

# 锆质及锆镁质耐火材料的抗玻璃侵蚀性

**摘要:** 列出了在高温下二氧化硅熔体对不同组成的锆质及锆镁质耐火材料的侵蚀作用的实验数据。研究表明, 存在游离方镁石时可以阻止锆镁质立方固溶体分解。

**关键词:** 耐火材料; 二氧化锆; 方镁石; 玻璃熔体

**中图分类号:** TQ175.12

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1673-7792 (2011) 06-0052-01

对于熔炼玻璃来说, 传统上选用含有低温形态氧化锆的锆质耐火材料(斜锆石耐火材料、斜锆石刚玉耐火材料)。由于有二氧化硅熔体存在时固溶体发生分解, 故高温形态的稳定性氧化锆质材料的应用有其局限性。查明, 采用碱土元素氧化物(Ca、Mg)稳定的二氧化锆立方固溶体发生最大程度的分解, 而采用稀土元素氧化物(Y、Yb、Eu等)稳定的二氧化锆立方固溶体则发生较小程度的分解。采用稀土元素氧化物时可导致制品的生产成本显著提高。对于降低制品的生产成本来说, 则采用综合型加入剂来稳定高温形态ZrO<sub>2</sub>是可行的, 或者将锆质耐火材料与其它类型耐火材料(方镁石耐火材料、尖晶石耐火材料)配合使用也是可行的。

为了查明对二氧化硅熔体的抵抗性, 采用于1 500℃以氧化镁进行部分稳定的二氧化锆(单斜晶系ZrO<sub>2</sub>含量约为30%)、方镁石和稀土元素氧化物进行试验。表1中列出了锆镁质立方固溶体的稳定化程度与稀土元素氧化物类型及烧成温度之间的关系。当锆镁质材料中存在50%MgO时, 则在试样中发现了大量的游离方镁石, 达40%。

**表1** 锆镁质立方固溶体的稳定化程度(%)与稀土元素氧化物类型及烧成温度之间的关系

氧化物类型	烧成温度/℃			
	1 200		1 400	
	未加方镁石		加入方镁石	
Sm <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	70	90	75	95
Eu <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	70	95	75	100
Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	75	95	80	100
Yb <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	75	95	80	100

在已选定的成型和烧成温度(流体静力学半干成型, 成型压力为50MPa, 烧成温度为1 400℃)的条件下试样烧结程度不高, 线性尺寸收缩率≤5%~7%。游离方镁石的存在阻碍了烧

结。

于1 060~1 400℃温度下测定了二氧化硅熔体对锆镁质耐火材料的影响。

在不太高的温度下熔体的熔滴开始沿着耐火材料表面流淌, 而且有游离方镁石存在时熔体更容易渗入试样中。不含游离MgO的试样的润湿角大于不含有游离方镁石的试样, 此时熔滴沿着锆质材料底层流淌(见表2)。

**表2** ZrO<sub>2</sub>试样被二氧化硅熔体润湿的接触角与稀土元素氧化物类型、游离方镁石的存在及烧成温度之间的关系

氧化物类型	烧成温度/℃			
	1 200		1 400	
	加入方镁石		未加方镁石	
Sm <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	16	9	10	0
Eu <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	15	8	8	0
Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	14	12	0	0
Yb <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	22	11	0	0

采用显微镜对玻璃熔体与耐火材料底层之间的接触区进行了研究, 结果表明, 当试样中有游离方镁石存在时, 则熔体富化区及变化较小的区之间的界面出现裂纹, 这是由于各区域的热膨胀系数不同, 导致出现裂纹。在一些情况下由于试样产生应力, 导致熔体浸入区从耐火材料底层脱落。当有游离方镁石存在时, 则观察到较大的浸入深度, 但是这些区域的界面并未出现裂纹。

X-射线相组成分析结果表明, 在含有方镁石的试样接触区中锆镁固溶体未发生显著分解(稳定化程度~100%), 但是含有Sm<sub>2</sub>O<sub>3</sub>的试样则例外。在这种情况下, 立方固溶体约20%发生分解。富有玻璃相的接触区中含有稀土元素氧化物的硅酸盐及镁橄榄石约占5%~7%。不含方镁石的试样中锆镁立方固溶体发生了显著的分解。

(下转第56页)

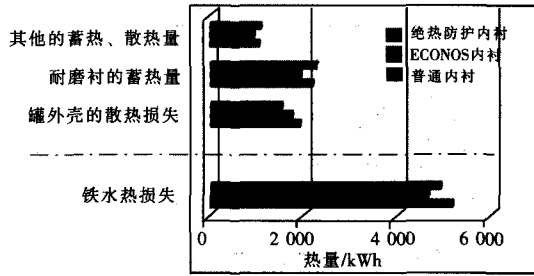


图6 鱼雷罐的铁水热损失平衡

的40%以上是被耐磨衬蓄热，所以抑制耐磨衬的蓄热量是非常重要的对策。

(2) ECONOS系内衬不仅发挥了抑制耐磨衬蓄热的效果，而且还间接地抑制了罐外壳的散热、其他的蓄热及散热。

(3) 绝热防护内衬对抑制罐外壳散热有效，但是具有增加耐磨衬蓄热、其他的蓄热、散热的负作用。

(4) 绝热防护内衬能够抑制罐外壳温度降低，从而间接地抑制了铁水温降。

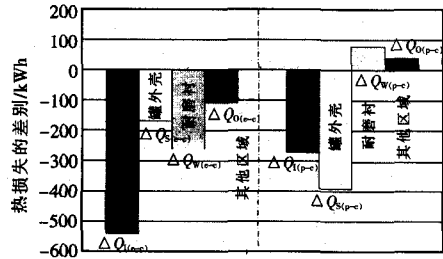


图7 从普通内衬的热损失减去ECONOS内衬(a)和绝热内衬(b)热损失的差计算的热损失差别

(5) 光凭借所调查的罐外壳温度，不见得能够评价铁水温降控制情况。

(6) 为了有效地抑制铁水温降，通过优化组合ECONOS系内衬和绝热防护内衬的特性和尺寸比率很重要。

(7) 本分析方法有助于实现这种设计的优化。

全 荣 编译自《Shinagawa Technical Report》,

2010, Vol.53: 9~16

王守权 校

收稿日期: 2011-05-04

(上接第52页)

试样中有游离方镁石存在时，甚至在长时间(20h)受玻璃熔体的作用时，立方晶系ZrO<sub>2</sub>也不会失去稳定性(见表3)。必须指出，含有钬氧化物、铱氧化物及镱氧化物的试样则对熔体具有较大的抵抗性。

表3 锆镁立方固溶体的稳定化程度(%)在玻璃熔体长时间作用下与稀土元素氧化物类型之间的关系

氧化物类型	未加入方镁石	加入方镁石
Sm <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	5	40
Eu <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	7	80
Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	15	60
Yb <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	15	80

为了查明高温下上述耐火材料组分对玻璃液污染的可能性，测定了玻璃成分的变化。经查明，在玻璃液于1250℃作用20h之后，未发现玻璃组成有大的变化。

### 结论

(1) 作为稳定剂加入高温形态ZrO<sub>2</sub>耐火材料中的稀土元素氧化物对玻璃熔体侵蚀具有较高抵抗性。

(2) 向锆镁质材料中加入50%方镁石可阻止立方固溶体发生分解，减轻熔体向耐火材料的渗入，而且不会引起耐火材料剥落，玻璃液也不会被耐火材料污染。

(3) 以ZrO<sub>2</sub>系为原料，并采用MgO-方镁石-稀土元素氧化物进行稳定，在材料长时间与玻璃熔体接触的条件下，材料受侵蚀的程度较小。

蔡 丽 编译自《Огнеупоры и техническая керамика》

李连洲 校

收稿日期: 2011-08-05

## 锆质及锆镁质耐火材料的抗玻璃侵蚀性

作者: [蔡丽 \(编译\)](#), [李连洲 \(校\)](#)  
作者单位: 不详  
刊名: [耐火与石灰](#)  
英文刊名: [Foreign Refractories](#)  
年, 卷(期): 2011, 36(6)

本文链接: [http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical\\_gmhcl201106015.aspx](http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical_gmhcl201106015.aspx)