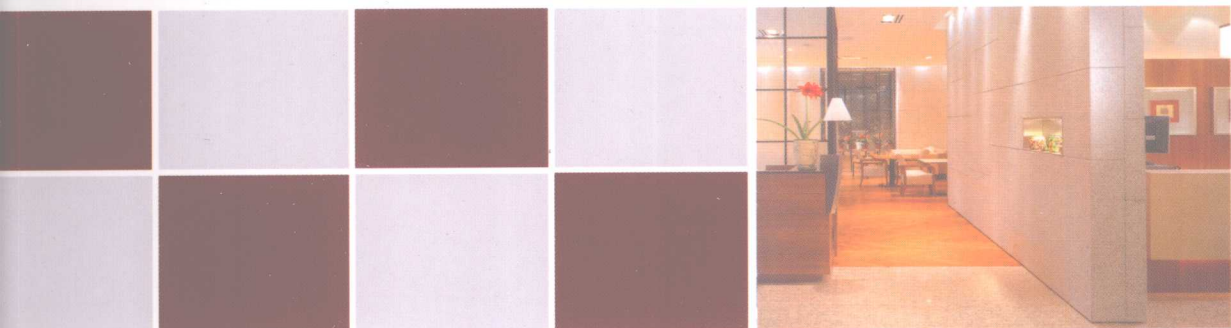


SHINEI ZHUANGSHIYONG SHIMIAN BAOHUABAN VOC SHIFANG TEXING DE YANJIU



室内装饰用饰面刨花板 VOC 释放特性的研究

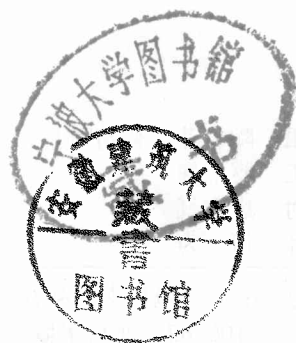
张文超 沈 隽 等著

中国环境科学出版社

环保公益性行业科研专项经费项目系列丛书

室内装饰用饰面刨花板 VOC 释放特性的研究

张文超 沈 隽 等著



中国环境科学出版社·北京

图书在版编目 (CIP) 数据

室内装饰用饰面刨花板 VOC 释放特性的研究/张文超等著.

—北京: 中国环境科学出版社, 2012.1

(环保公益性行业科研专项经费项目系列丛书)

ISBN 978-7-5111-0807-4

I. ①室… II. ①张… III. ①室内装饰—内饰面材料—刨花板—挥发性有机物—研究 IV. ①TU56

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 261877 号

责任编辑 陶克菲 曹靖凯
文字加工 赵楠婕
责任校对 唐丽虹
封面设计 何 为

出版发行 中国环境科学出版社
(100062 北京东城区广渠门内大街 16 号)
网 址: <http://www.cesp.com.cn>
电子邮箱: bjgl@cesp.com.cn
联系电话: 010-67112765 (编辑管理部)
010-67175507 (科技标准图书出版中心)
发行热线: 010-67125803, 010-67113405 (传真)
印装质量热线: 010-67113404

印 刷 北京东海印刷有限公司
经 销 各地新华书店
版 次 2012 年 3 月第 1 版
印 次 2012 年 3 月第 1 次印刷
开 本 787×1092 1/16
印 张 9.25
字 数 205 千字
定 价 24.00 元

【版权所有。未经许可, 请勿翻印、转载, 违者必究】

《环保公益性行业科研专项经费项目系列丛书》

编委会

顾 问：吴晓青

组 长：赵英民

副组长：刘志全

成 员：禹 军 陈 胜 刘海波

总 序

我国作为一个发展中的人口大国，资源环境问题是长期制约经济社会可持续发展的重大问题。党中央、国务院高度重视环境保护工作，提出了建设生态文明、建设资源节约型与环境友好型社会、推进环境保护历史性转变、让江河湖泊休养生息、节能减排是转方式调结构的重要抓手、环境保护是重大民生问题、探索中国环保新道路等一系列新理念新举措。在科学发展观的指导下，“十一五”环境保护工作成效显著，在经济增长超过预期的情况下，主要污染物减排任务超额完成，环境质量持续改善。

随着当前经济的高速增长，资源环境约束进一步强化，环境保护正处于负重爬坡的艰难阶段。治污减排的压力有增无减，环境质量改善的压力不断加大，防范环境风险的压力持续增加，确保核与辐射安全的压力继续加大，应对全球环境问题的压力急剧加大。要破解发展经济与保护环境的难点，解决影响可持续发展的和群众健康的突出环境问题，确保环保工作不断上台阶出亮点，必须充分依靠科技创新和科技进步，构建强大坚实的科技支撑体系。

2006年，我国发布了《国家中长期科学和技术发展规划纲要（2006—2020年）》（以下简称《规划纲要》），提出了建设创新型国家战略，科技事业进入了发展的快车道，环保科技也迎来了蓬勃发展的春天。为适应环境保护历史性转变和创新型国家建设的要求，原国家环境保护总局于2006年召开了第一次全国环保科技大会，出台了《关于增强环境科技创新能力的若干意见》，确立了科技兴环保战略，建设了环境科技创新体系、环境标准体系、环境技术管理体系三大工程。五年来，在广大环境科技工作者的努力下，水体污染控制与治理科技重大专项启动实施，科技投入持续增加，科技创新能力显著增强；发布了502项新标准，现行国家标准达1263项，环境标准体系建设实现了跨越式发展；完成了100余项环保技术文件的制修订工作，初步建成以重点行业污染防治技术政策、技术指南和工程技术规范为主要内容的国家环境技术管理体系。环境

科技为全面完成“十一五”环保规划的各项任务起到了重要的引领和支撑作用。

为优化中央财政科技投入结构,支持市场机制不能有效配置资源的社会公益研究活动,“十一五”期间国家设立了公益性行业科研专项经费。根据财政部、科技部的总体部署,环保公益性行业科研专项紧密围绕《规划纲要》和《国家环境保护“十一五”科技发展规划》确定的重点领域和优先主题,立足环境管理中的科技需求,积极开展应急性、培育性、基础性科学研究。“十一五”期间,环境保护部组织实施了公益性行业科研专项项目 234 项,涉及大气、水、生态、土壤、固废、核与辐射等领域,共有包括中央级科研院所、高等院校、地方环保科研单位和企业等几百家单位参与,逐步形成了优势互补、团结协作、良性竞争、共同发展的环保科技“统一战线”。目前,专项取得了重要研究成果,提出了一系列控制污染和改善环境质量技术方案,形成一批环境监测预警和监督管理技术体系,研发出一批与生态环境保护、国际履约、核与辐射安全相关的关键技术,提出了一系列环境标准、指南和技术规范建议,为解决我国环境保护和环境管理中急需的成套技术和政策制定提供了重要的科技支撑。

为广泛共享“十一五”期间环保公益性行业科研专项项目研究成果,及时总结项目组织管理经验,环境保护部科技标准司组织出版“十一五”环保公益性行业科研专项经费项目系列丛书。该丛书汇集了一批专项研究的代表性成果,具有较强的学术性和实用性,可以说是环境领域不可多得资料文献。丛书的组织出版,在科技管理上也是一次很好的尝试,我们希望通过这一尝试,能够进一步活跃环保科技的学术氛围,促进科技成果的转化与应用,为探索中国环保新道路提供有力的科技支撑。

中华人民共和国环境保护部副部长

吴晓青

2011 年 10 月

前 言

随着社会环保意识的增强,人们开始重视室内环境质量,特别是室内空气污染问题。影响室内空气污染的因素很多,其中一个重要的污染源就是木质人造板及饰面装饰材料释放的挥发性有机化合物(VOC)。目前已鉴定出VOC中含有的主要成分达到900多种,它们各自的浓度往往不高,但若干种VOC共同存在于室内时,其联合作用是不可忽视的。因此,对饰面人造板VOC释放进行研究和控制是缓解室内空气污染的重要措施,对保护人们的生命健康具有重要意义。

本书的研究内容以刨花板为基材,研究不同饰面材料及方法对刨花板有机挥发物和游离甲醛释放的影响;探索了薄木贴面刨花板在不同热压工艺条件下VOC释放成分和释放规律的变化;预测了薄木贴面刨花板VOC的释放;从薄木贴面刨花板的表面涂饰生产工艺入手,研究不同涂饰工艺条件下刨花板的VOC释放变化规律,优化了涂饰生产工艺,提高了其环保性能。最后对水性清漆、醇酸清漆和硝基清漆饰面的刨花板进行了VOC衰减检测,为室内装修用饰面刨花板生产和使用提供了科学建议。

本研究不仅可以改善室内空气品质,提高人们的健康水平,还能帮助人们全面了解和掌握饰面刨花板挥发性有机污染物释放种类、释放特性、释放规律和控制技术,为环保型饰面刨花板生产提供优化工艺,为饰面刨花板产品生产、管理和使用中的挥发性有机污染物释放检测提供参考,还可以通过建立科学的评价指标体系,为饰面刨花板清洁化生产、管理、产品科学合理使用提供技术指南,填补国内这一研究领域的空白。

在本书相关内容的研究过程中,得到了国家环保部公益性行业科研专项“室内装饰用人造板挥发性有机污染物释放特性与控制技术的研究”

(200809120), 国家自然科学基金面上项目(31070488), 哈尔滨市科技创新人才研究专项基金(2010RFXXS023)资助, 在此表示衷心的感谢。同时感谢所有为本书撰写提供支持帮助的同学、同志。

本书第1章、第2章、第4章、第6章由张文超、陈峰编写, 第3章、第5章由陈峰、陈胜编写, 第7章、第8章由陈胜编写。全书由沈隽统稿、修改完成。

由于作者水平有限, 难免有疏漏之处, 敬请同行和广大读者批评指正。

著 者

2012年1月10日

目 录

第 1 章	刨花板 VOC 污染研究	1
1.1	挥发性有机化合物 (VOC) 的定义及分类	2
1.2	饰面刨花板 VOC 释放的来源	3
1.3	VOC 的限量标准	3
1.4	饰面刨花板 VOC 的检测方法	5
1.4.1	样品的采集	5
1.4.2	样品预处理	6
1.4.3	分析方法	7
1.5	降低饰面刨花板 VOC 释放的方法	8
第 2 章	饰面材料对刨花板 TVOC 释放的影响	10
2.1	实验材料、仪器和方法	10
2.1.1	实验材料及样品制备	10
2.1.2	实验仪器与操作条件	11
2.1.3	实验方法及步骤	11
2.2	结果与分析	12
2.2.1	饰面材料对刨花板 6 h 内游离甲醛和 TVOC 封闭率的影响	12
2.2.2	贴面材料对刨花板 TVOC 释放速率的影响	14
2.3	小结	15
第 3 章	薄木贴面刨花板 VOC 的释放	17
3.1	实验材料、仪器和方法	17
3.1.1	实验材料及样品制备	17
3.1.2	实验仪器与操作条件	17
3.1.3	实验方法及步骤	17
3.2	结果与分析	18
3.3	小结	20
第 4 章	生产工艺对薄木贴面刨花板 VOC 释放的影响	21
4.1	实验材料、仪器和方法	21

4.1.1	实验材料及样品制备	21
4.1.2	实验仪器及操作条件	21
4.2	实验方案设计	21
4.2.1	正交实验	21
4.2.2	单因素实验	22
4.2.3	薄木贴面刨花板释放 VOC 成分衰减的长期实验	23
4.3	结果与分析	23
4.3.1	正交实验	23
4.3.2	单因素实验	25
4.4	薄木贴面刨花板 VOC 成分的长期衰减释放分析	36
4.5	小结	37
第 5 章	贴面刨花板 TVOC 释放的预测	39
5.1	贴面刨花板 TVOC 释放模型的构建	39
5.1.1	TVOC 在材料内部扩散	40
5.1.2	TVOC 从材料表面到周围空气的散发	41
5.2	贴面刨花板 TVOC 的一阶衰减模型	42
5.2.1	贴面刨花板 TVOC 的一阶衰减模型的建立	42
5.2.2	贴面刨花板 TVOC 的一阶衰减模型的验证	43
5.3	小结	44
第 6 章	涂饰工艺参数对刨花板 TVOC 释放和漆膜质量的影响	45
6.1	涂料种类及涂饰方法	45
6.1.1	涂饰涂料分类	45
6.1.2	涂饰工艺的分类	46
6.2	实验材料、仪器和方法	47
6.2.1	实验材料及样品制备	47
6.2.2	实验仪器与操作条件	47
6.2.3	实验方法与步骤	47
6.3	实验方案设计	48
6.3.1	正交实验	48
6.3.2	生产工艺参数单因素实验	48
6.3.3	温度变化对 TVOC 释放的影响实验	49
6.4	结果与分析	49
6.4.1	正交实验结果与分析	49
6.4.2	单因素实验结果与分析	52
6.5	漆膜性能的检测	58
6.5.1	漆膜附着力交叉切割测定	58
6.5.2	漆膜耐磨性测定	59

6.5.3 漆膜硬度测定	59
6.6 涂饰工艺参数对饰面刨花板 TVOC 释放量及漆膜性能的影响	60
6.6.1 涂布量对 TVOC 释放和漆膜性能的影响	60
6.6.2 涂料种类对 TVOC 释放和漆膜性能的影响	61
6.6.3 陈放时间对 TVOC 释放和漆膜性能的影响	62
6.7 温度变化对 TVOC 释放的影响	63
6.8 小结	64
第 7 章 涂饰后刨花板 VOC 释放成分分析	66
7.1 实验材料、仪器和方法	66
7.1.1 实验材料及样品制备	66
7.1.2 实验仪器	66
7.1.3 实验方法及步骤	66
7.2 结果与分析	67
7.2.1 醇酸清漆涂饰刨花板 VOC 释放成分及变化规律	67
7.2.2 水性清漆涂饰刨花板 VOC 释放成分及变化规律	76
7.2.3 硝基清漆涂饰刨花板 VOC 释放成分及变化规律	83
7.2.4 三种涂料涂饰刨花板释放 VOC 的对比	91
7.3 小结	93
第 8 章 刨花板贴面和涂饰工艺的清洁生产分析	94
8.1 清洁生产的概念及内容	94
8.1.1 清洁生产的定义	94
8.1.2 清洁生产的内容	95
8.1.3 清洁生产的途径	95
8.2 刨花板贴面材料分析	96
8.2.1 不同贴面材料对刨花板 TVOC 释放的影响	96
8.2.2 如何选择刨花板的贴面材料	96
8.3 薄木贴面刨花板的清洁生产	97
8.3.1 施胶配比对薄木贴面刨花板 TVOC 释放的影响	97
8.3.2 施胶量对薄木贴面刨花板 TVOC 释放的影响	97
8.3.3 热压温度对薄木贴面刨花板 TVOC 释放的影响	98
8.3.4 薄木树种对贴面刨花板 TVOC 释放的影响	98
8.3.5 薄木贴面刨花板清洁生产措施	98
8.4 涂料饰面刨花板的清洁生产	99
8.4.1 涂料中挥发性有机化合物的释放	99
8.4.2 涂饰方式对涂饰刨花板挥发性有机化合物释放的影响	100
8.4.3 涂饰量对涂饰刨花板 TVOC 释放的影响	104
8.4.4 陈放时间对涂饰刨花板 TVOC 释放的影响	104

8.4.5 温度对涂饰刨花板 TVOC 释放的影响.....	104
8.4.6 涂料种类对涂饰刨花板 TVOC 和具体成分释放量的影响.....	105
8.4.7 涂饰刨花板清洁生产工艺	106
8.4.8 后期使用中挥发性有机化合物的控制方法.....	106
结 论	110
参考文献	112
附 录	118

第1章 刨花板 VOC 污染研究

随着社会的发展和人们生活水平逐渐提高，我们对室内环境的美化要求越来越高，使得住宅、商场、办公室等室内空间的装修越来越频繁。据统计，2007年全国室内装修和建材需求突破9500亿元人民币，随之而来的由装饰装修材料和家具所造成的以化学型污染为特征的第三污染时期正逐渐影响现代家庭中人们的健康。

人的一生处在各种室内环境（包括居室、办公室、公共场所及交通工具）中的时间可达70%~80%，尤其婴幼儿、老弱病残者在室内环境中生活的时间更长。室内环境问题已经引起了国内外的高度重视，美国国家环境保护局（EPA）历时5年的专题调查结果显示，许多民用和商用建筑内的空气污染程度是室外空气污染程度的数倍至数十倍，更有甚者超过100倍。这对人们的身体健康十分不利，甚至会危及生命安全。近年来，装修材料释放的有害物质造成的中毒病例明显增加，其对人体健康的影响主要表现为眼、鼻和咽喉刺激症以及“不良建筑物综合征”。目前，全球近一半的人处于室内空气污染中，中国每年由室内空气污染引起的超额死亡人数达11.1万人，超额急诊数达430万人次，直接和间接经济损失高达107亿美元。1993年的一组调查数据表明，美国每年因室内空气质量问题造成的经济损失超过400亿美元。美国国家科学院估计美国每年因室内空气污染造成的医疗费用约150亿~1000亿美元。室内空气污染已被归结为危害公共健康的重要环境因素之一。

室内的挥发性有机化合物（VOC）浓度过高是造成室内空气污染的主要原因之一。调查和分析表明：目前在我国，室内装修和装饰材料的挥发性有机化合物的散发是造成室内空气污染的“罪魁祸首”。为此，我国于2002年颁布了《室内空气质量标准》，规定了人造板、涂料、壁纸等10项室内装修装饰材料有害物质限量，用以规范装修装饰市场。

挥发性有机化合物是一类化合物的总称，目前已鉴定出其含有的主要成分达到900多种。它们各自的浓度往往不高，但若干种VOC共同存在于室内时，其联合作用是不可忽视的。它们对人体产生的影响主要表现为：异物刺激、恶心和呼吸不畅，致使对人体肝、肾、脑及神经系统都有不同程度损伤，一旦产生协同作用后可使人体的免疫力下降，甚至会致病及致癌。因此，由各种室内建筑材料散发出来的挥发性有机化合物，已经受到人们的重视。

室内装修用饰面刨花板饰面材料、饰面工艺方法的选用对其挥发性有机化合物的释放具有重要影响，因此，对其进行科学研究，掌握其释放规律，有效控制和减少其释放具有重要意义。

1.1 挥发性有机化合物（VOC）的定义及分类

VOC 是挥发性有机化合物（Volatile Organic Compounds）的英文缩写。世界上许多机构都有自己对 VOC 的定义，其范围有所不同。例如，美国 ASTM D3960-98 标准将 VOC 定义为任何能参加大气光化学反应的有机化合物。美国国家环境保护局（EPA）的定义为：挥发性有机化合物是指除 CO、CO₂、H₂CO₃、金属碳化物、金属碳酸盐和碳酸铵以外，任何参加大气光化学反应的碳化合物。世界卫生组织（World Health Organization, WHO）将挥发性有机化合物定义为室温下饱和蒸汽压超过 133.322 Pa、沸点在 50~260℃ 的易挥发性有机挥发物质。有关色漆和清漆通用术语的国际标准 ISO 4618/1—1998 和德国 DIN 55649—2000 标准对 VOC 的定义是：原则上，在常温常压条件下，任何能自挥发的有机液体和（或）固体。同时，德国 DIN 55649—2000 标准在测定 VOC 含量时，又做了一个限定，即在通常压力条件下，沸点或初馏点低于或等于 250℃ 的任何有机化合物。

本书以世界卫生组织的定义为准。WHO 按照挥发性有机化合物的沸点将其分为四类，即沸点在 0~50℃ 的易挥发性有机化合物（VVOC）、沸点在 50~240℃ 的挥发性有机化合物（VOC）、沸点在 240~380℃ 的半挥发性有机化合物（SVOC）和沸点在 380℃ 以上的颗粒状有机物（POM）。一般在研究和生活中提到的 VOC 的沸点在 50~260℃ 之间。从木质人造板中释放的 VVOC 主要是甲醇、甲酸和乙醛；表面处理所用的溶剂、木材中的乙酸和萜烯属于 VOC；挥发性较低的 SVOC 会长期缓慢地释放，分子量较高的萜烯和表面处理剂的残余物属于这一类。VOC 按化学结构，可进一步分为烷烃类、芳香类、萜烯类、卤烃类、酯类、醛类、酮类和其他化合物等 8 类。如表 1-1 所示。

表 1-1 常见 VOC 分类

类别	VOC
脂肪类碳氢化合物	丁烷、正己烷
芳香类碳氢化合物	苯、甲苯、二甲苯、苯乙烯
氯化碳氢化合物	二氯甲烷、三氯甲烷、三氯乙烷、二氯乙烯、三氯乙烯、四氯乙烯、四氯化碳
醛、酮、醇、多元醇类	丙酮、丁酮、环己酮、甲基异丁基酮、甲醛、乙醛、甲醇、异丙醇、异丁醇
醚、酚、环氧类化合物	乙醚、甲酚、苯酚、环氧乙烷、环氧丙烷
酯、酸类化合物	醋酸乙酯、醋酸丁酯、乙酸
胺、腈类化合物	二甲基甲酰胺、丙烯腈
其他	氯氟烃、含氢氯氟烃、甲基溴

多数室内 VOC 的单种化合物浓度很低，一般不超过 50 μg/m³，但有些化合物，如甲醛和苯系物等具有普遍性，在多数住宅和办公的楼室内环境中基本都能检测出来，浓度也较高。由于 VOC 的种类很多，单个组分的浓度较低，检测费昂贵，因此，常用量化指标——总有机挥发物浓度（TVOC）表示。TVOC 这个概念是由丹麦学者 Lars Molhave 于 1986 年首先提出的，借以评价室内空气中挥发性有机化合物的总水平。在 VOC 的沸点范围内，释放结果可按单一成分单独表示，也可按全部有机化合物的总和（TVOC）来表示。

TVOC 是人体神经系统对非特异性刺激的一种量化指标,对它的定义和使用是有一定条件的。一些研究人员指出,虽然 TVOC 不是一种有效的预测指标,但它对确定室内空气污染状况,从健康、舒适、节能和可持续发展角度改善室内污染源的控制是相当有效的。

1.2 饰面刨花板 VOC 释放的来源

饰面刨花板中释放的 VOC 主要来源于制板过程中加入的胶黏剂,饰面时涂料、贴面材料和贴面使用的胶黏剂等,少量来源于木材本身。

刨花板在生产过程中需要加入合成树脂胶黏剂,如酚醛树脂、脲醛树脂、三聚氰胺树脂等胶黏剂。这些胶黏剂含有大量的 VOC,游离甲醛等,它们在常温下就会缓慢释放。其他常见的胶黏剂,如不饱和聚酯胶黏剂中的苯乙烯;丙烯酸酯乳液胶黏剂中的未反应成分;聚氨酯树脂胶黏剂中的多异氰酸酯;溶剂型胶黏剂中的有机溶剂,还有其他一些添加剂,如催化剂、石蜡、防腐剂等,也会释放出 VOC。

木材纤维在干燥和热压过程中也会释放大量的 VOC。在干燥过程中,VOC 随木材内水分的蒸发而挥发,挥发量多少会受木材树种、干燥温湿度、木材构造、含水率及干燥季节等因素的影响。人造板在热压阶段所挥发出的 VOC 很多。在热压阶段,VOC 释放量的多少,随着木材树种、施胶量、热压温度和时间而变化,有研究表明:板坯热压阶段木材会发生热解。Mezerette 的研究报告将木材热解分为了 5 个阶段,每个阶段都会有一定种类的 VOC 溢出。此外,人造板表面二次加工过程中,需要饰面材料对其进行表面装饰,饰面后人造板也会释放苯、甲苯、二甲苯以及各种酯类等 VOC。人造板在装饰过程中需要对表面进行贴面或者涂饰,装饰材料及其辅料中含有大量有机挥发物,对人体危害较大的主要是苯、甲苯、二甲苯等。而且涂料添加剂中的苯、甲苯、二甲苯不易挥发。

1.3 VOC 的限量标准

随着人们对于室内空气污染认识的不断深化,室内环境作为卫生和环境科学的重要组成部分越来越受到重视。一批专门从事室内环境检测、宣传教育、学术研究和学术交流、咨询和评估的机构开始形成。如美国工业卫生协会(AIHA)专门设立了“室内环境质量(IEQ)委员会”。“国际室内空气质量与气候协会(ISIAQ)”、“美国绿色建筑委员会(USGBC)”和“室内空气质量协会(IAQA)”也于 1992 年、1993 年和 1995 年相继成立。北大西洋公约组织(NATO)也在它的科学与环境事务局所属的高级研究中心开展“室内空气质量(IAQ)科学”的研究和教育培训计划,每年都要在缔约国开展室内环境方面的培训工作。1990 年德国学者 Bernd Seifert 推荐了一套室内空气中 VOC 浓度的指导限值,规定 TVOC 最高浓度为 $300 \mu\text{g}/\text{m}^3$,如表 1-2 所示。

1990 年,丹麦学者 Lars Molhave 根据国际室内空气科学学会的研究结果进行了控制暴露实验,并结合流行病学研究提出了 VOC 的实验性剂量-反应关系,如表 1-3 所示。

表 1-2 Seifert 推荐的室内空气 VOC 浓度指导限值（1990 年）

VOC 的化学分类	推荐限值/（ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ） ^①	VOC 的化学分类	推荐限值/（ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ）
烷烃	100	酯类	20
芳烃	50	醛和酮 ^②	20
萜烃	30	其他化合物	50
卤代烃	30	TVOC	300

注：① 单个化合物的质量浓度不超过所属分类的 50%，也不超过 TVOC 的 10%；不适用于致癌化合物的评价。② 不包括甲醛。

表 1-3 TVOC 的剂量-反应关系

TVOC 浓度/（ mg/m^3 ）	刺激和舒适情况	人体反应
<0.2	没有刺激，没有不舒适感	舒适
0.2~3.0	与其他紧张性刺激（令人不舒服的光线、温度等）协同作用，将出现刺激和不适	多因协同作用
3.0~25	与其他因素协同作用，可能出现经常性头痛	不适
>25	除了头痛外，还可能毒害神经系统	中毒

目前世界各国对室内空气中 VOC 的浓度均作出了严格的标准限定。如德国卫生协会将 VOC 控制限值定为 $0.3 \text{ mg}/\text{m}^3$ (75×10^{-9})；美国卫生协会定为小于 $1 \text{ mg}/\text{m}^3$ (200×10^{-9})；澳大利亚国家健康协会定为 $0.5 \text{ mg}/\text{m}^3$ (100×10^{-9})；日本在 2002 年将不引起反应的 VOC 浓度定为 $0.4 \text{ mg}/\text{m}^3$ 。由于挥发性有机化合物并非单一的化合物，并且它们之间的相加、协同、相乘和独立作用也较难确定，此外还会受到国家、地区之间的影响，因此，目前尚未出台统一标准加以限定。

针对室内环境中甲醛污染问题，近年来我国出台了一系列室内环境的控制标准。1995 年国家发布了《居室空气中甲醛的卫生标准》（GB/T 16127—1995），标准规定了居室内空气中甲醛的最高容许浓度为 $0.08 \text{ mg}/\text{m}^3$ ，2001 年国家发布实施《民用建筑工程室内环境污染控制规范》（GB 50325—2001），提出了不同建筑工程控制室内环境污染的分类及污染物的浓度限量，其中 I 类民用建筑中游离甲醛浓度 $\leq 0.08 \text{ mg}/\text{m}^3$ ，TVOC $\leq 0.5 \text{ mg}/\text{m}^3$ ，II 类民用建筑中游离甲醛含量 $\leq 0.12 \text{ mg}/\text{m}^3$ ，TVOC $\leq 0.6 \text{ mg}/\text{m}^3$ 。2002 年国家发布实施《室内空气质量标准》，标准中要求控制甲醛污染浓度在 1 h 均值为 $0.10 \text{ mg}/\text{m}^3$ ，TVOC 在 8 h 均值为 $0.6 \text{ mg}/\text{m}^3$ 。与其他国家相比，我国室内空气中各种有机挥发气体的浓度控制较为宽松，如表 1-4 所示。

对于人造板产品，目前各国已有相关标准对甲醛的测定方法和释放限量作出严格规定。美国加利福尼亚州空气资源委员会（CARB）于 2007 年 4 月投票通过的一项对木质人造板中甲醛释放的限令。CARB 规定，将对胶合板、刨花板、中密度纤维板等木质产品的甲醛释放标准分 3 个阶段进行限定，至 2012 年 7 月前控制胶合板、刨花板、中密度纤维板中甲醛释放量不超过 0.05×10^{-6} ， 0.09×10^{-6} 和 0.11×10^{-6} 。美国、日本、德国等地目前已出台了人造板产品中除甲醛外的其他挥发性有机化合物的释放的测定方法标准，如 ASTM D 5116—97《用小容积气候箱测定室内装饰装修材料及产品挥发性有机化合物释放量的标准方法》、ASTM D 6330—98《在规定测试条件下，用小容积气候箱测定人造板挥发性有

机化合物（不包括甲醛）释放量的标准方法》、ANSI/BIFMA M7.1—2007《测定从办公家具、部件和座椅中排放出的挥发性化合物（VOC）的标准试验方法》、JIS A1912—2008《建筑相关制品用挥发性有机化合物和无甲醛类的排放的测定：大室法》、ISO 16000-9—2006《建筑产品和家具释放挥发性有机化合物的测定：释放试验室法》等，而对 VOC 的释放限量标准目前尚未出台。这正需要我们对它进行科学研究，为日后限量标准的出台提供科学依据。

表 1-4 各国（地区）室内空气污染物控制限值

单位： $\mu\text{g}/\text{m}^3$

	中国	中国香港	日本	韩国	WHO	芬兰
甲醛	100	100	100	210	100	100
苯	110	16.1	—	30	—	—
甲苯	200	1 092	260	1 000	260	—
乙苯	—	1 447	3 800	360	—	—
二甲苯	200	1 447	870	700	—	—
苯乙烯	—	—	220	300	260	—
TVOC	600	600	400	—	—	600

1.4 饰面刨花板 VOC 的检测方法

由于大部分的 VOC 浓度较低，为了准确分析其浓度，必须用高灵敏度、高精度的分析方法和仪器。VOC 的分析过程通常包括：样品的采集、预处理及其检测。

1.4.1 样品的采集

为了加强对人造板类污染源的控制与监控，1990 年德国对木制品的甲醛散发量及建筑物中致癌 VOC 的散发量作了规定，同时美国材料与实验协会（ASTM）提出了测试室内源释放有机物的指导程序，推荐采用小型人工环境舱测定室内材料/制品中的挥发性有机化合物。

环境舱法在较多应用人造板作为建筑材料的美国 and 德国得到广泛应用，其环境舱法检测技术处于世界领先地位。环境舱法即将已知表面积的试件放入温度、相对湿度、空气速率和空气交换率控制在一定值的箱体内，通过将有害气体与箱内空气混合，定期抽取空气，从而测定气体浓度的一种方法。环境舱法主要有美国的 22.6 m^3 ，德国及欧洲的 1 m^3 、 12 m^3 、 40 m^3 等几种测试室容积，其工作原理基本相同。我国将 1 m^3 气候箱法作为饰面人造板甲醛释放量的仲裁检测方法。其特点是：模拟室内自然气候环境，检测结果准确可靠，更贴近实际。美国、日本、欧洲等国家和地区均有此类检测装置的标准和产品，相关标准有欧洲标准 ENV 717-1《人造板甲醛释放量测定气候箱法》、美国标准 ASTM D 6007—96《用小容积气候箱测定木制品甲醛释放量的标准方法》、美国标准 ASTM E 1333—96《用大容积气候箱测定木制品甲醛释放量的标准方法》、美国标准 ASTM D 5116—97《用小容积气候箱测定室内装饰装修材料及产品挥发性有机化合物释放量的标准方法》及美国 ASTM D 6330—98《在规定测试条件下，用小容积气候箱测定人造板挥发性有机化合物（不包括甲