

医用空气净化消毒机效果评价

李泉, 罗文斌, 柳振安
湖北省疾病预防控制中心, 武汉 430079

中图分类号: R 187 文献标识码: B 文章编号: 1006-2483(2011) 02-0105-02

KJ360-CMD型医用空气净化消毒机是一种可对微小环境空气进行净化、消毒的设备。主要应用医院手术室、病房、候诊室等需对空气质量、细菌浓度进行控制的环境。通过模拟现场实验,对空气净化消毒机不同运行时间段进行相关指标检测。在空气净化功能、消毒效果、设备运行排风量、设备功能是否符合国家相关标准规定要求,并采用概数计算方法对设备功能实验结果进行计算,为空气消毒净化设备功能性评价工作提供一个新的方法^[2]。

1 材料与方 法

1.1 医用空气净化消毒机基本构造和原理

医用空气净化消毒机由紫外线矩阵模块、纳米光触媒模块、加湿功能模块、臭氧组合模块和负离子产生模块,以及循环风机联合组成。

原理:利用纳米滤网+儿茶素滤网+TD₂光电催化、负离子+臭氧+紫外线、烟尘过滤器+加湿+风量联合协同作用,在相对封闭的微环境中,通过循环风机不断循环处理室内空气,达到对空气净化、杀菌、降解有机化合物的作用。

1.2 检测仪器

DLY-3型大气离子测量仪、N962A型风速仪、4480-2型臭氧测量仪、TY-9600A型声级计、LD-3C型位电脑激光粉尘测量仪、TY-9500型一氧化碳测量仪、M-400型甲醛测定仪、JWL-II B202撞击式微生物采样器。

1.3 检测项目

一氧化碳、可吸入颗粒物、细菌总数、甲醛、温度、相对湿度、噪声、风量、臭氧、空气负离子。

1.4 实验方法

在体积为(350 cm×310 cm×290 cm)的封闭实验室中,人工加入超过GB18883-2002《室内空气质量标准》限值浓度的CO、可吸入颗粒物、甲醛等物质,模拟现场实验环境。

将柜式KJ360-CMD医用空气净化消毒机置于中央区,连续运行150 min。在0 min、60 min、120 min、150 min时间段,从检测孔处对各段运行状态下的空气净化消毒效果进行各项的检测。下表中数据均为三次检测的平均结果。

2 结果

2.1 空气净化、消毒效果检测结果

表 1 试验时间为 0 min 时的浓度为模拟浓度值

测定指标	0(m in)浓度	60(m in)		120(m in)		150(m in)	
		浓度	(去除率%)	浓度	(去除率%)	浓度	(去除率%)
CO(mg/m ³)	4.87	0.5	89.7	0.5	89.7	0.5	89.7
可吸入颗粒物(mg/m ³)	0.22	0.14	41.6	0.10	54.5	0.08	63.6
细菌总数(cfu/m ³)	800	未检出	100	未检出	100	未检出	100
甲醛(mg/m ³)	1.00	0.13	87	0.11	89	0.09	91

2.2 室内环境因素检测结果

表 2

	0m in	60m in	120m in	150m in
温度(℃)	11.1	11.6	11.6	11.7
相对湿度(%)	32.3	32.4	34.0	34.0
噪声 dB(A)	45.7	57.5	57.6	47.7

2.3 设备功能效果检测

表 3

	0m in	60m in	120m in	150m in
排风量(m ³ /h)	71.05	70.28	70.12	69.09
产生空气负离子(个/cm ³)	0	40	100	368
臭氧(mg/m ³)	0	8.4	7.6	5.9

3 设备功能评价的相关计算

根据空气净化、消毒效果检测结果以及室内环境因素检测结果和设备功能效果检测结果,运用概数计算要求和计算方法对设备功能实验结果进行相关计算,为设备功能提供了可行性更强、更客观、更合理、更有说服力的科学评价数据。这也是对空气消毒净化设备功能性评价工作一个新的尝试。^{[1][2][3]}

3.1 有关计算公式及变量

$$\text{净化效率}(y) = \text{CADR}/Q$$

$$Q - \text{额定风量(设备排风量)} \text{ m}^3/\text{h}$$

$$\text{洁净空气量(CADR)} = V(K_e - K_n)$$

$$V - \text{试验室容积, m}^3$$

K_e —总衰减常数, $m\text{ in}^{-1}$ K_n —自然衰减常数, $m\text{ in}^{-1}$

$$\text{总衰减常数 } (K_e) = \frac{\sum t_i \ln C_t - \frac{1}{n} \sum t_i \sum \ln C_t}{\sum t_i^2 - \frac{1}{n} (\sum t_i)^2} \quad (\sum \text{上为 } n \text{ 下为 } 1)$$

自然衰减常数 $K_n = -\frac{1}{t} \ln \left[\frac{C_t}{C_0} \right]^{10}$, C_0 —测量起始浓度,

C_t —在 T 时刻测量的浓度值

3.2 自然衰减常数

根据标准公式 $C_t = C_0 e^{-kt}$, 经变换为 $K = -\frac{1}{t} \ln \left[\frac{C_t}{C_0} \right]^{10}$

$$K_n = -\frac{1}{t} \ln \left[\frac{0.14 \text{ mg/m}^3}{0.22 \text{ mg/m}^3} \right]^{10} = -\frac{1}{150} 10 \ln 0.6363 =$$

$0.03013 \text{ m in}^{-1}$

3.3 总衰减常数

方式 a $K_e = -\frac{1}{t} \ln \left[\frac{C_t}{C_0} \right]^{10} = -\frac{1}{t} \ln \left[\frac{0.1 \text{ mg/m}^3}{0.22 \text{ mg/m}^3} \right]^{10} =$

0.0657 m in^{-1}

$$\text{方式 b 由 } K_e = \frac{\sum t_i \ln C_t - \frac{1}{n} \sum t_i \sum \ln C_t}{\sum t_i^2 - \frac{1}{n} (\sum t_i)^2} \quad (\sum \text{上为 } n \text{ 下}$$

为 1) =

$$\frac{160 \ln 0.14^{10} + 120 \ln 0.1^{10} - \frac{1}{3} (60 + 120) (\ln 0.22^{10} + \ln 0.14^{10} + \ln 0.1^{10})}{(60^2 + 120^2) - \frac{1}{3} (60 + 120)^2}$$

= $0.06590 \text{ m in}^{-1}$

比较方式 a和方式 b, 依据标准, 取 K_e 较大值为计算值,

即: $K_e = 0.06590 \text{ m in}^{-1}$

3.4 性能指标

若: $V = 31.5 \text{ m}^3$ $K_e = 0.06590 \text{ m in}^{-1}$ $K_n =$

$0.03013 \text{ m in}^{-1}$

则: 洁净空气量为: $CADR = V (K_e - K_n) = 31.5 \text{ m}^3$

$(0.06590 \text{ m in}^{-1} - 0.03013 \text{ m in}^{-1}) = 31.5 \text{ m}^3 \times 0.03577 \text{ m in}^{-1} = 1.1268 \text{ m}^3 / \text{m in} = 67.6 \text{ m}^3 / \text{h}$

设备风量在 $71.05 \text{ m}^3 / \text{h}$ 至 $69.09 \text{ m}^3 / \text{h}$ 之间、按风量 Q

= $70 \text{ m}^3 / \text{h}$

则: 净化效率为: $y = CADR / Q = 67.6 / 70 = 0.9657$

$y = 96.57\%$

4 讨论

4.1 如表 1所示, 在封闭模拟现场实验环境下, 可吸入颗粒物随着设备运行时间的增加逐步而减少, 运行 150 m in后, 去除率为 63.6%; CO、甲醛在设备运行 60m in后去除率均大于 86%, 设备运行到 150 m in时, 甲醛降解净化率达到 91%、一氧化碳降解净化率达到 89.77%、符合相关标准。细菌总数在设备运行 60 m in后由 $800 (\text{cfu} / \text{m}^3)$ 减少到 $0 (\text{cfu} / \text{m}^3)$ 去除率达到 100%, 效果明显。

4.2 如表 2可见, 设备运行全过程的噪声 dB(A)在 45.7 ~ 47.6之间, 符合国家标准。温度和相对湿度检测结果在各个时间段相对稳定、表明设备在运行中对环境的影响很小。

4.3 臭氧 (mg / m^3) 在 8.4 ~ 5.9之间、空气中负离子 ($\text{个} / \text{cm}^3$) 在 40~ 368之间、均与企业标准: YZB 鄞宜 002-2005 的申报额定值相吻合。能达到对空气的消毒和对空气质量的改善的目的。^{[4] [5]}

4.4 为了对设备功能有更科学的评价, 对该设备的功能评价中首次引用了概数计算方法, 对相关数据进行了综合计算。结果表明其净化效率为 96.57%。为今后类似产品的功能评价提供了一个新的选择。

实验结果表明, KJ360-CMD型医用空气净化消毒机在空气净化功能、消毒效果、设备运行排风量、各项性能等符合国家相关卫生标准规定要求, 该设备的各项功能符合国家相关标准规定要求和企业标准的申报额定值。

【参考文献】

[1] 盛骤. 概率论与数理统计 [M]. 北京: 高等教育出版社, 2005

[2] 刘刚, 刘春雁, 蔡来胜, 等. 室内空气净化全效果系数的不均匀计算模型 [J]. 东华大学学报 (自然科学版), 2004, 30(3): 52-56

[3] 黎薇, 井海宁, 任改英. 测试条件对评价空气净化器净化效果的影响 [J]. 中国卫生工程学, 2005, 4(1): 36-37

[4] 原丽萍, 张海雁. 空气净化器、多功能臭氧消毒机、紫外线对空气消毒的效果分析 [J]. 实用医技杂志, 2005, 12(3): 693-694

[5] 龚圣, 黄肖容, 隋贤栋. 室内空气净化技术 [J]. 环境污染治理技术与设备, 2004, 5(4): 55-57.

(收稿日期: 2010-10-29)

(本文编辑: 刘杨铭)