

河南省阳光防腐涂装有限公司

防腐涂料产品碳足迹报告

(2023年1月1日-2023年12月31日)

报告编制单位(公章): 河南景泽能碳科技有限公司

报告编制日期: 2024年1月28日



报告编制日期		报告版本号	
2024 年 1 月 28 日		01	
受评价方	名称：河南省阳光防腐涂装有限公司		
	地址：河南省濮阳市清丰县产业集聚区装备制造园区 6 号、顿丘大道和建设路交汇处东南角		
	联系人	刘传勇	
	联系方式	13703473841	
评价机构	名称：河南景泽能碳科技有限公司		
	地址：郑州市金水区居易摩根中心 4 楼 404		
	联系人	郑大朋	
	联系方式	16638020076	
<p>评价依据：</p> <ul style="list-style-type: none"> •《ISO 14067：2018 温室气体—产品碳足迹—量化和信息交流的要求与指南》 •《PAS 2050：2011 商品和服务在生命周期内的温室气体排放评价规范》 •GHG Protocol：《温室气体核算体系：产品寿命周期核算与报告标准》 •ISO 14064-3：2019《温室气体 第三部分：温室气体声明审定与核查规范和指南》 •《工业其他行业企业温室气体排放核算方法与报告指南（试行）》 •其他适用的法律法规及相关标准 			
报告保证等级		合理保证等级	
实质性和排除门槛		本次评价涵盖了所评价产品核算边界范围内与功能单位相关的预期至少 98% 以上的温室气体排放和清除量。	

评价结论

河南景泽能碳科技有限公司（以下简称“评价方”）受河南省阳光防腐涂装有限公司委托，依据《ISO 14067: 2018 温室气体产品的碳排放量化和交流的要求和指南》、《PAS 2050: 2011 产品和服务在生命周期内的温室气体排放评价规范》、《ISO14064-3:2019 对温室气体声明进行审定和评价的指南性规范》、国家发改委发布的《工业其他行业企业温室气体排放核算方法与报告指南（试行）》中的相关指南及其他适用的法律法规及相关标准，根据《国家发展改革委关于组织开展重点企（事）业单位温室气体排放报告工作的通知（发改气候[2014]63号）》、《碳排放权交易管理暂行办法》等文件，对位于濮阳市的河南省阳光防腐涂装有限公司（以下简称“受评价方”）生产的防腐涂料产品的碳足迹排放量进行评价。

根据《ISO14064-3:2019 对温室气体声明进行审定和评价的指南性规范》，评价方制定了相应的评价计划和抽样计划，通过文件评价和现场评价获得了与评价产品相关的温室气体排放、抵消和清除相关的信息、程序文件、记录和证据，并进行了评估，以确保报告中的产品碳足迹排放量达到合理的保证等级和实质性要求，并符合双方商定的评价目的、范围和准则。

经评价方确认，河南省阳光防腐涂装有限公司生产的防腐涂料（摇篮到大门）产品碳足迹排放量真实准确，评估过程符合相关标准的要求，排放评估方法符合相关性、完整性、一致性、准确性和透明性的原则。排放量计算没有发现任何实质性偏差。

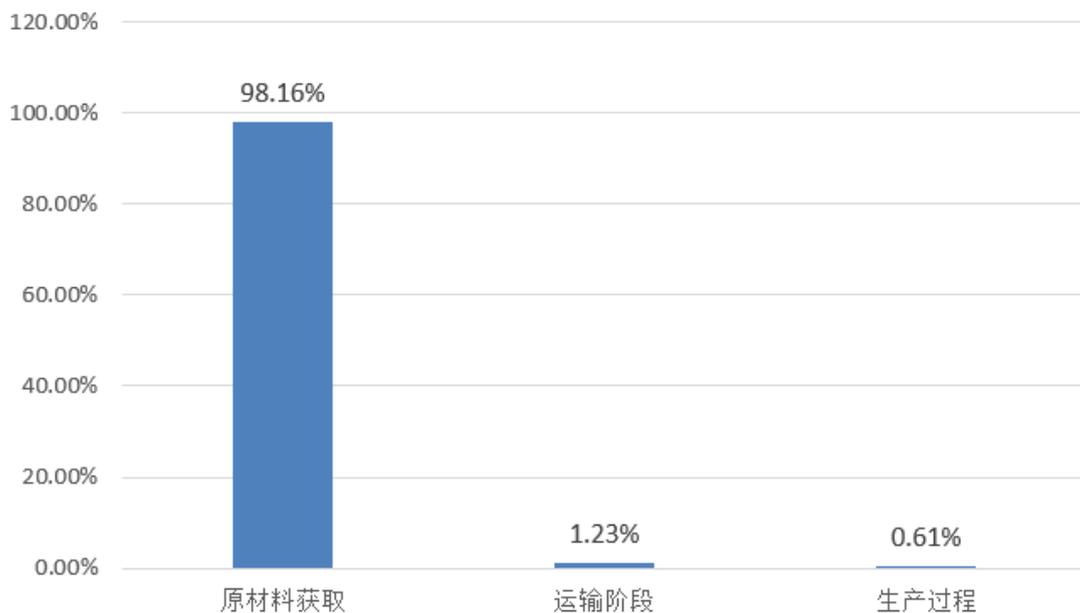
1吨防腐涂料产品碳足迹信息 kgCO₂ eq

时间段	产品名称	产品生命周期阶段	碳足迹	占比
2023年1月1日—2023年12月31日	防腐涂料	原材料获取	1.63	98.16%
		运输	0.02	1.23%
		产品生产制造	0.01	0.61%
		合计（tCO ₂ eq）	1.66	100%
核算边界		从摇篮到大门（包含原材料获取-原材料运输-产品生产制造）		
评价组成员		郑大朋、郎嘉琛、王孟鹤	技术评审组成员	马朝军
报告批准人		李瑞超		

受河南省阳光防腐涂装有限公司（简称“阳光防腐”）委托，核查组对阳光防腐生产的防腐涂料产品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，计算得到阳光防腐平均生产 1 吨防腐涂料产品的碳足迹。

本报告对产品的功能单位分别进行了定义，即 1 吨防腐涂料产品，系统边界为“从摇篮到大门”类型。核查组对主要原材料进行了识别，并参考了《中国产品全生命周期温室气体排放系数库》中相应原料上游的排放系数；同时从原材料进厂到产品分别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。

涂料产品碳足迹分布图



本报告分别对生产 1 吨防腐涂料产品的碳足迹进行对比分析，得到企业生产 1 吨防腐涂料产品碳足迹为 1.66tCO₂ eq，产品原材料上游、生产和运输对碳足迹的贡献分别为 98.16%、0.61%和 1.23%。

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。尤其是在《京都议定书》的基础之上，2015年经过多方努力签订了《巴黎协定》，该协定为2020年后全球应对气候变化行动做出安排，标志着全球气候治理将进入一个前所未有的新阶段，具有里程碑式的非凡意义。2020年9月22日，中国国家主席习近平在“第七十五届联合国大会一般性辩论”上发表重要讲话，向世界承诺，中国将提高国家自主贡献力度，采取更加有力的政策和措施，二氧化碳排放力争于2030年前达到峰值，努力争取2060年前实现碳中和。

“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（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。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（CO₂e）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，目前这吨因子被全球范围广泛适用。

欧洲正式通过了碳边界调整机制（CBAM）的协议，旨在解决碳

泄漏问题，具体生效日期为 2023 年 10 月 1 日，将对全球具有历史意义。

随着应对全球气候变化形势，在全球各国碳中和目标的大背景下，国内企业逐步开始受到了来自欧洲客户的绿色采购压力，同时也逐步面临着国内日益严紧的低碳政策压力。产品碳足迹将成为应对“绿色贸易壁垒”最为重要的手段之一。

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：产品寿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。

2022 年初，中国城市温室气体工作组（CCG）发布了《中国产品全生命周期温室气体排放系数集 2022》，本数据集主要基于《ISO 14067:2018 Greenhouse gases — Carbon footprint of products — Requirements and guidelines for quantification》的基本原则和方法，确定产品全生命周期温室气体排放，包括取得原材料到生产、使用和废弃的整个生命周期（即从摇篮到坟墓）。为了方便使用，工作组将单位产品全生命周期排放分为上游排放（upstream emissions）、下游排放（downstream emissions）和废弃物处理排放（waste management emissions）。由于本数据集建设是基于公开文献资料的收集、整理、分析、评估和再计算，因此部分产品、部分环节的排放计算无法严格按照 ISO 14067 的边界和流程。

除流程和原则性方法外，具体数据处理方法包括：

(1) 下游排放不包括用电排放和废弃物处理排放。由于同一产品使用中的用电场景往往差异很大，且产品用电量往往难以单一计量，而作为用户主体统一计量非常方便（例如家庭总用电量）。所以为了方便用户使用，下游排放不包括用电排放。用电排放可以作为用户的独立排放（见能源产品-电力）。废弃物处理情况类似，单独作为一类，用户可以根据废弃物产生量和处理方式，计算其带来的温室气体排放。

(2) 排放统一为 CO₂ 当量。数据来源文献中的温室气体排放有实物量或者 CO₂ 当量，全球增温潜势（GWP）值使用也不统一。本数据集将排放统一为 CO₂ 当量，GWP 值取 IPCC（联合国政府间气候变

化专门委员会)第六次评估报告(2021)中的 GWP (100) 值 (Tables of greenhouse gas lifetimes, radiative efficiencies and metrics)。

(3) 本数据集以 2023 年为基准年, 即产品排放系数核算均对标 2023 年的生产和消费水平。

2. 目标与范围定义

2.1 企业及其产品介绍

河南省阳光防腐涂装有限公司始建于 2008 年，是一家专注于防腐涂料生产和销售的企业。公司注册资金 9160 万元。公司年生产能 2 万吨各种防腐涂料，拥有涂料生产设备 40 余套，一期占地面积 14000 m²，二期占地面积 28000 m²。

2021 年，在清丰县产业集聚区投资 1.05 亿元建设清丰县金属结构防腐涂装中心项目（阳光防腐二期），占地面积约 28000 m²，主要是进行钢结构、储罐、石油装备的防腐。此项目为环保综合利用项目并可以有效的减少废气、废漆、废渣对环境的二次污染，也是国家一直在提倡的环保产业。

河南省阳光防腐涂装有限公司是以防腐、装饰、施工为主，集科研、生产、营销、技术咨询、涂装配套方案设计 & 施工技能培训等多项业务于一体的高新技术企业，具有防腐保温、装饰装修、建筑防水工程专业承包资质，旨在以高质量的多功能防腐涂料与雄厚的涂装实力为客户提供一条龙全程服务。

企业拥有自己独立的涂料实验室，2019—2022 年研发经费投入共计 1700 多万元；获国家发明专利 10 项，实用新型专利 27 项，现有职工 150 人，专业技术人员 28 人，其中高级职称 3 人，中级职称 8 人。产品曾在国家质检总局的抽检中多次受到好评，多种产品获得各种奖项。2023 年，涂料产品产量 6971 吨。

2.2 报告目的

本报告的目的是得到河南省阳光防腐涂装有限公司生产的 1 吨防腐涂料产品生命周期过程的碳足迹，其研究结果有利于阳光防腐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；同时为防腐涂料产品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 1 吨防腐涂料产品。

盘查周期为 2023 年 1 月 1 日到 2023 年 12 月 31 日。

盘查地点为河南省阳光防腐涂装有限公司（地址：河南省濮阳市清丰县产业集聚区装备制造园区 6 号、顿丘大道和建设路交汇处东南角）。

¹ 根据 IPCC 第五次评估报告，CO₂、CH₄、N₂O 的 GWP 值分别为 1，28，265。



图 3 系统边界²

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“从摇篮到大门”的类型，为实现上述功能单位，防腐涂料产品的系统边界如上图。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) 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"> • 防腐涂料产品生产的生命周期过程包括：原材料获取、厂内运输生产→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"> • 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

² 根据下述的排除原则，图中虚线边框中的过程不在温室气体排放计算内。

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阳光防腐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中国产品全生命周期温室气体排放系数库去获取排放因子。

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、柴油	企业生产报表、结算发票
	原材料	混合二甲苯 固化剂（聚氨酯） 树脂乳液 二甲苯 石油树脂 树脂	原辅材料出入库台账、发票
次级活动数据	辅助生产	电力排放因子	生态环境部公示数据
	排放因子	原材料获取排放系数	数据库及文献资料

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 主要原材料上游产生的排放

原材料在开采、运输等阶段会产生碳排放，经技术识别，阳光防腐防腐涂料产品主要原材料为混合二甲苯、固化剂（聚氨酯）、树脂乳液、二甲苯、石油树脂、树脂。因此，本阶段对主要原材料上游产生的温室气体排放进行计算，如下表 4.1：

表 4.1 主要原材料上游温室气体排放

能源名称	活动数据 A (t)	CO ₂ 当量排放因子 B (tCO ₂ e/t)	排放因子 数据来源	碳足迹数据 C=A×B (tCO ₂ e)
主要原材料不锈钢材上游碳排放				
混合二甲苯	1986	1.269	参考文献 ^[3]	2520.234
固化剂（聚氨酯）	727	4.33	参考文献 ^[3]	3147.91
树脂乳液	469	4.73	参考文献 ^[3]	2218.37
二甲苯	342	1.269	参考文献 ^[3]	433.998
石油树脂	328	4.73	参考文献 ^[3]	1551.44
树脂	313	4.73	参考文献 ^[3]	1480.49
原材料温室气体排放合计				11352.44

4.2 原材料运输产生的排放

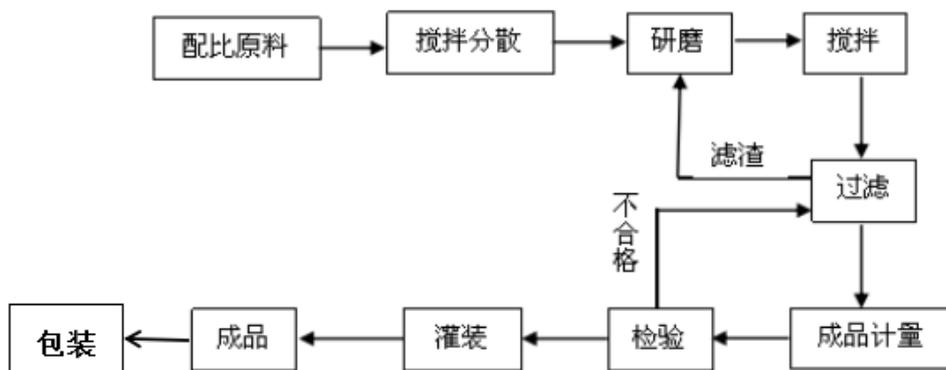
原材料厂内外移动源运输都会直接或间接地产生温室气体排放，本阶段对原材料运输阶段温室气体排放进行计算，如下表 4.2：

表 4.2 原材料运输的产品温室气体排放

原材料名称	运输方式	活动数据 A (吨公里数)	CO ₂ 当量排放因子 B (kgCO ₂ e/吨公里)	排放因子数据来源	碳足迹数据 C=A×B (tCO ₂ e)
原材料厂外运输					
混合二甲苯	货车运输 (重型柴油货车, 载重 18 吨)	99300	0.129	CPCD 中国产品全生命周期温室气体排放系数库	135.024
固化剂(聚氨酯)		181750			
树脂乳液		70350			
二甲苯		17100			
石油树脂		114800			
树脂		563400			
原材料厂内运输					
柴油消耗量	低位发热量	单位热值含碳量	碳氧化率	折算因子	排放量
t	GJ/t	tC/GJ、	%	--	tCO ₂
2.44	42.652	0.0202	98	44/12	7.5540

4.3 生产阶段

企业现有主要工艺流程图如下：



具体工艺流程：

一、仔细阅读调漆单，看清使用原料品种，数量。有疑问及时与技术部们沟通。

二、严格按配方要求工艺进行操作。注意桶中色浆，填料浆是否有分层，沉淀。色浆是否有浮色，结皮，粘度过稀，返粗等异常现象。用前要摇均匀。

三、严格按配方量加准，对于配方中的一些助剂，流平、消泡、高效催干剂等一定要加准，并分批次搅拌中缓慢加入，搅拌均匀。

四、加消光粉不能快，要缓慢加入分散均匀，加完后停机，把缸壁铲干净。对于，配方中的预溶物，要按配方量加入分散均匀备用。

五、锤纹助剂一定要称准，要缓慢加入分散均匀，所有工具要做好隔离。按配方全部加完后，认真核对配方中的各种原料名称，数量看是否有误。确认正确，并准备好调漆用色浆，及时填写调漆单和调漆生产原始记录，批号完全。送交化验室。

六、开机前先试运转分散机，（分散机功率为 22KW，调速为 1470r/min,电机功率为 3KW，生产厂家为：莱州钟翔化工机械有限公司）先开机，然后空转 2-3 分钟，检查电动机、减速器和叶片的运动是否平稳，确认一切正常后，常温状态下，将原料按顺序放入搅拌容器中，不要超过容器的四分之三，缓慢并分多次加入乳化助剂进行水分乳化，乳化时间为 20-30 分钟，然后启动搅拌容器内的搅拌器进行搅拌，以 1500 转/分的转速搅拌，搅拌时间为 30-60 分钟，配料要分二次完成。

七、然后在常温状态下按一定的颜填料比例研磨色浆，使之有最佳研磨效率；分散、研磨后，再根据色漆配方补足其余组分，再进行分散混合。配料力求称量要准确。

根据相关企业调研，分别获取了防腐涂料产品生产阶段的温室气体排放，具体如表 4.3 所示。

表 4.3 产品生产阶段温室气体排放

排放类型	排放源	2023 年
直接排放	化石燃料燃烧排放量 (tCO ₂ e)	0
	碳酸盐使用过程 CO ₂ 排放 (tCO ₂ e)	0
	工业废水厌氧处理 CH ₄ 排放 (tCO ₂ e)	0
	CH ₄ 回收与销毁量 (tCO ₂ e)	0
	CO ₂ 回收利用量 (tCO ₂ e)	0
间接排放	企业净购入电力和热力隐含的 CO ₂ 排放 (tCO ₂ e)	70.28
总排放量	企业二氧化碳排放总量 (tCO ₂ e)	70.28

注：企业天然气与产品生产无关。

则 2023 年防腐涂料产品生产阶段温室气体排放量为 70.28 tCO₂。

电力排放因子说明：

参数	电力的 CO ₂ 当量排放因子
核查的数据值	0.5703
单位	kgCO ₂ e/kWh
数据源	电力排放因子源自生态环境部发布《关于做好 2023—2025 年发电行业企业温室气体排放报告管理有关工作的通知》中 2022 年度全国电网平均排放因子

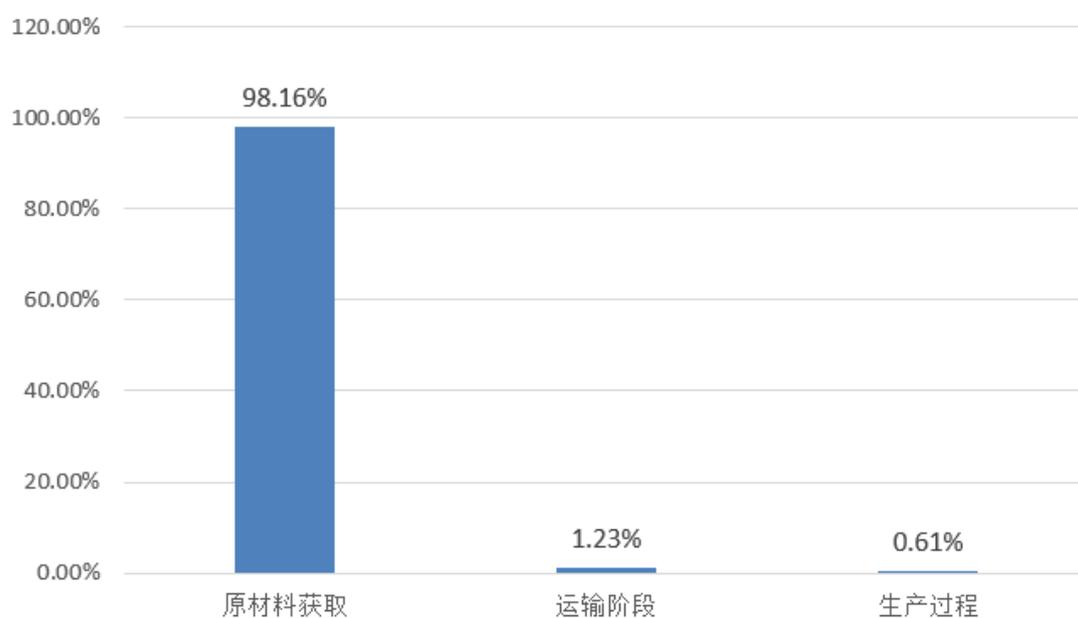
5.产品碳足迹指标

碳足迹排放量相关计算：

1 吨防腐涂料产品

参数	原材料上游排放	生产排放量	运输排放量	合计	产品产量	碳足迹
单位	tCO ₂ e	tCO ₂ e	tCO ₂ e	tCO ₂ e	吨	tCO ₂ e/吨
数值	11352.44	70.28	142.58	11565.3	6971	1.66

涂料产品碳足迹分布图



企业 1 吨防腐涂料产品碳足迹为 1.66tCO₂ eq, 产品原材料上游、生产和运输对碳足迹的贡献分别为 98.16%、0.61%和 1.23%。

6.结论与建议

通过对上述产品碳足迹指标分析可知：

企业生产 1 吨防腐涂料产品碳足迹为 1.66tCO₂ eq，产品原材料上游、生产和运输对碳足迹的贡献分别为 98.16%、0.61% 和 1.23%。

本研究对防腐涂料产品碳足迹进行计测及分析，考虑了从原料获取、生产过程和原材料运输过程的温室气体排放，并未考虑下游的产品分配、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，产品的原材料上游碳排放对防腐涂料产品碳足迹的贡献在 98% 以上，产品的生产环节碳排放对防腐涂料产品碳足迹的贡献仅为 0.61%。为增强品牌竞争力、减少产品碳足迹，建议如下：

- 1、通过绿色供应链管理，采购低碳原料产品及零部件。
- 2、运输车辆尽可能采用新能源车辆。
- 3、尽可能选择距离较近的原辅材料供应商，从而降低物料运输环节的碳排放。
- 4、从战略层面制定企业边界内和产品碳足迹的碳减排计划。

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。

参考文献

- [1] 国家发改委《工业其他行业企业温室气体排放核算方法与报告指南（试行）》
- [2] 生态环境部发布《关于做好 2023—2025 年发电行业企业温室气体排放报告管理有关工作的通知》中 2022 年度全国电网平均排放因子
- [3] 中国产品全生命周期温室气体排放系数库
- [4] Norgate T E, Jahanshahi S, Rankin W J. Alternative routes to stainless steel—a life cycle approach[C]//Tenth International Ferroalloys Congress. 2004: 1-4.
- [5] 河南省阳光防腐涂装有限公司 2023 年度温室气体核查报告