

温室气体 产品碳足迹量化方法与要求 全钒液流电池电解液

Greenhouse gas—Quantification requirement and method of product carbon footprint—Electrolyte for vanadium flow battery

2025 - 11 - 30 发布

2025 - 12 - 30 实施

目 次

前言	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 核算范围	3
5 声明单位	4
6 系统边界	4
7 数据收集与处理	5
8 核算	6
9 报告	7
附录 A（资料性） 全钒液流电池电解液产品碳足迹评价报告模板	8

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。

本文件由辽宁省工业和信息化厅提出并归口。

本文件起草单位：辽宁省产品质量监督检验院、大连融科储能集团股份有限公司、辽宁省检验检测认证中心、国家市场监督管理总局重点实验室（石油产品检测与质量控制）、国家石油产品质量检验检测中心（沈阳）、中国计量科学研究院。

本文件主要起草人：王硕、纪博睿、孟昭扬、徐亚民、曹聪、张斌、王丽娜、刘浩然、王雪、王宇璐、王文俊、张浩晨、吴丹、杨哲元、赵倩、赵晓弘、段卫宇、王隆菲、刘智宁、张正东、肖哲、董璐、李红、王洪超、王晓东。

本文件发布实施后，任何单位和个人如有问题和意见建议，均可以通过来电和来函等方式进行反馈，我们将及时答复并认真处理，根据实际情况依法进行评估及复审。

归口管理部门通讯地址：辽宁省沈阳市皇姑区北陵大街45-2号，024-86893258。

文件起草单位通讯地址：辽宁省沈阳市铁西经济技术开发区沈西三东路2甲3号，024-23885271。

温室气体 产品碳足迹量化方法与要求

全钒液流电池电解液

1 范围

本文件规定了全钒液流电池电解液产品碳足迹核算评价的技术内容，包括术语定义、核算范围、功能单位、系统边界、数据收集与处理、核算、报告等内容。

本文件适用于全钒液流电池电解液产品碳足迹的核算活动。

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 24024—2001 环境管理 环境标志和声明 I 型环境标志 原则和程序

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 24067—2024 温室气体 产品碳足迹 量化要求和指南

GB/T 29840—2013 全钒液流电池 术语

GB/T 32150—2015 工业企业温室气体排放核算和报告通则

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

全钒液流电池 vanadium flow battery

通过正负极电解液中不同价态钒离子的电化学反应来实现电能和化学能互相转化的储能装置。又称全钒液流电池系统。

注：全钒液流电池主要由功率单元（电堆或模块）、储能单元（电解液及储罐）、电解液输送单元（管路、阀门、泵、换热器等）和电池管理系统等部分构成。

[来源：GB/T 29840—2013，2.1]

3.2

电解液 electrolyte

具有离子导电性的含不同价态钒离子的溶液。

[来源：GB/T 29840—2013，2.3]

3.3

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：如无特别说明，本标准中的温室气体包括二氧化碳(CO₂)、甲烷(CH₄)、氧化亚氮(N₂O)、氢氟碳化物(HFC_s)、全氟碳化物(PFC_s)、六氟化硫(SF₆)与三氟化氮(NF₃)。

[来源：GB/T 32150—2015, 3.1]

3.4

产品碳足迹 carbon footprint of a product (CFP)

产品从原材料一直到生产(或提供服务)等所有阶段的GHG排放。

3.5

产品碳足迹评价 assessment of carbon footprint of a product

根据约定的评价准则对产品在一定生命周期阶段和边界范围内温室气体排放总量进行计算与评价，并形成文件化的过程。

3.6

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。与产品相关的生命周期阶段包括：原料获取、储运、生产、销售、使用、废弃处置。

[来源：GB/T 24040—2008, 3.1, 有修改]

3.7

产品种类 product category

具有同等功能的产品组群。

[来源：GB/T 24024—2001, 3.3]

3.8

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。

[来源：GB/T 24025—2009, 3.5]

3.9

温室气体排放 greenhouse gas emission

在特定时段内释放大气中的温室气体总量（以质量单位计算）。

[来源：GB/T 32150—2015, 3.6]

3.10

温室气体清除 greenhouse gas removal

在特定时段内从大气中清除的温室气体总量（以质量单位计算）。

[来源：GB/T 24067—2024, 3.2.6]

3.11

功能单位 functional unit

用来作为基准单位的量化的产品系统性能。

[来源：GB/T 24044—2008，3.20]

3.12

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]

3.13

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确定的最基本部分。

[来源：GB/T 24044—2008，3.34]

3.14

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]

3.15

取舍原则 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做的规定。

[来源：GB/T 24044—2008，3.18]

3.16

初级数据 primary data

通过直接测量的数据或基于直接测量的计算得到的过程或活动的量化值。

[来源：GB/T 24067—2024，3.6.1]

3.17

次级数据 secondary data

从直接测量或基于直接测量计算以外的来源获得的数据。

[来源：GB/T 24067—2024，3.6.3]

4 核算范围

4.1 运输与分销

从原材料运输至生产场地，以及生产好的电解液产品运输至客户指定地点过程中，运输工具消耗燃料产生的温室气体排放。

4.2 辅助生产活动

生产场地内的辅助活动。

4.3 原材料获取

包括含钒矿石的采选、冶金、精炼得到的浸出液或钒原料。酸、碱、还原剂等其他原材料的生产和获取过程中产生的温室气体排放。

4.4 生产加工

涵盖电解液生产过程中的所有工艺环节。

5 声明单位

以每放出1Ah电能所需的全钒液流电池电解液产品质量作为功能单位，用于量化和比较产品碳足迹。选择该功能单位能够直观地反映生产单位质量电解液所产生的温室气体排放情况，便于不同企业和产品之间进行碳足迹的对比分析。

6 系统边界

产品碳足迹的系统边界为“摇篮到大门”类别，包括原辅料及能源动力获取阶段、生产阶段和厂内外运输阶段，产品碳足迹系统边界示意图见图1，详见表1。

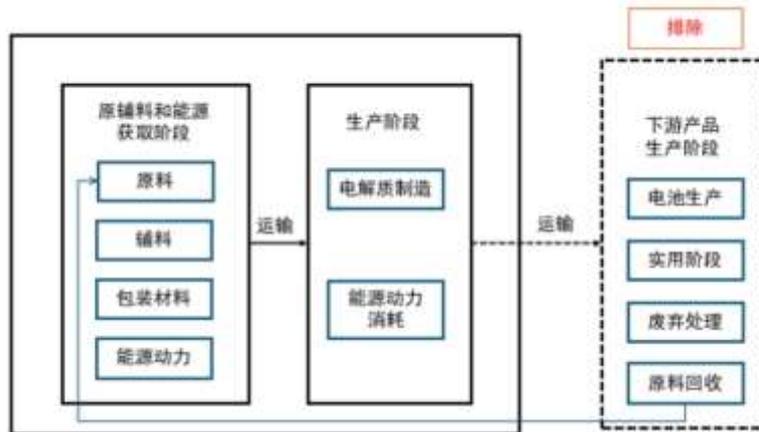


图1 产品碳足迹系统边界

产品碳足迹和产品部分碳足迹不应包括碳抵消，与碳抵消无关的温室气体排放清除量可纳入产品系统边界内。厂房和生产设备等固定资产的生产制造过程、厂区内宿舍等生活配套设施生产过程及运行过程产生的碳排放不纳入系统边界。系统边界内单元过程的划分应考虑重要程度和数据收集难易程度等因素，尽量合并相关单元过程，如厂内运输，以降低数据收集、拆分的难度，提高各单元过程数据准确性。

表1 原材料和能源获取阶段系统边界

阶段	包含子过程	排除项
原辅料和能源获取	钒原料的矿石开采、冶金、精炼、生产，其他基础化学品原辅料生产、容器制造、电力/蒸汽生产	无
生产阶段	配液→提纯→电解→焙烧/结晶(如有)→定容+厂内物料转运	厂房建设
厂内外运输	原料进厂(公路/铁路)+成品短驳至仓库	产品分销长途运输

7 数据收集与处理

7.1 数据收集和确认

收集和确认系统边界内各单元过程的输入、输出数据。全钒液流电池电解液生产阶段的数据应为现场数据，所收集的数据应具有代表性，宜采用全年平均数据，生产期不足一年或非连续生产时，应选择较长时间跨度内的数据。无法收集现场数据时，宜使用通过第三方资质评审或认证的初级数据。无法获取现场数据和初级数据时，可以使用次级数据。对于原料、辅料、能源等重要数据，产品碳足迹研究报告应披露数据来源，其中原料、电力还应披露具体排放因子。

7.2 数据质量要求

7.2.1 数据质量的特征应包括定量和定性两个方面，相关特性描述宜涉及以下方面：

- a) 时间覆盖范围：数据的年份和所收集数据的最小时间长度；
- b) 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；
- c) 技术覆盖范围：具体的技术或技术组合；
- d) 精度：对每个数据值的可变性的度量(例如方差)；
- e) 完整性：测量或测算的流所占的比例；
- f) 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；
- g) 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；
- h) 可重现性：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；
- i) 数据来源；
- j) 信息的不确定性。

7.2.2 数据质量评估应采用两步法：

- a) 根据上述a)至d)项的要求，对产品碳足迹研究的数据质量进行分析，对数据进行评价。
- b) 产品碳足迹研究报告中应披露数据质量评估情况。数据收集过程中宜通过物质平衡等途径确认各单元过程的数据有效性。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。

7.2.3 开展产品碳足迹研究的组织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。

7.3 取舍准则

在评价目标和范围确定阶段，应确定允许省略次要过程的取舍准则。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。

在全钒液流电池电解液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，但所有舍弃的合计值不应超过产品碳足迹总量的5%。

注：所排除单元过程舍去的温室气体排放与清除有书面记录。

7.4 数据处理

7.4.1 数据整理

对收集到的原始数据进行整理和分类，按照不同的单元过程和数据类型进行归档，便于后续的数据计算和分析。在整理过程中，应对数据的完整性和准确性进行初步检查，发现问题及时进行纠正和补充。

7.4.2 数据计算

根据收集到的活动数据和排放因子数据，按照相应的计算公式将活动数据转换为温室气体排放量。对于涉及多种温室气体排放的情况，应根据各种温室气体的全球变暖潜势（GWP）将其换算为二氧化碳当量进行汇总计算。计算公式如下：

$$E_{CO_2e} = \sum_{i=1}^n (A_i \times EF_i \times GWP_i) \dots\dots\dots (1)$$

式中：

E_{CO_2e} —二氧化碳当量排放量，单位为千克二氧化碳当量（kgCO₂ e）；

A_i —第*i*种活动的活动数据；

EF_i —第*i*种活动对应的温室气体排放因子；

GWP_i —第*i*种温室气体的全球变暖潜势。

7.4.3 数据验证

对计算得到的温室气体排放量数据进行验证，可采用与同行业数据对比、历史数据趋势分析、物料平衡和能量平衡核算等方法进行验证。如发现计算结果与实际情况存在较大偏差或不合理之处，应重新检查数据收集和计算过程，找出问题所在并进行修正。

8 核算

8.1 核算方法

采用生命周期评价（LCA）方法对全钒液流电池电解液产品的碳足迹进行核算，即对产品生命周期内从原材料获取到产品交付的各个阶段的温室气体排放进行量化计算。具体核算过程中，按照系统边界确定的单元过程，分别计算各阶段的温室气体排放量，然后将各阶段排放量进行汇总，得到产品的碳足迹总量。

8.2 核算公式

产品碳足迹（PCF）的核算公式如下：

$$PCF = \sum_{j=1}^m E_j \dots\dots\dots (2)$$

式中：

PCF —产品碳足迹，单位为千克二氧化碳当量（kgCO₂ e），结果精确至0.01；

E_j —第*j*个单元过程的温室气体排放量，单位为千克二氧化碳当量（kgCO₂ e）；

m —系统边界内单元过程的总数。

8.3 各阶段核算要点

8.3.1 运输与分销阶段

根据运输方式（公路、铁路、水路、航空等）和运输距离，结合不同运输工具的单位运输量温室气体排放因子，计算原材料运输和产品运输过程中的温室气体排放量。对于多种运输方式联运的情况，应分别计算每种运输方式的排放量并进行累加。

8.3.2 辅助生产活动阶段

核算生产场地照明、通风、空调等能源消耗产生的温室气体排放，以及生产设备维护、保养过程中消耗的能源和材料所导致的排放。对于生产过程中产生的废水处理系统和废气处理系统，计算其运行过程中消耗的能源以及处理过程中产生的温室气体排放（如废水处理过程中产生的甲烷排放等）。

8.3.3 原材料获取阶段

对于钒矿石开采，应考虑开采设备的能源消耗（如燃油消耗）所产生的温室气体排放，以及开采过程中可能导致的土地扰动、植被破坏等间接排放。在钒矿石提炼过程中，核算提炼工艺（如酸浸、碱浸、钠化焙烧等）消耗的能源（如电力、煤炭等）以及使用的化学试剂（如硫酸、氢氧化钠、氨水等）生产过程中的温室气体排放。对于硫酸等其他辅助原材料，按照其生产工艺和运输过程中的能源消耗计算相应的温室气体排放。

8.3.4 生产加工阶段

根据电解液生产工艺，核算各生产环节（如配液、提纯、电解、焙烧、结晶等过程）消耗的电力、蒸汽、燃气等能源所产生的温室气体排放。同时，考虑生产过程中使用的化学试剂（如添加剂、催化剂等）的生产和使用过程中的排放。对于生产过程中产生的废气、废水处理过程，也应计算其消耗能源和相关化学反应所导致的温室气体排放。

9 报告

根据本标准编制的产品碳足迹报告应包括但不限于以下内容：

- a) 企业基本信息；
- b) 产品碳足迹评价：
 - 1) 产品描述；
 - 2) 评价范围：功能单位、系统边界；
 - 3) 产品碳足迹计算：数据采集、数据计算、分配；
 - 4) 产品碳足迹计算结果；
- c) 其他必要信息：有效期、报告编制及验证机构信息等(可参考附录 A)。

附录 A

(资料性)

全钒液流电池电解液产品碳足迹评价报告模板

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： _____ (盖章)

日期： _____年_____月_____日

A.1 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: _____

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: _____

A.2 量化目的

A.3 量化范围

1) 功能单位或声明单位

以_____为功能单位或声明单位。

2) 系统边界

原材料获取阶段 生产阶段 分销阶段 使用阶段 生命末期阶段

3) 时间范围: _____

A.4 清单分析

1) 数据来源说明

初级数据: _____

次级数据: _____

2) 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。

A.5 影响评价

1) 影响类型和特征化因子选择

一般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(按以下步骤计算)

(1) 原辅料和能源获取阶段

(2) 生产阶段

(3) 厂内外运输

(4) 总排放量(摇篮到大门)

A.6 结果解释

1) 结果说明

_____公司(填写产品生产者的全名)生产的_____ (填写所评价的产品名称,每功能单位的产品),从_____到_____ (填写某生命周期阶段)生命周期碳足迹为_____。

2) 改进建议
