
河南中孚炭素有限公司
预焙阳极
产品碳足迹报告



2019年3月

目 录

1、执行摘要.....	1
2、产品碳足迹介绍（PCF）介绍.....	2
3、目标与范围定义.....	3
3.1 企业及产品介绍.....	3
3.2 研究目的.....	3
3.3 研究的边界.....	4
3.4 功能单位.....	4
3.5 生命周期流程图的绘制.....	4
3.6 取舍准则.....	5
3.7 影响类型和评价方法.....	6
3.8 数据质量要求.....	6
4、过程描述.....	7
4.1 生产过程.....	7
6、碳足迹计算.....	9
6.1 碳足迹识别.....	9
6.2 计算表格.....	9
7、数据计算.....	12
7.1 计算公式.....	12

7.2 计算结果.....	13
8、不确定分析.....	15
9、结语.....	15

1、执行摘要

本项目由河南中孚炭素有限公司执行完成。研究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.产品的碳排放量.量化和通信的要求和指南》、PAS2050:2011《商品和服务在生命周期内的温室气体排放评价规范》的要求中规定的碳足迹核算方法，计算得到企业产品的碳足迹。

为了满足碳足迹第三方认证以及与各相关方沟通的需要，本报告的功能单位定义为生产 1 吨预焙阳极。系统边界为“从摇篮到坟墓”类型，现场调研了从原材料进厂到产品使用完成的生命过程，其中也调查了其他物料、能源获取的排放因子数据来源于数据库。

报告中对生产的不同过程比例的差别、各生产过程迹累碳足计比例做了对比分析。从单个过程对碳足迹贡献来看，发现电力获取对产品碳足迹的贡献最大。

研究过程中，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。生产生命周期主要过程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。

2、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[1]。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[2]，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[3]。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[4]；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[5]。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。

3、目标与范围定义

3.1 企业及产品介绍

河南中孚炭素有限公司地处巩义市豫联工业园区，是河南中孚实业股份有限公司控股子公司，注册资本 16996 万元。目前，公司总资产已达 69337 万元。公司设计产能为年产 15 万吨预焙阳极，3 台回转窑，2 台焙烧炉。公司占地面积 42 万平米，其中生产用地 28.8 万平米。

3.2 研究目的

本研究的目的是得到企业生产的预焙阳极产品全生命周期过程的碳足迹，为第三方碳足迹认证提供详细信息和数据支持。

碳足迹核算是企业实现低碳、绿色发展的基础和关键，披露产品

的碳足迹是京宝焦化环境保护工作和社会责任的一部分，也是京宝焦化迈向国际市场的重要一步。本项目的研究结果将为京宝焦化与预焙阳极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。

本项目研究结果的潜在沟通对象包括两个群体：一是京宝焦化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。

3.3 研究的边界

根据本项目研究目的，按照 ISO/TS 14067-2013、PAS 2050: 2011 标准的要求，本次碳足迹评价的边界为河南中孚炭素有限公司 2019 年全年生产活动及非生产活动数据。因此，确定本次评价边界为：产品的碳足迹=能源+包装储存+运输+原料+使用。

3.4 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 吨的预焙阳极。

3.5 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 预焙阳极产品的生命周期流程图，其碳足迹评价模式为从商业到消费者（B2C）评价：包括从原材料，通过制造、分销

和零售，到消费者使用，以及最终处置或再生利用整个过程的排放。

在这项研究中，产品的系统边界属“从摇篮到大门”的类型，为了实现上述功能单位，预焙阳极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
ü 预焙阳极生产的生命周期过程包括：原材料获取→生产→预焙阳极生产	ü 资本设备的生产及维修
ü 中国的电力生产的生产	ü 产品的运输、销售和使用
ü 其他辅料的生产	ü 产品回收、处置和废弃阶段
ü 预焙阳极的运输	ü 其他辅料的运输
ü 预焙阳极的使用	

3.6 取舍准则

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：

l 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% ；

l 大多数情况下，生产设备、厂房、生活设施等可以忽略；

l 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，无忽略的物料。

3.7 影响类型和评价方法

基于研究目标的定义，本研究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。

研究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），氢氟碳化物（HFC）和哈龙等。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]。

3.8 数据质量要求

为满足数据质量要求，在本研究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，在研究过程中首先选择来自生产商和供应商直接提供的初级数据，其中企业提供的经验数据取平均值，本研究在 2019 年 3 月进行企业现场数据的调查、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 eBalance 4.7 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，研究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。

4、过程描述

4.1 生产过程

(1) 过程基本信息

过程名称：预焙阳极

过程边界：从原料进厂到客户使用

(2) 数据代表性

主要数据来源：企业 2019 年实际生产数据

企业名称：河南中孚炭素有限公司

产地：中国河南

基准年：2019 年

主要原料：石油焦

主要能耗：电力

生产主要工艺介绍如下：

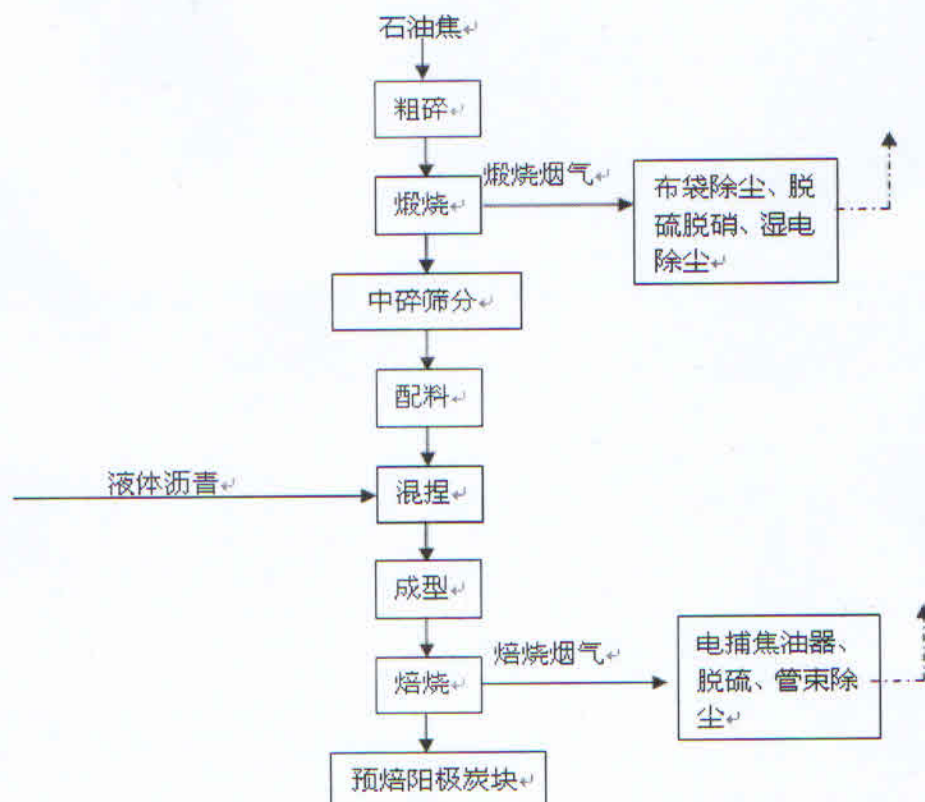


图 3.1 产品生产流程图

5、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 21。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：天然气消耗量、外购电力和外购蒸汽消耗量等。排放因子数据主要包括天然气排放因子、外购电力排放因子和外购蒸汽排放因子。

6、碳足迹计算

6.1 碳足迹识别

序号	主体	活动内容	备注
1	主要生产过程	原料、电力	/
2	辅助生产过程	电力、柴油	/
3	原料运输	运输排放	/

6.2 计算表格

6.2.1 预焙阳极（每吨）生产过程数据清单

预焙阳极

序号	清单	用途	消耗	单位	排放因子来源
1	石油焦	原料	1.31	t	《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）》
4	电力	能源	35	kWh	《中国区域电网平均二氧化碳排放因子》华中区域电网平均CO ₂ 排放因子
6	柴油	能源	0.1	Kg	《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）》

部分可公开获取排放因子

能源种类	组分	排放因子	GWP
汽油 (t)	CO ₂	74100 Kg/TJ	1
	CH ₄	3.9 Kg/TJ	25
	N ₂ O	3.9 Kg/TJ	298

天然气 (t)	CO2	0.0555t/GJ	1
	CH4	1 Kg/TJ	25
	N2O	1 Kg/TJ	298
污水处理	CH4	0.175kgCH4/kgCOD	25
二氧化碳泄漏	CO2	40%	1
电力 (MWh)	CO2	0.5257tCO2/MWh	1
热力 (蒸汽) (GJ)	CO2	0.11tCO2/GJ	1
合计	/	/	/

6.2.2 CO2、CH4、N2O 的增温潜势

名称	化学式	GWP
二氧化碳	CO2	1
甲烷	CH4	25
氧化亚氮	N2O	298

6.2.3 汽油排放的 CO2、CH4、N2O 的排放因子

名称	化学式	排放因子
二氧化碳	CO2	74100 Kg/TJ
甲烷	CH4	3.9 Kg/TJ
氧化亚氮	N2O	3.9 Kg/TJ

6.2.4 天然气排放的 CO2、CH4、N2O 的排放因子

名称	化学式	排放因子
二氧化碳	CO ₂	56100Kg/TJ
甲烷	CH ₄	1 Kg/TJ
氧化亚氮	N ₂ O	1 Kg/TJ

6.2.5 电力、热力排放的 CO₂、CH₄、N₂O 的排放因子

名称	排放因子
电力	0.5257tCO ₂ /MWh
热力	0.11tCO ₂ /GJ

6.2.6 主要原材料产地

名称	产地	距离 (km)
石油焦	郑州	50

7、数据计算

7.1 计算公式

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：

$$E_i = A_i \times EF_i \quad (1)$$

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(如耗煤量，t)；

E_i 为第*i*种活动的排放因子，即单位燃料下二氧化碳排放量，不同的燃料排放因子的单位有所不同。

2. 二氧化碳排放总当量计算公式为：

$$E = \sum_i A_i \times EF_i \quad (2)$$

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：

$$E_{ij} = A_{ij} \times EF_{ij} \times GWP_j \quad (3)$$

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(如耗煤量，t)；

EF_{ij} 为第*i*种活动的第*j*种温室气体的排放因子，即单位燃料下二氧化碳排放量，不同的燃料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。

二氧化碳排放总当量：

$$E = \sum_i \sum_j A_{ij} \times EF_{ij} \times GWP_j \quad (4)$$

7.2 计算结果

吨预焙阳极产品碳足迹

序号	清单	排放量 (t)
1	石油焦	3.65
2	电力	0.02

3	柴油	0.21
4	运输	0.30
5	使用	3.07
合计		7.38

根据公式(4)可以计算出 1t 预焙阳极产品的碳足迹 $e=7.25tCO_2e$ ，从预焙阳极生命周期累计碳足迹贡献比例的情况，可以看出预焙阳极的碳排放环节主要集中在原料石油焦使用和产品消耗上。

所以为了减小预焙阳极碳足迹，应重点考虑减少预焙阳极原材料的消耗，其次，降低石油焦的消耗量，主要为采用运输距离较近的原材料，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)、降低预焙阳极的原料消耗，提高物料利用率；
- 2)、加强节能工作，从技术及管理层面提升能源效率，减少能源投入，厂内可考虑实施节能改造，重点提高电力的利用率；
- 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、绿色供应链管理等工作，提出产品生态设计改进的具体方案。

4)、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。

6)、 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评价体系；建立打造绿色供应链的相关制度，推动供应链协同改进。

8、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：

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。

9、结语

低碳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。