

【简讯与热点】

CO₂埋藏的法律和监管问题简介

于洋¹, 王欢¹, 徐佳佳¹, 李鹏², 祁威³

(1. 中国地质调查局地质文献中心, 北京 100083; 2. 中国地质科学院矿产资源研究所, 北京 100037; 3. 中国气象科学研究院全球变化与极地研究所, 北京 100081)

Introduction of legal and regulatory issues for CO₂ storage

YU Yang¹, WANG Huan¹, XU Jiajia¹, LI Peng², QI Wei³

(1. Geoscience Documentation Center, China Geological Survey, Beijing 100083; 2. Institute of Mineral Resources, Chinese Academy of Geological Sciences, Beijing 100037; 3. Institute of Atmospheric Physics, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100081)

当前,越来越多的国家和政府将 CO₂捕集利用与封存(CCUS)视为其实现净零排放目标的必要手段。国际能源署(IEA)预测,到 2050 年 CCUS 的实施规模将增长近 200 倍,年捕集 CO₂超过 76 亿 t。CCUS 技术已经并将继续在全球能源系统走向零排放的道路上发挥重要作用。要成功部署 CCUS 项目,对 CCUS 工程进行有效管理以及安全可靠地埋藏 CO₂,依赖于相关法律和监管框架的建立,一些国家已经为 CCUS 制定了全面的法律和监管框架(见本刊 2022 年第 4 期)。截至 2022 年初,已有 25 个以上国家正在开发商业 CCUS 项目,随着更多商业项目的开发,现有的法律和监管框架受到越来越多的考验。如何构建或完善适合本国国情的 CCUS 法律和监管框架,实现保护环境和公共健康、明确利益相关者的权利和责任、为埋藏资源的开发运营和长

期管理提供法律基础的目标,各国都仍在实践中不断探索。

本文对有关国家与组织出台的 CO₂地质封存相关法律法规问题进行归纳,以期为中国相关部门或监管机构研究制定 CO₂埋藏的法律和监管提供参考。现介绍如下:

研究表明,CO₂埋藏的理想场所是在废弃的油田、湖泊、海洋等常规地层中,或者地下含盐层中(图 1),但是,若不按照严格的技术规范施工,仍然存在着 CO₂重返地表的可能。这需从法律和监管角度来解决问题。

1 确保安全和可靠地埋藏 CO₂

从长远的角度看,CCUS 能否成功而广泛应用,一是取决于 CO₂地质封存的安全和可靠性;二是取

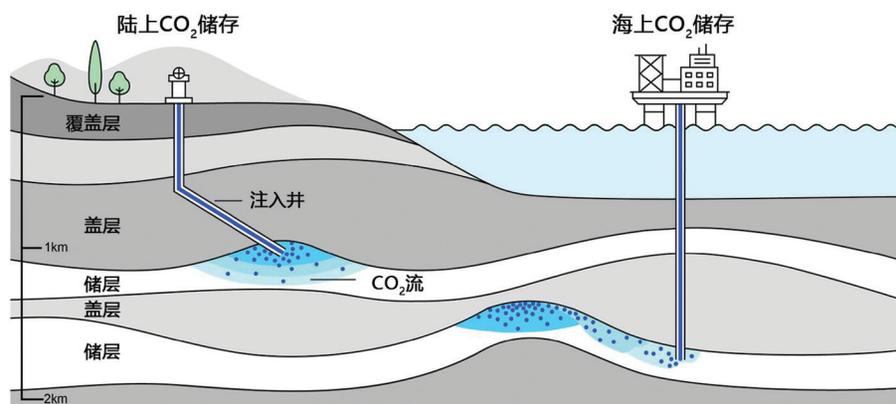


图 1 陆上和海上 CO₂埋藏示意图

决于碳减排措施的有效性;三是取决于公众接受程度。

地质封存涉及将CO₂注入合适的地质地层,在该地层中,CO₂将被圈闭在限定区域内。技术、经济和社会特征决定了哪些资源适合开发成为CO₂埋藏场地。

CO₂埋藏所考虑的法律和监管因素是:资源评估、场地开发、建设、运营、关闭、关闭后及以后等6个方面,现论述如下。

1.1 资源评估、场地开发阶段考虑的法律和监管问题

1.1.1 埋藏资源评估

CO₂埋藏资源的评估包括确定潜在资源的物理、化学和地质特征,这些特征决定了其在捕集和封存CO₂方面的有效性。它还涉及对社会和环境因素的评估。各国政府可以在这一进程中发挥重要作用,进行全国范围的评估,以确定最合适或最有前景的埋藏资源。

拥有石油和天然气产业的管辖区可能受益于该行业已经收集的现有地下数据。这些数据通常是专有的,因此相关当局应与行业合作,以充分利用这些数据。CO₂埋藏和油气资源评价之间有许多相似之处——从主要依赖现有数据的潜在资源的区域评价开始,到对可能有前景的场地进行更详细的评价。石油和天然气资源的详细评价通常涉及使用类似的测井、测试和建模技术,这些技术与CO₂埋藏场地进行场地表征所需的技术类似。

埋藏资源评估通常包括以下步骤:(1)区域筛查;(2)场地筛查;(3)选址;(4)初始表征;(5)详细表征。

关键是,法律和监管框架应确定资源评价过程的参数,以确保只开发合适的资源。框架应确保收集和分析充分的地质、水文地质、地球化学和地质力学数据。这些数据应用于为注入井施工和运营计划的制定提供信息,为表征储层行为的建模要求提供投入,并为在注入期的生命周期内收集的监测数据建立基线信息。

1.1.2 孔隙空间所有权

在许多管辖区,地下地质体——包括注入CO₂的孔隙空间——由州或省拥有。然而,并非所有司法辖区都是如此。例如,在美国,地下所有权通常属于

地表所有者。如果孔隙空间或采矿权归州或联邦政府所有,则可通过租赁或保有权协议等各种文书授予使用权。如果地下开采权是私人持有的,通常通过私人合同进行协商。

1.2 建设、运营阶段考虑的法律和监管问题

1.2.1 测量、监测和核验计划

测量、监测和核验(MMV)计划或过程是确保安全和可靠运行的核心。

MMV计划的目的是确保技术和流程到位,以检测和使CO₂迁移或泄漏最小化。

监测CO₂埋藏场地通常涉及一系列技术,以监测温度和压力变化、地震活动和其他指标。这些技术用于检测和观察注入的CO₂,并监测主要储层、储层综合体、覆盖层和地表是否存在可能指示泄漏的变化。MMV计划不应是静态的,随着项目从注入前阶段、注入阶段和注入后阶段的进展,其范围往往会发生变化。因此,重要的是框架应根据监测实现的目标采取非规范性方法,而不是采用具体技术。这也将确保随着监测技术和工艺的发展,法规保持适当。

至少,MMV计划必须详细说明监测方案和方法,以:(1)在注入开始前,建立并维护埋藏场地的基线调查;(2)监测注入设施、埋藏场地(包括CO₂羽流)和周围环境;(3)将持续监测结果与埋藏场地的基线调查进行比较;(4)根据场地表征过程和监测结果,将埋藏场地的实际行为与其预期行为进行比较;(5)检测、确定和评估埋藏场地的重大泄漏、意外迁移或其他不正常的情况;(6)根据相关当局的要求,量化与重大泄漏或非预期迁移相关的CO₂量;(7)检测CO₂的迁移;(8)检测对周围环境的重大不利影响;(9)评估所采取纠正措施的有效性。

框架通常需要定期更新MMV计划,以提供埋藏场地的新监控数据。风险评估是一项迭代活动,监测结果用于告知和更新项目风险评估。通常,这是将所有权和责任移交给有关当局(如适用)的先决条件。

1.2.2 埋藏场地检查

CCUS监管框架应允许相关当局通过埋藏场地检查和数据报告验证埋藏项目是否按预期运行。检查并非CCUS运营所独有的,在大多数工业运营中都会进行。它们涉及对财产和信息的获取。在项目的早期阶段和注入阶段比项目生命周期的后期

更有必要进行检查,因为这是对埋藏场地了解最少的时期。监管框架还应允许管理当局采取强制措施。

1.2.3 运营责任和财务保证金

目前参与CCUS的行业和当局普遍认为,埋藏场地运营商是最适合承担勘探、运营和关闭期间埋藏场地造成的任何损害责任的实体。重要的是确保运营商在财务上也有能力解决场地运营期间可能出现的任何潜在问题。

1.3 关闭、关闭后及以后阶段考虑的法律和监管问题

法规应明确了解关闭埋藏场地所需的步骤,以及所有利益相关者在此之后管理场地中的角色和责任(见下文)。场地关闭过程在注入停止后开始,通常涉及基础设施的退役,包括注入井(持续监测所需的除外)和土地复垦。如果相关当局对封闭场地承担长期责任,运营商必须证明该场地已适合退役,且未来没有重大的泄漏风险。包括责任转移在内的现有方法通常需要提供证据,以证明CO₂已安全埋藏,且所有风险均已缓解,以及埋藏场地关闭前已经过最短时间。

2 长期埋藏的责任问题

迄今为止,长期责任问题一直是与CO₂埋藏监管相关的最具挑战性和最复杂的问题之一。长期责任问题集中在注入停止和场地关闭后埋藏CO₂的“永久”责任上。司法管辖区如何处理长期责任是埋藏开发商的一个关键考虑因素,如果没有明确,这可能会成为CO₂埋藏开发的一个主要障碍。

虽然在设计良好、运营正确的场地,CO₂泄漏的风险非常低,并且随着时间的推移和注入停止后,通常会变得更低,但应考虑未来泄漏的潜在影响。这些影响可能包括环境影响(例如CO₂释放到大气中或迁移到饮用水源中)和经济影响(例如,如果要求实体支付现行碳价格或提供任何损害赔偿)。有鉴于此,框架必须具备处理长期责任的程序和机制。

在一些管辖区,相关当局要求运营商承担与CO₂埋藏场地长期管理相关的费用。现有的石油、天然气和采矿框架可以作为政府构建组织管理义务的潜在模式,包括关闭后、复垦和补救活动。其他框架,如废物处理和管理条例以及地下水保护条例,也可以作为相关的模式。

2.1 场地关闭后的长期责任

长期责任通常以3种方式之一解决:(1)规定将责任移交给有关管理单位。在这种情况下,运营商通常需要满足一些严格的条件,以确保在将埋藏场地的责任移交给相关当局之前,未来泄漏的风险可以忽略不计。(2)长期责任明确由运营商承担。监测和报告要求仍然存在,以确保安全和可靠的埋藏,尽管报告要求的频率可能有所不同。(3)长期责任没有明确说明。这意味着运营商将永久保留对埋藏场地的责任(在某些情况下,经营者可能是国有企业;因此,可能不会出现转移责任的问题)。

有几个论点支持将长期责任移交给有关当局。首先,运营商可能无法或不愿意无限期承担责任。缺乏转移埋藏场地管理权的流程可能会阻碍或妨碍埋藏开发的初始投资。其次,与主权国家相比,私人埋藏运营商的寿命有限,可能不支持无限期的管理职责或债务的财务担保。从长远来看,这可能最终导致责任归于有关当局,但没有明确移交机制所要求的条件和保证。最后,CO₂埋藏可被视为一种公共产品,因此,如果确定的风险已得到缓解,则有理由将场地的长期责任移交给相关当局。

然而,也有人担心,在关闭后期间将责任转移给有关当局的框架可能会在运营期间造成道德风险。换句话说,埋藏运营商的行为可能与完全承担长期责任的情况不同。然而,框架可以通过为责任转移设定明确的条件,并确保在责任转移之前尽可能降低埋藏CO₂的风险水平来解决这一问题。这些条件通常是与时间相关和基于绩效因素的组合。

如果要将长期责任移交给相关当局,通常要求运营商在移交之前证明其对埋藏场地未来不会出现泄漏或其他违规行为的风险有信心。此外,责任转移不能免除运营商在运营或关闭期间因其过失或疏忽导致的任何未来问题。即使在场地关闭和责任转移后,相关当局也必须准备好行动计划和必要的专业知识,以补救和防止任何地下潜在的CO₂渗漏。

2.2 长期场地管理的财务保证金

CCUS框架可能要求运营商承担与CO₂埋藏场地长期管理相关的成本。在不太可能发生泄漏的情况下,这有助于减少场地关闭后运营商(或相关机构,如果责任转移)的财务风险。这种贡献可以在项目过程中累积,也可以在授权关闭埋藏场地时要求。