

二氧化碳“发电”不是梦

科技自立自强

陈瑜 吴叶凡

“二氧化碳怎么能发电,你可真是个‘大忽悠’!”类似的质疑,中核集团首席科学家、“超碳一号”总设计师黄彦平听过无数次。

可就在前不久,全球首台商用超临界二氧化碳发电机组——“超碳一号”在贵州六盘水首钢特钢集团成功商运,让二氧化碳“发电”梦想成真。

与传统的蒸汽余热发电机组相比,“超碳一号”机组设备占地面积缩减一半,发电效率提升85%以上,年发电量增长50%以上。这些成就的背后是研发团队历时17年矢志攻关,先后破解设计、制造、集成应用等方面一系列技术难题,通过自主创新改写人类“烧开水”发电的历史。

“微雕”换热道

2009年的一天,黄彦平接到中国工程院院士孙玉发托人转来的一张纸条:美国正在研究超临界二氧化碳发电技术,很

多人觉得不可能,你是否愿意试试?

短短几行字,吊起了黄彦平的胃口。超临界是物质的一种特殊状态。当工作压力超过73个大气压,工作温度超过31℃时,二氧化碳就会进入超临界态,化身为“超碳”。

超临界二氧化碳发电技术就是用超碳作为能量传递和热功转换工质,替代传统蒸汽动力发电机组中的水蒸气,实现从热能到电能的转换。

“相比于水蒸气,超碳密度高、黏度低,且不会发生气液相变,既能提高发电效率,又能缩小设备体积。”黄彦平说。但当时,这项技术尚处于理论阶段,国内还无人问津。

没有经验、没有团队,黄彦平就带着一位博士生“摸黑探索”。4年后,他心中有了答案:“这项技术一定可行!我必须做这件事,哪怕自掏经费。”

研发团队组建后,项目还没开始,就有人先给他泼冷水:“‘两机三器’做不出来,用二氧化碳发电就是痴人说梦!”

“‘两机’指压气机和透平机,‘三器’则指连接‘两机’的热源换热器、回热器和冷却器。”黄彦平介绍,超碳在压气机和热源换热器中进一步提升压力与温度后,高温高压的超碳进入透平机,瞬间膨胀推动叶片高速旋转,带动发电机发电。做功后的超

碳经回热器和冷却器回收能量并冷却,返回压气机,开始新一轮循环。

自1948年超碳发电概念提出,还无人能攻克“两机三器”研制技术。由于物理性质特殊,实现超碳发电必须要有通道更细密、换热效率更高的微通道换热器。黄彦平决定先“牵住”换热器这个“牛鼻子”。

“项目设计进度非常紧张,我们要在一个月研制出微通道的板片。”研发团队核心成员刘睿龙说,然而,用传统的光化学蚀刻手段在不锈钢薄板上精准地加工出数百个直径为1毫米的凹槽,太难了。“厂家每次提供的样品精度都不达标,情急之下,我和师弟费俊杰直接去了蚀刻厂。”

在蚀刻厂里,两个年轻小伙和技术工人常常讨论到深夜,几个人边啃面包,边研究板片、分析测量精度,同时联系其他同事优化流道方案。几周高强度工作下来,费俊杰身体扛不住了,进了医院输液退烧。“我想让他多休息几天,可他刚好一点就马上回厂继续干。”刘睿龙回忆。

经过几周的方案更新与工艺迭代,当看到化学试剂均匀而精准地在板片上“雕刻”出数百个微流道时,厂内一位快60岁的老师傅不由得抹了抹眼泪。

“微通道板片研发倾注了太多人的心血!”刘睿龙感慨,“我们攻克了换热器研制道路上首个‘拦路虎’。”

“拼接”百层板

微通道加工只是第一步。板片上下叠拼,凹槽相对,才能形成超碳流动通道。要想把几百张板片摞起来,将每层的微小流道都严丝合缝焊在一起,就连最老练的焊工都难以完成。

常规技术实现不了,黄彦平翻遍资料,把目光投向了真空扩散焊接技术。“把板材像书页一样一页页叠好,施以真空高温高压,金属原子就会发生扩散,‘手牵手’紧紧结合在一起。”他解释说。

虽然有了解决方案,但是国内的真空扩散焊接技术储备却是“一穷二白”。“我们不会设计焊机,国内也加工不了,只能求助国外。”研发团队核心成员唐佳说。

2017年,黄彦平带着团队,兴冲冲地前往彼时唯一具备制造能力的国外厂家调研。没想到,一去就吃了个“闭门羹”。

“我们前后派了四拨人去,结果连实验室的门都进不去,只能看看机器外壳。”黄彦平无奈地说,“最后一次,好不容易到了门口,他们却告诉我,全世界只有3个人可以进,将我‘轰’了回来。”

不久后,真空扩散焊接技术更是被列入商业管制清单,严格限制出口。面对技术的严防死守,黄彦平赌上一口气:“既然不卖,那我们就自己干!” (下转A2版)

创新大家谈

chuangxin dajiatan

近年来,随着全球绿色低碳转型加速和我国“双碳”目标深入推进,新能源产业迅速崛起,成为我国经济高质量发展的新引擎。经过多年服役,大批清洁能源设备将陆续超使用寿命,电动汽车动力电池、太阳能光伏板、发电风机等“新三样”固废该如何处置,成为亟待解决的问题。

“新三样”固废中大都含有重金属、有毒元素以及难降解材料,处理不当会给生态系统造成不可逆的破坏。虽然存在不可忽视的环境污染风险,但也蕴藏着可观的经济价值,处理得当便能变废为宝、化害为利,实现资源再利用,释放出巨大经济效益。

完备的制度体系是守住安全底线的根本保障。目前,我国已陆续出台一系列政策措施,明确了行业通用准则和标准,推动“新三样”固废规范回收利用。比如,针对动力电池回收利用,我国已发布国家标准超20项,涵盖动力电池回收通用要求、管理规范、拆解规范等多个方面;未来还将出台新能源汽车动力电池综合利用管理办法,有力引导动力电池回收产业高质量发展。下一步,应持续深化细化相关实施细则,为行业发展提供遵循。

加大技术攻关是提高资源利用效率的重要途径。“新三样”固废回收品类多、操作难度大,无论是再生利用,还是梯次利用,都离不开新技术的支持。当前回收操作仍大量依靠人工,效率低、成本高,如何实现安全自动化拆解是当前行业面临的主要难题。可探索搭建高校、科研院所与企业协同创新平台,给予政策、资金支持,开发高效、环保的回收技术,加速技术成果产业化应用,为行业发展持续赋能。

行业协同发展是畅通循环利用的关键一环。“新三样”固废回收涉及主体较多,需明确产业链各环节的责任划分,强化全链条关联性。可深入实施生产者责任延伸制度,引导生产企业参与回收利用,加快发展第三方回收,最大限度挖掘回收产品的循环利用价值。

“新三样”固废更需绿色回收

田杨



视觉生态

shijue shengtai

汾河湿地 白鹭乐园

1月22日,白鹭在太原汾河湿地公园栖息。冬日,成群的白鹭在位于山西省太原市的汾河湿地公园内嬉戏、觅食,吸引不少市民驻足观赏。近年来,随着汾河流域生态环境不断改善,越来越多的候鸟选择在这里栖息越冬。

杨晨光摄

山西全面推动天然林保护修复

《山西省天然林保护修复中长期规划》印发

创新前沿

科学导报 近日,山西省人民政府办公厅正式印发《山西省天然林保护修复中长期规划》(以下简称《规划》),全面推动全省天然林保护修复工作。

《规划》坚持全面保护、突出重点,尊重自然、科学修复,生态为民、合理利用,政府主导、社会参与的原则,按照天然林保护与公益林管理并轨的要求,聚焦保护和修复核心任务,采取一体化保护、分类管控的措施,通过健全天然林保护修复制度体系,确保天然林面积相对稳定,功能全面提升,实

现生态安全与民生保障协调发展,为建设人与自然和谐共生的新局面筑牢绿色屏障。

在天然林保护方面,结合天然林生态区位重要性、自然恢复能力、物种珍稀性等因素,实行重点和一般区域分类管控。继续全面停止天然林商业性采伐,统筹林地管理、森林防火、林业有害生物防治和封山禁牧,加大生物多样性保护。加强信息化智能化建设,不断提升保护管理水平。

在科学修复方面,确定了10种主要修复经营模式,建立了10个典型样板。遵循近自然、多功能、全周期的经营理念,对次生乔木林、低质低效次生林、残次林、灌木

林和其他林地实施科学修复,使林分达到健康、稳定、高效的优良状态。

在防火体系建设方面,围绕提升“火源管控、火情早发现、早灭火、灭大火、防复燃、强统筹”六个能力,推进实施网格化管理责任、一体化监测预警、防灭火一体化实战能力提升、防火基础设施建设等四个体系,系统提升山西省森林火灾防控能力。

在民生保障与转型发展方面,围绕林区产业转型升级,谋划林下经济、生态旅游、森林康养、自然教育、森林碳汇、苗圃改造等六项产业发展路径,带动保障林区职工基本收入和社会保险。同时加强国有林场巡护设施设备、生活服务设

施建设。

值得关注的是,《规划》完善了天保修复制度体系,推动落实差异化生态保护补偿制度,倾斜补助重点保护区域的天然林。明确各级财政按照事权划分原则,保障国家级公益林、省级公益林和市县地方公益林补助。对在天然林保护中做出显著成绩的单位和个人给予表彰,发挥榜样引领作用。

《规划》的正式出台,将进一步推动全省天然林保护修复工作走向体系化、规范化、长效化发展道路,为持续厚植山西绿色家底,不断筑牢黄河流域生态安全屏障提供坚实的生态保障和制度支撑。

薛建英

创新资讯

chuangxin zixun

首届中国节水奖揭晓

山西4个集体6名个人榜上有名

科学导报 近日,首届中国节水奖颁奖典礼在北京召开,山西4个集体、6名个人榜上有名,分别荣获“中国节水奖先进集体”和“中国节水奖先进个人”称号。

此次山西获评先进集体的单位包括水利厅节约用水办公室、国家税务总局山西省税务局资源与环境处、临汾市水利局、山西美锦华盛化工新材料有限公司;临县刘家会镇刘家会村武顺应、太钢不锈钢股份有限公司贺占超等6名同志获评先进个人。全国共有149个单位、199名个人在此次评选中获奖。

“十四五”期间,山西省深入践行“节水优先、空间均衡、系统治理、两手发力”治水思路,以“四水四定”实施方案为抓手,通过6大类20项具体举措高位推动水资源刚性约束制度落实。按照“全面搞节水、用足黄河水、多用地表水、置换地下水、配好再生水、保障生态水”的配置思路,持续强化用水总量和强度双控,节水工作成效显著:万元地区生产总值用水量降幅、万元工业增加值用水量降幅提前完成“十四五”规划目标,非常规水利用量达6.8亿立方米,城市公共管网漏损率控制在9%以内,农田灌溉水有效利用系数提升至0.58,主要节水指标跻身全国第一方阵。

刘迎春

“十四五”时期水利基础设施建设全面提速 淮河流域新增水库库容25亿立方米

科学导报 1月26日,笔者从水利部淮河流域委员会获悉:“十四五”时期,我国累计完成治淮投资6060亿元,是“十三五”时期的1.63倍,水利基础设施建设全面提速,流域水旱灾害防御、水资源节约集约利用与优化配置、河湖生态保护治理、统一治理管理等能力显著提升。

截至“十四五”末,国务院确定的进一步治淮38项工程全部开工,其中17项竣工验收,淮河干流重要堤防达标三年行动全面完成,流域新增水库库容25亿立方米、防洪库容10.9亿立方米,流域防洪工程体系不断完善,雨水情监测预报体系和水旱灾害防御工作体系加快构建。

“十四五”时期,淮河流域河湖健康评价全面完成,9条母亲河复苏目标全面实现,建成流域级幸福河湖125个、省市县级幸福河湖2200余个,国家级水利风景区8家;水土流失预防监督、综合治理和动态监测全面加强,流域水土流失面积减少4006平方公里,水土保持率提高至91.3%;重点河湖生态流量目标达标率保持在90%以上,河湖生态保护治理体系加快构建。

王浩