



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 113968717 A

(43) 申请公布日 2022. 01. 25

(21) 申请号 202111584249.8

(22) 申请日 2021.12.23

(71) 申请人 中铁建设集团有限公司

地址 100049 北京市石景山区石景山路20号

(72) 发明人 翟玉新 王飞 王洪涛 张晓刚

薛文军 刘枫 张锋

(74) 专利代理机构 北京纽乐康知识产权代理事

务所(普通合伙) 11210

代理人 刘艳艳

(51) Int. Cl.

C04B 28/14 (2006.01)

C04B 18/04 (2006.01)

C04B 18/14 (2006.01)

C04B 22/14 (2006.01)

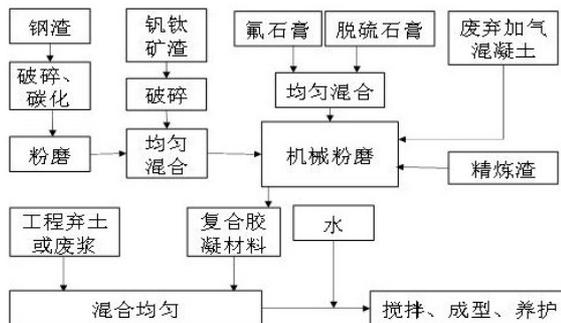
权利要求书1页 说明书10页 附图1页

(54) 发明名称

一种含大量冶金渣的全固废基坑回填材料及其制备方法

(57) 摘要

本发明公开了一种含大量冶金渣的全固废基坑回填材料及其制备方法,该回填材料由复合胶凝材料和工程弃土或废浆组成,所述复合胶凝材料与工程弃土或废浆的干料质量比为1:8~9.5;所述复合胶凝材料由精炼渣、钢渣、钒钛矿渣、废弃加气混凝土、脱硫石膏和氟石膏六种成分组成,配比按重量份计为:钢渣20~40份,精炼渣10~50份,钒钛矿渣20~50份,废弃加气混凝土5~15份,脱硫石膏2.5~5.5份,氟石膏2.5~5.5份。本发明的含大量冶金渣的全固废基坑回填材料及其制备方法达到了节能环保的目的,同时也能变废为宝,使固废产生较高的经济价值,实现固体废弃物的绿色可持续发展。



1. 一种含大量冶金渣的全固废基坑回填材料,其特征在于,由复合胶凝材料与工程弃土或复合胶凝材料与废浆组成,所述复合胶凝材料与工程弃土或废浆的干料质量比为1:8~9.5;按重量份计,所述复合胶凝材料由以下原料组成:钢渣20~40份,精炼渣10~50份,钒钛矿渣20~50份,废弃加气混凝土5~15份,脱硫石膏2.5~5.5份,氟石膏2.5~5.5份。

2. 根据权利要求1所述的全固废基坑回填材料,其特征在于,以质量百分比计,所述钢渣的组分包括:CaO 20~50%,SiO₂ 10~30%,Al₂O₃ 1~10%,Fe₂O₃ 5~30%,MgO 1~15%,FeO 1~12%,Na₂O 0.01~2%,K₂O 0.01~2%,SO₃ 0~0.3%,P₂O₅ 1~6%。

3. 根据权利要求1所述的全固废基坑回填材料,其特征在于,以质量百分比计,所述精炼渣的组分包括:CaO 45~60%,Al₂O₃ 20~30%,SiO₂ 5~10%,MgO 2~8%,Fe₂O₃ 1~5%,SO₃ 1~4%。

4. 根据权利要求1所述的全固废基坑回填材料,其特征在于,以质量百分比计,所述钒钛矿渣的组分包括:SiO₂ 10~35%,Al₂O₃ 10~20%,MgO 5~10%,CaO 15~30%,Fe₂O₃ 0.1~3%,Na₂O 0.01~2%,K₂O 0.01~2%,MnO 0.1~1.5%,TiO₂ 10~25%,SO₃ 0.1~2%。

5. 根据权利要求1所述的全固废基坑回填材料,其特征在于,以质量百分比计,所述氟石膏的组分包括:CaO 32~40%,SiO₂ 0.1~5%,Al₂O₃ 0.1~3%,MgO 0.1~1%,SO₃ 35~55%,CaF₂ 2~7%。

6. 根据权利要求1所述的全固废基坑回填材料,其特征在于,以质量百分比计,所述脱硫石膏的组分包括:CaO 40~50%,SiO₂ 1~4%,Al₂O₃ 0~1.5%,MgO 1~4%,SO₃ 30~45%,Cl 0.01~1%。

7. 一种如权利要求1-6任意一项所述的全固废基坑回填材料的制备方法,其特征在于,包括以下步骤:

S1 钢渣破碎至粒径为1~3mm后,放入碳化箱中碳化60~72h,将碳化后的钢渣烘干,然后放入球磨机中粉磨至比表面积为150~200m²/kg;

S2 钒钛矿渣破碎至粒径为1~3mm,将破碎后的钒钛矿渣烘干;然后将S1得到的钢渣和钒钛矿渣混合,放入球磨机中粉磨至比表面积为400~700m²/kg;

S3 将精炼渣烘干,再置于球磨机中粉磨至比表面积为400~600m²/kg;

S4 废弃加气混凝土破碎至粒径为1~3mm,然后烘干至恒重,再放入球磨机中粉磨至比表面积为300~400m²/kg;

S5 将脱硫石膏和氟石膏烘干,烘干后的脱硫石膏和氟石膏混合均匀后,放入球磨机中粉磨至350~500m²/kg;

S6 将S2、S3、S4及S5得到的粉体材料拌和,得到复合胶凝材料;

S7 将复合胶凝材料和工程弃土或废浆按干料质量比为1:8~9.5的比例混合得到全固废基坑回填材料。

8. 根据权利要求7所述的制备方法,其特征在于,S1中碳化条件为:CO₂浓度15%,温度20±1℃,湿度85%±1。

9. 根据权利要求7所述的制备方法,其特征在于,S5中脱硫石膏和氟石膏的质量比为1:1。

10. 根据权利要求7所述的制备方法,其特征在于,S1、S2、S3及S5中烘干的温度均为105℃,烘干的时间均为12h。

一种含大量冶金渣的全固废基坑回填材料及其制备方法

技术领域

[0001] 本发明涉及建筑材料技术领域,具体来说,涉及一种含大量冶金渣的全固废基坑回填材料及其制备方法。

背景技术

[0002] 城镇化的快速实施推动着我国经济的迅猛发展,同时也使我国面临资源紧缺、生态环境超负荷等可持续发展问题。如何合理、安全、有效地开发二次资源,推进固体废弃物的资源化利用,减少对自然资源的依赖,为生态环境减负,是我国实现可持续发展目标的关键。

[0003] 随着城市建设发展,各种地标建筑和高层、超高层建筑拔地而起。以前房屋建设产生的工程槽土,施工方多以回填形式处理,现在高层建筑越挖越深,工程弃土数量激增。此外,由于近年来我国城市地下交通建设和地下管廊建设等各类大型地下工程发展迅猛,导致越来越多的开挖弃土产生且大量堆积,难以处理。建筑废弃物中,工程弃土已成为“主力军”。这些工程弃土因为来源广、特性差异大及水稳定性差等原因,主要采取堆存或倾倒等处理方式,同样也存在占地及污染环境等问题。与此同时,高层、超高层建筑或地铁工程等施工中产生了大量的工程废浆,它是指钻孔桩基施工、地下连续墙施工及泥水盾构施工等产生的泥浆,以钻孔桩基施工为例,其泥浆产生量极大,一般为钻孔桩体积的3~5倍,而且工程废浆含水率通常高于200%。目前针对泥浆的处理方法主要有泥浆压滤脱水及海洋倾倒等,这些方法不仅处理成本高且对环境破坏大。

[0004] 钢渣是炼钢过程中产生的废渣,我国钢铁的年产量在上世纪末期就已经跃居世界第一,而每年产生的钢渣大约为产钢量的10%~12%。钢渣因其胶凝性弱、易磨性差、体积稳定性不良,大大限制了钢渣的大规模、高附加值的应用,目前我国钢渣利用率不足40%。大量堆弃的钢渣既占用了大片土地,而且对环境也存在一定的危害。随着市场对钢产品质量要求的提高,精炼比例还在不断提高。2017年我国粗钢产量83173万吨,如果以70%的精炼比,按照一般精炼渣排出量约为所处理钢液量的2~5%来计算,2017年全年我国的精炼渣产量约为2000万吨左右。精炼渣具有易粉化、易水化的特点,随着排渣量的增多,简单的堆存处理占地多,粉尘污染严重,还有可能因渗滤液pH超标导致水环境污染。

[0005] 与此同时,在城市建设过程中,诸如建筑基坑开挖、管廊建设、管网改造、及地铁施工等项目均涉及地下工程回填施工,且这些回填部位具有空间狭窄的特点,常规夯实、压实装备难以进入,进而造成回填压实质量差并将在后期造成不均匀沉降、塌陷等质量通病。

[0006] 因此,施工领域迫切的需要开发一种施工效果良好且经济适用的回填材料,解决城市工程地下空间施工的需求。

发明内容

[0007] 为了解决现有地下工程回填存在的回填压实质量差、后期出现不均匀沉降、塌陷等质量问题,本发明提出一种含大量冶金渣的全固废基坑回填材料及其制备方法,利用精

炼渣、钢渣、钒钛矿渣、废弃加气混凝土、脱硫石膏、氟石膏和工程弃土或废浆,实现节能环保的目的,同时也能变废为宝,使固废产生较高的经济价值,实现固体废弃物的绿色可持续发展。

[0008] 为实现上述技术目的,本发明的技术方案是这样实现的:

一种含大量冶金渣的全固废基坑回填材料,由复合胶凝材料和工程弃土或废浆组成,所述复合胶凝材料与工程弃土或废浆的干料质量比为1:8~9.5;所述复合胶凝材料由精炼渣、钢渣、钒钛矿渣、废弃加气混凝土、脱硫石膏和氟石膏六种成分组成,配比按重量份计为,钢渣20~40份,精炼渣10~50份,钒钛矿渣20~50份,废弃加气混凝土5~15份,脱硫石膏2.5~5.5份,氟石膏2.5~5.5份。

[0009] 根据本发明的另一方面,提供了上述含大量冶金渣的全固废基坑回填材料的制备方法,所述制备方法包括以下步骤:

S1 钢渣破碎至粒径为1~3mm后,放入碳化箱中碳化60~72h,将碳化后的钢渣烘干,而后放入球磨机中粉磨至比表面积为150~200m²/kg;

S2 钒钛矿渣破碎至粒径为1~3mm,将破碎后的钒钛矿渣烘干;然后将S1得到的钢渣和钒钛矿渣按比例混合,放入球磨机中粉磨,粉磨至比表面积为400~700m²/kg;

S3 将精炼渣烘干,再置于球磨机中粉磨至比表面积为400~600m²/kg;

S4 废弃加气混凝土破碎至粒径为1~3mm,而后烘干至恒重,再放入球磨机中粉磨至比表面积为300~400m²/kg;

S5 将脱硫石膏和氟石膏烘干,烘干后的脱硫石膏和氟石膏混合均匀后,放入球磨机中粉磨至350~500m²/kg;

S6 将S2、S3、S4及S5得到的粉体材料按比例拌和,得到复合胶凝材料;

S7 将复合胶凝材料和工程弃土或废浆按干料质量比为1:8~9.5的比例混合得到全固废基坑回填材料。

[0010] 可选地,所述步骤S1中所述碳化条件为:CO₂浓度15%,温度20±1℃,湿度85%±1。

[0011] 可选地,S5中脱硫石膏和氟石膏的质量比为1:1。

[0012] 可选地,S1、S2、S3及S5中烘干的温度均为105℃,烘干的时间均为12h。

[0013] 可选地,所述钢渣的主要成分和含量为:CaO 20~50%,SiO₂ 10~30%,Al₂O₃ 1~10%,Fe₂O₃ 5~30%,MgO 1~15%,FeO 1~12%,Na₂O 0.01~2%,K₂O 0.01~2%,SO₃ 0~0.3%,P₂O₅ 1~6%。

[0014] 可选地,所述精炼渣的主要成分和含量为:CaO 45~60%,Al₂O₃ 20~30%,SiO₂ 5~10%,MgO 2~8%,Fe₂O₃ 1~5%,SO₃ 1~4%。

[0015] 可选地,所述钒钛矿渣的主要成分和含量为:SiO₂ 10~35%,Al₂O₃ 10~20%,MgO 5~10%,CaO 15~30%,Fe₂O₃ 0.1~3%,Na₂O 0.01~2%,K₂O 0.01~2%,MnO 0.1~1.5%,TiO₂ 10~25%,SO₃ 0.1~2%。

[0016] 可选地,所述氟石膏的主要成分和含量为:CaO 32~40%,SiO₂ 0.1~5%,Al₂O₃ 0.1~3%,MgO 0.1~1%,SO₃ 35~55%,CaF₂ 2~7%。

[0017] 可选地,所述脱硫石膏的主要成分和含量为:CaO 40~50%,SiO₂ 1~4%,Al₂O₃ 0~1.5%,MgO 1~4%,SO₃ 30~45%,Cl 0.01~1%。

[0018] 本发明还包括上述含大量冶金渣的全固废基坑回填材料的应用,将全固废基坑回填材料放入搅拌机中,加水搅拌60~90s,得到回填料料浆,所述水与全固废基坑回填材料的

质量比为1:3~5;然后将回填料料浆浇注、养护,及完成地下工程的回填施工。

[0019] 本发明的复合胶凝材料利用钢铁冶金渣(钢渣、精炼渣、钒钛矿渣)、废弃加气混凝土、脱硫石膏和氟石膏代替传统胶结剂水泥,采用工程弃土或废浆作为细骨料制备全固废基坑回填料,从而解决工业固废(钢渣、钒钛矿渣、精炼渣、废弃加气混凝土、脱硫石膏、氟石膏)和建筑固废(工程弃土或废浆)无害化、减量化和资源化的难题,推进建筑固废和工业固废协同利用和环境保护,为大规模替代水泥基基坑回填料提供原料,奠定工程基础。

[0020] 本发明所述的钢渣经碳化后,粉磨功指数平均值提高了20~30MJ/T,钢渣的粉磨能耗得到了降低;钢渣内的f-CaO降低了30~60%,f-MgO降低了20~55%。

[0021] 本发明所述的钒钛矿渣符合GB/T18046-2017《用于水泥、砂浆和混凝土中的粒化高炉矿渣粉》的S75要求,密度 $\geq 2.8\text{g/cm}^3$,活性指数7d $\geq 55\%$ 、28d $\geq 75\%$,放射性 $I_{\text{Ra}} \leq 1.0$ 且 $I_{\text{T}} \leq 1.0$ 。细化后的钒钛矿渣依据HJ 557-2010《固体废物 浸出毒性浸出方法水平振荡法》测试表明,其8项重金属指标均低于GB/T 14848-2017《地下水质量标准》中的标准限值。

[0022] 本发明所述的钢渣、钒钛矿渣混磨,基于粒级与活性双重协同优化效应,利用易磨性相对较好的粗颗粒钒钛矿渣和较差细颗粒钢渣,形成微球磨效应,由于钢渣含铁量高,容易团聚,粗颗粒钒钛矿渣形成新的研磨介质,分散钢渣的团聚体,促进钢渣颗粒的比表面积增大和活性的提高,达到颗粒细度和活性的双重协同优化。

[0023] 本发明所述的精炼渣矿物组成为钙铝石(C_{12}A_7)和水钙铝榴石(C_3AH_6),细化后的精炼渣依据HJ 557-2010《固体废物 浸出毒性浸出方法 水平振荡法》测试表明,其8项重金属指标均低于GB/T 14848-2017《地下水质量标准》中的标准限值。

[0024] 本发明所中废弃加气混凝土的掺入,基于结构与功能双重协同效应,通过加气混凝土颗粒的微观物相结构、宏观结构,实现重金属离子和氯离子吸附。废弃加气混凝土的物相组成主要为托贝莫来石和C-S-H凝胶结构,其孔隙率在70%~80%之间,细化加工后的加气混凝土中的物相和多孔结构能起到对重金属离子和氯离子的吸附,实现复合胶凝材料功能的调节。

[0025] 本发明中按1:1混合的脱硫石膏和氟石膏符合GB/T 21371-2019《用于水泥中的工业副产石膏》中规定的工业副产品石膏要求。氟石膏为湿法石膏,主要成分为,含有少量的 CaF_2 。混合的石膏中 $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 和 CaSO_4 总和 $\geq 90\%$,氯离子 $\leq 0.4\%$,pH值 ≥ 5 。

[0026] 本发明的全固废基坑回填材料具有以下几方面特点:

首先,与现有的基坑回填料用胶凝材料水泥相比,本发明中的复合胶凝材料组成简单,且更绿色、低碳、环保,无外加剂,由钢铁冶金渣(钢渣、精炼渣、钒钛矿渣)、废弃加气混凝土、脱硫石膏和氟石膏六种组分组成,极大的降低了回填料用胶凝材料成本,并且对冶金渣的利用率更高。

[0027] 其次,复合胶凝材料组成简化的同时,仍能发挥协同作用,显示出良好的胶结性能,包括抗压强度和对胶凝材料中有害组分的有效固化。采用水胶比为0.3:1,根据GB 17671-1999《水泥胶砂强度检验方法》,将本发明的复合胶凝材料制备净浆试块,试块尺寸30mm \times 30mm \times 50mm,在标准养护条件下进行养护,显示出良好的抗压强度和浸出安全性能。

[0028] 第三,本发明使用的复合胶凝材料的安全性能良好,胶凝材料中的Pb、Zn、Cu、Cr、Hg、Cd、Ti等重金属离子长期浸出浓度低于饮用水标准;此外,复合胶凝材料中钢渣、精炼渣、钒钛矿渣、脱硫石膏、氟石膏的协同作用能有效的固化原料的氯离子,加气混凝土的多

空隙结构对重金属离子和氯离子起到吸附作用,避免对钢筋等其他建筑材料的腐蚀。

附图说明

[0029] 为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案,下面将对实施例中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本发明的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0030] 图1是根据本发明实施例所述的含大量冶金渣的全固废基坑回填材料制备方法的流程图。

具体实施方式

[0031] 下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中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所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0032] 实施例1

一种含大量冶金渣的全固废基坑回填材料,由复合胶凝材料和工程弃土或废浆组成,所述复合胶凝材料与工程弃土或废浆的干料质量比为1:8;所述复合胶凝材料由精炼渣、钢渣、钒钛矿渣、废弃加气混凝土、脱硫石膏和氟石膏六种成分组成,各成分用量为:钢渣20kg,精炼渣50kg,钒钛矿渣20kg,废弃加气混凝土15kg,脱硫石膏2.5kg,氟石膏2.5kg。

[0033] 如图1所示,上述含大量冶金渣的全固废基坑回填材料的制备方法包括以下步骤:

S1 钢渣经颚式破碎机破碎至粒径为1~3mm后,放入碳化箱中碳化60h,碳化后的钢渣于105℃烘干12h,而后放入球磨机中粉磨至比表面积为150m²/kg;

S2 钒钛矿渣经颚式破碎机破碎至粒径为1~3mm,将破碎后的钒钛矿渣于105℃烘干12h;将S1得到的钢渣和钒钛矿渣按比例混合,放入球磨机中粉磨,粉磨至比表面积为400m²/kg;

S3 将精炼渣置于105℃烘箱内烘干12h,再置于球磨机中粉磨至比表面积为600m²/kg;

S4 废弃加气混凝土经颚式破碎机破碎至粒径为1~3mm,而后置于105℃烘箱内烘干12h至恒重,而后放入球磨机中粉磨至比表面积为300m²/kg;

S5 将脱硫石膏和氟石膏分别于105℃烘干12h,烘干后的脱硫石膏和氟石膏按1:1的质量比混合均匀后,放入球磨机中粉磨至350m²/kg;

S6 将S2、S3、S4及S5中得到的粉体材料按比例拌和,得到复合胶凝材料;

S7 将复合胶凝材料和工程弃土或废浆按干料质量比为1:8的比例混合得到全固废基坑回填材料。

[0034] 本实施例中,步骤S1中所述碳化条件为:CO₂浓度15%,温度20±1℃,湿度85%±1%。钢渣的主要成分和含量为:CaO 20~50%,SiO₂ 10~30%,Al₂O₃ 1~10%,Fe₂O₃ 5~30%,MgO 1~15%,FeO 1~12%,Na₂O 0.01~2%,K₂O 0.01~2%,SO₃ 0~0.3%,P₂O₅ 1~6%;精炼渣的主要成分和含量为:CaO 45~60%,Al₂O₃ 20~30%,SiO₂ 5~10%,MgO 2~8%,Fe₂O₃ 1~5%,SO₃ 1~4%;钒钛矿

渣的主要成分和含量为:SiO₂ 10~35%,Al₂O₃ 10~20%,MgO 5~10%,CaO 15~30%,Fe₂O₃ 0.1~3%,Na₂O 0.01~2%,K₂O 0.01~2%,MnO 0.1~1.5%,TiO₂ 10~25%,SO₃ 0.1~2%;氟石膏的主要成分和含量为:CaO 32~40%,SiO₂ 0.1~5%,Al₂O₃ 0.1~3%,MgO 0.1~1%,SO₃ 35~55%,CaF₂ 2~7%;脱硫石膏的主要成分和含量为:CaO 40~50%,SiO₂ 1~4%,Al₂O₃ 0~1.5%,MgO 1~4%,SO₃ 30~45%,Cl 0.01~1%。

[0035] 将得到的全固废基坑回填材料放入搅拌机中,加水搅拌60s,得到回填料料浆,水与全固废基坑回填材料的质量比为1:3;然后将回填料料浆浇注、养护,及完成地下工程的回填施工。

[0036] 实施例2

一种含大量冶金渣的全固废基坑回填材料,由复合胶凝材料和工程弃土或废浆组成,所述复合胶凝材料与工程弃土或废浆的干料质量比为1:9.5;所述复合胶凝材料由精炼渣、钢渣、钒钛矿渣、废弃加气混凝土、脱硫石膏和氟石膏六种成分组成,各成分用量为:钢渣40kg,精炼渣10kg,钒钛矿渣50kg,废弃加气混凝土5kg,脱硫石膏5.5kg,氟石膏5.5kg。

[0037] 上述含大量冶金渣的全固废基坑回填材料的制备方法包括以下步骤:

S1 钢渣经颚式破碎机破碎至粒径为1~3mm后,放入碳化箱中碳化72h,碳化后的钢渣于105℃烘干12h,而后放入球磨机中粉磨至比表面积为200m²/kg;

S2 钒钛矿渣经颚式破碎机破碎至粒径为1~3mm,将破碎后的钒钛矿渣于105℃烘干12h;将S1得到的钢渣和钒钛矿渣按比例混合,放入球磨机中粉磨,粉磨至比表面积为700m²/kg;

S3 将精炼渣置于105℃烘箱内烘干12h,再置于球磨机中粉磨至比表面积为400m²/kg;

S4 废弃加气混凝土经颚式破碎机破碎至粒径为1~3mm,而后置于105℃烘箱内烘干12h至恒重,而后放入球磨机中粉磨至比表面积为400m²/kg;

S5 将脱硫石膏和氟石膏分别于105℃烘干12h,烘干后的脱硫石膏和氟石膏按1:1的质量比混合均匀后,放入球磨机中粉磨至500m²/kg;

S6 将S2、S3、S4及S5中粉体材料按比例拌和,得到复合胶凝材料;

S7 将复合胶凝材料和工程弃土或废浆按干料质量比为1:9.5的比例混合得到全固废基坑回填材料。

[0038] 本实施例中,步骤S1中碳化条件为:CO₂浓度15%,温度20±1℃,湿度85%±1。钢渣的主要成分和含量为:CaO 20~50%,SiO₂ 10~30%,Al₂O₃ 1~10%,Fe₂O₃ 5~30%,MgO 1~15%,FeO 1~12%,Na₂O 0.01~2%,K₂O 0.01~2%,SO₃ 0~0.3%,P₂O₅ 1~6%;精炼渣的主要成分和含量为:CaO 45~60%,Al₂O₃ 20~30%,SiO₂ 5~10%,MgO 2~8%,Fe₂O₃ 1~5%,SO₃ 1~4%;钒钛矿渣的主要成分和含量为:SiO₂ 10~35%,Al₂O₃ 10~20%,MgO 5~10%,CaO 15~30%,Fe₂O₃ 0.1~3%,Na₂O 0.01~2%,K₂O 0.01~2%,MnO 0.1~1.5%,TiO₂ 10~25%,SO₃ 0.1~2%;氟石膏的主要成分和含量为:CaO 32~40%,SiO₂ 0.1~5%,Al₂O₃ 0.1~3%,MgO 0.1~1%,SO₃ 35~55%,CaF₂ 2~7%;脱硫石膏的主要成分和含量为:CaO 40~50%,SiO₂ 1~4%,Al₂O₃ 0~1.5%,MgO 1~4%,SO₃ 30~45%,Cl 0.01~1%。

[0039] 将得到的全固废基坑回填材料放入搅拌机中,加水搅拌90s,得到回填料料浆,水与全固废基坑回填材料的质量比为1:5;然后将回填料料浆浇注、养护,及完成地下工程的

回填施工。

[0040] 实施例3

一种含大量冶金渣的全固废基坑回填材料,由复合胶凝材料和工程弃土或废浆组成,所述复合胶凝材料与工程弃土或废浆的干料质量比为1:8.5;所述复合胶凝材料由精炼渣、钢渣、钒钛矿渣、废弃加气混凝土、脱硫石膏和氟石膏六种成分组成,各成分用量为:钢渣30kg,精炼渣25kg,钒钛矿渣35kg,废弃加气混凝土10kg,脱硫石膏4kg,氟石膏4kg。

[0041] 上述含大量冶金渣的全固废基坑回填材料的制备方法包括以下步骤:

S1 钢渣经颚式破碎机破碎至粒径为1~3mm后,放入碳化箱中碳化70h,碳化后的钢渣于105℃烘干12h,而后放入球磨机中粉磨至比表面积为180m²/kg;

S2 钒钛矿渣经颚式破碎机破碎至粒径为1~3mm,将破碎后的钒钛矿渣于105℃烘干12h;将S1得到的钢渣和钒钛矿渣按比例混合,放入球磨机中粉磨,粉磨至比表面积为600m²/kg;

S3 将精炼渣置于105℃烘箱内烘干12h,再置于球磨机中粉磨至比表面积为500m²/kg;

S4 废弃加气混凝土经颚式破碎机破碎至粒径为1~3mm,而后置于105℃烘箱内烘干12h至恒重,而后放入球磨机中粉磨至比表面积为350m²/kg;

S5 将脱硫石膏和氟石膏分别于105℃烘干12h,烘干后的脱硫石膏和氟石膏按1:1的质量比混合均匀后,放入球磨机中粉磨至400m²/kg;

S6 将S2、S3、S4及S5中得到的粉体材料按比例拌和,得到复合胶凝材料;

S7 将复合胶凝材料和工程弃土或废浆按干料质量比为1:8.5的比例混合得到全固废基坑回填材料。

[0042] 本实施例中,步骤S1中所述碳化条件为:CO₂浓度15%,温度20±1℃,湿度85%±1%。钢渣的主要成分和含量为:CaO 20~50%,SiO₂ 10~30%,Al₂O₃ 1~10%,Fe₂O₃ 5~30%,MgO 1~15%,FeO 1~12%,Na₂O 0.01~2%,K₂O 0.01~2%,SO₃ 0~0.3%,P₂O₅ 1~6%;精炼渣的主要成分和含量为:CaO 45~60%,Al₂O₃ 20~30%,SiO₂ 5~10%,MgO 2~8%,Fe₂O₃ 1~5%,SO₃ 1~4%;钒钛矿渣的主要成分和含量为:SiO₂ 10~35%,Al₂O₃ 10~20%,MgO 5~10%,CaO 15~30%,Fe₂O₃ 0.1~3%,Na₂O 0.01~2%,K₂O 0.01~2%,MnO 0.1~1.5%,TiO₂ 10~25%,SO₃ 0.1~2%;氟石膏的主要成分和含量为:CaO 32~40%,SiO₂ 0.1~5%,Al₂O₃ 0.1~3%,MgO 0.1~1%,SO₃ 35~55%,CaF₂ 2~7%;脱硫石膏的主要成分和含量为:CaO 40~50%,SiO₂ 1~4%,Al₂O₃ 0~1.5%,MgO 1~4%,SO₃ 30~45%,Cl 0.01~1%。

[0043] 将得到的全固废基坑回填材料放入搅拌机中,加水搅拌70s,得到回填料料浆,水与全固废基坑回填材料的质量比为1:4;然后将回填料料浆浇注、养护,及完成地下工程的回填施工。

[0044] 实施例4

一种含大量冶金渣的全固废基坑回填材料,由复合胶凝材料和工程弃土或废浆组成,所述复合胶凝材料与工程弃土或废浆的干料质量比为1:9;所述复合胶凝材料由精炼渣、钢渣、钒钛矿渣、废弃加气混凝土、脱硫石膏和氟石膏六种成分组成,各成分用量为:钢渣25kg,精炼渣30kg,钒钛矿渣30kg,废弃加气混凝土8kg,脱硫石膏3kg,氟石膏3kg。

[0045] 上述含大量冶金渣的全固废基坑回填材料的制备方法包括以下步骤:

S1 钢渣经颚式破碎机破碎至粒径为1~3mm后,放入碳化箱中碳化68h,碳化后的钢渣于105℃烘干12h,而后放入球磨机中粉磨至比表面积为190m²/kg;

S2 钒钛矿渣经颚式破碎机破碎至粒径为1~3mm,将破碎后的钒钛矿渣于105℃烘干12h;将S1得到的钢渣和钒钛矿渣按比例混合,放入球磨机中粉磨,粉磨至比表面积为500m²/kg;

S3 将精炼渣置于105℃烘箱内烘干12h,再置于球磨机中粉磨至比表面积为450m²/kg;

S4 废弃加气混凝土经颚式破碎机破碎至粒径为1~3mm,而后置于105℃烘箱内烘干12h至恒重,而后放入球磨机中粉磨至比表面积为300m²/kg;

S5 将脱硫石膏和氟石膏分别于105℃烘干12h,烘干后的脱硫石膏和氟石膏按1:1的质量比混合均匀后,放入球磨机中粉磨至为450m²/kg;

S6 将S2、S3、S4及S5中得到的粉体材料按比例拌和,得到复合胶凝材料;

S7 将复合胶凝材料和工程弃土或废浆按干料质量比为1:9的比例混合得到全固废基坑回填材料。

[0046] 本实施例中,步骤S1中所述碳化条件为:CO₂浓度15%,温度20±1℃,湿度85%±1。钢渣的主要成分和含量为:CaO 20~50%,SiO₂ 10~30%,Al₂O₃ 1~10%,Fe₂O₃ 5~30%,MgO 1~15%,FeO 1~12%,Na₂O 0.01~2%,K₂O 0.01~2%,SO₃ 0~0.3%,P₂O₅ 1~6%;精炼渣的主要成分和含量为:CaO 45~60%,Al₂O₃ 20~30%,SiO₂ 5~10%,MgO 2~8%,Fe₂O₃ 1~5%,SO₃ 1~4%;钒钛矿渣的主要成分和含量为:SiO₂ 10~35%,Al₂O₃ 10~20%,MgO 5~10%,CaO 15~30%,Fe₂O₃ 0.1~3%,Na₂O 0.01~2%,K₂O 0.01~2%,MnO 0.1~1.5%,TiO₂ 10~25%,SO₃ 0.1~2%;氟石膏的主要成分和含量为:CaO 32~40%,SiO₂ 0.1~5%,Al₂O₃ 0.1~3%,MgO 0.1~1%,SO₃ 35~55%,CaF₂ 2~7%;脱硫石膏的主要成分和含量为:CaO 40~50%,SiO₂ 1~4%,Al₂O₃ 0~1.5%,MgO 1~4%,SO₃ 30~45%,Cl 0.01~1%。

[0047] 将得到的全固废基坑回填材料放入搅拌机中,加水搅拌80s,得到回填料料浆,水与全固废基坑回填材料的质量比为1:3.5;然后将回填料料浆浇注、养护,及完成地下工程的回填施工。

[0048] 实施例5

一种含大量冶金渣的全固废基坑回填材料,由复合胶凝材料和工程弃土或废浆组成,所述复合胶凝材料与工程弃土或废浆的干料质量比为1:8.8;所述复合胶凝材料由精炼渣、钢渣、钒钛矿渣、废弃加气混凝土、脱硫石膏和氟石膏六种成分组成,各成分用量为:钢渣35kg,精炼渣20kg,钒钛矿渣40kg,废弃加气混凝土12kg,脱硫石膏3.5kg,氟石膏3.5kg。

[0049] 上述含大量冶金渣的全固废基坑回填材料的制备方法包括以下步骤:

S1 钢渣经颚式破碎机破碎至粒径为1~3mm后,放入碳化箱中碳化65h,碳化后的钢渣于105℃烘干12h,而后放入球磨机中粉磨至比表面积为160m²/kg;

S2 钒钛矿渣经颚式破碎机破碎至粒径为1~3mm,将破碎后的钒钛矿渣于105℃烘干12h;将S1得到的钢渣和钒钛矿渣按比例混合,放入球磨机中粉磨,粉磨至比表面积为550m²/kg;

S3 将精炼渣置于105℃烘箱内烘干12h,再置于球磨机中粉磨至比表面积为550m²/kg;

S4 废弃加气混凝土经颚式破碎机破碎至粒径为1~3mm,而后置于105℃烘箱内烘干12h至恒重,而后放入球磨机中粉磨至比表面积为400m²/kg;

S5 将脱硫石膏和氟石膏分别于105℃烘干12h,烘干后的脱硫石膏和氟石膏按1:1的质量比混合均匀后,放入球磨机中粉磨至为500m²/kg;

S6 将S2、S3、S4及S5中得到的粉体材料按比例拌和,得到复合胶凝材料;

S7 将复合胶凝材料和工程弃土或废浆按干料质量比为1:8.8的比例混合得到全固废基坑回填材料。

[0050] 本实施例中,步骤S1中所述碳化条件为:CO₂浓度15%,温度20±1℃,湿度85%±1。

[0051] 钢渣的主要成分和含量为:CaO 20~50%,SiO₂ 10~30%,Al₂O₃ 1~10%,Fe₂O₃ 5~30%,MgO 1~15%,FeO 1~12%,Na₂O 0.01~2%,K₂O 0.01~2%,SO₃ 0~0.3%,P₂O₅ 1~6%;精炼渣的主要成分和含量为:CaO 45~60%,Al₂O₃ 20~30%,SiO₂ 5~10%,MgO 2~8%,Fe₂O₃ 1~5%,SO₃ 1~4%;钒钛矿渣的主要成分和含量为:SiO₂ 10~35%,Al₂O₃ 10~20%,MgO 5~10%,CaO 15~30%,Fe₂O₃ 0.1~3%,Na₂O 0.01~2%,K₂O 0.01~2%,MnO 0.1~1.5%,TiO₂ 10~25%,SO₃ 0.1~2%;氟石膏的主要成分和含量为:CaO 32~40%,SiO₂ 0.1~5%,Al₂O₃ 0.1~3%,MgO 0.1~1%,SO₃ 35~55%,CaF₂ 2~7%;脱硫石膏的主要成分和含量为:CaO 40~50%,SiO₂ 1~4%,Al₂O₃ 0~1.5%,MgO 1~4%,SO₃ 30~45%,Cl 0.01~1%。

[0052] 将得到的全固废基坑回填材料放入搅拌机中,加水搅拌90s,得到回填料料浆,水与全固废基坑回填材料的质量比为1:4.5;然后将回填料料浆浇注、养护,及完成地下工程的回填施工。

[0053] 实施例6

一种含大量冶金渣的全固废基坑回填材料,由复合胶凝材料和工程弃土或废浆组成,所述复合胶凝材料与工程弃土或废浆的干料质量比为1:9.2;所述复合胶凝材料由精炼渣、钢渣、钒钛矿渣、废弃加气混凝土、脱硫石膏和氟石膏六种成分组成,各成分用量为:钢渣30kg,精炼渣40kg,钒钛矿渣35kg,废弃加气混凝土9kg,脱硫石膏4.5kg,氟石膏4.5kg。

[0054] 上述含大量冶金渣的全固废基坑回填材料的制备方法包括以下步骤:

S1 钢渣经颚式破碎机破碎至粒径为1~3mm后,放入碳化箱中碳化66h,碳化后的钢渣于105℃烘干12h,而后放入球磨机中粉磨至比表面积为170m²/kg;

S2 钒钛矿渣经颚式破碎机破碎至粒径为1~3mm,将破碎后的钒钛矿渣于105℃烘干12h;将S1得到的钢渣和钒钛矿渣按比例混合,放入球磨机中粉磨,粉磨至比表面积为600m²/kg;

S3 将精炼渣置于105℃烘箱内烘干12h,再置于球磨机中粉磨至比表面积为500m²/kg;

S4 废弃加气混凝土经颚式破碎机破碎至粒径为1~3mm,而后置于105℃烘箱内烘干12h至恒重,而后放入球磨机中粉磨至比表面积为350m²/kg;

S5 将脱硫石膏和氟石膏分别于105℃烘干12h,烘干后的脱硫石膏和氟石膏按1:1的质量比混合均匀后,放入球磨机中粉磨至为400m²/kg;

S6 将S2、S3、S4及S5中得到的粉体材料按比例拌和,得到复合胶凝材料;

S7 将复合胶凝材料和工程弃土或废浆按干料质量比为1:9.2的比例混合得到全固废基坑回填材料。

[0055] 本实施例中,步骤S1中所述碳化条件为:CO₂浓度15%,温度20±1℃,湿度85%±1%。钢渣的主要成分和含量为:CaO 20~50%,SiO₂ 10~30%,Al₂O₃ 1~10%,Fe₂O₃ 5~30%,MgO 1~15%,FeO 1~12%,Na₂O 0.01~2%,K₂O 0.01~2%,SO₃ 0~0.3%,P₂O₅ 1~6%;精炼渣的主要成分和含量为:CaO 45~60%,Al₂O₃ 20~30%,SiO₂ 5~10%,MgO 2~8%,Fe₂O₃ 1~5%,SO₃ 1~4%;钒钛矿渣的主要成分和含量为:SiO₂ 10~35%,Al₂O₃ 10~20%,MgO 5~10%,CaO 15~30%,Fe₂O₃ 0.1~3%,Na₂O 0.01~2%,K₂O 0.01~2%,MnO 0.1~1.5%,TiO₂ 10~25%,SO₃ 0.1~2%;氟石膏的主要成分和含量为:CaO 32~40%,SiO₂ 0.1~5%,Al₂O₃ 0.1~3%,MgO 0.1~1%,SO₃ 35~55%,CaF₂ 2~7%;脱硫石膏的主要成分和含量为:CaO 40~50%,SiO₂ 1~4%,Al₂O₃ 0~1.5%,MgO 1~4%,SO₃ 30~45%,Cl 0.01~1%。

[0056] 将得到的全固废基坑回填材料放入搅拌机中,加水搅拌80s,得到回填料料浆,水与全固废基坑回填材料的质量比为1:4;然后将回填料料浆浇注、养护,及完成地下工程的回填施工。

[0057] 本发明实施例1-6中原料、复合胶凝材料、全固废基坑回填材料的检测结果如下:各原料重金属浸出浓度如表1所示。

[0058] 表1 原料浸出(μg/L)

样品	Cr	Cu	Zn	Cd	Sb	Hg	Pb	Ni	As
废弃加气混凝土	-	-	-	-	-	-	-	-	-
钢渣	6.7	-	-	0.1	-	-	5.7	10.8	0.7
矿渣	-	-	-	0.1	-	-	-	1.4	0.3
氟石膏	-	-	1.8	0.1	-	-	10.5	7.2	1.6
脱硫石膏	-	-	1.2	-	-	-	15.9	6.3	1.8
精炼渣	6.3	-	-	-	0.5	-	-	55.4	-

复合胶凝材料净浆抗压强度为表2所示。

[0059] 表2 胶凝材料净浆抗压强度(Mpa)

编号	3d	28d
例1	16.6	39.4
例2	13.3	34.7
例3	17.4	42.3
例4	14.9	32.6
例5	15.0	34.8
例6	12.6	29.6

复合胶凝材料根据GB17671-1999《水泥胶砂强度检验方法》分别制备胶砂试样,试样尺寸40mm×40mm×160mm,在温度为35℃,湿度95%以上的标准条件进行养护。测试其不同龄期重金属浸出浓度,测试结果如表3所示。

[0060] 表3 胶凝材料养护28d浸出(μg/L)

样品	Cr	Cu	Zn	Cd	Sb	Hg	Pb	Ni	As
例1	0.1	-	0.1	0	-	-	0.1	0.1	0.1
例2	0.1	-	0.1	0	-	-	0.1	0.1	0.1
例3	0.1	-	0.1	0	-	-	0.1	0.1	0.1

例4	0.1	-	0.1	0	-	-	0.1	0.1	0.1
例5	0.1	-	0.1	0	-	-	0.1	0.1	0.1
例6	0.1	-	0.1	0	-	-	0.1	0.1	0.1
饮用水标准	50	1000	1000	5	1000	1	10	20	10

耐水性实验:检测全固废基坑回填材料的固化块在水下的强度变化性能,用软化系数表征。将龄期为28d的固化块放入水中浸泡24h后测定试块的抗压强度记为 P_1 ,未浸泡试块的28d抗压强度记为 P_0 :软化系数= P_1/P_0 。结果如表4所示。

[0061] 表4 全固废基坑回填材料抗压强度

编号	28d (Mpa)	耐水系数
例1	4.6	0.773
例2	3.4	0.718
例3	5.1	0.825
例4	2.5	0.648
例5	2.9	0.663
例6	2.1	0.614

抗冻-融性实验:检测全固废基坑回填材料的固化块在寒冷地带的适应性用强度损失表征。将龄期为24d的试块浸泡4d擦干后放快速冻融循环机($-17^{\circ}\text{C}\sim 5^{\circ}\text{C}$),每个冻融循环为8h,连续循环15次。结果如表5所示。

[0062] 表5 全固废基坑回填材料抗冻融性(15次冻融循环)

编号	冻融后强度 (Mpa)	强度损失
例1	3.3	0.274
例2	2.3	0.326
例3	4.0	0.225
例4	1.6	0.352
例5	1.9	0.337
例6	1.3	0.386

综上所述,本发明的含大量冶金渣的全固废基坑回填材料利用精炼渣、钢渣、钒钛矿渣、废弃加气混凝土、脱硫石膏、氟石膏和工程弃土或废浆,达到了节能环保的目的,同时也能变废为宝,使固废产生较高的经济价值,实现固体废弃物的绿色可持续发展,具有极大的推广价值。

[0063] 以上所述仅为本发明的较佳实施例而已,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。

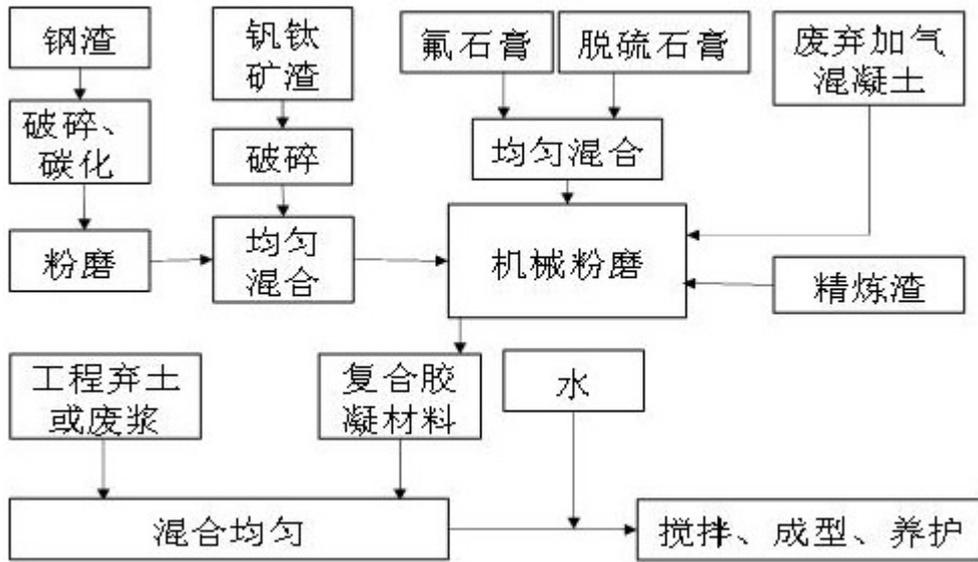


图1