ICS 77.120.99
CCS H 01

团　　体　　标　　准

T/CNIA XXXX-2026

温室气体 产品碳足迹量化方法与要求

稀土系储氢合金

Greenhouse gases - Quantification methods and requirements of product carbon footprint - Rare earth hydrogen storage alloys

（征求意见稿）

202×-××-××发布　　202×-××-××实施

中国有色金属工业协会
中国有色金属学会　　发布

目 录

前 言 3
1 范围 4
2 规范性引用文件 4
3 术语和定义 4
4 量化目的 8
5 量化范围 8
6 数据和数据质量 10
7 生命周期清单分析 12
8 产品碳足迹影响评价 16
9 产品碳足迹结果解释 17
10 鉴定性评审 17
11 可比性 17
12 产品碳足迹绩效追踪 18
13 产品碳足迹报告 18
附录 A 19
附录 B 21
附录 C 22
附录 D 28
附录 E 29
参考文献 33

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。

本文件由中国有色金属工业协会、中国有色金属学会提出。

本文件由全国有色金属标准化技术委员会（SAC/TC 243）、全国稀土标准化技术委员会（SAC/TC 229）共同归口。

本文件起草单位：内蒙古稀奥科贮氢合金有限公司、中国北方稀土（集团）高科技股份有限公司、包头钢铁（集团）有限责任公司、内蒙古北方稀土新材料技术创新有限公司、内蒙古科技大学、包头稀土研究院、鄂尔多斯应用技术学院、中稀（微山）稀土新材料有限公司、甘肃稀土新材料股份有限公司、内蒙古卓皓科技公司、四会市达博文实业有限公司。

本文件主要起草人：。

温室气体 产品碳足迹量化方法与要求 稀土系储氢合金

1 范围

本文件规定了稀土系储氢合金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、鉴定性评审、可比性、产品碳足迹绩效追踪及产品碳足迹报告。

本文件适用于以经过稀土矿资源开采或稀土二次资源回收产生的稀土金属（含混合稀土金属）、镍、钴、锰、铝、镁等为主要原料生产的稀土系储氢合金材料的产品碳足迹量化。

注：碳抵消不在产品碳足迹量化的范围内。

本文件不适用于评价生命周期产生的其他潜在环境影响，也不适用于评价产品生命周期内可能产生的社会和经济影响。

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；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/T 15676-2015 稀土术语

GB 17167-2006 用能单位能源计量器具配备和管理通则

GB/T 20902-2017 有色金属冶炼企业能源计量器具配备和管理要求

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 24067-2024 温室气体 产品碳足迹 量化要求和指南

GB/T 32150-2025 工业企业温室气体排放核算和报告通则

3 术语和定义

GB/T 15676、GB/T 24040、GB/T 24044、GB/T 24067、GB/T 32150 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

稀土系储氢合金 rare earth-based hydrogen storage alloys

以稀土为强键合氢化物形成元素，与镍、钴、锰、铝、镁等金属元素组成，在一定温度和压力条件下能够可逆地大量吸收和释放氢气，且吸/放氢反应快、可逆性优良的合金。

[来源：GB/T 15676—2015，6.2.1、6.2.2，有修改]

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，本文件涉及的温室气体包括二氧化碳（CO_2）、甲烷（CH_4）、氢氟碳化物（HFCs）、全氟碳化物（PFCs）。

[来源：GB/T 24067—2024，3.2.1]

3.3

产品碳足迹 carbon footprint of a product；CFP

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一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。

[来源：GB/T 24067-2024，3.1.1，有修改]

3.4

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（包括再生回收料），直至最终处置。

[来源：GB/T 24040-2008，3.1，有修改]

3.5

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影响与等量二氧化碳辐射强迫影响相关联的系数。

[来源：GB/T 24067—2024，3.2.4]

3.6

二氧化碳当量 carbon dioxide equivalent；CO_2e

在辐射强度上与某种温室气体质量相当的二氧化碳的量。

注：二氧化碳当量等于给定温室气体的质量乘以它的全球变暖潜势值。

[来源：GB/T 32150-2025，3.16]

3.7

产品系统 product system

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

［来源：GB/T 24044-2008，3.28］

3.8

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，有修改]

3.9

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］

3.10

声明单位 declared unit

用来量化产品部分碳足迹的基准单位。

注：本文件指 1 吨稀土系储氢合金。

[来源：GB/T 24067-2024，3.3.8，有修改]

3.11

活动水平数据 activity data ；AD

导致温室气体排放的生产或消费活动量的表征值。

注：如各种化石燃料的消耗量、原材料的使用量、购入的电量、购入的热量等。

[来源：GB/T 32150-2025，3.12]

3.12

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：所有现场数据均为初级数据，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的。

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 24067-2024，3.6.1]

3.13

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算获得的数据。

[来源：GB/T 24067-2024，3.6.3]

3.14

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，但并不是所有初级数据都是现场数据。初级数据可能是从不同产品系统中获得。

［来源：GB/T 24067-2024，3.6.2，有修改］

3.15

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的规定。

[来源：GB/T 24044-2008，3.18]

3.16

背景数据 background data

报告企业现场特征数据之外的数据。

注：背景数据可以是初级数据，也可以是次级数据，包括原辅材料、能源、服务的生命周期清单数据。

3.17

鉴定性评审 critical review

确保产品碳足迹研究与本文件原则和要求之间一致性的活动。

[来源：GB/T 24044—2008，3.45，有修改]

3.18

生命周期清单分析 life cycle inventory analysis；LCI

生命周期评价中对所研究产品整个生命周期中输入和输出进行汇编和量化的阶段。

[来源：GB/T 24040-2008，3.3]

3.19

产品碳足迹绩效追踪 carbon footprint of a product performance tracking；CFP performance tracking

比较同一组织的一个特定产品在一段时间内的产品碳足迹或产品部分碳足迹。

注：包括计算一个特定产品碳足迹在一段时间内的变化，或具有相同功能单位或声明单位的替代产品之间产品碳足迹在一段时间内的变化。

[来源： GB/T 24067—2024，3.1.11]

4 量化目的

本文件基于生命周期评价理论，量化稀土系储氢合金原辅材料与能源获取阶段、运输阶段及稀土系储氢合金生产阶段的温室气体排放量和消除量（以二氧化碳当量（CO_2e）表示），基于本文件开展碳足迹量化的目的包括但不限于以下方面：

a）用于稀土产业链上下游企业之间的温室气体排放数据共享；

b）用于稀土系储氢合金低碳产品与低碳工艺开发；

c）开展稀土系储氢合金产品碳足迹的信息交流。

5 量化范围

5.1 通则

在确定稀土系储氢合金材料产品碳足迹量化范围过程中，应包括但不限于下列内容：

a）产品（系统）范围：明确稀土系储氢合金的声明单位（5.2）和系统边界（5.3）。并可参照GB/T 26412、GB/T 31963、GB/T 44754、XB/T 702 等的要求进行描述，描述内容包括但不限于：产品名称和牌号、产品批号、产品净重、分析检验结果及检验部门印记、出厂日期、工艺路线。

b）时间范围：选择数据收集的代表性时间段，一般为企业的一个自然年，特殊情况下可根据企业实际运营情况予以确定，但应确保生产的连续性与稳定性。

5.2 声明单位

本文件稀土系储氢合金产品碳足迹量化的声明单位定义为 1t 稀土系储氢合金粉，以出厂计量为准。

5.3 系统边界

稀土系储氢合金产品生命周期系统边界为“从摇篮到大门”，即从稀土原料（稀土矿资源的开采或稀土二次资源的回收）到稀土系储氢合金的产出，包括稀土矿采选冶（或稀土二次资源回收）及

稀土系储氢合金产品生产，还包括能源与辅助工序以及全流程运输的过程、工厂内环境排放处理工序，即从原辅材料和能源获取到稀土系储氢合金离开工厂厂门为止。稀土系储氢合金产品的生命周期系统边界图见图 1。

注：外购原料的上游过程在背景数据中体现；自产时按实际单元过程展开。

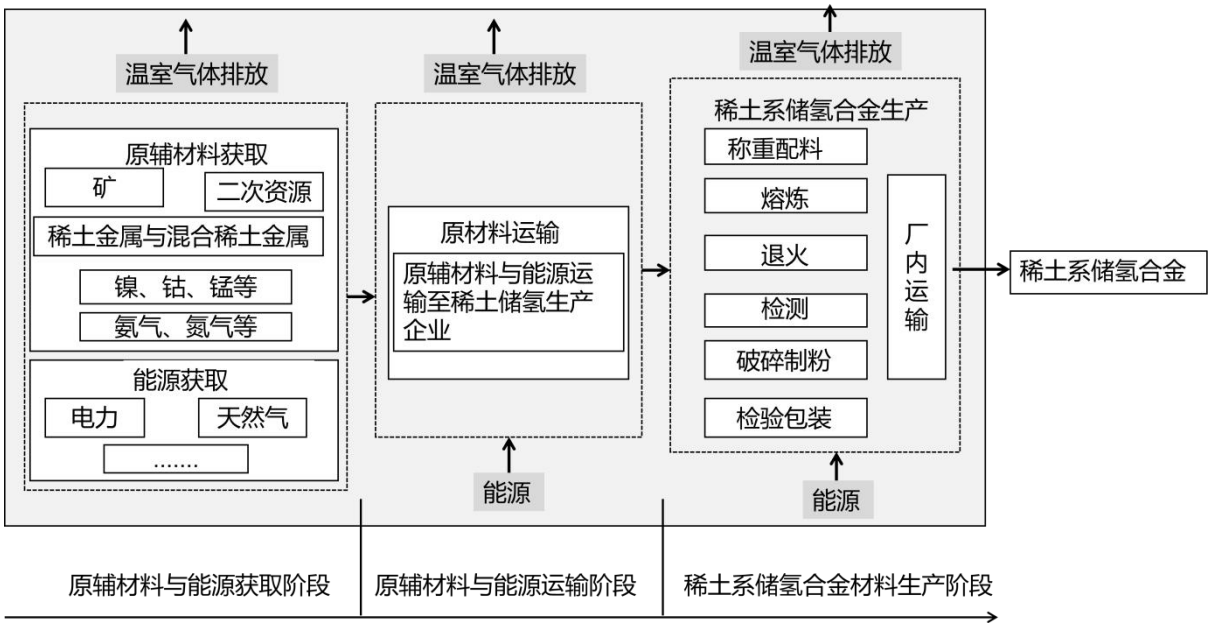


图 1 稀土系储氢合金产品生命周期系统边界

5.3.1 原辅材料与能源获取阶段

——原辅材料获取：稀土系储氢合金生产所需各类原辅材料的上游生产获取阶段，即从自然环境中提取资源，到原材料出厂的全过程。

——能源获取：稀土系储氢合金生产所需电力、天然气等相关资源的开采、生产及加工过程。

5.3.2 原辅材料与能源运输阶段

——运输：原材料和能源运输至稀土系储氢合金生产企业的过程。

5.3.3 稀土系储氢合金生产阶段

a）称重配料工序：按照合金成分要求进行原料称量、配比和混合；

b）熔炼工序：采用真空感应熔炼等方法将配比好的原料熔化、精炼并浇铸成合金锭；

c）退火工序：对合金锭进行热处理以改善合金组织结构和性能；

d）检测工序：采用 ICP（电感耦合等离子体发射光谱法）等进行化学成分分析，采用 PCT（压力-组成等温线测试）测定储氢性能，采用半电池法测定电化学特性，采用激光粒度法进行粒度分布检测等；

e）破碎制粉工序：将退火后的合金锭进行破碎、研磨、筛分，制成规定粒度范围的合金粉末；

f）检验包装工序：对产品进行检验、包装和入库；

g）厂内运输：原料、成品等在工厂内部的运输。

5.4 取舍准则

碳足迹量化所涉及物质（能量）数据的取舍应遵循如下准则，当个别物质流或能量流对稀土系储氢合金产品碳足迹无显著贡献时，可将其作为数据排除项予以舍去并进行报告。

a）应列出所有能源输入和主要原辅材料输入，若符合 b）和 c）要求则可予以舍去；

b）舍去的单项物质流或能量流对产品碳足迹的贡献均不超过 1%；

c）所有舍去的物质流与能量流对产品碳足迹贡献总和不超过 5%；

d）道路与厂房等基础设施建设、各工序的设备安装、厂区内人员及生活设施涉及的消耗和排放，均不计入；

对于以上排除项，应在产品碳足迹报告中予以说明。

6 数据和数据质量

6.1 数据描述

稀土系储氢合金的碳足迹量化需要收集现场数据和背景数据。

现场数据是稀土系储氢合金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和能源消耗量、产品产出量、废弃物排放量以及运输量（包括运输方式、运输距离）等。现场数据原则上属于初级数据。

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 LCA 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。

稀土系储氢合金系统边界内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	稀土金属、混合稀土金属、镍、钴、锰、铝、镁、铜、铁、钇、锆等原材料。	初级数据
		燃料消耗量	煤炭、天然气、轻质柴油、重油等	
		电力/热力消耗量	电力热力	
		其他工质消耗量	水等	
		辅料消耗量	石墨坩埚、保护气体（氩气）、脱模剂、包装材料等	
		第三方服务	现场运输、废渣、废水外委处置等	
	输出	主产品产量	稀土系储氢合金产品	
		废弃物产量	废合金、炉渣、粉尘等	
		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 ——生态环境部公开或公开发表的高质量学术文献的排放因子	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

6.2.1 活动水平数据质量要求

活动水平数据质量要求如下：

a）完整性：活动水平数据宜按界定的时间范围[5.1b）]进行采集，根据数据取舍准则（5.4）的要求，检查是否有缺失的单元过程或输入输出物质；

b) 准确性：活动水平数据中的原材料与能源消耗数据应来自企业实际生产统计记录；排放数据优先选择核查报告、监测报告或由物料平衡公式计算获得的数据；

c）一致性：活动水平数据采集时，同类数据应保持相同的数据来源、统计口径和处理规则等。

6.2.2 碳排放因子数据质量要求

碳排放因子数据质量要求如下:

a）代表性：优先选择与产品系统的时间代表性、区域代表性、技术代表性相近的数据，其次选择近年代表国内及行业平均生产水平的公开数据，最后选择国外同类技术数据；

b）完整性：应涵盖系统边界规定的所有单元过程；

c）一致性：对同类产品次级数据的选择应保持一致。

6.3 数据选择要求

6.3.1 活动水平数据选择

活动水平数据选择原则如下：

a）优先采用直接计量、检测获得的初级数据（如原材料消耗量、燃料消耗量、电力消耗量）；

b）其次可采用：

- 通过初级数据折算获得的数据（如根据年度购买量及库存量的变化确定的数据等）；
- 按照地理范围、时间范围和技术范围类型选择公开的通用数据；

c）以上数据均不能获得时，可采用来自同类单元过程的替代数据，并论证数据的相似性。

6.3.2 碳排放因子选择

碳排放因子选择原则的优先顺序如下：

a）优先采用经第三方核查或具备完整核算依据的供应商提供的碳排放因子；

b）其次可采用国家/行业正式公布的产品碳排放因子；

c）以上数据均不能获得时，可采用生命周期评价数据库中的替代数据，并论证数据的可信度。

6.4 数据审定

数据采集过程中，应采用物料平衡、能量平衡、与历史数据和相近工艺数据对比等方式，验证数据的有效性与合理性。数据应满足数据质量要求（6.2）。

7 生命周期清单分析

7.1 数据收集

7.1.1 数据收集期

稀土系储氢合金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。在保证数据质量的情况下，企业亦可根据实际情况调整数据统计或采样周期。

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：

a）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；

b）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 C；

c）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；

d）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；

e）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 原辅材料及能源获取阶段

原辅材料获取阶段应收集的初级数据包括：

a）各类原材料的消耗量（如混合稀土金属、镧、铈、镍、钴、锰、铝、镁等）；

b）辅助材料的消耗量（如坩埚、耐火材料、氩气、氮气、氨水、盐酸等）。

7.1.3.2 原辅材料及能源运输阶段

原辅材料运输阶段应收集的初级数据包括：

a）原材料的运输工具及其核定载重量、运输重量、运输距离；

b）辅助材料及能源的运输工具及其核定载重量、运输重量、运输距离。

7.1.3.3 稀土系储氢合金生产阶段

生产阶段应收集的初级数据包括：

a）原料投入量（各类金属原料及回炉料等）；

b）辅助材料消耗量（坩埚、耐火材料、氩气、氮气、氦气等）；

c）能源消耗量（电力、天然气、柴油、汽油等）；

d）产品产量及不合格品、回炉料数量；

e）炉渣、超细粉、粉尘等废弃物的产生量及处置方式；

f）原料、辅料、产品的厂内运输数据；

g）冷却水、清洗水等的消耗量及循环使用情况；

h）共生产品的种类、数量和去向；

i）检测试剂、样品和耗材消耗量。

稀土系储氢合金生产单元输入、输出数据收集表示例见附录 C。

7.1.4 次级数据收集

稀土系储氢合金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）电（热）力等能源的上游生命周期清单数据；

c）炉渣、粉尘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

当稀土系储氢合金材料消耗的电能为内部发电（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用于稀土系储氢合金材料的碳足迹量化。

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。

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，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（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进行单独报告，以此来展示结果的差异。

7.1.5.4 其他电力

对于自发自用的非化石能源电力（如厂区光伏、风电、水电等），当该电力未并入公共电网或并入后未作为电网组合的一部分被其他用户消费，且具备完整的能源产出计量记录时，其温室气体排放因子可取零。

对于通过市场化交易购入的非化石能源电力，其排放因子的确定应符合 7.1.5.3 中合同工具的相关规定。仅当满足以下全部条件时，该部分电力的排放因子可取零：

a）具有可追溯的能源属性证书（如绿证、GO、I-REC 等）或等效权属声明；

b）该证书对应的环境权益未被重复出售或声明；

c）证书覆盖的电量与实际消费电量在时间和数量上匹配；

d）已通过电力追踪系统完成注销或报废。

绿电（含绿证、合同可再生电力）碳排放因子按零核算时，应当开展敏感性分析，且需在报告中单独披露相关情况。

当企业存在多种电力来源（包括内部发电、直供电力、电网电力、非化石能源电力等）时，应基于各来源在核算期内的实际消费电量比例进行加权平均，核算综合电力排放因子。

7.2 数据分配

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。分配应考虑以下方面：

a) 通过细化过程或扩展系统边界，尽量避免进行数据分配；

b) 优先使用生产过程的物理关联（包括但不限于生产量、生产工时等）进行分配；

c) 物理关联难以建立时，则依据经济价值进行分配；

d）若使用其他分配方法时，须提供所使用的基准参数进行分配。

对共生产品按照以下程序进行分配：

尽量避免或减少出现分配。如可能，应通过将单元过程划分为两个或多个子过程并收集与这些子过程相关的环境数据，以避免分配

如无法划分两个或多个子过程进行收集相关环境数据，应使用能反映其物理关系的方式来进行分配，比如质量分配，热量分配等。

当物理关系不能确定或不能用作分配依据时，用其经济关系来进行分配，如产品产值或利润比例关系等。如果使用经济分配，要考虑的参考值由生产商设定的产品销售价格（三年的平均市场价格）表示。

以上分配原则和程序也适用于再利用和可收，需考虑材料固有属性的变化。

7.3 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），以及释放到环境中的排放物（如温室气体、废弃物等）。

化学过程排放基于物料消耗量，采用化学反应计量系数计算 CO_2过程排放；优先采用企业实测，无实测可采用化学理论分解因子，次级因子来源应在报告说明。

8 产品碳足迹影响评价

8.1 通则

应通过排放或清除的 GHG 的质量乘以联合国政府间气候变化专门委员会（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 tCO_2e/（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。

8.2 产品碳足迹计算方法

稀土系储氢合金碳足迹计算方法见公式（1）：

$$CFP_{GHG} = CFP_{原辅材料获取} + CFP_{原辅材料运输} + CFP_{稀土系储氢合金生产} \quad \text{.....（1）}$$

式中：

CFP_{GHG}——稀土系储氢合金产品碳足迹，以吨二氧化碳当量每声明单位（tCO_2e/声明单位）计；

$CFP_{原辅材料获取}$——稀土系储氢合金生产所需各类原辅材料的上游生产获取阶段的碳足迹，以吨二氧化碳当量每声明单位（tCO_2e/声明单位）计；

$CFP_{原辅材料运输}$——稀土系储氢合金产品在原辅材料运输阶段的碳足迹，以吨二氧化碳当量每声明单位（tCO_2e/声明单位）计；

$CFP_{稀土系储氢合金生产}$ ——稀土系储氢合金产品生产阶段（含包装及厂内运输）的碳足迹，以吨二氧化碳当量每声明单位（tCO_2e/声明单位）计。

稀土系储氢合金单位声明产品系统边界内各阶段的碳足迹计算方法见公式（2）：

$$CFP_{稀土系储氢合金生产} = \sum_j [\sum_i (AD_i \times EF_{LCA,i,j}) \times GWP_j] \quad \text{.....（2）}$$

式中：

$CFP_{稀土系储氢合金生产}$——稀土系储氢合金产品生产阶段的碳足迹，以吨二氧化碳当量每吨（tCO_2e/t）计；

AD_i——系统边界内，各声明单位中第 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 的排放因子，单位与 GHG 活动数据相匹配；

GWP_j——温室气体 j 的 GWP 值，按 8.1 中的规定取值。

8.3 附加环境信息

除 8.2 中涉及的产品碳足迹量化结果外,其他相关的重要信息,宜在附加环境信息中描述,如通过市场化交易购入使用的非化石能源和绿色电力消费量等。

9 产品碳足迹结果解释

9.1 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稀土系储氢合金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。

9.2 按照产品碳足迹研究的目的和范围，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。

9.3 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 鉴定性评审

适用时按 GB/T 24067 和 ISO/TS 14071 进行。

11 可比性

产品碳足迹量化结果的对比,应在满足以下所有条件时进行：

a）产品功能、技术性能和用途是相同的；

b）声明单位是相同的,系统边界的选取是等同的；

c）数据的收集与确认是等同的（包括数据的描述、取舍准则、数据质量要求）；

d）产品碳足迹的量化方法是相同的（包括数据审定、分配和产品碳足迹影响评价）。

12 产品碳足迹绩效追踪

针对同一组织的某一特定产品,宜基于本文件针对连续的数据统计周期对产品碳足迹进行绩效追踪,以改进稀土系储氢合金碳足迹对气候变化的潜在影响。

13 产品碳足迹报告

13.1 报告内容

稀土系储氢合金产品碳足迹报告可参考附录 E 提供的模板进行编制。

13.2 披露形式

产品碳足迹报告应符合国家或地方法律法规及有关规定，产品碳足迹披露可采用以下一种或多种形式：

a） 产品碳足迹报告；

b） 产品碳足迹标签；

c） 产品碳足迹声明；

d） 其他披露形式。

若采用后三种披露方式，应同时出具产品碳足迹报告。

附录 A

（资料性）

稀土系储氢合金生命周期系统边界内各生产单元的温室气体排放源

稀土系储氢合金产品生命周期系统边界内各生产单元的温室气体排放源见 A.1~表 A.6。

表 A.1 配料单元温室气体排放源

排放类别	排放源
能源相关排放	电力（配料设备、混料机、输送设备等）
工艺过程排放	配料粉尘无组织排放
其他排放	原料包装废弃物、破损原料袋等

表 A.2 熔炼单元温室气体排放源

排放类别	排放源
燃料燃烧排放	中频感应炉/真空感应炉燃料燃烧（如采用燃气预热）
能源相关排放	电力（熔炼主要能源）、冷却水循环泵等辅助设备
工艺过程排放	炉渣、除尘灰、保护气体（氩气、氮气）逸散
其他排放	石墨坩埚等耗材消耗、合金边角料

表 A.3 退火单元温室气体排放源

排放类别	排放源
能源相关排放	电力（退火炉加热、温控系统、循环风机）
工艺过程排放	保护气体（氩气、氮气）排放
其他排放	退火托盘/料架等辅助材料消耗

表 A.4 破碎制粉单元温室气体排放源

排放类别	排放源
能源相关排放	电力（破碎机、球磨机、筛分机、气流磨等——该单元电耗最高）
工艺过程排放	破碎/球磨粉尘、金属屑/边角料
其他排放	磨球等耗材消耗、收尘灰

表 A.5 检验包装单元温室气体排放源

排放类别	排放源
能源相关排放	电力（性能检测设备、包装机械、搬运设备等）
工艺过程排放	检测废料（不合格品、检测取样损耗）
其他排放	包装材料（塑料袋、纸箱、桶等）废弃物

表 A.6 检测单元温室气体排放源

排放类别	排放源
能源相关排放	电力（电化学性能测试设备、XRD/XRF 检测、粒度分析仪、SEM/EDS、ICP 等）
工艺过程排放	检测取样损耗（电化学测试取样、化学分析取样等产生的合金粉废料）
其他排放	检测耗材（电解液、化学试剂、标准样品、电极材料、氩气等）

附录 B

（资料性）

稀土系储氢合金生命周期系统边界内生产工艺流程图示例

稀土系储氢合金生命周期系统边界内生产工艺流程见图 B.1。

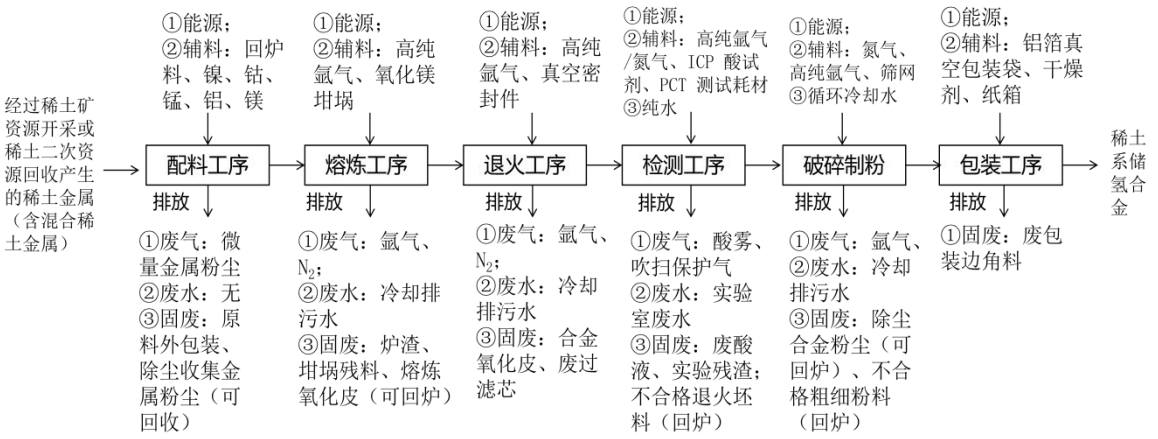


图 B.1 稀土系储氢合金生产工序图

附录 C

（资料性）

数据收集表示例

数据收集表示例见表 C.1~表 C.4。其并不代表全部收集范围，报告主体可根据生产系统实际情况补充或调整。

表 C.1 配料生产单元输入、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	**单位**	**数量**	**运距**	**运输方式**	**规格、成分/来源**
稀土金属（混合稀土等）、镍、钴、锰、铝、镁等					
燃料（如天然气、柴油等，用于预热或辅助加热）					
辅助材料（原料包装袋、破袋工具、清扫材料等）					
电力					
热力（如有）					
第三方服务（如有）					
输出	**单位**	**数量**	**运距**	**运输方式**	**规格、成分/去向**
混合料（按合金成分配比配好的原料混合物，作为熔炼单元输入）					
配料粉尘（无组织排放）、废原料包装袋、散落料					
温室气体直接排放（如有燃料燃烧）					
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：燃料和热力以热量单位表示。					

表 C.2 熔炼单元输入、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	**单位**	**数量**	**运距**	**运输方式**	**规格、成分/来源**
混合料（配料单元输出的按配比配好的原料混合物）					
辅助材料（石墨坩埚、耐火材料、保护气体 Ar/N_2、覆盖剂等）					
燃料（如天然气、柴油等，用于炉体预热）					
电力					
热力（如有）					
第三方服务（如有）					
输出	**单位**	**数量**	**运距**	**运输方式**	**规格、成分/去向**
合金锭（熔炼产物，作为退火单元输入）					
炉渣、除尘灰、废石墨坩埚、保护气体逸散					
温室气体直接排放（燃料燃烧、工艺过程排放）					
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：燃料和热力以热量单位表示。					

表 C.3 退火单元输入、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	**单位**	**数量**	**运距**	**运输方式**	**规格、成分/来源**
合金锭（熔炼单元输出的合金锭）					
辅助材料（退火托盘/料架、保护气体 Ar/N_2等）					
燃料（如天然气等，用于退火炉加热）					
电力					
热力（如有）					
第三方服务（如有）					
输出	**单位**	**数量**	**运距**	**运输方式**	**规格、成分/去向**
退火合金锭（作为检测单元输入）					
保护气体残余、废退火托盘/料架					
温室气体直接排放（燃料燃烧）					
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：燃料和热力以热量单位表示。					

表 C.4 检测单元输入、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	**单位**	**数量**	**运距**	**运输方式**	**规格、成分/来源**
退火合金锭（退火单元输出的退火合金锭）					
辅助材料（电解液、标准样品、化学试剂、电极材料等）					
电力（ICP 检测设备、电化学性能测试设备、XRD/XRF 等）					
保护气体（氩气，用于检测环境控制）					
热力（如有）					
第三方服务（如有）					
输出	**单位**	**数量**	**运距**	**运输方式**	**规格、成分/去向**
合格合金锭（作为破碎制粉单元输入）					
检测废料（电化学测试取样损耗、化学分析取样、不合格品）					
温室气体直接排放（如有）					
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：燃料和热力以热量单位表示。**					

表 C.5 破碎制粉单元输入、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	**单位**	**数量**	**运距**	**运输方式**	**规格、成分/来源**
合格合金锭（检测单元输出的合格合金锭）					
辅助材料（磨球、衬板、筛网、气流磨喷嘴等）					
电力（破碎机、球磨机、筛分机、气流磨等—该单元电耗最高）					
保护气体（氩气/氮气，用于惰性气氛保护）					
热力（如有）					
第三方服务（如有）					
输出	**单位**	**数量**	**运距**	**运输方式**	**规格、成分/去向**
合金粉末（规定粒度范围的稀土系储氢合金粉末，作为检验包装单元输入）					
收尘灰、废磨球/衬板、金属屑、筛上粗颗粒					
温室气体直接排放（如有）					
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：燃料和热力以热量单位表示。					

表 C.6 检验包装单元输入、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	**单位**	**数量**	**运距**	**运输方式**	**规格、成分/来源**
合金粉末（破碎制粉单元输出的合金粉末）					
辅助材料（包装袋/袋、包装桶、标签、干燥剂等）					
电力（包装机械、搬运设备、称重设备等）					
电力					
热力（如有）					
第三方服务（如有）					
输出	**单位**	**数量**	**运距**	**运输方式**	**规格、成分/去向**
成品（包装好的稀土系储氢合金产品，入库）					
废包装材料（破损包装袋、废标签、废干燥剂）					
温室气体直接排放（如有）					
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：燃料和热力以热量单位表示。					

附录 D

（资料性）

全球变暖潜势

部分温室气体的全球变暖潜势见表 D.1。

表 D.1 温室气体全球变暖潜势

气体名称	化学分子式	100 年的 GWP
二氧化碳	CO_2	1
甲烷	CH_4	27.9
氧化亚氮	N_2O	273
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
注：部分温室气体的全球变暖潜势来源于联合国政府间气候变化专门委员会（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》；如 IPCC 修订 GWP，应采用最新数值。		

附录 E

（资料性）

产品碳足迹报告模板

产品碳足迹报告格式模板如下。

产品碳足迹报告（模板）

生产者名称：_____

产品名称：_____

产品规格型号：_____

报告编号：_____

出具报告机构：　　（盖章）

日期：　　年　　月　　日

一、概况

1.生产者信息

生产者名称：

地址：

法定代表人：

授权人（联系人）：

联系电话：

公司概况：

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.声明单位：

声明单位为 1t 稀土系储氢合金产品。

2.系统边界：

☐原材料获取阶段 ☐生产阶段 ☐运输（交付）阶段

系统边界见图 1。

图 1 XX 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

产品生产阶段的碳排放计算说明见下表 E.1

表 E.1 稀土系储氢合金产品生命周期碳排放清单示例

产品生产阶段	流	活动数据	排放因子	GHG 排放量
原辅材料及能源获取阶段	稀土原矿			
	稀土金属或混合稀土金属			
	金属镍			
	金属钴			
	金属锰			
	金属铝			
	燃料			
	各类物料运输			
	电力			
	水			
	温室气体直接排放			
稀土系储氢合金生产阶段	稀土合金			
	水			
	各类物料运输			
	电力			
	燃料			
	保护气体			
	热力			
	温室气体直接排放			

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

一般选择联合国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

_____公司生产的_____（填写所评价的产品名称），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_____tCO$_2$e/t。各生命周期阶段的温室气体排放情况见表 E.2。

表 E.2 稀土储氢合金产品生命周期各阶段碳排放情况

生命周期阶段		碳足迹/（t CO$_2$e/产品）	占比/%	备注
原辅材料和能源获取阶段	稀土采矿			
	稀土选矿			
	稀土（或稀土二次资源回收）冶炼分离			
产品生产阶段	原料称重配料			
	熔炼			
	退火			
	检测			
	破碎制粉			
	检验包装			

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]GB/T 26412-2010 金属氢化物-镍电池负极用稀土系 AB_5型贮氢合金粉

[2]GB/T 31963-2015 金属氢化物-镍电池负极用稀土镁系超晶格贮氢合金粉

[3]GB/T 44754-2024 固态储氢用稀土系储氢合金

[4] GB/T 19001-2016 质量管理体系 要求

[5] GB/T 23331-2020 能源管理体系 要求及使用指南

[6] GB/T 33635-2017 绿色制造 制造企业绿色供应链管理 导则

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

[8] XB/T 702-2022 金属氢化物-镍电池负极用稀土系贮氢合金粉电化学性能的测试 三电极体系测试法

[9] T/CAB 0399-2025 温室气体 产品碳足迹量化方法与要求 金属氢化物镍电池

[10] T/REIANM 0102-2022 产品生命周期评价技术规范 稀土储氢合金

[11] IPCC. Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Working Group I contribution to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change

[12] ISO 14040:2006 Environmental management - Life cycle assessment - Principles and framework

[13] ISO 14044:2006 Environmental management - Life cycle assessment - Requirements and guidelines

[14] ISO/TS 14067:2018 Greenhouse gases - Carbon footprint of products - Requirements and guidelines for quantification and communication

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

[16] ISO 14026:2017 Environmental labels and declarations - Principles, requirements and guidelines for communication of footprint information