

《海上 CO₂ 咸水层场地封存量评价》

(征求意见稿)

编制说明

标准起草组

2024 年 12 月

一、工作简况

1.1 任务来源

为贯彻《中共中央国务院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》及二十大报告精神，推动我国双碳战略目标的实现，进一步加强碳捕集利用与封存等技术研发示范和推广，推动海上封存项目规范化、规模化发展，疏解我国沿海地区高排放问题，为落实《国家标准化发展纲要》、《2023年全国标准化工作要点》、《碳达峰碳中和标准体系建设指南》，填补海上 CCUS 的相关标准空白，国家标准化管理委员会下达了本标准制定计划。

1.2 制定背景

碳捕集利用与封存（Carbon capture, utilization and storage, CCUS）技术是全球减排的重要战略性技术之一，是实现“双碳”目标的“兜底”技术。咸水层占二氧化碳地质封存总量的 96%以上，是 CO₂ 地质封存的主体。

早在 20 世纪 80 年代世界各国就已经开始了 CCUS 技术的研究及工程示范，我国在 20 世纪初也开展了一些相关技术的理论研究及实践，对全国各大盆地的 CCUS 封存潜力进行了评价并开展了一些 CO₂ 地质封存工程示范。尤其是在中国承诺力争于 2030 年实现碳达峰，努力争取于 2060 年实现碳中和目标后。中国是全球最大的碳排放国，要实现双碳目标压力巨大，尤其是在中国陆上碳源碳汇源东汇西的整体格局下，海上 CCUS 成为解决我国东南沿海碳源的重要途径。由于具有近源、安全性高、封存潜力大等优势，海上咸水层具有先天的 CO₂ 封存优势。开展海上咸水层 CO₂ 地质封存场地容量评价、形成战略性技术储备，对我国具有非同寻常的意义。

但在开展规模化的 CCUS 工程之前，面临的首要问题是对潜在的 CO₂ 地质封存地封存潜力作出合理有效的前期评价，为海上 CCUS 产业布局和规划提供支撑。目前，全球有不同机构给出了封存潜力计算方法，如美国能源部体积法、欧盟体积法，碳领导人论坛的封存机理法，但是这些机构的封存量计算方法方面都是基于国家/盆地/区域级别开展的，对于场地级别各机构公开发布的研究较少。对具体封存项目而言，迫切需要开展场地级封存量的评价。

本标准文件提出海上二氧化碳咸水层场地评价与类型划分总体思路，为科学

开展海上封存场地评价，推动海上二氧化碳封存工程项目建设提供指导。

1.3 起草过程

(1) 2024 年 1 月—3 月启动标准编制研究工作，开展调研分析。针对国内外已开展的咸水层封存项目尤其是海上咸水层封存的相关项目进行了系统调研，分析国内外 CCS 项目在投产前的潜力评价方法、运行过程中定期的实际封存容量评估、在整个项目运行中取得的经验教训及对封存潜力的影响，明确了海上二氧化碳封存场地评价方法与关键参数范围。

(2) 2024 年 4 月—6 月形成标准草稿，并组织专家研讨会，听取专家意见。在调研分析基础上，初步提出了海上咸水层封存潜力评价方法，在起草过程中先后赴中海油天津、上海、深圳、湛江等分公司进行专家意见征询与讨论 7 次，完成标准文件草案。

(3) 2024 年 7 月 12 日，组织召开标准开题启动会及草案审查会，中国标准化研究院、中国石油石化联合会、中国地质调查局等单位，中国标准化研究院、中国 21 世纪议程管理中心、中科院武汉岩土力学研究所、中海油集团公司勘探开发部、中海油新能源部、中海油天津分公司、中海油上海分公司、中海油深圳分公司、中海油湛江分公司、中海油海南分公司、中石油勘探开发研究院提高采收率研究所，中石化勘探开发研究院提高采收率技术研究所、中国石油大学（北京）、中科院南海海洋研究所、中国地质调查局水环中心、地调局青岛海洋地质研究所、厦门大学、广东省环境科学研究院、西安石油大学、长庆油田、吉林油田、新疆油田等高等院校和科研院所共计 23 家单位总计 41 名与会代表参加。标准编制组汇报了该项国家标准的国际国内背景，并针对海上 CO₂ 咸水层封存量评价相关专业术语、评价与分类方法等作了介绍。起草人员和与会专家对标准草案内容进行了充分讨论，提出了具体修改建议。

(4) 2024 年 8 月—12 月，起草组组织业内专家召开研讨会十余次，对形成的标准文件进行意见征集，结合我国陆上相关二氧化碳封存项目参数，在专家意见基础上形成征集意见初稿。

二、国家标准编制原则、主要内容及其确定依据

2.1 标准编制原则

本文件按照 GB/T 1.1-2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。本标准的编制借鉴了国内外相关咸水层二氧化碳封存量评价研究成果，并结合国际国内已开展和正在开展的 CCS 项目和发展状况编写本标准内容。本文将与现有的有关二氧化碳地质封存方面的国际标准、国际组织标准以及国家标准相协调。

本文件制定过程中坚持以“科学性、适用性、可操作性”为基本原则，在保持与国内外相关标准相协调的同时，也充分兼顾了我国海上具体地质条件。

2.2 标准主要内容及其确定依据

本标准主要包括：“范围、规范性引用文件、术语和定义、海上咸水层场地封存量评价阶段、评价条件与流程、评价方法、评价参数确定原则、场地类型划分”共八部分，各部分主要内容如下：

（1）范围

本文件规定了场地级海上二氧化碳咸水层封存量评价阶段、条件、流程、方法、评价参数确定原则与海上咸水层场地类型划分。

本文件适用于场地级海上二氧化碳咸水层封存量的评价与分类。

（2）规范性引用文件

本标准的规范性引用文件包括：

GB/T 16792 国标《中国含油气盆地级次级构造单元名称代码》规定了全国含油气盆地及石油气盆地内一、二级构造单元名称的代码。

GB/T 39537-2020 国标《石油天然气勘探规范》规定了石油天然气勘探阶段划分、工作原则，各勘探阶段的工作目标、地质任务、提交成果和勘探工作管理要求。

GB/T 50568-2019 国标《油气田及管道岩土工程勘察标准》包含了岩土工程勘察、管道工程、管道穿越、管道跨越、地下水封洞库、地震效应、不良地质作用、管道伴行道路等相关术语和定义。

DZ/T 0474-2024 行标《咸水层二氧化碳地质封存潜力评价技术指南》系统提出了咸水层二氧化碳地质封存潜力评价的总体思路，划分了勘查评价阶段，

建立了封存潜力分类分级标准，并提出了推荐性的潜力计算方法。

（3）术语和定义

本文件对场地级海上二氧化碳咸水层封存量评价相关的咸水层、地层水、盖层、封存潜力、封存机理、封存规模、封存丰度等给出了定义。

（4）海上咸水层场地封存量评价阶段

海上咸水层场地封存量评价目的为：开展综合分析，筛选适宜封存的构造、沉积层等地质体，识别主力咸水层储层，计算相应类型、级别的封存潜力，综合评价封存适宜性、技术容量规模及丰度、经济性，为咸水层封存工程选址与监管提供依据。

考虑地震、钻井等地质勘查、评价与项目实施流程，将海上咸水层二氧化碳封存场地划分为场地筛选、场地勘探、场地评价、场地建设、场地注入和场地关闭阶段。

（5）海上咸水层场地封存量评价条件与流程

本文件将进入场地评价阶段的海上咸水层二氧化碳封存量划分为：可望、可及、可注封存量，并给出了相应定义。

本文件对海上咸水层场地封存量评价所需收集的资料进行了梳理，应收集的相关资料包括：地理信息、综合地质、地球物理、钻井相关、油气田相关、盖层分析与研究、储层分析与研究、地层咸水、油气等地下流体分析等资料。

本文件重点对海上咸水层二氧化碳可望、可及、可注封存量评价条件进行了及相关流程进行了规定与说明。

（6）海上咸水层场地封存量评价方法

本文件将海上咸水层场地封存量评价方法划分为：类别法、体积法和机理法，并给出了相应的定义和计算方法说明。

本文件对体积法条件下，海上咸水层场地可望、可及、可注封存量的计算方法进行了规定与说明。

（7）海上咸水层场地封存量评价参数确定原则

总体上，通过综合地质条件、地质规律研究和地质调查，推算可用于二氧化碳封存的咸水层分布范围，相关认识程度会随着勘探程度和研究深度的提高而增强。

本文件给出了海上咸水层场地封存量评价所需的“分布面积、有效厚度、

有效孔隙度、相关流体密度、封存系数、溶解封存系数、束缚水饱和度、二氧化碳地层咸水溶解度”相关参数定义。

（8）海上咸水层场地类型划分

本文件分别从海上咸水层“储层特征、水体特征、封存规模与丰度、封存场地工程条件”四大项、九小项对海上咸水层场地类型进行了划分与定义。

相关类型划分涉及：咸水层储层岩石类型、储层物性特征、储层规模，咸水层地层水矿化度、水体开放性，咸水层场地封存规模、封存丰度，咸水层场地离岸距离、场地水深。

三、技术经济分析论证和预期的经济效益

标准发布后，将由中海油牵头、联合中国标准化研究院，制定明确的标准宣贯培训计划。拟通过新闻媒体发布、邀请二氧化碳地质封存与利用领域的知名专家学术会议宣传等方式推广该标准。拟通过中国海洋石油集团有限公司等单位进行推广，将该标准应用于现有和拟建设的海上 CCUS 示范工程中。拟在已开展或计划开展 CCUS 示范工程建设的企业、从事 CCUS 相关研究的高校和科研院所召开若干次标准培训会，通过对相关领域从业人员的培训，增减上述人员对该标准的了解，为该标准真正在工程实践中发挥作用提供支撑。

四、与国际、国外同类标准技术内容的对比情况

国际上现行的二氧化碳封存标准“ISO 27914:2017”主要对二氧化碳地质封存相关概念与流程进行了规定，并提供了管理体系建设等建议；“ISO 27919-1:2018”主要针对燃烧后二氧化碳捕集（PCC）与发电厂集成的性能评估方法进行了说明；“欧盟 Directive 2009/31/EC”：主要从“环境安全、许可要求、监测、关闭与后续业务”等方面为二氧化碳安全地质封存建立了法律框架。

国内“DZ/T 0474-2024”和“T/GSC 006-2024”标准分别提出了咸水层二氧化碳地质封存潜力评价的总体思路，针对陆上地质条件提出了二氧化碳地质封存选址方法和技术要求。

本标准文件对海上二氧化碳地质封存场地评价流程、封存量评估方法、场地分类等进行了规定。

五、以国际标准为基础的起草情况

本标准不涉及采标。

六、与有关法律、行政法规及相关标准的关系

2021年10月，国务院印发《2030年前碳达峰行动方案》，围绕贯彻落实党中央、国务院关于碳达峰碳中和的重大战略决策，按照《中共中央 国务院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》工作要求，聚焦2030年前碳达峰目标，对推进碳达峰工作作出总体部署。

2023年4月，国家标准委等十一部门关于印发《碳达峰碳中和标准体系建设指南》，提出加快构建结构合理、层次分明、适应经济社会高质量发展的碳达峰碳中和标准体系。

七、重大分歧意见的处理经过和依据

本标准在草案征求意见过程中无重大分歧。

八、涉及专利的有关说明

本标准不涉及专利。

九、实施要求与措施建议

本标准确定的指标基于充分的文献调研和工程实践经验，符合大多数海上咸水层封存示范工程的实际情况，可直接在行业内大多数咸水层封存示范工程中贯彻实施。

十、其他应当说明的事项

无。