

湿拌砂浆外加剂文献综述

王国润

重庆市水利港航建设集团有限公司 401120

【摘要】砂浆是组成实体工程的重要材料，对整个建筑工程有着极大的作用，随着砂浆的发展历程，从最开始的现场拌制到现在厂拌预制，到各种外加剂的使用。本文通过对相关论文分析，研究最新的技术与添加剂的使用对砂浆的影响，关注砂浆研究前沿进展，有助于工程现场实际需求。

【关键词】湿拌砂浆，外加剂，拌和配比

1 前言

随着建筑业技术的进步和文明施工的要求，预拌砂浆将会逐渐替代现场拌制砂浆，以改善砂浆质量不稳定、材料浪费大、砂浆品种单一、文明施工程度低以及污染环境等缺陷。

预拌砂浆可以分为湿拌砂浆和干混砂浆两大类，其中湿拌砂浆（Wet-mixed Mortar, WM）是由水泥、细集料、外加剂和水以及根据性能确定的各种组分，按一定比例，在搅拌站经计量、拌制后，采用搅拌运输车运至使用地点，放入专用容器储存，并在规定时间内使用完毕的湿拌拌合物^[1]。

干拌砂浆起源于 19 世纪的奥地利，但湿拌砂浆于 20 世纪 70 年代才在法国第一次出现。我国预拌砂浆的研究始于 20 世纪 80 年代，经历了石灰砂浆、水泥砂浆、混合砂浆再到干拌砂浆的发展历程。随着国家对环境保护力度的不断加强，现场搅拌砂浆由于大量的扬尘必将难以适应市场的发展需要，而 WM 是在企业以集中方式通过计量进行生产，以商品的形式送往施工现场，不仅大大地缓解了环境保护的压力，同时也提高了砂浆的质量，因此 WM 将会是我国砂浆发展的必经之路，现阶段我国 WM 的发展应用较发达国家还比较落后，且国内主要局限于江苏、浙江和广东等沿海发达地区。

WM 的缺点是收水时间相应较长、施工时间短（最长存放时间不超过 24 小时）、工作性能损失快。那么，掺加相应的外加剂就可以改善 WM 的缺点，以保证工程建设的顺利进行。因此外加剂是 WM 的关键，主要起到减水增强、增稠保水、调节凝结时间。

2 湿拌砂浆外加剂的研究现状

2.1 减水增强作用

2000 年日本立命大学讲师 Yamada^[2]通过研究聚羧酸系减水剂分子结构对水泥浆分散性的影响。发现侧链越长，聚合度越小，减水剂对水泥的分散作用就较好，为 WM 外加剂的研究提供了理论依据。

2014 年陈均侨等^[3]采用创新的减水剂（醚化聚羧酸减水剂，LD-2010N）与调节剂（LD-10N）双掺工艺，生产得到的 WM 符合国家标准的要求。发现改性剂采用环保材料（醚化聚羧酸减水剂），解决了保水剂与减水剂相容性差的问题，并且有利于提高砂浆早期粘附力和后期的粘结强度，进而根本上解决了砂浆空鼓开裂的现象。

2014 年谢浩^[4]通过试验研究发现：醚化聚羧酸减水剂比萘系减水剂更加适合作为 WM 的减水剂，当醚化聚羧酸减水剂掺量为 10Kg/m³ 时，砂浆的稳定性最好，砂浆的各项指标都能达到要求，且获得的经济效益最大。

经过学者不断的研究，目前已经探索出了相对合理的 WM 减水剂。目前减水剂发展的研究方向应该是，探索新型减水剂，既可以满足现阶段得减水效果，又能够促进其它外加剂对 WM 的相关性能的改善。

2.2 增稠保水作用

从工厂制备完成到现场的使用，相对于干混砂浆，WM 需要经历一段时间，那么其工作性能必然也会损失。合理的外加剂可以改

善 WM 的保水性和可操作性。

2007 年黄丽萍^[5]通过掺入羟乙甲基纤维素醚和粉煤灰后对砂浆性能的测试，探明两者在不同掺量下对砂浆性能的影响，为开发确保工程质量、满足不同性能要求的 WM 提供参考。

2017 年刘木林^[6]通过研究不同掺量的专用外加剂（KZJ-M100）（保水组分为羟丙甲基纤维素醚）对 WM 的和易性、保水性、拉伸粘结强度、抗压强度和收缩率的影响，结果表明：当 KZJ-M100 的掺量为胶凝材料总量的 0.03%~0.04% 时，WM 的综合性能可达最佳状态。

2.3 调节凝结时间

开放时间 H_k^[7]的定义为：在规定的 H_k 内，砂浆拌合物性能指标同时满足稠度损失率 ≤ 10%，泌水变化率 ≤ 5%，凝结时间 ≤ 1.3H_k，容重变化率 ≤ 5%。2015 年郭锦斌等^[7]通过研究 WM 的开放剂，发现 WM 的强度随着调节剂用量的提高呈降低的趋势（如图 1 所示），所以在满足工作性能的前提下，砂浆调节剂的用量不宜过多。

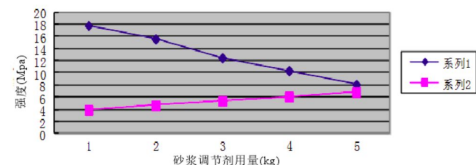


图 1 砂浆强度与调节剂用量变化情况

注：系列 1 为砂浆强度走势，系列 2 为砂浆调节剂用量趋势

传统的 WM 工作性能保持时间较短，即使掺入一定量的外加剂后对工作性能有一定的改善作用，工作时间只能达到 4-6h，只适合现拌现用，这就离不开现场搅拌，所以导致工人不愿意使用 WM。为确保现场施工作业时间，同时适应工人的作业方式，如何通过掺入缓凝剂来调节砂浆的开放时间，保证 WM 在容器或者砂浆池中储存更长的时间，又能保证 WM 在此期间内的工作性能不变，并能在空气中迅速硬化，这是推广使用 WM 的关键。

因此先缓凝后促凝或者先缓凝后期终止缓凝，也就是说需要添加外加剂来唤醒休眠状态的 WM。2015 年 Kyle A.Riding 等^[8]通过研究得出：SCM（预处理的稻壳灰）可以唤醒由于蔗糖和氧化锌导致的过度缓凝现象，混凝土拌合后 2h 后加入高比表面积的 SCM 可以消除过量糖或者 ZnO 引起的过度缓凝现象。2015 年 Reiter L 等^[9]采用膨润土取消了过量增塑剂对混凝土的凝结作用。

目前，国内对于先缓凝后促凝或者先缓凝后期终止缓凝的研究还很少，所以目前的研究方向应该是研发更符合实际的外加剂，既能通过缓凝来满足开放时间的要求，又能通过促凝满足现场施工要求。

2.4 抗冻作用

不同地区由于温度其后的影响，对于 WM 的性能要求也不同。特别对于北方地区，抗冻性是 WM 的一个关键性因素。2016 年孟刚等^[10]通过试验对比研究了硝酸钙外加剂对不同强度等级 WM 的抗冻性能的影响，试验表明：当温度变化范围在 -4~-5℃ 之间时，亚硝

酸钙外加剂可以降低 WM 的稠度损失,以改善其抗冻性能;且硝酸钙外加剂可以提高低强度等级 WM 的抗冻性能,但对于 M15 及以上的较高强度等级 WM 的抗冻性能改善作用并不明显。

2.5 综合作用

2015 年李殿权等^[11]研究了 WM 的专用外加剂中减水组分(聚羧酸母液,含固量为 40%)、保水组分(羟丙甲基纤维素醚)、缓凝组分(白糖)和引气组分对 WM 性能的影响,结果表明:保水组分和缓凝组分能大幅度提高 WM 的保水率和延长砂浆的开放时间,引气组分有利于改善 WM 的和易性,减水组分可降低 WM 的水胶比。

2016 年苏荣等^[12]通过采用 A 料(10~40%的多功能保水剂,1~3%的减缩剂,0.1~0.5%的文莱胶,余量为水。)和 B 料(10~30%的糖类缓凝剂,10~30%的有机磷酸缓凝剂,1~5%的引气剂,余量为水。)配合形成的外加剂,有效的延长了 WM 的可操作时间,并使其早期强度提高更快,有效的提高了施工进度。其中糖类缓凝剂为葡萄糖酸钠、蔗糖、柠檬酸中的一种或几种,有机磷酸缓凝剂为羟基乙叉二磷酸、安吉三甲叉磷酸、2-磷酸丁烷-1,2,4-三羧酸中的一种或几种,引气剂为 AE-200 型聚醚类混凝土高性能引气剂、脂肪醇聚氧乙烯醚硫酸钠、 α -烯磺酸钠、三萜皂苷、松香热聚物中的一种或几种。

2016 年张伟^[13]采用外加剂(5~15%的聚丙烯酸钠,5~15%的引气剂,10~20%的纤维素醚类增稠保水剂,5~10%的海藻酸钠,3~10%的聚氧化乙烯,5~20%的缓凝剂,3~8%的黄原胶,余量为水。)配置 WM,使得 WM 具有保水性好、砂浆分层次在开放时间范围内损失小、粘结力较高、施工和易性良好的优点。

2017 年陈景等^[14]采用 A 料(1.0~2.0%的醚化聚羧酸减水剂,0~0.3%的羟丙甲基纤维素醚,5.0~7.5%的瓜尔胶-黄原胶聚合物,0.4~0.5%的茶皂素,余量为水。)和 B 料(0.15~0.30%的羟基乙叉二磷酸,3.0~4.0%的葡萄糖酸钠,0~1.0%的白糖,余量为水。)双掺使用,使外加剂能够显著提高 WM 的施工性能,可在 6~30h 内任意调控 WM 的施工操作时间,且维持可操作时间内 WM 性能的稳定。

2017 年王晶晶等^[15]通过研究纤维素醚、蔗糖、某有机磷酸及引气剂对 WM 的影响,认为:WM 的保水性及粘聚性随着纤维素醚粘度的增大而增大,在相同粘度下,随着纤维素醚掺量的增加,WM 的保水率逐渐提高,但 28d 的 f_{cm} 逐渐降低;当某有机磷酸和蔗糖的掺量在 0.02%~0.10%之间时,随着掺量的增加,WM 的开放时间逐渐增长,掺入蔗糖对 28d 的 f_{cm} 基本无影响,但掺入某有机磷酸,28d 的 f_{cm} 有所下降;当引气剂掺量在 0.01%~0.05%之间时,随着掺量的增加,WM 的保水率逐渐增大,但其容重和 28d 的 f_{cm} 逐渐降

低。并得出了 WM 外加剂的复配方案:0.5%的聚羧酸减水剂、0.005%的纤维素醚、0.03%的引气剂、0.05%的蔗糖与 0.02~0.10%的某有机磷酸。

结束语:综上所述,通过各种实验研究表明湿拌砂浆的进程速度非常快,砂浆研究有着很大的进步,在减水增强、增稠保水、调节凝结时间、抗冻作用、粘合力、早强等有着全方面的进步。让湿拌砂浆对于现场环境的适应,有着十分重要的指导作用。

参考文献

- [1]GB/T25181-2010.预拌砂浆[S].
- [2]Kazuo Yamada, Tomoo Takahashi. Effects of the chemical structure on the properties of polycarboxylate-type superplasticizer[J]. Cement and Concrete Research. 2000.30.
- [3]陈均侨,蒋金明,石柱铭,等.湿拌砂浆产业化发展方式及应用探索[J].商品混凝土.2014.7.
- [4]谢浩.湿拌砂浆的生产与应用技术研究[D].广州:广州大学硕士学位论文,2014.
- [5]黄丽萍.预拌砂浆技术研究[J].新型建筑材料.2007.2:8-11.
- [6]刘木林.砂浆外加剂对掺石粉湿拌砂浆性能影响的试验研究[J].混凝土与水泥制品.2017.2:71-74.
- [7]邹锦斌,林汉池.湿拌砂浆的配制与应用[J].商品混凝土.2015.3:55-57.
- [8]Kyle A.Riding, Feraidon Atiae, Sarah Taylor-Lange, et al. Time-of-set Control through Delayed Addition of Ultra-High Surface Area Supplementary Cementitious Material[C]. The 14th International Congress on the Chemistry of Cement, 13-16 October, 2015. Beijing.
- [9]Reiter L, Kabmann R, Shahab A, et al. Strategies to wake up sleeping concrete[C]. The 14th International Congress on the Chemistry of Cement, 13-16 October, 2015. Beijing.
- [10]孟刚,赵世冉,张凯峰,等.掺硝酸钙外加剂对湿拌砂浆抗冻性能影响的试验研究[J].混凝土与水泥制品.2017.7:61-63.
- [11]李殿权,孟祥杰,黄小文.湿拌砂浆专用外加剂各组分对其性能的影响[J].商品混凝土.2015.11:52-53.
- [12]苏荣,杨晓锋,钟小容,等.可提升砂浆早期强度的湿拌砂浆外加剂:中国,CN 106045369 A[P].2016.
- [13]张伟.湿拌砂浆外加剂:中国,CN 105948561 A[P].2016.
- [14]陈景,刘永道,李东来,等.一种维持湿拌砂浆施工性能的外加剂及其制备方法:中国,CN 106348638 A[P].2017.
- [15]王晶晶,陈景,刘永道,等.一种湿拌砂浆外加剂的研制[J].商品混凝土.2017.1:64-67.