

玉米胚芽油产品碳足迹报告



委托方:

山东西王食品有限公司

受托方:

中国轻工业清洁生产中心



目 录

目 录	2
执行摘要.....	1
1. 产品碳足迹介绍（PCF）介绍	2
2. 目标与范围定义.....	2
2.1 西王食品及其产品介绍.....	2
2.2 研究目的.....	3
2.3 研究范围.....	4
2.3.1 功能单位.....	4
2.3.2 系统边界.....	4
2.3.3 分配原则.....	5
2.3.4 取舍准则.....	5
2.3.5 影响类型和评价方法.....	5
2.3.6 软件和数据库.....	6
2.3.7 数据质量要求.....	6
3. 过程描述.....	7
3.1 玉米胚芽油生产	7
3.2 企业废水处理.....	10
3.3 主要排放因子.....	11
3.3.1 天然气.....	11
3.3.2 电力.....	12
3.3.3 蒸汽.....	12
3.3.4 城市污水处理.....	12
3.3.5 玉米.....	12
4. 结果与讨论.....	12
4.1 玉米胚芽油生产过程碳足迹.....	12
4.2 玉米胚芽油生产过程累计碳足迹.....	13
5. 结论.....	14

执行摘要

本项目受山东西王食品有限公司（以下简称“西王食品”）委托，由中国轻工业清洁生产中心（以下简称“中心”）执行完成。研究的目的是以生命周期评价方法为基础，采用英国标准协会（British Standards Institution，简称 BSI）编制的 PAS 2050: 2011 标准中规定的碳足迹核算方法，计算得到西王食品玉米胚芽油产品的碳足迹。

为了满足碳足迹第三方认证以及与各相关方沟通的需要，本报告的功能单位定义为生产 1kg 玉米胚芽油。系统边界为“从摇篮到大门”类型，现场调研了从玉米胚芽进厂到玉米胚芽油出厂的生产过程，其中也调查了企业废水处理厂，而其他物料、能源获取的排放因子数据来源于数据库。

报告中对生产玉米胚芽油的不同过程比例的差别、各生产过程迹累碳足计比例做了对比分析。从单个过程对碳足迹贡献来看，发现原料获取过程对产品碳足迹的贡献最大。从物质获取来看，玉米胚芽获取对碳足迹贡献最大，其次为电力获取和蒸汽获取，三者占产品碳足迹的 76.85%。

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、技术、地域、时间等方面。大部分国内生产的大宗原材料的排放因子数据来源于 CLCD 数据库，此数据库由成都中心科技有限公司开发，代表了中国基础工业平均水平，CLCD 数据库缺乏的原材料数据由 Ecoinvent 提供，中国的混合电力获取的排放因子数据来源于 CLCD 数据库。本研究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 eBalance 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。

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[1]。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[2]，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[3]。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[4]；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[5]。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 西王食品及其产品介绍

山东西王食品有限公司主要生产销售西王玉米胚芽油，为中国最大的玉米

胚芽油集中生产基地，产品涉及葵花籽油、橄榄油、花生油等健康油种。公司玉米油精炼和小包装能力均达到了 30 万吨/年。公司拥有国内最先进的玉米油生产线，生产过程实现了智能自动化控制，实现了全程自主质量监控管理。

2017 年公司实现销售收入 24.1 亿元。

公司始终坚持三步走品牌战略，第一步成为中国玉米油第一品牌，第二步打造中国高端食用油第一品牌，第三步塑造中国健康食品第一品牌。目前已经成功完成第一步战略，正向第二、三步战略目标冲刺。在发展品牌的道路上，公司坚持履行社会责任，以食品安全作为品牌发展的首要保证，深入推行卓越绩效管理模式，持续加强质量管理体系建设，多年来公司通过了质量、环境、食品安全、HACCP、OHSAS18001 职业健康安全管理体系、非转基因身份保持认证等管理体系，能源管理体系和计量管理体系不断完善。被评为国家安全生产标准化一级企业，进一步提升了管理的规范化、流程化和专业化，为健康食用油生产奠定了基础管理保障。

公司产品连续五届被评为“山东名牌”、“放心粮油”，连续七届荣获北京国际食用油产业博览会金奖，西王商标被认定为中国驰名商标。企业被认定为“山东省高新技术企业”、“全国粮油优秀科技创新型企业”、“食安山东”首批食品生产示范企业。公司积极推进两化融合管理体系建设，并于 2015 年获国家工信部颁发的“两化融合管理体系证书”。得益于公司玉米油产品的优良品质及较高的市场占有率，公司于 2017 年被山东省经信委评为“山东省首批制造业单项冠军企业”。

2.2 研究目的

本研究的目的是得到西王食品生产的玉米胚芽油产品全生命周期过程的碳足迹，为第三方碳足迹认证提供详细信息和数据支持。

碳足迹核算是西王食品实现低碳、绿色发展的基础和关键，披露产品的碳足迹是西王食品环境保护工作和社会责任的一部分，也是西王食品迈向国际市场的重要一步。本项目的研究结果将为西王食品与玉米胚芽油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。

本项目研究结果的潜在沟通对象包括两个群体：一是西王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，如上游玉米供应商、下游采购商、地方政府和环境非政府组织等。

2.3 研究范围

根据本项目研究目的，按照 PAS 2050: 2011 标准的要求，确定本研究的研究范围，包括功能单位、系统边界、分配原则、取舍原则、影响评价方法和数据质量要求等。

2.3.1 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 玉米胚芽油，产品含水量~8.7%。

2.3.2 系统边界

在这项研究中，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，玉米胚芽油产品的系统边界分别如下：

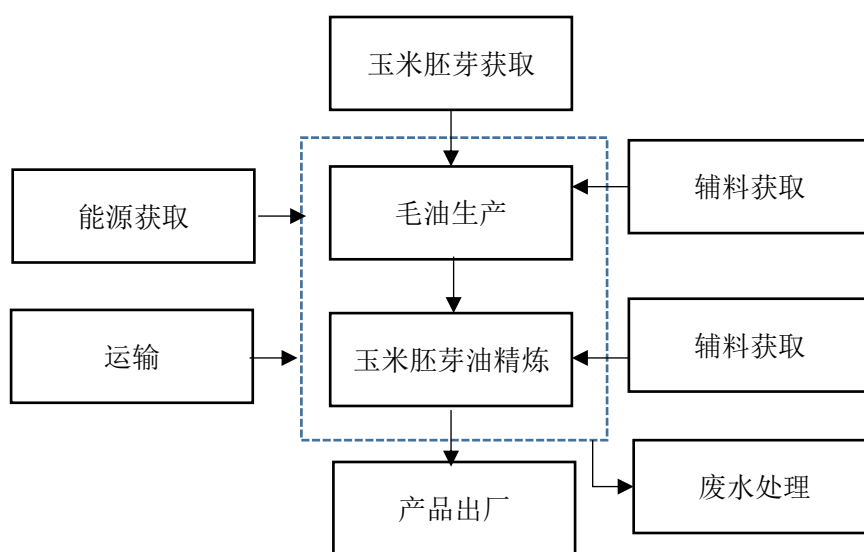


图 2.1 西王食品玉米胚芽油生产系统边界

在这项研究中，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，玉米胚芽油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
✓ 玉米胚芽油生产的生命周期过程包括：玉米胚芽获取→粗油生产→玉米胚芽油生产	✓ 资本设备的生产及维修
✓ 废物处理包括：企业废水处理	✓ 产品的运输、销售和使用
✓ 中国的电力生产、蒸汽的生产	✓ 产品回收、处置和废弃阶段
✓ 废水处理达标排入自然水体的过程	✓ 其他辅料的运输
✓ 其他辅料的生产	
✓ 玉米的运输	

2.3.3 分配原则

由于玉米胚芽油生产过程中有副产品的产出，因此涉及分配问题。本研究中涉及的主要分配方法经济价值分配法。

2.3.4 取舍准则

本研究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%；
- 低价值废物作为原料，如粉煤灰、矿渣、秸秆、生活垃圾等，可忽略其上游生产数据；
- 大多数情况下，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，无忽略的物料。

2.3.5 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（CO₂），甲烷（CH₄），氧化亚氮（N₂O），四氟化碳（CF₄），六氟乙烷（C₂F₆），六氟化硫（SF₆），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 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 25kg CO₂e[2]。

2.3.6 软件和数据库

在研究中，eBalance v4.7 软件被用来建立产品生命周期模型，计算碳足迹和分析计算结果。eBalance v4.7 软件是由中心科技有限公司研发的通用 LCA 分析软件，支持全生命周期过程分析，并内置了中国生命周期基础数据库（CLCD）和瑞士的 Ecoinvent 数据库。

研究过程中用到的数据库，包括 CLCD 和 Ecoinvent 数据库，数据库中生产和处置过程数据都是“从摇篮到大门”的汇总数据，分别介绍如下：

中国生命周期基础数据库（CLCD）由亿科开发，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 数据库包括国内主要能源、交通运输和基础原材料的清单数据集，其中电力（包括火力发电和水力发电以及混合电力传输）和公路运输被本研究所采用。2009 年，CLCD 数据库研究被联合国环境规划署(UNEP)和国际环境毒理学与化学协会（SETAC）授予生命周期研究奖。

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等。

<http://www.Ecoinvent.org>

2.3.7 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：

- 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，在研究过程中首选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 2017 年 8 月进行企业现场数据的调查、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 数据库和 Ecoinvent 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 CLCD 数据库和 Ecoinvent 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。

3. 过程描述

3.1 玉米胚芽油生产

(1) 过程基本信息

过程名称：玉米胚芽油生产

过程边界：从毛油进厂到玉米胚芽油出厂

(2) 数据代表性

主要数据来源：企业 2016 年实际生产数据

企业名称：西王食品

产地：中国山东

基准年：2017 年

主要原料：毛油

主要能耗：电力、蒸汽

末端治理：废水处理

技术补充描述：

胚芽油精炼主要工艺介绍如下：

- 生产以玉米毛油为原料，采用连续式工艺制取玉米色拉油，其精炼过程包括：脱胶、脱酸、脱蜡、脱臭工序。

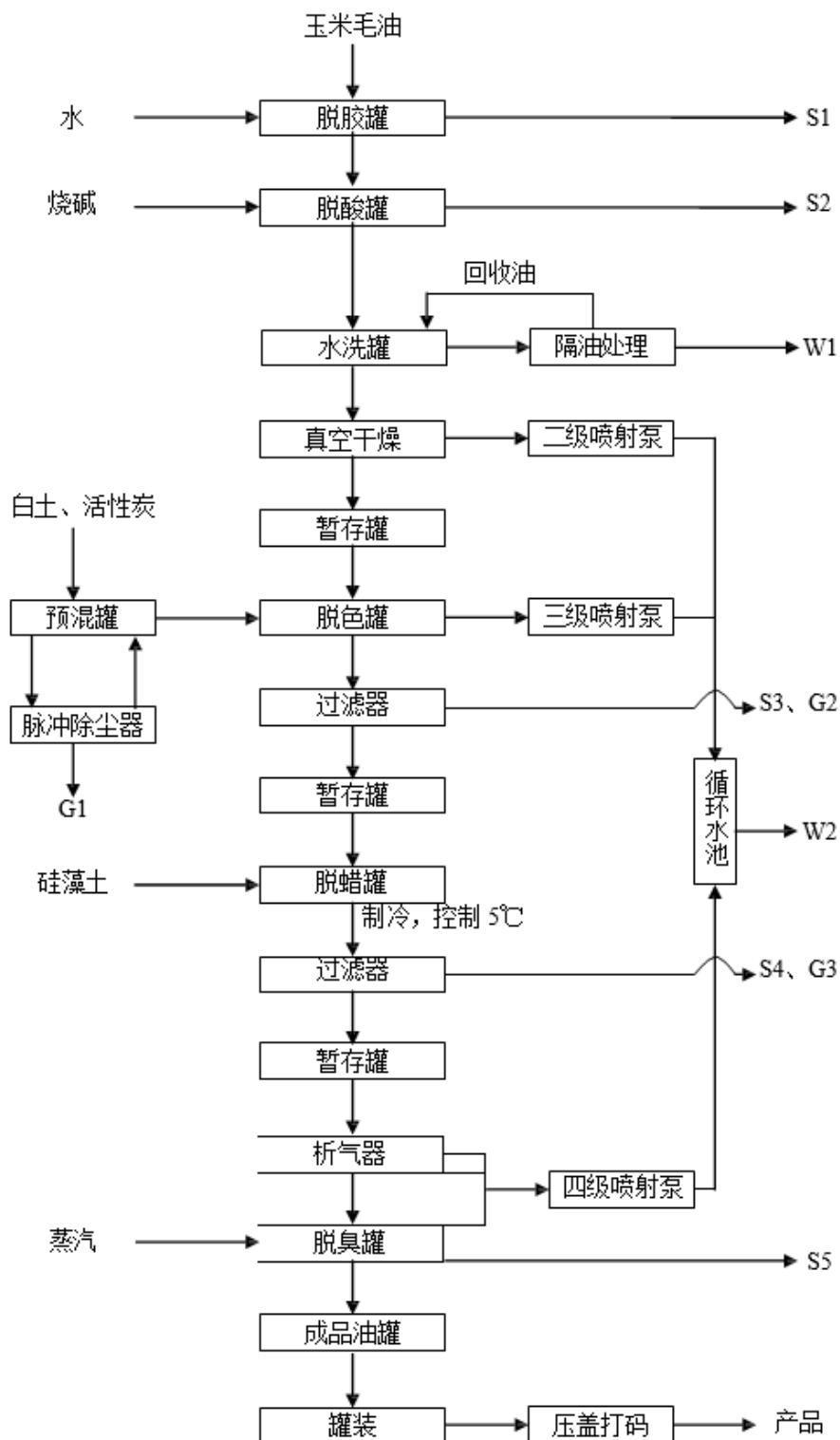


图 3.1 玉米胚芽油生产流程图

玉米胚芽油生产过程数据清单见下表：

表 3.1 玉米毛油生产过程清单数据表



类别	物料名称	单位	数量	上有数据来源	水分(%)	收率(%)
原料	玉米胚芽	kg	2581.28	Ecoinvent	8%	99.72
能耗	电	度	118.57	CLCD	/	/
	蒸汽	吨	0.71	CLCD	/	/
	新鲜水	m ³	0.03	CLCD	/	/
副产品	粕	kg	1574.07	Ecoinvent	10%	99.72

表 3.2 玉米胚芽油生产过程清单数据表

类别	物料名称	单位	数量	上有数据来源	水分(%)	收率(%)
原料	毛油	kg	1109.42	Ecoinvent	1%	90.14%
辅料	液碱	kg	15.57	CLCD	68%	100%
	磷酸	kg	0.65	CLCD	15%	100%
	白土	kg	12.20	Ecoinvent	0	100%
	活性炭	kg	1.65	CLCD	0	100%
	硅藻土	kg	4.14	Ecoinvent	0	100%
能耗	电	度	137.77	CLCD	/	/
	蒸汽	m ³	0.25	CLCD	/	/
	新鲜水	m ³	1.02	CLCD	/	/
副产品及废弃物	脂肪酸	kg	5.43	Ecoinvent	0	100%
	皂脚	kg	297.12	Ecoinvent	30%	100%
	废白土	kg	22.15	Ecoinvent	0	100%

(3) 分配方法

分配方法描述：采用经济价值法。

表 3.2 主副产品分配系数表

产品名称	单位	数量	价格(元)	分配系数
玉米胚芽	kg	2581.28	2.76	46.24%
粕	kg	1574.07	1.24	12.67%
毛油	kg	1109.42	5.41	38.96%
液碱	kg	15.57	6.41	0.65%
磷酸	kg	0.65	4.56	0.02%
白土	kg	12.20	1.50	0.12%
活性炭	kg	1.65	6.41	0.07%
硅藻土	kg	4.14	1.77	0.05%
脂肪酸	kg	5.43	8.24	0.29%
皂脚	kg	297.12	0.48	0.93%
废白土	kg	22.15	0.08	0.01%

(4) 运输信息

玉米毛油生产过程，西王食品购买的玉米胚芽主要来源西王集团的淀粉生产厂，运输距离可以忽略。

3.2 企业废水处理

(1) 过程基本信息

过程名称：废水处理

过程边界：从待处理废水进厂到处理后水出厂

(2) 数据代表性

主要数据来源：企业 2017 年实际生产数据

企业名称：西王食品

产地：中国山东

基准年：2017 年

工艺设备：厌氧好氧处理装置、沼气发电装置等

主要原料：待处理废水

主要能耗：电力

末端治理：废水处理

技术补充描述：西王食品生产废水统一排厂区污水处理厂。废水首先经过预处理，后经过厌氧好氧处理装置，使得 COD 浓度由进厂的 500mg/L 降低至 45mg/L，并利用产生的沼气发电，部分电污水处理时使用，部分上网销售。

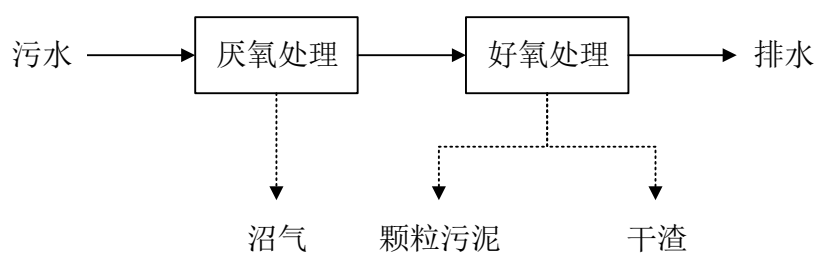


图 3.5 污水处理流程图

污水处理过程数据清单见下表：

表 3.6 企业污水处理过程清单数据表

类型	清单	单位	数量	上游数据来源	备注
产品	电力(自用)	kwh	2.01E+00	CLCD	污水处理自用
	电力(外售)	kwh	1.15E+00	CLCD	上网销售
	颗粒污泥	t	6.70E-04	Ecoinvent	厌氧污泥, 约 1700 吨/a
	排水	m ³		\	45mg/L
消耗	废水	t	1.00E+00	\	废水量基本等于车间排水量
	絮凝剂(阳)	kg	4.60E-03	CLCD	0.8 公斤/吨污泥(含水率 87%污泥 40t/d)
	电力(自产)	kwh	2.01E+00	CLCD	14000Kwh/d
排放	固废	t	2.30E-03	\	含水 40%烘干污泥 16t/d(0.003 吨/m ³)

(3) 分配方法

分配方法描述：采用经济价值法。

表 3.7 主副产品分配系数表

产品名称	单位	数量	单位价格(元)	分配系数
待处理废水	t	1.00E+00	1.97E+00	62.36%
电力(剩余)	kwh	1.15E+00	5.70E-01	20.68%
颗粒污泥	t	6.70E-04	8.00E+02	16.96%

3.3 主要排放因子

3.3.1 天然气

天然气获取数据来源于 CLCD 数据库,燃烧现场排放数据根据 2013 年版“中国区域电网企业外购电力排放因子计算表”中温室气体排放系数计算得到,“计算表”中重油参数设定为含碳量 15.32g carbon/MJ、碳氧化率 99%、平均低位发热量 389310MJ/t、CH₄ 排放因子 0.001g/MJ、N₂O 排放因子 0.0001g/MJ。燃烧 1kg 原煤各温室气体排放量核算过程如下:

CO₂ 排放=含碳量×重油质量×平均低位发热量×碳氧化率×44/12=15.32g carbon/MJ×1kg×389310MJ/t×99%×44/12×10E-06=3.10kg;

CH₄ 排放 =CH₄ 排放因子 × 含碳量 × 重油质量 =0.001gCH₄/MJ×389310MJ/t×1kg×10E-06=1.28E-04kg;

N₂O 排放 =N₂O 排放因子 × 含碳量 × 重油质量 =0.0001gN₂O/MJ×389310MJ/t×1kg×10E-06=2.56E-05kg。

由 CLCD 数据库可知，获取 1kg 重油的二氧化碳当量排放为 2.786E-001kg CO₂e，而由上温室气体排放量核算过程和 IPCC 温室效应潜能值可知，燃烧 1kg 重油会排放 3.11kg CO₂e，天然气燃烧温室气体排放如下：

表 3.8 中国 1kg 柴油燃烧温室气体排放数据

温室气体	排放数量(kg)	温室气体潜力值	GWP(kg CO ₂ e)	贡献
CO ₂	3.10E+00	1	3.10E+00	99.91%
CH ₄	1.28E-04	23	2.94E-03	0.04%
N ₂ O	2.56E-05	296	7.58E-03	0.05%
总 GWP(kg CO ₂ e)			3.11E+00	100.00%

3.3.2 电力

西王食品位于山东省邹平县，因此电力使用类型为华北电力，电力获取数据来源于 CLCD 数据库，通过 eBalance v4.7 计算获取 1kwh 电力排放 1.18E+000kg CO₂e。

3.3.3 蒸汽

企业生产过程会用到蒸汽，企业使用的蒸汽规格为 0.7MPa，230°C，获取数据来源于 CLCD 数据库，通过 eBalance v4.7 计算获取 1t 规格 0.7MPa，183°C 的蒸汽的二氧化碳当量排放为 3.73E+002kg。

3.3.4 污水处理

经厂内污水处理厂处理后的废水排入附近污水集中处理厂，污水集中处理的数据来源于 Ecoinvent 数据库，代表 2014 年全球平均城镇污水处理水平。通过 eBalance v4.7 计算处理 1.00t 废水，排放 3.99E-001kg CO₂eq。

3.3.5 玉米

玉米获取数据来源于 Ecoinvent 数据库，代表 2014 年全球市场平均。通过 eBalance v4.7 计算生产 1kg 玉米会排放 5.81E-001kg CO₂eq。

4. 结果与讨论

将清单数据用 eBalance v4.7 计算得到生产 1kg 玉米胚芽油的碳足迹为 0.71kgCO₂e。

4.1 玉米胚芽油生产过程碳足迹

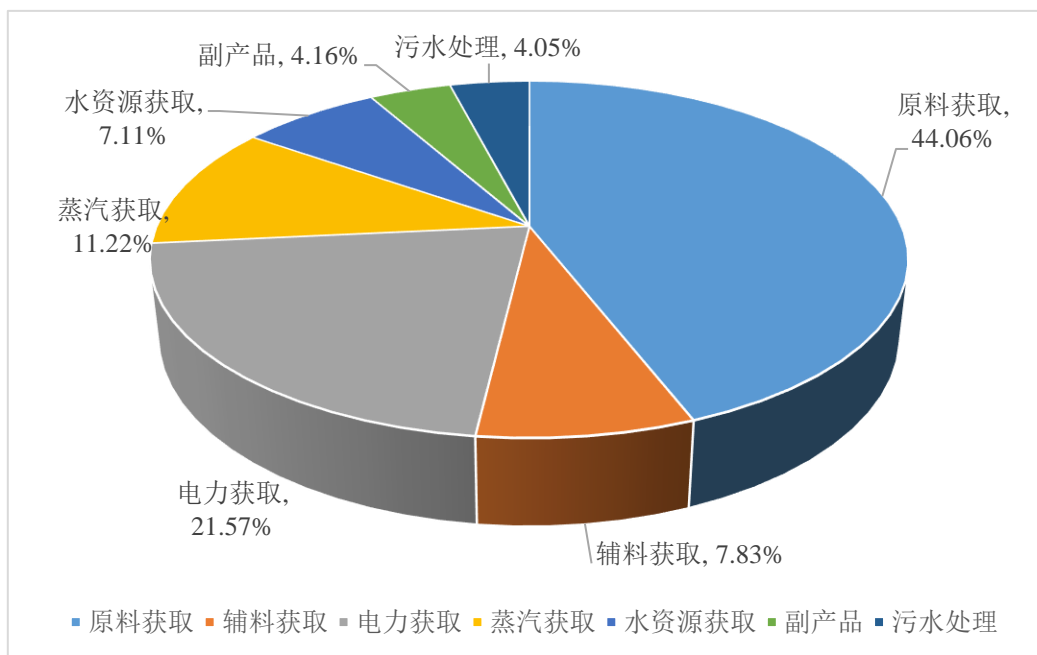


图 4.1 物质获取对玉米胚芽油碳足迹的贡献比例

由图可知，玉米胚芽油生产生命周期过程中，原料(玉米胚芽)获取对其 GWP 贡献最大达 44.06%，其次为电力的获取 21.57%，蒸汽获取 11.22%，其他辅料等获取仅占 7.83%。由于目前无国内获取的数据库数据，因此玉米胚芽获取使用了 Ecoinvent 数据，为了展现西王食品玉米胚芽油生产更真实的 GWP，建议开展国内玉米种植及胚芽获取过程的生命周期调查。

4.2 玉米胚芽油生产过程累计碳足迹

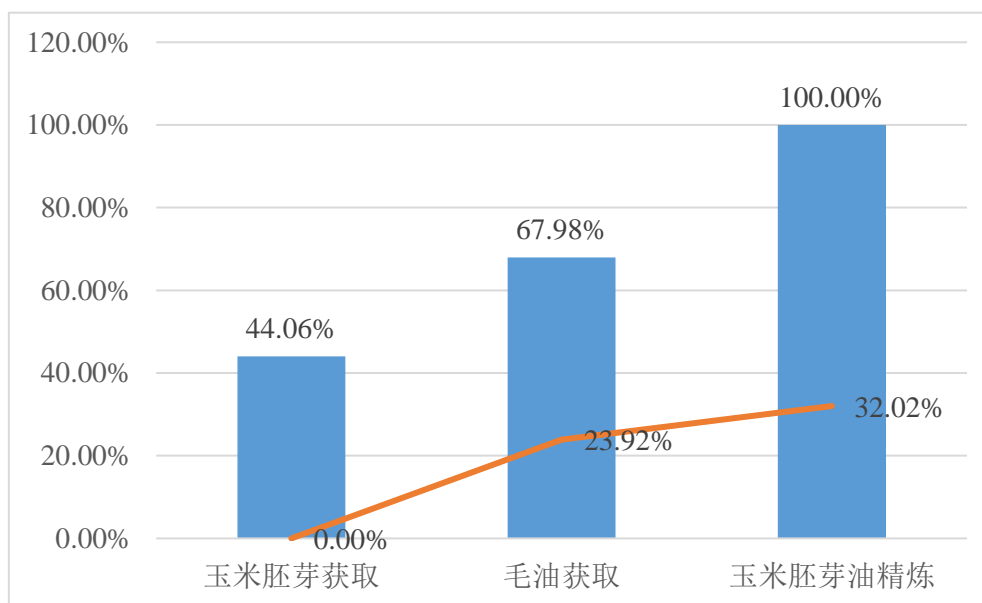


图 4.2 玉米胚芽油生命周期累计碳足迹贡献比例

图 4.2 中展示了玉米胚芽油生命周期累计碳足迹贡献比例的情况，可知原料生产过程对碳足迹贡献较大，占玉米胚芽油·碳足迹的 44.06%。在西王食品厂内，玉米胚芽油生产过程碳足迹占总碳足迹的 32.02%，而毛油生产过程碳足迹只占总碳足迹的 23.92%。为了减小玉米胚芽油碳足迹，应重点考虑减少玉米胚芽油生产过程的碳足迹，主要削减对象为蒸汽和电力。在企业可行的条件下，可考虑调查玉米生产的 GWP，提高玉米胚芽油碳足迹数据准确性。

4.3 玉米胚芽油生产不同过程碳足迹贡献识别

玉米胚芽油生产生命周期过程，不同物料和能源等获取对玉米胚芽油碳足迹的贡献大小见表，只列部分的过程。由表 4.1 可知，毛油生产过程玉米胚芽获取 GWP 占 44.06%，玉米胚芽油生产过程电力获取 GWP 占 12.67%、毛油生产电力获取 GWP 占 8.90%、玉米胚芽油生产过程蒸汽获取 GWP 占 6.60%。

表 4.1 玉米胚芽油生产不同过程碳足迹贡献识别

过程	清单	对 GWP 贡献
毛油生产	玉米胚芽获取	44.06%
玉米胚芽油生产	电力获取	12.67%
毛油生产	电力获取	8.90%
玉米胚芽油生产	蒸汽获取	6.67%
玉米胚芽油生产	辅料获取	4.76%
毛油获取	蒸汽获取	4.55%

5. 结论

通过以上分析可知，玉米胚芽油碳足迹为 0.71kg CO₂e/kg。玉米胚芽油生产生命周期过程中，原料获取对其 GWP 贡献最大达 44.06%，其次为电力的获取 21.57%，蒸汽获取 11.22%。通过识别玉米胚芽油生产不同过程对碳足迹的贡献发现，毛油生产过程玉米获取 GWP 占 67.98%，玉米胚芽油生产过程电力获取 GWP 占 12.67%，蒸汽获取 GWP 占 6.67%。为减小产品碳足迹，建议如下：

- 企业生产用电和蒸汽为附近热电厂提供，涉及污泥燃烧发电，其电力获取 GWP 会可能比全国平均发电厂的电力获取 GWP 更小，建议进一步调查电力、蒸汽生产过程，提高数据准确性；
- 厂内可考虑实施节能改造，重点提高电力和蒸汽的利用率，从而减少能源的使用量；

- 玉米胚芽获取对产品碳足迹贡献最大，但调查玉米生产过程短期内不易完成，企业在可能的条件下，可考虑调查上游玉米的生产过程，确保数据准确性的同时，也可以借此加强供应链的管理，建立绿色供应链。

参考文献

[1].BSI, The Guide to PAS 2050: 2011, How to carbon footprint your products, identify hotspots and reduce emissions in your supply chain.

[2].Product Carbon Footprint Memorandum, Position statement on measurement and communication of the product carbon footprint for international standardization and harmonization purposes, Berlin, December 2009.

[3].PAS 2050: 2011-Specification for the Assessment of the Life Cycle Greenhouse Gas Emissions of Goods and Services[J]. Department for Environment, Food and Rural Affairs, & British Standards Institution: United Kingdom, 2011: 2-12.

[4].ISO/TS 14067: 2013, Greenhouse Gases—Carbon Footprint of Products—Requirements and Guidelines for Quantification and Communication[J]. International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland, 2013.

[5].IPCC 2007: the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.