

ICS 77.120.01

# 再生有色金属（铝、铜、铅）产品的温室 气体减排量评估技术规范

**Technical specification for greenhouse gas emission reduction assessment of  
recycled non-ferrous metals (aluminum, copper and lead) product**

202X-XX-XX 发布

202X-XX-XX 实施

---

# 目 次

前言 .....	III
1 范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	1
4 基本原则.....	2
5 温室气体减排量评估程序.....	3
6 项目边界和排放源识别.....	3
7 基准线情景确定.....	3
8 减排量计算.....	4
9 监测及数据质量管理.....	7
10 评价方法 .....	7
11 减排量评估报告的编制 .....	7
附录 A（资料性） 再生有色金属（铝、铜、铅）生产工艺 .....	8
附录 B（资料性） 原生有色金属（铝、铜、铅）生产工艺.....	10
附录 C（资料性） 相关参数推荐值.....	11
附录 D（规范性） 监测数据和要求.....	15
附录 E（资料性） 再生有色金属（铝、铜、铅）减排量计算表格.....	16
参考文献.....	19

# 前 言

本文件参照 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。本文件发布机构不承担识别专利的责任。

本文件起草单位： 。

本文件主要起草人： 。



# 再生有色金属（铝、铜、铅）产品的温室气体减排量评估技术规范

## 1 范围

本文件规定了再生有色金属（铝、铜、铅）生产与原生金属冶炼相比产生的温室气体核算、评价和报告的通则，包含术语和定义、基本原则、温室气体减排量评估程序、计算边界和排放源识别、基准线情景确定、减排量计算、监测及数据质量管理、评价方法、减排量评估报告的编制。

本文件适用于再生有色金属（铝、铜、铅）产品生产过程的温室气体减排量评估。

## 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，注明日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注明日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB 31574—2015 再生铜、铝、铅、锌工业污染物排放标准

GB 32150—2015 工业企业温室气体排放核算和报告通则

GB 33760—2017 基于项目的温室气体减排量评估技术规范

## 3 术语和定义

GB 31574—2015、GB/T 32150—2015和GB/T 33760—2017界定的以及下列术语和定义适用于本文件。为便于使用，以下重复列出GB 31574—2015、GB/T 32150—2015和GB/T 33760—2017的某些术语和定义。

### 3.1

**再生有色金属** recycled/secondary non-ferrous metal

以废杂有色金属为原料，生产得到的有色金属及其合金。废杂有色金属指金属状态的废料，不含“含铜污泥”、“含氧化铝烟尘”、“含铅浸出渣”等其他有色金属二次资源。

[来源：GB 31574—2015，定义 3.1，有修改]

### 3.2

**基准线情景** baseline scenario

用来提供参照的，在不实施项目的情景下可能发生的假定情景。

[来源：GB/T 33760—2017，定义 3.4]

### 3.3

**温室气体减排量** greenhouse gas emission reduction

经计算得到的一定时期内计算边界内所产生的温室气体排放量与基准线情景的排放量相比较的减

少量。

[来源：GB/T 33760—2017，定义 3.5]

### 3.4

#### 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。

注：如各种化石燃料的消耗量、原材料的使用量、购入的电量、购入的热量等。

[来源：GB/T 32150—2015，定义 3.12]

### 3.5

#### 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的系数。

[来源：GB/T 32150—2015，定义 3.13]

## 4 基本原则

### 4.1 相关性

选择适当的温室气体源、数据和计算方法。

### 4.2 完整性

应包括适应目标用户需求的所有项目相关的温室气体排放总和，避免重复计算或漏算。

### 4.3 一致性

应保证计算时，采用相同的假设、方法和数据源，以得到与目标和范围相一致的结论，并保证结果可比性。

### 4.4 准确性

尽可能减少偏差和不确定性。

### 4.5 透明性

应发布充分适用的温室气体排放信息，使目标用户能够在合理的保证水平范围内做出决策与评估。

### 4.6 保守性

明确使用的假定、数值和评估方法不高估温室气体减排量。

### 4.7 可操作性

公式的设定和数值的选取应易于温室气体减排评估。

## 5 温室气体减排量评估程序

温室气体减排量评估流程包括以下步骤：

- a) 计算边界及排放源识别；
- b) 基准线情景确定；
- c) 减排量计算；
- d) 监测及数据质量管理；
- e) 评价方法；
- f) 减排量评估报告编制。

## 6 计算边界和排放源识别

### 6.1 计算边界

再生有色金属（铝、铜、铅）生产的产品碳排放计算边界包含如下三个部分（如图 1）：

- a) 回收处理阶段：废杂有色金属（铝、铜、铅）的收集、拆解、分选、冶炼过程；
- b) 再加工阶段：再生有色金属（铝、铜、铅）精加工过程；
- c) 交通运输：回收处理和再加工阶段涉及到的交通运输。

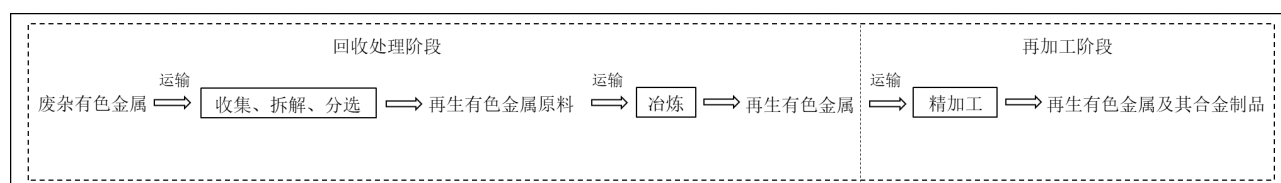


图 1 再生有色金属（铝、铜、铅） 温室气体排放计算边界

注：再生有色金属（铝、铜、铅）的生产工艺如附录 A。申请减排量主体宜覆盖如图 1 计算边界；若不能覆盖时，只涉及回收处理阶段的生产主体可申请减排量。

### 6.2 温室气体排放源

基于全生命周期理念，再生有色金属（铝、铜、铅）生产各个过程所涉及的温室气体排放源包括，但不限于：

- 化石燃料燃烧；
- 化学反应；
- 工艺操作过程；
- 能源使用；
- 交通运输。

## 7 基准线情景确定

本文件识别原生有色金属（铝、铜、铅）冶炼产生的温室气体排放为计算基准线情景。原生有色金属（铝、铜、铅）冶炼包括原料采选等前处理过程以及冶炼工艺（如附录 B）。

## 8 减排量计算

### 8.1 减排量计算

产品生产温室气体的减排量等于基准线排放量减去项目排放量再减去泄露排放所计算出的差值，按公式（1）计算。

$$ER_y = BE_y - PE_y - LE_y \quad \dots\dots\dots(1)$$

式中：

- $ER_y$  ——第  $y$  年的减排量，单位为吨二氧化碳当量（tCO<sub>2</sub>e）；
- $BE_y$  ——第  $y$  年的基准线排放量，单位为吨二氧化碳当量（tCO<sub>2</sub>e）；
- $PE_y$  ——第  $y$  年的项目排放量，单位为吨二氧化碳当量（tCO<sub>2</sub>e）；
- $LE_y$  ——第  $y$  年的泄露排放量，单位为吨二氧化碳当量（tCO<sub>2</sub>e）。

### 8.2 基准线排放量计算

本文件识别基准线为原生金属（铝、铜、铅）冶炼产生的温室气体排放，按公式（2）计算。

$$BE_y = \sum_m [Q_{m,y} \times SE_m] \quad \dots\dots\dots(2)$$

式中：

- $BE_y$  ——第  $y$  年的基准线排放量，单位为吨二氧化碳当量（tCO<sub>2</sub>e）；
- $Q_{m,y}$  ——第  $y$  年再生有色金属（铝、铜、铅）的产量，单位为吨（t）；
- $SE_m$  ——原生有色金属（铝、铜、铅）生产的排放因子（见附录 C 表 C.1），单位为吨二氧化碳当量每吨（tCO<sub>2</sub>e/t）；
- $m$  ——再生有色金属种类。

### 8.3 项目排放量计算

项目排放量为计算边界内再生有色金属（铝、铜、铅）所有生产系统的化石燃料燃烧排放量、能源作为原材料用途的排放量、生产过程排放量以及企业净购入的电力和热力消费的排放量之和，按公式（3）计算。

$$PE_y = \sum_m (PE_{m,FF,y} + PE_{m,MA,y} + PE_{m,PR,y} + PE_{m,EL,y} + PE_{m,HE,y}) \quad \dots\dots\dots(3)$$

式中：

- $PE_y$  ——第  $y$  年的项目排放量，单位为吨二氧化碳当量（tCO<sub>2</sub>e）；
- $PE_{m,FF,y}$  ——第  $y$  年化石燃料燃烧的排放量，单位为吨二氧化碳当量（tCO<sub>2</sub>e）；
- $PE_{m,MA,y}$  ——第  $y$  年能源作为原材料用途的排放量，单位为吨二氧化碳当量（tCO<sub>2</sub>e）；
- $PE_{m,PR,y}$  ——第  $y$  年产品生产中的过程排放量，单位为吨二氧化碳当量（tCO<sub>2</sub>e）；
- $PE_{m,EL,y}$  ——第  $y$  年生产购入的电力消费的排放量，单位为吨二氧化碳当量（tCO<sub>2</sub>e）；
- $PE_{m,HE,y}$  ——第  $y$  年生产购入的热力消费的排放量，单位为吨二氧化碳当量（tCO<sub>2</sub>e）。

### 8.3.1 化石燃料燃烧排放量计算

化石燃料燃烧排放量是计算边界内各种化石燃料燃烧产生的排放量，按公式（4）计算。

$$PE_{m,FF,y} = \sum_i AD_{m,i,y} \times EF_{m,i} \quad \dots\dots\dots (4)$$

式中：

- $PE_{m,FF,y}$  ——第  $y$  年化石燃料燃烧的排放量，单位为吨二氧化碳当量（tCO<sub>2</sub>e）；
- $AD_{m,i,y}$  ——第  $y$  年第  $i$  种化石燃料的活动数据，单位为吉焦（GJ）；
- $EF_{m,i}$  ——第  $i$  种化石燃料的排放因子，单位为吨二氧化碳当量每吉焦（tCO<sub>2</sub>e/GJ）；
- $i$  ——化石燃料类型代号。

其中， $AD_{m,i,y}$ 按公式（5）计算， $EF_{m,i}$ 按公式（6）计算。

$$AD_{m,i,y} = NCV_{m,i} \times FC_{m,i,y} \quad \dots\dots\dots (5)$$

式中：

$NCV_{m,i}$  ——第  $i$  种化石燃料的平均低位发热值（见附录C表C.2）。对固体或液体燃料，单位为吉焦每吨（GJ/t）；对气体燃料，单位为吉焦每万立方米（GJ/10<sup>4</sup> Nm<sup>3</sup>）；

$FC_{m,i,y}$  ——第  $y$  年第  $i$  种化石燃料的净消耗量。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（10<sup>4</sup> Nm<sup>3</sup>）。

$$EF_{m,i} = CC_{m,i} \times OF_{m,i} \times \frac{44}{12} \quad \dots\dots\dots (6)$$

式中：

- $CC_{m,i}$  ——第  $i$  种化石燃料的单位热值含碳量（见附录C表C.2），单位为吨碳每吉焦（tC/GJ）；
- $OF_{m,i}$  ——第  $i$  种化石燃料的碳氧化率（见附录C表C.2），以百分比（%）表示；
- $\frac{44}{12}$  ——二氧化碳与碳的分子量之比。

### 8.3.2 能源作为原材料用途的排放量计算

再生有色金属（铝、铜、铅）生产过程中，能源作为原材料用途的排放量为使用焦炭、蓝炭、无烟煤、天然气等能源产品作为还原剂，产生的温室气体排放，按公式（7）计算。

$$PE_{m,MA,y} = AD_{m,MA,y} \times EF_{m,MA} \quad \dots\dots\dots (7)$$

式中：

$PE_{m,MA,y}$  ——第  $y$  年生产过程中能源作为原材料用途导致的排放量，单位为吨二氧化碳当量（tCO<sub>2</sub>e）；

$AD_{m,MA,y}$  ——第  $y$  年生产过程中能源产品作为还原剂原材料的消耗量，固体或液体能源单位为吨（t），气体能源单位为万标立方米（10<sup>4</sup> Nm<sup>3</sup>）；

$EF_{m,MA}$  ——生产过程中能源作为还原剂原材料的排放因子（见附录C表C.3），固体或液体单位为吨二氧化碳当量每吨（tCO<sub>2</sub>e/t），气体能源单位为吨二氧化碳当量每万立方米（tCO<sub>2</sub>e/10<sup>4</sup> Nm<sup>3</sup>）。

### 8.3.3 过程排放量计算

过程排放量是计算边界内消耗的草酸以及各种碳酸盐发生分解反应导致的温室气体排放量之和,按公式(8)计算。

$$PE_{m,PR,y} = PE_{m,Ox,y} + \sum_j PE_{m,j,y} = AD_{m,Ox,y} \times EF_{m,Ox} + \sum_j (AD_{m,j,y} \times EF_{m,j}) \dots\dots\dots (8)$$

式中:

- $PE_{m,PR,y}$  ——第  $y$  年产品生产中的过程排放量,单位为吨二氧化碳当量(tCO<sub>2</sub>e);
- $PE_{m,Ox,y}$  ——第  $y$  年生产过程中草酸分解的排放量,单位为吨二氧化碳当量(tCO<sub>2</sub>e);
- $PE_{m,j,y}$  ——第  $y$  年生产过程中碳酸盐分解的排放量,单位为吨二氧化碳当量(tCO<sub>2</sub>e);
- $AD_{m,Ox,y}$  ——第  $y$  年生产过程中的草酸消耗量,单位为吨(t);
- $AD_{m,j,y}$  ——第  $y$  年生产过程中第  $j$  种碳酸盐的消耗量,单位为吨(t);
- $EF_{m,Ox}$  ——草酸分解的排放因子(见附录C表C.4),单位为吨二氧化碳当量每吨(tCO<sub>2</sub>e/t);
- $EF_{m,j}$  ——第  $j$  种碳酸盐分解的排放因子(见附录C表C.4),单位为吨二氧化碳当量每吨(tCO<sub>2</sub>e/t);
- $j$  ——碳酸盐种类。

### 8.3.4 净购入电力产生的排放量计算

计算边界内购入的电力消费所对应的电力生产环节排放量,按公式(9)计算。

$$PE_{m,EL,y} = AD_{m,EL,y} \times EF_{EL} \dots\dots\dots (9)$$

式中:

- $PE_{m,EL,y}$  ——第  $y$  年生产过程中购入电力所对应的电力生产环节排放量,单位为吨二氧化碳当量(tCO<sub>2</sub>e);
- $AD_{m,EL,y}$  ——第  $y$  年生产过程中的净外购电量,单位为兆瓦时(MWh);
- $EF_{EL}$  ——区域电网年平均供电的排放因子(见附录C表C.5),单位为吨二氧化碳当量每兆瓦时(tCO<sub>2</sub>e/MWh)。

### 8.3.5 净购入热力产生的排放量计算

计算边界内购入的热力消费所对应的热力生产环节排放量,按公式(10)计算。

$$PE_{m,HE,y} = AD_{m,HE,y} \times EF_{HE} \dots\dots\dots (10)$$

式中:

- $PE_{m,HE,y}$  ——第  $y$  年生产过程中购入的热力所对应的热力生产环节排放量,单位为吨二氧化碳当量(tCO<sub>2</sub>e);
- $AD_{m,HE,y}$  ——第  $y$  年生产过程中的净外购热力,单位为吉焦(GJ);
- $EF_{HE}$  ——年平均供热的排放因子(见附录C表C.6),单位为吨二氧化碳当量每吉焦(tCO<sub>2</sub>e/GJ)。

## 8.4 泄露排放计算

本文件泄露排放计算考虑为再生有色金属（铝、铜、铅）回收处理和再加工阶段由于交通运输产生的排放（如图1），按公式（11）计算。

$$LE_y = \sum_m N_{m,y} \times D_{m,d,y} \times EF_{m,TR} \dots\dots\dots (11)$$

式中：

- $LE_y$  ——第  $y$  年泄露排放量，单位为吨二氧化碳当量（tCO<sub>2</sub>e）；
- $N_{m,y}$  ——第  $y$  年产品生产的总运输质量，单位为吨（t）；
- $D_{m,d,y}$  ——第  $y$  年装载运输距离，单位为千米（km）；
- $EF_{m,TR}$  ——运输方式相关的排放因子（见附录 C 表 C.7），单位为吨二氧化碳当量每吨每千米（tCO<sub>2</sub>e/(t·km)）。

## 9 监测及数据质量管理

### 9.1 监测计划及监测数据要求

再生有色金属（铝、铜、铅）产品的温室气体减排量评估的监测计划应按照 GB/T 33760—2017 第 5.10 制定和执行。需要引用的排放因子及参数应采用国家公布的或主管部门认可的相关数据详见附录 C，需监测数据及要求详见附录 D。如涉及难以获取或无法获取的数据，可采用类似项目主体或行业普遍公认的数据，并详细记录数据来源并形成文件。

测量仪器/表精度应满足相关要求，定期检定和校准。

在项目实施中，项目主体应确保监测计划有效实施，通过各类测量仪器/表的监测获得温室气体排放数据，记录、汇编和分析有关数据，并对数据存档，保证测量管理体系符合质量和规范要求。

### 9.2 数据质量管理

再生有色金属（铝、铜、铅）产品生产主体应按照 GB/T 33760—2017 第 5.11 建立和应用数据质量管理程序，对与项目和基准线情景有关的数据和信息进行管理。在对温室气体减排量进行计算时，宜尽可能减少不确定性。

## 10 评价方法

为确保减排量核算的真实性、准确性、保守性，项目审定和减排量核查应满足下述要求，并根据要求进行评价工作。

### 10.1 真实性评价

评价方应对在现场收集的信息的真实性进行验证，确保其能够满足评价的要求。必要时可以在获得企业（或者其他经济组织）同意后，采用复印、记录、摄影、录像等方式保存相关记录。应对排放设施进行现场观察，如果排放设施数量较多，评价机构可采用查阅对比文件（如企业设备台帐）等方式确认排放设施的真实性

真实性评价要求文件包括：

——满足法律法规要求：营业执照、公司介绍、组织机构图、厂区平面分布图、工艺流程图、项目可研环评批复、排污许可证等；

——内控文件：数据质量控制计划、计量器具管理台账等；

——项目设计文件（PDD）。

### 10.2 温室气体减排量核算准确性评价

评价方应采用现场审核、抽样调查、交叉核对等方法对项目温室气体核算结果准确性进行评价。

现场审核以生产数据、财务数据、交易数据交叉核对，辅助访谈、观察、公开资料查阅等方式评价数据来源真实性和计算结果准确性。

由于活动数据监测频次而产生数据量大的情况下，可采用随机抽样、平方根抽样的方法进行。选择样本应综合体现项目特点、可能存在的风险等。

### 10.3 温室气体减排量核算保守性评价

数据缺失时的处理方式应确保不会导致排放量的低估，采用行业数据、文献资料等方法外数据，需明确说明来源，并确保不会低估项目的排放量。

## 11 减排量评估报告的编制

再生有色金属（铝、铜、铅）产品的温室气体减排量评估报告编制要求和内容按照 GB/T 33760—2017 中第 5.12 执行，计算过程可参考附录 E。

附录 A

(资料性)

再生有色金属（铝、铜、铅）生产工艺

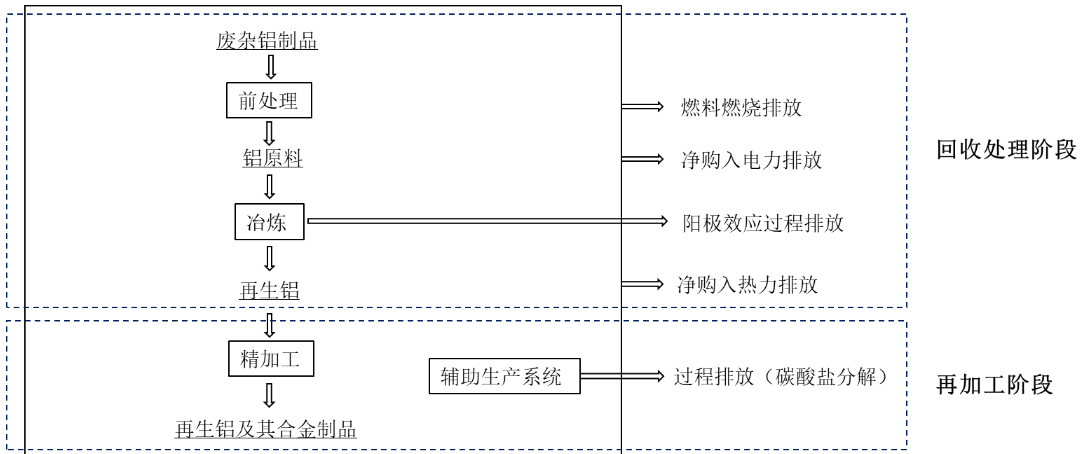


图 A.1 再生铝生产工艺流程图

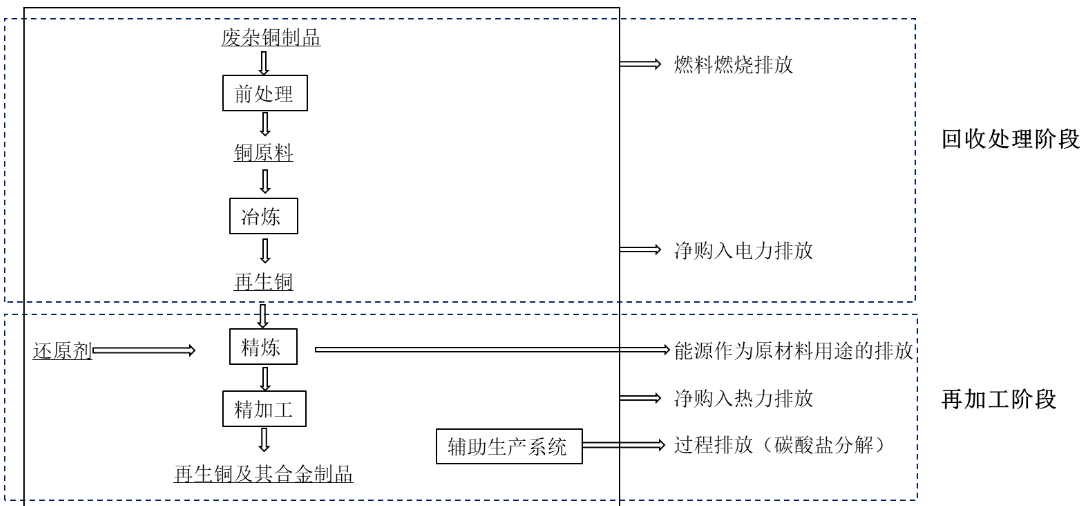


图 A.2 再生铜生产工艺流程图

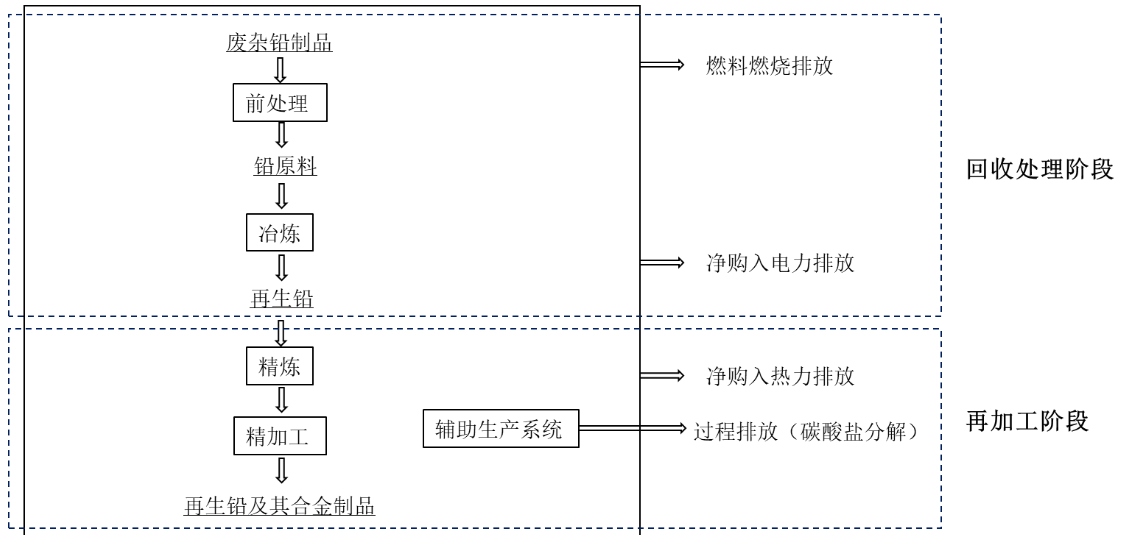


图 A.3 再生铅生产工艺流程图

附录 B

(资料性)

原生有色金属（铝、铜、铅）生产工艺

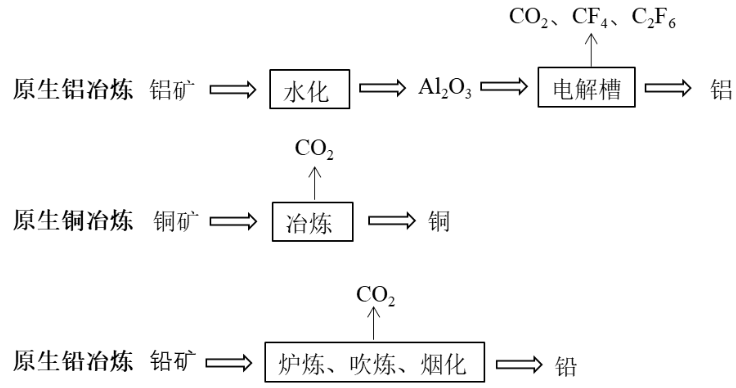


图 B.1 原生有色金属（铝、铜、铅）生产工艺流程图

附录 C  
(资料性)  
相关参数推荐值

表C.1 原生有色金属（铝、铜、铅）生产的排放因子

原生金属种类	单位	排放因子	参考来源
铝	tCO <sub>2</sub> e/t	8.40	联合国清洁发展机制 (CDM) 《小规模方法-电子垃圾的回收和再循环(3.0版)》
铜	tCO <sub>2</sub> e/t	2.8	
铅	tCO <sub>2</sub> e/t	2.1	

表 C.2 常用化石燃料相关参数的推荐值

燃料种类	计量单位	低位发热量 (GJ/t, GJ/10 <sup>4</sup> Nm <sup>3</sup> )	单位热值含碳量 (tC/GJ)	燃料碳氧化率(%)	参考来源
无烟煤	t	26.7	27.40×10 <sup>-3</sup>	94	《其他有色金属 冶炼和压延加工 工业企业温室气体 排放核算方法与 报告指南(试行)》
柴油	t	42.652	20.20×10 <sup>-3</sup>	98	
烟煤	t	19.57	26.10×10 <sup>-3</sup>	93	
褐煤	t	11.90	28.00×10 <sup>-3</sup>	96	
洗精煤	t	26.334	25.41×10 <sup>-3</sup>	90	
其他洗煤	t	12.545	25.41×10 <sup>-3</sup>	90	
其他煤制品	t	17.46	33.60×10 <sup>-3</sup>	90	
石油焦	t	32.5	27.50×10 <sup>-3</sup>	100	
焦炭	t	28.435	29.50×10 <sup>-3</sup>	93	
原油	t	41.816	20.10×10 <sup>-3</sup>	98	
燃料油	t	41.816	21.10×10 <sup>-3</sup>	98	
汽油	t	43.07	18.90×10 <sup>-3</sup>	98	
柴油	t	42.652	20.20×10 <sup>-3</sup>	98	
煤油	t	43.07	19.60×10 <sup>-3</sup>	98	
液化石油气	t	50.179	17.20×10 <sup>-3</sup>	98	
炼厂干气	t	45.998	18.20×10 <sup>-3</sup>	98	
焦油	t	33.453	22.00×10 <sup>-3</sup>	98	
液化天然气	t	44.2	17.20×10 <sup>-3</sup>	98	
高炉煤气	10 <sup>4</sup> Nm <sup>3</sup>	33	70.80×10 <sup>-3</sup>	99	
焦炉煤气	10 <sup>4</sup> Nm <sup>3</sup>	179.81	13.58×10 <sup>-3</sup>	99	
转炉煤气	10 <sup>4</sup> Nm <sup>3</sup>	84	49.60×10 <sup>-3</sup>	99	
其他煤气	10 <sup>4</sup> Nm <sup>3</sup>	52.27	12.20×10 <sup>-3</sup>	99	
天然气	10 <sup>4</sup> Nm <sup>3</sup>	389.31	15.30×10 <sup>-3</sup>	99	

表 C.3 能源作为还原剂原材料的排放因子

参数名称	单位	排放因子	参考来源
蓝炭	tCO <sub>2</sub> /t	2.853	《其他有色金属冶炼和压延加工业企业 温室气体排放核算方法与报告指南》
焦炭	tCO <sub>2</sub> /t	2.862	
无烟煤	tCO <sub>2</sub> /t	1.924	
天然气	tCO <sub>2</sub> /10 <sup>4</sup> Nm <sup>3</sup>	21.622	

表 C.4 草酸和碳酸盐的排放因子

参数名称	单位	排放因子	参考来源
草酸	tCO <sub>2</sub> /t	0.348	《其他有色金属冶炼和压延加工业企业温室气体排放核算方法与报告指南（试行）》
纯碱	tCO <sub>2</sub> /t	0.411	
石灰石	tCO <sub>2</sub> /t	0.405	
白云石	tCO <sub>2</sub> /t	0.468	
注：草酸的排放因子为计算所得， $EF_{Ox} = 0.349 \times PUR_{Ox}$ ， $PUR_{Ox}$ 是草酸的浓度（含量），此处采用默认值 99.6%，如数据可得，采用供货方提供的标称值。			

表 C.5 区域电网年平均供电的排放因子

电网名称	排放因子	参考来源
全国电网	0.5703 tCO <sub>2</sub> /MWh	《关于做好2023—2025年发电行业企业温室气体排放报告管理有关工作的通知》环办气候函（2023）43号
注：全国电网二氧化碳排放因子采用生态环境部2023年发布的版本，如有更新，采用最新版。		

表 C.6 年平均供热的排放因子

参数名称	排放因子	参考来源
热力消费的排放因子	0.11 tCO <sub>2</sub> /GJ	《国家发展改革委办公厅关于印发第三批10个行业企业温室气体核算方法与报告指南（试行）的通知》发改办气候（2015）1722号
注：热力消费的排放因子采用国家发展改革委2015年发布的版本，如有更新，采用最新版。		

表 C.7 运输方式相关的排放因子

运输类型	单位	排放因子	参考来源
轻型汽油货车运输（载重2t）	tCO <sub>2</sub> e/(t·km)	0.334×10 <sup>-3</sup>	GB/T 51366— 2019《建筑碳排放 计算标准》
中型汽油货车运输（载重8t）	tCO <sub>2</sub> e/(t·km)	0.115×10 <sup>-3</sup>	
重型汽油货车运输（载重10t）	tCO <sub>2</sub> e/(t·km)	0.104×10 <sup>-3</sup>	
重型汽油货车运输（载重18t）	tCO <sub>2</sub> e/(t·km)	0.104×10 <sup>-3</sup>	
轻型柴油货车运输（载重2t）	tCO <sub>2</sub> e/(t·km)	0.286×10 <sup>-3</sup>	
中型柴油货车运输（载重8t）	tCO <sub>2</sub> e/(t·km)	0.179×10 <sup>-3</sup>	
重型柴油货车运输（载重10t）	tCO <sub>2</sub> e/(t·km)	0.162×10 <sup>-3</sup>	
重型柴油货车运输（载重18t）	tCO <sub>2</sub> e/(t·km)	0.129×10 <sup>-3</sup>	
重型柴油货车运输（载重30t）	tCO <sub>2</sub> e/(t·km)	0.078×10 <sup>-3</sup>	
重型柴油货车运输（载重46t）	tCO <sub>2</sub> e/(t·km)	0.057×10 <sup>-3</sup>	
电力机车运输	tCO <sub>2</sub> e/(t·km)	0.010×10 <sup>-3</sup>	
内燃机车运输	tCO <sub>2</sub> e/(t·km)	0.011×10 <sup>-3</sup>	
铁路运输-中国市场平均	tCO <sub>2</sub> e/(t·km)	0.010×10 <sup>-3</sup>	
液货船运输（载重2000t）	tCO <sub>2</sub> e/(t·km)	0.019×10 <sup>-3</sup>	
干散货船运输（载重2500t）	tCO <sub>2</sub> e/(t·km)	0.015×10 <sup>-3</sup>	
集装箱船运输（载重200TEU）	tCO <sub>2</sub> e/(t·km)	0.012×10 <sup>-3</sup>	

附录 D  
(规范性)  
监测数据和要求

表 D.1 监测数据和要求

数据/参数	单位	描述	监测频率	监测方法
$Q_{m,y}$	t	第 $y$ 年再生有色金属 (铝、铜、铅) 的产量	每月监测, 每年合计	称重仪器
$FC_{m,i,y}$	t 或 $10^4 \text{ Nm}^3$	第 $y$ 年第 $i$ 种化石燃 料的净消耗量	每月监测, 每年合计	称重仪器或流量计
$AD_{m,MA,y}$	t 或 $10^4 \text{ Nm}^3$	第 $y$ 年生产过程中能 源产品作为还原剂原 材料的消耗量	每月监测, 每年合计	称重仪器或流量计
$AD_{m,Ox,y}$	t	第 $y$ 年生产过程中的 草酸消耗量	每月监测, 每年合计	称重仪器
$AD_{m,j,y}$	t	第 $y$ 年生产过程中第 $j$ 种碳酸盐的消耗量	每月监测, 每年合计	称重仪器
$AD_{m,EL,y}$	MWh	第 $y$ 年生产过程中的 净外购电量	连续测量, 每月记录	电表
$AD_{m,HE,y}$	GJ	第 $y$ 年生产过程中的 净外购热力	连续测量, 每月记录	热量表
$N_{m,y}$	t	第 $y$ 年项目生产的总 运输质量	连续测量, 定期记录	称重仪器或有效票据
$D_{m,d,y}$	km	第 $y$ 年装载运输距离	连续测量, 定期记录	日常记录

## 附录 E

(资料性)

### 再生有色金属（铝、铜、铅）减排量计算表格

#### E.1 基准线排放量计算 ( $BE_y$ )

表E.1 基准线排放量

项目基准线排放量 $BE_y$ ( $tCO_2e$ )	再生有色金属(铝、铜、铅)的产量 $Q_{m,y}$ (t)	原生有色金属(铝、铜、铅)生产的排 放因子 $SE_m$ ( $tCO_2e/t$ )
$A1=A2*A3$	A2	A3

#### E.2 项目排放量计算 ( $PE_y$ )

表E.2 化石燃料燃烧排放量

天然气燃烧 排放量 $PE_{m,FF,y}$ ( $tCO_2e$ )	第 $y$ 年天 然气的活动 数据 $AD_{m,i,y}$ (GJ)	天然气的平均低 位发热值 $NCV_{m,i}$ ( $GJ/10^4Nm^3$ )	第 $y$ 年天然 气的净消耗 量 $FC_{m,i,y}$ ( $10^4Nm^3$ )	天然气的排放因子 $EF_{m,i}$ ( $tCO_2e/GJ$ )	天然气的单位 热值含碳量 $CC_{m,i}$ ( $tC/GJ$ )	天然气的碳氧 化率 $OF_{m,i}$ (%)
$B1=B2*B5$	$B2=B3*B4$	B3	B4	$B5=B6*B7*0.01*44/12$	B6	B7
		389.31			$15.30*10^{-3}$	99
注：这里假设使用的为天然气。如果是其他燃料，参见表 C.2 常用化石燃料相关参数的推荐值。						

表E.3 能源作为原材料用途的排放量

焦炭冶金还原排放量 $PE_{m,MA,y}$ ( $tCO_2e$ )	第 $y$ 年焦炭的活动数据 $AD_{m,MA,y}$ (t)	焦炭的排放因子 $EF_{m,MA}$ ( $tCO_2e/t$ )
$C1=C2*C3$	C2	C3
		2.862
注：这里假设使用的为焦炭。如果是其他能源，参见表 C.3 能源作为原材料用途的二氧化碳排放因子。		

表E. 4 过程排放量

过程排放量 $PE_{m,PR,y}$ (tCO <sub>2</sub> e)	第 y 年草 酸消耗量 $AD_{m,Ox,y}$ (t)	草酸的排放因 子 $EF_{m,Ox}$ (tCO <sub>2</sub> e/t)	第 y 年纯 碱的消耗量 $AD_{m,j,y}$ (t)	纯碱的排 放因子 $EF_{m,j}$ (tCO <sub>2</sub> e /t)	草酸分解所导致的 过程排放量 $PE_{m,Ox,y}$ (tCO <sub>2</sub> e)	纯碱分解所导致的 过程排放量 $PE_{m,j,y}$ (tCO <sub>2</sub> e)
D1=D6+D7	D2	D3	D4	D5	D6=D2*D3	D7=D4*D5
		0.348				
注：这里假设使用的为同时草酸和纯碱。如果是其他过程排放情况，参见表 C. 4 草酸和碳酸盐二氧化碳排放因子。						

表E. 5 净购入电力产生的排放量

净购入电力产生的排放量 $PE_{m,EL,y}$ (tCO <sub>2</sub> e)	第 y 年再生有色金属项目相关的净外购电量 $AD_{m,EL,y}$ (MWh)	区域电网年平均供电的排放因子 $EF_{EL}$ (tCO <sub>2</sub> e /MWh)
E1=E2*E3	E2	E3
		0.5703

表E. 6 净购入热力产生的排放量

净购入热力产生的排放量 $PE_{m,HE,y}$ (tCO <sub>2</sub> e)	第 y 年再生有色金属项目相关的净外购热力 $AD_{m,HE,y}$ (GJ)	年平均供热的排放因子 $EF_{HE}$ (tCO <sub>2</sub> e / GJ)
F1=F2*F3	F2	F3
		0.11

表E. 7 项目排放量

项目排放量 $PE_y$ (tCO <sub>2</sub> e)	天然气燃烧排 放量 $PE_{m,FF,y}$ (tCO <sub>2</sub> e)	焦炭冶金还原排 放量 $PE_{m,MA,y}$ (tCO <sub>2</sub> e)	过程排放量 $PE_{m,PR,y}$ (tCO <sub>2</sub> e)	净购入电力产生 的排放量 $PE_{m,EL,y}$ (tCO <sub>2</sub> e)	净购入热力产生 的排放量 $PE_{m,HE,y}$ (tCO <sub>2</sub> e)
G1=B1+C1+D1+E1+F1	B1	C1	D1	E1	F1

--	--	--	--	--	--

### E.3 项目泄露 ( $LE_y$ )

表E.8 项目泄露

项目泄露 $LE_y$ ( $tCO_2e$ )	第 $y$ 年重型柴油货车运输 (载重 10t) 总运输质量 $N_{m,y}$ (t)	第 $y$ 年重型柴油货车运输 (载重 10t) 装载运输距 离 $D_{m,d,y}$ (km)	重型柴油货车运输 (载重 10t) 的排放因子 $EF_{m,TR}$ ( $tCO_2e/(t \cdot km)$ )
$H1 = H2 * H3 * H4$	H2	H3	H4
			$0.162 \times 10^{-3}$
注：这里假设使用的为重型柴油货车运输 (载重 10t)。如果是其他运输方式，参见表 C.7 运输方式相关的二氧化碳排放因子。			

### E.4 减排量 ( $ER_y$ )

表E.9 减排量 ( $ER_y$ )

减排量 ( $ER_y$ ) ( $tCO_2e$ )	基准线排放量 ( $BE_y$ ) ( $tCO_2e$ )	项目排放量 ( $PE_y$ ) ( $tCO_2e$ )	项目泄露 ( $LE_y$ ) ( $tCO_2e$ )
$I = A1 - G1 - H1$	A1	G1	H1

## 参 考 文 献

- [1] 小规模方法-电子垃圾的回收和再循环(3.0版), 联合国清洁发展机制 (CDM)
- [2] 其他有色金属冶炼和压延加工业企业温室气体排放核算方法与报告指南 (试行)
- [3] 关于做好2023—2025年发电行业企业温室气体排放报告管理有关工作的通知, 环办气候函(2023) 43号
- [4] 国家发展改革委办公厅关于印发第三批10个行业企业温室气体核算方法与报告指南 (试行)的通知, 发改办气候(2015) 1722号
- [5] GB/T 51366—2019 建筑碳排放计算标准