

目 录

前 言	4
1 适用范围	5
2 规范性及管理性引用文件	5
3 术语和定义	6
3.1 温室气体	6
3.2 二氧化碳排放量	6
3.3 核算边界	7
3.4 化石燃料燃烧排放	7
3.5 工业生产过程排放	7
3.6 净购入电力和热力对应的排放	7
3.7 活动数据	7
3.8 排放因子	7
3.9 排放绩效	7
3.10 低位发热量	7
3.11 碳氧化率	7
3.12 二氧化碳回收利用	7
4 评价工作程序	7
5 评价内容	8
5.1 政策符合性分析	8
5.2 核算边界确定	8
5.3 现有工程二氧化碳排放分析	9
5.4 拟建工程二氧化碳排放分析	10
5.5 协同减污降碳措施可行性论证	11
5.6 二氧化碳排放管理要求与监测计划	12
5.7 评价结论与建议	12
附录 1 煤化工行业建设项目二氧化碳排放节点识别	13
附录 2 二氧化碳排放核算方法	15
附录 3 主要煤化工产品二氧化碳排放绩效水平参考值	24
附录 4 二氧化碳排放监测计划	25
附录 5 现代煤化工行业建设项目温室气体排放环境影响评价专章编制大纲	26
附录 6 温室气体排放环境影响评价专章参考附表	27

前 言

山东省是化工大省，煤化工是化工行业的重要发展方向之一，将温室气体排放纳入环境影响评价，可充分发挥环境影响评价制度的源头防控作用，对推动煤化工行业向高端化、精细化、绿色化、低碳化方向转型，推进煤化工行业减污降碳协同管控，实现 2030 年前碳达峰目标和 2060 年前碳中和愿景具有重要意义。为规范煤化工行业建设项目温室气体排放环境影响评价工作，结合山东省实际，制定本指南。

本指南规定了开展现代煤化工行业建设项目温室气体排放环境影响评价的工作程序、内容、方法和技术要求。

本指南为首次发布。

本指南由山东省生态环境厅提出，并负责解释。

本指南起草单位：山东省生态环境规划研究院、山东新达环境保护技术咨询有限责任公司。

本指南主要起草人：谢朋、李克勤、宋晓萌、刘大卫、程建安、马召坤、黄兴海、廖延广。

本指南山东省生态环境厅 2026 年 8 月 12 日批准。

本指南自 2026 年 10 月 1 日起施行，有效期至 2031 年 9 月 30 日。

本指南由山东省生态环境厅提出，并负责解释。

山东省现代煤化工行业建设项目温室气体 排放环境影响评价技术指南（试行）

1 适用范围

本指南适用于山东省现代煤化工行业需编制环境影响报告书的新建（含异地搬迁）、改扩建建设项目温室气体排放环境影响评价，行业类别为《国民经济行业分类》中的“2522 煤制合成气生产”和“2523 煤制液体燃料生产”。结合山东省实际，以煤炭气化为源头生产合成氨、尿素和其他煤基化学品的建设项目参照本指南执行。

2 规范性及管理性引用文件

本指南引用了下列文件或其中的条款。凡是注日期的引用文件，仅所注日期的版本适用于本指南。凡是不注日期的引用文件，其最新版（包括所有的修改单）适用于本指南。

GB/T 32150 工业企业温室气体排放核算和报告通则

GB/T 32151.10 温室气体排放核算与报告要求 第 10 部分：化工生产企业

HJ 2.1 建设项目环境影响评价技术导则 总纲

HJ 2.2 环境影响评价技术导则 大气环境

HJ 2.3 环境影响评价技术导则 地表水环境

HJ 819 排污单位自行监测技术指南 总则

HJ 942 排污许可证申请与核发技术规范 总则

HJ 1101 排污许可证申请与核发技术规范 煤炭加工—合成气和液体燃料生产

HJ 1247 排污单位自行监测技术指南 煤炭加工—合成气和液体燃料生产

《现代煤化工建设项目环境影响评价文件审批原则》

《2006 年 IPCC 国家温室气体清单指南》

《工业企业污染治理设施污染物去除协同控制温室气体核算技术指南（试行）》

《省级温室气体清单编制指南（试行）》

《中共中央 国务院关于完整准确全面贯彻新发展理念做好碳达峰碳中和工作的意见》（2021 年 9 月 22 日）

《国务院关于印发 2030 年前碳达峰行动方案的通知》（国发〔2021〕23 号）

《关于统筹和加强应对气候变化与生态环境保护相关工作的指导意见》（环综合〔2021〕4 号）

《国家发展改革委等部门关于推动现代煤化工产业健康发展的通知》（发改产业〔2023〕773 号）

《国家发展改革委等部门关于加强煤炭清洁高效利用的意见》（发改运行〔2024〕1345 号）

《工业重点领域能效标杆水平和基准水平》

《山东省碳达峰实施方案》（鲁政字〔2022〕242 号）

《山东省减污降碳协同增效实施方案》（鲁环发〔2023〕12 号）

《山东省工业领域碳达峰工作方案》（鲁工信发〔2023〕4 号）

《山东省精细化工产业高质量发展行动方案（2025—2027 年）》（鲁工信发〔2024〕16 号）

《山东省重点产业能效基准水平和标杆水平》

3 术语和定义

以下术语定义适用于本指南。

3.1 温室气体

大气中吸收和重新放出红外辐射的自然和人为的气态成分，包括二氧化碳（CO₂）、甲烷（CH₄）、氧化亚氮（N₂O）、氢氟碳化物（HFCs）、全氟化碳（PFCs）、六氟化硫（SF₆）和三氟化氮（NF₃）等。

注：本指南中的温室气体为二氧化碳（CO₂）。

3.2 二氧化碳排放量

建设项目在生产运行阶段煤炭、石油、天然气等化石燃料（包括自产和外购）燃烧活动、工业生产过程和废弃物（含废水、废气和固废）处理处置过程等活动，以及因使用外购的电力和热力等所导致的二氧化碳排放量，计量单位为“吨/年”。

3.3 核算边界

与建设项目生产经营活动相关的二氧化碳排放范围。

3.4 化石燃料燃烧排放

化石燃料在氧化燃烧过程中产生的二氧化碳排放。

3.5 工业生产过程排放

生产、废弃物处理处置等过程中消耗化石燃料或其他含碳化合物，发生除燃料燃烧之外的物理或化学变化造成的二氧化碳排放。

3.6 净购入电力和热力对应的排放

指净购入使用的电力和热力（蒸汽、热水）所对应的电力或热力生产活动产生的二氧化碳排放。

3.7 活动数据

导致二氧化碳排放的生产或消费活动量的表征值。如各种化石燃料的消耗量、含碳原料的使用量、购入的电量和热量等。

3.8 排放因子

表征单位生产或消费活动量的二氧化碳排放系数。

3.9 排放绩效

建设项目在生产运行阶段单位产品的二氧化碳排放量。

3.10 低位发热量

燃料完全燃烧，其燃烧产物中的水分以气态存在时的发热量，也称低位热值。

3.11 碳氧化率

燃料中的碳在燃烧过程中被完全氧化的百分比。

3.12 二氧化碳回收利用

建设项目产生、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。

4 评价工作程序

在环境影响报告书编制期间，同步开展温室气体排放环境影响评价，可以作为专章纳入环评文件。主要内容包括政策符合性分析、核算边界确定、二氧化碳排放节点识别与分析、二氧化碳排放核算与评价、协同减污降碳措施分析、排放

管理与监测计划、评价结论与建议。

温室气体排放环境影响评价工作程序见图 1。

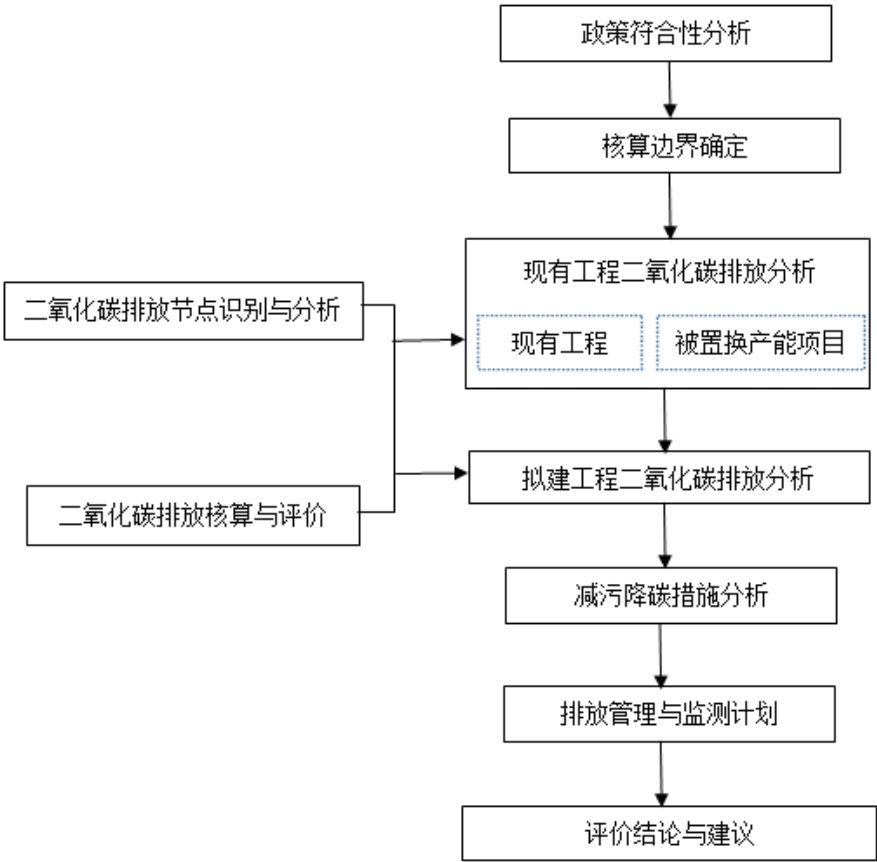


图 1 现代煤化工行业建设项目温室气体排放环境影响评价工作程序

5 评价内容

温室气体排放环境影响评价工作应在调查相关技术资料、识别二氧化碳排放节点的基础上，以核算二氧化碳排放量、排放绩效，论证减污降碳措施的有效性为评价重点。

5.1 政策符合性分析

收集相关基础资料，分析拟建项目二氧化碳排放与国家、地方碳达峰行动方案、生态环境分区管控方案、国家和山东省污染防治攻坚战、“两高”项目管理和温室气体排放减量替代要求，以及相关政策、规划等的相符性。

5.2 核算边界确定

（1）企业核算边界

企业核算边界应以企业法人或视同法人的项目范围为核算边界，核算范围内

各生产场所和生产设施产生的二氧化碳排放，设施范围包括主要生产系统、辅助生产系统和附属生产系统等。其中，主要生产系统包括备煤、气化、变换、气体净化、下游化工产品合成等主要生产工序的所有生产设施及配套的安全环保设施；辅助生产系统主要包括动力、供电、供水、化验、机修、库房、厂内运输等；附属生产系统主要包括生产指挥系统和厂区内为生产服务的部门和单位等。

(2) 项目核算边界

新建项目以项目范围为核算边界。新建项目若存在多种产品共用主要生产系统或辅助生产系统的情况，可根据使用或消耗情况确定每种产品的消耗占比。

改扩建及异地搬迁项目核算边界还应考虑现有工程边界；涉及产能置换的建设项目，被置换项目应单独划分核算边界。

核算边界示意图见图 2。

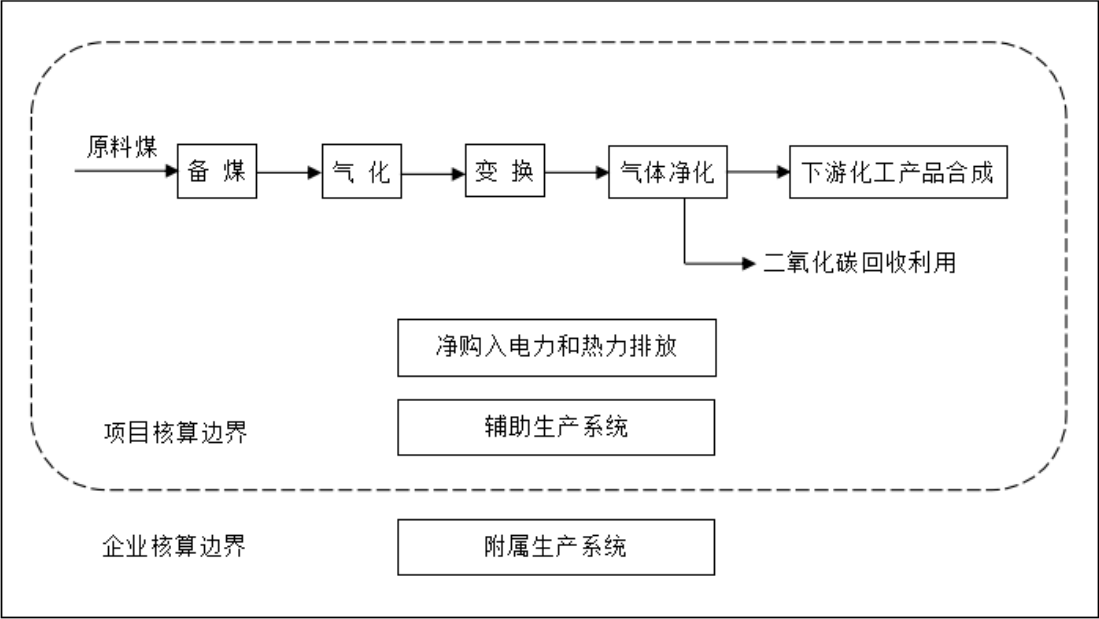


图 2 核算边界示意图

5.3 现有工程二氧化碳排放分析

5.3.1 现有工程调查

合理确定评价基准年，可与项目环评保持一致，也可依据评价所需二氧化碳排放相关数据的可获得性、数据质量、代表性等因素，选择近 3 年中数据相对完整的 1 个日历年作为评价基准年。

从化石燃料燃烧排放、工业生产过程排放、净购入电力和热力对应的排放等方面全面识别二氧化碳排放节点（识别方法参照附录 1），核算现有工程评价基

准年的二氧化碳排放量（核算方法参照附录 2），并核算主要产品二氧化碳排放绩效。从源头控碳、过程减碳、末端降碳、回收利用等方面调查现有工程已采取的降碳措施。

在建项目二氧化碳排放量，以在建项目环评文件给出的燃料消耗、原辅材料消耗、电力和热力消耗、产品产量等参数为依据进行核算。

对于涉及产能置换的建设项目，应识别被置换项目二氧化碳排放节点，核算其二氧化碳排放量；也可引用经过核查的温室气体排放核查报告中的数据。

5.3.2 现状评价

以单位产品二氧化碳排放绩效作为评价指标。二氧化碳排放评价应首先以国家或省相关主管部门公开发布的煤化工行业二氧化碳排放绩效水平为评价依据，在国家或省相关主管部门公开数据发布前，改扩建项目涉及改造工序现有的绩效值可参考附录 3 确定的二氧化碳排放绩效Ⅱ级水平参考值为评价依据，评价二氧化碳排放绩效水平，分析减污降碳潜力。

5.4 拟建工程二氧化碳排放分析

5.4.1 排放节点识别与分析

在确定建设项目核算边界的基础上，根据 HJ2.1、HJ2.2 等导则要求，全面分析二氧化碳排放节点，包括燃料燃烧排放、工业生产过程排放、净购入电力和热力对应的排放等节点，具体可参考附录 1。通过图表结合的形式给出二氧化碳排放工艺环节、排放节点，明确二氧化碳排放形式。鼓励按项目核算边界给出二氧化碳平衡图。

依据项目立项文件、节能评估报告及其他基础资料，调查分析拟建项目各生产单元产品产能、含碳量等，明确化石燃料燃烧源中的燃料种类、消费量、含碳量、低位发热量和碳氧化率等内容。分析净购入电力和热力，涉及二氧化碳排放的工业生产过程（主体工程、辅助工程、公用工程和环保工程等）原辅材料种类、使用量和含碳量，固体废物产生量和含碳量，二氧化碳回收利用量、体积分数等内容。

5.4.2 二氧化碳排放量核算

在明确建设项目核算边界的基础上，根据识别的二氧化碳产生环节、产生方式和管控措施，参照附录 2 中的核算方法，核算建设项目二氧化碳排放量和排放

绩效。

改扩建项目应按现有、在建、拟建工程分别给出二氧化碳排放量，核算改扩建项目建成后全厂二氧化碳排放总量，并填写建设项目二氧化碳排放量“三本账”。

对于异地搬迁项目，应分别核算搬迁前后二氧化碳排放变化情况。

对于涉及产能置换的项目，还应核算置换前后二氧化碳排放量变化情况。

5.4.3 二氧化碳排放评价

以单位产品二氧化碳排放绩效作为评价指标。二氧化碳排放评价应首先以国家或省相关主管部门公开发布的煤化工行业二氧化碳排放绩效水平为评价依据，在国家或省相关主管部门公开数据发布前，单位产品二氧化碳排放绩效值可参考附录3确定的二氧化碳排放绩效I级水平参考值为评价依据，评价二氧化碳排放绩效水平。若核算的绩效值与附录3中I级水平值偏差较大，应进行合理说明。

附录3未给出二氧化碳排放绩效水平参考值的产品，可参照同类工艺的同类产品现有工程绩效水平进行评价；本指南既未给出绩效参考值，也无同类工艺现有工程的产品，可类比国内外同行业排放绩效值。

改扩建项目还应与现有工程主要产品二氧化碳排放绩效值进行比较，改扩建后绩效值原则上不高于现有工程，若高于现有工程绩效值需进行合理说明。

5.5 协同减污降碳措施可行性论证

从生态环境、经济技术可行性等方面统筹开展协同减污降碳措施可行性论证。

5.5.1 降碳措施可行性论证

环评文件应从源头控碳、过程减碳、末端降碳、回收利用等方面分别描述降碳措施。鼓励采用清洁运输、绿氢、绿电，工艺产品优化，碳捕集、利用和封存（CCUS）等措施，减少二氧化碳排放，并对拟采取的措施技术可行性、经济合理性进行充分论证。

鼓励采用《高耗能行业重点领域节能降碳改造升级实施指南》《国家重点节能低碳技术推广目录》《国家工业节能技术装备推荐目录》《国家工业节能技术推广目录》《绿色技术推广目录》《山东省绿色低碳技术成果目录》等国家和省已发布的节能降碳技术，减少二氧化碳排放。若项目所使用的降碳技术在国家及地方

节能、低碳等目录中，可进行简要说明。

5.5.2 污染治理措施比选

从二氧化碳排放控制角度，进行污染治理设施比选。在保证污染物能够达标排放，并使环境影响可接受前提下，优先选择能耗低、二氧化碳排放量小的污染防治措施。

5.6 二氧化碳排放管理要求与监测计划

5.6.1 管理要求

编制建设项目二氧化碳排放清单，提出二氧化碳排放管理要求。新建项目应提出二氧化碳排放管理台账记录要求；改扩建项目应提出完善二氧化碳排放台账记录的管理要求。鼓励有条件的建设项目安装二氧化碳在线监测系统，为二氧化碳排放提供精准数据支撑。

对于被列入全省“两高”行业和项目范围的，还应严格落实二氧化碳排放减量替代相关政策。

5.6.2 监测计划

鼓励有条件的建设项目制定监测计划。具体监测内容、频次和记录信息可参照附录 4 或根据二氧化碳排放量核算需要自行确定，监测记录至少保存 5 年。

5.7 评价结论与建议

5.7.1 评价结论

对建设项目二氧化碳排放法律法规和政策符合性、二氧化碳排放情况、协同减污降碳措施及可行性、二氧化碳排放绩效水平、排放管理及监测计划等内容进行概括总结，给出建设项目二氧化碳排放环境影响评价结论。

5.7.2 建议

根据项目二氧化碳排放节点，从能源和运输结构优化，工艺产品优化，碳捕集、利用和封存等方面提出进一步改进的建议。

附录 1 煤化工行业建设项目二氧化碳排放节点识别

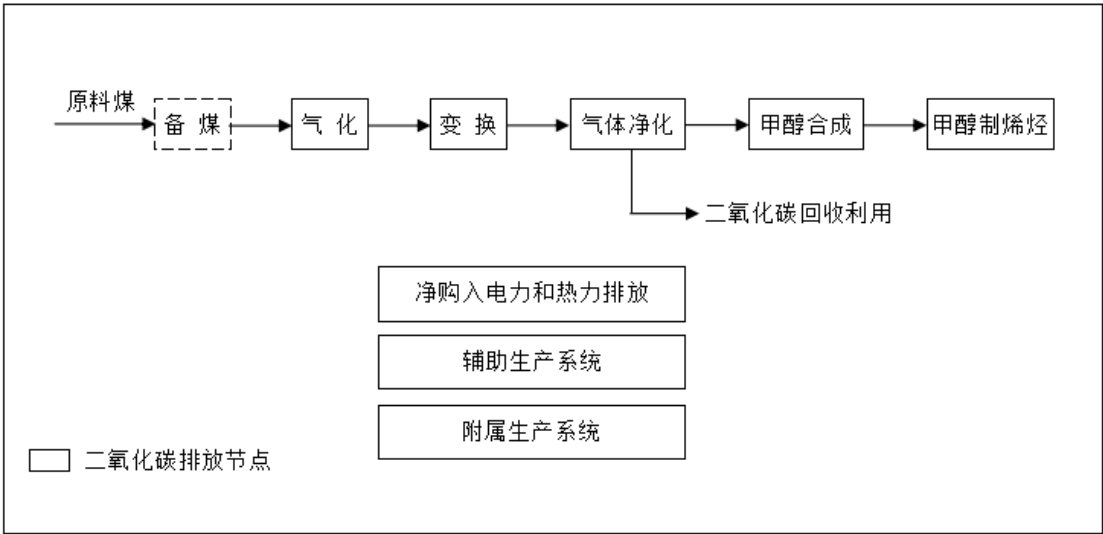
(资料性附录)

煤化工建设项目二氧化碳主要排放节点识别见表 1-1、典型煤化工产品二氧化碳主要排放节点识别示意图见附图 1。

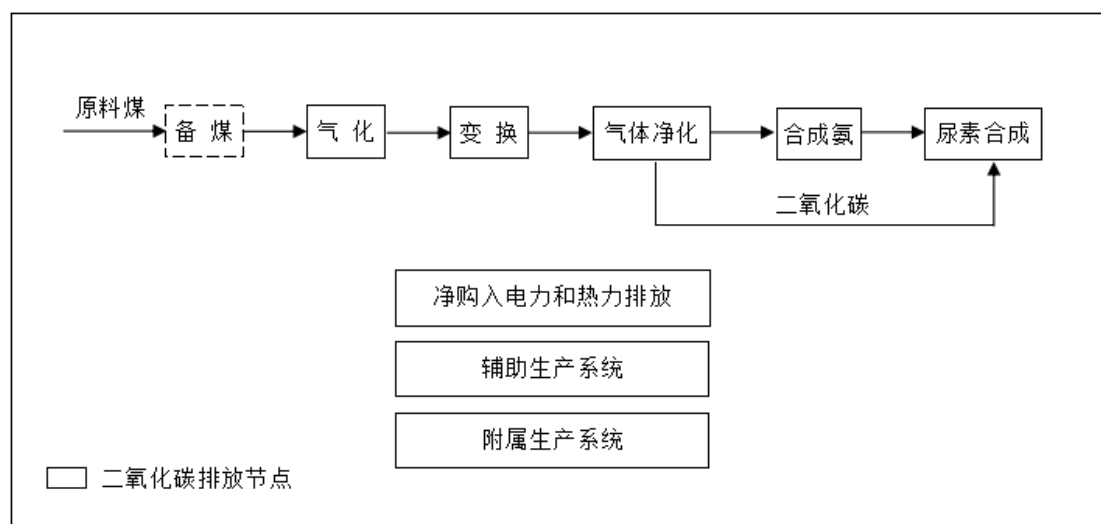
表 1-1 煤化工行业建设项目二氧化碳主要排放节点识别

排放类型	生产系统	主要排放二氧化碳设备/设施	二氧化碳来源
燃料燃烧排放	动力系统	锅炉	燃料煤、燃料油、燃料气、天然气等化石燃料
	公辅设施	机动车辆	柴油、汽油等
工业生产过程排放	气化	气化炉	原料煤，其他碳氢化合物、碳酸盐等含碳原（辅）料
	变换	变换炉	
	气体净化	低温甲醇洗	
	下游化工产品合成	甲醇合成装置等	
	...	...	
净购入电力、热力产生的排放	/	用电设备、蒸汽及热水使用设备	电力、热力间接排放

注：具体建设项目中涉及其他含碳原料的，应补充识别其碳素来源。



附图 1-1 典型煤化工产品（甲醇、烯烃）二氧化碳主要排放节点识别示意图



附图 1-2 典型煤化工产品（合成氨、尿素）二氧化碳主要排放节点识别示意图

附录 2 二氧化碳排放核算方法

（资料性附录）

建设项目二氧化碳排放量核算推荐采用本指南给出的核算方法。该核算方法以表 2-1 中相关标准为基础，结合环境影响评价实际需要，明确了工序核算边界和物料分类、完善了核算公式、更新了部分参数。如建设项目除煤化工生产以外，还存在其他产生二氧化碳的生产活动，则应按照相关行业的温室气体排放核算与报告要求中提供的方法核算其二氧化碳排放量，并汇总全部二氧化碳排放量。

一、二氧化碳排放核算方法依据

表 2-1 二氧化碳排放核算方法依据

序号	标准名称
1	《GB/T 32150 工业企业温室气体排放核算和报告通则》
2	《GB/T 32151.10 温室气体排放核算与报告要求 第 10 部分：化工生产企业》
3	《工业企业污染治理设施污染物去除协同控制温室气体核算技术指南（试行）》

二、二氧化碳排放核算方法

建设项目二氧化碳排放量为其核算边界内化石燃料燃烧产生的二氧化碳排放量、工业生产过程产生的二氧化碳排放量及净购入电力和热力所对应的二氧化碳排放量之和，同时扣除回收且外供的二氧化碳的量（如果有），按公式（1）计算。

$$E_{\text{总}} = E_{\text{燃烧}} + E_{\text{过程}} + E_{\text{净购入电力和热力}} - E_{\text{外供}} \quad (1)$$

式中：

$E_{\text{总}}$ —二氧化碳排放总量，单位为吨二氧化碳（tCO₂）；

$E_{\text{燃烧}}$ —化石燃料燃烧二氧化碳排放量，单位为吨二氧化碳（tCO₂）；

$E_{\text{过程}}$ —工业生产过程二氧化碳排放量，单位为吨二氧化碳（tCO₂）；

$E_{\text{净购入电力和热力}}$ —净购入电力和热力对应的二氧化碳排放量，单位为吨二氧化碳（tCO₂）；

$E_{\text{外供}}$ —二氧化碳回收且外供的量，单位为吨二氧化碳（tCO₂）。

（一）化石燃料燃烧产生的二氧化碳排放

1. 计算公式

化石燃料燃烧活动产生的二氧化碳排放量按公式（2）计算。

$$E_{\text{燃烧}} = \sum_{i=1}^n (AD_i \times CC_i \times OF_i \times \frac{44}{12}) \quad (2)$$

式中：

$E_{\text{燃烧}}$ —化石燃料燃烧二氧化碳排放量，单位为吨二氧化碳（ tCO_2 ）；

i —燃料种类；

AD_i —第 i 种燃料燃烧消耗量，对固体或液体燃料，单位为吨（ t ）；对气体燃料，单位为万标立方米（ 万 Nm^3 ）；

CC_i —第 i 种燃料的含碳量，对固体和液体燃料，单位为吨碳每吨（ tC/t ）；对气体燃料，单位为吨碳每万标立方米（ tC/万 Nm^3 ）；

OF_i —第 i 种燃料的碳氧化率。

2.活动数据

现有项目燃料消耗量根据核算期内各种化石燃料购入量、外销量、库存变化量以及除煤化工生产之外的其他消耗量来确定各自的消耗量。化石燃料购入量、外销量采用采购单或销售单等结算凭证上的数据，库存变化量采用计量工具读数或其他符合要求的方法来确定，煤化工生产之外的其他消耗量依据企业能源平衡表获取，采用公式（3）计算。

消耗量=购入量+（期初库存量-期末库存量）-煤化工生产之外的其他消耗量-外销量（3）

新建项目燃料消耗量根据设计资料确定各种化石燃料的消耗量。

3.排放因子

有条件的企业可自行或委托有资质的专业机构定期检测燃料的含碳量，对常见的化石燃料也可定期检测燃料的低位发热量，按公式（4）计算燃料的含碳量。

$$CC_i = NCV_i \times EF_i \quad (4)$$

式中：

CC_i —第 i 种燃料的含碳量，对固体和液体燃料，单位为吨碳每吨（ tC/t ）；对气体燃料，单位为吨碳每万标立方米（ tC/万 Nm^3 ）；

NCV_i —第 i 种化石燃料的平均低位发热量，对固体或液体燃料，单位为吉焦每吨（ GJ/t ）；对气体燃料，单位为吉焦每万标立方米（ GJ/万 Nm^3 ）；

EF_i —第 i 种化石燃料的单位热值含碳量，单位为吨碳每吉焦（ tC/GJ ）。

化石燃料的平均低位发热量、单位热值含碳量和碳氧化率优先采用实测值，也可采用附录 2 表 2-2 中推荐值。

（二）工业生产过程的二氧化碳排放

1.计算公式

工业生产过程中的二氧化碳主要包括化石燃料和其他含碳化合物用作原料产生的温室气体排放（ $E_{\text{原料}}$ ）、碳酸盐使用过程（如石灰石、白云石等用作原材料、助熔剂或脱硫剂等）产生的温室气体排放（ $E_{\text{碳酸盐}}$ ），排放量按公式（5）计算。

$$E_{\text{过程}} = E_{\text{原料}} + E_{\text{碳酸盐}} \quad (5)$$

式中：

$E_{\text{过程}}$ —工业生产过程中的二氧化碳排放量，单位为吨二氧化碳（ tCO_2 ）；

$E_{\text{原料}}$ —化石燃料和其他含碳化合物用作原料产生的二氧化碳排放量，单位为吨二氧化碳（ tCO_2 ）；

$E_{\text{碳酸盐}}$ —碳酸盐使用过程中产生的二氧化碳排放量，单位为吨二氧化碳（ tCO_2 ）。

1) 工业生产过程产生的二氧化碳排放按公式(6)计算。

$$E_{\text{原料}} = \left\{ \sum_{j=1}^n (AD_j \times CC_j) - \left[\sum_{p=1}^n (AD_p \times CC_p) + \sum_{w=1}^n (AD_w \times CC_w) \right] \right\} \times \frac{44}{12} \quad (6)$$

式中:

$E_{\text{原料}}$ —化石燃料和其他含碳化合物用作原料产生的二氧化碳排放量,单位为吨二氧化碳(tCO_2);

j —第 j 种原料,如具体品种的化石燃料、具体名称的含碳化合物、碳电极以及二氧化碳原料;

AD_j —第 j 种原料的投入量,对固体或液体原料,单位为吨(t);对气体原料,单位为万标立方米(万 Nm^3);

CC_j —第 j 种原料的含碳量,对固体或液体原料,单位为吨碳每吨(tC/t);对气体原料,单位为吨碳每万标立方米(tC/万 Nm^3);

p —第 p 种产品,包括各种具体名称的主产品、联名产品、副产品等;

AD_p —第 p 种产品的产量,对固体或液体产品,单位为吨(t);对气体产品,单位为万标立方米(万 Nm^3);

CC_p —第 p 种产品的含碳量,对固体或液体产品,单位为吨碳每吨(tC/t);对气体产品,单位为吨碳每万标立方米(tC/万 Nm^3);

w —流出核算单元且没有计入产品范畴的其他含碳输出物种类,如炉渣、除尘灰等含碳的废弃物;

AD_w —第 w 种未计入产品范畴含碳输出物的输出量;单位为吨(t);

CC_w —第 w 种未计入产品范畴含碳输出物的含碳量,单位为吨碳每吨(tC/t)。

2) 碳酸盐使用过程中产生的二氧化碳排放按公式(7)计算。

$$E_{\text{碳酸盐}} = \sum_{i=1}^n (AD_i \times EF_i \times PUR_i) \quad (7)$$

式中:

$E_{\text{碳酸盐}}$ —碳酸盐使用过程中产生的二氧化碳排放量,单位为吨二氧化碳(tCO_2);

i —第 i 种碳酸盐,如果使用的是多种碳酸盐组成的混合物,应分别考虑每种碳酸盐的种类;

AD_i —第 i 种碳酸盐用于原料、助溶剂、脱硫剂等的总消费量,单位为吨(t);

EF_i —第 i 种碳酸盐的二氧化碳排放因子,单位为吨二氧化碳每吨碳酸盐($\text{tCO}_2/\text{t 碳酸盐}$),每种碳酸盐的二氧化碳排放因子可参考附录2表2-3中的推荐值;

PUR_i —第 i 种碳酸盐以质量分数表示的纯度,以%表示。

2.活动数据

现有项目含碳物料的消耗量采用公式(4)计算,含碳物料的购入量采用采购单等结算凭证上的数据。新建项目原料消耗量根据设计资料确定。

3.排放因子

具备条件的企业可委托有资质的专业机构进行检测,也可采用与相关方结算凭证中提供的检测值;含碳量优先采用实测值。企业无实测值时,化石燃料作为原料的含碳量可参照附录 2 表 2-2 取值;其他原料、产品和含碳输出物的含碳量,可根据物质成分或纯度来计算获取,或参照附录 2 表 2-3 推荐值。

(三) 净购入电力和热力对应的二氧化碳排放

1.计算公式

净购入电力和热力对应的二氧化碳排放量按公式(8)计算。

$$E_{\text{净购入电力和热力}} = E_{\text{净购入电力}} + E_{\text{净购入热力}} \quad (8)$$

式中:

$E_{\text{净购入电力}}$ —净购入电力消耗对应的二氧化碳排放量,单位为吨二氧化碳(tCO₂);

$E_{\text{净购入热力}}$ —净购入热力消耗对应的二氧化碳排放量,单位为吨二氧化碳(tCO₂)。

1) 净购入电力消耗对应的二氧化碳排放量按公式(9)计算。

$$E_{\text{净购入电力}} = AD_{\text{净购入电力}} \times EF_{\text{电力}} \quad (9)$$

式中:

$AD_{\text{净购入电力}}$ —净购入电力消耗量,单位为兆瓦时(MWh);

$EF_{\text{电力}}$ —电力的二氧化碳排放因子,单位为吨二氧化碳每兆瓦时(tCO₂/MWh)。

2) 净购入热力消耗对应的二氧化碳排放量按公式(10)计算。

$$E_{\text{净购入热力}} = AD_{\text{净购入热力}} \times EF_{\text{热力}} \quad (10)$$

式中:

$AD_{\text{净购入热力}}$ —净购入热力消耗量,单位为吉焦(GJ);

$EF_{\text{热力}}$ —热力的二氧化碳排放因子,单位为吨二氧化碳每吉焦(tCO₂/GJ)。

净购入热力消耗量包括净购入热水和净购入蒸汽的消耗量,按公式(11)计算。

$$AD_{\text{净购入热力}} = AD_{\text{净购入热水}} + AD_{\text{净购入蒸汽}} \quad (11)$$

式中:

$AD_{\text{净购入热水}}$ —净购入热水的热量,单位为吉焦(GJ);

$AD_{\text{净购入蒸汽}}$ —净购入蒸汽的热量,单位为吉焦(GJ)。

a) 以质量单位计量的热水可按公式(12)转换为热量单位。

$$AD_{\text{净购入热水}} = Ma_w \times (T_w - 20) \times 4.1868 \times 10^{-3} \quad (12)$$

式中:

$AD_{\text{净购入热水}}$ —净购入热水的热量,单位为吉焦(GJ);

Ma_w —热水的质量,单位为吨(t);

T_w —热水的温度,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可按公式 (13) 转换为热量单位。

$$AD_{\text{净购入蒸汽}} = Ma_{st} \times (En_{st} - 83.74) \times 10^{-3} \quad (13)$$

式中：

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附录 2 表 2-5 和表 2-6。

2.活动数据

现有项目电力的活动数据以电表记录的读数为准，也可采用电费发票或者结算单等结算凭证上的数据；热力的活动数据以企业的热力表记录的读数为准，也可采用供应商提供的热力费发票或者结算单等结算凭证上的数据。

新建项目电力和热力的活动数据根据设计资料确定。

3.排放因子

电力和热力的二氧化碳排放因子可采用附录 2 表 2-4 中推荐值，企业外购非化石能源电力的排放因子按 0 计算。

（四）回收且外供二氧化碳减少的排放

二氧化碳作为产品外供的，应从排放中扣除，计算方法见公式 (14)：

$$E_{\text{外供}} = \sum_{i=1}^n (Q \times PUR_i \times \rho_i \times GWP_i) \quad (14)$$

式中：

$E_{\text{外供}}$ —回收且外供的二氧化碳的量，单位为吨二氧化碳（tCO₂）；

Q —回收外供的二氧化碳体积，单位为万标立方米（万 Nm³）；

PUR_i —第 i 种外供温室气体的纯度（体积分数），以%表示；

ρ —标准状况下第 i 种温室气体的密度，单位为吨二氧化碳每万标立方米（t/万 Nm³）。

CO₂ 取值为 19.77；

GWP —第 i 种温室气体的全球增温潜势值，二氧化碳取值为 1。

2.活动数据

现有项目根据核算期内的外供二氧化碳销售量、库存变化量来确定各自的产量。销售量采用销售单等结算凭证上的数据，库存变化量采用计量工具读数或其他符合要求的方法来确定，采用公式 (15) 计算。

$$\text{产量} = \text{销售量} + (\text{期初库存量} - \text{期末库存量}) \quad (15)$$

新建项目根据设计资料确定外供二氧化碳的量。

三、排放因子参考表

表 2-2 常用化石燃料相关参数推荐值

燃料品种		计量单位	低位发热量 (GJ/t, GJ/万 Nm ³)	单位热值含碳量 (tC/TJ)	燃料碳氧 化率
固	无烟煤	吨	26.7	27.4	94%

燃料品种		计量单位	低位发热量 (GJ/t, GJ/万 Nm ³)	单位热值含碳量 (tC/TJ)	燃料碳氧化率
固体燃料	烟煤	吨	19.57	26.1	93%
	褐煤	吨	11.9	28.0	96%
	洗精煤	吨	26.344	25.41	90%
	型煤	吨	17.46	33.6	90%
	其他煤制品	吨	17.46	33.6	98%
	焦炭	吨	28.435	29.5	93%
液体燃料	原油	吨	41.816	20.1	98%
	燃料油	吨	41.816	21.1	98%
	汽油	吨	43.07	18.9	98%
	柴油	吨	42.652	20.2	98%
	煤油	吨	43.07	19.6	98%
	液化天然气	吨	44.2	17.2	98%
	液化石油气	吨	50.179	17.2	98%
	焦油	吨	33.453	22.0	98%
	其他石油制品	吨	40.2	20.0	98%
气体燃料	天然气	万立方米	389.31	15.30	99%
	高炉煤气	万立方米	33.00	70.80	99%
	转炉煤气	万立方米	84.00	49.60	99%
	焦炉煤气	万立方米	179.81	13.58	99%
	炼厂干气	吨	45.998	18.2	99%
	其他煤气	万立方米	52.27	12.20	99%

注：1.若企业直接购入动力煤应将其购入量按表中所列煤种拆分；

2.洗精煤、焦炭、原油、燃料油、汽油、柴油、煤油、炼厂干气、液化石油气、焦油、天然气、焦炉煤气和其他煤气的低位发热量来源于《中国能源统计年鉴 2022》，无烟煤、褐煤、液化天然气、其他石油制品的低位发热量来源于《2006 年 IPCC 国家温室气体清单指南》，其他燃料的低位发热量来源于《中国温室气体清单研究》（2007）；

3.焦油、高炉煤气的单位热值含碳量来源于《2006 年 IPCC 国家温室气体清单指南》，转炉煤气的单位热值含碳量来源于《中国温室气体清单研究》（2007），其他燃料的单位热值含碳量来源于《省级温室气体清单编制指南（试行）》；

4. 国家或地方有更新相关要求的，从其规定。

表 2-3 常见碳酸盐的 CO₂ 排放因子缺省值

产品名称	排放因子 (t CO ₂ /t 碳酸盐)
CaCO ₃	0.4397
MgCO ₃	0.5220
Na ₂ CO ₃	0.4149
NaHCO ₃	0.5237
FeCO ₃	0.3799

MnCO ₃	0.3829
BaCO ₃	0.2230
Li ₂ CO ₃	0.5955
K ₂ CO ₃	0.3184
SrCO ₃	0.2980
CaMg(CO ₃) ₂	0.4773

注：数据来源于《GB/T 32151.10 温室气体排放核算与报告要求 第 10 部分：化工生产企业》，国家或地方有更新相关要求的，从其规定。

表 2-4 其他排放因子和参数推荐值

名称	单位	二氧化碳排放因子
电力	tCO ₂ /MWh	0.6191
热力	tCO ₂ /GJ	0.11

注：1.山东省 2023 年省级电力平均二氧化碳排放因子为 0.6191 tCO₂ /MWh，国家或地方有更新相关要求的，从其规定。

表 2-5 饱和蒸汽热焓表

压力 (MPa)	温度 (°C)	焓 (kJ/kg)	压力 (MPa)	温度 (°C)	焓 (kJ/kg)
0.001	6.98	2513.8	1.00	179.88	2777.0
0.002	17.51	2533.2	1.10	184.06	2780.4
0.003	24.10	2545.2	1.20	187.96	2783.4
0.004	28.98	2554.1	1.30	191.6	2786.0
0.005	32.90	2561.2	1.40	195.04	2788.4
0.006	36.18	2567.1	1.50	198.28	2790.4
0.007	39.02	2572.2	1.60	201.37	2792.2
0.008	41.53	2576.7	1.70	204.3	2793.8
0.009	43.79	2580.8	1.80	207.1	2795.1
0.010	45.83	2584.4	1.90	209.79	2796.4
0.015	54.00	2598.9	2.00	212.37	2797.4
0.020	60.09	2609.6	2.20	217.24	2799.1
0.025	64.99	2618.1	2.40	221.78	2800.4
0.030	69.12	2625.3	2.60	226.03	2801.2
0.040	75.89	2636.8	2.80	230.04	2801.7
0.050	81.35	2645.0	3.00	233.84	2801.0
0.060	85.95	2653.6	3.50	242.54	2801.3
0.070	89.96	2660.2	4.00	250.33	2799.4
0.080	93.51	2666.0	5.00	263.92	2792.8
0.090	96.71	2671.1	6.00	275.56	2783.3
0.10	99.63	2675.7	7.00	285.8	2771.4
0.12	104.81	2683.8	8.00	294.98	2757.5
0.14	109.32	2690.8	9.00	303.31	2741.8

压力 (MPa)	温度 (°C)	焓 (kJ/kg)	压力 (MPa)	温度 (°C)	焓 (kJ/kg)
0.16	113.32	2696.8	10.0	310.96	2724.4
0.18	116.93	2702.1	11.0	318.04	2705.4
0.20	120.23	2706.9	12.0	324.64	2684.8
0.25	127.43	2717.2	13.0	330.81	2662.4
0.30	133.54	2725.5	14.0	336.63	2638.3
0.35	138.88	2732.5	15.0	342.12	2611.6
0.40	143.62	2738.5	16.0	347.32	2582.7
0.45	147.92	2743.8	17.0	352.26	2550.8
0.50	151.85	2748.5	18.0	356.96	2514.4
0.60	158.84	2756.4	19.0	361.44	2470.1
0.70	164.96	2762.9	20.0	365.71	2413.9
0.80	170.42	2768.4	21.0	369.79	2340.2
0.90	175.36	2773.0	22.0	373.68	2192.5

表 2-6 过热蒸汽热焓表

单位: 千焦/千克

温度 °C	压力 (MPa)											
	0.01	0.1	0.5	1	3	5	7	10	14	20	25	30
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	2611.3	251.2	251.2	251.9	253.6	255.3	256.9	259.4	262.8	267.8	272	276.1
80	2649.3	335	335.3	335.7	337.3	338.8	340.4	342.8	346	350.8	354.8	358.7
100	2687.3	2676.5	419.4	419.7	421.2	322.7	424.2	426.5	429.5	434	437.8	441.6
120	2725.4	2716.8	503.9	504.3	505.7	507.1	508.5	510.6	513.5	517.7	521.3	524.9
140	2763.6	2756.6	589.2	589.5	590.8	592.1	593.4	595.4	598	602	606.4	603.1
160	2802	2796.2	2767.3	675.7	676.9	678	679.2	681	683.4	687.1	690.2	693.3
180	2840.6	2835.7	2812.1	2777.3	764.1	765.2	766.2	767.8	769.9	773.1	775.9	778.7
200	2879.3	2875.2	2855.5	2827.5	853	853.8	854.6	855.9	857.7	860.4	862.8	856.2
220	2918.3	2914.7	2898	2874.9	943.9	944.4	945.0	946	947.2	949.3	951.2	953.1
240	2957.4	2954.3	2939.9	2920.5	2823	1037.8	1038	1038.4	1039.1	1040.3	1041.5	1024.8
260	2996.8	2994.1	2981.5	2964.8	2885.5	1135	1134.7	1134.3	1134.1	1134	1134.3	1134.8
280	3036.5	3034	3022.9	3008.3	2941.8	2857	1236.7	1235.2	1233.5	1231.6	1230.5	1229.9
300	3076.3	3074.1	3064.2	3051.3	2994.2	2925.4	2839.2	1343.7	1339.5	1334.6	1331.5	1329
350	3177	3175.3	3167.6	3157.7	3115.7	3069.2	3017	2924.2	2753.5	1648.4	16226.4	1611.3
400	3279.4	3278	3217.8	3264	3231.6	3196.9	3159.7	3098.5	3004	2820.1	2583.2	2159.1
420	3320.9	3319.6	3313.8	3306.6	3276.9	3245.4	3211	3155.9	3072.7	2917	2730.7	2424.7
440	3362.5	3361.3	3355.9	3349.3	3321.9	3293.2	3262.3	3213.4	3141.4	3013.9	2878.3	2690.3
450	3383.3	3382.2	3377.1	3370.7	3344.4	3316.8	3288	3242.2	3175.8	3062.4	2952.1	2823.1
460	3404.4	3403.3	3398.3	3392.1	3366.8	3340.4	3312.4	3268.5	3205.2	3097.9	2994.6	2875.2
480	3446.6	3445.6	3440.9	3435.1	3411.6	3387.2	3361.3	3321.3	3264.1	3169	3079.8	2979.5
500	3488.9	3487.9	3483.7	3478.3	3456.4	3433.8	3410.2	3374.1	3323	3240.2	3165	3083.9

温度 ℃	压力 (MPa)											
	0.01	0.1	0.5	1	3	5	7	10	14	20	25	30
520	3531.8	3530.9	3526.9	3521.8	3501.2	3480.1	3458.6	3425.1	3378.4	3303.7	3237	3166.1
540	3574.7	3573.9	3570.1	3565.4	3546.1	3526.4	3506.4	3475.4	3432.5	3364.6	3304.7	3241.7
550	3593.2	3595.4	3591.7	3587.2	3568.6	3549.6	3530.2	3500.4	3459.2	3394.3	3337.3	3277.7
560	3618	3617.2	3613.6	3609.2	3591.1	3572.7	3554.1	3525.4	3485.8	3423.6	3369.2	3312.6
580	3661.6	3660.8	3657.5	3653.3	3636.3	3619	3601	3574.9	3538.2	3480.9	3431.2	3379.8
600	3705.2	3704.5	3701.4	3697.4	3681.5	3665.4	3649	3624	3589.8	3536.9	3491.2	3444.2

附录 3 主要煤化工产品二氧化碳排放绩效水平参考值

（资料性附录）

表 3-1 主要煤化工产品二氧化碳排放绩效水平参考值

产品	绩效水平	二氧化碳排放绩效 (tCO ₂ /t 产品)	工艺简述
甲醇	I 级	2.3	以煤气化为源头制取甲醇
	II级	3.1	
烯烃	I 级	1.2	甲醇制烯烃 MTO
	II级	2.0	
合成氨	I 级	3.3	以煤气化为源头制取合成氨
	II级	4.4	
尿素	I 级	3.2	以煤气化为源头，以合成氨 及 CO ₂ 生产尿素
	II级	3.9	

注：参考值适用于山东省内依据本指南核算方法、核算边界和排放因子计算得出的 CO₂ 排放绩效值。

附录 4 二氧化碳排放监测计划

（资料性附录）

表 4-1 监测计划参考表

序号	监测内容	监测频次
1	煤炭等固体燃料低位发热量、含碳量	每批次入厂时或每月一次
2	柴油、汽油等液体燃料低位发热量、含碳量	每批次入厂时或每季度一次
3	煤气、天然气等气体燃料低位发热量、含碳量	每批次入厂时或每半年一次
4	固体原料、产品、固体废物含碳量	每月一次
5	碳酸盐等纯度	每月一次
6	化石燃料消耗量，原料、辅料、产品产量，固废产生量，购入电量和热量，输出电量和热量，二氧化碳回收且外供量等生产信息	每天一次

注：具备条件的建设项目可参照本附录列出监测计划，监测内容、频次可根据实际情况自行调整。

附录 5 现代煤化工行业建设项目温室气体排放环境影响评价专章编制大纲

（资料性附录）

现代煤化工行业建设项目温室气体排放环境影响评价专章编制大纲如下：

概述

1 总则

1.1 编制依据

1.2 评价指标

2 政策符合性分析

2.1 与国家、地方碳达峰、温室气体排放减量替代等政策文件符合性分析

2.2 与生态环境分区管控方案符合性分析

2.3 与规划和规划环境影响评价等符合性分析

3 现有工程二氧化碳排放分析

3.1 现有工程和被置换产能项目工程概况

3.2 核算边界

3.3 工艺流程及二氧化碳排放节点识别

3.4 二氧化碳排放核算与评价

3.5 减污降碳控制措施及减排潜力分析

4 拟建工程二氧化碳排放分析

4.1 拟建工程概况

4.2 核算边界

4.3 工艺流程及二氧化碳排放节点识别与分析

4.4 二氧化碳排放核算与评价

4.5 减污降碳控制措施及减排潜力分析

5 协同减污降碳措施可行性论证

5.1 降碳措施可行性论证

5.2 污染治理措施比选

6 二氧化碳排放管理要求与监测计划

7 温室气体排放评价结论与建议

附录 6 温室气体排放环境影响评价专章参考附表

(资料性附录)

表 6-1 降碳措施清单一览表

序号	生产工序	二氧化碳排放节点	具体降碳措施	预期降碳效果

表 6-2 建设项目二氧化碳排放量“三本账”

内容	现有工程	在建工程	拟建工程	“以新带老” 削减量	拟建工程实 施后全厂	变化 情况
二氧化碳排放总量 (t)						
单位产品二氧化碳排 放量 (tCO ₂ /t 产品)						

表 6-3 二氧化碳排放源清单

生产 工序	排放类 型 ¹	排放口 编号 ²	排放形式 ³	排放浓度 ⁴ (mg/m ³)	排放量 (t/a)	工序产 品产量 (t)	排放绩效 值 (t/t 产品)
	排放量合计						

注：¹化石燃料燃烧排放、工业生产过程排放、净购入电力和热力排放或外供二氧化碳减少的量；

²同时排放二氧化碳和污染物的排放口统一编号，只排放二氧化碳的排放口按照相应规则另行编号；

³对应排放类型为化石燃料燃烧排放、工业生产过程排放的填写有组织或无组织，其他排放类型不需填写；

⁴无组织排放源不需要填写。