



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 119841663 A

(43) 申请公布日 2025.04.18

(21) 申请号 202510083146.5

(22) 申请日 2025.01.20

(71) 申请人 浙江自立高温科技股份有限公司
地址 312369 浙江省绍兴市杭州湾上虞经
济技术开发区东二区聚贤二路9号

(72) 发明人 王玉龙 曹亚平 魏国平 方斌祥
邬晓滢 沈明科 刘光平

(74) 专利代理机构 杭州天勤知识产权代理有限
公司 33224
专利代理师 高佳逸

(51) Int. Cl.

C04B 38/06 (2006.01)

C04B 35/105 (2006.01)

B22D 41/02 (2006.01)

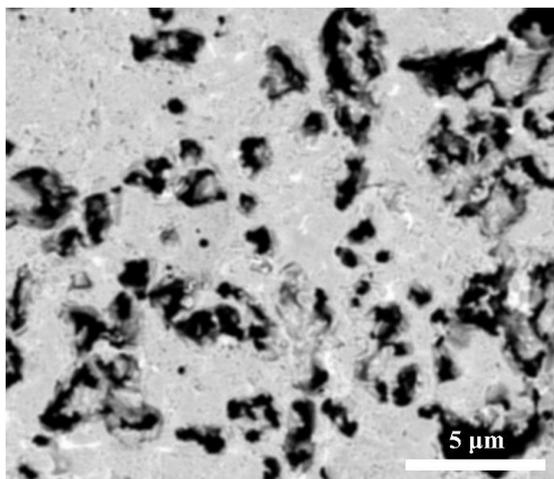
权利要求书2页 说明书5页 附图1页

(54) 发明名称

一种防渗钢透气元件及其制备方法

(57) 摘要

本发明公开了一种防渗钢透气元件及其制备方法。防渗钢透气元件包括本体；以重量份数计，本体原料组成包括：复相刚玉65~85份、氧化铝微粉10~30份、氧化铬微粉0~6份、氧化钛微粉0.5~5份、 α -环糊精0.5~2份、结合剂1~5份。本体制备方法包括：将氧化铝微粉和可选择性加入的氧化铬微粉以及 α -环糊精、第一部分结合剂搅拌混匀，得到第一组分；将复相刚玉首先与第二部分结合剂搅拌混合均匀，再加入氧化钛微粉，得到第二组分；将第一组分和第二组分混匀、困料后进行机压成型以及高温烧成并加工形成通气槽，得到本体。



1. 一种防渗钢透气元件,其特征在于,包括本体;

以重量份数计,所述本体的原料组成包括:复相刚玉65~85份、氧化铝微粉10~30份、氧化铬微粉0~6份优选0.5~6份、氧化钛微粉0.5~5份、 α -环糊精0.5~2份、结合剂1~5份;

所述本体的制备方法包括:

结合剂分为第一部分结合剂和第二部分结合剂,其中第一部分结合剂为结合剂总重量的30%~50%,第二部分结合剂为结合剂总重量的50%~70%;

将氧化铝微粉和可选择性加入的氧化铬微粉以及 α -环糊精、第一部分结合剂搅拌混匀,在第一部分结合剂的作用下,利用 α -环糊精独特的结构填充微粉孔隙以便高温烧成后形成大量亚微米级孔隙结构,得到第一组分;

将复相刚玉首先与第二部分结合剂搅拌混合均匀,再加入氧化钛微粉,在第二部分结合剂的作用下,氧化钛微粉富集在复相刚玉表面,形成氧化钛微粉包覆结构,得到第二组分;

将第一组分和第二组分混匀、困料后进行机压成型以及1500~1700°C高温烧成并加工形成通气槽,得到所述本体。

2. 根据权利要求1所述的防渗钢透气元件,其特征在于,所述本体的原料组成中无铝酸钙水泥;

复相刚玉、氧化铝微粉、氧化铬微粉、氧化钛微粉、 α -环糊精和结合剂的总重量份数为100份。

3. 根据权利要求1所述的防渗钢透气元件,其特征在于,所述复相刚玉中的主要物相为75wt%~95wt%的刚玉相和5wt%~12wt%的铝镁尖晶石相;

所述复相刚玉中 Al_2O_3 含量 $\geq 94.0\text{wt}\%$, MgO 含量 $\leq 5\text{wt}\%$, $\text{Al}_2\text{O}_3+\text{MgO}$ 含量 $\geq 98.5\text{wt}\%$;

所述复相刚玉为颗粒和细粉的组合,粒度为5-0mm。

4. 根据权利要求1所述的防渗钢透气元件,其特征在于,所述氧化铝微粉包括中位粒径D50为0.5~1 μm 、1~2 μm 、4~5 μm 氧化铝微粉中的一种或多种。

5. 根据权利要求1所述的防渗钢透气元件,其特征在于,所述氧化铬微粉 Cr_2O_3 含量 $\geq 98.0\text{wt}\%$,中位粒径D50 $\leq 10\mu\text{m}$ 。

6. 根据权利要求1所述的防渗钢透气元件,其特征在于,所述氧化钛微粉的中位粒径D50 $\leq 5\mu\text{m}$ 。

7. 根据权利要求1所述的防渗钢透气元件,其特征在于,所述结合剂包括磷酸、磷酸二氢铝溶液、PVA溶液、酚醛树脂、硅溶胶、铝溶胶中的一种或两种以上。

8. 根据权利要求1所述的防渗钢透气元件,其特征在于,所述本体为板状;

所述通气槽的数量为20~60条;

所述通气槽为锯齿状方形结构。

9. 根据权利要求1~8任一项所述的防渗钢透气元件的制备方法,其特征在于,包括制备本体;

所述本体的制备方法包括:

结合剂分为第一部分结合剂和第二部分结合剂,其中第一部分结合剂为结合剂总重量的30%~50%,第二部分结合剂为结合剂总重量的50%~70%;

将氧化铝微粉和可选择性加入的氧化铬微粉以及 α -环糊精、第一部分结合剂搅拌均匀,在第一部分结合剂的作用下,利用 α -环糊精独特的结构填充微粉孔隙以便高温烧成后形成大量亚微米级孔隙结构,得到第一组分;

将复相刚玉首先与第二部分结合剂搅拌混合均匀,再加入氧化钛微粉,在第二部分结合剂的作用下,氧化钛微粉富集在复相刚玉表面,形成氧化钛微粉包覆结构,得到第二组分;

将第一组分和第二组分混匀、困料后进行机压成型以及1500~1700°C高温烧成并加工形成通气槽,得到所述本体。

一种防渗钢透气元件及其制备方法

技术领域

[0001] 本发明涉及耐火材料技术领域,具体涉及一种可用于精炼钢包透气砖的防渗钢透气元件及其制备方法。

背景技术

[0002] 透气砖作为钢包精炼吹氩的关键功能耐火材料,在钢水精炼时,氩气通过透气砖吹入钢水,带动钢水循环流动,均化钢水的成分和温度。但是在精炼吹氩结束后,气源管道切断,高温钢水会沿透气砖吹氩通道渗入进去,导致再次精炼吹氩时通道堵塞。目前国内外常规使用的钢包透气砖采用水泥结合刚玉尖晶石浇注料,浇注成型后经高温烧成后使用。因为采用浇注成型,浇注料中水分形成大量的大尺寸气孔。同时浇注料中的基质细粉和骨料颗粒之间,难以高温烧结,形成大量的缝隙。导致浇注型透气砖的吹氩通道非常容易渗入钢水,造成钢包精炼吹氩失败。

[0003] 公开号为CN117962072A的专利说明书公开了一种烧成整体机压成型透气功能元件的制备方法,该透气功能元件为圆柱体或长方体形状,外周为耐热钢制作的钢套,经整体机压成型的透气元件本体与浇注料、钢套组合后形成高强耐高温性优异的透气功能元件;其制备包括以下步骤:步骤一、备配料:按透气元件本体的原料成分及其重量份数备好配料;步骤二、预混合:将上一步骤称量好的电熔白刚玉或板状刚玉、氧化铝微粉、锆质材料、电熔莫来石,加入震动球磨机内进行预混合,混合时间为20~30min;步骤三、搅拌、造粒及筛分:将上述搅拌均匀的细颗粒粉料加入一定添加剂及结合剂后在可调速搅拌机内搅拌若干分钟后,使用2mm筛网进行筛分,筛除团聚泥料;步骤四、因料:筛分后颗粒均匀细腻的泥料经24小时的因料,检测其湿度在0.5~1.5%之间,进行后续机压成型工作;步骤五、砖坯预成型:将若干可燃聚酯条均匀分布在模具中的预设位置,聚酯条贯穿模具内且竖直同向布置,并在上、下两侧设有聚酯条固定板,将上一步骤中的泥料放入模具内进行震动,并两端机压,震动机压成型后,拆除模具,取出预成型砖坯;步骤六、二次成型:将预成型砖坯放入等静压压机或电动螺旋压砖机上经预制模具高压成型,压机采用1000吨以上的大吨位压砖机;步骤七、干燥:将上步骤中具备较高强度的砖坯置于100~200℃的干燥窑内进行养护干燥24~48小时;步骤八、高温烧成:将干燥好的二次成型砖坯,置于1400~1700℃的高温隧道窑或者梭式窑内进行高温烧成,砖坯内部设置的可燃聚酯条消失,形成了预留完整的狭缝;步骤九、刻槽:在烧成后砖坯的圆柱体或长方体外壁使用磨床或刻刀切磨出若干条横向凹槽,在透气元件本体后续加工使用时起到防脱落作用;步骤十、加装钢套:按照烧成后的砖坯外形制作钢套,钢套上预留缝隙便于高压气体沿缝隙通过,耐高温钢套经过焊接包裹在机压透气元件本体的外部,形成完整可供现场安装使用的透气功能元件。

[0004] 在提出本发明之前,申请人先提出了公开号为CN115572156A的发明专利申请,该专利申请说明书公开了一种钢水不浸润的铝硅铬质透气元件及其制备方法。铝硅铬质透气元件包括板状本体,由以下质量百分比的原料通过机压成型得到,设置锯齿状通气结构:复相刚玉颗粒51%~72%,锆刚玉1%~10%,莫来石颗粒7%~18%,氧化铝微粉10%~

20%，氧化铬微粉1%~6%，结合剂1%~3%。该专利技术不采用水泥，成型方式为机压成型，基质细粉部分为较纯净的氧化铝一元体系，极大减少透气元件在高温状态低融相的产生，具有显著较低的气孔率。该透气元件有高强度和优良的热震稳定性和抗钢水浸润性能，解决了传统透气砖热震稳定性差导致砖芯断裂制约服役寿命，易受钢水浸润而导致狭缝堵塞透气砖底吹不通等问题。

[0005] 申请人经过大量研究，在此提出一种新的防渗钢透气元件及其制备方法，该防渗钢透气元件的显气孔率更低、强度更高、抗热震性更强，抵抗钢水渗透的能力更强。

发明内容

[0006] 为了解决传统透气砖吹氩通道易受钢水渗透而导致通道堵塞等问题，本发明提供了一种防渗钢透气元件及其制备方法，采用基质(氧化铝微粉、氧化铬微粉和 α -环糊精)预处理的方法，利用 α -环糊精独特的空腔结构填充微粉孔隙，使致密基质部分高温烧成后形成大量亚微米级孔隙结构。同时通过调控拌料工艺，使得氧化钛微粉在颗粒表面富集，在高温烧成过程中，复相刚玉颗粒表面原位生成低膨胀系数的 Al_2TiO_5 物相，不仅具有良好的热震稳定性，同时促进颗粒与基质的连接作用，显著减少颗粒与基质界面的缝隙，显著改善透气元件的强度、抗热震能力和抗钢水渗透能力。透气元件层叠组装后用于钢包精炼透气砖，具有良好的吹通率和使用寿命。

[0007] [1]一种防渗钢透气元件，包括本体；

[0008] 以重量份数计，所述本体的原料组成包括：复相刚玉65~85份(例如78份等)、氧化铝微粉10~30份(例如15份等)、氧化铬微粉0~6份优选0.5~6份(例如1份、3份等)、氧化钛微粉0.5~5份(例如1份、3份等)、 α -环糊精0.5~2份(例如1份等)、结合剂1~5份(例如2份等)；

[0009] 所述本体的制备方法包括：

[0010] 结合剂分为第一部分结合剂和第二部分结合剂，其中第一部分结合剂为结合剂总重量的30%~50%(例如40%等)，第二部分结合剂为结合剂总重量的50%~70%(例如60%等)；

[0011] 将氧化铝微粉和可选择性加入(即氧化铬微粉重量份为0时不加入，不为0时加入)的氧化铬微粉以及 α -环糊精、第一部分结合剂搅拌混匀，在第一部分结合剂的作用下，利用 α -环糊精独特的结构填充微粉孔隙以便高温烧成后形成大量亚微米级孔隙结构，得到第一组分；

[0012] 将复相刚玉首先与第二部分结合剂搅拌混合均匀，再加入氧化钛微粉，在第二部分结合剂的作用下，氧化钛微粉富集在复相刚玉表面，形成氧化钛微粉包覆结构，得到第二组分；

[0013] 将第一组分和第二组分混匀、因料后进行机压成型以及1500~1700℃高温烧成并加工形成通气槽，得到所述本体。

[0014] 本发明采用基质预处理和颗粒-基质界面处理的方法，使 α -环糊精在基质微粉中混合均匀，利用 α -环糊精独特的结构填充微粉孔隙，烧成后形成大量亚微米级孔隙结构(例如图1)，提高了基质部分的抗热震性能。同时在搅拌过程中，使氧化钛微粉在复相刚玉表面富集，在高温烧成过程中，复相刚玉颗粒表面与氧化钛原位生成低膨胀系数的 Al_2TiO_5 物相，

具有良好的热震稳定性,同时促进颗粒与基质的连接作用,减少颗粒与基质界面形成的较大缝隙。相较于传统浇注材质,基质中没有大的气孔,同时形成亚微米级孔隙结构,在降低孔隙率的前提下提高材质抗热震性能。通过干预颗粒-基质界面反应,显著降低了传统材质中颗粒-基质界面缝隙,提高了抗钢水渗透性能。

[0015] 在一些实施例中,所述的防渗钢透气元件,所述本体的原料组成中无铝酸钙水泥。

[0016] 在一些实施例中,所述的防渗钢透气元件,复相刚玉、氧化铝微粉、氧化铬微粉、氧化钛微粉、 α -环糊精和结合剂的总重量份数可为100份。

[0017] 在一些实施例中,所述的防渗钢透气元件,所述复相刚玉中的主要物相为75wt%~95wt%的刚玉相和5wt%~12wt%的铝镁尖晶石相。

[0018] 在一些实施例中,所述的防渗钢透气元件,所述复相刚玉中 Al_2O_3 含量 $\geq 94.0\text{wt}\%$, MgO 含量 $\leq 5\text{wt}\%$, $\text{Al}_2\text{O}_3+\text{MgO}$ 含量 $\geq 98.5\text{wt}\%$ 。

[0019] 在一些实施例中,所述的防渗钢透气元件,所述复相刚玉可为颗粒和细粉的组合,进一步的,粒度可为5-0mm。

[0020] 在一些实施例中,所述的防渗钢透气元件,所述氧化铝微粉可包括中位粒径D50为0.5~1 μm 、1~2 μm 、4~5 μm 氧化铝微粉中的一种或多种。

[0021] 在一些实施例中,所述的防渗钢透气元件,所述氧化铬微粉 Cr_2O_3 含量 $\geq 98.0\text{wt}\%$,中位粒径D50 $\leq 10\mu\text{m}$ 。

[0022] 在一些实施例中,所述的防渗钢透气元件,所述氧化钛微粉的中位粒径D50 $\leq 5\mu\text{m}$ 。

[0023] 在一些实施例中,所述的防渗钢透气元件,所述结合剂可包括磷酸、磷酸二氢铝溶液、PVA(聚乙烯醇)溶液、酚醛树脂、硅溶胶、铝溶胶中的一种或两种以上。

[0024] 在一些实施例中,所述的防渗钢透气元件,所述本体可为板状。

[0025] 在一些实施例中,所述的防渗钢透气元件,所述通气槽的数量可为20~60条。

[0026] 在一些实施例中,所述的防渗钢透气元件,所述通气槽可为锯齿状方形结构。

[0027] [2]根据[1]所述的防渗钢透气元件的制备方法,包括制备本体;

[0028] 所述本体的制备方法包括:

[0029] 结合剂分为第一部分结合剂和第二部分结合剂,其中第一部分结合剂为结合剂总重量的30%~50%,第二部分结合剂为结合剂总重量的50%~70%;

[0030] 将氧化铝微粉和可选择性加入的氧化铬微粉以及 α -环糊精、第一部分结合剂搅拌均匀,在第一部分结合剂的作用下,利用 α -环糊精独特的结构填充微粉孔隙以便高温烧成后形成大量亚微米级孔隙结构,得到第一组分;

[0031] 将复相刚玉首先与第二部分结合剂搅拌混合均匀,再加入氧化钛微粉,在第二部分结合剂的作用下,氧化钛微粉富集在复相刚玉表面,形成氧化钛微粉包覆结构,得到第二组分;

[0032] 将第一组分和第二组分混匀、困料后进行机压成型以及1500~1700 $^{\circ}\text{C}$ 高温烧成并加工形成通气槽,得到所述本体。

[0033] 本发明所述本体的制备方法中,所述困料的时间可为24h。

[0034] 本发明与现有技术相比,有益效果有:

[0035] 本发明所公开的透气元件材质区别于传统的透气砖材质,不添加铝酸钙水泥,基质部分采用氧化铝微粉、氧化铬微粉,其经过预处理后使得高温烧成后基质中形成大量亚

微米级孔隙结构,显著降低传统透气砖材质中的大气孔的基础上,提高了基质部分的抗热震性能。同时,在复相刚玉表面进行包覆,经高温处理后,使得复相刚玉颗粒与基质界面处,原位生成低膨胀系数的 Al_2TiO_5 物相,具有良好的热震稳定性,同时促进颗粒与基质的连接作用,减少颗粒与基质界面形成的较大气孔缝隙。而传统透气砖材质颗粒与基质界面存在大量缝隙。这两个因素赋予了该透气元件良好的强度、热震稳定性和抗钢水渗透性能。

附图说明

[0036] 图1为实施例1防渗钢透气元件的显微结构照片。

具体实施方式

[0037] 下面结合附图及具体实施例,进一步阐述本发明。应理解,这些实施例仅用于说明本发明而不适用于限制本发明的范围。下列实施例中未注明具体条件的操作方法,通常按照常规条件,或按照制造厂商所建议的条件。以下各例中的透气元件本体均为板状本体,其上加工形成的通气槽均为锯齿状方形结构。

[0038] 表1展示了各实施例防渗钢透气元件本体原料组成。

[0039] 表1

原料	粒度	重量份	
		实施例 1	实施例 2
复相刚玉	5-0mm 颗粒和细粉	78	78
		/	/
[0040] 氧化铝微粉		15	15
氧化铬微粉		1	3
氧化钛微粉		3	1
α -环糊精		1	1
结合剂		2	2

[0041] 表1中:

[0042] 复相刚玉中的主要物相为75wt% ~ 95wt%的刚玉相和5wt% ~ 12wt%的铝镁尖晶石相;

[0043] 复相刚玉中 Al_2O_3 含量 $\geq 94.0wt\%$, MgO 含量 $\leq 5wt\%$, Al_2O_3+MgO 含量 $\geq 98.5wt\%$;

[0044] 氧化铝微粉中位粒径D50为 $2\mu m$;

[0045] 氧化铬微粉 Cr_2O_3 含量 $\geq 98.0wt\%$, 中位粒径D50 $\leq 10\mu m$;

[0046] 氧化钛微粉的中位粒径D50 $\leq 5\mu m$;

[0047] 结合剂为磷酸二氢铝溶液。

[0048] 各实施例防渗钢透气元件本体的制备方法包括:

[0049] 结合剂分为第一部分结合剂和第二部分结合剂,其中第一部分结合剂为结合剂总重量的40%,第二部分结合剂为结合剂总重量的60%;

[0050] 将氧化铝微粉和氧化铬微粉以及 α -环糊精、第一部分结合剂搅拌混匀,在第一部分结合剂的作用下,利用 α -环糊精独特的结构填充微粉孔隙以便高温烧成后形成大量亚微米级孔隙结构,得到第一组分;

[0051] 将复相刚玉首先与第二部分结合剂搅拌混合均匀,再加入氧化钛微粉,在第二部分结合剂的作用下,氧化钛微粉富集在复相刚玉表面,形成氧化钛微粉包覆结构,得到第二组分;

[0052] 将第一组分和第二组分混匀、困料24h后进行机压成型以及1500~1700°C高温烧成并加工形成通气槽,得到本体。

[0053] 对比例1:

[0054] 同实施例1相比,本对比例透气元件本体原料组成相同,区别在于制备方法。本对比例透气元件本体制备方法:将复相刚玉、氧化铝微粉、氧化铬微粉、氧化钛微粉、 α -环糊精混匀后再加入结合剂,混匀然后困料24小时,进行机压成型以及1500~1700°C高温烧成并加工形成通气槽,得到本体。

[0055] 对比例2:

[0056] 同实施例1相比,本对比例透气元件本体原料组成中无 α -环糊精,复相刚玉用量变为79重量份。本对比例透气元件本体的制备方法同实施例1,只是在第一泥料的制备过程中无 α -环糊精加入。

[0057] 对比例3:

[0058] 同实施例1相比,本对比例透气元件本体原料组成中无氧化钛微粉,复相刚玉用量变为81重量份。本对比例透气元件本体的制备方法同实施例1,只是在第二泥料的制备过程中无氧化钛微粉加入。

[0059] 各实施例、对比例的透气元件本体性能测试结果参见表2。

[0060] 表2

项目		实施例 1	实施例 2	对比例 1	对比例 2	对比例 3
体积密度 (g/cm ³)	1600°C×3h	3.28	3.25	3.23	3.25	3.22
[0061] 显气孔率 (%)	1600°C×3h	11.9	12.8	13.5	12.3	14.8
抗折强度 (MPa)	1600°C×3h	40.1	42.5	28.2	39.8	25.3
耐压强度 (MPa)	1600°C×3h	344.1	361.3	200.0	315.6	150.9
热震断裂次数	1100°C水冷	31	25	15	9	18

[0062] 由表2中各例的性能比较可看出,本发明的防渗钢透气元件本体的显气孔率明显更低,强度和抗热震性明显更优。对比例1没有对骨料和基质进行针对性的分别预处理,而是简单直接的一次性共混,所得透气元件本体不仅强度显著下降,而且热震性由实施例1的31次断裂下降至15次断裂。对比例2没有添加 α -环糊精,所得透气元件本体与实施例1相比,强度没有显著区别,但是热震性由31次断裂下降至9次断裂。对比例3没有添加氧化钛微粉。所得透气元件本体与实施例1相比,强度显著下降,并且热震性由31次断裂下降至18次断裂。

[0063] 图1展示了实施例1中材料基质中大量存在的亚微米级尺寸气孔,说明了 α -环糊精的引入在烧成后的基质中形成大量微气孔,可以显著提高材料的热震稳定性能。

[0064] 此外应理解,在阅读了本发明的上述描述内容之后,本领域技术人员可以对本发明作各种改动或修改,这些等价形式同样落于本申请所附权利要求书所限定的范围。

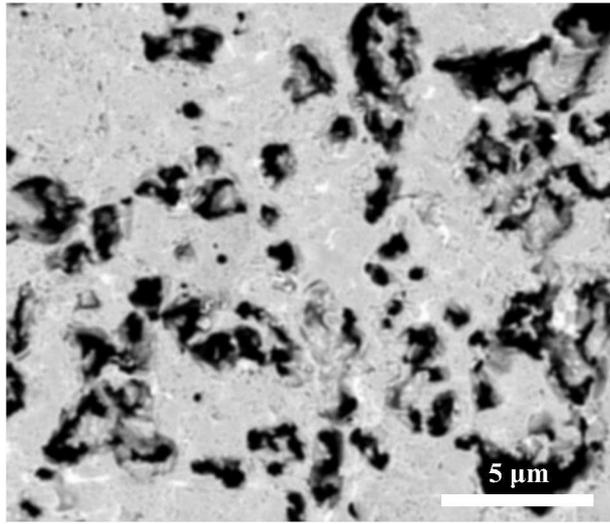


图1