



# 中华人民共和国国家标准

GB/T 32151.4—2026

代替 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

Requirements of the greenhouse gas emission accounting and reporting—  
Part 4: Aluminium smelting production enterprise

2026-01-28 发布

2026-08-01 实施

国家市场监督管理总局  
国家标准化管理委员会 发布



## 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。

本文件是 GB/T 32151《温室气体排放核算与报告要求》的第 4 部分。GB/T 32151 已经发布了以下部分：

- 第 1 部分：发电企业；
- 第 2 部分：电网企业；
- 第 3 部分：镁冶炼企业；
- 第 4 部分：铝冶炼企业；
- 第 5 部分：钢铁生产企业；
- 第 6 部分：民用航空企业；
- 第 7 部分：平板玻璃生产企业；
- 第 8 部分：水泥生产企业；
- 第 9 部分：陶瓷生产企业；
- 第 10 部分：化工生产企业；
- 第 11 部分：煤炭生产企业；
- 第 12 部分：纺织服装企业；
- 第 13 部分：独立焦化企业；
- 第 14 部分：其他有色金属冶炼和压延加工企业；
- 第 15 部分：石油化工企业；
- 第 16 部分：石油天然气生产企业；
- 第 17 部分：氟化工企业；
- 第 18 部分：锻造企业；
- 第 19 部分：热处理企业；
- 第 20 部分：家具生产企业；
- 第 21 部分：铸造企业；
- 第 22 部分：畜禽养殖企业；
- 第 23 部分：种植业机构；
- 第 24 部分：电子设备制造企业；
- 第 25 部分：食品、烟草及酒、饮料和精制茶企业；
- 第 27 部分：陆上交通运输企业；
- 第 28 部分：矿山企业；
- 第 29 部分：机械设备制造企业；
- 第 30 部分：水运企业；
- 第 31 部分：木材加工企业；
- 第 32 部分：涂料生产企业；
- 第 34 部分：炭素材料生产企业；
- 第 36 部分：绝热材料生产企业；
- 第 37 部分：烧结类墙体屋面及道路用建筑材料生产企业；

- 第 38 部分:水泥制品生产企业;
- 第 41 部分:工业硅生产企业;
- 第 42 部分:铜冶炼企业;
- 第 43 部分:铅冶炼企业;
- 第 44 部分:锌冶炼企业;
- 第 45 部分:磷酸及磷酸盐企业;
- 第 46 部分:废弃电池处理处置企业;
- 第 47 部分:化纤生产企业;
- 第 48 部分:城镇燃气供应企业;
- 第 49 部分:废弃物填埋处理企业;
- 第 50 部分:冷库运营企业;
- 第 51 部分:冲压企业;
- 第 52 部分:日用陶瓷企业;

……

本文件代替 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》,与 GB/T 32151.4—2015 相比,除结构调整和编辑性改动外,主要技术变化如下:

- a) 更改了核算边界,在核算边界中增加了直接排放和间接排放,将对应的排放进行分类,并增加了预焙阳极生产工序的核算(见 4.1,2015 年版的 4.1);
- b) 更改了核算和报告范围中各类排放的规定(见 4.2,2015 年版的 4.2);
- c) 增加了计量与监测要求(见第 5 章);
- d) 增加了尿素作为脱硝剂时的排放量核算(见 6.2.3.3);
- e) 更改了四氟化碳和六氟化二碳的全球变暖潜势(见 6.2.3.4,2015 年版的 5.2.4.2.1);
- f) 更改了四氟化碳和六氟化二碳的排放因子缺省值,更改了斜率法计算公式,增加了实测法(见 6.2.3.5,2015 年版的 5.2.4.2.3);
- g) 更改了电力排放因子的取值(见 6.2.4.5,2015 年版的 5.2.5.3);
- h) 更改了吨铝阳极净耗量推荐值(见表 C.2,2015 年版的 5.2.3.3.2);
- i) 增加了单元工序的排放计算方法(见附录 E);
- j) 增加了预焙阳极生产工序温室气体排放核算(见附录 F)。

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。

本文件由中华人民共和国生态环境部提出。

本文件由全国碳排放管理标准化技术委员会(SAC/TC 548)和全国有色金属标准化技术委员会(SAC/TC 243)共同归口。

本文件起草单位:中国标准化研究院、中国有色金属工业协会、有色金属技术经济研究院有限责任公司、中国铝业股份有限公司、山东宏桥新型材料有限公司、山东南山铝业股份有限公司、云南铝业股份有限公司、国家电投集团碳资产管理有限公司、包头铝业有限公司、云南神火铝业有限公司、内蒙古霍煤鸿骏铝电有限责任公司、中国有色金属工业技术开发交流中心有限公司、国家电投集团宁夏能源铝业有限公司、聊城信源集团有限公司、北京安泰科信息股份有限公司、中铝郑州有色金属研究院有限公司、辽宁象屿铝业有限公司、上海易碳数字科技有限公司、中铝环保节能集团有限公司、索通发展股份有限公司、济南万瑞炭素有限责任公司、河北鸿科碳素有限公司、江苏中商碳素研究院有限公司。

本文件主要起草人:霍少伟、李鹏程、李丹、邵朱强、李志刚、葛青、刘亚德、张腾、张波、杨丛森、熊慧、程志远、栾业升、王跃全、杨慧彬、张行涛、关膺、泮昊、陈善永、赵伟、刘京领、李国林、曲士民、那生巴图、谢刚、詹磊、范哲友、张怀涛、武峰、王波、郎光辉、李新华、刘迪、陆韬、余伟奇、丁邦平、邱伟、张泽云、练新强。

本文件于 2015 年首次发布,本次为第一次修订。

## 引 言

由人类活动导致的气候变化已经被公认为全世界面临的巨大挑战之一,并将在未来数十年内继续影响人类及其相关活动。气候变化会对人类和自然系统产生影响,并且会给资源可用性、经济活动和人类福祉带来重大影响。相关国际组织、国家和区域正在制定并实施国际、区域、国家和地方温室气体排放管理方案,以降低地球大气中的温室气体(GHG)浓度,并帮助人类适应气候变化。

相关温室气体排放管理方案需要基于最佳的科学知识,采取有效的、渐进的措施应对气候变化带来的各种威胁。标准有助于将这些科学知识转变为工具,从而应对气候变化。温室气体排放管理方案依赖于对温室气体的量化、监测和报告。

GB/T 32151《温室气体排放核算与报告要求》从不同的企业层面规定了温室气体排放核算与报告的要求,目的是对于不同类型的企业,分别规定其温室气体排放边界、计量与监测要求、核算步骤与核算方法、数据质量管理、报告内容和格式等。GB/T 32151 拟分为以下部分:

- 第 1 部分:发电企业;
- 第 2 部分:电网企业;
- 第 3 部分:镁冶炼企业;
- 第 4 部分:铝冶炼企业;
- 第 5 部分:钢铁生产企业;
- 第 6 部分:民用航空企业;
- 第 7 部分:平板玻璃生产企业;
- 第 8 部分:水泥生产企业;
- 第 9 部分:陶瓷生产企业;
- 第 10 部分:化工生产企业;
- 第 11 部分:煤炭生产企业;
- 第 12 部分:纺织服装企业;
- 第 13 部分:独立焦化企业;
- 第 14 部分:其他有色金属冶炼和压延加工企业;
- 第 15 部分:石油化工企业;
- 第 16 部分:石油天然气生产企业;
- 第 17 部分:氟化工企业;
- 第 18 部分:锻造企业;
- 第 19 部分:热处理企业;
- 第 20 部分:家具生产企业;
- 第 21 部分:铸造企业;
- 第 22 部分:畜禽养殖企业;
- 第 23 部分:种植业机构;
- 第 24 部分:电子设备制造企业;
- 第 25 部分:食品、烟草及酒、饮料和精制茶企业;
- 第 26 部分:造纸和纸制品生产企业;
- 第 27 部分:陆上交通运输企业;
- 第 28 部分:矿山企业;

- 第 29 部分:机械设备制造企业;
- 第 30 部分:水运企业;
- 第 31 部分:木材加工企业;
- 第 32 部分:涂料生产企业;
- 第 33 部分:颜料生产企业;
- 第 34 部分:炭素材料生产企业;
- 第 35 部分:玻璃纤维产品生产企业;
- 第 36 部分:绝热材料生产企业;
- 第 37 部分:烧结类墙体屋面及道路用建筑材料生产企业;
- 第 38 部分:水泥制品生产企业;
- 第 39 部分:建筑石膏生产企业;
- 第 40 部分:建筑防水材料生产企业;
- 第 41 部分:工业硅生产企业;
- 第 42 部分:铜冶炼企业;
- 第 43 部分:铅冶炼企业;
- 第 44 部分:锌冶炼企业;
- 第 45 部分:磷酸及磷酸盐企业;
- 第 46 部分:废弃电池处理处置企业;
- 第 47 部分:化纤生产企业;
- 第 48 部分:城镇燃气供应企业;
- 第 49 部分:废弃物填埋处理企业;
- 第 50 部分:冷库运营企业;
- 第 51 部分:冲压企业;
- 第 52 部分:日用陶瓷企业;
- .....

为便于国内国际交流,根据联合国政府间气候变化专门委员会(IPCC)的有关要求,GB/T 32151(所有部分)的量值单位使用“国际量值单位+物质(元素)”或“物质(元素)+国际量值单位”的形式进行表示,如 tC 表示吨碳、tCO<sub>2</sub> 表示吨二氧化碳、tCO<sub>2</sub>e 表示吨二氧化碳当量、tCO<sub>2</sub>/GJ 表示吨二氧化碳每吉焦、Nm<sup>3</sup> 表示标准状况下的立方米等。

# 温室气体排放核算与报告要求

## 第4部分：铝冶炼企业

### 1 范围

本文件规定了铝冶炼及相关企业温室气体排放量的核算边界、计量、监测与检测要求、核算步骤与核算方法、数据质量管理、报告内容和格式。

本文件适用于铝冶炼企业温室气体排放量的核算与报告。

### 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/T 210 工业碳酸钠
- GB/T 213 煤的发热量测定方法
- GB/T 384 烃类燃料热值的测定 氧弹量热计法
- GB/T 476 煤中碳和氢的测定方法
- GB/T 1606 工业碳酸氢钠
- GB/T 6422 用能设备能量测试导则
- GB/T 8984 气体分析 气体中微量一氧化碳、二氧化碳和碳氢化合物含量的测定 火焰离子化气相色谱法
- GB/T 10410 人工煤气和液化石油气常量组分气相色谱分析法
- GB/T 11062 天然气 发热量、密度、相对密度和沃泊指数的计算方法
- GB/T 12208 人工煤气组分与杂质含量测定方法
- GB/T 13610 天然气的组成分析 气相色谱法
- GB/T 15316 节能监测技术通则
- GB 17167 用能单位能源计量器具配备和管理通则
- GB/T 20902 有色金属冶炼企业能源计量器具配备和管理要求
- GB/T 23111 非自动衡器
- GB/T 32150 工业企业温室气体排放核算和报告通则
- JJF 1834 非自动衡器通用技术要求
- JJG 539 数字指示秤
- JJG 1118 电子汽车衡(衡器载荷测量仪法)
- YS/T 63.16 铝用炭素材料检测方法 第16部分：元素含量的测定 波长色散 X-射线荧光光谱分析方法
- YS/T 63.17 铝用炭素材料检测方法 第17部分：挥发分的测定
- YS/T 63.18 铝用炭素材料检测方法 第18部分：水分含量的测定
- YS/T 63.19 铝用炭素材料检测方法 第19部分：灰分含量的测定
- YS/T 63.20 铝用炭素材料检测方法 第20部分：硫分的测定
- YS/T 801 电解铝生产全氟化碳排放量测定方法

### 3 术语和定义

GB/T 32150 界定的术语和定义适用于本文件。

## 4 核算边界

### 4.1 通则

4.1.1 报告主体应以企业法人或视同法人的独立核算单位为边界，核算和报告其生产系统边界内产生的温室气体排放。铝冶炼企业的核算与报告范围主要包括直接排放和间接排放，除各单元工序的排放之外还包括厂界内的辅助生产系统和直接为生产服务的附属生产系统的排放，主要工序包括氧化铝生产、铝电解、铝液净化澄清及铝锭铸造和预焙阳极生产。企业应按照实际情况，选择不同模块工序的排放进行核算。

4.1.2 铝冶炼企业温室气体排放核算和报告范围应根据其生产工艺流程包括以下部分或全部排放：化石燃料燃烧排放、过程排放、净购入和输出的电力、热力产生的排放。铝冶炼企业温室气体排放核算边界示意图见附录 A，报告格式见附录 B。

4.1.3 如果报告主体除铝冶炼外还存在其他产品生产活动，并存在本文件未涵盖的排放环节，则应按照其他相关行业的企业温室气体排放核算与报告要求进行核算并汇总报告。

### 4.2 核算和报告范围

铝冶炼企业温室气体排放核算包括：

- a) 化石燃料燃烧排放：指燃料在各种类型的固定设备（如锅炉、窑炉、内燃机等）和核算边界内移动设备（如铝水运输车、叉车等）燃烧产生的排放。包含核算边界内自备电厂生产电力、热力时燃料燃烧产生的排放；烧结法或联合法生产氧化铝的烧结工序烧成用煤的氧化反应也视为燃料燃烧排放；阳极生产过程燃料燃烧产生的排放等；
- b) 过程排放：铝电解环节预焙阳极消耗所导致的排放和电解环节阳极效应产生的全氟化碳排放，以及碳酸盐分解所产生的二氧化碳排放；使用石灰石（主要成分为碳酸钙）或纯碱（主要成分为碳酸钠）作为生产原料产生的排放等；
- c) 企业净购入的电力、热力对应的排放；
- d) 企业净输出的电力、热力对应的排放应进行扣减。

## 5 计量、监测与检测要求

### 5.1 参数识别

报告主体温室气体排放计量、监测与检测参数应按表 1 识别。

表 1 报告主体温室气体排放计量、监测与检测参数识别

排放源名称	具体的排放源	计量、监测与检测参数类型	计量方法
化石燃料燃烧排放	煤炭、柴油、重油、煤气、天然气、液化石油气、烟煤、水煤浆等化石燃料燃烧排放	化石燃料消耗量	衡器、液体流量计、气体流量计
		低位发热量、单位热值含碳量	热量测定仪、氢碳测定仪

表 1 报告主体温室气体排放计量、监测与检测参数识别（续）

排放源名称	具体的排放源	计量、监测与检测参数类型	计量方法
过程排放	碳酸盐及其他化学品分解产生的二氧化碳排放；预焙阳极消耗产生的二氧化碳排放；阳极效应过程产生的全氟化碳排放	碳酸盐、预焙阳极等的消耗量	衡器
		碳酸盐、预焙阳极等的组分含量；铝液产量	供应商提供、实测值等
购入和输出的电力及热力产生的排放	生产过程购入和输出的电力产生的排放	购入和输出电量	电表
	生产过程购入和输出的热力产生的排放	购入和输出蒸汽量、蒸汽温度、蒸汽压力	流量仪表、温度仪表、压力仪表
		购入和输出热量、热水温度	流量仪表、温度仪表

## 5.2 化石燃料燃烧排放计量要求

### 5.2.1 化石燃料消耗量的计量要求

化石燃料消耗量的计量要求应符合表 2 的要求。

表 2 化石燃料消耗量计量要求

燃料类型	准确度等级	计量设备溯源方式	溯源频次	计量频次	记录频次
固体燃料	0.1	检定	1 次/12 个月	每批	每批
	0.5	检定	1 次/12 个月	连续	每月
液体燃料	成品油:0.5 重油、渣油:1.0	检定/校准	1 次/12 个月	每批	每批
	液态天然气(LNG):0.5	检定/校准	1 次/12 个月	每批	每批
气体燃料	2.0	检定/校准	1 次/12 个月	连续	每月

### 5.2.2 低位发热量的计量与检测

5.2.2.1 固体燃料低位发热量采样应与对应固体燃料消耗量状态一致，至少每月检测一次，可自行检测、委托外部有资质的检测机构/实验室进行检测或由供应商提供，检测应符合 GB/T 213 的规定。当月有多于一次实测数据时，可取加权平均值作为月度数值，当年应取各月度的加权平均值。不具备条件的企业宜采用附录 C 中相关数据。

5.2.2.2 液体燃料、气体燃料的低位发热量应至少每月检测一次，可自行检测、委托外部有资质的检测机构/实验室进行检测或由供应商提供，检测方法应符合 GB/T 384、GB/T 13610 或 GB/T 11062 的规定。检测天然气低位发热量的压力和温度应符合 GB/T 11062 的规定，采用 101.325 kPa、20 °C 的燃烧和计量参比条件，或参照该标准中的换算系数计算。当月有多于一次实测数据时，可取加权平均值作为月度数值，当年应取各月度的加权平均值。不具备条件的企业宜采用附录 C 中相关数据。

### 5.2.3 单位热值含碳量的计量与检测

5.2.3.1 固体燃料单位热值含碳量采样应与对应固体燃料消耗量状态一致,至少每月检测一次,可自行检测或委托外部有资质的检测机构/实验室进行检测或由供应商提供,检测按 GB/T 476 的规定进行。当月有多于一次实测数据时宜使用加权平均值,无法加权时可采用算术平均值。不具备条件的企业宜采用附录 C 中相关数据。

5.2.3.2 液体燃料、气体燃料的单位热值含碳量至少每月检测一次,可自行检测、委托外部有资质的检测机构/实验室进行检测或由供应商提供。对于天然气等气体燃料,单位热值含碳量的测定按 GB/T 13610、GB/T 8984 的规定进行,对于煤气等气体燃料,单位热值含碳量的测定按 GB/T 12208、GB/T 10410 的规定进行,根据每种气体组分的体积浓度及该组分化学分子式中碳原子的数目计算含碳量。当月有多于一次实测数据时宜使用加权平均值,无法加权时可采用算术平均值。不具备条件的企业宜采用附录 C 中相关数据。

### 5.3 过程排放计量要求

#### 5.3.1 碳酸盐的计量与检测

企业碳酸盐消耗量应使用计量衡器称量,并记录每批次进货量,每月至少统计一次出货量,并做好相应的台账。企业应购买符合 GB/T 23111 要求的计量衡器。具备条件的企业应按照 GB/T 210、GB/T 1606 的规定对每一批次碳酸盐的纯度进行检测,并取加权平均值。不具备条件的企业宜采用附录 C 中相关数据。

#### 5.3.2 阳极消耗的计量与检测

5.3.2.1 阳极消耗量采用生产系统中记录的出库量数据,按以下优先序获取:

- a) 采用浇铸前电子汽车衡等计量器具直接计量的阳极炭块质量数据。
- b) 通过消耗块数和阳极炭块单重(阳极单块标准质量)进行计算。消耗块数根据生产车间之间的转运单、生产报表载明的数据确定。阳极炭块单重根据每批次入厂(入库)时电子汽车衡、电子吊秤及其他电子称重设备等计量的阳极总质量及该批次对应的块数进行计算得出,同时做好批次标识和相应记录。

5.3.2.2 企业应使用依法经计量检定合格或者校准的计量器具,计量器具的配备和管理应符合 GB 17167、GB/T 20902 的要求。计量器具的检定/校准应符合 JJG 539、JJF 1834、JJG 1118 的要求。

5.3.2.3 阳极硫含量按 YS/T 63.16 或 YS/T 63.20 抽样检测,取核算周期内平均值。阳极灰分含量按 YS/T 63.19 抽样检测,取核算周期内平均值。

5.3.2.4 不具备条件的企业宜采用附录 C 中相关数据。

#### 5.3.4 铝液产量的计量要求

5.3.4.1 铝液产量是指铝电解工序实际产生的电解原铝液产量,包含入库、销售及用到下一工序的产量,不包含正常生产槽、大修启动槽、二次启动槽和新建槽回灌的铝液产量。铝液产量按以下优先序获取:

- a) 采用生产系统记录的电子汽车衡计量数据;
- b) 不具备电子汽车衡计量条件的,采用铝电解车间之外的电子吊秤计量的数据。

5.3.4.2 企业应使用依法经计量检定合格或者校准的计量器具,计量器具的配备和管理应符合 GB 17167、GB/T 20902 的要求。计量器具的检定/校准应符合 JJG 539、JJF 1834、JJG 1118 的要求。

## 5.4 购入和输出电力及热力计量要求

企业应按 GB 17167 的要求配备电表和热力计量器具。电表计量数据包括外购绿色电力时,应提供绿色电力交易凭证等相关材料证明绿色电力消耗量。

## 5.5 计量、监测与检测管理要求

企业应加强计量、监测与检测管理工作,包括但不限于:

- a) 企业应设立专人负责能源计量器具的管理,负责能源计量器具的配备、使用、检定(校准)、维修及报废等管理工作;
- b) 企业能源计量管理人员,碳排放计量器具的检定、校准、维修及相应管理人员,应具有相应的能力;
- c) 企业应建立计量器具一览表。表中应列出计量器具的名称、规格型号、准确度等级、生产厂家、出厂标号、本单位管理编号、安装使用地点、校准状态、下次校准日期等;
- d) 用能设备的设计和安装应符合 GB/T 6422、GB/T 15316 中关于用能设备的能源监测要求;
- e) 企业应建立计量器具档案,包括但不限于:
  - 1) 计量器具使用说明书;
  - 2) 计量器具出厂合格证;
  - 3) 计量器具有效的检定(测试、校准)证书;
  - 4) 计量器具维修记录;
  - 5) 计量器具其他相关信息;
- f) 企业的计量器具,凡属于自行校准且自行规定校准间隔的,应有现行有效的受控文件作为依据;
- g) 应定期检定(校准)计量器具。
- h) 使用中的计量器具应在明显位置粘贴与计量器具一览表编号对应的标签。

## 6 核算步骤与核算方法

### 6.1 核算步骤

报告主体进行企业温室气体排放核算的步骤主要包括:

- a) 确定核算边界,识别碳排放源;
- b) 收集活动数据;
- c) 选择和获取排放因子数据;
- d) 分别核算燃料燃烧排放、过程排放和购入和输出电力、热力产生的排放,如存在封存和利用二氧化碳技术,则扣除采用技术封存和利用的量;
- e) 汇总报告企业温室气体排放量。

### 6.2 核算方法

#### 6.2.1 概述

铝冶炼企业温室气体排放总量( $E$ )按公式(1)核算。边界内包含预焙阳极生产的企业,其排放总量还应包括预焙阳极生产的排放。

$$E = E_{\text{燃烧}} + E_{\text{阳极消耗}} + E_{\text{碳酸盐}} + E_{\text{阳极效应}} + E_{\text{脱硝}} + E_{\text{购入电}} + E_{\text{购入热}} - E_{\text{输出电}} - E_{\text{输出热}} \dots\dots (1)$$

式中：

- $E_{\text{燃烧}}$  ——化石燃料燃烧产生的排放量,以吨二氧化碳( $\text{tCO}_2$ )计;
- $E_{\text{阳极消耗}}$  ——预焙阳极消耗产生的排放量,以吨二氧化碳( $\text{tCO}_2$ )计;
- $E_{\text{碳酸盐}}$  ——碳酸盐分解产生的排放量,以吨二氧化碳( $\text{tCO}_2$ )计;
- $E_{\text{阳极效应}}$  ——阳极效应产生的排放量,以吨二氧化碳当量( $\text{tCO}_2\text{e}$ )计;
- $E_{\text{脱硝}}$  ——尿素作为脱硝剂时产生的排放量,以吨二氧化碳( $\text{tCO}_2$ )计;
- $E_{\text{购入电}}$  ——购入的电力所对应的电力生产环节的排放量,以吨二氧化碳( $\text{tCO}_2$ )计;
- $E_{\text{购入热}}$  ——购入的热力所对应的热力生产环节的排放量,以吨二氧化碳( $\text{tCO}_2$ )计;
- $E_{\text{输出电}}$  ——输出电力所对应的电力生产环节的排放量,以吨二氧化碳( $\text{tCO}_2$ )计;
- $E_{\text{输出热}}$  ——输出热力所对应的热力生产环节的排放量,以吨二氧化碳( $\text{tCO}_2$ )计。

### 6.2.2 燃料燃烧排放

化石燃料燃烧产生的排放按公式(2)计算。

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

式中：

- $FC_i$  ——核算和报告年度内第  $i$  种燃料的消费量;对于固体和液体化石燃料,单位为吉焦每吨( $\text{GJ/t}$ );对于气体化石燃料,以吉焦每万标立方米( $\text{GJ}/10^4 \text{Nm}^3$ )计;
- $NCV_i$  ——第  $i$  种燃料的低位发热量;对于固体和液体化石燃料,单位为吨( $\text{t}$ );对于气体化石燃料,以万标立方米( $10^4 \text{Nm}^3$ )计;
- $CC_i$  ——第  $i$  种燃料的单位热值含碳量,以吨碳每吉焦( $\text{tC/GJ}$ )计;
- $OF_i$  ——第  $i$  种化石燃料的碳氧化率, %;
- $i$  ——燃料类型;
- $n$  ——总的燃料类型数量。

化石燃料消耗量应根据企业能源消费台账或统计报表来确定。低位发热量按 5.2.2 的要求检测,常用化石燃料相关参数的缺省值见表 C.1。

### 6.2.3 过程排放

#### 6.2.3.1 电解环节预焙阳极消耗产生的排放量 $E_{\text{阳极消耗}}$ 按公式(3)计算：

$$E_{\text{阳极消耗}} = P \times NC_{\text{阳极}} \times (1 - S_{\text{阳极}} - Ash_{\text{阳极}}) \times \frac{44}{12} \dots\dots\dots (3)$$

式中：

- $P$  ——核算和报告年度内的电解铝产量,单位为吨( $\text{t}$ );
- $NC_{\text{阳极}}$  ——核算和报告年度内吨铝预焙阳极净耗量,以吨碳阳极每吨( $\text{tC}_{\text{阳极}}/\text{t}$ )计;
- $S_{\text{阳极}}$  ——预焙阳极平均硫含量, %;
- $Ash_{\text{阳极}}$  ——预焙阳极平均灰分含量, %。

#### 6.2.3.2 碳酸盐分解和反应过程的排放量,按公式(4)计算：

$$E_{\text{碳酸盐}} = \sum_{i=1}^n (AD_{\text{碳酸盐}i} \times EF_{\text{碳酸盐}i}) \dots\dots\dots (4)$$

式中：

- $AD_{\text{碳酸盐}i}$  ——核算和报告年度内第  $i$  种碳酸盐的消耗量,单位为吨( $\text{t}$ );
- $EF_{\text{碳酸盐}i}$  ——第  $i$  种碳酸盐分解的二氧化碳排放因子,以吨二氧化碳每吨( $\text{tCO}_2/\text{t}$ )计;
- $i$  ——碳酸盐类型,如碳酸钠、碳酸钙;

$n$  ——总的碳酸盐类型数。

6.2.3.3 生产企业烟气脱硝过程采用尿素作为脱硝剂时的排放量按公式(5)计算:

$$E_{\text{脱硝}} = AD_{\text{尿素}} \times EF_{\text{尿素}} \times I \quad \dots\dots\dots(5)$$

式中:

$AD_{\text{尿素}}$  ——核算和报告年度内尿素的年消耗量,单位为吨(t);

$EF_{\text{尿素}}$  ——尿素分解的二氧化碳排放因子,以吨二氧化碳每吨( $\text{tCO}_2/\text{t}$ )计;

$I$  ——尿素含量,%。

6.2.3.4 电解铝生产过程发生阳极效应,会排放四氟化碳( $\text{CF}_4$ )和六氟化二碳( $\text{C}_2\text{F}_6$ )两种全氟化碳温室气体(PFCs)。阳极效应产生的温室气体排放量  $E_{\text{阳极效应}}$  按公式(6)计算:

$$E_{\text{阳极效应}} = P \times EF_{\text{CF}_4} \times GWP_{\text{CF}_4} \times 10^{-3} + P \times EF_{\text{C}_2\text{F}_6} \times GWP_{\text{C}_2\text{F}_6} \times 10^{-3} \quad \dots\dots\dots(6)$$

式中:

$EF_{\text{CF}_4}$  ——吨铝四氟化碳排放因子,以千克四氟化碳每吨( $\text{kgCF}_4/\text{t}$ )计;

$GWP_{\text{CF}_4}$  —— $\text{CF}_4$  的全球变暖潜势,宜采用 IPCC 最新推荐值;

$EF_{\text{C}_2\text{F}_6}$  ——吨铝六氟化二碳排放因子,以千克六氟化二碳每吨( $\text{kgC}_2\text{F}_6/\text{t}$ )计;

$GWP_{\text{C}_2\text{F}_6}$  —— $\text{C}_2\text{F}_6$  的全球变暖潜势,宜采用 IPCC 最新推荐值。

6.2.3.5 全氟化碳排放因子按以下方法确定(优先顺序为实测法、斜率计算法、缺省值法):

a) 实测法:具备条件的企业按 YS/T 801 规定的方法进行测定。

b) 斜率计算法: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(7)和公式(8),测算本企业的阳极效应排放因子:

$$EF_{\text{CF}_4} = 0.104 \times AEM \quad \dots\dots\dots(7)$$

$$EF_{\text{C}_2\text{F}_6} = 0.057 \times EF_{\text{CF}_4} \quad \dots\dots\dots(8)$$

式中:

$AEM$  ——平均每天每台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(阳极效应系数乘以平均每次阳极效应时长),单位为分(min)。

c) 缺省值法:四氟化碳和六氟化二碳的排放因子可选择中国有色金属工业协会最新推荐值。

## 6.2.4 购入和输出的电力、热力产生的排放

6.2.4.1 企业购入的电力所对应的电力生产环节的排放量按公式(9)计算:

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

式中:

$AD_{\text{购入电}}$  ——核算和报告年度内的购入电力,单位为兆瓦时( $\text{MW} \cdot \text{h}$ );

$EF_{\text{购入电}}$  ——购入电力的排放因子,以吨二氧化碳每兆瓦时[ $\text{tCO}_2/(\text{MW} \cdot \text{h})$ ]计。

6.2.4.2 企业购入的热力所对应的热力生产环节的排放量按公式(10)计算:

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

式中:

$AD_{\text{购入热}}$  ——核算和报告年度内的购入热力,单位为吉焦(GJ);

$EF_{\text{购入热}}$  ——购入热力的排放因子,以吨二氧化碳每吉焦( $\text{tCO}_2/\text{GJ}$ )计。

6.2.4.3 企业输出的电力所对应的电力生产环节的排放量按公式(11)计算:

$$E_{\text{输出电}} = AD_{\text{输出电}} \times EF_{\text{输出电}} \quad \dots\dots\dots(11)$$

式中:

$AD_{\text{输出电}}$  ——核算和报告年度内的输出电量,单位为兆瓦时( $\text{MW} \cdot \text{h}$ );

$EF_{\text{输出电}}$  ——输出电力的排放因子,以吨二氧化碳每兆瓦时[ $\text{tCO}_2/(\text{MW} \cdot \text{h})$ ]计。

6.2.4.4 企业输出的热力所对应的热力生产环节的排放量按公式(12)计算:

$$E_{\text{输出热}} = AD_{\text{输出热}} \times EF_{\text{输出热}} \dots\dots\dots (12)$$

式中：

$AD_{\text{输出热}}$ ——核算和报告年度内的输出热力，单位为吉焦(GJ)；

$EF_{\text{输出热}}$ ——输出热力的排放因子，以吨二氧化碳每吉焦(tCO<sub>2</sub>/GJ)计。

#### 6.2.4.5 排放因子获取

电网年平均供电排放因子应选用国家主管部门最近年份公布的全国或区域或省级电网平均 CO<sub>2</sub> 排放因子或自备电厂 CO<sub>2</sub> 排放因子。热力排放因子可取推荐值 0.11 tCO<sub>2</sub>/GJ 或自备电厂或园区供热公司提供的数据。非化石能源电力排放因子的取值原则及证明文件按照附录 D 的规定执行。

#### 6.2.5 单元工序排放

单元工序排放核算按附录 E 的规定进行。

### 7 数据质量管理

报告主体应加强温室气体数据质量管理工作，包括但不限于：

- a) 建立企业温室气体排放核算与报告的规章制度，包括负责机构和人员、工作流程和内容、工作周期和时间节点等；指定专职人员负责企业温室气体排放核算与报告工作；
- b) 根据各种类型的排放源的重要程度对其进行等级划分，并建立企业排放源一览表，对于不同等级的排放源的活动数据和排放因子数据的获取提出相应的要求；
- c) 对现有监测条件进行评估，不断提高自身监测能力，并制定相应的监测计划，包括对活动数据的监测和对燃料低位发热量等参数的监测；定期对计量器具、检测设备和在线监测仪表进行维护管理，并记录存档；
- d) 建立健全碳数据记录管理体系，包括数据来源、数据获取时间及相关负责人等信息的记录管理；
- e) 建立企业温室气体排放报告内部审核制度。定期对温室气体排放数据进行交叉校验，对可能产生的数据误差风险进行识别，并提出相应的解决方案。

### 8 报告内容和格式

#### 8.1 通则

报告内容应包括报告主体基本信息、温室气体排放量、活动数据及其来源和排放因子及其来源；报告格式见附录 B。

#### 8.2 报告主体基本信息

报告主体基本信息应包括报告主体名称、单位性质、报告年度、所属行业、统一社会信用代码、法定代表人、填报负责人和联系人信息等。

#### 8.3 温室气体排放量

报告主体应报告年度温室气体排放总量，并分别报告直接排放和间接排放，包括各工序对应的燃料燃烧排放量、过程排放量、购入和输出的电力及热力所对应的排放量。

#### 8.4 活动数据及来源

报告主体应报告企业在报告年度内用于铝冶炼生产的各种燃料的净消耗量和相应的低位发热量、

电解原铝液产量、购入和输出的电量及热量,并说明这些数据的来源。

报告主体如果还从事铝冶炼以外的产品生产活动,并存在本文件未涵盖的排放环节,则应按照其他相关行业的企业温室气体排放报告的要求,一并报告其活动数据及来源。

### 8.5 排放因子数据及来源

报告主体应报告企业在报告年度内用于工业生产的各种燃料的低位发热量、单位热值含碳量和碳氧化率数据、吨铝预焙阳极净耗、预焙阳极平均硫含量、预焙阳极平均灰分含量、阳极效应的  $\text{CF}_4$  排放因子和  $\text{C}_2\text{F}_6$  排放因子、平均每天每槽阳极效应持续时间、报告主体的电力消费排放因子和热力消费排放因子等数据,并说明这些数据的来源。应优先采用生产系统记录的计量数据、购销存台账中的消耗量实际数据,不具备以上条件的可采用缺省值。

报告主体如果还从事铝冶炼以外的产品生产活动,并存在本文件未涵盖的温室气体排放环节,则应按照其他相关行业的企业排放核算方法与报告的要求,一并报告其排放因子数据及来源。

附录 A

(资料性)

铝冶炼企业温室气体排放核算边界

铝冶炼企业温室气体排放核算边界见图 A.1。

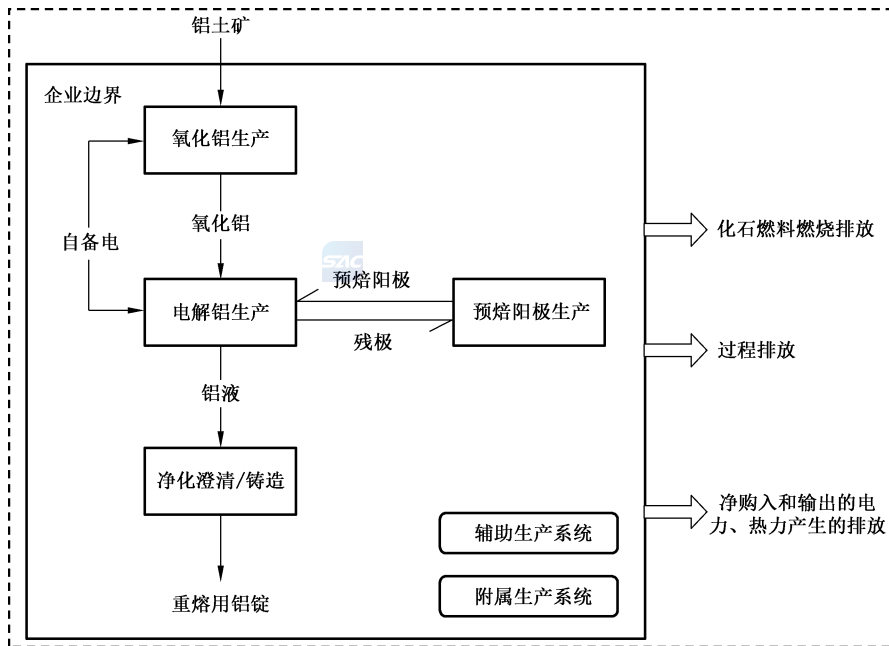


图 A.1 铝冶炼企业温室气体排放核算边界

附 录 B  
(资料性)  
报告格式模板

铝冶炼企业温室气体排放报告格式模板如下。



## 铝冶炼企业温室气体排放报告

报告主体(盖章):

报告年度:

编制日期: 年 月 日

本报告主体核算了\_\_\_\_年度温室气体排放量,并填写了相关数据表格,见表 B.1~表 B.6。现将有关情况报告如下:

一、企业基本情况和核算边界

二、温室气体排放

三、活动数据及来源说明

四、排放因子数据及来源说明

五、其他需要说明的情况

本企业承诺对本报告的真实性的负责。



法定代表人或授权代表(签字):

年 月 日

表 B.1 报告主体 年温室气体排放量汇总表

排放类别		二氧化碳 tCO <sub>2</sub>	全氟化碳 tCO <sub>2</sub> e
直接排放	化石燃料燃烧排放量		—
	过程排放量	预焙阳极消耗的排放量	—
		阳极效应排放量	—
间接排放	购入电力对应的排放		—
	购入热力对应的排放		—
需扣除排放	输出电力对应的排放		—
	输出热力对应的排放		—
核算的单元工序		<input type="checkbox"/> 自备电厂 <input type="checkbox"/> 氧化铝 <input type="checkbox"/> 电解铝 <input type="checkbox"/> 预焙阳极	
企业温室气体总排放量/tCO <sub>2</sub> e			

表 B.2 报告主体化石燃料燃烧活动数据和排放因子数据一览表


燃料品种 <sup>a</sup>	消费量 t 或 10 <sup>4</sup> m <sup>3</sup>	低位发热量 <sup>b</sup> GJ/t 或 GJ/10 <sup>4</sup> Nm <sup>3</sup>		单位热值含碳量 <sup>b</sup> tC/GJ	碳氧化率 %	
		数据	数据来源		数据	数据来源
无烟煤			<input type="checkbox"/> 实测值 <input type="checkbox"/> 缺省值			<input type="checkbox"/> 实测值 <input type="checkbox"/> 缺省值
烟煤			<input type="checkbox"/> 实测值 <input type="checkbox"/> 缺省值			<input type="checkbox"/> 实测值 <input type="checkbox"/> 缺省值
褐煤			<input type="checkbox"/> 实测值 <input type="checkbox"/> 缺省值			<input type="checkbox"/> 实测值 <input type="checkbox"/> 缺省值
洗精煤			<input type="checkbox"/> 实测值 <input type="checkbox"/> 缺省值			<input type="checkbox"/> 实测值 <input type="checkbox"/> 缺省值
其他洗煤			<input type="checkbox"/> 实测值 <input type="checkbox"/> 缺省值			<input type="checkbox"/> 实测值 <input type="checkbox"/> 缺省值
型煤			<input type="checkbox"/> 实测值 <input type="checkbox"/> 缺省值			<input type="checkbox"/> 实测值 <input type="checkbox"/> 缺省值
焦炭			<input type="checkbox"/> 实测值 <input type="checkbox"/> 缺省值			<input type="checkbox"/> 实测值 <input type="checkbox"/> 缺省值
原油			<input type="checkbox"/> 实测值 <input type="checkbox"/> 缺省值			<input type="checkbox"/> 实测值 <input type="checkbox"/> 缺省值
燃料油			<input type="checkbox"/> 实测值 <input type="checkbox"/> 缺省值			<input type="checkbox"/> 实测值 <input type="checkbox"/> 缺省值
汽油			<input type="checkbox"/> 实测值 <input type="checkbox"/> 缺省值			<input type="checkbox"/> 实测值 <input type="checkbox"/> 缺省值
柴油			<input type="checkbox"/> 实测值 <input type="checkbox"/> 缺省值			<input type="checkbox"/> 实测值 <input type="checkbox"/> 缺省值
喷气煤油			<input type="checkbox"/> 实测值 <input type="checkbox"/> 缺省值			<input type="checkbox"/> 实测值 <input type="checkbox"/> 缺省值
一般煤油			<input type="checkbox"/> 实测值 <input type="checkbox"/> 缺省值			<input type="checkbox"/> 实测值 <input type="checkbox"/> 缺省值
石脑油			<input type="checkbox"/> 实测值 <input type="checkbox"/> 缺省值			<input type="checkbox"/> 实测值 <input type="checkbox"/> 缺省值
石油焦			<input type="checkbox"/> 实测值 <input type="checkbox"/> 缺省值			<input type="checkbox"/> 实测值 <input type="checkbox"/> 缺省值
液化天然气			<input type="checkbox"/> 实测值 <input type="checkbox"/> 缺省值			<input type="checkbox"/> 实测值 <input type="checkbox"/> 缺省值
液化石油气			<input type="checkbox"/> 实测值 <input type="checkbox"/> 缺省值			<input type="checkbox"/> 实测值 <input type="checkbox"/> 缺省值
其他石油制品			<input type="checkbox"/> 实测值 <input type="checkbox"/> 缺省值			<input type="checkbox"/> 实测值 <input type="checkbox"/> 缺省值

表 B.2 报告主体化石燃料燃烧活动数据和排放因子数据一览表 (续)

燃料品种 <sup>a</sup>	消费量 t 或 10 <sup>4</sup> m <sup>3</sup>	低位发热量 <sup>b</sup> GJ/t 或 GJ/10 <sup>4</sup> Nm <sup>3</sup>		单位热值含碳量 <sup>b</sup> tC/GJ	碳氧化率 %	
		数据	数据来源		数据	数据来源
焦炉煤气			<input type="checkbox"/> 实测值 <input type="checkbox"/> 缺省值			<input type="checkbox"/> 实测值 <input type="checkbox"/> 缺省值
高炉煤气			<input type="checkbox"/> 实测值 <input type="checkbox"/> 缺省值			<input type="checkbox"/> 实测值 <input type="checkbox"/> 缺省值
转炉煤气			<input type="checkbox"/> 实测值 <input type="checkbox"/> 缺省值			<input type="checkbox"/> 实测值 <input type="checkbox"/> 缺省值
其他煤气			<input type="checkbox"/> 实测值 <input type="checkbox"/> 缺省值			<input type="checkbox"/> 实测值 <input type="checkbox"/> 缺省值
天然气			<input type="checkbox"/> 实测值 <input type="checkbox"/> 缺省值			<input type="checkbox"/> 实测值 <input type="checkbox"/> 缺省值
炼厂干气			<input type="checkbox"/> 实测值 <input type="checkbox"/> 缺省值			<input type="checkbox"/> 实测值 <input type="checkbox"/> 缺省值
其他能源品种 <sup>a</sup>			<input type="checkbox"/> 实测值 <input type="checkbox"/> 缺省值			<input type="checkbox"/> 实测值 <input type="checkbox"/> 缺省值

<sup>a</sup> 报告主体实际燃烧的能源品种如未在表中列出自行添加。  
<sup>b</sup> 对于通过燃料低位发热量及单位热值含碳量来估算燃料含碳量的情景填报本栏。

表 B.3 报告主体过程排放活动数据一览表

参数名称		量值	单位
氧化铝生产	氧化铝产量		t
	碳酸盐消耗量		t
	尿素消耗量		t
电解铝生产	原铝产量		t
	预焙阳极净耗		t
	阳极效应系数		次
	平均每次阳极效应时长		min
	每槽每日阳极效应时间(AEM)		min
	碳酸盐消耗量		t
预焙阳极生产	预焙阳极产量		t
	石油焦使用量		t
	合格煨后焦产量		t
	不合格煨后焦产量		t
	焦炭粉尘排放量		t
	生阳极装炉重量		t
	废焦油收集量		t
	填充料消耗量		t
	碳副产品及碳残渣废料总量		t
	碳酸盐消耗量		t
	尿素消耗量		t

表 B.4 报告主体过程排放排放因子相关数据一览表

参数名称		量值	单位
氧化铝工序	碳酸盐排放因子		tCO <sub>2</sub> /t
	尿素排放因子		tCO <sub>2</sub> /t
电解铝生产	阳极平均硫含量		—
	阳极平均灰分含量		—
	阳极效应的 CF <sub>4</sub> 排放因子		kg CF <sub>4</sub> /t
	阳极效应的 C <sub>2</sub> F <sub>6</sub> 排放因子		kg C <sub>2</sub> F <sub>6</sub> /t
	阳极效应斜率法中 CF <sub>4</sub> 斜率系数		—
	阳极效应斜率法中 C <sub>2</sub> F <sub>6</sub> 和 CF <sub>4</sub> 的 排放率比值		—
	碳酸盐排放因子		tCO <sub>2</sub> /t
预焙阳极生产	石油焦含水量		—
	石油焦挥发物含量		—
	石油焦硫含量		—
预焙阳极生产	煅后焦硫含量		—
	生阳极氢含量		—
	填充料硫含量		—
	填充料灰分含量		—
	生阳极的碳含量		—
	预焙阳极的碳含量		—
	碳酸盐排放因子		tCO <sub>2</sub> /t
	尿素排放因子		tCO <sub>2</sub> /t

表 B.5 购入和输出的电力对应的活动数据及排放因子数据一览表

项目 <sup>a</sup>		电量 MW·h	排放因子 tCO <sub>2</sub> /(MW·h)	排放量 tCO <sub>2</sub>
购入	通过市场化交易购入的绿色电力			
	其余外购电力			
输出				

<sup>a</sup> 若购入或输出的电力存在其他不同排放因子的电力来源,自行分行一一列明。

表 B.6 购入和输出的热力对应的活动数据及排放因子数据一览表

项目 <sup>a</sup>	热量 GJ	排放因子 tCO <sub>2</sub> /GJ	排放量 tCO <sub>2</sub>
购入			
输出			

<sup>a</sup> 若购入或输出的热力存在一个以上不同排放因子的热力来源,自行分行一一列明。

附 录 C  
(资料性)  
相关参数推荐值

相关参数推荐值见表 C.1~表 C.3。

表 C.1 常用化石燃料相关参数的缺省值

燃料品种		计量单位	低位发热量 GJ/t 或 GJ/10 <sup>4</sup> 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	t	26.7 <sup>c</sup>	$27.4 \times 10^{-3}$	94 <sup>b</sup>
	烟煤	t	19.570 <sup>d</sup>	$26.1 \times 10^{-3}$	93 <sup>b</sup>
	褐煤	t	11.9 <sup>c</sup>	$28 \times 10^{-3}$	96 <sup>b</sup>
	洗精煤	t	26.334 <sup>a</sup>	$25.41 \times 10^{-3}$	90 <sup>d</sup>
	其他洗煤	t	12.545 <sup>a</sup>	$25.41 \times 10^{-3}$	90 <sup>d</sup>
	型煤	t	17.460 <sup>d</sup>	$33.6 \times 10^{-3}$	90 <sup>b</sup>
	其他煤制品	t	17.460 <sup>d</sup>	$33.6 \times 10^{-3}$	98 <sup>b</sup>
	焦炭	t	28.435 <sup>a</sup>	$29.5 \times 10^{-3}$	93 <sup>b</sup>
石油焦	t	32.5 <sup>c</sup>	$27.50 \times 10^{-3}$	98 <sup>b</sup>	
液体 燃料	原油	t	41.816 <sup>a</sup>	$20.1 \times 10^{-3}$	98 <sup>b</sup>
	燃料油	t	41.816 <sup>a</sup>	$21.1 \times 10^{-3}$	98 <sup>b</sup>
	汽油	t	43.070 <sup>a</sup>	$18.9 \times 10^{-3}$	98 <sup>b</sup>
	柴油	t	42.652 <sup>a</sup>	$20.2 \times 10^{-3}$	98 <sup>b</sup>
	一般煤油	t	43.070 <sup>a</sup>	$19.6 \times 10^{-3}$	98 <sup>b</sup>
	液化天然气	t	51.498 <sup>e</sup>	$15.3 \times 10^{-3}$	98 <sup>b</sup>
	液化石油气	t	50.179 <sup>a</sup>	$17.2 \times 10^{-3}$	98 <sup>b</sup>
	石脑油	t	44.5 <sup>c</sup>	$20.0 \times 10^{-3}$	98 <sup>b</sup>
	焦油	t	33.453 <sup>a</sup>	$22.0 \times 10^{-3}$	98 <sup>b</sup>
	粗苯	t	41.816 <sup>a</sup>	$22.7 \times 10^{-3}$	98 <sup>b</sup>
	其他石油制品	t	41.031 <sup>d</sup>	$20.0 \times 10^{-3}$	98 <sup>b</sup>
气体 燃料	天然气	10 <sup>4</sup> m <sup>3</sup>	389.31 <sup>a</sup>	$15.3 \times 10^{-3}$	99 <sup>b</sup>
	高炉煤气	10 <sup>4</sup> m <sup>3</sup>	33.00 <sup>d</sup>	$70.80 \times 10^{-3}$	99 <sup>b</sup>
	转炉煤气	10 <sup>4</sup> m <sup>3</sup>	84.00 <sup>d</sup>	$49.60 \times 10^{-3}$	99 <sup>b</sup>
	焦炉煤气	10 <sup>4</sup> m <sup>3</sup>	179.81 <sup>a</sup>	$13.58 \times 10^{-3}$	99 <sup>b</sup>
	炼厂干气	t	45.998 <sup>a</sup>	$18.2 \times 10^{-3}$	99 <sup>b</sup>
	其他煤气	10 <sup>4</sup> m <sup>3</sup>	52.270 <sup>a</sup>	$12.2 \times 10^{-3}$	99 <sup>b</sup>
<sup>a</sup> 数据取值来源为《中国能源统计年鉴 2021》。 <sup>b</sup> 数据取值来源为《省级温室气体清单指南(试行)》。 <sup>c</sup> 数据取值来源为《2006 年 IPCC 国家温室气体清单指南》及 2019 修订版。 <sup>d</sup> 数据取值来源为《2005 中国温室气体清单研究》。 <sup>e</sup> 数据取值来源为 GB/T 2589。					

表 C.2 预焙阳极消耗排放因子推荐值

参数名称	单位	量值
吨铝阳极净耗	tC/t	0.399
阳极平均硫含量	—	2%
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。

表 C.3 过程排放因子推荐值

参数名称	单位	量值
阳极效应的 CF <sub>4</sub> 排放因子	kgCF <sub>4</sub> /t	0.02
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> /t	0.001 1
阳极效应斜率法中 CF <sub>4</sub> 斜率系数	—	0.104
阳极效应斜率法中 C <sub>2</sub> F <sub>6</sub> 和 CF <sub>4</sub> 的排放率比值	—	0.057
碳酸钙(CaCO <sub>3</sub> )排放因子	tCO <sub>2</sub> /t	0.440
碳酸镁(MgCO <sub>3</sub> )排放因子	tCO <sub>2</sub> /t	0.522
碳酸钠(Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> )排放因子	tCO <sub>2</sub> /t	0.415
碳酸氢钠(NaHCO <sub>3</sub> )排放因子	tCO <sub>2</sub> /t	0.524
碳酸铁(FeCO <sub>3</sub> )排放因子	tCO <sub>2</sub> /t	0.380
碳酸钾(K <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> )排放因子	tCO <sub>2</sub> /t	0.318
尿素排放因子	tCO <sub>2</sub> /t	0.733
尿素纯度	—	98.5%

注：阳极效应排放因子数据来源为中国有色金属工业协会统计数据。碳酸盐排放因子推荐值为二氧化碳与碳酸盐的相对分子质量之比。

## 附 录 D

(规范性)

### 非化石能源电力排放因子的取值要求及证明文件

#### D.1 电力排放因子取值

电力排放因子的取值要求如下：

- a) 直供企业使用且未并入市政电网、企业自发自用的和通过市场化交易购入使用的非化石能源电力消费量的排放因子为零。
- b) 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)应采用中华人民共和国生态环境部和国家统计局发布的数据,如有更新,采用其最新发布的数据。

#### D.2 相关证明文件

通过市场化交易购入使用的非化石能源电力消费量,即以交易方式购买并实际执行、结算的电量,应提供发电与用电双方签订的市场化交易合同,以及由省级及以上电力交易机构出具的交易结算凭证。交易结算凭证应载明在核算与报告周期内的月度结算电量及其项目类型、发电企业名称、用电企业名称等。

直供企业使用且未并入市政电网以及自发自用的非化石能源电力消费量应提供每月电量统计原始记录。

**附 录 E**  
(规范性)  
单元工序排放

### E.1 氧化铝生产

E.1.1 氧化铝生产过程温室气体排放总量包括：

- a) 生产过程产生的直接排放(如固定和移动设备、辅助或应急设备燃烧燃料排放,溶出设备、煅烧炉燃烧燃料排放,石灰石作为烟气脱硫的吸附剂排放,铝土矿和/或其他矿石和残渣的有机碳排放,设备酸洗产生的排放等);
- b) 生产购入电力、热力产生的间接排放(包括废弃物处理消耗的电力);
- c) 扣除输出的电力、热力对应的排放量。

E.1.2 氧化铝生产过程的排放总量  $E_{\text{氧化铝生产}}$ ,以吨二氧化碳( $\text{tCO}_2$ )计,按公式(E.1)计算:

$$E_{\text{氧化铝生产}} = E_{\text{燃烧}} + E_{\text{碳酸盐}} + E_{\text{购入电}} + E_{\text{购入热}} + E_{\text{脱硝}} \dots\dots\dots (E.1)$$

### E.2 电解铝生产

E.2.1 电解铝生产过程温室气体排放总量包括：

- a) 生产过程产生的直接排放(如燃料燃烧排放、预焙阳极消耗排放、阳极效应导致的全氟化碳排放、石灰石作为烟气脱硫的吸附剂产生的排放);
- b) 生产购入电力、热力产生的间接排放(包括废弃物处理消耗的电力);
- c) 扣除输出的电力、热力对应的排放量。

E.2.2 电解铝生产过程的排放总量  $E_{\text{电解铝生产}}$ ,以吨二氧化碳( $\text{tCO}_2$ )计,按公式(E.2)计算:

$$E_{\text{电解铝生产}} = E_{\text{燃烧}} + E_{\text{碳酸盐}} + E_{\text{阳极消耗}} + E_{\text{阳极效应}} + E_{\text{购入电}} \dots\dots\dots (E.2)$$

E.2.3 铝电解设施温室气体排放的核算包括阳极消耗和阳极效应的排放。

### E.3 预焙阳极生产

预焙阳极生产过程温室气体排放核算按附录 F 的规定进行。

附录 F

(规范性)

预焙阳极生产温室气体排放核算方法

F.1 核算和报告范围

预焙阳极生产企业的温室气体排放核算边界及范围见图 F.1。

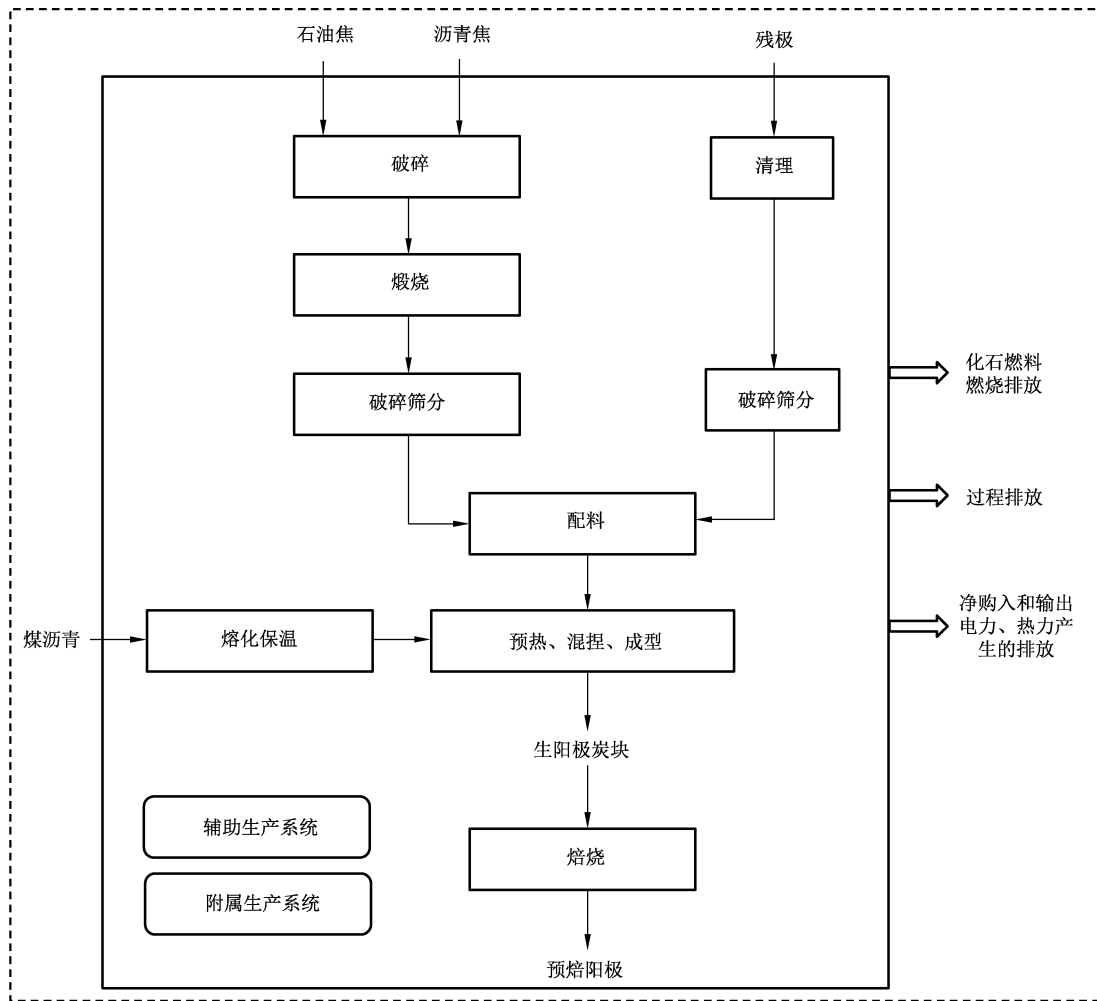


图 F.1 预焙阳极生产温室气体排放核算边界及范围

F.2 核算方法



F.2.1 预焙阳极单元工序排放汇总

预焙阳极生产过程温室气体排放总量  $E_{\text{阳极}}$  按公式(F.1)计算。

$$E_{\text{阳极}} = E_{\text{燃烧}} + E_{\text{石油焦烧损}} + E_{\text{生阳极焙烧}} + E_{\text{购入电}} + E_{\text{购入热}} + E_{\text{脱硝}} + E_{\text{碳酸盐}} - E_{\text{输出电}} - E_{\text{输出热}} \dots\dots\dots (F.1)$$

式中：

$E_{\text{石油焦烧损}}$  —— 石油焦煅烧过程碳排放量，以吨二氧化碳(tCO<sub>2</sub>)计；

$E_{\text{生阳极焙烧}}$ ——生阳极焙烧过程碳排放量,以吨二氧化碳( $\text{tCO}_2$ )计。

## F.2.2 化石燃料燃烧排放

化石燃料燃烧产生的排放按公式(2)计算。

## F.2.3 过程排放

F.2.3.1 石油焦煅烧过程的排放量按公式(F.2)计算。

$$E_{\text{石油焦烧损}} = \left[ \left[ GC \times \left( \frac{100 - W_{\text{hj}} - V_{\text{gc}} - S_{\text{gc}}}{100} \right) \right] - \left[ (CC + UCC + DE) \times \left( \frac{100 - S_{\text{cc}}}{100} \right) \right] \right] \times \frac{44}{12} + \left[ GC \times 0.035 \times \frac{44}{16} \right] \dots\dots\dots (\text{F.2})$$

式中:

$GC$  ——石油焦使用量,单位为吨( $\text{t}$ );

$W_{\text{hj}}$  ——石油焦含水量,%,按 YS/T 63.18 抽样检测,取核算周期内平均值;

$V_{\text{gc}}$  ——石油焦挥发物含量,%,按 YS/T 63.17 抽样检测,取核算周期内平均值;

$S_{\text{gc}}$  ——石油焦中硫含量,%,按 YS/T 63.20 抽样检测,取核算周期内平均值;

$CC$  ——合格煅后焦产量,单位为吨( $\text{t}$ );

$UCC$  ——不合格煅后焦产量,单位为吨( $\text{t}$ );

$DE$  ——焦炭粉尘排放量,单位为吨( $\text{t}$ );

$S_{\text{cc}}$  ——煅后焦中的硫含量,%,按 YS/T 63.20 抽样检测,取核算周期内平均值。

F.2.3.2 生阳极焙烧过程中的排放量  $E_{\text{生阳极焙烧}}$ ,主要包括煤沥青挥发分燃烧和填充料烧损产生的排放;煤沥青中挥发分燃烧产生的排放量按公式(F.3)计算,填充料烧损产生的排放量按公式(F.4)计算:

$$E_{\text{挥发分燃烧}} = \left[ GA - \left( \frac{H_w \times GA}{100} \right) - BA - WT \right] \times \frac{44}{12} \dots\dots\dots (\text{F.3})$$

式中:

$GA$  ——生阳极的装炉质量,单位为吨( $\text{t}$ );

$H_w$  ——生阳极中的氢含量,%,可参照 GB/T 476、GB/T 30733、GB/T 31391、YS/T 587.15 进行分析检测,也可选用行业典型值 0.5%;

$BA$  ——预焙阳极的产量,单位为吨( $\text{t}$ );

$WT$  ——收集的废焦油量,单位为吨( $\text{t}$ )。

$$E_{\text{填充料烧损}} = \left[ TPC \times \left( \frac{100 - S_{\text{pc}} - A_{\text{Spc}}}{100} \right) \right] \times \frac{44}{12} \dots\dots\dots (\text{F.4})$$

式中:

$TPC$  ——填充料的消耗量,单位为吨( $\text{t}$ );

$S_{\text{pc}}$  ——填充料中的硫含量,%,按 YS/T 63.16 或 YS/T 63.20 抽样检测,取核算周期内平均值;

$A_{\text{Spc}}$  ——填充料中的灰分含量,%,按 YS/T 63.19 抽样检测,取核算周期内平均值。

F.2.3.3 生阳极焙烧过程的排放量  $E_{\text{生阳极焙烧}}$ ,也可根据企业所收集的数据情况以质量守恒原则按公式(F.5)计算:

$$E_{\text{生阳极焙烧}} = \left( \frac{GA}{100} \times GA_c + \frac{TPC \times PC_c}{100} - \frac{BA \times BA_c}{100} - TWC \right) \times \frac{44}{12} \dots\dots\dots (\text{F.5})$$

式中:

$GA$  ——生阳极的装炉质量,单位为吨( $\text{t}$ );

$GA_c$  ——生阳极的碳含量,%;

$TPC$  ——填充料的消耗量,单位为吨( $\text{t}$ );

$PC_c$  ——填充料中碳含量, %;

$BA$  ——预焙阳极的总产量, 单位为吨(t);

$BA_c$  ——预焙阳极中碳含量, %;

$TWC$  ——碳副产品及碳残渣废料总量, 单位为吨(t)。

**F.2.3.4** 烟气脱硝过程采用尿素作为脱硝剂时产生的排放量按 6.2.3.3 的规定进行计算。其他碳酸盐分解产生的排放按 6.2.3.2 的规定进行计算。

#### **F.2.4 购入和输出的电力、热力产生的排放**

按 6.2.4 的规定进行计算。

## 参 考 文 献

- [1] GB/T 2589 综合能耗计算通则
- [2] GB/T 30733 煤中碳氢氮的测定 仪器法
- [3] GB/T 31391 煤的元素分析
- [4] YS/T 587.15 炭阳极用煨后石油焦检测方法 第 15 部分:总碳、氢、氮含量的测定
- [5] ISO 14064-1 Greenhouse gases—Part 1: Specification with guidance at the organization level for quantification and reporting of greenhouse gas emissions and removals
- [6] ISO 19694-4 Stationary source emissions—Determination of greenhouse gas emissions in energy-intensive industries—Part 4: Aluminium industry
- [7] 国家统计局能源统计司.中国能源统计年鉴 2021[M].北京:中国统计出版社,2022.
- [8] 国家发展和改革委员会.省级温室气体清单编制指南(试行):发改办气候〔2011〕1041 号.
- [9] 国家发展和改革委员会应对气候变化司.2005 中国温室气体清单研究[M].北京:中国环境出版社,2014.
- [10] 政府间气候变化专门委员会(IPCC).2006 年 IPCC 国家温室气体清单指南及 2019 修订版.
-



