

讨论与建议

板式家具产品的生命周期评价

薛拥军, 王 珺

(肇庆学院, 广东肇庆 526061)

摘要: 以中密度纤维板家具为研究对象, 用生命周期评价的方法, 对板式家具生产过程对环境的影响进行了评估。结果表明: 加工每 m^3 的中密度纤维板, 资源消耗量最大的为木材 (1.95 t), 全球性环境影响主要表现在全球变暖 (影响负荷 313.35 PE), 区域性影响主要来源于酸化 (影响负荷 43.34 PE), 局地性影响主要由固体废弃物导致 (影响负荷 953 mPE)。

关键词: 板式家具; 中密度纤维板; 生命周期评价 (LCA); 环境影响

中图分类号: TS664.1

文献标识码: A

文章编号: 1001-8654(2009)04-0022-04

Life Cycle Assessment of Panel Furniture Made from Medium Density Fiberboard

XUE Yong-jun, WANG Jun

(Zhaoqing University, Zhaoqing 526061, Guangdong, China)

Abstract: A technical model of life cycle assessment (LCA) was used in this study to investigate the environmental impact of producing panel furniture using medium density fiberboard (MDF). The model included all aspects of furniture production from raw material supply, energy consumption, transportation, and waste management. The results showed that to produce one cubic meter of MDF panels, 1.95 t of wood were required demanding a high impact on resources. The resulting environmental impact manifested primarily by the following values of standardized latent environmental impact: global warming of 313.35 PE, acidification of 43.34 PE, and solid residues of 953 mPE. The authors also presented suggestions for furniture manufacturers on how to utilize technology to minimize the environmental impact.

Key words: panel furniture; medium density fiberboard; life cycle assessment (LCA); environmental impact

在我国, 家具行业是继房地产、汽车、服装和食品行业之后, 高速发展的重要消费品生产行业。目前, 我国已有 5 万多家家俱企业和 500 多万从业人员, 2007 年我国家具总产值为 5 400 亿元, 成为世界第一大家具生产国和出口国^[1]。在木质家具中, 以中密度纤维板 (以下简称中纤板) 为主要原料的板式家具, 占有相当大份额。在板式家具的生产、使用和废弃过程中, 产生的资源和能源消耗的问题, 对社会和企业造成一定的负担, 应得到社会及行业

的重视。

生命周期评价 (Life Cycle Assessment, LCA) 作为一个面向产品的环境管理工具, 主要研究从原材料获得, 到生产、使用和报废处置等整个产品生命期, 所可能涉及的环境潜在影响^[2]。从生命周期的角度分析或评价板式家具产品的环境属性, 对于系统、全面地了解板式家具产品的性能, 具有重要意义。

笔者调查了我国南部几省的板式家具企业, 选择了部分生产水平较高的企业, 对其家具产品的生产过程进行了分析评价, 以期建立板式家具产品生命周期评价的理论框架, 为企业改进板式家具生产工艺、减少环境污染提供依据。

收稿日期: 2008-10-27; 修改日期: 2009-05-20

作者简介: 薛拥军 (1981—), 男, 肇庆学院美术学院艺术设计系助教, 硕士。

1 研究对象、范围及评价模型

1.1 研究对象与范围

以流水线生产的中纤板家具产品为研究对象，LCA 过程中所选用的功能单位为 1 m³ 中纤板，范围主要由中纤板和板式家具产品两大部分组成。笔者对板式家具产品的生命周期系统边界做出适当的界定，系统的输入包括：原材料、能源等；输出为：产品，废水、废气、废渣等及其他污染物。其生命周期评价系统边界如图 1 所示。

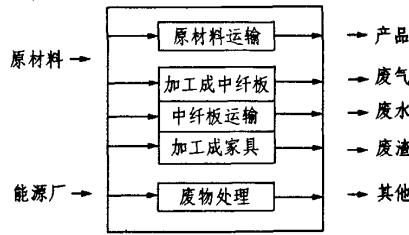


图 1 板式家具产品生命周期评价系统边界
Fig. 1 Systemic boundary of life cycle assessment for panel furniture

1.2 环境影响评价模型

本研究建立的板式家具 LCA 模型框架为：清单分析→标准化→加权评估→影响指数^[3]。

根据 LCA 框架要求，在进行每阶段的评价时，需要对板式家具产品生产过程中的环境影响类型、影响权重进行分类，并计算出各类环境影响的排放总量，以环境影响潜值指标 (Eco-environment burden, EB)，即整个产品生产中，所有环境排放影响的总和或资源消耗的总和，来衡量产品生命周期过程中对环境的影响。

1.2.1 环境影响类型及影响权重

目前进行的 LCA 实践一般依据美国的环境毒理学与化学学会 (The Society of Environmental Toxicology and Chemistry, SETAC) 和环境主要潜能因子研究 (Environment-Dependent Interatomic Potential, EDIP) 方案，除了局地环境影响外，也要从全球变暖、臭氧层破坏等全球尺度进行考虑。

1) 环境影响类型及潜能因子：板式家具产品的环境影响类型划分方案，以及各种物质的环境影响潜能因子 (Potential factor, PF)，见表 1^[4]。

2) 标准化基准及环境影响权重：数据标准化的目的，是对各种环境影响类型的相对大小，提供一个可比较的标准。标准化后的环境影响潜值的单位为

表 1 环境影响类别及影响潜能因子
Tab. 1 Potential factors for all types of environmental impacts

影响类型	影响物质	PF
全球变暖	CO ₂	1
	NO _x	320
	CO	2
	CH ₄	25
酸化	SO _x (SO ₂ 当量)	1
	SS	3.54
富营养化	NO ₃ 当量	1
	COD _{Cr}	102.50
光化学氧化剂	C ₂ H ₄ (当量)	1.00
	甲醛 (CH ₂ O)	0.42
	苯 (CH ₂ O)	0.19
	甲苯 (C ₆ H ₅ CH ₃)	0.56
	二甲苯 (C ₆ H ₁₀)	0.63

标准人当量 (PE)，即每年每人平均造成的环境影响潜值。两种不同类型的环境影响潜值大小相同时，并不意味着两者的潜在环境影响同样严重，因而，还需对影响类型的严重性进行排序，即赋予不同影响类型权重后才能进行比较，即加权评估。

本模型标准化基准采用 2000 年社会资源消耗总量和环境潜在影响，权重根据 2010 年我国政府的削减目标确定，反映了 2000 年的标准化基准与 2010 年的目标基准之间的距离^[5]，具体数据见表 2^[6]。

表 2 中国地区环境影响标准化基准和权重
Tab. 2 Basic factors of environmental impact in China

影响范围	影响类型	标准化基准 kg/(人·a)	权重
全球性	全球变暖	8 700	0.83
	酸化	35	0.73
区域性	富营养化	59	0.73
	光化学氧化剂	0.76	0.53
	固体废物	2.91	0.62
局地性	烟尘和粉尘	18	0.61

1.2.2 环境影响潜值

每类环境影响的 EB 根据公式 (1) 进行计算。
$$EB = (m_a \times PF_a) + (m_b \times PF_b) + \dots \quad (1)$$
式中：a、b、……为排放物中所含的各种化学物质，m 为各种物质的质量^[7]。

2 清单分析

清单分析是 LCA 基本数据的一种表达，也是评价的基础^[8]。本研究中输入数据采自国内某中纤板和家具企业；其他则依据工艺统计数据，并参阅了《工业污染物产生和排放系数手册》、《中密度纤维板工程设计规范》，根据厂家的具体情况修正而得。

2.1 原材料消耗清单

以 1 m³ 中纤板进行 LCA 评价,其生产及加工成板式家具过程中,主要的原料消耗列于表 3。

表 3 生产及加工 1 m³ 中纤板的原料消耗

Tab. 3 Material consumption for producing 1 m ³ of MDF panels		
生产阶段	原材料	消耗量/(kg·m ⁻³)
中纤板	木材	1.95 ^a
	脲醛树脂胶(固体胶)	107.13
	防水剂(石蜡)	5.48
	涂料(PU、PE)	4.71
板式家具	涂料稀释剂(Thinner)	5.29
	胶黏剂(热熔胶、乳白胶)	0.37

^a 木材的消耗量单位为 t/m³,以室温下含水率平衡状态计。

2.2 能源消耗清单

板式家具产品在生产及运输过程中,主要消耗的能源为电、热及柴油。进行 LCA 能源耗竭系数计算时,为便于不同能源间的比较,需要将其其他能源消耗量,统一换算成标准煤消耗量。根据国家计委发布的数据,将电、柴油和蒸汽,分别以 0.404 kgce/(kw·h)、1.457 kgce/kg、0.0928 kgce/kg 折合标准煤,则生产 1 m³ 中纤板家具产品的标准煤消耗量为 539.29 kgce(表 4)。

表 4 生产及加工 1m³ 中纤板的标准煤消耗量

Tab. 4 Energy consumption for producing 1 m ³ of MDF panels					
能源	单位	消耗量			折合标准煤量/kgce
		中纤板生产阶段	板式家具生产阶段	整个过程	
电能	kw·h	347.00	22.06	369.06	149.10
柴油	kg	6.11	22.71	28.82	41.99
蒸汽	t	3.50	0.25	3.75	348.20
合计					539.29

2.3 环境排放清单

板式家具生产过程中,排放的废弃物主要是废水、废气和固体废弃物。

1) 废水:主要来源于制胶工艺废水、涂饰车间油漆房内的水帘处理废水和清洗废水。每加工 1 m³ 中纤板,排放废水中含有的污染物种类及污染负荷量,如表 5 所示。

2) 废气:主要来源于生产中锅炉排放的气体。按每加工 1 m³ 中纤板,消耗标准煤 539.29 kgce 计,废气排放清单如表 6 所示。

3) 固体废弃物:包括边角料、纤维等,主要来自开料、毛料加工、净料加工、裁边及砂光等工序。各类物质的排放量统计见表 7。

表 5 加工 1m³ 中纤板对水环境的污染排放量

Tab. 5 Water pollution from manufacturing 1 m ³ of MDF panels	
分析项目	污染负荷值/g
BOD ₅ (5 日生物需氧量)	658
悬浮物(SS)	846
化学需氧量(COD)	1 220
苯	1.47×10 ⁻⁴
甲苯	8.82×10 ⁻⁵
二甲苯	4.41×10 ⁻⁴

表 6 加工 1m³ 中纤板的废气排放清单

Tab. 6 Exhaust gases from manufacturing 1 m ³ of MDF panels		
气体种类	每 t 标煤排放量/kg	排放量/kg
CO ₂	3 300.00	1 779.66
NO _x	8.72	4.70
CO	0.60	0.32
CH ₄	0.02	9.76×10 ⁻³
SO ₂	0.19	9.98×10 ⁻²

表 7 加工 1m³ 中纤板的废弃物排放量

Tab. 7 Solid residues from producing 1 m ³ of MDF panels	
废弃物种类	排放量/kg
边角料	104.90
纤维	54.52
砂光粉	96.52
其他	182.66
共计	438.60

3 影响潜值标准化和加权分析

根据第 2 章所建模型,在清单分析的基础上,还需对环境影响潜值进行标准化、加权评估等计算。加权后的环境影响潜值,称为环境影响负荷,反映了所研究产品系统在其整个生命周期中,对环境系统产生的压力。

1 m³ MDF 板式家具产品生命周期过程中,各类环境影响加权后的影响负荷,如表 8 所示。全球变暖、酸化、富营养化、光化学氧化剂的影响,分别以 CO₂、SO₂、NO₃、C₂H₄ 为当量来进行计算。

表 8 板式家具产品 LCA 环境影响潜值的
标准化和加权分析

Tab. 8 Weighted mean values of the standardized latent environmental impact of producing 1 m ³ of MDF panels			
影响类型	影响潜值/kg	标准化后影响潜值/mPE	加权后影响负荷/mPE
全球变暖	3 284 548.00	377 534.25	313 353.22
酸化	2 077.76	59 364.50	43 336.09
富营养化	280.51	4 754.40	3 470.71
光化学氧化剂	2.03×10 ⁻²	26.69	14.15
固体废弃物	438.60	1 507.20	934.36
烟尘和粉尘	13.60	755.60	460.92

从表8可以看出,全球性最严重的环境影响为全球变暖;区域性环境影响中,酸化是最主要的影响,其余依次为固体废弃物、富营养化、烟尘和灰尘。

4 环境影响评价

1) LCA资源消耗分析结果表明,中纤板企业生产 1 m^3 MDF产品,木材消耗量为 $1.95\text{ t}/\text{m}^3$,脲醛树脂胶为 $214.25\text{ kg}/\text{m}^3$,防水剂为 $5.48\text{ kg}/\text{m}^3$ 。生产中纤板原料消耗最多的为木材,与我国的木材利用率较低有关。因此,企业可以从提高木材利用率、降低木材消耗量等方面入手,降低成本。

板式家具企业加工 1 m^3 MDF中纤板时,消耗最多的是稀释剂(涂料溶剂)($5.29\text{ kg}/\text{m}^3$),其次是涂料($4.71\text{ kg}/\text{m}^3$),胶黏剂消耗较少($0.37\text{ kg}/\text{m}^3$)。涂料和稀释剂主要消耗在喷涂工段,存在浪费现象。因此,应加强喷涂工段的质量控制,在保证产品质量的前提下,减少涂料及稀释剂的用量。

2) LCA环境影响评价结果表明,板式家具产品生产过程中,主要的环境影响在于区域性和局地性的环境影响排放;相对其他产品而言,全球性环境影响的严重性较小。

板式家具企业应重视生产过程中固体废弃物、废水等排放对环境的影响,可采取措施:增加废水处理环节;加强科学配料、优化工艺;使用节能锅炉,利用固体废弃物为锅炉燃料等。

5 结语

本研究首次把生命周期评价引入板式家具产品生产过程中,得到板式家具产品资源消耗和环境污染排放的一手数据。但由于客观条件限制,仅考虑了主要原材料的影响,未对胶黏剂、五金件等辅料,以及噪声、有害气体等,进行评价分析。

总体而言,板式家具产品LCA评价结果,可以为家具企业减少资源消耗、改进工艺技术和提高管理水平等提供参考,减轻板式家具产品的环境影响负荷,促进我国家具业的可持续发展。

参考文献:

- [1] 我国家具出口现状及发展前景[J]. 木材工业, 2009(1): 46.
- [2] GB/T 24041-2000, 环境管理生命周期评价目的与范围的确定和清单分析[S].
- [3] 马骥, 周美华, 黄莉. 化工纺织品的生命周期评价[J]. 广东化工, 2007(1): 66-68.
- [4] Besnainou J, Coulon R. Life cycle assessment: A system analysis[M]//Curran M A. Environmental life cycle assessment. Cincinnati: McGraw-Hill Companies, 1996.
- [5] 黄春林. 合成高分子生物医学材料制品的生命周期评价[D]. 成都: 西南交通大学, 2004: 19-25.
- [6] 杨建新, 徐成. 生命周期环境影响类型分类体系研究[J]. 上海环境科学, 1999, 18(6): 246-248.
- [7] 薛拥军, 向仕龙, 刘文金. 纤维板生命周期评价模式的构建[J]. 中国人造板, 2006(11): 29-32.
- [8] 樊庆铨, 敖红光, 孟超. 生命周期评价[J]. 环境科学与管理, 2007(6): 177-179.

(责任编辑 向琴)

行业简讯

2009 广州国际木工机械、家具配料展(interzum Guangzhou)圆满落幕

2009 广州国际木工机械、家具配料展(interzum Guangzhou), 是金融危机背景下的一次行业大聚会, 作为中国家具业的晴雨表, 备受行业关注, 其结果令人欣慰。3月27—30号, 展会共吸引了761家海内外参展企业(同比增长10%), 覆盖8个展馆, 面积达8万 m^2 (同比增长33%)。

展会上, 针对当前的全球性经济危机, 展商纷纷携带其最新研制的产品参展, 自主研发设计, 具有节能、高效特点的新产品, 成为本次展会的一大亮点。

据主办方统计, 本届展会与前期广州办公家具展,



共接待专业观众60 697名, 来自家具制造、配料批发和零售、室内设计、行业协会与组织、木材和塑料加工及贸易等行业的专业买家共计39 222名(国内买家30 165人, 海外买家9 057人)。

展会期间, 主办方邀请木材流通协会会长朱光前、《家具》杂志主编许美琪等专家, 就木材流通、木用涂装、家具及寝具、室内设计等主题举办了5场研讨会, 与家具行业从业者作深入探讨、分享经验。坚持走专业化的办展道路, 使展会在行业内的影响力不断扩大。

本刊讯