

团 体 标 准

T/ CECRPA XXX—202X

船端碳捕集及封存（OCCS）项目温室气体清
除量核查技术规范

Technical Specification for Greenhouse Gas Removal Quantification and Verification
of Ship Onboard Carbon Capture and Storage

（征集意见稿）

2025- XX - XX 发布

2025 - XX - XX 实施

中国生态文明研究与促进会 发布

目 次

前 言 II

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 核查原则 2

 4.1 科学性 2

 4.2 准确性 3

 4.3 透明性 3

 4.4 保守性 3

5 核查程序 3

 5.1 提出核查委托 3

 5.2 签订委托合同 3

 5.3 核查策划 3

 5.4 文件评审 4

 5.5 现场核查 4

 5.6 编写核查报告 4

 5.7 复核 4

 5.8 决定与核查报告签发 5

 5.9 记录保存 5

6 核查内容和要点 5

 6.1 项目适用条件的核查 5

 6.2 核算边界的核查 5

 6.3 核算方法的核查 5

 6.4 项目数据的核查 6

 6.5 监测计划及执行情况的核查 28

附 录 A （资料性附录） OCCS 项目各环节计算方法 29

 A.1 项目注入量的计算方法 29

 A.2 项目捕集环节排放量的计算方法 30

 A.3 项目运输环节排放量的计算方法 31

 A.4 项目封存环节排放量的计算方法 31

附 录 B （资料性附录） 核查报告模板 33

参 考 文 献 39

前 言

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。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中远海运能源运输股份有限公司提出并组织实施。

本文件由中国生态文明研究与促进会归口。

本文件起草单位：中海环境科技（上海）股份有限公司、中国质量认证中心有限公司、中远海运能源运输股份有限公司、XXXXXX。

本文件主要起草人：XXXXXX。

船端碳捕集及封存（OCCS）项目温室气体清除量核查技术规范

1 范围

本文件规定了船端碳捕集及封存项目温室气体清除量核查相关的术语和定义、项目清除量核查原则、核查程序、核查内容和要点等相关要求。

本文件适用于核查机构对船端碳捕集及封存项目温室气体清除量开展核查，也能够为船端碳捕集及封存项目业主开展内部核算，编制报告提供参考。

本文件不适用于陆上及其他非船端的碳捕集及封存项目。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本文件的引用而成为本文件的条款。凡是注日期的引用文件，其随后修订版均不适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 24067 温室气体 产品碳足迹量化要求和指南

GB/T 32150 工业企业温室气体排放核算和报告通则

GB/T 33760 基于项目的温室气体减排量评估技术规范通用要求

CNCA-CCER-01 温室气体自愿减排项目方法学 造林碳汇

JJG 1038-2008 科里奥利质量流量计

JJG 1132-2017 热式气体质量流量计

JJF 1708-2018 标准表法科里奥利质量流量计在线校准规范

T/XXXX 温室气体资源减排项目方法学 船舶碳捕集与海洋封存

ISO 14064-1 温室气体 第一部分:在组织层面温室气体发射和消除的量化和报告的指南性规范（Greenhouse gases Part 1:Specification with guidance at the organization level for quantification and reporting of greenhouse gas emissions and removals）

ISO27912 二氧化碳捕获 二氧化碳捕获系统技术和工艺（Carbon dioxide capture-Carbon dioxide capture systems, technologies and processes）

MEPC.391(81) 2024 年船用燃料全生命周期温室气体强度导则（2024 guidelines on life cycle ghg intensity of marine fuels）

3 术语和定义

GB/T 32150，GB/T 33760 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

船端碳捕集及封存项目 Ship Onboard Carbon Capture and Storage；OCCS

将二氧化碳从船端相关的排放源中分离并封存，以实现二氧化碳减排或清除的项目。本文件中船端碳捕集及封存项目包括捕集、运输、封存三大环节。

3.2

二氧化碳捕集 carbon dioxide capture

将二氧化碳从大气、工业或能源设施中分离，产生易于运输、储存或利用的高浓度二氧化碳流

的过程。

[来源：ISO27912—2018,3.16]

3.3

二氧化碳地质封存 carbon dioxide geological storage

将二氧化碳注入地质体，并将之与大气隔离的过程。

3.4

项目业主 project proponent

对项目进行全面控制并负责的组织或个人。

[来源：GB/T 33760—2017,3.10]

3.5

温室气体清除量 greenhouse gas emission removal; GHG removal

在特定时段内从大气中清除的温室气体总量(以质量单位计算)。

[GB/T 24067—2024,3.2.6]

3.6

二氧化碳排放量 greenhouse gas emissions

在特定时段内释放到大气中的二氧化碳总量（以质量单位计算）。本文件中除二氧化碳外，其他温室气体（如甲烷等）在计算时，按全球变暖潜势值，以二氧化碳当量计。

[GB/T 32150—2015,3.6,改写]

3.7

二氧化碳人为放空排放 intentional discharges of CO₂

在 OCCC 项目封存环节中，因管道修理、维护保养、安全压力调节等因素，通过工艺装置泄放口或安全阀门人为控制泄放到大气中的二氧化碳。

3.8

二氧化碳意外放空排放 unintentional discharges of CO₂

在 OCCC 项目中，由于设备本身或从地层中裂缝、断层、井筒等泄漏到项目边界外引起的二氧化碳逸散和排放。

3.9

监测计划 monitoring plan

对项目清除量核算所涉及的所有相关参数实施测量、记录、汇总的计划。

[CNCA-CCER-01:2023,2.4,改写]

3.10

核查 verification

根据约定的核查准则对清除量核算报告进行系统的、独立的评价，并形成文件的过程。

[ISO 14064-1:2018,3.4.9,改写]

3.11

核查组 verifier group

负责进行核查并报告其过程的具备相关能力的独立人员所组成的工作组。

注:本术语也可用于从事核查的机构。

[ISO 14064-1:2018,3.4.11,改写]

4 核查原则

4.1 科学性

OCCS 项目清除量的核查应优先以自然科学规则、规律作为基础。应使用最新的国内、国际相关标准或国际惯例作为计量器具、活动水平数据、排放因子等核查的依据。

4.2 准确性

应以客观证据为依据，如实完整地反映项目边界、活动和其他相关情况，做到报告内容真实、数据准确、资料完整。

4.3 透明性

应将实施过程及结果，以清晰、客观、中立的立场以及可被验证的方式进行记录、汇总、分析和归档。

4.4 保守性

在数据和信息无法被充分验证或存在其他不确定因素时，应保守处理，确保项目清除量不被低估。

5 核查程序

5.1 提出核查委托

项目业主向核查机构提出核查委托，并按照核查机构要求提供相关资料。

核查机构应根据法律法规、T/XXXX 《温室气体资源减排项目方法学 船舶碳捕集与海洋封存》及核查实施的需要，明确资料清单，至少包括项目监测计划、清除量核算报告等。

5.2 签订委托合同

核查机构对项目业主提交的资料进行评审，评审项目是否属于船端碳捕集项目，不包含其他陆上碳捕集碳源；评审项目业主提交的清除量核算报告是否符合《温室气体资源减排项目方法学 船舶碳捕集与海洋封存》的要求；

当项目业主所提供的项目信息与清除量核算报告等资料满足以上要求时，接受核查委托，双方签订委托合同，若不满足，不接受核查委托，并及时告知项目业主。

5.3 核查策划

5.3.1 制定核查方案

核查机构在签订委托合同后开展策略分析，制定核查方案，组建核查组，明确核查目的、范围、依据、核查组成员及其职责分工、核查活动进度安排等内容。

5.3.2 核查组安排

核查组原则上应不少于 2 人，由 1 名组长和至少 1 名专业核查员组成。核查组长确定核查组任务分工时，应充分考虑项目的技术特点、复杂程度、技术风险、设施的规模与位置、测量设备的种类、数据收集系统的复杂程度以及核查组的专业背景和实践经验等方面的因素。专业核查员应满足以下要求，包括但不限于：

- 核查组成员不应与所核查的项目存在利益关系。
- 掌握船端碳捕集及封存项目运营管理，熟悉船端碳捕集及封存的各种方式；
- 能够准确识别船端碳捕集及封存项目边界，合理划分项目不同排放环节；
- 能够准确识别温室气体排放源，掌握船端碳捕集及封存项目清除量量化方法，以及数据分析和

评价方法（如不确定性分析和抽样方法）；

5.3.3 核查时限

核查机构应在委托合同中对核查各环节的时限做出明确规定，并确保相关工作按时限要求完成。自公示清除量核算报告之日起至出具核查报告之日止，原则上不超过 100 天。因项目业主未及时提交资料、不能按计划接受现场核查、未按规定回应整改要求等原因导致核查时间延长的，不计算在内。

5.4 文件评审

核查组在开展现场核查前，应完成核查项目的文件评审，并明确现场核查的重点。

通过对项目业主提交的清除量核算报告、项目设计文件等资料的评审，初步判断项目实施与项目设计文件的符合性，监测计划与《温室气体资源减排项目方法学 船舶碳捕集与海洋封存》要求的符合性，监测活动与监测计划的符合性，校准频次的符合性，清除量核算的准确性，以及监测计划及其相关参数的调整情况等。

5.5 现场核查

5.5.1 现场核查计划

核查组根据文件评审结果制定现场核查计划。现场核查计划应至少包括目的、范围、内容、日期、访谈对象和抽样方案等内容。

现场数量不超过 5 个的，应覆盖全部现场。现场数量超过 5 个的，应制定抽样方案并按照抽样结果赴现场进行走访，并且数量不少于 5 个。具体抽样方法应参考《温室气体资源减排项目方法学 船舶碳捕集与海洋封存》中的有关内容。

5.5.2 现场核查实施

现场核查可按照首次会议介绍核查计划、现场收集和验证核查证据、总结会介绍核查发现的步骤实施。核查组可通过“查、问、看、验”的方式，在现场至少对项目运行和监测情况、监测计划及执行情况、温室气体排放数据和清除量核算准确性、测量仪表的检定、校准情况等进行了解和查验。OCCS 项目具体核查内容和要点参考本文件章节 6 中的内容。

在获得项目业主同意后，可以采用复印、拍摄、录音、笔记等方式保存现场核查记录。

5.5.3 整改要求和观察项

现场核查完成后，核查组向项目业主书面反馈文件评审和现场核查中的整改要求和观察项，项目业主按商定的时间要求逐项予以回应，并提供相应的证据材料。有以下情形之一的，核查组应向业主提出整改要求：

- 实际监测与监测计划不一致的；
- 清除量核算错误的；
- 在核算期间或上一次核算期核查过程中提出的观察项，在当前核算期应解决但未解决的；
- 由于获取的信息不准确、不充分或者不清晰，导致无法确定项目的运行和监测是否符合相关要求的。对于需要项目业主在下一个核算期对监测和报告进行调整的问题，核查组应提出观察项。

5.6 编写核查报告

核查组在完成现场核查后，根据核查实际情况编写核查报告。核查报告具体内容可参考附录 B。

5.7 复核

核查机构应对核查组作出的核查结论及有关资料/信息开展复核。复核应确认：

- 所有核查活动已按照委托合同和核查方案完成；
- 支持决定的证据的充分性和适宜性；
- 重要的发现是否被识别、解决并形成文件。

复核人员应具备相应行业领域的专业知识和能力，不得是参与项目核查的人员，不得与所核查的项目存在利益关系。

5.8 决定与核查报告签发

复核完成后，核查机构应作出肯定或否定的核查决定。核查决定人员不得是参与项目核查的人员。

核查机构依据核查决定向项目业主出具核查报告。核查机构应对清除量核查报告的合规性、真实性、准确性负责，并在清除量核查报告中作出承诺。

5.9 记录保存

核查机构应记录并保存核查过程中所有资料，保存期自该项目最后一期清除量登记后不少于 10 年。

6 核查内容和要点

6.1 项目适用条件的核查

核查组应确认项目与《温室气体资源减排项目方法学 船舶碳捕集与海洋封存》中项目适用范围的符合性。核查组可通过以下方式对项目适用范围的符合性进行核查：

- 查阅项目碳捕集船舶的产权证明文件或授权文件，确认船舶所有者与项目业主的关系。
- 查阅项目设计文件、项目监测计划等材料确认项目相关基本信息、碳捕集设备、计量监测设备安装记录情况是否满足《温室气体资源减排项目方法学 船舶碳捕集与海洋封存》要求。

6.2 核算边界的核查

核查组依据《温室气体资源减排项目方法学 船舶碳捕集与海洋封存》要求，确定核算边界，核查并报告项目边界所产生的温室气体清除量。

船端碳捕集及封存项目包括捕集、运输、封存三大环节，项目业主提交的清除量核算报告须清晰描述核算边界。核查组需要通过现场访问及文件审核等方式对核算边界予以确认：

- 现场访问，确认现场的船舶碳捕集系统、二氧化碳运输系统和二氧化碳封存监测系统，以及项目所在区域电网中的所有发电设施与清除量核算报告填写是否一致，可查阅项目设计文件，了解项目主要经营范围；
- 通过对二氧化碳封存区域地质评估文件、项目可行性研究方案等材料确认项目实际封存区域的地理边界和物理边界，并与清除量核算报告中的边界核对，确认是否一致。
- 通过现场观察及人员访谈，了解是否还存在项目边界外的其它二氧化碳封存量和设施排放量，若有，需在核查报告中清晰说明并明确其不纳入核算边界；
- 若是对于项目的年度核查，核查员需查阅监测计划、设施施工合同、设备采购安装记录等资料，对核查年份设施更新情况进行核查，核实是否存在排放设施变化或排放源的变化情况；并在核查报告中对设施和过程排放源的变化进行说明。

6.3 核算方法的核查

核查组应确认项目清除量核算报告所采用的核算方法与《温室气体资源减排项目方法学 船舶碳捕集与海洋封存》所列出各项排放源核算方法的符合性。对于量化方法与核算依据存在偏移的情况，核查

员需判断偏移的原因及偏移方法的合理性。

6.4 项目数据的核查

6.4.1 项目注入量的核查

项目注入量涉及参数的确定与核查方法见表 1——表 7

表 1 质量流量计测得的流体质量

数据/参数名称		FR _{mass,x}
数据单位		t
数据描述		质量流量计 x 测得的流体质量
应用的公式编号		
数据来源		质量流量计
计量方法与过程要求		可使用科里奥利质量流量计、热式流量计、双叶轮式质量流量计、双孔板差压式质量流量计等市售质量流量计对流体质量进行确定。
监测频次与记录要求		连续监测（至少每 15min 测量一次）
质量保证/质量控制程序要求		计量设备优先考虑按照国家标准或厂商的产品说明进行安装和校准（JJG 1132-2017、JJG 1038-2008、JJF 1708-2018 等）。其次也可参考遵循国际相关标准（例如 IEC、ISO）。
数据用途		用于计算 CO ₂ 注入量和项目其它环节的 CO ₂ 排放。
数据计算方法		根据流量计累计读数计算得到流体质量
核查方法	查	1.确认气体流量的数据获取方式，明确流量计种类。 2.针对质量流量计直接计量数据 1) 查阅项目期内对应流量计的运行台账或记录原件； 2) 查阅计量器具的抄表记录，确认与监测计划中规定的流量计安装位置、监测方法、监测频次和记录频次的要求是否一致； 3) 查阅项目计量器具台账，流量计设备的校准记录和检定证书，确认计量器具是否按监测计划进行校准和维护； 4) 通过以下数据源，对气体流量进行交叉核对： -DCS 等其它控制系统截屏； -了解项目进展情况，使用其它报表进行交叉核对。
	问	-询问项目业主气体流量的数据来源,以及数据监测、记录、传递、统计和汇总的过程。 -对计量器具管理人员询问各流量计设备校验校准情况。

	看	必要时，可现场观察以下信息： -随监测点位的各个流量计的名牌信息进行识别，确认是否与监测计划一致； -实际观察对应流量计的中控系统，确认流量计计量点，以及实时变动情况；
	验	N/A
合理取值范围或经验数值		N/A
注意事项		若存在项目边界外的 CO ₂ 注入量，应单独计量。

表 2 CO₂ 的摩尔质量

数据/参数名称		MCO ₂
数据单位		g/mol
数据描述		CO ₂ 的摩尔质量
应用的公式编号		
数据来源		CO ₂ 的相对分子质量
数值		44.0095
数值选择的理由或所应用的测量方法和过程描述		常数
数据用途		用于计算 CO ₂ 注入量和项目其它环节的 CO ₂ 排放
核查方法	查	N/A
	问	N/A
	看	N/A
	验	可使用国际国内其它文献数据库等进行验证
合理取值范围或经验数值		44.0095
注意事项		N/A

表 3 流量计中 CO₂ 的摩尔分数

数据/参数名称		XCO ₂
数据单位		%mole
数据描述		流量计中 CO ₂ 的摩尔分数
应用的公式编号		
数据来源		流体成分分析
监测程序与方法要求		方法一：气相色谱法（GC） 方法二：气相色谱法与红外光谱法（GC-IR）
监测频次与记录要求		方法一：每 15 分钟监测，按周汇总 方法二：每 15 分钟监测，按月汇总
质量保证/质量控制程序要求		计量设备优先考虑按照国家标准或厂商的产品说明进行安装和校准。其次也可参考遵循国际相关标准（例如 IEC、ISO）。
数据用途		用于计算 CO ₂ 注入量和项目其它环节的 CO ₂ 排放

数据计算方法		直接测量 方法一：使用从气相色谱测得的值 方法二：使用从红外光谱测得的值
核查方法	查	确认流量计中 CO ₂ 摩尔分数的获取方式： 1) 针对自行检测或委托检测 -查阅项目按周汇总或按月汇总的检测记录或检测报告原件； -如自行检测，查阅相关检测的作业指导书/操作手册/技术规范/操作规程等，确认气相色谱法/红外光谱法是否遵循国家要求的相关标准，确认计量器具是否得到了有效的校准和维护。 -对于委托检测的情况，查阅检测协议、检测费支付凭证、检测报告等； 必要时，查阅以下证据材料进行交叉核对： -实验室检测的纸质、电子原始记录；
	问	-询问监测计划、项目相关负责人，确认流量计中 CO ₂ 摩尔分数的数据来源，以及数据监测、记录、传递、统计和汇总的过程； -对于自检的情形，询问化验人员，确认化验时间、人员、校核与报告签发事项；确认化验方法是否符合指南中适用的相关标准的规定。
	看	-以实验室管理制度、实验设备管理制度、设备清单等背景资料为依据，现场走访采样区域、制样区域、化验室等地点，确认相关区域环境现状，以判断是否有效管理； -现场查看设备，了解设备校准情况；是否贴有相应标识，是否有过期情况。
	验	查验实验结果是否符合项目气体的实际情况，各类气体含量是否在项目设计的合理范围；
合理取值范围或经验数值		N/A
注意事项		N/A

表 4 流量计中其他气体组分的摩尔质量

数据/参数名称	M _k
数据单位	g/mol
数据描述	流量计中组分 k 的摩尔质量
应用的公式编号	

数据来源		成分 k 的相对分子质量
数值		根据流量计中发现的不同组分 k 进行取值
数值选择的理由或所应用的测量方法和过程描述		常数
数据用途		用于计算 CO ₂ 注入量和项目其它环节的 CO ₂ 排放
核查方法	查	N/A
	问	N/A
	看	N/A
	验	可使用国际国内其它文献数据库等进行验证
合理取值范围或经验数值		N/A
注意事项		N/A

表 5 流量计中其它组分的 CO₂ 的摩尔分数

数据/参数名称	Xk
数据单位	%mole
数据描述	流量计中其它组分 k 的 CO ₂ 的摩尔分数
应用的公式编号	
数据来源	成分分析
监测程序与方法要求	方法一：气相色谱法（GC） 方法二：气相色谱法与红外光谱法（GC-IR）
监测频次与记录要求	方法一：每 15 分钟监测，按周汇总 方法二：每 15 分钟监测，按月汇总
质量保证/质量控制程序要求	计量设备优先考虑按照国家标准或厂商的产品说明进行安装和校准。其次也可参考遵循国际相关标准（例如 IEC、ISO）。
数据用途	用于计算 CO ₂ 注入量和项目其它环节的 CO ₂ 排放
数据计算方法	直接测量 方法一：使用从气相色谱测得的值 方法二：使用从红外光谱测得的值

核查方法	查	确认流量计中 CO₂ 摩尔分数的获取方式： 1) 针对自行检测或委托检测 -查阅项目按周汇总或按月汇总的检测记录或检测报告原件； -如自行检测，查阅相关检测的作业指导书/操作手册/技术规范/操作规程等，确认气相色谱法/红外光谱法是否遵循国家要求的相关标准，确认计量器具是否得到了有效的校准和维护。 -对于委托检测的情况，查阅检测协议、检测费支付凭证、检测报告等； 必要时，查阅以下证据材料进行交叉核对： -实验室检测的纸质、电子原始记录；
	问	-询问监测计划、项目相关负责人，确认流量计中 CO₂ 摩尔分数的数据来源，以及数据监测、记录、传递、统计和汇总的过程； -对于自检的情形，询问化验人员，确认化验时间、人员、校核与报告签发事项；确认化验方法是否符合指南中适用的相关标准的规定。
	看	-以实验室管理制度、实验设备管理制度、设备清单等背景资料为依据，现场走访采样区域、制样区域、化验室等地点，确认相关区域环境现状，以判断是否有效管理； -现场查看设备，了解设备校准情况；是否贴有相应标识，是否有过期情况。
	验	查验实验结果是否符合项目气体的实际情况，各类气体含量是否在项目设计的合理范围；
合理取值范围或经验数值		N/A
注意事项		N/A

表 6 体积流量计测得的流体体积

数据/参数名称	FRvol,x
数据单位	m ³
数据描述	在工作压力温度下，监测期内流量计 x 测得的气体体积
应用的公式编号	
数据来源	体积流量计
监测程序与方法要求	使用例如转子流量计、涡轮流量计、孔板流量计、楔形流量计、超声波流量计、涡街流量计

		等市售体积流量计对流体质量进行确定
监测频次与记录要求		连续监测（至少每 15min 测量一次）
质量保证/质量控制程序要求		计量设备优先考虑按照国家标准或厂商的产品说明进行安装和校准（JJG 1132-2017、JJG 1038-2008、JJF 1708-2018 等）。其次也可参考遵循国际相关标准（例如 IEC、ISO）。
数据用途		用于计算 CO ₂ 注入量和项目其它环节的 CO ₂ 排放
数据计算方法		根据流量计累计读数计算得到流体体积
核查方法	查	1.查阅项目监测计划确认气体流量的数据获取方式，明确流量计种类。 2.针对体积流量计直接计量数据 1) 查阅项目期内对应流量计的运行台账或记录原件； 2) 查阅计量器具的抄表记录，确认与监测计划中规定的流量监测方法、监测频次和记录频次的要求是否一致； 3) 查阅项目计量器具台账，流量计设备的校准记录和检定证书，确认计量器具是否按监测计划进行校准和维护； 4) 通过以下数据源，对气体流量进行交叉核对： -DCS 等其它控制系统截屏； -了解项目进展情况，使用其它报表进行交叉核对。
	问	-询问项目业主气体流量的数据来源,以及数据监测、记录、传递、统计和汇总的过程。 -对计量器具管理人员询问各流量计设备校验校准情况
	看	必要时，可现场观察以下信息： -随监测点位的各个流量计的名牌信息进行识别，确认是否与监测计划一致； -实际观察对应流量计的中控系统，确认流量计计量点，以及实时变动情况；
	验	N/A
合理取值范围或经验数值		N/A
注意事项		若存在项目边界外的 CO ₂ 注入量，应单独计量。

表 7 二氧化碳密度

数据/参数名称		$\rho_{\text{CO}_2\text{x}}$
数据单位		tCO_2/m^3
数据描述		CO_2 密度
应用的公式编号		
数据来源		国际通用的状态方程数据库
监测程序与方法要求		二氧化碳密度根据温度和出口压力（取 101.325kPa，绝对压力）查表获取。
监测频次与记录要求		与 $\text{FR}_{\text{vol,x}}$ 监测频率一致
质量保证/质量控制程序要求		N/A
数据用途		用于计算 CO_2 注入量和项目其它环节的 CO_2 排放
数据计算方法		二氧化碳密度根据温度和出口压力（取 101.325kPa，绝对压力）查表获取。
核查方法	查	二氧化碳密度根据温度和出口压力（取 101.325kPa，绝对压力）查表获取。
	问	N/A
	看	N/A
	验	N/A
合理取值范围或经验数值		N/A
注意事项		N/A

6.4.2 项目捕集环节排放数据的核查

项目捕集环节排放量涉及参数的确定与核查方法见表 8——表 20

表 8 碳捕集设施燃料的消耗量

数据/参数名称	$Q_{\text{Cap,Fuel,d,y}}$
数据单位	m^3 或 kg
数据描述	项目中船端碳捕集设施燃料 d 的消耗量
应用的公式编号	
数据来源	燃料购销存台账/结算单或对应流量计读数
监测程序与方法要求	1.统计汇总燃料购销存台账/结算单 或 2.对应流量计直接计量
监测频次与记录要求	连续计量
质量保证/质量控制程序要求	计量设备（例如流量计，重量秤等）应按照国家相关计量器具管理规范进行定期校准校验。
数据用途	用于计算项目捕集环节温室气体排放

数据计算方法		通过计量设备读数或购销存台账/结算单等加和汇总得到化石燃料月度消耗量。
核查方法	查	1.确认数据来源为计量设备连续测量数据还是购销存台账数据； 2.对连续测量数据： 1) 查阅项目留存的每日/每月消耗量原始记录或台账原件； 2) 查阅流量计/质量秤抄表记录，并查阅流量计/质量秤的校准记录，确认计量器具的准确度等级、校准方法和频次是否符合国家对应计量器具的有关要求； 3) 查阅以下证据材料对生产系统记录的计量数据进行交叉核对： -反映购销存情况的证据材料，如燃料采购明细账、 库存量、发票、结算单等； 3.购销存台账数据： 1)查阅项目留存的月度燃料使用报表、购销存记录或结算凭证原件； 2) 了解供应商计量情况； 3) 查阅以下证据材料对购入量数据进行交叉核对： -财务口径有关燃料、能源使用的购销明细账
	问	- 询问项目业主、负责人、能源管理人员，确认燃料消耗量的数据来源， 确认项目设计文件信息； - 询问数据统计人员，了解证据中数据的统计口径以及数据之间的逻辑关系。
	看	- 基于计量网络图，确认表计表安装位置，查看铭牌，确认型号和精度与设备校准情况是否满足要求 ； - 查看设备校验校准记录、证书信息。
	验	- 针对生产系统记录的计量数据，通过日统计加和验证月报数据； - 针对供应商结算凭证的购入量数据，F14 通过批次统计加和验证月报数据。
	合理取值范围或经验数值	N/A
	注意事项	N/A

表 9 化石燃料 CO₂的排放因子

数据/参数名称	$EF_{Fuel,CO_2,d}$
数据单位	tCO ₂ /m ³ 或 tCO ₂ /kg
数据描述	化石燃料 d 的 CO ₂ 排放因子
应用的公式编号	
数据来源	1.国际海事组织 IMO 最新发布的《2024 年船用燃料全生命周期温室气体强度导则》对应的船端（TtW）排放因子； 2.IPCC 最新报告对应燃料的排放因子； 3.US EPA 最新发布的排放因子； 4.由燃料供应商或生产方提供的实测因子；
监测程序与方法要求	使用上述来源的最新数据计算项目排放量。
监测频次与记录要求	每年
质量保证/质量控制程序要求	N/A

数据用途		用于计算项目捕集环节温室气体排放
数据计算方法		N/A
核查方法	查	N/A
	问	N/A
	看	N/A
	验	可使用国际国内其它文献数据库等进行验证
合理取值范围或经验数值		N/A
注意事项		N/A

表 10 化石燃料 CH₄ 的排放因子

数据/参数名称		$EF_{Fuel,CH_4,d}$
数据单位		tCO ₂ /m ³ 或 tCO ₂ /kg
数据描述		化石燃料 d 的 CH ₄ 排放因子
应用的公式编号		
数据来源		1.国际海事组织 IMO 最新发布的《2024 年船用燃料全生命周期温室气体强度导则》对应的船端（TtW）排放因子； 2.IPCC 最新报告对应燃料的排放因子； 3.US EPA 最新发布的排放因子； 4.由燃料供应商或生产方提供的实测因子；
监测程序与方法要求		使用上述来源的最新数据计算项目排放量。
监测频次与记录要求		每年
质量保证/质量控制程序要求		N/A
数据用途		用于计算项目捕集环节温室气体排放
数据计算方法		N/A
核查方法	查	N/A
	问	N/A
	看	N/A
	验	可使用国际国内其它文献数据库等进行验证
合理取值范围或经验数值		N/A
注意事项		N/A

表 11 化石燃料 N₂O 的排放因子

数据/参数名称		$EF_{Fuel,N_2O,d}$
数据单位		tCO ₂ /m ³ 或 tCO ₂ /kg
数据描述		化石燃料 d 的 N ₂ O 排放因子
应用的公式编号		
数据来源		1.国际海事组织 IMO 最新发布的《2024 年船用燃料全生命周期温室气体强度导则》对应的船端（TtW）排放因子； 2.IPCC 最新报告对应燃料的排放因子； 3.US EPA 最新发布的排放因子； 4.由燃料供应商或生产方提供的实测因子；

监测程序与方法要求		使用上述来源的最新数据计算项目排放量。
监测频次与记录要求		每年
质量保证/质量控制程序要求		N/A
数据用途		用于计算项目捕集环节温室气体排放
数据计算方法		N/A
核查方法	查	N/A
	问	N/A
	看	N/A
	验	可使用国际国内其它文献数据库等进行验证
合理取值范围或经验数值		N/A
注意事项		N/A

表 12 CH₄ 的全球增温潜势

数据/参数名称		GWP_{CH_4}
数据单位		tCO ₂ e/t CH ₄
数据描述		CH ₄ 的全球增温潜势
应用的公式编号		
数据来源		IPCC 发布的最新评估报告
数值		IPCC 发布的最新评估报告
数值选择的理由或所应用的测量方法和过程描述		N/A
数据用途		用于计算项目捕集环节温室气体排放
核查方法	查	N/A
	问	N/A
	看	N/A
	验	N/A
合理取值范围或经验数值		27.9tCO ₂ e/t CH ₄
注意事项		N/A

表 13 N₂O 的全球增温潜势

数据/参数名称		GWP_{N_2O}
数据单位		tCO ₂ e/t N ₂ O
数据描述		N ₂ O 的全球增温潜势
应用的公式编号		
数据来源		IPCC 发布的最新评估报告
数值		IPCC 发布的最新评估报告
数值选择的理由或所应用的测量方法和过程描述		N/A
数据用途		用于计算项目捕集环节温室气体排放
核查方法	查	N/A

	问	N/A
	看	N/A
	验	N/A
合理取值范围或经验数值		273tCO ₂ e/t N ₂ O
注意事项		N/A

表 14 碳捕集设施电力使用量

数据/参数名称		$Q_{Cap,Elec,y}$
数据单位		kWh
数据描述		项目中船端碳捕集设施电力使用量
应用的公式编号		
数据来源		根据船端碳捕集装置的电能表读数
监测程序与方法要求		电能表计直接计量
监测频次与记录要求		连续计量
质量保证/质量控制程序要求		电能表应按照国家相关计量器具管理规范进行定期校准校验。
数据用途		用于计算项目捕集环节温室气体排放
数据计算方法		通过电能表连续计量累计的底码数统计汇总得到船端碳捕集装置的每日、每月电力消耗量。
核查方法	查	- 查阅项目定期留存的每月电量统计原始记录原件； - 查阅抄表记录；
	问	-现场询问项目业主碳捕集设施电力来源，是否存在可再生能源电。
	看	现场查看电表型号、精度，确认校验频次是否符合要求。
	验	查阅项目能源台账，核算碳捕集装置在船端用电比例情况，进行逻辑性验证。
合理取值范围或经验数值		N/A
注意事项		N/A

表 15 碳捕集设施蒸汽使用量

数据/参数名称		$Q_{Cap,Heat,y}$
数据单位		GJ
数据描述		项目中船端碳捕集设施蒸汽使用量
应用的公式编号		
数据来源		计量供给船端碳捕集装置蒸汽的流量计读数
监测程序与方法要求		蒸汽流量计直接计量
监测频次与记录要求		连续计量
质量保证/质量控制程序要求		计量设备（例如压差流量计、涡街流量计、孔板流量计、超声流量计等）应按照国家相关计量器具管理规范进行定期校准校验。
数据用途		用于计算项目捕集环节温室气体排放
数据计算方法		通过蒸汽流量计连续计量累计的底码数统计汇总得到船端碳捕集装置的每日、每月蒸汽消耗量。根据配套的压力计温度计确定蒸汽焓值计算得到蒸汽热量。

核查方法	查	1.查阅项目留存的每月设备运行报表或台账记录原件和热量计算表； 2.查阅计量器具的抄表原始记录，确认与台账、计算表汇总数据的一致性； 3.查阅生产报表中的蒸汽量、温度、压力等参数的监测记录，并确认与热量表中计算数据的一致性； 4.查阅蒸汽计量器具台账，查阅流量计（差压变送器、流量积算仪）、热电偶、热电阻、压力变送器等计量设备的校准记录和检定证书，确认计量器具计精度、校验频次、校验方法是否按国家相应计量器具管理规范进行校准和维护；
	问	询问项目业主、负责人：蒸汽消耗量数据来源，以及数据监测、记录、传递、统计和汇总的过程。 询问具体设备专工：装置使用蒸汽来源，是否为有烟气余热使用情况； 询问仪表部门：流量计（差压变送器、流量积算仪）、热电偶、热电阻、压力变送器的检定/校准周期
	看	必要时，可现场观察以下信息： -控制室 DCS 系统的蒸汽管线图，DCS 系统中使用蒸汽的温度、压力、流量的计量点位，以及实时变化情况； -各相关流量计（差压变送器、流量积算仪）、热电偶、热电阻、压力变送器的型号、精度等。
	验	对供热量计算 EXCEL 表进行验算。 压力温度确认的焓值可通过查阅《水和水蒸气热力性质表》获得。
合理取值范围或经验数值		N/A
注意事项		N/A

表 16 电量边际排放因子

数据/参数名称		$EF_{Grid,OM,y}$
数据单位		tCO ₂ /MWh
数据描述		第 y 年的项目所在区域电网的电量边际排放因子
应用的公式编号		
数据来源		采用生态环境部组织公布的第 y 年项目所在区域电网的电量边际排放因子。
监测程序与方法要求		使用项目核查期内最新发布的数据
监测频次与记录要求		每年
质量保证/质量控制程序要求		使用项目核查期内最新发布的数据
数据用途		用于计算项目捕集环节温室气体排放
数据计算方法		N/A
核查方法	查	N/A
	问	N/A
	看	N/A
	验	N/A

合理取值范围或经验数值	N/A
注意事项	N/A

表 17 容量边际排放因子

数据/参数名称		$EF_{Grid,EM,y}$
数据单位		tCO ₂ /MWh
数据描述		第 y 年的项目所在区域电网的容量边际排放因子
应用的公式编号		
数据来源		采用生态环境部组织公布的第 y 年项目所在区域电网的容量边际排放因子。
监测程序与方法要求		使用项目核查期内最新发布的数据
监测频次与记录要求		每年
质量保证/质量控制程序要求		使用项目核查期内最新发布的数据
数据用途		用于计算项目捕集环节温室气体排放
数据计算方法		N/A
核查方法	查	N/A
	问	N/A
	看	N/A
	验	N/A
合理取值范围或经验数值		N/A
注意事项		N/A

表 18 电量边际排放因子权重

数据/参数名称		ω_{DM}
数据单位		无量纲
数据描述		电量边际排放因子权重
应用的公式编号		
数据来源		默认值
数值		0.5
数值选择的理由或所应用的测量方法和过程描述		N/A
数据用途		用于计算项目捕集环节温室气体排放
核查方法	查	N/A
	问	N/A
	看	N/A
	验	N/A
合理取值范围或经验数值		N/A
注意事项		N/A

表 19 容量边际排放因子权重

数据/参数名称	ω_{EM}
---------	---------------

数据单位		无量纲
数据描述		容量边际排放因子权重
应用的公式编号		
数据来源		默认值
数值		0.5
数值选择的理由或所应用的测量方法和过程描述		N/A
数据用途		用于计算项目捕集环节温室气体排放
核查方法	查	N/A
	问	N/A
	看	N/A
	验	N/A
合理取值范围或经验数值		N/A
注意事项		N/A

表 20 蒸汽排放因子

数据/参数名称		EF_{Heat}
数据单位		tCO ₂ /GJ
数据描述		项目所在区域的蒸汽二氧化碳排放因子
应用的公式编号		
数据来源		国家发改委《工业其他行业企业温室气体排放核算方法与报告指南（试行）》缺省值
监测程序与方法要求		使用项目核查期内最新发布的数据
监测频次与记录要求		每年
质量保证/质量控制程序要求		使用项目核查期内最新发布的数据
数据用途		用于计算项目捕集环节温室气体排放
数据计算方法		N/A
核查方法	查	N/A
	问	N/A
	看	N/A
	验	N/A
合理取值范围或经验数值		N/A
注意事项		N/A

6.4.3 项目运输环节排放数据的核查

项目运输环节排放量涉及参数的确定与核查方法见表 21——表 25

表 21 运输环节和中转储存环节燃料消耗量

数据/参数名称	$Q_{Tra,Fuel,d,y}$
数据单位	m ³ 或 kg

数据描述	项目中运输环节和中转储存环节燃料 d 的消耗量	
应用的公式编号		
数据来源	燃料购销存台账/结算单或对应流量计读数	
监测程序与方法要求	1.统计汇总燃料购销存台账/结算单 或 2.对应流量计直接计量	
监测频次与记录要求	连续计量	
质量保证/质量控制程序要求	计量设备（例如流量计，重量秤等）应按照国家相关计量器具管理规范进行定期校准校验。 与能源月报、年报，购销台账等数据进行交叉核验	
数据用途	用于计算项目运输环节和中转储存环节温室气体排放	
数据计算方法	通过计量设备读数或购销存台账/结算单等加和汇总得到化石燃料月度消耗量。	
核查方法	查	1.确认数据来源为计量设备连续测量数据还是购销存台账数据； 2.对连续测量数据： 1) 查阅项目留存的每日/每月消耗量原始记录或台账原件； 2) 查阅流量计/质量秤抄表记录，并查阅流量计/质量秤的校准记录，确认计量器具的准确度等级、校准方法和频次是否符合国家对应计量器具的有关要求； 3) 查阅以下证据材料对生产系统记录的计量数据进行交叉核对： -反映购销存情况的证据材料，如燃料采购明细账、库存量、发票、结算单等； 3.购销存台账数据： 1) 查阅项目留存的月度燃料使用报表、购销存记录或结算凭证原件； 2) 了解供应商计量情况； 3) 查阅以下证据材料对购入量数据进行交叉核对： -财务口径有关燃料、能源使用的购销明细账
	问	- 询问项目业主、负责人、能源管理人员，确认燃料消耗量的数据来源，确认项目设计文件信息； - 询问数据统计人员，了解证据中数据的统计口径以及数据之间的逻辑关系。
	看	- 基于计量网络图，确认表计表安装位置，查看铭牌，确认型号和精度与设备校准情况是否满足要求； - 查看设备校验校准记录、证书信息。
	验	- 针对生产系统记录的计量数据，通过日统计加和验证月报数据； - 针对供应商结算凭证的购入量数据，通过批次统计加和验证月报数据。
合理取值范围或经验数值	N/A	
注意事项	N/A	

表 22 运输环节和中转储存环节电力使用量

数据/参数名称	$Q_{Tra,Elec,y}$
数据单位	kWh

数据描述	项目中运输环节和中转储存环节电力使用量
应用的公式编号	
数据来源	电能表读数/电量结算单、结算发票等
监测程序与方法要求	电能表直接计量 或 电量结算单、结算发票等
监测频次与记录要求	连续计量
质量保证/质量控制程序要求	电能表应按照国家相关计量器具管理规范进行定期校准校验。
数据用途	用于计算项目运输环节和中转储存环节温室气体排放
数据计算方法	通过电能表连续计量累计的底码数统计汇总得到运输环节和中转储存环节每日、每月电力消耗量。 或 电量结算单/发票等加和汇总得到电力月度消耗量。
核查方法	查
	1) 数据来源为“根据电表记录的读数统计”的核查： - 查阅项目定期留存的每月电量统计原始记录原件； - 查阅抄表记录； 2) 获取方式为“供应商提供的电费结算凭证上的数据”的核查： 查阅电量结算单、 结算发票、 电网公司出具的结算数量说明等材料进行汇总统计。 3) 可使用项目统计留存的能源月报、年报，购销台账等数据进行交叉核验，确认与数据来源的一致性。
	问
	看
	验
合理取值范围或经验数值	N/A
注意事项	N/A

表 23 输环节的运输距离

数据/参数名称	$D_{r,y}$
数据单位	km
数据描述	y 年度运输环节 r 的运输距离
应用的公式编号	
数据来源	使用里程表或其它等效测距设备（GPS 设备、线上地图等）来确认每个 CO ₂ 运输环节的距离。
监测程序与方法要求	针对以货车、铁路、货船的运输方式，运输距离的确定应考虑满载与空载返程的情况。如果在返程途中装载了其它货物，则可不计入装载货物这段距离。 项目业主应向负责供应、运输 CO ₂ 的公司收集运输方式、CO ₂ 运输重量、运输总距离等信息。 如果运输过程存在其它与 CO ₂ 运输不相关的停靠点，不属于项目行程，则必须包括途径停靠点增加的距离（例如，运输 CO ₂ 的船舶在到达储存地点之前先从另一个地点装载其它货物）。

监测频次与记录要求		连续
质量保证/质量控制程序要求		当运输距离发生变化时及时更新。 使用的测距设备（如里程表、GPS 设备等）应按照厂商要求进行校准。 如果使用在线地图确认距离时，则起点和终点之间的距离不应小于这两点之间的实际行驶距离。
数据用途		用于计算项目运输环节和中转储存环节温室气体排放
数据计算方法		对于使用里程表等设备计量的，运输距离可根据终点、起点表计读数差值计算。
核查方法	查	确认项目运输距离计量方式。 1.针对设备直接计量数据： 1）查阅项目留存的运输统计台账，明确不同的运输环节、项目周期内的运输数量等信息。 2）查阅计量器具的抄表记录，运输起点终点里程底码数原始记录。 3）查阅与运输公司的运输结算记录、结算单、确认单等。 4）测距设备是否按照国家、厂商要求得到有效校准。
	问	询问项目业主、运输相关负责人： CO₂ 运输是否存在空载返程情况； 运输中是否有中途停靠装卸其它货物，明确中途停靠位置、数量等信息
	看	N/A
	验	如果使用在线地图确认距离时，则起点和终点之间的距离不应小于这两点之间的实际行驶距离。 使用其它线上地图软件对确认的运输距离进行验证。
合理取值范围或经验数值		N/A
注意事项		N/A

表 24 运输环节的 CO₂ 运输量

数据/参数名称	$MC_{CO_2}^{Tra,r,y}$
数据单位	t
数据描述	y 年度运输环节 r 的 CO ₂ 运输量
应用的公式编号	
数据来源	直接计量
监测程序与方法要求	流量计直接计量 CO₂ 质量监测程序与方法要求参考表 1-表 7 如果 CO₂ 在不属于所用运输方式的容器中运输，则容器的重量应包含在运输的总质量中。
监测频次与记录要求	连续/按次汇总
质量保证/质量控制程序要求	流量计直接计量 CO₂ 质量质量保证/质量控制程序要求参考表 1-表 7 独立容器运输 CO₂ 的运输质量按照容器规格进行计算。
数据用途	用于计算项目运输环节和中转储存环节温室气体排放
数据计算方法	流量计直接计量 CO₂ 质量数据计算方法参考表 1-表 7 独立容器运输 CO₂ 的运输质量按照容器规格进行计算。

核查方法	查	参考表 1-表 7 针对独立容器的 CO ₂ 运输： 1) 查阅项目留存统计台账原件，确认项目周期内运输的 CO ₂ 容器数量。 2) 宜使用装卸记录、清点/盘点记录对装载 CO ₂ 容器的运输数量进行交叉核对。
	问	参考表 1-表 7
	看	参考表 1-表 7 现场查看装载 CO ₂ 独立容器的型号规格，重量等信息。
	验	参考表 1-表 7
合理取值范围或经验数值		N/A
注意事项		N/A

表 25 运输环节货船、货车、铁路运输的排放因子

数据/参数名称		DEF_r
数据单位		gCO ₂ /t·km
数据描述		运输环节 r 用货船、货车、铁路运输 1tCO ₂ ，1km 的排放因子
应用的公式编号		
数据来源		IPCC 第六次评估报告第八章
数值		大型货车：200 铁路：100 轮船：60 驳船：100 缺省值应使用 IPCC 发布的最新报告数据
数值选择的理由或所应用的测量方法和过程描述		IPCC 对不同运输方式提供了排放强度的范围值，应选取高限值作为缺省值。
数据用途		用于计算项目运输环节和中转储存环节温室气体排放
核查方法	查	N/A
	问	N/A
	看	N/A
	验	N/A
合理取值范围或经验数值		N/A
注意事项		N/A

6.4.4 项目封存环节排放数据的核查

项目封存环节排放量涉及参数的确定与核查方法见表 26——表 31

表 26 封存环节燃料的消耗量

数据/参数名称		$Q_{Sto,Fuel,d,y}$
数据单位		m ³ 或 kg
数据描述		项目中封存环节燃料 d 的消耗量

应用的公式编号		
数据来源		燃料购销存台账/结算单或对应流量计读数
监测程序与方法要求		1.统计汇总燃料购销存台账/结算单 或 2.对应流量计直接计量
监测频次与记录要求		连续计量
质量保证/质量控制程序要求		计量设备（例如流量计，重量秤等）应按照国家相关计量器具管理规范进行定期校准校验。 与能源月报、年报，购销台账等数据进行交叉核验
数据用途		用于计算项目封存环节温室气体排放
数据计算方法		通过计量设备读数或购销存台账/结算单等加和汇总得到化石燃料月度消耗量。
核查方法	查	1.确认数据来源为计量设备连续测量数据还是购销存台账数据； 2.对连续测量数据： 1) 查阅项目留存的每日/每月消耗量原始记录或台账原件； 2) 查阅流量计/质量秤抄表记录，并查阅流量计/质量秤的校准记录，确认计量器具的准确度等级、校准方法和频次是否符合国家对应计量器具的有关要求； 3) 查阅以下证据材料对生产系统记录的计量数据进行交叉核对： -反映购销存情况的证据材料，如燃料采购明细账、库存量、发票、结算单等； 3.购销存台账数据： 1) 查阅项目留存的月度燃料使用报表、购销存记录或结算凭证原件； 2) 了解供应商计量情况； 3) 查阅以下证据材料对购入量数据进行交叉核对： -财务口径有关燃料、能源使用的购销明细账
	问	- 询问项目业主、负责人、能源管理人员，确认燃料消耗量的数据来源，确认项目设计文件信息； - 询问数据统计人员，了解证据中数据的统计口径以及数据之间的逻辑关系。
	看	- 基于计量网络图，确认表计安装位置，查看铭牌，确认型号和精度与设备校准情况是否满足要求； - 查看设备校验校准记录、证书信息。
	验	- 针对生产系统记录的计量数据，通过日统计加和验证月报数据； - 针对供应商结算凭证的购入量数据，通过批次统计加和验证月报数据。
合理取值范围或经验数值		N/A
注意事项		N/A

表 27 封存环节电力使用量

数据/参数名称	$Q_{Sto,Elec,y}$
---------	------------------

数据单位		kWh
数据描述		项目中封存环节电力使用量
应用的公式编号		
数据来源		电能表读数/电量结算单、结算发票等
监测程序与方法要求		电能表计直接计量 或 电量结算单、结算发票等
监测频次与记录要求		连续计量
质量保证/质量控制程序要求		电能表应按照国家相关计量器具管理规范进行定期校准校验。
数据用途		用于计算项目封存环节温室气体排放
数据计算方法		通过电能表连续计量累计的底码数统计汇总得到运输环节和中转储存环节每日、每月电力消耗量。 或 电量结算单/发票等加和汇总得到电力月度消耗量。
核查方法	查	1) 数据来源为“根据电表记录的读数统计”的核查： - 查阅项目定期留存的每月电量统计原始记录原件； - 查阅抄表记录； 2) 获取方式为“供应商提供的电费结算凭证上的数据”的核查： 查阅电量结算单、 结算发票、 电网公司出具的结算数量说明等材料进行汇总统计。 3) 可使用项目统计留存的能源月报、年报，购销台账等数据进行交叉核验，确认与数据来源的一致性。
	问	
	看	现场查看电表型号、精度，确认校验频次是否符合要求。
	验	N/A
合理取值范围或经验数值		N/A
注意事项		N/A

表 28 人为放空事件的排放时间

数据/参数名称	$T_{y,h}$
数据单位	h
数据描述	y 年度人为放空事件 h 的排放时间
应用的公式编号	
数据来源	现场检测（计时器等设备读数）
监测程序与方法要求	人为放空排放时间要求完整记录
监测频次与记录要求	连续监测
质量保证/质量控制程序要求	使用封存设施最新可用数据
数据用途	用于计算项目封存环节温室气体排放
数据计算方法	N/A

核查方法	查	1.查阅项目封存环节人为放空事件排放时间的获取方式。 2.查阅项目留存的运行日志或台账记录原件,确认各事件的放空时间 3.查阅设备运行日志,放空事件记录等交叉核对;
	问	询问封存环节负责人:放空时间数据来源,以及数据监测、记录、传递、统计和汇总的过程; 必要时,可询问封存设备检修或运行部门: - 计划放空时如何制定并记录; - 放空时间如何记录;
	看	N/A
	验	N/A
合理取值范围或经验数值		N/A
注意事项		N/A

表 29 人为放空事件独立排气段中每个管道、管道连接处以及其它管道相关部分的内部体积

数据/参数名称		$V_{n,m}$
数据单位		m^3
数据描述		人为放空事件 m 的独立排气段中每个管道、管道连接处以及其它管道相关部分 n 的内部体积
应用的公式编号		
数据来源		管道规格,工程计算,管道和其它相关部分的几何数据
监测程序与方法要求		内部体积通过长度、直径等几何数据根据工程计算确定
监测频次与记录要求		每次放空事件时记录,每年汇总
质量保证/质量控制程序要求		管道规格可通过竣工文件进行交叉,确认参数精度。任何存在的偏差、假设等应开具说明并进行验证。
数据用途		用于计算项目封存环节温室气体排放
数据计算方法		内部体积使用设计规格或工程图纸提供的具体内径和长度,根据几何公式进行计算
核查方法	查	1.查阅确认管道和管道其它组成部分的设备规格,几何参数的数据来源 2.查阅管道分布图,工程设计文件对设备参数进行交叉验证。
	问	N/A
	看	N/A
	验	应对管道及其其它组成部分内部体积的计算进行验证 计算内部体积时若存在计算参数与设计规格,工程图纸有偏差或使用了部分假设,应验证其合理性。
合理取值范围或经验数值		N/A
注意事项		N/A

表 30 意外放空事件的 CO_2 泄露量

数据/参数名称	$Q_{LE,a}$
---------	------------

数据单位		tCO ₂
数据描述		意外放空事件 a 中 CO ₂ 泄漏量
应用的公式编号		
数据来源		估算
监测程序与方法要求		根据项目监测计划对可能的意外放空事件开展监测、记录。
监测频次与记录要求		每次意外放空事件
质量保证/质量控制程序要求		取决于项目监测计划监测、记录要求。
数据用途		用于计算项目封存环节温室气体排放
数据计算方法		根据项目监测计划确定
核查方法	查	1. 查阅项目监测计划，明确可能发生的意外放空事件处理方式，确认事件记录方式，CO ₂ 泄漏量监测、估算方法的合理性、准确性。
	问	询问封存环节负责人：意外放空事件应对方案、处理方法等情况；
	看	N/A
	验	N/A
合理取值范围或经验数值		N/A
注意事项		N/A

表 31 无法计量的最大意外放空 CO₂ 泄露量

数据/参数名称		$Q_{Threshold,y}$
数据单位		tCO ₂
数据描述		y 年度无法计量的最大意外放空 CO ₂ 泄露量
应用的公式编号		
数据来源		估算
监测程序与方法要求		根据项目封存模型，对地下可能的泄露路径进行监测
监测频次与记录要求		与项目监测计划同步更新
质量保证/质量控制程序要求		根据项目监测计划确定
数据用途		用于计算项目封存环节温室气体排放
数据计算方法		根据项目监测计划确定
核查方法	查	1. 查阅项目监测计划，确认无法计量的最大意外放空 CO ₂ 泄露量估算方法描述的合理性、准确性。
	问	N/A
	看	N/A
	验	N/A
合理取值范围或经验数值		N/A
注意事项		N/A

6.5 监测计划及执行情况的核查

核查组从以下方面核查监测计划的执行情况：

- 项目的基本情况是否与监测计划中的报告主体描述一致；
- 清除量核算报告中核算边界和项目各环节主要排放设施是否与监测计划中的核算边界和主要排放设施一致；
- 所有活动数据、排放因子及生产数据是否按照监测计划实施监测；
- 监测设备是否得到了有效的维护和校准，维护和校准是否符合国家、地区计量法规或标准的要求，是否符合监测计划、《温室气体资源减排项目方法学 船舶碳捕集与海洋封存》或设备制造商的要求；
- 监测结果是否按照监测计划中规定的频次记录；
- 数据缺失时的处理方式是否与监测计划一致；
- 监测计划中是否对海上封存区域意外放空情况如何进行监测进行了描述。是否通过对地下可能泄露路径的论证确定计入期中无法计量的最大意外放空 CO₂ 泄露量。

对不符合核算指南要求的监测计划，应开具不符合项并要求项目业主进行补正。

附 录 A
(资料性附录)
OCCS 项目各环节计算方法

A.1 项目注入量的计算方法

对于船舶碳捕集封存全流程项目，二氧化碳清除量按公式 (A.1) 计算。

$$R_y = (I_y - PE_y) \times (1 - DF) \dots\dots\dots(A.1)$$

式中：

R_y ——y 年度项目温室气体总清除量 (tCO₂)；

I_y ——y 年度项目注入量 (tCO₂)；

PE_y ——y 年度项目排放量 (tCO₂)；

DF ——数据误差的扣减系数 (%)。

项目二氧化碳注入量按公式 (A.2) 计算。

$$I_y = \sum_i Q_{CO2,injected,i,y} \dots\dots\dots(A.2)$$

式中：

$Q_{CO2,injected,i,y}$ ——y 年度项目注入设备 i 的 CO₂ 注入量。

二氧化碳注入装置的注入量应使用质量流量计或体积流量计进行计量。相同的方法同样适用于在项目的捕集、运输环节使用流量计对二氧化碳的量进行计量。

质量流量计计量的二氧化碳注入量按公式 (A.3) 计算。

$$Q_{CO2,x} = FR_{mass,x} \times \%CO2_{mass,x} \dots\dots\dots(A.3)$$

式中：

$Q_{CO2,x}$ ——质量流量计 x 测得的 CO₂ 注入质量 (tCO₂)；

$FR_{mass,x}$ ——质量流量计 x 测得的流体质量 (t)；

$\%CO2_{mass,x}$ ——流体中 CO₂ 的质量分数 (%t)。

其中：

$$\%CO2_{mass,x} = \frac{M_{CO2} \times X_{CO2}}{\sum_{k=1}^n M_k \times X_k} \dots\dots\dots(A.4)$$

式中：

M_{CO2} ——CO₂ 的摩尔质量 (g/mol)；

X_{CO2} ——在流量计流体中的 CO₂ 的摩尔分数 (%mol)；

M_k ——流体中成分 k 的摩尔质量 (g/mol)；

X_k ——在流量计流体中其它组分 k 的 CO₂ 的摩尔分数 (%mol)；

n ——流体中摩尔分数大于 0.5% 的组分数目 (无量纲)。

体积流量计计量的二氧化碳注入量按公式 (A.5) 计算。

$$Q_{CO2} = FR_{vol,x} \times \%CO2_{vol,x} \times \rho_{CO2,x} \dots\dots\dots(A.5)$$

式中：

$FR_{vol,x}$ ——流量计 x 测得的总气体体积 (m³)；

$\%CO2_{vol,x}$ ——流体中 CO₂ 的体积分数 (%m³)；

$\rho_{CO2,x}$ ——CO₂ 密度 (tCO₂/m³)。

其中：

$$\%CO2_{vol,x} = \frac{X_{CO2}}{\sum_{k=1}^n X_k} \dots\dots\dots (A.6)$$

式中：

X_{CO2} ——在流量计流体中的 CO_2 的摩尔分数（%mol）；

X_k ——在流量计流体中其它组分 k 的 CO_2 的摩尔分数（%mol）。

项目温室气体排放包括捕集环节的排放、运输环节的排放、封存环节的排放，项目温室气体排放总量按公式（A.7）计算

$$PE_y = \sum_c PE_{Cap,c,y} + \sum_t PE_{Tra,t,y} + \sum_s PE_{Sto,s,y} \dots\dots\dots (A.7)$$

式中：

$PE_{Cap,c,y}$ —— y 年度项目捕集环节产生的排放（ tCO_2 ）；

$PE_{Tra,t,y}$ —— y 年度项目运输环节产生的排放（ tCO_2 ）；

$PE_{Sto,s,y}$ —— y 年度项目封存环节产生的排放（ tCO_2 ）。

项目捕集、运输、封存环节的排放量计算详见 A.2、A.3、A.4。

A.2 项目捕集环节排放量的计算方法

OCCS 项目捕集环节部分的碳排放主要为用于捕集设备运行所消耗能源的 CO_2 排放，按公式（A.8）计算。

$$PE_{Cap,y} = PE_{Cap,Comb\ Fuel,y} + PE_{Cap,Elec,y} + PE_{Cap,Heat,y} \dots\dots\dots (A.8)$$

式中：

$PE_{Cap,y}$ —— y 年度项目捕集环节产生的排放（ tCO_2 ）；

$PE_{Cap,Comb\ Fuel,y}$ —— y 年度碳捕集设备化石燃料燃烧产生的排放（ tCO_2 ）；

$PE_{Cap,Elec,y}$ —— y 年度碳捕集设备电力使用产生的排放（ tCO_2 ）；

$PE_{Cap,Heat,y}$ —— y 年度碳捕集设备热力使用产生的排放（ tCO_2 ）。

注：在船端碳捕集及封存项目中碳捕集环节外购电力热力产生排放通常为0。

项目中船端碳捕集设施化石燃料消耗所产生的排放，按公式（A.9）计算。

$$PE_{Cap,Comb\ Fuel,y} = \sum_d (Q_{Cap,Fuel,d,y} \times EF_{Fuel,CO2,d}) + \sum_d (Q_{Cap,Fuel,d,y} \times EF_{Fuel,CH4,d}) \times GWP_{CH4} + \sum_d (Q_{Cap,Fuel,d,y} \times EF_{Fuel,N2O,d}) \times GWP_{N2O} \dots\dots\dots (A.9)$$

式中：

$Q_{Cap,Fuel,d,y}$ ——项目中船端碳捕集设施燃料 d 的消耗量（ m^3 或 kg ）；

$EF_{Fuel,CO2,d}$ ——化石燃料 d 的 CO_2 排放因子（ tCO_2/m^3 或 tCO_2/kg ）；

$EF_{Fuel,CH4,d}$ ——化石燃料 d 的 CH_4 排放因子（ tCO_2/m^3 或 tCO_2/kg ）；

$EF_{Fuel,N2O,d}$ ——化石燃料 d 的 N_2O 排放因子（ tCO_2/m^3 或 tCO_2/kg ）；

GWP_{CH4} —— CH_4 的全球增温潜势（ $tCO_2e/t\ CH_4$ ）；

GWP_{N2O} —— N_2O 的全球增温潜势（ $tCO_2e/t\ N_2O$ ）。

项目中船端碳捕集设施电力、热力使用所产生的间接排放，按公式（A.10），（A.11）计算。

$$PE_{Cap,Elec,y} = Q_{Cap,Elec,y} \times EF_{Elec} \dots\dots\dots (A.10)$$

$$PE_{Cap,Heat,y} = Q_{Cap,Heat,y} \times EF_{Heat} \dots\dots\dots (A.11)$$

式中：

$Q_{Cap,Elec,y}$ ——项目中船端碳捕集设施电力使用量（ kWh ）；

$Q_{Cap,Heat,y}$ ——项目中船端碳捕集设施蒸汽使用量（ GJ ）；

EF_{Elec} ——项目电力排放因子（ tCO_2/MWh ）；

EF_{Heat} ——项目所在区域的蒸汽二氧化碳排放因子（ tCO_2/GJ ）。

其中项目电力排放因子按公式 (A.12) 计算:

$$EF_{Elec} = EF_{Grid,OM,y} \times \omega_{OM} + EF_{Grid,BM,y} \times \omega_{BM} \dots \dots \dots (A.12)$$

$EF_{Grid,OM,y}$ ——第 y 年的项目所在区域电网的电量边际排放因子 (tCO₂/MW · h);

$EF_{Grid,BM,y}$ ——第 y 年的项目所在区域电网的容量边际排放因子 (tCO₂/MW · h);

ω_{OM} ——电量边际排放因子权重 (无量纲);

ω_{BM} ——容量边际排放因子权重 (无量纲)。

A.3 项目运输环节排放量的计算方法

OCCS 项目运输过程中的温室气体排放主要来自于运输环节和中转储存环节,具体计算公式如公式 (A.13) 所示。

$$PE_{Tra,y} = \sum_r PE_{Tra,r,y} + \sum_f PE_{tra,f,y} \dots \dots \dots (A.13)$$

式中:

$PE_{Tra,y}$ ——y 年度项目运输环节和中转储存环节产生的排放 (tCO₂);

$PE_{Tra,r,y}$ ——y 年度项目运输环节产生的排放 (tCO₂);

$PE_{tra,f,y}$ ——y 年度中转储存环节产生的排放 (tCO₂)。

OCCS 项目运输环节和中转储存环节的温室气体排放均可按公式 (A.14) 的方式计算。

$$PE_{Tra,r,y} \text{ 或 } PE_{tra,f,y} = PE_{Tra,Comb Fuel,y} + PE_{Tra,Elec,y} \dots \dots \dots (A.14)$$

式中:

$PE_{Tra,Comb Fuel,y}$ ——y 年度运输环节和中转储存环节化石燃料燃烧产生的排放 (tCO₂);

$PE_{Tra,Elec,y}$ ——y 年度运输环节和中转储存环节电力使用产生的排放 (tCO₂)。

运输环节和中转储存环节中化石燃料燃烧所产生的温室气体排放量可按公式 (A.15) 的方式计算。

$$PE_{Tra,Comb Fuel,y} = \sum_d (Q_{Tra,Fuel,d,y} \times EF_{Fuel,CO2,d}) + \sum_d (Q_{Tra,Fuel,d,y} \times EF_{Fuel,CH4,d}) \times GWP_{CH4} + \sum_d (Q_{Tra,Fuel,d,y} \times EF_{Fuel,N2O,d}) \times GWP_{N2O} \dots \dots \dots (A.15)$$

式中:

$Q_{Tra,Fuel,d,y}$ ——项目中运输环节和中转储存环节燃料 d 的消耗量 (m³ 或 kg)。

项目运输环节和中转储存环节中电力使用所产生的温室气体排放量可按公式 (A.16) 的方式计算。

$$PE_{Tra,Elec,y} = Q_{Tra,Elec,y} \times EF_{Elec} \dots \dots \dots (A.16)$$

式中:

$Q_{Tra,Elec,y}$ ——项目中运输环节和中转储存环节电力使用量 (kWh)。

针对除管道运输以外的项目运输环节产生的温室气体排放还可按照公式 (A.17) 的方式计算。

$$PE_{Tra,r,y} = \sum_r (D_{r,y} \times MC02_{Tra,r,y} \times DEF_r \times 10^{-6}) \dots \dots \dots (A.17)$$

$D_{r,y}$ ——y 年度运输环节 r 的运输距离 (km);

$MC02_{Tra,r,y}$ ——y 年度运输环节 r 的 CO₂ 运输量 (t);

DEF_r ——运输环节 r 用货船、货车、铁路运输 1tCO₂, 1km 的排放因子 (gCO₂/t·km)。

A.4 项目封存环节排放量的计算方法

OCCS 项目排放封存环节温室气体排放量按公式 (A.18) 的方式计算。

$$PE_{Sto,y} = PE_{Sto,Comb Fuel,y} + PE_{Sto,Elec,y} + ID_y + UD_y \dots \dots \dots (A.18)$$

式中:

$PE_{Sto,y}$ ——y 年度项目封存环节 CO_2 排放量 (tCO_2);

$PE_{Sto,Comb\ Fuel,y}$ —— y 年度封存环节化石燃料燃烧产生的排放 (tCO_2);

$PE_{Sto,Elec,y}$ —— y 年度封存环节电力使用产生的排放 (tCO_2);

ID_y ——y 年度人为放空产生的排放 (tCO_2);

UD_y ——y 年度意外放空导致的泄漏量 (tCO_2)。

项目封存环节中化石燃料燃烧所产生的温室气体排放量按公式 (A.19) 的方式计算。

$$PE_{Sto,Comb\ Fuel,y} = \sum_d (Q_{Sto,Fuel,d,y} \times EF_{Fuel,CO_2,d}) + \sum_d (Q_{Sto,Fuel,d,y} \times EF_{Fuel,CH_4,d}) \times GWP_{CH_4} + \sum_d (Q_{Sto,Fuel,d,y} \times EF_{Fuel,N_2O,d}) \times GWP_{N_2O} \dots (A.19)$$

式中:

$Q_{Sto,Fuel,d,y}$ ——项目中封存环节燃料 d 的消耗量 (m^3 或 kg)

项目封存环节中电力使用所产生的温室气体排放量可按公式 (A.20) 的方式计算。

$$PE_{Sto,Elec,y} = Q_{Sto,Elec,y} \times EF_{Elec} \dots (A.20)$$

式中:

$Q_{Sto,Elec,y}$ ——项目中封存环节电力使用量 (kWh)。

项目封存环节人为放空产生的排放可按公式 (A.21)、(A.22) 的方式计算。

$$ID_y = \sum_h FR_{mass,h} \times \%CO_{2, mass,h} \times T_{y,h} \dots (A.21)$$

式中:

$FR_{mass,h}$ ——质量流量计 h 测得的单位时间流体质量 (t/h);

$\%CO_{2, mass,h}$ ——流体中 CO_2 的质量分数 ($\%t$);

$T_{y,h}$ —— y 年度人为放空事件 h 的排放时间 (h)。

或

$$ID_y = \sum_h FR_{vol,h} \times \%CO_{2, vol,h} \times \rho_{CO_2} \times T_{y,h} \dots (A.22)$$

式中:

$FR_{vol,h}$ ——体积流量计 h 测得的单位时间流体体积 (m^3/h)

$\%CO_{2, vol,h}$ ——流体中 CO_2 的体积分数 ($\%m^3$)

针对故障管道进行维修时,若对维修部分进行了物理隔离,维修工作产生的人为放空排放可按照公式 (A.23) 的方式计算。

$$ID_y = \sum_m \sum_n v_{n,m} \times \%CO_{2, vol} \times \rho_{CO_2} \dots (A.23)$$

式中:

$v_{n,m}$ ——人为放空事件 m 的独立排气段中每个管道、管道连接处以及其它管道相关部分 n 的内部体积 (m^3)。

项目封存环节意外放空泄漏量可按公式 (A.24) 的方式计算。

$$UD_y = \sum_a Q_{LE,a} + Q_{Threshold,y} \dots (A.24)$$

式中:

$Q_{LE,a}$ ——意外放空事件 a 中 CO_2 泄漏量 (tCO_2);

$Q_{Threshold,y}$ —— y 年度无法计量的最大意外放空 CO_2 泄露量 (tCO_2)。

船端碳捕集及封存项目（项目名称）

清除量核査報告

(监测期:)

核查机构:

报告批准人:

报告日期：_____年__月__日

核查项目	名称：		
地址/地理坐标	本项目位于：		
	项目拐点坐标如下：		
	北纬	东经	
核查委托方	名称：		
	地址：		
适用的方法学及工具：			
核查结论：			
项目设计文件中预估的温室气体清除量		tCO ₂ e	
实际温室气体清除量		tCO ₂ e	
报告完成人		技术评审人	
报告发放范围：			

目 录

1. 项目清除量核查概述 X

 1.1. 核查目的 X

 1.2. 核查范围 X

 1.3. 核查准则 X

2. 项目减排量核查程序和步骤 X

 2.1. 核查组安排 X

 2.2. 文件评审 X

 2.3. 现场访问 X

 2.4. 核查报告的编写 X

 2.5. 核查报告的质量控制 X

3. 核查发现 X

 3.1. 项目符合性的核查 X

 3.2. 项目的基本信息 X

 3.3. 核算边界的核查 X

 3.4. 核算方法的核查 X

 3.5. 清除量计算结果的合理性 X

 3.6. 监测与监测计划的符合性 X

4. 核查结论 X

附 1：核查清单 X

附 2：不符合、澄清要求及进一步行动要求清单 X

附 3：资料清单 X

T/CECRPA XXX—202X

报告正文

附件 1：核查清单

核证要求	核证发现	核证结论
● 项目符合性的核查		
● 项目的基本信息		
● 核算边界的核查		
● 核算方法的核查		
● 清除量计算结果的合理性		
● 监测与监测计划的符合性		

T/CECRPA XXX—202X

附件 2：不符合、澄清要求及进一步行动要求清单

不符合、澄清要求及进一步行动 要求	项目业主原因分析及回复	核证结论
不符合项-1:		

参 考 文 献

- [1] GB/T 42797 二氧化碳捕集、输送和地质封存 管道输送系统
 - [2] CCER-14-001-V01 温室气体自愿减排项目方法学 造林碳汇
 - [3] CNCA-CCER-01 温室气体自愿减排项审定与减排量核查实施规则
 - [4] TLCAA 0011 种养循环企业（组织）温室气体排放核查技术规范
 - [5] VCS VM0049 Carbon capture and storage
 - [6] VCS VMD0057 CO₂ Transport for CCS project
 - [7] VCS VMD0058 CO₂ Storage in saline aquifers and depleted hydrocarbon reservoirs
 - [8] ISO 27912 Technical report — Carbon dioxide capture — Carbon dioxide capture systems, technologies and processes
 - [9] MEPC.391(81) 2024 guidelines on life cycle ghg intensity of marine fuels
-