

产品碳足迹研究报告

——1 吨水泥熟料

报告主体（盖章）：A 企业

报告年度：2022 年

编制日期：2024 年 4 月 1 日

目 录

一、概况	1
1.生产者信息	1
2.产品信息	1
3.量化方法	2
二、量化目的	2
三、量化范围	3
1、功能单位	3
2、时间范围	3
3、系统边界	3
4、取舍准则	4
5、产品分配原则	4
四、清单分析	5
1、数据来源说明	5
2、分配原则	6
3、取舍说明	6
4、清单结果及计算	6
5、数据质量评价	8
五、影响评价	8
1、影响类型和特征化因子选择	8
2、产品碳核算结果计算	8
六、结果解释	9
1、结果说明	9
2、假设和局限性说明	10
3、改进建议	10
附录	11
参考文献	12

一、概况

1.生产者信息

生产者名称：A 企业

企业地址：##省##市##工业区

法定代表人：##

授权人（联系人）：##

联系电话：##

A 企业成立于 2008 年 8 月，公司位于 A 市工业园区，占地面积 1500 亩，是一家具备信息化、智能化生产能力的重点建设项目。公司现有一条 4500t/d 新型干法水泥熟料生产线，是我国水泥行业最早采用新型干法生产工艺的大型水泥企业之一。A 企业始终秉持“创新、绿色”的发展理念，致力追求与社会同进步、共发展，走生态保护、协调发展的路子。始终重视环境管理、清洁生产，注重矿山资源的综合利用，扩大“三废”利用和处理领域，按国家标准配置环保设备，使粉尘排放与回收、废水废气利用等一直处于行业领先水平。

2.产品信息

产品名称：水泥熟料

产品功能：作为下游生产水泥建筑材料的原料，可制成水泥混凝土、用于建设道路基础、路面和桥梁等，也可用作修建水库、堤坝、渠道等水利设施的材料。

产品介绍：A 企业生产的水泥熟料具有优良的性能指标，质量稳定，具有强度

高、耐久耐磨性、和流动性强等特点。

产品图片：



3.量化方法

遵循 ISO/TS 14067:2018《温室气体管理 产品碳足迹量化要求和指南》；
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》，进行产品碳足迹的核算。

二、量化目的

产品碳足迹评价的目标是通过量化产品生命周期内所有显著的排放与清除，来计算该产品对全球暖化的潜在贡献（以二氧化碳当量表示）。通过产品碳足迹评价可以得到水泥熟料产品全生命周期过程的碳排放量，为 A 企业持续开展节能减排工作提供数据支撑。

碳足迹核算是 A 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公司环境保护工作和社会责任的一部分，也是未来企业进入碳交易市场的重要一步。本研究结果将为 A 企业与对水泥熟料产品的采购商和原材料的供应商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 A 企业内部管理人员及其他相关人员，二是企业外部利益相关方，如上游主要原材料、下游采购商、地方政府和环境非政府组织等。

三、量化范围

1、功能单位

本碳足迹评价工作以生产 1 吨水泥熟料为功能单位。

2、时间范围

2022 年度

3、系统边界

系统边界通常指系统边界应包括生命周期阶段及其所涉及的过程，通常可选择摇篮到坟墓、摇篮到用户、摇篮到大门、大门到大门等边界进行核算。

熟料生产的全生命周期过程包括原材料开采、原材料运输、生料制备、熟料煅烧 4 个过程。由于最终产品熟料可供下游水泥粉磨厂制作水泥，故水泥熟料的使用和使用后废弃物的处理不在本研究的系统边界内，即为“**摇篮-到大门**”的方法。涉及的生产系统边界包括以下过程：

(1) 原材料获取：包括石灰石、砂岩、铁矿石、煤炭等开采过程和运输过程产生的碳足迹；

(2) 产品生产：包括原材料在均化、原料调配、粉磨、煅烧过程的碳足迹。

水泥熟料生产系统边界图见图 1

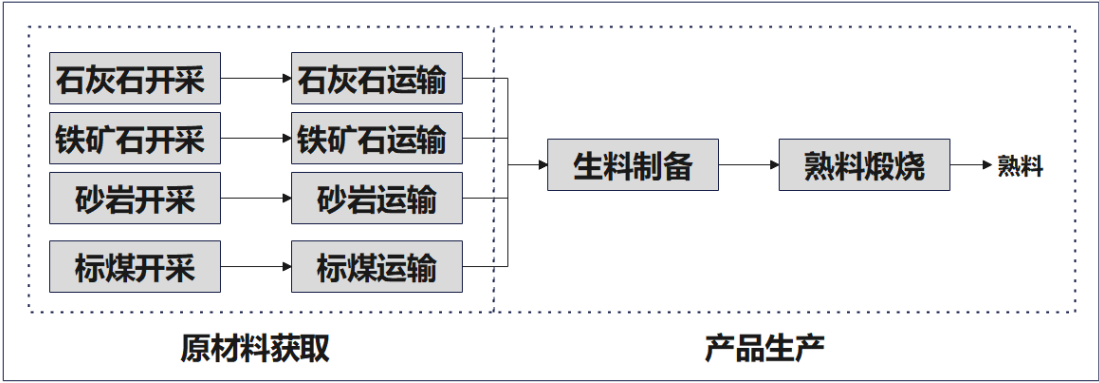


图 1. 水泥熟料生产系统边界图

4、取舍准则

本研究采用的取舍准则为以各项物料碳排放量与过程总碳排放量的比为依据。具体规则如下：

将占总碳排放量不到1%的非实质性单一来源进行忽略，但非实质性碳排放源的总比例不得超过整个产品碳足迹的 5%。

5、产品分配原则

通常将某一个工艺额外产生一个以上的产品，称为共生副产品（副产品），副产品包括能源产品，如蒸汽或电力，或任何其他具有明确经济价值的产品。参考 ISO 14067：2018、PAS 2050：2011、TFS 2.0:2022，应用以下步骤对主副产品产生的影响进行分配：

- 1) 必须尽可能的利用工艺细分来避免主副产品分配的情况。
- 2) 如果无法通过细分避免主副产品分配，则需要将副产品纳入系统边界将影响进行分配，可基于物理（质量）、经济等其他标准进行分配。

四、清单分析

1、数据来源说明

按照核算要求，首先对 A 企业产品碳足迹盘查工作做前期准备，确定工作方案和范围、并通过查阅文件、现场访问和电话沟通等过程完成本次碳足迹盘查工作。前期准备工作主要包括：了解产品基本情况、生产工艺流程等信息；并调研和收集部分原始数据，主要包括：企业的生产报表、财务数据、能源消耗吨账、生产原材料统计表、供应商基本情况统计表等，以保证数据的完整性和准确性。

初级数据：初级活动水平数据应用于所有过程和材料，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消耗、物料消耗。这些数据是从企业或其供应商处收集和测量获得，能真实地反映了整个生产过程能源和物料的流动。

次级数据：凡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、生命周期软件等，数据真实可靠，具有较强的科学性与合理性。

产品碳足迹计算采用的各项数据的类别与来源见表 1。

表 1 产品碳足迹计算数据的类别与来源表

数据类别			活动数据来源
初级数据	能源	电力	企业消费能源台账
		燃煤	
	物料	原材料	企业消费原料台账
	运输距离	原材料	供应商
次级数据	排放因子	原材料开采	数据库、文献资料、生命周期软件
		原材料运输	
		生产制造	

2、分配原则

分配依据：_____ 无 _____

具体分配情况如下： 本次核算无副产品产生，因此无分配情况。

3、取舍说明

由于原料石灰石中的 $MgCO_3$ 煅烧产生的碳排放小于总碳排放量的 1%，因此本次碳核算忽略由其煅烧带来的碳排放影响，符合取舍准则要求。

4、清单结果及计算

水泥熟料生产生命周期各个阶段碳排放说明见表 2

表 2. A 企业生命周期碳排放清单说明

生命周期阶段		名称	活动数据			碳足迹 (kgCO ₂ e/功能单元)	排放因子来源	备注
原材料获取	原材料开采	石灰石	1330 kg			16.70	参考 Energy 平台	
		砂岩	240 kg			0.40	参考 Energy 平台	
		铁矿石	60 kg			0.20	参考 Energy 平台	
		标煤	100 kg			9.38	参考 Energy 平台	
	原材料运输	名称	交通工具	运输质量	运输距离	碳足迹 (kgCO ₂ e/功能单元)	排放因子来源	备注
		石灰石	柴油重卡 30t	1330 kg	100 km	10.37	参考 Energy 平台	
		砂岩	柴油重卡 30t	240 kg	100 km	0.19	参考 Energy 平台	
		铁矿石	柴油重卡 30t	60 kg	100 km	0.47	参考 Energy 平台	
		标煤	铁路	100 kg	200 km	0.2	参考 Energy 平台	
产品生产	生料制备	名称	活动数据			碳足迹 (kgCO ₂ e/功能单元)	排放因子来源	备注
		电力	32 kwh			18.25	参考 Energy 平台	粉磨
	熟料煅烧	石灰石	1330 kg			585.20	参考 Energy 平台	煅烧
		标煤	100 kg			266.00	参考 Energy 平台	燃烧
		电力	28 kwh			15.97	参考 Energy 平台	

5、数据质量评价

数据质量可从定性和定量两个方面对报告使用的初级数据和次级数据进行评价，具体评价内容包括：数据来源、完整性、数据代表性（时间、地理、技术）和准确性。（可选项）

五、影响评价

1、影响类型和特征化因子选择

本研究选择排放或清除的温室气体的质量乘以政府间气候变化专门委员会（IPCC）第六次评估给出的 100 年全球变暖潜势（GWP），来计算产品系统每种温室气体排放和清除的潜在气候变化影响，单位为每千克排放量的千克二氧化碳当量。产品碳足迹为所有温室气体潜在气候变化影响的总和，GWP 值见附录。

2、产品碳核算结果计算

产品碳核算结果计算公式为整个产品生命周期中所有活动的所有材料、能源和废物与其碳排放因子乘积的加和。其计算公式如下：

$$E = \sum (AD \times EF_i \times GWP_i)$$

E ——二氧化碳排放量，单位为吨二氧化碳当量（tCO₂e）；

AD ——二氧化碳排放活动数据；

EF ——排放因子；

i ——温室气体种类；

GWP——全球增温潜势值。

六、结果解释

1、结果说明

A 企业生产的 1 吨水泥熟料，从原材料获取到产品生产，生命周期碳足迹为 923.33kgCO₂e。各生命周期阶段的温室气体排放情况如表 3 和图 2 所示。

表 3. 1 吨水泥熟料生命周期各阶段碳排放情况

生命周期阶段	碳足迹 (kgCO ₂ e/功能单位)	百分比 (%)
原材料获取	37.91	4.1%
产品生产	885.42	95.9%
产品运输分销	/	/
产品使用	/	/
产品报废处理	/	/
总计	923.33	100%

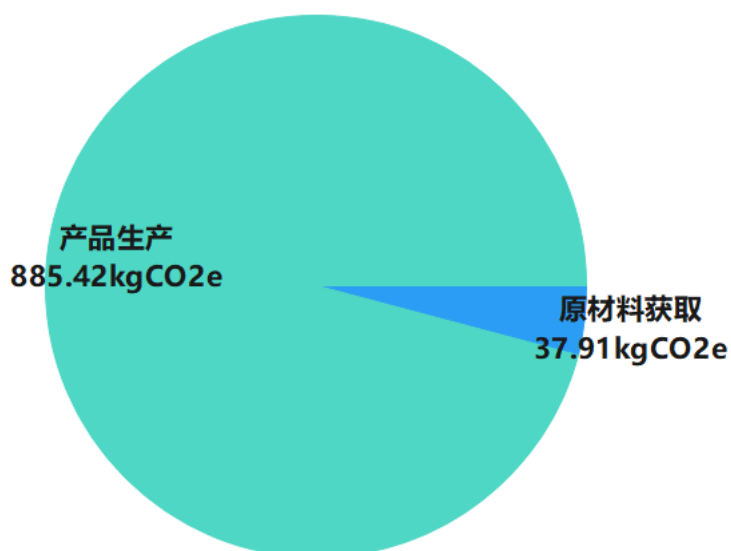


图 2. 1 吨水泥熟料生命周期各阶段碳排放情况

2、假设和局限性说明

结合量化情况，对范围、数据选择、情景设定等相关的假设和局限进行说明。(可选项)

3、改进建议

基于 A 企业生产 1t 水泥熟料碳足迹的分析结果，对企业减少碳排放提出以下建议：

- 1) 建议就近选择原材料和燃料，减少运输过程排放。
- 2) 建议加强对燃煤的控制，开展节能减煤措施，减少生产过程中的燃煤消耗，减少生产阶段的产品碳足迹。
- 3) 建议可选择生物质等替代燃料代替燃煤，减少燃料燃烧的碳排放。
- 4) 加强对生料的原料配比控制，减少碳酸盐的使用，降低生产过程中碳排放。

附录

温室气体全球变暖潜势值表

气体名称	化学分子式	100 年的 GWP 值
二氧化碳	CO ₂	1
甲烷	CH ₄	27.9
氧化亚氮	N ₂ O	273
三氟化氮	NF ₃	17400
氢氟碳化物 (HFCs)		
HFC-23	CHF ₃	14600
HFC-32	CH ₂ F ₂	771
HFC-41	CH ₃ F	135
HFC-125	C ₂ HF ₅	3740
HFC-134	CHF ₂ CHF ₂	1260
HFC-134a	C ₂ H ₂ F ₄	1530
HFC-143	CH ₂ FCHF ₂	364
HFC-143a	CH ₃ CF ₃	5810
HFC-152a	C ₂ H ₄ F ₂	164
HFC-227ea	C ₃ HF ₇	3600
HFC-236fa	C ₃ H ₂ F ₆	8690
全氟碳化物 (PFCs)		
全氟甲烷 (四氯甲烷)	CF ₄	7380
全氟乙烷 (六氯乙烷)	C ₂ F ₆	12400
全氟丙烷	C ₃ F ₈	9290
全氟丁烷	C ₄ F ₁₀	10000
全氟环丁烷	C ₄ F ₈	10200
全氟戊烷	C ₅ F ₁₂	9220
全氟己烷	C ₆ F ₁₄	8620
六氟化硫	SF ₆	25200
注： 部分温室气体的全球变暖潜势来源于气候变化专门委员会 (IPCC) 《气候变化报告 2021：自然科学基础 第一工作组对政府间气候变化专门委员会第六次评估报告的贡献》		

参考文献

- [1] 《温室气体—产品碳足迹—量化要求与指南》(ISO 14067:2018), 国际标准化组织, 2018.
- [2] 《商品和服务在生命周期内的温室气体排放评价规范》(PAS 2050:2011), 英国标准协会, 2011.
- [3] 《化工行业产品碳足迹指南》(TFS 2022), TOGETHER FOR SUSTAINABILITY, 2022.
- [4] IPCC 《气候变化报告 2021: 自然科学基础 第一工作组对政府间气候变化专门委员会第六次评估报告的贡献》, Richard P. Allan., Paola A. Arias., Sophie Berger., Josep G. Canadell., Christophe Cassou., Deliang Chen., Annalisa Cherchi., Sarah L. Connors., Erika Coppola., Faye Abigail Cruz., et al, 剑桥大学出版社.