

# LED照明产品的生命周期评价方法及其清单分析方法的研究

李云 黄娟 刘玉 陈思嘉

(广东省标准化研究院, 广州 510220)

**摘要:** 生命周期评价(LCA)作为一种有效的环境管理工具,是实现人类社会可持续发展的重要手段,但是目前国内还尚未有关于LED照明产品的生命周期评价。本文综述了生命周期评价方法在LED照明领域的应用,并对其中的清单分析部分进行重点讨论。清单分析是LCA中继目标界定后的一步重要操作,工作量极大,数据的准确选择对LCA清单数据库的研究十分重要。

**关键词:** LED照明产品 生命周期评价 清单分析

## Study on Life Cycle Assessment and Inventory Analysis of LED Lighting Product

LI Yun HUANG Juan LIU Yu CHEN Si-jia

(Guangdong Institute of Standardization, Guangzhou 510220)

**Abstract:** As an effective environment management tool, life cycle assessment (LCA) is an important method to achieve sustainable development for human society. In China, however, there is no research on the LCA of LED lighting product. The paper summarizes the application of LCA method in LED lighting field, and focuses on the inventory analysis. Inventory analysis is an important operation after goal definition, the workload is great, and correct selection for data is so important for LCA inventory database.

**Keywords:** LED lighting product, life cycle assessment, inventory analysis

## 1 引言

生命周期评价是对产品生命周期全过程进行全面的环境影响分析和评估,已逐渐发展成为国际公认的环境管理标准,是制定环境政策的依据,可以用于指导企业进行清洁生产和开发绿色产品<sup>[1]</sup>。

目前,半导体照明技术正处于快速发展时期。我国在国内产业政策和国际市场需求的双重拉动下,已成为全球半导体照明产业发展最快的区域。LED照明产品凭借其优异的产品性能及节电优势逐渐代替了

传统的照明产品。作为产品制造行业,随着其快速发展,除了优异的产品性能,也会伴随着资源环境等方面的消耗与污染问题。因此,为了及时正确发现这些问题,需要对于LED照明产品进行生命周期评估。LCA法作为一种以产品为研究对象的环境评价方法,已被许多LED照明产品生产企业和研究单位所认识。但是目前国内还尚未有关于LED照明产品的生命周期评价。本文分析了LED照明产品的生命周期评价方法,并结合LED照明行业的实际情况,重点讨论了LCA法中的清单分析部分。

项目基金:国家质检总局科技计划项目(计划编号:2012QK076)。

作者简介:李云(1987-)女,硕士,主要从事LED标准化研究。

## 2 生命周期评价的技术框架

产品全生命周期是指产品从材料选择、设计、制造、流通、使用、维修直到拆卸回收的全过程。生命周期评价即是在产品全生命周期过程中通过对能源、原材料消耗及废物排放的鉴定及量化来评估一个产品。根据ISO 14040定义的LCA技术框架,生命周期评价的流程包括目的与范围的确定、生命周期清单分析、生命周期影响评价及生命周期结果解释4个组成部分(如图1所示)。这四个部分互相关联,不断重复进行<sup>[2]</sup>。

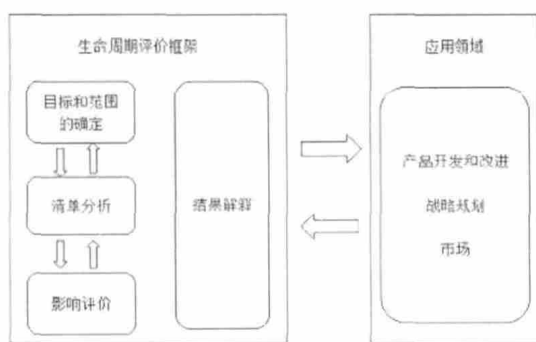


图1 生命周期评价技术框架

## 3 LED照明产品的清单分析

在上述LCA的技术框架中,清单分析是LCA 整个操作中工作量最大的一步,是针对LED照明产品整个生命周期的各个阶段列出其资源、能源消耗以及各种污染物排放的清单数据。其主要任务包括数据收集和计算<sup>[3]</sup>,可以分为如下几个过程和步骤。

### 3.1 LED照明产品生命周期的系统边界说明及范围界定

LED照明产品始于原材料的获取,结束于产品的最终处置,其中每一步过程均要作输入输出分析。因此将LED照明产品生命周期的系统边界定义为:原材料获取—制造—运输—使用—回收利用—废物处理。清单分析正是对所有穿过该系统边界的物质、能量流进行量化的过程。对LED照明产品进行生命周期清单分析时的系统边界说明和范围界定<sup>[4]</sup>

(如图2所示)。

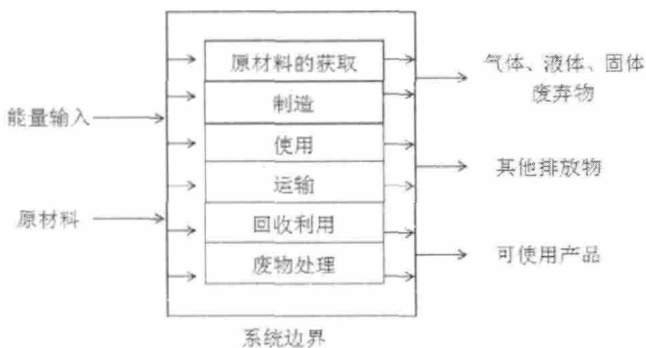


图2 LED照明产品的系统边界说明和范围

### 3.2 生命周期流程示意图

在清单分析阶段,首先应根据第一阶段目标和范围中定义的系统边界建立流程模型,图3为LED照明产品的生命周期流程示意图。对于产品生产过程中主要的工艺流程及其主要中间产物需在生命周期流程示意图中有所体现,例如图3中灯珠、灯罩、散热器、驱动电源等为LED照明产品的组成部件,而p1、p2等则代表各组成部件的组成零件。以灯珠为例,其生产一般要经过右边一系列工艺流程(不同的产品在工艺上会略有不同)。

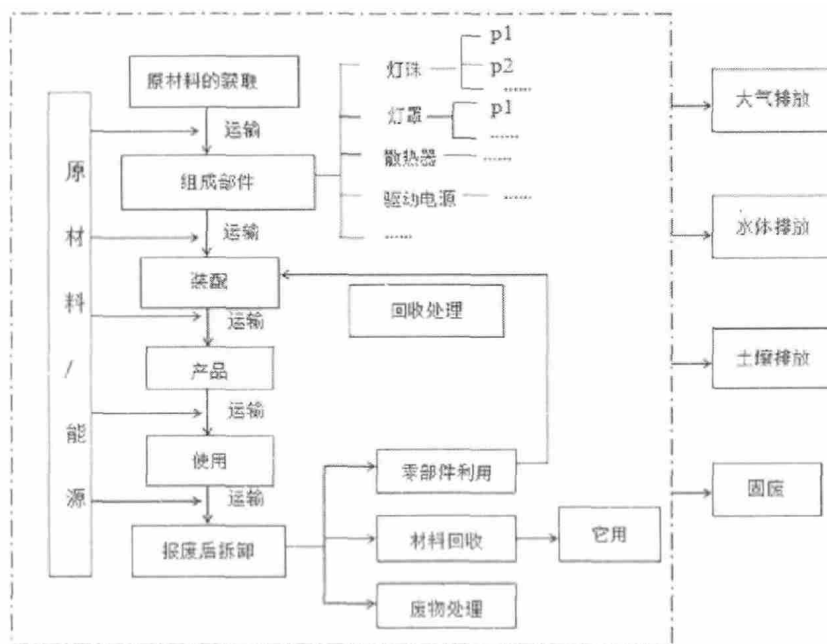


图3 LED照明产品生命周期流程示意图

从图3可以看出,LED照明产品生命周期评价主要围绕两部分展开:一是由原材料经制造加工过程

生产出产品,该过程主要考虑选材和用材两方面的问题,即以选用绿色特性好的材料和提高材料利用率为目的;二是针对LED照明产品运输、使用和回收处理过程,以节能降耗、减少排放、便于拆卸回收为目的等。

### 3.3 清单数据的收集和处理

在清单数据收集这一阶段,应根据所建立的流程图收集所有相关过程,如原材料的获取,产品的生产、装配、运输、使用、回收以及固体废物和对大气与水中的排放等的输入、输出数据。

产品的生产、装配及拆卸回收过程中所涉及的清单数据的获取需对相关企业进行实地考察收集。通过将产品的整个生产过程划分为若干个相对独立的过程单元,对每个单元输入、输出的各种物料、能源和环境污染物的数据进行统计和收集,如图4为某一生产过程单元的输入输出示意图。其中数据的来源包括企业的配料表、年度统计报告、环保部门的监测报告等,环境排放数据可以采用物料平衡原理或采用排污系数进行计算<sup>[5]</sup>。一般而言还应对欠缺的数据和存疑的数据进行现场测量以保证较高的准确性。

在收集获得一个单元过程的清单数据后,可以追溯此单元过程的上游原材料生产过程,直至资源获取阶段,建立生命周期模型并汇总计算,总计的数据则表达产品整个生产过程的总体水平。

对于基本材料数据及进入运销和使用阶段所包含的清单数据,很难从企业中获得,因此,这部分数据可通过相关参考文献、数据库、环境批文、专家意见

及通过进行问卷调查的形式进行收集获取。

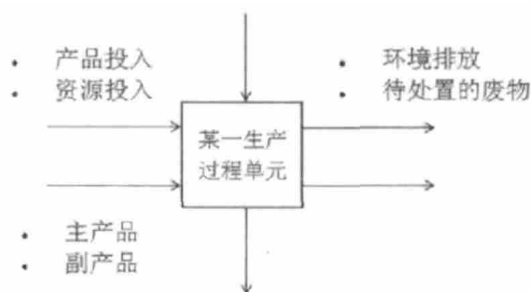


图4 某一生产过程单元输入输出示意图

至此,获得了产品的原材料获取、生产装配、运销、使用及其拆卸回收的整个生命过程的资源消耗与污染排放的数据,即完成了产品生命周期评估过程的清单分析。

## 4 结语

LED照明产品生命周期评价是一个新的研究领域。生命周期评价方法可以较为合理地、明确地评价LED照明产品,使绿色照明产品不但满足人们的需求,而且有利于节约资源和保护环境。整个生命周期评价过程中,清单分析是任务量最重且极为重要的部分。清单分析过程中涉及大量的数据,这些数据的获得,不仅需要通过行业协会、产品生产单位,甚至需要到实地进行调查测量,整个过程需要相当大的工作量。正确、合理的清单分析数据,可以对整个LCA评价产生非常大的影响和帮助。

### 参考文献

- [1] ROSS S, EVANS D. Use of life cycle assessment in environmental management [J]. Environmental Management, 2002, 29 (1):132-142.
- [2] 左铁铺,聂祚仁. 环境材料基础[M]. 北京:科学出版社, 2003: 59-6.
- [3] David Hunkeler, Gerald Rebitzer. The future of life cycle assessment[J]. The International Journal of Life Cycle Assessment, 2005, 10(5):305-308.
- [4] 戴宏民,戴佩华. LCA数据清单分析研究[J]. 包装工程, 2003, 24(4):10-12.
- [5] 刘夏璐,王洪涛,陈建等. 中国生命周期参考数据库的建立方法与基础模型[J]. 环境科学学报, 2010, 30(10):2136-2144.

(责任编辑:邵雅文)