

**关于印发《山东省钢铁行业建设项目温室气体排放环境影响评价技术指南
(试行)》《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)》
的通知**

鲁环发〔2022〕4号

各市生态环境局、有关市行政审批服务局，有关单位：

现将《山东省钢铁行业建设项目温室气体排放环境影响评价技术指南（试行）》《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）》印发给你们，请参照执行。

在组织实施过程中，应做好与国家、省有关政策要求的衔接，如有意见建议，请及时向我厅反馈沟通。试行期间，国家、省有新规定的，从其规定。

联系人：行政许可处 刘斌 0531-51798303

省环境评审中心 王勃 0531-51798996

省生态环境规划院 谢朋 0531-51798477

山东省生态环境厅

2022年5月1日

附件：

《山东省钢铁行业建设项目温室气体排放环境影响评价技术指南(试行)》
《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)》

山东省钢铁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 二氧化碳排放	3
3.3 二氧化碳排放量	3
3.4 核算边界	4
3.5 活动数据	4
3.6 排放因子	4
3.7 排放绩效	4
3.8 燃料燃烧排放	4
3.9 过程排放	4
3.10 净购入电力和热力对应的排放	4
3.11 固碳产品隐含的排放	4
3.12 钢铁生产工序	5
4 评价工作程序	5
5 评价内容	5
5.1 政策符合性分析	6
5.2 核算边界确定	6
5.3 现有工程二氧化碳排放分析	6
5.4 拟建工程二氧化碳排放分析	7
5.5 减污降碳措施可行性论证	8
5.6 二氧化碳排放管理要求和监测计划	9
5.7 评价结论与建议	9
附录 1 钢铁行业建设项目二氧化碳排放节点识别	10
附录 2 二氧化碳排放核算方法	12
附录 3 各主要工序二氧化碳排放绩效水平参考值	27
附录 4 二氧化碳排放监测计划	28
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	29
附录 6 温室气体排放环境影响评价专章参考附表	30

前 言

山东省是钢铁大省，钢铁行业温室气体排放总量大，将温室气体排放纳入钢铁行业环境影响评价，可充分发挥环境影响评价制度的源头防控作用，对推动山东省钢铁行业转型升级、高质量发展，推进钢铁行业减污降碳协同管控，实现 2030 年碳达峰目标和 2060 年碳中和愿景具有重要意义。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，为有序开展钢铁行业建设项目温室气体排放环境影响评价试点工作，结合山东省实际，制定本指南。

本指南规定了开展钢铁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：山东省建设项目环境评审服务中心、山东省生态环境规划研究院、山东省冶金设计院股份有限公司。

本指南主要起草人：张高生、李峻、王勃、郑显鹏、徐祥功、孙希宁、谢朋、马召坤、宋志顺、张燕平、雷艳梅、桑博、王秀秀、李小彩。

山东省钢铁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钢铁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。包括含炼焦、炼铁（含烧结、球团）、炼钢及轧钢等生产工序的建设项目（行业类别为《国民经济行业分类》中的“3110 炼铁”“3120 炼钢”“3130 钢压延加工”）。

独立焦化、钢铁行业建设项目内其他生产工序的温室气体排放环境影响评价可参照执行，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 32151.5 温室气体排放核算与报告要求 第5部分：钢铁生产企业

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 846 排污许可证申请与核发技术规范 钢铁工业

HJ 854 排污许可证申请与核发技术规范 炼焦化学工业

HJ 878 排污单位自行监测技术指南 钢铁工业及炼焦化学工业

《中国钢铁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）

《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。

3.2 二氧化碳排放

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二氧化碳排放，以及因使用外购的电力和热力等所导致的二氧化碳排放。

3.3 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”。

3.4 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。

3.5 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、原材料的使用量、购入的电量和热量等。

3.6 排放因子

表征单位生产或消费活动量的二氧化碳排放的系数。

3.7 排放绩效

建设项目在生产运行阶段各工序单位产品二氧化碳排放量。

3.8 燃料燃烧排放

燃料在氧化燃烧过程中产生的二氧化碳排放。

3.9 过程排放

指在生产、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二氧化碳排放。

3.10 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。

3.11 固碳产品隐含的排放

固化在粗钢、煤气等外销产品中或进入其他工序的碳所对应的二氧化碳排放。

3.12 钢铁生产工序

指按照钢铁行业特点，将钢铁生产工艺分为炼焦、烧结、球团、炼铁、炼钢、轧钢和其他单元等生产工序。

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、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。

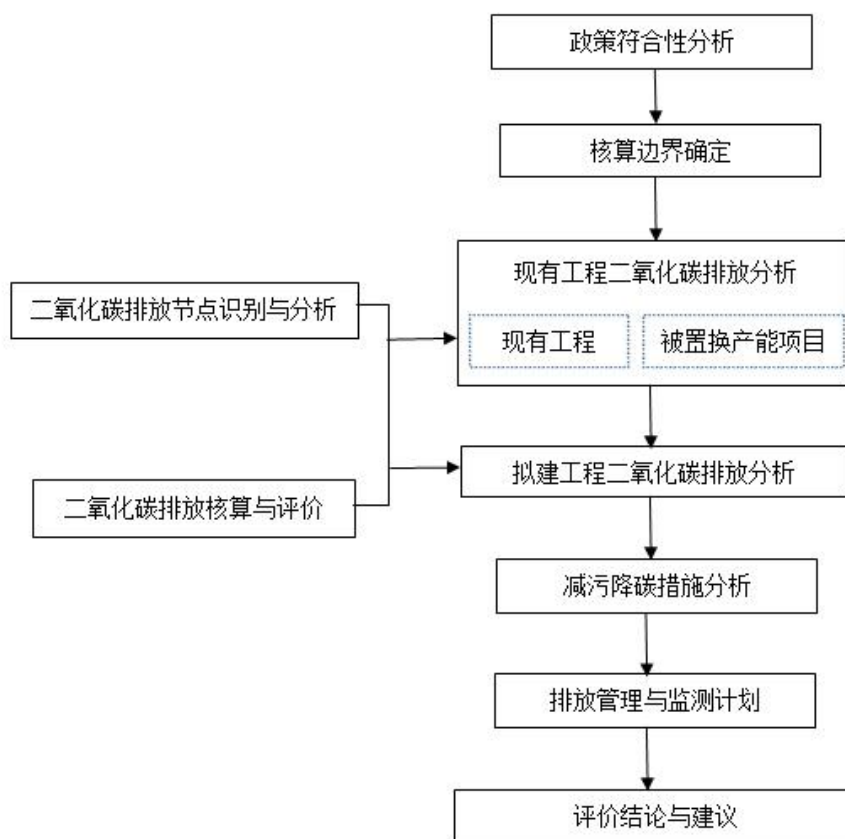


图1 钢铁行业建设项目温室气体排放环境影响评价工作程序

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，分析拟建项目温室气体排放与国家、地方和钢铁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二氧化碳排放量。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，主要生产系统包括其炼焦、烧结、球团、炼铁、炼钢、轧钢等主要生产工序的所有生产设施及配套的环保设施；辅助生产系统主要包括动力、石灰、供电、供水、化验、机修、库房、运输等；附属生产系统主要包括生产指挥系统（厂部）和厂区内为生产服务的部门和单位等。

改扩建及异地搬迁项目核算边界还应考虑现有工程边界，对于涉及产能置换项目核算边界还应考虑被置换项目出让方项目边界。

企业及各生产工序边界示意图和核算边界表见附录 2。

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、生产过程排放、净购入电力和热力对应的排放以及固碳产品隐含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总量（核算方法参照附录 2）及吨粗钢二氧化碳排放量。改扩建项目还应核算涉及改造工序现有的二氧化碳排放绩效。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采取的降碳措施。

在建项目二氧化碳排放量，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。

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。

5.3.2 现状评价

以工序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钢铁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 表 3-1 中 II 级水平值，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，包括各钢铁生产工序的燃料燃烧排放、工业生产过程排放、净购入电力和热力对应的排放以及固碳产品隐含的排放等节点，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、排放节点及碳素来源，明确二氧化碳排放形式。鼓励建设项目分别以项目核算边界和主要生产工序为单元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工序产品产能等，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。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，固碳产品产量及其含碳量等内容。

5.4.2 二氧化碳排放量核算

在明确建设项目及各主要生产工序核算边界的基础上，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，核算建设项目及各工序二氧化碳排放量。结合设计产能核算各生产工序二氧化碳排放绩效。

从源头防控、过程控制、末端治理、回收利用等方面说明各钢铁生产工序的二氧化碳管控措施，明确相关节能低碳措施预期降碳效果，形成降碳措施清单。

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和吨粗钢二氧化碳排放量，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

以各工序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钢铁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，主要工序绩效值可参考附录 3 表 3-1 中 I 级水平值，评价二氧化碳排放绩效水平。若核算的绩效值与表 3-1 中 I 级水平值偏差较大，应进行合理说明。

改扩建项目还应与现有工程相关工序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 减污降碳措施可行性论证

从生态环境保护、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。对拟采取的能源和运输结构优化，工艺路线、产品优化以及碳捕集、利用和封存（CCUS）等措施的技术可行性、经济合理性进行充分论证。对于采用国家鼓励的电炉短流程炼钢的项目，降碳措施可行性论证内容可以简化。

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（2022 年版）》《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）》《国家工业节能技术装备推荐目录（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和装备，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、低碳等目录中的，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、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和监测计划

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要求。

5.6.2 监测计划

鼓励有条件的建设项目制定监测计划，对化石燃料（燃煤、燃油、燃气等）低位发热量、含碳量、碳氧化率等指标开展监测。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、减污降碳措施及可行性、二氧化碳排放绩效水平、管理要求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

根据项目二氧化碳排放节点，从能源结构优化，工艺路线、产品优化以及碳捕集、利用和封存等方面提出进一步改进的建议。

附录 1 钢铁行业建设项目二氧化碳排放节点识别

(资料性附录)

表 1-1 钢铁行业建设项目二氧化碳主要排放节点识别

生产工序	主要排放设施	碳素来源
炼焦	煤调湿系统	煤气
	焦炉	洗精煤、煤气
	熄焦系统	焦炭
	蒸氨管式炉	煤气
	粗苯管式炉	煤气
	脱硫废液制酸系统	煤气
	烟气脱硫脱硝设施	煤气、碳酸盐、尿素
烧结	烧结机	煤、焦粉、煤气、石灰石、白云石
	烟气脱硫脱硝设施	煤气、碳酸盐、尿素
球团	带式焙烧机、链算机一回转窑	煤、煤气、石灰石、白云石
	烘干设施	煤气
	烟气脱硫脱硝设施	煤气、碳酸盐、尿素
炼铁	煤粉系统	煤气
	热风炉	煤气
	烟气脱硫	碳酸盐
转炉炼钢	铁水脱硫系统	含碳脱硫剂
	转炉	铁水、废钢、含碳熔剂
	精炼炉	钢水、铁合金、电极
	钢包烘烤装置	煤气
	火焰切割机	煤气、天然气、丙烷、乙炔等
	混铁炉	煤气
电炉炼钢	电炉	铁水、废钢、电极、含碳熔剂
	精炼炉	钢水、铁合金、电极
	钢包烘烤装置	煤气
	火焰切割机	煤气、天然气、丙烷、乙炔等

生产工序	主要排放设施	碳素来源
轧钢	加热炉	煤气
	热处理炉	煤气
	退火炉	煤气
	焙烧炉	煤气
	烟气脱硫脱硝设施	碳酸盐、尿素
发电	锅炉或燃烧机组	煤、煤气
	烟气脱硫脱硝设施	碳酸盐、尿素
石灰	石灰窑、白云石窑	石灰石、白云石、煤气
其他	解冻库	煤气
	原料烘干设施	煤气
	运输机械	汽油、柴油

注：具体建设项目中涉及到其他含碳原料的，应补充识别其碳素来源。

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。如钢铁生产企业除钢铁产品生产以外，还存在其他产品生产活动且存在二氧化碳排放的，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他产品生产活动的二氧化碳排放量，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	《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 5 部分：钢铁生产企业》
3	《中国钢铁生产企业温室气体排放核算方法与报告指南（试行）》
4	《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）》
5	《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

建设项目或各生产工序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，同时扣除固碳产品隐含的二氧化碳排放量，按公式（1）计算。

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

式中：

$E_{\text{总}}$ ——二氧化碳排放总量，单位为吨二氧化碳（ tCO_2 ）；

$E_{\text{燃烧}}$ ——化石燃料燃烧产生的二氧化碳排放量，单位为吨二氧化碳（ tCO_2 ）；

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

$E_{\text{净购入电力和热力}}$ ——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（ tCO_2 ）；

$R_{\text{固碳}}$ ——固碳产品隐含的二氧化碳排放量，单位为吨二氧化碳（ tCO_2 ）。

（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。

$$E_{\text{燃烧}} = \sum_{i=1}^n AD_i \times EF_i \quad (2)$$

式中：

AD_i —第 i 种化石燃料的活动数据，单位为吉焦（GJ）；

EF_i —第 i 种化石燃料的二氧化碳排放因子，单位为吨二氧化碳每吉焦（tCO₂/GJ）；

i —消耗化石燃料的类型。

2.活动数据

核算期内第 i 种化石燃料的活动数据 AD_i 按公式（3）计算。

$$AD_i = NCV_i \times FC_i \quad (3)$$

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）；

FC_i —第 i 种化石燃料的消耗量，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）。

1）低位发热量

低位发热量可采用附录 2 表 2-3 中推荐值。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。如采用实测，化石燃料低位发热量检测应遵循 GB/T 213、GB/T 384、GB/T 22723 等标准的相关规定。

2）燃料消耗量

现有项目根据核算期内各种化石燃料购入量、外销量、库存变化量以及除钢铁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，钢铁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（4）计算。

$$\text{消耗量} = \text{购入量} + (\text{期初库存量} - \text{期末库存量}) - \text{钢铁生产之外的其他消耗量} - \text{外销量} \quad (4)$$

新建项目根据设计资料确定各种化石燃料的消耗量。

3.排放因子

化石燃料的二氧化碳排放因子 EF_i 按公式（5）计算。

$$EF_i = CC_i \times OF_i \times \frac{44}{12} \quad (5)$$

式中：

CC_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）；

OF_i —第 i 种化石燃料的碳氧化率，以%表示。

化石燃料的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 2-3 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排放量按公式（6）计算。

$$E_{\text{过程}} = E_{\text{熔剂}} + E_{\text{电极}} + E_{\text{原料}} + E_{\text{其他}} \quad (6)$$

式中：

$E_{\text{熔剂}}$ —熔剂消耗产生的二氧化碳排放量，单位为吨二氧化碳（tCO₂）；

$E_{\text{电极}}$ —电极消耗产生的二氧化碳排放量，单位为吨二氧化碳（tCO₂）；

$E_{\text{原料}}$ —含碳原料消耗产生的二氧化碳排放量，单位为吨二氧化碳（tCO₂）；

$E_{\text{其他}}$ —废气处理等环节含碳物料消耗产生的二氧化碳排放量，单位为吨二氧化碳

（tCO₂），可采用《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）》中方法核算。

1）熔剂消耗产生的二氧化碳排放按公式（7）计算。

$$E_{\text{熔剂}} = \sum_{i=1}^n P_i \times DX_i \times EF_i \quad (7)$$

式中：

P_i —第 i 种熔剂的消耗量，单位为吨（t）；

DX_i —第 i 种熔剂的平均纯度，以%表示；

EF_i —第 i 种熔剂的二氧化碳排放因子，单位为吨二氧化碳每吨（tCO₂/t）；

i —消耗熔剂的种类（白云石、石灰石等）。

2）电极消耗产生的二氧化碳排放按公式（8）计算。

$$E_{\text{电极}} = P_{\text{电极}} \times EF_{\text{电极}} \quad (8)$$

式中：

$P_{\text{电极}}$ —电炉炼钢及精炼炉等消耗的电极量，单位为吨（t）；

$EF_{\text{电极}}$ —电炉炼钢及精炼炉等消耗电极的二氧化碳排放因子，单位为吨二氧

化碳每吨（tCO₂/t）。

3）含碳原料消耗产生的二氧化碳排放按公式（9）计算。

$$E_{\text{原料}} = \sum_{i=1}^n M_i \times EF_i \quad (9)$$

式中：

M_i —第 i 种含碳原料的消耗量，单位为吨（t）；

EF_i —第 i 种含碳原料的二氧化碳排放因子，单位为吨二氧化碳每吨（tCO₂/t）；

i —含碳原料类型（如生铁、铁水、铁合金、直接还原铁、洗精煤、增碳剂等）。

2.活动数据

现有项目熔剂和电极的消耗量采用公式（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。新建项目熔剂、电极和含碳物料消耗量根据设计资料确定。

3.排放因子

熔剂、电极和含碳物料的二氧化碳排放因子可采用附录 2 表 2-4 中推荐值。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。如采用实测，石灰石、白云石排放因子检测应遵循标准进行；含铁物质排放因子可由相对应的含碳量换算而得，含铁物质含碳量检测应遵循 GB/T 223.69、GB/T 223.86、GB/T 4699.4、GB/T 4333.10、GB/T 7731.10、GB/T 8704.1、YB/T 5339、YB/T 5340 等标准的相关规定。

洗精煤、增碳剂的二氧化碳排放因子 EF_i 按公式（10）计算。

$$EF_i = NCV_i \times CC_i \times \frac{44}{12} \quad (10)$$

式中：

NCV_i —第 i 种含碳原料的平均低位发热量，单位为吉焦每吨（GJ/t）；

CC_i —第 i 种含碳原料的单位热值含碳量，单位为吨碳每吉焦（tC/GJ）。

（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（11）计算。

$$E_{\text{净购入电力和热力}} = E_{\text{净购入电力}} + E_{\text{净购入热力}} \quad (11)$$

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（12）计算。

$$E_{\text{净购入电力}} = AD_{\text{净购入电力}} \times EF_{\text{电力}} \quad (12)$$

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（13）计算。

$$E_{\text{净购入热力}} = AD_{\text{净购入热力}} \times EF_{\text{热力}} \quad (13)$$

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（14）计算。

$$AD_{\text{净购入热力}} = AD_{\text{净购入热水}} + AD_{\text{净购入蒸汽}} \quad (14)$$

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（15）转换为热量单位。

$$AD_{\text{净购入热水}} = Ma_w \times (T_w - 20) \times 4.1868 \times 10^{-3} \quad (15)$$

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（℃）；

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·℃）]。

b) 以质量单位计量的蒸汽可按公式（16）转换为热量单位。

$$AD_{\text{净购入蒸汽}} = Ma_{st} \times (En_{st} - 83.74) \times 10^{-3} \quad (16)$$

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 2-6 和表 2-7。

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 2-5 中推荐值。

（四）固碳产品隐含的二氧化碳排放

1.计算公式

固碳产品隐含的二氧化碳排放量按公式（17）计算。

$$R_{\text{固碳}} = \sum_{i=1}^n AD_{\text{固碳}} \times EF_{\text{固碳}} \quad (17)$$

式中：

$R_{\text{固碳}}$ —固碳产品隐含的二氧化碳排放量，单位为吨二氧化碳（tCO₂）；

$AD_{\text{固碳}}$ —第 i 种固碳产品的产量，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 Nm³）；

$EF_{\text{固碳}}$ —第 i 种固碳产品的二氧化碳排放因子，对固体或液体产品，单位为吨二氧化碳每吨产品（tCO₂/t）；对气体产品，单位为吨二氧化碳每万标立方米（tCO₂/万 Nm³）；

i —固碳产品的种类（如粗钢、焦炭、焦油、粗苯、煤气等）。

2.活动数据

现有项目根据核算期内的固碳产品销售量、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（18）计算。

$$\text{产量} = \text{销售量} + (\text{期初库存量} - \text{期末库存量}) \quad (18)$$

新建项目根据设计资料确定各种固碳产品的量。

3.排放因子

粗钢的二氧化碳排放因子可采用附录 2 表 2-5 中推荐值；焦炭、焦油、粗苯、煤气等固碳产品的二氧化碳排放因子可采用公式（19）计算。

$$EF_{\text{固碳}} = NCV_i \times CC_i \times \frac{44}{12} \quad (19)$$

式中：

NCV_i —第 i 种固碳产品的平均低位发热量，对固体或液体产品，单位为吉焦每吨 (GJ/t)；对气体产品，单位为吉焦每万标立方米 (GJ/万 Nm^3)；

CC_i —第 i 种固碳产品的单位热值含碳量，单位为吨碳每吉焦 (tC/GJ)。

三、核算边界

企业及各生产工序边界示意图见图 2-1。

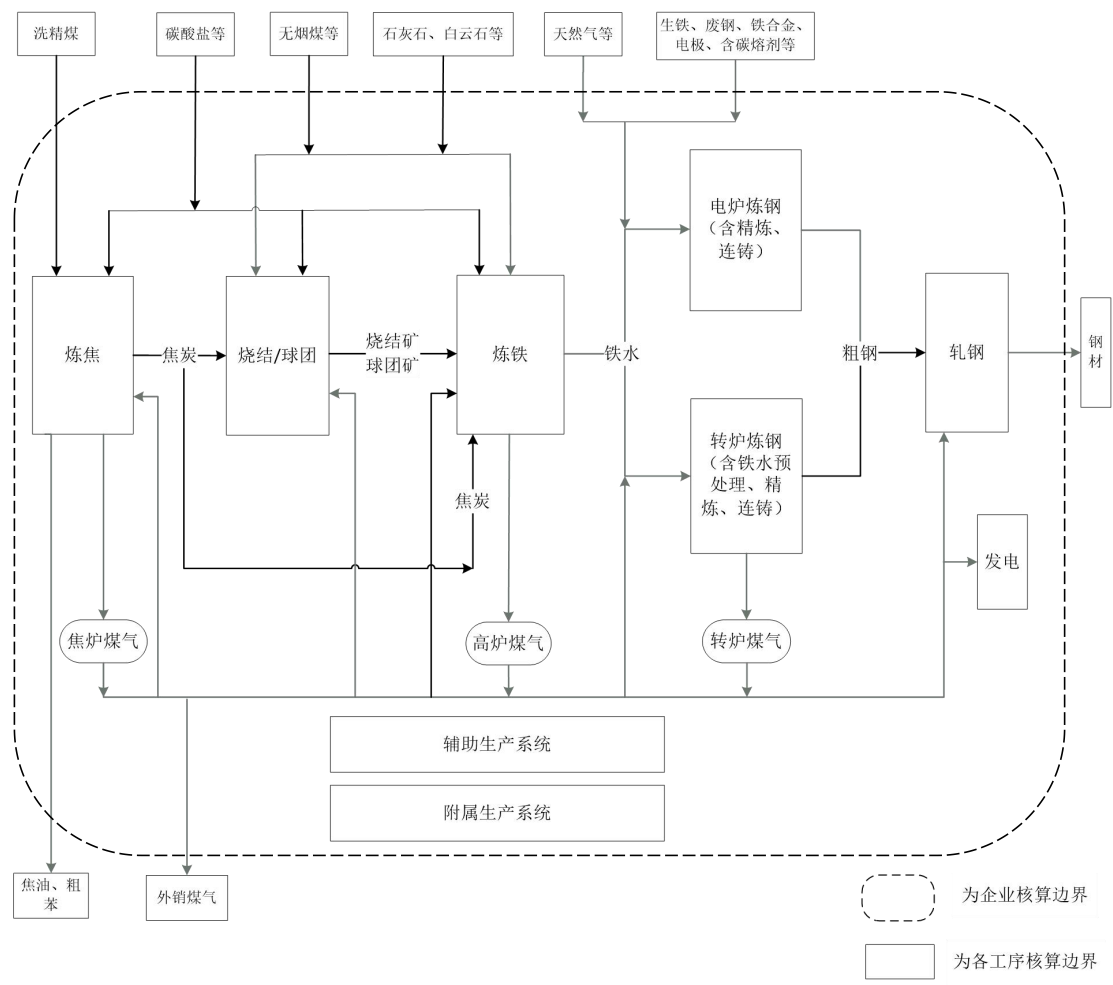


图 2-1 企业及各生产工序边界示意图

各生产工序核算边界见表 2-2。

表 2-2 各生产工序核算边界

序号	生产工序	边界说明	主要含碳物料输入		主要含碳物料输出
			化石燃料燃烧产生碳排放	工业生产过程产生碳排放	
1	炼焦	从洗精煤等原料的输入开始，到焦炭及副产品焦油、粗苯、焦炉煤气的输出为止，包括备煤、炼焦、熄焦、煤	煤气	洗精煤、含碳脱硫	焦炭、焦炉煤气、焦

		气回收和净化及配套的废气处理、余热回收等设施		脱硝剂	油、粗苯
2	烧结	从原燃料破碎、熔剂的输入开始，到烧结矿输出为止，包括原燃料加工与准备，配料、混合与制粒，布料、点火与烧结，烧结矿冷却与整粒筛分及配套的废气处理、余热回收等设施	煤、煤气、焦粉	白云石、石灰石、含碳脱硫脱硝剂	/
3	球团	从原燃料的输入开始，到球团矿输出为止，包括铁精矿干燥与辊压、煤粉制备、配料、混合、造球、干燥、预热与焙烧，球团矿冷却与筛分及配套的废气处理、余热回收等设施	煤、煤气、焦粉	白云石、石灰石、含碳脱硫脱硝剂	/
4	炼铁	从烧结矿、球团矿、焦炭等原燃料的输入开始，到铁水（铁块）及高炉煤气输出为止，包括原燃料供给、高炉本体、渣铁处理、鼓风、热风炉、煤粉喷吹、铸铁机、煤气净化及配套的废气处理、余压发电、余热回收等设施	煤、煤气、焦炭	含碳脱硫脱硝剂	高炉煤气
5	转炉炼钢	从铁水（生铁）、废钢等原料进入炼钢车间开始，到合格连铸坯（锭）输出为止，包括铁水预处理、转炉冶炼、炉外精炼、连铸及配套的废气处理、转炉煤气回收、余热回收等设施	煤气、天然气等	铁水（生铁）、废钢、铁合金、电极、含碳熔剂、含碳脱硫剂	粗钢、转炉煤气
6	电炉炼钢	从铁水（生铁）、废钢等进入炼钢车间开始，到合格连铸坯（锭）输出为止，包括电炉冶炼、炉外精炼、连铸	煤气、天然气等	铁水（生铁）、废	粗钢

		及配套的废气处理、余热回收等设施		钢、合金、电极、含碳熔剂、含碳脱硫剂	
7	轧钢	包括热轧和冷轧，从连铸坯等原料的输入开始，到终产品钢材输出为止。热轧包括预处理加热、轧制、精整及热处理等工艺及配套的废气处理、余热回收等设施。冷轧包括酸洗、轧制、退火、涂镀层处理、平整、精整等工艺及配套的废气处理等设施	煤气	含碳脱硫脱硝剂	/
8	石灰	从石灰石等原料输入开始，到产品生石灰输出为止，包括原料储存、原料水洗、原料破碎筛分输送、焙烧、成品输送筛分破碎、成品储存、成品加工等工艺及配套的废气处理等设施	煤气	石灰石、白云石	/
9	发电	余热、余气等发电从余热、余气等输入开始，到电力输出为止，包括锅炉、发电机组、废气处理设施等；燃煤发电边界按照《企业温室气体排放核算方法与报告指南 发电设施》确定	煤、煤气	含碳脱硫脱硝剂	/
10	其他工序	从原燃料、能源介质的输入开始，到各工序产品输出为止	煤气、汽油、柴油等	/	/

四、排放因子参考表

表 2-3 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
体	无烟煤	吨	26.7	27.4	94%
	烟煤	吨	19.570	26.1	93%

燃料品种			计量 单位	低位发热量 (GJ/t, GJ/万 Nm³)	单位热值 含碳量 (tC/TJ)	燃 料碳氧化 率
燃料	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%
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%
	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%
	体燃料	天然气		万立 方米	322.38~389.31	15.30
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%	
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 2-4 生产过程排放因子推荐值

名称	单位	二氧化碳排放因子
石灰石	tCO ₂ /t	0.440
白云石	tCO ₂ /t	0.471
电极	tCO ₂ /t	3.663
生铁	tCO ₂ /t	0.172
直接还原铁	tCO ₂ /t	0.073
镍铁合金	tCO ₂ /t	0.037
铬铁合金	tCO ₂ /t	0.275
钼铁合金	tCO ₂ /t	0.018

注：数据来源为《国际钢铁协会二氧化碳排放数据收集指南（第六版）》。

表 2-5 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	0.8606
热力	tCO ₂ /GJ	0.11
粗钢	tCO ₂ /t	0.0154

注：1.我省 2016 年省级电网平均二氧化碳排放因子为 0.8606 tCO₂ /MWh，后续该数据有更新的，以更新数据为准；

2.热力、粗钢的二氧化碳排放因子来源于《GB/T 32151.5 温室气体排放核算与报告要求 第 5 部分：钢铁生产企业》。

表 2-6 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
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 2-7 过热蒸汽热焓表

单位：千焦/千克

温度 ℃	压力 (MPa)												
	0.01	0.1	0.5	1	3	5	7	10	14	20	30	50	100
0	0	0	0	1	3	5	7	10	14	20	30	50	100
1	4	4	4	4	4	4	4	5	5	6	6	7	7
2	8	8	8	8	8	8	8	9	9	9	1	1	1
3	9	4	4.3	4.8	6.7	8.6	0.4	3.2	7	02.5	07.1	11.7	11.7
4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
5	67.4	67.5	67.9	68.3	70.1	71.9	73.6	76.3	79.8	85.1	89.4	93.8	93.8
6	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
7	611.3	51.2	51.2	51.9	53.6	55.3	56.9	59.4	62.8	67.8	72	76.1	76.1
8	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
9	649.3	35	35.3	35.7	37.3	38.8	40.4	42.8	46	50.8	54.8	58.7	58.7
10	2	2	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4
11	687.3	676.5	19.4	19.7	21.2	22.7	24.2	26.5	29.5	34	37.8	41.6	41.6
12	2	2	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
13	725.4	716.8	03.9	04.3	05.7	07.1	08.5	10.6	13.5	17.7	21.3	24.9	24.9
14	2	2	5	5	5	5	5	5	5	6	6	6	6
15	763.6	756.6	89.2	89.5	90.8	92.1	93.4	95.4	98	02	06.4	03.1	03.1
16	2	2	2	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
17	802	796.2	767.3	75.7	76.9	78	79.2	81	83.4	87.1	90.2	93.3	93.3
18	2	2	2	2	7	7	7	7	7	7	7	7	7
19	840.6	835.7	812.1	777.3	64.1	65.2	66.2	67.8	69.9	73.1	75.9	78.7	78.7
20	2	2	2	2	8	8	8	8	8	8	8	8	8
21	879.3	875.2	855.5	827.5	53	53.8	54.6	55.9	57.7	60.4	62.8	56.2	56.2
22	2	2	2	2	9	9	9	9	9	9	9	9	9
23	918.3	914.7	898	874.9	43.9	44.4	45.0	46	47.2	49.3	51.2	53.1	53.1
24	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1
25	957.4	954.3	939.9	920.5	823	037.8	038	038.4	039.1	040.3	041.5	024.8	024.8
26	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	11	1	1
27	996.8	994.1	981.5	964.8	885.5	135	134.7	134.3	134.1	134	34.3	134.8	134.8
28	2	3	3	3	2	2	1	1	1	1	1	1	1
29	036.5	034	022.9	008.3	941.8	857	236.7	235.2	233.5	231.6	230.5	229.9	229.9
30	3	3	3	3	2	2	2	1	1	1	1	1	1
31	076.3	074.1	064.2	051.3	994.2	925.4	839.2	343.7	339.5	334.6	331.5	329	329
32	3	3	3	3	3	3	3	2	2	1	1	1	1
33	177	175.3	167.6	157.7	115.7	069.2	017	924.2	753.5	648.4	6226.4	611.3	611.3
34	4	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2
35	279.4	278	217.8	264	231.6	196.9	159.7	098.5	004	820.1	583.2	159.1	159.1
36	4	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2
37	320.9	319.6	313.8	306.6	276.9	245.4	211	155.9	072.7	917	730.7	424.7	424.7
38	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2
39	362.5	361.3	355.9	349.3	321.9	293.2	262.3	213.4	141.4	013.9	878.3	690.3	690.3
40	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2
41	383.3	382.2	377.1	370.7	344.4	316.8	288	242.2	175.8	062.4	952.1	823.1	823.1
42	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2
43	404.4	403.3	398.3	392.1	366.8	340.4	312.4	268.5	205.2	097.9	994.6	875.2	875.2
44	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2
45	446.6	445.6	440.9	435.1	411.6	387.2	361.3	321.3	264.1	169	079.8	979.5	979.5
46	5	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
47	488.9	487.9	483.7	478.3	456.4	433.8	410.2	374.1	323	240.2	165	083.9	083.9
48	5	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3

20	531.8	530.9	526.9	521.8	501.2	480.1	458.6	425.1	378.4	303.7	237	166.1
5	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
40	574.7	573.9	570.1	565.4	546.1	526.4	506.4	475.4	432.5	364.6	304.7	241.7
5	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
50	593.2	595.4	591.7	587.2	568.6	549.6	530.2	500.4	459.2	394.3	337.3	277.7
5	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
60	618	617.2	613.6	609.2	591.1	572.7	554.1	525.4	485.8	423.6	369.2	312.6
5	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
80	661.6	660.8	657.5	653.3	636.3	619	601	574.9	538.2	480.9	431.2	379.8
6	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
00	705.2	704.5	701.4	697.4	681.5	665.4	649	624	589.8	536.9	491.2	444.2

附录 3 各主要工序二氧化碳排放绩效水平参考值

(资料性附录)

表 3-1 钢铁行业主要工序二氧化碳排放绩效水平参考值¹

生产工艺	工序	产品	绩效水平	二氧化碳排放绩效 (tCO ₂ /t 产品)
长流程	炼焦 (常规机焦炉)	焦炭、焦粉	I 级	0.57
			II 级	0.64
	烧结 (带式烧结机)	烧结矿	I 级	0.25
			II 级	0.29
	球团(带式焙烧机、链算机一回 转窑)	球团矿	I 级	0.14
			II 级	0.19
	炼铁	生铁、铁水	I 级	0.56
			II 级	0.73
	转炉炼钢	粗钢	I 级	0.08
			II 级	0.12
	电炉炼钢	粗钢	I 级	0.36 (50%废钢+ 50%铁水热装 ²)
			II 级	0.45 (50%废钢+ 50%铁水热装 ²)
短流程	电炉炼钢	粗钢	I 级	0.58 (全废钢 ³)
			II 级	0.72 (全废钢 ³)

注：¹参考值适用于山东省内依据本指南核算方法和核算边界计算得出的 CO₂ 排放绩效值；

²在铁水比小于 50%时，配加铁水量每减少 1%，CO₂ 排放绩效相应增加 0.004tCO₂/t 粗钢；

³在配加生铁量小于 40%时，生铁量每增加 1%，CO₂ 排放绩效相应减少 0.001tCO₂/t 粗钢。

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	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	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	固体原料或产品含碳量	每月一次
5	石灰石、白云石等纯度	每月一次

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)

钢铁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、地方和钢铁行业碳达峰、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 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	化情 况
二氧化碳排放 总量 (t)						
吨粗钢二氧化 碳排放量 (tCO ₂ /t 粗 钢)						

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固碳产品隐含排放；
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。

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。

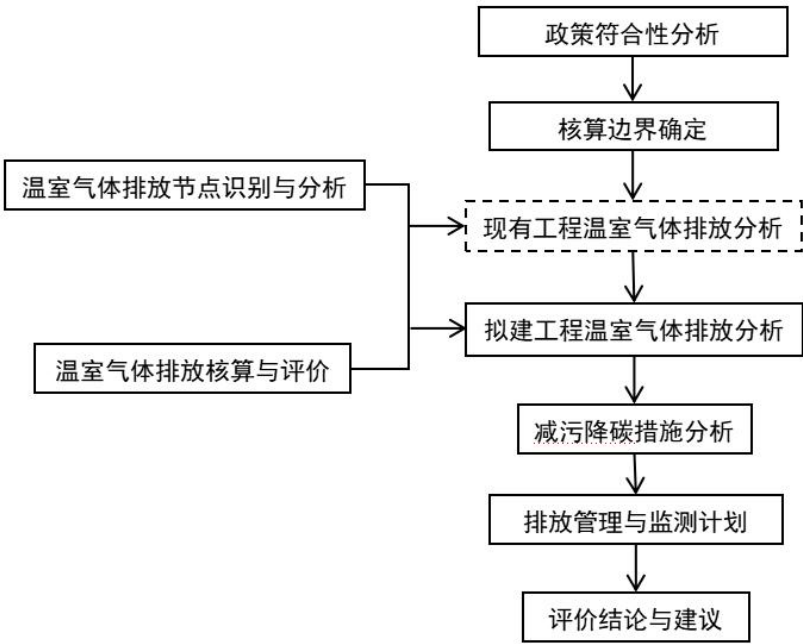


图 1 化工行业建设项目温室气体排放环境影响评价工作程序

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）》《国家工业节能技术装备推荐目录（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)

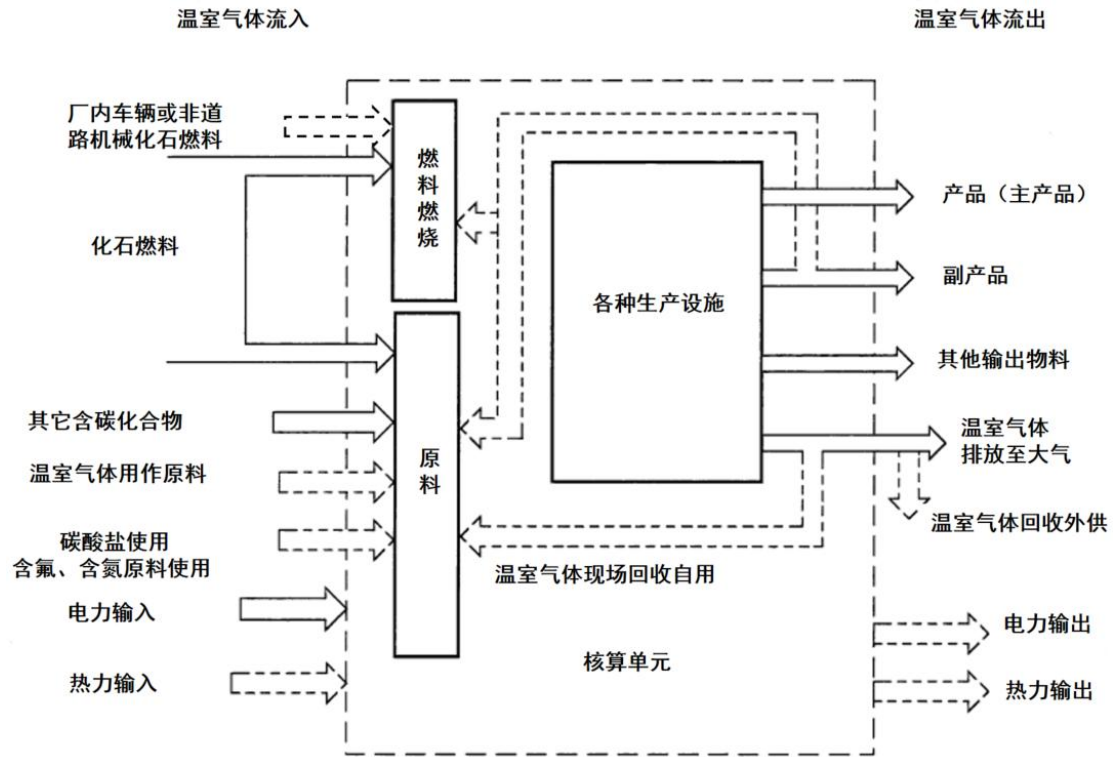


图 1-1 化工行业温室气体源流识别示意图

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 ($E_{\text{HFC-23 销毁}}$)。

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

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）：

$$E_{\text{HFCs/PFCs/SF}_6} = AD_{\text{HFCs/PFCs/SF}_6} \times EF_{\text{HFCs/PFCs/SF}_6} \times GWP_{\text{HFCs/PFCs/SF}_6} \quad (14)$$

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℃、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。