

# 碳捕集与封存标准化展望

李兴春<sup>1</sup> 杜显元<sup>1</sup> 宁信道<sup>2</sup>

(1. 中国石油安全环保技术研究院; 2. 中国石油乌鲁木齐石化分公司)

**摘 要** 文章从碳捕集与封存技术(Carbon Capture and Storage, 简称 CCS)的发展入手,介绍了国际标准化组织二氧化碳捕集、运输与封存技术委员会(ISO/TC265)、参与国家与机构、主要工作方向及工作进展等基本情况,并对未来 CCS 技术标准化发展进行了展望。主要介绍了目前 ISO/TC265 在碳捕集、碳运输、碳封存、碳量化与验证以及其它共性问题等领域开展的主要工作进展情况,并结合国内外 CCS 技术及标准发展的现状,从 CCS 标准的重要性、发展方向、时间进程、方法学以及与其它标准关系等方面进行了探讨。

**关键词** 碳捕集; 碳封存; 标准化

中图分类号: X-01

文献标识码: A

文章编号: 1005-3158(2013)04-0062-03

## 0 引 言

碳捕集与封存(Carbon Capture and Storage, 简称 CCS)是指对大型发电厂、钢铁厂、化工厂等排放的二氧化碳进行捕集,经压缩后运输到指定地点,以地质封存、海洋封存、碳酸盐矿固存以及工业利用固存等方式进行长期封存,避免直接向大气中排放二氧化碳<sup>[1]</sup>。这种技术被认为是未来大规模减少温室气体排放、减缓全球变暖经济可行的方法<sup>[2]</sup>。CCS 技术的研究可以追溯至 1975 年,当时美国将二氧化碳注入地下以提高石油开采率(简称 CCUS-EOR),但将它作为一项存储二氧化碳以减少温室气体排放的研究则始于 1989 年的麻省理工大学,直至近年来,这项技术得到更多的重视和研究<sup>[3]</sup>。目前,从技术层面来说,应用于二氧化碳捕集、运输以及封存的各项技术都是已有的,只是在此前并未应用于 CCS 方向,主要瓶颈在于现有相关企业的改造以及新建发电厂的技术和资金投入。

CCS 技术可分为捕集、运输以及封存三个步骤。商业化的二氧化碳捕集已经运营了一段时间,技术已发展得较为成熟,而二氧化碳封存技术各国还在进行大规模的实验。目前国际上正在开展的 CCS 项目有很多,2012 年美国能源部的在线数据库显示,世界范围内共有 192 个提议和运行的 CCS 项目,这些项目遍及五大洲的 20 个国家,包括捕集项目 38 个、封存项目 46 个、捕集与封存综合项目 108 个,其中,比较著名的有挪威 Sleipner 项目、加拿大 Weyburn 项目、美国未来发电计划、中国华能上海石洞口第二电厂项

目等<sup>[4]</sup>。

目前 CCS 技术,尤其是二氧化碳捕集技术已经有了较好的发展,但是 CCS 技术相关标准规范研究较少<sup>[5-6]</sup>。2012 年前相关的标准委员会包括 ISO/TC67 石油、石化和天然气工业用材料、设备和海上结构技术委员会、ISO/TC207 环境管理技术委员会和特别工作组以及 CEN/TC234 欧洲气体基础设施标委会。随着 CCS 技术的发展,以及更多的 CCS 项目的开展,相关标准制定需求不断增加。2011 年 5 月,加拿大标准理事会向 ISO 提出提案,建议成立碳捕集与封存(CCS)技术委员会,成员国中进行了为期 3 个月的投票,2011 年 9 月在 ISO 技术管理局(TMB)会议上获得批准,二氧化碳捕集、运输与封存技术委员会(ISO/TC265)正式成立,由加拿大标准理事会承担秘书处。后经中国标准化研究院与加方沟通并获得 ISO 技术管理局批准,同意设立联合秘书处,由加拿大和中国双方共同承担。

## 1 ISO/TC265 简介

ISO/TC265 第一次工作会于 2012 年 6 月在法国巴黎召开,主要确定了标委会工作范围、工作组划分及其工作范围、标委会战略发展计划等。2013 年 2 月在西班牙马德里举办 TC265 第二次工作会议,来自英国、法国、德国、中国、日本、美国、加拿大等 11 个成员国家及国际能源署、全球碳捕获与封存研究院等国际组织参加了此次会议。会议对 ISO/TC265 工作范围的文件报告作了修改完善,听取了二氧化碳捕集

(WG1)、运输(WG2)、封存(WG3)、共性问题(WG5)等 4 个标准工作组的工作计划报告,同时投票确定了量化与验证(WG4)工作组召集人国家和召集人,修改并通过了 ISO/TC265 范围文件、战略发展规划,决定成立主席顾问组,ISO/TC265 各工作组基本情况见表 1。

表 1 ISO/TC265 各工作组基本情况

| 工作组<br>编号 | 工作组<br>名称 | 召集人国家<br>与召集人                                      | 秘书处<br>国家与机构                               |
|-----------|-----------|----------------------------------------------------|--------------------------------------------|
| WG1       | 捕集        | 日本<br>Takayuki<br>Higashii                         | 日本,地球创新<br>技术研究院<br>(RITE)                 |
| WG2       | 运输        | 德国<br>Achim<br>Hilgenstock                         | 德国,德国标准<br>化研究院与德国<br>气体与水技术科<br>学协会(DINV) |
| WG3       | 封存        | 加拿大,Steve<br>Whittaker<br>日本,Kinichiro<br>Kusunose | 加拿大,加拿大<br>标准委员会<br>(SCC)                  |
| WG4       | 量化与验证     | 中国,彭勃<br>法国,Regis<br>Farret                        | 中国,中国标准<br>化研究院(CNIC)                      |
| WG5       | 共性问题      | 法国,Herve<br>Quinquis<br>中国,李小春                     | 法国,法国标准<br>化协会<br>(AFNOR)                  |

2 CCS 标准工作进展

2.1 二氧化碳捕集

按照 WG1 计划安排,日本通信与经济研究院 RITE(Research Institute of Telecommunications and Economics)提出了建立碳捕集标准,该标准目标是阐明二氧化碳捕集系统及其效率、促进二氧化碳捕集效率的提高和成本的降低、确保二氧化碳捕集系统的安全稳定、帮助用户针对特殊应用选择合适的技术、通过降低不确定性增加投资、通过共享高水平的技术促进 CCS 在全球的开展。该标准设计分为五部分,按三个阶段进行实施,包括能源消耗和捕集效率的评估,二氧化碳气流、烟道气流及排放和废物产生的抽样分析,安全性评估,可靠性评估,管理系统等 5 个部分;分电厂燃烧后捕集、电厂燃烧前捕集和富氧燃烧以及其它工业等三个阶段实施,并给出标准制定路线

图。预计 2016 年左右可以完成第一阶段电厂燃烧后捕集相关的标准。

目前该工作组正在开展碳捕集技术的阐述工作,主要包括碳捕集系统的定义、技术、流程等介绍以及第一阶段第一部分目前较为成熟的电厂燃烧后捕集技术能源消耗和捕集效率相关标准起草等。

2.2 二氧化碳运输

按照 WG2 安排,德国标准协会负责起草二氧化碳运输相关标准工作计划,并在 2013 年 6 月德国柏林召开会议讨论该部分标准进程以及新的工作计划提案。根据西班牙会议上的介绍,运输标准主要由二氧化碳的管道运输和船运、公路、铁路等运输两大部分组成,包括二氧化碳气流的浓度、组成、项特征,二氧化碳运输的健康、安全、环境(HSE),二氧化碳运输管理系统以及二氧化碳的监测。

2.3 二氧化碳封存

按照 WG3 计划安排,二氧化碳封存标准由加拿大镜像委员会负责提出,主要包括地质封存管理系统、封存场址的选择、风险管理、注入井建设、监测和核证、终止注入等内容。该标准旨在建立二氧化碳地质封存技术要求及推荐规范,使二氧化碳永久、稳定的封存,保障环境安全,降低对人体及环境的不利影响及风险。该标准适用于二氧化碳盐水层及废弃油藏封存技术,以及二氧化碳存储联合驱油领域;适用于二氧化碳气流中包含的各种来源的物质,包括来源于二氧化碳气源、捕集和注入过程以及用于辅助监测二氧化碳释放和验证的添加物质。该标准提出推荐规范可以为管理文件、公众参与、风险评估、风险沟通等的发展提供依据。

2.4 二氧化碳量化与验证

西班牙会议确定了二氧化碳量化与验证工作组秘书处由中国标准化研究院承担,按照会议安排,量化与验证标准工作计划由中国标准化研究院负责提出。目前重点是确定工作范围内的工作提案优先顺序,包括全 CCS 链的项目边界与项目泄漏、二氧化碳的量化、监测与验证等。中国标准化研究院正在召集专家成立专家组细化工作计划。

2.5 共性问题

按照 WG5 计划安排,法国石油研究院和中国科学院相关专家建议的工作内容包括专业术语统一、系统整合、综合风险、HSE、公众参与、报告和计入期、运输责任、混合气源等,另外工作组建议增加 CCS 准备以及整个流程的能源消耗评估等议题。

该工作组认为,专业术语方面的确定统一对整个标准的解决方案、方法、工具等发展至关重要,尤其是在封存空间、封存环境等地下封存系统方面尤其重要。统一术语有利于整个综合系统的发展,使不同部分之间的交流对话更方便,促进法律法规及激励政策的制定,增加 CCS 项目的安全性和竞争能力,促进标准的理解和应用。能源消耗部分包括整个 CCS 流程的能源消耗评估方法,通过整个流程的能源消费评估不会影响各个流程的能源消耗评估,而是为了对各个部分的能源消耗可压缩部分进行分析以及各流程范围的界定,从而避免交叉部分的重复计入。风险评估和风险管理主要包括封存的短期和长期安全,风险降低、风险预防、风险监测等适用方法的定义和分类,效率、稳健性、失败率等,识别可能的风险和全球的风险管理框架,预防并降低风险和经验总结等。

### 3 展 望

◆ 二氧化碳捕集技术在油气生产、合成氨等化工行业广泛应用,但是从 CCS 角度来讲技术成本较高,而商业运作的 CCS 技术需要低成本、低能耗的二氧化碳捕集技术,目前世界上很多研究机构和公司都在进行相关方面的研究,也在争取相关标准的制定从而影响未来技术的走向。

◆ 二氧化碳运输需要解决与 TC67、TC234 以及国际海洋组织等相关标准的关系,需要开展现有二氧化碳运输相关标准的调查、适用性分析、新建标准或者增加条款、二氧化碳的跨界运输、运输方式等,这些基础工作完成后才能确定标准和技术规范等的制定时间表。

◆ 二氧化碳封存工作组拟将 CSA(加拿大标准协会)组织制定的 Z741—12《二氧化碳地质封存》转化

成国际标准。在标准转化的过程中,需要特殊考虑的问题包括介于封存场址的选择和管理的独立性,固有的工程风险和不确定性等。

◆ 目前关于二氧化碳封存的量化还没有明确的方法学,量化与验证拟制定相关的标准,主要包括关于二氧化碳减排量第三方认证以及泄漏风险,二氧化碳减排量的核证方法、排放信用以及汇报,二氧化碳气物流组成的要求和量化方法等。

◆ 共性问题的核心是对封存地质条件、投入时间和封存时间、责任、计入期、泄漏等内容进行界定,例如哪些国家有配额、在哪些国家封存,封存期从第一次捕集开始还是第二次或者其它时间,以及二氧化碳封存和二氧化碳减排等问题的界定等。

### 参 考 文 献

- [1] EIA. Global Action to Advance Carbon Capture and Storage[R]. The International Energy Agency: 2013.
- [2] Tom Kerr. Technology Roadmap: Carbon Capture and Storage[R]. The International Energy Agency: 2009.
- [3] 邓爱华,潘伟平. 解读碳捕捉与封存技术[N]. 北京日报, 2010-03-31.
- [4] Global CCS Institute. The Global Status of CCS: 2012 [R]. Global CCS Institute:2012.
- [5] European Commission. A Roadmap for Moving to Competitive Low Carbon Economy in 2050 [R]. European Commission: 2011.
- [6] Justine Garrett. The Carbon Capture and Storage Legal and Regulatory Review[R]. The International Energy Agency: 2012.

(收稿日期 2013-06-03)

(编辑 王蕊)

## 中国石油连续三年当选“中国低碳榜样”

第四届“低碳发展·绿色生活”公益影像展上,“中国低碳榜样”评选结果揭晓。中国石油连续第三年成为“中国低碳榜样”企业获奖者。除中国石油外,中国石化、国家电网、中国电信、中国工商银行、德国威能、施耐德电气六个单位也获此殊荣,鲜活地展现了中国的低碳求索之路。

第四届“低碳发展·绿色生活”公益影像展共征集近 200 幅照片,在北京王府井步行街向公众展出。来自中国石油的首次航空可持续生物燃料验证飞行、多哈气候大会“中国角”等多幅照片入选。这次公益影像展以“为了梦想的家园”为主题,由中国新闻社《中国新闻周刊》主办,国家发改委、工业和信息化部、环境保护部等六部委指导,旨在迎接 6 月 17 日首个“全国低碳日”,呼吁全社会关注生态环境,共建“美丽中国”。

(摘编自 中国石油网 2013-06-19)