

澄迈华盛天涯水泥有限公司

产品碳足迹报告

(2022 年度)

核查机构名称（公章）：海南碳管家低碳科技有限公司
核查报告签发日期：2023 年 7 月 29 日



目 录

摘 要	1
1.产品碳足迹介绍（PCF）介绍	2
2.目标与范围定义	2
2.1 企业及其产品介绍	2
2.2 研究目的	3
2.3 研究范围	3
2.4 功能单位	4
2.5 生命周期流程图的绘制	4
2.6 分配原则	4
2.7 取舍准则	4
2.8 软件和数据库	5
2.9 数据质量要求	5
3.过程描述	6
3.1 水泥生产过程	6
4.数据的收集和主要排放因子说明	6
5.碳足迹计算	6
5.1 碳足迹识别	6
5.2 数据计算	7
6.结语	9

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》的要求中规定的碳足迹核算方法，计算得到澄迈华盛天涯水泥有限公司水泥产品的碳足迹。

为了满足碳足迹的需要，本报告的功能单位定义为生产 1t 水泥产品。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产品全生命周期温室气体排放系数集和瑞士的 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，以及中国产品全生命周期温室气体排放系数集和瑞士的 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，2022 年度澄迈华盛天涯水泥有限公司水泥产品碳足迹：1t 水泥的碳足迹 $e=0.779\text{tCO}_2\text{e}/\text{t}$ ，从水泥生命周期累计碳足迹贡献比例的情况，可以看出水泥的碳排放环节主要集中在原材料获取过程上，其次是产品生产和原材料运输过程。

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 kgCO₂e 或者 gCO₂e。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：产品寿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

澄迈华盛天涯水泥有限公司成立于 2004 年，是一家民营大型水泥生产企业。

公司现有员工 180 多人，固定资产约 5 亿元；公司现有 6 条百万吨水泥粉磨生产线，水泥年产量 616 万吨，约占海南省水泥年产量的三分之一，年销售总产值约 25 亿元，是海南省规模最大的水泥粉磨生产企业。

公司水泥粉磨生产线是昌江华盛天涯水泥有限公司一、二、三、四期熟料生产线公司的配套项目，水泥粉磨生产线共分四期建设，一期项目于 2005 年建成投产，共建设 2 条 $\phi 4.2 \times 13\text{m}$ 水泥粉磨生产线，设计规模为年产水泥 186 万吨；二期项目于 2008 年建成投产，建设 1 条 $\phi 4.2 \times 13\text{m}$ 水泥粉磨生产线，设计规模为年产水泥 130 万吨；三期项目于 2013 年建成投产，共建设 2 条 $\phi 4.2 \times 13\text{m}$ 水泥粉磨生产线，设计规模为年产水泥 200 万吨；四期项目于 2015 年建成投产，建设 1 条 $\phi 4.2 \times 13\text{m}$ 水泥粉磨生产线，设计规模为年产水泥 100 万吨。

公司主要产品为 P.P 32.5R、P.O42.5 通用水泥和 P II 52.5 硅酸盐水泥，承担着为省内诸多重点建设工程提供高等级水泥供应任务，对加快推动水泥工业结构调整，促进“海南自由贸易港”建设步伐，满足海南水泥需求，对推动地方社会与经济建设、提高资源综合利用等，都发挥着十分积极而重要的作用。

2.2 研究目的

本次评价的目的是得到华盛天涯水泥生产的水泥产品全生命周期过程的碳足迹。

碳足迹核算是华盛天涯水泥实现低碳、绿色发展的基础和关键，披露产品的碳足迹是华盛天涯水泥环境保护工作和社会责任的一部分，也是华盛天涯水泥迈向国际市场的重要一步。本项目的研究结果将为华盛天涯水泥与水泥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：一是华盛天涯水泥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华盛天

涯水泥 2022 年水泥产品全年生产活动及非生产活动数据。由于水泥产品运输采用直接运输方式，因此，确定本次评价边界为：产品的碳足迹=原料获取+原材料运输+产品生产过程。

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 水泥。

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 水泥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：包括从原材料运输、产品生产、消耗能源生产、包装和运输到分销商。

在本报告中，产品的系统边界属于“从摇篮到大门”的类型，为了实现上述功能单位，水泥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 水泥生产的生命周期过程包括：原料获取-原材料运输→产品生产 2 电力生产 3 产品的运输	1 资本设备的生产及维修 2 产品的使用 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，生产水泥过程产生极少不合格产品，由于未单独统计，因此将生产原材料与能源消耗全部计入水泥生产过程。

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。

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 25kgCO₂e。

2.8 软件 and 数据库

2.9 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 2023 年 5 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产品全生命周期温室气体排放系数集和瑞士的 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 水泥生产过程

(1) 过程基本信息

过程名称：水泥生产

过程边界：从原料获取到水泥的生产

(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：澄迈华盛天涯水泥有限公司

产地：中国海南省澄迈县

基准年：2022 年

主要原料：熟料、脱硫石膏、凝灰岩等

主要能耗：电力

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： tCO_2e / 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：外购电力消耗量、天然气消耗量等。排放因子数据主要包括外购电力排放因子、水泥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

结合水泥生产的碳足迹分析，本次评价不涉及消费终端的排放量。

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	原材料运输	运输排放	/
3	水泥生产过程	原料、能源	/

5.2 数据计算

(1) 原材料获取

表 5.2 原材料消耗信息表

原辅材料名称	消耗量 (吨)
熟料	3274292
凝灰岩	868909
脱硫石膏	192550

通过查阅支持性文件及访谈受评价方，对产品涉及的每一个采用实测方法排放因子的数据单位、数据来源、监测方法、监测频次、记录频次、数据缺失处理等进行了评价，对每一个采用缺省值的排放因子的来源和数值进行了评价。

根据《中国产品全生命周期温室气体排放系数集》，熟料排放因子采用 $0.88\text{kgCO}_2/\text{kg}$ ；脱硫石膏排放因子采用 $0.20.88\text{kgCO}_2/\text{kg}$ ；根据《ECOINCENT V3.9.1》，凝灰岩排放因子采用 $0.6223\text{ kgCO}_2/\text{kg}$ 。

(2) 原材料运输

根据《中国产品全生命周期温室气体排放系数集》，原材料运输排放因子均采用文件规定货运平均排放因子 $0.000074\text{ kgCO}_2/\text{千克}\cdot\text{千米}$ 。

(3) 水泥生产

华盛天涯水泥在生产过程中，二氧化碳排放包含生产过程中消耗电力排放。

表 5.4 生产过程中能源消耗量

排放类型	消耗量	折算因子
	/	/
外购电力	154861222 kWh	0.93 $\text{kgCO}_2/\text{千瓦时}$

(4) 排放量汇总

根据上文原材料获取、原材料运输、产品生产各阶段数据获取和排放因子选取，可计算碳足迹排放量如下表所示。

表 5.5 产品碳排放汇总表

过程	排放量 (kgCO ₂)
原材料获取	3460619732.754
原材料运输	63458411.40
产品生产	144020936.460
合计	3668099080.614

表 5.6 产品碳足迹汇总表

过程	排放量 (kgCO ₂)	产量 (吨)	碳足迹 (kgCO ₂ /kg)
原材料获取	3460619732.754	4708155	735.026
原材料运输	63458411.40	4708155	13.479
产品生产	144020936.46	4708155	30.590
合计	3668099080.614	/	779.095

综上，1t 水泥的碳足迹 $e=0.779tCO_2e/t$ ，从水泥生命周期累计碳足迹贡献比例的情况，可以看出水泥的碳排放环节主要集中在原材料获取上，其次是产品生产和原材料运输过程。

所以为了减小水泥的碳足迹，应重点考虑减少水泥生产过程中的原材料消耗。

为减小产品碳足迹，建议如下：

- (1) 重点通过工艺改进优化，提升原材料利用率，减少原材料损失浪费，提升产品合格率。
- (2) 加强节能工作，从技术及管理层面提升能源效率，减少电力使用，厂内可考虑实施节能改造，重点提高能源的利用率，从而减少电力的使用量；
- (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、绿色供应链管理等工作，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

澄迈华盛天涯水泥有限公司 1t 水泥产品产生 0.779tCO₂e，其中水泥原材料获取在整个生命周期过程中占比最大，达到 94.34%，企业可以通过工艺技术改造，减少原材料的消耗；生产方面，积极开展节能诊断，通过节能技改减少电力等能源消耗，以达到产品的碳减排。