

本刊记者/李娜

减排革命,从“低碳”到“负碳”

如果我们生活在一个零排放的环境中,会是什么感受?英国伦敦南部贝丁顿小镇就有这样一个社区,通过自己提供可再生能源等多种途径以满足自身的能源需要,实现零碳排放和零能耗。这让笼罩在全球减排压力之下的人们看到曙光。不过,人类的智慧远不止于此。低碳在科学家眼中还不够革命,他们又提出了“负碳”理念——不仅要消除生产、生活中所产生的全部 CO₂,还需额外消耗一定的 CO₂。相应技术也被科学家开发出来。这无疑令人振奋——如果有一天能够置身“负碳”世界,那么我们的生存环境必将大为改观。不过,负碳时代何时才能够到来呢?

低碳 style 的多种探索

贝丁顿社区的成功范式吸引了全世界的目光。它实现节能的方式主要包括建筑节能、生活方式节能、交通节能、使用绿色材料和绿色能源等。比如,增加建筑物保温绝热材料的厚度,减少能源的需求量;房屋增加玻璃的使用以吸收太阳能;在屋顶设置风罩,使新鲜空气从后面进入,受到屋内排出的热空气的加热。使用节能电池、洗衣机、洗碗机和照明工具,相当于同类机器能耗的 45%;鼓励公共交通出行方式和自行车出行;每户屋顶、墙壁安装太阳能发电设备,每户每天发的电如有剩余可以出售,如不够既可向邻居购买,也可以以稍高价格向电力公司购买可再生能源发的电。贝丁顿之外,瑞典的汉莫比市也建立了低碳生态示范区,它在土地使用、能源、生态友好设施、垃圾处理、绿色交通方面进行了探索,实现了举世瞩目的环境目标,每年迎来成千上万人学习参观。

除了低碳建筑这种综合性减排探索之外,目前全球通行的 CO₂ 减排技术主要为 CO₂ 捕获和地质封存技术——将 CO₂ 从工业或相关能源排放源分离出来,输送到一个封存地点,并使其长期与大气隔绝的过程。这种技术被认为是任何温室气体减排投资方案中不可缺少的内容。值得一

提的是,2013 年 5 月,四川大学与中国石化集团联合组建研究院探索 CO₂ 矿化利用的新路径。天然矿物或工业废料中蕴含着丰富的镁、钾、钙等资源,在低能源成本条件下,如能利用这些资源矿化 CO₂,并生产出高附加值的化工产品,将使 CO₂ 转化为资源,这不仅有利于减排,还将推动产业发展。此外,IGCC(整体煤气化联合循环发电系统)技术引领了一批绿色煤电项目,位于天津的国内首台近零排放 IGCC 示范电厂正式发电标志着我国规模化减排技术与行动取得重要突破。

“负碳”技术或将引领减排变革

如果说低碳技术是减排领域不断积累的量变,那么“负碳”技术很有可能带来质的飞跃,甚至引领一场全球应对气候变化的革命。

目前国际上已有采用 BECCS (Biomass Energy Carbon Capture and Storage,生物质能碳捕获和储存)技术路线以实现负碳排放的实例。四川大学校长**谢和平**院士、国家发展改革委员会能源研究所**刘虹**等人认为,BECCS 路线中的 BE 即生物质能的产生过程虽然具有良好的碳吸收效应,但这一过程通常为正耗能。计算 25 兆瓦规模 BE 电厂的全寿命周期的能耗与排放,结果显示每产出 1 兆瓦时的供电量,对应的 CO₂ 净排放量是 166.8kg,碳回收率为 90%。虽然 CCS(碳捕获和存贮技术)被认为是未来减少碳排放的重要方法,但受能耗、安全以及经济因素的限制,BECCS 路线能否得到有效推广,未来真正实现净负减排还存有疑问。

谢和平、刘虹等人认为,尽快实现负碳产业和负碳经济的关键点在于系统技术创新。他们提出了一条全新的具有全过程成本效益的负减排 BECU 技术路线:建立由“碳吸收”、“碳减排”、“碳利用”3 部分构成的负碳产业经济体,植树造林实现“碳吸收”、现代生物质发电实现“碳减排”,吸收烟气中的 CO₂ 并直接矿化利用,

实现“碳利用”。这个产业链把 CO₂ 作为原料,产出植物、能源、高附加值化工产品,最终实现能源输出、经济效益、负碳效应的三赢。

该技术路线的独特之处在于利用生物质发电厂排放的低浓度烟气直接进行 CO₂ 吸收矿化利用,可省去捕集 CO₂ 过程,突破了以往碳捕集过程的成本制约和能耗制约。他们通过实验发现,利用氯化镁矿化 CO₂ 联产盐酸和碳酸镁技术路线、固废磷石膏矿化 CO₂ 联产硫基复合肥料技术路线、利用钾长石或钙钛矿矿化 CO₂ 均是具有工业化和商业化前景的 CO₂ 矿化路线。初步计算发现,采用该技术路线,消化每吨 CO₂ 耗电低于 800℃,基本可以实现整个系统的负碳循环。

“负碳”理念正悄然变为行动

值得关注的是,“负碳”目前在中国已经从理念悄然变为行动。据谢和平等人介绍,中国农业科学院油料作物研究所已经掌握了将菜油加工转化为生物柴油的技术,据估算,如将我国南方 4 亿亩冬闲田种上油菜,再转化为生物柴油,相当于再造一个永不枯竭的“绿色大庆”。在西部沙漠,一个以植树造林治理沙漠实现“碳吸收”,生物质发电实现“碳减排”,利用烟气生产螺旋藻实现“碳捕集”负碳项目正在进行之中。广东潮州正在建设的中国首座“负碳实验城”——普天(潮州)生物环保城,已成为中国首个的负碳经济示范区。中国最大的煤炭生产商神华集团提出的煤基近零排放技术路线已对外发布。

科学家认为,“负碳”技术、“负碳”产业能给农业能源、绿化沙漠治理、旅游产业、可再生能源技术等领域带来许多新机遇。以“负碳”技术为核心,实现“负碳”中国、“负碳”地球的景象令人心动不已。虽然我们不知道,重要技术的发明和大范围推广,往往需要很长时间以及很大代价,但是为解决全球气候变化问题指出一个明确方向,已经令人充满期待。■