

天津立中车轮有限公司
2021 年度产品碳足迹盘查报告

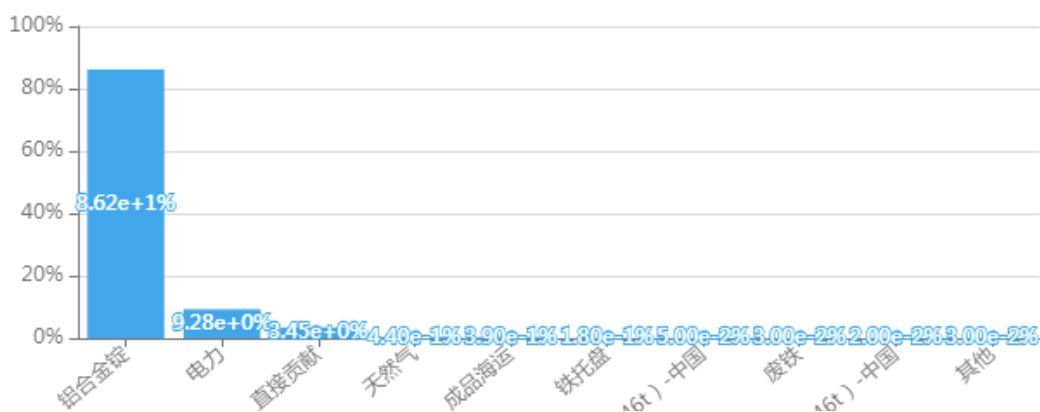


联合赤道环境评价有限公司

Lianhe Equator Environmental Impact Assessment Co.,Ltd.

公司名称	公司地址
天津立中车轮有限公司	天津市东丽区经济技术开发西区 光华街 58 号
企业联系人	联系电话
刘刚	13931261633
盘查依据:	
<ul style="list-style-type: none"> ➤ ISO14067:2018 《温室气体-产品碳足迹-量化要求及指南》; ➤ PAS2050:2011 《商品和服务在生命周期内的温室气体排放评价规范》。 	
系统边界(B2B or B2C)	功能单位
B2B(Cradle to gate), 从摇篮到 大门 (从资源开采到产品出 厂)	1 只铝合金轮毂 (含包装)
产品规格型号	产品碳足迹排放量
00010-2080	344.67kgCO ₂ eq

联合赤道环境评价有限公司 (以下简称“联合赤道”) 依据产品碳足迹相关标准对天津立中车轮有限公司 20 寸铝合金轮毂产品碳足迹进行盘查, 产品各阶段碳排放比例如下:



天津立中车轮有限公司 20 寸铝合金轮毂产品碳足迹盘查报告

中核算的产品各阶段碳排放量如下：



碳足迹相关标准包括：《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》、《ISO14067:2018 温室气体-产品碳足迹-量化要求及指南》及其他适用的法律法规及相关标准。天津立中 20 寸铝合金轮毂产品碳足迹排放量为 344.67kgCO₂eq，碳足迹排放量评估过程符合相关标准的要求，碳足迹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。

审核组成员	最终报告编制日期
贾纳婵、常鼎伟	2022 年 3 月 17 日
编制组成员	■ 终稿 ■ 禁止转发
邹珂珂	
批准	
刘景允	

目录

概述	1
一、 产品碳足迹介绍 (PCF)	2
二、 目标与范围定义.....	3
2.1 企业介绍	3
2.2 产品信息	4
2.3 报告目的	4
2.4 系统边界	4
2.5 功能单位	5
2.6 取舍准则	6
2.7 环境影响类型和评价方法	6
2.8 数据质量要求	7
2.9 软件与数据库	7
三、 数据收集与量化.....	8
3.1 生产过程	8
3.2 GHG 排放量化	13
四、 生命周期分析.....	16
4.1 假设与局限性说明	16
4.2 完整性说明	17
4.3 数据质量评估结果	20
4.4 结论与建议	22
五、 结语.....	23

概述

本项目研究的目的是以生命周期评价方法为基础，采用《ISO/TS 14067-2018 温室气体-产品碳足迹-量化要求及指南》、《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，计算得到天津立中产品的碳足迹。

为了满足碳足迹第三方认证以及与各相关方沟通的需要，本报告的功能单位定义为生产 1 只铝合金轮毂（含包装）。系统边界为“从摇篮到客户”类型，现场调研了从原材料进厂到产品交付客户的生命过程，同时调查了原辅物料、能源获取的排放因子数据来源于 CLCD 数据库。

报告中对各生产过程积累的碳足计比例做了对比分析。从单个过程对碳足迹贡献来看，发现原料铝合金锭的获取对产品碳足迹的贡献最大。

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：数据尽可能具有完整性与代表性，主要体现在数据来源、技术、地域、基准年等方面。报告采用 CLCD 质量评估方法，在 eF 系统上完成对模型清单数据的不确定度评估。

一、产品碳足迹介绍 (PCF)

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(HFCs)和全氟碳化物(PFCs)等。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 gCO₂e。全球变暖潜值(Gobal 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使用。

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: 2018 温室气体-产品碳足迹-量化要求及指南》，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。

二、目标与范围定义

2.1 企业介绍

天津立中集团股份有限公司成立于 2006 年 11 月，地处天津经济技术开发区西区，占地 28.5 万平方米，注册资本 25584 万元，总资产 550000 万元。公司专注于中高端铝合金车轮产品的研发、制造、销售与服务，拥有 11 家子公司。公司具备为世界九大知名整车厂同步配套供货的资质，是中国最大的铝合金车轮制造企业之一。目前公司拥有有效专利 188 项，其中发明 17 项，2015 年被评为国家知识产权优势企业，多次获得天津市专利试点单位和天津开发区专利示范单位，拥有国内领先或先进水平科技成果 23 项，被评为开发区科技小巨人 20 佳。2011 年被认定为国家高新技术企业，2017 年技术中心获得国家企业技术中心认定，拥有（CNAS）ISO/IEC17025 认可国家实验室，首批天津开发区科技示范企业。2014-2016 连续三年获得通用全球质量奖，被克莱斯勒汽车授予全球优秀质量奖，是在车轮行业内唯一获此殊荣的企业，2016 年获得天津市质量奖提名奖，2017 年获得滨

海新区质量奖正奖。公司秉持“比别人多努力一点，和别人多合作一点”的企业精神，为促进中国铝合金车轮制造行业进步和世界汽车轻量化事业发展而努力。

2.2 产品信息

研究对象为：20 寸铝合金轮毂

规格型号为：00010-2080

产品类别为：硬件

形状与形态：单件/台/套

重量：17.68kg（1 Piece）

2.3 报告目的

本次研究的目的是得到企业生产的铝合金轮毂产品全生命周期过程的碳足迹，为第三方碳足迹认证提供详细信息和数据支持。

碳足迹核算是企业实现低碳、绿色发展的基础和关键，披露产品的碳足迹是天津立中环境保护工作和社会责任的一部分，也是立中车轮集团迈向国际市场的重要一步。本项目的研究结果将为天津立中与铝合金轮毂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：一是天津立中内部管理人员及其他相关人员，二是企业外部利益相关方，如上游铝合金锭供应商、下游车轮毂采购商、地方政府和环境非政府组织等。

2.4 系统边界

系统边界如下图所示：

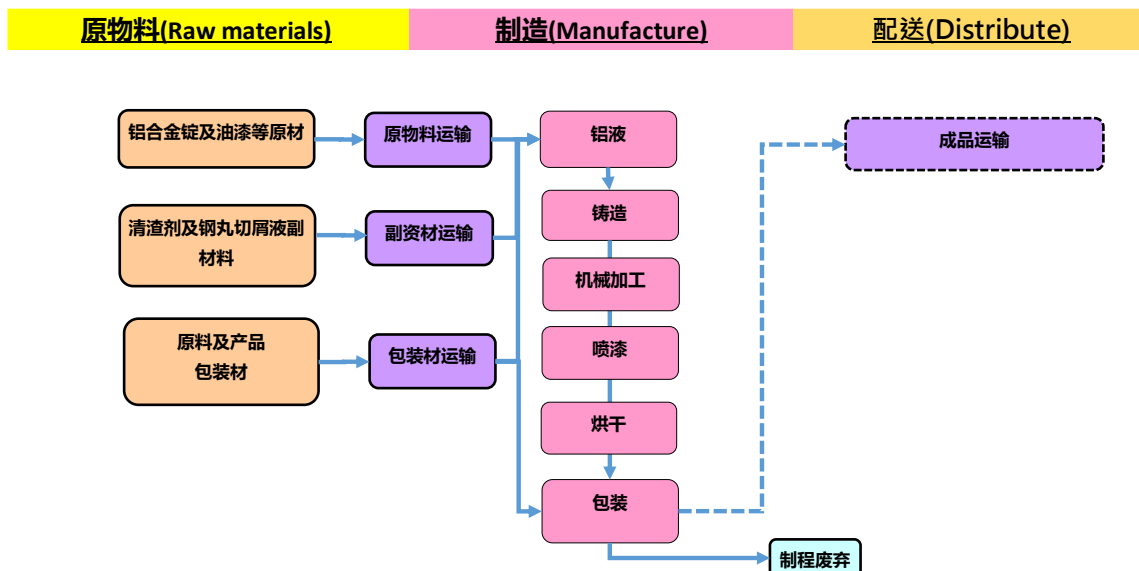


图1 系统边界示意图

在本项目中，产品的系统边界属“从摇篮到大门”（从资源开采到产品出厂）的类型，主要包括目标产品原物料生产、原物料运输、产品生产的能耗资源及成品运输等各阶段，为了实现上述功能单位，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一览表

包含的过程	未包含的过程
<ul style="list-style-type: none"> ➢ a 产品生产的生命周期过程包括：原材料获取+原材料运输+产品生产及运输。 ➢ b 主要原材料生产过程中电力等能源的消耗。 ➢ c 生产过程电力、天然气等能源的消耗。 ➢ d 原材料运输。 ➢ e 次要辅料的运输。 ➢ f 成品的运输及废弃物运输 	<ul style="list-style-type: none"> ➢ a 资本设备的生产及维修 ➢ b 产品的销售和使用 ➢ c 产品回收、处置和废弃阶段

2.5 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 1 只铝合金轮毂（含包装）。

2.6 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：

1. 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%；
2. 大多数情况下，生产设备、厂房、生活设施等可以忽略；
3. 在选定环境影响类型范围内的已知排放数据不应忽略。

2.7 环境影响类型和评价方法

表2 环境影响类型指标一览表

环境影响类型指标	影响类型指标单位	主要清单物质
气候变化	kg CO ₂ eq.	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O...
初级能源消耗	MJ	硬煤, 褐煤, 天然气...
非生物资源消耗	kg Sb eq.	铁, 锰, 铜...
水资源消耗	kg	淡水, 地表水, 地下水...
酸化	kg SO ₂ eq.	SO ₂ , NO _x , NH ₃ ...
富营养化	kg PO ₄ ³⁻ eq.	NH ₃ , NH ₄ -N, COD...
可吸入无机物	kg PM _{2.5} eq.	CO, PM ₁₀ , PM _{2.5} ...
臭氧层消耗	kg CFC-11 eq.	CCl ₄ , C ₂ H ₃ Cl ₃ , CH ₃ Br...
光化学臭氧合成	kg NMVOC eq.	C ₂ H ₆ , C ₂ H ₄ ...

(注：eq 是 equivalent 的缩写，意为当量。例如气候变化指标是以 CO₂ 为基准物质，其他各种温室气体按温室效应的强弱都有各自的 CO₂ 当量因子，因此产品生命周期的各种温室气体排放量可以各自乘以当量因子，累加得到气候变化指标总量(通常也称为产品碳足迹，Product Carbon Footprint, PCF)，其单位为 kg CO₂ eq.。)

基于研究目标的定义，本次研究只选择了气候变化这一种影响类型，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。

2.8 数据质量要求

数据质量代表 LCA 研究的目标代表性与数据实际代表性之间的差异，本报告的数据质量评估方法采用 CLCD 方法。

CLCD 方法对模型中的消耗与排放清单数据，从①清单数据来源与算法；②时间代表性；③地理代表性；④技术代表性等四个方面进行评估，并对关联背景数据库的消耗，评估其与上游背景过程匹配的不确定度。完成清单不确定度评估后，采用解析公式法计算不确定度传递与累积，得到 LCA 结果的不确定度。

2.9 软件与数据库

本评价采用 eFootprint 软件系统，建立了铝合金轮毂生命周期模型，并计算得到 LCA 结果。eFootprint 软件系统是由成都亿科环境科技有限公司研发的在线 LCA 分析软件，支持全生命周期过程分析，并内置了中国生命周期基础数据库（CLCD）、欧盟 ELCD 数据库和瑞士的 Ecoinvent 数据库。评价过程中用到的数据库，包括 CLCD 和 Ecoinvent 数据库，数据库中生产和处置过程数据都是“从摇篮到大门”的汇总数据，介绍如下：

中国生命周期基础数据库（CLCD）由成都亿科环境科技有限公司开发，是一个基于中国基础工业系统生命周期核心模型的行业平均数据库。CLCD 数据库包括国内主要能源、交通运输和基础原材料的清单数据集，其中电力（包括火力发电和水力发电以及混合电力传输）和公路运输相关基础数据被本评价所采用。2009 年，CLCD 数据库研究被联合国环境规划署（UNEP）和联合环境毒理学与化学协会

(SETAC) 授予生命周期研究奖。Ecoinvent 数据库由瑞士生命周期研究中心开发，数据主要来源于瑞士和西欧国家，该数据库包含约 4000 条的产品和服务的数据集，涉及能源、运输、建材、电子、化工、纸浆和纸张、废物处理和农业活动等。

在 eFootprint 软件中建立的 20 寸铝合金轮毂 LCA 模型，其生命周期过程使用的背景数据来源见下表：

表3 背景数据来源一览表

清单名称	所属过程	数据集名称	数据库名称
铝合金锭	20 寸铝合金轮毂 [生产]	铝合金锭 (A356)	display@ike-global.com 0.9
钢丸	20 寸铝合金轮毂 [生产]	碳钢	CLCD-China-ECER 0.8
电力	20 寸铝合金轮毂 [生产]	华北电网电力 (上网电力)	CLCD-China-ECER 0.8
天然气	20 寸铝合金轮毂 [生产]	天然气 (运输后)	CLCD-China-ECER 0.8
自来水	20 寸铝合金轮毂 [生产]	自来水 (工业用)	CLCD-China-ECER 0.8
铁托盘	20 寸铝合金轮毂 [生产]	粗钢平均-碳 钢(电炉钢和 转炉钢平均技 术平均)	2462702802@qq.com 1.1
多层板盖板	20 寸铝合金轮毂 [生产]	pine wood(40% water content)	ELCD 3.0
12 层瓦楞定 位纸板 (出口用)	20 寸铝合金轮毂 [生产]	瓦楞纸板(三 层瓦楞(双瓦 楞))	clcd@ike-global.com 1.1
成品海运	20 寸铝合金轮毂 [生产]	集装箱船运输 (200TEU)	CLCD-China-ECER 0.8
废铁	20 寸铝合金轮毂 [生产]	铸造生铁	CLCD-China-ECER 0.8

三、数据收集与量化

3.1 生产过程

(1) 过程基本信息

过程名称：20 寸铝合金轮毂生产

过程边界：从铝合金等材料经过熔炼、铸造、热处理、机加工、涂装、包装到最后的的产品发运至客户。

(2) 数据代表性

主要数据来源：企业 2021 年实际生产数据

企业名称：天津立中车轮有限公司

产地：中国天津

基准年：2021 年

主要原料：铝合金锭、清渣剂、钢丸、各种粉末涂料、脱脂剂。

主要能耗：电力、天然气、水

(3) 生产工艺如下：

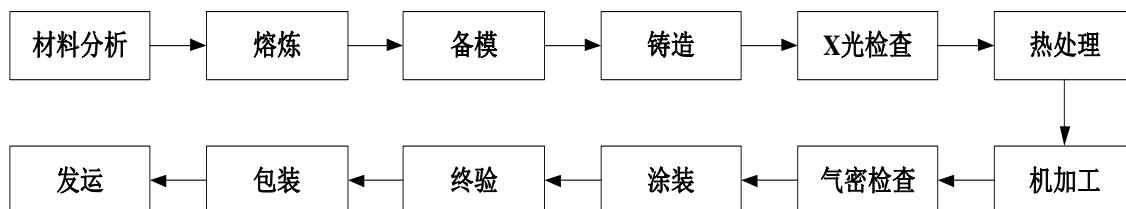


图2 生产工艺示意图

(4) 主要过程清单数据，详见下表：

表4 过程清单数据一览表

类型	清单名称	数量	单位	上游数据来源
产品产出	20 寸铝合金轮毂 (单只重量： 17.68kg)	1	Piece (s)	--
原材料/物料	铝合金锭	18.2	kg	display@ike- global.com 0.9

原材料/物料	清渣剂	0.01	kg	可忽略：重量比<1% 的物料
原材料/物料	钢丸	3.91	g	CLCD-China-ECER 0.8
原材料/物料	切削液	0.02	kg	可忽略：重量比<1% 的物料
原材料/物料	涂料（PPG 棕 灰）	0.08	kg	可忽略：重量比<1% 的物料
原材料/物料	涂料（德国亮克 威泽保护漆）	0.05	kg	可忽略：重量比<1% 的物料
原材料/物料	涂料（PPG 透明 粉）	0.05	kg	可忽略：重量比<1% 的物料
原材料/物料	涂料（擎天黑 粉）	0.07	kg	可忽略：重量比<1% 的物料
原材料/物料	脱脂剂	0.01	kg	可忽略：重量比<1% 的物料
能源	电力	27.16	kWh	CLCD-China-ECER 0.8
能源	天然气	5.48	m3	CLCD-China-ECER 0.8
能源	自来水	112.12	kg	CLCD-China-ECER 0.8
包装	铁托盘	0.3	kg	2462702802@qq.com 1.1
包装	多层板盖板	0.8	kg	ELCD 3.0
包装	单覆膜泡沫纸	0.04	kg	可忽略：重量比<1% 的物料
包装	塑料布	0	kg	可忽略：重量比<1% 的物料
包装	顶层专用护圈	0	kg	可忽略：重量比<1% 的物料
包装	双面塑料护圈	0.01	kg	可忽略：重量比<1% 的物料
包装	12 层瓦楞定位纸 板(出口用)	0.02	kg	clcd@ike-global.com 1.1
包装	打印纸	0	kg	可忽略：重量比<1% 的物料

包装	一次谐波低点标	0	kg	可忽略：重量比<1%的物料
运输	成品海运	111.72	t*km	CLCD-China-ECER 0.8
环境排放	二氧化碳（化石源）[排放到大气（城区近地面）]	11.89	kg	/
环境排放	有机废物（未指定类型）[生产废弃物]	0	kg	/
危险废物	污泥	0.01	kg	可忽略：重量比<1%的物料
危险废物	切削液	0.01	kg	可忽略：重量比<1%的物料
危险废物	废空桶	0	kg	可忽略：重量比<1%的物料
危险废物	漆渣	0.01	kg	可忽略：重量比<1%的物料
危险废物	过滤棉	0	kg	可忽略：重量比<1%的物料
可再生废料	废铁	0.07	kg	CLCD-China-ECER 0.8
可再生废料	废木头	0.06	kg	数据不可得
可再生废料	废托盘	0.01	kg	可忽略：重量比<1%的物料

(5) 过程运输信息

表5 过程运输信息一览表

物料名称	毛重	起点	终点	运输距离	运输类型
顶层专用护圈	2.00E-03kg	保定	天津	236km	货车运输 (18t) -柴油
塑料布	1.00E-04 kg	保定	天津	236km	货车运输 (18t) -柴油
打印纸	1E-05 kg	天津	天津	15km	货车运输 (2t) -柴油
涂料 (擎天黑粉)	0.08 kg	广州	天津	2126km	货车运输 (46t) -柴油

一次谐波低点标	1E-05 kg	保定	天津	212km	货车运输 (8t) -柴油
清渣剂	0.01 kg	徐州	天津	646km	货车运输 (46t) -柴油
漆渣	6.00E-03 kg	天津	天津	40km	货车运输 (18t) -柴油
废铁	0.07 kg	天津	天津	20km	货车运输 (18t) -柴油
钢丸	3.91 kg	淄博	天津	318km	货车运输 (46t) -柴油
铝合金锭	18.2 kg	滨州	天津	155km	货车运输 (46t) -柴油
涂料 (德国亮克威泽保护漆)	0.06 kg	秦皇岛	天津	248km	货车运输 (46t) -柴油
多层板盖板	0.8 kg	秦皇岛	天津	233km	货车运输 (18t) -柴油
切削液	9.00E-03 kg	天津	天津	40km	货车运输 (18t) -柴油
双面塑料护圈	7.00E-03 kg	保定	天津	236km	货车运输 (18t) -柴油
单覆膜泡沫纸	0.04 kg	保定	天津	221km	货车运输 (18t) -柴油
脱脂剂	0.01 kg	北京	天津	155km	货车运输 (46t) -柴油
过滤棉	4.00E-03 kg	天津	天津	40km	货车运输 (18t) -柴油
铁托盘	0.3 kg	天津	天津	1km	货车运输 (2t) -柴油
废空桶	5.00E-03 kg	天津	天津	40km	货车运输 (18t) -柴油
涂料 (PPG 透明粉)	0.06 kg	上海	天津	1049km	货车运输 (46t) -柴油
废木头	0.06 kg	天津	天津	20km	货车运输 (18t) -柴油
涂料 (PPG 棕灰)	0.09kg	天津	天津	14.5km	货车运输 (18t) -柴油
切削液	0.03kg	天津	天津	5.9km	货车运输 (18t) -柴油
废托盘	0.01kg	天津	天津	20km	货车运输 (18t) -柴油
污泥	6.00E-03kg	天津	天津	40km	货车运输 (18t) -柴油

12 层瓦楞定位 纸板（出口 用）	0.02kg	天津	天津	37km	货车运输 (8t) -柴油
-------------------------	--------	----	----	------	------------------

3.2GHG 排放量化

3.2.1 碳足迹识别

表6 碳足迹数据来源一览表

序号	主体	活动内容	活动数据来源
1	铝合金车轮毂 生产过程	原辅材料	供应商数据、数据库
2	铝合金车轮毂 生产过程	能源	生产报表、数据库
3	原辅材料、包装运输	运输	供应商地址、数据库
4	成品及生产废弃物 运输	运输	供应商地址、数据库

3.2.2 生命周期影响

(1) LCA 结果

LCA 结果在 eFootprint 上建模计算了 1Piece(s)20 寸铝合金轮毂的 LCA 结果，计算指标为气候变化（GWP）结果如下：

表7 20 寸铝合金轮毂 LCA 结果一览表

环境影响类型指标	影响类型指标单位	LCA 结果
GWP	kg CO ₂ eq	344.67

(2) 过程累积贡献分析

过程累积贡献是指该过程直接贡献及其所有上游过程的贡献（即原料消耗所贡献）的累加值。由于过程通常是包含多条清单数据，所以过程贡献分析其实是多项清单数据灵敏度的累积。

表8 20 寸铝合金轮毂 LCA 累积贡献结果

过程名称	GWP
------	-----

20 寸铝合金轮毂【生产】	344.67
---------------	--------

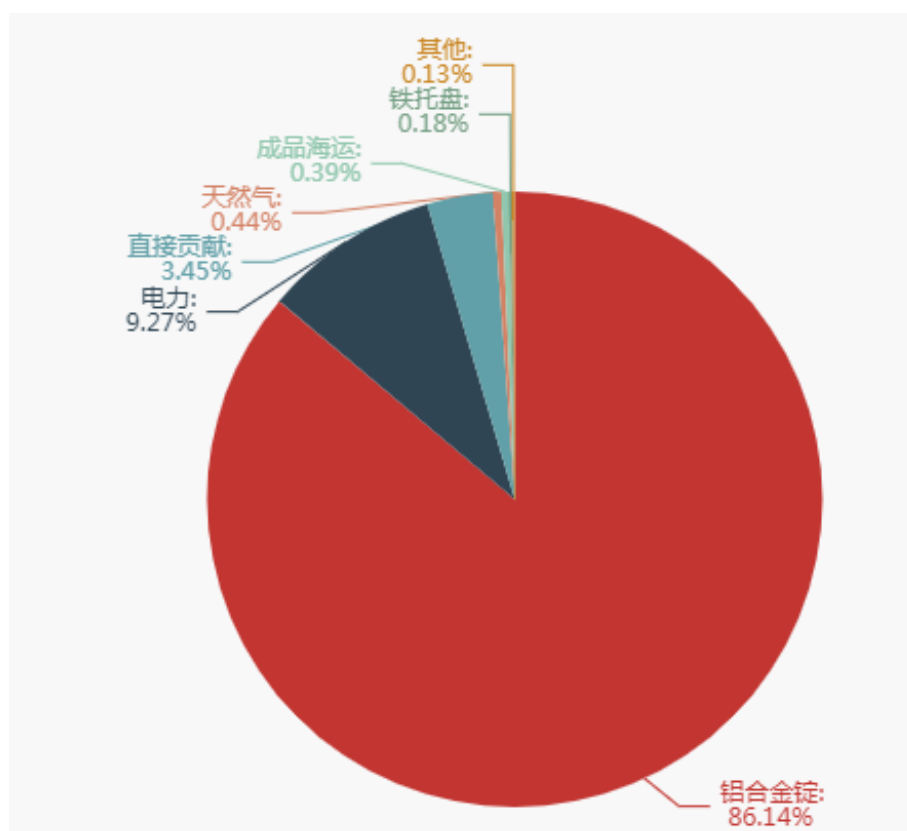


图3 产品生命周期过程累积贡献比例示意图

图3展示了20寸铝合金轮毂生命周期累计碳足迹贡献比例的情况，可知原材料生产过程累积贡献最大，占铝合金轮毂碳足迹的86.14%，电力能源获取过程占总碳足迹的9.27%，直接贡献过程占总碳足迹的3.45%，天然气能源获取过程占总碳足迹的0.44%，成品海运过程占总碳足迹的0.39%，铁托盘过程占总碳足迹的0.18%，而其他过程占总碳足迹的0.13%。

(3) 清单数据灵敏度分析

清单数据灵敏度是指清单数据单位变化率引起的相应指标变化率。通过分析清单数据对各指标的灵敏度，并配合改进潜力评估，从

而辨识最有效的改进点。表中罗列了灵敏度 >0.5% 的清单数据。

表9 清单数据灵敏度表

清单名称	所属过程	GWP
铝合金锭	20 寸铝合金轮毂【生产】	86.19%
电力	20 寸铝合金轮毂【生产】	9.28%
自来水	20 寸铝合金轮毂【生产】	6.20E-03%
二氧化碳 (化石源)	20 寸铝合金轮毂【生产】	3.45%
天然气	20 寸铝合金轮毂【生产】	0.44%
成品海运	20 寸铝合金轮毂【生产】	0.39%
铁托盘	20 寸铝合金轮毂【生产】	0.18%
多层板盖板	20 寸铝合金轮毂【生产】	5.83E-03%
铝合金锭 - 重型柴油货车 运输(46t)-中国	20 寸铝合金轮毂【生产】	0.05%
废铁	20 寸铝合金轮毂【生产】	-0.03%
12 层瓦楞定位纸板(出口用)	20 寸铝合金轮毂【生产】	4.99E-03%
钢丸 - 重型柴油货车运输 (46t)-中国	20 寸铝合金轮毂【生产】	0.02%
多层板盖板 - 重型柴油货 车运输 (18t) -中国	20 寸铝合金轮毂【生产】	6.61E-03%
钢丸	20 寸铝合金轮毂【生产】	2.63E-03%
涂料(擎天黑粉) - 重型 柴油货车运输(46t)-中国	20 寸铝合金轮毂【生产】	2.77E-03%
涂料(PPG 透明粉) - 重 型柴油货车运输(46t)-中国	20 寸铝合金轮毂【生产】	1.00E-03%
单覆膜泡沫纸 - 重型柴油 货车运输 (18t) -中国	20 寸铝合金轮毂【生产】	3.13E-04%
涂料(德国亮克威泽保护 漆) - 重型柴油货车运输	20 寸铝合金轮毂【生产】	2.47E-04%

(46t)-中国		
清渣剂 - 重型柴油货车运输(46t)-中国	20 寸铝合金轮毂【生产】	1.42E-04%
双面塑料护圈 - 重型柴油货车运输 (18t) -中国	20 寸铝合金轮毂【生产】	5.85E-05%
废铁 - 重型柴油货车运输 (18t) -中国	20 寸铝合金轮毂【生产】	5.24E-05%
涂料 (PPG 棕灰) - 重型柴油货车运输 (18t) -中国	20 寸铝合金轮毂【生产】	4.83E-05%
12 层瓦楞定位纸板(出口用) - 中型柴油货车运输 (8t) - 中国	20 寸铝合金轮毂【生产】	3.6E-05%
废木头 - 重型柴油货车运输 (18t) -中国	20 寸铝合金轮毂【生产】	3.89E-05%
脱脂剂 - 重型柴油货车运输(46t)-中国	20 寸铝合金轮毂【生产】	3.08E-05%
铁托盘 - 轻型柴油货车运输 (2t) -中国	20 寸铝合金轮毂【生产】	2.17E-05%
顶层专用护圈 - 重型柴油货车运输 (18t) -中国	20 寸铝合金轮毂【生产】	1.67E-05%
切削液 - 重型柴油货车运输 (18t) -中国	20 寸铝合金轮毂【生产】	1.27E-05%
污泥 - 重型柴油货车运输 (18t) -中国	20 寸铝合金轮毂【生产】	8.5E-06%
漆渣 - 重型柴油货车运输 (18t) -中国	20 寸铝合金轮毂【生产】	8.5E-06%

四、生命周期分析

4.1 假设与局限性说明

(1) 实景数据来源

本次研究在 2022 年 2 月进行企业现场数据的调查、收集和整理工作。为了满足数据质量要求,并确保计算结果的可靠性,在研究过

程中首选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，均取自结账单、BOM 信息或统计报表数据。

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。

（2）背景数据获得性

本次研究部分背景数据不可得，可以近似处理，例如钢丸可以连接数据库碳钢，可再生废料废铁可以连接数据库铸造生铁，多层板盖板可以连接数据库 pine wood 等。

（3）模型一致性

本次采用的产品系统边界属于“从摇篮到大门”（从资源开采到产品出厂）的类型，根据天津立中车轮实际情况，考虑增加成品运输至客户端，系统边界包括目标产品原物料生产、原物料运输、产品生产的能耗资源及成品运输等各阶段。

4.2 完整性说明

为了确保数据的完整性和代表性，对铝合金锭、电力、天然气等上游数据采用 CLCD 数据库，并对企业的生产报表、财务数据、能源消耗台账、生产原材料统计表、BOM 信息等进行收集。

生命周期模型数据如下表：

表10 数据缺失或忽略的物料汇总表

消耗名称	所属过程	上游数据来源	数量单位	重量比	检查结果
涂料 (德国亮克威泽保护漆)	20 寸铝合金轮毂 [生产]	可忽略	0.05kg	0.27%	符合取舍规则
废木头	20 寸铝合金轮毂 [生产]	数据不可得	0.055kg	0.30%	符合取舍规则
涂料 (擎天黑粉)	20 寸铝合金轮毂 [生产]	可忽略	0.07kg	0.38%	符合取舍规则
顶层专用护圈	20 寸铝合金轮毂 [生产]	可忽略	0.002kg	0.01%	符合取舍规则
废空桶	20 寸铝合金轮毂 [生产]	可忽略	0.005kg	0.03%	符合取舍规则
污泥	20 寸铝合金轮毂 [生产]	可忽略	0.006kg	0.03%	符合取舍规则
塑料布	20 寸铝合金轮毂 [生产]	可忽略	0.0001kg	0%	符合取舍规则
打印纸	20 寸铝合金轮毂 [生产]	可忽略	1E-05kg	0%	符合取舍规则
漆渣	20 寸铝合金轮毂 [生产]	可忽略	0.006kg	0.03%	符合取舍规则
涂料 (PPG 棕灰)	20 寸铝合金轮毂 [生产]	可忽略	0.08kg	0.44%	符合取舍规则
双面塑料护圈	20 寸铝合金轮毂 [生产]	可忽略	0.007kg	0.04%	符合取舍规则
废托盘	20 寸铝合金轮毂 [生产]	可忽略	0.012kg	0.07%	符合取舍规则
煤矸石	铝合金锭 [来自数据集]	未定义	0.119kg	0.01%	符合取舍规则
赤泥	铝合金锭 [来自数据集]	未定义	0.0396kg	0%	符合取舍规则
铁合金	钢混合-碳钢 [来自数据集]	未定义	0.0043kg	0%	符合取舍规则
保护渣	钢混合-碳钢 [来自数据集]	未定义	0.0003kg	0%	符合取舍规则

保护渣	钢混合-碳钢 [来自数据集]	未定义	2.7113E-05kg	0%	符合取舍规则
电极	钢混合-碳钢 [来自数据集]	未定义	4.3277E-05kg	0%	符合取舍规则
轧辊	钢混合-碳钢 [来自数据集]	未定义	0kg	0%	符合取舍规则
煤矸石	钢混合-碳钢 [来自数据集]	未定义	1.859E-05kg	0%	符合取舍规则
过滤棉	20 寸铝合金 轮毂 [生产]	可忽略	0.004kg	0.02%	符合取舍规则
涂料 (PPG 透明粉)	20 寸铝合金 轮毂 [生产]	可忽略	0.05kg	0.27%	符合取舍规则
切削液	20 寸铝合金 轮毂 [生产]	可忽略	0.024kg	0.13%	符合取舍规则
清渣剂	20 寸铝合金 轮毂 [生产]	可忽略	0.013kg	0.07%	符合取舍规则
一次谐波低 点标	20 寸铝合金 轮毂 [生产]	可忽略	1E-05kg	0%	符合取舍规则
脱脂剂	20 寸铝合金 轮毂 [生产]	可忽略	0.01kg	0.05%	符合取舍规则
单覆膜泡 沫纸	20 寸铝合金 轮毂 [生产]	可忽略	0.04kg	0.22%	符合取舍规则
沼气抵扣	瓦楞纸板 (再生纸) [来自数据集]	未定义	-0.0001m ³	/	数据缺失
网部保洁剂	瓦楞纸板 (再生纸) [来自数据集]	未定义	5.7008E-07kg	0%	符合取舍规则
浆料杀菌剂	瓦楞纸板 (再生纸) [来自数据集]	未定义	6.1405E-07kg	0%	符合取舍规则
毛布保洁剂	瓦楞纸板 (再生纸) [来自数据集]	未定义	1.7734E-06kg	0%	符合取舍规则
消泡剂	瓦楞纸板 (再生纸)	未定义	2.7408E-06kg	0%	符合取舍规则

	[来自数据集]				
切削液	20 寸铝合金轮毂 [生产]	可忽略	0.009kg	0.05%	符合取舍规则

注：* 重量比=物料重量*数量/产品重量；

* 总忽略物料重量比=数据缺失的重量比+符合取舍规则的重量比。

4.3 数据质量评估结果

报告采用 CLCD 质量评估方法，在 eF 系统上完成对模型清单数据的不确定度评估。为要求数据质量准确度，每个数据需说明来源，凡能证明及佐证数据可信度者均须调查，并将资料妥善保存 5 年，做为往后核查追踪的依据。

通过 CLCD 质量评估方法，对本次研究数据的来源与算法、时间代表性、地理代表性、技术代表性等信息进行比对，LCA 数据质量评估结果详见下表。

表11 LCA 数据质量评估结果

指标名称	缩写（单位）	LCA 结果	结果不确定度	结果上下限（95%置信区间）
气候变化	GWP (kg CO ₂ eq)	344.67	9.41%	[3.12e2,3.77e2]

不确定度误差图：

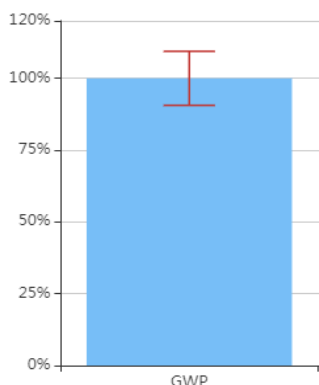


图4 LCA 结果不确定误差示意图

本报告研究类型为气候变化，表中列出了 GWP 数据质量评估结果。

4.4 结论与建议

通过上述分析，20 寸铝合金轮毂碳足迹为 344.67 kg CO₂eq。其中原材料生产过程累积贡献最大，占铝合金轮毂碳足迹的 86.14%，电力能源获取过程占总碳足迹的 9.27%，直接贡献过程占总碳足迹的 3.45%，天然气能源获取过程占总碳足迹的 0.44%，成品海运过程占总碳足迹的 0.39%，铁托盘过程占总碳足迹的 0.18%，而其他过程占总碳足迹的 0.13%。为了减小产品碳足迹，主要需要从原材料获取和产品生产等几个方面发力，建议如下：

(1) 从原材料获取角度来讲，在原材料价位差异不大的情况下，尽量选取原材料碳足迹小的供应商，加强供应链上对供应商的管理和评价，要逐步加大绿色铝，包括采购水电等可再生能源生产的原铝和利用可再生铝生产的铝，从而有效降低原材料获取导致的碳排放。

(2) 从产品生产角度来讲，生产过程的碳排放主要来源于外购电力，其排放量占整个产品生产的碳排放的比例约为 9.27%，因此要尽量减少电力所造成的排放。在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。首先可以进行节能改造以减少工厂的用电量，其次可以根据工厂实际情况建设分布式光伏为厂区提供用电，最后对于无法进一步减少的外购电力，可以通过绿色电力采购的方式进行抵消，从而最大程度实现工厂电力使用清洁化，低碳化。

(3) 从绿色低碳发展意识角度来讲，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) 从推进产业链的绿色设计发展角度来讲，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。

(5) 从分析指标的符合性评价结果以及碳足迹分析、计算结果的基础上来讲，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。

五、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。

刘景允 核查组组长

联合赤道环境评价有限公司

2022 年 3 月 17 日