(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 106396574 A
(43)申请公布日 2017.02.15

(21)申请号 201610804205.4

(22)申请日 2016.09.06

(71)申请人 清华大学建筑设计研究院有限公司
地址 100084 北京市海淀区清华大学院内建筑馆
申请人 北京清山怡和新材料技术开发有限公司

(72)发明人 孙恒虎 王仁忠 徐维瑞 张芳宏

(74)专利代理机构 北京市安伦律师事务所 11339
代理人 杨永波

(51)Int.Cl.
C04B 28/06(2006.01)
C04B 111/40(2006.01)

权利要求书1页 说明书11页

(54)发明名称

一种硅铝基轻质混凝土材料及其制备方法

(57)摘要

一种硅铝基轻质混凝土材料及其制备方法，该材料制备步骤为：将矿物掺合料、硅酸盐水泥熟料和成岩剂按比例称重后混合研磨制成硅铝基胶凝材料待用；将硅铝基胶凝材料与骨料、外加剂按比例称重待用；将混合物料与水混合搅拌均匀；采用发泡引气工艺将泡沫引入制得的料浆内，继续混合搅拌制成硅铝基轻质混凝土料浆；将制得的料浆浇注到模具中养护，制成硅铝基轻质混凝土材料。本发明制备的硅铝基轻质混凝土材料后期强度、干燥收缩值及吸水率均优于普通水泥制成的轻质混凝土材料，并且成本较低。

CN 106396574 A

1.一种硅铝基轻质混凝土材料的制备方法，其特征在于，包括如下步骤：

(1)将矿物掺合料、硅酸盐水泥熟料和成岩剂按比例称重后混合研磨，制成硅铝基胶凝材料待用；

(2)将步骤(1)制成的硅铝基胶凝材料与骨料、外加剂按比例称重待用；

(3)将步骤(2)得到的混合物料与水混合搅拌均匀；

(4)采用发泡引气工艺将泡沫引入步骤(3)制得的料浆内，继续混合搅拌制成硅铝基轻质混凝土料浆；

(5)将步骤(4)制得的料浆浇注到模具中养护，制成硅铝基轻质混凝土材料。

2.根据权利要求1所述的硅铝基轻质混凝土材料的制备方法，其特征在于，所述步骤(1)中矿物掺合料、硅酸盐水泥熟料和成岩剂按照60～80:15～30:1～10的重量比称重。

3.根据权利要求2所述的硅铝基轻质混凝土材料的制备方法，其特征在于，所述步骤(1)中矿物掺合料、硅酸盐水泥熟料、成岩剂按照65～75:20～30:1～8份的重量比称重。

4.根据权利要求1-3任一项所述的硅铝基轻质混凝土材料的制备方法，其特征在于，所述步骤(1)中研磨制成的硅铝基胶凝材料的比表面积为350-550m^2/kg。

5.根据权利要求1所述的硅铝基轻质混凝土材料的制备方法，其特征在于，所述步骤(1)中矿物掺合料为矿渣、钢渣、粉煤灰、赤泥工业废弃物或火山灰中的一种或几种。

6.根据权利要求1所述的硅铝基轻质混凝土材料的制备方法，其特征在于，所述步骤(1)中硅酸盐水泥熟料可以由水泥按比例替代。

7.根据权利要求1所述的硅铝基轻质混凝土材料的制备方法，其特征在于，所述步骤(1)中成岩剂为硅灰、硫酸钙、硫酸钠、甲酸钠、碳酸钙、氟石中的一种或几种。

8.根据权利要求1所述的硅铝基轻质混凝土材料的制备方法，其特征在于，所述步骤(2)中制成的硅铝基胶凝材料与骨料、外加剂按照50～85:10～45：1～5的重量比称重。

9.根据权利要求1所述的硅铝基轻质混凝土材料的制备方法，其特征在于，所述步骤(2)中的骨料为聚苯颗粒、玻化微珠、膨胀珍珠岩、陶粒、细沙、尾矿沙、工业废渣中的一种或几种。

10.根据权利要求1所述的硅铝基轻质混凝土材料的制备方法，其特征在于，所述步骤(2)中的外加剂为防水剂、减水剂、早强剂、稳泡剂等。

11.根据权利要求1所述的硅铝基轻质混凝土材料的制备方法，其特征在于，所述步骤(3)中按照水灰比为0.28～0.35的计量加水。

12.根据权利要求1所述的硅铝基轻质混凝土材料的制备方法，其特征在于，所述步骤(3)中硅铝基胶凝材料、骨料和外加剂依次向搅拌水中加入，边搅拌边加料。

13.根据权利要求12所述的硅铝基轻质混凝土材料的制备方法，其特征在于，所述搅拌时间为5±2分钟。

14.根据权利要求1所述的硅铝基轻质混凝土材料的制备方法，其特征在于，所述步骤(4)中的搅拌时间为2±1分钟。

15.根据权利要求1所述的硅铝基轻质混凝土材料的制备方法，其特征在于，所述步骤(5)中的养护温度为20～60℃，相对湿度为80%以上。

16.一种硅铝基轻质混凝土材料，其特征在于，根据权利要求1-15任一项所述的硅铝基轻质混凝土材料的制备方法所制备。

一种硅铝基轻质混凝土材料及其制备方法

技术领域

[0001] 本发明涉及混凝土材料技术领域，具体地涉及一种硅铝基轻质混凝土材料及其制备方法。

背景技术

[0002] 我国“十二五”期间重点提出以节能减排和固体废弃物治理作为新时期的主要任务，并承诺到2020年全国单位GDP二氧化碳排放量比2005年下降40-45%。为实现这一目标，必须从高能耗的行业入手，鼓励发展环保节能产业和循环经济，打造低碳经济模式，开展新技术新材料的研发和应用。

[0003] 建筑材料工业的高能耗、重污染、大排放等行业特征使其成为新时期改造的主要任务之一。在我国总能耗中近50%是建筑领域的耗能，而建筑围护外墙及屋面的耗能又占建筑耗能的60%。建筑节能特别是外墙体的保温节能，是节能减排的重中之重。

[0004] 建筑墙体节能是各国节能减排重点课题，利用环保型建筑材料一次性解决此问题，是对国家节能工作的一大贡献。

[0005] 目前，建筑墙体材料主要包括页岩烧结砖、水泥空心砌块、加气混凝土、轻质板材等，它们在生产过程中需要消耗大量能源和资源。特别是作为传统胶凝材料的水泥在生产过程中消耗大量的矿产资源和能源，并产生大量的碳，造成环境污染。

[0006] 此外，普通水泥作为胶凝材料制备的轻质混凝土，体积收缩率较大，同时存在抗渗性能、抗碳化性能、抗腐蚀性能差的缺点。

[0007] 因此，市场迫切需要一种既不消耗大量的能源和资源，又能够满足建筑节能指标要求的新型轻质混凝土材料。

发明内容

[0008] 本发明的目的在于提供一种硅铝基轻质混凝土材料及其制备方法，该制备方法中主要采用固体废弃物，生产过程不需要煅烧工艺，大幅降低了能源消耗和生产成本，制备的硅铝基轻质混凝土材料后期强度、干燥收缩值及吸水率均优于普通水泥制成的轻质混凝土，成本低。

[0009] 为了实现上述目的，本发明提供一种硅铝基轻质混凝土材料的制备方法，其包括如下步骤：

(1)将矿物掺合料、硅酸盐水泥熟料和成岩剂按比例称重后混合研磨，制成硅铝基胶凝材料待用；

(2)将步骤(1)制成的硅铝基胶凝材料与骨料、外加剂按比例称重待用；

(3)将步骤(2)得到的混合物料与水混合搅拌均匀；

(4)采用发泡引气工艺将泡沫引入步骤(3)制得的料浆内，继续混合搅拌制成硅铝基轻质混凝土料浆；

(5)将步骤(4)制得的料浆浇注到模具中养护，制成硅铝基轻质混凝土材料。

[0010] 优选地，所述步骤(1)中矿物掺合料、硅酸盐水泥熟料和成岩剂按照60～80：15～30：1～10的重量比称重。

[0011] 优选地，所述步骤(1)中矿物掺合料、硅酸盐水泥熟料、成岩剂按照65～75：20～30：1～8份的重量比称重。

[0012] 优选地，所述步骤(1)中研磨制成的硅铝基胶凝材料的比表面积为350-550m^2/kg。

[0013] 优选地，所述步骤(1)中矿物掺合料为矿渣、钢渣、粉煤灰、赤泥工业废弃物或火山灰中的一种或几种。

[0014] 优选地，所述步骤(1)中硅酸盐水泥熟料可以由水泥按比例替代。

[0015] 优选地，所述步骤(1)中成岩剂为硅灰、硫酸钙、硫酸钠、甲酸钠、碳酸钙、氟石中的一种或几种。

[0016] 优选地，所述步骤(2)中制成的硅铝基胶凝材料与骨料、外加剂按照50～85：10～45：1～5的重量比称重。

[0017] 优选地，所述步骤(2)中的骨料为聚苯颗粒、玻化微珠、膨胀珍珠岩、陶粒、细沙、尾矿沙、工业废渣中的一种或几种。

[0018] 优选地，所述步骤(2)中的外加剂为防水剂、减水剂、早强剂、稳泡剂。

[0019] 优选地，所述步骤(3)中按照水灰比为0.28～0.35的计量加水。

[0020] 优选地，所述步骤(3)中硅铝基胶凝材料、骨料和外加剂依次向搅拌水中加入，边搅拌边加料。

[0021] 优选地，所述搅拌时间为5±2分钟。

[0022] 优选地，所述步骤(4)中的搅拌时间为2±1分钟。

[0023] 优选地，所述步骤(5)中的养护温度为20～60℃，相对湿度为80%以上。

[0024] 一种硅铝基轻质混凝土材料，其根据所述的硅铝基轻质混凝土材料的制备方法所制备。

[0025] 采用上述方案后，本发明硅铝基轻质混凝土材料及其制备方法具有以下有益效果：

(1)本发明硅铝基轻质混凝土材料的制备方法中以固体废弃物为主要原料，辅以少量的成岩剂，制备成的高性能硅铝基胶凝材料。不仅可以解决城市固体废弃物的占地和污染问题，而且大大降低了建设成本，而普通水泥的生产，既消耗大量的资源、能源，又造成大量的污染，而该制备过程中不需要锻烧工艺，也不需要消耗石灰石等矿产资源，大幅降低了能源消耗和生产成本。

[0026] (2)本发明制备的硅铝基轻质混凝土材料有别于高钙体系的普通水泥混凝土材料，其后期强度、干燥收缩值及吸水率均优于普通水泥制成的轻质混凝土，并且成本较低。

具体实施方式

[0027] 下面结合具体实施例说明本发明所涉及的硅铝基轻质混凝土材料及其制备方法。

[0028] 实施例1

一种硅铝基轻质混凝土材料的制备方法，包括如下步骤：

(1)将矿渣、粉煤灰、赤泥、硅酸盐水泥熟料、硅灰、硫酸钙及甲酸钠按照下面表1中的重量比进行称重，将配比中的材料加入到球磨机中进行混合研磨30分钟，制备硅铝基胶凝材

料$CaO/(SiO_2+Al_2O_3)=0.96$，比表面积为$502cm^2/kg$。

[0029] 表1

序号	名称		单位	含量
1	矿物掺和料	矿渣	%	55.0
		粉煤灰	%	10.0
		赤泥	%	5.0
2	硅酸盐水泥熟料		%	22.5
3	成岩剂	硅灰	%	3.0
		硫酸钙	%	4.3
		甲酸钠	%	0.2

采用上述表1中配制的硅铝基胶凝材料的物理性能见下表2所示：

表2

序号	项目	单位	3天	28天
1	抗压强度	Mpa	20.8	50.6
2	抗折强度	Mpa	5.4	10.3
3	比表面积	cm^2/kg	502	
4	初凝	时：分	2:26	
5	终凝	时：分	3:42	
6	安定性		合格	

(2)将上述步骤(1)配制成的硅铝基胶凝材料与骨料、外加剂按照下表3中的配比称重待用。

[0030] 表3

序号	名称		单位	含量
1	胶凝材料		%	75.0
2	骨料	聚苯颗粒	%	0.50
		矿渣颗粒	%	21.5
3	外加剂	硬脂酸钙防水剂	%	1.20
		聚羧酸早强型减水剂	%	1.50
		羟丙基甲基纤维素稳泡剂	%	0.30

(3)按照水灰比(即水与步骤(2)所得物料的比值)为0.33计量水量,将水加入搅拌机中,然后将步骤(2)准备的材料依次加入到搅拌机中,边搅拌边加料。

[0031] (4)搅拌5分钟,料浆均匀后,采用发泡引气工艺(此发泡引气工艺为现有技术,即往料浆中注入发泡剂,发泡剂有物理发泡剂和化学发泡剂两种,此处不再赘述)将泡沫混入料浆内,继续混合搅拌2分钟,制成硅铝基轻质混凝土料浆,将料浆浇筑到模具中养护,养护温度为30℃,相对湿度80%以上,制成本发明硅铝基轻质混凝土材料。

[0032] 将上述实施例制成的硅铝基轻质混凝土材料切割成规则形状,进行性能检测,检测结果如表4所示。

[0033] 表4

序号	项目	单位	性能指标
1	干体积密度	Kg/m^3	420
2	抗压强度	Mpa	3.8
3	导热系数	W/m.K	0.11
4	吸水率(v/v)	%	7.5
5	燃烧性能	-	A1

实施例2

一种硅铝基轻质混凝土材料的制备方法,包括如下步骤:

(1)将矿渣、粉煤灰、赤泥、硅酸盐水泥熟料、硅灰、硫酸钙及甲酸钠按照下面表5中的重量比进行称重,将配比中的材料加入到球磨机中进行混合研磨30分钟,制备硅铝基胶凝材料$CaO/(SiO_2+Al_2O_3)=0.96$,比表面积为$502cm^2/kg$。

[0034] 表5

序号	名称		单位	含量
1	矿物掺和料	矿渣	%	55.0
		粉煤灰	%	10.0
		赤泥	%	5.0
2	硅酸盐水泥熟料		%	22.5
3	成岩剂	硅灰	%	3.0
		硫酸钙	%	4.3
		甲酸钠	%	0.2

采用上述表5中配制的硅铝基胶凝材料的物理性能见下表6所示：

表6

序号	项目	单位	3天	28天
1	抗压强度	Mpa	20.8	50.6
2	抗折强度	Mpa	5.4	10.3
3	比表面积	cm^2/kg	502	
4	初凝	时：分	2:26	
5	终凝	时：分	3:42	
6	安定性		合格	

(2)将上述步骤(1)配制成的硅铝基胶凝材料与骨料、外加剂按照下表7中的配比称重待用。

[0035] 表7

序号	名称		单位	含量
1	胶凝材料		%	65.0
2	骨料	粉煤灰颗粒	%	10.0
		矿渣颗粒	%	22.0
3	外加剂	硬脂酸钙防水剂	%	1.20
		聚羧酸早强型减水剂	%	1.50
		羟丙基甲基纤维素稳泡剂	%	0.30

(3)按照水灰比(即水与步骤(2)所得物料的比值)为0.32计量水量,将水加入搅拌机中,然后将步骤(2)准备的材料依次加入到搅拌机中,边搅拌边加料。

[0036] (4)搅拌5分钟,料浆均匀后,采用发泡引气工艺(此发泡引气工艺为现有技术,即往料浆中注入发泡剂,发泡剂有物理发泡剂和化学发泡剂两种,此处不再赘述)将泡沫混入料浆内,继续混合搅拌2分钟,制成硅铝基轻质混凝土料浆,将料浆浇筑到模具中养护,养护温度为30℃,相对湿度80%以上,制成本发明硅铝基轻质混凝土材料。

[0037] 将上述实施例制成的硅铝基轻质混凝土材料切割成规则形状,进行性能检测,检测结果如表8所示。

[0038] 表8

序号	项目	单位	性能指标
1	干体积密度	Kg/m^3	650
2	抗压强度	Mpa	5.6
3	导热系数	W/m.K	0.13
4	吸水率(v/v)	%	7.8
5	燃烧性能	-	A1

实施例3

一种硅铝基轻质混凝土材料的制备方法,包括如下步骤:

(1)将矿渣、火山灰、钢渣、硅酸盐水泥熟料、氟石、硫酸钙及碳酸钙按照下面表9中的重量比进行称重,将配比中的材料加入到球磨机中进行混合研磨30分钟,制备硅铝基胶凝材料$CaO/(SiO_2+Al_2O_3)=1.03$,比表面积为$486cm^2/kg$。

[0039] 表9

序号	名称		单位	含量
1	矿物掺和料	矿渣	%	55.0
		火山灰	%	10.0
		钢渣	%	5.0
2	硅酸盐水泥熟料		%	22.5
3	成岩剂	氟石	%	3.0
		硫酸钙	%	4.2
		碳酸钙	%	0.3

采用上述表9中配制的硅铝基胶凝材料的物理性能见下表10所示：

表10

序号	项目	单位	3天	28天
1	抗压强度	Mpa	21.5	53.1
2	抗折强度	Mpa	4.7	9.2
3	比表面积	cm^2/kg	486	
4	初凝	时：分	2:50	
5	终凝	时：分	4:20	
6	安定性		合格	

(2)将上述步骤(1)配制成的硅铝基胶凝材料与骨料、外加剂按照下表11中的配比称重待用。

[0040] 表11

序号	名称		单位	含量
1	胶凝材料		%	60.0
2	骨料	矿渣颗粒	%	25.0
		细砂	%	12.0
3	外加剂	硬脂酸钙防水剂	%	1.20
		聚羧酸早强型减水剂	%	1.50
		羟丙基甲基纤维素稳泡剂	%	0.30

(3)按照水灰比(即水与步骤(2)所得物料的比值)为0.30计量水量,将水加入搅拌机中,然后将步骤(2)准备的材料依次加入到搅拌机中,边搅拌边加料。

[0041] (4)搅拌5分钟,料浆均匀后,采用发泡引气工艺(此发泡引气工艺为现有技术,即往料浆中注入发泡剂,发泡剂有物理发泡剂和化学发泡剂两种,此处不再赘述)将泡沫混入料浆内,继续混合搅拌2分钟,制成硅铝基轻质混凝土料浆,将料浆浇筑到模具中养护,养护温度为40℃,相对湿度80%以上,制成本发明硅铝基轻质混凝土材料。

[0042] 将上述实施例制成的硅铝基轻质混凝土材料切割成规则形状,进行性能检测,检测结果如表12所示。

[0043] 表12

序号	项目	单位	性能指标
1	干体积密度	Kg/m^3	866
2	抗压强度	Mpa	6.8
3	导热系数	W/m.K	0.18
4	吸水率(v/v)	%	6.4
5	燃烧性能	-	A1

实施例4

一种硅铝基轻质混凝土材料的制备方法,包括如下步骤:

(1)将矿渣、火山灰、钢渣、硅酸盐水泥熟料、氟石、硫酸钙及碳酸钙按照下面表13中的重量比进行称重,将配比中的材料加入到球磨机中进行混合研磨30分钟,制备硅铝基胶凝材料$CaO/(SiO_2+Al_2O_3)=1.03$,比表面积为$486cm^2/kg$。

[0044] 表13

序号	名称		单位	含量
1	矿物掺和料	矿渣	%	55.0
		火山灰	%	10.0
		钢渣	%	5.0
2	硅酸盐水泥熟料		%	22.5
3	成岩剂	氟石	%	3.0
		硫酸钙	%	4.2
		碳酸钙	%	0.3

采用上述表13中配制的硅铝基胶凝材料的物理性能见下表14所示：

表14

序号	项目	单位	3天	28天
1	抗压强度	Mpa	21.5	53.1
2	抗折强度	Mpa	4.7	9.2
3	比表面积	cm^2/kg	486	
4	初凝	时：分	2:50	
5	终凝	时：分	4:20	
6	安定性		合格	

(2)将上述步骤(1)配制成的硅铝基胶凝材料与骨料、外加剂按照下表15中的配比称重待用。

[0045] 表15

序号	名称		单位	含量
1	胶凝材料		%	50.0
2	骨料	矿渣颗粒	%	40.0
		铁尾矿砂	%	7.0
3	外加剂	硬脂酸钙防水剂	%	1.20
		聚羧酸早强型减水剂	%	1.50
		羟丙基甲基纤维素稳泡剂	%	0.30

(3)按照水灰比(即水与步骤(2)所得物料的比值)为0.28计量水量,将水加入搅拌机中,然后将步骤(2)准备的材料依次加入到搅拌机中,边搅拌边加料。

[0046] (4)搅拌5分钟,料浆均匀后,采用发泡引气工艺(此发泡引气工艺为现有技术,即往料浆中注入发泡剂,发泡剂有物理发泡剂和化学发泡剂两种,此处不再赘述)将泡沫混入料浆内,继续混合搅拌2分钟,制成硅铝基轻质混凝土料浆,将料浆浇筑到模具中养护,养护温度为40℃,相对湿度80%以上,制成本发明硅铝基轻质混凝土材料。

[0047] 将上述实施例制成的硅铝基轻质混凝土材料切割成规则形状,进行性能检测,检测结果如表16所示。

[0048] 表16

序号	项目	单位	性能指标
1	干体积密度	Kg/m^3	1440
2	抗压强度	Mpa	38.8
3	导热系数	W/m.K	0.25
4	吸水率(v/v)	%	6.5
5	燃烧性能	-	A1

传统混凝土中的胶凝材料为普通水泥,其主要化学成分中$CaO/(SiO_2+Al_2O_3)$为1.5～2.5,属于钙基胶凝材料,而本发明所涉及的胶凝材料主要化学成分中$CaO/(SiO_2+Al_2O_3)$为0.5～1.5,属于硅铝基胶凝材料。

[0049] 将本发明所涉及的硅铝基胶凝材料与钙基胶凝材料(普通水泥)性能比较如下表17所示:

表17

序号	项目	单位	胶凝材料性能		备注
			硅铝基	钙基	
1	$CaO/(SiO_2+Al_2O_3)$	-	0.96	2.33	
2	收缩率（90d）	10-6	161	262	GB/T 50082-2009
3	抗渗等级（90d）	级	39	30	
4	碳化深度	mm	2	8	
5	抗硫酸盐侵蚀	级	45	30	
6	抗海水侵蚀（1年）	%	95.4	89.9	
7	水化热	J/g	270.12	312.44	

由表17的对比结果可以得出：本发明的硅铝基轻质混凝土材料与普通混凝土的胶凝材料相比：收缩率低、防渗透性高、抗碳化性能及耐腐蚀性能强、混凝土水化热低。

[0050] 养护后的硅铝基轻质混凝土材料基本的性能指标如下表18所示：

表18

序号	项目	单位	性能指标
1	体积干密度	Kg/m^3	400-1500
2	抗压强度	Mpa	≥3.5
3	导热系数	W/m.K	0.10-0.25
4	吸水率(v/v)	%	≤10
5	燃烧性能	-	A1

本发明制得的硅铝基轻质混凝土材料在后期强度、干燥收缩值、吸水率等方面也优于普通水泥配制的轻质混凝土。因此，本发明的硅铝基轻质混凝土材料技术为工业固体废弃物的高效资源化利用、生态环境保护以及传统基础产业的节能减排开辟了一条有效途径。

[0051] 由上述几个实施例及与传统混凝土的比较得出：本发明硅铝基轻质混凝土材料的制备方法中以固体废弃物为主要原料，辅以少量的由多种矿物复合成的成岩剂，制备成的高性能硅铝基胶凝材料不仅可以解决城市固体废弃物的占地和污染，而且大大降低了建设成本。性能方面，其后期强度、干燥收缩值及吸水率均优于普通水泥制成的轻质混凝土，并且成本较低。

[0052] 以上详细描述了本发明的优选实施方式，但本发明并不限于上述实施方式中的具体细节，在本发明的技术构思范围内，可以对本发明的技术方案进行多种简单变型，这些简单变型均属于本发明保护范围。另外，本发明的各种不同的实施方式之间也可以进行任意组合，只要其不违背本发明的思想，其同样应当视为本发明所公开的内容。另外需要说明的是，在上述具体实施方式中所描述的各个技术特征，在不矛盾的情况下，可以通过任何合适的方式进行组合，为了避免不必要的重复，本发明对各种可能的组合方式不再另行说明。