

DB 3411

滁州市地方标准

DB3411/T 0050—2024

晶体硅光伏组件产品碳足迹核算指南

Guidelines of product carbon footprint accounting for crystalline silicon photovoltaic modules

地方标准信息服务平台

2024 - 11 - 15 发布

2024 - 12 - 15 实施

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。

本文件由滁州市生态环境局提出并归口。

本文件起草单位：滁州市生态环境局、中国环境科学研究院、滁州市生态环境保护综合行政执法支队、滁州市大气污染防治管理中心、来安县生态环境保护综合行政执法支队、上海建科环境技术有限公司。

本文件主要起草人：吕连宏、王磊、李威、邓陈宁、张保留、张子非、余成峰、赵玮、谢明辉、谢雪松、高严妍、褚萍萍、王培、周纯。

地方标准信息服务平台

晶体硅光伏组件产品碳足迹核算指南

1 范围

本文件提出了晶体硅光伏组件产品碳足迹核算的方法和报告的参考模板。
本文件适用于指导晶体硅光伏组件（以下简称“光伏组件”）产品碳足迹的核算。

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 2297 太阳光伏能源系统术语
- 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
- GB/T 24067 温室气体 产品碳足迹 量化要求和指南
- GB/T 32150 工业企业温室气体排放核算和报告通则

3 术语和定义

GB/T 2297、GB/T 24040、GB/T 24044、GB/T 24067、GB/T 32150界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

晶体硅光伏组件 crystalline silicon photovoltaic module

具有封装及内部联结的、能单独提供直流电输出的，最小不可分割的晶体硅光伏电池组合装置。

[来源：GB/T 2297—1989，4.1，有修改]

3.2

产品碳足迹因子 product carbon footprint factor

单位产品在系统边界内的生命周期温室气体排放量和温室气体清除量之和，以二氧化碳当量每单位产品表示。

3.3

功能单位 functional unit

标称功率为1 kWp的晶体硅光伏组件。

4 核算范围与系统边界

4.1 核算范围

核算范围包括但不限于：

——产品（系统）范围：明确产品名称、型号、功能、功能单位和系统边界；

——时间范围：选择核算碳足迹有代表性的时间段（一般为一个自然年，特殊情况下可根据企业实际运营情况予以确定）。

4.2 系统边界

4.2.1 系统边界图

产品碳足迹核算的系统边界见图1。

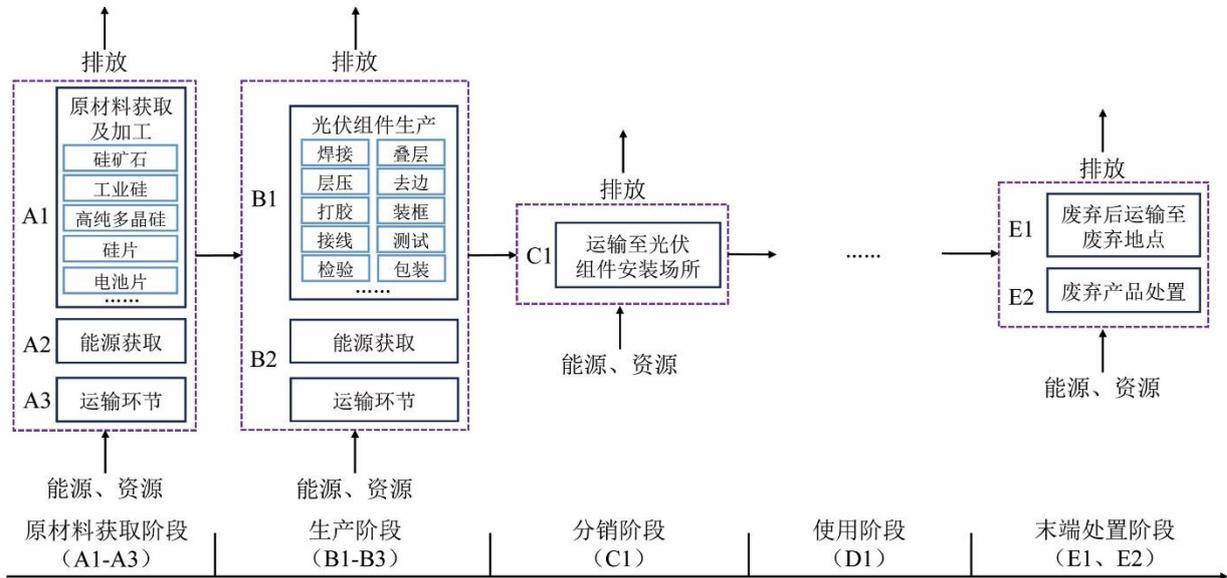


图1 光伏组件产品系统边界图

4.2.2 原材料获取阶段

从自然环境中获取原材料，到原材料用于生产、组装成光伏组件产品的零部件、半成品、辅料和包装材料等的过程，包括但不限于：

- A1，原材料获取及加工：构成光伏组件的零部件、半成品、辅料和包装材料等生产制造过程，如工业硅、高纯多晶硅、硅片、电池片、钢化玻璃、封装胶膜、背板、边框、焊带、线缆、接线盒等生产过程；
- A2，能源获取：原材料获取及加工所需煤、天然气、液化石油气、煤气、电力、热力等能源的开采、生产与加工过程；
- A3，运输环节：包括原材料、能源运输到企业的过程，以及企业内部运输；
- 该阶段水污染物、大气污染物、固体废物的产生和处理。

4.2.3 生产阶段

从零部件、半成品等原材料运输进入光伏组件生产企业开始，在最终产品离开光伏组件企业时终止，包括但不限于：

- B1，光伏组件生产：焊接、叠层、层压、去边、打胶、装框、接线、测试、检验、包装等过程；
- B2，能源获取：生产阶段所需煤、天然气、液化石油气、煤气、电力、热力等能源的开采、生产与加工过程；
- B3，运输环节：包括零部件、半成品等原材料，能源运输至光伏组件生产企业的过程，以及企业内部运输；
- 该阶段水污染物、大气污染物、固体废物的产生和处理。

4.2.4 分销阶段

从光伏组件离开生产企业开始到光伏组件安装场所结束，包括但不限于C1，运输至光伏组件安装场所：将光伏组件从生产企业运输到光伏组件安装场所的过程。

4.2.5 末端处置阶段

光伏组件废弃后回归到自然环境，或作为资源分配进入另一种产品生命周期的过程，包括但不限于：
 ——E1，废弃后运输至处置地点：将废弃光伏组件产品运输到处理处置地点的过程；
 ——E2，废弃产品处置：包括填埋、回收、循环利用等方式；
 ——该阶段水污染物、大气污染物、固体废物的产生和处理。

5 数据收集与取舍

5.1 初级数据

5.1.1 完整性。初级数据宜采集一个自然年内企业的生产统计数据，特殊情况下可根据企业实际运营情况予以确定，根据 5.4 的要求，检查是否有缺失的单元过程或输入输出物质。

5.1.2 准确性。初级数据中的能源、原材料消耗数据宜来自企业实际生产统计记录，能源和原材料获取数据优先来自上游供应商；碳排放数据优先选择核查报告，或由物料平衡公式计算获得。

5.1.3 一致性。初级数据采集时同类数据宜保持相同的数据来源、统计口径、处理规则等。

5.2 次级数据

5.2.1 代表性。优先选择与评估产品系统的时间代表性、区域代表性、技术代表性相近的数据，其次选择近年代表国内及行业平均生产水平公开的生命周期评价数据，最后选择国外同类技术数据。

5.2.2 完整性。宜涵盖系统边界规定的所有单元过程。

5.2.3 一致性。同一机构对同类产品次级数据的选择宜保持一致。

5.3 数据收集

5.3.1 活动数据优先采用直接计量、检测获得的初级数据，其次可采用通过初级数据折算获得的次级数据，以上数据均不可获得时可采用来自相似单元过程的替代数据，并论证数据的相似性。

5.3.2 产品碳足迹因子。优先采用企业经第三方专业机构验证获得的产品碳足迹因子，其次可采用国家正式公布的产品碳足迹因子或经第三方专业机构验证的生命周期评价报告、碳足迹报告、文献、数据库中提供的基于我国实际的产品碳足迹因子参考值，最后可采用国外数据库的数据。

5.3.3 数据收集可参考附录 A 中表 A.1。

5.4 数据取舍

在产品碳足迹核算过程中，舍弃对产品碳足迹无实质性贡献、影响较小的物质流或能量流：

——小于产品质量 1% 的材料引起的排放可舍弃，同类物料宜按合计质量判断，所有忽略的材料质量对产品碳足迹的贡献不宜超过 1%，忽略的产品碳足迹不宜超过 5%；

——道路与厂房的基础设施、各工序设备的制造与装配、厂区内人员及生活设施的消耗和排放，均可忽略。

6 产品碳足迹核算

6.1 原材料获取阶段

原材料获取阶段的产品碳足迹按公式（1）计算：

$$C_R = \sum_j (M_{R,j} \times CFF_j) + \sum_{j,k} (M_{R,j} \times D_{j,k} \times TFF_k) \dots \dots \dots (1)$$

式中：

C_R ——原材料获取阶段的产品碳足迹，单位为千克二氧化碳当量（kgCO₂e）；

$M_{R,j}$ ——原材料获取阶段第j种原材料或能源的消耗量，单位为千克（kg）或万标立方米（10⁴Nm³）或千瓦时（kWh）；

CFF_j ——第j种原材料或能源的产品碳足迹因子，单位为千克二氧化碳当量每千克（kgCO₂e/kg）或千克二氧化碳当量每万标立方米（kgCO₂e/10⁴Nm³）或千克二氧化碳当量每千瓦时（kgCO₂e/kWh）；

$D_{j,k}$ ——第j种原材料或能源第k种运输方式的运输距离，当某种原材料或能源同一运输方式存在多个供应来源时，宜根据运输重量计算加权运输距离，单位为千米（km）；

TFF_k ——第k种运输方式的产品碳足迹因子，单位为千克二氧化碳当量每千克千米（kgCO₂e/kgkm）。

6.2 生产阶段

生产阶段的产品碳足迹按公式（2）计算：

$$C_P = \sum_j (M_{P,j} \times CFF_j) + \sum_{j,k} (M_{P,j} \times D_{j,k} \times TFF_k) \dots \dots \dots (2)$$

式中：

C_P ——生产阶段的产品碳足迹，单位为千克二氧化碳当量（kgCO₂e）；

$M_{P,j}$ ——生产阶段第j种原辅材料或能源的消耗量，单位为千克（kg）或万标立方米（10⁴Nm³）或千瓦时（kWh）；

$D_{j,k}$ ——第j种原辅材料或能源运输至光伏组件产品生产企业的第k种运输方式的运输距离，当某种原辅材料或能源同一运输方式存在多个供应来源时，宜根据运输重量计算加权运输距离，单位为千米（km）。

6.3 分销阶段

分销阶段的产品碳足迹按公式（3）计算：

$$C_S = \sum_{k=1}^n (M_S \times D_k \times TFF_k) \dots \dots \dots (3)$$

式中：

C_S ——分销阶段的产品碳足迹，单位为千克二氧化碳当量每千瓦（kgCO₂e/kWp）；

M_S ——运往光伏组件安装场所的产品量，单位为千克（kg）；

D_k ——从光伏组件生产企业到安装场所的第k种运输方式的运输距离，当同一运输方式存在多个安装场所时，宜根据运输重量计算加权运输距离，单位为千米（km）。

6.4 末端处置阶段

末端处置阶段的产品碳足迹按公式（4）计算：

$$C_W = \sum_j (M_{W,j} \times CFF_j) + \sum_{j,k} (M_{W,j} \times D_{j,k} \times TFF_k) \dots \dots \dots (4)$$

式中：

C_W ——末端处置阶段的产品碳足迹，单位为千克二氧化碳当量每千瓦（kgCO₂e/kWp）；

$M_{W,j}$ ——末端处置阶段第j种废料或能源的消耗量，单位为千克（kg）或万标立方米（10⁴Nm³）或千瓦时（kWh）；

$D_{j,k}$ ——第j种废料或能源第k种运输方式的运输距离,当某种废料或能源同一运输方式存在多个处置场所或供应来源时,宜根据运输重量计算加权运输距离,单位为千米(km)。

6.5 产品碳足迹

产品碳足迹的核算宜包括原材料获取阶段、生产阶段、分销阶段、末端处置阶段,按公式(5)计算:

$$CFP = C_R + C_P + C_S + C_W \dots\dots\dots (5)$$

式中:

CFP ——光伏组件产品碳足迹,单位为千克二氧化碳当量每千瓦(kgCO₂e/kWp)。

7 产品碳足迹报告

光伏组件产品碳足迹核算报告可参考附录B提供的模板进行编制。

地方标准信息服务平台

附录 A

(资料性)

光伏组件产品碳足迹核算信息收集清单

光伏组件产品碳足迹核算信息收集清单见表A.1。

表A.1 光伏组件产品碳足迹核算信息收集清单

企业信息	企业名称					
	详细地址（省/市/区/县）					
	联系人、电话、邮箱					
产品 基本信息	产品名称及型号					
	规格型号（标称功率、尺寸）					
	功能及应用场景					
	数据统计周期及周期内总产量					
	产品净重（kg）					
	生产工艺流程					
	产品寿命和使用年限					
	生产地点 ^a					
	分销地点 ^a					
	使用地点 ^a					
废弃后处置方式						
原材料投入（基于功率为1kWp的晶体硅光伏组件统计）						
原材料类型	用量	单位	自产/外购	运输方式	运输距离	备注
电池片		片				
.....						
能源投入（基于功率为1kWp的晶体硅光伏组件统计）						
能源类型	用量	单位	自产/外购	运输方式	运输距离	备注
电力		kwh				
煤		t				
油品		t				
天然气		m ³				
.....						
三废处置（基于功率为1kWp的晶体硅光伏组件统计）						
三废类型	单位	产生量	排放量	处理方式	最终处置方式	备注
COD	kg					
.....						
产品分销						
产品名称	数量	单位	运输方式	占总运输量的比例	运输距离	
光伏组件		kWp				
^a 若存在多个生产和销售使用地点，应提供各地产量或销量比例，并分别说明运输方式。						

附录 B
(资料性)
光伏组件产品碳足迹核算报告 (模板)

1 基本信息

1.1 产品基本信息

对产品名称、规格、型号、功能和工艺流程等的描述。

1.2 制造商基本信息

1.3 联系人基本信息

2 范围和边界

2.1 核算范围

对核算期、核算依据等进行描述。

2.2 功能单位

2.3 系统边界

对生命周期阶段、时间周期、地理范围等进行描述。

3 数据收集与处理

3.1 原料获取阶段

对原料获取阶段数据取舍、数据质量要求等进行描述。

3.2 生产阶段

对生产数据取舍、数据质量要求等进行描述。

4 核算过程与分析

对活动数据收集及排放系数来源说明,对产品碳足迹核算公式、核算过程、结果的描述。

5 结论和不确定性说明

碳足迹核算对产品设计与供应链管理等方面的结论与建议,以及不确定性说明等。

6 报告管理和保存

对报告的使用、管理、保存方法、有效期、保密性等进行说明

7 参考文献

报告涉及到的所有参考文献清单。

8 支持性文件

报告涉及的相关支持文件、材料和附件。