报告编号： CQM80-2022-CFP-062

湖北兴瑞硅材料有限公司
1t 二甲基硅氧烷混合环体产品
碳足迹评价报告

评价机构名称（公章）：方圆标志认证集团有限公司

评价报告签发日期：2022 年 5 月 20 日

企业名称	湖北兴瑞硅材料有限公司		
企业地址	宜昌市猇亭区猇亭大道 66-2 号		
统一社会信用代码	91420500670369106J		
企业性质	有限责任公司		
联系人	龚兆鸿	联系方式（电话、email）	13972596916 1441938779@qq.com
评价目的	评价生产1t二甲基硅氧烷混合环体产品的碳足迹		
功能单位	1t二甲基硅氧烷混合环体		

评价结果：

依据GB/T 24040、GB/T 24044、ISO 14067等碳足迹评价相关标准，方圆标志认证集团有限公司对湖北兴瑞硅材料有限公司生产的1t二甲基硅氧烷混合环体产品的碳足迹进行了评价，评价范围及结果如下所示：

（1）系统边界

本研究的系统边界为原材料获取、原材料运输、二甲基硅氧烷混合环体生产、成品包装到产品出厂的 1t 二甲基硅氧烷混合环体生产的生命周期各阶段。

（2）评价结果

表1 1t二甲基硅氧烷混合环体产品碳足迹评价结果

生命周期阶段	原材料阶段	原材料运输阶段	生产阶段	合计
排放量（$kgCO_2e$）	5628.811	33.875	1147.362	6810.048
比例	82.65%	0.50%	16.85%	100.00%

（3）评价建议

基于湖北兴瑞硅材料有限公司生产的 1t 二甲基硅氧烷混合环体产品碳足迹的分析结果，对企业减少碳排放提出以下建议：

1）优化产品的设计、工艺和产品所需配料配比，从设计阶段，尽量选择对环境排放较少的金属硅、甲醇、氯甲烷降低原材料生产产生的二氧化碳排放；

2）优化运输路线，优先选购与生产工厂距离近、交通运输便利的原材料供应商，同时考虑采用新能源运输车辆代替原有的柴油车辆，减少原材料和产品运输消耗柴油，减少原材料和产品运输阶段的二氧化碳排放；

3）通过优化工艺、节能改造、提升生产过程中用能设备能效、使用清洁能源电力、热力等措施，减少生产用电力、热力，减少生产阶段的产品碳足迹。

评价组长	杜思媛	签名	杜思媛	日期	2022.05.20

评价组成员	黄湘琦				
技术复核人	孙志辉	签名		日期	2022.05.20
批准人	代俊杰	签名		日期	2022.05.20

方圆标志认证集团有限公司
110000283409

目 录

一、 企业介绍.....1
二、 评价依据.....1
三、 评价过程和方法.....1
3.1 核查组组成.....1
3.2 核查日程安排.....2
四、 碳足迹评价.....2
4.1 目标与范围定义.....2
4.1.1 目的.....2
4.1.2 功能单位.....2
4.1.3 系统边界.....2
4.1.4 时间范围.....3
4.1.5 数据取舍原则.....3
4.1.6 数据质量要求.....3
4.1.7 多产品分配.....4
4.1.8 软件与数据库.....4
4.2 清单数据收集及说明.....6
4.2.1 二甲基硅氧烷混合环体生产.....6
4.2.2 自发电力、热力生产.....10
4.2.3 液碱生产.....11
4.2.4 压缩空气生产.....13
4.2.5 氯甲烷生产.....13
4.2.6 废触体、废包装物、污泥、裂解残渣处置.....14
4.2.7 焚烧残渣、钠渣钙渣钾渣处置.....15
4.2.8 排放因子说明.....15
4.3 碳足迹计算.....15
五、 产品碳足迹生命周期解释.....16
5.1 假设与局限性说明.....16
5.2 完整性说明.....16

5.3 结论与建议.....**17**

六、参考文献.....**19**

一、 企业介绍

湖北兴瑞硅材料有限公司是兴发集团全资子公司，注册资本 11 亿元，位于兴发集团宜昌新材料产业园。公司于 2008 年 1 月注册成立，位于宜昌市猇亭区猇亭大道 66—2 号，占地面积 1177.42 亩，现有员工 1855 人，资产总额 57.3 亿元。公司属于化学原料和化学制品制造业行业，经营规模为中型企业。2021 年实现销售收入 69.7 亿元、利税 19.3 亿元、出口创汇 3188 万美元。

公司主要生产销售氢氧化钠、液氯、氢气、盐酸、次氯酸钠、漂粉精、有机硅及相关化学品，化工及环保新技术新产品的研究开发及成果转让、技术咨询与服务等。目前，我公司具备年产 36 万吨有机硅单体及 10 万吨下游产品、30 万吨离子膜烧碱、7.5 万吨工业级双氧水及 3 万吨下游产品的生产能力，并建设了自备电厂、自备水厂、变电站和环保装置等配套设施。公司被认定为高新技术企业，拥有 57 项发明专利和 108 项实用新型技术专利。通过近几年的发展，我公司有机硅新材料产能居国内第四，主要应用于电子、医疗、汽车、航空航天等领域。

二、 评价依据

1. ISO 14067 Greenhouse gases — Carbon footprint of products — Requirements and guidelines for quantification

2. GB/T 24040 环境管理 生命周期评价 原则与框架

3. GB/T 24044 环境管理 生命周期评价 要求与指南

4. ISO 14064-1 温室气体 第一部分 组织层次上对温室气体排放和清除的量化和报告的规范及指南

5. 《省级温室气体清单编制指南（试行）》

6. 《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）》

7. 其他相关标准

三、 评价过程和方法

3.1 核查组组成

根据核查员的专业背景、擅长的领域，方圆标志认证集团有限公司组建了针对本项目的技术评价组和技术复核组，组成情况见下表 1。

表 1 评价组组成

序号	姓名	评价工作分工内容
1	杜思媛	评价组长，负责工作协调、文件评审、报告编制等
2	黄湘琦	评价组员，负责资料收集、数据核对、报告编制等
3	孙志辉	技术复核

3.2 核查日程安排

核查组于 2022 年 4 月 2 日正式接受该项目的碳排放足迹评价任务，2022 年 4 月 26 日开始陆续进行项目文件审核工作。

评价组于 2022 年 4 月 26 日至 5 月 13 日通过远程审核的方式对企业相关数据进行了沟通审核和确认。

2022 年 5 月 20 日评价组完成数据整理及分析工作以及《碳足迹评价报告》的编写。

四、 碳足迹评价

4.1 目标与范围定义

4.1.1 目的

本 CFP 报告用于评价湖北兴瑞硅材料有限公司生产的 1t 二甲基硅氧烷混合环体产品的温室气体排放足迹，由于上游原材料数据为次级数据，因此本评价结果仅用于表明所评价产品在现有数据基础情况下的碳足迹，不作为对比论断。

4.1.2 功能单位

1t 二甲基硅氧烷混合环体。

4.1.3 系统边界

本研究的系统边界主要包括原材料获取、原材料运输、二甲基硅氧烷混合环体生产、成品包装到产品出厂为止的 1t 二甲基硅氧烷混合环体生产的生命周期各阶段。

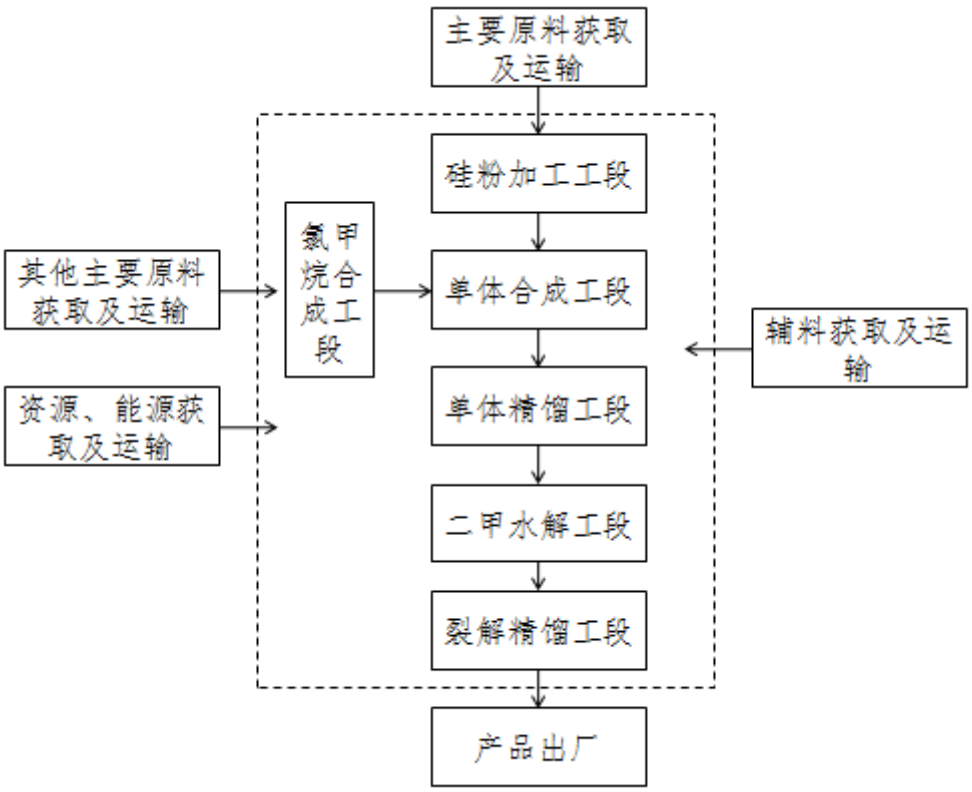

图 1 二甲基硅氧烷混合环体产品生命周期系统边界图

4.1.4 时间范围

2021 年 1 月 1 日-2021 年 12 月 31 日

4.1.5 数据取舍原则

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。

4.1.6 数据质量要求

数据质量代表 LCA 研究的目标代表性与数据实际代表性之间的差异，本报告的数据质量评估方法采用 CLCD 方法。

CLCD 方法对模型中的消耗与排放清单数据，从①清单数据来源与算法、②时间代表

性、③地理代表性、④技术代表性等四个方面进行评估，并对关联背景数据库的消耗，评估其与上游背景过程匹配的不确定度。完成清单不确定度评估后，采用解析公式法计算不确定度传递与累积，得到 LCA 结果的不确定度。

4.1.7 多产品分配

复杂多样的多产品系统需采用合理的建模方法对整个系统的资源环境影响进行分配，从而得到主、副产品各自的环境影响，常见的方法有分段法、物理化学性质分配法、经济价值分配法、系统扩展法（替代法）等。

本研究报告中副产品采用的分配方法见下表：

表 2 多产品及分配方法描述

过程名称	主产品	副产品	分配方法描述
二甲基硅氧烷混合环体[生产]	二甲基硅氧烷混合环体(48.02%)	高沸物(1.07%);低沸物(0.71%);二甲基二氯硅烷(1.02%);盐酸(35.06%);一甲基三氯硅烷(8.8%);共沸物(0.21%);一甲基二氯硅烷(2.75%);三甲基一氯硅烷(2.36%);	重量分配
电力【生产】	电力（13.23%）	热力（86.77%）	热量分配
热力【生产】	热力（86.77%）	电力（13.23%）	热量分配
氯甲烷【生产】	氯甲烷（57.69%）	31%盐酸（4.88%）、70%盐酸（37.43%）	重量分配

4.1.8 软件与数据库

本研究采用亿科生命周期环境评价与管理系统软件 eFootprint（以下简称 eFootprint 系统），建立了二甲基硅氧烷混合环体生命周期模型，并计算得到 LCA 结果。eFootprint 系统是由成都亿科环境科技有限公司（以下简称亿科）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。

研究过程中用到的中国生命周期基础数据库（CLCD）是由亿科开发，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。

在 eFootprint 软件中建立的二甲基硅氧烷混合环体 LCA 模型，其生命周期过程使用的背景数据来源见下表：

表 3 背景数据来源表

清单名称	所属过程	数据集名称	数据库名称	备注
金属硅	二甲基硅氧烷混合环体[生产]	工业硅/金属硅	CLCD-China-ECER 0.8	/
铜粉	二甲基硅氧烷混合环体[生产]	铜精矿(铜精矿品位一般在 20%—40%，平均品位在 25%左右)	CLCD-China-ECER 0.8	/
锌粉	二甲基硅氧烷混合环体[生产]	锌	CLCD-China-ECER 0.8	/
锡粉	二甲基硅氧烷混合环体[生产]	锡精矿	CLCD-China-ECER 0.8	/
纯碱	二甲基硅氧烷混合环体[生产]	纯碱	CLCD-China-ECER 0.8	/
氮气	二甲基硅氧烷混合环体[生产]	氮气(纯度 90%-95%)	CLCD-China-ECER 0.8	/
甲醇	二甲基硅氧烷混合环体[生产]	甲醇(99.9%)	CLCD-China-ECER 0.8	/
水	二甲基硅氧烷混合环体[生产]	自来水(工业用)	CLCD-China-ECER 0.8	冷却水补水
水	二甲基硅氧烷混合环体[生产]	自来水(工业用)	CLCD-China-ECER 0.8	产品清洗水
柴油	二甲基硅氧烷混合环体[生产]	柴油（运输后）	CLCD-China-ECER 0.8	/
外购电力	二甲基硅氧烷混合环体[生产]	华中电网电力(到用户)	CLCD-China-ECER 0.8	/
石灰石	电力【生产】	石灰石	CLCD-China-ECER 0.8	/
水	电力【生产】	自来水(工业用)	CLCD-China-ECER 0.8	/
柴油	电力【生产】	柴油（运输后）	CLCD-China-ECER 0.8	/
无烟煤	电力【生产】	无烟煤	CLCD-China-ECER 0.8	/
电力	电力【生产】	华中电网电力(到用户)	CLCD-China-ECER 0.8	/
柴油	热力【生产】	柴油（运输后）	CLCD-China-ECER 0.8	/
石灰石	热力【生产】	石灰石	CLCD-China-ECER 0.8	/
水	热力【生产】	自来水(工业用)	CLCD-China-ECER 0.8	/
电力	热力【生产】	华中电网电力(到用户)	CLCD-China-ECER 0.8	/

清单名称	所属过程	数据集名称	数据库名称	备注
无烟煤	热力【生产】	无烟煤	CLCD-China-ECER 0.8	/
氯化氢	氯甲烷【生产】	盐酸(31%)	CLCD-China-ECER 0.8	/
甲醇	氯甲烷【生产】	甲醇(99.9%)	CLCD-China-ECER 0.8	/
浓硫酸	氯甲烷【生产】	硫酸(98%)	CLCD-China-ECER 0.8	/
氮气	氯甲烷【生产】	氮气(纯度 90%-95%)	CLCD-China-ECER 0.8	/
电力	氯甲烷【生产】	华东电网电力(到用户)	CLCD-China-ECER 0.8	/
水	氯甲烷【生产】	自来水(工业用)	CLCD-China-ECER 0.8	/
热力	氯甲烷【生产】	蒸汽(0.7MPa,170℃)	CLCD-China-ECER 0.8	/
氮气	液碱【生产】	氮气(纯度 90%-95%)	CLCD-China-ECER 0.8	/
工业盐	液碱【生产】	原盐	CLCD-China-ECER 0.8	/
浓硫酸	液碱【生产】	硫酸(98%)	CLCD-China-ECER 0.8	/
碳酸钠	液碱【生产】	纯碱	CLCD-China-ECER 0.8	/
电力	液碱【生产】	华中电网电力(到用户)	CLCD-China-ECER 0.8	/
水	液碱【生产】	自来水(工业用)	CLCD-China-ECER 0.8	/

4.2 清单数据收集及说明

4.2.1 二甲基硅氧烷混合环体生产

（1）过程基本信息

过程名称：二甲基硅氧烷混合环体的生产

（2）数据代表性

主要数据来源：代表企业实际数据

基准年：2021 年 1 月-2021 年 12 月

技术代表性，包括以下方面：

● 生产工艺：金属硅和氯甲烷为有机硅生产的原料，硅块经破碎，再送至立磨磨成硅粉，氯甲烷一部分外购、一部分为自身所建氯甲烷合成装置。

盐酸通过生产装置处理得到氯化氢气体，与汽化的甲醇在催化剂作用下反应生成氯甲烷。硅粉和氯甲烷在装置内经催化剂催化后反应合成有机硅粗单体。

粗单体经装置高效分离后分别获得一甲含氢产品、二甲产品、三甲产品、高沸物、低沸物、共沸物。

二甲与工艺水同时加入封闭式管道反应系统发生水解反应，生成水解物（即二甲基硅氧烷混合环体）并释放出氯化氢，氯化氢溶于过量的工艺水生成30%的浓盐酸。

- 生产规模: 18 万吨/年
- 主要原料：氯甲烷、液碱、铜粉、锌粉、锡粉、纯碱、甲醇
- 主要能耗：电力、热力、柴油、水、压缩空气、氮气

表 4 过程清单数据表

类型	清单名称	数量	单位	上游数据来源	用途/排放原因
产品产出	二甲基硅氧烷混合环体	179,990.75	t	--	--
产品产出	高沸物	4,009.36	t	--	--
产品产出	低沸物	2,669.44	t	--	--
产品产出	二甲基二氯硅烷	3,824.19	t	--	--
产品产出	盐酸	131,412.81	t	--	--
产品产出	一甲基三氯硅烷	32,984.57	t	--	--
产品产出	共沸物	766.2	t	--	--
产品产出	一甲基二氯硅烷	10,297.74	t	--	--
产品产出	三甲基一氯硅烷	8,841.56	t	--	--
原材料/物料	金属硅	91,389.25	t	CLCD-China-ECER 0.8	原材料
原材料/物料	氯甲烷	132,544.35	t	实景过程数据	原材料
原材料/物料	32%液碱折百	4,727.23	t	实景过程数据	原材料
原材料/物料	铜粉	1,348.35	t	CLCD-China-ECER 0.8	原材料
原材料/物料	锌粉	40.4	t	CLCD-China-ECER 0.8	原材料
原材料/物料	锡粉	2.28	t	CLCD-China-ECER 0.8	原材料
原材料/物料	9 号助剂（磷化铜）	53.5	t	可忽略：重量比＜1%的物料	原材料
原材料/物料	8 号助剂（锌铜合金）	24.5	t	可忽略：重量比＜1%的物料	原材料
原材料/物料	7 号助剂（铝铜合金）	17.5	t	可忽略：重量比＜1%的物料	原材料
原材料/物料	纯碱	3,362.25	t	CLCD-China-ECER 0.8	原材料
原材料/物料	氮气	36,001,472	m3	CLCD-China-ECER 0.8	原材料
原材料/物料	甲醇	118,636.55	t	CLCD-China-ECER 0.8	原材料
能源	冷却水补水	1,659,698	t	CLCD-China-ECER 0.8	冷却水
能源	产品清洗水	33,592	t	CLCD-China-ECER 0.8	产品清洗，部分进入产品
能源	自发电力	146,421,261	kWh	实景过程数据	能源

类型	清单名称	数量	单位	上游数据来源	用途/排放原因
能源	热力	1,903,772.25	GJ	实景过程数据	能源
能源	柴油	356	t	CLCD-China-ECER 0.8	能源
能源	压缩空气	13,454,342	m3	实景过程数据	能源
能源	外购电力	27,034,882	kWh	CLCD-China-ECER 0.8	能源
环境排放	二氧化碳（化石源)[排放到大气（未指定类型）]	1,119.66	t	--	柴油燃烧
环境排放	氨氮[排放到水体（未指定类型）]	116.64	kg	--	废水
环境排放	总氮[排放到水体（未指定类型）]	1,350.72	kg	--	废水
环境排放	Suspended solids, unspecified[排放到水体（未指定类型）]	741.6	kg	--	废水
环境排放	总磷[排放到水体（未指定类型）]	30.24	kg	--	废水
环境排放	volatile organic compound[排放到大气（未指定类型）]	435.6	kg	--	废水
环境排放	总颗粒物[排放到大气（未指定类型）]	3,969	kg	--	废气
环境排放	氮氧化物[排放到大气（未指定类型）]	3,560.4	kg	--	废气
环境排放	氯化氢[排放到大气（未指定类型）]	3,753.41	kg	--	废气
环境排放	化学需氧量[排放到水体（未指定类型）]	5,457.6	kg	--	废水
危险废物	废触体	368.9	t	实景过程数据	--
危险废物	污泥	438.46	t	实景过程数据	--
危险废物	裂解残渣	733.5	t	实景过程数据	--
危险废物	废包装物	40.39	t	实景过程数据	--
危险废物	焚烧残渣	96.58	t	实景过程数据	--

（2）分配方法

表 5 主副产品系数分配表

产品名称	数量单位	主分配系数
二甲基硅氧烷混合环体	1.80E+05t	48.02%
盐酸	1.31E+05t	35.06%
低沸物	2669.44t	0.71%
一甲基二氯硅烷	1.03E+04t	2.75%
一甲基三氯硅烷	3.30E+04t	8.8%
二甲基二氯硅烷	3824.19t	1.02%
共沸物	766.2t	0.21%
三甲基一氯硅烷	8841.56t	2.36%
高沸物	4009.36t	1.07%

（3）运输信息

表 6 过程运输信息表

物料名称	毛重	起点	终点	运输距离	运输类型
金属硅（3%）	9.14E+07Kg	内蒙古乌拉特后旗	宜昌猇亭园区	1700km	货车运输（30t）-柴油
金属硅（80%）	9.14E+07Kg	四川	宜昌猇亭园区	1100km	货车运输（30t）-柴油
金属硅（6%）	9.14E+07Kg	云南昆明	宜昌猇亭园区	1400km	货车运输（30t）-柴油
金属硅（1%）	9.14E+07Kg	云南怒江	宜昌猇亭园区	1500km	货车运输（30t）-柴油
金属硅（4%）	9.14E+07Kg	贵州兴义市	宜昌猇亭园区	1200km	货车运输（30t）-柴油
金属硅（4%）	9.14E+07Kg	新疆石河子	宜昌猇亭园区	3300km	货车运输（30t）-柴油
金属硅（2%）	9.14E+07Kg	四川凉山	宜昌猇亭园区	1330km	货车运输（30t）-柴油
锡粉	2280Kg	四川成都	宜昌猇亭园区	810km	货车运输（2t）-柴油
铜粉（48%）	1.35E+06Kg	山东淄博	宜昌猇亭园区	1118km	货车运输（30t）-柴油
铜粉（27%）	1.35E+06Kg	四川成都	宜昌猇亭园区	805km	货车运输（30t）-柴油
铜粉（25%）	1.35E+06Kg	江苏扬中	宜昌猇亭园区	818km	货车运输（30t）-柴油
甲醇（7%）	1.19E+08Kg	荆门	宜昌猇亭园区	120km	货车运输（30t）-柴油
甲醇（41%）	1.19E+08Kg	川维码头	宜昌猇亭园区	610km	干散货船运输（2500t）-柴油
甲醇（52%）	1.19E+08Kg	陕西宝鸡	宜昌猇亭园区	820km	货车运输（30t）-柴油
锌粉	4.04E+04Kg	四川成都	宜昌猇亭园区	810km	货车运输（8t）-柴油
纯碱	3.36E+06Kg	河南南阳	宜昌猇亭园区	360km	货车运输（30t）-柴油

注：运输数据上游数据来源均来自 CLCD 数据库

4.2.2 自发电力、热力生产

（1）过程基本信息

过程名称：自发电力、热力的生产

（2）数据代表性

主要数据来源：代表企业实际数据

基准年：2021 年 1 月-2021 年 12 月

技术代表性，包括以下方面：

- 生产工艺：燃煤发电
- 生产规模: 30MW 发电机组
- 主要原料：水
- 主要能耗：燃煤、柴油、外购电力

表 7 过程清单数据表

类型	清单名称	数量	单位	上游数据来源	用途/排放原因
产品产出	电力	167,050.2	MWh	--	--
产品产出	热力	3,943,990.79	GJ	--	--
原材料/物料	石灰石	40,280.72	t	CLCD-China-ECER 0.8	脱硫
原材料/物料	水	2,258,417	t	CLCD-China-ECER 0.8	原料
能源	柴油	35.01	t	CLCD-China-ECER 0.8	能源
能源	无烟煤	275,181.76	t	CLCD-China-ECER 0.8	能源
能源	外购电力	2,672.79	MWh	CLCD-China-ECER 0.8	能源
环境排放	汞[排放到大气（未指定类型）]	3.61	kg	--	废气
环境排放	二氧化硫[排放到大气（未指定类型）]	6,876	kg	--	废气
环境排放	二氧化碳[排放到大气（未指定类型）]	15,951.17	t	--	化石燃料燃烧
环境排放	二氧化碳（化石源)[排放到大气（未指定类型）]	677,941.89	t	--	废气
环境排放	总颗粒物[排放到大气（未	6,894	kg	--	废气

	指定类型）]				
环境排放	氮氧化物[排放到大气（未指定类型）]	64,872	kg	--	废气

（3）分配方法

表 8 主副产品分配系数表

产品名称	数量单位	主分配系数
电力	1.67E+05MWh	13.23%
热力	3.94E+06GJ	86.77%

（4）运输信息

表 9 过程运输信息表

物料名称	毛重	起点	终点	运输距离	运输类型
石灰石（40%）	4.03E+07Kg	宜昌宜都	宜昌猇亭园区	70km	货车运输（46t）-柴油
石灰石（60%）	4.03E+07Kg	宜昌猇亭	宜昌猇亭园区	20km	货车运输（46t）-柴油
柴油	3.50E+04Kg	山东东营	宜昌猇亭园区	1200km	货车运输（30t）-柴油
无烟煤（64%）	2.75E+08Kg	山西晋城	宜昌猇亭园区	750km	铁路运输-市场平均
无烟煤（36%）	2.75E+08Kg	山西临汾	宜昌猇亭园区	850km	铁路运输-市场平均

注：运输数据上游数据来源均来自 CLCD 数据库

4.2.3 液碱生产

（1）过程基本信息

过程名称：液碱生产

（2）数据代表性

主要数据来源：代表企业实际数据

基准年：2021 年 1 月-2021 年 12 月

技术代表性，包括以下方面：

- 生产工艺：电解法
- 生产规模:30 万吨/年
- 主要原料：工业盐、浓硫酸、碳酸钠、亚硫酸钠

主要能耗：电力、热力、压缩空气

表 10 过程清单数据表

类型	清单名称	数量	单位	上游数据来源	用途/排放原因
产品产出	折百液碱	308,835.28	t	--	--
产品产出	漂粉精	2,624.19	t	--	--
产品产出	次氯酸钠	5,208.85	t	--	--
产品产出	氢气	7,720.88	t	--	--
产品产出	盐酸	10,945.14	t	--	--
产品产出	液氯	274,787.02	t	--	--
产品产出	废硫酸	5,397.41	t	--	--
原材料/物料	氮气	4,797,463	m3	CLCD-China-ECER 0.8	原料
原材料/物料	工业盐	476,870	t	CLCD-China-ECER 0.8	原料
原材料/物料	浓硫酸	3,860.33	t	CLCD-China-ECER 0.8	原料
原材料/物料	碳酸钠	1,335.25	t	CLCD-China-ECER 0.8	原料
原材料/物料	亚硫酸钠	228.62	t	可忽略：重量比＜1%的物料	原料
能源	电力	730,877	MWh	CLCD-China-ECER 0.8	能源
能源	热力	430,431.35	GJ	实景过程数据	能源
能源	压缩空气	8,170,479	m3	实景过程数据	能源
能源	水	2,186,736	t	CLCD-China-ECER 0.8	能源
环境排放	氯[排放到大气（未指定类型）]	22.93	kg	--	废气
待处置废物	钠渣钙渣钾渣	165.1	t	实景过程数据	
危险废物	废树脂	8.56	t	实景过程数据	

（3）分配方法

表 11 主副产品分配系数表

产品名称	数量单位	主分配系数
次氯酸钠	5208.85t	0.85%
漂粉精	2624.19t	0.43%
氢气	7720.88t	1.25%
盐酸	1.09E+04t	1.78%
液氯	2.75E+05t	44.64%
废硫酸	5397.41t	0.88%
折百液碱	3.09E+05t	50.17%

（4）运输信息

表 12 过程运输信息表

物料名称	毛重	起点	终点	运输距离	运输类型
工业盐（26%）	4.77E+08Kg	湖南湘澧	宜昌猇亭园区	660km	干散货船运输（2500t）-柴油
工业盐（68%）	4.77E+08Kg	重庆云阳	宜昌猇亭园区	300km	干散货船运输（2500t）-柴油
工业盐（6%）	4.77E+08Kg	湖北应城	宜昌猇亭园区	260km	铁路运输-市场平均
碳酸钠	1.34E+06Kg	宜昌猇亭	宜昌猇亭园区	350km	货车运输（30t）-柴油
浓硫酸	3.86E+06Kg	宜昌枝江	宜昌猇亭园区	1200km	货车运输（30t）-柴油

注：运输数据上游数据来源均来自 CLCD 数据库

4.2.4 压缩空气生产

（1）过程基本信息

过程名称：压缩空气生产

（2）数据代表性

主要数据来源：代表行业平均数据

基准年：2021 年 1 月-2021 年 12 月

表 13 过程清单数据表

类型	清单名称	数量	单位	上游数据来源	用途/排放原因
产品产出	压缩空气	1	m^3	--	--
环境排放	二氧化碳[排放到大气（未指定类型）]	0.11	t	文献	设备用电等

4.2.5 氯甲烷生产

（1）过程基本信息

过程名称：氯甲烷生产

（2）数据代表性

主要数据来源：代表行业平均数据

基准年：2021 年 1 月-2021 年 12 月

表 14 过程清单数据表

类型	清单名称	数量	单位	上游数据来源	用途/排放原因
产品产出	氯甲烷	100,000	t	--	--
产品产出	盐酸（70%）	8,447.44	t	--	--
产品产出	盐酸（31%）	64,883.31	t	--	--
原材料/物料	氯化氢	37,403.71	t	CLCD-China-ECER 0.8	原料
原材料/物料	甲醇	63,562.2	t	CLCD-China-ECER 0.8	原料
原材料/物料	浓硫酸	6,120	t	CLCD-China-ECER 0.8	原料
原材料/物料	氮气	500,000	m3	CLCD-China-ECER 0.8	原料
能源	电力	10,500,000	kWh	CLCD-China-ECER 0.8	能源
能源	水	11,200	t	CLCD-China-ECER 0.8	能源
能源	压缩空气	2,000,000	m3	实景过程数据	能源
能源	热力	102,400	t	CLCD-China-ECER 0.8	能源
环境排放	volatile organic compound[排放到大气（未指定类型）]	2.23	t	--	废气
环境排放	化学需氧量[排放到水体（未指定类型）]	0.06	t	--	废水
环境排放	氯化氢[排放到大气（未指定类型）]	0.37	t	--	废气

（3）分配方法

表 15 主副产品分配系数表

产品名称	数量单位	主分配系数
盐酸（31%）	6.49E+04t	4.88%
盐酸（70%）	8447.44t	37.43%
氯甲烷	1.00E+05t	57.69%

4.2.6 废触体、废包装物、污泥、裂解残渣处置

（1）过程基本信息

过程名称：废触体、废包装物、污泥、裂解残渣处置

（2）数据代表性

主要数据来源：代表行业平均数据

基准年：2021 年 1 月-2021 年 12 月

表 16 过程清单数据表

类型	清单名称	数量	单位	上游数据来源	用途/排放原因
产品产出	废触体、废包装物、污泥、裂解残渣	1	t	--	--
环境排放	二氧化碳[排放到大气（未指定类型）]	2,272.74	kg	行业资料	废弃物处置

4.2.7 焚烧残渣、钠渣钙渣钾渣处置

（1）过程基本信息

过程名称：危险废物处置

（2）数据代表性

主要数据来源：代表行业平均数据

基准年：2021 年 1 月-2021 年 12 月

表 17 过程清单数据表

类型	清单名称	数量	单位	上游数据来源	用途/排放原因
产品产出	焚烧残渣、钠渣钙渣钾渣	1	t	--	--
环境排放	二氧化碳[排放到大气（未指定类型）]	42.8	kg	行业资料	废弃物处置

4.2.8 排放因子说明

部分原材料生产、水生产、柴油生产、外购电力间接排放、运输过程产生的碳排放计算采用 eFootprint 软件系统的中国生命周期基础数据库（CLCD）进行计算。

4.3 碳足迹计算

根据以上各项数据，对 1t 二甲基硅氧烷混合环体产品碳足迹进行核算，结果如下：

表 18 碳足迹计算表

阶段		排放量(kg CO_2 eq)	百分比
原材料阶段	金属硅	4783.847	70.25%
	氯甲烷	348.904	5.12%
	甲醇	439.379	6.45%
	32%液碱折百	14.966	0.22%

	纯碱		15.393	0.23%
	铜粉		3.202	0.05%
	锌粉		0.710	0.01%
	锡粉		0.029	0.00%
	氮气		16.879	0.25%
	柴油		0.764	0.01%
	产品清洗水（部分进入产品）		0.017	0.00%
	压缩空气		3.877	0.06%
	冷却水补水		0.844	0.01%
原材料阶段小计			5628.811	82.65%
原材料运输阶段	金属硅运输		22.105	0.32%
	铜粉运输		0.253	0.00%
	锌粉运输		0.015	0.00%
	锡粉运输		0.001	0.00%
	纯碱运输		0.237	0.00%
	甲醇运输		11.264	0.17%
原材料运输阶段小计			33.875	0.50%
生产阶段	直接+间接	电力	289.850	4.26%
		热力	844.926	12.41%
		直接贡献-柴油燃烧	2.987	0.04%
	其他间接	废物处置	9.599	0.14%
生产阶段小计			1147.362	16.85%
单位产品排放量			6810.048	100.00%

五、 产品碳足迹生命周期解释

5.1 假设与局限性说明

本产品生命周期模型建立过程中所有原材料的消耗量、能源消耗量、污染物产生量、固体废物产生量均来自于企业实际生产数据，未进行假设。

因企业无法获得部分原材料、能源、包装材料、固体废物的上游/下游实景数据或实景数据获取不完整。液碱、自发电力、热力上游数据来源于企业，其他原材料、水、能源、废物处置及运输过程的上游/下游数据来自于数据库数据、文献、企业碳排放报告、同行业数据计算，与实际上游/下游生产数据略有出入。

5.2 完整性说明

本次评价过程中忽略部分＜1%占比的原材料，总共忽略的物料重量不超过 5%，符合取舍原则。

表 19 数据缺失或忽略的物料汇总表

消耗名称	所属过程	上游数据来源	数量单位	重量比	检查结果
8 号助剂（锌铜合金）	二甲基硅氧烷混合环体 [生产]	可忽略	6.5363E-05t	0.01%	符合取舍规则
亚硫酸钠	液碱【生产】	可忽略	4.684E-06t	0%	符合取舍规则
7 号助剂（铝铜合金）	二甲基硅氧烷混合环体 [生产]	可忽略	4.6688E-05t	0%	符合取舍规则
9 号助剂（磷化铜）	二甲基硅氧烷混合环体 [生产]	可忽略	0.0001t	0.01%	符合取舍规则

注：* 重量比=物料重量*数量/产品重量；

* 总忽略物料重量比=数据缺失的重量比+符合取舍规则的重量比。

5.3 结论与建议

在统计期 2021 年 1 月至 2021 年 12 月内，分析各生命周期阶段的碳排放足迹，1t 二甲基硅氧烷混合环体产品碳足迹指标见下表所示，各个过程的排放量及占比见下图 2-图 4 所示。

表20 1t二甲基硅氧烷混合环体产品碳足迹评价结果

生命周期阶段	原材料阶段	原材料运输阶段	生产阶段	合计
排放量（$kgCO_2e$）	5628.811	33.875	1147.362	6810.048
比例	82.65%	0.50%	16.85%	100.00%

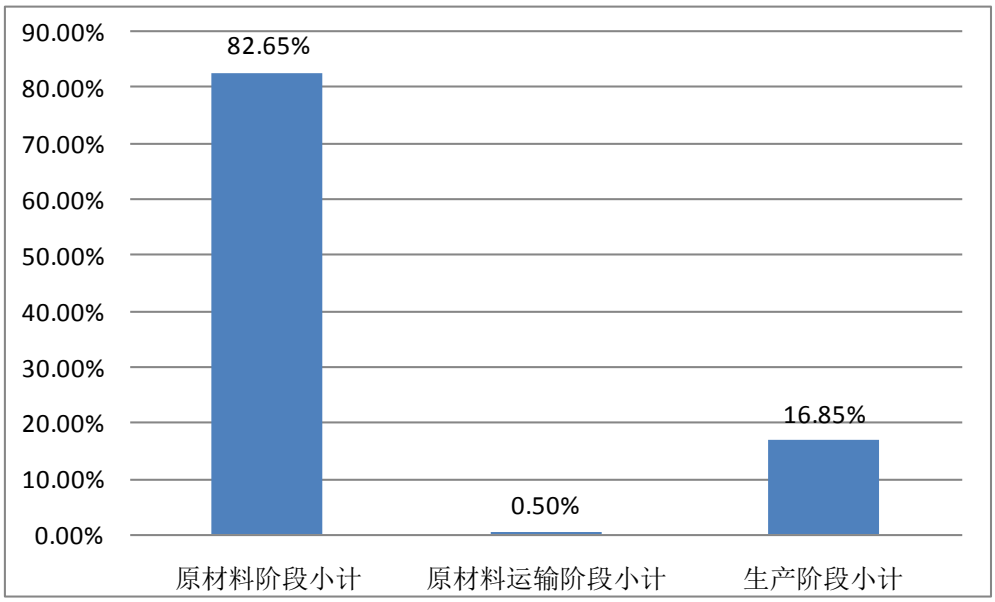

图 2 1t 二甲基硅氧烷混合环体产品碳足迹各过程排放量占比

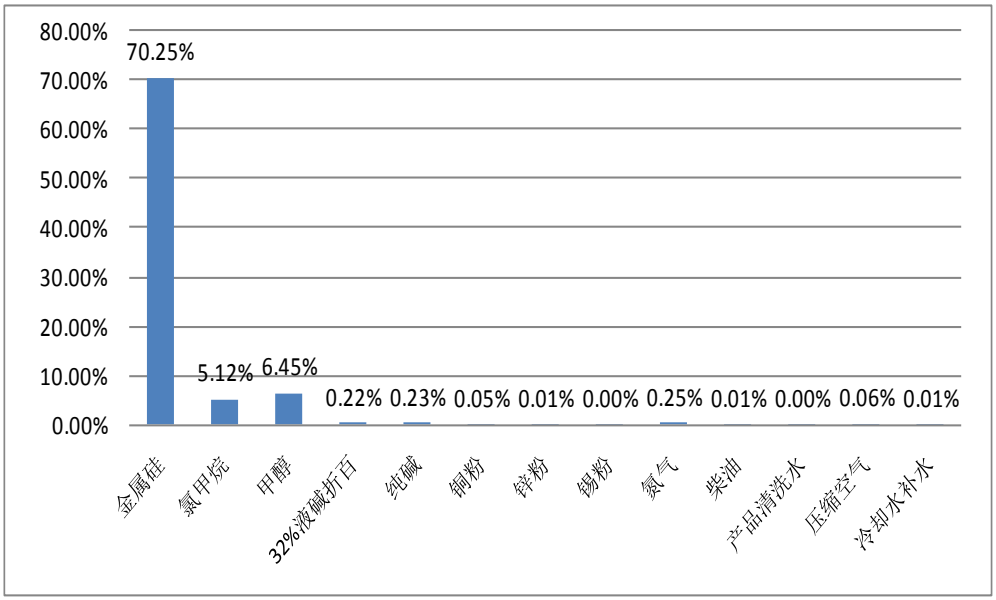

图 3 1t 二甲基硅氧烷混合环体原材料阶段碳足迹各过程排放量占比

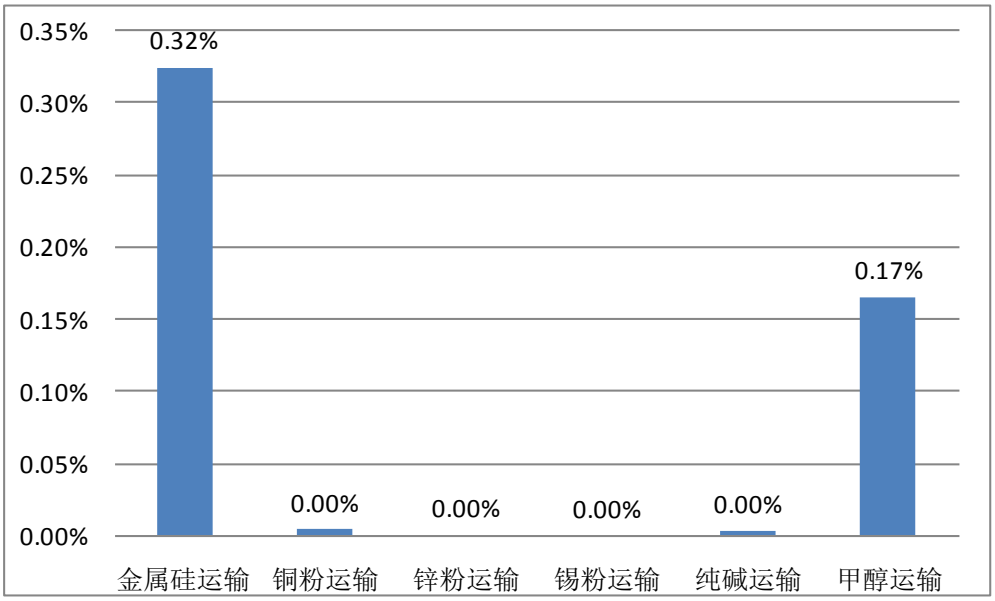

图 4 1t 原材料运输阶段碳足迹各过程排放量占比

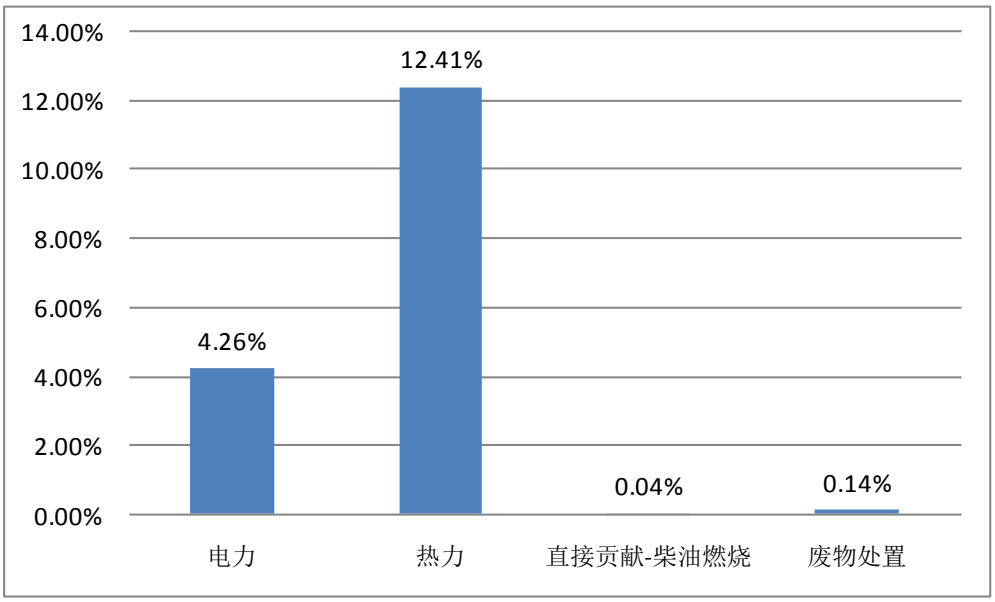

图 5 1t 二甲基硅氧烷混合环体生产阶段碳足迹各过程排放量占比

从上表 20 和图 2-图 5 可以看出，1t 二甲基硅氧烷混合环体生产生命周期碳排放量，原材料阶段占比最高，为 82.65%。原材料运输碳足迹占比 0.50%，生产阶段占比在 16.85%。在原材料阶段中金属硅、甲醇、氯甲烷碳足迹分别较高，占 70.25%、6.45%、5.12%。生产阶段中热力和电力碳足迹较高，分别为 12.41%、4.26%。对比本报告 4.2 部分清单数据分析，对企业减少碳排放提出以下建议：

1）优化产品的设计、工艺和产品所需配料配比，从设计阶段，尽量选择对环境排放较少的金属硅、甲醇、氯甲烷降低原材料生产产生的二氧化碳排放；

2）优化运输路线，优先选购与生产工厂距离近、交通运输便利的原材料供应商，同时考虑采用新能源运输车辆代替原有的柴油车辆，减少原材料和产品运输消耗柴油，减少原材料和产品运输阶段的二氧化碳排放；

3）通过优化工艺、节能改造、提升生产过程中用能设备能效、使用清洁能源电力、热力等措施，减少生产用电力、热力，减少生产阶段的产品碳足迹。

六、参考文献

1.《中国产品全生命周期温室气体排放系数集（2022）》

2.《省级温室气体清单编制指南（试行）》

3.《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）》

4.《湖北兴瑞硅材料有限公司 2020 年度温室气体排放核查报告》

5.《湖北兴瑞硅材料有限公司 2021 年度企业温室气体排放报告 发电设施》（初始报告）

6. 《综合能耗计算通则》（GB/T 2589-2020）

7. 《浙江衢州巨新氟化工有限公司 100kt/a 一氯甲烷项目环境影响报告书（报批稿）》