

ICS

CCS 点击此处添加 CCS 号

团 体 标 准

T/CSES XXXX—XXXX

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

Technical Guidelines for Environmental Impact Assessment of Greenhouse Gas
Emissions from Electrolytic Aluminium Industry Construction Projects

(征求意见稿)

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

XXXX - XX - XX 发布

XXXX - XX - XX 实施

中国环境科学学会 发布

目 次

前言	II
引言	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 工作内容和程序	3
5 评价方法	4
5.1 政策符合性分析	4
5.2 工程分析	4
5.3 温室气体排放评价	11
5.4 协同减污降碳措施比选与可行性论证	12
5.5 建设项目优化调整建议	13
5.6 排放管理与监测计划	13
5.7 温室气体排放环境影响评价结论	13
附录 A.....	14
附录 B.....	15
附录 C.....	17
附录 D.....	18
附录 E.....	19

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由××××提出。

本文件由中国环境科学学会归口。

本文件起草单位：中日友好环境保护中心，生态环境部环境工程评估中心、环境规划院，国家节能中心，山东省环境评审服务中心。

本文件主要起草人：

引 言

为深入贯彻《中共中央 国务院关于深入打好污染防治攻坚战的意见》《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）、《环境影响评价与排污许可领域协同推进碳减排工作方案》（环办环评函〔2021〕277号）《国家应对气候变化标准体系建设方案》（环气候〔2025〕40号）以及《关于进一步优化环境影响评价工作的意见》（环环评〔2023〕52号）等文件相关要求，进一步规范和完善重点行业温室气体排放环境影响评价技术方法，统筹温室气体与污染物排放评价工作内容，推动从源头实现减污降碳协同增效，制定本指南。

本指南规定了电解铝行业建设项目开展温室气体排放环境影响评价的一般工作流程、内容、方法和技术要求。

本指南附录A ~附录E 为资料性附录。

本指南由生态环境部组织制订。

本指南由生态环境部解释。

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）

1 范围

本指南规定了电解铝行业及铝用炭素建设项目开展温室气体排放环境影响评价的一般工作流程、内容、方法和技术要求。

本指南适用于电解铝（不含自备电厂）及配套铝用炭素建设项目的温室气体排放环境影响评价，固定资产投资项目碳排放评价可参考本指南。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB 25465-2010 铝工业污染物排放标准

GB/T 32151.4-2015 温室气体排放核算与报告要求 第4部分：铝冶炼企业

GB/T 32151.34-2024 温室气体排放核算与报告要求 第34部分：炭素材料生产企业

GB/T 47540-2017 国民经济行业分类

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 863 排污许可证申请与核发技术规范 有色金属工业-铝冶炼

CETS-AG-04.01-V01-2024 企业温室气体排放核算与报告指南 铝冶炼行业

《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021年版）》（生态环境部令第16号）

《关于印发集成电路制造、锂离子电池及相关电池材料制造、电解铝、水泥制造四个行业建设项目环境影响评价文件审批原则的通知》（环办环评〔2023〕18号）

《高耗能行业重点领域节能降碳改造升级实施指南（2022年版）》（发改产业〔2022〕200号）

《国家重点推广的低碳技术目录》（生态环境部、工业和信息化部、住房城乡建设部、交通运输部、农业农村部联合印发）

《国家工业节能技术推荐目录（2021）》（工业和信息化部，2021年第30号公告）

《国家工业和信息化领域节能降碳技术装备推荐目录（2024年版）》（工业和信息化部，2024年第8号公告）

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

温室气体 greenhouse gas

大气中吸收和重新放出红外辐射的自然和人为的气态成分，包括二氧化碳（CO₂）、甲烷（CH₄）、氧化亚氮（N₂O）、氢氟碳化物（HFCs）、全氟化碳（PFCs）、六氟化硫（SF₆）、三氟化氮（NF₃）等。本指南中的温室气体包括二氧化碳（CO₂）和全氟化碳（PFCs），本指南仅涉及四氟化碳（CF₄）和六氟化二碳（C₂F₆）两种全氟化碳。

3.2

温室气体排放 greenhouse gas emission

建设项目生产运行阶段煤炭、油品、燃气等化石燃料（包括自产和外购）燃烧、能源作为原材料消耗、工业生产过程等活动产生的温室气体排放，以及因外购电力和热力导致的温室气体排放。温室气体排放量以二氧化碳当量表示，计量单位为“吨二氧化碳当量（tCO_{2e}）”。

3.3

碳排放 greenhouse gas emission

建设项目生产运行阶段煤炭、油品、燃气等化石燃料（包括自产和外购）燃烧、能源作为原材料消耗、工业生产过程等活动产生的二氧化碳气体排放，以及因外购电力和热力导致的二氧化碳气体排放。

3.4

铝电解工序 aluminum electrolysis process

主要包括铝电解槽和整流器等生产装置的集合。

3.5

炭素材料生产建设项目 carbon material production project

本指南中特指电解铝建设项目配套，以铝用炭素制品生产为主的建设项目。

3.6

化石燃料燃烧排放 emission from fossil fuel combustion

化石燃料在氧化燃烧过程中产生的温室气体排放，包括煤炭、油品、燃气等化石燃料在各种类型的固定和移动设备中发生氧化燃烧过程产生的排放。

3.7

能源作为原材料用途的排放 emission from energy as raw material

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。本指南所涉及的能源作为原材料用途的排放主要是阳极消耗所导致的二氧化碳排放，阳极是铝电解的还原剂。

3.8

工业生产过程排放 emission from industrial process

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。本指南中工业生产过程主要包括铝电解工序的阳极效应，如电解铝企业建设有配套铝用炭素项目，还包括原料煅烧、铝用炭素制品焙烧和石墨化等生产过程中使用含碳原料的分解排放；以及烟气脱硫的脱硫剂（碳酸盐）分解。

3.9

购入电力和热力产生的排放 emission from purchased electricity and heat

外购入使用电量和热量（蒸汽、热水）所对应的电力、热力生产活动产生的温室气体排放。

3.10

活动数据 activity data

导致温室气体排放的生产或消费活动量的表征值，如化石燃料消耗量、购入使用电量和热量等。

3.11

排放因子 emission factor

表征单位生产或消费活动量的温室气体排放系数。

3.12

温室气体排放水平 greenhouse gas emission level

建设项目生产运行阶段单位产品（电力、热力）的温室气体排放量。

3.13

全球变暖潜势 global warming potential

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。（本指南涉及2类全氟化碳，包括CF₄和C₂F₆，取值与《企业温室气体排放核算与报告指南 铝冶炼行业》保持一致）。

3.14

评价基准年 assessment base year

评价改建、扩建（含异地迁建）建设项目中现有工程温室气体排放近3年中数据相对完整的1个日历年。

4 工作内容和程序

电解铝行业建设项目温室气体排放环境影响评价的主要工作内容包括：政策符合性分析、工程分析、温室气体排放评价、协同减污降碳措施比选与可行性论证、温室气体排放管理与监测计划、评价结论。相关内容纳入建设项目环境影响评价报告的相应章节，其中温室气体排放评价设置独立章节，具体工作内容和程序如图1所示。

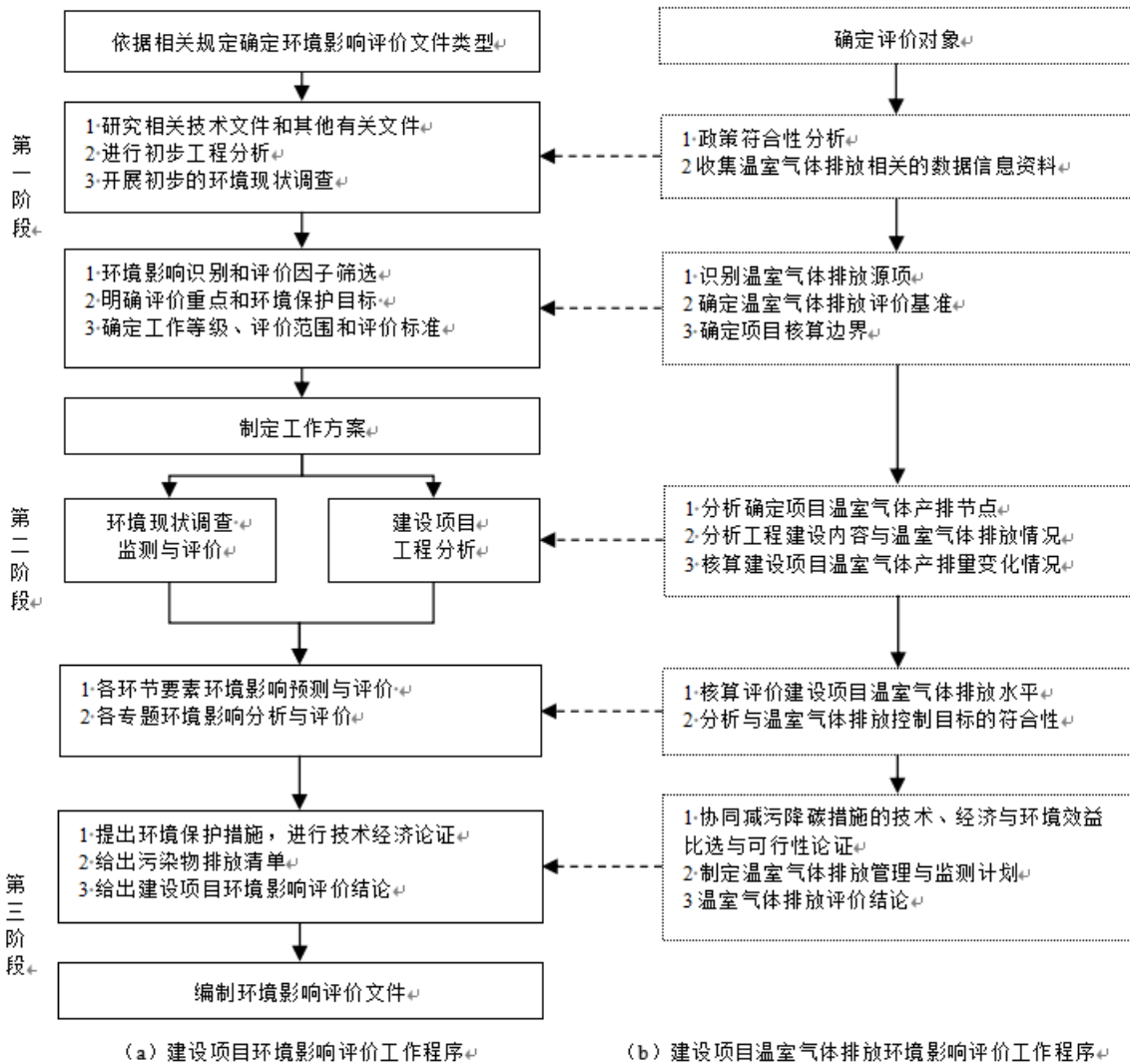


图 1 电解铝行业建设项目温室气体排放环境影响评价工作程序图

5 评价方法

5.1 政策符合性分析

收集相关资料，分析电解铝行业建设项目温室气体排放与生态环境保护相关法律法规，国家、区域（园区）和行业碳达峰碳中和目标或行动方案、深入打好污染防治攻坚战目标任务、减污降碳协同增效要求、生态环境分区管控、清洁能源替代、清洁运输等政策，以及国家、区域生态环境保护等相关规划和规划环境影响评价要求的相符性。

5.2 工程分析

5.2.1 核算边界

电解铝行业建设项目温室气体排放环境影响评价核算边界包括所有生产、生活设施和系统（不包括自备电厂及其配套设施）产生的温室气体排放总量，包括主要边界（铝电解工序）、其他边界（企业边

界内除主要边界以外的配套生产设施、辅助生产系统和附属生产系统)产生的温室气体排放。铝电解工序包括整流器、电解槽,配套生产设施包括企业边界内可能涉及的配套铝用炭素等生产设施,辅助生产系统包括主要生产管理和调度指挥系统、动力、供水、机修、库房、化验、计量、水处理、运输和环保设施等。附属生产系统包括厂区内为生产服务的主要用于办公生活目的的部门、单位和设施(如车间浴室、保健站、办公场所、自营的职工食堂、公务车辆及班车等)。在《企业温室气体排放核算与报告指南 铝冶炼行业》(CETS-AG-04.01-V01-2024)中企业层级核算边界的基础上考虑购入电力、热力消耗等产生的间接排放。

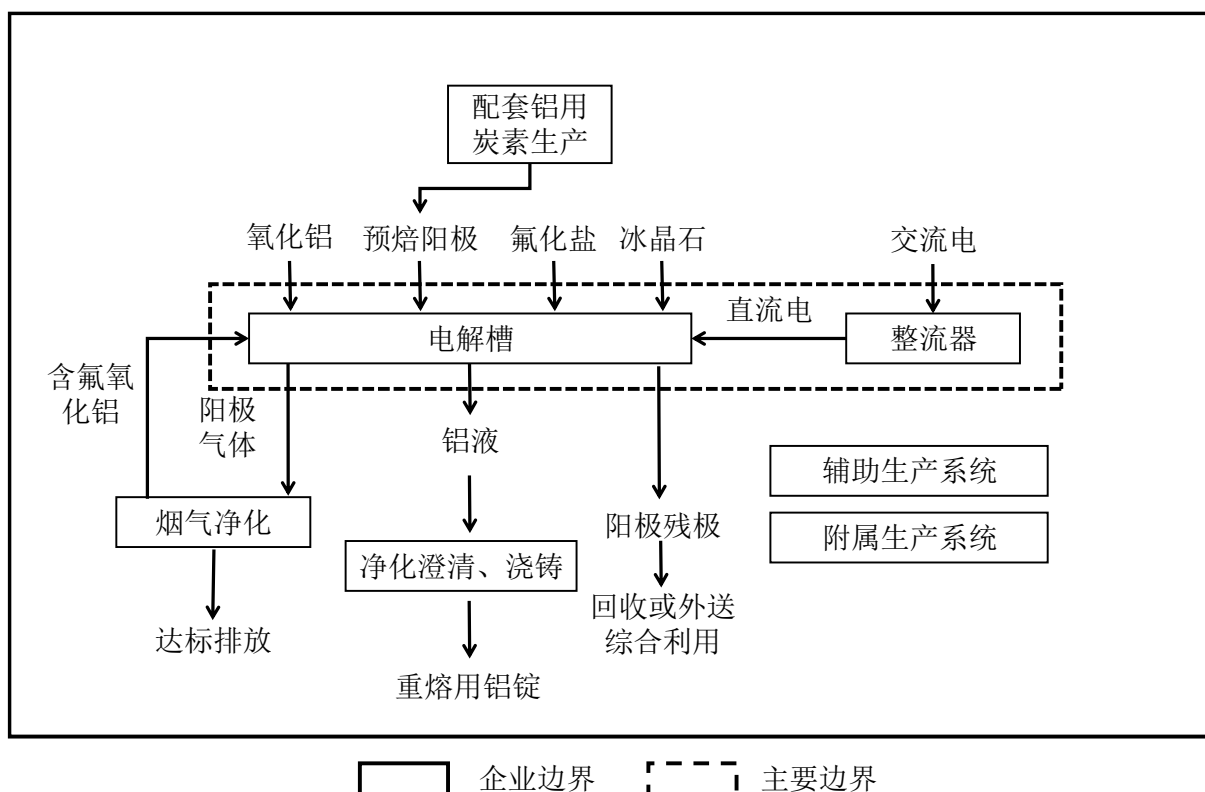


图2 电解铝行业建设项目温室气体排放评价核算边界示意图

5.2.2 现状调查与分析

收集与电解铝行业建设项目温室气体排放相关的主要技术资料,根据化石燃料及原辅料使用等情况,识别项目温室气体排放的主要来源,明确核算技术方法和相关活动数据。

(1) 新建项目

依据项目可研报告、立项与工程设计文件、化石燃料和原料等成分检验报告、节能评估报告等资料,明确建设项目生产工序(铝电解工序及配套铝用炭素生产等),以及化石燃料(包括设计和校核)种类、使用量、低位发热量等,原料、辅料及其他物料种类、使用量等,外购电量、热量等,以及铝液、铝锭等主要产品产量等,确保所引用数据有据可依且合理可信。

(2) 改扩建及异地迁建项目

调查现有项目评价基准年的温室气体排放情况。除参照新建项目所需资料收集相关数据信息外，还需收集现有项目化石燃料和原材料等购买合同、能源台账、购售电结算凭证、供热协议及购售热结算凭证、化石燃料成分检验报告等资料文件。综合考虑评价数据的一致性，原则上现有工程温室气体排放评价基准年应与大气环境影响评价基准年保持一致，不一致的，应说明理由。

若现有项目已纳入全国碳市场管理平台等国家碳排放核算相关平台，可优先从平台引用相关数据信息，包括温室气体排放总量，化石燃料燃烧、能源作为原材料消耗、工业生产过程、外购电力和热力等温室气体排放量，以及铝液、铝锭产量等信息，若化石燃料燃烧产生的温室气体排放量未采用实测低位发热量核算的，应参照附录 A 相关参数进行取值并核算温室气体排放量。现有项目存在温室气体排放量缺项的，应根据本指南要求予以分析补充。

5.2.3 产生与排放情况分析

分析电解铝行业建设项目温室气体产排节点，并在工艺流程图中明确产生与排放情况。根据能源作为原材料用途、阳极效应、化石燃料燃烧、含碳原料消耗、碳酸盐分解、外购电力和热力消耗等情况梳理相关活动水平数据，结合减污降碳技术措施建设与运行控制情况，分析影响温室气体排放的主要因素。

5.2.4 温室气体排放量核算

电解铝行业建设项目温室气体排放量为正常生产运行阶段企业边界范围内所有生产设施和辅助、附属系统产生的温室气体排放量，包括主要边界能源作为原材料用途、阳极效应排放和其他边界铝用炭素生产过程排放、其他辅助和附属生产系统化石燃料燃烧（包括设计和校核燃料）、脱硫过程脱硫剂等碳酸盐分解等直接产生的温室气体排放量，外购电、热产生的间接排放，并考虑温室气体回收利用（处置）未排入环境的量。其中，改、扩建及异地迁建项目还应单独核算现有项目温室气体排放量、“以新带老”削减量及最终排放量，产能置换项目应核算置换前后温室气体排放量变化情况。建设项目环境影响评价报告中分别按现有项目、拟实施建设项目、削减替代等情形汇总环境污染物与温室气体的排放量变化情况，具体参见附录 B。

具体核算方法如下：

$$E_{\text{总}} = E_{\text{主要边界}} + E_{\text{其他边界}} \quad (1)$$

$E_{\text{总}}$ —某一时段内建设项目温室气体排放总量，单位为吨二氧化碳当量（ tCO_2e ）；

$E_{\text{主要边界}}$ —建设项目铝电解工序温室气体排放量，单位为吨二氧化碳当量（ tCO_2e ）；

$E_{\text{其他边界}}$ —建设项目其他边界温室气体排放量，单位为吨二氧化碳当量（ tCO_2e ）；

（1）建设项目主要边界温室气体排放量（ $E_{\text{主要边界}}$ ）

建设项目主要边界温室气体排放量包括能源作为原材料用途、阳极效应产生的温室气体排放。

$$E_{\text{主要边界}} = E_{\text{原材料}} + E_{\text{阳极效应}} \quad (2)$$

式中：

$E_{\text{原材料}}$ —能源作为原材料用途的排放量，单位为吨二氧化碳（ tCO_2 ）；

$E_{\text{阳极效应}}$ —阳极效应排放量，单位为吨二氧化碳当量（tCO₂e），本项为非二氧化碳气体排放，不纳入碳排放评价核算；

a) 能源作为原材料用途产生的温室气体排放（ $E_{\text{原材料}}$ ）

能源作为原材料用途的二氧化碳排放主要是阳极消耗产生，采用公式（3）计算。

$$E_{\text{原材料}} = C_{\text{阳极净耗}} \times (1 - S_{\text{阳极}} - A_{\text{阳极}}) \times 44/12 \quad (3)$$

式中：

$E_{\text{原材料}}$ —阳极消耗产生的排放量，单位为吨二氧化碳（tCO₂）；

$C_{\text{阳极净耗}}$ —设计阳极净耗量，单位为吨（t），可根据项目设计文件等获取；

$S_{\text{阳极}}$ —阳极平均含硫量；

$A_{\text{阳极}}$ —阳极平均灰分含量。

如设计阳极净耗量不可获取，可参照公式（4）计算。

$$C_{\text{阳极净耗}} = C_{\text{阳极}} \times (1 - NC_{\text{损失率}}) \quad (4)$$

式中：

$C_{\text{阳极}}$ —铝电解工序核算和报告期内的阳极消耗量，单位为吨（t）；

$NC_{\text{损失率}}$ —阳极损失率，取缺省值 15.18%（针对改、扩建项目，可采用原建设项目实测值）。

b) 阳极效应产生的温室气体排放（ $E_{\text{阳极效应}}$ ）

电解铝企业在发生阳极效应时，会排放四氟化碳（CF₄）和六氟化二碳（C₂F₆）两种全氟化碳（PFCs）。

阳极效应温室气体排放量采用公式（5）计算。

$$E_{\text{阳极效应}} = EF_{CF_4} \times P \times GWP_{CF_4} \times 10^{-3} + EF_{C_2F_6} \times P \times GWP_{C_2F_6} \times 10^{-3} \quad (5)$$

式中：

$E_{\text{阳极效应}}$ —阳极效应产生的排放量，单位为吨二氧化碳当量（tCO₂e）；

EF_{CF_4} —阳极效应的 CF₄ 排放因子，单位为千克四氟化碳/吨铝（kgCF₄/tAl），排放因子应选用由生态环境部与国家统计局联合建设的“国家温室气体排放因子数据库”发布的最新数据或国家碳市场核算指南中的相关数据；

P —阳极效应的活动数据，即铝液产量，单位为吨铝（tAl）；

GWP_{CF_4} —四氟化碳的全球变暖潜势，取值与国家碳市场核算指南保持一致；

$EF_{C_2F_6}$ —阳极效应的 C₂F₆ 排放因子，单位为千克六氟化二碳/吨铝（kgC₂F₆/tAl），排放因子应选用由生态环境部与国家统计局联合建设的“国家温室气体排放因子数据库”发布的最新数据或国家碳市场核算指南中的相关数据；

$GWP_{C_2F_6}$ —六氟化二碳的全球变暖潜势，取值与国家碳市场核算指南保持一致。

(3) 建设项目其他边界温室气体排放量（ $E_{\text{其他边界}}$ ）

建设项目其他边界温室气体排放量包括铝电解工序外的配套铝用炭素生产过程排放（不包括烟气

治理工程)及其他辅助和附属生产系统设施化石燃料燃烧、碳酸盐(脱硫剂)分解等直接产生的温室气体排放量,企业净购入电力、热力间接导致的温室气体排放量,以及温室气体回收利用(处置)未排入环境的量。

$$E_{\text{其他边界}} = E_{\text{铝用炭素}} + E_{\text{化石燃料}} + E_{\text{碳酸盐}} + E_{\text{购入电力}} + E_{\text{购入热力}} - E_{\text{回收利用}} \quad (6)$$

式中:

- $E_{\text{其他边界}}$ —建设项目铝电解工序外其他边界温室气体排放量,单位为吨二氧化碳当量(tCO_{2e});
- $E_{\text{铝用炭素}}$ —电解铝配套铝用炭素生产过程产生的二氧化碳排放,包括原料煅烧、铝用炭素制品焙烧和石墨化等生产过程及炭素产品中隐含的排放量,单位为吨二氧化碳当量(tCO_{2e});
- $E_{\text{化石燃料}}$ —其他边界化石燃料燃烧产生温室气体排放量,单位为吨二氧化碳当量(tCO_{2e});
- $E_{\text{碳酸盐}}$ —生产过程和脱硫剂使用的碳酸盐分解产生的温室气体排放量,单位为吨二氧化碳当量(tCO_{2e});
- $E_{\text{购入电力}}$ —外购入热力产生的温室气体排放量,单位为吨二氧化碳当量(tCO_{2e});
- $E_{\text{购入热力}}$ —外购入热力产生的温室气体排放量,单位为吨二氧化碳当量(tCO_{2e});
- $E_{\text{回收利用}}$ —温室气体回收利用(处置)未排入环境的量,单位为吨二氧化碳当量(tCO_{2e})。

a) 铝用炭素生产过程产生的温室气体排放量 ($E_{\text{铝用炭素}}$)

电解铝配套铝用炭素生产工序原料煅烧、铝用炭素制品焙烧和石墨化等主要生产过程温室气体排放量及炭素产品中隐含的排放量,不包括烟气治理产生的排放量。单位为吨二氧化碳当量(tCO_{2e});

$$E_{\text{铝用炭素}} = E_{\text{化石燃料(铝用炭素)}} + E_{\text{含碳原料}} - E_{\text{铝用炭素产品}} \quad (7)$$

式中:

- $E_{\text{化石燃料(铝用炭素)}}$ —铝用炭素生产工序化石燃料燃烧产生温室气体排放量,单位为吨二氧化碳当量(tCO_{2e});
- $E_{\text{含碳原料}}$ —生产过程使用的含碳原料分解产生的温室气体排放量,单位为吨二氧化碳当量(tCO_{2e});
- $E_{\text{铝用炭素产品}}$ —铝用炭素产品中隐含的碳排放量,单位为吨二氧化碳当量(tCO_{2e})

开展化石燃料元素碳实测的采用:

$$E_{\text{化石燃料(铝用炭素)}} = \sum_i (FC_i \times C_{ar,i} \times OF_i \times \frac{44}{12}) \quad (8)$$

未开展化石燃料元素碳实测的采用:

$$E_{\text{化石燃料(铝用炭素)}} = \sum_i (FC_i \times NCV_{ar,i} \times CC_i \times OF_i \times \frac{44}{12}) \quad (9)$$

式中:

i —化石燃料的种类,煤炭、油品、燃气、石油焦等;

FC_i —某一时段第*i*种化石燃料的消耗量,对固体和液体燃料,单位为吨(t);对气体燃料,单位为万标准立方米(10⁴Nm³);

$C_{ar,i}$ —某一时段第 i 种化石燃料收到基元素碳含量，对固体和液体燃料，单位为吨碳/吨 (tC/t)，对气体燃料，单位为吨碳/万标准立方米 (tC/10⁴Nm³)；

$NCV_{ar,i}$ —某一时段第 i 种化石燃料收到基低位发热量，对于固体或液体燃料，单位为吉焦/吨(GJ/t)；对于气体燃料，单位为吉焦/万标准立方米 (GJ/10⁴Nm³)；；

CC_i —某一时段第 i 种化石燃料单位热值含碳量，单位为吨碳/吉焦 (tC/GJ)；

OF_i —第 i 种化石燃料的碳氧化率，单位为%；

44/12—二氧化碳与碳的相对分子质量之比。

$$E_{\text{含碳原料}} = \sum_{i=1}^n (AD_i \times EF_i) \quad (10)$$

式中：

AD_i —含碳原料 i 的消耗量，单位为吨 (t)；

EF_i —含碳原料 i 分解的二氧化碳排放因子，单位为吨二氧化碳/吨碳酸盐 (tCO₂/t碳酸盐)，碳酸盐排放因子参照由生态环境部与国家统计局联合建设的“国家温室气体排放因子数据库”发布的最新数据，见附录C；

i —含碳原料种类代号。

$$E_{\text{铝用炭素产品}} = AD_{\text{铝用炭素产品}} \times (1 - S_{\text{阳极}} - A_{\text{阳极}}) \times 44/12 \quad (11)$$

式中：

$E_{\text{铝用炭素产品}}$ —某一时段电解铝建设项目配套铝用炭素生产设施产品中隐含的碳排放量，单位为吨二氧化碳当量 (tCO_{2e})；

其他因子取值同公式 (3) (4)。

b) 化石燃料燃烧产生温室气体排放量 ($E_{\text{燃烧}}$)

电解铝及铝用炭素生产工序以外的化石燃料燃烧产生的温室气体排放，一般包括锅炉、窑炉、运输等其他生产系统消耗的化石燃料燃烧以及脱硫脱硝等装置使用化石燃料加热烟气产生的排放。具体核算方法同公式 (8) (9)。

c) 碳酸盐分解产生的温室气体排放 ($E_{\text{碳酸盐}}$)

碳酸盐分解排放量是烟气治理工程中脱硫剂中的碳酸盐分解产生的二氧化碳排放量的加总，采用公式 (12) 计算。

$$E_{\text{碳酸盐}} = \sum_{i=1}^n (AD_i \times EF_i) \quad (12)$$

式中：

$E_{\text{碳酸盐}}$ —碳酸盐分解产生的排放量，单位为吨二氧化碳 (tCO₂)；

AD_i —碳酸盐 i 的消耗量，单位为吨 (t)；

EF_i —碳酸盐*i*分解的二氧化碳排放因子，单位为吨二氧化碳/吨碳酸盐（ tCO_2/t 碳酸盐），碳酸盐排放因子参照由生态环境部与国家统计局联合建设的“国家温室气体排放因子数据库”发布的最新数据，见附录C；

i —碳酸盐种类代号。

e) 购入电力产生的温室气体排放（ $E_{电}$ ）

购入电力产生的温室气体排放采用公式（13）计算。

$$E_{电} = \Delta AD_{电} \times EF_{电} \quad (13)$$

式中：

$E_{电}$ —购入使用电力产生的排放量，单位为吨二氧化碳（ tCO_2 ）；

$\Delta AD_{电}$ —净购入使用电量（不包含绿电直联部分），单位为兆瓦时（ $MW \cdot h$ ）；

$EF_{电}$ —电力排放因子，采用国家更新的全国电力平均二氧化碳排放因子（不包括市场化交易的非化石能源电量），单位为吨二氧化碳/兆瓦时（ $tCO_2/MW \cdot h$ ）。

净购入使用电量（不包含绿电直联部分）采用公式（14）计算。

$$\Delta AD_{电} = (AD_{购入电} - AD_{绿电直联} - AD_{外供电}) \quad (14)$$

式中：

$AD_{购入电}$ —购入的总电量，包括购入的电网电量和购入的未并入市政电网的余热余压电量、化石能源电量，单位为兆瓦时（ $MW \cdot h$ ）；

$AD_{绿电直联}$ —本项目通过绿电直联使用的非化石能源电力消费量，单位为兆瓦时（ $MW \cdot h$ ）；

$AD_{外供电}$ —本项目外供电量，单位为兆瓦时（ $MW \cdot h$ ）；

f) 净购入热力产生的温室气体排放（ $E_{热}$ ）

净购入使用热力产生的二氧化碳排放，采用公式（15）计算。

$$E_{热} = \Delta AD_{热} \times EF_{热} \quad (15)$$

式中：

$E_{热}$ —净购入使用热力产生的排放量，单位为吨二氧化碳（ tCO_2 ）；

$\Delta AD_{热}$ —净购入使用热量，单位为吉焦（GJ）；

$EF_{热}$ —热力排放因子，单位为吨二氧化碳/吉焦（ tCO_2/GJ ）。

净购入使用热量采用公式（16）计算。

$$\Delta AD_{热} = AD_{购入热} - AD_{外供热} \quad (16)$$

式中：

$\Delta AD_{\text{蒸}}$ —企业层级净购入使用热量，单位为吉焦（GJ）；

$AD_{\text{购入热}}$ —企业层级购入热量，单位为吉焦（GJ）；

$AD_{\text{外供热}}$ —企业层级外供热量，单位为吉焦（GJ）。

g) 回收利用（处置）的温室气体量（ $E_{\text{回收利用}}$ ）

$$E_{\text{回收利用}}=Q \times P \times 19.77 \quad (17)$$

式中：

$E_{\text{回收利用}}$ —某一时段温室气体回收利用（处置）未排入环境的量，包含 CCUS 产品中固定的温室气体，单位为吨二氧化碳当量（ $t\text{CO}_2\text{e}$ ）；

Q —某一时段回收利用（处置）未排入环境的二氧化碳气体体积（按标准状态计），单位为万标准立方米（ 10^4Nm^3 ）；

P —二氧化碳气体纯度，单位为%；

19.77—每万标准立方米二氧化碳的质量（ $t/10^4\text{Nm}^3$ ）。

5.3 温室气体排放评价

5.3.1 温室气体排放水平核算

电解铝行业建设项目应核算温室气体排放水平，见附录D。排放水平指标为主要边界单位产品（铝液）二氧化碳排放量和温室气体排放量，单位产品排放绩效水平参考值见附录E，同时核算对比企业边界单位产品（铝液）温室气体排放量水平，具体方法见式（18）（19）。改建、扩建及异地迁建项目还应单独核算现有工程温室气体排放水平，分析建设项目单位产品温室气体排放量下降率情况。

$$KP=\frac{E_{\text{主要边界}}}{P} \quad (18)$$

$$CP=\frac{E_{\text{总}}}{P} \quad (19)$$

式中：

KP —主要边界单位铝液产品温室气体排放量，单位为吨二氧化碳当量每吨铝液（ $t\text{CO}_2\text{e}/t\text{Al}$ ）；

CP —企业边界范围内单位铝液产品温室气体排放量，单位为吨二氧化碳当量每吨铝液（ $t\text{CO}_2\text{e}/t\text{Al}$ ）；

$E_{\text{主要边界}}$ —某一时段电解铝企业主要边界所产生的温室气体排放量，单位为吨二氧化碳当量（ $t\text{CO}_2\text{e}$ ），开展碳排放评价时，该指标不包括阳极效应产生的非二氧化碳温室气体排放量；

$E_{\text{总}}$ —某一时段建设项目温室气体排放总量，单位为吨二氧化碳当量（ $t\text{CO}_2\text{e}$ ）；

P —某一时段企业铝液产量，单位为吨（ $t\text{Al}$ ）。

5.3.2 温室气体排放水平评价

（1）应以国家或地方公开发布的相关温室气体排放基准（标准）分析新建、改建、扩建及异地迁建电解铝行业建设项目实施后单位产品（铝液）温室气体排放水平和能耗水平。无国家或地方排放基准（标准）时，可参考国内外同行业或同类项目温室气体排放基准或水平，并说明参考数据的合理性。

(2) 改、扩建及异地迁建电解铝行业建设项目还应根据环境污染物与温室气体排放量变化和排放水平核算结果,对工程实施前后协同减污降碳效果进行纵向对比,分析项目实施后全厂协同减污降碳水平提升情况。项目实施后全厂单位产品(铝液)的温室气体排放量原则上不得高于现有工程,若温室气体排放水平高于现有工程的,进行情况说明。

(3) 国家、区域或行业有其他相关温室气体排放基准(标准)或评价要求的,从其规定。

5.3.3 减污降碳协同评价

电解铝行业建设项目应开展减污降碳协同评价,温室气体排放强度原则上应优于附录E中II级水平,同时污染物排放强度满足电解铝行业大气环境绩效分级A级水平。无法同时满足时,应开展减污降碳协同核算与评价,具体方法见式(20)(21)。

温室气体排放强度优于II级水平,污染物排放强度不满足绩效A级水平时,采用公式(20)。

$$SD = (PE/PE_A - 1) / (CP/CP_{II} - 1) \quad (20)$$

式中:

SD —电解铝行业建设项目的减污降碳协同度,无量纲;

PE —电解铝行业建设项目的污染物排放强度,单位为 mg/m^3 ;

PE_A —电解铝行业建设项目的污染物排放A级绩效水平,单位为 mg/m^3 ;

CP —企业边界范围内单位铝液产品温室气体排放量,单位为吨二氧化碳当量每吨铝液($\text{tCO}_2\text{e}/\text{tAl}$);

CP_{II} —电解铝行业建设项目温室气体排放II级水平,单位为吨二氧化碳当量每吨铝液($\text{tCO}_2\text{e}/\text{tAl}$);

温室气体排放强度不满足II级水平,污染物排放强度满足绩效A级水平时,采用公式(21)。

$$SD = (CP/CP_{II} - 1) / (PE/PE_A - 1) \quad (21)$$

本指南规定,当电解铝行业新(改、扩)建项目减污降碳协同度绝对值应小于1时,即当污染物排放强度不满足绩效A级水平时,污染物排放强度较A级水平的增加幅度小于温室气体排放强度较II级水平的降低幅度,或当温室气体排放强度不满足II级水平,温室气体排放强度较II级水平的增加幅度小于温室气体排放强度较A级水平的降低幅度时,该项目可认定为减污降碳协同。

当减污降碳协同度绝对值大于1时,应说明情况并提出协同减污降碳措施。

5.4 协同减污降碳措施比选与可行性论证

5.4.1 工作要求

从源头防控(工艺设计、设备选型、平面布置等)、能源置换、过程控制、末端治理、回收利用等方面提出电解铝行业建设项目拟采取的温室气体控制技术措施和管理方案,开展基于协同减污降碳的废气、废水等污染防治与环境风险防控技术措施多方案比选工作,分析比选后采取温室气体控制措施的类型和工艺,并核算由此带来的环境污染物与温室气体排放变化情况,形成减污降碳协同措施清单。

5.4.2 比选原则

在环境污染物治理与排放满足国家和地方相关标准与政策要求的前提下,对于项目所在区域、流域

控制单元环境质量达到国家或者地方环境质量的因子，应平衡环境污染物与温室气体减排，在确保项目投产后区域环境质量不恶化的前提下，优先选择温室气体排放量小的达标可行技术与运行控制方案；对于项目所在区域、流域控制单元环境质量未达到国家或者地方环境质量的因子，应以改善区域环境质量为目标，在确保项目投产后区域环境质量有改善的前提下，其对应的污染物优先选择温室气体排放量小的最佳可行技术与运行控制方案。

5.4.3 可行性论证

(1) 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。

(2) 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）》《国家重点推广的低碳技术目录》《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降碳技术装备推荐目录（2024年版）》等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。

5.5 建设项目优化调整建议

根据温室气体排放水平评价结果，结合协调减污降碳措施比选和可行性论证，对建设项目提出优化能源结构、提高用能效率、采用优质炭素阳极等优化调整建议，降低项目温室气体排放水平。

5.6 排放管理与监测计划

(1) 编制电解铝行业建设项目温室气体排放清单，明确温室气体排放过程管理要求，以及拟配备能源与排放计量/检测设备的数量、位置、技术要求等。鼓励电解铝行业建设项目开展温室气体排放在线监测试点与实践。

(2) 提出电解铝行业建设项目温室气体排放监测、报告和核查工作计划。建立温室气体排放量核算所需参数相关的监测和环境管理台账记录要求，并根据《碳排放权交易管理暂行条例》（国令第775号）《企业温室气体排放核算与报告指南 铝冶炼行业》、GB/T 32151.4-2015等文件，明确化石燃料种类及消耗量、元素碳含量、低位发热量、含碳原料种类及消耗量、铝液产量、铝用炭素产品产量、购入使用电量和热量、脱硫碳酸盐 and 脱硝尿素消耗量等指标的监测频次、监测方法、记录信息、保存年限等。

(3) 电解铝行业建设项目减污降碳技术措施、跟踪监测计划等内容纳入竣工环境保护自主验收。

5.7 温室气体排放环境影响评价结论

概括总结电解铝行业建设项目实施的政策符合性、温室气体排放、减污降碳措施可行性及效果、温室气体排放水平、温室气体排放管理与监测计划等。

结合国家、区域和行业温室气体排放与控制相关行动方案、温室气体排放控制目标与技术要求等，给出电解铝行业建设项目的温室气体排放控制是否满足相关要求的结论，提出项目优化调整建议。

附录 A

(资料性附录)

表 A 电解铝行业建设项目温室气体排放环境影响评价分析相关参数取值

燃料名称	计量单位	低位发热量 ^f (GJ/t,GJ/10 ⁴ Nm ³)	单位热值含碳量 (tC/TJ)	碳氧化率 (%)
无烟煤	t	26.70 ^c	27.49 ^b	99
烟煤	t	23.736 ^d	26.18 ^b	
褐煤	t	11.90 ^c	27.97 ^b	
洗精煤	t	26.344 ^a	25.41 ^b	
其他洗煤 (洗中煤)	t	8.363 ^a	25.41 ^b	
其他洗煤 (煤泥)	t	12.545 ^a	25.41 ^b	
其他煤制品	t	17.46 ^d	33.56 ^b	
焦炭	t	28.435 ^a	29.42 ^b	
原油	t	41.816 ^a	20.08 ^b	98 ^b
燃料油	t	41.816 ^a	21.1 ^b	
汽油	t	43.070 ^a	18.9 ^b	
柴油	t	42.652 ^a	20.2 ^b	
石油焦	t	32.50 ^c	27.5 ^b	
其他石油制品	t	41.031 ^d	20.0 ^b	
炼厂干气	t	45.998 ^a	18.2 ^b	
天然气	10 ⁴ Nm ³	389.31 ^a	15.32 ^b	99 ^b
焦炉煤气	10 ⁴ Nm ³	173.54 ^d	12.1 ^c	
高炉煤气	10 ⁴ Nm ³	33.00 ^d	70.8 ^c	
转炉煤气	10 ⁴ Nm ³	84.00 ^d	49.6 ^c	
其他煤气	10 ⁴ Nm ³	52.27 ^d	12.2 ^c	

^a数据取值来源为《中国能源统计年鉴 2022》。
^b数据取值来源为《省级温室气体清单编制指南(试行)》。
^c数据取值来源为《2006 年 IPCC 国家温室气体清单指南》。
^d数据取值来源为《中国温室气体清单研究(2007)》。
^e数据取值来源为《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)》(环办科技〔2017〕73 号)。
^f根据国际蒸汽表卡换算,本指南热功当量值取 4.1868 kJ/kcal。

附录 B

(资料性附录)

电解铝行业建设项目减污降碳排放变化核算与协同措施清单

表 B.1 电解铝行业建设项目环境污染物与温室气体排放变化情况核算表

类型	指标名称	单位	企业现有项目 ^a	拟实施建设项目 ^b	现有项目“以新带老”削减量 ^c	其他替代削减量	最终排放量 ^d
废气	二氧化硫	t					
	氮氧化物	t					
	烟尘	t					
	……						
废污水	……	t					
固体废物	……	t					
温室气体	二氧化碳 ^e (铝电解工序)	t					
	二氧化碳 (其他边界)	t					
	二氧化碳 (其他削减源)	t	—	—	—		—
	二氧化碳 (合计)	t					
<p>^a 拟实施建设项目为新建项目时，现有项目排放量均为零。拟实施建设项目为改建、扩建及异地迁建项目时，填报项目实施前现有项目核算边界内评价基准年的环境污染物和温室气体的排放量。</p> <p>^b 以拟实施新建、改建、扩建及异地迁建项目为对象，核算核算边界内环境污染物与温室气体排放量。</p> <p>^c 改建、扩建及异地迁建项目实施后，现有项目实施减污降碳后产生的“以新带老”削减量。拟实施项目为新建项目时，企业无现有项目，“以新带老”排放量为零。</p> <p>^d 拟实施建设项目为改建、扩建及异地迁建项目时，最终排放量=企业现有项目排放量+拟实施建设项目排放量-现有项目“以新带老”削减量-其他替代削减量。拟实施建设项目为新建项目时，仅核算拟实施建设项目的排放量和其他替代削减量。</p>							

表 B.2 电解铝行业建设项目减污降碳协同措施清单一览表

序号	温室气体排放节点	具体减污降碳措施	预期减污降碳效果
1	源头防控（工艺设计、能源置换、设备选型、平面布置等）		
2	过程控制		
3	末端治理		
4	回收利用		

附录 C

(资料性附录)

表 C.1 碳酸盐排放因子缺省值

碳酸盐种类	EF _k (tCO ₂ /t)
CaCO ₃	0.440
MgCO ₃	0.522
Na ₂ CO ₃	0.415
NaHCO ₃	0.524
BaCO ₃	0.223
Li ₂ CO ₃	0.596
K ₂ CO ₃	0.318
SrCO ₃	0.298
FeCO ₃	0.380

附录 D

(资料性附录)

表 D. 电解铝行业建设项目温室气体排放水平表

核算对象	单位产品（铝液产量）温室气体排放水平（tCO ₂ e/tAl）	
	主要边界（铝电解工序）	主要边界+其他边界
企业现有项目 ^a		
拟实施建设项目 ^b		
实施后全厂 ^c		
<p>^a 以现有项目温室气体排放量为基础核算相应数值，新增项目无需核算。</p> <p>^b 以拟建的新建、改建、扩建及异地迁建项目产生的温室气体排放量为基础核算相应数值。</p> <p>^c 以拟建项目实施后全厂产生的温室气体排放量为基础核算相应数值。</p>		

附 录 E
(资 料 性 附 录)

表 E 新增电解铝建设项目^a单位产品温室气体排放绩效水平参考值^b

项目	I级水平	II级水平
单位产品二氧化碳排放量 (tCO ₂ /tAl)	1.360	1.431
单位产品温室气体排放量 (tCO _{2e} /tAl)	1.505	1.576

a 包括新建、改建、扩建项目（含异地迁建项目）。
b 仅包括项目铝电解工序（主要边界）产生的温室气体排放。

