

# 碳利用有了新实践

■ 本报实习记者 林水静

“全球 CCUS 技术快速发展,已具备大规模示范的基础。”“加快推进 CCUS 产业发展,要强化全产业链技术研发,培育区域 CCUS 产业。”“在全社会推进碳达峰碳中和背景下,化工行业面临挑战与发展机遇,二氧化碳化学利用产业化、开展低碳零碳园区探索、发展绿色产品等均需探索实践。”近期,二氧化碳减排与资源化利用再度引发关注。

CCUS 即碳捕获、利用与封存,是实现碳中和的有效手段。国际能源署最新数据显示,2022 年全球与能源相关的二氧化碳排放量达到 368 亿吨以上,其中我国总量约为 121 亿吨,约占全球总排放量的 30%,远高于其他国家。与国际上更多关注碳捕获与封存不同,我国更加关注碳的利用,在新技术的加持下,碳利用迎来更多可能性。

## ■ 碳中和重要途径

“实现碳中和可分为减碳、零碳和固碳三种路径,分别为通过节能减排等各种措施提高煤电效率,达到减碳;使用风电光伏发电能源达到零碳;最终通过 CCUS 手段达到固碳。”国家能源集团新能源技术研究院碳中和研究中心主任徐冬介绍道,“近年来,在政策的引导下,我国电力装机逐步向新能源倾斜,但煤电仍然是当前我国电力供应的最主要电源。在能源安全的要求下,煤电将会在很长的一段时间充当托底的角色,无法退出历史舞台。根据预测,到 2060

年,我国仍需要保留 5 亿千瓦左右的煤电装机量。未来的能源结构需要‘新能源+储能’‘煤电+CCUS’相互融合、共同发展。”中国中化控股有限责任公司副总经理张方认为,石化行业碳排放约占全国碳排放总量的 14%,其碳排放主要来自能源利用和生产工艺。未来,二氧化碳化学利用将是行业减排的重要途径之一。

“二氧化碳利用是实现二氧化碳捕集后消纳的重要途径,能将二氧化碳作为一种廉价资源进一步形成具有更高价值或创造更高价值的产品。利用方式主要分为化学利用、生物利用、驱油封存等。从目前来看,伴随着碳减排政策的落地实施以及碳中和观念的深入人心,催动了二氧化碳加氢制化学品、电催化、微藻固碳等各种利用技术的快速发展,国内相继完成了千吨级液态阳光示范项目、电催化制合成气以及万亩微藻养殖示范,技术取得了较大突破。”徐冬说。

## ■ 碳制甲醇技术可行性高

“液体燃料短缺和二氧化碳排放是我国燃料领域的两大难题。在此背景下,绿色甲醇是未来我国清洁能源供应的一大选择。”中国科学院大连化学物理研究所研究员王集杰表示,目前在绿色甲醇合成技术方面,化物所已开发了系列二氧化碳加氢制甲醇催化剂,打通了光伏发电-电解水制氢-二氧化碳加氢制甲醇全工艺流

程,并实现千吨级规模中试和示范。

西南化工研究设计院有限公司副总经理郑珩则认为:“二氧化碳加氢制甲醇技术可行性已达较高水平,结合可再生资源发电和大规模电解水制氢技术的不断发展,有望尽快实现二氧化碳资源化循环利用。”

“该技术可应用于现有煤化工诸多应用场景,助力各企业实现减碳目标。目前我国甲醇每年产能已达 1 亿吨,其中煤制甲醇占比高达 80%。如每年利用二氧化碳制甲醇技术替代传统煤制甲醇产能 1000 万吨,年总减排可达约 3400 万吨二氧化碳。在直接减碳方面,年回收利用可达约 1400 万吨二氧化碳,还可间接减少煤制甲醇路线二氧化碳排放约 2000 万吨。”郑珩进一步解释。

碳能科技(北京)有限公司总工程师孙磊介绍,二氧化碳电解技术产生的合成气中间产品,配套下游深加工合成技术还可生产蜡、油、天然气、乙二醇等高附加值化学品或燃料,通过“绿电-二氧化碳电解利用-绿色化学品/绿色燃料”的一体化项目实施方案,最终可实现绿色可持续发展经济模式。

“二氧化碳电解技术可以减少新能源弃风弃光,促进风光就地消纳,减少火电调峰压力。在‘双碳’目标下,实现二氧化碳资源化再利用;在经济性方面,由于二氧化碳电化工艺系统本身能以低浓度的工业烟



江苏油田 CCUS-EOR 项目联 38 示范区风貌。视觉中国

气为原料气,因此边际成本为零,还会有碳

## ■ 绿氢供应是关键

“如何解决绿氢供应是现阶段的难题。”“现阶段的制氢方法包括化石资源制氢、工业副产氢、甲醇重整制氢、电解水制氢。当前大部分制氢都采用煤制氢,碳排放量极高,与‘双碳’目标背道而驰。未来制氢技术发展路线最终将落在可再生能源电解水制氢上。”王集杰认为,当前在规模化应用方面,碱性电解水制氢已达到工业化并且处于市场白热化竞争阶段,可有效助力二氧化碳利用发展。

“二氧化碳加氢制甲醇技术的产业化进程中,原料来源及成本是影响其经济性的关键因素之一,如氢价在每公斤 11 元,通过二氧化碳加氢生产一吨甲醇仅氢气成本就需 2100 元,长远来看,低成本的绿氢

技术仍是关键。”郑珩算了一笔账。

王集杰也坦言,当前绿色甲醇的生产成本与传统煤制甲醇相比确实还存在一定差距,有待从技术、市场、政策等多方面予以攻关、培育或支持。“在技术方面,需要进一步提升光伏、风电、电解水制氢、二氧化碳捕集及转化的效率;市场方面,应对绿色甲醇减排的贡献予以认证;政策方面,应对相关开展绿色甲醇生产的企业进行政策支持或减免税等补贴。只有这样,才能引导产业的健康发展。”

在二氧化碳电解制化学品技术市场化推广进程中,如何优化电堆成本投资、提高电解效率降低电耗等问题也需继续关注。“期待国家层面给予产业政策、税费政策以及投融资方面的扶持和优惠,如特批二氧化碳电解技术配套风光等新能源项目,加快推进绿色产品认证及奖励补贴办法,建立产业基金、提高一体化项目融资比例等,以利于二氧化碳利用技术的市场推广,助力国家‘双碳’目标早日实现。”孙磊建议。

## 湖北大悟:借光生金 绿富同兴



## ■ 图片新闻

近年来,湖北省孝感市大悟县坚持绿色发展,推进光伏发电,在芳畈镇大塘村的山岭荒坡上建设 3500 多亩光伏发电项目,将新兴产业与乡村闲置土地有机结合,让荒山“变废为宝”,描绘出生态利用和农民增收的借光生金、绿富同兴的双赢画卷。

人民图片

## ■ 关注

本报讯 3 月 15 日,北京大学碳中和研究院成立仪式暨碳中和论坛在北大英杰交流中心阳光厅举行。北京大学校长、中国科学院院士龚旗煌在致辞中指出,当今世界,气候变化已成为人类面临的最严峻挑战之一。实现碳达峰碳中和,事关中华民族永续发展和人类共同福祉,需要社会各界付出艰辛努力。北京大学在新一轮“双一流”建设周期中把“双碳”作为重点布局建设的四大交叉领域之一,推动设立北京大学碳中和研究院,积极服务我国“双碳”战略的实施,增进与国际社会在应对气候变化领域的深层次合作。

生态环境部副部长赵英民在致辞中表示,绿色低碳发展已经成为国际的潮流共识和大国竞争的新赛道。党的二十大报告为我们今后做好应对气候变化和“双碳”工作指明了方向。北京大学碳中和研究院的建设,必将为我国实现碳达峰碳中和,推进应对气候变化全球治理、建设清洁美丽世界发挥重要的作用。他希望研究院引领“双碳”科技创新,加快“双碳”人才的培养,讲好“双碳”中国故事,不断提升我国在应对气候变化“双碳”领域的的话语权、影响力。

中国气候变化事务特使解振华认为,全球气候治理进程虽有波折起伏,但仍在不断向前推进,全球绿色低碳转型已成大势,不可逆转。党的二十大报告提出要积极稳妥推进碳中和碳达峰,积极参与应对气候变化全球治理,推动绿色发展,促进人与自然和谐共生。北京大学碳中和研究院在这样的大背景下成立,充分体现了北京大学积极面向国家战略需求的责任担当和致力于守护美丽地球家园的世界情怀。他希望研究院办出特色,充分发挥北京大学学科综合性强的优势;突出重点,聚焦基础科学、关键技术、国际合作和人才培养;突出开放,立足中国、放眼全球,加强与国内外高校和相关研究机构智库的学术交流与合作。

据北京大学碳中和研究院院长、中国科学院院士朴世龙介绍,北京大学碳中和研究院是学校重点布局建设的四大交叉平台之一,是北京大学新一轮“双一流”建设的战略重点。研究院将以面向国家需求、引领科学前沿为宗旨,创新多学科融合的研究机制,打造具有国际影响力的“双碳”创新研究高地,建立“双碳”高层次人才培养高地,形成国家“双碳”决策的思想智库。

据了解,北京大学碳中和研究院围绕气候治理政策体系构建、降碳与污染治理、能源与产业结构转型等国家“双碳”战略需求,建立数据库与模型模拟平台、产学研融合交叉平台和碳中和智库平台,凝聚高端人才队伍,开展气候变化与碳循环、碳中和与气候环境协同效应、零排放关键技术、能源系统工程、经济政策与管理、气候立法与全球气候治理等研究,合力攻克解决国家“双碳”战略需求中的基础科学问题、关键技术难题和全球气候治理与低碳转型国际合作中的重点、热点、难点问题,引领“双碳”科学基础、工程技术、政策与治理等领域学科发展,打造极具国际影响力的“双碳”创新研究高地,推进“双碳”高层次人才培养,形成国家“双碳”决策思想库和国际碳中和学术交流中心,为实现“双碳”目标提供重大科技支撑和高水平决策支撑。

目前,北京大学碳中和研究院拥有特聘教师 93 人,汇聚 21 个院系和研究院的相关骨干教师。其中,中国科学院和中国工程院院士 8 人,国家杰出青年科学基金获得者 18 人,教育部长江学者特聘教授 13 人,北京大学博雅特聘教授 9 人,国家级优秀青年人才 26 人。

(韩芳 黄昭华)

## 北京大学成立碳中和研究院

# 塑料循环利用风口已至

■ 本报记者 李玲

今年全国两会期间,中国石化集团公司董事长、党组书记马永生建议,要统筹推进废塑料资源化利用,加快推动炼化行业绿色转型发展,加快塑料循环发展步伐,形成有效的产业化规模化经济利用方式。

数据显示,目前我国每年产生废塑料 6000 万吨以上,废塑料回收利用率在 30% 左右,位于世界前列。但由于填埋和焚烧比例仍较大,整体回收率仍有较大提升空间。废塑料化学回收是目前全球公认低碳清洁、唯一能实现可持续发展的循环利用方法,也是进一步提高废塑料资源化循环利用的有效路径。在多位业内人士看来,塑料循环经济风口已至。

## ■ 回收率有待提升

作为塑料生产和使用大国,我国面对着巨大塑料污染压力。国务院和相关部门针对塑料污染治理陆续出台了多项政策。

国家发改委、生态环境部于 2021 年发布《关于印发“十四五”塑料污染治理行动方案的通知》,要求加快推进塑料废弃物规范回收利用,着力提升塑料垃圾末端安全处置水平,大力开展塑料垃圾专项清理整治,大幅减少塑料垃圾填埋量 and 环境泄漏量,推动白色污染治理取得明显成效。

据了解,目前废弃塑料处理方式主要包括回收、焚烧和填埋。其中回收主要是物理方式,即不破坏塑料的高分子结构,仅将废旧塑料经过清洗、破碎后

直接进行造粒成型加工的方法。中国物资再生协会数据显示,2021 年,我国产生废塑料 6200 万吨,其中填埋量为 1540 万吨,占比 24.84%;焚烧量 2760 万吨,占比 44.52%;回收量为 1900 万吨,较 2020 年的 1600 万吨增加 300 万吨,增幅 19%,废塑料总体回收利用率为 30.64%。

“中国从上世纪 80 年代开始废塑料回收再生工作,经过将近 40 年的努力,我们建立了强大的产业基础,积累了丰富的产业经验,打造了回收网络覆盖广且规模庞大的废塑料回收体系;建立了世界上最完整的废塑料回收再生利用产业链。”中国物资再生协会再生塑料分会秘书长王永刚对《中国能源报》记者表示。

不过,王永刚进一步解释道:“虽然我国废塑料回收率处于世界前列,但填埋及焚烧比例仍十分巨大,需要发挥回收产业的作用,通过完善国内回收体系系系可能提高回收率。”中国石化化工循环经济研究院院长张松臣撰文称:“未来受益于政策因素、油价水平、消费者环保偏好、技术成熟度等多重因素影响,预计到 2030 年,全球废塑料回收率有望达到 50%。”

## ■ 发力化学回收方式

所谓化学回收,是指通过化学方法将塑料中的高分子碳链转化为小分子,再重新作为化工原料生产新的塑料,从而实现材料的循环闭环工艺。近年来,国际化工巨头纷纷加速在塑料回收领

域布局,全球超过 60 家公司正在研究废塑料化学回收解决方案。

“传统的废塑料处理方式不仅带来土地的大量占用与污染,还会产生大量二氧化碳。废塑料化学循环作为近年来备受关注的新兴技术,不仅可以降低废塑料处理过程的碳排放与新型塑料生产的碳足迹,还可以大大缓解我国原油的对外依存度。”中石化石油化学研究院有限公司高级工程师李明说。

中石化石油化学研究院有限公司的研究结果显示,废塑料油替代原油在燃料型炼油厂进行加工,其加工过程碳排放降低 58.9%;当废塑料油最大化生产聚烯烃时,聚乙烯和聚丙烯产品的碳足迹(单位聚烯烃二氧化碳排放量)分别为 1.48 吨和 1.17 吨,与原油基聚烯烃相比分别降低 26.4% 和 24.0%。无论是以废塑料为原料生产油品,还是废塑料化学循环生产聚烯烃,碳排放和产品碳足迹都会大幅降低,减排效果明显。

“物理方式回收废塑料,一般会对材料进行降级使用。一些废塑料可能更适合化学回收,化学回收可以把废塑料解聚后再聚合,还能再做成塑料原材料。目前我国原油对外依存度高,化工原料短缺,废塑料化学回收理论上是无

限次循环利用,大大提高了资源利用效率。”王永刚称。

“废塑料资源有可能成为化工生产的重要原料来源。预计未来 10 年,塑料回收利用可能作为聚合物原料为石化行业贡献三分之二的利润增长,化学回

收将占其中 40%。”中国石化化工循环经济研究院院长张松臣说。

## ■ 推动完善循环产业链

当前,我国废塑料化学回收技术研究基本与国外同步,但仍存在原料获取难度大、技术成熟度有待提高、全产业链统筹能力不足等问题,亟待形成工业化示范,并建立完整的化学循环产业链以及原料、产品相关标准体系。

马永生建议:“一是要加强循环经济产业顶层设计。国家层面制定废塑料化学循环总体规划,搭建系统的政策框架体系,有序推动产业链建立;二是加强关键核心技术攻关。国家层面统筹产、学、研联合攻关,推进协同创新,龙头石化企业牵头,加大废弃塑料循环利用关键技术开发,尽快建立工业示范;三是加强资源化利用政府引导。强化政府引导下的低值废塑料资源源头合理分配、回收网络规划布局 and 集群基础设施建设,提高资源化利用效能。”

“虽然国家把塑料回收划到新兴产业里,但由于这个行业过去给人的印象就是‘小散污’,项目在地方落地难。废塑料行业推进社会新陈代谢,跟大城市里的污水处理厂、垃圾处理厂一样,是支撑社会发展的服务体系。首先从行业定位出发,应该把各个地方的塑料回收功能补全;其次,需要龙头企业带动行业整体往好的方向发展;另外,需要优化产业链,让上下游产业链协同,做好行业的整合、融合和提升。”王永刚说。