

# 洛阳实华合纤有限责任公司

## 产品碳足迹评价报告

产品名称：涤纶短纤维

编制单位：河南德能环保科技有限公司

2025年1月17日



# 目 录

前 言 .....	1
1. 产品碳足迹 (PCF) 介绍 .....	2
2. 企业及产品介绍 .....	4
2.1 企业介绍 .....	4
2.2 产品介绍 .....	5
3. 目标与范围定义 .....	11
3.1 报告目的 .....	11
3.2 碳足迹范围 .....	11
4. 数据收集 .....	13
4.1 初级活动水平数据 .....	13
4.2 次级活动水平数据 .....	13
5. 碳足迹计算 .....	15
5.1 原材料生产及运输阶段 .....	15
5.2 产品生产阶段 .....	17
6. 产品碳足迹指标 .....	17
7. 结论与建议 .....	19
8. 结语 .....	20

## 前 言

受洛阳实华合纤有限责任公司（以下简称“实华合纤”）委托，河南德能环保科技有限公司组建碳足迹评价组，对企业涤纶短纤维产品碳足迹进行核算与评价，编制形成《洛阳实华合纤有限责任公司涤纶短纤维碳足迹报告》（以下简称“本报告”）。本报告以生命周期评价方法为基础，采用《温室气体 产品碳足迹 量化要求和指南》（GB/T 24067-2024）中规定的碳足迹核算方法，计算得到实华合纤平均生产 1 吨涤纶短纤维的碳足迹。

本报告对产品的功能单位进行了定义，即 1 吨涤纶短纤维，系统边界为“从摇篮到大门”类型。评价组对从原材料进厂到产品生产的阶段进行了现场调研，同时也参考了相关文献及数据库。

本报告对生产 1 吨涤纶短纤维的碳足迹进行分析，得到其碳足迹为 2.92 tCO<sub>2</sub>，其中原材料生产阶段对碳足迹的贡献最大，达 86.90%。

实华合纤积极开展产品碳足迹评价，既是实现绿色低碳发展的基础和关键，也是高度重视环境保护工作、积极承担社会责任的体现，更是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、组织、产品三个层面。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，即从原材料生产、原材料运输、产品生产、产品分销、产品使用到最终处置/再生利用等多个阶段的各种温室气体排放之和。温室气体种类包括二氧化碳（CO<sub>2</sub>）、甲烷（CH<sub>4</sub>）、氧化亚氮（N<sub>2</sub>O）、六氟化硫（SF<sub>6</sub>）、氢氟碳化物（HFCs）、全氟化碳（PFCs）和三氟化氮（NF<sub>3</sub>）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总和，单位为 tCO<sub>2</sub>、kgCO<sub>2</sub> 或 gCO<sub>2</sub>。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几种：

（1）《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》。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 14067: 2018 温室气体——产品碳足迹——量化要求及指南》。此标准以 PAS 2050 为种子文件，由国际标准化组织（ISO）编制发布。

(4) 《温室气体 产品碳足迹 量化要求和指南》（GB/T 24067-2024）。2024 年 8 月 23 日，国家市场监督管理总局和国家标准化管理委员会联合发布《温室气体 产品碳足迹 量化要求和指南》（GB/T 24067-2024），这项产品碳足迹核算通则国家标准由生态环境部提出并组织研制，是落实《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》《2030 年前碳达峰行动方案》《建立健全碳达峰碳中和标准计量体系实施方案》和《关于建立碳足迹管理体系的实施方案》等相关文件部署的重要举措，将为各方研究编制具体产品碳足迹核算标准提供统一权威的指导。

评价组在本次产品碳足迹核算过程使用《温室气体 产品碳足迹 量化要求和指南》（GB/T 24067-2024）作为评价标准。

## 2. 企业及产品介绍

### 2.1 企业介绍

洛阳实华合纤有限责任公司成立于 2004 年 3 月，由洛阳炼化宏达实业有限责任公司与洛阳城市发展投资集团有限公司、洛阳市吉利区经济发展投资有限公司、洛阳金达石化有限责任公司共同出资组建，由洛阳炼化宏达实业有限责任公司控股。

洛阳实华合纤有限责任公司处于油、化、纤一体化的洛阳石化范围内，投资兴建的 18 万吨/年聚酯装置和 15 万吨/年直接纺涤纶短纤维装置与洛阳石化的化纤装置比邻而立，主要原料精对苯二甲酸（PTA）全部来源外采袋装 PTA，来源稳定，所需的水、电、汽、氮及环保设施等公用工程充分依托洛阳石化。洛阳实华合纤有限责任公司 18 万吨/年聚酯装置，采用中国纺织工业设计院先进的专用工艺技术，以钛系组分为催化剂、精对苯二甲酸（PTA）和乙二醇（EG）直接酯化、连续缩聚工艺技术，生产纤维级聚酯。15 万吨/年直接纺涤纶短纤维装置，采用美国杜邦（DUPONT）公司专利技术，由美国康泰斯（CHEMTEX）国际有限公司承包建设，设有三条日产 150 吨直接纺涤纶短纤维生产线，主要产品为 1.56~0.89dtex 高强棉型、细旦型差别化涤纶短纤维。

公司产品主要销往河南、河北、湖北、陕西、山东、四川、新疆，江苏、湖南等地。公司具有原料来源稳定，系统配套条件安全可靠，产业基础较好，工艺技术先进等优势，并始终秉持“质量至上”的理念，不断为客户提供优质的服务和产品。

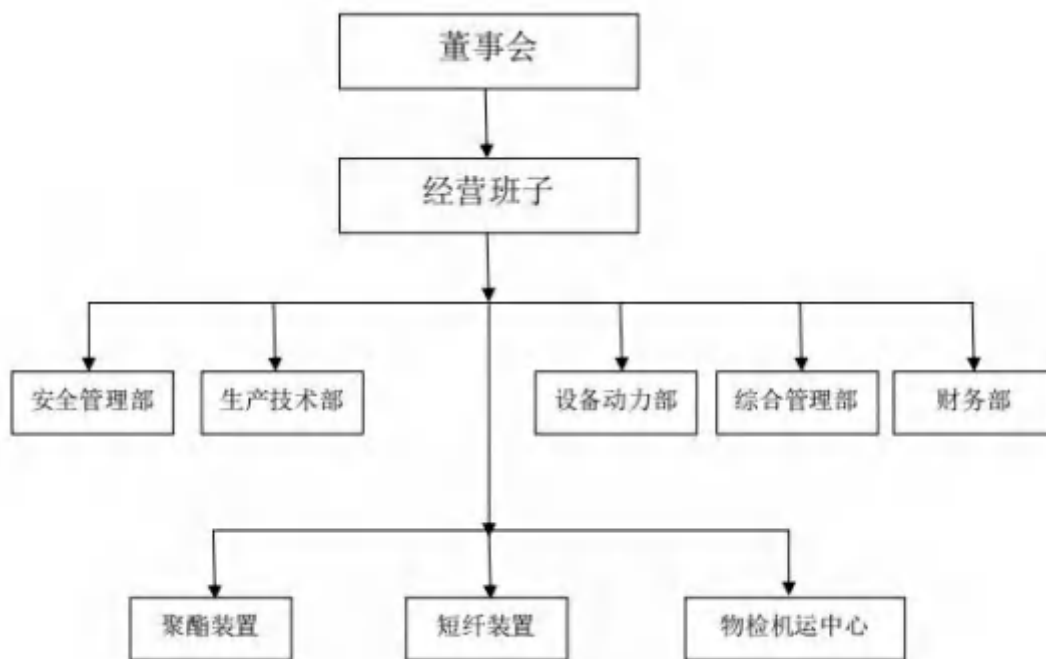


图 2.1 组织架构图

## 2.2 产品介绍

### 1、聚酯装置工艺流程

#### ①浆料配制

原料 PTA 自 PTA 日料仓采用回转阀出料，通过振动筛去除夹带的异状物，经质量流量计连续计量后，送入浆料调配槽。

原料 PTA 和 EG 以及催化剂溶液按规定比例连续送入浆料配制槽中，由搅拌器使之充分混合并配制为一定摩尔比（EG/PTA）的浆料，经浆料输送泵连续送入酯化反应器中。

#### ②酯化反应

酯化反应系统共设置两台酯化反应器。在第一酯化反应器中酯化率可以达到 91%；第二酯化反应器中酯化率控制在 96.5%左右。通过调节反应器的温度、压力和液位，可以控制反应酯化率，同时保证装

置的稳定运转。

两个酯化反应器的汽相物采用一个工艺塔和一个汽提塔用于乙二醇回收。分离的重组分乙二醇回流到两个酯化反应器中。塔顶轻组分冷凝后，凝液用作塔的回流液，汽提塔不凝气去热媒炉作燃料燃烧，其余作为生产污水送污水预处理系统处理。

### ③预缩聚反应

预缩聚反应系统共设置两台预缩聚反应器。第一预缩聚反应器的操作压力控制在 100mbar 左右，使用乙二醇蒸气喷射泵和液环真空泵产生真空，并控制第二预缩聚反应器的操作压力在 10mbar 左右。并与终缩聚反应器共用乙二醇蒸汽喷射泵产生真空。

在预缩聚反应器及其真空设备之间设置刮板冷凝器，采用乙二醇喷淋以捕集汽相中的乙二醇及夹带物。乙二醇凝液收集在液封槽中，以循环冷却水作为冷却介质，通过冷却器降低温度后循环使用。因乙二醇凝液中水含量较高，可送入酯化反应系统工艺塔中进行分离。

第二预缩聚反应器采用齿轮泵出料，经预聚物熔体过滤器过滤后送入终缩聚反应器中。

### ④终缩聚反应

设置一台终缩聚反应器。通过控制真空度使熔体的聚合度达到指标要求。

新鲜乙二醇加入在终缩聚反应器的刮板冷凝器、乙二醇蒸发器和液环真空泵组中。终缩聚反应器和乙二醇蒸汽喷射泵组气相凝液水含量较低，无需分离即可直接回用。该部分乙二醇和预缩聚系统经工艺



塔分离后的乙二醇混合，可直接送到浆料配制槽用作浆料调配用。

#### ⑤熔体分配及切片生产

聚酯采用齿轮泵出料和增压，经熔体过滤器过滤后，通过特殊设计的熔体分配系统，一部分送熔体直接纺装置，另一部分送切片生产系统铸带切粒。

#### ⑥切片输送和包装

设切片密相气力输送线一套，将切片从接收斗输送到成品料仓贮存和包装。设置切片料仓二台，切片自动包装系统一套。

#### ⑦乙二醇分配及催化剂配制

新鲜 EG 自原料罐区乙二醇储罐经 EG 输送泵送至聚酯装置本系统，过滤后分配至装置各用户。

乙二醇锑作为缩聚反应的催化剂，采用间隙调配方式，从供料槽连续计量加入到浆料配制槽中。

#### ⑧二氧化钛配制

二氧化钛是纤维级聚酯切片常用消光剂。将二氧化钛配制成浓度较高的消光剂悬浮液，经研磨机研磨打碎聚集的大颗粒后，加入乙二醇稀释到工艺要求的浓度，再并经离心机分离其中大颗粒、过滤器过滤后，送入消光剂供料槽中，计量后连续送入第二酯化反应器。

聚酯装置工艺流程及产污环节图见图 2.2。

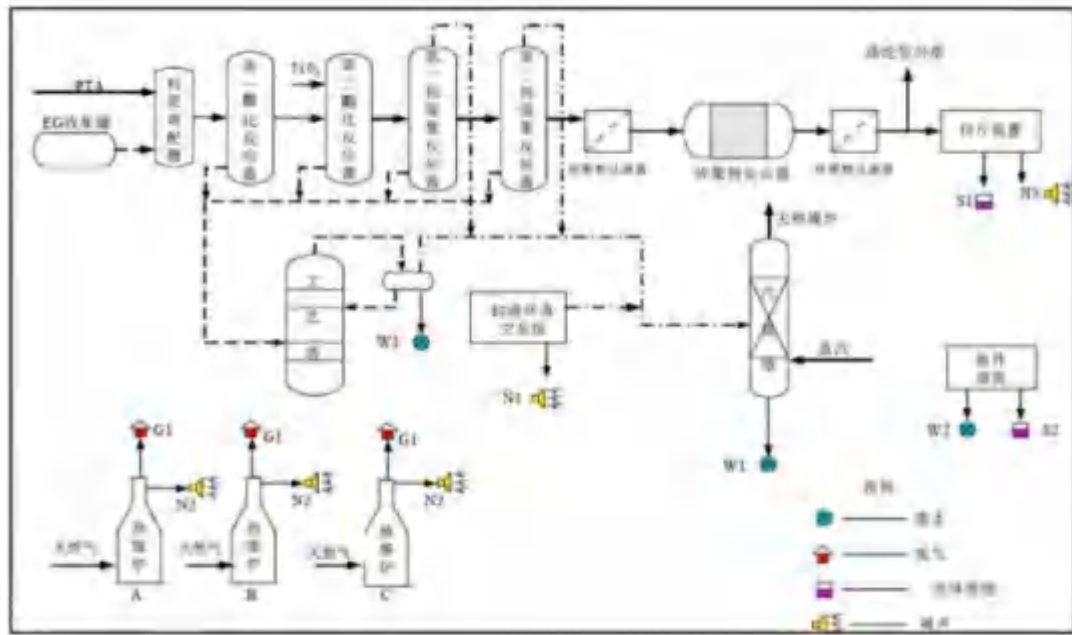


图 2.2 聚酯装置工艺流程图

## 2、短纤装置工艺流程

### ①纺丝

从聚酯装置来的聚酯熔体经增压泵、熔体热交换器、静态混合器及特殊设计的熔体分配管定量、定时、定压、定温地输送到纺丝机纺丝位。熔体进入纺丝位后，由计量泵以恒定的压力和流量送入纺丝组件，经过滤、挤压由喷丝板的小孔挤出形成细流，再经骤冷吹风凝固成型，上油后的丝束经纺丝甬道送入卷绕机。每个纺丝位的丝束在卷绕机上油后经转向罗拉最终聚集成一股丝束，再经牵引机、喂入轮均匀地铺放在丝束往复装置上的盛丝桶内。

### ②后加工

盛丝桶采用叉车运输，丝束从盛丝桶中引出，经集束架集束，通过导丝架、导丝装置调整张力后进入水浴槽洗油、预热。预热后丝束进入导丝机、牵伸机完成第一道牵伸。丝束经蒸汽加热箱预热后进入

紧张热定型机，在牵伸机和紧张热定型机之间完成二道牵伸，并在紧张热定型机内完成加热定型。从紧张热定型机出来的丝束经喷油冷却、增强纤维物理机械性能。冷却机辊内通入冷却水，该水经热交换循环使用。定型冷却后的丝束经叠丝机，通过张力调节机、张力控制罗拉、调整张力后并经蒸汽预热箱预热后送入卷曲机卷曲，卷曲后丝束通过摆丝机均匀地铺在丝束干燥机上被均匀地干燥和松弛定型。从丝束干燥机出来的丝束经导丝架、张力调节器调节张力均匀后喂入切断机。切断后的短纤维靠自重落入打包机箱体，经称重后压制成  $380\text{kg} \pm 2.0\text{kg}$  的纤维包，经检验合格后入库、出厂。

### ③油剂调配

油剂经计量后送入油剂混合槽，调配成浓油，一部分用除盐水稀释搅拌调配后，送入后加工成品油剂高位槽。另一部分浓油再经稀释调配成稀油分别送入纺丝油剂高位槽和后加工牵伸油高位槽。调配为间歇方式，高位槽供油为自重方式，上油装置采用泵连续定量方式。

### ④组件清洗

从纺丝机拆下组件，送入清洗装置内，进行热解，然后在常温下冷却、水洗、吹干待组装。喷丝板还需经超声波清洗、吹扫、镜检合格后，其它待组装部件经检验合格后与喷丝板一齐组装成组件，组件预热后装入纺丝机。

短纤装置工艺流程及产污环节图见图 2.3。



图 2.3 短纤装置工艺流程图

### 3. 目标与范围定义

#### 3.1 报告目的

本报告的目的是得到实华合纤生产 1 吨涤纶短纤维的生命周期过程的碳足迹，其研究结果有利于实华合纤掌握该产品的温室气体排放源及排放量，并帮助企业识别重点排放源、挖掘减排潜力，从而有效地减少温室气体排放，体现社会责任。同时，为企业原材料采购商、产品供应商协同减碳提供良好的数据基础。

#### 3.2 碳足迹范围

本报告盘查的温室气体种类包含 IPCC 2021 第 6 次评估报告中所列的温室气体类型，具体包括：二氧化碳（CO<sub>2</sub>）、甲烷（CH<sub>4</sub>）、氧化亚氮（N<sub>2</sub>O）、六氟化硫（SF<sub>6</sub>）、氢氟碳化物（HFCs）、全氟化碳（PFCs）和三氟化氮（NF<sub>3</sub>），并且采用了 IPCC 第六次评估报告提出的方法来计算产品生产周期的 GWP 值<sup>1</sup>。

为了方便产品碳足迹量化计算，声明单位被定义为 1 吨涤纶短纤维。

核算周期为 2024 年 1 月 1 日到 2024 年 12 月 31 日。

核算地点为洛阳实华合纤有限责任公司（地址：河南省洛阳市孟津区河阳街道化纤路北段 1 号）。

---

<sup>1</sup> 根据 IPCC 第六次评估报告，CO<sub>2</sub>、CH<sub>4</sub>、N<sub>2</sub>O 的 GWP 值分别为 1，27.9，273。

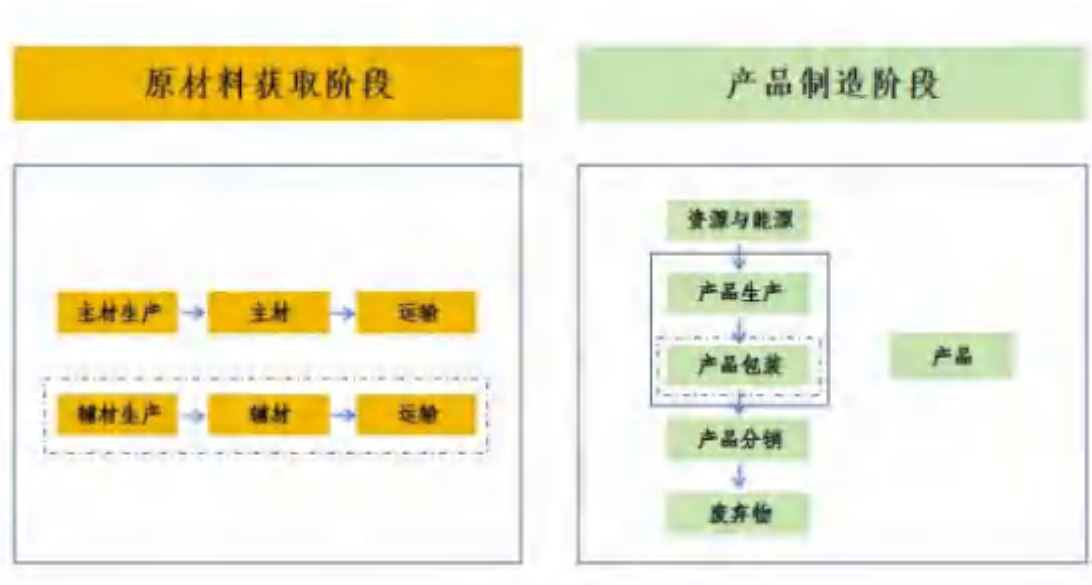


图 3.1 系统边界

根据企业的实际情况，评价组在本次产品碳足迹核算过程使用《温室气体 产品碳足迹 量化要求和指南》（GB/T 24067-2024）作为评价标准。本次核算的产品的系统边界属“从摇篮到大门”的类型，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忽略不计；
- (2) 资产性商品的碳排放，如生产设备、厂房、生活设施等忽略不计。
- (3) 非实质排放源（不足碳足迹总量的 1%，或物料重量不足总重量 1%）忽略不计；

表 3.1 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"> <li>• 原材料生产、运输</li> <li>• 能源的生产及消耗</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 资本设备的生产及维修</li> <li>• 产品的包装</li> <li>• 产品的运输、使用</li> <li>• 产品回收、处置和废弃阶段</li> </ul>

## 4. 数据收集

根据《温室气体 产品碳足迹 量化要求和指南》（GB/T 24067-2024）标准的要求，评价组对产品碳足迹核算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碳足迹核算评价工作。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；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 软件以获取排放因子。

### 4.1 初级活动水平数据

根据《温室气体 产品碳足迹 量化要求和指南》（GB/T 24067-2024）标准的要求，初级活动水平数据应用于所有过程 and 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入以及产品的输出。

### 4.2 次级活动水平数据

根据《温室气体 产品碳足迹 量化要求和指南》（GB/T 24067-2024），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

外其他来源的次级数据。本报告中次级活动数据主要来源是行业核算指南、数据库、公开发布的数据。

产品碳足迹计算采用的各项数据的类别与来源如表 4.1。

**表 4.1 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	原材料	原材料消耗量	《能源数据与产量统计表》
	能源	天然气、柴油、电力、蒸汽消耗量	《能源数据与产量统计表》
次级活动数据	运输	原材料、产品运输	运输起始地、目的地距离估算
	排放因子	原材料生产	CPCD 数据库； Ecoinvent 数据库； 文献资料；
		产品生产	《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）》中的缺省值。
	电力排放因子	生态环境部、国家统计局发布的《2022 年电力二氧化碳排放因子》（华中）	



## 5. 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涉及到的所有材料、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 CPCD 数据库、Ecoinvent 数据库和《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）》。

### 5.1 原材料生产及运输阶段

原材料的生产和运输阶段都会直接或间接地产生温室气体排放，如原材料生产阶段中设备运转消耗能源带来的温室气体排放，原材料在运输阶段中燃料燃烧产生的直接温室气体排放。因此，对原材料生产及运输阶段温室气体排放量的计算过程如下：

#### (1) 原材料生产阶段

产品所用原材料在生产阶段的温室气体排放量为 459345.60 tCO<sub>2</sub>，计算结果如表 5.1 所示。

表 5.1 原材料生产阶段的温室气体排放

物料名称	活动数据 (t) A	CO <sub>2</sub> 当量排放因子 (tCO <sub>2</sub> e/t) B	排放因子 数据来源	碳足迹数据 (tCO <sub>2</sub> e) C=A×B
PTA	142662.00	1.7882949	CPCD 数据库	255121.73
乙二醇	59932.64	3.38	CPCD 数据库	202572.32
油剂	483.12	1.7906868	CPCD 数据库	865.12
乙二醇锑	21.00	17.9	Ecoinvent 数据库	375.90
二氧化钛	90.00	4.5614612	CPCD 数据库	410.53
合计				459345.60

## (2) 原材料运输阶段

通过企业调研获知，产品生产所用的原材料中，PTA 来自东营威联化学有限公司、吴江嘉誉实业发展有限公司、青岛鑫启诚贸易有限公司、宁波鑫启诚能源有限公司、浙江硕创能源有限公司；乙二醇来自山西沃能化工科技有限公司、阳煤化工股份有限公司销售分公司、陕西渭河彬州化工有限公司；油剂来自湖北尚助化学有限公司、福建合利新材料科技有限公司；乙二醇锑来自云南华凯精细化工有限公司、洛阳海惠新材料股份有限公司；二氧化钛来自洛阳北亿新材料有限公司、洛阳慧亿达新材料有限公司，均由货车运输至洛阳实华合纤有限责任公司，以上运输行程通过高德地图进行距离测算。原材料运输活动对产品碳足迹的贡献为 10158.58 tCO<sub>2</sub>，占产品碳足迹总量的 1.92%，详见表 5.2。

表 5.2 原材料运输阶段的温室气体排放

物料名称	活动数据 (t) A	运输距离 (km) B	CO <sub>2</sub> 当量排放因子 kgCO <sub>2</sub> /(t·km) C	排放因子数据 来源	碳足迹数据 (tCO <sub>2</sub> ) D=A×B×C×10 <sup>-3</sup>
PTA	134988.00	758.4	0.078	CPCD 数据库	7985.24
	2004.00	1021.4			159.66
	590.40	834.3			38.42
	1531.20	1189			142.01
	3548.40	1226.7			339.52
乙二醇	34680.82	201.1			544.00
	11760.70	377.4			346.20
	13491.12	521.3			548.57
油剂	66.32	503.6			2.61
	416.80	1536.6			49.96
乙二醇锑	15.00	2048.8	2.40		

	6.00	1.5			0.001
二氧化钛	30.00	0.8			0.002
	60.00	1.7			0.01
合计					<b>10158.58</b>

## 5.2 产品生产阶段

涤纶短纤维生产阶段的碳排放源包括天然气、柴油、电力、蒸汽，其产生的温室气体排放量为 59112.13 tCO<sub>2</sub>，详见表 5.3、表 5.4、表 5.5。

**表 5.3 产品生产阶段化石燃料燃烧产生的温室气体排放**

能源种类	消耗量 (t或万 Nm <sup>3</sup> )	低位发热量 (GJ/t 或 GJ/万 Nm <sup>3</sup> )	单位热值 含碳量 (tC/GJ)	碳氧 化率 (%)	折算 因子	排放量 (tCO <sub>2</sub> )
	A	B	C	D	E	F=A*B*C *D*E/100
天然气	1119.3547	389.31	0.0153	99	44/12	24202.56
柴油	15.56	43.33	0.0202	98	44/12	48.94
合计						<b>24251.50</b>

**表 5.4 产品生产阶段净购入的电力产生的温室气体排放**

能源种类	消耗量 (MWh)	排放因子 (tCO <sub>2</sub> /MWh)	排放量 (tCO <sub>2</sub> )
	A	B	C=A*B
电力	32022.60	0.5395	17276.19

**表 5.5 产品生产阶段净购入热力产生的温室气体排放**

年度	种类	消耗量 (t)	焓值 (GJ/t)	热力排放因子 (tCO <sub>2</sub> /GJ)	排放量 (tCO <sub>2</sub> )
		A	B	C	D=A*B*C
2024	蒸汽	52637	3.037	0.11	17584.44

注：根据企业提供数据，企业使用蒸汽对应的焓值为 3037kJ/kg，热力排放因子来自《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）》。

## 6. 产品碳足迹指标

表 6.1 生产 1 吨涤纶短纤维的碳足迹指标

参数	原材料生产阶段	原材料运输阶段	产品生产阶段	合计
碳足迹 (tCO <sub>2</sub> )	459345.60	10158.58	59112.13	<b>528616.31</b>
占比	86.90%	1.92%	11.18%	<b>100.00%</b>
产品产量 (t)	181245			
单位产品碳足迹 (PCF) (tCO <sub>2</sub> /t)	2.92			

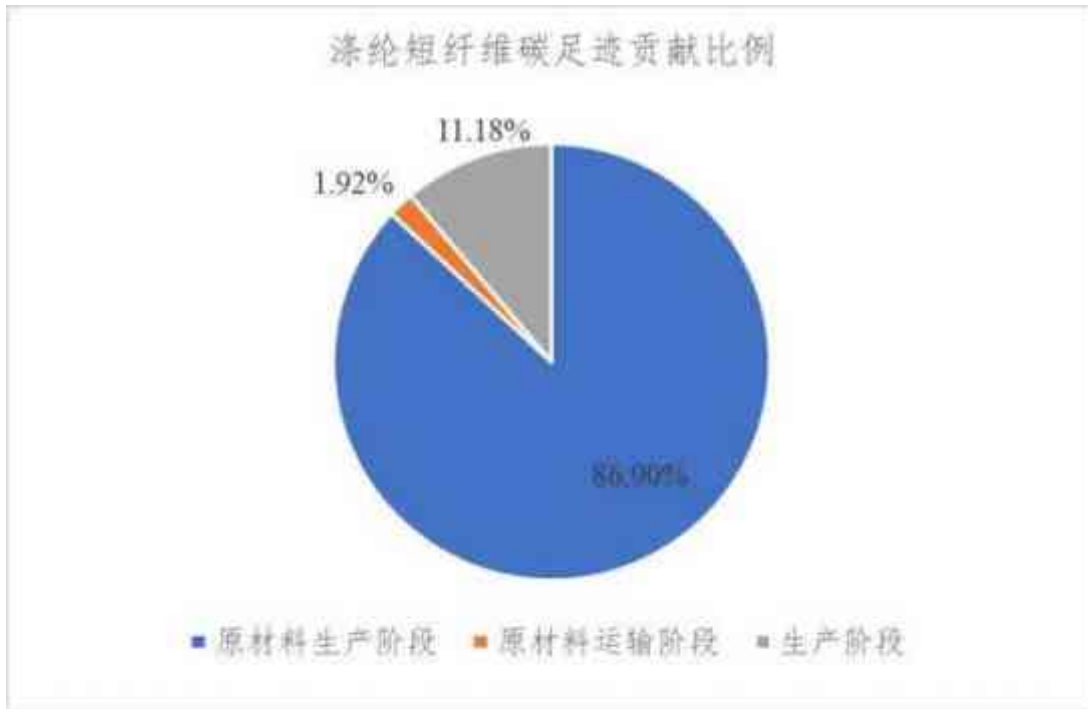


图 6.1 生产 1 吨涤纶短纤维碳足迹贡献比例

企业 2024 年度涤纶短纤维产量为 181245 吨，总排放量为 528616.31 tCO<sub>2</sub>，原材料生产、原材料运输及产品生产阶段中能源消耗产生的碳足迹分别为 459345.60 tCO<sub>2</sub>、10158.58 tCO<sub>2</sub>、59112.13 tCO<sub>2</sub>，其对碳足迹的贡献分别为 86.90%、1.92%和 11.18%；生产 1 吨涤纶短纤维的碳足迹为 2.92 tCO<sub>2</sub>。

## 7. 结论与建议

通过对上述产品碳足迹指标分析可知：

生产 1 吨涤纶短纤维碳足迹为 2.92 tCO<sub>2</sub>，其中原材料生产阶段对碳足迹贡献最大，达 86.90%，其次为产品生产阶段能源消耗对碳足迹的贡献占 11.18%。

本研究对实华合纤产品碳足迹进行核算及分析，只考虑了原材料生产及采购阶段、产品生产阶段的温室气体排放，并未能从产品运输、使用以及废弃物处理等方面进行全生命周期的分析。

通过以上分析可知，原材料生产阶段对产品碳足迹的贡献占 86.90%左右，为增强品牌竞争力、减少产品碳足迹，建议如下：

①原材料生产阶段：对于生产同一种原材料的不同供应商，应要求供应商提供其生产该原材料的碳足迹数据，优先选择碳足迹小的供应商。

②原材料运输阶段：尽量采购附近的原料，减少运输过程中能源消耗；原料可加盖防护网，避免原料的损失。

③产品生产阶段：积极引进节能技术，提高能源利用效率；使用可再生能源，减少不可再生能源的消耗。

## 8. 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，潜移默化地影响出口产业，面对不断变化的外界环境，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。