

T/ZGZS

中国再生资源回收利用协会团体标准

T/ZGZS XXXX-XXXX

再生铸造铝合金产品碳排放核算方法

Carbon emission calculation method for recycled cast aluminum alloy products

(征求意见稿)

(本草案完成时间: 2023年12月31日)

(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)

202×-××-××发布

202×-××-××实施

中国再生资源回收利用协会 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 功能单位.....	3
5 系统边界.....	3
6 核算原则.....	4
7 数据质量要求.....	6
8 核算步骤.....	6
9 再生铸造铝合金产品碳排放核算方法.....	6
10 碳排放核算报告.....	9
附录 A 常见再生铸造铝合金产品系统边界内温室气体排放源.....	10
附录 B 常见温室气体全球变暖潜势（GWP）.....	11
附录 C 常见化石燃料特性参数缺省值.....	13
附录 D 中国区域电力和热力排放因子.....	14
参考文献.....	15

中国再生资源回收利用协会

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。

本文件由中国再生资源回收利用协会提出并归口。

本文件起草单位：

本文件主要起草人：

中国再生资源回收利用协会

再生铸造铝合金产品碳排放核算方法

1 范围

本文件规定了再生铸造铝合金产品碳排放核算的术语和定义、功能单位、系统边界、核算原则、数据质量要求、碳排放核算方法和报告内容等。

本文件适用于基于生命周期方法学的再生铸造铝合金产品生产碳排放量的核算。

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。

ISO /TS 14067: 2018 《温室气体-产品碳足迹-量化要求和指南》

PAS 2050-2011 《商品和服务在生命周期内的温室气体排放评价规范》

GB/T 8005.4 铝及铝合金术语 第4部分：回收铝

GB/T 8733 铸造铝合金锭

GB/T 15115 压铸铝合金

GB/T 24040-2008 环境管理 生命周期评价 原则与框架

GB/T 24044-2008 环境管理 生命周期评价 要求与指南

GB/T 32150-2015 工业企业温室气体排放核算和报告通则

GB/T 38472 再生铸造铝合金原料

3 术语和定义

GB/T 24040-2008、GB/T 24044-2008、ISO /TS 14067: 2018、PAS 2050-2011中界定的以及下列术语和定义适用于本文件。为了便于使用，以下重复列出了某些术语和定义。

3.1 再生铸造铝合金产品 recycled casting aluminum alloy product

满足GB/T 38472《再生铸造铝合金原料》标准要求的废料，通过补加各种合金元素（如原铝、金属铜、再生铜、再生镁、金属镁、工业硅、钛中间合金、锶中间合金、铈中间合金、铬中间合金、铁中间合金及其他稀土中间合金等），经熔化成规定成分的再生铸造铝合金锭（液）。

3.2 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。

注：本标准中温室气体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）、三氟化氮（NF₃）。

[来源：GB/T 32150-2015, 3.1]

3.3 碳排放 carbon emission

整个系统边界范围内所有GHG排放源产生的温室气体排放。

3.4 直接排放 direct emission

由化石燃料（如天然气等）燃烧产生的温室气体排放，以及其他由化学反应或物理变化而产生的温室气体排放。

3.5 间接排放 indirect emission

因本产品生产引起，但由其他单位持有或控制的排放源所产生的温室气体排放。

3.6 活动数据 activity data

指报告期内报告主体会导致二氧化碳气体排放的生产或消费活动的活动量，例如各种燃料的消耗量、废杂铝原料消耗量、产品产量、净购入的电量、净购入的热量等。

[来源：GB/T 32150—2015, 3.12]

3.7 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]

3.8 功能单位 functional unit

用来作为基准单位的量化的产品系统性能。

3.9 核算边界 accounting boundary

通过用于界定产品系统边界的判定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, 3.20]

3.10 温室气体排放源 greenhouse gas source

向大气环境排放温室气体的物理单元或过程。

[来源：GB/T 32150-2015, 3.5]

3.11 初级数据 primary data

通过直接测量或基于直接测量值计算得到的过程或活动的量化值。

[来源：ISO 14067—2018, 3.1.6.1]

3.12 次级数据 secondary data

由直接测量以外来源获取的导致温室气体排放的生产或消费活动量的表征值。

注：当无法获得初级数据或者获得初级数据不切实际时，则使用次级数据。

[来源：PAS 2050:2011, 3.43, 有修改]

3.13 分配 allocation

将某一过程或产品系统中的输入或输出流分配到被评价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]

3.14 原材料 raw material

用于生产某种产品的初级材料和次级材料。

注：次级材料包括可再生利用材料。

[来源：GB/T 24040-2008, 3.15]

3.15 数据质量 data quality

数据在满足所声明的要求方面的能力特性。

[来源：GB/T 24044-2008, 3.19]

4 功能单位

本文件采用的功能单位为生产1吨再生铸造铝合金产品。

5 系统边界

5.1 再生铸造铝合金产品碳排放核算系统边界

本标准规定的再生铸造铝合金产品碳排放核算边界包括原材料及能源获取、原材料及能源运输、再生铸造铝合金产品产品生产、包装贮存全过程，即产品从摇篮到大门的生命周期的碳排放，不考虑再生铝合金锭产品废弃阶段的温室气体排放及回收利用的环境收益（碳排放负排放）。

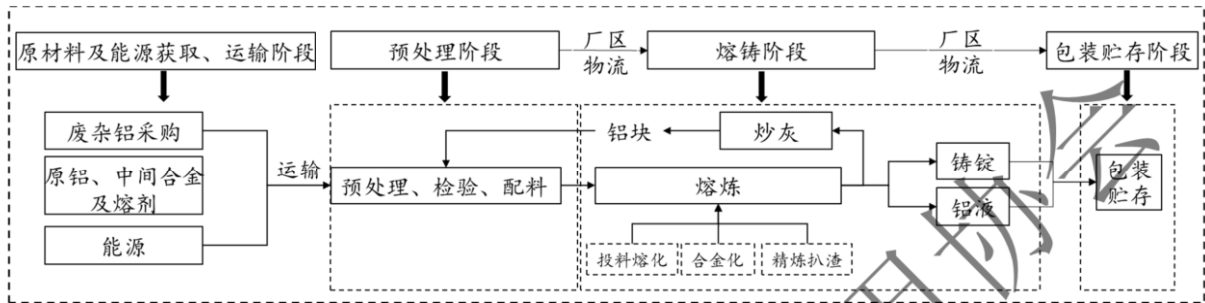


图1 再生铸造铝合金产品碳排放核算系统边界

5.2 产品生命周期各阶段边界、归属过程及描述

(1) 原材料及能源获取、运输阶段

包括再生铸造铝合金产品生产所需的原材料（重熔用原铝锭、中间合金，等）、辅料（精炼气体、熔剂，等）及能源获取和运输（包括铁路运输、公路运输和水上运输）所产生的GHG排放。

(2) 生产阶段

始于原材料进入再生铝生产厂，结束于成品进入仓库，包括生产产品的直接相关过程（如废料的破碎、分选、除漆等预处理过程、熔炼铸造过程、辅助过程（如设备维护、厂区内物流）以及排放处理过程等所产生的GHG排放。

(3) 包装贮存阶段

包括再生铸造铝合金产品铸锭包装、贮存和直供铝液的装运等过程中使用塑料膜、PET打包带、仓库的环境控制、照明所耗电力以及厂区内物流等产生的GHG排放。

6 核算原则

6.1 一般原则

6.1.1 完整性

宜对系统边界内所有潜在的温室气体排放活动进行评估。如果有温室气体排放活动被排除，则应对它们进行单独陈述并进行合理解释。

6.1.2 透明性

评价的过程应保持透明，以确保对结果做出合理的解释。

6.1.3 一致性

宜使用统一的方法和措施，以保证评估结果具有可比性。

6.2 取舍原则

原则上，产品系统边界内所有过程和材料流都应包括在数据收集和碳排放量的计算中，已知排放数据的不应忽略，但满足以下任一条件的过程或材料流，在数据收集和碳排放量的计算中可忽略：

6.2.1 生产设备、厂房、生活设施的消耗和排放等可以忽略；

6.2.2 各生产单元过程物料与产品的重量比小于1%，且上游数据不可得的物料被忽略；

6.2.3 普通物料重量 $<1\%$ 产品重量时，以及含稀贵或高纯成分的物料重量 $<0.1\%$ 产品重量时，可忽略该物料的上游生产数据；

6.2.4 各生产单元过程物料与产品的重量比大于1%，且上游数据不可得的物料（如钛中间、锆中间、铝钛硼杆、锑中间、锰中间、铁中间、铜中间、硅中间、AlSi等中间合金）按化学成分采用相应金属或无机化学材料按比例近似替代；

6.2.5 总共忽略的物料重量不超过5%；

6.2.6 舍去的部分应有书面记录并说明舍去原因。

6.2.7 海外原材料运输距离依据采购合同按原材料始发地至中国港口航线距离和港口到再生铸造铝合金生产企业实际运输距离之和测算；

6.2.8 国内原材料运输距离依据供应商实际运输距离核算。

6.3 分配原则

6.3.1 应尽量避免或减少出现分配。如：①将原来收集数据时划分的单元过程再进一步分解，以便将那些与系统功能无关的单元排除在外；②扩展产品系统边界，把原来排除在系统之外的一些单元包括进来；

6.3.2 在产品的生产制造过程中，因为现场无法精确的划分各输入输出项目与产品的一一对应关系，依据以下物理分配原则进行分配：

a) 当某一过程仅涉及一种类别的产品时，资源、能量消耗以及产生的排放和废物应按产品的重量或产品的数量平均分配。

b) 当某一过程同时生产不同的产品时，首先按照产品类别来分配相关的能源消耗和排放，不同产品组之间按照该过程所处理的不同产品间的重量或经济价值来分配，然后在同一产品组内再按数量或重量来分配。

c) 运输所涉及的资源和排放，对于成品应根据产品重量或体积等制约因素来分配。而材料和零部件的运输按重量来分配。

7 数据质量要求

7.1 数据准确性

应正确识别系统边界，选择适合再生铸造铝合金产品直接排放与间接排放相关的数据源与计算方法，减少偏见与不确定性。

7.2 数据代表性

生产商、技术、地域以及时间上的代表性，代表核算企业核算年度生产水平。

7.3 模型一致性

采用相同的假设、方法、数据源和系统边界一致性的程度。

为了满足上述要求，并确保计算结果的可靠性，在核算过程中首选选择来自生产商和供应商直接提供的初级数据，其中经验数据取平均值。当初级数据不可得时，尽量选择代表区域平均和特定技术条件下的次级数据。

8 核算步骤

进行再生铸造铝合金产品碳排放核算包括以下步骤：

- a) 确定功能单位；
- b) 确定系统边界；
- c) 确定应计算的排放源：识别流入流出系统边界的碳源流及其类别；
- d) 数据收集：收集各个碳源流的活动数据；
- e) 选择和获取排放因子数据；
- f) 依据相应公式计算各种 GHG 的排放量；
- g) 进行碳排放核算。

9 再生铸造铝合金产品碳排放核算方法

9.1 核算方法选择

核算方法选用排放因子法，碳排放量为活动数据与温室气体排放因子的乘积，见式(1)。

$$E_{GHG} = AD \times EF \times GWP \dots\dots\dots (1)$$

式中：

E_{GHG} ——碳排放量，tCO₂e；

AD ——温室气体活动数据，单位根据具体排放源确定；

EF ——温室气体排放因子，单位与活动数据的单位相匹配；

GWP ——全球变暖潜势，数据可参考政府间气候变化专门委员会（IPCC）提供的数据（附录A）。

9.2 碳排放总量

碳排放总量见式(2)。

$$E_{总} = E_{直接} + E_{间接} \dots\dots\dots (2)$$

式中：

$E_{总}$ ——碳排放总量，tCO₂e；

$E_{直接}$ ——直接碳排放量，tCO₂e；

$E_{间接}$ ——间接碳排放量，tCO₂e。

9.3 直接碳排放

直接碳排放量计算见式(3)。

$$E_{直接} = E_{化石燃料} + E_{工业生产过程} \dots\dots\dots (3)$$

式中：

$E_{化石燃料}$ ——化石燃料燃烧产生的碳排放量，tCO₂e；

$E_{工业生产过程}$ ——工业生产过程产生的碳排放量，tCO₂e。

9.3.1 化石燃料燃烧排放量计算

化石燃料燃烧排放量计算见式(4)。

$$E_{化石燃料} = \sum(AD_i \times EF_i) \dots\dots\dots (4)$$

式中：

AD_i ——第 i 中化石燃料的活动水平（见式（5）），GJ；

EF_i ——第 i 中化石燃料的二氧化碳排放因子（见式（6））， tCO_2/GJ ；

$$AD_i = NCV_i \times FC_i \dots \dots \dots (5)$$

式中：

NCV_i ——第 i 种燃料的平均低位发热量；对固体或液体燃料，单位为百万千焦/吨（GJ/t）；对气体燃料，单位为百万千焦/万立方米（GJ/万 Nm^3 ）；

FC_i ——第 i 种燃料的净消耗量，采用企业计量数据。对固体或液体燃料，单位为吨（t）；对气体燃料，单位为万立方米（万 Nm^3 ）。

$$EF_i = CC_i \times OF_i \times \frac{44}{12} \dots \dots \dots (6)$$

式中：

CC_i ——第 i 种燃料的单位热值含碳量， tC/GJ ；

OF_i ——第 i 种化石燃料的碳氧化率，%；

$\frac{44}{12}$ ——二氧化碳与碳的相对分子质量之比。

9.3.2 工业生产过程的碳排放量

工业生产过程的碳排放量计算见式（7）。

$$E_{\text{工业生产过程}} = \sum(P_i \times F_i) \dots \dots \dots (7)$$

式中：

P_i ——工艺过程中第 i 个温室气体排放工序的活动水平数据，t；

F_i ——第 i 个温室气体排放工序的二氧化碳排放因子， tCO_2e/t 或 %。

9.4 间接碳排放

间接碳排放量计算见式（8）。

$$E_{\text{间接}} = \sum(AD_e \times EF_e) + \sum(AD_f \times EF_f) + \sum(AD_g \times EF_g) \dots (8)$$

式中：

AD_e ——净购入电量，MWh；

EF_e ——年平均供电排放因子， tCO_2e/MWh ；

AD_f ——第 f 种燃料的消耗量，t 或 Nm^3 ；

EF_f ——第 f 种燃料生产过程的二氧化碳排放因子， tCO_2e/t 或 tCO_2e/Nm^3 ；

AD_g ——第 g 种原辅料的消耗量，t 或 Nm^3 ；

EF_g ——第 g 种原辅料生产过程的二氧化碳排放因子， tCO_2e/t 或 tCO_2e/Nm^3 。

10 碳排放核算报告

再生铸造铝合金产品生命周期碳排放核算报告应至少包含如下内容：

- a) 被评价的产品名称及描述；
 - b) 评价单元；
 - c) 依据的标准；
 - d) 生产工艺流程
 - e) 系统边界的过程图表；
 - f) 被排除的过程合理性说明；
 - g) 活动数据及排放因子来源；
 - h) 取舍准则；
 - i) 分配方法；
 - j) 系统边界内所有过程的当量二氧化碳排放的清单；
 - k) 再生铸造铝合金产品系统边界内碳排放计算结果；
 - l) 碳排放结论：碳排放信息表、分析及改进意见；
 - m) 核算单位、报告人、审核人（签字）、日期。
-

附录 A

表 A 常见再生铸造铝合金产品系统边界内温室气体排放源

种类	来源/工艺/工部	类型
化石燃料	天然气	熔化炉、合金炉、转运包
	柴油、汽油	货车、叉车、轮船
	乙炔	乙炔切割
材料相关	回收料（原料）	原材料
	原铝锭	重熔用铝锭
	中间合金	金属铜、金属镁、再生铜、再生镁、工业硅、钛、锆、锑、铬、铁及稀土等中间合金等
	熔炼辅料	熔剂、净化用氮气、熔炼工具
	包装辅料	塑料膜、PET 带
	工业用水	回收料清洗、分选、浇铸
	设备耗材	叉车等设备用制冷剂、液压油、齿轮油、刹车油、润滑油、黄油、传动油等
	净购入电力	熔化炉、合金炉、精炼装备、浇铸、分选设备、传输设备、仓储
其他（工艺过程）	焊接保护气	焊接保护气 CO ₂ 钢瓶
	废水处理	废水处理

中国再生资源回收利用协会

附录 B

常见温室气体全球变暖潜势值如表 B 所示。

表 B 常见温室气体全球变暖潜势 (GWP)

温室气体名称	化学分子式	GWP(100-yr)
二氧化碳	CO ₂	1
甲烷	CH ₄	27.9
氧化亚氮	N ₂ O	273
含氯氟烃		
CFC-11	CCl ₃ F	5560
CFC-12	CCl ₂ F ₂	11200
CFC-13	CClF ₃	16200
CFC-113	CCl ₂ FCF ₂	6520
CFC-114	CClF ₂ CClF ₂	9430
CFC-115	CClF ₂ CF ₃	9600
含氢氯氟烃		
HCFC-21	CHCl ₂ F	160
HCFC-22	CHClF ₂	1960
HCFC-31	CH ₂ ClF	79.4
HCFC-121	CHCl ₂ CCl ₂ F	58.3
HCFC-122	CHCl ₂ CClF ₂	56.4
HCFC-122a	CHClFCCl ₂ F	245
HCFC-123	CHCl ₂ CF ₃	90.4
HCFC-123a	CHClFCClF ₂	395
HCFC-124	CHClCF ₃	597
HCFC-124a	CHF ₂ CClF ₂	2070
HCFC-132	CHClFCHClF	122
HCFC-132a	CHCl ₂ CH ₂	70.4
HCFC-132c	CH ₂ FCCL ₂ F	342
HCFC-133a	CH ₂ ClCF ₃	388
HCFC-141	CH ₂ ClCHClF	46.6
HCFC-141b	CH ₃ CCl ₂ F	860
HCFC-142b	CH ₃ CClF ₂	2300
HCFC-255ca	CHCl ₂ CF ₂ CF ₃	137
HCFC-255cb	CHClFCF ₂ CClF ₂	568
HCFO-1233zd(E)	(E)-CF ₃ CH=CHCl	3.88
HCFO-1233zd(Z)	(Z)-CF ₃ CH=CHCl	0.454
(e)-1-chloro-2-fluoroethene	(E/Z)-CHCl=CHCl	0.004
氢氟碳化物		
HFC-23	CHF ₃	14600
HFC-32	FH ₂ F ₂	771
HFC-125	CHF ₂ CF ₃	3740
HFC-134a	CH ₂ FCF ₃	1530
HFC-143a	CH ₃ CF ₃	5810
HFC-152a	CH ₃ CHF ₂	164
HFC-161	CH ₃ CHF ₂	4.84

HFC-227ea	$\text{CF}_3\text{CHF}_2\text{CF}_3$	3600
HFC-236fa	$\text{CF}_3\text{CH}_2\text{CF}_3$	8690
HFC-245fa	$\text{CHF}_2\text{CH}_2\text{CF}_3$	962
HFC-365mfc	$\text{CH}_3\text{CF}_2\text{CH}_2\text{CF}_3$	914
HFC-43-10mee	$\text{CF}_3\text{CHFCHFCF}_2\text{CF}_3$	1600
HFC-1243zf	$\text{CF}_3\text{CF}=\text{CH}_2$	0.261
全氟碳化物		
PFC-14	CF_4	7380
PFC-116	C_2F_6	12400
PFC-218	C_3F_8	9290
PFC-318	c- C_4F_8	10200
PFC-31-10	C_4F_{10}	10000
PFC-41-12	C_5F_{12}	9220
PFC-51-14	C_6F_{14}	8620
PFC-91-18	$\text{C}_{10}\text{F}_{18}$	7480
六氟化硫	SF_6	25200
三氟化氮	NF_3	17400
注：数据来源于 IPCC AR6		

中国再生资源回收利用协会

附录 C

常见化石燃料特性参数缺省值如表 C 所示。

表 C 常见化石燃料特性参数缺省值

燃料种类		平均低位发热值 (GJ/t 或 GJ/万 Nm ³)	单位热值含碳量 (10 ⁻³ tC/GJ)	碳氧化率 ^c
固体燃料	无烟煤	26.700 ^b	27.4 ^c	94%
	烟煤	25.800 ^b	26.1 ^c	93%
	褐煤	11.900 ^b	28.0 ^c	96%
	炼焦煤	28.200 ^b	25.4 ^c	98%
	焦炭	28.435 ^a	29.5 ^c	93%
液体燃料	原油	41.816 ^a	20.1 ^c	98%
	燃料油	41.816 ^a	21.1 ^c	98%
	汽油	43.070 ^a	18.9 ^c	98%
	柴油	42.652 ^a	20.2 ^c	98%
	喷气煤油	43.070 ^a	19.5 ^c	98%
	一般煤油	43.070 ^a	19.6 ^c	98%
	液化天然气	44.200 ^b	17.2 ^c	98%
	液化石油气	50.179 ^a	17.2 ^c	98%
	炼厂干气	45.998 ^a	18.2 ^c	98%
	石脑油	44.500 ^b	20.0 ^c	98%
	沥青	40.200 ^b	22.0 ^c	98%
	润滑油	40.200 ^b	20.0 ^c	98%
	石油焦	32.500 ^b	27.5 ^c	98%
	石化原料油	43.000 ^b	20.0 ^c	98%
	其他油品	40.200 ^b	20.0 ^c	98%
气体燃料	天然气	32.238~38.931 ^a	15.3 ^c	99%
	焦炉煤气	16.726~17.981 ^a	13.6 ^c	99%

数据来源：
a 数据取值来源为《中国能源统计年鉴 2020》；
b 数据取值来源为《2006 年 IPCC 国家温室气体清单指南》；
c 数据取值来源为《省级温室气体清单编制指南（试行）》。

附录 D

中国区域电力和热力排放因子如表 D 所示。

表 D 中国区域电力和热力排放因子

名称	数值	单位
电力排放因子	采用主管部门最新发布值	tCO ₂ e/MWh
热力排放因子	0.11	tCO ₂ e/GJ

注：1) 电力消费的排放因子应根据企业生产场地及目前的东北、华北、华东、华中、西北、南方电网划分，选用国家主管部门的最近年份发布数据相应区域电网排放因子。2) 热力消费的排放因子可取推荐值 0.11tCO₂/GJ，也可采用政府主管门发布的官方数据

中国再生资源回收利用协会

参考文献

- [1] ISO /TS 14067: 2018 《温室气体-产品碳足迹-量化要求和指南》
- [2] PAS 2050-2011 《商品和服务在生命周期内的温室气体排放评价规范》
- [3] GB/T 8005.4 铝及铝合金术语 第4部分：回收铝
- [4] GB/T 24040-2008 环境管理 生命周期评价 原则与框架
- [5] GB/T 24044-2008 环境管理 生命周期评价 要求与指南
- [6] GB/T 32150-2015 工业企业温室气体排放核算和报告通则
- [7] GB/T 38472 再生铸造铝合金原料
- [8] Product Environmental Footprint (PEF) Guide:2012 产品环境足迹指南

中国再生资源回收利用协会