

综述

室内环境污染研究现状与展望

刘晓红, 周定国

(南京林业大学, 南京 210037)

摘要: 文章介绍了室内环境污染问题的由来、研究对象以及相关内容, 对其中污染物对人体健康的危害以及提高室内空气质量的措施进行了重点阐述, 并评述了国内外在室内环境这一新兴学科领域所开展的研究工作, 同时提出了对我国加快发展室内环境污染研究的一些建议。

关键词: 室内环境; 污染; 危害; 室内空气质量

中图分类号: X21 文献标识码: A 文章编号: 1001-8654(2003)02-0008-04

Indoor Environmental Contamination: Current Conditions and Future Expectations

LIU Xiao-hong, ZHOU Ding-guo

(Nanjing Forestry University, Nanjing 210037, China)

Abstract: This paper addressed the origin, research objectives and some solutions for solving the problem of indoor environmental contamination. It examines the health concerns posed by air contaminants, as well as detailed measures to improve indoor air quality. The authors reviewed current research on indoor environmental contamination, both in China and abroad, and measures to control it. Finally, the authors made some suggestions to promote research in this area.

Key words: Indoor environment; Contamination; Hazard; Indoor air quality

室内是人们接触最频繁的环境。人们约有 80% 以上的时间在室内度过, 室内空气质量 (Indoor Air Quality) IAQ 的优劣直接关系到每个人的健康。随着目前建筑物结构上较大的变化, 新型建筑材料的广泛应用, 生活中各种香味剂、化妆品、除臭剂、洗涤剂大量进入家庭, 导致了室内空气中有害物质无论在品种上或数量上的不断增加, 因而防止室内空气污染就成为室内环境保护的重要内容^[1]。

我国的室内环境污染是相当严重的, 已经影响到公民的身心健康和经济发展。为此国家已投入了大量人力物力, 进行相关政策、法规的建设和基础学科的研究, 并于 2001 年 12 月 10 日正式发布了由国家质量监督检验检疫总局制定的《室内建筑装饰装修材料有害物质限量标准》, 其中包括了人造板及其制品中甲醛释放限量的强制性国家标准。此外, 由国家质监总局等制定的《室内空气质量评价标准》、《民用建筑

工程室内环境污染控制规范》也于 2002 年 1 月 1 日正式发布和实施。这些规范和标准的实施, 将为规范我国市场, 保护消费者的合法权益, 也为提高我国企业在国内外市场中的竞争力, 打破绿色壁垒等非关税性贸易壁垒, 促进技术进步发挥巨大的作用, 同时也是实现室内环境污染控制的基本前提和根本保障。

本文旨在与业内人士一起探讨室内环境污染的现状和改进措施, 明确本行业在室内环境污染控制中处于源头的重要地位, 共同为加快改善和提升室内环境质量而努力工作。

1 室内环境污染问题的由来

室内环境污染问题的提出始于近 40 年。近年来, 随着“建筑物综合症”(Sick Building Syndrome, SBS) 的日趋严重, 室内空气污染才受到普遍重视, 并对 IAQ 进行了大规模的调查研究^[2]。

20 世纪 70 年代以后, 欧洲一些发达国家就已对建筑材料释放的气体对室内空气的影响及对人体健

收稿日期: 2002-09-24

作者简介: 刘晓红 (1967—), 女, 浙江林学院讲师, 南京林业大学博士研究生。

8.

康的危害程度,进行了全面系统的研究^[3]。丹麦、挪威、瑞典等国家发现人们出现的乏力、头痛、记忆力减退等症状,与建筑物中的有机挥发物有关,这些症状被称为建筑物综合症。据美国国家职业安全与卫生研究所(NIOSH)统计,美国室内从业人员出现SBS症状的比例已由1980年的2%上升到目前的35%~65%^[4],显示出室内环境污染带来的巨大危害。因此,西方发达国家纷纷开展了室内环境污染问题的系统研究,成为环境研究领域中的一个活跃的研究分支。

2 室内环境污染的研究对象及内容

室内环境污染是指室内空气中混入氧、甲醛、苯、氨及其它挥发性有机物等有害人体健康气体的现象。因此,其研究对象就是所有全封闭或半封闭空间内的各种污染物。

2.1 室内环境主要污染物及其来源

国外学者的调查表明,室内环境污染物种类已高达900多种,主要包括甲醛等挥发性有机物、臭氧、一氧化碳、二氧化碳、氮氧化物、氨及其子体、过敏反应物、菌类微生物、可吸入颗粒物等等。污染物主要来源见表1。

表1 室内环境主要污染物及其来源
Tab. 1 The main contamination of indoor environment and its source

污染物	污染源
甲醛	各种含醛类树脂的建筑材料、绝缘材料等;人造板及其制品、涂料、胶粘剂、化纤地毯等;液化石油燃气,日化用品,香烟烟雾,油墨等
氨及其子体	建材(水泥、砖等),地壳,地下坑道中的冷气
挥发性有机物	涂料、油漆及其他日化用品等
臭氧	室外光化反应、复印机高压电弧
一氧化碳	燃料燃烧、吸烟、燃气热水器使用不当
二氧化碳	燃料燃烧、吸烟、人类及植物呼吸代谢
氮氧化物	燃料燃烧、吸烟、使用电炉
过敏反应物	植物花粉、孢子、动物皮毛、螨类
菌类微生物	人体、空调器、湿度器、家畜、不清洁的地毯
有机氯化物	纺织品、杀虫剂、有机氯清洗剂
颗粒物	室外、燃料燃烧、吸烟、发烟蚊香、室内清扫、日化用品

2.2 室内环境污染的健康效应

现已证明,室内环境污染除能引起SBS症状外,还可能致癌、致畸、致突变^[5]。美国环保局(EPA)现已将其列为除大气污染、工作间有毒化学品和水污染外的第四大环境污染^[5]。

室内环境污染由于种类多,浓度低,作用时间长,对人体健康的影响是累积式的。据研究表明,不健康的居室可引起20多种SBS症。据美国环保机构估

计,美国每年直接用在由IAQ引起疾病的医疗费用高达10亿美元,由此而产生的直接或间接损失达600亿美元^[6]。根据世界银行的研究资料表明,我国目前每年由于室内空气污染造成的损失,如果按支付意愿价值估计,约为106亿美元^[3]。另据北京市化学物质检测中心报道:北京市每年发生有毒建筑装饰材料引起的急性中毒事件400多起,中毒人数达10000人以上,死亡约350人,慢性中毒的范围更加广泛^[7]。全球每年因室内空气污染而导致死亡人数达280万^[8]。

室内环境污染源对人体的健康效应研究尚处于初级阶段,现有资料可概述如下:

(1)空气 最新研究表明,IAQ不仅受到室内空气化学特性的影响,而且受其他物理特性如温度、湿度、热焓、流速及流向的影响。

(2)室内家具及装修 由家具造成的室内空气污染已经成为继建筑污染、装饰污染之后的第三大污染源^[9],现已从室内鉴别出了300多种有机挥发物(VOC),主要包括脂肪烃、芳香烃、氯化烃、醛类和酮类。其中以甲醛为最常见,危害最为突出。

(3)吸烟与被动吸烟 烟草中约含有4700种成分,其中不少物质具有致癌性,如多环芳烃(2~7环)及砷、镉、镍、锑等无机元素。肺癌患者中有80%是吸烟者,此外,心脏病、食道癌、呼吸道溃疡、白血病发病率也因吸烟而增加。国内外调查都表明:被动吸烟的妇女中患肺癌的危险性增加达50%,对儿童的危害往往比成人更严重。

(4)燃烧产物及烹饪油烟 燃烧产物中的CO、SO₂、多环芳烃(PAH),颗粒物(IP)等,影响人的呼吸系统功能,降低人体免疫能力。另外,烹饪油烟对人体的危害也很大。

(5)氨及其子体 国际癌症机构已确认氨有致癌性。在美国的调查中发现,每年因吸入氨气而引起肺癌死亡的美国人已达到两万人^[10],仅次于吸烟名列第二。美国环保局已将氨列为最危险的致癌因子。

(6)空气中微生物 在温暖潮湿及不清洁环境中,微生物附着在灰尘颗粒上随空气一起流动。在这些微生物中,除了一些菌类(细菌、真菌、霉菌)外,还有孢子、病原体、螨等,可以导致流感、流脑、白喉、猩红热等疾病。

(7)家用化学品及生活用水 家用化学品含有多种有机污染物,使用不当也会对人体产生多方面影响;生活用水含有氯,可形成卤代烃,是VOC的来源之一。

(8)噪声 42 dB 以上的噪声就将直接引起人的听觉疲劳和损伤,长期作用将引发神经衰弱及心血管疾病等。

(9)人体污染 人体本身能散发出几百种气溶胶和化学物质,污染室内环境。

(10)室外污染源 一类是来自工业、交通运输所排放的污染物如汽车尾气;另一类则为植物花粉及孢子。

(11)其它潜在的污染源 主要指宠物、办公设备、光照等。

综上所述,室内环境中的主要污染源大致可以分为物理污染源、化学污染源、生物污染源和放射性污染源,且绝大多数污染物都是借助于空气传播,通过人的呼吸和皮肤对人体造成危害,因此,室内空气质量毋庸置疑成了室内环境问题的研究重点。

2.3 室内环境污染物的监测方法

传统上是使用各种化学分析及仪器分析法(见表2),近来又兴起了通过数学模型来计算室内污染物浓度的方法,以弥补长期监测的不足。最近,又有日本学者将传感器与微机相联,可同时测定数种气态空气污染物。此方法简便快速,也是今后监测方法的发展方向。

表2 室内空气主要污染物常用分析法

Tab. 2 The usual analysis for main contamination of indoor air

污染物质	常用分析法
甲醛	酚试剂比色法;对胺基偶氮苯分光光度法;副品红法及变色酸法;乙酰丙酮比色法;荧光计法;极谱分析法;色谱法
颗粒物	重量法;原子吸收法;ICP法;阳极溶出法;中子活化分析法
一氧化碳	控制电位电化学法;置换汞法;不分光红外线法
二氧化碳	容量吸收法;气相色谱法;不分光红外线法;电导法
氧及其子体	脉冲电离法;静电捕集法;液体闪烁法;固体径迹探测法;ZN(S)闪烁室法;能谱法
VOC	气相色谱法;气质联用;色质联用;光声光谱法

2.4 提高室内空气质量措施

(1)设计合理的建筑结构 建筑设计时,要做到起居室、卧室都能进行自然通风,厨房、卫生间应在夏季主导风向的下风侧,以免有害气体散发到居室内。

(2)控制污染源,改革燃料结构 不同类型的燃料,产生单位能量所生成的污染物排放量不同,燃煤>煤气>液化气>天然气>电能。因此,建议城市在增加气体燃料的同时,有条件的可使用电炊具;在农村应逐步减少生物性燃料的比率,推广使用液化气、电等商品性能来改善 IAQ。

• 10 •

(3)改变生活习惯 不健康的生活习惯,如吸烟、高温烹调都是造成室内空气质量下降的重要原因。因此,应少吸烟或不吸烟,少食煎炸食品,这样可以大大降低污染。

(4)慎重选择建筑、装修材料及生活日化用品 如前所述,一些建筑、装修材料以及某些日化用品含有多种污染物,所以在选择装修材料时,应考虑环保型材料。并尽量减少使用杀虫剂、空气清新剂等物。

(5)改善室外空气品质 改善室外空气品质,可减少室外源带来的污染。

(6)加强通风换气 国内外的调查和试验均已表明,加强通风换气是改善室内空气品质的最简单而有效的方法。

(7)空调房间使用负氧离子发生器 空气负氧离子是一种带负电荷的空气微粒,能起镇静、催眠、降血压等作用,应用超高负氧离子发生器可进一步改善 IAQ。

(8)使用空气净化装置 空气净化装置是改善室内空气品质的有效方法,且无副作用,建议进一步加以推广。

(9)发展新型吸附装置 目前发展最快的吸附材料要数活性炭纤维(ACF)吸附材料,通过对其进行各种改性,能有效地吸附和消除多种室内低浓度的有害恶臭气体。目前,ACF 作为环保材料仍处于经验摸索阶段。

3 国内外室内环境研究现状及进展

3.1 国外对室内环境研究的状况

在西方发达国家,由于呈 SBS 症状的人数急剧增加,因此,政府与民间组织、大公司等众多机构都投入了大量的人力和财力来从事室内环境问题的研究和开发工作。由于室内污染物的多样性、微量性和累积性,许多研究机构投入巨资建立了专门用于室内环境研究的受控环境舱(Controlled Environment Chamber, CEC),如美国劳伦斯·伯克利实验室(LBL)的室内环境系、丹麦理工大学的室内环境和能源国际中心(ICIEE)等,因而占据着此领域的领先地位。据大量文献显示,目前国外所从事的室内环境领域的研究开发工作主要集中在病态建筑物综合症(SBS)的成因及预防、氡(Rn)辐射的控制、室内环境污染与人类健康等方面。

总之,许多国家已经初步建立了室内空气质量标准、检测标准和分析标准,发明了一些专用的痕量气体检测器和分析仪器,其便携产品已经上市,室内环

健康咨询、室内环境监测等相关产业也悄然兴起,室内环境污染已经得到了一定程度的控制。但从总体来看,仍是理论研究较多,真正做到对室内环境污染的有效控制还有漫长的过程。

3.2 我国室内环境研究现状及差距

我国室内环境的研究才刚刚起步,目前,国内只有少数几家科研单位和大专院校做了一些有关室内环境方面的研究工作,主要集中在对燃料燃烧、吸烟等以及不同场合的VOC的排放、室内装修及家具带来的污染、室内环境污染的治理与对人体的健康效应以及对氨的检测等几个方面的研究上。与国外相比,在研究手段、研究广度和深度上及研究的系统性差距较大。因此,我国的室内环境研究人员任重而道远。

4 室内环境污染研究的发展趋势

- 1) 应加强有关非居住室内环境的污染状况的调查及研究。
- 2) 应加强研究敏感人群对室内空气污染物的反应。
- 3) 注意加强挥发性有机物的研究。
- 4) 进一步改进收集及监测污染物的仪器和方法。
- 5) 各种污染物引起健康效应的机理有待于进一步研究。

步研究。

参考文献:

- [1] 曹守仁. 室内空气污染与测定方法[M]. 北京: 中国环境出版社, 1988.
- [2] P. Ole Fanger. IAQ in the 21st Century. Opening Lecture Indoor Air'99. Edinburgh [EB/OL]. <http://www.ie.dtu.dk/prev-res—result/October99.htm>, 1999-09-08.
- [3] 周扬胜. 病态建筑综合症的原因与解决办法(译自 Booklet of Healthy Building International Pty Ltd.) [J]. 环境保护, 1998(5): 36-37.
- [4] Indoor Environment [EB/OL]. <http://www.cdc.gov/noish/nrinev.html>.
- [5] Indoor Air Pollution "Is Home Sweet Home" hazardous to your health? [EB/OL]. <http://www.mayohealth.org/mayo/9311/hm/indoorpo.htm>.
- [6] 国家环境保护总局. 2001 室内空气质量国际研讨会论文集[C]. 2001, 8.
- [7] 潘峰. 室内空气污染不容忽视[N]. 科学时报, 1999-03-23.
- [8] 郑慧, 王志刚. 室内环境污染与环境设计[J]. 环境科学动态, 2001(1): 32.
- [9] 薛晖. 北京晨报[N]. 2001-07-09.
- [10] 周中平, 赵寿堂, 朱立, 等. 室内污染检测与控制[M]. 北京: 化学工业出版社, 2002.

(上接第3页)

- 3) 加强标准化工作, 使我国木材工业产品标准尽快和国际标准接轨。
- 4) 改进木材工业学会和行业协会的工作, 为企业提供更好的服务。
- 5) 加快我国森林认证工作进程和 ISO 14000(环境管理体系)认证工作进程。
- 6) 发展环境协调技术和产品, 重视木材生产加工过程、使用和回收利用整个寿命周期中的环境问题, 包括人造板产品的甲醛释放量、木材加工和人造板制造过程中产生的有机挥发物(VOC)、化学处理木材和人造板的回收利用等^[1]。

参考文献:

- [1] 王恺, 陈绪和, 林凤鸣, 等. 新世纪我国林产工业发展道路问题[Z]. 中国林学会木材工业分会, 2000, 1-53.
- [2] Henry Spelter. Wood-based Panels Supply, Trade and Consumption [J]. UNECE/FAO Forest Products Annual Market Review, 2001—2002, 119-138.
- [3] Sales C. Technological Innovation in the Wood Sector [J]. Unasylva, 2001, 52 (204): 63-65.
- [4] Sten Nilsson. The Future of the European Solid Wood Industry [J]. Interim Report, 2001, 6-32.
- [5] John Pletcher. Trends in the Forest Products Industry [C]. Pennsylvania Hardwoods Development Council, 2001, 3-15.

东莞木工机械家具原辅材料展览会成功举办

由中国林产工业协会、中国国际贸易促进委员会东莞支会联合主办, 东莞市家具协会、东莞市国际贸易展览会公司共同承办的“东莞木工机械家具原辅材料展览会”于3月15日至18日在东莞国际会展中心举行。展会吸引了来自中国大陆、港台地区及美国、加拿大、意大利、马来西亚、韩国等国家和地区的400多家企业, 使展览会突出了特色, 办出了规模, 取得了实效。承办单位表示这种独具特色的展会还将每年举办一次。

中国林产工业协会