

河南爱尔福克化学股份有限公司

聚合氯化铝产品碳足迹报告

编制单位：河南省能碳研究院有限公司

编制日期：2025 年 3 月 26 日



目录

1、概述	1
1.1 评价目的	1
1.2 评价范围	1
1.3 核算准则	1
1.4 数据取舍规则	2
1.5 数据质量要求	2
1.6 软件和数据库	3
2 评价过程和方法	4
2.1 评价策划	4
2.1.1 战略分析	4
2.1.2 风险评估	5
2.2 工作组安排	6
2.2.1 人员安排	6
2.2.2 时间安排	6
2.3 文件审查	6
2.4 现场评价	7
2.5 评价报告编制及批准	8
3 评价对象基本信息	9
3.1 受评价方基本信息	9
3.2 受评价产品基本信息	9
3.3 产品生命周期评价信息	10

4.数据收集	12
4.1 数据收集方法	12
4.2 各过程数据收集与使用的数据库	13
4.3 原材料运输过程碳排放计算	23
4.3.1 活动数据及来源	23
4.3.2 排放因子及来源	23
4.3.3 原材料运输碳排放量计算结果	24
4.4 产品生产过程碳排放计算	24
4.4.1 活动数据及来源	24
4.4.2 排放因子和计算系数数据及来源的核查	26
4.5 产品运输过程碳排放计算	27
4.5.1 活动数据及来源	27
4.5.2 排放因子及来源	28
4.5.3 产品运输过程碳排放量计算结果	28
5 数据计算	29
5.1 计算结果	29
5.1.1 原辅材料运输阶段排放清单	29
5.1.2 产品生产过程的碳排放排放清单	29
5.1.3 成品运输阶段碳排放清单	30
5.1.4 全生命周期各个过程汇总排放清单	30
6 不确定分析	32
7 评价结果	32

附件：支持性文件清单 33

1. 《营业执照》 33

2. 组织机构图 33

3. 《厂区平面图》 33

4. 《企业生产流程图》 33

5. 《企业主要耗能设备清单》 33

6. 计量器具台账和鉴定证书 33

7. 《2024 年生产年报》 33

8. 电力、天然气发票 33

1、概述

1.1 评价目的

受河南爱尔福克化学股份有限公司委托，河南省能碳研究院有限公司对河南爱尔福克化学股份有限公司在 2024 年 1 月 1 日-2024 年 12 月 31 日期间生产的聚氯化铝产品进行碳足迹评价。

本次评价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》（ISO 14067:2018）和《商品和服务在生命周期内的温室气体排放评价规范》（PAS2050:2011）等标准中规定的碳足迹核算方法，核算并评价由河南爱尔福克化学股份有限公司生产的聚氯化铝产品生命周期碳足迹。

1.2 评价范围

本次评价的功能单位与基准流为聚氯化铝，系统边界为“从摇篮到大门”类型，包含由于数据有限，本报告主要考虑 1.原材料运输的碳足迹计算；2. 产品生产过程的碳足迹计算；3.产品运输的碳足迹计算。

1.3 核算准则

本报告依据以下准则执行：

1)《温室气体产品的碳足迹量化的要求和指南》(ISO 14067:2018)

2) 《商品和服务在生命周期内的温室气体排放评价规范》
(PAS2050:2011)

1.4 数据取舍规则

在选定系统边界和环境影响指标的基础上，应规定一套数据取舍准则，忽略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，本节内容应规定本报告取舍准则。

本评价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% ；

生产设备、厂房、生活设施数据进行忽略；

在选定环境影响类型范围内的已知排放数据不应忽略。

1.5 数据质量要求

为满足数据质量要求，本次评价主要考虑以下几个方面：

（1）可靠性

对于初级数据，原材料运输、产品生产、产品包装等使用的是受核查方的实际生产数据；计算过程中使用次级数据来自国家或地方地区的统计数据、调查数据和官方数据，反映该特定国家或地区的能源结构、生产体系特征和平均生产技术水平。

（2）完整性

为完整的报告受核查产品在生命周期过程中过的碳足迹影响，本报告中初级数据与次级数据均已计算，无缺失的过程与数据。

（3）一致性

为了保证一致性，所有包括各工艺的消耗和排放的初级数据，均

统一进行监测和统计。报告中尽量使用相同的碳足迹因子库，对于无法直接获取的次级数据，则使用其他因子库中近似数据进行替代，并做出说明。

（4）代表性

本报告中所选用的次级数据符合目标和范围所界定的地理、时间和技术要求。不可获得相应的数据，采用近似代表性的数据进行替代，并在报告中做出说明。

1.6 软件和数据库

在本项目中，评价过程中使用的数据库包括《中国产品全生命周期温室气体排放系数库（CPCD）》、《2006 年 IPCC 国家温室气体清单指南》、《IPCC 2006 年国家温室气体清单指南 2019 年修订》。

2 评价过程和方法

2.1 评价策划

2.1.1 战略分析

评价组对碳足迹核算和评价工作进行战略分析,战略分析的输入包括:

- 1) 约定的保证等级、重要性、准则、目标和范围;
- 2) 产品及其测量/监测过程的复杂性;
- 3) GHG 信息和数据的提供过程;
- 4) 利益相关方、责任方、客户和目标用户之间的组织关系及相互作用;
- 5) 组织环境,包括开发和管理产品 GHG 信息的组织结构;
- 6) 生命周期评价的结果,包括结论和局限;
- 7) 功能单元或声明单元;
- 8) 单元过程的特征;
- 9) 生命周期阶段;
- 10) 数据取舍。

经过战略分析,审核组织确认信息如下:

- 1) 本次评价满足约定的保证等级、重要性、准则、目标和范围;
- 2) 企业 GHG 信息客观真实、表述清晰;
- 3) 被评价产品原辅料、能耗清单统计完善;
- 4) 识别被评价产品系统边界内各流程的 GHG 排放:包括产品生产、产品运输等过程,其中产品生产过程中包括原辅材料运输、能源以及直接贡献 2 个环节的排放。
- 5) 评审企业建立的核算和报告质量管理体系符合要求;

6) 组织企业在开发和管理产品 GHG 信息中对各数据的提供过程、数据保存、GHG 管理组织架构等进行了约定；

7) 生命周期评价的结果，包括结论和限制性符合相关准则要求；

8) 功能单元反映产品实际碳足迹状况，产品间具有可比性；

9) 单元过程清晰、明确；

10) 生命周期为从摇篮到大门；

11) 本评价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%。

2.1.2 风险评估

评价组对评价活动有关的潜在错误、遗漏和错误表达的来源和严重性进行评估，包括：

a) 产品的复杂程度和系统边界；

b) 在不同生命阶段的排放和清除的贡献；

c) 分配程序；

d) 来源于可对比产品/服务的生命周期结果的可获得性；

e) 生命情景的使用和结束的代表性；

f) 所使用的任何碳足迹研究的可靠性；

g) 任何鉴定性评审的结果。

通过上述分析评估确认：本次被评价产品系统边界明确，活动水平数据产生、传递、汇总方式透明、准确，主要 GHG 活动水平数据证据材料均可获取，因此本次评价出现以上风险的可能性较低，评价

结果能够满足重要性偏差要求。

2.2 工作组安排

2.2.1 人员安排

表 2-1 工作组成员及复核决定人员安排

姓名	职责/分工
张爱平	组长
仝璐	组员
牛佩艳	组员
杨晓帅	复核
吴爱新	决定

2.2.2 时间安排

表 2-2 时间安排

日期	时间安排
2024.8.7	文件审查
2024.8.8	现场评价
2025.3.25	完成碳足迹评价报告

2.3 文件审查

评价组对受评价方提供的支持性文件（详见本报告“支持性文件清单”）进行评审，识别出现场核查的重点为：生命周期阶段、功能单元和核算边界的确定，现场查看排放单位的实际用能设施和计量设备，通过交叉核对判断排放量核算中的活动数据和排放因子是否真实、可靠、正确。

2.4 现场评价

结合文件审查发现，评价组于 2024 年 8 月 8 日对受评价方进行了现场评价。现场评价通过相关人员的访问、现场设施勘查、资料查阅、人员访谈等多种方式进行。评价过程详见表 2-3。

表 2-3 现场评价记录表

序号	主要评价内容	访谈对象	部门/职位
1	对组织 GHG 管理活动相关政策、规则、程序的运行情况进行评价； 1)边界确定 2)功能单元的确定	许月清	技术研发中心/ 副主任 生产运营中心/
	3)生命周期阶段的确定 4)排放源识别	王天有	设备管理员
	5)内部质量控制活动		
	6)GHG 排放的核算与报告		
2	对 GHG 信息管理系统控制进行评价； 1)查阅被评价单位基本信息 2)查阅设备设施台账 3)查阅设备运行记录 4)查阅产品生产情况台账 5)查阅管理活动记录 6)检查 GHG 信息流 7)检查记录的保存	周珊珊 张帅	生产运营中心/ 主任助理 生产运营中心/ 设备管理员 生产运营中心/ 采购主管
	对 GHG 信息和数据进行评价； 1)查阅各 GHG 排放源排放量核算相关的活动数据的数据源 2)查阅各 GHG 排放源排放量核算相关的排放因子的数据源 3)对 GHG 排放量进行验算	艾思奇	生产运营中心/ 主任助理 生产运营中心/ 设备管理员
3	查看现场： 1)针对设备设施清单，查看各类设备设施、计量设备，访谈工作人员，对原始数据的产生进行评价	王天有	生产运营中心/ 设备管理员
4	其他	/	/

2.5 评价报告编制及批准

完成文件审查与现场评价后，评价组编写碳足迹评价报告，并提交复核决定，复核决定人员是由独立于评价组并具备相关行业领域的专业知识的人员，通过复核决定后，将报告提交批准。

3 评价对象基本信息

3.1 受评价方基本信息

爱尔福克成立于 2004 年，位于焦作市西部工业集聚区，注册资金 3100 万元，是一家专注净水材料研发、生产和销售的国家高新技术企业。公司自成立以来，先后被认定为国家级专精特新“小巨人”企业、河南省“专精特新”中小企业、“河南省科技型中小企业”、“河南省科技小巨人培育企业”、“国家高新技术企业”、“焦作市水处理材料工程技术研究中心”、“河南省无机高分子水处理材料工程技术研究中心”、“焦作市企业技术中心”、“河南省企业技术中心”、“焦作市质量标杆企业”、“河南省知识产权优势企业”、“河南省省定重点上市后备企业”、“全国化学标准技术委员会水处理剂分技术委员会委员”等，并多次被评为“河南省守合同重信用企业”、“焦作市守合同重信用企业”、“A 级纳税企业”、“焦作市五十强企业”等，并获得“2014-2016 年度无机化工科技奖-技术创新奖”、“重点高新技术企业奖”等多项荣誉称号。2017 年 5 月，公司成功登陆全国中小企业股份转让系统新三板，成为新三板挂牌企业。

3.2 受评价产品基本信息

受评价产品的基本信息如表 3-1 所示：

表 3-1 受评价产品基本信息表

产品名称	聚氯化铝
产品单位	吨

产地	焦作市
主要原料	盐酸、铝酸钙粉、氢氧化铝、
主要能耗	电力、天然气、蒸汽
生产工艺	聚氯化铝产品的主要生产工艺为：合成、压滤、干燥、包装。

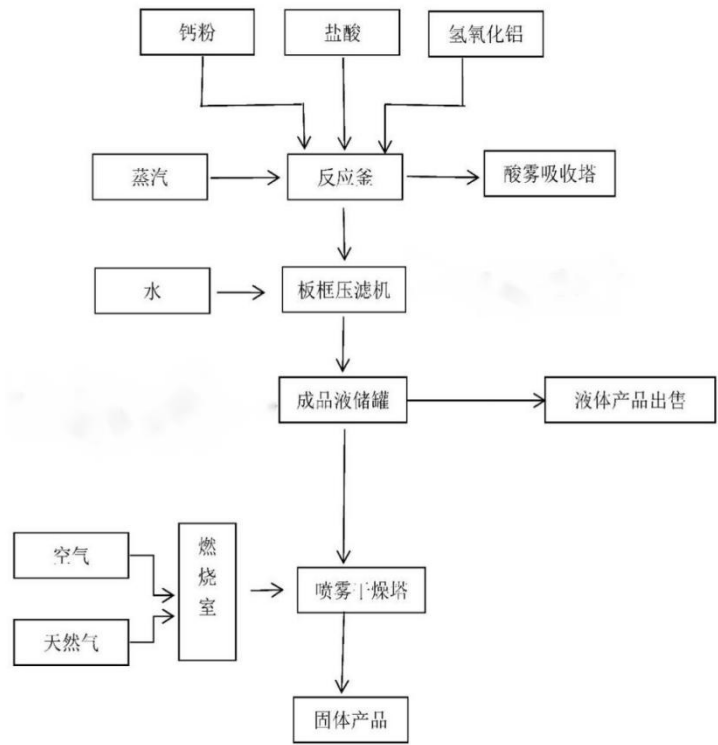


图 3-2 聚氯化铝产品生产工艺流程图

3.3 产品生命周期评价信息

1)时间边界

2024 年 1 月 1 日- 2024 年 12 月 31 日

2)功能单位

为方便系统中输入/输出的量化，功能单位定义为：1 吨聚氯化铝。

3)系统边界

本次评价的系统边界包括本报告仅考虑原料运输、产品生产过程

的碳排放、产品运输产生的碳排放，即从摇篮到大门，其它环节不做考虑。如图 3-3 所示。



图 3-3 产品系统边界图

4)环境影响指标

根据研究目标的定义，本报告采用生命周期评价的方法计算气候变化这一种影响类型，采用全球变暖潜值（Global Warming Potential, GWP）来量化产品碳足迹。评价的温室气体种类包括二氧化碳(CO₂)、甲烷（CH₄）、氧化亚氮（N₂O）、氢氟碳化物（HFCs）、全氟碳化物（PFCs）、六氟化硫（SF₆）和三氟化氮（NF₃）7 种。

本次评价采用《IPCC 第六次评估报告》提出的方法和温室气体特征化因子来计算产品生命周期碳足迹值。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)。表 3-2 中列出了部分温室气体的特征化因子。

表 3-4 GWP 特征化因子

环境影响类型指标	单位	主要清单物质	特征化因子
GWP	kg CO ₂ e	CO ₂	1
		CH ₄	27.9
		N ₂ O	273

注：e 是 equivalent 的缩写，意为当量。

4.数据收集

4.1 数据收集方法

评价组于 2024 年 8 月进行企业活动水平数据的调查、收集和整理工作，企业提供的活动水平数据区间为 2024 年 1 月 1 日-2024 年 12 月 31 日。

为满足对数据质量的要求，确保计算结果的可靠性，本次评价过程中的初级数据首选来自生产商和供应商直接提供的数据。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，如：CLCD 数据库和 Ecoinvent 数据库。

表 4-1 产品数据来源与核查过程汇总表

产品碳足迹数据	支撑性材料	计算说明
产品产量	2024 年产值和产量汇总表	通过生产报表统计 2024 年 1 月~2024 年 12 月目标产品产量。
原辅材料使用量	原辅料出入库记录表、2024 年度生产月报、2024 年生产使用原料和物品性质及年消耗量报表	通过原辅料出入库记录表与生产月报计算单位产品所消耗材料量
原辅材料运输距离		通过每次采购量和运输距离，计算加权平均的原辅材料运输距离
能源消耗种类及消耗量	电力发票及账单、能源采购单、企业生产报表	通过电费发票账单、能源采购单以及企业生产报表，对电费和其他能源进行分摊，计算单个产品生产的能源消耗量

4.2 各过程数据收集与使用的数据库

评价组按照上述数据收集方法，通过文件审查和现场评价进行数据收集，收集到的数据如下表所示。

表 4-2 聚氯化铝产品生产数据收集表

种类	名称	数量	单位	排放因子来源
产品产量	聚氯化铝	39552	t	/
原辅料使用量	盐酸	37580	t	CPCD
	铝酸钙粉	16220	t	CPCD
	氢氧化铝	13052	t	CPCD
	包材	1582080	个	/
	蒸汽	15515.8	Gj	《机械设备制造企业温室气体排放核算方法与报告指南（试行）》
	天然气	378.3	万 Nm ³	同上
	电力	664.4	万 kWh	同上
	水	8202	t	/

本报告中收集到的企业生产数据均为企业统计得到的初级数据，上游数据采用的排放因子全部来自于《中国产品全生命周期温室气体排放系数集（CPCD）》，此数据库均为公开发布的权威碳足迹数据库。

原材料的运输数据收集数据如下表所示，企业为内陆地区，因此平均运距为公路运输。下表中运输距离来自高德地图，运输排放因子均内来源于《中国产品全生命周期温室气体排放系数集（CPCD）》。根据企业数据统计及数据可获得性，本报告碳足迹计算分为两部分：1.

产品生产过程的碳排放计算；2.原材料和产品运输碳排放计算。

表 4-3 主要排放源信息

排放种类	能源/原材料品种	排放设施
化石燃料燃烧产生的排放	天然气	各生产系统
净购入电力、热力消费引起的排放	电力	各生产系统及生产辅助系统
	热力	各生产系统及生产辅助系统

根据以下文件要求的碳排放的核算方法进行计算《IPCC 国家温室气体清单指南》（2006）

《陆上交通运输企业温室气体排放核算方法与报告指南》

《工业企业温室气体排放核算和报告通则》（GB/T 32150-2015）

● 产品生产过程的碳足迹计算

（一）生产过程产生的排放 生产过程化石燃料燃烧排放 1.计算公式在产品生产过程中，使用化石燃料，如实物煤、燃油等。化石燃料燃烧产生的二氧化碳排放，按照公式（1）计算。

$$E_{\text{燃烧}} = \sum_{i=1}^n (AD_i \times EF_i) \quad (1)$$

式中： $E_{\text{燃烧}}$ 为核算和报告期内消耗的化石燃料燃烧产生的 CO_2 排放，单位为吨（ tCO_2 ）；

AD_i 为核算和报告期内消耗的第 i 种化石燃料的活动水平，单位为百万千焦（GJ）。

EF_i 为第 i 种化石燃料的二氧化碳排放因子，单位： tCO_2/GJ ； i 为净消耗的化石燃料的类型。

核算和报告期内消耗的第 i 种化石燃料的活动水平 AD_i 按公式（2）计算。

$$AD_i = NCV_i \times FC_i \quad (2)$$

式中： NCV_i 是核算和报告期内第 i 种化石燃料的平均低位发热量，对固体或液体燃料，单位为百万千焦/吨（GJ/t）；对气体燃料，单位为百万千焦/万立方米（GJ/万Nm³）；

FC_i 是核算和报告期内第 i 种化石燃料的净消耗量，对固体或液体燃料，单位为吨（t）；对气体燃料，单位为万立方米（万Nm³）。

化石燃料的二氧化碳排放因子按公式（3）计算。

$$EF_i = CC_i \times OF_i \times \frac{44}{12} \quad (3)$$

式中： CC_i 为第 i 种化石燃料的单位热值含碳量，单位为吨碳/百万千焦（tC/GJ）；

OF_i 为第 i 种化石燃料的碳氧化率，单位为%。

2.活动水平数据获取根据核算和报告期内各种化石燃料消耗的计量数据来确定各种化石燃料的净消耗量。

企业可选择采用相应《温室气体排放核算方法与报告指南（试行）》。具备条件的企业可开展实测，或委托有资质的专业机构进行检测，也可采用与相关方结算凭证中提供的检测值。如选择实测，化石燃料低位发热量检测应遵循《GB/T213 煤的发热量测定方法》、《GB/T 384 石油产品热值测定法》、《GB/T 22723 天然气能量的测定》等相关标准。

3.排放因子数据获取

企业可参考相应《温室气体排放核算方法与报告指南（试行）》提供的单位热值含碳量和碳氧化率数据。

（二）工业生产过程排放。

（三）净购入使用的电力和热力对应的排放

1.计算公式

净购入使用的电力、热力（如蒸汽）所对应的生产活动的CO₂排放量按公式（4）、（5）计算。

$$E_{\text{电力}} = AD_{\text{电力}} \times EF_{\text{电力}} \quad (4)$$

$$E_{\text{热力}} = AD_{\text{热力}} \times EF_{\text{热力}} \quad (5)$$

式中：

$E_{\text{电力}}$ 为净购入使用的电力所对应的生产活动的CO₂排放量，单位为吨（tCO₂）；

$E_{\text{热力}}$ 为净购入使用的热力所对应的生产活动的CO₂排放量，单位为吨（tCO₂）；

$AD_{\text{电力}}$ 、 $AD_{\text{热力}}$ 分别为核算和报告期内净购入的电量和热量（如蒸汽量），单位分别为兆瓦时（MWh）和百万千焦（GJ）；

$EF_{\text{电力}}$ 、 $EF_{\text{热力}}$ 分别为电力和热力（如蒸汽）的CO₂排放因子，单位分别为吨CO₂/兆瓦时（tCO₂/MWh）和吨CO₂/百万千焦（tCO₂/GJ）。

2.活动水平数据获取

企业净购入电量数据以企业电表记录的读数为准，如果没有电表记录，可采用供应商提供的电费发票或者结算单等结算凭证上的数据。企业应按净购入电量所在的不同电网，分别统计净购入电量数据。企业净购入热力数据以企业热计量表计量的读数为准，如果没有计量

表记录，可采用供应商提供的供热量发票或者结算单等结算凭证上的数据。

3.排放因子数据获取

电力排放因子应根据企业生产所在地及目前的东北、华北、华东、华中、西北、南方电网划分，选用国家主管部门最近年份公布的相应区域电网排放因子。供热排放因子暂按 0.11 tCO₂/GJ（温室气体排放核算方法与报告指南推荐值）计算，并根据政府主管部门发布的官方数据保持更新。

● 原料、产品运输服务产生的排放

（一）化石燃料燃烧排放

燃料燃烧活动产生的温室气体排放量是企业核算和报告期内各种化石燃料燃烧产生的温室气体排放量之和，如公式（6）所示，其中CO₂排放量计算如公式（7）~（9）所示。道路货物运输企业还需计算由于运输车辆化石燃料燃烧产生的甲烷和氧化亚氮排放，其排放量计算如公式（10）和（11）所示。

$$E_{\text{燃烧}} = E_{\text{燃烧-CO}_2} + E_{\text{燃烧-CH}_4} + E_{\text{燃烧-N}_2\text{O}} \quad (6)$$

其中，

$E_{\text{燃烧}}$ 为核算和报告期内燃烧化石燃料生产的温室气体排放量，单位为吨 CO₂ 当量（tCO₂e）；

$E_{\text{燃烧-CO}_2}$ 为核算和报告期内燃烧化石燃料产生的 CO₂ 排放量，单位为吨（tCO₂e）；

$E_{\text{燃烧-CH}_4}$ 为核算和报告期内运输车辆燃烧化石燃料产生的 CH₄

排放量，单位为吨（tCO₂e）；

$E_{\text{燃烧-N}_2\text{O}}$ 为核算和报告期内运输车辆燃烧化石燃料产生的 N₂O 排放量，单位为吨（tCO₂e）；

1. 二氧化碳排放量计算

$$E_{\text{燃烧-CO}_2} = \sum_{i=1}^n (AD_i \times EF_i) \quad (7)$$

式中：

AD_i 为核算和报告期内消耗的第 i 种化石燃料的活动水平，单位为百万千焦（GJ）。

EF_i 为第 i 种化石燃料的二氧化碳排放因子，单位：tCO₂/GJ； i 为净消耗的化石燃料的类型。

核算和报告期内消耗的第 i 种化石燃料的活动水平 AD_i 按公式（8）计算。

$$AD_i = NCV_i \times FC_i \quad (8)$$

式中： NCV_i 是核算和报告期内第 i 种化石燃料的平均低位发热量，对固体或液体燃料，单位为百万千焦/吨（GJ/t）；对气体燃料，单位为百万千焦/万立方米（GJ/万Nm³）；

FC_i 是核算和报告期内第 i 种化石燃料的净消耗量，对固体或液体燃料，单位为吨（t）；对气体燃料，单位为万立方米（万Nm³）。

化石燃料的二氧化碳排放因子按公式（9）计算。

$$EF_i = CC_i \times OF_i \times \frac{44}{12} \quad (9)$$

式中： CC_i 为第 i 种化石燃料的单位热值含碳量，单位为吨碳/百万千焦（tC/GJ）；

OF_i 为第 i 种化石燃料的碳氧化率，单位为%。

2. 甲烷和氧化亚氮排放量计算

$$E_{\text{燃烧-CH}_4} = \sum k_{a,b,c} \times EF_{\text{CH}_4} \times GWP_{\text{CH}_4} \times 10^{-9} \quad (10)$$

$$E_{\text{燃烧-N}_2\text{O}} = \sum k_{a,b,c} \times EF_{\text{N}_2\text{O}} \times GWP_{\text{N}_2\text{O}} \times 10^{-9} \quad (11)$$

其中，

$k_{a,b,c}$ 为核算和报告期内运输车辆的不同车型、燃料种类、排放标准的行驶里程，单位为公里（km）；

EF 为甲烷或氧化亚氮排放因子，单位为毫克甲烷（氧化亚氮）/公里（ mgCH_4 （ N_2O ）/km）；

GWP_{CH_4} 、 $GWP_{\text{N}_2\text{O}}$ 分别为 CH_4 和 N_2O 的全球增温潜势。按 IPCC 第二次评估报告推荐的、在 100 年时间尺度下的数值， CH_4 和 N_2O 转换成 CO_2 当量计的 GWP 值分别为 21 和 310；

a 燃料类型，如柴油、汽油、天然气、液化石油气等；b 车辆类型，如轿车、其他轻型车、重型车；

c 排放标准，如执行国 I 及以下、国 II、国 III 或国 IV 及以上排放标准。

3. 活动水平数据获取

在核算二氧化碳排放量时，活动水平数据包括项目在核算报告期内用于其移动源和固定源的各种化石燃料净消耗量及平均低位发热量；在核算甲烷和氧化亚氮排放量时，活动水平数据为项目在核算和报告期内运输车辆的不同车型、燃料种类、排放标准的行驶里程。

3.1 化石燃料净消耗量

采用能耗统计法作为获取化石燃料净消耗量的基本方法。对于运输车辆能耗统计基础相对薄弱的报告主体，须采用下述辅助方法对通过能耗统计法获取的运输车辆能耗数据进行核验，若两种方法获取的运输车辆能耗数据相差±10%以上，须核对能源消费统计信息，重新进行统计核算。对于道路货物运输，运输车辆能耗可通过单位运输周转量能耗算法进行计算和核验。

（1）基本方法——能耗统计法

化石燃料消耗量包括在项目核算边界内全部移动或固定设备中燃烧的化石燃料消费量。可通过报告主体对项目的各种能源消费统计、项目现场相关统计数据或者查阅工程概预算文件来得到。

运输车辆能耗可依据项目相关统计信息进行计算：如运输车辆燃料消耗情况汇总资料，按车、按日记录车辆号牌、燃料类型、总质量、核定载质量或最大准牵引质量、出车日期、单运次行驶里程、单运次载质量和加油（气）量等。

（2）运输车辆能耗统计辅助方法 1-单位运输周转量能耗算法

企业运输车辆（仅考虑货运）化石燃料消耗量可通过其运输车辆单位运输周转量能耗和运输周转量计算得到，液体燃料和气体燃料计算分别如公式（12）和（13）所示。

$$FC_i = \sum ET_{\text{货运 } ij} \times RK_{\text{货运 } ij} \times 10^{-3} \quad (12)$$

$$FC_i = \sum ET_{\text{货运 } ij} \times RK_{\text{货运 } ij} \times 10^{-4} \quad (13)$$

其中， FC_i 是核算和报告期内第 i 种化石燃料的消耗量，对液体燃料，单位为吨（t）；对气体燃料，单位为万立方米($\times 10^4 \text{Nm}^3$)；

ET 货运 ij 是核算和报告期内第 j 个车型全部货运交通工具所完成的货物周转量，单位为百吨公里；

RK 货运 ij 是第 j 个货运车型完成单位货物周转量所消耗的第 i 种燃料消费量，单位为千克（立方米）/百吨公里；

i 为燃烧的化石燃料类型；

j 为运输工具的产品型号。

ET 货运 ij 应以企业统计数据为准，企业须提供相关的原始统计数据、相关财务报表和运输合同等材料。对于 RK 货运 ij 企业可根据车辆类型、燃料种类及运输状况抽样统计单位运输周转量能耗，并以国家或地区交通主管部门最新发布的全国或地区运输车辆单位运输周转量能耗作为参考。

（3）运输车辆能耗统计辅助方法2-单位行驶里程能耗计算法
运输车辆化石燃料消耗量可通过其运输车辆单位行驶里程化石燃料消耗量和相应行驶里程计算得到，液体燃料和气体燃料消耗量分别通过公式（14）和（15）计算。

$$FC_i = \sum k_{ij} \times OC_{ij} \times C_i \times 10^{-5} \quad (14)$$

$$FC_i = \sum k_{ij} \times OC_{ij} \times 10^{-6} \quad (15)$$

其中，

FC_i 是核算和报告期内第 i 种化石燃料的消耗量，对液体燃料，单位为吨（t）；对气体燃料，单位为万立方米（ $\times 10^4 \text{ Nm}^3$ ）；

k_{ij} 是核算和报告期内第 j 个车型全部运输工具的行驶里程，单位为公里（km）；

OC_{ij} 是第 j 个车型运输工具的百公里燃油（气）量，单位为升/百公里或立方米/百公里（L/100km； $m^3/100km$ ）；

C_i 是第 i 种化石燃料的密度。汽油为 0.74 吨/立方米；柴油为 0.84 吨/立方米；液化天然气为 0.45 吨/立方米；

i 为燃烧的化石燃料类型；

j 为运输工具的产品型号。

k_{ij} 应以企业统计数据为准， OC_{ij} 应以企业对其运输车辆分车型监测和统计为准。企业还应以交通运输部、工业和信息化部等政府部门发布的运输车辆综合燃料消耗量作为参考，验证所报告的运输车辆分车型单位行驶里程能耗监测数据。运输车辆综合燃料消耗量可通过下述来源获取：（1）对于总质量超过 3500 千克的运输车辆，可根据车辆产品型号在交通运输部“道路运输车辆燃料消耗量监测和监督管理信息服务网”查询其综合燃料消耗量；（2）对于总质量未超过 3500 千克的运输车辆，可根据车辆产品型号在工业和信息化部“中国汽车燃料消耗量网”查询其综合工况下燃料消耗量；（3）如无法查询到某型号运输车辆的百公里燃油量参数，可参考附录二表 1 中“货车各车型百公里能源消费统计表”缺省参数。

3.2 化石燃料平均低位发热量

企业可选择采用本技术规范提供的缺省值，如附录二表 2 所示。具备条件的企业可开展实测，或委托有资质的专业机构进行检测，也可采用与相关方结算凭证中提供的检测值。如采用实测，化石燃料低位发热量检测应遵循《GB/T213 煤的发热量测定方法》、《GB/T384

石油产品热值测定法》和《GB/T22723 天然气能量的测定》等相关标准。

3.3 运输车辆的行驶里程

应以企业统计数据为准，企业须提供相关的汽车里程表数据或GPS 行车记录仪数据，以及维修记录、每班次出车原始记录或运输合同等辅助材料。

4.排放因子数据获取

企业可参考相应《温室气体排放核算方法与报告指南》提供的单位热值含碳量和碳氧化率数据。

4.3 原材料运输过程碳排放计算

4.3.1 活动数据及来源

(1) 原料运输距离

	原材料运输距离（公里）
地点	存贮仓库
距离（公里）	135
供货次数	/
数据来源：	企业运输台账

(2) 运输车型

	产品
数值：	货车（汽油）
数据来源：	企业提供

4.3.2 排放因子及来源

原材料采用货车柴油车辆运输，采用“运输车辆能耗统计辅助方

法 2-单位行驶里程能耗计算法”。

百公里油耗及甲烷、氧化亚氮排放因子		
运输车辆	车辆的排放因子	
货车（汽油）	百公里耗柴油 8.9 升	
数据来源	《陆上交通运输企业温室气体排放核算方法与报告指南（试行）》	
气体种类	排放因子（mg/km）	全球变暖潜势（GWP）值（tCO ₂ e）
CH ₄	175	21
N ₂ O	30	310
数据来源	指南	《省级温室气体清单编制指南（试行）》

4.3.3 原材料运输碳排放量计算结果

根据上述确认的活动水平数据，工作组计算了原材料运输过程碳排放量，结果如下。

燃油类型	公里数	每公里油耗	密度	燃油低位热值	单位热值含碳量	碳氧化率	CO ₂ 与碳的分子量比	温室气体排放量
	km	L/km	t/L	GJ/t	tC/GJ	%	--	tCO ₂
	A	B	C	D	E	F	G	$I=A*B*C*D*E*F*G/100$
汽油	135	0.089	0.74	43	0.0311	98	3.67	42.72

4.4 产品生产过程碳排放计算

4.4.1 活动数据及来源

（1）外购天然气的消耗量

数据来源：	《2024 年生产年报》
监测方法：	流量计测量
监测频次：	连续监测

记录频次：	每月记录并结算	
监测设备维护：	/	
数据缺失处理：	无缺失	
交叉核对：	企业分别提供了《2024 年生产年报》与财务部门的 2024 年外购天然气发票，数据偏差 2%。由于发票统计周期存在偏差，检查组采用《2024 年生产年报》中天然气消耗量数据。	
核查结论	核实的天然气消耗量符合《工业企业温室气体排放核算和报告通则》（GB/T 32150-2015）的要求，数据真实、可靠，与企业《排放报告（终版）》中的数据一致。检查组最终确认的天然气消耗量如下：	
	单位	2024 年
	万 m ³	378.3

（2）外购蒸汽的消耗量

数据来源：	《2024 年生产年报》	
监测方法：	流量计测量	
监测频次：	连续监测	
记录频次：	每月记录并结算	
监测设备维护：	/	
数据缺失处理：	无缺失	
交叉核对：	企业分别提供了《2024 年生产年报》与财务部门的 2024 年外购蒸汽发票，数据偏差 2%。由于发票统计周期存在偏差，检查组采用《2024 年生产年报》中蒸汽消耗量数据。	
核查结论	核实的蒸汽消耗量符合《工业企业温室气体排放核算和报告通则》（GB/T 32150-2015）的要求，数据真实、可靠，与企业《排放报告（终版）》中的数据一致。检查组最终确认的蒸汽消耗量如下：	
	单位	2024 年
	Gj	15515.8

（3）天然气的低位发热量

	天然气低位发热量（GJ/万Nm ³ ）	
数值：	389.31	
数据来源：	《工业企业温室气体排放核算和报告通则》（GB/T 32150-2015）缺省值	
核查结论：	受核查方天然气低位发热量选取正确。	

(4) 外购电力的消耗量

数据来源:	《2024 年生产年报》	
监测方法:	电能表测量	
监测频次:	连续监测	
记录频次:	每月记录并结算	
监测设备维护:	电业局负责校准和维护	
数据缺失处理:	无缺失	
交叉核对:	企业分别提供了《2024 年生产年报》与财务部门的2024 年外购电力发票，数据偏差2%。由于发票统计周期存在偏差，核查组采用《2024 年生产年报》中电力消耗量数据。	
核查结论	核实的电力消耗量符合《工业企业温室气体排放核算和报告通则》（GB/T 32150-2015）的要求，数据真实、可靠，与企业《排放报告（终版）》中的数据一致。核查组最终确认的电力消耗量如下：	
	单位	2024 年
	MWh	6644

4.4.2 排放因子和计算系数数据及来源的核查

(1) 天然气单位热值含碳量和碳氧化率

	天然气单位热值含碳量 (tC/TJ)	天然气碳氧化率
数值:	15.30	99%
数据来源:	《工业企业温室气体排放核算和报告通则》（GB/T 32150-2015）	
核查结论:	受核查方天然气单位热值含碳量和碳氧化率选取正确。	

(2) 净购入蒸汽排放因子

	蒸汽排放因子 (tCO _{2e} //GJ)
数值:	0.11
数据来源:	根据《温室气体核算方法与报告指南》我国碳排放核算指南中关于外购热力（如蒸汽）的碳排放因子缺省值

核查结论：	受核查方热力排放因子选取正确。
-------	-----------------

(3) 净购入电力排放因子

	电力排放因子 (tCO ₂ /MWh)
数值：	0.5703
数据来源：	《关于做好2023-2025 年部分重点行业企业温室气体排放报告与核查工作的通知》（环办气候函〔2023〕332 号）
核查结论：	受核查方电力排放因子选取正确。

(4) 排放量汇总

年度	2024
燃料燃烧排放量 (tCO ₂) (A)	8179.56
净购入使用的电力排放量 (tCO ₂) (B)	4024.94
净购入使用的热力排放量 (tCO ₂) (C)	1706.74
企业年二氧化碳排放总量 (tCO ₂) (D=A+B+C)	13911.23

4.5 产品运输过程碳排放计算

4.5.1 活动数据及来源

(1) 产品运输距离

	原材料运输距离 (公里)
地点	存贮仓库
距离 (公里)	6450
供货次数	/
数据来源：	企业运输台账

(2) 运输车型

	产品
数值：	货车 (汽油)

数据来源:	企业提供
-------	------

4.5.2 排放因子及来源

产品运输采用货车汽油车辆运输，采用“运输车辆能耗统计辅助方法 2-单位行驶里程能耗算法”。

百公里油耗及甲烷、氧化亚氮排放因子		
运输车辆	车辆的排放因子	
货车（汽油）	百公里耗柴油 8.9 升	
数据来源	《陆上交通运输企业温室气体排放核算方法与报告指南（试行）》	
气体种类	排放因子（mg/km）	全球变暖潜势（GWP）值（tCO ₂ e）
CH ₄	175	21
N ₂ O	30	310
数据来源	指南	《省级温室气体清单编制指南（试行）》

4.5.3 产品运输过程碳排放量计算结果

根据上述确认的活动水平数据，工作组计算了原材料运输过程碳排放量，结果如下。

燃油类型	公里数	每公里油耗	密度	燃油低位热值	单位热值含碳量	碳氧化率	CO ₂ 与碳的分子量比	温室气体排放量
	km	L/km	t/L	GJ/t	tC/GJ	%	--	tCO ₂
	A	B	C	D	E	F	G	$I=A*B*C*D*E*F*G/100$
汽油	6450	0.089	0.74	43	0.0311	98	3.67	2043.16

5 数据计算

5.1 计算结果

基于以上调研数据和计算公式，录入各个过程输入、输出清单数据等工作，结合背景数据计算得到生产单位产品的碳足迹。

5.1.1 原辅材料运输阶段排放清单

本项目考虑主要原辅材料的运输排放，运输方式为道路运输，根据实际的运输距离获得实景数据。

表 5-3 产品原辅材料运输排放清单

序号	名称	碳足迹 (tCO ₂ e)	百分比
1	盐酸-重型汽油货车运输(30t)-中国	11.08	25.93%
2	铝酸钙粉-重型汽油货车运输(30t)-中国	12.66	29.63%
3	氢氧化铝-重型汽油货车运输(30t)-中国	7.91	18.52%
4	包材-重型汽油货车运输(30t)-中国	11.08	25.93%
合计		42.72	100.00%

5.1.2 产品生产过程的碳排放排放清单

生产过程能源消耗涉及电力、天然气消耗，水作为能源介质纳入碳足迹研究，根据统计台账，各过程及单位产品消耗量如下：

表 5-2 产品生产过程各能源获取排放清单

序号	名称	碳足迹 (tCO ₂ e)	百分比
1	电力	4024.94	32.97%
2	天然气	8179.56	67.01%
3	蒸汽	1706.74	12.27%
合计		13911.23	100%

5.1.3 成品运输阶段碳排放清单

本项目成品运输方式为道路运输，根据实际的运输距离获得实景数据。

表 5-3 成品运输阶段碳排放清单

序号	名称	碳足迹 (tCO ₂ e)
1	聚氯化铝	2043.16

5.1.4 全生命周期各个过程汇总排放清单

表 5-4 全生命周期各个过程汇总排放清单

生命周期阶段	碳足迹 (tCO ₂ e)
原辅材料运输	42.72
产品生产过程的碳排放	13911.23
产品运输过程产生的碳排放	2043.16
合计	15997.12
聚氯化铝产量 (t)	39552
聚氯化铝单位产品碳排放量 (tCO ₂ /t)	0.4044

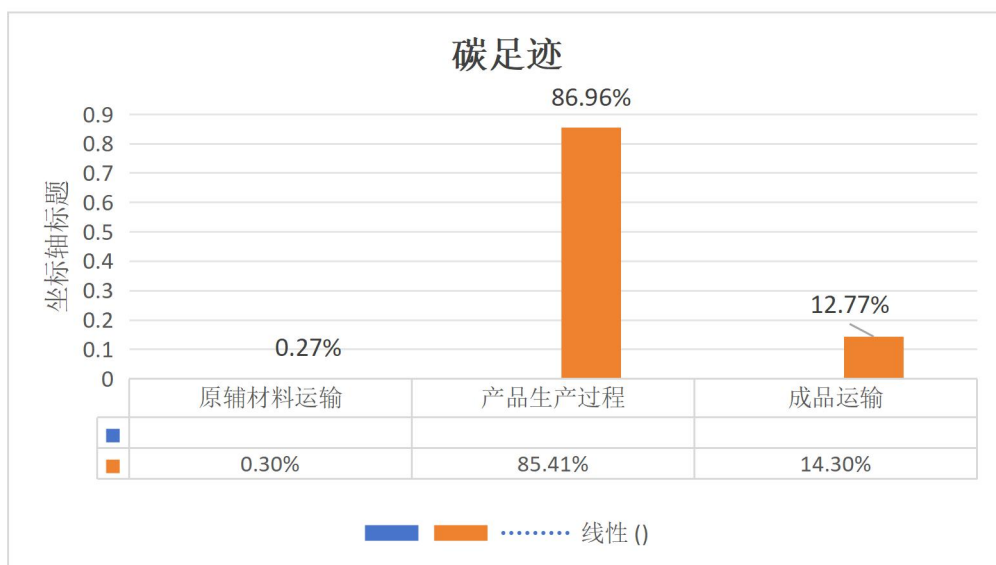


图 5-5 全生命周期各个过程排放比例图

综上，产品边界内，河南爱尔福克化学股份有限公司 1t 聚氯化铝产品全生命周期二氧化碳排放为 0.4044 吨。能源获取环节在生产过程中对该产品碳足迹贡献较大，企业可通过如下手段减低产品碳足迹：

1) 优化能源结构，降低电力的消耗量，可大幅度降低产品的碳足迹；

2) 优化生产工艺，在企业可行的条件下，降低物料消耗，也可以一定程度的减少产品的碳足迹；

3) 继续推进绿色低碳发展意识，坚定树立企业可持续发展原则，加强生命周期理念的宣传和实践。运用科学方法，加强产品碳足迹全过程中数据的积累和记录，定期对产品全生命周期的环境影响进行自查，以便企业内部开展相关对比分析，发现问题。在生态设计管理、组织、人员等方面进一步完善。

4) 推进产业链的绿色设计发展，制定生态设计管理体制和生态

设计管理制度，明确任务分工；构建支撑企业生态设计的核查体系；建立打造绿色供应链的相关制度，推动供应链协同改进。

6 不确定分析

不确定性的主要来源为初级数据存在测量误差和计算误差。减少不确定性的方法主要有：

- 1) 使用准确率较高的初级数据；
- 2) 对每一道工序都进行能源消耗的跟踪监测，提高初级数据的准确性。

7 评价结果

聚氯化铝产品全生命周期碳足迹为 $0.4044\text{tCO}_2\text{e/t}$ ，企业可以通过优化生产工艺、完善细化物料和能耗消耗量的统计、优化能源结构、加强供应链碳排放管理、继续推进绿色低碳发展意识和产业链的绿色设计发展来降低产品的碳足迹。

附件：支持性文件清单

1. 《营业执照》
2. 《组织机构图》
3. 《厂区平面图》
4. 《企业生产流程图》
5. 《企业主要耗能设备清单》
6. 计量器具台账和鉴定证书
7. 《2024 年生产年报》
8. 电力、天然气发票