

团 体 标 准

T/CAMIE 04—2022

再生原料利用减污降碳效果评估方法

Evaluation method for pollution reduction and carbon dioxide reduction effect of recycling of secondary materials

目 次

前言	III
引言	IV
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 总体要求	3
5 评价方法学框架	3
6 排放量核算	4
7 项目减污降碳效果评估	5
8 减污降碳效果评估报告编制	5
附录A(资料性) 表A 企业现场数据收集表格	6
附录B(资料性) 表B 污染物及温室气体排放的特征化因子	7
附录C(资料性) 表C 减污降碳效果的量化评价因子	8
附录D(资料性) 表D 使用原生原料生产产品的校正系数	9

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。

本文件由中国环保机械行业协会提出并归口。

本文件起草单位：北京工业大学、中国天楹股份有限公司、中国科学院广州能源研究所、中国科学院过程工程研究所、中国电器科学院股份有限公司、湖南顶立科技有限公司、佛山鋈耀环保科技有限公司、北京博霖环境科技有限公司、常州厚德再生资源科技有限公司。

本文件主要起草人：吴玉锋、顾一帆、曹德标、袁浩然、顾菁、王亚琢、郭福、茅洪菊、田少囡、符永高、胡嘉琦、戴煜、周强、王玮、马善为、杨雪蕊、宋岷涓、王怀栋、殷晓飞、张书豪、刘功起。

本文件为首次发布。

引 言

再生原料循环利用是循环经济的重要组成部分,也是提高生态环境质量、实现绿色低碳发展的有效途径。近年来,在生产者责任延伸制度、循环经济发展引领行动等政策的联合支持下,我国再生钢铁、再生有色金属等典型再生原料的循环利用工作取得了长足进步,年利用量已超过3.5亿吨。由于再生原料种类繁多、物料来源复杂、循环技术差异较大等因素的影响,导致再生原料循环利用过程的污染物以及温室气体减排效果均难以得到有效评估,现有评估结果大多根据企业自身需求择选评价系统边界及指标体系等,严重影响了评估结果的准确性和可靠性。与此同时,再生原料种类及利用技术虽存在较大差异,但其减污降碳效果核算方法及核算流程存在统一性,均包含了功能单位和系统边界确定、数据收集与对比评估等核心内容,这为制定普适性的再生原料利用减污降碳效果评估方法提供了可能。

本文件针对再生钢铁、再生有色金属等典型再生原料,构建统一完整的减污降碳效果评估方法体系,可用于分析再生原料循环利用相较原生原料开发利用的比较优势,并可用于择选低污染、低碳排放的优势再生利用技术作为推荐国家科技专项支持的重要导向。

本文件提及的减污降碳效果,是指由于再生原料循环利用过程避免了从自然界或自然资源中获取原材料而排放的污染物及温室气体,避免的排放量被视为通过传统方法生产相同数量原料的排放量。

本文件基于保守的基准线情景,将再生原料循环利用过程的直接温室气体及污染物排放与各类能源/辅料等生产加工全生命周期过程的间接温室气体及污染物排放进行分类加和,再与按照上述流程计算的原生原料生产过程的温室气体及污染物排放分别进行作差比较,以此确定再生原料循环利用过程的减污降碳效果。

本文件提及的处理工厂是指已分类的再生原料进行处理利用以获得再生产品的工厂;处理工厂不包括对废旧产品进行回收、分类的环节。

再生原料利用减污降碳效果评估方法

1 范围

本文件规定了再生原料利用减污降碳效果评估的术语和定义、总体要求、评价方法学框架、排放量核算、项目减污降碳效果评估、减污降碳效果评估报告编制。

本文件适用于再生钢铁、再生有色金属等典型再生原料制成再生产品相关项目的减污降碳效果评估与报告,其他再生原料制成再生产品项目的减污降碳效果可参照本文件进行评估。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件,仅所注日期的版本适用于本文件。凡是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 13456 钢铁工业水污染物排放标准
- GB 25465 铝工业污染物排放标准
- GB 25466 铅、锌工业污染物排放标准
- GB 25467 铜、镍、钴工业污染物排放标准
- GB 28663 炼铁工业大气污染物排放标准
- GB 28664 炼钢工业大气污染物排放标准
- GB 31571 石油化学工业污染物排放标准
- GB 31572 合成树脂工业污染物排放标准
- GB 31574 再生铜、铝、铅、锌工业污染物排放标准
- GB/T 13460 再生橡胶 通用规范
- GB/T 21181 再生铅及铅合金锭
- GB/T 21651 再生锌及锌合金锭
- 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 32150 工业企业温室气体排放核算和报告通则
- GB/T 33760 基于项目的温室气体减排量评估技术规范通用要求
- GB/T 38471 再生铜原料
- GB/T 39733 再生钢铁原料
- GB/T 40006 塑料 再生塑料
- GB/T 40386 再生纯铝原料

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

再生原料 secondary materials

将回收的废弃产品进行分类、拆解、处理后,获得的满足国家标准质量要求的原料类型。

3.2

再生产品 secondary product

通过再生原料循环利用生产出的产品类型。若原生原料和再生原料混合制成再生产品的过程,仅考虑其中再生原料循环过程的碳排放及污染物排放。

3.3

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:如无特别说明,本文件中的温室气体(简称GHG)包括二氧化碳(CO₂)、甲烷(CH₄)、氧化亚氮(N₂O)、氢氟碳化物(HFCs)、全氟碳化物(PFCs)、六氟化硫(SF₆)与三氟化氮(NF₃)。

[来源:GB/T 32150-2015,3.1]

3.4

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]

3.5

减排量 emission reduction

经计算得到的一定时期内再生原料循环利用项目所产生的污染物及温室气体排放量与基准线情景的排放量相比较的减少量。

3.6

减污降碳效果 pollution reduction and carbon dioxide reduction effect

由于再生原料循环利用过程避免了从自然界或自然资源中获取和加工原材料而排放的污染物及温室气体,避免的排放量被视为通过传统方法开发利用相同数量原生原料的排放量,可涵盖全球变暖潜势、酸化效应潜势、富营养化潜势、人体健康损害潜势、光化学臭氧制造潜势等五类环境影响指标。

3.7

生命周期 life cycle

产品系统中前后衔接的一系列阶段,从自然界或从自然资源中获取原材料,直至最终处置。

[来源:GB/T 32163.4-2015,3.2]

3.8

活动数据 activity data

导致污染物及温室气体排放的生产或消费活动量的表征值。

[来源:GB/T32150,3.12]

3.9

项目 project

为创造产品、服务或成果而进行的体系化的工作,包括了技术、企业、园区、区域等多方面的活动内容。

3.10

项目业主 project owner

对项目进行全面控制并负责的组织或个人。

[来源:GB/T 33760-2017,3.10]

4 总体要求

4.1 本文件核算的系统边界应包括与项目业主直接产生和受项目影响而间接产生的污染物及温室气体排放。其中,间接排放量宜基于GB/T 24040及GB/T 24044的生命周期评价方法进行测算。再生原料的循环利用范畴应至少包括对废弃产品再生循环过程。

4.2 项目业主应证明其循环利用的再生原料符合GB/T 13460、GB/T 21181、GB/T 21651、GB/T 38471、GB/T 39733、GB/T 40006、GB/T 40386对应代号的品质要求。

4.3 再生原料循环利用项目应符合国家、行业和地方有关环境法律和法规,循环利用过程污染物排放应执行再生原料种类对应的相关环保标准(GB 13456、GB 25465、GB 25466、GB 25467、GB 28663、GB 28664、GB 31571、GB 31572、GB 31574),并按照上述标准和GB/T 32150等标准,对与项目相关或受项目影响的污染物及温室气体源进行识别,按照项目需求确定核算的污染物及温室气体种类。

5 评价方法学框架

5.1 本文件评价流程为基准线排放量核算、项目排放量核算、项目减污降碳效果计算三个阶段,见图1。

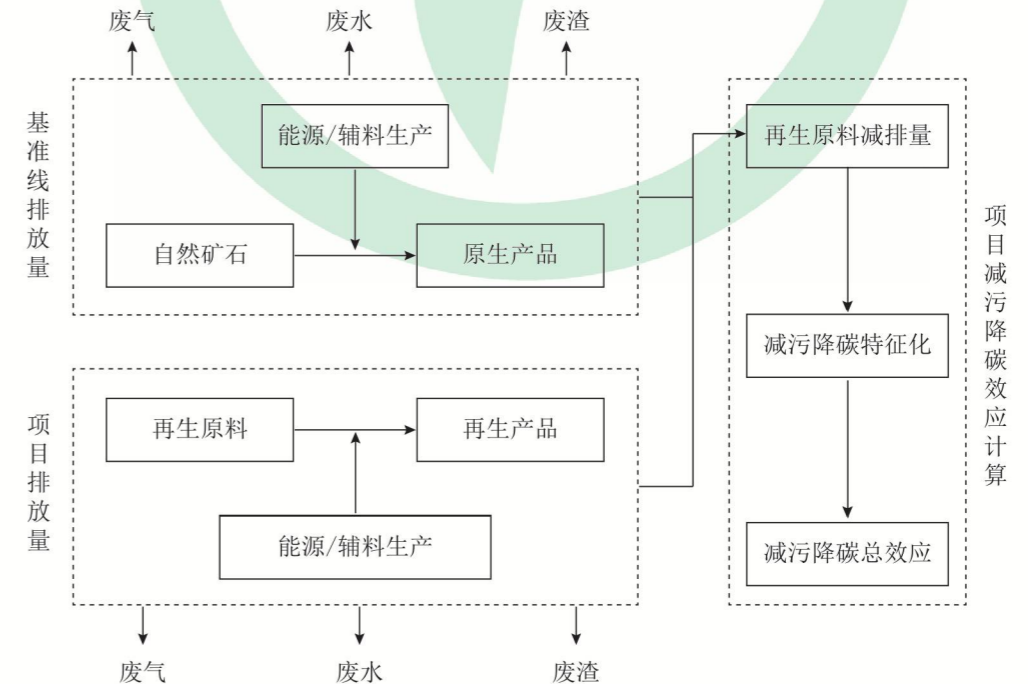


图1 再生原料利用减污降碳效果评估流程

注:废气包括SO₂、NO_x、CO₂、CH₄、CF₄、N₂O、SF₆、CFC-11、CFC-12、CFC-114、CFC-124、NMVOC、二噁英等。

5.2 评价指标体系宜选取CML 2001(2016年版本)涵盖的全球变暖潜势(GWP)、酸化效应潜势(AP)、富营养化潜势(EP)、人体健康损害潜势(HTP)、光化学臭氧制造潜势(POCP)。

5.3 本文件的活动数据收集范围应涵盖系统边界中的每一个单元过程,数据来源应注明出处。活动数据收集包括现场数据和背景数据的收集。现场数据应由项目业主测量和记录入厂及出厂过程中,原料、辅料及再生产品类别及重量,并测量和记录设备运行过程消耗的各类燃料及电量、污染物及温室气体排放量等数据。背景数据包括辅料及能源的生产过程的技术标准数据、历史累积数据、统计数据和相关数据库中数据等,被选择的背景数据应完整覆盖本文件现场数据中的污染物及温室气体排放清单(参见资料性附录A)。宜优先使用现场数据进行测算。

a)项目业主宜选择或建立相关准则和程序,用于指导取得、记录现场数据。现场数据应来自于生产单元的实际生产统计记录(参见资料性附录A)。所有现场数据均应转换为单位产品,即1吨再生原料为基准折算,且需要详细记录相关的原始数据、数据来源、计算过程等。

b)背景数据应优先选择辅料及能源供应商提供的符合相关生命周期评价标准要求的、经第三方独立验证的生命周期数据。若数据缺失,应优先选择代表中国国内平均生产水平且公开可获得的辅料及能源生命周期数据,数据的参考年限应优先选择近年数据。在没有符合要求的中国国内数据的情况下,可以选择国外同类技术数据作为背景数据。

5.4 再生原料利用的减污降碳效果评估应首先对所收集的原生原料及再生原料的数据清单进行作差,再对污染物及温室气体减排量进行减污降碳特征化处理。减污降碳特征化宜采用CML 2001的方法,对每类环境影响指标选定一种参照物,将其他污染物的环境影响作用以这种参照物的当量表示;每种污染物的特征化因子宜采用CML 2001方法学中提供的数据,参见资料性附录B。

5.5 减污降碳总效果为评估的可选步骤,是对减污降碳特征化结果进一步归一化和加权计算的过程,可对各特征化结果进行转化合并成单一无量纲指标,宜采用CML 2001方法学中提供的归一化和加权因子,参见资料性附录C。

6 排放量核算

6.1 基准线排放量应按照原生原料生产过程各类污染物或温室气体的排放总量进行核算,见式(1)。

$$PE_i = DPE_i + \sum_m (Q_m \times a_{m,i} \times B_{m,i}) \dots\dots\dots (1)$$

式中:

- i —— 污染物或温室气体排放种类;
- PE_i —— 原生原料开发利用过程中第*i*种污染物或温室气体的排放总量;
- DPE_i —— 原生原料开发利用过程中污染物或温室气体直接排放量;
- Q_m —— 原料开发利用过程中第*m*种辅料或能源投入量;
- $a_{m,i}$ —— 第*m*种辅料或能源的全生命周期过程对应的第*i*种污染物或温室气体排放量。
- $B_{m,i}$ —— 原生原料开发利用只需计入在京都议定书非附件一中校正排放系数,参见资料性附录D。

6.2 项目排放量应按照再生原料循环利用过程中各类污染物或温室气体的排放总量进行核算,见式(2)。

$$SE_i = DSE_i + \sum_m (Q_m \times \alpha_{m,i}) \dots\dots\dots (2)$$

式中:

- SE_i —— 再生原料循环利用过程中第*i*种污染物或温室气体的排放总量;
- DSE_i —— 再生原料循环利用过程中污染物或温室气体直接排放量。

7 项目减污降碳效果评估

7.1 由于再生原料循环利用,第*y*年中第*i*种污染物或温室气体减排量,应等于基准线总排放量减去项目总排放量,按式(3)进行计算。

$$ER_{i,y} = N_y \times (PE_i - SE_i \times PS_y / PP_y) \dots\dots\dots (3)$$

式中:

- $ER_{i,y}$ —— *y*年第*i*种污染物或温室气体的减排量;
- N_y —— *y*年的再生原料循环利用量;
- PS_y —— *y*年的该种再生产品的市场价格;
- PP_y —— *y*年的该种原产品的市场价格。

7.2 减污降碳效果的特征化过程是将污染物及温室气体排放量转化为对应的环境影响类型,见式(4)。

$$CP_y = \sum_i (ER_{i,y} \times \beta_i) \dots\dots\dots (4)$$

式中:

- CP_y —— *y*年由于再生原料使用而减少的第*i*种环境影响类型的特征化值;
- β_i —— 第*i*种污染物排放的特征化因子,参见资料性附录B。

7.3 减污降碳总效果是将特征化值转化为可比较的单一无量纲化指标,见式(5)。

$$TP_y = \sum_j [(CP_{y,j} / \gamma_j) \times \mu_j] \dots\dots\dots (5)$$

式中:

- TP_y —— 第*y*年由于再生原料使用而引致的减污降碳总效果;
- γ_j —— 第*j*种环境影响(特征化值)的归一化基准值,参见资料性附录C;
- μ_j —— 第*j*种环境影响(特征化值)的权重,参见资料性附录C。

8 减污降碳效果评估报告编制

再生原料利用减污降碳效果评估报告应完整记录对象系统、数据来源、评价过程和评价结果,报告内容宜包含但不限于:

- a)所评价的对象系统,包括再生原料名称、生产规模、系统边界以及主要的利益相关方等;
- b)项目业主提供的数据来源以及过程描述、相关假设和重要数据(如市场价格等)取舍原则;
- c)项目业主单位再生原料产出的各类污染物及温室气体减排量清单;
- d)项目业主年度减污降碳特征化评价结果;
- e)项目业主年度减污降碳总效果评价结果(可选);
- f)项目业主减污降碳效果提升的举措(可选);
- g)其他解释说明(可选)。

附录 A

(资料性)

表 A 企业现场数据收集表格

填报基本信息					
填报单位/技术应用单位					
技术信息采集责任人		联系方式			
技术应用单位地址					
再生原料类别					
再生原料循环利用技术类别					
填报时间		项目投产时间			
报告期及时间跨度		起始: 结束: 周期: (建议1年)			
再生原料生产规模		吨/年			
数据收集表					
指标维度	对应指标名称	物质清单	必要性 (★必填; ☆选填)	数值	单位
资源消耗量	辅料消耗量	辅料1	★		kg/t 再生原料
		辅料2	★		kg/t 再生原料
		辅料3	★		kg/t 再生原料
		其他	☆		kg/t 再生原料
	能源消耗量	电消耗量	★		kwh/t 再生原料
		煤消耗量	★		kg/t 再生原料
		天然气消耗量	★		m³/t 再生原料
		蒸汽消耗量	★		kg/t 再生原料
		其他能源消耗量	☆		kg/t 再生原料
	环境排放量	废气	SO ₂	★	
NO _x			★		kg/t 再生原料
CO ₂			★		kg/t 再生原料
CH ₄			★		kg/t 再生原料
CF ₄			★		kg/t 再生原料
N ₂ O			★		kg/t 再生原料
SF ₆			★		kg/t 再生原料
CFC-11			★		kg/t 再生原料
CFC-12			★		kg/t 再生原料
CFC-114			★		kg/t 再生原料
CFC-124			★		kg/t 再生原料
NM VOC			★		kg/t 再生原料
二噁英			★		kg/t 再生原料
其他: _____			☆		kg/t 再生原料
废水		化学需氧量COD	★		kg/t 再生原料
		生化需氧量BOD	★		kg/t 再生原料
		总磷	★		kg/t 再生原料
		总氮	★		kg/t 再生原料
		其他: _____	☆		kg/t 再生原料
废渣		废渣1: _____	★		kg/t 再生原料
		废渣2: _____	★		kg/t 再生原料
		其他: _____	☆		kg/t 再生原料

附录 B

(资料性)

表 B 污染物及温室气体排放的特征化因子

特征化因子	全球变暖潜势 GWP (kg CO ₂ -eq.)	酸化效应潜势 AP (kg SO ₂ -eq.)	富营养化潜势 EP (kg PO ₄ ³⁻ -eq.)	人体健康损害潜势 HTP (kg DCB-eq.)	光化学臭氧制造潜势 POCP (kg C ₂ H ₄ -eq.)
SO ₂	—	1.20	—	9.60E-02	4.80E-02
NO _x	—	5.00E-01	1.30E-01	1.20	2.80E-02
CO ₂	1	—	—	—	—
CH ₄	2.80E+01	—	—	—	6.00E-03
CF ₄	6.63E+03	—	—	—	—
N ₂ O	2.65E+02	—	2.70E-01	—	—
SF ₆	2.35E+04	—	—	—	—
CFC-11	4.66E+03	—	—	—	—
CFC-12	1.02E+04	—	—	—	—
CFC-114	8.59E+03	—	—	—	—
CFC-124	5.27E+02	—	—	—	—
NM VOC	—	—	—	5.85E-02	1.50E-01
二噁英	—	—	—	1.93E+09	—
COD	—	—	2.20E-02	—	—
BOD	—	—	2.20E-02	—	—
NH ₃ -N	—	4.80	6.80E-01	1.00E-01	—
TN	—	—	0.42	—	—
TP	—	—	3.06	—	—

*数据取自 CML 2001(2016年版本)

附录 C

(资料性)

表 C 减污降碳效果的量化评价因子

环境影响指标	归一化基准值单位	归一化基准值	权重
全球变暖潜势(GWP)	kg CO ₂ -eq.	4.22E+13	9.3
酸化效应潜势(AP)	kg SO ₂ -eq.	2.39E+11	6.1
富营养化潜势(EP)	kg PO ₄ ³⁻ -eq.	1.58E+11	6.6
人体健康损害潜势(HTP)	kg DCB-eq.	2.58E+12	7.1
光化学臭氧制造潜势(POCP)	kg C ₂ H ₄ -eq.	3.68E+10	6.5

*数据取自 CML 2001(2016 年版本)

附录 D

(资料性)

表 D 使用原生原料生产产品的校正系数

原生原料	校正系数
钢铁	0.65
铜	0.71
铝	0.63
铅	0.62
金	0.59
银	0.67
钯	0.47
锡	0.97
塑料	0.50

*数据取自 CCER 方法学标准 CMS-073-V01。

参考文献

- [1] CMS-002-V01 联网可再生能源发电
- [2] CMS-061-V01 固体废物的材料回收及循环利用
- [3] CMS-073-V01 电子垃圾回收与再利用

