

T/CNIA

团 体 标 准

T/CNIA XXXX—XXXX

温室气体
产品碳足迹量化方法与要求
铝及铝合金铸轧带材

Green house gases—
Quantification requirement and method of product carbon footprint—
The continous roll-casting strips of aluminium and aluminium alloy

送审稿

XXXX—XX—XX 发布

XXXX—XX—XX 实施

中国有色金属工业协会 发布

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：

本文件主要起草人：

温室气体 产品碳足迹量化方法与要求 铝及铝合金铸轧带材

1 范围

本文件规定了铝及铝合金铸轧带材（以下简称“铸轧带材”）产品碳足迹量化的量化目的、量化范围、数据和数据质量、生命周期清单分析、产品碳足迹影响评价、产品碳足迹结果解释与产品碳足迹报告等内容。

本文件适用于铸轧带材产品碳足迹量化。

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 8005.4 铝及铝合金术语 第4部分：回收铝
- GB/T 8170 数值修约规则与极限数值的表示和判定
- GB/T 13586 回收铝
- GB 17167 用能单位能源计量器具配备和管理通则
- 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 27677 铝中间合金
- GB/T 33950 铝及铝合金铸轧带材

3 术语和定义

GB/T 8005.4、GB/T 24040、GB/T 24044、GB/T 24067、GB/T 27677界定的术语和定义适用于本文件。

4 量化目的

开展铸轧带材产品碳足迹量化的总体目的是结合取舍准则，通过量化铸轧带材系统边界内所有显著的温室气体排放量和清除量，核算1吨铸轧带材对全球变暖的潜在影响，其对气候变化影响以二氧化碳当量（CO₂e）表示。

通过分析生命周期系统边界内各阶段产品碳足迹贡献值，识别重点排放环节，挖掘降碳潜力，为铸轧带材生命周期系统边界内持续减排提供技术策略。

5 量化范围

5.1 产品描述

产品描述应使需方能够清晰识别铸轧带材产品，本文件涉及的产品可参照GB/T 33950的要求进行描述，可包括产品名称、合金牌号、尺寸规格、产品用途等。

5.2 声明单位

铸轧带材的声明单位为符合GB/T 33950规定的1吨铸轧带材。

5.3 系统边界

5.3.1 边界设定

本文件以铸轧带材为量化对象，系统边界为“从摇篮到大门”，即从原辅材料和能源获取到铸轧带材产出至离开生产厂的大门口为止，如图1所示。

铸轧带材系统边界内的碳足迹量化范围主要包括原辅材料和能源获取阶段的上游排放和产品生产阶段的过程排放。

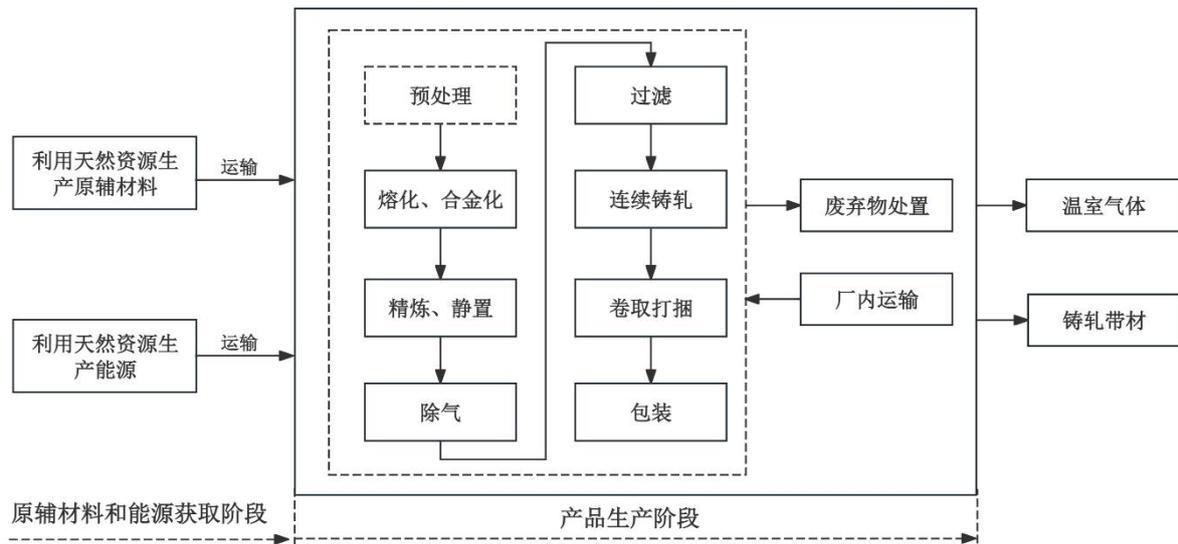


图1 系统边界

5.3.2 原辅材料和能源获取阶段

铸轧带材原辅材料和能源获取阶段从自然界铝土矿开采开始，在原辅材料和能源到达铸轧带材生产厂时为止。包括但不限于以下过程：

- a) 原材料的获取，包括：
 - 1) 重熔用铝锭；
 - 2) 铝液（电解铝液和/或合金铝液，如有）；
 - 3) 回收铝（如有）；
 - 4) 铝中间合金。
- b) 辅材的获取，包括：
 - 1) 精炼剂；
 - 2) 氩气和/或氮气（如有）；
 - 3) 包装材料等。
- c) 能源的获取，包括：天然气、柴油、电力、水、氩气和/或氮气（如有）等；
- d) 运输过程，包括：原材料、辅材的运输，能源的输送（如有）。

5.3.3 产品生产阶段

铸轧带材生产阶段从原辅材料和能源到达生产厂开始，到铸轧带材产出离开生产厂门时为止。包括但不限于以下过程：

- a) 铸轧带材生产相关过程，包括：
 - 1) 回收铝预处理（如破碎、水洗、干燥、分选、脱漆等，如有）；
 - 2) 熔化、合金化；
 - 3) 精炼、静置；
 - 4) 除气；
 - 5) 过滤；

- 6) 连续铸轧；
- 7) 卷取打捆；
- 8) 检化验及包装。
- b) 能源消耗相关过程，包括：天然气、柴油、电力、水、氩气和/或氮气（如有）等的消耗；
- c) 铝灰等废弃物厂内转运及处置过程。

5.3.4 取舍原则

在铸轧带材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，但舍弃环节总的影响不应超过产品碳足迹总量的5%。可舍弃的单元过程如下：

- a) 原辅材料及铸轧带材的厂内运输；
- b) 资产性设备购置及扩建、改建活动；
- c) 设备及建筑物的维修活动；
- d) 产品研发过程；
- e) 企业员工办公及生活设施的消耗及排放。

所选择的取舍准则对评价结果产生的影响应在最终的报告中做出解释。

注：所排除单元过程舍去的温室气体排放与清除应有书面记录。

6 数据和数据质量

6.1 数据类型

应收集铸轧带材系统边界内的活动数据，需要收集的数据分为现场数据和背景数据。

——现场数据是铸轧带材产品生产阶段各工序或单元的活动数据，是基于实际测量、统计等方式得到的生命周期清单数据，如产品生产阶段的原辅材料和能源消耗量、产品产出量、废弃物产生量以及运输量等。

——背景数据是无法从现有产品系统中获得的，通常来自数据库（例如商业数据库和免费数据库），或从外部来源获得（如经第三方机构核证的产品碳排放计算数据、正式公开的产品生命周期温室气体排放数据等）。

根据收集数据的量化程度，将数据划分为初级数据和次级数据。

——初级数据的主要来源为生产过程的直接监测或记录（如原辅材料和能源消耗）、基于阶段产品的分配数据以及第三方机构的检测结果（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，采用次级数据。次级数据从组织内部的另一过程或活动中获得（如相同种类或相似产品的初级活动水平数据），或从外部来源获得如经第三方机构核证的产品碳排放计算数据、正式公开的产品生命周期温室气体排放数据等。

现场数据应全部采用初级数据。背景数据根据数据的量化程度可以是初级数据，也可以是次级数据，其中原材料的碳足迹因子应优先选择供应商提供的、由第三方机构核算的数据。仅在收集初级数据不可行时，才能将次级数据用于输入和输出，或用于辅材使用、废物处置等重要性较低的过程。次级数据应证明其适用性，并注明参考文件。

铸轧带材产品系统边界内的碳足迹量化涉及的主要数据类型见表1。

表1 主要数据类型描述

数据类别	碳排放源及相关信息	主要物料及数据清单	备注
现场数据	输入	原材料消耗量	初级数据
		辅料消耗量	
		能源消耗量	

数据类别		碳排放源及相关信息	主要物料及数据清单	备注
输出			3) 水。	
		其他	废弃物厂内转运及处置	
	主产品产量	铸轧带材产量		
	废弃物产生量	铝灰		
	温室气体直接排放量	通过直接监测、化学计量、质量平衡等方法获得的二氧化碳直接排放量		
背景数据	外购原辅材料	1) 供应商提供的经第三方验证的产品碳足迹数据； 2) 数据库或公开文献中的相关碳足迹因子。	初级数据或次级数据	
	能源	1) 供应商提供的碳足迹因子； 2) 电力的能源结构； 3) 数据库或公开文献中的相关碳足迹因子。		
	运输分销	1) 服务商的排放数据； 2) 运输量、运输方式、运输距离等。		

6.2 数据质量要求

产品碳足迹影响评价宜使用现有最高质量数据，数据质量的特征应包括定量和定性两个角度。数据质量的特性描述应涉及以下方面：

- a) 时间覆盖范围：数据的年份和所收集数据的最小时间跨度；
 - b) 地理覆盖范围：所收集单元过程数据的地理区域；
 - c) 技术覆盖范围：具体的技术和技术组合；
 - d) 数据精度：对数据的可变性的度量（如方差）；
 - e) 完整性：系统边界内对温室气体排放有实质性贡献的排放源，都应纳入指定产品生命周期温室气体量化和评估中；
 - f) 代表性：对数据集（如地理范围、时间跨度和技术覆盖面等）关注程度进行的定性评价；
- 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。
- g) 一致性：温室气体评估所采用的假设、方法学和数据源贯穿于整个量化过程，可支持重现与比较；
 - h) 数据来源：现场数据应来源于测量、工程计算、采购记录等，环境排放数据优先采用环境监测报告，所有数据均有相关的数据来源和数据处理算法；数据来源还包括原辅材料的有效成分；
 - i) 再现性：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；
 - j) 信息不确定性。

6.3 数据质量评价

开展铸轧带材产品碳足迹的企业宜建立数据质量管理体系，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。铸轧带材产品碳足迹量化数据可参照附录C进行数据质量评价，总体数据质量评价分值大于4时，宜进行敏感性分析。

7 生命周期清单分析

7.1 数据收集

7.1.1 数据收集期

铸轧带材产品碳足迹量化数据宜以一个自然年为数据收集周期。产品生产期少于12个月或者未能涵盖一个自然年的，应当收集该产品生产当期的数据，或者从最近可获得的12个月开始，直至停止生产为止。

7.1.2 数据收集步骤

数据收集应与声明单位关联，即活动数据应以生产1吨铸轧带材消耗的物料量进行收集。铸轧带材产品碳足迹量化数据收集和数据质量评估宜遵循以下步骤：

- a) 获取产品生命周期系统边界内的工艺流程图，识别温室气体排放源，确定数据需求范围，并将表1列出的物料及数据包括在内；
- b) 根据数据需求编制铸轧带材产品生命周期系统边界内的输入、输出数据列表，示例见附录C；
- c) 按照数据收集列表收集初级数据和次级数据并进行评估。对研究结论有显著影响的数据，应说明相关数据的收集过程、收集时间以及数据质量的详细信息（如原始凭证等），保证数据可追溯；
- d) 审查数据收集过程，对可能产生的数据误差风险进行识别。其中，能源计量器具管理要求按GB 17167执行。

7.2 特定温室气体排放

7.2.1 电力

用电相关温室气体排放量的核算范围以及电力碳足迹因子的选择应符合GB24067-2024的要求。铸轧带材生产阶段的电力碳足迹因子优先选择由供应商提供的碳足迹因子，当无法获取供应商提供的碳足迹因子时，根据生产企业的电力结构以及生态环境部公布的最近年份的发电类型电力碳足迹因子及输配电碳足迹因子，按公式(1)进行计算。无法提供电力结构的，按其电力结构为100%燃煤发电进行计算。

$$EF_{ELE} = \sum_{i=1}^n (EF_i \times K_i) + EF_{PTD} \dots \dots \dots (1)$$

式中：

EF_{ELE} ——电力碳足迹因子，单位为吨二氧化碳当量每兆瓦时（ $tCO_2e/MW \cdot h$ ）；

n ——使用电力的发电类型（如燃煤发电、水力发电等）数；

EF_i ——第*i*种发电类型的电力碳足迹因子，单位为吨二氧化碳当量每兆瓦时（ $tCO_2e/MW \cdot h$ ）；

K_i ——第*i*种电力的电量占总电量的比例，单位为百分比（%）；

EF_{PTD} ——输配电（含线损）碳足迹因子，取生态环境部公布的最近年份的数据。

7.2.2 回收铝

7.2.2.1 铸轧带材使用的回收铝（含消费前回收铝和消费后回收铝）产生的温室气体排放宜按截断法计算，即对原辅材料获取阶段和生产阶段的碳排放全分配给铝材合格产品，其运输和预处理等单元的温室气体排放核算范围如下：

- a) 对于生产厂在其生产现场产生的回收铝、外购的洁净回收铝以及由生产厂进行预处理的非洁净回收铝，其温室气体排放范围包含回收铝从产生地到生产厂投料生产的厂房大门的运输；
- b) 对于由供应商进行预处理的非洁净回收铝，其温室气体排放范围包含回收铝从供应商上游单位大门到供应商大门的运输过程、供应商预处理过程的排放以及处理后的回收铝原料从供应商大门到生产厂大门的运输。

7.2.2.2 当产业链下游对回收铝碳足迹因子有特殊要求时，也可采用其他方法进行量化，如质量分配法（按铸轧带材成品和产生的回收铝质量分摊碳足迹）、经济分配法（按铸轧带材成品和产生的回收铝经济价值分摊碳足迹）等，并在报告中特殊注明。

7.2.3 铝中间合金

铸轧带材所用中间合金应优先选择供应商提供的碳足迹因子，当无法获取供应商提供的排放因子时，可选取现有的本土化数据库或公开发表的高质量文献数据。

7.3 数据审定

应对所收集数据的有效性进行检查，以确认并提供证据证明数据质量符合本文件要求。

数据审定可通过建立质量平衡、能量平衡、碳平衡和（或）排放因子的比较分析或其他适当的方法。

数据确认可参考行业平均值、检验标准值等常规数据进行交叉审定。

当现场数据出现以下情况时，应重点进行检查、确认，必要时用次级数据替代初级数据：

- a) 供应商提供的产品碳足迹数据与数据库或公开文献中的相关排放因子存在较大偏差；

- b) 生产工序未配备能源计量器具或计量器具无检定记录，相关能源数据为估算值；
- c) 选取的电力碳足迹因子低于政府公布的最近年份区域电网碳足迹因子。

7.4 数据分配

应尽量避免数据分配，若必需进行分配时，应确保一个单元过程分配的输入和输出总和与其分配前的输入和输出相等。铸轧带材优先采用的数据分配方法如下：

- a) 细分法，将拟分配的熔炼及铸轧单元过程进一步按工序划分为两个或更多的子过程，并收集与这些子过程相关的输入和输出数据；
- b) 分配法，当某企业所覆盖的地理边界和生产时间范围内同期生产多种产品，可对原辅材料、能源消耗量、废弃物的产生量等依据物理关系或产品经济价值等参数进行分配。

注：数据分配中的扩展法指扩展产品系统，使其包括共生产品相关的附加功能。因铸轧带材生产过程不涉及到共生产品输出，因此该数据分配不涉及扩展法。

7.5 数据取舍

按照5.3.4系统边界规定的取舍原则，在铸轧带材产品碳足迹量化过程中，铸轧带材生产过程中硅酸棉、碳硅棒、焊管、过滤板、铸嘴等物料质量小于总质量的1%，废水、除尘灰处置所造成的碳足迹与总碳足迹的占比小于1%，上述物料产生的碳排放合计值不超过碳足迹总量的5%，在数据清单计算过程中予以舍弃。

7.6 清单计算

对经审定的数据进行计算，原辅材料和能源获取阶段、产品生产阶段各单元过程输入、输出数据收集表示例见附录B，展示每声明单位产品在每个阶段的资源使用量（如原料、辅材、能源等），以及释放到环境中的排放物（如温室气体、废弃物）。

8 产品碳足迹影响评价

8.1 概述

产品碳足迹为所有温室气体潜在气候变化影响的总和。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年全球变暖潜势（GWP），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tCO₂e/声明单位。

铸轧带材系统边界内的温室气体排放种类仅包括CO₂，目前CO₂的GWP100值为1。若IPCC修订了全球变暖潜势值（GWP），应使用最新评估数值。

8.2 产品碳足迹计算方法

按7.6的要求进行生命周期清单计算，得出各类活动数据后按公式（2）计算铸轧带材碳足迹。

$$CFP_{CC} = \sum_{i=1, j=1}^n (AD_{ij} \times EF_{ij} \times GWP100_{CO_2}) \dots \dots \dots (1)$$

式中：

CFP_{CC} ——量化期内铸轧带材碳足迹，单位为吨二氧化碳当量每吨（kgCO₂e/t）；

AD_{ij} ——量化期内j阶段第i项活动的温室气体排放活动数据，单位根据具体排放源确定；

EF_{ij} ——量化期内j阶段第i项活动对应的温室气体碳足迹因子，单位与温室气体活动数据的单位相匹配；

$GWP100_{CO_2}$ ——CO₂全球变暖潜势值（GWP100），按IPCC最新评估报告取值。

8.3 产品碳足迹贡献度分析

计算生命周期各阶段/各项活动的产品碳足迹占比，有助于企业专注于重要阶段的数据收集和制定减排措施。

铸轧带材生命周期各阶段/各项活动产品碳足迹占比=生命周期各阶段/各项活动的产品碳足迹/生命周期产品碳足迹汇总结果×100%。

8.4 产品碳足迹数据更新要求

铸轧带材产品碳足迹数据应至少每2年更新一次，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等。

9 产品碳足迹结果解释

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：

——根据生命周期清单分析和产品碳足迹影响评价的量化结果，识别显著环节（可包括生命周期阶段、单元过程）。

——完整性、一致性和敏感性分析；

——结论、局限性和建议的编制。

按照产品碳足迹研究的目的和范围，对产品碳足迹的量化结果进行解释，解释应包括以下内容：

——说明产品碳足迹和各阶段碳足迹；

——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；

——对重要输入、输出和方法学选择（包括分配程序）进行敏感性检查；

——评估建议对结果的影响。

10 产品碳足迹报告

产品碳足迹报告应包括但不仅限于以下内容（报告模板见附录E）：

- a) 基本情况：
 - 1) 产品碳足迹评价委托方与评价方信息；
 - 2) 报告信息；
 - 3) 产品碳足迹计算依据的标准；
 - 4) 使用的产品碳足迹量化方法与要求或其他补充要求的参考资料（如有）。
- b) 量化目的：
 - 1) 开展评价的原因与目的；
 - 2) 评价的潜在用途和局限性。
- c) 量化范围：
 - 1) 产品说明，包括功能、技术参数和回收铝使用比例；
 - 2) 声明单位；
 - 3) 系统边界；
 - 4) 取舍准则和取舍点，列出排除在外的单元过程或因素，并说明理由和其合理性；
 - 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) 纳入量化范围的温室气体清单；
 - 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) 产品碳足迹结果计算；

- 4) 结果图示（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，应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。
- 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。

附录 A

(资料性)

铸轧带材生命周期系统边界内生产工艺流程图示例

铸轧带材生命周期系统边界内生产工艺流程图见图A.1。

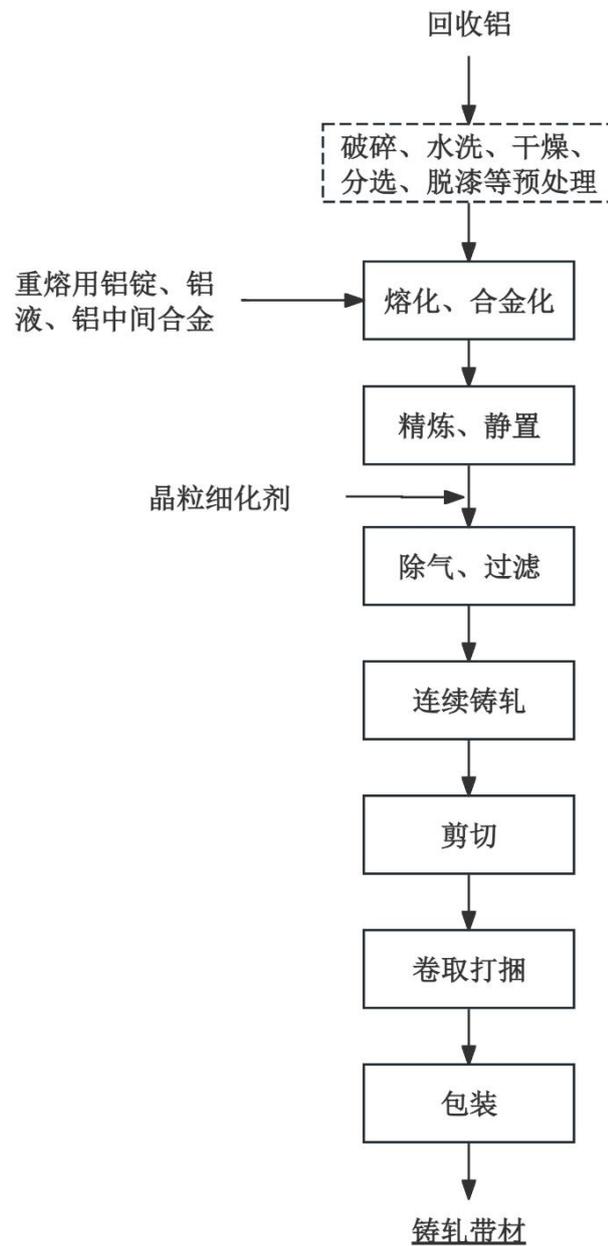


图 A.1 铸轧带材生产工艺流程图

附录 B
(资料性)
数据收集表示例

数据收集表示例见表B.1~表B.2。示例并没有给出全部收集范围，报告主体可根据生产系统实际情况进行补充或删减。

表 B.1 原辅材料和能源获取阶段输入、输出数据收集表

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	原材料	单位	用量	运距 (km)	运输方式	燃料类型	产地、成分/来源
	重熔用铝锭						
	电解铝液						
	回收铝						
	铁						
	锰						
	速溶硅						
	...						
	辅材	单位	用量	运距 (km)	运输方式	燃料类型	产地、成分/来源
	精炼剂						
	氩气						
	木托盘						
	...						
	输出	温室气体排放	排放量				
CO ₂							
...							
注：原辅材料按量化期内产出1吨铸轧带材的实际投入量进行统计。							

表 B.2 产品生产阶段输入、输出数据收集表

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	单元过程	能源消耗量				
		电力 (kWh)	天然气 (Nm³)	柴油 (Kg)	自来水 (m³)	循环水 (m³)
	熔炼					
	铸轧					
	其他服务 (如有)					
...						
输出	单元过程	产生量	单位	运距	运输方式	规格、成分/去向
	铸轧带材					
	铝灰					
	...					
注1：能源按量化期内产出1吨铸轧带材消耗的能源量进行统计； 注2：铝灰按量化期内产出1吨铸轧带材产生的输出量进行统计。						

附录 C
(资料性)
数据质量评价方法

C.1 评价维度

数据质量等级评价主要从数据的时间代表性、技术代表性和地域代表性三个维度进行评价。

C.2 评价步骤及方法

开展铝加工产品碳足迹研究的组织应采用如下所述的数据质量评价方法与步骤：

- a) 根据表 C.1 对每个温室气体碳足迹因子数据集的时间代表性、技术代表性、地理代表性分别进行数据质量评级，以三个数据质量得分维度的平均值来评估该数据集的数据质量；

表 C.1 数据质量等级 (DQR)

分数	时间代表性 (TiR)	技术代表性 (TeR)	地理代表性 (GeR)
1	碳足迹的基准年在数据集有效期内	使用的技术与数据集范围内的技术相同	建模过程发生在数据集有效的国家
2	碳足迹的基准年超出数据集不大于2年	使用的技术包括在数据集范围内的技术组合中	建模过程发生在数据集有效的地理区域（如亚洲、欧洲、北美洲等）
3	碳足迹的基准年超出数据集不大于3年	使用的技术仅部分包括在数据集范围内的技术组合中	建模过程发生在数据集有效的地理区域之一，或者数据集覆盖多个区域
4	碳足迹的基准年超出数据集不大于4年	使用的技术与数据集范围中包含的技术类似	建模过程发生在一个国家，该国家不包括在数据集有效的一个或多个地理区域内，但根据专家判断，建模过程有足够相似性
5	碳足迹的基准年超出数据集大于4年	使用的技术不同于数据集范围中包含的技术	其他情形

- b) 通过将数据集的碳足迹乘以相应的活动数据来计算每个过程的碳足迹；
c) 计算每个过程的碳足迹贡献，以百分比表示；
d) 根据 a)和 c)确定的每个过程数据集数据质量与对应的碳足迹贡献进行加权平均，按公式(C.1) 计算整体数据质量评估得分，数据质量等级 (DQR) 公式计算如下：

$$DQR = \sum \left(\frac{DQR_{TiR,i} + DQR_{TeR,i} + DQR_{GeR,i}}{3} \right) \times P_i \dots \dots \dots (C.1)$$

式中：

DQR ——整体数据质量评估得分，无量纲单位；

$DQR_{TiR,i}$ ——核算对象*i*使用的数据集时间代表性数据质量评估得分，无量纲单位；

$DQR_{TeR,i}$ ——核算对象*i*使用的数据集技术代表性数据质量评估得分，无量纲单位；

$DQR_{GeR,i}$ ——核算对象*i*使用的数据集地理代表性数据质量评估得分，无量纲单位；

P_i ——核算对象*i*的温室气体排放量占总排放量的百分比，单位为%。

- e) 根据公式 (C.1) 计算出的 DQR 结果，按照表 C.2 进行总体数据质量评价。

表 C.2 总体数据质量评分对比表

DQR分值	总体数据质量评价
≤1.5	非常好
>1.5~2.0	很好
>2.0~3.0	好
>3.0~4.0	一般
>4.0	较差

附录 D (资料性)

1060 合金铸轧带材产品碳足迹核算示例

D.1 系统边界

1060合金铸轧带材工艺流程如图A.1所示，本次核算系统边界如图1所示。包括原辅材料和能源获取阶段、产品生产阶段。

D.2 数据收集、分配、取舍

按7.1.1~7.1.3要求收集1060合金铸轧带材原辅材料和能源获取阶段、产品生产阶段数据清单，所收集的数据清单应符合6.1~6.3的规定。

在原辅材料和能源获取阶段，所有原辅材料均列出，原辅材料用量按量化期内产出1吨1060合金铸轧带材的实际投入量进行统计，其中硅酸棉、碳硅棒、焊管、过滤板、铸嘴等物料质量小于总质量的1%，其所造成的碳排放与总碳足迹的占比小于1%，上述物料累计碳足迹不超过5%，不计入铸轧带材产品碳足迹。

在产品生产阶段，所有能源消耗量和废弃物处置过程均列出，能源消耗量按量化期内产出1吨1060合金铸轧带材消耗的能源量进行统计。因量化期内该生产厂同时生产其他合金系产品，单位产品所需的能源按产品产量进行分配。原则上忽略对碳足迹结果影响小于1%的单元过程，包括废水处置过程、除尘灰处置过程，上述单元过程忽略部分累计碳足迹不超过5%。

D.3 生命周期清单分析

经数据分配、数据取舍后，形成的生命周期数据清单如表D.1~D.2所示。

表 D.1 原辅材料获取阶段数据清单

类型	物料名称	单位活动数量 (kg)	运距 (km)	运输工具	燃料类型
原材料	铝锭	1021.324	1760	火车	柴油
	铝铜合金	0.917	1720	货车	柴油
	铝铁合金	2.832	1720	货车	柴油
	铝钛线杆	1.93	803	货车	柴油
	铝硅合金	0.947	1720	货车	柴油
辅材	氩气	4.072	20	货车	柴油
	精炼剂	1.641	1210	货车	柴油
	木托盘	1.21	80	货车	柴油

表 D.2 产品生产阶段数据清单

类型	物料名称	单位活动数量	单位
能源	焦炉煤气	145.7	m ³
	柴油	0.052	kg
	电力	151.31	kWh
废弃物	铝灰	25.27	kg
产品	1060合金铸轧带材	1	t

D.4 产品碳足迹核算结果

使用100%火电铝生产的1060合金铸轧带材产品碳足迹核算结果如表D.3所示。

表 D.3 产品碳足迹核算结果 (100%火电铝)

生命周期阶段	物料类型	物料名称	碳足迹值 (kgCO ₂ e/t)
原辅材料和能源获取阶段	原材料	铝锭	20017.95
		铝铜合金	24.92
		铝铁合金	46.10

生命周期阶段	物料类型	物料名称	碳足迹值 (kgCO ₂ e/t)
	辅材	铝钛线杆	39.00
		铝硅合金	16.95
		氩气	4.36
		精炼剂	0.73
		木托盘	0.08
	运输	公路运输	0.81
		铁路运输	125.83
产品生产阶段	能源	焦炉煤气	0.00
		柴油	0.04
		电力	142.69
	废弃物处理	铝灰	0.96
合计			20420.40
注1: 各物料碳足迹因子选取和7.3规定保持一致; 注2: 焦炉煤气为焦炭厂炼焦产生的副产品, 其产生的碳足迹在炼焦阶段已计算。本产品生产阶段使用焦炉煤气属于资源的二次利用, 采用截断法处理; 注3: 数据统计周期: 2024年1月1日~2024年12月31日。			

使用100%水电铝生产的1060合金铸轧带材产品碳足迹核算结果如表D.4所示。

表 D.4 产品碳足迹核算结果 (100%水电铝)

生命周期阶段	物料类型	物料名称	碳足迹值 (kgCO ₂ e/t)
原辅材料和能源获取阶段	原材料	铝锭	4963.63
		铝铜合金	24.92
		铝铁合金	46.10
		铝钛线杆	39.00
		铝硅合金	16.95
	辅材	氩气	4.36
		精炼剂	0.73
		木托盘	0.08
运输	公路运输	0.81	
	铁路运输	125.83	
产品生产阶段	能源	焦炉煤气	0.00
		柴油	0.04
		电力	142.69
	废弃物处理	铝灰	0.96
合计			5366.09
注1: 各物料碳足迹因子选取和7.3规定保持一致; 注2: 焦炉煤气为焦炭厂炼焦产生的副产品, 其产生的碳足迹在炼焦阶段已计算。本产品生产阶段使用焦炉煤气属于资源的二次利用, 采用截断法处理; 注3: 数据统计周期: 2024年1月1日~2024年12月31日。			

D.5 产品碳足迹贡献度分析

使用100%火电铝生产的1060合金铸轧带材产品碳足迹各阶段贡献度分析结果如表D.5所示。

表 D.5 产品碳足迹各阶段贡献度分析结果 (100%火电铝)

产品名称	1吨1060合金铸轧带材产品碳足迹/(kgCO ₂ /t)				
	原辅材料获取阶段	占比	产品生产阶段	占比	合计
1060合金铸轧带材	20276.72	99.29%	143.68	0.71%	20420.40

使用100%水电铝生产的1060合金铸轧带材产品碳足迹各阶段贡献度分析结果如表D.6所示。

表 D.6 产品碳足迹各阶段贡献度分析结果 (100%水电铝)

产品名称	1吨1060合金铸轧带材产品碳足迹/(kgCO ₂ /t)				
	原辅材料获取阶段	占比	产品生产阶段	占比	合计
1060合金铸轧带材	5222.41	97.31%	143.68	2.67%	5366.09

从上述产品碳足迹贡献度分析结果来看,1060合金铸轧带材产品碳足迹占比最大的是原辅材料获取阶段,尤其是原材料铝锭的碳足迹贡献度最大,无论是使用火电铝还是水电铝,其贡献的碳足迹占比均高达90%以上。其次,使用水电铝之后产品碳足迹值大幅降低,建议生产铸轧带材的企业尽可能多的使用水电铝等绿色铝原料,以降低产品碳足迹值。

附 录 E
(资料性)
产品碳足迹研究报告模板

产品碳足迹报告（模板）

产品名称： _____

产品规格型号： _____

生产者名称： _____

产品碳足迹： _____

报告编号： _____

有效 期： _____

出具报告机构： _____

日期： _____年_____月_____日

产品碳足迹报告信息摘要表

委托方		委托方地址	
联系人		联系电话	
生产方		生产方地址	
产品名称			
产品规格型号			
量化方法及依据标准			
声明单位			
系统边界			
时间范围			
产品碳足迹量化结果	原辅材料获取阶段：	kgCO ₂ /t	
	产品生产阶段：	kgCO ₂ /t	
	合计：	kgCO ₂ /t	
报告签发日期			
评价结论：			
报告编制人		签名	日期
报告审核人		签名	日期
报告批准人		签名	日期

一、概况

1、生产者信息

生产者名称：_____

地址：_____

法定代表人：_____

委托人（联系人）：_____

联系电话：_____

公司概况：_____

2、产品信息

产品名称：_____

产品规格型号：_____

产品执行标准：_____

产品用途：_____

回收铝使用比例：_____

产品图片：

3、量化方法

依据标准：_____

二、量化目的

应用意图：_____

开展研究的理由：_____

目标受众：_____

三、量化范围

1、声明单位

2、系统边界

3、取舍准则

4、时间范围

四、清单分析

1、数据来源说明

初级数据： _____

次级数据： _____

2、 分配原则与程序

分配依据： _____

分配程序： _____

具体分配情况如下：

3、 清单结果及计算

铸轧带材生命周期系统边界内各阶段活动数据清单计算结果见表 E. 1。

表 E. 1 原辅材料获取碳足迹清单结果示例

清单类型	过程	单位活动数量	单位	碳足迹因子	单位	碳足迹因子来源说明	单位碳足迹 (kgCO ₂ e/t)
原材料	重熔用铝锭						
	铝液						
	再生铝锭						
	铁剂						
	锰剂						
	铝钛合金						
	速溶硅						
小计							
辅材	氩气						
	精炼剂						
	木托盘						
小计							
合计							

表 E. 2 运输过程碳足迹清单结果示例

运输方式	单位活动数量	单位	碳足迹因子	单位	碳足迹因子来源说明	单位碳足迹 (kgCO ₂ e/t)
公路运输						
铁路运输						
合计						

表 E. 3 产品生产碳足迹清单结果示例

清单类型	物料名称	单位活动数量	单位	碳足迹因子	单位	碳足迹因子来源说明	单位碳足迹 (kgCO ₂ e/t)
能源消耗	天然气						
	柴油						
	电力						
	水						
小计							
废弃物处置	铝灰						
小计							
合计							

4、 数据质量评价

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，具体评价内容应包括数据来源，并体现数据完整性、代表性（时间、地理、技术）、准确性、一致性、透明性和

可再现性，具体要求见附录 C。

五、影响评价

1. 影响类型和特征化因子选择

选择政府间气候变化专门委员会（IPCC）给出的 100 年全球变暖潜势（GWP）。

2. 产品碳足迹结果计算

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 1 吨_____（填写所评价的产品名称），从原辅材料及能源获取阶段到产品生产阶段的生命周期碳足迹为_____kgCO₂e。各生命周期阶段的碳足迹计算结果示例如表 E. 4 和图 E. 5 所示。

表 E. 4 铸轧带材生命周期各阶段碳足迹结果示例

生命周期阶段	影响因素	碳足迹 (kgCO ₂ e/t)	占比 (%)
原辅材料和能源获取阶段	原材料		
	辅材		
	运输		
	小计		
产品生产阶段	天然气		
	电力		
	废弃物处置		
	小计		
合计			

图 E. 5 **铸轧带材生命周期碳足迹结果分布图示例

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

参 考 文 献

- [1] Good practice guidance for calculation of primary aluminium and precursor product carbon footprints - Aluminium carbon footprint good practice guidance v2.0
- [2] ISO 14026:2017 Environmental labels and declarations - Principles, requirements and guidelines for communication of footprint information
- [3] ISO/TS 14027:2017 Environmental labels and declarations Development of product category rules
- [4] ISO/TS 14040:2006 Environmental management-Life cycle assessment-Principles and frameworks
- [5] ISO/TS 14067:2018 Greenhouse gases-Carbon footprint of products-Requirements and guidelines for quantification and communication
- [6] PAS 2050:2011 Specification for the assessment of the life cycle greenhouse gas emissions of goods and services
- [7] WRI和WBCSD《温室气体议定书：产品寿命周期核算与报告标准》，世界资源研究所和世界可持续发展工商理事会，2011年
- [8] IPCC《2006年IPCC国家温室气体清单指南》，由国家温室气体清单计划 Eggleston H. S., Buendia L., Miwa K., Ngara T. and Tanabe K. (eds) 编制，IGES，日本，2006年
- [9] 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》，Richard P. Allan., Paola A. Arias., Sophie Berger., Josep G. Canadell., Christophe Cassou., Deliang Chen., Annalisa Cherchi., Sarah L. Connors., Erika Coppola., Faye Abigail Cruz., et al, 剑桥大学出版社
-