

中华人民共和国外贸行业标准

WM/T XXX—202X

光伏组件出口产品低碳评价要求

Low carbon evaluation requirements for photovoltaic module export products

XXXX - XX - XX 发布

XXXX - 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 功能单位.....	5
5 系统边界.....	5
5.1 系统边界的确定.....	5
5.2 原材料获取阶段.....	5
5.3 制造阶段.....	6
5.4 取舍准则.....	6
6 数据和数据质量.....	6
6.1 数据收集要求.....	6
6.2 数据质量要求.....	7
6.3 分配原则.....	7
7 计算.....	8
7.1 概述.....	8
7.2 原材料获取阶段.....	8
7.3 制造阶段.....	8
8 数据质量评估.....	9
9 低碳产品评价要求.....	9
9.1 基本要求.....	9
9.2 低碳产品评价要求.....	10
10 产品碳足迹报告.....	10
10.1 报告内容.....	10
10.2 报告的发布.....	10
附 录A（资料性附录） 光伏组件碳足迹数据收集表.....	11
参考文献.....	12

# 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。

本文件由绿色机电出口产品行业标准工作组（SW/SWG 1）归口并解释。

本文件起草单位：中国质量认证中心有限公司、中国机电产品进出口商会、隆基绿能科技股份有限公司、晶科能源股份有限公司、天合光能股份有限公司、晶澳太阳能科技股份有限公司、正泰新能科技股份有限公司、通威股份有限公司、正信光电科技股份有限公司、合肥协鑫集成新能源科技有限公司。

本文件主要起草人：王宏涛、张森、柏瀚林、宋锋兵、许爽、王乐、汤爱凤、姚艳艳、赵光洁、周盛永、金鑫、朱子涵、张隽、郑虎祥、孙国亮、石永红、于洁、黄丽君、赵海涛。

本文件及其所代替文件的历次版本发布情况为：

——本文件为首次发布。

# 光伏组件出口产品低碳评价要求

## 1 范围

本文件规定了光伏组件碳足迹评价的功能单位、系统边界、取舍准则、数据和数据质量、计算方法、数据质量评估、低碳评价要求、产品碳足迹研究报告的一般原则和方法。

本文件适用于光伏组件出口产品的低碳评价。

## 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（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB 17167 用能单位能源计量器具配备和管理通则

GB/T 19001 质量管理体系 要求

GB/T 2297 太阳光伏能源系统术语

GB/T 23331 能源管理体系 要求及使用指南

GB/T 24001 环境管理体系 要求及使用指南

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 要求和指南

GB/T 24067 温室气体 产品碳足迹 量化要求和指南

GB/T 30984.1 太阳能用玻璃 第1部分：超白压花玻璃

GB/T 30984.2 太阳能用玻璃 第2部分：透明导电氧化物膜玻璃

GB/T 32150 工业企业温室气体排放核算和报告通则

GB/T 34328 轻质物理强化玻璃

ISO 14067 温室气体 产品的碳足迹 量化要求和指南 (Greenhouse gases-Carbon footprint of products-Requirements and guidelines for quantification)

IEC 61215-1 地面用光伏组件-设计鉴定和型式认可-第1部分：测试要求(Terrestrial photovoltaic (PV) modules-Design qualification and type approval-Part 1: Test requirements)

IEC 61215-1-1 地面用光伏组件 - 设计鉴定和型式认可 - 第1-1部分：针对晶硅组件测试的特殊要求 Terrestrial photovoltaic (PV) modules - Design qualification and type approval - Part 1-1: Special requirements for testing of crystalline silicon photovoltaic (PV) modules

IEC 61215-2 地面用光伏组件-设计鉴定和型式认可-第1部分：测试程序(Terrestrial photovoltaic (PV) modules - Design qualification and type approval - Part 2: Test procedures)

IEC 61730-1 光伏 (PV) 组件安全鉴定.第1部分：施工要求 (Photovoltaic (PV) module safety qualification - Part 1: Requirements for construction)

IEC 61730-2 光伏组件安全鉴定—第2部分：试验要求(Photovoltaic (PV) module safety qualification - Part 2: Requirements for testing)

## 3 术语和定义

GB/T 2297、GB/T 24040、GB/T 24044、GB/T 32150和GB/T 24067界定的术语和定义适用于本文件

### 3.1 光伏组件 PV module

具有封装及内部联结的、能单独提供直流电输出的，最小不可分割的太阳电池组合装置。

[来源：GB/T 2297-1989，4.1]

### 3.2 温室气体 greenhouse gas

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：如无特别说明，本标准中的温室气体包括二氧化碳(CO<sub>2</sub>)、甲烷(CH<sub>4</sub>)、氧化亚氮(N<sub>2</sub>O)、氢氟碳化物(HFCs)、全氟碳化物(PFCs)、六氟化硫(SF<sub>6</sub>)与三氟化氮(NF<sub>3</sub>)。

[来源：GB/T 32150-2015, 3.1]

### 3.3 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 24040-2008, 3.1]

### 3.4 生命周期评价 life cycle assessment

对一个产品系统生命周期内的输入、输出及其潜在环境影响的汇编和评价。

[来源：GB/T 24040-2008, 3.2]

### 3.5 二氧化碳当量 carbon dioxide equivalent

某种温室气体在辐射强度上与质量相当的二氧化碳的量。

注：温室气体二氧化碳当量等于给定气体的质量乘以它的全球变暖潜值(GWP)。

[来源：GB/T 32150-2015, 3.16]

### 3.6 产品碳足迹 carbon footprint of a product

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。

[来源：GB/T 24067-2024, 3.1.1]

### 3.7 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 24040-2008, 3.32]

### 3.8 碳排放源 carbon emission source

向大气中排放温室气体的物理单元和过程。

[来源：GB/T 32150-2015, 3.5]

### 3.9 全球变暖潜值 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度的影响与等量二氧化碳辐射强度影响相关联的系数。

[来源：GB/T 32150-2015, 3.15]

### 3.10 初级数据 primary data

通过直接测量或基于直接测量值计算得到的过程或活动的量化值。

[来源：GB/T 24067-2024, 3.6.1]

### 3.11 次级数据 secondary data

不符合初级数据要求的数据。

注1：次级数据是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、计算估算数据或其他具有代表性的数据，推荐使用本土化数据库。

注2：次级数据可包括从代替过程或估计获得的数据。

[来源：GB/T 24067-2024, 3.6.2]

### 3.12 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而确定的最基本部分。

[来源：GB/T 24044-2008，3.34]

### 3.13 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 24040-2008，3.20]

## 4 功能单位

光伏组件产品的功能单位为1kWp光伏组件。

## 5 系统边界

### 5.1 系统边界的确定

系统边界的选择应与评价目标保持一致，设定的准则应给予说明并文件化。系统边界应涵盖：

——沿着产品的生命周期找出与产品直接关联的过程

——将这些过程组成产品生命周期的各阶段

——识别每个过程的温室气体排放源

——绘制一张过程图来描述光伏组件生命周期的所有过程

光伏组件产品的系统边界应涵盖原材料获取阶段、制造阶段，即采用“摇篮到大门”的方式。具体系统边界内容见图1。

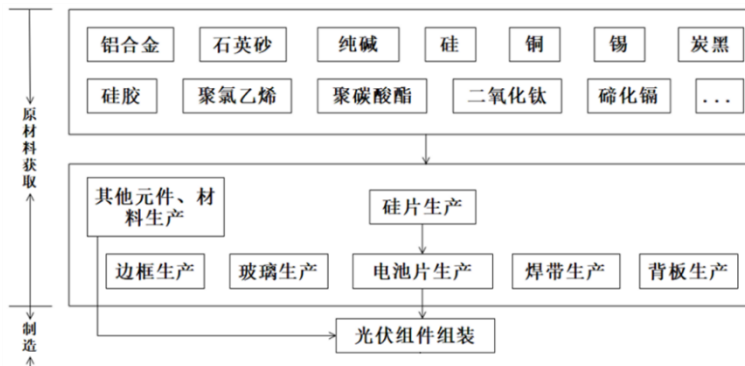


图1 光伏组件系统边界图

### 5.2 原材料获取阶段

在低碳产品评价中原材料获取阶段应包括下列过程：

1) 太阳能电池：硅片的提取和加工，电池制造过程中使用的化学品，其他材料的提取和加工等生产过程；

2) 封装玻璃：前板玻璃及背板玻璃的提取和加工等生产过程；

3) 边框：光伏组件边框材料的提取和加工等生产过程；

4) 背板、胶膜材料：背板、胶膜的提取和加工等生产过程；

5) 其他元件、材料：接线盒、焊带、硅胶和包装材料等其他用于光伏组件生产的电子元件等生产过程；

6) 从自然界提取的资源 and 预处理设施内及之间的原材料和中间产品运输（包括陆上运输和离岸运输）；

7) 原材料获取和预加工阶段产出废物的废弃处置。

### 5.3 制造阶段

在低碳产品评价中制造阶段应包括下列过程：

- 用于制造排放和相关处理过程的能源（电、热、气等）、水（用于清洁和冷却）用量；
- 制造阶段涉及中间产品的运输过程，包括不同厂区中间产品的运输、同一厂内材料的运输（如厂内叉车、皮带运输等）；
- 制造实体所附清洁能源的比例。

### 5.4 取舍准则

被评价产品系统边界内归属的所有过程和材料流都应该包括在数据收集和温室气体排放与清除计算中。但是对于某些过程或材料流，很难从供应商那里收集数据，也找不到相关的次级数据，而且它们对总碳排放的影响很小，在这种情况下有必要采取取舍准则，将同时满足以下两个条件的过程或材料流排除在温室气体评价范围：

- 该过程的初级数据及次级数据均很难获得；
- 经过估算发现该过程或材料流对温室气体的影响不重要。

注：在生命周期某一阶段内占该阶段总温室气体贡献不超过1%的过程或材料流视为不重要的过程或材料流。但被排除的过程或材料流加起来的碳排放量不能超过该阶段碳排放总量的5%。

舍去的温室气体排放应有书面记录，其对评价结果产生的影响应在评价报告中做出解释。

注：关于取舍准则的额外指南见GB/T 24044-2008的4.2.3.3.3。

## 6 数据和数据质量

### 6.1 数据收集要求

光伏组件低碳产品评价应收集系统边界内划分的所有单元过程的输入和输出数据，原辅材料获取阶段尽可能收集初级数据，无法获取初级数据的情况下，可收集次级数据。各生命周期阶段的数据清单参考附录A。其中，原材料数据收集参考“表A.1”，生产阶段能源数据收集参考“表A.2”，生产阶段废弃物数据收集参考“表A.3”，运输阶段距离收集参考“表A.4”。

表1 光伏组件低碳产品评价各生命周期阶段数据收集要求

生命周期阶段	数据类型	数据清单
原辅材料获取加工阶段	初级数据	a) 太阳能电池、玻璃、边框、背板、胶膜、接线盒、焊带、硅胶等原辅材料消耗量（包含自然的和再生的）； b) 燃料、电力、热力等能源和水的消耗量； c) 太阳能电池等阶段产品的产量； d) 废弃物产生量； e) 上游太阳能电池、玻璃、边框、背板、胶膜、接线盒、焊带、硅胶等原辅材料的运输数量和总量、运输方式、运输距离； f) 其他。
	次级数据	a) 无法获取上游原辅材料初级数据时，则采用太阳能电池、玻璃、边框、背板、胶膜、接线盒、焊带、硅胶等原辅材料从自然界和/或再生材获取到产品制成阶段的温室气体排放与清除因子； b) 燃料、电力、热力等能源和水消耗产生的温室气体排放与清除因子； c) 废弃物处理过程相关的温室气体排放与清除因子； d) 运输相关的温室气体排放与清除因子； e) 其他。
光伏组件生产阶段	初级数据	a) 太阳能电池、玻璃、边框、背板、胶膜、接线盒、焊带、硅胶等初级产品或部件的投入量（包含自然的和再生的）； b) 纸板、塑料膜等包装材料的投入量； c) 燃料、电力、热力等能源和水的消耗量； d) 光伏组件产品的产量； e) 废弃物产生量； f) 其他。
	次级数据	a) 能源和水消耗相关的全生命周期温室气体排放与清除因子； b) 废弃物处理相关的全生命周期温室气体排放与清除因子； c) 其他。

## 6.2 数据质量要求

在数据收集中，应涵盖对评价的产品系统有实质性贡献的所有温室气体的排放与清除。量化应使用最近至少一年的平均数据，若产品生产不足一年，应使用从生产初始至评价前的平均数据。数据收集应优先使用初级数据（来自上游直接测量的数据因子优先），如果无法获得初级数据，可使用次级数据（国家公开发布的数据因子优先），并进行书面记录，解释数据来源的使用理由。

## 6.3 分配原则

在边界设置或数据收集时，应尽量避免进行数据分配。

若发现至少有一个过程的输入和输出包含多个产品，则总排放量需要在产品生命周期内进行分配。分配的原则如下：

- 优先使用物理关系参数进行分配，如数量、质量、工时、体积、热值等比例关系；
- 无法建立物理关系时，则依经济价值进行分配，如产品产值、利润比例关系等；
- 若使用其他分配方法，须提供所使用分配关系的依据及计算说明。



## 7 计算

### 7.1 概述

系统边界内功能单位光伏组件产品碳足迹的核算方法见公式（1）：

$$CFP_{PV} = E_{RM} + E_P \dots\dots\dots(1)$$

式中：

$CFP_{PV}$ ——系统边界内功能单位光伏组件产品碳足迹,单位为千克二氧化碳当量每kWp(kgCO<sub>2e</sub>/kWp)；

$E_{RM}$ ——原材料获取阶段功能单位产品碳足迹量化结果,单位为千克二氧化碳当量(kgCO<sub>2e</sub>)；

$E_P$ ——生产阶段单位功能产品碳足迹量化结果,单位为千克二氧化碳当量(kgCO<sub>2e</sub>)。

### 7.2 原材料获取阶段

原材料获取阶段碳足迹量化主要包括从自然界（或从生命末期阶段再生）获取到加工为工业初产品所用原材料（含运输）所产生的碳排放量，计算见公式（2）：

$$E_{RM} = E_{SC} + E_{GM} + E_{BM} + E_{AM} + E_{OM} + E_{PP} \dots\dots\dots(2)$$

式中：

$E_{SC}$ ——太阳能电池生产过程的温室气体排放量，包括上游运输过程，单位为千克二氧化碳当量(kgCO<sub>2e</sub>)；

$E_{GM}$ ——封装玻璃生产过程的温室气体排放量，包括上游运输过程，单位为千克二氧化碳当量(kgCO<sub>2e</sub>)；

$E_{BM}$ ——边框生产过程的温室气体排放量，包括运输过程，单位为千克二氧化碳当量(kgCO<sub>2e</sub>)；

$E_{AM}$ ——背板、胶膜材料生产过程的温室气体排放量，包括上游运输过程，单位为千克二氧化碳当量(kgCO<sub>2e</sub>)；

$E_{OM}$ ——其他元件、材料生产过程的温室气体排放量，包括上游运输过程，单位为千克二氧化碳当量(kgCO<sub>2e</sub>)；

$E_{PP}$ ——包装材料生产阶段的温室气体排放量，包括上游运输过程,单位为千克二氧化碳当量(kgCO<sub>2e</sub>)。

### 7.3 制造阶段

光伏组件生产阶段的碳排放量主要包括电池片、边框、胶膜等零部件制造和组件制造过程中，因使用电力、热力、燃料（包含运输）等能源和水资源及物料消耗产生的排放等，计算见公式（3）：

$$E_P = \sum_{i=1}^n AD_i \times EF_i \dots\dots\dots(3)$$

式中：

$i$ ——代表能源消耗产生的排放、物料消耗产生的排放、工艺过程产生的排放等排放类型；

$AD_i$ ——生产阶段单元过程中， $i$ 类能源或物料消耗的活动水平数据；

$EF_i$ ——生产阶段单元过程中， $i$ 类能源或物料消耗的碳足迹排放因子，其中使用的电力排放因子应为电力生命周期碳足迹因子。

## 8 数据质量评估

碳足迹量化应对所有的次级数据进行评估，评估指标包括使用次级数据对应的时间代表性（TiR）、技术代表性（TeR）、地理代表性（GeR），每个指标的评价赋值应参考表2质量等级。DQR分数可按照式（4）计算：

$$DQR = (TiR + TeR + GeR) / 3 \dots\dots\dots (4)$$

表2 碳足迹评价数据质量要求

质量等级	时间代表性	技术代表性	地理代表性
1	数据集的“参考年份”属于次要数据集的时间有效性范围内。	所建模的技术与数据集计算范围内的技术完全相同。	建模的过程在数据集有效的国家进行。
2	数据集/CFB数据集的“参考年”最多可超过次要数据集的时间有效性2年	所建模的技术包括在数据集范围内的技术组合中。	建模的过程发生在数据集有效的地理区域（例如，欧洲、亚洲、北美、非洲）。
3	数据集/CFB的“参考年”最多可超过次级数据集的时间有效期3年。	所建模的技术仅部分包含在数据集的范围内。	建模的过程发生在数据集有效的地理区域之一，或者数据集覆盖了几个区域（例如，全球GLO）。
4	数据集/CFB的“参考年”最多可超过二次数据集的时间有效性4年。	所建模的技术（即技术代理）与数据集范围内所包含的技术类似。	建模过程发生在不包括在数据集有效的地理区域内的国家，但根据专家判断估计有足够的相似性。
5	数据集/CFB的“参考年”比二次级数据集的时间有效性长出4年以上。	建模的技术不同于数据集范围内包含的技术。	建模的过程发生在与数据集有效的国家不同的国家。

最终DQR值根据各单项次级数据DQR值同该次级数据的碳足迹量化贡献进行加权计算后得到，即可按照式（5）计算：

$$DQR = \frac{\sum_i (DQR_{Bi} \times PF_i)}{\sum_i PF_i} \dots\dots\dots (5)$$

式中：

DQR——次级数据最终质量评估结果；

i——单项数据；

DQR<sub>Bi</sub>——对应数据单项数据DQR；

PF<sub>i</sub>——对应数据项目排放贡献占比。

数据最终质量评估结果应不低于3.0。

## 9 低碳产品评价要求

### 9.1 基本要求

9.1.1 生产企业的污染物排放状况和总量控制，应符合相关环境保护法律法规，达到国家或地方污染物排放标准的要求。

9.1.2 生产企业近三年无重大安全、环保、质量事故，成立不足三年的企业，成立以来无重大安全、环保、质量事故。

9.1.3 生产企业应按照 GB/T 24001、GB/T 19001、GB/T 23331 分别建立、运行并持续改进环境管理体系、质量管理体系和能源管理体系。

9.1.4 生产企业应按照 GB 17167 的要求配备能源计量器具。

9.1.5 产品应满足以下要求，包括但不限于：

- a) 产品的质量和性能应符合 IEC 61215-1、IEC 61215-1-1、IEC 61215-2 的有关要求；
- b) 产品的安全性能应符合 IEC 61730（所有部分）的有关要求。
- c) 产品的配套材料符合 GB/T 30984.1、GB/T 30984.2 和 GB/T 34328 的要求。

## 9.2 低碳产品评价要求

光伏组件低碳产品评价值应按本文件的要求计算，并应满足表3中的规定。

表3 光伏组件低碳产品评价值

组件类别	低碳产品评价值 kg CO <sub>2</sub> e/kWp
光伏组件 (摇篮到大门)	≤415

满足基本要求与低碳产品评价值的产品符合光伏组件出口低碳要求。

## 10 产品碳足迹报告

### 10.1 报告内容

光伏组件产品碳足迹报告应至少包含如下内容：

- 被评价的产品名称及描述
- 评价单元
- 依据的标准
- 生命周期阶段确定和描述
- 系统边界的过程图表
- 被排除的过程合理性说明
- 收集的初级数据整理
- 次级数据的来源
- 取舍准则
- 分配方法
- 系统边界内所有过程的当量二氧化碳排放的清单
- 评价数据的质量评估
- 产品生命周期碳足迹计算结果

### 10.2 报告的发布

评价结果的发布应符合国家或地方的有关规定，如无特殊规定，企业可采用以下一种或者两种发布方式：

- 将产品碳足迹数值标在被评价的光伏组件产品上或包装箱上，并在使用说明书中说明数值的含义；
- 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。

## 附录 A（资料性附录） 光伏组件碳足迹数据收集表

### 表A.1 单位产品原材料阶段数据收集表

材料类型	数量	主要成份质量	数据来源	供货商地址	供货运输距离	供货运输方式
硅片						
铝合金						
石英砂						
纯碱						
铜						
锡						
硅胶						
包材						
...						

### 表A.2 生产阶段能源数据收集表

能源种类	投入位置	生产线总用量	单位	数据来源	评价产品用量	单位	单台产品用量	单位	数据计算方法
天然气			Nm <sup>3</sup>						
石油气			kg						
电力			kg						
汽油			kg						
柴油			kg						
...									

### 表A.3 生产阶段废弃物数据收集表

废弃物名称	材质	处理商名称	处置方式	产出量	单位
废金属					
废塑料					
废包材					
...					

### 表A.4 运输阶段数据收集表

产品名称/型号	运输数量（台）	单台质量（吨）	运输距离（公里）	运送地点	运输方式

### 参考文献

- [1] GB/T 24025—2009 环境标志和声明 III型环境声明 原则和程序
  - [2] GB/T 39753-2021 光伏组件回收再利用通用技术要求
  - [3] PAS 2050:2011 Specification for the assessment of the life cycle greenhouse gas emissions of goods and services
  - [4] PRODUCT CATEGORY RULES (PCR), FABRICS, International EPD, PCR 2022:04
  - [5] Suggestions for updating the Product Environmental Footprint (PEF) method, EUR 29682 EN, 2019
  - [6] GHG Protocol产品生命周期核算和报告标准
-