

# 一种混凝土用粘度调节剂的制备与性能评价

倪涛,夏亮亮,陶俊,刘昭洋,王进春

(石家庄市长安育才建材有限公司,河北 石家庄 051430)

**摘要** :以丙烯酰胺、2-丙烯酰胺-2-甲基丙磺酸为反应单体,通过自由基共聚合成混凝土粘度调节剂,以改善混凝土泌水、离析等现象。研究了反应单体浓度、引发剂添加量、反应单体配比等因素对粘度调节剂性能的影响,进而优化工艺参数。结果表明,合成的粘度调节剂能够使混凝土保持较好的匀质性,且对其流动性能影响不大,同时对混凝土强度发展无负面影响。

**关键词** 粘度调节剂;混凝土;制备;性能评价

中图分类号 :TU528.042

文献标识码 :A

文章编号 :1001-702X(2018)02-0051-03

## Synthesis and performance research of a concrete viscosity modifying agent

NI Tao, XIA Liangliang, TAO Jun, LIU Zhaoyang, WANG Jinchun

(Shijiazhuang ChangAnYuCai Building Materials Co. Ltd. Shijiazhuang 051430, China)

**Abstract** In order to improve the concrete phenomenon such as bleeding, segregation, a viscosity modifying agent was prepared by free radical polymerization between acrylamide (AM) and 2-Acrylamide-2-methylpropanesulfonic acid (AMPS). The effect of monomer concentration, initiator amount, reaction monomer ratio on the performance of the product were studied, and the process parameters were optimized. The results shown that the prepared viscosity modifying agent could keep the concrete good homogeneity and has little influence on the performance of the flow, and there was no negative effect on concrete strength development.

**Key words** viscosity modifying agent; concrete; synthesis; performance research

## 0 前言

随着经济高速公路、铁路、水电站、民建等项目大量建设,这对高性能混凝土性能提出了更高的要求。然而在实际应用过程中,由于水泥成分不稳定,外加剂与水泥适应性差,砂、石等粗细骨料含粉、泥量偏低等因素,混凝土的黏聚性差,易出现离析、泌水等现象<sup>[1]</sup>。笔者曾在拌制 C60 混凝土时,水泥与外加剂出现不相容,出机后 10 min 左右出现混凝土表层泛水光,底部较干的现象。上述出现的问题均降低混凝土和易性,最终影响混凝土强度及耐久性。

为解决混凝土出现的离析、泌水等和易性差的问题,施工

中常加入黏度调节剂来增大混凝土的黏聚性以及保水性能,避免出现“浆骨分离”现象,提高混凝土浆体匀质性,改善混凝土工作性能。

目前常用的粘度调节剂为改性纤维素类,例如羧甲基纤维素、羟丙基纤维素等,然而这类粘度调节剂易影响混凝土的强度,且与聚羧酸减水剂易出现相容性问题,而国外同类型产品价格昂贵,增加了施工成本<sup>[2]</sup>。故本研究采用丙烯酰胺、2-丙烯酰胺-2-甲基丙磺酸为单体,经过自由基聚合制备二元聚合物混凝土粘度调节剂 NT-1,其与聚羧酸减水剂复配,能够有效增加混凝土黏聚性,防止离析、泌水,改善混凝土和易性。

## 1 试验

### 1.1 合成原料及仪器

#### (1)合成原料

丙烯酰胺(AM):工业级,纯度>90.0%; 2-丙烯酰胺-2-甲基丙磺酸(AMPS):工业级,纯度>98.0%; 偶氮类引发剂:工业

收稿日期:2017-00-00,修订日期:2017-05-04

作者简介:倪涛,女,1977年生,四川成都人,博士,高级工程师,主要从事混凝土外加剂研发及应用研究。地址:石家庄市长安区石家庄市装备制造基地富城路11号,石家庄市长安育才建材有限公司研发中心, E-mail:497739700@qq.com。

级去离子水。

## (2) 试验材料

水泥: 峨胜 P·O42.5 水泥; 羟丙基甲基纤维素(HPMC): 粘度 200 Pa·s, 市售; 试验时配制成浓度为 2% 的液体; 粘度调节剂 F1: 固含量约 2%, 巴斯夫公司; 普通聚羧酸减水剂: GK-3000 型, 石家庄市长安育才建材有限公司; 粉煤灰: Ⅱ级; 矿粉 S95 级; 砂: 中砂, 细度模数 2.8; 碎石: 粒径 5~20 mm 连续级配; 水: 自来水。

## (3) 合成及试验用仪器设备

四口烧瓶、搅拌机、温度计、恒温水浴锅、氮气。

水泥净浆搅拌机、混凝土实验搅拌机、标准恒温恒湿养护箱、数字式压力试验机。

## 1.2 粘度调节剂的合成工艺

将一定量的丙烯酰胺与 2-丙烯酰胺-2-甲基丙磺酸溶于一定量的去离子水中, 利用 30% 的 NaOH 溶液调节溶液 pH 值为 7~8, 加入一定量的引发剂于溶液中, 将上述溶液置于四口烧瓶中, 放入 60℃ 的恒温水浴中, 向其中通入 N<sub>2</sub> 约 30 min, 缓慢搅拌, 反应 4 h 后, 加入稀释水, 得到浓度约 2% 的黏度调节剂 NT-1。

## 1.3 水泥净浆及混凝土性能测试方法

水泥净浆测试参照 GB 8077—2012《混凝土外加剂匀质性试验方法》进行, 水胶比为 0.29, 将减水剂与黏度调节剂进行复配, 黏度调节剂质量占外加剂质量的 2%, 外加剂折固掺量为 0.1%。只掺减水剂时水泥净浆初始及 30 min 流动度分别为 220、200 mm。

混凝土坍落度、扩展度、抗压强度参照 GB/T 50080—2002《普通混凝土拌合物性能试验方法标准》及 GB 8076—2008《混凝土外加剂》进行测试, 外加剂由减水剂与黏度调节剂复配而成, 固含约 40%, 黏度调节剂质量占外加剂质量的 2%, 外加剂掺量为 0.15%。

## 2 结果与讨论

### 2.1 反应单体浓度对黏度调节剂性能的影响

反应单体浓度对聚合物反应难易程度及分子质量影响较大, 进而影响黏度调节剂的性能。反应时, 选取反应单体浓度分别为 4%、7%、10%、13%、16%, 其他反应条件一致, 研究其对聚合物性能的影响, 结果见图 1。

由图 1 可见, 随着反应单体浓度的增加, 掺入黏度调节剂后的净浆初始扩展度逐渐降低, 30 min 后净浆流动度呈现同样的趋势。当反应单体浓度为 4%、7% 时, 单体浓度过低, 反应时溶液体系中自由基较少, 彼此碰撞相遇的几率小, 故合成的黏度调节剂分子质量较低, 聚合物增黏保水作用有限, 当反应

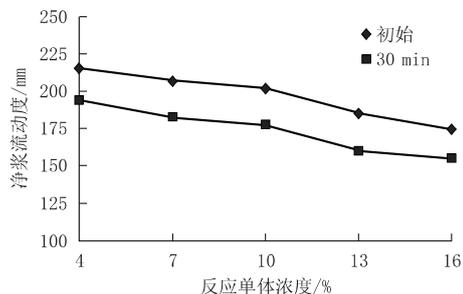


图 1 反应单体浓度对黏度调节剂性能的影响

单体浓度高于 10% (如 13%、16%) 时, 合成的黏度调节剂分子质量过大, 甚至会产生“暴聚”<sup>[3]</sup>, 导致水泥净浆流动度与空白样相比损失过大, 同样影响水泥浆体性能。反应单体浓度为 10% 时, 净浆初始扩展度相对损失较小, 且保持性较好, 故最佳反应单体浓度为 10%。

### 2.2 引发剂用量对黏度调节剂性能的影响

自由基共聚反应时, 引发剂用量会影响体系中自由基的数量, 引发剂不足会导致引发效率低, 产物产率及分子质量均较小, 引发剂用量过多, 则聚合度降低, 产物分子质量减小。反应时, 添加不同量的引发剂, 反应单体浓度 10% (下同), 其他反应条件一致, 研究引发剂用量对黏度调节剂性能的影响, 结果见图 2。

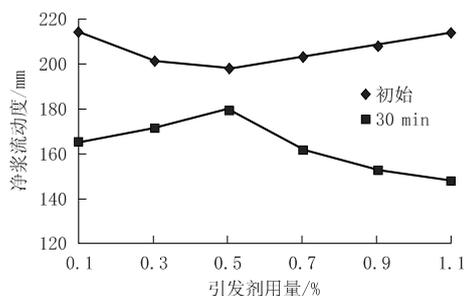


图 2 引发剂用量对黏度调节剂性能的影响

由图 2 可见, 引发剂添加量表示为反应单体总质量的百分比, 随着引发剂添加量的增加, 净浆初始扩展度先减小后增大, 而 30 min 后净浆流动度则呈现先增大后减小的趋势。引发剂添加量过低时, 自由基聚合时活性基团数量少, 生成的黏度调节剂分子质量小, 增粘保水作用微弱; 引发剂添加量过高时, 生成的反应活性基团增多, 反应速率过快, 使得聚合物分子质量降低<sup>[3]</sup>, 同时, 反应转化率低, 同样不利于提高黏度调节剂性能。而当引发剂用量为单体总质量的 0.5% 时, 黏度调节剂的分子质量适中, 净浆黏塑性增大, 同时流动保持性能较高, 故引发剂的最佳用量为 0.5%。

### 2.3 反应单体比对黏度调节剂性能的影响

反应单体中,丙烯酰胺反应活性较高,有利于生成分子量较大的聚合物,故为反应主单体,且其中的一CO—NH—极性基团与水分子有较强的吸附作用,固定自由水,可以起到较好的保水作用。同时,黏度调节剂侧链会相互吸引,导致凝胶结构的形成与缠结,从而阻止自由水的迁移,增加水泥浆体系的黏度<sup>[4-5]</sup>。此外,单体 AMPS 中含有的—SO<sub>3</sub>—具有较强的抗碱、抗盐性能,使得合成的黏度调节剂在水泥浆体中形成稳定的三维网状胶体结构。反应时,改变 AM 与 AMPS 的质量比,引发剂用量为 0.5%(下同),其他反应条件一致,研究 AM 与 AMPS 质量比对黏度调节剂性能的影响,结果见图 3。

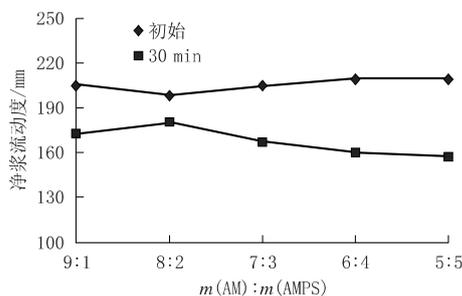


图 3 AM 与 AMPS 质量比对黏度调节剂性能的影响

由图 3 可见,AM 与 AMPS 质量比由 9:1 变为 5:5 过程中,掺黏度调节剂的净浆初始流动度先略微减小后增加,但 30 min 后净浆流动度却先增加后显著减小。综合考虑,AM 与 AMPS 质量比为 8:2 时,黏度调节剂对净浆流动度的影响相对较小,故选择 AM 与 AMPS 质量比为 8:2 作为反应单体配比。

#### 2.4 混凝土应用性能

试验配制 C30 混凝土,外加剂由减水剂与黏度调节剂复配而成,黏度调节剂掺量均为胶凝材料的 0.03%,混凝土的水胶比为 0.48,试验配合比见表 1,性能测试结果见表 2。

表 1 混凝土配合比

水泥	粉煤灰	矿粉	砂	石	水	外加剂
250	60	40	830	1035	160	5.25

表 2 混凝土性能测试结果

试样编号	黏度调节剂种类	坍落度/mm		扩展度/mm		抗压强度/MPa		
		初始	1 h	初始	1 h	3 d	7 d	28 d
1 <sup>#</sup>	无	230	220	500	600	20.1	32.2	43.6
2 <sup>#</sup>	HPMC	205	215	450	520	20.9	30.0	42.2
3 <sup>#</sup>	F1	210	205	480	540	21.2	31.0	42.9
4 <sup>#</sup>	NT-1	205	220	490	560	21.4	31.8	43.5

由表 2 可知,加入黏度调节剂后,混凝土坍落度与扩展度均有所减小,与 HPMC、F1 相比,合成的黏度调节剂 NT-1 对

混凝土坍落度与扩展度影响最小,且 3、7、28 d 抗压强度与不添加黏度调节剂混凝土相差不大,且略高于掺另外两种黏度调节剂的混凝土。表明合成的黏度调节剂 NT-1 能够使混凝土保持较好的匀质性,且对其流动性能影响不大,同时,其对混凝土强度发展无负面影响。

### 3 结 语

(1)以丙烯酰胺与 2-丙烯酰胺-2-甲基丙磺酸钠为反应单体,合成混凝土黏度调节剂,水泥净浆试验结果表明,当反应温度为 60 ℃,pH 值为 7~8 时,其最佳合成条件为:反应单体浓度为 10%,AM 与 AMPS 质量比为 8:2,引发剂用量为单体总质量的 0.5%。

(2)混凝土应用试验结果表明,合成的黏度调节剂与聚羧酸减水剂复配,能够使混凝土保持较好的匀质性,且对其流动性能影响不大,同时,其对混凝土强度发展无负面影响。

### 参考文献:

- [1] 马志超,卢伟杰.增粘剂对混凝土性能的影响[J].21 世纪建筑材料,2010(2):64-68.
- [2] 张德成,张鸣,王英姿,等.水下不分散混凝土外加剂研究[J].硅酸盐通报,2006,25(5):17-21.
- [3] 潘才元.高分子化学[M].合肥:中国科学技术大学出版社,2012.
- [4] 黄征宇,刘娟,田甜,等.聚丙烯酰胺对水泥浆体流变性能影响的研究[J].铁道科学与工程学报,2005(3):34-39.
- [5] 陈春珍,张金喜,金珊珊,等.增粘剂对高流动性砂浆性能影响的试验研究[J].新型建筑材料,2010(5):5-8.

#### 天津 2017 年新建 2900 万 m<sup>2</sup> 绿色建筑

利用太阳能光伏发电、充分采集自然光照明,近年来,具有节水、节地、节能、环保等特征的绿色建筑在天津市越来越常见。据天津市建委统计,2017 年天津市新建绿色建筑 2900 万 m<sup>2</sup>,43 个项目获得绿色建筑评价标识,其中 25 项为高星级,4 个项目获得绿色建筑创新奖。

绿色建筑是指在建筑的全生命期内,最大限度地节约资源、保护环境和减少污染,为人们提供健康、适用和高效的使用空间,并与自然和谐共生的建筑。自 2006 年推行绿色建筑项目示范以来,天津市在绿色建筑标准、法规体系、能力建设等方面不断推进,其中新建民用建筑全部执行绿色建筑标准,走在全国前列。

(岐)