

双碳背景下我国光伏行业碳排放数据库建设必要性分析

Necessity Analysis of Carbon Emission Database Construction in China's Photovoltaic Industry under the Dual Carbon Background

■ 中国电子技术标准化研究院 丁冠元 张军华

摘要 围绕能源绿色低碳转型，在调研光伏行业政策背景的基础上，从碳排放核算需求、应对绿色贸易壁垒、助力双碳目标 3 个角度分析建设光伏行业碳排放数据库的必要性，并提出数据库建设内容需包括前景数据、背景数据与通用数据三大类数据集，支撑产品开展碳足迹评价和碳减排潜力分析。

关键词 光伏行业 碳足迹 数据库

Abstract: Based on the research on the policy background of the photovoltaic industry, the necessity of constructing a carbon emission database for the photovoltaic industry is analyzed from three perspectives: carbon emission accounting needs, addressing green trade barriers, and supporting the dual carbon goals. It is proposed that the database construction content should include three categories of datasets: prospect data, background data and general data, to support product carbon footprint evaluation and carbon reduction potential analysis.

Keywords: photovoltaic industry; carbon footprint; database

0 引言

近年来，随着全球温室效应的不断增强和环境问题的日益严重，能源绿色低碳转型已成为全球共识，作为担负起能源绿色低碳转型的重要角色，光伏行业发展迅速。但与此同时光伏行业快速发展带来的自身温室气体排放的增加也不容忽视，亟需精确核算光伏行业的碳排放，助力达成行业和国家双碳目标。

在此背景下，本研究分析我国建立生命周期视角下的光伏行业碳排放数据库的必要性及所需数据内容，以期政府部门制定光伏相关的全生命周期环境管理政策、光伏企业碳减排 / 碳中和战略的制定、开展光伏产品生态 / 低碳设计，以及光伏全产业链生命周期评价 (LCA) 相关政策应对提供参考。

1 光伏行业政策背景

自我国双碳目标提出以来，国务院及相关部委将推动碳达峰碳中和作为核心要务开始积极部署重点工作，陆续出台相关政策，形成了碳达峰碳中和 1+n 政策体系。《2030 年前碳达峰行动方案》《工业领域碳达峰实施方案》《关于加快建立统一规范的碳排放统计核算体系实施方案》等国家政策文件中，明确提出要大力发展光伏等新能源，加快制定绿色低碳基础数据标准，分行业建立产品全生命周期绿色低碳基础数据平台，统筹绿色低碳基础数据和工业大数据资源，建立产品全生命周期碳排放基础数据库等要求。

我国能源消费结构中化石能源占比超过 80%，为实现双碳目标，我国必须建成从化石能源为主转

向为可再生能源为主的清洁能源体系^[1]。近年来,我国光伏行业在政策和市场的双重引导下取得了快速发展。工信部官网数据显示,2022年全年光伏产业规模持续扩大,全国多晶硅、硅片、电池、组件产量分别达到82.7万吨、357GW、318GW、288.7GW,同比增长均超过50%,均位居世界首位。2022年国内光伏新增装机超过87GW,新增和累计装机容量均为全球第一。全年光伏产品出口超过512亿美元,光伏组件出口超过153GW^[2],为国内外光伏市场增长和全球新能源需求提供有效支持。

在国家大力推动双碳战略和国际社会积极探索碳中和的背景下,我国光伏行业将在“十四五”期间实现持续高速增长。随着光伏应用规模的不断扩大和产业的快速发展,温室气体排放可能在相当长的一段时间保持增加,光伏产业链自身的绿色低碳发展将成为重中之重。

2 光伏行业生命周期碳排放数据库建设必要性

2.1 生命周期碳排放核算需要

LCA起源于美国,用于评估产品或服务在整个生命周期中由物质输入或输出系统产生的环境影响。现生命周期评价已作为一项重要的方法纳入ISO 14000环境管理系列标准中,为全球环境管理和产品设计提供重要理论依据。生命周期评价能够系统、全面地量化从获取原材料、能源生产、产品制造、产品使用、生命末期的处理、循环和最终处置(即从摇篮到坟墓)的产品全生命周期的环境影响。

然而,由于LCA评估需要从产品生命周期的原材料开采阶段开始进行评估和采集数据,其工作量极为庞大且难以承受,因此积累评估数据并将其组织为数据库的形式,对于LCA研究来说是非常重要的。多产品的碳足迹一般作为碳排放系数嵌入在生命周期评价软件的背景清单数据内,常用的LCA数据库有瑞士的Ecoinvent数据库、德国PE公司的

GaBi软件等,应用这些软件时用户通常需要自行创建产品生产工艺流程,并输入相关的能耗和物耗参数以建模。软件会根据背景清单数据和核算方法来计算产品碳足迹。

然而许多学者从数据来源、数据质量等不同方面进行对比分析发现,大多软件数据实际上来源于文献报道、研究报告等,现场调研数据很少,即使输入相同数据,如果使用不同的LCA软件,也可能得到不同的计算结果^[3]。因此,建立通用的产品生命周期碳排放数据库极为重要。

2.2 应对未来国际贸易额外碳税风险

在光伏产品碳足迹量化过程中,不同的原料和工艺会对碳排放量产生较大影响,产品碳足迹量化必须依赖大量的基础数据。目前,我国尚未建立起光伏产品全生命周期的碳排放数据库,核算产品碳足迹时通常参考欧美国家的数据库,与我国的实际产品生命周期碳排放可能存在较大差异^[4],导致我国产品碳足迹评价过程中出现碳排放量化困难、量化结果可比性差、难以得到公众和国际认可等系列问题。

随着国际自由贸易的发展,传统贸易壁垒的作用受到了严格限制,同时新型绿色壁垒开始成为贸易保护的重要手段。目前,主要海外市场纷纷通过设置碳足迹的贸易壁垒阻止我国产品进入其市场,从而形成本土制造保护政策。例如:2019年法国能源监管委员会(CRE)在光伏招标项目中,把碳足迹排放值列入重要的竞标依据。对我国企业核算的碳足迹排放值大大高于实际值,使得我国光伏产品在项目招标中竞争力大为削弱,几乎被排斥在法国市场之外。

通过建立光伏产品全生命周期的碳排放基础数据库,能让企业树立全生命周期的碳排放管理理念,凭借碳足迹分析制定未来减排战略,备战绿色贸易壁垒冲击。同时,可通过广泛开展国际互认合作,提前跨越碳关税绿色贸易壁垒,争夺绿色贸易壁垒设置的话语权。

2.3 助力国家双碳目标实现

我国光伏行业目前并无自己的碳排放数据库,应用国外数据库的评价结果无法真实反映我国本土产品的碳排放情况,得到的光伏产品碳排放量可能远高于中国光伏行业实际的碳排放量,应用本土碳排放数据库可以提高企业对于除其本身生产以外的供应链上下游环节的低碳环保关注度,促使企业选择低排放、环境友好型的原材料及运输方式,打造低碳产品或零碳产品,实现品牌竞争优势。

国内光伏行业的产品碳足迹研究刚刚起步,面临着诸多挑战。其中,缺乏光伏产业链上下游的全生命周期碳排放基础数据是当前的难题之一^[5]。由于数据的不完善和不一致,导致无法准确评估我国光伏产品的碳足迹。因此,需要加强光伏产业链上下游的碳排放基础数据收集、整理和分析工作,为推动光伏产业的低碳可持续发展提供科学依据。

生命周期视角下的产业链碳排放数据体系是光伏产业落实绿色低碳转型战略的重要基础,是企业进行产品碳足迹统计核算、目标设定、减排方案评估、减排成果量化的重要前提,是相关主管部门合理设置政策指标的重要依据。当前,我国光伏产业链碳排放的具体场地数据极度缺乏,对于绝大部分光伏企业,产品和企业层面的碳排放核算只能采用缺省值,由此得到的产品/企业碳排放核算结果仅能反映该产品和企业的大致碳排放水平,而非真实水平。另外,发达国家在碳排放数据体系方面长期占据国际话语权,对我国碳排放量存在一定程度的高估,给我国光伏产品的出口施加了无形的压力与限制。因此,无论是双碳目标的不断推动与要求,还是面临的光伏产品出口压力,建立符合我国本土光伏产业特征的碳排放数据体系势在必行。

3 光伏行业生命周期碳排放数据库数据内容分析

光伏行业碳排放基础数据库围绕光伏产品全生命周期温室气体排放精准测算需求,建立涵盖光伏

产业链涉及原辅材料、零部件制造、基础能源运输等环节的碳排放基础数据库,既可支撑碳足迹软件核算对基础数据的需求,又可以对评估项目数据开展对标分析(提供行业平均值、先进值及比对参数),在数据有效性方面实现光伏产业链(“从摇篮到大门”生命周期边界)高比例生命周期过程覆盖率与关键环节本土化数据覆盖率,为光伏产品温室气体核算的国际数据互认互通打下基础,系统支撑全产业链碳排放综合测算与协同低碳转型。

产品碳足迹评价涵盖矿石开采、原料生产、部件制造/加工/组装、物流运输等产品全生命周期各环节的温室气体排放核算,涉及大量与温室气体活动相关数据的收集与计算,因此,建立本土化光伏组件产品生命周期温室气体核算基础数据库是支撑产品开展碳足迹评价的必要条件,数据内容需包括前景数据、背景数据与通用数据三大类数据集。

(1) 前景数据

前景数据又称为企业现场数据或活动水平数据,包括与评估产品直接相关的原辅料消耗、能源消耗及直接温室气体排放。其中,原辅料消耗与能源消耗数据可直接从评估产品的制造企业获取,其收集结果可存储入数据库用于不同产品的横向比对或制定异常数据的判断准则,而直接温室气体数据则需要基于企业的原辅料消耗量、能源消耗量进行核算。

(2) 背景数据

背景数据应涵盖光伏组件上游全供应链,包括光伏组件涉及原辅材料、零部件制造、基础能源运输等环节的碳排放信息,完善的背景数据库是保证碳足迹评价涵盖全生命周期的重要保障。背景数据库中的核心内容就是产品涉及各类原辅料及能源供应的碳排放因子,基于碳排放因子与活动水平数据可以快速计算出因原料的使用在上游产业链造成的温室气体排放。此外,支撑碳足迹核算的排放因子要求背景数据一直追溯到初级资源/能源的开采过程,而并非仅包括上游供应商企业的直接排放,因此需要建立基于单元过程的排放因子核算模型,进而支撑产品生命周期温室气体排放的全面科学核算。

(3) 通用数据

通用数据包括支撑软件功能的必要信息，包括支撑光伏产品碳足迹核算的一致性保障数据（物质名录、计量单位等）、方法学数据（全球增温潜势因子、温室气体排放限额值 / 低碳产品先进值等）。

4 结语

综上所述，我国亟需建立光伏行业碳排放数据库，并基于碳排放基础数据库开展我国光伏产品的碳足迹核算。数据库的建立有助于光伏制造及上下游产业链企业开展自身产品碳足迹排放热点识别，实现自身生产过程的节能减排，为量化碳排放数据核算及碳减排潜力分析提供参考依据，以帮助光伏组件生产制造企业识别碳减排机会，制定与实施贯穿产品全生命周期的碳排放管理策略和计划，持续推进光伏全产业链条的低碳发展。同时，也能够以此数据库支撑政府，为完善我国光伏产业碳排放政策体系提供有力抓手，为指导光伏行业长期实施碳减排及双碳目标实现、积极应对国际碳贸易壁垒提供数据支撑。

参考文献

[1] 胡鞍钢. 中国实现 2030 年前碳达峰目标及主要

(收稿日期：2023-11-17)

(上接第 52 页)

4 结语

综上，推动低碳管理体系建设，落实美丽中国建设重大部署，需要各方从顶层设计、学术研究、产业发展等多方面加强低碳管理体系研究。首先，政府及标准化机构需建立健全低碳管理标准体系，不断完善认证及评价机制，积极引导企业开展低碳管理体系建设。其次高校及科研机构需持续开展企业核算核查、产品碳足迹、节能降碳技术等方法学研究，不断丰富完善企业低碳管理技术底色。再次加强以企业为主导的产学研深度融合，夯实企业低

途径 [J]. 北京工业大学学报 (社会科学版), 2021, 21(3): 1-15.

- [2] 工业和信息化部电子信息司. 2022 年全国光伏制造行业运行情况 [EB/OL]. (2023-02-16) [2023-11-15]. https://www.miit.gov.cn/gxsj/tjfx/dzxx/art/2023/art_371709ff3546460d833238f414e991c8.html.
- [3] 刘铁牛, 郭少华, 张笛, 等. 国内外工业碳排放数据库建设现状与应用展望 [J]. 能源环境保护, 2023, 37(4): 121-130.
- [4] 韩景超, 黄伟芳, 许立杰. 加快推广产品碳标识助力绿色低碳战略 [C/OL]. // 中国标准化协会. 标准化改革与发展之机遇——第十二届中国标准化论坛论文集. [2023-09-28]. https://kns.cnki.net/kcms2/article/abstract?v=UQzSFoOd3ScCO11N7rVAjByZWjUQ-n3uQGGBhdA80ZFRSIM1g36-AuN9somKD4pILjImBMTvO3WjRoi-gcauX91MKcdO_oKFAknWX6AsAv2dbj-Y-Su693P7dKB49RbwnvM2z3gv3q-N9xA6F_SrpA=&uniplatform=NZKPT&language=CHS.
- [5] 杨俊峰, 李博洋, 霍婧, 等. “十四五”中国光伏行业绿色低碳发展关键问题分析 [J]. 有色金属 (冶炼部分), 2021(12): 57-62.

(收稿日期：2023-11-17)

碳创新主体地位，并积极固化企业优秀低碳技术、管理等经验，为低碳管理建设提供不竭动力。

参考文献

- [1] 刘静桥. ESG 理论研究综述与未来展望 [J]. 商业 2.0, 2023(23): 19-21.
- [2] 高雨萌, 李凌. 国内外 ESG 相关政策法规研究 [J]. 冶金财会, 2022, 41(11): 22-26.
- [3] 冯彬, 邱言言, 陆嘉昂. 碳排放管理标准体系的建设研究 [J]. 中国标准化, 2022(9): 74-80, 89.

(收稿日期：2023-10-27)