

**山东省电解铝行业建设项目温室气体排放  
环境影响评价技术指南（试行）**

二〇二四年三月

# 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 全球变暖潜势（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	4
3.8 排放因子	4
3.9 排放绩效	4
3.10 燃料燃烧排放	4
3.11 能源作为原材料用途的排放	4
3.12 过程排放	4
3.13 净购入电力和热力对应的排放	4
3.14 碳氧化率	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	6
5.4 拟建工程温室气体排放分析	7
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和监测计划	8
5.7 评价结论与建议	8
附录 1 电解铝行业建设项目温室气体排放节点识别	9
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	16
附录 4 温室气体排放监测计划	17
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	18
附录 6 温室气体排放环境影响评价专章参考附表	19

# 前 言

山东省是电解铝大省，电解铝行业是能源消费和温室气体排放的重要领域之一，将温室气体排放纳入电解铝行业环境影响评价，可充分发挥环境影响评价制度的源头防控作用，对推动山东省电解铝行业绿色转型、高质量发展，推进电解铝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，为有序开展电解铝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。

本指南规定了开展电解铝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。

本指南起草单位：山东省建设项目环境评审服务中心、生态环境部环境工程评估中心、山东省冶金设计院股份有限公司。

本指南主要起草人：王勃 岳宗蕊 于文超 郭涛 孙希宁 徐祥功 高贵东 桑博 贾少华 吴德华 雷艳梅

本指南山东省生态环境厅2024年3月19日批准。

本指南自2024年4月22日起施行，有效期至2027年4月21日。

本指南由山东省生态环境厅提出，并负责解释。

# 山东省电解铝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电解铝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“3216 铝冶炼”中的电解铝。

## 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 21346 电解铝和氧化铝单位产品能源消耗限额

GB/T 32150 工业企业温室气体排放核算和报告通则

GB/T 32151.4 温室气体排放核算与报告要求 第4部分：铝冶炼企业

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 989 排污单位自行监测技术指南 有色金属工业

HJ 942 排污许可证申请与核发技术规范 总则

HJ 863 排污许可证申请与核发技术规范 有色金属工业——铝冶炼

DB 37/743 电解铝企业单位产品能源消耗限额

《中国电解铝生产企业温室气体排放核算方法与报告指南（试行）》

《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)

《有色金属行业碳达峰实施方案》（工信部联原〔2022〕153号）

《有色金属冶炼行业节能降碳改造升级实施指南》

《减污降碳协同增效实施方案》（环综合〔2022〕42号）

《关于做好2023—2025年部分重点行业企业温室气体排放报告与核查工作的通知》（环办气候函〔2023〕332号）

《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）

《工业重点领域能效标杆水平和基准水平（2023年版）》

### 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（CO<sub>2</sub>）、全氟化碳（PFCs，主要为CF<sub>4</sub>和C<sub>2</sub>F<sub>6</sub>）。

#### 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 全球变暖潜势（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温室气体的质量乘以它的全球变暖潜势值。

#### 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（tCO<sub>2</sub>e）”。

#### 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的系数。

### 3.9 排放绩效

建设项目在生产运行阶段单位产品（铝液）的温室气体排放量。

### 3.10 燃料燃烧排放

燃料在氧化燃烧过程中产生的温室气体排放。

### 3.11 能源作为原材料用途的排放

工业生产中，能源作为原材料被消耗，发生物理或化学变化而产生的温室气体排放。电解铝企业所涉及的能源作为原材料用途的排放主要是炭阳极消耗所导致的温室气体排放，炭阳极（能源产品）是铝冶炼的还原剂。

### 3.12 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。电解铝企业所涉及的工业生产过程排放主要是阳极效应所导致的全氟化碳排放。

### 3.13 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环节间接产生的温室气体排放。

### 3.14 碳氧化率

燃料中的碳在燃烧过程中被完全氧化的百分比。

## 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、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。

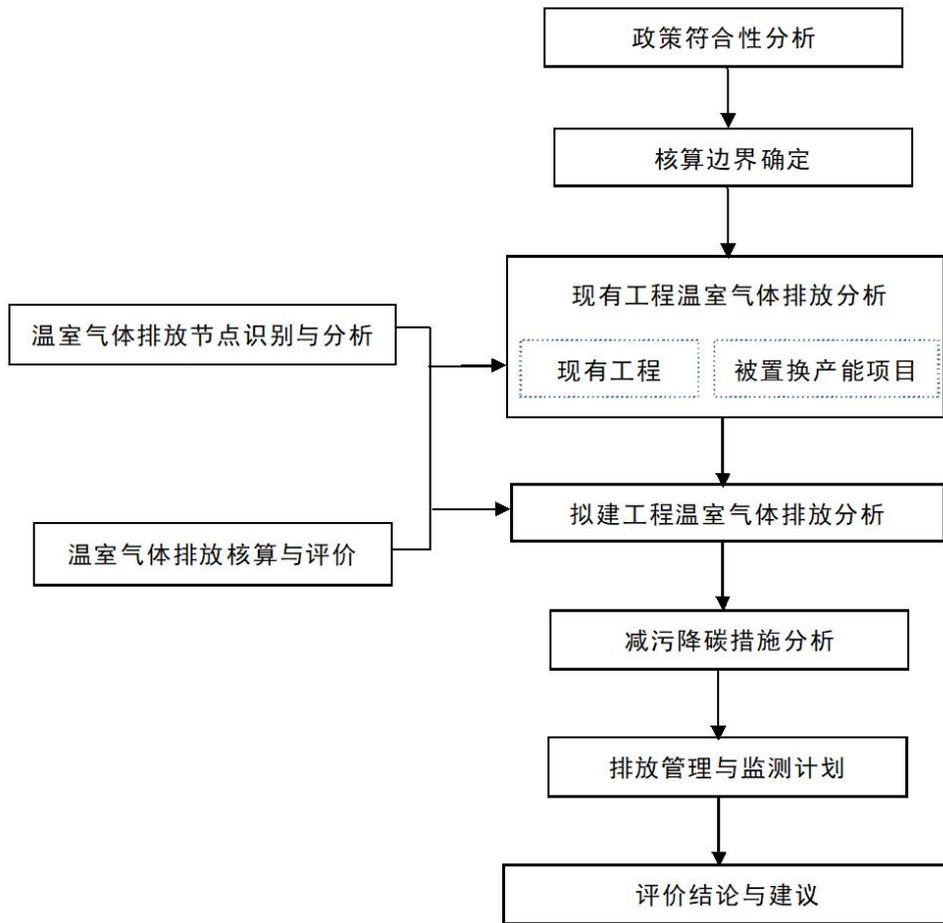


图 1 电解铝行业建设项目温室气体排放环境影响评价工作程序

## 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，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、地方和有色金属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

#### (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，核算项目范围内各生产场所和生产设施产生的温室气体排放，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，主要生产系统包括电解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。

## (2) 项目边界

新建项目以拟建的项目范围为核算边界。电解生产工序边界以原料(氧化铝、冰晶石等)、能源的输入为起点，以最终产品(铝液)的输出为终点。

改扩建及异地搬迁建设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。

企业及电解工序边界示意图见图 2。

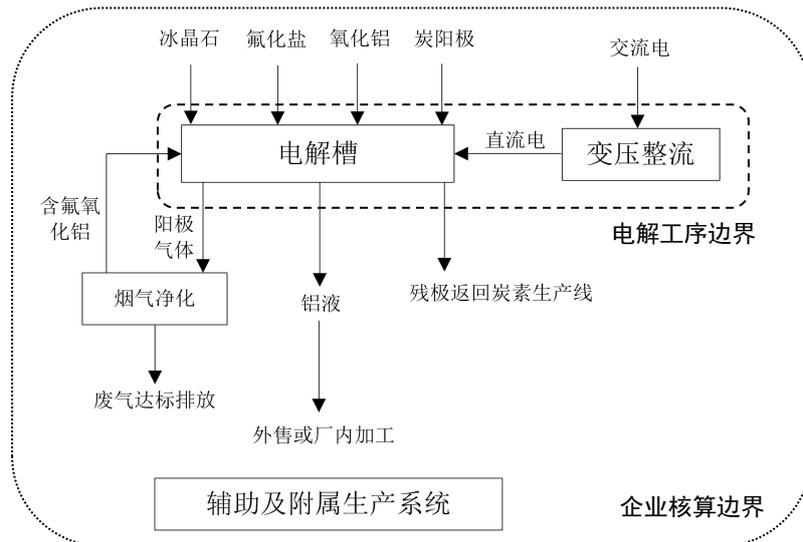


图 2 企业及电解工序边界示意图

## 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。

从燃料燃烧排放、能源作为原材料用途的排放、过程排放、净购入电力和热力对应的排放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温室气体排放总量（核算方法参照附录 2）。改扩建项目还应核算涉及改造工序现有的温室气体排放绩效，并调查现有工程采取的降碳措施。

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。

对于涉及产能置换的建设项目，应识别被置换项目温室气体排放节点，核算其温室气体排放量；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

以电解工序温室气体排放绩效作为评价基准。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电解铝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对应参考附录 3 表 3.1 中 II 级水平值，评价温室气体排放绩效水平，分析减污降碳潜力。

## 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，根据 HJ2.1、HJ2.2 等导则要求，全面分析温室气体排放节点，包括燃料燃烧排放、能源作为原材料用途的排放、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温室气体排放工艺环节、排放节点，明确温室气体排放形式。

依据项目立项文件、节能评估报告及其他基础资料，调查分析拟建项目产品产能等，收集温室气体排放核算需要的活动水平数据。

### 5.4.2 温室气体排放量核算

在明确建设项目核算边界的基础上，根据识别的温室气体产生环节、产生方式和管控措施，参照附录 2 中的核算方法，核算建设项目温室气体排放量和排放绩效。

改扩建项目应按现有、在建、拟建工程分别给出温室气体排放量，核算改扩建项目建成后全厂温室气体排放总量，并填写建设项目温室气体排放量“三本账”。

对于异地搬迁项目，应分别核算搬迁前后温室气体排放变化情况。

对于涉及产能置换的项目，还应核算置换前后温室气体排放量变化情况。

### 5.4.3 温室气体排放评价

以电解生产工序温室气体排放绩效作为评价基准。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电解铝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，评价温室气体排放绩效水平。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

建设项目应从源头控碳、过程减碳、末端降碳等方面分别描述温室气体管控措施。对拟采取的能源和运输结构优化、节能技术应用等措施的技术可行性、经济合理性进行论证，并同步说明其降碳减污协同效果。

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》《国家工业节能技术推荐目录（2021）》《国家工业和信息化领域节能技术装备推荐目录（2022 年版）》、国家工业节能技术装备推荐目录、国家绿色低碳先进技术成果目录、山东省绿色低碳技术成果目录国家和省已发布的节能降碳技术和装备，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、低碳等目录中的，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、废水和固体废物污染治理设施比选。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和台账记录要求。

### 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，炭阳极硫含量、灰分含量等指标开展监测。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、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

根据项目温室气体排放节点，从能源结构优化、节能技术应用、完善碳排放[管理体系](#)建设等方面提出进一步改进的建议。

## 附录 1 电解铝行业建设项目温室气体排放节点识别

(资料性附录)

表 1.1 电解铝行业建设项目温室气体排放节点识别

生产系统	温室气体排放类型	温室气体来源	备注
主要生产系统 (电解生产工序)	能源作为原材料用途的排放	炭阳极	直接排放
	工业生产过程排放	阳极效应	直接排放
	净购入电力和热力排放	电力、热力	间接排放
辅助及附属生产系统	燃料燃烧排放	汽油、柴油等化石燃料	直接排放
	工业生产过程排放	脱硫用碳酸盐	直接排放
	净购入电力和热力排放	电力、热力	间接排放

注：上表为建设项目温室气体排放源识别示例表，具体应根据建设项目工艺装备情况进行识别。具体建设项目中涉及到其他含碳原料的，应补充识别其温室气体来源。

## 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,明确了电解工序温室气体排放量及绩效值核算方法。如建设项目除电解铝生产以外,还存在其他产生温室气体排放的生产活动,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 4 部分:铝冶炼企业》
3	《中国电解铝生产企业温室气体排放核算方法与报告指南》
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	《企业温室气体排放核算与报告填报说明 铝冶炼》

### 二、温室气体排放量核算方法

电解铝生产企业或建设项目所包含的工序温室气体排放量为其特定时期(通常为 1 年)核算边界内燃料燃烧产生的温室气体排放量、能源作为原材料用途的温室气体排放量、工业生产过程的温室气体排放量及净购入电力和热力消耗产生的温室气体排放量之和,按公式(1)计算。公式(1)中列出了电解铝生产企业需考虑的碳排放源项,建设项目及其所包含的电解工序的温室气体排放量应根据温室气体排放源识别结果,选取公式(1)中涉及的源项进行计算

$$E = E_{\text{燃烧}} + E_{\text{原材料}} + E_{\text{过程}} + E_{\text{电和热}} \quad (1)$$

式中:

$E$ —温室气体排放总量,单位为吨二氧化碳当量( $\text{tCO}_2\text{e}$ );

$E_{\text{燃烧}}$ —燃料燃烧产生的温室气体排放量,单位为吨二氧化碳( $\text{tCO}_2$ );

$E_{\text{原材料}}$ —能源作为原材料用途产生的温室气体排放量,单位为吨二氧化碳( $\text{tCO}_2$ );

$E_{\text{过程}}$ —工业生产过程的温室气体排放量,单位为吨二氧化碳当量( $\text{tCO}_2\text{e}$ );

$E_{\text{电和热}}$ —净购入电力和热力消耗产生的温室气体排放量,单位为吨二氧化碳( $\text{tCO}_2$ )。

#### (一) 燃料燃烧产生的温室气体排放

##### 1. 计算公式

燃料燃烧产生的温室气体排放量是企业核算期内各种燃料燃烧产生的温室气体排放量

的加总，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  $i$  种化石燃料的温室气体排放因子，单位为吨二氧化碳每吉焦（ $\text{tCO}_2/\text{GJ}$ ）。

$i$ —消耗化石燃料的类型。

## 2.活动数据获取

燃料燃烧的活动数据是核算期内各种化石燃料的消耗量与平均低位发热量的乘积，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（ $\text{GJ/t}$ ）；对气体燃料，单位为吉焦每万标立方米（ $\text{GJ/万 Nm}^3$ ）；

$FC_i$ —第  $i$  种化石燃料的消耗量，对固体或液体燃料，单位为吨（ $\text{t}$ ）；对气体燃料，单位为万标立方米（ $\text{万 Nm}^3$ ）。

## 3.排放因子数据获取

化石燃料的温室气体排放因子  $EF_i$  按公式（4）计算。

$$EF_i = CC_i \times OF_i \times \frac{44}{12} \quad (4)$$

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（ $\text{tC/GJ}$ ）；

$OF_i$ —第  $i$  种化石燃料的碳氧化率，以%表示；

$\frac{44}{12}$ —二氧化碳与碳的相对分子质量之比。

## （二）能源作为原材料用途产生的温室气体排放

### 1.计算公式

能源作为原材料用途（炭阳极消耗）产生的温室气体排放量按公式（5）计算。

$$E_{\text{原材料}} = EF_{\text{炭阳极}} \times P \quad (5)$$

式中：

$EF_{\text{炭阳极}}$ —炭阳极消耗的二氧化碳排放因子，单位为吨二氧化碳每吨铝（ $\text{tCO}_2/\text{tAl}$ ）；

$P$ —产品（铝液）产量，单位为吨（ $\text{t}$ ）。

### 2.活动数据获取

所需的活数据是核算期内的铝液产量，采用企业计量数据，单位为吨（t）。

### 3.排放因子数据获取

炭阳极消耗的二氧化碳排放因子按公式（6）计算。

$$EF_{\text{炭阳极}} = NC_{\text{炭阳极}} \times (1 - S_{\text{炭阳极}} - A_{\text{炭阳极}}) \times \frac{44}{12} \quad (6)$$

式中：

$NC_{\text{炭阳极}}$ —吨铝炭阳极净耗量，单位为吨碳每吨铝（tC/tAl），可采用中国有色金属工业协会的推荐值 0.411tC/tAl；具备条件的企业可以按月称重检测，取年度加权平均值；

$S_{\text{炭阳极}}$ —炭阳极平均含硫量，单位为%，可采用中国有色金属工业协会的推荐值 2%；具备条件的企业可以按照 YS/T63.20，对每个批次的炭阳极进行抽样检测，取年度加权平均值；

$A_{\text{炭阳极}}$ —炭阳极平均灰分含量，单位为%，可采取中国有色金属工业协会的推荐值 0.4%；具备条件的企业可以按照 YS/T63.19，对每个批次的炭阳极进行抽样检测，取年度加权平均值。

## （三）工业生产过程产生的温室气体排放

### 1.计算公式

工业生产过程产生的温室气体排放量是电解工序阳极效应产生的温室气体排放量与脱硫设施使用碳酸盐分解产生的温室气体排放量之和，按公式（7）计算。

$$E_{\text{过程}} = E_{\text{PFCs}} + \sum_{i=1}^n E_{\text{碳酸盐}, i} \quad (7)$$

式中：

$E_{\text{PFCs}}$ —阳极效应全氟化碳排放量，单位为吨二氧化碳当量（tCO<sub>2</sub>e）；

$E_{\text{碳酸盐}}$ —碳酸盐分解所产生的温室气体排放量，单位为吨二氧化碳（tCO<sub>2</sub>）。

### 2.阳极效应

#### （1）计算公式

电解过程在发生阳极效应时，会排放四氟化碳（CF<sub>4</sub>，PFC-14）和六氟化二碳（C<sub>2</sub>F<sub>6</sub>，PFC-116）两种全氟化碳（PFCs）。阳极效应产生的温室气体排放量按公式（8）计算。

$$E_{\text{PFCs}} = (6630 \times EF_{\text{CF}_4} + 11100 \times EF_{\text{C}_2\text{F}_6}) \times P \times 10^{-3} \quad (8)$$

式中：

6630—CF<sub>4</sub>的 GWP 值；

$EF_{\text{CF}_4}$ —阳极效应的 CF<sub>4</sub> 排放因子，单位为千克 CF<sub>4</sub> 每吨铝（kgCF<sub>4</sub>/tAl）；

11100—C<sub>2</sub>F<sub>6</sub>的 GWP 值；

$EF_{C_2F_6}$ —阳极效应的  $C_2F_6$  排放因子，单位为千克  $C_2F_6$  每吨铝（ $kgC_2F_6/tAl$ ）；

$P$ —产品（铝液）产量，单位为吨（t）。

## （2）排放因子数据获取

中国有色金属工业协会推荐的四氟化碳和六氟化碳排放因子数值分别为  $0.034kgCF_4/tAl$ 、 $0.0034kgC_2F_6/tAl$ 。

具备条件的企业可采用国际通用的斜率法经验公式，按照公式（9）和公式（10），测算本企业的阳极效应排放因子。

$$EF_{CF_4}=0.143 \times AEM \quad (9)$$

$$EF_{C_2F_6}=0.1 \times EF_{CF_4} \quad (10)$$

式中：

$AEM$ —平均每天每槽阳极效应持续时间，企业自动化生产控制系统的实时监测数据，单位为分钟（min）。

## 3.碳酸盐分解产生的排放

碳酸盐分解过程的温室气体排放量按公式（11）计算。

$$E_{\text{碳酸盐}}=AD_{\text{碳酸盐}} \times EF_{\text{碳酸盐}} \quad (11)$$

式中：

$AD_{\text{碳酸盐}}$ —某种碳酸盐的消耗量，单位为吨（t）；

$EF_{\text{碳酸盐}}$ —某种碳酸盐分解的二氧化碳排放因子，单位为吨二氧化碳每吨碳酸盐（ $tCO_2/t$ 碳酸盐）。

## （四）净购入电力和热力消耗产生的温室气体排放

### 1.计算公式

企业净购入电力和热力消耗产生的温室气体排放量按公式（12）计算。

$$E_{\text{电和热}}=AD_{\text{电力}} \times EF_{\text{电力}} + AD_{\text{热力}} \times EF_{\text{热力}} \quad (12)$$

$AD_{\text{电}}$ —净外购电量，单位为兆瓦时（MWh）；

$EF_{\text{电力}}$ —电力消耗的排放因子，单位为吨二氧化碳每兆瓦时（ $tCO_2/MWh$ ）；

$AD_{\text{热力}}$ —净外购热量，单位为吉焦（GJ）；

$EF_{\text{热力}}$ —热力消耗的排放因子，单位为吨二氧化碳每吉焦（ $tCO_2/GJ$ ）。

### 2.活动数据

现有工程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，外购非化石能源电力需提供该部分电力消费量的相关证明材料；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；企业外购非化石能源电力的排放因子按 0 计算。

## 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 <sup>3</sup> )	单位热值含碳量 (tC/GJ)	燃料碳氧化率
固体燃料	无烟煤	吨	26.7	$27.4 \times 10^{-3}$	98%
	烟煤	吨	23.337	$26.1 \times 10^{-3}$	
	褐煤	吨	11.9	$28 \times 10^{-3}$	
	洗精煤	吨	26.344	$25.41 \times 10^{-3}$	
	煤泥	吨	12.545	$25.41 \times 10^{-3}$	
	其他煤制品	吨	17.46	$33.6 \times 10^{-3}$	
	焦炭	吨	28.435	$29.5 \times 10^{-3}$	
液体燃料	原油	吨	41.816	$20.1 \times 10^{-3}$	98%
	燃料油	吨	41.816	$21.1 \times 10^{-3}$	
	汽油	吨	43.07	$18.9 \times 10^{-3}$	
	柴油	吨	42.652	$20.2 \times 10^{-3}$	
	煤油	吨	43.07	$19.6 \times 10^{-3}$	
	炼厂干气	吨	45.998	$18.2 \times 10^{-3}$	
	液化天然气	吨	51.498	$17.2 \times 10^{-3}$	
	液化石油气	吨	50.179	$17.2 \times 10^{-3}$	
	焦油	吨	33.453	$22 \times 10^{-3}$	
气体燃料	天然气	万立方米	389.31	$15.32 \times 10^{-3}$	99%
	高炉煤气	万立方米	33.00	$70.8 \times 10^{-3}$	
	转炉煤气	万立方米	84.00	$49.6 \times 10^{-3}$	
	焦炉煤气	万立方米	179.81	$13.58 \times 10^{-3}$	
	其他煤气	万立方米	52.27	$12.2 \times 10^{-3}$	

注：1.洗精煤、煤泥、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、褐煤的低位发热量来源于《2006 年 IPCC 国家温室气体清单指南》及 2019 年修订版，烟煤、其他煤制品的低位发热量来源于《中国温室气体清单研究》中有色金属工业数据，液化天然气的低位发热量来源于《综合能耗计算通则》（GB/T2589-2020），其他燃料的低位发热量来源于《中国温室气体清单研究》（2007）；

2.焦油、高炉煤气、转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》及 2019 年修订版，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 能源作为原材料用途的排放因子推荐值

名称	单位	量值
吨铝碳阳极净耗	tC/tAl	0.411
炭阳极平均含硫量	/	2%
炭阳极平均灰分含量	/	0.4%

注：数据来源为中国有色金属工业协会统计数据，后续数据有更新的，以更新数据为准。

表 2.4 生产过程排放因子推荐值

名称	单位	量值
阳极效应的 CF <sub>4</sub> 排放因子	kgCF <sub>4</sub> /tAl	0.034
阳极效应的 C <sub>2</sub> F <sub>6</sub> 排放因子	kgC <sub>2</sub> F <sub>6</sub> /tAl	0.0034
石灰石分解的排放因子	tCO <sub>2</sub> /t 石灰石	0.405
纯碱分解的排放因子	tCO <sub>2</sub> /t 纯碱	0.411

注：数据来源为中国有色金属工业协会统计数据，后续数据有更新的，以更新数据为准。

表 2.5 其他排放因子和参数推荐值

名称	单位	排放因子
电力	tCO <sub>2</sub> /MWh	0.8606
热力	tCO <sub>2</sub> /GJ	0.11

注：1. 我省 2016 年省级电网平均二氧化碳排放因子为 0.8606 tCO<sub>2</sub> /MWh，后续该数据有更新的，以更新数据为准；

2.热力排放因子来源于《温室气体排放核算与报告要求 第 4 部分：铝冶炼企业》（GB/T 32151.4-2015）。

### 附录 3 温室气体排放绩效水平参考值

(资料性附录)

表 3.1 铝电解工序温室气体排放绩效水平参考值

电解槽型号	绩效水平	温室气体排放绩效 (tCO <sub>2</sub> /t 产品)
400kA 以下	I 级	13.107
	II 级	13.308
400kA 及以上	I 级	13.094
	II 级	13.120

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	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	炭阳极硫含量、灰分含量	每批次入厂时或每月一次

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)

电解铝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、地方和电解铝行业碳达峰、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 减污降碳控制措施及减排潜力分析

#### 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 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	“以新带老” 削减量	拟建工程实 施后全厂	变化 情况
温室气体排放总量(t)						

表 6.3 温室气体排放源清单

生产 工序	排放类 型 <sup>1</sup>	排放口 编号 <sup>2</sup>	排放形式 <sup>3</sup>	排放浓度 <sup>4</sup> (mg/m <sup>3</sup> )	排放量 (t/a)	工序产 品产量 (t)	排放绩 效值 ( t/t 铝 液)
排放量合计							

注：<sup>1</sup>燃料燃烧排放、能源作为原料用途的排放、过程排放、净购入电力和热力排放；

<sup>2</sup>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；

<sup>3</sup>填写有组织或无组织，间接排放类型不需填写；

<sup>4</sup>无组织排放源不需要填写。