

辽阳兴旺石墨制品有限公司

碳足迹核算报告

报告编制单位：北京嘉盛联合企业管理服务有限公司

报告日期：2024年4月18日



110108019223

产品碳足迹核算信息表

生产厂	辽阳兴旺石墨制品有限公司		
制造厂	辽阳兴旺石墨制品有限公司		
品牌方	辽阳兴旺石墨制品有限公司		
产品名称	石墨坩埚		
产品系列/规格/型号	石墨坩埚		
核算依据	ISO 14067:2018 《温室气体产品碳足迹量化的要求和指南》		
生命周期阶段	从摇篮到大门		
产品碳足迹功能单位	1 件石墨坩埚		
碳足迹 (CO ₂ -eq)	109.40 kg		
编写	朱燕丽 万双莉	日期	2024 年 4 月 18 日
复核	马迎霞	日期	2024 年 4 月 18 日

产品碳足迹核算信息表

产 品：1 件石墨坩埚

功能单位：1 件

边界条件：资源开采、原材料生产、原材料运输、能源生产、产品生产、产品包装（从摇篮到大门）

计算依据：ISO 14067 Greenhouse gases — Carbon footprint of products — Requirements and guidelines for quantification

计算方法：IPCC 2013 GWP 100a V. 1.03

功能单位碳足迹：109.40 kgCO₂e。

1. 生命周期评价与产品碳足迹

生命周期评价方法（Life Cycle Assessment, LCA）是系统化、定量化评价产品生命周期过程中资源环境效率的标准方法，它通过对产品上下游生产与消费过程的追溯，帮助生产者识别环境问题所产生的阶段，并进一步规避其在产品不同生命周期阶段和不同环境影响类型之间进行转移。国内外很多行业都开展了产品 LCA 评价，用于行业内企业的对标和改进、行业外部的交流，并为行业政策制定提供参考依据。

产品碳足迹（Carbon Footprint of Product, CFP）是指某个产品在其生命周期过程中所释放的直接和间接的温室气体总量，即从原材料开采、产品生产（或服务提供）、分销、使用到最终再生利用、处置等多个阶段的各种温室气体排放的累加。产品碳足迹已经成为一个行之有效的定量指标，用于衡量企业的绩效，管理水平和产品对气候变化的影响大小。

2. 目标与范围定义

2.1 核算目的

本项目按照 ISO14040:2006《环境管理 生命周期评价原则与框架》、ISO 14044:2006《环境管理 生命周期评价要求与指南》、ISO 14067:2018《温室气体产品碳足迹量化的要求和指南》的要求，建立石墨坩埚从摇篮到大门的生命周期模型，编写碳足迹核算报告，结果和相关分析可用于以下目的：

- 得到产品的生命周期碳足迹指标结果，用于企业比较不同工艺下产品的碳排放情况，选择更为环境友好的工艺技术。
- 报告可用于下游客户或终端消费者根据产品的生命周期碳足迹指标选择更为低碳的产品。
- 报告可用于市场宣传，展示本企业产品在应对气候变化和温室气体排放管理方面的优势。

2.2 核算范围

2.2.1 功能单位

本次研究的功能单位定义为：1 件石墨坩埚，产品基本信息如表 1-1 所示。

表 1-1 产品详情表

基本信息	内容
单位产品质量	56.63 kg/件
数据收集期间内产量	20000 件

2.2.2 核算指标

本项目通过对碳足迹指标的核算，帮助企业发现减少产品温室气体排放、实现节能减排的途径，为企业评估和实施有针对性的改进措施提供依据。同时，产品碳足迹核算也是一种促进绿色生产和消费的重要手段。

碳足迹的计算结果为产品生命周期各种温室气体总量排放，用二氧化碳当量（CO₂-eq）表示，单位为 kg CO₂-eq 或者 g CO₂-eq。常见的温室气体包括二氧化碳（CO₂）、甲烷（CH₄）、氧化亚氮（N₂O）、氢氟碳化物（HFCs）、全氟化碳（PFCs）、六氟化硫（SF₆）等。

2.2.3 系统边界

本产品为 1 件石墨坩埚，产品的生命周期系统边界属从“从摇篮到大门”的类型，核算的系统边界包括上游原辅料和能源的生产和运输阶段、产品生产和包装阶段，产品的生命周期系统边界如图 1-1 所示。

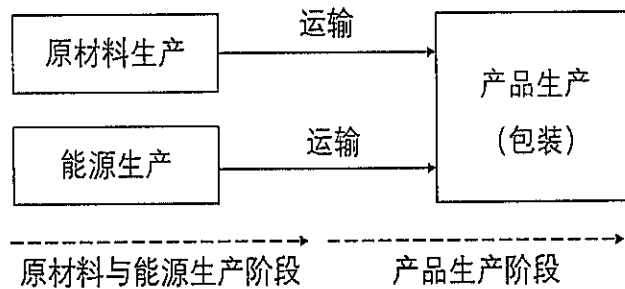
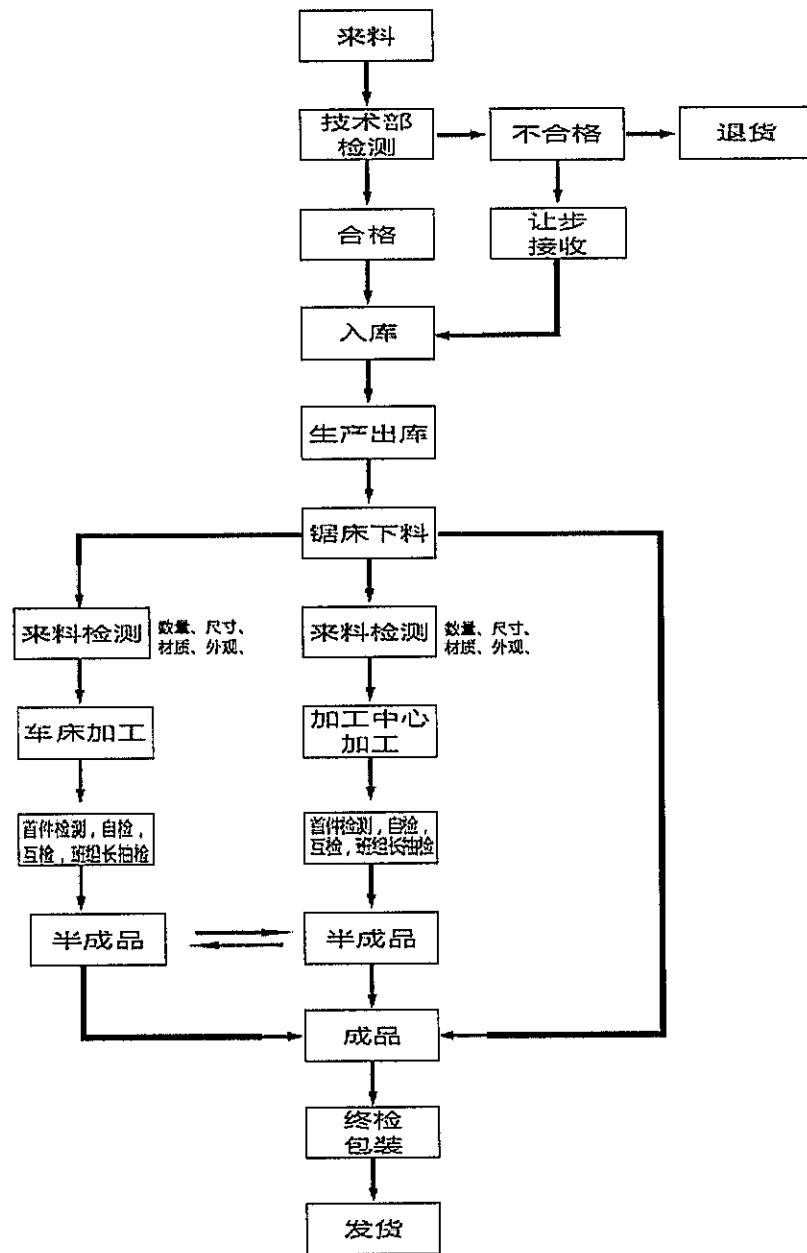


图 1-1 生命周期系统边界

2.2.4 产品工艺流程



2.3 数据取舍规则

在选定系统边界和指标的基础上，应规定一套数据取舍准则，忽略对评价结果影响不大的因素，从而简化数据收集和评价过程。本研究取舍准则如下：

- 1) 对于不可获得的原材料数据，未查到原材料影响因子的原材料进行忽略。
- 2) 道路与厂房等基础设施、生产设备、厂区内人员及生活设施的消耗和排放，可忽略；
- 3) 低价值废物作为原料，如粉煤灰、矿渣、秸秆、生活垃圾等，忽略其上游生产数据。

2.4 数据质量要求

数据质量评估的目的是判断碳足迹核算结果和结论的可信度，并指出提高数据质量的关键因素。本研究数据质量可从四个方面进行管控和评估，即代表性、完整性、可靠性、一致性。

1) 数据代表性：包括地理代表性、时间代表性、技术代表性三个方面。

地理代表性：说明数据代表的国家或特定区域，这与研究结论的适用性密切相关。

时间代表性：应优先选取与研究基准年接近的企业、文献。

技术代表性：应描述生产技术的实际代表性。

2) 数据完整性：包括产品模型完整性和数据库完整性两个方面。

模型完整性：依据系统边界的定义和数据取舍准则，产品生命周期模型需包含所有主要过程。产品生命周期模型尽量反映产品生产的实际情况，对于重要的原辅料（对碳足迹指标影响超过 5%的物料）应尽量调查其生产过程；在无法获得实际生产过程数据的情况下，可采用背景数据，但需对背景数据来源及采用依据进行详细说明。未能调查的重要原辅料需在报告中解释和说明。

背景数据库完整性：背景数据库一般至少包含一个国家或地区的数百种主要能源、基础原材料、化学品的开采、制造和运输过程，以保证背景数据库自身的完整性。

3) 可靠性：包括实景数据可靠性、背景数据可靠性、数据库可靠性。

实景数据可靠性：对于主要的原辅料消耗、能源消耗和运输数据应尽量采用企业实际生产记录数据。所有数据将被详细记录从相关的数据源和数据处理算法。采用经验估算或文献调研所获取的数据应在报告中解释和说明。

背景数据可靠性：重要物料和能耗的上游生产过程数据优先选择代表原产地国家、相同生产技术的公开基础数据库，数据的年限优先选择近年数据。在没有符合要求的背景数据的情况下，可以选择代表其他国家、代表其他技术的数据作为替代，并应在报告中解释和说明。

数据库可靠性：背景数据库需采用来自本国或本地区的统计数据、调查数据和文献资料，以反映该国家或地区的能源结构、生产系统特点和平均的生产技术水平。

4) 一致性：所有实景数据（包括每个过程消耗与排放数据）应采用一致的

统计标准，即基于相同产品产出、相同过程边界、相同数据统计期。若存在不一致的情况，应在报告中解释和说明。

2.5 软件和数据库

本报告使用生命周期评估软件 Simapro 9.0，背景数据库为 Ecoinvent 3.5。采用 Ecoinvent 中来自于中国的数据库。

其生命周期过程使用的排放系数来源见表 2-1，具体取值见附录 1。

表 2-1 背景数据来源表

清单名称	所属过程	碳排放因子来源
电极石墨棒	原材料获取	Ecoinvent
高强石墨棒	原材料获取	Ecoinvent
高纯石墨块	原材料获取	Ecoinvent
中粗石墨	原材料获取	Ecoinvent
石墨电极	原材料获取	Ecoinvent
高强石墨块	原材料获取	Ecoinvent
高强石墨	原材料获取	Ecoinvent
高纯石墨	原材料获取	Ecoinvent
乙醇汽油	生产	Ecoinvent
柴油	生产	Ecoinvent
电	生产	Ecoinvent
水	生产	Ecoinvent
原材料运输	运输	Ecoinvent

3. 数据收集

产品生产数据统计时段为 2023/01/01 至 2023/12/31，在此期间，石墨坩埚的产量为 20000 件，以下收集数据按该批次生产消耗量及排放量进行统计。

3.1 原材料获取阶段

原材料获取阶段的输入包括：100%石墨。详细清单汇总如表 3-1 所示。

表 3-1 原材料获取阶段清单数据表

类型	清单名称	数量	单位	备注	数据来源
原材料/物料	电极石墨棒	85	t	企业产品生产 BOM 表单	生产实景数据
原材料/物料	高强石墨棒	116	t	企业产品生产 BOM 表单	生产实景数据
原材料/物料	高纯石墨块	251	t	企业产品生产 BOM 表单	生产实景数据
原材料/物料	中粗石墨	103	t	企业产品生产 BOM 表单	生产实景数据
原材料/物料	石墨电极	80	t	企业产品生产 BOM 表单	生产实景数据

原材料/物料	高强石墨块	137	t	企业产品生产 BOM 表单	生产实景数据
原材料/物料	高强石墨	315.6	t	企业产品生产 BOM 表单	生产实景数据
原材料/物料	高纯石墨	45	t	企业产品生产 BOM 表单	生产实景数据

原材料阶段运输信息如表 3-2 所示。

表 3-2 石墨坩埚原材料运输阶段信息表

运输原辅材料	始发地	目的地	运输距离 (公里)	运输工具 (如果是汽油或柴油车运输, 说明车辆载重) (2t/8t/10t/18t/30t/46t)	燃料类型
电极石墨棒	葫芦岛	灯塔	263	18t	柴油
高强石墨棒	内蒙古兴和县	灯塔	975	30t	柴油
高纯石墨块	河南宝丰县	灯塔	1480	30t	柴油
中粗石墨	山东济宁	灯塔	1121	30t	柴油
石墨电极	辽阳	灯塔	47	18t	柴油
高强石墨块	河南平顶山	灯塔	1498	30t	柴油
高强石墨	鞍山	灯塔	103	18t	柴油
高纯石墨	河南平顶山	灯塔	1456	30t	柴油

3.2 产品生产阶段

产品生产阶段的电阶段的输入包括：电。详细清单汇总如表 3-7 所示。

表 3-7 电阶段清单数据表

类型	清单名称	数量	单位	备注	数据来源
能源	电	172.46	KWh/件	企业按照产品产值分摊后除以产品产量计算而得	生产实景数据
	乙醇汽油	0.56	kg/件	企业按照产品产值分摊后除以产品产量计算而得	生产实景数据
	柴油	1.09	kg/件	企业按照产品产值分摊后除以产品产量计算而得	生产实景数据

3.5 水阶段

水阶段的输入包括：水。详细清单汇总如表 3-7 所示。

表 3-7 水阶段清单数据表

类型	清单名称	数量	单位	备注	数据来源
资源	水	292.3	kg/件	企业按照产品产值分摊后除以产品产量计算而得	生产实景数据

根据 2023 年的产量和生产统计量计算。

2023 年公司石墨坩埚总产量 20000 件，总电量 3449282kWh，所以单件产品耗电量为 172.46kWh。

4 碳足迹因子选择

本清单中碳足迹因子选择主要是通过背景数据库为 Ecoinvent 3.5。电力排放因子选择生态环境部公布的数据。

清单名称	所属过程	碳足迹因子	单位
石墨	原材料获取	0.040055864	kgCO ₂ /kg
电力	生产过程	0.5703	kgCO ₂ /kwh
乙醇汽油	生产过程	0.72471472	kgCO ₂ /kg
柴油	生产过程	0.50921698	kgCO ₂ /kg
水	生产过程	0.00046622	kgCO ₂ /kg
原材料运输	运输	0.000165246	kgCO ₂ /kg.km

5 产品碳足迹结果与分析

根据企业提供的产品原辅材料清单、收集的生产过程的能源消耗数据和部分原料的文献调研数据进行核算，结果表明 1 件石墨坩埚生命周期碳排放量为 109.40 kg CO₂-eq/kg，各项清单对碳足迹的贡献结果如表 4-1 所示，其中各物料运输过程的碳排放量已计入该物料的 GWP 结果中。

表 4-1 1 件石墨坩埚的生命周期碳足迹贡献结果

清单名称	GWP (kg CO ₂ -eq)	贡献占比 (%)	过程阶段
原材料-石墨	2.268	2.07	原材料获取
原材料运输	7.679	7.02	运输
能源	99.315	90.78	生产过程
水	0.136	0.12	生产过程
合计	109.40	100	

由以上结果可知，对产品碳足迹结果贡献最大的是电力，占比 90.78%。

通过核算，对 1 件石墨坩埚生产过程中各工序的碳排放贡献进行分析，结果如图 4-1 所示。

产品碳足迹贡献分布GWP(kgc02-eq)

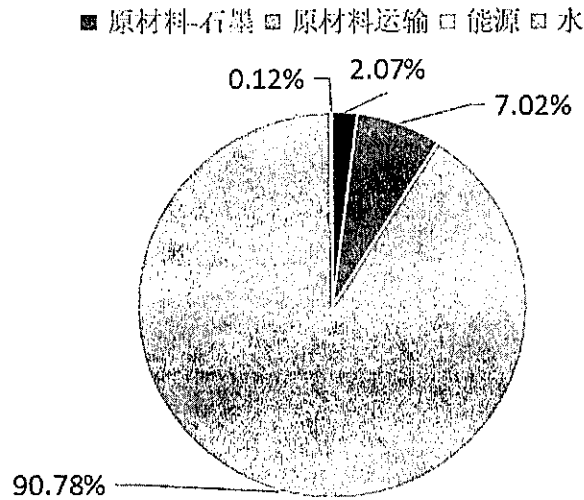


图 4-1 石墨坩埚生产过程各阶段碳排放量占比

使用 IPCC 2013 GWP 100a (V. 1.03) 方法对功能单位产品碳足迹进行计算，结果为 109.40 kg CO₂ 当量，其中产品原材料贡献碳足迹 2.268kg CO₂ 当量，占比 2.07%；生产能源贡献碳足迹 99.315 kg CO₂ 当量，占比 90.78%；生产水贡献碳足迹 0.136 kg CO₂ 当量，占比 0.12%；原材料运输贡献碳足迹 7.679kg CO₂ 当量，占比 7.02%，如表 0-1、错误！未找到引用源。所示。

表 0-1 各要素碳足迹及贡献比例

项目	产品原材料	生产过程-能源	生产过程-水	原材料运输
碳足迹 (kg CO ₂ eq)	2.268	99.315	0.136	7.679
贡献比例 (%)	2.07%	90.78%	0.12%	7.02%

5 生命周期解释

5.1 假设和局限性

本次产实景数据中石墨坩埚的生产过程数据主要来源于企业调研数据，背景数据来自 CPCD、Encoinvent 等公开可查的数据。受项目调研时间及供应链管控力度限制，未调查重要原料的实际生产过程，计算结果与实际供应链的环境表现有一定偏差。建议在调研时间和数据可得的情况下，进一步调研主要外购原材料的生产过程数据，有助于提高数据质量，为企业在供应链上推动协同改进

提供数据支持。

5.2 数据质量评估

5.2.1 代表性

本次报告中各单元过程实景数据发生在数据代表特定生产企业的一般水平。实景数据采用 2023/01/01 至 2023/12/31 的企业生产统计数据，背景数据库数据采用从 1995 年到 2023 年的数据。

5.2.2 完整性

(1) 模型完整性

本次报告中产品生命周期模型范围包含上游原辅料和能源的生产和运输阶段、产品生产阶段，满足本研究对系统边界的定义。产品生产过程中所有原料消耗均被考虑在内。

(2) 背景数据库完整性

本研究所使用的背景数据来自 CPCD、Encoinvent 等公开可查的数据。以上数据包含了主要能源、基础原材料、资源的开采、制造和运输过程，满足背景数据库完整性的要求。

5.2.3 可靠性

(1) 实景数据可靠性

本次报告中，各实景过程原料和能源消耗数据均来自企业统计台账表、BOM 表或实测数据，数据可靠性高。

(2) 背景数据可靠性

本研究中数据库数据采用国际标准的统计数据、调查数据和文献资料，数据代表了中国生产技术及市场平均水平，数据收集过程的原始数据和算法均被完整记录，使得数据收集过程随时可重复、可追溯。

5.2.4 一致性

本研究所有实景数据均采用一致的统计标准，即按照单元过程单位产出进行统计。所有背景数据采用一致的统计标准，确保了数据收集过程的流程化和一致性。

6. 结论与建议

6.1 结论

通过对的产品石墨坩埚进行全生命周期分析，可知：1 件石墨坩埚的生命周期碳足迹为 109.40 kg CO₂-eq。其碳排放量主要来自于石墨及生产过程能源的消耗，整个生产过程中排放量较高的阶段包括对贡献最大的为生产阶段-能量，占比 90.78%。

主动减排评估：产品生产过程中暂未检测到主动减碳行为,可参考以下建议进行减碳。

6.2 建议

通过产品碳足迹计算和灵敏度分析，产品石墨坩埚的生产过程可从以下方面进行减碳规划：1)针对原材料/物料-石墨，可通过在保证产品基本功能不变的情况下，替换产品生产所用的部分原料，采用更低碳的环保原材料,优化生产工艺，提高材料使用率，减少原材料消耗造成的间接排放等方式进行减碳；2)针对电中的能源 电，可通过汰换高能耗落后设备，选用高能效生产工艺和设施，提高能源利用效率等方式进行减碳。