

# 基于生命周期评价的汽车座椅碳足迹研究

甄琦, 罗红成, 王敬超

(武汉东风鸿泰汽车资源循环利用有限公司, 湖北 武汉 430113)

**摘要:**以某汽车零部件企业汽车座椅产品作为研究对象,依据 PAS 2050:2011,基于全生命周期方法评价产品从“摇篮”到“大门”的整个周期内的碳排放及环境影响情况。评价结果表明,汽车座椅全生命周期碳足迹为 61.38kgCO<sub>2</sub>e,其中原材料获取阶段是温室气体(GHG)主要排放过程,占 GHG 排放量的 94.2%;产品生产阶段占 GHG 排放量的 5.8%。降低汽车座椅碳足迹的措施是轻量化、减少钢材等原材料的使用,优化生产阶段加工工艺,提高清洁能源使用比例。

**关键词:**汽车座椅;碳足迹;温室气体;全生命周期

**中图分类号:**U46 **文献标识码:**A **文章编号:**1674-957X(2023)03-0103-03

## Research on Carbon Footprint of Automobile Seat Based on Life Cycle Assessment

Zhen Qi, Luo Hong-cheng, Wang Jing-chao

(Wuhan Dongfeng Hongtai Automobile Resource Recycling Co., LTD, Hubei Wuhan 430113)

**Abstract:**Based on PAS 2050:2011, the carbon emission and environmental impact of a single car seat product from an auto parts company in the whole cycle from "cradle" to "gate" were evaluated based on the whole life cycle method. The results showed that the carbon footprint of car seat was 61.38kgCO<sub>2</sub>e, and the raw material acquisition stage was the main greenhouse gas (GHG) emission process, accounting for 94.2% of GHG emissions. The production stage accounted for 5.8% of GHG emissions. The measures to reduce the carbon footprint of car seats are lightweight, reducing the use of raw materials such as steel, optimizing the processing technology in the production stage, and increasing the proportion of clean energy use.

**Key words:**Car seat; Carbon footprint; Greenhouse gases; Full life cycle

DOI:10.19475/j.cnki.issn1674-957x.2023.03.026

### 0 引言

二氧化碳等温室气体排放所引起的气候变暖问题日益严峻,已引起世界各国和公众的普遍关注<sup>[1-2]</sup>。随着全球范围内有关温室气体减排的规制日益严格,针对碳排放问题的众多挑战与机遇并存于企业生产和经营管理之中。汽车行业作为国民经济支柱性产业,产业链长、覆盖面广、带动性强,是推动上下游产业链碳中和的重要抓手,正在对包括能源、材料、环境以及人类自身在内的整个生态系统造成越来越大的影响。与发达国家相比,我国单车碳排放强度高、低碳竞争力薄弱。与此同时,国际上正在建立以生命周期碳排放为基础的“碳贸易壁垒”,促使全球车企和零部件供应商积极践行减碳、脱碳,低碳化竞争和博弈将愈发激烈。谁能尽早提高碳生产率、降低碳足迹,谁就赢得低碳竞争优势。

为应对国内外汽车碳排放相关政策法规要求,零部件碳排放指标势必成为车企采购环节的重要考虑因素之一。开展汽车零部件生命周期评价(Life Cycle Assessment, LCA)是未来汽车行业的发展趋势。不仅为企业的低碳研发和绿色设计提供决策支持,也是促进产品绿色营销、提升企业低碳竞争力的有效途径<sup>[3-4]</sup>。采用 LCA 评价方法对零部件产品从原材料获取到产品生产、运输、使用、回收至废弃的全过程进行分析,有助于掌握产品全生命周期阶段的能源消耗和环境污染现状,识别温室气体减排机会,改善产品设计方案<sup>[5-6]</sup>。

本研究依据英国协会标准公众可获取的规范 PAS 2050:2011《商品和服务在生命周期内的温室气体排放评价规范》,对某汽车零部件企业汽车座椅产品采用生命周期的方法进行碳足迹评价,分析各过程单元温室气体及污染物排放情况,以期为零部件材料选择和工艺设计以及生产过程的节能减排和绿色制造提供科学依据,并为汽车零部件企业的低碳转型升级提供参考。

### 1 汽车座椅碳足迹评价

#### 1.1 系统边界确定

功能单位是用来作为基准单位的量化的产品系统性能。本研究选定某汽车零部件企业生产的单个汽车主驾驶座椅作为评价功能单位(如图 1 所示),数据采集周期为一年。



图 1 汽车主驾驶座椅示意图

在实际核算过程中,首先需要确认零部件产品的系统

作者简介:甄琦(1986—),男,中级工程师,本科,研究方向为汽车零部件及资源综合利用。

边界。产品生命周期碳排放的系统边界包括原材料获取、半成品及产品生产、回收处理等全过程,包括各个生命周期过程中的输入以及对环境排放的输出。汽车座椅生命周期系统边界如图2所示<sup>[7]</sup>。

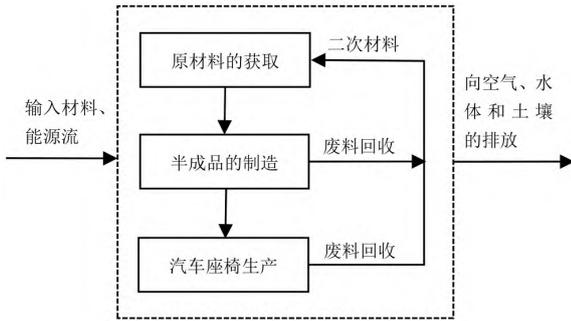


图2 汽车座椅生命周期系统核算边界

### 1.2 简化评价

根据1.1中所确定的系统边界,考虑数据获取的实际约束条件,做出以下几点简化说明<sup>[8]</sup>:

- (1) 产品使用、回收处理阶段数据难以量化和监测,获取数据存在困难,故本研究不计入统计分析范围。
- (2) 原材料及产品运输碳排放及环境的影响较小,小于0.01%,可忽略不计。

### 1.3 计算方法

汽车座椅单位功能产品生命周期碳排放量按式(1)进行计算:

$$C_{Total} = C_{Materials} + C_{Production} \quad (1)$$

式中:  $C_{Total}$ —产品生命周期碳排放量,  $kgCO_2e$ ;  $C_{Materials}$ —原材料获取阶段碳排放量,  $kgCO_2e$ ;  $C_{Production}$ —产品生产阶段碳排放量,  $kgCO_2e$ 。各阶段碳排放计算方法按式(2)计算:

$$C_i = \sum (Q_{ij} \times CEF_{ij}) \quad (2)$$

式中:  $Q_{ij}$ —阶段  $i$  中清单物质/能源  $j$  的量;  $CEF_{ij}$ —阶段  $i$  涉及的物质/能源  $j$  的碳排放系数;

### 1.4 生命周期清单分析

根据既定系统边界,对汽车座椅原材料获取、产品生产等过程单元中资源消耗、能源消耗、环境排放进行原始数据收集。收集过程按照以下2个步骤进行,最终得到某型号主驾座椅总成的清单结果,如表1所示。

(1) 初级活动水平数据。通过企业调研、上游厂家提供等途径进行收集,如资源能源消耗包括原材料、油品、天然气、电力等。需要深入企业研发中心、生产车间调研、采集、获取座椅BOM表、零部件生产制造能耗数据等方面的清单数据。

(2) 次级活动水平数据。无法从实际调研过程中获得的数据,采用代表中国国内平均生产水平的公开生命周期数据或相关科技文献数据进行替代。

表1 生产单个汽车主驾座椅材料和能源输入清单

过程	材料、能源名称	单位	量
原材料获取	钢铁	kg	15.66
	聚氨酯	kg	3.54
	电力	kWh	6.68
产品生产	汽油	kg	$2.18 \times 10^{-3}$
	天然气	$m^3$	$1.81 \times 10^{-2}$

表2 产品生产不同能源碳排放因子

能源品种	单位	量
电力	$tCO_2/MWh$	0.5257
汽油	$tCO_2/t$	2.925
天然气	$tCO_2/万Nm^3$	21.65

### 1.5 影响评价

影响评价是指对清单分析阶段所识别的环境影响进行定量或定性的表征评价,确定产品系统的物质、能源交换对其外部环境的影响。影响评价包括:影响类型、类型参数及特征化模型的选择;生命周期清单结果的分配;清单数据特征化;指标结果归一化。

在系统边界及数据清单分析基础上,对汽车座椅生命周期各阶段所产生的不同环境影响进行评价。选取全球增温潜势(GWP)、酸化潜值(AP)、富营养化潜值(EP)、光化学毒性(POCP)作为环境影响评价指标,环境影响评价结果见表3。汽车座椅生命周期各阶段对环境影响最大的是GWP,其次是AP。

表3 汽车座椅环境影响特征化

环境影响类型	单位	原材料获取阶段	产品生产阶段
温室效应(GWP)	$kgCO_2e$	57.82	3.56
酸化(AP)	$kgSO_2e$	0.20	$3.58 \times 10^{-2}$
富营养化(EP)	$kgPO_4^{3-}e$	$1.3 \times 10^{-2}$	$2.0 \times 10^{-3}$
光化学毒性(POCP)	$kgC_2H_4e$	$7.66 \times 10^{-3}$	$1.4 \times 10^{-3}$

## 2 生命周期评价结果解释

### 2.1 全球增温潜势

汽车座椅生命周期各阶段的全球增温潜势如图3所示,产品全生命周期碳足迹为  $61.38kgCO_2e$ 。原材料获取阶段温室气体排放  $57.82kgCO_2e$ ,占全生命周期碳足迹的94.2%。其中,钢铁材料生产贡献碳排放64.45%,聚氨酯材料生产贡献碳排放35.55%。产品生产阶段温室气体排放为  $3.56kgCO_2e$ ,占全生命周期碳足迹的5.8%。其中,电力间接排放占98.72%,天然气排放占1.10%,油品排放占比0.18%。

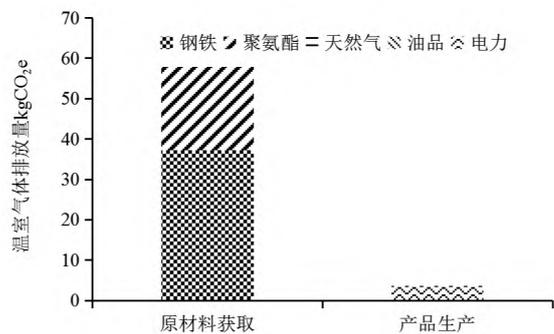


图3 汽车座椅生命周期各阶段温室气体排放

### 2.2 酸化潜值



图4 汽车座椅生命周期各阶段酸化潜值

汽车座椅生命周期各阶段的酸化潜值如图4所示。可以看到,钢铁、聚氨酯等原材料的获取阶段产生的酸化潜值最大,贡献了总量的84.9%;生产阶段酸化潜值占总量的15.1%。

### 2.3 富营养化潜值

生命周期各阶段的富营养化潜值如图5所示。由图可知,汽车座椅原材料获取阶段产生的富营养化潜值最大,占总量的84.5%;生产阶段富营养化潜值占总量的15.5%。

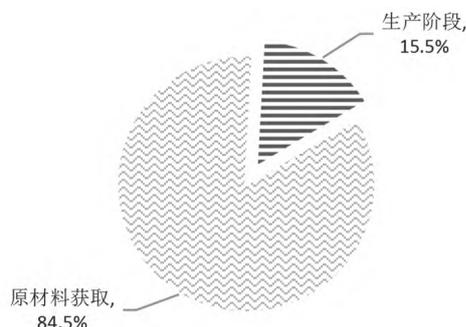


图5 汽车座椅生命周期各阶段富营养化潜值

### 2.4 光化学毒性

汽车座椅生命周期各阶段的光化学毒性如图6所示。由图可知,原材料的获取阶段产生的光化学毒性最大,贡献了总量的86.4%;生产阶段光化学毒性占总量的13.6%。

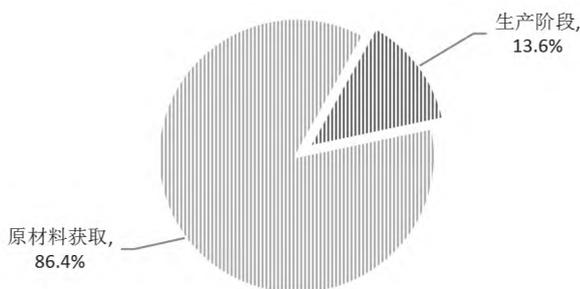


图6 汽车座椅生命周期各阶段光化学毒性

### 2.5 重大环境问题识别

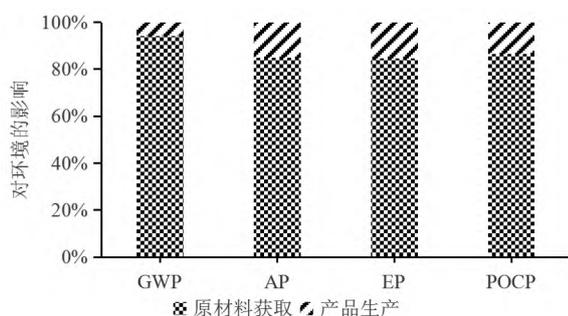


图7 汽车座椅生命周期各种类型环境影响当量

通过对环境影响评价结果解释,可以识别生命周期各阶段的重大环境问题。图7展示了汽车座椅产品生命周期阶段对环境影响的百分比。GWP、AP、EP、POCP这4种类型的环境影响指标中,均是原材料获取阶段的贡献最大,占相应环境影响总量的84.5%—94.2%。生产阶段对

GWP、AP、EP、POCP的环境影响总量的贡献为5.8%—15.5%。主要原因是钢铁、聚氨酯等原材料的获取阶段对各类环境影响贡献较大。

因此,作为汽车的组成部分,从节能、环保的角度出发,在保证汽车座椅产品安全性能的基础上采用镁合金、铝合金等轻质金属<sup>[9]</sup>,减少金属材质的使用或者提高金属的回用率是很有必要的。对于生产阶段所产生的环境影响,可通过加工工艺的优化,提高生产过程中可再生能源使用比例,从而有效降低温室气体及其他污染物排放。

## 3 结论

依据生命周期评价方法,对某型号汽车主驾座椅生命周期碳排放及环境影响评价结论如下:

(1)汽车座椅全生命周期碳足迹为61.38kgCO<sub>2</sub>e,其中原料获取过程是温室气体主要排放过程,占总排放量的94.2%,产品生产过程占总排放量的5.8%。

(2)原材料获取阶段是产品生命周期中环境影响的主要贡献者,对GWP、AP、EP、POCP的贡献率为84.5%—94.2%。建议通过座椅轻量化,减少钢材的使用,合理选择资源耗竭系数小的材料替代现有材料,提高材料的回用率等方式降低原材料获取阶段的二氧化碳及污染物排放。

(3)生产阶段对环境的影响主要来源于电力使用带来的间接污染排放。建议通过工艺参数优化,采用先进加工工艺,提高清洁能源使用比例等方法来实现生产阶段的节能减排。

### 参考文献:

- [1] Yuan Z W, Zhu Y N, Shi J K, et al. Life-cycle Assessment of Continuous Pad-dyeing Technology for Cotton Fabrics[J]. The International Journal of Life Cycle Assessment, 2013, 18(3): 1-4.
- [2] 耿涌, 董会娟, 郝凤明, 等. 应对气候变化的碳足迹研究综述[J]. 中国人口·资源与环境, 2010, 20(10): 6-12.
- [3] 龙苏华, 赵松岭. 汽车零部件生命周期评价研究[J]. 汽车零部件, 2019, 07: 50-53.
- [4] 陈效儒, 李响, 董海波, 等. 基于生命周期评价的汽车零部件绿色制造[J]. 环境工程, 2015, 12: 116-120.
- [5] 张雷, 徐国浩, 张伟伟, 等. 汽车副仪表板本体总成的生命周期评价[J]. 汽车工程学报, 2015, 5(4): 263-269.
- [6] 姜雪, 李小平, 董珑丽, 等. LCA在产品生命周期环境影响评价中的应用[J]. 中国人口·资源与环境, 2014, 24(5): 188-191.
- [7] 徐家明, 龚俊川. 零部件生命周期碳排放核算技术研究[J]. 汽车实用技术, 2021, 15: 187-190.
- [8] 赵国杰, 游亚杰, 黄起帅. 基于生命周期评价的瓦楞原纸产品碳足迹评价[J]. 中国造纸, 2021, 40(8): 40-44.
- [9] 丁美娟. 汽车座椅轻量化研究进展[J]. 汽车零部件, 2021, 40(8): 87-90.