

团体标准

T/CIECCPA 087—2025

温室气体 产品碳足迹量化方法与要求 电化学储能电站电力

Greenhouse gases — Method and requirements for quantification of carbon
footprint of the product — Electricity of electrochemical energy storage station

2025-08-20 发布

2025-08-28 实施

中国工业节能与清洁生产协会 发布

CLECCRA

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 量化目的	3
4.1 应用意图	3
4.2 目标受众	3
5 量化范围	3
5.1 产品描述	3
5.2 产品范围	4
5.3 功能单位的确定	4
5.4 产品系统边界	4
5.5 取舍原则	5
6 清单分析	6
6.1 数据的描述	6
6.2 数据质量要求	6
6.3 数据质量评价体系	6
6.4 数据收集	7
7 影响评价	9
7.1 产品碳足迹计算方法	9
7.2 综合利用环境收益	11
8 结果解释	11
9 产品碳足迹报告	11
9.1 报告的要素	11
9.2 评价报告的发布	12
9.3 附加环境声明	12
10 产品碳足迹声明	12
附录 A（资料性） 电化学储能电站电力工艺流程	13
附录 B（资料性） 电化学储能电站电力产品碳足迹量化数据清单	14
附录 C（资料性） 全球变暖潜势值	18
参考文献	19

图 1 电化学储能电站电力生命周期系统边界图..... 5

图 A.1 电化学储能电站电力生产典型工艺流程见图..... 13

表 1 现场数据质量评价表7

表 2 初级、次级数据质量评价表 7

表 B.1 原辅材料与能源生产过程数据清单.....14

表 B.2 电化学储能电站安装阶段数据清单..... 15

表 B.3 电化学储能电站运行使用阶段数据清单..... 16

表 B.4 电化学储能电站废弃阶段数据清单..... 16

表 B.5 运输过程数据清单..... 17

表 C.1 温室气体全球变暖潜势..... 18

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。

本文件由中国工业节能与清洁生产协会提出并归口。

本文件起草单位：浙江省环保集团宁波环新能源有限公司、宁波钢铁有限公司、全省固体废物污染防治与资源化重点实验室、浙江菲达环保科技股份有限公司、浙江省环保集团欣碳能源科技有限公司。

本文件主要起草人：聂高升、薛建仓、吴刚、黄东宁、尚光勋、张攀、陶红卫、王乐、戴海航、尤德峰、梁军、莫楠。

本文件为首次发布。

CLECCRA

温室气体 产品碳足迹量化方法与要求

电化学储能电站电力

1 范围

本文件规定了电化学储能电站电力产品碳足迹量化的方法与要求，包括量化目的、量化范围、清单分析、影响评价、结果解释、产品碳足迹报告和产品碳足迹声明。

本文件适用于电化学储能电站电力产品碳足迹的量化。

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

GB/T 24044 环境管理 生命周期评价 要求与指南

GB/T 24067 温室气体 产品碳足迹 量化要求和指南

GB/T 34131 电力储能用电池管理系统

GB 51048 电化学储能电站设计规范

NB/T 42090 电化学储能电站监控系统技术规范

ISO 14026 环境标志和声明 足迹信息交流的原则、要求和指南 (Environmental labels and declarations—Principles, requirements and guidelines for communication of footprint information)

3 术语和定义

GB/T 24044、GB/T 24067 和 GB 51048 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

电化学储能电站 **electrochemical energy storage station**

采用电化学电池作为储能元件，可进行电能存储、转换及释放的电站。

[来源：GB 51048—2014，2.0.1]

3.2

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 24044—2008，3.1]

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、波长在红外光谱内辐射的气态成分。

注：本文件涉及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（HFCs）、全氟碳化物（PFCs）、六氟化硫（SF₆）和三氟化氮（NF₃）。

[来源：GB/T 24067—2024，3.2.1]

3.4

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 1：产品碳足迹可用不同的图例区分和标示具体的 GHG 排放量和清除量，产品碳足迹也可被分解到其生命周期的各个阶段。

注 2：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]

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; CO₂e

比较某种温室气体与二氧化碳的辐射强迫的单位。

注：给定温室气体的二氧化碳当量等于该温室气体质量乘以它的全球变暖潜势值。

[来源：GB/T 24067—2024，3.2.2]

3.7

III 型环境声明 type III environmental declaration

提供基于预设参数的量化环境数据的环境声明，必要时包括定性或定量的附加环境信息。

注：预设参数基于 GB/T 24040 系列标准，包括 GB/T 24040 和 GB/T 24044。

[来源：GB/T 24025—2009，3.2，有修改]

3.8

功能单位 functional unit

用来量化产品系统功能的基准单位。

[来源：GB/T 24067—2024，3.3.7]

3.9

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 24067—2024，3.3.4]

3.10

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

生命周期评价的阶段，涉及产品整个生命周期内输入和输出的汇编和量化。

[来源：GB/T 24067—2024，3.4.4]

3.11

生命周期解释 life cycle interpretation

生命周期评价中根据规定的目标和范围对清单分析或影响评价的结果进行评估以形成结论和建议的阶段。

[来源：GB/T 24067—2024，3.4.6]

3.12

产品碳足迹量化 quantification of the carbon footprint of a product; quantification of the CFP

确定产品碳足迹或产品部分碳足迹的活动。

注：产品碳足迹或产品部分碳足迹的量化属于产品碳足迹研究的一部分。

[来源：GB/T 24067—2024，3.1.6]

4 量化目的**4.1 应用意图**

碳足迹量化研究应包括独立研究、比较研究和长期绩效追踪研究，其应用意图应包括：

- a) 计算产品对全球变暖的潜在贡献[以二氧化碳当量（CO₂eq）表示]，明确生命周期各阶段或单元过程对产品碳足迹的重要程度；
- b) 为产品研发、技术改造、降低产品碳足迹或产品部分碳足迹和推动行业发展提供评价方法及方向；
- c) 挖掘产品生产过程中的减排潜力，为低碳技术研发和推广提供数据支撑；
- d) 优化产品上下游供应链，推动产业链向低碳化方向发展；
- e) 披露产品碳足迹信息。

4.2 目标受众

目标受众包括电化学储能电站产业链相关企业，认证、咨询等第三方服务机构、行业协会及政府管理部门等。

5 量化范围**5.1 产品描述**

5.1.1 电化学储能电站电力主要包括锂离子电池储能、铅酸/铅炭电池储能、液流电池储能、钠离子电池储能、钠硫电池储能及其它新型电池储能等电化学储能类型的电站产生的电力。本文件所描述的电化学储能电站应符合 GB/T 34131、GB 51048 和 NB/T 42090 的规定。典型电化学储能电站主要由储能电池组、电池管理系统（BMS）、储能双向变流器（PCS）、变配电系统、计算机监控系统、电气一次和电气二次等组成。产品描述应包括产品名称、主电化学储能类型、电站容量、接入和输出电压等级等。

5.1.2 电化学储能电站典型工艺流程见附录 A。

5.2 产品范围

电化学储能电站电力的产品范围确定满足以下要求：

- a) 每千瓦时电化学储能电站组件应为同一企业在同一产地生产的同一规格的产品；
- b) 对于同一企业不同规格的产品，或同一规格但不同产地生产的产品，应分别量化碳足迹；
- c) 对于同一企业同一产地生产的同一规格产品，如采用的工艺技术、生产设备、原辅材料供应商有差异时，在进行数据调查时，原则上应按产品比例进行加权平均。

5.3 功能单位的确定

功能单位为 1kWh 电化学储能电站输出电力。

5.4 产品系统边界

5.4.1 概述

本文件界定的电化学储能电站电力生命周期系统边界分为：原辅材料与能源供给阶段、安装阶段、运行和维护阶段，以及废弃阶段。电化学储能电站电力的生命周期系统边界见图 1。

5.4.2 原辅材料与能源供给阶段

原辅材料与能源供给阶段主要包括以下过程：

- a) 储能电池组、电池管理系统（BMS）、储能双向变流器（PCS）、变配电系统、计算机监控系统、电气一次和电气二次等原材料的供给；
- b) 电缆、管道、液冷和消防器材等辅助材料的供给；
- c) 包装材料的供给；
- d) 能源的供给；
- e) 水的供给；
- f) 原辅材料的运输；
- g) 生产过程中产生的废物（如废水）处理处置。

5.4.3 安装阶段

安装阶段主要包括以下过程：

- a) 土建基础施工过程；
- b) 各组件组装过程；
- c) 系统调试过程；
- d) 厂内运输；
- e) 废物处理处置。

5.4.4 运行和维护阶段

运行和维护阶段主要包括以下过程：

- a) 设备运行；
- b) 设备维护。

5.4.5 废弃阶段

- a) 设备拆除;
- b) 设备回收利用;
- c) 废物处置。

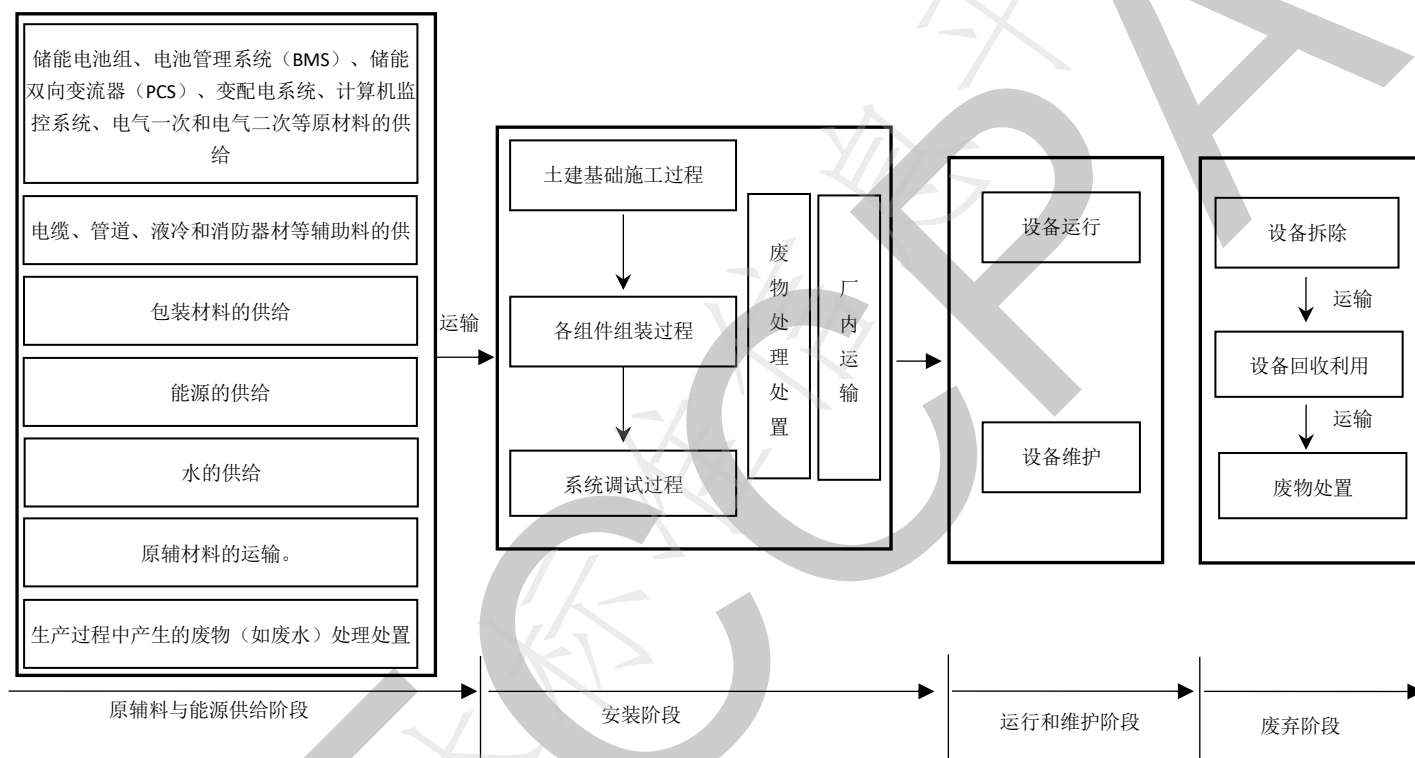


图1 电化学储能电站电力生命周期系统边界图

5.5 取舍原则

当个别物质流和能量流对碳足迹无显著贡献时，对数据进行适当的取舍，取舍原则如下：

- a) 能源的所有输入均应列出；
- b) 原材料的所有输入均应列出；
- c) 辅助材料质量小于原材料总消耗 0.1% 的输入可忽略；
- d) 向大气、水体的各种排放均应列出；
- e) 小于固体废物排放总量 1% 的一般性固体废物可忽略；
- f) 低于产品生命周期碳足迹影响 1% 的单元过程，可舍弃，舍弃环节总累计影响不超过产品碳足迹影响的 5%，应对舍弃的单元进行说明；
- g) 道路与厂房的基础设施、各工序的设备、人员及生活设施的消耗可忽略；
- h) 取舍原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。

6 清单分析

6.1 数据的描述

数据包括现场数据、初级数据和次级数据。

初级数据是指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。可包括温室气体排放因子或温室气体活动数据，也可以涉及其他与所研究的产品系统具有可比性的产品系统。

现场数据是指从产品系统内部获得的初级数据，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。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。

次级数据是指不符合初级数据要求的数据，包括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、从代替过程或估计获得的数据或其他具有代表性的数据。

6.2 数据质量要求

产品碳足迹影响评价应使用现有最高质量数据，数据质量的特征应包括定量和定性两个角度。数据质量的特性描述应涉及以下方面：

- 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) 再现性：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：现场数据来源于测量、工程计算，采购记录等，环境排放数据优先采用环境监测报告，所有数据均有相关的数据来源和数据处理算法；
- j) 信息的不确定性；
- k) 不符合数据质量要求的数据应在生命周期解释部分说明合理性。

6.3 数据质量评价体系

6.3.1 本文件采用数据质量评价体系对数据质量进行评价，进行 5 分制评分，数据保留 1 位小数。现场数据质量评价表见表 1，初级数据、次级数据质量评价表见表 2。该评价体系对数据评价指标有 3 个：来源、类型和时间，通过计算每个数据的得分来判断单个数据的质量（最高总分 15 分），并以平均分（最高 5 分）记为该数据的数据质量。

表 1 现场数据质量评价表

数据来源		数据类型			数据时间		
现场	其它	实测、统计	估算	其它	≤1 年	1~3 年	>3 年
5	1	5	3	1	5	4	1

表 2 初级、次级数据质量评价表

数据来源			数据类型				数据时间			
现场实验、供应商	文献、报告	其它	测量、计算	平均	估算	未知	≤1 年	1~5 年	5~10 年	>10 年
5	3	1	5	3	2	1	5	4	3	1

6.3.2 对所有工序单元过程的数据分别做现场数据、初级数据和次级数据的质量评价，取其算术平均值为该数据的质量评价结果。

6.3.3 本文件规定在产品生命周期碳足迹中贡献占比绝对值超过 5%的工序单元过程数据为敏感性高的数据，其现场数据、初级数据和次级数据的质量应不小于 3 分。

6.3.4 敏感性分析或不确定性分析应符合 GB/T 24044 的规定。

6.4 数据收集

6.4.1 数据收集范围

电化学储能电站电力产品生命周期清单分析数据收集范围应涵盖系统边界中的每一个单元过程，包括现场数据、初级数据和次级数据的收集。

现场数据、初级数据、次级数据包括：

- 原辅材料使用量；
- 包装材料使用量；
- 能源生产和消耗量；
- 污染物及温室气体排放量；
- 废物综合利用量；
- 运输形式、距离和运输量。
- 排放因子；
- 文献数据；
- 其他无法现场获取的数据；

所有数据应予详细说明，包括数据来源、数据时间和数据类型。

6.4.2 数据收集程序

电化学储能电站电力产品生命周期清单分析数据收集程序主要应包括下列内容：

- 绘制单元过程的输入输出流程图；
- 设计统计单元过程的实物流输入输出的数据收集表与次级数据收集表，具体格式见附录 B；
- 对数据收集技术和要求做出表述；
- 对报送数据的特殊情况、异常点和其它问题进行明确说明。

6.5 数据审定

应对收集的单元过程数据进行审定，审定过程应包括：

- a) 物料平衡：应判断单元过程输入的原材料、辅助材料的质量与产品、副产品和排放物的质量是否平衡；
- b) 工序能耗平衡：应计算工序使用的能源与历史数据的平衡情况；
- c) 数据与功能单位的关联，即将收集的实物流的输入与输出处理为功能单位的输入与输出；
- d) 检查数据的有效性：确认并提供证据来证明所规定的的数据质量要求已得到满足。在数据的确认过程中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，其处理方式应在局限性章节说明；
- e) 缺失数据：对缺失的数据应进行断档处理，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。

6.6 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。

6.7 数据分配

6.7.1 分配原则

电化学储能电站电力产品生产工序中存在一个单元过程同时产出两种或多种产品，而投入的原材料和能源又没有分开的情况。也会存在输入渠道有多种，而输出只有一种的情况。在这些情况下，不能直接得到清单计算所需的数据，应根据一定的关系对这些过程的数据进行分配。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) 应识别与其他产品系统公用的过程，并按分配程序加以处理。
- b) 分配过程中，输入和输出应保持平衡，输出质量与输入质量相比质量损耗应不大于 5%。若质量损耗大于 5%，应将废物的产生种类、产生量与处理方式一一列出，并将废物处理产生的碳足迹纳入分配总量。
- c) 如果存在若干个可采用的分配程序，应进行敏感性分析，以说明采用其他方法与所选用方法在结果上的差别。

6.7.2 分配程序

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) 使用能反映其物理关系的方式来进行分配。如产品的质量、数量、体积和热值等比例关系。
- c) 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。

7 影响评价

7.1 产品碳足迹计算方法

7.1.1 生命周期温室气体排放

生命周期温室气体排放按公式（1）计算：

$$E_t = E_1 + E_2 + E_3 + E_4 + E_5 \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中：

E_t ——电化学储能电站生命周期温室气体排放，单位为千克二氧化碳当量每千瓦时（ $\text{kgCO}_2\text{e/kWh}$ ）；

E_1 ——原辅材料与能源供给阶段温室气体排放，单位为千克二氧化碳当量每千瓦时（ $\text{kgCO}_2\text{e/kWh}$ ）；

E_2 ——电化学储能电站安装阶段温室气体排放，单位为千克二氧化碳当量每千瓦时（ $\text{kgCO}_2\text{e/kWh}$ ）；

E_3 ——电化学储能电站运行和维护阶段温室气体排放，单位为千克二氧化碳当量每千瓦时（ $\text{kgCO}_2\text{e/kWh}$ ）；

E_4 ——电化学储能电站废弃阶段温室气体排放，单位为千克二氧化碳当量每千瓦时（ $\text{kgCO}_2\text{e/kWh}$ ）

E_5 ——物料运输阶段温室气体排放，单位为千克二氧化碳当量每千瓦时（ $\text{kgCO}_2\text{e/kWh}$ ）。

7.1.2 原辅材料与能源供给阶段温室气体排放

原辅材料与能源供给阶段温室气体排放按公式（2）计算：

$$E_1 = \frac{\sum_{i=1}^n Q_{1i} \times M_{1i} \times \text{GWP}_i + \sum_{z=1}^k X_{1z} \times Y_{1z} \times \text{GWP}_z}{a \times d \times t} \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中：

E_1 ——原辅材料与能源供给阶段温室气体排放，单位为千克二氧化碳当量每千瓦时（ $\text{kgCO}_2\text{e/kWh}$ ）；

n ——原辅材料与能源供给阶段所用原材料种类；

k ——原辅材料与能源供给阶段所用能源种类；

Q_{1i} ——原辅材料与能源供给阶段第 i 种原材料消耗的总量，单位根据原材料种类确定；

M_{1i} ——原辅材料与能源供给阶段第 i 种原材料的温室气体排放因子，单位根据原材料种类确定；

X_{1z} ——原辅材料与能源供给阶段第 z 种能源消耗的总量，单位根据能源种类确定；

Y_{1z} ——原辅材料与能源供给阶段第 z 种能源的温室气体排放因子，单位根据能源种类确定；

a ——电化学储能电站设计工作年限，单位：年（a）；

d ——电化学储能电站设计每年工作时间，单位：天每年（d/a）；

t ——电化学储能电站设计每天放电量，单位：kWh 每天（kWh/d）；

$\text{GWP}_i, \text{GWP}_z$ ——第 i, z 类温室气体的 GWP 值，采用 IPCC 给出的 100 年 GWP 值，见附录 C。

7.1.3 安装阶段温室气体排放

安装阶段温室气体排放按公式（3）计算：

$$E_2 = \frac{\sum_{i=1}^n Q_{2i} \times M_{2i} \times \text{GWP}_i + \sum_{z=1}^k X_{2z} \times Y_{2z} \times \text{GWP}_z}{a \times d \times t} \quad \dots\dots\dots (3)$$

式中：

E_3 ——安装阶段温室气体排放，单位为千克二氧化碳当量每千瓦时（kgCO₂e/kWh）；

n ——安装阶段所用原材料种类；

k ——安装阶段所用能源种类；

Q_{2i} ——安装阶段第 i 种材料消耗的总量，单位根据原材料种类确定；

M_{2i} ——安装阶段第 i 种材料的温室气体排放因子，单位根据原材料种类确定；

X_{2z} ——安装阶段第 z 种能源消耗的总量，单位根据能源种类确定；

Y_{2z} ——安装阶段第 z 种能源的温室气体排放因子，单位根据能源种类确定。

7.1.4 运行和维护阶段温室气体排放

运行和维护阶段温室气体排放按公式（4）计算：

$$E_2 = \frac{\sum_{i=1}^n Q_{3i} \times M_{3i} \times GWP_i + \sum_{z=1}^k X_{3z} \times Y_{3z} \times GWP_z}{a \times d \times t} \dots\dots\dots (4)$$

式中：

E_4 ——运行和维护阶段温室气体排放，单位为千克二氧化碳当量每千瓦时（kgCO₂e/kWh）；

n ——运行和维护阶段所用原材料种类；

k ——运行和维护阶段所用能源种类；

Q_{3i} ——运行和维护阶段第 i 种材料消耗的总量，单位根据原材料种类确定；

M_{3i} ——运行和维护阶段第 i 种材料的温室气体排放因子，单位根据原材料种类确定；

X_{3z} ——运行和维护阶段第 z 种能源消耗的总量，单位根据能源种类确定；

Y_{3z} ——运行和维护阶段第 z 种能源的温室气体排放因子，单位根据能源种类确定。

7.1.5 废弃阶段温室气体排放

废弃阶段温室气体排放按公式（5）计算：

$$E_5 = \frac{(\sum_{i=1}^n Q_{4i} \times M_{4i} \times GWP_i + \sum_{z=1}^k X_{4z} \times Y_{4z} \times GWP_z) - \sum_{x=1}^m W_x \times I_x \times GWP_x}{a \times d \times t} \dots\dots\dots (5)$$

式中：

E_5 ——设备废弃阶段温室气体排放，单位为千克二氧化碳当量每千瓦时（kgCO₂e/kWh）；

n ——设备废弃阶段所用原材料种类；

k ——设备废弃阶段所用能源种类；

m ——设备废弃阶段可回收利用的材料种类；

Q_{4i} ——设备废弃阶段第 i 种材料消耗的总量，单位根据原材料种类确定；

M_{4i} ——设备废弃阶段第 i 种材料的温室气体排放因子，单位根据原材料种类确定；

X_{4z} ——设备废弃阶段第 z 种能源消耗的总量，单位根据能源种类确定；

Y_{4z} ——设备废弃阶段第 z 种能源的温室气体排放因子，单位根据能源种类确定；

W_x ——第 a 项可回收利用的材料的总质量，单位根据原材料种类确定；

I_x ——第 a 项可回收利用的材料的温室气体排放因子，单位根据原材料种类确定；

GWP_i , GWP_z , GWP_x ——第 i , z , x 类温室气体的 GWP 值，采用 IPCC 给出的 100 年 GWP 值，见附录

C。

7.1.6 过程运输温室气体排放

过程运输温室气体排放按公式（6）计算：

$$E_5 = \frac{\sum_{i=1}^n Q_{5i} \times M_{5i} \times L_{5i} \times GWP_i}{a \times d \times t} \dots\dots\dots (6)$$

式中：

E_5 ——物料运输阶段温室气体排放，单位为千克二氧化碳当量每千瓦时（ $\text{kgCO}_2\text{e/kWh}$ ）；

n ——过程运输相关物料种类；

Q_{5i} ——第 i 种物料设备的运输重量，单位为千克（ kg ）；

M_{5i} ——第 i 种物料设备的运输方式温室气体排放因子，单位根据运输方式种类确定；

L_{5i} ——第 i 种物料设备的运输距离，单位为千米（ km ）。

7.2 综合利用环境收益

电化学储能电站电力产品生命周期内的副产品、废料再利用和废物处置环境收益按照系统扩展法计算，即根据废弃产品再利用的实际用途，抵扣其所替代的产品的环境负荷。

8 结果解释

电化学储能电站电力产品生命周期解释应根据研究的目的重点考虑系统功能、功能单位和系统边界定义的适当性以及数据质量评价和敏感性分析所识别出的局限性。根据 GB/T 24044 的规定，生命周期解释应包括以下内容：

- a) 对重大问题的识别；
- b) 对完整性、敏感性和一致性的检查；
- c) 结论、局限和建议。

9 产品碳足迹报告

9.1 报告的要素

评价报告应包括以下内容。

- a) 公司/组织的描述：
 - 1) 联系人、地址、电话、传真和 e-mail；
 - 2) 生产过程或环境的特别信息。
- b) 产品或服务的描述：
 - 1) 产品名称；
 - 2) 产品功能用途；
 - 3) 产品成分；
 - 4) 产品制造、运输和使用信息。
- c) 报告的有效期。

- d) 产品的可追溯信息。
- e) 碳足迹量化评价信息如下：
 - 1) 功能单位；
 - 2) 系统边界；
 - 3) 数据的描述；
 - 4) 数据的取舍原则；
 - 5) 数据质量；
 - 6) 数据收集；
 - 7) 计算程序；
 - 8) 碳足迹量化评价结果。
- f) 附加环境信息。

9.2 评价报告的发布

9.2.1 应用本文件可编制产品的碳足迹量化与评价报告。应用本文件也可进行产品的 III 型环境声明，III 型环境声明应遵守 GB/T 24025 的要求。

9.2.2 评价结果的发布应遵守国家或地方的有关规定，如无特殊规定，可采用以下一种或多种发布方式：

- a) 将评价报告的内容印刷在公司的宣传手册上或发布在公司的网站上；
- b) 将评价结果提供给下游生产加工企业，用于下游产品的碳足迹量化与评价；
- c) 将本评价得出的碳足迹数值标在被评价的产品上。

9.3 附加环境声明

除产品碳足迹量化与评价的环境信息外，其它相关的重要环境信息可在附加环境信息中进行描述，包括但不限于清洁生产工艺、节能减排技术、产品环境特性及企业环境管理等。

10 产品碳足迹声明

如需声明时，可按照 GB/T 24025 和 ISO 14026 的规定进行，相关声明可用于具有相同功能的不同产品之间的比较。

附录 A

(资料性)

电化学储能电站电力生产典型工艺流程

A.1 电化学储能电站电力生产典型工艺流程

电化学储能电站电力生产典型工艺流程见图 A.1。

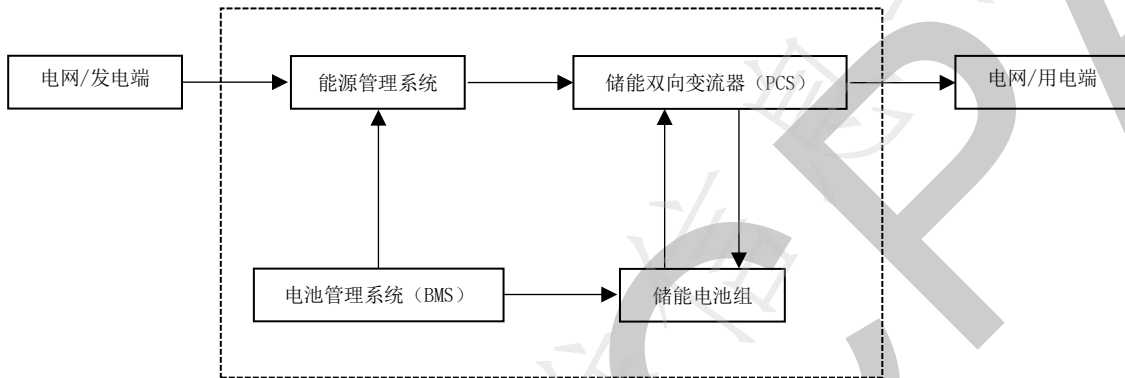


图 A.1 电化学储能电站电力生产典型工艺流程图

附 录 B

(资料性)

电化学储能电站电力产品碳足迹量化数据清单

B.1 原辅材料与能源生产阶段过程数据清单

原辅材料与能源生产过程数据清单见表 B.1。

表 B.1 原辅材料与能源生产过程数据清单

制表人： 制表日期： 起止时间： 年 月 日至 年 月 日

1.物料（原材料和辅助材料）消耗			
物料名称	消耗量 (基于功能单位)	单位	物料产地
储能电池组		件	
电池管理系统		件	
储能双向变流器		件	
变配电系统		件	
计算机监控系统		件	
.....			
2.能源消耗			
能源种类	消耗量	单位	
电力		kWh	
.....			
3.排放物和温室气体排放			
排放类别	排放物名称	排放量	单位
气体	CO ₂		kg
	颗粒物		kg
		
固体			kg
液体	废水		m ³

B.2 安装阶段数据清单

安装阶段数据清单见表 B.2。

表 B.2 电化学储能电站安装阶段数据清单

制表人： 制表日期： 起止时间： 年 月 日至 年 月 日

1.产品产出			
产品名称	数量	单位	
电化学储能电站 电力		kWh	
.....			
2.物料消耗（原材料、辅助材料）			
物料消耗	消耗量 (基于功能单位)	单位	物料产地
储能电池组		件	
电池管理系统			
储能双向变流器		件	
变配电系统		件	
计算机监控系统		kg	
.....			
3.能源消耗（电力、天然气等）			
能源种类	消耗量	单位	
电力		kWh	
.....			
4.污染物排放（废气、废物等）			
污染物排放类别	排放物名称	排放量	单位
气体	CO ₂		kg
.....			
固体		kg
液体	废水		m ³

B.3 运行和维护阶段数据清单

运行和维护过程数据清单见表 B.3。

表 B.3 电化学储能电站运行和维护阶段数据清单

制表人： 制表日期： 起止时间： 年 月 日至 年 月 日

能源数据			
能源种类	消耗量	单位	
充电前电池组电量		kWh	
充电消耗电量		kWh	
放电后电池组电量		kWh	
放电电量		kWh	
设计参数			
参数名称	数量	单位	
设计工作年限		年	
设计充点电天数		天	
设计每天放电度数		kWh	
.....

B.4 废弃阶段数据清单

废弃阶段过程数据清单见表 B.4。

表 B.4 电化学储能电站废弃阶段数据清单

制表人： 制表日期： 起止时间： 年 月 日至 年 月 日

能源消耗			
能源种类	消耗量	单位	
电力		kWh	
热力		t	
回收材料			
材料种类	回收量	单位	
电池		kg	
建筑材料		kg	
.....			
污染物及温室气体排放（废气、废物等）			

表 B.4 电化学储能电站废弃阶段数据清单（续）

污染物及温室气体排放类别	排放物名称	排放量	单位
气体	CO ₂		kg
	颗粒物		kg
		
固体	废钢材		kg
		
液体	废胺液		m ³
废水			
		

B.5 过程运输数据清单

过程运输数据清单见表 B.5。

表 B.5 过程运输数据清单

制表人： 制表日期： 起止时间： 年 月 日至 年 月 日

过程	运输方式 (火车/航空/ 海运/卡车)	运输距离/km	单位产品运距/(t*km (功能单位产品))
储能电池组从产地运输到工厂			
电池管理系统从产地运输到工厂			
储能双向变流器从产地运输到工厂			
变配电系统从产地运输到工厂			
计算机监控系统从产地运输到工厂			
厂内运输从产地运输到工厂			
.....			

附录 C

(资料性)

全球变暖潜势值

产品碳足迹的量化评价采用温室气体 100 年内的全球变暖潜势 (GWP100)。温室气体的全球变暖潜势见表 C.1。

表 C.1 温室气体全球变暖潜势

温室气体类别	化学式	全球变暖潜势 (GWP100)
二氧化碳	CO ₂	1
甲烷	CH ₄	27.9
氧化亚氮	N ₂ O	273
氢氟碳化物	HFCs	4.84-14600
全氟碳化物	PFCs	7380-12400
六氟化硫	SF ₆	25200
三氟化氮	NF ₃	17400

注：表格来源于 IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change, 联合国政府间气候变化专门委员会) 第六次评估报告《2021 年气候变化：自然科学基础》(IPCC AR6 WGI)。

参 考 文 献

- [1] GB/T 24040 环境管理 生命周期评价 原则与框架
 - [2] PAS 2050: 2011 商品和服务在生命周期内的温室气体排放评价规范 (Specification for the assessment of the life cycle greenhouse gas emissions of goods and services)
-