

环  
境  
友  
好  
材  
料  
制  
备  
与  
应  
用  
技  
术  
丛  
书

# 环境友好无机材料 制备与应用技术

张玉龙 邢德林 主编 唐磊 主审

中国石化出版社  
[HTTP://WWW.SINOPEC-PRESS.COM](http://www.sinopec-press.com)

环境友好材料制备与应用技术丛书

# 环境友好无机材料 制备与应用技术

张玉龙 邢德林 主编  
唐 磊 主审

中国石化出版社

## 内 容 提 要

本书介绍了无机材料中的环境友好陶瓷、玻璃、水泥和新型环境友好材料——电气石的主要品种，并对其基本特征、制备技术、性能分析、应用技术作了重点介绍。本书是无机材料研究、生产、教学、管理、销售人员必读之书，也可用作工人培训教材。

## 图书在版编目(CIP)数据

环境友好无机材料制备与应用技术/张玉龙，  
邢德林主编. —北京：中国石化出版社，2008  
(环境友好材料制备与应用技术丛书)  
ISBN 978 - 7 - 80229 - 658 - 9

I. 环… II. ①张… ②邢… III. 无机材料 - 制  
备 - 无污染工艺 IV. TB321

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 106063 号

### 中国石化出版社出版发行

地址：北京市东城区安定门外大街 58 号

邮编：100011 电话：(010)84271850

读者服务部电话：(010)84289974

<http://www.sinopec-press.com>

E-mail: [press@sinopec.com.cn](mailto:press@sinopec.com.cn)

北京密云红光制版公司排版

北京宏伟双华印刷有限公司印刷

全国各地新华书店经销

\*

850 × 1168 毫米 32 开本 9 印张 235 千字

2008 年 8 月第 1 版 2008 年 8 月第 1 次印刷

定价：25.00 元

# 《环境友好无机材料制备与应用技术》编写委员会

主 编：张玉龙 邢德林  
主 审：唐 磊  
副 主 编：齐贵亮 张广玉 李 萍  
王喜梅  
编 委：(按姓氏笔画)  
王永连 王四清 王 明  
王喜梅 孔祥海 王 磊  
帅 琦 邓 丽 艾克聪  
曲万春 孙志敬 刘志成  
齐贵亮 吴光宁 陈晓东  
陈 瑞 陈瑞华 李 军  
李传清 李迎春 李桂变  
李 萍 李惠元 李杨艺竹  
杨 耘 杨振强 宋志广  
张广玉 张玉龙 张丽娜  
张健康 张喜生 林 娜  
官周国 官 洁 夏 敏  
侯京陵 柴 娟 郭 斌  
贾书波 贾兴华 徐亚洲  
黄 晖 韩 辉 曾 泉  
路 香 蔡 志 潘 雁  
辉

# 前 言

无机材料中应用范围最广泛、用量最大的是用作建筑材料的陶瓷、玻璃和水泥，目前已成为国民经济建设不可缺少的支撑材料之一。随着各国对环境保护的高度重视，先后出台了各种严厉的法规条例，迫使材料研究、生产厂家不得不花费气力投巨资来研究环境友好节能陶瓷、玻璃、水泥等材料，经过多年的开发，研制出一批性能较好、符合环境保护要求的产品，有的已经投放市场，受到用户的好评。

为了普及环境友好无机材料的基础知识，宣传并推广近年来的研究成果，我们在搜集国内外相关资料的基础上，结合我们研究与生产方面的经验教训，组织编写了本书。全书共5章，重点介绍了环境友好型陶瓷、玻璃和水泥，以及新型保健材料——电气石等，并按简介、制备方法、性能分析、效果评价的格式论述了每一种材料。

本书注重实用性、先进性和可操作性，理论论述从简，实际操作介绍从详，由浅入深，循序渐进，目的是授予操作人员以基本技能，是材料研究、生产、教学、管理、销售人员必读之书。若本书能对我国环境友好无机材料的研究与发展起到借鉴和促进作用，作者将感到十分欣慰。

本书在编写过程中得到了国内专家的指导，特别是兵器工业集团第五三研究所领导和广大科技人员给予了大力协助与支持，为本书编写提出宝贵意见，提供了大量翔实资料，在此谨表衷心感谢。

由于水平有限，文中错误在所难免，敬请批评指教。

编 者

# 目 录

<b>第 1 章 概述</b> .....	( 1 )
<b>1.1 环境友好陶瓷的研究与发展</b> .....	( 1 )
1.1.1 当今陶瓷行业发展趋势 .....	( 1 )
1.1.2 降低陶瓷行业能源消耗的途径 .....	( 1 )
1.1.3 废旧低质材料在陶瓷行业中的应用 .....	( 5 )
1.1.4 环境友好陶瓷的新进展 .....	( 6 )
<b>1.2 环境友好玻璃的研究与发展</b> .....	( 7 )
1.2.1 环境友好玻璃的种类 .....	( 8 )
1.2.2 性能与应用 .....	( 9 )
<b>1.3 环境友好水泥的研究与发展</b> .....	( 17 )
1.3.1 简介 .....	( 17 )
1.3.2 生态环境友好水泥混凝土 .....	( 18 )
<b>1.4 环境友好电气石的开发与研究进展</b> .....	( 22 )
1.4.1 简介 .....	( 22 )
1.4.2 电气石环境功能属性及应用 .....	( 22 )
<b>第 2 章 环境友好陶瓷</b> .....	( 30 )
<b>2.1 生态陶瓷</b> .....	( 30 )
2.1.1 多孔生态陶瓷 .....	( 30 )
2.1.2 微孔生态陶瓷 .....	( 36 )
2.1.3 负离子生态陶瓷 .....	( 42 )
2.1.4 水处理用无机陶瓷膜 .....	( 47 )
<b>2.2 环境友好生态陶瓷砖</b> .....	( 53 )
2.2.1 回收废料陶瓷透水砖 .....	( 53 )
2.2.2 生态陶瓷渗水砖 .....	( 56 )
2.2.3 利用工业尾矿制备生态陶瓷砖 .....	( 63 )

2.3	环境友好功能陶瓷 .....	( 67 )
2.3.1	纳米 TiO <sub>2</sub> 功能陶瓷 .....	( 67 )
2.3.2	环境友好无铅压电陶瓷 .....	( 71 )
2.4	其他环境友好陶瓷及其辅料 .....	( 82 )
2.4.1	环境友好非放射性发光陶瓷釉料 .....	( 82 )
2.4.2	环境友好搪瓷不粘材料 .....	( 83 )
<b>第3章</b>	<b>环境友好玻璃 .....</b>	<b>( 88 )</b>
3.1	环境友好微晶玻璃 .....	( 88 )
3.1.1	简介 .....	( 88 )
3.1.2	微晶泡沫玻璃 .....	( 102 )
3.1.3	用工业废渣制备微晶玻璃 .....	( 104 )
3.1.4	绿色环保微晶玻璃装饰板材 .....	( 108 )
3.1.5	微晶玻璃在电子元件中的应用 .....	( 110 )
3.2	环境友好泡沫玻璃 .....	( 116 )
3.2.1	简介 .....	( 116 )
3.2.2	用工业废渣制备泡沫玻璃 .....	( 121 )
3.2.3	高性能泡沫玻璃 .....	( 132 )
3.2.4	纳米多孔玻璃 .....	( 137 )
3.3	中空玻璃 .....	( 142 )
3.3.1	中空玻璃的分类 .....	( 142 )
3.3.2	生产工艺与质量控制 .....	( 144 )
3.3.3	中空玻璃的性能 .....	( 147 )
3.3.4	提高中空玻璃性能的措施 .....	( 149 )
3.3.5	中空玻璃的发展趋势 .....	( 150 )
3.4	其他环境友好玻璃 .....	( 151 )
3.4.1	高能低辐射玻璃 .....	( 151 )
3.4.2	纳米银钛健康玻璃 .....	( 155 )
3.4.3	呼吸式玻璃幕墙 .....	( 159 )
<b>第4章</b>	<b>环境友好水泥 .....</b>	<b>( 162 )</b>
4.1	生态水泥 .....	( 162 )

4.1.1	简介	(162)
4.1.2	用铬铁渣煅烧的生态水泥	(168)
4.1.3	用水泥窑灰和粒化高炉矿渣制生态水泥	(170)
4.1.4	用城市垃圾、污泥烧制的生态水泥	(175)
4.2	环境友好节能水泥	(180)
4.2.1	节能水泥	(180)
4.2.2	节能混凝土	(182)
4.2.3	节能型胶凝材料	(188)
4.3	环境友好水泥复合材料	(192)
4.3.1	水泥基功能复合材料	(192)
4.3.2	植物纤维增强水泥基复合材料	(201)
4.3.3	土壤聚合物水泥	(205)
4.3.4	PMC 弹性水泥防水材料	(210)
4.4	环境友好水泥板材	(213)
4.4.1	混凝土护坡板材	(213)
4.4.2	水泥木丝板	(215)
4.4.3	水泥刨花板	(218)
4.4.4	水泥纤维板	(221)
<b>第5章</b>	<b>环境友好保健材料——电气石</b>	<b>(225)</b>
5.1	简介	(225)
5.1.1	电气石的基本性能	(225)
5.1.2	国内外电气石资源状况	(227)
5.1.3	国内外电气石开发研究现状	(228)
5.1.4	电气石的市场发展前景	(230)
5.2	电气石的加工与产品制备	(232)
5.2.1	电气石的粉碎	(232)
5.2.2	电气石的提纯	(233)
5.2.3	电气石制品	(237)
5.3	电气石的表面改性技术	(237)
5.3.1	硬脂酸改性技术	(237)



(243)	5.3.2 硅油改性技术 .....	(241)
(243)	5.4 电气石的应用 .....	(244)
(243)	5.4.1 电气石对海水 pH 值的调节 .....	(244)
(243)	5.4.2 电气石净化处理含 Cr <sup>6+</sup> 废水 .....	(248)
(243)	5.4.3 电气石吸附性能 .....	(255)
(243)	5.4.4 电气石粉体电磁屏蔽 .....	(259)
(243)	5.4.5 电气石复合材料微孔吸滤剂在香烟“降焦减害” 中的应用 .....	(263)
(243)	5.4.6 纳米电气石材料在卫生保健纺织品中的应用 .....	(266)
	<b>参考文献</b> .....	(272)

(201)	林林合夏基斯水	2.3.4
(202)	泥水粉合聚素土	4.3.3
(210)	材料水泥泥水粉解 PMG	4.3.4
(213)	林林泥水泥灰太	4.4
(213)	林林泥水泥灰太	4.4.1
(213)	泥丝木泥水	4.4.2
(218)	泥丝木泥水	4.4.3
(221)	泥丝木泥水	4.4.4
(222)	百产虫——林林泥水泥灰太	2.2
(222)	介筒	2.1
(222)	泥丝木泥水	2.1.1
(222)	泥丝木泥水	2.1.2
(222)	泥丝木泥水	2.1.3
(230)	泥丝木泥水	2.1.4
(232)	泥丝木泥水	2.2
(232)	泥丝木泥水	2.2.1
(232)	泥丝木泥水	2.2.2
(232)	泥丝木泥水	2.2.3
(232)	泥丝木泥水	2.3
(232)	泥丝木泥水	2.3.1

# 第1章 概 述

环境友好无机材料主要包括环境友好陶瓷、环境友好玻璃、环境友好水泥及新型保健材料——电气石等。

## 1.1 环境友好陶瓷的研究与发展

### 1.1.1 当今陶瓷行业发展趋势

陶瓷行业现正向有利于人类文明健康的绿色(环保)陶瓷方向发展。绿色陶瓷的标准是:

- ① 节约能源和原材料消耗,并做到物尽其用;
- ② 对环境有污染的废气( $\text{SO}_2$ 、 $\text{CO}$ 、 $\text{CO}_2$ 、 $\text{NO}_x$ 及烟尘等)尽量要少;
- ③ 对人类有害的废水(含铅、镉、汞、铬等重金属元素)尽量要少;
- ④ 对人类身体不利的放射性物质不存在;
- ⑤ 提倡生产自洁、抗菌、杀菌等保健功能的陶瓷;
- ⑥ 粉尘、游离二氧化硅尽量要少;
- ⑦ 噪声、热散失尽量要少;
- ⑧ 生产和工作环境要清洁、干净、舒适。

### 1.1.2 降低陶瓷行业能源消耗的途径

#### (1) 向绿色窑炉方向发展

我国是能源资源相对贫乏的国家,陶瓷行业又是耗能大户。今后陶瓷窑炉的发展方向是由过去提出的辊道化、煤气化、轻型化、自动化、大型化向绿色(环保、节能和智能型)窑炉方向发展。

实现绿色窑炉的努力方向是:降低窑炉用机电耗和噪声,研究先进的节能和低污染燃烧器,使用新型的耐火材料和涂

料, 研究新的智能自动控制方式和方法, 建立废气净化研究检测中心。

实现绿色窑炉的目标是: 燃料消耗进一步下降10% ~ 20%, 热效率提高10% ~ 20%, 电力消耗下降10% ~ 30%, 噪声和烟尘有较大幅度的下降, 并使我国陶瓷窑炉达到世界先进水平。

### (2) 我国建筑卫生陶瓷能耗水平与国外先进水平差距

我国陶瓷窑炉的发展经历了从倒焰窑到装匣钵隧道窑再到辊道窑的过程, 燃烧也从烧煤到烧油再到烧气, 能源消耗大幅度下降, 窑炉的能耗已从20世纪80年代初的占生产成本40% ~ 45%降低到现在的30% ~ 35%。但是和国际先进水平相比还有相当大的差距。主要能耗指标见表1-1。

表1-1 我国建筑卫生陶瓷能耗与国际先进水平的差距

对比项目		先进国家	中国
烧成热耗	建筑陶瓷/ $\text{kJ} \cdot \text{kg}^{-1}$	1255 ~ 4183	2257 ~ 6279
	卫生间陶瓷/ $\text{kJ} \cdot \text{kg}^{-1}$	3350 ~ 8370	5023 ~ 12558
电耗	建筑陶瓷/ $\text{kJ} \cdot \text{kg}^{-1}$	2.3 ~ 5.12	2.5 ~ 5.5
	卫生陶瓷/ $\text{kJ} \cdot \text{kg}^{-1}$	249 ~ 553	250 ~ 600

### (3) 球磨工艺

球磨制浆水电耗占陶瓷厂全部电耗的60%。通过采用合理的料球比, 选用高效减水剂、助磨剂和氧化铝衬、氧化铝球可提高研磨效率, 缩短球磨周期。选用大吨位的球磨机可减少电耗10% ~ 30%。提高喷雾干燥塔泥浆的浓度, 可显著降低喷雾干燥塔的热耗。如将喷雾干燥塔泥浆的浓度从60%提高到65%, 可节省单位热耗21%; 如浓度从60%提高到68%, 则可节省能耗33%。这可以通过加入高效的减水剂来实现。

国内制备泥浆均使用间歇式球磨机, 国外先进国家普遍使用连续式球磨机, 产量提高三倍以上, 电耗降低三倍以上。球磨时给排料完全自动化, 不需要停机, 容易制浓浆, 使后面的喷雾干燥器可节省能耗10% ~ 35%。

#### (4) 大型喷雾干燥塔

使用大型喷雾干燥塔单位电耗省，如用 7000 型可比 3200 型节电 10% 左右。

#### (5) 浆池间歇式搅拌

浆池电机上装时间继电器，搅拌 20 ~ 30min，停 30 ~ 40min，泥浆不会沉淀，可节电 50% 以上。

#### (6) 采用大吨位压砖机和新型空压机

采用大吨位压砖机压力大，压制的砖坯质量好，合格率高，产量也大，并有专门的节电设计，可节电 20% ~ 27%；

采用新型的单螺杆空气压缩机代替旧式空压机，可节电 30% 以上，并大大降低噪声。

#### (7) 一次烧成技术

一次烧成比两次烧成可大量节能。我国地砖和外墙砖 90% 采用一次烧成。内墙釉面砖只有 10% 采用一次烧成，要努力研究适于一次烧成的内墙釉面砖的坯釉组成，提高一次烧成的比例，可节省能耗和电耗 30% 以上。

#### (8) 低温快烧

增加熔剂性成分，选用适于快烧的原料（如硅灰石、透辉石等）和适当的窑炉（如辊道窑）。实现低温快烧是烧成节能的有效途径。如烧成温度从 1280℃ 降到 1180℃，烧成能耗可降低 30%。

#### (9) 选用保温性能良好的窑体材料和涂料

使用容量小、耐高温的陶瓷纤维做窑体保温材料，窑炉外表温度可降到 50℃ 左右，可减少散热损失。

选用耐高温的远红外线涂料涂在窑内壁，可增加辐射传热，节能 5% ~ 8%。

#### (10) 采用轻质低蓄热窑车

隧道窑窑车离开窑内时的蓄热属于热损失，应大量采用轻质材料，降低窑车蓄热。最新的轻质窑车是在高铝红柱石和堇青石板壳内填充瓷纤维。它有传统窑车材料的稳定性及性能，蓄热却比传统材料降低 70%，因此可以显著降低燃料消耗和运营维修

费用。

#### (11) 高速节能烧嘴

高速节能烧嘴能在窑炉内部产生强大的热量和气流撑动，因此提高了热量的传输而被广泛采用。此类烧嘴与传统烧嘴相比，可以节约 10% ~ 15% 的燃料。

#### (12) 余热利用

隧道窑和辊道窑冷却区的余热，可以用在半成品干燥和本窑加热助燃空气用，预热温度越高，节省燃料越多。助燃空气预热到 400℃ 比预热到 150℃ 可节能 28%。

隧道窑和辊道窑废气可以通过余热锅炉和热管换热器予以回收，也可以抽去干燥半成品。

#### (13) 自动控制

窑炉采用智能化的计算机进行自动控制，可稳定窑炉的温度、气氛、压力，提高产品质量，可节能 5% ~ 10%。

#### (14) 超霸节能刮平粗抛机

新产品节能刮平粗抛机是一种具有刮平和粗抛功效的新机型，能使瓷质砖得到一个更加平整光滑的表面及一致的厚度，大幅提高瓷质砖的抛光产量、质量和光洁度。不仅在结构上有创新，而且工艺上实现了以刮代磨的创新性突破。并真正实现一机一窑，使抛光砖成本降低 30% 左右。

#### (15) 使用变频器

10kW 以上的风机，辊道窑的传动系统、油泵、安装变频器可节电 10% ~ 30%。

#### (16) 降低风机电耗和噪声

目前国外先进风机噪声在 50 ~ 70dB，噪声较小，国产风机噪声在 80 ~ 90dB，有的甚至超过 100dB，噪声很大。

国外一条窑炉风机使用的功率为 70 ~ 90kW，而国产风机为 130 ~ 170kW（以产量相同的建筑卫生陶瓷窑炉计算）。

降低风机电耗的核心技术是在风机叶材料的选用上面。进口风机叶采用高强度铝合金，容重为 2.5 ~ 2.7t/m<sup>3</sup>，国产风机叶

使用的却是锰钢，密度为  $7.8\text{t}/\text{m}^3$ 。如果国产风机叶在选用了耐热铝合金后重新进行设计改进，并提高装配的质量，那么国产风机的电耗和噪声就有可能接近达到进口风机的水平。如果每条窑炉节电  $50\text{kW}$ ，年节电量  $40\text{万 kW}\cdot\text{h}$ ，以全国陶瓷行业一万条窑炉计算，每年可节电  $20\text{亿 kW}\cdot\text{h}$ ，并可大大降低烧成车间的噪声。

### 1.1.3 废旧低质材料在陶瓷行业中的应用

① 生产用过的废水经水处理设备处理后，消除了有害物质，并经过滤后可重新投入生产使用。

② 喷雾塔除尘器出来的微粉直接输往浆池搅拌成泥浆后经中转浆罐混和后再送进喷雾塔造料。

③ 卫生陶瓷半成品次品经挑选干净后，再进球磨机磨成浆料使用(可以单独球磨，也可以每次加  $5\% \sim 10\%$  进球磨机使用)。

④ 卫生陶瓷成品中的废品经清洁粉碎成熟料，加进球磨机当骨料使用，可减少产品的收缩、变形、开裂和针孔缺陷，熟料加进釉料中，可提高卫生陶瓷釉面的光泽度。

⑤ 墙地砖半成品的次品经分类清洁堆放后，可重新进球磨机做色料和坯料用(如水晶砖、仿古砖等)。

⑥ 墙地砖成品中的废品经清洁干净，并打碎成适当的尺寸后，可放进球磨机中作球蛋石使用，不会影响产品的质量。

⑦ 陶瓷废品料可以开发固体混凝土、免烧型广场砖和道路砖等。

⑧ 陶瓷废品料可以开发墙地砖、过滤器等。

⑨ 使用冶炼炉废渣为主要原料生产出装饰市场上独树一帜的硬似钻、颜如玉的绿色建材产品金属瓷砖。还可以生产红瓷、白瓷、灰瓷等金属瓷砖，有的还可以生产色釉料。

⑩ 用含氧化铁的矿物质代替二氧化钛(钛白粉)制造出金花米黄产品。也可以用锻烧过的高岭土代替二氧化钛生产金花米黄产品。

⑪ 已磨损的双缸泥浆泵的陶瓷柱塞，经磨平加工后(几毫米)配套耐磨橡胶圈便可以重新使用，维修费只有原价的 1/3。

⑫ 陶瓷机械行业磨床等使用过的机油，自动压砖机使用过的液压油，经处理和过滤后可以重新投入使用，可节省 50% 的费用。

⑬ 要逐步调查和摸清楚我国陶瓷行业原材料的现有状况(包括高、低温度和质量)并制定长期合理科学开发和利用的规划，并搞好原料的标准化生产，防止资源浪费和低效益(高档原料要出高档产品，中低档原料也要力争做出好产品)。

⑭ 陶瓷废次品经处理后使用，可大量节约填埋陶瓷垃圾所需的宝贵土地资源，造福千秋万代。

⑮ 使用红坯体和其他低质材料做陶瓷坯体，可以大大拓宽陶瓷行业的发展前途。

#### 1.1.4 环境友好陶瓷的新进展

##### 1. 空气净化瓷

由于多孔陶瓷有良好的耐热、耐化学侵蚀、好维护的特点，成为过滤材料发展的主要方向。各种规格的多孔堇青石蜂窝瓷和碳化硅瓷已广泛用于轿车、摩托车等发动机的尾气净化过滤。把纳米钙钛矿  $\text{LaMnO}_3$  附在涂有  $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$  的多孔堇青石蜂窝瓷上，可作为净化尾气的催化剂。但已有的负载技术牢固性不够，且产品使用周期短。

##### 2. 水处理陶瓷

无机陶瓷膜耐高温、结构稳定、孔径分布均匀、不易被微生物侵蚀、力学强度高及易再生，因此应用比有机膜广泛，特别是在处理酸碱性变化幅度大、高温和高选择性要求的工业废水废气方面有重大价值。采用  $\text{Mg}(\text{OH})_2$  吸附与无机陶膜相结合对印染废水脱色处理，脱色处理率可达 98% 以上。无机陶瓷膜有很强的疏油性，可将水中油的质量浓度浓缩到 25% 以上。用无机膜替代生化处理中的二沉池，较好地解决了活性污泥法中存在的问题。无机陶瓷膜需要解决的关键问题有：开发新材料、改善膜成

型工艺、提高透过速度和膜分离选择性。

微孔陶瓷对腐蚀液(HF除外)有良好的耐腐蚀性、耐热性,力学强度高,特别适合于作为工业锅炉、电站锅炉废水的过滤装置。采用孔隙率为43.3%、孔径10~500nm的微孔陶瓷净化冲渣水,经过滤后,冲渣水中悬浮物明显小于国家允许的排放标准。

### 3. 固态废弃物转变的陶瓷

日本已开发出利用下水污泥及白硅石矿山排出的废泥和低品位瓷生产陶瓷透水砖的技术,还利用铸件废物制造出轻质高强发泡陶瓷。葡萄牙利用火力发电厂的煤灰制成了玻璃陶瓷,有广泛的商业价值。我国也研究了利用城市固体废物焚烧制备以 $\text{SiO}_2$ 为主要成分的陶瓷粒,作为生产水泥的原料。

使木质废料经过树脂浸渍,在高温真空中分解可得到有无定型碳和玻璃碳复合的本质陶瓷,是结构和功能一体化的新型材料。它有导电导热耐热耐蚀性,有高的弹性模量,较大的震荡衰减因子,还具有减速中子的能力。

### 4. 保健抗菌瓷

保健抗菌瓷使用的是无机抗菌剂。日本品川燃料(株)1983年开始研究无机抗菌剂,目前国内已有多家生产保健抗菌瓷。保健抗菌瓷可分为3大类:一类为含金属粒子或金属氧化物的材料;另一类为光催化材料;第三类为稀土激活保健抗菌瓷。第一类最为常见。金属离子和金属氧化物抗菌剂机理有如下几种解释:①阻碍微生物的呼吸及电子迁移。②阻碍酶的作用,破坏蛋白质,损伤细胞膜。③干扰DNA的结合。④活性氧的氧化还原作用。金属氧化物抗菌瓷还有一定的保健功能,如 $\text{MgO}$ 、 $\text{CaO}$ 、 $\text{ZnO}$ 能对抗变异及杀死癌细胞。稀土激活保健抗菌瓷是利用稀土元素强的活性,使之反应生成稳定的氧化物、卤化物、硫化物。

## 1.2 环境友好玻璃的研究与发展

所谓环保玻璃就是能够清除粉尘污染,减少噪声污染、光污



染以及其他有毒、有害物质污染的玻璃。

## 1.2.1 环境友好玻璃的种类

### (1) 隔音玻璃

建筑隔音玻璃主要有真空玻璃、中空玻璃、夹层玻璃等。其中中空玻璃可以降低噪声 30 ~ 40dB。夹层玻璃可以降低噪声在 15 ~ 30dB，真空玻璃最高可达 40 ~ 50dB，目前国内尚无真空玻璃产品。如果采用夹层中空玻璃或多层中空玻璃等复合型玻璃产品，则隔音效果还会更加明显。

### (2) 防紫外线辐射玻璃

防紫外线辐射玻璃是指具有能阻止(反射或吸收)紫外线透过功能的玻璃，主要有夹层玻璃、本体吸收型防紫外线玻璃、镀膜玻璃等。夹层玻璃的 PVB 膜可以滤去高达 99% 的紫外线辐射，是目前较常用、效果较好的防紫外线辐射玻璃。本体吸收型防紫外线玻璃是向普通的平板玻璃中加入氧化铁、氧化二钒、氧化铁等金属氧化物，并严格控制熔制气温而制作的具有防紫外线功能的甲板玻璃。除此以外，热反射玻璃以及 Low - E 玻璃等镀膜玻璃也有一定的防紫外线功能。

### (3) 防光污染玻璃

防光污染玻璃是通过在平板玻璃表面涂镀一层或几层特殊功能膜，消除或降低玻璃的反射率，成为一种低反射玻璃或无反射玻璃。目前此产品只有欧美少数国家可以生产。

### (4) 电磁屏蔽玻璃

电磁屏蔽玻璃是指在平板玻璃表面镀覆透明的电磁屏蔽膜或在夹层玻璃中敷设金属丝网，当电磁波经过这种屏蔽玻璃时，被有效地衰减，达到对内防止信息泄露、对外防止信息干扰的建筑特种玻璃。目前产品有夹金属丝网电磁屏蔽玻璃、镀膜电磁屏蔽玻璃等。

### (5) 自洁净玻璃

自洁净玻璃就是在玻璃表面涂覆一层“光触媒”的透明光催化剂膜，它能依靠紫外线的能量，将粘附污染分子分解。目前