

Rapid Detection of VOCs from Wood-Based Panel



人造板VOCs 快速检测研究

沈 隽 赵 杨 杜 超 著
刘婉君 沈熙为



科学出版社

人造板 VOCs 快速检测研究

沈 隽 赵 杨 杜 超 著
刘婉君 沈熙为

科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书系统地阐述了人造板材挥发性有机化合物(VOCs)采集和快速检测技术;介绍了一种可替代传统方法的检测效率高、可靠性强,且成本低廉的新型的快速检测方法;并对其检测条件及板材释放机理做了详尽探索;对比分析了新型快速检测技术与传统检测方法的相关性及优越性;在此研究基础上开发出的国产 DL-SW 微舱,能真实地模拟各种试验环境,满足各种试验条件,在实际生产中有助于企业对人造板 VOCs 释放进行检测与监督,提高人造板产品的环保性。

本书可作为木材科学与技术、家具与室内设计等领域研究人员及高等院校相关专业师生的参考书,同时也可作为从事室内挥发性有机化合物检测及控制研究的相关工作人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

人造板 VOCs 快速检测研究 / 沈隽等著. —北京: 科学出版社, 2018
ISBN 978-7-03-054997-6

I. 人… II. 沈… III. 木质板-挥发性有机物-检测-研究 IV. TS653

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 262374 号

责任编辑: 张淑晓 孙静惠 / 责任校对: 彭珍珍
责任印制: 张 伟 / 封面设计: 耕者设计工作室

科 学 出 版 社 出 版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码: 100717

http: //www.sciencep.com

北京教图印刷有限公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2018 年 2 月第 一 版 开本: 720 × 1000 1/16

2018 年 2 月第一次印刷 印张: 13 1/2

字数: 262 000

定价: 88.00 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换)

前 言

随着经济的快速发展,人们对木材的需求日益增大,但是我国木材资源不是很丰富,并且国家对于珍贵木材的保护导致大多木材需要进口,所以越来越多的企业认为,发展人造板具有很多机会。

人造板工业是高效利用木材资源的重要产业,是实现林业可持续发展战略的重要手段。在当前世界可采森林资源日渐短缺的情况下,充分利用林业“剩余物”、次小薪材和人工速生丰产商品林等资源,发展人造板以替代大径级木材产品,对保护天然林资源、保护环境,满足经济建设和社会发展对林产品的不同需求,起着不可替代的作用。

健康、环保的“绿色”产品,不仅是一个国家和政府对产品的基本要求,还是新的消费时尚。因此,各家具生产企业均应把环保作为产品的立足之本而贯穿于家具设计、选材、生产、销售过程中的各个环节。本书从常用室内装饰人造板材胶合板、纤维板、刨花板等的挥发性有机化合物(VOCs)检测及控制角度出发,寻找快速检测技术,为企业能生产出健康环保的产品作出指导,促进市场上出现更多无毒无害的绿色基材,制造出环保节能、清新自然、简朴高雅的板式家具。

本书共8章。第1章,绪论,由沈隽、赵杨撰写;第2章,VOCs快速释放的影响因素研究,由杜超、沈隽撰写;第3章,快速检测法与传统方法检测碎料板VOCs释放分析,由杜超、沈隽、赵杨撰写;第4章,快速检测法与传统方法检测胶合板VOCs释放分析,由赵杨、沈隽、沈熙为撰写;第5章,DL-SW微舱的设计研发与性能测试,由刘婉君、沈隽、沈熙为撰写;第6章,DL-SW微舱法VOCs释放分析,由刘婉君、沈隽撰写;第7章,DL-SW微舱法与传统方法VOCs释放分析,由刘婉君、沈隽撰写;第8章,总结,由赵杨、沈隽撰写。

本书得到了国家林业局引进国际先进林业科学技术项目(948项目)“人造板VOC快速释放检测技术的引进”(项目编号:2013-4-06)和国家自然科学基金项目“人造板挥发性有机化合物快速释放检测与自然衰减协同模式研究”(项目编号:31270596)的资助。

限于作者水平和时间,本书疏漏和不足之处在所难免,恳请读者指正。

作 者

2017年12月

目 录

前言

第 1 章 绪论	1
1.1 VOCs 概述	2
1.1.1 VOCs 的定义及分类	2
1.1.2 VOCs 的来源	3
1.1.3 VOCs 的危害	4
1.2 人造板 VOCs 释放研究	4
1.2.1 人造板 VOCs 释放检测方法研究	4
1.2.2 人造板 VOCs 释放的外部影响因素	7
参考文献	9
第 2 章 VOCs 快速释放的影响因素研究	11
2.1 试验设计	11
2.1.1 试验材料	11
2.1.2 试验设备	12
2.1.3 性能测试	13
2.2 性能分析	14
2.2.1 不同检测条件下三种板材 VOCs 释放情况	14
2.2.2 快速检测法最佳检测条件	87
2.2.3 快速检测机理探究	88
2.3 本章小结	96
参考文献	98
第 3 章 快速检测法与传统方法检测碎料板 VOCs 释放分析	101
3.1 对比分析	101
3.1.1 试验设计	101
3.1.2 性能分析	102
3.2 相关性分析	115
3.2.1 试验设计	115
3.2.2 性能分析	117
3.3 本章小结	121

参考文献	123
第 4 章 快速检测法与传统方法检测胶合板 VOCs 释放分析	125
4.1 VOCs 快速释放分析	125
4.1.1 试验设计	125
4.1.2 性能分析	126
4.2 检测条件与 TVOC 快速释放的关系	133
4.2.1 试验设计	133
4.2.2 性能分析	134
4.3 相关性分析	143
4.3.1 试验设计	143
4.3.2 性能分析	144
4.4 本章小结	152
参考文献	154
第 5 章 DL-SW 微舱的设计研发与性能测试	156
5.1 DL-SW 微舱的设计研发	156
5.1.1 DL-SW 微舱的设计原理	156
5.1.2 DL-SW 微舱的结构	157
5.2 DL-SW 微舱的成本	158
5.3 DL-SW 微舱参数性能	159
5.3.1 DL-SW 微舱温度调节范围及稳定性	159
5.3.2 DL-SW 微舱相对湿度调节	160
5.3.3 DL-SW 微舱气流量控制	160
5.3.4 DL-SW 微舱背景浓度分析	160
5.4 DL-SW 微舱快速检测原理	161
5.5 本章小结	161
参考文献	162
第 6 章 DL-SW 微舱法 VOCs 释放分析	163
6.1 试验设计	163
6.1.1 试验材料	163
6.1.2 试验设备	163
6.1.3 性能测试	164
6.2 性能分析	165
6.2.1 DL-SW 微舱对中密度纤维板 VOCs 释放检测分析	165
6.2.2 DL-SW 微舱对胶合板 VOCs 释放检测分析	175
6.2.3 DL-SW 微舱对刨花板 VOCs 释放检测分析	185

6.3 本章小结·····	194
参考文献·····	195
第7章 DL-SW 微舱法与传统方法 VOCs 释放分析·····	197
7.1 试验设计·····	197
7.1.1 试验材料·····	197
7.1.2 试验设备·····	197
7.1.3 性能测试·····	197
7.2 性能分析·····	198
7.2.1 VOCs 释放水平·····	198
7.2.2 VOCs 释放成分·····	201
7.2.3 DL-SW 微舱法与 1m ³ 气候箱法的相关性·····	203
7.3 本章小结·····	205
参考文献·····	206
第8章 结语·····	207

第1章 绪 论

工业革命以来，人类社会迅速发展，尤其是 20 世纪以来，科技的快速发展使经济发展呈指数化增长，人们的生活发生了巨大的变化，人们对各方面的要求越来越严格，越来越追求更高品质的生活。其中，室内居住环境的空气质量及环境保护问题已经成为人们广泛关注的问题，越来越多的人意识到，室内环境的空气质量对人们的身心健康至关重要，室内空气环境监测行业也是近几年来新兴并且迅速发展的行业。相关统计显示，人们在室内空间所处的时间远远超过在室外环境所处时间，前者是后者的 2.3~4.0 倍，其中儿童以及年老体弱者处在室内环境中的时间更长。因此，由室内的空气质量问题引起的污染对人们的健康危害极大，数据显示，相当一部分的呼吸道疾病患者、慢性肺炎患者、气管炎和支气管炎患者以及肺癌患者的患病原因都与室内的空气环境污染有关，尤其是呼吸道疾病，其中 35.7% 的患者都是由室内空气污染引起的。

造成室内空气污染的原因有：使用能源物质所产生的碳氧化物质以及建筑装饰材料释放的气体污染物等化学类污染；由人类及动植物携带的一些细菌、病毒等生物类污染；生活中各类电器等产品产生的辐射、噪声等物理类污染。而其中最主要的污染源就是室内环境中装饰装修材料所释放的挥发性有机化合物（volatile organic compounds, VOCs）。人造板等木质材料又是目前世界上广泛使用的室内装饰材料，如作为家具板材材料、地板以及各种室内装饰物、艺术品的材料。因此，人造板是室内环境中释放 VOCs 的主要物质之一，目前已知的由人造板所释放的有毒性的气体已经有 500 种以上，包括各类醛类物质、芳香烃类物质及萜烯类物质。由这些有毒的挥发性物质所造成的疾病已经被人们归为建筑物综合征（sick building syndrome, SBS）、建筑物关联症（building related illness, BRI）和化学物质过敏症（multiple chemical sensitivity, MCS）等症状类型。

目前，对装饰装修材料的 VOCs 的释放检测分析方法、机理研究、释放特性研究及对人体身心健康的研究已经成为各国和地区对室内空气品质（indoor air quality, IAQ）研究的重点，并且国外已经制定并实施 VOCs 释放的相关限定释放标准，而我国由于相关研究起步较晚，还没有形成系统的限定标准，尤其是在人造板 VOCs 释放方面，还没有正在实施的标准。

1.1 VOCs 概述

1.1.1 VOCs 的定义及分类

在不同的组织机构中，VOCs 的定义是不同的。例如，美国的 ASTM D3960-98 标准定义 VOCs 为任何能参加大气光化学反应的有机化合物；欧盟规定，标准大气压 101.3kPa 条件下，初沸点小于或者等于 250℃，并会对视觉和听觉产生伤害的任何有机物质为 VOCs；世界卫生组织（World Health Organization，WHO）对于 VOCs 的定义为：沸点在 50~260℃之间，室温下饱和蒸气压超过 13313Pa，常温下以蒸气形式存在于空气中的有机化合物。

VOCs 有很多类别，单个组分的浓度又较低，会在很大程度上提高检测的费用，因此人们提出了 VOCs 的量化指标——总挥发性有机化合物（TVOC），它的使用是有一定条件的，因为其是人体神经对非特异性刺激反应的一种量化指标。WHO 对 TVOC 的定义是：熔点低于室温而沸点在 50~260℃之间的挥发性有机化合物的总称；根据我国《室内空气质量标准》（GB/T 18883—2002），TVOC 为采用 Tenax-GC 或 Tenax-TA 采样，非极性色谱柱（极性指数小于 10）进行分析，保留时间在正己烷和正十六烷之间的挥发性有机化合物。

VOCs 种类众多，相关统计显示，存在于普通室内环境中的 VOCs 达百种以上，10 多年前研究者曾对芬兰首都各个室内居室环境及工作环境中的 VOCs 进行检查分析，发现的 VOCs 达 300 种以上。具体分类及各类中常见的 VOCs 见表 1-1。

表 1-1 常见 VOCs 分类

化合物类别	VOCs
脂肪烃类	癸烷、丙二烯、环己烯
芳香烃类	苯、萘、苯乙烯、四甲基苯
氯化烃类	二氯丁烷、三氯乙烷、二氯乙烯、三氯乙烯、四氯乙烯
醛类、酮类、醇类	苯甲酮、环己酮、甲基异丁基酮、壬醛、癸烯醛、乙基环丁醇、环己醇、苈醇、苯甲醇
醚类、酚类、环氧类	丙醚、苯酚、环氧丁烯、呋喃环
酯类、酸类	丙烯酸乙酯、苯酸乙酯、异丁酸
胺类、腈类	甲基甲酰胺、戊烯腈
其他类	氯氟烃、含氢氯氟烃、溴代烃

1.1.2 VOCs 的来源

日常的生产生活中,很多物品都会释放出 VOCs,如学生使用的修正液,家庭用的杀虫剂、化纤类产品、油烟机工作产生的废气等。总体来说,VOCs 主要有三方面的来源。

首先是源自于室外的污染源,主要是大气污染,如汽车燃油时产生的单环芳烃和低碳数链烃,工业生产所产生的大量废水废气,除此之外,垃圾的焚烧、意外失火以及植物的自然生理作用都是 VOCs 的来源。

第二大污染源是室内污染源,而室内环境中的装饰装修材料是此类污染源的主要来源,这些材料本身会释放出 VOCs,同时,在加工制造过程中会添加一些添加剂等物质,各方面共同作用造成了室内空气的污染问题。下面重点介绍室内装饰装修材料中的人造板、胶黏剂与涂料、其他装饰材料三类主要污染源。

1) 人造板:人造板作为一种木质产品,其原材料木材本身就会释放 VOCs,木材中的抽提物成分组成复杂,其中很多物质都会在加压、加热等特殊条件下释放出 VOCs;板材制造过程中添加的胶黏剂,不论是生产制造过程还是使用过程中,都会释放出大量的 VOCs,对人们的身体健康造成危害;另外,板材表面的涂饰材料也是造成人造板释放 VOCs 的原因,不论是聚酯或聚氨酯类涂料,还是水溶性的内墙漆,都会释放出苯系物、醛类等有毒物质。

2) 胶黏剂与涂料:胶黏剂在装饰装修材料中的使用非常普遍,从家具到壁纸再到地板等,生产使用中都会使用大量胶黏剂。家具板材中常添加的各类胶黏剂,如脲醛树脂胶、酚醛树脂胶、热熔胶、乳白胶等都会释放挥发性有机物质。涂料主要有内墙涂料和内墙漆,在施工过程中使用的涂料会产生 VOCs,同时,家具或者其他装饰用品表面使用的涂料会带来有害物质的二次污染。

3) 其他装饰材料:地毯主要由尼龙、人造纤维制成,早在 20 世纪 90 年代,其就已经被证实为居室环境的主要污染物,因为其制造过程使用了大量会释放醛类、乙酸、噻唑苯等有害物质的染料及其他添加物质。此外,用在室内的很多具有很高观赏性的人造高分子材料,都会释放出 VOCs,造成空气污染。

最后一类污染源是与人类活动相关的污染。人类的日常活动如吸烟、烹饪都会产生 VOCs,相关研究共在烟草产生的烟雾中检测出近百种 VOCs 物质,烹饪产生的油烟中含有 50 余种醛类、丙二烯、苯系物及氨基杂环类等刺激性有害物质;很多生活用品的使用同样会产生 VOCs,如香水、化妆品、清洁剂、指甲油等的使用,都会产生 VOCs,清洁剂的使用会产生萜烯类、甲基丙烯酸酯、氯化化合物等多种 VOCs 物质。

1.1.3 VOCs 的危害

相关统计资料显示，由居室环境污染问题所造成的经济损失高达 30 多亿美元，而其中主要是由于室内各种 VOCs 物质浓度过高，同时 VOCs 具有长期性、多样性等特点，对人体健康危害重大。室内空气中的 VOCs 含量较高的有 20 多种：环烷烃类如环己烷；苯系物如甲苯、苯乙烷等；氯代烃类化合物如二氯乙烷等。VOCs 的浓度对人体健康的影响见表 1-2。

表 1-2 VOCs 浓度对人体健康影响程度

VOCs 浓度/(mg·m ⁻³)	健康效应
0~0.2	不会影响身体健康
0.2~3	刺激等不适应状态
3~25	刺激、头痛及其他状态
>25	毒性效应明显，甚至致癌

芳香烃类物质已经被 WHO 认定为强致癌物质。其毒理作用一般是经人体吸入体内后聚积，造成人体的造血功能异常，严重的可致白血病；同时，此类物质也可对孕妇造成影响，导致胚胎畸形；此外，甲苯及二甲苯会对人体的中枢神经造成危害。人体吸入过量芳香烃类物质的反应主要为头疼、胸闷、意识出现模糊、精神不振，也会导致记忆力、听力等下降，较严重的会出现昏迷，甚至死亡。

1.2 人造板 VOCs 释放研究

1.2.1 人造板 VOCs 释放检测方法研究

1. 人造板 VOCs 采集方法研究

研究板材 VOCs 的释放情况进而研究控制 VOCs 释放的方法是研究人造板 VOCs 释放的最终目的，达到此目的首先需要掌握准确、科学的检测方法，包括对 VOCs 的采集以及分析方法。目前，国内外学者致力于对 VOCs 检测方法的研究并已取得一定进展和成果。由于人们对 VOCs 的认识最先源于甲醛，所以甲醛的相关检测方法较多，如环境测试法、干燥器法、穿孔法、气体分析法、缝隙抽吸法、风道法、双缸法等。由于对人造板 VOCs 的研究起步较晚，目前常采用的采集方法主要有环境舱法和实验室小空间释放法。

(1) 环境舱法

环境舱法是目前许多国家和地区检测板材 VOCs 物质所用的方法, 标准 KSM 2009 《在建筑内部的产品中甲醛测定和挥发性有机化合物的排放量》、ISO/CD 12460-1-2007 《用 1 立方米箱法测定甲醛排放》对人造板甲醛的检测均使用环境舱法, 不同国家的标准对环境舱法的容积要求各不相同, 常使用 0.225m^3 、 1m^3 、 12m^3 。尽管容积不同, 其检测原理基本相同。该方法的工作原理是, 将检测的样品放入测试舱中, 该测试舱可以设置并恒定温度、湿度以及空气交换率, 因此该方法能比较准确地模拟室内居室的真实环境条件, 检测结果具有现实意义。仪器工作时, 环境中的新鲜空气在测试舱内产生正压空气, 随后经过空气净化器进入舱体内部进行循环, 净化后的空气与舱体内气体经过充分混合后由取样器取得。

目前国内对装饰装修材料的 VOCs 检测大多采用背景气体浓度经过特殊处理的环境舱法采集气体。龙玲等使用 30m^3 的大气候箱检测分析了整体木家具的甲醛及其他 VOCs 的释放情况, 得到了木家具释放的主要 VOCs 物质及浓度, 为家具的 VOCs 的释放检测提供了基础参考。李辉使用 30m^3 的环境舱探究了环境因素对整体家具 VOCs 释放的影响。贾竹贤利用 0.225m^3 的环境舱探究了酚醛胶实木复合地板的 VOCs 的释放规律, 为人造板醛类物质、苯系物及其他 VOCs 的释放检测提供了基础参考依据。

国外学者对气候箱法采集板材 VOCs 的研究起步早于国内, Tohmure 利用小环境舱法检测分析了胶合板中 VOCs 的释放规律, 发现胶合板释放的挥发性物质主要为萜烯类物质, 板材使用的树种不同, 萜烯类物质的释放规律不同。Athanasios Katsoyianni 探究了检测舱容积分别为 0.02m^3 、 0.28m^3 、 0.45m^3 和 30m^3 的环境舱检测 4 种地毯释放 VOCs 的情况, 研究结果表明, 检测舱的体积对 VOCs 的释放速率影响较大, 对总挥发性有机化合物的浓度影响不大。德国研究者 Martin 利用检测舱体容积分别为 23.5L 、 1m^3 的环境舱检测分析了定向刨花板的挥发性物质的释放规律, 结果显示, 两种检测容积的环境舱的检测结果存在偏差, 且偏差不等, 最大的偏差为 10%。

(2) 实验室小空间释放法

实验室小空间释放法即 FLEC 法, ISO16000-10 室内空气中 VOCs 的释放检测、KSM 1998-3 中关于建筑内部制品甲醛和 VOCs 的释放检测均采用 FLEC 法。此检测方法的工作原理是, 检测室是由一半球形的不锈钢盖体扣在检测样本上构成, 然后将检测室置于恒定温度和相对湿度的环境中, 再向此检测室中通入恒定流量的清洁空气, 使用筒状的捕集管收集从检测室中出来的气体, 测定 VOCs 的浓度。

国内外使用 FLEC 法检测分析板材 VOCs 释放的研究较为常见。为了探究

同一地板不同位置的 VOCs 释放情况,瑞典的卡斯科公司利用实验室小空间释放法进行了试验,试验表明,地板接头处的 VOCs 释放量明显高于其他位置。瑞典研究者试图探讨不同检测法之间的优缺点,采用 5 种检测法测定了实木复合地板的甲醛释放情况,得出实验室小空间释放法、干燥器盖法以及环境舱法是比较优的检测方法,并建议将实验室小空间释放法作为 VOCs 检测的标准方法。Feng Li 利用实验室小空间释放法建立了水性乳胶漆挥发性化合物的释放模型,同时得出结论,将该漆涂在不同的板材上,VOCs 释放情况差异较大,其中饰有该漆的刨花板的挥发性物质释放较少。Jae-Yoon An 通过对复合地板的挥发性有机化合物释放规律的探究,得出了实验室小空间释放法与气候箱法两种检测方法间的相关性很好,为 FLEC 法检测板材的 VOCs 释放情况提供了可靠依据。

干燥器盖法实际上是对实验室小空间释放法的修改,可以作为 FLEC 检测方法的替代法,其最大的优点就是检测费用小,但是此方法的使用有几个特殊要求:首先,检测时所选定的检测物表面必须有很大的平整性,要求很苛刻;其次,试验时必须保证空气交换率等于装载率;最后,必须定好样品的预处理时间以及检测物的检测表面。

2. 人造板 VOCs 分析方法研究

目前国内对于分析人造板 VOCs 的方法中,普遍认同使用的有气相色谱法(GC)、气相色谱质谱法(GC/MS)、荧光分光光度法和膜导入质谱法。其中使用最多的是 GC 法和 GC/MS 法。

最早利用 GC 法分析 VOCs 物质的是 Pellizzari 等,他们探究了环境温度下热解吸脱附-GC 检测 VOCs 的方法,奠定了此方法检测 VOCs 的参考依据。Childers 在探究试验样品的 VOCs 物质时结合了 GC 法与红外光谱法,得到了检测物的 VOCs 释放规律。国内学者曾在探究居室内芳香族化合物的释放规律时采用了气相色谱法与离子检测器联用的方法进行分析研究,得到了芳香族物质的产生源以及释放趋势情况。李光荣、周玉成等在研究分析木制品的 VOCs 释放的检测方法时,使用 GC 法分析了试验样品,并得到结论:气相色谱法对于木制品的 VOCs 释放的分析可行,并且可靠性高。

自从 J. C. Holmes 和 F. A. Morrell 在 1957 年将 GC 和 MS 两种技术联合使用以来,GC/MS 发展迅速,并得到了广泛认可,在对有机混合物的识别分析上已经达到了纳克级,现在在人造板 VOCs 释放分析中成为使用最普遍的技术。Mathias 在松木定向刨花板在热压后的 VOCs 释放情况规律的探究中,使用了 GC/MS 联用技术对释放的 VOCs 物质进行了分析。Mathias 在对人造板 VOCs 释放的研究中大多采用这种分析法,在探究板材的生产加工条件对苏格兰松木定向刨花板

VOCs 释放的影响时,依然采用 GC/MS 分析法进行数据分析。卢志刚、李建军等研究饰面板材的 VOCs 释放规律时采用了 GC/MS 联用技术分析 VOCs 各单体成分,得到了饰面板材的挥发物质释放规律,同时,得出结论,饰面板材的挥发性物质的释放速率可在板材经过高温处理后下降。陈宇栋等探究含脲醛树脂胶板材的 VOCs 释放情况时,采用 GC/MS 联用技术进行分析,得到了该种板材释放的主要挥发性单体物质种类。

目前,人造板等装饰材料的 VOCs 分析技术除了以上几种常用技术,还有其他几种新发展起来的分析技术。一种技术是质子转移反应质谱法 (PTR-MS),该方法主要是针对 GC/MS 联用技术的检测灵敏度较低的问题,将 VOCs 各分子离子化,即利用离子与各有机物分子反应使有机物分子离子化,此方法由奥地利学者研究出来,目前此分析技术主要应用在大气方面的检测中。还有光谱分析法,此分析方法的特点主要是快速并且高效,但是缺点在于分辨率和灵敏度不太高,因此此分析方法更适合快速实时的检测或是针对某几种挥发性有机物单体的分析。快速半定量分析法并不是某个确定的方法,而是对一类可快速半定量分析方法的总称,目前主要有光离子化技术和比色管技术。光离子化技术最大的优点是灵敏度高且检测范围广,其工作原理是,利用紫外光把挥发性有机化合物离子化为正负离子。目前此分析技术主要用于分析气体的总挥发性有机化合物,国内学者曾采用此分析技术探究环境中的 VOCs 物质,试验表明准确性较高。比色管技术只能得到 VOCs 的大致数据,因为其分析范围有局限,得到的结果代表性不强,其工作原理是,将采集到的 VOCs 物质与显色物质反应,分析反应后情况以确定 VOCs 的浓度。

1.2.2 人造板 VOCs 释放的外部影响因素

人造板 VOCs 释放情况会因为外部因素的改变而不同,外部因素包括板材在生产过程中受到的外部影响,包括热压温度、热压时间、干燥温度、干燥时间以及涂胶工艺等因素;此外,外部因素还包括板材在检测时所受到的环境影响因子,如温度、相对湿度、负荷因子、空气交换率等因素。

国外学者对影响板材 VOCs 释放的影响因素研究早于国内,进行的探究也相对较多。1993 年就有国外研究者得出结论:温度会影响 VOCs 的释放。Ki-Wook Kim 经过试验研究发现,涂饰工艺可以抑制装饰材料的甲醛释放量,不过对于 VOCs 的抑制作用非常不明显。Mathias 利用环境舱采集 VOCs,用 GC/MS 联用仪分析 VOCs 成分及浓度,探究了热压温度、干燥温度及热压时间等外部因素对定向刨花板 VOCs 释放的影响。Fariborz 等利用小环境舱法探究了温度以及相对湿度对涂饰材料油漆总挥发性有机化合物的影响,结果表明,温度对总挥发性物质

的释放呈现正相关影响,但是有些单体物质不遵循这一情况;相对湿度对两种涂料的影响情况较为复杂,其中清漆的总挥发性物质浓度随相对湿度的增大而增大,但是对油漆的影响并不呈现出明显规律。Wigluse 通过试验探究了温度对地板材料的甲醛和 VOCs 的影响情况,试验结果显示,温度提高到常温的 2 倍时,VOCs 的释放量明显增加。M. R. Milota 通过试验探究了干燥温度对松木材料的影响,试验结果表明,干燥过程中干燥温度对木材各类 VOCs 物质的释放影响非常明显,且呈现正相关影响,在试验中,温度提高后烃类物质的释放量提高到原来的 2 倍,醇类物质以及醛类物质的释放量的提高分别超过 200%和 400%。J. Douglas 和 Wenlong Wang 经过试验得到结论,人造板 VOCs 的释放情况随着各种热压参数以及施加的胶黏剂种类不同而不同,且不同外部因素对总挥发性物质、各个单体物质的影响情况及程度均不同。

国内对板材 VOCs 释放影响因素的研究也随着对板材 VOCs 研究的不断深入逐渐开展,并取得了一定的进展。卢志刚、李建军等使用释放舱联合复合吸附剂捕集技术分析饰面板材 VOCs 释放规律,同时探究了高温处理对饰面板材 VOCs 释放情况的影响,试验结果表明,提高温度可以使板材 VOCs 的释放速率明显减小。龙玲和王金林利用高效液相色谱分析技术以及 GC 分析技术研究杉木、杨木、马尾松和尾叶桉的 VOCs 释放机理,同时探究了将检测温度提高到常温 2 倍时 VOCs 释放情况,结果表明,TVOC 及各类单体物质的浓度明显提高。朱明亮等经过试验得到结论:温度对绝大多数试验样品 VOCs 的释放影响明显,且呈现正相关影响,但是对各个 VOCs 单体的影响程度不同,同时温度对 VOCs 释放的影响与检测材料相关,此研究的另外一个发现是,温度在常温范围的影响几乎可以忽略,当温度提高到常温的 2 倍、3 倍时对 TVOC 的影响非常明显。陈太安探究了干燥过程中外界因素对木材 VOCs 的影响情况,试验结果表明,除了木材本身的因素(如树种、内部结构)对挥发性物质的释放产生影响外,干燥过程的干燥介质对挥发性物质的释放情况也有影响,且各种因素所产生的影响情况及程度均不同。李信等通过试验探究了所添加的不同胶黏剂种类对刨花板 VOCs 释放情况的影响,试验结果表明,不同胶黏剂对刨花板挥发性物质的释放有影响,胶种不同,影响程度不同,其中脲醛树脂胶对板材挥发性物质的种类影响最明显,使用该胶黏剂时板材释放的各类挥发性物质种类最多。东北林业大学李爽利用自行设计制造的 15L 小型环境舱采集气体,利用气相色谱质谱联用仪进行分析,探究了中密度纤维板、贴面中密度纤维板、高密度纤维板、刨花板、定向刨花板、胶合板 6 类人造板的 VOCs 的释放机理,通过与在标准条件下使用 1m³气候箱检测的这 6 类人造板 VOCs 释放情况对比,验证了自行设计制造的小型环境舱使用的可行性,试验还验证了两种检测方法的相关性,结果表明相关性很好,因此也证明了设计的小环境舱检测板材 VOCs 释放的可靠性。除此之外,李爽还探究了外部

环境因素对板材 VOCs 释放的影响, 包括对 TVOC、芳香烃物质、烷烃类物质及各个 VOCs 单体物质的影响, 得到结论: 检测环境因子温度、相对湿度和气体交换率均对人造板 VOCs 的释放呈现正相关影响, 即 VOCs 的释放随这些检测环境因子的增大而增大, 且这三项环境因子对人造板挥发性物质释放的初期影响最为明显; 负荷因子对板材 VOCs 释放的影响并不呈简单的线性关系, 但是总体上, 负荷因子增大会使板材 VOCs 的释放增大。

参 考 文 献

- 白志鹏, 韩旸, 裘著革. 2006. 室内空气污染与防治[M]. 北京: 化学工业出版社: 1, 7.
- 陈兵. 2006. 光离子化检测仪进行挥发性有机物测定研究[J]. 适用预防医学, 13 (2): 447-449.
- 陈宇栋, 沙春霞, 张静. 2002. 室内空气中主要挥发性有机污染状况调查[J]. 中国卫生监督杂志, 9 (2): 84-85.
- 杜振辉, 齐汝宾, 张慧敏, 等. 2008. 近红外光谱定量检测丙烷和异丁烷[J]. 天津大学学报, 41 (5): 589-592.
- 冯伟, 黄建恩. 2008. 室内常见污染物的危害与防治[J]. 中国科技信息, (11): 16-17.
- 金家伟, 狄韶斌, 王立斌. 2004. 家装对室内空气的影响及防治对策[J]. 新疆环境保护, 26 (4): 41-43.
- 李光荣, 周玉成, 龙玲, 等. 2009. 木制品有机挥发物释放测试方法的研究[A]. 第二届中国林业学术大会-S11 木材及生物质资源高效增值利用与木材安全论文集[C]: 385-390.
- 李汉珍, 杨旭, 李燕, 等. 2000. 武汉市室内装饰材料卫生状况调查[J]. 中国公共卫生, 16 (1): 40-41.
- 李亚新. 2003. 室内空气中挥发性有机污染与防治[J]. 城市环境与城市生态, 16 (1): 11-12.
- 刘玉, 沈隽, 刘明. 2005. 人造板总挥发性有机化合物 (TVOC) 的检测[J]. 国际木业, 35 (7): 22-23.
- 任文春. 2005. 浅谈室内装修空气污染物对人体健康的危害及防治[J]. 云南环境科学, 24: 178-179.
- 沈学优, 罗晓璐, 朱利中. 2001. 空气中挥发性有机化合物的研究进展[J]. 浙江大学学报, 28 (5): 547-556.
- 沈学优, 罗晓璐. 2002. 空气中挥发性有机物监测技术的研究进展[J]. 环境污染与防治, 24 (1): 46-49.
- 孙咏梅, 裘著革, 戴树桂. 2002. 香烟烟雾成分分析及其对 DNA 生物氧化能力研究[J]. 环境, 18 (4): 203-206.
- 孙媛. 2004. 人造板的甲醛散发特征研究及其预测评价[D]. 上海: 同济大学.
- 杨丹, 潘建明. 2008. 总有机碳分析技术的研究现状及进展[J]. 浙江师范大学学报 (自然科学版), 31 (4): 441-444.
- 姚运先, 冯雨峰, 杨光明. 2001. 室内环境检测[M]. 北京: 化学工业出版社: 1.
- 余先纯, 孙德彬, 孙德林. 2006. 室内 VOC 释放量的控制[J]. 家具与室内装饰, (3): 46-47.
- 袁晶, 夏世钧. 1998. 室内空气污染与健康[J]. 医学与社会, 11 (2): 23-26.
- 张舵. 2004-12-30. 全球近一半人遭受室内空气污染[N]. 人民日报.
- 周连. 2007. 气候变化对污染物浓度和健康影响的关系研究[D]. 南京: 南京医科大学.
- Bremer J, White E, Schneider D. 1993. Measurement and characterization of emissions from PVC materials for indoor use[C]. Proceedings of the 6th International Conference on Indoor Air Quality and Climate, 2: 419-424.
- GB/T 18883—2002. 2003. 室内空气质量标准[S].
- Haghighat F, Bellis L D. 1998. Material emission rates: literature review, and the impact of indoor air temperature and relative humidity[J]. Building and Environment, 33 (5): 261-277.
- Jones A P. 1999. Indoor air quality and health[J]. Atmospheric Environment, 33: 4535-4564.
- Shungo K, Yuko M, Yatsuya K, et al. 2004. Urban air measurement using PTR-MS in Tokyo area and comparison with GC-FID measurements[J]. International Journal of Mass Spectrometry, 235 (2): 103-110.
- Thrasher J D, Kilburn K H. 2001. Embryo toxicity and teratogenicity of formaldehyde [J]. Archives of Environment

Health, 56 (40): 300-311.

Weschler C J. 2009. Changes in indoor pollutants since the 1950s[J]. Atmospheric Environment, 43: 153-169.

Whalen M, Driscoll J N. 1994. Detection of aromatic hydrocarbons in the atmosphere at ppt levels[J]. Atmospheric Environment, 28: 567-570.