

T/REIANM

内蒙古自治区稀土行业协会标准

T/REIANM 0102-2022

产品生命周期评价技术规范 稀土储氢合金

Life cycle assessment specification on rare earth

hydrogen storage alloy

2022-07-04 发布

2022-07-04 实施

内蒙古自治区稀土行业协会 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。

本文件由内蒙古自治区稀土行业协会提出并归口。

本文件起草单位:包头钢铁(集团)有限责任公司、包头稀土研究院、上海易碳数字科技有限公司、包钢集团节能环保科技产业有限责任公司、安泰环境工程技术有限公司、鄂尔多斯应用技术学院、内蒙古稀奥科贮氢合金有限公司、中稀(微山)稀土新材料有限公司、内蒙古稀土功能材料创新中心有限责任公司、国瑞科创稀土功能材料有限公司。

本文件主要起草人:赵国庆、孙佳政、闫慧忠、王利、李宝犬、徐津、刘涛、班华、曹晓明、徐小明、忠诚、吉力强、朱晓梅、刘治平、王永光、皇甫益、景永强、李军、张薇、蒙丽娟、许永燕。

本文件为首次制定。

产品生命周期评价技术规范 稀土储氢合金

1 范围

本文件规定了稀土储氢合金生命周期评价的基本规则和要求。

本文件适用于稀土储氢合金的生命周期评价，是对稀土储氢合金生命周期评价的原则、方法与技术的规定。

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/T 15676-2015 稀土术语

GB/T 24020-2000 环境管理 环境标志和声明 通用原则

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

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 31963-2015 金属氢化物-镍电池负极用 稀土系AB₅型贮氢合金粉

GB/T 32161-2015 生态设计产品评价通则

3 术语和定义

GB/T 15676-2015、GB/T 24040-2008、GB/T 24044-2008中界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

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 24040-2008，3.1]

3.2

稀土储氢合金 rare earth hydrogen storage alloy

以稀土为强健合氢化物形成元素，且在一定温度及压力条件下可大量吸氢和放氢且吸/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]

3.3

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]

3.4

共生产品 co-product

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。

[来源：GB/T 24040-2008，3.10]

3.5

基本流 elementary flow

取自环境，进入所研究系统之前没有经过人为转化的物质或能量，或者是离开所研究系统，进入环境之后不再进行人为转化的物质或能量。

[来源：GB/T 24040-2008，3.12]

3.6

产品种类规则 product category rules (PCR)

对一个或多个产品种类进行III型环境声明所必须满足的一套具体的规则、要求和指南。

注：III型环境声明，也称为环境产品声明（EPD），是一种标准化的基于生命周期评价（LCA）的工具，用于沟通描述某一产品的环境性能。

[来源：GB/T 24025-2009，3.5]

4 要求

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。可参照国家相关稀土储氢合金标准要求描述。

稀土储氢合金的主要生产工艺应进行描述。

本文件中涉及的稀土储氢合金均以本节中描述的具体产品为对象。

5 产品生命周期评价流程

5.1 产品生命周期评价基本程序

稀土储氢合金生命周期评价的基本程序包括：目的和范围，生命周期清单分析，生命周期影响评价。

5.2 目的

稀土储氢合金生命周期评价研究应明确陈述应用意图、进行该项评价的理由、结果的使用对象（评价结果的预期交流对象）以及是否用于向公众发布的对比论断等信息。

5.3 范围

5.3.1 功能单位

生产1 kg稀土储氢合金。

5.3.2 系统边界

本文件界定的稀土储氢合金产品生命周期系统边界为“从摇篮到大门”，如图1所示，从镧、铈等原辅料与能源获取始，至稀土储氢合金产出止的所有阶段，包含了能源与公辅工序以及全流程运输的过程，副产品再利用阶段，不包含下游应用阶段。具体包括：

原材料开采、生产（例如：混合稀土金属、镧、铈、镍、钴、锰、铝等材料的生产过程）；

辅料开采、生产（例如：耐火材料、坩埚、氩气、盐酸、碳酸氢铵、煤油、P507、N235等）；

能源开采、生产（例如：外购电力、蒸汽、天然气、煤炭等）；

运输（主要原材料、能源、辅料的运输）；

稀土储氢合金生产；副产品再利用。如图2所示，稀土储氢合金生产工艺流程图。

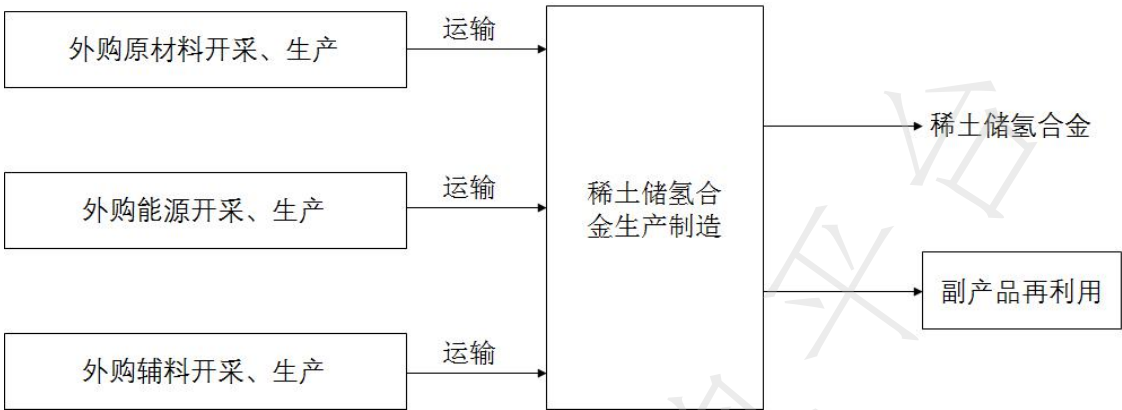


图 1 稀土储氢合金生命周期系统边界图



图 2 稀土储氢合金生产工艺流程图

5.3.3 数据的描述

数据包括企业现场数据和背景数据。

企业现场数据包括稀土储氢合金生产制造阶段的原材料消耗、能耗、污染物排放、运输（包括运输形式、运输距离和运输量）以及副产品回收再利用等数据，对数据的获得方式和来源均应予以说明。

背景数据包括原辅材料与能源开采生产制造阶段的生命周期清单数据以及运输所需的运输生命周期清单数据。所有数据应予以详细说明，包括数据来源、数据时间、数据类型等。

5.3.4 数据取舍原则

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：

- a) 能源的所有输入均列出；
- b) 原料的所有输入均列出；
- c) 辅助材料质量小于原料总消耗 0.1% 的项目输入可忽略；
- d) 大气、水体的各种排放均列出；
- e) 小于固体废弃物排放总量 1% 的一般性固体废弃物可忽略；
- f) 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；
- g) 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。

5.3.5 数据质量要求

5.3.5.1 企业现场数据的质量要求

- a) 代表性：现场数据应按照企业生产单元收集所确定范围内的生产统计数据。
- b) 完整性：现场数据应按 5.3.4 的原则，采集生产现场数据。
- c) 准确性：现场数据中的资源、能源、原材料消耗数据应该来自于生产单元的实际生产统计记录；环境排放数据优先选择相关的环境监测报告，或由排污因子或物料平衡公式计算获得。所有现场数据均应转换为单位产品，且需要详细记录相关的原始数据、数据来源、计算过程等。

- d) 一致性：企业现场数据收集时应保持相同的数据来源、统计口径、处理规则等。

5.3.5.2 背景数据的质量要求

- a) 代表性：背景数据应优先选择所研究企业的原材料供应商提供的符合 GB/T 24044-2008 标准要求的、经第三方独立验证的上游产品生命周期评价报告中的数据。若无，应优先选择代表中国国内平均生产水平的公开生命周期评价数据，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。
- b) 完整性：背景数据的系统边界应该从资源开采到这些原辅材料或能源产品出厂为止。
- c) 一致性：所有被选择的背景数据应转换为一致的物质名录后再进行计算。同一第三方机构对同类产品生命周期评价的背景数据应该保持一致，如果背景数据更新，则生命周期评价报告也应更新。

5.3.5.3 数据质量评价体系

本文件采用数据质量评价体系对数据质量进行评价，见表 1。

表 1 数据质量评价体系表

数据来源			数据类型					数据时间			
生产现场	文献	其它	测量	计算	平均	估算	未知	≤1 年	≤5 年	5~10 年	>10 年
5	3	1	5	4	3	2	1	5	4	3	1

该评价体系的数据评价指标有 3 个：来源、类型和时间，并用 5 级分制来定义数据质量。该方法以计算每个数据的得分来判断数据质量（最高 15 分），以计算单元过程所有数据的平均得分来判断工序数据的评价质量。对于质量较差的数据应进行敏感性分析和不确定性分析，检查说明产品生命周期忽略的过程、忽略的现场数据、以及主要的假设等相关因素可能对最终结果造成的影响，说明背景数据选择、现场数据收集与处理是否符合本文件的要求。

5.4 清单分析

5.4.1 数据收集

5.4.1.1 数据收集范围

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。数据收集包括现场数据和背景数据的收集。

5.4.1.2 数据收集步骤

数据收集程序主要步骤包括：

- a) 根据评价的目标与范围确定的单元过程，进行数据收集的准备，包括：1)绘制单元过程的输入输出流程图；2)设计统计单元过程的实物流输入输出的数据收集表，以及背景数据收集表，如附录 A 中表 A.1 和 A.2 所示；3)对数据收集技术、要求作出表述；4)对报送数据的特殊情况、异常点和其它问题进行明确说明。
- b) 根据数据收集准备的要求，由生产部门的技术人员完成数据收集工作。
- c) 数据审定：收集的单元过程数据需要经过确认程序。数据审定的原则：
 - 1) 物料平衡：物料平衡主要指的是各种合金材料的平衡，即判断单元过程输入的原材料与输

出的产品和副产品是否平衡；

2) 工序能耗：计算工序使用的能源与历史数据的比较情况；

3) 水平衡：单元过程输入的水量与消耗水量及输出废水量是否平衡（适当考虑蒸发量等因素），不平衡率（1-输出量/输入量）绝对值一般应低于 10%。

d) 数据与功能单位的关联，即将收集的实物流的输入输出处理为功能单位的输入输出。

5.4.2 计算程序

数据收集完成后，要根据计算程序对该产品系统中每一单元过程与功能单位求得清单结果。计算应以统一的功能单位作为该系统所有单元过程中物质流、能源流的共同基础，求得系统中所有的输入和输出数据。

5.4.2.1 数据确认

在数据的收集过程中，应检查数据的有效性。在数据的确认过程中若发现明显不合理的数据，应分析原因，予以替换，替换的数据应满足数据质量要求。

对每种数据类型的数据如发现缺失，对缺失的数据要进行断档处理，代之以合理的“非零”数据、合理的“零”数据或采用同类技术单元过程报送的数据计算出来的数值。

5.4.2.2 数据与单元过程的关联

生产工序有多种产品，对一个单元过程确定适宜的基准流，如 1kg 产品，并计算单元过程的定量输入和输出数据。稀土储氢合金生产制造的多个工序都有多种产品，单元过程数据需要进行分配。分配方法见 5.4.3。

5.4.2.3 数据合并

仅当数据类型是涉及等价物质并具有类似的环境影响时才允许进行数据合并。同一工序的不同生产设备，若其生产技术水平相当，输入输出种类基本相同，则可采取数据合并。

5.4.2.4 生命周期清单计算方法

生命周期清单数据是基本流在所定义的生命周期过程的累积，基本流是以功能单位为基准的环境负荷。基本流 g （如 CO_2 的排放）的累积量按式（1）计算：

$$b_{T,F,g} = b_{F,g} + \sum a_i b_{i,g} \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中：

$b_{T,F,g}$ ——是以功能单位 F 为基准的基本流 g 的累积量 T ；

$b_{F,g}$ ——是以功能单位 F 为基准的基本流 g 在产品生产过程的直接流量；

a_i ——是原辅料、能源等在产品系统中单元过程 i 每功能单位的直接消耗量；

$b_{i,g}$ ——是基本流 g 在单元过程 i 的直接流量；

$\sum a_i b_{i,g}$ ——是以功能单位为基准的基本流 g 在上游过程的累积量，主要视研究边界所包含的单元过程而定。

5.4.3 数据的分配

在实际工作中，常常会遇到一个单元过程同时生产两种或多种产品，而投入的原材料和能源又没有分开的情况。也可能会遇到输入渠道有多种，而输出只有一种的情况，如废水处理时，车间的废水来源渠道多种多样。在这些情况下，不能直接得到清单计算所需的数据，必须根据一定的关系对这些过程的数据进行分配。

5.4.3.1 分配原则

清单是建立在输入与输出的物质平衡的基础上,分配关系需反映出这种输入与输出的基本关系与特性。分配的主要原则如下:

- a) 研究中必须识别与其它产品系统公用的过程,并按下节中所要求的分配程序加以处理;
- b) 单元过程中分配前与分配后的输入与输出的总和必须相等;
- c) 如果存在若干个可采用的分配程序,必须进行敏感性分析,以说明采用其他方法与所选用方法在结果上的差别。

5.4.3.2 分配程序

根据 GB/T 24040-2008 标准处理数据分配问题一般按以下程序进行:

- a) 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。
- b) 如无法避免分配,应优先使用系统扩展法进行分配,即根据共生产品的实际用途,抵扣其所替代产品的环境负荷。例如,废渣及超细粉等主要的共生产品可被用来继续提取稀土及其它贵金属元素,进行重复利用。
- c) 如不能使用系统扩展法进行分配,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。
- d) 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。

5.4.3.3 分配过程

表2 稀土储氢合金各生产工序的共生产品

生产工序	主要共生产品	分配方法
真空熔炼	废渣	系统扩展法
破碎研磨	超细粉	系统扩展法

5.5 生命周期影响评价

5.5.1 选取影响类型

根据稀土储氢合金生产系统的特点,其生命周期影响评价的影响类型应包括:全球变暖潜力、酸化潜力、富营养化潜力、对流层臭氧生成潜力、非生物资源耗竭潜力-化石燃料、人体毒性、生态毒性、非生物资源耗竭潜力-矿物元素等 8 类。

5.5.2 分类评价

分类评价是定量计算影响类型的类型指标。同质量的不同负荷因子对同一种影响类型的贡献潜力不一样,转化为统一度量需要借助于特征化模型,分类评价结果采用当量物质表示。

分类评价按式(2)计算:

$$C_j = \sum_i Q_{ji} \times m_i \dots\dots\dots (2)$$

式中:

C_j ——影响类型j的计算结果;
 Q_{ji} ——生命周期清单因子i对影响类型j的特征化因子,特征化因子来源于表3所列特征化模型;

m_i ——生命周期清单因子*i*的清单结果。

表 3 影响类型、清单因子及特征化模型

影响类型	清单因子	特征化模型
全球变暖潜力	(a)二氧化碳; (a)甲烷; (a)一氧化二氮; (a) 全氟碳 (PFCs)	温室气体 100 年内的全球变暖潜势 (kg CO ₂ eq.)
酸化潜力	(a)二氧化硫; (a)氮氧化物.....	物质的酸化潜势 (kg SO ₂ eq.)
富营养化潜力	(a) 氮氧化物; (w)化学需氧量; (w)总氮; (w) 氨氮; (w)总磷; (a)硝酸雾.....	物质的富营养化潜势 (kg PO ₄ ³⁻ eq.)
对流层臭氧生成潜力	(a)二氧化硫; (a) 氮氧化物; (a)一氧化碳; (a) 甲烷; (a)挥发性有机化合物.....	促成光化学烟雾形成的潜力 (kg C ₂ H ₄ Eq)
人体毒性	(a)硫化氢; (a)二氧化硫; (a)氯化氢; (a)氟化物; (a)二氧化氮; (a)挥发性有机化合物; (a)PM10; (a)PM2.5; (w)苯; (w) 总砷; (w)总硒; (w) 总镉; (w)六价铬; (w)总铬; (w)总铜; (w) 总铅; (w)总镍; (w) 总汞; (w) 总锌; (w) 挥发酚; (w)氟离子; (w)硫化物.....	污染物的毒理学当量 (CTUh)
生态毒性	(a)硫化氢; (a)氯化氢; (a)氟化物; (a)氮氧化物; (a) 挥发性有机化合物; (w)苯; (w)总砷; (w) 总硒; (w)总镉; (w)六价铬; (w)总铬; (w)总铅; (w)总锌; (w)总铜; (w)总镍; (w)总汞; (w)挥发酚; (w)锌; (w)氟离子; (w)硫化物.....	污染物的毒理学当量 (CTUe)
非生物资源耗竭潜力-化石燃料	总一次能源	净热值 (MJ)
非生物资源耗竭潜力-矿物元素	稀土矿、铁矿石、硼矿.....	资源折合为锑当量 (kg Sb eq.)
注: (a)一大气污染物 (w)一水体污染物		

6 附加环境信息

除上述报告的指标外, 其它相关的重要环境信息, 如采用的清洁生产工艺、节能减排技术、产品环境特性、企业环境管理等可以在附加环境信息中进行描述。

7 可比性

当根据本文件制作Ⅲ型环境声明报告用于比较时, 应满足文件中 4、5、6 章的要求, 对于缺失的数据应予以说明。

8 支持Ⅲ型环境声明报告的要素

应用本文件可进行稀土储氢合金的Ⅲ型环境声明报告, Ⅲ型环境声明报告应符合GB/T 24025-2009 的要求。依据本文件制作的Ⅲ型环境声明报告包括以下内容:

8.1 公司/组织的描述

- a) 联系人、地址、电话、传真、e-mail;
- b) 生产过程或环境工作的特别信息。

8.2 产品或服务的描述

- a) 产品名称;
- b) 产品功能用途;
- c) 产品化学成分;
- d) 产品技术性能（规格、热处理或表面处理方式、交货状态等）;
- e) 产品制造、运输和安全使用信息。

8.3 报告的有效期

8.4 产品的可追溯性（产品编号、能够辨识生产批次、追溯生产信息、质量记录等信息）

8.5 生命周期评价信息

- a) 功能单位;
- b) 系统边界;
- c) 数据的描述;
- d) 数据的取舍准则;
- e) 数据质量;
- f) 数据收集;
- g) 计算程序;
- h) 环境影响（可以报告 LCI 结果，也可以报告 LCIA 结果，但应明确描述考虑了哪些清单因子和环境影响类型）;
- i) 附加环境信息。

8.6 评价的验证

- a) 验证机构;
- b) 验证结论。

9 验证

提出Ⅲ型环境声明的组织应确保数据得到第三方独立验证，验证信息应包含生产企业和第三方验证机构的相关信息。

9.1 公司/组织的描述

公司/组织的名称、生产地点、联系人、联系方式等信息，与生产过程相关的资讯，以及与环境工作相关的特别信息（如环境管理体系认证），也可以包括企业/组织想要突出的特定主题，例如产品符合某些环境准则，或与环境安全与卫生相关的资讯。

9.2 第三方验证机构的描述

第三方验证机构的名称、地址、联系人、联系方式等信息。同时应提供报告审核员、验证过程所遵循的标准、验证报告有效期等相关信息。

9.3 验证内容

9.3.1 产品种类规则的评审

应确保产品种类规则：

- 已按照 GB/T24040-2008 系列标准和 GB/T24025-2009 标准制定；
- 满足Ⅲ型环境声明通用计划指南；
- 所列出的基于 LCA 的数据以及附加环境信息对产品的重要环境因素做出了描述。

9.3.2 数据的独立验证

应对来自 LCA、LCI、信息模块的数据以及附加环境信息进行独立验证，包括数据覆盖范围、逻辑性、质量、准确性、完整性、代表性、一致性、可再现性、来源和不确定性等。

9.3.3 Ⅲ型环境声明的独立验证

应确保Ⅲ型环境声明符合：

- GB/T24020-2000 和 GB/T24025-2009 的相关要求；
- Ⅲ型环境声明通用计划指南；
- 现行的和相关的产品种类规则。

附录 A

(资料性附录)

表 A.1 现场数据收集汇总表示例

产品输出	数量	单位	数据来源
稀土储氢合金		Kg	实测
.....			
物料输入	数量	单位	来源
镍		Kg	自产
化学药剂		Kg	外购
.....			
能量输入	数量	单位	来源
电		kWh	自产
热量		MJ	自产
.....			
大气排放物	数量	单位	数据来源
二氧化硫		Kg	计算
二氧化碳		Kg	计算
.....			
水体排放物	数量	单位	数据来源
氨氮		kg	实测
.....			
废弃物输出	数量	单位	数据来源
废弃混合溶剂		kg	计算
.....			

表 A.2 背景数据收集表示例

背景数据收集表	单元过程	镧生产	氩气生产	耐火材料生产	
	功能单位	1kg	1m³	1kg	
总能耗	MJ				
稀土矿石消耗	kg				
水耗	kg				
颗粒物	g				
二氧化硫	g				
氮氧化物	g				
二氧化碳	g				
氨氮	mg				
.....					
数据描述（数据来源、数据时间、数据类型等）					