

山东公泉化工股份有限公司

产品碳足迹报告（2023 年度）

山东公泉化工股份有限公司

日期：2024 年 1 月 10 日

目 录

目 录	1
摘 要	1
1.产品碳足迹介绍（PCF）介绍	1
2. 目标与范围定义	1
2.1 企业及其产品介绍	1
2.2 研究目的	2
2.3 研究范围	2
2.4 功能单位	2
2.5 生命周期流程图的绘制	2
2.6 分配原则	3
2.7 取舍准则	3
2.8 取舍准则	3
2.9 软件和数据库	4
2.10 数据质量要求	4
3. 过程描述	4
3.1 催化剂生产过程	4
4. 数据的收集和主要排放因子说明	7
5. 碳足迹计算	8
5.1 碳足迹识别	8
5.2 数据计算	8
6. 结语	10

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/TS 14067-2013《温室气体产品碳足迹关于量化和通报的要求与指南》、《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》、《工业其他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，计算得到山东公泉化工股份有限公司催化剂的碳足迹。

为了满足碳足迹的需要，本报告的功能单位定义为生产 1 吨。系统边界为“从摇篮到客户”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）和瑞士的 Ecoinvent 数据库，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 GreenIn2.0 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，2023 年度公泉化工催化剂产品碳足迹：1t 催化剂的碳足迹 $e=8.19\text{tCOeq/t}$ ，从催化剂生命周期累计碳足迹贡献比例的情况，可以看出催化剂的碳排放环节主要集中在生产过程上，其次是产品运输及原材料获取过程。

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（Product Carbon Footprint, 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（CO₂）、甲烷（CH₄）、氧化亚氮（N₂O）、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（CO₂e）表示，单位为kg CO₂e 或者 g CO₂e。全球变暖潜值（Global Warming Potential, 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（Carbon Trust）、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：产品生命周期核算与报告标准》，此标准是由世界资源研究所(World Resources Institute, 简称 WRI)和世界可持续发展工商理事会 (World Business Council for Sustainable Development, 简称 WBCSD)发布的产品和供应链标准；③《ISO/TS 14067: 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 PAS 2050 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

山东公泉化工股份有限公司成立于 2018 年 9 月 30 日，注册资金 4200 万元，

是专业从事工业除尘、烟气治理领域各种复合过滤材料的研发、生产和销售股份有限公司。现有员工 196 人，2022 年销售收入 12208.96 万元。

公司在稳固现有产品市场的基础上，不断向高端滤料产品进军，采用先进的针刺无纺技术及后处理技术，生产出一系列针对于高温、高腐蚀工况烟气除尘用高端复合超净排放过滤材料，是针对于高温烟气除尘的新型环保产品。与普通过滤材料相比，具有产品价格低，过滤精度高，使用寿命长等优点，已广泛应用于钢铁、水泥、陶瓷等行业。技术水平达到国内领先，填补了国内空白，可替代进口同类高温滤料，是解决 PM2.5 问题的有效产品之一。

2.2 研究目的

本次评价的目的是得到公泉化工催化剂产品全生命周期过程的碳足迹。

碳足迹核算是新力环保实现低碳、绿色发展的基础和关键，披露产品的碳足迹是新力环保环境保护工作和社会责任的一部分，也是新力环保迈向更大市场的重要一步。本项目的研究结果将为新力环保与催化剂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：一是新力环保内部管理人员及其他相关人员，二是企业外部利益相关方，如上游原材料供应商、下游产品采购商、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/TS 14067-2013、《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新力环保 2022 年全年生产活动及非生产活动数据。由于催化剂运输采用袋装方式，涉及包装，因此，确定本次评价边界为：产品的碳足迹=原料生产+原料生产运输+产品过程生产+包装+产品运输。

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 1 吨催化剂。

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》绘制 1t 白砂糖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、原材料运输、产品制造、包装和运输到分销商。

在本报告中，产品的系统边界属于“从摇篮到客户”的类型，为了实现上述功能单位，催化剂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 催化剂生产的生命周期过程包括：原材料生产→原材料运输→产品生产→产品销售 2 电力生产、蒸汽的生产 3 废水处理达标排入自然水体的过程 4 其他辅料的生产 5 产品的运输	1 资本设备的生产及维修 2 产品的运输、销售和使用 3 产品回收、处置和废弃阶段 4 其他辅料的运输

2.6 分配原则

由于在本次评价系统边界下，生产催化剂过程产生少许副产品，由于未单独统计，因此将生产原材料与能源消耗全部计入催化剂生产过程。

2.7 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。

2.8 取舍准则

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（CO₂），甲烷（CH₄），氧化亚氮（N₂O），四氟化碳（CF₄），六氟乙烷（C₂F₆），六氟化硫（SF₆）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 CO₂ 当量（CO₂e）。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（CO₂e）为基础，甲烷的特征化因子就是 25kg CO₂e。

2.9 软件和数据库

2.10 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 2022 年 1 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

3.1 催化剂生产过程

（1）过程基本信息

过程名称：催化剂

过程边界：从原料运输到催化剂的生产

（2）数据代表性

主要数据来源：企业 2022 年实际生产数据

企业名称：山东公泉化工股份有限公司

产地：中国山东省淄博市

基准年：2023 年

主要原料：三氧化钼、碱式碳酸镍、磷酸、柠檬酸、干胶、田菁粉、硅溶胶、纤维素、助剂、二氧化硅、氟化铵、纯铝酸钙水泥、石墨、碱式碳酸钴。

主要能耗：电力和蒸汽

生产主要工艺介绍如下：

（1）载体生产。物料由原料仓库经叉车运输到车间，人工按投料比例向原料料仓中加入经人工计量的自制干胶、外购干胶及田菁粉。原料料仓上方设置集气系统，原料通过高差由原料料仓加入碾压机中。人工向原料料仓投加粉状物料时会产生投料粉尘（G1）、废包装袋（S1）。

开启混碾系统，将每种物料以工艺要求的加料顺序，在不同的时间间隔内加入混碾系统进行物料混碾，混碾过程中通过目测和手感物料的干湿程度而适当加水。醋酸、硝酸的作用均为增加载体强度。待物料混碾成可塑体后停止混碾，移出物料。碾压工艺过程中会产生碾压废气（G2）、废包装袋（S2）。碾压废气主要为颗粒物、非甲烷总烃及硝酸雾。醋酸在碾压过程产生少量有机废气（以非甲烷总烃计），硝酸在碾压过程会有少量硝酸挥发。

将碾压好的可塑体物料移至挤条机上进行挤条，控制转速，要求挤出的条形物有硬实感。挤条过程中由于物料具有一定含水量，粉尘（G3）产生量很少。

挤出湿条经传送带进入低温干燥带，网带上的料层厚度控制在 120mm 干燥温度 120-150℃，干燥至恒重。低温干燥带利用蒸汽进行干燥，干燥过程产生少量粉尘及非甲烷总烃（G4）。由于碾压过程中加入少量的醋酸，低温干燥过程产生少量有机废气（以非甲烷总烃计）。

对干燥后的物料进行焙烧。焙烧采用静态辊窑，电加热，静态辊窑控制料层厚度 40-60mm，动态焙烧控制进料速度 120-150kg/h。焙烧时间 3-4 小时，温度 500-800℃不等（视具体催化剂牌号而定）。出料温度不高于 70℃。网带窑焙烧废气（G5）主要污染物为粉尘、非甲烷总烃及氮氧化物。

（2）成品生产。按照催化剂活性组分，配制相应的浸液。以钼、镍浸液为例，据催化剂活性组分含量计算配制浸液所需三氧化钼、碱式碳酸镍、磷酸的投料量。按计算量称好三氧化钼、碱式碳酸镍、磷酸后，先把所需要量的净水放入

浸液配制罐，在搅拌下依次加入三氧化钼、碱式碳酸镍，再缓慢加入磷酸（防止突沸），搅拌均匀后升温至一定温度，恒温搅拌 0.5-2.0 小时（视溶解情况而定），待物料全部溶解后降温至 50℃以下，补加净水至所配浸液体积，搅拌均匀后取样分析，分析合格后待用。配制浸液过程中由于粉状物料的投加会产生少量粉尘（G7）及废包装袋（S3）。

称取一定量整形合格的催化剂载体置于浸渍装置中，开动浸渍装置，控制转动速度和角度，使物料能相对移动，控制浸液罐中压力合适。打开喷嘴阀门，使浸液喷向载体。当浸液喷浸完毕，继续转动匀化一段时间，匀化结束后取出物料。喷浸过程中会产生少量粉尘（G8）。

对浸渍后的载体进行干燥。此干燥采用动态回转炉，电加热，控制进料速度在 150-240kg/h（以湿料计），干燥温度 120-150℃。干燥废气（G9）主要污染物为粉尘、非甲烷总烃。

干燥至恒重的浸后载体在动态活化炉中予以活化，电加热，控制进料速度在 250-300kg/h，活化温度 400-500℃，时间 3-4h。出料温度不高于 70℃。活化废气（G10）主要污染物为粉尘、非甲烷总烃。

出活化炉的催化剂经转送带直接进入筛分机筛分，筛除携带的粉料及细颗粒料，合格产品及时包装，避免吸潮。筛分包装过程在密闭包装间内进行。包装过程产生粉尘（G11）及筛下料。

整个加氢催化剂生产过程中布袋除尘器收集的粉尘及整形、筛分过程产生的不合格废料均回用至碾压工序。在实际生产过程中布袋除尘器收集的粉尘较易出现粘结成块的状态，整形、筛分过程产生的不合格废料主要为硬条状，直接回用至碾压工序不利于物料之间的充分混合，影响载体强度。本次环保提升改造过程企业拟新增一套破碎机，用于破碎布袋除尘器收集的粉尘及不合格废料，破碎后的物料再回用于碾压工序。

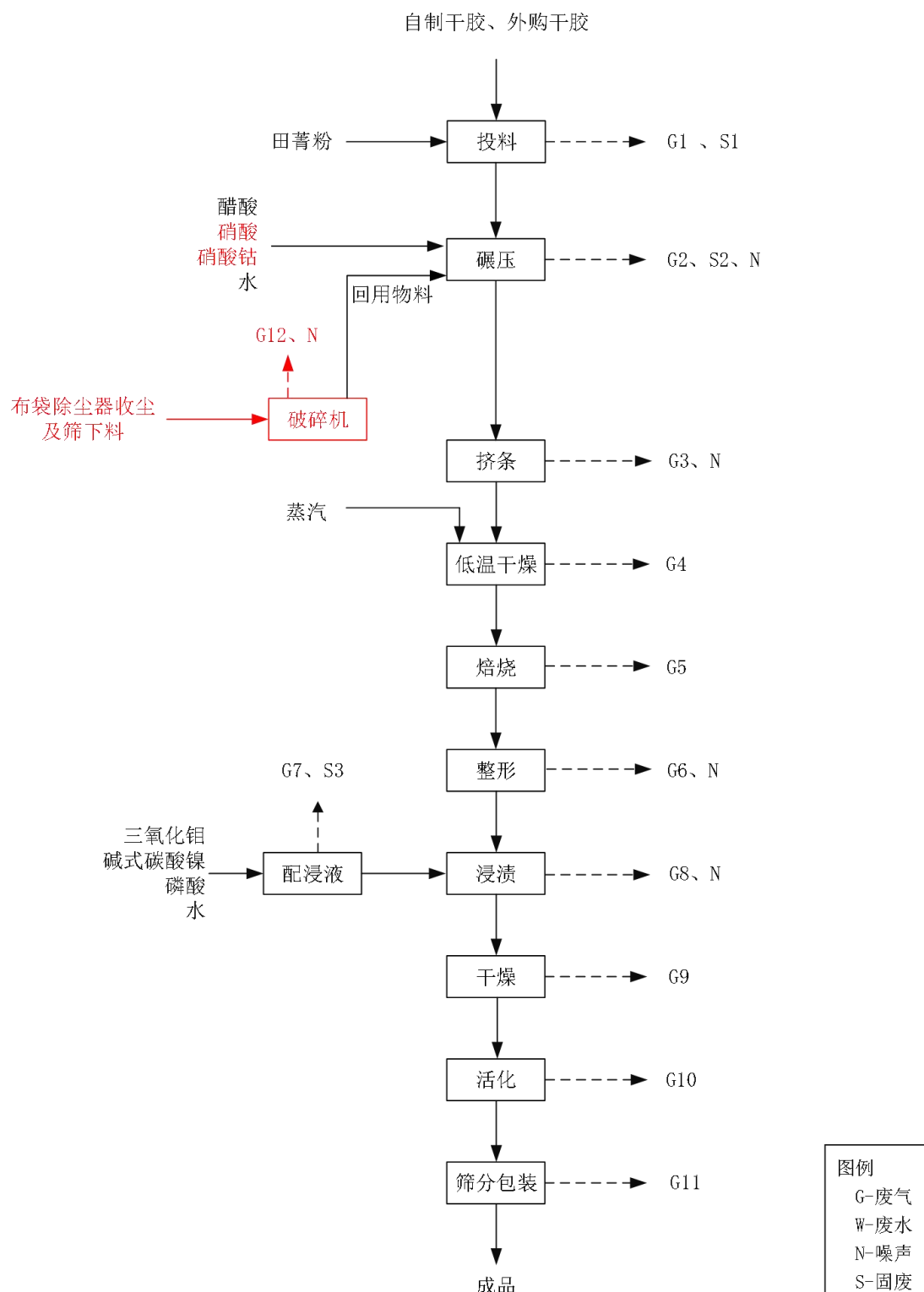


图 1 工艺流程图

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： $\text{CO}_2\text{e}/\text{kWh}$ ，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 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：原料煤消耗量、石灰消耗量、外购电力消耗量、蒸汽消耗量等。排放因子数据主要包括石灰石排放因子、外购电力排放因子、外购蒸汽排放因子、催化剂生产过程排放因子和交通运输排放因子。

5. 碳足迹计算

5.1 碳足迹识别

结合催化剂生产的碳足迹分析，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	催化剂生产过程	原料、能源	/
3	原料运输	运输排放	/
4	产品运输	运输排放	/

5.2 数据计算

（1）原材料获取

公司原材料供应商到公司的距离具体见下表，运输方式以公路运输为主。

表 5.2 原材料采购运输信息表

原辅材料名称	供应商位置	货运运行里程数 (公里)	运输类型
三氧化钨	东营	13664	汽车
碱式碳酸镍	东营	16128	汽车
磷酸	潍坊	9024	汽车
柠檬酸	淄博	390	汽车
干胶	济南	2760	汽车

硅溶胶	淄博	17388	汽车
纤维素	淄博	650	汽车
助剂	济南	1932	汽车
碱式碳酸钴	济南	4830	汽车
合计	/	66766	/

根据《IPCC2006 国家温室气体清单指南》和《省级温室气体清单编制指南（试行）》，公路运输能耗计算公式如下：

公路（道路）交通能耗=百公里油耗*运行里程数*保有量（5.1）

根据《中国交通运输能源消耗水平测算与分析》，中型货车平均百公里油耗为 27.6（升/百公里）。

各类原辅材料货车运行里程数见上表 5.2。

根据上述公式计算得到原辅材料运输能耗结果如下：

表 5.3 原材料采购运输柴油耗量表

总里程数	柴油消耗量(升)	柴油消耗量(吨)
66766	1842741.6	1548

其中柴油排放因子为 3.145 tCO₂/t。通过核算，原辅材料获取过程中二氧化碳排放为 4868.47t。

（2）催化剂生产

新力环保在生产过程中，二氧化碳排放包含生产过程中消耗电力排放、消耗蒸汽排放。

表 5.4 生产过程中能源消耗量

能耗类别	活动水平	排放因子	二氧化碳排放量
电力	9122.92MWh	0.5703tCO ₂ /MWh	5202.80
蒸汽	36415.28	0.11 tCO ₂ /GJ	4005.68
合计	/	/	9208.48

通过核算，生产过程中产生二氧化碳排放为 9208.48 吨。

（3）催化剂运输

公泉化工在产品运输过程中，二氧化碳排放主要为货车公路运输产生的排放。

2022 年企业全年一共产 2580.89 吨，按工厂辐射 150 公里发运半径，中型货车百公里油耗为 27.6（升/百公里）。根据上述公式（4.1）计算得到产品运输柴油消耗量为 2671211 升，折算为 2243 吨。柴油排放因子为 3.145 tCO₂/t。通过核算，产品运输过程中产生二氧化碳排放为 7055.23 吨。

表 5.5 吨催化剂碳足迹

序号	清单	二氧化碳排放量 (t)
1	原材料运输 (tCO ₂)	4868.47
2	催化剂生产 (tCO ₂)	9208.48
3	催化剂运输 (tCO ₂)	7055.23
4	催化剂全生命周期 (tCO ₂)	21132.18
5	催化剂产量 (t)	2580.89
6	催化剂碳足迹 (tCO ₂ /t)	162.24

根据公式 (4) 可以计算出 1 吨催化剂的碳足迹 $e=8.19\text{tCO}_2\text{e/t}$ ，从催化剂生命周期累计碳足迹贡献比例的情况，可以看出催化剂的碳排放环节主要集中在生产上，其次是产品运输过程。

所以为了减小催化剂的碳足迹，应重点考虑减少催化剂生产过程的碳足迹，主要为降低生产过程的碳排放，在企业可行的条件下，降低物料消耗，也是一个重要途径。

为减小产品碳足迹，建议如下：

(1) 通过设备改变运输方式、提高单次运输效率，有效减少运输过程中燃料的消耗。

(2) 加强节能工作，从技术及管理层面提升能源效率，减少蒸汽投入，厂内可考虑实施节能改造，重点提高能源的利用率，从而减少蒸汽的使用量；

(3) 在分析指标的符合性评价结果以及碳足迹分析、计算结果的基础上，结合环境友好的设计方案采用落实生产者责任延伸制度、绿色供应链管理工作，提出产品生态设计改进的具体方案。

(4) 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。

(5) 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：使用准确率较高的初级数据；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。

6. 结语

山东公泉化工股份有限公司每生产 1 吨产品产生 $8.19\text{tCO}_2\text{e}$ ，其中催化剂生

产过程在整个生命周期过程中占比最大，达到 43.58%，企业可以通过工艺技术改造，减少能源，原材料的消耗，以达到产品的碳减排。