

ICS 13.020.10

CCS Z 04



团体标准

T/CEATEC XXX—2026

光伏电站发电碳足迹核算指南

Guidelines for carbon footprint accounting of photovoltaic power generation
systems

2026-X-XX 发布

2026-X-XX 实施

中国欧洲经济技术合作协会 发布

目 次

前言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 核算原则	1
4.1 生命周期原则	1
4.2 完整性原则	2
4.3 一致性原则	2
4.4 准确性原则	2
4.5 透明性原则	2
4.6 可比性原则	2
4.7 保守性原则	2
5 系统边界与核算范围	2
5.1 原材料获取阶段	2
5.2 设备制造阶段	2
5.3 运输阶段	2
5.4 建设安装阶段	3
5.5 运行维护阶段	3
5.6 退役回收阶段	3
6 数据要求	3
6.1 数据分类	3
6.2 数据完整性与一致性	3
6.3 数据质量控制	3
6.4 数据不确定性分析	4
7 核算方法	4
7.1 功能单位与归一化	4
7.2 生命周期阶段排放计算	4
7.3 多功能过程分配	5
8 结果表达与报告	5
8.1 结果表达	5
8.2 结果处理	6
8.3 核算报告	6
8.4 结果解释与应用	6
8.5 报告质量与可追溯性	6

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。

本文件由中国欧洲经济技术合作协会提出并归口。

本文件主要起草单位：。

本文件主要起草人：。

本文件为首次编制。

光伏电站发电碳足迹核算指南

1 范围

本文件规定了光伏电站发电碳足迹的核算原则、系统边界与核算范围、数据要求、核算方法、结果表达与报告。

本文件适用于集中式及分布式光伏电站在全生命周期范围内的碳足迹核算。

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 8170 数值修约规则与极限数值的表示和判定
- 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 24044、GB/T 24067界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

光伏电站发电碳足迹 carbon footprint of photovoltaic power generation

以功能单位为基准，对光伏电站在其全生命周期内产生的温室气体排放量进行量化后的结果。

3.2

系统边界 system boundary

在碳足迹核算过程中所纳入分析的生命周期阶段及其相关活动和过程的范围界定。

3.3

排放因子 emission factor

单位活动数据所对应的温室气体排放量系数，通常以CO₂当量表示。

3.4

活动数据 activity data

用于计算温室气体排放量的定量数据，包括能源消耗量、原材料使用量、运输距离等。

4 核算原则

4.1 生命周期原则

光伏电站发电碳足迹核算应基于生命周期评价方法开展，覆盖从原材料获取、生产制造、运输、建设安装、运行维护直至退役处置的全过程。

4.2 完整性原则

碳足迹核算应尽可能完整地识别并纳入所有与光伏电站发电相关的温室气体排放源，对于确因数据不可获得或影响较小而未纳入的过程，应进行合理说明，其遗漏部分的总影响不宜超过总排放量的5%。

4.3 一致性原则

在不同项目或不同阶段的碳足迹核算过程中，应保持核算方法、系统边界、数据来源及计算模型的一致性，当核算方法或边界发生变化时，应进行说明并评估其对结果的影响。

4.4 准确性原则

碳足迹核算应尽可能降低不确定性，数据选取应符合以下优先顺序：

- a) 实测数据；
- b) 企业统计数据；
- c) 行业平均数据；
- d) 权威数据库或文献数据。

4.5 透明性原则

碳足迹核算过程应具有良好的透明性和可追溯性，应对以下内容进行明确说明：

- a) 系统边界及假设条件；
- b) 数据来源及获取方法；
- c) 排放因子选取依据；
- d) 计算方法及模型；
- e) 不确定性及处理方法。

4.6 可比性原则

在进行不同光伏电站或不同技术路线之间的碳足迹对比时，应采用统一的功能单位、核算边界及计算方法。

4.7 保守性原则

在数据不确定或存在多种选择时，应优先采用不会低估碳排放的参数或方法。

5 系统边界与核算范围

5.1 原材料获取阶段

5.1.1 核算范围包括光伏电站主要设备生产所需原材料在开采、加工过程中的温室气体排放。

5.1.2 主要原材料包括硅料（多晶硅、单晶硅）、玻璃、铝材、铜材、钢材、塑料及半导体材料等。

5.1.3 本阶段核算原材料生产过程中的能源消耗及相关排放，不包括原材料供应商核算范围内的其他非生产性排放。

5.2 设备制造阶段

5.2.1 核算范围包括光伏组件、逆变器、支架、汇流箱、配电柜、变压器等设备在生产、加工及组装过程中的温室气体排放。

5.2.2 包括燃料燃烧及工艺过程产生的直接排放及电力、蒸汽等能源消耗产生的间接排放。

5.2.3 设备制造过程中与生产无关的排放不纳入核算范围；当无法单独核算时，应采用合理方法进行分摊，并在报告中说明。

5.3 运输阶段

5.3.1 核算范围包括原材料、设备及建设材料在运输过程中的温室气体排放。

5.3.2 运输过程应包括原材料由产地至制造地的运输、设备由制造地至电站建设现场的运输、建设材料由产地至施工现场的运输。

5.3.3 运输方式包括公路、铁路、水路及航空等，应根据实际运输方式分别核算并汇总。

5.4 建设安装阶段

5.4.1 核算范围包括施工机械燃料消耗产生的排放、施工过程相关工艺活动产生的排放、施工用电、用水等资源消耗产生的间接排放。

5.4.2 与电站建设无直接关系的活动排放不纳入核算范围；当无法拆分时，应在报告中说明处理方法。

5.5 运行维护阶段

5.5.1 核算范围包括运行维护设备燃料消耗产生的排放、设备运行过程可能产生的温室气体泄漏排放、电站自身用能（如辅助用电）产生的间接排放、运行维护活动相关运输及资源消耗产生的排放。

5.5.2 光伏发电过程本身不产生温室气体排放，不纳入核算范围。

5.5.3 当电站配置储能系统时，应对储能系统相关排放单独核算，并纳入总量。

5.6 退役回收阶段

5.6.1 核算范围包括拆除及处理过程中燃料消耗产生的排放、回收处理过程产生的工艺排放、相关运输及能源消耗产生的间接排放。

5.6.2 资源回收利用所带来的减排效益可计入核算结果，并应说明计算方法。

6 数据要求

6.1 数据分类

6.1.1 数据类别

核算内容主要包括三类数据：

- a) 活动量数据：包括原材料消耗量、能源使用量、运输里程及运输量、施工机械燃料消耗等；
- b) 排放因子数据：包括各类能源、材料、运输方式等单位排放量；
- c) 辅助数据：包括光伏电站运行年限、组件容量、储能系统配置参数等。

6.1.2 数据获取方式

数据获取方式主要包括：

- a) 应优先采用现场实测数据或供应链提供的真实数据；
- b) 无法获取实测数据时，可采用权威文献或行业平均数据，并注明来源；
- c) 排放因子数据应优先采用国家标准、行业标准及权威数据库提供的数据，如GB/T 32150等；如采用其他来源数据，应在核算报告中说明来源及适用性。

6.2 数据完整性与一致性

6.2.1 数据应覆盖光伏电站生命周期各阶段。

6.2.2 数据采集和记录应保持单位统一、时间跨度一致、统计口径相同等。

6.2.3 对于缺失或异常数据，应记录原因并采用合理方法处理，并在核算报告中说明。

6.3 数据质量控制

6.3.1 数据质量等级

数据质量等级主要包括：

- a) 优质数据：直接测量、可溯源、可验证；
- b) 次优数据：供应商或第三方提供，可验证但非直接测量；
- c) 参考数据：文献或行业平均值，数据来源可靠但存在不确定性。

6.3.2 关键数据控制

对关键参数（如光伏组件耗能、逆变器SF₆泄漏量、运输燃料消耗等）应优先保证数据质量，采用优质或次优数据。

6.4 数据不确定性分析

- 6.4.1 核算应对关键数据和参数的不确定性进行识别和量化。
 6.4.2 应通过敏感性分析评估关键数据对碳足迹结果的影响，并在核算报告中说明分析方法及结论。
 6.4.3 核算结果对某些参数高度敏感时，应优先优化数据获取或采用测量数据替代估算数据。

7 核算方法

7.1 功能单位与归一化

7.1.1 功能单位

功能单位为1kWh光伏发电量。

7.1.2 功能单位归一化

功能单位归一化按公式（1）计算：

$$C_{FFU} = \frac{\sum_{i=1}^n E_i}{A_{gen}} \quad (1)$$

式中：

C_{FFU} ——功能单位碳足迹，单位为g CO₂-eq/kWh；

E_i ——第*i*阶段碳排放总量，单位为g CO₂-eq；

A_{gen} ——光伏电站发电量，单位为kWh；

n ——生命周期阶段总数。

7.2 生命周期阶段排放计算

7.2.1 原材料获取阶段

原材料获取阶段碳排放按公式（2）计算：

$$E_{mat} = \sum_j Q_j \times EF_j \quad (2)$$

式中：

E_{mat} ——原材料获取阶段碳排放总量，单位为g CO₂-eq；

Q_j ——第*j*种原材料消耗量，单位为kg；

EF_j ——第*j*种原材料单位排放因子，单位为g CO₂-eq/kg。

7.2.2 设备制造阶段

设备制造阶段碳排放按公式（3）计算：

$$E_{man} = \sum_k (Q_{fuel,k} \times EF_{fuel,k} + Q_{elec,k} \times EF_{elec,k}) \quad (3)$$

式中：

E_{man} ——设备制造阶段碳排放总量，单位为g CO₂-eq；

$Q_{fuel,k}$ ——第*k*种燃料消耗量，单位为L或kg；

$EF_{fuel,k}$ ——第*k*种燃料单位排放因子，单位为g CO₂-eq/L或g CO₂-eq/kg；

$Q_{elec,k}$ ——第*k*种电力消耗量，单位为kWh；

$EF_{elec,k}$ ——电力单位排放因子，单位为g CO₂-eq/kWh。

7.2.3 运输阶段

运输阶段碳排放按公式（4）计算：

$$E_{trans} = \sum_m D_m \times W_m \times EF_m \quad (4)$$

式中：

E_{trans} ——运输阶段碳排放总量，单位为g CO₂-eq；

D_m ——第*m*种运输方式运输距离，单位为km；

W_m ——运输量，单位为t；

EF_m ——运输方式单位排放因子，单位为g CO₂-eq/t · km。

7.2.4 建设安装阶段

建设安装阶段碳排放按公式（5）计算：

$$E_{cons} = E_{fuel} + E_{elec} + E_{water} \quad (5)$$

式中：

E_{cons} ——建设安装阶段碳排放总量，单位为g CO₂-eq；

E_{fuel} ——施工机械燃料消耗产生的排放；

E_{elec} ——施工用电产生的排放；

E_{water} ——施工水资源消耗产生的间接排放。

7.2.5 运行维护阶段

运行维护阶段碳排放按公式（6）计算：

$$E_{oper} = E_{fuel,oper} + E_{leak} + E_{elec,oper} + E_{trans,oper} \quad (6)$$

式中：

E_{oper} ——运行维护阶段碳排放总量，单位为g CO₂-eq；

$E_{fuel,oper}$ ——运行维护设备燃料消耗排放；

E_{leak} ——设备运行过程温室气体泄漏排放；

$E_{elec,oper}$ ——辅助用电及自耗电力排放；

$E_{trans,oper}$ ——运行维护活动相关运输及资源消耗排放。

7.2.6 退役回收阶段

退役回收阶段碳排放按公式（7）计算：

$$E_{decom} = E_{fuel,decom} + E_{proc,decom} + E_{trans,decom} - E_{recycle} \quad (7)$$

式中：

E_{decom} ——退役回收阶段碳排放总量，单位为g CO₂-eq；

$E_{fuel,decom}$ ——拆除机械燃料消耗排放；

$E_{proc,decom}$ ——回收处理过程排放；

$E_{trans,decom}$ ——拆除及回收运输排放；

$E_{recycle}$ ——资源回收利用减排效益。

7.3 多功能过程分配

7.3.1 系统扩展法

核算中应优先采用系统扩展法，对多功能过程或副产品产生的碳足迹进行分摊或抵扣。

7.3.2 物理分配法

当无法采用系统扩展法时，可采用物理分配法；碳排放量按照质量、能量或其他可量化物理量在主产品和副产品之间进行分配。

7.3.3 经济分配法

当系统扩展法和物理分配法均不可行时，可采用经济分配法；碳排放量按照主产品与副产品的经济价值比例进行分配。

8 结果表达与报告

8.1 结果表达

8.1.1 表达形式

碳足迹核算结果应以功能单位表示，单位为g CO₂-eq/kWh。

8.1.2 表达内容

碳足迹核算结果应至少包括以下内容：

- a) 光伏电站全生命周期碳足迹总量；
- b) 单位发电量碳足迹；
- c) 各生命周期阶段碳排放量及占比；
- d) 主要碳排放来源。

8.1.3 结果分解

碳足迹结果应按生命周期阶段进行分解，主要包括：

- a) 原材料获取阶段；
- b) 设备制造阶段；
- c) 运输阶段；
- d) 建设安装阶段；
- e) 运行维护阶段；
- f) 退役回收阶段。

8.2 结果处理

8.2.1 精度

结果数值宜保留2位有效数字或根据实际精度合理取值。

8.2.2 数值修约

计算结果应按GB/T 8170的规定进行修约。

8.3 核算报告

8.3.1 基本信息

核算报告应包括以下基本信息：

- a) 项目名称及建设地点；
- b) 电站规模、装机容量及设计运行年限；
- c) 核算范围及系统边界；
- d) 功能单位及核算方法。

8.3.2 数据与方法说明

核算报告应说明：

- a) 数据来源及获取方式；
- b) 排放因子选取依据；
- c) 计算方法及公式；
- d) 数据假设及处理方法。

8.3.3 核算结果

核算结果应包括：

- a) 碳足迹总量及单位碳足迹；
- b) 各阶段碳排放量及占比；
- c) 关键影响因素分析；
- d) 不确定性及敏感性分析结果。

8.4 结果解释与应用

8.4.1 结果解释

应对核算结果进行分析说明，包括碳排放构成、主要排放来源及变化原因。

8.4.2 结果应用

核算结果可用于：

- a) 光伏电站碳排放水平评价；
- b) 不同技术路线或项目方案比较；
- c) 节能减排措施优化；
- d) 碳管理与碳交易相关应用。

8.5 报告质量与可追溯性

8.5.1 可追溯性

核算报告应确保数据、计算过程及结果可追溯。

8.5.2 文件保存

核算相关数据及报告应完整保存，保存期限不应少于项目运行期。

8.5.3 一致性要求

同一项目不同时间开展核算时，应保持方法、边界及数据处理的一致性。
