

单组份柔性防水浆料的实验研究

王霞，王辉，蔡晓亮

(北京宝辰联合科技股份有限公司，北京，102200)

摘要：主要研究纯丙烯酸胶粉掺量对柔性防水浆料性能的影响，通过测试拉伸粘结强度、抗压抗折强度、涂层抗渗压力以及横向变型等指标，研究得出，采用丙烯酸胶粉 6041A，掺量 7.5%以上可以配制出满足 1.5mm 薄层涂刷施工，48h 闭水试验不透水，横向变形达到 5.0mm 以上的单组份柔性防水灰浆，并对防水机理进行了初步探讨，充分阐明单组份柔性防水浆料是性能优越，市场应用前景广阔的一种产品。

关键词：柔性防水浆料；单组份；防水型胶粉

Exploratory Study on One-component flexibility waterproof coating

Wang xia, Wang hui, Cai Xiaoliang

(. Bosson (Beijing) Chemical Co., Ltd., Beijing, 102200)

Abstract: The influence of powder content on properties of flexible waterproof slurry is studied. By testing the properties of tensile bond strength, compressive flexural strength, impermeability test system as well as horizontal variations, the result shows that the superior performance of flexible waterproof slurry can be studied, with copolymer of acrylate powder, the content of 7.5%, having high waterproof capability and large transverse deformation. Furthermore, we make a preliminary research on its waterproof mechanism and analyze the advantage of one-component flexible waterproof coating. We adequately clarify that one-component flexible waterproof coating has a broad market because of its superior character.

Keyword: Flexible waterproof coating ; One-Component; Waterproof glue powder

0 前言

随着人们对建筑工程质量、建筑使用功能要求的提高，墙体防水、潮湿界面防水、地下室防水等问题越来越引起建筑行业的关注和重视。目前，我国防水材料的发展主要有柔性防

*作者简介：王霞，女，1984.7，硕士研究生，山西晋中人，宝辰联合应用中心副主任，北京市昌平区邓庄西，邮编：102200，电话：01080106229，E-mail: wangxia@bossionchina.com 或 wangxia198431032@126.com

水材料和刚性防水材料两大类。柔性防水材料的应用较为广泛，它主要是利用聚合和改性的有机高分子材料，铺贴在基体表面，形成一层憎水防水层，实现防水目的，是属于“治标”的外防水技术。其施工方便，但其缺点是价格较高、有效期较短、变形较大、易从基体表面脱落、大多有毒等。刚性防水材料大多用于大型刚性块体防水建筑中，它主要是以水泥、砂子和一些外加剂等物质，在基体表面或内部形成致密、有一定强度、弥合基体结构缺陷、增强基体防水性能的防水砂浆或防水灰浆，是属于“治本”的内防水技术，其优点是价格低廉、耐久性好、与基体变形一致、便于修复等，但是其施工控制较为严格。我国对无机防水材料的研究起步较晚，一般采用丙烯酸酯乳液、醋酸乙烯乳液或丁苯乳液和各种助剂制成液料；采用普通硅酸盐水泥、石英砂、活性矿物等制成粉料^[1]。按一定比例混合搅拌，发生一些物理化学反应形成高强坚韧的防水灰浆。由于其结合了无机防水材料和有机防水材料的特性，所以它具有如下优点：有一定韧性；弹性模量较低，有一定变形能力；耐水性、耐久性好；和水泥基面结合好；其活性矿物成分可渗入水泥基层的毛细孔或裂缝形成致密防水层提高防水能力；施工方便，无毒无害等特点。这种防水材料在市场上的使用比例越来越大。但市场上这种防水灰浆都是双组份，双组份相对于单组份材料在生产，包装，存储，运输等各方面成本都很高。所以开发一种单组份复合型防水材料势在必行。

鉴于此，本文采用宝辰联合公司生产的丙烯酸胶粉应用于单组份防水灰浆中测试其粘结强度、抗渗压力、抗压抗折强度等指标，综合评价了该防水灰浆的各项性能，以期能够对实际工程施工给予借鉴，便于配制出具有良好施工性、耐久性、抗渗效果好和抗开裂性的单组份防水灰浆。

1 实验原料及饰面砂浆配合比

1.1 实验所用原材料

1.1.1 可再分散乳胶粉

本研究中使用宝辰联合的丙烯酸胶粉 TIONES™6041A，具体性能指标见表 1。

表 1 可再分散乳胶粉 6041A 物理性能指标

外观	白色粉末
堆积密度	550±50g/L
细度	150μm 筛余≤5%
不挥发物含量	≥98%
pH 值	7.0±1.0
成膜外观	半透明，柔性

最低成膜温度	0℃
玻璃化温度	-5℃

1.1.2 水泥

采用河北唐山冀东生产的 P.042.5 水泥。

1.1.3 细集料

两种级配的石英砂：80-120 目，325 目。

1.1.4 其他原材料

纤维素醚为羟丙基甲基纤维素醚，粘度为 40 000cps；减水剂为聚羧酸高效减水剂；消泡剂为有机硅粉体消泡剂；

1.2 防水灰浆实验配方

本文主要研究了胶凝材料掺量分别为 20%时，选用了宝辰联合可再分散乳胶粉 6041A、在不同掺量时对防水灰浆各项性能的影响，配方如下表：

表2 防水灰浆实验方案

原材料	WP-1	WP-2	WP-3	WP-4	WP-5	WP-6
P.O42.5	200	200	200	200	200	200
80-120 目石英砂	一定级配	一定级配	一定级配	一定级配	一定级配	一定级配
325 目石英粉	总量调节	总量调节	总量调节	总量调节	总量调节	总量调节
消泡剂	3	3	3	3	3	3
聚羧酸减水剂	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
HPMC(4W)	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
胶粉类型	6041A	6041A	6041A	6041A	6041A	6041A
胶粉掺量	30	45	60	75	90	105
总量	1000	1000	1000	1000	1000	1000

2 性能测试方法

目前防水灰浆还没有统一的行业检测标准，一些公司参照聚合物水泥防水料(JC/T894-2001)和无机防水堵漏材料(JC23440-2009)分别制定了符合自己企业发展企业标准。我们主要参照中华人民共和国建材行业标准JC/T ×××—2010《聚合物水泥防水浆料》。

(1) 抗压、抗折强度参照 GB/T 17671-99《水泥胶砂强度检验方法》进行测试。

(2) 拉伸粘结强度参照 JC/T ×××—2010《聚合物水泥防水浆料》进行测试。

(3) 抗渗性能测试：本试验采用了两种测试方法

(i) 把配置好的粉料加水调到能够用刷子涂刷或滚筒滚的稠度为止；在平展的塑料薄膜上涂刷，每一遍大约 0.8—1.0mm，第二遍在第一遍干后涂刷，总厚度在 1.5-2.0mm 左右；标准条件下晾干 1 天，揭下塑料膜，再晾半天至表面为干燥的灰白色；把卡斯通管底部密封于防水层的某一侧，注水至标准高度；成型 48h 后观察防水层另一侧有无深色阴水痕迹。

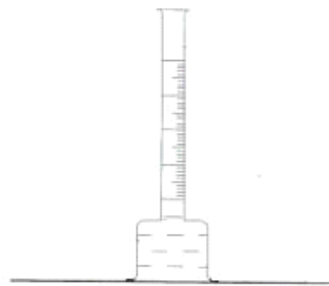


图 2-1 用卡斯通管密封于防水层上面

(ii) 涂层抗渗压力性能测试：依据标准 GB 23440—2009 中 6.5 的规定进行迎水面试验。

(4) 横向变型测试：依据 JC/T1004-2006《陶瓷墙地砖填缝剂》标准进行测试。

试件制备：将 A 型模具紧密压放在聚乙烯膜上，将足够的防水灰浆涂抹在模具内，然后涂抹均匀，使其完全平整地装填于模具内，用水泥跳桌试验机，振动 70 次，最后小心地垂直移走模具。将 B 型模具对准试样放好。在 B 型模具上放置面积为 (290*45) mm,重量为 (100±0.1) N 的重块，用小刀将压出的多余防水灰浆刮除，1h 后取下重块，48h 后移走 B 型模具。每种防水灰浆制备六个试件。

试件养护：将 B 型模具移走后的试件，立即连同垫座一起放入塑料密封箱中，每个箱中放入六个试件，并密封箱口，在 (23±2) °C 下养护 12d 后，将试件连同垫座从密封箱中取出，在标准试验条件下养护 14d。

试件测试：养护完成后，将试件从聚乙烯薄膜上移走，测量试件的厚度，用精度为 0.01mm 的游标卡尺在试件的中间及距试件两端 (50±1) mm 处测量其厚度，如果 3 个数据均在 (3.0±0.1) mm 内，则记录其，如果有任何一个数据超出范围，该试件无效。将符合要求的试件放在试验支架上，以 2mm/min 的速度对试件施加荷载使试件变形，直至试件破

坏，记录下该点的荷载，以 N 表示，最大变形量，以 mm 表示。

3 实验结果与分析

3.1 拉伸粘结强度

参照 JC/T ×××—2010《聚合物水泥防水浆料》标准对防水灰浆与基础砂浆块的粘结强度进行测试。

表3 防水灰浆与基础块的粘结强度值对比表

测试项目	WP-1	WP-2	WP-3	WP-4	WP-5	WP-6
7 天/MPa	1.02	1.11	1.41	1.79	2.36	2.02
14 天/MPa	1.16	1.32	1.53	2.18	2.60	2.12

通过以上粘结强度值可以看出，水泥掺量为 200 时，粘结强度值均比较高，随着胶粉量的增加，粘结强度值有不同程度的增大，并且随着养护龄期的延长，粘结强度值也在不断增大，这是由于聚合物分子的扩散乳胶颗粒在砂浆中形成不溶于水的连续膜，从而提高了对界面的粘结性和对砂浆本身的改性。

3.2 抗压、抗折强度

参照 JC/T ×××—2010《聚合物水泥防水浆料》标准对防水灰浆 28 天抗压抗折强度进行测试。

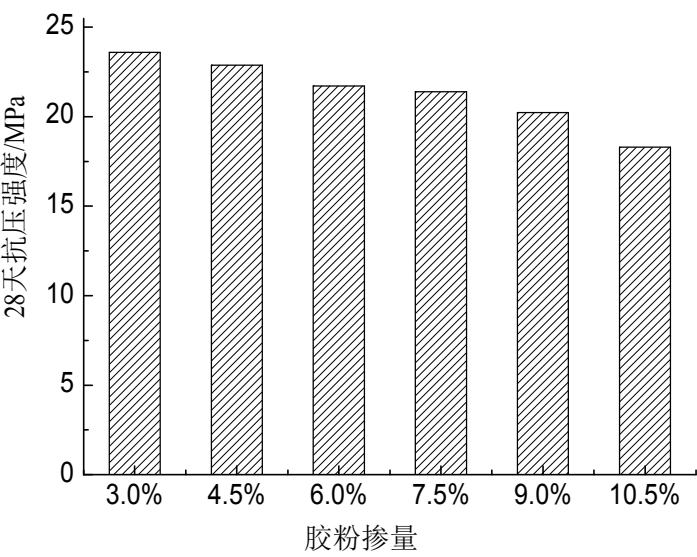


图 3-1 28 天抗压强度示意图

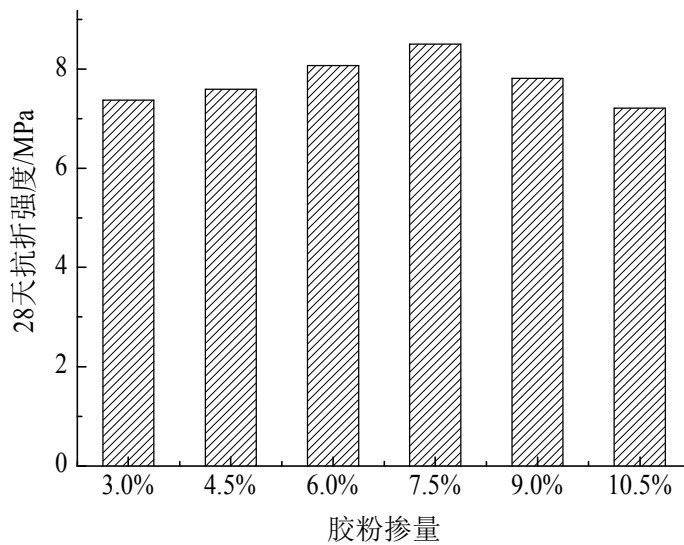


图 3-2 28 天抗折强度示意图

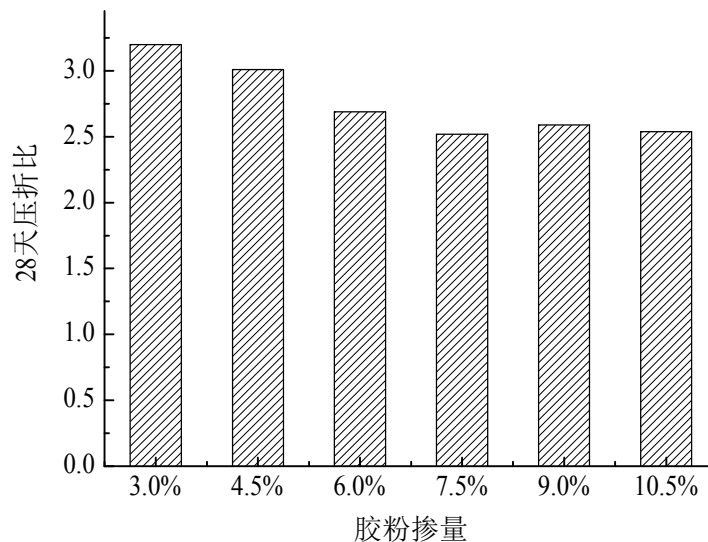


图 3-3 28 天压折比示意图

由以上抗压抗折及压折比对比图可以看出，随着胶粉掺量的增加，防水灰浆的密实程度有所降低，因此抗压强度有不同程度的降低，但抗压强度值均大于标准值要求($\geq 12.0\text{MPa}$)；随着胶粉掺量的增加，抗折强度先呈增大趋势，后略有降低，这是因为随着胶粉掺量的增加，桥接砂浆与基层界面区的聚合物膜增多，改善了砂浆的柔性和弹性，提高了砂浆的抗折强度；随着胶粉掺量的增加，砂浆的压折比在不断降低，体现了砂浆的柔韧性得到了很好的改善。

3.3 抗渗效果测试

(1) 采用卡斯通管装置测试涂层防水灰浆的不透水性。

表 5 涂层防水灰浆 48h 不透水性对比表

丙烯酸胶粉 6041A 掺量	3.0%	4.5%	6.0%	7.5%	9.0%	10.5%
1.5mm 厚砂浆不透水性	透水	透水	透水	不透水	不透水	不透水
3.0mm 厚砂浆不透水性	透水	不透水	不透水	不透水	不透水	不透水

通过以上表格可以看出，当涂层防水灰浆厚度为 1.5mm 时，丙烯酸胶粉 6041A 掺量达到 7.5%以上可以达到 7 天不透水；当涂层厚度 3.0mm 时，胶粉用量为 4.5%以上就可以满足 7 天不透水性要求。这是由于丙烯酸胶粉粒径更细，成膜性好，具有更优良的封闭性，具有更优良的抗毛细渗水作用。

(2)涂层抗渗压力性能测试：依据标准 GB 23440—2009 中 6.5 的规定进行迎水面试验。

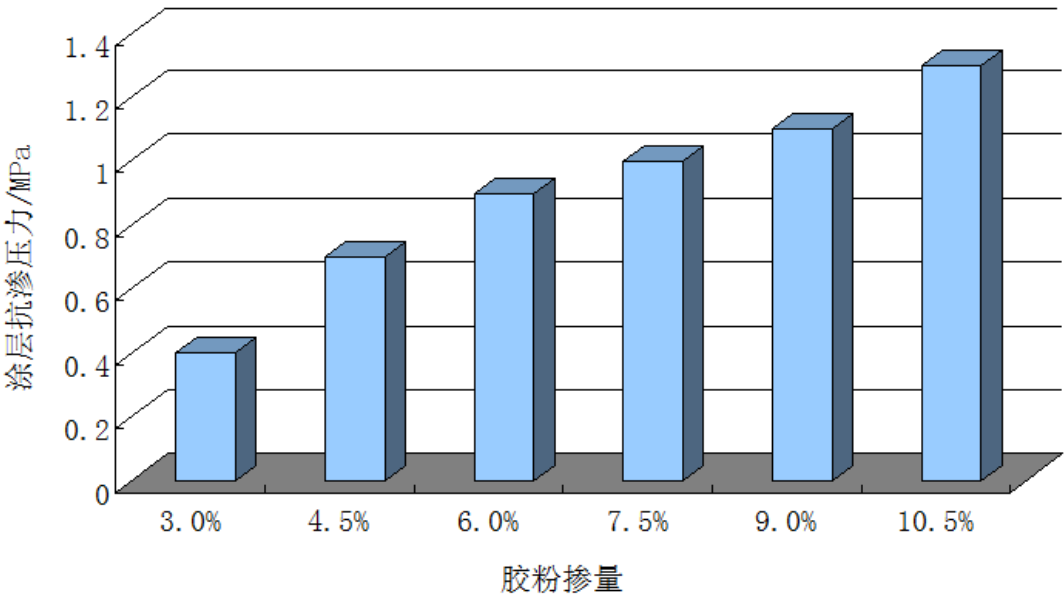


图 3-4 7 天涂层抗渗压力对比示意图

从图中可以看出，随着胶粉掺量的增加，涂层抗渗压力值在不断地增大，当胶粉掺量为 4.5%以上时，可以达到 JC/T ×××—2010《聚合物水泥防水浆料》标准中 I 型（7 天迎水面 0.5MPa）的要求，当胶粉掺量为 9.0%以上时，涂层抗渗压力可以满足 JC/T ×××—2010《聚合物水泥防水浆料》标准中 II 型（7 天迎水面 1.0MPa）的要求。

3.4 横向变型测试

横向变型测试：依据 JC/T1004-2006《陶瓷墙地砖填缝剂》标准进行测试，如图 3-5 所示，图 3-6 为防水灰浆 28 天横向变形值随着丙烯酸胶粉 6041A 掺量变化的示意图。

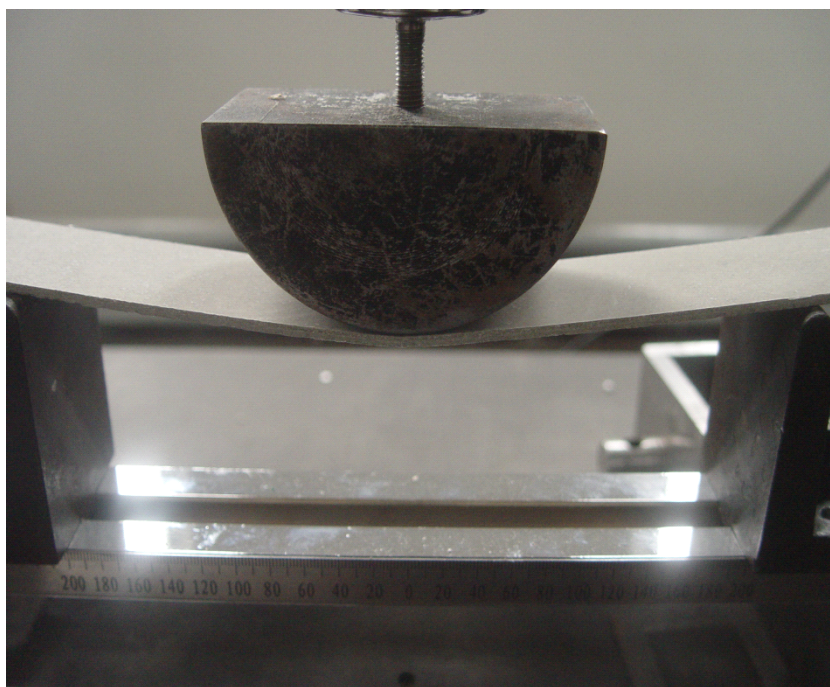


图 3-5 横向变形测试示意图

图 3-6 28 天横向变形值随胶粉掺量变化示意图

由图 3-6 可以看出，随着胶粉掺量增加，防水灰浆的横向变形值不断地增大，当胶粉掺量为 4.5% 以上时，可以达到 JC/T ×××—2010《聚合物水泥防水浆料》标准中 I 型（28 天横向变形能力 $\geq 2.0\text{mm}$ ）的要求。

3.5 防水机理分析

聚合物防水浆料的性能是由它的宏观和微观结构所决定，因此改变聚合物防水浆料内部的孔结构是提高其防水能力的关键。减少联通毛细孔或者把联通孔变成封闭孔是防水的有效

手段。在设计试验中，可以从以下几个方面进行配方的调试：

1) 选用防水性优异的乳胶粉。防水粉料加水搅拌后，乳胶粉快速均匀的分散在防水浆料中，渗透于每一个液体环境角落里，随着水泥的水化、表面水分的蒸发或者基层对水分的吸收，浆体内的水分逐步消耗，乳胶颗粒的移动自然受到了限制，水与空气的界面张力促使乳胶颗粒逐渐排列在水泥浆体的毛细孔内或砂浆界面上，随着乳胶颗粒的相互接触，颗粒之间网络状水分通过毛细管蒸发，由此产生的高毛细张力施加于乳胶颗粒表面，引起乳胶球体的变形，并使它们联系到一起，这样就形成了一个立体的乳胶膜，其能有效地阻碍水分的通过，形成较好的防水能力。

2) 选用高性能减水剂聚羧酸。高效减水剂的加入，使水灰比大大减小。水灰比的减小提高了浆体密实性，降低了硬化后浆体的孔隙率，从而提高了单组份防水浆料的防水能力。

4 单组份防水浆料的优势

1) 生产中减少了双组份中液料的配制程序，降低了生产成本。

2) 在存储过程中降低了液料因为温度或者霉菌变质的危险，并有效延长了保质期。

3) 在包装过程中，减少了液料的包装程序；包装材料，可以不用硬质塑料桶装，改用袋装，这样包装费用可以节省 90%以上。

4) 在运输过程中，袋装单组份防水浆料比双组份桶装的防水浆料更为方便，相同体积情况下能够更多的运输防水涂料，且不再运输液料中的水分，有效降低运输成本。

5) 其施工方便，节省。不会出现双组份防水液料打开无法保存的麻烦，可以随意拌合各种计量的防水，进行防水施工；且不会出现由于工人素质问题，液料和粉料混合不均的问题。

5 结论

1) 单组份防水浆料是结合无机防水材料，有机防水材料等多种原理研究发明的一种新型防水涂料。其在 1.5~2mm 薄层施工的情况下，能够达到良好的防水效果，且随着可再分散乳胶粉掺量的增加，防水浆料的柔韧性提高。

2) 采用宝辰联合公司生产的纯丙烯酸胶粉 6041A，掺量 7.5%以上可以配制，满足 1.5mm薄层涂刷施工，48h 闭水试验不透水，横向变形达到 5.0mm 以上的单组份柔性防水灰浆3) 单组份防水灰浆具有了双组份所具备的一切性能优势，如耐久性，耐水性，耐候性等。

参考文献

- [1] 李金春,吕明, 苏雪筠等。K11 通用型防水涂料的探讨[J],山东建材, 2006 (5): 42-45
- [2] 孙永波,曾力,黄站峰等。掺合料及复合化学防水物质对砂浆抗渗性能影响的研究 [J]. 新型建筑材料,, 2010 (10): 72-74
- [3] 贾建军,王会元,沈恒。聚合物水泥防水灰浆的研制和应用[J]. 新型建筑材料,, 2010 (10): 81-83
- [4] 沈威.水泥工艺学[M]. 武汉理工大学出版社 2008, (6)
- [5] 赵铁军, 李淑进. 混凝土的强度与渗透性[J]. 建筑技术, 2002(1): 20.
- [6] 张玉江 高粘结高抗渗在役混凝土复合增强材料制备及其机理研究 [D].郑州大学, 2009.