

生命周期评价技术应用现状

袁波,李秀敏

(中国石油安全环保技术研究院,北京 102206)

摘要:介绍了生命周期评价作为一种产品环境特征和产品决策工具,在国外广泛应用于产品、材料、化工、环境管理等各个领域,并介绍了在国内的研究和展望。

关键词:生命周期评价 环境影响 资源消耗

社会生产力的不断发展极大地丰富了人类社会的物质活动,与此相伴的是人类活动对自然环境的破坏,环境问题成为各种决策中首先需要考虑的一个重要问题。如何定量或者定性地对产品生产和消费过程中的环境问题进行预计或评估,并将它们相互比较,进而指导决策,生命周期评价(Life Cycle Assessment, LCA)就是出于这一目的而发展起来的一门技术。

1 LCA简述

LCA用来评价产品、工艺或者生产活动整个生命周期过程中的环境负荷。ISO14040中对LCA的定义为:对一个产品、过程或服务系统的生命周期中输入、输出及其潜在环境影响的汇编及评价^[1]。

1969年,美国中西部研究所(MRI)对可口可乐公司的不同饮料包装瓶的资源需求、污染负荷、废物排放等问题进行了定量研究,由此揭开了LCA的序幕。一直到20世纪80年代,LCA开始快速发展。这一时期,LCA突破性的进展在于LCA

通用方法框架的建立,如图1所示。

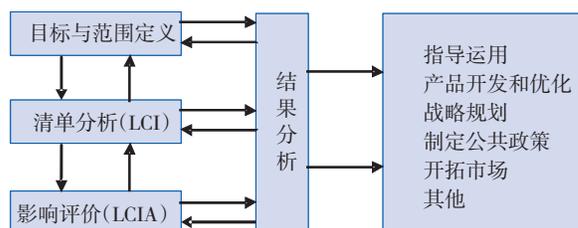


图1 LCA通用方法框架

2 LCA应用现状

随着LCA发展日渐成熟,其应用领域也愈加广泛。近年来,LCA已广泛用于工业产品或工艺设计、政府法规制定、企业或政府战略规划、市场决策以及产品材料环境性能评价等方面。

2.1 国外应用研究

国外特别是欧洲、美国等地LCA发展水平较高,LCA应用较为深入。纵观国外LCA研究案例,大致可分为以下几个部分,各部分之间存在部分交叉,但不影响分析效果。

2.1.1 材料领域

在国外,利用LCA对材料的环境影响评价进

收稿日期:2013-04-09

作者简介:袁波,硕士研究生,高级工程师,现从事低碳策略标准与战略研究工作。

行得较为深入,其研究主要包含了材料开发、材料利用、废弃物资源化以及产品环境标志等方面。

LCA用于材料开发与综合利用领域。主要有助于辨识出对环境负荷较小的产品材料。同时,不同材料品种,其资源再循环的合理性不同,并且其合理性还受环境影响评价项目的影响。

LCA用于产品环境标志产品。随着人们环保意识的增强,带有环境标志的产品更易被社会接受。欧洲明确规定使用LCA作为评价产品可否授予环境标志的方法。在美国、法国、加拿大、英国、丹麦、瑞典、瑞士、荷兰以及北欧等国家的环境标志制度文件中均从不同角度阐述了LCA对于环境标志产品的适用性。

2.1.2 化工领域

国外LCA应用于化工行业已经比较成熟,在化工领域LCA主要包含化工系统工程和产品评估。

LCA用于化工系统工程。在化工设计阶段使用LCA分析,可以在源头上有效控制化工生产过程的环境污染。近年,在化工过程设计和优化等方面,国外多名学者基于LCA做了较为深入的研究。例如:Faisal等^[2]建立了以环境效益、经济效益以及技术可行性为属性LCA决策模型,利用LCA对化工产品及其过程进行设计。Gonzalo等^[3]利用LCA对化工过程设计流程进行优化,并尝试运用LCA和非线性整数数学模型解决生产成本最小化问题。

LCA用于化工产品评价。近几年,国外LCA研究案例主要集中于能源生产和能源利用等方面。Ben等^[4]对生物能源替代化石能源的潜力进行LCA分析;Kian等^[5]利用LCA方法对棕榈制生物柴油进行评价。

2.1.3 清洁生产领域

国外LCA用于清洁生产领域除了包括帮助制定以及实施环境相关的政策与计划外,还包括了企业层次上对产品的比较、改进及其设计。

LCA用于政府政策和计划制定主要包括产品、工艺及过程。采用LCA对产品、服务或者食品包装材料的环境影响进行评价,进而帮助制定相关的政策。在欧洲,LCA被明确纳入“包装和包装法”;1993年,比利时政府规定利用LCA方法评价包装和产品的环境负荷。

LCA用于企业产品的比较、改进及其设计时要求将环境因素纳入到产品开发的所有阶段,从

而减少产品整个生命周期的环境负荷。基于将环境因素纳入产品开发阶段的目的,一些国家发起并实施了相关的LCA研究项目和计划。例如:美国生命周期设计项目、北欧环境友好产品开发计划、德国21世纪工业生产策略、瑞典产品生态项目、荷兰生态设计计划以及生态指数计划等。

2.2 国内应用研究

近年,LCA技术在我国取得了一定程度的发展,LCA在我国应用领域涉及行业产品、工艺或者服务评价等各方面。同时,LCA作为环境管理工具,在我国企业环境管理和清洁生产等方面都发挥了积极作用。

2.2.1 行业领域

国内大量学者研究利用LCA改善产品的环境性能,或者利用LCA判断产品的优劣。LCA应用的产品范围也逐步拓宽,例如燃料中精细水煤浆、食品行业中啤酒酿造^[6]等;姜金龙等^[7]对湿法、火法金属铜冶炼技术进行生命周期评价,许海川等^[8]对不同钢铁生产工艺进行生命周期评价。

随着环境影响评价中LCA思想的进一步发展,我国学者对服务业和农业LCA研究进行了有益的探索。金声琅等^[9]利用LCA建立了酒店服务业LCA模型,对酒店服务业中LCA的应用前景进行了探讨。刘黎娜等^[10]对我国北方农业沼气系统进行了LCA研究,研究表明沼气系统具备显著环境效益。

2.2.2 环境管理

在我国,LCA用于环境管理主要是作为企业环境管理工具、参与企业清洁生产审核以及用于环境标志的评价。LCA越来越广泛地被企业用于废物管理和工艺、产品设计等方面:①废物管理。一般认为废物循环利用对环境有利,但是在废物循环利用过程不可避免产生环境负荷。国内有研究提出了固废资源化的生命周期循环图,并建立了固废资源化LCA方法和步骤;②工艺、产品设计。近年来,国内企业开始重视产品的生命周期设计,以期开发出更加经济、生态、环保的产品和工艺体系。该方面研究成果主要为一些LCA设计指南以及研究案例等。

LCA在我国清洁生产审核方面发挥积极作用,为企业清洁生产方案的制定提供决策依据。基于LCA框架,将LCA与清洁生产审核相结合,利用生命周期思想辨识出环境影响关键阶段,并结合生产实际提出清洁生产方案,从而达到清洁生产审核的目的。例如普通硅酸盐水泥生产LCA研

究和泡沫聚苯乙烯为对象的LCA研究^[11]。

LCA在环境标志标准的建立过程中发挥着积极作用。1998年,我国发布ISO14020《环境管理、环境标志和声明通用原则》,标志我国环境标志进程的开始。在我国,开展环境标志认证的时间还较短,环境标志认证方法未统一。简化定性LCA受到各种条件限制。随着方法学的发展,在环境标志评价中,更加科学、严谨的LCA分析将占据主导地位。

2.3 LCA局限性

LCA方法从单纯研究不同生产条件下同一产品的能耗问题发展到对某一过程涉及的能耗、资源、污染等问题的综合研究。研究对象复杂化趋势使得LCA方法局限性日益凸显。

2.3.1 基础数据需求量大,耗时长,成本高

LCA研究需要大量基础数据支撑,据估计一个完整的LCA案例需要约60万个基础数据,庞大的数据量严重制约了LCA研究进度。数据质量问题同样限制了LCA研究的准确性。

2.3.2 评价边界的主观性制约

LCA边界的定义及遵循的原则还没有形成统一的标准,边界的定义往往存在很大的主动性,难以对绝对意义上的生命周期全过程进行全盘考虑。

2.3.3 评估方法的主观性制约

LCA的评估方法缺乏指导性强的理论基础,还没有形成标准化的方法,评估方法的建立过程中包括了部分主观成分。从严格意义上讲,LCA评估方法并不完全是一个科学问题,有待从理论上加以完善。

2.3.4 时间、地域局限性

LCA中的基础数据、评价过程、评估结果等都有着时间和地域的限制。在不同的时间和不同的地域范围内,环境编目数据和评估结果都有不同的适用性。

3 展望

近年来,我国LCA研究取得一定成绩,但是在LCA实践方面还有许多工作要做:方法学体系的完善,如清单分析方法、新的影响评估方法、环境负荷量化等;区域化数据库和软件系统的开发,建立符合区域环境特点的LCA数据库与软件;清洁生产审核、生态工业、废物管理等领域LCA深入应用研究,全面掌握产品全过程环境影响和资源消耗状况;等等。可见,LCA技术的深入发展和应

用可以帮助企业获得良好的生态环境及经济效益,有望在我国生态文明建设过程中发挥积极作用。

4 参考文献

- [1] ISO/DIS 14040. Environment 1 Management Life Cycle Assessment- Part: Principles and Framework [S]
- [2] Faisal I.Khan,Rehan Sadiq,Tahir,B.Veitch. Life cycle index :a new indexing procedure for process and product de-sign and decision-making[J].Journal of Cleaner Production,2004(12):59-76
- [3] Gonzalo Guillen-Gosalbez. Application of life cycle assessment to the structural optimization of process flowsheets[J].Ind. Eng. Chem. Res.,2008(47):777-789
- [4] Ben Brehmer,Remko M.Boom,Johan Sanders.Maximum fossil fuel feedstock replacement potential of petrochemicals via biore-finer-ies[J].Chemical Engineering Research and Design, 2009(87): 1103-1119
- [5] J.Dufour, J.L.Galvez. Life cycle assessment of hydrogen produc-tion by methane decomposition using carbonaceous cata-lysts[J]. International Journal of Hydrogen energy,2010(35):1205-1212
- [6] 任辉,杨印生,曹利江.食品生命周期评价方法及其应用研究[J].农业工程学报,2006,22(1):19-22
- [7] 姜金龙,戴剑峰,冯旺军,等.火法和湿法生产电解铜过程的生命周期评价研究[J].兰州理工大学学报,2006,32(1):19-21
- [8] 许海川,张春霞.LCA在钢铁生产中的应用研究[J].中国冶金,2007,17(10):33-36
- [9] 金声琅,曹利江.酒店服务业生命周期评价体系研究[J].资源开发与市场,2008,24(1):43-44
- [10] 刘黎娜,王效华.沼气生态农业模式的生命周期评价[J].中国沼气,2008,26(2):71-72
- [11] 田亚峰.运用生命周期评价方法实现清洁生产[D].重庆:重庆大学,2003

Application Status of Life Cycle Assessment Technique

Yuan Bo, Li Xiumin

(CNPC Safety and Environmental Protection Technology Institute, Beijing, 102206)

Abstract: It is introduced that life cycle assessment is widely applied into all fields such as product, material, chemical industry and environmental management abroad as a kind of product environmental characteristic and product decision tool. Besides, its application situation and expectations in China are also introduced.

Key words: life cycle assessment; environmental impact; resource consumption