



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 118239749 A

(43) 申请公布日 2024.06.25

(21) 申请号 202410480397.2
(22) 申请日 2024.04.22
(71) 申请人 中国建筑第五工程局有限公司
地址 410007 湖南省长沙市雨花区中意一路158号
申请人 湖南中建五局绿色市政工程研究中心有限公司
(72) 发明人 张水 李水生 阳栋 雷军
罗桂军 侯亚康 喻畅英 李晃
刘殿威 苏航
(74) 专利代理机构 长沙智嵘专利代理事务所
(普通合伙) 43211
专利代理师 廖欢

C04B 18/16 (2023.01)
C04B 18/14 (2006.01)
C04B 18/08 (2006.01)
C04B 24/08 (2006.01)
C04B 24/26 (2006.01)
C04B 22/16 (2006.01)
C04B 22/10 (2006.01)
C04B 24/04 (2006.01)
C04B 22/06 (2006.01)
C04B 22/14 (2006.01)
C04B 12/04 (2006.01)
C04B 24/38 (2006.01)

(51) Int. Cl.
C04B 28/14 (2006.01)

权利要求书2页 说明书11页 附图1页

(54) 发明名称

流态填充材料及其制备方法

(57) 摘要

本发明公开了一种流态填充材料及其制备方法,流态填充材料包括以下重量份的原料组分:泥质粉砂岩盾构渣土以干重计80~95份,再生微粉5~20份,粒化高炉矿渣3~20份,粉煤灰1~10份,水泥熟料1~10份,工业副产石膏0.2~2份,硅灰0.5-2份,桐油1-6份,纤维素醚0.1~0.4份,减水剂0.1~0.7份,分散剂0.1~0.7,激发剂0.5~2份,所述流态填充材料不仅实现了泥质粉砂岩盾构渣土、再生微粉等固废高掺量资源化利用,还具有流动性好、泌水率低、凝结时间短、早期强度高、收缩率低、不易开裂的优点。



1. 一种流态填充材料,其特征在于,包括以下重量份的原料组分:泥质粉砂岩盾构渣土以干重计80~95份,再生微粉5~20份,粒化高炉矿渣3~20份,粉煤灰1~10份,水泥熟料1~10份,工业副产石膏0.2~2份,硅灰0.5-2份,桐油1-6份,纤维素醚0.1~0.4份,减水剂0.1~0.7份,分散剂0.1~0.7,激发剂0.5~2份,

其中,所述泥质粉砂岩盾构渣土包括粉砂和黏土,所述粉砂的质量百分含量不低于50%;所述再生微粉为废弃混凝土再生微粉;所述减水剂为聚甲基丙烯酸甲酯-甲基丙烯酸共聚物。

2. 根据权利要求1所述的流态填充材料,其特征在于,包括以下重量份的原料组分:泥质粉砂岩盾构渣土以干重计85~95份,再生微粉5~15份,粒化高炉矿渣5~15份,粉煤灰1~5份,水泥熟料2~8份,工业副产石膏0.3~1.5份,硅灰0.5-1份,桐油3-5份,纤维素醚0.1~0.2份,减水剂0.1~0.5份,分散剂0.1~0.5份,激发剂0.5~1.5份。

3. 根据权利要求1所述的流态填充材料,其特征在于,所述废弃混凝土再生微粉经45 μm 方孔筛筛余不超过30%。

4. 根据权利要求1所述的流态填充材料,其特征在于,所述粒化高炉矿渣的比表面积不低于400 m^2/kg 。

5. 根据权利要求1所述的流态填充材料,其特征在于,所述粉煤灰经45 μm 方孔筛筛余不超过30%;和/或,

所述硅灰的比表面积不低于15 m^2/g 。

6. 根据权利要求1所述的流态填充材料,其特征在于,所述工业副产石膏的矿物成分包括 $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 和/或 CaSO_4 ;和/或,

所述工业副产石膏为脱硫石膏、磷石膏、氟石膏、柠檬酸石膏和钛石膏中的一种或多种。

7. 根据权利要求1所述的流态填充材料,其特征在于,所述桐油为天然熟桐油。

8. 根据权利要求1所述的流态填充材料,其特征在于,所述纤维素醚包括甲基纤维素、羧甲基纤维素、羟乙基纤维素、羟丙基甲基纤维素中的一种或多种;和/或,

所述分散剂包括六偏磷酸钠、三聚磷酸钠、焦磷酸钠、碳酸钠、磷酸钠和草酸钠中的一种或多种组成;和/或,

所述激发剂包括 NaOH 、 Na_2SiO_3 、 Na_2SO_4 、 Na_2CO_3 中的一种或多种组成。

9. 一种如权利要求1~8中任一项所述的流态填充材料的制备方法,其特征在于,包括以下步骤:

将泥质粉砂岩盾构渣土破碎至平均粒径不超过2mm,再将桐油与经破碎后的泥质粉砂岩盾构渣土搅拌均匀,得到改性泥质粉砂岩盾构土;

将水泥熟料磨细,得到磨细水泥熟料;

将磨细水泥熟料与再生微粉、粒化高炉矿渣、粉煤灰、工业副产石膏、硅灰、激发剂混合均匀,得到复合固化剂;

先将减水剂、分散剂与改性泥质粉砂岩盾构渣土搅拌混合,再加入复合固化剂搅拌混合,最后加入纤维素醚搅拌混合,得到所述的流态填充材料。

10. 根据权利要求9所述的流态填充材料的制备方法,其特征在于,所述水泥熟料包括硅酸盐水泥熟料、硫铝酸盐水泥熟料,或硅酸盐水泥熟料与硫铝酸盐水泥熟料的混合料,所

述硅酸盐水泥熟料磨细后比表面积满足不低于 $350\text{m}^2/\text{kg}$,所述硫铝酸盐水泥熟料磨细后比表面积不低于 $400\text{m}^2/\text{kg}$;所述流态填充材料的扩展度不低于 1000mm 。

流态填充材料及其制备方法

技术领域

[0001] 本发明涉及建筑材料技术领域,特别地,涉及一种流态填充材料及其制备方法。

背景技术

[0002] 盾构渣土是盾构机掘进过程中产生的高含水率、高黏性、低渗透性流塑状土。目前,对于砂、石含量高且品质高的盾构渣土,常采用洗砂、制砂的方式进行资源化利用;对于黏土含量高的盾构渣土,则以堆填弃置为主。泥质粉砂岩盾构渣土主要由粉砂和黏土组成,其中,粉砂含量不低于50%,黏土含量为25%~50%,然而,由于泥质粉砂岩遇水易崩解、软化,强度下降快,并不适合用作混凝土、砂浆的骨料,使得其资源化利用率非常低。

[0003] 流态固化土是以工程弃土、固化剂为主要原料,通过加水搅拌至均匀,形成具有良好流动性的填充材料,可用于肥槽、采空区、基坑管沟、管廊等工程回填。相较于传统人工夯土回填工艺,流态固化土具有施工速度快、强度高、质量可控等优点。然而,由于流态固化土的主要原料为黏土,具有粘性大、吸附水能力强等特点,为获得具有良好流动性的流态固化土,其拌合用水量远超固化剂水化所需用水量,导致流态固化土填筑后泌水严重、凝结时间长、早期强度低、收缩率大、易开裂等,严重影响施工进度和工程质量。

[0004] 因此,如何提供一种流动度大,兼具泌水率低、凝结时间短、早期强度高、收缩率小、不易开裂的流态填充材料及其制备方法,是本领域技术人员亟待解决的问题。

发明内容

[0005] 本发明提供了一种流态填充材料及其制备方法,以解决现有流态固化土易出现泌水严重、凝结时间长、早期强度低、收缩率大、易开裂的问题。

[0006] 根据本发明的一个方面,提供一种流态填充材料,包括以下重量份的原料组分:泥质粉砂岩盾构渣土以干重计80~95份,再生微粉5~20份,粒化高炉矿渣3~20份,粉煤灰1~10份,水泥熟料1~10份,工业副产石膏0.2~2份,硅灰0.5-2份,桐油1-6份,纤维素醚0.1~0.4份,减水剂0.1~0.7份,分散剂0.1~0.7,激发剂0.5~2份,其中,所述泥质粉砂岩盾构渣土包括粉砂和黏土,所述粉砂的质量百分含量不低于50%;所述再生微粉为废弃混凝土再生微粉;所述减水剂为聚甲基丙烯酸甲酯-甲基丙烯酸共聚物。

[0007] 进一步地,包括以下重量份的原料组分:泥质粉砂岩盾构渣土以干重计85~95份,再生微粉5~15份,粒化高炉矿渣5~15份,粉煤灰1~5份,水泥熟料2~8份,工业副产石膏0.3~1.5份,硅灰0.5-1份,桐油3-5份,纤维素醚0.1~0.2份,减水剂0.1~0.5份,分散剂0.1~0.5份,激发剂0.5~1.5份。

[0008] 进一步地,所述废弃混凝土再生微粉经45 μm 方孔筛筛余不超过30%。

[0009] 进一步地,所述粒化高炉矿渣的比表面积不低于400 m^2/kg 。

[0010] 进一步地,所述粉煤灰经45 μm 方孔筛筛余不超过30%;和/或,所述硅灰的比表面积不低于15 m^2/g 。

[0011] 进一步地,所述工业副产石膏的矿物成分包括 $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 和/或 CaSO_4 ;和/或,

[0012] 所述工业副产石膏为脱硫石膏、磷石膏、氟石膏、柠檬酸石膏和钛石膏中的一种或多种。

[0013] 进一步地,所述桐油为天然熟桐油。

[0014] 进一步地,所述纤维素醚包括甲基纤维素、羧甲基纤维素、羟乙基纤维素、羟丙基甲基纤维素中的一种或多种;和/或,

[0015] 所述分散剂包括六偏磷酸钠、三聚磷酸钠、焦磷酸钠、碳酸钠、磷酸钠和草酸钠中的一种或多种组成;和/或,

[0016] 所述激发剂包括 NaOH 、 Na_2SiO_3 、 Na_2SO_4 、 Na_2CO_3 中的一种或多种组成。

[0017] 根据本发明的另一方面,还提供了一种上述流态填充材料的制备方法,包括以下步骤:

[0018] 将泥质粉砂岩盾构渣土破碎至平均粒径不超过 2mm ,再将桐油与经破碎后的泥质粉砂岩盾构渣土搅拌均匀,得到改性泥质粉砂岩盾构土;

[0019] 将水泥熟料磨细,得到磨细水泥熟料;

[0020] 将磨细水泥熟料与再生微粉、粒化高炉矿渣、粉煤灰、工业副产石膏、硅灰、激发剂混合均匀,得到复合固化剂;

[0021] 先将减水剂、分散剂与改性泥质粉砂岩盾构渣土搅拌混合,再加入复合固化剂搅拌混合,最后加入纤维素醚搅拌混合,得到所述的流态填充材料。

[0022] 进一步地,所述水泥熟料包括硅酸盐水泥熟料、硫铝酸盐水泥熟料,或硅酸盐水泥熟料与硫铝酸盐水泥熟料的混合料,所述硅酸盐水泥熟料磨细后比表面积满足不低于 $350\text{m}^2/\text{kg}$,所述硫铝酸盐水泥熟料磨细后比表面积不低于 $400\text{m}^2/\text{kg}$;所述流态填充材料的扩展度不低于 1000mm 。

[0023] 本发明具有以下有益效果:

[0024] 本发明以泥质粉砂岩盾构渣土为主要原料,采用再生微粉、粒化高炉矿渣、粉煤灰等活性废渣为胶结材料协同固化盾构渣土制备流态填充材料,其中盾构渣土质量占比高达90%以上,固废总占比高达99%以上,实现了泥质粉砂岩盾构渣土、再生微粉等固废高掺量资源化利用。

[0025] 本发明的流态填充材料以泥质粉砂岩盾构渣土为主要原料,泥质粉砂岩盾构渣土中含有较多的粉砂,粉砂不但可以起到骨架作用,还可降低填充材料的粘性,从而改善其流变性能;同时,本发明的流态填充材料采用桐油对盾构渣土进行改性,桐油附着在黏土颗粒表面,形成桐油膜涂层,不但可减弱其对水的吸附能力,减弱颗粒间的水膜联结作用,使结合水膜变薄,释放出自由水,而且还可减小团粒间摩擦力,改善其流变性能;另外,本发明的流态填充材料添加的减水剂与黏土具有良好适应性,与分散剂协同作用,可起到很好地减水、分散效果。本发明的流态填充材料以泥质粉砂岩盾构渣土为主要原料,采用桐油对其进行改性,并添加与黏土适应性好的减水剂、分散剂,通过粉砂的滚珠效应、桐油对黏土的疏水改性、润滑作用以及减水剂、分散剂的减水分散作用,减弱了黏土对水的吸附能力,并改善了其流变性能,从而在保证填充材料高流动度的同时减少了拌合用水量,进而降低填充材料的泌水率,缩短其凝结时间,减少其收缩、开裂,并提高其强度。

[0026] 本发明的流态填充材料以再生微粉、粒化高炉矿渣、粉煤灰、水泥熟料、工业副产石膏、硅灰、激发剂为复合胶凝材料,再生微粉主要由硬化水泥石、未水化颗粒和磨碎砂、石

骨料组成,在水泥熟料水化过程中具有成核效应,可加速 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 、C-S-H、C-A-H形成,并促进铝酸三钙与硫酸盐的反应,从而提高了填充材料的早期强度;粒化高炉矿渣、粉煤灰和再生微粉具有火山灰活性,在碱性环境、激发剂作用下,可快速的发生水化反应,生成C-S-H、C-A-H、C-A-S-H、N-A-S-H等胶凝物质,进一步提高填充材料的早期强度。上述复合胶凝材料各原料协同作用,使其能快速发生水化反应,产生较高的早期强度。因此,本发明的流态填充材料具有凝结时间短、早期强度高的优点,可缩短施工周期。

[0027] 本发明的流态填充材料以泥质粉砂岩盾构渣土为主要原料,泥质粉砂岩盾构渣土中含有较多的粉砂,在硬化体中起到很好地骨架作用,从而可限制填充材料的干燥收缩。本发明的流态填充材料以再生微粉、粒化高炉矿渣、粉煤灰、水泥熟料、工业副产石膏、硅灰、激发剂为复合胶凝材料,相较于普通硅酸盐水泥,具有化学收缩低、微膨胀特性,可进一步降低填充材料的收缩率;本发明的流态填充材料采用桐油改性盾构渣土,提高了黏土矿物的疏水性,在相同流动度的条件下可减少填充材料的拌合用水量,同时,添加减水剂和分散剂,可进一步减少填充材料的用水量,从而明显减少其干燥收缩。因此,本发明的流态填充材料具有收缩率低、不易开裂的优点。

[0028] 本发明的流态填充材料以泥质粉砂岩盾构渣土为主要原料,采用桐油对盾构渣土进行改性,并添加与黏土适应性好的减水剂、分散剂,大幅减少了填充材料的拌合用水量,同时添加少量的纤维素醚,提高混合料浆的保水性。通过减少拌合用水量、提高混合料浆的保水性,使得填充材料的泌水率下降,并减缓了水分的蒸发速率,减少了开裂。

[0029] 除了上面所描述的目的、特征和优点之外,本发明还有其它的目的、特征和优点。下面将参照图,对本发明作进一步详细的说明。

附图说明

[0030] 构成本申请的一部分的附图用来提供对本发明的进一步理解,本发明的示意性实施例及其说明用于解释本发明,并不构成对本发明的不当限定。在附图中:

[0031] 图1为实施例1制得的流态填充材料肥槽回填后未充分硬化前的情况图;

[0032] 图2为实施例1制得的流态填充材料肥槽回填后硬化后的情况图。

具体实施方式

[0033] 以下结合附图对本发明的实施例进行详细说明,但是本发明可以由下述所限定和覆盖的多种不同方式实施。

[0034] 本申请一方面的实施例提供一种利用泥质粉砂岩盾构渣土组成的流态填充材料,包括以下重量份的原料组分:泥质粉砂岩盾构渣土以干重计80~95份,再生微粉5~20份,粒化高炉矿渣3~20份,粉煤灰1~10份,水泥熟料1~10份,工业副产石膏0.2~2份,硅灰0.5~2份,桐油1~6份,纤维素醚0.1~0.4份,减水剂0.1~0.7份,分散剂0.1~0.7,激发剂0.5~2份,其中,所述泥质粉砂岩盾构渣土包括粉砂和黏土,所述粉砂的质量百分含量不低于50%;所述再生微粉为废弃混凝土再生微粉;所述减水剂为聚甲基丙烯酸甲酯-甲基丙烯酸共聚物。

[0035] 在本申请的实施例中,所述泥质粉砂岩盾构渣土为盾构机掘进中产生的原状盾构渣土。

[0036] 根据本申请的实施例,水泥熟料遇水率先发生水化反应,再生微粉含有的Ca(OH)₂、未水化水泥颗粒可水化形成碳铝酸钙、碳硅酸钙,成为水泥熟料水化的晶核,加速水泥熟料的水化反应,并提高水泥石的密实度;随着水泥熟料水化反应不断进行,混合料浆的pH值越来越高,再生微粉、粒化高炉矿渣、粉煤灰在碱性环境和激发剂协同作用下快速反应,生成C-S-H、C-A-H、C-A-S-H、N-A-S-H等胶凝物质;水泥熟料、再生微粉、粒化高炉矿渣、粉煤灰反应过程中,释放出Ca²⁺、Al³⁺等高价阳离子,与黏土颗粒表面吸附的Na⁺、K⁺进行离子交换,可降低其表面的Zeta电位,减少其表面双电层厚度,促使黏土颗粒逐渐凝聚成团;C-S-H、C-A-H、C-A-S-H、N-A-S-H等凝胶物质将黏土颗粒、粉砂包裹粘结在一起,随着水分的不断消耗和散失,孔隙溶液中Ca(OH)₂浓度增大,黏土颗粒中矿物活性成分在碱性环境中,与C-S-H、C-A-H等水化凝胶反应生成片状、纤维状或针状晶体,进一步增加了颗粒与水化胶凝间的连接作用,形成了稳定的网状结构。

[0037] 再生微粉与水泥熟料水化产物生成的碳铝酸盐,可阻碍三型硫铝酸钙(Aft)向单型硫铝酸钙(AFm)转化;再生微粉还具有微集料效应,可与粉砂形成宏-细观连续级配,在填充材料硬化中起骨架作用,有利于提高硬化体的强度,限制其收缩;硅灰具有极强的火山灰活性,可与Ca(OH)₂反应生成C-S-H凝胶,进而改善硬化体的孔结构,使大孔减少、小孔增多;工业副产石膏与C-A-H反应生成三型硫铝酸钙,具有微膨胀的特点,可填充硬化体中的孔隙,提高其密实度,并减少其收缩开裂。

[0038] 桐油附着在黏土颗粒表面,形成桐油膜涂层,可提高黏土的疏水性,并改善其流变性能,从而减少填充材料的拌合用水量,进而降低硬化体的干燥收缩;同时,桐油具有聚合反应活性高、干燥成膜性好的特点,可在黏土颗粒表面形成桐油膜,增强黏土颗粒间的胶结力,还可与Ca(OH)₂反应产生羧酸钙盐,与C-S-H、C-A-H等凝胶物质协同固化,使得硬化体孔隙结构细化,强度提升;桐油膜还可截断硬化体毛细通道,提高硬化体的抗水渗透性;分散剂可增大黏土颗粒双电层厚度,增加黏土颗粒边-面或边-边的斥力,阻止黏土颗粒之间相互接触,使黏土颗粒保持分散结构;减水剂具有线性结构,可充分吸附在固体颗粒表面,阻碍颗粒热运动产生的碰撞聚集,促使颗粒相互分散,释放被包裹的自由水,从而有效改善料浆的流动性;桐油、分散剂、减水剂协同作用,大幅减少了拌合用水量,使复合胶凝材料的水胶比下降,硬化体的强度大幅提升。

[0039] 纤维素醚具有增稠、保水的效果,可提高混合料浆的黏聚性,减少混合料浆离析、泌水,并降低水分蒸发速率,有利于减少开裂。

[0040] 上述原料之间协同作用,使获得的流态填充材料在具有高流动度的同时,还具有泌水率小、凝结时间短、强度高、收缩率小、不易开裂等优点。

[0041] 根据本申请的实施例,所述流态填充材料的扩展度不低于1000mm。

[0042] 根据本申请的实施例,所述流态填充材料可应用在肥槽、采空区、基坑管沟、管廊回填与盾构法隧道同步注浆中,具有流动性好、泌水率小、凝结时间短、强度高、收缩率小、不易开裂等优点,可提高施工效率,缩短施工周期,并保证工程质量。

[0043] 在本申请的实施例中,流态填充材料的各原料含量进一步优选后具有更好的综合性能,具体包括以下重量份的原料组分:包括以下重量份的原料组分:泥质粉砂岩盾构渣土以干重计85~95份,再生微粉5~15份,粒化高炉矿渣5~15份,粉煤灰1~5份,水泥熟料2~8份,工业副产石膏0.3~1.5份,硅灰0.5-1份,桐油3-5份,纤维素醚0.1~0.2份,减水剂0.1

~0.5份,分散剂0.1~0.5份,激发剂0.5~1.5份。

[0044] 在本申请的实施例中,所述泥质粉砂岩盾构渣土包括粉砂和黏土,所述粉砂的质量百分含量不低于50%。

[0045] 根据本申请的实施例,上述盾构渣土为泥质粉砂岩,主要由粉砂和黏土组成。由于黏土具有黏性大、吸附水能力强等特点,为使流态固化土具有良好流动性,需要添加远高于固化剂水化所需用水量,这些多余的水在其填筑完成后将逐渐蒸发,引起硬化体严重收缩、开裂。泥质粉砂岩盾构渣土的粉砂含量不低于50%,粉砂的滚珠效应可很好改善黏土的和易性能,减少其拌合用水量,在其硬化过程中还可起到骨架的作用,限制硬化体收缩,并提高其强度。

[0046] 在本申请的实施例中,所述减水剂为聚甲基丙烯酸甲酯-甲基丙烯酸共聚物。

[0047] 根据本申请的实施例,上述聚甲基丙烯酸甲酯-甲基丙烯酸共聚物分子为线性结构,分子侧链极短,可有效避免侧链化学嵌入黏土矿物的层间,造成减水剂在液相中有效浓度减少,减水效果减弱甚至丧失;上述减水剂可充分吸附在水泥和黏土颗粒表面,阻碍颗粒热运动产生的碰撞聚集,促使颗粒相互分散。

[0048] 在本申请的实施例中,所述废弃混凝土再生微粉经45 μm 方孔筛筛余不超过30%。

[0049] 根据本申请的实施例,上述废弃混凝土再生微粉主要由硬化水泥石、未水化颗粒和磨碎砂、石骨料组成,由于长期水化后未水化熟料的含量低,具有极高净浆含量的再生微粉的活性指数也较低。机械粉磨不但可使其晶体结构变得无序,并出现缺陷或其他亚稳态特征,而且可有效改善其颗粒形貌,减少其表面裂纹,并暴露出内部未水化的部分,从而有效提高其活性指数。当再生微粉经45 μm 方孔筛筛余不超过30%具有较高的活性。

[0050] 在本申请的实施例中,所述粒化高炉矿渣的比表面积不低于400 m^2/kg 。

[0051] 在本申请的实施例中,所述粉煤灰经45 μm 方孔筛筛余不超过30%;和/或,所述硅灰的比表面积不低于15 m^2/g 。

[0052] 根据本申请的实施例,上述粒化高炉矿渣、粉煤灰具有潜在的水化活性,其水化反应非常缓慢,为了满足早期强度的要求,需要提高其活性,提高其活性的方法主要包括机械活化和化学激发。其中机械活化指通过对粉体进行粉磨,改变颗粒粒径、粒度、形状及化学键力,使其比表面积、表面能增大,活性提高。当高炉矿渣的比表面积不低于400 m^2/kg 、粉煤灰的颗粒粒径70%以上小于45 μm 时,其活性比较高,在碱性激发剂的作用下可快速反应,产生较高的早期强度。

[0053] 在本申请的实施例中,所述工业副产石膏的矿物成分包括 $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 和/或 CaSO_4 ;和/或,所述工业副产石膏为脱硫石膏、磷石膏、氟石膏、柠檬酸石膏和钛石膏中的一种或多种。

[0054] 根据本申请的实施例,上述组分的工业副产石膏与体系中的C-A-H反应生成膨胀性水化产物钙矾石,可填充硬化体结构中的孔隙,提高硬化体的密实度,且还能补偿基体因水分蒸发产生的收缩,从而减少固化土收缩、开裂。

[0055] 在本申请的实施例中,所述桐油为天然熟桐油。

[0056] 在本申请的实施例中,上述熟桐油的主要成分为桐油酸、亚油酸,水分的含量很低,具有较好的疏水、润滑性以及较快的干燥成膜速度。

[0057] 在本申请的实施例中,所述纤维素醚包括甲基纤维素、羧甲基纤维素、羟乙基纤维

素、羟丙基甲基纤维素中的一种或多种;和/或,

[0058] 所述分散剂包括六偏磷酸钠、三聚磷酸钠、焦磷酸钠、碳酸钠、磷酸钠和草酸钠中的一种或多种组成;和/或,

[0059] 所述激发剂包括NaOH、 Na_2SiO_3 、 Na_2SO_4 、 Na_2CO_3 中的一种或多种组成。

[0060] 根据本申请的实施例,上述甲基纤维素、羧甲基纤维素、羟乙基纤维素、羟丙基甲基纤维素具有良好增稠、保水的效果,可提高混合料浆的黏聚性,减少混合料浆离析、泌水,并降低水分蒸发速率,有利于减少开裂。

[0061] 根据本申请的实施例,上述六偏磷酸钠、三聚磷酸钠、焦磷酸钠、碳酸钠、磷酸钠和草酸钠可增大黏土颗粒的双电层厚度,增加黏土颗粒边-面或边-边的斥力,阻止黏土颗粒相互接触,使其保持分散结构,释放被包裹的自由水。

[0062] 根据本申请的实施例,上述NaOH、 Na_2SiO_3 、 Na_2SO_4 、 Na_2CO_3 可使高炉矿渣、粉煤灰中铝硅酸盐玻璃体溶解,释放出Si、Al离子,形成游离 $[\text{SiO}_4]^{4-}$ 和 $[\text{AlO}_4]^{5-}$,并生成无定形凝胶和晶体结构;随着游离 $[\text{SiO}_4]^{4-}$ 和 $[\text{AlO}_4]^{5-}$ 的增多,短时间内 $[\text{SiO}_4]^{4-}$ 和 $[\text{AlO}_4]^{5-}$ 发生缩聚反应,生成C-A-S-H、N-A-S-H等凝胶物质,使填充材料快速凝结硬化,产生较高的强度。

[0063] 本申请另一方面的实施例提供一种上述流态填充材料的制备方法,包括以下步骤:

[0064] 将泥质粉砂岩盾构渣土破碎至平均粒径不超过2mm,再将桐油与经破碎后的泥质粉砂岩盾构渣土搅拌均匀,得到改性泥质粉砂岩盾构土;

[0065] 将水泥熟料磨细,得到磨细水泥熟料;

[0066] 将磨细水泥熟料与再生微粉、粒化高炉矿渣、粉煤灰、工业副产石膏、硅灰、激发剂混合均匀,得到复合固化剂;

[0067] 先将减水剂、分散剂与改性泥质粉砂岩盾构渣土搅拌混合,再加入复合固化剂搅拌混合,最后加入纤维素醚搅拌混合,得到所述的流态填充材料。

[0068] 本申请的实施例将泥质粉砂岩盾构渣土破碎至平均粒径不超过2mm,是由于开挖出来的盾构渣土常含有较大的块石,通过对其进行破碎处理,使颗粒粒径保持在合理范围内,提高了盾构渣土颗粒的均匀性,有利于保证填充材料的质量;同时,由于本申请的流态填充材料流动性非常好,主要采用泵送进行填筑施工,盾构渣土颗粒粒径过大,泵送过程中易沉降,容易出现堵管现象。将桐油与经破碎后的泥质粉砂岩盾构渣土搅拌均匀,是为了让桐油充分、均匀附着在盾构渣土颗粒表面,使黏土颗粒由亲水变成憎水,从而减少黏土对水的吸附量,使其拌合用水量下降;同时,形成的桐油膜涂层可起到润滑作用,减少了黏土颗粒间的摩擦力,改善了其流变性能。

[0069] 在本申请的实施例中,所述水泥熟料包括硅酸盐水泥熟料、硫铝酸盐水泥熟料,或硅酸盐水泥熟料与硫铝酸盐水泥熟料的混合料,所述硅酸盐水泥熟料磨细后比表面积满足不低于 $350\text{m}^2/\text{kg}$,所述硫铝酸盐水泥熟料磨细后比表面积不低于 $400\text{m}^2/\text{kg}$;所述流态填充材料的扩展度不低于1000mm。

[0070] 根据本申请的实施例,由于流态填充材料的固化剂掺量比较低,且其拌合用水量却远高于固化剂水化所需用水量,因此,流态填充材料的凝结时间比较长,其早期抗压强度也比较低。硅酸盐水泥是由硅酸盐水泥熟料与缓凝剂石膏粉磨而成,直接采用磨细硅酸盐水泥熟料可加快复合固化剂的水化速率,进而提高流态填充材料的早期强度,缩短其凝结

时间;硫铝酸盐水泥具有快硬、微膨胀的特性,可提高流态填充材料的早期强度,缩短其凝结时间,并可补偿硬化体的收缩。将硅酸盐水泥熟料与石膏磨细至不低于 $350\text{m}^2/\text{kg}$,将硫铝酸盐水泥熟料磨细至不低于 $400\text{m}^2/\text{kg}$,磨细水泥熟料可快速发生水化反应,有利于缩短流态填充材料的凝结时间,并提高其早期强度。

[0071] 在一些实施例中,上述流态填充材料的制备方法,包括以下步骤:

[0072] (1) 将泥质粉砂岩盾构渣土破碎至粒径不超过 2mm ,再将桐油与经破碎后的泥质粉砂岩盾构渣土搅拌均匀,得到含水率不低于 30% 的改性泥质粉砂岩盾构土;

[0073] (2) 将水泥熟料磨细,其中,硅酸盐水泥熟料的比表面积不低于 $350\text{m}^2/\text{kg}$,硫铝酸盐水泥熟料的比表面积不低于 $400\text{m}^2/\text{kg}$,得到磨细水泥熟料;

[0074] (3) 将磨细水泥熟料与再生微粉、粒化高炉矿渣、粉煤灰、工业副产石膏、硅灰、激发剂混合均匀,得到复合固化剂;

[0075] (4) 先将减水剂、分散剂与改性泥质粉砂岩盾构渣土搅拌 0.5 分钟,再加入复合固化剂搅拌 2 分钟,最后加入纤维素醚搅拌 0.5 分钟,得到所述的流态填充材料。

[0076] 实施例

[0077] 下述实施例更具体地描述了本申请公开的内容,这些实施例仅仅用于阐述性说明,因为在本申请公开内容的范围内进行各种修改和变化对本领域技术人员来说是明显的。除非另有声明,以下实施例中所报道的所有份、百分比、和比值都是基于重量计,而且实施例中使用的所有试剂都可商购获得或是按照常规方法进行合成获得,并且可直接使用而无需进一步处理,以及实施例中使用的仪器均可商购获得。

[0078] 下述实施例中泥质粉砂岩盾构渣土为某地铁建设中产生的盾构渣土,其中,粉砂含量为 55% ,黏土含量为 45% ,含水率为 25% ;再生微粉为废弃混凝土制备再生骨料中产生的再生微粉,主要由硬化水泥石、未水化颗粒、磨细的砂、石骨料组成。对比例中全风化板岩为某地铁建设中产生的盾构渣土,其中,黏土含量为 96% ,砂、石含量为 4% ,含水率为 36% 。

[0079] 实施例1

[0080] 本实施例提供一种流态填充材料,包括以下重量份的各组分:泥质粉砂岩盾构渣土以干重计 80 份,再生微粉 20 份,粒化高炉矿渣 3 份,硅酸盐水泥熟料 10 份,粉煤灰 1 份,磷石膏 2 份,硅灰 0.5 份,桐油 1 份,羟丙基甲基纤维素 0.4 份,减水剂(聚甲基丙烯酸甲酯-甲基丙烯酸共聚物) 0.1 份,六偏磷酸钠 0.7 份, NaOH 0.15 份, Na_2SO_4 0.35 份。

[0081] 该流态填充材料的制备方法,包括以下步骤:

[0082] (1) 将泥质粉砂岩盾构渣土破碎至粒径不超过 2mm ,再将桐油与经破碎后的泥质粉砂岩盾构渣土搅拌均匀,得到含水率不低于 30% 的改性泥质粉砂岩盾构土;

[0083] (2) 将硅酸盐水泥熟料磨细至比表面积不低于 $350\text{m}^2/\text{kg}$,得到磨细硅酸盐水泥熟料;

[0084] (3) 将磨细硅酸盐水泥熟料与再生微粉、粒化高炉矿渣、粉煤灰、工业副产石膏、硅灰、激发剂混合均匀,得到复合固化剂;

[0085] (4) 先将减水剂、分散剂与改性泥质粉砂岩盾构渣土混合均匀,再加入复合固化剂、纤维素醚搅拌均匀,得到所述的流态填充材料。

[0086] 实施例2

[0087] 本实施例提供一种流态填充材料,包括以下重量份的各组分:泥质粉砂岩盾构渣

土以干重计95份,再生微粉5份,粒化高炉矿渣20份,硫铝酸盐水泥熟料1份,粉煤灰10份,磷石膏0.2份,硅灰2份,桐油6份,羟丙基甲基纤维素0.1份,减水剂(聚甲基丙烯酸甲酯-甲基丙烯酸共聚物)0.7份,三聚磷酸钠0.1份,NaOH 0.8份,Na₂SiO₃ 1.2份。

[0088] 该流态填充材料的制备方法,包括以下步骤:

[0089] (1) 将泥质粉砂岩盾构渣土破碎至粒径不超过2mm,再将桐油与经破碎后的泥质粉砂岩盾构渣土搅拌均匀,得到含水率不低于30%的改性泥质粉砂岩盾构土;

[0090] (2) 将硫铝酸盐水泥熟料磨细至比表面积不低于400m²/kg,得到磨细硫铝酸盐水泥熟料;

[0091] (3) 将磨细硫铝酸盐水泥熟料与再生微粉、粒化高炉矿渣、粉煤灰、工业副产石膏、硅灰、激发剂混合均匀,得到复合固化剂;

[0092] (4) 先将减水剂、分散剂与改性泥质粉砂岩盾构渣土混合均匀,再加入复合固化剂、纤维素醚搅拌均匀,得到所述的流态填充材料。

[0093] 实施例3

[0094] 本实施例提供一种流态填充材料,包括以下重量份的各组分:泥质粉砂岩盾构渣土以干重计90份,再生微粉10份,粒化高炉矿渣5份,硅酸盐水泥熟料2份,粉煤灰1份,磷石膏0.3份,硅灰0.5份,桐油3份,羟丙基甲基纤维素0.15份,减水剂(聚甲基丙烯酸甲酯-甲基丙烯酸共聚物)0.3份,六偏磷酸钠0.3份,Na₂SO₄ 0.5份。该流态填充材料的制备方法,包括以下步骤:

[0095] (1) 将泥质粉砂岩盾构渣土破碎至粒径不超过2mm,再将桐油与经破碎后的泥质粉砂岩盾构渣土搅拌均匀,得到含水率不低于30%的改性泥质粉砂岩盾构土;

[0096] (2) 将硅酸盐水泥熟料磨细至比表面积不低于350m²/kg,得到磨细硅酸盐水泥熟料;

[0097] (3) 将磨细硅酸盐水泥熟料与再生微粉、粒化高炉矿渣、粉煤灰、工业副产石膏、硅灰、激发剂混合均匀,得到复合固化剂;

[0098] (4) 先将减水剂、分散剂与改性泥质粉砂岩盾构渣土混合均匀,再加入复合固化剂、纤维素醚搅拌均匀,得到所述的流态填充材料。

[0099] 实施例4

[0100] 本实施例提供一种流态填充材料,包括以下重量份的各组分:泥质粉砂岩盾构渣土以干重计85份,再生微粉15份,粒化高炉矿渣9份,硫铝酸盐水泥熟料5份,粉煤灰1份,脱磷石膏1.2份,硅灰0.8份,桐油5份,甲基纤维素0.15份,减水剂(聚甲基丙烯酸甲酯-甲基丙烯酸共聚物)0.5份,六偏磷酸钠0.5份,NaOH 0.4份,Na₂SiO₃1.0份。

[0101] 该流态填充材料的制备方法,包括以下步骤:

[0102] (1) 将泥质粉砂岩盾构渣土破碎至粒径不超过2mm,再将桐油与经破碎后的泥质粉砂岩盾构渣土搅拌均匀,得到含水率不低于30%的改性泥质粉砂岩盾构土;

[0103] (2) 将硫铝酸盐水泥熟料磨细至比表面积不低于400m²/kg,得到磨细硫铝酸盐水泥熟料;

[0104] (3) 将磨细硫铝酸盐水泥熟料与再生微粉、粒化高炉矿渣、粉煤灰、工业副产石膏、硅灰、激发剂混合均匀,得到复合固化剂;

[0105] (4) 先将减水剂、分散剂与改性泥质粉砂岩盾构渣土混合均匀,再加入复合固化

剂、纤维素醚搅拌均匀,得到所述的流态填充材料。

[0106] 对比例1

[0107] 本对比例与实施例3的区别仅在于将泥质粉砂岩盾构渣土替换为全风化板岩盾构渣土,其他均相同。

[0108] 对比例2

[0109] 本对比例与实施例3的区别仅在于不参加桐油,即桐油为0份,其他均相同。

[0110] 对比例3

[0111] 本对比例与实施例3的区别仅在于不参加再生微粉,即再生微粉替代泥质粉砂岩盾构渣土为0份,其他均相同。

[0112] 对比例4

[0113] 本对比例与实施例4的区别仅在于将减水剂(聚甲基丙烯酸甲酯-甲基丙烯酸共聚物)换为聚羧酸高性能减水剂,两种减水剂的固体含量相同,其他均相同。

[0114] 对比例5

[0115] 本对比例与实施例4的区别仅在于不参加纤维素醚,即纤维素醚为0份,其他均相同。

[0116] 对上述实施例1-4和对比例1~5制备得到的流态填充材料进行扩展度、凝结时间、泌水率、抗压强度、28d收缩率、渗透系数测试,其中,扩展度、抗压强度和渗透系数试验方法按照《预拌流态固化土填筑技术标准》(T/CECS1037-2022)进行;凝结时间、收缩率试验方法按照《建筑砂浆基本性能试验方法标准》(JGJ/T 70-2009)进行;泌水率试验方法按照《盾构法隧道同步注浆材料应用技术规程》(T/CECS 563-2018)进行。测试结果见表1。

[0117] 表1实施例1~2和对比例1~5的试验结果

项目	水固比	扩展度/mm	凝结时间/(h:min)	泌水率/%	渗透系数/[cm/s]	28d收缩率/%	抗压强度/MPa	
							3d	28d
实施例1	0.43	1300	10:00	1.8	3×10^{-9}	0.75	1.33	3.59
实施例2	0.45	1280	9:15	1.2	5×10^{-10}	0.62	1.91	5.02
实施例3	0.45	1050	14:15	2.3	2×10^{-8}	0.86	0.59	1.68
实施例4	0.45	1280	10:30	2.1	3×10^{-9}	0.71	1.32	3.41
[0118] 对比例1	0.51	1060	18:30	3.1	2×10^{-7}	1.82	0.27	0.82
对比例2	0.48	1040	17:00	2.8	1×10^{-7}	1.17	0.48	1.45
对比例3	0.46	1050	15:45	2.5	5×10^{-8}	1.05	0.39	1.38
对比例4	0.49	1260	13:45	2.8	5×10^{-8}	0.98	0.78	2.23
对比例5	0.45	1300	10:15	2.5	6×10^{-9}	0.82	1.35	3.45
备注	水固比为盾构渣土中所含水量及填充材料制备中添加的用水量的总和与盾构渣土干重量及复合胶凝材料重量的总和之比。							

[0119] 由表1可知,通过实施例1~4与对比例1~5对比,实施例1~4制备的流态填充材料

具有高流动度的优点,同时还具有凝结时间短、泌水率低、渗透系数和收缩率小、抗压强度高特点,既能提高回填施工效率,还能保证填充材料的质量。

[0120] 实施例3制备的流态填充材料所测性能均能满足《预拌流态固化土填筑技术标准》(T/CECS1037-2022)的相关规定,在某工程基坑肥槽回填中应用,流态填充材料施工过程中可自流平、自密实,且凝结时间短,可提高施工效率,缩短施工周期;固化土硬化后具有较低的渗透系数,可满足建筑物地下室的抗浮设计要求,且其收缩率小,表面未出现明显裂缝,图1为实施例1制得的流态填充材料肥槽回填后未充分硬化前的情况;图2为实施例1制得的流态填充材料肥槽回填后硬化后的情况。

[0121] 实施例1、实施例2和实施例4制备的流态填充材料所测性能均满足《盾构法隧道同步注浆材料应用技术规程》(T/CECS 563-2018)的相关规定,可在盾构法隧道同步注浆工程中应用。

[0122] 通过实施例3与对比例1对比可知,由于泥质粉砂岩盾构渣土含有较多的粉砂,相较于全风化板岩盾构渣土,因黏土吸附的水要少很多,且粉砂在拌合物中具有滚珠效应,可以改善拌合物的流动性能,因此降低了混合料浆的用水量,使水固比明显下降;同时,粉砂在混合料浆硬化过程还起到骨架作用,可提高硬化体的强度,并抑制硬化体的收缩。因此,在保持流动度基本相同的情况下,实施例3相较于对比例1表现出更低的水胶比,其凝结时间明显缩短,泌水率、抗渗系数和收缩率明显减小,抗压强度大幅提升。

[0123] 通过实施例3与对比例2对比可知,不使用桐油对盾构渣土进行改性,盾构渣土吸附水的能力提高,在保持流动度基本相同的情况下,对比例2需要增加较多的拌合用水量,这表明桐油对盾构渣土起到了较好的疏水改性;桐油聚合反应活性高,可与 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 反应产生羧酸钙盐,与C-S-H、C-A-H等凝胶物质协同固化,使得硬化体孔隙结构细化,从而提高了硬化体的强度;桐油还具有良好的干燥成膜性,可在黏土颗粒表面形成桐油膜,既可增强黏土颗粒间的胶结力,还可截断硬化体中毛细通道,从而提高硬化体的抗水渗透性。

[0124] 通过实施例3与对比例3对比可知,掺加再生微粉对本发明的流态填充材料的早期、后期强度均有提升。本发明采用的再生微粉为废弃混凝土制备再生骨料中产生的再生微粉,主要由硬化水泥石、未水化颗粒、磨细的砂、石骨料组成,硬化水泥石中的 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 可与未水化颗粒反应形成碳铝酸钙、碳硅酸钙,成为水泥熟料水化的晶核,可加速水泥熟料的水化反应,提高硬化体的早期强度;磨细的砂、石骨料具有微集料效应可与粉砂形成宏-微观连续级配,在填充材料硬化中起骨架作用,有利于提高硬化体的强度。

[0125] 通过实施例4与对比例4对比可知,本发明的减水剂为聚甲基丙烯酸甲酯-甲基丙烯酸共聚物,对填充材料具有良好的减水效果。由于黏土矿物为硅氧四面体和铝氧八面体组成的层状结构,聚羧酸减水剂的长侧链易插层吸附在硅铝层间,导致胶凝材料所能吸附的减水剂相对减少,引起减水剂的减水率下降。而聚甲基丙烯酸甲酯-甲基丙烯酸共聚物分子侧链极短,可避免侧链插层吸附于黏土矿物的硅铝层间,从而可充分发挥出其减水效果,在保证填充材料高流动度的同时,可以减少其拌合用水量,进而提高其综合性能。

[0126] 通过实施例4与对比例5对比可知,掺加纤维素醚有利于提高混合料浆的黏聚性,从而减少混合料浆离析、泌水;同时,在混合料浆凝结硬化过程中,可降低多余水分的蒸发速率,有利于减少硬化体开裂。

[0127] 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。



图1



图2