

评价报告编号: KMD202303

# 天津佛尔豪药品包装有限公司

## 碳足迹报告

Carbon footprint of products

编制单位: 天津科美达能源技术有限公司

2023年7月



## 基本信息

### 报告信息

报告编号： KMD202304

编写单位： 天津科美达能源技术有限公司

编制人员： 黄晓婵、赵欣彤、赵俊颖、韩晓疆

审核单位： 天津科美达能源技术有限公司

审核人员： 荣清立

发布日期： 2023 年 8 月 20 日

### 申请者信息

公司全称： 天津佛尔豪药品包装有限公司

统一社会信用代码： 91120222586400940Q

地址： 天津市武清区大碱厂镇崔杨公路 17.3 公里处西侧

联系人： 付宁

联系方式： 15222274633

### 采用的标准信息

ISO/TS 14067-2013 《温室气体.产品的碳排放量.量化和通信的要求和指南》（《Carbon footprint of products — Requirements and guidelines for quantification and communication》）

PAS2050:2011《商品和服务在生命周期内的温室气体排放评价规范》

# 目 录

1、执行摘要 .....	1
2、产品碳足迹介绍 (PCF) 介绍 .....	4
3、目标与范围定义 .....	5
3.1 公司及其产品介绍 .....	5
3.2 研究目的 .....	7
3.3 研究的边界 .....	7
3.4 功能单位 .....	8
3.5 生命周期流程图的绘制 .....	8
3.6 取舍准则 .....	9
3.7 影响类型和评价方法 .....	10
3.8 数据质量要求 .....	10
4、过程描述 .....	11
4.1 原材料生产阶段 .....	11
4.2 原材料运输阶段 .....	11
4.3 产品生产阶段 .....	12
4.4 产品运输阶段 .....	17
4.5 产品使用阶段 .....	18
4.6 产品回收阶段 .....	18
5、数据的收集和主要排放因子说明 .....	18
6、碳足迹计算 .....	19
6.1 碳足迹识别 .....	19
6.2 计算公式 .....	20
6.3 碳足迹数据计算 .....	20
6.4 碳足迹数据分析 .....	22
7、不确定分析 .....	23
8、结语 .....	24

## 1、执行摘要

天津佛尔豪药品包装有限公司作为行业龙头企业，为相关环境披露要求，履行社会责任、接受社会监督，特邀请天津立昂科技有限公司对其主产品的碳足迹排放情况进行研究，出具研究报告。研究的目的是以生命周期评价方法为基础，采用 ISO/TS 14067-2013《温室气体.产品的碳排放量.量化和通信的要求和指南》、PAS2050:2011《商品和服务在生命周期内的温室气体排放评价规范》的要求中规定的碳足迹核算方法，计算得到药品包装品的碳足迹。

本报告的功能单位定义为生产“1kg 药品包装品”。系统边界为“从摇篮到坟墓”类型，调研了药品包装品的上游原材料（包括聚乙烯、聚丙烯、聚酯等）生产阶段、原材料运输阶段、药品包装品生产阶段、药品包装品销售运输阶段、药品包装品使用阶段及报废后回收处置阶段。

报告中对生产药品包装品的不同过程比例的差别、各生产过程碳足迹比例做了对比分析。从单个过程对碳足迹贡献来看，发现**产品生产阶段**对产品碳足迹的贡献最大，其次为原材料生产阶段能源消耗。

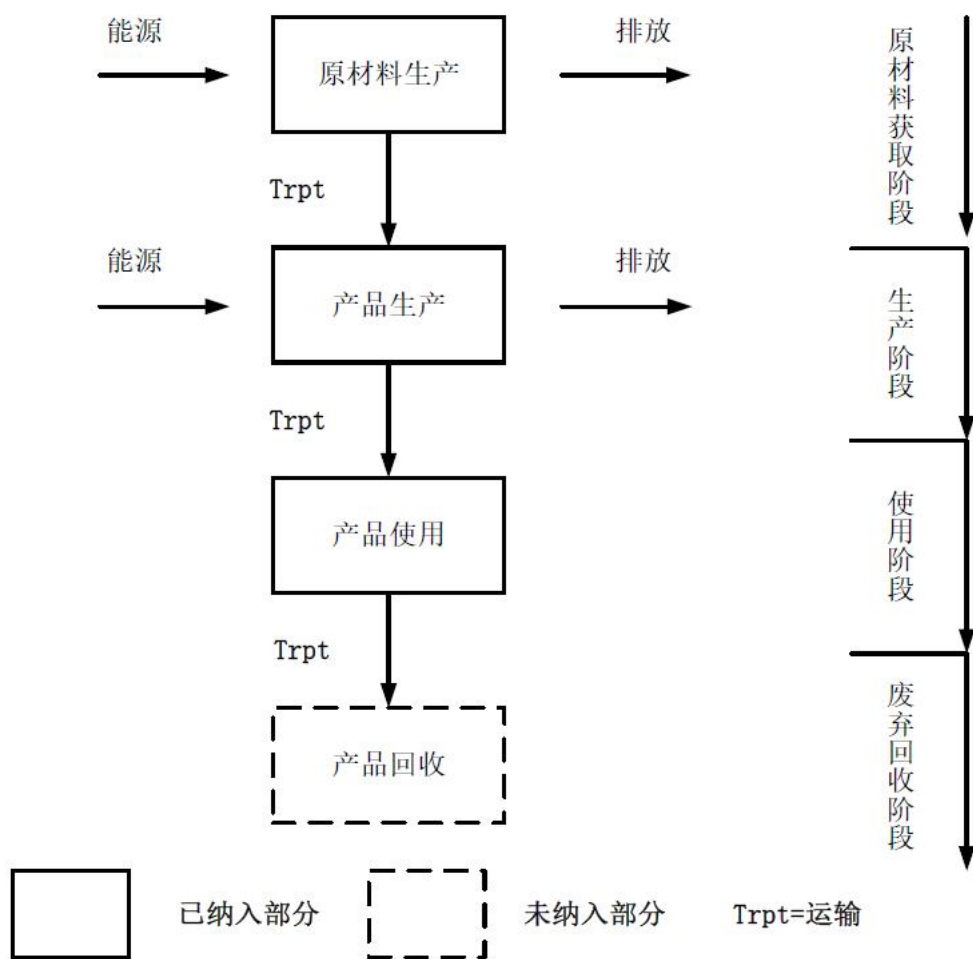


图 1 药品包装品生命周期系统边界图

研究过程中，数据质量被认为是最重要的考虑因素之一。本次数据收集和选择的指导原则是：数据尽可能具有代表性，主要体现在生产商术、地域、时间等方面。药品包装品生产生命周期主要过程活动数据来源于企业现场调研的初级数据，部分通用的原辅料数据来源于 CLCD-China 数据库、瑞士 Ecoinvent 数据库、欧洲生命周期参考数据库(ELCD)以及 EFDB 数据库，本次评价选用的数据在国内外 LCA 研究中被高度认可和广泛应用。

数据库简介如下：

**CLCD-China** 数据库是一个基于中国基础工业系统生命周期核心模型的行业平均数据库。**CLCD** 包括国内主要能源、交通运输和基础原材料的清单数据集。

**Ecoinvent** 数据库由瑞士生命周期研究中心开发，数据主要来源于瑞士和西欧国家，该数据库包含约 4000 条的产品和服务的数据集，涉及能源，运输，建材，电子，化工，纸浆和纸张，废物处理和农业活动。

**ELCD** 数据库由欧盟研究总署开发，其核心数据库包含超过 300 个数据集，其清单数据来自欧盟行业协会和其他来源的原材料、能源、运输、废物管理数据。

**EFDB** 数据库为联合国政府间气候变化专门委员会（**IPCC**）为便于对各国温室气体排放和减缓情况进行评估而建立的排放因子及参数数据库，以其科学性、权威性的数据评估被国际上广泛认可。

## 2、产品碳足迹介绍（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（ $\text{CO}_2$ ）、甲烷（ $\text{CH}_4$ ）、氧化亚氮（ $\text{N}_2\text{O}$ ）、氢氟碳化物（**HFC**）和全氟化碳（**PFC**）等。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（ $\text{CO}_2\text{e}$ ）表示，单位为  $\text{kgCO}_2\text{e}$  或者  $\text{tCO}_2\text{e}$ 。全球变暖潜值（**Gobal 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。

### 3、目标与范围定义

#### 3.1 公司及其产品介绍

天津佛尔豪药品包装有限公司成立于 2011 年 11 月 04 日, 注册资本为 3000 万元人民币, 公司类型: 有限责任公司, 注册地址: 天津市武清区大碱厂镇崔杨公路 17.3 公里处西侧, 法定代表人: 李宏毅。

天津佛尔豪药品包装有限公司是天津佛尔豪集团下属的全资子公司, 为集团主要支柱产业, 是国家高新技术企业。公司位于天津武清区大运河畔, 大碱厂镇崔杨公路 17.3 公里处西侧, 既是环渤海经济的中心地带、也是连接天津、北京的走廊地带, 交通便利。京津两大城市广阔的市场、信息、科技、人才等条件, 均为公司的发展提供了巨大的发展动力。

公司主要生产药品包装、保健品包装、食品包装用各种规格瓶、桶、相关配套瓶盖以及精密注塑件、医疗器械配件等。产品行销全国,



并出口东南亚国家实现出口创汇，年产值达两亿元。占地 30 亩，先后取得生产药品、食品包装的相关专业资质。同时，为配合国家药包新政策，完成了食药总局关于药包材关联评审备案工作。具体备案登记号码如下：

1.口服固体药用高密度聚乙烯瓶登记号：B20190005907

2.口服固体药用聚酯瓶登记号：B20190008402

3.口服液体药用聚酯瓶登记号：B20180000469

4.口服液体药用聚丙烯瓶登记号：B20180002553

5.口服液体药用高密度聚乙烯瓶登记号：B20180002555

6.口服固体药用聚丙烯瓶登记号：B20180002558

近几年来，为扩大产能、提高产品质量及生产效率，集团公司加大对药品包装公司的投资力度，公司建筑面积达 25000 平方米，拥有 10 万级净化厂房 7500 平方米。同时，引进多台国际先进的 PET 全自动吹瓶机、赫兹机、挤吹机、十多台国内先进的一步法注吹成型机等。实现产品多样化，生产高效化，质量稳定化。即增加了自身的市场竞争力，又能更好的满足客户需求。

随着公司经营规模的不断扩大，佛尔豪药品包装公司广招人才，加大研发产品、开拓市场力度。在竞争激烈的市场经济中，牢牢占据一席之地。公司建立了专业级实验室，实验设备及人员齐备，具备完全检验能力。公司广聚人才，经过多年的励炼，打造出一支以管理、质控、技术、物流、市场、业务等为基础的，各类高素质专业型人才队伍。

### 3.2 研究目的

本研究的目的是得到药品包装产品全生命周期过程的碳足迹，为天津佛尔豪药品包装有限公司开展持续的节能减排工作提供数据支撑。

碳足迹核算是天津佛尔豪药品包装有限公司实现低碳、绿色发展的基础和关键，披露产品的碳足迹是公司环境保护工作和社会责任的一部分，也是公司迈向国际市场的重要一步。本项目的研究结果将为天津佛尔豪药品包装有限公司与药品包装产品的采购商和原材料的供应商的有效沟通提供良好的途径，对促进产品全供应链的温室气体减排具有一定积极作用。

本项目研究结果的潜在沟通对象包括两个群体：一是天津佛尔豪药品包装有限公司内部管理人员及其他相关人员，二是企业外部利益相关方，如上游主要原材料、下游采购商、地方政府和环境非政府组织等。

### 3.3 研究的边界

根据本项目的研究目的，按照 ISO/TS 14067-2013、PAS 2050:2011 标准的要求，本次碳足迹评价的边界为天津佛尔豪药品包装有限公司 2022 年全年生产活动及非生产活动数据。经现场走访与沟通，确定本次评价边界为：产品的碳足迹=原材料获取+原材料运输+产品生产+销售运输+产品使用+回收利用。

### 3.4 功能单位

为方便系统中输入/输出的量化，功能单位被定义为生产 1kg 药品包装产品。

### 3.5 生命周期流程图的绘制

根据 PAS2050:2011 《商品和服务在生命周期内的温室气体排放评价规范》绘制 1kg 药品包装产品的生命周期流程图，其碳足迹评价模式为从商业到消费者 (B2C) 评价：包括从原材料获取，通过制造、分销和零售，到客户使用，以及最终处置或再生利用整个过程的排放。药品包装产品的生命周期流程图如下：

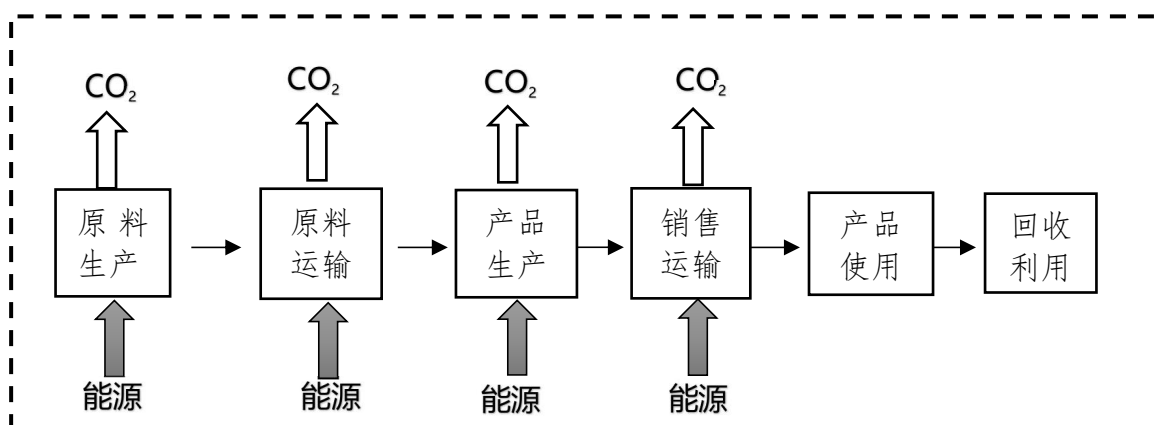


图 2 药品包装产品生命周期评价边界图

在本项目中，产品的系统边界属“从摇篮到坟墓”的类型，为了实现上述功能单位，药品包装产品的系统边界见下表：

表 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
-------	--------

包含的过程	未包含的过程
<p>a 药品包装产品生产的生命周期过程包括:原材料获取+原材料运输+产品生产+销售运输+产品使用。</p> <p>b 主要原材料生产过程中能源的消耗。</p> <p>c 生产过程化石燃料、过程排放、电力等能源的消耗。</p> <p>d 原材料运输、产品运输。</p>	<p>a 资本设备的生产及维修</p> <p>b 次要辅料的运输</p> <p>c 销售等商务活动产生的运输</p> <p>d 产品的废弃后的回收</p>

### 3.6 取舍准则

本项目采用的取舍规则以各项原材料投入占产品重量或过程总投入的重量比为依据。具体规则如下:

I 普通物料重量 $<1\%$ 产品重量时,以及含稀贵或高纯成分的物料重量 $<0.1\%$ 产品重量时,可忽略该物料的上游生产数据;总共忽略的物料重量不超过 $5\%$ ;

II 大多数情况下,生产设备、厂房、生活设施等可以忽略;

III 在选定环境影响类型范围内的已知排放数据不应忽略。

本报告所有原辅料和能源等消耗都关联了上游数据,部分消耗的上游数据采用近似替代的方式处理,基本无忽略的物料。

### 3.7 影响类型和评价方法

基于研究目标的定义，本研究只选择了全球变暖这一种影响类型，并对产品生命周期的全球变暖潜值（GWP）进行了分析，因为 GWP 是用来量化产品碳足迹的环境影响指标。

研究过程中统计了各种温室气体，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），四氟化碳（CF<sub>4</sub>），六氟乙烷（C<sub>2</sub>F<sub>6</sub>），六氟化硫（SF<sub>6</sub>），氢氟碳化物（HFC）和哈龙等。并且采用了 IPCC 第四次评估报告(2007 年)提出的方法来计算产品生产周期的 GWP 值。该方法基于 100 年时间范围内其他温室气体与二氧化碳相比得到的相对辐射影响值，即特征化因子，此因子用来将其他温室气体的排放量转化为 CO<sub>2</sub> 当量（CO<sub>2</sub>e）。例如，1kg 甲烷在 100 年内对全球变暖的影响相当于 25kg 二氧化碳排放对全球变暖的影响，因此以二氧化碳当量（CO<sub>2</sub>e）为基础，甲烷的特征化因子就是 25kg CO<sub>2</sub>e。

### 3.8 数据质量要求

为满足数据质量要求，在本研究中主要考虑了以下几个方面：

I 数据准确性：实景数据的可靠程度

II 数据代表性：生产商、技术、地域以及时间上的代表性

III 模型一致性：采用的方法和系统边界一致性的程度

为了满足上述要求，并确保计算结果的可靠性，在研究过程中首先选择来自生产商和供应商直接提供的初级数据，其中企业提供的经验数据取平均值，本研究在 2023 年 7 月进行数据的调查、收集和整

理工作。当初级数据不可得时，尽量选择代表区域平均和特定技术条件下的次级数据，次级数据大部分选择来自 CLCD-China 数据库、瑞士 Ecoinvent 数据库、欧洲生命周期参考数据库（ELCD）以及 EFDB 数据库；当目前数据库中没有完全一致的次级数据时，采用近似替代的方式选择数据库中数据。数据库的数据是经严格审查，并广泛应用于国际上的 LCA 研究。各个数据集和数据质量将在第 4 章对每个过程介绍时详细说明。

## 4、过程描述

### 4.1 原材料生产阶段

原材料	注塑生产线
聚乙烯净消耗量 (t)	2164
聚丙烯净消耗量 (t)	1298
聚酯净消耗量 (t)	866
合计	4328

分析：公司主要原材料为聚乙烯、聚丙烯、聚酯，大类原材料生产单位产品能耗较低，对碳足迹的贡献度不大。

### 4.2 原材料运输阶段

主要数据来源：供应商运输距离、CLCD-China 数据库、瑞士 Ecoinvent 数据库、欧洲生命周期参考数据库（ELCD）以及 EFDB 数据库。

供应商名称：北京正昀化工有限公司、天津市华塑新贝科技有限

公司、淄博市临淄全兴包装材料厂等。

分析：本研究采用数据库数据和供应商平均运距来计算原材料运输过程产生的碳排放。

### 4.3 产品生产阶段

#### (1) 过程基本信息

过程名称：药品包装产品生产

过程边界：从聚乙烯、聚丙烯、聚酯等进厂到药品包装产品出厂

#### (2) 数据代表性

主要数据来源：企业 2022 年实际生产数据

企业名称：天津佛尔豪药品包装有限公司

基准年：2022 年

主要原料：聚乙烯、聚丙烯、聚酯等

主要能耗：汽油、电力

工艺流程简介：

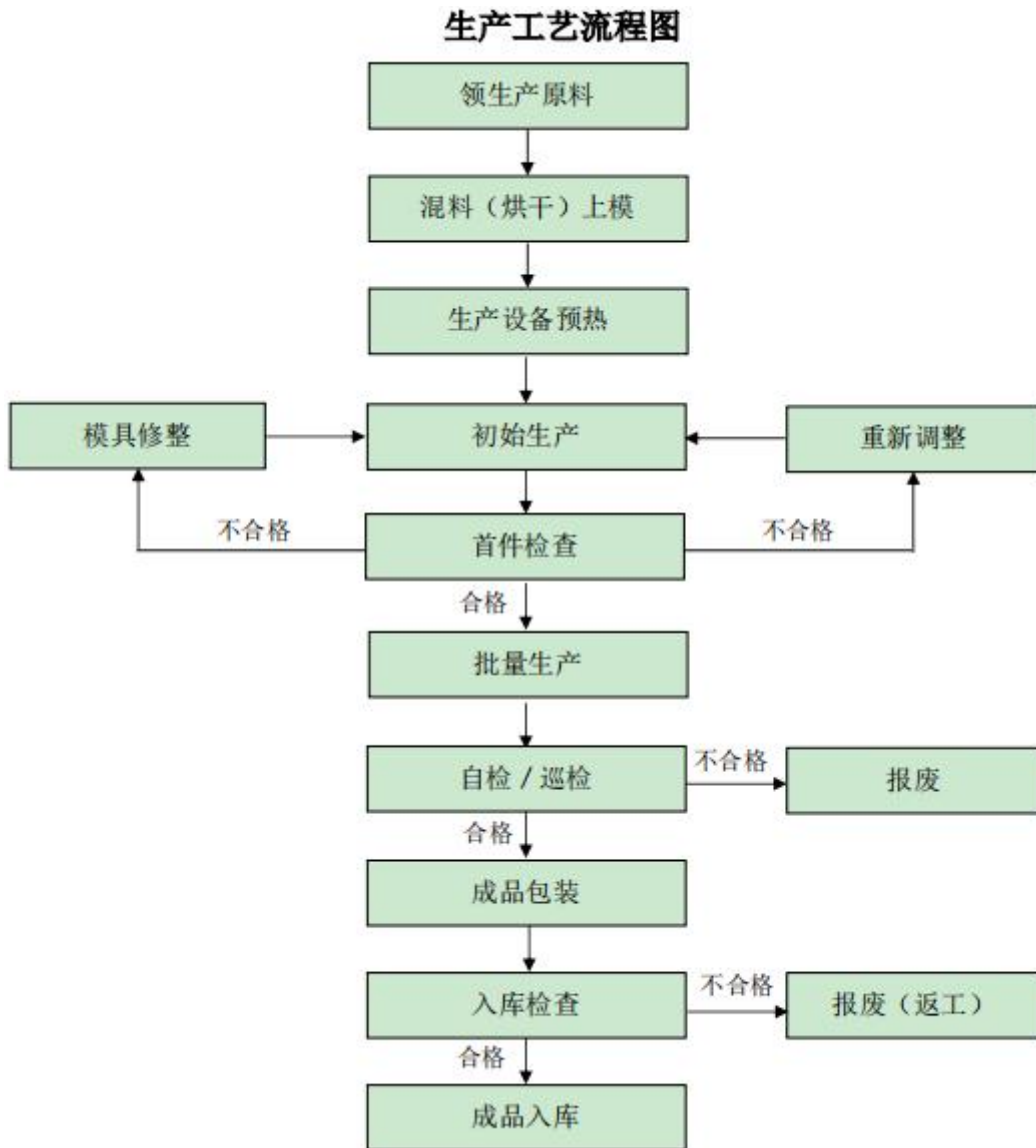


图3 药品包装产品生产线工艺流程图

工艺流程说明：

(1) 原辅料分别按质量标准进行进厂检验，检验合格，将原料办理入库手续，原料存放按不同区域进行标识，按不同规格分类，存放在固定位置，填写入库单，并在货架上标识清楚。

(2) 依据生产计划领料，填写领料单，领取的原料进入缓冲区后，先除去尘埃，将原料准备充分以备生产使用。



(3) 生产工序按生产通知单上的要求，将检验合格的原料经混合后加入料仓（或直接加入料仓）。启动设备先试机，调节参数。

(4) 操作人员在确保生产设备正常运转的同时，检验员对产品进行首件检验，首件合格后再进行批量生产，操作人员对产品逐个进行外观检验，挑出有色差，砂眼、油污、气泡等不合格品，单独存放。自检合格后由检验员进行抽检，合格后产品转入内包装工序。

(5) 包装人员核对领入的塑料袋规格与生产所要求的是否相符，按作业指导书要求进行称重后用药用聚乙烯塑料袋进行内包装，封口（检验员对生产过程进行监督和抽验）。然后入外包装工序。

(6) 在外包装区域进行纸箱外包装，用透明胶带封箱，并在纸箱外面对产品品名及批号、数量、生产日期、生产厂家等进行标识，码放在成品待验区域。

(7) 检验员按照产品质量标准对成品进行抽检，并核对数量、检查外包装箱标识内容是否和生产计划相符。合格后填写入库单，入库后，依据产品规格码放相应的货位。

#### (8) 清场

(8.1) 生产状态标志牌已取下。

(8.2) 已将岗位所剩的原料清点后标明状态标志，放到指定的地方。

(8.3) 已按卫生管理制度对电子秤进行清洁，并标明清洁状态标志。

(8.4) 已按卫生管理制度清洁设备，标明状态标志。

(8.5) 已按卫生管理制度对生产环境进行清洁。

(8.6) 所用容器具已按卫生管理制度清洁，放到指定的地方。

(8.7) 废弃物已传送到指定位置。

(8.8) 岗位上已无与下批生产无关的文件。

(9) 根据客户订单，检验合格后的产品可发货出厂，质控部门出具检验合格报告书，与产品共同送达客户，并对此批销售产品的生产检验记录存档、备案。

主要生产设备如下表：

表 2 生产设备清单

序号	设备名称	设备型号	进厂日期	数量	用能种类	使用车间
1	塑料注射成型机	NZ-280	2018.12	1	电力	净化车间
2	塑料注射成型机	SELEX-NE-130	2018.12	1	电力	净化车间
3	塑料注射成型机	VE2300III-640h	2021.09	1	电力	净化车间
4	塑料注射成型机	SELEX-NE-130	2018.12	1	电力	净化车间
5	塑料注射成型机	VE2300III-640h Pro	2023.05.29	1	电力	净化车间
6	塑料注射成型机	SELEX-NEO-130	2018.12	1	电力	净化车间
7	塑料注射成型机	SELEX-NE-220	2018.12	1	电力	净化车间
8	塑料注射成型机	SELEX-NE-220	2018.12	1	电力	净化车间
9	塑料注射成型机	SELEX-NM-170	2018.12	1	电力	净化车间
10	塑料注射成型机	SELEX-NM-170	2018.12	1	电力	净化车间
11	塑料注射成型机	SELEX-NE-170T	2018.12	1	电力	净化车间
12	塑料注射成型机	SELEX-NS-170	2018.12	1	电力	净化车间
13	注吹中空成型机	MSZ50S	2021.05	1	电力	净化车间
14	注吹中空成型机	MSZ70S	2020.10	1	电力	净化车间
15	注吹中空成型机	MSZ70AE	2019.12.10	1	电力	净化车间
16	注吹中空成型机	MSZ50S	2020.04.22	1	电力	净化车间
17	注吹中空成型机	MSZ50S	2020.04.22	1	电力	净化车间
18	注吹中空成型机	MSZ70S	2021.04.20	1	电力	净化车间

19	注吹中空成型机	MSZ70S	2021.04.20	1	电力	净化车间
20	全自动注拉吹成型机	ASB-12MV2	2022.01	1	电力	净化车间
21	全自动注拉吹成型机	ASB-12MV2	2022.01	1	电力	净化车间
22	全自动注拉吹成型机	ASB-12M	2019.08.30	1	电力	净化车间
23	全自动注拉吹成型机	ASB-50MB	2014.09.12	1	电力	净化车间
24	全自动注拉吹成型机	ASB-50MB	2014.09.12	1	电力	净化车间
25	塑料注射成型机	TTI-130F2	2007.09.18	1	电力	净化车间
26	注吹中空成型机	MSZ40	2012.03.28	1	电力	净化车间
27	注吹中空成型机	MSZ40	2012.03.28	1	电力	净化车间
28	注吹中空成型机	MSZ40	2012.03.28	1	电力	净化车间
29	注吹中空成型机	MSZ40	2012.03.18	1	电力	净化车间
30	塑料注射成型机	TTI-130F2	2007.09.18	1	电力	净化车间
31	塑料注射成型机	TTI-130F2	2007.09.18	1	电力	净化车间
32	塑料挤吹中空成型机	HTSII-5L/1	2014.04	1	电力	净化车间
33	中空挤吹成型机	A0-70SN-TS	2015.07	1	生产	净化车间
34	注吹中空成型机	MSZ60S	2015.02	1	生产	净化车间
35	注吹中空成型机	MSZ60B	2015.07.16	1	生产	净化车间
36	全自动注拉吹成型机	ASB-12MV2	2023.02.10	1	生产	净化车间
37	全自动注拉吹成型机	ASB-12M	2017.01.12	1	生产	净化车间
38	全自动注拉吹成型机	ASB-12M	2018.10.02	1	生产	净化车间

39	注吹中空成型机	MSZ60B	2015.07.16	1	生产	净化车间
40	注吹中空成型机	MSZ60S	2015.02	1	生产	净化车间
41	注吹中空成型机	MSZ70S	2020.10	1	生产	净化车间
42	中空挤吹成型机	A0-70SN-TS	2015.07	1	生产	净化车间
43	塑料注射成型机	TTI-260F2V	2013.01	1	生产	净化车间
44	塑料注射成型机	TTI-260F2V	2013.01	1	生产	净化车间
45	塑料注射成型机	TTI-260F2V II	2015.04	1	生产	净化车间
46	塑料注射成型机	TTI-190F2V II	2014.08	1	生产	净化车间
47	塑料注射成型机	TTI-190F2V II	2014.08	1	生产	净化车间
48	塑料注射成型机	TTI-190F2	2013.01	1	生产	净化车间
49	塑料注射成型机	TTI-190F2	2013.01	1	生产	净化车间
50	塑料注射成型机	PAC380K3	2021.12	1	生产	净化车间
51	塑料注射成型机	PAC380K3	2021.12	1	生产	净化车间
52	塑料注射成型机	PAC380K3	2021.12	1	生产	净化车间
53	塑料注射成型机	PAC380K3	2021.12	1	生产	净化车间
54	塑料注射成型机	PAC380K3	2021.12	1	生产	净化车间
55	塑料注射成型机	PAC380K3	2021.12	1	生产	净化车间
56	塑料注射成型机	PAC380K3	2021.12	1	生产	净化车间
57	塑料注射成型机	PAC380K3	2021.12	1	生产	净化车间
58	水泵	YE2-132S-2	2020.1	1	生产	净化车间
59	水泵	YE3-132S2-2	2022.1	1	生产	净化车间
60	冷却台水泵	7.5	2012.3	2	生产	净化车间
61	空压机	MH-50A	2015.3	1	生产	净化车间
62	空压机	MH75APM	2018.7	1	生产	净化车间
63	空压机	2VF-2/30	2018.11.15	2	生产	净化车间

#### 4.4 产品运输阶段

主要数据来源：客户运输距离、CLCD-China 数据库、瑞士

Ecoinvent 数据库、欧洲生命周期参考数据库（ELCD）以及 EFDB 数据库。

分析：企业产品多采用陆路运输，本研究采用数据库数据和客户平均运距来计算产品运输过程产生的碳排放。

#### 4.5 产品使用阶段

主要数据来源：CLCD-China 数据库、瑞士 Ecoinvent 数据库、欧洲生命周期参考数据库（ELCD）以及 EFDB 数据库。

分析：本研究采用数据库数据和软件建模来计算产品使用阶段产生的碳排放。

#### 4.6 产品回收阶段

主要数据来源：CLCD-China 数据库、瑞士 Ecoinvent 数据库、欧洲生命周期参考数据库（ELCD）以及 EFDB 数据库。

分析：本研究采用数据库数据和软件建模来计算产品回收阶段产生的碳排放。

### 5、数据的收集和主要排放因子说明

为了计算产品的碳足迹，必须考虑活动水平数据、排放因子数据和全球增温潜势（GWP）。活动水平数据是指产品在生命周期中的所有量化数据（包括物质的输入、输出；能量使用；交通等方面）。排放因子数据是指单位活动水平数据排放的温室气体数量。利用排放

因子数据，可以将活动水平数据转化为温室气体排放量。如：电力的排放因子可表示为： $\text{CO}_2\text{e/kWh}$ ，全球增温潜势是将单位质量的某种温室效应气体（GHG）在给定时间段内辐射强度的影响与等量二氧化碳辐射强度影响相关联的系数，如  $\text{CH}_4$ （甲烷）的 GWP 值是 21。活动水平数据来自现场实测；排放因子采用 IPCC 规定的缺失值。活动水平数据主要包括：燃料油、柴油、天然气、电力消耗量等。排放因子数据主要包括电力、热力排放因子、燃料油、柴油、天然气低位热值和单位热值含碳量等。

## 6、碳足迹计算

### 6.1 碳足迹识别

序号	主体	活动内容	活动数据来源	
1	生产设备	消耗电力	初级活动数据	生产报表
2	制冷机、空调、采暖等辅助设备	消耗电力		生产报表
3	原材料生产	/	次级活动数据	供应商数据、数据库
4	原材料运输	消耗汽油		供应商地址、数据库
5	产品运输	消耗汽油		客户地址、数据库
6	产品使用	/		数据库
7	产品回收	/		数据库

## 6.2 计算公式

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 EFDB 数据库和相关参考文献，由于部分物料数据库中暂无排放因子，取值均来自于相近物料排放因子。

## 6.3 碳足迹数据计算

表 3 碳足迹汇总表

生命周期	指标类别	组分	消耗数据	排放因子		GWP	CO <sub>2</sub> e
				数值	单位		
原材料生产	聚乙烯 (t)	CO <sub>2</sub>	2164	0.0340	tCO <sub>2</sub> e/t	1	73.576
	聚丙烯 (t)		1298	0.7800			1012.44
	聚酯 (t)		866	0.0050			4.33
原材料运输	原材料运输 (tkm)	CO <sub>2</sub>	4328	0.1400	kg/tkm	1	605.92
产品生产	直接、过程、间接排放	CO <sub>2</sub>	详见表 4 (1-3)			1	18099.814
产品运输	产品运输 (tkm)	CO <sub>2</sub>	4792	0.1400	kg/tkm	1	670.88
产品使用	产品使用 (t)	CO <sub>2</sub>	/	/	/	1	0.00
产品回收	产品回收 (t)	CO <sub>2</sub>	/	/	/	1	0.00
合计 (tCO <sub>2</sub> e)							20466.96

表 4-1 产品生产化石燃料排放

化石燃料燃烧排放-1			化石燃烧消耗量 (t, 万 Nm3)	低位发热值 (GJ/t, GJ/ 万 Nm3)	活动水平 热值数据 (GJ)	单位热值 含碳量 (吨 C/GJ)	碳氧 化率 (%)	化石燃料燃 烧排放因子 (吨 CO <sub>2</sub> /GJ)	CO <sub>2</sub> (吨)
			A	B	C=A*B	D	E	F=D*E*B *44 /12/100	G=A*F
化石 燃料 品种	合计	1	--	--	--	--	--	--	17.812
	汽油	3	6.1	43.070	262.727	18.90	98.00	2.92	17.812

表 4-2 产品生产过程排放

过程排放-2			消耗量 (吨)	排放因子(吨 CO <sub>2</sub> /吨原料)	CO <sub>2</sub> (吨)
			A	B	C=A*B
产品 生产 过程 排放	合计	1	--	--	10681.207
	原料混料 烘干上模	2	325.898	0.0740	24.116
	设备预热	3	4328	0.2432	1052.570
	初始生产	4	99.111	0.7100	70.369
	批量生产	5	4328	2.0527	8884.086
	产品检验	6	4328	0.1502	650.066

表 4-3 产品生产间接排放

净购入使用电力产生的排放-3			净购入量 (MWh/GJ)	购入量 (MWh/GJ)	外销量 (MWh/GJ)	净购入 CO <sub>2</sub> 排 放因子(吨 CO <sub>2</sub> /MWh/吨 CO <sub>2</sub> /GJ)	CO <sub>2</sub> (吨)
			A=B-C	B	C	D	E=A*D
企业电 力	合计	1	--	--	--	--	
	电力	2	8369.1	8369.1	0.0000	0.8843	7400.795



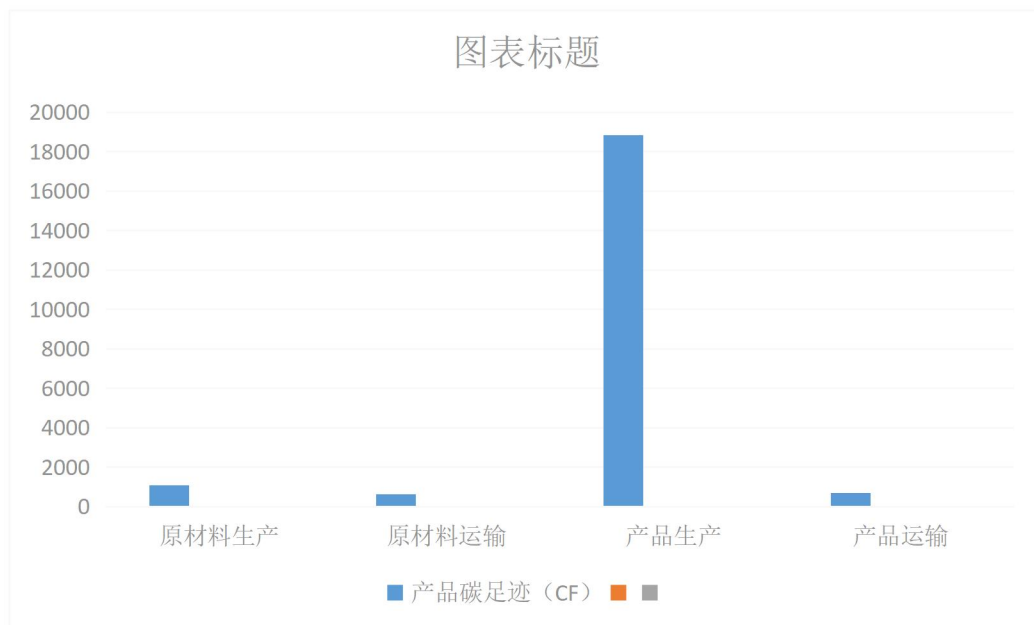
## 6.4 碳足迹数据分析

根据以上公式可以计算出 2022 年度公司二氧化碳的排放量为 21216.311 t。全年共生产药品包装产品 4792 吨。因此 1kg 药品包装产品的碳足迹  $e=21216.311 / 4792000=0.0044 \text{ tCO}_2\text{e/kg}$ ，计算得到生产 1kg 药品包装产品的碳足迹为 0.0044 tCO<sub>2</sub>e/重量箱。从药品包装产品生命周期累计碳足迹贡献比例的情况，可以看出药品包装产品的碳排放环节主要集中在产品生产的能源消耗活动。

产品生命周期碳排放清单：

环境类型	当量	原材料生产	原材料运输	产品生产	产品运输	产品使用	产品回收	合计
产品碳足迹 (CF)	tCO <sub>2</sub> e	1090.346	605.92	18099.814	670.88	/	/	20466.96
占比 (%)		5.14%	2.86%	88.84%	3.16%			

图 4 产品全生命周期阶段碳足迹贡献图



所以为了减小药品包装产品足迹，应重点控制产品生产环节的能源消耗，改进生产工艺流程，其次应对产品运输环节进行管理，尽量优化路线，选用清洁能源的输运工具，减少产品运输阶段的碳排放。

为减小产品碳足迹，建议如下：

1) 加强产品的生态设计，投入更多资金研发更节能的产品。

2) 加强节能工作，从技术及管理层面提升能源效率，减少能源投入，厂内可考虑实施节能改造。

3) 在分析指标的符合性评价结果以及碳足迹分析、计算结果的基础上，结合环境友好的设计方案采用、落实生产者责任延伸制度、绿色供应链管理等工作，提出产品生态设计改进的具体方案；

4) 坚定树立企业可持续发展原则，加强生命周期理念的宣传和实践。运用科学方法，加强产品碳足迹全过程中数据的积累和记录，定期对产品全生命周期的环境影响进行自查，以便企业内部开展相关对比分析，发现问题。在生态设计管理、组织、人员等方面进一步完善；

5) 制定生态设计管理体制和生态设计管理制度，明确任务分工；构建支撑企业生态设计的评价体系；建立打造绿色供应链的相关制度，推动供应链协同改进。

## **7、不确定分析**

不确定性的主要来源为初级数据存在测量误差和计算误差。减少不确定性的方法主要有：

使用准确率较高的初级数据；

对每道工序都进行能源消耗的跟踪监测，提高初级数据的准确性。

## **8、结语**

低碳是企业未来生存和发展的必然选择，进行产品碳足迹的核算是实现温室气体管理，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，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。