

南通市康桥油脂有限公司
产品碳足迹报告

报告编制单位：上海励羿建筑科技有限公司

报告编制日期：二〇二三年三月二十五日

目 录

摘 要	2
1. 产品碳足迹 (PCF) 介绍	3
2. 目标与范围定义	5
2.1 企业及其产品介绍	5
2.2 报告目的	5
2.3 碳足迹范围描述	6
3. 数据收集	8
3.1 初级活动水平数据	8
3.2 次级活动水平数据	8
4. 碳足迹计算	10
4.1 厂内运输和经营相关运输产生的排放	10
4.2 生产阶段	10
5. 产品碳足迹指标	16
6. 结论与建议	17
7. 结语	18

摘 要

受南通市康桥油脂有限公司（简称“南通康桥油脂”）委托，核查组对南通康桥油脂生产的硬脂酸的碳足迹进行核算与评估。本报告以生命周期评价方法为基础，采用 PAS 2050: 2011 标准《商品和服务在生命周期内的温室气体排放评价规范》中规定的碳足迹核算方法，计算得到南通康桥油脂平均生产 1t 硬脂酸的碳足迹。

本报告对产品的功能单位进行了定义即 1t 硬脂酸，系统边界为“从大门到大门”类型。核查组对从原材料进厂到产品出厂的生产过程进行了现场调研，同时也参考了相关文献及数据库。

本报告对生产 1t 硬脂酸的碳足迹进行分析，企业生产 1t 硬脂酸碳足迹为 226.0 kgCO₂，产品生产过程中硬脂酸生产制氢阶段、加氢生产阶、水解生产阶段、蒸馏生产阶段和运输阶段对碳足迹的贡献分别为 27.9%、28.1%、17.5%、32.2%和 0.3%。

南通康桥油脂积极开展产品碳足迹评价，其碳足迹核算是南通康桥油脂实现低碳、绿色发展的基础和关键，披露产品的碳足迹是南通康桥油脂环境保护工作和社会责任的一部分，也是南通康桥油脂迈向国际市场的重要一步。

1. 产品碳足迹（PCF）介绍

近年来，温室效应、气候变化已成为全球关注的焦点，“碳足迹”这个新的术语越来越广泛地为全世界所使用。碳足迹通常分为项目层面、组织层面、产品层面这三个层面。产品碳足迹（**Product Carbon Footprint, PCF**）是指衡量某个产品在其生命周期各阶段的温室气体排放量总和，即从原材料开采、产品生产（或服务提供）、分销、使用到最终处置/再生利用等多个阶段的各种温室气体排放的累加。温室气体包括二氧化碳（ CO_2 ）、甲烷（ CH_4 ）、氧化亚氮（ N_2O ）、氢氟碳化物（**HFC**）、全氟化碳（**PFC**）和三氟化氮（**NF3**）等。产品碳足迹的计算结果为产品生命周期各种温室气体排放量的加权之和，用二氧化碳当量（ CO_2e ）表示，单位为 **kg CO₂e** 或者 **g CO₂e**。全球变暖潜值（**Global Warming Potential, 简称 GWP**），即各种温室气体的二氧化碳当量值，通常采用联合国政府间气候变化专家委员会（**IPCC**）提供的值，目前这套因子被全球范围广泛适用。

产品碳足迹计算只包含一个完整生命周期评估（**LCA**）的温室气体的部分。基于 **LCA** 的评价方法，国际上已建立起多种碳足迹评估指南和要求，用于产品碳足迹认证，目前广泛使用的碳足迹评估标准有三种：

（1）《**PAS2050: 2011 商品和服务在生命周期内的温室气体排放评价规范**》，此标准是由英国标准协会（**BSI**）与碳信托公司（**Carbon Trust**）、英国食品和乡村事务部（**Defra**）联合发布，是国际上最早

的、具有具体计算方法的标准，也是目前使用较多的产品碳足迹评价标准；

(2) 《温室气体核算体系：产品生命周期核算与报告标准》，此标准是由世界资源研究所(World Resources Institute, 简称 WRI)和世界可持续发展工商理事会(World Business Council for Sustainable Development, 简称 WBCSD)发布的产品和供应链标准；

(3) 《ISO/TS 14067: 2013 温室气体——产品碳足迹——量化和信息交流的要求与指南》，此标准以 PAS 2050 为种子文件，由国际标准化组织 (ISO) 编制发布。产品碳足迹核算标准的出现目的是建立一个一致的、国际间认可的评估产品碳足迹的方法。

2. 目标与范围定义

2.1 企业及其产品介绍

南通市康桥油脂有限公司（以下简称公司）成立于 2006 年，地址位于海安市经济开发区康桥路 2 号，固定资产总额 18419.9 万元，现有员工 180 余人，其中专业技术人员 50 人，是一家集生产、销售、科研和技术服务于一体，专业生产硬脂酸及其衍生产品的大型化工企业。

公司 2021 年初以来，以创建“绿色工厂”为契机，多次开展以绿色工厂为主题的培训。过去的一年里，公司知难而进，在不断创新求变，用新思维寻找新发展。公司重视科技创新，将科技发展作为企业重要支撑，截止目前，公司先后获得专利 20 项，其中发明专利 7 项，实用新型专利 13 项。公司先后获得海安市工业百强企业、税收贡献超 5000 万元企业、开放型经济先进企业；海安开发区综合优秀单位、纳税 20 强、亩产税收贡献 10 强企业、工业 20 强企业、经济发展突出贡献奖。

公司在产品工艺设计中引入生态设计理念，创新设计，优化工艺，实现产品的绿色生态。公司按绿色发展要求，从产品研发方向、产品生产工艺及工艺装备等方面开展了研究和绿色分析，减少产品全生命周期的环境影响。公司将始终坚持“做标杆，做精品”的发展战略，走“专业化、差异化、科技型”的发展之路，建设技术研发平台、资源整合平台、人才集聚平台和品牌拓展平台，建设国内一流水平的研发、

生产、贸易产业链，推进企业可持续发展。

在同行业中公司率先获取了 ISO9001、ISO14001、ISO 45001、ISO 50001 等证书。2016 年在如皋投资新建了 50 万吨年油脂化工综合生产项目，使企业的发展迈上了一个新台阶。产品广泛应用于石油化工、日用化工、橡胶、纺织、医药、冶金、军工等行业，畅销全国二十多个省市自治区，深受广大用户的信赖和一致好评。

2.2 报告目的

本报告的目的是得到南通康桥油脂生产的 1t 硬脂酸生命周期过程的碳足迹，其研究结果有利于南通康桥油脂掌握该产品的温室气体排放途径及排放量，并帮助企业发掘减排潜力、有效沟通消费者、提高声誉强化品牌，从而有效地减少温室气体的排放；同时为硬脂酸的采购商和第三方的有效沟通提供良好的途径。

2.3 碳足迹范围描述

本报告盘查的温室气体种类包含 IPCC2007 第 5 次评估报告中所列的温室气体，如二氧化碳（CO₂）、甲烷（CH₄）、氧化亚氮（N₂O）、氢氟碳化物（HFC）、全氟化碳（PFC）和三氟化氮（NF₃）等，并且采用了 IPCC 第五次评估报告（2013 年）提出的方法来计算产品生产周期的 GWP 值¹。

为了方便产品碳足迹量化计算，功能单位被定义为 1t 硬脂酸。

盘查周期：2022 年 1 月 1 日到 2022 年 12 月 31 日。

盘查地点：南通市康桥油脂有限公司（地址：江苏省如皋市九华镇华兴路 8 号）。

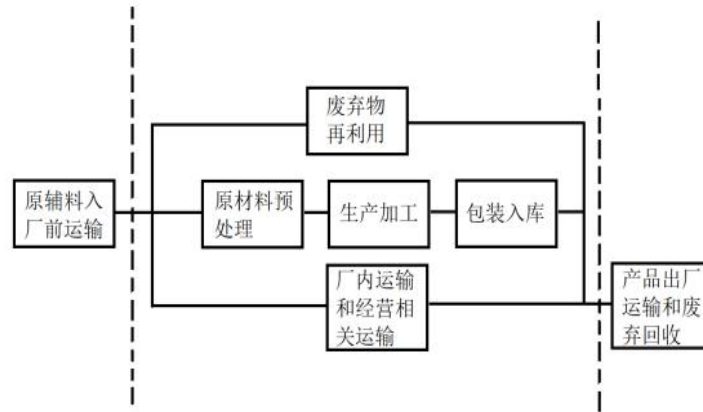


图 2.1 系统边界

根据企业的实际情况，核查组在本次产品碳足迹核查过程使用 PAS2050 作为评估标准，盘查边界可分 B2B(Business-to-Business) 和 B2C(Business-to-Consumer)两种。本次盘查的产品的系统边界属“从大门到大门”的类型，为实现上述功能单位，硬脂酸生产的系统边界如上图。本报告排除以下情况的温室气体排放：

- (1) 与人相关活动温室气体排放量不计；
- (2) 原材料进入厂区前的排放不计；
- (3) 产品出厂后的运输、销售和使用，以及废弃回收处置等。

表 2.1 包含和未包含在系统边界内的生产过程

包含的过程	未包含的过程
<ul style="list-style-type: none"> •硬脂酸生产的生命周期过程包括：原材料厂内运输→产品生产→废弃物再利用→产品包装出厂； • 生产经营活动相关的能源消耗。 	<ul style="list-style-type: none"> • 辅料及辅料的运输和生产； • 资本设备的生产及维修； • 产品的运输、销售和使用； • 产品回收、处置和废弃阶段。

3. 数据收集

根据 PAS 2050: 2011 标准的要求, 核查组组建了碳足迹盘查工作组对南通康桥油脂的产品碳足迹进行盘查。工作组对产品碳足迹盘查工作先进行前期准备, 然后确定工作方案和范围、并通过查阅文件、现场访问和电话沟通等过程完成本次温室气体排放盘查工作。前期准备工作主要包括: 了解产品基本情况、生产工艺流程及原材料供应商等信息; 并调研和收集部分原始数据, 主要包括: 企业的生产报表、财务报表及购进发票等, 以保证数据的完整性和准确性, 并在后期报告编制阶段, 大量查阅数据库、文献报告以及成熟可用的 LCA 软件去获取排放因子。

3.1 初级活动水平数据

根据 PAS2050: 2011 标准的要求, 初级活动水平数据应用于所有过程和材料, 即产生碳足迹的组织所拥有、所经营或所控制的过程和材料。本报告初级活动水平数据包括产品生命周期系统中所有能源与物料的耗用(物料输入与输出、能源消耗等)。这些数据是从企业或其供应商处收集和测量获得, 能真实地反映了整个生产过程能源和物料的输出, 以及产品/中间产品和废物的输出。

3.2 次级活动水平数据

根据 PAS2050: 2011, 凡无法获得初级活动水平数据或者初级活动水平数据质量有问题(例如没有相应的测量仪表)时, 有必要使

用直接测量以外其它来源的次级数据。本报告中次级活动数据主要来源是数据库和文献资料中的数据。

产品碳足迹计算采用的各项数据的类别与来源如表 3.1。

表 3.1 碳足迹盘查数据类别与来源

数据类别		活动数据来源	
初级活动数据	输入	主料消耗量	企业生产报表
	能源	电、天然气和蒸汽	企业生产报表、结算发票
次级活动数据	运输	柴油、汽油	财务和车辆管理科统计数据
	排放因子	主料制造	数据库及文献资料
		主料运输	

4.碳足迹计算

产品碳足迹的公式是整个产品生命周期中所有活动的所有材料、能源和废物乘以其排放因子后再加和。其计算公式如下：

$$CF = \sum_{i=1, j=1}^n P_i \times Q_{ij} \times GWP_j$$

其中，CF 为碳足迹，P 为活动水平数据，Q 为排放因子，GWP 为全球变暖潜势值。排放因子源于 CLCD 数据库和相关参考文献。

4.1 厂内运输和经营相关运输产生的排放

厂内外移动源运输都会直接或间接地产生温室气体排放，如生产过程中设备运转消耗能源带来的间接温室气体排放，材料在运输过程中燃油产生的直接温室气体排放。因此，本阶段对厂内外的生产和运输阶段温室气体排放进行计算，如下表 4.1：

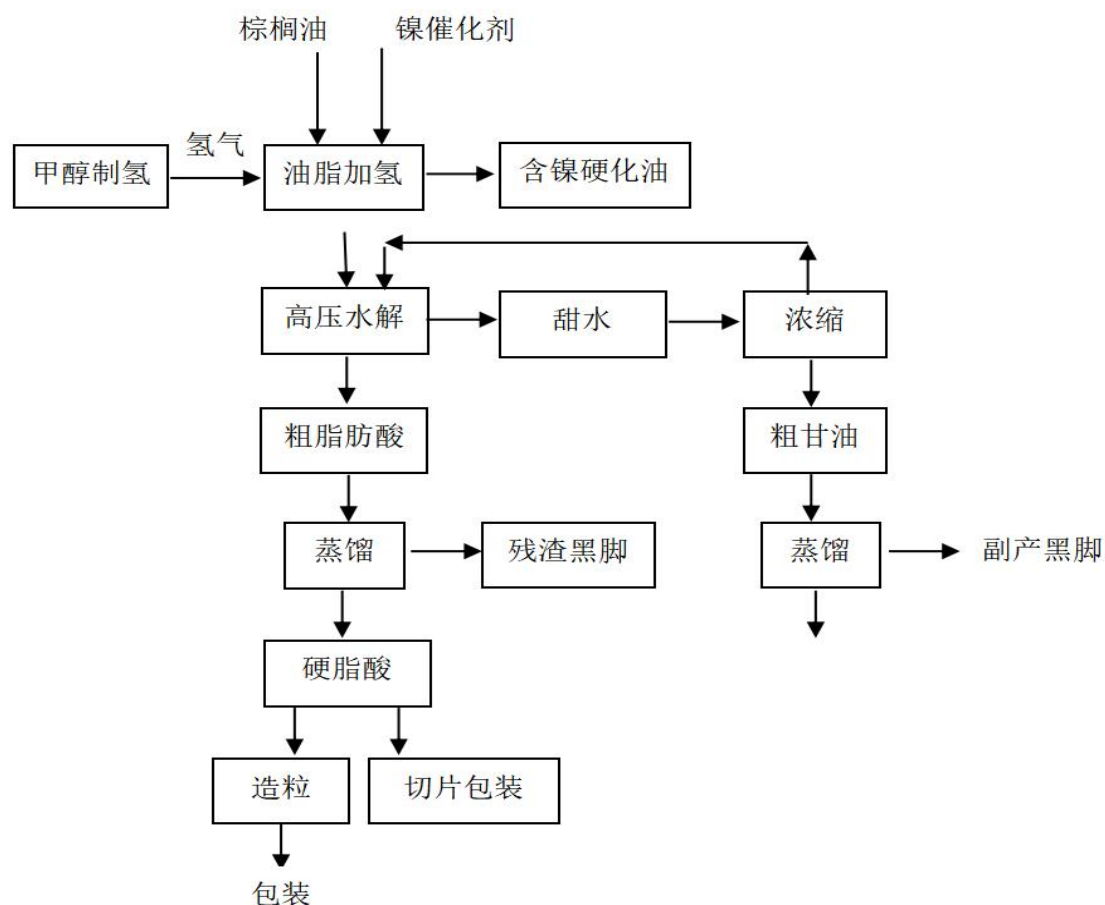
表 4.1 厂内运输的产品温室气体排放

物料名称	活动数据 (t、MW.h) A	CO2 当量排放因子 (tCO2e/t、tCO2e/MW.h) B	排放因子数据来源	碳足迹数据 (tCO2e) C=A×B
硬脂酸生产				
电	99.36	0.5810	《其它企业温室气体排放核算方法与报告指南》	57.728
合计				60.901

4.2 生产阶段

1、公司主要生产工艺如下所示：

硬脂酸：



2、生产工艺简述

1) 制氢

氢气制备采用的是甲醇裂解制氢的技术。自甲醇罐来的原料甲醇经过甲醇泵送至原料甲醇高位槽，再自流至原料液位槽，在原料液位槽中，甲醇与同样经过脱盐水计量泵送入系统的脱盐水按一定比例混合，然后再经进料泵加压至 1.0-1.2Mpa，进入换热器与反应产物换热升温，升高后的甲醇/水溶液再进入汽化过热器，用高温导热油加热汽化并过热温度 220~260℃，甲醇/水蒸汽进入列管反应器（转化器）。在催化剂铜（该催化剂每 3 年投加一次，投加量为 1.92t）的作用下，进行裂解温度（200~260℃、压力 1.0-1.2Mpa）和变换，生成二氧化碳

和氢气。从转化器出来的 CO_2 和 H_2 的混合气在与甲醇/水原料液换热冷却后，再进一步冷却至室温，然后进入净化塔洗掉转化气中夹带的未反应的甲醇，使混合气进净化，回收冲洗下来的甲醇/水进入原料液液位槽，净化后的混合气再进入气液分离罐 将残留的水份分离掉，然后送至变压吸附提纯工段，再经变压吸附塔循环轮流吸附分离的过程得到纯净的氢气，变压吸附的压力为 1.2Mpa，分离的二氧化碳直接排空。

2) 加氢

将棕榈油从罐区原料罐泵入原料油周转罐，接着泵入脱气罐内利用水环真空泵抽真空脱除原料油中的水分和少量夹杂的低分子杂质，从制氢装置送来的氢气进入氢气储气罐内储存，后经氢气压缩机加压至 2.2~2.5MPa 后进入氢气中间罐内。脱气后的原料油大部分与从氢气中间罐出来的氢气混合后泵入氢化塔内，少部分进入催化剂配置罐进行催化剂溶（悬浊）液的配置。桶装固体镍催化剂通过催化剂进料斗加入，原料油和氢气在氢化塔内在镍催化剂催化的作用下并于 2.0~2.35MPa、160~245°C 下进行反应，反应后的混合物泵入热分离罐，分离出的氢气经多次分离去除夹带的水分后，通过氢气循环机加压返回氢化塔重复使用。硬化油成品泵入缓冲罐内进一步分离出低分气后放料至待滤罐内，含有催化剂的硬化油泵入板框压滤机去除催化剂后送入成品周转罐内暂存，最终泵入罐区的氢化油罐内进行储存，一部分用于油脂水解，一部分送入造粒包装出售。

3) 水解

将氢化油从罐区储罐泵入氢化油中间罐，经增压泵加压后从塔底部送入逆流水解塔，与此工艺水罐内收集的装置区工艺水经增压泵加压后与蒸汽一道从塔顶进入水解塔。氢化油和水在水解塔内于

4.6-5.2MPa、230-260°C下逆流水解，水解后得到的脂肪酸从塔顶流出，含 15-20%甘油的甜水由塔底流出，分别送往各自的闪蒸罐。从脱气罐出来的粗脂肪酸泵入粗脂肪酸罐内暂存，随后送脂肪酸蒸馏工序生产脂肪酸产品；粗甘油则送往甘油浓缩、蒸馏工序生产甘油产品。

4) 脂肪酸蒸馏

从水解工序来的粗脂肪酸经加热后泵入脱气罐，利用 3 级蒸汽喷射真空泵抽真空脱除粗脂肪酸中的水分和少量低分子杂质，然后经换热器换热加热后泵入第一个蒸馏塔。第一个蒸馏塔同样利用 3 级蒸汽喷射真空泵抽真空，在 -0.0985MPa，222~235°C 下进行蒸馏，从塔顶抽出的 C16 以下轻组分经冷阱冷下后进入轻组分采集罐；侧线抽出 C16 以下组分进入低碳产品采集罐，后同样利用高位差形成液封溢流送往包装车间进行包装或送往罐区储罐储存。

C18 以上重组分从塔底抽出后送入第二个蒸馏塔，第二个蒸馏塔利用 4 级蒸汽喷射真空泵抽真空，在 <-0.0990MPa，232~245°C 下进行蒸馏，从塔顶抽出的组分经冷阱冷下后与从侧线抽出的 C18 组分均进入高碳产品采集罐，后泵入成品锅进行配料再送至造粒包装；从塔底抽出的脂肪酸黑脚作为一次黑脚，送往罐区黑脚储罐储存。一次黑脚从黑脚罐泵入水解塔内进一步水解后，利用回收粗脂肪酸和甜水分别送入脂肪酸蒸馏工段和甘油工段，蒸馏产生的二次黑脚装桶外售。

5) 甘油浓缩、蒸馏

从水解工序出来的甜水首先进入三效蒸发器进行一次浓缩，一效正压操作，二效蒸发器和第三效蒸发器利用水环真空泵抽真空负压操作，浓缩后粗甘油经水封、破真空后流入甜水罐，再泵入中和罐进行中和除油处理。向中和罐中人工加入一定量的 28% (31%) 盐酸，将

粗甘油 pH 调节至 2~4 使油脂等杂质析出，继续向中和罐中人工加入生石灰，调节 pH 至 7~8 后出料至板框压滤机进行压滤后送入甜水处理罐。中和提纯后的粗甘油进一步泵入另一组三效蒸发器进行二次浓缩，浓缩后的粗甘油进入脱气罐内，利用水环真空泵进一步抽真空脱除水分和少量低分子杂质，并经过一系列换热加热后泵入蒸馏塔。

在蒸馏过程中控制塔中物料温度 152-165°C 之间，并利用 4 级蒸汽喷射真空泵控制塔内真空度在 -0.0980~-0.1MPa 的真空度。从塔顶抽出的黄色甘油不合格品经冷阱冷下后进入黄色甘油采集罐，随后泵入前述粗甘油罐内重复蒸馏提纯；从塔侧线抽出 99% 以上含量的甘油进入甘油采集罐，随后泵入密闭的脱色柱内利用活性炭进行脱色；脱色完成后的成品甘油泵入罐区存储；从塔底出来的甘油黑脚直接装桶出售。活性炭一般三个月更换一次，废活性炭委外处理，新活性炭由人工直接加入脱色柱。

表 4.3 硬脂酸生产阶段的天然气排放量计算表

产品种类	化石燃料消耗量 A(10 ⁴ Nm ³)	低位发热值 B(GJ/10 ⁴ Nm ³)	单位热值含碳量 C(tC/GJ)	碳氧化率 D(%)	排放量 G=A×B×C×D×4 4/12 (tCO ₂)
硬脂酸	337.8	389.31	0.0153	99	7316.75

表 4.4 硬脂酸生产阶段净购入使用电力排放量计算表

产品种类	净购入电量 A(MW.h)	排放因子 B(tCO ₂ / MW.h)	排放量 C=A×B(tCO ₂)
硬脂酸	6624	0.5810	3848.54

表 4.5 硬脂酸生产阶段净购入使用热力排放量计算表

产品种类	净购入量 (GJ)	排放因子(tCO ₂ / GJ)	碳排放量 (tCO ₂)
	A	B	F=A*B
硬脂酸	75513	0.11	8306.43

5.产品碳足迹指标

碳足迹排放量相关计算：

生产 1t 硬脂酸排放量

参数	制氢阶段排放量	加氢阶段排放量	水解阶段排放量	蒸馏阶段排放量	运输阶段排放量	合计排放量	产品产量	碳足迹
单位	tCO ₂ e	tCO ₂ e	tCO ₂ e	tCO ₂ e	tCO ₂ e	tCO ₂ e	t	kgCO ₂ e/t
数值	5451.88	4283.22	3404.78	6274.11	57.73	19471.72	86161.22	226.00

企业生产 1t 硬脂酸碳足迹为 2231.59 kgCO₂ eq，产品生产过程中硬脂酸生产制氢阶段、加氢生产阶、水解生产阶段、蒸馏生产阶段和运输阶段对碳足迹的贡献分别为 27.9%、28.1%、17.5%、32.2%和 0.3%。

6. 结论与建议

通过对上述两大产品碳足迹指标分析可知：

企业生产 1t 硬脂酸碳足迹为 226.0 kgCO₂，产品生产过程中硬脂酸生产制氢阶段、加氢生产阶、水解生产阶段、蒸馏生产阶段和运输阶段对碳足迹的贡献分别为 27.9%、28.1%、17.5%、32.2%和 0.3%。

本研究对生产 1t 硬脂酸碳足迹进行计测及分析，只考虑了生产过程和厂内运输过程的温室气体排放，并未能从原料获取，原料运输、产品分配、使用以及废弃物处理方面进行全生命周期的分析。通过以上分析可知，产品生产过程中硬脂酸生产阶段能源消耗对产品碳足迹的贡献高达 99%以上，为增强品牌竞争力、减少产品碳足迹，建议如下：

1、厂内运输过程：尽量减少运输能耗，如果进行生产装置更新时尽可能采用连续生产等无需厂内运输的生产工艺。

2、产品生产阶段：未来积极引进节能技术，提高能源利用效率，减少能源的消耗。

3、在新产品设计时采用生态设计的方法，积极探索减少硬脂酸生产阶段能源消耗。

7. 结语

产品碳足迹核算以生命周期为视角，可以帮助企业避免只关注与产品生产最直接或最明显相关的排放环节，抓住产品生命周期中其他环节上的重要减排和节约成本的机会。产品碳足迹核算还可以帮助企业理清其产品组合中的温室气体排放情况，因为温室气体排放通常与能源使用有关，因而可以侧面反映产品系统运营效率的高低，帮助企业发掘减少排放及节约成本的机会。

产品碳足迹核算提高了产品本身的附加值，可以作为卖点起到良好的宣传效果，有利于产品市场竞争；通过产品碳足迹核算，企业可以充分了解产品各环节的能源消耗和碳排放情况，方便低碳管理、节能降耗，节约生产成本；同时，产品碳足迹核算是一种环境友好行为，是企业响应国家政策、履行社会责任的体现，有助于产品生产企业品牌价值的提升。

产品碳足迹核算制度俨然已成为各国应对气候变化，发展低碳经济的全新阐述方式，并可能成为一种潜在的新型贸易壁垒，潜移默化的影响中国出口产业，面对不断变化的外界环境中国企业需被迫符合下游国家和企业的强制碳核算要求。低碳是企业未来生存和发展的必然选择，企业进行产品碳足迹的核算是企业实现温室气体管理，制定低碳发展战略的第一步。通过产品生命周期的碳足迹核算，企业可以了解排放源，明确各生产环节的排放量，为制定合理的减排目标和发展战略打下基础。