

# 人造功能大理石环境净化和抗菌性能的研究

司孟华<sup>1</sup>, 张继军<sup>2</sup>

(1. 石家庄经济学院, 河北 石家庄 050021; 2. 石家庄工大化工设备有限公司, 河北 石家庄 050031)

**摘要:**添加 5.8% 质量分数粒径约为 0.003 mm 的稀土材料进入人造大理石, 研究了产品的净化和抗菌性能。结果表明制成的人造功能大理石对金黄色葡萄球菌的 3 h 杀抑率可达 98.7%, 对大肠杆菌的 3 h 杀抑率可达 98.39%。指示菌浓度在 103 cfu/mL 时, 抑菌圈最清晰, 直径最大。人造功能大理石对金黄色葡萄球菌和大肠杆菌抑菌圈直径分别为 15.5 mm 和 15 mm。该产品还能有效净化室内环境中 VOC、NO<sub>x</sub>、NH<sub>3</sub> 等室内污染物。

**关键词:**人造功能大理石; 抗菌; 室内环境净化

中图分类号: TU119.5; X51

文献标识码: A

文章编号: 0253-4320(2010)06-0054-03

## Functionalized synthetic marble with antibacteria and indoor environmental purification capability

SI Meng-hua<sup>1</sup>, ZHANG Ji-jun<sup>2</sup>

(1. Shijiazhuang Economic University, Shijiazhuang 050021, China;

2. Shijiazhuang Gongda Chemical Industrial Equipment Co., Ltd., Shijiazhuang 050031, China)

**Abstract:** A kind of functionalized synthetic marble is prepared by doping rare earth composite phosphate antibacterial materials in a 5.8% mass ratio with an average diameter of 0.003 mm, and its capability of antibacteria and indoor environmental purification is tested. The results show that the antibacterial rate can be 98.7% to *Escherichia coli* and 98.39% to *Staphylococcus aureus*, respectively, in 3 hours. When the designated cell density is 103 cfu/mL, the diameter of inhibition zone can be the biggest and clearest one. The diameters of inhibition zones of it from those two bacteria are 15.5 mm and 15 mm, respectively. The product can also purify indoor environment by eliminating VOC, NO<sub>x</sub>, and NH<sub>3</sub>.

**Key words:** functionalized synthetic marble; antibacterium; indoor environment purification

室内气体污染物包括 NH<sub>3</sub>、VOC(挥发性有机物)和氮氧化物(NO<sub>x</sub>)等, 而新陈代谢、通风不畅、潮湿发霉也会滋生细菌、真菌、花粉、病毒、尘螨、霉菌。化学污染和生物污染相互交叉会加重室内污染对人们健康的危害, 比如室内空气中的化学性污染对人们的皮肤黏膜和眼结膜产生刺激和炎症, 甚至会麻痹呼吸道纤毛和损害黏膜上皮组织, 诱发传染性疾病、支气管炎、哮喘、呼吸系统疾病、建筑物综合症、过敏性鼻炎、过敏性皮炎、慢性荨麻疹。目前发展中国家有 200 万例超额死亡由室内污染所致, 为解决室内环境污染问题, 笔者开发了一种人造功能大理石, 并研究了其净化 VOC、NO<sub>x</sub>、NH<sub>3</sub> 的性能及抗菌性<sup>[1]</sup>。人造大理石实际上是一种“塑料混凝土”, 是以不饱和聚酯为粘结剂, 与石英砂、大理石、石粉等搅拌混合, 浇铸成型, 在固化剂作用下产生固化作用, 经脱模、烘干、抛光等工序而制成。

## 1 实验部分

### 1.1 人造功能大理石的制成

人造功能大理石配方: 胶料包括 196<sup>#</sup> 不饱和聚

酯树脂 200 kg, 环烷酸钴苯乙烯溶液 5.5 kg, 过氧化环己酮浆 7.5 kg, 酒精 115 kg; 掺入总质量 5.8% 的稀土材料; 填料为石粉, 为胶料质量的 3.5 倍; 脱模剂是适量聚乙烯醇水溶液。磷酸复合盐为载体, 抗菌离子为按比例混合的银、铜离子, 稀土元素为镧元素<sup>[2]</sup>。

按配方计量后, 将胶料的各种原料混合调匀。将填料与配好的胶料立即混匀, 倒入涂了脱模剂的模型内, 振动, 使其均匀紧实, 无孔隙, 并行调花, 平整后让其静置固化<sup>[3]</sup>。脱模后进行修边、磨光、抛光即成。

### 1.2 抗菌性能测试

选用金黄色葡萄球菌和大肠杆菌作为测试菌。营养琼脂培养基成分为: 蛋白质 8 g、牛肉浸膏 5 g、蒸馏水 1 500 mL、氯化钠 8 g。在 1 500 mL 的蒸馏水中加入上述成分, 加热煮沸促其溶解, 并补足水分。校正 pH = 7, 过滤后分装于试管高压杀菌(100 kPa, 16 min)。采用主波长为 375 nm 的紫外线灯管, 功率 8 W。初始菌数分别为 1 × 10<sup>5</sup> 个。

使用 XK97-A 型菌落计数器测试活菌数。用 DL-ALZ-901 自动抑菌圈测试仪精确的进行抗生素

抑菌圈自动测量及敏感度分析判定<sup>[4]</sup>。

### 1.3 室内环境净化能力测试

利用普通砖头砌成密闭实验房,尺寸为2.2 m×2.2 m×1.8 m,地面为人造功能大理石,安装过滤网,材料层与滤网层之间设置紫外线灯管(8 W)。实验房具有良好的密封性,空气泄漏率小于0.05/h。可移动密闭对照房内为普通人造大理石。设备有风扇、抗菌油漆过滤网等<sup>[5]</sup>。采用分别含VOC的、含NO<sub>x</sub>的、含NH<sub>3</sub>的气体样本。

实验房中央测试点放入内置式自动吸气泵适远距离采样机(紫外线光源关闭),并放置过滤网,然后使用注射器注入一定量甲苯,使其甲苯质量浓度达到2.50 mg/m<sup>3</sup>,打开风扇搅拌。待甲苯在实验房内分布均匀后,打开光源滤网催化分解甲苯,其后定时测量实验房内的甲苯浓度。实验结束后从排气口排出残余甲苯,并用纯净水清洁实验房,准备再次实验。测试仪器为美国VX500光离子化有机化合物蒸气检测仪VX500,内置式吸气泵适用于30 m以上的远距离采样<sup>[6]</sup>。VX500光离子化检测仪(PID)分辨率可达0.1×10<sup>-6</sup>。同时测出对照房内的甲苯浓度进行对照。

监测NO<sub>x</sub>和NH<sub>3</sub>浓度的方法同上。用法国TX2000 NO<sub>x</sub>检测仪分别对实验房和对照房内空气中NO<sub>x</sub>浓度进行连续监测。测量范围为0~0.1 mg/m<sup>3</sup>,传感器为电化学式,除瞬时报警外还设有STEL和TWA报警。用美国进口Z-800型氨气检测仪检测NH<sub>3</sub>浓度<sup>[7-8]</sup>。质量浓度范围为0~2 mg/m<sup>3</sup>,分辨率为0.01 mg/m<sup>3</sup>,响应时间为50 s。

## 2 结果与讨论

### 2.1 人造功能大理石质量控制

配方调整过程中,不同配方人造大理石的表面质量和工艺性见表1。最后1~7号被淘汰,保留8号和9号。对上述配方进行优化后,以配方8和9为基础进一步改进人造大理石基础配方,以提高质

量、简化工艺、降低成本、增强抗菌效果为原则,改进基础配方、调节稀土材料加入量,并最终生产出了合格的人造功能大理石。

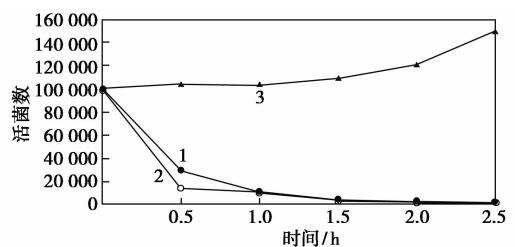
表1 不同配方人造大理石的表面质量和工艺性

配方编号	工艺性	表面质量	光泽度
1	一般	较差	尚可
2	一般	尚可	一般
3	一般	一般	尚可
4	一般	差	尚可
5	一般	较差	好
6	容易	一般	尚可
7	容易	尚可	一般
8	容易	好	一般
9	容易	一般	好

注:共分差、较差、尚可、一般、容易、好6个等级。

### 2.2 人造功能大理石抗菌性能

由图1可知,人造功能大理石能够有效地抑制和杀灭细菌,对金黄色葡萄球菌和大肠杆菌有明显的抗菌效果。抑菌圈测试结果见图2,指示菌的浓度在119 cfu/mL时,抑菌圈最清晰,直径最大。这说明制成的人造功能大理石能够有效地抑制和杀灭细菌,对金黄色葡萄球菌和大肠杆菌有明显抗菌效果<sup>[9]</sup>。



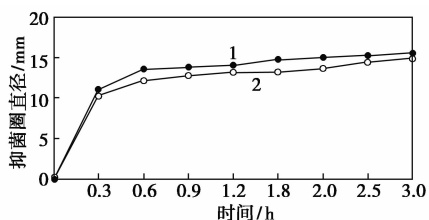
1—人造功能大理石(金黄色葡萄球菌);2—人造功能大理石(大肠杆菌);3—普通人造大理石

图1 人造功能大理石性能对比图

(上接第53页)

- [5] 余樟清. 涂料用含氟聚合物乳液的研究和应用[J]. 高分子通报, 2000(2): 65-68.
- [6] 韩红滨, 魏慧英, 曹成波等. 氟碳防水防油剂的研究新进展[J]. 精细化工, 2004, 21(7): 537-539.
- [7] 尹丽, 尚小琴, 符新, 等. 木薯淀粉丙烯酰胺反相乳液接枝共聚的研究[J]. 热带农业工程, 2006(1): 6-10.
- [8] 尚小琴, 童张法, 龚福忠, 等. 含固相淀粉的反相乳液体系稳定性研究[J]. 高分子材料科学与工程, 2006, 22(4): 138-141.

- [9] 卢绍杰, 孙希明. 淀粉接枝共聚反相胶乳[J]. 高分子材料科学与工程, 1999, 15(5): 52-55.
- [10] 胡金生. 乳液聚合[M]. 北京: 化学工业出版社, 1987.
- [11] Benda D, Snuparek J. Inverse emulsion polymerization of acrylamide and salts of acrylic acid[J]. Eur Polym J, 1997, 33(8): 1345-1352.
- [12] 尚小琴, 赖雅平, 陈展云, 等. 淀粉丙烯酰胺表面控制反应机理及接枝产物结构表征[J]. 化工学报, 2007, 58(8): 2110-2114. ■

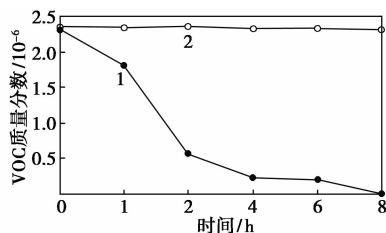


1—金色葡萄球菌;2—大肠杆菌

图2 人造功能大理石抑菌性能图

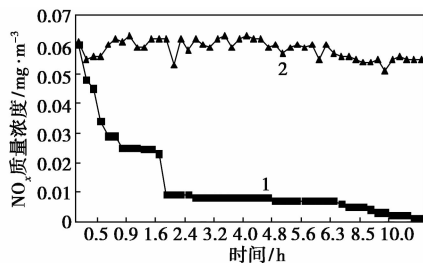
### 2.3 净化性能测试

从图3可知,人造功能大理石能有效净化有机化合物气体,在8 h后VOC基本上被去除殆尽,尤其前2 h去除速度较快。实验房与对照房间空气中 $\text{NO}_x$ 浓度的监测结果见图4,与去除VOC的效果类似,产品具有较好的室内空气净化功能。人造功能

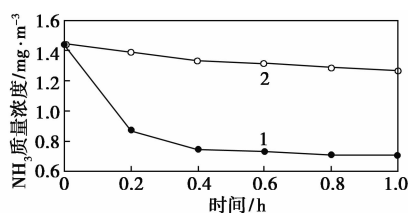


1—实验房间;2—对照房间

图3 不同时间后实验房和对照房VOC对比图



1—实验房间;2—对照房间

图4 实验房和对照房 $\text{NO}_x$ 对比图

1—人造功能大理石;2—人造普通大理石

图5 人造功能大理石对 $\text{NH}_3$ 净化对比图

大理石对空气中 $\text{NH}_3$ 浓度的影响见图5,其对空气中的氨气有一定的净化能力<sup>[10]</sup>。由于稀土材料在紫外线的照射下形成空穴和电子,与吸附在催化剂上的给体和受体反应,产生羟基自由基和活性氧离子,这些基团有效地将污染物氧化分解为无机小分子,杀死细菌并去除VOCs、 $\text{NH}_3$ 和 $\text{NO}_x$ 等污染物。

### 3 结语

制成人造大理石的过程中掺入了质量分数为5.8%的稀土材料,制成的人造功能大理石对金黄色葡萄球菌和大肠杆菌有明显的抗菌效果,以及具有降解VOCs、 $\text{NH}_3$ 和 $\text{NO}_x$ 的能力,作为建筑材料可有效净化室内环境。抗菌人造大理石对金黄色葡萄球菌和大肠杆菌抑菌圈直径分别为15.5 mm和15 mm;对金黄色葡萄球菌的3 h杀抑率可达到98.7%,对大肠杆菌的3 h杀抑率可达到98.39%。

### 参考文献

- [1] 陈小兵,成晓玲. 纳米 $\text{TiO}_2$ 薄膜制备技术研究进展[J]. 精细石油化工进展,2004,5(2):23-29.
- [2] Liang Jinsheng. Preparation and photocatalytic activity of composite films containing clustered  $\text{TiO}_2$  Particles and mineral tourmaline powders[J]. Trans Nonferrous Met Soc China, 2006, 16: 542-546.
- [3] Moriyama Y, Yamamoto T, Imai S. Reduction for the formation of urinal's scales by ceramics having Ag-doped glaze[J]. Journal of the Ceramic Society of Japan, 1998, 106(3):303-307.
- [4] 扬毅,邓国栋,尹强,等. 纳米 $\text{SiO}_2/\text{TiO}_2$ 复合食品抗菌材料[J]. 精细化工,2001,18(12):703-705.
- [5] 梁金生,等. 空气净化功能建筑内墙涂料的研究[J]. 中国建材科技,2000,2:6-8.
- [6] Taoda H, Nonami T, Watanabe E, et al. Removal of nitrogen oxides from ambient air using  $\text{TiO}_2$  film photocatalyst[C]//Proceedings of the Third International Conference on Ecomaterials. Japan, 2006, 12:31-34.
- [7] 梁金生. 环境净化功能(Ce, Ag)/ $\text{TiO}_2$ 纳米材料表面能带结构的研究[J]. 硅酸盐学报,2001,29(5):500-502.
- [8] 汪良闲. 抗菌建筑卫生陶瓷的试制和展望[J]. 山东陶瓷, 2000,23(4):5-8.
- [9] 姚素薇. Ni-P基纳米抗菌复合镀层[J]. 化工学报,2002,53(9):904-905.
- [10] Liang Jinsheng. Influence of composite phosphate inorganic antibacterial materials containing rare earth on activated water property of ceramics[J]. Journal of Rare Earths,2004,22(3):436-439. ■