

山东省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）

二〇二二年五月

目 录

| | |
|-----------------------------------|----|
| 前 言 | 1 |
| 1 适用范围 | 2 |
| 2 规范性及管理性引用文件 | 2 |
| 3 术语和定义 | 3 |
| 3.1 温室气体 | 3 |
| 3.2 温室气体排放 | 3 |
| 3.3 全球增温潜势（GWP） | 3 |
| 3.4 二氧化碳当量 | 3 |
| 3.5 温室气体排放量 | 3 |
| 3.6 核算边界 | 3 |
| 3.7 活动数据 | 3 |
| 3.8 排放因子 | 3 |
| 3.9 温室气体排放绩效 | 3 |
| 3.10 燃料燃烧排放 | 4 |
| 3.11 过程排放 | 4 |
| 3.12 净购入电力和热力产生的排放 | 4 |
| 3.13 温室气体回收利用 | 4 |
| 4 评价工作程序 | 4 |
| 5 评价内容 | 5 |
| 5.1 政策符合性分析 | 5 |
| 5.2 核算边界确定 | 5 |
| 5.3 现有工程温室气体排放分析 | 5 |
| 5.4 拟建工程温室气体排放分析 | 6 |
| 5.5 减污降碳措施可行性论证 | 7 |
| 5.6 温室气体排放管理要求与监测计划 | 7 |
| 5.7 评价结论与建议 | 7 |
| 附录 1 化工行业建设项目温室气体排放节点识别 | 8 |
| 附录 2 温室气体排放核算方法 | 10 |
| 附录 3 温室气体排放绩效水平参考值 | 22 |
| 附录 4 温室气体排放监测计划 | 22 |
| 附录 5 建设项目温室气体排放环境影响评价专章编制大纲 | 23 |
| 附录 6 温室气体排放环境影响评价专章参考附表 | 24 |

前 言

山东省是化工大省，化工行业温室气体排放分布广、总量大，为充分发挥环境影响评价制度的源头防控作用，实现减污降碳协同增效，按照《关于加强高耗能、高排放建设项目生态环境源头防控的指导意见》（环环评〔2021〕45号）和《关于开展重点行业建设项目碳排放环境影响评价试点的通知》（环办环评函〔2021〕346号）有关要求，结合山东省实际，制定本指南。

本指南规定了开展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、山东省建设项目环境评审服务中心、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：谢刚、彭岩波、谢朋、马召坤、吴彤、王勃、郑显鹏、孙希宁、徐祥功、吴德华、鞠甜甜、刘宏达、黄兴海。

山东省化工行业建设项目温室气体排放 环境影响评价技术指南

1 适用范围

本指南适用于山东省溴素、甲醛、氰尿酸等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。

硝酸、烧碱、纯碱、电石、乙烯、甲醇、氮肥、磷肥、钾肥、化学农药、合成橡胶等化工行业可参照使用，待相关行业技术指南发布后从其规定。

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 853 排污许可证申请与核发技术规范 石化工业

《中国化工生产企业温室气体排放核算方法与报告指南（试行）》（发改办气候〔2013〕2526号）

《氟化工企业温室气体排放核算方法与报告指南（试行）》（发改办气候〔2015〕1722号）

《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）》（发改办气候〔2015〕1722号）

《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）》（发改办气候〔2011〕1041号）

《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）

《中共中央 国务院关于深入打好污染防治攻坚战的意见》（2021年11月2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）

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：本指南涉及的温室气体指二氧化碳（CO₂）、甲烷（CH₄）、氧化亚氮（N₂O）、氢氟碳化物（HFCs）、全氟碳化物（PFCs）、六氟化硫（SF₆）。

3.2 温室气体排放

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产生的温室气体排放，以及因使用外购的电力和热力等所导致的温室气体排放。

3.3 全球增温潜势（GWP）

将单位质量的某种温室气体在给定时间段内辐射强迫的影响与等量二氧化碳辐射强度影响相关联的系数。

3.4 二氧化碳当量

在辐射强度上与某种温室气体质量相当的二氧化碳的量。温室气体二氧化碳当量等于给定气体的质量乘以它的全球增温潜势值。

3.5 温室气体排放量

以二氧化碳当量表示温室气体排放数量，简称温室气体排放量。计量单位为“吨二氧化碳当量（tCO₂e）”。

3.6 核算边界

与建设项目生产经营活动相关的温室气体排放的范围。

3.7 活动数据

导致温室气体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、原材料的使用量、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温室气体排放量的系数。

3.9 温室气体排放绩效

建设项目在生产运行阶段单位产品（或单位主产品）温室气体排放量。

3.10 燃料燃烧排放

煤、油、气等化石燃料在各种类型的固定燃烧设备（如锅炉、煅烧炉、窑炉、熔炉、内燃机等）或移动燃烧设备（厂内机动车辆、非道路移动机械等）中发生氧化燃烧过程产生的温室气体排放。

3.11 过程排放

在生产、废弃物处理处置等过程中除燃料燃烧之外的物理或化学变化造成的温室气体排放。

3.12 净购入电力和热力产生的排放

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温室气体排放。

3.13 温室气体回收利用

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温室气体。

4 评价工作程序

在环境影响报告书编制期间，应同步开展温室气体排放环境影响评价，作为专章纳入环评文件。主要工作内容包括政策符合性分析、核算边界确定、温室气体排放节点识别与分析、温室气体排放核算与评价、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。

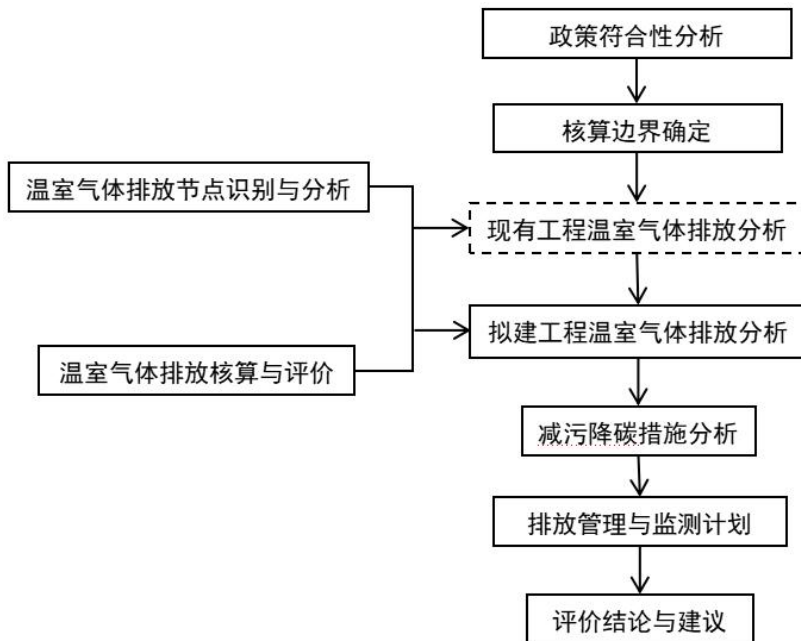


图 1 化工行业建设项目温室气体排放环境影响评价工作程序

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、识别温室气体排放节点的基础上，以核算温室气体排放量、排放绩效和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，分析拟建项目温室气体排放与国家、地方和化工行业碳达峰行动方案、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

新建项目以项目范围为核算边界，核算项目范围内各生产系统的温室气体排放量。生产系统包括主要生产系统、辅助生产系统及直接为生产服务的附属生产系统。其中，主要生产系统包括主要生产工序的所有生产设施及配套的环保设施；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。

改扩建及异地搬迁项目核算边界还应考虑现有工程边界。

企业主要化工产品的核算边界，应重点以该产品的主要生产系统和辅助生产系统为核算边界；多种产品共用主要生产系统或辅助生产系统时，可根据实际使用或消耗情况确定每种产品的消耗占比。

5.3 现有工程温室气体排放分析

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，也可依据评价所需温室气体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、工业生产过程、净购入电力和热力，以及温室气体回收利用等方面全面识别温室气体排放节点（识别方法参照附录1），核算现有工程评价基准年的温室气体排放量（核算方法参照附录2），并核算主要产品温室气体排放绩效。从源头防控、过程控制、末端治理、回收利用等方面调查现有工程已采取的降碳措施。

在建项目温室气体排放量，以在建项目环境影响评价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。

5.3.2 现状评价

改扩建项目现状评价以单位产品温室气体排放量作为温室气体排放绩效评价指标。

温室气体排放评价应首先以国家或省相关主管部门公开发布的化工行业温室气体排放绩效水平为评价依据，在国家或省相关主管部门发布前，以附录3确定的温室气体排放绩效II级水平参考值为评价依据，评价温室气体排放绩效水平；既无国家或省绩效水平值，本指南也未给出绩效参考值的产品，可根据实际自行开展绩效评价。

5.4 拟建工程温室气体排放分析

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，参考附录 1 给出的温室气体源流识别图和温室气体排放节点识别分类表，全面分析识别建设项目温室气体排放节点，在建设项目生产工艺流程图中给出温室气体排放情况和排放形式。鼓励分别以建设项目核算边界和主要生产装置为单元给出温室气体平衡图。

燃料燃烧过程温室气体排放识别，应明确建设项目化石燃料燃烧源中的燃料种类、消费量、含碳量、低位发热量和燃烧效率等。燃料燃烧排放包括煤、油、天然气等各种化石燃料在各种类型的固定燃烧设备（如锅炉、煅烧炉、窑炉、熔炉、内燃机等）或移动燃烧设备（如厂内机动车辆、非道路移动机械等）中发生氧化燃烧过程产生的温室气体排放。

工艺过程温室气体排放识别，应明确涉及温室气体排放的工业生产环节原料、辅料及其他物料种类、使用量和含碳量，明确火炬燃烧环节火炬气流量、组成及碳氧化率等参数。工艺过程排放应包括化石燃料作为原材料使用、化工生产过程化学反应、废弃物（含废水、废气和固废）处理处置、碳酸盐（如石灰石、白云石等）分解、硝酸和己二酸生产、氟化工生产等过程产生的温室气体排放。

温室气体回收利用温室气体排放识别，应明确外供量、体积分数等。

电力和热力温室气体排放识别，应明确购入量、输出量、区域平均供电排放因子、蒸汽温度和压力等。

5.4.2 温室气体排放量核算

完成温室气体排放节点识别后，根据温室气体产生环节、产生方式和治理措施，选定排放因子，参照附录 2 中的核算方法，核算建设项目及主要产品的温室气体排放量。生物质燃料燃烧产生的温室气体排放应单独核算并说明，但不计入温室气体排放总量。建设项目还应核算降碳措施的温室气体减排量。

建设项目温室气体排放因子优先采用实测值，不具备实测条件的，可采用附录 2 中的推荐值。

改扩建项目应分别核算现有、在建、拟建及改扩建项目实施后等情形下的温室气体排放量及其变化情况，建立建设项目温室气体排放量“三本账”。

5.4.3 温室气体排放评价

以建设项目单位产品温室气体排放量作为评价指标进行温室气体排放评价。温室气体排放评价应首先以国家或省相关主管部门公开发布的化工行业温室气体排放绩效水平为评价依据。在国家或省相关主管部门发布前，参考附录 3 确定的温室气体排放绩效 I 级水平值对主要产品绩效值进行评价，评价绩效水平，提出建设项目进一步降低温室气体排放的措施，分析减排潜力。温室气体排放绩效 I 级参考值基于特定原料、产品、燃料、生产工艺和污染治理技术等，若实际核算中出现较大偏差，应进行合理说明。

附录 3 未给出温室气体排放绩效参考值的产品，可根据本细分行业实际，参照同类工艺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，可根据实际自行开展绩效评价。

改扩建项目还应与现有工程主要产品温室气体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 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减污降碳措施可行性论证。

5.5.1 降碳措施可行性论证

建设项目应从源头防控、过程控制、末端治理、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，减少温室气体排放，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《国家重点节能低碳技术推广目录》（2017年本）《国家工业节能技术装备推荐目录（2017）》《国家工业节能技术装备推荐目录（2018）》《国家工业节能技术装备推荐目录（2019）》《国家工业节能技术装备推荐目录（2020）》《国家工业节能技术推荐目录（2021）》《山东省绿色低碳技术成果目录（2021年）》等国家和省已发布的节能降碳技术，减少温室气体排放。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

从温室气体排放控制角度，进行废气和废水污染治理设施比选。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、温室气体排放量小的污染防治措施。

5.6 温室气体排放管理要求与监测计划

5.6.1 管理要求

编制建设项目温室气体排放清单，提出温室气体排放管理要求。新建项目应提出温室气体排放管理台账记录要求；改扩建项目应提出完善温室气体排放台账记录的管理要求。

对于被列入全省“两高”行业和项目范围的，还应严格落实温室气体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或根据温室气体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

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

5.7.2 建议

根据项目温室气体排放节点，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 化工行业建设项目温室气体排放节点识别

(资料性附录)

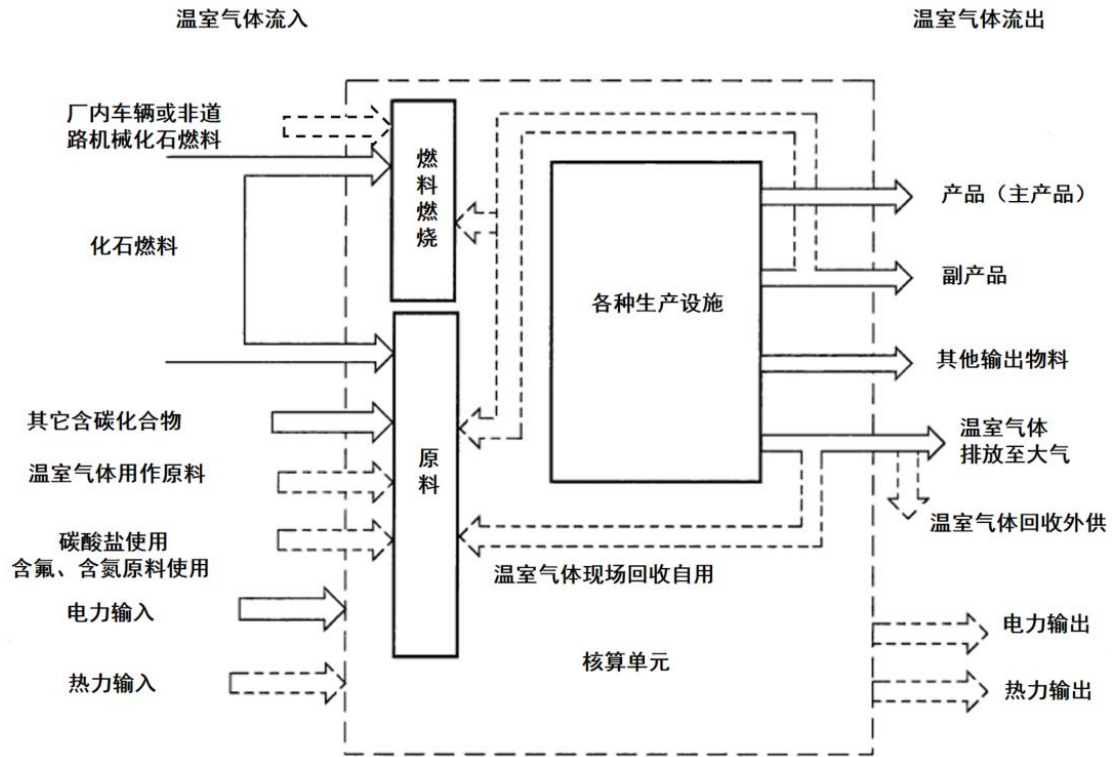


图 1-1 化工行业温室气体源流识别示意图

表 1-1 化工行业温室气体排放节点识别分类表

| 排放类型 | 设施举例 | 温室气体种类 | | | | | | |
|--------------------------------|-------------|----------------------------------|-----------------|------------------|------|------|-----------------|--|
| | | CO ₂ | CH ₄ | N ₂ O | HFCs | PFCs | SF ₆ | |
| 直接排放 | 燃料燃烧 | 锅炉、工业熔炉、工业窑炉等 | √ | | * | | | |
| | 厂内运输排放 | 非道路移动机械、厂内车辆、厂内铁路内燃机等 | √ | | | | | |
| | 工业过程排放 | 化石燃料和其它含碳化合物用作原材料反应装置 | √ | * | * | | | |
| | | 碳酸盐使用装置 | √ | | | | | |
| | | 硝酸生产装置 | | | √ | | | |
| | | 己二酸生产装置 | | | √ | | | |
| | | HCFC-22 生产装置 | | | | √ | | |
| | HFC-23 销毁装置 | | | | × | | | |
| HFCs/PFCs/SF ₆ 生产装置 | * | | | * | * | * | | |
| 温室气体外供 | 捕集、制取设备 | × | × | × | | | | |
| 间接排放 | 净购入电力和热力 | 电加热炉窑、电动机系统、泵系统等电力和蒸汽（热力）使用终端（各种 | √ | | | | | |

| | | | | | | | | |
|--|--|-------|--|--|--|--|--|--|
| | | 用热设备) | | | | | | |
|--|--|-------|--|--|--|--|--|--|

注：1.√表示该类排放节点主要排放的温室气体；*表示可能排放的温室气体；×表示可能要扣除回收或销毁的温室气体；

2.上表为温室气体排放节点识别分类表，具体识别中还可参考建设项目对应行业的《温室气体排放核算方法与报告指南》。

附录 2 温室气体排放核算方法

(资料性附录)

建设项目温室气体排放核算采用本指南给出的温室气体排放核算方法。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,完善了核算公式、更新了部分参数。如化工生产企业内部包含其他已发布温室气体排放核算方法的特定生产设施,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温室气体排放量,并汇总全部温室气体排放量。

一、温室气体排放核算方法依据

表 2-1 温室气体排放核算方法依据

| 序号 | 标准名称 |
|----|-------------------------------------|
| 1 | 《工业企业温室气体排放核算和报告通则》 |
| 2 | 《温室气体排放核算与报告要求 第 10 部分:化工生产企业》 |
| 3 | 《中国化工生产企业温室气体排放核算方法与报告指南(试行)》 |
| 4 | 《氟化工企业温室气体排放核算方法与报告指南(试行)》 |
| 5 | 《重点行业建设项目碳排放环境影响评价试点技术指南(试行)》 |
| 6 | 《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、温室气体排放核算方法

建设项目温室气体排放总量为燃料燃烧产生的温室气体排放、生产过程产生的温室气体排放、净购入电力和热力产生的温室气体排放之和,同时扣除回收且外供的温室气体的量(如果有),计算方法见公式(1):

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

式中:

$E_{\text{总}}$ —温室气体排放总量(tCO₂e);

$E_{\text{燃烧}}$ —燃料燃烧温室气体排放量(tCO₂e);

$E_{\text{过程}}$ —工业生产过程温室气体排放量(tCO₂e);

$E_{\text{净购入电力和热力}}$ —净购入电力和热力消耗温室气体排放总量(tCO₂e);

$E_{\text{外供}}$ —回收且外供的温室气体的量(tCO₂e)。

(一) 燃料燃烧排放

建设项目燃料燃烧产生的温室气体排放量($E_{\text{燃烧}}$)包括生产过程燃料燃烧和厂内运输过程燃料燃烧,计算方法包括含碳量计算法和低位发热量计算法。

1. 含碳量计算法

对于已知燃料含碳量的建设项目,可采用含碳量计算法,方法如下。

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

式中:

$E_{\text{燃烧}}$ —燃料燃烧温室气体排放量 (tCO₂e);

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 Nm³);

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 Nm³);

OF_i —第 i 种燃料的碳氧化率。

2. 低位发热量计算法

对于无法确定燃料含碳量的项目, 可以采用低位发热量法计算含碳量, 计算公式如下。

$$CC_i = NCV_i \times EF_i \quad (3)$$

式中:

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 Nm³);

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)。

既无燃料含碳量, 又无低位发热量实测值的建设项目, 其燃料低位发热量、碳氧化率可以采用附录 2 表 2-2 的推荐值。

(二) 工业生产过程排放

建设项目生产过程的温室气体排放 ($E_{\text{过程}}$) 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 ($E_{\text{原料}}$)、碳酸盐使用过程产生的温室气体排放 ($E_{\text{碳酸盐}}$)、硝酸生产过程产生的温室气体排放 ($E_{\text{硝酸}}$)、己二酸生产过程产生的温室气体排放 ($E_{\text{己二酸}}$)、HCFC-22 生产过程产生的温室气体排放 ($E_{\text{HCFC-22 生产}}$)、HFC-23 销毁转化成二氧化碳产生的温室气体排放 ($E_{\text{HFC-23 销毁转化}}$)、HFCs/PFCs/SF₆ 生产过程副产物及逃逸产生的温室气体排放 ($E_{\text{HFCs/PFCs/SF}_6}$), 计算方法见公式 (4):

$$E_{\text{过程}} = E_{\text{原料}} + E_{\text{碳酸盐}} + E_{\text{硝酸}} + E_{\text{己二酸}} + E_{\text{HCFC-22}} + E_{\text{HFC-23 销毁转化}} + E_{\text{HFCs/PFCs/SF}_6} \quad (4)$$

式中:

$E_{\text{过程}}$ —工业生产过程温室气体排放量 (tCO₂e);

$E_{\text{原料}}$ —化石燃料和其他含碳化合物用作原料温室气体排放量 (tCO₂e);

$E_{\text{碳酸盐}}$ —碳酸盐使用过程温室气体排放量 (tCO₂);

$E_{\text{硝酸}}$ —硝酸生产过程温室气体排放量 (tCO₂e);

$E_{\text{己二酸}}$ —己二酸生产过程温室气体排放量 (tCO₂e);

$E_{\text{HCFC-22 生产}}$ —HCFC-22 生产过程温室气体排放量 (tCO₂e);

$E_{\text{HFC-23 销毁转化}}$ —HFC-23 销毁转化成二氧化碳产生的温室气体排放量 (tCO₂e);

$E_{\text{HFCs/PFCs/SF}_6}$ —HFCs/PFCs/SF₆ 生产过程副产物及逃逸温室气体排放量 (tCO₂e)。

1. 化石燃料和其他含碳化合物用作原料温室气体排放

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, 根据原料输入的碳量以及产品输出的碳量, 按碳质量平衡法计算:

$$E_{\text{原料}} = \left\{ \sum_{j=1}^n (AD_j \times CC_j) - \left[\sum_{p=1}^n (AD_p \times CC_p) + \sum_{w=1}^n (AD_w \times CC_w) \right] \right\} \times \frac{44}{12} \quad (5)$$

式中：

$E_{\text{原料}}$ —化石燃料和其他含碳化合物用作原料温室气体排放量（ tCO_2e ）；

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 ）。

化石燃料作为原料的含碳量参照附录 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。

2. 碳酸盐使用过程的温室气体排放

碳酸盐使用过程中产生的二氧化碳排放，根据每种碳酸盐的使用量及其二氧化碳排放因子计算，见公式（6）：

$$E_{\text{碳酸盐}} = \sum_{i=1}^n (AD_i \times EF_i \times PUR_i) \quad (6)$$

式中：

$E_{\text{碳酸盐}}$ —碳酸盐使用过程中温室气体排放量（ tCO_2 ）；

i —第 i 中碳酸盐，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 2-4 中的推荐值；

PUR_i —第 i 中碳酸盐以质量分数表示的纯度，以%表示。

3. 硝酸生产过程的温室气体排放

硝酸生产过程中氨气高温催化氧化会生产副产品氧化亚氮，氧化亚氮排放量根据硝酸产量、不同生产技术的氧化亚氮生成因子、所安装的 NO_x /氧化亚氮尾气处理设备的氧化亚氮去除效率以及尾气处理设备使用率计算，见公式（7）：

$$E_{\text{硝酸}} = \sum_{i, k=1}^n [AD_i \times EF_i \times (1 - \eta_k \times \mu_k) \times 10^{-3}] \times GWP_{\text{N}_2\text{O}} \quad (7)$$

式中：

$E_{\text{硝酸}}$ —硝酸生产过程温室气体排放量 (tCO₂e);

i —第 i 种硝酸生产技术;

k —NO_x/氧化亚氮处理设备类型;

AD_i —第 i 种生产技术类型的硝酸产量, 单位为吨 (t);

EF_i —第 i 种生产技术类型的氧化亚氮生成因子, 单位为千克氧化亚氮每吨硝酸 (kgN₂O/tHNO₃), 硝酸生产技术类型及每种技术类型的氧化亚氮生成因子可参考附录 2 表 2-5;

η_k —第 k 种 NO_x/氧化亚氮处理设备类型的氧化亚氮去除率, 以%表示, NO_x/氧化亚氮尾气处理设备类型分类及其氧化亚氮去除率可参考附录 2 表 2-6;

μ_k —第 k 种 NO_x/氧化亚氮处理设备类型的使用率, 等于尾气处理设备运行时间与硝酸生产装置运行时间的比率, 以%表示;

GWP_{N_2O} —氧化亚氮的全球增温潜势值, 取值为 310。

4. 己二酸生产过程的温室气体排放

环己酮/环己醇混合物经硝酸氧化制取己二酸会生成副产品氧化亚氮, 氧化亚氮排放量可根据己二酸产量、不同生产工艺的氧化亚氮生成因子、所安装的 NO_x/氧化亚氮尾气处理设备的氧化亚氮去除效率以及尾气处理设备使用率计算, 见公式 (8):

$$E_{\text{己二酸}} = \sum_{i, k=1}^n [AD_i \times EF_i \times (1 - \eta_k \times \mu_k) \times 10^{-3}] \times GWP_{N_2O} \quad (8)$$

式中:

$E_{\text{己二酸}}$ —己二酸生产过程温室气体排放量 (tCO₂e);

i —第 i 种己二酸生产工艺, 分为硝酸氧化工艺、其他工艺两类;

k —NO_x/氧化亚氮处理设备类型;

AD_i —第 i 种生产工艺的己二酸产量, 单位为吨 (t);

EF_i —第 i 种生产工艺的氧化亚氮生成因子, 单位为千克氧化亚氮每吨己二酸 (kgN₂O/t C₆H₁₀O₄); 无检测数据时, 硝酸氧化制取己二酸生产工艺的氧化亚氮生成因子可取 300 kgN₂O/t C₆H₁₀O₄, 其他生产工艺的氧化亚氮生成因子可设为 0;

η_k —第 k 种 NO_x/氧化亚氮处理设备类型的氧化亚氮去除率, 以%表示, NO_x/氧化亚氮尾气处理设备类型分类及其氧化亚氮去除率可参考附录 2 表 2-7;

μ_k —第 k 种 NO_x/氧化亚氮处理设备类型的使用率, 等于尾气处理设备运行时间与己二酸生产装置运行时间的比率, 以%表示。

5. HCFC-22 生产过程产生的温室气体排放

HCFC-22 在生产过程中产生副产品 HFC-23, 建设项目可能回收部分 HFC-23 作为产品外售, 或安装 HFC-23 销毁装置销毁部分 HFC-23, 其余部分则排放到大气中。

如果安装了 HFC-23 销毁装置, 销毁装置所消耗的化石燃料产生的 CO₂ 排放。应按照“化石燃料燃烧”进行核算。

HCFC-22 生产过程的温室气体排放量 ($E_{\text{HCFC-22 生产}}$) 等于所有 HCFC-22 生产线的 HFC-23 产生温室气体排放量 ($E_{\text{HFC-23 产生}}$), 减去 HFC-23 回收温室气体减排量 ($E_{\text{HFC-23 回收}}$), 减去 HFC-23 销毁温室气体减排量 ($E_{\text{HFC-23 销毁}}$)。

$$E_{\text{HFC-22 生产}} = E_{\text{HFC-23 产生}} - E_{\text{HFC-23 回收}} - E_{\text{HFC-23 销毁}} \quad (9)$$

式中：

$E_{\text{HFC-22 生产}}$ —HFC-22 生产过程的温室气体排放量 (tCO₂e)；

$E_{\text{HFC-23 产生}}$ —HCFC-22 生产线的 HFC-23 产生温室气体排放量 (tCO₂e)；

$E_{\text{HFC-23 回收}}$ —HFC-23 回收温室气体减排量 (tCO₂e)；

$E_{\text{HFC-23 销毁}}$ —HFC-23 销毁温室气体减排量 (tCO₂e)。

$$E_{\text{HFC-23 产生}} = AD_{\text{HCFC-22}} \times EF_{\text{HCFC-22}} \times GWP_{\text{HFC-23}} \quad (10)$$

式中：

$AD_{\text{HCFC-22}}$ —HCFC-22 生产线的 HCFC-22 产量，单位为吨 (t)；

$EF_{\text{HCFC-22}}$ —HCFC-22 生产线的 HFC-23 生成因子，单位吨 HFC-23 每吨 HCFC-22 (tHFC-23/tHCFC-22)；生成因子应根据生产装置设计参数取值；

$GWP_{\text{HFC-23}}$ —HFC-23 的全球增温潜势值，取值为 11700。

$$E_{\text{HFC-23 回收}} = AD_{\text{HFC-23 回收}} \times GWP_{\text{HFC-23}} \quad (11)$$

式中：

$AD_{\text{HFC-23 回收}}$ —以产品形式回收的 HFC-23 量，单位为吨 (t)；

$GWP_{\text{HFC-23}}$ —HFC-23 的全球增温潜势值，取值为 11700。

$$E_{\text{HFC-23 销毁}} = (AD_{\text{HFC-23 入口}} - AD_{\text{HFC-23 出口}}) \times GWP_{\text{HFC-23}} \quad (12)$$

式中：

$AD_{\text{HFC-23 入口}}$ —进入 HFC-23 销毁装置的 HFC-23 量，单位为吨 (t)；

$AD_{\text{HFC-23 出口}}$ —由于不完全分解而从 HFC-23 销毁装置 (包括旁路) 排出的 HFC-23 量，单位为吨 (t)；

$GWP_{\text{HFC-23}}$ —HFC-23 的全球增温潜势值，取值为 11700。

6.HFC-23 销毁转化成 CO₂ 的排放量

HFC-23 的销毁处理，一方面减少了 HFC-23 的排放量，另一方面被销毁的 HFC-23 转化成 CO₂ 又增加了一部分 CO₂ 排放量。计算方法见公式 (13)：

$$E_{\text{HFC-23 销毁转化}} = AD_{\text{HFC-23 销毁}} \times \frac{44}{70} \times GWP_{\text{HFC-23}} \quad (13)$$

式中：

$E_{\text{HFC-23 销毁转化}}$ —HFC-23 销毁转化成二氧化碳产生的温室气体排放量 (tCO₂e)；

$AD_{\text{HFC-23 销毁}}$ —HFC-23 销毁装置实际销毁的 HFC-23 量，单位为吨 (t)；

$GWP_{\text{HFC-23}}$ —HFC-23 的全球增温潜势值，取值为 11700。

7.HFCs/PFCs/SF₆ 生产过程副产物及逃逸排放量

对 HFCs/PFCs/SF₆ 生产过程副产物及逃逸排放，推荐采用排放因子法计算，计算方法见公式 (14)：

$$E_{\text{HFCs/PFCs/SF6}} = AD_{\text{HFCs/PFCs/SF6}} \times EF_{\text{HFCs/PFCs/SF6}} \times GWP_{\text{HFCs/PFCs/SF6}} \quad (14)$$

式中：

$E_{\text{HFCs/PFCs/SF}_6}$ —HFCs/PFCs/SF₆生产过程副产物及逃逸温室气体排放量 (tCO₂e);

$AD_{\text{HFCs/PFCs/SF}_6}$ —某种 HFCs 或 PFCs 或 SF₆的产量, 单位为吨 (t);

$EF_{\text{HFCs/PFCs/SF}_6}$ —某种 HFCs 或 PFCs 或 SF₆生产过程的副产物及逃逸排放综合排放因子, 排放因子取值可参考附录 2 表 2-8;

$GWP_{\text{HFCs/PFCs/SF}_6}$ —某种 HFCs 或 PFCs 或 SF₆的全球增温潜势值, 可参照附录 2 表 2-9 取值。

(三) 净购入电力和热力消耗温室气体排放

净购入电力和热力消耗温室气体排放总量 ($E_{\text{净购入电力和热力}}$) 计算方法见公式 (15):

$$E_{\text{净购入电力和热力}} = E_{\text{净购入电力}} + E_{\text{净购入热力}} \quad (15)$$

式中:

$E_{\text{净购入电力}}$ —净购入电力消耗温室气体排放量 (tCO₂e);

$E_{\text{净购入热力}}$ —净购入热力消耗温室气体排放量 (tCO₂e)。

其中, 净购入电力消耗温室气体排放量 ($E_{\text{净购入电力}}$) 计算方法见公式 (16):

$$E_{\text{净购入电力}} = AD_{\text{净购入电量}} \times EF_{\text{电力}} \quad (16)$$

式中:

$AD_{\text{净购入电量}}$ —净购入电力消耗量 (MWh);

$EF_{\text{电力}}$ —电力排放因子 (tCO₂e/MWh), 可参照附录 2 表 2-10 取值。

其中, 净购入热力消耗温室气体排放量 ($E_{\text{净购入热力}}$) 计算方法见公式 (17):

$$E_{\text{净购入热力}} = AD_{\text{净购入热力}} \times EF_{\text{热力}} \quad (17)$$

式中:

$AD_{\text{净购入热力}}$ —净购入热力消耗量 (GJ);

$EF_{\text{热力}}$ —热力排放因子 (tCO₂e/GJ), 为 0.11tCO₂e/GJ。

净购入热力应包括净购入热水和净购入蒸汽:

$$AD_{\text{净购入热力}} = AD_{\text{热水}} + AD_{\text{蒸汽}} \quad (18)$$

a) 以质量为单位计量的热水可按公式 (19) 计算:

$$AD_{\text{热水}} = M_{\text{热水}} \times (T - 20) \times C \times 10^{-3} \quad (19)$$

式中:

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

$M_{\text{热水}}$ —热水质量, 单位为吨 (t);

T —热水的温度, 单位为摄氏度 (°C);

C —水在常温常压下的比热容, 取值为 4.1868 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 (20) 转换为热量单位:

$$AD_{\text{蒸汽}} = M_{\text{蒸汽}} \times (E_n - 83.74) \times 10^{-3} \quad (20)$$

式中:

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

$M_{\text{蒸汽}}$ —净购入蒸汽的质量，单位为吨（t）；

E_h —蒸汽所对应温度、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 2-11 和表 2-12。

（四）温室气外供减少的排放

温室气体作为产品外供的，应从温室气体排放中扣除，并单独计算温室气体排放量，计算方法见公式（21）：

$$E_{\text{外供}} = \sum_{i=1}^n (Q \times PUR_i \times \rho_i \times GWP_i) \quad (21)$$

式中：

$E_{\text{外供}}$ —回收且外供的温室气体的量（tCO₂e）；

Q —回收外供的温室气体体积，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，单位为吨温室气体每万标立方米（t/万 Nm³）。

CO₂取值为 19.77，N₂O 取值为 18，CH₄取值为 7.7。

GWP —第 i 种温室气体的全球增温潜势值，可参照附录 2 表 2-9 取值。

三、排放因子参考表

表 2-2 常用化石燃料相关参数缺省值

| 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 | |
|------|--------|----------|--|--------------------|--------|-----|
| 固体燃料 | 无烟煤 | 吨 | 26.7 | 27.4 | 94% | |
| | 烟煤 | 吨 | 19.570 | 26.1 | 93% | |
| | 褐煤 | 吨 | 11.9 | 28.0 | 96% | |
| | 洗精煤 | 吨 | 26.344 | 25.41 | 90% | |
| | 其他洗煤 | 洗中煤 | 吨 | 8.363 | 25.41 | 90% |
| | | 煤泥 | 吨 | 8.363~12.545 | | |
| | 型煤 | 吨 | 17.460 | 33.6 | 90% | |
| | 其他煤制品 | 吨 | 17.460 | 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 | 43.070 | 18.9 | 98% | |
| | 柴油 | 吨 | 42.652 | 20.2 | 98% | |
| | 煤油 | 吨 | 43.070 | 19.6 | 98% | |
| | 炼厂干气 | 吨 | 45.998 | 18.2 | 99% | |
| | 液化天然气 | 吨 | 44.2 | 17.2 | 98% | |
| | 液化石油气 | 吨 | 50.179 | 17.2 | 98% | |
| | 石脑油 | 吨 | 44.5 | 20.0 | 98% | |
| | 煤焦油 | 吨 | 33.453 | 22.0 | 98% | |
| | 粗苯 | 吨 | 41.816 | 22.7 | 98% | |
| | 其他石油制品 | 吨 | 40.2 | 20.0 | 98% | |
| | 气体燃料 | 天然气 | 万立方米 | 322.38~389.31 | 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 | 167.26~179.81 | 13.58 | 99% | |
| 其他煤气 | | 发生炉煤气 | 万立方米 | 52.27 | 12.20 | 99% |
| | | 重油催化裂解煤气 | 万立方米 | 192.35 | | |
| | | 重油热裂解煤气 | 万立方米 | 355.44 | | |
| | | 焦炭制气 | 万立方米 | 163.08 | | |
| | 压力气化煤气 | 万立方米 | 150.54 | | | |

注：1.若企业直接购入炼焦煤、动力煤应将其购入量按表中所列煤种拆分；

2.洗精煤、其他洗煤、焦炭、原油、燃料油、汽油、柴油、煤油、炼厂干气、液化石油气、煤焦油、粗苯、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 2020》，无烟煤、褐煤、液化天然气、石脑油、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.（煤）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》，粗苯、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）》。

表 2-3 常见化工产品的含碳量缺省值

| 产品名称 | 含碳量 (t C/t) |
|-------------------|-------------|
| 乙腈 | 0.5852 |
| 丙烯腈 | 0.6664 |
| 丁二烯 | 0.888 |
| 炭黑 | 0.970 |
| 乙烯 | 0.856 |
| 二氯乙烷 | 0.245 |
| 乙二醇 | 0.387 |
| 环氧乙烷 | 0.545 |
| 氰化氢 | 0.4444 |
| 甲醇 | 0.375 |
| 甲烷 | 0.749 |
| 乙烷 | 0.856 |
| 丙烷 | 0.817 |
| 丙烯 | 0.8563 |
| 氯乙烯单体 | 0.384 |
| 尿素 | 0.200 |
| 碳酸氢铵 | 0.1519 |
| 标准电石 ¹ | 0.314 |

¹根据电石产品在 20°C、101.3kPa 下的实际发气量按 300L/kg 折标。

注：数据来源于《中国化工生产企业温室气体排放核算方法与报告指南（试行）》。

表 2-4 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《中国化工生产企业温室气体排放核算方法与报告指南（试行）》。

表 2-5 硝酸生产过程氧化亚氮生成因子推荐值

| 技术类型 | 生成因子 kgN ₂ O/tHNO ₃ | 备注 |
|------|--|--|
| 高压法 | 13.9 | 高压法指氨的氧化和 NO _x 吸收均在 0.71MPa~1.2MPa 的压 |

| | | |
|------|-------|--|
| | | 力下进行 |
| 中压法 | 11.77 | 中压法指氨的氧化和 NO _x 吸收均在 0.35MPa~0.6MPa 的压力下进行 |
| 常压法 | 9.72 | 常压法指氨的氧化和 NO _x 吸收均在常压下进行 |
| 双加压法 | 8.0 | 双加压法指氨的氧化采用中压 (0.35MPa~0.6MPa), NO _x 吸收采用高压 (1.0MPa~1.5MPa) |
| 综合法 | 7.5 | 综合法指氨的氧化在常压下进行, NO _x 吸收在 0.3MPa~0.35MPa 下进行 |

注：数据来源为《省级温室气体清单指南（试行）》。

表 2-6 硝酸生产中不同尾气处理技术的氧化亚氮去除率

| NO _x /氧化亚氮尾气处理技术 | 氧化亚氮去除率 |
|-----------------------------|---------------|
| 非选择性催化还原 (SNCR) | 85% (80%~90%) |
| 选择性催化还原 (SCR) | 0 |
| 延长吸收 | 0 |

注：数据来源为《IPCCC 国家温室气体清单优良作法指南和不确定性管理》。

表 2-7 己二酸生产中不同尾气处理技术的氧化亚氮去除率

| NO _x /氧化亚氮尾气处理技术 | 氧化亚氮去除率 |
|-----------------------------|-----------------|
| 催化去除 | 92.5% (90%~95%) |
| 热去除 | 98.5% (98%~99%) |
| 回收为硝酸 | 98.5% (98%~99%) |
| 回收用作己二酸的原料 | 94% (90%~98%) |

注：数据来源为《2006 年 IPCC 国家温室气体清单指南》《IPCC 国家温室气体清单优良作法指南和不确定性管理》。

表 2-8 HFCs/PFCs/SF₆ 生产过程的副产物和逃逸排放因子

| 产品排放气体种类 | 排放因子 | 备注 |
|-----------------|------|--|
| HFCs | 0.5% | 排放因子已综合考虑了副产物及逃逸排放 |
| PFCs | 0.5% | 排放因子已综合考虑了副产物及逃逸排放 |
| SF ₆ | 8% | 适用于需要高度提纯的(≥99.999%)的 SF ₆ 生产过程 |
| | 0.2% | 适用于不需高度提纯的 SF ₆ 生产过程 |

注：数据来源于《2006 年 IPCC 国家温室气体清单指南》。

表 2-9 温室气体全球增温潜势值

| 序号 | 温室气体名称 | 化学分子式 | 全球增温潜势 | |
|----|--------------|------------------|----------------------------------|-------|
| 1 | 二氧化碳 | CO ₂ | 1 | |
| 2 | 甲烷 | CH ₄ | 21 | |
| 3 | 氧化亚氮 | N ₂ O | 310 | |
| 4 | 氢氟碳化物 (HFCs) | HFC-23 | CHF ₃ | 11700 |
| | | HFC-32 | CH ₂ F ₂ | 650 |
| | | HFC-125 | CHF ₂ CF ₃ | 2800 |
| | | HFC-134a | CH ₂ FCF ₃ | 1300 |
| | | HFC-143a | CH ₃ CF ₃ | 3800 |
| | | HFC-152a | CH ₃ CHF ₂ | 140 |

| | | | | |
|---|-----------------|-----------|--|-------|
| | | HFC-227ea | CF ₃ CHFCF ₃ | 2900 |
| | | HFC-236fa | CF ₃ CH ₂ CF ₃ | 6300 |
| | | HFC-245fa | CHF ₂ CH ₂ CF ₃ | 1030* |
| 5 | 全氟碳化物 (PFCs) | PFC-14 | CF ₄ | 6500 |
| | | PFC-116 | C ₂ F ₆ | 9200 |
| 6 | 六氟化硫 | | SF ₆ | 23900 |

注：数据来源于《省级温室气体清单编制指南（试行）》，除标注*的数据为IPCC第四次评估报告外，其余均为IPCC第二次评估报告值。

表 2-10 其他排放因子和参数缺省值

| 名称 | 单位 | CO ₂ 排放因子 |
|----|------------------------|----------------------|
| 电力 | 吨 CO ₂ /MWh | 0.8606 |
| 热力 | 吨 CO ₂ /GJ | 0.11 |

注：我省 2016 年省级电网平均二氧化碳排放因子为 0.8606 tCO₂/MWh，后续该数据如有更新，以更新数据为准。

表 2-11 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 |
| 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 |

| | | | | | |
|----------|---------|-----------|----------|---------|-----------|
| 压力 (MPa) | 温度 (°C) | 焓 (kJ/kg) | 压力 (MPa) | 温度 (°C) | 焓 (kJ/kg) |
| 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 2-12 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 |
| 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 温室气体排放绩效水平参考值

(资料性附录)

表 3-1 典型化工产品温室气体排放绩效水平参考值¹

| 序号 | 产品 | 绩效水平 | 排放绩效 (tCO ₂ /t 产品) | 备注 |
|----|----------------|------|----------------------------------|---|
| 1 | 溴素 | I 级 | 3.22 | 1.适用以硫磺、卤水、氯气为原料，以天然气为燃料，采用空气吹出法制造溴素的生产工艺； 2.锅炉采用低氮燃烧技术，吹出废气采用碱喷淋治理技术。 |
| | | II 级 | 4.81 | |
| 2 | 甲醛 (折 100%) | I 级 | 0.26 | 1.适用以甲醇为原料，采用甲醇空气氧化法制造甲醛的生产工艺； 2.生产装置尾气采用燃烧法处理，原料罐区废气采用吸收法等简易装置处理。 |
| | | II 级 | 0.35 | |
| 3 | 氰尿酸 | I 级 | 0.66 | 1.适用以尿素、氯化铵为原料，以天然气为燃料，采用尿素热解法制造氰尿酸的生产工艺； 2.锅炉采用低氮燃烧技术，氰尿酸生产车间和精制车间采用布袋除尘、旋风除尘、喷淋吸收等低能耗污染治理技术（非电除尘、电除雾等高能耗技术）。 |
| | | II 级 | 0.74 | |

注：¹参考值适用于山东省内依据本指南核算方法计算得出的温室气体排放绩效值。

附录 4 温室气体排放监测计划

(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 | 油品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 | 天然气等气体组分、低位发热量 | 每批次入厂时或每半年一次 |
| 4 | 固体原料或产品含碳量 | 每天取样，每月将样品混合后一次 |
| 5 | 液体原料或产品含碳量 | 每天取样，每月将样品混合后一次 |
| 6 | 气体原料或产品气体组分 | 每半年一次 |
| 7 | 碳酸盐纯度 | 每半年一次 |

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 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)

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、地方和化工行业碳达峰、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 现有工程温室气体排放分析

3.1 现有工程概况

3.2 核算边界

3.3 工艺流程及温室气体排放节点识别

3.4 温室气体排放核算与评价

3.5 减污降碳控制措施与减排潜力分析

4 拟建工程温室气体排放分析

4.1 拟建工程概况

4.2 核算边界

4.3 工艺流程及温室气体排放节点识别与分析

4.4 温室气体排放核算与评价

4.5 减污降碳控制措施与减排潜力分析

5 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 温室气体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 | 温室气体排放节点 | 具体降碳措施 | 预期降碳效果 |
|----|------|----------|--------|--------|
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

表 6-2 建设项目温室气体排放量“三本账”

| 内容 | 现有工程 | 在建工程 | 拟建工程 | 拟建工程实施后全厂 | 变化情况 |
|-------------|------|------|------|-----------|------|
| 温室气体排放量 (t) | | | | | |

表 6-3 温室气体排放源清单

| 生产装置 | 排放类型 ¹ | 排放口编号 ² | 排放形式 ³ | 排放量 (t/a) | 装置产品产量 (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等；

²同时排放温室气体和污染物的排放口统一编号，只排放温室气体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。