

汽车零部件生命周期评价研究

龙苏华¹, 赵松岭²

(1. 奇瑞汽车股份有限公司材料工程部, 安徽芜湖 241009;

2. 奇瑞商用车研究院电子电器部, 安徽芜湖 241009)

摘要: 应用中国汽车生命周期评价系统 (CALCA), 对某车型左 B 柱生命周期进行评价, 识别生命周期不同阶段的重大环境问题。

关键词: 生命周期评价; 左 B 柱; 环境影响

中图分类号: U46 **文献标志码:** B **文章编号:** 1674-1986 (2019) 07-050-04

Research of Automobile Life Cycle Assessment

LONG Suhua¹, ZHAO Songling²

(1. Materials Engineering Department, Chery Automobile Co., Ltd., Wuhu Anhui 241009, China;

2. Electronic and Electronic Department, Chery Commercial Vehicle Research Institute, Wuhu Anhui 241009, China)

Abstract: The Chinese Automobile Life Cycle Assessment system (CALCA) was used to evaluate the life cycles of the left B-pillar, and the major environmental problems at different stages of the life cycle were identified.

Keywords: Life cycle assessment; Left B-pillar; Environmental impact

0 引言

随着人们生活水平的不断提高, 汽车产品正由“奢侈品”逐步转变为“消费品”。2018 年我国汽车产销总量虽比 2017 年有所下降, 但是也分别达到了 2 780.92 万辆和 2 808.06 万辆^[1], 我国俨然已进入汽车产销大国的行列。由此所导致的资源、能源的消耗以及环境污染等问题也非常严重, 如何有效解决这一问题不仅是我国也是世界其他汽车产销大国面临的难题。寻找有效的能源及环境管理工具来量化并客观进行能源及环境管理势在必行, 而生命周期评价 (Life Cycle Assessment, LCA) 正适合于此。LCA 是评估产品过程或其活动给环境带来的负担的客观评价方法, 其本质是检查、识别和评估某种材料、过程、产品或系统在其整个生命周期中的环境影响^[2]。

纵观国际上其他主要汽车企业, 都开展了 LCA 的广泛研究并建立成熟的生命周期评价系统, 为企业应对政策法规要求、开发更加优秀的产品提供了有力支撑。

欧盟 2013 年提出建立“绿色产品统一市场”政策, 并提出基于 LCA 方法的产品环境足迹 (PEF) 方法, 计划将 LCA 纳入 2022 年的有害物质法规, 2018 年提交了最终法案。美国环境保护局 (EPA) 计划将 LCA 纳入到 2025 年的汽车排放法规^[3]。我国近年来也陆续颁布并实施了一些政策文件^[4], 逐渐强化产品全生命周期绿色管理, 建立绿色制造体系, 设立产品生态 (绿色) 设计示范企业等。由此可见, 开展汽车及其零部件生命周期评估是未来汽车行业的发展趋势, 这不仅为汽车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、提升企业绿色竞争力的有效途径。

收稿日期: 2017-10-31

作者简介: 龙苏华 (1977—), 女, 硕士, 工程师, 研究方向为汽车产品有害物质管控及绿色设计。E-mail: longsuhua@mychery.com。

1 生命周期评价 (LCA) 简介

生命周期是指产品系统中前后衔接的一系列不同阶段, 从原材料的生产或自然资源的获取, 直至最终处置。国际标准化组织将 LCA 定义为对一个产品系统的生命周期中输入、输出及其潜在环境影响的汇编和评价 (ISO14040: 2006)^[5]。如图 1 所示, ISO14040 规定 LCA 的技术框架为 4 个阶段: 目的和范围的确定、清单分析 (Life Cycle Inventory, LCI)、影响评价 (Life Cycle Impact Assessment, LCIA), 以及每个阶段都要开展的结果解释。

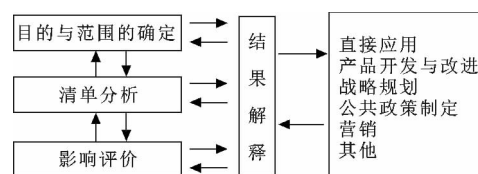


图 1 LCA 评估框架

目的和范围的确定是说明开展生命周期评价的目的、研究结果的应用领域和确定研究系统边界。LCI 是对所研究系统中输入和输出数据建立清单的过程, 包括数据收集、定量计算、研究系统的资源及能源消耗和污染物排放; LCIA 是在清单分析的基础上, 进一步评价系统与外界物质的能量交换对环境产生的潜在影响。结果解释是基于 LCI 与 LCIA 的结果, 给出与研究目标及范围相一致的结论与建议。

本文作者以某车型左 B 柱为研究对象，对其进行生命周期进行评价研究，并对评价结果进行解释，识别左 B 柱全生命周期的重大环境影响问题。

2 研究方法

按照生命周期评价方法，依据 ISO14040 和 ISO14044 等标准的相关规定，采用 SimaPro8 进行产品系统建模和数据分析，并利用 CALCA (Chinese Automobile Life Cycle Assessment system, 中国汽车生命周期评价系统) 数据库与 Ecoinvent3 数据库对该车型左 B 柱生命周期的环境影响进行评价。

2.1 目的和范围的确定

2.1.1 目的

主要研究目的如下：

- (1) 评估该车型左 B 柱生命周期不同阶段在 GWP (Global Warming Potential)、AP (Acidification Potential)、POCP (Photochemical Oxidation Potential)、EP (Eutrophication Potential) 和 ODP (Ozone Depletion Potential) 等 5 个方面的环境影响；
- (2) 分析不同类别环境影响在生命周期各阶段的贡献；
- (3) 左 B 柱不同原材料获取阶段对 GWP、AP、POCP、EP 和 ODP 等 5 个方面的环境影响。

2.1.2 功能单位确定

功能单位是用来作为基础单位的量化的产品系统性能。本文作者选定的功能单位为一个左 B 柱产品，质量为 4 kg，涉及主要原材料有冷碳钢、碳钢、热成型钢等材料。

2.1.3 系统边界确定

系统边界的确认对数据收集要求、难度系数、数据质量等影响很大。如图 2 所示，零部件生命周期系统边界包括原材料的获取阶段、零部件生产阶段等生命周期阶段。边界中考虑了从原材料生产地到生产厂以及生产阶段废弃物到回收处理厂的实际运输方式和距离，考虑了生产阶段的产品及半成品厂内运输方式和距离，不包含现场建筑、机械设备等基础设施的生产制造过程。

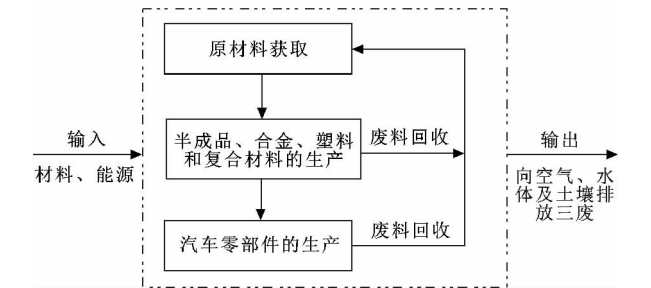


图 2 左 B 柱生命周期系统边界

2.2 数据清单建立

依据系统边界收集数据，数据分为基础数据和生产数据：基础数据来自 CALCA (中国汽车生命周期评价系统)，主要是原材料生产相关的数据，如矿石开采、运输、炼铁、能源消耗及排放等钢铁材料的生产过程数据；生产数据主要是零部件生产过程所需的原材料、辅助材料、包装物、能源消耗以及三废排放等相关数据，主要内容及要求见表 1。左 B 柱是由一级供应商生产供货，主要由 B 柱加强板本体及螺母焊接而成，生产过程主要涉及焊接、冲压。另外，由于时间及其他因素的限制，文中研究的零部件生产数据只收集到一级供应商。

表 1 数据收集内容及要求

序号	数据类型	说明	备注
1	产品材料组成	产品材料构成/材料名称/质量/材料占产品的比例（若只有一种材料，占比是 100%）、产品包装材料构成/材料名称/质量/材料占产品的比例（若只有一种材料，占比是 100%）、产品主要工艺流程图（如冲压、焊接、涂装等）	
2	输入能源资源使用	生产此产品所使用的各种能源，如电力、天然气、汽油、柴油、水蒸气、燃料油（锅炉油）、各种能源供应商（电力供应商指供电所）、运输方式（陆运、水运、空运）、运输距离等	如果某车间生产不止一种产品，可以根据产量分配用量
3	输入主要原料（指生产此产品所投入的所有原料中，最后会成为此产品的一部分的原料）	生产单件产品时各工序所投入的材料质量、材料利用率、材料成分及比例、供应商、运输方式、运输	
4	输入辅助原料（指工厂内所有使用但最后不会出现在该产品上的原料）	生产投入（此项产品生产需使用的原物料，如化学品、气体、冲压油、润滑油、清洗剂、电镀液等）；厂务投入-全厂性（含纯水、超纯水处理的化学品投入）；废水、废气处理的投入-全厂性（化学品、酸、碱、活性炭等）〔废气燃烧、废弃物自行焚化处理等燃料消耗量，请计为（能源投入）部分〕	这里的全厂指的是一个车间

续表 1

序号	数据类型	说明	备注
5	投入包装	生产此产品使用到的包装材料, 比如包装膜、包装袋、标签等的材料名称、质量、包装量 (单个包装物包多少产品或次包装物)、供应商、运输方式等	
6	产出废气	针对此产品的期间生产量因制程产生的空气污染物 (氮氧化物、CO、颗粒物、PM、二氧化硫、非甲烷总烃、二甲苯), 浓度按照直接检测值	可以根据产量分配, 获取此产品的排放量
7	产出废水	针对因此产品生产而产生的废水污染物 (BOD、COD、氨、氨氮、总氮、总磷、磷酸盐、固体悬浮物、石油类)	
8	产出固废	产出废物类型、处理方式 (回收公司、自行处理等)	

2.3 影响评价

依据此次评价的目的及范围, 在系统边界及数据清单分析的基础上, 采用莱顿大学环境科学中心开发的 CML2001 评价

方法对左 B 柱生命周期各阶段所产生的不同环境影响进行评价, 包括 GWP、AP、POCP、EP 和 ODP 等 5 个方面。环境影响见表 2。

表 2 左 B 柱环境影响评价结果

环境影响类型	原材料获取阶段			零部件生产阶段		
	碳钢	热成型	冷锻钢	液压油	生产	总值
GWP(以 CO ₂ 计) /kg	7.13×10^{-1}	1.00×10	9.27×10^{-2}	1.11×10^{-3}	1.40	1.22×10
AP(以 SO ₂ 计) /kg	3.34×10^{-3}	6.00	4.12×10^{-2}	6.31×10^{-6}	4.28×10^{-3}	6.05
POCP(以 C ₂ H ₄ 计) /kg	1.27×10^{-4}	4.09×10^{-3}	2.99×10^{-5}	2.19×10^{-7}	1.61×10^{-4}	4.41×10^{-3}
EP(以 PO ₄₃ 计) /kg	2.04×10^{-2}	1.67	1.07×10^{-2}	3.76×10^{-7}	3.22×10^{-4}	1.70
ODP(以 CFC-11 计) /kg						

由表 2 可知, 左 B 柱生命周期各阶段对环境影响贡献最大的是 GWP, 其次是 AP, 而 ODP 无影响。

3 结果解释

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 3 展示了左 B 柱生命周期阶段对环境影响的百分比。

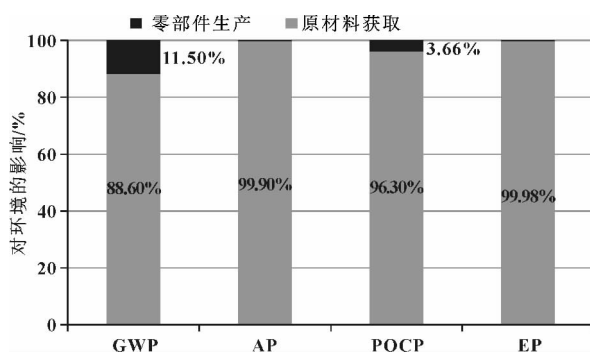


图 3 B 柱生命周期各阶段环境影响百分比

如图 3 所示: 在评价的 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 88.6%~99.98%, 对 ODP 环境影响指标没有贡献; 左 B 柱生产阶段对 GWP、AP、EP、POCP 的环境影响总量的贡献为 0.02%~11.40%, 对 ODP 环境影响指标没有贡献。上述研究已经辨识出左 B 柱原材料获取阶段是产品生命周期环境影响的最大贡献者, 该阶段涉及所有原材料的生产制造及运输引起的环境负荷。

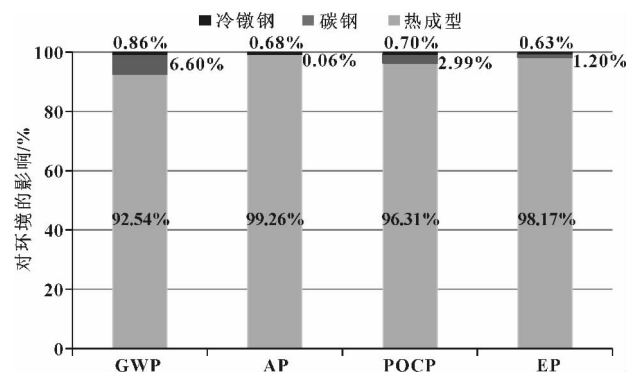


图 4 不同材料生产阶段环境影响百分比

生产左 B 柱所涉及的原材料主要有冷锻钢、碳钢、热成型钢等, 这些材料的获取过程包括其生产过程和相关运输过程。

由图4可知:热成型钢材料的获取对GWP、AP、EP、POCP这4类环境影响的贡献均最大,占原材料获取阶段该类指标总量的92.54%~99.26%,但对ODP没有贡献;冷墩钢和普通钢材料对GWP、AP、EP、POCP这4类环境影响的贡献均很小,占原材料获取阶段该类指标总量的7%以下,其对ODP也没有贡献;其他辅助生产原料如润滑油等对这4类环境影响的贡献非常小,可以忽略不计,不单独列出来。因此,降低热成型钢材的环境负荷,成为原材料获取阶段的环境热点问题。

通过以上分析,金属零部件生命周期阶段中钢铁原材料的获取阶段对各类环境影响贡献较大。目前,传统汽车中钢铁类金属的使用约占整车质量的60%左右,其他金属约占10%左右,由此可见金属材料在整车中的占比较高,对整车全生命周期中的各类环境影响贡献较大,所以从节能、环保的角度出发,在保证产品安全性能的基础上减少金属的使用是很有必要的。

4 结论

依据生命周期评价方法,对某车型B柱生命周期的环境影响评价结论如下:

(1) B柱生产阶段对不同类型的环境影响最小,占环境影响总量的0.02%~11.50%,对ODP环境影响没有贡献。

(2) B柱生产阶段对环境的影响主要来源于电力、天然气、水等能源的使用带来的间接排放污染,而各种直接污染排放对环境的影响非常小。针对这一问题,可以通过优化生产工艺、建立能源管理系统等方法来实现生产阶段的节能减排。

(3) 原材料获取阶段是B柱生命周期中环境影响的主要贡献者,对GWP、POCP、AP、EP环境影响的贡献率为88.60%~

99.98%,对ODP环境影响没有贡献。可以通过减少钢铁材料的使用、增加其他环保材料的使用等方式降低原材料获取阶段的环境影响。

(4) 不同原材料的获取过程对各类环境影响差别很大。冷墩钢和普通钢材料对GWP、AP、EP、POCP这4类环境影响的贡献均很小,占原材料获取阶段该类指标总量的7%以下,其对ODP也没有贡献;热成型钢材料的获取,对GWP、AP、EP、POCP这4类环境影响的贡献均最大,但对ODP没有贡献,所以降低热成型钢材的环境负荷,成为原材料获取阶段的环境热点问题;其他辅助生产原料对这4类环境影响的贡献非常小,完全可以忽略。

参考文献:

- [1] 中国汽车工业协会.2018年12月汽车工业产销情况简析[Z/OL]. [2019-01-14]. <http://www.caam.org.cn/zhengche/20170116/1105204085.html>.
- [2] 李显君.基于汽车全生命周期的分析框架研究[J].上海汽车,2005(10):4-6.
- [3] 美国汽车排放立法考虑纳入生命周期评估理念[Z/OL]. [2011-11-30]. <https://www.worldsteel.org/zh/>.
- [4] 工业和信息化部.工业和信息化部关于组织开展工业产品生态设计示范企业创建工作的通知[Z/OL]. [2014-07-04]. <http://www.miit.gov.cn/n1146285/n1146352/n3054355/n3057542/n3057554/c3607930/content.html>.
- [5] International Organization for Standardization. ISO14040: 2006 Environmental management: Life cycle assessment: Principles and framework [S]. Geneva: International Organization for Standardization, 2006.

舒勒推出经济型的热成型工艺入门设备

针对资金有限、计划批量尚处于较小阶段的生产厂商,舒勒的StrongLine是理想的热成型工艺入门设备。在热成型工艺中,钢板材会被加热到930℃,并在接下来的成形过程中冷却硬化。这是目前在轻量化汽车零部件生产中所采用的成熟技术。

除了辊底加热炉与配套的自动化设备外,StrongLine还配备了一台1200t液压机,工作台尺寸为2.5~3m。它的拉杆主体采用去应力退火工艺,十分坚固;设计有模具独立过滤液压功能以及带中止功能的滑块倾斜监控。同时,设备还可以选配机器人或机械手,生产节拍可达到每分钟5冲次。

SpeedLine: 生产节拍达每分钟5.5冲次

SpeedLine系列设备的下一个进阶型号生产节拍可达每分钟5.5冲次。并且可选配1600t液压机。该型号的夹持面为2.9~3.6m。此外,SpeedLine还可以通过多种方式进一步提高能效,舒勒已将其列为“高效液压成形技术(EHF)”项目的一部分。

EHF技术可在所有运行环节中实现自动节能与优化。待机

功能可确保在成形过程中不需要主驱动时,主驱动能够自动关闭,不再耗能。同时,得益于高效的液压系统以及能量回收装置,设备所需的制冷量更低。

PCH-Line: 生产节拍达每分钟7.5冲次

该系列设备中的顶级型号是PCH-Line,采用最先进的热成形技术,生产节拍达每分钟7.5冲次。PCH代表“压力控制硬化”,这表示在加工过程中可以对成形与冷却进行控制,从而显著缩短冷却时间并大幅提高产量。提升零部件质量:与传统方法相比,采用PCH技术生产的零部件硬化更加均匀,并能够获得所需的强度。

舒勒的“工艺监控系统”可以对多种零部件的相关数据进行持续记录、分析并保存在数据库中。并且所有数据都可以由已授权人员随时调用并进行评估。位于舒勒格平根总部的热成形技术中心目前安装有一条配备“工艺监控系统”的PCH冲压线。

(来源:俞庆华)