

风速对无风量空气净化器净化效果的影响

付斌 张爱军 韩克勤

中国疾病预防控制中心环境与健康相关产品安全所, 北京 100021

摘要: 测定了不同风速下空气净化器净化颗粒物的衰减率和洁净空气量, 得到风速对于无风量型空气净化器净化效果的影响规律并进行了分析, 提出对《空气净化器》国家标准的修订建议。

关键词: 风速 空气净化器 洁净空气量

中图分类号: TU834.84

文献标识码: A

2002 年 8 月,《空气净化器》国家标准正式颁布, 该标准对空气净化器产品的洁净空气量、净化效率、风量、噪声和寿命等主要指标进行了规定, 特别指出没有装配送风机的空气净化器洁净空气量应大于 $30\text{m}^3/\text{h}^{[1]}$ 。由于该标准中规定的空气净化器性能检验方法并未考虑环境风速的影响, 我们就风速对无风量空气净化器净化颗粒物的影响进行了一系列实验, 以了解该影响是否客观存在, 实验发现, 对于某些无风量的空气净化器, 风速是影响该空气净化器洁净空气量的重要环境因素, 建议在今后的标准修订中予以补充说明。

1 实验部分

1.1 仪器设备

P-5L₂C 型微电脑粉尘仪, 北京市新技术应用研究所; 30m^3 密闭玻璃实验腔; 负离子净化灯, 其结构如图 1。

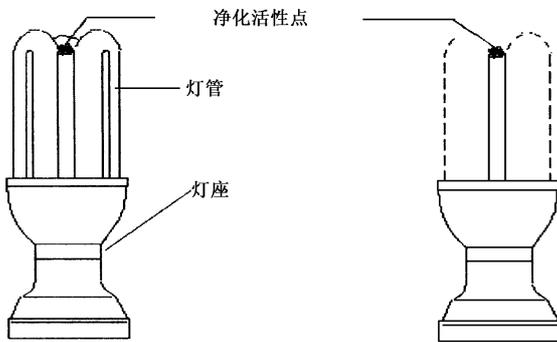


图 1 空气净化器结构图

1.2 实验方法

将空气净化器置于 30m^3 实验腔内距地面 0.8m 高的实验

台上。点燃某牌香烟, 发生香烟烟雾, 用电扇搅拌均匀后, 开启净化装置, 在电扇持续搅拌下用 P-5L₂C 型微电脑粉尘仪连续测定腔内颗粒物浓度, 用公式 1 计算总衰减, 按同样方法测定颗粒物浓度的自然衰减率, 按公式 2 计算空气净化器的洁净空气量。调节电扇的转速, 分别测定在不同风速(所有风速值均在净化灯的活性点处测得)下空气净化器的总衰减率, 并分别计算洁净空气量^[2]。

$$\text{衰减率} = (1 - e^{-kt}) \times 100\% \quad (1)$$

式中: t —— 时间, min; k —— 衰减常数。

按照《空气净化器》国家标准的说明, 自然衰减指在试验室内由于沉降、附聚和表面沉积等自然现象而导致的空气污染物浓度的降低, 总衰减指试验时试验室内空气中的颗粒物或气体污染物的自然衰减和被运行中的空气净化器去除的总浓度的降低, 净衰减则是由于空气净化器运行所造成的颗粒物或空气污染物浓度的降低。

洁净空气量(clean air delivery rate, CADR)的计算式为:

$$\text{CADR} = V(k_e - k_n) \quad (2)$$

式中: CADR —— 洁净空气量, m^3/min ; V —— 测试舱体积, m^3 ; k_e —— 总衰减常数, min^{-1} ; k_n —— 自然衰减常数, min^{-1} 。

2 结果

不同风速下颗粒物的总衰减以及自然衰减的测定结果见附表。

由图 2 可以明显地看出风速的变化对净化灯对颗粒物的洁净空气量的影响。随着环境风速的增大, 净化灯的洁净空气量在风速小于 $0.5\text{m}/\text{s}$ 时随风速的增大而增大, 风速大于 $0.5\text{m}/\text{s}$ 后, 净化率及洁净空气量基本保持不变(随风速增加略有降低)。

4 参考文献

- 1 DeMaeyer EM, Dallman P, Gumev JM, et al. Preventing and controlling iron deficiency anemia through primary health care. A guide for health administrators and programme managers. Geneva: World Health Organization, 1989, 90
- 2 WHO. Iron deficiency anemia, assessment, prevention and control. A

guide for program manager. Geneva: WHO, 2001

- 3 Kapoor SK, Kapil U, Dwivedi SN, et al. Comparison of hemoCue method with Cyanmethemoglobin method for estimation of Hemoglobin. Indian Pediatrics, 2002, 39: 743-746
- 4 Sari M, de Pee S, Martini E, et al. Estimating the prevalence of anemia: a comparison of three methods. Bull World Health Org, 2001, 79: 506-511

(2003-03-18 收稿)

附表 不同风速下颗粒物的自然衰减与总衰减对照表 mg m^{-3}

时间 (min)	风速 0.16m/s		风速 0.29m/s		风速 0.56m/s		风速 1.20m/s	
	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
初始	1.88	1.43	1.83	1.61	1.74	1.59	1.78	1.50
5	1.80	1.14	1.79	1.48	1.68	1.44	1.72	1.39
10	1.75	1.19	1.76	1.35	1.62	1.31	1.66	1.29
15	1.72	1.05	1.72	1.20	1.57	1.13	1.60	1.15
20	1.69	1.00	1.69	1.08	1.53	1.01	1.56	0.99
25	1.66	0.92	1.65	0.98	1.49	0.87	1.51	0.87
30	1.64	0.84	1.61	0.88	1.45	0.75	1.46	0.73
35	1.62	0.79	1.59	0.75	1.42	0.64	1.41	0.62
40	1.60	0.69	1.56	0.67	1.39	0.56	1.38	0.52
45	1.56	0.65	1.53	0.61	1.36	0.48	1.34	0.45

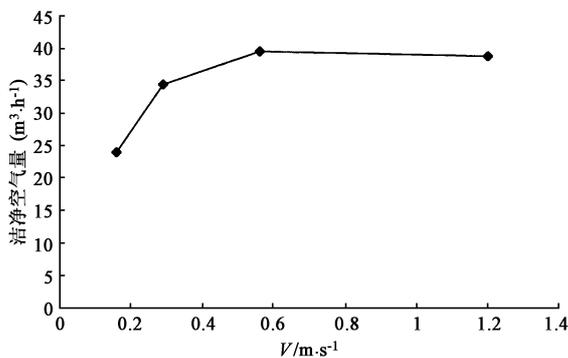


图 2 风速对净化灯的颗粒物洁净空气量的影响

由图 3 可以看出, 随着环境风速的增大, 颗粒物的自然衰

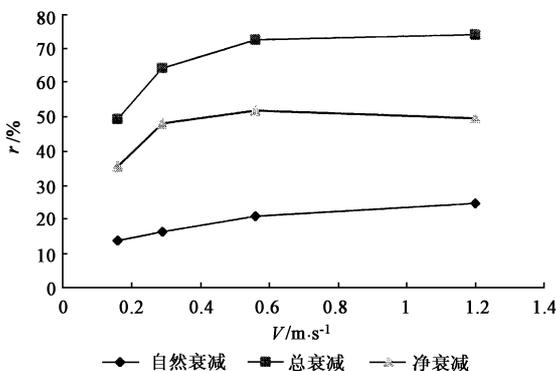


图 3 风速对颗粒物衰减率的影响

减率呈缓慢增加的趋势, 而总衰减率随风速的变化与 $CADR$ 随风速的变化相似, 在风速小于 0.5m/s 时, 总衰减率随风速的增大而增大, 风速大于 0.5m/s 时, 总衰减率基本保持不变。由自然衰减率和总衰减率计算得出的净衰减率在风速大于 0.5m/s 时随风速增大而增加, 风速大于 0.5m/s 后则呈缓慢下降趋势。

3 讨论

有动力型空气净化器主动吸入污染的空气进行净化, 其净化效果在一定范围内与风量成正比。无风量或者无动力的空气净化器与有动力型不同: 在风速为零时, 污染物依靠浓度差扩散进入净化活性点附件, 并不断被净化除去, 由于浓度差扩散速度很慢, 此时空气净化器的净化效果很差; 风速会加快分子扩散的速度, 风速增大时, 扩散到活性点附件的气体污染物分子增多, 空气净化器的净化效果将随着风速的增大而增强。单位时间净化点可以净化的污染物总量是有限的, 当风速增大到带来的气体污染物已经达到甚至超过净化器的净化能力时, 测定的净化率和洁净空气量就不再随风速的增大而增大。

颗粒物与一般气体污染物不同, 风速的增大可以增加其相互碰撞以及碰撞测试舱壁的几率, 更容易沉降, 因此颗粒物的自然衰减率随风速的增大而增大, 此时其总衰减率在风速超过某一限值后将缓慢的减小。当然, 对于不同的净化器而言, 由于其几何外形、净化机制以及所针对的气体污染物不同, 风速影响洁净空气量的临界点应当是不同的, 即使是同种净化器, 针对不同气体污染物进行净化时, 风速影响的临界点也会不同。但无论如何, 风速对此类型空气净化器的衰减率以及洁净空气量的测定结果是有直接影响的。

结论是在气体污染物充分混和的情况下, 无风量的空气净化器在风速较低时, 测定的净衰减率和洁净空气量随风速的增大而增大, 在超过某一风速后, 净衰减率及洁净空气量基本保持不变。

由此推论, 可知风速是影响无风量空气净化器净化效果的重要因素, 建议对该标准进行补充, 针对无风量空气净化器时规定: 试验室内, 空气净化器活性点的风速应在居室有人活动时的常见风速范围 $0.4\sim 0.5\text{m/s}$ 内。

4 参考文献

- 1 GB/T 18801-2002 空气净化器
- 2 崔九思. 室内空气污染监测方法. 北京: 化学工业出版社, 1998, 680-685

(2002-11-10 收稿)

说明: 2003 年第 4 期作者韩晓燕的文章为“达能营养中心膳食营养研究与宣教基金项目”