

河南中原黄金冶炼厂有限责任公司

阴极铜产品碳足迹报告

(2022 年 1 月 1 日-2022 年 12 月 31 日)

报告编制单位(公章) 河南景泽能碳科技有限公司

报告编制日期: 2023 年 12 月 22 日



报告编制日期		报告版本号	
2023 年 12 月 22 日		01	
受评价方	名称：河南中原黄金冶炼厂有限责任公司		
	地址：三门峡产业集聚区 209 国道南侧		
	联系人	王晓东	
	联系方式	13949798772	
评价机构	名称：河南景泽能碳科技有限公司		
	地址：郑州市金水区居易摩根中心 4 楼 404		
	联系人	郑大朋	
	联系方式	16638020076	
评价依据： •《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》 •《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》 •GHG Protocol：《温室气体核算体系：产品寿命周期核算与报告标准》 •ISO 14064-3：2019《温室气体 第三部分：温室气体声明审定与核查规范和指南》 •《其他有色金属冶炼、压延加工业企业温室气体排放核算方法与报告指南（试行）》 •其他适用的法律法规及相关标准			
报告保证等级		合理保证等级	
实质性和排除门槛		本次评价涵盖了所评价产品核算边界范围内与功能单位相关的预期至少 98% 以上的温室气体排放和清除量。	

评价结论:

河南景泽能碳科技有限公司（以下简称“评价方”）受河南中原黄金冶炼厂有限责任公司委托，依据《ISO 14067: 2018 温室气体产品的碳排放量化和交流的要求和指南》、《PAS 2050: 2011 产品和服务在生命周期内的温室气体排放评价规范》、《ISO14064-3:2019 对温室气体声明进行审定和评价的指南性规范》、国家发改委发布的《其他有色金属冶炼、压延加工业企业温室气体排放核算方法与报告指南（试行）》中的相关指南及其他适用的法律法规及相关标准，根据《国家发展改革委关于组织开展重点企业（事）业单位温室气体排放报告工作的通知（发改气候[2014]63号）》、《碳排放权交易管理暂行办法》等文件，对位于三门峡市的河南中原黄金冶炼厂有限责任公司（以下简称“受评价方”）生产的阴极铜产品的碳足迹排放量进行评价。

根据《ISO14064-3:2019 对温室气体声明进行审定和评价的指南性规范》，评价方制定了相应的评价计划和抽样计划，通过文件评价和现场评价获得了与评价产品相关的温室气体排放、抵消和清除相关的信息、程序文件、记录和证据，并进行了评估，以确保报告中的产品碳足迹排放量达到合理的保证等级和实质性要求，并符合双方商定的评价目的、范围和准则。

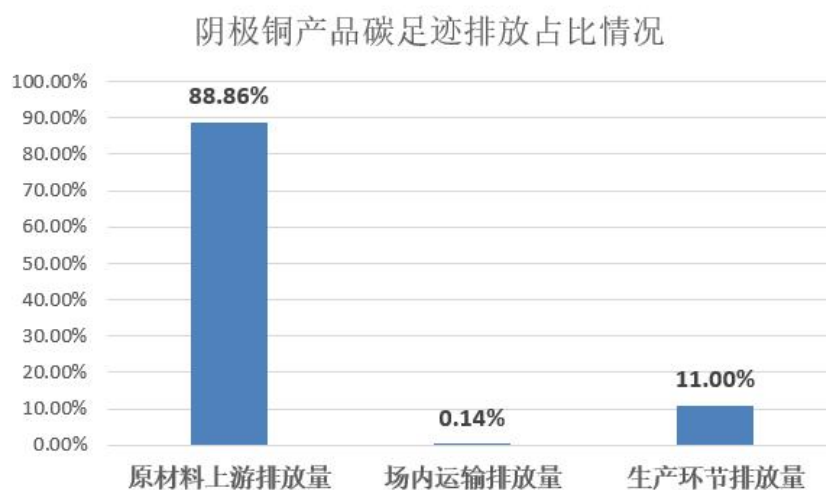
经评价方确认，河南中原黄金冶炼厂有限责任公司生产的阴极铜（摇篮到大门）产品碳足迹排放量真实准确，评估过程符合相关标准的要求，排放评估方法符合相关性、完整性、一致性、准确性和透明性的原则。排放量计算没有发现任何实质性偏差。

1 吨阴极铜产品碳足迹信息 tCO₂ eq

时间段	产品名称	产品生命周期阶段	碳足迹	占比
2022 年 1 月 1 日—2022 年 12 月 31 日	阴极铜	原材料获取	6.6489	88.86%
		运输	0.0105	0.14%
		产品生产制造	0.8231	11%
		合计（tCO2 eq）	7.4825	100%
核算边界		从摇篮到大门（包含原材料获取-原材料运输-产品生产制造）		
评价组成员		郑大朋、苏阳	技术评审组成员	郎嘉琛、王孟鹤
报告批准人		李瑞超		

受河南中原黄金冶炼厂有限责任公司（简称“中原黄金冶炼厂”）委托，核查组对中原黄金冶炼厂生产的阴极铜产品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》中规定的碳足迹核算方法，计算得到中原黄金冶炼厂平均生产 1 吨阴极铜产品的碳足迹。

本报告对产品的功能单位分别进行了定义，即 1 吨阴极铜产品，系统边界为“从摇篮到大门”类型。核查组对主要原材料进行了识别，并参考了《中国产品全生命周期温室气体排放系数库》中相应原料上游的排放系数；同时从原材料进厂到产品分别出厂的生产过程进行了现场调研，同时也参考了相关文献及数据库。



本报告分别对生产 1 吨阴极铜产品的碳足迹进行对比分析，得到企业生产 1 吨阴极铜产品碳足迹为 7.4825tCO₂ eq，产品原材料上游、生产和运输对碳足迹的贡献分别为 88.86%、11.00%和 0.14%。

企业积极开展产品碳足迹评价并披露产品碳足迹，是社会责任的一部分，也是企业迈向国际市场、提升应对碳监管能力的重要一步。

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做出安排，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。

欧洲正式通过了碳边界调整机制（CBAM）的协议，旨在解决碳

泄漏问题，具体生效日期为 2023 年 10 月 1 日，将对全球具有历史意义。

随着应对全球气候变化形势，在全球各国碳中和目标的大背景下，国内企业逐步开始受到了来自欧洲客户的绿色采购压力，同时也逐步面临着国内日益严紧的低碳政策压力。产品碳足迹将成为应对“绿色贸易壁垒”最为重要的手段之一。

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。

2022 年初，中国城市温室气体工作组（CCG）发布了《中国产品全生命周期温室气体排放系数集 2022》，本数据集主要基于《ISO 14067:2018 Greenhouse gases — Carbon footprint of products — Requirements and guidelines for quantification》的基本原则和方法，确定产品全生命周期温室气体排放，包括取得原材料到生产、使用和废弃的整个生命周期（即从摇篮到坟墓）。为了方便使用，工作组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）。由于本数据集建设是基于公开文献资料的收集、整理、分析、评估和再计算，因此部分产品、部分环节的排放计算无法严格按照 ISO 14067 的边界和流程。

除流程和原则性方法外，具体数据处理方法包括：

（1）下游排放不包括用电排放和废弃物处理排放。由于同一产品使用中的用电场景往往差异很大，且产品用电量往往难以单一计量，而作为用户主体统一计量非常方便（例如家庭总用电量）。所以为了方便用户使用，下游排放不包括用电排放。用电排放可以作为用户的独立排放（见能源产品-电力）。废弃物处理情况类似，单独作为一类，用户可以根据废弃物产生量和处理方式，计算其带来的温室气体排放。

（2）排放统一为 CO₂ 当量。数据来源文献中的温室气体排放有实物量或者 CO₂ 当量，全球增温潜势（GWP）值使用也不统一。本数据集将排放统一为 CO₂ 当量，GWP 值取 IPCC（联合国政府间气候变

化专门委员会)第六次评估报告(2021)中的 GWP (100) 值 (Tables of greenhouse gas lifetimes, radiative efficiencies and metrics)。

(3) 本数据集以 2022 年为基准年, 即产品排放系数核算均对标 2022 年的生产和消费水平。

2. 目标与范围定义

2.1 企业及其产品介绍

河南中原黄金冶炼厂有限责任公司是中国黄金集团有限公司控股上市公司中金黄金股份有限公司的全资子公司和骨干企业，是国内知名的金、铜冶炼和黄金精炼加工企业，位于三门峡城乡一体化示范区（三门峡高新技术产业开发区），占地 2000 亩，员工 3000 人左右，总投资 103 亿元，采用我国自主研发具有世界先进水平的“富氧底吹造钼捕金”技术，拥有世界最大的底吹熔炼炉，国内最大的制酸装置，年处理金、铜精矿 170 万吨，综合回收金、银、铜、硫、镍、硒、碲、铂、钯、铼等十余种有价元素，具有年产冶炼金 35 吨，白银 350 吨，电解铜 42 万吨，硫酸 150 万吨的生产能力。

中原黄金冶炼厂采用董事会领导下的总经理负责制管理，下设行政管理中心、营销贸易中心、生产制造中心、生产保障中心、战略中心等各职能管理部门。

企业组织机构如下图所示：

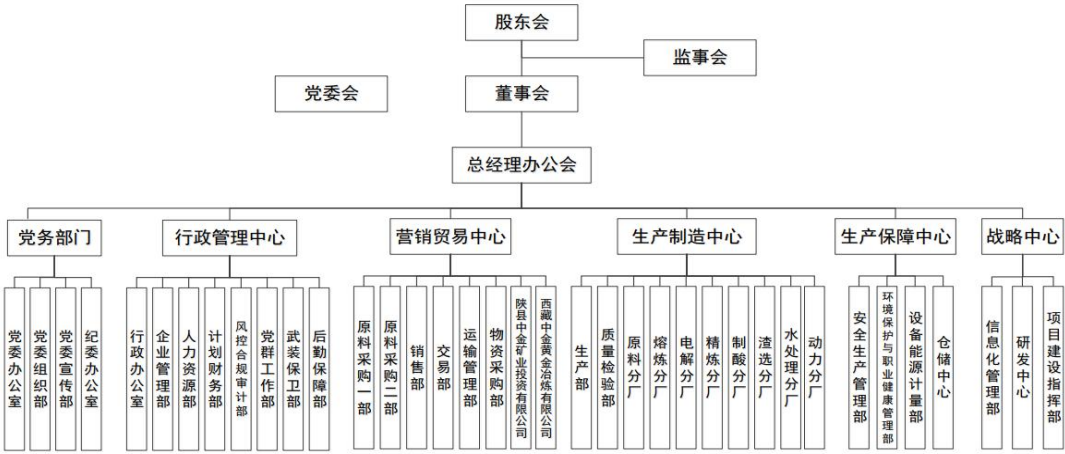


图 1 组织架构图

河南中原黄金冶炼厂有限责任公司是第一批被认定为上海黄金交易所可提供标准金锭的企业；在国内率先工业化生产 99.999%高纯

金，被中国黄金协会命名为“中国高纯金生产基地”；生产的“中金”牌金锭是中国黄金行业第一个通过伦敦金银市场协会（LBMA）认证的产品，“中金”牌银锭、“ZJZY”牌 A 级铜通过上海期货交易所认证。

2022 年共计生产阴极铜 390800 吨，生产冶炼金 40918.24 千克，生产电解银 314361.06 千克，工业硫酸 1428728.53 吨，实现工业总产值 428.4877 亿元。



图 2 阴极铜产品

2.2 报告目的

本报告的目的是得到河南中原黄金冶炼厂有限责任公司生产的1吨阴极铜产品生命周期过程的碳足迹，其研究结果有利于中原冶炼厂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；同时为阴极铜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 吨阴极铜产品。

盘查周期为 2022 年 1 月 1 日到 2022 年 12 月 31 日。

盘查地点为中原黄金冶炼厂有限责任公司（地址：三门峡产业集聚区 209 国道南侧）。

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



图 3 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，阴极铜产品的系统边界如上图。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) 产品出厂后的运输、销售和使用，以及废弃回收处置等。

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
- 阴极铜产品生产的生命周期过程包括：原材料开采、厂内运输生产→产品包装出厂 - 生产经营活动相关的能源消耗	- 资本设备的生产及维修 - 产品的运输、销售和使用 - 产品回收、处置和废弃阶段

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。

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中原冶炼厂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中国产品全生命周期温室气体排放系数库去获取排放因子。

3.1 初级活动水平数据

根据 PAS2050: 2011 标准的要求，初级活动水平数据应用于所有过程和材料，即产生碳足迹的组织所拥有、所经营或所控制的过程和材料。本报告初级活动水平数据包括产品生命周期系统中所有能源与物料的耗用（物料输入与输出、能源消耗等）。这些数据是从企业或其供应商处收集和测量获得，能真实地反映了整个生产过程能源和物料的输入，以及产品/中间产品和废物的输出。

3.2 次级活动水平数据

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 3.1。

表 3.1 碳足迹盘查数据类别与来源

数据类别			活动数据来源
初级活动数据	输入	主料消耗量	企业生产报表
	能源	电、柴油、天然气	企业生产报表、结算发票
	原材料	铜精粉（矿）	原辅材料出入库台账、发票
次级活动数据	辅助生产	电力排放因子	生态环境部公示数据
	排放因子	铜精粉（矿）上游排放系数	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 主要原材料上游产生的排放

原材料在开采、运输等阶段会产生碳排放，经技术识别，中原黄金冶炼厂阴极铜产品主要原材料为铜精矿。因此，本阶段对主要原材料铜精矿上游产生的温室气体排放进行计算，如下表 4.1：

表 4.1 主要原材料铜精矿上游温室气体排放

能源名称	活动数据 A (t、MWh)	CO ₂ 当量排放因子 B (tCO ₂ e/t、 tCO ₂ e/MWh)	排放因子 数据来源	碳足迹数据 C=A×B (tCO ₂ e)
主要原材料铜精矿上游碳排放				
铜精矿	1353424	1.92	参考文献 ^[3]	2598574

铜精矿排放系数说明：

	铜精矿排放系数
数值：	1.92
单位：	tCO ₂ e/t
数据来源：	中国产品全生命周期温室气体排放系数库

4.2 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料产生的直接温室气体排放。因此，本阶段对厂内的生产和运输阶段温室气体排放进行计算，如下表 4.2：

表 4.2 厂内运输的产品温室气体排放

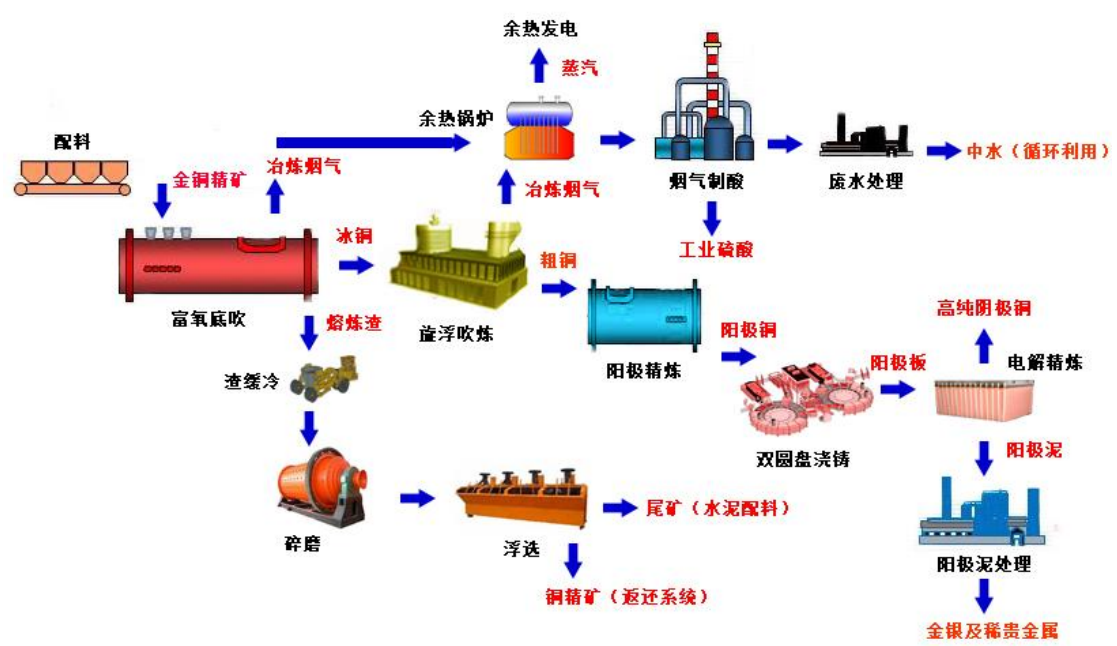
能源名称	活动数据 A (t、MWh)	CO ₂ 当量排放因子 B (tCO ₂ e/t、 tCO ₂ e/MWh)	排放因子 数据来源	碳足迹数据 C=A×B (tCO ₂ e)
阴极铜产品及原材料厂内运输				
柴油	1279.96	3.096	参考文献 ^[1]	3962.64

柴油排放因子说明：

	柴油排放因子
数值：	3.096
单位：	tCO ₂ e/t
数据来源：	《其他有色金属冶炼、压延加工业企业温室气体排放核算方法与报告指南（试行）》中的平均低位发热值、单位热值含碳量和碳氧化率缺省值计算得到，计算公式如下： 排放因子=平均低位发热值*单位热值含碳量*碳氧化率*44/12

4.3 生产阶段

中原黄金冶炼厂现有主要生产工艺流程见下图。



生产工艺流程简述：

复杂金精矿、铜精矿经配料后进富氧底吹炉熔炼，产出的铜钼经粒化、磨碎干燥后送旋浮吹炼炉吹炼；

旋浮吹炼炉产出的粗铜送回转式阳极炉精炼，火法精炼产出的铜阳极板送电解精炼，熔炼渣送选矿，选矿产出的渣精矿与水碎吹炼渣、阳极炉渣和黑铜粉返回底吹熔炼炉，电解残极和废阳极板采用竖炉单

独熔化处理；

火法精炼采用透气砖、稀氧燃烧技术；

底吹炉烟气和旋浮吹炼炉烟气分别经余热锅炉和电收尘器后送烟气制酸，余热锅炉蒸汽送余热发电；

阳极炉烟气经冷却后送脱硫脱硝系统治理达标排放；

制酸采用绝热蒸发、稀酸洗涤净化、五段转化和两次吸收工艺，采用中低温位热回收技术，环保集烟及硫酸尾气采用可资源化的离子液脱硫技术；

电解采用不锈钢永久阴极技术，净液采用传统电积与诱导电积相结合技术；

电解阳极泥采用浸铜—氧气斜吹旋转转炉熔炼、吹炼—电解精炼工艺产金锭和银锭，其中氧气斜吹旋转转炉烟气经文丘里收尘后；综合回收产精硒、精碲、粗硫酸镍和铅精粉；

选矿采用半自磨工艺。

根据相关企业调研，分别获取了阴极铜产品生产阶段的温室气体排放，具体如表 4.3 所示。

表 4.3 产品生产阶段温室气体排放

类别	2022 年
产品生产相关的化石燃料燃烧排放量 (tCO ₂) (A)	49024.78
能源作为原材料用途的排放 (tCO ₂) (B)	47135.20
工业生产过程排放 (tCO ₂) (C)	13224.79
净购入电力隐含的排放 (tCO ₂) (D)	212246.68
净购入热力隐含的排放 (tCO ₂) (E)	0
生产过程二氧化碳排放总量 (tCO ₂) (F=A+B+C+D+E)	321631.45

则 2022 年阴极铜产品生产阶段温室气体排放量为 321631.45 tCO₂。

电力排放因子说明：

参数	电力的 CO ₂ 当量排放因子
核查的数据值	0.5703
单位	kgCO ₂ e/kWh
数据源	电力排放因子源自生态环境部发布《关于做好 2023—2025 年发电行业企业温室气体排放报告管理有关工作的通知》中 2022 年度全国电网平均排放因子

5.产品碳足迹指标

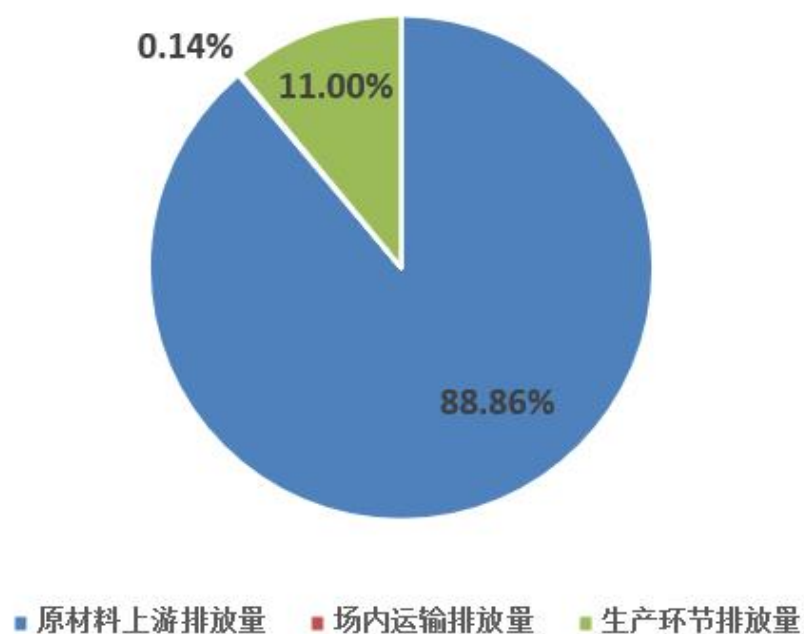
碳足迹排放量相关计算：

1 吨阴极铜产品

参数	原材料上游 排放	生产排放量	运输排放量	合计	产品产量	碳足迹
单位	tCO ₂ e	tCO ₂ e	tCO ₂ e	tCO ₂ e	吨	tCO ₂ e/吨
数值	2598574	321631.45	3962.64	2924168	390800	7.4825

企业 1 吨阴极铜产品碳足迹为 7.4825tCO₂ eq，产品原材料上游、生产和运输对碳足迹的贡献分别为 88.86%、11.00%和 0.14%。

阴极铜产品碳足迹排放占比情况



6.结论与建议

通过对上述产品碳足迹指标分析可知：

企业生产 1 吨阴极铜产品碳足迹为 7.4825tCO₂ eq，产品原材料上游、生产和运输对碳足迹的贡献分别为 88.86%、11.00%和 0.14%。

本研究对阴极铜产品碳足迹进行计测及分析，考虑了从原料获取、生产过程和厂内运输过程的温室气体排放，并未考虑下游的产品分配、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，产品的原材料上游碳排放对阴极铜产品碳足迹的贡献在 88%以上，产品的生产环节碳排放对阴极铜产品碳足迹的贡献在 10%以上。为增强品牌竞争力、减少产品碳足迹，建议如下：

- 1、通过使用可再生能源或绿色电力，最大可能降低企业自身以及产品生产环节的碳排放量。
- 2、厂内运输车辆尽可能采用新能源车辆。
- 3、尽可能选择距离较近的原辅材料供应商，从而降低物料运输环节的碳排放。
- 4、从战略层面制定企业边界内和产品碳足迹的碳减排计划。

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] 国家发改委. 《其他有色金属冶炼、压延加工业企业温室气体排放核算方法与报告指南（试行）》
- [2] 生态环境部发布《关于做好 2023—2025 年发电行业企业温室气体排放报告管理有关工作的通知》中 2022 年度全国电网平均排放因子
- [3] 中国产品全生命周期温室气体排放系数库
- [4] Norgate T E, Jahanshahi S, Rankin W J. Alternative routes to stainless steel—a life cycle approach[C]//Tenth International Ferroalloys Congress. 2004: 1-4.
- [5] 河南中原黄金冶炼厂有限责任公司 2022 年度温室气体核查报告