

碳捕集与封存技术 有助于提升我国的履约能力*

李小春 魏宁 方志明 李琦

(中国科学院武汉岩土力学研究所 武汉 430071)

关键词 全球季风,碳捕集与封存(CCS)



李小春,中科院武汉岩土力学所研究员、博士生导师,中科院“百人计划”入选者。长期从事温室气体减排技术——CO₂地质封存技术的研究开发,在破坏与渗流特性、封存场地力学稳定性评价方法以及碳封存战略研究方面取得了一系列重要成果。

根据国际能源署(IEA, 2008)的统计数据,中国2006年能源消费导致的CO₂排放量达56亿吨,占世界总量(280亿吨)的20%。而展望未来,快速的经济发展和以煤为主的能源结构将导致我国CO₂排放量进一步增长,因此我国必将面临来自各方面越来越严峻的压力。

CO₂减排主要有3种途径:节能增效、低碳能源利用、CO₂捕集与封存。CO₂捕集和封存(CCS)是将CO₂从排放源中分离出来,输送到一个封存地点注入深部地层,使CO₂长期与大气隔绝。我国理论封存容量为30 160亿吨,考虑到安全性、经济性等因素目前可利用容量只占其中的一小部分,即使这样CCS也可发挥长达一个世纪的作用(Li et al., 2009)。

CCS大规模应用必须同时满足:大量的集中排放源及足够的封存容量。我国2007年年排放量超过10万吨的集中排放源有1 623个,总排放量39亿吨(Li et al., 2009)。

对我国CCS应用规模制约最大的是需求问题。从全球层面上看,CCS是必要的。在大气CO₂稳定在450—750PPMV的前提下,成本最低的减缓方案组合中,CCS的减排贡献总量为2 200亿—22 000亿吨CO₂,这意味着,CCS贡献了2100年以前世界累计减排量的15%—55%。大多数研究预测,将CCS纳入减缓组合会使全球减排成本降低30%或更多。总之,各种减排途径都有其潜力、技术及地域等方面的局限性,因地制宜、因时制宜的减排技术组合有助于降低减排成本,增强减排措施及能源政策的灵活性。目前李小春团队关于CCS对我国减排贡献度的定量研究还在进行中。但可以初步判断,在CCS最终进入碳交易市场之后,我国CCS实施规模主要受全球减排目标的左右,而与分配给我国的减排目标关

* 收稿日期:2009年12月20日

系不大。我国在完成了自己的减排义务之后,可以通过出卖排放权获得收益。在碳排放权交易的环境中,减排成本是否低于交易价格才是决定性因素。

那么,我国 CCS 的实施规模就取决于其相对成本。首先是通过节能增效及低碳能源利用进行减排的成本。在近期,CO₂ 驱油(EOR)具有成本优势,技术也比较成熟。EOR 具有 48 亿吨的封存容量(Li, et al., 2009)。部分油田若能直接利用高浓度排放气源(总排放量 1.3 亿吨/年, Li et al., 2009),是完全可以以负成本进行封存的。况且我国已有至少 7 个油田尝试过该技术,江苏油田曾注入过 2.5 万吨 CO₂,华东油田迄今已注入 11 万吨 CO₂。在远期,当能源效率提高到一定程度,利用条件较好的低碳能源开发到一定程度,随着碳交易价格的上涨,枯竭气田封存及含水层封存将开始大规模实施。其次是我国 CCS 成本很可能比国外低,理由是:我国资源国有的体制下施工准备期短;土地、劳动力、材料便宜;最有可能进口的是捕集设备,若能实现国产化,成本会大幅度降低。

影响 CCS 大规模应用的另一因素是安全性问题,主要是封存 CO₂ 的泄露问题。从技术上看,往地下注入气体已有 30 多年的工业经验,目前全球有超过 602 座地下天然气储库、44 个硫化氢与 CO₂ 处置场(IPCC, 2005),108 个注入 CO₂ 项目(国外油气技术研发动态, 2008 年第 8 期)。另外,我国已发现约 30 个天然 CO₂ 气田(李小春, 2004),泰兴黄桥气田已探明储量达 $64 \times 10^8 \text{m}^3$ (朱立华, 2002)。这些事实说明,只要场地选择恰当,操作规范,监控严密及应急措施得当,CCS 的安全性是可以得到保证的。

综上所述,在节能增效及低碳能源充分运用仍不能达到减排目标的情况下,CCS 作为一种“过渡”或“候补”技术有助于我国化石能源的可持续利用,提升我国的履约能力和碳交易市场占有率,应该进行相关技术与人才储备。基于此,我们建议:

(1) 重点研发低成本、低能耗的煤基发电、煤转化、CO₂ 捕集与封存。捕集技术主要瞄准燃煤发电、钢铁、水泥行业,因为其排放量占集中排放总量的 95%(Li, et al., 2009)。

(2) 研究适合我国陆相盆地的封存安全性保障技术。我国盆地多属陆相沉积型,又经历了反复的构造运动,因而地层渗透系数较低,连续性较差,非均质性较强。这不利于注入但有利于迟滞泄露,为了趋利避害,需要深入研究其封存机理、模拟方法与监控技术。含水层封存具有很大的减排潜力,研究重点应放在含水层封存方面。

(3) 推进 SO_x、NO_x、CO₂ 捕集封存及非纯 CO₂ 封存等具有大幅度降低成本潜力和中国特色的技术研发。从降低气源要求出发,通过整套系统的优化,可能是大幅度降低成本和能耗的出路(李小春, 2007)。

(4) 推动 CCS 进入碳交易市场。促使发达国家做出资金支持及技术转移方面的安排,比如由发达国家出资设立 CCS 基金,用于向发展中国家提供 CCS 项目补助及购买技术。

(5) 加强 CCS 战略研究。在技术层面,要把 CCS 放在我国能源结构、产业布局及地质条件的大环境中考察其地位、技术路线与障碍及解决方案;在社会层面上,要加强与 CCS 相关的研发体制与机制、监管与融资、碳交易模式、补助与技术转移、土地与空间利用权、基础设施建设等问题的研究。

(6) 明确研发路线和目标,组织跨所、跨局的研发中心或组建院重点实验室,以增强研发工作的系统性、协调性及高效率。同时,要重视院地合作、院产合作及国际合作。



中国科学院