辽宁省地方标准

《全钒液流电池电解液产品碳足迹核算评价技术规范》

编制说明

标准编制组

二O二五年六月

辽宁省地方标准《全钒液流电池电解液产品碳足迹核算评价技术规范》编制说明

1. **工作简介**

**（一）任务来源**

《全钒液流电池电解液产品碳足迹核算评价技术规范》（项目编号：2024033）是辽宁省市场监督管理局2024年立项的地方标准，由辽宁省检验检测认证中心负责组织制定。

**（二）标准制订的必要性和意义**

全钒液流电池电解液是应用在新能源领域的一种化工产品。是以钒为活性物质呈循环流动液态的氧化还原电池的电解液。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，目前广泛应用在储能项目中。辽宁省朝阳市有较丰富的钒矿资源，沈阳市正在打造“储能之都”，在此时机制定全钒液流电池电解液产品碳足迹核算评价技术规范可以助力省内生产企业在厂区建设和规划阶段就带入碳足迹核算的理念，本文件可为建设绿色低碳的生产企业提供评价方法。

在全球双碳目标驱动下，全钒液流电池凭借长寿命、安全性高等优势，成为储能领域的重要发展方向。作为其核心组成部分，电解液产品的碳足迹核算直接关系到电池全生命周期的环境效益评估。当前，全钒液流电池电解液产品碳足迹核算缺乏统一规范，制定相关技术标准迫在眉睫，对产业发展与绿色转型具有关键意义。

统一的碳足迹核算规范可构建公平透明的竞争环境。当前，电解液市场因缺乏标准，企业在产品碳减排宣传上存在夸大或模糊表述现象。通过规范碳足迹核算，企业必须基于标准化方法优化生产工艺、采用清洁能源，降低电解液生产过程中的碳排放。同时，准确的碳足迹数据还能帮助产业链上下游企业识别高碳环节，通过技术合作与资源整合，实现全链条碳减排，提升全钒液流电池产业的整体绿色竞争力。

产品碳足迹核算技术规范评价以生命周期法为基础可以综合分析产品在整个生命周期过程中的温室气体相关环境负荷现状，规范产品碳足迹评价统一的基本规则和要求，目前还没有全钒液流电池电解液产品碳足迹的核算评价标准，制定本文件具有重要意义。

**（三）起草单位、协作单位、主要起草人及其所做的工作**

**（四）主要工作过程**

《全钒液流电池电解液产品碳足迹核算评价技术规范》（项目编号：2024033）是2024年9月辽宁省市场监督管理局立项的项目。旨规范全钒液流电池电解液产品碳足迹核算，提出全钒液流电池电解液产品碳足迹核算评价技术规范这一标准。在该地方标准立项后立即组成了以我院相关专业人员为主的标准起草小组，并联系省内的主要生产企业和部分检验机构，对目前该方法的需求情况进行了广泛的调研。全体参加人员首先学习了省局发布的《辽宁省地方标准管理办法》，然后由标准起草小组主要负责同志介绍了项目的基本情况和研究内容，并分别对标准起草相关内容进行了讨论，确定了标准的研究方案和各人员分工，会议就征集标准参加起草、验证单位进行了初步讨论，对标准相关技术资料收集等进行了分工与布置，安排了相关工作和分工要求。标准验证工作由辽宁省产品质量监督检验院总负责。

2024年9月至10月，标准起草小组召开了工作会议。就标准起草中存在的争议及问题进行了一次讨论，就标准中的一些条款统一了意见，并对方法的关键技术要求和评价方法进行了细化，提出标准制定方案。

2024年11月-2025年5月，标准起草小组召开工作会议。对标准内容及数据验证进行讨论后，修改了标准草案，在此基础上形成标准征求意见稿和编制说明。

2025年6月至今，向省内主要的全钒液流电池电解液产品相关单位广泛征求意见。

1. **标准编制依据和原则**

**（一）以国家标准为基础，结合实际情况制订**

本标准依据《中华人民共和国标准化法》、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》而编写，并参考了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》等标准化文件，提出全钒液流电池电解液产品碳足迹核算评价技术规范。本法尚无国家标准，所以制订地方标准来完善标准体系。

1. **紧密结合目前的检验工作实际需要**

目前，国内尚无全钒液流电池电解液产品碳足迹核算评价技术规范的相关标准。

本标准对成品油快速检测移动实验室的安全和环境做出具体的要求，并提出了证实方法和具体的指标范围。通过本标准的制定，可以有效提高快速检测移动实验室检测结果的一致性，降低因环境控制差异造成的结果偏离。移动实验室环境条件的有效控制可以提高数据和结果的可信度，也可提高检测结果间的一致性。

**（三）标准的先进性和等效性的实际使用情况**

标准的制定是建立在科学研究基础之上，制定本标准不仅调研、验证了快速检测安全与环境的技术要求，同时认真地研究了国内对相关标准的使用情况，也充分考虑了与国家标准的等效性、衔接性。本标准的制订参考了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 24067-2024《温室气体 产品碳足迹 量化要求和指南》等标准化文件，结合全钒液流电池电解液的特殊性，提出本规范。

1. **标准主要内容的说明**

**（一）标准名称**

本文件的计划项目名称为《全钒液流电池电解液产品碳足迹核算评价技术规范》，主要技术内容是建立全钒液流电池电解液产品碳足迹核算评价技术规范，主要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。在附录中提供具体的碳足迹评价报告主要内容和示例作为资料性附录使用。

**（二）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。适用于全钒液流电池电解液产品碳足迹的核算活动。

**（三）规范性引用文件**

本文件引用了一些国行标的取样方法标准作为规范性引用文件，为本文件的制订提供支持和依据。如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 24067-2024《温室气体 产品碳足迹 量化要求和指南》等。

1. **要求**
2. **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：

1.1 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。​

1.2 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。​

1.3 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。​

1.4 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。

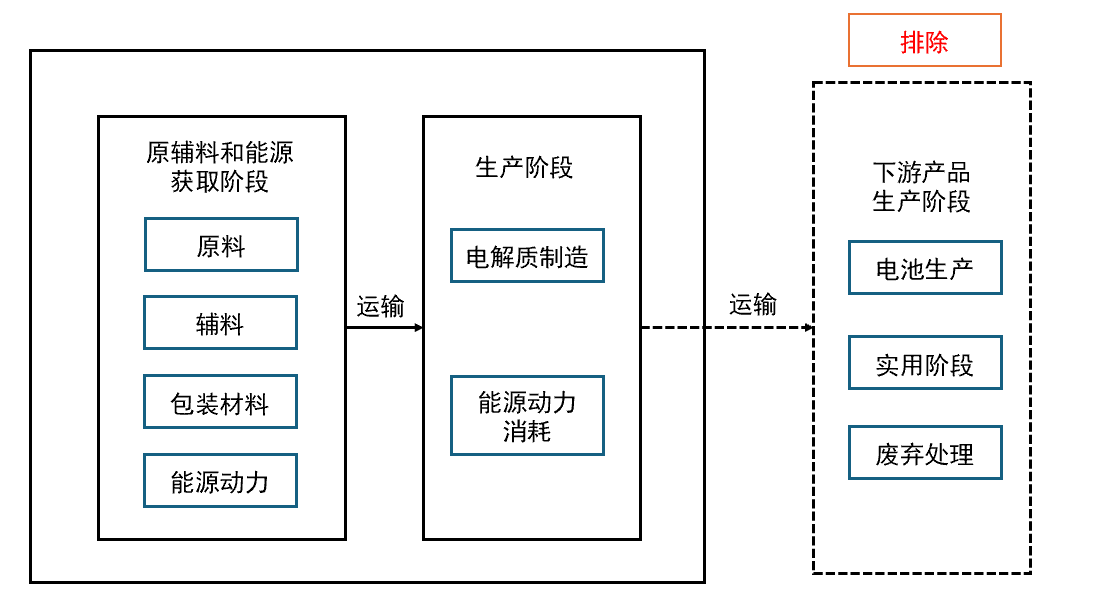
**2 功能单位**

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。

**3 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，详细见表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。



1. 产品碳足迹系统边界
2. 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、V₂O₅冶炼、硫酸生产、容器制造、电力/蒸汽生产 | 无 |
| 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 |

**4 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：

()

式中：

-二氧化碳当量排放量，单位为千克二氧化碳当量（kgCO₂e）；​

-第i种活动的活动数据；​

-第i种活动对应的温室气体排放因子；​

-第i种温室气体的全球变暖潜势。

**5 核算方法**

产品碳足迹（PCF）的核算公式如下：

()

式中：

-产品碳足迹，单位为千克二氧化碳当量（kgCO₂e）；​

-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（kgCO₂e）；​

-系统边界内单元过程的总数。

**6**  **系统边界示例**

以辽宁某企业年产1000吨全钒液流电池电解液为例：

6.1 系统边界

原辅料及能源动力获取阶段：包含钒矿石（产自朝阳钒矿）开采、硫酸（产自大连化工厂）生产、电力（辽宁电网供电）获取等环节。

生产阶段：涵盖钒电解液溶解、反应、提纯、混合等生产工序的能耗与排放。

厂内外运输阶段：包括钒矿石从朝阳运输至沈阳工厂（公路运输200 公里）、硫酸从大连运输至沈阳工厂（水路运输300公里+公路运输100 公里）、成品电解液运输至客户仓库（公路运输150公里）。

6.2 排除内容

1. 厂房和生产设备的生产制造过程碳排放；
2. 厂区内宿舍、食堂等生活配套设施的碳排放；
3. 生产设备维修耗材（单项贡献＜1%）。

**7 数据收集与处理示例**

7.1 数据收集清单

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 单元过程 | 活动数据 | 排放因子来源 |
| 钒矿石开采 | 开采1吨钒矿石耗电18kWh | 中国地质科学院《沉积型钒矿绿色开采技术指南》(2021) 第5.2节 |
| 硫酸生产 | 生产1吨硫酸耗煤0.08吨 | 《硫酸生产技术》(中国硫酸工业协会编著) |
| 生产用电 | 生产1吨电解液耗电4500kWh | 《钒电池技术手册》（2020） |
| 公路运输 | 吨公里油耗0.02L | 《公路货运碳排放因子手册》 |
| 水路运输 | 吨公里油耗0.015L | 《水路运输温室气体排放核算方法》 |

7.2 数据质量特征

1. 时间覆盖范围：2024 年全年生产数据；
2. 地理覆盖范围：辽宁境内原辅料生产与运输；
3. 技术覆盖范围：钒矿石酸浸提炼技术、电解液提纯工艺；
4. 精度：关键数据（电力、主要原料）误差＜5%。

7.3 取舍准则应用

1. 生产设备润滑油消耗：单项贡献0.8%，忽略；
2. 办公区照明用电：占总排放1.2%，但属于生活设施，排除；
3. 所有忽略项总贡献3.5%，符合＜5% 的要求。

**8 核算公式应用示例**

8.1 二氧化碳当量计算

以1吨电解液生产为例：

（1）钒矿石开采阶段

耗电量：18kWh

排放因子：0.56kgCO₂/kWh（来源：生态环境部发布电力二氧化碳排放因子）

GWP（CO₂）：1

排放量=18×0.56×1 = 10.08kgCO₂e

（2）硫酸生产阶段

耗煤量：0.08吨

煤炭排放因子：2.66kgCO₂/kg（来源：《企业温室气体排放核算与报告指南 发电设施》 (2024)）

排放量=0.08×1000×2.66×1 = 212.8kgCO₂e

（3）生产用电阶段

耗电量：4500kWh

排放量 = 4500×0.56×1 = 2520 kgCO₂e

（4）公路运输阶段

钒矿石运输：200公里 ×1 吨 ×0.02L / 吨公里

油耗排放因子：2.68kgCO₂/L（柴油）

排放量 = 200×1×0.02×2.68 = 10.72kgCO₂e

硫酸公路运输：100公里×1吨×0.02×2.68 = 5.36kgCO₂e

成品运输：150公里×1吨×0.02×2.68 = 8.04 kgCO₂e

公路运输总排放= 10.72+5.36+8.04 = 24.12 kgCO₂e

（5）水路运输阶段

硫酸水路运输：

300公里×1吨×0.015L /吨公里×2.68kgCO₂/L= 12.06 kgCO₂e

8.2 产品碳足迹汇总

将各阶段排放量累加：

PCF=10.08（钒矿石）+212.8（硫酸）+ 2520（生产用电）+ 24.12（公路运输）+ 12.06（水路运输）=2779.06 kgCO₂e/吨

1. **经济影响和预期的社会经济效益**

本文件将无偿提供给省内同行使用，不会产生直接的经济效益，但通过全钒液流电池电解液碳足迹评价通则可以规范碳足迹核算过程和结果，直观的量化体现出核算报告的情况，从这一角度上来说对于提高碳足迹核算报告质量和提升碳足迹核算人员的自我能力都是有重要意义的。本文件将会促进全钒液流电池电解液产品碳足迹核算报告的质量提升，间接的节省了相关工作的人力物力等资源，从而产生较大的经济效益，并具有较深远的社会效益。

1. **标准中所涉及的专利**

本标准是不涉及专利。

1. **采用国际标准和国外先进标准情况**

通过现行标准和专利查阅，国内外没有相类似的标准，起草小组也会积极也行业主管部门及国家标准制修订单位联系，提出相关的意见建议，以完善新版本国标的相关内容。

1. **与现行法律、法规、规章及相关标准的协调性**

本标准与有关的现行法律、法规、政策和现行的相关标准无矛盾或冲突。

1. **重大分歧意见的处理经过和依据**

本标准在制定过程中未出现重大分歧意见。

1. **贯彻标准的要求和措施建议**

待本标准批准发布后，建议由标准起草单位组织相关单位进行宣贯。

1. **废止现行相关标准的建议**

本标准为首次制定。

1. **其他应予说明的事项**

无其他说明事项。

附件1 产品碳足迹报告例

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： 全钒液流电池电解液

产品规格型号： V-Flow-1000

生产者名称： \*\*\*\*

报告编号： ZJY-2025-001

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： 年产全钒液流电池电解液1000吨，采用酸浸提纯工艺

2、产品信息

产品名称： 全钒液流电池电解液

产品功能： 用于全钒液流电池储能系统，支持1000次以上充放电循环

产品介绍： 主要成分为五氧化二钒、硫酸和去离子水，密度1.5g/cm³

产品图片：

3、量化方法

依据标准： DB 21/T XXXX—2025《全钒液流电池电解液产品碳足迹核算评价技术规范》

**二、量化目的**

核算1kg全钒液流电池电解液产品从原材料获取到工厂交付的碳足迹，为企业碳减排提供数据支撑，满足客户低碳采购需求。

**三、量化范围**

1、功能单位或声明单位

以 1 千克全钒液流电池电解液产品 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： 2024 年 1 月 1 日 —2024 年 12 月 31 日

**四、清单分析**

1、数据来源说明

初级数据： 钒矿石开采能耗（《沉积型钒矿绿色开采技术指南》(2021)）、生产用电数据（企业电表记录）

次级数据： 生态环境部发布2022年电力二氧化碳排放因子、运输排放因子（交通运输部行业标准）、《企业温室气体排放核算与报告指南 发电设施》 (2024)）等

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。

**完整性**：覆盖 98% 的原材料和能源投入

**代表性**：采用全年连续生产数据，地理范围涵盖辽宁主要原辅料产地

**准确性**：关键数据经第三方机构验证，误差＜3%

**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

以1吨电解液生产为例：

（1）原辅料和能源获取阶段：钒矿石开采阶段

耗电量：18kWh

排放因子：0.56kgCO₂/kWh（来源：生态环境部发布2022年电力二氧化碳排放因子）

GWP（CO₂）：1

排放量=18×0.56×1 = 10.08kgCO₂e

（2）生产阶段：

1. 硫酸生产阶段

耗煤量：0.08吨

煤炭排放因子：2.66kgCO₂/kg（来源：《企业温室气体排放核算与报告指南 发电设施》 (2024)）

排放量=0.08×1000×2.66×1 = 212.8kgCO₂e

1. 生产用电阶段

耗电量：4500kWh

排放量 = 4500×0.56×1 = 2520 kgCO₂e

（3）厂内外运输：

1. 公路运输阶段

钒矿石运输：200公里 ×1 吨 ×0.02L / 吨公里

油耗排放因子：2.68kgCO₂/L（柴油）

排放量 = 200×1×0.02×2.68 = 10.72kgCO₂e

硫酸公路运输：100公里×1吨×0.02×2.68 = 5.36kgCO₂e

成品运输：150公里×1吨×0.02×2.68 = 8.04 kgCO₂e

公路运输总排放= 10.72+5.36+8.04 = 24.12 kgCO₂e

1. 水路运输阶段

硫酸水路运输：

300公里×1吨×0.015L /吨公里×2.68kgCO₂/L= 12.06 kgCO₂e

（4）产品碳足迹汇总

将各阶段排放量累加：

PCF=10.08（钒矿石）+212.8（硫酸）+ 2520（生产用电）+ 24.12（公路运输）+ 12.06（水路运输）=2779.06 kgCO₂e/吨

**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 全钒液流电池电解液 (填写所评价的产品名称，每功能单位的产品)，从 原材料获取 到 工厂交付阶段 (填写某生命周期阶段)生命周期碳足迹为 **2779.06 kgCO₂e/吨** 。

2、改进建议

优化硫酸采购路径，优先选择光伏能源生产的绿硫酸

改造生产设备，采用余热回收系统降低电力消耗

推动钒矿石短途运输，增加铁路运输比例