

西峡龙成冶金材料有限公司

产品碳足迹报告

报告主体（盖章）：西峡龙成冶金材料有限公司

报告年度：2024 年

报告日期：2025 年 1 月 12 日



产品碳足迹可以有效反映出产品碳排放情况，它不仅是一个对温室气体简单的量化过程，更是体现从国家、组织（企业）、到个人的行为是否符合环境正义原则的途径。产品的“碳足迹”（CFP）可间接评价一件特定产品的制造、使用和废弃阶段，从“摇篮到坟墓”的整个过程中温室气体排放量，体现出整个阶段耗能情况，同时反映出产品的环境友好程度。目前国内外主要碳足迹、碳中和规范有《商品和服务在生命周期内的温室气体排放评价规范》（PAS2050-2008）、《环境管理-生命周期评价-原则与框架》（ISO14040-2006）、《环境管理-产品寿命周期评价-要求和导则标注》（ISO14044-2006）、《碳中和证明规范》（PAS2060-2010）、《温室气体-产品的碳排放量-量化和交流的要求和指南》（ISO/TS14067-2013）等，随着全球应对气候变化进程不断加快，产品碳足迹认证规范势必成为引领绿色消费的利剑。

受西峡龙成冶金材料有限公司（简称“龙成冶金”）委托，西峡核查组对龙成冶金生产的冶金保护渣的碳足迹进行核算与评估。本报告以生命周期评价方法为基础，采用 PAS2050：2008 标准《商品和服务在生命周期内的温室气体排放评价规范》中规定的碳足迹核算方法，计算得到龙成冶金平均生产 1 吨圆坯包晶钢保护渣 I 型 T0003415 的碳足迹。

本报告对产品的功能单位进行了定义即 1 吨圆坯包晶钢保护渣 I 型 T0003415，系统边界为“从摇篮到大门”类型。核查组对从原材料进厂到冶金保护渣产品出厂的生产过程进行了现场调研，同时也参考相关文献及数据库。

目 录

1、产品碳足迹（PCF）介绍	1
2、目标与范围定义	3
2.1 企业及其产品介绍	3
2.2 报告目的	4
2.3 碳足迹范围描述	4
3、数据收集	6
3.1 初级活动水平数据	6
3.2 次级活动水平数据	6
4、碳足迹计算	8
4.1 冶金保护渣碳足迹计算	8
4.1.1 冶金保护渣原材料生产及运输阶段	8
4.1.2 冶金保护渣生产阶段	9
5、结论与建议	13
5.1 结论	13
5.1.1 生产 1 吨圆坯包晶钢保护渣 I 型 T0003415 的碳足迹指标	13
5.2 建议	14
6、结语	16
参考文献	17

1、产品碳足迹（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）、全氟化碳（PFC）和三氟化氮（NF₃）等。产品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）《PAS2050：2008 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

西峡龙成冶金材料有限公司成立于 2004 年，主要从事冶金材料的生产、研发及销售业务，至今已有 20 余年，注册资金 5000 万元。老厂区位于河南省西峡县仲景大道 63 号，新厂区位于位于南阳市西峡县回村镇杜店村北营组，占地面积 124.65 亩，分两期建设，拟建预熔型连铸保护渣及覆盖剂生产车间 4 个(其中一期建设 PT-3000 生产车间 1 个、PT-10000 生产车间 2 个，二期建设 PT-3000 生产车间 1 个)、引流砂生产车间 1 个(其中一期建设 2 条线，二期建设 2 条线)。配套建设磨粉车间 1 个、粘合剂(CMC)车间 1 个，制袋车间 1 个。

西峡龙成冶金材料有限公司是以生产炼钢保护材料为主的冶金材料公司，主要生产八大系列预熔型空心颗粒连铸结晶器保护渣和各类空心颗粒钢包、铁包及中间包无碳覆盖剂等产品。公司经过多年的发展，已成为中国最具实力的连铸结晶器保护渣研发与生产企业，已成功开发技术含量高、附加值大的新产品 60 余种。

冶金保护渣生产工艺流程图如下：

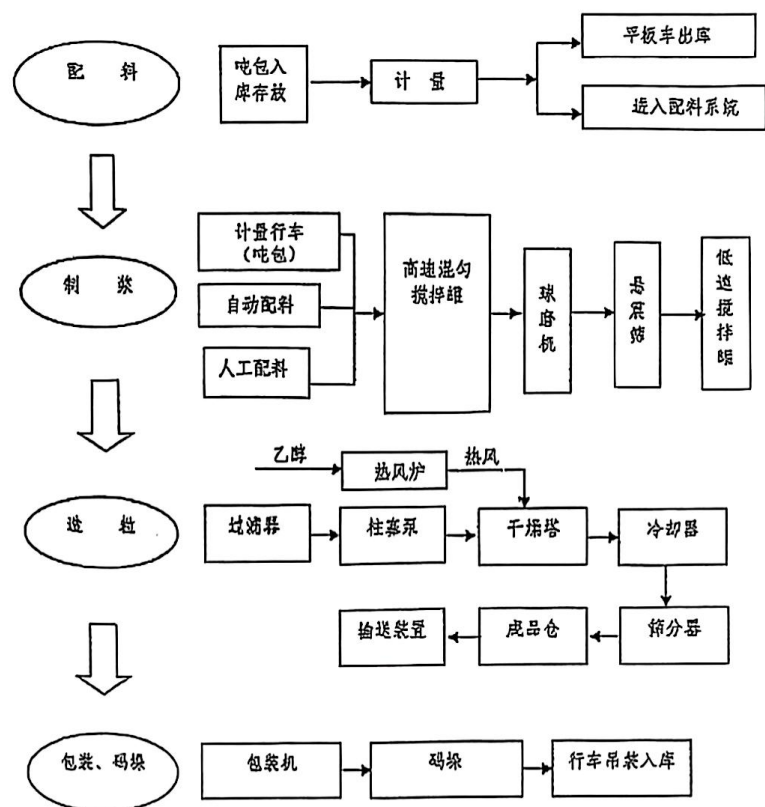


图 2-1 生产工艺流程图

2.2 报告目的

本报告的目的是得到企业生产的 1 吨圆坯包晶钢保护渣 I 型 T0003415 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，并帮助企业发掘减排潜力、有效沟通消费者、提高声誉强化品牌，从而有效地减少温室气体的排放；同时为冶金保护渣装备的采购商和第三方的有效沟通提供良好的途径。

2.3 碳足迹范围描述

本报告盘查的温室气体种类包含 IPCC2007 第 4 次评估报告中所列的温室气体，如二氧化碳（CO₂）、甲烷（CH₄）、氧化亚氮（N₂O）、氢氟碳化物（HFC）、全氟化碳（PFC）和三氟化氮（NF₃）等，并且采用了 IPCC 第五次评估报告（2014 年）提出的方法来计算产品生

产周期的 GWP 值¹。

为了方便产品碳足迹量化计算，功能单位被定义为 1 吨圆坯包晶钢保护渣 I 型 T0003415。计算周期为 2024 年 1 月 1 日到 2024 年 12 月 31 日。计算范围为西峡龙成冶金材料有限公司。

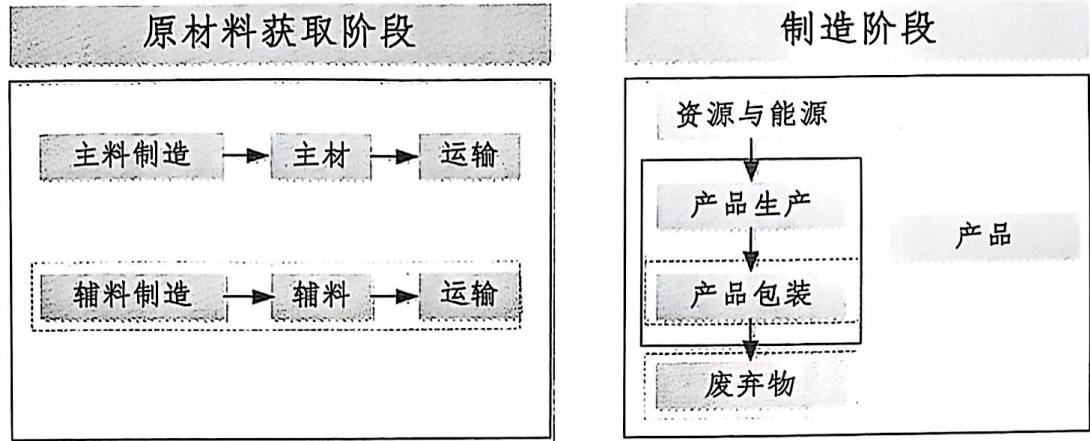


图 2-2 系统边界²

根据企业的实际情况，核查组在本次产品碳足迹核查过程使用 PAS2050 作为评估标准，盘查边界可分 B2B（Business-to-Business）和 B2C（Business-to-Consumer）两种。本次盘查的产品的系统边界属“从摇篮到大门”的类型，为实现上述功能单位，冶金保护渣生产的系统边界如上图。本报告排除以下情况的温室气体排放：

- （1）与人相关活动温室气体排放量不计；
- （2）工厂、仓库、办公室等产生的排放量由于受到地域、工厂排列等多方面因素的复杂影响，不计。

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
冶金保护渣生产的生命周期过程包括： 原材料生产、运输→冶金保护渣生产和包装 能源的消耗	辅料及辅料的生产 资本设备的生产及维修 产品的运输、销售和使用 产品回收、处置和废弃阶段

1 根据 IPCC 第五次评估报告，CO₂、CH₄、N₂O 的 GWP 值分别为 1，28，265。
2 根据下述的排除原则，图中虚线边框中的过程不在温室气体排放计算内。

3、数据收集

根据 PAS 2050: 2008 标准的要求, 我公司组成碳足迹盘查组对企业的产品碳足迹进行盘查。工作组对产品碳足迹盘查工作先进行前期准备, 然后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温室气体排放盘查工作。前期准备工作主要包括: 收集产品基本情况、生产工艺流程及原材料供应商等信息; 并调研和收集部分原始数据, 主要包括: 公司的生产报表、财务报表及购进发票等, 以保证数据完整性和准确性, 并在后期报告编制阶段, 大量查阅数据库、文献报告以及成熟可用的 LCA 软件去获取排放因子。

3.1 初级活动水平数据

根据 PAS2050: 2008 标准的要求, 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输入, 以及产品/中间产品和废物的输出。

3.2 次级活动水平数据

根据 PAS2050: 2008, 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中的数据。产品碳足迹计算采用的各项数据的类别与来源如表 3-1。

表 3-1 冶金保护渣生产碳足迹盘查数据类别与来源

	输入	能源/物料消耗量	活动数据来源
初级活动数据	能源	天然气	企业生产月报表、结算发票
		高炉煤气	企业生产月报表、结算发票
		柴油	企业生产月报表、结算发票
		乙炔	企业生产月报表、结算发票
		电力	企业生产月报表、结算发票
次级活动数据	运输	硅灰石	根据厂商地点确定
		土状石墨	根据厂商地点确定
		萤石粉	根据厂商地点确定
		白碱	根据厂商地点确定
		糊精	根据厂商地点确定
		水渣	根据厂商地点确定
		熟料	根据厂商地点确定
		预熔料	根据厂商地点确定
		磷渣	根据厂商地点确定
	排放因子	主料运输	数据库及文献资料
	输出	产品名称	活动数据来源
初级活动数据	产品	冶金保护渣	企业生产报表

4、碳足迹计算

产品碳足迹的公式是整个产品生命周期中所有活动的所有材料、能源乘以其排放因子后再加和。其计算公式如下：

$$CF = \sum_{i=1, j=1}^n P_i \times Q_{ij} \times GWP_j$$

其中，CF 为碳足迹，P 为活动水平数据，Q 为排放因子，GWP 为全球变暖潜势值。排放因子源于 CLCD 数据库和相关参考文献。

4.1 冶金保护渣碳足迹计算

4.1.1 冶金保护渣原材料生产及运输阶段

目前我公司所用的原材料中，只有土状石墨和糊精含碳，涉及温室气体排放；在原材料的运输阶段会有燃油产生的温室气体排放，因此，本阶段对该产品生产涉及的主要原材料的运输阶段温室气体排放进行计算，通过企业调研获知，原材料主要通过卡车运输。炭黑购进自新疆，糊精购进自西峡本地，运输距离采用 google map 进行路线，其碳排放计算见表 4-2 所示：

表 4-1 原材料运输的产品温室气体排放

原材 料名 称	产地	活动数 据 (kg) A	运输距 离(km) B	CO ₂ 当量排放 因子 kgCO ₂ e/ (t·km) C	排放因 子数据 来源	碳足迹数据 tCO ₂ e D=A×B×C*10 ⁻³
土状 石墨	新疆	0.1732	2850	0.0684	CLCD 数据库	0.0338
糊精	西峡	0.1212	80	0.0684		0.0006
合计						0.0344

4.1.2 冶金保护渣生产阶段

4.1.2.1 生产工艺流程

冶金保护渣生产工艺如下图：

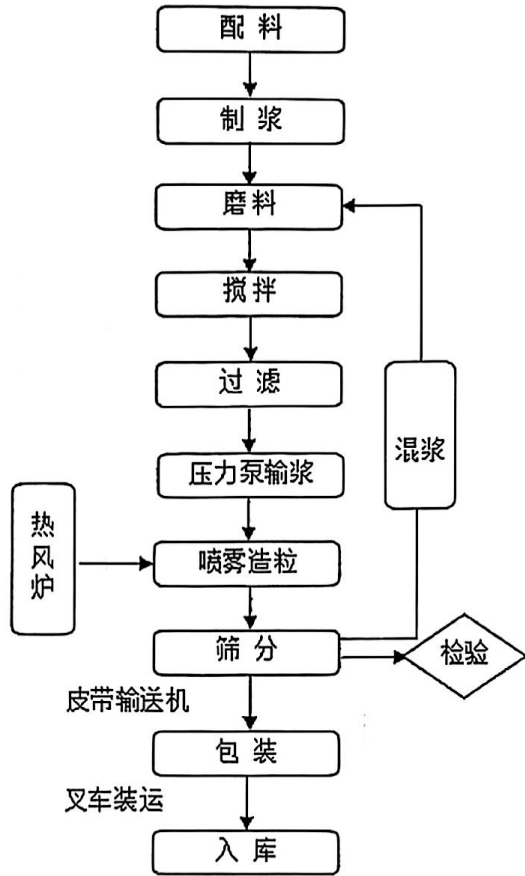


图 4-1 冶金保护渣生产工艺流程图

4.1.2.2 冶金保护渣生产阶段碳足迹核算

根据相关企业调研，本文获取了 1 吨圆坯包晶钢保护渣 I 型 T0003415 生产阶段能源消耗产生的排放、电力消耗的排放和热力消耗的排放对应的间接温室气体排放，并因此计算生产阶段所产生的温室气体排放，具体如下表。

表 4-2 生产 1 吨圆坯包晶钢保护渣 I 型 T0003415 化石燃料燃烧的二氧化碳排放

年度	种类	消耗量 (t,万 Nm ³)	低位发 热量 (GJ/t, GJ/万 Nm ³)	单位热值 含碳量 (tC/GJ)	碳 氧 化 率	折算 因子	排放量 (tCO ₂)	总排放量 (tCO ₂)
		A	B	C	D	E	$F=A*B*C*D$ *E	
20 24	天 然 气	0.0094	389.31	0.0153	99%	44/12	0.2032	0.3856
	高 炉 煤 气	0.01528	33	0.0708	99%	44/12	0.12956	
	柴 油	0.0001	42.652	0.02020	98%	44/12	0.0003	
	乙 炔	0.00028	56.49	0.923	98%	44/12	0.0525	

表 4-3 消耗电力的排放

年份	种类	净购入量 (MWh)	CO ₂ 排放因子 (tCO ₂ /MWh)	碳排放量 (tCO ₂)
----	----	---------------	---	--------------------------

		A	B	C=A*B
2024	电力	0.1001	0.6508	0.0606

表 4-4 生产 1 吨圆坯包晶钢保护渣 I 型 T0003415 的碳足迹

排放过程	排放子过程	碳足迹 (tCO ₂)
原材料运输阶段	原材料运输	0.0344
冶金保护渣生产阶段	化石燃料燃烧排放量	0.3856
	消耗电力对应的排放量	0.0606
	合计	0.4462
合计		0.4806

4.1.2.3 活动水平数据说明

活动水平数据名称	活动水平数据来源
天然气	天然气明细台账
高炉煤气	高炉煤气明细台账
柴油	柴油明细台账
乙炔	乙炔明细台账
电力	电力消耗明细台账

4.1.2.4 排放因子数据说明

(1) 天然气低位发热值、单位热值含碳量和碳氧化率

参数	天然气低位发热值 (GJ/t)	天然气单位热值含碳量 (tC/GJ)	天然气碳氧化率
数值:	389.31	0.0153	99%
数据来源:	《工业其他行业企业温室气体核算方法与报告指南（试行）》		

(2) 高炉煤气低位发热值、单位热值含碳量和碳氧化率

参数	高炉煤气低位发热值 (GJ/t)	高炉煤气单位热值含碳量 (tC/GJ)	高炉煤气碳氧化率
数值:	33	0.0708	99%
数据来源:	《工业其他行业企业温室气体核算方法与报告指南（试行）》		

(3) 柴油低位发热值、单位热值含碳量和碳氧化率

参数	柴油低位发热值 (GJ/t)	柴油单位热值含碳量 (tC/GJ)	柴油碳氧化率
数值:	42.652	0.02020	98%
数据来源:	《工业其他行业企业温室气体核算方法与报告指南（试行）》		

(4) 乙炔低位发热值、单位热值含碳量和碳氧化率

参数	乙炔低位发热值 (GJ/t)	乙炔单位热值含碳量 (tC/GJ)	乙炔碳氧化率
数值:	56.49	0.923	98%
数据来源:	《工业其他行业企业温室气体核算方法与报告指南（试行）》		

(5) 电力的 CO₂ 当量排放因子

参数	电力的 CO ₂ 当量排放因子
核查的数据值:	0.6508
单位	kgCO ₂ /kWh
数据来源:	关于发布 2022 年电力二氧化碳排放因子的公告

5、结论与建议

5.1 结论

5.1.1 生产 1 吨圆坯包晶钢保护渣 I 型 T0003415 的碳足迹指标

龙成冶金冶金保护渣生产 1t 冶金保护渣的碳足迹指标见表 5-1。

表 5-1 生产 1 吨圆坯包晶钢保护渣 I 型 T0003415 的碳足迹指标表

参数	原材料运输	产品生产过程排放	合计
单位产品碳足迹 (CF) tCO ₂ eq/吨	0.0344	0.4462	0.4806

生产 1 吨圆坯包晶钢保护渣 I 型 T0003415 的碳足迹为 0.4806tCO₂eq，原材料运输及产品生产过程的碳足迹分别为 0.0344 和 0.4462tCO₂eq，其对碳足迹的贡献分别为 7.16%和 92.84%。

5.2 建议

通过对上述产品碳足迹指标分析可知：

生产 1 吨圆坯包晶钢保护渣 I 型 T0003415 的碳足迹为 0.4806tCO₂eq，其中生产过程产生的碳排放占比最大达 92.84%。

本研究对冶金保护渣的碳足迹分析，只考虑了原材料和生产过程的温室气体排放，并未能从产品分配、使用以及废弃物处理方面进行全生命周期的分析。

通过以上分析可知，为增强品牌竞争力、减少产品碳足迹，建议如下：

（1）建议建立能管中心，监测每一道工序的能源消耗，进一步提高能源利用率；

（2）在原材料价位差别不大的情况下，尽量选取原材料碳足迹小的供应商；

（3）降低原料消耗，提高物料利用率，同时，在工艺允许的情况下，采用温室气体影响较小的原料代替；

（4）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，重点提高能源的利用率，从而减少能源的使用量；

（5）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。

（6）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。

（7）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。

6、结语

产品碳足迹核算以生命周期为视角，可以帮助企业避免只关注与产品生产最直接或最明显相关的排放环节，抓住产品生命周期中其他环节上的重要减排和节约成本的机会。产品碳足迹核算还可以帮助企业理清其产品组合中的温室气体排放情况，因为温室气体排放通常与能源使用有关，因而可以侧面反映产品系统运营效率的高低，帮助企业发掘减少排放及节约成本的机会。

产品碳足迹核算提高了产品本身的附加值，可以作为卖点起到良好的宣传效果，有利于产品市场竞争；通过产品碳足迹核算，企业可以充分了解产品各环节的能源消耗和碳排放情况，方便低碳管理、节能降耗，节约生产成本；同时，产品碳足迹核算是一种环境友好行为，是企业响应国家政策、履行社会责任的体现，有助于产品生产企业品牌价值的提升。

产品碳足迹核算制度俨然已成为各国应对气候变化，发展低碳经济的全新阐述方式，并可能成为一种潜在的新型贸易壁垒，潜移默化的影响中国出口产业，面对不断变化的外界环境中国企业需被迫符合下游国家和企业的强制碳核算要求。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。

参考文献

- [1]罗智星.建筑生命周期二氧化碳排放计算方法与减排策略研究[D].西安建筑科技大学, 2016.
- [2]王姗姗,刘赛男,王灿,等. 基于生命周期评价的河南省原铝生产环境影响分析[J]. 轻金属, 2018 (3): 1.
- [3]田彬彬,徐向阳,付鸿娟,等.基于生命周期的产品碳足迹评价与核算分析[J].中国环境管理, 2012 (1): 21-26.

