

玻璃工业与耐火材料（大纲）

中国建筑材料科学研究总院
北京瑞泰高温材料科技股份有限公司
曾大凡 袁林

玻璃工业的现状

- ◆ 近年来，我国平板玻璃工业有了长足的发展。截至 2007 底，我国共有浮法玻璃生产线 180 条，平板玻璃产量完成 53,192 万重箱，同比增长 12.5%，其中，浮法玻璃产量完成 44,186 万重箱，同比增长 13.5%。
- ◆ 2005 年浮法线 143 条,2006 年 162 条 2007 年 180 条；
- ◆ 根据建筑材料技术情报研究所的数据，2004 年前投产的 140 多条浮法线，平均窑龄为 6 年，2008 年至 2010 年平均每年约有 16-20 条生产线需要冷修，平均每年新建浮法玻璃生产线 20 多条；目前我国有格法窑约 120 座，平均窑龄为 4-5 年，每年有 26-34 条线需要冷修改造，预计平均每年新增格法玻璃生产线 40-60 条，压延玻璃生产线 30-50 条；日用玻璃窑、电子玻璃窑、玻璃纤维窑及特种玻璃窑等生产线的建设将需要大量的耐火材料。

玻璃熔窑的结构

耐火材料的配置

- ◆玻璃窑大碓窑衬布置
- ◆玻璃窑胸墙窑衬布置
- ◆玻璃窑池壁窑衬布置
- ◆玻璃窑池底窑衬布置

玻璃熔窑对耐火材料的要求

1、熔铸锆刚玉材料

熔铸 AZS 材料含有斜锆石、刚玉和玻璃相三种物质。斜锆石是最能抵抗池窑玻璃侵蚀的组分，起提高耐火材料抗侵蚀性能的作用，但也容易引起炸裂和结石。熔铸 AZS 材料接触玻璃液后，首先是砖中的玻璃相被低粘度的池窑玻璃取代；继而是刚玉相熔解。玻璃相起到降低熔化温度，扩大浇铸温度范围，松弛热应力的作用。但是，玻璃相是耐火材料中的薄弱环节和侵蚀物质易于扩散的通道，极大影响材料的抗侵蚀性。

2、熔铸氧化铝材料

熔铸 α - β - Al_2O_3 材料约含 45%的 α - Al_2O_3 和 55%的 β - Al_2O_3 相，杂质相约为 1%，气孔 2%。熔铸 β - Al_2O_3 主要由大晶粒 β - Al_2O_3 组成，杂质相可忽略，气孔约 4%。熔铸 α - β 或 β - Al_2O_3 材料不含玻璃相，又没有难熔晶相，对玻璃质量不产生不良影响，在 1350℃以下对钠钙玻璃或碱蒸汽的侵蚀还有良好的抵抗力。因此， α - β - Al_2O_3 材料被广泛用于冷却部。 β - Al_2O_3 材料则被用于冷却部无粉尘部位的上部结构。

α - β - Al_2O_3 熔铸材料作为全氧燃烧玻璃窑的大碓使用 4—8 年后，几乎没有发生明显变化。 α - β - Al_2O_3 熔铸材料作为碓砖至少可以使用 2 个窑役。因此， α - β - Al_2O_3 砖是全氧玻璃窑上部结构的首选材料。

3、硅质耐火材料

❖ 优质硅砖含有方石英 45%，鳞石英 50%，1~2%的玻璃相，<0.5%的熔融指数 ($2R_2O + Al_2O_3$) 和少量残余石英。硅砖大碓的寿命可达 10 余年，一般，硅砖不再是弱点，沿砖缝的侵蚀则是一个问题。所以，应该尽量减少砖缝。最大砖缝宽度应该 $\leq 1.5\text{mm}$ ，尺寸公差应该 $\leq 0.5\text{mm}$ 。

❖ 鼠洞的形成机理是：窑气外泄；窑气中 Na_2O 在砖缝中沉积； Na_2O 侵蚀硅砖；腐蚀产物下流，蚀洞不断扩大和碓顶损毁。针对这一机理，可以在硅砖背后加敷密封层和保温层，使碱蒸汽的凝聚温度区间 ($954\sim 788^\circ\text{C}$) 落入不定形密封材料中。这样，就可以避免碱在砖缝冷凝，防止鼠洞的危害，从而大幅度延长大碓的寿命

4 镁质耐火材料

一般，蓄热室格子体的最上层使用 98、97 级镁砖；上层使用 96—95 级镁砖；中层使用直接结合镁铬砖；下层使用低气孔粘土砖。筒型砖的稳固性和换热效果都优于条型格子砖。如筒型砖的比换热面积为 $16/\text{m}$ ，条形砖码成的结构只有 $10.4\sim 12.7/\text{m}$ 。

❖ 格子体的重要性能是抗侵蚀性和抗蠕变性。提高抗蠕变性需使用高纯、低气孔、大晶粒和低铁的原料，并采用高的烧结温度和进行充分的烧结。直接结合镁铬砖中的铬对提高抗侵蚀能力有重要作用^[1]，但会产生有毒的 Cr^{6+} 。为解决铬公害，开发了镁铬砖。镁铬砖的参考性能为 $MgO 73\sim 78\%$ 、 $ZrO_2 13\%$ 、 $SiO_2 11\sim 8\%$ 、体密 $3.10\sim 3.2\text{ g/cm}^3$ 、显气孔率 $15\sim 11\%$ 、耐压强度 $100\sim 130\text{MPa}$ 、荷重软化温度 $T_{0.6} 1570\sim 1670^\circ\text{C}$ 。

5 粘土质耐火材料

大型粘土制品用于砌筑玻璃窑池窑底部和锡槽。锡槽对耐火材料质量的要求很高。

早期，槽底耐火材料采用耐火混凝土。后来，烧结材料取代了含有结合水的混凝土。大砖可以采用捣打或真空浇注成型制作。但是，捣打的劳动强度大、干燥和烧成周期长、且难保结构均匀；真空浇注的脱水时间长、砖坯强度低、烘干烧成慢，产品的合格率不高。所以，可采用超低水泥浇注料工艺成型，再用烧结办法制成大砖。锡槽底砖要求较低的霞石化倾向和氢扩散度。降低霞石化倾向的办法：一是控制 Al_2O_3 含量为 $38\sim 43\%$ ，显气孔率 $\leq 23\%$ ；二是或者控制 Al_2O_3 含量为 $43\sim 48\%$ ，显气孔率 $\leq 15\%$ 。氢扩散度是用于表征气体渗透性的指标，其数值应 $\leq 150\text{mmH}_2\text{O}$ 。

玻璃工业的发展趋势

- ❖ 提高玻璃质量：影响质量的结石、气泡、玻筋等均与耐火材料相关。为提高玻璃质量，必须采用具有优异抗侵蚀和气泡析出性能的耐火材料。
- ❖ 扩大熔窑规模：熔窑大型化是降低能耗的主要途径之一。目前，浮法窑的规模已从 400T/D 增加到 $\geq 900\text{T/D}$ 。熔窑大型化后，跨度增大、温度和熔化率提高，需要采用更高档的耐火材料。
- ❖ 提高熔窑寿命：目前我国熔窑寿命 6-8 年，若能提高到 8-12 年可以大大减少冷修带来的经济损失。提高窑龄主要应提高熔窑关键部位所使用耐火材料的质量。
- ❖ 进一步降低能源消耗：全氧燃烧技术和减压澄清技术等具有明显的节能效果，是熔窑的发展方向之一。采用这些技术会加速对耐火材料的侵蚀，需要使用性能更高的耐火材料。
- ❖ 提高深加工的档次：发达国家玻璃产品的深加工率的比例高达 $60\sim 70\%$ 。一些深加工产品是：中空、夹层、镀膜、制镜、钢化 and 防盗玻璃。
- ❖ 玻璃窑用耐火材料将满足 10 年以上窑炉寿命
- ❖ 满足减少玻璃缺陷和生产优质玻璃的要求。
- ❖ 满足国家对节能减排的要求。

玻璃工业与耐火材料(大纲)

作者: 曾大凡, 袁林

作者单位: 曾大凡(中国建筑材料科学研究总院), 袁林(北京瑞泰高温材料科技股份有限公司)

本文读者也读过(10条)

1. 张晓波 熔铸耐火材料的玻璃相及氧化程度[会议论文]-2007
2. 冯严宾. 吕祥青. 冯燕萍. 周崇非. 王建波 三维设计软件PRO/E在耐火材料模具设计中的应用[期刊论文]-耐火材料 2009, 43(4)
3. 刘锡俊. 陈龙. 叶亚红 浮法玻璃熔窑用熔铸耐火材料[会议论文]-2004
4. 赵海山 对玻璃熔窑助燃空气供风换向系统的探讨[会议论文]-2003
5. 谢朝晖. 王孝瑞. 彭艳 从标准内容探讨我国耐火材料产品标准编制的改革[期刊论文]-耐火材料2008, 42(2)
6. 郭印诚. 胡桅林 玻璃熔窑燃烧状况的虚拟实验[会议论文]-2003
7. 李新宁. 邹宁宇 我国玻璃纤维工业的节能减排[期刊论文]-建材发展导向2007, 5(5)
8. 刘大钧 对熔铸A Z S 砖加热过程中应用形成的认为及玻璃熔窑烤窑过程中的建议[会议论文]-1999
9. 王新春 浮法玻璃熔窑热耗调查报告[会议论文]-2007
10. 郑玉刚. 孟祥德. 陈东亚 玻璃熔窑过火的实践与应用[会议论文]-2004

本文链接: http://d.g.wanfangdata.com.cn/Conference_6795004.aspx