



山西科城能源环境创新研究院
Shanxi Coshare Innovation Institute of Energy & Environment

碳足迹百问百答

2025.02

前言

碳足迹管理是碳达峰碳中和的重要政策工具，2023年12月，国家发展改革委、工信部、国家市场监督管理总局、住房城乡建设部、交通运输部等部门联合印发《关于加快建立产品碳足迹管理体系的意见》（以下简称《意见》），对产品碳足迹管理各项重点任务作出系统部署。推动碳足迹管理、建立碳足迹认证制度不仅有助于规范碳标识管理流程、促进绿色低碳消费，也为我国提高全社会节能降碳意识、推动产业升级、妥善应对贸易壁垒发挥着重要作用。

山西科城能源环境创新研究院作为致力于推动区域绿色低碳发展的智库，长期关注“双碳”相关政策动态及落地情况，在我国大力推动碳足迹管理相关体系构建的背景下，继《煤炭清洁高效利用100问》《“双碳”百问百答》后，汇编整理推出第三个问答式专题科普手册——《碳足迹百问百答》，普及碳足迹知识，解答碳足迹相关关键问题，提升企业、公众等相关方对碳足迹的认识，助力“双碳”目标早日实现。

作者

汪璇 迪世靖





第一篇:碳足迹基础知识	01
第二篇:碳足迹的量化	10
第三篇:碳足迹的计算	21
第四篇:碳足迹报告与碳信息披露	30
第五篇:国际贸易中的碳足迹	46
第六篇:碳足迹与碳关税	60
第七篇:碳足迹、碳市场与企业责任	70
第八篇:碳足迹与消费者行为	85
第九篇:碳足迹案例研究与实践	91

第一篇：碳足迹基础知识

1.什么是碳足迹？

“碳足迹”概念是由“生态足迹”（Ecological Footprint）衍生而来。目前，对碳足迹的主流理解为个体、组织、产品或国家在一定时间内直接或间接导致的二氧化碳及其他温室气体的排放总量¹，它通常以二氧化碳排放当量（CO₂equivalent，简写成CO₂eq）来表示。这个指标主要用来评估产生的温室气体对气候变化的贡献，其中包括二氧化碳（CO₂）、甲烷（CH₄）、一氧化二氮（N₂O）及其他氟化气体。

2.碳足迹有哪些分类？

根据对碳足迹研究对象和研究尺度等的不同，碳足迹的分类也不尽相同²。碳足迹按照其应用层面可分成“国家碳足迹”“企业碳足迹”“产品碳足迹”“个人碳足迹”等；按照计算边界和范围不同碳足迹又可分为：直接碳足迹和间接碳足迹。此外，也可以按照国际气候变化专门委员会（Intergovernmental Panel on Climate Change,IPCC）的分类方法，按部门不同将碳足迹分为：能源部门碳足迹、工业过程和产品使用部门碳足迹、农林和土地利用变化部门碳足迹、废弃物部门碳足迹等。

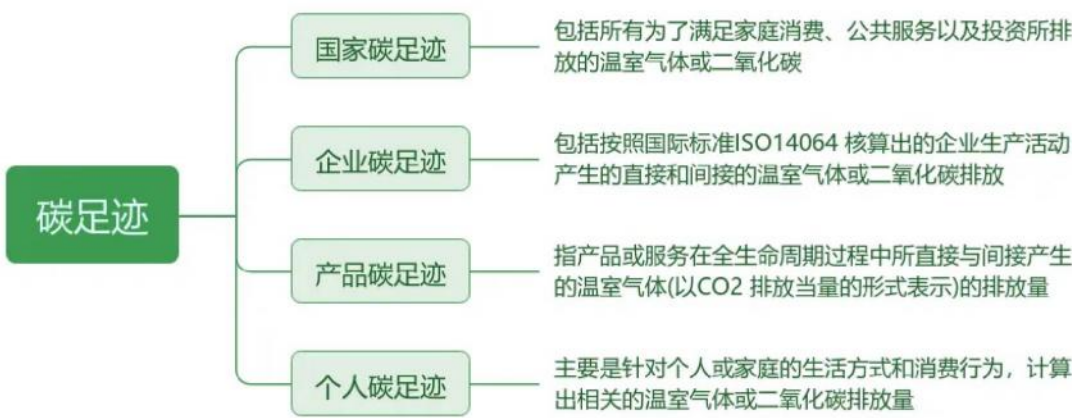


图 1 碳足迹分类

1. 刘志强 . 加快建立产品碳足迹管理体系 [N]. 人民日报 ,2023-12-13(018).DOI:10.28655/n.cnki.nrmrb.2023.011870.
2. 耿涌 , 董会娟 , 郝凤明 , 等 . 应对气候变化的碳足迹研究综述 [J]. 中国人口 · 资源与环境 ,2010,20(10):6-12.

3.碳足迹的起源和演变过程是怎么样的？

“足迹”这个概念最早起源于哥伦比亚大学的 Wackernagel 和 Rees 提出的“生态足迹”的概念，他们将其定义为某一区域承载人类活动消耗资源并吸纳其产生废物所需的生产性土地和水域面积之和³。这一定义直观刻画了人类活动占用生态系统的广度，故而用“足迹”加以类比。碳足迹在其早期语境中沿袭了这一概念，指的是吸纳人类活动排放的单位二氧化碳所需的生产性土地面积。

随着全球变暖和气候变化议题的兴起，碳足迹逐渐演化为一个专注于温室气体排放的指标，也已从一个简单的环境评估工具发展成为一个涉及环境、经济、政策多方面的复杂议题，其计算方法和应用范围也越来越广。



图2 碳足迹发展演变过程

4.什么是温室气体(GHG)，它们是如何影响碳足迹的？

《联合国气候变化框架公约》将温室气体定义为“大气中那些吸收和重新放出红外辐射的自然和人为的气态成分”。《京都议定书》及其修正案中规定控制的7种温室气体为：二氧化碳（CO₂）、甲烷（CH₄）、氧化亚氮（N₂O）、氢氟碳化合物（HFCs）、全氟碳化合物（PFCs）、六氟化硫（SF₆）和三氟化氮（NF₃）。

这些气体都能够在大气中吸收和发射红外辐射，从而捕获热量，引发全球气候变暖。其中：二氧化碳主要来源主要包括燃烧化石燃料（如煤、石油和天然气）和森林砍伐等，它是温室气体排放中最大的单一来源，对全球气候变化的影响最为显著；甲烷的主要来源包括有机物质在缺氧条件下的分解（如湿地、农业活动如稻田和家畜消化过程）和化石燃料的提取过程（如天然气开采），其全球变暖潜能是二氧化碳的约25倍（在100年时间尺度上）；氧化亚氮的主要来源是农业活动（尤其是使用氮肥）和某些工业过程，其全球变暖潜能是二氧化碳的约298倍；氟化气体主要用途包括冷却剂、电气绝缘和半导体制造，虽然排放量较小，但因其强

3.Wackernagel M, Rees W. Our Ecological Footprint : reducing human impact on the earth [M]. New Society Pub, 1996.

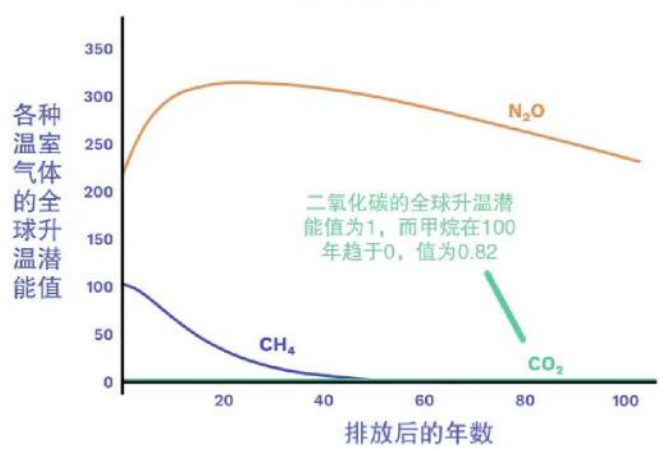
大的温室效应而具有显著影响，其全球变暖潜能极高，可达几千到几万倍。

温室气体的种类、数量以及排放的持续时间都直接影响碳足迹的大小。控制和减少这些气体的排放是减小碳足迹、缓解全球气候变化影响的关键途径。目前我国自主贡献目标、碳强度约束性指标主要是针对二氧化碳⁴。近几年，我国接受《〈蒙特利尔议定书〉基加利修正案》，将加强氢氟碳化物的控制，在联合国气候变化大会上宣布了《中美关于在 21 世纪 20 年代强化气候行动的格拉斯哥联合宣言》，就加强两国甲烷减排合作达成共识。未来，我国将按照相关计划，逐步从加强二氧化碳管控延伸到其他所有非二氧化碳温室气体。

5.全球变暖潜势 (GWP) 是什么？

最常见的比较气体温室效应的方法是测量其全球变暖潜值（GWP）。全球变暖潜值是一种指数，衡量与基准二氧化碳相比，单位质量某种物质在选定时间段内累计排放造成的辐射强度。GWP越大表示该温室气体单位质量单位时间内产生的温室效应越大。GWP值可以将非二氧化碳的温室气体排放数据转换为二氧化碳当量（CO₂e）。在京都议定书中受到管制的物质有二种：一种是具有很高的全球暖化潜势，另一种是全球暖化潜势不大，但在地球大气层中的浓度正快速上升。

全球变暖潜能值（GWP）随着时间的变化情况



来源：Timma, Dace & Knudsen, Energies, MDPI, 2020

图3 甲烷、氧化亚氮和二氧化碳随时间变化的 GWP 值⁵

GWP20：20年后，与二氧化碳相比，温室气体的全球变暖潜能值。
GWP100：100年后，与二氧化碳相比，温室气体的全球变暖潜能值，这个标准被广泛使用。

表1 全球变暖潜能值（GWP）⁶

气体种类	生命期（年）	全球变暖潜势(GWP)		
		20年	100年	500年
CO ₂	-	1	1	1
CH ₄	12	72	25	7.6
N ₂ O	114	289	298	153
HFC ₃	270	12000	14800	12200
SF ₆	3200	16300	22800	32600
CF ₄	50000	5210	7390	11200
NF ₃	740	16300	22800	32600

4. 中国如何管控非二氧化碳温室气体排放？ - 生态中国网 (eco.gov.cn)
5. <https://climatescience.org/zhCN/advanced-greenhouse-gases>
6. https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/ar4_wg1_errata_zh.pdf

6.什么是产品碳足迹(CFP)?

产品碳足迹 (Carbon Footprint of Product, CFP) 一般是指产品从原材料获取、产品生产、分销、使用、废弃回收等生命周期各阶段直接与间接产生的温室气体 (以 CO₂ 排放当量的形式表示) 的排放量, 用于识别管理供应链上各主体碳排放关系, 是实施碳减排有效切入点⁷。

产品的分类主要有: 服务 (例如运输)、软件 (例如计算机程序)、硬件 (例如发动机机械零件)、流程性材料 (如润滑剂、矿石、燃料) 以及未加工原料 (如农产品)。其中, 服务分为有形和无形两个部分, 主要包括在顾客提供的有形产品 (例如待维修的汽车) 上所完成的活动; 在顾客提供的无形产品 (例如为纳税所进行的收入申报) 上所完成的活动; 无形产品的支付 (例如: 知识传授方面的信息提供); 为顾客创造氛围 (例如在酒店和餐厅)。

产品碳足迹不仅可以为环境决策提供支持, 还可以提升企业营销优势, 助力供应链管理, 为企业投融资决策提供参考, 是企业优化运营、实现环境可持续性和响应全球气候变化挑战的重要工具。

7. 什么是直接排放和间接排放?

直接排放和间接排放是环境科学和气候变化领域中两个重要的概念。在进行碳足迹计算或梳理温室气体排放清单时, 通常会同时考虑直接排放和间接排放, 以获得一个组织或个体对气候变化影响的全面评估。

直接排放是指由一个组织或个体直接控制的排放源所产生的温室气体排放。这些排放源可能包括但不限于: 燃烧化石燃料 (如煤炭、石油和天然气) 产生的二氧化碳 (CO₂) 排放、工业生产过程中的化学反应产生的温室气体排放 (如水泥生产中的CO₂排放)、交通运输工具 (如汽车、飞机和船舶) 的燃料燃烧产生的排放、农业活动 (如水稻种植和畜牧业产生的甲烷 (CH₄) 和氮氧化物 (N₂O) 排放) 等。

间接排放是指: 涉及由组织或个体购买或使用的能源或产品, 这些能源或产品的生产和供应过程中产生的温室气体排放。这些排放虽然不是直接由组织或个体产生, 但与它们的活动密切相关。间接排放的例子包括: 电力消耗产生的排放, 即由电力公司在发电过程中产生的排放、热能或蒸汽供应产生的排放、从外部购买的运输服务 (如货物运输) 产生的排放、员工通勤产生的排放等。

7. 雷曜, 周怡, 杨之韵等. 绿色“双循环”背景下中国碳足迹体系建设研究 [J]. 金融与经济, 2023,(11):68-75. DOI:10.19622/j.cnki.cn36-1005/f.2023.11.006.

8. 范围1、范围2和范围3排放是什么？

范围 1、范围 2 和范围 3 是《温室气体核算体系》(GHG Protocol) 中定义的排放源分类，旨在清晰界定直接与间接排放，增强报告的透明度，并满足不同机构和气候政策的需求。根据 GHG Protocol，企业需要对范围 1 和范围 2 的排放量进行核算和报告。对于范围 3 排放，即其他间接排放，企业应根据自身情况选择重要的活动进行核算和报告，尽管这些排放的核算是推荐性的，但它们对于全面了解企业的环境影响同样重要。此外，由生物质能燃烧产生的 CO₂ 排放应当单独报告，以区分其与其他排放源的不同影响⁸。

表 2 排放范围的定义、排放源和例子

范围	定义	排放源	例子
范围1（直接排放）	由核算企业直接控制或拥有的排放源所产生的排放	固定源燃烧	企业拥有或控制的锅炉燃煤排放；
		物理或化学工艺	在水泥制造过程中产生CO ₂ 、工厂烟雾、化学品等；
		移动源燃烧	公司自有或控制的交通工具运输原料、产品、废弃物和雇员等；
		无组织排放	有益或无意的泄露，例如：设备的接缝、密封件、包和垫圈的泄漏，煤矿矿井和通风最置排放的甲烷，使用冷藏和空调设备过程中产生的氢氟碳化物(HFC)排放等；
范围2（间接排放）	核算企业自用的外购电、蒸汽、供暖和供冷等产生的间接排放	外购电力的生产	外购的电力、热水、蒸汽和冷气；
		外购热力的生产	
		供冷	
范围2（直接排放）	核算企业除范围二之外的所有间接排放，包括价值链上游和下游的排放	由固定源燃烧、工艺过程、移动源燃烧和无组织排放等排放源产生的排放	外购原料与燃料的开采和生产、相关的运输活动、职员差旅和上下班通勤、范围二之外与电力有关的活动、开采、生产和运输用于生产电力的燃料（报告公司采购或自产的）、外购转售给最终用户的电力（由公共事业公司报号）、租赁资产、处理外购原样和燃料生产时产生的废弃物、处理寿命周期结束的售出产品；
其他范围2（生物源CO ₂ ）	燃烧或氧化生物质能（如木材、城市和工业有机废弃物等）时产生的CO ₂ 排放	由固定源燃烧或移动源燃烧产生的生物源CO ₂	工业锅炉在燃烧生物质燃料进行加热或产生蒸汽时产生CO ₂ 排放、农业拖拉机和其他机械使用生物柴油等作为动力来源，在运行过程中会产生CO ₂ 排放；
		工艺流程排放或者无组织排放中的生物源CO ₂	生物质发酵工艺中，如酒精发酵或生物沼气生产，微生物分解有机物质时会产生CO ₂ 。

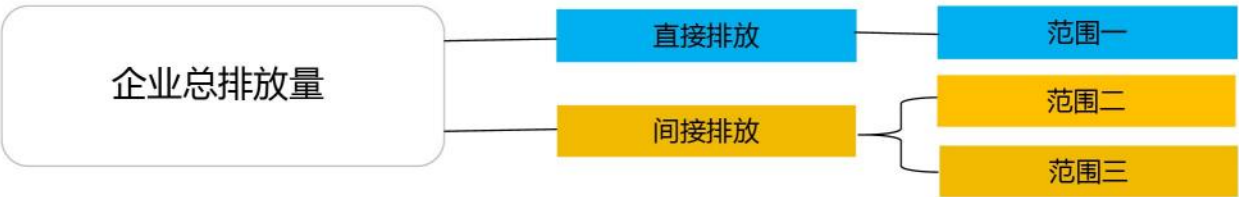
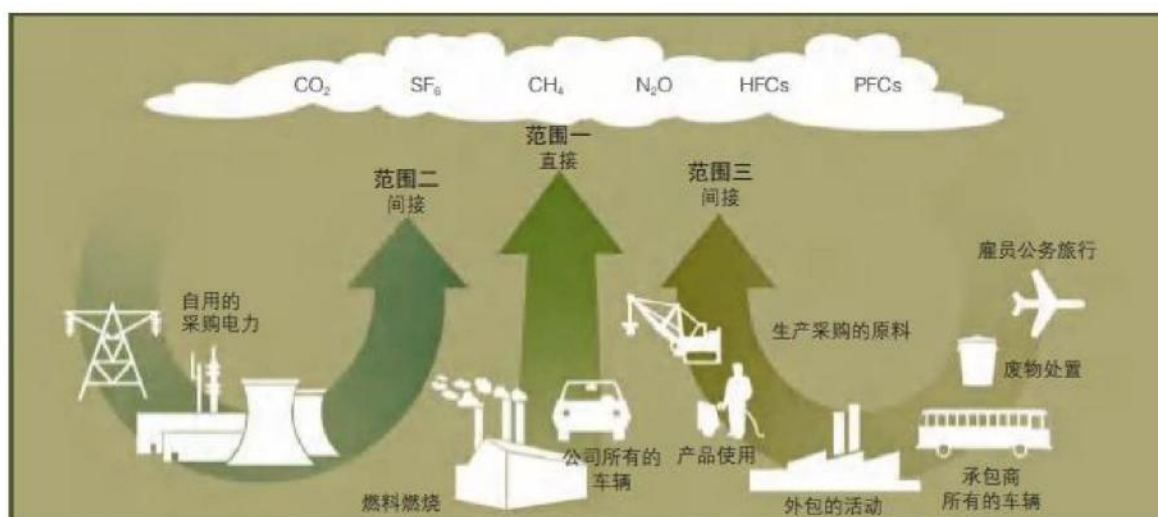


图 4 排放范围与总排放量的关系

8. https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/chinese/pdf/2_Volume2/V2_2_Ch2_Stationary_Combustion.pdf



来源：世界资源研究所，世界可持续发展工商理事会，《温室气体核算体系：企业核算与报告标准》第四章，2004

图 5 温室气体的范围⁹

由于范围是根据排放源的控制权或所有权而划分的，因此某个企业的范围一排放可能会是另外一个企业的范围二或者范围三排放。对于一个企业而言，范围一、范围二和范围三是互相排斥的，即同一排放不会在同一企业的不同范围内重复出现。同时，同一排放在同一个范围内，只会出现在一家企业里，而不会重复出现在不同企业中。划分排放范围既避免了在同一范围内对排放量的重复核算，也为企业全面核算直接和间接排放提供了方法。

9. 什么是碳标签？



来源：中国碳标签标识

图 6 中国碳标签标识

圆形标志：圆形标志为基础及绿叶组成的图案代表着保护或无限

CO₂化学符号：搭配CO₂化学符号，以及在标志中标示产品碳足迹数字

碳足迹数值：“碳足迹标签上标示的碳足迹数值，代表该产品生命周期各阶段产生的温室气体排放量，换算成CO₂排放量综合

星星：代表减少温室气体排放的级别

碳标签是一种环境标识，旨在缓解气候变化、减少温室气体排放，并推广低碳排放技术¹⁰。它通过在产品标签上量化展示商品在生产过程中排放的温室气体量，为消费者提供一个判断和选择的标准，引导消费者选择低碳环保的商品。碳标签通常基于产品全生命周期的碳足迹评估，包括原料获取、生产、运输、使用和处置等各个阶段的碳排放¹¹。

碳标签体系在供应链整合、创新低碳管理等关键领域发挥了引领作用，把绿色低碳理念贯穿于产品全生命周期。碳标签体系建设赋能企业绿色发展，倒逼企业进行技术创新，生产低能耗产品，加快低碳生产转型步伐。以碳标签为抓手构建全社会产品层面碳数据，可以深度描绘国家或区域等宏观层面的碳素分布全景，带动整体社会绿色升级变革。

9. GHG-Protocol-Tool-for-Energy-Consumption-in-China-V21_0.pdf (ghgprotocol.org)

10. <https://baike.baidu.com/item/%E7%A2%B3%E6%A0%87%E7%AD%BE/2254846>

11. <https://new.qq.com/rain/a/20211018A0D8Q600>

2009年，全球首个产品碳足迹方法标准PAS2050中文版的发布推动了碳标签制度在中国的试点工作¹²。中国的碳标签起步较晚，但已迎来快速发展阶段。未来，中国的碳标签体系将在供应链整合、创新低碳管理等关键领域发挥引领作用，将成为产品的绿色通行证，成为行业企业碳减排的绿色标志，成为链接公众与双碳的重要桥梁。

10. 什么是碳补偿？

碳补偿是全球变化和低碳发展背景下产生的生态补偿研究的新领域。生态补偿是对生态破坏地的恢复，新建生态场所对原有生态功能或质量的替代。结合生态补偿的概念和内涵，碳补偿可以定义为“碳排放主体以经济或非经济方式对碳汇主体或生态保护者给予一定补偿的行为”¹³。其主要特征有：（1）碳补偿是碳排放主体通过经济手段消除碳排放外部性的行为。

（2）碳补偿实质上是对碳汇保护成本或放弃发展机会的损失的经济补偿。（3）碳补偿的目的是促进碳减排，实现区域公平和可持续发展，实质上是一种以碳为纽带的区域低碳发展的模式和手段。

碳补偿遵循“谁排放谁补偿、谁吸收谁获补”的原则，在不同主体之间进行补偿¹⁴。碳补偿的模式包括政府通过税收政策对高碳排放主体进行调控、个人自愿支付经济补偿以抵消碳足迹，以及经济发展水平高的区域对低收入碳汇区域的横向补偿等。作为实现低能耗、低污染、低排放经济的保障和约束机制，碳补偿以区域“低碳”和“协调”补偿为核心，推动中国不同功能区的低碳协调发展，以应对气候变化的战略规划。

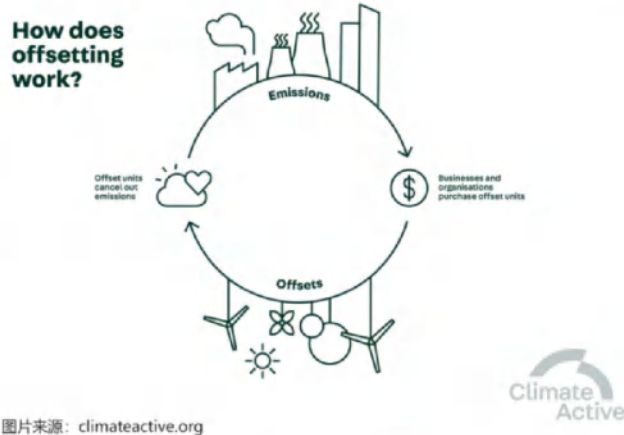


图7 什么是碳补偿

11. 生命周期评估(LCA)是什么? 有哪些基本步骤?

生命周期，指的是产品、服务或活动从开始到结束所经历的各个阶段或过程，包括设计、原材料获取、生产、运输、使用、维护、再循环和最终处理等。生命周期评估（Life Cycle Assessment, 简称LCA）是汇总和评价一个产品、过程（或服务）体系在其整个生命周期的所有及产出对环境造成的和潜在的影响方法¹⁵。这种分析通常包括对资源消耗、能源使用、废物产生以及对环境的各种影响（如温室气体排放、土地使用、水资源消耗等）的评估。碳足迹建立在全生命周期的基础上，故生命周期评价法（Life Cycle Assessment, LCA）

12. <https://m.gmw.cn/baijia/2022-01/10/35438168.html>

13. 赵荣钦, 刘英, 李宇翔, 等. 区域碳补偿研究综述: 机制、模式及政策建议 [J]. 地域研究与开发, 2015, 34(05): 116-120.

14. <https://zhuanlan.zhihu.com/p/390669079>

15. 樊庆铎, 敖红光, 孟超. 生命周期评价 [J]. 环境科学与管理, 2007(06): 177-180.

成为开展碳足迹核算和评价的主流方法，在全球范围内得到广泛的认同和应用。

LCA包含目标与范围定义、清单分析（LCI）、影响评价（LCIA）、生命周期解释这4个基本步骤¹⁶，且各个环节之间存在反复交互和循环递进的关系。

通过全面的生命周期评估，企业不仅能够准确计算产品的碳足迹，还能识别减排潜力，实施有效的环境管理策略，最终实现可持续发展目标。

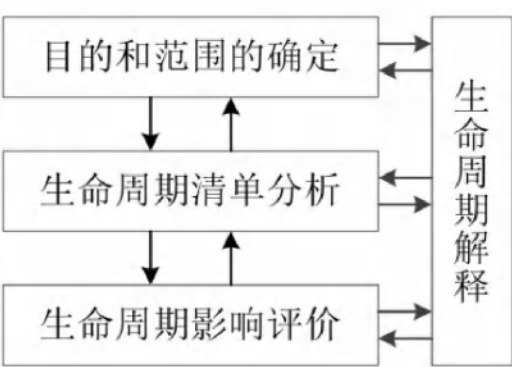


图 8 生命周期评价框架

12. 如何解释生命周期中的单元过程、功能单位和基准流？

生命周期评价（LCA）中的单元过程、功能单位、基准流和取舍原则（cut-off原则）是进行环境影响评估的关键概念¹⁷。

单元过程是指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¹⁸，它用来描述产品的每个环节或阶段的详细信息，包括过程中使用的资源、产生的排放和副产品等。如在生产一瓶水的过程中，单元过程可能包括：提取水、过滤、装瓶等。

基准流是在给定产品系统中，为实现一个功能单位的功能所需的过程输出量。它是一个已知的、明确的环境影响值，用于衡量被评价产品或服务的环境影响。如对于汽车，基准流可以是每公里的二氧化碳排放量，用来衡量不同汽车的排放效率。

功能单位是用来作为基准单位的量化的产品系统性能，用于比较不同产品或服务环境影响的共同标准或测量尺度。通过确定一个统一的功能单位，可以评估不同产品或服务的单位环境影响。功能单位通常与产品或服务的功能相关联，如消耗一定量的电力、提供一定范围的运输服务或其他特定的服务量。

取舍原则（cut-off 原则）是指在进行 LCA 研究时，对于那些对整体结果影响不大的过程或数据，可以决定忽略不计的规则。它是定义生命周期模型完整性的基础。取舍原则通常基于一定的百分比标准，例如 ISO 建议的取舍规则是以环境影响的大小决定是否可以忽略，通常规定小于 1% 的影响可以忽略，但总共忽略的部分不应超过 5%。

单元过程、功能单位、基准流和取舍原则等共同构成了 LCA 的理论框架，它们为环境影响评估提供了详细的数据支持、统一的比较标准、明确的参考依据和合理的分配方法，从而提高了评价结果的准确性、可靠性和公正性。

16.Finkbeiner M, Inaba A,Tan R,Christiansen K, Klüppel H J. 2006. The new international standards for life cycle assessment: ISO 14040 and ISO 14044. Int J Life Cycle Assess. 11:80-85.

17.Arvanitoyannis I S. 2008. ISO 14040: life cycle assessment (LCA)--Principles and guidelines.In Arvanitoyannis I S (ed.) Waste Management for the Food Industries. Academic Press, Amsterdam. pp. 97-132.

18.<https://blog.sciencenet.cn/blog-509598-410979.html>

13. 13.什么是系统边界, 为什么又怎么设置系统边界?

系统边界是生命周期评估 (LCA) 中的一个核心概念, 定义了从“摇篮到大门 / 坟墓”的整个过程中, 哪些生产或消费活动、环节或阶段将被包括在 LCA 分析中。设置系统边界的目的是明确研究范围, 聚焦于对决策最关键部分的评估, 同时确保资源的可行性、数据的可获取性, 并保障评估的可比性与透明度。

在设置系统边界时, 首先需明确 LCA 的目的, 然后选择一个量化的功能单位, 如生产一吨产品; 其次, 界定需要包括的生产过程、运输活动、使用模式和废弃处理方式; 此外, 还需考虑数据的可用性, 并根据取舍原则决定可以忽略的部分; 最后, 系统边界的设置原则应在报告中明确说明。合理的系统边界设置对 LCA 的质量和可靠性至关重要, 它决定了评估的深度和广度, 并确保评估结果对决策者提供有价值的信息。

第二篇:碳足迹的量化

14.碳足迹的核算方法有哪些？

国内外常用的碳足迹的核算方法主要包括生命周期评价法 (Life Cycle Assessment, LCA)、投入产出法 (Input-Output Analysis, IOA) 和《2006 年 IPCC 国家温室气体清单指南》算法 (以下简称 IPCC 方法)。

(1) 生命周期评价方法 (LCA) 主要应用于评价和核算产品或服务整个生命周期过程的能源消耗和环境影响。LCA 法采用“自下而上”的模型，基于清单分析，通过实地监测调研或者其他数据库资料收集来获取产品或服务在生命周期内所有的输入及输出数据，来核算研究对象的总的碳排放量和环境影响。生命周期法一般应用于微观层面的碳足迹计算，其优势在于能够比较精确地评估产品或服务的碳足迹和环境影响，且可以根据具体目标设定其评价目标、范围的精确度。但是不同系统的边界和获取宏观数据的难度限制了该方法的应用¹⁹。

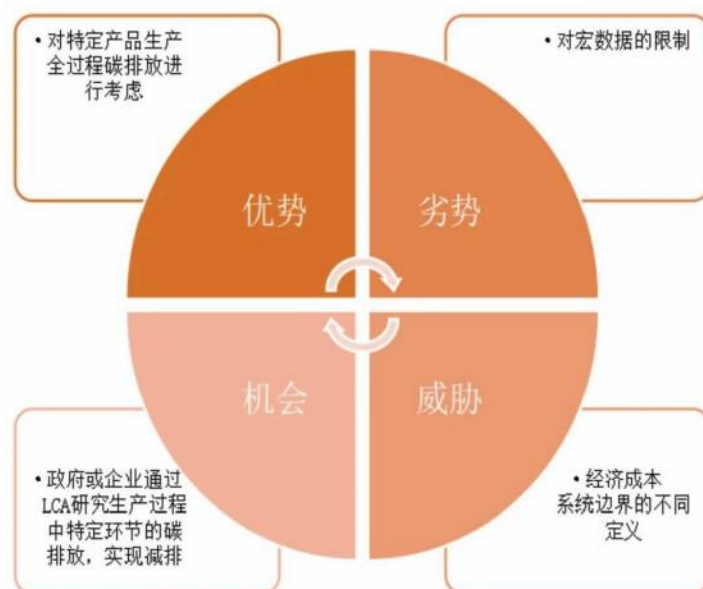


图9 基于SWOT分析LCA²⁰

19. 张琦峰, 方恺, 徐明, 等. 基于投入产出分析的碳足迹研究进展 [J]. 自然资源学报, 2018, 33(04): 696-708.

20. 苗壮, 龙腾驹, 张月池. 工业部门碳足迹研究进展与应用现状 [J]. 兰州财经大学学报, 2023, 39(06): 57-70.

(2) 投入产出法 (IOA) 是以投入产出表为基础, 对一个或多个地区与部门为满足自身消费而引起的碳足迹进行分析的方法, 它用于评估各个区域或部门需要肩负的碳减排实际责任。此方法采用的是“自上而下”模型, 需要先核算行业以及部门层面的能源消耗和碳排放水平, 再根据平衡方程来估算和反映经济主体与被评价的对象之间的对应关系, 依据对应关系和总体行业或部门能耗进行对具体产品的核算。

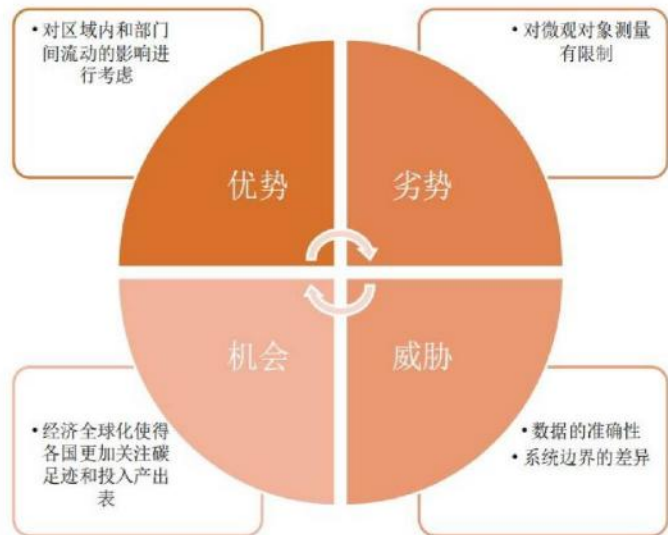


图10 基于SWOT分析IOA

该方法一般适用于宏观层面的计算, 其优势在于它能够比较完整地核算产品或服务的碳足迹和环境影响。但是该方法的评估受到投入产出表的制约, 一方面时效性不强, 因为该表间隔数年定期发布, 另外表中的部门不一定能够很好与评价对象相互对应, 故而一般无法评价一个具体产品, 同时也不能够完整核算整个产品生命周期的排放。

(3) IPCC方法也称排放系数法, 是由联合国政府间气候变化专门委员会编写并提供计算温室气体排放的详细方法, 已成为国际公认和通用的碳排放估算方法。IPCC 方法较为通用的计算公式是: 碳排放量=活动数据×排放因子。该方法可以较为全面地核算不同化石燃料燃烧导致的温室气体排放, 数据获取方便, 计算过程较简便, 适用于各尺度的能源碳足迹核算。但是该方法仅适用于研究封闭的孤岛系统的碳足迹, 无法从消费角度计算隐含碳排放。

15. 碳足迹核算的国际标准有哪些?

对于碳足迹的核算, 很多国家、地区与组织已陆续制定和出台了很多的国际标准。目前应用较广泛的国际标准包括由政府间气候变化专门委员会、英国标准协会及世界资源研究所与世界可持续发展工商理事会发布的一系列标准, 这些标准分别应用于国家、企业或组织、产品 3 个不同层面²¹。

21. 白伟荣, 王震, 吕佳. 碳足迹核算的国际标准概述与解析 [J]. 生态学报, 2014, 34(24): 7486-7493.

表3 排放范围的定义、排放源和例子

标准层面 Standard level	标准 Standards	标准名称 Standard names	发布单位 Publishers
产品	PAS2050:2008	产品与服务生命周期温室气体评估规范	英国标准协会
Product	GHG protocol (2011)	产品生命周期计算与报告标准	世界资源研究所与世界可持续发展工商理事会
企业或组织	ISO14067(2012)	产品碳足迹	国际标准化组织
	ISO14067-1:2006	温室气体-第一部分：组织排放与削减定量、监督及报告规范	国际标准化组织
Corporate	GHG protocol (2004)	企业核算与报告准则	世界资源研究所与世界可持续发展工商理事会
国家 National	IPCC 2006	国家温室气体清单指南	政府间气候变化专门委员会

表4 国际标准在目的与范围定义阶段规定的主要对比点

不同层面标准Standards of different levels		温室气体种类 Greenhouse Gas species	全球变暖潜能值 Global warming potential values	评价期 Time period	温室气体排放源 Sources of Greenhouse Gas	排放类型Emission types	分配方式*Allocation
国家 National	IPCC 2006	60多种(有GWP值) 其它(有估算方法); 前体物(有相关信息)	IPCC测定值	估算清单数 据年并跟踪 长期排放	由人类活动导致的 GHG排放并分部门报 告	未分类	基于国家领土和拥有的 管辖权;涉及运输、渔业 燃料等具体情况的分配
企业 Corporate	GHG Protocol (2004)	京都议定书规定的 6类	未测定	定义基准年 并跟踪长期 排放	燃烧排放、工艺排放 和无组织排放	范围1、范围2和范 围3(基于企业控制 权)	未涉及,可基于企业控制 权或股权比例
	ISO14064-1:2006	京都议定书规定的 6类	引用(IPCC 1996 100年GWP)	定义基准年 并跟踪长期 排放	未具体涉及	直接排放; 间接排 放	未涉及,可基于企业控制 权或股权比例
产品 Product	PAS2050:2008	IPCC列出的60多 种(有GWP值)	引用(IPCC 2007,100年 GWP)	100年	化石碳源产生的GHG 排放;生物碳源产生的 非CO2排放	未分类	避免分配(单元过程分解 或扩大产品系统);经济分 配
	GHG Protocol (2011)	京都议定书规定的 6类	引用(IPCC 2007,100年 GWP)	若没有产品 相关准则可 依据,则选 定100年	生物碳源;非生物碳源	未分类	避免分配(单元过程分解、 重新定义分析单位或扩 大产品系统);物理分配; 经济分配;其他分配
	ISO14067:2012	京都议定书规定的 6类	引用(IPCC 2007,100年 GWP)	基于产品生 命周期期限 内	过程GHG排放	未分类	避免分配(单元过程分解 或扩大产品系统);物理分 配;经济分配;再利用循环 过程的分配方法

16. 什么是温室气体核算协议 (GHG Protocol) ?

温室气体核算体系 (Greenhouse Gas Protocol, GHG Protocol) 是一个由世界可持续发展商业协会 (WBCSD) 和世界资源研究院 (WRI) 共同发起, 以企业、非政府组织、政府和其他团体多个利益相关方为基础的合作计划²²。GHG Protocol 于 2011 年正式出台, 其提供的碳足迹核算相关要求和指导最为详细, 是全球企业和政府量化、管理和报告温室气体排放的标准方法之一。

GHG Protocol 核算体系的核心标准为《温室气体核算体系: 企业核算与报告标准》, 它是 GHG Protocol 核算体系中最为基础的标准, 也是这套体系中最有影响力的标准之一²³。它对企业编制温室气体清单时的报告原则、组织边界、运营边界、基准年设定、温室气体排放源识别、管理温室气体清单质量、报告温室气体排放量等方面作出了较为系统的规定。

除了《企业标准》之外, GHG Protocol 核算体系的其他标准及对应用途见下表。

表5 GHG Protocol的其他主要标准及用途

序号	标准名称	主要用途
1	企业价值链 (范围三) 核算与报告标准 (Corporate Value Chain (Scope 3) Accounting and Reporting Standard)	帮助企业识别上下游供应链排放, 识别供应链减排机会与风险
2	产品寿命周期核算与报告标准(Product Life Cycle Accounting and Reporting Standard)	为产品进行从摇篮到坟墓"或"从摇篮到大门"的生命周期温室气体核算, 识别产品各个生命周期的减排机会
3	政策及行动标准(Policy and Action Standard)	面向政策及行动的 GHG 影响估算的核算及报告标准
4	减排目标标准(Mitigation Goal Standard)	国家及地区级 GHG 减排目标核算及报告标准
5	城市温室气体协议(GHG Protocol for Cities)	提供城市一级的 GHG 核算及报告框架
6	项目协议(Project Protocol)	提供关于减排量的量化分析的原理、概念、方法及报告要求

GHG Protocol 可以支持中国企业全面了解产品的温室气体影响、开展减排行动。企业可以使用它来指导核算原材料开采、产品加工及制造、运输及储藏、使用、废弃物处理等各环节的温室气体排放, 从而帮助中国企业改进产品设计, 提升效率, 降低成本, 并最终降低生产、经营方面的风险。随着中国消费者及国际买家对“中国制造”的产品环境信息的关注度不断提升, 该标准可以协助各个行业的中国企业了解自己产品在整个寿命周期的排放, 制定最有意义的减排计划, 这对于提升中国企业在日益激烈的国际竞争中的地位大有裨益, 同时为最终提升产品的可持续性奠定基础。

22.<https://ghgprotocol.org/about-us>
23. 刘璐, 胡学平, 王怀, 等. 国际碳排放相关主要标准及文件体系概述 [J]. 绿色矿冶, 2023, 39(01): 8-16+52.
DOI:10.19610/j.cnki.cn11-4011/tf.2023.01.002.

17.什么是PAS2050规范?

PAS2050 的全称为《PAS2050:2011 商品和服务在生命周期内的温室气体排放评价规范》²⁴，它是第一个产品碳足迹核算标准，于 2008 年 10 月公布，旨在对评估产品和服务生命周期内温室气体排放的要求作出明确规定。PAS2050 在 2011 年进行了更新，更新后的版本对产品碳足迹核算提供了更加详细的要求和指导。

PAS2050 是目前唯一确定的、具有公开具体的计算方法。它建立在生命周期评价(LCA)方法(由 ISO 14040& 14044 确立)之上，用于评价物品和服务(统称为产品)生命周期内温室气体排放。该规范的服务对象，虽然偏重于商业认证(企业)，但也可以服务于消费者和组织等其他应用，该标准具备良好的实用性，主要体现概念的清晰和简洁以及指导的具体与细致。PAS2050 对于标准的使用人员而言，是一个非常实用且容易执行的标准。通过遵循 PAS 2050: 2011 规范，组织可以量化其产品的碳足迹，并在市场上提供透明和可比的信息，从而有助于消费者和利益相关者做出更环保和可持续的购买决策，并促进低碳经济的发展。



图 11 《PAS 2050: 2011》封面

18. 国际标准化组织(ISO)关于碳足迹的标准有什么内容?

关于碳足迹的核算，有两类国际标准的核算方法。

一是国际标准化组织(ISO)发布的关于温室气体排放标准 ISO14064²⁵，其应用于企业量化、报告和控制温室气体的排放和消除。它包含以下三部分：ISO 14064-1：组织层次上对温室气体排放和清除的量化与报告的规范及指南；ISO 14064-2：项目层次上对温室气体减排或清除增加的量化或清除增加的量化、监测和报告的规范及指南；ISO 14064-3：温室气体声明审定与核查的规范及指南。该标准只包含企业内部的直接排放(范围 1)以及企业外购的电力和蒸汽生产过程中的排放(范围 2)。企业一般在碳交易、碳减排核证工作中采用此类核算方法。

二是国际标准化组织(ISO)于 2018 年发布的《ISO14067: 2018 温室气体 - 产品碳足迹 - 量化要求及指南》²⁶，它是一项国际公认的用于量化产品碳足迹的 ISO 标准。该标准规定了量化和报告产品碳足迹(CFP)的原则、要求和指南，其方式与国际生命周期评估(LCA)标准(ISO14040 和 ISO14044)一致。

24.<https://www.doc88.com/p-28447071035020.html>

25.<http://www.wang-xu.cn/static/upload/file/20230912/1694483140170693.pdf>

26.<https://www.iso.org/standard/71206.html>

与 ISO14064 相比, ISO14067 不仅包含了范围 1 和范围 2, 还包含原料供应链生产过程的排放 (范围 3), 即核算生命周期全过程的碳排放。基于该标准, 可以测算技术方案的碳排放, 用于低碳技术的研发和对比评价; 也可以测算一家企业及其全部供应链的年度排放总量, 称为企业碳足迹, 用于企业碳达峰和碳中和的核算, 是推动绿色商品或服务评价的有效工具。



图 12 ISO 14064、ISO1407 封面

19.有哪些常用的碳足迹计算工具？

常用的碳足迹计算工具包含但不限于以下几种：

(1) 在线碳足迹计算器：这些工具允许用户输入个人或家庭的能源消耗和生活习惯等信息，以估算其碳排放量。

(2) 企业碳足迹计算器：这些计算器专门针对组织和企业设计，帮助他们评估其整体温室气体排放量。这些工具考虑了企业各个方面的活动，例如能源使用、运输、物料处理、产品制造等。

(3) Excel 或其他电子表格软件：一些企业和研究者可能会使用电子表格软件来创建定制的碳足迹计算模型。如 GHG Protocol 就基于其计算指南及工业领域企业及专家的亲身实践，开发了一系列细分计算表格或文件，以保证能帮助企业完成综合且可信的温室气体清单。

(4) 专业软件和数据库 这些软件通常由专业公司开发, 例如 GaBi、SimaPro、eFootprint 等, 它们用于评估产品或服务在其整个生命周期中产生的环境影响, 包括温室气体排放。

(5) 政府或行业特定的计算工具：一些政府部门或行业协会可能会开发特定的碳足迹计算工具，以适应特定的行业需求或政策要求。



图 13 在线碳足迹计算器²⁷

27. <https://www.carbonfootprint.com/measure.html>

20.在进行碳足迹量化时,通常需要哪些数据?

在进行碳足迹量化时,数据的采集应该要包括系统范围内发生的所有温室气体的排放和清除。通常包括:能源使用数据(包括电力、燃料和热能的消耗量,以及相关的碳排放系数);交通运输数据(涉及个人或企业使用的所有运输方式的排放数据,包括汽车、飞机、火车、船只的燃料消耗和行驶里程);生产过程数据(对于企业或组织,需要收集有关生产过程中的能源使用、原材料使用、废水排放和废弃物生成等数据。);废物管理数据(废物处理和处置活动产生的排放,包括垃圾填埋和焚烧。);员工通勤数据(员工上下班的交通方式和距离);不确定性数据(一些量化过程中存在不确定性,因此收集并记录不确定性数据对于评估和报告碳足迹的可靠性非常重要)等。

具体的数据取决于具体需要哪些数据将取决于所量化的对象(个人、产品、组织等)以及采用的方法和指南。确保数据的准确性和可靠性对于获得有效的碳足迹结果至关重要。

21.什么是初级数据(实景数据)和次级数据(背景数据)?

初级活动水平数据又称为一级数据、现场数据或实景数据,它来自组织所拥有、运行或控制的那些过程中实际产生的数据。为了确定数据的代表性,一般需要通过实地调查或从特定的企业或组织获取,以及采取抽样分析的手段。初级数据也被定义为研究产品全生命周期中特定过程的数据,需采集报告公司拥有或控制的所有流程中的数据。企业特定的初级数据在收集和计算的过程中要求越精细越好。这意味着具体过程的数据优先于设施数据,同时设施数据优先于工厂数据。设施和工厂数据需要进一步根据重量或其他合理的分配依据,细分至产品数据。在进行初级数据收集时,需要确保数据的准确性和完整性。

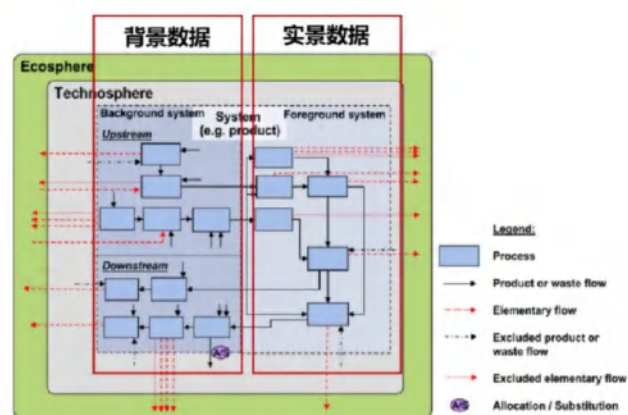


图 14 碳足迹评价模型²⁸

次级活动水平数据又称为二级数据或背景数据。其定义是非直接根据企业具体生产数据,收集、测量或计算得来的数据,如文献数据、政府统计、估算数据等。次级数据只能用于一级数据不可行的输入和输出过程,或用于次要过程,或由于各种原因次级数据的质量高于一级数据或更适合,例如特定产品的相关数据。根据次级数据的计算过程、数据的匹配程度、数据样本大小等,次级数据也可以具有与一级数据同等的质量水平。

28.<https://zhuanlan.zhihu.com/p/659892812>

22.如何收集用于碳足迹核算的数据？

收集碳足迹核算数据时，主要有以下五大步骤²⁹：

(1) 确定目标和范围：明确碳足迹计算的目的，定义研究的系统边界，包括要评估的产品、服务或组织的使用寿命阶段。

(2) 清单分析准备：制定详细的数据收集计划，包括所需收集数据的类型、数据来源、收集频率和所需的详细程度。

(3) 数据收集：①直接测量：对于某些数据，可以直接测量，如电表读数、燃料消耗量等，此方法可提供准确的数据值 ②文件记录：检查相关文件，如能源账单、交通记录、生产流程图、废弃物处理记录等；③调查问卷：设计并发送调查问卷给相关人员，以获取特定数据，如饮食习惯、偏好、出行模式等 ④参考数据：寻找可靠的参考数据，如行业报告、政府数据、研究文献等，以补充缺失的数据。

(4) 数据整理与记录：将收集到的数据整理成清晰的表格或数据库，并记录数据的来源和准确性。确保数据的一致性和可追溯性。

(5) 不确定性管理：对于存在不确定性的数据，如估计值或近似值，记录和报告相应的不确定性范围。这有助于提供真实、可靠和全面的碳足迹信息。

在收集数据时，要确保数据的准确性和可靠性。尽量选择可靠的来源和方法，并审查数据以确保其合理性和一致性。定期更新数据，并密切关注新的数据和研究，以保持计算的准确性和最新性。

23.碳足迹量化中的数据质量规则是什么？

在确定用于碳足迹量化的数据初级数据和次级数据时，应采用以下规则：

(1) 为与时间相关的覆盖范围（数据年龄和收集数据的最小时间长度）：首选针对被评估产品的时间数据；

(2) 为地理特异性（收集数据的地区，如地区、国家、地区）：应首选被评估产品的地理特定数据；

(3) 为技术覆盖范围（数据是与特定技术相关还是混合技术）：应首选被评估产品的技术特有的数据；

(4) 为信息的准确性（数据、模型和假设）：应首选最准确的数据；

(5) 对于精度：测量每个数据表示的数据值的可变性，选择更精确的数据，具有最低的统计差异的数据应优先考虑。

此外，还应记录以下文件：

29.<https://baijiahao.baidu.com/s?id=1782063930970014485&wfr=spider&for=pc>

- (1) 完整性：被测量的数据的百分比，以及数据代表总体的程度；样本量是否足够大，测量的周期性是否足够等；
- (2) 一致性：定性评估数据的选择是否在分析的各个组成部分中统一进行；
- (3) 可重复性：定性评估有关方法和数据值的信息在多大程度上将允许独立的从业者重现研究中报告的结果；
- (4) 数据来源：参考数据的主要或次要性质。

24. 如何处理碳足迹计算中的不确定性和偏差？

在碳足迹计算中，不确定性是不可避免的，因为涉及大量的数据输入和模型假设。处理不确定性的关键在于识别、量化并尽可能减少它们对最终结果的影响。以下是一些常见的方法：

- (1) 数据源选择：选择可靠、准确的数据源，如政府机构、权威报告、科学研究等。确保数据来源的透明度和可验证性。
- (2) 标准化与一致性：使用公认的标准和指南，如 ISO 标准，以确保计算过程与其他实体一致。遵循标准的规定，包括功能单元的定义、边界的划定和数据收集方法等，以提高结果的可比性和可信度。
- (3) 不确定性管理：对于存在不确定性的数据，如估计值或近似值，记录和报告相应的不确定性范围。使用统计方法进行敏感性分析，以评估不确定性对结果的影响，并报告相应的不确定性水平。
- (4) 数据质量控制：对于数据收集，采取严格的质量控制措施，如验证数据的准确性、核实数据的来源和限制误差的产生。确保数据在整个收集和记录过程中的准确性和一致性。
- (5) 专家意见和审查：寻求相关领域的专家意见，并进行审查。专家可以提供对数据和计算方法的验证和建议，以确保计算结果更准确和可靠。
- (6) 持续改进：定期评估和审查碳足迹计算方法和过程，以反思并改进存在的偏差和不确定性。关注新的研究、数据和技术，以更新和调整计算方法，提高计算精度。

处理碳足迹计算中的不确定性和偏差需要综合考虑数据质量控制、标准化、专家意见和持续改进等方面。通过采取这些措施，可以增加计算结果的准确性和可靠性，并提供更有说服力的碳足迹信息。

25.碳足迹量化的目的和重要性是什么？

碳足迹量化的目的在于衡量个体、组织或产品在其生命周期中所产生的温室气体排放量，它对于促进可持续发展具有多方面的重要性。首先，通过量化碳足迹，个体和组织能够更好地了解他们对气候变化的贡献程度，从而唤醒人们对碳排放的意识，并促使他们采取积极行动来减少自己的碳足迹。其次，碳足迹量化为监测和评估提供了工具，帮助个体、组织和政府了解其温室气体排放情况。通过对不同活动和过程的碳足迹进行量化，可以确定哪些领域是排放最高的，并制定相应的减排策略。此外，碳足迹量化有助于明确个体和组织的责任，并提供透明度。通过公开披露碳足迹数据，企业和组织可以向消费者和利益相关者展示其环境表现，并增强信任。同时，量化碳足迹还有助于个体和组织识别并优化其排放最高的活动，制定减排计划、改进生产过程、采用更环保的技术和能源，从而减少对环境的影响，促进可持续发展。在国际贸易中，准确的碳足迹数据有助于企业应对绿色贸易壁垒，抓住低碳经济的机遇。

随着全球对气候变化问题的关注加深，碳足迹量化已成为推动技术创新、国际合作和环境教育的重要工具，其对实现全球温室气体减排目标和促进经济、社会与环境的和谐发展都起到了关键作用。

26.碳足迹量化结果可以用于哪些目的？

碳足迹量化结果可以用于多个目的。首先，它可以帮助个人、组织和企业设定和管理减排目标，并制定相应的策略和行动计划。其次，这些结果可为决策提供支持，通过提供对不同活动和过程的温室气体排放的量化信息，评估环境影响并选择可持续解决方案。此外，碳足迹量化结果还可用于环境报告与披露，通过披露碳足迹数据，展示企业的环境表现，增加透明度，树立良好的企业形象。此外，这些结果还可用于参与碳市场，作为企业参与碳交易、碳抵消和项目认证的基础。消费者教育与决策也是一个重要应用领域，通过在产品上标示碳足迹信息，消费者能够了解产品的环境性能，并在购买决策中考虑环境因素。最后，碳足迹量化结果作为可持续发展评估的一个重要指标，可以用于评估个人、组织或企业的可持续性表现，有助于评估是否符合可持续发展目标和政策。综上所述，碳足迹量化结果具有广泛的应用价值，可以用于目标设定、决策支持、环境报告、碳市场参与、消费者教育、可持续发展评估等多个方面，推动低碳经济转型，并促进可持续发展。

27.碳足迹量化在可持续发展目标(SDGs)中的作用是什么？

可持续发展目标（Sustainable Development Goals，简称 SDGs）是联合国制定的一系列全球性目标³⁰，旨在从 2015 年到 2030 年间通过综合性的方式解决社会、经济和环境三个维度的发展问题，实现全球的可持续发展。SDGs 共包含 17 个目标，碳足迹量化在可持续发展目标（SDGs）中扮演着至关重要的角色。

表 6 碳足迹量化在可持续发展目标（SDGs）中的作用³¹

SDGs	SDGs目标内容	碳足迹的作用
SDG 1	消除贫困	通过促进低碳经济的发展，碳足迹量化有助于实现经济增长与环境保护的平衡，减少因气候变化导致的贫困风险；
SDG 3	健康与福祉	减少温室气体排放可降低气候变化对人类健康的影响；
SDG 7	可负担能源	通过量化和管理碳足迹，可以帮助监测和减少能源部门的温室气体排放，并推动可负担能源的发展；
SDG 9	工业创新与基础设施	通过量化企业和组织的碳足迹，可以识别和改进高排放活动，促进低碳和清洁技术的创新和应用；
SDG 11	可持续的城市和社区	城市规划者和决策者可以利用碳足迹信息来制定更加可持续的城市发展策略，减少城市温室气体排放；
SDG 12	可持续消费和生产	量化产品的碳足迹有助于评估和改进消费者和生产者的环境影响。通过减少温室气体排放，优化资源利用和提倡循环经济，可以推动可持续消费和生产；
SDG 13	应对气候变化	碳足迹量化是衡量和管理温室气体排放的关键工具。通过减少碳排放并适应气候变化；
SDG 14/15	海洋和陆地生态系统保护	通过量化和监测相关活动和过程的碳足迹，可以识别和减少对海洋和陆地生态系统的负面影响；
SDG 17	全球伙伴关系	量化碳足迹为国际合作、技术转让和知识共享提供了一个共同的语言和指标。它促进了不同国家、组织和利益相关者之间的合作，共同应对气候变化和可持续发展挑战。

综上所述，碳足迹量化是实现 SDGs，特别是气候行动目标的关键工具，它为政策制定、技术革新、消费模式转变和国际合作提供了重要的数据支持和决策依据。

30. 朱婧，孙新章，何正 .SDGs 框架下中国可持续发展评价指标研究 [J]. 中国人口·资源与环境 ,2018,28(12):9-18.
31.https://www.ndrc.gov.cn/wsdwhfz/202312/t20231206_1362482.html

第三篇:碳足迹的计算

28.碳足迹计算的第一步通常是什么?该如何做?

碳足迹计算的第一步通常是定义目标和确定范围，在国际标准中关于其相关的规定总体一致。在产品层面，定义其研究的目标时，应明确说明以下事项：

- (1) 是谁要开展碳足迹的研究？ (2) 开展碳足迹研究的原因是什么？
- (3) 碳足迹的结果给谁用？用于哪里？即要支持哪个决策者及其决策问题。³²

范围定义时，应与研究目标保持一致，同时应明确以下内容：

- (1) 目标产品是必须明确的调查的起点（如何细分种类和规格型号，并没有明确要求）；
- (2) 系统边界：主要指“摇篮到大门 / 坟墓”，通常原料到大门，终端产品到坟墓，但都要从摇篮开始；
- (3) 选择 LCIA 指标； (4) 基准流； (5) 功能单位。

在企业或组织层面，目标的定义主要从企业或组织的角度进行商业目标的制定，包括管理温室气体风险并减少排放的机会、公开报告并参与自愿性温室气体计划、参与强制性报告计划、参与温室气体市场和认可早期的自愿行动；确定范围主要包括企业组织边界和运营边界的制定。

29.怎么进行组织边界的设定?

组织是指具有自身职能和行政管理的公司、集团公司、商行企事业单位、政府机构、社团或其结合体或上述单位中具有自身职能和行政管理的一部分。无论其是否具有法人资格、公营或私营。其边界可能由一个或多个设施（属于某一地理边界、组织单元或生产过程中的，移动的或固定的一个装置、一组装置或生产过程）组成，设施层次上的碳排放可能发生在一个或多个碳排放源或汇。主要依据碳足迹计算的目的是进行组织边界范围设定，可为整体组。

组织边界的展现方式主要有两种：

- (1) 以地图 / 平面图呈现（常选方式）

32.<https://www.icourse163.org/learn/SCU-1462177170?tid=1472312500#/learn/content?type=detail&id=1258227151>

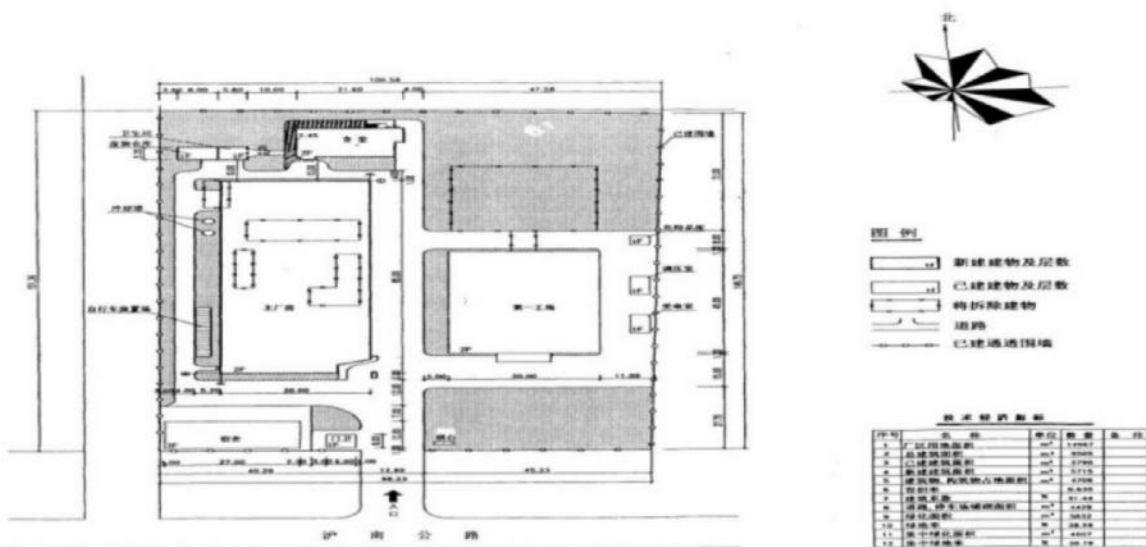


图 15 平面图范例³³

(2) 以组织图呈现

组织边界的设定有两种方式：

(1) 股权比例：组织依比例负责特定设施之碳排放量与 / 或移除量，即：公司依照各事业体所持有的股权比例（所有权），来认列其碳排放数据；

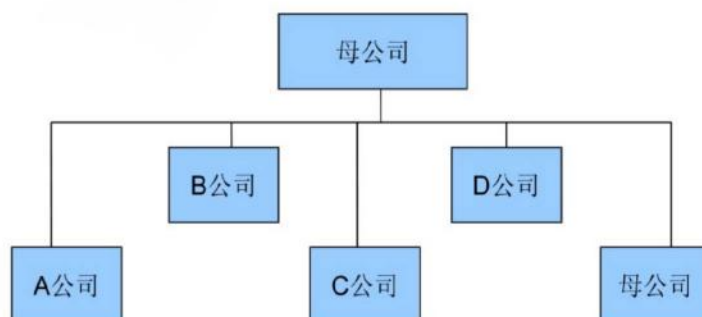


图 16 平面图范例

(2) 控制权：①财务控制：拥有一组织的过半数的风险和资产所有权报酬者②运营控制权：一家公司或其子公司享有提出和执行一项业务的运营政策的完全权利，这家公司便对这项业务享有运营控制权。

注意：①若报告公司所有相关业务都是自有，无论选择哪种方法，组织边界都一样；②对于合资事业，不同组织边界认定方法，将会产生不同结果。

组织边界的设定步骤主要为以下五步：

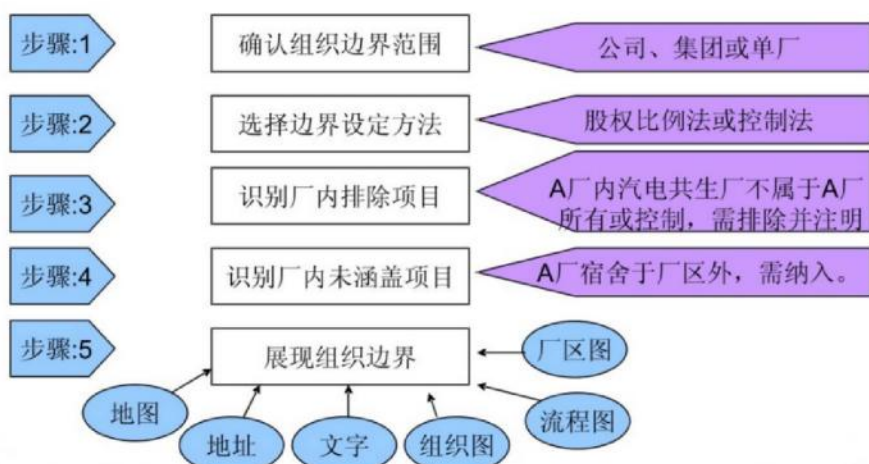


图 17 组织边界设定的步骤

30.什么是运行 (运营) 边界？

组织应该确定运行边界并形成文件。确定运行（运营）边界包括识别与组织的运行有关的碳排放，按直接排放、能源间接排放和其他间接排放进行分类³⁴。其中包括选择哪些需要量化和报告的其他间接排放。如果运行边界发生变化时，组织应作出解释。

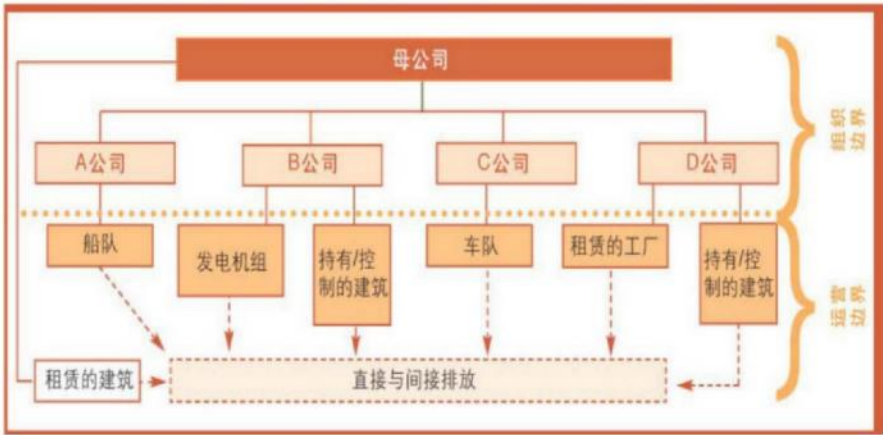


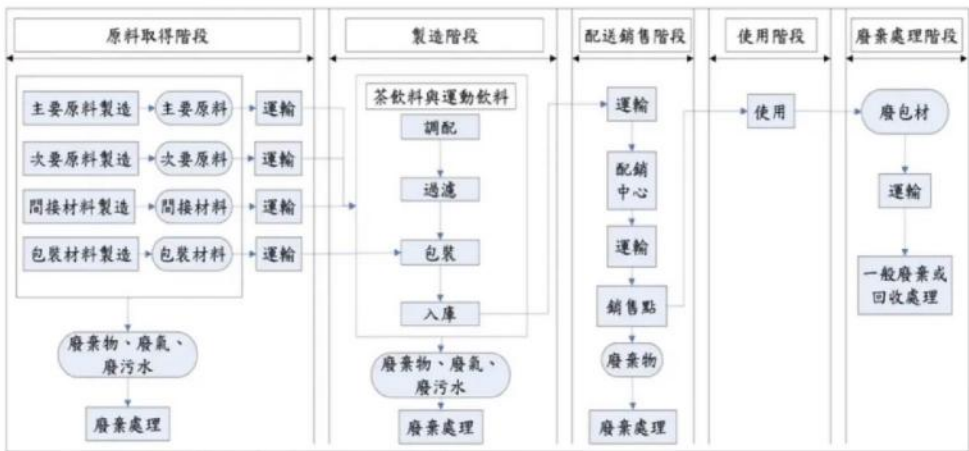
图 18 组织边界与运行（运营）边界

31.产品碳足迹的计算方法

产品碳足迹的评价主要采用生命周期评价方法，其计算的基本步骤如下³⁵：

(1) 过程图的绘制：

①确定绘制的对象与功能单位；②制造产品时：列出制造此产品经过哪些步骤（对比生产流程图等绘制；直接到现场了解，避免错漏）；③提供服务时：思考被服务对象在进入系统到离开系统，被提供了哪些服务；④需要考虑收集数据的难度，做适度的简化；⑤列出流程内的投入与产出。



*註：若原料取得階段之原料製造地與製造工廠同一地點，應納入製造階段評估。

图 19 过程图范例³²

34. ISO14064 温室气体核算标准解读 https://www.sohu.com/a/754958479_120182263
35. 田彬彬，徐向阳，付鸿娟，等. 基于生命周期的产品碳足迹评价与核算分析 [J]. 中国环境管理, 2012,(01):21-26.
DOI:10.16868/j.cnki.1674-6252.2012.01.005.

(2) 边界核查与优先序的确定：

根据 ISO14025 所指定的某个相关产品类别规则，与其规定的边界系统一致；如果不适用于评价对象产品，则根据标准原则界定系统边界。

(3) 数据收集

收集生命周期各个阶段中活动数据和排放因子，必要时需要进行分配（如果产品系统有多个输出，需要使用适当的分配方法将排放量分配给每个输出）。

(4) 碳足迹的计算

计算主要依据碳足迹计算方程，注意质量守恒，确保所有输入、输出及废弃物均已计入，没有遗漏。

(5) 不确定性分析（非必要）

不确定性检验可由组织自行决定是否进行评价，不是必要的事项。但执行不确定性检验可以提高计算结果的准确度，了解收集数据的质量。

32. 什么是B2B、B2C产品, 如何进行产品碳足迹的计算？

B2B (business-to-business) 产品：一般是需要再经过组装或加工的半成品 / 零部件等，如液晶面板、塑胶管等。在进行碳足迹的计算时，其计算范围应从原材料通过生产直到产品到达一个新的组织，包括分销和运输到客户所在地，即所谓的“从摇篮到大门”。

B2C (business-to-consumer) 产品：一般是消费者可以获得的产品或服务，如家电、食品等。在进行碳足迹的计算时，其计算范围应从原材料、过程制造、分销和零售，到消费者使用，以及最终处理和再生利用，包含产品的整个生命周期，即“从摇篮到坟墓”。

有些产品的性质可能两者兼具，如建材、轮胎、生鲜食材等，在对此类产品进行产品碳足迹的计算时，首先应明确对其进行碳足迹研究的目的。



图 20 B2C 与 B2B 流程及计算范围

33.如何进行产品碳足迹的数据收集？

在进行产品碳足迹的数据收集时，首先要明确进行的是哪一类计算，是企业以及供应链做产品碳足迹计算，还是为一个典型行业的技术或者是产品的方案做碳足迹的计算。相对而言，行业型的产品碳足迹数据收集更为粗略。

表 7 产品碳足迹类型及常用数据来源

xx单元过程	企业产品碳足迹	行业/典型产品碳足迹
能耗	生产记录：统计平均	行业总量统计平均，或引用文献（单耗数据）
主要原物料	生产记录：统计平均	行业总量统计平均，或引用文献（单耗数据）
辅料	生产记录：统计平均或配料计算	配料计算，或引用文献（单耗数据）
主要污染物	检测并换算为单位产品排放	行业排污因子、行业统计平均、平衡计算
其他污染物	平衡计算，或引用文献	平衡计算，或引用文献

对于产品碳足迹具体一个单元过程的数据收集步骤如下：

(1) 明确定义单元过程：划分单元过程，即定义单元过程边界、数据统计口径：产品名称 + 工艺技术 / 设备名称 + 原料名称，命名要体现过程边界；

(2) 资料收集与初步数据处理：尽量多收集资料；

(3) 数据检查与细分：

完整性检查：①消耗完整性：原料细化到 <1%wt 的资料多篇②排放完整性：温室气体排放 + 主要污染物（参考排放标准）+ 其他污染物；

技术代表性分类 主要消耗和排放存在有 / 无或差异 >20% 时，应该划分技术代表性类型(产品种类规格、工艺技术类型、主料类型、能耗类型、规模类型、辅助工序 6 个方面)，可能需要划分为多个单元过程数据集。

明确自己要找的目标数据，明确资料数据的技术代表性，用于数据集的描述。

(4) 选用资料和数据，处理得到数据集。

34.进行产品碳足迹的计算时, 收集完数据如何进行分配?

在进行产品碳足迹计算时, 数据的分配应注意以下几点:

(1) 应将单元过程分别划分为两个或者多个子过程, 并收集这些与子过程相关的输入和输出数据, 尽量避免进行数据分配。

(2) 如产品存在多项输出, 无法避免分配的情况下, 首先应考虑产品类别规则 (PCR) 指定的原则。

(3) 如 PCR 不存在相关内容, 应优先使用物理关系参数 (包括但不限于生产量、生产工时等) 进行分配。

(4) 如不能单独建立物理关系或以物理关系作为分配基础, 应以反映产品和功能之间其他方式的方式进行投入分配, 如投入和产出数据可以按产品的经济价值比例在产品之间分配。

(5) 如采用其他分配方法, 应提供所使用的参数基础及计算说明。

(6) 当同时产出同时包括副产品和废物时, 应确定副产品和废物之间的比例, 投入和产出应仅分配给副产品。

(7) 分配程序应当统一适用于所研究产品的类似投入和产出。例如, 如果对离开系统的可用产品 (如中间产品或废弃产品) 进行分配, 则分配程序应与此类产品进入系统时的分配程序相似。

(8) 生命周期库存是基于投入和产出之间的物质平衡。因此, 分配程序应该尽可能接近这种基本的输入 / 输出关系和特征。

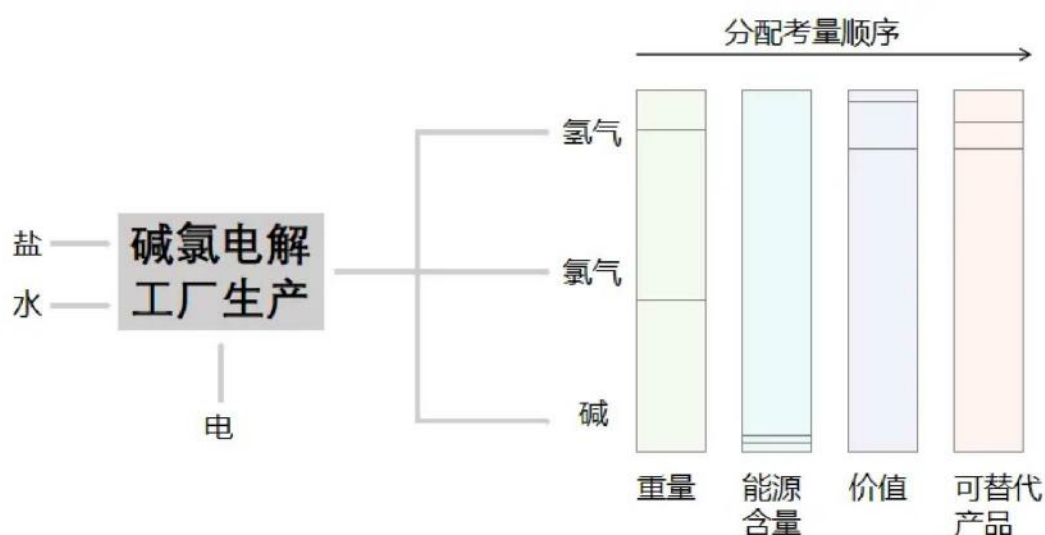


图 21 碱氯电解工厂生产分配考量顺序

35.产品碳足迹的计算范例

这里分别给出 B2C 和 B2B 产品的碳足迹计算范例。

产品热轧 H 型钢属于 B2B 范畴，其碳足迹的计算应包含“从摇篮到大门”的过程。经过边界确定与数据收集后，计算得到其产品碳足迹为：生产一吨热轧 H 型钢的碳足迹为 0.947 吨 CO₂e。



图 22 B2B 产品计算范例



图 23 B2C 产品计算范例

产品婴儿纸尿裤属于 B2C 范畴，其碳足迹的计算应包含“从摇篮到坟墓”的过程。经过边界确定与数据收集后，计算得到其产品碳足迹为：生产一包 L 码婴儿纸尿裤的碳足迹为 5.73kgCO₂e。

36.如何选择碳排放系数及进行计算？

产品碳足迹的计算方法为活动数据 × 碳排放系数。每个产品都有自己的碳排放系数（碳足迹），一般来说，上级产品的排放系数应由相应供应商提供。如果供应商没有进行产品碳足迹的核算，可采取一些替代系数。

常用的替代系数有①IPCC 排放因子；②国家及地方标准、行业指南等给出的排放因子；③中国 CLCD 及国外 Ecoinvent、ELCD 等数据库的排放因子；④部分学术论文会提供特定产品或材料的排放因子；⑤一些在线平台和数据库提供各种产品的碳足迹计算工具和排放因子。

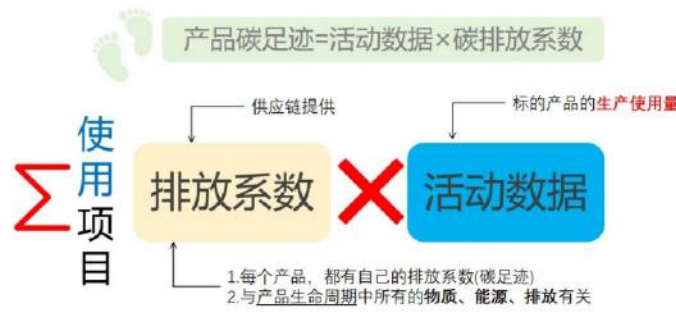


图 24 产品碳足迹的计算公式

37.碳足迹计算中常见的挑战有哪些？

碳足迹计算中常见的挑战主要有以下几种：

- (1) 缺乏统一标准³⁶：不同行业甚至不同企业在碳足迹核算时使用的技术参数和方法可能不一致，这导致核算结果难以比较和验证；
- (2) 数据准确性问题：碳足迹的核算需要大量准确的数据，包括原辅材料消耗、能源消耗、运输距离等，数据不准确会导致核算结果偏差；
- (3) 忽视间接排放³⁷：在核算过程中可能会忽视范围 3 排放，即其他间接排放，这部分包括上游供应链和下游分销等环节的排放，它们的评估具有挑战性；
- (4) 难以准确计算替代能源的碳排放因子：计算可再生能源的碳排放因子时，直接供应的可再生能源与电网平均能耗的差异可能会导致高估或低估排放；
- (5) 地区和个体的差异：计算可再生能源的碳排放因子时，直接供应的可再生能源与电网平均能耗的差异可能会导致高估或低估排放；
- (6) 核算范围的选择不当³⁸：确定碳足迹核算的系统边界时可能会忽略某些环节，或过度简化计算，导致结果不全面；
- (7) 基础数据不足：国内的基础数据还不够充分，这直接影响了对碳排放情况的了解，导致难以“摸清家底”；
- (8) 成本和技术难度较大³⁹：对于中小企业来说，碳足迹管理需要投入一定的资金和技术支持，企业可能需要在成本效益和环境责任之间进行权衡。

38. 如何进行碳足迹的第三方验证和审计？

进行碳足迹的第三方验证和审计是确保碳足迹计算准确性和透明度的重要过程。通过第三方验证和审计，企业可以展示其对环境责任的承诺，提高其产品和服务的市场认可度，并满足日益增长的绿色消费需求。其关键步骤如图：



图 25 碳足迹核查流程⁴⁰

36. “碳壁垒” 悄然而起，碳足迹如何算清楚、减明白？ <https://new.qq.com/rain/a/20221014A030JH00.html>
37. 专家观点 | 石敏俊：中国迈入碳足迹管理新时代，挑战几何？ <https://ricn.sjtu.edu.cn/Web/Show/1225>
38. 关于碳足迹的概念、核算及标准，这篇总结终于讲透了！ <https://xueqiu.com/3105420396/226209226>
39. 专访危平：“双碳” 背景下，企业做好碳足迹管理就是拥有了“绿色通行证” https://www.eco.gov.cn/news_info/70055.html
40. 中国质量认证中心 -- 碳足迹核查 <https://cqc.com.cn/www/chinese/cprz/jndtrz/tzjsh/>

39. 有哪些技术和工具可以提高碳足迹计算的效率？

随着技术的进步及碳足迹的广泛应用，越来越多地使得碳足迹计算更为精准、高效、便利的技术和工具被开发了出来。我们可以用以下的技术和工具来提高我们对碳足迹计算的效率：

(1) 数字化碳管理平台：利用数字化技术进行碳足迹的全生命周期管理，可以提高数据收集和分析的效率；

(2) 专业核算工具：利用 AI 技术实现参数推荐和自动核算出具报告，提升企业核算效率和准确性；

(3) 排放系数数据库⁴¹：如《中国产品全生命周期温室气体排放系数集（2022）》，其提供了全面、权威的排放因子，有助于精准计算碳足迹；

(4) 碳足迹建模工具：用户可通过建模工具建立自己的碳足迹模型，灵活评估产品碳足迹；

(5) 行业特定工具：部分行业基于 ISO14067 标准，开发了针对特定的碳足迹计算工具，能够为产品组合提供一致的碳足迹数据。

(6) 智能化能源管理系统：通过智能化、精细化管理提高能源使用效率，减少能源浪费，间接提高碳足迹计算的准确性；

(7) 标准化方法和指南：遵循国际标准如 ISO 14067，可以确保碳足迹计算的一致性和准确性，同时提高计算效率；

(8) 供应链协作：与供应商合作，促进原材料产品碳足迹数据的分享，有助于提高整个供应链的碳足迹计算效率。

41. 精准、高效、便利！王琳博士和他的计算碳足迹新工具 <https://hic.zju.edu.cn/2022/1011/c56130a2645093/page.htm>

第四篇:碳足迹报告与碳信息披露

40.什么是碳足迹报告?

碳足迹报告是一种详细记录个人、组织、产品或服务在其生命周期中产生的温室气体排放的文件。报告内容通常包括直接排放（如自有设施的燃料燃烧）和间接排放（如购买的电力和热能），可能涵盖从原材料获取、生产、运输、使用到最终处置的整个产品生命周期。

碳足迹报告是组织响应全球气候变化挑战、提升环境绩效和增强市场竞争力的重要手段。通过这些报告，组织能够更好地理解和管理其活动对环境的影响，并采取有效措施以实现碳中和目标。

41.碳足迹报告应包含哪些关键信息?

根据 ISO14040 和 ISO14044（生命周期评估标准）、ISO14067（产品碳足迹计算标准）和温室气体议定书（GHG 议定书），几种碳足迹报告的关键内容如下。

产品碳足迹报告：

(1) 目标与范围：①核查目的②核查范围（功能单位、系统边界）③数据取舍原则④数据质量要求⑤软件与数据库

(2) 数据收集：原材料、生产制造、包装、运输、使用、废弃过程清单

(3) 产品碳足迹结果与分析

(4) 生命周期解释：①假设与局限性②数据质量评估

(5) 结论与建议

组织碳足迹报告：

(1) 组织概况与责任：①对所报告组织的描述②责任人

(2) 报告基本信息：①报告所覆盖的时间段②说明组织边界③说明选择的量化方法及理由

(3) 数据收集：范围一、范围二及范围三的碳排放清单

(4) 组织碳足迹结果与分析

(5) 生命周期解释：①假设与局限性②不确定性分析③数据质量评估

(6) 报告核查结果：①说明报告是否符合相关标准要求②说明报告是否经过第三方认定及认定结果

42.碳足迹报告与环境影响报告有什么区别？

碳足迹报告与环境影响报告虽然都用于评估产品或服务对环境的影响，但它们在目的、范围和内容上存在一些区别：

(1) 关注点不同：碳足迹报告主要关注组织、产品或服务在其整个生命周期中产生的温室气体排放，而环境影响报告更广泛地评估组织、产品或服务对环境的多方面影响，包括但不限于温室气体排放。

(2) 评估范围不同：碳足迹报告侧重于量化和报告直接和间接的温室气体排放，包括范围 1、范围 2 和范围 3。环境影响报告则更侧重于特定项目或活动对当地环境的影响，可能涵盖生态影响、水资源消耗、固体废物产生、空气污染等多个环境因素。

(3) 目的不同：碳足迹报告的主要目的是提高透明度，展示组织对气候变化的影响，并支持减排策略的制定和实施⁴²。环境影响报告则用于评估和减少项目对环境的负面影响。

(4) 方法不同：碳足迹报告通常采用 LCA 方法，而环境影响报告可能采用多种环境评估工具和方法。

43.什么是碳信息披露？

碳信息披露是指企业对其温室气体排放情况、减排计划和方案及其执行情况等温室气体管理信息，以及与气候变化相关的风险与机遇等相关信息适时向利益相关方进行披露的活动，也称为温室气体管理信息披露⁴³。它是实现碳足迹透明度的关键步骤，可以促进责任制，支持利益相关方做出知情决策，并展示组织对环境可持续性承诺的履行情况。

部分具有粗放式发展、能源消耗大和重污染特点的上市公司是碳排放的重点监控对象，而公司作为社会的一分子，其经营活动会受到社会环境、政府政策和市场反应的影响。在可持续发展理念与低碳经济的背景下，市场资本已经越来越倾向在投资决策中考虑一些碳信息披露程度高的上市公司，因此，这些上市企业必须加大碳信息的披露力度以满足市场投资者的需求。另外，碳信息披露程度的要求越来越高，也能促进这些上市公司在生产经营过程中进行碳减排⁴⁴。

中国企业碳信息披露内容主要包括低碳理念和环保意识、气候风险及应对战略和目标、低碳管理、能源结构和能源使用情况、碳核算及方法依据、低碳举措及效果、碳审计与鉴证 7 类⁴⁵。

42. IIGF 观点 | 刘慧心：浅析国内外绿色发展中的碳足迹体系建设 [EB/OL]. 2024-03-12

43. 李挚萍，程凌香：企业碳信息披露存在的问题及各国的立法应对 [J]. 法学杂志，2013，34(08):30-40. DOI:10.16092/j.cnki.1001-618x.2013.08.001.

44. 熊礼慧，陈佳进，彭琪，等：碳信息披露与碳减排效应——基于 A 股上市公司的实证研究 [J]. 沿海企业与科技，2023,28(06):59-70. DOI:10.20119/j.cnki.CN45-1227/n.2023.06.008.

45. 刘华，陈湘柳：碳信息披露、融资约束与企业价值——基于文本分析的经验证据 [J]. 研究与发展管理，2024,36(01):66-79. DOI:10.13581/j.cnki.rdm.20230724.

44. 我国碳信息披露的现状

我碳信息披露的现状可以总结为以下几点：

(1) 企业碳信息披露数量与质量整体优化

我国自 2003 年起鼓励企业进行碳信息披露，最初以自愿为主，缺乏强制性措施和完善的配套措施，只有极少数企业进行碳信息披露。经过 20 多年的发展，民众环保意识和企业责任感不断提升，在国家政策的推动下，企业碳信息披露制度逐步建立，参与碳信息披露的企业逐年增加，披露水平不断提高。根据中国上市公司协会数据，截至 2023 年 4 月底，已有 1700 余家公司发布碳披露相关报告，披露率达 34%⁴⁶。但披露情况仍存在不均衡、质量不够高的情况。总体来看，我国碳信息披露制度仍处于发展阶段，企业碳信息披露正向积极方向发展。

(2) 碳信息披露方面的标准与规则正逐步完善

国家发布了一系列政策文件，鼓励和指导企业进行碳信息披露。如 2022 年 2 月 8 日起施行的《企业环境信息依法披露管理办法》（以下简称《管理办法》）明确了企业年度环境信息依法披露报告的内容，其中包括碳排放信息。同时，《企业环境信息依法披露格式准则》也细化了企业环境信息的披露内容，规定企业需要披露年度及上一年度的碳实际排放量以及碳核算方法等信息，此外，我国的碳排放信息披露制度也在健全当中。《管理办法》指出进一步建立健全企业环境信息依法披露制度：着重健全环境信息依法披露制度的具体安排，将多部生态环境法律法规中的关于环境信息披露的规定整合，解决环境信息披露形式、程序、时限等问题。我国企业的碳信息披露正逐步走向规范化、系统化。

(3) 部分企业碳信息披露流于形式

尽管我国已经出台了相关的法规和标准，但在实际操作中仍存在一些問題。例如，目前对于碳排放信息披露的原则、方式和内容等方面还没有形成统一的标准。此外，由于缺乏激励和约束机制，企业在进行碳排放信息披露时可能会选择性地披露对其有利的信息，而对负面的碳排放信息则很少提及⁴⁷。

46. 邹伦贵 . 国内外企业 ESG 双碳信息披露分析 [J]. 中国质量 ,2023,(09):85-89.DOI:10.16434/j.cnki.zgql.2023.09.008.
47. 李晶菁 . 我国碳信息披露研究回顾与展望 [J]. 企业科技与发展 ,2024,(04):60-64.DOI:10.20137/j.cnki.45-1359/t.2024.04.009.

榜单各行业 2022 年碳排放披露情况



图 26 2022 年中国百家上市公司碳排放总量榜各行业碳排放披露情况

2020 年—2022 年榜单主要行业披露情况

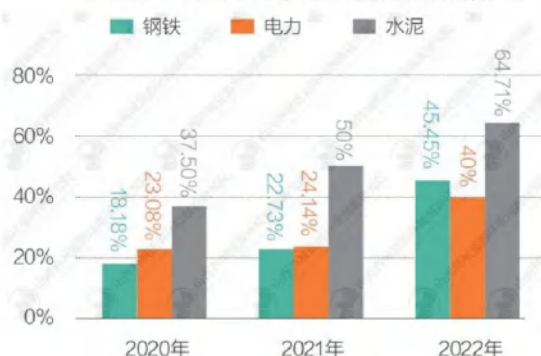


图 27 2022 年中国百家上市公司碳排放总量榜主要行业披露情况⁴⁵

45. 国际碳信息披露情况

表 8 碳相关信息披露列表

分类	名称	内容	年份来源
碳信息披露	碳信息披露项目 (Carbon Disclosure Project, CDP)	世界各国大公司应对气候变化相关行为和碳交易、碳风险等方面的信息,以弥补碳排放权交易会会计准则缺失的缺陷。	2000 年伦敦关注气候变化组织
	《温室气体议定—企业核算与报告准则》	温室气体核算与报告原则;组织边界、经营边界设定;温室气体排放核算;温室气体排放治理绩效等。	2004 年 世界资源研究所 (WRI) 及世界可持续发展理事会 (WBCSD)
	《全球气候风险披露框架》	建立一个系统披露气候变化的报告体系,同时要求企业披露碳排放量相关信息	2007 年 气候风险披露倡议 (CRDI)
气候信息披露	《气候变化披露框架》	主要围绕温室气体排放等影响气候变化的信息披露,2013 年将披露范围由气候变化和温室气体排放拓展至环境信息和自然资本。	2010 年 气候披露准则理事会 (CDSB)
	《气候相关财务信息披露工作组建议报告》(TCED 框架)	建议尽可能披露温室气体排放信息,为投资者、金融机构对与气候相关风险和机遇进行适当评估提出了框架和建议。	2017 年 联合国金融稳定委员会 (TCFD)
非财务信息披露	《非财务报告指南 (报告非财务信息的方法)》	强调上市公司披露有关环境事项、社会和雇员有关方面的政策、风险和结果的有关信息。	2017 年 欧盟委员会
	《欧盟绿色协议》	确立了 2050 年欧洲成为全球首个“碳中和”地区的政策目标,协议中强调欧盟公司应加强其非财务披露内容	2019 年 欧盟委员会
ESG 信息披露	《GRI 标准 (GRI Standards)》	为组织提供了一个框架,以便系统地报告其在环境、社会 and 治理 (ESG) 方面的表现	2016 年 全球报告倡议组织
	《可持续金融披露规定》	增加 ESG 信息的披露,遏制 ESG 漂绿现象	2021 年 欧洲

国际上的碳信息披露发展起步较早,且信息披露的内容随着各项披露框架和指南的相继出台逐渐完备⁴⁸。英美等国家已出台强制性碳披露政策法规,要求上市公司必须向投资者披露碳信息。国际几种典型的碳相关信息披露框架见上表。

碳披露项目 (CDP) 始 2000 年,旨在推动全球大型企业主动披露碳排放及相关环境信息,对气候变化治理和策略、碳排放数据等与企业环境责任密切相关的 14 个问题进行调查记录。2007 年气候风险披露倡议组织 (Climate Risk Disclosure Initiative, CRDI) 发布的《全球气候风险披露框架》(Global Framework for Climate Risk Disclosure) 就碳排放总体状况、碳排放

48. 郭茹,郭煌,黄翔峰. ESG 理念下的企业碳信息披露研究现状与趋势 [J]. 煤炭经济研究, 2022,42(10):33-40.DOI:10.2022/j.cnki.cer.2022.10.012.

管理战略和管制风险等方面对企业温室气体披露作出详细描述；同年，气候披露准则理事会（Climate Disclosure Standards Board, CDSB）成立，并在 2013 年将《气候变化披露框架》的披露范围拓展至全面的环境信息和自然资本。2017 年 6 月，联合国气候相关财务信息披露工作组（Task Force on Climate-related Financial Disclosures, TCFD）发布了《气候相关财务信息披露工作组建议报告》，建议任何行业的公司以范围一的形式披露实质性的排放信息，以范围二和范围三的形式披露间接排放信息，碳信息披露框架的发展过程是一个随着全球发展步伐逐渐细化并扩展至整个非财务信息领域（ESG）的过程。

46. 什么是ESG?与碳信息披露有什么关系?

ESG 是英文 Environmental（环境）、Social（社会）和 Governance（治理）的缩写，是一种关注企业环境、社会、治理绩效而非财务绩效的投资理念和企业评价标准。这种评价方式有助于投资者和利益相关方全面了解企业的长期可持续发展能力和社会影响。

ESG 与碳信息披露密切相关，碳信息披露是 ESG 报告中不可或缺的一部分。通过碳信息披露，企业可以在 ESG 报告中向投资者和公众展示其在减少温室气体排放、提高能源效率和推动绿色转型方面的进展和承诺。

目前，不同机构在 ESG 分类和具体指标设置有所不同，但其内涵是统一的，强调企业要注重生态环境保护、履行社会责任、提高治理水平。根据对三大国际组织的指引（ISO2600 社会实践、SASB、GRI 可持续发展报告）、ESG 评级公司关于 ESG 评级的披露信息，以及 12 家国际交易所发布的 ESG 投资指引，ESG 的评价指标主要包括⁴⁹：

环境方面：碳及温室气体排放、环境政策、废物污染及管理政策、能源使用 / 消费，自然资源（特别是水资源）使用和管理政策、生物多样性、合规性、员工环境意识、绿色采购政策、节能减排措施、环境成本核算、绿色技术等。主要关注企业对能源投入、环保投入、废物防治等方面。

社会方面：性别及性别平衡政策、人权政策及违反情况、社团（或社区）、健康安全、管理培训、劳动规范、产品责任、职业健康安全、产品质量、供应链责任管理、精准扶贫、公益慈善及其他等。主要关注员工、消费者及供应链管理方面。

治理方面：公司治理、贪污受贿政策、反不公平竞争、风险管理、税收透明、公平的劳动实践、道德行为准则、合规性、董事会独立性及多样性、组织结构、投资者关系等。主要关注公司运作、管理系统及企业正常等方面。

49. 新浪财经 . ESG 科普：什么是 ESG [EB/OL]. 2023-11-09.



图 28 ESG 包含内容⁵⁰

47. 在ESG 框架下,企业如何报告其环境影响?

随着全球对可持续发展问题越来越关注，ESG 的治理与合规，不同国际组织、评级机构纷纷发布独立的 ESG 标准。其中，GRI 标准是目前全球使用最广泛的披露框架，目前已被 90 多个国家的跨国组织、政府、中小型企业、非政府组织和行业团体广泛使用。GRI 议题标准包含一系列披露项，用于报告与特定议题有关影响的信息⁵¹。它囊括了广泛议

表 8 GRI 标准议题环境部分

范畴	GRI标准议题	
环境	GRI301: 物料	301-1所用物料的重量或体积
	GRI302: 能源	302-1组织内部的能源消耗量
		302-3能源强度
		302-4降低能源消耗量
		302-5降低产品和服务的能源需求量
	GRI303: 水资源与污水	303-1组织与水作为共有资源的相互影响
		303-2管理与排水相关的影响
		303-3取水
		303-4排水
		303-5耗水
	GRI304: 生物多样性	304-2活动、产品和服务对生物多样性的重大影响
		304-3受保护或经修复的栖息地
		305-1直接（范围1）温室气体排放
	GRI305: 排放	305-2能源间接（范围2）温室气体排放
		305-4温室气体排放强度
		305-5温室气体减排量
		305-7氮氧化物（NOx）、硫氧化物（SOx）和其他重大气体排放
		306-1废弃物的产生及废弃物相关重大影响
	GRI306: 废弃物	306-2废弃物相关重大影响的管理
		306-3产生的废弃物
		306-4从处置中转移的废弃物
		306-5进入处置的废弃物
		308-1使用环境评价维度筛选的新供应商
	GRI308: 供应商环境评估	308-2供应链的负面环境影响以及采取的行动

题，目前最新的 GRI 标准 2021 版议题标准一共有 31 个，环境部分有 8 个议题标准，如图所示。

50. 科城能源环境研究院. ESG 系列解读 I：什么是 ESG? [EB/OL].2023-11-15

51. 发现律师事务所. ESG 标准解析之 -GRI 标准体系 [EB/OL].2023-10-11

可持续会计准则委员会（SASB）根据 ESG 的三个主要领域的标准，以及从责任投资原则中提取的观点，也形成了一套 ESG 标准。自 2020 年初以来，使用 SASB 标准向投资者披露可持续发展信息的公司数量增加了 4 倍以上。如今，全球标准普尔 1200 指数公司中有 40% 使用 SASB 标准与投资者进行核心沟通。在环境部分，SASB 概括了六个通用议题，如图所示。

环境	社会资本	人力资本	商业模式与创新	领导力与管治
温室气体排放	人权和社区关系	劳工实践	产品设计和生命周期管理	商业伦理
空气质量	顾客隐私	员工健康与安全	商业模式弹性	竞争行为
能源管理	数据安全	员工参与、多元化与共融	供应链管理	环境合法合规管理
水及污水管理	可及性和可负担性		材料采购与效率	重大事故风险管理
废弃及有害物管理	产品质量和安全		气候变化的物理影响	系统化风险管理
生态影响	顾客权益			
	销售实践与产品标示			

图 29 SASB 给出的 ESG 的 26 个通用议题⁵²

中国国家及相关政府部门已经出台了一系列政策，为企业进行ESG（环境、社会和治理）信息披露，尤其是包含碳信息在内的环境影响报告，提供了明确的指引和参考。这些政策旨在引导企业更好地理解 and 履行其环境责任，同时提高企业运营的透明度和可持续性。其中，环境部门政策如右表。

表 9 环境部门 ESG 相关具体政策⁵³

时间	政策内容
2007.04	《环境信息公开办法(试行)》强制超标、超总量排污的企业公开披露环境信息；
2008.02	《关于加强上市公司环境保护监督管理工作的指导意见》指出，积极探索建立上市公司环境信息披露机制；
2014.04	《企业事业单位环境信息公开办法》规定，重点排污单位应当公开指定环境信息；
2014.12	新《环境保护法》明确了“重点排污单位”在环境信息公开方面的责任；
2017.06	根据中国人民银行牵头，联合财政部、发改委及证监会等六部委印发的《落实<关于构建绿色金融体系的指导意见>的分工方案》（银办函[2017] 294号）要求，2020年要将强制环境信息披露要求覆盖到全部上市公司；
2021.12	生态环境部印发实施《企业环境信息依法披露管理办法》，自2022年2月8日起施行。该办法明确了环境信息依法披露主体。重点关注环境影响大、公众关注度高的企业，要求重点排污单位、实施强制性清洁生产审核的企业、符合规定情形的上市公司、发债企业等主体依法披露环境信息，同时对制定环境信息依法披露企业名单的程序、企业纳入名单的期限进行了规定；
2022.01	为规范企业年度环境信息依法披露报告和临时环境信息依法披露报告的编制，生态环境部办公厅制定了《企业环境信息依法披露格式准则》。

52.Exploring Materiality -SASB [https://sasb.ifrs.org/standards/materiality-map/\[EB/OL\]](https://sasb.ifrs.org/standards/materiality-map/[EB/OL])

53. 关于印发《企业环境信息依法披露格式准则》的通知 [EB/OL]2022-01-04

48. 我国与ESG信息披露有关的标准及政策现状

ESG 在我国的发展经历了多个阶段，从最早的引入到初步发展阶段，再到当前的快速发展阶段，其应用范围和影响力不断扩大。但目前我国尚未形成统一的 ESG 评价体系，发布的行业评价标准只有 YD/T 3837-2021《信息通信行业企业社会责任评价体系》一项。目前已发布实施的 ESG 管理标准只有一项国家标准 GB/T 39604-2020《社会责任管理体系要求及使用指南》和一项行业标准 YD/T 3836-2021《信息通信行业企业社会责任管理体系要求》。信息披露标准目前仅发布了《JR/T 0227-2021 金融机构环境信息披露指南》1 项行业标准；《互联网企业社会责任信息披露要求》目前处于起草阶段。

相比之下，目前团体标准呈百家争鸣之态⁵⁴。截至 2022 年 11 月，已有《上市公司 ESG 报告编制技术导则》《企业 ESG 评价指南》《企业 ESG 披露指南》《企业 ESG 管理体系要求》等六项团体标准。

在政策层面，“十八大”以来，我国加快推进经济社会转型，持续加大各项可持续发展政策的出台力度。可以说，我国政府在 ESG 方面已经采取了一系列政策措施，虽未冠以“ESG”字样，但与 ESG 理念一脉相承，旨在推动环境、社会与治理协同发展。

2016 年国务院发布的《“十三五”规划纲要》提出要“建立绿色金融体系，推广绿色低碳产业，推进能源资源高效利用”，为 ESG 投资提供了宏观指导。在“十四五”规划期间，中国政府大力推动生态文明建设，并出台了一系列与 ESG 相关的政策。2021 年 7 月，国家发改委发布《“十四五”循环经济发展规划》，提出要大力发展循环经济，推进资源节约集约循环利用。2021 年 8 月，中国人民银行印发金融行业标准《金融机构环境信息披露指南》，系统地阐述了金融机构环境信息披露的原则、形式与内容要求。

2021 年 9 月，《关于完整准确全面贯彻新发展理念做好碳达峰碳中和工作的意见》正式发布，作为双碳目标“1+N”政策体系中的“1”，《意见》专门强调了要积极发展绿色金融，揭示了 ESG 投资和绿色金融发展在双碳目标实现过程中的重要作用。2023 年 5 月，ESG 治理体系建设被正式提上日程。国务院国资委在新发《提高央企控股上市公司质量工作方案》中提出，要建立健全 ESG 体系，要求中央企业集团公司统筹推动上市公司完整、准确、全面贯彻新发展理念。逐步释放出了我国对于企业 ESG 监管力度不断加强的信号。

54.ohESG.ESG 披露标准有哪些 [EB/OL].2023-10-20

表 10 我国 ESG 相关政策内容⁵⁵

时间	发布单位	政策制度	相关内容
2002.1	证监会	《上市公司治理准则》	详细阐述了我国上市公司在治理中应当遵循的基本准则
2003.9	原环保总局	《关于企业环境信息公开的公告》	要求重点污染企业披露五类环境信息
2006.9	深交所	《深圳证券交易所上市公司社会责任指引》	鼓励上市公司积极披露其在环境、社会和治理方面的非财务信息。属于自愿披露并不具有强制性。
2007.1	证监会	《上市公司信息披露管理办法》	该管理办法是对上市公司及其他信息披露义务人的所有信息披露行为的总括性规范，涵盖公司发行、上市后持续信息披露的各项要求。当中未形成ESG专门性的规范文件。
2008.5	上交所	《上海证券交易所上市公司环境信息披露指引》	鼓励上市公司积极披露其在环境、社会和治理方面的非财务信息。属于自愿披露并不具有强制性。
2012.2	原银监会	《绿色信贷指引》	推动银行业金融机构以绿色信贷为抓手，积极调整信贷结构，有效防范环境与社会风险，更好地服务实体经济。
2013	原银监会	《绿色信贷统计制度》	对重大风险企业信贷情况、支持节能环保项目贷款情况等定期统计，旨在更准确地掌握银行业金融机构绿色信贷开展情况。
2014.4	原环保总局	《环境保护法》	以法律形式明确规定公司披露污染数据、政府环境监管机构公开信息。
2015.1	原银监会、国家发改委	《能效信贷指引》	提出要促进银行业金融机构能效信贷持续健康发展，积极支持产业结构调整和企业的技术改造升级。
2016.8	人民银行、原银监会、原保监会等七部委	《关于构建绿色金融体系的指导意见》	提出要将逐步建立和完善上市公司和发债企业强制性信息披露制度。
2017.6	环保部与证监会	《关于共同开展上市公司环境信息披露工作的合作协议》	推动建立和完善上市公司强制性环境信息披露制度，意味着我国ESG体系从顶层设计落实到执行层面。
2017.12	原银监会	《中国银行业绿色银行评价实施方案(试行)》	督促银行业金融机构全面对照标准自查绿色信贷工作中的缺陷。
2018.7	中国基金业协会	《绿色投资指引(试行)》(征求意见稿)	鼓励基金管理人面向境内外社保基金、保险资金、养老金、企业年金、社会公益基金及其他专业机构投资者提供有针对性的绿色投资服务，推动建立绿色投资长效机制。
2018.9	证监会	《上市公司治理准则》(为2012年版本的再版)	将生态环保的要求融入发展战略和公司治理过程，披露环境信息以及履行扶贫等社会责任的相关情况。
2020.10	国务院	《关于进一步提高上市公司质量的意见》	强调了要建立规范化的信息披露体质，保障资本市场开放、透明、规范、有活力有韧性的特点，并要着重解决资金占用、违规担保等治理难题。
2021.9	中共中央国务院	《关于完整准确全面贯彻新发展理念做好碳达峰碳中和工作的意见》	提出积极发展绿色金融，建立健全绿色金融标准体系。
2022.6	银保监会	《银行业保险业绿色金融指引》	提出银行保险机构要将环境、社会和治理要求纳入业务管理流程和风险管理体系，持续完善相关政策制度和流程管理。
2023.5	国务院国资委	《提高央企控股上市公司质量工作方案》	提出建立健全ESG体系，要求中央企业集团公司统筹推动上市公司完整、准确、全面贯彻新发展理念。

55. 清华大学. ESG 理念发展现状及发展建议 [EB/OL]. 2023-10-19

49. 什么是CDP及CDP评级？

CDP 为全球环境信息研究中心，是一家总部位于伦敦的国际组织，前身为碳披露项目 (Carbon Disclosure Project)，也是“全球商业气候联盟 (We Mean Business Coalition)” 的创始成员。CDP 致力于推动企业和政府减少温室气体排放，保护水和森林资源，其披露的信息通常被视为 ESG 报告中环境维度的重要补充⁵⁶。

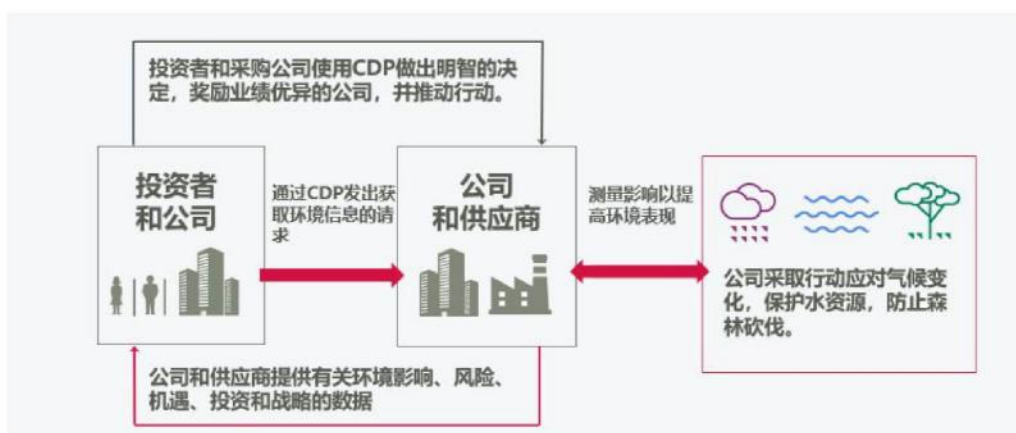


图 30 CDP 评级的运行方式⁵⁷

自 2010 年起，CDP 开始对参与披露的公司进行评级，这些评级基于 CDP 向供应商发放的问卷所收集的信息，用以评估和管理企业的环境影响，是目前世界上信息最全面、涵盖企业范围最广的碳信息公开方式。

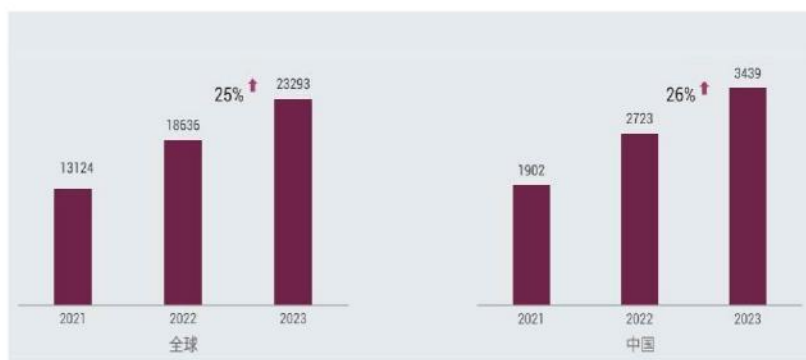


图 31 2021—2023 年全球及中国 CDP 披露趋势

CDP 评级是 ESG 框架下环境维度的一个关键组成部分。可持续发展咨询公司 ERM 旗下的 Sustain Ability 在 2018-2019 年度开展了一项名为《Rate the Raters》的研究表明，在投资者眼中，CDP 评级名列质量最好、最有用的 ESG 评级（其他的有 S&P Global ESG 评分、Sustainalytics ESG 评级、MSCI ESG 评级）。2019-2020 Rate the Raters open in new window 报告显示，CDP 依然名列前茅（其他的有 Bloom berg、FTSE ESG、ISS、MSCI 等）。

2012 年，CDP 进入中国，致力于为中国企业提供一个统一的环境信息平台。2024 年 4 月 25 日，CDP 发布 2023 年中国企业 CDP 披露分析报告⁵⁸，其显示中国企业参与 CDP 披露的数量持续增长，增长率为 26%。

56. 数据产品小 lee.CDP 体系化建设 1-CDP 综述 [EB/OL]2023-11-16

57. ohESG. 关于 CDP 评级 [EB/OL]

58. CDP.2023 年中国企业 CDP 披露分析报告 [EB/OL].2024-4-25

50. 企业如何通过CDP披露其环境影响？

CDP 通过对世界范围的上市企业发放调查问卷，收集整理并分析信息，让利益相关者充分了解企业的低碳信息情况，为各利益相关者提供解决思路⁵⁹。企业可通过登录 CDP 官网进行注册及问卷填写，CDP 每年评估流程与时间线⁶⁰一般如下：

- 每年3月【注册】：企业收到投资者或采购企业要求披露的通知，或选择主动填报，通过邮件链接在CDP进行注册
- 每年4月【ORS开放】：ORS是CDP的线上回复系统，系统开放后企业可以登入开始填报
- 每年7月【填报截止】：如被邀请企业逾期未提交回复，则评分为F，如被邀请企业逾期提交，则失去评分资格，企业状态显示为「Not scored」（不评分）

图 32 CDP 每年评估流程与时间线

CDP 问卷分为气候变化问卷(Climate)、水问卷(Water)、森林问卷(Forest)。在三个问卷中，CDP 气候问卷最受瞩目，它包含 16 个定性（治理结构、风险和机遇等）和定量模块（碳排放数据、能源使用等），其具体组成如图。初次受到投资者、采购方邀请填写的公司都受邀先参与气候问卷。

定性 qualitative		定量 quantitative		不评分 not scored	
CDP 气候问卷各板块概览 esg.js.org 制图					
C0 简介 Introduction		C1 治理 Governance		C2 风险和机遇 Risk and opportunity	
C3 商业战略 Business strategy		C4 目标和表现 Targets and performance		C5 排放计算方法 Emission methodology	
C6 排放数据 Emission data		C7 排放细分 Emission breakdown		C8 能源 Energy	
C9 额外指标 Additional metrics		C10 核证 Verification		C11 碳定价 Carbon pricing	
C12 沟通合作 Engagement		C13 其他土地管理 Other land management impacts		C14 签署 Signoff	
SC 供应链模块 Supply chain module					

图 33 CDP 气候问卷组成⁶¹

CDP 根据企业对问卷的回复，对企业进行 A-F 的等级评定（A 为最高等级，F 为最低等级）。未对问卷进行回复的企业将得到 F 等级；而回复了问卷的企业的环境管理表现将被划分为 A-D 四个等级，分别代表了企业迈向环境管理领导力的四步。“D 披露”等级的企业主要衡量问卷的完成度；“C 认知”等级衡量企业对于环境问题的认知程度以及评估程度；“B 管理”等级衡量企业为应对环境问题实施政策和战略以及实际应对措施的程度；“A 领导力”等级则关注企业是否采取了能够代表产业内最佳实践的行动⁶²。

59. 韩谨萱 . 基于 CDP 的中煤能源碳会计信息披露质量评价研究 [D]. 延安大学 ,2024.

60.CDP 指南及问卷 [https://china.cdp.net/guidance/\[EB/OL\]](https://china.cdp.net/guidance/[EB/OL])

61. ohESG. 关于 CDP 评级 [EB/OL]

62. 德勤中国 . 国际主流 ESG 评级介绍与提升建议 [EB/OL]

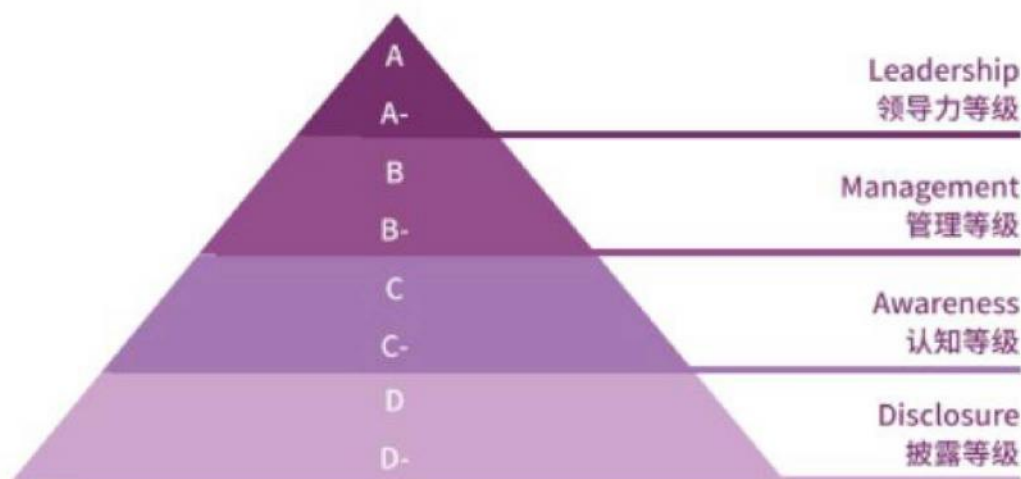


图 34 CDP 的四个评分等级⁶³

51. 企业在进行碳信息披露时面临哪些常见挑战？

目前，企业碳信息披露面临的挑战主要有以下几点⁶⁴：

(1) 国内尚未建立完善的碳排放信息披露制度，企业碳信息披露尚处于初级阶段。截至目前，国内已有部分企业开始碳信息披露，但整体比例和披露水平均处于较低水平，存在不主动、不充分的情况。究其原因，主要包括以下几个方面①缺乏统一的碳排放信息披露标准②缺乏碳信息披露的激励和约束机制③缺乏碳信息披露第三方鉴证制度，缺乏督促企业客观、准确披露碳信息的动力④企业普遍缺乏碳信息披露的能力和人才队伍。

(2) 现行的企业碳排放核算指南与国际通行做法存在差异，可能导致企业碳排放信息披露过程中对自身的碳排放情况形成误判：国内现行的企业碳排放核算与国际通行做法的差异表现在①碳排放核算范围存在差异②碳排放核算的边界存在差异③碳排放核算的默认值数据来源存在差异。

综上所述，企业碳信息披露还有进一步完善的空间。首先，从监管层面，应考虑制订并完善统一的企业碳信息披露标准、有效的碳信息披露激励和约束机制及第三方鉴证制度。其次，从企业层面，企业应立足长远目标，尽早培养碳信息披露管理队伍并建立企业内部的碳信息披露制度，从治理层监督、气候风险与机遇分析评估、碳排放管理举措、碳中和目标设定、参与倡议等各维度逐步完善企业碳信息披露体系，增强企业的气候韧性，提升可持续发展能力。

63. ohESG. 关于 CDP 评级 [EB/OL]

64. 倪清，金以文，崔俊莲. 企业碳排放信息披露面临的挑战 [J]. 新理财, 2022, (Z1): 29-31.

52. 如何确保碳信息披露的准确性和可靠性, 避免碳信息“漂绿”问题?

碳信息“漂绿”问题, 也称为“洗绿”, 是指企业在环境信息披露时采取虚假、夸大或误导性的方式, 以美化其在生态环境保护方面的作为或贡献⁶⁵。这种行为不仅会损害公众对企业环保主张的信任, 还可能对绿色金融市场造成负面影响, 导致资源错配, 干扰“双碳”目标的实现⁶⁶。

为确保碳信息披露的准确性和可靠性, 避免碳信息“漂绿”问题, 可以采取以下几个措施⁶⁷:

(1) 遵循严格监管要求 企业应遵守严格的监管要求, 确保其碳信息披露的准确性和透明度, 如依据《企业环境信息依法披露管理办法》, 对环境效益的事前、事中、事后评估和监管提出详细要求。

(2) 设定科学减排目标 企业应根据科学碳目标倡议 (SBTi) 设定具体、量化的减排目标, 确保与《巴黎协定》的气候目标一致, 至少实现到 2050 年碳排放量比 2020 年减少 90%。

(3) 强化实质性减排 优先采取直接减排措施, 如提高能效、采用清洁能源和改进生产工艺, 而非仅依赖碳抵消手段。

(4) 采用第三方验证: 通过独立第三方机构对碳排放数据进行审核, 确保数据的真实性和准确性, 增强公众信任。

(5) 增强信息透明度⁶⁸: 公开披露碳排放数据和减排进展, 包括减排措施、效果和面临的挑战, 接受公众和利益相关方的监督。

(6) 限制碳抵消依赖: 合理使用碳抵消, 如通过购买高质量的碳信用, 但仅作为补充手段, 主要用于难以通过减排技术实现的排放部分。

(7) 持续优化披露实践: 随着技术进步和标准更新, 企业应不断更新其碳排放核算和报告方法, 确保披露信息的时效性和准确性。

53. 披露碳足迹的最佳实践有哪些?

在企业层面, 碳足迹的披露不仅是对外界展示其环境责任的一种方式, 也是推动自身可持续发展的重要手段。以下是一些领先企业在碳足迹披露方面的最佳实践:

(1) 联想集团 联想集团高度重视可持续发展, 自 2007 年起开始发布相关报告。2010 年起, 联想集团每年提交 CDP 气候变化问卷, 多次获得 A 或 A- 的评分, 2022 年首次加入 CDP 供应链项目, 并作为 2022 年中国大陆唯一一家通过 CDP 供应链项目管理供应商环境足迹的企业获得“供应链脱碳先锋奖”。

65. 世界经济论坛: 什么是“漂绿”行为? [EB/OL]2022-12-8

66. 唐正荣. 碳信息披露对企业绩效的影响 [J]. 商业观察, 2024, 10(20): 69-72.

67. 企业碳中和如何防止“漂绿”? 应确保至少 90% 减排量, 不能过度依赖碳抵消 [EB/OL]2023-3-1

68. 南方都市报. ESG 发展如何杜绝“漂绿”产品行为? 业界建议信息高度公开 [EB/OL]2023-03-30

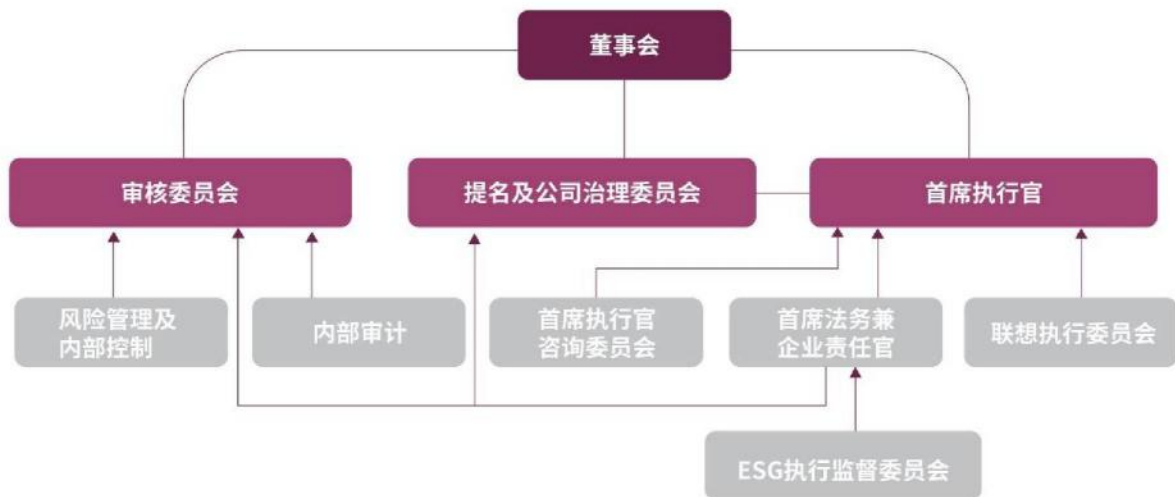


图 35 联想集团 ESG 治理架构⁶⁹

(2) 宝钢股份⁷⁰：宝钢股份作为中国钢铁行业的领军企业，致力于以绿色低碳发展模式重塑钢铁行业。发布行业首份《气候行动报告》，率先核算披露范围 3 排放，提出完整的分阶段减碳目标，并已付诸行动。2022 年，宝钢股份百万吨级氢基竖炉项目开工建设，投产后，中国钢铁行业以高炉流程为主的冶炼模式将为之改观。



图 36 蒙牛乳业碳中和路径图

(3) 中电控股⁷¹：中电控股早在 2007 年就发布了《气候愿景 2050》，是首家设定自愿减碳强度目标的亚洲电力公司。中电控股积极发布《气候相关信息披露报告》，主动披露范围 3 碳排放，大力推动能源创新服务一体化坚定步入能源转型快车道。

(4) 蒙牛乳业⁷²：蒙牛乳业积极披露产品碳足迹，制定可持续发展战略，立足公司治理、绿色生产、供应链等战略支柱，打造零碳工厂、零碳产品，引领绿色消费。

69. 联想 2023/24 环境、社会及公司治理报告

<https://investor.lenovo.com/sc/sustainability/reports/FY2024-lenovo-sustainability-report.pdf>

70. 中国钢铁新闻网：宝钢股份发布中国钢铁企业首份气候行动报告 [EB/OL]2022-06-30

71. 中电控股 2023 年可持续发展报告

https://www.clp.com.cn/wp-content/uploads/2024/06/CLP_Sustainability_Report_2023_tc.pdf.pdf

72. 蒙牛乳业 2023 年气候相关信息披露报告 <https://img.mengniu.com.cn/Uploads/Mnnew/File/2024/06/28/u667e283592c1f.pdf>

54. 碳信息披露对企业声誉和运营有何影响？

企业自愿进行碳信息披露，不仅体现了其对环境责任的承担，还能在多个层面对企业的声誉和运营产生积极影响。以下是碳信息披露对企业声誉和运营的主要影响：

(1) 提升企业声誉⁷³：企业通过披露碳信息，展现出对碳减排和可持续发展的承诺，这有助于构建正面的企业形象。在条件相同的情况下，这样的企业更有可能获得政府和消费者的认可，积累良好口碑，从而正面影响企业声誉。

(2) 改善信息不对称情况⁷⁴：透明的碳信息披露减少了企业与利益相关方之间的信息差异，使市场参与者能够更全面地了解企业的环保措施，增强了对企业未来发展的信心。尽管行业差异存在，非污染企业的碳信息披露对财务绩效的正向影响通常更为显著。

(3) 促进企业进行创新：碳信息披露激励企业在材料选择、能源使用和生产流程上进行创新，以降低碳排放。这些创新不仅对环境保护至关重要，也增强了企业的市场竞争力和经营绩效。通过披露碳信息，企业也可以了解到其他企业在碳管理方面的成功经验和创新实践，从而激发自身的创新意识和动力，推动技术创新和业务模式的转变。

(4) 降低企业风险：上市公司的碳信息披露为投资者提供了重要的参考信息，显示出企业在实现自身目标的同时，也承担着社会责任。这种透明度提升了公众对企业的信心，有助于降低企业面临的风险，并支持其长期发展。

(5) 降低企业融资成本：高质量的碳信息披露能够体现企业的环境责任和管理水平，提高社会公众的认可度，从而产生融资奖励效应，可能降低企业的融资成本。在绿色金融和 ESG 投资日益受到重视的背景下，环境信息披露的重要性尤为突出。

55. 投资者和消费者如何利用碳信息披露做出决策？

在当今日益关注气候变化和可持续发展的社会背景下，碳信息披露为企业和消费者提供了重要的决策工具。投资者和消费者可以利用这些信息来做出更有责任感的选择，促进环境友好型经济的发展。

对于投资者，可以利用碳信息披露来⁷⁵①评估风险与机遇：可以利用碳信息披露来评估企业面临的气候变化相关风险和在可持续领域的机遇②指导投资选择：依据企业的碳足迹和减排能力，可以选择那些符合 ESG 标准的公司进行投资③监控企业表现：通过定期审查企业的碳信息披露报告，可以监控企业在环境绩效和可持续性战略方面的进展和表现④响应政策变化：投资者可以利用碳信息披露来预测和响应政府的环境政策和法规变化，把握绿色金融的发展趋势。

73. 詹爱鑫. 碳信息披露、声誉对企业绩效的影响研究 [D]. 南京信息工程大学, 2024.DOI:10.27248/d.cnki.gnjqc.2023.001714.

74. 唐正荣. 碳信息披露对企业绩效的影响 [J]. 商业观察, 2024,10(20):69-72.

75. WWF. 消费者与碳足迹 <https://www.worldwildlife.org/topics/sustainability>. [EB/OL]

对于消费者，我们可以利用碳信息披露来①了解产品信息：可以通过碳信息披露了解产品在生产和使用过程中的环境影响②做出环保选择：选择那些对环境影响较小的产品或服务，支持那些推动可持续发展的企业，通过购买行为促进社会和环境的积极变化③倡导和教育：可以利用碳信息披露来倡导环保消费理念，与亲朋好友共同推动社会对环境问题的关注。

56. 碳足迹信息披露未来的趋势和发展方向是什么？

碳足迹信息披露未来的趋势和发展方向主要包括以下 4 个方面：

(1) 碳信息披露理论和方法将逐步完善。企业碳信息披露的目的是缓和目前普遍存在的低碳信息不对称问题，从而能降低整体社会成本，但目前国内外对于企业碳披露的具体内涵和外延尚无明确统一的界定，也缺乏成熟的理论和方法学体系。随着国内碳中和目标的提出和不断明确，企业碳中和相关信息是否并且如何被纳入披露指标，是未来需要着重考虑的地方。

(2) 碳信息披露范围将不断扩大。目前高能耗高污染型企业是国家重点关注的对象。除《企业环境信息依法披露管理办法（2022 实施）》要求的重点排污单位披露碳排放信息之外，多数企业仍以自愿性碳披露为主。但是随着国家双碳目标相关顶层设计文件的出台，尤其是 2021 年《关于完整准确全面贯彻新发展理念做好碳达峰碳中和工作的意见》《2030 年前碳达峰行动方案》等政策的落地，更多的行业企业有望被纳入碳信息披露试点，推动经济社会绿色低碳转型。

(3) 碳信息披露质量将不断提升。提高碳信息披露的质量是影响企业低碳可持续竞争力的重要因素。近期，英国研究者使用自动化文本分析技术提取年度报告的碳排放披露水平，并进行评估打分。目前智能化数字技术已应用于社会经济、环境生态等诸多领域，智能化测评体系极大地提升了信息披露质量测评的分析效率，加快报告分析速度，减少人为分析的误差。因此，未来在人工智能、大数据分析等技术的支持下，碳披露质量改进领域将有较大的发展空间。

(4) 碳信息披露相关的政策机制和实践将更加多元化。例如，在市场化机制方面，碳交易市场和碳普惠制度性创新将推动强制性企业碳信息披露向纵深发展，同时半强制性半自愿的灵活碳信息披露模式将成为未来的一大关注点。此外，ESG 政策标准（例如企业 ESG 评估）如何通过纳入碳信息披露指标而得到更多投资者认可，值得进一步深入探讨。

第五篇:国际贸易中的碳足迹

57.国际贸易中碳足迹的是什么？

在国际贸易领域，碳足迹的概念指与跨境交易相关的商品和服务在其整个生命周期中产生的温室气体排放。这一指标对于评估和理解全球贸易活动对气候变化的贡献至关重要，它可以主要从贸易产品的生产和运输两个环节进行调查⁷⁶。

从生产环节来看，尽管制造出口产品时产生的温室气体排放由出口国承担，但进口国在消费这些产品时，也间接承担了相关的能源消耗和温室气体排放。从运输环节来看，作为国际贸易不可或缺的一部分，尤其是长距离海运、陆运和空运，显著增加了整体的碳排放量。例如：从新西兰运输 1kg 猕猴桃到英国将排放 1kg CO₂eq。如果在英国生产和销售，二氧化碳排放量只有 50g，相差 20 倍。同时，不同运输方式的碳排放量差异显著。其中，空运的碳足迹远高于其他运输方式，是公路运输的 10 倍，是海运的 50 倍，是国际运输中温室气体排放的主要关注点。

随着经济全球化、国际分工和资源配置的全球化，国际贸易中的碳足迹问题也日益严重。美国巴塔哥尼亚服装公司发布了其相关产品碳足迹，显示其一件价格 190 美元的防雨外套在



图 37 国际贸易与碳中和双向影响路径⁷⁷

加利福尼亚州设计，原料产于日本松山市，在越南河内缝制成衣，最后在内华达州分销。全程 14000 多英里，产生的二氧化碳排放量达到了 15 磅，是衣服本身重量的 10 倍。此外，据国际能源机构（IEA）的数据显示，运输部门在全球温室气体排放中占有相当大的比重，这进一步强调了减少国际贸易中与运输相关的碳排放的紧迫性。

76. 船厂：国际贸易中的碳足迹分析 [EB/OL]2022-09-27

77. 余建辉，肖若兰，马仁锋，等．国际贸易“碳中和”研究热点领域及其动向 [J]．自然资源学报，2022,37(05):1303-1320.

58.国际上实施碳足迹管理的法规有哪些？

国际上发达国家从 20 世纪 70 年代开始就已陆续实现碳达峰，目前很多国家已进入碳中和阶段，故对碳足迹的管理开展得较早。中国在碳减排、碳足迹管理方面起步较晚，企业相关管理意识还在不断提升中。在此情况下，欧盟等国家出台的一系列碳减排、碳足迹管理的法规及规则，对企业尤其是出口型企业参与国际贸易及国际竞争带来了巨大的挑战及风险。

以下选取欧盟国家、美国和日本为例对碳足迹管理法规和碳足迹管理情况进行简要介绍⁷⁸。

(1) 欧盟：

目前，欧盟出台的涉及碳足迹管理相关的法规见下表。

表 11 欧盟涉及碳足迹管理相关的法规

编号	名称	时间	主要内容	与进出口贸易相关内容
1	《欧盟电池与废电池法》	2023.6.14 通过 2024.2.18 实施	碳足迹申报、声明、和标签信息披露等要求	1.要求碳足迹核算应符合欧盟规则要求,并通过欧盟制定的认证机构审核; 2.动力电池出口到欧洲必须持有符合要求的“电池护照”, 其中应记录电池的碳足迹等信息
2	《碳边境调节机制法案》	2023.5 发布2023.10.1-12.31 过渡阶段 2026.1.1 实施	产品碳足迹核算要求	进口商被要求收集汇报钢铁、铝、水泥、化肥等行业进口商品的碳排放情况, 将以间接的方式影响第三国出口商及经营者, 如可能要求其提供生产及出口至欧盟相关产品的碳排放和碳足迹信息。
3	《可持续产品生态设计法	2024.4.23 通过	数字护照、碳足迹核算及信息披露要求	1.规定产品必须遵守生态设计要求才能进入欧盟市场流通或投入使用; 2.提出产品的“数字护照”, 要求提供产品在其生命周期内的总体碳足迹和环境足迹等信息
4	《企业可持续发展报告指令》(CSRD)	2022.11 通过 2024.7实施	碳足迹信息披露及尽职调查	第三国企业如其在欧盟境内净营业额连续两个财年超过1.5亿欧元, 并且在欧盟至少有一家子公司(欧盟内大型企业或中小型企业)或分支机构(在上一财政年中的净营业额应超过4000万欧元), 则被纳入披露要求
5	《企业可持续尽职调查指令》(CSRD)	2024.5.24通过		要求企业识别与评估来自自身、子公司以及业务链中商业伙伴的业务活动中对人权和环境可能造成的实际的和潜在的不利影响
6	《为绿色转型而赋能消费者指令》	2024.1.17 通过 2024.3.27 生效	禁止“漂绿”、不真实碳足迹标签等	增加了4项误导性商业行为, 分别是: (1)展示未经认证或非官方的“可持续标签”; (2)无真凭实据的“通用性环境声明”; (3)环境声明针对整个产品或企业, 而实际只涉及产品的某一方面或企业的特定活动(即夸大环境效应的声明); (4)基于抵消温室气体排放而宣称某种产品(包括商品或服务)在温室气体排放方面对环境有中性、减少或积极的影响。

(2) 美国：

美国联邦层面尚未建立统一的碳足迹核算、报告或碳足迹管理等法规框架，但一些地方政府和行业已经开始实施自己的碳足迹核算和报告要求，如：在碳足迹信息核算及报告方面，2023 年 10 月，美国加利福尼亚州州长签署了《气候企业数据责任法案》(Climate Corporate Data Accountability Act)。该法案要求在加利福尼亚州的业务营收超过 10 亿美元的公司核算并报告碳足迹信息。在碳足迹标签方面，美国于 2007 年开始推行使用食品碳标签，目前美国有三类碳标签，分别是食品碳标签、无碳标签、气候意识标签。这三类碳标签的数据基础——产品碳足迹，均是基于产品全生命周期评价方法计算而得。在碳关税方面，2022 年 6 月，美国民主党向国会提出《清洁竞争法案》(Clean Competition Act, CCA) 草案，虽然目前暂未公布正式法案,但是草案已经向外界展示了美国“碳关税”的雏形。根据《清洁竞争法案》草案，

78. 金杜律师事务所：为什么出口型企业或重点出口产品需加快建立碳足迹管理体系？ [EB/OL]2024-07-24

碳关税的征收对象包括进口商和美国国内生产商，适用的碳密集型产品包括化石燃料、精炼石油产品、石化产品、肥料、氢、己二酸、水泥、铁和钢、铝、玻璃、纸浆和造纸、乙醇等。草案提出无论是进口产品还是国内生产的产品，只要其碳排放强度超过行业平均水平，都将被征收碳税，这要求进口商和国内生产商对其进口或生产的产品的碳足迹进行核算和报告，并要根据产品的碳排放强度和产量来计算应缴纳的碳税。

(3) 日本：

在碳足迹核算和披露方面，日本暂未发布明确的法规规定碳足迹核算及披露的强制要求，但 2023 年 5 月日本经济产业省曾召开会议明确，计划在 2024 财年要求电动汽车和插电式混合动力汽车制造商披露电池的碳足迹信息。另外，2023 年 3 月，日本经济产业省编制了《碳足迹报告》与《碳足迹指南》，2023 年 5 月，日本经济产业省和环境省联合发布《碳足迹实用指南》，解释了碳足迹核算和披露方法。在碳标签方面，日本从 2009 年 4 月开始推出碳标签计划试行碳标签制度，并公布了产品碳足迹的技术规范《碳足迹系统指南》，对商品及服务的生命周期中排放的温室气体换算成二氧化碳，并加贴标签标识。该制度为自愿标准，目前，日本的碳标签制度覆盖了食品与饮料、电子产品、印刷品、包装产品、农产品、化工行业产品等多种产品类别。自 2020 年 3 月 31 日起，日本经济产业省不再接受新的碳足迹计划申请，现有标签制度将于 2025 年 3 月由“Ecoleaf 环境标签计划”取代。

59. 国际贸易中的“碳壁垒”是什么？

全球气候变化的挑战日益严峻，在国际贸易规则与应对气候变化规则日益交织的背景下，发达经济体有意建立“气候联盟”，并在联盟内部建立互认的应对气候变化新机制，试图利用其在经济和贸易领域的影响力将机制和配套的标准扩大到全球范围。碳壁垒即指一些经济体以应对气候变化和温室气体减排为名义设置的各类贸易政策、措施和标准⁷⁹。

碳壁垒作为一种以应对气候变化为由而采取的贸易限制性措施，其核心在于对产品在其生命周期内 --- 包括生产、运输、消费及处置各阶段所产生的碳排放进行规制⁸⁰。这类单边主义措施涵盖了碳关税、碳边境调节机制、碳标签、碳减排认证、气候友好的政府采购以及气候友好补贴等多种形态。碳壁垒主要分为高碳行业壁垒和清洁行业壁垒，且有从高碳行业向清洁行业蔓延的趋势⁸¹。其中，高碳行业壁垒主要针对钢铁、水泥、化工等行业，形式多为贸易壁垒，如欧盟 CBAM、美国 CCA 等，正在发达国家中逐步扩散。清洁行业壁垒主要针对光伏、电池、电动汽车、新能源金属等行业，如欧盟《新电池法》、美国《通胀削减法案》等，其政策手段则更为丰富，不仅采用传统关税手段增加进口成本，还通过设置以碳为名的技术壁垒、本地产业的特殊保护和来源把控，以阻拦进口从而削弱外来品的竞争力。

近年来，美国等发达国家为了减少本国碳排放、避免碳泄漏、转移减排成本、保护本国产

79. 科技导报：西方发达国家碳壁垒政策对中国的影响及应对策略 [EB/OL]2024-06-07

80. 符大海，王妍，张莹：国际贸易中的碳壁垒：发展趋势、影响及中国对策 [J]. 国际贸易，2024,(04):25-35.DOI:10.14114/j.cnki.itrade.2024.04.011.

81. 中金：国际碳壁垒演化趋势加剧高碳行业与清洁行业面临挑战 [EB/OL]2024-04-24

品市场竞争力，纷纷谋划设置碳壁垒，制定系列政策法案与绿色标准，提高市场准入门槛，碳壁垒政策已成为当前国际上应对气候变化领域讨论的热点议题。根据中国海关统计，2022 年中国外贸进出口总额 42.07 万亿元，在全球各国中位居榜首。近年来国际碳壁垒政策制定议程显著提速，碳壁垒作为一种新型绿色贸易壁垒，将对

中国产生深远持久的影响。

表 12 碳壁垒的主要形式⁸²

类别	名称	作用
关税壁垒	碳关税 [Carbon Tariffs]	对进口商品根据其碳含量征收额外关税，以反映其碳排放成本
	碳边境调节机制 [Carbon Border Adjustment Mechanism, CBAM]	对进口商品征收与国内商品相当的碳成本费用，以防止碳泄漏
非关税壁垒	碳排放交易体系 [Carbon Emission Trading Systems, ETS]	设定排放上限并通过市场机制交易排放权，超过限额的排放需购买额外排放权
	碳标签 [Carbon Labeling]	在商品上附加标签，显示其碳足迹信息，以便消费者做出环保选择
	碳减排认证 [Carbon Reduction Certification]	第三方机构对企业产品和服务的碳排放进行认证，证明其符合低碳标准
	气候友好型补贴 [Climate-friendly Subsidies]	对采用低碳技术和生产方式的企业或产品提供财政补贴，降低其市场成本
	环境产品声明 [Environmental Product Declarations, EPDs]	提供产品整个生命周期内的环境影响信息，帮助理解和比较不同产品的环保性能
	绿色公共采购 [Green Public Procurement]	政府在采购过程中优先选择低碳排放的产品或服务，以推动低碳产品的市场发展
	能效标准和法规 [Energy Efficiency Standards and Regulations]	为产品设定能效要求，不满足标准的进口产品可能被限制或禁止进入市场

60. 国际贸易中的碳足迹核算报告要求有哪些？

全球气候变化的挑战日益严峻，“碳壁垒”情况也日益突出，一些国家及地区利用碳足迹核算和认证优势对我国产品出口产生抑制影响。在这里，我们通过比较分析法对我国碳市场、欧盟碳边境调节机制、《欧盟电池和废电池法规》三者

在碳足迹核算过程中对核算结果影响较大的关键要素，即核算边界、核算方法和数据支撑及质量保障体系进行分析⁸³。

(1) 核算边界

明确核算边界是开展碳足迹核算的起点。核算边界的可比性是对核算结果进行比较分析，进而支撑相关政策工具有效运行的前提。图 2 从生命周期的角度列出了不同碳核算边界的比较情况，《新电池法》、CBAM、我国碳市场分别将核算边界定位于全生命周期、生产阶段的全生命周期、仅生产阶段，范围逐步缩小。

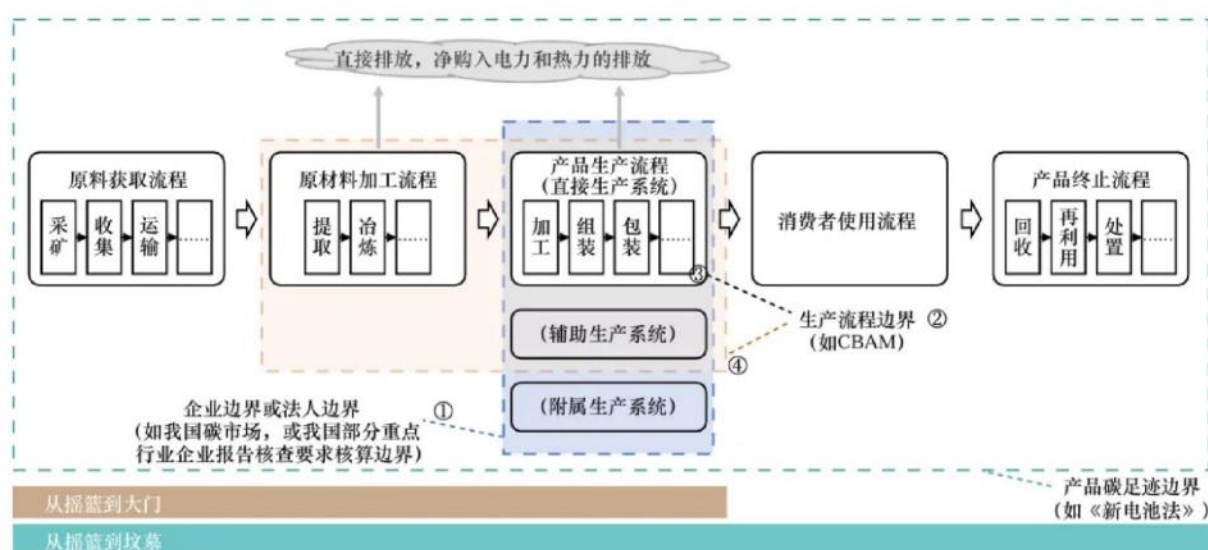
碳核算边界的差异对我国相关企业带来的挑战主要有以下 3 个方面。①基础数据的收集需求从本企业扩展至产业链②部分因排放量较低而未纳入我国碳市场的企业需面临数据填报问题，碳核算基础能力面临挑战。③对碳排放源定义的差异可能引起对“已支付碳价”的认定差异。

82. 符大海, 王妍, 张莹. 国际贸易中的碳壁垒: 发展趋势、影响及中国对策 [J]. 国际贸易, 2024,(04):25-35.DOI:10.14114/j.cnki.itrade.2024.04.011.

83. 边少卿, 杨姗姗, 杨秀, 等. 国际绿色贸易壁垒形势下完善我国碳核算体系的对策研究 [J]. 中国工程科学, 2024,26(04):96-107.

表 13 国际主要绿色贸易机制与我国碳核算体系在核算边界方面的比较

要素	欧盟 CBAM	欧盟《新电池法》	我国碳市场（履约行业）	我国碳市场（其他重点行业）
覆盖行业	水泥、铝、化肥、电力生产、氢气、钢铁	电池及相关部件	发电	石化、化工、建材、钢铁、有色、造纸、民航
排放量门槛	无	无	$2.6 \times 10^4 \text{ tCO}_2\text{e/a}$	$2.6 \times 10^4 \text{ tCO}_2\text{e/年}$
核算对象	产品	产品	企业/设施	企业/设施
生命周期阶段	生产阶段	全生命周期	生产阶段	生产阶段
相关气体	CO_2 、 N_2O 、全氟碳化物（PFCs）	CO_2 、 CO 、 CH_4	CO_2	CO_2 、 N_2O 、PFCs、 CH_4
核算范围	前体原料嵌入排放+生产设施归因的直接排放和间接排放	原料获取阶段、生产阶段、分销阶段及处置阶段的直接排放和间接排放	法人边界内相关设施的直接排放+间接排放	法人边界内相关设施的直接排放+间接排放



不同碳排放核算边界的比较示意图

注：① 企业/法人核算边界包含直接生产系统、辅助生产系统，以及为生产服务的附属生产系统；② 生产流程核算边界（或“生产工序”边界）为特定管控要求覆盖范围的主要生产设施和辅助生产设施。根据CBAM规定，生产流程边界包含③和④两种情况；③ CBAM规定的“简单产品”核算边界，或我国部分重点行业企业报告核查要求的“生产工序”核算边界；④ CBAM规定的“复杂产品”核算边界，复杂产品包含受管控的前体原料（简单产品）的隐含排放量。

图 38 不同碳足迹核算边界的比较示意图

（2）核算方法

将核算方法划分为基于核算的方法和基于测量的方法两大类。基于核算的方法一般是通过活动水平及排放因子等基础数据的测量或统计，计算得到碳排放总量。基于测量的方法通常指通过连续排放监测系统（CEMS）直接监测烟气中的气流流量和浓度，进而计算得到碳排放总量。

不同国家有不同的碳核算方法选择。欧盟碳市场规定，可以根据企业情况酌情选择核算方法，但是从实际运行情况来看，企业仍以基于核算的方法为主。美国虽然未建立全国层面的碳市场，但是为了制定和优化碳减排措施于 2009 年以联邦立法的形式制定了《美国温室气体强制报告制度》，对大部分行业均允许采用 CEMS 数据进行排放量报告。目前，我国碳市场则仅采用基于核算的方法，未将基于测量的方法纳入核算体系。

对比发现，欧盟和我国碳市场均以基于核算的方法为主导，为核算结果的衔接和可比性创造了基础条件。辨识不同机制对核算边界的认定（即核算生命周期的具体阶段）仍是最主要的课题，而我国在全生命周期碳足迹核算方面方法学的欠缺是当前面临的重要挑战。

(3) 数据支撑及质量保障体系

数据支撑及质量保障体系是助力碳足迹核算工作顺利进行以及确保数据质量的关键，包括对排放因子的监测和使用、对核算结果的核查和认定等内容。

在企业特征值方面，我国碳市场与欧盟 CBAM 均提供了相关排放因子的缺省值，同时也鼓励企业自行监测，但对排放参数的监测频率要求不同。在电网因子等区域型因子方面，通常需要采用官方提供的推荐值。在碳足迹因子数据库方面，欧盟《新电池法》对碳足迹的分析要求与欧盟环境足迹分析的方法体系保持一致性。

在数据支撑及质量保障体系方面，我国面临的主要挑战包括以下几个方面：①企业层级的监测要求差异可能导致企业自测数据在欧盟“失效”，带来企业运行成本浪费②我国排放因子数据库建设进展不及欧盟，影响了本地化数据的被认可度③对于核查认证的规定差异，可能使企业面临较高的成本支出。

表 14 不同核算体系在数据支撑及质量保障体系方面的比较

要素	欧盟 CBAM	欧盟《新电池法》	我国碳市场（履约行业）	我国碳市场（其他重点行业）
排放因子/排放参数	电网因子：一般采用 IEA 数据，但在特定情况下，如存在直接技术连接或购电协议时，采用实际排放因子；其他排放因子：缺省值或自测值	欧盟通过环境足迹平台发布并定期更新	电网因子：生态环境部定期公布；其他排放因子：缺省值或自测值	电网因子：生态环境部定期公布；其他排放因子：缺省值或自测值
核查要求	过渡期不需提供第三方核查报告。正式实施后，须提交经 CBAM 认可的第三方核查单位出具核查	核查是强制性的，但可以保密。需要核查过程和结果，并附核查人员的详细评论以及环境足迹研究委托人的相关反馈	省级生态环境部门需核查重点排放单位的年度温室气体排放报告，核查工作有规定时限，结果需反馈给排放单位并向社会公开	省级生态环境部门需核查重点排放单位的年度温室气体排放报告，核查工作有规定时限，结果需反馈给排放单位并向社会公开
报告周期	每季度（过渡期）	每个产品	每年	每年

注：IEA 表示国际能源署。

61. 各国核算体系的差异性对我国贸易有哪些影响？

核算体系的差异性对我国贸易的影响主要体现在以下两个方面

(1) 使目前企业层面的核算体系难以完全支撑出口型企业应对国际绿色贸易“碳壁垒”。尽管我国部分行业的出口型企业已在全国碳排放权交易市场机制下进行了多年碳核算基础能力建设并积累了大量碳排放数据，并且在核算方法上与欧盟 CBAM 等具有一定的衔接基础；但由于国际绿色贸易规则对核算对象、口径和基础参数等要求均有不同，增加了企业的核算难度，

尤其是在没有完善排放因子数据体系的情况下，可能直接导致对产品碳排放量的高估。此外，向产业链追溯碳排放数据是大势所趋，而我国出口企业普遍缺乏上下游企业的数据，难以满足欧盟报告要求。同时，碳排放管理专业性强、相关人才稀缺（碳排放管理师是近年来才发展起来的新职业），进一步加剧了我国企业在碳管理方面面临的挑战。

(2) 纳入碳排放核算的重点行业不一致，导致我国现有碳足迹核算指南和标准覆盖范围存在较大缺口，影响了我国新兴产业的发展。当前，我国尚未制定针对新能源产业，特别是出口量不断增长的“新三样”（电动载人汽车、锂离子蓄电池和太阳能蓄电池）产业及其产品的碳排放核算标准和指南。我国碳足迹管理体系建设刚刚起步，已制定的碳足迹相关标准以团体标准为主，尚未发布产品碳足迹核算的基础通用国家标准，这就使得大量出口行业的产品没有核算依据，导致产品出口受阻。进一步地，我国通过系统布局产业、能源、基础设施和政策体系，塑造了具有规模、质量、成本和全产业链供应竞争优势的战略性新兴产业，并围绕新兴产业构建了国际贸易新格局。然而，随着未来更多的国际绿色贸易壁垒生效和实施，我国在数据标准、认证制度等方面的不足可能会减缓新贸易格局的稳固。

62. 中国该如何应对国际贸易中的“碳壁垒”？

党的二十大报告指出要“坚持高水平对外开放，加快构建以国内大循环为主体、国内国际双循环相互促进的新发展格局”，要推进高水平对外开放，稳步扩大规则、规制、管理、标准等制度型开放，加快建设贸易强国。在2023年7月召开的全国生态环境保护大会上，习

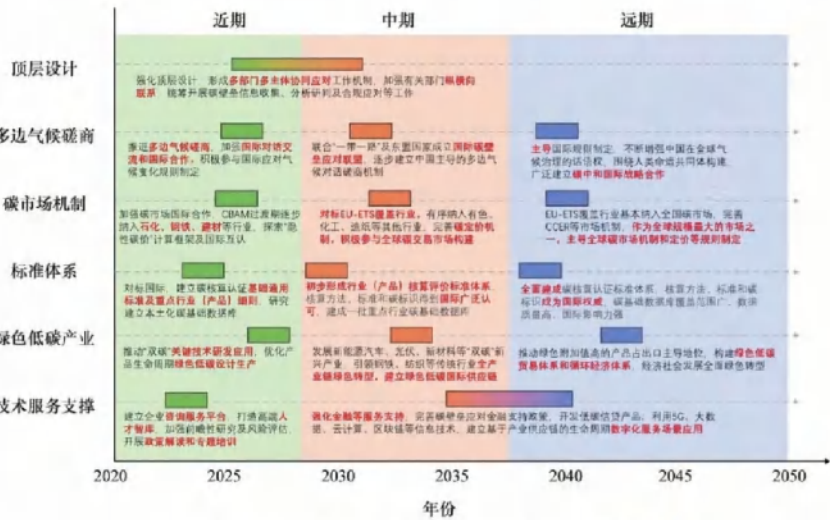


图 39 中国应对碳贸易壁垒的任务及完成时间 84

近平总书记围绕如何正确处理“双碳”承诺和自主行动的重大关系时指出：“我们承诺的，双碳”目标是确定不移的，但达到这一目标的路径和方式、节奏和力度则应该而且必须由我们自己作主，决不受他人左右”。为有效应对国际碳壁垒挑战，畅通国际外循环，持续推动高质量发展，把握应对气候变化主动权，切实抓住绿色低碳转型机遇，提出了中国应对碳贸易壁垒的时序性对策建议，明确近、中、远期各项国际碳壁垒要点，建立各阶段政策目标，提出政策重点任务建议，为中国精准应对碳壁垒政策提供支撑。

84. 任艳红，倪微琪，顾思婷，等. 西方发达国家碳壁垒政策对中国的影响及应对策略 [J]. 科技导报, 2024, 42(07): 103-114.

国际碳壁垒作为一种新型绿色贸易壁垒，其实施将对中国产生深远影响，包括出口贸易体系发展受阻、企业出口成本增加、增加产业情报暴露风险等。积极应对碳壁垒是中国建设贸易强国的必然要求，也是把握应对气候变化主动权的关键之举。

63. 什么是国际贸易中的碳泄漏?如何减少碳泄漏?

国际贸易中的碳泄漏是指由于严格的气候政策或碳定价机制（如碳税或排放交易系统）导致高碳排放产业从实施这些政策的地区转移到碳排放政策较宽松或没有相关政策的地区的现象⁸⁵。这种转移可能会减少原地区的碳排放，但全球总体碳排放量并没有显著减少，从而削弱了全球减排努力的效果。



图 40 碳泄漏

碳泄漏现象是环境政策与国际贸易之间的一个复杂交汇点，它涉及国际气候谈判和全球气候治理的多个层面。碳泄漏的存在使得发展中国家面临潜在的碳关税等边境措施的风险，这些措施可能迫使发展中国家承担超出其发展阶段的减排责任。此外，碳泄漏还可能增加区域间碳市场的不确定性，并对非碳市场的企业减排努力造成阻碍。

64. 如何减少碳泄漏

为了有效应对碳泄漏，需要采取全球性的策略，而非单边行动。发达国家在推动节能减排政策时，应避免对发展中国家的产业造成不公平竞争。目前，应对碳泄漏的策略主要包括：①全球协调政策 各国应共同制定和实施气候政策，确保全球减排的一致性和公平性 ②国际合作：通过国际合作和对话，推动全球范围内的气候行动 ③碳定价机制 建立公平的全球碳定价机制，如碳税或碳排放交易系统，以反映碳排放的真实成本 ④市场机制 利用市场机制，如配额制度，激励减排，避免不公平贸易；⑤边境调节措施：在不违反世界贸易组织规则的前提下，考虑实施边境调节措施，如碳边境税，以防止碳泄漏 ⑥产业升级和转型 鼓励和支持产业升级和转型，通过技术创新和能效提升，减少碳排放；⑦透明度和监管：加强监管，确保企业遵守环保标准，提高政策透明度；⑧公众意识和参与：增强公众意识，鼓励消费者和投资者支持低碳选项。

85. 河北碳排放服务中心：一图读懂“碳泄漏” [EB/OL]2022-08-24

65. 国际碳标签现状

随着全球对气候变化的关注加深，碳标签作为一种生态环境标识，正由一个公益性的标志变成商品的国际绿色通行证，成为国际贸易中的一个关键因素，影响商品的国际市场竞争力。

碳标签发展历程中，英国是全球最早开始推行碳标签制度的国家⁸⁶。随后，碳标签的做法逐步被美国、加拿大、日本、韩国、澳大利亚等越来越多的国家和地区所推崇，以此普及“低碳”观念，引导践行绿色消费行为。目前，国际上的碳标签现状主要有以下几点：

(1) 根据各国国情，碳标签制度各具特色

①负责机构多以政府成立的非营利机构或政府组织为主，推行中分工协作②以自愿型为主流推行模式③碳标签的评价标准多元化，设立周期性审核机制，评估范围不同④适用范围大多为与日常生活密切的产品。产品类别偏向于选择食品、玩具、纺织服装、生活用品等与日常生活密切的产品⑤图形设计以足迹形状为主，且视实际情况决定数值公开与否，或是采取分等级方法反映。

(2) 努力提升消费者环保意识以推行碳标签

由于消费者环保意识是成功推行碳标签制度的关键基础，各国竭力以多种途径提升消费者对低碳产品的认知。

(3) 基础大型超市、零售商及跨国公司鼎力支持

国际实践表明，碳标签制度的重要推动力量来源于大型企业的大力支持。全球诸多著名的跨国公司和零售业巨头陆续实施或计划实施绿色供应链体系，以便引领低碳潮流，获得更大发展。沃尔玛、BM、宜家（瑞典）屈臣氏、BP（英国）等均对各自供应商提出进行碳足迹认证、加贴碳标签的要求。

(4) 采取以试点方式入手，分阶段实施的方式

碳标签制度进程中历经试点、分阶段推进的步骤，试点行业、产品品种较为丰富。碳标签制度试行时，大多以食品领域作为示范入手，后续推广至其他行业，主要在于食品本身碳含量高，碳足迹便于计算，减排目标也易于实现。

86. 邱峰. 碳标签制度的国际实践及其对我国探索的启示与借鉴 [J]. 西南金融, 2021, (12): 28-42.

表 15 碳标签制度发展实践的国际对比

国家、地区	标签名称(年份)	负责机构(机构性质)	实施对象	评估范围	评价标准	有无数据标识
英国	Carbon Reduction Label(2007)	Carbon Trust(非营利机构,英国政府出资)	B2B、B2C产品和服务;供应链、组织	B2B摇篮到工厂大门;B2C全生命周期	PAS 2050;GHG Protocol	有,承诺碳减排
	Carbon Label(2007)					
美国	食品碳标签(2009)	Carbon Label California(非营利机构)	特定食品类别	摇篮到工厂大门	EIO-LCA	有
	Carbon Free Label(2007)	Carbon Fund(非营利机构)	B2C产品、服务、活动、组织	全生命周期	PAS 2050;GHG Protocol;ISO 14044	无,宣告碳中和
	Climate Conscious Label(2007)	The Climate Conservancy(非营利机构)	B2C产品和服务	全生命周期	基于LCA的气候意识评估法	无,但分级
	Carbon Labels	Conscious Brands(非营利机构)	B2C			
	Timberland Green index(2007)	Timberland(制造商)	公司全部户外产品		自设算法	有
加拿大	Carbon Counted Carbon Labels(2007)	Carbon Counted,CarbonFootprint Solutions(非营利机构)	B2C产品和服务	全生命周期	GHG Protocol;PAS 2050	
智利	碳标签(2009)	农业研究所(政府组织)	食品			
欧盟	CO ₂ Star		生物燃料、润滑油、运输类产品及服务	全生命周期	基于LCA法	无
德国	Product Carbon Footprint(2008)	WWF,IAF,PIK,Thema(非营利机构)	B2C产品、服务、供应链	全生命周期	ISO 14040/44,ISO 14064,PAS 2050	无
	Group Casino Index Carbon(2008)	Casino Group(经销商)	B2C-Casino自售食品	摇篮到工厂大门	BPX 30-323	有,且分级,强制型
	Bilan Carbone(2008)	E.Leclerc(经销商)	食品	全生命周期	ISO14040/14044	有
	Environmental Index(2011)	Casino Group(经销商)	B2C-Casino自售食品		BPX 30-323	
	SGS Carbon Footprint(或Reduction,或Neutrality) Mark(2012)	SGS(第三方认证机构)	产品、服务、供应链、组织		PAS 2050	
法国	CO ₂ Score Label(2021)		服装和纺织品。若试行有效,推广			
瑞典	Climate marking in Sweden(2008)	瑞典农民协会、食品标签组织(非营利机构)	B2C食品	运输	基于LCA而制定的标准	无
瑞士	ClimatePartner(2008)	Okocentrum Langenbruck(独立机构)	B2C所有产品和服务	全生命周期	GHG Protocol;ISO 14040	表示减量20%,领先同类产品
奥地利	Weniger CO ₂ Label					
西班牙	食品碳足迹和碳标识	安达鲁西亚(政府组织)	橄榄油、酒、西红柿		PAS 2050	
澳大利亚	碳减量标签(2009)	Planet Ark			PAS 2050	无
新西兰	Carbon Zero(2008)	Landcare Research(政府组织)	个体、产品、服务、活动、组织		PAS 2050,GHG Protocol,ISO 14064	
日本	Carbon Footprint Label(2009)	经济产业省(政府组织)	B2B、B2C产品和服务	B2B摇篮到工厂大门;B2C全生命周期	TSQ 0010	有
	农产品碳标签(2011)	农林水产省(JMETH)(政府组织)	农产品		TSQ 0010	
韩国	GeoL(CO ₂ Low)Label(2009)	Ministry of Environment(政府组织)	除衣、渔、牧类之外的B2C类产品	耗能产品:除制造阶段;非耗能产品:除使用阶段	ISO14040/44,ISO 14064,ISO 14025,PAS 2050,GHG Protocol等	碳足迹标签;有;低碳标签;无
泰国	Carbon Reduction Label(2008)	TGO和TEI(政府组织)	服装、纸张、食品、饮料、地毯、瓷磚、复印机和空调等。产品和服务	全生命周期	PAS 2050;ISO 14040,ISO 14064;UNFCCC,CDD方法等	有,且分级
	Carbon Footprint Label(2009)	TGO和MTEC(政府组织)				有
新加坡	Singapore Carbon Label					

66. 中国绿色低碳贸易发展现状与面临的挑战

中国作为全球制造业大国,其贸易规模的扩大导致了碳足迹的增加。面对国际贸易的“脱碳化”趋势,中国出口可能面临“碳壁垒”,存在产业“脱钩断链”的风险。为应对挑战,中国需加快绿色产业体系建设,提升产品竞争力和科技创新⁸⁷。目前,中国绿色低碳贸易发展现状与面临的挑战主要以下几点⁸⁸:

(1) 贸易规模效应推动隐含碳排放大幅提升,贸易结构与贸易方式亟需转型升级

贸易的规模效应促进了商品和服务的生产、运输和消费,从而导致碳足迹增加,根据2021年IPCC第六次评估报告,国际贸易商品生产环节碳排放占比约67%,运输环节占比约33%⁸⁹。作为世界第一制造业大国,中国大进大出的贸易方式使高碳排放特征明显,且随着对外贸易规模的扩张,出口贸易隐含碳排放迅速增加。根据相关研究⁹⁰,中国约超过20%的碳排放是为满足国外需求引致,长期贸易顺差意味着大量贸易隐含碳出口。直接或间接地承担了

87. 刘长松. 全球绿色贸易发展与碳中和进程对中国的影响及应对策略[J/OL]. 经济与管理: 1-8[2024-09-19].<http://kns.cnki.net/kcms/detail/13.1032.f.20240717.1841.002.html>.

88. 刘长松. 全球绿色贸易发展与碳中和进程对中国的影响及应对策略[J/OL]. 经济与管理: 1-8[2024-09-19].<http://kns.cnki.net/kcms/detail/13.1032.f.20240717.1841.002.html>.

89. IPCC. Climate change 2021: the physical science basis. Contribution of working group I to the Sixth assessment report of the intergovernmental panel on climate change[M]. Cambridge University Press, 2021.

90. SU B, THOMSON E. China's carbon emissions embodied in (normal and processing) exports and their driving forces, 2006-2012[J]. Energy economics, 2016, 59 (9) :414- 422.

产品生产环节的碳排放成本。从贸易结构看，中国出口贸易经历了从资源性产品到轻纺产品、再到机电产品和高新技术产品的发展历程。全球价值链的嵌入位置对出口贸易隐含碳具有较大影响，提升在全球价值链中的位置对实现贸易的绿色低碳转型十分必要。

(2) 全球供应链脱碳显著改变生产与贸易格局，中国外贸发展面临新挑战

全球供应链脱碳将改变各国比较优势和全球产业竞争格局，为防止碳泄漏和保护本国产业竞争力，发达国家采取碳关税、碳排放标准等单边性措施会加剧全球贸易紧张局势，阻碍投资并造成市场不确定性，发展中国家将面临较高的市场准入成本，对中国外贸构成新的挑战。

中国在可再生能源设备制造业方面具有规模优势，风电、光伏发电等产量居世界首位⁹¹。目前 APEC、OECD 基于最终用途分类划定绿色产品清单，未考虑生产过程与消费环节碳排放，中国可再生能源出口产品中的风力发电机组、动力装置等按最终用途被归类为绿色产品，但由于生产制造环节碳排放较高，未来仍可能被征收碳关税。因此，需要密切关注美欧等发达国家绿色贸易政策进展，加快构建绿色贸易体系，从根本上改变贸易发展方式，实现加工贸易向高附加值贸易方式转型，提高中国绿色产品的竞争力。

(3) 不协调的贸易政策阻碍全球公正转型，危及国际经贸合作和绿色低碳复苏

发达国家主导国际绿色贸易标准和规则制定，通过制定绿色贸易高标准，建立“绿色贸易壁垒”“碳关税同盟”等以巩固其贸易竞争优势。发展中国家普遍在国际贸易规则谈判中处于劣势地位⁹²，在产业链供应链脱碳、市场准入与经济发展等领域面临较大挑战。多边贸易体系下推动环境产品贸易有利于温室气体减排，促进应对气候变化国际合作。当前各国不协调的气候政策可能导致世界多边贸易体系的震荡和各国间的紧张关系，发达国家强调构建安全可靠的清洁能源供应链产业链，不协调的绿色贸易政策阻碍全球公正转型，危及国际经贸合作和世界经济的绿色低碳复苏。中国在可再生能源设备生产领域具有优势，积极探索环境产品贸易多元化发展战略，积极参与国际环境产品贸易自由化多边谈判与规则制定，加快可再生能源发展对实现“双碳”目标、合作应对全球气候危机具有积极作用。

(4) 贸易领域发展转型压力加大，短期内削弱部分行业出口竞争力

贸易的结构效应是指贸易发展引起产业结构变化，不同产业结构能源消耗存在较大差异，贸易产品结构与贸易网络结构也会影响碳排放。中国推动绿色贸易最初是为了应对可能面临的绿色贸易壁垒，现已主动谋划构建绿色贸易体系。

尽管落实“双碳”目标带来前所未有的投资机遇和广阔市场前景，但近年来经济下行、中美贸易摩擦等外部冲击制约了我国对外贸易结构转型步伐，发达国家绿色贸易政策对传统贸易体系产生巨大冲击，未来加快产业结构与贸易结构转型是必要的，但我国对外贸易规模大，转型的风险与难度也大，要坚持“稳中求进、先立后破”的原则，既要通过低碳转型化解“绿色壁垒”压力，也要积极培育经济高质量发展的绿色动力。

91. 路甬祥. 世界制造进入新时代中国制造开创新境界 [J/OL]. 机械工程学报, 1-3[2024-09-26].<http://kns.cnki.net/kcms/detail/11.2187.th.20240906.0956.002.html>.

92. 林俊. 应对气候变化单边贸易措施的协调治理路径探析 [J/OL]. 武大国际法评论, 2024,(04):139-157[2024-09-26].<https://doi.org/10.13871/j.cnki.whuilr.2024.04.009>.

67. 低碳经济背景下国际贸易的发展策略

在低碳经济的背景下，国际贸易的发展策略应当考虑以下几个方面：

(1) 调整产业结构：低碳经济发展意味着一国发展方式要从资源、环境等初级要素依赖型向技术、人力资本等高级要素依赖型转变，其参与国际分工的要素种类和质量等会发生变化，在贸易领域表现为出口质量演进和附加值提升⁹³。在低碳经济发展模式下，我国应将绿色发展作为贸易结构改革的重点、方向，加快新旧动能转换，调整、优化低碳贸易结构，全面提升低碳贸易竞争力⁹⁴。

(2) 加大研发投入力度：科技创新是推动低碳经济发展的关键。企业应主动增加研发投入，引进和开发先进的节能和减排技术，加强清洁能源的应用，推动经济向低碳模式转型[马云飞. 低碳经济对我国出口贸易发展的影响研究⁹⁵。政府可以通过提供研发资金支持、税收减免等政策，鼓励企业进行技术创新，提高企业的低碳技术能力和市场竞争力。一方面，企业应该发挥自身主动性，加大低碳技术研发投入和推广应用。另一方面，政府可以通过制定税收、财政补贴、市场准入等相关政策，鼓励企业加大低碳技术研发投入和推广应用，从而促进技术普及和推广。

(3) 制定合理的低碳经济标准：建立一套科学、合理的低碳经济标准体系，将为低碳经济发展提供规范和指导⁹⁶。这些标准应当充分考虑我国的国情和市场需求，并紧密结合实际，基于科学研究和技术进步，尽量减少对企业创新和发展的限制，同时保障技术创新和环境保护的平衡。同时，政府应当加强对低碳经济领域的监管，确保标准的实施，并提供必要的技术支持和服务。

(4) 构建低碳经济法律法规：完善的法律法规体系是低碳经济发展的重要保障。政府需要制定和完善相关法律法规，明确各方的权利和责任，规范市场行为，确保低碳经济活动的健康发展⁹⁷。同时，通过建立绿色公共采购制度、碳排放监管和交易机制等措施，促进低碳产品的推广和应用。

(5) 加强国际合作：在全球化背景下，加强国际合作对于推动低碳经济发展具有重要意义。我国应当积极参与国际低碳经济的交流与合作，引进国际先进技术和管理经验，提升我国低碳产业的国际竞争力。同时，通过参与国际贸易规则的制定，推动建立公平合理的国际贸易体系，为我国低碳产品的国际贸易创造有利条件。

通过实施这些策略，我国可以在国际贸易中更好地适应低碳经济的要求，推动经济的可持续发展，并提升我国在全球经济和环保领域的形象和竞争力。

93. 王树柏, 李小平. 提高碳生产率有助于出口质量提升吗: 基于 166 个经济体跨国面板数据的分析 [J]. 国际贸易问题, 2017(1):93-103.

94. 殷志玮. 中国低碳贸易竞争力测度及时空演化分析 [J]. 技术经济与管理研究, 2023(10):111-116.

95. 马云飞. 低碳经济对我国出口贸易发展的影响研究 [J]. 全国流通经济, 2018(19):15-16.

96. 肖红, 陈守敬. 发展低碳经济对我国出口的影响分析 [J]. 国际贸易问题, 2011(9):85-94.

97. 马艺林, 茹雪. 低碳经济背景下我国对外贸易发展现状及对策 [J]. 经济研究导刊, 2024(12):9-12.

68. 国际贸易中的碳足迹报告有哪些最佳实践？

在国际贸易中，碳足迹报告是企业展示其对环境责任和可持续发展承诺的重要方式。以下是一些领先企业在碳足迹报告方面的一些最佳实践：

(1) 亚马逊⁹⁸：亚马逊是全球最大的可再生能源采购商之一，也是可持续发展的践行者。亚马逊在 2019 年联合发布《气候宣言》，并承诺在 2040 年实现净零碳排放。为实现这一目标，亚马逊在全球构建了 400 多个可再生能源项目，并于每年发布年度可持续发展报告。

亚马逊的碳足迹报告包含在其年度可持续发展报告中，涵盖了亚马逊所有业务部门范围 1 至范围 3 的排放量。亚马逊将先进的 LCA 方法与亚马逊云科技技术结合，构建了财务、运输、电力、包装、设备 5 个模型来实现碳足迹的计量，自动将复杂海量的物理和财务数据转换为特定业务活动的碳排放测量数据。这使亚马逊能够计算其对气候的总体影响，绘制出对这种影响有贡献的最大活动，并制定有意义的碳减排战略。

根据亚马逊碳足迹相关报告，2023 年，亚马逊的碳足迹为每美元商品销售额产生 68.82gCO₂eq，相比上一年降低了 3%，碳强度下降了 13%。碳强度的下降表明亚马逊已实现碳排增长与业务增长的脱钩。

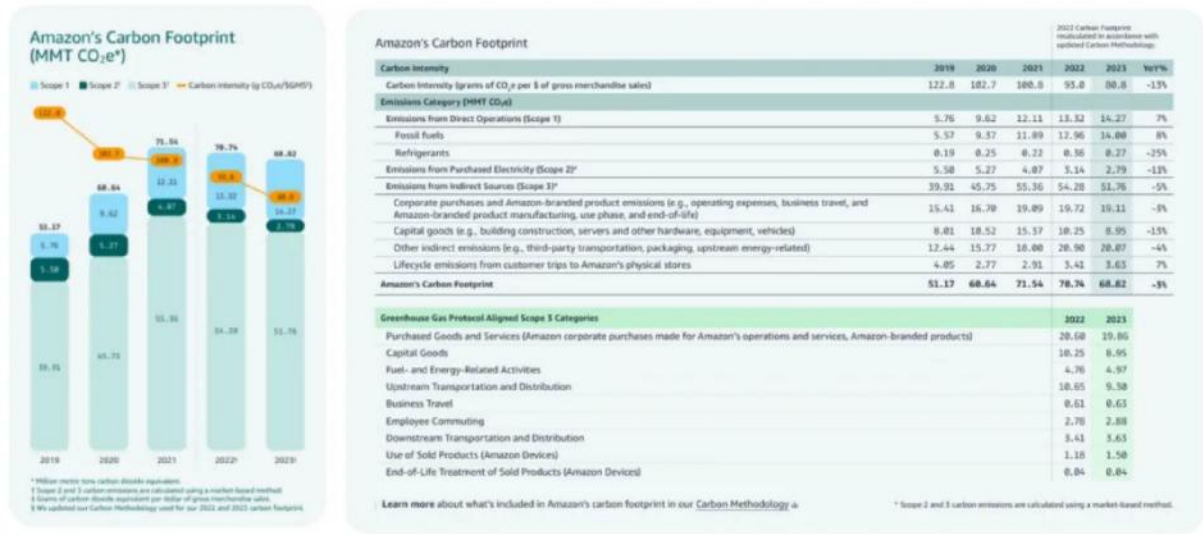


图 41 亚马逊碳足迹

(2) 华为⁹⁹：作为全球信息和通信技术（ICT）行业的领军企业，华为将绿色低碳发展理念融入了公司愿景，致力于推进节能减碳工作。华为建立了涵盖整个生命周期的产品碳排放模型和内部的产品环保数据库，并依照 ISO14040/ISO14044 等标准建立了产品生命周期评估（LCA）方法论。目前，华为已实现手机和平板产品 100% 进行产品碳足迹的追踪和报告披露。

98. 亚马逊：2023 可持续发展报告 [EB/OL]2024-7-11

99. 华为投资控股有限公司：2022-2023 年华为可持续发展报告 [EB/OL]2023-11

图 42 华为重点产品整体碳足迹数据报告¹⁰⁰



同时，华为每年都会基于 ISO14064 标准开展温室气体盘查，在通过第三方机构审核后，对外披露公司碳排放数据。根据相关报告⁹⁴，2022 年华为终端温室气体排放总量为 163,360 吨 CO₂eq。

图 43 华为终端公司 2022 年温室气体排放量

温室气体	范围一	范围二	总量
排放量（t-CO ₂ e）	11,770	151,590	163,360
占总排放量比例	7.2%	92.8%	100%

范围一：华为拥有或控制的温室气体排放源所产生的直接排放
范围二：华为外购电力或外购热力所产生的间接温室气体排放

华为在可持续发展方面的长期坚持和努力，也得到了外部的认可和肯定：获得了 2022 年 CDP 气候行动“A 级榜单”、CDP2022 “卓越环境领导力奖”、全球最佳品牌百强 2023 年华为排名 58 等多项荣誉。

100. 华为投资控股有限公司：2020-2021 华为消费者业务可持续发展报告 [EB/OL]2022.11

第六篇:碳足迹与碳关税

69.什么是碳关税?

碳关税是指主权国家或地区对高耗能产品进口征收的二氧化碳排放特别关税，以反映其碳排放成本，主要针对进口产品中的碳排放密集型产品，如铝、钢铁、水泥等。碳关税本质上属于碳税的边境税收调节¹⁰¹。

碳关税与碳足迹密切相关。碳足迹的测算直接影响碳关税的征收，而碳关税的实施又促使企业和消费者关注和减少碳足迹，以实现更广泛的环境保护和可持续发展目标。碳关税于2007年被首次提出，旨在减轻欧洲国家因执行《京都议定书》所遭受的不公平待遇。2010年，欧美主要国家由于国内争议和国际反对，纷纷推迟碳关税法案，使得发达国家在短期内未能征收碳关税¹⁰²。近年来，欧盟通过国内立法实施碳关税壁垒，欧盟碳边境调节机制（CBAM）已于2023年10月1日正式生效。与此同时，美国的“碳关税”也初露端倪。2022年6月，美国参议院提案《清洁竞争法案》（Clean Competition Act, CCA）提出了碳关税立法设计，计划建立美国版的CBAM，自2024年起对碳含量超过基准线的商品征收碳关税¹⁰³，并于2023年12月再次提交重开立法程序。近年来，美国国会涉及碳关税的提案数量明显增加，这从侧面反映出美国正在推进碳关税立法。

在欧盟和美国的示范作用下，日本、英国、加拿大等发达经济体也从被动观望转向主动跟随，极有可能效仿美欧的做法，使碳关税在全球范围内进一步扩散¹⁰⁴。当前，日本也正在考虑引入碳关税，加拿大的政府预算也显示出对引入碳关税的兴趣。

101. 百度百科. 碳关税 [EB/OL]

102. 徐清军. 碳关税、碳标签、碳认证的新趋势，对贸易投资影响及应对建议 [J]. 国际贸易, 2011,(07):54-56.DOI:10.14114/j.cnki.itrade.2011.07.002.

103. 吴必轩. 从惩罚低碳价转向惩罚高碳含量 [N]. 中国能源报, 2022

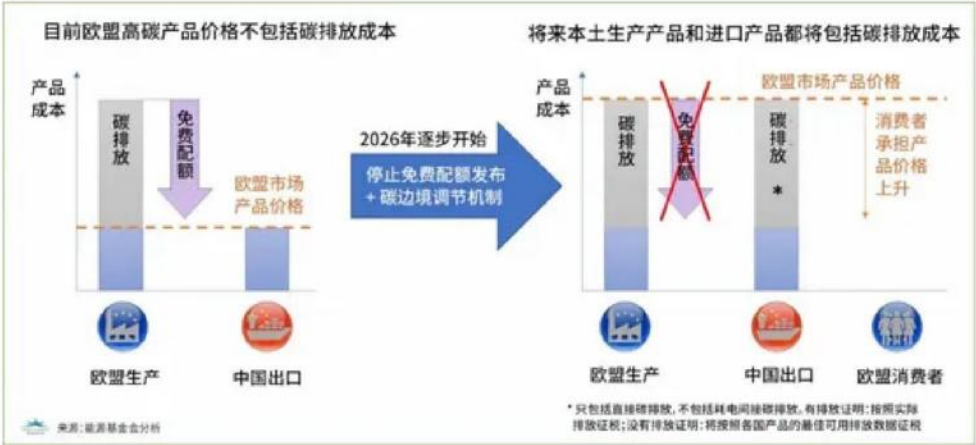
104. 李晓依, 许英明, 肖新艳, 等. 绿色贸易发展：国际格局、中国趋势和未来方向 [J]. 国际贸易, 2023,(04):40-50.DOI:10.14114/j.cnki.itrade.2023.04.008.

表 16 欧盟和美国碳关税壁垒实施进展¹⁰⁵

进程	具体内容	结果
2007 年法国碳关税提议	对未遵守《京都议定书》国家征收进口关税	2010 年 3 月无限期推迟征收碳税法案
2009 年美国众议院通过《美国清洁能源法案》	对清单产品进口征收碳关税	2010 年 4 月参议院推迟《清洁能源法案》
2012 年欧盟决定对航空征收碳关税	对出入欧盟国际航班征收 15% 航空碳税	因与 WTO 规则兼容性而终止
2021 年 7 月 14 日欧盟委员会提案；2022 年 6 月 22 日欧洲议会修订案；2023 年通过最终协议	围绕碳关税产品范围、覆盖排放、过渡期、开征时间、削减免费排放份额、出口产品碳成本补贴、未来扩大产品范围、执行和监督等内容	2023 年 10 月 1 日—2025 年 12 月 31 日为过渡期，2026 年开始削减企业免费排放份额，2034 年完全取消
拯救我们的未来(S. 2085-Save our Future Act)	碳边境调节机制征收对象和方式	议案提出阶段
清洁竞争法案(S. 4355-Clean Competition Act)		
市场选择法案(H. R. 3039-MARKET CHOICE Act)		
美国胜利法案(H. R. 3311-America Wins Act)		
能源创新和碳红利法案(S. 685-America's Clean Future Fund Act)		

70.什么是CBAM?

CBAM 是 Carbon Border Adjustment Mechanism（碳边境调节机制）的缩写，它是欧盟（EU）推出的一项政策工具，是碳关税的一种相关形式。CBAM 的主要目的是确保进口到欧盟的碳密集型产品的碳价格与欧盟国内生产的碳价格相等，不损害欧盟的气候目标的同时鼓励非欧盟国家的更清洁工业生产¹⁰⁶。这一机制与世界贸易组织（WTO）的规则保持一致，并计划于 2026 年正式实施。



CBAM 将适用于一系列碳密集型商品的进口，包括水泥、铁和钢、铝、化肥、电力和氢等。在过渡期间，即 2023 年 10 月 1 日至 2025 年 12 月 31 日，受影响的公司需要履行报告义务，但不需要承担财务义务。在此期间，进口商必须确定并记录进口商品生产过程中产生的直接和间接排放¹⁰⁸。从 2026 年 1 月 1 日起，CBAM 将进入实质性实施阶段，届时进口商需要为进口商品隐含的碳排放量购买 CBAM 证书。

105. 符大海, 王妍, 张莹. 国际贸易中的碳壁垒: 发展趋势、影响及中国对策 [J]. 国际贸易, 2024,(04):25-35.DOI:10.14114/j.cnki.itrade.2024.04.011.
106. 欧盟委员会. 碳边境调节机制 [EB/OL]
107. 能源基金会. 解读欧盟碳边境调节机制 [EB/OL]2021-07-19
108.KPMG. 碳边境调节机制 [EB/OL]

CBAM 的实施意味着，向欧盟出口相关商品的企业需要根据商品隐含的碳排放量购买 CBAM 证书，这可能导致出口成本上升。如果出口国已经为这些商品的碳排放支付了碳价，那么这部分已支付的碳价可以从 CBAM 收费中扣除 [德勤 .CBAM 及其对中国公司的影响 [EB/OL]]。CBAM 的引入将对全球贸易格局产生深远影响，并对其他国家引入或加强自己的碳定价系统有激励作用。

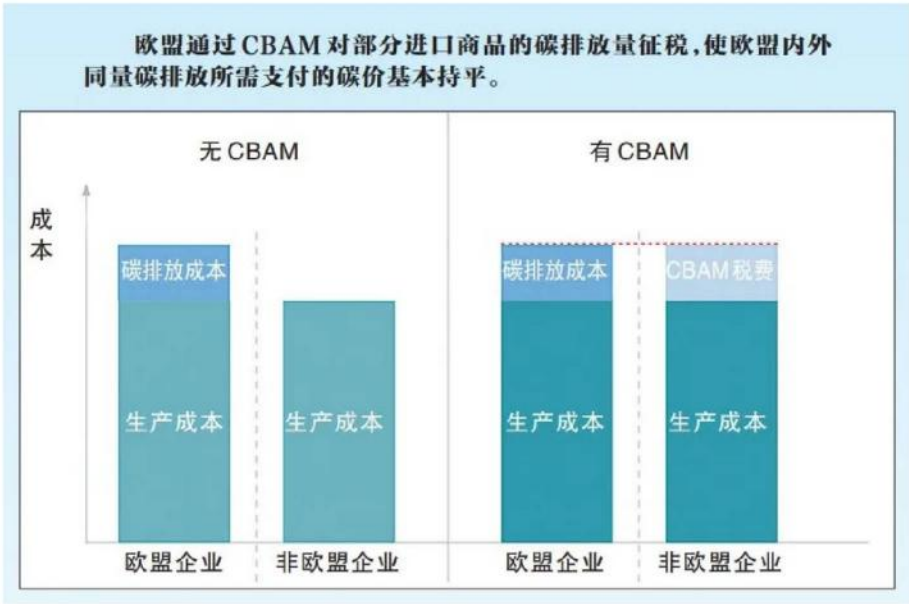


图 45 CBAM 对企业成本影响对比图

71.CBAM的计算方法？

我们从 CBAM 的计算公式、碳核算边界及扣除情景三个方面进行介绍：

(1) CBAM 的计算公式¹⁰⁹：



图 46 CBAM 的计算公式

(2) CBAM 碳核算边界

CBAM 机制下，产品碳排放量的核算边界聚焦于生产环节，确保与欧盟排放交易体系 (ETS) 下商品碳足迹核算边界一致¹¹⁰。

同时，CBAM 将产品定义分为简单产品和复杂产品两种，仅计算其总直接碳足迹。简单产

109.IIGF 观点 . 欧盟碳边境调节机制的来龙去脉：立法背景、博弈过程和未来走向 [EB/OL]

110. 可持续发展经济导刊 . 碳边境调节机制对我国出口产业的影响与对策思考（下） [EB/OL]2024-11-05

品指的是生产制造过程中仅需要使用隐含碳排放量（Specific Embedded Emissions）为零的材料和燃料的产品。例如，直接以自然界中材料进行加工的产品。简单产品的碳排放量即为其生产过程中的直接排放总量。复杂产品指的是生产制造过程中需要投入简单产品进行制造的产品，也就是使用简单产品进行再加工的产品。一般常见的产品多属于复杂产品。复杂产品的碳排放量为生产过程中的直接碳排放量加所使用的简单产品所隐含的直接碳排放量。

（2）CBAM 扣除情景

为使进口产品和欧盟产品承担相同的碳排放成本，在碳排放额度可量化的前提下，CBAM 规定了以下两种扣除情形：①税基调整：为避免欧盟企业获得双重保护，在进口商应税碳排放量中可根据欧盟同类产品企业获得的免费排放额度相应调整，相当于税基调整；②税额抵扣：为避免进口产品被双重征税，在进口商应税碳排放量中应扣除进口产品在其生产国已经支付的碳排放额度，相当于税额抵扣。

72.CBAM对我国有什么潜在影响？

CBAM 对我国有多方面的潜在影响，具体如下：

（1）经济影响¹¹¹：①出口成本增加：CBAM 的实施可能会导致我国出口产品的成本增加。特别是对我国高碳密集型产业，如钢铁、水泥、铝、化肥等，其国际竞争力可能出现下滑；②贸易壁垒¹¹²：CBAM 的实施可能形成低碳贸易壁垒，削弱发展中国家出口价格优势。同时，其他发达国家也可能跟进制定类似的碳关税政策，进一步加剧我国出口产品的市场压力。

（2）产业转型压力：①推动绿色转型 [方云龙 . 欧盟碳边境调节机制 (CBAM): 核心要素、潜在风险与策略选择 .《清华金融评论》8(2023).]: CBAM 的实施将促使我国加快产业结构调整 and 绿色转型步伐。为了降低碳排放和适应国际贸易规则的变化，我国需大力发展清洁能源和低碳技术，推动传统产业的转型升级；②技术创新：为了应对 CBAM 带来的挑战，我国企业需要加大技术创新力度，提高产品的环保性能和附加值。这将有助于提升我国产业的国际竞争力，并促进经济的可持续发展。

（3）国际合作与政策调整：①国际合作：CBAM 的实施将加强全球在气候治理和环境保护方面的合作与交流。我国可以积极参与国际碳治理进程，加强与其他国家和地区的沟通与协作，共同推动全球碳市场的建设和发展；②政策调整¹¹³：为了应对 CBAM 的挑战和机遇，我国政府需加快制定和完善相关政策和法规体系。例如，可以出台针对高碳产业的减排政策、支持低碳技术研发和应用的政策措施等。

111.Lu-Tao Zhao,Zhe-Yi Chen,Ya-Xuan Duan,Rui-Xiang Qiu. How will CBAM affect the decarbonisation of steel industry in China? A system dynamics approach. International Journal of Production Research(2023).

112. 方云龙 . 欧盟碳边境调节机制 (CBAM): 核心要素、潜在风险与策略选择 .《清华金融评论》8(2023).

113. 黄焘 . 欧盟碳边境调节机制对中国的挑战与机遇 .《商业经济》12(2022).

(4) 其他潜在影响：①碳资产管理：CBAM 的实施将推动我国加强碳资产的管理和利用。通过碳交易、碳资产证券化等方式，实现碳资产的保值增值，为我国企业提供更多的融资和风险管理工具；②市场格局变化：随着 CBAM 的实施和全球气候治理的深入发展，国际市场格局可能发生变化。我国企业需要密切关注国际市场的动态和趋势，及时调整市场战略和产品布局。

73. 什么是ETS?

ETS 是 排 放 交 易 系 统 (Emission Trading System) 的简称，也常被称作碳排放权交易系统、直接碳排放交易等，是一种运用市场机制来管控温室气体排放的政策工具。政府设定碳排放总量上限，并将其划分为若干排放配额，分配给纳入碳交易体系的企业。企业根据自身减排情况，可以在市场上买卖这些配额，以满足其排放需求或实现盈利。ETS 通过市场机制促进碳排放的减少，推动产业和能源结构的优化。

自欧盟于 2005 年运行全球首个碳排放权交易市场以来，ETS 在全球的实施版图不断扩大。截至目前¹¹⁵，全球共有 36 个 ETS 处于运行状态，另有 22 个处于不同开发阶段，还有 8 个正在考虑中。这些 ETS 覆盖了全球 18% 的温室气体排放。其中运行机制较为成熟、交易规模较大的 ETS 包括欧盟的 EU ETS、中国碳排放权交易市场等。

欧盟排放交易系统 (EU ETS) 是全球范围内规模最大、运行时间较长且较为成熟的排放交易系统。涵盖了众多欧洲国家的大量工业企业及能源相关设施等排放主体，覆盖了电力、工业、航空等多个领域。在欧盟的碳减排进程中发挥了重要作用，并且其碳价等相关指标也常常被其他国家或地区在制定类似政策时作为重要参考。

中国碳排放权交易市场于 2021 年正式启动，是全球最大的 ETS 之一。目前将发电行业纳为重点排放单位，后续也在逐步扩大覆盖行业范围。通过建立统一的交易平台等举措，推动国内企业积极参与减排，助力实现国家的碳达峰、碳中和目标。



图 48 碳排放权交易体系覆盖的行业¹¹⁴

114.ICAP 世界各地的碳排放权交易（简报 #3）[EB/OL]2023-12-14
115. 全球排放交易：2024 年 ICAP 状态报告 [EB/OL]2024-04-10

74. 碳关税与ETS有何区别？

表 16 碳关税与直接碳排放交易 ETS 的区别

比较项目	碳关税	直接碳排放交易 ETS
实施主体	主要由进口国实施，通常是发达国家针对发展中国家高碳排放产品的进口采取的措施	一般由国家或特定的碳排放交易体系管理机构组织实施，参与主体通常为国内的企业等排放单位
针对对象	针对进口的高碳排放产品，尤其是来自发展中国家的工业品等	主要适用于国内高排放、高污染、高耗能的大型企业，以及拥有富余碳排放配额和碳排放配额不足的实体之间的交易
目的	减少温室气体排放、督促其他国家积极减排、防止碳泄漏	通过市场机制促使排放单位降低碳排放，实现国家或地区的减排目标，同时提高资源配置效率
交易方式	并非传统意义上的交易，而是以征收税费或购买配额的形式，实际上是一种强制性的措施，进口企业必须为其高碳排放产品支付费用或获取配额才能进入进口国市场	在碳排放交易市场上，企业可以根据自身需求和市场价格自主买卖碳排放配额，交易相对灵活
影响范围	主要影响国际贸易，对发展中国家的出口贸易可能产生重大影响，可能导致贸易壁垒，改变全球贸易格局	主要影响国内经济和产业结构，推动国内企业进行技术创新和节能减排，对国内的产业发展和经济转型产生作用

75. ETS与碳足迹、碳关税有何联系？

ETS 与碳足迹、碳关税之间存在着紧密的联系，并在其中发挥着重要作用。

在碳足迹方面，ETS 要求企业对自身的温室气体排放进行精确量化和监测，这有助于企业明确自身生产经营活动所产生的碳足迹规模。在 ETS 机制下，企业如果能够通过技术创新、管理优化等方式降低碳足迹，使其实际碳排放量低于所分配的排放配额，就可以将多余的配额在市场上出售，获得额外的经济收益。这种经济激励机制促使企业积极采取节能减排措施，降低能源消耗，提高生产效率，选择更低碳的原材料和生产技术，从而有效减少自身的碳足迹。同时，这种要求会促使产业链上下游的企业也关注并减少自身的碳排放，形成连锁反应，最终推动各产业环节的低碳转型，减少产品全生命周期的碳足迹。

在碳关税方面，ETS 通过市场交易形成的碳价格，为碳关税的征收提供了重要的定价参考。例如，CBAM（碳边境调节机制）的应税额度是基于产品的碳排放量（部分生命周期碳足迹、应税碳足迹）乘以欧盟碳市场的碳配额价格来计算的。通过 ETS，企业可以更加清晰地了解其产品的碳排放成本，从而更加准确地评估出口到欧盟时需要缴纳的碳关税。此外，ETS 所积累的经验和数据也有助于各国在碳关税政策的制定和实施方面进行交流与协调，推动建立更加公平、有效的全球碳减排框架，避免因碳关税引发的贸易争端和保护主义行为。

76. 碳关税的主要经济目的是什么？

碳关税的主要经济目的包括以下几个方面：

(1) 保护本国高耗能产业的国际竞争力¹¹⁶：在全球经济竞争中，高耗能产业往往在一些发达国家占据重要地位，通过此举可以推动本国或本地区的高耗能产业进行技术改造和升级，提高能源效率和降低碳排放，从而在国际市场上获得更高的竞争力。

(2) 增加财政收入及转移经济负担¹¹⁷：征收碳关税还可以为征收国带来额外的财政收入。同时，发达国家通过征收碳关税，可以将其自身为应对气候变化而采取的减排成本部分地转嫁给发展中国家，从而减轻自身的经济压力。

(3) 维护贸易优势¹¹⁸：发达国家推行碳关税还旨在削弱竞争对手的竞争力，实行贸易保护主义。通过设置碳关税这一贸易壁垒，可以限制发展中国家具有竞争力的高耗能产品进入本国市场，从而保护本国产业，确保本国在国际贸易中的主导权和利益最大化。

(4) 推动本国低碳经济转型：征收碳关税可以引导本国企业和消费者减少对高碳产品的依赖。从企业角度看，高碳产品进口成本增加，会促使本国企业更多地使用低碳原材料和技术，降低产品的碳足迹。对于消费者来说，高碳产品价格上升，会促使他们选择低碳或者本地生产的产品，从而推动整个国家的经济结构向低碳方向发展。

77. 什么是隐形碳关税？

隐形碳关税是指那些在国际贸易中隐含的碳排放成本，这些成本并没有直接以税收的形式体现，但在实际贸易过程中却对贸易流和产品价格产生影响¹¹⁹。具体来说，隐形碳关税可以包括以下几个方面：

(1) 环境规制差异导致的成本转移：不同国家的环境规制强度不同，一些国家对碳排放的控制较为宽松，而另一些国家则较为严格。这导致在环境规制严格的国家生产的产品可能面临更高的生产成本，这些成本在国际贸易中可能转化为价格上的差异，形成一种隐性的碳关税¹²⁰。

(2) 碳泄漏问题：为了防止碳泄漏，即企业将生产转移到环境规制较宽松的国家以逃避碳排放成本，一些国家可能会采取边境调节措施，对来自规制宽松国家的进口商品隐含的碳排放进行调整，这种调整在没有明确税收政策的情况下，也可以被视为一种隐形碳关税¹²¹。

(3) 气候变化政策对贸易的影响：各国为了应对气候变化而采取的不同政策，如碳交易、能效标准等，都可能间接影响国际贸易，造成某些商品的出口成本上升，这种成本上升在没有

116. 常真. 碳关税对中国工业品出口贸易的影响研究 [J]. 商场现代化, 2017, (08): 97-98. DOI:10.14013/j.cnki.scxdh.2017.08.044.

117. Christoph Böhlinger, Jared C Carbone, Thomas Fox Rutherford. (2016). Embodied Carbon Tariffs. The Scandinavian Journal of Economics.

118. 严舒畅, 周晓明. 美欧碳关税合作动向、动因与影响 [J]. 现代国际关系, 2023, (02): 115-135+147.

119. 王谋. 隐形碳关税: 概念辨析与国际治理 [J]. 气候变化研究进展, 2020, 16(02): 243-250.

120. 蒋丹, 张林荣, 孙华平, 等. 中国征收碳税应对碳关税的经济分析——以美国为例 [J]. 生态学报, 2020, 40(02): 440-446.

121. 世行之声. 新气候下的贸易: 减缓气候变化的政策如何重塑全球贸易格局 [EB/OL] 2024-02-13

直接税收的情况下，也可以被视为隐形碳关税。

(4) 供应链中的隐含碳：全球价值链中的隐含碳越来越多，如何防止碳转移和碳泄漏已成为全球关注的热点问题。碳税和碳关税作为一种价格调整机制，长期而言会对经济系统中各主体产生较强的约束力，但短期内可能会对经济发展产生明显的负面冲击。

隐形碳关税并不是一个正式的税收，而是由于各国在应对气候变化和环境规制上的差异，导致在国际贸易中隐含的碳排放成本，这些成本虽然没有直接以税收形式体现，但实际上对贸易流和产品价格有着重要影响。

表 18 欧盟涉碳关税与隐形碳关税的区别

项目	碳关税	隐形碳关税
实施主体	发达国家	发达国家为主，其他国家
实施对象	发展中国家	发展中国家
实施领域	碳密集型行业	涉及更多出口产品和服务行业
实施方式	边境调节税、关税等	碳标签、与碳排放相关的生产标准等
实施环节	进口	进口、生产
实施幅度	一定比例提高	关税一定比例的提高；产品和服务准入
影响强度	一定比例收益损失	一定比例收益损失；行业、产业的生存和可持续发展

78. 隐形碳关税有哪些主要经济影响？

隐形碳关税对经济有着多方面的影响，主要体现在以下三个方面¹²²：

(1) 出口成本提高：隐形碳关税以碳标签、碳足迹、国际生产标准等形式出现，使得出口方在生产过程中需要投入更多的资源来满足这些标准，从而提高了出口成本。例如，为了获得碳标签认证，企业可能需要进行额外的碳排放监测和报告，这涉及人力、物力和技术投入。同时，为了降低碳足迹，企业可能需要改进生产工艺、采用更环保的原材料等，这些都增加了生产成本。出口成本的提高可能会降低出口企业的竞争力，影响其在国际市场上的份额。

(2) 市场准入受限：隐形碳关税措施使得出口方产品及服务市场准入受限。一方面，一些国家和地区可能会以碳标签等标准为门槛，限制不符合标准的产品进入市场。这对于出口企业来说，意味着失去了一部分潜在的市场机会。另一方面，即使产品能够进入市场，由于消费者对环保产品的偏好，没有碳标签或碳足迹较高的产品可能在市场上的竞争力也会减弱。例如，在一些发达国家，消费者更倾向于购买带有碳标签的产品，这使得没有碳标签的产品在市场上的销售难度加大。

(3) 影响贸易话语权：隐形碳关税还可能导致发展中经济体的低碳贸易话语权的丧失。发达国家在制定碳标签、碳足迹等标准方面往往具有主导权，发展中国家由于技术和资金等方面

122. 世行之声：新气候下的贸易：减缓气候变化的政策如何重塑全球贸易格局 [EB/OL]2024-02-13

的限制，在参与标准制定的过程中处于弱势地位。这使得发展中国家在国际贸易中面临着被动接受标准的局面，难以维护自身的利益。此外，发展中国家在应对隐形碳关税时，可能需要投入大量的资源来满足标准要求，这进一步削弱了其在贸易谈判中的地位。

79. 目前的碳关税有哪几种征收方式？

碳关税作为一种应对气候变化和贸易相关的政策工具，目前主要有以下几种征收方式：

(1) 从价计税：它是根据出口商品的完税价格和税率来计算碳关税。完税价格通常指的是出口商品的实际成交价格，即买方为购买该商品实际支付或应当支付的价格。税率则是由政府根据环保政策和国际贸易协议来设定的。计算公式为：应纳税额 = 应税出口货物数量 × 单位完税价格 × 税率¹²³。它的优点是能够反映商品的价值，对于高价值的商品征收相对较高的碳关税。然而，它也存在一些问题，例如完税价格的确定可能存在争议，不同国家对于完税价格的认定标准可能不同，这可能导致碳关税的计算结果存在差异。

(2) 从量计税：从量计税是根据出口商品的数量和单位税额来计算碳关税。单位税额是由政府根据商品类型和环保政策来设定的。计算公式为：应纳税额 = 应税出口货物数量 × 单位货物税额。从量计税的优点是计算简单，易于操作，对于一些标准化程度较高的商品，如煤炭、石油等，采用从量计税可以较为准确地反映商品的碳排放情况。它的不足之处在于，对于不同质量、不同碳排放强度的商品，采用相同的单位税额可能不够公平，无法充分体现商品的实际碳排放情况。

(3) 复合计税：复合计税是从价和从量计税的结合。计算公式为：出口关税税额 = 出口货物数量 × 单位货物税额 + 出口货物数量 × 单位完税价格 × 税率。复合计税综合了从价计税和从量计税的优点，能够在一定程度上克服两者的不足。对于一些价值较高、碳排放强度较大的商品，采用复合计税可以更加准确地反映商品的碳排放情况，同时也能够避免单纯采用从价计税或从量计税可能带来的不公平问题。

(4) 基于碳排放量计税¹²⁴（以欧盟 CBAM 为例）：CBAM 就是一种基于碳排放量的碳关税计算方式。这种计算方式更为复杂，但能够更准确地反映商品生产过程中的碳排放情况，从而更有效地促进减排。

123. 世行之声. 新气候下的贸易：减缓气候变化的政策如何重塑全球贸易格局 [EB/OL]2024-02-13

124. 温丹辉. 不同碳排放计算方法下碳关税对中国经济影响之比较——以欧盟碳关税为例 [J]. 系统工程, 2013, 31(09): 84-92.

80. 发展中国家如何应对碳关税带来的挑战？

发展中国家在应对碳关税带来的挑战时，需要采取一系列综合措施。

首先，从政策层面出发¹²⁵，发展中国家应积极参与国际气候谈判与合作，争取在碳关税问题上获得更多话语权和谈判空间。通过与其他国家的合作，可以共同推动建立公平、合理的国际气候治理体系，从而减少对发展中国家的不利影响。同时，发展中国家还需要结合本国国情和发展阶段，制定和调整国内气候政策，确保政策的有效性和可操作性。这包括加大对低碳技术的研发和推广力度，提高能源效率和降低碳排放强度，以应对碳关税的挑战。

其次，从经济层面来看¹²⁶，发展中国家可以优化产业结构，大力发展低能耗、低排放的绿色产业和新兴产业。通过逐步淘汰高能耗、高排放的落后产能，可以减少碳关税对经济发展的冲击。此外，加强区域经济合作也是应对碳关税挑战的有效途径。通过区域经济一体化，可以降低碳关税对国际贸易的负面影响，同时与主要贸易伙伴建立紧密的经贸关系，共同应对碳关税带来的挑战。

在技术层面，发展中国家需要提高能源效率，加大对能源技术的研发力度，推广高效节能技术和产品，鼓励企业和居民节能减排。同时，发展清洁能源也是应对碳关税挑战的重要举措。通过加大对清洁能源的投资和开发力度，提高清洁能源在能源结构中的比重，可以降低碳排放强度，从而减少碳关税成本。

在市场层面，发展中国家需要加强碳市场建设，建立健全碳排放权交易市场，推动碳定价机制的形成和完善。通过市场机制引导企业减少碳排放，可以降低碳关税成本。此外，培育绿色消费市场也是应对碳关税挑战的有效手段。通过加大对绿色消费的宣传力度，增强消费者的环保意识和绿色消费意识，可以推动绿色产业的发展，进而减少碳关税对经济发展的影响。

最后，从企业层面来看，发展中国家需要加强碳足迹管理，建立完善的碳足迹管理体系，对产品的全生命周期进行碳排放核算和监测。通过优化生产工艺和供应链管理，可以降低产品的碳排放强度，从而应对碳关税的挑战。同时，企业还应积极参与碳关税政策的制定和谈判过程，争取在碳关税政策中获得更多优惠和减免措施，降低企业成本。

125. 李鑫，魏姍，李惠娟. 美欧碳关税政策的发展、影响及中国应对 [J]. 中国人口·资源与环境, 2023, 33(05): 85-98.

126. 胡斌. 发展中国家应对美国碳关税策略分析 [J]. 行政与法, 2012, (04): 120-123.

第七篇:碳足迹、碳市场与企业责任

81. 什么是碳市场？

碳市场是在全球共同应对气候变化的背景下产生的一种市场机制。它的核心在于，通过买卖温室气体排放配额或减排信用，利用市场力量来调节碳排放量。这种机制鼓励企业和其他排放主体主动减少温室气体排放，从而在经济发展与环境保护之间找到平衡。简单来说，碳市场就是一个交易平台，让排放者可以买卖排放权，以此推动减排和环境保护。它涵盖了各种碳排放交易活动，是这些交易行为的统称。

在碳市场中，企业的碳足迹是一个重要的考量因素。通过对碳足迹的评估，企业可以明确自身的排放状况，进而在碳市场中采取相应的减排措施，并通过交易机制获取或出售排放配额，以实现排放成本的优化。

当前，我国碳市场采用以强制性的碳排放权交易市场为主导，自愿性的国家核证自愿减排为辅的双轨体系¹²⁷。强制碳市场对重点排放单位排放行为进行严格管控，自愿碳市场鼓励全社会广泛参与，两个市场既各有侧重、独立运行，又同向发力、互为补充，并通过配额清缴抵销机制有机衔接，共同构成了我国的碳市场体系。

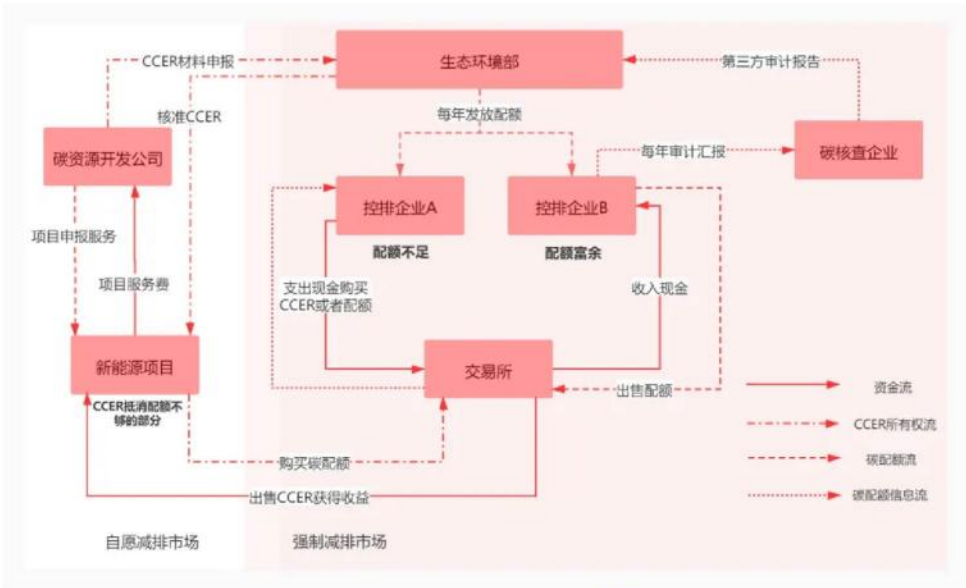


图 49 我国碳市场示意图¹²⁸

127.21 世纪经济报道 . 三中全会明确健全碳市场及自愿减排两大交易制度，积极发展绿色金融 [EB/OL]2024-08-01

128. 新基建投融资圈 . 一文读懂碳排放权交易 [EB/OL]2021-06-04

82. 什么碳定价？

碳定价（Carbon Pricing）是碳市场机制中的核心经济策略¹²⁹。根据《联合国气候变化框架公约》（UNFCCC）的定义，碳定价是指对温室气体排放进行明确的货币化定价，旨在通过经济手段达到控制排放的目的。这种价格通常以每吨二氧化碳当量（tCO₂e）为单位来表示，反映了对减少温室气体排放所需的社会和经济成本。世界银行也给出了类似的定义，即温室气体排放以每吨二氧化碳当量为单位给予明确定价的机制。

通过实施碳定价机制，可以为减少碳足迹提供经济激励。目前，全球范围内最重要的碳定价机制主要包括碳税和排放交易体系¹³⁰。这些机制通过设定排放成本，激励企业和个人减少温室气体排放。然而，尽管碳定价机制已经在全球范围内得到应用，但碳价一直保持在较低水平，且跨度较大。碳价从最低的 1 美元 / 吨二氧化碳当量到最高的 139 美元 / 吨二氧化碳当量不等，平均价格约为 10 美元 / 吨二氧化碳当量。这一价格水平远低于为实现《巴黎协定》中 2°C 温控目标而建议的 40-80 美元 / 吨 CO₂e 的范围¹³¹。要实现更为严格的 1.5°C 温控目标，进一步提高碳价水平是必然要求。

2024 年，世界银行在《2024 年碳定价现状与趋势》年度报告中指出，2023 年碳定价机制收入达到创纪录的 1040 亿美元。11 月 11 日至 24 日召开的《联合国气候变化框架公约》第二十九次缔约方大会（COP29），就《巴黎协定》第六条第四款机制下的碳信用标准及其动态更新机制达成共识，标志着全球碳市场机制取得重大进展¹³²。

表 19 世界典型国家 2018、2021 年实际碳价¹³³
单位：欧元 / 吨二氧化碳当量

国家	隐性碳价 (燃油) 消费税		显性碳价				实际碳价	
	2018年	2021年	碳税		碳排放权交易体系		2018年	2021年
71国加权平均值	13.71	13.23	0.58	0.71	1.20	3.59	15.49	17.52
OECD成员国加权平均值	26.19	24.90	1.45	1.79	2.92	7.81	30.56	34.51
澳大利亚	13.67	13.47	0.00	0.00	0.00	0.00	13.67	13.47
加拿大	15.30	15.10	3.69	9.14	4.22	12.55	23.21	36.79
丹麦	68.27	70.67	10.44	10.04	4.36	14.17	83.08	94.88
芬兰	37.56	35.95	24.32	28.01	6.93	22.39	68.81	86.35
法国	55.05	53.17	17.70	17.16	3.86	12.50	76.61	82.82
德国	46.74	44.53	0.00	0.00	8.35	35.98	55.09	80.51
日本	26.08	26.13	1.92	1.92	0.15	0.13	28.15	28.19
韩国	29.82	28.54	0.00	0.00	13.88	13.03	43.70	41.56
荷兰	74.75	85.80	0.00	0.10	7.93	24.86	82.68	110.77
新西兰	18.04	19.73	0.00	0.00	5.11	13.08	23.15	32.81
挪威	38.59	33.21	28.87	33.20	8.68	27.12	76.14	93.53
瑞典	43.35	44.77	36.17	37.60	6.42	20.56	85.94	102.93
瑞士	90.12	100.69	26.41	28.15	0.56	4.42	117.09	133.26
英国	69.78	69.50	2.45	2.39	4.67	15.64	76.90	87.52
美国	11.54	11.27	0.00	0.00	0.56	0.96	12.10	12.23
中国	5.44	5.24	0.00	0.00	0.26	1.84	5.70	7.08
印度	9.68	13.16	0.00	0.00	0.00	0.00	9.68	13.16

注：（1）OECD 统计涵盖的 71 个国家，包括 38 个 OECD 成员国、部分二十国集团（G20）成员国，以及孟加拉国、布基纳法索、科特迪瓦、塞浦路斯、多米尼加、厄瓜多尔、埃及、埃塞俄比亚、加纳、危地马拉、牙买加、肯尼亚、吉尔吉斯斯坦、马达加斯加、马来西亚、摩洛哥、尼日利亚、巴拿马、巴拉圭、秘鲁、菲律宾、卢旺达、斯里兰卡、乌干达、乌克兰、乌拉圭。71 个国家温室气体排放和能源使用合计约占全球的 80%。

（2）目前公开资料只能查询到 2018 年与 2021 年的数据。

资料来源：OECD. Net Effective Carbon Rates[EB/OL]. [2024-06-10]. [https://data-explorer.oecd.org/vis?fs\[0\]=Topic%2C1%7CTaxation%23TAX%23%7CTax%20and%20environment%23TAX_ENV%23&pg=0&fc=Topic&hp=true&snb=7&vw=th&dl\[ds\]=dsDisseminateFinalDMZ&dl\[id\]=DSD_NECCR%40DF_NECCR&dl\[ag\]=OECD.CTP.TPS&dl\[vs\]=1.0&dlq=_T.T.ECRATE%2BFUETAX%2BCARB TAX%2BMPERPRI%2BSUBSID%2BNETECR...MEANW.V%2BQ.A&pl=2018%2C2021&to\[TIME_PERIOD\]=false](https://data-explorer.oecd.org/vis?fs[0]=Topic%2C1%7CTaxation%23TAX%23%7CTax%20and%20environment%23TAX_ENV%23&pg=0&fc=Topic&hp=true&snb=7&vw=th&dl[ds]=dsDisseminateFinalDMZ&dl[id]=DSD_NECCR%40DF_NECCR&dl[ag]=OECD.CTP.TPS&dl[vs]=1.0&dlq=_T.T.ECRATE%2BFUETAX%2BCARB TAX%2BMPERPRI%2BSUBSID%2BNETECR...MEANW.V%2BQ.A&pl=2018%2C2021&to[TIME_PERIOD]=false).

129. 中证指数有限公司. 专题研究：碳定价、碳交易与 ESG.[EB/OL]
130. ADB. 碳定价如何推动绿色复苏与增长 [EB/OL]
131. 中国清洁发展机制基金. 世界银行 2021 年《碳定价机制发展现状与未来趋势》报告简介 [EB/OL]2021-06-01
132. 王林. 碳定价机制成为应对气候变化重要政策工具 [N]. 中国能源报, 2024-12-02(014).DOI:10.28693/n.cnki.nshca.2024.001581.
133. 赵书博, 赵健, 陈静琳. 碳定价的域外实践及经验借鉴 [J]. 国际税收, 2024,(12):33-38.DOI:10.19376/j.cnki.cn10-1142/f.2024.12.001.

83. 什么是碳排放权、碳排放交易配额？

碳排放权和碳排放交易配额是与碳足迹紧密相关的两个核心概念，在企业碳足迹管理工作中起着至关重要的作用。根据《碳排放权交易管理办法（试行）》¹³⁴，碳排放权指的是分配给重点排放单位的规定时期内的碳排放额度。这一权利不仅赋予了单位在规定的额度内合法排放温室气体的资格，还允许其在碳市场中进行交易、抵押等操作，充分体现了排放主体对所获额度的支配权。

碳排放配额则是碳排放权的具体表现形式和量化指标。从概念上讲，它同样是指分配给重点排放单位规定时期内的二氧化碳等温室气体的排放额度，但更侧重于强调这一额度的量化特性。具体而言，一个单位的碳排放配额相当于允许其向大气排放一吨二氧化碳当量。它是政府和监管部门对排放总量进行把控和调控的重要工具。

碳排放配额的主要来源包括①政府分配：政府根据一定的标准和程序，将碳排放配额分配给重点排放单位。分配方式分为有偿分配和无偿分配两种，目前以免费分配为主；②市场购买：重点排放单位还可以在碳市场上向其他企业或投资机构购买碳排放配额，以满足其排放需求。这种市场机制有助于促进碳排放权的合理配置和有效利用，推动绿色低碳发展。

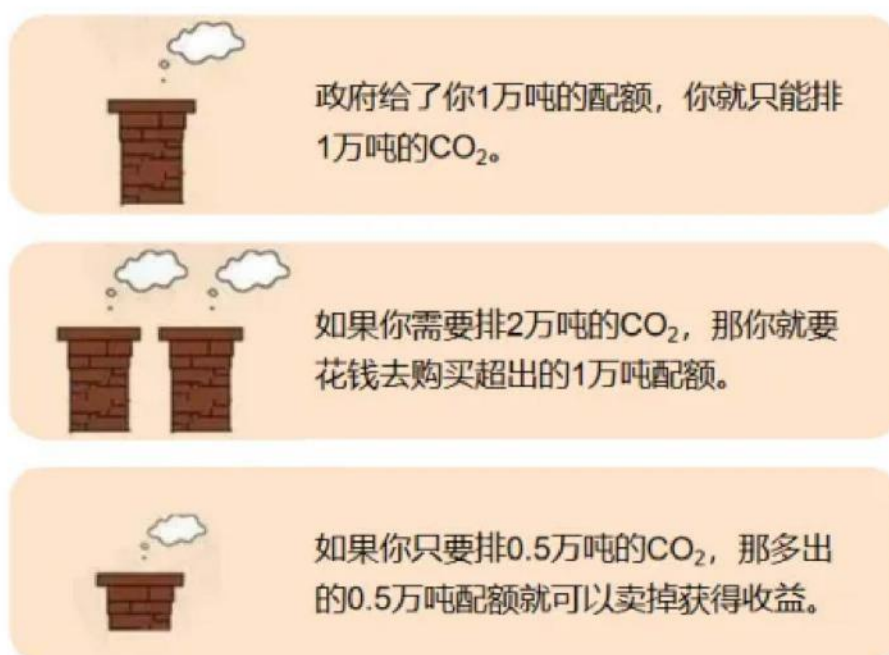


图 50 碳配额交易漫画图解¹³⁵

134. 中国政府网 . 中华人民共和国国务院令（第 775 号）碳排放权交易管理暂行条例 [EB/OL]2024-01-25

135 无锡华光碳中和，一文了解“碳排放权交易”这个事儿！ [EB/OL]2024-09-18

84. 什么是全国碳市场？

全国碳市场，特指中国建立的全国统一的碳排放权交易市场，是碳市场的核心组成部分，是指以温室气体排放配额或温室气体减排信用为标的物所进行的交易的市场。它旨在通过经济手段激励企业减少温室气体排放，从而推动全球气候治理和可持续发展，是我国实现“双碳”目标的核心政策工具之一¹³⁶。

从我国碳排放权交易市场的发展历程来看，全国碳市场建设起步于地方试点。2013 年起，我国碳排放权交易试点工作正式展开，先后在北京、上海、天津、重庆、湖北、广东、深圳、福建八省市建立了地方碳市场¹³⁷。2021 年 7 月 16 日全国碳市场正式启动上线交易，和地方试点碳市场并存。启动初期，全国碳市场仅纳入电力行业，尚未被纳入全国碳市场的企业将继续在试点碳市场进行交易，纳入全国碳市场的重点排放单位不再参与地方试点碳市场。2024 年 9 月，生态环境部发布《全国碳排放权交易市场覆盖水泥、钢铁、电解铝行业工作方案（征求意见稿）》，明确了水泥、钢铁、电解铝行业将被纳入全国碳市场管控范围¹³⁸。这一举措不仅扩大了市场的覆盖范围，还提高了市场的活跃度和有效性。未来中国碳市场覆盖范围将逐步扩大，最终覆盖发电、石化、化工、建材、钢铁、有色金属、造纸和国内民用航空等八个高耗能行业。

目前，全国碳排放权交易市场上线交易已满 3 年，现纳入重点排放单位 2257¹³⁹ 家，年覆盖二氧化碳排放量约 51 亿吨，占全国二氧化碳排放的 40% 以上，是全球覆盖温室气体排放量最大的碳市场¹⁴⁰。



图 51 全国碳市场碳配额成交均价与成交量¹⁴¹

136. 中国证券报：制度体系待完善 全国碳市场建设进入关键期 [EB/OL]2021-03-29

137. 前瞻经济学人：全国碳交易市场正式上线 过去七年全国碳市场的试点情况如何？ [EB/OL]2021-07-21.

138. 雷椰，李德尚玉：2024 年全国碳市场碳价创新高三大行业扩容“未完待续” [N].21 世纪经济报道，2025-01-03(005).

139. 中华人民共和国生态环境部：《全国碳市场发展报告（2024）》.[EB/OL]2024-07-22.

140. 中华人民共和国中央人民政府：碳排放配额累计成交量 1.79 亿吨.[EB/OL]022-01-04.

141. 中证指数：碳定价、碳市场与 ESG[EB/OL]2024-12-03

85. 什么是CCER?

CCER 即国家核证自愿减排量 (Chinese Certified Emission Reduction), 是指对我国境内可再生能源、林业碳汇、甲烷利用等项目的温室气体减排效果进行量化核证, 并在国家温室气体自愿减排交易注册登记系统中登记的温室气体减排量。它是碳排放权交易市场的重要补充。

CCER 体系建立于 2012 年, 诞生背景复杂且意义重大。当时《京都议定书》第一承诺期结束, 欧盟对中国核证自愿减排量接受度降低, 国内清洁发展机制(CDM)减排项目的外需骤减。为此, 国家发展改革委印发了《温室气体自愿减排交易管理暂行办法》, 旨在开拓国内自愿减排市场。但由于前期碳市场不成熟、CCER 项目不规范、参与意愿低、供过于求等问题, 2017 年 3 月, 国家发改委暂缓受理 CCER 相关备案申请。2023 年, 主管部门加快 CCER 市场重启各项准备工作, 10 月, 生态环境部相继公布《温室气体自愿减排交易管理办法 (试行)》以及第一批四类 CCER 项目方法学, 12 月 27 日, 市场监管总局公布了《温室气体自愿减排项目审定与减排量核查实施规则》。2024 年 1 月 22 日, 全国温室气体自愿减排交易市场 (CCER) 启动仪式在北京举行, CCER 正式重启。

CCER 作为市场化环保手段, 对推动经济与环保效益双赢、促进低碳经济发展有重要意义。它为企业提供了一条将减排效果转化为经济收益的途径, 激励企业采取减排措施并投资环保项目。企业参与 CCER 项目, 如海上风电、林业碳汇项目, 可减少自身碳足迹。在碳足迹管理中, 若排放量超出预期, 企业可购买 CCER 抵消; 若减排使碳足迹降低, 经核证的减排量还能转化为 CCER 出售获利, 促使企业优化碳足迹管理。

随着“双碳”目标推进, CCER 前景广阔。政府将完善政策法规, 保障市场发展。社会对绿色低碳愈发重视, 更多企业和机构参与, 推动其规模化、专业化。CCER 将成为企业提升竞争力、树立良好形象的重要手段。



图 52 新 CCER 机制管理体系¹⁴²

142. 新京报·新 CCER 执行 把握自愿减排机制需搞清 8 大关键问题 [EB/OL]2024-01-03.

86. 什么是MRV?

碳排放管理中的 MRV 通常指的是“监测 (Monitoring)、报告 (Reporting) 与核查 (Verification)”三个环节的缩写。这三个环节是碳足迹管理和企业履行减排责任的重要组成部分，是全国碳排放权交易体系中数据质量控制和保证的基本手段¹⁴³。

监测 (Monitoring)：指对企业生产经营活动中产生的温室气体排放进行持续、系统的观察和测量。这是了解企业碳排放状况、识别减排潜力和制定减排策略的基础。

报告 (Reporting)：将监测得到的碳排放数据按照规定的格式和要求进行整理、分析和发布。报告的内容通常包括企业的碳排放总量、排放来源、减排措施和成效等。通过报告，企业可以向外界展示其碳排放情况和减排努力，增强社会对其环保责任的信任和认可。

核查 (Verification)：由独立的第三方机构对企业的碳排放报告进行核实，以确保其真实性、准确性和完整性。核查是确保碳足迹管理数据可靠性的重要手段，也是企业参与碳市场交易、获得减排认证等活动的必要前提。

图 53 碳排放管理的 MRV 机制

MRV 机制在碳足迹管理中发挥着至关重要的作用。它通过系统的监测与报告，助力企业量化碳足迹，清晰掌握自身碳排放现状，为减排策略的制定提供精准数据支撑。同时，定期监测和报告能跟踪企业减排进展，使企业及时了解减排措施实施效果，从而灵活调整和优化策略。独立核查的 MRV 机制还增强了企业透明度与可信度，保障温室气体排放数据准确可靠，促进企业与公众间信任关系的建立。MRV 机制是碳市场健康发展的基石，为碳交易提供坚实保障，确保交易公平有序，助力形成有效碳价格信号，引导企业积极减排。

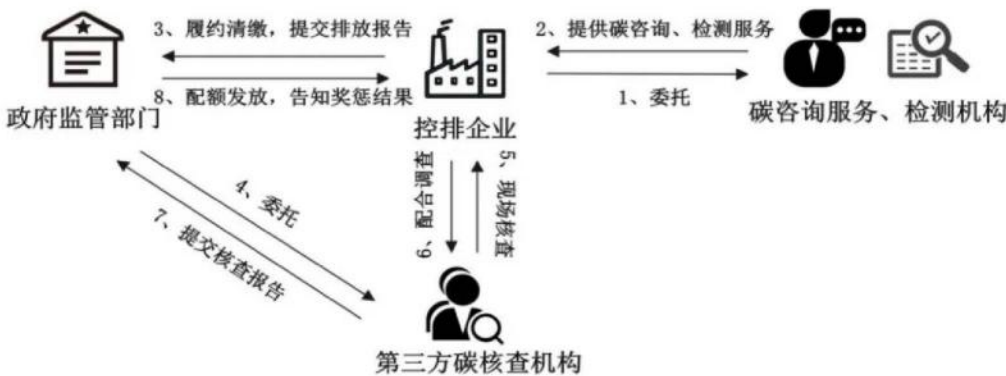


图 54 MRV 机制下各主体工作流程¹⁴⁴

143. 张丽欣, 王峰, 王振阳, 等. 欧美日韩及中国碳排放交易体系下的监测、报告和核查机制对比 [C]// 国际清洁能源论坛 (澳门). 温室气体减排与碳市场发展报告. 2016:34.

144. 吕希琛, 田银凤, 田世海, 等. MRV 机制下碳数据质量监管多主体行为决策研究——基于区块链技术赋能视角 [J/OL]. 中国管理科学, 1-14[2025-01-12]. <https://doi.org/10.16381/j.cnki.issn1003-207x.2024.0953>.

87. 企业为什么需要管理碳足迹？

在当前全球积极应对气候变化的大背景下，企业运营所处的环境正发生着深刻变革。2024年7月，党的二十届三中全会着重强调了构建碳排放统计核算体系、产品碳标识认证制度、产品碳足迹管理体系的重要意义¹⁴⁵，这无疑为企业在碳足迹管理方面提出了更为明确和紧迫的要求。在国际贸易规则日益与碳减排挂钩、国内政策持续推动绿色发展的形势下，企业为了在复杂的市场环境中立足，必须高度重视并有效管理碳足迹。具体原因如下：

(1) 应对政策要求和监管压力¹⁴⁶：随着全球及国内对碳排放的监管力度加强，企业面临的碳足迹管理压力日益增大。例如，欧盟的碳边境调节机制（CBAM）等政策的出台，要求企业对其进口产品的碳排放进行核算和管理。国家市场监督管理总局、生态环境部等部门也联合发布了产品碳足迹标识认证试点的相关政策，推动企业加强碳足迹管理。

(2) 提升市场竞争力：在国际贸易中，碳足迹已成为产品竞争力的重要因素之一。企业对碳足迹的积极管理，也展示了其环境保护的承诺和社会责任意识，更容易获得消费者的青睐和市场的认可。同时，碳足迹管理也有助于企业识别并优化生产过程中的高能耗、高排放环节，提高生产效率，降低成本，从而增强市场竞争力。

(3) 促进可持续发展：碳足迹管理是企业实现可持续发展的重要手段。通过核算和管理碳足迹，企业可以明确自身的碳排放情况，制定并实施减排措施，推动生产方式和生活方式的绿色转型。这不仅有助于企业实现自身的可持续发展目标，还能为整个社会的可持续发展做出贡献。

(4) 获取商业机会：低碳经济催生新兴市场，企业管理碳足迹积累的技术经验可助力其进入这些市场，实现业务多元化，降低经营风险。碳排放交易市场的不断发展也为企业提供了新的商业机会。企业有效管理碳足迹可使企业产生多余配额出售获利，同时优化碳资产管理策略。

(5) 提升企业透明度与风险管理能力¹⁴⁷：碳足迹管理需准确核算报告碳排放数据，提高企业信息透明度，加强与利益相关者沟通，赢得信任。另一方面，世界各地对气候风险管理的期望越来越高。企业管理碳足迹可分析影响、制定策略，降低气候风险冲击，应对法规、市场和声誉风险。

145. 新华网. 二十届三中全会《决定》中与碳业务相关要点：两个碳体系，三个碳制度 [EB/OL]2024-07-25.

146. 杨啸. 中国迈入碳足迹管理新时代 [J]. 生态经济, 2024, 40(08): 9-12.

147. 毕马威中国. 关爱地球 [EB/OL]

88. 企业如何利用碳市场机制来实现碳足迹的有效管理和降低？

企业利用碳市场机制来实现碳足迹的有效管理和降低是一个复杂而系统的过程，需要多方面的努力和实践。具体如下：

(1) 明确管理目标 企业首先需要明确自身的碳足迹管理目标,包括了解自身的碳排放情况、确定减排目标以及制定实施计划。通过全面的碳足迹评估,企业可以清晰地认识到自身在生产、运营等各个环节中的碳排放情况,从而为后续的减排工作提供基础数据支持。

(2) 参与碳市场交易: 碳市场机制的核心是碳交易,企业可以通过参与碳市场交易来购买或出售碳排放交易配额。高排放企业可通过购买配额满足需求,同时采取技术改进和节能减排措施降低排放量,节约成本。低排放企业则可出售剩余配额,获取经济收益。

(3) 利用碳市场推动节能减排¹⁴⁸: 企业需利用碳市场机制推动节能减排。这包括技术创新,如采用高效能源技术、开发低碳产品;能源结构调整,增加可再生能源使用;以及实施节能减排措施,如改进工艺、提高设备能效、加强能源管理。

(4) 建立管理体系: 构建完整的碳足迹管理体系至关重要。企业应制定核算方法和标准,建立数据库,开展认证和标识工作,以准确掌握碳排放情况,为减排提供科学依据。

(5) 争取政策与金融支持¹⁴⁹: 企业应积极争取政府在碳减排方面的政策支持和资金补贴,如申请节能减排项目资金、享受税收优惠政策。同时,金融机构提供的绿色信贷、绿色债券等金融支持也是企业实施节能减排和低碳技术研发的重要资金来源。

89. 什么是企业的碳资产管理？

企业的碳资产管理¹⁵⁰是企业对生产经营活动中与碳排放相关资产进行科学管理与优化配置的过程。这些资产涵盖企业所获碳排放配额、实施减排项目产生的碳信用额以及相关碳金融产品等。其核心目标在于有效管理和利用这些资产,降低碳排放成本,提升企业环保形象与市场竞争力,达成经济效益和环境效益的双赢局面。

碳资产管理建立在碳足迹量化与管理的基础上。通过精准量化碳足迹,企业能明确碳排放源头、规模及趋势,挖掘减排机会与碳资产价值。具体管理内容涵盖:①实物管理:聚焦于企业碳排放的直接管控,主要工作包括碳盘查以及碳排放量的监测与报告等;②技术管理:着重于碳减排技术的研发应用和碳足迹的精确核算,致力于优化工艺流程、提高生产管理水平,并制定执行有效的碳交易策略;③价值管理:涉及中国核证减排量(CCER)项目开发、碳交易、碳金融衍生品管理等,通过优化碳资产配置、提升企业形象和信用评级等手段,实现碳资产价值最大化;④综合管理:这是一个全面系统的过程,涵盖战略规划与组织架构设计、数据管理、

148. 赵天宇,孙巍. 碳市场、能源市场的联动机制与企业价值[J]. 商业研究,2022,(05):35-45.DOI:10.13902/j.cnki.syyj.2022.05.007.

149. 邢政. 欧美的碳足迹管理经验和措施[J]. 生态经济,2024,40(08):1-4.

150. 张川,张波,罗文波. 碳足迹、碳资产[J]. 中国管理会计,2024,(05):8-17.

碳风险管理、碳信息披露及碳资产人才培养等多方面内容。

碳资产管理与碳足迹管理紧密结合，既能助力企业实现碳减排目标，又能通过科学管理和优化配置碳资产降低排放成本、增强市场竞争力，推动企业可持续发展。

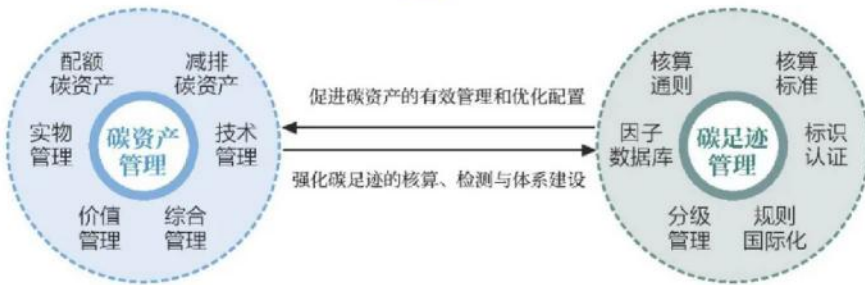


图 55 碳资产管理与碳足迹管理的关系

90. 企业减少碳足迹的常见策略有哪些？

企业减少碳足迹的常见策略主要有：

(1) 能源转型：①使用可再生能源：企业可以逐步增加对太阳能、风能、水能等可再生能源的使用。例如，制造业企业在厂房屋顶安装太阳能电池板，满足部分电力需求，减少对传统化石能源的依赖，降低碳排放，并提升社会形象；②提高能源效率：通过优化生产设备和工艺流程，提高能源利用效率。采用高效的电机、照明设备和加热系统，对设备进行定期维护和升级，实施能源管理系统进行实时监测和分析，减少能源浪费。

表 20 碳中和目标下中国石化和化工行业转型路线图¹⁵¹

	2020年	2030年	2040年	2050年	2060年
产业结构优化	淘汰落后产能,提升产品高端化水平,实行少油增化,严格管控新增产能				
能源结构调整	燃料	电气化改造比例覆盖30%		电气化接近50%	能实现电气化的工艺基本完成改造
	原料	化石燃料(主要是煤)制初级化工产品比例降至80%		煤制初级化工产品比例降至60%以下	化石燃料制初级化工产品比例降至40%以下,零碳原料占比60%
节能技术改造	余热余压利用、先进煤气化技术、自动化/智能化比例提高				
资源循环利用	塑料回收、分类和收集系统大大完善,物理回收潜力充分释放,回收率近40%		化学回收技术突破,产业链条完善,塑料回收率接近50%	塑料回收潜力充分释放,形成规模化产业,回收率达到60%以上,其中的1/3为化学回收	
末端捕集封存	重点CCUS试点示范,基于化石燃料生产产能超30%配备CCUS		具备产业化发展能力,基于化石燃料生产产能超60%配备CCUS	实现广泛部署,基于化石燃料的产能100%配备CCUS	

来源: RMI

来源：RMI

151.RMI. 企业碳中和：战略选择、行动框架及最佳实践 - 以重工业为例 [EB/OL]2023-06

(2) 技术创新: ①研发低碳技术¹⁵²: 加大研发投入, 开发低碳生产工艺和产品。例如, 汽车制造企业研发新能源汽车技术, 减少传统燃油车的碳排放; 化工企业研发新型催化技术, 提高化学反应效率, 降低能源消耗 ②采用先进的减排技术¹⁵³: 如碳捕获、利用和封存(CCUS)技术, 将工业生产过程中产生的二氧化碳捕获并封存或再利用。同时, 引入高效的燃烧器、余热回收系统等节能减排新技术和设备。

图 56 四大重工业行业的碳减排抓手

	能效提升	循环利用	零碳电气化	绿氢	生物质	CCUS	新型工艺
钢铁	· 余热余压利用 (焦炉上升管余热等) · 煤气发电、产品化、回收技术 · 能源管控精细化技术 ·	废钢循环利用: · 以废钢为原料的再生钢/电炉钢	能源替代: · 短流程电炉钢 新型工艺: · 直接电解法炼铁	作还原剂和燃料: · 高炉富氢冶炼 · 直接还原铁 · 氢等离子体熔融还原	作还原剂和燃料: · 资源量较有限, 优先用于无其他零碳替代技术等领域	· 现有高炉-转炉路径碳排放的处理	直接电解法炼铁
水泥	· 煅烧节能技术 · 粉磨系统节能技术 · 数字化技术	· 水泥与混凝土回收	· 电水泥窑技术	· 氢能煅烧	· 生物质替代燃料 · 固体废物替代燃料	· 液体化学吸附 · 第二代富氧燃烧 · 集成式钙循环 · LEILAC · CO ₂ 矿化混凝土技术	· 新型水泥产品
石化和化工	· 余热回收利用 · 能效管理体系建设 · 推广节能技术应用	· 废弃塑料回收 · 工业废气回收作为原料	· 电加热蒸汽裂解技术	· 提供热源 · 原料替代	· 原料: 生物基可降解材料和生物燃料 · 燃料: 供热	· CO ₂ 回收利用: · 作为原料制化学品 · CCUS驱油	· 甲烷裂解制氢技术
电解铝	· 系统优化: 使用计算机保证生产过程稳定连续 · 电解槽优化 · 湿润阴极: 通过使阴极和电压下降, 降低耗电量	· 再生铝: 以废铝为原料, 重新熔炼	· 现有技术即使用电力; 如未来绿电比例提升用电的间接排放降低	· 电解铝的生产主要消耗电力, 未见氢能替代	· 电解铝主要消耗电力, 未见生物质替代	· 使用质子交换膜, 电解过程排放的处理; 目前针对铝的CCUS项目极少	· 惰性阳极
基本不适用 潜力较小 有一定潜力 潜力较大							

来源: RMI

(3) 节能减排与废弃物管理¹⁵⁴: ①优化生产流程¹⁵⁸: 全面分析生产流程, 找出高能耗和高排放环节, 进行优化和改进。合理安排生产计划, 减少设备空转时间; 优化物流配送, 降低运输过程中的碳排放; ②加强废弃物管理: 对废弃物进行分类、回收和再利用, 减少填埋和焚烧带来的碳排放。改进生产工艺, 减少废弃物的产生, 从而降低碳足迹。

(4) 碳市场参与: ①碳交易: 在碳交易市场中, 企业可以通过购买或出售碳排放配额来实现减排目标。这不仅可以为企业带来经济收益, 还能激励其采取更多的减排措施; ②碳抵消: 投资碳抵消项目, 如植树造林、可再生能源项目等, 以抵消自身的碳排放。这些项目有助于企业在无法完全实现减排目标的情况下, 通过其他方式减少碳足迹。

(5) 供应链管理: ①要求供应商减排: 企业可以要求供应商采取减排措施, 提供低碳产品和服务。通过供应链的协同减排, 企业可以扩大减排范围, 进一步降低碳足迹 ②优化物流配送:

152. 于法稳, 林珊. “双碳”目标下企业绿色转型发展的促进策略 [J]. 改革, 2022, (02):144-155.
153. Liang, J., Huang, W. Optimal control model of an enterprise for single and inheriting periods of carbon emission reduction. Math Finan Econ 16, 89–123 (2022). <https://doi.org/10.1007/s11579-021-00302-4>
154. 张胜杰. 绿色“基因”助力中国企业提升国际竞争力 [N]. 中国能源报, 2024-12-16(003). DOI:10.28693/n.cnki.nshca.2024.001626.

合理规划物流路线，采用高效的运输方式，降低运输过程中的碳排放。与物流供应商合作，共同推进节能减排措施的实施。

(6) 管理策略: ①制定低碳战略¹⁵⁵: 企业应将减排目标纳入企业的长期发展规划中，明确各部门的减排责任和目标。建立相应的考核机制，确保减排措施的有效实施; ②高管股权激励¹⁵⁶: 通过高管股权激励等激励措施，鼓励管理层积极采取措施减少企业碳足迹，提升企业运营效率。



图 57 企业在设置碳减排目标前应考虑的四大维度

91. 企业实施碳管理项目时常见的挑战是什么？

企业实施碳管理项目时会遭遇多方面挑战，涉及认知、技术、经济、法规政策与供应链等领域，阻碍项目推进及碳减排目标达成。

(1) 认知与意识层面¹⁵⁷: 部分企业未能充分认识到碳管理项目的重要性，未将其置于战略核心。这些企业往往仅关注短期经济效益，而忽视了碳管理在应对气候变化风险、满足消费者环保需求等方面的长期作用。此外，员工碳管理意识淡薄，参与积极性不高，导致项目在基层难以有效执行。

(2) 技术难题: 碳管理需精确的碳排放核算技术，但当前技术在数据准确性、一致性上存在问题。不同行业、企业的生产流程各异，难以有普适的精准核算方法。同时，减排技术的研发与应用挑战重重。比如新能源技术成本高、稳定性待提升，CCUS 技术在捕获效率、成本控制、长期封存安全性方面尚不成熟，增加了企业减排难度。

(3) 经济负担¹⁵⁸: 实施碳管理项目成本高昂，包括设备升级、技术研发与引进、人员培训、项目咨询等费用。对于资金有限的中小企业而言，这些成本构成沉重负担。此外，碳管理项目回报周期长，短期内难以看到经济效益，影响企业投资意愿。

(4) 法规政策变动: 碳管理相关法规政策不断变化，如碳排放核算标准、碳交易规则、碳税政策等。企业需持续关注并适应这些变化，调整内部管理与运营策略，否则可能面临违规风

155. 张胜杰. 绿色“基因”助力中国企业提升国际竞争力 [N]. 中国能源报, 2024-12-16(003). DOI:10.28693/n.cnki.nshca.2024.001626.
156. 尹长萍, 张旭东. 高管股权激励能减少企业碳排放吗 [J]. 财会月刊, 2024, 45(21): 52-58. DOI:10.19641/j.cnki.42-1290/f.2024.21.008.
157. 汪明月, 李颖明, 王子彤, 等. 重点企业实现碳中和目标面临的挑战及政策建议 [J]. 环境保护, 2022, 50(08): 55-57. DOI:10.14026/j.cnki.0253-9705.2022.08.006.
158. 张彩平, 肖序. 企业实施碳减排融资问题研究 [J]. 华南农业大学学报 (社会科学版), 2011, 10(01): 83-89.

险和经济损失。政策的不确定性也让企业在制定长期碳管理计划时面临困境，增加投资决策的风险。

(5) 供应链协同困难¹⁵⁹：企业碳管理不仅涉及自身，还与供应链上下游紧密相关。但在实际中，供应链各环节企业在碳管理目标、行动上难以协同。部分供应商减排意愿低、能力弱，企业难以推动其采取减排措施，导致企业自身碳管理成效受限。同时，供应链信息共享不足，企业难以全面掌握上下游碳排放信息，影响整体碳管理策略的制定与实施。

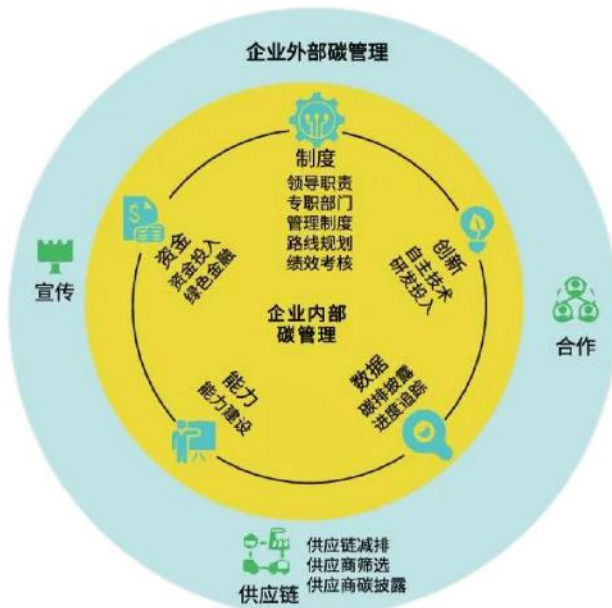


图 58 企业碳管理机制包含的维度

92. 全球企业领袖在碳足迹管理有哪些最佳实践？

在应对全球气候变化的进程中，碳足迹管理成为企业可持续发展的关键环节。全球企业领袖纷纷行动，凭借创新思维与坚定决心，探索出一系列成效显著的碳足迹管理实践。以下是一些领先企业在碳足迹管理方面的一些最佳实践：

(1) 中国石油集团¹⁶⁰：中国石油集团全面贯彻落实国家碳达峰碳中和决策部署，积极实施绿色低碳发展战略，构建了完善的碳管理制度。其中包含了领导职责规定、专职部门设置、管理制度建立、路线规划制定、绩效考核纳入等多个维度。集团设立了董事长牵头的新能源新材料事业发展领导小组，加强新能源发展战略和规划制定工作，还成立了“战略规划和低碳管理部门”，组织开展绿色低碳发展政策与战略研究。

159. 智慧，侯杰：“双碳”目标下企业碳管理问题思考[J]. 三晋基层治理,2023,(04):78-81.

160. 中国石油天然气集团有限公司.2023 企业社会责任报告



图 59 中国石油集团可持续发展管理模型

2021 年，中石油下发了温室气体管理制度，包括《集团公司关于加强温室气体排放管控工作的指导意见》《集团公司碳交易管理办法》等，以强化温室气体管控。

2023 年，其碳资产集中管控平台投用，鼓励开发碳资产项目和国家自愿减排项目，被中国工业经济联合会授予 2023 年“碳达峰领跑者”称号，连续十二年获评“低碳榜样”。

2024 年 9 月，集团公司颁发首批碳排放管理员证书，成为目前唯一实现“双碳”人才自主认证的央企¹⁶¹。通过这些举措，中国石油培养了专业碳排放管理人员，企业对专业碳排放的管理需求得以满足，为减排降碳工作提供了有力支持。

161. 市场资讯·中国石油实现“双碳”人才自主认证 [EB/OL]2024-09-20



图 60 中国石油集团参与的温室气体减控计划与倡议

(2) 德国巴斯夫集团 (BASF)：巴斯夫集团作为全球化工行业的领军企业，始终致力于通过技术创新与数字化转型手段，以实现对碳足迹的精确管理与有效削减。巴斯夫集团承诺，到 2030 年，其全球范围内企业运营直接（范围一）与间接（范围二）的温室气体排放量将较 2018 年基准水平减少 25%。此外，集团还高度关注外购原材料所产生的上游排放（范围三），因为这部分排放约占集团产品整体碳足迹的 70%。



图 61 巴斯夫的净零排放目标¹⁶²

自 2007 年起，巴斯夫便已开始运用内部开发的数字解决方案，对其在全球销售的约 45000 款产品进行碳足迹计算。至 2021 年，巴斯夫已成功完成其所有在售产品的碳足迹评估，成为首家能够向客户提供所有产品个别碳足迹数据的大型化工企业。通过这些举措，巴斯夫能够为客户提供更加透明、详尽的二氧化碳排放信息。

162. 巴斯夫 . 巴斯夫的碳管理



图 62 巴斯夫的碳减排路径

为进一步提升外购原材料的碳排放透明度，巴斯夫还启动了供应商二氧化碳管理计划。该计划分为两个阶段：第一阶段，巴斯夫向供应商分享产品碳足迹评估方法及工具；第二阶段，巴斯夫将与供应商携手，共同确定减少温室气体排放的具体措施与目标，以在供应链层面实现减排目标。

第八篇:碳足迹与消费者行为

93. 有哪些消费者可以关注的碳足迹相关认证或标识?

随着全球气候变化的日益严峻，消费者对产品的碳足迹关注度逐渐提升。为了引导消费者选择更加环保、低碳的产品，市场上出现了多种与碳足迹相关的认证或标识。目前，消费者可以关注的碳足迹相关认证或标识主要包括以下几种：

(1) 碳标签：碳标签以量化的形式展示在产品或产品包装上，记录了产品在生产过程中的温室气体排放总量。例如，蒲江爱媛橙的“碳标签”展示了其产品全生命周期的碳排放量具体数值，这不仅有助于引导绿色消费和低碳生产，还推动了蒲江柑橘产业的低碳高质量发展，助力“双碳”目标，同时为其进军欧美发达国家高端市场铺平了道路¹⁶³。



图 63 贴上“碳标签”的蒲江爱媛橙

(2) 产品碳足迹认证：它是我国产品碳足迹管理体系构建的重要一环，可以帮助消费者准确认知产品的低碳属性。我国已开展“产品碳足迹认证”试点工作，并发布了首批产品种类规则采信清单。2024 年 10 月，深圳发布了全国首个产品碳足迹标识认证制度，并上线了全国首个碳足迹标识认证公共服务平台。2025 年 1 月，我国首批产品碳足迹标识认证试点参与机构遴选结果正式公布，标志着我国产品碳标识认证制度建设正式启动¹⁶⁴。

163. 四川在线 . 全国首个“碳标签”橙类水果！它的名字叫“蒲江爱媛橙” [EB/OL]2023-12-03

164. 科技日报 . 首批产品碳足迹标识认证试点名单公布 [EB/OL]2025-01-13

(3) 其他低碳标识和认证：

①中国环境标志产品认证：它是一种标在产品或其包装上的标签，它表明该产品不仅质量合格，而且在生产、使用和处理处置过程中符合特定的环境保护要求，具有低毒少害、节约资源等环境优势；

②中国环境标志低碳产品认证：该认证以综合性的环境行为指标为基础，以低碳指标为特色，旨在共同保护人类赖以生存的环境；

③中国能效标识：是衡量产品能源效率的标志，高能效的产品在使用过程中能减少能源消耗，间接降低碳排放量；

④绿色产品认证：是对产品在全生命周期内符合环保、节能、低碳等要求的认可，与碳足迹的考量有一定重叠；⑤绿色纤维认证：针对纤维产品，获得该认证的绿色纤维产品在生产环节具有较低的碳足迹。



图 64 其他低碳标志

94. 消费者行为如何影响碳足迹？

消费者行为，作为经济活动的重要一环，其每一个细微选择都在无形中塑造着我们的环境足迹，特别是碳足迹。具体可以从以下几个方面进行深入分析：

(1) 消费者的购买决策：①对环保标签食品的选择：随着环保意识的提升，消费者对带有环保标签（如碳足迹标签）的消费品越来越关注。研究表明，那些习惯于购买环保标签产品的消费者，愿意为标有碳足迹产品支付更多费用¹⁶⁵。这种偏好不仅满足了消费者对环保的追求，更促使生产者在生产过程中注重减少碳足迹，形成正向的市场激励；②产品种类的选择：不同种类的消费品，其碳足迹也大相径庭。例如，肉类食品与素食相比，往往具有更高的碳足迹¹⁶⁶。消费者选择素食或减少肉类消费，不仅有助于降低个人碳足迹，还能间接推动食品生产行业向低碳转型。

165.Rondoni, A., & Grasso, S. (2021). Consumers behaviour towards carbon footprint labels on food: A review of the literature and discussion of industry implications. *Journal of Cleaner Production*, 301. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.127031>

166.Silva, R. B. T. R., Reis, J. G. M., Carvalho Curi, T. M. R., Lima, N. D. S., Garcia, S., & de Alencar Nääs, I. (2019). Sustainability of Meat Chain: The Carbon Footprint of Brazilian Consumers. *IFIP Advances in Information and Communication Technology*, 566, 102–107. https://doi.org/10.1007/978-3-030-30000-5_13

(2) 消费者的认知和态度: ①环境意识: 消费者对环境问题的关注度越高, 对碳足迹的认知就越深入。这种认知促使消费者在选择商品时更加关注其环境影响, 从而推动市场提供更多环保选项; ② 对碳足迹标签的理解: 清晰、易懂的碳足迹标签设计能够增强消费者的理解, 进而引导他们做出更环保的选择。这要求标签设计不仅要准确反映产品的碳足迹, 还要以消费者友好的方式呈现, 以便消费者能够轻松做出可持续的消费决策。

(3) 消费者的生活方式和习惯: ①可持续产品的使用: 消费者对可持续产品的偏好直接影响碳足迹¹⁶⁷。例如, 选择使用环保材料制成的产品, 如 100% 竹浆卫生纸, 不仅减少了资源消耗和环境污染, 还推动了相关产业链向更环保的方向发展; ②行为的溢出效应¹⁶⁸: 消费者的可持续行为往往具有溢出效应。即一旦消费者开始实践某种可持续行为, 他们也更有可能在其他决策中表现出环保倾向。这种连锁反应不仅有助于个人碳足迹的减少, 还能够社会上形成一股积极的环保力量, 进一步推动社会整体的低碳转型。

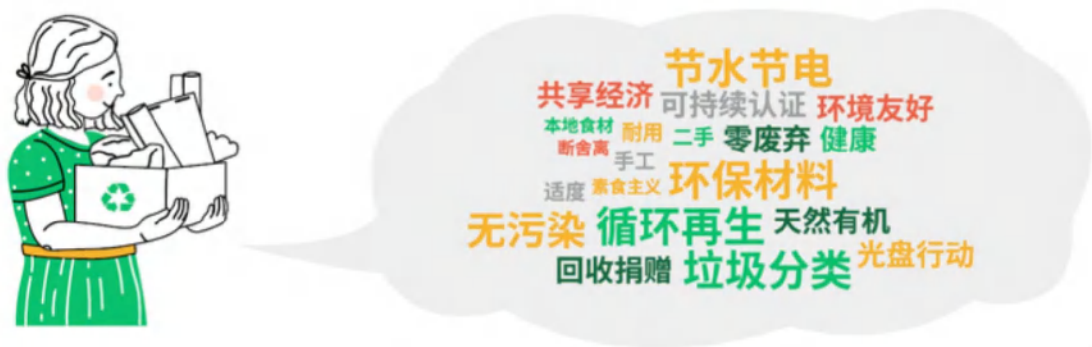


图 65 消费者低碳消费模式¹⁶⁵

95. 碳足迹如何指导消费者行为?

在追求绿色生活的今天, 碳足迹已成为衡量产品环境影响的重要指标, 它不仅揭示了产品在生产、使用和处理过程中的温室气体排放量, 更是消费者行为转变的重要指引。主要有以下几个方面:

(1) 提供环境信息, 唤醒环保意识: 碳足迹如同一面镜子, 让消费者清晰地看到自己的消费行为对环境产生的影响, 促使消费者反思购买决策, 从而增强环保意识, 更加关注产品的环境友好性。

(2) 客观评估环保性能, 促进可持续消费: 市场上环保产品琳琅满目, 但真假难辨。碳足

167.ABBOSH O . 生活用纸生产商: 我们的系列环保产品, 在 COP 26 提高了消费者意识 [J]. 中华纸业 ,2022,43(05):21-22.

164.Penz, E., Hartl, B., & Hofmann, E. (2019). Explaining consumer choice of low carbon footprint goods using the behavioral spillover effect in German-speaking countries. Journal of Cleaner Production, 214, 429–439. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.12.270>

168. 界面新闻 . 高质量发展格局下的低碳消费新趋势—《2022 中国可持续消费报告》发布 [EB/OL]2022-12-27

迹为消费者提供了客观的评估标准，帮助他们筛选出真正环保的产品和服务。选择碳足迹较低的产品，意味着在生产和使用过程中产生的温室气体排放较少，从而有效减少个人对环境的影响。

(3) 养成环保习惯，引领绿色生活：①食品消费：碳足迹信息让消费者更加关注食物的生产方式，倾向于选择采用可持续生产方式的食物，如有机肥料种植、减少农药使用等，既降低碳足迹，又保障食品质量和安全；②能源使用：通过了解不同电器的能源消耗情况，消费者可以选择能效更高的产品，同时在日常生活中养成节约能源的习惯，如随手关灯、合理设置空调温度等，共同为地球减负。

96. 如何通过消费者行为改变减少个人碳足迹？

在全球积极应对气候变化的当下，减少碳排放已成为每个人义不容辞的责任。如何通过日常生活中的消费者行为改变，有效减少我们的个人碳足迹？以下是一些具体的方法：

(1) 节能减排：①使用节能电器：购买能效等级高的冰箱、空调、洗衣机等家电，长期使用能节省电费，并减少碳排放；②及时关灯与调节电器：养成随手关灯、合理调节电器温度的好习惯，避免不必要的能源浪费。

(2) 绿色出行：①选择出行方式：长距离出行优先选择高铁、公交、地铁等公共交通工具；短途出行选择步行或骑行，既能锻炼身体，又能享受沿途风景，实现零碳排放；②购买环保车辆：条件允许的情况下，购买电动汽车或混合动力汽车，减少化石燃料的消耗和碳排放。



图 66 不同类型出行方式的碳足迹¹⁶⁹

169. 陕西生态环境·绿色出行宣传月 | 一键 Get 低碳出行 [EB/OL]2023-09-06

(3) 可持续饮食：①选择低碳食物：相比之下，畜牧业是温室气体排放的重要来源，牛肉和牛奶是碳足迹最高的两种产品。生产牛肉排放的温室气体是生产同样重量的鸡肉的 13 倍，是生产土豆的 57 倍¹⁶⁹。选择更为低碳的食物有助于降低个人碳足迹；②选择本地与应季食品：优先购买本地和应季食品，减少长途运输带来的碳排放，同时食物更新鲜美味；③避免食物浪费：合理规划餐食，避免过量购买导致食物变质丢弃。对于剩余食物，可通过创意烹饪或储存方式延长保质期。

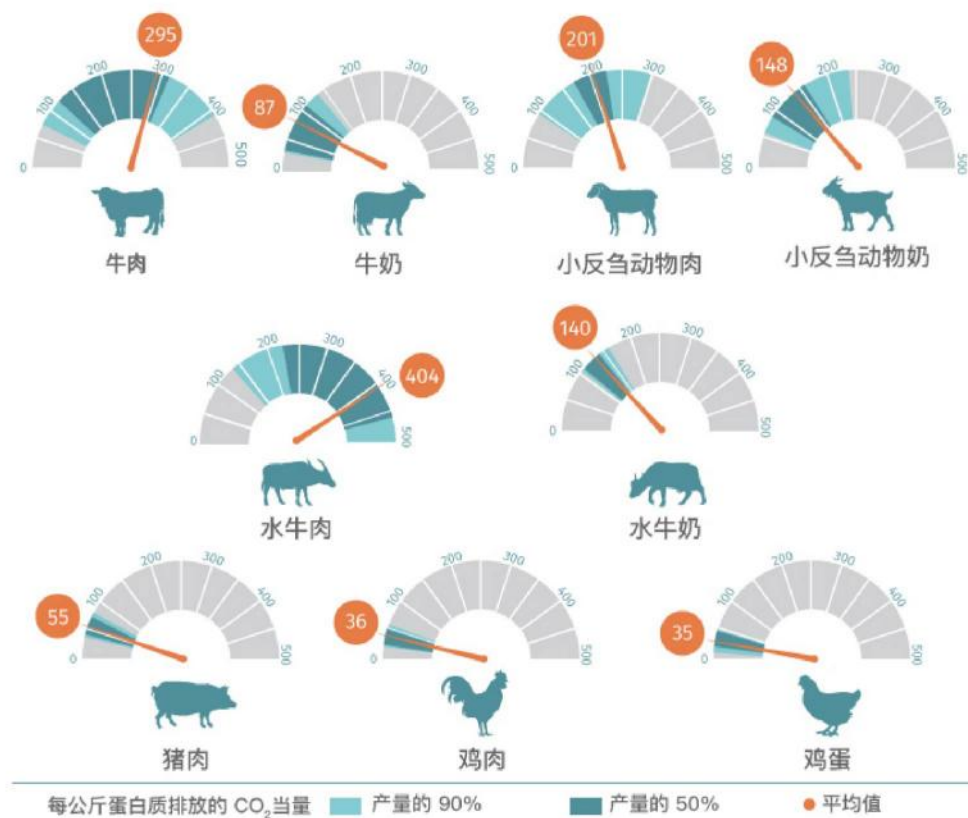


图 67 不同蛋白质食物的环境影响¹⁷¹

(4) 绿色消费：①选择环保产品：在消费过程中，选择有机食品、可降解包装、再生材料制品等环保产品，减少对环境造成的污染；②拒绝一次性用品：减少使用一次性塑料袋、塑料吸管等，改用可重复使用的布袋、不锈钢吸管等；③支持二手交易：将不再需要但仍有使用价值的物品转让给他人，促进物品的循环利用，减少资源浪费和碳排放。

(5) 家居节能与资源循环：①使用 LED 灯泡：LED 灯泡相比传统白炽灯能耗显著降低，使用寿命更长，有助于减少能源消耗和碳排放；②家庭用水循环利用：如洗菜水用于浇花、洗衣水用于拖地等，提高水资源利用效率；③使用环保装修材料：装修时选择无毒涂料、可降解地板等环保材料，减少对环境造成的污染。

170. 百度百科 . 牛肉温室效应

171. 中山碳道 . 牛放屁居然是温室效应的重要元凶? !! [EB/OL]2023-01-11

(6) 植树造林与碳补偿 ①积极参与植树造林 树木通过光合作用吸收二氧化碳并释放氧气,有助于降低大气中的温室气体浓度。个人可以积极参与植树造林活动或向致力于植树的组织捐款;②考虑碳补偿¹⁷²: 如果个人碳排放量较高,可以考虑通过购买碳汇或参与碳补偿项目来抵消部分或全部碳排放。

97. 有哪些有助于消费者衡量和减少碳足迹的工具或指南?

在当今全球气候变化日益严峻的背景下,了解并减少个人碳足迹已成为我们每个人的责任与使命。为了更有效地衡量和降低我们的碳足迹,众多实用的工具和指南应运而生,主要有以下几种:

(1) 个人碳足迹计算器

①说明:一些网站提供了个人碳足迹计算器,如加州大学伯克利分校的 CoolClimate Network 研究联盟和 CarbonStory 等。这些计算器通常基于用户输入的活动数据(如交通方式、饮食习惯、电力使用等),来估算个人的温室气体排放量;

②优点:使用简便,能够快速给出个人碳足迹的估算值。

(2) 《公民绿色低碳行为温室气体减排量化指南》

①发布机构:由中华环保联合会、国家应对气候变化战略研究和国际合作中心等机构联合发布;

②内容:该指南详细阐述了公民在衣食住行等日常生活中采取绿色低碳行为时的温室气体减排量化原则、评估范围与程序、评估内容以及数据质量管理方法。它不仅涵盖了广泛的减排行为,还提供了具体的量化方法,使消费者能够更准确地评估自己的行为对碳足迹的影响;

③优点:针对多种绿色低碳行为提供了详细的减排量化指导,有助于消费者制定更具针对性的减排计划,从而更有效地减少碳足迹。

(3) 《公民生态环境行为规范十条》¹⁷³

①发布机构:由生态环境部、教育部、共青团中央等联合发布;

②说明:为了引导公民积极参与生态环境保护,相关部门还制定了“公民生态环境行为规范十条”。这些规范涵盖了日常生活中的多个方面,如节约用水、用电,减少一次性用品的使用,分类投放垃圾等;

③优点:这几条行为规范简洁明了,易于执行,不仅有助于减少碳足迹,还能提升公民的整体环保意识,共同推动生态文明建设。

172. 中国环境. 个人如何参与碳交易? [EB/OL]2021-05-27

173. 关于发布《公民生态环境行为规范十条》的公告 [EB/OL]2023-05-31

第九篇:碳足迹案例研究与实践

98. 重工业碳足迹量化及减少实践——宝武钢铁

在全球积极应对气候变化的大背景下，重工业因其高能耗、高排放的特点，成为实现碳减排目标的关键领域。钢铁行业作为重工业的重要组成部分，碳排放量巨大，其碳足迹的量化与减少实践备受关注。中国宝武钢铁集团¹⁷⁴作为行业领军企业，在碳足迹管理方面的探索与实践，为其他重工业企业提供了宝贵经验。

(1) 碳足迹的量化：

宝武钢铁通过建立碳数据管理系统和相关平台实现了对碳足迹的量化管理。具体措施包括：

①碳数据管理平台建设：宝武集团积极推进钢铁业子公司建设碳数据信息系统，构建组织碳产品碳核算模型，实现碳核算、碳资产、碳足迹的信息管理；

②EPD 平台：宝武旗下的欧冶云商开发的钢铁环境产品声明（EPD）平台，截至 2023 年底，已发布 100 份 EPD 报告，涉及钢铁、铁矿石、熔剂矿和空气分离气体等多种产品，为碳足迹量化提供了重要依据；

③欧贝零碳平台：该平台采用国际标准的全生命周期碳核算评价方法，为供应链企业和生态圈客户进行产品碳足迹核算及量化评价，2023 年发布碳足迹报告突破 3000 份，覆盖供应链企业 1338 家。



图 68 宝武钢铁碳足迹管理相关情况

174. 宝武集团 .2023 中国宝武社会责任报告 [EB/OL]

(2) 减排目标

①中长期目标：2021年1月，宝武率先发布碳达峰碳中和路线图，计划2025年具备减碳30%的工艺技术能力，2035年力争减碳30%，并力争2050年实现碳中和；

②短期目标：2023年，宝武集团通过一系列技术优化和项目实施，推动碳减排目标的逐步实现，如吨钢二氧化碳下降率达到1.3%，废水零排放能力提升等。

(3) 减排举措

宝武钢铁通过技术创新、工艺优化、能源结构调整和产业链协同等多方面举措，推动碳足迹的量化和减少：

①绿色工艺与低碳技术突破：宝武长期以来不断进行绿色工艺的革新，如在湛江钢铁建设氢基竖炉试验装置，采用富氢直至全氢生产直接还原铁，相比高炉铁水减碳60%~90%。宝武还围绕“高强度、高耐蚀、高效能”，不断对低碳技术突破，开发绿色低碳产品。其旗下宝钢股份研发的低碳钢（BeyondECO®-30%）已实现量产供货，相比传统钢卷减碳超过30%。



图 69 宝武集团碳中和路线图¹⁷⁵



图 70 湛江钢铁百万吨级氢基竖炉项目实景

175. 宝武集团. 2022 中国宝武社会责任报告 [EB/OL]

②能源结构优化：宝武持续加大天然气、绿电等清洁能源的使用比例，推动分布式可再生能源发展，如宝武清能在西藏扎布耶、河南三门峡等地建设清洁能源示范项目。同时开展了二氧化碳捕获、利用与封存（CCUS）技术研究，与中石化、壳牌、巴斯夫共同开发了千万吨级 CCUS 项目；

③产业链协同：宝武建立了严格的供应商评价体系，通过欧贝零碳平台，核算供应链企业产品碳足迹，将供应商的环保绩效纳入考核指标。优先选择在生产过程中采用环保技术、碳排放量低的供应商，协助企业减少产品全生命周期碳排放，推动供应链绿色低碳发展；

④生态环境协同治理：宝武有序开展生态修复，把修复生态环境摆在压倒性位置，积极开展地质环境恢复、景观再造、土地复垦复绿与生态修复等工作，多数矿山成为国家或地方级绿色矿山；稳妥推进碳汇开发，打造全国首个林草碳汇数据信息化管理平台，推进林草碳汇数据平台建设。

（4）行动结果

宝武钢铁在碳足迹量化及减少方面取得了显著成效：

①碳排放与能源消耗双降：2023 年，吨钢二氧化碳下降率较 2022 年提升 1.30 个百分点。2023 年，万元产值综合能耗（可比价）为 0.92 吨标准煤 / 万元，较 2022 年降低 0.07 吨标准煤 / 万元；

②经济与环境效益双赢：绿色工艺革新与能源结构调整带来了显著的经济与环境效益。一方面，降低了生产成本和能源采购成本；另一方面，提升了企业社会形象和市场竞争力；

③技术与模式双引领：宝武钢铁集团在碳足迹量化及减少实践方面的成功经验，为钢铁行业乃至整个重工业领域提供了借鉴。其绿色低碳发展模式得到了行业内其他企业的关注与学习，推动了钢铁行业整体向绿色低碳方向转型。宝武还积极参与行业标准的制定与技术交流活动，分享其在碳足迹管理方面的经验与技术，促进行业的共同发展。

99. 制造业的碳足迹减少实践——施耐德电器

工业，特别是其中的制造业，已成为我国减少碳排放的主战场、实现“双碳”目标的关键。施耐德电气作为全球能源管理和自动化领域的数字化转型专家，其在碳足迹减少方面的实践堪称制造业的典范。它在碳管理方面的实践，为制造业提供了全面且具有借鉴意义的范例。

（1）碳足迹的量化：施耐德电气深知了解自身碳足迹的重要性，因此采取了多种措施来量化其碳足迹。早在 2005 年，施耐德电气就推出了“可持续发展影响指数（SSI）计划”，该计划通过每季度发布由第三方审计的《可持续影响指数报告》来评估公司的可持续发展表现。这一举措不仅帮助施耐德电气准确量化了自身的碳足迹，还为其制定碳减排目标提供了数据支持。

(2) 减排目标

①中长期目标：2050 年，在整个价值链实现“净零排放”；

②短期目标：帮助全球前 1000 位主要供应商到 2025 年将其运营所产生的碳排放降低 50%，2030 年，在自身运营中实现“净零准备”。



图 71 施耐德电气的净零减排计划¹⁷⁶

(3) 减排举措

①绿色设计：施耐德电气注重从产品全生命周期的角度思考其对环境的影响，在设计之初就考虑到了绿色材料的使用。公司力争在 2025 年将产品中绿色材料的使用量增加 50%¹⁷⁷，并实现公司总营收 80% 以上的产品符合生态设计标准；



图 72 施耐德的环保包装¹⁷⁸

176. 施耐德电气. 施耐德电气净零承诺 [EB/OL]2025

177. 中国网. 施耐德电气“零碳计划”两周年：助力中国供应商平均减碳 21% [EB/OL]2023-08-07http://szjj.china.com.cn/2023-08/07/content_42473646.html

178. BREE. 施耐德电气（中国）有限公司：建立端到端绿色物流体系，实现价值链减碳增效 [EB/OL]<https://www.bree.org.cn/info.aspx?n=457&ptype=10035&dh=10036>

②绿色采购：施耐德电气将供应商的可持续发展水平作为绩效考核的重要内容之一，只有符合可持续发展标准的供应商才能纳入战略供应商清单。此外，公司还通过组织零碳峰会、可持续发展工作坊等形式，帮助供应商提高减碳意识和能力；

③绿色生产：施耐德电气主要通过践行数字化、循环经济、清洁能源三大方式来推进和加快“零碳工厂”的建设。在中国，施耐德电气已有 19¹⁷⁹ 家工厂被认证为“零碳工厂”，15 家被工信部认定为“绿色工厂”，这些工厂在节能减排方面取得了显著成效；

④绿色交付：施耐德电气在包装和运输环节也注重减碳，通过采用轻包装和优化物流等方式，确保各环节都落实减排措施；

⑤绿色运维：施耐德电气还注重产品的运维阶段减碳，通过提供智能化的运维服务，帮助客户降低能耗和碳排放。

(4) 行动成果：施耐德电气的碳减排行动取得了显著成效。目前，施耐德电气已经完成了全球工厂减碳 50% 的阶段性目标，并登顶 Gartner “全球供应链 25 强” 榜首，及企业爵士 (Corporate Knights) “全球最佳可持续发展企业 100 强” 榜首，成为唯一两次荣登榜首的企业¹⁸⁰。此外，施耐德电气还帮助全球供应商平均减碳 20% 以上，其中中国供应商的成绩斐然，实现了平均减碳 21%。这些成果充分证明了施耐德电气在碳减排方面的实力和领导力。

100. 农业碳足迹减少实践——德国拜耳

农业和食品加工业是重要的温室气体排放源，同时也在应对气候变化方面蕴含巨大潜力¹⁸¹，在生命科学领域的健康与农业板块具备强大的核心竞争力。该集团凭借创新的可持续农业技术和积极的碳减排行动，为碳中和目标的实现以及全球气候变化应对贡献了自己的力量。

(1) 碳足迹的量化：拜耳集团借助专业工具和手段，构建起完善的碳足迹管理体系。运用 EcoVadis、PSCI 等工具对供应商的环境、健康、安全表现进行监控，并通过现场检查、CDP 问卷和可持续性对话等方式展开评估，以此获取范围 1、范围 2 以及涉及供应商环节的部分范围 3 的碳排放数据。拜耳与英国科技公司 Trinity Agtech 达成合作，依托其云平台“Sandy”测量和监测农场层面的温室气体排放 [世界农化网·拜耳携手英国 Trinity Agtech 推进农业碳减排与数据监测¹⁸²。农户和项目方可通过该平台集中田间数据，建立农场自然资本账户，清晰了解碳平衡状况，为精准量化农业生产中的碳足迹提供有力支持。

179. 第一财经·先行者施耐德电气：搭建生态圈，推进共同减碳 [EB/OL]2024-04-22<https://baijiahao.baidu.com/s?id=1797042687451881344&wfr=spider&for=pc>

180. 新浪新闻·彰显可持续影响力 施耐德电气再登“全球最佳可持续发展企业 100 强”榜首 [EB/OL]2025-01-23<https://news.sina.com.cn/sx/2025-01-23/detail-inefxpez6765585.shtml>

181. 人民网·拜耳集团 农业和食品加工业能够为碳中和做出贡献 [EB/OL]2024-03-07

182. 世界农化网·拜耳携手英国 Trinity Agtech 推进农业碳减排与数据监测 [EB/OL]2024-03-07<https://cn.agropages.com/News/printnew-31101.htm>

(2) 减排目标

①中长期目标：计划在 2050 年实现供应链的净零排放以及自身工厂的碳中和，致力于在长期发展中达成深度脱碳目标；

②短期目标：计划2030年将范围1和范围2的排放量减少42%，帮助主要农业市场减少30%温室气体排放量（按每公斤作物产量计算）。



图 73 拜耳的零净减排计划¹⁸³

(3) 减排举措

拜耳集团通过技术创新、推广再生农业、绿色供应链管理、优化能源与资源利用以及绿色物流变革等多方面举措，推动碳足迹的量化和减少：

①农业技术创新：拜耳通过农业技术创新实现减碳与固碳的目标。如拜耳推出新矮秆玉米，该品种不仅显著提升了产量，还便于进行精准管理和机械操作，有效减少了二氧化碳的排放；应用直播稻技术，在节约水资源和劳动力的同时，也有效降低了甲烷的排放；

②推广再生农业：耘远农场（Bayer Forward Farming）作为拜耳作物科学的全球可持续农业示范网络，自2015年启动至今，已联合全球近30家独立农场，将再生农业理念付诸实践，展示定制化解决方案，提供先进工具和田间耕作模式。拜耳鼓励农民采用减少耕作（低耕和免耕）、使用覆盖作物等气候友好型方法，改善土壤健康，同时减少二氧化碳排放；

183. 拜耳气候策略 . 过渡和转型计划 [EB/OL]2024-06



图 74 拜耳耘远农场——上海浦东呱呱叫农场田间水稻实景¹⁸⁴

③绿色供应链管理：拜耳通过供应商可持续发展项目，与供应商合作，推动其运营符合全球可持续性标准。利用工具监控供应商表现，鼓励供应商实施纠正和预防措施，提升评级，按照国际标准操作。计划与供应商就减少二氧化碳排放进一步对话，鼓励供应商为拜耳的范围3目标做贡献，专注可再生能源和产品碳足迹计算。

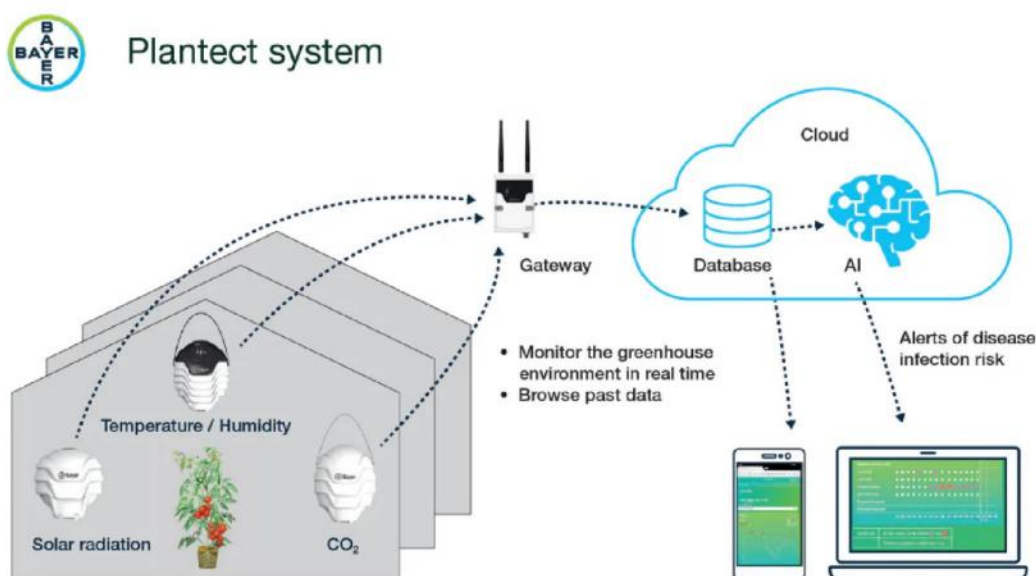


图 75 拜耳的数字化系统¹⁸⁵

184. 可持续发展经济导刊 百年拜耳的新耕耘 [EB/OL]2024-10-31https://www.toutiao.com/article/7431778059868455461/?upstream_biz=doubao&source=m_redirect

185. 拜耳全球：银黄农场 [EB/OL] <https://www.bayer.com/en/agriculture/yinhuang-farm>

④优化能源与资源利用：拜耳旗下的昆明供应中心从 2021 年起开始采用天然气锅炉替换柴油锅炉、提高设备效率等措施，至今已累计减少碳排放 868¹⁸⁷ 吨。2024 年，该中心绿色电力比例达到 100%。

⑤绿色物流变革：拜耳启动了绿色运输项目，在比较市场上多种新能源方案后，选用天然气车辆作为第一阶段的可持续运输解决方案，在两条关键运输路线展开试点，预计最高可节省约 13%¹⁸⁹ 的碳排放。将部分货物运输从高碳足迹的公路运输转移至碳足迹较低的铁路和海运；优化运输路线和装载效率，减少运输次数和碳排放；与领先的物流企业合作，采用更高效的车辆和清洁能源。

(4) 行动结果

拜耳集团在农业碳足迹量化及减少方面取得了显著成效：

①碳排放显著降低：昆明供应中心通过一系列节能减排措施，碳足迹位居拜耳全球最低，2023 年单位碳排放以产值仅为行业水平的 36%。绿色运输项目试点采用天然气车辆替代传统柴油车辆，已取得一定的碳减排效果，随着项目推进，有望在物流运输环节实现更多的碳排放节省。

②产业协同发展：在推广再生农业过程中，拜耳与全球多家农场合作，形成了良好的产业示范效应，带动了更多农业从业者关注和参与再生农业实践。在供应链管理方面，推动供应商提升可持续发展水平，促进了整个产业链的绿色升级。其在农业科技研发和应用上的成果，为农业产业向低碳、高效方向转型提供了技术支撑。

③社会影响力提升：拜耳旗下的昆明供应中心因其在可持续发展方面的卓越表现，荣获 2024 年“金钥匙·贡献 SDG 的卓越解决方案”奖项，提升了拜耳在可持续发展领域的知名度和美誉度。参与再生农业相关报告和标准制定，为行业发展提供了规范和方向，增强了拜耳在农业可持续发展领域的话语权和引领力。

187. 澎湃新闻. 拜耳健康消费品推动绿色转型，助力中国碳中和目标 [EB/OL]2024-12-18https://www.toutiao.com/article/7449664914110644762/?upstream_biz=doubao&source=m_redirect

开放共享 协同创新
守正笃实 久久为功

山西科城能源环境创新研究院

地址：山西综改示范区太原学府园区东融街中博信息产业园A栋7层

邮箱：sxkecheng@163.com

电话：0351-3531599

网址：www.e-coshare.com

