

报告编号：WHKJ-ZJ-20240603001

东营兆源机电科技有限公司
1kg 熔敷电磁线
(FMFYB)
产品碳足迹报告

第三方机构：吉林伟航环境安全科技有限公司

报告签发日期：2024年06月03日



委托方名称	东营兆源机电科技有限公司	地址	山东省东营市开发区 宣州路 81 号
联系人	樊军辉	联系方式 (电话、邮箱)	13665461258 fanjunhui@126.com
标准及方法学	《ISO/TS 14067: 2018 温室气体 产品碳足迹关于量化和通报的要求和指南》 《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》		
核算结论: 吉林伟航环境安全科技有限公司受东营兆源机电科技有限公司委托, 对 2023 年 1 月 1 日至 2023 年 12 月 31 日期间东营兆源机电科技有限公司 1kg 熔敷电磁线产品碳足迹进行核算, 确认如下: 1) 核算标准中所要求的内容已在本次工作中覆盖; 工作组确认此次产品碳足迹报告符合《ISO/TS 14067: 2018 温室气体 产品碳足迹关于量化和通报的要求和指南》、《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》的要求。 2) 单位产品碳排放量为:			
产品名称		产品碳排放量 (kgCO ₂ e/kg)	
1kg 熔敷电磁线		10.83	
评价组长(签名)	于冬旭	日期	2024 年 06 月 03 日
技术复核人(签名)	耿喆	日期	2024 年 06 月 03 日
批准人(签名)	李金鹏	日期	2024 年 06 月 03 日

目 录

1. 摘要	1
2. 产品碳足迹介绍（PCF）介绍	2
3. 目标与范围定义	4
3.1 企业介绍	4
3.2 评价目的	5
3.3 评价边界	5
3.4 功能单位	6
3.5 生命周期流程图的绘制	6
3.6 分配原则	6
3.7 取舍准则	6
3.8 影响类型和评价方法	7
3.9 软件和数据库	7
3.10 数据质量要求	8
4. 过程描述	9
4.1 基本信息	9
4.2 产品生命周期边界	9
4.3 主要原材料清单	10
5. 数据的收集和主要排放因子说明	10
6. 数据计算	11
6.1 核算方法	11
6.2 原材料生产阶段	11
6.3 原材料运输阶段	12
6.4 生产与制造阶段	12
6.5 全生命周期碳排放	13
7. 不确定分析	14
8. 结语	14
9. 参考文献:	15

1. 摘要

本项目由吉林伟航环境安全科技有限公司执行完成。评价的目的是以生命周期评价方法为基础，采用《ISO/TS 14067：2018 温室气体 产品碳足迹关于量化和通报的要求和指南》、《PAS2050：2011 商品和服务在生命周期内的温室气体排放评价规范》的要求中规定的碳足迹核算方法，计算东营兆源机电科技有限公司生产的产品全生命周期内 1kg 熔敷电磁线所产生的碳排放。

本报告的功能单位定义为 1kg 熔敷电磁线在生命周期内的排放。系统边界为“从摇篮到大门”类型，现场调研了从原材料获取、生产制造、产品分销的生命周期过程，其中也调查了其他物料、能源获取的排放因子，数据来源于中国区域电网排放因子-华北地区排放因子、韩国环境产业技术研究所、ELCD、中国产品全生命周期温室气体排放系数集等数据库。报告中对生产的不同单元过程比例碳足迹的差别、各过程碳足迹累计比例做了对比分析。从单个过程对碳足迹贡献来看，发现产品生产阶段和原材料获取阶段对产品碳足迹的贡献较大。

评价过程中，数据质量被认为是最重要的考虑因素之一。本次数据收集和选择的指导原则是：数据尽可能具有代表性，主要体现在生产商、技术、地域、时间等方面。生命周期主要活动数据来源于企业现场调研的初级数据，大部分国内生产的原材料的排放因子数据来源于 IPCC 规定的缺失值、国家发改委公布数据、韩国环境产业技术研究所、ELCD、中国产品全生命周期温室气体排放系数集等，本次评价选用的数据在国内外 LCA 研究中被高度认可和广泛应用。

2. 产品碳足迹介绍（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，即从原材料获取阶段、生产制造阶段、分销阶段、使用到废弃处置/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（HFCs）和全氟化碳（PFCs）等。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（特征化因子）在全球范围广泛适用。

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: 2018 温室气体 产品碳足迹关于量化和通报的要求和指南》，此标准以 PAS2050 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。

3. 目标与范围定义

3.1 企业介绍

东营兆源机电科技有限公司成立于 2016 年 10 月，公司类型为有限责任公司。注册资本 5000 万元，现有总资产 7.7 亿元，员工 300 余人。公司为专业从事高端电磁线系列产品研发及生产的高新技术企业，公司现拥有各种电磁线及线圈专业制造设备 150 余台套，可年产电磁线系列产品 30000 吨。

主导产品为高性能电磁线、电磁线圈、铜排、定子、转子，产品主要应用于轨道交通、海上风电、陆上风电、核电、新能源汽车、防爆电机、变压器等领域。先后与中车集团、东方电机、哈电集团、南京汽轮、佳木斯电机、阿尔斯通、西门子、庞巴迪、东芝水电等大型国内外企业保持了良好的合作关系。目前，公司产品在轨道交通领域市场份额占到 70%，清洁能源发电领域市场份额占到 50%。2018 年先后通过了质量、环境、职业健康安全管理体系认证、欧洲国际铁路行业 IRIS 质量管理体系认证、测量管理体系认证。在中车捷力公司供应商质量标杆评选中，获得“质量标杆”称号。2023 年被认定为国家级专精特新“小巨人”企业，风电电磁线产品是山东省制造业单项冠军产品，公司是山东省专精特新中小企业、东营市知识产权示范企业，建有山东省企业技术中心、东营市重点实验室等研发平台。现拥有授权发明专利 5 件(东营市高价值专利 1 件)，实用新型专利 31 件，国际先进的科技成果评价 7 项(东营市优秀科技成果 1 项)。

3.2 评价目的

本次评价的目的是获得东营兆源机电科技有限公司生产的 1kg 熔敷电磁线产品全生命周期碳排放，以及该 1kg 熔敷电磁线生命周期内所产生的碳排放。碳足迹核算是东营兆源机电科技有限公司实现低碳、绿色发展的基础和关键，披露产品的碳足迹是东营兆源机电科技有限公司环境保护工作和社会责任的一部分，也是东营兆源机电科技有限公司在国内市场上壮大的重要一步。

本项目的评价结果将为东营兆源机电科技有限公司生产的 1kg 熔敷电磁线产品的采购商和第三方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一定积极作用。

本项目评价结果的潜在沟通对象包括两个群体：一是东营兆源机电科技有限公司内部管理人员及其他相关人员；二是企业外部利益相关方，如上游供应商、下游采购商等。

3.3 评价边界

根据本项目评价目的，按照《ISO/TS 14067：2018 温室气体 产品碳足迹关于量化和通报的要求和指南》、《PAS2050：2011 商品和服务在生命周期内的温室气体排放评价规范》的相关要求，确定本次评价边界为：产品的碳足迹=原料生产+原材料运输+生产过程。本研究所用数据涵盖 2023 年 1 月 1 日至 2023 年 12 月 31 日生产活动及非生产活动数据。

3.4 功能单位

为方便系统中输入/输出的量化，功能单位被定义为 1kg 熔敷电磁线在生命周期内所产生的碳排放量。

3.5 生命周期流程图的绘制

根据《PAS2050: 2011 商品和服务在生命周期内的温室气体排放评价规范》绘制 1kg 熔敷电磁线产品的生命周期流程图，其碳足迹评价模式为从摇篮到大门（B2B）评价：包括从原料生产、原材料运输、生产过程。

表 3-1 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
1 原材料生产	1 生产设备的生产及维修
2 原材料运输	2 废弃原材料的运输
3 外购电力	3 产品分销运输
4 生产加工	4 产品的使用
	5 废弃处置

3.6 分配原则

由于在本次评价系统边界下，生产 1kg 熔敷电磁线产品不产生副产品，因此不涉及分配。

3.7 取舍准则

此次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、生活设施等可以忽略;

在选定环境影响类型范围内的已知排放数据不应忽略。

本报告所有原辅料和能源等消耗都关联了上游数据，部分消耗的上游数据采用近似替代的方式处理。

3.8 影响类型和评价方法

基于评价目标的定义，本次评价只选择了全球变暖这一种影响类型，并对产品生命周期的全球变暖潜值（GWP）进行了分析，因为 GWP 是用来量化产品碳足迹的环境影响指标。

评价过程中统计了各种温室气体，包括二氧化碳（CO₂），甲烷（CH₄），氧化亚氮（N₂O），四氟化碳（CF₄），六氟乙烷（C₂F₆），六氟化硫（SF₆）和氢氟碳化物（HFC）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。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）。例如，1kg 甲烷在 100 年内对全球变暖的影响相当于 25kg 二氧化碳排放对全球变暖的影响，因此以二氧化碳当量（CO₂e）为基础，甲烷的特征化因子就是 28。

3.9 软件和数据库

本评价采用 CCloud 软件系统，建立了 1kg 熔敷电磁线生命周期模型，并计算得到 LCA 结果。评价过程中用到的数据库，包括 IPCC 规定的缺失

值、国家发改委公布数据、韩国环境产业技术研究所、ELCD、中国产品全生命周期温室气体排放系数集等数据库，数据库中生产和处置过程数据都是“从摇篮到大门”的汇总数据。

3.10 数据质量要求

为满足数据质量要求，在本评价中主要考虑了以下几个方面：

数据准确性：实景数据的可靠程度；

数据代表性：生产商、技术、地域以及时间上的代表性；

模型一致性：采用的方法和系统边界一致性的程度。

为了满足上述要求，并确保计算结果的可靠性，在评价过程中优先选择来自生产商和供应商直接提供的初级数据，其中企业提供的经验数据取平均值，本评价在 2024 年 5 月进行了企业现场数据的调查、收集和整理工作。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，次级数据大部分选择来自 IPCC 规定的缺失值、国家发改委公布数据、CALCD、韩国环境产业技术研究所、ELCD、中国产品全生命周期温室气体排放系数集等数据库，当目前数据库中没有完全一致的次级数据时，采用近似替代的方式选择数据库中数据。

采用 CCloud 软件的来建立产品生命周期模型，计算碳足迹和分析计算结果，评价过程中的数据库采用 IPCC 规定的缺失值、国家发改委公布数据、CALCD、韩国环境产业技术研究所、ELCD、中国产品全生命周期温室气体排放系数集等数据库。数据库的数据是经严格审查，并广泛应用于国内国际上的 LCA 研究。各个数据集和数据质量将在第 4 章对每个过程介

绍时详细说明。

4. 过程描述

4.1 基本信息

过程名称：1kg 熔敷电磁线的全生命周期

过程边界：从原材料获取阶段到生产阶段

数据来源：企业 2023 年 1 月 1 日至 2023 年 12 月 31 日实际生产数据

企业名称：东营兆源机电科技有限公司

产地：山东省东营市

基准年：2023 年 1 月 1 日至 2023 年 12 月 31 日

主要原料：阴极铜、粉云母带等材料

主要能耗：电力

4.2 产品生命周期边界

产品生命周期为从摇篮到大门（B2B）：包括从原材料生产、原材料运输、生产与制造。

产品生命周期边界如下：

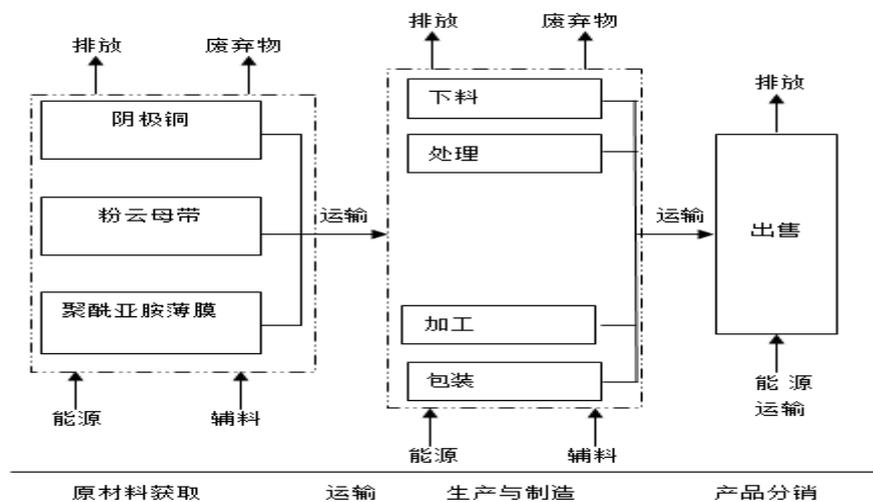


图 4.1 产品生命周期边界

4.3 主要原材料清单

1kg 熔敷电磁线总计包括 3 种主要的原材料，核算中完整涵盖，详细材料清单如下。

表 4-1 主要原材料清单

序号	名称	供应商	重量 (t)
1	阴极铜	江西地盛铜业有限公司	0.93
2	粉云母带	湖北长峰电工材料有限公司	0.05
3	聚酰亚胺薄膜	东营欣邦电子科技有限公司	0.02

5. 数据的收集和主要排放因子说明

为了计算产品的碳足迹，必须考虑活动水平数据、排放因子数据和全球增温潜势(GWP)。活动水平数据是指产品在生命周期中的所有的量化数据（包括物质的输入、输出；能量使用；交通等方面）。排放因子数据是指单位活动水平数据排放的温室气体数量。利用排放因子数据，可以将活动水平数据转化为温室气体排放量。如：电力的排放因子可表示为： $\text{CO}_2\text{e/kWh}$ ，全球增温潜势是将单位质量的某种温室效应气体（GHG）在给定时间段内辐射强度的影响与等量二氧化碳辐射强度影响相关联的系数，如 CH_4 （甲烷）的 GWP 值是 28。活动水平数据来自现场实测；排放因子采用 IPCC 规定的缺失值。活动水平数据主要包括：外购电力。排放因子数据主要包括外购电力排放因子等。

东营兆源机电科技有限公司 1kg 熔敷电磁线生产阶段在山东省东营市，在使用时是全国范围，故在选取排放因子时生产阶段消耗的电力使用全国平均电力排放因子。

原材料生产阶段活动数据如下：

表 6-1 原材料阶段活动水平数据

序号	原材料种类	消耗量	单位	数据来源
1	阴极铜	0.93	kg	供应商调查
2	粉云母带	0.05	kg	供应商调查
3	聚酰亚胺薄膜	0.02	kg	供应商调查

原材料生产阶段的排放因子如下：

表 6-2 原材料阶段排放因子

序号	名称	排放因子	单位	年份	来源
1	阴极铜	10.9	tCO ₂ e/t	2022	中国产品全生命周期温室气体排放系数集
2	粉云母带	0.34	tCO ₂ e/t	2022	中国产品全生命周期温室气体排放系数集
3	聚酰亚胺薄膜	5.16	tCO ₂ e/t	2022	中国产品全生命周期温室气体排放系数集

6.3 原材料运输阶段

原材料运输阶段的活动数据如下：

表 6-3 原材料运输阶段活动水平数据（根据里程）

序号	原料名称	供应商	货车类型	重量 (kg)	里程数 (km)	数据来源
1	阴极铜	江西地盛铜业有限公司	重型货车	0.93	10	供应商调查
2	粉云母带	湖北长峰电工材料有限公司	重型货车	0.05	1267.3	供应商调查
3	聚酰亚胺薄膜	东营欣邦电子科技有限公司	重型货车	0.02	0.5	供应商调查

原材料运输阶段的排放因子，根据中国产品全生命周期温室气体排放系数集（2022）数据，中型货车排放因子为0.049千克二氧化碳当量/（吨·千米）。

6.4 生产与制造阶段

生产阶段间接排放的活动数据如下：

表 6-4 生产阶段活动水平数据（间接排放）

序号	类型	消耗量	单位	数据来源
1	电力	1.2	kWh	企业实测

生产阶段间接排放的排放因子如下：

表 6-5 生产阶段排放因子

序号	名称	额外信息	排放因子	单位	年份	数据来源
1	电力	全国	0.5568	kgCO ₂ e/kWh	2021	生态环境部

6.5 全生命周期碳排放

综上，1kg 东营兆源机电科技有限公司生产的熔敷电磁线从原材料获取阶段到生产制造阶段的碳排放为 10.83kgCO₂e，具体的碳排放结果如下：

表 6-10 1kg 熔敷电磁线生命周期各阶段碳排放

阶段	排放量 (kgCO ₂ e)	占比 (%)
原材料获取阶段	10.154	93.80%
材料运输阶段	0.004	0.03%
生产制造阶段	0.668	6.17%
合计	10.83	

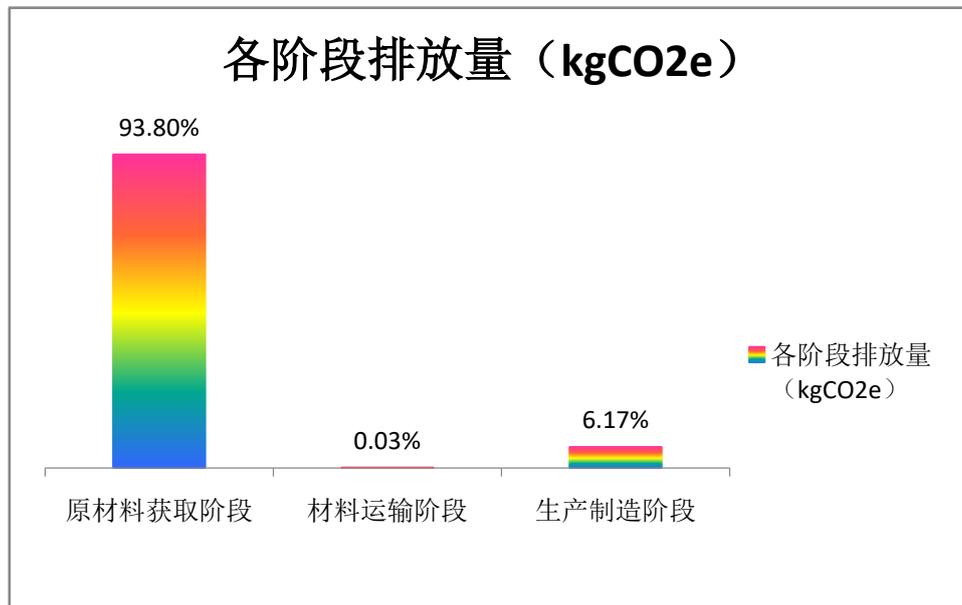


图 6-1 1kg 熔敷电磁线生命周期各阶段碳排放 (kgCO₂e)

从上面生命周期累计碳足迹贡献比例的情况，可以看出碳排放环节主要集中在原材料获取阶段上，生产制造及运输占较小部分。

为减小产品碳足迹，建议如下：

- 1) 通过改变产品运输方式、提高单次运输效率，有效减少运输过程中

燃料的消耗；

2) 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；

3) 提高企业生产效率，降低生产阶段能源消耗。

4) 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；

5) 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；

6) 建立打造绿色供应链的相关制度，推动供应链协同改进。

7. 不确定分析

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。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。

8. 结语

东营兆源机电科技有限公司生产的 1kg 熔敷电磁线单位产品碳排放为 10.83kgCO₂e/kg。其中原材料获取阶段碳排放占比最大，为 93.8%；材料运输阶段碳排放占比为 0.03%；生产制造阶段碳排放占比为 6.17%。

9. 参考文献:

- [1].IPCC Fifth Assessment Report, Climate Change 2013.
- [2].Product Carbon Footprint Memorandum, Position statement on measurement and communication of the product carbon footprint for international standardization and harmonization purposes, Berlin, December 2009.
- [3].ISO/TS 14067: 2018, Greenhouse Gases-Carbon Footprint of Products—Requirements and Guidelines for Quantification and Communication[J]. International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland, 2018.
- [4].BSI, The Guide to RVS 2050: 2011, How to carbon footprint your products, identify hotspots and reduce emissions in your supply chain.