



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 112939561 B

(45) 授权公告日 2022.05.13

(21) 申请号 202110349704.X

C04B 24/38 (2006.01)

(22) 申请日 2021.03.31

C04B 24/14 (2006.01)

C04B 111/40 (2006.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 112939561 A

(56) 对比文件

(43) 申请公布日 2021.06.11

CN 110128045 A, 2019.08.16

CN 101265069 A, 2008.09.17

(73) 专利权人 武汉三源特种建材有限责任公司

CN 107056115 A, 2017.08.18

CN 110467416 A, 2019.11.19

地址 430083 湖北省武汉市青山区工人村
都市工业园内

审查员 阳雅丽

(72) 发明人 夏瑞杰 刘猛 王海龙 王庆

纪宪坤

(74) 专利代理机构 南京纵横知识产权代理有限公司

公司 32224

专利代理师 祝蓉蓉

(51) Int. Cl.

C04B 28/16 (2006.01)

权利要求书1页 说明书6页

(54) 发明名称

一种磷石膏基轻质抹灰石膏及其制备方法

(57) 摘要

本发明提供了一种磷石膏基轻质抹灰石膏及其制备方法,所述的抹灰石膏按质量百分比计,原料包括:煅烧磷石膏和明矾30.1-70.5%,水泥4.5-15.5%,重钙14.5-45.5%,玻化微珠4.5-12.5%,纤维素0.01-1.0%,偶联剂0.1-2.0%,增粘剂0.01-1.0%,缓凝剂0.01-1.5%;所述煅烧磷石膏和明矾为明矾石原矿与磷石膏混合煅烧而成。本发明通过煅烧制得的半水-无水石膏混合相石膏胶凝材料可以利用两种石膏相的水化特性,充分发挥两者的优势,为磷石膏的大规模利用提供了新的途径,具有较好的环境和经济效益。

1. 一种磷石膏基轻质抹灰石膏,其特征在于,按质量百分比计,原料包括:煅烧磷石膏和明矾30.1-70.5%,水泥4.5-15.5%,重钙14.5-45.5%,玻化微珠4.5-12.5%,纤维素0.05-1.0%,偶联剂0.1-2.0%,增粘剂0.01-1.0%,缓凝剂0.01-0.05%;所述煅烧磷石膏和明矾为明矾石原矿与磷石膏混合煅烧而成;所述偶联剂用于对纤维素进行改性;

所述煅烧磷石膏和明矾的煅烧温度为550℃-680℃保温1h-2h。

2. 根据权利要求1所述的一种磷石膏基轻质抹灰石膏,其特征在于,按质量百分比计,原料包括:煅烧磷石膏和明矾50-60%,水泥5-10%,重钙20-35%,玻化微珠8-10%,纤维素0.2-0.25%,偶联剂0.2-0.5%,增粘剂0.04-0.05%,缓凝剂0.01-0.05%。

3. 根据权利要求1所述的一种磷石膏基轻质抹灰石膏,其特征在于,所述煅烧磷石膏和明矾中,明矾石与磷石膏按1:49~1:199的质量比混合。

4. 根据权利要求1所述的一种磷石膏基轻质抹灰石膏,其特征在于,煅烧后的所述磷石膏的相组成包括β-半水石膏、AⅢ型无水石膏和AⅡ型无水石膏,按质量百分比计,其中AⅡ型无水石膏为65%-85%,β-半水石膏10%-30%,AⅢ型无水石膏<5%,二水石膏<2%。

5. 根据权利要求1所述的一种磷石膏基轻质抹灰石膏,其特征在于,所述的偶联剂为硅烷偶联剂γ-氨丙基三乙氧基硅烷、γ-(2,3-环氧丙氧基)丙基三甲氧基硅烷中的一种或两种。

6. 根据权利要求1所述的一种磷石膏基轻质抹灰石膏,其特征在于,所述缓凝剂为骨胶蛋白类缓凝剂。

7. 权利要求1-6任一项所述的一种磷石膏基轻质抹灰石膏的制备方法,其特征在于,包括如下步骤:

S1. 先将所述纤维素、偶联剂与水按一定比例混合,在200~400 rpm的条件下搅拌加热至70~90℃,保温15-45 min,之后冷却至室温,得到溶液a;

S2. 将溶液a加入至缓凝剂的低碱溶液中,在常温条件下200~400 rpm的转速搅拌10-30min,制得溶液b;所述低碱溶液pH为8-9;

S3. 将溶液b和增粘剂加入至适量水中得到混合液,然后再将所述煅烧磷石膏和明矾、水泥、重钙、玻化微珠混合均匀后加入至所述混合液中,静置1 min后,慢速搅拌2 min,制得轻质抹灰石膏。

8. 根据权利要求7所述的一种磷石膏基轻质抹灰石膏的制备方法,其特征在于,步骤S1中所述保温的时间为30min。

9. 根据权利要求7所述的一种磷石膏基轻质抹灰石膏的制备方法,其特征在于,步骤S2中所述搅拌的时间为15min。

一种磷石膏基轻质抹灰石膏及其制备方法

技术领域

[0001] 本发明涉及建筑材料领域,尤其涉及一种磷石膏基轻质抹灰石膏制品及其制备方法。

背景技术

[0002] 磷石膏是生产磷肥、磷酸时排放出的固体废弃物,每生产1t磷酸约产生4.5-5t磷石膏,磷石膏的主要成分是 $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 。我国磷石膏的产生量将随着高浓度磷复肥产量的逐年提高而大幅度增加,目前年产量已超过7500万吨,利用率仅有40%,每年新增堆存的磷石膏4500~5000万吨,堆存压力逐年增大,磷石膏现累计堆存量为6亿吨左右。磷石膏一般呈灰白色或灰黑色,含有残留有机磷和无机磷、氟化物及氟、钾、钠等成分及其它无机物,杂质种类较多,导致磷石膏难以直接应用于生产石膏建材产品,通常需先进行除杂预处理。

[0003] 磷石膏的除杂方法主要有化学法、物理法和热处理等方法。热处理法是通过高温处理磷石膏,除去其中的有机质和共晶磷,磷石膏经过高温煅烧,共晶磷转化为焦磷酸盐,有机质和氟杂质经过高温处理挥发出去。磷石膏的主要成分二水石膏 $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 又称生石膏,加热时存在3个排出结晶水阶段:105-180℃,首先排出1个水分子,随后立即排出半个水分子,转变为烧石膏($\text{CaSO}_4 \cdot 0.5\text{H}_2\text{O}$),也称熟石膏或半水石膏,它是一种气硬性胶凝材料,具有 α 和 β 两种形态,都呈菱形结晶,但物理性能不同;200-220℃,排出剩余的半个水分子,转变成Ⅲ型硬石膏($\text{CaSO}_4 \cdot \epsilon\text{H}_2\text{O}$, $0.06 < \epsilon < 0.11$);约350℃,转变成Ⅱ型无水石膏(CaSO_4);1120℃,进一步转变为Ⅰ型硬石膏,熔融温度1450℃。

[0004] 随着我国建筑行业的飞速发展以及环保要求的提高,抹灰石膏以其隔热、吸音、阻燃、抗冲击效果好,可调节空气湿度、建筑物负荷低、施工效率高等优异性能在国内飞速发展,2019年抹灰石膏的用量已由2015年110万吨增长到了450万吨,抹灰石膏的大量使用导致天然石膏资源的枯竭,给石膏行业的可持续发展带来了很大的挑战。公开号为CN108947439A专利申请公开了一种轻质抹灰石膏及其制作方法,原料包括磷石膏、玻珠、PE石膏缓凝剂、纤维素H620、淀粉醚,该轻质抹灰石膏具有持久耐用、粘结力大、不易粉化、不开裂、不空鼓、不掉粉的优点;但是其中磷石膏未经进一步处理,且含有可溶磷和有机杂质,水化率较低。公开号为CN101423351B的专利公开了一种粉刷石膏,包括不经煅烧的二水石膏50-60%,掺入气硬性石膏胶结料(含无水石膏)和/或水硬性胶凝材料40-50%,以及功能性外加剂0-0.3%;由于原料中有二水石膏的存在,后续的水化生成物将和存在的二水石膏胶结形成新的硬化体,这样既保存了石膏为主体和它的优点,又解决了水化硬化过程中的矛盾。但其原料中的二水石膏为未经处理的脱硫石膏和磷石膏等工业废渣,这些工业废渣中存在较多的杂质不仅会影响产品的外观和性能,尤其是磷石膏还含有一些有害的杂质,直接使用还可能会对环境产生不利影响。

[0005] 基于上述现有技术,利用磷石膏制备抹灰石膏,不仅可有效降低逐年加大的磷石膏堆存压力,也为石膏行业的持续发展提供了机遇。

发明内容

[0006] 为解决现有技术存在的问题,本发明提供一种磷石膏基轻质抹灰石膏,磷石膏通过在特定的温度进行煅烧可有效地去除可溶磷和有机杂质,煅烧制得的半水-无水石膏混合相石膏胶凝材料可以利用两种石膏相的水化特性,由其中的 β -半水石膏来激发A II型无水石膏的活性,充分发挥两者的优势,本发明制备半水-无水磷石膏混合相石膏胶凝材料为磷石膏的大规模利用提供了新的途径,具有较好的环境和经济效益。

[0007] 本发明还提供了所述磷石膏基轻质抹灰石膏的制备方法。

[0008] 为实现上述目的,本发明采取如下的技术方案:

[0009] 一种磷石膏基轻质抹灰石膏,按质量百分比计,原料包括:煅烧磷石膏和明矾30.1-70.5%,水泥4.5-15.5%,重钙14.5-45.5%,玻化微珠4.5-12.5%,纤维素0.05-1.0%,偶联剂0.1-2.0%,增粘剂0.01-1.0%,缓凝剂0.01-0.05%;所述煅烧磷石膏和明矾为明矾石原矿与磷石膏混合煅烧而成;所述偶联剂用于对纤维素进行改性。

[0010] 石膏相体系比较复杂,共包括5种形态,7个变种,其中A II型无水石膏胶结强度与耐水性均优于普通建筑 β -半水石膏,但A II型无水石膏自身的水化硬化非常缓慢,需要掺加激发剂加速水化硬化速率,而 β -半水石膏是一种水化较快的石膏相,其早期的水化硬化会使体系中硫酸钙浓度降低从而促进无水石膏的水化。因此,本发明通过将磷石膏和明矾进行煅烧,获得的半水-无水石膏混合相石膏胶凝材料可以充分发挥两种石膏相的优势,制成性能优良的混合相石膏制品;并且,本发明创造性的发现磷石膏和明矾混合煅烧时会相互促进,提高磷石膏的活性,明矾对磷石膏的激发作用也更明显。同时,本发明通过偶联剂对纤维素进行改性,使得纤维素更容易在石膏浆体中有效均匀地分布,结合缓凝剂的作用,一起包裹在石膏颗粒表面,不仅使石膏浆体更稳定,还能使浆体中的水分不易失去,在较长一段时间内逐步释放,使抹灰石膏具有良好的保水性和工作性。上述抹灰石膏在制备过程中还添加了适量水(根据标准稠度用水量添加)。

[0011] 更优选地,按质量百分比计,原料包括:煅烧磷石膏和明矾50-60%,水泥5-10%,重钙20-35%,玻化微珠8-10%,纤维素0.2-0.25%,偶联剂0.2-0.5%,增粘剂0.04-0.05%,缓凝剂0.01-0.05%。更优选地,按质量百分比计,原料包括:煅烧磷石膏和明矾55%,水泥6.2%,重钙30%,玻化微珠8%,纤维素0.2%,偶联剂0.5%,增粘剂0.05%,缓凝剂0.05%。

[0012] 优选地,所述煅烧磷石膏和明矾中,明矾石与磷石膏按1:49~1:199的质量比混合。更优选地,所述煅烧磷石膏和明矾中,明矾石与磷石膏按1:50-1:100的质量比混合。本发明发现,煅烧磷石膏和明矾中,明矾石与磷石膏的比例影响煅烧磷石膏的活性,明矾对磷石膏的激发作用随着明矾石掺量的增加而提高,凝结时间明显加快。

[0013] 优选地,所述煅烧磷石膏和明矾的煅烧温度为550°C-680°C保温1h-2h。更优选地,所述煅烧磷石膏和明矾的煅烧温度为600°C保温1h。如果煅烧温度较低,磷石膏中A III型无水石膏和 β -半水石膏的量相对较高,凝结时间加快,保水率也有所降低,同时较多的A III型无水石膏的存在会导致石膏的性能不稳定,为石膏基抹灰石膏的长期耐久性埋下隐患。本发明采用特定高温煅烧磷石膏获得特定相组成的半水-无水磷石膏,可有效去除水溶磷、氟及有机质,起到了除杂的效果,省去了预处理的过程,同时高温煅烧还可提高磷石膏的白度。

[0014] 优选地,煅烧后的所述磷石膏的相组成包括 β -半水石膏、AⅢ型无水石膏和AⅡ型无水石膏,按质量百分比计,其中AⅡ型无水石膏为65%-85%, β -半水石膏10%-30%,AⅢ型无水石膏<5%,二水石膏<2%。

[0015] 优选地,所述的偶联剂为硅烷偶联剂 γ -氨丙基三乙氧基硅烷、 γ -(2,3-环氧丙氧基)丙基三甲氧基硅烷中的一种或两种,可有效地偶联有机高分子材料纤维素、增粘剂、缓凝剂和无机材料石膏、水泥和重钙等,使外加剂更好的发挥作用。

[0016] 优选地,所述缓凝剂为骨胶蛋白类缓凝剂,骨胶蛋白缓凝剂不仅能够有效地延长石膏的凝结时间,而且对石膏的强度影响较小。

[0017] 本发明还提供所述的一种磷石膏基轻质抹灰石膏的制备方法,包括如下步骤:

[0018] S1.先将所述纤维素、偶联剂与水按一定比例混合,在200~400rpm的条件下搅拌加热至70~90℃,保温15-45min,之后冷却至室温,得到溶液a;

[0019] S2.将溶液a加入至缓凝剂的低碱溶液中,在常温条件下200~400rpm的转速搅拌10-30min,制得溶液b;所述低碱溶液pH为8-9;

[0020] S3.将溶液b和增粘剂加入至适量水中得到混合液,然后再将所述煅烧磷石膏和明矾、水泥、重钙、玻化微珠混合均匀后加入至所述混合液中,根据GBT28627-2012抹灰石膏中的试验方法,静置1min后,慢速搅拌2min,制得轻质抹灰石膏。

[0021] 制备方法中,步骤S1所述纤维素和偶联剂按照原料组成的质量百分比添加,具体为:纤维素0.05-1.0%,偶联剂0.1-2.0%,添加水至100wt%,再进行后续处理;步骤S2所述缓凝剂按照原料组成的质量百分比添加,具体为缓凝剂0.01-0.05%,添加水至100wt%,再进行后续处理;步骤S3所述适量水根据标准稠度用水量添加。

[0022] 若采用常规的制备方法,直接将原料混合成型,将无法发挥偶联剂对纤维素的改性作用,会使保水剂、缓凝剂和增粘剂等外加剂的作用降低,从而导致性能的降低。本发明提出了所述磷石膏基轻质抹灰石膏的优化制备方法,使石膏浆体更稳定,还能使浆体中的水分缓慢逐步释放,使抹灰石膏具有良好的保水性和工作性,性能优良。

[0023] 优选地,步骤S1中所述保温的时间为30min。

[0024] 优选地,步骤S2中所述搅拌的时间为15min。

[0025] 与现有技术相比,本发明的有益效果是:本发明采用煅烧后的磷石膏,相组成为 β -半水石膏、AⅢ型无水石膏和AⅡ型无水石膏,可利用自身的 β -半水石膏来激发AⅡ型无水石膏的活性;并且,加入的通过偶联剂改性的纤维素和骨胶蛋白类缓凝剂更容易在石膏浆体中有效均匀地分布,包裹在石膏颗粒表面,不仅使石膏浆体更稳定,还能使浆体中的水分不易失去,在较长一段时间内逐步释放,使抹灰石膏具有良好的保水性和工作性,制得的抹灰石膏具有粘结强度高、收缩率低、低空鼓、无开裂、耐候的优点。

具体实施方式

[0026] 下面将结合本发明中的实施例,对本发明的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动条件下所获得的所有其它实施例,都属于本发明保护的范围。

[0027] 经过发明人大量实验发现,实施例中采用以下优选方案都可以达到本发明所述的

有益效果:

[0028] 所述的重钙、玻化微珠,采用市售;

[0029] 所述的纤维素可以具体为羟丙基甲基纤维素,采用市售;

[0030] 所述的偶联剂为硅烷偶联剂 γ -氨丙基三乙氧基硅烷、 γ -(2,3-环氧丙氧基)丙基三甲氧基硅烷中的一种或两种;

[0031] 所述的增粘剂可以具体为石膏制品专用增粘剂,采用市售;

[0032] 所述的缓凝剂为骨胶蛋白类缓凝剂,采用市售。

[0033] 实施例提供的磷石膏基轻质抹灰石膏,按质量百分比计,原料包括:煅烧磷石膏和明矾50-60%,水泥5-10%,重钙20-35%,玻化微珠8-10%,纤维素0.2-0.25%,偶联剂0.2-0.5%,增粘剂0.04-0.05%,缓凝剂0.01-0.05%。所述煅烧磷石膏和明矾为明矾石原矿与磷石膏混合煅烧而成,制备方法包括如下步骤:

[0034] S1.先将所述纤维素、偶联剂与水按一定比例混合,在200~400rpm的条件下搅拌加热至70~90℃,保温15-45min,之后冷却至室温,得到溶液a;

[0035] S2.将溶液a加入至缓凝剂的pH为8-9的低碱溶液中,在常温条件下200~400rpm的转速搅拌10-30min,制得溶液b;

[0036] S3.将溶液b和增粘剂加入至适量水中得到混合液,然后再将所述煅烧磷石膏和明矾、水泥、重钙、玻化微珠混合均匀后加入至所述混合液中,根据GBT28627-2012抹灰石膏中的试验方法,静置1min后,慢速搅拌2min,制得轻质抹灰石膏。

[0037] 实施例1

[0038] 一种磷石膏基轻质抹灰石膏,包括以下重量的原料:煅烧磷石膏和明矾550kg,水泥62kg,重钙300kg,玻化微珠80kg,纤维素2kg,偶联剂5kg,增粘剂0.5kg,缓凝剂0.5kg。其中明矾石:磷石膏的质量比为1:100,煅烧条件为600℃保温1h,制备过程为:

[0039] (1)先将所述纤维素、偶联剂与水按质量比2:5:93混合,在200rpm的条件下搅拌加热至70℃,保温30min,之后冷却至室温,得到溶液a;

[0040] (2)将a溶液加入至5wt%骨胶蛋白缓凝剂的低碱溶液中,在常温条件下200rpm的转速搅拌15min,制得溶液b;所述低碱溶液pH为8;

[0041] (3)将溶液b和增粘剂加入至适量的水中,然后再将上述煅烧磷石膏和明矾、水泥、重钙、玻化微珠混合均匀后加入至上述水中,静置1min后,用砂浆搅拌机慢速搅拌2min,制得轻质抹灰石膏。

[0042] 实施例2

[0043] 本实施例与实施例1基本相同,不同之处在于轻质抹灰石膏的组成:煅烧磷石膏和明矾550kg,水泥50kg,重钙300kg,玻化微珠92kg,纤维素2.5kg,偶联剂5kg,增粘剂0.4kg,缓凝剂0.1kg;步骤S1中所述纤维素、偶联剂与水按质量比2.5:5:92.5混合;S2中的低碱溶液含1wt%骨胶蛋白缓凝剂;抹灰石膏的其他制备过程同实施例1。

[0044] 实施例3

[0045] 本实施例与实施例1基本相同,不同之处在于轻质抹灰石膏的组成:煅烧磷石膏和明矾500kg,水泥100kg,重钙315kg,玻化微珠80kg,纤维素2kg,偶联剂2kg,增粘剂0.5kg,缓凝剂0.5kg;步骤S1中所述纤维素、偶联剂与水按质量比2:2:96混合;S2中的低碱溶液含5wt%骨胶蛋白缓凝剂;抹灰石膏的其他制备过程同实施例1。

[0046] 实施例4

[0047] 本实施例与实施例1基本相同,不同之处在于轻质抹灰石膏的组成:煅烧磷石膏和明矾500kg,水泥95kg,重钙300kg,玻化微珠100kg,纤维素2.2kg,偶联剂2kg,增粘剂0.5kg,缓凝剂0.3kg;步骤S1中所述纤维素、偶联剂与水按质量比2.2:2:95.8混合;S2中的低碱溶液含3wt%骨胶蛋白缓凝剂;抹灰石膏的其他制备过程同实施例1。

[0048] 实施例5

[0049] 本实施例与实施例1基本相同,不同之处在于:明矾石:磷石膏的质量比为1:80,煅烧条件为550℃保温1h。

[0050] 实施例6

[0051] 一种磷石膏基轻质抹灰石膏,原料组成与实施例1相同;其中明矾石:磷石膏的质量比为1:50,煅烧条件为600℃保温1h,抹灰石膏的制备过程同实施例1。

[0052] 对比例1

[0053] 一种磷石膏基轻质抹灰石膏,原料组成与实施例1相同;其中明矾石:磷石膏的质量比为1:100,煅烧温度为350℃保温1h,制备过程同实施例1。

[0054] 对比例2

[0055] 一种磷石膏基轻质抹灰石膏,包括以下重量的原料:煅烧磷石膏和明矾500kg,水泥62kg,重钙350kg,玻化微珠80kg,纤维素2kg,偶联剂5kg,增粘剂0.5kg,缓凝剂0.5kg;煅烧温度为600℃,制备过程为直接将上述原材料混合之后加入水中,静置1min后,用砂浆搅拌机慢速搅拌2min,制得轻质抹灰石膏。

[0056] 对比例3

[0057] 一种磷石膏基轻质抹灰石膏,原料组成与实施例1相同;其中明矾石:磷石膏的质量比为1:100,磷石膏和明矾为分别煅烧后用作原料,明矾石的煅烧条件为600℃保温1h,磷石膏的煅烧条件为600℃保温1h,其他制备过程同实施例1。

[0058] 试验例1

[0059] 将实施例1~实施例6,对比例1~对比例3制得的轻质抹灰石膏根据GBT28627-2012抹灰石膏中的试验方法进行性能测试,结果如表1所示:

[0060] 表1性能测试结果

项目		实施 例 1	实施 例 2	实施 例 3	实施 例 4	实施 例 5	实施 例 6	对比 例 1	对比 例 2	对比 例 3
凝结 时间	初凝/min	123	95	136	117	93	55	42	58	197
	终凝/min	181	125	187	156	127	83	50	84	262
保水率		86%	93%	81%	82%	74%	69%	62%	49%	69%
体积密度/kg/m ³		813	787	822	720	808	819	865	882	882
强度	抗压强度/MPa	6.2	3.3	4.6	3.1	3.6	2.3	2.7	1.7	1.6

[0062]	抗折强度/MPa	2.6	1.8	2.4	1.7	1.5	0.6	1.1	0.6	0.9
	拉伸粘结强度 /MPa	1.0	1.2	0.9	1.0	0.6	0.3	0.3	0.2	0.2

[0063] 请根据检测结果分析：

[0064] 通过实施例1-4的测试结果可以得出，磷石膏和水泥的总用量占比相对较高时，抹灰石膏的抗压和抗折强度相对较高，而玻化微珠的用量较高时会使抹灰石膏的体积密度降低，但同时强度也会有所降低，纤维素和偶联剂掺量增加时会有效地提高抹灰石膏的粘结强度和保水率，故，本申请最优的轻质抹灰石膏的组成为煅烧磷石膏和明矾550kg，水泥62kg，重钙300kg，玻化微珠80kg，纤维素2kg，偶联剂5kg，增粘剂0.5kg，缓凝剂0.5kg。

[0065] 从实施例1、5和6的测试结果可以看出，明矾的比例较高时，煅烧的磷石膏的活性较高，凝结时间明显加快，明矾对磷石膏的的激发作用随着掺量的增加提高。

[0066] 实施例1与对比例1相比煅烧温度较低时，磷石膏中AⅢ型无水石膏和β-半水石膏的量相对较高，凝结时间加快，保水率也有所降低，同时较多的AⅢ型无水石膏的存在会导致石膏的性能不稳定，为石膏基抹灰石膏的长期耐久性埋下隐患。

[0067] 结合实施例1和对比例2的结果可以发现，直接将原材料混合进行成型，偶联剂发挥的作用较小，会使保水剂、缓凝剂和增粘剂等外加剂的作用降低，从而导致性能的降低。

[0068] 结合实施例1和对比例3的结果可以看出，磷石膏和明矾分开煅烧时会导致磷石膏的活性较低，推测是磷石膏和明矾混合煅烧会相互促进，提高磷石膏的活性，明矾对磷石膏的激发作用也更明显。

[0069] 以上实施例仅示例性说明本发明的原理及其功效，以及部分技术方案的实施例，而非对其的限制，本行业的技术人员应该了解，本发明不受上述实施例的限制，在不脱离本发明精神和范围的前提下，可以对其中部分或全部技术特征进行各种变化和改进，但这些修改或变化都将落入要求保护的本发明范围内。