

室内空气污染物的控制技术及其对策研究

巴忠文¹, 赵建兵²

(1. 滨州市园林化管理处, 山东 滨州 256600; 2. 滨州市国信集团, 山东 滨州 256600)

摘要:为探索出一种适合家庭使用的经济有效的室内空气净化方法, 厨房采用换气通风, 卧室和客厅分别采用活性炭吸附和植物吸收进行处理, 测量不同处理措施下甲醛、氨气和总挥发性有机化合物(TVOC)在较长时间内的浓度变化, 并进行数据处理。结果表明: (1) 只要保持活性炭的吸附容量, 可以对甲醛有 7.0% 的处理效率, 既弥补了单纯的换气通风不能处理低浓度甲醛的缺陷, 又比单纯的植物吸收更能有效地吸收甲醛。 (2) 采用通风换气, 对总挥发性有机化合物(TVOC)的处理效率可达 23.5%, 既减少了占地, 有一定的经济适用性, 又避免了单纯的植物吸收和活性炭吸附饱和时可能造成的二次污染。 (3) 种植一些吸收有害气体的植物, 不仅美化环境, 还可以净化空气, 一举两得, 但要注意选取植物的多样性和植物摆放的位置, 使植物吸收达到最佳的效果。

关键词: 装修; 室内空气污染; 防治对策

中图分类号: X839.1

文献标识码: A

文章编号: 1002-2767(2012)08-0098-04

室内环境是人类生存和活动的重要场所, 据统计, 对于生活在现代城市的大多数人来说, 约有 70%~90% 的时间是在室内度过的^[1], 因此居住条件的好坏与身体健康有着密切的联系^[2]。现代科技的迅猛发展带动了办公和居室环境不断舒适化、高档化和智能化, 同时也使装修和装饰材料释放出的危险化学品更容易被人体接触, 引起人类健康问题。据世界银行有关资料, 我国 2001 年因室内装修造成的损失为 106 亿美元。尤其是我国目前家庭绿色环保产品的使用率还不到 0.03%, 有 92.3% 的家庭对装修污染缺乏正确的认识, 70% 以上的家庭装修污染物超标, 而污染严重超标 16~40 倍的要占 34%。在首届全国室内空气质量与健康学习研讨会上, 中国室内装修协会环境检测中心公布的数据显示: 每年由室内装修引起死亡的人数约为 11 万人, 平均每天大约 304 人, 与每天因车祸死亡的人数大致相等, 给家庭和社会造成不可估量的损失。由此可见, 室内装修污染触目惊心, 治理已刻不容缓。

目前, 室内空气净化措施主要有物理、化学和生物净化技术三大类。虽然各种净化技术已经开发研究出了很多净化装置, 但其普遍存在成本高的特点, 不适于家庭使用, 而且相关装置的运行管理需要专业人员, 进一步增加了使用成本。相比

之下, 物理处理中的通风换气、化学净化中的活性炭吸附和生物净化中的植物吸收是家庭可以使用的最经济、最环保的净化措施。

1 材料与方法

1.1 仪器与材料

供试材料为活性炭和芦荟、虎皮兰及吊兰。供试仪器主要有 GDYK-301s 室内空气现场检测仪, GDYK-211s 室内空气 TVOC 速测仪, 便携式甲醛检测仪, 所有仪器都是经过国家技术监督局检测认证合格的。所用大气采样器和气体吸收测量试剂均与相应仪器配套。

1.2 方法

试验以厨房采用通风换气, 卧室采用活性炭吸附, 客厅采用植物吸收的方式进行处理, 比较研究了各措施下甲醛、氨气和总挥发性有机化合物(TVOC)的浓度变化。

1.2.1 采样原则 采样参考《室内空气质量标准》, 采样点避开通风口, 离墙壁距离大于 0.5 m, 高度与人的呼吸带高度一致, 相对高度在 0.5~1.5 m。所有检测房间提前 2 h 内不通风; 采样时关闭门窗。监测时大气压为 99.0~110 kPa。温度为 15~28℃。

1.2.2 采样方法 采样点选择在测量房间的正中位置, 距离地面高度 0.5~1.0 m, 且每次选取的采样点固定, 以减少不必要的干扰。甲醛和氨气采样时间均为 10 min, TVOC 的采样量为 10 L, 采样时记录观测点的温度和气压。

收稿日期: 2012-05-21

第一作者简介: 巴忠文(1964-), 男, 山东省沾化县人, 学士, 工程师, 从事园林生态方面的研究。E-mail: 052710@163.com。

1.3 各污染物的评价标准

(1)中华人民共和国国家标准《居室空气中甲醛的卫生标准》规定:室内空气中甲醛的最高允许浓度为 $0.08 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$,另外,由于人造板是造成室内空气中甲醛超标的主要原因,世界上不少国家都对人造板的甲醛散发值作了严格的规定,国家标准是穿孔测试值为每 100 g 板的甲醛含量必须小于 10 mg 。

(2)GB/T18883-2002《室内空气质量标准》规定:住宅室内空气中的氨气浓度标准限值 $\leq 0.2 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$ 。

(3)GB/T18883-2002《室内空气质量标准》规定:住宅室内空气中的 TVOC 浓度标准限值 $\leq 0.6 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$,根据此标准进行评价。

2 结果与分析

2.1 各房间中甲醛浓度变化

从表 1 中可以看出,卧室中甲醛初始浓度在 3 个房间中是最高的,这主要是由于卧室中木质家具较多,甲醛来源较多,且卧室相对面积较小。采用活性炭吸附后,甲醛的去除率最高,可以达到 7.0% ,其次是客厅中植物吸收的处理效率,为 6.5% ,厨房采用换气通风对甲醛的去除率只有 4% ,可见,卧室选择用活性炭吸附,既可以避免过多植物夜晚的呼吸作用对人体产生危害,又可以在有限的空间里达到比较高的吸收效率。

表 1 各房间中甲醛浓度变化

测量时间/d Measure time	甲醛浓度/ $\text{mg} \cdot \text{m}^{-2}$ Formaldehyde concentration		
	厨房 Kitchen	客厅 Parlour	卧室 Bedchamber
9	0.05	0.07	0.12
10	0.04	0.06	0.11
14	0.03	0.04	0.09
18	0.02	0.03	0.07
22	0.02	0.02	0.04
26	0.02	0.01	0.02
去除率/%Removal rate	4.0	6.5	7.0

2.2 各房间中 TVOC 浓度变化

由表 2 可知,换气通风对 TVOC 的处理效率

可达 23.5% ,而植物吸收的效率为 21.8% ,活性炭吸附只能达到 15.6% 的吸收效率,前者的吸收率分别是后两者的 1.07 和 1.50 倍。由此可见,换气通风既可以解决植物吸收占地大的问题,还可以在不需要其它材料和设备的情况下达到较高的处理效率,在家庭中具有很强的经济适用性。

表 2 各房间中 TVOC 浓度变化

Table 2 Concentration change of TVOC in each room

测量时间/d Measure time	TVOC 浓度/ $\text{mg} \cdot \text{m}^{-2}$ TVOC concentration		
	厨房 Kitchen	客厅 Parlour	卧室 Bedchamber
9	0.34	0.32	0.32
10	0.33	0.31	0.31
14	0.29	0.29	0.30
18	0.27	0.28	0.29
22	0.24	0.27	0.28
26	0.21	0.25	0.27
去除率/%Removal rate	23.5	21.8	15.6

2.3 各房间中氨气浓度变化

由表 3 可知,换气通风、植物吸收和活性炭吸附对氨气的处理效率没有显著差异,均保持在 $22\% \sim 23\%$,3 个房间中氨气的初始浓度也比较相近。究其原因,可能是因为 3 个房间在测量时间之外长期保持空气流通,且 3 种处理方法对氨气都不具有专一性。

表 3 各房间中氨气浓度变化

Table 3 Concentration change of ammonia gas in each room

测量时间/d Measure time	氨气浓度/ $\text{mg} \cdot \text{m}^{-2}$ Ammonia gas concentration		
	厨房 Kitchen	客厅 Parlour	卧室 Bedchamber
9	0.38	0.37	0.37
10	0.36	0.36	0.35
14	0.34	0.34	0.33
18	0.33	0.32	0.31
22	0.30	0.31	0.29
26	0.31	0.30	0.28
去除率/%Removal rate	22.5	22	23

综上所述,在卧室使用活性炭包吸附甲醛可以达到7.0%的处理效率,对于木制家具较多的房间是比较适用的方法之一。由于厨房有一定的卫生要求,不宜过多使用活性炭,而且厨房空间相对较小,放置植物需要占用一定的空间,试验也证明换气通风可以达到23.5%的处理效率,可见自然通风是去除烹饪产生的TVOC的主要方法。

2.4 甲醛浓度受不同处理措施的影响研究

由图1可以看出,采用活性炭吸附,对甲醛的处理效率是最高的,结合表1的试验数据可知,其处理效率为7%。采用换气通风,对甲醛的去除在前期有一定的效果,但是到第四组测量值之后,甲醛浓度达到 $0.02 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$,就基本不再发生变化了。可见,换气通风只能对一定浓度范围的甲醛有净化作用,超出这个范围,它的作用就会大大减弱。采用植物吸收净化空气,前5天甲醛的浓度变化与活性炭吸附的效果相仿,均呈现直线,且下降的斜率相近。但之后植物吸附出现一定程度的饱和,甲醛浓度下降的斜率较之前明显减小。为了保证活性炭吸附容量,在17日更换了活性炭。从更换活性炭之后测量的数据可以看出,室内甲醛的浓度变化斜率较之前有所增加。

由此可见,只要保持活性炭的吸附容量,它既可以弥补单纯的换气通风不能处理低浓度甲醛的缺陷,又能比植物更有效地吸收甲醛。

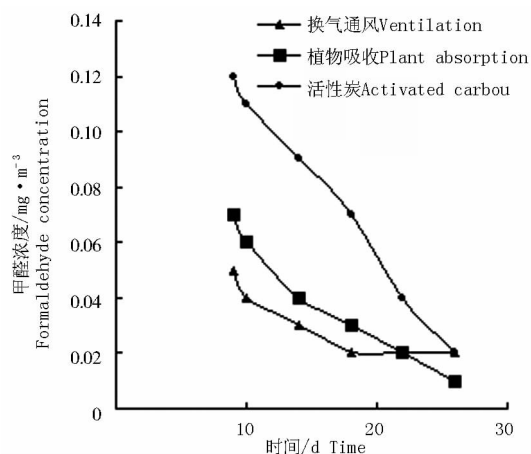


图1 不同处理对甲醛浓度变化的影响

Fig. 1 Effect of different treatments on formaldehyde concentration change

2.5 厨房中自然通风对TVOC浓度变化的影响研究

由图2可以看出,采用换气通风对总挥发性有机物的处理效率是最明显的,这与挥发性有机

物易挥发的特性有很大关系。由换气通风处理TVOC的浓度变化可以看出,换气通风可以使室内TVOC浓度降到较低值。与采用活性炭吸附相比,在活性炭达到吸附饱和时,通风换气的优势体现得更为明显。采用植物吸收,TVOC的浓度变化整体呈现下降趋势,但是浓度变化斜率较前两者小。试验预期活性炭吸附和植物吸收效率会较通风换气高,但结果与预期不符,可能是由于植物吸收和活性炭的吸收量有限,吸收达饱和时会释放一定量的TVOC。

由此可见,采用通风换气,可以大大降低室内TVOC的浓度,既有一定的经济适用性,又避免了植物吸收和活性炭吸附饱和时可能造成的二次污染。

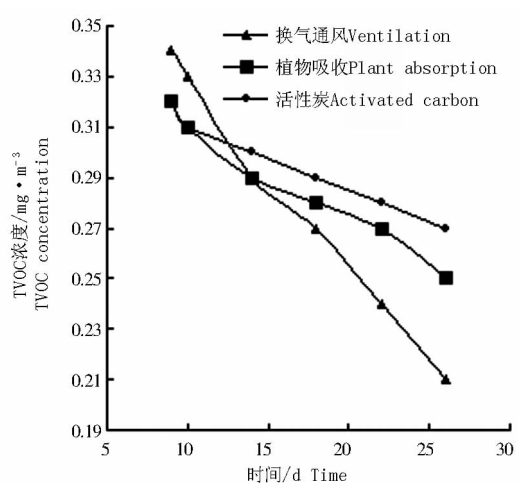


图2 不同处理对TVOC浓度变化的影响

Fig. 2 Effect of different treatments on TVOC concentration change

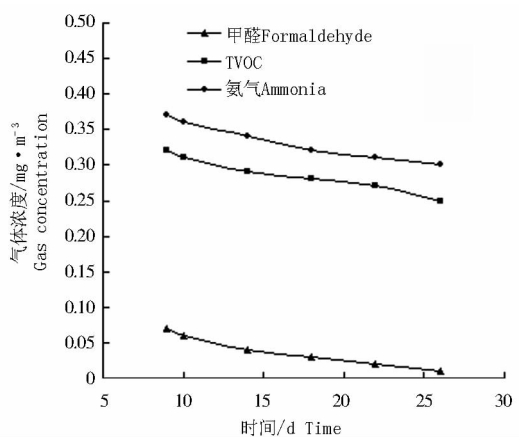


图3 植物吸收对各气体浓度变化的影响

Fig. 3 Effect of plant absorption on each harmful gas concentration change

2.6 植物吸收对有害气体吸收效果的研究

由图 3 可知,植物吸收对室内 3 种有害气体的吸收效果都不是很明显。究其原因,主要是空气测点选在客厅中间,测量值反映的是客厅中有害气体的平均浓度,而在关闭门窗进行检测时,空气流通不畅,有害气体浓度只在植物周围出现浓度下降的趋势,且各种有害气体又处于不断的释放中,因此,有害气体平均浓度变化不明显。

对比各种有害气体的吸收程度,甲醛的吸收较为明显,主要是由于所选植物主要为芦荟和吊兰,这些都被证明对甲醛有 90% 以上的吸收效果。

3 结论

只要保持活性炭的吸附容量,可以对甲醛有 7.0% 的处理效率,既弥补了单纯的换气通风不能处理低浓度甲醛的缺陷,又比植物更能有效地吸收甲醛。采用通风换气,对 TVOC 的处理效率可达 23.5%,既减少了占地,有一定的经济适用性,

又避免了植物吸收和活性炭吸附饱和时可能造成的二次污染。种植一些吸收有害气体的植物,不仅美化环境,还可以净化空气,一举两得,但要注意选取植物的多样性和植物摆放的位置,使植物吸收达到最佳的效果。

参考文献:

- [1] 朱天乐. 室内空气污染控制[M]. 北京:化学工业出版社, 2003:10-13.
- [2] WHO. The World Health Report, 2002[R]. WHO, Geneva, 2002.
- [3] 张晓辉,李双石,曹奇光,等. 室内空气污染的危害及其防治策略[J]. 环境科学与管理, 2009, 34(7): 22-23.
- [4] 卢杭垠,欧壮胜. 室内空气污染分析与控制[J]. 化学工程与装备, 2010(7): 196-197.
- [5] 吴文继,孙亚兵. 室内空气污染净化研究进展[J]. 四川环境, 2005, 24(1): 109-114.
- [6] 肖永红,高良敏,文辉,等. 改性活性炭处理室内空气中甲苯的试验研究[J]. 环境与健康杂志, 2010, 27(2): 155-156.
- [7] 卫凤莲. 室内空气的植物净化效果实验[M]. 北京:中国地理教学参考, 2007: 44.

Study of Control Techniques and Policies of Indoor Air Pollutants

BA Zhong-wen¹, ZHAO Jian-bing²

(1. Landscaping Management Office of Binzhou, Binzhou, Shandong 256600; 2. Guo Xin Group of Binzhou, Binzhou, Shandong 256600)

Abstract: In order to explore an economical prevention measure for indoor air pollution, kitchen was treated with ventilation, bedroom and parlour were treated with activated carbon and plant, the experimentation monitored the concentration variation of formaldehyde, ammonia, benzene and its homologue, as well as the Total Volatile Organic Compounds (TVOC) in a long time. The results showed that: (1) Activated carbon could absorb 7 percent formaldehyde within its adsorption capacity, which could make ventilation up at a higher efficiency and could absorb more formaldehyde than plants absorption; (2) Ventilation could absorb 23.5 percent TVOC in economy and avoid secondary pollution caused by activated carbon and plant absorption; (3) Plant absorption could fresh the air and beautify our environment if its diversity and location were cared.

Key words: decoration; indoor air pollution; prevention policy

向日葵饼粕的饲用

- 1 **喂鸡** 带壳的向日葵饼粕因粗纤维含量高,有效能值低,故肉鸡不宜使用。脱壳的葵仁饼粕可少量用于肉鸡,但因赖氨酸含量低,应与大豆饼粕配合使用。带壳向日葵饼粕饲喂蛋鸡用量不宜超过 10%,脱壳者可增加至 20%。
- 2 **喂猪** 在仔猪饲料中避免使用向日葵饼粕,以免影响其它养分的消化率和氨基酸平衡。带壳向日葵饼粕因粗纤维含量高,在育肥猪饲料中应严格控制喂量。
- 3 **反刍家畜** 向日葵饼粕对反刍家畜适口性好,是良好的蛋白质原料。对于奶牛的饲用价值较高,脱壳者效果与大豆饼粕不相上下,但含脂肪高的压榨饼采食太多时易造成乳脂及体脂变软。向日葵饼粕也是肉牛与绵羊的优良饲料,在增重、饲料效率等方面与棉籽饼粕有同等的价值。向日葵壳含粗蛋白质 4%,粗脂肪 2%,粗纤维 50%,粗灰分 2.5%,作为粗饲料可以饲喂牛羊。向日葵托盘也是很好的粗饲料来源。