

# 全钒液流电池电解液产品碳足迹核算评价 技术规范

General Technical specification for carbon footprint accounting and  
evaluation of electrolyte for vanadium flow battery

（征求意见稿）

（本草案完成时间：2025年6月）

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

2025 - XX - XX 发布

2025 - XX - XX 实施

# 目 次

前言 .....	II
1 范围 .....	3
2 规范性引用文件 .....	3
3 术语和定义 .....	3
4 核算范围 .....	5
5 功能单位 .....	6
6 系统边界 .....	6
7 数据收集与处理 .....	7
8 核算 .....	9
9 报告 .....	9
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 .....	11

## 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、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），国家石油检验检测认证中心（沈阳）、中国计量科学研究院、辽宁省计量科学研究院。

本文件主要起草人：王硕、纪博睿、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、张正东、肖哲、董璐。

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：辽宁省工业和信息化厅（辽宁省沈阳市皇姑区北陵大街45-2号），联系电话：024-86893258。

文件起草单位通讯地址：辽宁省产品质量监督检验院（辽宁省沈阳市铁西经济技术开发区沈西三东路2甲3号），联系电话：024-23885271。

本文件为首次发布。

# 全钒液流电池电解液产品碳足迹核算评价技术规范

## 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 24025 环境标志和声明 III型环境声明原则和程序（ISO 14025：2006, IDT）

GB/T 24040 环境管理 生命周期评价 原则与框架（ISO 14040：2006, IDT）

GB/T 24044 环境管理 生命周期评价 要求与指南（ISO 14025：2006, IDT）

GB/T 24067 温室气体 产品碳足迹 量化要求和指南（ISO 14067：2018, MOD）

GB/T 32150 工业企业温室气体排放核算和报告通则

GB/T 37204 全钒液流电池用电解液

NB/T 42006 全钒液流电池用电解液测试方法

NB/T 42133 全钒液流电池用电解液技术条件

T/CIET 365 全钒液流电池电解液行业绿色工厂评价要求

## 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 redox flow battery

是以钒为活性物质呈循环流动液态的氧化还原电池，通过不同价态钒离子在正负极之间的氧化还原反应实现电能与化学能的相互转化。

### 3.2

**电解液** electrolyte

电能以化学能的方式存储在不同价态钒离子的硫酸电解液中，通过双电极板收集和传导电流，从而使得储存在溶液中的化学能转换成电能。

### 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：本文件涉及的GHG仅包括二氧化碳（CO<sub>2</sub>）、甲烷（CH<sub>4</sub>）、氧化亚氮（N<sub>2</sub>O）。

[来源：GB/T 32150-2015，3.1，有修改]

### 3.4

#### **产品碳足迹 carbon footprint of a product CFP**

产品在其整个生命周期内的各种GHG排放，即从原材料一直到生产(或提供服务)、分销、使用和处置/再生利用等所有阶段的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]

### 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**

在特定时段内释放到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

规定了核算范围，包括全钒液流电池电解液碳足迹生命周期内从原材料获取、生产加工到出厂前物流阶段的温室气体排放，具体涵盖以下范围：

### 4.1 原材料获取

包括钒矿石开采、提炼以及硫酸等其他原材料的生产和获取过程中产生的温室气体排放。

### 4.2 生产加工

涵盖电解液生产过程中的所有工艺环节，如钒离子溶液的制备、混合、净化等过程中消耗能源和使用化学品所导致的温室气体排放。

### 4.3 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。

### 4.4 辅助生产活动

生产场地内的辅助活动，如生产设备的维护、保养，以及场地照明、供暖、制冷等能源消耗所产生的温室气体排放。

## 5 功能单位

本标准以质量（如1千克）全钒液流电池电解液产品作为功能单位，用于量化和比较产品碳足迹。选择该功能单位是因为它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

### 6.1 确定原则

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。产品部分碳足迹的系统边界为“门到门”类别，包括全钒液流电池电解液生产阶段和厂内运输阶段。

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。

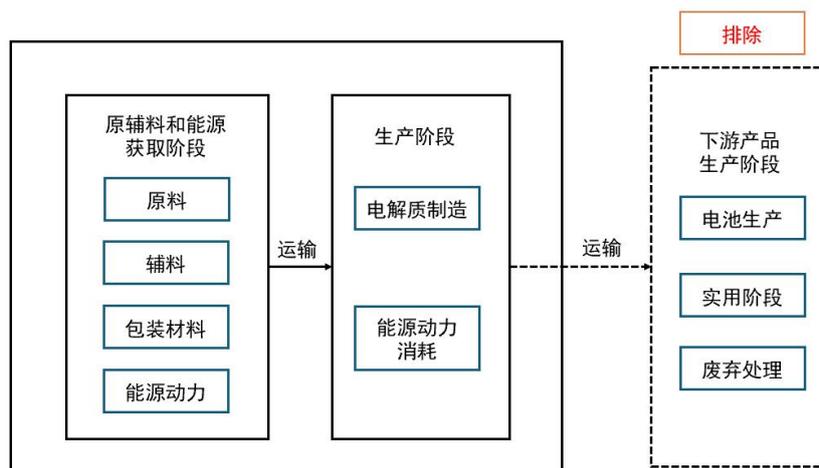


图1 产品碳足迹系统边界

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	钒矿开采、V <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 冶炼、硫酸生产、容器制造、电力/蒸汽生产	无

阶段	包含子过程	排除项
生产阶段	溶液配制→离子纯化→pH调节→浓度校准+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，宜使用经第三方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 数据质量的特征

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。

数据质量评估应采用两步法：

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。

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。

### 7.3 取舍准则

所涉及的物质（能量）数据的取舍应遵循如下准则：

- a) 所有的能源输入均需列出，包括使用的含能废弃物；
- b) 应列出主要的原料及辅料输入，若符合c)和d)要求则可忽略；
- c) 忽略的单项物质（能量）流或单元过程对产品碳足迹的贡献均不得超过1%，如生产设备维修耗材等；
- d) 所有忽略的物质（能量）流与单元过程对产品碳足迹贡献总和不超过5%，且应在产品碳足迹报告中予以说明；

e) 道路与厂房等基础设施的建设、各工序设备的制造安装、厂区内人员及生活设施的消耗和排放,均可忽略。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应予以舍弃。

## 7.4 数据质量要求

### 7.4.1 准确性

收集的数据应准确反映实际的活动水平和排放情况,避免数据的误报、漏报和虚报。对于关键数据,应进行多次核对和验证,确保数据的可靠性。

### 7.4.2 完整性

确保收集的数据覆盖系统边界内的所有单元过程和相关活动,不存在数据缺失的情况。对于无法直接获取的数据,应采用合理的估算方法进行补充,但需明确说明估算的依据和方法。

### 7.4.3 一致性

数据收集的方法和标准应在整个核算过程中保持一致,以便于不同阶段和不同单元过程数据之间的可比性。同时,对于相同类型的数据,应采用相同的来源和处理方式,避免因数据不一致导致的核算误差。

### 7.4.4 可追溯性

所有收集的数据都应具有可追溯性,能够明确数据的来源、收集时间、收集方法和责任人等信息。以便在需要时对数据进行复查和验证,确保核算结果的可信度。

## 7.5 数据处理

### 7.5.1 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。

### 7.5.2 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(kgCO<sub>2e</sub>);

$A_i$  -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。

### 7.5.3 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：

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

式中：

$PCF$  -产品碳足迹，单位为千克二氧化碳当量（ $kgCO_2e$ ）；

$E_j$  -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（ $kgCO_2e$ ）；

$m$  -系统边界内单元过程的总数。

### 8.3 各阶段核算要点

#### 8.3.1 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。

#### 8.3.2 生产加工阶段

根据电解液生产工艺，核算各生产环节（如溶解、反应、提纯、混合等）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。

#### 8.3.3 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。

#### 8.3.4 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）。

## 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。（参考如附录 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

## 产品碳足迹研究报告（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

## 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：\_\_\_\_\_

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：\_\_\_\_\_

## 四、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。

## 五、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)

## 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\_\_\_\_\_ (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

---