

# Study on the Dry Mixed Mortar Modified By Carborundum System Sand Cellulose Ether

Shifa Shen

Sichuan highway planning, survey, design and Research Institute Co., Ltd, Chengdu, 610041, China

**Abstract:** In this paper, first of all, the dry mixed mortar with different gradation of machine-made sand is optimized, and then the polymer is modified. In this paper, hydroxypropylmethylcellulose ether with three viscosities of 50000mPa·s, 100000mPa·s and 200000mPa·s was used to study the four different admixtures, i.e. 0.1%, 0.3%, 0.5% and 0.7%. In this paper, the working and mechanical properties of modified dry mixed mortar were studied from the aspects of particle gradation, admixture content and viscosity.

**Keywords:** Carboniferous system machine-made sand; Cellulose ether; Dry mixed mortar

## 石炭系机制砂纤维素醚改性干混砂浆研究

沈仕发

四川省公路规划勘察设计研究院有限公司，成都，中国，610041

**摘要:** 本文首先对不同级配的机制砂干混砂浆进行优选，其后进行聚合物改性。文章用 50000mPa·s、100000mPa·s、200000mPa·s 三种粘度的羟丙基甲基纤维素醚按照 0.1%、0.3%、0.5%、0.7% 这四种不同掺量进行研究，文章分别从颗粒级配、外加剂掺量与粘度的变化入手，对改性干混砂浆的工作性能与力学性能这两个方面展开研究。

**关键词:** 石炭系机制砂；纤维素醚；干混砂浆

### 1 引言

我国多地区对河砂长期无序地开采而导致天然河砂接近枯竭，机制砂材质稳定、生产过程简单且能满足建筑市场的需求，为多数工程所采用；改性剂的应用能很好地改善砂浆性能，其中纤维素醚具有良好的保水增稠性能，还可以提高砂浆的粘结性能。

### 2 原材料

#### 2.1 水泥

本试验所用水泥为 P.O 42.5 普通硅酸盐水泥。

#### 2.2 机制砂

本试验所采用的机制砂来源于湖南省永州市东安县端桥镇端桥铺村，其母岩为石炭系灰岩。

Table 1. Performance index of machine-made sand

表 1. 机制砂的性能指标

机制砂	细度模数	压碎值/%	石粉含量/%	表观密度/kg·m <sup>3</sup>	堆积密度/kg·m <sup>3</sup>
实测值	2.9	27.5	8.8	2740	1430

技术指标	—	≤30	≤10	≥2500	≥1350
------	---	-----	-----	-------	-------

#### 2.3 粉煤灰

实验所用粉煤灰为 I 级粉煤灰。

#### 2.4 纤维素醚

实验所用的纤维素醚为羟丙基甲基纤维素醚 (HPMC)。为研究不同粘度下的改性性能，本文选择了其物理性能指标如表 2 所示的三种羟丙基甲基纤维素醚。

Table 2. Performance indexes of hydroxypropylmethylcellulose ether

表 2. 羟丙基甲基纤维素醚的性能指标

粘度/万 mPa·s	外观	水分含量/%	甲氧基含量/%	羟丙基含量/%
5	白色粉末	3	25	8
10	白色粉末	2	22	9
20	白色粉末	2	20	10

技术指标	—	≤5	19~30	4~12
------	---	----	-------	------

28d 抗压强度/MPa	40.5	40.2	40.0	39.7	39.2	38.2
28d 抗折强度/MPa	8.5	8.4	8.2	8.0	7.5	7.0
28d 粘结强度/MPa	0.75	0.80	0.90	1.10	0.95	0.85

## 2.5 水

试验采用自来水作为试验拌合用水。

## 2.6 砂浆基准配合比

本文在经过前期多次研究后，在参照规范要求的基础上最终选用的基准配合比为水泥:粉煤灰:机制砂:水=404:72:1430:320，依此配比所得的干混砂浆等级为 M25。

## 3 机制砂级配对于干混砂浆性能的影响研究

砂是组成干混砂浆的最主要成分，砂的表观结构、颗粒形状、粒径分布以及所占比重都会对干混砂浆的性能产生非常显著的影响<sup>[1]</sup>。砂的刚度、弹性模量和矿物成分等也会对干混砂浆的性能产生一定的影响<sup>[2]</sup>。与天然砂相比，机制砂是将原材料通过机器破碎而形成的砂子，其颗粒度更不规则，在与水泥等材料粘合时，往往有更好的粘合度，使用寿命也更长<sup>[3]</sup>。

### 3.1 不同颗粒级配机制砂选择

本文使用同一地区不同颗粒级配的机制砂进行研究，将不同级配情况下的机制砂分为 S1~S6 这 6 组。

Table 3. Grain grading of machine-made sand  
表 3. 机制砂颗粒级配

粒组	1.18~0.6mm/%	0.6~0.15mm/%	0.15~0.075mm/%	0.075mm 以下/%
S1	10	20	30	40
S2	15	25	30	30
S3	20	40	20	20
S4	25	50	10	15
S5	30	55	5	10
S6	30	60	5	5

### 3.2 不同颗粒级配机制砂性能研究

本文对不同级配的机制砂对于干混砂浆性能的影响进行研究，其试验结果见表 4 所示。

Table 4. Performance of dry mixed mortar with different gradations  
表 4. 不同级配干混砂浆的性能

粒组	S1	S2	S3	S4	S5	S6
稠度值/mm	71	76	84	89	92	93
保水率/%	95	94	92	90	88	87
凝结时间/min	450	430	400	380	360	340

## 3.1 本章小结

随着较细砂颗粒所占比例的减小和较粗砂颗粒所占比例的增加，干混砂浆稠度逐渐增加，但保水率、凝结时间、28d 抗折抗压强度性能则有所下降。28d 粘结强度呈现先增大后减小的趋势。其中 S4 组在规范范围内性能最优，本文选择该组进行后续研究。

## 4 纤维素醚改性机制砂干混砂浆的工作性能

在干混砂浆的实际生产与应用中，纤维素醚的添加量低但其能显著地改善干混砂浆的性能<sup>[4]</sup>。本文分别研究三种粘度的羟丙基甲基纤维素醚 HPMC（以下简称 HPMC）在 0.1%、0.3%、0.5%、0.7% 掺量的情况下对机制砂干混砂浆稠度、保水性、凝结时间的影响规律。其中羟丙基甲基纤维素醚粘度分别为 50000mPa·s、100000mPa·s、200000mPa·s，后文分别以 HPMC1、HPMC2、HPMC3 代指。HPMC 的掺量均按水泥质量的百分比计算。文章从工作性能与力学性能两个方面对 HPMC 改性干混砂浆进行研究，结果如表 5~表 7 所示。

### 4.1 不同粘度与掺量 HPMC 改性的干混砂浆工作性能研究

一般砂浆的性能研究同样适用于改性干混砂浆的性能研究，本文在设立空白组的基础上对不同粘度与掺量下的 HPMC 改性干混砂浆性能进行研究。

Table 5. Study on properties of dry mixed mortar modified by different viscosity and HPMC content  
表 5. 不同粘度与掺量 HPMC 改性的干混砂浆性能研究

种类	掺量/%	稠度值/mm	保水率/%	初凝时间/min	终凝时间/min
空白样	0	89	90	257	380
HPMC1	0.1	88	92	279	403
	0.3	86	95	311	457
	0.5	82	97	376	496
	0.7	77	98	426	532
HPMC2	0.1	88	94	307	422
	0.3	85	97	341	472
	0.5	80	98	412	523
	0.7	74	99	463	558
HPMC3	0.1	85	96	321	436
	0.3	83	98	378	495
	0.5	77	99	456	554

	0.7	71	99	516	596
--	-----	----	----	-----	-----

### 4.2 不同粘度与掺量 HPMC 改性的干混砂浆力学性能研究

砂浆的力学性能主要以不同龄期下的抗折抗压强度来表示，本文根据规范要求与工程实际相结合的着眼点，对 HPMC 改性干混砂浆 3d、7d 和 28d 抗折抗压进行比较。

Table 6. Compressive strength of different age of dry mixed mortar modified by different viscosity and content of HPMC

表 6. 不同粘度与掺量 HPMC 改性的干混砂浆不同龄期抗压强度

种类	掺量 /%	3d 抗压强度 /MPa	7d 抗压强度 /MPa	28d 抗压强度 /MPa
空白样	0	15.6	24.8	39.7
HPMC1	0.1	11.3	16.2	31.2
	0.3	9.8	11.4	26.5
	0.5	7.4	8.2	21.8
	0.7	4.8	7.3	15.3
HPMC2	0.1	9.4	15.4	30.6
	0.3	7.2	10.6	25.2
	0.5	5.9	7.4	20.4
	0.7	3.6	6.8	15.3
HPMC3	0.1	6.8	13.7	24.4
	0.3	4.5	8.7	20.2
	0.5	3.5	5.5	15.6
	0.7	2.6	4.1	11.1

Table 7. Flexural strength of different age of dry mixed mortar modified by different viscosity and content of HPMC

表 7. 不同粘度与掺量 HPMC 改性的干混砂浆不同龄期抗折强度

种类	掺量 /%	3d 抗折强度 /MPa	7d 抗折强度 /MPa	28d 抗折强度 /MPa
空白样	0	4.5	5.9	8.0
HPMC1	0.1	3.8	4.6	6.2
	0.3	2.8	4.1	5.1
	0.5	2.1	3.7	4.4
	0.7	1.5	3.1	3.8
HPMC2	0.1	3.1	4.1	5.8
	0.3	2.2	3.7	4.7
	0.5	1.5	3.2	3.8
	0.7	1.0	2.7	3.1
HPMC3	0.1	2.5	3.8	5.2
	0.3	1.9	3.1	4.2
	0.5	1.4	2.7	3.4
	0.7	0.8	2.2	2.8

### 4.3 本章小结

从工作性与力学性能两个方面进行分析，可以得

到以下结论：

1.HPMC 能改善机制砂干混砂浆的流动性，对干混砂浆的稠度影响效果十分明显。研究同时发现 HPMC 能明显增大机制砂干混砂浆的保水率，具有优良的保水性。加入 HPMC 能显著的延缓机制砂干混砂浆的初凝时间和终凝时间，有较好的缓凝作用。

2.随着 HPMC 掺量的增加，改性干混砂浆 3d、7d 和 28d 抗折抗压强度均有所下降。当 HPMC 掺量一定时，HPMC 改性干混砂浆的抗压强度（3d、7d 和 28d）均随着 HPMC 粘度的增大而逐渐降低。

### 5 总结

文章以湖南省石炭系灰岩机制砂为研究对象，掺入常用纤维改性剂羟丙基甲基纤维素醚进行研究，分别从不同颗粒级配、不同掺量与不同粘度外加剂这三个方面对 HPMC 改性干混砂浆进行了研究。

本文通过工作性能方面的研究，发现 HPMC 对改性干混砂浆的稠度影响较为明显，研究发现随着 HPMC 掺量的增加，干混砂浆的稠度值呈下降的趋势；随着改性剂的加入，保水性有所提高；HPMC 掺入剂量越多、粘度越大的 HPMC 改性剂则所需初、终凝时间则越长。

本文通过力学性能方面的研究发现掺入 HPMC 后抗折抗压强度均有所下降，且粘度与掺量的增大会造成强度下降更大。

当选用粘度为 HPMC3 时，干混砂浆的 28d 抗压强度均小于 25MPa，不满足满足《预拌砂浆》规范中 M25 砂浆抗压强度的指标要求；当选用粘度为 HPMC1 和 HPMC2，掺量介于 0.1%~0.3%时，HPMC 改性干混砂浆的抗压强度均满足规范的要求。

### References (参考文献)

- [1] Liu Guifeng. Effect of different machine-made sand grades on properties of dry mixed mortar. Concrete, 2013(09): 112-114. 刘桂凤. 不同机制砂级配对干混砂浆性能的影响. 混凝土, 2013(09): 112-114.
- [2] Liang Dexing. Study on the preparation and mechanism of artificial sand anti crack dry mixed mortar: [Master's Thesis]. Wuhan: Wuhan University of Technology, 2011. 梁德兴. 人工砂抗裂干混砂浆的制备与机理研究: [硕士学位论文]. 武汉: 武汉理工大学, 2011.
- [3] Liu Hongquan. Application of machine-made sand in high-strength prestressed concrete pipe pile. Jiangxi building materials, 2014 (03): 22-24. 刘鸿权. 浅谈机制砂在高强预应力混凝土管桩中的应用. 江西建材, 2014(03): 22-24.
- [4] Fu Lufeng. Study on the application technology of cellulose ether and admixture in mortar: [Master's Degree Thesis]. Jinan:

---

Shandong University of architecture, 2013.

逄鲁峰. 纤维素醚与掺合料在砂浆中的应用技术研究:[硕士

学位论文]. 济南: 山东建筑大学, 2013.