

(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102515608 A

(43) 申请公布日 2012. 06. 27

(21) 申请号 201110429431. 6

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2011. 12. 19

C04B 22/10 (2006. 01)

(71) 申请人 武汉理工大学

地址 430070 湖北省武汉市洪山区珞狮路
122 号

申请人 茂名高岭科技有限公司

(72) 发明人 水中和 王康 曾伟能 陈伟
王桂明 梅明军 杨增良

(74) 专利代理机构 湖北武汉永嘉专利代理有限
公司 42102

代理人 张安国 伍见

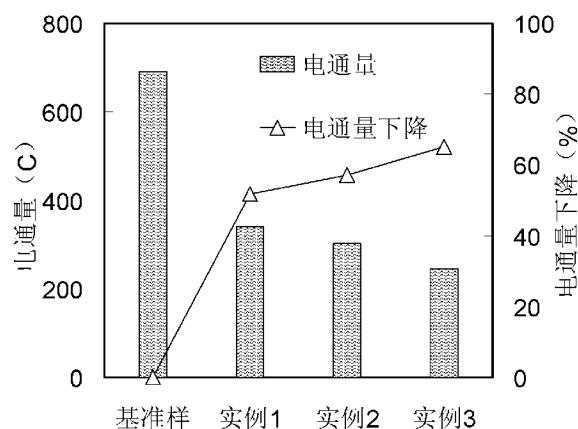
权利要求书 1 页 说明书 7 页 附图 2 页

(54) 发明名称

一种改性偏高岭土基混凝土抗渗阻裂剂

(57) 摘要

一种改性偏高岭土基混凝土抗渗阻裂剂，它由改性偏高岭土、磨细石灰石粉、超细粉煤灰、焙烧水滑石、磨细石英砂和固体硅烷粉末制成，各原料质量百分数分别为 10% -75%、5% -40%、4% -40%、1% -20%、2% -40% 和 0.2% -20%，各组分百分数之和 100%。其改性偏高岭土制备：将干燥的水洗高岭土放入球磨机中磨成粉末；将高岭土粉末在 500-1000℃ 的温度下煅烧 0.5-6.0 小时，得偏高岭土；将偏高岭土放入打散机，加入有机改性剂氨基磺酸盐或三乙醇胺，偏高岭土与有机改性剂质量比为 5000 : 1-100 : 1，打散成接触角为 50° -100°，比表面积为 8000-15000m²/kg 的改性偏高岭土。本抗渗阻裂剂作为混凝土添加剂，可提高混凝土的各龄期强度，对混凝土工作性能无显著影响，显著提高混凝土的抗氯离子渗透能力，减小混凝土总收缩，提高混凝土的抗裂性能。



1. 一种改性偏高岭土基混凝土抗渗阻裂剂,它由改性偏高岭土、磨细石灰石粉、超细粉煤灰、焙烧水滑石粉、磨细石英砂和固体硅烷粉末制备而成,各原料的具体质量百分数分别为 10% -75%、5% -40%、4% -40%、1% -20%、2% -40% 和 0.2% -20%,各组分百分比之和 100%。

2. 根据权利要求 1 所述的改性偏高岭土基混凝土抗渗阻裂剂,其特征在于改性偏高岭土制备过程为:1) 将干燥的水洗高岭土放入球磨机中粉磨得到高岭土粉末;2) 将高岭土粉末在 500-1000℃ 的温度下煅烧 0.5-6.0 小时,得偏高岭土;3) 将偏高岭土放入打散机,加入有机改性剂氨基磺酸盐或三乙醇胺,偏高岭土与有机改性剂质量之比为 5000 : 1-100 : 1,打散时间为 15-35min,打散后其接触角为 50° -100° ,比表面积为 8000-15000m²/kg,得改性偏高岭土。

3. 根据权利要求 1 所述的改性偏高岭土基混凝土抗渗阻裂剂,其特征在于:所述磨细石灰石粉的细度为 45 μm 筛余小于 3.5wt%,需水比小于 95wt%,CaO 含量大于 43wt%。

4. 根据权利要求 1 所述的改性偏高岭土基混凝土抗渗阻裂剂,其特征在于:所述超细粉煤灰,其细度为 45 μm 筛余小于 7.5wt%,需水比小于 91wt%。

5. 根据权利要求 1 所述的改性偏高岭土基混凝土抗渗阻裂,其特征在于:所述焙烧水滑石为水滑石经 100-700℃ 的温度下焙烧 0.5-7.0 小时后冷却制得,焙烧水滑石的 MgO 含量在 32wt% -37wt% 之间,Al₂O₃ 含量在 20wt% -22wt% 之间,平均粒径小于 4 μm。

6. 根据权利要求 1 所述的改性偏高岭土基混凝土抗渗阻裂剂,其特征在于:所述磨细石英砂,细度为 70-140 目,SiO₂ 含量 99wt% 以上。

7. 根据权利要求 1 所述的改性偏高岭土基混凝土抗渗阻裂剂,其特征在于:所述固体硅烷粉末是硅烷基类粉末,粒径在 100 μm-200 μm 之间,堆积密度为 200g/L-400g/L,活性成分大于 25wt%。

一种改性偏高岭土基混凝土抗渗阻裂剂

技术领域

[0001] 本发明属于建筑材料技术领域,具体涉及一种改性偏高岭土基混凝土抗渗阻裂剂。

背景技术

[0002] 随着社会的发展,科技的进步,钢筋混凝土的应用领域不断扩大,并逐渐延伸到海洋工程及其他环境严酷区域,因此,这对于混凝土抵抗各种侵蚀的能力有了更高的要求。钢筋混凝土经常工作在富含氯盐、硫酸盐的环境条件下,经过长时间的侵蚀作用,环境中的氯盐和硫酸盐等侵蚀介质将进入混凝土,导致钢筋锈蚀或混凝土体积膨胀,最后造成钢筋混凝土结构破坏失效。同时,无论是对于普通混凝土还是高性能混凝土,混凝土开裂都是工程中重点关注的问题,一旦由于收缩等原因产生裂缝后,会降低混凝土的承载能力,同时加速了各种侵蚀介质进入混凝土内部,严重威胁混凝土结构安全。因此,提高混凝土的抗渗能力和抑制混凝土开裂是提高混凝土耐久性的重要措施。

[0003] 目前,通过提高混凝土本身的性能来提高钢筋混凝土抗氯离子渗透能力的主要措施是添加高性能矿物掺和料,传统矿物掺和料是由硅灰、粉煤灰和矿粉中的一种或者两种组成。这类常用矿物掺和料应用较为成熟,但是也存在一定缺陷,例如硅灰的价格太高,需求量大于产量;粉煤灰的早期水化能力较差,单掺粉煤灰时对混凝土早期强度有一定的不利影响,且掺量过大时会加速混凝土碳化;矿渣在混凝土中作用的发挥受细度、温度影响较大。在相同结构设计的前提下减小混凝土的收缩、提高混凝土的抗开裂能力,要优化原材料的组成。目前,添加膨胀剂、添加聚丙烯纤维,添加有机减缩防裂剂和添加传统的活性矿物掺和料是提高混凝土收缩性能的主要措施。然而膨胀剂增大胶凝材料中的碱含量,同时大量占用混凝土胶凝材料充分水化用水,聚丙烯纤维和有机减缩防裂剂会降低混凝土的早期强度。

[0004] 偏高岭土作为一种新型的活性矿物掺和料,在国内外已经进行了大量研究。结果表明,在混凝土中单掺偏高岭土,可在一定程度上提高混凝土的早期和后期抗压强度、抗弯强度和劈裂抗拉强度,提高硬化水泥浆体的抗渗能力。但另一方面,单掺偏高岭土时会对混凝土工作性能有显著的降低,甚至影响正常施工。为了保证偏高岭土混凝土的工作性能,有研究中在偏高岭土掺和料中直接混入固态减水剂作为复合型掺和料,这类前期复合的减水剂有可能跟水泥之间出现适应性不良的问题,并且有可能跟施工过程中使用的减水剂出现相互干扰的作用,因而此做法在实际应用过程中仍然存在问题。

发明内容

[0005] 本发明的目的在于提供一种提高混凝土抗氯离子渗透能力,减小混凝土收缩,提高混凝土抗开裂能力,提高混凝土各龄期强度、同时对混凝土工作性能无显著影响,对不同种类的水泥和施工过程中减水剂适应性强的混凝土抗渗阻裂剂。

[0006] 为了实现上述目的,本发明的技术方案是:一种改性偏高岭土基混凝土抗渗阻裂

剂,它由改性偏高岭土、磨细石灰石粉、超细粉煤灰、焙烧水滑石、磨细石英砂和固体硅烷粉制备而成,各原料的具体质量百分数分别为 10% -75%、5% -40%、4% -40%、1% -20%、2% -40% 和 0.2% -20%。各组分百分比之和 100%。

[0007] 本发明的技术方案中,所述的改性偏高岭土按以下步骤制备:1) 将干燥的水洗高岭土放入球磨机中粉磨,得到高岭土粉末;2) 将高岭土粉末在 500-1000℃ 的温度下煅烧 0.5-6.0 小时,得偏高岭土;3) 将偏高岭土放入打散机,加入有机改性剂氨基磺酸盐或三乙醇胺,偏高岭土与有机改性剂质量之比为 5000 : 1-100 : 1,打散时间为 15-35min,接触角为 50° -100° ,比表面积为 8000-15000m²/kg,得改性偏高岭土。

[0008] 本发明的技术方案中,改性偏高岭土改性过程中,偏高岭土在机械作用下,改性剂通过物理作用和化学作用吸附在偏高岭土的表面,进入团聚偏高岭土颗粒间隙,它有两个显著的功能:一是使团聚使偏高岭土充分分散,二是对偏高岭土颗粒表面的改性。

[0009] 本发明的技术方案中,所述的磨细石灰石粉的细度为 45 μm,筛余小于 3.5wt%,需水比小于 95wt%,CaO 含量大于 43wt%。

[0010] 本发明的技术方案中,所述的超细粉煤灰的细度为 45 μm,筛余小于 7wt%,需水比小于 91wt%。

[0011] 本发明的技术方案中,所述的焙烧水滑石为水滑石经 100-700℃ 的温度下焙烧 0.5-7.0 小时后冷却制得,焙烧水滑石的 MgO 含量在 32wt% -37wt% 之间,Al₂O₃ 含量在 20wt% -22wt% 之间,平均粒径小于 4 μm。

[0012] 本发明的技术方案中,所述的磨细石英砂,细度为 70-140 目, SiO₂ 含量在 99wt% 以上。

[0013] 所述固体硅烷粉末是硅烷基类粉末,粒径在 100 μm-200 μm 之间,堆积密度为 200g/L-400g/L,活性成分大于 25wt%。

[0014] 上述的改性偏高岭土基混凝土抗渗阻裂剂的制备方法,包括以下制备步骤:按上述制备改性偏高岭土;按照质量百分比取,改性偏高岭土 10% -75%、磨细石灰石粉 5% -40%、超细粉煤灰 4% -40%、焙烧水滑石 1% -20%、磨细石英砂 2% -40% 和固体硅烷粉 0.2% -20%,各成分百分数之和为 100%;将选取好的原料放入混料机中,按照每次质量 10kg,每次时间 10min,进行混料,得到改性偏高岭土基混凝土抗渗阻裂剂。

[0015] 本发明的优点在于:

[0016] 1) 本发明显著提高混凝土的抗氯离子渗透能力,普通混凝土中改性偏高岭土基抗渗阻裂剂掺量为 4wt% -8wt%,能降低混凝土 28d 电通量 40% 以上,降低混凝土 56d 氯离子扩散系数 35% 以上,当改性偏高岭土基抗渗阻裂剂掺量为 8wt% 时,28d 电通量可降低 50% 以上,56d 氯离子扩散系数下降 45% 以上;在海工混凝土中改性偏高岭土基抗渗阻裂剂掺量为 5wt% -9wt%,能降低海工混凝土 28d 电通量 40% 以上,降低混凝土 56d 氯离子扩散系数 35% 以上,当改性偏高岭土基抗渗阻裂剂掺量为 9wt% 时,28d 电通量降低 50% 以上,氯离子扩散系数下降 45% 以上。改性偏高岭土和焙烧水滑石都是层状结构,有巨大的比表面积,通过表面吸附氯离子,同时焙烧水滑石能通过结构恢复将氯离子吸收至层间;改性偏高岭土火山灰反应生成的产物晶粒细小,结晶程度不高,细化了水泥石的孔径,减小了孔隙率。二次水化的水化产物 (CSH 凝胶和水化铝酸钙等) 是密实的新生相,使混凝土的孔弯曲,失去原有的连通性;硅烷形成的憎水膜具有优越的防水性能,抑制了水分向混凝土中的侵

入,相应的减缓了氯离子的渗入侵蚀;同时本发明中的石粉(石灰石粉和焙烧水滑石粉)、粉煤灰和磨细石英砂中含有微细粉末,具有“微粉填充作用”,使得混凝土结构中的孔隙变小,使混凝土中的有害孔含量减小,减少了氯离子通道,提高混凝土的抗氯离子渗透能力。

[0017] 2) 本发明降低混凝土的总收缩,提高了混凝土的抗裂能力。普通混凝土中改性偏高岭土基抗渗阻裂剂掺量为4wt%~8wt%,能使混凝土初凝开始后200h的收缩率下降20%以上;在海工混凝土中改性偏高岭土基抗渗阻裂剂掺量为5wt%~9wt%时,海工混凝土初凝开始后200h的收缩率下降20%以上。本发明的改性偏高岭土基抗渗阻裂剂能与水泥体系发生化学反应生成具有微膨胀能力的水化产物。改性偏高岭土中的活性氧化铝,在有氢氧化钙和石膏存在是,在水化早期(水化开始3天)钙钒石(AFt)含量增加,每增加1g钙钒石,硅酸盐水泥体系的体积增加0.32cm³,对混凝土体积收缩有补偿效果。本发明中的石灰石粉含有的CaCO₃可以稳定体系中生成的钙钒石。在硅酸盐水泥水化体系中,加入可与水化铝酸钙生成其他水化产物的矿物CaCO₃,可以阻止体系中的由偏高岭土中活性铝成分生成的钙矾石向单硫型的硫铝酸钙(AFm)转化。水化铝酸钙与CaCO₃反应的速率大于高硫型硫铝酸钙向低硫型硫铝酸钙转变的速率,同时CaCO₃能向体系中提供CO₃²⁻,促使单硫型的铝酸盐向单碳型铝酸盐转化,这一转化重新向体系中释放SO₄²⁻,SO₄²⁻浓度增加进一步抑制AFt向AFm转化,从而能有效的延缓和阻止3d龄期后钙钒石(AFt)向AFm的转变。另外,改性偏高岭土使水化产物中的部分水化铝酸四钙(C₄AH₁₆)被密度更低的水化黄长石(C₂ASH₈)取代,使得产物的总体积增加,这也抑制了其加速水化造成的化学收缩增长。

[0018] 改性偏高岭土可以显著减少混凝土干燥收缩,改性偏高岭土可减小混凝土的孔隙率,使部分原来通过蒸发扩散到外界环境中的水分通过自干操作用消耗。本发明中改性偏高岭土和石灰石粉可加速水泥的早期水化,增加了早期水化速率,一定程度上增加了自干燥,但是复掺的粉煤灰和磨细石英砂的水化活性低于水泥,相应的补偿了改性偏高岭土造成的化学收缩的增长。

[0019] 水化产物中钙钒石(AFt)含量增加,同时CSH凝胶含量显著增加,提高了早期水化产物的强度,使得体系抵抗由收缩造成的应变的能力增强,增强的混凝土抗裂能力。

[0020] 3) 本发明对混凝土工作性能无明显影响,本发明的改性偏高岭土基抗渗阻裂剂在混凝土中掺量为4wt%~9wt%时,混凝土的坍落度损失小于20mm。改性偏高岭土由于吸附改性剂的憎水基团,其表面的接触角增加至50°~100°之间,增大了改性偏高岭土的疏水性,同时改性偏高岭土-水系统的zeta电位比偏高岭土-水系统的升高了20%~50%,改善了浆体的工作性能;改性偏高岭土保留了偏高岭土的板状形貌,焙烧水滑石也是层片状结构,而石粉、超细粉煤灰和磨细石英砂这三种粉末中含有球状颗粒,两种形貌的颗粒构成了较易移动的“滚珠轴承”模型,减小了颗粒移动的阻力;石灰石粉和超细粉煤灰在水化初期促进了水泥颗粒的解絮;有机硅烷在水泥浆体中溶解后,由于其具有表面活性成分具有一定的减水作用。以上原因保证了本产品对混凝土工作性能无明显影响的效果。

[0021] 4) 本发明对不同种类的水泥和混凝土添加剂适应强。工程实际中常常会出现减水剂与水泥出现相容性不良的现象,而本发明的改性偏高岭土基抗渗阻裂剂中并不含有减水剂或引气剂等成分,使用范围不受到水泥种类的限制。并且不会出现与施工过程中应用的其他添加剂如减水剂等出现适应性不良的问题。

[0022] 5) 本发明能提高混凝土各龄期强度,普通混凝土中改性偏高岭土基抗渗阻裂剂掺

量为 8wt% 时,能提高 3d, 7d 和 28d 抗压强度 10% 以上;在海工混凝土中改性偏高岭土基抗渗阻裂剂掺量为 9wt% 能提高 3d, 7d 和 28d 抗压强度 10% 以上。本发明中的改性偏高岭土以及石粉使混凝土水化早期体系中钙钒石含量增加,并使得钙钒石稳定存在,保证了混凝土的早期强度,而成分中的粉煤灰随着水化龄期的延长,在水化产生的氢氧化钙的激发下发生火山灰反应,生成 CSH 凝胶等产物保证了混凝土后期强度发展。其次改性偏高岭土和粉煤灰成分能显著改善混凝土的界面过渡区的结构,与界面过渡区晶粒粗大和可能发生取向结晶的氢氧化钙发生反应,产物是更为致密的 CSH 凝胶和水化铝酸钙等,密实了界面过渡区,增强了水泥浆体和粗集料之间的结合力,从而提高混凝土的抗压强度。最后,本发明中磨细石英砂和未参加反应的改性偏高岭土、超细粉煤灰和石粉中含有超细粉末,优化了混凝土材料的级配。

附图说明

- [0023] 图 1 是普通混凝土基准样及实施例 1-3 电通量结果
- [0024] 图 2 是普通混凝土基准样及实施例 1-3 膨胀率结果
- [0025] 图 3 是海工混凝土基准样及实施例 4-6 电通量结果
- [0026] 图 4 是海工混凝土基准样及实施例 4-6 膨胀率结果

具体实施方式

[0027] 为了更好地理解本发明,下面结合实施例进一步阐明本发明的内容,但本发明的内容不仅仅局限于下面的实施例。

[0028] 实施例 1-3 :

[0029] 一种改性偏高岭土基混凝土抗渗阻裂剂,它由改性偏高岭土、磨细石灰石粉、超细粉煤灰、焙烧水滑石、磨细石英砂和固体硅烷粉制备而成,各原料的具体质量百分数分别为 10% -75%、5% -40%、4% -40%、1% -20%、2% -20% 和 0.2% -20%。各组分百分比之和为 100%。

[0030] 以 C50 混凝土为基准,改性偏高岭土基混凝土抗渗阻裂剂等量取代胶凝材料配置混凝土,混凝土中胶凝材料设计组分配比见表 1。基准混凝土胶凝材料用量为 435kg,水灰比为 0.33。

[0031] 表 1 混凝土试样胶凝材料组成比例

	编号	水泥 (wt%)	改性偏高岭土基 抗渗阻裂剂 (wt %)
[0032]	基准样	100	0
	实施例 1	96	4
	实施例 2	94	6
	实施例 3	92	8

[0033] 按照 GB/T 50080-2002《普通混凝土拌合物性能试验方法标准》测试基准样和实施例 1- 实施例 3 拌合物的坍落度;按照 GB/T 50081-2002《普通混凝土力学性能试验方法》,用万能压力试验机测试基准样和实例的 3 天、7 天和 28 天抗压强度;按照 GBJ50082-2009《普通混凝土长期性能和耐久性能试验方法》,测试基准样和实例的 28d 电通量,按照 GB/T

50082-2009《普通混凝土长期性能和耐久性能试验方法标准》中“混凝土氯离子迁移系数的非稳态迁移实验——氯离子扩散系数快速实验 NT BUILD492”，对基准样和实例的 56d 氯离子扩散系数进行测量，并使用非接触法测试了混凝土初凝开始 200 小时内的总收缩率。

[0034] 混凝土基准样和实施例 1-3 的坍落度和抗压强度结果见表 2。

[0035] 表 2 混凝土试样的坍落度和抗压强度

编 号	坍落度 (mm)	抗压强度 (MPa)		
		3d	7d	28d
基准样	190	51.7	63.4	69.4
实施例 1	180	53.7	67.2	75.0
实施例 2	175	55.3	68.3	76.0
实施例 3	170	60.7	74.8	80.0

[0037] 表 2 说明了：实施例 1-3 改性偏高岭土基抗渗阻裂剂掺量为 4wt%、6w% 和 8wt%，实施例的坍落度与基准样相比下降在 20mm 以内，影响最小的下降了 10mm，改性偏高岭土基混凝土抗渗阻裂剂对混凝土的工作性能影响不显著。实施例 1-3 的各龄期强度都相对基准样出现增长，其中 3d、7d 和 28d 强度增长最大的增长率分别达到基准样的 17.4%、18.1% 和 15.3%，说明本发明有明显的强度促进作用。

[0038] 基准样和实施例 1-3 的电通量试验结果见图 1。

[0039] 图 1 说明了：实施例 1-3 的电通量较基准样都下降了 50% 以上，其中实施例 3 下降最多达到 64.5%。说明改性偏高岭土基混凝土抗渗阻裂剂使此 C50 混凝土的电通量明显的降低，可以显著的提高了混凝土的抗氯离子侵蚀能力。

[0040] 试样的氯离子扩散系数见表 3。

[0041] 表 3 试验氯离子扩散系数结果

[0042]

试样编号	基准样	实施例 1	实施例 2	实施例 3
氯离子扩散系数 ($\times 10^{-12} \text{ m}^2/\text{s}$)	0.96	0.56	0.52	0.46

[0043] 表 3 说明了：实施例 1-3 的氯离子扩散系数较基准样下降了 40% 以上，其中实施例 3 下降最为显著，下降量达到 52.1%。说明改性偏高岭土基混凝土抗渗阻裂剂使此 C50 混凝土的氯离子扩散系数明显下降，可以显著的提高了混凝土的抗氯离子侵蚀能力。

[0044] 基准样和实施例 1-3 的膨胀率见图 2。

[0045] 图 2 说明了：实施例 1-3 从混凝土初凝开始的总收缩率与基准样相比都下降 25% 以上，其中实施例 3 下降最多达到 33.3%。说明改性偏高岭土基混凝土抗渗阻裂剂对此 C50 混凝土的收缩有明显的抑制作用，提高了混凝土的抗开裂能力。

[0046] 实施例 4-6：

[0047] 一种改性偏高岭土基混凝土抗渗阻裂剂，它由改性偏高岭土、磨细石灰石粉、超细粉煤灰、焙烧水滑石、磨细石英砂和固体硅烷粉制备而成，各原料的具体质量百分数分别为 210% -75%、5% -40%、4% -40%、1% -20%、2% -20% 和 0.2% -20%。各组分百分比之和为 100%。

[0048] 以 C40 海工混凝土为基准，改性偏高岭土基混凝土抗渗阻裂剂等量取代胶凝材料

配置混凝土，混凝土中胶凝材料设计组分配比见表 4。基准混凝土胶凝材料用量为 423kg，水灰比为 0.36。

[0049] 表 4 混凝土试样胶凝材料组成比例

[0050]

编号	水泥 (wt%)	粉煤灰 (wt %)	矿粉 (wt %)	改性偏高岭土基 抗渗阻裂剂 (wt %)
基准样	70	15	15	0
实施例 4	65	15	15	5
实施例 5	63	15	15	7
实施例 6	61	15	15	9

[0051] 表 4 所述的粉煤灰为二级粉煤灰，细度为 $45 \mu m$ 篮余 18wt%，需水比 102wt%，含水率 0.35wt%，烧失量 3.9wt%。

[0052] 表 4 所述的矿粉比表面积 $435m^2/kg$ ，需水比 98wt%，含水率 0.2wt%，活性指数 99%。

[0053] 按照 GB/T 50080-2002《普通混凝土拌合物性能试验方法标准》测试基准样和实施例 1- 实施例 3 拌合物的坍落度；按照 GB/T 50081-2002《普通混凝土力学性能试验方法》，用万能压力试验机测试基准样和实施例的 3 天、7 天和 28 天抗压强度；按照 GBJ50082-2009《普通混凝土长期性能和耐久性能试验方法》，测试基准样和实例的 28d 电通量，按照 GB/T 50082-2009《普通混凝土长期性能和耐久性能试验方法标准》中“混凝土氯离子迁移系数的非稳态迁移实验——氯离子扩散系数快速实验 NT BUILD492”，对基准样和实例的 56d 氯离子扩散系数进行测量，并使用非接触法测试了混凝土初凝开始 200 小时内的总收缩率。

[0054] 海工混凝土基准样和实施例 4-6 的坍落度和抗压强度结果见表 5。

[0055] 表 5 混凝土试样的坍落度和抗压强度

编 号	坍落度 (mm)	抗压强度 (MPa)		
		3d	7d	28d
基准样	205	30.4	40.7	51.9
实施例 4	195	35.4	50.8	56.3
实施例 5	190	36.0	51.9	57.5
实施例 6	185	37.4	52.7	59.0

[0057] 表 5 说明了：实施例 4-6 改性偏高岭土基抗渗阻裂剂的掺量为 5wt%、7wt% 和 wt9%，实施例的坍落度与基准样相比下降在 20mm 以内，影响最小的下降了 10mm，改性偏高岭土基混凝土抗渗阻裂剂对混凝土的工作性能影响不显著。实施例 4-6 的各龄期强度都相对基准样出现增长，其中 3d、7d 和 28d 强度增长最大的增长率分别达到基准样的 19.7%、25.7% 和 13.7%，说明本发明有明显的强度促进作用。

[0058] 海工混凝土基准样和实施例 4-6 的电通量结果见图 3。

[0059] 图 3 说明了：实施例 4-6 的电通量较基准样都下降了 50% 以上，其中实施例 6 下降最多达到 62.3%。说明改性偏高岭土基混凝土抗渗阻裂剂对此 C40 海工混凝土的电通量有显著的降低，显著的提高了混凝土的抗氯离子侵蚀能力。

[0060] 试样的氯离子扩散系数见表 6。

[0061] 表 6 试验氯离子扩散系数结果

[0062]

试样编号	基准样	实施例 4	实施例 5	实施例 6
氯离子扩散系数 ($\times 10^{-12} \text{ m}^2/\text{s}$)	1.92	1.09	1.04	0.98

[0063] 表 6 说明了 : 实实施例 4-6 的氯离子扩散系数较基准样下降了 40% 以上, 其中实施例 6 下降最为显著, 下降量达到 48.9%。说明改性偏高岭土基混凝土抗渗阻裂剂使此 C40 海工混凝土的氯离子扩散系数明显下降, 可以显著的提高了混凝土的抗氯离子侵蚀能力。

[0064] 海工混凝土基准样和实施例 4-6 的膨胀率结果见图 4。

[0065] 图 4 说明了 : 实实施例 4-6 从混凝土初凝开始的总收缩率与基准样相比都下降 20% 以上, 其中实施例 6 下降最多达到 29.2%。说明改性偏高岭土基混凝土抗渗阻裂剂对此 C40 海工混凝土的收缩有明显的抑制作用, 提高了混凝土的抗开裂能力。

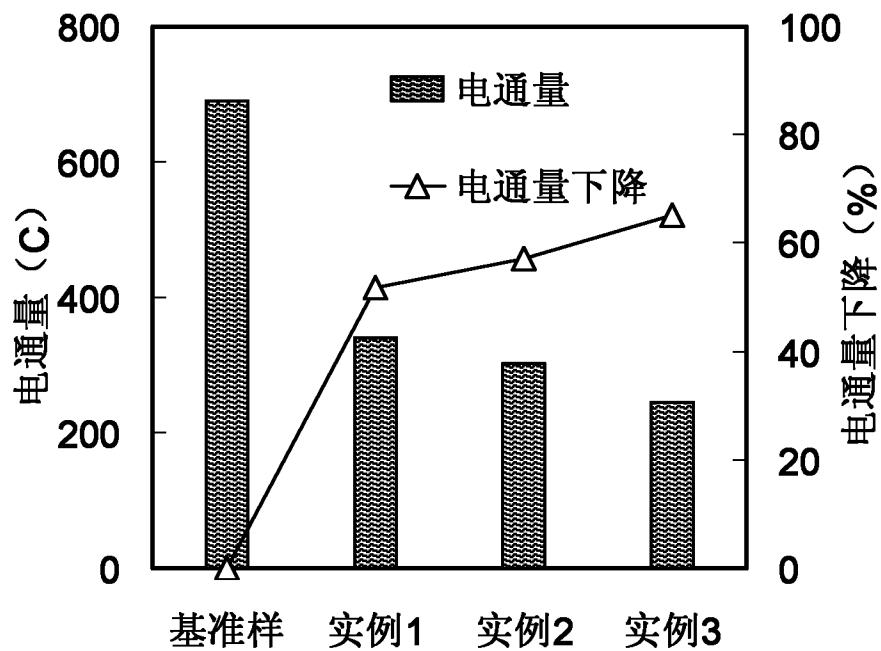


图 1

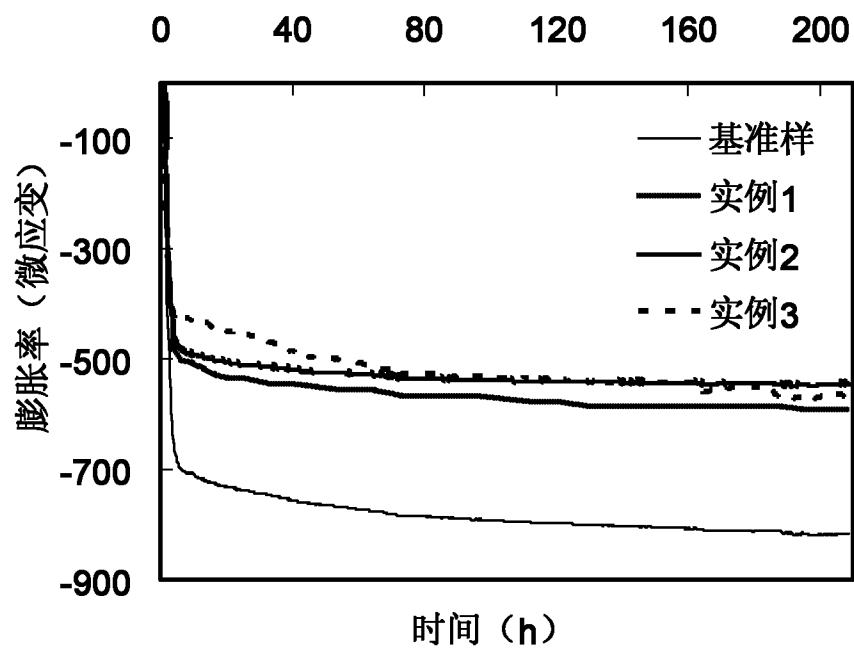


图 2

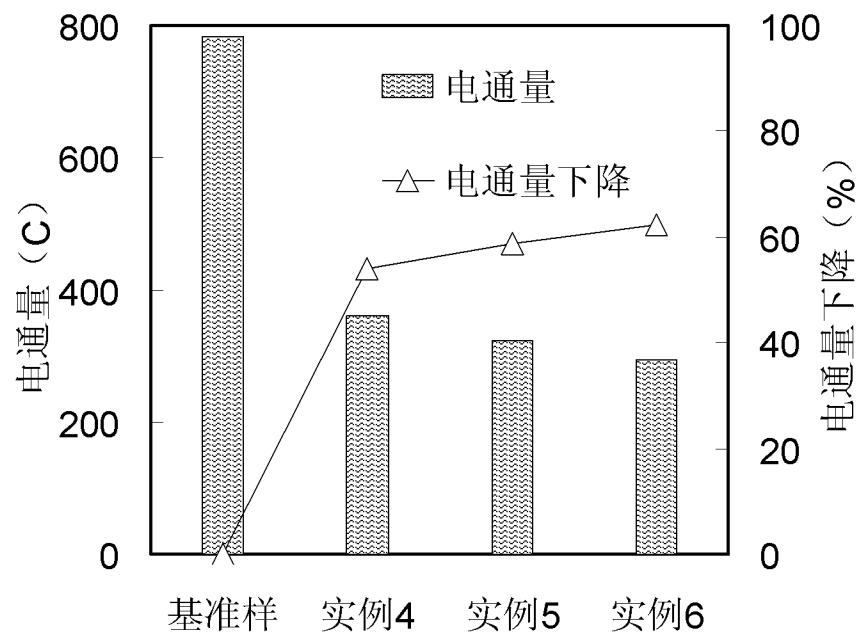


图 3

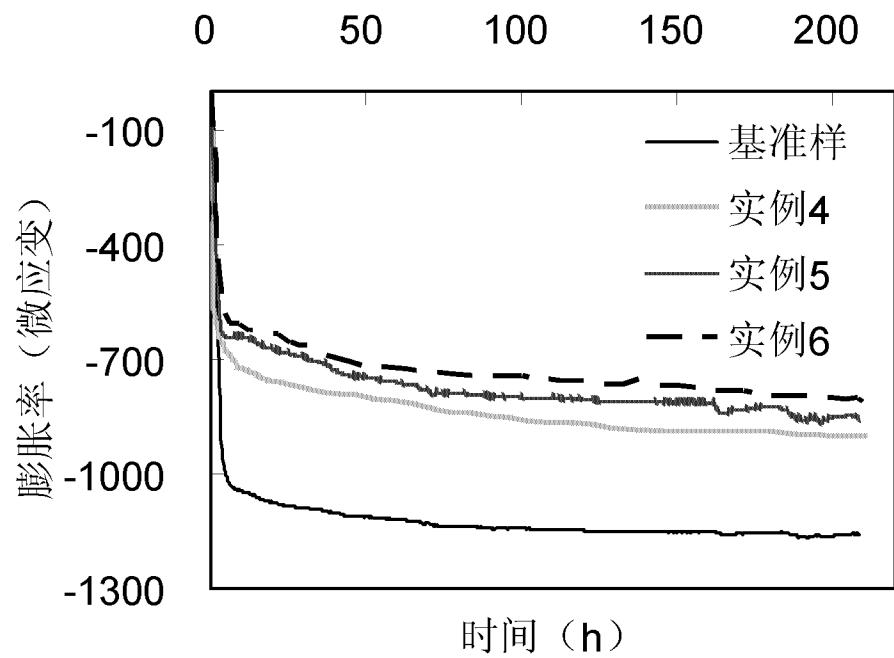


图 4