

报告编号: WIT-LCA-601149636-001

中信戴卡股份有限公司
05522C09A0 型铝轮毂
生命周期评价 (LCA) 报告

杭州万泰认证有限公司

二〇二六年五月十四日



目 录

1 基本信息	3
1.1 报告信息	3
1.2 企业介绍	3
1.3 评估对象信息	4
1.4 编制依据	4
2 生命周期评价概述	5
2.1 生命周期评价定义	5
2.2 LCA 的应用领域	5
3 研究目标与研究范围	5
3.1 研究目标	5
3.2 研究范围	6
3.2.1 评价对象与功能单位	6
3.2.2 系统边界	6
3.2.3 取舍原则与分配原则	7
3.2.4 环境影响指标	7
3.2.5 数据来源与质量控制	8
4 生命周期清单	10
4.1 数据收集与处理	10
4.2 数据来源	10
4.3 数据清单	11
4.3.1 原材料及能源资源输入清单	11
4.3.2 原材料运输阶段	12
4.3.3 产品运输信息	12
4.3.4 主要环境排放清单	12
5 生命周期评价	13
5.1 GaBi 模型	13
5.2 05522C09A0 型铝轮毂生命周期各阶段环境影响分析	15
6 结论和建议	16
6.1 结论	16
6.2 建议	17

1 基本信息

1.1 报告信息

报告名称：中信戴卡股份有限公司 05522C09A0 型铝轮毂生命周期评价（LCA）报告

报告版本：V1.0

编制日期：2026 年 5 月 9 日

报告编号：WIT-LCA-601149636-001

编制单位：杭州万泰认证有限公司

编制人员：李娜

审核人员：俞灵林

批准人员：汪晓东

依据标准：

ISO 14040:2006 环境管理生命周期评价原则与框架

ISO14044:2006 环境管理生命周期评价要求与指南

1.2 企业介绍

中信戴卡股份有限公司（以下简称中信戴卡）是中国中信集团公司于 1988 年投资组建的中国大陆第一家铝车轮制造企业，前身是戴卡轮毂制造有限公司。2007 年 10 月，进行股份制改造，2012 年 8 月，正式更名为中信戴卡股份有限公司。

中信戴卡经历了产品差异化、开拓 OEM 市场、集团化商业模式创新、产业

规模跨越发展及多元化、国际化五个发展阶段，是全球最大的铝车轮和铝制底盘零部件供应商；国内铝车轮出口量第一；全球汽车零部件百强第 42 名；全球铝车轮行业首家灯塔工厂。

1.3 评估对象信息

产品名称：铝轮毂

产品型号：05522C09A0 型

产品图片：



产品说明：该产品为乘用车用铝合金轮毂，轮径 19 英寸，轮宽 7.5 英寸；成品净重 13.52kg（不含包装）；采用低压铸造工艺，主要材料为 A356 铝合金；为产线内产量占比较大的核心主力产品，具有一定的行业代表性与数据外推性。

1.4 编制依据

ISO 14040:2006 环境管理生命周期评价原则与框架

ISO14044:2006 环境管理生命周期评价要求与指南

2 生命周期评价概述

2.1 生命周期评价定义

根据国际标准化组织（简称 ISO）对于生命周期评价的方法具体包括互相联系的 4 个步骤，即目的和范围的确定、清单分析、影响评价以及结果解释，它是一种用于评价产品（或者服务）在其整个生命周期过程中，即从原材料的获取、产品的生产、使用直至产品使用后的处置过程中，对环境产生的影响的技术和方法，是一种“从摇篮到坟墓”或产品“摇篮到大门”的方法。

2.2 LCA 的应用领域

生命周期评价通过考察产品、行业甚至产业链的整个生命周期，对决策过程中的环境因素作出评价，这种评价可以是战略性的，也可以是具体运营和细节操作方面的，从而促使产业内部行为更符合可持续发展的原则。

LCA 在工业部门中的应用有：产品系统的生态辨识与诊断、产品生命周期影响评价与比较、产品改进效果评价、生态产品设计与新产品开发、循环回收管理及工艺设计以及清洁生产审核。

3 研究目标与研究范围

3.1 研究目标

本研究以 1 件 05522C09A0 型铝轮毂为研究对象，依据 ISO14040/ISO14044 标准建立生命周期评价模型。旨在系统性识别、量化该轮毂在“摇篮到大门”阶段的资源能源消耗及环境排放，精准定位生产过程中的环境影响热点

(Hotspots)，从而提出针对性的工艺改进与减排对策，为产品的绿色设计与低碳制造提供科学的数据支撑。

3.2 研究范围

3.2.1 评价对象与功能单位

评价对象为 05522C09A0 型铝轮毂。

功能单位定义为：生产 1 件 05522C09A0 型铝轮毂。所有清单数据均基于此功能单位进行归一化计算。

3.2.2 系统边界

本研究采用“摇篮到大门”（Cradle-to-Gate）的评价模式，系统边界涵盖以下三个阶段：

1、原材料获取阶段：包括铝锭、合金辅料等上游原材料的开采、冶炼及加工；

2、加工生产阶段：包括熔炼、铸造、机械加工、涂装等厂内核心生产工艺，以及生产辅助系统（如供水、供电、供气）；

3、产品运输阶段：包括原材料从供应商至生产工厂的内部物流。

注：产品使用阶段及废弃回收阶段不在本次评价范围内。

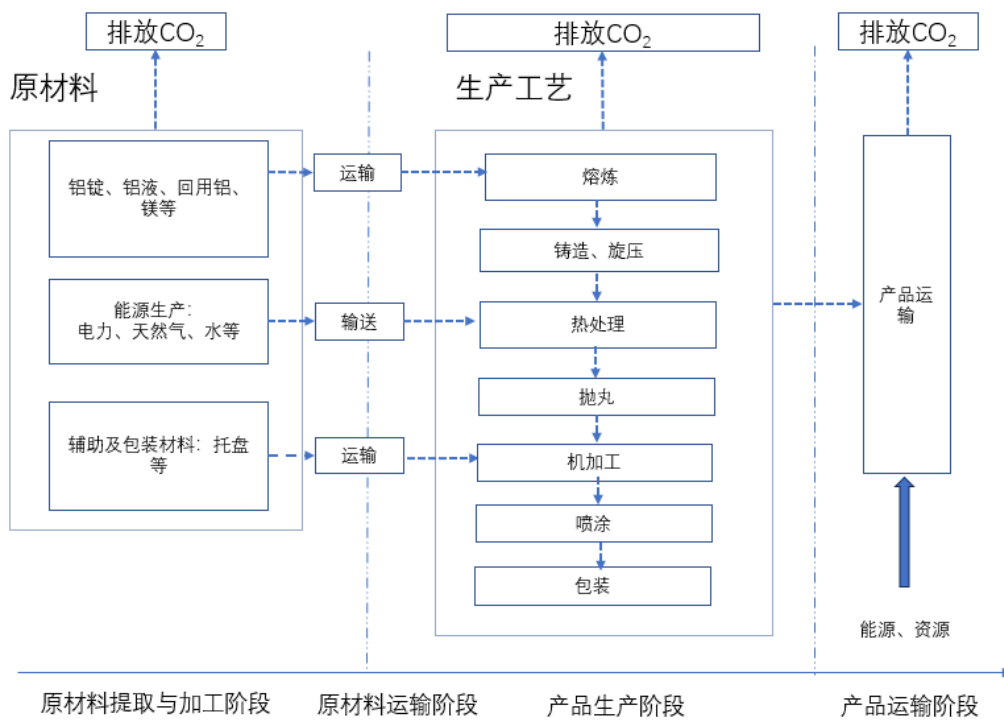


图 3.1 系统边界图

3.2.3 取舍原则与分配原则

取舍原则：依据质量占比进行取舍。对于重量占比小于产品总重量 1%的辅料（如润滑油、切削液等），且其环境影响可忽略不计的，予以排除；所有排除项的总质量不超过系统总投入的 5%。生产厂房建设、员工通勤及办公设备等基础设施产生的环境影响予以忽略。

分配原则：本研究系统边界内主产品为 05522C09A0 型铝轮毂，生产过程中产生的废铝屑等作为废弃物处理或内部回炉，不涉及复杂的多产品共生分配问题，故未采用经济或物理分配法。

3.2.4 环境影响指标

环境影响指标的选择取决于研究的目的，选择时可考虑报告的受众和应用，

如目标市场、客户、相关方所关注的环境问题，以及产品特有的环境影响类型。本研究参考了 ISO 14040/14044 系列标准的最新修订要求，通过综合参考绿色设计产品评价技术规范，最终采用五种特征化评价指标：CML 方法下的全球增温潜势（GWP100 年）、水体富营养化潜势（EP）、酸化潜势（AP）、人体潜在毒性（HTP）和非生物资源消耗（ADP）。这些评价指标都为环境变化与污染类型，其中全球增温潜势为全球影响，其余属于区域影响。

CML 评价方法：由荷兰 Leiden 大学研发的环境评价方法，定量评估特征化和归一化值及权重值，是基于传统生命周期的清单化分析特征化和归一化方法，采用中点分析减少了假设的数量和模型的复杂性，易于操作。表 3.1 位选取环境影响指标详细信息。

表 3.1 环境影响指标选择表

环境影响指标	相关描述	单位
全球增温潜势 (GWP100 年)	度量温室气体的排放量，如 CO ₂ 和甲烷，这些气体的排放增加了地球辐射的吸收，加剧了温室效应	kg CO ₂ 当量
水体富营养化潜势 (EP)	度量由废水排放引发的水体富营养化，水体富营养化潜势是一个化学计算的过程，主要是核算出氮和磷对陆地和海洋系统的影响	kg PO ₃ ³⁻ ₄ 当量
酸化潜势 (AP)	度量引发酸化潜力的环境影响。酸化潜力是由硫、氮和卤族元素的相对分子质量而定的	kg SO ₂ 当量
人体潜在毒性 (HTP)	度量对人体的潜在有害性	kg DCB 当量.
非生物资源消耗 (ADP)	ADP 是非生物资源消耗潜势，用于衡量不可再生能源消耗。	MJ

3.2.5 数据来源与质量控制

数据的质量直接决定了生命周期评价（LCA）结果的可靠性与有效性。本

研究遵循 ISO 14044 标准对数据质量的要求，将数据分为初级数据（Primary Data）和次级数据（Secondary Data）两类，并制定了严格的数据收集与质量控制方案。

(1) 初级数据（现场数据）

初级数据主要来源于中信戴卡股份有限公司提供的实际生产记录，涵盖了 05522C09A0 型铝轮毂生产过程中的物料清单（BOM）、能源消耗（电、天然气等）、水资源消耗以及废弃物产生量等。

- 数据质量说明：该部分数据直接采集自生产车间的计量仪表与 ERP 系统，具有极高的技术相关性与时间相关性，能够真实反映 2025 年该型号产品的实际生产工艺水平。

(2) 次级数据（背景数据）

次级数据主要用于上游原材料（如铝锭、合金辅料）的开采与冶炼、电力生产以及部分运输过程的环境负荷核算。本研究选用了国际权威的 **GaBi 数据库** 作为背景数据来源。

- 数据质量说明：GaBi 数据库包含全球范围内数千种经过严格校验的工业流程数据集。在选取数据时，本研究优先选择了在地理区域（如中国市场或全球平均水平）和技术水平上与实际工艺最匹配的数据集，以确保背景数据的代表性与准确性。

(3) 数据质量控制与评价方法

为确保清单数据的准确性，本研究在建模过程中采取了以下质量控制措施：

- 交叉核对：将企业提供的物料平衡数据与理论消耗量进行比对，确保投入产出逻辑合理。

- 影响评价方法：在生命周期影响评价（LCIA）阶段，采用国际公认的

特征化模型（如 IPCC、CML 等），确保环境影响量化过程的科学性与合规性。

4 生命周期清单

生命周期清单分析（LCI）是 LCA 研究的基础环节，旨在对系统边界内的所有输入（资源、能源、原材料）和输出（产品、废气、废水、固废）进行量化计算。本研究基于第三章确定的目标与范围，对 05522C09A0 型铝轮毂的生产过程进行了详细的数据采集与核算。

4.1 数据收集与处理

本研究的数据收集工作主要围绕中信戴卡股份有限公司的实际生产线展开。

（1）初级数据收集：通过企业现场调研、查阅生产报表及物料清单（BOM），获取了 2025 年度该型号轮毂生产的实际消耗数据。

（2）次级数据选取：针对上游原材料开采、电力生产等背景过程，直接调用 GaBi 数据库中与中国市场或全球平均水平相匹配的标准数据集。

（3）数据处理：所有初级数据均依据功能单位（1 件 05522C09A0 型铝轮毂）进行归一化处理，确保输入输出数据的逻辑平衡。

4.2 数据来源

数据来源包括企业数据（测算过的）、相关的 LCI（时间上的平均）、产品和生产过程说明书（空间上平均、数字平均）。本项目采用 05522C09A0 型铝轮毂生产商提供的实景数据、企业报告数据、标准测算和 GaBi 软件提供的工艺数据。

4.3 数据清单

通过公司收集 05522C09A0 型铝轮毂生产实际工艺数据后，根据数据制作各阶段数据清单表，便于数据在 GaBi 软件中进行操作及相关标准的选择。

05522C09A0 型铝轮毂的生产工艺如下图：

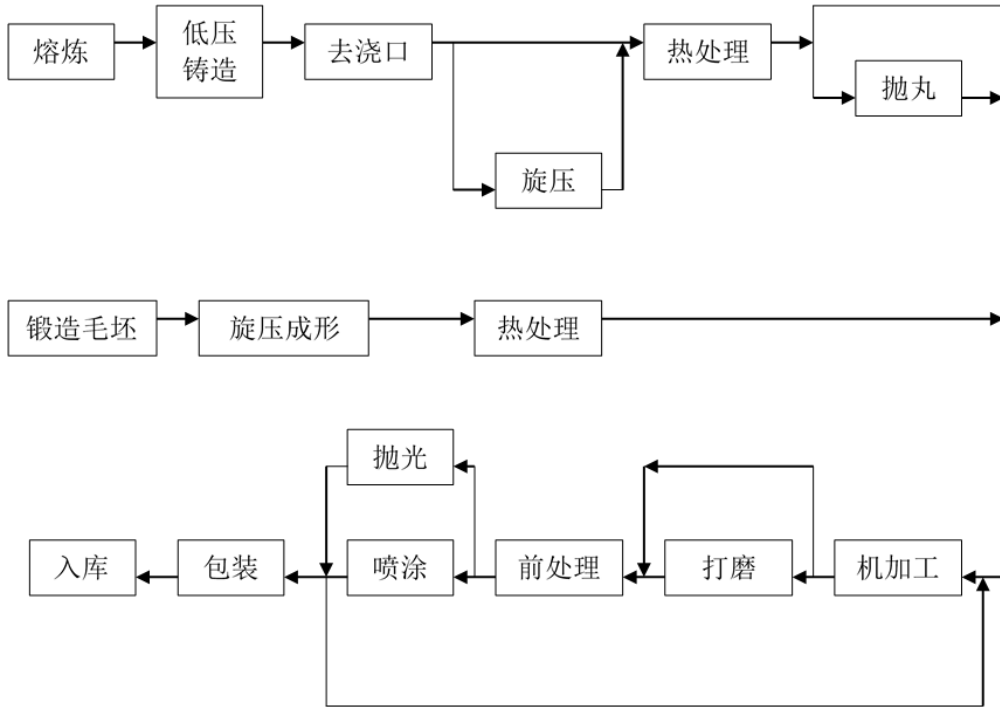


图 4.1 05522C09A0 型铝轮毂生产工艺流程图

4.3.1 原材料及能源资源输入清单

原材料数据来源于企业 2025 年实际消耗量统计，根据“1 件 05522C09A0 型铝轮毂”进行分配，具体数据如下：

表 4.1 生产 05522C09A0 型铝轮毂的原料及能耗清单

类型	清单	数量	单位	材质
产品产出	05522C09A0 型铝轮毂	1	件	铝
原料及能源消耗	铝合金锭	11.0349	kg	/
	镁	0.0041	kg	
	铝液	0.3187	kg	
	回用铝	7.9005	kg	

类型	清单	数量	单位	材质
生产能耗	天然气	0.1159	GJ	/
	电力	9.9894	kWh	
	水	45.2219	kg	/

4.3.2 原材料运输阶段

原材料运输阶段活动水平为运输距离具体如下：

表 4.2 05522C09A0 型铝轮毂的原材料运输清单

物料名称	运输方式	运输活动水平 (kg·km)
原材料运输	汽运	2047.23

4.3.3 产品运输信息

产品运输阶段活动水平为运输距离，由于客户较多，已对数据进行处理，折合 1 件 05522C09A0 型铝轮毂的运输情况，具体数据如下：

表 4.3 05522C09A0 型铝轮毂运输清单

序号	产品	活动水平	单位	运输方式
1	1 件 05522C09A0 型铝轮毂	2825.68	kg·km	陆运
2	1 件 05522C09A0 型铝轮毂	34421.92	kg·km	海运

4.3.4 主要环境排放清单

根据对 05522C09A0 型铝轮毂生产过程的物料平衡分析及现场实测数据，本研究汇总了系统边界内的主要环境排放清单。排放数据主要包括废气排放（直接排放与间接排放）、废水排放及固体废弃物排放。

环境介质	排放物名称	数值	单位	备注/来源
大气排放	甲苯与二甲苯	0.0017	kg	主要来自天然气燃烧
大气排放	氮氧化物 (NO _x)	0.0315	kg	主要来自天然气燃烧
大气排放	颗粒物 (PM)	0.0322	kg	主要来自天然气燃烧
水体排放	化学需氧量 (COD)	0.4071	kg	生产废水处理后排
水体排放	氨氮 (NH ₃ -N)	0.0252	kg	生产废水处理后排

环境介质	排放物名称	数值	单位	备注/来源
固体废弃物	废铝屑/边角料	7.74	kg	厂内回收
固体废弃物	危废	0.1373	kg	委外处理

5 生命周期评价

本研究依据 ISO14044 标准，采用 GaBi 软件对 05522C09A0 型铝轮毂的生命周期环境影响进行量化评价。评价过程主要包括：将第 4 章清单分析阶段收集的数据输入软件，构建各单元过程模型；通过物质流与能量流的关联，将各单元过程连接成完整的产品系统；最后选用国际通用的 CML-IA baseline 评价方法，对各类环境影响指标进行特征化计算。

5.1 GaBi 模型

本研究针对“1 件 05522C09A0 型铝轮毂”的功能单位，构建了从摇篮到大门的系统模型。模型涵盖了原材料获取、原材料运输、产品生产制造及产品运输四个主要阶段。

针对中信戴卡股份有限公司复杂的原辅料供应链，本研究在建模时采取了以下策略：

- 核心工艺建模：基于企业实际生产工艺流程图（图 4.1），对熔炼、铸造、热处理、机械加工及涂装等关键工序进行精细化建模。
- 供应链集成：将上游原材料（如铝锭、合金元素等）的背景数据与生产过程模型进行链接，确保全生命周期数据的完整性。

构建的 GaBi 生命周期评价模型结构如下图所示：

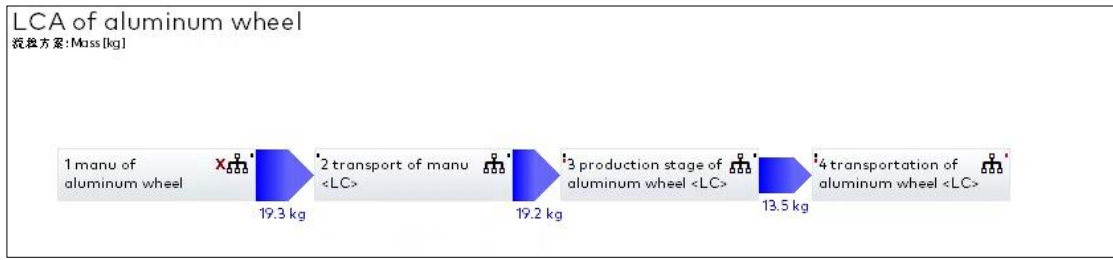


图 5.1 05522C09A0 型铝轮毂生命周期评价 GaBi 总模型

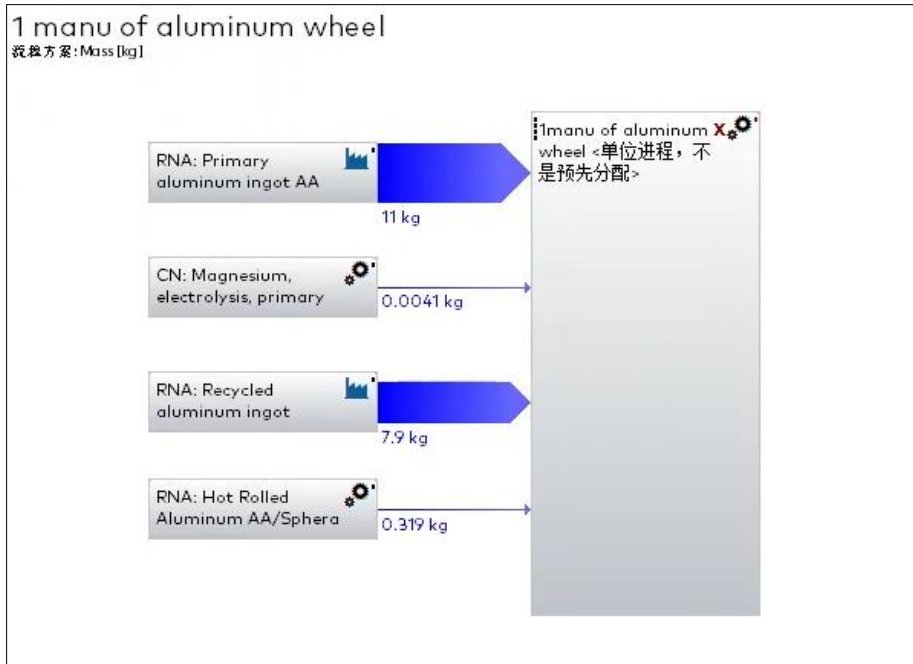


图 5.2 05522C09A0 型铝轮毂原材料生产阶段 GaBi 模型



图 5.3 05522C09A0 型铝轮毂原材料运输阶段 GaBi 模型

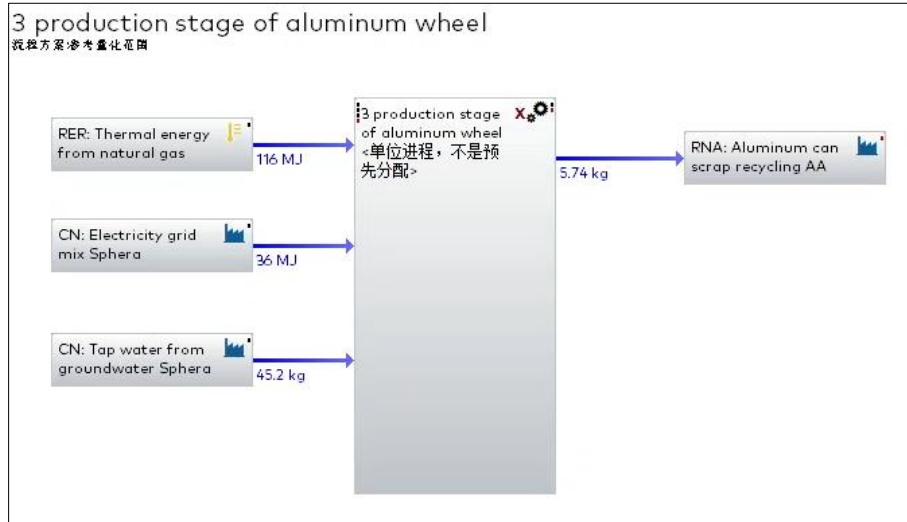


图 5.4 05522C09A0 型铝轮毂产品生产阶段 GaBi 模型

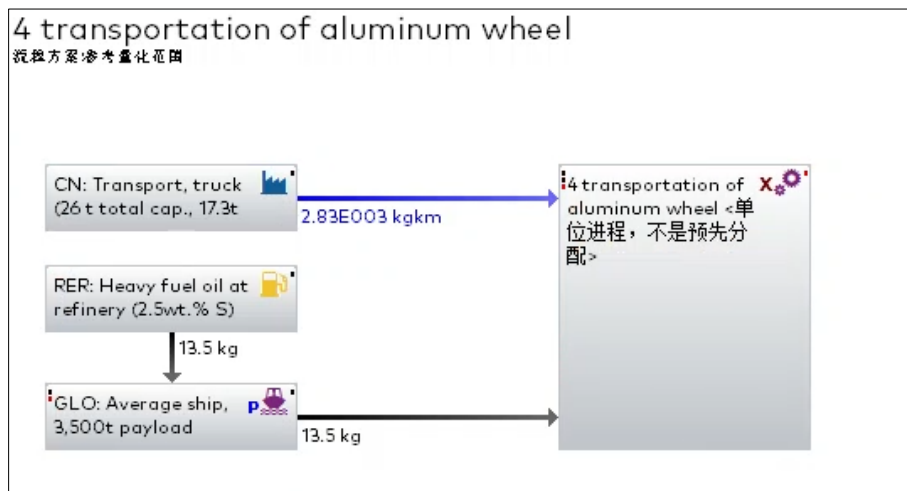


图 5.5 05522C09A0 型铝轮毂产品运输阶段 GaBi 模型

5.2 05522C09A0 型铝轮毂生命周期各阶段环境影响分析

表 5.2 生产 1 件 05522C09A0 型铝轮毂生命周期各阶段环境影响表

特征化评价指标	数据	原材料生产	原材料运输	生产阶段	产品运输阶段	合计
ADP (MJ)	数值	975.69	3.01	257.91	583.63	1820.24
	占比	53.60%	0.17%	14.17%	32.06%	100.00%
AP (kg SO ₂ eq)	数值	0.47	0.00	0.0314	0.02	0.52
	占比	90.08%	0.27%	6.01%	3.64%	100.00%
EP (kg Phosphate eq)	数值	0.03	0.0003	0.0036	0.002	0.035
	占比	82.95%	0.94%	10.16%	5.95%	100.00%

特征化评价指标	数据	原材料生产	原材料运输	生产阶段	产品运输阶段	合计
GWP (kg CO ₂ eq)	数值	99.12	0.22	19.28	8.33	126.95
	占比	78.08%	0.18%	15.19%	6.56%	100.00%
HTP (kg DCB eq)	数值	116.86	0.01	1.43	0.68	118.97
	占比	98.23%	0.01%	1.20%	0.57%	100.00%

6 结论和建议

6.1 结论

根据 GaBi 软件建模进行生命周期环境影响分析，原材料生产阶段 1 件 05522C09A0 型铝轮毂的非生物资源消耗 (ADP) 原材料生产阶段贡献最大，占比 53.60%；酸化潜势 (AP) 原材料生产阶段贡献最大，占比 90.08%；水体富营养化潜势 (EP 原材料) 原材料生产阶段贡献最大，占比 82.95%；全球增温潜势 (GWP100 年) 原材料生产阶段贡献最大，占比 78.08%；人体潜在毒性 (HTP) 原材料生产阶段贡献最大，占比 98.23%。具体详见图 6.1。

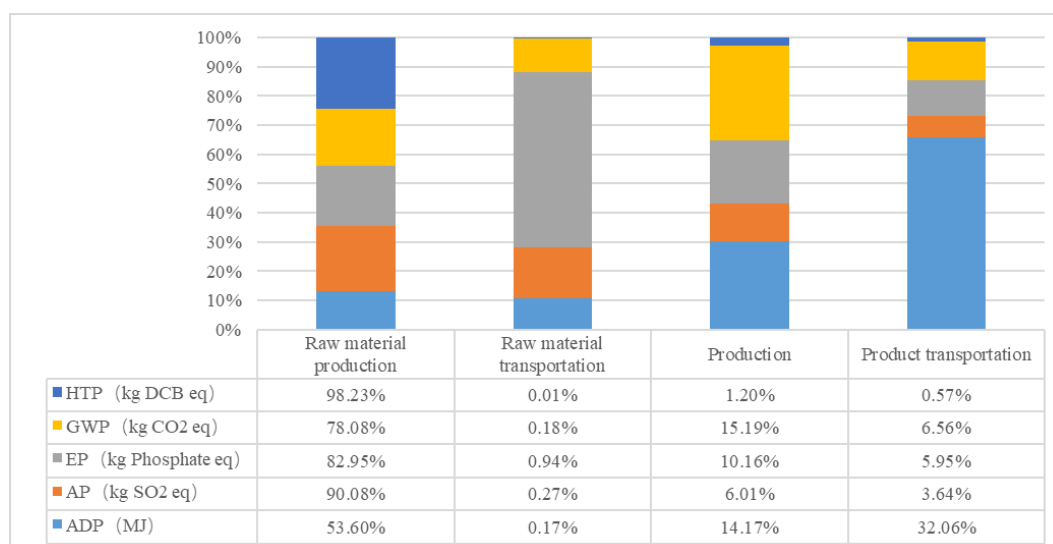


图 6.1 05522C09A0 型铝轮毂生命周期各阶段排放占比

6.2 建议

1、建议利用本次机会，带动上游原、辅材料供应商开展 LCA 评价，将环境友好的理念贯彻于整个供应链中，降低产品全生命周期对环境的影响。

2、根据研究可知，在生产过程中主要物料的使用对环境贡献度较高，公司可从各原料使用量及损耗率等方面进行综合考虑，依据绿色设计的原则，开展相关原、辅材料可替代性的研究。