

南阳飞龙汽车零部件有限公司 产品碳足迹报告



报告编制单位（公章）：河南德能环保科技有限公司

报告编制日期：2019年12月9日



受南阳飞龙汽车零部件有限公司（简称“飞龙零部件”）委托，核查组对飞龙零部件生产的汽车水泵铸件、排气歧管铸件、涡轮增压器壳体铸件的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，计算得到飞龙零部件平均生产 1 只汽车水泵铸件、1 只排气歧管铸件和 1 只涡轮增压器壳体铸件的碳足迹。

本报告对三种产品的功能单位分别进行了定义即 1 只汽车水泵铸件、1 只排气歧管铸件和 1 只涡轮增压器壳体铸件，系统边界为“从大门到大门”类型。核查组对从原材料进厂到三种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 只汽车水泵铸件、1 只排气歧管铸件和 1 只涡轮增压器壳体铸件的碳足迹进行对比分析，得到生产 1 只汽车水泵铸件碳足迹为 2.571 kgCO₂ eq，其中产品生产过程对碳足迹的贡献最大达 99.48%；生产 1 只排气歧管铸件碳足迹为 9.804 kgCO₂ eq，其中产品生产过程对碳足迹的贡献最大达 99.06%；生产 1 只涡轮增压器壳体铸件碳足迹为 22.617 kgCO₂ eq，其中产品生产过程对碳足迹的贡献最大达 99.63%。

飞龙零部件积极开展产品碳足迹评价，其碳足迹核算是飞龙零部件实现低碳、绿色发展的基础和关键，披露产品的碳足迹是飞龙零部件环境保护工作和社会责任的一部分，也是飞龙零部件迈向国际市场的重要一步。

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，“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。

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。

2. 目标与范围定义

2.1 企业及其产品介绍

南阳飞龙汽车零部件有限公司是上市公司西峡汽车水泵股份有限公司的全资子公司,成立于 2008 年 5 月,注册资本 5.5 亿元,资产总额 20 亿元,占地近 600 亩,现有员工 1500 余人,设两个厂区分加工部和铸造部,主导产品为汽车水泵、排气歧管、涡轮增压器壳体、飞轮壳等,其中“飞龙”牌汽车水泵国内市场占有率达 30%,居国内同行业首位,排气歧管国内市场占有率排名前三。科技投入使企业获得了巨大的经济效益和社会效益,使公司开发研制的产品质量、性能居于国内一流、世界前列,先后被上海大众、一汽-大众、上汽通用五菱、奇瑞等公司评为“优秀供应商”、“核心供应商”和“质量卓越奖”,连续多年被中国汽车报评为“全国百家优秀汽车零部件供应商”,被河南省工商行政管理局评为“河南省守合同重信用企业”,“飞龙牌”汽车水泵被评为“河南省名牌产品”,2008 年 3 月公司“飞龙”商标被国家工商管理总局商标局认定为“中国驰名商标”。新时代,新征程。飞龙零部件制定了绿色创新的发展目标,积极为巩义市的经济发展做出新的更大贡献。

2018 年,生产汽车水泵、排气歧管、涡轮增压器壳体等产品 1000 余万只,实现产值 20.4 亿元、收入 18.5 亿元;实现税利 1.2 亿元。

2.2 报告目的

本报告的目的是得到飞龙零部件生产的 1 只汽车水泵铸件、1 只排气歧管铸件和 1 只涡轮增压器壳体铸件生命周期过程的碳足迹，其研究结果有利于飞龙零部件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 1 只汽车水泵铸件、1 只排气歧管铸件和 1 只涡轮增压器壳体铸件及成套装备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 只汽车水泵铸件、1 只排气歧管铸件和 1 只涡轮增压器壳体铸件。

盘查周期为 2018 年 1 月 1 日到 2018 年 12 月 31 日。

盘查地点为南阳飞龙汽车零部件有限公司（地址：河南省南阳市内乡县产业集聚区）。

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

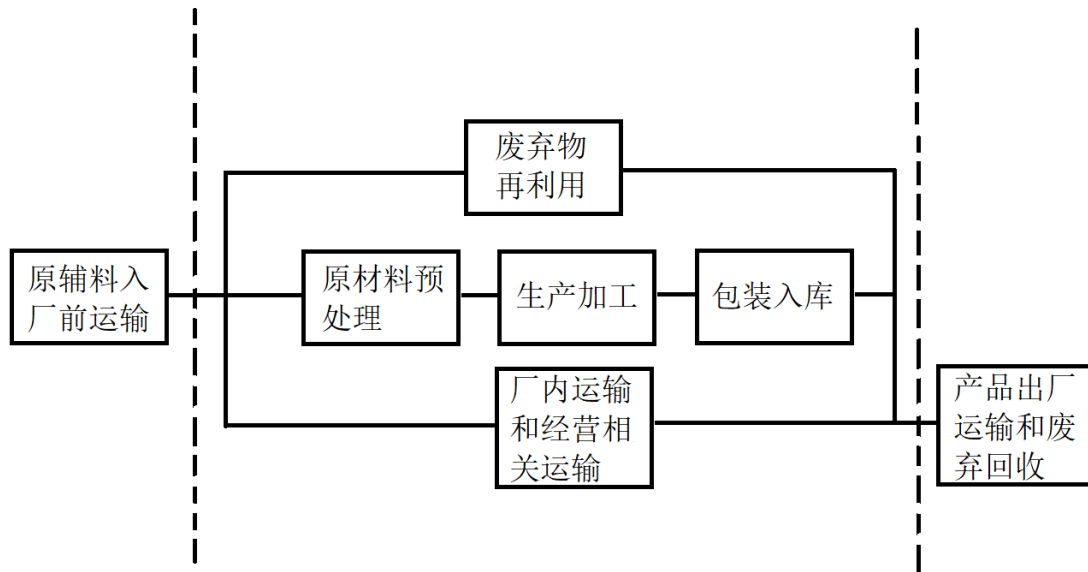


图 2.1 系统边界²

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“从大门到大门”的类型，为实现上述功能单位，汽车水泵铸件、排气歧管铸件和涡轮增压器壳体铸件的系统边界如上图。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) 原材料进入厂区前的排放不计；
- (3) 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
-------	--------

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。

<ul style="list-style-type: none"> • 汽车水泵铸件生产的生命周期过程包括：原材料厂内运输汽车水泵铸件生产→废弃物再利用→产品包装出厂 • 排气歧管铸件生产的生命周期过程包括：原材料厂内运输汽车水泵铸件生产→废弃物再利用→产品包装出厂 • 涡轮增压器壳体铸件生产的生命周期过程包括：原材料厂内运输汽车水泵铸件生产→废弃物再利用→产品包装出厂 • 生产经营活动相关的能源消耗 	<ul style="list-style-type: none"> • 辅料及辅料的运输和生产 • 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
---	--

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飞龙零部件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 LCA 软件去获取排放因子。

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出，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、天然气	企业生产报表、结算发票
次级活动数据	运输	柴油、汽油	财务和车辆管理科统计数据
	排放因子	主料制造	数据库及文献资料
		主料运输	

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 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油产生的直接温室气体排放。因此，本阶段对厂内外的生产和运输阶段温室气体排放进行计算，如下表 4.1：

表 4.1 厂内运输的产品温室气体排放

物料名称	活动数据 (t、MWh) A	CO ₂ 当量排放因子 (tCO ₂ e/t、 tCO ₂ e/MWh) B	排放因子 数据来源	碳足迹数据 (tCO ₂ e) C=A×B
(1) 汽车水泵铸件生产				
柴油	31.61	3.096	参考文献 ^[4]	97.85
汽油	5.29	2.925	参考文献 ^[4]	15.47
合计				113.32
(2) 排气歧管铸件生产				
柴油	53.63	3.096	参考文献 ^[4]	166.05
汽油	8.97	2.925	参考文献 ^[4]	26.25
合计				192.29
(3) 涡轮增压器壳体铸件				
柴油	32.54	3.096	参考文献 ^[4]	100.74
汽油	5.44	2.925	参考文献 ^[4]	15.92
合计				116.66

汽油排放因子说明：

	汽油排放因子
数值：	2.925
单位：	tCO ₂ e/t
数据来源：	《机械设备制造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

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：	《机械设备制造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

4.2 生产阶段

1、铸造工艺流程简介

铸造工艺在东厂区铸造车间，铸造工艺模型分为壳型和芯型 2 种，壳型位于外部，芯型位于内部，两者之间空隙浇注铁水，待铁水冷却凝固后即为铸件。项目模型制造分为造型工部和制芯工部，其中造型工部主要负责生产壳型，制芯工部主要负责生产芯型，制芯工部工采用 2 种生产工艺，即冷芯盒射芯工艺和热芯制芯工艺。

(1) 制芯

①冷芯制芯工艺：

混料：其中自动混砂机位于冷芯盒制芯机的上部，原料经过混合后由下料管道直接进入冷芯盒制芯机的料仓。原料石英砂由人工倒入自动混砂机的进料仓，自动混砂机设置有自动称量装置，树脂通过计

量泵直接打入混砂机内，进入混砂机的内部通过不断搅拌实现石英砂与树脂的混合。混合过程在设备的内部完成，混合后物料通过混砂机的下料口直接进入冷芯射芯机。

射芯：混合后原料进入冷芯射芯机进行制芯操作。冷芯射芯机利用压缩空气将型砂均匀地射入砂箱预紧实，然后再施加压力进行压实。最后通过喷嘴均匀向芯型内喷入经雾化过的三乙胺液体，以三乙胺为催化剂实现石英砂和树脂的固化。

②热芯制芯工艺：

蜗牛芯和废气芯制造采用热芯制芯工艺。原料为石英砂和树脂直接混合完毕的成品覆膜砂，覆膜砂进入蜗牛芯制芯机和废气芯制芯机后，加热至 180℃左右，树脂固化后便制得砂芯。

上涂料和烘干：本项目上涂料和烘干为一体化设备，上工序制造完成的砂芯首先进入水基涂料喷涂工位，经喷涂后砂芯通过传送带直接进入燃气烘干炉，进行表面烘干，即为最终砂芯。

(2) 造型

以膨润土和适量的水为主要粘结剂，同时添加一定量的粉煤，与石英砂按照一定比例经混砂机混合后进入造型机造型后得到石英砂型（含水量控制在 6%）。

(3) 合型

通过合型机器人，按顺序将上型抓取合型到下型上，用螺栓加紧上型和下型，并将合并好的型组转运至下一工序。

(4) 熔炼

电炉炉料生铁、低碳钢和硅铁采用电磁吸盘自动称量系统加入到振动加料车内，电炉的回炉料、电解锰、铬铁在炉后跨成筐存放，称量后通过翻斗加料机加入到振动加料车内，加料车自动运行到电炉处开始振动加料，其他配料孕育剂以人工方式加料。为减小降温幅度，炉前出铁直接倒入自动浇注机浇包内、实现快速浇注，炉前配备炉前快速分析室，对铁水的各项成分进行检测。该工序的电炉配套有循环冷却水系统。

(5) 浇注

熔炼后铁水通过模型上方的浇注口进入模型内部，充满整个模型。浇注后铸件需进行冷却降温处理。

(6) 落砂及铸件分离

铸件冷却后释放真空并由翻箱落砂装置翻箱，取出铸件；产生的落砂由振动落砂斗进入砂处理系统。

(7) 砂处理

落砂经振动输送机进入砂处理系统，通过破碎、筛分和磁选机去除废砂中的铁屑，最后进入车间外的废砂斗，委托石英砂生产厂家处理后回用。

(8) 切割冒口

分离后铸件需要切割掉铸件上的浇冒口，主要设备：切割机。

(9) 清理和抛丸

后处理主要是将铸件表面和内腔通过抛丸机进行处理，去除铸件表面氧化皮等，使其表面光滑。主要设备：抛丸机。

(10) 检验

后处理后的铸件，即为成品，经外观检验、内窥镜检验后，去除次品，最后装框进入铸件成品存放区。

工艺流程图如下：

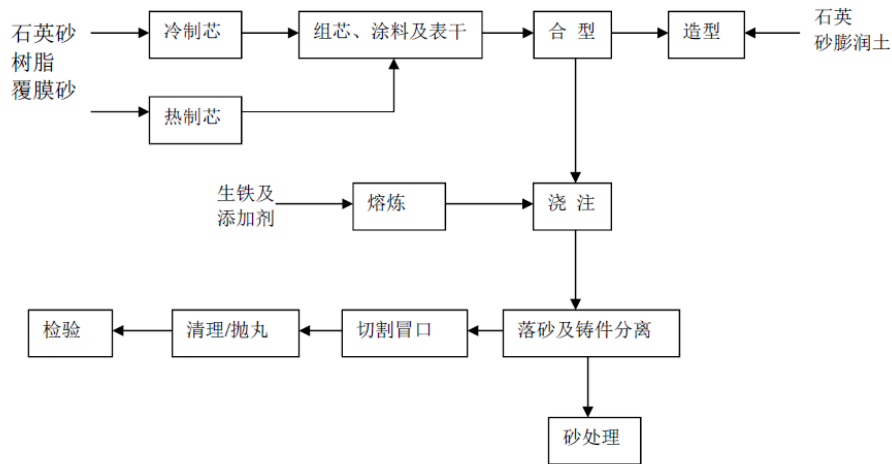


图 4.1 铸造工艺流程图

2、排气管产品工艺说明

(1) 车间物料配送人员确认毛坯、物料合格并将其配送至相关生产线。配料方式：人力物料推车，每车放 30 件（每层放 10 件），约 3 个小时送一次（可依据实际产品大小而进行频次时间调整）；

(2) 机加工人员按照产品要求对毛坯进行机械加工（各部位按规定进行相关自检与专检）。生产线有 5-6 台加工中心设备，每小时加工约 10 件，每班 8 小时工作时间，可分 3 班加工。加工的产品放满物料推车后，由操作人员送至待清洗区；

(3) 清洗产品。清洗线有高压清洗浸泡、浸泡手刷、清洗、定向清洗、风干等设备。操作人员依据先进先出原则从待清洗区拿取产品进行清洗，清洗线每班 8 小时工作时间，可分 3 班清洗，每小时

平均可清洗工件 60 件产品；

(4) 依据不同客户需求对有特殊要求的工件进行螺柱装配或热处理。装配工位配有装配压力机、拧紧轴等设备，可开 3 班。每班约能加工 350 件产品；热处理区共有 7 个氧化处理炉，可开 2 班，每班可开 4-6 个炉每炉，最多每班约加工 450 件。

(5) 对产品进行 100% 外观检测产品，及按要求抽检相关产品的尺寸。确认合格后，流入包装区进行包区；

(6) 产品按要求进行包装，包装可依据客户要求分木箱，纸箱，可循环包装箱进行包装，并在包装箱上粘贴发货信息，包装完成后由成品管理员用叉车运至库房登记入库，待发货。

工艺流程图如下：

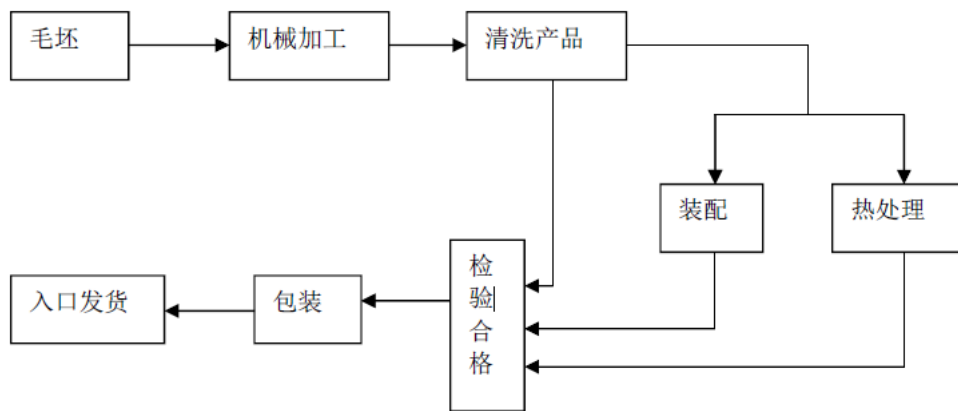


图 4.2 排气管工艺流程图

根据相关企业调研，本文分别获取了 1 只汽车水泵铸件、1 只排气歧管铸件和 1 只涡轮增压器壳体铸件生产阶段的能源消耗，并因此计算生产阶段能源消耗所产生的温室气体排放，具体如表 4.2 所示。

表 4.3 产品生产阶段的能源消耗

物料名称	活动数据 (t、	CO ₂ 当量排放因子	排放因子	碳足迹数据
------	----------	------------------------	------	-------

	MWh) A	(tCO ₂ e/t、 tCO ₂ e/MWh) B	数据来源	(tCO ₂ e) C=A×B
(1) 汽车水泵铸件生产				
天然气	47.24	21.622	参考文献 ^[4]	1021.42
电力	20890.9	0.5257	参考文献 ^[5]	10982.35
合计				12003.76
(2) 排气歧管铸件生产				
天然气	44.51	21.622	参考文献 ^[4]	962.30
电力	67500.3	0.5257	参考文献 ^[5]	35484.91
合计				36447.20
(3) 涡轮增压器壳体铸件				
天然气	27.00	21.622	参考文献 ^[4]	583.80
电力	59337.7	0.5257	参考文献 ^[5]	31193.83
合计				31777.63

能源的排放因子说明如下：

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	0.5257
单位	kgCO ₂ e/kWh
数据源	飞龙零部件位于河南省南阳市，因此电力使用类型为华中电力，电力排放因子源自国家发展改革委发布的《2011 年和 2012 年中国区域电网平均二氧化碳排放因子》中 2012 年华中区域电网平均 CO ₂ 排放因子

天然气排放因子说明：

	天然气排放因子
数值：	21.622
单位：	tCO ₂ e/t
数据来源：	《机械设备制造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

5.产品碳足迹指标

碳足迹排放量相关计算：

(1) 生产 1 只汽车水泵铸件

参数	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	只	kgCO ₂ e/只
数值	12003.76	113.32	12117	4713460	2.571

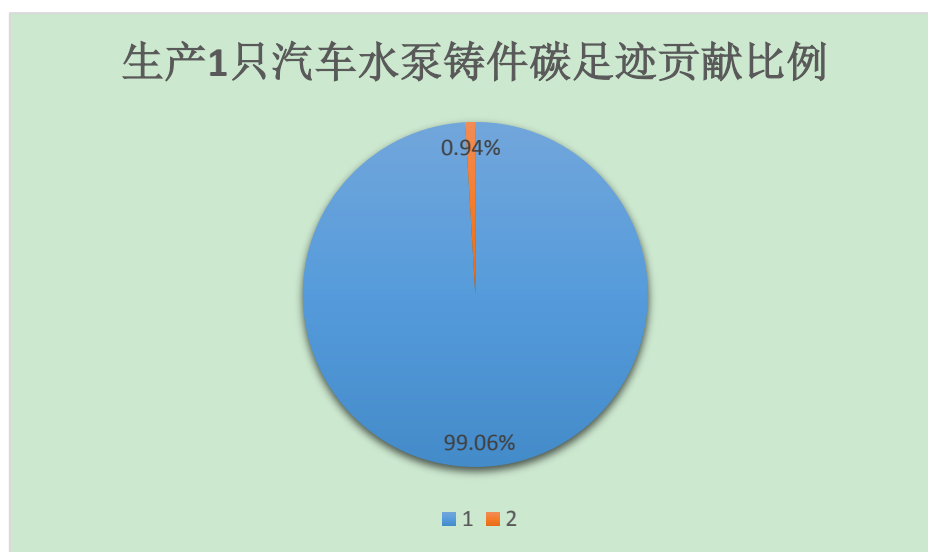


图 5.1 生产 1 只汽车水泵铸件碳足迹贡献比例

企业生产 1 只汽车水泵铸件碳足迹为 2.571 kgCO₂ eq，产品生产和运输对碳足迹的贡献分别为 99.06%和 0.94%。

(2) 生产 1 只排气歧管铸件

参数	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	只	kgCO ₂ e/只
数值	36447.20	192.29	36639	3737172	9.804

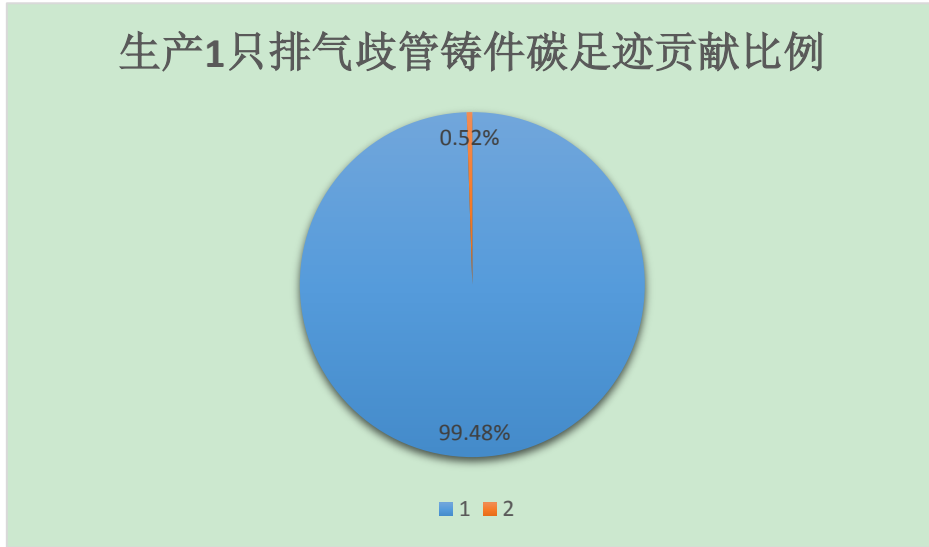


图 5.2 生产 1 只排气歧管铸件碳足迹贡献比例

企业生产 1 只排气歧管铸件碳足迹为 9.804 kgCO₂ eq，产品生产和运输对碳足迹的贡献分别为 99.48%和 0.52%。

(3) 生产 1 只涡轮增压器壳体铸件

参数	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	只	kgCO ₂ e/只
数值	31777.63	116.66	31894	1410175	22.617

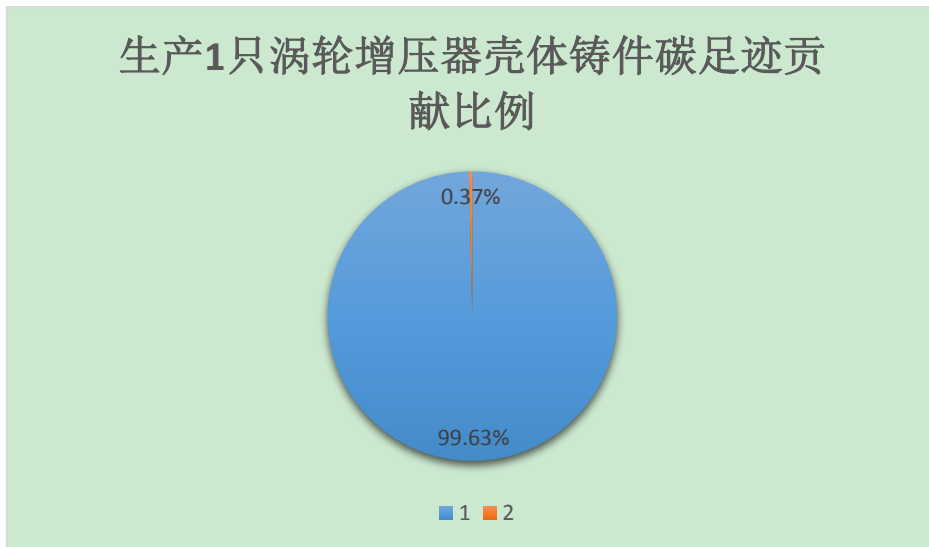


图 5.2 生产 1 只涡轮增压器壳体铸件碳足迹贡献比例

企业生产 1 只涡轮增压器壳体铸件碳足迹为 22.617 kgCO₂ eq，产品生产和运输对碳足迹的贡献分别为 99.63%和 0.37%。

6.结论与建议

通过对上述两大产品碳足迹指标分析可知：

生产 1 只汽车水泵铸件碳足迹为 2.571 kgCO₂ eq，产品生产和运输对碳足迹的贡献分别为 99.06%和 0.94%。

生产 1 只排气歧管铸件碳足迹为 9.804 kgCO₂ eq，产品生产和运输对碳足迹的贡献分别为 99.48%和 0.52%。

生产 1 只涡轮增压器壳体铸件碳足迹为 22.617 kgCO₂ eq，产品生产和运输对碳足迹的贡献分别为 99.63%和 0.37%。

本研究分别对汽车水泵铸件、排气歧管铸件和涡轮增压器壳体铸件碳足迹进行计测及分析，只考虑了生产过程和厂内运输过程的温室气体排放，并未能从原料获取，原料运输、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，产品生产过程中能源消耗对产品碳足迹的贡献高达 99%以上，为增强品牌竞争力、减少产品碳足迹，建议如下：

1、厂内运输过程：尽量减少运输能耗，如果进行生产装置更新时尽可能采用连轧连铸等无需厂内运输的生产工艺。

2、产品生产阶段：未来积极引进节能技术，提高能源利用效率，减少能源的消耗。

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] 王姗姗, 刘赛男, 王灿, 等. 基于生命周期评价的河南省原铝生产环境影响分析[J]. 轻金属, 2018 (3): 1.
- [2] 李金花. 重污染行业企业可持续发展评价研究---以镁质耐火材料生产企业为例[D]. 大连理工大学, 2017.
- [3] 王聪. 锂离子二次电池行业的碳足迹研究—基于两个案例分析 [D]. 北京: 北京理工大学环境工程, 2015.
- [4] 国家发改委. 《机械设备制造企业温室气体排放核算方法与报告指南 (试行)》
- [5] 国家发展改革委发布的《2011 年和 2012 年中国区域电网平均二氧化碳排放因子》