

集中供冷，探索节能新方式

今年7月,《“十五五”碳达峰行动方案》印发,提出加快供热、制冷系统绿色低碳转型。

近年来,一些城市关于集中供冷的探索越来越多:在广东深圳,集中冷站制备的空调冷水经市政管网为楼群降温;在湖北武汉、江苏南京,取自长江的江水通过热泵机组化作“天然空调”。

多个冷站管网互通,可跨站补冷、相互支撑

地面上,写字楼林立,不见外挂空调机;地面上,空调冷水沿管网输送清凉。

不同于传统空调系统,深圳前海的区域供冷系统由集中冷站制备空调冷水,经市政管网统一输配至各楼宇。

前海合作区成立之初,便将区域集中供冷写入片区市政专项规划。在这处高密度建成区,冷站多附建于商业建筑或城市绿地之下,楼宇也不再单独建设机房和冷却塔。

前海5号冷站就“藏”在一座公交场站下。走入地下站房,高大的制冷机组整齐排列,数根管道沿着顶部延伸。2.5摄氏度的空调水经管网以低损耗抵达周边楼宇,换热后以12.5摄氏度返回。

“一台主机的制冷能力,相当于3250台家用空调。”前海能源科技发展有限公司绿色发展创新中心综合能源研究室主任朱春光介绍,系统采用“电制冷+冰蓄冷”技术,夜间用电低谷期制冰储冷,白天高温融冰释冷。

几百栋建筑原本各自配建的冷却塔集中起来,避免持续向外排热。白天的制冷负荷转移到夜间,对电网“削峰填谷”。

8月10日,深圳户外热浪翻滚。前海5号冷站总控中心大屏实时数据显示,前海集中供冷片区温度较市中心低约0.9摄氏度。前海在桂湾、前湾、妈湾片区共规划建设10座冷站,目前已投运6座。片区办公、商业综合体、医院、学校、政府机构、博物馆等已全部接入集中供冷。从首座冷站2017年投运至今,系统连续安全稳定运行。

“系统还引入AI(人工智能)算法,根据气象信息、历史数据和用能规律,预测次日用冷需求。8小时夜间谷电价时段按需储能,白天精准调度供给。多个冷站管网互通,可跨站补冷、相互支撑。”朱春光介绍。

“没有主机和冷却塔的振动噪声,睡眠浅的客人投诉明显减少。”深圳康莱德酒店总工程师蔡海松算了一笔账:接入集中供冷后,节省设备投资300多万元,一年可节约变压器基本电费42万元,每月冷源费、运维成本也大幅下降。

据前海能源公司测算,10座冷站全部投产后,每年可节电1.3亿千瓦时,减排二氧化碳等240万吨,释放建筑空间近10万平方米。

教授级高级工程师、深圳市勘察设计行业协会暖通分会会长李雪松介绍,区域集中供冷具有很好的规模效应,可在经济效益、社会效益和生态效益方面推进空调



工作人员在五号冷站制冷机房检查设备运行情况。 苗威摄

供冷领域的提升。

“冷源”来自长江,江水化作“天然空调”

上午9时,武汉市江岸区汉口滨江国际商务区,一家健身房负责人吴敬推开大门,健身房墙上的出风口轻柔地送着凉风。

“室内常年能保持恒定温度,湿度也能稳定在40%至70%的适宜区间。”吴敬介绍。

这家健身场馆的“冷源”来自长江,让滚滚江水化作“天然空调”的奥秘,就藏在其东北方向约1公里、地下10米的深处——由武汉城建集团参与投资建设的汉口滨江国际商务区江水源能源站。自项目试运行以来,这座江水源能源站已为商务区约26万平方米的建筑提供集中供能服务。

走进江水源能源站,由压缩机、蒸发器、冷凝器组成的热泵机组正在运行。

“这里有两套独立循环系统,互不干扰又协同运作,共同为汉口滨江国际商务区集中供能。”江水源能源站项目公司执行副总经理肖海喜介绍。

在空调冷水制取端,距能源站东南约1.5公里的取水泵房内,两根管道深入长江中心水下约10米处,源源不断汲取江水。经加压过滤后,这些23摄氏度的江水被送入能源站,完成能量交换后,原路退回长江。

而在空调用户端,通过热泵机组制取的低温空调水通过输配水管道,进入各用地地块的换热站,吸收大楼热量,给大楼降温。

“基本原理和家用空调类似,区别在于家用空调是与空气换热,而江水源热泵则是与水换热。”肖海喜比喻道,江水在这里只是“能量的搬运工”,并不会直接流入大楼管网。

此外,两套循环全程只交换能量,不消耗江水水量,不改变水质。“江水源集中供能系统用户端没有外机,也不向周围环境排放热空气。”江水源能源站项目公司总经理助理韩忠杰说,项目达产运营后,预计每年可节约标煤7374吨,减少二氧化碳排放约1.8万吨、二氧化硫排放约253吨、氮氧化物排放约59吨,生态效益相当于新增植树105.5万棵。

随着汉口滨江国际商务区江水源能源站稳定试运行,一些新建的住宅楼、写字楼开始陆续接入集中供能管网。“如今大家的绿色发展理念越来越强,这套系统实现了生态效益和经济效益双赢。”韩忠杰说。

3套彼此独立的水循环系统,接力完成热量“搬运”

8月中旬,南京暑气蒸腾。走进南京江北区新花语天境小区居民李春启家中,凉意扑面而来,但既听不到传统空调外机的运转声,也没有冷风直吹。“不仅温度、湿度比较稳定,还很安静。”李春启说。

“凉”从何来?这得归功于从南京穿城而过的滚滚长江水。社区不远处,一套江水源热泵区域供能系统正在持续运转。

夏季,长江水成为系统冷源,建筑内产生的热量通过热泵系统转移到江水中;到了冬季,过程相反,热泵机组从江水中

提取热量,再送入建筑,为室内供暖。

供能过程如何实现?南京江北新区综合能源服务有限公司总经理马林介绍,“3套彼此独立的水循环系统,接力完成热量‘搬运’——第一步,取水站将部分长江水抽取出来,送往能源站。经过热泵主机换热后,江水再通过管道回到河道,回归长江;第二步,能源站制备出空调冷水或热水,通过输配管网送往各个用户换热站;第三步,在用户换热站内,建筑内部循环水再次完成热交换,流向室内末端设备,长江水和居民家的循环水‘各走各的路’。”

到了李春启家中,藏在顶部、墙体里的毛细管网接过“最后一棒”。空调冷水在管网中循环,通过辐射方式均匀调节室内温度,配套的新风系统则不断补充新鲜空气,同时承担夏季除湿功能。

为何用江水给建筑降温?答案藏在一本“绿色账”里。

高温天气下,当地室外空气温度可接近40摄氏度,而长江水夏季最高温度约30摄氏度。以江北区江水源热泵项目为例,项目配套冰蓄冷、水蓄热技术,利用夜间用电低谷时段提前储能,可将夏季约25%的高峰用电负荷转移至夜间。

目前,当地江水源项目实际供能面积约32万平方米,每年可减少二氧化碳排放约600吨。按照现有商业办公和住宅用户规模估算,可惠及约2万人。

集中供能不仅节能,还可以节约建筑空间和运维成本。采用江水源集中供能后,用户端不再需要建设大型空调机房,只需设置小型换热站,不仅节约建设面积,减少配电容量,冷却塔耗水也可以全部省去,维护成本降低约80%。 李纵 吴君 白光迪

变固废「包袱」为绿色财富

■ 金观平

加强固体废物综合治理,推动固体废物价值化、资源化利用是实现经济社会发展全面绿色转型的重要举措。国务院近日印发《固体废物综合治理行动计划》(以下简称《行动计划》),提出按照减量化、资源化、无害化原则,构建源头减量、过程管控、末端利用和全链条无害化管理的固体废物综合治理体系。

近年来,我国固体废物环境管理逐步规范。2024年,生态环境部印发《固体废物分类与代码目录》,首次对固体废物种类进行细化,为加强固体废物环境管理奠定了基础。2025年,新版《固体废物鉴别标准 通则》发布,针对当前国内固体废物管理中普遍存在的副产物判别难题、保税再制造等新业态带来进口料件属性认定等问题作出完善调整,为固体废物科学管理和资源化利用提供了更加精准的判定依据。

《行动计划》在实践层面给出了详细行动指南,为破解固废围城、实现变废为宝绘制了系统施工图。与此前主要关注末端不同,此次部署聚焦固体废物产生、贮存、转移、利用、处置全过程,要求严格实施闭环管理,并对大宗固体废弃物年综合利用量以及主要再生资源年循环利用量提出具体目标要求。

源头管控和减量是固废治理的根本之策。过去几十年,我国工业化与城镇化快速推进,固废产生量大、历史堆存量多。进入高质量发展阶段,产业结构优化升级、“好房子”建设加快等,为固废从源头减量释放了广阔空间。《行动计划》针对工业、城镇、农林重点领域靠前发力,提出依法依规淘汰落后产能、强化工业生产精细过程管控等多项具体措施,既立足当下减量,更着眼长远转型,推动实现经济效益与生态效益双赢。

资源化利用是变废为宝的核心环节。经过多年实践,我国在固体废物资源化利用方面取得了一定成效。以工业领域为例,2024年大宗固体废物综合利用率为59%,对原生资源的替代率超过50%。尽管如此,推动行业从资源回收向加工制造延伸仍需久久为功。《行动计划》特别提出,深入实施生产者责任延伸制度,引导电器电子产品、汽车、动力电池等生产企业参与回收利用;鼓励“互联网+二手”模式发展;大力发展再制造产业。这些部署将有效提升再生资源循环利用水平,进一步化环境压力为产业发展动力。

全链条无害化管理是守住生态安全底线的关键保障。《行动计划》要求加强大宗工业固体废物无害化预处理、新建生活垃圾焚烧项目应同步落实飞灰处理途径等,切实阻断重金属、持久性有机污染物等有毒有害物质向大气、水体、土壤环境扩散。同时,对于非法倾倒、历史堆存等突出问题,部署了五大专项整治,明确治理目标和期限要求,精准补齐固体废物污染防治短板。

以覆盖治理全链条的行动实招,《行动计划》打出一套变固废“包袱”为绿色财富的政策组合拳。推动政策落地生根,尤需凝聚政府、企业、社会多方合力,将固废治理成效持续转化为生态发展优势,让绿水青山底色更亮、高质量发展成色更足。

光伏产业循环治理难题有了科学解法

科学导报讯 日前,山东大学(威海)蓝绿发展研究院教授李佳硕团队联合多所国内外高校科研团队发表研究论文,聚焦全球光伏产业循环治理难题,搭建全球退役光伏组件回收综合评估框架,为构建兼顾公平与效益的全球光伏废弃物回收治理体系提供了科学依据。

当前,光伏产业作为全球能源绿色转型的核心支柱,是增速最快的清洁能源产业之一,但早期光伏设备逐步进入规模化退役周期,海量退役组件集中报废问题凸显。退役组件富含硅、银、铜等高价值战略矿产,同时携带铅、镉等有害物质,粗放处置不仅会造成水土永久性污染,还会引发生态风险。

由于全球光伏产业发展与回收体系存在明显地域失衡,各国光伏装机结构、回收技术与经济水平差异显著,统一的回收治理策略无法适配全球发展现状。因此,精准研判光伏组件退役时空规律、量化区域回收效益、制定精细化管控策略,成为全球光伏循环经济与能源可持续发展领域的核心前沿课题。

研究团队耦合多类前沿模型并设计了多类回收情景,对1700余种政策与技术组合开展量化分析,厘清了关键材料供给与光伏部署规模的动态关联,刻画了全球光伏组件退役的时空迁移特征。研究预测,2060年全球累计退役光伏组件规模将达2.97亿至4.02亿吨,退役重心将从欧美等高收入地区逐步转移至中国、印度等新兴经济体。受矿石品位下降、开采成本上升影响,硅、银等关键材料价格或将大幅上涨,高价格情景下,全球光伏累计装机规模将减少1900吉瓦,退役组件规模将缩减700万吨。

研究团队对比评估了机械、化学、热解等各类回收技术的区域经济与碳减排效益。测算显示,全球光伏回收产业将于2035年至2040年整体实现盈亏平衡;2060年高材料价格情景下,全球回收产业累计净经济收益可达数千亿美元。同时,规模化光伏组件回收可有效减少生命周期二氧化碳当量温室气体排放,兼具资源利用与生态环保价值。

“基于系列研究成果,我们提出全球光伏组件回收综合治理策略,主张结合技术创新、产业布局与适配政策,通过差异化国别管控、定向技术转移和深度国际合作,构建绿色高效的产业闭环体系。后续可优化补贴时序安排与补贴政策模式,为全球退役光伏组件回收治理框架的持续完善提供更具操作性的策略建议。”李佳硕说。

张晚茹 李欣

多国专家热议中国生态环境法典的世界贡献

作为世界上首部以“生态环境”命名的法典,生态环境法典自8月15日起施行。新华社国家高端智库8月15日发布《生态环境法典的中国创新与世界贡献》智库报告。报告引发多国专家热议,认为生态环境法典不仅是中国推进生态文明建设的重要法治成果,也为推动共建清洁美丽世界提供了坚实的法治示范。

报告由习近平生态文明思想研究中心、新华社研究院、习近平法治思想研究中心联合课题组撰写,梳理法典的时代背景与重大意义,诠释法典的立法创新与中国特色,展示法典的全球价值与世界贡献。

法律是治国之重器,良法是善治之前提。报告指出,这部法典着眼正确处理人与自然、发展与保护、环境与民生、国内与国际等重大关系,将中国生态文明建设的成功实践、制度创新和治理经验上升为法律制度,为促进人与自然和谐共生、实现中华民族永续发展筑牢法治根基。

美国环保协会副总裁、北京代表处首席

代表秦虎认为,报告全方位解读了中国生态环境法治领域最新成果,对于世界各国理解中国探索系统性解决污染防治、推进生态保护与气候行动的努力具有重要意义。

生态环境法典的出台既有强烈的现实需求,更有深厚的实践基础。在美国中美后现代发展研究院副院长克利福德·柯布看来,这部法典既是中国生态环境治理经验的集中体现,也是中国推进生态文明建设的重要成果。

“生态环境问题涉及经济、社会、资源利用和人民生活等多个方面,需要通过系统的制度安排进行治理。”塞尔维亚矿业和能源部长杜布拉夫卡·杰多维奇·汉达诺维奇接受采访时表示,中国生态环境法典将生态环境保护进一步纳入法治化、制度化轨道,对完善生态环境治理体系具有重要意义,也为其他国家提供了参考。

生态环境法典以“总则统领、分编支撑、责任保障”的逻辑体系,把污染防治、生态保护、绿色低碳发展和责任追究等纳入同一制度框架。英国皇家国际问题研究所环境和社会中心副研究员萨姆·吉尔认为,中国以全面、系统的方式构建生态环境法律体系具有重要价值。其中,法典将“绿色低碳发展”单

独成编,并专设“应对气候变化”一章,为其他国家推动绿色低碳转型提供借鉴。

用法治保护生态环境,是世界各国推动可持续发展的重要经验,也是中国坚持奉行的理念和行动。报告指出,生态环境法典既是中国立足现实国情、运用法治普遍原理的重大探索,也是推动应对生态环境危机的一次创举,为全球可持续发展提供了中国的法治智慧。

马达加斯加塔那那利佛大学环境管理与可持续发展领域专家埃莱娜·拉扎芬德拉马罗认为,从风险防范、环境损害修复到法律责任追究,法典纳入环境治理的全过程,形成了较为完整的制度体系。中国的这一实践表明,根据本国国情推进环境保护法典化,有助于提升公共政策的实施效能,完善环境治理体系。

北京大学资源、能源与环境法研究中心主任巩固表示,这部法典把含义丰富、范围广泛的“生态环境”作为基石概念和保护对象,融污染防治、生态保护、绿色低碳发展相关法律法规于一体,为世界环境立法面向生态文明演进提供典范样本。

极端天气席卷全球,极地冰川加速融化、珍稀物种不断消失……全球生态环境危

机正在以更复杂、更严峻的形式显现。面对生态环境挑战,任何国家都无法独善其身。

报告指出,这部法典秉承人类命运共同体理念,既立足中国国情,也系统回应全人类面临的气候变化、生物多样性丧失、环境污染等共同关切,丰富了全球生态环境治理制度体系,为推动共建清洁美丽的地球家园贡献中国智慧和方案。

“环境问题从来不是某一个国家单独面对的问题,而是全人类共同面临的挑战。”科特迪瓦环境保护专家加斯东·库奥接受采访时说,中国长期以来在生物多样性保护、污染防治和生态环境保护方面始终保持政策和行动的一致性。生态环境法典既是中国生态文明建设实践的重要制度成果,也为其他国家通过法治推动绿色发展提供了新的实践样本。

几内亚环境和可持续发展部法律顾问西里尔·阿博利认为,面对气候变化和生态环境退化等全球性挑战,各国需要加强合作。中国在生态环境法治建设方面的实践,为推进全球环境治理、促进绿色和可持续发展提供了有益经验,也为共同建设清洁美丽世界作出了积极贡献。