

杭州明日软包装有限公司

复合袋产品碳足迹报告



委托方：杭州明日软包装有限公司

受托方：北京耀阳高技术服务有限公司

2025年4月20日



目 录

执行摘要	1
1. 产品碳足迹介绍（CFP）介绍	2
2. 目标与范围定义	3
2.1 明日软包及其产品介绍	3
2.2 研究目的	4
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. 生产过程描述	8
3.1 明日软包及其产品介绍	8
3.2 能源获取排放因子	9
3.2.1 电力获取	9
3.2.2 天然气获取	9
3.3 天然气燃烧排放因子	9
4. 结果分析与讨论	10
4.1 复合袋生产各阶段碳足迹贡献	10
4.2 复合袋碳足迹按物质获取展示	11
4.3 复合袋的灵敏度分析	11
5. 结论	11

执行摘要

本项目受杭州明日软包装有限公司（以下简称“明日软包”）委托，由北京耀阳高技术服务有限公司执行完成。研究的目的是以生命周期评价方法为基础，采用国际标准化组织（International Organization for Standardization，简称 ISO）编制的 ISO 14067 标准和英国标准协会（British Standards Institution，简称 BSI）编制的 PAS 2050 标准中规定的碳足迹核算方法，计算得到复合袋的碳足迹。

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 1 件复合袋。系统边界为“从摇篮到大门”类型，现场调查了明日软包从原料获取到复合袋出厂的过程，而其他物料、能源获取的数据来源于数据库。

复合袋的碳足迹分析见第四章。报告中对生产复合袋消耗的原辅料进行了分析、各生产工序对碳足迹贡献比例做了分析、对其生产的灵敏度进行了分析。从清单来看，明日软包生产 **1 件（11g）复合袋** 的碳足迹为 **84.74g CO_{2e}**。复合袋生命周期过程中，PP 材料的获取对其 GWP 贡献最大占 82.36%；其次为 PET 材料的获取占 12.45%，再次为电的获取占 4.14%，其他物质的获取过程占比较小。

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。现场调查了明日软包从原料获取到复合袋出厂的过程。大部分国内生产的大宗原材料的数据来源于 CLCD 数据库，此数据库由成都亿科环境科技有限公司自主开发，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，中国的混合电力生产的数据来源于 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 eFootprint 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（CFP）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（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，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^[2]。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 明日软包及其产品介绍

杭州明日软包装有限公司，成立于 2015 年 7 月 16 日，前身为杭州新光塑料有限公司软包装事业部，隶属于浙江明日控股集团股份有限公司，是国内塑料行业的知名骨干企业。浙江明日控股集团股份有限公司，是中国塑料加工工业协会副会长、浙江省塑料行业协会会长、全国“守合同重信用”单位，塑化业务年交易量 750 万吨、现有总资产超 75 亿元，总经营收入逾 600 亿元，是国内最大的塑化产业链服务平台之一。

公司实缴注册资金 3800 万元，占地 30 亩，建筑面积 1 万平方米。现拥有专业生产线 25 余条，拥有先进专用设备印刷机、干式复合机、无溶剂复合机、挤出复合机、喷码机、打孔机、分切机、制袋机 200 台套，拥有年生产各类软包装 7000 吨的能力。公司凭借多年从事塑料加工的经验，充分发挥工贸结合的优势，成功引进国内外一流的专业设备和技术，依靠创新意识、科学管理造就一流的产品。公司是浙江省科技型中小企业、浙江省“专精特新”中小企业、国家高新技术企业。公司 2022 年通过《聚酰胺/聚乙烯复合液体包装膜、袋》（T/ZZB 1221—2019）浙江制造标准认证。

公司深耕软包装行业，不断进行新技术和新产品的开发，经过多年多的努力经营，目前公司形成了年销售额约 2 亿元，职工总数 135 人的规模。截止到上年 12 月，公司资产总额 10178.43 万元，净资产 6362.65 万元，实现销售收入 22520.23 万元，利润总额 1856.89 万元。

公司主要产品有：印刷复合膜、复合袋、异形袋、牙膏/化妆品片材、脱氧剂膜、液体包装膜、打孔膜、CPP 产品等，目前与国内主要食品生产企业建立了稳定的合作管理，打通了产业上下游产业链，目前软包装的主要应用领域包括食品、饮料、医药，化妆品等产品包装。公司年产各类软包装 7000 吨，约占全国市场的 8%，占省内市场总量的 5%。在省内饮料领域软包装产品市场占有率位居前五。

2.2 研究目的

本研究的目的是核算明日软包生产的复合袋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。

碳足迹核算是明日软包实现低碳、绿色发展的基础和关键，披露产品的碳足迹是明日软包环境保护工作和社会责任的一部分，也是明日软包迈向国际市场的重要一步。本项目的研究结果将为明日软包与复合袋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：一是明日软包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

根据本项目研究目的，按照 **PAS 2050**^[3]和 **ISO 14067**^[4]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 1 件（11g）复合袋。

2.3.2 系统边界

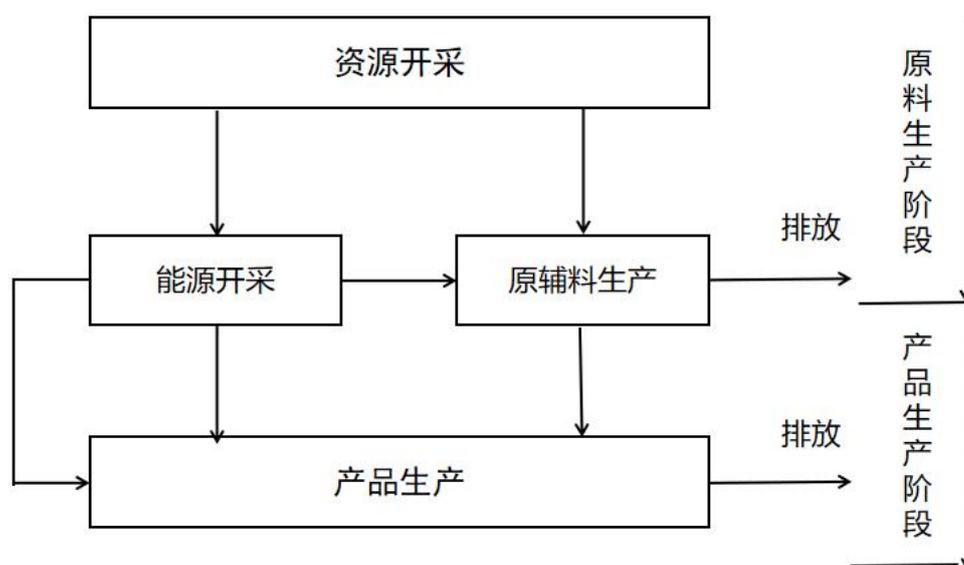


图 1.1 复合袋系统边界图

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，复合袋的系统边界见下表：

表 1.2 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"> ✓ 复合袋生产的生命周期过程包括：资源开采→原料获取→能源获取→生产 ✓ 中国的电力、天然气的生产 ✓ 其他辅料的生产 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 资本设备的生产及维修 ✓ 产品的运输、销售和使用 ✓ 产品回收、处置和废弃阶段

2.3.3 分配原则

由于在本系统边界下，复合袋生产过程不产生副产品，因此不涉及分配。

2.3.4 取舍准则

本研究采用的取舍准则为：

- 各生产单元过程物料与产品的重量比小于 1%，且上游数据不可得的物料被忽略
- 各生产单元过程物料与产品的重量比小于 1%，且上游数据可得的物料不被忽略
- 各生产单元过程物料与产品的重量比大于 1%，且上游数据不可得的物料采用按化学成分近似替代

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，因此无忽略的物料。

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^[6]。

2.3.6 软件 and 数据库

本研究采用 eFootprint 软件系统，建立了复合袋生命周期模型，并计算得到 LCA 结果。eFootprint 软件系统是由亿科环境科技有限公司研发的在线 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)、欧盟 ELCD 数据库和瑞士的 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) 由成都亿科环境科技有限公司开发，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) 和联合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，代表企业 2024 年生产水平
- 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 2025 年 4 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。

现场过程温室气体的直接排放量为次级数据，全由标准或文献中的公式计算得到。

3. 生产过程描述

3.1 明日软包及其产品介绍

产品工艺流程如下：

第一步无溶剂复合：塑料薄膜基材直接上无溶剂复合机进行上胶复合。采用无溶剂胶水。无需调配，开盖即用。无溶剂复合温度为常温，且复合后无需烘干。无溶剂胶水中 VOCs 含量极少，复合工序会产生少量有机废气。

第二步熟化：为增加复合牢固度，将收卷后整卷的塑料薄膜放入烘箱中熟化，熟化温度控制在 40℃左右，熟化时间约 6h，烘箱采用电加热。

第三步与印刷膜后道工艺一致。通过质检机进行检验，检验合格后将薄膜根据不同型号大小在分切机上裁成需要的规格。最终复卷后即得产品。此后道工序主要产生次品、边角料。

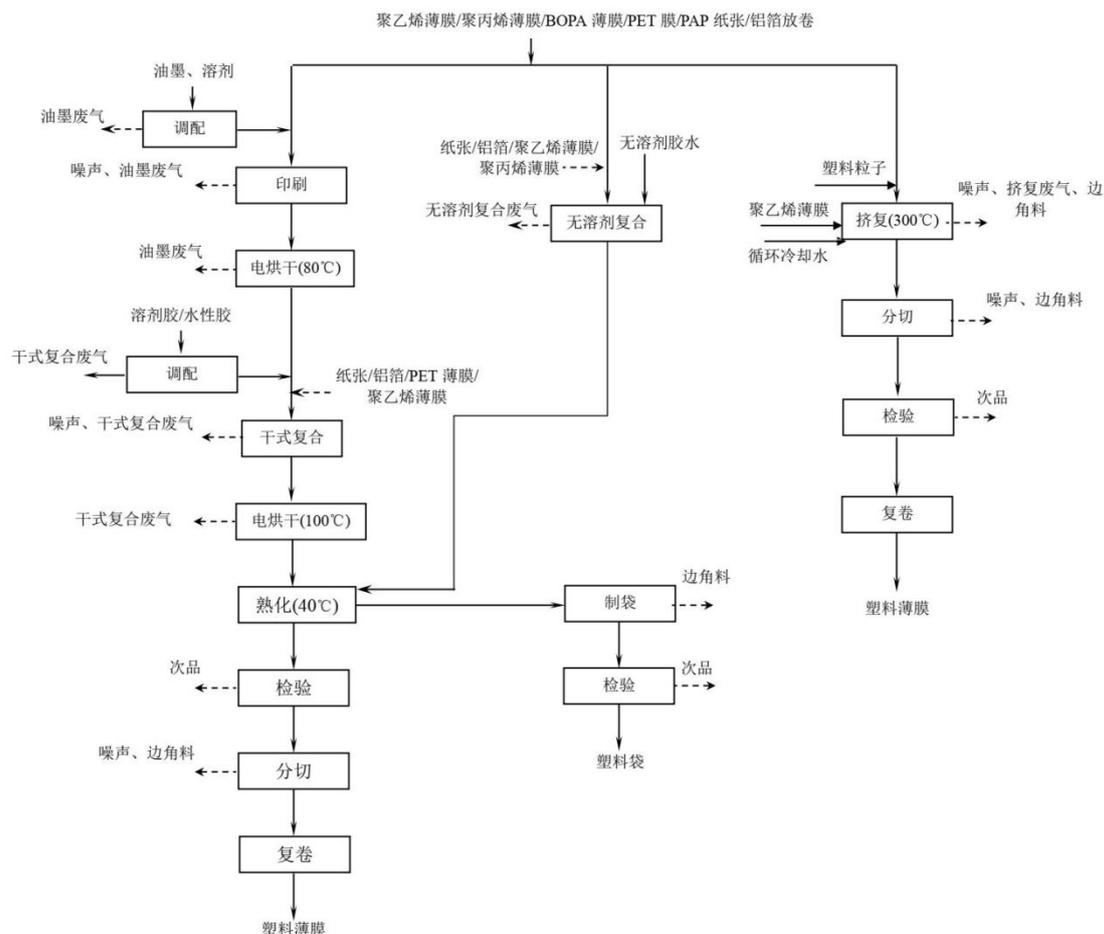


图 3.1 生产工艺流程

生产数据清单见下表：

表 3.1 生产过程数据清单

类型	清单	用途	单耗	单位	排放因子来源
产品	复合袋	主产品	1	件	11g
消耗	PP	原料	9.19	g	CLCD
	胶水	原料	0.224	g	CLCD
	油墨	原料	0.336	g	CLCD
	PET	原料	1.9	g	CLCD
	电	能源	0.0063	kWh	CLCD
	天然气	能源	4.67×10^{-5}	m ³	CLCD
排放	二氧化碳	污染物	9.76×10^{-5}	kg	-
	二氧化氮	污染物	1.75×10^{-9}	kg	-
	甲烷	污染物	6.53×10^{-15}	kg	-
	VOCs	污染物	2.54×10^{-6}	kg	

3.2 能源获取排放因子

3.2.1 电力获取

明日软包位于浙江省萧山区，本次调研发现明日软包生产用电来源于电网，因此电力使用类型为华中电力，电力获取数据来源于 CLCD 数据库，代表 2022 年华中电力市场平均。通过 eFootprint 计算获取 1kwh 电力排放 5.563E-001kg CO₂e。

3.2.2 天然气获取

天然气获取数据来源于 CLCD 数据库，代表 2013 年中国市场平均。通过 eFootprint 计算获取 1 立方米天然气会排放 2.786E-001kg CO₂e。

3.3 天然气燃烧排放因子

天然气获取数据来源于 CLCD 数据库，燃烧现场排放数据根据 IPCC2006 年碳排放系数计算得到，具体核算过程见下表。

表 3.2 中国 1 m³ 天然气燃烧温室气体排放数据

温室气体	排放数量(kg)
CO ₂	2.09E+00
CH ₄	3.75E-05

4. 结果分析与讨论

将清单数据用 eFootprint 计算得到生产 1 件复合袋 (11g) 的碳足迹为 84.74g CO₂e。

4.1 复合袋生产各阶段碳足迹贡献

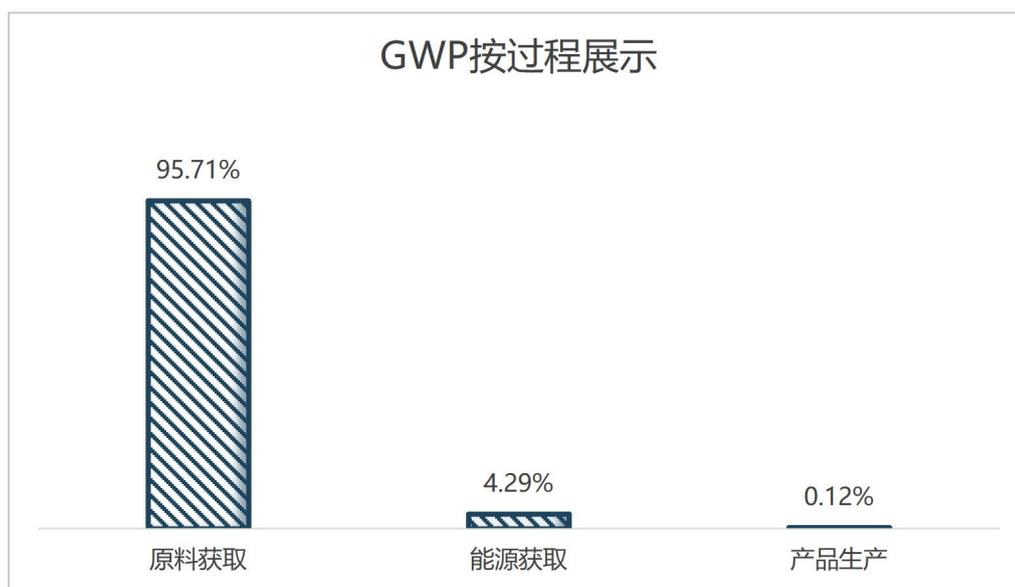


图 4.1 GWP 按过程展示

由图可知复合袋生产各阶段中，原料获取过程对其 GWP 贡献最大达 95.71%，其次为能源获取，为 4.29%，最后为产品生产，为 0.12%。可见，复合袋生命周期过程中原料获取过程需重点关注。

4.2 复合袋碳足迹按物质获取展示

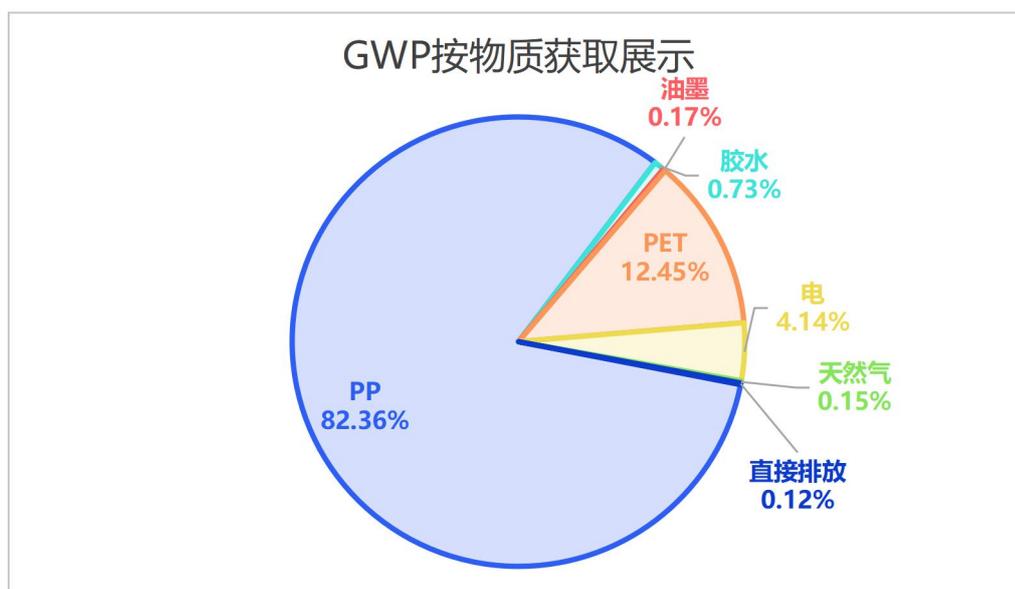


图 4.2 GWP 按物质获取展示

由图可知，复合袋生命周期物质获取中，PP 材料的获取对其 GWP 贡献最大占 82.36%；其次为 PET 材料的获取占 12.45%，再次为电的获取占 4.14%。其他物质的获取过程占比较小。

4.3 复合袋的灵敏度分析

复合袋生命周期过程，不同物料和能源等获取对产品碳足迹的贡献大小见表。

表 4.1 数据灵敏度表

序号	物料名称	占比
1	PP	82.36%
2	胶水	0.73%
3	油墨	0.17%
4	PET	12.45%
5	电	4.14%
6	天然气	0.15%
7	直接排放	0.12%

5. 结论

通过以上分析可知，明日软包生产 1 件（11g）复合袋的碳足迹为 84.74g CO_{2e}。复合袋生命周期过程中，PP 材料的获取对其 GWP 贡献最大占 82.36%；其次为 PET 材料的获取占 12.45%，再次为电的获取占 4.14%。其他物质的获取

过程占比较小。

为减小产品碳足迹，建议如下：

- 对 PP、PET 原料的生产过程进行现场调研，并计算不同企业产品碳足迹，选择生产工艺更低碳的企业作为供应商，建立企业自身的绿色供应链。
- 根据生命周期评价结果显示，企业应严格控制产品生产过程的能源及资源消耗，应使用节能高效生产设备代替高耗能生产设备，升级改造落后生产车间，建立完善的节能制度，培养员工节能意识。
- 可增大新能源的使用力度，使用可再生能源代替不可再生能源。减少能源获取过程中的生命周期排放。

References:

[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.