

513.020F.

CCS Z 04

团 体 标 准

T/CNIA ×××—202×

温室气体 产品碳足迹量化方法与要求 海绵钛

Greenhouse gases—Methodology and requirements for quantification of carbon
footprint of products—sponge titanium
(标准草案)

20××-××-××发布

20××-××-××实施

中国有色金属工业协会 发 布
中国有色金属学会

目 次

1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 量化目的及原则	2
5 量化范围	3
6 数据和数据质量	5
7 生命周期清单分析	7
8 产品碳足迹影响评价	13
9 产品碳足迹结果解释	13
10 产品碳足迹报告	13
附 录 A	15
附 录 B	18
附 录 C	22

前 言

本标准按照《GB/T 24067-2024 温室气体 产品碳足迹量化要求和指南》、《GB/T24020—2000 环境管理 环境标志和声明 通用原则》、《GB/T 24044-2008/ISO 14044:2006-环境管理 生命周期评价 要求与指南》、《GB/T 24040-2008/ISO 14040:2006- 环境管理 生命周期评价 原则与框架》、《GB/T 24025-2009/ISO 14025:2006- 环境标志与声明 Ⅲ型环境声明 原则与程序》通用标准要求起草。

本标准由全国有色金属标准化技术委员会（TC243）提出并归口。

本标准起草单位：攀钢集团有限公司、攀钢集团攀枝花钢铁研究院有限公司、新疆湘润新材料科技有限公司、朝阳金达钛业股份有限公司、宝钛华神钛业有限公司、遵义钛业股份有限公司、上海易碳科技有限公司、xxx、xxx、xxx

本标准主要起草人：xxx、xxx、xxx。

温室气体 产品碳足迹量化方法与要求 海绵钛

1 范围

本标准规定了海绵钛产品制造生命周期（摇篮-大门）碳足迹的量化方法与要求。规定了产品碳足迹量化和报告的原则、要求和指南。

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。

《GB/T 24067-2024 温室气体 产品碳足迹量化要求和指南》

《GB/T 24020-2000 环境管理 环境标志和声明 通用原则》

《GB/T 24044-2008/ISO 14044:2006-环境管理 生命周期评价 要求与指南》

《GB/T 24040-2008/ISO 14040:2006-环境管理 生命周期评价 原则与框架》

《GB/T 24025-2009/ISO 14025:2006-环境标志与声明 Ⅲ型环境声明 原则与程序》

3 术语和定义

3.1 海绵钛 *Sponge titanium*

从（钒钛磁铁矿）矿石开采开始，经过采矿、选矿、冶炼等加工工序形成的海绵钛产品。

3.2 海绵钛加工产品生命周期 *Sponge titanium processing product life cycle*

从（钒钛磁铁矿）矿石开采开始，经过采选、冶炼等加工过程形成海绵钛产品，产品包装、运输和销售、使用、直至废弃或回收再循环的整个过程。

3.3 海绵钛副产品 *Sponge titanium by-product*

海绵钛生产过程中产生的能够回收利用的物质或资源。

3.4 海绵钛产品生命周期清单分析 *Life cycle inventory analysis of sponge titanium products*

生命周期评价中对所研究海绵钛产品整个生命周期中输入和输出进行汇编和量化的阶段。

3.5 海绵钛产品生命周期影响评价 *Life cycle impact evaluation of sponge titanium products*

生命周期评价中理解和评价海绵钛产品系统在产品整个生命周期中的潜在环境影响大小和重要性的阶段。

3.6 海绵钛产品生命周期评价 *Life cycle evaluation of sponge titanium products*

对海绵钛产品系统的生命周期中输入、输出及其潜在环境影响的汇编和评价。

3.7 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、波长在红外光谱内辐射的气态成分。

3.8 产品碳足迹 *carbon footprint of a product*

产品系统中的 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环境影响类型进行生命周期评价。

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

3.9 产品部分碳足迹 partial carbon footprint of a product

在产品系统生命周期内的一个或多个选定阶段或过程中的 GHG 排放量和 GHG 清除量之和，并以二氧化碳当量表示。

3.10 碳抵消 carbon offsetting

用所研究产品系统边界以外的，通过避免排放、减少或清除的温室气体排放量来全部或部分抵偿产品碳足迹或产品部分碳足迹的机制。

3.11 产品系统 product system

拥有基本流和产品流，同时具有一种或者多种特定功能，并能模拟产品生命周期的单元过程的集合。

3.12 共生产品 product system

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。

3.13 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一部分。

3.14 单元过程 unit process

进行生命周期清单分析时量化输入和输出数据而确定的最基本部分。

3.15 声明单位 declared unit

用来量化产品碳足迹或产品部分碳足迹的基本单位。

3.16 活动数据 activity data

导致温室气体排放的生产或者消费活动量的表征值。

3.17 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与所研究的产品系统不同但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。

3.18 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: 次级数据可包括从替代过程或估算获得的数据。

3.19 现场数据 site-specific data

从产品系统内获得的初级数据。

注: 所有现场数据均为初级数据，但不是所有初级数据都是现场数据。这是因为这些初级数据可能是从不同产品系统中获得的。

3.20 取舍原则 cut-off criteria

从产品系统内获得的初级数据。

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归定。

4 量化目的及原则

4.1 量化目的

开展海绵钛产品碳足迹量化的总体目的是结合取舍准则，通过量化海绵钛产品系统边界内中所有显著的温室气体排放量和清除量，计算 1t 海绵钛产品对全球变暖的潜在贡献，其对气候变化影响以二氧化碳当量（CO₂e）表示。

开展海绵钛及其前序产品的碳足迹量化的目的还包括：

- 评价海绵钛产品生命周期内相关活动带来的温室气体排放量，提供碳足迹量化报告；
- 识别海绵钛产品系统的高排放环节，挖掘降碳潜力，为深度减排提供技术策略；

——促进海绵钛产业链上下游信息沟通，协同降碳，推动市场向低碳产品转型。

本文件潜在应用还包括为产品研发、技术升级、碳足迹绩效追踪和沟通等提供信息支持。

4.2 量化原则

产品碳足迹量化过程应包括生命周期评价的四个阶段，即产品碳足迹量化目的和范围的确定、生命周期清单分析、生命周期影响评价和生命周期结果解释。

产品碳足迹量化的具体内容包括但不限于以下内容：

——产品碳足迹量化目的和范围的确定，包括产品系统及产品描述、功能单位或声明单位、系统边界、数据时间边界、数据地理边界、数据和数据质量要求等；

——生命周期清单分析，包括数据收集、数据审定、计算程序、分配；

——生命周期影响评价，即系统边界内所有 GHG 潜在气候变化影响的总和；

——生命周期结果解释，应说明生命周期未涵盖阶段和过程；

——产品碳足迹报告或声明。

5 量化范围

5.1 产品描述

产品描述应使用户能够明确地识别产品，例如产品名称、主要化学成分、规格或公称尺寸范围等。可参照国家相关标准要求进行描述。

典型的中间产品包括：钛精矿、钛渣、海绵钛。

5.2 声明单位及基准流

声明单位的主要目的是为相关的输入和输出数据的归一化提供参考基准。本标准的声明单位是指 1t 海绵钛加工产品。

本标准的基准流是指生产 1t 海绵钛加工产品所需过程的输入和输出量。

5.3 系统边界及生命周期各阶段描述

5.3.1 系统边界描述

本标准界定的海绵钛产品生命周期系统边界分三个阶段：原辅料与能源开采、生产和运输阶段；海绵钛产品生产阶段；海绵钛产品生产阶段；循环再利用阶段，不含下游使用过程和产品废弃后循环再利用。如图 1 所示。

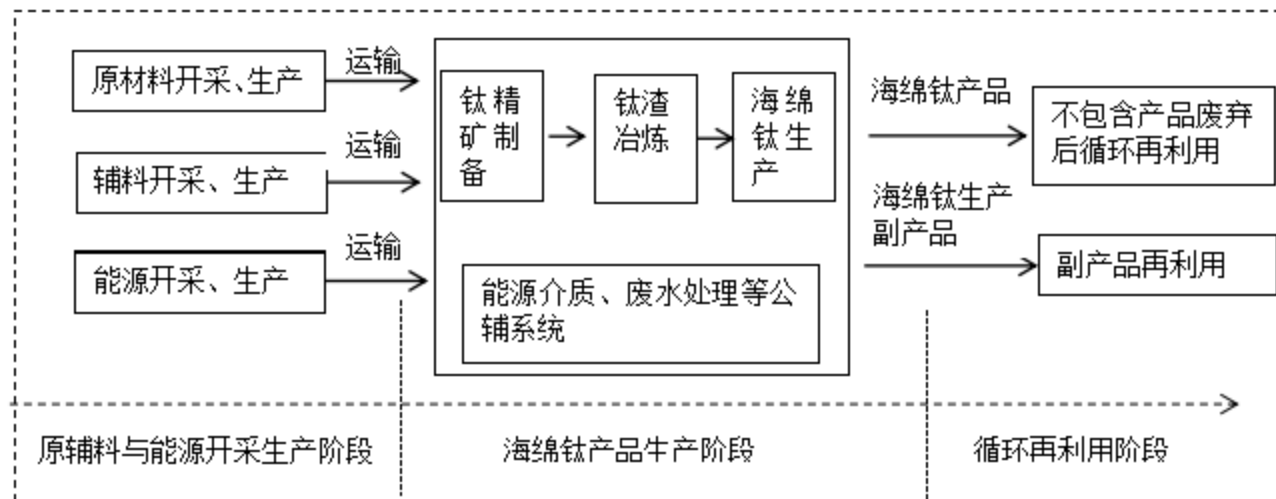


图 1 海绵钛产品生命周期系统边界图

海绵钛产品生产典型工艺流程(非全部)如图 2 所示。

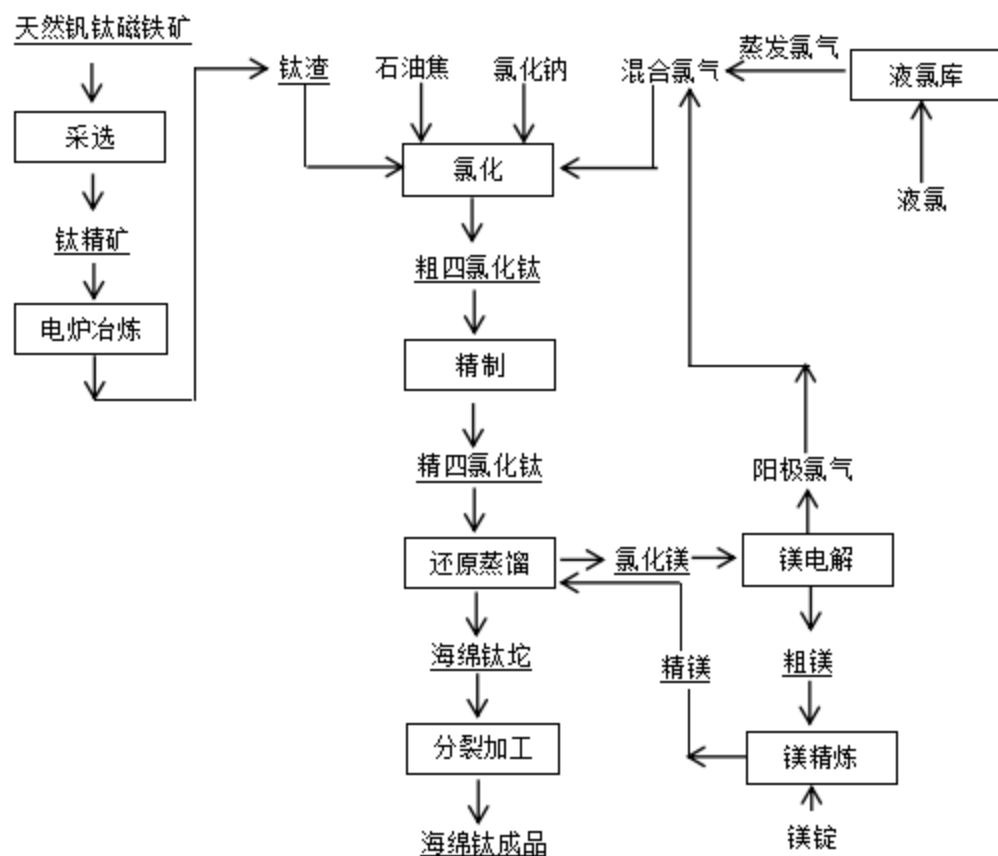


图 2 海绵钛典型生产流程

5.3.2 生命周期各阶段描述

5.3.2.1 辅助材料和能源获取阶段

从自然界材料提取时开始，到辅助材料和能源到达生产工厂时终止。包括但不限于以下过程：

辅助材料的获取与运输分销（例如火药、氯气、镁锭、液碱等）；

能源（外购）及能源介质的获取与运输分销或输送（例如汽油、柴油、煤、电力、热力等）。

5.3.2.2 含钛矿物采选阶段

含钛矿物（钒钛磁铁矿）采选阶段为三个单元过程，包括从采矿开始，到钛精矿离开矿区终止，具体如下。

a) 采矿单元，相关流程如下：

- 1) 穿孔；
- 2) 爆破；
- 3) 铲装
- 4) 能源及能源介质、辅助材料生产及运输相关过程；
- 5) 储运过程。

b) 选铁单元，相关流程如下：

- 1) 破磨磁选；
- 2) 能源及能源介质、辅助材料生产及运输相关过程；
- 3) 燃料及电（热）力等能源消耗过程；
- 4) 储运过程。

c) 选钛单元，相关流程如下：

- 1) 磁选；

- 2) 浮选
- 3) 能源及能源介质、辅助材料生产及运输相关过程；
- 4) 燃料及电（热）力等能源消耗过程；
- 5) 储运过程。

5.3.2.3 钛渣冶炼阶段

钛渣冶炼阶段包括多个单元过程。钛渣生产从钛精矿进入工厂开始，到钛渣离开工厂或生产区域（同一厂区）终止，具体如下：

- a) 钛精矿干燥单元；
- b) 电炉冶炼单元；
- c) 钛渣破碎包装单元；
- d) 压缩空气制备单元；
- e) 循环水制备单元；
- f) 制氮单元。

以上单元过程包括能源及能源介质、辅助材料生产及运输相关过程的消耗过程及储运过程。

5.3.2.4 海绵钛生产阶段

海绵钛生产阶段包括多个单元过程。海绵钛生产从钛渣进入工厂开始，到海绵钛离开工厂或生产区域（同一厂区）终止，具体如下：

- a) 氯化精制单元；
- b) 还原蒸馏单元；
- c) 破碎加工单元；
- d) 镁电解单元；
- e) 蒸汽制备单元；
- f) 氯碱制备单元；
- g) 循环水制备单元；
- h) 废酸处理单元；
- i) 废熔盐处理单元；
- j) 压缩空气制备单元。

以上单元过程包括能源及能源介质、辅助材料生产及运输相关过程的消耗过程及储运过程。

5.4 数据的取舍原则

单元过程数据种类很多，应对数据进行适当的取舍，取舍原则如下：

- 1) 能源的所有输入均列出；
- 2) 原料的所有输入均列出；
- 3) 辅助材料质量小于原料总消耗 0.1% 的项目输入可忽略；
- 4) 大气、水体的各种排放均列出；
- 5) 小于固体废弃物排放总量 1% 的一般性固体废弃物可忽略；
- 6) 道路与厂房的基础设施、各工序的设备、厂区内人员及生活设施的消耗和排放均忽略；
- 7) 取舍准则不适用于有毒有害物质，任何有毒有害的材料和物质均应包含于清单中。

6 数据和数据质量

6.1 数据描述

海绵钛的碳足迹需要收集现场数据和背景数据。

现场数据是海绵钛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料、能源介质消耗量以及产品产出量，废弃物排放量，运输量（包括运输方式、运输距离等）。现场数据均为初级数据。

背景数据是无法从现有产品系统中获得的。通常来源于现有的本土化或国际 CA 数据库。经第三方权威机构认证的产品碳足迹(CFP)或环境产品声明(EPD)报告、公开发表的高质量学术文献等。

可量化背景数据为初级数据,如供应商或服务商提供基于现场数据计算得到的生命周期清单数据;背景数据不能量化则为次级数据,如外购原辅材料和燃料的上游排放因子、运输排放因子、废弃物处置排放因子等。

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过程。引用次级数据宜证明其适用性和可信度,并注明数据来源及选取思路。

海绵钛产品系统边界内所涉及的主要数据描述示例见表 1。

表 1 主要数据描述示例

类别			主要物料清单	备注
现场数据	输入	原料消耗量	天然矿石、液镁、镁锭、无烟煤、外购各种矿石等	初级数据
		能源及能源介质	煤气、柴油、压缩空气、工业水、氮气、蒸汽、自来水、电力等	
		辅助材料消耗量	氯化钠、药剂、钢球、皮带、石灰、矿物油、硫酸、氟化钙等	
		第三方服务	现场运输、废渣、废水外委处置	
	输出	主、副产品量	钛精矿、钛渣、铁水、煤气、氯化镁、海绵钛等	
		废物处置量	废岩石、废水、石棉废物等	
		温室气体排放	CO ₂ 等	
背景数据	电力/热力		供应商提供的生命周期排放因子; 电力/热力能源结构、输配电损失、燃料上游排放等	次级数据 (宜优先考虑初级数据)
	外购原辅材料、燃料和服务		供应商/服务商提供的排放因子; 公开或商业数据库中的排放因子	
	运输分销		供应商/服务商提供的排放因子; 运输方式、运输工具规格型号等	

6.2 数据质量要求

产品碳足迹影响评价应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:

- 时间覆盖范围:数据的年份和所收集数据的最小时间长度;
- 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;
- 技术覆盖范围:具体的技术或技术组合;
- 精度:对每个数据值的可变性的度量(例如方差);
- 完整性:测量或测算的流所占的比例;
- 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。

- 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;
- 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;
- 数据来源:现场数据来源于测量、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；

j) 信息的不确定性。

6.3 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。海绵钛产品碳足迹量化数据质量评价方法见表 2。对质量较差的数据应进行敏感性分析。

表 2 数据质量评价方法

评级	技术	时间	地域	可靠性	完整性
好	相同技术数据	≤3a	同一地区	测量或核查	数据基本完整
一般	类似技术数据	3a~5a	相似地区	部分测量或部分核查	数据完整性≥80%
较差	不同技术数据	5a~10a	不同地区	次级数据估算值	数据完整性≥50%

7 生命周期清单分析

7.1 数据收集

7.1.1 数据收集期

海绵钛碳足迹量化数据宜以一个自然年为数据收集周期。其特点是年度数据符合组织常规的运营管理，涵盖生产波动的变化因素。

7.1.2 收集步骤

对于系统边界内的所有单元过程，应收集纳入生命周期清单中的定性资料和定量数据。数据收集和数据质量评估步骤如下：

- 根据产品系统边界，获取工艺流程图，识别温室气体排放源，确定数据需求范围；
- 根据数据需求编制单元过程输入、输出数据列表，示例见附录 A；
- 根据数据列表收集初级数据和次级数据。数据收集应详细记录各项数据的计算方法、数据来源和原始凭证，保持其可追溯；
- 评估收集的活动数据和排放因子。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；对计量数据，相关计量器具应符合 GB 17167 和 GB/T 20902 的规定；
- 审查数据收集过程中出现的特殊情况、异常点和其他问题，识别可能产生的数据误差风险。

7.1.3 初级数据收集

7.1.3.1 辅助材料和能源获取阶段

辅助材料和能源获取阶段应收集的初级数据包括：

- 辅助材料的运输工具及其核定载重量、运输重量、运输距离；
- 能源的运输工具及其核定载重量、运输重量、运输距离。

7.1.3.2 含钛矿物（钒钛磁铁矿等）采选阶段

采矿单元，初级数据包括：

- 天然矿石等原材料量；
- 辅助材料消耗量；
- 采矿过程能源及能源介质消耗量；
- 原矿产量；
- 内部输运及产品外运的工具及其核定载重量、运输距离。

选铁单元，初级数据包括：

外购矿（如有）、原矿等原材料量；

a)辅助材料消耗量；

b)选矿过程能源及能源介质消耗量；

c)铁精矿产量；

d)选铁尾矿量

内部输运及产品外运的工具及其核定载重量、运输距离（如有）。

选钛单元，初级数据包括：

a)选铁尾矿等原材料量；

b)辅助材料消耗量；

c)能源及能源介质消耗量；

d)钛精矿产量；

e)尾矿量

内部输运及产品外运的工具及其核定载重量、运输距离（如有）。

7.1.3.3 钛渣冶炼阶段

钛精矿干燥单元，初级数据包括：

a)湿钛精矿量；

b)耐火材料、布袋等辅助材料消耗量；

c)压缩空气、电炉煤气等能源及能源介质消耗量；

d)干钛精矿量；

内部输运及产品外运的工具及其核定载重量、运输距离（如有）。

电炉冶炼单元，初级数据包括：

a)干钛精矿、焦炭、兰炭、无烟煤等原材料量；

b)石墨电极等辅助材料消耗量；

c)液氧、氮气、电力、压缩空气等能源及能源介质消耗量；

d)钛渣产量；

e)铁水、电炉煤气等副产品量；

内部输运及产品外运的工具及其核定载重量、运输距离（如有）。

钛渣破碎包装单元，初级数据包括：

a)钛渣等原材料量；

b)包装袋、钢球等辅助材料消耗量；

c)电力、循环水等能源及能源介质消耗量；

d)破磨钛渣产量；

内部输运及产品外运的工具及其核定载重量、运输距离（如有）。

压缩空气制备单元，初级数据包括：

a)电力消耗量；

b)压缩空气量；

循环水制备单元，初级数据包括：

a)自来水量；

- b)水处理药剂等辅助材料消耗量;
- c)电力等能源及能源介质消耗量;
- d)循环水量;

内部转运及产品外运的工具及其核定载重量、运输距离 (如有)。

制氮单元, 初级数据包括:

- a)电力、循环水等能源及能源介质消耗量;
- b)氮气的量。

7.1.3.4 海绵钛生产阶段

氯化精制干燥单元, 初级数据包括:

- a)破磨钛渣、氯气等原材料消耗量;
- b)液碱、石灰等辅助材料消耗量;
- c)电力、液氢、液氮等能源及能源介质消耗量;
- d)精四氯化钛量;
- e)废熔盐、含钒残渣等副产品量

内部转运及产品外运的工具及其核定载重量、运输距离 (如有)。

还原蒸馏单元, 初级数据包括:

- a)精四氯化钛、镁锭、液镁等原材料量;
- b)液氢、循环水、电力、压缩空气等能源及能源介质消耗量;
- c)海绵钛坨产品量;
- d)氯化镁、镁渣等副产品量;

内部转运及产品外运的工具及其核定载重量、运输距离 (如有)。

破碎加工单元, 初级数据包括:

- a)海绵钛坨等原材料量;
- b)包装袋、包装桶等辅助材料消耗量;
- c)电力、循环水等能源及能源介质消耗量;
- d)海绵钛成品量;

内部转运及产品外运的工具及其核定载重量、运输距离 (如有)。

压缩空气制备单元, 初级数据包括:

- a)电力消耗量;
- b)压缩空气量;

镁电解单元, 初级数据包括:

- a)氯化镁量;
- b)氯化钠、液碱、硫酸、氯化钾等辅助材料消耗量;
- c)电力、循环水、压缩空气等能源及能源介质消耗量;
- d)液镁、氯气等产品量;
- e)废硫酸、电解渣等副产品量

内部转运及产品外运的工具及其核定载重量、运输距离 (如有)。

蒸汽制备单元，初级数据包括：

- a) 自来水量；
- b) 氯化钠、阻垢剂等辅助材料消耗量；
- c) 电力、循环水等能源及能源介质消耗量；
- d) 蒸汽量；

内部输运及产品外运的工具及其核定载重量、运输距离（如有）。

氯碱制备单元，初级数据包括：

- a) 粗盐水、氯化钠等原材料量；
- b) 碳酸钠、浓硫酸等辅助材料消耗量；
- c) 电力、循环水、蒸汽等能源及能源介质消耗量；
- d) 氯碱、液碱、片碱等产品量；
- e) 氢气、次氯酸钠等副产品量；

内部输运及产品外运的工具及其核定载重量、运输距离（如有）。

循环水制备单元，初级数据包括：

- a) 自来水量；
- b) 水处理药剂等辅助材料消耗量；
- c) 电力等能源及能源介质消耗量；
- d) 循环水量。

内部输运及产品外运的工具及其核定载重量、运输距离（如有）。

废酸处理单元，初级数据包括：

- a) 废盐酸量；
- b) 亚硫酸钠、液碱等辅助材料量；
- c) 电力等能源及能源介质消耗量；
- d) 废水量。

内部输运及产品外运的工具及其核定载重量、运输距离（如有）。

压缩空气制备单元，初级数据包括：

- a) 电力、循环水消耗量；
- b) 压缩空气量；

废熔盐处理单元，初级数据包括：

- a) 废熔盐量；
- b) 次氯酸钠、液碱等辅助材料量；
- c) 电力、天然气、自来水等能源及能源介质消耗量；
- d) 氯化钠、精盐水、碱式碳酸镁等产品量；
- e) 碳酸镁、氢氧化铁混合物等副产品量。

内部输运及产品外运的工具及其核定载重量、运输距离（如有）。

7.1.4 次级数据收集

海绵钛产品系统边界内应收集的次级数据主要包括：

- a) 外购原辅材料、燃料等上游生命周期清单数据；

- b)外购能源及能源介质（电(热)力、压空、煤气、工业水等）的上游生命周期清单数据；
- c)泥、渣等处理过程生命周期清单数据；
- d)运输过程生命周期清单数据等。

7.1.5 特定（电力）温室气体排放因子

7.1.5.1 内部发电

当海绵钛产品消耗的电能为内部发电（如自备电厂），且未向第三方出售，则应将电力生命周期数据用于海绵钛产品的碳足迹量化。

7.1.5.2 直供电力

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

7.1.5.3 电网电力

当电力供应商通过合同工具的形式保证电力供应、应使用此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以及发电机组特征信息；
- 保证唯一的使用权；
- 由报告实体或报告实体代表追踪、赎回、报废或注销；
- 接近合同工具的适用期限，并包括相应的时间长度。

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清费情况。

注 1：合同工具是指双方之间签订，用于出售和购买能源的任意形式的合约。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建程的具体生命周期数据，可使用公认数据库[如来自生态环境部、联合国环境规划署(UNEP)或联合国气候变化框架公约(UNFCCC)等中的数据]。

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单独报告，以此来展示结果的差异。

7.2 数据审定

在数据收集过程中应对数据的有效性进行检查，以确认并提供证据证明数据质量要求符合第 6 章的规定。

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。由于每个单元过程均遵守物质和能量守恒定律，因此物质和能量的平衡能为单元过程描述的准确性提供有效的检查。

数据审定可参考行业平均值、检验标准值等常规数据进行交叉审定。

7.3 数据分配

7.3.1 分配方法

数据分配的原则是以输入和输出之间的物质平衡为基础，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。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。海绵钛产品优先采用的数据分配方法如下：

- a)细分法：将拟分配的单元过程进一步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输出数据；
- b)分配法：根据物理属性（例如质量）或产品经济价值等参数，按比例将输入输出数据分配到共生产品。
- c)系统扩展法：将产品系统加以扩展，从而抵消功能单位等同产品生产造成的环境影响。

原则上应尽量避免数据分配，当同时有几种备选分配程序时，应通过敏感性分析阐明偏离所选方法产生的影响。

一个单元过程主副产品复杂时，一个单元过程中可以同时存在多种分配方法，一种产品只能选择一种分配方法。

单元过程中主副产品中含有碳元素的，主副产品可按含可燃碳的碳足迹（碳排放）量，进行扣减，例如铁水等。

7.3.2 分配法（待讨论）

海绵钛产品碳足迹量化需要采用分配法情况如下：

- 钒钛磁铁矿采选阶段的选铁单元中，选铁尾矿与钒钛铁精矿之间的分配；
- 钛渣冶炼单元中，钛渣和铁水的分配；
- 海绵钛生产氯碱单元中，氯气和液碱的分配；

7.3.3 系统扩展法

海绵钛产品碳足迹量化需要采用系统扩展法，用于抵扣主产品的碳足迹量情况如下：

- 主副产品为共生产品关系，副产品的碳足迹量（碳排放）可实测的，宜采用实测值进行抵扣。
- 主副产品为共生产品关系，副产品的碳足迹量（碳排放）不可实测的，可采用经第三方权威机构认证数据库数据进行抵扣。

表 3 系统扩展抵扣表

共生产品	可抵扣	生产阶段	单元过程
硫钴精矿	硫磺生产	采选阶段	选钛单元
次铁精矿	铁矿石		
电炉煤气	煤气	钛渣冶炼	电炉冶炼单元
含钒残渣	钒渣	海绵钛生产	氯化精制
氯化镁	氯化镁		还原蒸馏
镁渣	镁		镁电解
废硫酸	硫酸		
废石墨电极	石墨		氯碱单元
氢气	氢气		
次氯酸钠	次氯酸钠		
废硫酸	硫酸		废熔盐处理
碳酸镁	碳酸镁		
氢氧化铁混合物	氢氧化铁		

7.4 数据取舍原则

本文件涉及的物质（能量）数据的取舍原则如下：

- 能源及能源介质所有输入均需列出；
- 原辅材料的所有输入均需列出；
- 主副产品所有输出需列出；
- 辅助材料若符合 e) 和 f) 要求则可忽略；
- 忽略的单项物质（能量）流对产品碳足迹的贡献均不应超过 1%。
- 所有忽略的物质（能量）流对产品碳足迹贡献总和不应超过 5%，且应在产品碳足迹报告中予以说明；
- 道路与厂房等基础设施、各工序设备、广区内人员办公及生活设施的消耗和排放，均忽略。

7.5 清单计算

生命周期清单分析结果通常表现为一系列的数据表，展示每声明单位产品在每个阶段/单元过程中的资源使用量（如原辅材料和能源及能源介质），以及释放到环境中的排放物（如温室气体、废弃物等）。

8 产品碳足迹影响评价

8.1 通则

应通过排放或清除的 GHG 的质量乘以 IPCC 给出的 100 年 GWP(见附录 D), 来计算产品每种 GHG 排放和清除的潜在气候变化影响, 以 $\text{CO}_2\text{e}/(\text{t 排放量})$ 计。

注 1: 产品碳足迹为所有 GHG 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: GWP 100 代表短期的气候变化影响, 可反映变暖速度。100 年 GWP 代表长期的气候变化影响, 可反映长期升温。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。

8.2 产品碳足迹计算方法

海绵钛产品生命周期各阶段的碳足迹计算方法:

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

式中:

CFP_{GHG} —产品碳足迹或产品部分碳足迹, 以吨二氧化碳当量每功能单位或声明单位($\text{tCO}_2\text{e}/\text{t}$)计;

AD_i —系统边界内, 各功能单位(声明单位)中第 i 种活动的 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 8.1 中规定取值。

9 产品碳足迹结果解释

1、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海绵钛及相关产品碳足迹的量化结果, 识别显著环节(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。

2、按照产品碳足迹研究的范围和范围, 对产品碳足迹影响评价的量化结果进行解释, 解释应包括以下内容:

a) 说明产品碳足迹和各阶段碳足迹;

b) 分析不确定性, 包括取舍准则的应用或范围;

c) 详细记录选定的分配程序;

d) 说明产品碳足迹研究的局限性。

3、结果解释宜包括以下内容:

a) 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;

b) 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限于下列内容(报告参考格式见附录 B):

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它补充要求的参考资料(如有)。

b) 量化目的:

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) 声明单位以及基准流；
- 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) 纳入范围的温室气体清单；
- 4) 分配原则与程序；
- 5) 数据说明，有括有关数据的决定和数据质量评价。

e) 清单分析：

- 1) 影响评价方法；
- 2) 特征化因子；
- 3) 产品碳足迹计算；
- 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，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。
- 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

(资料性附录)

海绵钛加工产品碳足迹过程图表示例

海绵钛加工产品碳足迹评价过程图表示例见表 A.1~表 A.3。

表 A.1 现场数据收集表示例 1

1、过程基本信息表						
工艺范围						
车间/作业区名称						
简要工艺描述						
主要设备						
填报人及联系方式						
数据来源						
填写时间						
类别	名称	单位	数值	成分	去向	备注
原材料						
辅助材料						
能源及能源介质	水	吨				
	电	万千瓦时				
	压缩空气	千立方米				
	煤气	吨				
						
产品		吨				
副产品		吨				
		吨				
大气排放	粉尘/颗粒物	吨				
	二氧化硫	吨				
	氮氧化物	吨				
						
固废及危废		吨				
		吨				
		吨				
						
水体排放	外排水	吨				
	废水量	吨				
						

表 A.2 运输数据收集表示例

1、过程基本信息表

填报人及联系方式										
数据来源	实际生产 (以统计台账为主)									
填写时间										
说明	类别	名称	运输距离 (km)				供货商名称	供货商所在地区	供货比例 (同一原材料不同供货商)	备注
			卡车距离	火车距离	河运距离	海运距离				
工艺制备所用材料从购买地运输至工厂	辅助材料	+++++								
	辅助材料									
	辅助材料									
										

表 A.3 物料属性表示例

填报人及联系方式								
数据来源	实际生产 (以统计台账为主)							
数据项名称	含碳量	碳氧化率	CO ₂ 排放系数	单位	折标煤系数	单位	热值	单位
燃料-天然气				kgCO ₂ /m ³		kgce/m ³		MJ/m ³
燃料-柴油				kgCO ₂ /kg		kgce/kg		MJ/kg
燃料-重油				kgCO ₂ /kg		kgce/kg		MJ/kg
燃料-硬煤				kgCO ₂ /kg		kgce/kg		MJ/kg
燃料-无烟煤				kgCO ₂ /kg		kgce/kg		MJ/kg
燃料-烟煤				kgCO ₂ /kg		kgce/kg		MJ/kg
燃料-小块焦				kgCO ₂ /kg		kgce/kg		MJ/kg
燃料-焦炭				kgCO ₂ /kg		kgce/kg		MJ/kg
燃料-高炉煤气				kgCO ₂ /m ³		kgce/m ³		MJ/m ³
燃料-焦炉煤气				kgCO ₂ /m ³		kgce/m ³		MJ/m ³
燃料-98#汽油				kgCO ₂ /kg		kgce/kg		MJ/kg
材料-石灰石				kgCO ₂ /kg				
材料-白云石				kgCO ₂ /kg				

附录 B

(资料性附录)
产品碳足迹报告（模板）

产品碳足迹或产品部分碳足迹报告（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、生产者名称信息

生产者名称：_____
 地址：_____
 法定代表人：_____
 授权人（联系人）：_____
 联系电话：_____
 企业概况：_____

2、产品信息

产品名称：_____
 产品功能：_____
 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、功能单位或者声明单位

以_____为功能单位或声明单位。

2、系统边界图

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、量化范围

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：_____

5/_____；

分配程序：_____；

具体分配情况如下：

3、清单分析及计算

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		活动数据	排放因子	温室气体量 t/功能单位或声明单位
原材料获取				
生产				
运输/交付	运输			
	仓储			

4、数据质量评价（可选项）

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、影响类型和特征化因子选择

一般选择 IPCC 给出的 100 年 GWP。

2、产品碳足迹结果计算

六、结果解释

1、结果说明

____公司（填写产品生产者全名）生产的____（填写所评价的产品名称，每功能单位的产品），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____tCO₂e。

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 生命周期各阶段排放情况

生命周期阶段	碳足迹/tCO ₂ e/功能单位	百分比/%
原材料获取		
生产		
运输（交付）		

图2 **各生命周期阶段碳排放分布图

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。

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 C
(资料性附录)
全球变暖潜势值

部分 GHG 的 GWP 值见表 C

表 C 部分 GHG 的 GWP

气体名称	化学分子式	100 年的 GWP(截止出版前)
二氧化碳	CO ₂	1
甲烷	CH ₄	27.9
氧化亚氮	N ₂ O	273
三氟化氮	NF ₃	17400
六氟化硫	SF ₆	25200
氢氟碳化物 (HFCs)		
HFC-23	CHF ₃	14 600
HFC-32	CH ₂ F ₂	771
HFC-41	CH ₃ F	135
HFC-125	C ₂ HF ₅	3740
HFC-134	CHF ₂ CHF ₂	1260
HFC-134a	C ₂ H ₂ F ₄	1530
HFC-143	CH ₂ FCHF ₂	364
HFC-143a	CH ₃ CF ₃	5810
HFC-152a	C ₂ H ₄ F ₂	164
HFC-227ea	C ₃ HF ₇	3600
HFC-236fa	C ₃ H ₂ F 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 ₂ F ₆	12400
全氟丙烷	C ₃ F ₈	9290
全氟丁烷	C ₄ F ₁₀	10000
全氟环丁烷	C ₄ F ₈	10200
全氟戊烷	C ₅ F ₁₂	9220
全氟己烷	C ₆ F ₁₄	8620

注：部分 GHG 的 GWP 来源于 IPCC 《气候变化报告 2021：自然科学基础 第一工作组对 IPCC 第六次评估报告的贡献》。