

一拖（洛阳）铸锻有限公司 产品碳足迹报告

一拖（洛阳）铸锻有限公司

2023年2月



目 录

| | |
|------------------------------|----|
| 1、执行摘要 | 3 |
| 2、产品碳足迹介绍（PCF）介绍 | 4 |
| 3、目标与范围定义 | 5 |
| 3.1 一拖（洛阳）铸锻有限公司及其产品介绍 | 5 |
| 3.2 研究目的 | 9 |
| 3.3 研究的边界 | 9 |
| 3.4 功能单位 | 10 |
| 3.5 生命周期流程图的绘制 | 10 |
| 3.6 取舍准则 | 11 |
| 3.7 影响类型和评价方法 | 11 |
| 3.8 数据质量要求 | 12 |
| 4、过程描述 | 13 |
| 5、数据的收集和主要排放因子说明 | 19 |
| 6、碳足迹计算 | 20 |
| 6.1 碳足迹识别 | 20 |
| 6.2 计算公式 | 20 |
| 6.3 碳排放数据计算 | 21 |
| 6.4 碳排放数据计算 | 21 |
| 7、不确定分析 | 23 |
| 8、结语 | 23 |

1、执行摘要

一拖（洛阳）铸锻有限公司为满足公众对于本公司产品碳足迹了解的需求，履行社会责任、接受社会监督。特对公司相关产品的碳足迹排放情况进行研究，出具研究报告。研究的目的是以生命周期评价方法为基础，采用《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》的要求中规定的碳足迹核算方法，计算得到产品碳足迹。

本报告的功能单位定义为生产“1t 铸锻件产品”。系统边界为“从摇篮到大门”类型，调研了从原材料进厂到产品出厂的生产过程，其他物料、能源获取的排放因子数据来源于数据库。

报告中对生产铸锻件产品的不同过程比例的差别、各生产过程碳足迹比例做了对比分析。从单个过程对碳足迹贡献来看，发现主要生产过程对产品碳足迹的贡献最大，其次为运输过程能源消耗。

研究过程中，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。铸锻件产品生产生命周期主要过程活动数据来源于企业现场调研的初级数据及 IPCC 数据库，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）和全氟化碳（PFC）等[1]。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[2]，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[3]。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[4]；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[5]。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 一拖（洛阳）铸锻有限公司及其产品介绍

一拖（洛阳）铸锻有限公司（以下简称“铸锻公司”）是第一拖拉机股份有限公司的全资子公司。公司注册成立于 2003 年 9 月，注册资本 2.48 亿元，占地面积 32 万平方米，主要从事铸件、锻件毛坯及成品的加工和销售；房屋租赁；以及从事货物或技术进出口业务。

铸锻公司前身是中国一拖集团有限公司下属的六个专业铸造厂（第一铸铁厂、第二铸铁厂、球铁铸铝厂、精密铸造厂、铸钢厂、通用铸造厂）及一个专业锻造厂，具有六十余年的铸锻生产经验。现有 8 个专业分厂 13 个职能部门，从业人员 610 人，其中专业技术人员 146 人。2023 年公司产值 8.49 亿元。

作为中国一拖“黄金供应链”中的关键一环，铸锻公司长期聚焦农机、动力机械、工程机械、**重卡、铁路市场**。锻件专供**大型、复杂、异形模锻件**，使用 1250T 平锻机制坯，配合 3t 胎模锻生产线生产的

大型驱动轮轴达到**国内领先水平**。铸件专供**大型壳体件和复杂缸体、高性能蠕铁制动盘类零件和低温球铁轴箱体**，其中制动盘类零件和轴箱体能达到**轨道交通领域技术标准**。企业始终坚持以最优质的产品回馈市场、服务客户，与业界同仁共同助力机械工业发展，具有极强的产业带动能力和经济社会效益。

铸锻公司主要客户集团内部以一拖集团大拖公司、中小拖公司、柴油机公司为主；国内以潍柴动力、上柴、玉柴、中国重汽、山推、徐州世通、陕西法士特和卓士博等知名企业为主；国际以**英国 JCB 公司**和**美国卡特彼勒公司**为主。在国内“东方红”拖拉机年销售量稳居第一，公司作为主要零部件厂，主导产品在全行业中处于领先水平。我公司三年来为英国 JCB 公司供货 10 万件以上，外部质量问题 0PPM。同时是卡特彼勒公司银牌供应商。主导产品在国际市场占有率很有优势。

铸锻公司自成立以来已相继通过了 IATF16949:2016 质量管理体系认证、ISO9001:2015 质量管理体系认证、ISO14001:2015 环境管理体系认证、ISO45001:2018 职业健康安全管理体系认证、能源体系认证、中国船级社认证和“中国绿色铸造企业”资格认证等。

目前在信息化、工艺、生产、设备、质量、行政决策等各板块均配有行业内先进管理系统及硬件设施。铸造板块配套行业顶尖的**德国 KW 造型线、HWS 造型线、1.5 万吨消失模生产线 3 条铸造生产线**，以及湿法旧砂再生系统和完备的环保设备、设施，具备年产铸件 11.5 万吨生产能力。锻造板块拥有 12500T 热模锻压力机自动生产线、5T

/10T/13T/16T 电液锤生产线以及 3T-1250 联线生产线，具备年产 3 万吨锻件生产能力；配套 4 缸曲轴、6 缸曲轴、链轮、BOSS 零件、驱动轮轴/半轴、连接杆等机加工生产线；以及等温正火、正火、去应力、调质、悬挂调质、感应淬火、氮化等热处理装备。

内部管理中实施 **SAP-ERP 业财一体化系统**，为企业精细化核算等提供信息化支持，提升业务流程系统化管理水平。通过对采购、生产、销售、资产、财务五大核心模块全覆盖，实现精准核算、降低材料消耗、提高生产效率，从而提高企业的经营效益。

为践行工业绿色发展理念、实现绿色转型升级，铸锻公司以铸造板块中的 HWS 造型线和熔化分厂为试点**创建数字化工厂**，建设铸造全流程运营管控平台，围绕铸造生产过程，通过对工厂内设备模块集成，将多种生产过程数据采集汇总，进行大数据分析处理，形成制造端数据中台，将数据以厂级 **MES** 形式实时监控，精确追踪工艺设计、生产计划以及员工作业等全过程，同时采集实时的能源、设备、环保、安全等数据，进行可视化显示，更重要的是，在保持高效生产的同时，实现更精确的成本控制。实现人、设备、系统之间的有效数字链接，构建一体化的管理系统，大幅提升生产效率和**数字化、智能化水平**。

铸锻公司坚持创新驱动，持续提升。研发经费“按需投入、不设上限”。经过长期沉淀积累，截至 2024 年 1 月，铸锻公司累计申请专利 25 项，其中发明专利申请 7 项；累计发明专利授权 3 项，实用新型专利 15 项，均成功应用到产品中，分别从技术、工艺、装备、质量、性能、商业模式和市场需求等不同角度出发，通过自投资的方式

转化为相应的装置、技术工艺或产品。依靠丰富的锻造经验结合软件与检测装备，使锻造工艺始终保持国内领先水平；专业高效的生产线和系统完备的检测能力，使铸造工艺始终走在业内前沿。特别是在大型驱动轮、大型驱动轮轴和缸体壳体的生产方面具有丰富的经验，成型工艺居国内领先水平，专业高效的生产线和系统完备的检测能力使铸造工艺始终走在业内前沿。

公司被评为“《铸造企业规范条件》达标企业”、“企业信用等级 AAA 企业”、“河南省重点企业绩效分级 B 级企业”、“河南省铸锻协会理事长单位”、“中国铸造协会等温淬火铸件分会理事长单位”；曾荣获中国铸造协会“中国绿色铸造企业”、“第三届中国铸造行业综合百强企业、中国铸造行业排头兵企业”、“第四届中国铸造行业排头兵企业、铸铁分行业排头兵企业”、“消失模铸造行业优秀铸造企业”；“河南省铸锻协会绿色铸造示范企业”、“卡特彼勒中国供应商领导峰会质量卓越三等奖”、“苏州绿控传动科技股份有限公司最佳配合奖”、“第一拖拉机股份有限公司优秀供应商”、“洛阳市劳动奖状”等荣誉。

铸锻公司坚决贯彻集团振兴农机装备战略部署，围绕“智能驱动、协同创新、发展成套、增加效益”的发展思路，坚守“三个第一”核心价值观，依托一拖公司内部市场，确保农机核心零部件供应，助力集团“成为卓越全球农业装备制造服务商”愿景实现；面向动力机械、工程机械、重卡、船舶和新能源市场，做精做专缸体、壳体、曲轴箱和曲轴、链轮、半轴等铸锻件产品；加强机加能力建设，延伸产业链，

增加附加值，打造优质、高效、低成本的铸锻零部件专业制造企业。

3.2 研究目的

本研究的目的是得到铸锻公司生产的铸锻件产品全生命周期过程的碳足迹，为铸锻公司开展持续的节能减排工作提供数据支撑。

碳足迹核算是铸锻公司实现低碳、绿色发展的基础和关键，披露产品的碳足迹是铸锻公司环境保护工作和社会责任的一部分，也是铸锻公司迈向国际市场的重要一步。本项目的研究结果将为铸锻公司与铸锻件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。

本项目研究结果的潜在沟通对象包括两个群体：一是铸锻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、地方政府和环境非政府组织等。

3.3 研究的边界

根据本项目的研究目的，按照 ISO/TS 14067-2013、PAS 2050: 2011 标准的要求，本次碳足迹评价的边界为一拖（洛阳）铸锻有限公司 2023 年全年生产活动及非生产活动数据。

本研究以铸锻件为对象，从铸锻公司的生产实际出发，以 1t 产品（铸件和锻件）为功能单位，定量计算其生命周期过程中的碳足迹及总能量需求。

本次研究范围包括生产制造阶段到产品的出厂为止。涉及原材料

投入、能源消耗、内部运输等企业内部各环节，主要包括产品生产、内部运输和固液气废弃物处置等环节的碳排放，因此,确定本次评价边界为:

产品的碳足迹=原材料获取+能源消耗+运输。

3.4 功能单位

为方便系统中输入/输出的量化，功能单位被定义为生产 1t 产品（铸件和锻件）。

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 1t 产品的生命周期流程图，其碳足迹评价模式为从商业到消费者（B2C）评价：包括从原材料获取，通过制造、分销和零售，到消费者使用，以及最终处置或再生利用整个过程的排放。骨科产品的生命周期流程图如下:

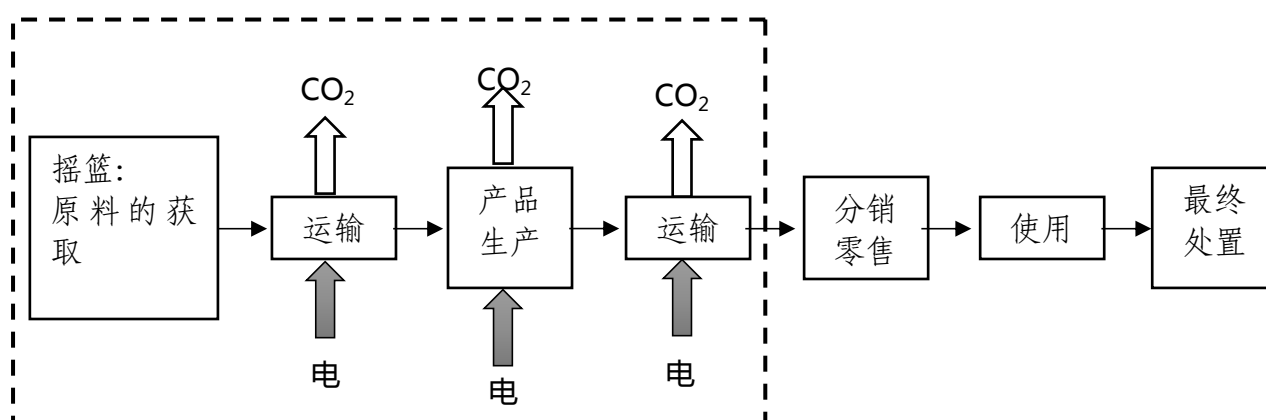


图 1 铸锻产品生命周期评价边界图

在本项目中，产品的系统边界属“从摇篮到大门”的类型，为了实现上述功能单位，铸件和锻件产品的系统边界见下表：

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 |
|--|--|
| a 铸件和锻件产品生产的生命周期过程包括产品生产 b 生产过程电力、天然气、蒸汽能源的消耗 c 废气处理达标排入大气的过程 d 其他辅料的生产 e 铸件和锻件产品的运输 | a 资本设备的生产及维修 b 产品的运输、销售和使用 c 产品回收、处置和废弃阶段 d 其他辅料的运输 |

3.6 取舍准则

本项目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：

I 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%；

II 大多数情况下，生产设备、厂房、生活设施等可以忽略；

III 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，无忽略的物料。

3.7 影响类型和评价方法

基于研究目标的定义，本研究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。

研究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），氢氟碳化物（HFC）和哈龙等。并且采用了IPCC第四次评估报告(2007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25kg CO₂e[2]。

3.8 数据质量要求

为满足数据质量要求，在本研究中主要考虑了以下几个方面：

- ①数据准确性：实景数据的可靠程度
- ②数据代表性：生产商、技术、地域以及时间上的代表性
- ③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，在研究过程中首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，本研究在2024年1月进行数据的调查、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 数据库；当目前数据库中完全没有一致的次级数据时，采用近似替代的方式选择 IPCC 数据库中数据。数据库的数据是经严格审查，并广泛应用于国际上的 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

(1) 过程基本信息

过程名称：铸件和锻件

过程边界：从原料进厂到铸件和锻件出厂

(2) 数据代表性

主要数据来源：企业 2023 年实际生产数据

企业名称：一拖（洛阳）铸锻有限公司

产地：中国河南

基准年：2023 年

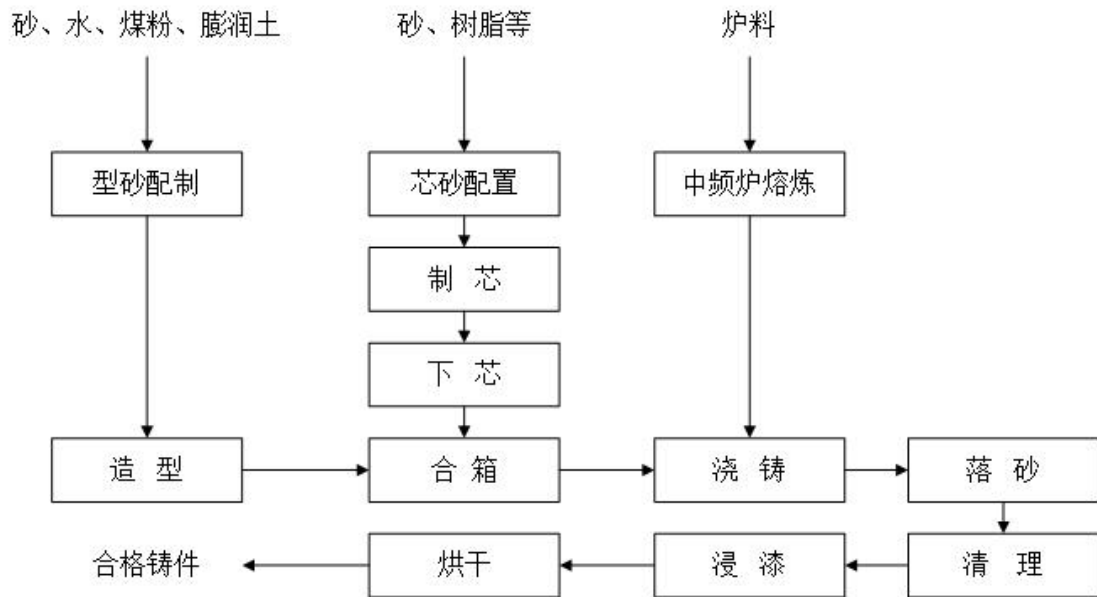
工艺设备：KW、HWS 全自动造型线、KW 自动浇注机、中频感应电炉、混砂机、冷芯盒制芯机、制芯中心、机械手抛丸机、喷涂机器人、125MN 热模锻压力机自动生产线等

主要原料：废钢、铁合金、钢棒、冷芯盒树脂、再生砂、覆膜砂、原砂、膨润土、煤粉、水性漆等

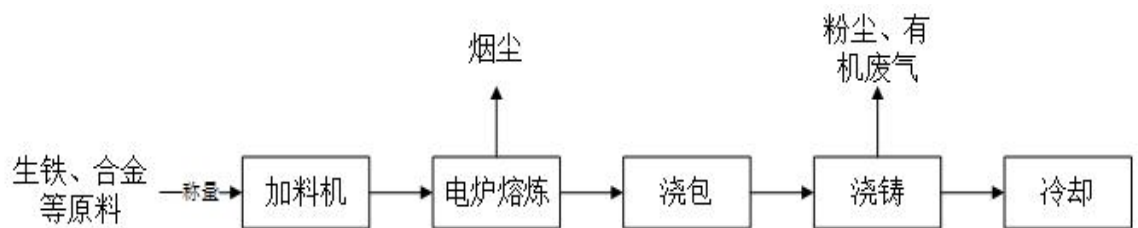
主要能耗：电力、天然气、蒸汽

末端治理：废气处理

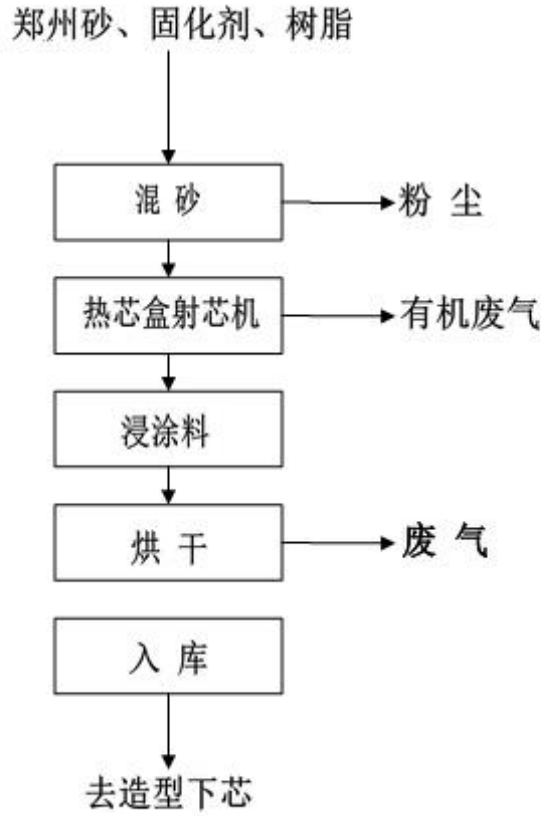
生产主要工艺介绍如下：



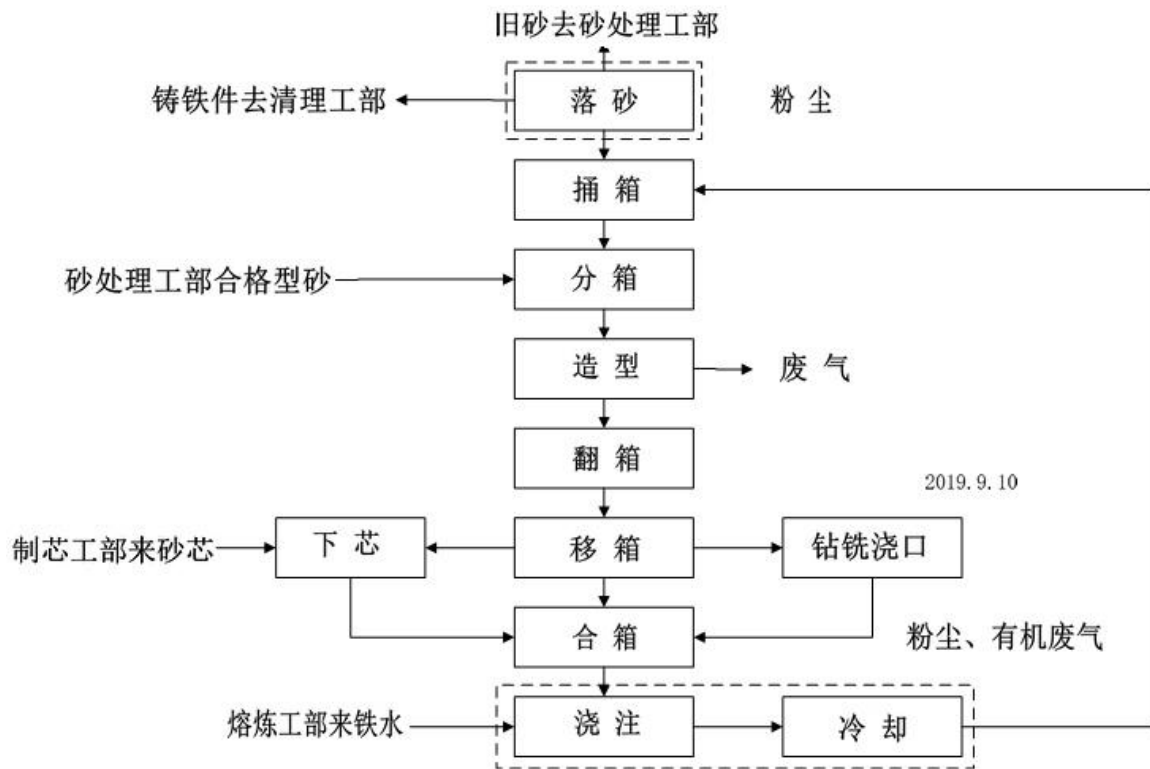
KW 生产线及中小件生产线生产工艺流程图



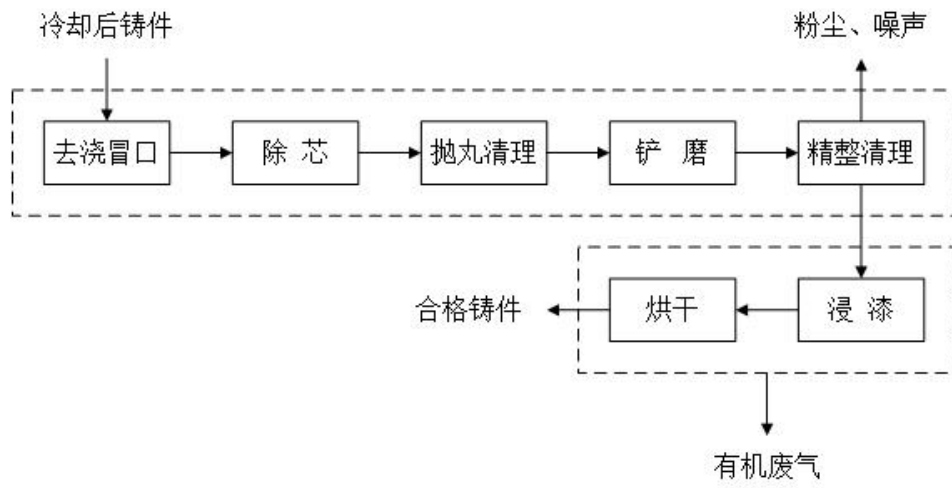
熔炼工部生产工艺及产污环节流程图



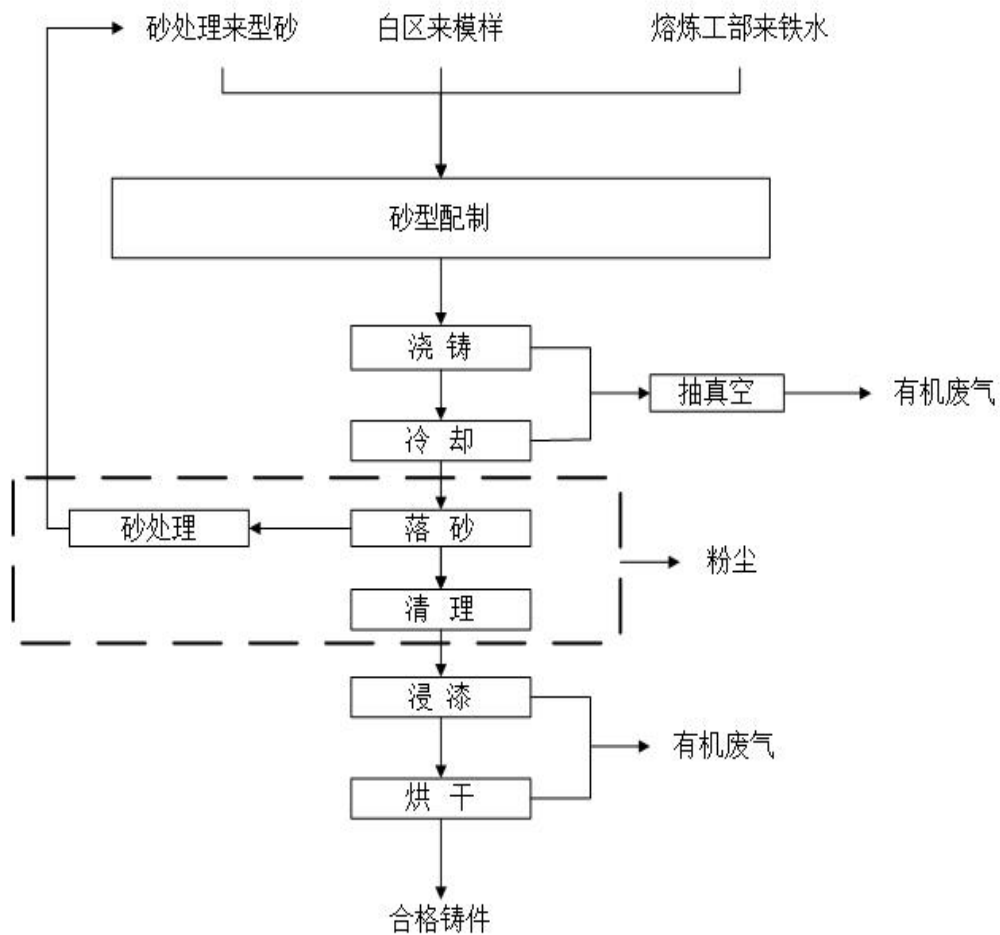
热芯盒芯砂制备工艺流程及产污环节流程图



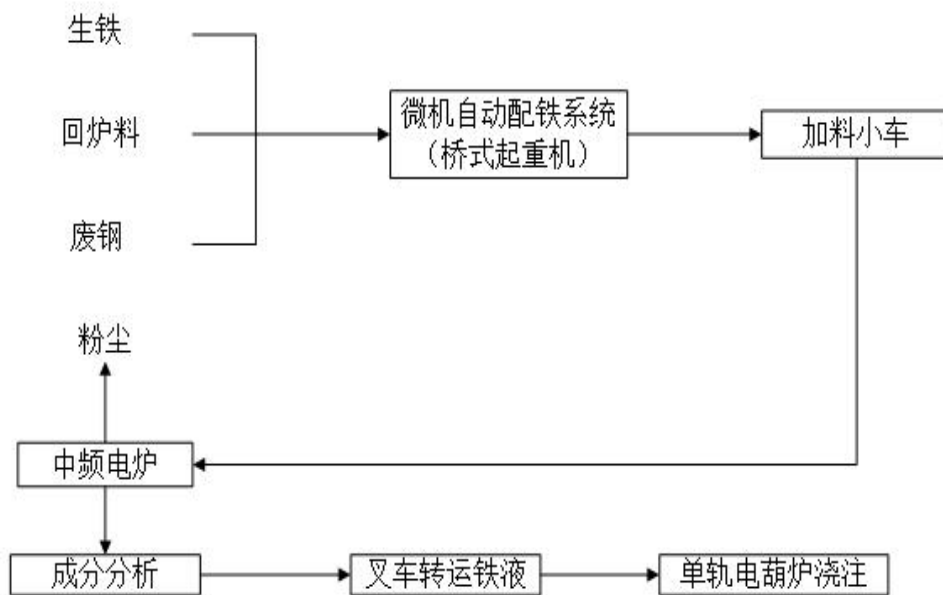
造型工艺流程及产污环节流程图



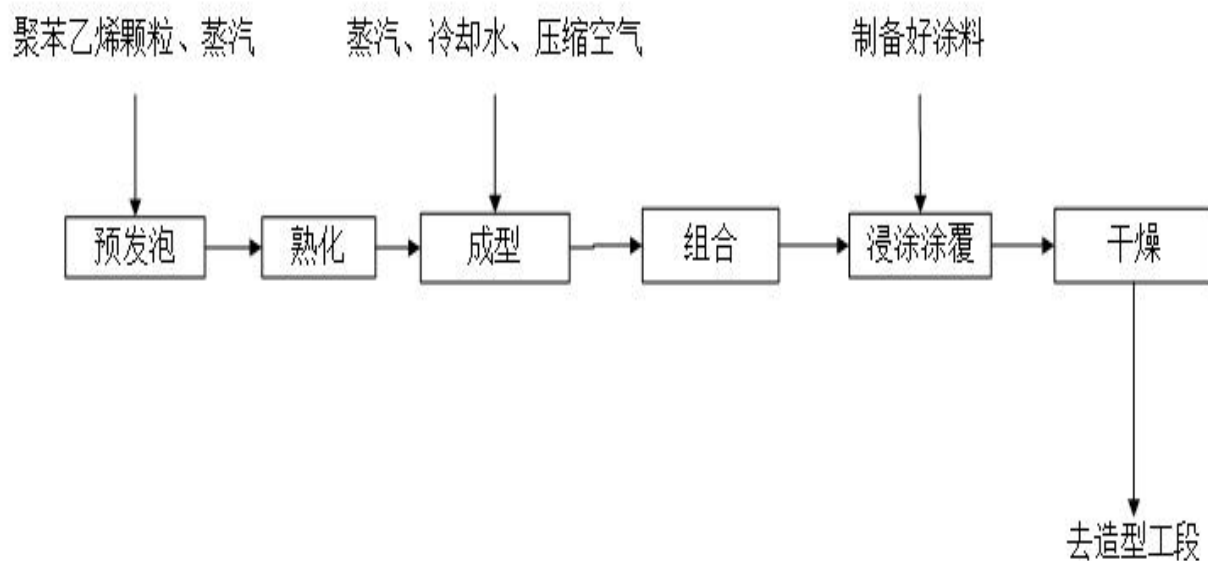
清理工部工艺流程及产污环节流程图



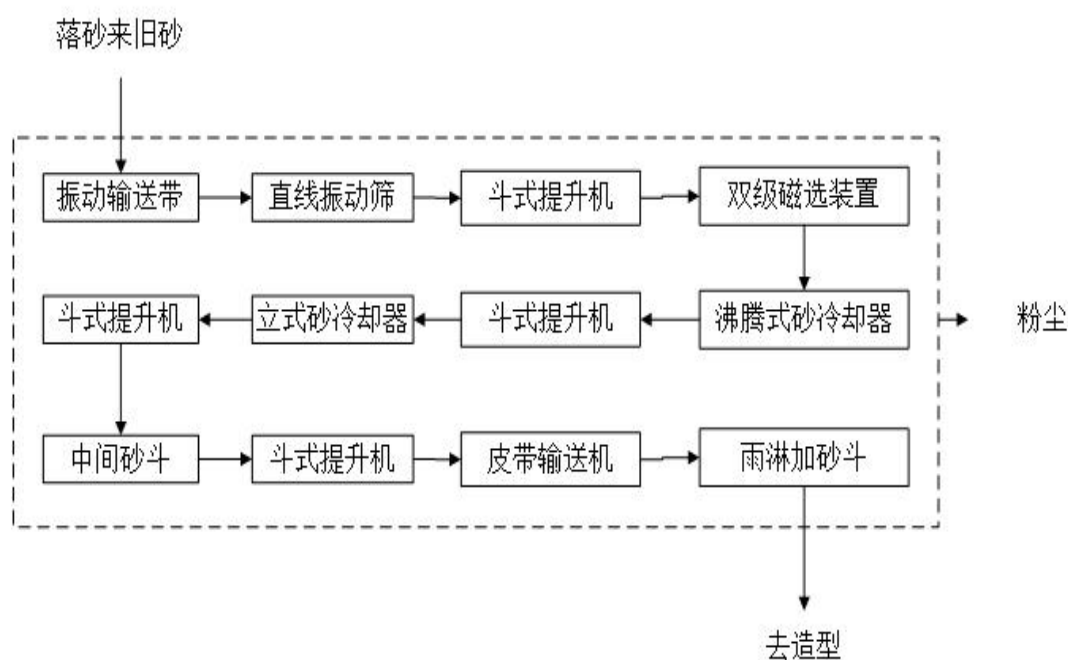
消失模铸造工艺及产排污环节流程图



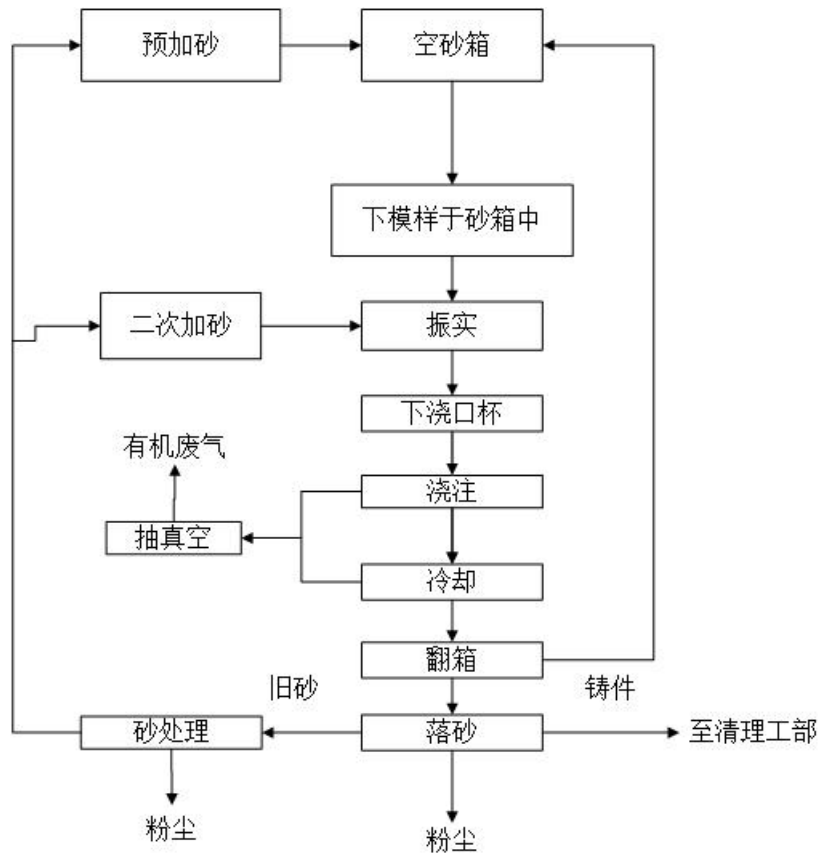
消失模铸造熔炼工部工艺及产污环节流程图



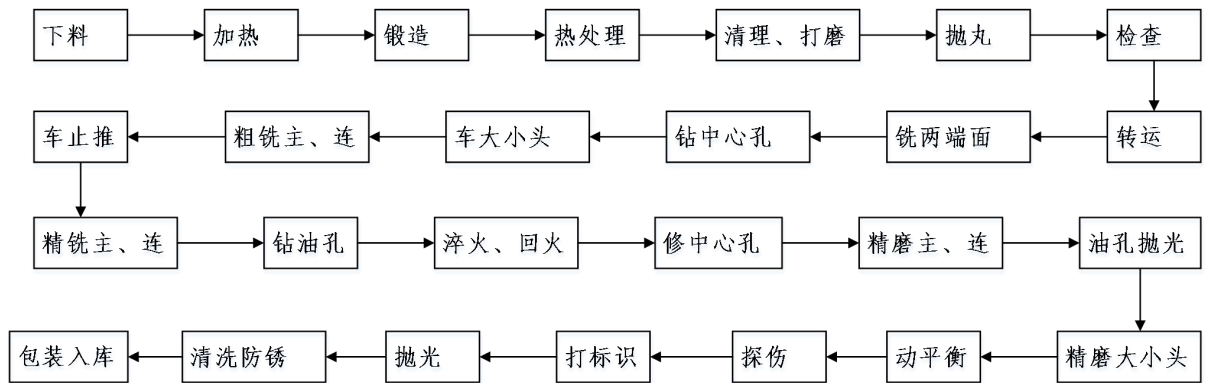
消失模铸造白区工艺及产污环节流程图



消失模铸造型砂处理工艺流程及产污环节流程图



消失模铸造造型工艺及产污环节流程图



锻造生产工艺流程图

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 21。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、天然气、蒸汽消耗量等。排放因子数据主要包括天然气排放因子、外购电力排放因子。

6、碳足迹计算

6.1 碳足迹识别

| 序号 | 主体 | 活动内容 | 活动数据来源 | |
|----|----------------|-------------|--------|----------|
| 1 | 运输车辆 | 消耗汽油、柴油 | 初级活动数据 | 生产报表 |
| 2 | 食堂 | 消耗天然气 | | 生产报表 |
| 3 | 生产设备 | 消耗电力、天然气、蒸汽 | | 生产报表 |
| 4 | 除尘器、空调、采暖等辅助设备 | 消耗电力、天然气 | | 生产报表 |
| 5 | 产品制造 | 消耗电力 | 次级活动数据 | 数据库及文献资料 |
| 6 | 产品运输 | 消耗电力、汽油 | | 根据厂商地址估算 |

6.2 计算公式

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，由于部分物料数据库中暂无排放因子，取值均来自于相近物料排放因子。

6.3 碳排放数据计算

| 排放类型 | 活动水平数据 | 排放因子/计算系数 |
|--------------------------------|---|--|
| 化石燃料燃烧的 CO ₂ 排放 | 天然气消耗量： 4519959m ³ 天然气低位发热量： 389.31GJ/万 Nm ³ | 天然气单位热值含碳量：0.00153tC/GJ 天然气碳氧化率：99% |
| 过程产生的 CO ₂ 排放 | / | / |
| 净购入使用的电力对应的 CO ₂ 排放 | 外购电力： 110548.952MWh | 外购电力排放因子：0.5257tCO ₂ /MWh |
| 净购入使用的热力对应的 CO ₂ 排放 | 外购蒸汽：32222GJ | 外购蒸汽排放因子：0.11tCO ₂ /GJ |
| 工业废水厌氧处理的排放 | / | / |

| 年份 | 净购入使用天然气 | 低位发热量 | 单位热值含碳量 | 碳氧化率 | 折算因子 | CO ₂ 排放量 |
|------|-------------------|--------|----------|------|-------|---------------------|
| | 万 Nm ³ | (GJ/t) | (吨 C/GJ) | (%) | / | tCO ₂ |
| 2023 | 451.9959 | 389.31 | 0.01530 | 99 | 44/22 | 9773.01 |

6.4 碳排放数据计算

根据以上公式可以计算出 2023 年度公司二氧化碳的排放量为

9773.01t。全年共铸锻件产量合计 80671.73t。因此 1t 产品的碳足迹 $e=9773.01 / 80671.73=0.1211tCO_2e$ ，计算得到生产 1t 铸锻件的碳足迹为 0.1211tCO₂e。从产品生命周期累计碳足迹贡献比例的情况，可以看出铸锻件产品的碳排放环节主要集中在生产过程的能源消耗活动。

铸锻件产品生命周期碳排放清单：

| 环境类型 | 当量单位 | 原材料运输 | 产品生产过程能源消耗 | 合计 |
|-----------|--------------------|--------|------------|----------|
| 产品碳足迹(CF) | tCO ₂ e | 381.51 | 9773.01 | 10154.52 |
| 占比(%) | | 3.76% | 96.24% | 100% |

所以为了减小铸锻件碳足迹，应重点考虑减少铸锻件生产过程的碳足迹，主要削减对象为天然气。在企业可行的条件下，可考虑调查生产使用的 KW、HWS 全自动造型线、KW 自动浇注机、中频感应电炉、混砂机、冷芯盒制芯机、制芯中心、机械手抛丸机、喷涂机器人、125MN 热模锻压力机自动生产线等，提高铸锻件足迹数据准确性。

为减小产品碳足迹，建议如下：

1)、加强节能工作，从技术及管理层面提升能源效率，减少能源投入，厂内可考虑实施节能改造，重点提高电的利用率，从而减少天然气的使用量；

2)、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；

3)、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。运用科学方法，加强产品碳足迹全过程中数据的积累和记录，定期对产品全生命周期的环境影响进行自查，以便企业内部开展相关对比分析，发现问题。在生态设计管理、组织、人员等方面进一步完善；

4)、推进产业链的绿色设计发展

制定生态设计管理体制和生态设计管理制度，明确任务分工；构建支撑企业生态设计的评价体系；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：

使用准确率较高的初级数据；

对每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

低碳是企业未来生存和发展的必然选择，进行产品碳足迹的核算是实现温室气体管理，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，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。