



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 111943604 A

(43) 申请公布日 2020.11.17

---

(21) 申请号 202010860612.3 *C08F 222/02* (2006.01)  
(22) 申请日 2020.08.25 *C04B 18/08* (2006.01)  
(71) 申请人 中交路桥建设有限公司 *C04B 18/14* (2006.01)  
地址 101117 北京市通州区潞城镇通胡大 *C04B 14/10* (2006.01)  
街8号1层001室 *C04B 14/38* (2006.01)  
申请人 北京慕湖外加剂有限公司 *C04B 24/42* (2006.01)  
(72) 发明人 刘虎 李苗 马清浩 *C04B 111/70* (2006.01)  
(74) 专利代理机构 北京中知星原知识产权代理 *C04B 103/30* (2006.01)  
事务所(普通合伙) 11868  
代理人 艾变开  
(51) Int. Cl.  
*C04B 28/04* (2006.01)  
*C08F 283/06* (2006.01)  
*C08F 283/12* (2006.01)  
*C08F 220/06* (2006.01)

权利要求书1页 说明书6页

---

(54) 发明名称

一种预应力孔道灌浆料

(57) 摘要

本发明提供了一种预应力孔道灌浆料,包括以下重量份的原料:600-800份水泥23-28份孔道灌浆剂,8-13份表面活性剂,60-90份矿物粉料,所述孔道灌浆剂中包括有机硅改性的聚羧酸减水剂。本发明采用的有机硅改性的聚羧酸型减水剂,是在传统的高效聚羧酸型减水剂的结构基础上,设计引入了聚硅氧烷的链段,从而与粉煤灰,水泥更好的融合和吸附,可以促进水泥颗粒表现出更好的分散性,提高水泥的抗压强度和抗折强度。硅氧烷官能团的引入,提高了水泥基材的疏水性能及抗渗性能,从而提高了减水效果,减水率高、增强效果好、拌合物流动性好、流动保持性好,体积稳定,收缩率低等技术效果。

1. 一种预应力孔道灌浆料,包括以下重量份的原料:600-800份水泥,23-28份孔道灌浆剂,8-13份表面活性剂,60-90份矿物粉料,所述孔道灌浆剂中包括有机硅改性的聚羧酸减水剂。

2. 如权利要求1所述的预应力孔道灌浆料,其特征在于,所述孔道灌浆剂包括以下重量份的原料:40-60份粉煤灰、8-15份有机硅改性的聚羧酸型减水剂、2-5份氮化硅纤维、10-20份膨胀剂,3-10份早强剂、1-3份消泡剂、1-3份阻锈剂、1-3份引气剂,0.3-0.6份增塑剂,0.5-1份缓凝剂。

3. 如权利要求1或2所述的预应力孔道灌浆料,其特征在于,所述有机硅改性的聚羧酸减水剂是乙烯基聚硅氧烷,不饱和聚醚以及不饱和羧酸在引发剂和链转移剂存在下共聚的产物。

4. 如权利要求3所述的预应力孔道灌浆料,其特征在于,所述不饱和聚醚、乙烯基聚硅氧烷和不饱和羧酸的质量比为50-80:1:8-12。

5. 如权利要求3或4所述的预应力孔道灌浆料,其特征在于,所述不饱和聚醚为烯丙基聚氧乙烯醚(APEG)、异戊稀醇聚氧乙烯醚(TPEG)和甲基烯丙醇聚氧乙烯醚(HPEG)中的至少一种,数均分子量为1200-2400,优选为1600-2000;和/或

所述不饱和羧酸选自丙烯酸,甲基丙烯酸,马来酸,衣康酸和富马酸中的至少一种;和/或

所述乙烯基聚硅氧烷的乙烯基含量为0.5-2.0wt%,优选为0.8-1.4wt%;分子量为2000-10000,优选为2000-3000。

6. 如权利要求1或2所述的预应力孔道灌浆料,其特征在于,所述有机硅改性的聚羧酸减水剂制备方法为:在装有温度计、机械搅拌、氮气导管和冷凝器的反应釜中,加入50-80份不饱和聚醚,搅拌加热至50-80℃,逐步滴加1份乙烯基聚硅氧烷,8-12份羧酸型反应单体,占羧酸型反应单体的0.6-0.8wt%的引发剂和占羧酸型反应单体的0.2-0.25wt%的链转移剂的混合液,反应3-5h;反应结束后,于40-60℃下真空干燥,得到有机硅改性的聚羧酸型减水剂。

7. 如权利要求1或2所述的预应力孔道灌浆料,其特征在于,所述膨胀剂为硫铝酸盐膨胀剂或铝酸盐膨胀剂;所述早强剂为无水硫酸钠早强剂或甲酸盐早强剂;所述消泡剂为乳化硅油消泡剂或聚二甲基硅氧烷消泡剂;所述阻锈剂为氨基醇阻锈剂或烷基酰胺酸盐阻锈剂;所述引气剂为铝粉引气剂或十二烷基苯磺酸钠引气剂;所述增塑剂为甲基纤维素醚、甲基羟乙基纤维素醚,甲基羟丙基纤维素醚,羟乙基纤维素醚,羟丁基纤维素醚中的至少一种;所述缓凝剂为酒石酸,柠檬酸,苹果酸和水杨酸中的至少一种。

8. 如权利要求1或2所述的预应力孔道灌浆料,其特征在于,所述预应力孔道灌浆剂是通过以下步骤制备得到:在1000-1500转/分钟搅拌条件下,加入减水剂、膨胀剂、早强剂、消泡剂、阻锈剂、引气剂,每加入一种组分后均搅拌3-5分钟,最后加入氮化硅纤维,加入氮化硅纤维后以500-800转/分的转速搅拌5-8分钟,搅拌完成即得。

9. 如权利要求1或2所述的预应力孔道灌浆料,其特征在于,所述矿物粉料为粉煤灰,硅粉,高岭土按照质量比10-15:4-7:1-2的复配。

10. 如权利要求9所述的预应力孔道灌浆料,其特征在于,矿物粉料中,所述粉煤灰粒径分布质量比为5-10 $\mu$ m:10-20 $\mu$ m:20-50 $\mu$ m=5-10:2-5:1。

## 一种预应力孔道灌浆料

### 技术领域

[0001] 本发明属于建筑领域,具体涉及到一种预应力孔道灌浆料。

### 背景技术

[0002] 预应力混凝土构件具有刚度大、强度高、抗剪能力强和抗疲劳性能好的特点,可有效减小结构截面尺寸、降低自重、防止开裂和减少挠度,在公路、大跨径混凝土桥梁结构设计中得到广泛的应用。孔道灌浆是后张预应力结构中保护预应力筋最重要的环节,保证良好的孔道灌浆质量是预应力结构安全性和耐久性的必备条件。预应力孔道灌浆是将灌浆料注入预留的预应力孔道中,使灌浆料充分包裹预应力筋,从而发挥预应力构件的作用。优良的灌浆料,能够有效防止预应力钢材的腐蚀、保证预应力束与混凝土结构之间有效的应力传递,使孔道内浆体饱满密实,浆体保持一定的pH值,完全包裹预应力钢材,浆体硬化后有较高的强度、弹性模量和粘接力及膨胀无收缩性。

[0003] 近年来,由于灌浆材料不良,引发的结构伤损事件时有发生。后张预应力灌浆材料的性能日益引起了工程技术人员的关注。《公路桥涵施工技术规范》(JTG/TF50-2011)以及《预应力孔道灌浆剂》(GB/T 25182-2010)对灌浆材料各性能指标则提出很高要求。但国内灌浆料仍然普遍存在水灰比大、易离析、膨胀度差、抗折抗压强度低等技术问题。

[0004] 灌浆料中的重要成分减水剂起着至关重要的作用,CN108373523A公开了一种有机无机杂化的聚羧酸减水剂,其在聚羧酸减水剂分子上带有无机的纳米二氧化硅粒子,使得该减水剂不仅包含减水特性,还包含无机粒子的尺寸效应。将包含上述减水剂的灌浆剂加入到混凝土中,增加了混凝土的分散性和流动性,有利于混凝土早起强度的增长。但是其抗压强度和抗折强度仍然有待提高。CN108975746A公开了一种含有硅烷氧基的聚羧酸减水剂,该减水剂含有硅烷氧基。将包含该减水剂的灌浆剂加入到混凝土中,能够表现出优异的缓凝保塑效果。但是其抗压强度和抗折强度仍然有待提高。

### 发明内容

[0005] 基于此,本发明提供了一种预应力孔道灌浆料,包括以下重量份的原料:600-800份水泥23-28份孔道灌浆剂,8-13份表面活性剂,60-90份矿物粉料,所述孔道灌浆剂中包括有机硅改性的聚羧酸减水剂。

[0006] 进一步地,所述孔道灌浆剂包括以下重量份的原料:40-60份粉煤灰、8-15份有机硅改性的聚羧酸型减水剂、2-5份氮化硅纤维、10-20份膨胀剂,3-10份早强剂、1-3份消泡剂、1-3份阻锈剂、1-3份引气剂,0.3-0.6份增塑剂,0.5-1份缓凝剂。

[0007] 在本发明的一个实施方式中,所述孔道灌浆剂的原料,制备定义如下:

[0008] 所述有机硅改性的聚羧酸减水剂是乙烯基聚硅氧烷,不饱和聚醚以及不饱和羧酸在引发剂和链转移剂存在下共聚的产物。

[0009] 优选地,所述不饱和聚醚、乙烯基聚硅氧烷和不饱和羧酸的质量比为50-80:1:8-12。

[0010] 所述不饱和聚醚为烯丙基聚氧乙烯醚 (APEG)、异戊稀醇聚氧乙烯醚 (TPEG) 和甲基烯丙醇聚氧乙烯醚 (HPEG) 中的至少一种,数均分子量为1200-2400,优选为1600-2000。

[0011] 所述不饱和羧酸选自丙烯酸,甲基丙烯酸,马来酸,衣康酸和富马酸中的至少一种。

[0012] 所述乙烯基聚硅氧烷的乙烯基含量为0.5-2.0wt%,优选为0.8-1.4wt%;分子量为2000-10000,优选为2000-3000。

[0013] 乙烯基聚硅氧烷可以外购,也可以自制。

[0014] 若为自制,按照以下方法进行:将甲基环硅氧烷、四乙烯基环四硅氧烷,乙烯基封端剂,在催化剂作用下加热反应,得到乙烯基聚硅氧烷。优选地,所述甲基环硅氧烷、四乙烯基环四硅氧烷与乙烯基封端剂的重量份数比例为5-7:3-4:1-2。

[0015] 进一步的,所述甲基环硅氧烷选自八甲基环四硅氧烷、六甲基环三硅氧烷、十甲基环五硅氧烷、十二甲基环六硅氧烷中的至少一种;所述的不饱和聚醚为烯丙醇聚氧乙烯醚;所述催化剂选自硅醇钾;所述乙烯基封端剂选自二甲基乙烯基乙氧基硅烷、二乙烯基四甲基二硅氧烷或二甲基乙烯基甲氧基硅烷中的至少一种。

[0016] 所述引发剂和链转移剂没有特别的限定,本领域制备聚羧酸减水剂聚合反应时常用的引发剂和链转移剂即可。比如,引发剂可以选自过硫酸铵,过硫酸钾,过氧化苯甲酰,偶氮二异丁腈;所述链转移剂可以选自长链烷基硫醇,比如十二烷基硫醇或十六烷基硫醇。

[0017] 进一步地,所述引发剂用量为不饱和羧酸的0.6-0.8wt%;所述链转移剂用量为不饱和羧酸的0.2-0.25wt%。

[0018] 进一步的,所述有机硅改性的聚羧酸减水剂制备方法为:在装有温度计、机械搅拌、氮气导管和冷凝器的反应釜中,加入50-80份不饱和聚醚,搅拌加热至50-80℃,逐步滴加1份乙烯基聚硅氧烷,8-12份羧酸型反应单体,占羧酸型反应单体的0.6-0.8wt%的引发剂和占羧酸型反应单体的0.2-0.25wt%的链转移剂的混合液,反应3-5h。反应结束后,于40-60℃下真空干燥,得到有机硅改性的聚羧酸型减水剂。

[0019] 进一步的,进一步的,所述膨胀剂为硫铝酸盐膨胀剂或铝酸盐膨胀剂;所述早强剂为无水硫酸钠早强剂或甲酸盐早强剂;所述消泡剂为乳化硅油消泡剂或聚二甲基硅氧烷消泡剂;所述阻锈剂为氨基醇阻锈剂或烷基酰胺酸盐阻锈剂;所述引气剂为铝粉引气剂或十二烷基苯磺酸钠引气剂;所述增塑剂为甲基纤维素醚、甲基羟乙基纤维素醚,甲基羟丙基纤维素醚,羟乙基纤维素醚,羟丁基纤维素醚中的至少一种;所述缓凝剂为酒石酸,柠檬酸,苹果酸和水杨酸中的至少一种。

[0020] 所述预应力孔道灌浆剂是通过以下步骤制备得到:在1000-1500转/分钟搅拌条件下,加入减水剂、膨胀剂、早强剂、消泡剂、阻锈剂、引气剂,每加入一种组分后均搅拌3-5分钟,最后加入增强纤维,加入增强纤维后以500-800转/分的转速搅拌5-8分钟,搅拌完成即得。

[0021] 所述水泥为表强度在42.5以上的硅酸盐水泥。

[0022] 所述表面活性剂为聚乙烯吡咯烷酮和/或吐温(比如吐温40,吐温60)。

[0023] 所述矿物粉料为粉煤灰,硅粉,高岭土按照质量比10-15:4-7:1-2的复配。

[0024] 优选地,矿物粉料中,所述粉煤灰粒径分布质量比为5-10 $\mu$ m:10-20 $\mu$ m:20-50 $\mu$ m=5-10:2-5:1;硅粉的粒径为0.1-0.5 $\mu$ m,SiO<sub>2</sub>含量>99%;高岭土的粒径为5-10 $\mu$ m。

[0025] 与现有技术相比,本发明具有以下有益效果:

[0026] 一、本发明采用的有机硅改性的聚羧酸型减水剂,是在传统的高效聚羧酸型减水剂的结构基础上,设计引入了聚硅氧烷的链段,从而与粉煤灰,水泥更好的融合和吸附,可以促进水泥颗粒表现出更好的分散性,提高水泥的抗压强度和抗折强度。硅氧烷官能团的引入,提高了水泥基材的疏水性能及抗渗性能,从而提高了减水效果,减水率高、增强效果好、拌合物流动性好、流动保持性好,体积稳定,收缩率低等技术效果。

[0027] 二、通过在灌浆剂中添加氮化硅纤维、并使其稳定均匀的分散于灌浆剂当中,可以有效的提高其与灌浆剂成分以及水泥成分的接触,同时氮化硅纤维具有独特的物理、化学性质,氮化硅纤维的有效添加可以显著提高最终产品的抗折强度。氮化硅纤维增强抗折强度的效果受到纤维长度、纤维添加量以及与其他组分配比等方面的影响,例如纤维长度太短则抗折强度增强不明显,纤维太长则容易导致抗压强度下降等问题;本发明通过控制氮化硅纤维长度、用量以及粉煤灰粒径分布等参数,使最终产品具备了优异的抗折强度。

[0028] 三、本发明的灌浆料通过各组分的种类和含量控制形成了一个整体的产品,对于最终产品的性能各组分均起到了重要的个体作用以及各组分之间的协同作用;特别是矿物粉料中,分粉煤灰是三种粒径按照一定梯度,此外,除了粉煤灰外,还增加了硅粉和高岭土的成分,进一步提高了灌浆料的强度。

### 具体实施方式

[0029] 为了便于理解本发明,下面将结合具体的实施例对本发明进行更全面的描述。但是,本发明可以以多种不同的形式来实施,并不限于本文所述的实施方式。相反的,提供这些实施方式的目的是使对本发明的内容理解的更加透彻全面。

[0030] 本发明实施例中所用试剂若无特别说明,均为可购买的商品化试剂。所述“份”若无特别说明,均指质量份。

[0031] 粉煤灰采购自灵寿县源通矿产品加工厂,其粒径分布为5-10 $\mu\text{m}$ :10-20 $\mu\text{m}$ :20-50 $\mu\text{m}$ =8:3:1

[0032] 硅粉采购自灵寿县源通矿产品加工厂,粒径约为0.2微米。

[0033] 高岭土采购自上海凯茵化工,粒径约为5 $\mu\text{m}$ ,SiO<sub>2</sub>含量53%,Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>含量44.2%。

[0034] 制备例1

[0035] 有机硅改性的聚羧酸型减水剂制备工艺如下:将反应物料进行脱水处理。在装有温度计、机械搅拌、氮气导管和冷凝器的反应釜中,加入50g八甲基环四硅氧烷,0.25g硅醇钾,搅拌加热,加热至40 $^{\circ}\text{C}$ 时,通氮气30min。然后升温至150 $^{\circ}\text{C}$ ,反应3h。再将30g四乙烯基环四硅氧烷,12g二乙烯基四甲基二硅氧烷加入上述反应釜中,继续反应3h。聚合反应结束后,抽真空脱除未反应单体,得到乙烯基聚硅氧烷。经测试,该乙烯基聚硅氧烷的数均分子量Mn为1876,重均分子量Mw为2739。分子量分布(Mw/Mn)为1.46,乙烯基含量为1.1%。

[0036] 在装有温度计、机械搅拌、氮气导管和冷凝器的反应釜中,加入250g数均分子量为1800的烯丙基聚氧乙烯醚和70g水,搅拌加热至70 $^{\circ}\text{C}$ ,逐步滴加5g乙烯基聚硅氧烷,45g丙烯酸,15g甲基丙烯酸,0.36g过硫酸铵,0.12g十二烷基硫醇的混合液,反应5h。反应结束后,于45 $^{\circ}\text{C}$ 下真空干燥,得到有机硅改性的聚羧酸型减水剂。经测试,该有机硅改性的聚羧酸型减水剂的数均分子量Mn为108000,重均分子量Mw为144720。分子量分布(Mw/Mn)为1.34。

[0037] 制备例2

[0038] 有机硅改性的聚羧酸型减水剂制备工艺如下：

[0039] 将反应物料进行脱水处理。在装有温度计、机械搅拌、氮气导管和冷凝器的反应釜中，加入20g十甲基环五硅氧烷，40g八甲基环四硅氧烷，0.3g硅醇钾，搅拌加热，加热至40℃时，通氮气30min。然后升温至150℃，反应3h。再将30g四乙基环四硅氧烷，5g二甲基乙基甲氧基硅烷，10g二乙基四甲基二硅氧烷加入上述反应釜中，继续反应3h。聚合反应结束后，抽真空脱除未反应单体，得到乙烯基聚硅氧烷。经测试，该乙烯基聚硅氧烷的数均分子量 $M_n$ 为1923，重均分子量 $M_w$ 为2711，分子量分布 ( $M_w/M_n$ ) 为1.41，乙烯基含量为1.2%。

[0040] 在装有温度计、机械搅拌、氮气导管和冷凝器的反应釜中，加入400g数均分子量为2400的烯丙基聚氧乙烯醚和200g水，搅拌加热至70℃，逐步滴加5g乙烯基聚硅氧烷，20g丙烯酸，20g富马酸，0.32g过硫酸钠，0.1g十六烷基硫醇的混合液，反应5h。反应结束后，于50℃下真空干燥，得到有机硅改性的聚羧酸型减水剂。经测试，该有机硅改性的聚羧酸型减水剂的数均分子量 $M_n$ 为96450，重均分子量 $M_w$ 为120562。分子量分布 ( $M_w/M_n$ ) 为1.25。

[0041] 制备例3

[0042] 乙烯基聚硅氧烷为外购，采购自东莞弘亚有机硅有限公司，乙烯基含量0.9%，黏度1300mPa.s。

[0043] 在装有温度计、机械搅拌、氮气导管和冷凝器的反应釜中，加入300g数均分子量为2000的烯丙基聚氧乙烯醚和120g水，搅拌加热至70℃，逐步滴加5g乙烯基聚硅氧烷，10g丙烯酸，10g甲基丙烯酸，0.12g过硫酸钠，0.04g十二烷基硫醇的混合液，反应5h。反应结束后，于45℃下真空干燥，得到有机硅改性的聚羧酸型减水剂。经测试，该有机硅改性的聚羧酸型减水剂的数均分子量 $M_n$ 为110800，重均分子量 $M_w$ 为154012。分子量分布 ( $M_w/M_n$ ) 为1.39。

[0044] 制备例4

[0045] 灌浆剂重量份组成如下：

[0046] 制备例1制得的有机硅改性的聚羧酸型减水剂12份、平均长度为150 $\mu$ m的氮化硅纤维3份、UEA膨胀剂15份、无水硫酸钠早强剂6份、聚二甲基硅氧烷消泡剂2份、MuCismia200阻锈剂2份、铝粉引气剂2份。

[0047] 灌浆剂制备工艺如下：

[0048] 在1200转/分钟的转速下搅拌条件下，加入上述各物料，即减水剂、膨胀剂、早强剂、消泡剂、阻锈剂、引气剂，每加入一种组分后均搅拌4分钟，最后加入氮化硅纤维，加入氮化硅纤维后以600转/分的转速搅拌6分钟，搅拌完成后即得灌浆剂。

[0049] 制备例5

[0050] 其他工艺和条件和制备例4相同，区别在于有机硅改性的聚羧酸型减水剂为制备例2制得，氮化硅的平均长度为100 $\mu$ m。

[0051] 制备例6

[0052] 其他工艺和条件和制备例4相同，区别在于有机硅改性的聚羧酸型减水剂为制备例3制得，氮化硅的平均长度为100 $\mu$ m。

[0053] 制备例7

[0054] 其他工艺和条件和制备例4相同，区别在于氮化硅纤维替换为等质量，等长度的玻璃纤维。

- [0055] 制备例8
- [0056] 其他工艺和条件和制备例4相同,区别在于氮化硅纤维替换为等质量,等长度的碳纤维。
- [0057] 对比制备例1
- [0058] 其他工艺和条件和制备例4相同,区别在于聚羧酸型减水剂为等质量的商业聚羧酸减水剂,韩国JNT生产的AP-45。
- [0059] 实施例1
- [0060] 将25份制备4得到的灌浆剂,700份金隅牌P.042.5硅酸盐水泥,10份吐温60,70份矿物粉料,矿物粉料是粉煤灰,硅粉和高岭土按照12:5:1的复配,将上述物料经过干粉砂浆混合机充分搅拌均匀后,加入水,控制水灰比为0.28,得到预应力灌浆料。
- [0061] 实施例2
- [0062] 其他步骤和条件和实施例1相同,区别在于灌浆剂为制备例5得到。
- [0063] 实施例3
- [0064] 其他步骤和条件和实施例1相同,区别在于灌浆剂为制备例6得到。
- [0065] 实施例4
- [0066] 其他步骤和条件和实施例1相同,区别在于灌浆剂为制备例7得到。
- [0067] 实施例5
- [0068] 其他步骤和条件和实施例1相同,区别在于灌浆剂为制备例8得到。
- [0069] 实施例6
- [0070] 其他步骤和条件和实施例2相同,区别在于矿物粉料是粉煤灰,硅粉按照12:5的复配,即不加入高岭土。
- [0071] 实施例7
- [0072] 其他步骤和条件和实施例2相同,区别在于矿物粉料是粉煤灰和高岭土按照12:1的复配,即不加入硅粉。
- [0073] 实施例8
- [0074] 其他步骤和条件和实施例2相同,区别在于矿物粉料中,粉煤灰的平均粒径为10-20 $\mu\text{m}$ 。即不是实施例2中所用的具有粒径梯度的粉煤灰。
- [0075] 对比例1
- [0076] 其他步骤和条件和实施例2相同,区别在于灌浆剂为对比制备例1得到。
- [0077] 将实施例和对比例所得灌浆料进行测试,结果如下表1所示:
- [0078] 表1

项目		实施 例 1	实施 例 2	实施 例 3	实施 例 4	实施 例 5	实施 例 6	实施 例 7	实施 例 8	对比 例 1
凝结时 间(h)	初凝(h)	12	11	11	12	12	11	11	11	12
	终凝(h)	13	12	13	13	13	12	12	12	13
流动度 (s)	出机流 动度(s)	15	14	15	14	15	15	15	14	16
	30min 流动度 (s)	22	21	23	23	22	24	25	21	24
[0079] 压力泌 水率 (%)	0.22MPa (当孔 道垂直 高度 $\leq$ 1.8m 时)	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.2	0.3
	0.36MPa (当孔 道垂直 高度 $>$ 1.8m 时)	0.4	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4	0.5	0.3	0.8
自由膨 胀度 (%)	24h	0.02	0.02	0.03	0.02	0.02	0.02	0.03	0.02	0.03
抗压强 度 (MPa)	3d	70	74	68	54	57	68	70	71	51
	28d	102	112	97	83	85	103	108	106	75
抗折强 度 (MPa)	3d	15	16	14	12	13	13	15	16	11
	28d	19	22	19	18	17	19	21	20	16
[0080] 充盈度 对钢筋 的腐蚀 作用		合格	合格	合格	合格	合格	合格	合格	合格	合格
		无锈 蚀	无锈 蚀	无锈 蚀	无锈 蚀	无锈 蚀	无锈 蚀	无锈 蚀	无锈 蚀	无锈 蚀

[0081] 另外,发明人针对氮化硅含量以及纤维长度的系列对比实验也发现,如果氮化硅含量低于2重量份或高于5重量份,或是采用长度在100-200 $\mu\text{m}$ 以外的氮化硅纤维时,均会导致抗折强度或抗压强度下降,无法获得综合性能优异的水泥浆体。

[0082] 以上所述实施例仅表达了本发明的几种实施方式,其描述较为具体和详细,但并不能因此而理解为对发明专利范围的限制。应当指出的是,对于本领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明构思的前提下,还可以做出若干变形和改进,这些都属于本发明的保护范围。因此,本发明的保护范围应以所附权利要求为准。