

化学物质对室内空气的污染

孙宗光¹, 齐文启¹, 孙立岩²

(1. 中国环境监测总站, 北京 100029;

2. 敦化林业局环境保护监测站, 吉林 敦化 133700)

摘要: 随着国内人民生活水平的提高, 百姓对居室内装修标准的要求越来越高。装修材料含有一定的有害化学物质, 可使室内不同程度地受其污染, 直接影响居民的身体健康, 这已引起各发达国家和国内有关部门的重视。文章主要就室内化学物质的来源、种类、污染现状和对人体健康的影响作了简要概述, 同时还介绍了室内空气中化学物质的简易测试方法。

关键词: 有机污染物; 人体健康; 室内空气污染

中图分类号: X 501.6

文献标识码: A

文章编号: 1006-2009(2000)04-0010-03

Indoor Air Pollution by Chemical Substances

SUN Zong-guang¹, QI Wen-qi¹, SUN Li-yan²

(1. China National Environmental Monitoring Center, Beijing, 100029, China; 2. Dunhua Forest Bureau Environmental Protection Monitoring Station, Dunhua, Jilin 133700, China)

Abstract: With more and more decoration of houses of normal citizens, the indoor air get more and more pollution by the harmful chemicals from decorating materials, which was harmful to the health of the citizens. It had been paid attention by developed countries and China. It reviewed the sources, kinds, situation of pollution and the effects on human beings by those chemicals. It also introduced the detecting method of those chemicals.

Key words: Organic pollutants; Human health; Room air pollution

1 前言

室内的环境问题日益受到世人的关注。

(1) 现在人们每天有 70% ~ 80% 的时间在室内度过, 室内空气的质量对人体健康的影响极为重要;

(2) 随着人们生活水平的提高, 室内保温、统一空调等使得居室和办公室密封性更好, 室内产生的污染物难以向室外扩散;

(3) 新型建筑材料、装修材料的采用, 更加重了化学物质对室内空气的污染;

(4) 炊事等亦不可避免地排放 NO₂、SO₂ 及燃烧废气等。

近来, 室内醛类和有机污染物对人体健康的影响报道较多, 也是世人最为关注的室内环境污染问题。

2 空气中有机化合物(VOC)的分类^[1]

空气中有机化合物可分为: 挥发性有机化合物、半挥发性有机化合物和颗粒状有机物。

挥发性有机化合物(VOCs), 根据 WHO 规定按沸点分类可分成: 易挥发性有机化合物和挥发性有机化合物。

易挥发性有机化合物(VVOC): 沸点为 < 0 °C ~ 50 °C, 如甲烷、乙烯(-100 °C)、乙炔(-84 °C)、氟里昂 12(-30 °C)、甲醛(-21 °C)、氯化乙烯单体(-14 °C)、甲胺(-0.6 °C)、丁烷(-0.5 °C)、甲基硫醇(6 °C)、乙醛(20 °C)、戊烷(36 °C)、二氯甲烷(40 °C)。

挥发性有机化合物(VOCs): 沸点为 50 °C ~

收稿日期: 1999-06-25; 修订日期: 2000-05-08

第一作者简介: 孙宗光(1964-), 男, 吉林省人, 高级工程师, 大学, 发表论文 38 篇, 主要从事有机监测工作。

240℃, 如正己烷(69℃)、乙酸乙酯(77℃)、乙醇(78℃)、苯(80℃)、甲基乙基酮(80℃)、甲苯(110℃)、三氯乙烷(113℃)、丁醇(117℃)、二甲苯(140℃)、癸烷(174℃)、柠檬烯(178℃)、对二氯苯(186℃)、三癸烷(235℃)。

半挥发性有机化合物(SVOCs): 沸点为 240℃~380℃, 如 L-尼古丁(247℃~260℃)、磷酸三丁酯(290℃)、噻苯哒唑(300℃)、邻苯二甲酸二丁酯(350℃)、邻苯二甲酸二辛酯(380℃)。

颗粒状有机物(POM)沸点在 380℃以上。如 PCBs、苯并(a)芘等。

3 室内有机化合物的污染源

室内有机化合物的主要污染源:

- (1) 建筑物使用的各类材料;
- (2) 家具等生活用品, 日常生活使用的消费品;
- (3) 与生活密切相关的炊事燃烧、取暖、致冷空调、吸烟等。

表 1 是建筑物不同使用阶段产生的有机污染物。表 2 是室内有机污染物的行为及其污染来源。表 3 是与人们室内生活相关的燃烧、取暖、致冷空调及吸烟等产生的有机污染物。

表 1 不同阶段产生的有机污染物^[2]

序号	发生阶段	实 例
1	施工阶段	建材, 内装修材料, 取暖设备等
2	入住时带入及使用中	取暖, 空调, 家具, 装饰物等
3	人的活动	人呼吸, 芳香剂, 杀虫灭菌剂, 吸烟, 炊事等
4	室外气体	汽车排气, 周围发生源及外墙壁等

表 2 有机污染物的行为分类

种 类	行 为	主要化学物质及来源
V VOC	很快挥发	制冷剂、燃气等, 燃烧生成的气体
VOCs	慢慢挥发	有机溶剂, 剩余材料产生的气体
SVOCs	挥发很慢, 有沉降性和凝缩性	杀虫剂, 可塑剂, 阻燃剂, 不完全燃烧生成物
POM	有沉降性	杀虫剂, 可塑剂, 不完全燃烧生成物

人类生产及家庭室内用品产生的化学物质来自很多方面, 如洗涤、涂料及塑料制品、家具装饰材料; 农药(杀虫、灭菌)、粘合剂、化妆品、芳香剂等; 汽车、加湿器、衣物等; 人们生活不可缺少的炊事燃烧、用水等; 吸烟也会产生大量有机污染物。这类

表 3 建筑物作为发生源产生的化学物质^[3,4]

污染来源	产生的 污 染 物
建筑材料	脂肪族化合物(如正癸烷, 正十二烷) 芳香族化合物(如甲苯, 苯乙烯, 乙苯) 有机卤化物(如氯乙烯) 醛类(如甲醛) 酮类(如 2-丙酮, 2-丁酮) 酯类[如氨基甲酸乙酯, 乙酸乙酯, di-(2-乙基己基)-邻苯二甲酸酯] 醚类 放射性物质(如氡气)
暖室、换气或空气净化系统	无机气体(如 SO ₂ , CO, CO ₂ , NO _x) 脂肪族化合物(如甲烷) 多环芳烃[如苯并(a)芘]
车库	金属(如 Pb, Ni, V, Pt) 无机气体(如 CO ₂ , CO, NO _x) 芳香族化合物(如苯) 有机卤化物(如氯乙烯) 多环芳烃[如苯并(a)芘]
燃烧器具	无机气体(如 SO ₂ , CO, CO ₂ , NO _x) 脂肪族化合物(如丙烷, 丁烷, 异丁烷) 多环芳烃[如苯并(a)芘] 醛类(如乙醛, 丙烯醛) 放射性物质(如氡气)

有机污染物以有机卤化物、脂肪族化合物、芳香烃、酚类、脂肪酸、含氮和含氧有机物、脂类、醇类、PHA 类等为主, 见表 4。

秦钰慧^[5]报道了 757 户加拿大住宅空气中 VOC 的测定结果。该研究共监测了 57 种化合物, 对于经常检出的 53 种化合物的平均浓度为 20 μg/m³, 大于该平均浓度的化合物有癸烷(54 μg/m³)、α-蒎烯(42 μg/m³)、甲苯(41 μg/m³)、d-1, 8-萘二烯(33 μg/m³)、苯胺(104 μg/m³)、喹啉(22 μg/m³)、尼古丁(29 μg/m³)、1, 1, 1-三氯乙烷(43 μg/m³)和邻苯二甲酸二(2-乙基己基)酯(22 μg/m³)。

甲醛是室内装修材料及人类活动释放量最大的 VOC 之一, 徐东群^[6]报道了世界各地室内甲醛浓度的指导限值与最大容许浓度(见表 5)。

1979 年~1985 年美国 EPA 进行了总暴露量评价方法学研究(T.E.A.M.), 测定了 650 个家庭中 11 种~19 种 VOC 的室内外空气、个体接触量、呼出气浓度等。研究结果表明, 室内 VOC 高于室外, 呼出气中 VOC 的浓度与个体接触量具有很好

表 4 人类生产及家庭用品产生的化学物质^[3,4]

污染源	产生的污染物
炊事等 燃烧	无机气体(如 SO ₂ , CO, CO ₂ , NO _x) 脂肪族化合物(如甲烷) 芳香族化合物(如甲苯) 多环芳烃[如苯并(a)芘] 有机卤化物(如氯乙烷) 醛类(如甲醛)
饮用水	有机卤化物(如三卤甲烷, 1, 1, 1-三氯乙烷, 三氯乙烯, 四氯乙烯)
吸 烟	金属类 无机气体 多环芳烃(如苯并[a]芘) 含氮类化合物 酮类
人和动物 产生的代 谢物、病 原物质、食 品、植物等	无机气体 挥发性物质 脂肪族化合物 芳香族化合物 醛类
洗涤剂	芳香族化合物(如甲苯, 对二氯苯) 有机卤化物(如四氯乙烯, 氯甲烷, 1, 1, 1-三氯乙烷) 醇类 酮类(如丙酮, 甲基乙基酮) 醛类(如甲醛) 酯类(如乙酸乙酯) 醚类(如甲基醚, 乙基醚, 丙基醚)
农药类	脂肪族化合物(如煤油) 芳香族化合物(如二甲苯) 有机卤化物(如氯丹, 对二氯苯, 七氯, 二噁农) 酮类(如甲基异丁基酮) 有机磷(硫)化合物(如马拉硫磷)
粘合剂	脂肪族化合物(如己烷, 庚烷) 芳香族化合物 有机卤化物 醇类 酮类(如甲基异丁基酮) 酯类(如乙烯基乙酸酯) 醚类
涂 料	脂肪族化合物(如正己烷, 庚烷) 芳香族化合物(如甲苯) 有机卤化物(如二氯甲烷) 醇类 酮类(如甲基异丁基酮, 甲基乙基酮) 酯类(如乙酸乙酯) 醚类(如甲基醚, 乙醚, 丙基醚)
芳香剂	醇类(如丙二醇, 乙醇, 异丙醇) 酮类(如丙酮) 醛类(如甲醛, 乙醛) 酯类 醚类(如乙醚, 丙醚)

汽车制品	脂肪族化合物(如煤油, 矿物醇) 芳香族化合物(如苯, 甲苯, 二甲苯) 有机卤化物(如四氯乙烯) 醇类(如丙二醇, 异丙醇) 酮类(如甲基乙基酮) 含氮化合物(如三乙醇胺, 异丙醇胺)
特殊物品	脂肪族化合物(如煤油, 己烷, 庚烷) 芳香族化合物(如苯, 甲苯, 二甲苯) 有机卤化物(如二氯甲烷, 氯乙烯) 醇类(如苯甲醇, 乙醇, 甲醇, 异丙醇) 酮类(如丙酮, 甲基异丁基酮) 酯类(如 di-(2-乙基己基)-邻苯二甲酸酯) 醚类(如乙二醇醚) 含氮化合物(如二乙胺)
家具、衣物	芳香族化合物(如苯乙烯, 溴化芳香剂) 有机卤化物(如氯乙烯) 酯类(如 di-(2-乙基己基)-邻苯二甲酸酯) 醛类(如甲醛) 醚类(如乙二醇醚)

表 5 世界各地的室内甲醛浓度的指导限值

国家或组织	限值	备 注
WHO	< 0.08	总人群, 30 min 指导限值
丹 麦	0.13	总人群, 基于刺激作用的指导限值
德 国	0.10	总人群, 基于刺激作用的指导限值
芬 兰	0.13	对老或新(1981 年为界)建筑物的指导限值
意大利	0.12	暂定指导限值
荷 兰	0.12	标准值, 基于总人数刺激作用和敏感者的致癌作用
挪 威	0.06	推荐指导限值
西班牙	0.48	仅适用于室内安装脲醛树脂泡沫材料的初期
瑞 典	0.11	指导限值, 室内安装胶合板或补救措施控制水平
瑞 士	0.24	指导限值
美 国	0.10	美国 EPA
日 本	0.12	室内空气质量标准
新西兰	0.12	室内空气质量标准

的相关性, 而与室外空气中 VOC 的浓度无相关性。这由德国进行的两次大规模调查(500 个家庭, 57 种 VOC)所证实, 芬兰的调查(300 个家庭, 45 种 VOC)也证实了这一结果。WHO 利用这些数据给出了 VOC 的浓度分布, 并得出了 VOC 对人类危害的实验性结果。

(待续)

本栏目责任编辑 聂明浩