ICS 13.020.10
CCS Z 04

团 体 标 准

T/CNIA 0259—2024

温室气体 产品碳足迹量化方法与要求 铅锭

Greenhouse gases—Quantification method and requirements of product carbon footprint—Lead ingot

(此文本仅供个人学习、研究之用,未经授权,禁止复制、发行、汇编、翻译或网络传播等,侵权必究)

2024-11-12 发布 2024-12-31 实施

中国有色金属工业协会
中国有色金属学会 发布

目　次

前言 …… Ⅲ
1　范围 …… 1
2　规范性引用文件 …… 1
3　术语和定义 …… 4
4　量化目的 …… 4
5　量化范围 …… 4
5.1　产品描述和声明单位 …… 5
5.2　系统边界 …… 11
6　清单分析 …… 11
6.1　数据收集和确认 …… 17
6.2　数据分配 …… 18
6.3　取舍准则 …… 18
6.4　清单计算 …… 18
7　影响评价 …… 18
7.1　全球变暖潜势值(GWP)的选取 …… 19
7.2　产品碳足迹的计算 …… 19
7.3　排放数据分析 …… 19
7.4　数据更新 …… 19
7.5　绩效追踪 …… 19
8　结果解释 …… 20
9　产品碳足迹报告 …… 21
10　产品碳足迹声明 …… 22
附录A(资料性)　铅锭主要生产工艺 …… 25
附录B(资料性)　数据质量评价 …… 26
附录C(资料性)　产品碳足迹量化数据收集表 …… 31
附录D(资料性)　推荐的分配方法 …… 33
附录E(资料性)　产品碳足迹报告(模板) …… 37
附录F(资料性)　全球变暖潜势 …… 38
参考文献 …… 38

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。

本文件由全国有色金属标准化技术委员会(SAC/TC 243)提出并归口。

本文件起草单位:矿冶科技集团有限公司、中国恩菲工程技术有限公司、深圳市中金岭南有色金属股份有限公司韶关冶炼厂、深圳市中金岭南有色金属股份有限公司、有色金属技术经济研究院有限责任公司、江西铜业铅锌金属有限公司、云南永昌铅锌股份有限公司、云南驰宏锌锗股份有限公司、水口山有色金属有限责任公司、安徽九华新材料股份有限公司、上海易碳数字科技有限公司、岷山环能高科股份公司、安徽鲁控环保有限公司、河南豫光金铅集团有限责任公司、浙江天能资源循环科技有限公司。

本文件主要起草人:刘紫薇、郭儒、陈瑞英、林翰志、苏飞、林若虚、徐波林、李能高、张春、江秋月、傅颖、吴旺顺、陆韬、何志军、张应喜、卢笛、闫友、娄可柏、张弛、张鸽、王满仓、苗应龙、李碧科、杨春玉、方基腾、陈会成、邢鑫、左昌虎、顾然然。

温室气体　产品碳足迹量化方法与要求　铅锭

1　范围

本文件规定了铅锭产品碳足迹的量化方法与要求，包括量化目的、量化范围、清单分析、影响评价、结果解释、报告和声明等内容。

本文件适用于以铅矿石或含铅废料为原料生产的铅锭产品碳足迹的量化。

本文件也适用于铅锭前序产品的碳足迹量化，常见前序产品包括：铅矿石、铅精矿、粗铅、火法精炼铅，以及再生铅冶炼生产的铅合金锭。

本文件不适用于其他金属冶炼副产的铅锭及其前序产品碳足迹的量化。

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 469　铅锭

GB/T 21181　再生铅及铅合金锭

GB/T 24025　环境标志和声明　Ⅲ型环境声明　原则和程序

GB/T 24040　环境管理　生命周期评价　原则与框架

GB/T 24044　环境管理　生命周期评价　要求与指南

GB/T 24067　温室气体　产品碳足迹　量化要求和指南

GB/T 32150　工业企业温室气体排放核算和报告通则

YS/T 71　粗铅

YS/T 319　铅精矿

ISO 14026　环境标志和声明　足迹信息通信的原则、要求和指南（Environmental labels and declarations—Principles, requirements and guidelines for communication of footprint information）

3　术语和定义

GB/T 24040、GB/T 24044、GB/T 32150、GB/T 24067 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

铅锭及其前序产品　lead ingot and precursor product

经过冶炼工艺生产的符合 GB/T 469 或 GB/T 21181 要求的铅锭、铅合金锭及前序生产相关的产品。

其前序产品包括：铅矿石、铅精矿、粗铅、火法精炼铅。

3.2

产品碳足迹　carbon footprint of a product (CFP)

产品系统中的温室气体（GHG）排放量和 GHG 清除量之和，以二氧化碳当量表示，并基于气候变化这一单一环境影响类型进行生命周期评价。

注 1：产品碳足迹可用不同的图例区分和标示具体的 GHG 排放量和清除量，产品碳足迹也可被分解到其生命周期的

各个阶段。

注 2：产品碳足迹研究报告中记录了产品碳足迹的量化结果，以每个声明单位的二氧化碳当量表示。

注 3：本文件铅锭（铅合金锭）及其前序产品的产品碳足迹量化范围为从原材料获取到产品离开生产企业大门为止。

［来源：GB/T 24067—2024，3.1.1］

3.3

产品种类规则　product category rules (PCR)

用于制定一个或多个产品种类的Ⅲ型环境声明和足迹信息交流的一套具体规则、要求和指南。

注 1：产品种类规则包含的量化规则与 GB/T 24044 一致。

注 2：ISO/TS 14027:2017 的相关规定适用于本文件。

［来源：GB/T 24025—2009，3.5，有修改］

3.4

声明单位　declared unit

用来量化产品部分碳足迹的基准单位。

示例：质量（1 kg 粗钢）、体积（1 L 原油）。

［来源：GB/T 24067—2024，3.3.8］

3.5

单元过程　unit process

进行生命周期清单分析时为量化输入和输出数据而确定的最基本部分。

［来源：GB/T 24044—2008，3.34］

3.6

基准流　reference flow

在给定的产品系统中，为实现声明单位功能所需过程的输入或输出量。

［来源：GB/T 24044—2008，3.29，有修改］

3.7

系统边界　system boundary

通过一组准则确定哪些单元过程属于产品系统的一部分。

［来源：GB/T 24044—2008，3.32］

3.8

资产性商品　asset commodity

在产品生命周期内使用的机械、设备和建筑物等各类资产。

3.9

分配　allocation

将过程或产品系统中的输入和输出流划分到所研究的产品系统以及一个或更多的其他产品系统中。

［来源：GB/T 24044—2008，3.17］

3.10

中间产品　intermediate product

在系统中还需要作为其他过程单元的输入而发生继续转化的某个过程单元的产出。

［来源：GB/T 24044—2008，3.23］

3.11

共生产品　co-products

同一单元过程或产品系统中产出的两种或两种以上的产品。

［来源：GB/T 24044—2008，3.10］

3.12

温室气体　greenhouse gas (GHG)

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。

[来源:GB/T 32150—2015, 3.1]

3.13

全球变暖潜势 global warming potential (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。

[来源:GB/T 32150—2015, 3.15]

3.14

全球温度变化潜势 global temperature change potential (GTP)

用于衡量在选定时间点,全球平均地表温度在某温室气体脉冲排放下的变化,是相对于二氧化碳引起温度变化的比值。

注1:本文件中使用的"比值"是GB/T 24040—2008,3.37中定义的"特征化因子"。

注2:全球温度变化潜势是基于选定年份内温度变化得出的。

注3:源自第1工作组IPCC第五次评价报告(AR5),2013年气候变化:物理科学基础。

[来源:IPCC(2013)]

3.15

二氧化碳当量 carbon dioxide equivalent

CO_2e

比较某种温室气体与二氧化碳的辐射强迫的单位。

注:给定温室气体的二氧化碳当量等于该温室气体质量乘以它的全球变暖潜势值。

[来源:GB/T 24067—2024, 3.2.2]

3.16

初级数据 primary data

通过直接测量或基于直接测量的计算得到的过程或活动的量化值。

注1:初级数据并非必须来自所研究的产品系统,因为初级数据可能涉及其他与所研究的产品系统具有可比性的产品系统。

注2:初级数据可以包括温室气体排放因子或温室气体活动数据。

[来源:GB/T 24067—2024, 3.6.1]

3.17

次级数据 secondary data

不符合初级数据要求的数据。

注1:次级数据是经权威机构验证且具有可信度的数据,可来源于数据库、公开文献、国家排放因子、计算估算数据或其他具有代表性的数据,推荐使用本土化数据库。

注2:次级数据可包括从代替过程或估计获得的数据。

[来源:GB/T 24067—2024, 3.6.3]

3.18

现场数据 site-specific data

从产品系统内部获得的初级数据。

注1:所有现场数据均为初级数据(3.16),但并不是所有初级数据都是现场数据,因为数据可能是从不同产品系统内部获得。

注2:现场数据包括场地内一个特定单元过程的温室气体排放量和温室气体清除量。

[来源:GB/T 24067—2024, 3.6.2]

3.19

背景数据 background data

报告企业现场数据之外的数据,包括原辅材料、能源、服务的生命周期清单数据。

注:背景数据可以是初级数据,也可以是次级数据。

3.20

取舍准则　cut-off criteria

对与单元过程或产品系统相关的物质和能量流的数量或环境影响重要性程度是否被排除在研究范围之外所作出的规定。

[来源:GB/T 24040—2008，3.18]

3.21

生命周期　life cycle

产品相关的连续且相互连接的阶段，包括原材料获取或从自然资源中生成原材料至生命末期处理。

注1：与产品相关的生命周期阶段包括原材料获取、生产、销售、使用和生命末期处理。

注2：本文件中产品的生命周期阶段主要涵盖原材料获取和生产阶段。

[来源:GB/T 24044—2008，3.1，有修改]

3.22

生命周期评价　life cycle assessment (LCA)

一个产品系统在其整个生命周期内的输入、输出和潜在环境影响的汇编与评估。

注："环境影响"的定义见 GB/T 24001—2016，3.2.4。

[来源:GB/T 24044—2008，3.2，有修改]

4　量化目的

开展产品碳足迹研究的总体目的是结合取舍准则(见 5.2.4)，通过量化产品生命周期或选定过程的所有显著的 GHG 排放量和清除量，计算产品对全球变暖的潜在影响[以二氧化碳当量(CO_2e)表示]。

注1：产品碳足迹量化可支持相关方完成一系列的目的和应用，包括但不限于独立研究、比较研究和长期绩效追踪。

在确定产品碳足迹研究目的时，应明确说明以下问题：

——应用意图；

——开展该项研究的理由；

——目标受众(即研究结果的接收者)；

——符合 ISO 14026 要求，计划交流的产品碳足迹或产品部分碳足迹的信息(如有)。

注2：本条款改编自 GB/T 24044—2008，4.2.2。

5　量化范围

5.1　产品描述和声明单位

5.1.1　产品描述

产品描述应使用户能够明确地识别产品，按照国家和行业相关标准 GB/T 469、YS/T 319、YS/T 71 或 GB/T 21181 等的要求进行描述，至少应包含以下内容：

a)　产品名称、品级/牌号；

b)　批号；

c)　分析检验结果；

d)　出厂日期。

5.1.2　声明单位及基准流

铅锭及其前序产品碳足迹研究应明确规定声明单位。声明单位应与产品碳足迹研究的目的和范围保持一致。声明单位的主要目的是为相关输入和输出数据的归一化提供参考基准，因此应对声明单位做

出明确的定义并使其可量化。

本文件的声明单位是指 1 t 铅产品，如：符合 YS/T 319 规定的 1 t 铅精矿、符合 YS/T 71 规定的 1 t 粗铅、符合 GB/T 469 规定的 1 t 铅锭、符合 GB/T 21181 规定的 1 t 再生铅合金锭等。

本文件的基准流是指生产 1 t 铅产品所需过程的输入和输出量。

5.2 系统边界

5.2.1 概述

系统边界决定产品碳足迹评价所涵盖的单元过程。系统边界应与产品碳足迹评价目标相一致。应确定和解释用于设定系统边界的准则，例如取舍准则。应确定纳入产品碳足迹评价的单元过程，以及对这些单元过程的评价应达到的详细程度。对研究的总体结论不会造成显著影响的生命周期阶段、单元过程、输入或输出才允许被排除，但应明确说明并解释排除的原因及可能造成的后果。造成显著影响的阈值应根据取舍准则列出并予以说明。

5.2.2 边界设定

5.2.2.1 本文件设定的铅锭及其前序产品碳足迹的系统边界为“摇篮到大门”，即从原材料获取到产品离开生产企业大门为止的温室气体排放量和清除量的累计。本文件以流程图形式来描述产品系统各单元过程和它们之间的相互关系。每个单元过程以铅原料或中间产品的输入为起点，以工艺过程体现单元过程运行特征，以中间产品或铅锭（铅合金锭）的输出为终点。图 1 虚线方框中所示为本文件规定的系统边界。

图 1 铅锭/精炼铅/粗铅产品碳足迹系统边界图

注：不同生产商将本文件应用于不同的前序产品将导致量化范围和声明单位的差异，在传达碳足迹结果时考虑这些差异。如报告主体所研究产品为铅矿石，则“摇篮到大门”系统边界为从材料、能源和服务的获取到铅矿石离开原矿贮存

设施为止；如报告主体所研究产品为铅精矿，则“摇篮到大门”系统边界为从铅矿石开采、材料、能源和服务获取到铅精矿离开选矿厂大门为止。

5.2.2.2 本文件要求纳入碳足迹量化的温室气体范围应包括二氧化碳(CO_2)，宜覆盖甲烷(CH_4)、氧化亚氮(N_2O)、氢氟碳化物(HFCs)、全氟碳化物(PFCs)、六氟化硫(SF_6)和三氟化氮(NF_3)，如不包含上述六种温室气体，应说明理由。

5.2.2.3 系统边界的包含项及排除项见表1。

表1 系统边界包含项及排除项

包含项	排除项
• 采矿(露采/地采，矿山范围内运输，含废石处置)； • 选矿(矿石破碎筛分、浮选、浓缩、压滤)； • 铅精矿冶炼：备料、熔炼-还原、烟化、铅精炼； • 含铅废料的获取； • 再生铅冶炼：原料预处理，火法的熔炼、精炼，湿法的焙解、浸出、电解和净化等。 • 烟气处理； • 相关的辅助生产(供水、供电、供气、供热、水处理、废渣处理、厂内运输等)； • 辅材、药剂、燃料、能源等的生产； • 原料、辅料、药剂、燃料等从供应商到现场的运输； • 第三方提供的生产服务； • 废弃物外委处置	• 相对独立的综合回收单元； • 员工通勤； • 客户接待； • 商务旅行； • 产品离开报告主体的运输和仓储； • 资产性商品(设备、厂房)的生产； • 再加工阶段； • 终端产品制造和使用阶段； • 寿命期末阶段处理

5.2.3 生命周期阶段描述

5.2.3.1 概述

铅锭和铅合金锭主要生产工艺见附录A。

本文件提到的产品系统边界包含了以下几个主要阶段：

a) 铅矿石的开采；

b) 铅精矿的生产；

c) 含铅废料的获取和预处理；

d) 铅冶炼产品的生产。

表2概述了产品系统边界内各阶段的温室气体排放源。

表2 系统边界内各阶段排放源汇总

生命周期阶段	排放类别	描述
铅矿石的开采	生产直接排放	化石燃料燃烧
		过程排放
	能源生产排放	燃料的生产
		自产电力(热力)
		外购电力(热力)
	其他间接排放	辅材的获取，如炸药、雷管、轮胎、水泥等的生产
		各类物料的运输

表 2　系统边界内各阶段排放源汇总(续)

生命周期阶段	排放类别	描　述
铅矿石的开采	其他间接排放	现场第三方服务,如运输、采矿生产等
		废弃物外委处置服务
	特殊排放	共生产品碳信用[a](如有)
铅精矿的生产	生产直接排放	化石燃料燃烧
		过程排放
	能源生产排放	燃料的生产
		自产电力(热力)
		外购电力(热力)
	其他间接排放	辅材、药剂的获取,如钢球、衬板、药剂等的生产
		矿石的运输
		其他物料的运输
		现场第三方服务,如运输、废水处理等
		废弃物外委处置服务
	特殊排放	共生产品碳信用[a](如有)
含铅废料的获取和预处理	生产直接排放	化石燃料燃烧
		过程排放
	能源生产排放	燃料的生产
		自产电力(热力)
		外购电力(热力)
	其他间接排放	辅材、药剂的获取,如消费前含铅废料的分配、消费后含铅废料的拆解等
		矿石的运输
		其他物料的运输
		现场第三方服务,如运输、废水处理等
		废弃物外委处置服务
	特殊排放	共生产品碳信用[a](如有)
铅冶炼产品的生产	生产直接排放	化石燃料燃烧
		过程排放(含还原剂排放)
	能源生产排放	燃料的生产
		自产电力(热力)
		外购电力(热力)
	其他间接排放	辅材、药剂的获取,如石英石、石灰石、化学品等的生产
		精矿/含铅原料的运输
		其他物料的运输
		现场第三方服务,如运输、制氧、废水处理等
		废弃物外委处置服务
	特殊排放	共生产品碳信用[a](如有)

[a] 共生产品碳信用是指包含在系统边界内的共生产品避免了另一具有相同功能路线的排放,宜予扣除。

5.2.3.2 铅矿石的开采

铅矿石的开采从资源开采开始，到采出铅矿石离开原矿贮存设施为止。

采矿方式有露天开采和地下开采，其中：

a) 露天开采一般包括：穿孔、爆破、铲装、运输等子单元过程；

b) 地下开采一般包括：回采、掘进、提升、运输、充填（如有）、排水、通风、供暖（如有）、供电、供气、供水等子单元过程。

5.2.3.3 以精矿为主要原料的生产

以精矿为主要原料的生产工艺主要包含以下过程：

a) 铅精矿的生产。

铅精矿的生产从原矿离开贮存设施开始，经破碎筛分、浮选后，到产出铅精矿离开选矿厂大门为止，主要包含以下过程：

——原矿从贮存设施到选矿厂的运输；

——原矿破碎筛分；

——矿石浮选；

——精矿浓密过滤；

——尾矿处理处置。

b) 含铅废料的获取（如有）。

消费前含铅废料为工业生产过程中的共生产品，遵循上游供应商的分配程序，并将物料从上游企业到冶炼厂的运输纳入系统边界范围。

消费后废铅从废铅蓄电池等获取开始，经破碎、分选、预脱硫等预处理过程，到获得板栅、（脱硫）铅膏等可进一步冶炼提纯的再生铅原料离开回收企业大门为止，主要包含以下过程：

——废铅蓄电池等到拆解回收企业的运输；

——破碎、分选、预脱硫等预处理；

——含铅废料贮存；

——废弃物处理处置。

c) 粗铅的生产。

粗铅的生产从铅精矿和含铅废料（若有）运输至冶炼厂，通过熔炼还原产出粗铅离开熔炼区域为止，主要包含以下过程：

——精矿和含铅废料（若有）到冶炼厂原料仓库的运输；

——外购含铅废料到冶炼厂的运输（如有）；

——原料贮存和备料；

——熔炼-还原；

——烟化；

——余热回收（如有）；

——熔炼收尘；

——环集烟气处理。

d) 铅锭的生产。

1) 火法精炼（如有）。

铅锭的生产从粗铅离开生产单位开始，经精炼炉（反射炉）精炼、熔铸后产出铅锭离开冶炼

厂大门为止，主要包含以下过程：

——粗铅到精炼炉的运输；

——外购(进精炼炉)到冶炼厂的运输(如有)；

——精炼炉(反射炉)精炼；

——精炼烟气及环集烟气脱硫。

2) 电解精炼。

铅锭的生产从粗铅离开生产单位开始，经过初步火法精炼产出铅阳极板，再送电解后产出电解铅、熔铸成铅锭或铅合金锭离开冶炼厂大门为止，主要包含以下过程：

——粗铅到电解车间的运输；

——初步火法精炼；

——铅电解；

——铅锭熔铸；

——酸雾净化。

5.2.3.4 以废铅蓄电池为主要原料的再生铅工艺路线

5.2.3.4.1 板栅熔炼

粗铅的生产从废铅蓄电池经破碎分选后得到的板栅运输到熔炼炉直接低温熔炼产出粗铅为止，铅合金锭的生产从粗铅加入添加剂调整成分产出铅合金锭离开生产企业大门为止，主要包含以下过程：

a) 板栅的生产。

消费后废铅从废铅蓄电池等获取开始，经破碎、分选、预脱硫等预处理过程，到获得板栅离开回收企业大门为止[见 5.2.3.3 b)]。

b) 粗铅和铅合金锭的生产。

粗铅和铅合金锭的生产从预处理获取板栅至产出粗铅或铅合金锭为止，主要包含以下过程：

——板栅从预处理设施到熔炼炉的运输；

——原料贮存和备料；

——火法熔炼；

——添加剂调整成分(如有)；

——余热回收(如有)；

——熔炼收尘；

——环集烟气处理；

——废弃物处理处置。

c) 精炼铅的生产。

精炼铅的生产从粗铅由熔炼炉运输至精炼生产产出精炼铅为止，主要包含以下过程：

——粗铅从熔炼炉到精炼炉的运输；

——火法精炼；

——精炼烟尘收集；

——废弃物处理处置。

5.2.3.4.2 脱硫铅膏还原熔炼-精炼工艺路线

脱硫铅膏还原熔炼-精炼工艺路线主要包含以下过程：

a) 脱硫铅膏的生产。

消费后废铅从废铅蓄电池等获取开始，经破碎、分选、预脱硫等预处理过程，到获得脱硫铅膏离开回收企业大门为止[见 5.2.3.3 b)]。

b) 粗铅的生产。

粗铅的生产从脱硫铅膏运输至再生铅冶炼厂，通过火法熔炼还原产出粗铅为止，主要包含以下过程：

——脱硫铅膏到冶炼厂原料仓库(火法熔炼)的运输；

——原料贮存和备料；

——火法熔炼；

——余热回收(如有)；

——烟尘收集；

——环集烟气处理；

——废弃物处理处置。

c) 精炼铅的生产。

精炼铅的生产从粗铅离开生产单位开始，经过精炼、熔铸成锭离开冶炼厂大门为止[见 5.2.3.4.1 c)]。

5.2.3.4.3 再生铅和铅精矿混合熔炼工艺路线

再生铅和铅精矿混合熔炼工艺路线主要包含以下过程：

a) 铅膏的生产。

消费后废铅从废铅蓄电池等获取开始，经破碎、分选、预脱硫等预处理过程，到获得铅膏离开回收企业大门为止[见 5.2.3.3 b)]。

b) 粗铅的生产。

粗铅的生产从铅精矿和含铅废料运输至冶炼厂，通过熔炼还原产出粗铅离开生产企业大门为止，主要包括以下过程：

——未脱硫铅膏到冶炼厂原料仓库(配料)的运输；

——原料贮存和备料；

——熔炼；

——余热回收(如有)；

——烟尘收集；

——环集烟气处理；

——废弃物处理处置。

c) 铅锭的生产。

铅锭的生产从粗铅离开生产单位开始，经过电解净液后产出电解铅、熔铸成铅锭离开冶炼厂大门为止[见 5.2.3.3 d)]。

5.2.3.4.4 电解沉积工艺路线

电解沉积工艺路线主要包含以下过程：

a) 脱硫铅膏的生产。

消费后废铅从废铅蓄电池等获取开始，经破碎、分选、预脱硫等预处理过程，到获得脱硫铅膏离开回收企业大门为止[见 5.2.3.3 b)]。

b) 铅锭的生产。

铅锭的生产从脱硫铅膏离开生产单位开始，经过焙解、浸出、电解沉积、熔铸成铅锭离开冶炼厂大门为止，主要包含以下过程：

——脱硫铅膏到电解沉积车间的运输；

——焙解；

——浸出；

——电解沉积；

——精炼熔铸；

——废弃物处理处置。

5.2.3.4.5 固相电解还原工艺路线

固相电解还原工艺路线主要包含以下过程：

a) 脱硫铅膏的生产。

消费后废铅从废铅蓄电池等获取开始，经破碎、分选、预脱硫等预处理过程，到获得脱硫铅膏离开回收企业大门为止[见 5.2.3.3 b)]。

b) 铅锭的生产。

铅锭的生产从脱硫铅膏离开生产单位开始，采用固相电解还原工艺产出活性铅粉，经电铅锅精炼产生铅锭，至铅锭离开冶炼厂大门为止，主要包含以下过程：

——脱硫铅膏到固相电解还原车间的运输；

——阴极填充；

——固相电解还原；

——精炼熔铸；

——废弃物处理处置。

5.2.4 取舍准则

产品碳足迹研究包括所研究系统的所有单元过程和流。当个别物质流或能量流对某一单元过程的碳足迹无实质性贡献时，可将其作为数据排除项排除并进行报告。在评价目标和范围确定阶段，应确定允许省略次要过程的取舍准则。所选择的取舍准则对评价结果产生的影响也应在最终的报告中做出解释。

在产品碳足迹量化过程中，可舍弃产品碳足迹影响小于 1%的环节，但所有舍弃环节总的影响不应超过产品碳足迹总量的 5%。

6 清单分析

6.1 数据收集和确认

6.1.1 数据收集与分析流程

6.1.1.1 概述

本文件生命周期清单分析仅针对一个单一影响类别，即气候变化，不评价产品生命周期产生的其他方面环境潜在影响，也不评价产品生命周期可能产生的社会和经济影响。

研究目的和范围的确定提供了进行 LCA 中生命周期清单阶段的初始计划。图 2 列出了生命周期清单分析宜包括的步骤。

注：一些反复进行的步骤并没有显示在图中。

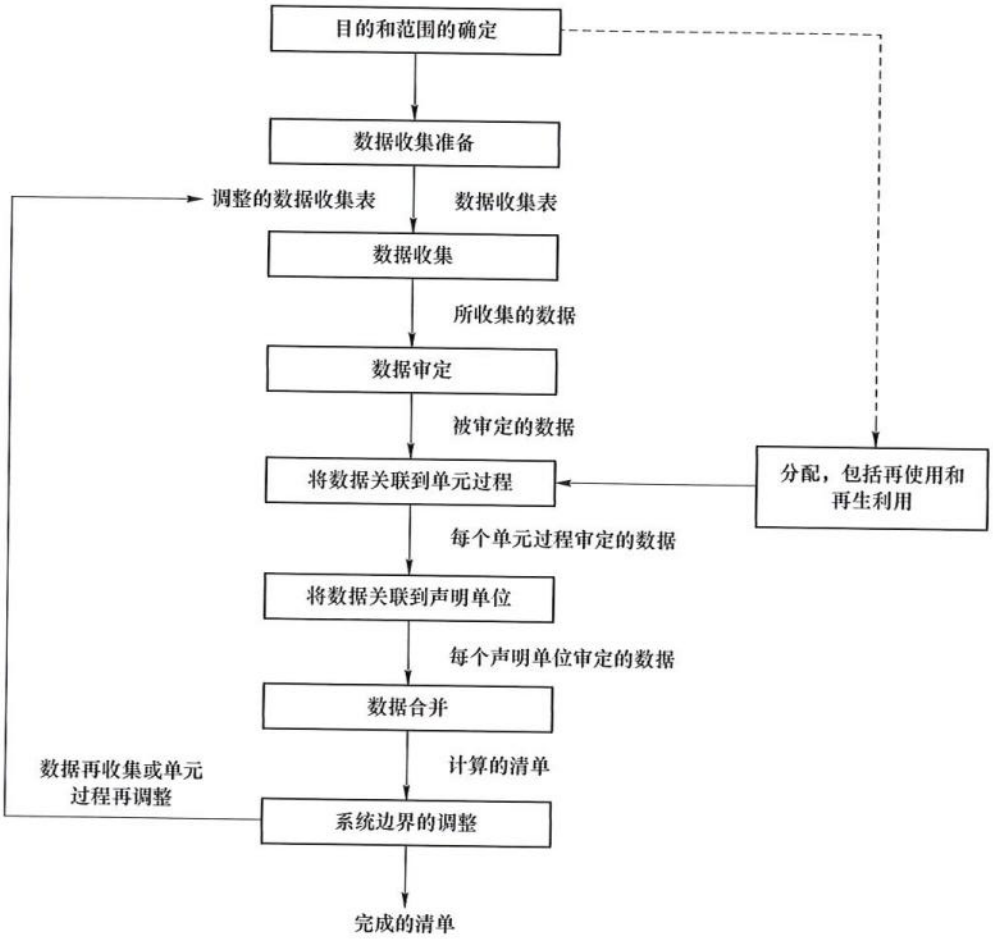


图 2　生命周期清单分析的简化流程

6.1.1.2　数据收集

数据的选择取决于研究的目的和范围。这些数据可以从系统边界内与单元过程相关的生产场所中收集，或者可以通过其他渠道获取或计算得出。

应收集系统边界内所有单元过程的定性资料和定量数据。通过测量、计算或估算收集到的数据，均可用于量化单元过程的输入和输出。

a）　输入：

——消耗的矿产品、半成品等原料；

——消耗的辅材和药剂；

——消耗的能源，如燃料、电力、热力等；

——耗能工质；

——第三方服务。

b）　输出：

——主产品和共生产品；

——废弃物；

——温室气体直接排放。

6.1.1.3 数据确认

在数据收集过程中应对数据的有效性进行检查。这应包括完整性检查、质量平衡、能量平衡、水平衡、碳平衡、冶金平衡和其他类似的平衡检查。

6.1.1.4 数据与单元过程和声明单位的关联

以流程图和各单元过程间的流为基础，所有单元过程的流都与基准流建立联系。应通过计算将系统的输入和输出数据与声明单位建立联系。

6.1.1.5 系统边界调整

基于产品碳足迹量化工作需要不断迭代的特性，应根据由敏感性分析所判定的重要性来决定数据的取舍，从而对系统边界中所述的初始分析加以验证。初始系统边界应根据目的和范围确定阶段所规定的取舍准则进行调整。应在产品碳足迹研究报告中记录调整过程和敏感性分析结果。基于敏感性分析的系统边界调整可导致：

a) 排除被判定为不具有显著性影响的生命周期阶段或单元过程；

b) 排除对产品碳足迹结果不具有显著影响的输入和输出；

c) 纳入具有显著性影响的新的单元过程、输入输出。

系统边界调整有助于把数据处理限制在被判定为对产品碳足迹研究目的具有显著性影响的输入和输出数据范围内。

注：本条款改编自 GB/T 24044—2008，4.3.3.4。

6.1.2 数据和数据质量

6.1.2.1 数据类型

数据清单范围应涵盖系统边界内每一个单元过程，这些数据可以是温室气体直接排放数据、活动数据，也可以是排放因子。

从数据质量角度，数据可分为初级数据和次级数据。

从数据是否来源于报告主体的物质能量流，又可以分为现场特征数据和背景数据，现场特征数据应为初级数据；背景数据可以是初级数据，也可以是次级数据。

在报告主体拥有财务或运营控制权的情况下，应收集现场数据。在收集现场数据不可行的情况下，宜使用经第三方评审的非现场数据的初级数据。仅在收集初级数据不可行时，次级数据才能用于输入和输出，或用于重要性较低的单元过程。同时应证明次级数据的适用性，并注明参考文件。

本文件中生产企业涉及的主要数据类型见表 3。

表 3 主要数据类型

数据类型		类别	物料及数据清单	备注
现场特征数据	输入	原料	含铅矿石、铅精矿、含铅废料等	初级数据
		燃料	煤、焦炭、天然气等	
		电力/热力	自产量和外购量	
		其他耗能工质	水、氧气、氮气、压缩空气等	
		辅材、药剂	如：采矿消耗的炸药、水泥等；选矿消耗的钢球、衬板、药剂等；冶炼消耗的石英石、石灰石、耐火材料等	
		第三方服务	如现场运输服务，废水、废渣外委处置等	

表 3　主要数据类型(续)

数据类型		类别	物料及数据清单	备注
现场特征数据	输出	主产品	粗铅、铅锭、铅合金锭等产品	初级数据
		共生产品	硫酸、阳极泥、含镓锗铟金银的中间产物、粗铜、铅冰铜等	
		废弃物	1)　现场产生的废渣； 2)　排入环境的水量及排水水质	
		温室气体直接排放	通过直接监测、化学计量、质量平衡或类似方法获得某一过程释放的排放量(或从大气吸收的清除量)	
背景数据		外购辅材、药剂、燃料和服务	1)　供应商/服务商排放数据； 2)　材料/服务生产活动相关数据； 3)　数据库的参数	初级数据或次级数据(根据数据获取情况收集)
		电力/热力	1)　供应商排放数据； 2)　数据库的参数； 3)　电力/热力的能源结构、输配电损失、燃料消耗量、燃料生产排放等参数	
		运输分销	1)　服务商的排放数据； 2)　运输量、运输方式、运距、储存等参数	
		共生产品采用系统扩展方式时	替代路线的相关参数	

注 1：数据的来源包括生命周期数据库、行业协会、机构、文献等。

注 2：排放因子可包含产品生命周期的一个单一过程，或多重过程，在使用中保持排放因子与过程范围的一致性。

6.1.2.2　数据质量要求

宜通过使用现有最高质量数据，尽可能地减少偏差和不确定性。数据质量的特征应包括定量和定性两个方面，相关特性描述宜涉及以下方面：

a)　时间覆盖范围：数据的年份和所收集数据的最小时间长度；

b)　地理覆盖范围：为实现产品碳足迹研究目的，所收集的单元过程数据的地理位置；

c)　技术覆盖范围：具体的技术或技术组合；

d)　精度：对每个数据值的可变性的度量(例如方差)；

e)　完整性：测量或测算的流所占的比例；

f)　代表性：反映实际关注人群对数据集(即时间覆盖范围、地理覆盖范围和技术覆盖范围等)关注程度的真实情况进行的定性评价；

注：技术上，数据反映实际生产技术情况，即体现实际工艺流程、技术和设备类型、原料与能耗类型、生产规模等因素的影响；时间上，数据反映被评价产品系统单元过程的实际时间；空间上，数据反映具体产品系统边界内单元过程的实际地理位置信息(如国家或地点)。

g)　一致性：对研究方法学是否能在敏感性分析的不同组成部分中统一应用而进行的定性评价；

h)　可重现性：对其他独立从业人员采用同一方法学和数值信息重现相同研究结果的定性评价；

i)　数据来源；

j)　信息的不确定性。

6.1.2.3 数据质量评价

开展产品碳足迹研究的组织宜建立数据管理系统，保留相关文件和记录，进行数据质量评价，并持续提高数据质量。

数据质量参照附录 B 进行定性评价，对质量较差的数据应进行敏感性分析。

6.1.3 初级数据收集

6.1.3.1 时间段

初级数据的收集应每年进行一次（最近的日历年或最近的财政年度），以避免生产过程中的特定情况。其优点是年度数据体现了典型的运营习惯（如维护周期或季节周期）下的产品产量，也涵盖了生产波动的负荷变化因素。计算碳足迹的产品生产期少于 12 个月或者不是全年的，应收集该产品生产期间的数据，或者从最近可获得的 12 个月开始，直至停止生产为止的数据。

6.1.3.2 采矿

采矿作业分为地下开采和露天开采。数据收集应包括采矿作业的所有相关操作，如提升、通风、照明等的电力消耗，以及铲装设备、卡车等的燃料消耗和爆破矿岩的炸药消耗等，详见附录 C 中表 C.1。

6.1.3.3 选矿

选矿作业根据矿石性质特征通常包括多个工艺环节。数据收集应从原矿到精矿的所有操作，包括磨矿的钢球、衬板等消耗，起泡剂、浮选药剂、絮凝剂、中和剂等选矿药剂消耗，选矿设备、照明等电力消耗等，见表 C.2。

6.1.3.4 冶炼

6.1.3.4.1 冶炼工艺在主流工艺下会衍生出很多不同的工艺组合。根据冶炼企业实际生产流程情况，数据收集应包括从铅精矿/含铅废料等原料到产出铅锭/铅合金锭（或其他前序产品）的所有相关操作。

6.1.3.4.2 火法冶炼工艺一般包括粗炼过程的石英石、石灰石、耐火材料等消耗，冶金炉窑的还原剂、燃料消耗，风机、空压机、电解槽等设施的电力消耗等，见表 C.3。

6.1.3.4.3 冶炼企业如外购含铅废料，应在报告中分以下类别说明，并注明再循环材料的百分比。

a) 消费前废铅，包括名称、使用量、含铅量及主要成分等信息，以及供应商提供的温室气体排放数据。

注：消费前废铅大部分被直接利用或本企业内处理回用。企业报告的使用量是指从企业外部购入的废料量，不包括企业内部循环使用量。

b) 消费后废铅，包括名称、使用量、含铅量及主要成分等信息，以及废铅蓄电池拆解企业的温室气体排放数据。

再循环材料的百分比 P 按公式(1)计算：

$$P=\frac{A+B}{T}\times 100\% \qquad \cdots\cdots(1)$$

式中：

P ——再循环材料比例，以百分比(%)表示；

A ——统计期内所投入的消费前废铅所含铅金属量，单位为吨(t)；

B ——统计期内所投入的消费后废铅所含铅金属量，单位为吨(t)；

T ——统计期内所投入的所有原料含铅金属量，单位为吨(t)。

注：统计周期与产品评价周期一致。

6.1.3.5 消费后含铅废料回收

6.1.3.5.1 消费后含铅废料回收阶段包含了废料收集、回收处理(如拆解、破碎等)和不可回收物的处置(如填埋、焚烧)等过程。

6.1.3.5.2 消费后含铅废料的系统边界为废铅蓄电池拆解至获得板栅、铅膏等含铅废料等相关操作过程所消耗的电力、辅助材料、燃料等。如果含铅废料生产由报告企业运营或控制，则应采用企业特征数据，其数据收集范例见表 C.4；如果含铅废料由外部采购，则从拆解和储运的供应商获得排放数据。

6.1.4 次级数据收集

6.1.4.1 概述

产品碳足迹的计算需要收集各种次级数据，如：

a) 外购各种原辅材料、燃料、能源的温室气体排放，这些消耗品不是报告主体生产的；
b) 温室气体排放因子，如收集到的燃料消耗量与温室气体排放的相关系数；
c) 各种材料、燃料的不同运输方式产生的温室气体排放；
d) 废物处理服务等第三方服务的温室气体排放。

6.1.4.2 辅材、药剂、燃料及服务供应的温室气体排放

铅锭生产过程中消耗的辅材、药剂、燃料等上游排放相关数据，可能无法从供应商获得初级数据，也可来源于经权威机构验证且具有可信度的数据，包括数据库、公开文献、国家排放因子、计算估算数据或其他具有代表性的数据，可参照表 C.5～表 C.7 进行收集，推荐使用本土化数据库。

6.1.4.3 直接排放相关因子

燃料燃烧排放、过程排放需要用到相应的排放因子。当燃料或含碳物质的相关特征参数(如含碳量等)能获得时，应采用特征参数计算排放因子；如无法获得特征参数时，宜采用缺省值。

6.1.4.4 运输相关的温室气体排放

运输相关的温室气体排放可采用以下三种方法计算，且方法优先次序如下：

a) 方法 1：收集运输环节的燃料消耗量，如柴油、汽油的消耗量，可参照表 C.8 收集；通过燃料消耗量乘以燃料生产的上游排放因子以及燃料燃烧排放因子计算得到运输环节的温室气体排放。
b) 方法 2：收集运输方式(工具)、运输距离和运输工具的排放因子，可参照表 C.9 收集，基于已知的运输工具和运输距离，通过运输距离乘以相应运输工具的运输排放因子计算得到运输环节的温室气体排放。运输排放因子可从公开数据、行业统计或商业数据库获得。
c) 方法 3：只能获得起点和终点，其他运输条件未知的情况下，通过简单物流链和网络地图等获得运输距离，再根据运量和运输方式估算温室气体排放，可参照表 C.10 收集。

6.1.5 电力温室气体排放量和清除量

6.1.5.1 概述

与用电相关的 GHG 排放量应包括：

——供电系统生命周期内产生的 GHG 排放量，例如上游排放量(例如送至发电机组燃料的开采和运输，或生物质燃料的种植和加工)；
——发电过程中的 GHG 排放量，包括电力输配过程中的线损；

——下游排放量(例如核电站运行产生的废物的处理、燃煤电厂粉煤灰的处理等)。

注:该方法同样适用于购买和销售的冷热能源及压缩空气等。

6.1.5.2 内部发电

当产品消耗的电为内部发电(例如现场发电),且未向第三方出售,则应将该电力的生命周期数据计入该产品的产品碳足迹量化。

6.1.5.3 直供电力

如果该组织与发电站之间具有专用输电线路,且所消耗的电未向第三方出售,则可使用该电力供应商提供的电力 GHG 排放因子。

6.1.5.4 电网电力

6.1.5.4.1 当供应商能够通过合同工具的形式保证电力供应,应使用供应商特定电力生产的生命周期数据,电力产品应:

——传递电力生产单位相关信息及发电机组特征信息;

——保证提供唯一的使用权;

——由报告实体或报告实体代表追踪、赎回、报废或注销;

——尽可能接近合同工具的适用期限,并包括相应的时间长度。

6.1.5.4.2 当无法获得供应商的具体电力信息时,应使用与电力来源相关的电网 GHG 排放量。相关电网 GHG 排放量应反映相关地区的电力消耗情况,不包括任何之前已声明归属的电力。如果没有电力追踪系统,所选电网 GHG 排放量应反映该地区的电力消费情况。

注 1:合同工具是指双方之间签订的,用于出售和购买能源的任意形式的合约。例如能源属性证书、电力交易合同等。报告实体可根据目标用户的需求选择合同工具的类型。

注 2:发电机特征信息包括设备的登记名称、所有者和产生的能源性质、发电量和提供的可再生能源等。

注 3:如果难以获得电力供应系统内某一过程的具体生命周期数据,可使用公认数据库[例如来自中华人民共和国生态环境部、联合国环境规划署(UNEP)或联合国气候变化框架公约(UNFCCC)中的数据]。

6.1.5.4.3 如果非化石能源电力证书在出售时不直接与电力本身关联,来自非化石能源的部分电力作为非化石电力出售,但没有被排除在电网组合排放因子之外,在这种情况下,应使用电力跟踪系统开展相关消费电网组合分析,并在产品碳足迹报告中进行单独报告,以此来展示结果的差异。

6.2 数据分配

6.2.1 概述

应根据明确规定的分配程序将输入和输出分配到不同的产品中。一个单元过程分配的输入和输出总和应与其分配前的输入和输出相等。当同时有几种备选分配程序时,应通过敏感性分析阐明不同方法产生影响的差别。

6.2.2 分配程序

产品碳足迹研究应包括确认与其他产品系统共享的单元过程,并按照以下步骤进行处理。

a) 第 1 步:宜通过以下方法避免分配(从形式上看,步骤 1 不属于分配程序的一部分)。

   1) 将拟分配的单元过程划分为两个或多个子单元过程,并收集与这些子过程相关的输入输出数据;

   2) 如果单元过程无法划分,如存在有代表性的替代路线生产共生产品,则可以采用系统扩展

方法。系统扩展的原理是基于共生产品节省或避免了另一个具有等效功能的产品系统。

b) 第 2 步:若无法避免分配,宜以能反映它们之间潜在物理关系的方式(如物料平衡或能量平衡),将系统的输入和输出数据划分到不同产品或功能中。

c) 第 3 步:当物理关系无法建立或无法用来作为分配基础时,则宜以能反映它们之间其他关系的方式将输入输出在产品或功能之间进行分配。例如可以根据产品的经济价值按比例将输入输出数据分配到共生产品。

注:注意区分废弃物和共生产品,没有经济价值的产物不能作为产品输出,不参与分配,而是作为废弃物计入产品系统的废弃物处理排放;仅在有明确证据显示有下游客户且产生了经济价值的情况下,才能作为共生产品参与分配。

任何情况下,只有当共生产品的长期平均价格比例大于 4 时,才能采用产品经济价值比例进行分配。如果同一过程有两个及以上的产品,则应以产品中的最高价格与最低价格的比例为判定基准。经济价值评估中使用的价格应是全球的长期平均值(通常为 10 年平均值),并说明数据来源。

当共生产品的长期平均价格比例小于等于 4 时,宜按质量比例关系进行分配(如金属量或实物质量)。

6.2.3 推荐的分配方法

本文件依据上述分配程序,针对具体单元过程,提出了推荐性分配方法,见附录 D。

6.3 取舍准则

取舍准则在系统边界中已有规定,并应在此范围内考虑特定单元过程及其子单元过程的所有数据集。

建议收集全部的单元过程相关资料,包括设备/设施的定期维护也应纳入生命周期评估(例如,火法冶炼炉窑定期检修的耐火材料,机电设备用的润滑剂、润滑脂等)。

产品系统边界内需要许多材料和药剂的输入,但不一定可获得所有适用于每种物质的排放因子。为了避免某些物质因为缺少排放因子而被排除在外,可对辅材、药剂进行分组,选取同一组别中最大的贡献者(质量)作为其他物质的代表。

6.4 清单计算

生命周期清单是以输入和输出之间的物质平衡为基础的,其结果通常表现为一系列的数据表(可参照附录 E 中表 1),展示每声明单位产品在每个阶段/单元过程中的资源使用(如能源、水、原材料),以及释放到环境中的排放物(如温室气体、废水、固体废物)。

7 影响评价

7.1 全球变暖潜势值(GWP)的选取

应通过排放或清除的温室气体的质量乘以政府间气候变化专门委员会(IPCC)给出的 100 年 GWP(见附录 F),来计算产品系统每种温室气体排放和清除的潜在气候变化影响,单位为 $kgCO_2e$/(kg 排放量)。

注 1:产品碳足迹为所有温室气体潜在气候变化影响的总和。

若 IPCC 修订了 GWP,应使用最新数值,否则应在报告中说明。

除 GWP100 外,还可以使用 IPCC 提供的其他时间范围的 GWP 和 GTP,但宜单独报告。

注 2:GWP100 代表短期的气候变化影响,可反映变暖速度。100 年 GTP 代表长期的气候变化影响,可反映长期温升。与其他时间范围相比,选择 100 年的时间范围并无任何科学依据。该时间范围是国际公约的一个价值判断,它权衡了不同时间范围内可能发生的影响。

7.2 产品碳足迹的计算

产品碳足迹计算方法见公式(2)。

$$CFP_{GHG}=\sum_j\left[\sum_i(AD_i\times EF_{LCA,i,j})\times GWP_j\right] \quad\cdots\cdots(2)$$

式中：

CFP_{GHG} ——铅锭或前序产品碳足迹，以千克二氧化碳当量每声明单位($kgCO_2e$/声明单位)计；

AD_i ——系统边界内，各声明单位中第 i 项活动的 GHG 排放和清除相关数据(包括初级数据和次级数据)，单位根据具体排放源确定；

$EF_{LCA,i,j}$ ——第 i 种活动对应的温室气体 j 的排放系数，单位与 GHG 活动数据相匹配；

GWP_j ——温室气体 j 的 GWP 值，按照 7.1 中的规定进行取值。

7.3 排放数据分析

计算各生命周期阶段的温室气体排放占比，有助于企业专注于重要阶段的数据收集和减排策略。

各生命周期阶段的温室气体排放占比＝各生命周期阶段的温室气体排放量 CO_2e/生命周期温室气体排放量汇总结果 $CO_2e\times100\%$。

7.4 数据更新

铅锭的产品碳足迹数据应定期更新，或每当影响其排放强度的参数发生重大变化时更新一次。下列情况应被视为触发重大变化：

a) 生产发生结构性变化，包括操作中的重大工艺变化、技术进步、原材料或能源输入/输出；

b) 计算方法发生变化，如全球变暖潜势值或收集数据的准确性提高，纳入新的对排放数据产生重大影响的数据源；

c) 发现重大错误，或累积起来的重大错误。

7.5 绩效追踪

计划将产品碳足迹用于绩效追踪时，应满足以下针对产品碳足迹量化的附加要求：

a) 应针对不同时间点或空间范围进行研究；

b) 应针对相同声明单位计算产品碳足迹随时间或空间发生的变化；

c) 应使用相同的方法(例如选择和管理数据的系统、系统边界、分配、全球变暖潜势等，以及相同的 PCR)计算产品碳足迹随时间或空间的变化。产品碳足迹绩效追踪的时间间隔不应短于 6.1.3.1 所述的数据时间界限，且应在目的和范围中予以描述。产品碳足迹用于空间绩效追踪时，不同时间段的空间系统划分要保持一致。

8 结果解释

产品碳足迹研究的生命周期结果解释阶段应包括以下步骤：

a) 根据生命周期清单分析和生命周期影响评价的产品碳足迹和产品部分碳足迹的量化结果，识别显著环节；

注 1：显著环节可包括生命周期阶段、单元过程或流。

b) 完整性、一致性和敏感性分析的评估；

c) 结论、局限性和建议的编制。

应根据产品碳足迹研究的目的和范围进行结果解释，解释应包括以下内容：

——说明产品碳足迹和各生命周期阶段的碳足迹；
——分析不确定性，包括取舍准则的应用或范围；
——详细记录选定的分配程序；
——说明产品碳足迹研究的局限性，包括但不限于：关注单一环境问题、方法论相关的局限性。

结果解释宜包括以下内容：
——分析重要输入、输出和方法学选择（包括分配程序）的敏感性，以了解结果的敏感性和不确定性；
——评估建议对结果的影响；
——描述地理格网的划分方法及地理格网的尺度要求原则（如适用）。

注 2：更多信息见 GB/T 24044—2008 中 4.5。

9 产品碳足迹报告

产品碳足迹报告的目的是记录产品碳足迹的量化结果，并说明该报告符合本文件的规定。报告应包括但不限于以下内容（参考格式见附录 E）：

a) 基本情况：
   1) 委托方与评价方信息；
   2) 报告信息；
   3) 依据的标准；
   4) 使用的产品种类规则或其他补充要求的参考资料（如有）；
   5) 产品描述：产品信息描述应包括产品名称、品级/牌号、批次、含铅品位、再生铅占比、生产商信息以及联系方式等。
b) 目的：
   1) 开展研究的目的；
   2) 预期用途。
c) 量化范围：
   1) 产品说明，包括功能和技术参数。
   2) 声明单位及基准流。
   3) 系统边界，包括：
      ——作为基本流中的系统输入和输出类型；
      ——有关单元过程处理的决策准则（考虑其对产品碳足迹研究结论的重要性）；
      ——产品系统关联的单元过程地理位置、地理格网的划分规则、格网级别的选取，并说明其理由（如适用）。
   4) 取舍准则。
   5) 生命周期各阶段的描述。
d) 清单分析：
   1) 数据收集信息，包括数据来源；
   2) 重要的单元过程清单；
   3) 纳入考虑范围的 GHG 清单；
   4) 分配原则与程序；
   5) 数据说明，包括有关数据的决定和数据质量评价。
e) 影响评价：
   1) 影响评价方法；
   2) 特征化因子；

3) 清单结果与计算；
4) 结果的图示(可选)。

f) 结果解释：
1) 结论和局限性；
2) 敏感性分析和不确定性分析结果；
3) 电力处理，宜包括关于电网排放因子计算和相关电网的特殊局限信息；
4) 在产品碳足迹研究中披露和证明相关信息项的选择并说明理由；
5) 范围和修改后的范围(如适用)，并说明理由和排除的情况。

g) 研究中使用的产品种类规则或其他补充要求的参考资料。

h) 绩效追踪说明(如适用)。

i) 产品碳足迹比较(如适用)。

10 产品碳足迹声明

如需声明时，按照 GB/T 24025 或 ISO 14026 的规定进行，相关声明可用于具有相同功能的不同产品之间的比较。

附 录 A
（资料性）
铅锭主要生产工艺

A.1 主要铅原料

铅锭（或铅合金锭）的商业生产主要来自以下三类原料：

a） 铅矿石；

b） 含铅废料；

c） 其他工艺过程的副产。

其他金属冶炼副产的铅锭占比非常小，不在本文件讨论。

A.2 以铅精矿为主要原料的生产工艺

A.2.1 铅矿石或消费前含铅废料是铅锭生产的主要原料。铅精矿和废弃含铅废料一般采用火法工艺，典型工艺路线图见图 A.1。

A.2.2 铅精矿的采选主要包括爆破、掘进、运输、破碎筛分、浮选、压滤等。

A.2.3 铅冶炼是指将铅精矿熔炼，使硫化铅氧化为氧化铅，再利用碳质还原剂在高温下使氧化铅还原为金属铅的过程。铅冶炼通常分为粗铅冶炼和精炼两个步骤。粗铅冶炼过程是指铅精矿经过氧化脱硫、还原熔炼、铅渣分离等工序，产出粗铅，再进一步精炼，去除杂质。

A.2.4 由于资源的稀缺性，消费前含铅废料已成为铅锭生产的重要原料。

A.2.5 消费前含铅废料指工业生产过程中产生的废料，来源于冶炼、加工以及终端产品生产三个环节。包括冶炼过程产生的铅银渣等含铅渣和含铅烟尘等，加工及终端产品生产过程的工业残次品和边角料等。消费前含铅废料大部分被直接利用或本企业内处理回用。企业报告的使用量是指从企业外部购入的废料量，不包括企业内部循环使用量。

A.2.6 锌冶炼的密闭鼓风炉熔炼（ISP 法）也产生粗铅，粗铅的产品碳足迹可遵循锌锭产品碳足迹量化方法通过分配程序计算获取。通过其他工艺过程产生粗铅或铅锭的，遵循对应标准的碳足迹分配程序计算产品碳足迹。

A.3 以废铅蓄电池等含铅废料为原料的生产工艺

A.3.1 消费后含铅废料主要来源于废铅蓄电池。一般在再生铅企业对废铅蓄电池等含铅废料进行预处理（如拆解、破碎、分选、预脱硫等）获得可利用的板栅、铅膏等，再经火法或湿法等工艺，可生产粗铅、精炼铅及铅合金锭等产品。

A.3.2 火法冶炼是指通过高温的方法在熔融状态下将金属从中提炼出来的技术工艺。再生铅的火法冶炼包括板栅熔炼工艺[见图 A.2 a)]、脱硫铅膏还原熔炼-精炼工艺[见图 A.2 b)]和铅膏与铅精矿混合熔炼工艺[见图 A.2 c)]。

A.3.3 湿法冶炼是指采用某种溶剂将含铅废料溶解，在溶液中借助化学作用将金属从中提炼出来的技术工艺。再生铅湿法冶炼包括脱硫铅膏电解沉积工艺[见图 A.2 d)]和固相电解还原工艺[见图 A.2 e)]。

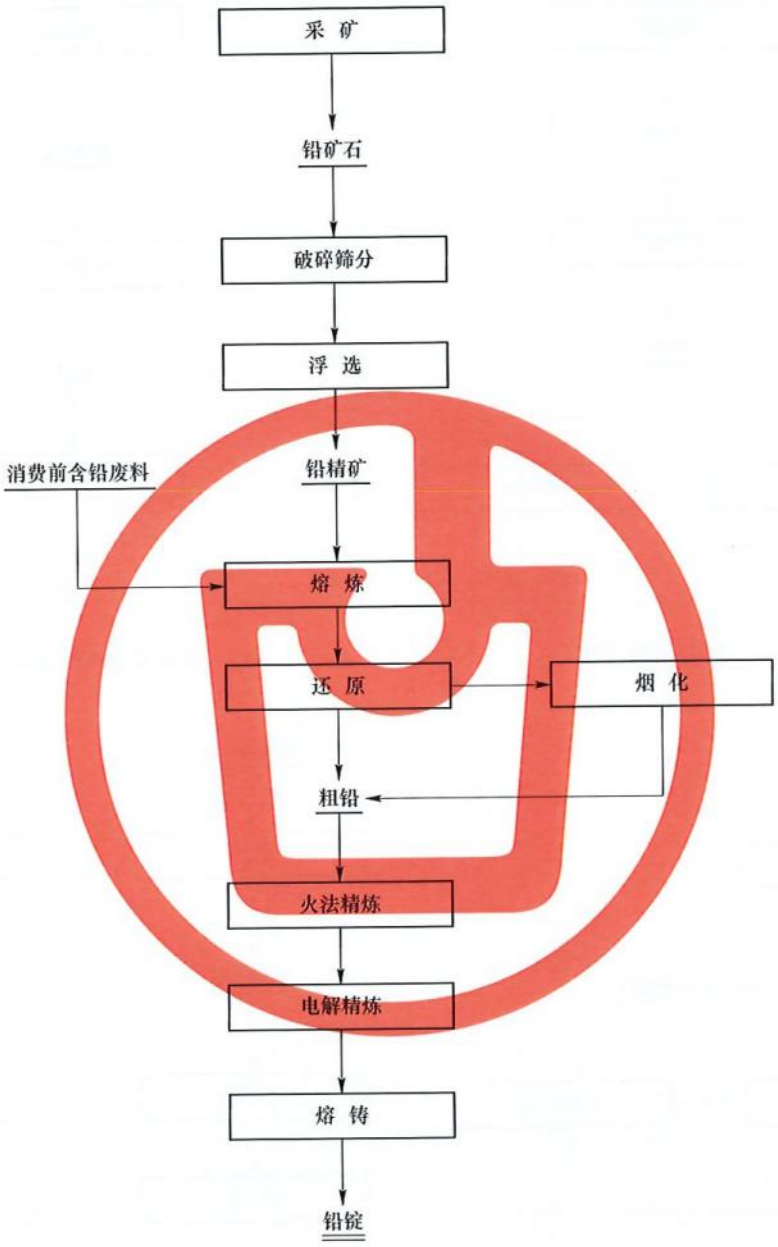
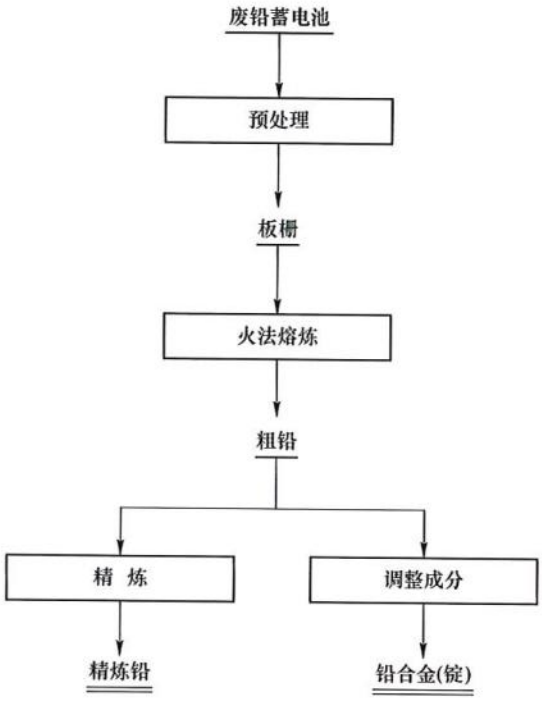
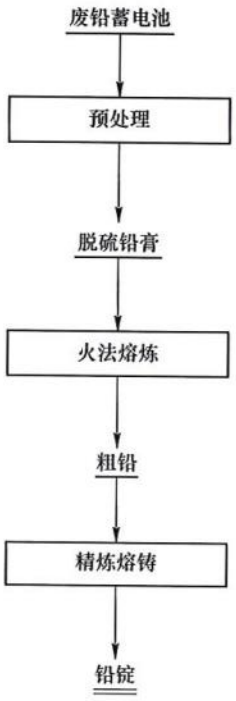


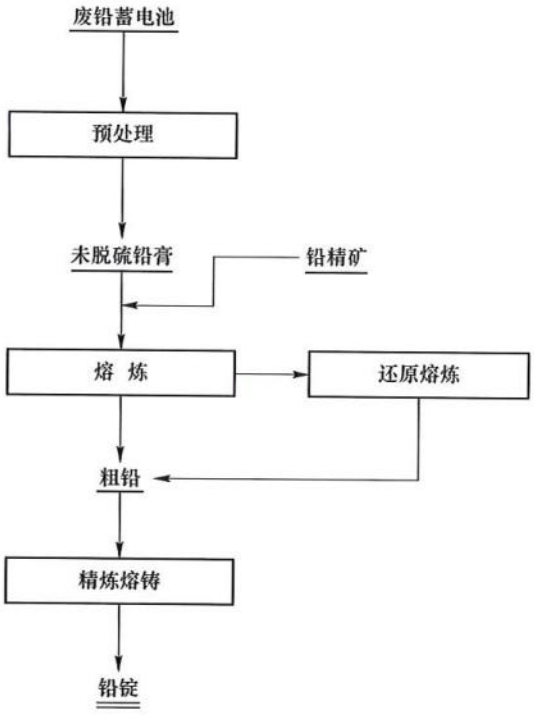
图 A.1　以铅精矿为主要原料生产铅锭的主要工艺路线



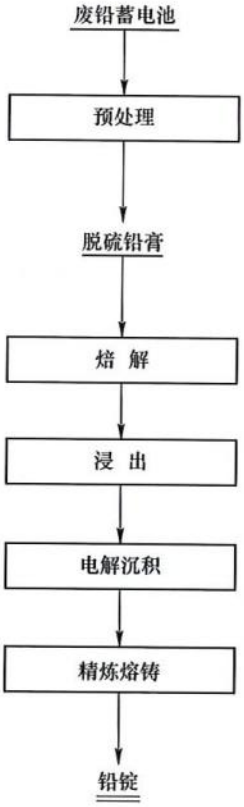
a） 板栅熔炼工艺



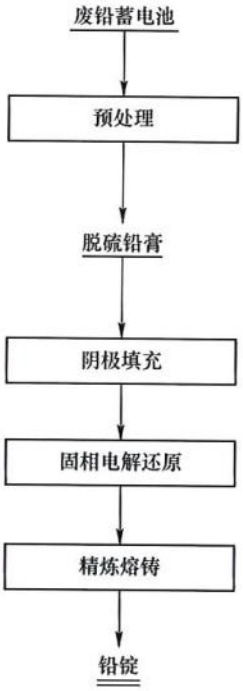
b） 脱硫铅膏还原熔炼-精炼工艺



c） 铅膏和铅精矿混合熔炼工艺



d） 电解沉积工艺



e） 固相电解还原工艺

图 A.2 以废铅蓄电池拆解后含铅废料为原料的主要工艺路线

附 录 B
（资料性）
数据质量评价

B.1 用于评估产品清单过程的单个数据的数据质量指标如表 B.1 所示。

表 B.1 数据质量指标

指标	描 述	与数据质量的关系
技术代表性	数据反映实际使用技术的程度	企业宜选择反映技术特异性的数据
时间代表性	数据反映实际时间或活动年限的程度	企业宜选择反映时间特异性的数据
地域代表性	数据反映活动的实际地理位置的程度	企业宜选择反映地理特异性的数据
完整性	数据对相关活动的统计代表程度； 完整性反映可获得并可被使用的数据在特定活动相关的总数中的百分比； 完整的数据也反映了数据的周期性和其他正常的波动性	企业宜选择完整的数据
可靠性	获得数据的数据来源、数据收集方法和核查流程的可靠程度	企业宜选择可靠的数据

B.2 数据质量评价宜参照表 B.2 进行定性评估。

表 B.2 数据质量定性评价

评级	技术	时间	地域	可靠性	完整性
很好	相同技术的数据	时间差别≤3 年	来自同一地区的数据	基于测量或经核查的数据	数据基本完整
好	类似技术的数据	时间差别 3～5 年（含）	来自相似地区的数据	基于部分测量或部分核查的数据	数据完整性≥80%
中等	不同技术的数据	时间差别 5～10 年（含）	来自不同地区的数据	基于数据库的估算值	80%＞数据完整性≥50%
差	来自不明技术的数据	时间差别＞10 年	来自未知区域的数据	不明来源的估算值	数据完整性＜50%

附 录 C
(资料性)
产品碳足迹量化数据收集表

涉及的主要环节初级数据和次级数据的收集见表 C.1～表 C.10。

以下数据收集表只是示例,并不代表全部收集范围,报告主体根据生产系统实际情况补充或调整。

表 C.1 现场特征数据收集范例(采矿单元)

单元过程及统计口径描述:
时间段:起始时间 年 月 日; 终止时间 年 月 日
制表人: 制表日期:

输 入	单位	数量	运距	运输方式	规格特征/来源
炸药					
水泥					
轮胎					
燃料(如柴油、汽油、天然气等)					
电力					
热力					
第三方服务(如有)					
……					
输 出	单位	数量	运距	运输方式	规格特征/去向
矿石					
表土					
废石					
……					
温室气体直接排放					

注 1:此数据收集表中的数据是指规定时间段内所有未分配的输入和输出。
注 2:燃料和热力注意换算为热量单位,因为排放通常与热量相关。

表 C.2 现场特征数据收集范例(选矿单元)

单元过程及统计口径描述:
时间段:起始时间 年 月 日; 终止时间 年 月 日
制表人: 制表日期:

输 入	单位	数量	运距	运输方式	规格特征/来源
原矿					
钢球					
衬板					
胶带					
生石灰					

表 C.2　现场特征数据收集范例(选矿单元)(续)

输　入	单位	数量	运距	运输方式	规格特征/来源
药剂					
燃料(如柴油、汽油、天然气等)					
电力					
耗能工质					
热力					
第三方服务(如有)					
……					
输　出	单位	数量	运距	运输方式	规格特征
铅精矿					
共生产品					
尾矿					
……					
温室气体直接排放					

注 1：此数据收集表中的数据是指规定时间段内所有未分配的输入和输出。

注 2：燃料和热力注意换算为热量单位，因为排放通常与热量相关。

表 C.3　现场特征数据收集范例(冶炼单元-火法工艺)

单元过程及统计口径描述：

时间段：起始时间　　年　月　日；　终止时间　　年　月　日

制表人：　　制表日期：

输　入	单位	数量	运距	运输方式	规格特征/来源
铅精矿					
其他含铅物料					
石英砂					
石灰石					
耐火材料					
药剂					
燃料(如煤、柴油、天然气)					
还原剂(如焦炭、天然气)					
电力					
耗能工质					
热力					
氧气					
第三方服务(如有)					
……					

表 C.3　现场特征数据收集范例(冶炼单元-火法工艺)(续)

输　出	单位	数量	运距	运输方式	规格特征/去向
铅锭					
共生产品					
废弃物					
渣选尾矿					
……					
温室气体直接排放					

注 1：此数据收集表中的数据是指规定时间段内所有未分配的输入和输出。
注 2：燃料和热力注意换算为热量单位，因为排放通常与热量相关。

表 C.4　现场特征数据收集范例(消费后含铅废料的回收)

单元过程及统计口径描述：
时间段：起始时间　　年　月　日；终止时间　　年　月　日
制表人：　　制表日期：

输　入	单位	数量	运距	运输方式	规格特征/来源
废铅蓄电池					
辅材、药剂					
燃料(如煤、柴油、天然气)					
电力					
耗能工质					
热力					
第三方服务(如有)					
……					
输　出	单位	数量	运距	运输方式	规格特征/去向
板栅/铅膏					
共生产品					
废弃物					
……					
温室气体直接排放					

注 1：此数据收集表中的数据是指规定时间段内所有未分配的输入和输出。
注 2：燃料和热力注意换算为热量单位，因为排放通常与热量相关。

表 C.5　背景数据收集范例 1-外购商品(方法 1)

外购商品	规格等级	声明单位	排放因子	数据来源	数据时间
炸药				如：供应商	
精矿				如：供应商	
消费前含铅废料				如：供应商	

表 C.5　背景数据收集范例 1-外购商品(方法 1)(续)

外购商品	规格等级	声明单位	排放因子	数据来源	数据时间
石灰石				如:国家生命周期数据库	
药剂 1				如:某商业数据库	
药剂 2				如:某文献	
……					

表 C.6　背景数据收集范例 2-某外购商品×的生产(方法 2)

活动水平数据	规格等级	单位	每声明单位消耗量	数据来源	数据时间
原材料 A				如:供应商	
燃料 B(如柴油)				如:国家生命周期数据库	
电力				如:某商业数据库	
废弃物				如:某文献	
排放因子参数	规格等级	声明单位	排放因子	数据来源	数据时间
原材料 A				如:供应商	
燃料 B(如柴油)				如:国家生命周期数据库	
电力				如:某商业数据库	
废弃物				如:某文献	
……					
商品×碳足迹合计	$kgCO_2$/声明单位				

表 C.7　背景数据收集范例 3-外购服务

服务项目	方法 1		方法 2				数据来源
	结算量	排放因子	直接排放	电耗	热力消耗	其他	
							供应商

表 C.8　背景数据收集范例 4-运输(方法 1)

商品名称	运输量	运输燃料	燃料量	燃料上游因子	燃料燃烧因子	资料来源
精矿		如:柴油				
石英石						
石灰石						
块煤						
……						

表 C.9　背景数据收集范例 5-运输(方法 2)

商品名称	运输量	运输方式	运距	运输排放因子	资料来源
精矿					
石英石					
石灰石					
块煤					
……					

表 C.10　背景数据收集范例 6-运输(方法 3)

商品名称	起点	终点	运输方式假设	运距	排放因子	资料来源
精矿						
石英石						
石灰石						
块煤						
……						

附 录 D
（资料性）
推荐的分配方法

D.1 采矿

采矿过程中原矿和废石被一起采出，如废石没有被销售，则废石作为废弃物不参与分配。当废石作为共生产品被销售给下游作为原料（如作建筑材料）时，则排放数据应在原矿和废石之间进行分配，同时企业应提供证明资料，并在报告中说明。

原矿与外售废石之间的分配，推荐采用系统扩展的方法，即采用废石所替代的建筑原材料的碳足迹值，作为所研究产品系统的碳信用而从中扣除。计算示例见表 D.1。

表 D.1 采矿单元排放分配计算示例

序号	输 出	单位	质量	GHG 排放的分配
1	采矿单元温室气体排放总量	$kgCO_2e$	E	—
2	矿石	t	A	$E_{矿石}=E-C\times EF$
3	废石	t	B	—
	其中：废石用作建筑原材料	t	C	$E_{废石}=C\times EF$
4	替代建筑原材料的排放因子	$kgCO_2e/t$	EF	—

D.2 选矿

铅矿常伴生锌、铜、铋、硫、镓、锗、金、银等其他元素。在选矿过程中，如有共生其他精矿产品（如硫精矿、锌精矿、铅锌混合精矿等），推荐按选别工艺流程细分单元过程来进行分配，如把选铅工序分配给铅精矿，选硫工序分配给硫精矿，其他共用工序对锌精矿、混合铅锌精矿宜按金属量来进行分配（精矿价格比例大于 4 时选择经济价值分配）。计算示例见表 D.2。选矿产出的尾矿如果被销售作为建筑原材料时，可参照表 D.1 的示例进行分配计算。

表 D.2 选矿单元排放分配计算示例

序号	输 出	单位	质量	价格	价格比值	GHG 排放的分配
1	选矿单元温室气体排放总量	$kgCO_2e$	E	—		$E=E_0+E_1+E_2+\cdots+E_n$
	其中：共用工序（碎磨和尾矿处置）	$kgCO_2e$	E_0	—		—
	选铅排放	$kgCO_2e$	E_1	—		—
	选硫排放	$kgCO_2e$	E_2	—		—
	……					
2	铅精矿	t	A	P_1	$P_2:P_1>4$	$E_{铅精矿}=E_0\times(A\times P_1)/(A\times P_1+B\times P_2)+E_1$
3	硫精矿	t	B	P_2		$E_{硫精矿}=E_0\times(B\times P_2)/(A\times P_1+B\times P_2)+E_2$
	……					

D.3 冶炼

D.3.1 烟气制硫酸

硫酸：建议优先采用细分过程的分配方法，即将制酸单元（从收尘后的烟气开始，到产出硫酸产品为止，包括污酸处理和酸性废水处理）的输入和输出全部分配给硫酸产品。如果报告主体没有建立分车间的统计而无法获得制酸单元的输入输出，方可采用系统扩展方法。

D.3.2 精炼共生产品

精炼流程可能共生阳极泥、粗铜等，这些共生产品在企业产值中占较高比例，虽然价格通常与铅锭产品价格差异较大（价格比例大于 4），仍推荐按质量进行分配。

D.4 含铅废料

消费前含铅废料：工业生产产生的含铅废料，如性质未发生明显改变（如加工产生的边角料），宜按含铅废料在废料供应企业原料的占比进行分配，进入使用该废料的产品系统中；如性质发生改变（如铅银渣），宜按这部分废料的经济价值占比进行分配；如果报告主体没有建立分车间的统计而无法获得制酸单元的输入输出，方可采用系统扩展方法，并计入其下游使用该含铅废料的产品系统中。

消费后含铅废料：含铅废料回收主要是受回收材料的经济性驱动，为简化处理，终端产品生命末期处理和回收的排放可全部分配给后续使用回收废料的产品系统，即回收产品承担了生命末期处理和回收的排放。上一个产品系统不承担回收处理的排放，也不享受可回收材料的碳信用抵扣。

D.5 运输

两种物料一起运输时，则应基于重量或体积（以制约因素为主）来对运输产生的温室气体排放进行分配。计算示例见表 D.3。

表 D.3 运输单元排放分配计算示例

输　出	单位	质量	GHG 排放的分配
运输单元温室气体排放量	$kgCO_2e$	E	—
共同运输物料 1	t	A	$E_{物料1}=E\times A/(A+B)$
共同运输物料 2	t	B	$E_{物料2}=E\times B/(A+B)$

附 录 E
（资料性）
产品碳足迹报告（模板）

产品碳足迹报告模板如下。

产品碳足迹报告（模板）

产 品 名 称：_____

产品规格型号：_____

生产者名称：_____

报 告 编 号：_____

出具报告机构：（若有）　　（盖章）

日期：　　年　　月　　日

一、概况

1. 生产者信息

生 产 者 名 称：_____

社会信用代码：_____

地　　址：_____

法 定 代 表 人：_____

授权人(联系人)：_____

联 系 电 话：_____

电 子 邮 箱：_____

企 业 概 况：_____

2. 产品信息

产 品 名 称：_____

规 格 及 等 级：_____

产 品 介 绍：_____

产 品 图 片：_____

3. 量化方法

依 据 标 准：_____

二、量化目的

_____

三、量化范围

1. 声明单位

以_____为声明单位。

2. 系统边界(包括但不限于对生命周期阶段描述)

对_____碳足迹的计算涵盖了从_____到_____生命周期的各个阶段，属于“从摇篮到大门”模式，确定生命周期包括以下：_____

产品系统边界如图 1 所示。

图 1　××产品碳足迹量化系统边界图

3. 取舍准则

采用的取舍准则以_____为依据，具体规则如下：

4. 时间范围

_____年度。

四、清单分析

1. 数据收集程序

2. 重要的单元过程清单

3. 数据来源说明

初级数据：_____

次级数据：_____

4. 分配原则与程序

分配依据：_____

分配程序：_____

具体分配情况如下：

5. 清单计算及结果

生命周期各个阶段碳排放计算说明见表 1。

表 1 _____生命周期碳排放清单说明

生命周期阶段	流	活动数据	排放因子	GHG 排放量/(kg/声明单位)
……	例如：水泥			
	电力			
……				

6. 数据质量评价

数据质量评估的目的是判断计算结果和结论的可信度，并指出提高数据质量的关键因素。数据质量可从定性和定量两个方面对报告使用的初级数据和次级数据进行评价，具体评价内容包括数据来源、完整性、数据代表性(时间、地理、技术)和准确性。

五、影响评价

1. 特征化因子的选择

一般选择 IPCC 最新给出的 100 年 GWP。

2. 产品碳足迹结果计算

针对生命周期各阶段，逐个单元进行计算并汇总。

六、结果解释

1. 结果说明

_____公司(填写产品生产者的全名)生产的_____(填写所评价的产品名称，每声明单位的产品)从_____(填写某生命周期阶段)到_____(填写某生命周期阶段)生命周期碳足迹为_____ $kgCO_2e$。各生命周期阶段的温室气体排放情况如表 2 和图 2 所示。

表 2 _____生命周期各阶段碳排放情况

生命周期阶段	碳足迹/($kgCO_2e$/t 声明单位)	百分比/%

注：具体产品生命周期阶段碳排放分布图一般以饼状图或柱形图表示各生命周期阶段的碳排放情况。

图 2　××各生命周期阶段碳排放分布图

2. 假设和局限性说明(可选项)

结合量化情况，对范围、数据选择、情景设定等相关的假设和局限进行说明。

3. 改进建议

附 录 F
（资料性）
全球变暖潜势

在计算用于 GHG 全球变暖潜势值时，参照表 F.1 中的数据。

表 F.1 部分温室气体的全球变暖潜势

气 体 名 称	化学分子式	100 年的 GWP（截至出版时）
二氧化碳	CO_2	1
甲烷	CH_4	27.9
氧化亚氮	N_2O	273
三氟化氮	NF_3	17400
氢氟碳化物（HFCs）		
HFC-23	CHF_3	14600
HFC-32	CH_2F_2	771
HFC-41	CH_3F	135
HFC-125	C_2HF_5	3740
HFC-134	CHF_2CHF_2	1260
HFC-134a	$C_2H_2F_4$	1530
HFC-143	CH_2FCHF_2	364
HFC-143a	CH_3CF_3	5810
HFC-152a	$C_2H_4F_2$	164
HFC-227ea	C_3HF_7	3600
HFC-236fa	$C_3H_2F_6$	8690
全氟碳化物（PFCs）		
全氟甲烷（四氟甲烷）	CF_4	7380
全氟乙烷（六氟乙烷）	C_2F_6	12400
全氟丙烷	C_3F_8	9290
全氟丁烷	C_4F_{10}	10000
全氟环丁烷	C_4F_8	10200
全氟戊烷	C_5F_{12}	9220
全氟己烷	C_6F_{14}	8620
六氟化硫	SF_6	25200

注：部分温室气体的全球变暖潜势来源于 IPCC《气候变化报告 2021：自然科学基础 第一工作组对政府间气候变化专门委员会第六次评估报告的贡献》。

参 考 文 献

[1] GB/T 24001—2016 环境管理体系 要求及使用指南

[2] GB/T 24025—2009 环境标志和声明 Ⅲ型环境声明 原则和程序

[3] GB/T 24040—2008 环境管理 生命周期评价 原则与框架

[4] GB/T 24044—2008 环境管理 生命周期评价 要求与指南

[5] GB/T 24067—2024 温室气体 产品碳足迹 量化要求和指南

[6] GB/T 32150—2015 工业企业温室气体排放核算和报告通则

[7] ISO/TS 14027：2017 Environmental labels and declarations—Development of product category rules

[8] PAS 2050：2011 Specification for the assessment of the life cycle greenhouse gas emissions of goods and services

[9] WRI and WBCSD. Greenhouse Gas Protocol：Product Life Cycle Accounting and Reporting Standard. World Resources Institute and World Business Council for Sustainable Development，2011

[10] SANTERO N，HENDRY J. Harmonizaton of LCA methodologies for the metal and mining industry [J]. Int J Life Cycle Assess，2016，21：1543－1553.

[11] IPCC. 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories [R]. Japan，2006.

[12] IPCC. Climate Change 2021：The Physical Science Basis [R]. Cambridge University Press，2021：7SM24－35.