

中国核工业迎来“第二春”

■本报见习记者 池涵

“福岛核事故以来全球核电发展总体审慎、缓慢,但从长远趋势来看,我国必须大力发展核电技术。”中核集团总工程师雷增光在中国核学会2019年学术年会开幕式上如是表示。

8月21日~23日,此次学术年会在包头举行。《中国科学报》记者从会上了解到,在今年结束“三年零核准”后,我国的核电项目正在稳步重启,在建核电机组10台,规模居世界第一。

同时,核技术应用,如核能供热、核医学、辐照加工等以其应用面广、贴近民生、潜在经济价值巨大,顺应了本届年会的主题“创新科技 绿色发展”,受到多位院士专家的青睐,希望其成为我国核工业的第三大支柱产业。

核电:三年零核准,今年重开启

自人类开发核电技术以来,已发生了三次重大核事故。雷增光认为,这三次重大核事故既是灾难,也是契机。以事故为教训,人类得以不断完善核安全文化,催生新的核技术、核安全理念,促进核固有安全性不断提高,最终造福人类。

福岛核事故发生以后,我国全面审查在运核电项目,有针对性地提高了安全措施,如增高海堤防护墙、增设应急供电设备、增加非能动设计等,并用最先进的标准对所有在建核电厂进行安全评估,严格审批新上核电项目,力求最大限度避免人为因素及管理失误。

自2016年以来,我国已经连续三年核电项目零核准。在核安全标准得以不断强化、“华龙一号”“国和一号”(CAP1400)等第三代核电技术在我国不断成熟以后,今年福建漳州和广东惠州太平岭等项目获得核准,标志着我国核电项目得以重启。

据中国核学会理事长王寿君介绍,截至2019年6月底,中国大陆在运核电机组47台,装机容量4873万千瓦,位居全球第三;在建核电机组10台,规模居世界第一。“十三五”期间,全国核电将投产约1900万千瓦,开工760万千瓦以上,预计2020年装机达到5103万千瓦。

“未来将以每年6~8台的速度进行建设。”王寿君告诉记者,“我国核科技工业发展正迎来继‘两弹一星’后的第二个春天。”



▲多位院士专家在高端闭门会议上热烈讨论



▲中核北方核燃料元件有限公司陈列的高温气冷堆核燃料元件

核能:“三步走”解决方案

专家们普遍认为,发展核电既能满足我国调整能源结构的需求,又能兑现我国在《巴黎气候变化协定》中减排、低碳方面对世界作出的庄严承诺,同时也考虑到在不断提高固有安全性的前提下,核电在经济性方面的卓越优势。

据雷增光介绍,在《巴黎气候变化协定》中,我国承诺2030年将非化石能源占一次能源消费比重提高到20%左右。

同其他清洁能源相比,王寿君认为,1公斤铀235产生的能量相当于燃烧2700吨标准煤所释放的能量,发展核能不仅减排效果显著,并且适应我国国情和经济地理分布。

王寿君告诉记者,水电对地理条件的依赖性高,资源主要分布在我国西南部地区。而太阳能、风能在西北部地区资源丰富,但由于其供给不稳定,弃风弃光现象严重。在我国经济最发达、同时资源相对

短缺的东南沿海地区,核能能够提供清洁、高效、安全、稳定的能源供给,应该扮演更加重要的角色。

此外,据中国工程国际咨询公司核能评估中心主任王泽平介绍,常规发电企业的利润率营业收入比平均为1.18%,而核电企业平均13.4%,经济性优势很明显。

雷增光认为,核电的可持续发展除了需要确保安全、降低成本、提高公众接受度,还要加强自主创新。

2018年,美国发布《美国对中国民用核能合作政策框架》,从技术出口、设备和部件出口、材料出口等方面全面对我国加以限制。

“核心技术不能受制于人。”雷增光呼吁。王寿君介绍,近年来,我国核电自主创新体系不断完善,核电关键设备和材料国产化率显著提高,形成以华龙一号、CAP1400为代表的自主三代核电技术,同时快堆和高温气冷堆示范工程进

展顺利,小型反应堆研发和示范工程准备也在积极推进之中。加纳堆堆低浓化改造、上海同步辐射光源、中国先进研究堆、全超导托卡马克实验装置、中国散裂中子源等大科学装置和先进核科学技术取得重大进展。

“热堆—快堆—聚变堆三步走,热堆解决百年问题,快堆解决千年问题,而可控核聚变将永远解决能源问题。”雷增光认为。

核技术应用:核工业的“第三条腿”

随着工业化进程加剧、人民生活水平提高,核技术在工业、民用领域不断得到应用,在全球形成近万亿元产值,在某些发达国家的经济结构中占比达2%。

据雷增光介绍,自上世纪90年代以来,中国核技术应用已在辐照加工、核医学、公共安全等方面形成了一定的产业规模,一直保持着较快发展速度。特别是近年来,其年增长率均超过20%,年产值达数千亿元,预计2030年突破万亿元规模。

然而,目前我国核技术应用在经济中的占比只有0.4%,与发达国家相比仍有差距。

多位院士专家认为,核技术应用可以在医学、工业、农业、安全、环境、考古等多个学科中发挥作用,应该大力发展,使之成为核能、核燃料之外核工业的第三大支柱产业。

为此,中国工程院院士李冠兴形象地称核技术应用是核工业中的“轻工业”。

中国工程院院士叶奇霖认为,核能供暖或是我国北方冬季雾霾问题的解决方案。他介绍,由中核集团研发的泳池式低温供热堆“燕龙”已实现小范围供热。该堆型“零堆融、零排放、易退役”,适合部署在居民区附近。

叶奇霖预计,核能供热的成本有望达到和燃气同等价格,并可以通过进一步技术研发实现热电联供,甚至核能制氢,同如火如茶的氢能产业配合起来。

叶奇霖表示,从1970年2月8日周总理批示我国建设秦山核电站至今,我国的民用核技术在不到50年的时间里实现了对世界先进水平从跟跑到并跑。他期盼,在“第二个春天”里,核工业能够继续进步,在越来越多的领域里实现领跑。

化外音

8月27日,江苏省常州市发生化工园区起火燃烧事故。网友上传视频显示,现场黑烟冲天。此事故距离3·21江苏响水化工企业特别重大爆炸事故过去尚不足半年。

两起事故都指向同一个省的同一个行业。从地方政府方面,江苏省自然需要总结经验教训弥补安全生产监管方面的漏洞,从制度上防范此类事故再次发生;从行业与科技的角度,我国化工行业面临的困境与挑战也需要勇敢直面。

化工行业是关系国计民生的重要产业。根据中国石油和化学工业联合会统计,2018年,我国石油和化工全行业主营业务收入12.4万亿元,利润总额8393.8亿元,进出口总额7543.4亿美元;我国石化业规模以上企业达27813家,全国以石油和化工为主导产业的工业园区共有676家,其中产值超千亿元的超大型园区就有14家。

经济数据只是一方面,包括石油化工、基础化工以及化学纤维等在内的石化行业,与人们生活、生活息息相关。从消费品到工业品、从原材料到整套装备、从天上到地面水下,化工产品已成为人类社会必需,同时化工行业或多或少也渗透到其他行业中。

所以,剥离化工行业,为绿色环保、绝对安全而对化工企业一刀切关闭了事是不现实的。但是,化工行业存在的现实问题仍需要正视,特别是通过落实和细化国家提出的新发展理念来解决。比如,针对大家“谈化色变”、一些化工企业污染严重的问题,科技界和企业人士很早就提出了“绿色化工”的理念并引领行业发展,国家也在“十三五”规划中把“绿色发展”作为五大发展理念之一。然而,近两年从张家口到响水、从义马到常州,接二连三的化工行业安全事故告诉我们从安全角度,除了事前防范、事后补救等“操作”层面的工作,还需要从树立行业发展新理念的高度予以破解和引领。

人命关天的安全问题怎么强调都不为过。在这方面,我国核工业的情况可以作为一个借鉴。与核能行业一样,在新形势下,我国化工行业安全及高质量发展也有必要在调查研究基础上,从战略高度确立发展方针。比如,根据一家英国机构对化学行业发生事故的统计所作统计分析,排在前三位的是:聚合反应类占47%,硝化反应类占11%,磺化反应类占10%。那么,我国的情况是否一致?制度上、管理上、技术上还存在哪些需要解决的迫切问题?产业链、创新链各环节是否协调,是否对安全产生影响?基于此,可以为党和国家提供哪些决策参考,为化工行业发展提供哪些指引?这些行业都需要政产学研多方协同进行研判。

因此,在“绿色”之后,化工行业还需要从理念和方针高度进行新的提升、实现新的转型。这不仅是落实新发展理念的要求,也是落实党中央提出的坚持底线思维、防范化解重大风险的重要内容。

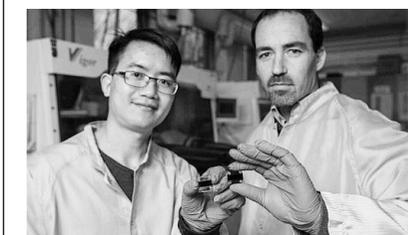
(作者单位:中国科学院学部工作局)

化工行业发展亟待理念升级

■李和军

百叶窗

下一代太阳能电池能效创新高



托马斯·怀特、彭军和他们研发的高效太阳能电池

澳大利亚国立大学官方网站近日宣布,该校研究人员在太阳能电池能效转换方面开辟了新的领域,人们借此可以窥见该技术未来的发展前景。

该校工程与计算机科学学院副教授托马斯·怀特、博士彭军(音译)等研究人员创造了21.6%的能量转化效率的新纪录,这是钙钛矿电池在一定尺寸上达到的最高效率。这意味着注入电池的阳光下有21.6%会被转化为能量。

托马斯·怀特称,与之形成对照的是,目前安装在屋顶上的比较典型的太阳能电池板的效率只有17%到18%。

“太阳能电池的研发,主要基于三点,即让电池变得高效、稳定、便宜。”怀特认为,“就此来看,钙钛

矿电池是太阳能电池的未来,也是下一代电池的重点所在。”

“就钙钛矿太阳能电池而言,其现在的能量转换效率是富有竞争力的,而且成本是其一大卖点。现在真正的挑战是使它们足够稳定,以便可以在屋顶上使用。例如,它们必须能够在极端温度下使用25到30年。”怀特表示,其最终的目标是将这些钙钛矿与硅结合成串联太阳能电池,“把这两种材料放在一起,可能会比单独一种材料的效率更高”。

怀特和他的团队多年来一直致力于改进钙钛矿太阳能电池。钙钛矿材料含有丰富而廉价的化学元素,包括碳、氢、氮、碘和铅等。

“目前95%的太阳能电池是由硅制成的。它是一种非常好的

材料,但在未来5到10年内,其效率将达到上限。”怀特说,“而要想制造出真正好的串联太阳能电池,必须让两种电池尽可能高效地工作。因为硅不能变得更好,所以我们一直专注于另一半的组成——钙钛矿”。

新的效率纪录意味着钙钛矿电池现在每平方米可以产生216瓦的电力。

怀特说:“当它们规模小的时候,就很难准确地测量它们,而且也不一定代表如果规模扩大会发生什么。因此,我们的研究结果在许多人们认为最小的尺度——一平方厘米上是最高效的。”

为了达到这一创纪录的结果,彭军开发了一种新型纳米结构材料。“一种高效率的太阳能电池必须能够同时产生高电压和高电流。”彭军说,“虽然很难同时实现这两种功能,但电池中的纳米结构层使之成为可能”。

该团队的研究成果得到了CSIRO光伏性能实验室的独立验证。该实验室是南半球唯一一个被认证为太阳能电池效率达到国际标准的实验室。

该研究获得了澳大利亚可再生能源署的资助。(计红梅编译)

当节能减排邂逅经济学

■本报见习记者 程唯珈 记者 黄辛

如果只从经济学角度出发,当用电的费用只占生活成本的很小部分时,你可能不会随手关灯或者有意识地使用节能电器。但是,假设有一天,当用电成本占据你生活开支的一半以上时,你会怎么办?你可能会想尽办法去省电,因为这样可以减少开支。

同理,当此情景出现在一个经济体的能源系统时,就会促进技术进步从而推进节能减排和经济发展。近日,复旦大学环境科学与工程系青年研究员王戎课题组与美国斯坦福大学、加拿大滑铁卢大学合作证实了这一设想,相关成果日前发表于《鱼耳》。

“如果采用一些已经发展比较成熟的微观经济模型,确实可以计算出技术进步对节能减排的影响,但当我深入了解这些模型后,发现这些计算基于的参数大多是假设出来的。例如,假设当1%的GDP用于技术研发,会提高2.25%的社会能源效率。”

王戎介绍,为了观测能源效率的变化,团队首先改进了诺贝尔经济学家Solow Robert的经典索洛(Solow)增长模型,引入三个技术因素:能源生产效率、能源使用效率和能源使用效率,考虑了能源与非能源产品(或服务)在一定程度上的可相互替代性,建立基于技术水平的新型增长模型,模拟了GDP、能源、能源成本比重(Omega)及能源价格对技术变化的动态响应,解释了能源消耗量在能源使用效率提升时出现的反弹效应,对模型中的关键参数——能源与非能源的相互替代弹性系数(σ)进行了有效估计和不确定性分析。

随后,团队使用新建立的Solow生产模型,结合1971~2015年间中国、美国、欧洲和世界四个经济体的资产、劳动力、能源价格、Omega、GDP和能源消耗量等数据,根据20年移动时间窗方法,反算了能源生产效率、能源使用效率和能源使用效率的变化趋势,首次直接观测了能源使用效率的变化与Omega的关系。

“例如在1980年,由于全球能源价格上涨,刺激了四个地区能源使用效率的加速增长,其机制可由模型中能源使用效率的边际效益与能源成本比重的关系解释,与观测的20世纪80年代美国能源使用技术的专利数据吻合,而非能源效率的增长除中国外均变化不大,与能源成本比重较低有关。”论文作者之一、美国斯坦福大学经济学家Harry Saunders告诉《中国科学报》。

基于Omega,研究人员建立了能源生产效率、能源使用效率和能源使用效率的回归方程,其中能源生产效率、能源使用效率的增长与Omega显著正相关,即当Omega提高时,在随后20年内能源生产效率、能源使用效率和能源使用效率的增长更快,而非能源效率只在中国与Omega呈显著负相关,与中国经济中Omega较高有关。

最后,团队使用William D. Nordhaus的经济—气候耦合模型(DICE),考虑观

测得到的能源成本比重对能源使用效率的诱导机制,在福利最大化和全球增温2摄氏度这两种情景下,比较了有、无诱导性技术变化(IEC)对未来100年全球能源消耗量、工业二氧化碳排放量及消费水平的影响。在两种气候情景下,诱导性技术变化均减少能源消耗量和二氧化碳排放量,提高了节能减排的效益,降低了节能减排的成本,提升了GDP和消费水平,为经济发展提供了新动力。

技术创新促减排

在文章的同行评议中,评审人认为将自然科学的观测方法与经济学的研究相结合是这篇文章的主要创新点。“这个研究避免了传统的微观经济模型需要对主要机制和参数做假设的缺陷,为诱导性技术变化提供了直接证据,具有重大科学意义。”

王戎表示,在某种程度上,该研究验证了John Richard Hicks的设想:当能源成本占社会总成本的比例较高,就会更强烈地刺激节能型的技术创新。而在环境污染和气候变化过程中,化石能源的实际社会成本是被低估的。

他介绍,这种节能型技术创新的“副作用”就是大量减少了二氧化碳等温室气体的排放,降低了减排成本,促进经济发展。如何调整能源成本相对其它消费成本的比例,会成为未来影响一个国家节能减排效益的重要因素。

“但是,这种技术进步对中国大气污染和气候变化的具体影响尚不确定,它与其它减排措施的相互作用也不清楚。”王戎补充说。

他表示,下一步团队计划将建立的能源经济模型与之前建立的大气化学气候模型耦合,研究如何将不同的减排方案(如风力、太阳能等新能源技术)结合,并通过学科交叉融合,探索技术创新和能源结构调整对中国空气质量和气候变化的综合影响。

相关链接信息:https://doi.org/10.1016/j.joule.2019.07.024

资讯

第七届“东方杯”全国大学生勘探地球物理大赛落幕

本报讯8月27日,第七届“东方杯”全国大学生勘探地球物理大赛闭幕式暨颁奖典礼在中国石油大学(北京)举行。来自中国石油勘探开发研究院的蔡生娟、胡连莲获大赛特等奖,来自中国石油大学(北京)、东北石油大学、中国科学技术大学、西南石油大学、中国地质大学(武汉)的9支团队获一等奖,另有20支团队荣获二等奖。

本届大赛的一大亮点是,决赛

自2014年以来再次于国家超级计算天津中心举办,该中心“天河”超级计算机以其卓越的性能为大赛提供了强有力的硬件支持,确保大赛决赛各环节高效有序地进行。

据悉,“东方杯”大赛是以矿产资源勘查企业人才的实际需求为导向,致力于为学生提供创新、实践与交流的平台,促进学生更好地运用勘探地球物理专业知识,培养适应企业和社会发展需求的创新型、应用型和国际人才。

中国科学院院士、中国石油大学(北京)地球物理学院名誉院长朱日祥表示,“东方杯”为广大勘探地球物理学子提供了一个互相学习、交流的平台,体现了东方地球物理公司作为国有企业的长远战略格局和令人称赞的社会担当。中国石油勘探开发研究院执行董事也阐述了国企在培育人才方面应该承担的责任。SEG中国总经理吴静宇表示,SEG今后还将继续支持大赛的举办。(李惠钰)