

生命周期评价方法的几个新研究方向^{*}

周祖鹏, 刘夫云

(桂林电子科技大学 机电工程学院 广西 桂林 541004)

摘要: 文章分析了当前生命周期评价的三个最新的研究方向: 考虑时间和空间因素的动态生命周期评价方法研究; 生命周期评价中数据可靠性和数据质量研究; 基于国家或地区输入输出模型的混杂生命周期评价方法研究。深入分析目前世界上最新生命周期评价方法的研究方向, 对于提高国内生命周期评价研究者研究水平具有重要意义。

关键词: 生命周期评价; 方法; 新研究方向

中图分类号: TH16; TG65

文献标识码: A

Several Novel Research Directions of Life Cycle Assessment

ZHOU Zu-peng, LIU Fu-yun

(Guilin University of Electronic Technology, School of Mechanical and Electrical Engineering, Guilin Guangxi 541004, China)

Abstract: Three novel research directions of Life Cycle Assessment (LCA) have been illustrated in this paper. They are dynamic LCA with temporal and spatial factors in local region, data reliability and quality analysis in LCA, and hybrid LCA with input output tables in data collection process. Understanding these new research directions currently in LCA methodology are of great importance to Chinese LCA researchers for improving their LCA researchers level.

Key words: life cycle assessment; method; novel research direction

0 引言

自从1969年美国的可口可乐公司率先使用生命周期评价方法对不同容器的环境影响进行评价和分析以来, 生命周期评价方法就得到广泛应用^[1]。但是, 针对生命周期评价方法本生的理论和技术改进研究相对于其应用研究来说要少得多^[2]。目前, 在考虑时间和空间因素的动态生命周期评价领域, 文献[3]采用动态生命周期评价方法对可再生能源产业技术进行了生命周期评价; 文献[4-5]开展了生命周期评价中数据质量和可靠性方面的分析和研究; 文献[6]开展了多区域输入输出模型与生命周期评价相结合的混合生命周期评价研究。

然而, 与国外领先的生命周期评价理论研究相比, 国内在生命周期评价理论研究方面相对滞后。因此, 为了进一步提高国内生命周期评价研究者的研究水平, 本文指出了目前世界范围内生命周期评价方法的三个最新研究方向, 希望能对促进和提高国内生命周期评价水平起到一定的帮助。

1 考虑时间和空间因素的动态生命周期评价方法研究

过去的生命周期评价方法都是一种静态评价方法, 即评价时只是将各种数据简单相加, 并没有考虑评价对象所在地的当前的自然、经济、环境和人文等情况。然而, 目前新的研究方法提出了一种动态生命周期评价方法, 在做生命周期影响评价时, 要充分考虑评价对象所在地的自然、经济、环境和人文情况, 并提出动态评价指标。动态评价指标和各种清单分析数据之间是一个较为复杂的函数关系, 该函数关系是基于当地情况构建的, 这样的评价更符合实际。目前, 国外一些学者已经开始关注相关研究^[7-8], 但是经过我们的文献检索发现, 国内还没有相关研究的报道。因此, 开展动态生命周期评价研究对于提高生命周期评价的准确性有实际应用价值。下面通过几个例子来说明其重要性和可行性。

例如, 光化学烟雾(大气中因光化学反应而形成的有害混合烟雾, 如大气中碳氢化合物和氮氧化物在阳光的作用下起化学反应所产生的化学污染物)。

收稿日期: 2014-01-22

^{*} 基金项目: 国家自然科学基金资助项目(61263016); 国家自然科学基金资助项目(51165003); 广西教育厅科研立项项目(201010LX160); 广西千亿元产业重大科技攻关工程课题(11107019-9)

作者简介: 周祖鹏(1977—), 男, 广西桂林人, 桂林电子科技大学副教授, 博士, 主要从事产品生命周期评价研究 (E-mail) zhouzupeng@guet.edu.cn。

对环境和人体都是有害的。它们被称之为光化学烟雾是因为它们是由最初的污染物质光解而产生的。光化学烟雾是一种淡蓝色烟雾,属于大气中二次污染物。我们知道,一天中阳光的强度不同,四季阳光强度也不同,同样的碳氢化合物和氮氧化合物排放在不同的光照条件下的环境影响差别很大。可是,传统生命周期评价方法认为只要排放的碳氢化合物和氮氧化合物量相同,其造成的环境影响就相同,并没有考虑不同排放时间和排放地点的影响,因此,传统评价方法是一种静态评价方法,其评价结果是不准确的。然而,在动态生命周期评价中,我们不仅考虑碳氢化合物和氮氧化合物排放量,还考虑其排放时间和地点,得到的影响评价指标值更准确。但是,动态生命周期评价需要的数据更多,评价指标函数更复杂,评价工作更具有挑战性。

再例如,在土壤酸化影响评价中,当地已存在的土壤酸化情况对后续再施加的酸化物对土壤的酸化影响很大。也就是说,同样的排放物在不同的地区其影响是不同的。对于本来就已经严重酸化的土壤,再施加酸化物对其影响不大,而对于从来没有被酸化过的土壤,任何酸化物的施加对当地土壤质量的影响都是巨大的。然而,在传统的生命周期评价中,认为排放物的影响是相同的,相关影响评价指标也是一个简单的线性叠加公式,公式中没有能反映已有污染状况的参数项。然而,动态生命周期评价需要考虑这些问题,构建更能全面客观反映影响情况的评价指标函数。

另外一个更为简单的例子是:相同的有毒有害气体排放,排放地若是在空旷的郊区,其对人体的影响是不大的;而如果排放地是在人口稠密的市区,对人体影响将会很大。然而,在传统的生命周期影响评价中也是认为等量的排放物影响相同,并没有考虑排放地的因素。这个问题在动态生命周期评价中将会被考虑进去,以提高评价的准确性。

2 生命周期评价中的数据可靠性和数据质量研究

如何提高生命周期评价中的数据可靠性和数据质量是目前生命周期评价中的另外一个新方向。文献[9]就目前生命周期评价中存在的数据可靠性问题进行了详细阐述。特别指出,在国际标准 ISO 14044 的规定中,在开展生命周期比较评价的时候,一定要对数据的可靠性和质量进行分析。数据可靠性和质量主要指:数据的时间跨度,数据的空间跨度,数据的技术跨度,数据的完整性,数据的可重复性,数据的代表性,数据的来源,数据的一致性和数据信息的误差范围(我们可以称其为“数据质量9要点”)。目前很多生命周期评价并没有注意到数据的可靠性和质量问题,因为很多时候如果过分强调数据的可靠性和质量,那么国内大部分的生命周期评价是没有办法开展的。因为,我们过去很多年都没有注意收集相关的数据。现在国内生命周期评价研究者常用的方法就是引用其他文献的数据,而且大部分是国外文献或是数据库中的数

据。这些数据如何本土化一直是困扰我国生命周期评价研究者的难题。但是,至少目前我们应该意识到这个问题的存在,并开始做一些工作。在今后的生命周期数据库建立过程中,一定要注意分析数据的可靠性和质量,按照国际标准的“数据质量9要点”执行。

在进行生命周期评价之前,对收集数据的质量应该进行全面分析(按前面提出的数据“质量9要点”进行分析)。可以通过给定规则和打分的方法来评价数据质量。例如,可以将数据质量分为5个等级,每一个等级给出具体的条件。以数据完整性来说,对于农业数据至少有3年的收集时间,其他流程数据至少要在一个完整的年度进行(该年度没有其他干扰因素,如天气等)。满足以上条件的数据可以认为是1级数据(质量最好的),依次类推给出其他等级数据标准。

另外一种更为简单的方法就是对数据进行较为简单的分类A和B两类。符合某些条件的数据为A类数据,否则为B。在开展生命周期评价时,我们可以给出要求:例如,在生命周期评价中A类数据所占比例应该至少达到80%以上,评价结果才具有一定的可信度。可是,目前国内生命周期评价中几乎很少有研究者在评价过程中对数据可靠性进行检验和分析,给出的评价结果也很少有误差范围。很多时候,国内文献中,生命周期评价结果是非常精确的数值,看起来似乎很准确和可信,实际上,越是这样的精确给定数值的评价结果,其实质的可靠性越低,因为相关研究根本没有考虑到数据的不确定性问题,而是简单的认为所有数据都是可信的和没有误差的。然而实际上一个给定误差范围评价结果更可信和准确。

3 基于输入输出模型的混杂生命周期评价方法研究

目前在生命周期评价研究领域出现了混杂生命周期评价这一新的研究方向,在混杂生命周期评价中,主要是在清单分析阶段与传统生命周期评价方法不同。在清单分析阶段,传统生命周期评价的数据一般来自于一些大型数据库,但是数据库中的数据往往是分散数据,数据之间没有关联,数据往往来自不同机构或是企业的采样分析,这种分析一般具有地域局限性和缺乏代表性的特点,同时往往很难验证数据的正确性。新的混杂生命周期评价方法采用的数据来源于一个国家或是地区的输入输出模型。输入输出模型包括了一个国家或是地区的各个行业的输入输出表格(Input-Output Table),通过输入输出表格中的数据就能得出某一个行业的生命周期的平均能耗和排放值^[10]。因为输入输出模型方法是一种经济学的会计核算方法,会计核算要求满足平衡方程,因此由此得到的排放和能耗结果是实际上是一个整体经济系统方程求解的结果。这种方法比传统生命周期评价更为准确,并且所需的数据更容易获得(大部分国家每年都要会计核算表),因此这种混杂生命周期评价方法已经逐渐成为生命周期评价的一个新的研究方向。(下转第152页)

6 所示。

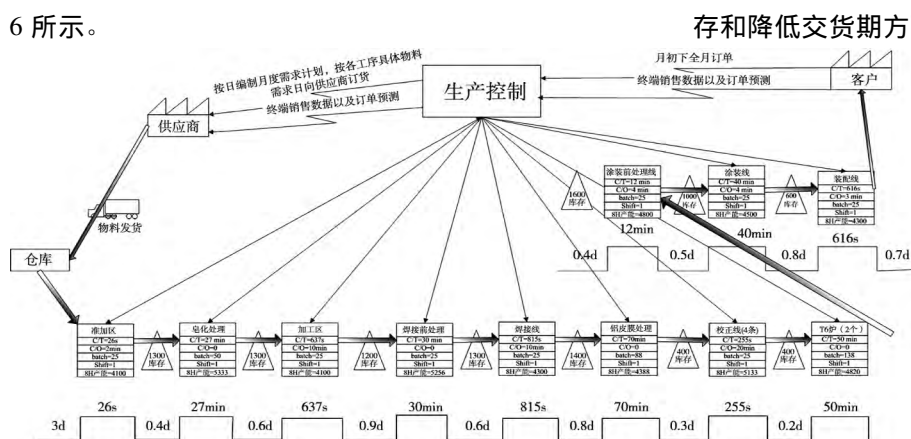


图6 G公司的价值流程图(改善后)

存和降低交货期方面提供有效借鉴。

[参考文献]

- [1] 蒋美仙, 林李安, 张焱. 精益生产在我国企业的应用分析[J]. 统计与决策, 2005, 23(12): 23-26.
- [2] 叶雪云. 基于改进遗传算法离散制造企业车间调度优化研究[D]. 昆明: 昆明理工大学, 2008.
- [3] 魏鹏飞. 精益生产实施关键因素及评价体系研究[J]. 组合机床与自动化加工技术, 2013(3): 4-9.
- [4] 安玉伟, 严洪森. 柔性作业车间生产计划于调度集成优化求解策略[J]. 自动化学报, 2013, 39(9): 1476-1491.

3 总结

本文使用价值流程图方法并结合现场实际情况对分析出主要的产能瓶颈所在, 结合精益生产相关理念与相关改善手法对工序瓶颈、生产的安定化、现场管控、供应商管理等方面进行了分析和改进设计, 并通过持续的改进和优化, 在减少了生产不安全因素的基础上, 将现场在制品库存降低了约38%, 生产周期从原来的17个工作日降低缩减到现在的9个工作日, 降低幅度约为47%, 效果良好。任何企业推行的精益生产都不是一簇而就的, 而实现精益与企业文化融合, 并持续改进是企业推行精益生产的关键问题^[10]。本文的意义在于为离散制造企业的生产管理、减少在制品库

- [5] 蔺宇, 郭洁. 基于JIT的流水线生产效率提升方法研究[J]. 工业工程与管理, 2012, 17(3): 124-128.
- [6] Womack J, Jones D. Lean Thinking, Simon & Schuster[M]. New York: NY, 1996.
- [7] 皮圣雷. 质量价值流及其应用研究[J]. 技术经济, 2010(8): 122-130.
- [8] 谢庆红, 王小彬. 基于价值流图析的复杂产品装配优化研究——以G公司DM3生产装配优化为例[J]. 工业工程与管理, 2013, 18(4): 117-121.
- [9] 门田安弘. 新丰田生产方式(第三版)[M]. 河北大学出版社, 2008.
- [10] 王占壮, 蔺宇. 单元制造系统的精益设计研究[J]. 组合机床与自动化加工技术, 2012(10): 32-35.

(编辑 李秀敏)

(上接第148页)

4 结论

本文在分析了国内外生命周期评价前沿研究成果的基础上, 展望了未来生命周期评价的研究方向, 具体提出了三个新的研究方向, 包括: 考虑时间和空间因素的动态生命周期评价方法研究, 生命周期评价中的数据可靠性和数据质量研究, 基于输入输出模型的混杂生命周期评价方法研究。这些研究的开展势必能提升我国生命周期评价研究的水平。

生命周期评价方法属于一种环境核算方法, 它的诞生就来自于人类对保护环境和实现可持续发展的需求。今天我们不断提高和完善这种方法其目的正是希望它能更好地为人类服务。我国目前正处于一个发展模式的转型期: 从一种以牺牲生态环境为代价的经济高速发展模式向以修复和改善生态环境为目标的可持续发展模式过渡, 希望国内有更多的学者来关注生命周期评价方法研究, 以实现中国社会经济的可持续发展并造福我们的子孙后代。

[参考文献]

- [1] 周祖鹏, 刘夫云. 产品生命周期评价方法研究前景的探讨[J]. 机械设计与制造, 2011(10): 261-263.
- [2] 周祖鹏, 蒋占四. 国内外生命周期评价研究的差距分析[J]. 组合机床与自动化加工技术, 2013(1): 12-13, 22.
- [3] Martin Pehnt. Dynamic life cycle assessment (LCA) of renewable energy technologies [J]. Renewable Energy, 2006, 31: 55-71.

- [4] Miguel Brandao, Garvin Heath, and Joyce Cooper. What Can Meta-Analyses Tell Us About the Reliability of Life Cycle Assessment for Decision Support? [J]. Journal of Industrial Ecology, 2013, 53(S1): S3-S8.
- [5] Cooper, J. S., E. Kahn, and R. Ebel. Sampling error in US field crop unit process data for life cycle assessment. International Journal of Life Cycle Assessment, 2013, 18(1): 185-192.
- [6] Sangwon Shu. System Boundary Selection in Life-Cycle Inventories Using Hybrid Approaches [J]. Environmental Science and Technology, 2004, 38(3): 657-664.
- [7] Serenella Sala, Dimitar Marinov, David Pennington. Spatial differentiation of chemical removal rates from air in life cycle impact assessment [J]. International Journal of Life Cycle Assessment, 2011, 16: 748-760.
- [8] Pistocchi A, Sarigiannis DA, Vizcaino P. spatially explicit multimedia fate models for pollutants in Europe: state of the art and perspectives. Science Total Environment, 2010, 40(18): 3817-3830.
- [9] Joyce Smith Cooper & Ezra Kahn. Commentary on issues in data quality analysis in life cycle assessment [J]. International Journal of Life Cycle Assessment, 2012, 17: 499-503.
- [10] Thomas O Wiedmann, Sangwon Suh, Kuishuang Feng et al. Application of Hybrid Life Cycle Approaches to Emerging Energy Technologies—The Case of Wind Power in the UK [J]. Environmental Science and Technology, 2011, 45: 5900-5907.

(编辑 李秀敏)