

绿色橱柜评价模型消费属性指标限值的验证研究

高宇 杜清婷 王圣 庄梓豪 / 深圳市建筑科学研究院股份有限公司 深圳 518000

摘要: 在绿色橱柜产品认证过程中,消费属性是评判其产品质量的重要依据,但其约束性指标是否能够满足当下消费者的使用要求,需要进一步试验验证。本文基于“十三五”国家重点研发计划项目“重点领域绿色产品认证关键技术研究”,依据初步认证模型,通过对橱柜样品的测试,结合大量整体橱柜家具测试结果的数据分析,对模型中消费属性约束性指标限值设置进行研究,验证可迁移元素、甲醛释放率和TVOC释放率限量值的合理性。以期对消费属性提出建设性意见。

关键词: 绿色橱柜;消费属性;材料污染物;释放率样品;面积承载率

Verification Study OnThe Limit Value of Consumption Index of Green Cabinet

GAO Yu,DUQingting, WANG Sheng, ZHUANGZihao

(Shenzhen Institute of Building Research Co., Ltd, ShenZhen 518000, China)

In the green cupboard product certification process,the consumption attribute of green cupboard is an important basis to judge the quality of its products.Whether its binding indicators can meet the requirements of current consumers, further testing is required.This paper is based on the “13th Five-Year” National Key R&D Program “Key Technology Research on Green Product Certification in Key Fields”,according to the preliminary certification model, through the test of the cupboard samples, combined with the data analysis of the test results of a large number of integrated cupboard furniture,in order to study on the limit setting of constrained index of consumption attribute in model.Verify the rationality of the migratable elements, formaldehyde release rate, and TVOC release rate limits. With a view to constructive comments on consumer attributes.

Keywords:GreenCupboard,ConsumptionAttribute,Material Pollutant Release Rate,Sample Area Loading Ratio

Correspondence: Gao Yu, gaoyuibrcn.com

1 研究背景和意义

本研究基于“十三五”国家重点研发计划项目“重点领域绿色产品认证关键技术研究”,课题“家居领域绿色产品认证关键技术研究”(2017YFF0211504)的初步研究成果¹,即以橱柜作为家居领域的典型产品进行研究,旨在突破橱柜现有环境标志产品认证等以有害物质释放和使用品质为约束的指标体系,基于生命周期评价(LCA)方法,从资源、能源、环境和消费四个绿色角度构建产品绿色属性,初步建立绿色橱柜产品多指标量化评价模型。评价模型共设置20项评价指标,60个条文^[1]。在此基础上,开展绿色橱柜产品多指标量化评价模型消费属性指标限值的验证性研究。

验证评价模型的有效性是建立可执行的认证技术规范的重要途径,因此本项研究将对绿色橱柜评价模型中的消费属性进行验证研究,定量考察指标限量值的合理性,以期提出建设性意见。绿色橱柜产品多指标量化评价模型的消费属性约束项如表1。

由于家具散发(携带)的污染物常常是室内空气污染的主要来源,其主要体现为有害物质释放率指标,因此如今的消费者越来越重视家具的环保性能。所以本研究将针对橱柜消费属性中的有害物质释放率(量)限值进行验证性研究,不包含消费属性中基本性能和企业管理体系的符合性分析。由于橱柜等家装材料的绿色产品认证尚未开展,缺乏认证评价数据,因此本研究利用大量柜类家具检测数据进行分析,旨在为认证评

基金项目: “十三五”国家重点研发计划项目“重点领域绿色产品认证关键技术研究”,课题“家居领域绿色产品认证关键技术研究”(2017YFF0211504)资助项目。

表 1 消费属性指标

Tab.1 Constraint Index OfConsumption Attribute

一级指标	二级指标	项目及要求		
消费属性	整体橱柜有害物质释放	甲醛	材料污染物 释放率	≤ 0.010mg/ (m ² .h)
		苯		≤ 0.010mg/ (m ² .h)
		甲苯		≤ 0.010mg/ (m ² .h)
		二甲苯		≤ 0.010 mg/ (m ² .h)
		总挥发性有机化合物 (TVOC)		≤ 0.040mg/ (m ² .h)
		铅	橱柜面板涂 层可迁移元 素	≤ 90mg/kg
		镉		≤ 50mg/kg
		铬		≤ 25mg/kg
		汞		≤ 25mg/kg
		锑		≤ 60mg/kg
		钡		≤ 1000mg/kg
		硒		≤ 500mg/kg
		砷		≤ 25mg/kg
		可接触实木中五氯苯酚 (PCP)		≤ 5mg/kg
	放射性：橱柜中天然石材放射性核素镭 226、钍 -232、 钾 40 的放射性比活度		IRa ≤ 0.5； Ir ≤ 0.65	

价模型的应用提供一个可参考、可量化的数据参考，对消费属性限量值设置的合理性进行研究，并依据研究发现完善有害物质限量指标，建立明确、可靠的消费属性指标。

2 整体橱柜有害物质限量值合理性验证试验

2.1 试验条件

由于受到橱柜产品的安装特殊性限制，报告仅针对一个吊柜样品进行检测分析。该样品是橱柜厂家生产的一个全新两用吊柜，在其生产后第 20 天开始进行检测试验。本项研究不包括橱柜台面的放射性测试。此外，由于柜体五氯苯酚的检测数据较少，无法满足大数据分析的样本量要求，在此也不做测试研究。本项研究仅对橱柜样品进行可迁移元素和材料污染物释放率两项测试。样品简介和试验条件如表 2.1：

表 2.1 橱柜样品信息与试验信息

Tab.2.1 cupboard sample imformation

样品信息	检测项目	
	橱柜面板涂层可迁移元素	面板污染物释放率
样品名称	普通两用吊柜	
规格	70*40*60	
试验条件	——	最大暴露面积 1.4 m ² ；测试舱体积 1 m ³ ； 承载率 1.4 m ² /m ³ ；样品厚度：17mm
试验环境	——	温度 (23±2)℃；相对湿度 (50±10) RH%； 通风换气率 1 次/h
评判方法	GB/T35607-2017《绿色产品评价家具》	JGJ/T 436-2018《住宅室内装饰装修污染控制技术标准》



图 2.1 橱柜样品
Fig.2.1cupboard furnituresample

2.2 试验结果与分析

2.2.1 橱柜面板涂层可迁移元素试验结果与分析

表 2.2.1 橱柜面板涂层可迁移元素测试结果表

Tab.2.1cupboardpanel coating migration element test results summary

样品名称	普通两用吊柜	项目		要求 ^[2]	结果
		铅	橱柜面板涂层 可迁移元素	≤ 90mg/kg	25.8
		镉		≤ 50mg/kg	未检出
		铬		≤ 25mg/kg	未检出
		汞		≤ 25mg/kg	未检出
		锑		≤ 60mg/kg	未检出
		钡		≤ 1000mg/kg	未检出
		硒		≤ 500mg/kg	未检出
		砷		≤ 25mg/kg	未检出

本次测试在样品生产后的第 20 天进行。由表 2.1 可知，样品的可迁移元素含量 GB/T35607-2017《绿色产品评价家具》^[2]，符合本消费属性的限值，说明本次测试样品可以满足该限值的评判。而一般重金属元素存在于有色涂料中，现在的橱柜样本使用了饰面材料，故容易满足此限值。此外，经过橱柜工厂实地调研发现，现在绝大部分橱柜都使用饰面材料或者烤漆来作为面板涂覆材料，因此橱柜面板较易满足此限值。同时此限值参考了 GB/T35607-2017《绿色产品评价家具》，也体现了一定环保性。^[2]

2.2.2 整体橱柜材料污染物释放率实验结果与分析

表 2.2.2 橱柜面板涂层污染物释放率测试结果表

Tab.2.2cupboard pollutant releaseratetest results summary

样品名称	项目		要求 (mg/ (m ² · h))	结果 (mg/ (m ² · h))
普通两用吊柜	甲醛释放量	材料污染物释	≤ 0.010 ^[3]	0.023
	总挥发性有机化合物(TVOC)	放率	≤ 0.040	0.41

(注：承载率为 1.4m²/m³)

本次测试同样在样品生产后的第 20 天进行。由表 2.2. 可知，检测结果不符合消费属性指标的限值要求，且相差较大，说明样品没有很好的满足限值要求。由于样品数量受限，上述测试结果也无法验证此限值合理，又因甲醛释放率和 TVOC 释放率是影响室内环境污染水平的重要指标，需要增加样本数据后进一步研究。

2.3 大量样本数据测试分析

为了扩大样本数据量，根据我司 2012 年~2017 年所检测整体橱柜的数据结果，发现橱柜样品试验面积承载率的大小对材料污染物释放率的影响较大，如图 2.3、图 2.3。可以看出甲醛释放率和 TVOC 释放率的试验结果都呈现了一定的趋势，且均与橱柜样品试验面积承载率（以下简称承载率）有较大相关性，可以通过研究它

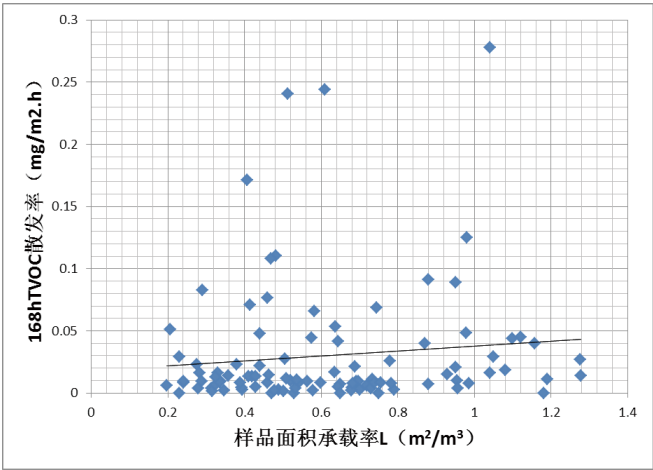


图 2.2 柜类家具 TVOC 释放率与承载率的关系
Fig.2.2Relationship between TVOC release rateandloading ratio of cabinet furniture

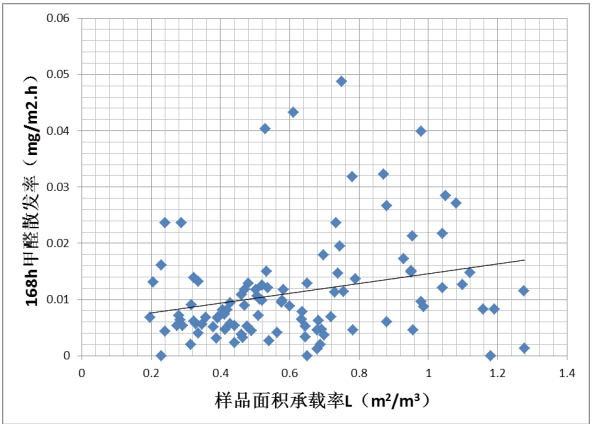


图 2.3 柜类家具甲醛释放率与承载率的关系
Fig.2.3Relationship between formaldehyde release rateandloading ratio of cabinet furniture

们之间的相关性来分析释放率限值设置的合理性。一般来说，环境舱应保持在 50L~1000L 之间，在收到橱柜样品之后，按柜样品的形态（即表面积）来选择环境舱，以此来保证样品的试验承载率符合标准要求。

从图 2.2 可以看出，TVOC 释放率在 $0\sim0.040\text{mg}/\text{m}^2\cdot\text{h}$ 比较集中，在此区间内，TVOC 的释放率受承载率的影响较小，在适当的 TVOC 释放率限值区间内进行检测试验数据比较，可以通过提出限值来对 TVOC 进行控制，即 TVOC 限量值定为 $0.040\text{mg}/\text{m}^2\cdot\text{h}$ 较为合理，甚至可以提高为 $0.030\text{mg}/\text{m}^2\cdot\text{h}$ ，且试验时承载率应保持在 $0.20\sim1.4\text{m}^2/\text{m}^3$ 之间。

从图 2.3 可以看出，承载率在 $0.30\sim0.70\text{m}^2/\text{m}^3$ 时，甲醛释放率在 $0\sim0.015\text{mg}/\text{m}^2\cdot\text{h}$ 比较集中，而承载率在 $0.70\sim1.4\text{m}^2/\text{m}^3$ 时，甲醛释放率检测结果很分散。可见，甲醛释放量受承载率的影响较大，只通过对限量值的规定控制甲醛释放量比较困难。而需提出承载率在 $0.30\sim0.70\text{m}^2/\text{m}^3$ 时，限量值为 $0.010\text{mg}/\text{m}^2\cdot\text{h}$ ^[3]，或提出承载率在 $0.20\sim0.80\text{m}^2/\text{m}^3$ 时，限量值为 $0.015\text{mg}/\text{m}^2\cdot\text{h}$ 。

为了确定限量值范围，需要对检测数据样本进行了顺序排列，如图 2.4、图 2.5，可以看出这两组数据分布趋势呈现了一定的规律。

从图 2.4 中可以看出，TVOC 释放率在 $0.030\text{mg}/\text{m}^2\cdot\text{h}$ 限量值下的样品数占到了总样品数量的 80%，说明限值定为 $0.030\text{mg}/\text{m}^2\cdot\text{h}$ 时，在体现环保性的前提下，样品合格率较高。且 TVOC 释放率趋势也在 $0.030\text{mg}/\text{m}^2\cdot\text{h}$ 后逐渐呈现指数式增长，即 TVOC 污染空气的程度大大增加，故 TVOC 限量值定为 $0.030\text{mg}/\text{m}^2\cdot\text{h}$ 可以将 TVOC 释放率维持在线性趋势内，保证产品 TVOC 释放率参数的稳定性，有效控制整体橱柜的产品质量。

从图 2.5 中可以看出，甲醛释放率在 $0.015\text{mg}/\text{m}^2\cdot\text{h}$ 限量值下的样品数，占到了总样品数量的 80%，说明限值定为 $0.015\text{mg}/\text{m}^2\cdot\text{h}$ 时，在体现环保性的前提下整体橱柜合格率较高。而在释放率为 $0.015\text{mg}/\text{m}^2\cdot\text{h}$ 前，释放率趋势线的拟合公式为 $y = 0.0002x + 0.0015$ ($R^2 = 0.9864$)，在 $0.015\text{mg}/\text{m}^2\cdot\text{h}$ 后，斜率产生拐点，释放率趋势线的拟合公式为 $y = 0.0012x - 0.0809$ ($R^2 = 0.9705$)，虽然前后均为线性趋势，但可以看出后者的斜率比前者陡增了 6 倍，因此 $0.015\text{mg}/\text{m}^2\cdot\text{h}$ 的甲醛释放率可以看作是一个柜类家具质量参数的分水岭，故将甲醛释放率限值定为 $0.015\text{mg}/\text{m}^2\cdot\text{h}$ 比较合理。若定为 $0.010\text{mg}/\text{m}^2\cdot\text{h}$ ^[3]，可以更加严格控制甲醛释放率。由于整体橱柜释放的甲醛是室内环境污染物的重要来源，应从严控制甲醛释放率，可以以此体现绿色橱柜的优点。此处参考 JGJ/T 436-2018《住宅室内装饰装修污染控制技术标准》^[3]，此标准 3.3 材料污染物释放率分级表 3.3.3 的 F1 级甲醛释放率限量值为 $0.010\text{mg}/\text{m}^2\cdot\text{h}$ ^[3]，与本次试验所得结果吻合。

综合以上两点，整体橱柜 TVOC 释放率限量值可以从 $0.040\text{mg}/\text{m}^2\cdot\text{h}$ 提高为 $0.030\text{mg}/\text{m}^2\cdot\text{h}$ ，其样品的试验承载率应保持在 $0.20\sim1.4\text{m}^2/\text{m}^3$ 之间，甲醛释放率限量值应保持 $0.010\text{mg}/\text{m}^2\cdot\text{h}$ ，但样品的试验承载率应保持在 $0.30\sim0.70\text{m}^2/\text{m}^3$ 之间。

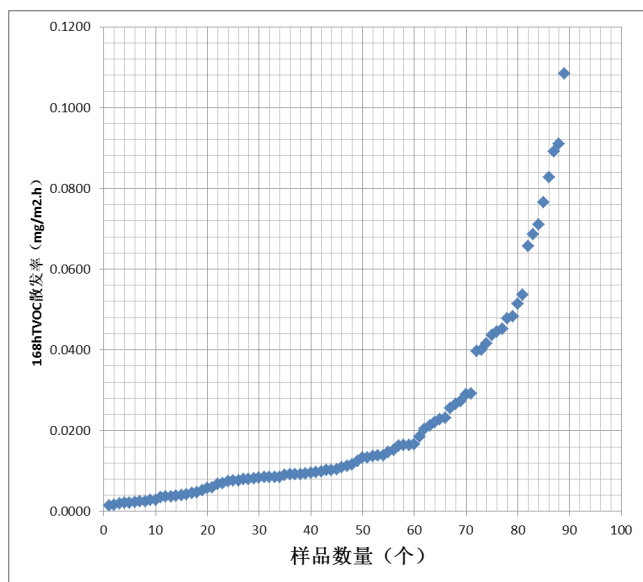


图 2.4 柜类家具 TVOC 释放率结果

Fig.2.4Summary of TVOC release rate results for cabinet furniture

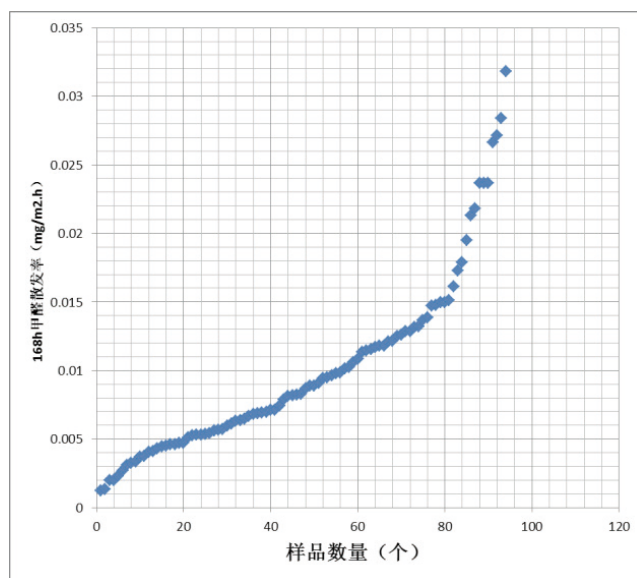


图 2.5 柜类家具甲醛释放率结果

Fig.2.5Summary of formaldehyde release rate results for cabinet furniture

3 结论

本项研究从橱柜样品本身的测试数据出发,说明了在绿色橱柜产品多指标量化评价模型中,消费属性约束性指标限量值的设置在橱柜本身质量影响橱柜面板涂层可迁移元素含量以及材料有害物质释放量上的合理性。我们还发现整体橱柜的承载率会影响甲醛释放率的测试值,因此在设置甲醛释放率限量值时,需要明确规定整体橱柜样品的试验承载率,优化建议见表3;而TVOC释放率限量值也可以进一步优化,优化建议见表3。

但是,并不能从现有测试值说明其限值的设置完全合理可靠,比如想要验证满足此限值的整体橱柜是否仍然会对人体健康产生影响,则需要在更大范围内调研整体橱柜的测试数据,甚至临床数据,而这也是本项研究的后续推进方向。

表3 绿色橱柜消费属性约束性指标优化建议

Tab.3 Constraint Index Of consumption Attribute Modification Suggestions of Green Cupboard

一级指标	二级指标	项目	试验内容	限量值 (mg/(m ² ·h))	测试的技术要求
消费属性	整体橱柜 有害物质	甲醛	材料污染物 释放率	≤ 0.010 (不做修改) ^[3]	承载率应在 0.30~0.70m ² /m ³ (优化后)
		总挥发性有机化合物 (TVOC)		≤ 0.030 (优化后)	承载率应在 0.20~1.4m ² /m ³ (优化后)

参考文献

- [1] 杜清婷,高宇,王圣,庄梓豪绿色橱柜产品多指标量化评价模型初探《广东建材》2018.12
DUQingting, GAO Yu, WANG Sheng, ZHUANGZihao Preliminary Study On Multi Index Quantitative Evaluation Model Of Cabinet Green Products 2018.12
- [2] 《绿色产品评价家具》国家标准 GB/T35607-2017
《Green product assessment—Furniture》 National Standard GB/T35607-2017
- [3] 《住宅室内装饰装修污染控制技术标准》JGJ/T 436-2018
《Technical standard for interior decoration pollution control of residential buildings》JGJ/T 436-2018

通讯作者

高宇

(上接第84页)

工具,是大规模生产小型零件、工业产品、甚至建筑构件不可或缺的设备,但是作为建筑业略有不同,BIM 技术目前可以实现建筑项目的设计和管理的高度集成化,但是制造和施工仍然无法脱离大规模人力劳动。同时不同专业工种之间的配合也存在大量问题,信息共享仍离不开人为因素,项目建设每一个阶段都会有很多企业 with 人员参与,不同单位及人员之间的交流并不理想。大胆设想一下,如果以全球定位系统(美国的GPS、欧盟的Galileo、俄罗斯的GLONASS和中国的北斗系统)为依托,将地球置于为您星定位的数控体制下,作为大型建筑业的工业化将指日可待。

结语

随着大数据时代的进步与卫星定位技术的发展,通过卫星定位技术(GPS或北斗)控制建筑机械成为可能,为建筑新型工业现代化提供了又一个新的理念,信息技术依然将是促进新型建筑工业化的新蓝海。

参考文献

- [1] 纪颖波.建筑工业化发展研究[M].北京:中国建筑工业出版社,2011 99-101.
- [2] 陈建国,周兴.基于BIM的建设工程多维集成管理的实现基础[J].科技进步与对策,2008(10).