

T/ZGZS

中国再生资源回收利用协会团体标准

T /ZGZS XXXX-XXXX

废弃光伏组件回收处置与利用碳排放量核算

Waste Photovoltaic Modules - Accounting of carbon emissions from recycling and utilization

(征求意见稿)

(本草案完成时间：2023年12月31日)

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。

2024-XX-XX 发布

2024-XX-XX 实施

中国再生资源回收利用协会

发布

目次

前 言.....	1
1 范围.....	2
2 规范性引用文件.....	2
3 术语与定义.....	2
4 基本原则.....	3
5 核算目标与内容.....	3
6 核算方法.....	4
7 数据.....	6
8 碳排放量的计算.....	7
9 报告.....	8
附录 A.....	1
附录 B.....	1
参考文献.....	1

中国再生资源回收利用协会

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》的要求起草。

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。

本文件由中国再生资源回收利用协会提出并归口。

本文件起草单位：

本文件主要起草人：

中国再生资源回收利用协会

废弃光伏组件回收处置与利用碳排放量核算

1 范围

本文件规定了退役后废弃光伏组件回收处置与利用碳排放量的核算原则、核算目标与内容、核算方法、数据、核算程序和结果通报。

本文件适用于退役后的废弃光伏组件回收处置与利用过程特定生命周期内碳排放量的评价。

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，其最新版本适用于本文件。

GB/T 24040 环境管理生命周期评价原则与框架

GB/T 24044 环境管理生命周期评价要求与指南

3 术语与定义

GB/T 39753 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1 废弃光伏组件 waste PV module

光伏组件的拥有者不再使用且已经丢弃或放弃的超出使用寿命的退役光伏组件。

[来源：GB/T 39753，有修改]

3.2 收集 collection

废弃光伏组件聚集、分类和整理活动。

[来源：GB/T 39753，有修改]

3.3 前处理 pretreatment

通过人工或机械方式将退役光伏组件进行初级拆卸和解体，以便于处置与利用的活动。

3.4 处置再利用 Disposal and recycling

对废弃光伏组件进行处理，使其中的零部件能够满足其原来的使用要求或用于其他用途的过程，包括对能量的回收与利用。

[来源：GB/T 39753，有修改]

3.5 单元过程 unit process

碳排放量核算清单分析中输入和输出数据被量化的最小过程。

3.6 功能单位 function unit

评价废弃光伏组件回收处置与利用过程碳排放水平的基准单位。

3.7 取舍准则 cut-off criteria

对与废弃光伏组件回收处置与利用各单元过程相关的物质或能量流的数量或环境影响重要性程度是否被排除在计算范围之外的规定。

3.8 碳排放核算报告 Carbon emission report

记录碳排放量核算系统边界、产品单位、碳源、数据与分配、计算程序、排放总量及排放影响的报告。

4 基本原则

4.1 相关性

应选取适用于废弃光伏组件回收处置与利用的温室气体排放评价数据与方法。

4.2 完整性

应包括对废弃光伏组件回收处置与利用碳排放有实质性贡献的全部单元过程与温室气体。

4.3 一致性

核算过程应基于一致性的假设、方法和数据。

4.4 准确性

活动数据的收集和量化应遵循准确、可验证、相关性原则，并减少偏差和不确定性。

4.5 透明性

应阐述核算过程中相关假设、核算方法和数据来源，保障核算报告真实且准确地呈现核算过程及结果。

5 核算目标与内容

5.1 核算目标

核算目标可包括下列的一种或几种：

- a) 确定核算边界内碳排放对全球暖化的贡献，以二氧化碳当量表示；
- b) 识别核算边界内重要的碳排放工序或过程，用于决策；
- c) 向受众通报碳排放量化结果和过程，如碳足迹的报告等。

5.2 核算工作的主要内容

废弃光伏组件回收处置与利用过程碳排放量核算内容应与核算目标一致，包括下列内容：

- a) 生命周期；
- b) 功能单位；
- c) 核算边界，包括系统边界、碳源边界和碳的概念边界；
- d) 取舍准则；
- e) 数据收集与验证方法、数据质量要求、数据时间边界和数据分配程序；
- f) 回收情景假设；

-
- g) 核算程序;
 - h) 其他内容。

6 核算方法

6.1 功能单位

核算的基准单位为完成处置再利用 1MW 废弃光伏组件。

6.2 核算边界

6.2.1 系统边界

本文件规定废弃光伏组件回收处置与利用碳排放量核算的系统边界包含组件收集、前处理和处置再利用共三个生命周期过程。其中处置再利用过程可进一步划分为组件分层、物质分离过程。见图 1。

1、收集

a) 集中式光伏电站，收集过程始于电站对退役组件的拆除活动，结束于退役组件进入处置中心。此过程活动应包括：

- 电站的拆卸活动；
- 拆卸后组件的清理、整理、包装和固定活动；
- 拆卸后组件的贮存和装卸活动；
- 从电站到处置中心的运输活动；
- 其他活动。

b) 分布式光伏系统，收集过程始于拆除点的拆除活动，结束于组件进入处置中心。此过程活动应包括：

- 拆除点的拆卸活动；
- 拆卸后组件的清理、整理、包装和固定活动；
- 拆卸后组件的贮存和装卸活动；
- 从拆除点到处置中心的运输活动；
- 其他活动。

2、前处理

前处理过程始于退役组件进入处置中心，结束于完成初步拆解的电池板进入组件分层过程。此过程活动应包括：

- 废弃组件的清洗；
- 拆除铝合金边框、接线盒、接线头；
- 被拆除零部件在过程内的运输；
- 零部件、废物的贮存；
- 废物的处置；
- 其他活动。

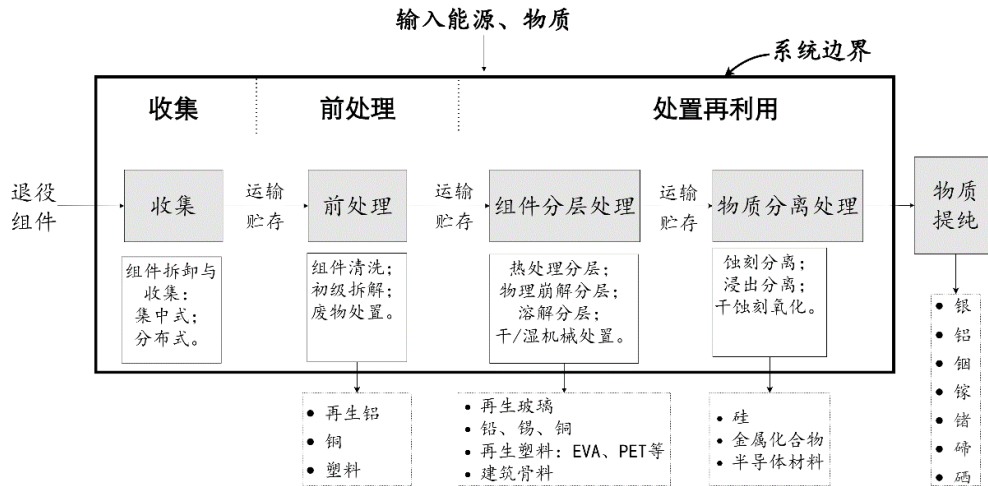


图1 废弃光伏组件回收处置与利用碳排放系统边界图

3、处置再利用

处置再利用过程始于对电池板的组件分层活动，结束于物质完成分离和废物处置活动。此过程活动应包括：

- 对组件的分层，包括物理、热处理、酸碱、溶液等多种分层方式；
- 对组件的物理拆解、崩解、破碎和研磨；
- 对分层和拆解后的物料（包括玻璃、电池片、薄膜和焊带等）分选；
- 对金属化合物、半导体材料的物质分离活动，包括蚀刻、浸出和氧化等；
- 过程内部的运输和贮存；
- 废物和废液的处置；
- 回收利用活动中的能量回收，如焚烧发电；
- 其他活动。

6.2.2 碳源边界

各单元过程涉及的碳源形式应包括：

- a) 化石能源燃烧；
- b) 电力、热力消费, 应考虑电力和热力配置结构；
- c) 化学反应；
- d) 物质消费，包括溶液、化学制剂等；
- e) 废物、废液处置；
- f) 能量回收引致的碳减排量应纳入考量，核算方法遵循国家发布的方法学。

6.2.3 碳的概念边界

碳排放的内涵应包括二氧化碳（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）以及三氟化氮（NF₃）在内的温室气体。

上述气体应基于 IPCC AR6 和 AR5 规定的 GWP100 潜值系数转换成二氧化碳当量（CO₂e）表示。

6.3 取舍准则

废弃光伏组件回收处置与利用碳排放量核算应遵循下列取舍准则：

- 3.1 有实质性贡献的单元过程、活动数据和温室气体均应纳入评价；
- 3.2 难以获取且排放贡献小于 1% 的活动数据可不纳入评价，但应在报告中解释并记录；
- 3.3 因符合前款要求不纳入考虑的排放量总和不得超过碳足迹总量的 5%。

7 数据

7.1 数据收集与验证

- 7.1.1 应收集系统边界内所有的单元过程数据，包括定性和定量数据。
- 7.1.2 数据收集方式可采用测量、统计、估算和计算。
- 7.1.3 对需要分配的数据收集时，应分析数据相关的所有单元过程边界；
- 7.1.4 数据应进行验证，保证满足 7.2 的规定。
- 7.1.5 数据验证应包括质量平衡分析、能量平衡分析或对排放因素、排放场景等比较分析。

7.2 数据质量要求

- 7.2.1 数据收集方法选用应符合 GB/T 24040，优先选择自然科学方法，其次选择相关性较高的社会和经济科学方法。
- 7.2.2 被收集的数据应与评价目标和内容要求一致。
- 7.2.3 无时间要求时，应收集最新数据。
- 7.2.4 应收集最小单元过程数据，避免因数据分配引致偏差。
- 7.2.5 系统边界涉及多个地区的，宜优先收集针对性地区数据；若不可得，可采用国内通用数据或其他地区类似产品或过程数据，但应分析偏差和正确性并记录。
- 7.2.6 系统边界涉及多项技术的，宜优先收集针对性技术数据；若不可得，可采用国内通用技术数据，但应分析偏差和正确性并记录。

7.3 初级数据

- 7.3.1 单元过程应优先收集初级数据。
- 7.3.2 初级数据应包括单元过程中相关输入和输出。输入应包括原材料、辅料、化学制剂、能源和水等；输出应包括产品、副产品、废物和排放等，排放应为向大气的排放。
- 7.3.3 初级数据可采用以下收集方式：
 - a) 能源和物质消费量统计，可通过台账、库存变化、采购数据、区域电力结构等获得；
 - b) 直接测量，如废气浓度、体积，废物成分等；
 - c) 间接测量，如通过测量车辆能耗效率获得消费总量数据；
 - d) 边界内某企业对上游过程具有控制权，应从上游过程收集初级数据。

7.4 次级数据

- 7.4.1 初级数据不可得时，可使用次级数据。
- 7.4.2 有多个次级数据源可供使用时，应确定选用优先级。

7.5 数据的时间边界

- a) 数据的时间边界是指某活动数据具有代表性的时间段。
- b) 若某单元过程的活动数据随时间变化具有较大波动性，可取一个波动周期的平均数据。
- c) 处于时间边界外且对某单元过程排放具有实质性贡献的活动数据应纳入考虑，但需基于合理的数据分配方法。

7.6 数据分配

数据分配原则应符合 GB/T 24044。

7.6.1 系统内过程间数据分配

- a) 系统内过程间数据宜避免进行数据分配。
- b) 单元过程输出数据同时包括共生品和废物时，应确定两者比例，仅对共生品数据分配。
- c) 辅料、废水和废物处理等数据分配应分析含水率、成分比例等因素的影响。
- d) 运输与储存数据分配应合理取值。
- e) 数据分配后，子过程的输入或输出数据总和应与分配前的输入或输出数据相等。

7.6.2 与其他产品系统的数据分配

离开系统边界进入其他产品系统的中间品、副产品和其他可用产品的输出数据，应基于物理关系比例分配。

7.6.3 数据代际分配

- 1、物质多次循环利用时，应合理确定代际间数据分配。
- 2、代际间的数据分配方法应按以下顺序确定：
 - a) 物理特性，如质量等；
 - b) 物质经济价值之比；
 - c) 物质回收次数。

8 碳排放量的计算

8.1 活动碳排放量计算

某单元过程中的某活动引致的碳排放量可以通过碳源活动数据、排放因子和全球变暖潜值计算得到，公式如下：

$$C_i = \sum_{i=1}^m AD_i \times EF_i \times GWP_{100-i}$$

$$AD_i = AD_{i-直接} + AD_{i-间接} + AD_{i-化学反应} + AD_{i-物质消费} + AD_{i-处置}$$

式中：

C_i 为某单元过程中第*i*类碳源活动引致的碳排放当量（ CO_2e ）；

AD_i 为某单元过程中第*i*类碳源活动数据；

EF_i 为第*i*类碳源的活动数据的排放因子；

GWP_{100-i} 为第*i*种碳源活动排放的温室气体对应的全球变暖潜值（100年）数据；

注1：根据数据质量要求，相关参数可以使用特征数据或通用数据，数据选择的优先次序为：

- a) 国内 LCI 数据库；
- b) 国内相关行业平均数据；
- c) 其他国家或地区公开发布的数据库；
- d) 公开发用于 LCA 评价软件自带数据库；

注2：用活动数据乘以相应的排放因子，从而将初级数据和次级数据换算为排放量数据，排放因子选用的优先次序为：

- a) 测量或质量平衡获得的排放因子；
- b) 供应商提供的排放因子；
- c) 区域排放因子；
- d) 国家排放因子；
- e) 国际排放因子。

f) 排放因子相关参数推荐值见附录 B。

8.2 单元过程碳排放量计算

某单元过程的碳排放量等于其过程内所有碳源活动引致的碳排放量之和, 计算公式如下:

$$C_{unit} = \sum_{j=1}^n C_j$$

式中:

C_{unit} 为系统边界内某个单元过程所有碳源活动的碳排放量 (CO_2e);

C_j 表示某单元过程中第 j 类碳源活动引致的碳排放量。

8.3 碳排放量计算

碳排放总量等于系统边界内的所有单元过程的碳排放总和。

$$C_R = \sum_{k=1}^q C_{unit-k} - C_{rec}$$

式中:

C_R 为废弃光伏组件回收处置与利用过程中的碳排放总量 (CO_2e);

C_{unit-k} 表示系统边界内第 k 个单元过程的碳排放量 (CO_2e);

C_{rec} 表示系统边界内回收利用活动中能量回收引致的碳减排量 (CO_2e)。

9 报告

9.1 报告内容

废弃光伏组件回收处置与利用碳排放量核算报告除记录量化结果外, 应陈述在核算目标和核算边界确定阶段的决定, 同时应证明核算过程符合本文件规定。报告应包括下列内容:

- a) 基本情况
 - 委托方与核算方;
 - 报告日期;
 - 核算依据本文件实施的声明。
- b) 核算目标
 - 核算原因与目标;
 - 核算预期用途。
- c) 核算范围
 - 产品功能;
 - 功能单位;
 - 系统边界;
 - 取舍准则。
- d) 核算过程
 - 数据收集程序;
 - 单元过程定性和定量描述;
 - 数据来源;
 - 计算程序;
 - 数据质量评价与对缺失数据处理;

——分配原则与程序。

e) 核算结果解释

——碳排放核算结果；

——结果解释中与方法学和数据有关的假设和局限。

注：报告模板见附录 A。

9.2 报告有效期

若因技术、环境、核算目的和核算范围变更等因素导致系统边界发生变化，原核算结果失效，应重新核算。

9.3 保密要求

评价报告中应符合生产者信息保密性要求。

9.4 报告发布

9.4.1 核算报告的发布应符合国家和地方相关规定。

9.4.2 第三方机构的选择要求应符合国家相关规定。

9.4.3 核算报告的发布应以第三方机构对核算报告的评审、验证或鉴定为前提。

附录 A

(资料性附录)

废弃光伏组件回收处置与利用碳排放量核算报告框架

产品名称：_____

委托单位：_____

报告编号：_____

核算依据：_____

结论：_____公司（填写处置机构的全名）基于从 _____ 到 _____ 的生命周期过程，完全回收处置与利用 1MW 废弃光伏组件物料的碳排放总量为 _____ kg CO₂e。

批准人：_____（签名）

核算单位：_____（盖章）

批准日期：____年__月__日

A.1 概况

A.1.1 委托单位

委托单位：_____

单位地址：_____

法定代表人：_____

授权人（联系人）：_____

联系电话：_____

A.1.2 物料信息

物料名称：_____

功能单位：_____

物料介绍：_____

产品图片：_____

A.2 核算目标

披露废弃光伏组件回收处置与利用的碳排放量对于光伏组件处置企业的发展具有重要意义。企业对物料基于生命周期温室气体排放水平进行核算后，可根据核算结果采取有效可行的措施来减少重点过程的碳排放，不仅可降低企业能耗，还可节约生产成本并提高企业效益。

结果通报方式：_____

结果通报对象：_____

A.3 核算范围

A.3.1 功能单位

本核算过程以_____为功能单位。

A.3.2 系统边界

对_____碳排放量的计算涵盖了从_____到_____生命周期的各个阶段，属于（填写“从摇篮到坟墓”和“从摇篮到大门”两者之一）模式，确定生命周期包括以下阶段：

- 光伏组件收集；
- 组件前处理；
- 处置再利用。

据此建立_____系统边界图，如图 A.1：

图 A.1 _____系统边界图

A.3.3 取舍准则

本核算过程采用的取舍准则以_____为依据，具体规则如下：

A.3.4 时间范围

_____年度。

A.4 核算过程

A.4.1 数据来源

清单数据：_____（具体数据情况见表 A.1）；

排放因子：_____；

软件与数据库：_____。

表 A.1 生命周期碳排放清单数据表

清单数据名称	数量	单位	排放/清除原因	数据类型	数据来源

A.4.2 分配原则与程序

分配依据：_____；

分配程序：_____；

具体分配情况如下：

A.4.3 清单及计算

生命周期各个阶段碳排放计算说明见表 A.2。

表 A.2 生命周期碳排放清单说明

生命周期过程	活动数据	排放因子	碳排放量 (kgCO ₂ e/吨废弃光伏组件)
组件收集			
前处理			
组件分层			
物质分离			
运输			
贮存			

A.4.4 数据质量评价及缺失数据处理

数据质量评估的目的是判断计算结果和结论的可信度，并指出提高数据质量的关键因素。

本核算工作的数据质量可从定性和定量两个方面进行管控和评估，具体核算内容包括：时间覆盖面、地理覆盖面、技术覆盖面、准确度、精确定、完整性（说明缺失数据处理方案）、代表性、一致性、可再现性、数据来源及不确定性。

A.5 核算结果解释

A.5.1 结果说明

_____（每功能单位物料）从_____（填写某生命周期过程）到 _____（填写某生命周期过程）生命周期碳排放总量为_____kgCO₂e。各生命周期过程的温室气体排放情况如表 A.3 和图 A.2 所示。

表 A.3 生命周期各过程碳排放情况

生命周期过程	碳排放量 (kgCO ₂ e/ MW 光伏组件)	百分比 (%)

图 A.2 废弃光伏组件回收处置与利用碳排放过程分布图

A.5.2 假设和局限性说明

附录 B

表 B.1 电力及热力相关参数推荐值

参数名称	单位	排放因子
电力消费的排放因子	tCO ₂ /MWh	采用测量、质量平衡获得或国家最新发布值
热力消费的排放因子	tCO ₂ /GJ	0.11
甲烷修正因子	--	0.5

中国再生资源回收利用协会

参考文献

- [1] GB/T 24040-2008 环境管理 生命周期评价 原则与框架
- [2] GB/T 24044-2008 环境管理 生命周期评价 要求与指南
- [3] GB/T 24025-2009 环境标志和声明 III型环境声明 原则和程序
- [4] GB/T 39753-2021 光伏组件回收再利用通用技术要求
- [5] 《电子设备制造企业温室气体排放核算方法与报告指南（试行）》
- [6] ISO14067: 2018 Greenhouse gases – Carbon footprint of products – Requirements and guidelines for quantification.
- [7] ISO14064-1: 2018 Greenhouse gases – Part 1: Specification with guidance at the organization level for quantification and reporting of greenhouse gas emission and removal.
- [8] ISO14064-2: 2019 Greenhouse gases – Part 2: Specification with guidance at the project level for quantification, monitoring and reporting of greenhouse gas emission reductions or removal enhancements.
- [9] ISO14064-3: 2019 Greenhouse gases – Part 3: Specification with guidance for the validation and verification of greenhouse gas assertions.