



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 112851284 A

(43) 申请公布日 2021.05.28

(21) 申请号 202110126068.4

(22) 申请日 2021.01.29

(71) 申请人 南京工业大学

地址 211800 江苏省南京市江北新区浦珠  
南路30号

(72) 发明人 李东旭 廖大龙 贺诚 焦嘉伟

(74) 专利代理机构 南京业腾知识产权代理事务  
所(特殊普通合伙) 32321

代理人 董存壁

(51) Int. Cl.

C04B 28/14 (2006.01)

权利要求书1页 说明书5页

(54) 发明名称

一种用于地暖回填的石膏自流平砂浆及其  
制备方法

(57) 摘要

本发明涉及一种用于地暖回填的石膏自流平砂浆,包括以下重量份的组分:石膏粉400-460份,工业固体废渣100-140份,水泥30-70份,石墨粉20-35份,氧化钙5-15份,硅酸铝镁3-15份,可再分散乳胶粉9-15份,消泡剂2-5份,石膏缓凝剂0.5-1份、减水剂0.5-1份和水160-220份。采用工业废渣作为石膏自流平中的骨料,减少了自流平砂浆中砂子的使用,并有效提高石膏基自流平砂浆的强度和耐磨度,本发明的石膏自流平砂浆成本低,质量稳定,具有较好的耐磨度、抗压强度和导热性能,适合用于不同类型的地暖回填,并且制备简单,施工简单,能耗低。

1. 一种用于地暖回填的石膏自流平砂浆,其特征在于,包括以下重量份的组分:

石膏粉400-460份,工业固体废渣100-140份,水泥30-70份,石墨粉20-35份,氧化钙5-15份,硅酸铝镁3-15份,可再分散乳胶粉9-15份,消泡剂2-5份,石膏缓凝剂0.5-1份、减水剂0.5-1份和水160-220份;

所述石膏粉为脱硫石膏、磷石膏或钛石膏中的一种;

所述工业固体废渣为有色金属渣、高炉渣或电炉气冷钢渣中的一种。

2. 如权利要求1所述用于地暖回填的石膏自流平砂浆,其特征在于,所述水泥为普通硅酸盐水泥或硅酸盐水泥中的一种。

3. 如权利要求1所述用于地暖回填的石膏自流平砂浆,其特征在于,所述石墨粉为400目、600目或1200目的鳞片石墨粉。

4. 如权利要求1所述用于地暖回填的石膏自流平砂浆,其特征在于,所述可再分散乳胶粉为VAE可再分散胶粉。

5. 如权利要求1所述用于地暖回填的石膏自流平砂浆,其特征在于,所述消泡剂为有机硅消泡剂、聚醚消泡剂、硅聚醚消泡剂中的一种。

6. 如权利要求1至5任一项所述用于地暖回填的石膏自流平砂浆,其特征在于,所述石膏缓凝剂有机酸类、可溶盐类、碱性磷酸盐类、蛋白质类石膏缓凝剂中的一种。

7. 权利要求1-6任一项所述用于地暖回填的石膏自流平砂浆的制备方法,其特征在于,将石膏粉、水泥、石墨粉、氧化钙、硅酸铝镁、可再分散乳胶粉、消泡剂、石膏缓凝剂和减水剂投入到砂浆搅拌机中,在65r/min低转速下混合搅拌2-5min,然后加入工业固体废渣和水,在125r/min高速转速下继续混合搅拌2-5min,即得。

## 一种用于地暖回填的石膏自流平砂浆及其制备方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种用于地暖回填的石膏自流平砂浆及其制备方法,属于建筑材料技术领域。

### 背景技术

[0002] 随着我国磷肥、氯碱、钙法脱硫等行业的快速发展,各类工业副产石膏产出量巨大,而国内现有处理技术和装备转化效率低、自动化水平低,处理量小,且成品性能低,导致长期堆存造成的环境污染和安全隐患日益严重。而工业副产石膏存在杂质高、成分不稳定等劣势,导致用工业副产石膏替换天然石膏进行产品生产的积极性较低,技术相对滞后。高效、环保、可持续利用工业副产石膏,使其资源化,以及生产经济附加值高、市场应用广的石膏基新型材料是势在必行的。

[0003] 钢渣是炼钢过程中形成的以 $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 、 $\text{CaO}$ 、 $\text{SiO}_2$ 和 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 等为主要化学组成的熔融物,通常是以堆放的形式进行处理,危害土地和环境安全。电炉气冷钢渣为钢渣的一种,是炼钢厂采用电炉冶炼钢种液态钢渣时快速极冷处理得到的表面较为光滑的球状钢渣。气冷钢渣活性低,主要成分包括:铁酸镁,四氧化三铁和硅酸二钙。游离 $\text{MgO}$ 和游离 $\text{CaO}$ 含量低,水化产物的生成少,矿物结构稳定,安定性性能好,分化率低(为1.86%),二价金属气冷物固溶体相(R0)相生成量普遍较大,胶凝活性较低,同时含水率较低,颗粒级配好,我国年产量达500万吨以上。

[0004] 地面辐射供暖是最舒适的供暖方式。采用地面辐射供暖时,室内地表温度均匀,室温由下而上逐渐递减,给人以脚暖头凉的良好感觉,与人体的生理需求最接近。相比较于传统的采暖方式,具有热稳定性能好、节能高效、安全性能高、不占用室内面积等优点。地暖管道间隙回填通常是以豆石、沙、水泥组成的地暖的回填材料,对于楼层负载高,且需要人工手动找平,效率低,施工慢。而使用石膏基自流平砂浆材料可以借助其高流动度的特点自动找平,相比传统地暖回填,自重较低,平整度高体积稳定性佳、不易空鼓,也不易产生收缩裂缝。

[0005] 申请号为201910354142.0的中国专利,公开了一种石膏基导热自流平砂浆及其制备方法,以磷石膏和导热骨料配合组成,具有良好的流动性及导热性,能够用于地暖管道间隙填充及上层覆面,但其中骨料为纳米级的氧化铝、氧化锌、碳化硅、碳纳米管。成本都在15万/吨以上,在大面积施工过程中造价非常高,不利于全面推广利用,并且存在耐磨度不好的问题;申请号为201910354143.5的中国专利公开了一种固废导热自流平砂浆及其制备方法和应用,利用强酸性的磷石膏和碱性固体废弃物钢渣为主体材料,进行酸碱中和,得到相对中性的复合胶凝材料,但在制备中需要在130°C温度下煅烧1小时,再在球磨机中球磨1小时,能耗高,不符合绿色低碳发展理念,且煅烧和球磨需要机械设备和场地支持,不利于全国性范围内的应用,抗压强度均只在30MPa左右,也同样存在耐磨度不好的问题。

## 发明内容

[0006] 本发明的目的在于解决上述不足,提供一种用于地暖回填的石膏自流平砂浆,成本低,质量稳定,具有较好的耐磨度和抗压强度,并且制备简单,能耗低。

[0007] 本发明的另一目的在于提供上述用于地暖回填的石膏自流平砂浆的制备方法。

[0008] 技术方案

[0009] 一种用于地暖回填的石膏自流平砂浆,包括以下重量份的组分:

[0010] 石膏粉400-460份,工业固体废渣100-140份,水泥30-70份,石墨粉20-35份,氧化钙5-15份,硅酸铝镁3-15份,可再分散乳胶粉9-15份,消泡剂2-5份,石膏缓凝剂0.5-1份、减水剂0.5-1份和水160-220份;

[0011] 所述石膏粉为脱硫石膏、磷石膏或钛石膏中的一种,为 $\alpha$ -半水石膏粉或 $\beta$ -半水石膏粉。

[0012] 所述水泥为普通硅酸盐水泥或硅酸盐水泥中的一种;所述普通硅酸盐水泥为P042.5;所述硅酸盐水泥为P II 52.5。

[0013] 所述工业固体废渣为有色金属渣、高炉渣或电炉气冷钢渣中的一种。

[0014] 所述石墨粉为400目、600目或1200目的鳞片石墨粉。

[0015] 所述可再分散乳胶粉为VAE可再分散胶粉。

[0016] 所述消泡剂为有机硅消泡剂、聚醚消泡剂、硅聚醚消泡剂中的一种。

[0017] 所述减水剂为萘系减水剂或聚羧酸系减水剂。

[0018] 所述石膏缓凝剂为有机酸类、可溶盐类、碱性磷酸盐类、蛋白质类石膏缓凝剂中的一种。

[0019] 上述用于地暖回填的石膏自流平砂浆的制备方法:将石膏粉、水泥、石墨粉、氧化钙、硅酸铝镁、可再分散乳胶粉、消泡剂、石膏缓凝剂和减水剂投入到砂浆搅拌机中,在65r/min低转速下混合搅拌2-5min,然后加入工业固体废渣和水,在125r/min高速转速下继续混合搅拌2-5min,即得。

[0020] 本发明的有益效果:本发明提供了一种石膏自流平砂浆,采用工业固体废渣作为石膏自流平中的骨料,减少了自流平砂浆中砂子的使用,并有效的提高石膏基自流平砂浆的强度和耐磨度,提高了工业废渣利用率,本发明利用工业废渣中金属元素及金属化合物具备高导热系数性质,同时掺入石墨粉增加工业废渣颗粒之间的热传导途径,及以填料的形式增加二水硫酸钙晶体之间的热传导作用,更能进一步提高石膏基自流平砂浆的导热性能,使其温度传导加快,减少温度提升时间和热量损耗。本发明的石膏自流平砂浆成本低,质量稳定,具有较好的耐磨度、抗压强度和导热性能,适合用于不同类型的地暖回填,并且制备简单,施工简单,能耗低。

## 具体实施方式

[0021] 下面结合具体实施例对本发明的技术方案作进一步说明。

[0022] 下述实施例中,采用的胶粉为VAE可再分散胶粉,型号为6028型胶粉,购自江苏兆佳建材科技有限公司;采用的消泡剂为406型消泡剂,购自苏州兴邦化学建材有限公司;采用的石膏缓凝剂为ZJ-G18石膏缓凝剂,购自江苏兆佳建材科技有限公司;采用的减水剂为ZJ-8300型聚羧酸高性能减水剂,购自江苏兆佳建材科技有限公司,但均不限于此。采用的

工业固体废物渣为电炉气冷钢渣,由河南焦作某新材料公司提供,其基本性能见表1:

[0023] 表1电炉气冷钢渣基本性能表

	类型	表观密/kg·m <sup>3</sup>	松散堆积密度/kg·m <sup>3</sup>	空隙率/%	细度模数
[0024]	钢渣	3841	2412	41.76	2.68

[0025] 主要化学成分如表2所示,但不限于此。

[0026] 表2电炉气冷钢渣主要化学成分 (wt/%)

	原料	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MnO	MgO	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>
[0027]	钢渣	35.8	32.4	12.9	6.50	5.69	5.38	1.46	0.40

[0028] 实施例1

[0029] 一种用于地暖回填的石膏自流平砂浆,包括以下重量份的组分:

[0030] 磷石膏粉(β-半水石膏)420份,电炉气冷钢渣110份,水泥(P II 52.5水泥)60份,石墨粉(600目)24份,氧化钙8份,硅酸铝镁8份,石膏缓凝剂0.5份,聚羧酸系减水剂0.7份,VAE可再分散胶粉10份,消泡剂3份,水200份。

[0031] 石膏自流平砂浆的制备方法:

[0032] 将石膏粉、水泥、石墨粉、氧化钙、硅酸铝镁、石膏缓凝剂、减水剂、可再分散乳胶粉和消泡剂投入到砂浆搅拌机中,在65r/min低转速下混合搅拌2-5min,然后加入钢渣和水,在125r/min高速转速下继续混合搅拌2-5min,即得。

[0033] 实施例2

[0034] 一种用于地暖回填的石膏自流平砂浆,包括以下重量份的组分:

[0035] 磷石膏粉(β-半水石膏)450份,电炉气冷钢渣120份,水泥(P II 52.5水泥)50份,石墨粉(600目)26份,氧化钙12份,硅酸铝镁6份,石膏缓凝剂0.6份,聚羧酸系减水剂0.6份,VAE可再分散胶粉11份,消泡剂3.5份,水210份。

[0036] 石膏自流平砂浆的制备方法:

[0037] 将石膏粉、水泥、石墨粉、氧化钙、硅酸铝镁、石膏缓凝剂、减水剂、可再分散乳胶粉和消泡剂投入到砂浆搅拌机中,在65r/min低转速下混合搅拌2-5min,然后加入钢渣和水,在125r/min高速转速下继续混合搅拌2-5min,即得。

[0038] 实施例3

[0039] 一种用于地暖回填的石膏自流平砂浆,包括以下重量份的组分:

[0040] 磷石膏粉(β-半水石膏)430份,电炉气冷钢渣125份,水泥(P II 52.5水泥)40份,石墨粉(600目)27份,氧化钙11份,硅酸铝镁9份,石膏缓凝剂0.6份,聚羧酸系减水剂0.6份,VAE可再分散胶粉12份,消泡剂3.5份,水215份。

[0041] 石膏自流平砂浆的制备方法:

[0042] 将石膏粉、水泥、石墨粉、氧化钙、硅酸铝镁、石膏缓凝剂、减水剂、可再分散乳胶粉和消泡剂投入到砂浆搅拌机中,在65r/min低转速下混合搅拌2-5min,然后加入钢渣和水,在125r/min高速转速下继续混合搅拌2-5min,即得。

[0043] 实施例4

[0044] 一种用于地暖回填的石膏自流平砂浆,包括以下重量份的组分:

[0045] 磷石膏粉( $\beta$ -半水石膏)440份,电炉气冷钢渣115份,水泥(P II 52.5水泥)30份,石墨粉(600目)29份,氧化钙9份,硅酸铝镁11份,石膏缓凝剂0.6份,聚羧酸系减水剂0.6份,VAE可再分散胶粉11份,消泡剂4份,水210份。

[0046] 石膏自流平砂浆的制备方法:

[0047] 将石膏粉、水泥、石墨粉、氧化钙、硅酸铝镁、石膏缓凝剂、减水剂、可再分散乳胶粉和消泡剂投入到砂浆搅拌机中,在65r/min低转速下混合搅拌2-5min,然后加入钢渣和水,在125r/min高速转速下继续混合搅拌2-5min,即得。

[0048] 实施例5

[0049] 一种用于地暖回填的石膏自流平砂浆,包括以下重量份的组分:

[0050] 磷石膏粉( $\beta$ -半水石膏)430份,电炉气冷钢渣120份,水泥(P II 52.5水泥)60份,石墨粉(600目)25份,氧化钙10份,硅酸铝镁8份,石膏缓凝剂0.6份,聚羧酸系减水剂0.6份,VAE可再分散胶粉11份,消泡剂6份,水190份。

[0051] 石膏自流平砂浆的制备方法:

[0052] 将石膏粉、水泥、石墨粉、氧化钙、硅酸铝镁、石膏缓凝剂、减水剂、可再分散乳胶粉和消泡剂投入到砂浆搅拌机中,在65r/min低转速下混合搅拌2-5min,然后加入钢渣和水,在125r/min高速转速下继续混合搅拌2-5min,即得。

[0053] 对比例1

[0054] 将实施例1中的电炉气冷钢渣替换为河砂,不加入石墨粉,其他组分和制备方法同实施例1。

[0055] 对比例2

[0056] 一种用于地暖回填的石膏自流平砂浆,包括以下重量份的组分:

[0057] 磷石膏粉( $\beta$ -半水石膏)430份,电炉气冷钢渣90份,水泥(P II 52.5水泥)60份,石墨粉(600目)15份,氧化钙10份,硅酸铝镁10份,石膏缓凝剂(ZJ-G18石膏缓凝剂)0.6份,聚羧酸系减水剂(ZJ-8300型)0.6份,VAE可再分散胶粉11份,消泡剂6份,水200份。

[0058] 制备方法同实施例1。

[0059] 1.按照JCT1023-2007,对实施例1-5和对比例1-2制得的石膏自流平砂浆进行性能分析,结果如表3:

[0060] 表3

项目	指标	实施例 1	实施例 2	实施例 3	实施例 4	实施例 5	对比例 1	对比例 2	
初始流动度 mm	140-150	146	144	147	145	142	143	142	
30min 流动度损失	≤3	0	2	1	1	0	2	1	
抗折强度 MPa	≥7.5	11.52	10.96	11.40	12.05	11.90	9.85	10.59	
抗压强度 MPa	≥20.0	34.20	35.6	35.01	36.76	35.60	28.62	31.98	
拉伸粘结强度 MPa	≥0.5	1.34	1.45	1.32	1.38	1.42	1.24	1.27	
凝结时间	初凝时间	≥1	2.56	2.68	2.62	2.78	2.56	2.49	2.56
	终凝时间	≤6	3.04	3.14	3.20	3.29	3.17	3.01	3.15
保水率 (%)	≥90	95.6	96.7	95.8	94.7	96.7	92.6	94.6	

[0062] 2. 按照GBT 3810.6-2006《陶瓷砖试验方法第6部分:无釉砖耐磨深度的测定》,对实施例1-5和对比例1-2制得的石膏自流平砂浆进行耐磨性能分析,结果如表4:

[0063] 表4

项目	指标	实施例 1	实施例 2	实施例 3	实施例 4	实施例 5	对比例 1	对比例 2
耐磨度	≤300mm <sup>3</sup>	250	238	250	262	238	288	275

[0065] 3. 按实施例1-5和对比例1-2的原料配比,制作规格为300mm×300mm×30mm石膏自流平导热系数石测试试样。将试样放在标准养护室中养护,在温度20±1℃条件、湿度60%条件下养护24h后脱模,试块拆模后用保鲜膜包裹后置于恒温(20±3℃)普通室内进行养护,7d后进行导热性能检测,根据GB 10294-2008《绝热材料稳态热阻及有关特性的测定——防护热板法》中双板法的测试步骤进行导热系数测试,结果如表5:

[0066] 表5

项目	实施例 1	实施例 2	实施例 3	实施例 4	实施例 5	对比例 1	对比例 2
导热系数 W/(m·K)	0.7703	0.7662	0.7946	0.8235	0.8295	0.3678	0.6048

[0068] 由表3-5可以看出,本发明实施例1-5制得的石膏自流平砂浆表现出了良好的强度性能:与标准值相比,最高抗压强度超过83.5%、抗折强度超过60.67%;与对比例1的河砂石膏基自流平砂浆相比,不同实施例的石膏自流平强度均有不同程度的增强,耐磨性和导热系数也有所提高,与对比例2减少基体中石墨和与气冷钢渣掺量相比,在石墨和钢渣掺量范围内具有较高的强度和导热系数,耐用性和稳定性均有提高。

[0069] 以上所述仅为本发明的优选实施例而已,并不用于限制本发明,对于本领域的技术人员来说,本发明可以有各种更改和变化。凡在本发明的精神和原则之内,所作的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。