

聚合物水泥砂浆的研究及应用岩土工程师考试 PDF转换可能丢失图片或格式，建议阅读原文

https://www.100test.com/kao_ti2020/643/2021_2022__E8_81_9A_E5_90_88_E7_89_A9_E6_c63_643736.htm 把岩土师站点加入收藏夹

摘要：把聚合物用于改性水泥砂浆，在世界上已有很长的一段历史。与普通的水泥砂浆相比，聚合物水泥砂浆具有很多优良的性能。本文对聚合物改性砂浆的改性机理、改性砂浆性能以及改性砂浆的应用情况作详细介绍。 **关键词：**聚合物；砂浆，改性；性能；应用

1 前言 早在1923年，英国人Gresson就把聚合物应用于路面材料而获得专利。到1924出版了关于现代聚合物改性材料的正式文献。从那时起，近70年来世界各国出现了大量的关于聚合物用于改性水泥砂浆和混凝土的研究，而且对聚合物用于水泥基材料的兴趣也越来越大。在这一领域里研究开发走在世界前列的国家有日本、美国、前苏联、德国等。如日本对新型高性能聚合物混凝土复合材料的研究开发应用已有40年的历史，并已为此制定了部分标准(JIS6203)；德国交通部筑路局对用于桥面的混凝土修补而附加的技术协议和规范(zTVSIB90)特别制定了聚合物改性砂浆(混凝土)供货的技术条件和检验规范(TLBEPCC, TPCC)，我国在这一方面的研究起步较晚，还是近十几年发展起来的。1990年在上海举行了第6届国际聚合物混凝土会议，大大地加速了我国在这一方面研究与应用的进步。

2 聚合物水泥砂浆的改性机理 聚合物改性砂浆的研究之所以如此大的进展，就是因为这种材料通过改性具有许多优异的性能。了解其改性机理对研究和开发这类材料尤其重要。众所周知水泥砂浆作为一种复合材料，骨料和水泥基之间的界面过

渡区是材料的薄弱环节。在界面过渡区，水灰比高、孔隙率大、氢氧化钙和钙矾石多，晶粒粗大、氢氧化钙晶体取向生长。要改善水泥基材料的性能，就必须改善界面过渡区的结构和性质。聚合物对水泥砂浆的改性作用，其实质也是改善材料的界面过渡区，从而使材料获得别的材料所不具有的性能。

(1) 聚合物具有减水的效果。其表现在配制具有相同流动度的砂浆时，掺有聚合物的砂浆的水灰比要低于普通砂浆的水灰比。这是因为聚合物和矿物掺合料粉煤灰一样的形态效应，因为聚合物的固体粒径很小，其直径一般在 $0.05 \sim 5\mu\text{m}$ 之间。这样的颗粒也可像粉煤灰的颗粒一样，既可起到滚珠的作用，又具有较高的表面活性，从而能起到减水效应。

(2) 在砂浆中掺加聚合物后，氢氧化钙也会沿着聚合物固体颗粒生长，有利于打乱氢氧化钙的取向生长。另外，由于聚合物的特殊性，它会在高于其最低成膜温度下凝聚成膜，形成的膜能将水泥水化生成的氢氧化钙包围起来，连成一个整体，可以有效的降低氢氧化钙对材料耐久性的不良影响。另一方面聚合物砂浆中的钙矾石比普通砂浆中的钙矾石要短和粗。进一步观察可发现聚合物的加入有效的改善了砂浆的孔结构，由于聚合物的形态效应及其自身的特殊性，起到了胶结、填充等作用，使砂浆的平均孔径变小，大孔变成小孔隙，孔隙分布的均匀性下降了，微孔隙率提高了。

(3) 由于聚合物成膜的过程发生在水泥水化的过程中，水分用于水化以及被蒸发，聚合物就在整个基体中形成一个坚韧、致密的网络薄膜状网络结构，分布在水泥砂浆骨架之间，填充空隙，切断了与外界的通道，进一步改善了材料的性能。

(4) 聚合物还能和水泥水化产物发生化学作用。如丙烯酸甲脂能与水泥水化产物

中的氢氧化钙反应。其原因是因为丙烯酸中脂基能在碱性的氢氧化钙溶液中发生水解生成羧酸根离子能与钙离子以离子键形式结合，形成以钙离子桥连的离子键大分子体系的交织网络结构，增强了结构的密实性。在上面的反应中可以降低氢氧化钙的含量，而SBR(聚苯乙烯-丁二烯)乳胶也能减少砂浆中氢氧化钙的含量，但没有含有脂基的E - VA(聚乙烯-醋酸乙烯酯)乳液那么明显因此是不是所有的聚合物都能起化学改性作用，还有待研究。其中的机械粘合层就是聚合物所成的薄膜，这一层不能过厚否则就会降低材料的强度。物理吸引层是聚合物如前面所讲的物理改性作用得到的一层，起到了增强材料性能的作用。化学键合层是聚合物与水泥中的物质发生反应的结果，进一步增强了材料的性能。

3 聚合物水泥砂浆的材料

3.1 聚合物

对能用于砂浆改性的聚合物，其性能要求十分重要。聚合物在发挥其优点的同时，不能对砂浆带来负面的影响，如不能影响水泥的充分水化，对水泥石的基体没有腐蚀作用，对环境没有污染作用等。现阶段用于改性砂浆的聚合物的种类不是很多，主要有以下一些。其中最常用的就是图中划横线的聚合物。有丁苯乳液(SBR)、聚丙烯酸酯(PAE)、聚乙烯醋酸酯(EVA)，丙苯乳液(SAE)等。但由于单一品种乳液用于改性砂浆时会有一些不足，因此现阶段已经出现通过聚合物乳液的共混，综合不同乳液的优点，设计出能实现不同性能要求、适应不同用途需要的聚合物共混物用于改性砂浆

3.2 水泥

用于聚合物改性砂浆的水泥一般为普通硅酸盐水泥，它的早期强度高、凝结快、耐冻性好。另外还可用高铝酸盐水泥。近年来，出现了一种专门用于聚合物干粉改性砂浆的铝酸钙水泥，这种水泥是用一定比例含有

三氧化二铝和氧化钙经熔化或煅烧，然后将获得的熟料磨细而成

3.3 矿物掺合料

矿物掺合料(硅灰、粉煤灰、矿渣等)本身就可以作为一种水泥砂浆的改性材料。把矿物掺合料和聚合物双掺在砂浆中，能综合利用两种改性材料的特点，优势互补进一步改善砂浆的性能

3.4 消泡剂、稳定剂

在聚合物水泥砂浆中，水泥浆体中的钙离子或铝离子等多价阳离子及砂浆拌和时所产生的剪切力会导致乳液破乳凝聚，因此要选择合适的乳化剂和稳定剂。乳液中存在的表面活性剂导致砂浆气泡增加，影响性能，为此，需要加入适当的消泡剂来抑制表面活性剂引起的泡沫

3.5 砂

一般用河砂，要求含泥量不能过高。

4 聚合物改性水泥砂浆的性能

众所周知作为水泥基材料的一个显著的缺点就是脆性大。表现出抗拉强度比抗压强度低许多，抗裂性差，并且强度越高，脆性越大。这是因为水泥基材料属于硅酸盐物质，其基本单元是硅氧四面体硅与氧以共价键相连，钙与铝等金属离子以离子键与硅相结合。由于在共价键、离子键发生断裂时几乎不发生任何变形，就表现出很大的脆性。而聚合物作为一种有机高分子，其长分子结构及大分子中的链节或链段的自旋转性，使其具有弹性和塑性。

4.1 新拌砂浆的性能

4.1.1 流动性

由于聚合物具有建水的效果，因此大部分聚合物都能提高砂浆的流动性能。

4.1.2 保水率

新拌砂浆的保水率是影响砂浆硬化及硬化后固体性能的重要因素。保水性好的砂浆有利于砂浆的运输、停放和铺摊，有重要的工程意义。掺入聚合物能有效的提高新拌砂浆的保水性能，聚合物的加入既可以防止砂浆的离析，有能在砂浆的养护初期防止水分的过快散失，有利于水泥的水化。尽管聚合物水泥砂浆的凝结时间会延长。

4.2

硬化聚合物砂浆的力学性能 4.2.1 抗压强度 现有大部分的研究都认为聚合物改性砂浆的抗压强度要低于普通砂浆的抗压强度，这是因为聚合物在砂浆体系中硬化成膜后，由于它的弹性模量要低于水泥石和骨料的弹性模量，另外聚合物的富集现象也会降低抗压强度，还有就是聚合物的活性，在搅拌砂浆时会产生大量的气泡从而降低了砂浆的抗压强度。但是还存在另外一种观点，就是认为聚合物改性砂浆的抗压强度要高于普通砂浆的抗压强度，这是因为聚合物具有减水效应，能降低砂浆的用水量，从而提高砂浆的抗压强度。但这两种对立的观点有不同的前提第一种观点下的砂浆在配制时是保持砂浆的水灰比不变，第二种观点下的砂浆在配制时保持砂浆的流动度不变。之所以存在这样对立的观点，有可能是砂浆单位体积内的水与聚合物的相对含量的问题。我们知道在聚合物砂浆中水泥的水化和聚合物的成膜是一对矛盾，水泥水化需要水分，而聚合物的成膜要求失去水分。在砂浆中聚合物由于具有减水作用，应该能增加砂浆的强度，但由于前面所讲的聚合物降低抗压强度的因素的存在，就应该调节砂浆单位体积内水与聚合物的相对含量，使其满足既能很好的水化又能很好的成膜(所谓好的成膜就是能够在砂浆中形成一个一致、均匀、没有缺陷和富集现象的膜网结构，并且如前面图(1)所描述的机械粘合层不能过厚。这样如果保持砂浆的水灰比不变，聚合物的减水效应不能发挥出来，但如保持砂浆的流动度不变，聚合物就能发挥其减水效应尽量调节单位体积内水与聚合物的相对含量，使达到好的成膜效果尽量降低不利的因素，从而能提高砂浆的抗压强度。 4.2.2 抗拉强度、抗折强度 如前所述，高分子聚合物加进砂浆能改

善材料的脆性。除有机高分子自身的特点外，它还能改善砂浆内部的界面结构，减少了骨料处的微裂纹。此外，由于聚合物薄膜的弹性模量小、变形大，因而可以缓冲裂纹处在受力时的应力集中，从而提高了砂浆的抗拉与抗折强度。4.2

3 粘结强度 复合材料之间的界面粘结作用可以大致分为以下五类(1)吸附与浸润(2)相互扩散、(3)静电吸引(4)化学键合(5)机械粘着。聚合物改性砂浆的粘结强度可以分为砂浆内部和把砂浆用于修补材料时新老界面之间的粘结强度。砂浆内部的粘结性能在前面已有介绍，即在界面处分为机械粘合、物理吸引、化学键合，正是因为有这样的效果使得砂浆浆体的粘结强度增大。当聚合物改性砂浆作为一种修补材料时，与普通的砂浆相比也表现出有良好的粘结强度，之所以有比普通砂浆强的粘结强度，这有可能是聚合物砂浆在新老界面处也能形成那样的界面结构，并且聚合物还能扩散到老砂浆中的空隙中去成膜，进一步增强粘结强度。4.2.4

4 弹性模量 聚合物改性砂浆的弹性模量要低于普通砂浆的弹性模量，因此聚合物砂浆比普通砂浆有更大的变形性。4.2.5

5 耐久性 由于聚合物对砂浆的改性作用，提高了砂浆的耐久性。如砂浆的抗渗能力得到了提高，吸水性降低”，砂浆承受冻融循环的能力也得到了提高。另外，砂浆长期暴露在野外，其力学性能没有降低反有提高。4.3

影响聚合物改性砂浆性能的因素 4.3.1 原材料 原材料中水泥品种的选择余地较小。聚合物的品种相对来说要多一些，不同的聚合物能对砂浆的性能有不同的影响。如氯偏乳液改性砂浆抗渗能力强，丁苯乳液改性砂浆的抗折强度较高等。因此需要通过试验来确定聚合物的选取。4.3.2 配合比设计 在确定了材料的种

类后，材料之间的配比就尤为重要。由前面所述的改性机理可知，要得到质量好的聚合物砂浆，聚合物在浆体中的成膜尤其重要，即要形成一个一致、均匀、没有缺陷和富集现象、膜不能过厚的网状薄膜。因此水、水泥、砂、聚合物这几者的搭配就很重要了。

4.3.3 养护条件

养护条件对于水泥基材料来说是一个很重要的因素。在砂浆的材料与配比确定下来后，材料的养护方法就很重要了。对于聚合物改性砂浆水泥的水化和聚合物的成膜是一对矛盾，那么要两者需要协调发展，使砂浆中的各个组分相互补充、共同成长，就必须选择好适应的养护条件。现在有多种养护方法，在国外常用的养护方法是将砂浆试件拆模后，首先在20℃、80%相对湿度的环境下养护2d，然后在20℃的水中养护5d，再在20℃、50%相对干燥的环境下养护21d。在国内并没有定型的养护方法，但有研究表明乳液的掺量越小，试件所需在水中养护的时间越长；乳液的掺量越大，试件所需在水中养护的时间越短；当乳液的掺量达到一定值时，就无需在水中养护，只需在空气中干养即可。

5 聚合物水泥砂浆的应用

5.1 混凝土修补材料

聚合物水泥砂浆(修补砂浆)已经广泛应用于混凝土结构加固，选用聚合物改性砂浆作为混凝土结构的修补材料主要有以下理由。(1)聚合物水泥砂浆具有良好的粘结性和耐水性；(2)聚合物水泥砂浆不需要潮湿养护，尽管最初两天保持潮湿会更好；(3)聚合物水泥砂浆的收缩和普通混凝土相同或略低一些(4)聚合物水泥砂浆的抗折强度、抗拉强度、耐磨性、抗冲击能力比普通混凝土高；而弹性模量更低；(5)聚合物水泥砂浆的抗冻融性能更好。

5.2 防水材料

聚合物水泥砂浆既可以用于刚性防水材料，又可以作为柔性防水材料。聚

合物水泥砂浆作为柔性防水材料应用时，主要是以防水涂料形式使用。

5.3 胶黏剂 由于聚合物水泥砂浆具有良好的粘结能力和良好的协调性，可以作为一种良好的胶黏剂，如瓷砖胶黏剂，界面处理剂等。

5.4 防腐蚀 聚合物水泥砂浆比普通混凝土的抗渗性、耐介质性能好得多，能阻止介质渗入，从而提高砂浆结构的耐腐蚀性能。因此在许多防腐蚀场合得到应用，主要有防腐蚀地面(如化工厂地面，化学试验室地面等)、钢筋混凝土结构的防腐涂层、温泉浴池、污水管等等。

5.5 其它 聚合物水泥砂浆还可以应用于如表面装饰和保护，铺面材料，和道路路面等等。

100Test 下载频道开通，各类考试题目直接下载。详细请访问 www.100test.com