

山东中科绿碳科技有限公司  
生产1T碳酸氢铵产品碳足迹  
评价报告  
(**2024**年度)

日期：2025年03月13日

# 目录

摘要	3
1.产品碳足迹介绍（PCF）介绍	4
2.目标与范围定义	6
2.1企业及其产品介绍	6
2.2研究目的	6
2.3研究范围	7
2.4功能单位	7
2.5生命周期流程图的绘制	7
2.6取舍准则	7
2.7数据质量要求	8
3.过程描述	10
(1) 过程基本信息	10
(2) 数据代表性	10
(3) 1台 0.8*2.4m平板集热器生产工艺流程如下：	10
4.数据的收集和主要排放因子说明	13
5.碳足迹计算	14
5.1碳足迹识别	14
5.2数据计算	14
6. 结语	错误！未定义书签。

## 摘要

产品碳足迹评价的目的是以生命周期评价方法为基础，采用ISO/TS14067-2013《温室气体产品碳足迹关于量化和通报的要求与指南》、《PAS2050：2011商品和服务在生命周期内的温室气体排放评价规范》、《工业其他行业企业温室气体排放核算方法与报告指南（试行）》的要求中规定的碳足迹核算方法，计算得到山东中科绿碳科技有限公司（以下简称山东中科绿碳科技有限公司）的产品碳足迹。

为了满足碳足迹的需要，本报告的功能单位定义为生产1T。系统边界为“从摇篮到大门”类型，现场调研了从获取、原材料运输、产品生产、产品包装、产品运输到客户端的生命过程，其中也调查了其他物料、能源获取的排放因子数据来源于中国生命基础数据库（CLCD）和瑞士的Ecoinvent数据库。

评价过程中，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。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IPCC数据库，以及中国生命基础数据库（CLCD）、瑞士的Ecoinvent数据库及《中国产品全生命周期温室气体排放系数集（2022）》，本次评价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。

从本次评价结果看，2024年度山东中科绿碳科技有限公司产品碳足迹：1t产品的碳足迹 $e=43.60\text{kgCO}_2\text{/t}$ ，从产品生命周期累计碳足迹贡献比例的情况，可以看出产品的碳排放环节主要集中在原材料运输上。

## 1.产品碳足迹介绍（PCF）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（ProductCarbonFootprint, PCF）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（CO<sub>2</sub>）、甲烷（CH<sub>4</sub>）、氧化亚氮（N<sub>2</sub>O）、氢氟碳化物（HFC）和全氟化碳（PFC）等。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（CO<sub>2e</sub>）表示，单位为kgCO<sub>2e</sub>或者gCO<sub>2e</sub>。全球变暖潜值（GlobalWarmingPotential, 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。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（CarbonTrust）、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(WorldResourcesInstitute, 简称WRI)和世界可持续发展工商理事会(WorldBusinessCouncilforSustainableDevelopment, 简称WBCSD)发布的产品和供应链标准；

③《ISO/TS14067：2013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PAS2050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企业及其产品介绍

山东中科绿碳科技有限公司是上海中科绿碳化工科技有限公司的全资子公司，由上海有机化学研究所、山东潍焦控股集团有限公司等共同投资组建。公司主要从事绿色节能化学、化工新技术开发及化学工程项目工艺包的研制，是目前国内一家以中试放大、技术孵化、技术服务为主要业务的公司。

目前，山东中科主要承担上海中科研发项目的中试放大及高附加值精细化工产品的试验任务。项目一期任务主要是研究二氧化碳一步法合成DMF的产业化应用技术及工艺包的开发。

公司10万吨/年CO<sub>2</sub>资源化利用合成食品添加剂项目是中科绿碳公司充分依托国内最顶尖的中国科学院上海有机化学研究所丁奎岭院士CO<sub>2</sub>资源化利用专业团队，采用国内最先进的杭州快凯CO<sub>2</sub>捕获净化技术，回收园区内排放的CO<sub>2</sub>而建设的产品纯度高、质量好的CO<sub>2</sub>变废为宝的高科技项目。

公司获得山东省院士工作站、枣庄市CO<sub>2</sub>资源化利用工程技术研究中心、枣庄市二氧化碳资源化利用技术重点实验室、枣庄市CO<sub>2</sub>资源化利用技术科技协同创新中心、枣庄市二氧化碳资源化利用工程实验室、枣庄市科技型中小企业、枣庄市企业技术中心、省级专家服务基地、枣庄市“专精特新”中小企业、山东省“专精特新”中小企业、山东省二氧化碳化学转化利用中试示范基地、两化融合示范企业等荣誉。

### 2.2研究目的

本次评价的目的是得到山东中科绿碳科技有限公司生产的1T碳酸氢铵产品全生命周期过程的碳足迹。

碳足迹核算是山东中科绿碳科技有限公司实现低碳、绿色发展的基础和关键，披露产品的碳足迹是山东中科绿碳科技有限公司环境保护工

作和社会责任的一部分，也是山东中科绿碳科技有限公司迈向国际市场的重要一步。本项目的研究结果将为山东中科绿碳科技有限公司与产品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。

本项目评价结果的潜在沟通对象包括两个群体：一是山东中科绿碳科技有限公司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

根据本项目评价目的，按照ISO/TS14067-2013、《PAS2050：2011商品和服务在生命周期内的温室气体排放评价规范》，本次碳足迹评价的边界为山东中科绿碳科技有限公司2024年全年生产活动及非生产活动数据。

### 2.4 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1T。

### 2.5 生命周期流程图的绘制

根据《PAS2050：2011商品和服务在生命周期内的温室气体排放评价规范》生产1吨产品的生命周期流程图，其碳足迹评价模式为从商业到商业（B2B）评价：包括从原料生产运输、产品制造、包装。在本报告中，产品的系统边界属于“从摇篮到大门”的类型，为了实现上述功能单位，产品的系统边界见下表：

**表2.1 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
1 生命周期过程包括：原材料生产运输→产品生产→产品销售	1 资本设备的生产及维修
2 电力生产	2 产品的运输、销售和使用
3 其他辅料的生产	3 产品回收、处置和废弃阶段
	4 其他辅料的运输

### 2.6 取舍准则

此次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。

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。

基于评价目标的定义，本次评价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。

评价过程中统计了各种温室气体，包括二氧化碳（ $\text{CO}_2$ ），甲烷（ $\text{CH}_4$ ），氧化亚氮（ $\text{N}_2\text{O}$ ），四氟化碳（ $\text{CF}_4$ ），六氟乙烷（ $\text{C}_2\text{F}_6$ ），六氟化硫（ $\text{SF}_6$ ）和氢氟碳化物（HFC）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 $\text{CO}_2$ 当量（ $\text{CO}_2\text{e}$ ）。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（ $\text{CO}_2\text{e}$ ）为基础，甲烷的特征化因子就是 $25\text{kgCO}_2\text{e}$ 。

## 2.7数据质量要求

为满足数据质量要求，在本评价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

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，在评价过程中优先选择来自生产商和供应商直接提供的初级数据，其中经验数据取平均值，本评价在2024年4月进行数据的调查、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IPCC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IPCC数据库中数据。

采用eFootprint软件的来建立产品生命周期模型，计算碳足迹和分析计算结果，评价过程中的数据库采用中国生命基础数据库（CLCD）和瑞士的Ecoinvent数据库。

数据库的数据是经严格审查，并广泛应用于国内国际上的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。

### 3.过程描述

#### (1) 过程基本信息

过程名称：生产过程

过程边界：从原料运输到产品的生产

#### (2) 数据代表性

主要数据来源：企业2024年实际生产数据

企业名称：山东中科绿碳科技有限公司

产地：山东省枣庄市薛城区邹坞镇薛城循环经济产业园

基准年：2024年

主要原料：液氨、二氧化碳等

主要能耗：电力、蒸汽、水

#### (3) 加工流程：

主要工艺流程为：脱苯、脱硫、脱炔、硫化、反应、稠厚、离心。

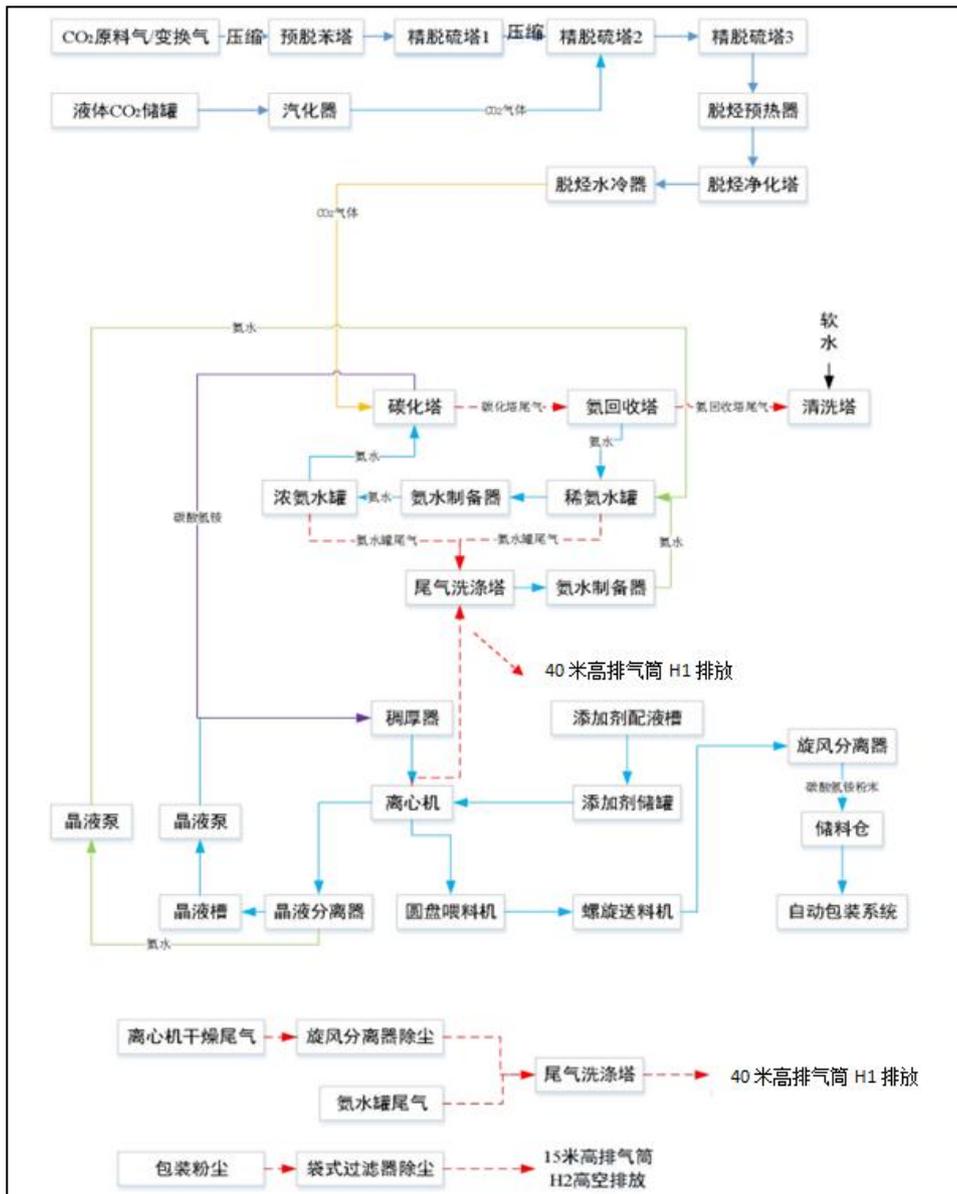


图1.3.2-1 工艺流程图

1、脱苯：脱苯是指从  $\text{CO}_2$  气体中去除苯 ( $\text{C}_6\text{H}_6$ ) 等挥发性有机化合物 (VOCs) 的过程。苯是一种有毒有害物质，常见于石油化工、炼油、焦化等行业的废气中。

2、脱硫：二氧化碳 ( $\text{CO}_2$ ) 气体脱硫工艺是指从  $\text{CO}_2$  气体中去除含硫化合物 (如硫化氢  $\text{H}_2\text{S}$ 、二氧化硫  $\text{SO}_2$  等) 的过程。这种工艺在天然气处理、炼油厂、化工厂以及碳捕集与封存 (CCS) 等领域中非常重要，因为含硫化合物不仅会腐蚀设备，还会影响后续工艺和产品质量。

3、脱烃：利用吸附剂（如活性炭、分子筛、金属有机框架材料 MOFs）对烃类化合物的高吸附能力，将其从 CO<sub>2</sub> 气体中分离。

4、硫化：去除天然气中的 H<sub>2</sub>S，同时将 CO<sub>2</sub> 转化为有价值的硫化物。

5、反应：与氨水反应生成碳酸氢铵。

6、稠厚：稠厚工艺是指通过物理或化学方法将低浓度的 CO<sub>2</sub> 气体浓缩或转化为高浓度 CO<sub>2</sub> 的过程。这种工艺在碳捕集与封存（CCS）、食品工业、化工生产以及环境保护中具有重要意义。

6、离心：离心工序是一种利用离心力分离混合物中不同组分的过程，广泛应用于化工、制药、食品、环保等行业。通过高速旋转产生的离心力，可以实现液体与固体、液体与液体或液体与气体的分离。

#### 4.数据的收集和主要排放因子说明

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的量化数据（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。如：电力的排放因子可表示为： $\text{kgCO}_2/\text{kWh}$ ，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 $\text{CH}_4$ （甲烷）的GWP值是25。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。活动水平数据主要包括：外购电力消耗量、柴油消耗量等。排放因子数据主要包括外购电力排放因子、生产过程排放因子和交通运输排放因子等。

## 5.碳足迹计算

### 5.1碳足迹识别

结合生产的碳足迹分析，本次评价不涉及消费终端的排放量，以及对于原材料获得所需碳排放的计算，没有计算原材料加工的碳足迹，仅计算从原材料供应商到公司仓库的碳足迹。

表5.1碳足迹过程识别表

序号	主体	活动内容	备注
1	原材料获取	运输排放	/
2	生产过程	原料、能源	/
3	产品运输	运输排放	/

### 5.2数据计算

#### (1) 原材料获取

公司主要原材料供应商到公司的平均距离具体见下表，运输方式以公路运输为主。

表5.2.1过程运输信息表

物料名称	毛重t	运输距离km	运输类型
液氨	23121.34	46	汽车运输
二氧化碳	19524.04	46	汽车运输

注：运输数据上游数据来源均来自CLCD数据库

原材料运输阶段活动水平为根据供应商与企业平均距离计算所得的货物周转量，具体数据如下。

表5.2.2过程运输信息表

原辅材料	活动水平	单位	运输类型
液氨	23121.34	t	汽车运输（载荷2吨）
二氧化碳	19524.04	t	汽车运输（载荷10吨）