

开封贝斯科超硬材料有限公司 产品碳足迹报告

报告编制单位(公章) 河南浩丞科技集团有限公司

报告编制日期: 2024年04月18日



受开封贝斯科超硬材料有限公司（简称“贝斯科超硬材料”）委托，核查组对贝斯科超硬材料生产的金刚石系列产品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 PAS 2050: 2011 标准《商品和服务在生命周期内的温室气体排放评价规范》《ISO 14067:2018 温室气体-产品碳足迹-量化需求与指南》中规定的碳足迹核算方法，计算得到开封贝斯科超硬材料有限公司平均生产 1 克拉金刚石系列产品的碳足迹。

本报告对产品的功能单位进行了定义即 1 克拉金刚石系列产品，系统边界为“从摇篮到大门”类型。核查组对从原材料进厂到产品生产再到产品出厂的过程进行了现场调研，同时也参考了相关文献及数据库。

本报告对生产 1 克拉金刚石系列的碳足迹进行对比分析，得到生产 1 克拉金刚石系列碳足迹为 96.66kgCO₂ eq，净购入电力、原辅料运输产生的排放对碳足迹的贡献分别为 100%和 0%。

贝斯科超硬材料积极开展产品碳足迹评价，其碳足迹核算是企业实现低碳、绿色发展的基础和关键，披露产品的碳足迹是企业环境保护工作和社会责任的一部分，也是开封贝斯科超硬材料有限公司迈向国际市场的重要一步。

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。尤其是在《京都议定书》的基础之上，2015 年经过多方努力签订了《巴黎协定》，该协定为 2020 年后全球应对气候变化行动作出安排，标志着全球气候治理将进入一个前所未有的新阶段，具有里程碑式的非凡意义。2020 年 9 月 22 日，中国国家主席习近平在“第七十五届联合国大会一般性辩论”上发表重要讲话，向世界承诺，中国将提高国家自主贡献力度，采取更加有力的政策和措施，二氧化碳排放力争于 2030 年前达到峰值，努力争取 2060 年前实现碳中和。

“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 kg CO₂e 或者 g CO₂e。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

开封贝斯科超硬材料有限公司成立于 2007 年，注册资本 300 万美元，是一家集研发、生产、销售、服务为一体的国际领先的外资企业、国家高新技术企业。位于开封市八大街与陇海五路交叉口北 100 米路西，占地面积约 30 亩，建筑面积 7880 平方米，包括综合楼、仓库、压料车间、磨加工车间、合成车间及配套设施等，公司现有在职员工近 130 人，其中专职研发人员 50 余人；具备年产树脂金刚石 9500 万克拉、立方氮化硼 9850 万克拉、超硬刀具 25 万片，宝石级金刚石 5 万克拉的能力。公司拥有国际一流的研发中心和管理完善的生产工厂，引进国外高端技术，专业生产工业金刚石、立方氮化硼和立方氮化硼刀具等超硬材料，并拥有所有产品的核心技术，现有授权专利 34 项。2009 年以来，公司先后 12 次获评“开封市出口创汇先进企业”，8 次被区评为“出口创汇突出贡献企业”、“利用外资先进企业”，荣获国家科技型中小企业、省科技小巨人（培育）企业等荣誉称号，并建有“开封市人造金刚石工程技术研究中心”，2019 年到 2022 年公司连续两次荣获国家高新技术企业荣誉称号；2022 年被评为省专精特新中小企业，同年获批河南省“金刚石大腔体合成”工程技术研究中心、开封市建成大项目奖、技术改造示范企业等荣誉称号及奖补，2023 年在第十二届中国创新创业大赛河南开封分赛区暨第六届开封创新创业大赛成长组一等奖、第十二届中国创新创业大赛河南赛区优秀奖，公司是纳税 A 级信用单位。公司已通过 ISO 9001 国际质量体系、ISO 14001 环境体系认证及

ISO45001 体系认证、知识产权管理体系及能源管理体系。

2023 年产值约 1.5 亿余元，预计 2024 年产值翻倍，目前已成立合伙公司进行投融资活动，未来三到五年将完成科创板上市。

2.2 报告目的

本报告的目的是得到开封贝斯科超硬材料有限公司生产的 1 克拉金刚石系列产品生命周期过程的碳足迹，其研究结果有利于贝斯科超硬材料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 1 克拉金刚石系列产品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 5 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（2013 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 克拉金刚石系列产品。

碳足迹核算采用生命周期评价方法。生命周期评价是一种评估产品、工艺或活动，从原材料获取与运输，到产品生产、运输、销售、使用、再利用、维护和最终处置整个生命周期阶段有关的

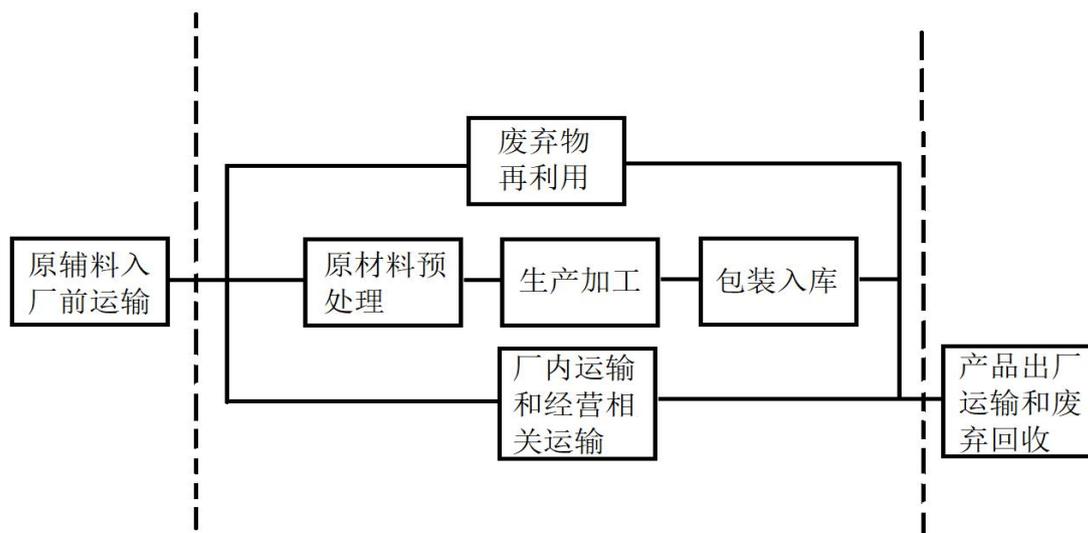
¹ 根据 IPCC 第五次评估报告，CO₂、CH₄、N₂O 的 GWP 值分别为 1，28，265。

环境负荷的过程。在生命周期各个阶段数据都可以获得情况下，采用全生命周期评价方法核算碳足迹。当原料部分或者废弃物处置部分的数据难获得时，选择采用“原材料碳排放+生产过程碳排放”、“生产过程碳排放”、“生产过程碳排放+废弃物处置碳排放”三种形式之一的部分生命周期评价方法核算碳足迹。

根据本项目评价目的，按照《PAS2050：2011 商品和服务在生命周期内的温室气体排放评价规范》《ISO 14067:2018 温室气体-产品碳足迹-量化需求与指南》的相关要求，本次碳足迹评价边界为贝斯科超硬材料 2023 年全年生产活动及非生产活动数据。经过与排放单位确认，原材料生产部分数据难以获得，因此确定本次评价边界为：产生的碳足迹=原材料的运输排放+生产过程排放。即从“摇篮到大门”的核算边界，其他排放过程数据难以量化，本次核算不予考虑。为实现上述功能单位，本次核算的系统边界如表 2-1。

盘查周期为 2023 年 1 月 1 日到 2023 年 12 月 31 日。

盘查地点为开封贝斯科超硬材料有限公司（地址：开封市八大街与陇海五路交叉口北 100 米路西）。

图 2.1 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，金刚石系列产品系统边界如上图。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) 资产设备的生产及维修的排放量不计；
- (3) 产品出厂后的运输、销售和使用，以及废弃回收处置等排放量不计。

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
<ul style="list-style-type: none"> • 金刚石系列产品生产的生命周期 过程包括：原材料厂内外运输→生 	<ul style="list-style-type: none"> • 辅料生产 • 资本设备的生产及维修

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。

<p>产→产品包装出厂</p> <ul style="list-style-type: none">• 生产经营活动相关的能源消耗	<ul style="list-style-type: none">• 产品的运输、销售和使用• 产品回收、处置和废弃阶段
---	--

3. 数据收集

根据 PAS 2050: 2011 标准的要求, 核查组组建了碳足迹盘查工作组对贝斯科超硬材料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: 了解产品基本情况、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: 企业的生产报表、财务报表及购进发票等, 以保证数据的完整性和准确性, 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 原辅材获取及运输

2023 年企业生产金刚石系列产品 25601.78 克拉, 企业原辅材料主要为叶腊石、钢圈、粉压片、碳管、石墨纸, 均为公路运输, 原辅材料获取及运输单位产品碳足迹清单如下表:

表 3.1 碳足迹盘查数据类别与来源

物料名称	运输方式	运输距离 (km)	运输车次 (次/年)	碳排放数据 (kgCO ₂ e)	碳足迹数据 (kgCO ₂ e/克拉)
叶腊石	公路	80	30	1872.40	0.07
钢圈	公路	80	30	1872.40	0.07
粉压片	公路	80	33	2059.64	0.08
碳管	公路	240	26	4868.24	0.19

石墨纸	公路	510	1	397.89	0.02
总计	/	/	/	11070.57	0.43

3.2 生产过程能源消耗清单

根据 PAS2050: 2011, 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 3.2。

表 3.2 碳足迹盘查数据类别与来源

能源种类	单位	单位产品消耗
电	kW·h/克拉	168.73
运输 (柴油)	升/克拉	0.14
排放因子	-	数据库及文献资料

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、能源和废物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 厂内运输和经营相关运输产生的排放

厂内外移动源运输都会直接或间接地产生温室气体排放，如生产过程中设备运转消耗能源带来的间接温室气体排放，材料在运输过程中燃油产生的直接温室气体排放。

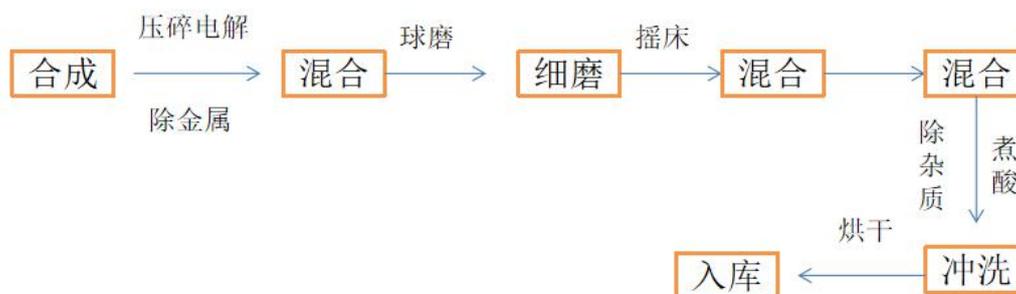
企业厂内原料和产品采用电动叉车进行转运，不涉及化石燃料燃烧等的消耗，因此，本阶段对厂内外的生产和运输阶段温室气体排放进行计算，如下表 4.1：

表 4.1 厂内运输的产品温室气体排放

物料名称	活动数据 A (t)	CO ₂ 当量排放因子 B (tCO _{2e} /t)	排放因子 数据来源	碳足迹数据 C=A×B (tCO _{2e})
金刚石系列产品及原辅料厂内运输				
柴油	0	3.145	参考文献 ^[1]	0
汽油	0	3.042	参考文献 ^[1]	0
合计				0
厂内运输温室气体排放量总计				0

4.2 生产阶段产生的排放

本项目产品主要为金刚石系列。项目产品工艺流程分述如下：



根据相关企业调研，获取了 1 克拉金刚石系列产品生产阶段的能源消耗，并因此计算生产阶段能源消耗所产生的温室气体排放，具体如表 4.2 所示。

表 4.2 产品生产阶段的能源消耗

名称	活动数据 A (MWh/克拉)	CO ₂ 当量排放因子 B (tCO ₂ e/MWh)	排放因子 数据来源	碳足迹数据 C=A×B (kgCO ₂ e)
单位金刚石系列产品生产消耗				
电力	0.1687	0.5703	参考文献 ^[3]	96.23
合计				96.23
单位产品生产阶段温室气体排放量总计				96.23

5.产品碳足迹指标

碳足迹排放量相关计算：

表 5-1 单位产品碳足迹分析

年度	2023
单位产品原辅材料获取及运输排放碳足迹 (kgCO ₂ e/克拉) (A)	0.43
单位产品净购入电力隐含的排放碳足迹 (kgCO ₂ e/克拉) (B)	96.23
单位产品净购入热力隐含的排放碳足迹 (kgCO ₂ e/克拉) (C)	0.00
单位产品净购入天然气隐含的排放碳足迹 (kgCO ₂ e/克拉) (D)	0.00
单位产品碳足迹总量 (kgCO ₂ e/克拉) (F=A+B+C+D)	96.66

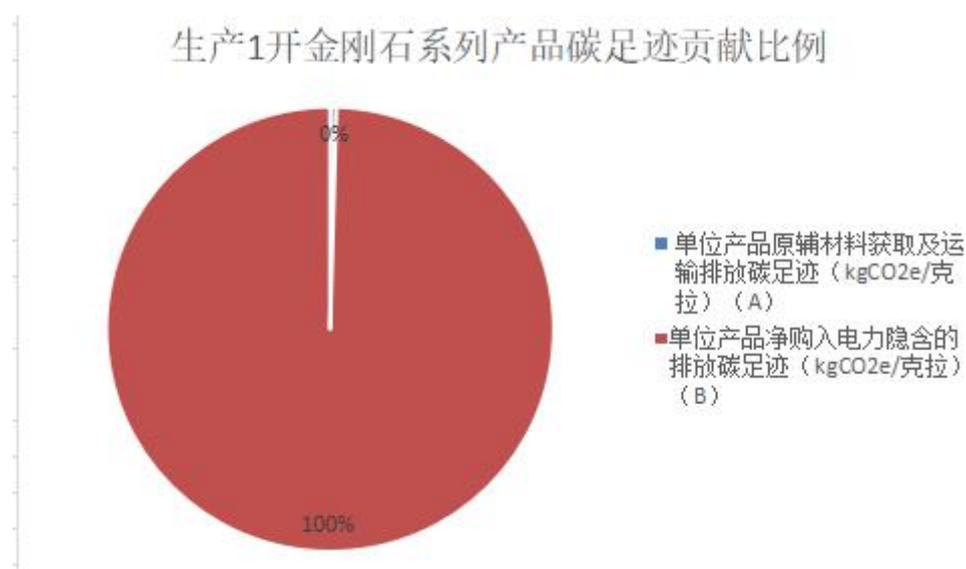


图 5.1 生产 1 克拉金刚石系列产品碳足迹贡献比例

企业生产 1 克拉金刚石系列产品系列产品碳足迹为 96.66kgCO₂ eq，净购入电力和原辅材料获取产生的排放对碳足迹的贡献分别为 100%和 0%。

6.结论与建议

通过对上述两大产品碳足迹指标分析可知：

企业生产 1 克拉金刚石系列产品碳足迹为 96.66kgCO₂ eq, 净购入电力、原辅材料获取产生的排放对碳足迹的贡献分别为 100%和 0%, 净购入电力对产品碳足迹贡献最大。

本报告对金刚石系列产品碳足迹进行计测及分析, 只考虑了原辅材料运输过程和产品生产过程的温室气体排放, 并未从产品分配、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, 产品生产过程中能源消耗对产品碳足迹的贡献为 100%, 为增强品牌竞争力、减少产品碳足迹, 建议如下:

1、进行生产装置更新升级, 保持生产设备生产高效性; 研究新型生产工艺, 进行工艺迭代, 提高生产效率;

2、产品生产阶段: 未来积极引进节能技术, 提高能源利用效率, 减少能源的消耗;

3、加强节能工作, 制定班组能效考核制度, 从技术及管理层提升能源效率, 减少能源投入;

4、继续推进绿色低碳发展意识, 加强生命周期理念的宣传和实践。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, 以便企业内部开展对比分析, 发现问题;

5、继续推进绿色低碳发展意识, 加强生命周期理念的宣传和实践。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, 以便企业内部开展对比分

析，发现问题。

7. 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] 《工业其他行业企业温室气体排放核算方法与报告指南（试行）》
- [2] 《ISO 14067:2018 温室气体-产品碳足迹-量化需求与指南》
- [3] 国家发布的《2022 年度全国电网平均排放因子》