



(12) 发明专利



(10) 授权公告号 CN 108203281 B

(45) 授权公告日 2021.05.11

(21) 申请号 201810186444.7

(22) 申请日 2018.03.07

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 108203281 A

(43) 申请公布日 2018.06.26

(73) 专利权人 重庆建工第七建筑工程有限责任公司

地址 400039 重庆市九龙坡区朝田村176号

专利权人 重庆大学

(72) 发明人 邓世猛 贾兴文 路雨明 曾维勇
聂勇 贾森 张斌 白晓斌 周杰
王鉴星 蒋毅 聂波

(74) 专利代理机构 重庆博凯知识产权代理有限公司
50212

代理人 伍伦辰

(51) Int.Cl.

C04B 28/04 (2006.01)

C04B 18/08 (2006.01)

C04B 22/14 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 107572994 A ,2018.01.12

KR 20150112497 A ,2015.10.07

CN 101913787 A ,2010.12.15

审查员 段晓雅

权利要求书1页 说明书9页

(54) 发明名称

一种微膨胀注浆材料及其制备方法

(57) 摘要

本发明公开了一种微膨胀注浆材料,其特征在于,采用如下比例的质量份数的材料得到:高钙粉煤灰:30~50份;煅烧页岩:15~30份;磷石膏:5~20份;普通硅酸盐水泥:10~20份;快硬硫铝酸盐水泥:5~15份;上述材料总份数配至100份的基础上,再按照和上述材料总份数的质量倍数,加入以下的添加剂材料和水:聚羧酸减水剂:0.005~0.01倍份;可再分散乳胶粉:0.001~0.01倍份;羟丙级甲基纤维素醚:0.0005~0.0015倍份;木质素磺酸钙0.002~0.004倍份;阳离子有机聚合物:0.001~0.005倍份;水:0.80~1.0倍份。本发明具有力学性能良好,微膨胀,制备成本低,固废利用率高,绿色环保,注浆材料和土体相容性好等特点。

1. 一种微膨胀注浆材料,其特征在于,采用如下比例的质量份数的材料得到:

高钙粉煤灰:30~50份

煅烧页岩:15~30份

磷石膏:5~20份

普通硅酸盐水泥:10~20份

快硬硫铝酸盐水泥:5~15份;

上述材料均采用粉体材料并共同构成胶凝材料,构成胶凝材料的上述各材料质量份数总份数配至100份的基础上,再按照和上述材料总份数的质量倍数,加入以下的添加剂材料和水:

聚羧酸减水剂:0.005~0.01倍份

可再分散乳胶粉:0.001~0.01倍份

羟丙级甲基纤维素醚:0.0005~0.0015倍份

木质素磺酸钙0.002~0.004倍份

阳离子有机聚合物:0.001~0.005倍份

水:0.80~1.0倍份

磷石膏用于激发高钙粉煤灰和煅烧页岩的火山灰活性,并且高钙粉煤灰、煅烧页岩和磷石膏利于提高注浆材料的稳定性,同时组成具有一定水硬性的 $\text{CaO-SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3$ 自固结水硬化体系,用于提高结石体的后期强度;高钙粉煤灰作为注浆材料的膨胀源,用于抑制结石体的干燥收缩变形,并通过自身的火山灰效应显著提高结石体的后期强度、抗渗性和耐久性;阳离子有机聚合物水解产生的阳离子与煅烧页岩和高钙粉煤灰水化产生的带负电荷基团加速聚合,利于实现浆液的电解平衡,从而有利于加速注浆材料的水化固结。

2. 一种制备如权利要求1所述微膨胀注浆材料的方法,其特征在于,包括以下步骤:

(a) 页岩破碎后预热干燥,在800~900℃煅烧2h,然后快速冷却;冷却的煅烧页岩粉磨10~15 min后得到煅烧页岩,再加入高钙粉煤灰和磷石膏,搅拌均匀后,粉磨得到混合粉体;

(b) 称量普通硅酸盐水泥和快硬硫铝酸盐水泥,与(a)步骤得到的混合粉料共同搅拌均匀,再加入总用水量的70%,搅拌均匀形成流体状浆体;

(c) 称量可再分散乳胶粉、羟丙级甲基纤维素醚、聚羧酸减水剂以及木质素磺酸钙和阳离子有机聚合物以及剩余的30%的水,加入到(b)步骤形成的浆体中搅拌均匀,即可制得注浆浆液。

3. 如权利要求2所述的方法,其特征在于,(a)步骤中,采用分级粉磨方式,将三种材料均分为三份,并分别粉磨5,15和30min后混合,制成细度不同的混合粉体。

4. 如权利要求2所述的方法,其特征在于,(b)步骤和(c)步骤中搅拌时所用仪器为立式强制式搅拌机,(b)步骤搅拌时间为60~90秒;(c)步骤搅拌时间为90~120秒。

5. 如权利要求2所述的方法,其特征在于,在(b)中,采用称量精度0.1g的电子称称量。

一种微膨胀注浆材料及其制备方法

技术领域

[0001] 本发明涉及建筑注浆材料领域,具体涉及一种微膨胀注浆材料及其制备方法。

背景技术

[0002] 注浆材料是灌注到岩土缝隙、矿井坑道、回填土层中起充填和固结作用的具有胶凝性能的材料,可以发挥防渗、堵漏、稳定土层和加固岩土边坡的关键作用。注浆材料在岩土工程、矿井填充、土壤固化、路基硬化、边坡加固等领域被广泛应用。按照原材料类型,注浆材料可以分为颗粒浆液、化学浆液和精细矿物浆液。

[0003] 颗粒浆液注浆材料主要有水泥浆、水泥粘土浆和水泥-水玻璃浆。水泥注浆材料通常采用通用硅酸盐水泥作为主要胶凝材料,如普通硅酸盐水泥和矿渣硅酸盐水泥等,同时添加一定量的外加剂,加水拌合后配制成浆液,采用单液方式注入,这样的浆液称为单液水泥浆。所指外加剂,通常包括早强剂、速凝早强剂、塑化剂、悬浮剂等。水泥注浆材料具有强度高、耐久性好、无毒、材料来源广、价格低廉和制备方法简单等诸多优点。注浆材料种类繁多,但是在土木工程领域应用最普遍的还是以通用硅酸盐水泥为主要胶凝材料的水泥注浆材料。由于水泥浆液以细颗粒材料为主制备,用于灌注包含大量细裂隙和微孔的地层时,其可灌性不如化学注浆材料好。此外,其浆液稳定性相对较差。

[0004] 水泥粘土浆常用于砂砾石层灌浆、路基和堆场土坝加固等,主要优点是浆液稳定性较好,与土体相容性较好,可以就地取材,制备成本较低,但是水泥粘土浆固结硬化体凝结硬化速度较慢,早期和后期强度较低,同时也存在干燥收缩较大的问题。

[0005] 水泥-水玻璃浆是双液注浆体系,制备浆液时,应分别进行水泥浆的配制和水玻璃的稀释,导致注浆工序增加,此外水泥-水玻璃注浆材料存在强度较低、耐久性和抗渗性较差的问题。

[0006] 随着注浆材料的广泛应用,各种类型的有机聚合物被用于制备化学注浆材料,如木质素类浆液、尿醛树脂类浆液、酚醛树脂类浆液、丙烯酰胺类浆液、丙烯酸类浆液、水溶性或非水溶性聚氨酯浆液、环氧树脂类浆液、不饱和聚酯类浆液等。化学注浆材料不含颗粒材料,可灌性好,凝结时间可控性好,固结强度较高,抗水渗透性好,但是价格较高,是常用的水泥注浆材料的几倍甚至几百倍。此外,由于采用有机聚合物制备,多数浆液不同程度的具有一定毒性,对自然环境和人体健康产生威胁,因此,化学注浆材料的应用受到了极大的限制,甚至被禁止在很多工程中使用。

[0007] 精细矿物浆液基于不同类型的天然矿物、人造矿物和特种功能材料的组合,显著提高浆液性能、固结性能和耐久性,具有浆液稳定性好、浆液粘度低、可灌性好、固结强度高等特点。但是,精细矿物浆液对原材料品质要求较高,制备成本也相对较高。

[0008] 在长期的工程应用过程中,常用的注浆材料仍然存在以下问题:

[0009] (1) 水泥浆液硬化体抗压强度高,有利于提高岩土加固硬化效果,而且施工工艺简单,因此无论是岩石还是土体注浆加固都选用水泥浆液。水泥硬化体的强度和弹性模量与岩石较为接近,因此用水泥浆液固化石质边坡、碎石路基、岩石围挡可以更好的发挥水泥浆

液强度高的优势。但是,采用水泥注浆材料固化土体时,由于水泥硬化体的强度和弹性模量与土体相差较大,当水泥硬化体因温度变化和含水率变化产生变形时,因为土体的强度和弹性模量明显较低,容易导致结石体开裂和强度下降。因此,加固土体不适宜采用硬化体强度很高的水泥浆液。

[0010] (2) 采用水泥黏土浆,虽然可以提高浆液稳定性,同时也可以提高浆液硬化体和土体的相容性,减小土体和浆液硬化体的强度以及弹性模量的差异,但是水泥黏土浆早期强度低,不适用于快速加固和对早期强度要求较高的土质边坡加固工程。

[0011] (3) 水泥-水玻璃浆液属于双液体系,施工工序多,虽然凝结硬化时间可控性较强,但是硬化体强度低,不仅存在固结材料后期强度衰减的问题,而且耐久性和抗渗性较差。

[0012] (4) 为了提高注浆材料的早期强度,通常需要在注浆材料中掺加含有氯盐的早强剂,虽然有利于提高结石体的早期强度,但是大量的氯离子会导致钢筋和钢管锈蚀,反而对土木工程质量产生危害。

[0013] (5) 化学注浆材料可灌性好,凝结时间可控性好,固结强度高,抗水渗透性好,但是价格较高,是常用的水泥注浆材料的几倍甚至几百倍,难以在普通的土木工程中大规模应用。此外,多数化学浆液不同程度的具有一定毒性,不仅污染土壤和环境,也对施工人员的身体健康产生了危害。

[0014] 综上所述,目前广泛应用的水泥注浆材料浆液稳定性较差,干燥收缩大,与土体的相容性较差;水泥黏土浆早期强度低,不适用于快速加固和对早期强度要求较高的边坡治理工程;而化学浆液制备成本高,施工技术较为复杂,在土木工程领域很难大规模应用。精细矿物浆液制备工艺相对复杂,对原材料性能要求高,因此目前应用相对较少。因此,怎样制备浆液稳定性好、渗透性强、具有良好早期强度,尤其是与土体相容性更好的低成本注浆材料,以满足土质边坡快速加固的迫切要求,成为本领域技术人员有待考虑解决的问题。

发明内容

[0015] 针对上述现有技术的不足之处,本发明首要解决的技术问题是:怎样提供一种能够显著提高浆液硬化体与土体的相容性,在此基础上,提高浆液的早期强度、稳定性和可灌注性,并且进一步使浆液硬化后具有微膨胀特性,显著降低结石体固结硬化过程的干燥收缩变形的微膨胀注浆材料及其制备方法。

[0016] 具体地说,为实现上述目的,本发明采用以下技术方案:

[0017] 一种微膨胀注浆材料,其特征在于,采用如下比例的质量份数的材料得到:

[0018] 高钙粉煤灰:30~50份

[0019] 煅烧页岩:15~30份

[0020] 磷石膏:5~20份

[0021] 普通硅酸盐水泥:10~20份

[0022] 快硬硫铝酸盐水泥:5~15份;

[0023] 上述材料均采用粉体材料并共同构成胶凝材料,构成胶凝材料的上述各材料质量份数总份数配至100份的基础上,再按照和上述材料总份数的质量倍数,加入以下的添加剂材料和水:

[0024] 聚羧酸减水剂:0.005~0.01倍份

[0025] 可再分散乳胶粉:0.001~0.01倍份

[0026] 羟丙级甲基纤维素醚:0.0005~0.0015倍份

[0027] 木质素磺酸钙0.002~0.004倍份

[0028] 阳离子有机聚合物:0.001~0.005倍份

[0029] 水:0.80~1.0倍份。

[0030] 这样,为了降低注浆材料的制备成本,考虑了利用大宗工业固体废弃物,不仅有利于降低注浆材料的制备成本,也可以显著提高注浆材料硬化体和土体的相容性和变形协调性。因此,本发明采用高钙粉煤灰、煅烧页岩和磷石膏作为主要原材料制备注浆材料。利用高钙粉煤灰的水化膨胀特性显著降低结石体固结硬化过程中的干燥收缩变形,利用磷石膏激发高钙粉煤灰和煅烧页岩的火山灰活性,不仅有利于结石体后期强度发展,还可以在水化过程中产生微膨胀,水化产物填充土壤孔隙,以显著改善浆液稳定性以及注浆材料和土体的相容性,显著降低注浆后土体的干燥收缩变形。以快硬硫铝酸盐水泥作为早强剂,提供较高的早期强度,加快施工进度,使得本材料和钢管抗滑桩结合使用时,可以充分发挥钢管抗滑桩和土体的桩土协同效应。本发明具有力学性能良好,微膨胀,制备成本低,固废利用率高,绿色环保,注浆材料和土体相容性好等特点。

[0031] 具体地说,本技术方案中所述高钙粉煤灰、煅烧页岩和磷石膏均为工业固体废弃物,其中高钙粉煤灰和磷石膏均为难以利用的大宗工业固体废弃物,掺入注浆材料中能够显著提高浆液稳定性;三者还可以组成具有一定水硬性的 $\text{CaO-SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3$ 自固结水化硬化体系,有利于提高结石体的后期强度。

[0032] 利用燃值比较低的褐煤和次烟煤发电过程产生的粉煤灰通常为高钙粉煤灰。此外,一部分电厂在利用其它灰分较高的劣质煤时,为了稳定燃烧工况和降低煤的灰熔点而采用石灰石、石灰等增钙燃烧工艺,产生的增钙灰也属于高钙粉煤灰,本申请中高钙粉煤灰的化学组成配比范围见表1。由于高钙粉煤灰中f-CaO含量较高,f-CaO结构较疏松更易水化,而且高钙粉煤灰颗粒比水泥颗粒细,因此高钙粉煤灰具有良好的活性。与普通硅酸盐水泥中含有的f-CaO相比,高钙粉煤灰中的f-CaO对结构的破坏性要小,但是仍然存在体积安定性和后期膨胀问题,因此,高钙粉煤灰难以作为水泥混合材或者混凝土掺合料,也导致高钙粉煤灰难以实现大规模综合利用。但是岩土边坡和地基中,尤其是土质边坡和地基的空隙率显著高于水泥混凝土,大量的孔隙不仅可以容纳注浆材料水化生成的膨胀性水化产物,还可以有效的补偿结石体的干燥收缩。采用通用硅酸盐水泥作为主要胶凝材料加固土体时,结石体硬化过程中会产生显著的干燥收缩,为了抑制结石体的干燥收缩,通常需要在注浆材料中掺加膨胀剂,导致注浆材料制备成本增加。此外膨胀剂水化需要充足的水分供给,需要提高注浆材料的水灰比,也导致注浆材料浆液稳定性和结石体强度显著降低。因此,采用本申请中是采用高钙粉煤灰作为注浆材料的膨胀源,不仅可以有效抑制结石体的干燥收缩变形,还可以通过自身的火山灰效应显著提高结石体的后期强度、抗渗性和耐久性,并且实现高钙粉煤灰的综合利用。

[0033] 表1高钙粉煤灰的化学组成质量占比/%

	化学组成	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	LOI
[0034]	高钙粉煤灰1	40.6	9.1	7.7	19.9	8.1	10.6	1.4
	高钙粉煤灰2	39.0	22.3	4.4	25.4	1.9	6.2	2.4

[0035] 煅烧页岩是将页岩破碎后在800~900℃煅烧后得到的具有一定活性的粘土质物质。页岩是氧化硅和氧化铝为主要成分的粘土质沉积岩,是由疏松的粘土经长期胶结、压实、固结作用形成的具有页状或薄片状构造的粘土,页岩成分复杂,常混杂有石英、长石的碎屑以及其他矿物成分。页岩的主要组分是以结晶态铝硅酸盐矿物形式存在,由于结构稳定,几乎没有水化活性。经过高温煅烧后,页岩中的粘土质矿物会分解成活性的无定形物质,从而产生活性,在水存在的条件下,可以与水泥水化生成的Ca(OH)₂以及磷石膏中的CaSO₄发生水化反应。制备水泥黏土浆液时候黏土掺量较大,大量使用黏土可能存在破坏耕地和环境的问题,而页岩在西南地区储量丰富,开采页岩对耕地的破坏比开采黏土相对较小。此外,直接掺加黏土或者页岩制备注浆材料时,由于没有活性,黏土和页岩只能作为惰性填充材料,虽然可以增强浆液稳定性,但是会导致注浆结石体强度降低。而掺加煅烧页岩不仅可以提高浆液稳定性,还可以发挥活性效应,显著提高注浆结石体的强度。

[0036] 磷石膏是湿法生产磷酸过程中排放的工业废渣,每生产1t磷酸约产生4~5t磷石膏,磷石膏排放量大,而综合利用率不足20%,磷石膏的大量堆存已经严重制约了我国磷化工企业的可持续发展。磷石膏大量堆存,既占用土地,又浪费资源,磷石膏中含有的酸性及其他有害物质也容易对周边环境造成污染。因此,如何有效利用大量堆存的磷石膏已经成为亟待破解的难题。磷石膏中CaSO₄·2H₂O含量可以达到90%以上,CaSO₄·2H₂O不仅可以作为高钙粉煤灰和煅烧页岩的活性激发剂,同时也有利于提高注浆材料的早期强度。CaSO₄·2H₂O在水中溶解后可以产生钙离子,钙离子表面带正电荷,而土壤颗粒胶体表面带负电荷,正负电荷结合可以加速土壤颗粒的固结。此外,磷石膏含有大量微细颗粒,有利于提高浆液稳定性。

[0037] 本方案中采用的高钙粉煤灰、磷石膏含有大量的超细颗粒,这些超细颗粒比表面积很高,且高钙粉煤灰具有很高的活性,不仅可以产生火山灰效应,具有增加注浆材料浆体稠度和稳定性的作用,也有利于提高注浆结石体后期强度。随着磷石膏和高钙粉煤灰掺量增加,由于超细颗粒比表面积大且密度小,注浆材料浆液稳定性将显著提高,从而避免浆液分层泌水现象出现。

[0038] 本技术方案中所述普通硅酸盐水泥优选为42.5R级普通硅酸盐水泥,普通硅酸盐水泥是增强组分,也可以作为高钙粉煤灰和煅烧页岩的活性激发剂。

[0039] 本技术方案中所述快硬硫铝酸盐水泥优选为42.5级快硬硫铝酸盐水泥。其有益效果是42.5级快硬硫铝酸盐水泥是早强组分,可以加快浆液凝结硬化速度,发挥增强注浆材料早期强度的作用,有利于土体的快速加固和加快施工速度,提高施工效率。

[0040] 本技术方案中所述聚羧酸减水剂为醚类聚羧酸减水剂,固含量为28%。其有益效果是醚类聚羧酸减水剂可以显著提高新拌浆体流动性和减少拌合水用量,具有提高注浆材料可灌性和结石体抗压强度的作用。

[0041] 本技术方案中所述可再分散乳胶粉为聚醋酸乙烯-乙烯共聚乳胶粉(VAE)。其有益效果是聚醋酸乙烯-乙烯共聚乳胶粉(VAE)为水溶性可再分散粉末,是一种能够增强注浆材

料浆液内聚力、粘结力和柔韧性的有机聚合物。

[0042] 本技术方案中所述羟丙基甲基纤维素醚 (HPMC) 的粘度为 $5 \sim 8 \text{ Pa} \cdot \text{s}$ 。其有益效果是羟丙基甲基纤维素醚起到显著增强注浆材料浆液粘聚性、保水性、增稠性和稳定性的作用。

[0043] 本技术方案所述木质素磺酸钙是多组分高分子聚合物阴离子表面活性剂, 黄色至深棕色粉末, 分子量为 $800 \sim 10000$, 具有良好的分散性和较好的减水作用。

[0044] 本技术方案所述阳离子有机聚合物, 溶解过程中产生阳离子, 与土壤颗粒表面的阴离子结合, 通过电荷平衡作用, 显著提高浆液的胶结力, 加速土体固结硬化。注浆材料中掺加阳离子有机聚合物后, 浆液中钙、钠等阳离子的浓度显著增加, 而本技术方案中煅烧页岩具有较好的水化活性, 在磷石膏和碱性物质存在的条件下, 煅烧页岩中含有的具有水化活性的无定形物质可以活化并生成带有负电荷的基团, 阳离子有机聚合物水解产生的阳离子与注浆材料中煅烧页岩和高钙粉煤灰水化产生的带负电荷基团加速聚合, 可以实现浆液的电荷平衡, 有利于加速注浆材料的水化固结。

[0045] 本技术方案中所述水可以采用常温自来水或无污染的天然水, 水的作用是润湿粉体材料形成浆体。

[0046] 本发明还提供一种制备上述注浆材料的方法, 包括:

[0047] (a) 页岩破碎后预热干燥, 在 $800 \sim 900^\circ\text{C}$ 煅烧 2h, 然后快速冷却; 冷却的煅烧页岩粉磨 $10 \sim 15 \text{ min}$ 后得到煅烧页岩, 再加入高钙粉煤灰和磷石膏, 搅拌均匀后, 粉磨制成混合粉体。

[0048] (b) 称量普通硅酸盐水泥和快硬硫铝酸盐水泥, 与 (a) 步骤得到的混合粉料共同搅拌均匀, 再加入总用水量的 70%, 搅拌形成流体状浆体。

[0049] (c) 称量可再分散乳胶粉、羟丙基甲基纤维素醚、聚羧酸减水剂以及木质素磺酸钙和阳离子有机聚合物以及剩余的 30% 的水, 加入到 (b) 步骤形成的浆体中搅拌均匀, 即可制得注浆浆液。

[0050] 作为优化, (a) 步骤中, 采用分级粉磨方式, 将三种材料均分为三份, 并分别粉磨 5, 15 和 30min 后混合, 制成细度不同的混合粉体。这三种材料分级粉磨制成不同细度的混合粉体, 有利于提高注浆材料的可灌注性能; 如果全部采用超细粉体制备注浆材料, 粉体的粉磨和制备成本将显著增加, 而且土体孔隙尺寸普遍较大, 需要采用超细粉体填充的微孔总体积非常小, 因此本发明采用分级粉磨方式, 将部分注浆材料粉磨成超细粉体, 不仅可以增加注浆材料的可灌注性能, 也有利于降低注浆材料的粉磨与制备成本。

[0051] 作为优化, (b) 步骤和 (c) 步骤中搅拌时所用仪器为立式强制式搅拌机, (b) 步骤搅拌时间为 $60 \sim 90 \text{ s}$; (c) 步骤搅拌时间为 $90 \sim 120 \text{ s}$ 。可以更好地确保搅拌效果。

[0052] 作为优化, 在 (b) 中, 由于聚醋酸乙烯-乙烯共聚乳胶粉、羟丙基甲基纤维素醚、聚羧酸减水剂、木质素磺酸钙和阳离子有机化合物的用量比较少, 采用称量精度 0.1 g 的电子称称量后加入使其份量精确。

[0053] 在 (c) 中, 搅拌工艺均属于本领域公知常识。

[0054] 本发明实施时, 无需特殊搅拌设备, 生产方便, 制备成本低, 能够得到具有微膨胀特性的注浆材料。经试验验证其与比现有技术制备的水泥注浆材料析水率降低了 $5\% \sim 10\%$, 结石体干燥收缩降低 $50\% \sim 70\%$, 1d 抗压强度提高 2~3 倍, 28d 抗压强度提高 $30\% \sim$

50%。注浆后形成的结石体早期强度高,后期强度也持续增长,渗透系数小于 $6 \times 10^{-6} \text{cm/s}$,产品指标明显高于建设行业标准《建筑地基处理技术规范》(JGJ79-2012)中对于水泥注浆材料和水泥黏土注浆材料的要求。本发明可以实现土质边坡、回填土的快速加固和固结硬化,而且制备工艺简单,注浆材料结石率高,抗压强度高,干燥收缩小,抗渗性能好,有利于在显著降低注浆材料制备成本和干燥收缩变形的基础上提高注浆材料结石体抗压强度及其与土体的相容性和变形协调性。

[0055] 本发明具有以下优点:

[0056] (1) 本发明所用的主要活性材料为高钙粉煤灰、煅烧页岩和磷石膏,其中高钙粉煤灰和磷石膏均为难以利用的大宗工业固体废弃物,不仅可以降低注浆材料的制备成本,也有利于提高工业固体废弃物的综合利用率。由于所用原材料来源广泛、价格低廉,便于推广应用。

[0057] (2) 本发明中普通硅酸盐水泥和快硬硫铝酸盐水泥用量较低,不仅有利于提高注浆材料与土体的相容性和变形协调性,也有利于降低注浆材料制备成本;普通硅酸盐水泥主要起增强和激发火山灰活性的作用,快硬硫铝酸盐水泥作为早强剂,主要起提高结石体早期强度的作用。

[0058] (3) 通过掺加聚羧酸减水剂、木质素磺酸钙等外加剂,显著改善注浆材料浆液的流变性和可灌性,提高浆液的稳定性,同时也有利于发挥减水作用,提高结石体的强度和耐久性。

[0059] (4) 通过掺加可再分散乳胶粉、甲基羟丙基纤维素醚等外加剂,显著改善浆液的流变性,提高浆液的稠度和稳定性,降低浆液析水率,同时也有利于提高浆液的可灌性。

[0060] (5) 经过试验,本发明制得的水泥注浆材料,水胶比为0.8~1.0时,析水率低至2.7%,结石率高达96.5%,1d抗压强度达到3.5~5.6MPa,28d抗压强度达到11.6~17.8MPa。

[0061] (6) 本发明实施时,各具体步骤仍然是普通工艺,易于工厂化生产。

[0062] 综上所述,本发明具有力学性能良好,微膨胀,制备成本低,固废利用率高,绿色环保,注浆材料和土体相容性好等特点。

具体实施方式

[0063] 下面结合具体实例对本发明作进一步详细说明。

[0064] 实施例1

[0065] 本实施例的一种微膨胀注浆材料,采用如下质量份比例的材料:

[0066] 高钙粉煤灰:30份

[0067] 煅烧页岩:30份

[0068] 磷石膏:5份

[0069] 普通硅酸盐水泥:20份

[0070] 快硬硫铝酸盐水泥:15份;

[0071] 上述材料均采用粉体材料并共同构成胶凝材料,构成胶凝材料的上述各材料质量份数总份数配至100份的基础上,再按照和上述材料总份数的质量倍数,加入以下的添加剂材料和水:

[0072] 聚羧酸减水剂:0.01倍份

[0073] 可再分散乳胶粉:0.005倍份

[0074] 羟丙级甲基纤维素醚:0.0005倍份

[0075] 木质素磺酸钙:0.004倍份

[0076] 阳离子有机聚合物:0.001倍份

[0077] 水:0.80倍份。

[0078] 本实施例中的微膨胀注浆材料,使用上述原材料并按照以下方法制备,该方法步骤包括:

[0079] (a) 页岩破碎后预热干燥,在800~900℃煅烧2h,然后快速冷却;冷却的煅烧页岩粉磨10~15min后得到煅烧页岩,再加入高钙粉煤灰和磷石膏,搅拌均匀后,粉磨制成混合粉体。所述粉磨采用分级粉磨方式,将三种材料均分为三份,并分别粉磨5,15和30min后混合,制成细度不同的混合粉体。

[0080] (b) 称量普通硅酸盐水泥和快硬硫铝酸盐水泥,与(a)步骤得到的混合粉料共同搅拌均匀,再加入总用水量的70%,搅拌形成流体状浆体。搅拌所用仪器为立式强制式搅拌机,搅拌时间为60~90秒;

[0081] (c) 称量可再分散乳胶粉、羟丙级甲基纤维素醚、聚羧酸减水剂以及木质素磺酸钙和阳离子有机聚合物以及剩余的30%的拌合水,加入到(b)步骤形成的浆体中搅拌均匀,即可制得注浆浆液。搅拌所用仪器与(b)步骤相同,搅拌时间为90~120秒。

[0082] 在(b)中,由于聚醋酸乙烯-乙烯共聚乳胶粉、羟丙基甲基纤维素醚、聚羧酸减水剂、木质素磺酸钙和阳离子有机化合物的用量比较少,采用称量精度0.1g的电子称称量后加入使其份量精确。

[0083] 实施例2

[0084] 本实施例的一种微膨胀注浆材料,采用如下质量份比例的材料:

[0085] 高钙粉煤灰:40份

[0086] 煅烧页岩:25份

[0087] 磷石膏:10份

[0088] 普通硅酸盐水泥:15份

[0089] 快硬硫铝酸盐水泥:10份;

[0090] 上述材料均采用粉体材料并共同构成胶凝材料,构成胶凝材料的上述各材料质量份数总份数配至100份的基础上,再按照和上述材料总份数的质量倍数,加入以下的添加剂材料和水:

[0091] 聚羧酸减水剂:0.008倍份

[0092] 可再分散乳胶粉:0.002倍份

[0093] 羟丙级甲基纤维素醚:0.0005倍份

[0094] 木质素磺酸钙:0.003倍份

[0095] 阳离子有机聚合物:0.002倍份

[0096] 水:0.80倍份

[0097] 制备方法同实施例1。

[0098] 实施例3

[0099] 本实施例的一种微膨胀注浆材料,采用如下质量份比例的材料:

[0100] 高钙粉煤灰:40份

[0101] 煅烧页岩:20份

[0102] 磷石膏:10份

[0103] 普通硅酸盐水泥:15份

[0104] 快硬硫铝酸盐水泥:15份;

[0105] 上述材料均采用粉体材料并共同构成胶凝材料,构成胶凝材料的上述各材料质量份数总份数配至100份的基础上,再按照和上述材料总份数的质量倍数,加入以下的添加剂材料和水:

[0106] 聚羧酸减水剂:0.008倍份

[0107] 可再分散乳胶粉:0.006倍份

[0108] 羟丙级甲基纤维素醚:0.0010倍份

[0109] 木质素磺酸钙:0.003倍份

[0110] 阳离子有机聚合物:0.003倍份

[0111] 水:0.90倍份

[0112] 制备方法同实施例1。

[0113] 实施例4

[0114] 本实施例的一种微膨胀注浆材料,采用如下质量份比例的材料:

[0115] 高钙粉煤灰:50份

[0116] 煅烧页岩:20份

[0117] 磷石膏:15份

[0118] 普通硅酸盐水泥:10份

[0119] 快硬硫铝酸盐水泥:5份;

[0120] 上述材料均采用粉体材料并共同构成胶凝材料,构成胶凝材料的上述各材料质量份数总份数配至100份的基础上,再按照和上述材料总份数的质量倍数,加入以下的添加剂材料和水:

[0121] 聚羧酸减水剂:0.006倍份

[0122] 可再分散乳胶粉:0.01倍份

[0123] 羟丙级甲基纤维素醚:0.0010倍份

[0124] 木质素磺酸钙:0.002倍份

[0125] 阳离子有机聚合物:0.004倍份

[0126] 水:0.90倍份

[0127] 制备方法同实施例1。

[0128] 实施例5

[0129] 本实施例的一种微膨胀注浆材料,采用如下质量份比例的材料:

[0130] 高钙粉煤灰:50份

[0131] 煅烧页岩:15份

[0132] 磷石膏:20份

[0133] 普通硅酸盐水泥:10份

[0134] 快硬硫铝酸盐水泥:5份;

[0135] 上述材料均采用粉体材料并共同构成胶凝材料,构成胶凝材料的上述各材料质量份数总份数配至100份的基础上,再按照和上述材料总份数的质量倍数,加入以下的添加剂材料和水:

[0136] 聚羧酸减水剂:0.005倍份

[0137] 可再分散乳胶粉:0.008倍份

[0138] 羟丙级甲基纤维素醚:0.0015倍份

[0139] 木质素磺酸钙:0.002倍份

[0140] 阳离子有机聚合物:0.005倍份

[0141] 水:1.00倍份

[0142] 制备方法同实施例1。

[0143] 实验结果

[0144] 将实施例1、实施例3和实施例5按照建设行业标准《建筑地基处理技术规范》(JGJ79—2012)的要求,测试析水率、结石率、抗渗性和抗压强度,试验结果见表2。

[0145] 表2注浆材料的物理力学性能

实施例	析水率 (%)	结石率 (%)	抗渗性 (10^{-5}cm/s)	抗压强度(MPa)	
				1d	28d
[0146] 1	2.7	96.5	2.6	5.6	17.8
3	3.8	95.8	3.5	4.4	14.5
5	4.3	93.7	4.7	3.5	11.6

[0147] 根据表2试验数据可以看出,本发明制备的注浆材料满足建设行业标准《建筑地基处理技术规范》(JGJ 79—2012)中关于注浆加固工程对注浆材料的性能要求,析水率不大于6%,1d抗压强度高达5.6MPa,28d抗压强度可达17.8MPa。而且,本发明采用了分级粉磨的方法,注浆材料颗粒级配好,不仅有效提高了浆液可灌性,也降低了原材料制备成本。本发明涉及的注浆材料结石体干燥收缩较小,抗渗性能较好,说明本发明在实际使用中不易泌水而导致浆液灌注性降低,有助于提高注浆材料的结石率以及结石体的抗渗性和抗压强度,避免出现注浆材料浆液在灌注过程中因析水率高产生可灌性降低和结石率明显下降的工程质量问题。

[0148] 其中,实施例1的早期抗压强度和后期最高,适合于对早期强度要求较高的岩土边坡快速加固工程;实施例5经济性最好,且其力学性能、浆液稳定性和可灌性非常好;实施例3早期强度和后期力学性能均较好,有助于加快施工速度,可以作为实际生产的最佳配合比。

[0149] 以上所述仅为本发明的较佳实施例,并不用以限制本发明,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。