

为自主后处理技术发展“补缺” ——记我国首次实验室规模动力堆后处理热试验

本报通讯员 王丽丽 鲜亮 本报记者 陈瑜

■ 创新驱动发展

厚重的混凝土墙体外,巨大的机械臂臂时“歇息”,隔着玻璃窗,刚刚度过一个多月紧张工作的机械手在热室内静静地与之遥遥相望。近日,我国科研人员在此成功完成了我国首次实验室规模动力堆后处理热试验,标志着我国核科技领域核心技术自主创新取得重大突破。

发展核电,经济性和安全性最受关注。将反应堆中使用的核燃料(即乏燃料)进行化学处理,除去其中的裂变产物,并分离和回收易裂变核素及可转换核素的过程被称为乏燃料后处理。它是提高核电经济性、确保核能可持续发展并降低放射性废物长期危害的最佳途径。

这次采用的先进无盐二循环流程是我国历经二十余年自主研发的后处理工艺流程,以“经济、安全、废物最小化”为目标,通过“无盐”技术的应用,简化了工艺流程,减少了废物量,提高了铀钚分离系数,充分体现了保障核能可持续发展的先进理念。

核电大国呼唤自主乏燃料后处理技术

根据2012年国务院《核电中长期发展规划(2011—2020)》:到2020年我国核电运行装机容量达到5800万千瓦,在建装机3000万千瓦。

按照我国目前核电发展规模和速度测算,到2020年我国将累计产生乏燃料0.75万吨—1万吨,2030年将达到2万吨—2.5万吨。但目前我国尚未建成商用大型乏燃料后处理厂,只有一座动力堆乏燃料后处理中间规模试验工厂。

今年9月,中核集团宣布,由其投资建设,法国阿海珐集团承担总体技术责任的“中法核燃料循环项目”将在2020年开工。除与法国合作,中核集团亦在不断加快其自主技术的乏燃料后处理项目布局。在中核集团“龙腾2020”科技规划中,具有自主知识产权的200吨大型商用乏燃料后处理示范工程是首批8个科技创新示范工程之一。

“核燃料后处理技术是一项高、精、尖的复杂技术。”中国原子能科学研究院(以下简称原子能院)放射化学研究所所长郑卫芳说,后处理厂投资巨大、建设周期长,一般需要十年,目前世界上拥有后处理厂的国家并不多,有限的后处理技术国际合作也无法实现真正核心技术交流。作为世界在建核规模最大、核能建设的重要任务。”国防科工局副局长王毅初这样评价。

生逢其时的放化大楼

9月1日,我国首次实验室规模动力堆后处理热试验在我国重要的核燃料后处理研究平台——放化大楼成功启动。

“放化大楼承载着几代放化人的梦想,如今建成投用,恰逢其时,赶上了国家新时期核能建设的重要任务。”国防科工局副局长王毅初这样评价。

这次热试验,我国科研人员已期盼多年。“今天这一刀切下去,多年的梦想终于开始成为现实。”放射化学领域专家王方定院士见此情景发出由衷感慨。

在原子能院中心位置有一排南北走向、看起来并不起眼的平房,外观由水泥混凝土建造,在高耸的通风烟囱下显得安静祥和。

这是我国第一座甲级放射性实验室,这个当时为解决紧急任务之需而搭建的临时性放射性工作场所,设计安全使用寿命只有15年。由于种种原因,该实验室服役时间长达半世纪。在这里,科研人员对模拟乏燃料溶液开展了多次冷中子试验和温试验。

但随着后处理技术的不断发展,超期服役的实验室已越来越不能满足科研需要(我国后处理中间规模试验工厂需要进行的热试验是通过国际合作于1996年在俄罗斯完成的)。

建造一个高水平的、综合性的放化实验大楼成为几代放化人的梦想。2003年放化大楼经国防科工局正式立项;2008年,大楼开工建设;历时6年,2014年大楼建成并通过国防科工局的验收。

“放化大楼虽已建成,但并不意味着马上可以投入应用并开展热试验。从建成到热试



热试验启动仪式



工作人员在热试验中

投用似乎只有一步之遥,但这一步走过来却非常艰难和艰辛。”郑卫芳说。

放化大楼是从事强放射性试验的设施,装备系统十分复杂,要保证其可靠、安全地运行,短时间内完成各系统的调试、整改工作难度极大。

热室运输车是担负各热室间转运物品任务的重要系统,该系统的运行主要是通过两部电机驱动链条来带动。为保证双盖容器运输车在各站点与热室底板密封盖精准对接,运输车水平定位误差必须小于两毫米。热室线运输车链条总长几十米,要实现每一个站点水平精确定位,必须经过大量反复调试才能摸索出一套精准的控制方法。

热室是密封包裹强放射性的特殊设施,如同关“老虎”的笼子,安装在热室内的所有设备不仅要求耐腐蚀、耐辐射,而且还必须具备高可靠性(不能轻易出问题),设备一旦出现问题(包括设备维修、更换),只能隔着热室墙,通过机械手来远距离完成。因此热室安装的东西必须越简单越好,最大程度减少使用易损部件,尽量不使用电子元器件、转动部件。即便是一个小小的阀门,为了方便机械手操作,其把手结构的设计也先后试验了五六种才最终定型。

试验原计划持续100小时,如今运行不到30小时即出现突发情况,郑卫芳脑海里闪过一个词“死定了”,在强放射热室里,萃取设备发生堵塞是一件极难处理的事。

大家都变得束手无策。参加热试验的这支队伍平均年龄不到35岁,郑卫芳是唯一亲历过热试验的人。看着萃取槽中上涨的液面,他很快冷静下来,根据萃取物的形态和性状,立即组织现场试验人员讨论,很快提出了应急措施。

考验意志的热试验

热试验是对真实反应堆乏燃料进行处

理,处理对象成分极为复杂且具强放射性,这是后处理技术研发中最重要和最具挑战性的环节。

按照流程,在成功完成元件剪切、溶解后,试验进入关键的第三阶段,即化学分离部分的首个环节——铀钚共去污分离循环。

该循环主要由数个透明材料制成的萃取槽组成,其中铀钚共萃取槽(1A萃取槽)是整个化学分离流程中第一个萃取设备,将从乏燃料溶解液中提取出铀钚,同时产生高放废液。这是最强放射性操作单元,是化学分离流程中最关键、也最容易出问题的单元,它的正常运行与工艺效果将直接影响整个热试验成败。

该单元的试验是在10月1日晚上启动的。虽然正值国庆假期,但放化大楼内灯火通明,全体试验人员都在现场忙碌着,紧张等待强放料液进入1A萃取槽的那一刻。

21点50分,经过调料的乏燃料溶液顺利进入1A萃取槽,萃取槽进料颜色略加深,但未见异常。大家紧张的心稍稍放松下来,然而仅仅运行不到30分钟,萃取槽进料附近出现大团黑色絮状物。

这是郑卫芳最不愿意看到的境况。很快,试验人员向他反映,萃取槽中液面在上涨,说明萃取槽液流通道已不畅,大团絮状物造成的影响已经显现。

凭着专业知识,郑卫芳清楚,槽中絮状物会越来越厚,那样试验将难以继续。虽然试验前已有准备,让他始料未及的是,界面污物来得这么快、这么猛。

试验原计划持续100小时,如今运行不到30小时即出现突发情况,郑卫芳脑海里闪过一个词“死定了”,在强放射热室里,萃取设备发生堵塞是一件极难处理的事。

大家都变得束手无策。参加热试验的这支队伍平均年龄不到35岁,郑卫芳是唯一亲历过热试验的人。看着萃取槽中上涨的液面,他很快冷静下来,根据萃取物的形态和性状,立即组织现场试验人员讨论,很快提出了应急措施。

“下来了,液面下来了”,现场人员无比激动,应急措施奏效了。

然而,絮状物并没有彻底清除,萃取槽堵塞的情况随时可能再出现。

“不管怎样,只要能运行,能坚持多久是多久。”这是郑卫芳和所有试验人员一致的想法。

他吩咐大家,务必要时刻盯着萃取槽中的液面和出口物流情况,及时发现异常并采取应对措施。熬到2日凌晨一点多,设备还在运行,郑卫芳疲惫不安地回家休息。

一夜竟然没有电话。

“是试验停了,他们没告诉我,还是试验一直坚持到现在?”郑卫芳不敢打电话,直接跑去了放化大楼。到了现场,得知试验还在进行,他没有想象中兴奋,只有一种感受,置之死地而后生。

接下来是煎熬的漫长等待。

“试验只要能进行10小时就会开始有样品。”团队成员互相鼓励,10小时,20小时……50小时,在线监测系统表明铀、钚萃取正常,萃取槽液面不再上涨,出口液体流出通畅。同时出口料液的分析数据表明,铀钚回收率与裂片元素等的净化率均满足工艺的要求。最终,这个环节的试验持续了近90小时,达到了既定目标。

试验结束后,大家检查发现,槽内多半是黑色糊状的东西。

“这是后处理过程中比较常见的东西。”

郑卫芳说,乏燃料组成成分复杂,包括四五十种元素,每种元素形态不一。虽然经过了溶解、过滤,但看起来清亮的滤液里面有固体微粒,进入化学分离阶段后,在强辐射场下,固体微粒发生团聚。在整个试验过程中,还发生了几次有惊无险的事件,研究人员都一一化解了。

“这是我国第一次开展实验室规模的动力堆乏燃料后处理热试验,积累实战经验非常重要。”郑卫芳说,在放射化学领域,至少需要十年,才能让一个人对整个热试验流程融会贯通。他告诉记者,近期将再开展一次热试验,对流程进一步检验,也可以进一步锻炼这支年轻的队伍。让他自豪的是,试验是模拟工厂真实情况下所做的试验,对工厂设计、工艺运行能起直接指导作用。

植物油高温炒菜会致癌吗?

本报记者 贾婧

■ 今日关注

英国《每日电讯》11月7日刊登的报道援引了一位生物分析化学和化学病理学教授的观点,这位马丁教授发现植物油在高温烹调过程中会产生大量的醛类物质。醛类物质有潜在的毒性,将引发相关疾病包括心脏病、癌症、痴呆等。他发现,加热到180℃一段时间后,相比于葵花籽油和玉米油,黄油、橄榄油、猪油产生的醛类物质会少很多,椰子油情况最好,如果煎炸不用黄油。总之外国专家的建议是:少用玉米油和葵花籽油。但中国人的饮食习惯、烹调习惯、油品情况都和外国有差异,明显不能照搬。

“这个新闻不算耸人听闻,其实早在几年前就说过的问题,豆油、葵花籽油、玉米油等含大量亚油酸,不适合做冒油烟的炒菜。”中国农业大学食品科学博士范志红说,在食品化学课上,人们早就知道亚油酸不耐热,到冒油烟的温度即达200℃以上,必然产生有毒分解物和氧化聚合物。但油脂高温下的变化被大部分人忽视。

这篇报道还援引了一位牛津大学神经生物学教授的观点,指出富含n-6系多不饱和脂肪酸的植物油如果摄入过多,可能打破人体内脂肪酸的平衡,特别是n-3系多不饱和脂肪酸过少不利于大脑健康,甚至产生心理问题。这些成分该摄入多少呢?

北京友谊医院营养师顾中一告诉科技日报记者,根据中国营养学会最新版的《中国居民膳食营养素参考摄入量》,对于一般成年人,宏量营养素可接受范围(AMDR)总脂肪20%—30%,饱和脂肪<10%,n-6系多不饱和脂肪酸为2.5%—9%,n-3系多不饱和脂肪酸0.5%—2.0%,属于n-3系多不饱和脂肪酸的

DHA+EPA因为作用较大,单独给出了参考量是每天合计0.25—2克。

我们达到这个量了吗?从膳食调查的结果来看,抛开具体益处或者危害的程度不谈,至少大体趋势是应该增加n-3系多不饱和脂肪酸的摄入。”顾中一说,这也是建议孕妇和儿童多吃鱼,还有很多人看重鱼油保健品的缘故之一。

按照脂肪酸选择食用油就可以了?顾中一表示,哪怕富含DHA的鱼油胶囊也有储藏变质的问题,我们平时的油都是要烹调的,这其中的变化当然也要考虑在内。“在选择上如果只求省事,买橄榄油就可以了,注

意不要用来煎炸食物,用橄榄油炒菜还是可以的。”顾中一说,谈到植物油主要有两个方面:总量和种类。《中国居民膳食指南》中建议的是每日25到30克的食用油,也就是两三个白瓷勺的量,但从许多调查结果来看,不少人每日食油都在40克以上。人们根据情况选择什么油品种类也很重要。

猪油、鸭油、奶油相对于植物油含饱和脂肪酸和胆固醇较多,对于现在患高血脂、脂肪肝的人来说可谓火上浇油,不建议选择。顾中一表示,如果是用来煎炸的话,那么可使用富含饱和脂肪酸的植物油。如果条件再好一些可以选择椰子油、中长链

脂肪酸食用油。

范志红建议,日常做菜的时候,要尽量降低烹调温度,避免冒出油烟。明显冒油烟不仅意味着温度超过200℃,对食物营养成分有破坏,而且有令蛋白质食材产生致癌物的危险,还会招来脂肪的热分解和氧化聚合,对身体非常不利。

“别忘记,油烟本身就是PM2.5的来源,而且有致癌作用!”范志红提示,可用一片葱白来判断油温。如果葱白四周大量冒泡,但颜色不会马上变化,油烟还没有冒出,这个温度就可以放菜了。

(科技日报北京11月9日电)

中关村国际创客中心打造“创客云”

科技日报讯(记者韩义雷)11月8日,“中关村国际创客中心”启动暨签约仪式在中关村核心区举行。

中关村国际创客中心将创新服务模式,从有限的空间延展开来,打造“创客云”与创业资源共享经济中心。

中关村国际创客中心位于中关村核心区,前身是中关村广场购物中心,距离中关村创业大街仅200米。

根据最新的“中关村大街发展规划”,中关村大街将成为承载全国科技创新中心功能的核心载体,聚集全国高端创新资源和创新型人才的重要节点。结合发展规划,中关村国际创客中心将打造不落帷幕的国际TMT发布中心、领军企业率领的独角兽孵化中心、国际创业金融服务中心、国际创业教育中心。截至目前,中关村国

际创客中心意向签约面积已达总面积的七成。

“中关村国际创客中心”由创业公社与光耀东方联合运营。下一步,中关村国际创客中心将进一步整合国内、国际创新创业资源,引导入驻机构及合作机构相互连接,提供更加系统化、品牌化的服务,成为国际创客的集聚地。

成铁局给动车穿“保暖衣”

科技日报成都11月9日电(周兵 记者盛利)记者

9日从成都铁路局获悉,为防止动车组在冬季恶劣潮湿天气运行时,容易发生的车顶绝缘子爬电、闪络等事故,该局成都动车段将在冬季来临之前对所配属的23组CRH1A型、4组CRH380AL型动车组,进行了车顶

陶瓷绝缘子防污闪重新喷涂。

室温硫化硅橡胶简称RTV防污闪涂料,是保护电力绝缘子绝缘性能、防止污染、预防造成闪络等事故的一种硅橡胶涂料。该段主管运营的副段长文渊表示,绝缘子喷涂防污闪涂料后可有效增强

绝缘子憎水性,提高防污闪性能。因此,做好绝缘子防污闪喷涂和日常清洁工作,动车组过冬才有保障。

为给动车穿好“保暖衣”,成都段严格执行“三必一抽”的喷涂制度,喷涂完毕后采取检修人员、工长、质检员三道关卡喷涂质量联查、管理人员随机抽查方式确保瓷瓶绝缘子喷涂面积全覆盖、喷涂厚度达标,并在此基础上制定了合理的日常清洁保养方案。

(上接第一版)

2015年新年伊始,创新驱动发展战略上升为广东经济发展的“核心战略”和“总抓手”。在2015年1月广东省委十一届四次全会上,中共中央政治局委员、省委书记胡春华强调,广东要继续走在全国前列,就要大力实施创新驱动发展战略,推动产业转型升级和“凤凰涅槃”。

春节刚过,广东省委省政府在深圳召开了创新大会。这是一场决胜千里的运筹,这是一次创新时代的誓师!

实施十年的省院产学研结合,将珠三角的创新神经和血管延伸至全国两百多所大学;上百家居型创新团队,延揽了世界各地的高端科技精英,形成了珠三角的人才“核聚变”;三百多家科技创新专业镇,在珠三角演绎着传统产业依靠创新点石成金的转型升级……

创新大潮起珠江

广州个性化医疗与生物医药、惠州云计算智能终端、佛山高端装备、东莞先进制造、中山健康科技、珠海智能电网装备、江门LED绿色光源等创新型产业集群特色明显,优势突出,成为带动区域发展的强大力量。配套体系发达。珠三角基础制造业发达,各类零部件和材料齐全,具有全世界最完善的产业配套能力。

中国(东莞)散裂中子源、中微子实验室(二期)、加速器驱动嬗变系统研究装置、强流重离子加速装置等相继落户,依托中国(广州)超算中心建设“国家大数据科学研究中心”,大科学工程及其应用机构逐步成为广东汇聚人才、技术、资金、信息和培育发展新兴产业的

示范区,这又是一次伟大的历史选择。

亲爱的朋友,听到了吗?未来在召唤!珠三角,犹如扶摇直上九万里的大鹏,要靠自主创新的动力,突破发展速度的“音障”!

创新大潮起珠江。

今天的海上丝绸之路,也是一条连接中国与世界的创新纽带。在全球性的技术革命如火如荼之际,珠三角自主创新之火,定将成为照亮世界的东方之光!

一阅《满江红》,大潮起珠江:

春风浩荡,看岭南、创新风光。大潮涌,政策风劲,企业昂扬。曾忆当年开门窗,自此不再做夜郎。转眼间、三十五载过,天下唱!

栽梧桐,引凤凰。访世界,拜良将。汇群英,恰似滔滔珠江。敢为中华排头兵,瞄准世界前沿闯。雷与电,照我踏征程,豪情涨。

雾锁辽宁是天造还是人为?

(上接第一版)

11月9日,辽宁空气质量虽稍有好转,但仍有8个城市重度污染。辽宁省气象台首席预报员孙欣在接受记者采访时表示,7日全省的降水过程中,使地面相对湿度较大,有利于雾天气的形成,此次天气过程冷空气弱,没能吹散雾霾天气,反而将上游地区的污染空气带到辽宁,加之本地的污染扩散条件差,导致了本地的污染物不利于扩散。她说,从9日起,污染过程开始有所减弱,预计10日夜间开始再次增强,将于12日白天再次减弱。

辽宁省政府重污染天气应急工作领导小组要求各成员单位要认真履职,主动作为,将各项工作落实到各县区、各部门和重点企业,确保能够及时采取措施,有效遏制此次重污染天气。(科技日报沈阳11月9日电)