

# 中国式现代化的海南生态潮音

The sound of the rising tide of ecology in Hainan on the Chinese path to modernization

■文 / 刘士林



东方欲晓,莫道君行早。党的二十大报告指出,中国式现代化是人与自然和谐共生的现代化。2009年12月,《国务院关于推进海南国际旅游岛建设发展的若干意见》发布,提出“使海南成为全国人民的四季花园”。2019年1月23日,中央全面深化改革委员会第六次会议审议通过《国家生态文明试验区(海南)实施方案》,对海南作出建设“清洁能源岛”的战略部署,提出海南要在推进生态文明领域治理体系和治理能力现代化方面走在全国前列。这一浪高过一浪的生态现代化大潮,日夜拍打着这个中国最年轻的省和她灿若星辰的城市,仿佛在一刻不停地追问……作为生态环境部宣传教育中心组织的“碳路中国

生态文化之旅”的第一站,海南蓝天碧海相映、椰林沙滩遍布,我们一行围绕垃圾处理和利用,“无废城市”和低碳城市,“无废旅游”,绿色低碳示范园区,二氧化碳捕集、利用与封存(CCUS)等开展调研,真切感知到了什么叫生态文明和中国式现代化,也找到了“南海为什么这么蓝”“海南岛为什么这么绿”的部分答案。

## 在三亚感悟 中国式现代化的文化自信

我们的调研是从厨余垃圾开始的。

光大环保餐厨处理(三亚)有限公司(以下简称光大环保),是海南生态文明建设的一张名片。它主要经历了三个发展阶段:

一是项目阶段。2016年1月,作为国家发展改革委、财政部、住房和城乡建设部确定的首批33个餐厨废弃物资源化利用和无害化处理试点项目之一,三亚餐厨项目正式投入运营,采用“餐厨预处理+高温厌氧沼气化+生物柴油”工艺,对三亚市辖区内的餐厨废弃物进行收集运输、集中处理和资源化利用,处理规模为餐厨垃圾100吨/日、废弃油脂50吨/日,年处理餐厨垃圾7.7万吨、废弃油脂0.54万吨。二是公司阶段。2017年6月,光大环保斥资2664万元进行升级改造,不仅使处理能力、自动化控制水平和车间作业环境得到提升和改善,也初步形成了餐厨厂与生活垃圾焚烧发电厂的协同运营模式,即餐厨厂生产的沼气、

废渣、臭气输送至焚烧厂焚烧、发电,焚烧厂的蒸汽再输送至餐厨厂使用。三是园区阶段。2021年7月,三亚市循环经济产业园控制性详细规划由市政府正式批复,一个以垃圾焚烧发电厂为核心,包括餐厨废弃物处理厂、医疗废物协同处置项目、炉渣综合利用项目、飞灰填埋场的循环经济产业园初步形成。规模经济效益明显,不仅生活垃圾焚烧发电厂的处理能力由2019年的1050吨/日提升至2850吨/日,实现了全市原生生活垃圾零填埋,同时医疗废物处置能力也由2019年的5吨/日提升至11.5吨/日,还承担了儋州、琼海等11个市县医疗废物的无害化处置工作,被生态环境部推选为可复制、可推广的典型范例。目前,园区在建的有粪便无害化处理、布草洗涤等项目,未来还规划有电子垃圾、大件垃圾、橡胶垃圾处理中心以及汽车拆解集散中心等,一个城市垃圾综合处理的“三亚模式”呼之欲出。

但在调研中,我感悟最深的不是垃圾处理,而是一个和文化自信有关的故事。一个时期以来,在生态理论、生态文化特别是环境科技上,和其他领域一样,大家都认为西方的东西最好,以为只要花钱把西方的技术设备、管理模式引进来,就可以解决中国的环境问题。最初的光大环保也是不惜重金,从德国购买了最先进的垃圾焚烧设备,但没有想到的是根本用不起来。原因在于这套设备的主要技术参数源于欧洲,而欧洲的垃圾分类标准与中国有很大的不同,西方的机器一碰到中国的垃圾,就经常被卡住甚至

损坏。从国外请来的技术人员对此也无可奈何,最后还是企业自己组织攻关,创新设计并实施技术改造,才最终使这台机器运转起来。西方环保设备在中国的“失灵”,证明了“人类现代化≠西方现代化”,如果不打破对西方技术的“迷思”和“崇拜”,连一个小小的生活垃圾也是无法处理的。在这件小事上,海南给我们上了一堂生动的中国式现代化现场教学课。建设一个生态文明的现代化国家绝不只有西方一条道,这同时也告诉我们坚定文化自信和道路自信有多么重要。

### 在文昌发现绿色低碳城市和建筑的中国春天

“请到天涯海角来,这里四季春常在”,这是人们关于海南岛最熟悉的歌词。在生态文化和环保文学领域,有一本名著叫《寂静的春天》。虽然都使用了“春天”,但与前者的鲜花、绿树和阳光不同,后者主要是关于环境污染问题的警示与警告。这两种“春天”之间,既有深刻的矛盾,也有更高水平、更深层次的一致性,关键在于人类的选择和作为。

与高污染、高排放、高耗能的粗放型城市化不同,提高能源利用效率、降低能源消耗和CO<sub>2</sub>排放强度、减少主要污染物排放总量、控制开发强度等,是我国新型城镇化建设的基本要求。2021年2月,国务院印发《关于加快建立健全绿色低碳循环发展经济体系的指导意见》发布,提出全方位全过程推行绿色规划、绿色设计、绿色投资、绿色建设、绿色生产、绿色流通、绿色生活、绿色消费,为

在城市建设中落实绿色发展理念提出了更具体的要求。“绿色低碳与能源转型典型案例调研和传播”,也是我们此行的重点任务之一。海南是一个传统的农业省,有着发展经济和产业的强烈需求,但发展经济常与牺牲环境相伴,这是西方现代化和城市化进程中的老路子,如英国曾出现过的“焦炭城”,如19世纪的伦敦被称为“雾都”等。海南是一个年轻的省,“绿色之岛”是基本定位之一,工业化和城市化从一开始就受到限制。但在历史悠久的文昌市,却一步跨越了“先污染,再治理”的怪圈。文昌不仅是我国著名的航天基地,有着最先进的现代化产业体系,也是绿色低碳城市的先行者,为保持海南岛的“四季春常在”走出了一条人与环境的文明发展之路。

这就要说到中国绿发投资集团有限公司(以下简称绿发集团)和它倾力打造的山海天片区了。业内人士都知道绿发集团曾有的荣光,如在低碳城市领域率先实现了100%的绿建认证,率先开展了“绿色饭店”“绿色商场”等认证,如在水土流失治理与水污染治理上,探索形成了景观复原、水系管理、生物多样性保护等多维度生态修复模式。海南尽管工业化、城市化水平较低,但也不是白纸一张。以铜鼓岭海岸带生态环境治理工程为例,由于此前养殖业的粗放发展,造成了海岸线生态环境的严重退化,为此他们花费4年时间,通过采取地貌修复、建设干式滞洪池、植被种植等措施,完成了占地333亩的海岸带生态修复。同时种植碳中和林,构

建了以林地、草地、湿地、水体为主体的碳汇体系。目前,片区植物种类数量达到了430多种,吸引45种野生动物来此栖息。借助失而复得的良好生态环境,绿发集团着力打造了山海天生态园绿色低碳园区,从建筑空间端、绿色能源端、生活服务端加强碳排放控制,所有建筑100%达到绿色建筑要求,绿色建筑认证面积达到74.36万平方米。据估算,山海天片区每年固碳量约为234吨,树立了绿色低碳生态公园的一面旗帜,并因此荣获“2023 碳达峰碳中和绿色发展优秀案例”。

### 在澄迈县学习碳捕集和碳封存的中国方案

2020年9月,在第七十五届联合国大会一般性辩论上,中国首次提出了碳达峰、碳中和目标。2021年10月,中共中央、国务院印发《关于完整准确全面贯彻新发展理念做好碳达峰碳中和工作的意见》,碳捕集、碳封存等新概念,随着碳中和、碳达峰迅速进入寻常百姓家。碳捕集、碳封存仅从字面上看,也可知道意思是如何抓到碳,找个地方封存起来以后再说。但如何捕捉一种流动的气体、如何为之找到一个合适的容器,也还是超出了一般人的理解力和想象力。带着强烈的好奇心,我们来到位于海南岛西北部、毗邻海口的澄迈县,来这里调研福山油田的二氧化碳捕集、利用与封存技术,大家兴高采烈,终于可以眼见为实了。

实现“双碳”目标,重在技术突破。通过二氧化碳捕集、利用与封存福山油田模式的PPT演示,我

们了解到:这项技术的关键在于以气藏CCUS和油藏CCUS为核心,以“两多”(多种气源、多种封存方式)为特征,源、汇配置完备系统,可调可控运行平稳,具有“四高、两强”的优势。它的理论创新在于:一是明确了低压凝析气藏注高含CO<sub>2</sub>天然气提高采收率机理——凝析与蒸发共存的多次接触动力混相驱替机理;二是高含CO<sub>2</sub>天然气是凝析气藏混相驱提高采收率的优质气源;三是高注低采的注采井网能够充分发挥重力作用,提高波及体积和驱油效率,能在低部位形成凝析油富集区。其主要成效一是注入区块采收率大幅度提高,二是地层CO<sub>2</sub>实现资源化利用。通俗来讲就是,首先将CO<sub>2</sub>气体注入废弃的采油井,抬升油井深处常规技术已不可能采到的石油,然后把混合着CO<sub>2</sub>的石油采出,实现了废油井的二次利用;其次,这优于目前国内的注水采油方式,用注水方式得到的石油,水和油的比重通常为1:9,且分离起来比较麻烦,注气采油更加经济划算,分离出来的气体还可多次利用;再次,把分离出来的CO<sub>2</sub>重新注入基本上无油可采的空井,就相当于把过去只能废弃的油井变成了巨大的储存器,这既是一种对废弃油井的再利用,也是一种理想的碳封存技术方案。从懵懵懂懂、似是而非到彻底弄明白这个原理后,我们不禁为新时代的石油工人由衷赞叹。

实际效果怎么样?福山油田给出了答案:2017年3月,福山油田启动气藏CCUS先导试验,2018年11月建成投产,年封存CO<sub>2</sub>能力5万吨。截至目前,累计注入封存

CO<sub>2</sub>17.2万吨,增产凝析油2万吨。预计最终封存CO<sub>2</sub>20万吨,提高凝析油采收率20%以上,提高天然气采收率15%以上。2021年企业启动了首个油藏CCUS项目先导试验区建设,新建一套年处理能力为10万吨的CO<sub>2</sub>捕集、液化装置,目前已建成并投入运行,初期年注入量5万吨,最大年注入量11万吨。整个项目最大年封存能力20万吨,总封存能力489万吨。目前已累注入CO<sub>2</sub>2.4万吨,累计产油2.35万吨。据公司“十四五”规划,通过CCUS和更高级的碳捕集和储存(CCS)两方面的建设,在福山油田将建成CO<sub>2</sub>年封存能力达100万吨的封存中心。福山油田模式CCUS产业链已成为海南绿色发展的亮丽名片,并开始在更大范围内推广使用。负责人告诉我们,朝阳油田全生命周期CO<sub>2</sub>重力混相驱开发方式,已经在26口油井使用,高峰期年产油3.9万吨,采收率45%,累计产油104万吨,CCUS+CCS预计封存CO<sub>2</sub>100万吨。在三大攻坚战任务依然艰巨、实现碳达峰碳中和日益紧迫的当下,福山油田自主研发的碳捕集和碳封存技术,不仅为美丽海南,也为美丽中国建设展示了美好、可行的道路。

习近平总书记指出:中国式现代化展现了不同于西方现代化模式的新图景,是一种全新的人类文明形态。在海南,我们已经看到了数枝报春花。

**作者简介:**上海交通大学城市科学研究院院长、教授,上海交大设计研究总院城乡创新设计研究院首席专家,上海交大城市文化传播中心主任,崇明生态研究院学术委员