

昌江华盛天涯水泥有限公司

产品碳足迹报告（2023 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：2024 年 2 月 17 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	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	3
2.5 生命周期流程图的绘制	3
2.6 分配原则	4
2.7 取舍准则	4
2.8 评价范围	5
2.9 软件和数据库	5
2.10 数据质量要求	5
3.过程描述	6
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	11

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》、《中国熟料生产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，计算得到昌江华盛天涯水泥有限公司熟料产品的碳足迹。

为了满足碳足迹的需要，本报告的功能单位定义为生产 1 吨。系统边界为“从摇篮到大门”类型，现场调研了从获取、原材料生产、原材料运输、产品生产、产品包装到企业大门的生命过程，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 年度公司熟料产品碳足迹：1 吨熟料产品的碳足迹 $e=1.02\text{tCO}_2\text{eq/吨}$ ，从熟料产品生命周期累计碳足迹贡献比例的情况，可以看出熟料产品的碳排放环节主要集中在产品生产过程中，其次是原材料生产及其他辅料的生产过程。

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（CO₂eq）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

昌江华盛天涯水泥有限公司成立于 2004 年 04 月 12 日，公司坐落在海南省昌江县石碌镇工业开发区；昌江华盛天涯水泥有限公司的信用代码/税号为 914690317543980275，法人是包洪海，注册资本为 20000 万人民币，企业的经营范围为熟料、脱硫石膏、机制砂、矿石生产与销售；矿山开采；纸袋生产；钢材、煤炭进出口贸易。厂区占地面积 1000 多亩，现有员工 900 余人，主要产品为硅酸盐水泥熟料。

截至目前，昌江华盛水泥拥有 3 条日产 5000 吨、1 条日产 10000 吨新型干法水泥熟料生产线，分别于 2005 年、2008 年、2010 年、2012 年建成投产，年设计水泥熟料生产能力 775 万吨；同时，每条熟料生产线分别配备 9MW、12MW、9MW、22MW 余热发电机组，年上网电量约 3.6 亿千瓦时。公司主要设备立磨、篦冷机采用德国进口设备，设备控制采用 DCS 系统在中央控制室集中控制，自动化程度较高。生产的熟料质量稳定，具有早期强度高、色泽好等优点。

公司拥有完善的管理体系，通过了 ISO9001 质量管理体系、ISO45001 职业健康安全管理体系和 ISO50001 能源管理体系认证，并建立了文件化的 ISO14001 环境管理体系且有效运行；2016 年顺利通过国家二级安全标准化验收。昌江华盛水泥拥有庞大的营销网

络，产品广泛应用于铁路、公路、机场、水利等重点工程以及城市、农村房地产市场。

2.2 研究目的

本次评价的目的是得到熟料产品全生命周期过程的碳足迹。

碳足迹核算是昌江华盛水泥实现低碳、绿色发展的基础和关键，披露产品的碳足迹是昌江华盛水泥环境保护工作和社会责任的一部分，也是昌江华盛水泥迈向更大市场的重要一步。本项目的研究结果将为昌江华盛天涯水泥有限公司与熟料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：一是昌江华盛天涯水泥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昌江华盛天涯水泥有限公司 2023 年全年生产活动及非生产活动数据，根据企业实际运营情况，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+产品辅助生产。

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 吨熟料产品。

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 1 吨熟料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、产品辅助生产。

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，熟料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.熟料产品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→产品辅助生产 2 原材料的生产 3.原材料的运输 4 熟料生产 5 能源的生产消费 6 其他辅料的生产	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，生产熟料产品过程产生少许副产品或废弃物，本次计算将能源消耗和其他副产品或废弃物的生产全部计入熟料产品生产过程。

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 评价范围

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。

2.9 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2024年2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下面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：熟料产品

过程边界：从原料生产到熟料产品的出厂

（2）数据代表性

主要数据来源：企业 2023 年实际生产数据

企业名称：昌江华盛天涯水泥有限公司

产地：海南省昌江县石碌镇工业开发区

基准年：2023 年

主要原料：石灰石、千枚岩、烟煤、铜渣、炉渣、弃土等

主要能耗：煤炭、电力及部分柴油、润滑油

生产主要工艺介绍如下：

石灰石经过开采、破碎，通过皮带廊输送至厂区石灰石预均化库储存与均化，粘土经过破碎后输送至辅助原料预均化库储存与均化，铜渣和炉渣直接输送到预均化库储存与均化，使用时将这些原料从预均化库由取料机取料及皮带输送机送至相对应的生产线的原料调配站，按配方比例经电子皮带称准确配料送入立磨磨细成生料粉，生料粉由空气斜槽和提升机送入生料均化库，出库生料经提升机送入预热器，送入预热器的自上而下经过五级预热器加以预热，

再进入分解炉发生碳酸盐分解，分解后的生料进入回转窑在 1450℃ 的高温下煅烧成熟料，出窑熟料经篦冷机空气冷却后送入熟料储存库待用。

原煤进厂后通过皮带输送至预均化库储存与均化，使用时由取料机取料经皮带输送机送至相对应的熟料生产线的煤磨磨头仓，再由电子皮带秤喂料入磨粉磨成煤粉，出磨煤粉由输送设备送入窑头、窑尾煤粉仓，再喷入窑尾分解炉和从窑头喷入窑内燃烧提供生料预热、碳酸盐分解和熟料煅烧所需的热量。

熟料通过火车、汽车运往下游水泥粉磨公司。

熟料产品优势：

公司大力推行绿色生产，高度重视实施环保创新，积极参与社会系统的大循环，履行企业公民的绿色发展责任，注重资源的综合利用，致力于资源节约型、环境友好型、绿色环保型企业建设。主要设备立磨、篦冷机采用德国进口设备，设备控制采用 DCS 系统在中央控制室集中控制，自动化程度较高，生产的熟料质量稳定，具有早期强度高、色泽好等优点。

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： $0.5703\text{CO}_2\text{eq/MWh}$ ，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煤炭、电力、柴油、润滑油，消耗量分别 827574.10 吨、44770.76 万千瓦时、211.11 吨、80.15 吨；原材料主要包括石灰石、千枚岩、烟煤、铜渣、炉渣和弃土，消耗量分别为 9194031.13 吨、127435.34 吨、827574.09 吨、230541.00 吨、61057.04 吨和 265530.07 吨等。排放因子数据主要包括原材料产品排放因子、能源排放因子、熟料产品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

结合熟料产品生产的碳足迹分析，本次评价不涉及消费终端的排放量和产品运输、使用的碳足迹，仅计算从原材料生产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	原材料生产	运输排放	/
2	原材料运输	原料	/
3	熟料产品生产过程	运输排放	/
4	产品辅助生产过程	包装等	/

5.2 数据计算

(1) 原材料生产

公司原材料主要包括石灰石、千枚岩、烟煤、铜渣、炉渣和弃土，原材料生产碳排放核算过程如下，共计 1128430.83 吨二氧化碳。

表 5.2 原材料生产碳排放核算表

序号	名称	数量 (吨)	上游碳排放因子 (吨二氧化碳/吨)	碳排放量 (吨二氧化碳)
1	铜渣	230541.00	1.92	442638.72
2	烟煤	827574.09	0.11	91033.15

序号	名称	数量 (吨)	上游碳排放因子 (吨二氧化碳/吨)	碳排放量 (吨二氧化碳)
3	弃土	61057.04	0.04	2442.28
4	炉渣	265530.07	0.04	11364.69
5	石灰石	9194031.13	0.06	551641.87
6	千枚岩	127435.34	0.23	29310.13
合计				1128430.83

(2) 原材料运输

公司原材料供应商及到公司的距离具体见下表，除石灰石、千枚岩为自然自用外，其余原材料运输方式以公路运输为主。

表 5.3 原材料采购运输信息表

序号	供方名称	供应材料	供货地址	供货距离 (公里)	供货量 (吨)
1	海南华昌茂供应链管理 有限公司	铜渣	海南省澄迈县老城镇海南生态软件园二期创新大道腾讯生态村 E2-901	16.00	230541.00
2	海南华昌茂供应链管理 有限公司	烟煤	海南省澄迈县老城镇海南生态软件园二期创新大道腾讯生态村 E2-901	16.00	827574.09
3	海南华铭世嘉贸易有限 公司	弃土	海南省洋浦经济开发区新英湾区洋浦迎宾馆 B 座一层海南国际能源交易中心 98 号	26.10	61057.04
4	海南华昌茂供应链管理 有限公司	炉渣	海南省澄迈县老城镇海南生态软件园二期创新大道腾讯生态村 E2-901	16.00	265530.07

根据《IPCC2006 国家温室气体清单指南》、《省级温室气体清单编制指南（试行）》和《中国产品全生命周期温室气体排放系数集（2022）》，货运运输能耗计算公式如下：

公路（道路）交通能耗=供货量*运行里程数*货运吨公里碳排放量

各类原辅材料货车运行里程及货运量见上表，货运吨公里碳排放量为 0.042 吨二氧化碳

根据上述公式计算得到原辅材料运输产生的碳排放为 956.42 吨二氧化碳

(2) 熟料产品生产

昌江华盛水泥在生产过程中，二氧化碳排放为化石燃料燃烧产生的二氧化碳和净购入电力引起的二氧化碳间接排放，通过核算，二氧化碳排放为 5275441.01 吨。

(3) 熟料产品碳排放

表 5.6 熟料产品碳足迹

序号	清单	二氧化碳排放量 (tCO ₂)
1	原材料生产	1128430.83
2	原材料运输	956.42
3	熟料产品生产过程	5275441.01
4	产品辅助生产过程	74451.29
5	全生命周期排放	6479279.56
6	熟料产品产量 (单位)	6363974.30
7	熟料产品碳足迹 (tCO ₂ /吨)	1.02

可以计算出 1 单位熟料产品的碳足迹 $e=1.02tCO_2e$ ，从熟料产品生命周期累计碳足迹贡献比例的情况，可以看出熟料产品的碳排放环节主要集中在熟料产品生产过程和原材料生产过程中，其次是熟料产品辅助生产过程和原材料运输。

所以为了减小熟料产品的碳足迹，对于企业而言，在选择上游更低碳的原材料的前提下，应重点考虑减少熟料产品生产过程的碳足迹，主要为降低生产过程的碳排放：

(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：

能源效率提升—提高生产过程中的能源效率是降低碳排放的关键，

这可以通过升级设备、优化生产流程、采用更高效的技术等方式实现。例如使用先进的热交换技术可以减少热能损失，从而减少化石燃料的消耗和相应的碳排放。

使用可再生能源—将生产过程中使用的能源从化石燃料转向可再生能源，如太阳能、风能、水能等，可以显著减少碳排放，企业可以考虑自己建设可再生能源设施或通过购买绿色电力来实现这一点。

替代原料—在生产熟料的过程中，增加低碳或无碳的替代原料。例如，使用工业废渣、粉煤灰等作为部分原料，可以减少生产过程中的碳排放。

员工培训和意识提升—确保员工了解碳减排的重要性，并培训他们采用最佳实践来减少生产过程中的能源和材料消耗。

(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) 持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

昌江华盛天涯水泥有限公司每生产 1 单位熟料产品产生 1.02tCO₂eq，其中产品和原材料生产过程在整个生命周期过程中占比

最大，占比分别达到 81.42%和 17.42%，企业自身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。