

反应堆核心模块吊装成功

为“玲龙一号”装上“心脏”

热点透视
rediantoushi

8月10日,海南昌江,在碧海蓝天的辉映下,2000吨履带式起重机吊着一颗银白色“心脏”缓缓移动。历时5时48分,这颗“心脏”被稳稳地安放在核岛中央。

“玲龙一号”(ACP100)是全球首个陆上商用小型核反应堆,也是中核集团在成熟压水堆核电站和核电技术的基础上开发的具有自主知识产权的创新型核反应堆,这颗“心脏”就是“玲龙一号”反应堆核心模块——“玲龙之心”。“玲龙之心”顺利吊装就位,意味着“玲龙一号”迎来核岛关键设备安装的第一个里程碑节点,距离“玲龙一号”正式建成投运已为期不远。

开顶法让“心脏”精准到位

10日凌晨,中核机械工程有限公司吊装技术能手杨西山早早来到“玲龙一号”吊装现场。即使已经参与过多个重大核电设备的吊装工作,他也不敢掉以轻心,反复细致地检查设备,因为今天等着他的,是一场前所未有的“硬仗”。

简单来说,杨西山此次的任务,就是让“玲龙之心”住进位于核岛的“房子”里。但这并不容易,因为不仅要“请进去”,还要“请到位”。

小型堆(以下简称小堆)是指电功率在30万千瓦以下的核反应堆。“玲龙一号”的功率只有12.5万千瓦,整个机组占地面积不到普通大型反应堆(以下简称大堆)的一半。以往大堆吊装时,会留出足够大型机械运输的通道,但小堆不如大堆宽敞,因此这次吊装只能采用开顶法,即暂时不扣“屋顶”,把“玲龙之心”从上面吊进核岛内。

开顶法最难控制的是降水,8月的海南正值雨季,加上台风袭扰,吊装工作要“看天吃饭”。吊装团队紧盯天气动向,最终等到了10日这样一个晴朗风小的好天气。

“请到位”是指吊装精度要高,核心模块就位后要求位置度偏差在0.5毫米以内,水平度偏差在0.3毫米以内。为了到达精准的吊装位置,核岛内放置了预先设计好的精准调整装置,还使用了全站仪实时跟踪测量。包括杨西山在内的施工单位相关人员更是提前做足准备工作,不断模拟推演、熟悉流程。在正式吊装时,大家默契十足,操作熟练。

8月10日10时46分,“玲龙一号”反应堆核心模块精准就位。“成功了!”已在现场奋战几百个日夜的建设者们欢呼雀跃,庆祝这一振奋人心时刻的到来。

模块化技术降低生产成本

看着吊装成功的“玲龙之心”,记者不禁有些好奇,以往的核反应堆不仅要吧核心设备安装进核岛内,还需要在现场施工,进行主管道焊接等一系列工作,过程十分繁琐,为何“玲龙一号”的吊装过程如此便捷?

“玲龙一号”总设计师宋丹戎向记者揭开了谜底:“答案就是一体化设计、模块化制造。”

原来,核反应堆有两大关键设备——反应堆压力容器和蒸汽发生器,传统的大堆一般是压力容器和蒸汽发生器彼此独立,需要现场安装并焊接主管道。

而“玲龙一号”的设计直接去掉了主管道,将蒸汽发生器安装在压力容器内部,形成了紧凑的一体化反应堆模块。此次吊装前,蒸汽发生器就已经在工厂与反应堆压力容器完成了组焊,运到现场后可以直接吊装。

“传统的大堆类似家用的台式电脑,小堆如同小巧灵活的笔记本电脑,各个设备都集中到一起了。”宋丹戎给出了通俗的解释。

麻雀虽小,五脏俱全,要把分散的设备集成为一体化的模块,并不是放进去就大功告成,更需要保证彼此之间“和平相处,互不干涉”。为了达到设计方案的最优,“玲龙一号”设计团队反复摸索,一根电缆、一个阀门,甚至是一堵墙的位置都要通过三维建模来分析确定。



全球首个陆上模块化小型核反应堆“玲龙一号”核心模块在海南昌江吊装成功。 ■ 受访单位供图

“工厂组装、现场安装”的模块化技术创新更是经过了多重论证,宋丹戎回忆起焊接方案的确定过程:“材料、工艺焊接、力学分析等诸多专业人员,把整个过程全部考虑一遍,经过大量的、甚至是非常保守的分析,最后才确定在工厂组合焊接后运到现场。”一体化的设计不仅缩小了反应堆体积,还消除了主管道断裂造成冷却剂丧失等事故发生的可能性,提高了核电站安全性和可靠性;模块化技术既可以制造批量化生产,降低成本,又极大地缩短了工期。

多用途性带来良好市场前景

“吊装成功后,其余设备的安装也会很快结束,这意味着更艰难的调试工作即将开始。”宋丹戎明白,吊装不是终点,未来还有很多关要“闯”。“玲龙一号”机组的各个设备、仪表能否正常运行,是否存在缺陷,这些都需要等到现场安装调试阶段才能发现。而因为设备已经安装就位,解决问题的难度也增加了。

“玲龙一号”预计于2026年上半年并网发电,建成后年发电量可达10亿千瓦时,满足52.6万户家庭生活所需。但做小堆的初衷其实不是和大堆去“拼发电”,而是要实现核能的多用途。

小堆虽小,作用不小。“除了传统核电站所具备的功能,小堆还更加适用于城市供热、工业供汽、海水淡化、石油开采、偏远地区及孤网热电联供、燃煤热电机组替代等应用。”宋丹戎说。

小堆因其安全性、部署灵活性及多用途等的独特优势,在全球市场也显示出良好前景。“玲龙一号”的多用途性在国外很受欢迎,它对于很多电网规模小、人口数量少的国家非常适用,未来大有可为。”“玲龙一号”副总设计师秦忠说。

碧波跃玲龙,重器出国门。未来,“玲龙一号”将作为中国核电一张新的名片,推动中国核能走向世界,为核电技术应用与发展贡献中国智慧。

吴叶凡

光热膜:实现太阳光的高效热转化

科学观察
kexueguancha

光热膜材料在太阳光谱范围内应具有良好的吸光性,可最大限度吸收太阳光;具有粗糙的多孔表面,可降低对光的漫反射率和损耗,使膜表面能吸收到更多的太阳光;在光热膜下层设计良好的隔热层,可降低热量传递,减少能量损失。

由太阳能驱动,通过光热转换产生水蒸气是一种高效、新兴的太阳能利用方式,在海水淡化、污水处理等领域具有广阔的应用前景。但太阳能在到达地球后,能量密度小又不连续,是低品位热源。将太阳能进行富集,转换成高品位热能,就需要利用光热材料与光热器件。而目前最具潜力的光热材料形式之一,就是光热膜材料。

什么是光热膜材料?光热膜材料通常具备哪些特点?除海水淡化外,光热膜还能应用于哪些领域?带着这些问题记者采访了相关专家。

光热膜材料是太阳能驱动水蒸发技术的核心

由于水对太阳能的吸收率低,在自然蒸发条件下,太阳能利用率低,蒸发速度比较慢。湖北大学材料科学与工程学院院长王贤保说,普通的太阳能光热转换采用的是太阳能集热管,像太阳能热水器对太阳光热的利用效能只有20%。

光热膜材料被认为是一种吸收太阳能并能将其高效转换为热能的材料,它是太阳能驱动水蒸发技术的核心。但是在通过光热转换产生水蒸气的过程中,部分光热能量会不可避免地散失在空气、水等周围低温的环境中。

中国科学院青岛生物能源与过程研究所副所长江河清研究员说,光热膜材料在太阳光谱范围内应具有良好的吸光性,可最大限度吸收太阳光;具有粗糙的多孔表面,可降低对光的漫反射率和损耗,使膜表面能吸收到更多的太阳光;在光热膜下层设计良好的隔热层,可降低热量传递,减少能量损失。光热膜材料还应具有良好的水传输性能,比如具有丰富的亲水互连孔隙结构等,以保证水蒸发过程中水输送供应的顺畅。

常见的光热膜材料大致可分为无机材料、有机材料两类,无机材料主要包括金属纳米材料,如贵金属纳米颗粒、无机半导体材料、碳基材料;有机材料则包括有机小分子化合物及聚合物材料,如聚吡咯等。

“把无机或有机的光热材料,经过共混纺丝、表面涂敷、原位改性、材料组装等工艺环节处理后,就能制备成具有多孔结构的光热膜。”中国科学院青岛生物能源与过程研究所副研究员宋向菊说,在水蒸发过程中,料液中的水经光热膜孔道的毛细管作用,传输到膜表面,处于膜表面的水吸收热量形成水蒸气,经冷凝后便可以获得纯净的淡水。

为提升性能优化材料选择和结构设计

当前,光热膜材料在实际应用中,还存在能量损失、成本高、稳定性不足等诸多瓶颈与问题。比如光热膜材料在光热转换过程中会出现热传导和热辐射等情况,导致部分能量损失;某些光热膜材料在高温和强光照射下,可能会出现腐蚀或降解,从而影响材料的长期稳定性和寿命。在海水淡化应用中,还存在盐析现象,也就是说,海水蒸发获得淡水的同时,凝结出的盐会吸附在光热膜表面,降低了膜对光的吸收、热转化的效率,从而降低了光热膜材料的水蒸发性能。

为此,科研人员在光热材料选择及膜结构设计上付出了诸多努力。比如为降低能量损失,提高光热转化效率,在膜下表面设计隔热层,同时对光热膜材料表面微结构,即表面亲疏水性、粗糙度等进行调控,一方面减少热量向水体传递,另一方面提高光的吸收率;此外,通过在膜表面构筑涂层或调控膜结构,显著提高了光热膜材料的稳定性。

近年来,江河清带领研究团队在改善光热膜的水蒸发性能方面开展了大量科研工作。比如在太阳光驱动水蒸发过程中,水体中的藻类、有机物会在光热膜中富集生长,造成膜污染,导致膜材料性能下降。团队为此设计开发了具有催化和光热特性的钙钛矿光热膜,通过高温催化降解污染物等,实现了光热膜的循环再生,延长了光热膜材料的寿命。此外,团队还开发了中空纤维阵列光热膜,可多角度吸收太阳能,显著提高了太阳光利用效率,提升了水蒸发性能;设计了具有不对称结构的Janus光热



■ 视觉中国供图

膜,利用光热膜下层的亲水特性,促进水向膜表面传输,同时利用光热膜表面疏水性,控制表面水的分布,从而控制随水传输的盐离子在膜边缘结晶、析出,不但解决了盐析问题,而且实现了盐的收集。

国内多家科研单位也在进行光热膜材料创新工作。比如中国科学院深圳先进技术研究院研究员喻学锋课题组以天然玄武岩为原料,设计制备出较为便宜、稳定且耐腐蚀的玄武岩纤维光热膜,在紫外线和近红外光谱范围内,该光热膜显示出广泛的吸收性。王贤保团队将石墨烯气溶胶制备成一张“薄膜”,可随波漂浮在水面上。“这种石墨烯膜材料的光热转换效率高达94%,而传统商业光伏电池的能量转换效率仅有10%-20%。”王贤保说。

在清洁能源和可持续发展领域颇具潜力

除海水淡化外,光热膜材料在污水处理、空气加热和净化、光催化等多个领域也具有广泛的应用前景。比如将光热膜与超滤、纳滤、反渗透等传统分离技术耦合,可开发出新型膜分离技术,利用太阳能对原料水进行加热,降低水的黏度,促使水快速通过膜,从而实现水与有机物盐的有效分离,并降低能耗。

“我们团队将光热材料引入聚合物分离膜,开发了兼具光热和分离功能的复合膜,将其应用于水和染料的分离,显著提升

了水的渗透通量,并降低了能耗,表明其在染料废水处理中具有较好的应用潜力。”江河清说。

与光热膜处理污水的技术原理相似,光热膜还可处理空气中的污染物。江河清研究团队已开发出兼具光热和分离特性光热膜,将其应用到空气净化领域,能有效去除细颗粒物(PM_{2.5}),同时提升室内温度,达到提高生活品质的效果。

光热膜还可应用在光催化、能量存储、工业加热等领域。比如利用光热膜材料的光热转化能力,促进热解和催化反应,可制备出高价值化学品;在电催化领域,利用光热膜可实现高效电解水制氢等。

宋向菊表示,光热膜材料的产业化还在不断发展中,尽管一些先进的光热膜材料已在实验室中取得了良好效果,但要将其商业化并广泛应用于实际生产中,还需要突破技术和经济上的瓶颈,以确保光热膜材料的可持续性和可靠性。

光热膜材料在可再生能源领域具有巨大的潜力,其发展方向将主要集中在材料性能优化、多功能性应用、成本降低等方面。比如通过优化光热膜结构和组成、引入新的纳米材料,提高光热性能,以适应不同领域的需求;根据光照强度和角度,开发自适应追光的智能光热膜材料等。“随着科技的进步,光热膜材料将在多个领域中发挥更大的作用,为清洁能源和可持续发展作出新贡献。”江河清说。李禾

创新杂谈
chuangxinzaotan

20世纪90年代,我国新能源汽车开启了以科研攻关项目为主的探索和产业培育。2014年,习近平总书记提出“发展新能源汽车是我国从汽车大国迈向汽车强国的必由之路”,为新能源汽车发展指明方向。今年上半年,我国成为世界最大的汽车生产国、消费国、出口国,新能源汽车发挥了重要作用。随着新能源汽车产业的发展,以及储能、大数据、云计算、智能网联等技术的演进,再加上道路等基础设施的完善,“车能路云”融合发展的产业生态前景广阔。

“车能路云”,即“聪明的车、可靠的能、智慧的路、实时的云”,构成新的出行生态系统,意味着更加智能、绿色、便捷的交通。这首先需要为“聪明的车”配备“可靠的能”。组合换电、光储充一体化充电、高压快充……近年来,我国新能源车企与充换电企业协同推动技术和商业模式创新,形成全球最大规模的充换电网络,为新能源汽车快速普及打下坚实基础。但充换电不便,仍困扰着不少新能源汽车用户。加快相关领域技术研发,进一步完善充换电基础设施建设,才能更好解决“里程焦虑”,推动新能源汽车保有量再上新台阶。

“车”与“能”的深度融合也体现在:新能源汽车既是用能体,也是载能体,是高效储能单元。一方面,清洁能源为新能源汽车提供动力,有效降低碳排放,实现绿色出行。另一方面,车用动力电池技术带动储能电池技术进步,成熟、成本持续下降,推动储能产业迭代升级。不断增加的新能源汽车,作为移动的储能单元,还有助于解决清洁能源特别是光伏、风力发电不稳定、易波动等问题。因此,新能源汽车既是终端、也是媒介,“聪明的车”和“可靠的能”相互促进、协同发展,有利于推动能源革命。

让新能源汽车更加智能,离不开“智慧的路”和“实时的云”。据统计,2022年我国搭载辅助自动驾驶系统的智能网联乘用车新车销售量达700万辆,同比增长45.6%;新能源汽车辅助自动驾驶系统搭载比例达48%。自动驾驶系统越来越成为新能源汽车的标配。过去,自动驾驶技术更多依赖于汽车本身的配置,诸如毫米波雷达、激光雷达等。未来,将同时借助来自外部的辅助系统。建设“智慧的路”,实现车路协同,既能进一步拓展单车智能感知范围,推动自动驾驶向更高阶迈进,还能对道路交通的指挥调度提供高效、可靠的决策依据,提升道路交通综合治理能力。这一切的实现,都离不开“实时的云”。构建一体化开放数据公共服务平台和云控平台,可为车载终端、路侧智能设施、第三方车联网应用平台提供高并发接入、实时计算、应用托管、数据开放、决策控制等服务,为自动驾驶、车路协同、智慧交通等提供强大数据和算力支撑。

构建“车能路云”融合发展的产业生态,是一项系统工程。要加快技术创新,支持产学研用深度跨界合作,开展车用芯片、操作系统、高精度传感器等技术攻关;同时,不断完善政策体系,形成与之配套的监管和公共服务。各方协同发力,瞄准行业前沿,扎实推进新能源汽车产业高质量发展,就能让交通更加智慧、出行更加便利,更好造福广大人民群众。

孝义科协借“科创中国”助乡村振兴

(上接 A1 版)孝义市作为“汾州核桃”主产区,近年来,高标准建设了高贤垣、角盘垣、下棚垣、兑镇垣、驿马垣、柱濮垣6个万亩核桃基地,主要发展中林、辽核等核桃优良品种,大力推广“孝核1号”抗晚霜新品种,积极探索核桃管护经营新模式。截至目前,全市核桃栽植面积已达30余万亩,核桃产业也逐渐发展成为孝义市特色农业的重要一环。在此背景下,也诞生了诸如孝义市杨氏康健核桃科技有限公司这样的专业从事核桃系列产品研发与深加工的农业科技型企业。

实地调研发现,该公司已研发了杨氏核桃茶(安神助眠茶)、老树核桃油、核桃壳生物质颗粒(清洁能源)等一系列核桃精深加工产品。在与该公司负责人座谈了解到,企业在产品更新、精深研发、包装提升方面有着迫切的需求,同时也存在一定的困难。尤其是旗下的核桃油,品质很高,但因核桃油自身特点,在储存方面面临产品保鲜、保质期较短的情况。对此,孝义市科协积极与国内科研机构对接,为企业联系了北京联合大学生物化学工程学院相关食品专家,对该问题进行深入研究,并提出可行性储存方案。

此外,针对企业在核桃生产加工过程中产生的大量核桃壳等废弃物,处理起来费时费力的问题,孝义市科协经多方考察,指导企业引进生物质颗粒生产技术,将加工核桃产生的核桃壳以及核桃种植户管护核桃产生的剪枝等废弃物充分利用起来,制成核桃壳生物质颗粒,减少了农林核桃剪枝的堆积,美化了农村环境,减少了农林火灾隐患,还为核桃种植户和企业带来了可观的经济效益。

孝义市科协党支部书记、副主席武维华表示,下一步孝义市科协将号召农企入住“科创中国”科技创新融通平台,让供需双方直接碰撞,擦出五彩火花;争取上级科协支持,让农技专家工作站落户孝义,实现家门口解决问题,为农副产品企业日后顺利融入“科创中国”牵线搭桥。

金驹煤电化:科技创新为高质量发展赋能

(上接 A1 版)同时,不断推动国家高新技术企业、省级技术中心、省级专精特新企业等平台规范管理、高效运转,持续提升公司核心竞争力。

“在企业生产运行过程中,破解难题的武器需要无比熟练的技术能力和科技创新能力。”该公司贾浩劳模创新工作室负责人、青年技术创新实践基地负责人贾浩说,“利用五小创新、小改小革、科技创新项目等多种渠道,充分调动广大职工的创新积极性,从一点一滴抓起,营造出全员创新的良好局面。”

五小创新、小改小革、科技创新等有效措施是调动职工积极性的重要法宝。2023年金驹煤电化主要技改项目共计16项,其中反渗透水处理系统改造、济柴机组42000h整机大修技术研究、济柴、CAT机组油烟分离技术研究等课题,有效地解决了现场实际问题,为公司实现更为安全、有效、可持续、高质量的发展注入了源源不断的科技动力。

推进『车能路云』融合发展

■ 张夕勇