

【论著】

# 纳米光催化空气净化器对甲醛及总挥发性有机物净化效果的实验研究

丁震林 萍 陈晓东

(江苏省疾病预防控制中心, 南京 210009)

**【摘要】**目的 研究纳米光催化空气净化器的两种机型对空气试验室中甲醛、总挥发性有机物(TVOC)的净化效率,了解其净化效果。方法 按照国家标准《空气净化器》(GB/T18801-2002)的步骤进行实验,根据实验结果计算空气净化器的洁净空气量和净化效果。结果 A 空气净化器对空气试验室中甲醛和 TVOC 的洁净空气量和净化效率分别为 28.80 m<sup>3</sup>/h、9.60% 和 46.80 m<sup>3</sup>/h、26.00%; B 空气净化器对空气试验室中甲醛和 TVOC 的洁净空气量和净化效率分别为 37.80 m<sup>3</sup>/h、21.00% 和 140.40 m<sup>3</sup>/h、46.80%。结论 纳米光催化空气净化器对室内装修产生的主要污染物甲醛和 TVOC 有一定的净化作用,增加了活性炭过滤层的 B 空气净化器净化效果优于 A 空气净化器。

**【关键词】**空气净化器 纳米光催化 空气净化 甲醛 总挥发性有机物

**Experimental study on efficiency of nanometer photocatalytic air cleaner for purifying formaldehyde and TVOC in indoor air** Ding Zhen, Lin Ping, Chen Xiaodong

**Abstract Objective** To study the purifying efficiency of two types of a certain brand of nanometer photocatalytic air cleaner to decontaminate gases of formaldehyde and TVOC in test chamber. **Methods** According to the process of National Standards "Air Cleaner" (GB/T18801-2002), the experimental results were used to calculate the clean air delivery rate and cleaning efficiency. **Results** The clean air delivery rate and cleaning efficiency of Air Cleaner A to formaldehyde and TVOC are 28.80 m<sup>3</sup>/h, 9.60% and 46.80 m<sup>3</sup>/h, 26.00% respectively; The clean air delivery rate and cleaning efficiency of Air Cleaner B to formaldehyde and TVOC are 37.80 m<sup>3</sup>/h, 21.00% and 140.40 m<sup>3</sup>/h, 46.80%. **Conclusion** These two types of air cleaners presented a certain purifying efficiencies to hazardous gases such as formaldehyde and TVOC in indoor air. The purifying effect of Air Cleaner B which attached active carbon filtrated layer is superior to Air Cleaner A.

**Key Words:** Air cleaner nanometer photocatalysis Air purification Formaldehyde TVOC

随着空气污染的日益加剧及不良建筑物综合征(Sick Building Syndrome, SBS)的增多,人们对室内空气污染的认识和对自身生活环境关注程度越来越高,各种空气净化材料和设施也应运而生。近两年,随着纳米技术和光催化技术的迅速发展,合成了具有强氧化特性的纳米光催化材料,采用这种材料为净化部件的空气净化器正逐渐出现于市场。国家于 2002 年出台了空气净化器的评价方法,从而使空气净化器的检测、评价有了统一的标准。目前,国内对空气净化器的净化效果研究主要集中在对可吸入颗粒物、CO、CO<sub>2</sub>、SO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub> 等常规污染物的净化,而对室内装修产生的主要污染物甲醛和 TVOC<sup>[1]</sup>的净化效果研究较少,尤其是对 TVOC 的净化效果目前国内尚未有报道,为此,我们对两种纳米光催化空气净化器进行了效果实验。

## 1 材料和方法

### 1.1 实验样品

选取 A (额定风量 300 m<sup>3</sup>/h)、B (额定风量 180 m<sup>3</sup>/h)两种型号、不同企业生产的以纳米光催化材料为主要净化部件的空气净化器, B 空气净化器除采用纳米光催化材料外,还增加了活性炭过滤层。

### 1.2 空气试验室

空气试验室为 30 m<sup>3</sup> 可控温、调湿、全不锈钢封闭测试舱,其设计参数符合《空气净化器》(GB/T18801-2002)附录 A 要求。

### 1.3 检测仪器

选用美国 Interscan4160 型甲醛测定仪检测空气中甲醛,每次测定前开机预热 10 min,调 0 后将仪器采样端口置于测试舱采样孔内 20 cm 处采样读数;用美国 RAE 公司 PGM-7240 型 TVOC 分析仪检测空气中 TVOC,使用前用调 0 管调 0,待仪器开始采样 2 min 后读数。

### 1.4 实验方法

按照《空气净化器》(GB/T18801 - 2002)的步骤进行实验,调节空气实验室的温度为 20℃,相对湿度为 40%,同时开启空气净化系统,净化试验室内空气,使污染物浓度小于分析仪器的检测下限。甲醛采用含有 37% 甲醛的原液进行挥发同时开启空气试验室内风扇进行搅匀,当监测浓度达到国家标准(0.08 mg/m<sup>3</sup>)的 5 ~ 10 倍时关闭挥发器,风扇继续搅拌 1 min 后停止,此时开始记录甲醛测定仪显示的浓度,每 2 min 测定 1 次,连续测定 20 min,为继续观察净化效果,笔者连续进行试验 8 h,每小时测定 1 次结果;TVOC 的发生采用市售防锈漆,发生浓度为 0.6 mg/m<sup>3</sup> 的 5 ~ 10 倍,按照上述步骤进行试验,记录数据。根据数据计算洁净空气量和净化效率。

## 2 结果

### 2.1 两种空气净化器对甲醛的净化效果

两种空气净化器对甲醛的净化效果见表 1。

表 1 两种空气净化器对甲醛的净化效果 (mg/m<sup>3</sup>)

时间 t (min)	A		B	
	自然衰减	总衰减	自然衰减	总衰减
初始	0.83	0.72	0.77	0.85
2	0.83	0.70	0.77	0.81
4	0.83	0.68	0.77	0.77
6	0.83	0.65	0.77	0.73
8	0.83	0.63	0.77	0.70
10	0.83	0.60	0.77	0.66
12	0.82	0.59	0.76	0.64
14	0.82	0.57	0.76	0.61
16	0.82	0.55	0.76	0.59
18	0.81	0.52	0.76	0.57
20	0.80	0.50	0.76	0.54
60	0.75	0.45	0.72	0.50
120	0.71	0.38	0.68	0.45
180	0.68	0.30	0.67	0.39
240	0.66	0.21	0.66	0.34
300	0.63	0.13	0.64	0.23
360	0.61	0.12	0.60	0.17
420	0.58	0.10	0.56	0.17
480	0.56	0.11	0.54	0.16

### 2.2 两种空气净化器对 TVOC 的净化效果

两种空气净化器对 TVOC 的净化效果见表 2。

表 2 两种空气净化器对 TVOC 的净化效果 (mg/m<sup>3</sup>)

时间 t (min)	A		B	
	自然衰减	总衰减	自然衰减	总衰减
初始	5.46	5.35	4.20	3.90
2	5.46	5.13	4.19	2.85
4	5.42	4.82	4.19	2.34
6	5.38	4.58	4.19	2.01
8	5.39	4.37	4.19	1.67
10	5.38	4.09	4.19	1.45
12	5.36	3.85	4.19	1.25
14	5.30	3.57	4.18	1.06
16	5.19	3.38	4.18	0.95
18	5.27	3.20	4.18	0.84
20	5.20	3.03	4.17	0.79
60	5.10	1.79	4.08	0.53
120	4.67	1.13	3.98	0.44
180	4.44	0.98	3.90	0.37
240	4.29	0.92	3.82	0.33
300	4.07	0.89	3.75	0.29
360	3.99	0.89	3.67	0.27
420	3.93	0.89	3.58	0.24
480	3.88	0.89	3.51	0.21

### 2.3 衰减常数(k)、洁净空气量(CADR)、相关系数(r)和净化效率(Y)

自然衰减试验 20 min 时的甲醛和 TVOC 浓度与初始浓度比较,结果见表 3。

### 2.4 计算

#### 2.4.1 洁净空气量(clean air delivery rate, CADR)的计算

$$CADR = V(ke - kn)$$

式中:CADR 为洁净空气量(m<sup>3</sup>/min);V 为测试舱体积(m<sup>3</sup>);ke 为总衰减常数(min<sup>-1</sup>);kn 为自然衰减常数(min<sup>-1</sup>)。

#### 2.4.2 衰减常数(k)的计算

$$C_t = C_0 e^{-kt}$$

式中:C<sub>t</sub> 为在时间 t 时的浓度(mg/m<sup>3</sup>);C<sub>0</sub> 为在 t = 0 时的初始浓度(mg/m<sup>3</sup>);k 为衰减常数(min<sup>-1</sup>);t 为时间(min)。

上式变换为线性方程:LnC<sub>t</sub> = LnC<sub>0</sub> - kt, Ln C<sub>t</sub> 对 t 作线性回归处理可求得衰减常数 k。

#### 2.4.3 净化效率(Y)的计算

$$Y = CADR/Q$$

式中:Y 为净化效率(%);CADR 为洁净空气量(m<sup>3</sup>/min);Q 为空气净化器额定风量(m<sup>3</sup>/min)。

表 3 衰减常数、洁净空气量、相关系数、净化效率计算结果

项目	A				B			
	甲醛		TVOC		甲醛		TVOC	
	自然衰减	总衰减	自然衰减	总衰减	自然衰减	总衰减	自然衰减	总衰减
r	0.748	0.995	0.877	0.998	0.450	0.996	0.963	0.980
r <sup>2</sup>	0.559	0.990	0.769	0.996	0.203	0.992	0.927	0.960
k(min <sup>-1</sup> )	0.002	0.018	0.003	0.029	0.001	0.022	0.000	0.078
CADR(m <sup>3</sup> /h)	28.80		46.80		37.80		140.40	
Y(%)	9.60		26.00		21.00		46.80	

### 3 讨论

在国家未出台空气净化器的检测评价标准之前,因为没有统一的检测评价方法和明确规定的实验环境以及合理的计算方法,从而导致同一种净化器不同单位的测试结果不尽相同。2002 年颁布的空气净化器标准是参照美国国家标准 ANSI/AHAC-1-1998《美国家用便携式室内电动式空气净化器检测标准方法》制定的,陈烈贤等比较国外几种空气净化器检测方法和研究实验后,认为该法最适宜作为我国国家标准试验方法<sup>[2]</sup>。

目前,市售室内空气净化器种类繁多,主要分为静电式空气净化器、负离子空气净化器、活性炭过滤式空气净化器等几种。纳米光催化技术是近几年发展起来的一项空气净化技术,具有反应条件温和、能耗低、二次污染少、可以在常温常压下氧化分解结构稳定的有机物等优点。纳米二氧化钛(TiO<sub>2</sub>)在一定波长的紫外光照射下,会显现出强氧化性,由于有较好的综合性能,是空气净化器使用最广泛的催化剂。从表 3 可以看出,A、B 两种空气净化器对空气中甲醛和 TVOC 有一定的净化作用,通过对 20 min 记录数据的计算发现,对 TVOC 的洁净空气量(46.80、140.40 m<sup>3</sup>/h)明显大于甲醛(28.80、37.80 m<sup>3</sup>/h),8 h

后对两种污染物的净化都能取得良好效果。B 空气净化器对甲醛和 TVOC 的净化率(21.00%,46.80%)明显高于 A(9.60%,26.00%),说明增加活性炭过滤层可以在一定程度上加强净化效果。通过对已有文献的查阅,发现其他类型的空气净化器对甲醛的净化效果明显低于其他污染物,一般为 5%~25%。A、B 两种纳米光催化空气净化器 8 h 对甲醛的去除率达到 52.19%和 51.31%(扣除自然衰减影响),对 TVOC 的去除率达到 54.42%和 78.19%(扣除自然衰减影响),在去除污染物的同时又不会产生负离子型空气净化器所带来的高浓度 O<sub>3</sub>。这为探索今后空气净化器的净化材料提供了又一选择范围。当然,从目前的纳米光催化材料空气净化器对污染物的洁净空气量和净化率来看,仍然在短时间内达不到标准的要求,今后需要研究更加高效的纳米光催化材料和激活光源。

### 4 参考文献

- (1) 完莉莉,汪玉庭. 室内空气有机污染的研究现状. 环境监测管理与技术,2001,13(2):12~16.
- (2) 陈烈贤,吴亚西. 空气净化器性能试验方法的探讨. 环境与健康杂志,2001,18(4):233~236. (收稿日期:2004-03-15)

## 【评论】

# 浅谈整体护理工作中护士的心理素养

崔 壹<sup>1</sup> 崔 律<sup>2</sup> 封 蕾<sup>3</sup>

(1. 吉林省长春市疾病预防控制中心,长春 130061; 2. 吉林省长春市合众医药广告有限公司; 3. 北京市电子电器职业高中)

随着医学模式的转变,整体护理已成为新的护理模式,整体护理模式对护士的心理素养提出了较高的要求,笔者试图从心理学角度浅析护士应具备的心理素养。

### 1 高尚的道德情操

护士应树立献身于护理事业的崇高志向,弘扬“利他”和“助人”的人道主义精神,树立“以病人为中心,一切为了病人”的服务理念,培养高尚的道德情