包钢稀土钢生命周期评价研究

曹晓明,班 华,程德富,王全利

(内蒙古包钢钢联股份有限公司技术中心,内蒙古 包头 014010)

摘 要: 文章介绍了国内外钢铁行业生命周期评价(LCA)研究的发展情况,详细论述了包钢稀土钢生命周期评价工作的具体研究内容和研究意义,指出包钢稀土钢生命周期评价研究是包钢实现绿色制造、生态设计,打造绿色产品的重要方法,有利于改善稀土钢产品的环境效益,有利于企业的绿色发展和区域环境的改善。

关键词: 稀土钢; 生命周期评价; 绿色制造; 生态设计

中图分类号: F426 **文献标识码:** B **文章编号:** 1009-5438(2017)03-0087-04

DOI:10.13647/j.cnki.btgkj.2017.03.025

Research on Life Cycle Assessment of Rare Earth Steel in Baotou Steel

CAO Xiao-ming, BAN Hua, CHENG De-fu, WANG Quan-li

(*Technical Center of Steel Union Co. Ltd. of Baotou Steel (Group) Corp.*, *Baotou* 014010, *Nei Monggol*, *China*)

Abstract: In the paper, it is introduced the development of life cycle assessment (LCA) in steel industry at home and abroad, and the specific research contents and research significance for life cycle assessment of rare earth steel in Baotou Steel are discussed in detail. It is pointed out that the research on the life cycle assessment of rare earth steel in Baotou Steel is the important method to realize green manufacturing, ecological design and making green products; it is beneficial to improve the environmental benefits of rare earth steel products; it is also beneficial to the green development of enterprises and the improvement of regional environment.

Key words: rare earth steel; life cycle assessment; green manufacturing; ecological design

生命周期评价(LCA)作为对产品环境负荷或环境影响评价的方法在国际上备受关注。尤其是最近几年,LCA这一评价产品环境负荷的通用方法具有重要的地位,被认为是对环境影响进行量化分析的最佳方法[1-2]。材料产品的资源开采、制备生产、使用和废弃过程伴随着大量资源、能源的消耗和各种污染物的排放,涉及多种原料、能源、副产品和废弃物的输入和输出,要完整地反映这一系列过程对生态环境的影响,需要对材料产品全生命周期过程进行评价[3]。钢铁产品是现代工业应用最广、产量最大的重要基础材料,其对生态环境的影响日益受到关注,因此对钢铁产品进行LCA研究具有重要意义。稀土元素因其特殊的化学特性,成为钢的深度净化剂、夹杂物的变质剂和高附加值钢铁材料重要的微合金元素[4]。包钢集团白云鄂博矿,是世界上最大的稀土共生矿,开发稀土钢产品具有天然的优势,并已经开发出多个稀土钢产品,并且国内外没有稀土钢产品LCA研究相关报道,探究稀土钢产品的环境绩效,是包钢创建国家生态设计示范企业验收的必要条件,也是包钢探究绿色发展、实现产品增值

收稿日期: 2017-03-08

作者简介: 曹晓明(1985-),男,山西省大同市人,工程师,现从事生态设计与材料生命周期评价工作。

的有效途径。

1 生命周期评价介绍

生命周期评价(Life Cycle Assessment,LCA)是一种“从摇篮到坟墓(cradle-to-grave)”的环境管理和分析工具,它是从产品生命周期全过程来量化其资源消耗和环境排放,并评价这些消耗和排放对资源、生态环境及人体健康带来的影响。

生命周期评价的技术框架包括:目标与范围界定(goal and scope definition)、生命周期清单分析(life cycle inventory,LCI)、生命周期影响评价(life cycle impact assessment,LCIA)以及结果解释(interpretation)4个相互关联的步骤,其相互关系见图1所示[5]。

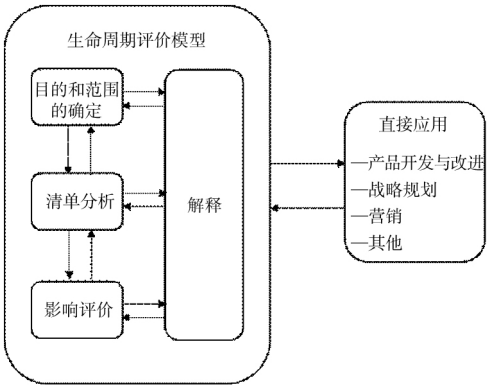


图1 LCA的阶段

2 国内外钢铁行业LCA研究现状

国内宝钢集团最早进行LCA研究,从2003年开始,通过十多年的研究,建立了研究方法论、清单的模型化方法和钢铁产品环境影响评价模型,参与了世界钢协LCA研究相关工作,开发了钢铁产品生命周期评价软件,开展了基于LCA的环境管理与决策的应用研究,完成了大部分产品的LCA研究,确定了产品的生态设计、绿色制造、绿色采购和绿色营销方案,进行上下游产品的全价值链研究,形成了钢铁行业国家标准《钢铁产品生产生命周期评价技术规范》[6-7]。

国际钢铁行业LCA研究已经有多年的历史,世界钢铁协会、欧钢联以及先进钢铁企业都进行了大量的研究工作。世界钢协在1996年就开展了世界钢铁产品的生命周期清单研究,并发布了钢铁产品《生命周期评价方法论报告》。欧钢联在2007年建立了钢铁工业LCA方法论,发布了欧洲钢铁工业生命周期物流分析图。新日铁利用LCA对其整个生产流程供应链进行管理,最大限度地减轻了钢铁产品生产对环境的影响;评价了循环利用对于生命周期成本及环境影响的积极作用;利用LCA进行了生态产品的研发。

国外钢铁公司与下游用户的合作研究也越来越多,如美国AK钢公司,安赛乐米塔尔多法斯科,安赛乐米塔尔美国,纽柯钢铁公司,美国钢铁公司以及USS POSCO)及38个冷弯型钢龙骨的制造商参与,发表了北美首个行业性的冷弯型钢龙骨的产品环境声明(EPD),可以帮助设计师们来获得LEED ®和其他绿色建筑评分项目中建筑认证所需要的分数。可以看出,国外钢铁行业LCA研究取得了较多的成就。

3 包钢稀土钢产品LCA研究介绍

包钢进行LCA研究重点突出稀土特色,其中稀土钢产品首先选择BT610L大梁钢和U76CrRE钢轨两个产品,并在国际上首次进行了矿山系统的LCA研究。

3.1 目的和范围

(1)对外的环境交流:向客户及利益相关者提供产品的生命周期环境信息;获取绿色标识;环境宣传等。

(2)对内的环境管理:掌握产品生命周期环境指标及其在各阶段的分布;通过使用与LCA结果相关的影响类型和类型参数,从环境影响角度审查一个产品系统,识别产品生产系统的综合环境影响,掌握减少产品环境负荷和环境影响的方向和途径等,为包钢产品生态设计提供支撑平台,为企业环境决策提供科学依据。

包钢稀土钢生命周期评价,系统的功能单位是生产1 kg稀土钢产品,边界为稀土钢产品生产系统,包括主生产系统和能源生产系统。系统边界分三个阶段:原辅料与能源开采、生产和运输阶段;稀土钢产品生产阶段;循环再利用阶段,不含下游使用过程,如图2所示。

3.2 生命周期清单分析(LCI)

单元过程收集的数据是实物形式的输入和输出,如铁矿石、铁水、生石灰、氧气、电、废水等,但生命周期清单数据是基本流的输入和输出,如铁矿石、煤、石灰石、CO_2、COD(Chemistry Oxygen Demand,化

学需氧量) 等。清单模型的任务就是要把实物流转化为基本流。清单分析流程如图 3 所示。结合包钢产品系统的投入产出种类的特点,将清单指标分成 5 类: 资源消耗、能源消耗、大气排放物、水体排放物、副产品和固体废弃物。

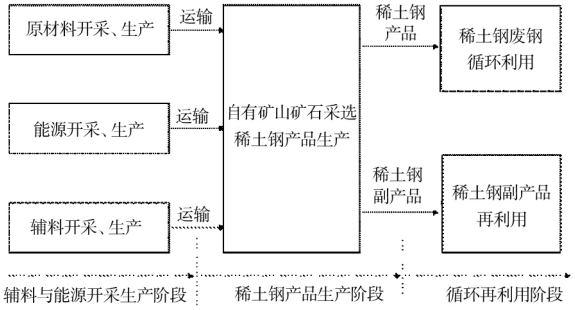


图 2　包钢稀土钢产品 LCA 研究边界

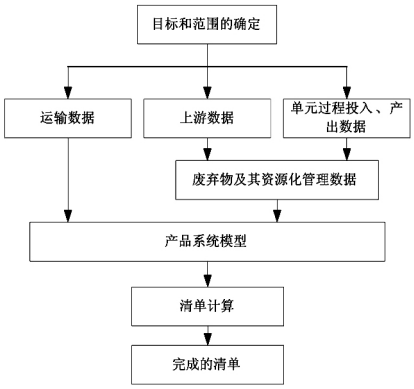


图 3　清单分析程序图

包钢稀土钢产品生命周期清单研究的数据来源分为包钢内部和包钢外部数据两类。包钢内部的数据通过调查问卷的形式收集,调查问卷以划分的单元过程为单位,由各生产部门中参与 LCA 研究的人员完成。调查问卷的内容包括: 产品、原料、能源、辅料、副产品、大气排放、水体排放以及原、燃料运输的方式和距离。

上游阶段过程等数据来源于文献和其它 LCI 数据库,但其质量比包钢内部数据差,因此,在清单数据汇总时,分包钢内部和包钢外部,从而最大限度的消除外部数据质量对清单结果实际应用价值的影响。

3.3　生命周期影响评价(LCIA)

结合包钢钢铁产品的环境特点,选取了适合包钢产品的生命周期影响评价类型,并应用于包钢产品。生命周期影响评价是根据清单提供的信息,确定由于产品生命周期过程引起的环境问题和危害。

包钢稀土钢产品生命周期环境影响评价是根据 CML 方法,确定了资源损耗、能源损耗、气候变化、酸化、富营养化、光氧化剂形成、人体毒性和生态毒性 8 个环境影响指标(如表 1 所示) 。其中全球性环境影响指标 3 个,区域性环境影响指标 3 个,局地性环境影响指标 2 个。通过使用与 LCI 结果相关的影响类型和类型参数,从环境影响角度审查一个产品系统,并为生命周期解释阶段提供信息。

表 1　包钢稀土钢产品生命周期评价的环境影响指标

影响类型	影响类型(英文)	影响区域
资源损耗	Resource depletion	全球性
气候变化	Climate change	全球性
能源损耗	Energy depletion	全球性
酸化	Acidification	区域性
富营养化	Eutrophication	区域性
光氧化剂形成	Photo – oxidant formation	区域性
人体毒性	Human toxicity	局地性
生态毒性	Eco toxicity	局地性

3.4　生命周期解释

生命周期解释主要是通过对 LCI 和 LCIA 的结果所提供的有关信息进行识别、量化、检验和评价,得出结论,并给出能减少环境负荷的改进意见和建议。

包钢稀土钢 LCA 研究在生命周期解释中提出分布分析方法,分析包钢产品的清单指标环境负荷以及环境影响潜值在生命周期各阶段的分布情况。并且在包钢系统内部的分布分析时提出两种方法: 分布 A 是将能源系统的环境负荷按主生产系统的使用量转嫁到主生产工序; 分布 B 是把包钢内部负荷分配到实际的生产工序。在生命周期评价结果评估中提出敏感性检查方法,对计算结果进行敏感性分析,通过确定最终结果和结论是否受到数据或类型参数结果的计算等不确定性的影响来评价其可靠性。

4　包钢进行 LCA 研究的意义

通过 LCA 研究掌握公司各生产单位产品的资

源、能源消耗和环境指标，明确产品的环境负荷水平，与宝钢及国外钢铁企业产品 LCA 结果对标，从产品的全流程考虑资源、能源和环境排放，尽量避免能耗、污染转移，可以准确发现产品生产流程中各工序降低资源、能源消耗、减少环境排放的潜力点和改进潜能，从而优化工艺，设计开发生态产品。

包钢开展稀土钢产品生命周期评价研究，将填补国际矿山、稀土钢的 LCA 研究空白，为包钢的绿色发展战略提供环境绩效数据和核算工具，论证环境决策的收益和风险，提高决策的可靠性；通过产品基于 LCA 的环境声明、环境标志等方式为产品注入绿色概念，实现品牌价值的绿色增值。

对上游外购产品，可以利用 LCA 指导绿色采购、绿色运输；对下游用户，可提供产品环境性能数据，满足下游用户的绿色采购要求，可以与下游企业如汽车厂等共同进行生态设计，增加用户粘性，增加产品销量；通过研究，参与国际钢协、联合国环境署等机构的 LCA 项目，可提升包钢在国际上的影响力，向社会公布产品 LCA 信息，获得公众的信任、支持和尊重，提升企业的国内、国际形象，应对绿色贸易壁垒，参与国际市场竞争。

5 结束语

基于 LCA 的生态设计、绿色制造等应用逐渐成为政府和企业推动绿色产品、绿色消费、绿色经济发展的重要工具，在绿色建材、汽车制造、包装等领域已被广泛使用。包钢稀土钢 LCA 研究为实现绿色制造、生态设计提供了重要的工具，有利于改善稀土钢产品的环境效益，有利于企业发展和地区生态环境改善。随着社会的发展和 LCA 研究经验的不断积累，生命周期评价将会对更多的企业生产、政府环境决策管理和消费者选择产生积极而重要的影响。

参 考 文 献

[1] 郑秀君，胡彬. 我国生命周期评价(LCA)文献综述及国外最新研究进展 [J]. 科技进步与对策，2013，30(6)：155－160.

[2] 龚万彬. 浅谈生命周期评价法和环境产品声明的应用 [J]. 绿色混凝土，2016，(88)：63－65.

[3] 聂祚仁，高峰，陈文娟. 等. 材料生命周期的评价研究 [J]. 材料导报，2007，23(9)：1－6.

[4] 李春龙. 稀土在钢中应用与研究新进展 [J]. 稀土，2013，34(3)：78－84.

[5] ISO14040，环境管理—生命周期评价—原则与框架 [S].

[6] 刘涛，刘颖昊. 钢铁产品生命周期评价研究现状及意义 [J]. 冶金经济与管理，2009，(5)：25－28.

[7] 王伟晗，刘涛，刘颖昊. 钢铁产品生命周期数据库研究与开发 [J]. 世界科技研究与发展，2015，35(5)：564－569.

(上接第13页)

5 结束语

水净化除盐系统采用“预处理＋反渗透系统＋混床”处理工艺，能确保出水达到中高压锅炉用水标准。反渗透系统对进水要求十分严格，虽然在短时间内不会出现明显影响，但在温度适宜情况下，微生物是以 2^n 倍率繁殖的，导致系统在高负荷低产量下运行。在水净化除盐系统中适量的投加非氧化性杀菌剂，可有效抑制微生物繁殖。系统经改造后，直至目前各项工况指标运行良好，并经历了冬季运行及长期满负荷供水的考验。

参 考 文 献

[1] 周正立. 反渗透水处理应用技术及膜水处理剂 [M]. 北京：化学工业出版社，2005.

[2] 张自杰. 环境工程手册 [M]. 北京：高等教育出版社，1996.

[3] 陆柱. 水处理药剂 [M]. 北京：化学工业出版社，2002.