

T/ATCRR

团 体 标 准

T/ATCRR XXXX—202X

废铅蓄电池再生利用企业碳排放核算方法

Carbon emissions accounting method for waste lead-acid battery recycling enterprises

（征求意见稿）

（本草案完成时间：2024年9月）

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

北京资源强制回收环保产业技术创新战略联盟 发布

目 次

前 言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 基本要求与原则	3
5 核算边界	3
6 计量与监测要求	4
7 核算步骤与方法	6
8 数据质量管理	9
附 录 A （资料性） 废铅蓄电池再生利用企业生产流程.....	11
附 录 B （规范性） 废铅蓄电池再生利用企业温室气体减排量计算.....	12
附 录 C （资料性） 再生铅单位产量碳排放系数.....	13
附 录 D （资料性） 废铅蓄电池再生利用企业碳排放量评价等级.....	14
附 录 E （资料性） 相关参数推荐值.....	15
参 考 文 献	17

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。

本文件由北京资源强制回收环保产业技术创新战略联盟（ATCRR）提出并归口。

本文件起草单位：

本文件主要起草人：

废铅蓄电池再生利用企业碳排放核算方法

1 范围

本文件规定了废铅蓄电池再生利用企业碳排放核算相关的术语和定义、核算边界、计量与监检测要求、核算步骤与方法和数据质量管理等。

本文件适用于废铅蓄电池再生利用企业开展碳排放核算。废铅蓄电池企业等碳排放核算可参照本文件执行。

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 213 煤的发热量测定方法

GB/T 384 石油产品热值测定法

GB 17167 用能单位能源计量器具配备和管理通则

GB/T 22723 天然气能量的测定

GB 31574 再生铜、铝、铅、锌工业污染物排放标准

GB/T 32150 工业企业温室气体排放核算和报告通则

GB/T 33760-2017 基于项目的温室气体减排量评估技术规范通用要求

GB/T 40662-2021 废铅蓄电池再生处理技术规范

ISO 14064-1 Greenhouse gases – Part1: Specification with guidance at the organization level for quantification and reporting of greenhouse gas emissions and removals

HJ 519-2020 废铅蓄电池处理污染控制技术规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

废铅蓄电池 waste lead battery

在生产、生活和其他活动中产生的丧失原有使用价值，或者虽未丧失使用价值但被抛弃或者放弃的铅蓄电池。

[来源：GB/T 40662-2021，3.2]

3.2

再生利用 recycling

采用技术和工艺装备，对废铅蓄电池进行除污、拆解、物料分选、冶炼等活动，以回收其中有价元素为目的的资源化利用过程。

[来源：GB/T 40662-2021，3.11]

3.3

再生铅（再生利用）企业 secondary lead enterprise

指以废铅蓄电池为原材料，具备再生铅冶炼能力并持有危险废物经营许可证的企业。

[来源：HJ 519-2020，3.15]

3.4

再生铅 secondary lead

以废杂铅（主要是废铅蓄电池）为原料，经过冶炼加工工艺而生产出来的铅产品。

[来源：GB/T 40662，3.19，有修改]

3.5

温室气体 greenhouse gas

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：本文件中的温室气体仅包括二氧化碳（CO₂）。

[来源：GB/T 32150-2015，3.1]

3.6

化石燃料燃烧排放 fossil fuel combustion emission

化石燃料在氧化燃烧过程中产生的温室气体排放。

[来源：GB/T 32150-2015，3.7，有修改]

3.7

过程排放 process emission

在生产、废弃物处理处置等过程中除化石燃料燃烧之外的物理或化学变化造成的温室气体排放。

[来源：GB/T 32150-2015，3.8，有修改]

3.8

购入的电力、热力产生的排放 emission from purchased electricity and heat

企业消费的购入电力、热力所对应的电力、热力生产环节产生的二氧化碳排放。

注：热力包括蒸汽、热水等。

[来源：GB/T 32150-2015，3.9]

3.9

输出的电力、热力产生的排放 emission from exported electricity and heat

企业输出的电力、热力所对应的电力、热力产生环节产生的二氧化碳排放。

[来源：GB/T 32150-2015，3.10]

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。

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 32150-2015，3.12]

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的系数。

[来源：GB/T 32150-2015, 3.13]

3.12

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, 3.4]

3.13

温室气体减排量 greenhouse gas emission reduction

经计算得到的一定时期内项目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, 3.5]

3.14

单位产量排放系数 carbon emissions per unit of output coefficient

生产或制造产品时产生的二氧化碳排放量与产品产量的比值。

4 基本要求与原则

4.1 基本要求

本文件根据工艺路线计算企业温室气体排放量，核算符合ISO 14064-1。企业应确保项目符合产业政策法规要求，对于再生铅工艺，应符合环保要求，以保证污染物排放符合总量控制要求，满足GB 31574和HJ 519要求。

4.2 原则

在进行企业温室气体排放量核算时，应遵循相关性、完整性、一致性、准确性和透明性原则，以确保核算方法的可靠、可信、可操作性。

5 核算边界

5.1 概述

废铅蓄电池再生利用企业应以企业法人或视同法人的独立核算单位为边界，核算并报告其生产系统产生的碳排放。生产系统包括主要生产系统、辅助生产系统及附属生产系统，其中主要生产系统包括废铅蓄电池预处理、铅泥预脱硫、粗铅熔炼、精炼及合金化等，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（如职工食堂、车间浴室、保健站等）。

如果废铅蓄电池再生利用企业还存在其他产品生产活动，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温室气体排放核算和报告指南进行核算并汇总报告。

废铅蓄电池再生利用企业碳排放核算主要包括以下排放：化石燃料燃烧产生的排放、过程排放（碳酸盐分解、冶金还原剂反应等）、企业净购入的电力和净购入的热力产生的排放。废铅蓄电池再生利用企业碳排放核算边界见图1。

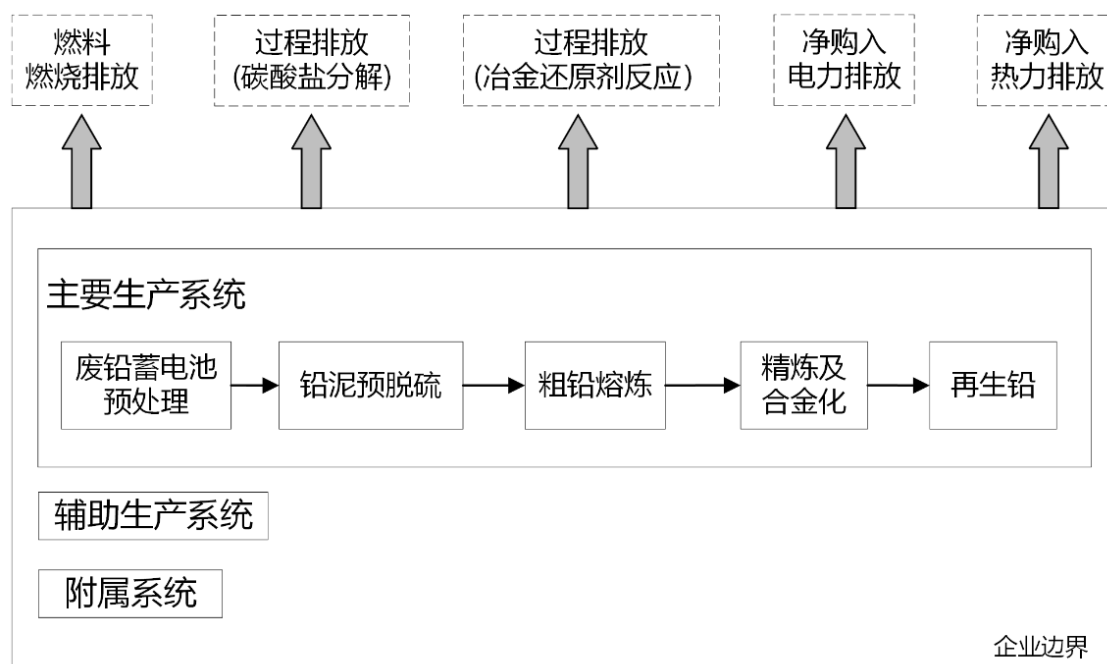


图1 典型的废铅蓄电池再生利用企业碳排放核算边界示意图

5.2 核算范围

5.2.1 化石燃料燃烧排放

废铅蓄电池再生利用企业所涉及的化石燃料燃烧排放是指包括煤、油、气等在内的化石燃料在各种类型的固定或移动燃烧设备（如锅炉、窑炉、厂内机动车辆等）中发生氧化燃烧过程产生的二氧化碳排放。

5.2.2 过程排放

a) 冶金还原剂反应

原材料使用产生的排放，主要是冶金还原剂（焦粉等）消耗所导致的二氧化碳排放。

b) 碳酸盐分解

废铅蓄电池回收过程中使用各种碳酸盐发生分解反应，分解时产生二氧化碳排放。

5.2.3 净购入的电力产生的排放

企业消费的净购入电力所对应的二氧化碳排放。

5.2.4 净购入的热力产生的排放

企业消费的净购入热力（蒸汽、热水等）所对应的二氧化碳排放。

6 计量与监检测要求

6.1 参数识别

碳排放计量与监检测参数识别应符合表1。

表1 企业碳排放计量与监测参数识别

排放源名称	具体的排放源	计量与监测参数类型	计量与监测方法
化石燃料燃烧排放	化石燃料燃烧产生的碳排放	化石燃料消耗量	衡器、液体流量计、气体流量计等计量器具
		低位发热量	GB/T 213、GB/T 384、GB/T 11062
过程排放	能源（冶金还原剂）作为原材料用途的排放	冶金还原剂产品消耗量	衡器
		碳酸盐消耗量	衡器
	碳酸盐分解	碳酸盐组分含量	分析测定、供应商提供
购入和输出的电力产生的排放	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
购入和输出的热力产生的排放	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、蒸气温度、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

6.2 化石燃料消耗量与监测要求

化石燃料消耗量的计量与监测要求应符合表2。

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	安装位置
固态燃料	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	安装在进燃炉燃烧前
液态燃料	成品油：0.5 重油、渣油：1.0	检定/校准	1次/12个月	每批	每批	安装在储油罐与燃炉之间
	液态天然气（LNG）：0.5	检定/校准	1次/12个月	每批	每批	—
气态燃料	2.0	检定/校准	1次/12个月	连续	每月	安装与燃气罐与燃炉之间

6.3 冶金还原剂的排放计量与监测要求

6.3.1 冶金还原剂消耗量的计量与监测要求

冶金还原剂产品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。

6.3.2 计量器具要求

企业应购买符合GB/T 23111要求的计量衡器。

6.4 过程排放计量与监测要求

6.4.1 碳酸盐消耗量的计量与监测要求

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。

6.4.2 碳酸盐消耗量的计量器具要求

企业应购买符合GB/T 23111要求的计量衡器。

6.4.3 碳酸盐组分含量计量与监测要求

具备条件的企业应按照GB/T 210、GB/T 1606等标准的规定对每一批次碳酸盐等的纯度进行检测，并取加权平均值。

6.5 购入和输出电力及热力计量要求

6.5.1 购入和输出电力的计量要求

企业应按GB 17167的要求配备电表。

6.5.2 购入和输出热力的计量要求

企业应按GB 17167的要求配备热力计量器具。

6.6 计量与检测管理要求

企业应加强计量监测管理工作，包括但不限于以下内容。

- a) 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) 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) 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) 建立计量器具档案，包括但不限于：
 - 计量器具使用说明书；
 - 计量器具出厂合格证；
 - 计量器具有效的检定（测试、校准）证书；
 - 计量器具维修记录；
 - 计量器具其他相关信息。
- f) 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) 计量器具应定期检定(校准)。凡经检定(校准)不符合要求或超过检定周期的计量器具不应使用。属于强制检定的计量器具，其检定周期应遵守有关计量法律法规的规定。
- h) 在用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，以备查验和管理。

7 核算步骤与方法

7.1 核算步骤

废铅蓄电池再生利用企业碳排放计算的完整工作流程包括以下步骤：

- a) 确定核算边界
- b) 识别温室气体排放源和温室气体种类；
- c) 选择核算方法；
- d) 收集温室气体活动数据；
- e) 选择温室气体排放因子；
- f) 计算与汇总企业温室气体排放量；
- g) 计算废铅蓄电池再生利用企业温室气体减排量（可选）；
- h) 计算再生铅单位产量碳排放系数（可选）；
- i) 根据废铅蓄电池再生利用企业碳排放量评价等级对产品进行评价（可选）。

7.2 企业碳排放量核算方法

7.2.1 概述

废铅蓄电池再生利用企业的碳排放总量等于企业边界内的化石燃料燃烧产生的排放、过程排放（冶金还原剂反应、碳酸盐分解）、企业净购入的电力和净购入的热力产生的排放之和，按照公式（1）计算：

$$E = E_{fuel\ combustion} + E_{process} + E_{net\ purchased,elec} + E_{net\ purchased,heat} \dots\dots\dots (1)$$

式中：

E ——废铅蓄电池再生利用企业温室气体排放总量，单位为吨二氧化碳（tCO₂）；

$E_{fuel\ combustion}$ ——燃料燃烧产生的二氧化碳排放量总和，单位为吨二氧化碳（tCO₂）；

$E_{process}$ ——生产过程产生的二氧化碳排放量总和，单位为吨二氧化碳（tCO₂）；

$E_{net\ purchased,elec}$ ——废铅蓄电池再生利用企业净购入电力产生的二氧化碳排放量，单位为吨二氧化碳（tCO₂）；

$E_{net\ purchased,heat}$ ——废铅蓄电池再生利用企业净购入热力产生的二氧化碳排放量，单位为吨二氧化碳（tCO₂）。

7.2.2 化石燃料燃烧排放

7.2.2.1 计算公式

化石燃料燃烧产生的二氧化碳排放量总和是核算期内各种燃料燃烧产生的二氧化碳排放量之和，按公式（2）计算：

$$E_{fuel\ combustion} = \sum_{i=1}^n (AD_i \times EF_i) \dots\dots\dots (2)$$

式中：

i ——化石燃料类型代号；

AD_i ——核算期内第*i*种化石燃料的活动数据，单位为吉焦（GJ）；

EF_i ——核算期内第*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）。

7.2.2.2 活动数据获取

第*i*种化石燃料的活动数据是核算期内该种燃料的消耗量与其平均低位发热量的乘积，按公式（3）计算：

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

式中：

NCV_i ——核算期内第*i*种化石燃料的平均低位发热量；对固体和液体燃料，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/10⁴Nm³）；具备条件的企业可遵循GB/T 213、GB/T 384、GB/T 22723 等相关标准，开展实测；不具备条件的企业宜参考表E.1的推荐值。

FC_i ——核算期内第*i*种化石燃料的净消耗量；对固体和液体燃料，单位为吨（t）；对气体燃料，单位为万标立方米（10⁴Nm³）。燃料的净消耗量应根据企业能源消费台帐或统计报表来确定。相关计量应符合GB 17167要求。

7.2.2.3 排放因子获取

化石燃料燃烧的二氧化碳排放因子按公式（4）计算：

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

式中：

CC_i ——核算期内第*i*种化石燃料的含碳量，单位为吨碳每吉焦（tC/GJ），宜参考表E.1；有条件的企业可委托有资质的专业机构检测燃料的元素碳含量，企业如果有满足资质标准的检测单位也可自行检测；

OF_i ——核算期内第*i*种化石燃料的碳氧化率，宜参考表E.1；

$\frac{44}{12}$ ——二氧化碳与碳的相对分子质量之比。

7.2.3 过程排放

7.2.3.1 计算公式

生产过程中冶金还原剂反应和碳酸盐分解导致的二氧化碳排放按公式（5）计算：

$$E_{process} = E_{metallurgical\ reductant\ reaction} + E_{carbonates} \dots\dots\dots (5)$$

7.2.3.2 碳酸盐分解排放

7.2.3.2.1 计算公式

冶金还原剂反应导致的二氧化碳排放按公式（6）计算

$$E_{carbonates} = \sum_i (AD_{carbonates,i} \times EF_{carbonates,i} \times PUR_{carbonates,i}) \dots\dots\dots (6)$$

式中：

i ——碳酸盐类型代号；

$AD_{carbonates,i}$ ——核算期内碳酸盐*i*的消耗量，单位为吨（t）；

$EF_{carbonates,i}$ ——核算期内碳酸盐*i*的二氧化碳排放因子，单位为吨二氧化碳每吨碳酸盐（tCO₂/t碳酸盐）；

$PUR_{carbonates,i}$ ——核算期内碳酸盐*i*以质量百分比表示的纯度，采用供货方提供的标称值。

7.2.3.2.2 活动数据获取

碳酸盐的活动数据采用企业计量数据或采用企业物料清单表上的数据。

7.2.3.2.3 排放因子获取

有条件的企业，可委托有资质的专业机构定期检测碳酸盐的质量百分比纯度或化学组分，并根据化学组分、分子式及 CO₃²⁻离子的数目计算得到碳酸盐的CO₂排放因子。碳酸盐化学组分的检测宜遵循 GB/T 3286.1标准。企业如果有满足资质标准的检测单位也可自行检测。

没有实测条件情况下，可参考采用附录E中表E.3常见碳酸盐的CO₂排放因子缺省值。

7.2.3.3 冶金还原剂反应的排放

7.2.3.3.1 计算公式

冶金还原剂反应产生的二氧化碳排放量按公式（7）计算：

$$E_{metallurgical\ reductant\ reaction} = AD_{metallurgical\ reductant} \times EF_{metallurgical\ reductant} \dots\dots\dots (7)$$

式中：

$AD_{metallurgical\ reductant}$ ——核算期内能源作为冶金还原剂的消耗量，单位为吨（t）；

$EF_{metallurgical\ reductant}$ ——核算期内能源作为冶金还原剂用途的二氧化碳排放因子，单位为吨二氧化碳每吨冶金还原剂（tCO₂/t冶金还原剂）。

7.2.3.3.2 活动数据获取

作为冶金还原剂的能源的活动数据采用企业计量数据或采用企业物料清单表上的数据。

7.2.3.3.3 排放因子获取

采用附录E中表E.2能源作为原材料用途的排放因子推荐值。

7.2.4 净购入的电力、热力产生的排放

7.2.4.1 计算公式

企业净购入的电力、热力产生的排放由购入的电力或热力分别减去输出的电力或热力量计算。

企业净购入电力产生的二氧化碳排放量按公式（8）计算：

$$E_{net\ purchased, elec} = (AD_{purchased, elec} - AD_{export, elec}) \times EF_{elec} \dots\dots\dots (8)$$

式中：

$AD_{purchased, elec}$ ——核算期内企业购入电力，单位为兆瓦时（MWh）；

$AD_{export, elec}$ ——核算期内企业输出电力，单位为兆瓦时（MWh）；

EF_{elec} ——全国电网统一排放因子，单位为吨二氧化碳每兆瓦时（tCO₂/MWh）。

企业净购入热力产生的二氧化碳排放量按公式（9）计算：

$$E_{net\ purchased, heat} = (AD_{purchased, heat} - AD_{export, heat}) \times EF_{heat} \dots\dots\dots (9)$$

式中：

$AD_{purchased, heat}$ ——核算期内企业购入热力，单位为吉焦（GJ）；

$AD_{export, heat}$ ——核算期内企业输出热力，单位为吉焦（GJ）；

EF_{heat} ——热力消费的排放因子，单位为吨二氧化碳每吉焦（tCO₂/GJ）。

7.2.4.2 活动数据的获取

电力活动数据，以企业和电网公司电表读数或企业能源消耗台账或统计报表和绿电交易协议、中长期绿电交易协议为据。购入电力中通过电力交易市场采购的可再生能源电力部分，获得电力交易机构、供电局等权威单位签发绿色电力消费凭证的，排放因子可记为0 tCO₂/MWh。

热力活动数据，以热力购售结算凭证或企业能源消耗台账或统计报表为据。企业回收的余热不属于外购能源，应避免和外购能源重复计算。

7.2.4.3 排放因子数据的获取

电网排放因子根据企业生产地址，采用国家主管部门最新发布的数据。

热力消费的排放因子可取推荐值0.11 tCO₂/GJ，也可采用政府主管部门发布的官方数据。

7.3 温室气体减排量和单位产量碳排放系数

废铅蓄电池再生利用企业的温室气体减排量计算参考附录B。再生铅的单位产量碳排放系数计算参考附录C。

8 数据质量管理

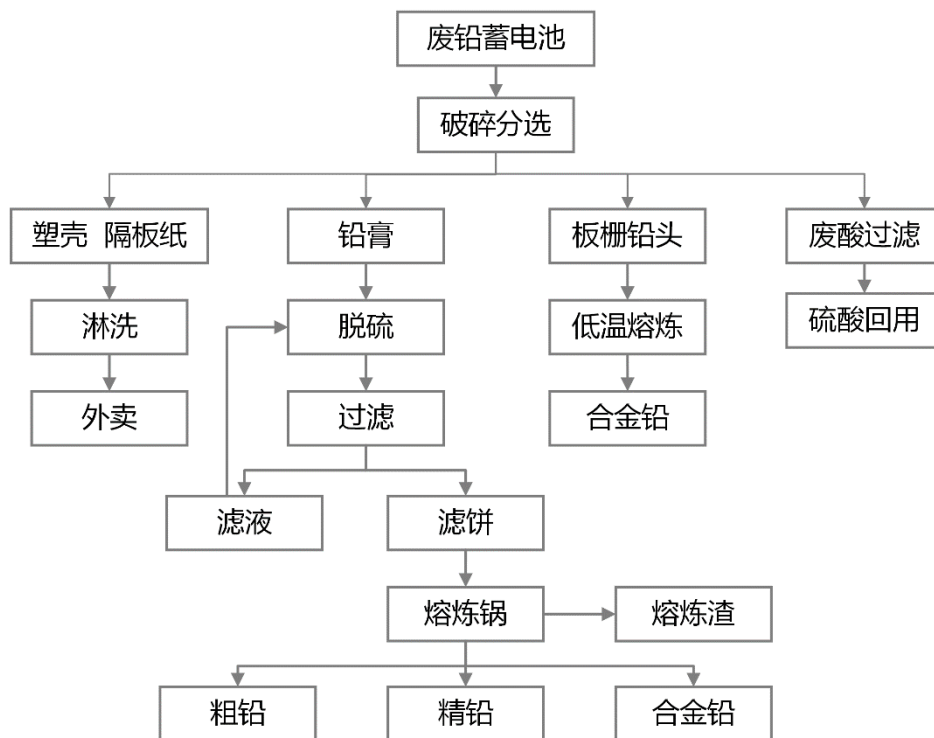
企业应加强温室气体数据质量管理工作，包括但不限于：

- 1) 建立企业温室气体核算的规章制度，确定负责机构和人员、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核算和报告工作；
- 2) 建立企业温室气体排放源一览表，按重要程度对排放源的数据进行分等级管理，建立企业温室气体排放台账，确保数据可追溯；

- 3) 建立健全温室气体数据记录管理体系，确定数据来源、数据获取时间及相关负责人等信息的记录管理；
- 4) 建立数据的内部审核和验证程序，通过不同数据源的交叉验证、统计核算期内数据波动情况、与多年历史运行数据的比对等主要逻辑审核关系，确保活动水平数据的完整性和准确性。

附录 A
(资料性)
废铅蓄电池再生利用企业生产流程

废铅蓄电池再生利用的生产流程如图A.1所示。



图A.1 废铅蓄电池火法再生利用生产流程示意

附录 B

(规范性)

废铅蓄电池再生利用企业温室气体减排量计算

根据GB/T 33760 计算企业温室气体减排量即计算企业在开展减排项目的情况下减排了多少温室气体，主要包括基准线情景排放和碳减排项目排放核算。

废铅蓄电池再生利用企业温室气体减排量可按公式 (B.1) 计算。

$$ER_y = BE_y - PE_y \dots\dots\dots (B.1)$$

式中：

ER_y ——第y年废铅蓄电池再生利用企业温室气体减排量，单位为吨二氧化碳当量 (tCO₂e)；

BE_y ——第y年废铅蓄电池再生利用企业基准线情景碳排放，单位为吨二氧化碳当量 (tCO₂e)；

PE_y ——第y年废铅蓄电池再生利用企业开展碳减排项目后的二氧化碳排放量，单位为吨二氧化碳当量 (tCO₂e)。

废铅蓄电池再生利用企业基准线情景碳排放按照本文件7.2核算方法核算铅蓄电池再生利用企业二氧化碳排放总量。

废铅蓄电池再生利用企业碳减排项目主要分为两类：

1) 企业开展节能减排项目

在生产工艺和企业核算范围不变的情况下，实施节能减排措施后，按照本文件7.2核算方法核算废铅蓄电池再生利用企业开展碳减排项目后的二氧化碳排放量。

2) 企业开展过程减排项目（技术改造）

在生产工艺和企业核算范围不变的情况下，实施技术改造项目后，按照本文件7.2核算方法核算废铅蓄电池再生利用企业开展碳减排项目后的二氧化碳排放量。

附录 C

(资料性)

再生铅单位产量碳排放系数

根据全年度企业生产情况，按照本文件7.2核算方法，分别计算在核算期内废铅蓄电池再生利用企业生产再生铅/再生塑料的二氧化碳排放总量。核算期内企业生产再生铅/再生塑料的二氧化碳排放总量与同一核算期内再生铅/再生塑料的产品产量的比值，则为企业再生铅/再生塑料单位产量的二氧化碳排放量，即产品的单位产量碳排放系数，按公式(C.1)计算：

$$e = E / M \dots\dots\dots (C.1)$$

式中：

e ——再生铅产品单位产量碳排放系数，单位为吨二氧化碳每吨再生铅（tCO₂/t 再生铅）；

E ——核算期内废铅蓄电池再生利用企业生产再生铅的二氧化碳排放总量，单位为吨二氧化碳（tCO₂）；

M ——核算期内废铅蓄电池再生利用企业再生铅产量，单位为吨再生铅（t 再生铅）。

附录 D

(资料性)

废铅蓄电池再生利用企业碳排放量评价等级

本文件规定的再生铅企业碳排放评价指标包括以下几个方面：

- 碳排放总量：即所产生的温室气体总量。
- 单位产量碳排放系数：即在单位产量的基础上所产生的碳排放量。
- 碳排放强度：即单位产值或单位 GDP 的碳排放量，按公式 (D.1) 计算。

$$I_{carbon} = \frac{E_{total}}{P_{output}} \dots\dots\dots (D.1)$$

式中：

I_{carbon} ——碳排放强度，单位为吨二氧化碳当量每单位产值 (tCO₂e/RMB)；

E_{total} ——总碳排放量，单位为吨二氧化碳当量 (tCO₂e)；

P_{output} ——单位产值或单位GDP，单位为人民币 (RMB)。

根据《再生铅行业清洁生产评价指标体系》中单位产品综合能耗 I 级 (≤100 kgce · t⁻¹)、II 级 (≤120 kgce · t⁻¹)、III 级 (≤130 kgce · t⁻¹) 基准值，并参照本文件中的碳排放核算方法，计算碳排放总量、单位产量碳排放系数、碳排放强度指标值。

根据这些指标，可以将碳排放水平分为不同的等级，包括以下几个等级：

- a) 低碳排放等级：碳排放总量、单位产量碳排放系数、碳排放强度均低于行业或地区平均水平，同时满足单位产品综合能耗 I 级要求。
- b) 中碳排放等级：碳排放总量、单位产量碳排放系数、碳排放强度接近行业或地区平均水平，同时满足单位产品综合能耗 II 级要求。
- c) 高碳排放等级：碳排放总量、单位产量碳排放系数、碳排放强度高于行业或地区平均水平，同时满足单位产品综合能耗 III 级要求。

附 录 E
(资料性)
相关参数推荐值

表E.1 常用化石燃料相关参数的推荐值

燃料品种		计量单位	低位发热量 ^a GJ/t或GJ/10 ⁴ Nm	单位热量含碳量 ^b tC/TJ	燃料碳氧化率 ^c (%)
固体燃料	无烟煤	t	20.304	27.49	94
	烟煤	t	19.57	26.18	93
	褐煤	t	14.08	28	96
	洗精煤	t	26.344	25.4	90
	其他洗煤	t	8.363	25.4	90
	其他煤制品	t	17.46	33.6	90
	焦炭	t	28.447 ^a	29.5	93
液体燃料	原油	t	41.816	20.1	98
	燃料油	t	41.816	21.1	98
	汽油	t	43.07	18.9	98
	柴油	t	42.652	20.2	98
	煤油	t	44.75	19.6	98
	液化天然气	t	41.868	17.2	98
	液化石油气	t	50.179	17.2	98
	焦油	t	33.453	22	98
	粗苯	t	41.816	22.7	98
气体燃料	焦炉煤气	10 ⁴ Nm ³	173.54	12.1	99
	高炉煤气	10 ⁴ Nm ³	33	70.8	99
	转炉煤气	10 ⁴ Nm ³	84	49.6	99
	其他煤气	10 ⁴ Nm ³	52.27	12.2	99
	天然气	10 ⁴ Nm ³	389.31	15.3	99
	炼厂干气	10 ⁴ Nm ³	45.998	18.2	99
^a 数据来源为《中国能源统计年鉴-2021》； ^b 数据来源为《省级温室气体清单编制指南（试行）》、《2006年IPCC国家温室气体清单指南》； ^c 数据来源为行业经验数据。					

表E. 2 能源作为原材料（冶金还原剂）用途的排放因子推荐值

参数名称	单位	量值
焦粉做还原剂的碳排放因子	tCO ₂ /t	2.862
无烟煤作还原剂的排放因子	tCO ₂ /t	1.924
数据来源为：《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）》，附录2表2。		

表E. 3 常见碳酸盐的 CO₂ 排放因子缺省值

碳酸盐分子式	排放因子（吨 CO ₂ /吨碳酸盐）
CaCO ₃ 石灰石分解的排放因子	0.43971
CaMg(CO ₃) ₂ 白云石分解的排放因子	0.47732
Na ₂ CO ₃ 纯碱分解的排放因子	0.41492
数据来源为：《2006 年 IPCC 国家温室气体清单指南》，第三卷 工业过程和产品使用，第二章：采掘工业排放，表2.1 分子式、分子量和常见碳酸盐物种的二氧化碳含量*。	

参 考 文 献

- [1] 省级温室气体清单编制指南（试行），国家发展和改革委员会办公厅
 - [2] IPCC国家温室气体清单指南（2006），第3卷 工业过程和产品使用，政府间气候变化专门委员会（IPCC）
 - [3] 温室气体核算体系：企业核算与报告标准，WRI/WBCSD
 - [4] DB11/T 1861-2021 企事业单位碳中和实施指南
 - [5] 再生铅行业清洁生产评价指标体系，2016
 - [6] 再生铅行业规范条件，2016
 - [7] 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），国家发展和改革委员会办公厅
 - [8] GB/T 32151.14-2023 碳排放核算与报告要求 第14部分：其他有色金属冶炼和压延加工企业
-