

# 生物胶与纤维素醚对石膏基自流平砂浆性能的影响

张朝铸<sup>1</sup> 冷鹏飞<sup>2\*</sup>

1.河北鑫合生物化工有限公司 河北 邢台 055650

2.重庆大学 材料科学与工程学院 重庆 400045

**【摘要】：**本文选取了鑫合的生物胶和市场上常见的两款纤维素醚作为石膏基自流平稳定剂，研究了外加剂种类及掺量对石膏基自流平砂浆性能的影响。结果表明：石膏基自流平砂浆的用水量随着生物胶和纤维素醚掺量的增加而增加，但生物胶对用水量影响较小；浆体的上、下层密度差随外加剂掺量增加而降低，而生物胶对浆体稳定性的影响优于两款纤维素醚，在掺量为 1% 时达到最小值；同时砂浆的抗压强度随着掺量的增加而降低，定优胶降幅相对较低。

**【关键词】：**石膏基自流平；生物胶；纤维素醚；性能影响

DOI:10.12417/2705-0998.24.20.060

## 引言

生物胶一种新型的生物基高分子聚合物，菌类经过精密控制发酵、提纯得到的高分子胶体，具有高聚合度的棒状结构。与纤维素醚相似，具有很强的保水、增稠能力。目前广泛用于石油钻采行业，食品添加剂。少量用作混凝土外加剂，提高粘聚性，降低分层、离其中析，提高混凝土密实度。生物胶分子量 2.88~5.18 百万道尔顿，分子长度大。主链由-O-键连接的糖环单元，分子链上每个重复单元中有一个侧链，-COO-基团位于分子主链的重复单元中，而侧链没有带电荷的基团<sup>[1]</sup>。

石膏基自流平砂浆是一种以石膏为主要原材料，由多种外掺料和外加剂混合而成的一种用于地面找平的干混型粉状材料。具有施工快捷，工期短，平整度好等优点<sup>[2-4]</sup>。在不做处理的情况下容易出现分层泌水等现象，导致干缩开裂影响工程质量，而纤维素醚作为新拌砂浆常用的保水剂和增稠剂，可以显著改善砂浆的流动性能、保水性能和粘结性能<sup>[5-7]</sup>。本实验选取鑫合生物胶和市面上常见的两款纤维素醚，研究在不同掺量下对砂浆用水量、上下层密度差和抗压强度的影响，为工程的实际应用提供理论数据参考。

## 1 实验

### 1.1 原材料

生物胶由河北鑫合生物化工有限公司提供，型号为 DG-01 (2000mpa·s)，白色粉末，pH 为 7.3。纤维素醚分别为市售产品，记为 A1 (400mpa·s) 和 A2 (1000mpa·s)。石膏粉为重庆钰居环保科技有限公司生产的β建筑石膏粉，石膏粉主要化学成分与基本性能如表 1、表 2 所示。其余外加剂（减水剂、缓凝剂、胶粉和消泡剂）均为市售外加剂产品。

表 1 脱硫建筑石膏粉化学组成

成分	CaO	SO <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO	Na <sub>2</sub> O	LOI
含量 /wt%	41.92	52.15	2.72	0.51	1.11	0.75	0.16	6.67

表 2 脱硫建筑石膏粉物理力学性能

标稠用水量/%	凝结时间/min		抗折强度/MPa		抗压强度/MPa	
	初凝	终凝	2h	1d 绝干	2h	1d 绝干
65	5.2	7.3	2.8	6.4	5.0	14.8

### 1.2 实验方法

#### 1.2.1 样品制备

依次调整生物胶和不同纤维素醚的掺量。聚羧酸减水剂、石膏缓凝剂、胶粉、消泡剂的用量分别固定为（石膏+砂）质量的 0.3%，0.02%，0.1%，0.05%。将所有称量准确的原材料与水混合放入搅拌器中，先高速搅拌 30s、再高速搅拌 60s，即制成自流平砂浆。

#### 1.2.2 标稠及流动度

石膏自流平砂浆的标稠及流动度按照《石膏基自流平砂浆》(JC/T 1023-2021) 标准测试。

#### 1.2.3 上、下层密度差

将搅拌好的砂浆倒入 1000mL 的烧杯中，静置 60min 使其自然沉淀后分别取上层 200mL 和下层 200mL 浆体称取重量，即可得出上下层密度差。

#### 1.2.4 力学性能

力学性能参照《建筑石膏力学性能的测定》(GB/T 17669.3-1999) 进行测试。

## 2 试验结果与分析

### 2.1 用水量

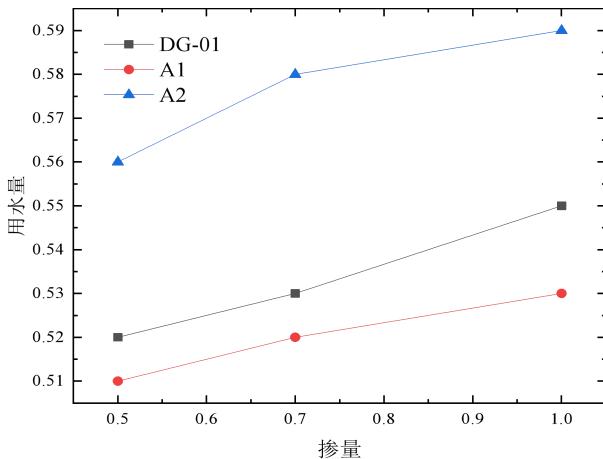


图 1 不同掺量外加剂对标稠用水量的影响

由图 1 可知, 石膏基自流平砂浆的用水量随着生物胶和纤维素醚掺量的增加而增加, 当掺量从 0.5% 增加至 1% 时, 鑫合生物胶用水量从 0.52 增加至 0.55, A1 用水量从 0.51 增加至 0.53, A2 用水量从 0.56 增加至 0.59。增加用水量主要是因为纤维素醚中的羟基 (-OH) 和醚键 (-O-) 与水分子缔结形成氢键, 限制了游离态水分子的自由运动, 导致达到相同稠度需要更多的水。对比结果可知鑫合生物胶对用水量影响大于 A1, 低于 A2, 该结果与其粘度大小有关。

### 2.2 上下层密度差

砂浆的保水性能是自流平砂浆施工应用中的一个重点, 石膏自流平浆体中材料密度差异大, 且浆体处于大流动度状态, 因此浆体分析、离析、泌水严重。传统浆体粘度测试无法直接表征浆体的分层情况, 对指导浆体的悬浮稳定性控制失真。因此, 本文紧密结合现场情况, 采用上、下层密度差来表征砂浆的悬浮稳定性。上下层密度差越小表示浆体的均匀性更好, 能够防止由于分层泌水导致的干缩开裂现象, 并提高表面硬度和整体强度。

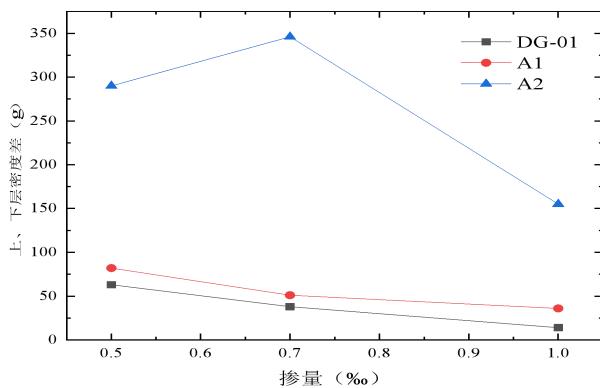


图 2 不同掺量外加剂对砂浆上下层密度差的影响

由图 2 可知, 随着掺量的增加密度差随之降低, 当掺量从 0.5% 增加至 1% 时, 鑫合生物胶的密度差从 63g 降低至 14g, 降幅达到 78% 左右, A1 组密度差从 82g 降低至 36g, 降幅达到 56% 左右, A2 组密度差从 290g 增加至 346g 随后又降低至 155g。生物胶与纤维素醚都有着优良的保水性能, 但在相同掺量下, 鑫合生物胶的保水性能要优于 A1 和 A2, 在掺量为 1% 时达到最小值 14g, 相比与 A1 降低了 61%, 相比于 A2 降低了 91%。

### 2.3 抗压强度

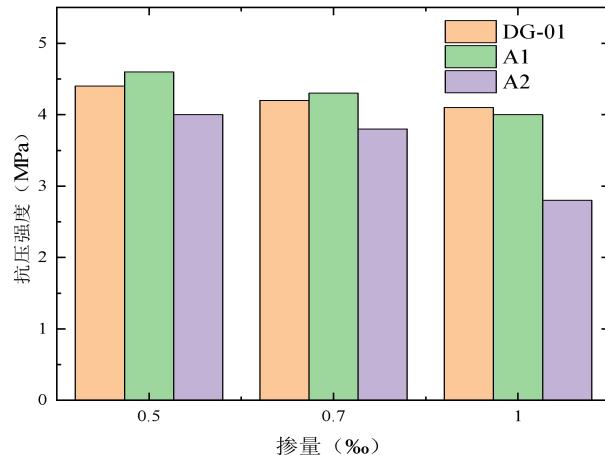


图 3 不同掺量外加剂对抗压强度的影响

不同掺量对砂浆强度的影响如图 4 所示, 当掺量从 0.5% 增加至 1% 时, 鑫合生物胶抗压强度从 4.4MPa 降低至 4.1MPa, 降幅为 7%; A1 组抗压强度从 4.6MPa 降低至 4MPa, 降幅为 13%; A2 组抗压强度从 4.9MPa 降低至 2.8MPa, 降幅为 43%。这主要是因为生物胶和纤维素醚的掺入会大幅度增加用水量, 但是石膏水化需水量仅为 18.6% 左右, 多余的水分在水化后蒸发形成孔隙, 导致硬化体密实度降低, 抗压强度随之下降。相比之下, A2 的抗压强度最低, 鑫合生物胶的抗压强度由于用水量高于 A1, 所以低掺量时强度略低于 A1, 在高掺量时 A1 抗压强度下降幅度大于鑫合生物胶, 所以在掺量为 1% 时鑫合生物胶抗压强度最高。

## 3 结论

- (1) 石膏基自流平砂浆的用水量随着生物胶和纤维素醚掺量的增加而增加, 鑫合生物胶用水量影响大于 A1, 小于 A2。
- (2) 悬浮稳定性是石膏基自流平砂浆中最关键的性能之一, 随着生物胶与纤维素醚掺量的增加, 上、下层密度差随之降低, 对浆体的悬浮稳定性有利; 同时在相同掺量条件下, 生物胶有着更优异的性能。
- (3) 石膏基自流平砂浆的抗压强度随着生物胶和纤维素醚掺量的增加而降低, 鑫合生物胶对强度的影响较小, 在 1% 掺量时抗压强度超过 A1 和 A2 为最大值。

## 参考文献:

- [1] 王斯伟,孙伟,杜丽娜.生物胶在无机涂料中的研究及应用[J].中国涂料,2023,38(01):44-49+55.
- [2] 龙华劲.石膏基自流平砂浆性能影响因素分析[J].广东建材,2023,39(11):19-22.
- [3] 逢鲁峰,贾广贺,孙立刚.石膏基自流平砂浆流动性研究与应用[J].混凝土与水泥制品,2023,(07):31-34+38.
- [4] 聂宗浩.脱硫石膏基自流平砂浆的性能研究[D].山东建筑大学,2023.
- [5] 张明涛,王泽萍,唐晗,等.纤维素醚对石膏基自流平砂浆性能的影响研究[J/OL].混凝土与水泥制品,1-5[2024-08-07].
- [6] 王海峰.纤维素醚对自流平砂浆性能影响[J].混凝土,2013(07):99-101+104.
- [7] 王培铭,赵国荣,张国防.纤维素醚在新拌砂浆中保水增稠作用及其机理[J].硅酸盐学报,2017,45(08):1190-1196.
- [8] Zhi Zhenzhen,Ma Baoguo,Tan Hongbo,Guo Yanfei,Jin Zihao,Yu Houliang,Jian Shouwei.Effect of Competitive Adsorption between Polycarboxylate Superplasticizer and Hydroxypropylmethyl Cellulose on Rheology of Gypsum Paste[J].Journal of Materials in Civil Engineering,2018,30(7).
- [9] 郭真真,郭炎飞,马保国,王玉江,金子豪.复合化学外加剂对新拌石膏浆体流变性能的影响[J].新型建筑材料,2021,48(10):11-15+29.
- [10] 周文娟,周丹.添加剂对自流平砂浆流变性能和力学性能的影响研究[J].北京建筑大学学报,2015,31(03):23-26.