

宝武特种冶金有限公司
2023 年度产品碳足迹报告

上海建科环境技术有限公司

2024 年 8 月



报告名称	宝武特种冶金有限公司2023年度产品碳足迹报告		
单位名称	宝武特种冶金有限公司	单位地址	上海市宝山区水产路1298号
联系人	章伟	联系电话	26032413
碳足迹核算周期	2023.01.01~2023.12.31		
所属行业	黑色金属冶炼和压延加工业		
采用标准	ISO/TS 14067-2013《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》 《上海市钢铁行业温室气体排放核算与报告方法（试行）》		
盘查结论 1) 宝武特种冶金有限公司钢铁产品碳足迹为 5.64 tCO ₂ e/吨; 2) 本次碳足迹盘查分为原材料获取及运输、产品生产阶段产生的排放量, 其中, 产品生产阶段排放比重为61.6%, 原材料获取阶段排放量比重为26.9%, 原材料运输阶段排放量比重为11.5%。			
报告编制人	李俊	报告审核人	李悦
报告批准人	李俊		

目 录

1、概述	1
1.1 企业及产品情况.....	1
1.2 碳足迹盘查目的.....	1
1.3 碳足迹盘查准则.....	1
2、盘查范围	2
2.1 目标产品.....	2
2.2 碳足迹边界.....	2
2.3 工艺流程.....	3
2.4 碳盘查计算的时间范围.....	3
3、数据收集	4
4、碳足迹计算	5
4.1 计算公式.....	5
4.2 碳足迹数据及碳排放计算.....	6
4.3 碳足迹数据分析.....	8

1、概述

1.1 企业及产品情况

本项目建设方为宝武特种冶金有限公司（以下简称“宝武特冶”），宝武特冶位于上海市宝山区吴淞工业区内，成立于 2018 年，为宝武集团的全资子公司，是由原宝钢特钢有限公司相关资产（包括特材事业部、炼钢厂 40 吨炼钢分厂、精密合金产线等）整合而成，租赁宝钢特钢有限公司厂房进行生产。

2018 年宝武特冶公司加速转型发展，并于同年 10 月开始正式独立运行。2020 年初公司对原有分厂进行整合，现设有 4 个厂，包括精密钢管事业部（原精密合金分厂、钢管事业部二合一）、电炉厂、锻造厂（原精整分厂、锻造分厂二合一）、特冶厂（原感应分厂、自耗分厂、电渣分厂三合一）。除精密钢管事业部位于泰和路厂区外，其余 3 个分厂均位于水产路厂区。

公司产品以特种冶金为主，主要生产镍基合金（高温、耐蚀、精密合金）和钛合金、特种结构钢、特种不锈钢、工模具钢等，涵盖锻材、盘、线、棒、板、卷及模块、饼环等产品，用于航空、航天、舰船等军工、核电、石油化工等重要领域和行业等重要领域和行业。

1.2 碳足迹盘查目的

通过对产品碳足迹进行盘查，了解产品在生命周期内各阶段的碳排放情况，有利于低碳管理、节能降耗，节约生产成本；同时，是响应国家绿色制造政策、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。

1.3 碳足迹盘查准则

本次盘查工作的准则为：

ISO/TS 14067-2013 《温室气体产品碳足迹量化和信息交流的要求和指南》

PAS2050:2011 《商品和服务在生命周期内的温室气体排放评价规范》

《上海市钢铁行业温室气体排放核算与报告方法（试行）》

2、盘查范围

2.1 目标产品

2023 年公司全年生产粗钢 51065.71 吨(中间产品),生产钢材 48841.63 吨。本文选取宝武特种冶金有限公司主要产品钢材作为目标产品,碳足迹计算的功能单位为 1 吨钢铁产品。

2.2 碳足迹边界

本文产品碳足迹边界确定采用“摇篮-到-大门”(B to B)的方法。产品碳足迹=原材料获取+原材料运输+产品加工制造。因公司下游客户多且分散,较难追踪,故本文碳足迹系统边界不包括产品出厂运输、分销、使用及处置/再生利用产生的排放。

同时,由于钢铁生产涉及原材料种类繁多,纳入计算的原材料取舍规则以各原材料投入占产品重量比为依据,普通物料重量<1%原材料总消耗时,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%。基于此原则,本文忽略的普通物料包括电极、萤石、除铬铁及镍板外的其他合金料。其他原材料和能源等消耗都关联了上游数据。

产品系统边界图详见图 1,包含和未包含在系统边界内的生产过程详见

表 1。

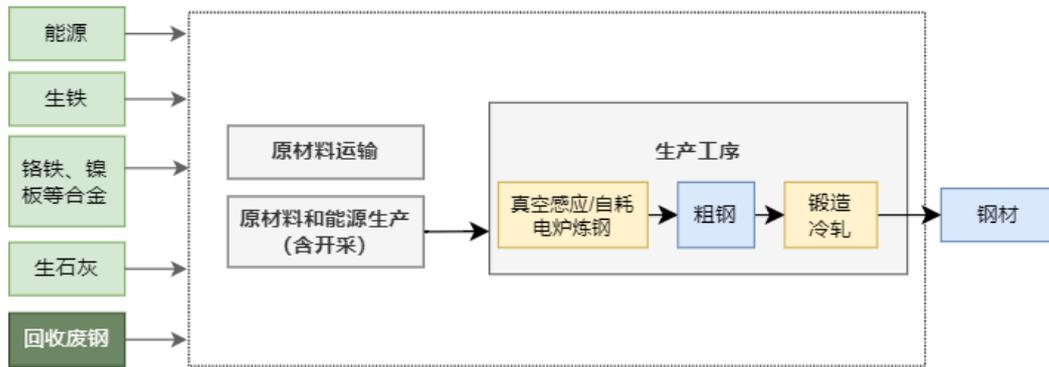


图 1 产品碳足迹边界范围

表 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
➤ 原材料获取过程	➤ 产品出厂运输、分销、使用及处置/再生利用
➤ 原材料运输过程	
➤ 加工制造过程	➤ 废弃物处置

2.3 工艺流程

宝武特种冶金有限公司是短流程炼钢工序，以废钢、合金料为主要原料，进入电弧炉（EAF）、精炼炉（包括 LF、VD、VOD、AOD）、电渣炉等电炉进行冶炼，化学成分合格后经连铸拉成钢坯，进入加热炉（天然气炉），进行轧制，最终轧制成成品钢材，为超高功率电炉→精炼→方坯连铸→轧钢，主要由炼钢、连铸、轧钢及其配套设施组成。

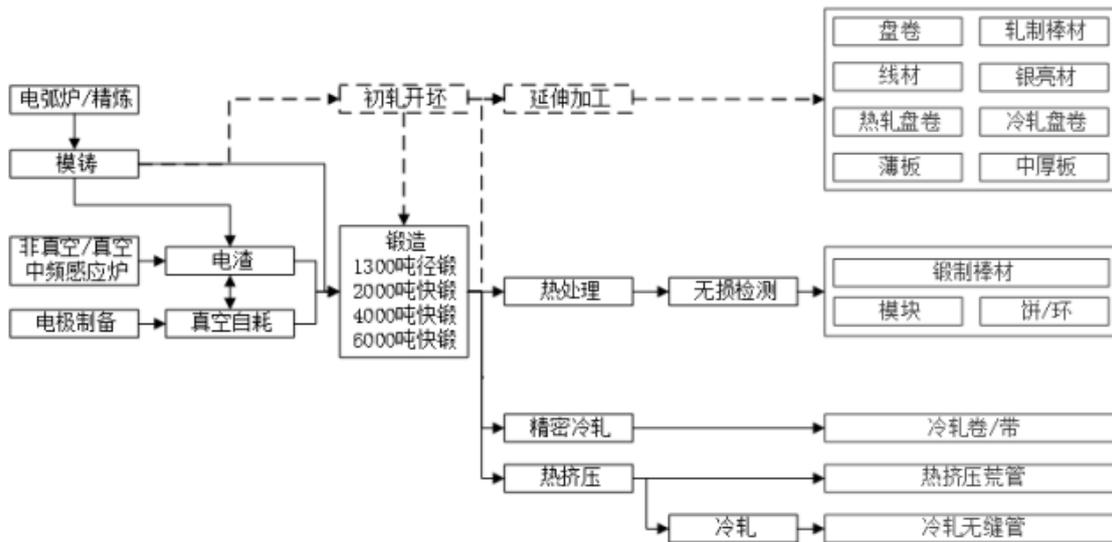


图 2 工艺流程图

2.4 碳盘查计算的时间范围

选用 2023 年 1 月 1 日~2023 年 12 月 31 日的数据进行产品碳足迹计算，采用大样本计算，有效减少数据带来的计算结果准确性差的问题。

3、数据收集

在确定的系统边界内，公司的钢铁产品生命周期包括 3 个阶段：原材料获取、原材料运输和产品生产阶段。在进行碳足迹评价时需要对这些过程的输入、输出的初级活动水平数据进行采集、统计。本研究采集了公司钢铁产品生产相关的 2023 年活动数据，并进行分析、筛选，计算得到生产每吨钢铁制品的输入、输出数据。

钢铁产品生产过程的现场数据来源于宝武企业实地调研，包括原材料（废钢、生铁、镍板、铬铁、石墨电极等）消耗数据、能源（天然气、电力、热力）消耗数据、运输数据（运输方式及里程）等。

表 2 活动数据类别及来源

数据类别		活动数据来源	
初级活动数据	输入	生铁消耗量	企业生产报表
		生石灰消耗量	
		铬铁消耗量	
		镍板消耗量	
		电极消耗量	
	废钢消耗量		
初级活动数据	运输	运输方式和里程	按供应商距离、运输方式、运输燃料类型等估算
	能源使用	天然气使用量	企业能源使用报表
		外购热力量	
初级活动数据	能源使用	外购电力量	
次级活动数据	排放因子	原辅材料碳足迹	《中国产品全生命周期温室气体排放系数集（2022）》和相关参考文献
		电力、热力、天然气排放因子	
		各类型运输排放因子	

4、碳足迹计算

4.1 计算公式

● 生产过程产生的排放

(1) 含碳原材料消耗

由于精准掌握主要原材料含碳量（初级数据），本文炼钢过程原材料消耗产生的碳排放参照《上海市钢铁行业温室气体排放核算与报告方法（试行）》中的方法计算，公式如下：

$$\text{排放量} = \left[\sum (\text{投入物}_i \times \text{含碳量}_i) - \sum (\text{输出物}_o \times \text{含碳量}_o) \right] \times \frac{44}{12}$$

式中：投入物_i表示投入的含碳物质的消耗量，单位为吨或立方米（t 或 m³）；含碳量_i表示对应的碳元素含量，单位为吨碳/吨或吨碳/立方米（t-C/t 或 t-C/m³）；

输出物_o表示输出的含碳物质的产出量，单位为吨或立方米（t 或 m³）；含碳量_o表示对应的碳元素含量，单位为吨碳/吨或吨碳/立方米（t-C/t 或 t-C/m³）。

(2) 燃料消耗

$$E_{\text{燃烧-CO}_2} = \sum_{i=1}^n (AD_i \times EF_i)$$

式中：

AD_i 为核算和报告期内消耗的第*i*种化石燃料的活动水平，单位为百万千焦（GJ）。 EF_i 为第*i*种化石燃料的二氧化碳排放因子，单位：tCO₂/GJ；*i*为净消耗的化石燃料的类型。

核算和报告期内消耗的第*i*种化石燃料的活动水平 AD_i 按公式（11）计算。

$$AD_i = NCV_i \times FC_i$$

式中： NCV_i 是核算和报告期内第*i*种化石燃料的平均低位发热量，对固体或液体燃料，单位为百万千焦/吨（GJ/t）；对气体燃料，单位为百万千焦/万立方米（GJ/万Nm³）； FC_i 是核算和报告期内第*i*种化石燃料的净消耗量，对固体或液体燃料，单位为吨（t）；对气体燃料，单位为万立方米（万Nm³）。

化石燃料的二氧化碳排放因子按以下公示计算。

$$EF_i = CC_i \times OF_i \times \frac{44}{12}$$

式中： CC_i 为第*i*种化石燃料的单位热值含碳量，单位为吨碳/百万千焦（tC/GJ）； OF_i 为第*i*种化石燃料的碳氧化率，单位为%。

● 原材料生产及运输、外购电力及热力等产生的排放

其他产品生命周期（主要为原材料获取及运输）的碳足迹使用所有活动的材料、能源乘以其排放因子后加和计算。其计算公式如下：

$$CF = \sum_{i=1}^n P_i \times Q_{ij} \times GWP_j$$

式中，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《中国产品全生命周期温室气体排放系数集（2022）》和相关政策文件、相关参考文献。

4.2 碳足迹数据及碳排放计算

本文炼钢过程原材料及产品含碳量数据如下表所示。2023 年炼钢过程产生粗钢 51065.71 吨。

表 3 原辅材料及产品含碳量数据

投入原辅材料		
名称	购入 (t)	含碳量
生铁	1528.85	0.0410
废钢	44936.10	0.00248
石墨电极	139.95	1
铬铁	3165.47	0.08
钢铁最终产品		
名称	产出量 (t)	含碳量

粗钢	51065.71	0.00248
碳排放量 (t CO ₂)		
生产过程因原材料、添加剂及产物含碳量变化引起的排放	1615.79	

表 4 生产过程燃料使用量及燃料性质数据

序号	燃料类型	燃料用量	低位热值 (GJ/t 或 GJ/Nm ³)	单位热值含碳量 (t C/GJ)	氧化率 (%)	排放量 (t CO ₂)
1	天然气	3272.387Nm ³	0.0389	0.0153	100	71469.88
2	柴油	86.88 t	43.33	0.0202	100	278.83

表 5 其他活动碳足迹数据

阶段	项目	消耗数据	排放因子	排放量 (tCO ₂ e)	来源
原材料获取	生铁	1528.85 t	2.05 tCO ₂ e/t	3134.14	《中国产品全生命周期温室气体排放系数集 (2022)》
	生石灰	4350.99 t	1.177 tCO ₂ e/t	5121.12	Wu, E.; Wang, Q.; Ke, L.; Zhang, G. Study on Carbon Emission Characteristics and Emission Reduction Measures of Lime Production—A Case of Enterprise in the Yangtze River Basin. Sustainability 2023, 15, 10185. https://doi.org/10.3390/su151310185
	铬铁	4460.75 t	5.5 tCO ₂ e/t	24534.1	Wei, W., Samuelsson, P.B., Jönsson, P.G. et al. Energy Consumption and Greenhouse Gas Emissions of High-Carbon Ferrochrome Production. JOM 75, 1206–1220 (2023). https://doi.org/10.1007/s11837-023-05707-8
	金属镍	2950.5 t	14 tCO ₂ e/t	41307.0	Wei, W.; Samuelsson, P.B.; Tilliander, A.; Gyllenram, R.; Jönsson, P.G. Energy Consumption and Greenhouse Gas Emissions of Nickel Products. Energies 2020, 13, 5664. https://doi.org/10.3390/en13215664
	金属镍运输	2950.5 t 218400 km	0.02 kgCO ₂ e/tonne-km	12887.8	《中国产品全生命周期温室气体排放系数集 (2022)》

原材料运输	铬铁运输	4460.75 t 53568 km	0.041 kgCO ₂ e/tonne-km	9797.1	
	废钢运输	44936.1 t 10142.7 km	0.02 kgCO ₂ e/tonne-km	9115.5	
	生铁运输	1528.85 t 345 km	0.02 kg CO ₂ e/tonne-km	10.55	
产品生产	外购电力	16349.90 万 kWh	0.5834 kgCO ₂ /kWh	95385.32	《生态环境部、国家统计局关于发布 2021 年电力二氧化碳排放因子的公告》（公告 2024 年 第 12 号）
	外购热力	15033.38 GJ	0.06 t CO ₂ e/GJ	902.0	沪环气（2022）34 号

4.3 碳足迹数据分析

根据以上公式可以计算出 2023 年度公司碳足迹为 275559.15tCO₂e，详见表 6。全年共生产钢材 48841.63 吨。因此，计算得到生产 1 吨钢铁产品的碳足迹为 5.64 tCO₂e/t。从钢铁产品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产品生产阶段（61.6%），原材料获取和原材料运输阶段分别占比 26.9%、11.5%。其中产品生产阶段的能源消耗活动碳排放占比约 99.0%，主要为外购电力及天然气，分别占能源消耗 56.2%、42.1%。

表 6 碳足迹数据计算

环境类型	当量单位	原材料获取	原材料运输	产品生产	合计
碳足迹（CF）	tCO ₂ e	74096.38	31810.95	169651.81	275559.15
占比%		26.9%	11.5%	61.6%	100.00%

产品各生命周期碳足迹 (CF) 占比

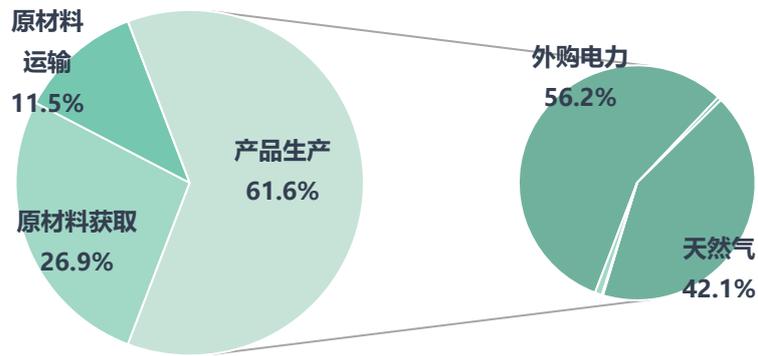


图 3 产品全生命周期阶段碳足迹贡献图

为了减小公司钢铁产品碳足迹建议如下：

- 1) 采用高效的电炉设备和技术，提高能源利用效率；
- 2) 余热回收利用：利用生产过程中产生的余热进行发电或加热，减少对外部电力的需求；
- 3) 使用光伏等可再生能源；
- 4) 就近选择原材料，减少运输过程排放；
- 5) 优先考虑使用绿色工艺和低碳生产的原材料。