

产 品 碳 足 迹 报 告

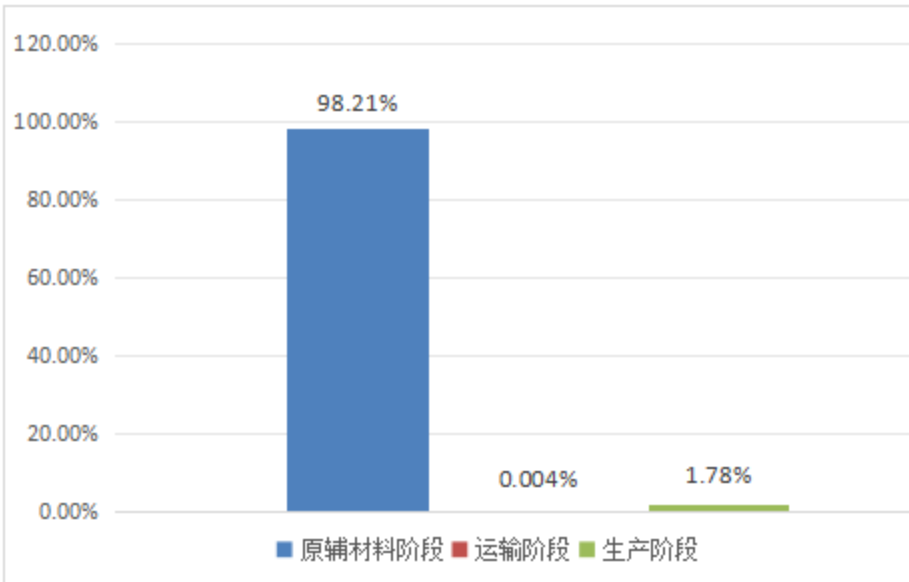
普通硅酸盐水泥

象山海螺水泥有限责任公司

杭州南其科技有限公司

2025 年 04 月

公司与产品信息

公司名称	象山海螺水泥有限责任公司										
生产地址	浙江省宁波市象山县西周镇工业区										
所属行业	C3011 水泥制造										
联系信息	刘宇斌	联系电话	13967812926								
产品	硅酸盐水泥										
系统边界	摇篮到大门										
数据收集周期	2024 年 1 月 1 日~2024 年 12 月 31 日										
申明功能单位	1 吨普通硅酸盐水泥										
产品碳足迹	140.70kgCO ₂ e/t										
分配方法	/										
各阶段占比	<table><tr><th>阶段</th><th>占比</th></tr><tr><td>原辅材料阶段</td><td>98.21%</td></tr><tr><td>运输阶段</td><td>0.004%</td></tr><tr><td>生产阶段</td><td>1.78%</td></tr></table>			阶段	占比	原辅材料阶段	98.21%	运输阶段	0.004%	生产阶段	1.78%
阶段	占比										
原辅材料阶段	98.21%										
运输阶段	0.004%										
生产阶段	1.78%										
报告撰写人	刘梓璇										
报告审核人	王海华										
报告日期	2025 年 04 月										
报告出具机构	杭州南其科技有限公司										

目 录

1 项目背景介绍	1
2 目标与范围定义	3
2.1 产品介绍	3
2.2 报告目的	3
2.3 碳足迹范围描述	3
2.4 数据收集与数据质量评分	5
3 生产工艺说明	10
4 核算过程和方法	13
4.1 原辅材料阶段	13
4.2 原料运输阶段	13
4.3 产品生产阶段	13
5 碳足迹结果与分析	14
5.1 计算结果	14
5.2 完整性分析	15
5.3 一致性分析	15
5.4 数据质量分析	15
6 结果分析与建议	15
7 参考文献	16

1 项目背景介绍

产品碳足迹（Product Carbon Footprint, 简称 PCF）是目前用于确定产品气候影响的最成熟的方法，考虑生产产品所造成的温室气体排放总量，以二氧化碳当量表示。产品碳足迹可以按照从摇篮到大门（部分碳足迹）或从摇篮到坟墓（总碳足迹）进行评估。

人为的温室气体排放已引发气候变化。因气候变化带来的负面效应正显著增加且不可逆转，已成为全世界可持续发展面临的重大挑战。数据显示，化工行业的温室气体排放量占全球工业温室气体排放量的 80%，国内外已有越来越多的领先化工企业针对减少温室气体排放制定减排措施并积极行动，由此亦推动化工行业的上下游价值链的碳排放数据核算，以便企业碳排放核算可信，气候目标规划合理并能够追踪，由此成为化工企业温室气体减排战略的重要组成部分。

象山海螺水泥有限责任公司于 2006 年 10 月成立，注册资金 1.89 亿元，于 2009 年 4 月开工，至 2013 年 5 月正式投产。公司位于宁波市象山县西周镇工业园区，占地面积约 149767.34m²（224.65 亩）。项目总投资超过 6.28 亿元，年产能可达到 440 万吨水泥。公司现有员工 169 人，其中技术人员 40 人。

公司采用世界上最先进的联合粉磨系统，粉尘排放低于国家标准值，水泥电耗优于行业先进最佳值，实现了低能耗、低污染、低排放的绿色环保要求，并获得安全生产标准化一级企业（水泥）、水泥粉磨企业 AAA 绿色工厂、浙江省绿色企业，浙江省节水型企业等多项绿色化荣誉。同时，象山海螺年消纳电厂的工业废渣粉煤灰、脱硫石膏 40 万吨以上，为地方循环经济作出了重要贡献。

公司主要产品为普通硅酸盐水泥（P.O 42.5）和砌筑水泥（M 32.5），“海螺”牌高等级水泥为公司的主导产品。“CONCH”商标被国家商标局认定为驰名商标，旗下产品长期、广泛应用于举世瞩目的标志性工程，如：京沪高铁、杭州湾跨海

大桥、上海东方明珠电视塔、上海磁悬浮列车（轨道梁）、连云港田湾核电站、浦东国际机场等工程。

自成立以来公司先后获得国家安全总局安全生产标准化一级企业（水泥）、水泥粉磨企业 AAA 绿色工厂、浙江省绿色企业，浙江省节水型企业、浙江省工业企业能源计量示范单位、浙江省文明码头、浙江省首批节能自愿承诺单位、浙江省“安康杯”竞赛优胜单位、浙江省水泥品质指标检验大对比全优单位、宁波市节能工作先进单位、宁波市先进集体、宁波市园林绿化先进单位、象山县和谐企业创建先进单位等荣誉称号。

象山海螺水泥有限责任公司为实现温室气体减排战略，委托杭州南其科技有限公司以全面识别与追踪、科学系统地公开披露公司组织运营与产品生产过程的碳排放，并满足企业自身、客户、投资者和其他外部利益相关者的要求及法规。基于企业月度化数据，按照相关标准，编制本报告。

2 目标与范围定义

2.1 产品介绍

企业产品主要是普通硅酸盐水泥等。

2.2 报告目的

本报告的目的是得到象山海螺水泥有限责任公司生产 1 吨普通硅酸盐水泥产品全生命周期过程的碳足迹，其研究结果有利于企业掌握该产品的温室气体排放途径及排放量，并帮助企业发觉减排潜力，制定可执行的减少温室气体排放的措施，并能与客户、消费者及第三方的采购商进行良好有效沟通，同时能积极促进企业产品全面供应链的温室气体减排。

2.3 碳足迹范围描述

根据本报告的目的，按照 ISO14067:2018 标准的要求，确定本报告的内容包括：功能单位、系统边界、分配原则、取舍原则、影响评价方法和数据质量要求等。

2.3.1 功能单位

本报告以象山海螺水泥有限责任公司生产的普通硅酸盐水泥为评价对象，为方便系统中输入/输出的量化，功能单位为生产 1 吨普通硅酸盐水泥。

2.3.2 研究边界

本次研究边界是“从摇篮到大门”。包含上游原辅材料阶段、原辅材料到象山海螺水泥有限责任公司的运输阶段、产品生产阶段的电力消耗、燃料消耗、生产

过程中产生的相关的碳排放。不包含产品包装、产品向下游的分销与运输、产品使用、产品报废及回收相关的碳排放。

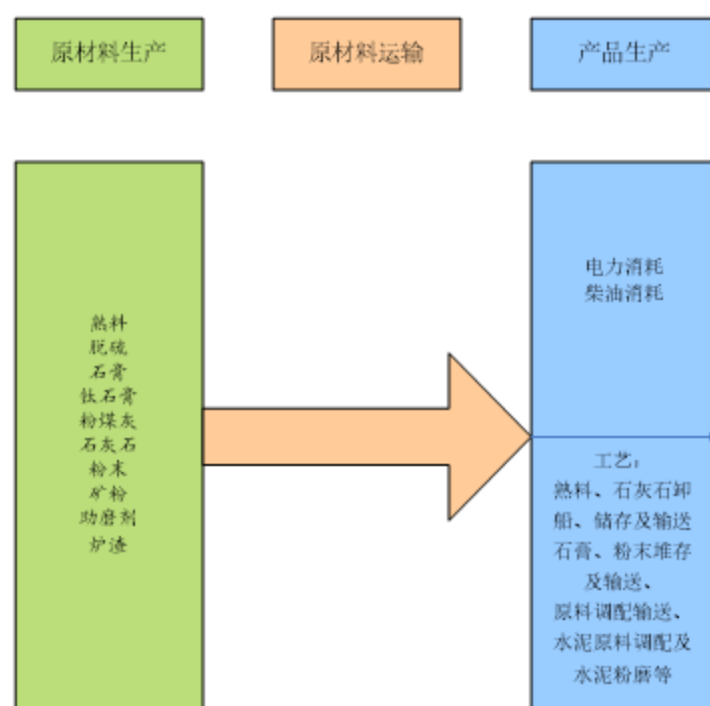


图 2-1 碳足迹研究边界图

2.3.3 时间范围

本报告数据收集周期为 2024 年 1 月 1 日~2024 年 12 月 31 日。

2.3.4 分配原则

普通硅酸盐水泥的原材料消耗及生产制备过程中的相关能耗均可单独统计，产生的产品仅为普通硅酸盐水泥，无副产品产出，因此不涉及副产品分配问题。

2.3.5 取舍规则

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：

(1) 普通物料重量<1%过程总投入的重量时，以及含稀贵或高纯成分的物料重量<0.1%过程总投入的重量时，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 2%；

(2) 低价值废物作为原料，如生活垃圾等，可忽略其上游生产数据；

(3) 大多数情况下，生产设备、厂房、生活设施等可以忽略；

(4) 在选定环境影响类型范围内的已知排放数据不应忽略；

本报告根据 2024 年 1 月 1 日~2024 年 12 月 31 日生产报表计算了各类物料与产品重量的占比。

表 2-1 原材料清单

序号	原料名称	单位	2024 年	占比	备注
1	熟料	吨	2864201	71.58%	
2	脱硫石膏	吨	180965	4.52%	忽略
3	钛石膏	吨	2761	0.07%	忽略
4	粉煤灰	吨	342179	8.55%	忽略
5	石灰石	吨	222880	5.57%	
6	粉末	吨	175074	4.38%	忽略
7	矿粉	吨	186282	4.66%	忽略
8	助磨剂	吨	3997	0.10%	忽略
9	炉渣	吨	23028	0.58%	忽略
10	合计	吨	4001367	100.00%	忽略比例 22.58%

2.4 数据收集与数据质量评分

2.4.1 数据收集

为了计算产品碳足迹必须考虑活动水平数据和排放因子数据。活动水平数据是指产品在生命周期中所有量化数据（包括物质输入、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换为温室气体排放量。

（1）初级活动水平数据

初级活动水平（原始）数据应用于所有过程 and 材料，即产生碳足迹的组织所拥有、所经营或所控制的过程和材料。本报告初级活动水平数据包括产品生命周期系统中所有能源与物料的耗用（物料输入与输出、能源消耗等）。这些数据是从企业收集和测量获得，真实地反映了整个生产过程能源和物料的输入，以及产品/中间产品的输出。

（2）次级活动水平数据

当无法获得初级活动水平数据或者初级活动水平数据质量有问题（例如没有相应的测量仪表）时，有必要使用直接测量以外其它来源的次级数据，本报告中次级活动数据主要来源是数据库和文献资料中的数据。

（3）排放因子

排放因子可以使用特征数据或通用数据，特征数据指通过测量或质量平衡获得、供应商提供，通用数据来源包括数据库、行业平均数据、地区公开发布的数据库、评价软件自带数据库；上述方法都无法获得时可以参考文献报告。

（4）数据质量要求

为满足数据质量要求，在本报告中主要考虑了以下几个方面：

- 1) 数据准确性：实景数据的可靠程度；
- 2) 数据代表性：生产商、技术、地域以及时间上的代表性；
- 3) 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，在计算过程中优先选择来自生产商和供应商直接提供的活动数据，当企业或供应商无法收集原始数据，数据通过公式计算或文献查询得到，数据真实可靠，具有较强的科学性与合理性。

2.4.2 数据质量评分

(1) 评分标准

数据质量需要考虑活动水平、排放因子两个方面，分别按照活动水平数据、排放因子数据的来源为数据质量赋值，再按照排放占比加权平均，计算出碳足迹结果的等级，代表结果的准确性，等级越高，则数据质量越好。

表 2-2 数据质量评分标准表

活动数据	来源	仪器直接测量的数据		有依据/凭据的数据		自行评估	
	评分	6		3		1	
排放因子	数据来源	供应商提供		产品情况匹配		其他	
		经过认证	为经过认真但经过评估	是	否	自行建模	相似物质
	评分	6	5	4	3	2	1

A.数据平均积分=（活动数据积分+排放因子积分）÷2

B.排放量占总排放量比例=排放源排放量÷总排放量

C.排放量加权平均=数据平均积分×排放量占总排放量比例

D.加权平均积分总计=∑加权平均积分

E.数据质量等级评分对照表将数据质量区分成五级，级别越高表示其数据质量越佳。

F.数据质量等级评分对照表如表 2-3 所示。

表 2-3 数据质量等级评分对照表

级别	分数
优秀	≥ 5.0
良好	$< 5.0, \geq 4.0$
中等	$< 4.0, \geq 3.0$
尚可	$< 3.0, \geq 2.0$
较差	< 2.0

(2) 数据来源

普通硅酸盐水泥的碳足迹计算数据覆盖了所有原辅材料，但由于上游供应商没有提供相关原材料的 PCF，因此依据因子选用标准，原材料的 PCF 数据来源为《水泥行业温室气体排放核算指南》相关数据。

表 2-4 数据选用分析

材料名称	选用因子 (tCO ₂ e/t)	选用原因
熟料	0.89	产品特性匹配
石灰石	0.89	产品特性匹配

表 2-5 数据来源

数据类型	数据名称	数据来源
初级活动水平数据	熟料	企业生产报表，统计报表
	石灰石	
	电力消耗	
	柴油消耗	
次级活动水平数据	原料运输里程	企业自行推估
	熟料	中国产品全生命周期温室气体排放系数库
	石灰石	
	电力排放因子	浙江省投资项目在线审批监管平台数据
	柴油排放因子	

3 生产工艺说明

各类普通硅酸盐水泥，具体的生产工艺流程图所示：

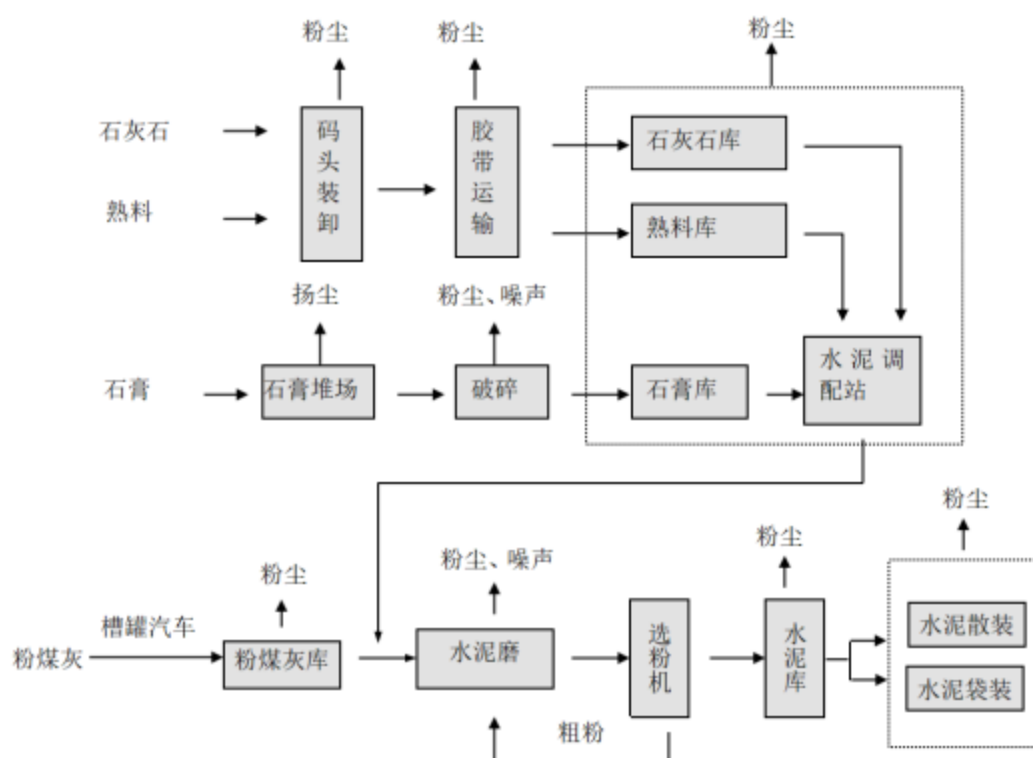


图 3-1 生产工艺流程图

生产工艺流程简要说明：

（1）熟料、石灰石卸船、储存及输送

熟料通过水路船运至码头，经移动门式吊机卸至胶带输送机，再经胶带输送机输送至 4-Φ30m 熟料库储存；石灰石通过水路船运至码头，经移动门式吊机卸至胶带输送机，再经胶带输送机输送至 4-Φ12m 石灰石库储存。

（2）石膏、粉末堆存及输送

脱硫石膏、粉末采用堆棚储存。脱硫石膏、粉末主要通过公路运至厂区堆棚内，由汽车和装载机配合堆料，堆高 3.0m，两种物料分两个堆棚单独堆存。脱硫石膏堆棚面积 30m×110m，储量约 8000t，粉末堆棚面积 30m×110m，储量约 8000t。

在堆棚内设有一个碎料卸料口，粉末、脱硫石膏等原材料通过装载机辅助作业，由皮带机输送至调配库。

（3）原料调配输送

水泥调配采用集中调配库配料，根据不同水泥品种，设定相应物料配比由皮带秤控制计量。调配后的混合料经胶带机送至联合粉磨系统。

（4）粉煤灰储存及输送

粉煤灰通过公路汽车运至厂区，建有粉煤灰砵库，储存量为 3×4800t。出库粉煤灰经斗提和空气斜槽送至磨房喂料计量仓，仓底设螺旋给料机+转子秤的计量系统。

（5）水泥原料调配及水泥粉磨

本工程按熟料、石膏、石灰石、粉煤灰、粉末五组分进行配料。

来自原料调配库的混合料经皮带机喂入辊压机稳流称重仓，挤压后的物料由斗提送入 V 型选粉机分选，粗颗粒返回稳流称重仓，细颗粒物料进入球磨机粉磨；粉磨后的物料通过斗提喂入 O-Sepa 高效选粉机，经选粉后粗粉返回到磨机再次粉磨，细粉随气流进入袋收尘器，收下的水泥成品经斜槽、提升机送至水泥库储存。磨尾含尘气体经袋收尘器净化后排入大气，正常排放浓度 $\leq 10\text{mg/m}^3$ 。

（6）水泥储存及输送

水泥储存采用 6 座 $\Phi 22.5 \times 41\text{m}$ 砼库，分两排布置，每库有效储量 16500t。每个库底设卸料系统，通过斜槽将出库水泥送至水泥包装车间，散装库或送至码头水泥散装装船系统。

在库顶、库底均设有气箱脉冲袋式收尘器，用于处理系统中的含尘气体；库顶设料位计对库内物料连续检测。设 4 座 $\Phi 9 \times 13\text{m}$ 圆库供水泥汽车散装，每个库底设两套散装机，能力约 100t/h.台，单个散装库储存量约 1100t。

（7）水泥包装及发运

从水泥储库出来的水泥经空气斜槽、斗提送入 4 台八嘴回转包装机，每台包装能力 90~110t/h；栈台内设自动装车机，进行机械装车。

4 核算过程和方法

根据 2024 年 1 月 1 日~2024 年 12 月 31 日期间生产数据，普通硅酸盐水泥 397.65 吨，单位产品碳足迹=各阶段总碳排放量÷产品产量。

4.1 原辅材料阶段

表 4-1 原辅材料阶段碳足迹计算表

过程明细	单位	使用量	因子 (tCO ₂ e/t)	碳排放量 (tCO ₂ e)
熟料	吨	2864201	0.89	2549138.89
石灰石	吨	222880	0.89	198363.20
合计				2747502.09

4.2 原料运输阶段

表 4-2 原料运输阶段碳足迹计算表

过程明细	单位	使用量	因子 (kgCO ₂ e/t)	碳排放量 (tCO ₂ e)
柴油	t	38.19	2.6765tCO ₂ e/t	102.22
合计				102.22

4.3 产品生产阶段

表 4-3 产品生产阶段碳足迹计算表

过程明细	单位	使用量	因子	碳排放量 (tCO ₂ e)
电力	万 kWh	9510.27	5.246tCO ₂ e/万 kWh	49890.88
合计				49890.88

5 碳足迹结果与分析

5.1 计算结果

综上，2024 年 1 月 1 日~2024 年 12 月 31 日，生产 397.65 吨普通硅酸盐水泥的碳排放汇总如下：

表 5-1 各阶段排放占比

生命周期阶段	过程明细	碳排放量 (tCO ₂ e)	碳足迹 (kgCO ₂ e/t)	占比
原辅材料阶段	熟料	2549138.89	64.1051	91.122%
	石灰石	198363.20	4.9884	7.091%
	小计	2747502.09	69.0935	98.213%
运输阶段	钢坯	102.22	0.0026	0.004%
	小计	102.22	0.0026	0.004%
生产阶段	电力	49890.88	1.2546	1.783%
	小计	49890.88	1.2546	1.783%
合计		5594990.38	140.70	100.000%

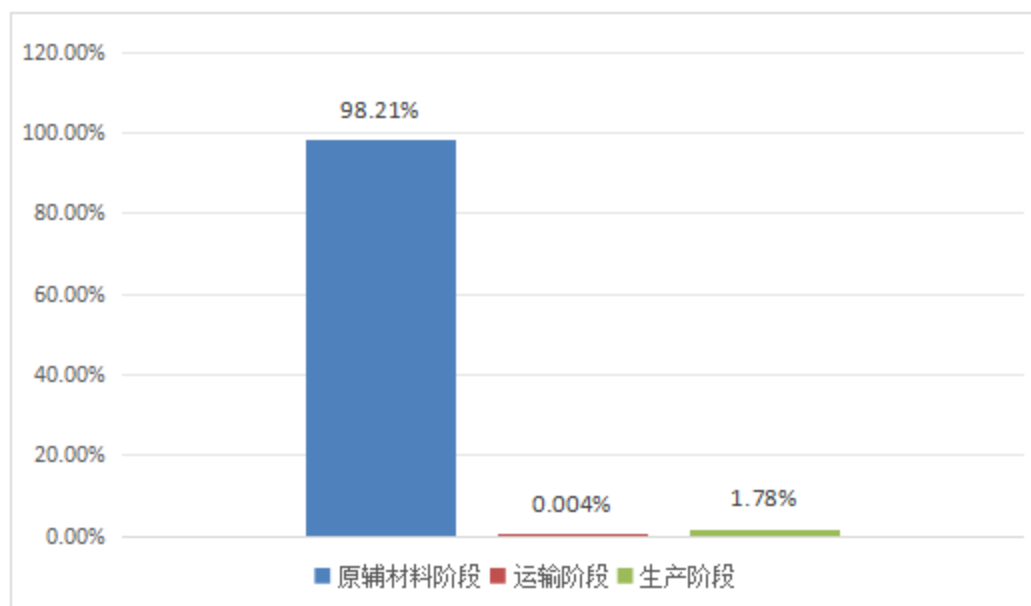


图 5-1 生命周期碳足迹占比

5.2 完整性分析

数据为企业 2024 年 1 月 1 日~2024 年 12 月 31 日连续 12 个月的生产统计数据，完整的追溯了上游原辅材料阶段、原辅材料到象山海螺水泥有限责任公司的运输阶段、产品生产阶段的电力消耗、燃料消耗等于生产能源及物质输入、数据收集过程不存在缺失。对碳足迹结果又重大贡献的所有温室气体排放量均被纳入，具备了良好的完整性。

5.3 一致性分析

本报告严格遵循了《ISO14067：2018 温室气体产品碳足迹量化的要求与指南》的要求，使用公认的方法采集数据、计算碳足迹结果；企业现场数据收集时同类数据均保持相同的数据来源、统计口径、处理规则等，次级数据也大多数采用的数据具有区域一致性；在研究过程中，以相同的方式应用假设、方法和数据，以确保与其他产品碳足迹的可比性，具备了良好的一致性。

5.4 数据质量分析

本次产品碳足迹评分结果为分 4.023，质量等级为良好。从排放量占比可以看出，产品生产阶段对产品碳足迹结果贡献较大，对碳足迹结果的影响较为敏感。

6 结果分析与建议

(1) 普通硅酸盐水泥碳足迹为 140.70kgCO₂e/t。在满足普通硅酸盐水泥质量要求、安全的情况下，进一步优化企业能源消费结构。

(2) 加强节能降耗工作，从技术及管理层面提升能源效率，进一步发掘节能、节材潜力。

(4) 优化产品结构，开发绿色产品。

(5) 探索采用 CCS 技术，对二氧化碳进行封存利用，合理利用生产阶段产生的碳排放。

(6) 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，构建支撑企业生态设计的评价体系，推动供应链协同改进。

(7) 运用科学方法，开展产品碳足迹全过程数据累积和记录，加强生命周期理念的宣传和实践。

7 参考文献

- 1) 《ISO14067:2018 温室气体产品的碳足迹量化要求与指南》
- 2) 《ISO14040:2006 环境管理-生命周期评价-原则与框架》
- 3) 《ISO14044:2006 环境管理-生命周期评估-要求和指南》
- 4) 《2023 年中国能源年鉴》
- 5) 《2006 年 IPCC 国家温室气体清单指南》
- 6) 《企业温室气体排放核算方法与报告指南发电设施（2023 年修订版）》
- 7) 中国产品全生命周期温室气体排放系数库 CPCD
- 8) 中国生命周期评价基础数据库 CLCD