

中华人民共和国国家标准

GB/T 32151.15—2023

碳排放核算与报告要求 第 15 部分：石油化工企业

Requirements of the carbon emissions accounting and reporting—
Part 15: Refinery and petrochemical enterprise

2023-12-28 发布

2024-07-01 实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会 发布

碳排放核算与报告要求

第 15 部分：石油化工企业

1 范围

本文件规定了石油化工企业碳排放量核算和报告相关的核算边界、计量与监检测要求、核算步骤与核算方法、数据质量管理、报告内容和格式。

本文件适用于以石油、天然气为主要原料，生产石油产品和石油化工产品的企业碳排放量的核算和报告。

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 210 工业碳酸钠
- GB/T 213 煤的发热量测定方法
- GB/T 384 石油产品热值测定法
- GB/T 474 煤样的制备方法
- GB/T 476 煤中碳和氢的测定方法
- GB/T 1606 工业碳酸氢钠
- GB/T 3286.1 石灰石及白云石化学分析方法 第 1 部分：氧化钙和氧化镁含量的测定 络合滴定法和火焰原子吸收光谱法
- GB/T 3286.9 石灰石及白云石化学分析方法 第 9 部分：二氧化碳含量的测定 烧碱石棉吸收重量法
- GB/T 6052 工业液体二氧化碳
- GB/T 6422 用能设备能量测试导则
- GB/T 8984 气体中一氧化碳、二氧化碳和碳氢化合物的测定 气相色谱法
- GB/T 10410 人工煤气和液化石油气常量组分气相色谱分析法
- GB/T 11062 天然气 发热量、密度、相对密度和沃泊指数的计算方法
- GB/T 12206 城镇燃气热值和相对密度测定方法
- GB/T 12208 人工煤气组分与杂质含量测定方法
- GB/T 13610 天然气的组成分析 气相色谱法
- GB/T 15316 节能监测技术通则
- GB 17167 用能单位能源计量器具配备和管理通则
- GB/T 22723 天然气能量的测定
- GB/T 23111 非自动衡器
- GB/T 23938 高纯二氧化碳
- GB/T 30733 煤中碳氢氮的测定 仪器法
- GB/T 32150 工业企业温室气体排放核算和报告通则

GB/T 32201 气体流量计

NB/SH/T 0656 石油产品及润滑剂中碳、氢、氮测定 元素分析仪法

3 术语和定义

GB/T 32150 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

温室气体 greenhouse gas

大气层中自然存在的和由于人类活动产生的能够吸收和散发由地球表面、大气层和云层所产生的、波长在红外光谱内的辐射的气态成分。

注：本文件涉及的温室气体仅为二氧化碳(CO₂)。

[来源：GB/T 32150—2015,3.1,有修改]

3.2

碳排放 carbon emission

在特定时段内向大气中释放温室气体的过程。

3.3

报告主体 reporting entity

具有碳排放行为的法人企业或视同法人的独立核算单位。

[来源：GB/T 32150—2015,3.2,有修改]

3.4

设施 facility

属于某一地理边界、组织单元或生产过程的，移动的或固定的一个装置、一组装置或一系列生产过程。

[来源：GB/T 32150—2015,3.3]

3.5

核算边界 accounting boundary

与报告主体(3.3)的生产经营活动相关或与设施(3.4)生产运营相关的碳排放的范围。

3.6

化石燃料燃烧排放 fossil fuel combustion emission

化石燃料在氧化燃烧过程中产生的碳排放。

[来源：GB/T 32150—2015,3.7,有修改]

3.7

火炬系统排放 flaring emission

出于安全、环保等目的将石油化工产品生产各个业务环节的可燃气体在排放前通过火炬或废气燃烧系统进行焚烧处理而产生的二氧化碳排放。

3.8

过程排放 process emission

在生产、废弃物处理处置等过程中原材料因化石燃料燃烧和火炬系统之外的物理或化学变化而产生的碳排放。

[来源：GB/T 32201—2015,3.8,有修改]

3.9

二氧化碳回收利用 carbon dioxide recycle

由报告主体产生的、但又被回收作为生产原料自用或作为产品外供给其他单位，从而免于排放到大

气中的二氧化碳。

3.10

购入的电力、热力产生的排放 emission from purchased electricity and heat
报告主体消费的购入电力、热力所对应的电力、热力生产环节产生的碳排放。

注：热力包括蒸汽、热水等。

[来源：GB/T 32150—2015,3.9,有修改]

3.11

输出的电力、热力产生的排放 emission from exported electricity and heat
报告主体输出的电力、热力所对应的电力、热力生产环节产生的碳排放。

[来源：GB/T 32150—2015,3.10,有修改]

3.12

活动数据 activity data

导致碳排放的生产或消费活动量的表征值。

注：如各种化石燃料的消耗量、原材料的使用量、购入的电量、购入的热量等。

[来源：GB/T 32150—2015,3.12,有修改]

3.13

排放因子 emission factor

表征单位生产或消费活动量的碳排放的系数。

[来源：GB/T 32150—2015,3.13,有修改]

3.14

碳氧化率 carbon oxidation rate

燃料中的碳在燃烧过程中被完全氧化的百分比。

[来源：GB/T 32150—2015,3.14]

4 核算边界

4.1 通则

报告主体应以企业法人或视同法人的独立核算单位为边界，核算和报告其生产系统产生的碳排放。生产系统包括主要生产系统、辅助生产系统，以及直接为生产服务的附属生产系统，其中辅助生产系统包括动力、供电、供水、化验、机修、库房、运输等，附属生产系统包括生产指挥系统(厂部)和厂区内为生产服务的部门和单位(如职工食堂、车间浴室、保健站等)。如果报告主体涉及使用绿色电力，不应直接扣减，宜单独进行报告。

石油化工企业应核算报告化石燃料燃烧产生的二氧化碳排放、火炬系统产生的二氧化碳排放、石油产品或石油化工产品生产工艺过程的二氧化碳排放、二氧化碳回收利用量、购入的电力及热力产生的二氧化碳排放、输出的电力及热力产生的二氧化碳排放。核算边界图见附录 A。

如果报告主体除石油产品和石油化工产品生产外还存在其他产品生产活动，如电力生产或化工产品生产，并存在本文件未涵盖的碳排放环节，则还应按照其他相关行业的企业碳排放核算与报告要求，一并进行核算并汇总报告，报告格式见附录 B。

4.2 核算和报告范围

4.2.1 化石燃料燃烧排放

石油化工企业核算边界包括固态、液态、气态化石燃料用于动力或热力供应目的在各种类型的固定

燃烧设备以及移动燃烧设备内氧化燃烧产生的二氧化碳排放。

4.2.2 火炬系统排放

石油化工企业出于安全、环保等目的,将各生产活动中产生的可燃气体输送到火炬系统或废气燃烧系统中进行焚烧处理产生的二氧化碳排放。

4.2.3 过程排放

石油化工企业在生产或废弃物处理处置过程中原材料因化石燃料燃烧和火炬系统之外的物理或化学变化而产生的二氧化碳排放,包括但不限于:催化裂化装置、催化重整装置或其他装置上的催化剂烧焦再生,制氢装置脱碳过程,焦化装置烧除附着的焦炭,石油焦煅烧装置,氧化沥青装置,乙烯裂解装置炉管烧焦,环氧乙烷/乙二醇生产装置原料氧化,其他产品生产装置原料氧化,燃烧设施使用碳酸盐脱硫等。

4.2.4 二氧化碳回收利用

石油化工企业从化石燃料燃烧、过程排放或其他排放源中回收的二氧化碳量,可从报告主体的总排放量中予以扣除。

4.2.5 购入的电力、热力产生的排放

石油化工企业消费的购入电力、热力(蒸汽、热水)所对应的生产环节产生的二氧化碳排放。

4.2.6 输出的电力、热力产生的排放

石油化工企业输出的电力、热力(蒸汽、热水)所对应的生产环节产生的二氧化碳排放。

5 计量与监检测要求

5.1 参数识别

石油化工企业碳排放计量与监检测参数应按表 1 识别。

表 1 石油化工企业碳排放计量与监检测参数识别

排放源名称	具体的排放源	计量与监检测参数类型	计量与监检测方法
化石燃料燃烧	煤炭、柴油、汽油、煤气、天然气、液化石油气等化石燃料燃烧排放	化石燃料消耗量	衡器、液体流量计、气体流量计
		低位发热量或收到基元素碳含量	检测报告
火炬系统排放	正常工况火炬气燃烧排放	火炬气流量	气体流量计
		气体组分	检测报告、化学计算
	非正常工况火炬气燃烧排放	火炬气流量	气体流量计

表 1 石油化工企业碳排放计量与监测参数识别 (续)

排放源名称	具体的排放源	计量与监测参数类型	计量与监测方法
过程排放	催化裂化等装置连续烧焦排放	烧焦量	衡器、化学计算
		焦层含碳量	检测报告、化学计算
	催化重整装置或其他装置催化剂间歇烧焦排放	待再生催化剂量、再生后催化剂质量	衡器
		烧焦前含碳量	检测报告、化学计算
		烧焦后含碳量	检测报告、化学计算
	制氢装置脱碳过程	副产气体流量	气体流量计
		气体组分	检测报告、化学计算
		装置运行时间	计时器
	流化焦化装置	烧焦量	衡器
		焦层含碳量	检测报告、化学计算
	石油焦煅烧装置	生焦质量、石油焦成品质量、石油焦粉尘量	衡器
		生焦及石油焦成品含碳量	检测报告、化学计算
	氧化沥青装置	氧化沥青产量	衡器
	乙烯裂解装置炉管烧焦	尾气平均流量	气体流量计
		累计烧焦时间	计时器
		气体组分	检测报告、化学计算
	环氧乙烷/乙二醇生产装置	原料用量、环氧乙烷产品、乙二醇产品产量	衡器
		原料、产品含碳量	检测报告、化学计算
	其他产品生产装置原料氧化	原料、产品、废弃物质量	衡器
		原料、产品、废弃物含碳量	检测报告、化学计算
脱硫过程碳酸盐分解产生的二氧化碳排放	碳酸盐消耗量	衡器	
	碳酸盐组分含量	供应商提供	
二氧化碳回收利用	二氧化碳回收利用率	液态二氧化碳回收利用率、气体二氧化碳回收利用率	流量计
		二氧化碳纯度	浓度检测计量仪器
购入和输出的电力及热力产生的排放	购入和输出的电力产生的排放	购入和输出电量	电表
	购入和输出的热力产生的排放	购入和输出蒸汽量、蒸汽温度、蒸汽压力	流量仪表、温度仪表、压力仪表
		购入和输出热量、热水温度	流量仪表、温度仪表

5.2 化石燃料消耗量计量与监检测要求

石油化工企业在生产过程消耗的化石燃料包括煤炭、柴油、重油、煤气、天然气、液化石油气等。化石燃料消耗量的计量与监检测应符合表 2 的要求。

表 2 化石燃料消耗量计量与监检测要求

燃料类型	计量器具	准确度等级	计量设备溯源方式	溯源频次	计量频次	记录频次
固态燃料	非自动衡器	0.1	检定	1次/12个月	每批	每批
	连续累计自动衡器(皮带秤)	0.5	检定	1次/12个月	连续	每月
液态燃料	液体流量计	成品油:0.5 重油、渣油:1.0	检定/校准	1次/12个月	每批	每批
气态燃料	气体流量计	2.0	检定/校准	1次/12个月	连续	每月

5.3 火炬排放计量与监检测要求

火炬气流量的计量器具要求应符合 GB/T 32201,具体应符合表 3 的要求。

表 3 火炬气流量计量及组分检测要求

计量类别	计量器具	准确度等级	计量设备溯源方式	溯源频次	计量频次	记录/采样频次
火炬气流量	气体流量计	2.0	检定/校准	1次/12个月	连续	每天

5.4 过程排放计量与监检测要求

5.4.1 催化裂化装置、流化焦化装置等烧焦量的计量与监检测要求

催化裂化等装置连续烧焦的烧焦量应使用计量衡器称量或化学计算,并做好相应的台账记录。计量衡器应符合 GB/T 23111 的相关要求。

5.4.2 催化重整等装置催化剂质量的计量与监检测要求

催化重整等装置间歇烧焦过程催化剂质量应在每次烧焦前后使用计量衡器称量,并做好相应的台账记录。计量衡器应符合 GB/T 23111 的相关要求。

5.4.3 制氢装置副产气体流量、组分的计量与监检测要求

制氢装置副产气体流量的计量器具要求应符合 GB/T 32201,具体应符合表 4 的要求。

表 4 制氢装置副产气体流量计量标准

计量类别	计量器具	准确度等级	计量设备 溯源方式	溯源 频次	计量 频次	记录/采样 频次
副产气体流量	气体流量计	2.0	检定/校准	1次/12个月	连续	每天

5.4.4 石油焦煅烧装置生焦质量、石油焦产品质量、石油焦粉尘质量计量与监检测要求

石油焦煅烧装置生焦质量、石油焦产品质量、石油焦粉尘质量应使用计量衡器称量,每月至少统计一次,并做好相应的台账。计量衡器应符合 GB/T 23111 的相关要求。

5.4.5 石油焦煅烧装置生焦质量、石油焦产品质量、石油焦粉尘质量计量与监检测要求

氧化沥青产量应使用计量衡器称量,每月至少统计一次,并做好相应的台账。计量衡器应符合 GB/T 23111 的相关要求。

5.4.6 乙烯裂解装置炉管烧焦尾气流量及气体组分计量与监检测要求

乙烯裂解装置炉管烧焦尾气流量的计量器具要求应符合 GB/T 32201。

5.4.7 环氧乙烷/乙二醇生产装置及其他生产装置原料用量、产品/废弃物产量计量与监检测要求

环氧乙烷/乙二醇生产装置及其他生产装置原料用量、产品/废弃物产量应使用计量衡器称量,每月至少统计一次,并做好相应的台账。计量衡器应符合 GB/T 23111 的相关要求。

5.4.8 碳酸盐消耗量、组分含量的计量与监检测要求

企业的碳酸盐消耗量应使用计量衡器称量,并记录每批次进货量,每月至少统计一次出货量,并做好相应的台账。计量衡器应符合 GB/T 23111 的相关要求。

具备条件的企业应按照 GB/T 210、GB/T 1606、GB/T 3286.1、GB/T 3286.9 等相关标准对每一批次碳酸盐组分含量进行检测,并取加权平均值。

5.5 二氧化碳回收利用量计量与监检测要求

二氧化碳回收利用量的计量器具要求应符合 GB/T 32201,具体应符合表 5 的要求。

表 5 二氧化碳回收利用量计量要求

计量类别	计量器具	准确度等级	计量设备 溯源方式	溯源 频次	计量 频次	记录 频次
二氧化碳回收量	气体流量计	2.0	检定/校准	1次/12个月	连续	每天
	浓度检测 计量仪器	2.0	检定/校准	1次/12个月	连续	每天

5.6 购入和输出电力和热力计量与监检测要求

企业应按 GB 17167 的要求配备电表和热力计量器具。

5.7 计量与监测管理要求

企业应加强计量监测管理工作,包括但不限于以下内容。

- a) 设立专人负责能源计量器具的管理,负责能源计量器具的配备、使用、检定(校准)、维修及报废等管理工作。
- b) 碳排放计量管理人员、碳排放计量器具的检定、校准、维修及相应管理人员,应具有相应的能力。
- c) 建立计量器具一览表。表中应列出计量器具的名称、规格型号、准确度等级、生产厂家、出厂标号、本单位管理编号、安装使用地点、状态(指合格、准用、停用等)。
- d) 用能设备的设计、安装和安装应符合 GB/T 6422、GB/T 15316 中关于用能设备的能源监测要求。
- e) 建立计量器具档案,包括但不限于:
 - 计量器具使用说明书;
 - 计量器具出厂合格证;
 - 计量器具有效的检定(测试、校准)证书;
 - 计量器具维修记录;
 - 计量器具其他相关信息。
- f) 计量器具凡属于自行校准且自行规定校准间隔的,应有现行有效的受控文件作为依据。
- g) 计量器具应定期检定(校准)。凡经检定(校准)不符合要求或超过检定周期的计量器具不应使用。属于强制检定的计量器具,其检定周期应遵守有关计量法律法规的规定。
- h) 在用的计量器具应在明显位置粘贴与计量器具一览表编号对应的标签,以备查验和管理。

6 核算步骤与核算方法

6.1 核算步骤

报告主体进行碳排放核算与报告的工作流程应包括以下步骤:

- a) 确定核算边界,识别碳排放源;
- b) 制定数据质量控制计划;
- c) 收集活动数据,选择和获取排放因子数据;
- d) 分别计算化石燃料燃烧产生的二氧化碳排放量、火炬系统二氧化碳排放量、石油产品或石油化工产品生产过程二氧化碳排放量、二氧化碳回收利用率、企业购入和输出的电力、热力所对应的二氧化碳排放量;
- e) 汇总计算报告主体碳排放量。

6.2 核算方法

6.2.1 通则

石油化工企业的二氧化碳排放总量等于核算边界内化石燃料燃烧二氧化碳排放量、火炬系统二氧化碳排放量、石油产品或石油化工产品生产过程二氧化碳排放量、购入电力产生的二氧化碳排放量、购入热力产生的二氧化碳排放量之和,同时扣除二氧化碳回收利用率、输出电力产生的二氧化碳排放量以及输出热力产生的二氧化碳排放量,按公式(1)计算:

$$E = E_{\text{燃烧}} + E_{\text{火炬}} + E_{\text{过程}} - R_{\text{回收}} + E_{\text{购入电}} + E_{\text{购入热}} - E_{\text{输出电}} - E_{\text{输出热}} \dots\dots\dots (1)$$

式中：

- E ——碳排放总量，以吨二氧化碳(tCO₂)计；
 $E_{\text{燃烧}}$ ——化石燃料燃烧产生的二氧化碳排放量，以吨二氧化碳(tCO₂)计；
 $E_{\text{火炬}}$ ——火炬系统二氧化碳排放量，以吨二氧化碳(tCO₂)计；
 $E_{\text{过程}}$ ——石油产品或石油化工产品生产过程的二氧化碳排放量，以吨二氧化碳(tCO₂)计；
 $R_{\text{回收}}$ ——回收且免于排放到大气中的二氧化碳量，以吨二氧化碳(tCO₂)计；
 $E_{\text{购入电}}$ ——购入电力产生的二氧化碳排放量，以吨二氧化碳(tCO₂)计；
 $E_{\text{购入热}}$ ——购入热力产生的二氧化碳排放量，以吨二氧化碳(tCO₂)计；
 $E_{\text{输出电}}$ ——输出电力产生的二氧化碳排放量，以吨二氧化碳(tCO₂)计；
 $E_{\text{输出热}}$ ——输出热力产生的二氧化碳排放量，以吨二氧化碳(tCO₂)计。

6.2.2 化石燃料燃烧排放

6.2.2.1 计算公式

化石燃料燃烧二氧化碳排放量主要基于核算边界内各个燃烧设施分品种的化石燃料燃烧量，乘以相应的燃料含碳量和碳氧化率，再逐层累加汇总得到，按公式(2)计算：

$$E_{\text{燃烧}} = \sum_i \sum_j \left(AD_{i,j} \times CC_{i,j} \times OF_{i,j} \times \frac{44}{12} \right) \dots\dots\dots (2)$$

式中：

- $E_{\text{燃烧}}$ ——化石燃料燃烧产生的二氧化碳排放量，以吨二氧化碳(tCO₂)计；
 i ——燃烧设施序号；
 j ——化石燃料品种；
 $AD_{i,j}$ ——燃烧设施 i 内燃烧的化石燃料品种 j 燃烧量，对于固体或液体燃料以及炼厂干气单位为吨(t)，对于其他气体燃料单位为万标立方米(10⁴ Nm³)；
 $CC_{i,j}$ ——设施 i 内燃烧的化石燃料 j 的含碳量，对于固体和液体燃料以吨碳每吨燃料(tC/t)计，对于气体燃料以吨碳每万标立方米(tC/10⁴ Nm³)计；
 $OF_{i,j}$ ——化石燃料 j 在设施 i 中燃烧的碳氧化率，%；
 $\frac{44}{12}$ ——二氧化碳与碳的相对分子质量之比。

注：本文件中的气体标准状况是大气压力为 101.325 kPa，温度为 273.15 K(0 ℃)。

6.2.2.2 数据的监测与获取

6.2.2.2.1 活动数据获取

化石燃料消耗量是指各燃烧设备分品种化石燃料实际消耗量，不包括石油化工产品生产过程中作为生产原材料用途的化石燃料消耗量，计量应符合 GB 17167 的相关规定。企业应保留化石燃料入炉量的原始数据记录或在能源消费台账或统计报表中体现该活动数据。

6.2.2.2.2 排放因子数据获取

6.2.2.2.2.1 化石燃料含碳量

企业应根据自身监测能力和条件，选取以下合适的方法监测获取化石燃料的含碳量。

- a) 由专业机构定期检测燃料的含碳量，并遵循表 6 中的相关要求。对人工煤气、天然气等气体燃料，可根据检测到的气体组分、每种气体组分的摩尔浓度及该组分化学分子式中碳原子的数目按公式(3)计算含碳量。如果某种燃料的含碳量变动范围较大，则应每月至少进行一次检

测,并按月消费量加权平均作为该种燃料的含碳量。

$$CC_g = \sum_k \left(\frac{12 \times CN_k \times x_k}{22.4} \times 10 \right) \dots\dots\dots(3)$$

式中:

CC_g ——待测气体 g 的含碳量,以吨碳每万标立方米($tC/10^4 Nm^3$)计;

k ——待测气体中的各种气体组分;

CN_k ——气体组分 k 化学分子式中碳原子的数目;

x_k ——待测气体每种气体组分 k 的摩尔分数, %;

12 ——碳的摩尔质量,单位为千克每千摩尔($kg/kmol$);

22.4——标准状况下理想气体摩尔体积,单位为标立方米每千摩尔($Nm^3/kmol$);

10 —— $tC/10^4 Nm^3$ 、 $kg/kmol$ 以及 $Nm^3/kmol$ 之间的量级转变系数。

表 6 企业化石燃料含碳量和低位发热量检测要求

燃料品种	检测频次	数据处理	遵循文件	
			含碳量	低位发热量
固体燃料	每批次燃料入厂时或每月至少检测一次	根据燃料入厂量或月消费量加权平均	GB/T 474、GB/T 476 或 GB/T 30733	GB/T 474、GB/T 213
液体燃料	每批次燃料入厂时或每季度至少检测一次	根据燃料入厂量或季度消费量加权平均	NB/SH/T 0656	GB/T 384
气体燃料	每批次燃料入厂时或每半年至少检测一次	根据燃料入厂量或半年消费量加权平均	GB/T 10410、GB/T 12208、GB/T 13610	GB/T 11062、GB/T 12206、GB/T 22723

b) 由专业机构定期检测燃料的低位发热量,并按公式(4)计算燃料的含碳量:

$$CC_j = NCV_j \times EF_j \dots\dots\dots(4)$$

式中:

CC_j ——化石燃料品种 j 的含碳量,对固体和液体燃料,以吨碳每吨(tC/t)计;对气体燃料,以吨碳每万标立方米($tC/10^4 Nm^3$)计;

j ——化石燃料品种;

NCV_j ——化石燃料品种 j 的低位发热量,对于固体和液体燃料,单位为吉焦每吨(GJ/t);对于气体燃料,单位为吉焦每万标立方米($GJ/10^4 Nm^3$);

EF_j ——化石燃料品种 j 的单位热值含碳量,以吨碳每吉焦(tC/GJ)计,见附录 C 中表 C.1。

燃料低位发热量的测定应遵循表 6 中的相关要求。如果某种燃料热值变动范围较大,则应每月至少进行一次检测,并按月消费量加权平均作为该种燃料的低位发热量。

c) 低位发热量可选取表 C.1 中的缺省值,然后按公式(4)计算燃料含碳量。

6.2.2.2.2 燃料碳氧化率

燃料碳氧化率可选取表 C.1 中的缺省值。

6.2.3 火炬系统排放

6.2.3.1 通则

企业火炬系统排放可分为正常工况下的火炬气燃烧排放及非正常工况下的火炬气燃烧排放,两种

工况产生的二氧化碳排放量之和,按公式(5)计算:

$$E_{\text{火炬}} = E_{\text{正常火炬}} + E_{\text{非正常火炬}} \dots\dots\dots(5)$$

式中:

- $E_{\text{火炬}}$ ——火炬系统产生的二氧化碳排放,以吨二氧化碳(tCO₂)计;
- $E_{\text{正常火炬}}$ ——核算和报告年度内,正常工况下火炬气燃烧产生的二氧化碳排放,以吨二氧化碳(tCO₂)计;
- $E_{\text{非正常火炬}}$ ——核算和报告年度内,非正常工况下的火炬气燃烧产生的排放,以吨二氧化碳(tCO₂)计。

6.2.3.2 正常工况下火炬系统排放

6.2.3.2.1 计算公式

正常工况下火炬系统所产生的二氧化碳排放量计算方法见公式(6):

$$E_{\text{正常火炬}} = \sum_l \left[Q_{\text{正常火炬}} \times \left(CC_{\text{非CO}_2} \times OF \times \frac{44}{12} + V_{\text{CO}_2} \times 19.77 \right) \right]_l \dots\dots\dots(6)$$

式中:

- $Q_{\text{正常火炬}}$ ——正常工况下第 l 支火炬系统在核算和报告年度内通过的可燃气体流量,单位为万标立方米(10⁴ Nm³);
- $CC_{\text{非CO}_2}$ ——火炬气中除二氧化碳外其他含碳化合物的总含碳量,以吨碳每万标立方米(tC/10⁴ Nm³)计,计算方法见公式(7);
- OF ——第 l 支火炬系统的燃烧效率,如无实测数据可取缺省值 98%;
- V_{CO_2} ——火炬气中二氧化碳的平均摩尔分数,%;
- $\frac{44}{12}$ ——二氧化碳与碳的相对分子质量之比;
- 19.77 ——二氧化碳气体在标准状况下的密度,以吨二氧化碳每万标立方米(tCO₂/10⁴ Nm³)计;
- l ——火炬系统序号。

6.2.3.2.2 数据的监测与获取

对于正常工况火炬系统,可根据火炬气流量监测系统、工程计算或流量估算等方法获得核算和报告年度内火炬气流量。

火炬气的二氧化碳摩尔浓度应根据气体组分分析仪或火炬气来源获取,火炬气中除二氧化碳外其他含碳化合物的含碳量应根据每种气体组分的摩尔浓度及该组分化学分子式中碳原子的数目按公式(7)计算:

$$CC_{\text{非CO}_2} = \sum_n \left(\frac{12 \times CN_n \times x_n}{22.4} \times 10 \right) \dots\dots\dots(7)$$

式中:

- $CC_{\text{非CO}_2}$ ——火炬气中除二氧化碳外的其他含碳化合物的含碳量,以吨碳每万标立方米(tC/10⁴ Nm³)计;
- n ——火炬气的各种气体组分,二氧化碳除外;
- CN_n ——火炬气中第 n 种含碳化合物(包括一氧化碳)化学分子式中的碳原子数目;
- x_n ——火炬气中除二氧化碳外的第 n 种含碳化合物(包括一氧化碳)的摩尔分数,%;
- 12 ——碳的摩尔质量,单位为千克每千摩尔(kg/kmol);

- 22.4 ——标准状况下理想气体摩尔体积,单位为标立方米每千摩尔(Nm³/kmol);
- 10 ——tC/10⁴ Nm³、kg/kmol 以及 Nm³/kmol 之间的量级转变系数。

6.2.3.3 非正常工况下火炬系统排放

6.2.3.3.1 计算公式

非正常工况下火炬系统所产生的二氧化碳排放量计算方法见公式(8):

$$E_{\text{非正常火炬}} = \sum_m \left[GF_m \times T_m \times CN_m \times OF_m \times \frac{44}{22.4} \times 10 \right] \dots\dots\dots(8)$$

式中:

- m ——核算和报告年度内非正常工况下火炬燃烧发生次数;
- GF_m ——核算和报告年度内第 m 次非正常工况火炬燃烧时的平均气流速度,单位为万标立方米每小时(10⁴ Nm³/h);
- T_m ——核算和报告年度内第 m 次非正常工况火炬燃烧持续时间,单位为小时(h);
- CN_m ——第 m 次非正常工况火炬燃烧气体的平均每摩尔含碳原子数目;
- OF_m ——第 m 次非正常工况火炬燃烧时火炬系统的燃烧效率,如无实测数据可取缺省值 98%;
- 44 ——二氧化碳气体的摩尔质量,单位为克每摩尔(g/mol);
- 22.4 ——标准状况下理想气体摩尔体积,单位为标立方米每千摩尔(Nm³/kmol);
- 10 ——tC/10⁴ Nm³、kg/kmol 以及 Nm³/kmol 之间的量级转变系数。

6.2.3.3.2 数据的监测与获取

非正常工况下火炬燃烧持续时间及平均气流速度应按照企业统计台账取值,如数据难以直接获取,可采用工程计算或流量估算等方法进行估算。

火炬气平均每摩尔含碳原子数目,可根据火炬气的气体组分、每种气体组分化学分子式中碳原子的数目以及该组分的摩尔浓度进行加权平均。企业也可直接取缺省值,其中:对石油炼制系统,非正常工况下火炬气体组分按 C₅ 计,即 CN_m = 5;对石油化工系统,非正常工况下火炬气体组分按 C₃ 计,即 CN_m = 3。

6.2.4 过程排放

6.2.4.1 通则

企业可能涉及到过程排放的装置包括但不限于:催化裂化装置、催化重整装置、其他装置催化剂烧焦再生、制氢装置、焦化装置、石油焦煅烧装置、氧化沥青装置、乙烯裂解装置、环氧乙烷/乙二醇生产装置、烟气脱硫装置。过程排放量为各装置的产品生产过程二氧化碳排放之和,按公式(9)计算。

$$E_{\text{过程}} = \sum_{i,j} E_{ij} \dots\dots\dots(9)$$

式中:

- $E_{\text{过程}}$ ——石油产品或石油化工产品生产过程的二氧化碳排放量,以吨二氧化碳(tCO₂)计;
- E_{ij} ——第 j 类装置中第 i 套装置产生的二氧化碳排放量,以吨二氧化碳(tCO₂)计;
- i ——第 j 类型过程排放装置的装置序号;
- j ——产生过程排放的装置类型,不同类型装置产生的过程排放根据 6.2.4.2~6.2.4.12 提供的方法分别核算。

6.2.4.2 催化裂化装置烧焦排放

6.2.4.2.1 计算公式

催化裂化装置催化剂烧焦产生的二氧化碳排放按公式(10)计算：

$$E_{\text{连续烧焦}} = MC \times CF \times OF \times \frac{44}{12} \quad \dots\dots\dots(10)$$

式中：

$E_{\text{连续烧焦}}$ —— 催化裂化装置连续烧焦产生的二氧化碳排放量，以吨二氧化碳(tCO₂)计；

MC —— 催化裂化装置烧焦量，单位为吨(t)；

CF —— 催化裂化装置催化剂结焦的平均含碳量，以吨碳每吨焦(tC/t 焦)计；

OF —— 烧焦过程的碳氧化率，%；

$\frac{44}{12}$ —— 二氧化碳与碳的相对分子质量之比。

连续烧焦尾气如果通入一氧化碳锅炉继续燃烧并回收热量后再排放，则应按照 6.2.2 计入化石燃料燃烧排放。

6.2.4.2.2 数据的监测与获取

烧焦量采用实测数据，无法实测的企业可按生产记录或统计台账获取；焦层的含碳量优先采用实测数据，如无实测数据可默认焦炭含量为 100%，烧焦设备的碳氧化率可取缺省值 98%。

6.2.4.3 催化重整装置烧焦排放

6.2.4.3.1 计算公式

催化重整装置催化剂烧焦如果采用连续烧焦方式，使用 6.2.4.2 中公式(10)对其烧焦过程排放进行核算；如果采用间歇烧焦方式，其二氧化碳排放量按公式(11)计算：

$$E_{\text{间歇烧焦}} = MC \times \left(CF_{\text{前}} - \frac{1 - CF_{\text{前}}}{1 - CF_{\text{后}}} \times CF_{\text{后}} \right) \times OF \times \frac{44}{12} \quad \dots\dots\dots(11)$$

式中：

$E_{\text{间歇烧焦}}$ —— 催化剂间歇烧焦再生导致的二氧化碳排放量，以吨二氧化碳(tCO₂)计；

MC —— 催化重整装置在整个核算和报告年度内累计待再生的催化剂量，单位为吨(t)；

CF_前 —— 催化重整装置再生前催化剂上的含碳量，%；

CF_后 —— 催化重整装置再生后催化剂上的含碳量，%；

OF —— 烧焦过程的碳氧化率，%；

$\frac{44}{12}$ —— 二氧化碳与碳的相对分子质量之比。

6.2.4.3.2 数据的监测与获取

催化重整装置待再生的催化剂量由企业实测获取。企业应在每次烧焦过程中实测催化剂烧焦前及烧焦后的含碳量，烧焦设备的碳氧化率选取缺省值 98%。

6.2.4.4 其他生产装置催化剂烧焦排放

石油产品与石油化工产品生产过程还存在其他需要用到催化剂并可能进行烧焦再生的装置。其

中,对连续烧焦过程,使用公式(10)及相关数据监测与获取方法进行核算;对间歇烧焦再生过程,使用公式(11)及相关数据监测与获取方法进行核算。

6.2.4.5 制氢装置

6.2.4.5.1 计算公式

制氢装置产生的过程排放可采用直接测量法或质量平衡法按公式(12)核算,如果制氢过程产生的副产气体被回收利用作为燃料气或通入火炬系统,则产生的二氧化碳排放应按照 6.2.2 计入化石燃料燃烧排放或按照 6.2.3 计入火炬系统排放。

$$E_{\text{制氢}} = \sum_i [Q_i \times T \times (\text{Con}_{\text{CO}_2,i} + \text{Con}_{\text{CO},i}) \times 19.77 \times 10^{-4}] \dots\dots\dots(12)$$

式中:

- $E_{\text{制氢}}$ —— 制氢装置产生的二氧化碳排放,以吨二氧化碳(tCO₂)计;
- i —— 制氢装置产生的副产气体种类;
- Q_i —— 制氢装置产生的第 i 种副产气体的平均流量,单位为标立方米每小时(Nm³/h);
- T —— 核算和报告年度内制氢装置运行时间,单位为小时(h);
- $\text{Con}_{\text{CO}_2,i}$ —— 制氢装置产生的第 i 种副产气体中二氧化碳的平均摩尔分数,%;
- $\text{Con}_{\text{CO},i}$ —— 制氢装置产生的第 i 种副产气体中一氧化碳的平均摩尔分数,%;
- 19.77 —— 标准状况下二氧化碳气体的密度,以吨二氧化碳每万标立方米(tCO₂/10⁴ Nm³)计。

注:由于 CO 在大气中极易被氧化成 CO₂,通常将副产气中的 CO 气体视同 CO₂ 排放进行计算。

6.2.4.5.2 数据的监测与获取

制氢装置产生的第 i 种副产气体的平均流量根据气体流量监测仪获取,制氢装置运行时间根据生产记录获取,第 i 种副产气体中二氧化碳和一氧化碳的平均摩尔浓度根据尾气监测系统气体成分分析结果按各时段尾气流量加权平均。对于不具备直接测量数据基础的制氢装置,也可采用 6.2.4.11.1 的碳质量平衡法计算制氢过程二氧化碳排放。

6.2.4.6 焦化装置

焦化装置分为延迟焦化装置、流化焦化装置和灵活焦化装置。其中,流化焦化装置中流化床燃烧器烧除附着在焦炭粒子上的多余焦炭所产生的二氧化碳排放,按公式(10)连续烧焦排放的方法进行核算,并报告为过程排放;延迟焦化装置和灵活焦化装置不计算过程排放;灵活焦化装置产生的低热值燃料气在燃烧设备中燃烧产生的排放,应按照 6.2.2.1 进行计算并计入化石燃料燃烧排放。

6.2.4.7 石油焦煅烧装置

6.2.4.7.1 计算公式

石油焦煅烧装置的二氧化碳排放采用碳质量平衡法核算,计算见公式(13):

$$E_{\text{煅烧}} = [M_{\text{RC}} \times \text{CC}_{\text{RC}} - (M_{\text{PC}} + M_{\text{ds}}) \times \text{CC}_{\text{PC}}] \times \frac{44}{12} \dots\dots\dots(13)$$

式中:

- $E_{\text{煅烧}}$ —— 石油焦煅烧装置二氧化碳排放量,以吨二氧化碳(tCO₂)计;
- M_{RC} —— 进入石油焦煅烧装置的生焦的质量,单位为吨(t);
- CC_{RC} —— 进入石油焦煅烧装置的生焦的平均含碳量,以吨碳每吨生焦(tC/t 生焦)计;
- M_{PC} —— 石油焦煅烧装置产出的石油焦成品的质量,单位为吨石油焦(t);

- M_{ds} ——石油焦煅烧装置的粉尘收集系统收集的石油焦粉尘的质量,单位为吨(t);
- CC_{PC} ——石油焦煅烧装置产出的石油焦成品的平均含碳量,以吨碳每吨石油焦(tC/t石油焦)计;
- $\frac{44}{12}$ ——二氧化碳与碳的相对分子质量之比。

6.2.4.7.2 数据的监测与获取

生焦量、石油焦成品质量及石油焦粉尘质量优先采用实测数据,无法取得实测数据时可根据生产记录或统计台账获取相关数据,生焦和石油焦成品的含碳量采用实测数据。

6.2.4.8 氧化沥青装置

6.2.4.8.1 计算公式

氧化沥青工艺过程产生的二氧化碳排放量按照公式(14)计算:

$$E_{\text{沥青}} = M_{\text{oa}} \times EF_{\text{oa}} \quad \dots\dots\dots(14)$$

式中:

- $E_{\text{沥青}}$ ——氧化沥青装置二氧化碳排放量,以吨二氧化碳(tCO₂)计;
- M_{oa} ——氧化沥青装置的氧化沥青产量,单位为吨(t);
- EF_{oa} ——沥青氧化过程二氧化碳排放因子,以吨二氧化碳每吨氧化沥青(tCO₂/t氧化沥青)计。

6.2.4.8.2 数据的监测与获取

氧化沥青产量根据生产记录或台账记录获取,沥青氧化过程二氧化碳排放因子应优先采用实测值,无实测条件的企业可选取缺省值 0.03 吨二氧化碳每吨氧化沥青。

6.2.4.9 乙烯裂解装置

6.2.4.9.1 计算公式

乙烯裂解装置的过程排放来自于炉管内壁烧焦,排放量可根据烧焦过程中炉管排气口的气体流量及其中的二氧化碳及一氧化碳浓度确定,计算公式见(15):

$$E_{\text{裂解}} = Q_{\text{wg}} \times T \times (\text{Con}_{\text{CO}_2} + \text{Con}_{\text{CO}}) \times 19.77 \times 10^{-4} \quad \dots\dots\dots(15)$$

式中:

- $E_{\text{裂解}}$ ——乙烯裂解装置炉管烧焦产生的二氧化碳排放,以吨二氧化碳(tCO₂)计;
- Q_{wg} ——乙烯裂解装置的炉管烧焦尾气平均流量,需折算成标准状况下气体体积,单位为标立方米每小时(Nm³/h);
- T ——乙烯裂解装置在核算和报告年度内的累计烧焦时间,单位为小时(h);
- Con_{CO_2} ——乙烯裂解装置炉管烧焦过程中尾气中二氧化碳的平均摩尔分数,%;
- Con_{CO} ——乙烯裂解装置炉管烧焦尾气中一氧化碳的平均摩尔分数,%;
- 19.77 ——标准状况下二氧化碳气体的密度,以吨二氧化碳每万标立方米(tCO₂/10⁴ Nm³)计。

乙烯裂解装置如果采用水力或机械清焦,不计算过程排放。乙烯裂解反应尾气回收利用作为燃料气在裂解炉炉膛中燃烧产生的二氧化碳排放,应按照 6.2.2 进行计算并计入化石燃料燃烧排放。

6.2.4.9.2 数据的监测与获取

乙烯裂解装置炉管烧焦尾气的平均流量根据尾气监测气体流量计获取,乙烯裂解装置的年累计烧焦时间根据生产原始记录获取,尾气中二氧化碳及一氧化碳的平均浓度根据尾气监测系统气体成分分

析结果按各时段尾气流量加权平均。

6.2.4.10 环氧乙烷/乙二醇生产装置

6.2.4.10.1 计算公式

环氧乙烷/乙二醇生产过程中原料氧化产生的二氧化碳排放采用碳质量平衡法进行计算,计算公式见(16):

$$E_{\text{环氧乙烷}} = (\text{RE} \times \text{REC} - \text{OP} \times \text{OPC} - \text{EG} \times \text{EGC}) \times \frac{44}{12} \dots\dots\dots (16)$$

式中:

- $E_{\text{环氧乙烷}}$ —— 环氧乙烷/乙二醇生产过程二氧化碳排放量,以吨二氧化碳(tCO₂)计;
- RE —— 环氧乙烷/乙二醇生产装置原料用量,单位为吨(t);
- REC —— 原料的含碳量,以吨碳每吨原料(tC/t 原料)计;
- OP —— 环氧乙烷产品产量,单位为吨(t);
- OPC —— 环氧乙烷的含碳量,以吨碳每吨环氧乙烷(tC/t 环氧乙烷)计;
- EG —— 乙二醇产品产量,单位为吨(t);
- EGC —— 乙二醇的含碳量,以吨碳每吨乙二醇(tC/t 乙二醇)计;
- $\frac{44}{12}$ —— 二氧化碳与碳的相对分子质量之比。

6.2.4.10.2 数据的监测与获取

环氧乙烷/乙二醇生产装置的原料消耗量、环氧乙烷产品产量、乙二醇产品产量根据生产记录或台账记录获取。

原料、环氧乙烷、乙二醇的含碳量根据物质成分或纯度以及每种物质的化学分子式和碳原子的数目计算得到。

6.2.4.11 其他产品生产装置

6.2.4.11.1 计算公式

上述未涉及的其他石化产品,如甲醇、二氯乙烷、醋酸乙烯、丙烯醇、丙烯腈、碳黑等,其生产装置的过程排放采用公式(17)进行计算:

$$E_{\text{其他}} = \left\{ \sum_r (\text{AD}_r \times \text{CC}_r) - \left[\sum_p (Y_p \times \text{CC}_p) + \sum_w (\text{Q}_w \times \text{CC}_w) \right] \right\} \times \frac{44}{12} \dots\dots\dots (17)$$

式中:

- $E_{\text{其他}}$ —— 其他石化产品生产装置二氧化碳排放量,以吨二氧化碳(tCO₂)计;
- r —— 投入的原料种类;
- AD_r —— 原料 r 的投入量,其中作为生产原料的二氧化碳也应计入原料投入量,对于固体或液体原料以吨(t)为单位,对于气体原料单位为万标立方米(10⁴ Nm³);
- CC_r —— 原料 r 的含碳量,对于固体或液体原料以吨碳每吨原料(tC/t 原料)计,对于气体原料以吨碳每万标立方米(tC/ 10⁴ Nm³)计;
- p —— 产出的含碳产品种类;
- Y_p —— 产品 p 的产出量,对于固体或液体产品单位为吨(t),气体产品单位为万标立方米

	(10^4 Nm^3) ;
CC_p	——产品 p 的含碳量,对于固体或液体产品以吨碳每吨产品(tC/t 产品)计,对于气体产品以吨碳每万标立方米(tC/Nm ³)计;
w	——由生产装置产生的且没有计入产品范畴的含碳废弃物种类;
Q_w	——含碳废弃物 w 的产出量,单位为吨(t);
CC_w	——含碳废弃物 w 的含碳量,以吨碳每吨废弃物(tC/t 废弃物)计;
$\frac{44}{12}$	——二氧化碳与碳的相对分子质量之比。

6.2.4.11.2 数据的监测与获取

原料投入量、产品产出量、废弃物产出量均根据台账记录获得。对原料、产品及废弃物的含碳量,可由专业机构定期检测,当原料发生变化时应及时重新检测;对气体应定期检测气体组分,并根据每种气体组分的摩尔浓度及该组分化学分子式中碳原子的数目按公式(3)计算得到。无实测条件的企业,对于纯物质可基于化学分子式及碳原子的数目、分子量计算含碳量,对其他物质可采用供应商提供的性状数据或参考相关行业标准取值。上述数据均不可得时,对碳输入物的含碳量取 100%,对碳输出物的含碳量取 0。

6.2.4.12 碳酸盐脱硫过程二氧化碳排放量

6.2.4.12.1 计算公式

碳酸盐在脱硫过程分解产生的二氧化碳排放,按公式(18)计算:

$$E_{\text{脱硫过程}} = \sum_m \sum_n (AD_m \times \text{PUR}_{m,n} \times F_n \times \eta_{m,n}) \dots\dots\dots (18)$$

式中:

- $E_{\text{脱硫过程}}$ ——脱硫过程碳酸盐分解产生的二氧化碳排放量,以吨二氧化碳(tCO₂)计;
- AD_m ——第 m 种(批)碳酸盐原料用作脱硫剂的消耗量,单位为吨(t);
- $\text{PUR}_{m,n}$ ——第 m 种(批)碳酸盐原料中碳酸盐组分 n 的质量分数,%;
- F_n ——碳酸盐组分 n 的二氧化碳质量分数,以吨二氧化碳每吨碳酸盐组分 n (tCO₂/t 碳酸盐组分)计;
- $\eta_{m,n}$ ——第 m 种(批)碳酸盐原料中碳酸盐组分 n 的分解率,%;
- m ——用作脱硫剂的碳酸盐原料的种类或批次;
- n ——分别为第 m 种(批)碳酸盐原料中的碳酸盐组分(如碳酸钙、碳酸镁、碳酸钠等),如果碳酸盐原料中含有多种碳酸盐组分,应分别予以考虑。

6.2.4.12.2 数据的监测与获取

企业应准确地监测报告年度各种(批)碳酸盐原料用作脱硫剂的消耗量,并做好原始记录、质量控制和文件存档工作。

具备条件的企业应按照 5.4.8 的要求检测各种(批)碳酸盐原料中碳酸盐组分含量,不具备条件的企业可采用供应商提供的数据。上述数据均不可得时,应按 100% 的纯碳酸盐取值。

每种碳酸盐组分的二氧化碳质量分数,取决于该碳酸盐组分的化学分子式,即二氧化碳的分子量乘以碳酸根离子数目除以该碳酸盐组分的分子量。一些常见碳酸盐的二氧化碳质量分数可参考表 C.2 取值。

各种(批)碳酸盐原料不同碳酸盐组分的分解率选取缺省值 100%。

6.2.5 二氧化碳回收利用量

6.2.5.1 计算公式

企业回收且免于在报告主体核算边界内排放到大气中的二氧化碳量,其中气体形态的按公式(19)计算,液体形态的按公式(20)计算:

$$R_{\text{回收}} = Q_{\text{CO}_2} \times \text{PUR}_{\text{CO}_2} \times 19.77 \quad \dots\dots\dots(19)$$

$$R_{\text{回收}} = M_{\text{CO}_2} \times \text{PUR}_{\text{CO}_2} \quad \dots\dots\dots(20)$$

式中:

- $R_{\text{回收}}$ ——二氧化碳回收利用量,以吨二氧化碳(tCO₂)计;
- Q_{CO_2} ——气态二氧化碳的回收利用量,单位为万标立方米(10⁴ Nm³);
- M_{CO_2} ——液态二氧化碳的回收利用量,单位为吨(t);
- PUR_{CO_2} ——二氧化碳纯度,气体形态指体积分数,%;液体形态指质量分数,%;
- 19.77 ——标准状况下二氧化碳气体的密度,以吨二氧化碳每万标立方米(tCO₂/10⁴ Nm³)计。

6.2.5.2 数据的监测与获取

企业如果存在二氧化碳回收利用活动,应区分二氧化碳回收利用的各种途径和形态,分别监测它们的回收利用量及其二氧化碳纯度,并做好原始记录、质量控制和文件存档工作。计算时非标准状况下的气体体积应换算为标准状况下的气体体积。二氧化碳浓度的检测应遵循 GB/T 6052、GB/T 8984、GB/T 23938 等相关标准的要求。

6.2.6 购入和输出的电力、热力产生的排放

6.2.6.1 计算公式

6.2.6.1.1 购入电力产生的排放

购入电力产生的二氧化碳排放量按公式(21)计算:

$$E_{\text{购入电}} = \text{AD}_{\text{购入电}} \times \text{EF}_{\text{电力}} \quad \dots\dots\dots(21)$$

式中:

- $E_{\text{购入电}}$ ——购入电力所产生的二氧化碳排放量,以吨二氧化碳(tCO₂)计;
- $\text{AD}_{\text{购入电}}$ ——报告年度购入电力量,单位为兆瓦时(MWh);
- $\text{EF}_{\text{电力}}$ ——购入电力的平均二氧化碳排放因子,以吨二氧化碳每兆瓦时(tCO₂/MWh)计。

6.2.6.1.2 购入热力产生的排放

购入热力产生的二氧化碳排放量按公式(22)计算:

$$E_{\text{购入热}} = \text{AD}_{\text{购入热}} \times \text{EF}_{\text{热力}} \quad \dots\dots\dots(22)$$

式中:

- $E_{\text{购入热}}$ ——购入热力所产生的二氧化碳排放量,以吨二氧化碳(tCO₂)计;
- $\text{AD}_{\text{购入热}}$ ——报告年度购入热量,单位为吉焦(GJ);
- $\text{EF}_{\text{热力}}$ ——购入热力的平均二氧化碳排放因子,以吨二氧化碳每吉焦(tCO₂/GJ)计。

6.2.6.1.3 输出电力产生的排放

输出电力产生的二氧化碳排放量按公式(23)计算:

$$E_{\text{输出电}} = AD_{\text{输出电}} \times EF_{\text{电力}} \quad \dots\dots\dots(23)$$

式中:

- $E_{\text{输出电}}$ ——输出电力所产生的二氧化碳排放量,以吨二氧化碳(tCO₂)计;
 $AD_{\text{输出电}}$ ——报告年度输出电力量,单位为兆瓦时(MWh);
 $EF_{\text{电力}}$ ——输出电力的平均二氧化碳排放因子,以吨二氧化碳每兆瓦时(tCO₂/MWh)计。

6.2.6.1.4 输出热力产生的排放

输出热力产生的二氧化碳排放量按公式(24)计算:

$$E_{\text{输出热}} = AD_{\text{输出热}} \times EF_{\text{热力}} \quad \dots\dots\dots(24)$$

式中:

- $E_{\text{输出热}}$ ——输出热力所产生的二氧化碳排放量,以吨二氧化碳(tCO₂)计;
 $AD_{\text{输出热}}$ ——报告年度输出热量,单位为吉焦(GJ);
 $EF_{\text{热力}}$ ——输出热力的平均二氧化碳排放因子,以吨二氧化碳每吉焦(tCO₂/GJ)计。

6.2.6.2 活动数据的获取

企业购入和输出的电量数据,应以结算电表为准。如果没有,宜采用供应商提供的电费发票或者结算单等结算凭证上的数据。

企业购入和输出热力数据,应以结算热力表或计量表为准。如果没有,宜采用供应商提供的供热量发票或者结算单等结算凭证上的数据。非热量单位宜分别按如下方法换算为热量单位:

- a) 以质量单位计量的热水按公式(25)转换为热量单位:

$$AD_{\text{热水}} = Ma_w \times (T_w - 20) \times 4.1868 \times 10^{-3} \quad \dots\dots\dots(25)$$

式中:

- $AD_{\text{热水}}$ ——热水的热量,单位为吉焦(GJ);
 Ma_w ——热水的质量,单位为吨(t);
 T_w ——热水温度,单位为摄氏度(°C);
4.1868 ——水在常温常压下的比热,单位为千焦每千克摄氏度[kJ/(kg·°C)]。

- b) 以质量单位计量的蒸汽按公式(26)转换为热量单位:

$$AD_{\text{蒸汽}} = Ma_{st} \times (En_{st} - 83.74) \times 10^{-3} \quad \dots\dots\dots(26)$$

式中:

- $AD_{\text{蒸汽}}$ ——蒸汽的热量,单位为吉焦(GJ);
 Ma_{st} ——蒸汽的质量,单位为吨(t);
 En_{st} ——蒸汽所对应的温度、压力下每千克蒸汽的热焓,单位为千焦每千克(kJ/kg),饱和蒸汽和过热蒸汽的热焓可分别参考表 C.3 和表 C.4,表中未列明的温度、压力状态下的蒸汽热焓应按照邻近温度、压力下的蒸汽热焓采用内插法计算;
83.74 ——给水温度为 20 °C 时热水的焓值,单位为千焦每千克(kJ/kg)。

6.2.6.3 排放因子数据的获取

电网年平均供电排放因子应选用国家主管部门最近年份公布的全国统一的电网平均二氧化碳排放因子。热力排放因子优先采用供热单位的实测值,若无可按 0.11 tCO₂/GJ 计算。

7 数据质量管理

报告主体应加强碳排放数据质量管理工作,包括但不限于:

- a) 建立企业碳排放核算和报告的规章制度,包括负责机构和人员、工作流程和内容、工作周期和时间节点等;指定专职人员负责企业碳排放核算和报告工作;
- b) 根据各种类型的碳排放源的重要程度对其进行等级划分,并建立企业碳排放源一览表,对于不同等级的排放源的活动数据和排放因子数据的获取提出相应的要求;
- c) 对现有监测条件进行评估,并参照附录 D 的模板制定相应的数据质量控制计划,包括对活动数据的监测和对化石燃料低位发热量等参数的监测及获取要求;定期对计量器具、检测设备和在线监测仪表进行维护管理,并记录存档;
- d) 建立健全碳排放数据记录管理体系,包括数据来源,数据获取时间以及相关责任人等信息的记录管理;
- e) 建立企业碳排放报告内部审核制度。定期对碳排放数据进行交叉校验,对可能产生的数据误差风险进行识别,并提出相应的解决方案。

8 报告内容和格式

8.1 通则

报告内容应包括报告主体基本信息、碳排放量、活动数据及其来源和排放因子及其来源;报告格式参照附录 B。

8.2 报告主体基本信息

报告主体基本信息应包括报告主体名称、单位性质、报告年度、所属行业、统一社会信用代码、法定代表人、经营地址、通信地址、联系人等。

报告主体基本信息还应包括核算边界、主营产品及工艺流程,以及排放源识别情况的详细说明(必要时给出附表和附图)。

8.3 碳排放量

报告主体应在阐述核算边界及排放源识别的基础上,以吨二氧化碳(tCO_2)为单位报告其年度碳排放总量,并分别报告化石燃料燃烧排放、火炬系统排放、过程排放、二氧化碳回收利用量、企业购入及输出的电力和热力产生的排放。

8.4 活动数据及其来源

报告主体应结合核算边界和排放源的识别情况,分别报告所核算的各个排放源的活动数据,并详细阐述它们的监测计划及实际执行情况,包括数据来源、监测地点、监测方法、监测仪表及其精度、记录频率等。

如果报告主体除石油产品和石油化工产品生产外还存在其他产品生产活动,并存在本文件未涵盖的碳排放环节,应按照其他相关行业的企业碳排放核算和报告标准的要求,一并报告其活动数据及来源。

8.5 排放因子及其来源

报告主体应分别报告各项活动数据所对应的排放因子或排放因子计算参数。如果源于实测则应说明取样方法、取样频率、检测方法、检测频率、依据标准等;如果采用缺省值,则应给出缺省值的数据来源、参考出处、选择理由等。

如果报告主体除石油产品和石油化工产品生产外还存在其他产品生产活动,并存在本文件未涵盖

的碳排放环节,应按照其他相关行业的企业碳排放核算和报告标准的要求,一并报告其排放因子及来源。

8.6 其他报告信息(如有)

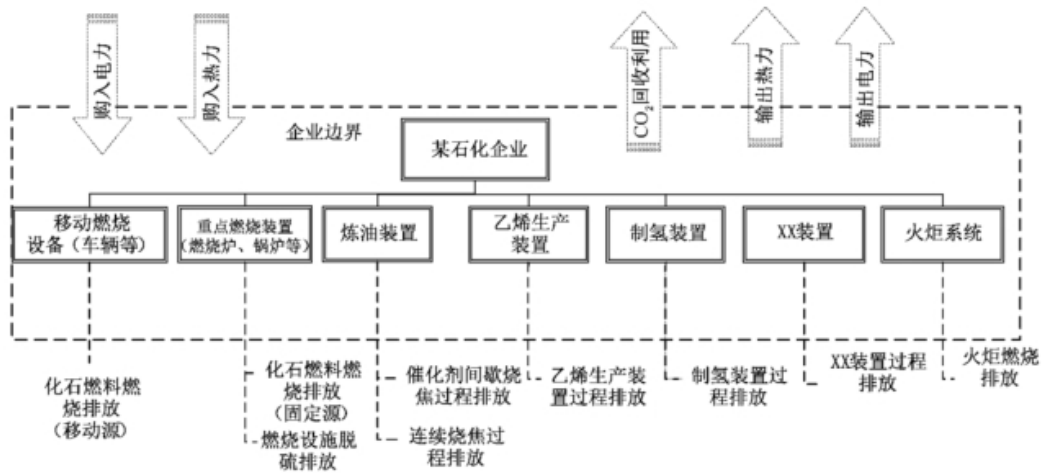
绿色电力使用情况、替代燃料和协同处置废弃物燃烧产生的碳排放等。

附录 A

(资料性)

石油化工企业碳排放核算边界示意图

石油化工企业碳排放核算边界示意图见图 A.1。



注：图中 XX 装置泛指其他产生过程排放的生产装置。

图 A.1 石油化工企业碳排放核算边界示意图

附 录 B
(资料性)
报告格式模板

石油化工企业碳排放报告格式模板如下。

石油化工企业碳排放报告

报告主体（盖章）：

报告年度：

编制日期：年 月 日

本报告主体核算了____年度碳排放量，并填写了相关数据表格，见表B.1~表B.17。现将有关情况报告如下：

一、报告主体基本信息

二、碳排放

三、活动数据及来源说明

四、排放因子数据及来源说明

五、其他需要说明的情况

本企业承诺对本报告的真实性的负责。

法定代表人或授权代表(签字)：

年 月 日

表 B.1 报告主体/年碳排放量汇总表

源类别	排放量 tCO ₂
化石燃料燃烧二氧化碳排放	
火炬系统二氧化碳排放	
石油化工产品生产过程的二氧化碳排放	
二氧化碳回收利用量	
购入电力产生的二氧化碳排放	
购入热力产生的二氧化碳排放	
输出电力产生的二氧化碳排放	
输出热力产生的二氧化碳排放	
报告主体碳排放总量	不包括购入和输出的电力/热力产生的二氧化碳排放
	包括购入和输出的电力/热力产生的二氧化碳排放

表 B.2 重点燃烧设施化石燃料燃烧的活动数据和排放因子数据一览表^a

燃料品种 ^b	含碳量		低位发热量 ^c		单位热值含碳量 ^c tC/GJ	碳氧化率	
	燃烧量 t 或 10 ⁴ Nm ³	数值 tC/t 或 tC/10 ⁴ Nm ³	数据来源	数值 GJ/10 ⁴ Nm ³		数据来源	数值 %
无烟煤			<input type="checkbox"/> 实测值 <input type="checkbox"/> 计算值			<input type="checkbox"/> 实测值 <input type="checkbox"/> 缺省值	<input type="checkbox"/> 实测值 <input type="checkbox"/> 缺省值
烟煤			<input type="checkbox"/> 实测值 <input type="checkbox"/> 计算值			<input type="checkbox"/> 实测值 <input type="checkbox"/> 缺省值	<input type="checkbox"/> 实测值 <input type="checkbox"/> 缺省值
原油			<input type="checkbox"/> 实测值 <input type="checkbox"/> 计算值			<input type="checkbox"/> 实测值 <input type="checkbox"/> 缺省值	<input type="checkbox"/> 实测值 <input type="checkbox"/> 缺省值
天然气			<input type="checkbox"/> 实测值 <input type="checkbox"/> 计算值			<input type="checkbox"/> 实测值 <input type="checkbox"/> 缺省值	<input type="checkbox"/> 实测值 <input type="checkbox"/> 缺省值
炼厂干气			<input type="checkbox"/> 实测值 <input type="checkbox"/> 计算值			<input type="checkbox"/> 实测值 <input type="checkbox"/> 缺省值	<input type="checkbox"/> 实测值 <input type="checkbox"/> 缺省值
其他燃料品种 ^b			<input type="checkbox"/> 实测值 <input type="checkbox"/> 计算值			<input type="checkbox"/> 实测值 <input type="checkbox"/> 缺省值	<input type="checkbox"/> 实测值 <input type="checkbox"/> 缺省值

^a 对年排放达 1 万 t CO₂ 及以上的燃烧设施为重点燃烧设施,报告主体应为每个重点燃烧设施分别复制、填写本表。

^b 其他燃料加行一一指明。

^c 对于通过燃料低位发热量及单位热值含碳量计算燃料含碳量的情况填报本栏。

表 B.3 其他燃烧设施的化石燃料燃烧活动数据和排放因子数据一览表^a

燃料品种 ^b	含碳量		低位发热量 ^c		单位热值含碳量 ^c tC/GJ	碳氧化率	
	燃烧量 t 或 10 ⁴ Nm ³	数值 tC/t 或 tC/10 ⁴ Nm ³	数据来源	数值 GJ/10 ⁴ Nm ³		数据来源	数值 %
无烟煤			<input type="checkbox"/> 实测值 <input type="checkbox"/> 计算值			<input type="checkbox"/> 实测值 <input type="checkbox"/> 缺省值	<input type="checkbox"/> 实测值 <input type="checkbox"/> 缺省值
原油			<input type="checkbox"/> 实测值 <input type="checkbox"/> 计算值			<input type="checkbox"/> 实测值 <input type="checkbox"/> 缺省值	<input type="checkbox"/> 实测值 <input type="checkbox"/> 缺省值
天然气			<input type="checkbox"/> 实测值 <input type="checkbox"/> 计算值			<input type="checkbox"/> 实测值 <input type="checkbox"/> 缺省值	<input type="checkbox"/> 实测值 <input type="checkbox"/> 缺省值
炼厂干气			<input type="checkbox"/> 实测值 <input type="checkbox"/> 计算值			<input type="checkbox"/> 实测值 <input type="checkbox"/> 缺省值	<input type="checkbox"/> 实测值 <input type="checkbox"/> 缺省值
其他燃料品种 ^b			<input type="checkbox"/> 实测值 <input type="checkbox"/> 计算值			<input type="checkbox"/> 实测值 <input type="checkbox"/> 缺省值	<input type="checkbox"/> 实测值 <input type="checkbox"/> 缺省值

^a 除重点燃烧设施之外的其他所有燃烧设施分品种的燃料燃烧量之和。

^b 其他燃料品种加行一一指明。

^c 对于通过燃料低位发热量及单位热值含碳量来估算燃料含碳量的情景填报本栏。

表 B.4 正常工况下火炬系统排放的活动数据和气体成分数据一览表

火炬系统序号 ^a	火炬气流量		除二氧化碳外其他含碳化合物的 总含碳量		火炬气中二氧化碳的摩尔分数 %	火炬系统的燃烧效率 %
	数值 10 ⁴ Nm ³	数据来源	数值 tC/10 ³ Nm ³	数据来源		
火炬系统 1		<input type="checkbox"/> 实测值 <input type="checkbox"/> 计算值		<input type="checkbox"/> 实测值 <input type="checkbox"/> 计算值		
火炬系统 2		<input type="checkbox"/> 实测值 <input type="checkbox"/> 计算值		<input type="checkbox"/> 实测值 <input type="checkbox"/> 计算值		
^a 根据报告主体的实际火炬系统数量自行加行或减行。						

表 B.5 非正常工况下火炬系统排放的活动数据和气体成分数据一览表

核算和报告年度内非正常 工况火炬燃烧发生次序 ^a	非正常工况火炬燃烧持续时间 h	平均火炬气流速度 10 ⁴ Nm ³ /h	火炬气体平均每摩尔 含碳原子数目	火炬系统的燃烧效率 %
^a 根据报告主体的非正常工况下火炬燃烧发生次数自行加行或减行。				

表 B.6 催化裂化装置催化剂烧焦排放活动数据和排放因子数据一览表

装置序号 ^a	烧焦量 t	数据来源	焦层中含碳量 tC/t	数据来源	碳氧化率 %	数据来源
装置 1		<input type="checkbox"/> 实测值 <input type="checkbox"/> 计算值		<input type="checkbox"/> 实测值 <input type="checkbox"/> 缺省值		<input type="checkbox"/> 实测值 <input type="checkbox"/> 缺省值
装置 2		<input type="checkbox"/> 实测值 <input type="checkbox"/> 计算值		<input type="checkbox"/> 实测值 <input type="checkbox"/> 缺省值		<input type="checkbox"/> 实测值 <input type="checkbox"/> 缺省值
^a 根据报告主体的实际装置数量自行加行或减行。						

表 B.7 催化重整装置催化剂烧焦排放活动数据和排放因子数据一览表

装置序号 ^a	待再生的催化剂量 t	再生前催化剂含碳量		再生后催化剂含碳量		碳氧化率	
		数值 tC/t	数据来源	数值 tC/t	数据来源	数值 %	数据来源
装置 1		<input type="checkbox"/> 实测值 <input type="checkbox"/> 缺省值		<input type="checkbox"/> 实测值 <input type="checkbox"/> 缺省值		<input type="checkbox"/> 实测值 <input type="checkbox"/> 缺省值	
装置 2		<input type="checkbox"/> 实测值 <input type="checkbox"/> 缺省值		<input type="checkbox"/> 实测值 <input type="checkbox"/> 缺省值		<input type="checkbox"/> 实测值 <input type="checkbox"/> 缺省值	
^a 根据报告主体的实际装置数量自行加行或减行。							

表 B.8 制氢装置过程排放活动数据和排放因子数据一览表^a

副产气体编号 ^b	第 i 种副产气名称	第 i 种副产气平均流量 Nm ³ /h	制氢装置运行时间 h	第 i 种副产气中 二氧化碳的平均摩尔分数 %	第 i 种副产气中 一氧化碳的平均摩尔浓度 %
1					
2					
^a 报告主体应为核算边界内的每套制氢装置分别复制、填写本表。					
^b 根据副产气种类自行加行或减行。					

表 B.9 石油焦煅烧装置排放活动数据和排放因子数据一览表

装置序号 ^a	进入石油焦煅烧装置 的生焦量 t	生焦的平均含碳量 tC/t	石油焦成品量 t	石油焦粉尘的质量 t	石油焦成品的平均含碳量 tC/t
1					
2					
^a 根据报告主体的实际装置数量自行加行或减行。					

表 B.10 氧化沥青装置过程排放活动数据和排放因子数据一览表

装置序号 ^a	氧化沥青产量 t	沥青氧化过程二氧化碳排放系数 tCO ₂ /t	数据来源
1			<input type="checkbox"/> 实测值 <input type="checkbox"/> 缺省值
2			<input type="checkbox"/> 实测值 <input type="checkbox"/> 缺省值
^a 根据报告主体的实际装置数量自行加行或减行。			

表 B.11 乙烯裂解炉管烧焦排放活动数据和排放因子数据一览表

装置序号 ^a	烧焦尾气平均流量 Nm ³ /h	年累计烧焦时间 h	烧焦尾气中二氧化碳的 平均摩尔分数 %	数据来源	烧焦尾气中一氧化碳的 平均摩尔分数 %	数据来源
1				<input type="checkbox"/> 实测值 <input type="checkbox"/> 计算值		<input type="checkbox"/> 实测值 <input type="checkbox"/> 缺省值
2				<input type="checkbox"/> 实测值 <input type="checkbox"/> 计算值		<input type="checkbox"/> 实测值 <input type="checkbox"/> 缺省值
^a 根据报告主体的实际装置数量自行加行或减行。						

表 B.12 环氧乙烷/乙二醇生产装置过程排放活动数据和排放因子数据一览表

装置序号 ^a	原料名称	原料用量 t	原料含碳量 tC/t	环氧乙烷产品产量 t	环氧乙烷含碳量 tC/t	乙二醇产品产量 t	乙二醇含碳量 tC/t
1							
2							
^a 根据报告主体的实际装置数量自行加行或减行。							

表 B.13 其他产品生产装置过程排放数据和排放因子数据一览表^a

原料名称 ^b	原料投入量 t	原料含碳量 tC/t	产品名称	产品产出量 t	产品含碳量 tC/t	废弃物名称	废弃物产出量 t	废弃物含碳量 tC/t
^a 报告主体根据每种产品生产装置分别复制、填写本表。 ^b 报告主体根据实际投入产出的物料种类,自行加行或减行一一列明。								

表 B.14 脱硫过程碳酸盐分解的活动数据及排放因子一览表

碳酸盐原料种类(批次) ^a	用作脱硫剂的消耗量 t 碳酸盐原料	碳酸盐组分 ^b	碳酸盐组分的纯度 %	二氧化碳质量分数 tCO ₂ /t 碳酸盐组分	分解率 %
		CaCO ₃			
		MgCO ₃			
		Na ₂ CO ₃			
^a 填写用于脱硫的碳酸盐原料种类或批次名称;如有多种(批),自行加行一一列明。 ^b 如还含有其他碳酸盐组分,自行加行一一列明。					

表 B.15 二氧化碳回收利用量数据一览表

液态二氧化碳的回收利用率 t	液态二氧化碳质量浓度 %	气态二氧化碳的回收利用率 10 ⁴ Nm ³	气态二氧化碳摩尔浓度 %	气态二氧化碳密度 t/10 ⁴ Nm ³

表 B.16 购入和输出的电力对应的活动数据及排放因子数据一览表

项目 ^a	电量 MWh	排放因子 tCO ₂ /MWh	排放量 tCO ₂
购入			
输出			
^a 若购入或输出的电力存在一个以上不同排放因子的电力来源,自行分行一一列明。			

表 B.17 购入和输出的热力对应的活动数据及排放因子数据一览表

项目 ^a	热量 GJ	排放因子 tCO ₂ /GJ	排放量 tCO ₂
购入			
输出			
^a 若购入或输出的热力存在一个以上不同排放因子的热力来源,自行分行一一列明。			

附 录 C
(资料性)
相关参数缺省值

相关参数缺省值见表 C.1~表 C.4。

表 C.1 常见化石燃料相关参数的缺省值

燃料品种		计量单位	低位发热量 GJ/t 或 GJ/10 ⁴ Nm ³	单位热值含碳量 tC/GJ	燃料碳氧化率 %
固体燃料	无烟煤	t	26.7 ^c	27.4 ^b × 10 ⁻³	94 ^b
	烟煤	t	19.570 ^d	26.1 ^b × 10 ⁻³	93 ^b
	褐煤	t	11.9 ^e	28 ^b × 10 ⁻³	96 ^b
	洗精煤	t	26.334 ^a	25.41 ^b × 10 ⁻³	90 ^d
	其他洗煤	t	12.545 ^a	25.41 ^b × 10 ⁻³	90 ^d
	型煤	t	17.460 ^d	33.6 ^b × 10 ⁻³	90 ^b
	其他煤制品	t	17.460 ^d	33.6 ^b × 10 ⁻³	98 ^b
	焦炭	t	28.435 ^a	29.5 ^b × 10 ⁻³	93 ^b
	石油焦	t	32.5 ^e	27.50 ^b × 10 ⁻³	98 ^b
液体燃料	原油	t	41.816 ^a	20.1 ^b × 10 ⁻³	98 ^b
	燃料油	t	41.816 ^a	21.1 ^b × 10 ⁻³	98 ^b
	汽油	t	43.070 ^a	18.9 ^b × 10 ⁻³	98 ^b
	柴油	t	42.652 ^a	20.2 ^b × 10 ⁻³	98 ^b
	一般煤油	t	43.070 ^a	19.6 ^b × 10 ⁻³	98 ^b
	液化天然气	t	51.498 ^e	15.3 ^b × 10 ⁻³	98 ^b
	液化石油气	t	50.179 ^a	17.2 ^b × 10 ⁻³	98 ^b
	石脑油	t	44.5 ^e	20.0 ^b × 10 ⁻³	98 ^b
	焦油	t	33.453 ^a	22.0 ^c × 10 ⁻³	98 ^b
	粗苯	t	41.816 ^a	22.7 ^d × 10 ⁻³	98 ^b
其他石油制品	t	41.031 ^d	20.0 ^b × 10 ⁻³	98 ^b	
气体燃料	天然气	10 ⁴ Nm ³	389.31 ^a	15.3 ^b × 10 ⁻³	99 ^b
	高炉煤气	10 ⁴ Nm ³	33.00 ^d	70.80 ^c × 10 ⁻³	99 ^b
	转炉煤气	10 ⁴ Nm ³	84.00 ^d	49.60 ^d × 10 ⁻³	99 ^b
	焦炉煤气	10 ⁴ Nm ³	179.81 ^a	13.58 ^b × 10 ⁻³	99 ^b
	炼厂干气	t	45.998 ^a	18.2 ^b × 10 ⁻³	99 ^b
	其他煤气	10 ⁴ Nm ³	52.270 ^a	12.2 ^b × 10 ⁻³	99 ^b
^a 数据取值来源为《中国能源统计年鉴 2021》。 ^b 数据取值来源为《省级温室气体清单指南(试行)》。 ^c 数据取值来源为《2006 年 IPCC 国家温室气体清单指南》及 2019 修订版。 ^d 数据取值来源为《中国温室气体清单研究》。 ^e 数据取值来源为 GB/T 2589。					

表 C.2 常见碳酸盐的二氧化碳质量分数

碳酸盐	二氧化碳质量分数 tCO ₂ /t 碳酸盐
CaCO ₃	0.440
MgCO ₃	0.522
Na ₂ CO ₃	0.415
NaHCO ₃	0.524
FeCO ₃	0.380
MnCO ₃	0.383
BaCO ₃	0.223
Li ₂ CO ₃	0.595
K ₂ CO ₃	0.318
SrCO ₃	0.298
CaMg(CO ₃) ₂	0.477

表 C.3 饱和蒸汽热焓表

压力 MPa	温度 ℃	焓 kJ / kg	压力 MPa	温度 ℃	焓 kJ / kg
0.001	6.98	2 513.8	0.050	81.35	2 645.0
0.002	17.51	2 533.2	0.060	85.95	2 653.6
0.003	24.10	2 545.2	0.070	89.96	2 660.2
0.004	28.98	2 554.1	0.080	93.51	2 666.0
0.005	32.90	2 561.2	0.090	96.71	2 671.1
0.006	36.18	2 567.1	0.10	99.63	2 675.7
0.007	39.02	2 572.2	0.12	104.81	2 683.8
0.008	41.53	2 576.7	0.14	109.32	2 690.8
0.009	43.79	2 580.8	0.16	113.32	2 696.8
0.010	45.83	2 584.4	0.18	116.93	2 702.1
0.015	54.00	2 598.9	0.20	120.23	2 706.9
0.020	60.09	2 609.6	0.25	127.43	2 717.2
0.025	64.99	2 618.1	0.30	133.54	2 725.5
0.030	69.12	2 625.3	0.35	138.88	2 732.5
0.040	75.89	2 636.8	0.40	143.62	2 738.5

表 C.3 饱和蒸汽热焓表 (续)

压力 MPa	温度 ℃	焓 kJ / kg	压力 MPa	温度 ℃	焓 kJ / kg
0.45	147.92	2 743.8	3.00	233.84	2 801.9
0.50	151.85	2 748.5	3.50	242.54	2 801.3
0.60	158.84	2 756.4	4.00	250.33	2 799.4
0.70	164.96	2 762.9	5.00	263.92	2 792.8
0.80	170.42	2 768.4	6.00	275.56	2 783.3
0.90	175.36	2 773.0	7.00	285.8	2 771.4
1.00	179.88	2 777.0	8.00	294.98	2 757.5
1.10	184.06	2 780.4	9.00	303.31	2 741.8
1.20	187.96	2 783.4	10.0	310.96	2 724.4
1.30	191.6	2 786.0	11.0	318.04	2 705.4
1.40	195.04	2 788.4	12.0	324.64	2 684.8
1.50	198.28	2 790.4	13.0	330.81	2 662.4
1.60	201.37	2 792.2	14.0	336.63	2 638.3
1.40	204.3	2 793.8	15.0	342.12	2 611.6
1.50	207.1	2 795.1	16.0	347.32	2 582.7
1.90	209.79	2 796.4	17.0	352.26	2 550.8
2.00	212.37	2 797.4	18.0	356.96	2 514.4
2.20	217.24	2 799.1	19.0	361.44	2 470.1
2.40	221.78	2 800.4	20.0	365.71	2 413.9
2.60	226.03	2 801.2	21.0	369.79	2 340.2
2.80	230.04	2 801.7	22.0	373.68	2 192.5

表 C.4 过热蒸汽热焓表

单位为千焦每千克

温度	下列压力时的热焓												
	0.01 MPa	0.1 MPa	0.5 MPa	1 MPa	3 MPa	5 MPa	7 MPa	10 MPa	14 MPa	20 MPa	25 MPa	30 MPa	
0 ℃	0	0.1	0.5	1	3	5	7.1	10.1	14.1	20.1	25.1	30	
10 ℃	42	42.1	42.5	43	44.9	46.9	48.8	51.7	55.6	61.3	66.1	70.8	
20 ℃	83.9	84	84.3	84.8	86.7	88.6	90.4	93.2	97	102.5	107.1	111.7	
40 ℃	167.4	167.5	167.9	168.3	170.1	171.9	173.6	176.3	179.8	185.1	189.4	193.8	
60 ℃	2 611.3	251.2	251.2	251.9	253.6	255.3	256.9	259.4	262.8	267.8	272	276.1	
80 ℃	2 649.3	335	335.3	335.7	337.3	338.8	340.4	342.8	346	350.8	354.8	358.7	
100 ℃	2 687.3	2 676.5	419.4	419.7	421.2	422.7	424.2	426.5	429.5	434	437.8	441.6	
120 ℃	2 725.4	2 716.8	503.9	504.3	505.7	507.1	508.5	510.6	513.5	517.7	521.3	524.9	
140 ℃	2 763.6	2 756.6	589.2	589.5	590.8	592.1	593.4	595.4	598	602	605.4	603.1	
160 ℃	2 802	2 796.2	2 767.3	675.7	676.9	678	679.2	681	683.4	687.1	690.2	693.3	
180 ℃	2 840.6	2 835.7	2 812.1	2 777.3	764.1	765.2	766.2	767.8	769.9	773.1	775.9	778.7	
200 ℃	2 879.3	2 875.2	2 855.5	2 827.5	853	853.8	854.6	855.9	857.7	860.4	862.8	856.2	
220 ℃	2 918.3	2 914.7	2 898	2 874.9	943.9	944.4	945.0	946	947.2	949.3	951.2	953.1	
240 ℃	2 957.4	2 954.3	2 939.9	2 920.5	2 823	1 037.8	1 038.0	1 038.4	1 039.1	1 040.3	1 041.5	1 024.8	
260 ℃	2 996.8	2 994.1	2 981.5	2 964.8	2 885.5	1 135	1 134.7	1 134.3	1 134.1	1 134	1 134.3	1 134.8	
280 ℃	3 036.5	3 034	3 022.9	3 008.3	2 941.8	2 857	1 236.7	1 235.2	1 233.5	1 231.6	1 230.5	1 229.9	
300 ℃	3 076.3	3 074.1	3 064.2	3 051.3	2 994.2	2 925.4	2 839.2	1 343.7	1 339.5	1 334.6	1 331.5	1 329	
350 ℃	3 177	3 175.3	3 167.6	3 157.7	3 115.7	3 069.2	3 017.0	2 924.2	2 753.5	1 648.4	1 626.4	1 611.3	
400 ℃	3 279.4	3 278	3 217.8	3 264	3 231.6	3 196.9	3 159.7	3 098.5	3 004	2 820.1	2 583.2	2 159.1	

表 C.4 过热蒸汽热焓表 (续)

单位为千焦每千克

温度	下列压力时的热焓												
	0.01 MPa	0.1 MPa	0.5 MPa	1 MPa	3 MPa	5 MPa	7 MPa	10 MPa	14 MPa	20 MPa	25 MPa	30 MPa	
420 ℃	3 320.96	3 319.68	3 313.8	3 306.6	3 276.9	3 245.4	3 211.0	3 155.98	3 072.72	2 917.02	2 730.76	2 424.7	
440 ℃	3 362.52	3 361.36	3 355.9	3 349.3	3 321.9	3 293.2	3 262.3	3 213.46	3 141.44	3 013.94	2 878.32	2 690.3	
450 ℃	3 383.3	3 382.2	3 377.1	3 370.7	3 344.4	3 316.8	3 288.0	3 242.2	3 175.8	3 062.4	2 952.1	2 823.1	
460 ℃	3 404.42	3 403.34	3 398.3	3 392.1	3 366.8	3 340.4	3 312.4	3 268.58	3 205.24	3 097.96	2 994.68	2 875.26	
480 ℃	3 446.66	3 445.62	3 440.9	3 435.1	3 411.6	3 387.2	3 361.3	3 321.34	3 264.12	3 169.08	3 079.84	2 979.58	
500 ℃	3 488.9	3 487.9	3 483.7	3 478.3	3 456.4	3 433.8	3 410.2	3 374.1	3 323	3 240.2	3 165	3 083.9	
520 ℃	3 531.82	3 530.9	3 526.9	3 521.86	3 501.28	3 480.12	3 458.6	3 425.1	3 378.4	3 303.7	3 237	3 166.1	
540 ℃	3 574.74	3 573.9	3 570.1	3 565.42	3 546.16	3 526.44	3 506.4	3 475.4	3 432.5	3 364.6	3 304.7	3 241.7	
550 ℃	3 593.2	3 595.4	3 591.7	3 587.2	3 568.6	3 549.6	3 530.2	3 500.4	3 459.2	3 394.3	3 337.3	3 277.7	
560 ℃	3 618	3 617.22	3 613.64	3 609.24	3 591.18	3 572.76	3 554.1	3 525.4	3 485.8	3 423.6	3 369.2	3 312.6	
580 ℃	3 661.6	3 660.86	3 657.52	3 653.32	3 636.34	3 619.08	3 601.6	3 574.9	3 538.2	3 480.9	3 431.2	3 379.8	
600 ℃	3 705.2	3 704.5	3 701.4	3 697.4	3 681.5	3 665.4	3 649.0	3 624	3 589.8	3 536.9	3 491.2	3 444.2	

附录 D
(资料性)
数据质量控制计划模板

石油化工企业的碳排放数据质量控制计划模板如下。

××××企业(或者其他经济组织)名称
碳排放数据质量控制计划

A 数据质量控制计划的版本及修订			
版本号	制定(修订)时间	制定(修订)原因	修订说明
B 报告主体描述			
企业(或者其他经济组织)名称			
地址			
统一社会信用代码 (组织机构代码)		行业分类 (按核算标准分类)	
法定代表人	姓名:	电话:	
数据质量控制计划制定人	姓名:	电话:	邮箱:
报告主体简介			
<p>1.单位简介 (至少包括:成立时间、所有权状况、法定代表人、组织机构图和厂区平面分布图)</p> <p>2.主营产品 (至少包括:主营产品的名称及产品代码)</p> <p>3.主营产品及生产工艺 (至少包括:每种产品的生产工艺流程图及工艺流程描述,并在图中标明碳排放设施,对于涉及化学反应的工艺需写明化学反应方程式)</p>			

C 核算边界和主要排放设施描述				
4.法人边界的核算和报告范围描述 ¹				
5.主要排放设施 ²				
5.1 与燃料燃烧排放相关的排放设施				
编号	排放设施名称	排放设施安装位置	排放过程及温室气体种类 ³	是否纳入配额管控范围
5.2 与工业过程排放相关的排放设施				
编号	排放设施名称	排放设施安装位置	排放过程及温室气体种类 ⁴	是否纳入配额管控范围
5.3 主要耗电和耗热的设施 ⁵				
编号	设施名称	设施安装位置	是否纳入配额管控范围	
D 活动数据和排放因子的确定方式				
D-1 燃料燃烧排放活动数据和排放因子的确定方式				

- 1) 按行业核算方法和报告要求中的“核算边界”章节的要求具体描述。
- 2) 对于同一设施同时涉及 5.1/5.2/5.3 类排放的,需要在各类排放设施中重复填写。
- 3) 例如燃煤过程产生的二氧化碳排放。
- 4) 例如脱硫过程产生的二氧化碳排放。
- 5) 该类设施,特别是耗电设施,只需填写主要设施即可,例如耗电量较小的照明设施可不填写。

燃料种类	单位	数据的计算方法及获取方式 ⁶ 选取以下获取方式： ● 实测值(如是，请具体填报时，采用在表下加备注的方式写明具体方法和标准)； ● 缺省值(如是，请填写具体数值)； ● 相关方结算凭证(如是，请具体填报时，采用在表下加备注的方式填写如何确保供应应商数据质量)； ● 其他方式(如是，请具体填报时，采用在表下加备注的方式详细描述)	测量设备(适用于数据获取方式来源于实测值)					数据缺失时的处理方式	数据获取负责部门
			监测设备 及型号	监测设备 安装位置	监测频次	监测设备 精度	规定的 监测设备 校准频次		
燃料种类 A ⁷									
消耗量									
低位发热值									
单位热值含碳量									
含碳量									
碳氧化率	%								
燃料种类 B									
消耗量									
低位发热值									
单位热值含碳量									
含碳量									
碳氧化率	%								
燃料种类 C									
.....									

6) 如果报告数据是由若干个参数通过一定的计算方法计算得出，需要填写计算公式以及计算公式中的每一个参数的获取方式。

7) 填报时请列明具体的燃料名称，同一燃料品种仅填报一次；如果有多个设施消耗同一种燃料，请在“数据的计算方法及获取方式”中对“消耗量”“低位发热量”“单位热值含碳量”“含碳量”“碳氧化率”等参数进行详细描述，不同设施的同一燃料相关信息应分别列明。

D-2 火炬排放活动数据和排放因子的确定方式											
相关参数	参数描述	单位	数据的计算方法及获取方式 ⁸⁾ 选取以下获取方式： ● 实测值(如是,请具体填报时,采用在表下加备注的方式写明具体方法和标准); ● 缺省值(如是,请填写具体数值); ● 相关方计算凭证(如是,请具体填报时,采用在表下加备注的方式填写如何确保供应商数据质量); ● 其他方式(如是,请具体填报时,采用在表下加备注的方式详细描述)	测量设备(适用于数据获取方式来源于实测值)						数据缺失时的处理方式	数据获取负责部门
				监测设备型号	监测设备安装位置	监测频次	监测设备精度	规定的监测设备校准频次	数据记录频次		
火炬燃烧排放 1: 正常工况火炬燃烧二氧化碳排放 ⁹⁾											
参数 1	火炬气流量	10 ⁴ Nm ³									
参数 2	火炬气中除二氧化碳外其他含碳化合物的总含碳量	tC/10 ⁴ Nm ³									
参数 3	火炬燃烧效率	%									
参数 4	二氧化碳浓度	%									
火炬燃烧排放 2: 非正常工况火炬燃烧二氧化碳排放 ¹⁰⁾											
参数 1	火炬燃烧时的平均气流速度	10 ⁴ Nm ³ /h									
参数 2	火炬燃烧持续时间	h									
参数 3	火炬系统的燃烧效率	%									

8) 如果报告数据是由若干个参数通过一定的计算方法计算得出,需要填写计算公式以及计算公式中的每一个参数的获取方式。

9) 如果存在多支火炬,需要为每一支火炬重复填写该表格。

10) 如果核算和报告年度内出现多次非正常工况火炬燃烧,需要对每次非正常工况火炬燃烧重复填写表格。

D-3 过程排放活动数据和排放因子的确定方式										
过程参数	参数描述	单位	数据的计算方法及获取方式 ¹¹⁾ 选取以下获取方式： ● 实测值(如是,请具体填报时,采用在表下加备注的方式写明具体方法和标准); ● 缺省值(如是,请填写具体数值); ● 相关方计算凭证(如是,请具体填报时,采用在表下加备注的方式填写如何确保供应商数据质量); ● 其他方式(如是,请具体填报时,采用在表下加备注的方式详细描述)	测量设备(适用于数据获取方式来源于实测值)					数据缺失时的处理方式	数据获取负责部门
				监测设备型号	监测设备安装位置	监测频次	监测设备精度	规定的监测设备校准频次		
过程排放 1:催化裂化装置连续烧焦过程二氧化碳排放 ¹²⁾										
参数 1	烧焦量	t								
参数 2	焦层含碳量	tC/t								
参数 3	碳氧化率	%								
过程排放 2:催化重整装置回歇烧焦过程二氧化碳排放 ¹³⁾										
参数 1	待再生的催化剂量	t								
参数 2	再生前催化剂的含碳量	%								
参数 3	再生后催化剂的含碳量	%								
参数 4	碳氧化率	%								

11) 如果报告数据是由若干个参数通过一定的计算方法计算得出,需要填写计算公式以及计算公式中的每一个参数的获取方式。

12) 如果报告主体其他生产装置存在连续烧焦过程,需要列明装置名称并重复填写该表格参数。

13) 如果报告主体其他生产装置存在回歇烧焦过程,需要列明装置名称并重复填写该表格参数。

过程排放 3: 流化焦化装置焦炭燃烧过程二氧化碳排放 ¹⁴									
参数 1	烧焦量	t							
参数 2	焦层含碳量	tC/t							
参数 3	碳氧化率	%							
过程排放 4: 石油焦煅烧过程二氧化碳排放									
参数 1	生焦质量	t							
参数 2	生焦含碳量	tC/t							
参数 3	石油焦成品的质量	t							
参数 4	石油焦粉尘质量	t							
参数 5	石油焦成品平均含碳量	tC/t							
过程排放 5: 氧化沥青过程二氧化碳排放									
参数 1	氧化沥青产量	t							
参数 2	沥青氧化过程二氧化碳排放因子	t CO ₂ /t							
过程排放 6: 乙烯裂解烧焦过程二氧化碳排放									
参数 1	炉管烧焦尾气平均流量	Nm ³ /h							
参数 2	累计烧焦时间	h							
参数 3	尾气中二氧化碳的平均摩尔浓度	%							
参数 4	尾气中一氧化碳的平均摩尔浓度	%							

14) 延迟焦化装置和灵活焦化装置不必填写过程排放参数; 灵活焦化装置产生的低热值燃料气在燃烧设备中燃烧产生的排放相关参数应在表 D-1 中列明并填写相关参数获取方式。

过程排放 7: 环氧乙烷/乙二醇生产过程二氧化碳排放									
参数 1	环氧乙烷/乙二醇生产装置原料用量	t							
参数 2	原料的含碳量	tC/t							
参数 3	环氧乙烷产品产量	t							
参数 4	环氧乙烷的含碳量	tC/t							
参数 5	乙二醇产品产量	t							
参数 6	乙二醇的含碳量	tC/t							
过程排放 8: 其他产品过程二氧化碳排放									
参数 1	原料投入量 ¹⁵	t(10 ⁴ Nm ³)							
参数 2	原料含碳量 ¹⁶	tC/t(tC/10 ⁴ Nm ³)							
参数 3	产品产出量 ¹⁷	t(10 ⁴ Nm ³)							
参数 4	产品含碳量 ¹⁸	tC/t(tC/10 ⁴ Nm ³)							
参数 5	废液/废渣产量	t							
参数 6	废液/废渣含碳量	tC/t							
过程排放 9: 脱硫过程碳酸盐分解的二氧化碳排放									
参数 1	碳酸盐原料消耗量	t							

- 15) 如果存在多种含碳原料,需要为每一种含碳原料重复填写该行相关内容。
- 16) 如果存在多种含碳原料,需要为每一种含碳原料重复填写该行相关内容。
- 17) 如果存在多种产品,需要为每一种产品重复填写该行相关内容,如果产品种类多于 3 种,请填写 3 种主要产品即可。
- 18) 如果存在多种产品,需要为每一种产品重复填写该行相关内容,如果产品种类多于 3 种,请填写 3 种主要产品含碳量获取方式即可。

D-4 二氧化碳回收利用量											
过程参数	参数描述	单位	数据的计算方法及获取方式 ¹⁹⁾ 选取以下获取方式： <ul style="list-style-type: none"> ● 实测值（如是，请具体填报时，采用在表下加备注的方式写明具体方法和标准）； ● 缺省值（如是，请填写具体数值）； ● 相关方计算凭证（如是，请具体填报时，采用在表下加备注的方式填写如何确保供应商数据质量）； ● 其他方式（如是，请具体填报时，采用在表下加备注的方式详细描述） 	测量设备（适用于数据获取方式来源于实测值）					数据记录频次	数据缺失时的处理方式	数据获取负责部门
				监测设备型号	监测设备安装位置	监测频次	监测设备精度	规定的监测设备校准频次			
CO ₂ 回收：											
参数 1	液态二氧化碳回收利用率	t									
参数 2	液态二氧化碳质量浓度	%									
参数 3	气态二氧化碳回收利用率	10 ⁴ Nm ³									
参数 4	气态二氧化碳摩尔浓度	%									
参数 5	气态二氧化碳密度	t/10 ⁴ Nm ³									
.....											

19) 如果报告数据是由若干个参数通过一定的计算方法计算得出，需要填写计算公式以及计算公式中的每一个参数的获取方式。

D-5 购入和输出的电力、热力活动数据和排放因子的确定方式										
过程参数	单位	数据的计算方法及获取方式 ²⁰ 选取以下获取方式： <ul style="list-style-type: none"> ● 实测值(如是,请具体填报时,采用在表下加备注的方式写明具体方法和标准); ● 缺省值(如是,请填写具体数值); ● 相关方结算凭证(如是,请具体填报时,采用在表下加备注的方式填写如何确保供应商数据质量); ● 其他方式(如是,请具体填报时,采用在表下加备注的方式详细描述) 	测量设备(适用于数据获取方式来源于实测值)					数据记录频次	数据缺失时的处理方式	数据获取负责部门
			监测设备 及型号	监测设备 安装位置	监测 频次	监测设备 精度	规定的 监测设备 校准频次			
购入电量	MWh									
购入电力排放因子	tCO ₂ /MWh									
输出电量	MWh									
输出电力排放因子	tCO ₂ /MWh									
购入热量	GJ									
购入热力排放因子	tCO ₂ /GJ									
输出热量	GJ									
输出热力排放因子	tCO ₂ /GJ									

20) 如果报告数据是由若干个参数通过一定的计算方法计算得出,需要填写计算公式以及计算公式中的每一个参数的获取方式。

E 数据内部质量控制和质量保证相关规定	
<p>至少包括如下内容：</p> <ul style="list-style-type: none"> —— 碳排放数据质量控制计划制定、碳排放报告专门人员的指定情况； —— 数据质量控制计划的制定、修订、审批以及执行等的管理程序； —— 碳排放报告的编写、内部评估以及审批等管理程序； —— 碳排放数据文件的归档管理程序等内容。 <p>(如不能全部描述可增加附件说明)</p>	
填报人：	填报时间：
内部审核人：	审核时间：
填报单位盖章	

参 考 文 献

- [1] GB/T 2589 综合能耗计算通则
 - [2] 国家统计局能源统计司.中国能源统计年鉴 2021[M].北京:中国统计出版社,2022
 - [3] 省级温室气体清单编制指南(试行),国家发展和改革委员会办公厅
 - [4] 国家发展和改革委员会应对气候变化司 2005.中国温室气体清单研究[M].北京:中国环境出版社,2014
 - [5] 2006 年 IPCC 国家温室气体清单指南 及 2019 修订版,政府间气候变化专门委员会 (IPCC)
 - [6] ISO 14064-1 Greenhouse gases—Part 1: Specification with guidance at the organization level for quantification and reporting of greenhouse gas emissions and removals
 - [7] The GHG Protocol Corporate Accounting and Reporting Standard (revised version, 2015), World Business Council for Sustainable Development, World Resources Institute
-