

评价报告编号：RPCFP202504-001

广州白云山明兴制药有限公司  
氯芬黄敏片碳足迹报告

广东省环境保护产业协会

2025 年 4 月

# 目录

1 执行摘要 .....	1
2 产品碳足迹介绍 (CPF) 介绍 .....	2
3 目标与范围定义 .....	3
3.1 明兴制药及其产品介绍 .....	3
3.2 研究目的 .....	5
3.3 研究的边界 .....	6
3.4 功能单位 .....	6
3.5 生命周期流程图的绘制 .....	6
3.6 取舍准则 .....	8
3.7 影响类型和评价方法 .....	8
3.8 数据质量要求 .....	9
4 过程描述 .....	9
4.1 原材料生产阶段 .....	9
4.2 原材料运输阶段 .....	12
4.3 产品生产阶段 .....	13
4.4 产品运输阶段 .....	16
5 数据的收集和主要排放因子说明 .....	16
6、碳足迹计算 .....	17
6.1 碳足迹识别 .....	17
6.2 计算公式 .....	17
6.3 碳足迹数据计算 .....	18
6.4 碳足迹数据分析 .....	18
7 不确定分析 .....	20
8 结语 .....	22

## 1 执行摘要

广州白云山明兴制药有限公司（以下简称明兴制药）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，对其主产品氯芬黄敏片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-量化要求和指南》、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》的要求中规定的碳足迹核算方法，计算得到氯芬黄敏片产品的碳足迹。

本报告的功能单位定义为生产“生产1吨氯芬黄敏片产品”。系统边界为“从摇篮到大门”类型，调研了氯芬黄敏片的上游原材料生产阶段、原材料运输阶段、生产阶段和销售阶段。本次报告的产品碳足迹为**17.252 t CO<sub>2</sub>e/ t。**

报告中对氯芬黄敏片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，发现产品生产过程能源消耗对产品碳足迹的贡献最大，其次为主要原材料获取过程。

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，主要体现在生产方式、地域、时间等方面。氯芬黄敏片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（CPF）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（Carbon Footprint of products, CFP）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<sub>2</sub>）、甲烷（CH<sub>4</sub>）、氧化亚氮（N<sub>2</sub>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（CO<sub>2</sub>e）表示，单位为kgCO<sub>2</sub>e或者tCO<sub>2</sub>e。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《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；③ISO/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》，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 明兴制药及其产品介绍

广州白云山明兴制药有限公司是中华老字号企业，广东省高新技术企业，是广药集团旗下广州白云山医药集团股份有限公司的骨干企业之一，始创于1900年，历经一百多年的艰苦创业，从最初的“利济轩”、“梁培基”等几间作坊式小药厂，逐步发展成拥有小

容量注射剂、片剂、胶囊剂和口服液等生产能力的综合性制药企业，全国500家最大医药工业企业之一，所有剂型全部通过GMP认证，2018年通过知识产权管理体系认证。曾先后获得全国医药行业质量效益型先进企业、广东省医药行业抗击非典模范单位、广东省企业信用AAA等级、广东省食品药品放心工程示范基地、广州市优秀企业等称号；连续19年评为广东省守合同重信用企业，“明兴”商标曾是广东省著名商标。

作为省级企业技术中心和广东省抗肿瘤药物工程技术研究中心，明兴制药严格按照国家药品生产质量管理规范（GMP）进行生产和管理，采用先进的生产设备和生产工艺保证技术领先和质量稳定，运用各种现代化的检测手段对产品质量进行严格监控。为了提升和打造企业的核心竞争力，明兴制药还不断致力于开发高科技含量的生物制药项目、中药现代化研究项目和缓释制剂项目，使产品不断更新换代。

明兴制药主要产品有：纯中药现代制剂清开灵系列（注射液、胶囊、口服液、颗粒）、苦参碱注射液；抗感冒良药氯芬黄敏片；鸦胆子油乳注射液、口服乳液；注射用硫酸长春新碱（冻干剂）、注射用门冬酰胺酶（冻干剂）；癌症用药德维（氯膦酸二钠）注射液、胶囊，硝酸甘油注射液、黄体酮注射液、消痔灵片、注射用谷胱甘肽、血液透析及相关治疗用浓缩物（明兴纳克）粉剂和水剂等。

明兴制药首创的明兴牌氯芬黄敏片的知名度、信誉度、占有率等指标在同行业中名列前茅，曾获中国名牌产品称号；明兴制药是全国最早开发清开灵注射液和唯一同时拥有清开灵四大剂型的制药企业，拥有全国独家品规明兴清开灵颗粒（10g），清开灵口服制剂全国市场占有率第一，明兴清开灵系列产品曾先后获得广东省名牌产

品，国家医药行业十大知名品牌产品，连续4年荣登中国药品零售市场最具魅力品牌榜等荣誉；苦参碱注射液是1998年度国家中医药科技成果推广十大项目之一，并获得国家经贸委颁发的1999年度国家级新产品证书；明兴牌乙胺丁醇1987年获国家质量金奖。

本次报告的主要产品为氯芬黄敏片，规格为50片/瓶，该产品主要用于缓解感冒引起的头痛、发热、鼻塞等症状，主要成份为双氯芬酸钠、人工牛黄、马来酸氯苯那敏等，糖衣或薄膜衣片，除去包衣后显浅黄色。



图 1 氯芬黄敏片产品图

### ■ 3.2 研究目的

本研究的目的是得到明兴制药生产的氯芬黄敏片产品全生命周期过程的碳足迹，为明兴制药开展持续的节能减排工作提供数据支撑。

碳足迹核算是明兴制药实现低碳、绿色发展的基础和关键，披露产品的碳足迹是明兴制药环境保护工作和社会责任的一部分，也是明兴制药迈向国际市场的重要一步。本项目的研究结果将为明兴

制药氯芬黄敏片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：一是明兴制药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明兴制药2024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。

### ■ 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1吨氯芬黄敏片。

### ■ 3.5 生命周期流程图的绘制

根据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》绘制1吨氯芬黄敏片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（B2B）评价：包括从原材料获取，通过制造到分销过程的排放。氯芬黄敏片产品的生命周期流程图如下：



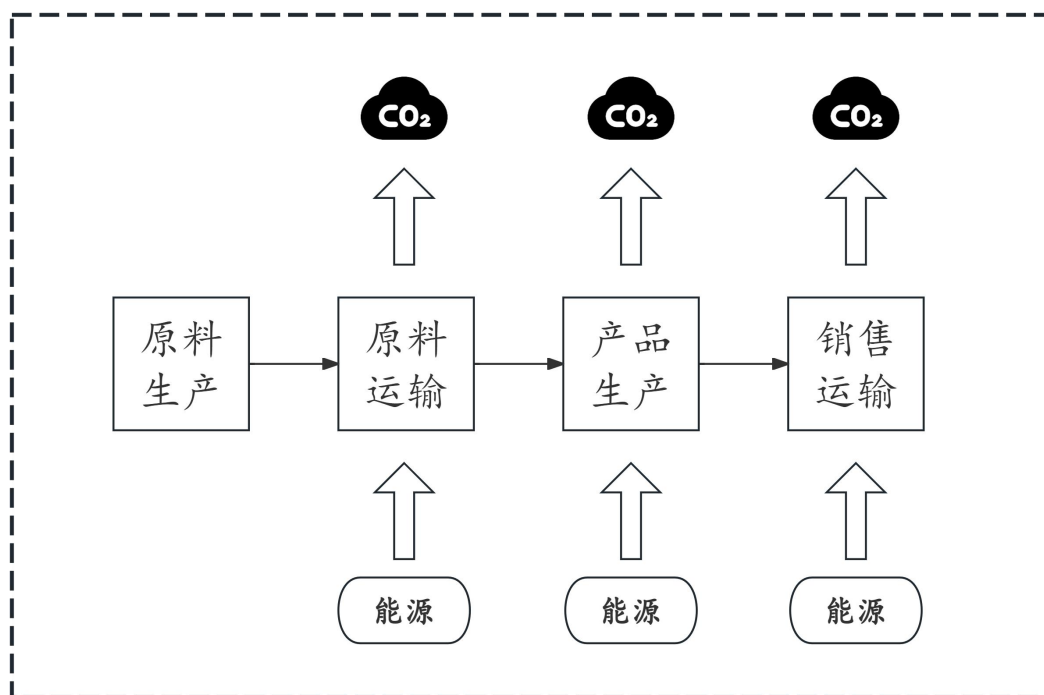


图 2 氯芬黄敏片产品生命周期评价边界图

在本项目中，产品的系统边界属“从摇篮到大门”的类型，为了实现上述功能单位，氯芬黄敏片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
a 氯芬黄敏片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	a 资本设备的生产及维修
b 主要原材料生产过程中电力等能源的消耗	b 次要辅料的运输
c 生产过程电力等能源的消耗以及光伏发电的能源抵消	c 销售等商务活动产生的运输
d 原材料运输、产品运输	

### ■ 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；

IV 任何有毒有害的材料和物质均应包含在清单中，不可忽略。

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。

### ■ 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（ $\text{CO}_2$ ）、甲烷（ $\text{CH}_4$ ）、氧化亚氮（ $\text{N}_2\text{O}$ ）、四氟化碳（ $\text{CF}_4$ ）、六氟乙烷（ $\text{C}_2\text{F}_6$ ）、六氟化硫（ $\text{SF}_6$ ）、氢氟碳化物（HFC）等，同时采用了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 $\text{CO}_2$ 当量（ $\text{CO}_2\text{eq}$ ）。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>eq）为基础，甲烷的特征化因子就是25。

### ■ 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2025年2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

（1）双氯芬酸钠

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。

供应商名称：河南省东泰制药有限公司

产地：河南省安阳市汤阴县长虹东路

## （2）磷酸氢钙

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。

供应商名称：湖州展望药业有限公司

产地：湖州

## （3）人工牛黄

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。

供应商名称：广州市汉浦医药有限公司

产地：广州

## （4）马来酸氯苯那敏

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。

供应商名称：沈阳新地药业有限公司

产地：沈阳

## （5）硬脂酸镁

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。

供应商名称：贵州省桐梓县彩王辅料有限公司

产地：贵州省桐梓县

#### （6）羧基纤维素钠

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。

供应商：安徽山河药用辅料股份有限公司

产地：安徽省淮南市经济技术开发区

#### （7）羟丙基甲基纤维素

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。

供应商：湖州展望药业有限公司

产地：湖州

#### （8）微晶纤维素

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。

供应商：山东聊城阿华制药股份有限公司

产地：山东省聊城

#### （9）羧甲基淀粉钠素

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。

供应商：山东聊城阿华制药股份有限公司

产地：山东省聊城

#### （10）外包装盒以及说明书

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。

供应商：广东高威彩印包装科技有限公司

产地：广东省佛山市

#### （11）HDPE塑料包装瓶

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。

供应商：中山佳晨实业有限公司

产地：广东省中山市

分析：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。

### ■ 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。

分析：企业的原材料从全国各地域使用陆路运输购入，运输工具按照企业的实际情况，基本使用20吨以及5吨厢式汽油货车进行运输。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：氯芬黄敏片生产

过程边界：从双氯芬酸钠、磷酸氢钙、人工牛黄、羧甲基淀粉钠以及其他辅助材料等进厂到氯芬黄敏片出厂

### （2）数据代表性

主要数据来源：企业2024年实际生产数据

企业名称：广州白云山明兴制药有限公司

基准年：2024年

主要原料：双氯芬酸钠、磷酸氢钙、人工牛黄、马来酸氯苯那敏、硬脂酸镁、羧基纤维素钠、羟丙基甲基纤维素、微晶纤维素、羧甲基淀粉钠。

主要包装材料：外包装盒、说明书、塑料包装瓶

主要能耗：电力和天然气

### （3）工艺流程：

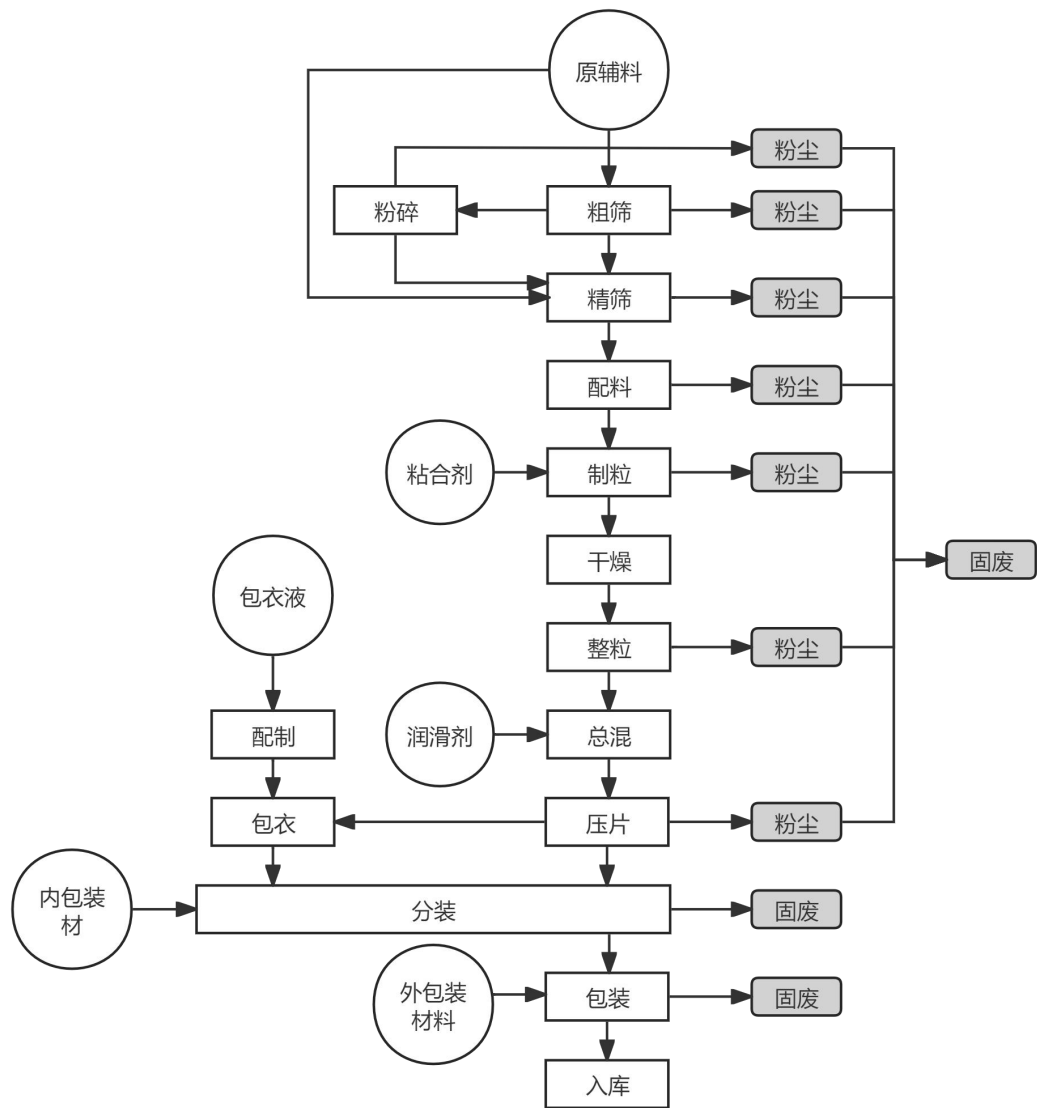


图 3 生产工艺流程图

生产阶段，主要的用能为电力和天然气。各工艺段产生的粉尘通过粉尘收集塔收集，收集后与其余边料集中通过固废处置的方式进行处理。生产过程主要为物理研磨和混合，温室气体的释放可忽略。



主要用能设备清单如下：

表 2 主要生产设备

设备名称	所在工序	规模型号	功率（kW）	数量
沸腾干燥机	固体制剂	FDG120	18.5	2
湿法混合制粒机	固体制剂	HLSG220B	15	1
高速粉碎机	固体制剂	GF200A2	5.5	1
片剂、胶囊后包装生产线	固体制剂	FFA-MDL180	18.8	1
多向运动混合机	固体制剂	HD-800A	7.5	2
热风循环干燥机	固体制剂	FL-1	0.55	2
旋转式压片机	固体制剂	TSP-58	3	3
包衣机	固体制剂	BGB150B	2.2	2
全自动胶囊填充机	固体制剂	NJP-3000B	7	1
铝塑包装机	固体制剂	DPP-250C	1.5	6
空调机柜	固体制剂	HHU	22	4
糖衣机	固体制剂	BY-1000	3	1
卧式蒸汽灭菌器	固体制剂	YXQ.WF31-600	0.015	1
热收缩包装机	固体制剂	3923-1.65M	5.5	3
中速自动理瓶机	固体制剂	PL2000V	2.2	1
模板式自动数粒机	固体制剂	PA2000II	3.0	1
高速自动旋盖机	固体制剂	PC2000III	2.2	1
电子感应铝箔封口机	固体制剂	PD2000I	2.2	1
自动立式不干胶贴标机	固体制剂	PF2000II	1.5	1
三维膜包装机	固体制剂	WB-400	2.2	1
自动装盒机	固体制剂	HDZ-150P	2	1
连线输送带	固体制剂		22	1
高效包衣机	固体制剂	BGB-150B	1.5	1
电磁感应铝箔封口机	固体制剂	FL2000	2.2	2
胶囊抛光机	固体制剂	C&C	0.22	1
胶囊分选抛光机	固体制剂	C&C 100A	0.22	2
除湿机	固体制剂	DH-8168C	1.5	2
快速搅拌制粒机	固体制剂	KJ II-10	/	1
双出口振荡筛	固体制剂	ZS-650	1.5	2

设备名称	所在工序	规模型号	功率（kW）	数量
热收缩包装机	固体制剂	DPR-150A-2	4	1
平板式电磁感应铝箔封口机	固体制剂	FL2000	1.5	2
自动上下封箱机	固体制剂	XH-F101KP	30	1
全伺服泡罩包装机	固体制剂	DPH-320	56.2	1
自动装盒机	固体制剂	HDZ-150B	28	1
三维热收缩膜机	固体制剂	JZ-400A	16.9	1
封箱打包一体机	固体制剂	GNP0-60B	3.65	1
压片机	固体制剂	GZP65/2	82.6	1

## ■ 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：企业产品采用陆路运输，销售网络从广东省扩散到全国。广东省本地销售量：约50%。全国其他地区销售量：约50%。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。

## 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25。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：电力、蒸汽、柴油消耗量等。排放因子数据主要包括电力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

表 7 主要生产设备

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	消耗电力、热力	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

### 6.2 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

各阶段碳足迹计算过程通过亿科环境的 ebalance 软件进行建模计算，计算结果可见表 8：

表 8 碳足迹数据计算

项目	主要组分	消耗数据	排放因子	GWP	CO <sub>2</sub> e
电力 (kWh)	CO <sub>2</sub>	19940	0.42 kg CO <sub>2</sub> /kWh	1	8374.00
天然气 (Nm <sup>3</sup> )	CO <sub>2</sub>	1274	0.608 kg CO <sub>2</sub> /Nm <sup>3</sup>	1	774.7
原材料生产 (t)	CO <sub>2</sub>	7913.82	/	1	7913.82
原材料运输 (km)	CO <sub>2</sub>	169.46	/	1	169.46
残余物料处置 (t)	CO <sub>2</sub>	0.6431	/	1	0.63
产品运输 (km)	CO <sub>2</sub>	100	5.01 kg CO <sub>2</sub> /km	1	19.93
合计 (kg CO <sub>2</sub> e)					17252.54

■ 6.4 碳足迹数据分析

通过碳足迹计算出1t的氯芬黄敏片产品可产生17.252 t CO<sub>2</sub>e，2024年度公司该产品产量为26.06t，则该产品的的二氧化碳总排放量为449.60t。从氯芬黄敏片生命周期累计碳足迹贡献比例的情况，可以看出氯芬黄敏片的碳排放环节主要集中在原材料生产过程的能源消耗活动和生产阶段的能源消耗活动。

氯芬黄敏片产品生命周期碳排放清单：

表 9 碳足迹数据计算

环境类型	当量单位	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
全球变暖潜值 (GWP)	kg CO <sub>2</sub> eq	7913.82	169.46	9149.33	19.93	0	0	17252.54
占比%		45.87	0.98	53.03	0.12	0	0	100

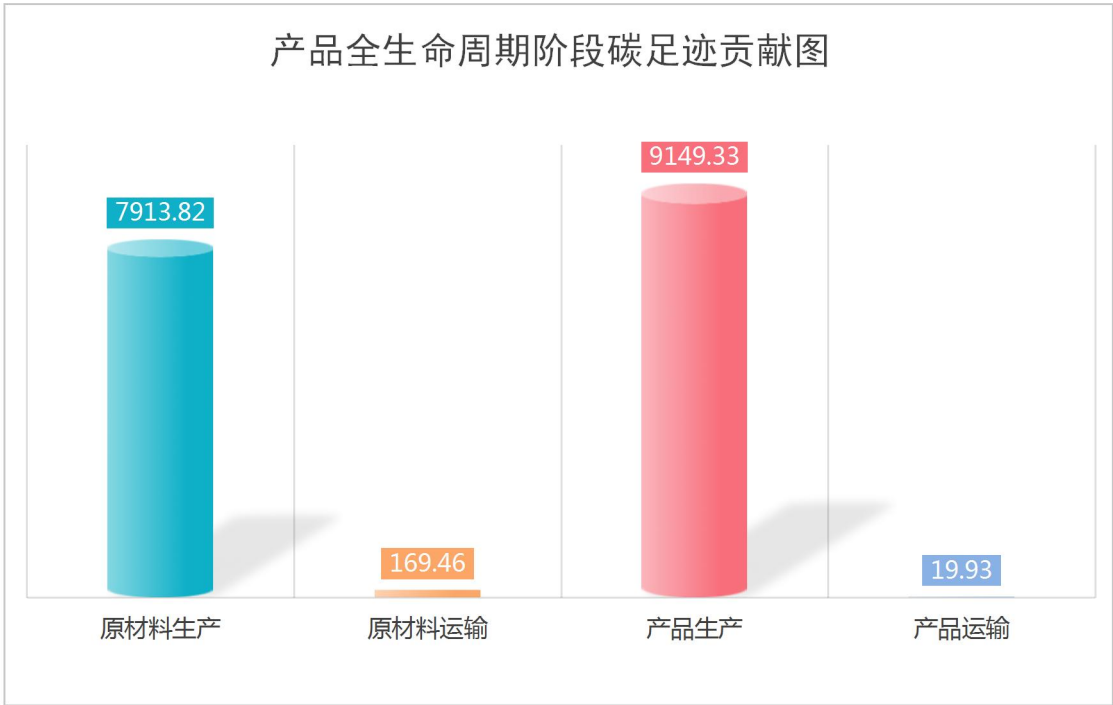


图 4 产品全生命周期阶段碳足迹贡献图

为了有效降低氯芬黄敏片的碳足迹，应优先从原材料供应和生产过程两个关键环节入手。根据碳足迹分析结果，原材料生产和产品制作过程的碳排放占比分别为45.87%和53.03%，因此需要针对性地采取以下措施：

1. 优化电力来源：生产用电由南方电网提供，建议进一步调查电力生产过程中的碳排放数据，确保数据准确性，同时探索使用清洁能源或优化能源结构的可能性。

**2. 提升能源效率：**从技术和管理层面加强节能工作，减少能源消耗。厂内可考虑实施进一步的节能改造，优化能源使用效率。

**3. 优化原材料选择：**在原材料供应商选择上，优先考虑碳足迹较低的供应商，尤其是在原材料价格差异不大的情况下，将低碳足迹作为重要选择标准。

**4. 生态设计与绿色供应链管理：**结合碳足迹分析结果，采用环境友好的设计方案，落实生产者责任延伸制度，推动绿色供应链管理，提出具体的产品生态设计改进方案。

**5. 强化生命周期管理：**牢固树立绿色低碳发展的理念，加强生命周期理念的宣传和实践。运用科学方法，完善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，发现问题并及时改进。同时，在生态设计管理、组织和人员方面进一步完善。

**6. 推动产业链协同改进：**制定生态设计管理体制和管理制度，明确任务分工，构建企业生态设计评价体系。建立绿色供应链相关制度，推动供应链上下游协同改进，共同实现低碳发展目标。

## 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。不确定性分析中涉及到的内容主要有：

- 数据质量

活动水平数据：生产过程中能源消耗、原材料用量等数据的测量误差或统计偏差，例如氯芬黄敏片生产中电表读数误差、原材料运输距离估算不准确等。

排放因子：不同来源的排放因子（如国家数据库、行业平均值或实测值）可能存在差异。本次计算中采用的电网和天然气排放因子来自公开的研究报告，具备了一定的时效性和有效性。

- 模型假设与边界界定

系统边界：若未明确包含氯芬黄敏片生产的某些环节（如包装材料生产或废弃物回收），或选择“摇篮到大门”而非全生命周期边界，可能低估碳排放。

分配方法：如生产过程中副产物（如废料）的碳排放分配规则（按质量、经济价值或物理特性分配）不同，可能导致结果差异。

- 生产工艺与技术差异

氯芬黄敏片生产设备的能效差异、原材料纯度波动（如辅料来源不同）等均可能影响碳排放强度。

因此，减少不确定性的方法主要有：

- 1) 使用准确率较高的初级数据；
- 2) 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；
- 3) 对下游的产品回收阶段纳入报告边界范围。

## 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。



## 参考文献

1. 中国石油天然气生产企业温室气体排放核算方法与报告指南（试行）
2. 中国区域电网二氧化碳排放因子研究（2023）
3. 温室气体核算体系：产品寿命周期核算与报告标准
4. 温室气体-产品的碳排放量-量化和通信的要求和指南（ISO/TS 14067: 2013）
5. European Commission-Joint Research Centre-Institute for Environment and Sustainability."International Reference LifeCycle Data System (ILCD) Handbook-General guide for Life Cycle Assessment-Detailed guidance." First edition, March 2010. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2010.
6. IEA. (2023). IEA Life Cycle Upstream Emission Factors 2023 (Pilot Edition)
7. 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