

山东大旺食品有限公司
产品碳足迹报告
(2021 年度)

编制单位：山东辉润信息科技有限公司

编制日期：2022年04月08日



目 录

摘 要.....	1
1.产品碳足迹介绍（PCF）介绍	2
2.目标与范围定义	2
2.1 企业及其产品介绍.....	2
2.2 研究目的.....	3
2.3 研究范围.....	3
2.4 功能单位.....	3
2.5 生命周期流程图的绘制.....	3
2.6 分配原则.....	4
2.7 取舍准则.....	4
2.8 软件和数据库.....	5
2.9 数据质量要求.....	5
3.过程描述.....	5
3.1 包装小食品生产过程	5
4.数据的收集和主要排放因子说明	6
5.碳足迹计算	9
5.1 碳足迹识别.....	9
5.2 数据计算.....	10
6.结语.....	12

摘要

产品碳足迹评价的目的是以生命周期评价方法为基础，采用 ISO/TS 14067-2013《温室气体产品碳足迹关于量化和通报的要求与指南》、《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》、《《食品、烟草及酒、饮料和精制茶企业温室气体排放核算方法与报告指南（试行）》》的要求中规定的碳足迹核算方法，计算得到山东大旺食品有限公司产品包装小食品的碳足迹。

为了满足碳足迹的需要，本报告的功能单位定义为生产 1t 包装小食品产品。系统边界为“从摇篮到客户”类型，现场调研了从获取、原材料运输、产品生产、产品包装、产品运输到客户端的生命过程，其中也调查了其他物料、能源获取的排放因子数据来源于中国生命基础数据库（CLCD）和瑞士的 Ecoinvent 数据库。

评价过程中，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、技术、地域、时间等方面。生命周期主要活动数据来源于企业现场调研的初级数据，大部分国内生产的原材料的排放因子数据来源于 IPCC 数据库，以及中国生命基础数据库（CLCD）和瑞士的 Ecoinvent 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。此外，通过 GreenIn2.0 软件实现了产品的生命周期建模、计算和结果分析，以保证数据和计算结果的可溯性和可再现性。

从本次评价结果看，2021 年度大旺食品包装小食品产品碳足迹：1t 包装小食品产品的碳足迹 $e=417.69\text{kgCO}_2\text{e/t}$ ，从包装小食品产品生命周期累计碳足迹贡献比例的情况，可以看出包装小食品产品的碳排放环节主要集中在生产过程中，其次是产品运输过程。

1.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（CO₂）、甲烷（CH₄）、氧化亚氮（N₂O）、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（CO₂e）表示，单位为 kgCO₂e 或者 gCO₂e。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。

2.目标与范围定义

2.1 企业及其产品介绍

山东大旺食品有限公司（以下简称“公司”）统一社会信用代码

91370100740216309N、行业代码 1419（饼干及其他焙烤食品制造，公司属有限责任公司（外国法人投资），成立于 2002 年 07 月 03 日，注册资本 450 万美元，位于济南市济阳区济北经济开发区旺旺街，企业地理位置优越，交通运输便利。

公司经营范围包括：生产定型包装小食品、饼干、果冻、饮料、食品包装容器、食品添加剂、销售本公司生产的产品；批发预包装食品、散装食品、乳制品等。

公司主要生产包装小食品等产品。

2.2 研究目的

本次评价的目的是得到大旺食品生产的包装小食品产品全生命周期过程的碳足迹。

碳足迹核算是大旺食品实现低碳、绿色发展的基础和关键，披露产品的碳足迹是大旺食品环境保护工作和社会责任的一部分，也是大旺食品迈向国际市场的重要一步。本项目的研究结果将为大旺食品与产品的采购商和第三方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。

本项目评价结果的潜在沟通对象包括两个群体：一是大旺食品内部管理人员及其他相关人员，二是企业外部利益相关方，如上游原材料供应商、下游采购商、地方政府和环境非政府组织等。

2.3 研究范围

根据本项目评价目的，按照 ISO/TS 14067-2013、《PAS2050：2011 商品和服务在生命周期内的温室气体排放评价规范》，本次碳足迹评价的边界为大旺食品 2021 年全年生产活动及非生产活动数据。由于包装小食品产品运输采用直接运输方式，因此，确定本次评价边界为：产品的碳足迹=原料生产运输+产品过程生产+产品运输。

2.4 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 1t 包装小食品。

2.5 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 1 台包装小食品产品的生命周期流程图，其碳足迹评价模式为从商业到商业（B2B）评价：包括从原材料运输、产品生产、消耗能源生产、包装和运输到分

销商。

在本报告中，产品的系统边界属于“从摇篮到客户”的类型，为了实现上述功能单位，包装小食品产品的系统边界见下表：

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
1 包装小食品生产的生命周期过程包括：原材料运输→产品生产→产品销售 2 电力、蒸汽、天然气使用 3 产品的运输	1 资本设备的生产及维修 2 产品的使用 3 产品回收、处置和废弃阶段 4 其他辅料的运输

2.6 分配原则

由于在本次评价系统边界下，生产包装小食品过程产生极少不合格产品，由于未单独统计，因此将生产原材料与能源消耗全部计入包装小食品生产过程。

2.7 取舍准则

此次评价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：

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%；

生产设备、厂房、生活设施等可以忽略；

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。

基于评价目标的定义，本次评价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。

评价过程中统计了各种温室气体，包括二氧化碳（CO₂），甲烷（CH₄），氧化亚氮（N₂O），四氟化碳（CF₄），六氟乙烷（C₂F₆），六氟化硫（SF₆）和氢氟碳化物（HFC）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 CO₂ 当量（CO₂e）。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（CO₂e）为基础，甲烷的特征化因子就是 25kgCO₂e。

2.8 软件和数据库

2.9 数据质量要求

为满足数据质量要求，在本评价中主要考虑了以下几个方面：

数据准确性：实景数据的可靠程度

数据代表性：生产商、技术、地域以及时间上的代表性

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，在评价过程中优先选择来自生产商和供应商直接提供的初级数据，其中经验数据取平均值，本评价在 2022 年 3 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 IPCC 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 IPCC 数据库中数据。

采用 eFootprint 软件的来建立产品生命周期模型，计算碳足迹和分析计算结果，评价过程中的数据库采用中国生命基础数据库（CLCD）和瑞士的 Ecoinvent 数据库。

数据库的数据是经严格审查，并广泛应用于国内国际上的 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。

3.过程描述

3.1 包装小食品生产过程

（1）过程基本信息

过程名称：包装小食品生产

过程边界：从原料运输到食品的生产

（2）数据代表性

主要数据来源：企业 2021 年实际生产数据

企业名称：山东大旺食品有限公司

产地：中国山东省济南市

基准年：2021 年

主要原料：面粉、奶粉、植物油等

主要能耗：电力、蒸汽、天然气

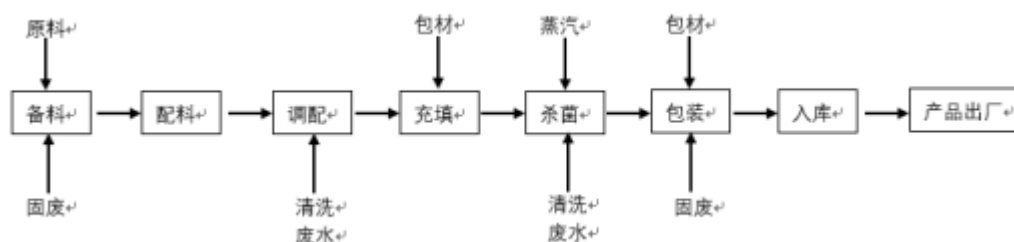
公司主要产品生产工艺流程如下所示：

1、大旺一厂工艺介绍

以豌豆、花生、蚕豆为主原料，通过对原料的浸泡、油炸、裹粉、烘焙、包装等生产工艺，生产休闲食品挑豆小零食。

2、大旺二厂工艺介绍

以奶粉、白砂糖为主原料，通过对原料的调理、杀菌、充填、包装等生产工艺，生产多种口味的果味饮料。该产品的生产方式可最大限度地保留液体饮料中的营养成分和风味。

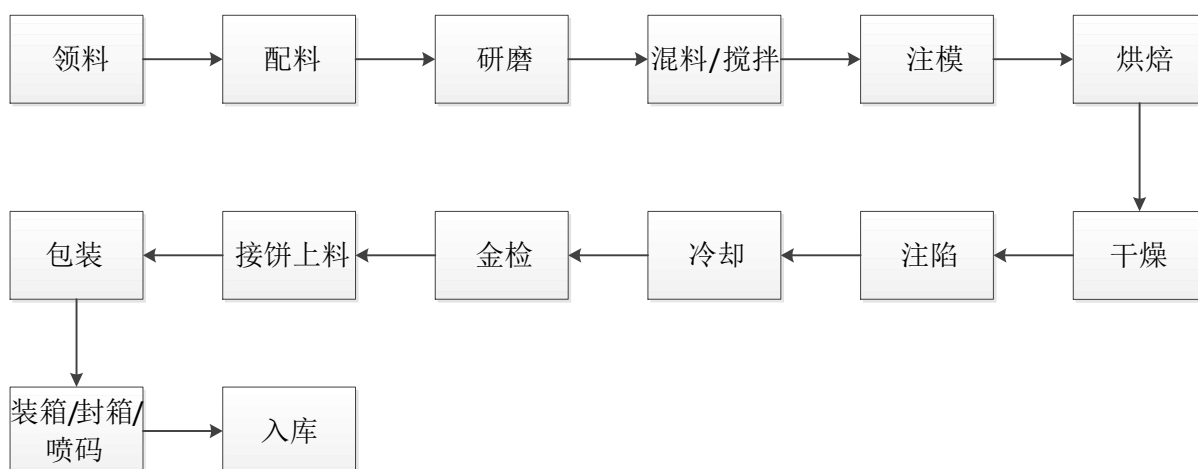


糕饼厂工艺介绍

(1) 泡芙生产工艺流程简述

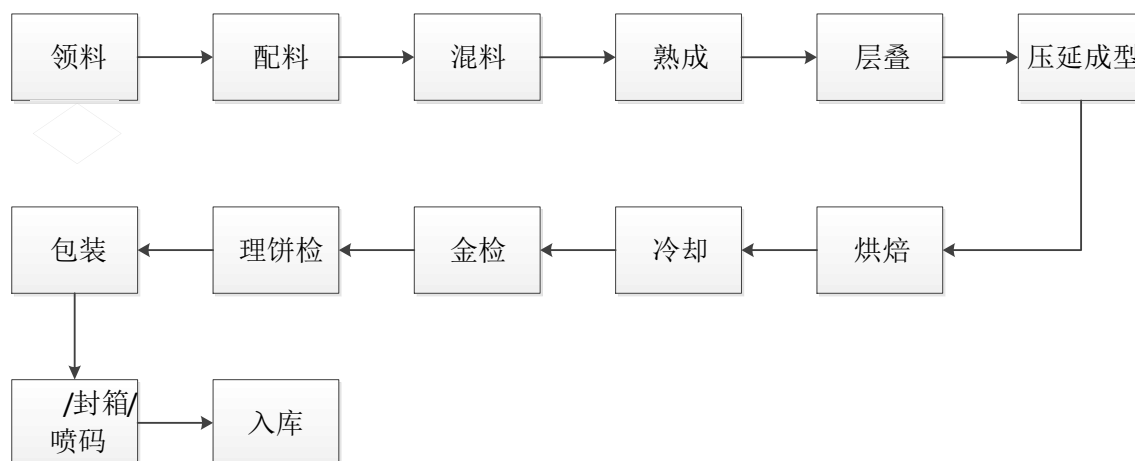
- 1) 领料：在原料区领取原材料；
- 2) 配料：按照配方要求进行配料；
- 3) 研磨：通过人工在研磨机下料口进行下料，人工缓慢倾倒，下料口较小，下料后关门下料口，植物油由泵按比例注入，此过程为夹心研磨；
- 4) 混料/搅拌：在立式搅拌机内进行混料搅拌，搅拌时间预计 15min，温度控制在 $50\pm 5^{\circ}\text{C}$ ，此过程为泡芙皮的混料；
- 5) 注模：混好的料在模具内进行产品注模（控制好重量 $2.4\text{g}+0.1\text{g}/\text{颗}$ ）；
- 6) 烘焙：注模后产品进入隧道式燃气烤箱进行焙烤（控制温度上火在 $145^{\circ}\text{C}-250^{\circ}\text{C}$ 、下火 $120^{\circ}\text{C}-260^{\circ}\text{C}$ ），将泡芙皮进行烘焙；
- 7) 干燥：通过干燥机（电加热）进行干燥，确保产品达到含水率 3%以内；
- 8) 注馅：通过注馅机进行夹心注馅；

- 9) 冷却、金检：冷却后通过金检机进行异物检查；
- 10) 接饼上料：通过人工操作将产品由金检机运输至包装机；
- 11) 包装、喷码：进行包装，然后通过喷码机打印时间。



(2) 饼干工艺简介：

- 1) 领料：在原料区领取原材料；
- 2) 配料：按照配方要求进行配料；
- 3) 混料：在立式搅拌机内进行混料搅拌，混合打好的料液温度控制在 29℃ -32℃；
- 4) 熟成：在搅拌机内静置进行熟成，约 10±5min；
- 5) 层叠：将面料熟成好的料液进入层叠机，进行层叠；
- 6) 压延成型：进入压延成型机根据产品要求进行作业；
- 7) 烘焙：成型的产品进入饼干烘焙电烤炉（温度控制 150℃±20℃，不用植物油）；
- 8) 冷却、喷油、金检：冷却后喷植物油，再通过金检机进行异物检查；
- 9) 理饼检：通过人工将饼干整理运至包装机；
- 10) 包装、喷码：进行包装，然后通过喷码机打印时间。



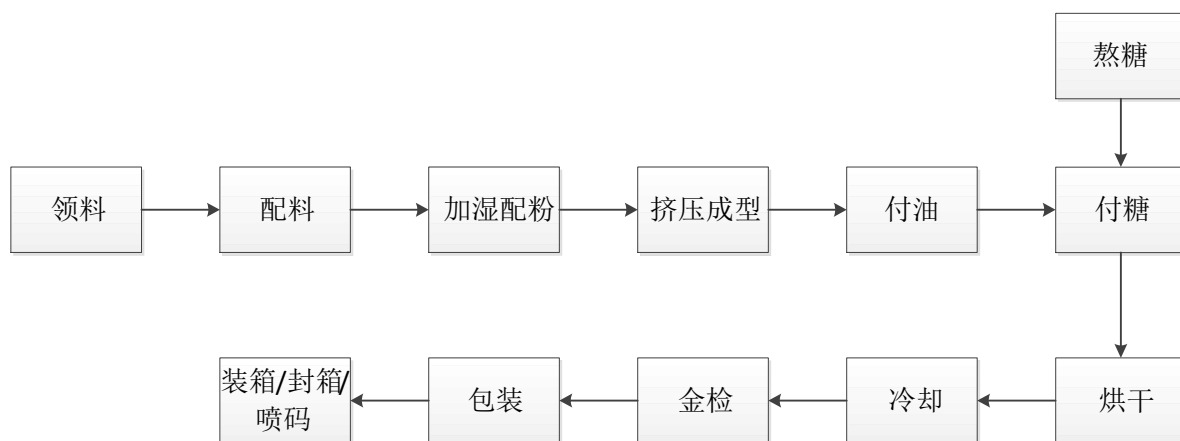
(3) 膨化C工艺简介:

- 1) 领料: 在原料区领取原材料;
- 2) 配料: 按照配方要求进行配料;
- 3) 加湿配粉: 配好的小料进行加湿拌粉 (粉料水分控制在 12%-16%);
- 4) 挤压成型: 在挤压机中进行挤压成型;

5) 付油、付糖: 将静置好的粉料倒入储料槽中, 打开进料开关进料, 同时将 1000ml 水缓缓流入进料斗内, 待水蒸气喷出模头时停止加水并调好切刀位置, 外径: $14 \pm 1\text{mm}$, 长度: $36 \pm 2\text{mm}$, 产品进行付油 (温度控制在 60°C - 70°C , 溶油: ①作业员依当天生产计划, 依照 BOM 表进行作业; ②检查溶油桶内是否有杂物、含有水分等异常状况; ③确认溶油桶放油阀门、抽油泵、油管总阀处于关闭状态; ④用干净的小推车从外原料区将去掉外箱的油脂拉至溶油区, 再使用电动升降叉车将油脂升至物料台备用; ⑤启动溶油桶上(溶油)下(保温)发热开关, 设定溶油温度, 保温温度; 检查溶油器是否发热; ⑥使用不锈钢剪刀将内袋封口剪开, 将油送至溶油桶溶油, 收拾油脂内袋折叠放好; 剪刀用完后置于制定处; ⑦溶油后使用拖把将溶油物料架拖干净, 防止滑倒。)、付糖 (熬糖温度控制在 $140 \pm 5^{\circ}\text{C}$, 熬糖:);

- 6) 烘干: 在干燥机内进行烘干, 烘干温度 80 - 120°C ;
- 7) 冷却、金检: 冷却后通过金检机进行异物检查;

8) 包装、喷码：进行包装，然后通过喷码机打印时间。



4.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的量化数据（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： tCO_2e / 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 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：外购电力消耗量、蒸汽消耗量、天然气消耗量等。排放因子数据主要包括外购电力排放因子、蒸汽排放因子和天然气排放因子、包装小食品生产过程排放因子和交通运输排放因子。

5.碳足迹计算

5.1 碳足迹识别

结合包装小食品生产的碳足迹分析，本次评价不涉及消费终端的排放量，以及对于原材料获得所需碳排放的计算，没有计算原材料加工的碳足迹，仅计算从原材料供应商到公司仓库的碳足迹。

表 5.1 碳足迹过程识别表

序号	主体	活动内容	备注
----	----	------	----

1	原材料获取	运输排放	/
2	包装小食品生产过程	能源排放	/
3	产品运输	运输排放	/

5.2 数据计算

(1) 原材料获取

公司原材料供应商到公司的距离具体见下表，运输方式以公路运输为主。

表 5.2-1 原材料采购运输信息表

原辅材料名称	供应商位置 (公里)	货运运行里程数 (万公里)	运输类型
面粉、奶粉、植物油等	200	20	汽车
合计	/	20	/

根据《IPCC2006 国家温室气体清单指南》和《省级温室气体清单编制指南（试行）》，公路运输能耗计算公式如下：

公路（道路）交通能耗=百公里油耗*运行里程数*保有量（5.1）

根据《中国交通运输能源消耗水平测算与分析》，中型货车平均百公里油耗为 27.6（升/百公里）。

各类原辅材料货车运行里程数见上表 5.2。

根据上述公式计算得到原辅材料运输能耗结果如下：

表 5.2-2 原材料采购运输柴油耗量表

总里程数（百公里）	柴油消耗量（升）	柴油消耗量（吨）
2000	55200	46.368

根据《食品、烟草及酒、饮料和精制茶企业温室气体排放核算方法与报告指南（试行）》，柴油燃料特性参数缺省值低位发热量为 42.652GJ/吨，单位热值含碳量为 $20.2 \times 10^{-3} \text{tC/GJ}$ ，碳氧化率为 98%，通过核算，原辅材料获取过程中二氧化碳排放量为 143.55tCO₂，企业 2021 年产品产量 30154.12t，单位产品原材料采购运输环节二氧化碳排放量为 4.76kgCO₂/t。

(2) 包装小食品生产

大旺食品在生产过程中，二氧化碳排放包含生产过程中消耗蒸汽排放、消耗电力排放、消耗天然气排放。

表 5.2-3 生产过程中能源消耗量

排放类型	消耗量	平均低位 发热值	单位热值含 碳量	碳氧 化率	折算 因子	碳排放量
------	-----	-------------	-------------	----------	----------	------

		GJ/万 m ³ \GJ/t	tC/TJ	%	/	tCO ₂
天然气	1126002m ³	389.31	15.3	99	44/12	2434.63
蒸汽	49498.02GJ	/	/	/	0.11	5444.78
外购电力	6752181 kWh	/	/	/	0.5810	3923.02

通过核算，企业 2021 年包装小食品生产过程中产生二氧化碳排放为 11802.43tCO₂，2021 年产品产量 30154.12t，单位产品生产过程二氧化碳排放量为 391.40kgCO₂/t。

(3) 包装小食品运输

大旺食品在产品运输过程中，二氧化碳排放主要为货车公路运输产生的排放。企业产品发运半径约 300 公里，全年运输总里程 904500 公里，2021 年产品运输柴油消耗量为 249642 升，折算约 209.70 吨，产品运输过程中产生二氧化碳排放总量为 649.21tCO₂，2021 年企业全年包装小食品产量为 30154.12t，则单位产品生产过程二氧化碳排放量为 21.53kgCO₂/t。

表 5.2-4 包装小食品产品碳足迹

序号	内容	二氧化碳排放量 (kgCO ₂ /t)
1	原材料运输环节	4.76
2	包装小食品生产环节	391.40
3	包装小食品运输环节	21.53
4	包装小食品全生命周期	417.69

综上，1t 包装小食品的碳足迹 $e=417.69\text{kgCO}_2\text{e/t}$ ，从包装小食品生命周期累计碳足迹贡献比例的情况，可以看出包装小食品的碳排放环节主要集中在生产过程中，其次是产品运输环节。

所以为了减小包装小食品的碳足迹，应重点考虑减少包装小食品生产能耗，主要为降低生产过程的碳排放。

为减小产品碳足迹，建议如下：

- (1) 通过设备改变运转方式、提高效率，有效减少运转过程中能源的消耗。
- (2) 加强节能工作，从技术及管理层面提升能源效率，电力消耗，厂内可考虑实施节能改造，重点提高设备的能源利用率，从而减少能源损失；
- (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) 续推进绿色低碳发展意识，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) 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；对每一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。

6. 结语

山东大旺食品有限公司每生产 1t 包装小食品产品产生 417.69kgCO₂e，其中包装小食品生产过程在整个生命周期过程中占比最大，达到 93.71%，企业可以通过节能降耗，减少能源消耗，以达到产品的碳减排。

