

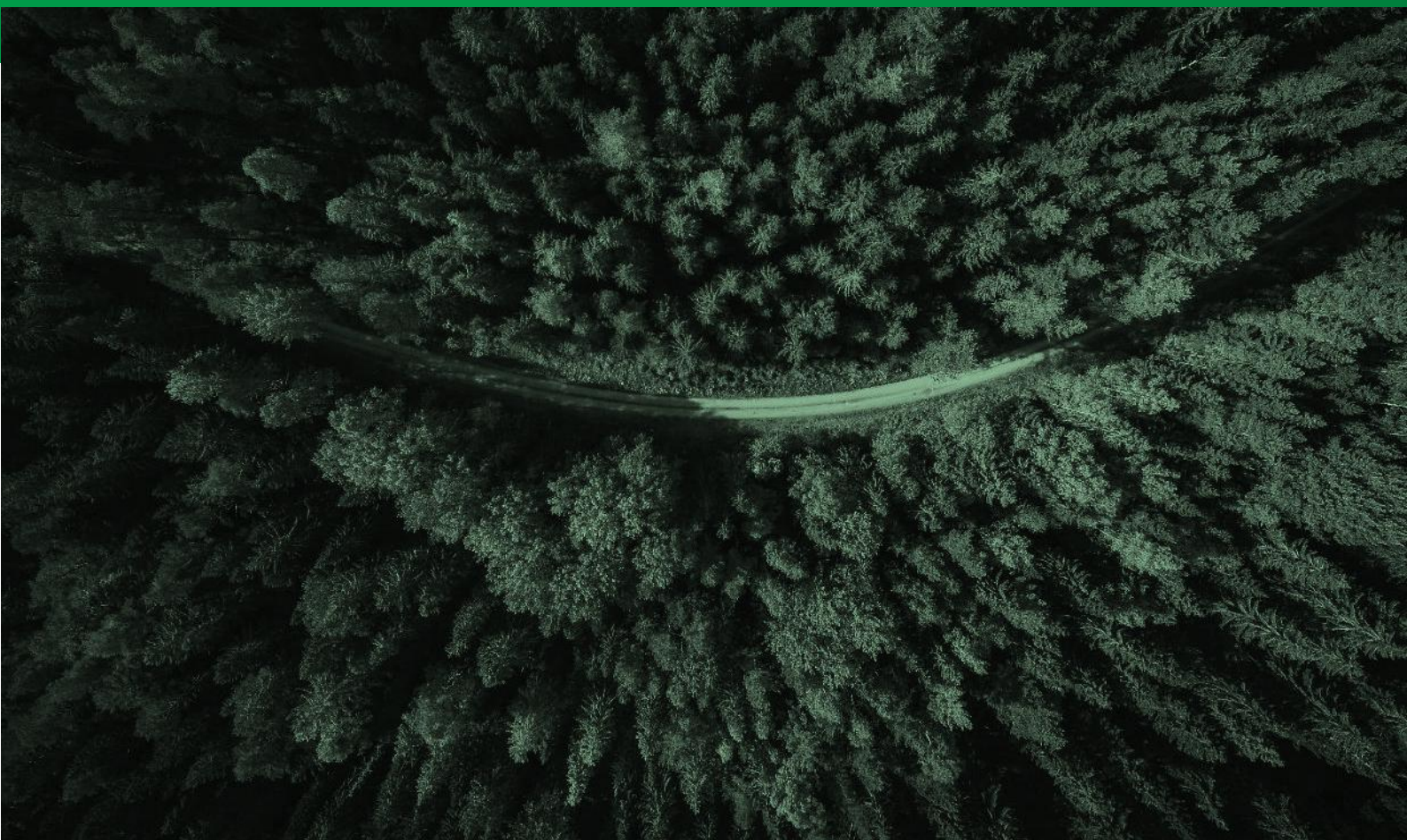


江苏馨瑞香料有限公司

产品碳足迹评价报告

报告编写单位：弗碳（上海）能源科技有限公司

报告编制时间：2024-12



FuCarbon

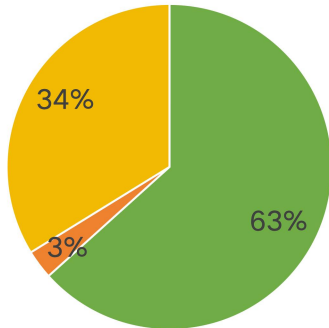
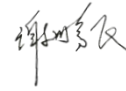
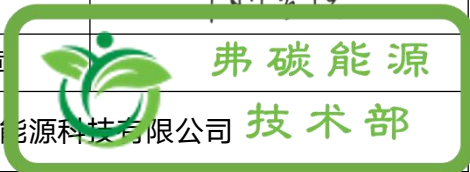
Energy Technology



目录

- 1 概述2
 - 1.1 企业介绍 2
 - 1.2 产品介绍 2
 - 1.3 评价依据 4
- 2 目的与范围定义 4
 - 2.1 评价目的 4
 - 2.2 包含的温室气体 4
 - 2.3 功能单位与基准流 4
 - 2.4 系统边界 5
 - 2.5 数据取舍原则 5
 - 2.6 分配原则 6
 - 2.7 评价所用软件和数据库 6
- 3 生命周期数据清单分析 6
 - 3.1 数据质量要求及评价 6
 - 3.2 原材料获取及运输阶段数据清单 7
 - 3.3 产品制造阶段数据清单 8
- 4 碳足迹评价结果 9
 - 4.1 碳足迹计算公式 9
 - 4.2 碳足迹总量 9
 - 4.3 碳足迹贡献 9
 - 4.4 敏感性分析 11
 - 4.5 完整性与一致性分析 12
 - 4.6 结论与建议 12
- 版权声明 14
- 参考文献 14
- 附录1：支持性文件清单 14
- 附录2：排放因子 15

产品碳足迹评价报告概要

委托客户	江苏馨瑞香料有限公司		
产品名称	乙酸三环癸烯酯		
声明单位	1kg乙酸三环癸烯酯	产品碳足迹	3.1287 kgCO ₂ e
系统边界	摇篮到大门	生产时间	2023/01/01 -2023/12/31
结论	本报告根据ISO14067的要求，建立了1kg乙酸三环癸烯酯原材料获取及运输阶段，产品制造阶段的生命周期模型。通过数据收集和建模计算，江苏馨瑞香料有限公司在2023/01/01-2023/12/31期间生产的1kg乙酸三环癸烯酯的碳足迹为3.1287 kgCO₂e。生命周期各阶段碳足迹贡献及占比见下图： 各生命周期阶段排放量占比  ■ 原材料获取 ■ 原材料运输 ■ 产品制造		
报告撰写人	谢鹏飞	签字	
报告审核人	陈修洁	签字	
报告日期	2024.12.12	盖章	
报告出具机构	弗碳（上海）能源科技有限公司 技术部		

1 概述

1.1 企业介绍

江苏馨瑞香料有限公司创建于2014年,是一家由江苏馨瑞香料有限公司和瑞士奇华顿公司 (Givaudan SA) 共同投资成立的合资公司。本公司主要从事水杨酸酯、烯丙酯、檀香系列、麝香系列等五十五种香料的研发生产销售为一体的公司。公司致力于为世界香精香料行业客户提供高品质的香料产品。

公司地址位于江苏滨海经济开发区沿海工业园北区中山三路, 是国内最大的合成香料生产企业之一。公司2015年建成投入生产, 已完成A、B、C、D车间建设及其配套的公用工程设施建设, 形成了香料一期和二期年产12000吨合成香料产品的生产能力, 主要生产酯类香料产品、檀香系列香料等产品。公司现有职工总数为190人。在瑞士奇华顿公司及江苏馨瑞香料有限公司技术支持下, 在现有厂区内建设年产12000吨香料生产线, 项目包含三十五个品种, 是奇华顿在亚太市场上最大的香料原料生产方, 生产的产品将会销售到全球的香精香料企业和日化生产企业。目前奇华顿为全球市场占有率第一的香精香料企业 (全球市场占有率25%左右) 。

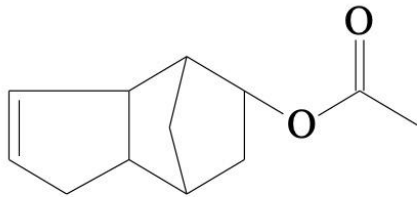
一二期项目生产设备主要有各类反应釜、冷凝器、真空泵、离心机、抽滤槽、计量槽、控制系统、分析仪器及公用工程系统等, 均采用国内化工标准设备和非标设备, 国内采购。项目主要耗能生产设备主要为各生产工艺中使用的反应搅拌釜。反应釜是综合反应容器, 根据反应条件对反应釜结构功能及配置附件的设计。从开始的进料-反应-出料均能够以较高的自动化程度完成预先设定好的反应步骤, 对反应过程中的温度、压力、力学控制 (搅拌、鼓风等)、反应物/产物浓度等重要参数进行严格的调控。其结构一般由釜体、传动装置、搅拌装置、加热装置、冷却装置、密封装置组成。相应配套的辅助设备: 冷凝器、分水器、收集罐、过滤器等。

项目根据操作条件、工艺介质特性和产品要求, 生产设备在原有基础上进行了进一步完善。根据工艺特点及当前技术发展趋势、坚固本公司的后续发展和现代企业管理的需要, 考虑了仪表的先进性、可靠性、经济性和实用性。

1.2 产品介绍

本次展开产品碳足迹评价的产品为:1kg乙酸三环癸烯酯。

表1-1 产品相关信息

产品信息		化学分子
中文名称	乙酸三环癸烯酯	
英文名称	tricyclodecenyl acetate	
CAS号	5413-60-5	
分子式	C ₁₂ H ₁₆ O ₂	
分子量	192.26	
EINECS号	226-501-6	

乙酸三环癸烯酯，无色至浅黄色粘性液体，不溶于水，溶于乙醇和油类，有强而持久的清香和木香香气，广泛用于调制薰衣草、木香、馥奇、素心兰等香型香精，是化妆品中的重要香料成分。由于其在碱性介质中稳定，不变色，因此可用作皂用或洗涤剂用香料。同时，乙酸三环癸烯酯也是一种医药中间体，在药物合成过程中发挥重要作用。此外，它在某些高性能电缆、污水管道耐酸碱防锈涂料以及复合3D打印材料中也有应用。

1.3 评价依据

根据ISO14067:2018标注的要求，若存在产品种类规则（Product Category Rules,PCR），则应当参照使用，在本报告编制之前，技术人员查找了与产品相关的PCR，没有查找到处在有效期内的相关的产品规则，故自行定义了产品的功能单位、边界、分配等计算原则。

另据标准规定，报告所采用的补充性要求（Supplementary Requirement）也应当进行说明，本报告编制过程中参考了巴斯夫携手可持续发展倡议TfS已发布的《化工行业产品碳足迹指南》，所涉及文件见“参考文献”。

2 目的与范围定义

2.1 评价目的

本报告书的制作旨在从生命周期的角度出发，揭示江苏馨瑞香料有限公司产品原材料获取阶段，产品制造阶段（摇篮到大门）的碳足迹，具体目的包括：

- （1）以碳足迹数据作为开展产品绿色工艺、推动绿色生产的依据；
- （2）本报告还将作为本企业面向供应链和全社会开展碳信息披露的重要内容。

2.2 包含的温室气体

本产品碳足迹核查的温室气体范围与IPCC第六次评估报告的范围一致，具体包括：二氧化碳（CO₂）、甲烷（CH₄）、氧化亚氮（N₂O）、氯氟碳化物（CFCs）、氢氯氟碳化物（HCFCs）、氢氟碳化物（HFCs）、全氟碳化物（PFCs）、六氟化硫（SF₆）、三氟化氮（NF₃）等。

2.3 声明单位与基准流

本报告以江苏馨瑞香料有限公司生产的乙酸三环癸烯酯为评价对象，为方便系统中输入/输出的量化，基准流和声明单位均为“1kg乙酸三环癸烯酯”。

2.4 系统边界

本报告执行碳足迹评价的标的产品其系统边界从摇篮到大门，碳足迹计算包括:原材料获取阶段、材料运输阶段、产品制造阶段3个部分。系统边界如图2-1所示。

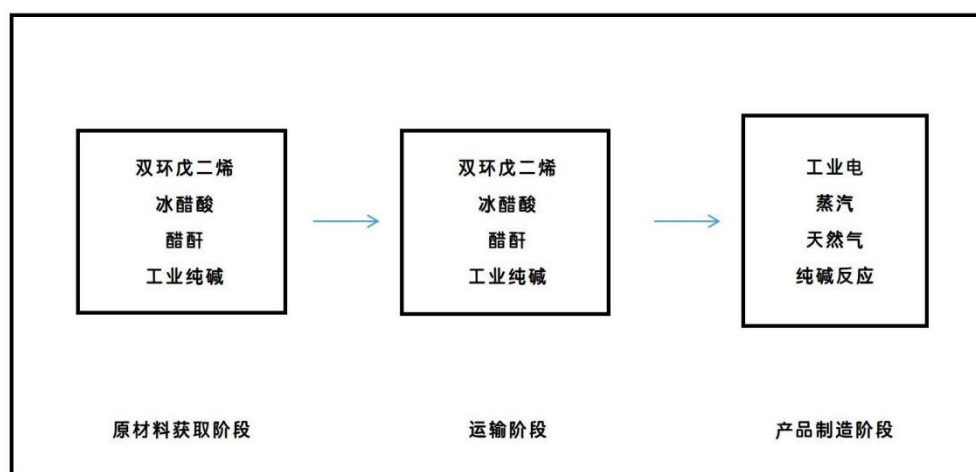


图2-1 产品碳足迹评价系统边界

2.5 数据取舍原则

在选定系统边界和环境影响指标的基础上，应规定一套完整的数据取舍原则，截断对评价结果影响不大的因素，从而简化数据收集和评价过程。本报告的数据取舍原则如下：

- (1) 普通物料重量 < 1%产品重量时，以及含稀贵（如金、银、铂、钯等）或高纯成分（如纯度高于99.99%）的物料重量 < 0.1%产品重量时，可截断该物料的上游生产数据，总共截断的物料重量不超过5%产品重量；
- (2) 道路与厂房等基础设施、生产设备的消耗和排放，可截断；
- (3) 低价值废物作为原料，如粉煤灰、矿渣、秸秆、生活垃圾等，可截断其上游生产数据；
- (4) 任何有毒有害的材料和物质均应包含于清单中，不可截断。
- (5) 对于部分无法获取上游实景数据和背景数据的物料，采用近似原则，即采用近似排放因子、替代数据或行业平均数据来进行计算。

2.6 分配原则

乙酸三环癸烯酯的原材料消耗量及生成制备过程中的相关能耗均可单独统计，产生的产品仅为乙酸三环癸烯酯，无副产品产出，因此不涉及副产品分配问题。

2.7 评价所用软件和数据库

本评价报告由弗碳（上海）能源科技有限公司采用开源软件OpenLCA生命周期评估和足迹分析软件，建立乙酸三环癸烯酯产品的生命周期模型，并计算得到碳足迹结果。

本报告核查过程中使用的数据库，包括瑞士的Ecoinvent 3.9.1数据库，详细介绍如下：

Ecoinvent数据库由瑞士生命周期研究中心开发，是国际上用户最多的LCA数据库之一，包含超过7000个单元过程数据集，这些数据集详细描述了从原材料开采到产品生产、使用直至最终废弃或回收的整个生命周期过程中的各个环节。覆盖了广泛的产品类别，如建筑材料、食品、化学品、能源系统等，以及服务领域和各类工业流程。被广泛认为是市场上最大、最一致和最透明的数据库，不仅限于欧洲数据，还包含了世界多国的数据，使得其应用范围更加广泛。对于中国等特定地区，数据库也提供了详细的参数，包括分区域、分行业的具体数据，这对于进行地域化或行业特定的LCA研究尤为重要。

3 生命周期数据清单分析

3.1 数据质量要求及评价

本报告所收集的用来计算标的产品碳足迹的数据质量符合ISO 14067:2018规范第6.3.5章节的规定：

- (1) 时间覆盖范畴:所收集的活动数据发生在2023/01/01-2023/12/31期间;
- (2) 地域特征:碳足迹特征化因子优先选用物料的主要产地或过程的发生地数据,由先到后依次考虑区域数据、国家数据、国际数据;

(3) 技术代表性:所有活动水平数据的收集覆盖统计期标的产品的全部订单，能代表所研究产品的平均生产水平及相应排放，碳足迹特征化因子优先选取与标的产品工艺、技术一致的数据;

(4) 数据来源:活动数据来自于生产表、能源数据表、财务报表等，排放因子来自最新的Ecoinvent 3.9.1数据库，核算使用的排放因子见附录2。

3.2 原材料获取及运输阶段数据清单

通过查询生产记录，结合财表分析，基准流的原材料成分、用量及运输情况如表3-1、3-2所示。

表3-1 原材料阶段数据清单（分配至声明单位）

生命周期阶段	明细	消耗量	单位
原材料	双环戊二烯	0.7664	kg
	冰醋酸	0.1685	kg
	醋酐	0.0939	kg
	工业纯碱	0.0004	kg

表3-2 原材料运输阶段数据清单

生命周期阶段	明细	运输比例	运输（地图估算）		
			发货地	运输方式	运输距离（km）
运输	双环戊二烯	73.58%	浙江省宁波市	卡车/平均	570
		8.47%	辽宁省抚顺市	卡车/平均	1400
		17.95	山东省乐陵市	卡车/平均	620
	醋酐	6.13%	江苏省南京市	卡车/平均	310
		10.23%	江苏省南京市	卡车/平均	310
		76.24%	山东省滕州市	卡车/平均	650
		7.39%	山东省滕州市	卡车/平均	650

	冰醋酸	100%	江苏省靖江市	卡车/平均	320
	工业纯碱	42.50%	上海市嘉定区	卡车/平均	430
		57.50%	江苏省盐城市	卡车/平均	10

3.3 产品制造阶段数据清单

标的产品基准流产品制造阶段分为产品制造和三废处理。其中，产品制造的数据清单如表3-3所示。

表3-3 产品制造数据清单（分配至声明单位）

生命周期阶段	种类	明细	消耗量	单位
生产	能源	电力	0.3436	kWh
	能源	蒸汽	1.9528	kg
	能源	天然气	0.0231	m ³

在废气处理环节，由于反应过程中所产生的二氧化碳量难以进行单独的统计与核算，当前仅可获取处理废气时所消耗的电力数据。基于此情况，我们将废气处理阶段所产生的排放统一归入生产过程之中。因而，表3-3中所示的电力数据涵盖了废气处理所消耗的电力部分。另外，关于三废处理的数据清单则详细列于表3-4：

表3-4 三废处理数据清单（分配至声明单位）

废弃物种类	产生量	计量单位	处理方式
废气	0.0005	m ³	RTO系统处理
废水	0.0005	kg	委外处理
固废	0.1076	kg	委外处理

4 碳足迹评价结果

4.1 碳足迹计算公式

本报告在产品生命周期建模过程中将系统分成原材料获取、运输阶段及产品制造阶段（包括产品制造和三废处理）。产品碳足迹的计算公式是产品整个生命周期中所有活动的材料、能源和废弃物乘以其碳足迹特征化后求和。其计算公式如下：

$$CF = \sum_{i=1, j=1}^n P_i \times Q_{i,j} \times GWP_j$$

其中，CF为碳足迹排放量，i为活动水平数据种类，j为温室气体种类，P为活动水平数据，Q为碳足迹特征化因子，GWP为温室气体全球变暖潜势值。

本报告采取的结果保留原则是：对于中间计算过程的结果保留10位小数后进行后续运算，最终展示结果保留2位小数。

4.2 碳足迹总量

通过计算，声明单位的碳足迹为3.1287kgCO₂e。碳足迹的总体情况如表4-1所示。

表4-1 标的产品碳足迹总体情况

项目	排放量 (kg CO ₂ e)	占比
原材料获取	1.9812	63.32%
原材料运输	0.0905	2.89%
产品制造	1.0570	33.78%
合计	3.1287	100%

4.3 碳足迹贡献

4.3.1 原材料获取及运输阶段

原材料获取及运输阶段碳足迹为2.0717kgCO₂e，占标的产品碳足迹的66.22%。其中，原材料获取阶段碳足迹为1.9812kgCO₂e，原材料运输阶段碳足迹为0.0905kgCO₂e，各种原材料在本阶段内部的碳足迹贡献占比如表4-2、4-3所示。

表4-2 乙酸三环癸烯酯原材料获取阶段各组成部分的碳足迹贡献

生命周期阶段	明细	排放量 (kg CO ₂ e)	占比
原材料	双环戊二烯	1.1422	57.65%
原材料	醋酐	0.4198	21.19%
原材料	冰醋酸	0.4191	21.15%
原材料	工业纯碱	0.0002	0.01%
小计		1.9812	100%

表4-3 乙酸三环癸烯酯原材料运输阶段各组成部分的碳足迹贡献

生命周期阶段	运输方式	明细	排放量 (kg CO ₂ e)	占比
运输	公路运输-卡车	双环戊二烯	0.0741	81.92%
运输	公路运输-卡车	醋酐	0.0083	9.19%
运输	公路运输-卡车	冰醋酸	0.008	8.88%
运输	公路运输-卡车	工业纯碱	0.00001	0.01%
小计			0.0905	100%

4.3.2 产品制造阶段

产品制造阶段的碳足迹为1.0570kgCO₂e，占标的产品碳足迹的33.78%。各过程在本阶段内部的碳足迹贡献占比如表4-3所示。

表4-4 产品制造碳足迹贡献

生命周期阶段	明细	排放量 (kg CO ₂ e)	占比
生产	电力	0.3043	28.79%
生产	蒸汽	0.689	65.18%
生产	天然气	0.0635	6.01%
生产	纯碱反应	0.0002	0.02%
小计		1.0570	100%

4.4 敏感性分析

下图为生产1千克乙酸三环癸烯酯产品敏感性分析图，结果表明，对于乙酸三环癸烯酯的生命周期评估，较重要的影响因素是上游过程中双环戊二烯、醋酐、冰醋酸原料带来的排放，以及外购电力和热力所带来的排放。因此其数据质量，对于结果的准确性有重要影响，应严格保证。同时，从生命周期影响评估降低的角度，应优先考虑其影响，减少来自原料和化石燃料使用带来温室气体排放，采用碳足迹排放更低的生产原料或替代产品，通过使用绿色电力减少产品碳排放，是减少产品生命周期指标的重要方向。

表4-5 乙酸三环癸烯酯碳足迹贡献

生命周期阶段	明细	排放量 (kg CO ₂ e)	占比
原材料获取	双环戊二烯	1.1422	36.51%
	醋酐	0.4198	13.42%
	冰醋酸	0.4191	13.39%
	工业纯碱	0.0002	0.006%
原材料运输	双环戊二烯	0.0741	2.37%
	醋酐	0.0083	0.27%
	冰醋酸	0.0080	0.26%
	工业纯碱	0.00001	0.0004%
产品制造	电力	0.3043	9.73%
	蒸汽	0.6890	22.02%
	天然气	0.0635	2.03%
	纯碱反应	0.0002	0.005%
合计		3.1287	100%

4.5 完整性与一致性分析

现场数据为企业2023年1月1日-2023年12月31日连续12个月的生产统计数据，完整的追溯了上游原辅材料阶段、原辅材料到江苏馨瑞的运输阶段、产品生产阶段的电力消耗、燃料消耗等于生产能源及物质输入、数据收集过程不存在缺失。对碳足迹结果又重大贡献的所有温室气体排放量均被纳入，具备了良好的完整性。

本报告严格遵循了《ISO 14067:2018 温室气体产品碳足迹量化的要求与指南》的要求，使用公认的方法采集数据、计算碳足迹结果；企业现场数据收集时同类数据均保持相同的数据来源、统计口径、处理规则等，次级数据也大多数采用的数据具有区域一致性；在研究过程中，以相同的方式应用假设、方法和数据，以确保与其他产品碳足迹的可比性，具备了良好的一致性。

4.6 结论与建议

本研究采用OpenLCA生命周期影响评估系统，建立了乙酸三环癸烯酯的碳足迹模型，以1千克乙酸三环癸烯酯为声明单位，收集了相关信息并计算得到LCA结果，结论如下：

1. 乙酸三环癸烯酯的生命周期评价结果如上文所示。
2. 从碳足迹贡献比例的分析结果来看，乙酸三环癸烯酯在原材料获取阶段的碳足迹贡献最为显著。这主要归因于双环戊二烯、醋酐和冰醋酸这三种原材料，一方面是它们在自身生产过程以及上游环节所产生的排放，另一方面是在乙酸三环癸烯酯生产过程中三者的投入使用量较大，综合导致该阶段占据了碳足迹总量的63.32%。为改善这部分碳排放状况，可着重从精确计量原材料、优化反应条件等维度切入，以此提高原料的使用效率，减少不必要的浪费与排放。
3. 在碳足迹总量中占比居第二位的是生产过程中电力、热力的能源消耗所产生的排放，占据了碳足迹总量的31.75%。由于产品生产过程中的电力和热力均为外购，故计算的是其上游生产过程中的排放数据。鉴于此，建议在确保产品质量达标的前提下，充分保障生产安全，积极优化能源使用结构，逐步提高光伏、风能等可再生能源在能源消费总量中的使用比例，从而有效降低因能源消耗而产生的碳足迹。

4. 基于对分析指标的符合性评价结果以及碳足迹的深入分析与精确计算，紧密结合环境友好型设计方案，切实推行生产者责任延伸制度，并将绿色供应链管理工作落到实处。通过这些举措构建起能够有力支撑企业生态设计的评价体系，进而推动整个供应链实现协同改进，提升整体的环境效益与经济效益。
5. 运用科学严谨的方法，系统地开展产品碳足迹全过程的数据累积与详实记录工作，同时强化生命周期理念在企业内部以及供应链各环节中的宣传推广与实践应用，使各相关方深刻认识到产品全生命周期的环境影响，从而主动采取措施减少碳排放，促进企业可持续发展。

版权声明

未经书面许可授权，任何机构和个人不得以任何形式刊发或转载本报告。

参考文献

- (1)PAS2050:2011商品和服务的生命周期温室气体排放评价规范
- (2)ISO14067:2018温室气体产品的碳足迹量化要求和指南
- (3)GB/T24040-2008环境管理生命周期评价原则与框架
- (4)GB/T24044-2008环境管理生命周期评价要求与指南
- (5)GB/T24067—2024《温室气体产品碳足迹量化要求和指南》
- (6)《企业温室气体排放核算方法与报告指南发电设施（2023年修订版）》
- (7)《2006年IPCC国家温室气体清单指南》
- (8)《IPCC第六次评估报告（AR6）》

附录1：支持性文件清单

1	原材料采购明细凭证和物流信息
2	原材料消耗的统计报表及相关证明材料
3	主要原材料的化学成分表或物料清单
4	能源消耗的统计报表及相关证明材料（如电力发票等）
5	产品产量统计台账
6	三废处理统计台账及协议
7	产品销售台账（含分销收货地、分销重量、运输方式等）
8	产品质量认证报告
9	环评报告
10	其他相关文件

附录2：排放因子

序号	使用背景数据
1	market for electricity, low voltage electricity, low voltage Cutoff, S – CN-ECGC
2	market for heat, from steam, in chemical industry heat, from steam, in chemical industry Cutoff, S – RoW
3	market for natural gas, low pressure natural gas, low pressure Cutoff, S – RoW
4	market group for transport, freight, lorry, unspecified transport, freight, lorry, unspecified Cutoff, S – GLO
5	propylene production propylene Cutoff, S – RoW
6	acetic anhydride production, ketene route acetic anhydride Cutoff, S – RoW
7	acetic acid production, product in 98% solution state acetic acid, without water, in 98% solution state Cutoff, S – RoW
8	soda production, solvay process soda ash, light Cutoff, S – RoW