

文章编号 1000-5013(2000)04-435-06

# 新型抗菌玻璃材料的研制

华金铭<sup>①</sup> 刘平<sup>②</sup> 林嘉霖<sup>③</sup>

(① 华侨大学学报编辑部, 泉州 362011;

② 福州大学光催化研究所, 福州 350002; ③ 福州玻璃厂, 福州 350004)

**摘要** 选用硝酸银为主要抗菌添加剂, 以硼硅酸盐系玻璃为载体, 采用熔融法制备具有较低软化温度的新型抗菌玻璃材料. 研究化学组成对玻璃软化温度和抗菌性能的影响. 结果表明, 玻璃形成的氧化物含量和它与修饰氧化物含量的比值是影响抗菌性能的重要因素. 当调整化学组成时, 玻璃的抗菌性能和化学稳定性之间存在一定的规律性.

**关键词** 抗菌玻璃, 软化温度, 抗菌性能

**中图分类号** TQ 171.71+8.3; TQ 455.1+9

**文献标识码** A

自70年代以来, 国外对抗菌材料研究始终方兴未艾<sup>[1~3]</sup>. 我国在这方面的研究主要集中于抗菌陶瓷材料或制品的研究<sup>[4~6]</sup>, 而对抗菌玻璃方面的研究较少. 抗菌玻璃材料一般以磷酸盐系或硼酸盐系玻璃作为抗菌物质的载体<sup>[7~10]</sup>, 将抗菌物质混合到配料中, 经高温熔融、冷却和研磨制得水溶性抗菌玻璃粉末. 它既可用于制备抗菌防霉除藻涂料<sup>[7]</sup>, 也可用于航海船只抗海藻剂的制备<sup>[9]</sup>. 采用粉末喷涂、高温固化法研制新型抗菌性玻璃容器, 在国内报道罕见. 本研究将抗菌玻璃研磨成粉末, 喷涂在玻璃容器内壁, 经高温固化后, 形成抗菌薄膜, 使容器具有新颖的抗菌性能. 因此, 制备适宜的抗菌玻璃材料是研究的关键. 本文探讨钠硼硅酸盐系抗菌玻璃的制备, 研究玻璃化学组成对其软化温度和抗菌性能的影响.

## 1 抗菌玻璃的性能要求和配方设计

### 1.1 抗菌玻璃的性能要求

将抗菌玻璃应用于所研制的新型抗菌玻璃容器, 实现无菌包装. 因此, 它必须具备如下5种性能. (1) 对人体的安全性, 以防止急性或蓄积慢性中毒. (2) 较低的软化温度, 以防止容器基体在高温固化时发生明显变形. (3) 优异的抗菌性能, 以实现无菌包装. (4) 适当的化学稳定性, 使容器具有持久的抗菌性, 保证内装物不发生腐败变质. (5) 适宜的透明度, 以便能直接看清内装物.

### 1.2 抗菌玻璃的组分设计

1.2.1 设计原则 抗菌玻璃必须具有易熔的特性, 其软化温度(即抗菌薄膜的烧成温度)必须

低于容器基体的软化变形温度. 所以, 在设计成分时应考虑如下 4 点情况<sup>[1]</sup>. (1) 根据多组分效应, 尽量选择易熔组分. (2) 增加助熔剂的含量. (3) 由于铅是剧毒物质, 又易被沥滤, 所以不应引入 PbO, 而应引入 B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 和 ZnO 替代. (4) 采用离子场强较高的氧化锂部分代替氧化钠, 或者用多种网络外体代替一种网络外体(即以氧化锂或氧化钾部分取代氧化钠). 因此, 确定抗菌玻璃的氧化物组成为 SiO<sub>2</sub>, B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Li<sub>2</sub>O, Na<sub>2</sub>O, ZnO 和 Ag<sub>2</sub>O 等.

1. 2. 2 组成范围 抗菌玻璃的氧化物组成(质量分数)范围分别为 SiO<sub>2</sub> 0. 200 ~ 0. 400, B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 0. 100 ~ 0. 500, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 0 ~ 0. 060, Li<sub>2</sub>O 0 ~ 0. 010, Na<sub>2</sub>O 0. 100 ~ 0. 500, ZnO 0 ~ 0. 070, Ag<sub>2</sub>O 0 ~ 0. 003.

2 原料及设备

2. 1 原料

石英砂(经 80 目标准筛筛选)、锌白粉、化学纯硼砂、硼酸、碳酸锂、工业用氢氧化铝、纯碱、二氧化铈、硝酸钠(氧化剂)、氟硅酸钠(澄清剂)、硝酸银(抗菌剂), 均为化学级.

2. 2 主要设备及试剂

SSX-12-16 高温箱式电阻炉(附 DSY-12D-18 电炉温度控制器)、石英坩埚、CJ-AX 型密封式化验制样粉碎机、SBM-7 型立式搅拌球磨机、荷花牌喷枪、TG 328B 电光分析天平、电热恒温干燥箱、有机玻璃无菌箱、培养皿、分析纯无水乙醇、去离子水和营养琼脂等.

3 抗菌玻璃的制备和性能测试

3. 1 抗菌玻璃的制备

(1) 抗菌玻璃制备. 将筛选过的原料按配方称取并混合(配合料经 20 目标准筛筛选 3 遍), 在石英坩埚内(12 kW 硅钼棒电炉)熔制抗菌玻璃. 熔制温度为 1 200 ~ 1 250 , 熔制程度以抽丝无结石、无砂粒为准. 熔化后迅速倒在不锈钢平板上, 并用电扇吹风冷却. (2) 玻璃粉末制备. 先用粉碎机粗碎玻璃 5 min, 用 100 目标准筛过筛, 然后用搅拌球磨机研磨. 介质球采用直径为 10 ~ 12 mm 的 96 瓷氧化铝球, 料 球 = 1 (2 ~ 3) (质量比), 研磨时间为 7 h. 分散剂为 CMC, NH<sub>4</sub>Cl 和三乙醇胺的混合物. 它们的质量分别为  $m_C$ ,  $m_N$  和  $m_H$ . 其中,  $m_C = 0. 03m$ ,  $m_N = 0. 02m$ ,  $m_H = 0. 05m\rho$ , 而  $m$  为待磨粉末质量(g),  $\rho$  为三乙醇胺的密度( $\text{mL} \cdot \text{g}^{-1}$ ). 无水乙醇的加入量以填平混合料为宜. (3) 喷涂及烧成. 将料浆静置澄清, 除去粗颗粒, 用无水酒精稀释成适宜浓度的悬浮体. 然后, 用喷枪喷涂到玻璃杯内壁, 并在马弗炉中烧成. 抗菌玻璃的制备工艺流程<sup>[1, 12]</sup>如图 1 所示.

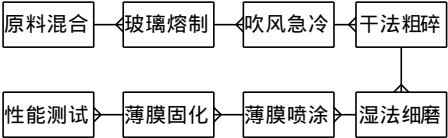


图1 抗菌玻璃制备工艺流程图

3. 2 抗菌玻璃的性能测试

3. 2. 1 化学稳定性测试<sup>[3]</sup> 把抗菌玻璃用玛瑙研

钵研磨, 筛取 30 ~ 40 目间的粉末, 称取的 3 g 玻璃粉末, 用酒精清洗除去附着的微粉. 将烧杯清洗干, 经干燥箱干燥后, 放入干燥器中冷却, 用分析天平称量至恒定质量为  $m_1$ . 把已清洗的玻璃粉末装入烧杯, 经干燥冷却至恒定质量为  $m_2$ . 在烧杯中倒入 100 mL 的去离子水, 用沸水浴煮 1 h, 用倾斜法倒去侵蚀液, 经干燥冷却至恒定质量为  $m_3$ . 抗菌玻璃的化学稳定性用其

失重率  $\eta$  表示, 即

$$\eta = [m_3 - m_1] / (m_2 - m_1) \times 100\% .$$

3. 2. 2 软化温度的选定 把已喷镀抗菌薄膜的玻璃杯放入马弗炉中, 在基点温度 550 下恒温 20 min. 自然冷却后取出, 用手触摸内壁是否光滑, 若不光滑, 则用另一同样喷镀抗菌薄膜的玻璃杯重复上述实验. 热处理温度以 10 的梯度渐增, 直至玻璃杯内壁光滑, 此时的温度即为抗菌玻璃的软化温度.

3. 2. 3 抗菌性能的测试 采用粉末抑菌圈法测定抗菌玻璃的抗菌性能<sup>[4]</sup>. 用托盘天平称取 40~60 目粉末试样 1. 0 g 待用. 称取 4. 1 g 营养琼脂, 加入 50 mL 去离子水, 经煮沸熔融后冷却至约 50 . 将预先制备的枯草杆菌悬液混入并充分摇匀, 再倒入培养皿中迅速旋动, 置水平位置静置凝固. 用镊子将玻璃环(直径为 1. 8 cm)放置培养皿中央, 并轻轻压实. 然后通过加料漏斗把粉末倒入玻璃环内, 用玻棒拨匀捣实. 盖好皿盖, 放置于无菌箱内室温培养 24 h. 取出观察抑菌现象并拍照, 按互成 45 的 4 个直径方向测量透明抑菌圈的直径, 计算其平均值  $d$ , 用以表征抗菌玻璃的抗菌性能.

## 4 实验结果与讨论

### 4. 1 化学组成对抗菌玻璃软化温度的影响

化学组成(质量分数)对抗菌玻璃软化温度的影响, 其实验结果如表 1 所示. 我们对表 1 的实验数据进行处理和分析. 将氧化物质量分数的增加或软化温度的上升取为正; 反之则为负.

表 1 氧化物组成变化引起玻璃软化温度的变化表

	$\Delta w_{SiO_2}$ / $\times 10^{-2}$	$\Delta(w_{B_2O_3}/w_{Na_2O})$	$\Delta w_{Al_2O_3}$ / $\times 10^{-2}$	$\Delta w_{ZnO}$ / $\times 10^{-2}$	$\Delta T/(^{\circ}C)$
分别用 $k_1, k_3, k_4$ 表示 $\Delta w_{SiO_2}$ ,	- 4. 63	+ 0. 47	- 0. 34	5. 50	- 50
$\Delta w_{Al_2O_3}, \Delta w_{ZnO}$ 值为 0. 01 时引起	0	- 2. 42	3. 00	1. 00	- 30
软化温度的变化值, 而用 $k_2$ 表示	0	- 0. 98	0	0	- 20
$\Delta(w_{B_2O_3}/w_{Na_2O})$ 为 1. 00 时引起软	0	- 0. 49	0	0	10
化温度的变化值. $\Delta T$ 为上述组	0	- 0. 20	0	- 4. 50	16
成变化引起玻璃软化温度的总变化值, 即	- 4. 77	0	0	0	44

成变化引起玻璃软化温度的总变化值, 即

$$\Delta T = k_1 \Delta w_{SiO_2} + k_2 \Delta(w_{B_2O_3}/w_{Na_2O}) + k_3 \Delta w_{Al_2O_3} + k_4 \Delta w_{ZnO} .$$

依表 1 中数据, 列出 6 个方程为

$$- 4. 63 k_1 + 0. 47 k_2 - 0. 34 k_3 + 5. 5 k_4 = - 50, \tag{1}$$

$$- 2. 42 k_2 + 3 k_3 + k_4 = - 30, \tag{2}$$

$$- 0. 98 k_2 = - 20, \tag{3}$$

$$- 0. 49 k_2 = 10, \tag{4}$$

$$- 0. 20 k_2 - 4. 5 k_4 = 16, \tag{5}$$

$$- 4. 77 k_1 = 44. \tag{6}$$

联立解上述方程. 由式(3)得,  $k_2 = 20. 41$ ; 由式(4)得,  $k_2 = - 20. 41$ . 由此认为, 当硼钠比( $w_{B_2O_3}/w_{Na_2O}$ )值大于 1. 0 时, 随着硼钠比值的减小, 玻璃软化温度下降; 而当硼钠比值小于 1 时, 随着硼钠比值的减小, 软化温度反而上升. 所以, 将  $k_2 = - 20. 41$  代入式(5), 解得  $k_4 = -$

2. 65. 说明当  $w_{\text{ZnO}}$  增加时, 玻璃软化温度下降. 把  $k_2= 20. 41$ ,  $k_4= - 2. 65$  代入式( 2), 解得  $k_3= 7. 35$ . 说明随着  $w_{\text{Al}_2\text{O}_3}$  的增加, 玻璃的软化温度上升. 把  $k_2= 20. 41$ ,  $k_3= 7. 35$ ,  $k_4= - 2. 65$  代入式( 1), 解得  $k_1= 9. 18$ , 又由式( 6) 得  $k_1= - 9. 22$ . 说明当  $w_{\text{SiO}_2}$  大于 0. 334 时, 随着  $w_{\text{SiO}_2}$  的减少, 玻璃软化温度降低; 而当  $w_{\text{SiO}_2}$  小于 0. 334 时, 随着  $w_{\text{SiO}_2}$  的减少, 软化温度上升. 如表 2 所示, 在实验范围内验证各  $k$  值的准确性.

表 2 玻璃软化温度变化的计算值与实验测定值的比较

$\Delta w_{\text{SiO}_2} / \times 10^{-2}$	$\Delta(w_{\text{B}_2\text{O}_3} / w_{\text{Na}_2\text{O}})$	$\Delta w_{\text{Al}_2\text{O}_3} / \times 10^{-2}$	$\Delta w_{\text{ZnO}} / \times 10^{-2}$	$\Delta T_{\text{算}} / (^\circ\text{C})$	$\Delta T_{\text{测}} / (^\circ\text{C})$
0	- 0. 59	4. 00	0	- 41. 44	- 15. 00
0	- 0. 17	- 1. 50	0	- 14. 49	- 15. 00
0	0. 14	0	- 4. 61	- 9. 07	- 9. 36
4. 77	- 0. 34	0	0	- 36. 94	- 38. 00
0	- 0. 34	0	0	6. 94	6. 00

从表 2 可以看出, 在实验的各氧化物质量分数变化范围内,  $k_1, k_2, k_3, k_4$  值能很好地反映相应氧化物的质量分数变化引起玻璃软化温度的变化, 即

$$\Delta T = k_1 \Delta w_{\text{SiO}_2} + k_2 \Delta(w_{\text{B}_2\text{O}_3} / w_{\text{Na}_2\text{O}}) + k_3 \Delta w_{\text{Al}_2\text{O}_3} + k_4 \Delta w_{\text{ZnO}}.$$

式中当  $w_{\text{SiO}_2} > 0. 334$  时,  $k_1= 9. 20$ ; 当  $w_{\text{SiO}_2} < 0. 334$  时,  $k_1= - 9. 20$ . 当硼钠比值大于 1. 0 时,  $k_2= 20. 41$ ; 当硼钠比值小于 1. 0 时,  $k_2= - 20. 41$ .  $k_3= 7. 35$ .  $k_4= - 2. 65$ .

由各  $k$  值可知, 调整玻璃的化学组成可改变其软化性质. 各氧化物质量分数的变化对改变软化温度的贡献是不同的, 即  $k_2 > k_1 > k_3 > k_4$ . 硼钠比值对玻璃软化性质的影响最大, 但不会引起化学稳定性的显著变化. 其它氧化物质量分数的变化对玻璃的软化性质作用较小, 却对化学稳定性影响较大<sup>[4]</sup>. 所以, 对于钠硼硅酸盐玻璃, 改变硼钠比值是调整其软化温度的最好途径.

适当减少  $\text{SiO}_2$  的质量分数, 可以降低玻璃的软化温度; 但  $\text{SiO}_2$  的质量分数过低( $w_{\text{SiO}_2} < 0. 334\%$ ), 反而会使软化温度上升. 这是因为,  $\text{SiO}_2$  在玻璃中以 $[\text{SiO}_4]$ 四面体形式存在, 是玻璃无规则网络的形成体. 硅氧键由于键能大, 在高温下也难于被打断, 因而网络不易软化变形<sup>[5]</sup>. 所以适当降低  $\text{SiO}_2$  的质量分数可降低网络的紧密程度, 使软化温度下降. 对于  $\text{SiO}_2$  质量分数过少的玻璃, 由于化学稳定性较差(失重率达 85%), 软化温度测试前的长时间研磨, 会使大部分  $\text{Na}_2\text{O}$  和部分  $\text{B}_2\text{O}_3$  溶析. 这相应提高了网络形成体  $\text{SiO}_2$  和  $\text{B}_2\text{O}_3$  的质量分数, 因此软化温度上升. 将  $\text{Na}_2\text{O}$  逐步代替  $\text{B}_2\text{O}_3$ , 使硼钠比值下降, 软化温度也随之下降. 在硼钠比值达到 1. 0 附近时, 出现极小值. 若硼钠比值继续下降, 则软化温度反而会上升, 出现所谓的“硼反常”现象. 由于钠硼硅酸盐玻璃内部结构的复杂性, 各种性能出现极值或转折时相应的  $\text{B}_2\text{O}_3$  质量分数也不尽相同<sup>[6~18]</sup>. 所以迄今为止, 人们还无法对“硼反常”现象给出清晰的结构变化解释. 在玻璃中,  $\text{Al}^{3+}$  有位于四面体或八面体<sup>[9]</sup>的两种配位状态. 当位于铝氧四面体 $[\text{AlO}_4]$ 时, 能与硅氧四面体、硼氧四面体组成统一网络. 因此, 增加  $\text{Al}_2\text{O}_3$  的质量分数,  $\text{Al}^{3+}$  可夺取非桥氧形成铝氧四面体进入网络, 把断网连接起来, 使玻璃结构趋向更加紧密, 而难于被软化. 虽然网络外体  $\text{Na}^+$  并非无规统计分布于网络空隙中, 也有自身的配位作用(或屏蔽要求)形成钠氧八面体 $[\text{NaO}_6]$ , 但 $(\text{Na}-\text{O})_6$ 的单键能远远小于 $(\text{Al}-\text{O})_3$ 的单键能. 所以, 加入  $\text{Na}_2\text{O}$  会形成非桥氧, 使网络的牢固程度减弱, 降低了软化温度.  $\text{Zn}^{2+}$  也有两种配位状态,

[ $\text{ZnO}_4$ ] 四面体和八面体配位 [ $\text{ZnO}_6$ ]. 在硼硅酸盐系玻璃中, Zn 基本上为四配位, 四面体的质量分数一般随碱金属质量分数的增大而增大<sup>[20, 21]</sup>. 然而  $(\text{Zn}-\text{O})_4$  的单键能与  $(\text{Na}-\text{O})_6$  的单键能相差不大, 都远远小于网络形成体的单键能. 因此,  $\text{ZnO}$  的引入类似  $\text{Na}_2\text{O}$  可起降低软化温度的助熔作用.

#### 4.2 化学组成对抗菌玻璃抗菌性能的影响

抗菌玻璃粉末的抑菌现象, 如图 2 所示. 化学组成对抗菌性能的影响, 与玻璃的化学稳定性和抗菌性能有关联, 结果如图 3 所示.

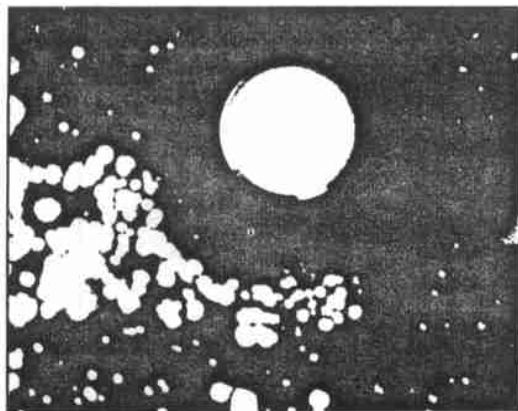


图 2 抗菌玻璃粉末的抑菌现象

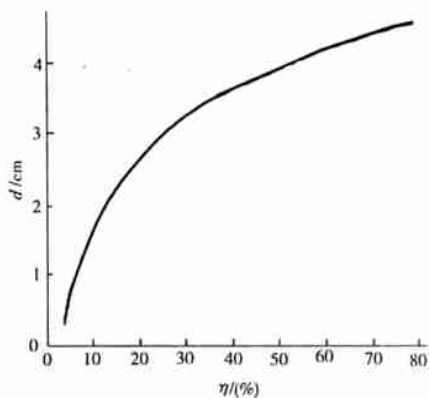


图 3 抑菌圈直径与化学稳定性的关系

从图 3 可以看出, 随着玻璃化学稳定性变差, 银离子的释放量增大, 因而抑菌圈直径逐渐增大. 这是因为  $\text{Ag}_2\text{O}$  在玻璃中和  $\text{Na}_2\text{O}$  一样, 以网络外体形式存在, 易被侵蚀溶析. 随后, 曲线变化逐渐变得平缓, 抑菌圈直径并没有随化学稳定性的进一步恶化而增大. 这说明, 银离子的释放量已达到最大. 因此, 当  $\text{Ag}_2\text{O}$  质量分数一定时, 可调整基础玻璃组成改变其化学稳定性使银离子达到最大释放量. 在银离子释放量较大的情况下, 应适当增加  $\text{Ag}_2\text{O}$  的质量分数来提高玻璃的抗菌性能, 没必要过分恶化其化学稳定性. 否则, 将不利于抗菌玻璃材料的储存和研磨, 甚至无法应用. 此外, 在银离子未达到最大释放量之前, 可用玻璃的化学稳定性 (失重率小于 40%) 表征银离子的释放量. 上述规律性也证实了, 载银抗菌玻璃材料的抗菌机理<sup>[8~10]</sup>.

## 5 结论

(1) 玻璃组成氧化物的质量分数, 是改变其软化温度的最重要因素. 对于钠硼硅酸盐玻璃, 氧化物组成对其软化温度影响的作用顺序为  $\text{B}_2\text{O}_3 / \text{Na}_2\text{O} > \text{SiO}_2 > \text{Al}_2\text{O}_3 > \text{ZnO}$ . (2) 当调整化学组成使玻璃化学稳定性逐渐变差时, 其抗菌性能逐渐增强. 但玻璃失重率大于约 40% 时, 其抗菌性能并不随化学稳定性的进一步变差, 而发生明显变化. (3) 对于钠硼硅酸盐玻璃, 主要通过调整硼钠比值和  $\text{Ag}_2\text{O}$  的质量分数, 使之具有较低软化温度和较强的抗菌性能.

## 参 考 文 献

- 2 张文钲, 张羽天. 载银抗菌材料的研究与开发[J]. 化工新型材料, 1997, (7): 20~22
- 3 李 梅, 王庆瑞. 抗菌材料的发展及其应用[J]. 化工新型材料, 1998, (5): 8~11
- 4 王菊如, 武广富, 张超武.  $\text{CaHPO}_4$  抗菌陶瓷材料的研制[J]. 齐齐哈尔轻工学院学报, 1995, 11(2): 13~16
- 5 沈君权. 生态陶瓷与光催化剂[J]. 陶瓷, 1998, (2): 7~10
- 6 肖汉宁. 抗菌性陶瓷材料[J]. 中国陶瓷, 1997, 33(5): 40~41
- 7 张文钲. 载银抗菌抗霉涂料的应用[J]. 化工新型材料, 1997, (9): 29~30
- 8 王长平, 高建桥. 防菌、防藻类玻璃材料的研制[J]. 硅酸盐通报, 1998, (2): 30~33
- 9 赖高惠. 玻璃抗海藻剂[J]. 玻璃与搪瓷, 1990, 18(3): 68~69
- 10 刘敬肖, 王承遇, 史 非.  $\text{B}_2\text{O}_3\text{-Na}_2\text{O-CuO}$  玻璃的化学组成对铜离子释放量的影响[J]. 玻璃与搪瓷, 1998, 26(3): 6~10
- 11 巴夫鲁什夫 H M, 茹拉夫列夫 A K 著. 易熔玻璃[M]. 陈树森译. 北京: 中国建筑工业出版社, 1975. 155~157
- 12 西北轻工业学院编. 玻璃工艺学[M]. 北京: 轻工业出版社, 1982. 63~66
- 13 卓敦水. 减少玻璃化学稳定性粉末失重法测定误差的方法[J]. 玻璃与搪瓷, 1993, 21(2): 15~18
- 14 华金铭. 新型抗菌玻璃材料制备与抗菌性能研究[D]: [学位论文]. 福州: 福州大学化学工程系, 1999. 29~32
- 15 邱关明, 黄良钊. 玻璃形成学[M]. 北京: 兵器工业出版社, 1987. 207~208
- 16 肖绍展, 郭全中. 钠硼硅酸盐玻璃的核磁共振研究[J]. 硅酸盐学报, 1982, 10(2): 177~184
- 17 金宜芬, 陈祥生. 含  $\text{CuO}$  的  $\text{Na}_2\text{O-B}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$  玻璃的 Raman 光谱[J]. 硅酸盐学报, 1984, 12(2): 186~192
- 18 沈定坤, 王开泰, 柏金花等. 硼硅酸盐玻璃结构的研究[J]. 硅酸盐学报, 1984, 12(2): 179~185
- 19 袁怡松. 铝在玻璃中的作用[J]. 玻璃与搪瓷, 1996, 24(6): 54~55
- 20 袁怡松. 谈谈铈在玻璃中的作用[J]. 玻璃与搪瓷, 1996, 24(1): 61~62
- 21 干福熹. 现代玻璃科学技术: 上册[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1988. 37~60

## Development of a New Type Glass Material with Antibacterial Performance

Hua Jinming<sup>①</sup>   Liu Ping<sup>②</sup>   Lin Jialin<sup>③</sup>

( ① Ed. Dept. of J., Huaqiao Univ., 362011, Quanzhou;

② Inst. of Photochemical catalysis, Fuzhou Univ., 350002, Fuzhou; ③ Fuzhou Glass Factory, 350004, Fuzhou)

**Abstract** Choosing the glass of borosilicate system as carrier and silver nitrate as chief antibacterial additive, a new type glass with antibacterial performance and lower softening temperature is prepared by melting method; and effect of its chemical composition on its antibacterial performance and softening temperature is studied. As shown by results, the important factors influencing the antibacterial performance of this glass are the content of constituent oxide of this glass and also the ratio of constituent oxide content to modifying oxide content. A certain regularity exists between antibacterial performance of this glass and its chemical stability when the chemical composition is adjusted.

**Keywords** antibacterial glass, softening temperature, antibacterial performance