

碳捕集、利用与封存（CCUS）项目温室气体减排量化和核查技术规范

1 范围

本文件规定了二氧化碳捕集、利用与封存项目二氧化碳减排量核算和报告的术语和定义、要求与方法，包括并不限于：核算边界、核算工作流程、核算方法与数据获取、二氧化碳减排量计算、数据质量与报告要求等内容。

本文件适用于二氧化碳捕集利用与封存项目二氧化碳减排量核算。

注：本文件中二氧化碳捕集、利用与封存项目中利用是指二氧化碳地质利用，包括二氧化碳驱油、二氧化碳驱气等，不包括二氧化碳化工利用、生物利用和矿化利用等转化利用。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；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 17167 用能单位能源计量器具配备和管理通则

GB/T 20901—2007 石油石化行业能源计量器具配备和管理要求

GB/T 32150—2015 工业企业温室气体排放核算和报告通则

GB/T 33760—2017 基于项目的温室气体减排量评估技术规范 通用要求

SY/T 7297—2016 石油天然气开采企业二氧化碳排放计算方法

3 术语和定义

GB/T 32150—2015, GB/T33760—2017 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

二氧化碳捕集利用与封存 carbon dioxide capture, utilization and storage; CCUS

将二氧化碳从大气、工业或能源相关的排放源中分离或直接加以利用或封存，以实现二氧化碳减排或消除的工业过程。二氧化碳利用包括化工利用、生物利用和地质利用三大类，本文件中的利用指二氧化碳地质利用，不包括二氧化碳化工利用、生物利用等。

3.2

二氧化碳捕集 CO₂ 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。

3.3

二氧化碳地质利用 CO₂ geological utilization

将二氧化碳注入地下，用于能源、资源生产或强化其开采的过程，相对于传统工艺可减少二氧化碳排放，包括二氧化碳驱油和驱气等。

3.4

二氧化碳地质封存 CO₂ geological storage

将二氧化碳注入地质体，将二氧化碳与大气隔离的过程。

3.5

项目业主 project owner

对项目进行全面控制并负责任的组织或个人。

[来源: GB/T 33760—2017, 3.10]

3.6

基准线情景 baseline scenario

用来提供参照的, 在不实施项目的情景下可能发生的假定情景。

[来源: GB/T 33760—2017, 3.4]

3.7

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)。本标准中除二氧化碳外, 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。

3.8

二氧化碳减排 CO₂ emission reduction

基准线情景和CCUS项目产出之间的二氧化碳排放净减少量。

3.9

碳源 emission source to be captured

待捕集的工业设施尾气和伴生气。

3.10

燃料燃烧排放 fuel combustion emission

燃料在氧化燃烧过程中产生的温室气体排放。

[来源: GB/T 32150—2015, 3.7]

3.11

二氧化碳有组织放空排放 organized release of CO₂ emissions

在碳捕集利用封存项目中, 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, 包括捕集单元、运输单元、和地质利用与封存单元的人为控制二氧化碳泄放。

3.12

二氧化碳无组织泄放 CO₂ venting and equipment escape emissions

在碳捕集利用与封存过程中, 由于设备本身引起的二氧化碳逃逸和无组织排放。

3.13

地下泄漏 underground leakage emission

从地层中裂缝、断层、井筒等等泄漏到项目边界外的引起的二氧化碳排放。

3.14

消耗电力和热力隐含的二氧化碳排放 implied CO₂ emission from electricity and heat consumption

报告主体在报告期内消耗的电力或热力(蒸汽、热水)所对应的生产过程中燃料燃烧产生的CO₂排放。

3.15

外输至核算边界外携带二氧化碳排放 emission from greenhouse gas carried outside the accounting boundary

项目向核算边界外输送采出水、采出气、原油等介质中携带的二氧化碳排放。

3.16

活动数据 activity data

导致温室气体排放的生产或消费活动量的表征值。

[来源：GB/T 32150—2015, 3. 12]

3. 17

排放因子 **emission factor**

表征单位生产或消费活动量的温室气体排放的系数。

[来源：GB/T 32150—2015, 3. 13]

3. 18

二氧化碳当量 **CO₂ equivalent**

在辐射强度上与某种温室气体质量相当的二氧化碳的量。

[来源：GB/T 32150—2015, 3. 16]

4 核算边界和基准线情景

4. 1 核算边界

应以二氧化碳捕集、利用与封存项目所涉及的所有耗能工艺设备所在的地域和项目所有潜在泄漏路径的预测扩散范围为边界，项目分为以下 3 单元。

- a) 捕集单元边界。包括从捕集装置入口到捕集装置外输气源出口的所有地面工艺设施，包含边界内其他耗能装置；
- b) 运输单元边界。包括从管道或罐车入口到地下注入接收装置的所有地面工艺设施，包含二氧化碳管道、车船、增压和监测设备等所有耗能装置；
- c) 地质封存与利用单元边界。起点是注入系统入口，终点是动态分布的地面和大气泄漏监测装置。地面边界包含注采、集输、回收处理和循环注入的地面密闭工艺装置系统；地下边界包含二氧化碳自注入井进入地层后在地质体中压力波及的范围，该范围由二氧化碳驱流体运移监测方法与技术确定。

核算边界示意图见附录 A。

4. 2 核算周期

项目单位时间核算：在项目运行期核算单位时间二氧化碳减排量，按照核算要求，可核算项目日、周、月、年的减排量，一般情况下核算年减排量；

项目生命周期核算：在项目停运后，核算项目生命周期二氧化碳减排量。包括项目启动、项目运行、项目停止，项目启动指项目开始捕集、项目运转指捕集、运输、地质封存与利用全链条运行、项目停止指项目完成二氧化碳地下注入。

4. 3 排放源识别

应按照GB/T 32150或其他相关方法对与项目有关或受项目影响的排放源进行识别。

对于二氧化碳捕集与地质利用的项目，排放源应包括待捕集的排放源二氧化碳排放，碳捕集、运输和地下封存与利用三个单元的燃料燃烧排放，碳捕集、运输和地下封存与利用三个单元的有组织放空泄放，碳捕集、运输和地下封存与利用三个单元的无组织泄漏和逃逸排放，地质封存与利用单元的地下泄漏排放，碳捕集、运输和地下封存与利用三个单元消耗电力和热力隐含的二氧化碳排放，外输至核算边界外携带二氧化碳排放为零。项目二氧化碳排放源见附录B

若除上述生产活动外还存在其他生产活动，并存在本文件未涵盖的二氧化碳排放环节的，则应参考其他相关的二氧化碳排放核算与报告要求进行核算并汇总报告。二氧化碳捕集、运输与地质利用与封存项目二氧化碳减排量核算报告模板见附录C。

4.4 基准线情景的确定

不同项目类型对应的基准线情景按表1确定。

表 1 项目类型与基准线情景

项目类型	基准线情景
新建项目	行业内(或该地区)所采用的主流技术或国家政策所要求的技术
改造项目 (保持现有生产能力)	采用改造前的生产技术
扩建项目(生产能力扩大)	应根据目标用户的需求,按照改造项目或新建项目方式确定基准线情景

按照 GB/T 33760 的规定对碳捕集利用与封存项目中捕集、运输和地质封存与利用三个单元所对应类型对应的基准线情景分别进行识别,确定项目中捕集、运输和地质封存与利用 3 个环节所属基准线情景。

需要确定在没有该项目活动时,捕集、运输和地质封存与利用 3 个单元的可替代情景,确定各自的基准线情景并加以组合。

5 核算工作流程

开展碳捕集利用与封存项目二氧化碳减排量核算和报告编制的工作流程分为以下步骤,如图1所示:

- 识别设施、业务范围及生产工艺;
- 核查监测计划和数据管理制度;
- 确定碳捕集利用与封存项目总核算边界和项目基准线情景;
- 确定项目内部捕集单元、运输单元、地质利用与封存单元的边界,确定各单元的基准线情景;
- 确定项目和基准线情景二氧化碳排放源、二氧化碳注入源;确定项目内部捕集单元的待捕集二氧化碳和实际捕集二氧化碳、运输单元待运输的二氧化碳和实际运输的二氧化碳、地质利用与封存单元的待注入二氧化碳和实际注入二氧化碳
- 选择与收集二氧化碳活动数据,选用合适的核算方法分别计算项目和基准线情景的二氧化碳排放量及注入量
- 确定项目内部捕集单元、运输单元、地质利用与封存单元的二氧化碳捕集量、运输量、利用与封存量;确定捕集单元、运输单元、地质利用与封存单元的二氧化碳排放量和单位排放量;
- 计算碳捕集利用封存项目的二氧化碳减排量;
- 编制碳捕集利用与封存项目二氧化碳减排量核算报告。

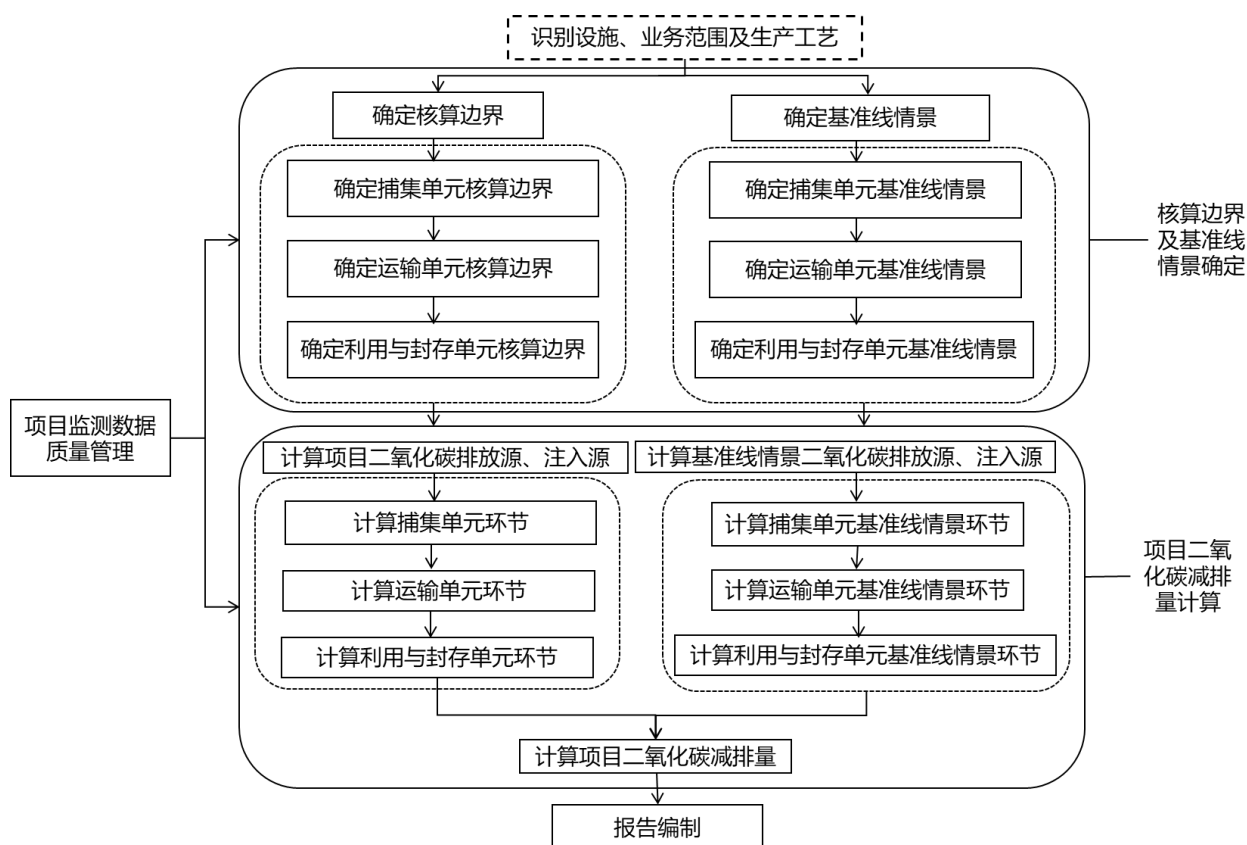


图 1 碳捕集利用与封存项目二氧化碳减排量核算报告编制工作流程图

6 核算方法与数据获取

6.1 核算方法选择

6.1.1 概述

应选择能得出准确、一致、可再现的结果的核算方法。优先按照国家、行业二氧化碳排放核算方法和报告指南或标准进行核算；如果无确定的核算方法，则在报告中所采用的核算方法加以说明。核算方法包括以下三种类型，按优先级排序：

- 实测法；
- 实测与统计计算相结合法；
- 计算法。

如果核算方法有变化，应在报告中对变化进行说明，并解释变化原因。

6.1.2 实测法

通过使用监测仪器、设备（如：流量计、浓度计、大气二氧化碳通量监测设备），测量排放到大气中的二氧化碳质量。

6.1.3 实测与统计计算相结合法

宜按一定比例选取点位形成样本集，通过实测、统计计算，结合能量平衡、物料平衡、建立模型的方法，形成适合项目的排放因子，进而计算二氧化碳排放量。抽测的点位应能充分反映碳

捕集利用与封存工艺特点，且能覆盖全部点位类型，使排放因子应具有代表性、全面性。二氧化碳排放量按式（1）计算。

$$E = AD \times EF \cdots \cdots (1)$$

式中：
 E ——二氧化碳排放量，单位为吨（t）；
 AD ——活动数据，单位根据具体排放源确定；
 EF ——二氧化碳排放因子，单位与活动数据的单位相匹配。

6.1.4 计算法

根据国家、行业二氧化碳排放核算方法和报告指南中提供的排放因子计算二氧化碳排放量。二氧化碳排放量为活动数据与排放因子的乘积，按式（1）计算。

6.2 选择与收集活动数据

应根据所选核算方法的要求来选择和收集活动数据，如表2所示。应按照优先级由高到低的次序选择和收集活动数据。

表 2 活动数据收集优先级

数据类型	描述	优先级
原始数据	直接计量、监测获得的数据	高
二次数据	通过原始数据折算获得的数据，如：根据年度购买量及库存量的变化确定的数据；根据财务数据折算的数据等	中
替代数据	来自相似过程或活动的的数据，如：计算某个逸散节点的二氧化碳逸散量时，可采用排放因子等	低

6.3 排放因子的获取

按照如下由高到低的优先级获取二氧化碳排放因子，并记录排放因子形成过程或来源：
a) 优先采用通过间接测量、能量平衡、物料平衡及建立模型形成的排放因子或相关参数值；
b) 如不具备实测条件，可采用国家、行业二氧化碳排放核算方法和报告指南中提供的排放因子。

7 二氧化碳排放量计算

7.1 碳源二氧化碳排放

7.1.1 单元碳源计算方法

按公式（2）计算。

$$E_{\text{碳源}} = Q_{\text{碳源}} \times t_{\text{碳源}} \times w_{\text{CO2}} \times \rho_{\text{CO2}} \cdots \cdots (2)$$

式中：
 $E_{\text{碳源}}$ ——待捕集的碳源二氧化碳排放量，单位为吨（t）；
 $Q_{\text{碳源}}$ ——碳源在标准状态下的干排气量，单位为立方米/小时（m³/h）；
 $t_{\text{碳源}}$ ——碳源排放时间，单位为小时（h）；

W_{CO_2} ——碳源中二氧化碳体积分数（折干），单位为百分比（%）；
 ρ_{CO_2} ——碳源中二氧化碳密度，单位为吨/立方米（t/m³）。

7.1.2 数据获取要求

碳源气体流量、碳源中二氧化碳体积分数应依据GB/T 51316的规定获得。二氧化碳密度应根据温度和出口压力（取101.325 kPa，绝对压力）查表获取。

7.2 化石燃料燃烧排放

捕集单元、运输单元、地质利用与封存单元化石燃料燃烧分别计算

7.2.1 计算方法

燃料燃烧排放的二氧化碳参照SY/T 7297—2016中“6.2燃料燃烧排放”计算。

7.2.2 数据获取要求

化石燃料燃烧消耗量应根据项目用于生产所消耗的能源实际测量值来确定，不包括非生产使用的、基建和技改等项目建设的、副产品综合利用使用的消耗量。测量仪器的标准应符合GB 17167中的相关规定，准确度应符合GB/T 20901—2007中的相关规定。

7.3 有组织放空排放

捕集单元、运输单元、地质利用与封存单元化石有组织放空排放分别计算

7.3.1 实测法

7.3.1.1 计算方法

有组织放空排放实测法按式（3）计算：

$$E_{\text{放空}} = Q \times t \times w_{\text{放空}} \times \rho_{\text{放空}} \quad (3)$$

式中：

$E_{\text{放空}}$ ——有组织放空二氧化碳排放量，单位为吨（t）；

Q ——有组织放空的气体流量，单位为立方米/秒（m³/s）；

t ——有组织放空的时间，单位为秒（s）；

$w_{\text{放空}}$ ——有组织放空的二氧化碳体积分数，单位为百分比（%）；

$\rho_{\text{放空}}$ ——有组织放空的二氧化碳密度，单位为吨/立方米（t/m³）。

7.3.1.2 数据获取要求

有组织放空排放实测法数据获取要求见表3。

表3 有组织放空排放数据获取要求（实测法）

具体排放源	计量参数类型	参数来源	准确度等级 /最大允许误差	检测频次
二氧化碳捕 集装置泄压 放空、二氧化 碳压缩放空； 二氧化碳运 输泄压放空； 二氧化碳注 气站、回注 站、注入井泄 压放空	累积流量	体积流量计	2.0级	每次
	时间	秒表	±0.1s	每次
	体积分数	化验报告	/	每次
	温度	温度变送器	0.2级	每次
	密度	查表	/	根据放空温度和出口压力（取101.325kPa）查表获取

7.3.2 实测与统计计算相结合法

7.3.2.1 计算方法

采用实测与统计计算相结合法形成排放因子，计算有组织放空二氧化碳排放量。如不具备测试条件，可采用国家、行业二氧化碳排放核算方法和报告指南提供的排放因子。有组织放空排放因子可按式（4）计算：

$$EF_{\text{放空}i} = S_{\text{放空}i} \times v_i \times t_i \times w_{\text{放空}i} \times \rho_{\text{放空}i} \times p_i \dots\dots\dots (4)$$

式中：

$EF_{\text{放空}i}$ ——第*i*类有组织放空点位的排放因子，单位为吨/（个·年）（t/（each·a））；

$S_{\text{放空}i}$ ——第*i*类有组织放空点位放空口面积，单位为平方米（m²）；

v_i ——第*i*类有组织放空点位放空气流速，单位为米/秒（m/s）；

t_i ——第*i*类有组织放空点位放空的时间，单位为秒（s）；

$w_{\text{放空}i}$ ——第*i*类有组织放空点位放空气体的二氧化碳体积分数，单位为百分比（%）；

$\rho_{\text{放空}i}$ ——第*i*类有组织放空点位放空气体的二氧化碳密度，根据放空温度和出口压力（取101.325kPa）查表获取，单位为吨/立方米（t/m³）；

p_i ——第*i*类有组织放空点位年放空次数，单位为次/（个·年）（t/（each·a））。

有组织放空二氧化碳排放量按式（5）计算：

$$E_{\text{放空}} = \sum_i (EF_{\text{放空}i} \times m_i) \dots\dots\dots (5)$$

式中：

$E_{\text{放空}}$ ——有组织放空二氧化碳排放量，单位为吨（t）；

$EF_{\text{放空}i}$ ——第*i*类有组织放空点位的排放因子，单位为吨/（个·年）（t/（each·a））；

m_i ——第*i*类有组织放空点位的数量，单位为个（each）。

7.3.2.2 数据获取要求

有组织放空排放实测与统计计算相结合数据获取要求见表4。

表 4 有组织放空排放数据获取要求（实测与统计计算相结合法）

具体排放源	计量参数类型	参数来源	准确度等级 /最大允许误差	检测频次
二氧化碳捕集装置 泄压放空、二氧化碳 压缩放空； 二氧化碳运输泄压 放空； 二氧化碳注气站、回 注站、注入井、油井、 分气增压站、采出液 处理站、注入管线、 集输管线等	面积	钢卷尺	±0.4mm	每次
	速度	速度计	±0.3 m/s (v<35 m/s) ; ±5% (v≥35 m/s) ; 其中v为测量值	每次
	时间	秒表	±0.1s	每次
	体积分数	化验报告	/	每次
	温度	温度变送器	0.2级	每次
	密度	查表	/	根据放空温度和出口压力 (取101.325kPa) 查表获取

7.4 地上泄漏排放

7.4.1 计算方法

采用实测与统计计算相结合法形成排放因子，计算地上泄漏二氧化碳排放量。地上泄漏二氧化碳排放量按式（6）计算：

$$E_{\text{地上}} = \sum_i (EF_{\text{地上}i} \times n_i) \dots\dots\dots (6)$$

式中：

- $E_{\text{地上}}$ ——地上泄漏二氧化碳排放量，单位为吨（t）；
- $EF_{\text{地上}i}$ ——第i类地上泄漏点位的二氧化碳排放因子，单位为吨/（个·年）（t/（each·a））；
- n_i ——第i类地上泄漏点位的数量，单位为个（each）。

7.4.2 数据获取要求

地上泄漏排放因子测算要求见表5。

表 5 地上泄漏排放因子测算要求

具体排放源	计量参数类型	参数来源	准确度等级 /最大允许误差	检测频次
油井井口、注入井井口、阀门、法兰、注入装置、取样口、地面集输管线、储罐泄漏等；	面积	钢卷尺	±0.4mm	每次
	速度	速度计	±0.3 m/s (v<35 m/s) ; ±5% (v≥35 m/s) ; 其中v为测量值	每次

具体排放源	计量参数类型	参数来源	准确度等级 /最大允许误差	检测频次
未被定义为有组织放空的其他压力设备泄漏排放源	时间	秒表	±0.1s	每次
	体积分数	化验报告	/	每次
	温度	温度变送器	0.2级	每次
	密度	查表	/	根据泄漏温度和出口压力（取101.325kPa）查表获取

7.5 地下泄漏排放

捕集单元和运输单元地下泄漏排放为零；地质利用与封存单元地下泄漏按以下方法计算

7.5.1 计算方法

宜按一定方法将注入油层所在地表上方以正方形网格平均划分，通过安装二氧化碳通量监测仪测算排放因子，进而计算地下泄漏二氧化碳排放量。可通过测试浅层土壤气和浅层地下水中二氧化碳浓度，作为地下泄漏排放的预警措施。

地下泄漏二氧化碳排放量按式（7）计算：

$$E_{\text{地下}} = \sum_i (EF_{\text{地下}i} \times S_{\text{网格}}) \dots\dots\dots (7)$$

式中：

$E_{\text{地下}}$ ——地下泄漏二氧化碳排放量，单位为吨（t）；

$EF_{\text{地下}i}$ ——第*i*个网格的地下泄漏排放因子，单位为（吨/平方千米）（t/km²）；

$S_{\text{网格}}$ ——单个网格面积，单位为平方千米（km²）。

7.5.2 数据获取要求

地下泄漏排放数据获取要求见表6。

表 6 地下泄漏排放数据获取要求

具体排放源	测试方法	计量参数类型	参数来源	准确度等级	网格划分与监测布点方法	检测频次
井筒外壁、断层、盖层等	测试大气二氧化碳通量	大气中二氧化碳浓度、风速、风向	湍流通量观测仪或其他二氧化碳通量监测仪	±6%	在注入油层所在地表上方，视项目地理面积大小，可按照0.5km×0.5km、1km×1km、2km×2km、5km×5km或其他大小，将监测区域以正方形网格划分，网格结点即为湍流通量观测仪或其他二氧化碳通量监测仪安装位置。若无法保障监测点位数量，应保证沿监测区域主导风向的上风向、下风向	连续监测，监测频次不少于1次/分钟；以日均通量为结果，每天记录一次

具体排放源	测试方法	计量参数类型	参数来源	准确度等级	网格划分与监测布点方法	检测频次
					各布置不少于2台装置。	
	测试浅层土壤气和浅层地下水二氧化碳浓度	地表土壤气二氧化碳浓度、土壤表面二氧化碳浓度	现场取样分析化验	/	在注入油层所在地表上方，视项目地理面积大小，可按照0.5km×0.5km、1km×km、2km×2km、5km×5km或其他大小，将监测区域以正方形网格划分，取样点位均匀布置。宜在油井、注入井、断层、油藏边界处取样。	基准线情景： 1次/季度； 项目运行： 1次/月
		浅层土壤气二氧化碳浓度	取样化验	/	断层、通天断层处	基准线情景： 1次/季度； 项目运行： 1次/月
		浅层地下水pH值、总矿化度、氧化还原电位	取样化验	/		

7.6 消耗电力、热力产生的二氧化碳排放

捕集单元、运输单元、地质利用与封存单元消耗电力和热力二氧化碳排放分别计算

7.6.1 计算方法

购入和输出电力、热力产生的二氧化碳排放可按照GB/T 32150—2015 中“7.5.4购入的电力、热力产生的排放”，“7.5.5输出的电力、热力产生的排放”进行计算。

7.6.2 数据获取要求

7.6.2.1 购入和输出电力的排放因子

电力排放因子优先采用供电单位提供的数值，如无法提供，则使用国家生态环境部最新发布的区域电网排放因子。

7.6.2.2 购入和输出热力的排放因子

蒸汽、热水等热力供应的二氧化碳排放因子优先采用供热单位提供的数值，如无法提供，则按0.11tCO₂/GJ计算。

7.7 外输至核算边界外携带二氧化碳产生的二氧化碳排放

捕集单元、运输单元外输至核算边界外携带二氧化碳产生的二氧化碳排放为零、地质利用与封存单元外输至核算边界外携带二氧化碳产生的二氧化碳排放按照以下方法计算。

7.7.1 计算方法

外输至核算边界外携带二氧化碳产生的二氧化碳排放量按式（8）计算：

$$E_{\text{外输}} = \sum_i \left(AD_{\text{外输介质}i} \times \varphi_{\text{外输介质}i} \right) \dots\dots\dots (8)$$

式中：

$E_{\text{外输}}$ ——外输至核算边界外二氧化碳排放量，单位为吨（t）；

$AD_{\text{外输介质}i}$ ——第*i*类外输介质的质量，单位为吨（t）；

$\varphi_{\text{外输介质}i}$ ——第*i*类外输介质中二氧化碳的质量分数，单位为百分比（%）。

7.7.2 数据获取要求

外输至边界外携带二氧化碳产生的排放数据获取要求见表7。

表 7 外输至边界外携带二氧化碳产生的排放数据获取要求

具体排放源	计量类别	计量器具	准确度等级	检测频次
外输介质，包括原油、采出水、采出气，以及三者混合物	累积质量流量	质量流量计	0.2级	连续监测
	二氧化碳质量分数	化验报告	/	化验：1次/月

7.8 计算二氧化碳排放总量

7.8.1 基准线情景二氧化碳排放总量

对于新建项目，按公式（9）计算，对于改扩建项目，按公式（10）计算。

$$E_{\text{基准, 新建}} = E_{\text{碳源}} \quad (9)$$

$$E_{\text{基准, 改扩建}} = (E_{\text{捕集基准, 改扩建}} + E_{\text{运输基准, 改扩建}} + E_{\text{地质封存与利用基准, 改扩建}}) \quad (10)$$

7.8.1.1 捕集单元基准线情景

对于新建项目，按公式（11）计算，对于改扩建项目，按公式（12）计算。

$$E_{\text{捕集基准, 新建}} = E_{\text{碳源}} \quad (11)$$

$$E_{\text{捕集基准, 改扩建}} = (E_{\text{碳源}} + E_{\text{捕集燃料}} + E_{\text{捕集有组织排放}} + E_{\text{捕集无组织排放}} + E_{\text{捕集电, 热}}) \quad (12)$$

式中：

$E_{\text{捕集基准, 新建}}$ ——新建捕集单元基准线情景二氧化碳排放总量，单位为吨（t）；

$E_{\text{碳源}}$ ——碳源二氧化碳排放量，单位为吨（t）；

$E_{\text{捕集基准, 改扩建}}$ ——改扩建捕集单元基准线情景二氧化碳排放总量，单位为吨（t）；

$E_{\text{捕集燃料}}$ ——捕集单元燃料燃烧二氧化碳排放量，单位为吨（t）；

$E_{\text{捕集有组织排放}}$ ——捕集单元控制泄放二氧化碳排放量，单位为吨（t）；
 $E_{\text{捕集无组织排放}}$ ——捕集设备逃逸二氧化碳排放量，单位为吨（t）；
 $E_{\text{捕集电, 热}}$ ——捕集单元净购入电力和净购入热力隐含的CO₂排放量，单位为吨（t）；

7.8.1.2 运输单元基准线情景

对于新建项目，按公式（13）计算，对于改扩建项目，按公式（14）计算。

$$E_{\text{运输基准, 新建}} = E_{\text{碳源}} \cdots \cdots (13)$$

$$E_{\text{运输基准, 改扩建}} = (E_{\text{碳源}} + E_{\text{运输燃料}} + E_{\text{运输有组织排放}} + E_{\text{运输无组织排放}} + E_{\text{运输电, 热}}) \cdots \cdots (14)$$

式中：

$E_{\text{运输基准, 新建}}$ ——新建运输单元基准线情景二氧化碳排放总量，单位为吨（t）；
 $E_{\text{碳源}}$ ——碳源二氧化碳排放量，单位为吨（t）；
 $E_{\text{运输基准, 改扩建}}$ ——改扩建运输单元基准线情景二氧化碳排放总量，单位为吨（t）；
 $E_{\text{运输燃料}}$ ——运输单元燃料燃烧二氧化碳排放量，单位为吨（t）；
 $E_{\text{运输控制排放}}$ ——运输单元有组织排放二氧化碳排放量，单位为吨（t）；
 $E_{\text{运输无组织排放}}$ ——运输设备逃逸二氧化碳排放量，单位为吨（t）；
 $E_{\text{运输电, 热}}$ ——运输单元净消耗电力和热力隐含的CO₂排放量，单位为吨（t）；

7.8.1.3 地质利用与封存单元基准线情景

对于地质利用新建项目，按公式（15）计算，对于地质封存改扩建项目，按公式（16）计算。

$$E_{\text{利用基准, 新建}} = E_{\text{碳源}} \cdots \cdots (15)$$

$$E_{\text{利用基准, 改扩建}} = (E_{\text{碳源}} + E_{\text{利用燃料}} + E_{\text{利用有组织排放}} + E_{\text{利用无组织排放}} + E_{\text{利用电, 热}} + E_{\text{利用外输}}) \cdots (16)$$

式中：

$E_{\text{利用基准, 新建}}$ ——新建地质利用单元基准线情景二氧化碳排放总量，单位为吨（t）；
 $E_{\text{碳源}}$ ——碳源二氧化碳排放量，单位为吨（t）；
 $E_{\text{利用基准, 改扩建}}$ ——改扩建地质利用单元基准线情景二氧化碳排放总量，单位为吨（t）；
 $E_{\text{利用燃料}}$ ——地质利用单元燃料燃烧二氧化碳排放量，单位为吨（t）；
 $E_{\text{利用有组织排放}}$ ——地质利用单元控制泄放二氧化碳排放量，单位为吨（t）；
 $E_{\text{利用无组织排放}}$ ——地质利用工艺与设备逃逸二氧化碳排放量，单位为吨（t）；
 $E_{\text{利用电, 热}}$ ——净购入电力和净购入热力隐含的CO₂排放量，单位为吨（t）；
 $E_{\text{利用外输}}$ ——外输至核算边界外二氧化碳排放量，单位为吨（t）。

对于地质封存新建项目，按公式（17）计算，对于地质封存改扩建项目，按公式（18）计算。

$$E_{\text{封存基准, 新建}} = E_{\text{碳源}} \cdots \cdots (17)$$

$$E_{\text{封存基准, 改扩建}} = (E_{\text{碳源}} + E_{\text{封存燃料}} + E_{\text{封存控制泄放}} + E_{\text{无组织排放}} + E_{\text{封存电, 热}}) \cdots \cdots (18)$$

式中：

$E_{\text{封存基准, 新建}}$ ——新建封存单元基准线情景二氧化碳排放总量，单位为吨（t）；

$E_{\text{碳源}}$ ——碳源二氧化碳排放量，单位为吨（t）；

$E_{\text{封存基准, 改扩建}}$ ——改扩建封存单元基准线情景二氧化碳排放总量，单位为吨（t）；

$E_{\text{封存燃料}}$ ——燃料燃烧二氧化碳排放量，单位为吨（t）；

$E_{\text{封存有组织排放}}$ ——封存单元控制泄放二氧化碳排放量，单位为吨（t）；

$E_{\text{封存无组织排放}}$ ——封存设备逃逸二氧化碳排放量，单位为吨（t）；

$E_{\text{封存电, 热}}$ ——封存单元净购入电力和净购入热力隐含的CO₂排放量，单位为吨（t）；

7.8.2 项目二氧化碳排放总量

7.8.2.1 项目二氧化碳排放总量

按公式（19）计算。

$$E_{\text{项目排放总量}} = (E_{\text{捕集排放总量}} + E_{\text{运输排放总量}} + E_{\text{地质封存与利用排放总量}}) \cdots \cdots (19)$$

7.8.2.2 捕集单元排放总量

捕集单元排放总量按公式（20）计算

$$E_{\text{捕集排放总量}} = (E_{\text{未捕集总量}} + E_{\text{捕集燃料}} + E_{\text{捕集控制泄放}} + E_{\text{无组织排放}} + E_{\text{捕集电, 热}}) \cdots \cdots (20)$$

式中：

$E_{\text{捕集排放总量}}$ ——捕集单元基二氧化碳排放总量，单位为吨（t）；

$E_{\text{未捕集总量}}$ ——未捕集的二氧化碳排总量，单位为吨（t）；

$E_{\text{捕集燃料}}$ ——捕集单元燃料燃烧二氧化碳排放总量，单位为吨（t）；

$E_{\text{捕集有组织排放}}$ ——捕集单元控制泄放二氧化碳排放总量，单位为吨（t）；

$E_{\text{捕集无组织排放}}$ ——捕集设备逃逸二氧化碳排放总量，单位为吨（t）；

$E_{\text{捕集电, 热}}$ ——捕集单元净购入电力和净购入热力隐含的CO₂排放总量，单位为吨（t）；

7.8.2.3 运输单元排放总量

运输单元排放总量按公式（21）计算。

$$E_{\text{运输排放总量}} = (E_{\text{未运输总量}} + E_{\text{运输燃料}} + E_{\text{运输有组织排放}} + E_{\text{运输无组织排放}} + E_{\text{运输电, 热}}) \cdots \cdots (21)$$

式中：

$E_{\text{运输排放总量}}$ ——运输单元基二氧化碳排放总量，单位为吨（t）；

$E_{\text{未运输总量}}$ ——未运输二氧化碳排放总量，单位为吨（t）；
 $E_{\text{运输燃料}}$ ——运输单元燃料燃烧二氧化碳排放总量，单位为吨（t）；
 $E_{\text{运输有组织排放}}$ ——运输单元控制泄放二氧化碳排放总量，单位为吨（t）；
 $E_{\text{运输无组织排放}}$ ——运输设备逃逸二氧化碳排放总量，单位为吨（t）；
 $E_{\text{运输电, 热}}$ ——运输单元净购入电力和净购入热力隐含的CO₂排放总量，单位为吨（t）；

7.8.2.4 地质封存与利用单元排放总量

对于地质利用单元，按公式（22）计算。

$$E_{\text{利用总排放}} = (E_{\text{未利用总量}} + E_{\text{利用燃料}} + E_{\text{利用有组织排放}} + E_{\text{利用无组织排放}} + E_{\text{利用电, 热}} + E_{\text{利用外输}}) \cdots (22)$$

式中：

$E_{\text{利用总排放}}$ ——地质利用单元二氧化碳排放总量，单位为吨（t）；
 $E_{\text{未利用总量}}$ ——未利用二氧化碳排放总量，单位为吨（t）；
 $E_{\text{利用燃料}}$ ——地质利用单元燃料燃烧二氧化碳排放总量，单位为吨（t）；
 $E_{\text{利用控制泄放}}$ ——地质利用单元控制泄放二氧化碳排放总量，单位为吨（t）；
 $E_{\text{无组织排放}}$ ——地质利用工艺与设备逃逸二氧化碳排放总量，单位为吨（t）；
 $E_{\text{利用电, 热}}$ ——净购入电力和净购入热力隐含的CO₂排放总量，单位为吨（t）；
 $E_{\text{利用外输}}$ ——外输至核算边界外二氧化碳排放总量，单位为吨（t）。

地质封存排放总量，按公式（23）计算，

$$E_{\text{封存基排放总量}} = (E_{\text{未封存总量}} + E_{\text{封存燃料}} + E_{\text{封存控制泄放}} + E_{\text{无组织排放}} + E_{\text{封存电, 热}}) \cdots \cdots (23)$$

式中：

$E_{\text{封存排放总量}}$ ——封存单元二氧化碳排放总量，单位为吨（t）；
 $E_{\text{未封存总量}}$ ——封存单元未封存二氧化碳总量，单位为吨（t）；
 $E_{\text{封存燃料}}$ ——燃料燃烧二氧化碳排放总量，单位为吨（t）；
 $E_{\text{封存控制泄放}}$ ——封存单元控制泄放二氧化碳排放总量，单位为吨（t）；
 $E_{\text{封存无组织排放}}$ ——封存设备逃逸二氧化碳排放总量，单位为吨（t）；
 $E_{\text{封存电, 热}}$ ——封存单元净购入电力和净购入热力隐含的CO₂排放总量，单位为吨（t）；

8 二氧化碳注入量计算

8.1 计算方法

项目二氧化碳注入量与基准线情景二氧化碳注入量按式（24）计算：

$$I = \sum_i (I_i \times \varphi_{\text{注入}i}) \cdots \cdots (24)$$

式中：

I ——二氧化碳注入量，单位为吨（t）；
 I_i ——第*i*台二氧化碳注入装置注入量，单位为吨（t）；

$\varphi_{注入i}$ ——第*i*台注入装置中二氧化碳质量分数，单位为百分比（%）。

注：回注过程应视为注入过程的一部分，回注量应参与计算。

8.2 数据获取要求

二氧化碳注入量数据获取要求见表8。

表 8 二氧化碳注入量计量要求

计量类别	计量器具	准确度等级	检测频次
二氧化碳注入装置累积流量	流量计	5.0 级	连续监测 连续监测
二氧化碳质量分数	化验报告	/	1 次/批次

9 项目注入期二氧化碳减排量计算

项目包括捕集单元、运输单元和地质利用与封存单元二氧化碳规模一致的全流程项目，即项目捕集量、运输量和地质利用与地质利用与封存的注入量一致的情景；地质利用与封存单元注入量低于捕集单元和运输单元情景。

9.1 碳捕集利用与封存全流程规模一致情景

项目二氧化碳减排量按式（25）计算：

$$R = \left(I_{项目} - I_{基准} \right) - \left(E_{项目排放总量} - E_{基准} \right) \cdots \cdots (25)$$

式中：

R ——项目二氧化碳减排量，单位为吨（t）；

$I_{项目}$ ——项目二氧化碳注入量，单位为吨（t）；

$I_{基准}$ ——基准线情景二氧化碳注入量，单位为吨（t）；

$E_{项目排放总量}$ ——项目二氧化碳排放量，单位为吨（t）；

$E_{基准}$ ——基准线情景二氧化碳排放量，单位为吨（t）。

9.2 部分地质利用与封存情景

部分地质利用与封存的情景二氧化碳减排量按式（26）计算，其中部分地质利用的项目排放总量按式（27）计算：

$$R' = \left(I'_{项目} - I_{基准} \right) - \left(E'_{项目排放总量} - E_{基准} \right) \cdots \cdots (26)$$

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/087161130042006130>