
第5章 砂浆 Chapter5 Mortar

第5章 砂浆

本章知识点

- 【知识点】建筑砂浆的基本组成，建筑砂浆的种类和用途。
- 【重点】砂浆与混凝土的区别。

砂浆

砂浆是以胶凝材料、细骨料、掺加料（可以是矿物掺合料、石灰膏、电石膏、黏土膏等一种或多种）和水等为主要原料进行拌合，硬化后具有强度的工程材料。砂浆的种类见表4-36。

砂浆的分类

表 4-36

分类依据	砂浆种类
所用胶凝材料	水泥砂浆、石灰砂浆、混合砂浆（水泥+石灰）、石膏砂浆、聚合物砂浆等
功能与用途	砌筑砂浆、抹面砂浆、装饰砂浆、修补砂浆、特种砂浆等
生产形式	现场拌制砂浆、预拌砂浆（预拌湿砂浆和预拌干砂浆）

5.1 砂浆的组成材料

砂浆中除不含粗骨料外，其他材料与混凝土基本一样，因此砂浆也称为**无粗骨料混凝土**。

第5章 砂浆

Chapter5 Mortar

5.2 砌筑砂浆

5.2 Masonry mortar

5.2 砌筑砂浆

能将砖、石及砌块粘结成为砌体的砂浆称为**砌筑砂浆**。砌筑砂浆是砌体的重要组成部分，在砌体中起**粘结砌块、传递荷载、协调变形**的作用。



砌筑砂浆

5.2 砌筑砂浆

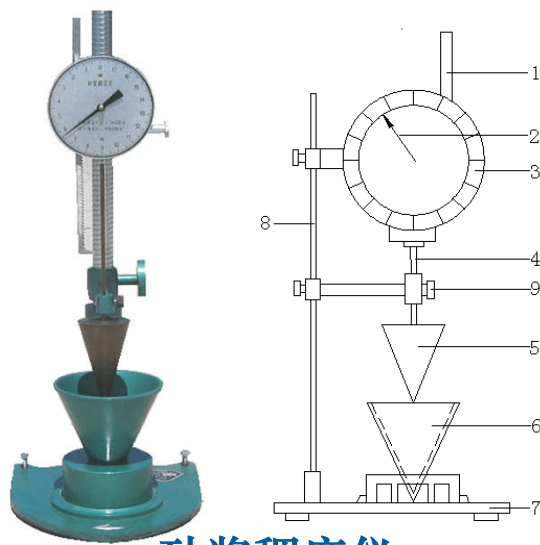
1. 砌筑砂浆的主要技术性质

(1) 砂浆的和易性

新拌砂浆的和易性包括流动性、保水性两个方面。

流动性是指砂浆在自重或外力的作用下产生流动的性质。

砂浆的流动性与胶凝材料种类与用量、用水量、砂的质量、搅拌与放置时间、环境温湿度等因素有关。



砂浆稠度仪

砂浆的流动性用**稠度**来表示，实验室中用砂浆稠度仪通过测定其稠度值（沉入量），进而评价其流动性；工程中可根据经验评价、控制砂浆的流动性。

5.2 砌筑砂浆

砂浆流动性的选择与砌体材料的种类、施工时的气候条件和施工方法等情况有关。一般情况下，对于多孔吸水的砌体材料和干热的天气，砂浆的流动性应大些；而密实不吸水的材料和湿冷的天气，其流动性应小些。砂浆的流动性选择见表4-37。

砂浆流动性选用表（沉入量mm）表 4-37

砌体种类	干燥气候	寒冷气候	抹灰工程	机械施工	手工操作
烧结普通砖砌体	80~90	70~80	准备层	80~90	110~120
石砌体	40~50	30~40	底层	70~80	70~80
普通混凝土空心砌块	60~70	50~60	面层	70~80	90~100
轻骨料混凝土砌块	70~90	60~90	石膏浆面层	—	90~120

5.2 砌筑砂浆

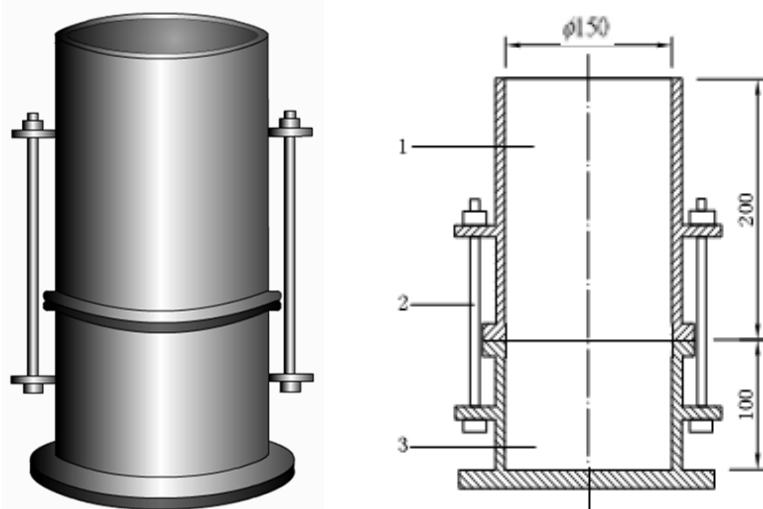
砂浆的保水性是指新拌砂浆保持水分的能力，它也反映了砂浆中各组分材料不易分离的性质。

保水性不良的砂浆，在施工过程中，砂浆很容易出现泌水和分层离析现象，使流动性变差，难易铺成均匀的砂浆层，使砌体的砂浆饱满度降低。另外，保水性不良的砂浆在砌筑时，砂浆中的水分容易被砖、石等砌体材料快速吸收，影响胶凝材料的正常硬化，不但降低砂浆本身的强度，而且使砂浆与砌体材料的粘结度降低，从而降低砌体的质量。

影响砂浆保水性的主要因素：胶凝材料的种类及用量、掺加料的种类及用量、砂的质量及外加剂的品种和掺量等。

5.2 砌筑砂浆

砂浆的保水性用分层度测量仪来检验和评定。



砂浆分层度测定仪

保水性良好的砂浆，其分层度值较小，砌筑砂浆的分层度值以10~20mm为宜。保水性大于30mm的砂浆，其保水性差，容易离析，不能保证施工质量；分层度接近零的砂浆，虽然保水性良好和无分层现象，但胶凝材料用量较多或砂子过细，使得砂浆干缩较大，在硬化过程中容易发生干缩开裂。

5.2 砌筑砂浆

(2) 砂浆的强度等级

砂浆的强度等级是以70.7mm × 70.7mm × 70.7mm的立方体试块，在标准养护条件养护至28d测得的抗压强度平均值而确定。砂浆立方体抗压强度按下式计算，精确至0.1MPa：

$$f_{m.cn} = K \frac{N_u}{A}$$

式中 $f_{m.cn}$ ——立方体抗压强度（MPa）；

N_u ——试件破坏荷载（N）；

A ——试件的受压面积（mm²）；

K ——换算系数，取1.35。



砂浆的强度分为M2.5、M5、M7.5、M10、M15和M20六个等级。

5.2 砌筑砂浆

(3) 砂浆的粘结力与变形

砂浆的粘结力是影响砌体抗剪强度、耐久性、稳定性，乃至工程抗震能力和抗裂性的基本因素之一。砂浆的抗压强度越高，其粘结力越大。另外，砂浆的粘结力与基层材料的表面形状、清洁程度、润湿情况及施工养护等条件有关。

砂浆在承受荷载或在温度条件变化时，均会产生变形，如果变形过大或者不均匀，将会引起砌体沉降或开裂。若使用轻骨料拌制砂浆或混合料掺量太多，也会引起砂浆收缩变形过大。

(4) 砂浆的耐久性

影响砂浆耐久性的因素与混凝土大致相同，由于砂浆一般不振捣，所以施工质量对砂浆的耐久性具有明显影响。

5.2 砌筑砂浆

2. 砌筑砂浆配合比设计

(1) 混合砂浆配合比设计

①确定砂浆试配强度 ($f_{m,0}$)

$$f_{m,0} = f_2 + 0.645\sigma \quad (4-31)$$

式中 $f_{m,0}$ ——砂浆的试配强度 (MPa) ；

f_2 ——砂浆设计强度，即砂浆抗压强度平均值 (MPa) ；

σ ——砂浆现场强度标准差，按下式计算：

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n f_{m,i}^2 - N\mu_{fm}^2}{N-1}} \quad (4-32)$$

式中 $f_{m,i}$ ——统计周期内同一品种砂浆第*i*组试件的强度 (MPa) ；

5.2 砌筑砂浆

μ_{fm} ——统计周期内同一品种砂浆N组试件强度平均值（MPa）；

N ——统计周期内同一品种砂浆试件的总组数， $N \geq 25$ 。

当不具有近期统计资料时，砂浆强度标准差可按表4-38选用。

砂浆强度标准差选用值（MPa） 表 4-38

施工水平	砂浆强度等级					
	M2.5	M5	M7.5	M10	M15	M20
优良	0.50	1.00	1.50	2.00	3.00	4.00
一般	0.62	1.25	1.88	2.50	3.75	5.00
较差	0.75	1.50	2.25	3.00	4.50	6.00

②计算单位立方米砂浆中的水泥用量（ Q_c ）

$$Q_c = \frac{1000(f_{m,0} - B)}{Af_{ce}} \quad (4-33)$$

5.2 砌筑砂浆

式中 Q_c ——单位立方米砂浆的水泥用量 (kg) ；

$f_{m,0}$ ——砂浆的试配强度 (MPa) ；

f_{ce} ——水泥的实测强度 (MPa) 。当现场无法取得 f_{ce} 时， f_{ce} 可按 (4-7) 式计算；

A 、 B ——砂浆特征系数， $A=3.03$ 、 $B=-15.09$ ，各地区也可使用本地区试验资料确定的砂浆特征系数 A 、 B 值，统计用试验组数不少于30组。

当计算得到的单位立方米砂浆中水泥用量不足 200 kg/m^3 时，应按 200 kg/m^3 采用。

③计算单位立方米砂浆中的掺加料用量 (Q_D)

5.2 砌筑砂浆

$$Q_D = Q_A - Q_C \quad (4-34)$$

式中 Q_D ——单位立方米砂浆的掺加料用量 (kg) 。石灰膏、黏土膏使用时的稠度为 $120 \pm 5\text{mm}$;

Q_C ——单位立方米砂浆的水泥用量 (kg) ;

Q_A ——单位立方米砂浆的胶结料和掺加料的总量 (kg) , 一般在 $300 \sim 350\text{kg}$ 之间。

④确定单位立方米砂浆中的砂用量 (Q_S)

单位立方米砂浆中的砂用量, 按干燥状态 (含水率 $< 0.5\%$) 下的堆积密度值, kg。

⑤确定单位立方米砂浆的用水量 (Q_W)

5.2 砌筑砂浆

单位立方米砂浆中的用水量，根据砂浆稠度要求选用240～310 kg，并通过试验确定。混合砂浆中的用水量，不包括石灰膏或黏土膏中的水；当采用细砂或粗砂时，用水量分别取上限或下限；当稠度 $\leq 70\text{mm}$ 时，用水量可小于下限；施工现场气候炎热或干燥季节，可酌量增加用水量。

(2) 水泥砂浆配合比选用

配制水泥砂浆时的各材料用量可按表4-40选用。

单位立方米水泥砂浆的材料用量（kg） 表 4-40

砂浆强度等级	水泥用量	砂用量	用水量
M2.5～M5	200～230	1m ³ 干砂的堆积密度值	270～330
M7.5～M10	220～280		
M15	280～340		
M20	340～400		

5.2 砌筑砂浆

表4-40中的水泥强度等级为32.5级，当水泥强度等级大于32.5级时，水泥用量宜取下限；当采用细砂或粗砂时，用水量分别取上限或下限；当砂浆稠度70mm时，用水量可小于下限；当施工现场气候炎热或在干燥季节，可酌量增加用水量；试配强度应按《砌筑砂浆配合比设计规程》计算。

(3) 配合比试配与确定

采用工程中实际使用的材料和相同的搅拌方法，按照上述计算或查表选用的配合比进行试拌，测定砂浆拌合物的稠度和分层度。当测得的稠度和分层度不能满足要求时，调整材料用量，直到符合要求为止。此时的配合比为砂浆的基准配合比。

5.2 砌筑砂浆

为了测定砂浆的强度是否满足设计要求，试配时至少采用三个不同的配合比，其中一个为基准配合比，另外两个配合比的水泥用量按基准配合比分别增加、减少10%，在保证砂浆稠度及分层度合格的条件下，可将用水量和掺加料用量作相应调整。然后按国家现行标准《砌筑砂浆基本性能试验方法》JGJ70的规定成型试件，测定砂浆强度等级，并选定符合强度要求的且水泥用量最低的配合比作为砂浆配合比。

砂浆配合比以各材料用量的比例形式表示。

当砂浆原材料有变更时，已确定的砂浆配合比须重新通过试验确定。

5.2 砌筑砂浆

【例题4-3】某砖砌墙体要求使用强度等级为M10、稠度为70~80mm的水泥石灰混合砂浆，配制该砂浆选用水泥实测强度为32.5MPa的普通水泥，石灰膏稠度为100mm，实际含水率为2%的中砂，干砂的堆积密度为1480kg/m³，施工水平一般，求砂浆试配时的配合比。

【解】据题意知： $f_2=10\text{MPa}$ ， $f_{ce}=32.5\text{ MPa}$ ，查表4-37得标准差为2.50MPa。

① 计算砂浆的试配强度

$$\begin{aligned} f_{m,0} &= f_2 + 0.645\sigma \\ &= 10 + 0.645 \times 2.50 = 11.6\text{MPa} \end{aligned}$$

② 计算单位立方米砂浆中的水泥用量

5.2 砌筑砂浆

$$Q_c = \frac{1000(f_{m,0} - B)}{Af_{ce}} = \frac{1000(11.6 + 15.09)}{3.03 \times 32.5} = 271 \text{ kg}$$

③ 计算单位立方米砂浆中的石灰膏用量

$$Q_D = Q_A - Q_C = 300 - 271 = 29 \text{ kg}$$

将石灰膏稠度100mm换算为稠度为120mm，查表4-38知换算系数为0.97，此时石灰膏用量为：29×0.97=28 (kg)

④ 计算单位立方米砂浆中的砂用量

$$Q_S = 1480 \times (1 + 0.02) = 1510 \text{ kg}$$

⑤ 确定单位立方米砂浆的用水量

单位立方米砂浆的用水量选用300kg，经试验符合要求。

5.2 砌筑砂浆

⑥ 确定砂浆试配时的配合比

根据以上步骤的计算，满足该工程的砂浆试配配合比为：

$$\begin{aligned}\text{水泥} : \text{石灰膏} : \text{砂} : \text{水} &= 271 : 28 : 1510 : 300 \\ &= 1 : 0.10 : 5.57 : 1.11\end{aligned}$$



下面的各项指标中，（ ）是描述砂浆流动性的指标

- ☐ A 坍落度
- ☒ B 稠度
- ☐ C 分层度
- ☐ D 针入度

下面的各项指标中，（ ）是描述砂浆保水性的指标

- ☐ A 坍落度
- ☐ B 稠度
- ☒ C 分层度
- ☐ D 针入度

【一级建筑2017】砌筑砂浆强度等级不包括()。

☒ A M2.5

☐ B M5

☐ C M7.5

☐ D M10

不同基层的砂浆强度

把相同配比的砂浆分别抹在加气混凝土砌块及陶瓷玻化砖表面，从图A和图B中可见，经半分钟后，于加气混凝土砌块表面的砂浆已变得相当干硬；而于陶瓷玻化砖表面的砂浆则仍相当润湿。请讨论砂浆的水灰比对其强度的影响。



图A 陶瓷玻化砖表面的砂浆



图B 加气混凝土砌块表面的砂浆



(1) 不吸水基层砂浆强度

砂浆置于致密材料表面上，因基材基本不吸水，砂浆水灰比亦基本不变，故其强度主要取决于胶凝材料的强度及水灰比。

(2) 吸水基层砂浆强度

当基层吸水后，砂浆中保留水分的多少就取决于其本身的保水性，因而具有良好保水性的砂浆，不论拌和时间用多少水，经底层吸水后，保留在砂浆中的水大致相同，而与初始水灰比关系不大。

第5章 砂浆 Chapter5 Mortar

5.3 抹面砂浆 5.3 Fishing mortar

5.3 抹面砂浆

抹面砂浆是粉刷在土木工程建（构）筑物或构件表面上的砂浆的统称，主要起保护与装饰作用。对于抹面砂浆，既要有良好的和易性（以易于抹成均匀平整的薄层），又要有较高的粘结力（以保证砂浆与基面粘结牢固），同时变形应较小（以防止其开裂脱落）。按功能不同，抹面砂浆分为普通抹面砂浆、装饰砂浆和具有特殊功能的抹面砂浆。

1. 普通抹面砂浆

普通抹面砂浆用于室外时，可抵抗风、降水等自然因素以及有害介质的侵蚀，对建筑物或墙体起保护作用；用于室内时，可使基体表面平整、光洁、美观，具有一定的装饰效果。

5.3 抹面砂浆



抹面砂浆

5.3 抹面砂浆

常用抹面砂浆配合比及主要用途

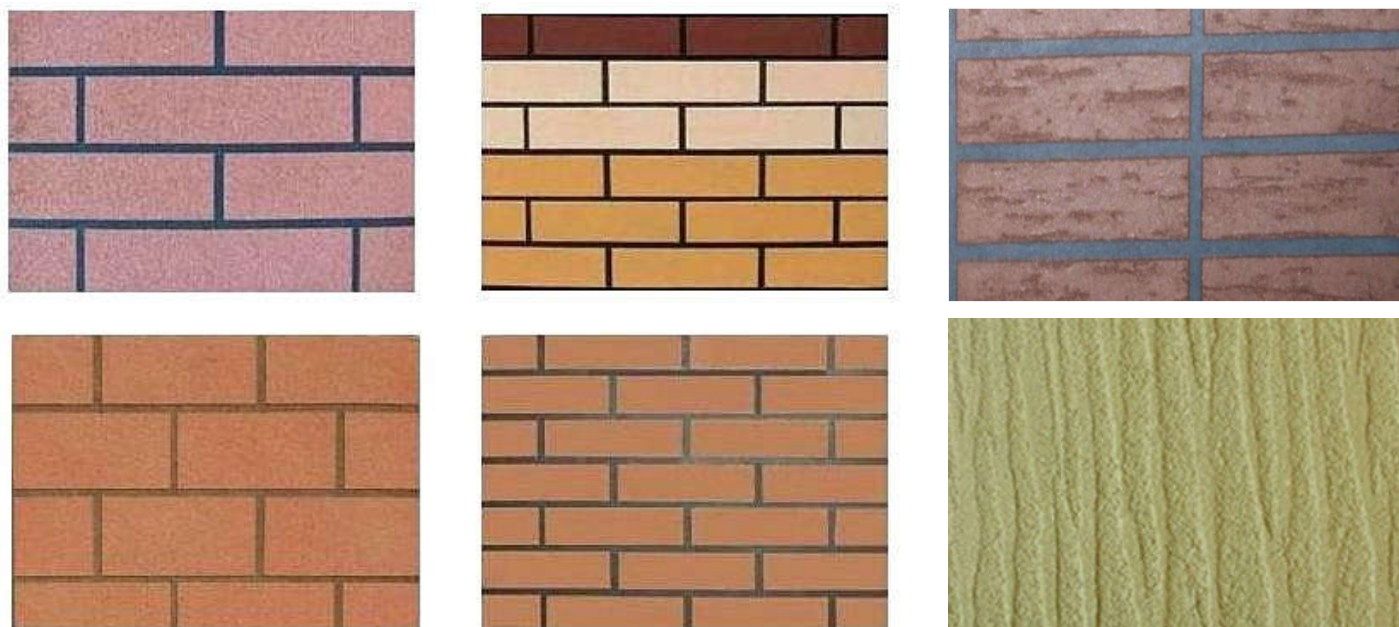
表 4-41

抹面砂浆用材	体积配合比	主要用途
石灰：砂	1：2~1：4	砖墙表面（檐口、勒脚、女儿墙及潮湿房间的墙除外）
石灰：黏土：砂	1：1：4~1：1：8	干燥环境墙表面
石灰：石膏：砂	1：0.4：2~1：1：3	不潮湿房间的墙及天花板
石灰：石膏：砂	1：2：2~1：2：4	不潮湿房间的的线脚及其他装饰工程
石灰：水泥：砂	1：0.5：4.5~1：1：5	檐口、勒脚、女儿墙以及比较潮湿的部位
水泥：砂	1：3~1：2.5	浴室、潮湿车间等墙裙、勒脚或地面基层
水泥：砂	1：2~1：1.5	地面、天棚或墙面面层
水泥：砂	1：0.5~1：1	混凝土地面随时压光
水泥：石膏：砂：锯末	1：1：3：5	吸音粉刷
水泥：白石子	1：2~1：1	水磨石（打底用1：2.5水泥砂浆）
水泥：白石子	1：1.5	剁假石（打底用1：2~1：2.5水泥砂浆）
白灰：麻刀	100：2.5（质量比）	板条天棚底层
石灰膏：麻刀	100：1.5（质量比）	板条天棚面层

5.3 抹面砂浆

2. 装饰砂浆

装饰砂浆是指粉刷在建筑物内外表面的具有美化装饰效果的抹面砂浆。装饰砂浆所采用的胶凝材料主要使用白色水泥、彩色水泥或在常用水泥中掺加耐碱矿物颜料，使表面呈现不同的色彩、质地、花纹和图案等装饰效果。



装饰砂浆所作的各种饰面

5.3 抹面砂浆

外墙面装饰砂浆的装饰措施与施工方法

表 4-42

装饰措施	施工方法
拉毛	先用水泥砂浆打底层，再用水泥石灰砂浆做面层，在砂浆尚未凝结之前，用抹刀将表面拍拉成凹凸不平的形状
水刷石	用颗粒细小（约5mm）的石渣配置的砂浆做面层，在水泥终凝前，喷水冲刷表面，冲洗掉石渣表面的水泥浆，使石渣外露而不脱落
水磨石	用普通水泥、白水泥、彩色水泥或普通水泥加耐碱颜料拌和各种色彩的大理石石渣做面层，硬化后用机械反复打磨抛光表面而成
干粘石	在抹灰水泥净浆表面粘结彩色石渣和彩色玻璃碎粒而成，分为人工粘结和机械喷粘两种，要求粘结牢固、不掉粒、不露浆。装饰效果与水刷石相同，但施工效率高，且节材节水
斩假石	斩假石也称剁假石或斧剁石，原料和制作工艺与水磨石相同，但表面不打磨抛光，而是在水泥浆硬化后，用斧刀剁毛露出石渣，斩假石的装饰效果与粗面花岗岩相似

第5章 砂浆 Chapter5 Mortar

5.4 其他砂浆 5.4 Other mortars

5.4 其它砂浆

1. 干拌砂浆

干拌砂浆是由水泥、钙质石灰粉或有机胶凝材料、砂、掺合料和外加剂按一定比例混合干拌而成的混合物。干拌砂浆品种多样（有砌筑砂浆、抹面砂浆和修补砂浆）。

干拌砂浆的**技术特点**：可集中生产、施工方便，现场只需加水搅拌即可使用，有利于提高砌筑、抹灰、装饰、修补工程的施工质量，改善砂浆现场施工条件。

干拌砂浆的**强度等级**可分为 M_b5 、 M_b10 、 M_b15 、 M_b20 、 M_b25 、 M_b30 。干拌砂浆可采用手工施工或机械施工，施工时稠度控制在60~80mm、分层度10~20mm。

5.4 其它砂浆

2. 湿拌砂浆

湿拌砂浆是由搅拌站经计量、拌制后，运到工地并在规定时间使用的砂浆。

技术特点：与干拌砂浆相比，湿拌砂浆的质量稳定，可提高效率，有利于文明施工。

5.4 其它砂浆

3. 特种砂浆

(1) 聚合物砂浆



聚合物砂浆是在水泥砂浆中加入有机物乳液（常用的聚合物乳液有氯丁橡胶乳液、丁苯橡胶乳液、丙烯酸树脂乳液等）配制而成的。聚合物砂浆具有粘结力强、干缩率小、脆性低等特性，适用于修补和保护工程。

5.4 其它砂浆

(2) 保温砂浆

保温砂浆是用水泥、石灰、石膏等胶凝材料与膨胀珍珠岩、膨胀蛭石、陶粒、陶砂或聚苯乙烯泡沫颗粒等轻质多孔材料，按一定比例配制的砂浆。保温砂浆具有良好保温隔热能力，导热系数为 $0.07\sim 0.10\text{W/m}\cdot\text{K}$ ，主要用于围护结构和供热管道保温隔热。



保温砂浆

5.4 其它砂浆

(3) 耐酸砂浆

耐酸砂浆是用水玻璃（硅酸钠）与氟硅酸钠为胶凝材料，加入石英岩、花岗岩、铸石等耐酸粉料和细集料拌制而成。

(4) 膨胀砂浆

在水泥砂浆中掺入膨胀剂或使用膨胀水泥即可配制**膨胀砂浆**。膨胀砂浆可补偿水泥砂浆的收缩，防止干缩开裂。

(5) 防射线砂浆

防射线砂浆是在水泥砂浆中掺入钢屑、重晶石粉、重晶石砂而配制的具有防x射线和射线能力的砂浆。

(6) 自流平砂浆

自流平砂浆是指在自重作用下能流平的砂浆。

5.4 其它砂浆



自流平砂浆地面

本章结束