

ICS 号

CCS

团 体 标 准

T/ACEF □□□—20□□

劣质燃油加氢改质工艺项目碳减排核算方法

Accounting Method for Carbon Emission Reduction in
Hydro-upgrading Process of Inferior Fuel

(草案)

20□□-□□-□□发布

20□□-□□-□□实施

中 华 环 保 联 合 会 发 布

目 次

前 言	I
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 劣质燃油加氢改质工艺项目碳减排核算方法学	2
附录 A（资料性）化石燃料相关参数的缺省值	11
附录 B（资料性）二氧化碳减排量计算相关模板	12
附录 C（资料性）监测计划模板	16

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。

本文件由中华环保联合会归口。

本文件起草单位：济南大学、中华环保联合会、中国石油大学（北京）、连云港高晶吕新材料有限公司。

本文件主要起草人：高道伟、吕一品、陈国柱、闫武昆、郭丹阳、王喜龙、王帅。

劣质燃油加氢改质工艺项目碳减排核算方法

1 范围

本文件提出了炼油行业劣质燃油加氢改质工艺项目的碳减排核算方法及技术要求,适用于新建、扩建及现有此类工艺装置的炼油行业企事业单位等进行碳排放管理。

本文件适用于炼油行业劣质燃油加氢改质环节,不涉及原油开采、运输等非炼油工艺。

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/T 2589	石油加工厂通用技术条件
GB/T 31570	石油化工企业环保标准
GB/T 38591	碳资产管理指南
GB/T 32150	工业企业温室气体排放核算和报告通则
SY/T 6144	石油化工企业绿色制造评价标准
ISO 14064-1	温室气体排放和吸收的量化和报告
GB/T 24067	温室气体产品碳足迹量化要求和指南
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

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

劣质燃油 substandard fuel

含硫量高、芳烃含量多、稳定性差的燃油。

[来源: GB/T 2589-2008, 3.1]

3.2

加氢改质 hydrogenation refinement

通过加氢工艺去除燃油中的硫和氮等杂质的过程。

[来源: SY/T 6144-2011, 2.3]

3.4

碳排放 carbon emission

由特定来源或过程排放到大气中的二氧化碳及其他温室气体。

[来源: GB/T 32150-2015, 3.6]

3.5

温室气体 greenhouse gas

吸收和发射红外辐射的气体，如二氧化碳、甲烷和氧化亚氮。

[来源：GB/T 32150-2015, 3.1]

3.6

排放因子 emission factor

特定源或活动排放特定温室气体的量。

[来源：GB/T 24067-2024, 3.2.7]

3.7

基线排放 baseline emissions

在不采取减排措施情况下预期的排放量。

[来源：GB/T 33760-2017, 3.4]

3.8

项目排放

在实施加氢改质工艺后的排放量。

3.9

碳减排 carbon reduction

通过各种措施减少温室气体排放的行为。

[来源：GB/T 33760-2017, 3.5]

4 劣质燃油加氢改质工艺项目碳减排核算方法学

首先识别和划定排放源及其边界，包括直接和间接排放源，确保核算的全面性。其次，基于历史数据或行业平均水平构建基线情景，作为核算的参照点。在核算过程中，综合收集燃料消耗、能源使用等数据，并利用相应排放因子量化直接和间接的排放量。减排量的计算基于基线排放量与实际排放量之间的差值，同时考虑加氢改质技术的替代效应。在整个核算过程中，重视数据的准确性和一致性，通过不确定性评估和管理来提高核算结果的可靠性。最后，定期监测、编制报告及第三方验证，确保核算的透明性和持续改进。

4.1 核算方法的设计原则

4.1.1 科学性和准确性

核算方法应基于科学原理，采用国际公认的核算标准，以确保数据的准确性和可比性。在核算过程中，需使用经过验证的排放因子和核算公式，确保计算结果的准确性。

4.1.2 一致性和可比性

核算结果应与历史数据保持一致，便于时间序列的比较。在方法学上保持一致，确保不同时间段数据的可比性。对于方法或数据源的变更，应明确记录并解释其对排放估算的影响。

4.1.3 完整性

核算范围应全面覆盖所有相关的直接和间接排放源。避免遗漏任何重要排放源，包括那些可能被认为是次要的或间接的排放源。

4.1.4 透明性

核算过程、数据来源和方法应公开透明。对于所有关键步骤和假设，应提供足够的信息，以便核算结果能够被认可。

4.1.5 灵活性

核算方法应具备一定的灵活性，能够适应技术和政策变化。对于任何调整 and 改变，应进行记录和说明。

4.1.6 连续性

核算周期内，方法应保持连续性，以确保数据的时序性和准确性。如有必要变更方法，应详细说明变更的原因和影响。

4.1.7 不确定性管理

识别和量化核算过程中的不确定性来源。采取适当的方法减小不确定性的影响，如使用更精确的数据、改进核算方法等。

4.2 排放源识别和边界划定

4.2.1 排放源的识别

系统地识别劣质燃油加氢改质过程中的所有排放源，包括直接排放源和间接排放源。直接排放源主要包括加氢反应器、加热炉、蒸汽生成装置等关键设备的排放。间接排放源则涉及外购电力、蒸汽、氢气等。

4.2.2 边界的划定

组织边界：确定核算范围内包含的设施和操作，包括整个炼油企业或特定的加氢改质工艺单元。

操作边界：区分直接控制和间接控制的排放源。直接控制指企业可以直接管理和影响的排放，而间接控制涉及企业活动但由第三方控制的排放。

4.2.3 排放源的分类和管理

将排放源按类型（如固定源、移动源）、按活动（如燃烧、化学处理）分类，以便于进行更精确的排放估算和管理。

对每个排放源进行详细分析，确定其在加氢改质过程中的重要性和对总排放量的贡献。

4.3 基线情景构建

4.3.1 基线情景定义

基线情景指在未实施加氢改质工艺项目之前的标准操作条件下，劣质燃油处理过程的预期温室气体排放水平。基线情景是评估减排成效的参考点。

4.3.2 历史数据收集与分析

收集历史运营数据，包括劣质燃油处理量、能耗指标、历史排放水平等，同时考虑原油类型、处理工艺等因素对排放的影响。

4.3.3 技术和政策变化的考量

构建基线情景应考虑技术进步和环保政策变化对基线排放的潜在影响。

4.3.4 行业平均水平参照

缺乏具体的历史数据时，可参照行业平均水平或类似设施的排放数据估算基线排放。

4.3.5 假设设定和模型预测

对于新建项目或技术升级，通过模型预测构建基线情景。预测应基于合理假设和可靠数据。

4.3.6 动态调整和更新

根据操作条件的变化和新数据的获取，定期更新基线情景以确保其反映当前的操作实际。

4.4 基线排放核算

基线二氧化碳排放量计算需考虑历史运营数据、能耗指标、燃油类型、处理工艺等因素。

$$E_{BL} = \sum (AD_i \times EF_i) \quad (\text{公式 1})$$

式中：

E_{BL} ——基线情景下的二氧化碳总排放量，单位为 tCO_2 。

AD_i ——第 i 类活动（如燃料燃烧等）的数据量，例如能源消耗量。

EF_i ——第 i 类活动的二氧化碳排放因子，单位为 $tCO_2/\text{活动单位}$ （如 tCO_2/t 燃料、 tCO_2/kWh 等）。

4.5 项目排放核算

确定核算边界后，采取以下步骤核算实施加氢改质工艺项目后的二氧化碳排放量：

（1）识别劣质燃油加氢改质工艺流程涵盖的主要温室气体排放装置，确定排放源类别及气体种类；

（2）选择相应的二氧化碳排放量计算公式；

（3）获取活动水平和排放因子数据；

（4）将收集的数据代入计算公式从而得到二氧化碳排放量；

（5）按照规定的格式，描述、归纳二氧化碳排放量计算过程和结果。

劣质燃油加氢改质工艺项目的温室气体排放总量包括直接排放量和间接排放量。直接排放量包括固定源化石燃料燃烧产生的二氧化碳排放量、正常工况火炬燃烧二氧化碳排放量和工业生产过程产生的温室气体排放量；间接排放量包括使用外购电力、热力、氢气时导致的间接二氧化碳排放量。

$$E_T = E_{\text{燃料燃烧}} + E_{\text{正常火炬}} + E_{\text{工业生产过程}} + E_{\text{氢耗}} + E_{\text{电}} + E_{\text{热}} \quad (\text{公式 2})$$

式中：

E_T ——加氢改质工艺项目所产生的温室气体排放总量，单位为 tCO_2 ；

$E_{\text{燃料燃烧}}$ ——燃料燃烧活动产生的二氧化碳排放量，单位为 tCO_2 ；

$E_{\text{正常火炬}}$ ——加氢改质工艺项目在正常工况下火炬气燃烧产生的二氧化碳排放量，单位为 tCO_2 ；

$E_{\text{工业生产过程}}$ ——加氢改质工艺项目生产过程产生的温室气体排放量，单位为 tCO_2 ；

$E_{\text{氢耗}}$ ——氢气消耗隐含的二氧化碳排放量，单位为 tCO_2 ；

$E_{\text{电}}$ ——生产过程中使用电力隐含的二氧化碳排放量，单位为 tCO_2 ；

$E_{\text{热}}$ ——生产过程中使用热力隐含的二氧化碳排放量，单位为 tCO_2 。

4.5.1 燃料燃烧二氧化碳排放量

劣质燃油或经过加氢改质后的燃油，被用于动力或热力供应的燃烧过程中产生的二氧化碳排放量，即为燃料燃烧二氧化碳排放量。计算公式如下：

$$E_{\text{燃料燃烧}} = AD \times H \times F_{\text{ch}} \times F_{\text{ox}} \times \frac{44}{12} \quad (\text{公式 3})$$

式中：

$E_{\text{燃料燃烧}}$ ——汽油或柴油燃烧产生的 CO_2 排放量，单位为 tCO_2 ；

AD ——汽油或柴油的净消耗量，单位为 t ；

H ——汽油或柴油的低位发热值，单位为 TJ/t ；

F_{ch} ——汽油或柴油的单位热值含碳量，单位为 tC/TJ ；

F_{ox} ——汽油或柴油的碳氧化率，单位为 $\%$ ；

$44/12$ —— CO_2 和 C 之间的分子量比值。

（化石燃料相关参数，参照附录 A）

4.5.2 正常工况火炬二氧化碳排放量

$$E_{\text{正常火炬}} = Q_{\text{F}} \times \left(CC_{\text{NCO}_2} \times OF \times \frac{44}{12} + V_{\text{CO}_2} \times 19.7 \right) \quad (\text{公式 4})$$

式中：

$E_{\text{正常火炬}}$ ——加氢改质工艺项目在正常工况下火炬气燃烧产生的二氧化碳排放量，单位为 tCO_2 ；

Q_{F} ——正常工况下加氢改质火炬系统的火炬气流量，单位为 Nm^3 ；

CC_{NCO_2} ——火炬气中除 CO_2 外其它含碳化合物的总含碳量，单位为 tC/Nm^3 ；

OF ——加氢改质火炬系统的碳氧化率，如无实测数据可取缺省值 0.98；

V_{CO_2} ——火炬气中 CO_2 的体积浓度，单位为 $\%$ ；

19.7—— CO_2 气体在标准状况下的密度，单位为 tCO_2/Nm^3 。

4.5.3 加氢生产过程碳排放量

劣质燃油加氢改质工艺采用高压高温条件及特定催化剂进行加氢反应。在加氢改质过程中，为确保催化剂活性，需要定期对催化剂进行再生处理，以清除金属沉积和焦炭积累，此过程产生二氧化碳排放。采用间歇烧焦方式，二氧化碳排放量用以下公式进行计算：

$$E_{\text{工业生产过程}} = \sum_{j=1}^N \left[MC_j \times (1 - CF_{\text{前},j}) \times \left(\frac{CF_{\text{前},j}}{1 - CF_{\text{前},j}} - \frac{CF_{\text{后},j}}{1 - CF_{\text{后},j}} \right) \times \frac{44}{12} \right] \quad (\text{公式 5})$$

式中：

$E_{\text{工业生产过程}}$ ——催化剂间歇烧焦再生导致的 CO_2 排放量，单位为 tCO_2 ；

j ——加氢改质装置序号；

MC_j——第 j 套加氢改质装置在整个报告期内待再生的催化剂量，单位为 t；

CF_{前,j}——第 j 套加氢改质装置再生前催化剂上的含碳量，单位为%；

CF_{后,j}——第 j 套加氢改质装置再生后催化剂上的含碳量，单位为%；

44/12——CO₂ 和 C 之间的分子量比值。

4.5.4 电力和热力消耗隐含的二氧化碳排放量

$$E_{\text{电}} = AD_{\text{电力}} \times EF_{\text{电力}} \quad (\text{公式 6})$$

$$E_{\text{热}} = AD_{\text{热力}} \times EF_{\text{热力}} \quad (\text{公式 7})$$

式中：

AD_{电力}——净购入使用电力的用量，单位为 10⁴kWh；

AD_{热力}——净购入使用热力的用量，单位为 10⁶kJ；

EF_{电力}——电力的 CO₂ 排放因子，单位为 tCO₂/10⁴kWh，暂取默认值 0.581~0.644 tCO₂/10⁴kWh，地方主管部门另有规定的，则应遵循相关规定；

EF_{热力}——热力的 CO₂ 排放因子，单位 tCO₂/10⁶kJ，暂取默认值 0.057~0.067 tCO₂/10⁶kJ，地方主管部门另有规定的，则应遵循相关规定。

4.5.5 氢气消耗隐含的二氧化碳排放量

劣质燃油加氢改质过程中使用的氢气主要来源于外部购买或厂内蒸汽甲烷重整（SMR）过程。其隐含的间接二氧化碳碳排放量取决于氢气的生产方法和运输过程。

$$E_{\text{氢耗}} = T_{\text{氢耗}} \times EF_{\text{氢耗}} \quad (\text{公式 8})$$

式中：

E_{氢耗}——氢气消耗隐含的二氧化碳排放量，单位为 tCO₂；

T_{氢耗}——加氢过程中消耗的氢气总量，单位为 t 或 Nm³；

EF_{氢耗}——氢气生产的 CO₂ 排放因子，单位为 tCO₂/t 或 tCO₂/Nm³。此排放因子应基于氢气的生产方法和来源。例如，来自天然气重整的氢气与电解水制氢的排放因子有显著差异。若氢气来源多样化，可根据氢气来源的比例对排放因子进行加权平均计算。

$$EF_{\text{氢耗}} = \sum (EF_{\text{氢耗},i} \times P_i) \quad (\text{公式 9})$$

式中：

EF_{氢耗,i}——第 i 种来源氢气的 CO₂ 排放因子，单位为 tCO₂/t 或 tCO₂/Nm³；

P_i——第 i 种来源氢气占总消耗氢气比例，单位为%。

注：此公式适用于加氢过程使用的所有氢气类型。若氢气通过特定途径获得，应使用该途径对应的排放因子进行计算。若氢气是炼油厂内通过特定过程制备，应考虑该过程的能耗和排放特性。

4.6 二氧化碳减排量核算

实施加氢改质工艺项目后，劣质燃油处理过程的二氧化碳减排量按照公式 10 进行计算：

$$E_{\text{CO}_2 \text{ 减排量}} = E_{\text{BL}} - E_{\text{T}} \quad (\text{公式 10})$$

式中：

E_{BL} ——在未实施加氢改质之前，劣质燃油处理过程的预期二氧化碳排放量，单位为 tCO_2 。

E_T ——在实施加氢改质之后，劣质燃油处理过程的实际二氧化碳排放量，单位为 tCO_2 。

基于项目排放量与基线排放量的差值计算二氧化碳减排量，考虑技术的替代效果及其对减排的贡献（参照附录 B）。

4.7 数据收集与管理

4.7.1 数据收集原则

（1）完整性：收集所有与加氢改质催化过程直接和间接相关的数据，包括但不限于原料消耗、能源使用、产品产量、排放因子和设备效率。

（2）准确性：数据应来源于可靠的测量设备、运营记录或其他官方文件，确保数据反映实际操作条件。

（3）一致性：保持数据收集方法和计量单位的一致性，用于不同时间段和不同操作条件下数据的比较和分析。

（4）时效性：定期更新数据收集，确保数据反映当前的操作状态和技术水平。

4.7.2 数据收集范围和内容

（1）原料和能源消耗：记录原料类型、数量、能源类型（电、蒸汽、燃料等）和消耗量。

（2）操作参数：包括加氢反应器的温度、压力、氢油比等关键操作参数。

（3）产品产量和质量：包括加氢改质后产品的产量、硫含量、氮含量和其他重要质量指标。

（4）排放因子：收集并更新不同能源和原料的排放因子，包括国家或行业标准提供的排放因子，以及经过第三方验证的排放因子。

（5）设备效率和性能：包括关键设备（如加氢反应器、分馏塔等）的效率和性能指标，以及维护和更换记录。（参照附录 C）

4.7.3 数据管理方法

（1）数据存储：建立电子数据库，用于存储和管理收集的数据。数据库应有备份和恢复机制，以防数据丢失。

（2）数据验证：通过对比运营记录、设备日志和实验室测试结果等，对收集的数据进行验证，确保数据的准确性。

（3）数据分析：定期分析数据，识别数据中可能存在的异常值或趋势，以便及时调整操作条件或采取改进措施。

（4）数据保密：实施适当的数据保密措施，确保敏感信息（如专有技术、商业秘密）的安全。

4.7.4 数据更新与维护

（1）定期审核：定期对数据收集和管理过程进行审核，确保数据收集的连续性和一致性。

（2）技术和方法更新：随着测量技术和管理方法的进步，及时更新数据收集和管理的技术和方法。

（3）人员培训：定期对相关人员进行培训，提高对数据收集和管理重要性的认识，以

及操作技能。

4.8 不确定性评估与管理

4.8.1 不确定性来源的识别

不确定性来源可能包括但不限于以下几个方面：

（1）数据不确定性：涉及到历史数据的准确性和可靠性，包括能耗数据、原油组分数据、排放因子等。数据的不确定性可能源于测量误差、数据采集不完整或不准确等因素。

（2）模型不确定性：如果在核算过程中使用模型来进行估算或预测，模型的参数选择和假设设定会引入不确定性，具体包括对基线情景的模拟、技术变化的影响等。

（3）测量不确定性：如果排放监测设备用于收集数据，测量设备的精确性和准确性会对结果产生影响。不同设备的测量不确定性应该在核算中予以考虑。

（4）操作条件变化：加氢改质工艺过程的操作条件可能随时间发生变化，进而导致排放量的波动。

（5）外部因素：环境政策、市场变化、原油价格等外部因素可能对核算结果产生影响，且通常难以预测。

4.8.2 不确定性分析方法

（1）敏感性分析：识别哪些参数或因素对核算结果的影响最大。通过变化参数的值，观察结果的变化情况，进而确定哪些因素的不确定性对结果的影响最敏感。

（2）蒙特卡洛模拟：一种通过随机抽样来估计不确定性的方法。通过模拟多种可能的情景，包括不同的数据值和假设，得出结果的概率分布，以更全面地了解不确定性的范围。

（3）参数分布估计：如果涉及参数的不确定性，可以通过收集足够的数据来估计参数的概率分布，从而更准确地反映不确定性。

（4）不确定性传播：将不确定性从输入参数传递到输出结果的过程。使用传递函数或模型进行不确定性传播分析，以确定输出结果的不确定性。

4.8.3 不确定性管理

（1）数据质量控制：采取适当的数据质量控制措施，包括数据验证、校准和标定，以减小数据不确定性。

（2）参数估计和更新：当有新的数据或信息可用，应及时更新参数估计和模型假设，以反映最新的情况。

（3）不确定性传播追踪：核算过程中，应追踪不确定性的传播路径，以确定哪些因素对结果的不确定性有重要影响，从而有针对性地降低不确定性。

（4）假设测试：对于关键的假设和参数，可以进行敏感性测试和假设测试，以评估其对结果的影响，如可能，考虑采取风险管理措施。

（5）透明性和报告：不确定性分析的结果应在报告中充分透明化，包括识别不确定性来源、分析方法和结果，以便审查和验证。

4.9 持续监测和改进

定期监测排放数据和核算结果，优化操作流程和技术。（参照附录 C）

4.10 报告和验证

编制碳减排报告，详细记录核算方法、数据、结果和不确定性分析，并进行第三方验证，以增强报告的可信度。

附录 A

(资料性)

化石燃料相关参数的缺省值

能源名称	计量单位	低位发热量 ^d (GJ/t, GJ/10 ⁴ Nm ³)	单位热值含碳量 (tC/GJ)	碳氧化率 (%)
无烟煤	t	26.7 ^a	0.02749 ^b	98 ^a
烟煤	t	23.337 ^a	0.02637 ^b	94 ^a
褐煤	t	11.9 ^a	0.028 ^b	94 ^a
洗精煤	t	26.344 ^a	0.02541 ^b	94 ^a
其他洗煤	t	12.545 ^a	0.02541 ^b	94 ^a
其他煤制品	t	17.46 ^a	0.03356 ^b	94 ^a
焦炭	t	28.435 ^a	0.0295 ^b	93 ^a
原油	t	41.816 ^a	0.0201 ^b	98 ^a
燃料油	t	41.816 ^a	0.0211 ^b	98 ^a
汽油	t	43.070 ^a	0.0189 ^b	98 ^a
柴油	t	42.652 ^a	0.0202 ^b	98 ^a
煤油	t	43.070 ^a	0.0196 ^b	98 ^a
液化石油气	t	50.179 ^a	0.00172 ^c	98 ^a
液化天然气	t	51.498 ^a	0.0172 ^c	99 ^a
炼厂干气	t	45.998 ^a	0.0182 ^b	98 ^a
天然气	10 ⁴ Nm ³	389.31 ^a	0.0153 ^b	99 ^a
焦炉煤气	10 ⁴ Nm ³	173.54 ^c	0.0121 ^c	99 ^c
高炉煤气	10 ⁴ Nm ³	3.3 ^c	0.0708 ^c	99 ^c
转炉煤气	10 ⁴ Nm ³	8.4 ^c	0.0496 ^c	99 ^c

注：^a数据取值来源为《中国能源统计年鉴-2018》。

^b数据取值来源为《省级温室气体清单编制指南（试行）》。

^c数据取值来源为《2006年IPCC国家温室气体清单指南》。

^d计算发热量时，千卡与焦耳的转换系数可采用：1千卡(kcal)=4.1816千焦(kJ)。

附 录 B
(资料性)
二氧化碳减排量计算相关模板

表 B.1 报告内容及格式模板

一、企业基本情况					
企业名称					
法人性质	☐ 独立法人 ☐ 视同法人		法人代表		
所属行业			组织机构代码		
厂址			注册地	区/县	
联系人		电话		传真	
二、报告范围					
三、产品方案					
四、碳排放量汇总					
排放量分类				二氧化碳排放量(t)	
基线情景二氧化碳排放量	燃油处理				
	燃料燃烧				
	小计				
项目情景二氧化碳排放量	燃料燃烧				
	工业生产过程				
	正常火炬				
	外购氢气				
	外购电力				
	外购热力				
	小计				
五、二氧化碳减排量核算					

表 B.2 燃料燃烧二氧化碳排放量计算表

排放单元	燃料品种	燃料消耗量（t 或 Nm ³ ）	低位发热值（TJ/t 或 TJ/Nm ³ ）	单位热值含碳量（tC/TJ）	碳氧化率（%）	二氧化碳排放量（t）
排放单元 1	燃料 1					
	燃料 2					
						
排放单元 1	燃料 1					
	燃料 2					
						
.....						
合计	燃料 1					
	燃料 2					
						

注：燃料消耗量数据来源包括仪表计、生产记录系统台账、结算凭证等，燃料低位发热值、单位热值含碳量、氧化率数据来源为监测或缺省。

表 B.3 催化剂烧焦再生过程二氧化碳排放量计算表

排放单元	再生前催化剂质量 (t)	再生后催化剂质量 (t)	再生前催化剂含碳率 (%)	再生后催化剂含碳率 (%)	二氧化碳排放量 (t)
加氢装置 1					
加氢装置 2					
.....					
小计					
数据来源					

注：数据来源包括仪表计量、库存记录结算凭证、监测值、估算值、缺省值等。

表 B.4 制氢过程二氧化碳排放量计算表

排放单元	脱附气量 (Nm ³)	二氧化碳含量 (%vt)	二氧化碳排放量 (t)
制氢装置 1			
制氢装置 2			
.....			
合计			
数据来源			

表 B.5 外购电力二氧化碳排放量计算表

外购电力量 (10 ⁴ kWh)		外购电力排放因子 (tCO ₂ /10 ⁴ kWh)	二氧化碳排放量 (t)
数据来源	数值		
☐ 仪表计量 ☐ 结算凭证 ☐ 其他 ____			

表 B.6 外购热力二氧化碳排放量计算表

外购热力量 (GJ)		外购电力排放因子 (tCO ₂ /GJ)	二氧化碳排放量 (t)
数据来源	数值		
☐ 仪表计量 ☐ 结算凭证 ☐ 其他_____			

表 B.7 外购氢气二氧化碳排放量计算表

外购氢气量 (t 或 Nm ³)		外购氢气排放因子 (tCO ₂ /t 或 tCO ₂ /Nm ³)	二氧化碳排放量 (t)
数据来源	数值		
☐ 仪表计量 ☐ 结算凭证 ☐ 其他_____			

表 B.8 项目情景二氧化碳排放量汇总表

排放量分类		二氧化碳排放量(t)				
		加氢 单元 1	加氢 单元 2	加氢 单元 3		合计
直接排放	燃料燃烧					
	工业生产过程					
	正常火炬					
	小计					
间接排放	外购氢气					
	外购电力					
	外购热力					
	小计					
合计						

附 录 C
(资料性)
监测计划模板

监测参数	监测频次	监测方法	负责部门	数据记录方式	数据验证方法	不确定性管理
原料消耗量	每日	仪表计量、生产记录	生产部	电子数据库	定期审核与比对	参数估计和更新
能源消耗量	每日	仪表计量、能源管理系统	能源管理部	电子数据库	数据质量控制	敏感性分析
产品产量	每日	生产记录、质量控制系统	生产部	电子数据库	数据验证、第三方验证	蒙特卡洛模拟
排放因子	每年	国家或行业标准、第三方验证	环保部	纸质与电子文档	更新与复审	参数分布估计
直接排放量	每月	计算与实测（排放监测设备）	环保部	电子数据库	跨时段比对、设备校准	不确定性传播追踪
间接排放量	每月	外购能源消耗记录、排放因子应用	财务部	电子数据库	供应商数据核实	不确定性管理原则应用
氢气消耗量	每日	仪表计量、库存管理	技术部	电子数据库	定期校准与核对	数据质量控制与更新
催化剂更换与再生	根据操作需求	操作记录、质量检测	技术部	纸质与电子文档	操作日志复查、效能分析	风险管理措施
温室气体减排量	每年	基于核算方法与实际数据计算	环保部	电子数据库	第三方验证、内部审核	更新核算方法与假设
不确定性分析	每年	统计分析、敏感性分析、蒙特卡洛模拟	研发部	电子文档	不确定性范围评估	不确定性减缓措施