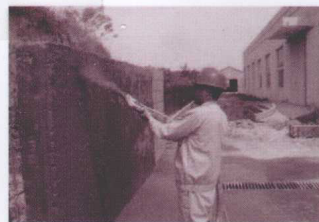
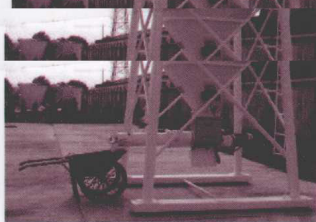
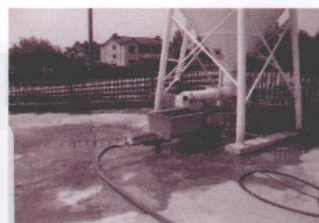


YUBAN SHAJIANG SHIYONG JISHU

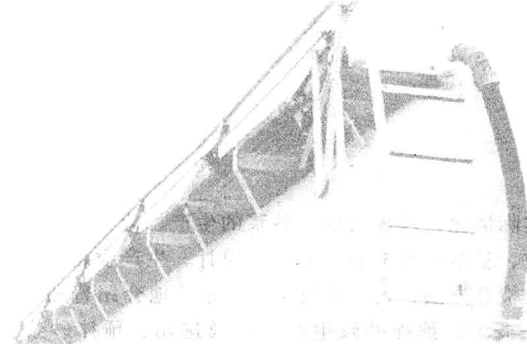
预拌砂浆

尤大晋 主 编
徐永红 副主编

实用技术



化学工业出版社

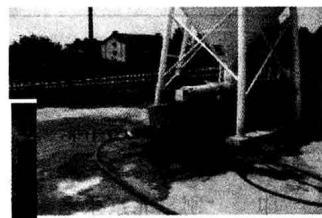


YUBAN SHAJIANG SHIYONG JISHU

预拌砂浆

尤大晋 主 编
徐永红 副主编

实用技术



化学工业出版社

· 北京 ·

本书结合相关企业的实际情况,以普通预拌砂浆的生产、施工为主线,融合了预拌砂浆的市场准入、基本性质、基本组成材料、配合比设计、生产设备、生产过程质量控制、施工工艺和不同性质的检测方法,是一本较全面、系统地介绍普通预拌砂浆的专门化教材。内容分为7章——概论、预拌砂浆生产原料及选用、预拌砂浆生产工艺及设备、普通预拌砂浆配合比设计、预拌砂浆生产企业质量管理、普通预拌砂浆应用、预拌砂浆性能试验方法。

本书可作为高等院校材料专业学生及工厂相关人员的培训教材,也可供从事预拌砂浆生产的企业管理者、技术人员参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

预拌砂浆实用技术/尤大晋主编. 北京:化学工业出版社,2010.12

ISBN 978-7-122-10072-6

I. 预… II. 尤… III. 混合砂浆-教材 IV. TQ177.6

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第238128号

责任编辑: 窦臻 提岩

装帧设计: 周遥

责任校对: 宋夏

出版发行: 化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)

印刷: 北京永鑫印刷有限责任公司

装订: 三河市前程装订厂

720mm×1000mm 1/16 印张10 $\frac{3}{4}$ 字数180千字

2011年1月北京第1版第1次印刷

购书咨询: 010-64518888(传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899

网址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价: 25.00 元

版权所有 违者必究

编写人员名单

主 编：尤大晋

副 主 编：徐永红

编写人员：尤大晋 徐永红 鞠宇飞
刘文斌 肖雪军 李龙珠



前言

预拌砂浆和现场搅拌砂浆相比，其优越性体现在产品质量有保证、实现了资源的循环利用、显著提高施工效率、有利于环境保护，正是由于其在节约资源、保护环境、提高工程质量等方面发挥着显著的作用，其推广应用势在必行。

常州市是全国第一批发展使用预拌砂浆的十个城市之一，在国家政策导向和市场需求的大力推动下，我们深深体会到这项工作面广量大，它不仅关系到市场的准入、工厂的投资建设及生产过程的管理，还涉及散装砂浆物流形式与市场运作，同时，在工程使用环节也至关重要，可谓是一项系统工程。一个城市推动“禁止现场搅拌砂浆”（简称“禁现”）工作，企业从无到有仅仅是城市“禁现”的第一步，培育好预拌砂浆行业是各级散装水泥办公室一项长期的工作，而做好预拌砂浆的知识普及和技能培训又是开展好这项工作的基础与前提。根据商务部、住房城乡建设部推动城市禁止现场搅拌砂浆的要求，常州市散装水泥办公室委托常州工程职业技术学院编写了这本《预拌砂浆实用技术》，旨在为预拌砂浆企业投资者介绍入门基本知识，便于从事预拌砂浆生产的企业管理者、技术人员掌握工艺控制和配料知识，不断提高施工单位的施工技术水平。

常州工程职业技术学院是隶属于江苏省教育厅的全日制公办普通高校，师资力量雄厚，具有丰富的教育教学、生产实践、科学研究、社会服务、课程开发、教材建设、团队建设、素质拓展等工作经验。其材料工程技术专业是在原硅酸盐工程专业基础上发展而来的。针对常州地区预拌砂浆的发展，材料专业的老师们收集了大量文献资料，深入到砂浆企业、施工现场开展实践与调研，最终编写完成本书。

本书由尤大晋提出并制订编写总纲，徐永红组织编写。全书共计7章，分别为：概论、预拌砂浆生产原料及选用、预拌砂浆生产工艺及设备、普通预拌砂浆配合比设计、预拌砂浆生产企业质量管理、普通预拌砂浆应用、预拌砂浆性能试验方法。其中第1章、第7章由李龙珠编写，第2章、第6章由刘文斌编写，第3章由鞠宇飞编写，第4章、第5章由肖雪军编写。全书

由尤大晋、徐永红统稿。

本书编写过程中得到了上海市建材管理总站、浙江省散装水泥办公室、江苏省散装水泥办公室、天津市散装水泥办公室、广州市散装水泥办公室、嘉兴市散装水泥办公室、南京天印科技有限公司、湖北双龙建材有限公司一些同志的支持和帮助，在此表示衷心的感谢。

由于编者时间仓促、水平有限，书中不足之处在所难免，恳请广大读者批评指正。

编 者

2010 年 10 月



目 录

1 概 论	1
1.1 预拌砂浆简介	1
1.1.1 定义	1
1.1.2 分类	1
1.1.3 性能简述	2
1.1.4 标记符号	9
1.1.5 技术要求	10
1.2 预拌砂浆的特点	12
1.2.1 预拌砂浆的优点	12
1.2.2 预拌砂浆给施工、建设单位带来的好处	12
1.3 预拌砂浆的发展现状及趋势	13
1.3.1 国外发展现状	13
1.3.2 国内发展现状及趋势	14
1.4 预拌砂浆的政策支持	18
1.5 预拌砂浆行业市场准入	20
1.6 预拌砂浆行业发展规划布局	22
参考文献	23
2 预拌砂浆生产原料及选用	24
2.1 胶凝材料	24
2.1.1 水泥	24
2.1.2 石膏	27
2.1.3 石灰	28
2.2 骨料	30
2.2.1 天然砂	30
2.2.2 人工砂	33
2.2.3 轻集料	35

2.3 矿物掺合料	37
2.3.1 石灰石粉	37
2.3.2 粉煤灰	38
2.3.3 粒化高炉矿渣粉	41
2.3.4 硅灰	43
2.3.5 沸石粉	44
2.3.6 膨润土	46
2.4 添加剂	47
2.4.1 可再分散乳胶粉	48
2.4.2 纤维素醚	52
2.4.3 淀粉醚	55
2.4.4 纤维	56
2.4.5 其他添加剂	57
参考文献	60

3 预拌砂浆生产工艺及设备	61
3.1 预拌砂浆生产工艺流程	61
3.2 砂预处理系统（干燥、筛分、输送）	64
3.2.1 原砂的干燥	64
3.2.2 尾矿、废石机制砂应用	68
3.2.3 干砂的筛分系统	70
3.2.4 干砂的输送设备	76
3.3 物料仓储系统	77
3.4 配料计量系统	77
3.5 混合搅拌系统	78
3.5.1 混合机种类	78
3.5.2 混合设备选择	81
3.6 包装散装系统	82
3.7 收尘系统	84
3.8 电气控制系统	86
3.9 物流输送系统	87
3.9.1 预拌砂浆物流系统及作业流程	87
3.9.2 预拌砂浆运输车与普通散装水泥运输车的区别	88
3.10 投资分析	90

3.10.1	散装成本分析（一年生产）	90
3.10.2	袋装成本分析（一年生产）	91
	参考文献	91
4	普通预拌砂浆配合比设计	92
4.1	预拌砂浆配合比设计的基本原则	92
4.1.1	力学性能和耐久性能	92
4.1.2	良好的施工性能	93
4.1.3	经济性	94
4.2	预拌砂浆配合比设计计算	95
4.2.1	预拌砂浆配合比设计方法	95
4.2.2	常用普通预拌砂浆配合比实例	99
4.2.3	夏、冬季施工条件下，普通预拌砂浆配合比设计思路	100
4.3	预拌砂浆配合比设计的管理与注意事项	102
4.3.1	预拌砂浆配合比设计的管理	102
4.3.2	预拌砂浆配合比设计的注意事项	103
	参考文献	103
5	预拌砂浆生产企业质量管理	105
5.1	原材料质量管理	105
5.1.1	水泥的质量管理	105
5.1.2	建筑石膏的质量管理	106
5.1.3	砂的质量管理	107
5.1.4	掺合料的质量管理	108
5.1.5	添加剂的质量管理	108
5.1.6	拌合用水	109
5.2	生产过程质量管理	109
5.2.1	过程要求	109
5.2.2	设备的质量控制	111
5.2.3	出厂预拌砂浆质量和验收管理	112
5.2.4	预拌砂浆的包装与运输管理	113
5.3	预拌砂浆产品质量管理	114
5.3.1	施工性能质量管理	114
5.3.2	力学性能质量管理	115

5.3.3 耐久性能质量管理	115
5.4 人员的管理和培训	115
5.5 试验室质量管理	116
5.5.1 试验室主任岗位责任	116
5.5.2 试验人员岗位职责	117
5.5.3 仪器设备管理制度	117
5.5.4 技术文件管理制度	118
参考文献	119
 6 普通预拌砂浆应用	120
6.1 普通预拌砂浆施工工艺	120
6.1.1 预拌砌筑砂浆施工工艺	120
6.1.2 抹灰砂浆施工工艺	120
6.1.3 预拌地面砂浆施工工艺	122
6.2 机械喷涂施工工艺	123
6.2.1 施工工艺	124
6.2.2 常用机械喷涂设备	124
6.2.3 机械施工特点	126
6.3 预拌砂浆应用中的常见问题及处理	127
6.3.1 预拌砂浆质量通病典型问题及其防止措施	127
6.3.2 预拌砂浆应用前景	132
参考文献	132
 7 预拌砂浆性能试验方法	133
7.1 取样及试样制备	133
7.2 稠度试验	134
7.3 表观密度试验	136
7.4 分层度试验	137
7.5 保水性试验	139
7.6 凝结时间试验	141
7.7 立方体抗压强度试验	143
7.8 拉伸黏结强度试验	146
7.9 抗冻性能试验	149
7.10 收缩试验	151

7.11 含气量试验..... 154

7.12 吸水率试验..... 156

7.13 抗渗性能试验..... 156

7.14 静力受压弹性模量试验..... 157

参考文献..... 160

1 概 论

预拌砂浆是一种新型绿色建筑材料，是在专业生产厂内将水泥、砂、矿物掺合料和各种功能性添加剂按一定比例混合而成的混合物，其在节约资源、保护环境、提高工程质量等方面发挥着显著的作用。本章主要介绍预拌砂浆的定义、分类、性能与特点，同时就预拌砂浆的发展现状及趋势、政府部门的相关政策支持 and 市场准入要求及行业发展规划布局进行了描述。

1.1 预拌砂浆简介

1.1.1 定义

预拌砂浆 (ready-mixed mortar) 系指由专业生产厂家生产的，用于一般工业与民用建筑工程的由胶凝材料、细骨料以及根据性能确定的其他外加剂组分按适当比例配合、拌制后通过专用运输车运至使用地点的工程材料。

1.1.2 分类

预拌砂浆品种繁多，目前尚无统一的分类方法。从不同的角度出发，有不同的分类，较普遍的分类如下。

(1) 按生产的搅拌形式 分为两种：预拌干粉砂浆 (dry-mixed mortar) 与湿拌砂浆 (wet-mixed mortar)。预拌干粉砂浆是经干燥筛分处理的细集料与胶凝材料以及根据需要掺入的保水增稠材料、化学外加剂、矿物掺合料等组分按一定比例混合而成的固态混合物，其在使用地点按规定比例加水或配套液体拌和后使用。湿拌砂浆是由胶凝材料、细集料、水以及根据需要掺入的保水增稠材料、化学外加剂、矿物掺合料等组分按一定比例，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拌合物。

(2) 按使用功能 分为两种：普通预拌砂浆 (ordinary ready-mixed mortar) 和特种预拌砂浆 (special ready-mixed mortar)。普通预拌砂浆系预拌砌筑砂浆、预拌抹灰砂浆和预拌地面砂浆的统称，可以是预拌干粉砂浆，也可以是湿拌砂浆。特种预拌砂浆系指具抗渗、抗裂、高黏结和装饰等特殊

功能的预拌砂浆，包括预拌防水砂浆、预拌耐磨砂浆、预拌自流平砂浆、预拌保温砂浆等。

(3) 按用途 分为预拌砌筑砂浆、预拌抹灰砂浆、预拌地面砂浆及其他具有特殊性能的预拌砂浆。其中砌筑砂浆用于砖、石块、砌块等的砌筑以及构件安装；抹灰砂浆则用于墙面、地面、屋面及梁柱结构等表面的抹灰，以达到防护和装饰等要求；地面砂浆用于普通及特殊场合的地面找平。

(4) 按胶凝材料的种类 分为水泥砂浆、石灰砂浆、水泥石灰混合砂浆、石膏砂浆、沥青砂浆、聚合物砂浆等。

1.1.3 性能简述

预拌砂浆物理力学性能一般包括工作性、稠度、流动度、体积密度、凝结时间、保水性、吸水性、含气量、塑性开裂性能、干燥收缩性、抗压强度、抗折强度、黏结强度、柔韧性、抗冲击性能等。预拌砂浆的耐久性能是指预拌砂浆应用到工程中，在长期使用过程中抵抗外界环境影响而不破坏的能力。预拌砂浆耐久性能一般包括抵抗长期气候作用的能力、抵抗各种介质侵蚀的能力（包括水、硫酸盐、氯盐、弱酸等）、抗碳化性能、抵抗温度变化的能力（包括高温和冻融作用）等。

(1) 工作性 工作性是指加水搅拌好的砂浆在工程施工中的难易程度。预拌砂浆的工作性是预拌砂浆最重要、最基本的性能，工作性的好坏直接决定着预拌砂浆是否能够应用到工程中。预拌砂浆工作性是其施工性能的主要体现。不同种类的预拌砂浆，其工作性能好坏的判断依据并不相同。一般而言，根据砂浆可施工的难易程度，可把工作性能分为差、较差、较好、好四个等级。工作性能没有明确的衡量指标，主要是根据实际操作中的感觉来区分。例如，在抹灰砂浆施工时，把难以涂抹在墙体上，或者涂抹在墙体上后很快就会脱落的抹灰砂浆定义为工作性差；把可以涂抹在墙体上，但涂抹厚度较小，且涂抹后会有部分脱落，材料浪费较大，或者由于滑移而不适宜大面积施工的抹灰砂浆定义为工作性较差；可以较容易地涂抹在墙体上，施工厚度达到要求，几乎无脱落滑移，但仍有材料浪费的抹灰砂浆定义为工作性较好；可以容易地涂抹在墙体上，施工厚度能达到要求，无脱落滑移，且无材料浪费现象的抹灰砂浆定义为工作性好。

虽然工作性没有具体的定量的衡量标准，但其可以通过其他物理力学性能来间接衡量和表征。针对于普通预拌砂浆，例如砌筑砂浆和抹灰砂浆，稠度和分层度的大小、泌水性的好坏可以用来衡量其工作性的好坏。而针对于特种预拌砂浆，例如陶瓷墙地砖胶黏剂、填缝剂、自流平材料、灌浆材料

等，则工作性通常用流动度、保水性、黏聚性等来衡量。

(2) 稠度 砂浆稠度表示砂浆的稀稠程度，是反映砂浆工作性的参数之一。砂浆中加水太多就变稀，砂浆太稀涂抹时易流淌；砂浆中加水太少就变稠，砂浆太稠涂抹时则不易抹平。因此，针对于不同种类、不同使用场合的预拌砂浆，通常调节其加水量来达到稠度适中的目的。砂浆稠度的测定参照 JGJ/T 70—2009《建筑砂浆基本性能试验方法标准》进行，工地上可采用简易测定砂浆稠度的方法，将单个圆锥体的尖端与实际表面相接触，然后放手让圆锥体自由沉入砂浆中，取出圆锥体用尺直接量出沉入的垂直深度（以 cm 计），即为砂浆的稠度。

(3) 流动度 流动度是指一定量的加水搅拌好的预拌砂浆经过振捣振动后的扩展范围。流动度与稠度均是反映预拌砂浆工作性的参数，两者之间既有联系，但又并不呈现出同步变化的规律。预拌砂浆的稠度大并不一定代表砂浆的流动度大，反之亦然。大量研究和工程实践表明，一般情况下，预拌砂浆加水搅拌后，其流动度在 160~180mm 之间时，工作性相对较好，易于进行施工操作，预拌砂浆的流动度通常可参照 GB/T 2419—2005《水泥胶砂流动度测定方法》进行测定。

相比于普通预拌砂浆而言，自流平材料、灌浆材料等一些特种预拌砂浆则常对流动度性能有明确要求，例如水泥基地面自流平材料，其初始流动度和搅拌好 20min 后的流动度均要求不小于 130mm；而灌浆材料的初始流动度和搅拌好 30min 后的流动度则分别要求大于等于 260mm 和 230mm。其他一些特种预拌砂浆例如瓷砖胶黏剂、瓷砖填缝剂、界面处理剂等，其流动度虽没有明确的指标要求，但也通常用流动度来衡量其工作性。针对如自流平材料、灌浆材料等特殊品种的预拌砂浆，也具有特定的测定方法。例如自流平材料，其流动度测试则是通过测定搅拌好的材料经一定时间扩展后的直径来衡量，具体测定方法可见 JC/T 985—2005《地面用水泥基自流平砂浆》。

(4) 保水性 砂浆保水性是指砂浆能保持水分的能力，也是衡量新拌砂浆在运输以及停放时内部组分稳定的性能指标。保水性不好的砂浆，在运输和存放过程中容易泌水离析，即水分浮在上面，砂和水泥沉在下面，使用前必须重新搅拌。在涂抹过程中，保水性不好的砂浆中的水分容易被墙体材料吸去，使砂浆过于干稠，涂抹不平，同时由于砂浆过多失水会影响砂浆的正常凝结硬化，降低了砂浆与基层的黏结力以及砂浆本身的强度。

砂浆的保水性可用分层度或保水率两个指标来衡量，分层度和保水率参照 JGJ/T 70—2009《建筑砂浆基本性能试验方法标准》进行检测。分层度常作为衡量普通砌筑砂浆和抹灰砂浆保水性好坏的参数，分层度越小，说明

水泥砂浆的保水性越好，稳定性越好；分层度越大，则水泥砂浆泌水离析现象严重，保水性越差，稳定性越差。一般而言，普通水泥砌筑砂浆的分层度要求在 10~30cm 之间，而抹灰砂浆则对保水性要求相对较高，分层度应不大于 20mm。原因在于，就普通预拌砂浆而言，分层度 >30mm 的砂浆由于产生离析，保水性差；而分层度只有几毫米的砂浆，虽然上下层无分层现象，保水性好，但这种情况往往是胶凝材料用量过多，或者砂子过细，砂浆硬化后会干缩很大，尤其不适宜用作抹灰砂浆。保水率多用于衡量除上述两种预拌砂浆外的预拌砂浆保水性好坏，是特种预拌砂浆保水性的量化指标。砂浆保水率大，则砂浆保水性好；砂浆保水率小，则砂浆保水性差。

(5) 体积密度 预拌砂浆体积密度是指单位体积内预拌砂浆的质量，其单位是 kg/m^3 或 g/cm^3 ，包括新拌砂浆体积密度和硬化砂浆体积密度两个方面。新拌砂浆体积密度是指加水拌和好的预拌砂浆浆体单位体积内的质量；硬化砂浆体积密度是指经过一定龄期养护预拌砂浆硬化干燥后，其单位体积内的质量。表观密度则是指预拌砂浆质量与表观体积之比，表观体积是指材料排开水的体积（包括内分闭孔的体积），包括湿表观密度和干表观密度两个方面。湿表观密度是指新拌和好的预拌砂浆单位体积内的质量，等同于新拌砂浆的体积密度。干表观密度则是指预拌砂浆硬化规定龄期后，再经过烘干干燥恒重后单位体积内的质量。预拌砂浆体积密度与其力学性能密切相关，具有非线性正相关性。

为了保证工程质量和使用安全，部分种类的预拌砂浆对体积密度性能指标也具有明确的要求。例如，混凝土空心小砌块用砌筑砂浆，其新拌体积密度要求不小于 $1900\text{kg}/\text{m}^3$ ，而 EPS 粒子保温砂浆的湿表观密度则要求不大于 $420\text{kg}/\text{m}^3$ ，干表观密度则控制在 $180\sim 250\text{kg}/\text{m}^3$ 之间。就保温砂浆而言，其体积密度的大小不但与其力学性能密切相关，而且还直接影响保温砂浆热导率的大小，决定着其保温效果的好坏。在一定范围内，体积密度与热导率呈现出正相关性，体积密度越小，保温砂浆热导率越小，反之亦然。

(6) 凝结时间和可操作时间 预拌砂浆凝结时间是指预拌砂浆从加水拌和到具有一定强度的时间间隔，可分为初凝时间和终凝时间，初凝时间是指从预拌砂浆加水拌和到预拌砂浆刚开始失去塑性的时间间隔，终凝时间是指从预拌砂浆加水拌和到预拌砂浆完全失去塑性的时间间隔。可操作时间则是指预拌砂浆加水搅拌好后到仍能施工而不影响其性能的最长时间间隔。普通预拌砂浆，例如砌筑砂浆和抹灰砂浆，其凝结时间的测定常采用贯入阻力法，主要参照 JGJ/T 70—2009《建筑砂浆基本性能试验方法标准》进行测试。

不同种类预拌砂浆对凝结时间（或可操作时间）的要求并不相同，其具体时间要求一般根据工程需要和使用特点而定。水泥基灌浆材料的凝结时间（初凝时间）则要求 $\geq 120\text{min}$ ；水泥基装饰砂浆的可操作时间则应在 30min 以上；缓凝型无机防水堵漏材料初凝时间 $\geq 10\text{min}$ 、终凝时间 $\leq 360\text{min}$ ，而促凝型无机防水堵漏材料初凝时间则要求在 $2\sim 10\text{min}$ 之间、终凝时间 $\leq 15\text{min}$ 。在一些地方标准中还针对于不同的预拌砂浆凝结时间做了不同要求，例如在江苏省 DGJ32/J13—2005《预拌砂浆技术规程》中，明确提出了预混砌筑砂浆、抹灰砂浆和地面砂浆的凝结时间应 $\leq 10\text{h}$ ，而预拌砌筑砂浆和抹灰砂浆则分了 $\leq 8\text{h}$ 、 12h 和 24h 三个级别，预拌地面砂浆凝结时间则分为 $\leq 4\text{h}$ 和 8h 两个级别。膨胀聚苯板薄抹灰外墙外保温系统用的胶黏剂和抹面砂浆的可操作时间则要求在 $1.5\sim 4\text{h}$ 之间。

(7) 吸水性 预拌砂浆吸水性是指硬化预拌砂浆吸收水分的能力，一般用单位质量（或单位面积）的砂浆吸水达到饱和时的吸水量或一定时间内单位面积砂浆吸水量（或吸水率）来描述。吸水性指标对于抹面砂浆、防水砂浆等有防水要求的预拌砂浆尤其重要，吸水量大小直接影响着水泥砂浆的防水效果。根据预拌砂浆的使用特点和工程需要，相关标准中对其吸水量做了明确的限定。例如，在薄抹灰外墙外保温系统中，要求系统 24h 的吸水量应不大于 $500\text{g}/\text{m}^2$ ，其实质也即是要求保温系统用抹面砂浆的吸水量应不大于 $500\text{g}/\text{m}^2$ ；外墙建筑用腻子的 10min 内吸水量要求不大于 2g ；水泥基饰面砂浆 30min 和 240min 的吸水量则分别要求不大于 2g 和 5g 。瓷砖填缝剂的 30min 和 240min 的吸水量则分别要求不大于 5g 和 10g 。防水砂浆在用于地下防水工程时其吸水率应小于 3% ，使用于其他工程时，其吸水率应小于 5% 。

(8) 含气量 含气量是指单位体积的新拌预拌砂浆内含有的气体体积含量。新拌预拌砂浆尤其是聚合物改性预拌砂浆中常会含有一定的气体。含气量对预拌砂浆施工性、需水量、保水性、体积密度以及力学性能、耐久性能都有一定影响，是反映砂浆性能的重要指标之一。适量的含气量可以提高预拌砂浆的工作性和和易性，提高预拌砂浆的抗冻性、抗水渗性及一些其他性能；但含气量大时，预拌砂浆中大气泡增多，会导致预拌砂浆抗压强度、抗渗压力、黏结强度降低，并增大预拌砂浆的干燥收缩。由于大多数种类的聚合物均会向预拌砂浆中引入一定量的气体，从而影响着预拌砂浆的各种性能。

含气量的测定方法和仪器根据砂浆种类的不同而不同，普通预拌砂浆，例如砌筑砂浆和抹灰砂浆大多是参照混凝土含气量的测定方法和仪器进行测

定；而添加了有机添加剂的特种预拌砂浆含气量则通常利用专门的砂浆含气量测定仪来测定，目前我国还未有相关标准，主要是参照国外标准例如英国标准 BS EN1015.7—1999 进行测定。

(9) 收缩性 收缩性是指预拌砂浆加水拌和好以及硬化阶段，抵抗其体积变形的能力。预拌砂浆的收缩一般可以分为硬化前的塑性收缩和硬化后的干燥收缩两个阶段。接下来以常用的水泥砂浆为例进行说明。

① 塑性收缩性。水泥砂浆塑性收缩一般是指水泥砂浆在浇筑成形后，由于水与水泥颗粒的亲润性，水分蒸发时水泥砂浆面层毛细管中形成凹液面，其凹液面上表面张力的垂直分量形成了对管壁间材料的拉应力，此时水泥砂浆处于塑性阶段，其自身的塑性抗拉强度较低，若其表面层毛细管失水收缩产生的拉应力 $\sigma_{\text{毛细管}}$ 与水泥砂浆塑性抗拉强度 $f_{\text{塑}}$ 满足式 (1-1)：

$$\sigma_{\text{毛细管}} > f_{\text{塑}} \quad (1-1)$$

则水泥砂浆表面层将会出现开裂的现象。

② 干燥收缩性。干燥收缩性则是指水泥砂浆硬化干燥后，由于失水、化学反应引起的水泥砂浆体积的变化。其是用来评价水泥砂浆在工程应用过程中，其体积稳定性的重要性能指标，一般用线性收缩率来表示。预拌砂浆干燥收缩率测定一般是参照 JC/T 603—2004《水泥胶砂干缩试验方法》进行的。为了工程使用安全和工程质量，一般均要求预拌砂浆具有较小的干燥收缩率，甚至有所膨胀。例如，砌筑砂浆、抹灰砂浆和地面砂浆的 28d 收缩率一般要求应不大于 0.50%，有些地方标准甚至要求其 28d 线性收缩率不大于 0.30%；防水砂浆的 28d 线性收缩率应不大于 0.50%；地面用水泥基自流平材料的线性变化率要求在 -0.15%~+0.15% 之间；瓷砖填缝剂的 28d 线性收缩率应不大于 0.1%；水泥基灌浆材料就要求其 1d 的竖向膨胀率应不小于 0.02%。

(10) 抗压强度 抗压强度是指预拌砂浆表面抵抗压应力的能力，一般用预拌砂浆养护规定龄期后的单位面积上能抵抗的最大压应力来表示，单位为 MPa。不同类型的预拌砂浆，其抗压强度测试方法不同，其抗压强度性能指标要求也不相同。一般而言，砌筑砂浆、抹灰砂浆、地面砂浆以及保温砂浆等通常是采用 70.7mm×70.7mm×70.7mm 的立方体试块来进行抗压强度测试。而其他类型的预拌砂浆抗压强度测定则通常是采用 40mm×40mm×160mm 的棱柱体，按照水泥胶砂抗压强度测定方法来进行的。

(11) 抗折强度 预拌砂浆抗折强度是指砂浆单位面积承受弯矩时的极限折断应力，通常是参照 GB/T 17671—1999《水泥胶砂强度检验方法》，采用 40mm×40mm×160mm 的棱柱体进行三点弯曲试验。预拌砂浆中对其