

产品碳足迹报告

产品名称： 原料药

产品规格型号： 1t（磷酸西格列汀-水合物、
维格列汀、利格列汀、恩格列净、卡格列
净半水合物）

生产者名称： 阜新龙瑞药业有限责任公司

报告编号： JLXTL-2025-GEP-0613



吉林星碳联环境科技有限公司

2025年6月25日



委托单位名称	阜新龙瑞药业有限责任公司		
单位地址	阜蒙县（伊吗图）氟化学园区		
法定代表人	李海霞	注册资本	人民币玖佰捌拾万元整
授权人(联系人)	白相鹏	联系电话	18341828610
产品名称	原料药	报告编号	JLXTL-2025-CFP-0613
数据时间范围	2024 年 1 月 1 日-2024 年 12 月 31 日		
量化依据	《中国化工生产企业温室气体排放核算方法与报告指南（试行）》 《关于发布 2023 年电力碳足迹因子数据的公告》（公告 2025 年 第 3 号） 《综合能耗计算通则》（GB/T2589-2020） 《温室气体产品碳足迹量化要求和指南》（GB/T 24067-2024） PAS 2050《商品和服务在生命周期内的温室气体排放评价规范》		
生命周期阶段	从摇篮到坟墓		
功能单位	1t（磷酸西格列汀-水合物、维格列汀、利格列汀、恩格列净、卡格列净半水合物）原料药		
结论： 吉林星碳联环境科技有限公司受阜新龙瑞药业有限责任公司委托，对该公司产品碳足迹排放量进行核查，结论如下： （1）核算标准中所要求的“从摇篮到坟墓”涉及内容已全部覆盖： （2）核查组确认此次产品碳足迹符合《温室气体产品碳足迹量化要求和指南》（GB/T 24067-2024）和 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。 阜新龙瑞药业有限责任公司 2024 年 1t 原料药碳足迹排放量为 48.06tCO ₂ e。			

目录

一、概述	1
1.1 生产者信息	1
1.2 产品信息	2
1.3 量化方法	3
二、量化目的	4
三、量化范围	5
3.1 功能单位	5
3.2 系统边界	5
3.3 取舍准则	6
3.4 时间范围	6
四、清单分析	7
4.1 数据来源说明	7
4.2 过程描述	8
4.3 分配原则与程序	9
4.4 清单结果及计算	14
4.5 数据质量评价	14
五、影响评价	16
5.1 影响类型和特征化因子选择	16
5.2 产品碳足迹结果计算	17
六、结果解释	19
6.1 结果说明	19
6.2 假设和局限性说明	20
6.3 改进建议	20
七、结语	22
八、附件	23
1. 1t（磷酸西格列汀-水合物、维格列汀、利格列汀、恩格列净、卡格列净半水合物）原料药原材料消耗量	23
2. 1t（磷酸西格列汀-水合物、维格列汀、利格列汀、恩格列净、卡格列净半	

水合物) 原料药能源消耗量 24

3.2024 年产品产量统计表 25

4.产品销售运输信息表 26

5.包装物消耗量清单 27

摘要

本报告以生命周期评价方法为基础，采用《温室气体产品碳足迹量化要求和指南》（GB/T 24067-2024）、PAS2050：2011《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，计算得到阜新龙瑞药业有限责任公司 1t（磷酸西格列汀-水合物、维格列汀、利格列汀、恩格列净、卡格列净半水合物）原料药的碳足迹。

为了满足碳足迹需要，本报告的功能单位定义为 1t（磷酸西格列汀-水合物、维格列汀、利格列汀、恩格列净、卡格列净半水合物）原料药。系统边界为“从摇篮到坟墓”类型，现场调研了从原材料获取、原材料运输、产品生产、产品包装的全生命过程。

量化过程中，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抓大放小，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中国产品全生命周期温室气体排放系数库（CPCD），本次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，通过绘制产品过程图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。

一、概述

1.1 生产者信息

生产者名称：阜新龙瑞药业有限责任公司

地址：阜蒙县（伊吗图）氟化学园区

法定代表人：李海霞

授权人（联系人）：白相鹏

联系电话：18341828610

企业概况：

阜新龙瑞药业有限责任公司成立于 2009 年 5 月，注册资金 980 万元，资产总额 10402 万元，公司现有职工 133 人，于 2017 年 2 月建立 GMP 质量管理体系，2018 年 3 月通过辽宁省食品药品监督管理局审查；获得“出口欧盟原料药证明”，2018 年 10 月通过 ISO 9001 2015 质量管理体系转版认证，2021 年 5 月获得“EUWC”（出口欧盟活性物质书面确认），2021 年 11 月，通过国家药品监督管理局食品药品 CDE 现场审核。龙瑞药业是国内 DPP-4 抑制剂（磷酸西格列汀、维格列汀、利格列汀、阿格列汀）、SGLT-2 抑制剂（恩格列净、卡格列净、达格列净）、抗病毒药 NS5A 抑制剂（达拉他韦）、抗痛风药黄嘌呤氧化酶抑制剂（托吡司特）、心血管系统药窦房结 If 电流选择特异性抑制剂（伊伐布雷定）等原料药生产能力最突出的企业之一，年设计产能 180 吨。

1.2 产品信息

产品名称：原料药（磷酸西格列汀-水合物、维格列汀、利格列汀、恩格列净、卡格列净半水合物）

产品功能：磷酸西格列汀一水合物、维格列汀、利格列汀作为 DPP-4 抑制剂，可抑制二肽基肽酶-4 活性，升高 GLP-1 和 GIP 水平，促进胰岛素分泌并抑制胰高血糖素释放，从而降低血糖。恩格列净、卡格列净属于 SGLT-2 抑制剂，能抑制肾小管对葡萄糖的重吸收，使多余葡萄糖从尿液排出，实现降糖效果，同时兼具减重、降压及保护心血管和肾脏的作用。这些原料药分别针对糖尿病、心血管等疾病的病理机制，通过特定靶点发挥治疗作用。

产品介绍：以磷酸西格列汀-水合物、维格列汀、利格列汀、恩格列净、卡格列净半水合物为主产品的原料药。

产品图片：

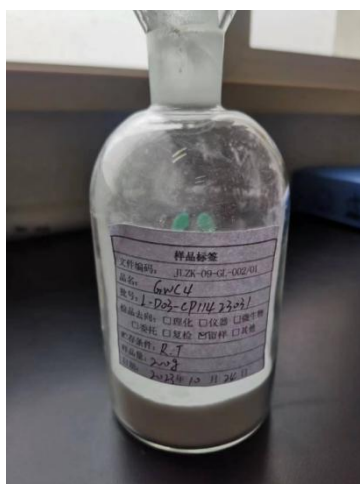


图 1-1 产品图片（以磷酸西格列汀一水合物为例）

1.3 量化方法

产品碳足迹或产品部分碳足迹研究包括生命周期评价的四个阶段，即产品碳足迹研究的目的和范围的确定、生命周期清单分析、生命周期影响评价和生命周期结果解释。构成产品系统的单元过程应按生命周期阶段进行分组，例如原材料获取阶段、生产阶段、运输（交付）阶段、使用阶段和生命末期阶段。产品生命周期中的 GHG 排放量和清除量应分配到发生 GHG 排放和清除的生命周期阶段。在按照相同时间范围、采用相同方法进行量化且不存在缺项或交叉的前提下，产品碳足迹可由产品部分碳足迹相加得到。产品碳足迹研究也可基于地理位置开展，构成产品系统的单元过程可与该过程所处的实际地理位置关联，且该关联应具有唯一性。

依据标准：

（1）《中国化工生产企业温室气体排放核算方法与报告指南（试行）》

（2）《关于发布 2023 年电力碳足迹因子数据的公告》（公告 2025 年 第 3 号）

（3）《综合能耗计算通则》（GB/T2589-2020）

（4）《温室气体产品碳足迹量化要求和指南》（GB/T 24067-2024）

（5）PAS 2050《商品和服务在生命周期内的温室气体排放评价规范》

（6）ISO 14067《温室气体-产品碳足迹-量化要求和指南》

（7）ISO 14064-1：2006《温室气体-第 1 部分：在组织层面温室

气体排放和移除的量化和报告指南性规范》

(8) ISO 14064-2: 2006《温室气体-第2部分：在项目层面温室气体排放减量和移除增量的量化、监测和报告指南性规范》

(9) ISO 14064-3: 2006《温室气体-第3部分：有关温室气体声明审定和核证指南性规范》

(10) ISO 14040: 2006《环境管理-生命周期评价原则与框架》

二、量化目的

产品生命周期评价和碳足迹核查作为生态设计和绿色制造实施的基础，近年来已经成为人们研究和关注的热点。开展生命周期评价和碳足迹核查能够最大限度实现资源节约和温室气体减排，对于行业绿色发展和产业升级转型、应对出口潜在的贸易壁垒而言，都是很有价值和意义的。

本次量化的目的是获得企业生产碳足迹全生命周期过程的碳足迹，产品碳足迹核算是公司实现绿色低碳可持续发展的基础和关键，披露产品的碳足迹是企业履行社会责任的重要一环，本次量化的结果将为企业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。

本次量化结果的潜在沟通对象包括两个群体，一是企业内部管理人员及其他相关人员；二、企业外部利益相关方，如上游供应商、下游供应商、地方政府和非政府组织等。

三、量化范围

3.1 功能单位

以 1t（磷酸西格列汀-水合物、维格列汀、利格列汀、恩格列净、卡格列净半水合物）原料药为功能单位。

3.2 系统边界

☒原材料获取阶段☒生产阶段☒运输（交付）阶段☒使用阶段☒生命末期阶段

系统边界图：

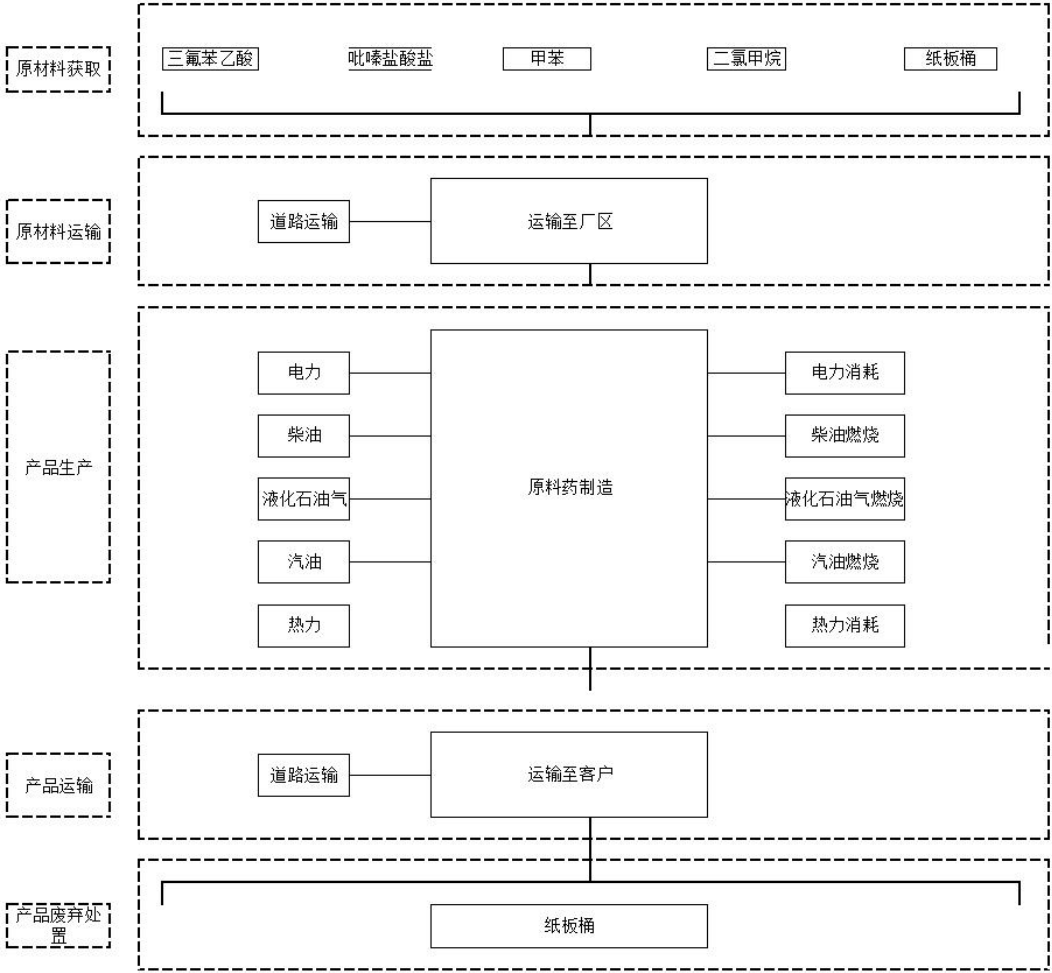


图 3-1 产品碳足迹量化系统边界图

3.3 取舍准则

产品碳足迹研究包括所研究系统的所有单元过程和流。当个别物质流或能量流对某一单元过程的碳足迹无显著贡献时，可将其作为数据排除项排除并应进行报告。

在产品碳足迹量化过程中，可舍弃产品碳足迹影响小于 1% 的环节，但舍弃环节总的影响不应超过产品碳足迹总量的 5%。

3.4 时间范围

2024 年 1 月 1 日-2024 年 12 月 31 日。

四、清单分析

4.1 数据来源说明

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。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 CH₄（甲烷）的 GWP 值是 27.9kgCO₂e。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。

根据《ISO/TS 14067：2018 温室气体——产品碳足迹——量化和信息交流的要求与指南》的要求，评价组对碳足迹评价工作采用了前期摸底确定工作方案和范围、文件和现场访问等过程执行本次碳足迹评价工作。前期摸底中，主要开展了产品基本情况了解、原材料供应商的调研、工艺流程的梳理、企业用能品种和能源消耗量、企业的产品分类及产品产量等。结合产品的生命周期的各阶段能耗和温室气体排放数据的收集、确认、统计和计算，结合合适的排放因子和产品产量计算出产品的碳足迹。

4.1.1 初级活动水平数据

在进行碳足迹评价时需要对产品全生命周期过程的输入、输出的初级活动水平数据进行采集、统计。本评价采集了阜新龙瑞药业有限

责任公司相关的 2024 年活动数据，并进行分析、筛选，计算得到 1t（磷酸西格列汀-水合物、维格列汀、利格列汀、恩格列净、卡格列净半水合物）原料药的输入、输出数据。

4.1.2 次级活动水平数据

在数据计算过程中，由于某些原因，如某个过程不在组织控制、数据调研成本过高等原因导致初级活动水平数据无法获取。对于无法获取初级活动水平数据的情况，寻求次级水平数据予以填补。例如本次评价中，原材料的收集及分类等过程不在组织的控制范围内，过程活动数据不能通过初级活动水平数据计算的方式得到。因此，在进行碳足迹评价时采用次级活动数据。本次评价中次级活动数据主要来源是数据库和文献资料中的数据，或者采用估算的方式。

表 4-1 产品碳足迹核查数据类别与来源

数据类别			活动数据来源
初级活动水平数据	输入	主要原材料消耗量	企业生产报表
	能源	电力、液化石油气、汽油、柴油、热力	企业生产报表
次级活动水平数据	运输	货运数据	企业生产报表
	排放因子	生产制造	数据库及文献资料
		物料运输	
	废弃	包装物使用量	企业生产报表

4.2 过程描述

4.2.1 原材料生产阶段

企业所用原材料全部采用外购方式，不涉及原材料生产过程。

4.2.2 原材料运输阶段

企业所用原材料全部通过货车进行运输。按照原材料重量在载重量中的占比计算原材料运输过程中的碳排放量。

4.2.3 产品生产阶段

企业通过所获取的原材料，按照特定工艺流程进行生产，涉及能耗品种为电力、热力、液化石油气、柴油、汽油。

4.2.4 产品运输阶段

企业生产的产品通过货运方式分销给采购商，所涉及到的能耗品种为柴油。

4.2.5 产品使用阶段

企业生产的产品为原料药，使用阶段不消耗能源。（本次不计算此阶段）。

4.2.6 产品生命末期阶段

依据本次评价通则，企业生产的产品为原料药，所以此部分计算产品包装物。

4.3 分配原则与程序

分配依据：

在产品的生产制造过程中，因为现场无法精确的划分各输入输出项目与产品的一一对应关系，所消耗的资源能源数据依据质量进行物理分配，当不同产品在生产过程中消耗的原材料、能源等投入物与产品质量呈线性关系时，以产品质量为权重进行碳排放分配。

分配程序：

（一）数据收集与整理

全面收集企业生产过程中的各类数据，包括原材料采购量、能源消耗量（如煤炭、液化石油气、电力等）、产品产量、产品质量、产

品产值、销售价格等信息。确保数据的准确性、完整性和可靠性，数据来源应可追溯，如能源消耗数据可从企业的能源计量设备获取，产品产量数据可从生产记录中获取。

对收集到的数据进行整理和分类，按照不同的生产环节、产品种类等进行划分，建立清晰的数据台账。例如，将原材料数据按种类分类，能源数据按使用环节分类，为后续的分配计算做好准备。

（二）选择分配方法

组织专业人员对企业的生产特点、产品特性、数据情况进行分析和评估。考虑企业的生产规模、产品多样性、工艺流程复杂性等因素，判断适合的分配依据和方法。

若企业生产的产品质量与资源消耗有明显线性关系，可优先选择质量分配法；若产品附加值差异较大，产值分配法可能更为合适；若生产过程中各环节与产品的因果关系明确，可采用基于因果关系的分配方法。在实际应用中，也可结合多种分配方法，以提高分配结果的准确性。

具体分配情况如下：

a. 原材料生产

企业生产 1t（磷酸西格列汀-水合物、维格列汀、利格列汀、恩格列净、卡格列净半水合物）原料药的主要原材料为三氟苯乙酸、吡嗪盐酸盐、甲苯、二氯甲烷、纸板桶等，具体罗列如下：

表 4-2 1t 原料药原材料阶段活动水平数据

序号	原材料种类	消耗量	单位	数据来源
1	三氟苯乙酸	0.14	t	企业生产报表
2	吡嗪盐酸盐	0.16	t	企业生产报表
3	甲苯	0.65	t	企业生产报表
4	二氯甲烷	1.05	t	企业生产报表
5	纸板桶	0.05	t	企业生产报表

表 4-3 1t 原料药原材料阶段排放因子

序号	名称	排放因子	单位	来源
1	三氟苯乙酸	1.2691	tCO ₂ e/t	中国产品全生命周期温室气体排放系数集
2	吡嗪盐酸盐	5.41	tCO ₂ e/t	中国产品全生命周期温室气体排放系数集
3	甲苯	1.2691	tCO ₂ e/t	中国产品全生命周期温室气体排放系数集
4	二氯甲烷	10.01	tCO ₂ e/t	中国产品全生命周期温室气体排放系数集
5	纸板桶	1.21322	kgCO ₂ e/kg	中国产品全生命周期温室气体排放系数集

b.原材料运输（主要物料的运输）

表 4-4 1t 原料药原材料运输阶段活动水平数据清单

序号	原材料名称	始发地	到达地	公里数 (km)	运输方式
1	三氟苯乙酸	浙江省绍兴市	阜新市	1720	公路运输
2	吡嗪盐酸盐	浙江省台州市	阜新市	1920	公路运输
3	甲苯	辽宁省沈阳市	阜新市	240	公路运输
4	二氯甲烷	山东省青岛市	阜新市	1080	公路运输
5	纸板桶	辽宁省沈阳市	阜新市	240	公路运输

原材料运输阶段的排放因子，根据中国产品全生命周期温室气体排放系数集数据，道路交通（货运）平均排放因子为 0.074 千克二氧化碳当量/（吨·千米）。

c.生产能源消耗种类（电力、液化石油气、汽油、柴油、热力）；

表 4-5 1t 原料药生产阶段活动水平数据（间接排放）

序号	能源名称	消耗量	单位	数据来源
1	电力	35405.95	kWh	企业统计数据
2	液化石油气	22.18	kg	企业统计数据
3	汽油	22.65	kg	企业统计数据
4	柴油	83.01	kg	企业统计数据
5	热力	117.46	GJ	企业统计数据

表 4-6 生产阶段排放因子

序号	名称	额外信息	排放因子	单位	数据来源
1	电力	全国平均	0.6205	kgCO ₂ e/kWh	《关于发布 2023 年电力碳足迹因子数据的公告》（公告 2025 年 第 3 号）
2	热力	/	0.11	tCO ₂ e/GJ	核算指南

表 4-7 生产阶段能源低位发热量、热值含碳量、碳氧化率

燃料种类	低位发热量 GJ/万 m ³	单位热值含碳量 tC/GJ	碳氧化率%
液化石油气	47.31	0.0172	0.99
汽油	44.8	0.0189	0.98
柴油	43.33	0.0202	0.98

d.产品分销（产品的运输）

表 4-8 2024 年产品情况统计表

序号	原材料种类	消耗量	单位	数据来源
1	原料药	111	t	企业生产报表

表 4-9 产品运输阶段活动水平数据清单

序号	商户名称	始发地	到达地	公里数	运输方式
1	北京华诺恒信进出口有限公司	阜新市（伊吗图） 氟化学园区	北京市丰台区	600km	公路运输
2	南京海纳医药科技股份有限公司	阜新市（伊吗图） 氟化学园区	南京市江北新区	1120km	公路运输
3	广西强寿药业集团有限公司	阜新市（伊吗图） 氟化学园区	广西省苍梧县	2650km	公路运输
平均公里数				1457km	公路运输

原材料运输阶段的排放因子，根据中国产品全生命周期温室气体排放系数集数据，道路交通（货运）平均排放因子为 0.074 千克二氧化碳当量/（吨·千米）。

e.产品废弃处置

企业的产品包装物为 d400mm*h500mm 的纸板桶，主要材质为纸质。

表 4-10 1t 原料药包装物消耗量

序号	产品包装物种类	消耗量	单位	数据来源
1	纸板桶	54.05	kg	企业统计数据

表 4-11 包装物废弃处置排放因子

序号	名称	排放因子	单位	来源
1	纸板桶	1.35	kgCO ₂ e/kg	中国产品全生命周期温室气体排放系数集

4.4 清单结果及计算

生命周期各个阶段碳排放计算说明见表 4-12。

表 4-12 1t 原料药声明周期碳排放清单说明

生命周期阶段	名称	活动数据		排放因子		温室气体量 t/t
		数值	单位	数值	单位	
原材料获取（运输）	三氟苯乙酸	0.14	t	1.2691	tCO ₂ e/t	0.18
	吡嗪盐酸盐	0.16	t	5.41	tCO ₂ e/t	0.87
	甲苯	0.65	t	1.2691	tCO ₂ e/t	0.82
	二氯甲烷	1.05	t	10.01	tCO ₂ e/t	10.51
	纸板桶	0.05	t	1.21322	tCO ₂ e/t	0.07
	运输（货车）	1859.5	t·km	0.074	kgCO ₂ e-q/ (t·km)	0.14
生产（含包装）	电力	35405.95	kWh	0.6205	kgCO ₂ e/kW·h	21.97
	液化石油气	22.18	kg	2.1622	kgCO ₂ e/m ³	0.07
	汽油	22.65	kg	3.0425	kgCO ₂ e/kg	0.26
	柴油	83.01	kg	3.1451	kgCO ₂ e/kg	0.07
	热力	117.46	GJ	0.11	tCO ₂ e/GJ	12.92
分销	运输（货车）	1456.67	t·km	0.074	kgCO ₂ e-q/ (t·km)	0.11
使用	/	/	/	/	/	/
生命末期	纸板桶	0.05	t	1.35	kgCO ₂ e/kg	0.07

4.5 数据质量评价

4.5.1 数据质量要求

为满足数据质量要求，在本次量化中主要考虑了以下几个方面：

4.5.1.1 数据代表性

4.5.1.2 地理代表性，说明数据代表的国家或特定区域，这与研究结论的适用性密切相关。

4.5.1.3 时间代表性，应优先选取与研究基准年接近的企业、文献和背景数据库数据。

4.5.1.4 技术代表性，应描述生产技术的实际代表性。

4.5.2 数据完整性

4.5.2.1 模型完整性，依据系统边界的定义和数据取舍准则，产品生命周期模型需包含所有主要过程。产品生命周期模型尽量反映产品生产的实际情况，对于重要的原辅材（对于碳足迹贡献超过 10% 的物料）应尽量调查其生产过程；在无法获得实际生产过程数据的情况下，可采用背景数据，但需对背景数据来源及采用依据进行详细说明。未能调查的重要原辅料需在报告中解释和说明。

4.5.2.2 背景数据库完整性，背景数据库一般至少包含一个国家或地区的数百种主要能源、基础原材料、化学品的开采、制造和运输过程，以保证背景数据库自身的完整性。

4.5.3 数据可靠性

4.5.3.1 实景数据可靠性，对于主要的原辅料消耗、能源消耗和运输数据应尽量采用企业实际生产记录数据；所有数据将被详细记录从相关的数据源和数据处理算法；采用经验估算或文献调研所获取的数据应在报告中解释和说明。

4.5.3.2 背景数据可靠性，重要物料和能耗的上游生产过程数据优先选择代表原产地国家、相同生产技术的公开基础数据库，数据的年限优先选择数据；在没有符合要求的背景数据的情况下，可以选择代表其他国家、其他技术的数据作为替代，并应在报告中解释和说明。

4.5.4 数据一致性

所有实景数据（包括每个过程消耗与排放数据）应采用一致的统计标准，即基于相同产品产出、相同过程边界、相同数据统计期；若存在不一致的情况，应在报告中解释和说明。

五、影响评价

5.1 影响类型和特征化因子选择

基于评价目标的定义，本报告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 CO₂e 是用来量化产品碳足迹的环境影响指标。

量化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）、氢氟碳化物（HFCs）和全氟化碳（PFCs）、六氟化硫（SF₆）、三氟化氮（NF₃），并且采用了 IPCC 第六次评估报告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二氧化碳当量（CO₂e）。例如：1kg 甲烷在 100 年内对全球变暖的影响相当于 27.9kg 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 27.9kgCO₂e。

5.2 产品碳足迹结果计算

5.2.1 计算公式

5.2.1.1 二氧化碳排放当量是排放因子和基于该因子下活动水平的乘积：

$$E_i = A_i \times EF_i$$

公式中：

E_i 为第 i 种活动的二氧化碳排放量，t；

A_i 为第 i 种活动的活动水平（如电耗量，kW·h）；

EF_i 为第 i 种活动的排放因子，即单位活动下二氧化碳排放量，不同的活动水平排放因子的单位有所不同。

5.2.1.2 甲烷和氮氧化物排放当量是排放因子、基于该因子下活动水平和增温潜势的乘积：

$$E_{ij} = A_{ij} \times EF_{ij} \times GWP_j$$

公式中，

E_{ij} 为第 i 种活动的 j 种温室气体的排放量（t）；

A_{ij} 为第 i 种活动第 j 种温室气体的活动水平（如耗电量，kW·h）；

EF_{ij} 为第 i 种活动的第 j 种温室气体的排放因子，即单位活动下二氧化碳排放量，不同的单位活动排放因子的单位有所不同；

GWP_j 为第 j 种温室气体的增温潜势。

5.2.1.3 二氧化碳排放总当量

$$E = \sum_i \sum_j A_{ij} \times EF_{ij} \times GWP_j$$

5.2.2 生命周期碳排放量说明

表 5-1 生命周期碳排放量说明

生命周期阶段	名称	碳排放量	
		数值	单位
原材料获取	三氟苯乙酸	0.18	t
	吡嗪盐酸盐	0.87	t
	甲苯	0.82	t
	二氯甲烷	10.51	t
	纸板桶	0.07	t
原材料运输	道路交通（货运）	0.14	t
生产	电力	21.97	t
	液化石油气	0.07	t
	汽油	0.26	t
	柴油	0.07	t
	热力	12.92	t
分销	道路交通（货运）	0.11	t
使用	/	/	/
生命末期	纸板桶	0.07	t
合计	/	48.06	t

六、结果解释

6.1 结果说明

阜新龙瑞药业有限责任公司生产的 1t 原料药从原材料获取阶段到生产阶段的生命周期碳足迹为 48.06tCO₂-e，各生命周期阶段的温室气体排放情况如表 6-1 和图 6-1 所示。

表 6-1 1t 原料药生命周期各阶段碳排放情况

生命周期阶段	碳足迹 (tCO ₂ e/t)	百分比/%
原材料获取	12.59	26.21
生产	35.29	73.42
运输/交付	0.11	0.22
使用	/	/
生命末期	0.07	0.15
总计	48.06	100

注:具体产品生命周期阶段碳排放分布图一般以饼状图或柱形图表示各生命周期阶段的碳排放情况。

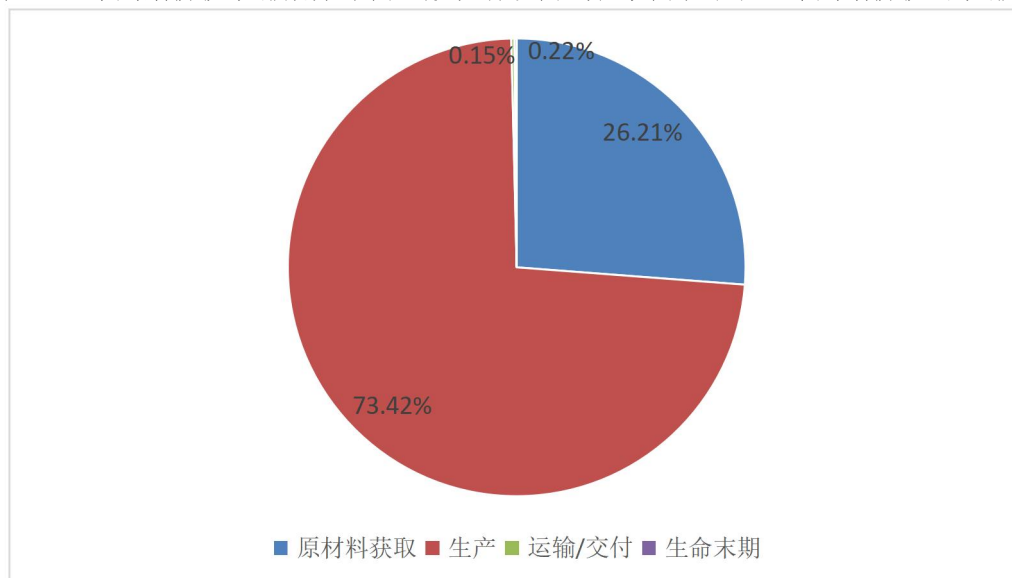


图 6-1 1t 原料药各生命周期阶段碳排放分布图

6.2 假设和局限性说明

本次报告的实景数据中 1t（磷酸西格列汀-水合物、维格列汀、利格列汀、恩格列净、卡格列净半水合物）原料药的生产过程数据来源于企业统计数据，背景数据来自中国产品全生命周期温室气体排放系数库（CPCD），部分原料生产过程的数据采用文献数据。受项目调研时间及供应链管控力度限制，未调查重要原料的实际生产过程，计算结果与实际供应链的环境表现有一定偏差；建议在调研时间和数据可得的情况下，进一步调研主要外购原材料的生产过程数据，有助于提高数据质量，为企业在供应链上推动协同改进提供数据支持。

6.3 改进建议

根据产品碳足迹计算结果及对比各阶段碳排放情况，提出以下改善建议：

6.3.1 编制产品碳排放清单（LCA 清单）

在识别和量化产品在生产和使用过程中产生的温室气体排放。

进一步明确产品生命周期的哪些阶段需要纳入考虑，如原材料获取、生产、运输、使用、废弃处理等。

进一步确定需要考虑的温室气体类型，持续收集与产品生命周期各阶段相关的活动数据，对原材料用量、能源消耗量、运输距离等进行持续收集。

经常分析产品碳排放的主要来源和关键环节，识别减排潜力。

编写碳排放清单报告，清晰地呈现产品生命周期各阶段的碳排放量、计算方法和数据来源，通过对比每年每种产品的碳排放变化情况，

对突出的环节进行改善，管理。

6.3.2 优化能源结构

企业优化使用能源结构是一个综合性的战略任务，旨在提高能源利用效率、降低运营成本、减少对环境的影响，并促进可持续发展。

良好的策略，有助于企业实现能源结构的优化：

对企业现有的能源使用情况进行全面审计，识别能源消耗的热点和瓶颈并分析能源数据，评估不同设备和系统的能源效率，找出节能潜力。

根据审计结果，进一步设定明确的能源优化目标，降低能源消耗量、提高能源效率。

结合企业技改计划更新或更换低效、高能耗的设备，采用能效更高的技术和设备。引入自动化和智能控制系统，实现对能源使用的精确控制和管理。

利用太阳能、风能等可再生能源，减少对化石能源的依赖。安装光伏发电、风力发电等系统，购买可再生能源证书，以支持可再生能源的发展。

通过优化生产工艺和流程，减少不必要的能源消耗。推广节能文化，提高员工的节能意识，鼓励员工参与节能活动。

建立完善的能源管理体系，确保能源优化措施得到有效实施和监控；设立能源管理岗位，负责能源管理工作的组织和协调。

加强与能源供应商、技术提供商等合作伙伴的合作与交流，共同推动能源优化工作。

七、结语

绿色低碳发展是企业未来生存和发展的必然选择，企业进行产品碳足迹的核算是企业实现温室气体管理，制定绿色低碳发展战略的第一步，通过产品生命周期的碳足迹核算，企业可以了解排放源、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。

八、附件

1.1t（磷酸西格列汀-水合物、维格列汀、利格列汀、恩格列净、卡格列净半水合物）原料药原材料消耗量

原材料类型	数量	单位	运输方式	始发地	到达地	公里数	车辆类型
三氟苯乙酸 （化工原料）	0.14	t	公路运输（汽车）	浙江省绍兴市	阜新市（伊吗图） 氟化学园区	1720	货车
吡嗪盐酸盐 （化工原料）	0.16	t	公路运输（汽车）	浙江省台州市	阜新市（伊吗图） 氟化学园区	1920	货车
甲苯（化学溶 剂）	0.65	t	公路运输（汽车）	辽宁省沈阳市	阜新市（伊吗图） 氟化学园区	240	货车
二氯甲烷（化 学溶剂）	1.05	t	公路运输（汽车）	山东省青岛市	阜新市（伊吗图） 氟化学园区	1080	货车
纸板桶	0.05	t	公路运输（汽车）	辽宁省沈阳市	阜新市（伊吗图） 氟化学园区	240	货车

2. 1t（磷酸西格列汀-水合物、维格列汀、利格列汀、恩格列净、卡格列净半水合物）原料药能源消耗

量

能源类型	数量	单位
电力	35405.95	kWh
液化石油气	22.18	kg
汽油	22.65	kg
柴油	83.01	kg
热力	117.46	GJ

3.2024 年产品产量统计表

产品 名称	产 品 产 量	单 位
原料 药	111	吨

4.产品销售运输信息表

产品名称	主要客户名称	销售数量	单位	运输方式	始发地	到达地	公里数	车辆类型
原料药	北京华诺恒信进出口有限公司	46210	kg	汽车	阜新市（伊吗图）氟化学园区	北京市丰台区	600	厢式货车
	南京海纳医药科技股份有限公司	2003	kg	汽车	阜新市（伊吗图）氟化学园区	南京市江北新区	1120	厢式货车
	广西强寿药业集团有限公司	1565	kg	汽车	阜新市（伊吗图）氟化学园区	广西省苍梧县	2650	厢式货车

5.包装物消耗量清单

包装物名称	包装物材质	使用数量	单位
纸板桶	纸质	6000	kg