

任务控制号：0405010224054 (001)

安徽大地熊新材料股份有限公司
稀土永磁材料产品
碳足迹评价报告

评价机构：中国船级社质量认证有限公司

签发日期：2024 年 07 月 11 日

项目基本情况表

委托方	安徽大地熊新材料股份有限公司		
委托方地址	安徽省合肥市庐江高新技术产业开发区		
委托方联系人	莫鲲鹏	联系方式	15056592062
生产者名称	安徽大地熊新材料股份有限公司		
生产者地址	安徽省合肥市庐江高新技术产业开发区		
生产企业名称	安徽大地熊新材料股份有限公司		
生产企业地址	安徽省合肥市庐江高新技术产业开发区		
评价依据准则	《温室气体 产品的碳足迹 量化的要求和指南》（ISO 14067:2018） 《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）		
评价产品名称	高性能烧结钕铁硼永磁材料		
产品型号规格	质量 1kg		
时间边界	2023 年 1 月 1 日-2023 年 12 月 31 日		
系统边界	从摇篮到大门		
评价结论：			
中国船级社质量认证有限公司（以下简称“CCSC”）受安徽大地熊新材料股份有限公司委托，对安徽大地熊新材料股份有限公司（以下简称“受评价方”）在 2023 年 1 月 1 日-2023 年 12 月 31 日期间生产的高性能烧结钕铁硼永磁材料及磁组件产品碳足迹排放量进行核算和评价，确认评价结果如下：			
1）评价标准符合性			
评价组确认本次产品碳足迹报告符合《温室气体 产品的碳足迹量化的要求和指南》（ISO14067:2018）和《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）等标准的要求。			
2）经评价确认的单位产品碳排放量为：			
产品名称	功能单元	产品碳足迹（kgCO ₂ e）	备注
高性能烧结钕铁硼永磁材料（不含组件）	1kg	50.7018	摇篮到大门
高性能烧结钕铁硼永磁材料（不含组件）	1kg	6.4616	生产过程碳足迹
钕钴永磁材料	1kg	53.8888	摇篮到大门
注塑磁组件	1 个	0.3340	摇篮到大门
POT 磁组件	1 个	0.2294	摇篮到大门
PV 磁组件	1 个	0.3206	摇篮到大门

PV 磁组件	1 个	0.3206	摇篮到大门
上转子磁组件	1 个	0.4248	摇篮到大门
磁力泵	1 个	106.3921	摇篮到大门
评价组组长	张伟伟	签名 日期	2024/06/30
评价组成员	徐鑫、刘文宇	报告专用章 日期	2024/06/30
复核决定人员	王艳艳、尹珊珊	Seal for Report (00-01) 日期	2024/07/11

目 录

1.	概述	1
1.1.	评价目的	1
1.2.	评价范围	1
1.3.	评价准则	1
1.4.	数据取舍规则	1
1.5.	数据质量要求	1
1.6.	软件和数据库	2
2.	评价过程和方法	3
2.1.	评价策划	3
2.1.1.	战略分析	3
2.1.2.	风险评估	4
2.2.	工作组安排	4
2.2.1.	人员安排	4
2.2.2.	时间安排	4
2.3.	文件审查	4
2.4.	现场评价	5
2.5.	评价报告编制及批准	6
3.	评价对象基本信息	6
3.1.	受评价方基本信息	6
3.2.	受评价产品基本信息	7
3.3.	产品生命周期评价信息	8
3.4.	产品碳足迹识别	10
4.	数据收集	10
4.1.	数据收集方法	10
4.2.	各过程数据收集与使用的数据库	10
5.	数据计算	18
5.1.	计算公式	18
5.2.	计算结果	18

6.	不确定分析	25
7.	评价结果	26
附件：	支持性文件清单	28

1. 概述

1.1. 评价目的

受安徽大地熊新材料股份有限公司委托，中国船级社质量认证有限公司对安徽大地熊新材料股份有限公司在2023年1月1日-2023年12月31日期间生产的高性能烧结钕铁硼永磁材料产品进行碳足迹评价。

本次评价以生命周期评价方法为基础，采用《温室气体-产品碳足迹-量化要求和指南》（ISO 14067:2018）和《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）等标准中规定的碳足迹核算方法，核算并评价由安徽大地熊新材料股份有限公司生产的高性能烧结钕铁硼永磁材料产品生命周期碳足迹。

1.2. 评价范围

本次评价的功能单位与基准流为 1kg 高性能烧结钕铁硼永磁材料产品，系统边界为“从摇篮到大门”类型，包含从原材料开采、原材料生产、原材料运输、产品生产、产品包装的生命周期过程。

1.3. 评价准则

本报告依据以下准则执行：

- 1) 《温室气体 产品的碳足迹 量化的要求和指南》（ISO 14067:2018）
- 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）

1.4. 数据取舍规则

本评价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：

普通物料重量 < 1% 产品重量时，以及含稀贵或高纯成分的物料重量 < 0.1% 产品重量时，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 5%；

生产设备、厂房、生活设施数据进行忽略；

在选定环境影响类型范围内的已知排放数据不应忽略。

1.5. 数据质量要求

为满足数据质量要求，本次评价主要考虑以下几个方面：

（1）可靠性

对于初级数据，原材料运输、产品生产、产品包装等使用的是受核查方的实际生产数据；计算过程中使用次级数据来自国家或地方地区的统计数据、调查数据和官方数据，反映该特定国家或地区的能源结构、生产体系特征和平均生产技术水平。

（2）完整性

为完整的报告受核查产品在生命周期过程中过的碳足迹影响, 本报告中初级数据与次级数据均已计算, 无缺失的过程与数据。

(3) 一致性

为了保证一致性, 所有包括各工艺的消耗和排放的初级数据, 均统一进行监测和统计。报告中尽量使用相同的碳足迹因子库, 对于无法直接获取的次级数据, 则使用其他因子库中近似数据进行替代, 并做出说明。

(4) 代表性

本报告中所选用的次级数据符合目标和范围所界定的地理、时间和技术要求。不可获得相应的数据, 采用近似代表性的数据进行替代, 并在报告中做出说明。

1.6. 软件 and 数据库

在本项目中, 使用的生命周期评价模型是由中国船级社质量认证有限公司工作组根据实际情况建立。

本评价过程中用到的次级数据(数据库)包括中国生命周期基础数据库(China Reference Life Cycle Database, CLCD)、《中国产品全生命周期温室气体排放系数集库(2022)》、Ecoinvent数据库。分别介绍如下:

中国生命周期基础数据库(CLCD)由成都亿科环境科技有限公司开发, 是一个基于中国基础工业系统生命周期核心模型的行业平均数据库。CLCD数据库包括国内主要能源、交通运输和基础原材料的清单数据集。2009年, CLCD数据库研究被联合国环境规划署(UNEP)和联合环境毒理学与化学协会(SETAC)授予生命周期研究奖。

《中国产品全生命周期温室气体排放系数集库(2022)》是由生态环境部环境规划院碳达峰碳中和研究中心联合北京师范大学生态环境治理研究中心、中山大学环境科学与工程学院, 在中国城市温室气体工作组(CCG)统筹下, 组织24家研究机构的54名专业研究人员, 共同参与开发和整理的数据库。该系数集将单位产品全生命周期排放分为上游排放(upstream emissions)、下游排放(downstream emissions)和废弃物处理排放(waste management emissions), 共包括1081条数据。涵盖能源产品(172项)、工业产品(378项)、生活产品(361项)、交通服务(44项)、废弃物处理(60项)、碳汇(66项)。其中包装氢气、塑料袋、金属镍、金属锌、顶板、纸箱、氯化钾、磷化液、铁路运输、道路货运相关基础数据被本评价所采用。

Ecoinvent数据库在能源供应、农业、运输、生物燃料和生物材料、散装和特种

化学品、建筑材料、包装材料、纺织品、基本金属和贵金属、金属加工、信息通信技术和电子、乳制品、木材和废物处理等领域拥有15000多个LCI数据集，是国际使用最广泛的数据库之一。

2. 评价过程和方法

2.1. 评价策划

2.1.1. 战略分析

评价组对碳足迹核算和评价工作进行战略分析，战略分析的输入包括：

- 1) 约定的保证等级、重要性、准则、目标和范围；
- 2) 产品及其测量/监测过程的复杂性；
- 3) GHG信息和数据的提供过程；
- 4) 利益相关方、责任方、客户和目标用户之间的组织关系及相互作用；
- 5) 组织环境，包括开发和管理产品GHG信息的组织结构；
- 6) 生命周期评价的结果，包括结论和局限；
- 7) 功能单元或声明单元；
- 8) 单元过程的特征；
- 9) 生命周期阶段；
- 10) 数据取舍。

经过战略分析，审核组织确认信息如下：

- 1) 本次评价满足约定的保证等级、重要性、准则、目标和范围；
- 2) 企业GHG信息客观真实、表述清晰；
- 3) 被评价产品原辅料、能耗清单统计完善；
- 4) 识别被评价产品系统边界内各流程的GHG排放：包括产品生产、产品运输等过程，其中产品生产过程中包括原辅材料获取、原辅材料运输、能源以及直接贡献4个环节的排放。
- 5) 评审企业建立的核算和报告质量管理体系符合要求；
- 6) 组织企业在开发和管理产品GHG信息中对各数据的提供过程、数据保存、GHG管理组织架构等进行了约定；
- 7) 生命周期评价的结果，包括结论和限制性符合相关准则要求；
- 8) 功能单元反映产品实际碳足迹状况，产品间具有可比性；
- 9) 单元过程清晰、明确；
- 10) 生命周期为从摇篮到大门；
- 11) 本评价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：

普通物料重量 < 1% 产品重量时，以及含稀贵或高纯成分的物料重量 < 0.1% 产品重量时，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 5%。

2.1.2. 风险评估

评价组对评价活动有关的潜在错误、遗漏和错误表达的来源和严重性进行评估，包括：

- a) 产品的复杂程度和系统边界；
- b) 在不同生命阶段的排放和清除的贡献；
- c) 分配程序；
- d) 来源于可对比产品/服务的生命周期结果的可获得性；
- e) 生命情景的使用和结束的代表性；
- f) 所使用的任何碳足迹研究的可靠性；
- g) 任何鉴定性评审的结果。

通过上述分析评估，确认：本次被评价产品系统边界明确，活动水平数据产生、传递、汇总方式透明、准确，主要 GHG 活动水平数据证据材料均可获取，因此本次评价出现以上风险的可能性较低，评价结果能够满足重要性偏差要求。

2.2. 工作组安排

2.2.1. 人员安排

表 2-1 工作组成员及复核决定人员安排

姓名	职责/分工
张伟伟	组长
徐鑫、刘文中	组员
王艳艳	复核
尹珊珊	决定

2.2.2. 时间安排

表 2-2 时间安排

日期	时间安排
2024.5.8	文件审查
2024.5.10	现场评价
2024.7.10	完成碳足迹评价报告

2.3. 文件审查

评价组对受评价方提供的支持性文件（详见本报告“支持性文件清单”）进行评审，识别出现场核查的重点为：生命周期阶段、功能单元和核算边界的确定，现

场查看排放单位的实际用能设施和计量设备，通过交叉核对判断排放量核算中的活动数据和排放因子是否真实、可靠、正确。

2.4. 现场评价

结合文件审查发现，评价组于2024年5月10日对受评价方进行了现场评价。现场评价通过相关人员的访问、现场设施勘查、资料查阅、人员访谈等多种方式进行。评价过程详见表2-3。

表 2-3 现场评价记录表

序号	主要评价内容	访谈对象	部门/职位
1	对组织 GHG 管理活动相关政策、规则、程序的运行情况进行评价； 1) 边界确定 2) 功能单元的确定 3) 生命周期阶段的确定 4) 排放源识别 5) 内部质量控制活动 6) GHG 排放的核算与报告	莫鲲鹏 王海燕 丁婷 邹荔 王兰兰 吴治明 张卫琼 高小云	环境安全部/部长； 品质部/体系主管； 品质部/体系管理员； 环境安全部/体系管理员； 投资发展部/部长； 设备动力部/科长； 财务部/部长； 设备动力部/体系管理员。
2	对 GHG 信息管理系统控制进行评价； 1) 查阅被评价单位基本信息 2) 查阅设备设施台账 3) 查阅设备运行记录 4) 查阅产品生产情况台账 5) 查阅管理活动记录 6) 检查 GHG 信息流 7) 检查记录的保存	莫鲲鹏 王海燕 丁婷 邹荔 王兰兰 吴治明 张卫琼 高小云	环境安全部/部长； 品质部/体系主管； 品质部/体系管理员； 环境安全部/体系管理员； 投资发展部/部长； 设备动力部/科长； 财务部/部长； 设备动力部/体系管理员。
	对 GHG 信息和数据进行评价； 1) 查阅各 GHG 排放源排放量核算相关的活动数据的数据源 2) 查阅各 GHG 排放源排放量核算相关的排放因子的数据源 3) 对 GHG 排放量进行验算	莫鲲鹏 王海燕 丁婷 邹荔 王兰兰	环境安全部/部长； 品质部/体系主管； 品质部/体系管理员； 环境安全部/体系管理员；

		吴治明 张卫琼 高小云	投资发展部/部长； 设备动力部/科长； 财务部/部长； 设备动力部/体系管理员。
3	查看现场： 1) 针对设备设施清单，查看各类设备设施、计量设备，访谈工作人员，对原始数据的产生进行评价 2) 查看现场生产工艺流程	莫鲲鹏 王海燕 丁婷 邹荔 王兰兰 吴治明 张卫琼 高小云	环境安全部/部长； 品质部/体系主管； 品质部/体系管理员； 环境安全部/体系管理员； 投资发展部/部长； 设备动力部/科长； 财务部/部长； 设备动力部/体系管理员。
4	其他	/	/

2.5. 评价报告编制及批准

完成文件审查与现场评价后，评价组编写碳足迹评价报告，并提交复核决定，复核决定人员是由独立于评价组并具备相关行业领域的专业知识的人员，通过复核决定后，将报告提交批准。

3. 评价对象基本信息

3.1. 受评价方基本信息

安徽大地熊新材料股份有限公司（证券代码：688077）成立于2003年，是一家集稀土永磁材料研发、生产、经营为一体的国家高新技术企业、国家创新型试点企业、国家专精特新“小巨人”企业。占地面积10.8万平方米（包含一、二期），产能达到3500吨。

公司已通过ISO 9001、IATF 16949、ISO 14001、ISO 45001、ISO 50001、两化融合管理体系的认证，主要产品为高性能烧结钕铁硼永磁材料，产品具有高磁能积、高矫顽力、高服役特性，广泛应用于汽车工业、工业电机和高端消费类电子等重要领域，是新能源汽车驱动电机、汽车EPS、风力发电、节能电机、工业机器人、5G、3C等产品的重要功能材料，出口欧美、亚太等逾二十多个国家和地区。

3.2. 受评价产品基本信息

受评价产品的基本信息如表3-1所示：

表 3-1 受评价产品基本信息表

产品名称	高性能烧结钕铁硼永磁材料
产品规格	质量1kg
产地	安徽省合肥市庐江县
主要原料	烧结钕铁硼速凝薄带合金片
主要能耗	电
生产工艺	高性能烧结钕铁硼永磁材料产品的生产工艺划分为材料生产工序和产品加工工序两个阶段。材料生产工序主要包括氢破碎、气流磨、取向成型、真空烧结和热处理等；产品加工工序主要包括机械加工、晶界扩散、表面处理、充磁、包装等

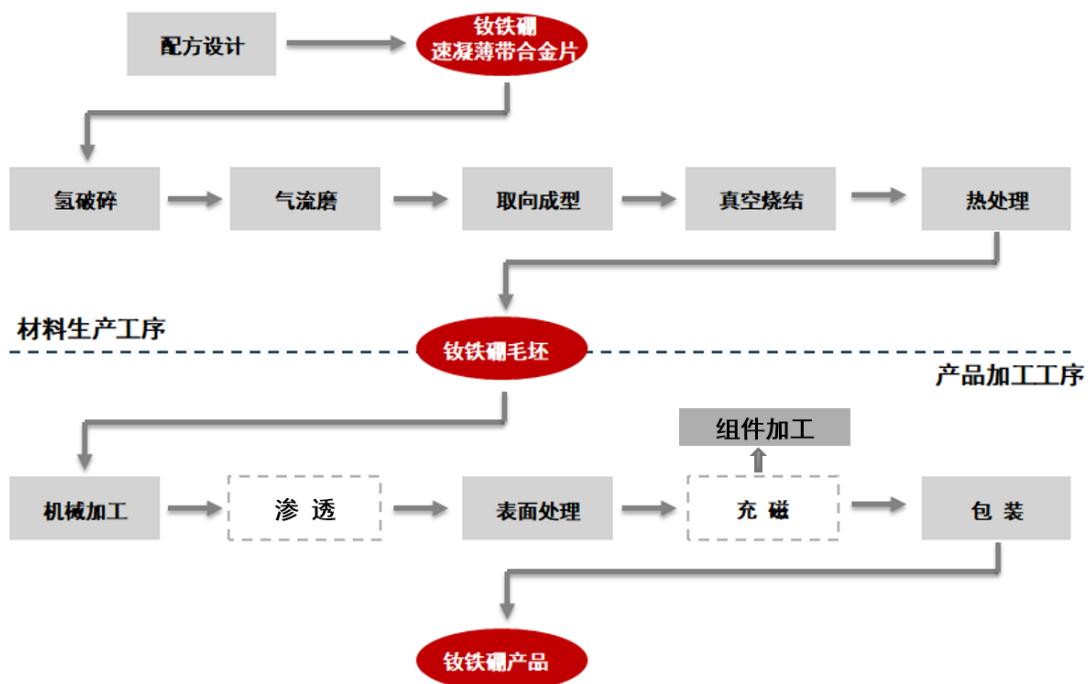


图 3-1 高性能烧结钕铁硼永磁材料产品生产工艺流程图



图 3-2 高性能烧结钕铁硼永磁材料产品外观图

3.3. 产品生命周期评价信息

1) 时间边界

2023 年 1 月 1 日-2023 年 12 月 31 日

2) 功能单位

为方便系统中输入/输出的量化, 功能单位定义为: 1kg 高性能烧结钕铁硼永磁材料。

3) 系统边界

本次评价的系统边界包括产品生产和产品运输, 即从摇篮到大门, 其中产品生产过程包括原材料获取、原材料运输和能源, 如图 3-3 所示。

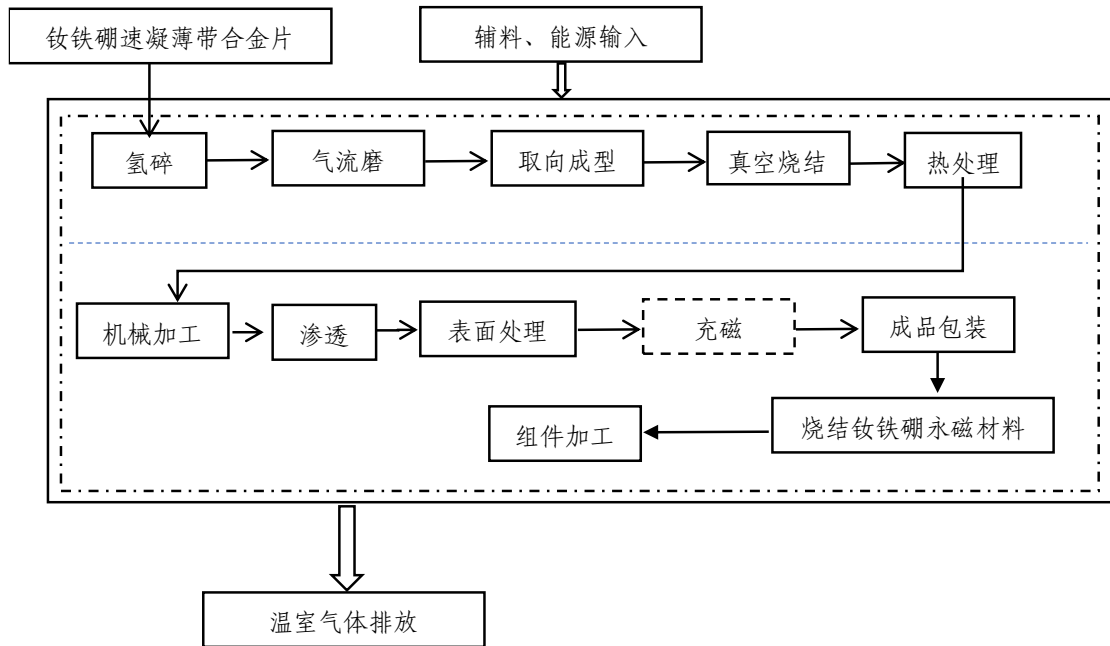


图 3-3 产品系统边界图

4) 环境影响指标

根据研究目标的定义，本报告采用生命周期评价的方法计算气候变化这一种影响类型，采用全球变暖潜值（Global Warming Potential, GWP）来量化产品碳足迹。评价的温室气体种类包括二氧化碳（CO₂）、甲烷（CH₄）、氧化亚氮（N₂O）、氢氟碳化物（HFCs）、全氟碳化物（PFCs）、六氟化硫（SF₆）和三氟化氮（NF₃）7种。

本次评价采用《IPCC 第六次评估报告》提出的方法和温室气体特征化因子来计算产品生命周期碳足迹值。该方法基于 100 年时间范围内其他温室气体与二氧化碳相比得到的相对辐射影响值，即特征化因子，此因子用来将其他温室气体的排放量转化为 CO₂ 当量（CO₂e）。表 3-2 中列出了部分温室气体的特征化因子。

表 3-2 GWP 特征化因子

环境影响类型指标	单位	主要清单物质	特征化因子
GWP	kg CO ₂ e	CO ₂	1
		CH ₄	27.9
		N ₂ O	273

注：e 是 equivalent 的缩写，意为当量。

3.4. 产品碳足迹识别

表 3-3 碳足迹过程识别表

序号	过程	活动内容	备注	是否包含
1	产品生产	原材料获取	/	包含的碳足迹过程
		原材料运输	/	
		其他辅料获取	/	
		其他辅料运输	/	
		能源获取	/	
		直接贡献	产品生产过程中化石燃料的燃烧排放和电力消耗间接排放等	
2	产品运输	产品运输	/	未包含的碳足迹过程
3	生产设备的生产及维修	/	/	
4	产品使用	/	/	
5	最终处置	/	/	

4. 数据收集

4.1. 数据收集方法

评价组于2024年5月进行企业活动水平数据的调查、收集和整理工作，企业提供的活动水平数据区间为2023年1月1日-2023年12月31日。

为满足对数据质量的要求，确保计算结果的可靠性，本次评价过程中的初级数据首选来自生产商和供应商直接提供的数据。当初级数据不可得时，尽量选择代表区域平均和特定技术条件下的次级数据，如：CLCD 数据库和Ecoinvent 数据库。

表 4-1 产品数据来源与核查过程汇总表

产品碳足迹数据	支撑性材料	计算说明
产品产量	企业生产报表	2023 年。
原辅材料使用量	企业生产报表	通过生产统计表。
原辅材料运输距离		通过每次采购量和运输距离，计算原辅材料运输距离。
能源消耗种类及消耗量	企业生产报表	通过生产报表计算单个产品生产的能源消耗量。
产品运输距离	企业生产报表	2023 年。

4.2. 各过程数据收集与使用的数据库

评价组按照上述数据收集方法，通过文件审查和现场评价进行数据收集，收集到的数据如下表所示：

表 4-2 高性能烧结钕铁硼永磁材料产品生产数据收集表

名称	用途	主要材质	数量	单位	排放因子	单位	排放因子来源	运输距离 ³ (km)
烧结钕铁硼 永磁材料	产品	钕铁硼	1.0000	kg	/	/	/	/
材料分厂	原材料	烧结钕铁硼速凝薄带 合金片 ¹	0.8051	kg	50.1131	kgCO ₂ /kg	烧结钕铁硼磁性材料碳足迹核算 分析	/ ²
	回用料	永磁体废料 ⁴	0.0469	kg	9.8927	kgCO ₂ /kg	自产废料所需除原料外消耗	
	能源	氩气	0.3134	kg	0.0405	kgCO ₂ /kg	Ecoinvent 3.8 数据库	12
	能源	氮气	2.4537	m ³	1.0400	kgCO ₂ /m ³	根据 GB/T2589-2020 氮气耗能系 数转化	12
	能源	氢气	0.0496	m ³	12.2000	kgCO ₂ /kg	中国产品全生命周期温室气体排 放系数库-甲醇制氢	12
	能源	电力	1.9055	kwh	0.5942	kgCO ₂ /kWh	2024 年最新发布全国电力平均二 氧化碳排放因子（不包括市场化 交易的非化石能源电量）	/
	能源	水	0.0225	m ³	0.1232	kgCO ₂ /m ³	中国产品全生命周期温室气体排 放系数库-工业用水平均	/
加工一分厂	能源	电力	0.0450	kwh	0.5942	kgCO ₂ /kWh	2024 年最新发布全国电力平均二 氧化碳排放因子（不包括市场化 交易的非化石能源电量）	/
	能源	水	0.0061	m ³	0.1232	kgCO ₂ /m ³	中国产品全生命周期温室气体排 放系数库-工业用水平均	/

名称	用途	主要材质	数量	单位	排放因子	单位	排放因子来源	运输距离 ³ (km)
加工二分厂	能源	电力	0.2344	kwh	0.5942	kgCO ₂ /kWh	2024 年最新发布全国电力平均二氧化碳排放因子（不包括市场化交易的非化石能源电量）	/
	能源	水	0.0150	m ³	0.1232	kgCO ₂ /m ³	中国产品全生命周期温室气体排放系数库-工业用水平均	/
渗透分厂	能源	电力	1.7710	kwh	0.5942	kgCO ₂ /kWh	2024 年最新发布全国电力平均二氧化碳排放因子（不包括市场化交易的非化石能源电量）	/
	能源	水	0.0190	m ³	0.1232	kgCO ₂ /m ³	中国产品全生命周期温室气体排放系数库-工业用水平均	/
表面处理一分厂	辅料	硼酸	0.0072	kg	0.9290	kgCO ₂ /kg	Ecoinvent3.8 数据库	86
	辅料	钝化剂	0.0140	kg	0.8900	kgCO ₂ /kg	中国产品全生命周期温室气体排放系数库	563
	辅料	锌板	0.0130	kg	2.1300	kgCO ₂ /kg	中国产品全生命周期温室气体排放系数库-金属锌	563
	辅料	镍饼	0.0270	kg	24.7000	kgCO ₂ /kg	中国产品全生命周期温室气体排放系数库-金属镍	563
	辅料	磷铜球	0.0180	kg	9.6040	kgCO ₂ /kg	Ecoinvent3.8 数据库（富铜材料替代）	563
	辅料	硫酸镍	0.0180	kg	40.0000	kgCO ₂ /kg	中国产品全生命周期温室气体排放系数库-镍铜共生	563
	辅料	无水硫酸钠	0.0012	kg	0.5126	kgCO ₂ /kg	Ecoinvent3.8 数据库	563

名称	用途	主要材质	数量	单位	排放因子	单位	排放因子来源	运输距离 ³ (km)
	能源	电力	0.7040	kwh	0.5942	kgCO ₂ /kWh	2024 年最新发布全国电力平均二氧化碳排放因子（不包括市场化交易的非化石能源电量）	/
	能源	水	0.0543	m ³	0.1232	kgCO ₂ /m ³	中国产品全生命周期温室气体排放系数库-工业用水平均	/
表面处理 二分厂	辅料	滚喷涂料黑色	0.0899	kg	0.8900	kgCO ₂ /kg	中国产品全生命周期温室气体排放系数库-涂料	563
	辅料	欧耐可水性漆	0.1134	kg	4.4103	kgCO ₂ /kg	Ecoinvent3.8 数据库	563
	辅料	磷化液	0.1155	kg	0.7200	kgCO ₂ /kg	中国产品全生命周期温室气体排放系数库--过磷酸酸钙	563
	辅料	涂层（泰克锈、锌美特）	0.2903	kg	3.1900	kgCO ₂ /kg	中国产品全生命周期温室气体排放系数库	563
	辅料	电泳溶剂 S-210A	0.0015	kg	1.7168	kgCO ₂ /kg	Ecoinvent3.8 数据库（溶剂）	563
	辅料	电泳树脂 EED-061	0.0170	kg	3.7494	kgCO ₂ /kg	Ecoinvent3.8 数据库（树脂）	563
	辅料	色膏 EEB-068C	0.0045	kg	1.1116	kgCO ₂ /kg	Ecoinvent3.8 数据库（组分替代）	563
	能源	电力	0.7388	kwh	0.5942	kgCO ₂ /kWh	2024 年最新发布全国电力平均二氧化碳排放因子（不包括市场化交易的非化石能源电量）	/
	能源	水	0.0579	m ³	0.1232	kgCO ₂ /m ³	中国产品全生命周期温室气体排放系数库-工业用水平均	/
包装分厂	能源	电力	0.1056	kwh	0.5942	kgCO ₂ /kWh	2024 年最新发布全国电力平均二氧化碳排放因子（不包括市场化交易的非化石能源电量）	/

名称	用途	主要材质	数量	单位	排放因子	单位	排放因子来源	运输距离 ³ (km)
	包装材料	纸箱	0.0305	kg	1.1400	kgCO ₂ /kg	中国产品全生命周期温室气体排放系数库-包装纸箱	83
	包装材料	真空袋	0.0117	kg	2.3100	kgCO ₂ /kg	Ecoinvent3.8 数据库	83
	包装材料	垫片	0.0409	kg	1.6400	kgCO ₂ /kg	中国产品全生命周期温室气体排放系数库-顶板	83

注: 1.原材料排放因子来源: 马超越, 张铭, 李建忠, 烧结钕铁硼磁性材料碳足迹核算分析[J], 稀土, 2021,42(252): 72-80

2.烧结钕铁硼速凝薄带合金片由北方稀土(安徽)永磁科技有限公司(原安徽包钢稀土永磁合金制造有限责任公司)租用委托方场地生产, 因此无运输过程碳排放;

3.企业原辅料等的运输均为货车运输;

4.回用料为企业生产永磁体后的废料再利用, 该部分排放因子=本次永磁体碳排放-原材料碳排放;

5.本篇碳足迹报告仅以烧结钕铁硼永磁材料为主体评价, 磁组件及钕钴永磁材料部分为委托方要求添加计算。

表 4-3 磁应用工序原材料、能源消耗、运输清单

名称	用途	主要材质	数量	单位	排放因子	排放因子来源	运输距离 (km)
注塑组件	GMB-原料	冲压件	0.0270	kg	2.3	中国产品全生命周期温室气体排放系数库-钢制品	380
	GMB-原料	磁体	0.0017	kg	50.7018	自产	/
	GMB-辅料	塑料 PPS	0.0332	kg	3.97	乘用车生命周期碳排放核算技术规范——热塑性塑料	600
	GMB-包装材料	塑料托盘	0.0077	kg	2.31	Ecoinvent3.8 数据库	50

名称	用途	主要材质	数量	单位	排放因子	排放因子来源	运输距离 (km)
	GMB-包装材料	纸箱	0.0099	kg	1.14	中国产品全生命周期温室气体排放系数库-包装纸箱	50
	GMB-能源消耗	电力	0.2236	kWh	0.5942	2024 年最新发布全国电力平均二氧化碳排放因子 (不包括市场化交易的非化石能源电量)	/
POT 组件	POT-原料	冲压件	0.0134	kg	2.3	中国产品全生命周期温室气体排放系数库-钢制品	550
	POT-原料	磁体	0.0033	kg	50.7018	自产	/
	POT-包装材料	纸箱	0.0037	kg	1.14	中国产品全生命周期温室气体排放系数库-包装纸箱	50
	POT-包装材料	塑料托盘	0.0041	kg	2.31	Ecoinvent3.8 数据库	50
	POT-能源消耗	电力	0.1501	kWh	0.5942	2024 年最新发布全国电力平均二氧化碳排放因子 (不包括市场化交易的非化石能源电量)	/
PV 组件	PV-原料	磁体	0.0036	kg	50.7018	中国产品全生命周期温室气体排放系数库-钢制品	/
	PV-原料	冲压件	0.0303	kg	2.3	自产	200
	PV-辅料	胶水	0.0050	kg	数据不可得	/	120
	PV-包装材料	纸箱	0.0010	kg	1.14	中国产品全生命周期温室气体排放系数库-包装纸箱	50
	PV-包装材料	塑料托盘	0.0041	kg	2.31	Ecoinvent3.8 数据库	50
	PV-包装材料	避磁箱	0.0176	kg	3.1495	Ecoinvent3.8 数据库	50
	PV-能源消耗	电力	0.0160	kWh	0.5942	2024 年最新发布全国电力平均二氧化碳排放因子 (不包括市场化交易的非化石能源电量)	/
上转子	上转子-原料	冲压件	0.0149	kg	2.3	中国产品全生命周期温室气体排放系数库-钢制品	380

名称	用途	主要材质	数量	单位	排放因子	排放因子来源	运输距离 (km)
	上转子-原料	磁体	0.0076	kg	50.7018	自产	/
	上转子-包装材料	塑料托盘	0.0012	kg	2.31	Ecoinvent3.8 数据库	50
	上转子-包装材料	纸箱	0.0021	kg	1.14	中国产品全生命周期温室气体排放系数库-包装纸箱	50
	上转子-能源消耗	电力	0.0160	kWh	0.5942	2024 年最新发布全国电力平均二氧化碳排放因子 (不包括市场化交易的非化石能源电量)	/
磁力泵	磁力泵-原料	冲压件	32.7815	kg	2.3	中国产品全生命周期温室气体排放系数库-钢制品	550
	磁力泵-原料	磁体	0.4991	kg	50.7018	自产	/
	磁力泵-原料	铁氧体	0.8635	kg	2.06	Ecoinvent3.8 数据库	550
	磁力泵-原料	铝条(环)	0.7020	kg	2.46	Ecoinvent3.8 数据库	550
	磁力泵-包装材料	纸箱	0.0500	kg	1.14	中国产品全生命周期温室气体排放系数库-包装纸箱	50
	磁力泵-能源消耗	电力	7.0677	kWh	0.5942	2024 年最新发布全国电力平均二氧化碳排放因子 (不包括市场化交易的非化石能源电量)	/

注：注塑磁组件、POT 磁组件、PV 磁组件、上转子磁组件、磁力泵均以单个产品为单位。

表 4-4 钐钴分厂原材料、能源消耗清单

钐钴分厂	用途	主要材质	数量	单位	排放因子来源
	原料	钐钴钢锭	1.0555	kg	中国产品全生命周期温室气体排放系数库-钢制品
	能源	电力	3.2929	kWh	2024 年最新发布全国电力平均二氧化碳排放因子（不包括市场化交易的非化石能源电量）
	能源	水	0.2346	m ³	中国产品全生命周期温室气体排放系数库-工业用水平均

本报告中收集到的企业生产数据均为企业统计得到的初级数据，上游数据采用的排放因子优先来自于《中国产品全生命周期温室气体排放系数集(CPCD 2.0)》，以中国生命周期基础数据库(CLCD 0.9)作为补充，当国内数据库缺失时采用瑞士开发的Ecoinvent数据库，以上三个数据库均为公开发布的权威碳足迹数据库。

原材料的运输数据收集数据如下表所示，水铁联运与多供应商的原材料由于无法准确判断水运的距离和铁路运输的距离，因此平均运距为多路径运输的算术平均值。上表中运输距离来自高德地图，运输排放因子均内来源于《中国产品全生命周期温室气体排放系数集(CPCD 2.0)》。

5. 数据计算

5.1. 计算公式

本报告碳足迹计算公式如下：

$$EP_C = \sum EP_i = \sum Q_i \times EF_i$$

式中：

EP_C ——碳足迹特征化值；

EP_i ——碳足迹中第*i*种温室气体的贡献；

Q_i ——第*i*种温室气体的排放量；

EF_i ——碳足迹中第*i*种污染物的特征化因子。

5.2. 计算结果

基于以上调研数据和计算公式，录入各个过程输入、输出清单数据等工作，结合背景数据，在eFootprint软件中建立产品LCA模型并计算得到生产单位产品的碳足迹。

通过计算得到生产单位产品的碳足迹如下表所示：

表 5-1 高性能烧结钕铁硼永磁材料产品排放量表

序号	名称	碳足迹 (kgCO ₂ e)	百分比
1	材料分厂	45.1161	88.98%
2	加工一分厂	0.0275	0.05%
3	加工二分厂	0.1411	0.28%
4	渗透分厂	1.0547	2.08%
5	表面处理一分厂	2.0375	4.02%
6	表面处理二分厂	2.1328	4.21%
7	包装分厂	0.1922	0.38%

序号	名称	碳足迹 (kgCO ₂ e)	百分比
8	合计（摇篮到大门）	50.7018	100.00%

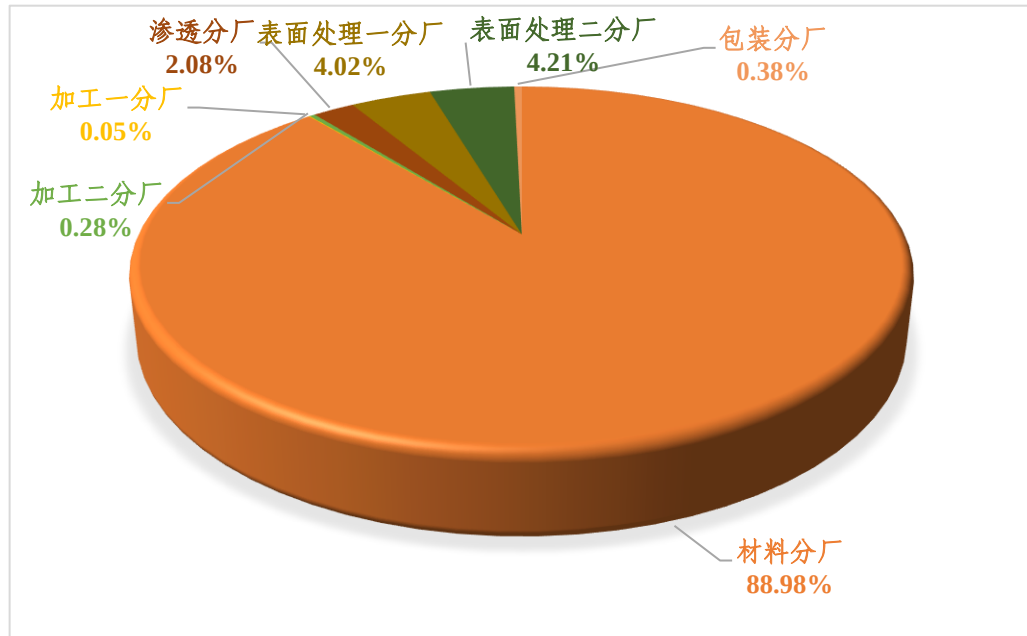


图 5-1 1kg 高性能烧结钕铁硼永磁材料产品生产各环节排放量占比图

从生产单元计算碳足迹可以发现，生产 1kg 高性能烧结钕铁硼永磁材料产品材料分厂碳排放占比最高。

从物质消耗角度计算碳足迹可知，生产 1kg 高性能烧结钕铁硼永磁材料，各过程的碳足迹占比如下：

表 5-2 高性能烧结钕铁硼永磁材料产品排放量表

序号	生产单元	碳足迹 (kgCO ₂ e)	贡献占比
1	原料获取	40.8091	80.49%
2	产品生产过程	6.4616	12.74%
3	包装	0.1289	0.25%
4	辅料获取	3.2690	6.45%
5	运输	0.0332	0.07%
6	合计（摇篮到大门）	50.7018	100.00%

从计算结果可以发现，生产 1kg 高性能烧结钕铁硼永磁材料产品生命周期碳足迹中，原/辅材料获取、产品生产过程中能源资源消耗排放占比较高，分别占比如下图所示：

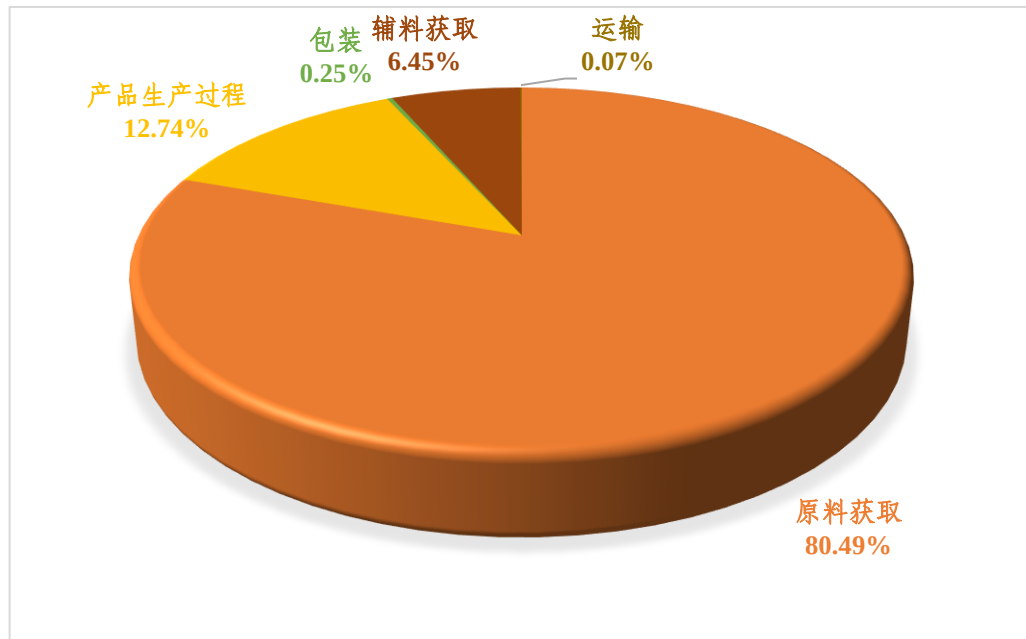


图 5-2 1kg 高性能烧结钕铁硼永磁材料产品各环节排放量占比图

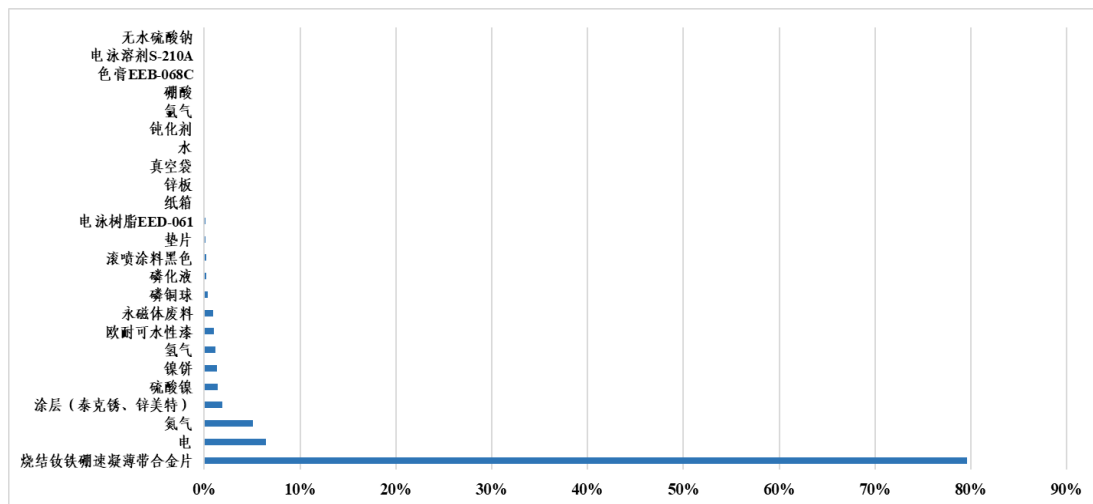


图 5-3 1kg 高性能烧结钕铁硼永磁材料生产中各物质对碳排放贡献

从以上计算过程可知，生产 1kg 高性能烧结钕铁硼永磁材料产品生命周期碳足迹中：原料获取占比为 80.49%（含废料回收利用），是全生命周期碳足迹中贡献最大的环节；其次是产品生产过程中能源、资源消耗碳足迹消耗为 12.74%；辅料获取占比为 6.45%；包装材料获取占比 0.25%；原辅料及包装材料运输占比仅为 0.07%。

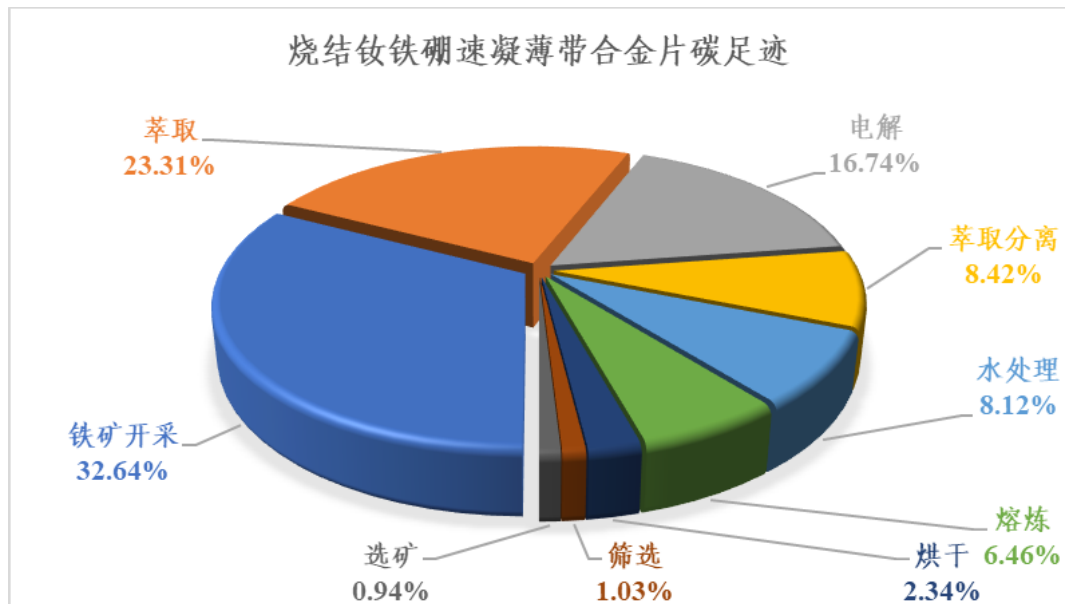
进一步分析高性能烧结钕铁硼永磁材料产品碳足迹可知：按照物质种类区分，烧结钕铁硼速凝薄带合金片的碳足迹贡献最大，占比达到 79.57%；其次为电力排放为 6.45%（本年度电力排放出现大幅降低，主要原因是由于企业 2023 年度几乎

全部购买绿电使用，同时最新电力排放因子出现下调导致）；然后是氮气，占比为 5.04%；其次是涂层、硫酸镍和镍饼，分别为 1.85%、1.42%、1.32%。

鉴于，原材料获取在高性能烧结钕铁硼永磁材料产品生命周期碳足迹中占比较大，根据马超越，张铭，李建忠等《烧结钕铁硼磁性材料碳足迹核算分析》（稀土，2021,42（252）：72-80）研究得知，1kg 烧结钕铁硼速凝薄带合金片生产过程中碳足迹贡献如下表所示：

表 5-3 烧结钕铁硼速凝薄带合金片生产碳排放量表

序号	烧结钕铁硼速凝薄带合金片生产过程	碳足迹	贡献占比
1	铁矿开采	16.3557	32.64%
2	选矿	0.4705	0.94%
3	萃取	11.6827	23.31%
4	萃取分离	4.2218	8.42%
5	筛选	0.5175	1.03%
6	烘干	1.1711	2.34%
7	水处理	4.069	8.12%
8	电解	8.3876	16.74%
9	熔炼	3.2372	6.46%



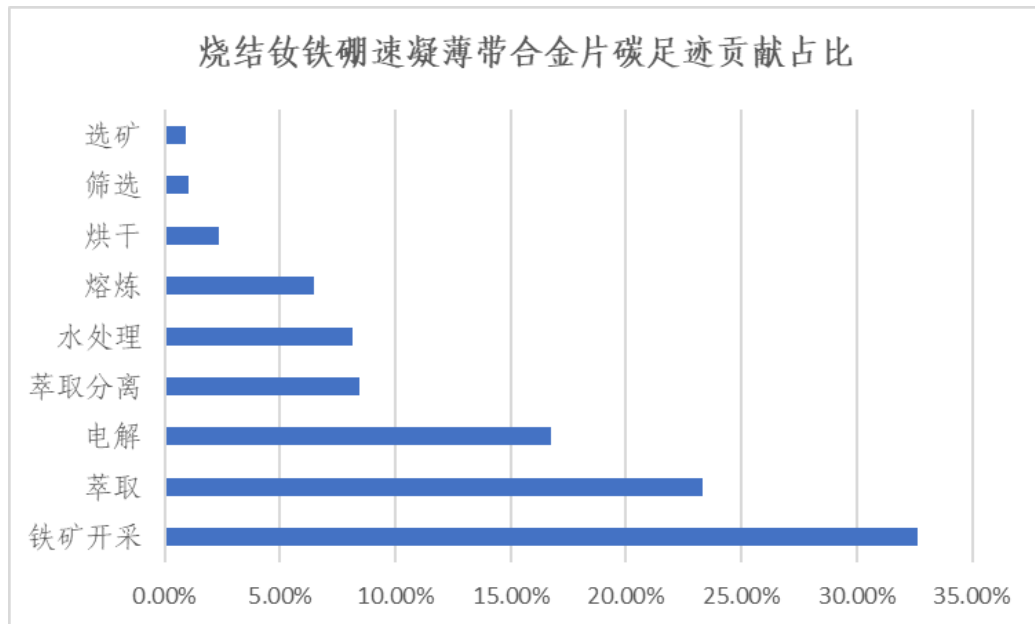


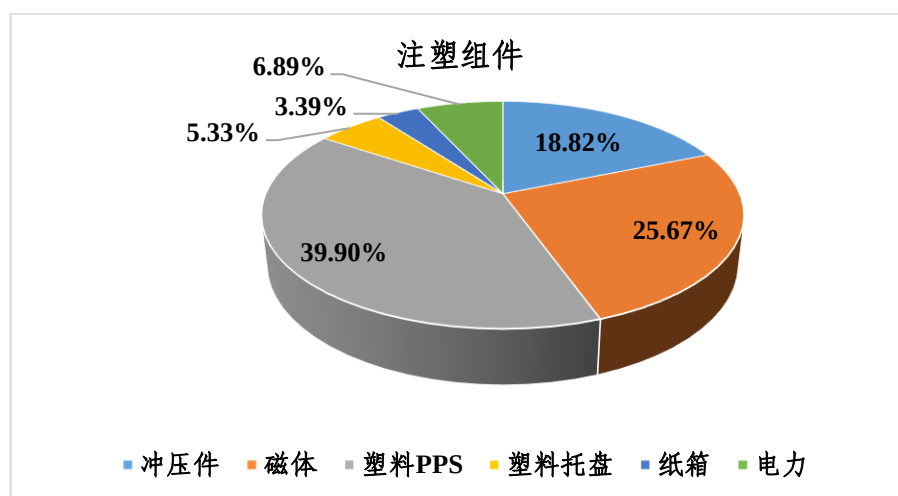
图 5-4 1kg 烧结钕铁硼速凝薄带合金片生产中各物质对碳排放贡献

5.2.2 磁组件生产过程碳足迹

在五种磁组件生产过程中，生产单个磁力泵组件的碳排放远高于其他组件。

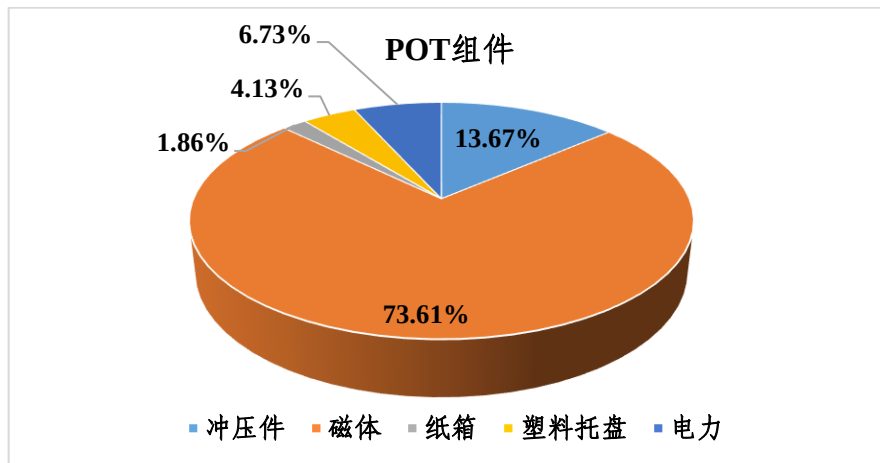
表 5-4 磁组件产品排放量表

产品种类	各产品生产过程排放量汇总 (kgCO ₂ /个)
注塑组件	0.3340
POT 组件	0.2294
PV 组件	0.3206
上转子组件	0.4248
磁力泵	106.3921

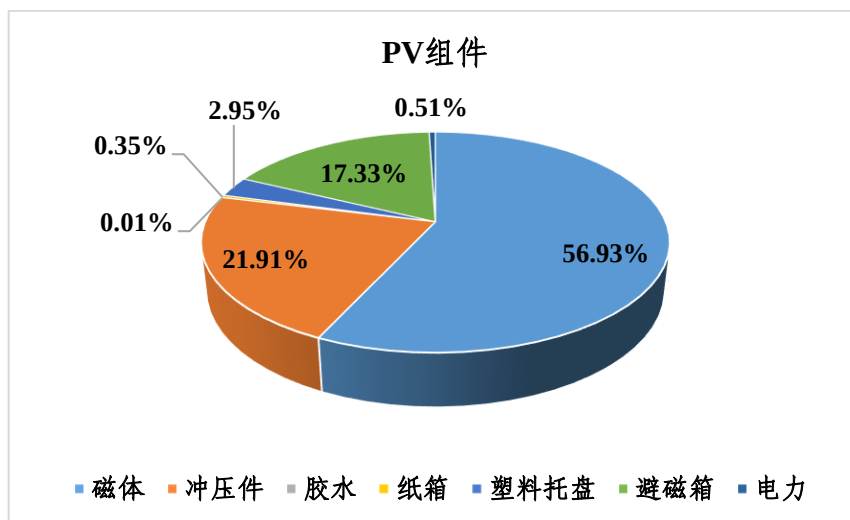


从以上计算过程可知，生产 1 个注塑组件的生产过程碳足迹中：塑料 PPS 排

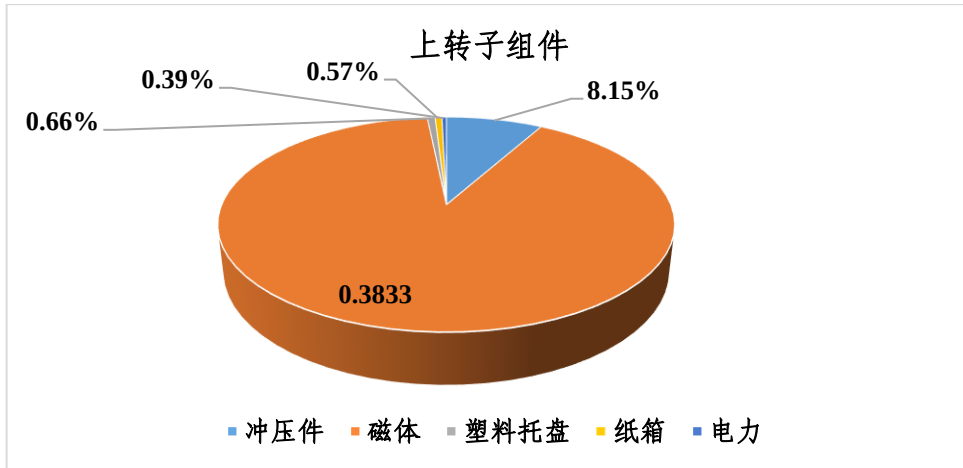
放占比最大，为 39.90%，其次是磁体和冲压件，碳足迹占比分别为 25.67%、18.82%。



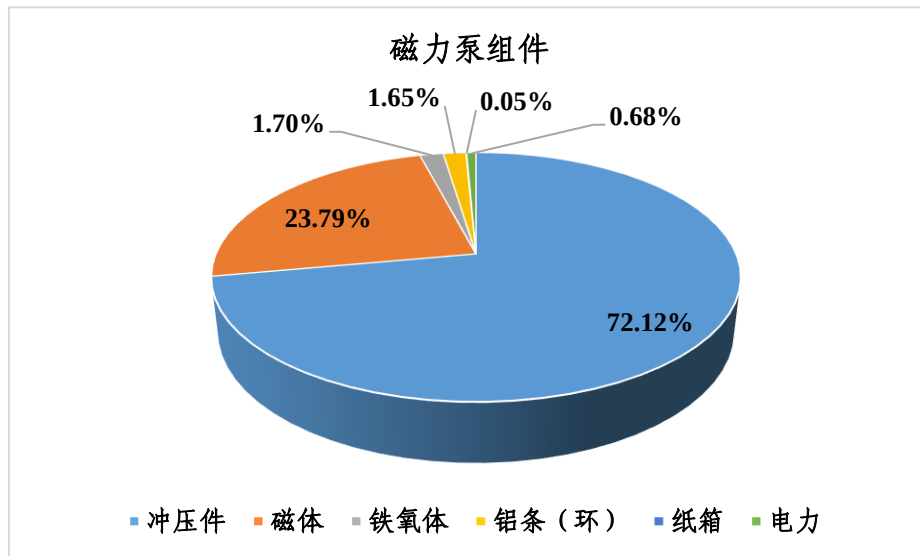
从以上计算过程可知，生产 1 个 POT 组件的生产过程碳足迹中：磁体占比最大，占比 73.61%；其次是冲压件和电力，碳足迹占比分别为 13.67%、6.73%。



从以上计算过程可知，生产 1 个 PV 组件的生产过程碳足迹中：磁体占比最大，占比 56.93%；其次是冲压件和避磁箱，碳足迹占比分别为 21.91%、17.33%。



从以上计算过程可知，生产 1 个上转子组件的生产过程碳足迹中：磁体碳足迹占比最大，占比 90.23%；其次是冲压件，碳足迹占比为 8.15%。

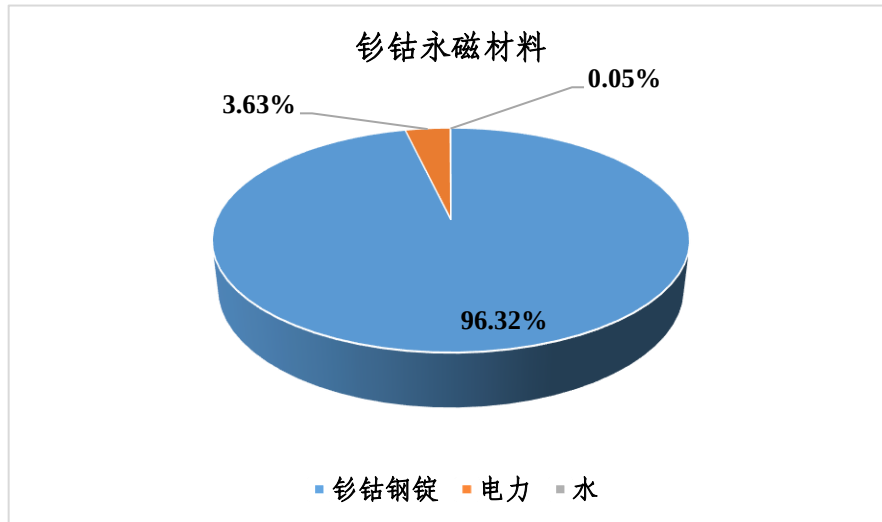


从以上计算过程可知，生产 1 个磁力泵的生产过程碳足迹中：冲压件的碳足迹占比最大，达到 72.12%，其次是磁体，碳足迹占比为 23.79%。

5.2.3 钕钴永磁材料生产过程碳足迹

表 5-5 钕钴永磁材料产品排放量表

序号	生产过程	碳足迹	贡献占比
1	钕钴钢锭	51.9032	96.32%
2	电力	1.9567	3.63%
3	水	0.0289	0.05%
合计	钕钴永磁材料	53.8888	100%



从以上计算过程可知，生产 1kg 钕铁硼永磁材料生产过程碳足迹中：钕铁硼磁体获取碳足迹占比为 96.32%，是全生命周期碳足迹中贡献最大的环节；电力获取碳足迹占比为 3.63%。

6. 不确定分析

不确定性来自于初级数据（活动水平数据）的不确定性和次级数据（排放因子）的不确定性。初级数据不确定性选择原则为：经核查的企业实测数据不确定性为 $\pm 2\%$ ，企业实测值分摊数据不确定性为 $\pm 3\%$ ，企业估算数据不确定性为 $\pm 4\%$ ；次级数据（排放因子）不确定性选择原则为：企业实测数据不确定性为 $\pm 2\%$ ，指南及数据库推荐数据不确定性为 $\pm 4\%$ 。

高性能烧结钕铁硼永磁材料的原辅材料消耗量、生产过程的活动水平数据来自经核查的企业实测值分摊，其不确定性定为 $\pm 3\%$ ；原辅材料和产品的运输数据为企业估算的数据，其不确定性为 $\pm 3\%$ ；高性能烧结钕铁硼永磁材料碳足迹计算的排放因子数据都采用指南及数据库推荐者，其不确定性为 $\pm 4\%$ 。

本报告采用简单的误差传递公式，主要包括两个误差传递公式，一是加减运算的误差传递公式，二是乘除运算的误差传递公式。当某一估计值为 n 个估计值之和或差时，该估计值的不确定性采用下述公式计算：

$$U_c = \frac{\sqrt{(U_{s1} \times \mu_{s1})^2 + (U_{s2} \times \mu_{s2})^2 + \dots + (U_{sn} \times \mu_{sn})^2}}{|\mu_{s1} + \mu_{s2} + \dots + \mu_{sn}|} \quad (1)$$

式中：

U_c n 个估计值之和或差的不确定性（%）

$U_{s1} \dots U_{sn}$ n 个相加减的估计值的不确定性 (%)

$\mu_{s1} \dots \mu_{sn}$ n 个相加减的估计值

当某一估计值为 n 个估计值之积时, 该估计值的不确定性采用公式(2)计算:

$$U_c = \sqrt{U_{s1}^2 + U_{s2}^2 + \dots + U_{sn}^2} \quad (2)$$

式中:

U_c : n 个估计值之积的不确定性 (%)

$U_{s1} \dots U_{sn}$: n 个相乘的估计值的不确定性 (%)

根据误差传递公式(1)和(2), 计算得出高性能烧结钕铁硼永磁材料碳足迹的总不确定性为 ± 3.098 , 具体如下表所示:

表 6-1 碳足迹不确定性分析表

序号	名称	活动水平数据 不确定性	排放因子 不确定性	碳足迹 (kgCO _{2e})	碳足迹 不确定性
1	原材料获取	$\pm 2\%$	$\pm 4\%$	40.8091	2.415%
2	辅料获取	$\pm 3\%$	$\pm 4\%$	3.2690	0.226%
3	包装	$\pm 3\%$	$\pm 4\%$	0.1289	0.009%
4	运输	$\pm 3\%$	$\pm 4\%$	0.0332	0.002%
5	产品生产	$\pm 3\%$	$\pm 4\%$	6.4616	0.446%
6	合计(摇篮到大门)	/	/	50.7018	3.098%

不确定性的主要来源为初级数据存在测量误差和计算误差以及次级数据的选择, 减少不确定性的方法主要有:

- (1) 使用准确率较高的初级数据;
- (2) 对每一道工序都进行能源消耗的跟踪监测, 提高初级数据的准确性;
- (3) 加强上游供应商的产品碳足迹认证, 原辅材料采用其实际的上游数据。

7. 评价结果

高性能烧结钕铁硼永磁材料从摇篮到大门的碳足迹为 50.7018 kgCO_{2e}, 其中原材料获取环节对碳足迹贡献最大, 占比 80.49% (含废料回用), 其次是产品生产过程, 占比为 12.74%。按照产品生产过程分类, 材料分厂碳足迹贡献最高, 占比为 88.98%, 其次为表面处理二分厂、表面处理一分厂、渗透分厂、包装分厂, 其贡献分别为: 4.21%、4.02%、2.08%、0.38%。企业 2023 年较 2022 年单位产品稀土永磁材料碳足迹出现一定幅度的下降, 主要是由于企业 2023 年度几乎全部购

买绿电使用，同时最新电力排放因子出现下调导致能源消耗大幅降低，2023 年企业绿电使用比例约为 82%。

附件：支持性文件清单

1	营业执照
2	企业简介
3	组织机构图
4	厂区平面图
5	工艺流程图
6	主要用能设备和设施情况
7	2023 年包装物明细重量统计
8	2023 年全年原材料领用
9	表面处理主要材料
10	磁应用各项目生产用料明细统计
11	绿电消费凭证
12	能耗统计分析表 2023 年