一旦出现就是后果严重的大灾难。也正是基于这个特点,各国在发展核电时,都无一例外地把保证安全放在第一位。

安全是核电的生命线。去年10月24日召开的国务院常务会议,讨论通过《能源发展“十二五”规划》,再次讨论并通过《核电安全规划(2011—2020年)》和《核电中长期发展规划(2011—2020年)》,强调发展核电,必须按照确

保环境安全、公众健康和社会和谐的总体要求,把安全第一的方针落实到核电规划、建设、运行、退役全过程及所有相关产业。要用最先进的成熟技术,持续开展在役在建核电机组安全改造,不断提升我国既有核电机组安全性能。要全面加强核电安全管理,加大核电安全技术装备研发力度,加快建设核电安全标准法规体系,提高核事故应急管理 and 响应能力。

我国对核电安全和发展是十分严肃和慎重的。我国的核电事业,在安全高效的道路上,一定能够走得更稳、更好。

本版编辑 钟云华 殷立春