

DOI:10.3969/j.issn.1001-4551.2014.11.003

产品环境足迹综述*

黄旭荃¹, 方小卫², 陈茂熙^{1*}, 顾新建¹

(1. 浙江大学 机械工程学系, 浙江 杭州 310027; 2. 杭州爱科科技有限公司, 浙江 杭州 310000)

摘要:为使广大学者更加深刻和清晰地理解产品环境足迹内涵,在收集了产品环境足迹相关信息,阅读并参考了产品环境足迹相关文献及指南的基础上,从其内涵、实施步骤等方面总结了产品环境足迹的主要内容,阐述了其与欧盟现行环保政策的关系,介绍了产品环境标识和组织环境足迹。同时,针对产品环境足迹这一体系对我国出口贸易所造成的影响,提出了一些应对措施。研究结果表明,产品环境足迹与生命周期评价的大多数内容是一致的,不同的是产品环境足迹更为明确与详细,要求严格,制定了较为统一的实施标准。

关键词:产品环境足迹;欧盟环保政策;产品环境标识;组织环境足迹;生命周期评价

中图分类号:X82;TB47;TH9

文献标志码:A

文章编号:1001-4551(2014)11-1329-07

Review of product environmental footprint

HUANG Xu-hong¹, FANG Xiao-wei², CHEN Ji-xi¹, GU Xin-jian¹

(1. Department of Mechanical Engineering, Zhejiang University, Hangzhou 310027, China;

2. Hangzhou IECHO Science Technology Co., Ltd, Hangzhou 310000, China)

Abstract: Aiming at offering more profound and clear understanding of product environmental footprint (PEF) for scholars, PEF main content was concluded from its meaning and implementation steps, by collecting PEF relative information, reading and referring to the literature and guide. Then, the relationship with EU environmental policy was analyzed. Product environmental sign and organisational environmental footprint (OEF) were also introduced. Meanwhile, considering the effects to Chinese export trade, some measures were suggested. The results indicate that most content of PEF is the same with life cycle assessment (LCA), but PEF is more clearly and detailed, with strict requirements, offering a more uniform implementation standard.

Key words: product environmental footprint(PEF); EU environmental policy; product environmental sign; organisational environmental footprint (OEF); life cycle assessment(LCA)

0 引 言

随着社会的不断发展和环境的不断恶化,倡导清洁生产、走循环经济发展道路,不仅成了产业本身发展的关键,也成了全社会持续发展的必由之路。在国际贸易中,西方发达国家设立了一系列绿色技术壁垒,如 CE 认证和 ROHS 指令等,使我国及第三世界国家出口产品受到很大限制,因此必须研究一些方法来更好地认识产品在生产与消费中对环境的影响,其中就包括

了生命周期评价(LCA)。2013年,欧盟为建立统一的评价标准,在生命周期评价的基础上提出了产品环境足迹(PEF),PEF 评价体系完全基于产品的生命周期评价方法,综合评价 14 种环境影响类型,这将取代产品碳足迹、水足迹等单项评价指标以及相关方法标准,成为统一的评价标准^[1]。不难预测,PEF 将成为我国研究产品出口欧盟认证体系趋势之一。

本研究在阅读并参考产品环境足迹相关文献及指南的基础上,总结产品环境足迹的相关内容,以便开展进一步的研究。

收稿日期:2014-06-16

基金项目:国家高技术研究发展计划(“863”计划)资助项目(2013AA040602);国家自然科学基金资助项目(51175463,71132007)

作者简介:黄旭荃(1991-),女,浙江义乌人,硕士研究生,主要从事生命周期评价方面的研究. E-mail: xuhonghuang@zju.edu.cn

通信联系人:陈茂熙,男,副教授,硕士生导师. E-mail: chenjx@cmee.zju.edu.cn

1 历史回溯

生命周期评价最早萌芽于美国。1969 年,美国中西部资源所(MPI)对可口可乐的饮料包装瓶进行了评价研究。该研究涵盖了从最初的原材料采掘到最终的废弃物处理整个过程,并对全过程进行跟踪与定量分析。当时,人们把这一研究方法称为资源与环境状况分析(REPA)。之后,美国环保局又进行了一系列的 REPA 研究。同时,欧洲的一些国家也开展了类似的相关研究。

自 20 世纪 70 年代中期开始,生命周期评价进入探讨进行阶段,能源危机引发了人们对环境的思考,而有关能源分析的研究开始备受关注。20 世纪 70 年代末 80 年代中期,能源分析方法逐渐成为一种资源分析工具,着重计算原材料消耗量和固体废弃物生产量。到了 20 世纪 80 年代末以后,区域性与全球性环境问题日益严重,人们保护全球环境意识加强,特别在 1988 年的“垃圾船”问题发生后,大量的 REPA 研究又重新开始。

1990 年 8 月,国际环境毒理学和化学学会(SETAC)首次举办了有关生命周期评价的研讨会,并第一次提出“生命周期评价”概念,成立了顾问组,研究进入迅速发展阶段。1993 年,根据在葡萄牙的一次学术会议的研究结论,SETAC 出版了“生命周期评价纲要:实用指南”,这为生命周期评价方法论方法提供了一个基本技术框架,是研究起步的一个里程碑。同时,国际化标准组织(ISO)制定和发布了有关生命周期评价的 ISO14040 系列标准^[2]。

生命周期评价发展到现在,已经成为了一个相对较为完善的环境评估体系。近年来,各国在此基础上不断发展与突破,相继出现了碳足迹、水足迹、碳标签

等标准和方法。直到 2013 年 4 月 9 日,欧盟委员会发布了新的环保政策通知——“建立统一的绿色产品市场”,即产品环境足迹。生命周期评价方法再次到达一个新的高度。

目前,由于起步较早,欧、美、日等发达国家的 LCA 应用较为普遍,已经成为产品开发、环境认证、规避贸易壁垒等的重要手段。技术部分软件工具已经形成商品化,有广泛应用基础^[3]。相比之下,国内外有关产品 LCA 方法和软件工具的研究和应用虽然取得了一定进展,但总的说来,仍然与欧美国家具有较大的差距,主要表现在产品回收再利用、研究对象深度和广度、研究方法和研究手段、方法本体研究、数据库建立这五个方面上^[4]。

尽管如此,我国紧随时代脚步研究热点问题,在引进消化国际成果基础上,在本地化方法学上有了很大突破,为 LCA 进一步的研究和应用奠定了基础。例如中国科学院的杨建新^[5]从产业生态学的角度研究产品生命周期评价,对 LCA 中资源耗竭潜力、当量系数的计算和分配方法提出了新的算法;浙江大学的杨迷影^[6]以服装行业为背景,结合信息技术建立面向服装企业低碳制造的信息服务系统。

2 产品环境足迹 PEF

2.1 PEF 介绍

PEF 是一套新的产品评价体系。欧盟推荐的绿色产品评价体系全称为产品环境足迹,同时发布了 PEF 方法指南。PEF 评价体系完全基于产品的生命周期评价方法,综合评价 14 种环境影响类型,如气候变化、臭氧层消耗等,详细信息如表 1 所示。这将取代近些年

表 1 环境影响类型和方法选择

环境足迹影响类型	影响评价模型	影响类型指标	主要清单物质
气候变化	GWPI00	Kg CO ₂ eq.	CO ₂ CH ₄ N ₂ O...
臭氧层消耗	EDIP	Kg CFC-11 eq.	CCl ₄ C ₂ H ₂ Cl ₃ CH ₃ Br...
生态毒性-淡水	USEtox model	CTUe	HF Hg ²⁺ Be...
人体毒性-癌症	USEtox model	CTUh	As Cr Pb...
人体毒性-非癌症	USEtox model	CTUh	Hg ²⁺ HF Ti
可吸入无机物	RiskPoll model	Kg PM _{2.5} eq.	CO PM ₁₀ PM _{2.5} ...
电离辐射-人体健康	Human Health effect model	Kg U ²³⁵ eq.	C-14 Cs-134...
光化学臭氧合成	LOTOS-EUROS model	Kg NMVOC eq.	C ₂ H ₆ C ₂ H ₄ ...
酸化	Accumulated exceedance model	mol H ⁺ eq.	SO ₂ NO _x NH ₃ ...
富营养化-陆地	Accumulated exceedance model	Mol N eq.	P N...
富营养化-水体	EUTREND model	Kg P eq./kg N eq.	NH ₄ -N...
资源消耗-水	Swiss Ecoscarcity model	M ³	H ₂ O
资源消耗-矿物、化石	CNL2002 model	Kg Sb eq.	Fe Mn Coal
土地转让	Soll Organic Matter(SOM) model	Kg(defict)	Land transformation

在欧盟各国十分流行的产品碳足迹、产品水足迹等单项评价指标以及相关方法标准,并且将建立相应的 PEF 审核体系和市场宣传模式。

PEF 是一项新的环保政策。PEF 是在欧盟多项资源环保政策法规的共同推动下,经过十多年的技术准备和酝酿下应运而生。欧盟提出,未来市场将采用统一的方法评估绿色产品,从而避免因评价方法不同,给消费者和采购方带来环境信息混乱的情况,同时也希望能够降低企业披露产品环境信息的成本。

PEF 具有长期和深远的影响。欧盟委员会建议各成员国、企业、行业、认证机构、金融机构等市场相关方,在评价绿色产品时统一采用 PEF 方法,从而为产品生态设计、绿色制造、绿色采购、产品环境标志与认证、市场营销、绿色金融等提供方法和数据支持,在此基础上建立统一的绿色产品市场。这必将对所有在欧盟销售的产品及其供应链,包括中国所有出口欧盟的产品和相关企业,造成长期和深远的影响,甚至可能蔓延到其他国家和市场。

目前,PEF 还处于试验阶段。2013 年 5 月 30 日,欧盟启动了为期三年的 PEF 试验计划,召集欧盟内外、各行业企业报名成为示范企业。入选的示范企业将成为技术秘书组(TS)成员单位,在欧盟组织下,开展一系列的示范工作。

2.2 PEF 步骤

产品环境足迹评价具体步骤如图 1 所示^[7-10]。

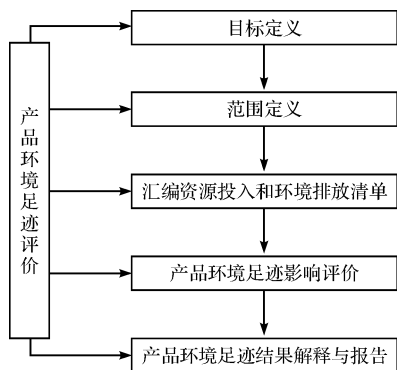


图 1 产品环境足迹评价步骤

同时,PEF 研究要求遵循相关性、完整性、一致性、准确性和透明性等原则。

相关性:PEF 研究过程中所有使用的方法和收集的数据与研究尽量相关。

完整性:在进行 PEF 研究过程中,需要包含所有的与环境相关的物料/能源流和其他在界定系统边界时所需的其他环境相关数据要求,以及所采用的影响

评估方法。

一致性:PEF 研究过程中,严格遵守指南中的各步骤,以确保内部一致性和类似可比性的分析。

准确性:应采取一切合理的努力,以减少在产品系统建模过程和结果报告的不确定性。

透明性:PEF 的信息应保持透明性,为用户决策、利益相关者评估其耐用性和可靠性提供必要的决策依据。

2.2.1 目标定义

目标定义是 PEF 研究的第一步,并设定了研究的总体背景。其目的是确保分析目的、方法、结果和预期应用能够很好地列出。在目标定义时,定义预期应用和分析深度是很重要的。PEF 研究的目标定义要求包括:目标应用、开展研究的原因、决策问题、目标观众、是否用于对比评价、研究委托方和审核程序(如果适用)等。

2.2.2 范围定义

范围定义要求与目标定义相一致,要求包括:

(1) 功能单位和基准流

要求根据以下方面定义功能单位:功能/服务提供什么,功能/服务提供程度,预期的质量水平,持续时间/寿命是多久,美国腐蚀工程师协会(NACE)标准。有些在制品可能具有多功能,需要进行识别和挑选。基准流是指实现定义功能的产品的量,涉及所有其他输入流和输出流。基础流可以通过分析单位直接确定或以产品导向的方法来确定。适当的基准流要求由功能单位来决定。支持研究所收集的定量输入和输出数据应以基础流计算。

(2) 系统边界

系统边界定义产品生命周期各个阶段和系统分析相关过程。要求包括所有与产品供应链相关的过程,所有过程要求分为前景过程和背景过程,同时建议包括系统边界图。

(3) 环境足迹影响类型

环境足迹影响类型要求包括所有 14 种默认的影响类型和相应的特征化模型,任何例外都要求记录、给出理由、报告并经评审。环境影响类型和方法选择如表 1 所示。

(4) 其他信息的选择

产品相关的环境潜在影响可能会超出被认可的基于生命周期环境足迹影响评价模型,考虑这些因素的可行性是很重要的。其他环境信息可能包括(非详尽的列表):用料数据清单;可拆卸性、可回收性、可恢复性、可重用性信息;资源利用效率;关于使用有害物质

的信息;处理有害/无害废物的信息;能源消耗信息;对本地/站点特定影响的信息。

(5) 假设与局限性

在 PEF 过程中,为进行分析可能会进行假设设定局限,但要求所有假设与局限应透明地报告。

2.2.3 汇编资源投入和环境排放清单

指南要求清单包括在系统边界内的与生命周期阶段相关的所有的资源使用和排放。在清单编制中需要考虑以下阶段:原材料获取和预处理、生产资料、生产、产品运输和储存、物流、回收处置。物料流在过程中分为基础流和非基础流,非基础流需要转化为基础流。同时指南给出了每个阶段应考虑的相关活动。关于物质名录,所有相关的资源使用及排放都要求使用 ILCD 数据库网络系统的物质名录和特性。如果一个物质在 ILCD 的物质名录中不存在,要求新添加一个适当的名录并记录其特征。

当然,整个评价过程对数据是有要求的。指南提供了 6 种质量标准,5 种用于评价数据,1 种用于评价方法,另外质量评估还包括其他 3 个方面,即文档、命名和审查。6 种质量标准包括技术代表性、地理代表性、时间代表性、完整性、参数不确定性和方法合理性与一致性,对各个标准进行评估打分后,算出平均值作为总体数据质量评分,然后找到对应的总体数据质量水平,具体如表 2、表 3 所示。同时,指南也给出了数据质量及其评估要求的概述,具体如表 4 所示。

表 2 过程数据质量评价表

评价水平	评价分值	技术代表性 (TeR)	地理代表性 (GR)	时间代表性 (TiR)	参数不确定性 (P)	方法合理性一致性 (M)
很好	1					
好	2					
一般	3					
差	4					
很差	5					

$$DQR = (TeR + GR + TiR + C + P + M) / 6$$

表 3 过程总体数据质量评价表

总体数据质量评分 (DQR)	总体数据质量水平
≤ 1.6	很好
1.6 ~ 2.0	好
2.0 ~ 3.0	一般
3.0 ~ 4.0	差
> 4	很差

表 4 数据质量及其评估要求概述

	最低数据质量要求	数据质量评价要求的类型
对每项环境影响的贡献至少为 70% 的过程数据	总体数据质量为良好 (DQR ≤ 3.0)	半定量
对每项环境影响的贡献达到 20% ~ 30% 的过程数据	总体数据质量为一般	定性的专家判断,不要求定量
假设的数据 (对每项环境影响的贡献不足 10% 的数据)	最好的可用数据	定性的专家判断

数据分为实景数据和背景数据。

(1) 实景数据 (Specific data): 应该尽量调查实景过程数据;应该满足指南的数据质量要求,建议包括过程的所有投入和排放;允许收集、测量或采用活动数据与相关排放因子计算得到。

(2) 背景数据 (Generic data): 应该尽可能采用有行业针对性的数据;应该满足指南的数据质量要求;建议尽可能采用指南提供的数据来源:要求来源与相关 PEF 的要求一致、与 PEF 研究的要求一致、来自 ILCD 数据网络和 ELCD 数据库。

理论中,PEF 应将涵盖所有的生命周期阶段,但对于某些产品来说,如果某个生命周期阶段与产品的环境绩效不相关或是无法得到该阶段的典型数据,则该阶段的数据可以不纳入。

实际情况中,存在一个过程具有多个功能,在处理多功能过程时,要求采用如图 2 所示的决策层次来解决多功能系统的问题。同时,在此所做的任何选择要求报告并给出合理解释。

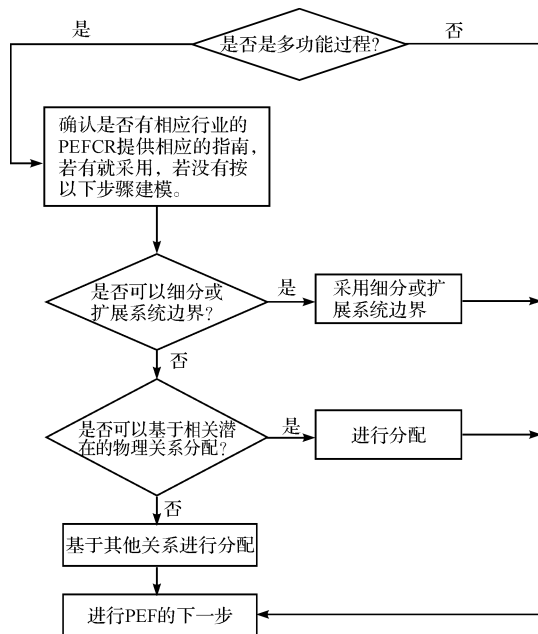


图 2 处理多功能过程决策过程

处理回收过程的多功能问题时,指南也提出了一些可供参考的计算方案^[11-13]如下:

$$\left(1 - \frac{R_1}{2}\right) \times E_r + \frac{R_2}{2} \times E_{\text{recycled}} + \frac{R_2}{2} \times \left(E_{\text{recyclingEol}} - E_V^* \times \frac{Q_S}{Q_P}\right) +$$

$$R_3 \times (E_{\text{ER}} - LHV \times X_{\text{ER,heat}} \times E_{\text{SE,heat}} - LHV \times X_{\text{ER,elec}} \times E_{\text{SE,elec}}) + \left(1 - \frac{R_2}{2} - R_3\right) E_D - \frac{R_1}{2} \times E_D^*$$

$$VIRG_{\text{IN}} + REC_{\text{IN}} + REC_{\text{OUT}} + ER_{\text{OUT}} + DISP_{\text{OUT}}$$

$$VIRG_{\text{IN}} = \left(1 - \frac{R_1}{2}\right) \times E_v \quad \text{初生材料获取和预处理的环境影响}$$

$$REC_{\text{IN}} = \frac{R_1}{2} \times E_{\text{recycled}} \quad \text{回收材料获取和预处理的环境影响}$$

$$REC_{\text{OUT}} = \frac{R_2}{2} \times \left(E_{\text{recyclingEol}} - E_V^* \times \frac{Q_S}{Q_P}\right) \quad \text{由于回收而避免的初生材料生产的环境影响}$$

$$ER_{\text{OUT}} = R_3 \times (E_{\text{ER}} - LHV \times X_{\text{ER,heat}} \times E_{\text{SE,heat}} - LHV \times X_{\text{ER,elec}} \times E_{\text{SE,elec}}) \quad \text{用于能源回收而避免的环境影响}$$

$$DISP_{\text{OUT}} = \left(1 - \frac{R_2}{2} - R_3\right) E_D - \frac{R_1}{2} \times E_D^* \quad \text{未回收经处置或用于能源回收材料的环境影响}$$

2.2.4 PEF 影响评价

PEF 影响评价包含 2 个强制性步骤(分类和特征化)和 2 个选择性步骤(归一化和权重)。

分类要求资源投入和环境排放清单中,输入与输出的物料/能源按照相关 PEF 影响列表进行分类。有时,投入/输出对应的不仅仅只有一项影响指标。本研究按照组成物质将数据分类转化为现有的特征因素。特征化是指根据影响列表,每个类别的输入/输出按照各自的环境影响的贡献大小进行计算,通过乘以列表中的相关特征因子所得。

如果采用了归一化,归一化的环境足迹结果要求记录在“额外环境信息”中,需要记录所有方法和假设。如果采用了权重,方法和结果都要求记录在“额外环境信息”中。权重之前的影响评价结果要求与权重的结果同时报告。

2.2.5 PEF 结果解释和报告

结果解释具有两个目的:保证 PEF 模型的性能符合研究目标和质量要求;分析获得可靠的结论和建议,以支持改进。对此,结果解释阶段包括以下 4 个关键步骤:

(1)评价结果的可靠性:包括方法学的选择如何影响评价结果以及包括完整性检查、敏感性检查、一致

性检查;

(2)确定热点:要求在清单级、过程级和供应链阶段级找出供应链的热点,并评价潜在的改进;

(3)不确定度估计:要求对清单不确定度和选择相关不确定度至少进行定性的不确定度描述,以便评价整体 PEF 研究的不确定度;

(4)结论、建议和局限:对结论、建议和局限的描述要求与 PEF 研究的目标和范围相一致。

用于支持公开发布的对比性论断应该基于 PEF 指南和相关的 PEF CR。

对于报告,任何一个用于外部交流的 PEF 研究要求必须包括 PEF 研究报告,要求提供足够的信息用于评价、跟踪和寻找产品环境表现的改进。同时,PEF 研究报告至少包括摘要、主要报告和附录,要求包含本章中明确要求的所有内容。额外的支持信息也允许包括,如保密报告、不用于外部公开用于评审的所有数据。

3 PEF 标识

欧盟在推行实施 PEF 的同时,也在设计 PEF 标识并准备将标识贴在产品上,标识如图 3 所示。标识分 A~E 5 个级,并用不同的颜色表示综合评价产品的环境影响程度,如 A 级采用深绿色表示,B 级采用浅绿色表示。在标识的下端,给出了不同环境影响类型的影响级别,如气候变化的影响级别为 C 级,空气污染的影响级别为 B 级,水污染的影响级别为 B 级。通过在产品上标示产品环境足迹标识,有利于消费者从同类产品选取环境影响最小的产品,间接推动企业减少资源能源消耗和污染物排放,提高资源产出效率^[14-17]。

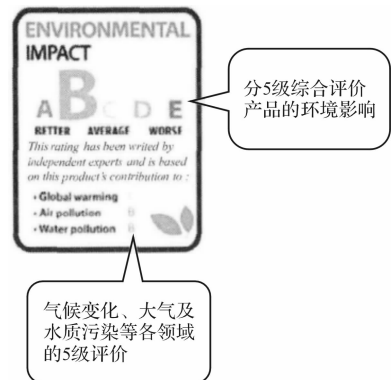


图 3 PEF 标识

欧委会表示这些类型的标识是易于理解的,且“消费者对此相当熟悉”,对标识的研究集中于下列 3

方面:标示内容、标示方式、标示位置。举例说明,①标示内容:标示的环境指标应不超过 3 个;②标示方式:信息来源应可靠,理想方式是来源于第三方而不是生产厂;③标示位置:产品包装的物理限制可能影响标示的选择。如小型电子产品包装空间有限,不便标示信息,而服装和纺织品具有更大的表面积用来标示,这使得在这些产品上的标示更容易。

4 PEF 与欧盟现行政策的关系

目前欧盟已经有很多与绿色产品、生态设计相关的政策以及法规,如生态标志(Ecolabel)、生态设计、生态管理和审核计划(EMAS)管理体系等。对于大多数公司而言,面对条目繁多的标准和标签,将很难实施开展工作。那么新推出的 PEF 与它们之间又有怎样的关系呢?对于我国而言,人们更关注 PEF 与生态标志、生态设计的关系和影响^[18]。

4.1 PEF 与 Ecolabel

(EC) No. 66/2010 法规建立发展产品(包括服务)Ecolabel 的规则和条件,该法规规定,Ecolabel 的标准应当依据现有的或最新的 LCA 研究。既然欧委会这次开发了 PEF 方法,并且将其看作是 LCA 研究的最佳实践,那么未来 Ecolabel 标准研究极有可能也采用基于 LCA 的新方法。事实上,欧盟正在积极研究将 LCA 方法应用于 Ecolabel 标准。未来 Ecolabel 的标准也许不仅仅是一些分散在各个阶段的指标,而很有可能会出现产品全生命周期的量化指标。

4.2 PEF 与生态设计

PEF 与生态设计都是基于 LCA,生态设计是针对全生命周期各个阶段系统地进行环境化的设计,但却没有用一个量化的方法评价出产品全生命周期的环境影响,而本研究认为 PEF 方法学对产品的环境影响有一个量化的评价。但并不是说 PEF 量化的方法应用到每一类产品都是适用的,欧盟下一步就是与利益相关者一起开发产品分类规则。在这个过程中,也许会发现 PEF 方法对于某些产品类别是不可行的,届时欧盟会与行业共同开发定制方法,而不是都采用 PEF 量化一刀切的简单处理方式。在这之后,委员会将与所有利益相关者一起讨论和决定是否把 PEF 方法整合到生态设计或欧盟 Ecolabel 等现有的工具中。

5 OEF

在统一方法学的目标下,除了 PEF,欧委会同样也

正在推进组织环境足迹(OEF)。OEF 与 PEF 有着共同的目标,不同的是 OEF 适用于整体的组织活动,即从供应链角度,该组织提供与商品和服务相关的所有活动(从原材料的提取、使用直到最终废物处理选择)。因此,OEF 是为专门向组织申请而设计的配套活动,与 PEF 并行开发。总结来说 OEF 是以企业、组织为对象,以 GHGP Scope3、欧盟、ISO 14072 等为标准,评价企业总消耗和排放及生命周期上、下游影响组织种类规则^[19-20]。

6 结束语

本研究介绍了产品环境足迹的主要内容,不难看出,产品环境足迹与生命周期评价的大多数内容是一致的,不同的是产品环境足迹更为明确与详细,要求严格,制定了较为统一的实施标准^[21]。如指南提出的 14 种环境影响类型,量化的数据质量要求,多功能系统、分配等的方法建议以及审核规范和评审员资质要求。更加统一的 PEF,减少了用户评估产品碳足迹时需选择的方法的数量,更有利于在企业中的推行。

同时,PEF 方法及结果有许多潜在应用,例如:

- (1)沿着生命周期的产品优化产品的生产流程;
- (2)沿着生命周期优化产品设计,使其环境影响最小化;
- (3)产品生命周期环境信息的沟通(如通过伴随产品的文档、网站或应用程序);
- (4)使环境声明变得更完整以及更可信等。

当然,PEF 的推行也受到了一定的质疑,例如有人认为方法缺乏足够的数据并且精度有限;有人认为不同行业采用统一的标准本身就存在很大的问题。目前,整个推行还处于试验阶段,试验结果未能可知,产品环境足迹推行之路任重而道远。

对我国企业而言,欧盟推行的产品环境足迹无疑是一个很大的挑战,为尽早规避这一体系对我国出口贸易的影响,应做好各方面的加强工作,例如:

- (1)积极宣传生命周期评价体系,提高全民环保意识,完善这一方面的法律法规,使生命周期评价成为国内研究热潮,促使企业推行该体系;
- (2)开展欧盟产品环境足迹相关研究,联合专家、企业和高校成立研究小组,分析制定适合我国的产品环境足迹体系;
- (3)选择部分行业企业作为试点示范,构建合理的评价模型,建立较为完善的生命周期数据库,提供生

命周期评价服务;

(4)加强与欧盟的交流,做好体系推行反馈工作,结合实际情况,持续改善评价体系标准,使该体系在企业中更易推行。

目前,产品环境足迹还处于试验阶段,相关资料较为有限,研究中存有大量不足之处,如涵盖的内容还不是很完善等。为了开展进一步的研究,笔者将继续关注相关讯息。

参考文献 (References):

- [1] 亿科环境官方博客. 欧盟“产品环境足迹”与亿科解决方案[EB/OL]. [2013-06-17]. <http://www.itke.com.cn/blog/archives/486>.
- [2] 霍李江. 生命周期评价(LCA)综述[J]. 中国包装,2003(1):42-43.
- [3] 李方义,李剑峰,颜利军,等. 产品绿色设计全生命周期评价方法研究现状及展望[J]. 现代制造技术与装备,2006(1):8-13.
- [4] 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.
- [5] 杨建新,徐成,王如松. 产品生命周期评价方法及应用[M]. 北京:气象出版社,2002.
- [6] 杨迷影. 面向企业低碳制造的若干信息服务技术[D]. 杭州:浙江大学机械工程学系,2010.
- [7] European Commission. Ref. Ares (2012) 873782, PEF methodology final draft[S]. Institute for Environment and Sustainability H08 Sustainability Assessment Unit,2012.
- [8] European Commission. Product Environmental Footprint (PEF) News[EB/OL]. [2014-06-03]. http://ec.europa.eu/environment/eussd/smgp/product_footprint.html.
- [9] PELLETIER N, ALLACKER K. The European Commission Organisation Environmental Footprint method: comparison with other methods, and rationales for key requirements[J].

Int. J. Life Cycle Assess,2014(19):387-404.

- [10] European Commission. The development of PEF[EB/OL]. [2014-06-03]. http://ec.europa.eu/environment/eussd/smgp/dev_pef.htm.
- [11] 侯萍. PEF指南的内容与要求[R]. 成都:四川大学,2013.
- [12] 于宁. 产品环境宣告与碳足迹发展趋势[R]. 新竹:环境与发展基金会,2009.
- [13] European Commission. Guidance for the implementation of the EU PEF during the EF pilot phase-Version 3.0[Z].
- [14] 付允,林翎. 欧盟产品环境足迹评价方法与机制研究[J]. 中国标准化研究,2013(9):59-62.
- [15] 中国碳排放研究会. 欧委会碳足迹《产品环境足迹(PEF)》[EB/OL]. [2012-10-14]. <http://www.tanpaifang.org.cn/news/tanbiaoqian/2012-10-14/666.html>.
- [16] 碳排放交易. 欧委会碳足迹《产品环境足迹(PEF)》计划标签分级制度[EB/OL]. [2012-09-10]. <http://www.tanpaifang.com/tanbiaoqian/2012/0910/6420.html>.
- [17] 科学网. 风暴来了,新一轮欧盟环保政策—基于LCA的产品环境足迹(PEF)[EB/OL]. [2013-04-30]. <http://blog.sciencenet.cn/blog-509598-685225.html>.
- [18] 陈欢,李翔. 欧盟产品环境足迹研究[J]. 深圳市计量质量检测研究院,2013(8):21-25.
- [19] 朱虹,徐晓悦. 国外检验检疫快讯[J]. 上海出入境检验检疫局风险管理处,2013(8):16-19.
- [20] European Commission. Organisation Environmental Footprint (OEF) News[EB/OL]. [2014-06-03]. http://ec.europa.eu/environment/eussd/smgp/organisation_footprint.html.
- [21] 中国纺织网. 欧盟将对生态环保标章建立共同标准[EB/OL]. [2013-05-16]. http://trade.ec.com.cn/article/tradezcq/trademarket/201305/1244063_1.html

[编辑:张豪]

本文引用格式:

黄旭荭,方小卫,陈茂熙,等. 产品环境足迹综述[J]. 机电工程,2014,31(11):1329-1335.

HUANG Xu-hong, FANG Xiao-wei, CHEN Ji-xi, et al. Review of product environmental footprint[J]. Journal of Mechanical & Electrical Engineering, 2014, 31(11):1329-1335.

《机电工程》杂志:<http://www.meem.com.cn>