

山东华民钢球股份有限公司

锻造耐磨钢球

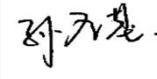
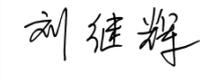
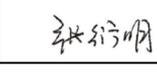
产品碳足迹报告

完成单位（公章）： 山东国鉴认证有限公司

报 告 日 期： 2024年11月27日



企业基本情况表

排放单位名称	山东华民钢球股份有限公司				
地址	济南市章丘区官庄街道办事处养军村				
法人代表姓名	侯宇岷	组织机构代码	913701811634663822		
排放单位所属行业领域	39 生产和销售选矿用锻造钢球、磨棒				
排放单位是否为独立法人	是				
核算和报告依据	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》； ISO 14067:2018《温室气体—产品碳足迹—量化和信息交流的要求与指南》。				
产品名称	锻造耐磨钢球				
生命周期阶段	从摇篮到大门				
产品碳足迹功能单位	1t				
排放量	2746.55kgCO ₂ /t				
核算结论：	<p>山东国鉴认证有限公司（以下简称“国鉴认证”）受山东华民钢球股份有限公司委托，对该公司锻造耐磨钢球产品碳足迹排放量进行核算，结论如下：</p> <p>（1）锻造耐磨钢球单位产品碳足迹排放量 2746.55kgCO₂/t。</p> <p>（2）全生命周期中原材料获取过程贡献最大，达到 89.69%，产品生产过程碳排放占碳足迹的 10.17%，原材料运输过程碳排放占碳足迹的 0.01%，产品包装物碳排放占碳足迹的 0.13%。</p>				
报告编制人	张帅	签名		日期	2024-11-27
	孙登基	签名			
技术审核人	刘继辉	签名		日期	2024-11-27
批准人	张衍明	签名		日期	2024-11-27

目 录

1. 概述	1
2. 评价目的	3
3. 评价过程和方法	4
3.1 评价标准	4
3.2 工作组安排	4
3.3 评价流程	5
4. 评价范围	7
4.1 企业基本情况	7
4.2 评价对象	8
4.3 系统边界	8
5. 清单分析	10
5.1 生产技术	10
5.2 清单分析	10
6. 数据收集	13
6.1 数据收集和评价过程	13
6.2 数据汇总表	15
7. 产品碳足迹的计算	16
7.1 计算公式	16
7.2 产品碳足迹评估与分析	17
7.3 产品碳足迹分析	18
8. 不确定性分析	19

9. 结论.....	22
10. 节能减排建议.....	22
附录.....	23
附录 1 产品碳足迹评价声明.....	23
附录 2 文件清单.....	24

1. 概述

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。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（ CO_2 ）、甲烷（ CH_4 ）、氧化亚氮（ N_2O ）、氢氟碳化物（**HFC**）、全氟化碳（**PFC**）和三氟化氮（ NF_3 ）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（ CO_2e ）表示，单位为 kgCO_2e 或者 gCO_2e 。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：

(a)《商品和服务在生命周期内的温室气体排放评价规范》（**PAS 2050**），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。

(b)《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。

（c）《温室气体—产品碳足迹—量化和信息交流的要求与指南》（ISO 14067），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. 评价目的

为应对客户对产品碳足迹要求，减少产品碳足迹排放，助力碳中和目标实现，山东华民钢球股份有限公司（华民钢球）委托山东国鉴认证有限公司开展产品碳足迹核查。

此次核查对象为华民钢球生产的锻造耐磨钢球产品。通过碳足迹评价，将达到以下目的：

- 1) 核算单位产品碳足迹，满足相关方需求。
- 2) 通过对比用于产品生产的各项能源、资源、物料碳足迹数据，找出影响产品碳足迹的关键要素，有利于有针对性地升级生产技术和改造生产工艺，优化供应结构，从而实现节能、降耗、减排目标。
- 3) 通过此次核算，最终让企业明确自身碳排放现状，寻找节能减排机会，最终建立绿色环保的竞争优势。为碳排放核查做信息储备。

3. 评价过程和方法

3.1 评价标准

ISO 14067-2018《温室气体.产品的碳排放量.量化和通信的要求和指南》

PAS2050:2011《商品和服务在生命周期内的温室气体排放评价规范》

3.2 工作组安排

依据 ISO 14067-2018《温室气体.产品的碳排放量.量化和通信的要求和指南》，以及 PAS2050:2011《商品和服务在生命周期内的温室气体排放评价规范》，根据核算任务以及企业的规模、行业，按照山东国鉴认证有限公司内部工作组人员能力及程序文件的要求，此次工作组由下表所示人员组成。

表 3.2-1 工作组成员表

序号	姓名	职务	职责分工
1	张帅	组长	产品碳足迹排放边界的确定,产品生产过程中涉及的各类物料和能源资源数据收集、原物料统计报表、能源统计报表及能源利用状况等。产品碳足迹报告的撰写。
2	孙登基	组员	收集了解企业基本信息、产品情况、原物料情况、计量设备、主要耗能设备情况,资料整理,排放量计算及结果核算。

3.3 评价流程

3.3.1 文件评价

根据 ISO 14067，工作组于 2024 年 11 月 5 日对企业提供的支持性文件进行了查阅，详见评价报告附录“文件清单”。

工作组通过查阅以上文件，识别出现场访问的重点为：现场查看企业产品的生产工艺流程，原辅料消耗情况，实际排放设施和测量设备，现场查阅企业的支持性文件，通过交叉核对判断企业提供的能源和物料消耗量数据是否真实、可靠、正确。

3.3.2 现场访问

工作组于 2024 年 11 月 5 日到企业进行了现场核查。企业主要负责人介绍了企业的具体情况，并对文件评价阶段提出的问题进行了沟通解答。会议的时间、对象及主要内容如表 3.3-1 所示：

表 3.3-1 现场访问记录表

时间	访谈对象	部门/职务	访谈内容
2024 年 11 月 5 日	臧华勋	总经理	<ul style="list-style-type: none">介绍企业的基本情况、生产经营情况；介绍企业组织机构设置情况；介绍企业碳排放管理现状。
	陈玉锋	生产中心	<ul style="list-style-type: none">介绍企业产品情况及生产工艺；介绍产品生产过程中各工序物料及能源使用情况；
	王红光	技术中心	<ul style="list-style-type: none">介绍企业物料及能源计量、统计情况。介绍评价产品的生产、销售及原辅料购买情况，提供相关数据。

3.3.3 报告编写及内部技术复核

工作组于 2024 年 11 月 20 日编制碳足迹报告初稿，2024 年 11 月 27 日形成最终碳足迹报告。

为保证编写质量，碳足迹评价工作实施组长负责制、技术复核人复核制、质量管理委员会把关三级质量管理体系。即对每一个碳足迹评价项目均执行三级质量校核程序，且实行质量控制前移的措施及时把控每一环节的工作质量。碳足迹评价工作的第一负责人为工作组组长。工作组组长负责在评价过程中对工作组成员进行指导，并控制最终碳足迹报告的质量；技术复核人负责在最终碳足迹报告提交给客户前控制最终碳足迹报告的质量；报告批准人负责整体工作质量的把控，以及报告的批准工作。

技术复核人及报告批准人情况见表 3-3。

表 3.3-2 技术复核组成员表

序号	姓名	职责
1	刘继辉	技术复核
2	张衍明	报告批准

4. 评价范围

4.1 企业基本情况

山东华民钢球股份有限公司是一家在行业内极具影响力的企业。公司自 1986 年在章丘区官庄街道养军店村成立以来，历经多年发展，已成为一颗璀璨之星。占地面积 242 亩，拥有 163 名员工，总资产达 4.5 亿元。

作为高新技术企业，华民钢球拥有众多荣誉。旗下产品丰富多样，不仅专注于生产和销售选矿用锻造钢球、磨棒及相关专利成套设备，还推出了特色的侯大哥手工锻打铁锅。其产品畅销美洲、非洲、东南亚等地区，年产能达 10 万吨。公司通过了 ISO9001 国家质量体系认证、ISO14001 环境体系认证和 ISO45001 职业健康与安全体系认证，是省环保节能、清洁生产企业。产品列为山东省知名品牌，其中“华民”商标更是中国驰名商标、省著名商标，在国际上也享有广泛保护。

华民钢球拥有省企业技术中心、国家电力工业磨球实验基地等多个科研机构，常年聘请国内外知名耐磨专家进行技术研发，目前已拥有 26 项专利，主导和参与起草 8 项行业及团体标准。自主研发的专利磨棒生产设备流水线和钢球自动化生产设备流水线技术世界领先。

4.2 评价对象

本次碳足迹评价对象为：1t 锻造耐磨钢球。

4.3 系统边界

4.3.1 时间边界

本次产品碳足迹核算的时间边界为 2023 年 1 月 1 日至 2023 年 12 月 31 日。

4.3.2 空间边界

对于企业锻造耐磨钢球生产车间内产品的原辅料获取、原辅料运输、产品生产与包装全过程，具体包括生产区域、生产辅助区域（动力车间、照明）、物料运输的能耗和物耗（原料、辅料）。

4.3.3 数据取舍原则

本研究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

- a) 能源的所有输入均列出；
- b) 主要原料的所有输入均列出；
- c) 辅助材料质量小于原料总消耗 0.5% 的项目，且碳足迹因子数不可查的输入忽略；
- d) 大气、水体的各种排放较小，可忽略；

e) 生产过程产生废弃物回收利用可忽略;

f) 道路与厂房的基础设施、各工序的设备、厂区内人员及生活设施的消耗及排放,均忽略。

4.3.4 生命周期模式

根据 PAS2050, 产品在生命周期的内 GHG 排放评价应在以下方式进行选择:

a) 从商业-到-消费者的评价 (B2C), 包括产品在整个生命周期内所产生的排放;

b) 从商业-到-商业的评价 (B2B), 包括直到输入到达一个新的组织之前所释放的 GHG 排放 (包括所有上游排放)。

在计算 B2C 产品的碳足迹时, 典型的流程图步骤包括生命周期全过程: 从原材料, 通过生产、制造和零售, 到消费者使用, 以及最终处置或再生利用; B2B 的碳足迹停留在产品被提供给另一个制造商的节点上, 计算产品碳足迹时只包括从原材料通过生产直到产品到达一个新的组织。

本次产品碳足迹的评价是针对 1t 锻造耐磨钢球生产过程的 GHG 排放的跟踪计算, 因此采用从“商业-到-商业” (B2B) 的生命周期模式。

5. 清单分析

5.1 生产技术

1、旋切滚锻钢球自动化装备工艺流程

圆钢——检验——电炉加热——旋切成型——等温——淬火——空冷——回火——检验——包装——入库；

2、辊锻钢球自动化装备工艺流程

圆钢——检验——电炉加热——热切下料——辊锻成型——等温——淬火——空冷——回火——检验——包装——入库；

3、智能滚锻钢球装备工艺流程

圆钢——检验——连续上料——电炉加热——伺服送料——剪切/平锻——滚锻成型——等温——淬火——空冷——回火——检验——包装——入库。

5.2 清单分析

评价组通过现场访谈以及查看相关资料，明确了产品所涉及的活动包括：

- 原辅料获取，排放源为评价产品的原辅料生产过程导致的排放；
- 原料运输至厂内，排放源包括运输车辆燃料消耗产生的排放（柴油）；
- 产品生产，排放源包括评价产品生产过程能源消耗导致的排

放；锻造耐磨钢球生产过程温室气体排放；

- 产品生产过程的废弃物处理，排放源包括各类废弃物处理和包装导致的排放；

- 产品包装，排放源为产品包装（编制袋）的带入排放；

- 物料厂内运输，排放源为原辅料、产品和废弃物在厂内运输过程中能源消耗产生的排放（电力），计入生产能耗中。

根据上述活动，依据产品生产工艺流程图以及辅助工序工艺，确定产品涉及的物料、能源消耗清单，如表 5.1-1 所示：

表 5.1-1 锻造耐磨钢球生产各阶段生命周期清单分析

生命周期各环节	原辅料获取	原辅料运输	产品生产	产品包装	废弃物处理	厂内运输
原料消耗	圆钢	/	原料在生产过程产生温室气体	编织包装袋	/	/
能源消耗	/	柴油	电	能耗排放归结到生产能耗中	下脚料回用于生产	场内运输采用电叉车；计入生产能耗

6. 数据收集

6.1 数据收集和评价过程

在华民钢球相关领导及员工的密切配合下，本项目取得了详细的碳足迹核算所需数据，本次核算数据收集的时间范围是 2023 年 1 月 1 日-2023 年 12 月 31 日。

6.1.1 产品数据

表 6.1-1 产品产量

数据项	锻造耐磨钢球产量
数据值	43585.4
单位	t
数据来源	《生产运行月报》

6.1.2 物料数据

表 6.1-2 圆钢消耗量

数据项	圆钢消耗量		
数据值	44369.94		
单位	t		
数据来源	来源于《生产运行统计》。 生产的原料消耗与产品产量见下表：		
	原料	产品产量 (t)	原料耗量 (t)
	圆钢	43585.4	44369.94

6.1.3 能耗数据

表 6.1-3 电力消耗量

数据项	电力消耗量	
数据值	19613430	
单位	kWh	
数据来源	来源于《耗能统计表》，包含产品生产、产品包装的电力消耗。 电力消耗与产品产量见下表：	
	能源	产品产量 (t)
	电力	43585.4
		19613430

6.1.4 包装物数据

表 6.1-4 吨袋消耗量

数据项	吨袋消耗量	
数据值	65.38	
单位	t	
数据来源	来源于《产品包装材料及包装材料消耗量统计表》。 PP 塑料编织袋消耗与产品产量见下表：	
	能源	锻造耐磨钢球产品产量 (t)
	PP 塑料编织袋	43585.4
		65.38

6.1.6 碳足迹核算系数

在进行碳足迹核算时需要相关能耗、物耗的碳足迹系数，如下表所示：

表 6.1-5 各能源、物料碳足迹系数

类别	项目	碳足迹系数	单位	具体来源
	电力	0.6205	tCO ₂ e/MWh	《山东省产品碳足迹评价通则》附表 1 山东省电力消费排放因子

类别	项目	碳足迹系数	单位	具体来源
原料 辅料	圆钢	2420	kgCO ₂ e/t	中国产品全生命周期温室气体排放系数库(2022)
产品 包装	吨袋	2510	kgCO ₂ /t	中国产品全生命周期温室气体排放系数集(2022)
原料 运输	货运公里 载重	0.074	kgCO ₂ e/t .km	中国产品全生命周期温室气体排放系数集—道路交通货运(平均)

6.2 数据汇总表

产品碳足迹活动水平数据汇总情况见下表。

表 6.2-1 2023 年产品信息及产量汇总

产品名称	产量 (t)
锻造耐磨钢球产品	43585.4

表 6.2-2 锻造耐磨钢球生产能源、物料消耗数据汇总

生命周期各环节	活动水平参数	活动水平数据	单位
原辅料获取	圆钢	44369.94	t
原辅料运输	圆钢	1000	km
产品生产能源消耗	电力	19613430	kWh
产品包装物	吨袋	65.38	t

7. 产品碳足迹的计算

7.1 计算公式

采用碳足迹系数法进行计算，详见公式（7-1）；

$$CF = \sum_{i=1}^n M_i \times N_i \quad \text{公式（7-1）}$$

式中：

CF ——产品碳足迹， kgCO_2e ；

M_i ——第*i*种能源和物料的消耗量，质量/体积/ kWh ；

N_i ——第*i*种能源和物料的碳足迹系数， $\text{kgCO}_2\text{e}/\text{体积}$ 或 $\text{kgCO}_2\text{e}/\text{质量}$ 或 $\text{kgCO}_2\text{e}/\text{kW}\cdot\text{h}$ 。

7.2 产品碳足迹评估与分析

表 7.2-1 2023 年度锻造耐磨钢球产品碳足迹计算结果

生命周期各环节	活动水平参数	活动水平数据	单位	碳足迹系数	单位	碳排放量 (tCO ₂ e)
原辅料获取	圆钢	44369.94	t	2420	kgCO ₂ e/t	107375.25
原料运输 ¹	圆钢	1000	km	0.074	kgCO ₂ e/t.km	0.07
产品生产能源消耗	电力	19613430	kWh	0.6205	tCO ₂ e/MWh	12170.13
产品包装物	吨袋	65.38	t	2510	kgCO ₂ e/t	164.10
总碳足迹 (tCO ₂ e)						119709.55
产品产量 (t)						43585.4
产品碳足迹 (kgCO ₂ e/t)						2746.55

7.3 产品碳足迹分析

7.3.1 按生命周期各环节分析

表 7.3-1 2023 年度锻造耐磨钢球产品碳足迹构成

生命周期各环节	碳排放量 (tCO _{2e})	碳排放比例(%)
原辅料获取	107375.25	89.69
原辅料运输	0.07	0.01
产品生产能源	12170.13	10.17
产品包装	164.10	0.13
总碳排放	119709.55	100

由上表可知，锻造耐磨钢球产品碳足迹构成大小为：原辅材料获取>产品生产能耗>产品包装>原料运输，原辅材料获取环节的碳足迹占总碳足迹最大，达 89.69%。

7.3.2 按物料、能耗组成分析

进一步分析产品生产环节的碳足迹构成，其物料的碳足迹如下表所示。

表 7.3-2 锻造耐磨钢球产品物料获取环节碳足迹构成

类别	活动水平参数	碳排放量 (tCO _{2e})	碳排放比例(%)
物料获取	圆钢	107375.25	89.69
产品原辅料获取总碳排放		107375.25	89.69

由上表可知，原材料 A 获取导致的碳足迹占产品生产环节总碳足迹的 89.69%，是锻造耐磨钢球产品低碳控制的关键要素。

8. 不确定性分析

核算组根据各排放类型的活动水平数据等级、排放因子等级和仪器校准级别对核算数据不确定性进行分析。不确定性根据三个方面相应的要求进行赋值，并通过各排放类型的排放量占比进行加权平均，计算得出每一排放类型数据的精确度级别的加权平均值，将其相加得出数据的整体精准度。精准度级别要求，分值 ≥ 5.0 的为一级； $5.0 >$ 分值 ≥ 4.0 的为二级； $4.0 >$ 分值 ≥ 3.0 的三级； $3.0 >$ 分值 ≥ 2.0 的二级；分值 < 2.0 的为五级。分值越高，精准度越高。

活动水平数据按照采集来源分为三类，并分别赋予 1、3、6 的分值。如下表所示：

表 8.1-1 活动水平数据赋值表

活动水平数据采集分类	赋予分值
自动连续量测	6
定期测量/铭牌资料	3
自行推估	1

排放因子类别和等级按照采集来源分为六类，并分别赋予 1、2、3、4、5、6 的分值。如下表所示。

表 8.1-2 排放因子赋值表

项目	排放因子来源	排放因子类别	排放因子赋值	备注
1	量测/质量平衡所得因子	1	6	排放因子类别是计算排放量时的参数，可分成六类，数字号小表示起精准度越高。排放因子等级分值代表数据的精准度，越
2	同制程/设备经验因子	2	5	
3	制造厂提供因子	3	4	

4	区域排放因子	4	3	精准分值越大，由 1 至 6 表示。
5	国内排放因子	5	2	
6	国际排放因子	6	1	

仪表校正等级按照校准情况，分别赋值 6、3、1 的分值。如下表所示。

表 8.1-3 仪表校正等级赋值表

项目	仪表校正等级	赋予分值
1	没有相关规定要求执行	1
2	没有规定执行，但数据被认可或有规定执行但数据不符合要求	3
3	按规定执行，数据符合要求	6

排放源数据不确定性评估如下表。

表 8.1-4 不确定性评估表

年份	排放类别	能源/物料种类	活动水平数据级别	排放因子级别	仪器校正级别	平均得分	排放量	排放量占比	加权平均分值
		/	/	/	/	/	tCO ₂ e	%	/
2023.12.30 -2024.8.15	原材料获取阶段	圆钢	6	1	6	4	107375.25	89.69	3.59
	原材料运输阶段	圆钢	1	2	1	1	0.07	0.01	<0.01
	产品生产阶段	电力	3	3	6	4	12170.13	10.17	0.41
		吨袋	1	2	1	1	164.10	0.13	<0.01
	数据不确定性分值								

经核算组确认，2023年1月1日至2023年12月31日锻造耐磨钢球产品碳足迹核算数据不确定性分值均为4.00，精准度级别为二级，数据质量符合相关标准要求，数据来源合理准确。

9. 结论

1、2023 年 1 月至 2023 年 12 月锻造耐磨钢球产品总碳足迹值为：119709.55tCO₂，产品碳足迹为 2746.55kgCO₂/t。

2、锻造耐磨钢球碳足迹的构成因素中，原辅材料获取环节的碳足迹占比最大，占产品碳足迹总量的 89.69%。

10. 节能减排建议

通过前章结论，锻造耐磨钢球产品碳足迹中，原辅材料获取环节占比最大。因此为了减少产品碳足迹，具体措施建议如下：

1. 建议企业对原辅材料供应商制定供应链管理制度，要求原辅材料供应商提供相应碳足迹报告，或者报告供应商碳足迹相关数据，督促原辅材料供应商减少碳足迹排放。

2. 提高工艺优化和科学管理，降低原料单耗，从而减少原料消耗对产品碳足迹的贡献。

附录

附录 1 产品碳足迹评价声明

产品名称:	锻造耐磨钢球产品
企业名称:	山东华民钢球股份有限公司
地址:	济南市章丘区官庄街道办事处养军村
核查依据标准及准则:	ISO 14067:2018& PAS 2050:2011
单位产品碳足迹:	锻造耐磨钢球产品: 2746.55kgCO ₂ /t
系统边界:	核算的时间边界为从 2023 年 1 月 1 日至 2023 年 12 月 31 日。核算范围包含原辅料生产、原辅料运输、产品生产全过程。
评价机构:	山东国鉴认证有限公司

附录 2 文件清单

序号	内容
1	企业营业执照
2	企业简介
3	组织机构图
4	厂区布局图
5	生产运行统计
6	产品包装材料及包装材料消耗量统计表
6	财务发票
7	产品原材料运输距离
8	现场访问名单表