

江苏建科建筑技术培训中心

# 混凝土、砂浆性能



缪汉良 副教授

## 参 培 须 知

- 1、按照现阶段防疫要求，参加面授的学员需持绿色健康码且体温不得高于37.3℃，培训中需全程佩戴口罩，具体要求以培训时当地政府要求为准。
- 2、参培学员应按**课程表**中的内容、时间及要求参加培训。服从教务安排，不得无故缺席、早退，认真做好笔记，课堂上应将手机调至静音或关机状态。
- 3、培训期间须爱护一切公物，禁止在课桌上乱写乱画，如有损坏须照价赔偿。严禁吸烟，不得随地吐痰，不得乱扔纸屑和其它杂物。
- 4、培训期间学员须自行保管好学习资料及财物，如有遗失责任自负。
- 5、学员食宿自理，住宿请按酒店入住要求办理相关手续。
- 6、参培企业**发票现场领取**，能力水平评价期间不予换领发票。
- 7、本期能力水平评价具体时间和准考证打印，请关注**江苏建科建筑技术培训中心网站 <http://jkpx.jsgejc.com/>**。
- 8、会务专用房间：迎宾楼 108 咨询电话：13770773113 田老师
- 9、培训地点：南京市玄武区中山东路 311-1 号，东宫大酒店 贵宾楼 4 楼 太和厅。

### 培训地点区位图



**2020年第二期建设工程质量检测技术培训课程表**

日 期	时 间		培训方式	培训项目	授课老师
11.08 周日	全天	9:30 ~17:30	报到、办理相关手续，领取培训讲义		
11.09 周一	上午	8:30~11:30	面授培训	门窗	李磊
	下午	13:00~15:00	面授培训	混凝土掺加剂	高敏洁
		15:00~18:00	面授培训	砂、石常规	周恩飞
11.10 周二	上午	8:30~11:30	面授培训	桥梁橡胶支座	胥明
	下午	13:00~16:00	面授培训	预应力用材、锚夹具、波纹管	胥明
		16:00~18:00	面授培训	简易土工	杜兆金
11.11 周三	上午	8:30~11:30	面授培训	幕墙、门窗节能检测	姜美琴
	下午	13:00~17:00	面授培训	钢筋混凝土用钢材	贾欣
11.12 周四	上午	8:00~12:00	面授培训	混凝土、砂浆性能	缪汉良
	下午	13:00~15:00	面授培训	粘钢碳纤维加固检测	李利群
		15:00~18:00	面授培训	钢结构焊缝质量	黄勇
11.13 周五	上午	8:30~11:30	面授培训	水泥物理力学性能	沈东明
	下午	13:00~15:00	面授培训	沥青	刘艳沙
		15:00~18:00	面授培训	沥青混合料	刘艳沙
11.23~11.30	全天	8:30 ~17:30	网络培训	门窗	李磊
			网络培训	混凝土掺加剂	高敏洁
			网络培训	砂、石常规	周恩飞
			网络培训	桥梁橡胶支座	胥明
			网络培训	预应力用材、锚夹具、波纹管	胥明
			网络培训	简易土工	杜兆金
			网络培训	幕墙、门窗节能检测	姜美琴
			网络培训	钢筋混凝土用钢材	贾欣
			网络培训	混凝土、砂浆性能	缪汉良
			网络培训	粘钢碳纤维加固检测	李利群
			网络培训	钢结构焊缝质量	黄勇
			网络培训	水泥物理力学性能	沈东明
			网络培训	沥青	刘艳沙
			网络培训	沥青混合料	刘艳沙

备注：请各位参培学员按课程表分班班次参加培训。

## 目 录

<b>第一部分 混凝土性能补充讲义.....</b>	<b>1</b>
一、普通混凝土配合比设计规程（摘自《普通混凝土配合比设计规程》JGJ55--2011） .....	1
二、混凝土抗渗性（摘自《普通混凝土长期性能和耐久性能试验方法标准》GB/T50082-2009） .....	14
三、混凝土拌合物性能试验方法.....	17
四、混凝土物理力学性能试验方法标准 GB/T50081-2019.....	22
 <b>第二部分 砂浆性能补充讲义.....</b>	 <b>23</b>
一、建筑砂浆基本性能试验方法.....	23
二、砌筑砂浆配合比设计规程（摘自《砌筑砂浆配合比设计规程》JGJ/T98-2010） .....	27





# 混凝土、砂浆性能

## 第一部 混凝土性能补充讲义

### 一、普通混凝土配合比设计规程（摘自《普通混凝土配合比设计规程》JGJ55--2011）

#### 3 基本规定

**3.0.1** 混凝土配合比设计应满足混凝土拌合物性能、力学性能和耐久性能的设计要求。混凝土拌合物性能、力学性能和耐久性能的试验方法应分别符合现行国家标准《普通混凝土拌合物性能试验方法标准》GB/T50080、《普通混凝土力学性能试验方法标准》GB/T50081 和《普通混凝土长期性能和耐久性能试验方法标准》GB/T50082 的规定。

**3.0.2** 混凝土配合比设计应采用工程实际使用的原材料，并应满足国家现行标准的有关要求；配合比设计应以干燥状态骨料为基准，细骨料含水率应小于 0.5%，粗骨料含水率应小于 0.2%。

**3.0.3** 混凝土的最大水胶比应符合《混凝土结构设计规范》GB50010 的规定。

**3.0.4** 除配制 C15 及其以下强度等级的混凝土外，混凝土的最小胶凝材料用量应符合表 3.0.4 的规定。

表 3.0.4 混凝土的最小胶凝材料用量

最大水胶比	最小胶凝材料用量(kg/m <sup>3</sup> )		
	素混凝土	钢筋混凝土	预应力混凝土
0.60	250	280	300
0.55	280	300	300
0.50	320		
≤0.45	330		

**3.0.5** 矿物掺合料在混凝土中的掺量应通过试验确定。钢筋混凝土中矿物掺合料最大掺量宜符合表 3.0.5-1 的规定；预应力钢筋混凝土中矿物掺合料最大掺量宜符合表 3.0.5-2 的规定。对基础大体积混凝土，粉煤灰、粒化高炉矿渣粉和复合掺合料的最大掺量可增加 5%。采用掺量大于 30% 的 C 类粉煤灰的混凝土应以实际使用的水泥和粉煤灰掺量进行安定性检验。

表 3.0.5-1 钢筋混凝土中矿物掺合料最大掺量

矿物掺合料种类	水胶比	最大掺量 (%)	
		采用硅酸盐水泥	采用普通硅酸盐水泥
粉煤灰	$\leq 0.40$	45	35
	$> 0.40$	40	30
粒化高炉矿渣粉	$\leq 0.40$	65	55
	$> 0.40$	55	45
钢渣粉	—	30	20
磷渣粉	—	30	20
硅灰	—	10	10
复合掺合料	$\leq 0.40$	65	55
	$> 0.40$	55	45

- 注：1 采用其他通用硅酸盐水泥时，宜将水泥混合材掺量20% 以上的混合材量计入矿物掺合料；
- 2 复合掺合料各组分的掺量不宜超过单掺时的最大掺量；
- 3 在混合使用两种或两种以上矿物掺合料时，矿物掺合料总掺量应符合表中复合掺合料的规定。

表 3.0.5-2 预应力钢筋混凝土中矿物掺合料最大掺量

矿物掺合料种类	水胶比	最大掺量 (%)	
		采用硅酸盐水泥	采用普通硅酸盐水泥
粉煤灰	$\leq 0.40$	35	30
	$> 0.40$	25	20
粒化高炉矿渣粉	$\leq 0.40$	55	45
	$> 0.40$	45	35
钢渣粉	—	20	10
磷渣粉	—	20	10
硅灰	—	10	10
复合掺合料	$\leq 0.40$	55	45
	$> 0.40$	45	35

- 注 1 采用其他通用硅酸盐水泥时，宜将水泥混合材掺量20% 以上的混合材量计入矿物掺合料；
- 2 复合掺合料各组分的掺量不宜超过单掺时的最大掺量；
- 3 在混合使用两种或两种以上矿物掺合料时，矿物掺合料总掺量应符合表中复合掺合料的规定。

**3.0.6** 混凝土拌合物中水溶性氯离子最大含量应符合表3.0.6的要求。混凝土拌合物中水溶性氯离子含量应按照现行行业标准《水运工程混凝土试验规程》JTJ 270中混凝土拌合物中氯离子含量的快速测定方法进行测定。

表 3.0.6 混凝土拌合物中水溶性氯离子最大含量

环境条件	水溶性氯离子最大含量（%，水泥用量的质量百分比）		
	钢筋混凝土	预应力混凝土	素混凝土
干燥环境	0.30	0.06	1.00
潮湿但不含氯离子的环境	0.20		
潮湿而含有氯离子的环境、 盐渍土环境	0.10		
除冰盐等侵蚀性物质的腐蚀环境	0.06		

**3.0.7** 长期处于潮湿或水位变动的寒冷和严寒环境、以及盐冻环境的混凝土应掺用引气剂。引气剂掺量应根据混凝土含气量要求经试验确定；掺用引气剂的混凝土最小含气量应符合表 3.0.7 的规定，最大不宜超过 7.0%。

表 3.0.7 掺用引气剂的混凝土最小含气量

粗骨料最大公称粒径（mm）	混凝土最小含气量（%）	
	潮湿或水位变动的寒冷和严寒环境	盐冻环境
40.0	4.5	5.0
25.0	5.0	5.5
20.0	5.5	6.0

注：含气量为气体占混凝土体积的百分比。

**3.0.8** 对于有预防混凝土碱骨料反应设计要求的工程，宜掺用适量粉煤灰或其他矿物掺合料，混凝土中最大碱含量不应大于  $3.0\text{kg/m}^3$ ；对于矿物掺合料碱含量，粉煤灰碱含量可取实测值的 1/6，粒化高炉矿渣粉碱含量可取实测值的 1/2。

## 4 混凝土配制强度的确定

**4.0.1** 混凝土配制强度应按下列规定确定：

1. 当混凝土的设计强度等级小于 C60 时，配制强度应按下式计算：

$$f_{cu,0} \geq f_{cu,k} + 1.645\sigma \quad (4.0.1-1)$$

式中， $f_{cu,0}$ ——混凝土配制强度（MPa）；

$f_{cu,k}$ ——混凝土立方体抗压强度标准值，这里取混凝土的设计强度等级值（MPa）；

$\sigma$ ——混凝土强度标准差（MPa）。

2. 当设计强度等级大于或等于 C60 时，配制强度应按下式计算：

$$f_{cu,0} \geq 1.15f_{cu,k} \quad (4.0.1-2)$$

**4.0.2** 混凝土强度标准差应按照下列规定确定：

1. 当具有近 1 个月~3 个月的同一品种、同一强度等级混凝土的强度资料，且试件组数不小于 30 时，其混凝土强度标准差 $\sigma$ 应按下式计算：

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n f_{cu,i}^2 - n m_{fcu}^2}{n - 1}} \quad (4.0.2)$$

式中， $\sigma$ ——混凝土强度标准差；

$f_{cu,i}$ ——第  $i$  组的试件强度（MPa）；

$m_{fcu}$ —— $n$  组试件的强度平均值（MPa）；

$n$ ——试件组数。

对于强度等级不大于 C30 的混凝土，当 $\sigma$ 计算值不小于 3.0MPa 时，应按式(4.0.2)计算结果取值；当 $\sigma$ 计算值小于 3.0MPa 时， $\sigma$ 应取 3.0MPa。

对于强度等级大于 C30 且小于 C60 的混凝土，当 $\sigma$ 计算值不小于 4.0MPa 时，应按式(4.0.2)计算结果取值；当 $\sigma$ 计算值小于 4.0MPa 时， $\sigma$ 应取 4.0MPa。

2. 当没有近期的同一品种、同一强度等级混凝土强度资料时，其强度标准差 $\sigma$ 可按表 4.0.2 取值。

表 4.0.2 标准差 $\sigma$ 值（MPa）

混凝土强度标准值	$\leq C20$	C25~C45	C50~C55
$\sigma$	4.0	5.0	6.0

## 5 混凝土配合比计算

### 5.1 水胶比

5.1.1 混凝土强度等级不大于 C60 等级时，混凝土水胶比宜按下式计算：

$$W/B = \frac{\alpha_a \cdot f_b}{f_{cu,0} + \alpha_a \cdot \alpha_b \cdot f_b} \quad (5.1.1)$$

式中  $W/B$ ——混凝土水胶比

$\alpha_a$  和  $\alpha_b$ ——回归系数，取值应符合本规程 5.1.2 条的规定；

$f_b$ ——胶凝材料（水泥与矿物掺合料按使用比例混合）28d 胶砂强度（MPa），试验方法应按现行国家标准《水泥胶砂强度检验方法（ISO 法）》GB/T 17671 执行；当无实测值时，可按本规定

5.1.3 确定；

5.1.2 回归系数 $\alpha_a$ 和 $\alpha_b$ 宜按下列规定确定：

1. 根据工程所使用的原材料，通过试验建立的水胶比与混凝土强度关系式来确定；
2. 当不具备上述试验统计资料时，可按表 5.1.2 采用。

表 5.1.2 回归系数 $\alpha_a$ 、 $\alpha_b$ 选用表

系数 \ 粗骨料品种	碎石	卵石
$\alpha_a$	0.53	0.49
$\alpha_b$	0.20	0.13

5.1.3 当胶凝材料28d胶砂抗压强度值( $f_b$ ) 无实测值时，可按式计算：

$$f_b = \gamma_f \gamma_s f_{ce} \quad (5.1.3)$$

式中：  $\gamma_f$ 、 $\gamma_s$ ——粉煤灰影响系数和粒化高炉矿渣粉影响系数，可按表 5.1.3 选用；

$f_{ce}$ ——水泥 28d 胶砂抗压强度（MPa），可实测，也可按本规程第 5.1.4 条选用。

表 5.1.3 粉煤灰影响系数（ $\gamma_f$ ）和粒化高炉矿渣粉影响系数（ $\gamma_s$ ）

种类 \ 掺量（%）	粉煤灰影响系数 $\gamma_f$	粒化高炉矿渣粉影响系数 $\gamma_s$
0	1.00	1.00
10	0.85~0.95	1.00
20	0.75~0.85	0.95~1.00
30	0.65~0.75	0.90~1.00
40	0.55~0.65	0.80~0.90
50	-	0.70~0.85

注：①采用I级、II级粉煤灰宜取上限值；

②采用 S75 级粒化高炉矿渣粉宜取下限值，采用 S95 级粒化高炉矿渣粉宜取上限值，采用 S105 级粒化高炉矿渣粉可取上限值加 0.05。

③当超出表中的掺量时，粉煤灰和粒化高炉矿渣粉影响系数应经试验确定。

5.1.4 当水泥28d胶砂抗压强度( $f_{ce}$ ) 无实测值时，可按式计算：

$$f_{ce} = \gamma_c f_{ce, g} \quad (5.1.4)$$

式中：  $\gamma_c$ ——水泥强度等级值的富余系数，可按实际统计资料确定；当缺乏实际统计资料时，也可按表5.1.4选用；

$f_{ce, g}$ ——水泥强度等级值(MPa)。

表 5.1.4 水泥强度等级值的富余系数( $\gamma_c$ )



水泥强度等级值	32.5	42.5	52.5
富余系数	1.12	1.16	1.10

## 5.2 用水量和外加剂用量

5.2.1 每立方米干硬性或塑性混凝土的用水量 ( $m_{wo}$ ) 应符合下列规定：

1. 混凝土水胶比在 0.40~0.80 范围时，可按表 5.2.1-1 和表 5.2.1-2 选取；
2. 混凝土水胶比小于 0.40 时，可通过试验确定。

表 5.2.1-1 干硬性混凝土的用水量 ( $\text{kg}/\text{m}^3$ )

拌合物稠度		卵石最大公称粒径 (mm)			碎石最大粒径 (mm)		
项目	指标	10.0	20.0	40.0	16.0	20.0	40.0
维勃稠度 (s)	16~20	175	160	145	180	170	155
	11~15	180	165	150	185	175	160
	5~10	185	170	155	190	180	165

表 5.2.1-2 塑性混凝土的用水量 ( $\text{kg}/\text{m}^3$ )

拌合物稠度		卵石最大粒径 (mm)				碎石最大粒径 (mm)			
项目	指标	10.0	20.0	31.5	40.0	16.0	20.0	31.5	40.0
坍落度 (mm)	10~30	190	170	160	150	200	185	175	165
	35~50	200	180	170	160	210	195	185	175
	55~70	210	190	180	170	220	205	195	185
	75~90	215	195	185	175	230	215	205	195

注：① 本表用水量系采用中砂时的取值。采用细砂时，每立方米混凝土用水量可增加 5~10kg；

采用粗砂时，可减少 5~10kg。

② 掺用矿物掺合料和外加剂时，用水量应相应调整。

5.2.2 掺外加剂时，每立方米流动性或大流动性混凝土的用水量 ( $m_{wo}$ ) 可按下式计算：

$$m_{wo} = m_{wo'}(1 - \beta) \quad (5.2.2)$$

式中  $m_{wo}$ ——（满足实际坍落度要求的）计算配合比每立方米混凝土用水量 ( $\text{kg}/\text{m}^3$ ），

$m_{wo'}$ ——未掺外加剂时推定的满足实际坍落度要求的每立方米混凝土用水量

( $\text{kg}/\text{m}^3$ )，以本规程表 5.2.1-2 中 90mm 坍落度的用水量为基准，按每增大

20mm 坍落度相应增加  $5\text{kg}/\text{m}^3$  用水量来计算，当坍落度增大到 180mm 以上

时，随坍落度相应增加的用水量可减少；

$\beta$ ——外加剂的减水率（%），应经混凝土试验确定。

5.2.3 每立方米混凝土中外加剂用量 ( $m_{ao}$ ) 应按下列式计算：

$$m_{ao} = m_{bo} \beta_a \quad (5.2.3)$$

式中：  $m_{ao}$ ——每立方米混凝土中外加剂用量 ( $\text{kg}/\text{m}^3$ )；

$m_{bo}$ ——计算配合比每立方米混凝土中胶凝材料用量 ( $\text{kg}/\text{m}^3$ )；

计算应符合本规程第 5.3.1 条的规定；

$\beta_a$ ——外加剂掺量 (%), 应经混凝土试验确定。

### 5.3 胶凝材料、矿物掺合料和水泥用量

5.3.1 每立方米混凝土的胶凝材料用量 ( $m_{bo}$ ) 应按下列式计算：

$$m_{bo} = \frac{m_{w0}}{W/B} \quad (5.3.1)$$

$m_{bo}$ ——计算配合比每立方米混凝土中胶凝材料用量 ( $\text{kg}/\text{m}^3$ )；

$m_{w0}$ ——计算配合比每立方米混凝土的用水量 ( $\text{kg}/\text{m}^3$ )；

W/B——混凝土水胶比。

5.3.2 每立方米混凝土的矿物掺合料用量 ( $m_{fo}$ ) 应按下列式计算：

$$m_{fo} = m_{bo} \beta_f \quad (5.3.2)$$

式中：  $m_{fo}$ ——计算配合比每立方米混凝土中矿物掺合料用量 ( $\text{kg}/\text{m}^3$ )；

$\beta_f$ ——矿物掺合料掺量 (%), 可结合本规程第 3.0.5 条和第 5.1.1 条的规定确定。

5.3.3 每立方米混凝土的水泥用量 ( $m_{co}$ ) 应按下列式计算：

$$m_{co} = m_{bo} - m_{fo} \quad (5.3.3)$$

式中：  $m_{co}$ ——计算配合比每立方米混凝土中水泥用量 ( $\text{kg}/\text{m}^3$ )

### 5.4 砂率

5.4.1 砂率 ( $\beta_s$ ) 应根据骨料的技术指标、混凝土拌合物性能和施工要求，参考既有历史资料确定。

5.4.2 当缺乏砂率的历史资料时，混凝土砂率的确定应符合下列规定：

1. 坍落度小于 10mm 的混凝土，其砂率应经试验确定。
2. 坍落度为 10~60mm 的混凝土砂率，可根据粗骨料品种、最大公称粒径及水灰（胶）比按表

5.4.2 选取。

3. 坍落度大于 60mm 的混凝土砂率，可经试验确定，也可在表 5.4.2 的基础上，按坍落度每增大 20mm、砂率增大 1% 的幅度予以调整。

表 5.4.2 混凝土的砂率（%）

水胶比 (W/B)	卵石最大公称粒径 (mm)			碎石最大公称粒径 (mm)		
	10.0	20.0	40.0	16.0	20.0	40.0
0.40	26~32	25~31	24~30	30~35	29~34	27~32
0.50	30~35	29~34	28~33	33~38	32~37	30~35
0.60	33~38	32~37	31~36	36~41	35~40	33~38
0.70	36~41	35~40	34~39	39~44	38~43	36~41

注： 1 本表数值系中砂的选用砂率，对细砂或粗砂，可相应地减少或增大砂率；

2 采用人工砂配制混凝土时，砂率可适当增大；

3 只用一个单粒级粗骨料配制混凝土时，砂率应适当增大。

## 5.5 粗、细骨料用量

5.5.1 采用质量法计算粗、细骨料用量时，应按下列公式计算：

$$m_{fo} + m_{co} + m_{go} + m_{so} + m_{wo} = m_{cp} \quad (5.5.1-1)$$

$$\beta_s = \frac{m_{so}}{m_{go} + m_{so}} \times 100\% \quad (5.5.1-2)$$

式中  $m_{go}$ ——每立方米混凝土的粗骨料用量 ( $\text{kg}/\text{m}^3$ )；

$m_{so}$ ——每立方米混凝土的细骨料用量 ( $\text{kg}/\text{m}^3$ )；

$m_{wo}$ ——每立方米混凝土的用水量 ( $\text{kg}/\text{m}^3$ )；

$\beta_s$ ——砂率 (%)；

$m_{cp}$ ——每立方米混凝土拌合物的假定质量 ( $\text{kg}/\text{m}^3$ )，可取 2350~2450 $\text{kg}/\text{m}^3$ 。

5.5.2 当采用体积法计算混凝土配比时，砂率应按公式 (5.5.1-2) 计算，粗、细骨料用量应按公式 (5.5.2) 计算。

$$\frac{m_{co}}{\rho_c} + \frac{m_{fo}}{\rho_f} + \frac{m_{go}}{\rho_g} + \frac{m_{so}}{\rho_s} + \frac{m_{wo}}{\rho_w} + 0.01\alpha = 1 \quad (5.5.2)$$

式中  $\rho_c$ ——水泥密度 ( $\text{kg}/\text{m}^3$ )，应按《水泥密度测定方法》GB/T 208 测定，也可取 2900  $\text{kg}/\text{m}^3$ ~3100 $\text{kg}/\text{m}^3$ ；

$\rho_f$ ——矿物掺合料密度 ( $\text{kg}/\text{m}^3$ )，可按《水泥密度测定方法》GB/T 208 测定；

$\rho_g$ ——粗骨料的表观密度 ( $\text{kg}/\text{m}^3$ )，应按现行行业标准《普通混凝土用砂、石质量及检验方法

标准》JGJ52 测定；

$\rho_s$ ——细骨料的表观密度 ( $\text{kg/m}^3$ )，应按现行行业标准《普通混凝土用砂、石质量及检验方法

标准》JGJ52 测定；

$\rho_w$ ——水的密度 ( $\text{kg/m}^3$ )，可取  $1000 \text{ kg/m}^3$ ；

$\alpha$ ——混凝土的含气量百分数，在不使用引气型外加剂时， $\alpha$ 可取为 1。

## 6 混凝土配合比的试配、调整与确定

### 6.1 试配

**6.1.1** 混凝土试配应采用强制式搅拌机，搅拌机应符合现行行业标准《混凝土试验用搅拌机》JG 244 的规定，搅拌方法宜与施工采用的方法相同。

**6.1.2** 试验室成型条件应符合现行国家标准《普通混凝土拌合物性能试验方法标准》GB/T50080 的规定。

**6.1.3** 每盘混凝土试配的最小搅拌量应符合表 6.1.3 的规定，并不应小于搅拌机公称容量的 1/4 且不应大于搅拌机公称容量。

表 6.1.3 混凝土试配的最小搅拌量

粗骨料最大公称粒径 (mm)	最小搅拌的拌合物量 (L)
$\leq 31.5$	20
40.0	25

**6.1.4** 在计算配合比的基础上进行试拌。计算水胶比宜保持不变，并应通过调整配合比其他参数使混凝土拌合物性能符合设计和施工要求，然后修正计算配合比，提出试拌配合比。

**6.1.5** 应在试拌配合比的基础上，进行混凝土强度试验，并应符合下列规定：

1. 应至少采用三个不同的配合比。当采用三个不同的配合比时，其中一个应为本规程第 6.1.4 条确定的试拌配合比，另外两个配合比的水胶比宜较试拌配合比分别增加和减少 0.05，用水量应与试拌配合比相同，砂率可分别增加和减少 1%。

2. 进行混凝土强度试验时，应继续保持拌合物性能符合设计和施工要求；

3. 进行混凝土强度试验时，每个配合比至少应制作一组试件，标准养护到 28d 或设计规定龄期时试压。

## 6.2 配合比的调整与确定

### 6.2.1 配合比调整应符合下述规定：

1. 根据本规程 6.1.5 条混凝土强度试验结果，宜绘制强度和胶水比的线性关系图或插值法确定略大于配制强度对应的胶水比；
2. 在试拌配合比的基础上，用水量（ $m_w$ ）和外加剂用量（ $m_a$ ）应根据确定的水胶比作调整；
3. 胶凝材料用量（ $m_b$ ）应以用水量乘以确定的胶水比计算得出；
4. 粗骨料和细骨料用量（ $m_g$  和  $m_s$ ）应根据用水量和胶凝材料用量进行调整。

### 6.2.2 混凝土拌合物表观密度和配合比校正系数的计算应符合下列规定：

1. 配合比调整后的混凝土拌合物的表观密度应按下式计算：

$$\rho_{c,c} = m_c + m_f + m_g + m_s + m_w \quad (6.2.2-1)$$

2. 混凝土配合比校正系数按下式计算：

$$\delta = \frac{\rho_{c,t}}{\rho_{c,c}} \quad (6.2.2-2)$$

式中  $\delta$ ——混凝土配合比校正系数

$\rho_{c,t}$ ——混凝土拌合物表观密度实测值（ $\text{kg/m}^3$ ）；

$\rho_{c,c}$ ——混凝土拌合物表观密度计算值（ $\text{kg/m}^3$ ）。

3. 当混凝土拌合物表观密度实测值与计算值之差的绝对值不超过计算值的 2% 时，按本规程第 6.2.1 条调整的配合比可维持不变；当二者之差超过 2% 时，应将配合比中每项材料用量均乘以校正系数  $\delta$ 。

### 6.2.3 配合比调整后，应测定拌合物水溶性氯离子含量，试验结果应符合本规程表 3.0.6 的规定。

6.2.4 生产单位可根据常用材料设计出常用的混凝土配合比备用，并应在使用过程中予以验证或调整。遇有下列情况之一时，应重新进行配合比设计：

1. 对混凝土性能有特殊要求时；
2. 水泥、外加剂或矿物掺合料品种质量有显著变化时。

## 7 有特殊要求的混凝土配合比设计

### 7.1 抗渗混凝土

#### 7.1.1 抗渗混凝土的原材料应符合下列规定：

1. 水泥宜采用普通硅酸盐水泥；
2. 粗骨料宜采用连续级配，其最大公称粒径不宜大于 40.0mm，含泥量不得大于 1.0%，泥块含量不得大于 0.5%；
3. 细骨料宜采用中砂，含泥量不得大于 3.0%，泥块含量不得大于 1.0%；
4. 抗渗混凝土宜掺用外加剂和矿物掺合料；粉煤灰等级应为 I 级或 II 级。

#### 7.1.2 抗渗混凝土配合比应符合下列规定：

1. 最大水胶比应符合表 7.1.2 的规定；
2. 每立方米混凝土中的胶凝材料用量不宜小于 320kg；
3. 砂率宜为 35%~45%。

表 7.1.2 抗渗混凝土最大水胶比

设计抗渗等级	最大水胶比	
	C20~C30	C30 以上混凝土
P6	0.60	0.55
P8~P12	0.55	0.50
>P12	0.50	0.45

#### 7.1.3 配合比设计中混凝土抗渗技术要求应符合下列规定：

1. 配制抗渗混凝土要求的抗渗水压值应比设计值提高 0.2MPa；
2. 抗渗试验结果应符合下式要求：

$$P_t \geq \frac{P}{10} + 0.2 \quad (7.1.4)$$

式中  $P_t$ ——6 个试件中不少于 4 个未出现渗水时的最大水压值 (MPa)；

$P$ ——设计要求的抗渗等级值。

#### 7.1.5 掺用引气剂或引气型外加剂的抗渗混凝土，应进行含气量试验，含气量宜控制在 3.0%~5.0%。

### 7.2 抗冻混凝土

#### 7.2.1 抗冻混凝土的原材料应符合下列规定：

- 1 应采用硅酸盐水泥或普通硅酸盐水泥；
- 2 宜选用连续级配的粗骨料，其含泥量不得大于 1.0%，泥块含量不得大于 0.5%；
- 3 细骨料含泥量不得大于 3.0%，泥块含量不得大于 1.0%；



4 粗、细骨料均应进行坚固性试验，并应符合现行行业标准《普通混凝土用砂、石质量及检验方法标准》JGJ52 的规定；

5 抗冻等级不小于 F100 的抗冻混凝土宜掺用引气剂；

6 在钢筋混凝土和预应力混凝土中不得掺用含有氯盐的防冻剂；在预应力混凝土中不得掺用含有亚硝酸盐或碳酸盐的防冻剂。

**7.2.2 抗冻混凝土配合比应符合下列规定：**

1. 最大水胶比和最小胶凝材料用量应符合表 7.2.2-1 的规定；
2. 复合矿物掺合料掺量宜符合表 7.2.2-2 的规定；其它矿物掺合料掺量宜符合表 3.0.5-1 的规定；
3. 掺用引气剂的混凝土最小含气量应符合本规程 3.0.7 条的规定。

**表 7.2.2-1 最大水胶比和最小胶凝材料用量**

设计抗冻等级	最大水胶比		最小胶凝材料用量 (kg/m <sup>3</sup> )
	无引气剂时	掺引气剂时	
F50	0.55	0.60	300
F100	0.50	0.55	320
不低于 F150	/	0.50	350

**表 7.2.2-2 复合矿物掺合料最大掺量**

水胶比	最大掺量 (%)	
	采用硅酸盐水泥时	采用普通硅酸盐水泥时
≤0.40	60	50
>0.40	50	40

注：① 采用其他通用硅酸盐水泥时，可将水泥混合材掺量 20%以上的混合材量计入矿物掺合料；

② 复合矿物掺合料中各矿物掺合料组分的掺量不宜超过表 3.0.5-1 中单掺时的限量。

### 7.3 高强混凝土

**7.3.1 高强混凝土的原材料应符合下列规定：**

1. 应选用硅酸盐水泥或普通硅酸盐水泥；
2. 粗骨料宜采用连续级配，其最大公称粒径不宜大于 25.0mm，针片状颗粒含量不宜大于 5.0%；含泥量不应大于 0.5%，泥块含量不应大于 0.2%；
3. 细骨料的细度模数宜为 2.6~3.0，含泥量不应大于 2.0%，泥块含量不应大于 0.5%；
4. 宜采用减水率不小于 25%的高性能减水剂；
5. 宜复合掺用粒化高炉矿渣粉、粉煤灰和硅灰等矿物掺合料；粉煤灰等级不应低于Ⅱ级；对强度等级不低于 C80 的高强混凝土宜掺用硅灰。

**7.3.2 高强混凝土配合比应经试验确定。在缺乏试验依据的情况下，高强混凝土配合比设计应符合下**

列要求：

1. 水胶比、胶凝材料用量和砂率可按表 7.3.2 选取，并应经试配确定；

**表 7.3.2 高强混凝土水胶比、胶凝材料用量和砂率**

强度等级	水胶比	胶凝材料用量 (kg/m <sup>3</sup> )	砂率 (%)
>C60, <C80	0.28~0.34	480~560	35~42
≥C80, <C100	0.26~0.28	520~580	
C100	0.24~0.26	550~600	

2. 外加剂和矿物掺合料的品种、掺量，应通过试配确定；矿物掺合料掺量宜为 25%~40%；硅灰掺量不宜大于 10%；

3. 水泥用量不宜大于 500kg/m<sup>3</sup>。

**7.3.3** 在试配过程中，应采用三个不同的配合比进行混凝土强度试验，其中一个可为依据表 7.3.2 计算后调整拌合物的试拌配合比，另外两个配合比的水胶比，宜较试拌配合比分别增加和减少 0.02。

**7.3.4** 高强混凝土设计配合比确定后，尚应用该配合比进行不少于三盘混凝土的重复试验，每盘混凝土应至少成型一组试件，每组混凝土的抗压强度不应低于配制强度。

**7.3.5** 高强混凝土抗压强度宜采用标准尺寸试件；使用非标准尺寸试件时，尺寸折算系数应经试验确定。

## 7.4 泵送混凝土

**7.4.1** 泵送混凝土所采用的原材料应符合下列规定：

1. 泵送混凝土宜选用硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥、矿渣硅酸盐水泥和粉煤灰硅酸盐水泥；
2. 粗骨料宜采用连续级配，其针片状颗粒含量不宜大于 10%；粗骨料的公称粒径与输送管径之比宜符合表 7.4.1 的规定；

**表 7.4.1 粗骨料的公称粒径与输送管径之比**

粗骨料品种	泵送高度 (m)	粗骨料公称粒径与输送管径之比
碎石	<50	≤1:3.0
	50~100	≤1:4.0
	>100	≤1:5.0
卵石	<50	≤1:2.5
	50~100	≤1:3.0
	>100	≤1:4.0

3. 细骨料宜采用中砂，其通过公称直径 315μm 筛孔的颗粒含量不宜少于 15%；

4. 泵送混凝土应掺用泵送剂或减水剂，并宜掺用矿物掺合料。

**7.4.2** 泵送混凝土配合比应符合下列规定：

1. 泵送混凝土的胶凝材料用量不宜小于  $300\text{kg}/\text{m}^3$ ;

2. 泵送混凝土的砂率宜为  $35\%\sim 45\%$ ;

**7.4.3** 泵送混凝土试配时应考虑坍落度经时损失。

## 7.5 大体积混凝土

**7.5.1** 大体积混凝土所用的原材料应符合下列规定:

1、水泥宜采用中、低热硅酸盐水泥或低热矿渣硅酸盐水泥，水泥的 3d 和 7d 水化热应符合现行国家标准《中热硅酸盐水泥、低热硅酸盐水泥 低热矿渣硅酸盐水泥》GB 200 规定。当采用硅酸盐水泥或普通硅酸盐水泥时，应掺加矿物掺合料，胶凝材料的 3d 和 7d 水化热分别不宜大于  $240\text{kJ}/\text{kg}$  和  $270\text{kJ}/\text{kg}$ 。水化热试验方法应按现行国家标准《水泥水化热测定方法》GB/T 12959-2008 执行。

2、粗骨料宜为连续级配，最大公称粒径不宜小于  $31.5\text{mm}$ ，含泥量不应大于  $1.0\%$ ;

3、细骨料宜采用中砂，含泥量不应大于  $3.0\%$ ;

4、宜掺用矿物掺合料和缓凝型减水剂。

**7.5.2** 当设计采用混凝土 60d 或 90d 龄期强度时，宜采用标准尺寸试件进行抗压强度试验。

**7.5.3** 大体积混凝土配合比应符合下列规定:

1. 水胶比不宜大于  $0.55$ ，用水量不宜大于  $175\text{kg}/\text{m}^3$ 。

2. 在保证混凝土性能要求的前提下，宜提高每立方米混凝土中的粗骨料用量；砂率宜为  $38\%\sim 42\%$ 。

3. 在保证混凝土性能要求的前提下，应减少胶凝材料中的水泥用量，提高矿物掺合料掺量，混凝土中矿物掺合料掺量应符合表 3.0.5 条的规定。

**7.5.4** 在配合比试配和调整时，控制混凝土绝热温升不宜大于  $50^\circ\text{C}$ 。

**7.5.5** 配合比应满足施工对混凝土凝结时间的要求。

## 二、混凝土抗渗性（摘自《普通混凝土长期性能和耐久性能试验方法标准》GB/T50082-2009）

### 6、抗水渗透试验

#### 6.1 渗水高度法

**6.1.1** 本方法适用于以测定硬化混凝土在恒定水压力下的平均渗水高度来表示的混凝土抗水渗透性能。

**6.1.2** 试验设备应符合下列规定:

1 混凝土抗渗仪应符合现行行业标准《混凝土抗渗仪》JG/T 249 的规定，并应能使水压按规定的制度稳定地作用在试件上。抗渗仪施加水压力范围应为  $(0.1 \sim 2.0)$  MPa。

2 试模应采用上口内部直径为 175mm、下口内部直径为 185mm 和高度为 150mm 的圆台体。

3 密封材料宜用石蜡加松香或水泥加黄油等材料，也可采用橡胶套等其他有效密封材料。

4 梯形板（图 6.1.2）应采用尺寸为  $200\text{mm} \times 200\text{mm}$  透明材料制成，并应画有十条等间距、垂直于梯形底线的直线。

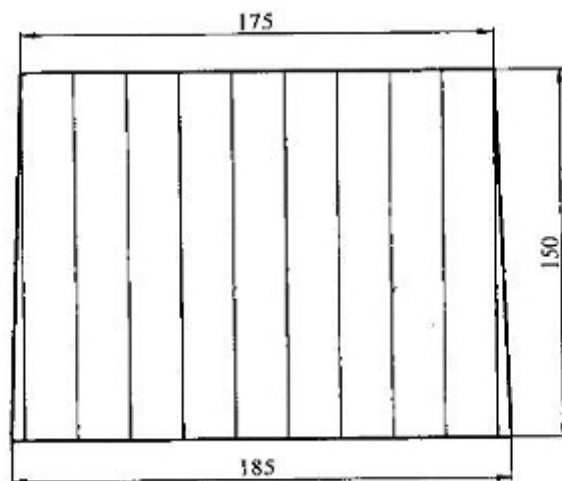


图 6.1.2 梯形板示意图(mm)

5 钢尺的分度值应为 1mm。

6 钟表的分度值应为 1mm。

7 辅助设备应包括螺旋加压器、烘箱、电炉、浅盘、铁锅和钢丝刷等。

8 安装试件的加压设备可为螺旋加压或其他加压形式，其压力应能保证将试件压入试件套内。

### 6.1.3 抗水渗透试验应按照下列步骤进行：

1 应先按第 3 章规定的方法进行试件的制作和养护。抗水渗透试验应以 6 个试件为一组。

2 试件拆模后，应用钢丝刷刷去两端的水泥浆膜，并应立即将试件送入标准养护室进行养护。

3 抗水渗透试验的龄期宜为 28d。应在到达试验龄期的前一天，从养护室取出试件，并擦拭干净。待试件表面晾干后，应按下列方法进行试件密封：

1) 当用石蜡密封时，应在试件侧面裹涂一层熔化的内加少量松香的石蜡。然后应用螺旋加压器将试件压入经过烘箱或电炉预热过的试模中，使试件与试模底平齐，并应在试模变冷后解除压力。试模的预热温度，应以石蜡接触试模，即缓慢熔化，但不流淌为准。

2) 用水泥加黄油密封时，其质量比应为  $(2.5 \sim 3) : 1$  应用三角刀将密封材料均匀地刮涂在试件侧面上，厚度应为  $(1 \sim 2)$  mm。应套上试模并将试件压入，应使试件与试模底齐平。

3) 试件密封也可以采用其他更可靠的密封方式。

4 试件准备好之后，启动抗渗仪，并开通 6 个试位下的阀门，使水从 6 个孔中渗出，水应充满试位坑，在关闭 6 个试位下的阀门后应将密封好的试件安装在抗渗仪上。

5 试件安装好以后，应立即开通 6 个试位下的阀门，使水压在 24h 内恒定控制在  $(1.2 \pm 0.05)$  MPa，且加压过程不应大于 5min，应以达到稳定压力的时间作为实验记录起始时间(精致至 1min)。在稳压过程中随时观察试件端面的渗水情况，当有某一个试件端面出现渗水时，应停止该试件的试验并应记录时间，并以试件的高度作为该试件的渗水高度。对于试件端面未出现渗水的情况，应在试验 24h 后停止试验，并及时取出试件。在试验过程中，当发现水从试件周边渗出时，应重新按本标准第 6.1.3 条的规定进行密封。

6 将从抗渗仪上取出来的试件放在压力机上，并应在试件上下两端面中心处沿直径方向各放一根直径为 6mm 的钢垫条，并确保它们在同一直线平面内。然后开动压力机，将试件沿纵断面劈裂为两半。试件劈开后，应用防水笔描出水痕。

7 应将梯形板放在试件劈裂面上，并用钢尺沿水痕等间距量测 10 个测点的渗水高度值，读数应精确至 1mm。当读数时若遇到某测点被骨料阻挡，可以靠近骨料两端的渗水高度算术平均值来作为该测点的渗水高度。

6.1.4 试验结果计算及处理应符合下列规定：

$$\bar{h}_i = \frac{1}{10} \sum_{j=1}^{10} h_j \quad (6.1.4-1)$$

1 试件渗水高度应按下列式进行计算：

式中： $h_j$  —— 第  $i$  个试件第  $j$  个测点处的渗水高度 (mm)；

$\bar{h}_i$  —— 第  $i$  个试件的平均高度 (mm)。应以 10 个测点渗水高度的平均值作为该试件渗水高度的测定值。

2 一组试件的平均渗水高度应按下列式进行计算。

$$\bar{h} = \frac{1}{6} \sum_{i=1}^6 \bar{h}_i \quad (6.1.4-2)$$

式中： $\bar{h}$  —— 一组 6 个试件的平均渗水高度 (mm)。应以一组 6 个试件渗水高度的算术平均值作为该组试件渗水高度的测定值。

## 6.2 逐级加压法

6.2.1 本方法适用于通过逐级施加水压力来测定以抗渗等级来表示的混凝土的抗水渗透性能。

6.2.2 仪器设备应符合本标准第 6.1 节的规定。

6.2.3 试验步骤应符合下列规定：

1 首先应按本标准第 6.1.3 条规定进行试件的密封和安装。

2 试验时，水压应从 0.1MPa 开始，以后应每隔 8h 增加 0.1MPa 水压，并应随时观察试件端面渗水情况。当 6 个试件中有 3 个试件表面出现渗水时，或加至规定压力（设计抗渗水等级）在 8h 内 6 个试件中表面渗水试件少于 3 个时，可停止试验，并记下此时的水压力，在试验过程中，当发现水从试件周边渗出时，应按本标准第 6.1.3 条的规定重新进行密封。

6.2.4 混凝土的抗渗等级应以每组 6 个试件中有 4 个试件未出现渗水时的最大水压力乘以 10 来确定。混凝土的抗渗等级应按下式计算：

$$P=10H-1 \quad (6.2.4)$$

式中：P —— 混凝土抗渗等级；

H —— 6 个试件中有 3 个试件渗水时的水压力（MPa）。

## 三、混凝土拌合物性能试验方法

（一）检测依据：《普通混凝土拌合物性能试验方法标准》 GB/T50080—2016

### 3 基本规定

#### 3.1 一般规定

3.1.1 骨料最大公称粒径应符合现行行业标准《普通混凝土用砂、石质量及检验方法标准》 JGJ52 的规定。

3.1.2 试验环境相对湿度不宜小于 50%，温度应保持在 20℃±5℃；所用材料、试验设备、容器及辅助设备的温度宜与试验室温度保持一致。

3.1.3 现场试验时，应避免混凝土拌合物试样受到风、雨雪及阳光直射的影响。

3.1.4 制作混凝土拌合物性能试验用试样时，所采用的搅拌机应符合现行标准《混凝土试验用搅拌机》 JG244 的规定。

3.1.5 试验设备使用前应经过校准。

#### 3.2 取样与试样的制备

3.2.1 同一组混凝土拌合物的取样，应从同一盘混凝土或同一车混凝土中取样。取样量应多于试验所需量的 1.5 倍，且宜不小于 20L。

3.2.2 混凝土拌合物的取样应具有代表性，宜采用多次采样的方法。宜在同一盘或同一车混凝土中



的 1/4 处、1/2 处和 3/4 处分别取样；从第一次取样到最后一次取样的时间间隔不宜超过 15min。

3.2.3 宜在取样后 5min 内开始各项性能试验。

3.2.4 试验室制备混凝土拌合物的搅拌应符合下列规定：

1 混凝土拌合物应采用搅拌机搅拌，搅拌前应将搅拌机冲洗干净，并预拌少量同种混凝土拌合物或水胶比相同的砂浆，搅拌机内壁挂浆后将剩余料卸出；

2 称好的粗骨料、胶凝材料、细骨料和水应依次加入搅拌机，难溶和不溶的粉状外加剂宜与胶凝材料同时加入搅拌机，液体和可溶外加剂宜与拌合水同时加入搅拌机；

3 混凝土拌合物宜搅拌 2 min 以上，直至搅拌均匀；

4 混凝土拌合物一次搅拌量不宜少于搅拌机公称容量的 1/4，不应大于搅拌机公称容量，且不应少于 20L。

3.2.5 试验室搅拌混凝土时，材料用量应以质量计。骨料的称量精度应为 $\pm 0.5\%$ ；水泥、掺合料、水、外加剂的称量精度均应为 $\pm 0.2\%$ 。

3.2.6 取样应记录下列内容并写入试验或检测报告：

1 取样日期、时间和取样人；

2 工程名称、结构部位；

3 混凝土加水时间和搅拌时间；

4 混凝土标记；

5 取样方法；

6 试样编号；

7 试样数量；

8 环境温度及取样的天气情况；

9 取样混凝土的温度。

3.2.7 在试验室制备混凝土拌合物时，除本标准第 3.2.6 条规定的内容外，尚应记录下列内容并写入试验或检测报告：

1 试验环境温度；

2 试验环境湿度；

3 各种原材料品种、规格、产地及性能指标；

4 混凝土配合比和每盘混凝土的材料用量。

#### 4 坍落度试验及坍落度经时损失试验

##### 4.1 坍落度试验

4.1.1 本试验方法宜用于骨料最大公称粒径不大于 40mm、坍落度值不小于 10mm 的混凝土拌合物坍落度的测定。

4.1.2 坍落度试验的设备应符合下列规定：

1 坍落度仪应符合现行行业标准《混凝土坍落度仪》JG/T248 的规定；

2 应配备 2 把钢尺，钢尺的量程不应小于 300mm，分度值不应大于 1mm；

3 底板应采用平面尺寸不小于 1500mm\*1500mm、厚度不小于 3mm 的钢板，其最大挠度不应大于 3mm；

4.1.3 坍落度试验应按下列步骤进行：

1 坍落度筒内壁和底板应润湿无明水；底板应放置在坚实水平面上，并把坍落度筒放在底板中心，然后用脚踩住两边的脚踏板，坍落度筒在装料时应保持在固定的位置；

2 混凝土拌合物试样应分三层均匀的装入坍落度筒内，每装一层混凝土拌合物，应用捣棒由边缘到中心按螺旋形均匀插捣 25 次，捣实后每层混凝土拌合物试样高度约为筒高的 1/3；

3 插捣底层时，捣棒应贯穿整个深度，插捣第二层和顶层时，捣棒应插透本层至下一层的表面；

4 顶层混凝土拌合物装料应高出筒口，插捣过程中，混凝土拌合物低于筒口时，应随时添加；

5 顶层插捣完后，取下装料漏斗，应将多余混凝土拌合物刮去，并沿筒口抹平；

6 清除筒边底板上的混凝土后，应垂直平稳地提起坍落度筒，并轻放于试样旁边；当试样不再继续坍落或坍落时间达 30s 时，用钢尺测量出筒高与坍落后混凝土试体最高点之间的高度差，作为该混凝土拌合物的坍落度值；

4.1.4 坍落度筒的提起过程宜控制在 3~7s；从开始装料到提坍落度筒的整个过程应连续进行，并应在 150s 内完成。

4.1.5 将坍落度筒提起后混凝土发生一边崩坍或剪坏现象时，应重新取样另行测定；第二次试验仍出现一边崩坍或剪坏现象，应予记录说明。

4.1.6 混凝土拌合物坍落度测量应精确至 1mm，结果应修约至 5mm。

## 4.2 坍落度经时损失试验

4.2.1 本试验方法可用于混凝土拌合物的坍落度随静置时间变化的测定。

4.2.2 坍落度经时损失试验的试验设备应符合本标准第 4.1.2 条的规定。

4.2.3 坍落度经时损失试验应按下列步骤进行：

1 应测量出机时的混凝土拌合物的初始坍落度值  $H_0$ ；

2 将全部混凝土拌合物试样装入塑料桶或不被水泥浆腐蚀的金属桶内，应用桶盖或塑料薄膜密封静置；

3 自搅拌加水开始计时，静置 60min 后应将桶内混凝土拌合物试样全部倒入搅拌机内，搅拌 20s，进行坍落度试验，得出 60min 坍落度值  $H_{60}$ ；

4 计算初始坍落度值与 60min 坍落度值的差值，可得到 60min 混凝土坍落度经时损失试验结果。

4.2.4 当工程要求调整静置时间时，则应按实际静置时间测定并计算混凝土坍落度经时损失。

## 5 扩展度试验及扩展度经时损失试验

### 5.1 扩展度试验

5.1.1 本试验方法宜用于骨料最大公称粒径不大于 40mm、坍落扩展度不小于 160mm 的混凝土扩展度的测定。

**5.1.2 扩展度试验的试验设备应符合下列规定：**

1 坍落度仪应符合现行行业标准《混凝土坍落度仪》JG/T248 的规定；

2 钢尺的量程不应小于 1000mm，分度值不应大于 1mm；

3 底板应采用平面尺寸不小于 1500mm\*1500mm、厚度不小于 3mm 的钢板，其最大挠度不应大于 3mm；

**5.1.3 扩展度试验应按下列步骤进行：**

1 试验设备准备、混凝土拌合物装料和插捣应符合本标准第 4.1.3 条中 1~5 款的规定；

2 清除筒边底板上的混凝土后，应垂直平稳地提起坍落度筒，坍落度筒的提离过程宜控制在 3~7s；当混凝土拌合物不再扩散或扩散持续时间已达 50s 时，应使用钢尺测量混凝土拌合物展开扩展面的最大直径以及与最大直径呈垂直方向的直径；

3 当两直径之差小于 50mm 时，应取其算术平均值作为扩展度试验结果；当两直径之差不小于 50mm 时，应重新取样另行测定。

**5.1.4 发现粗骨料在中央堆集或边缘有浆体析出时，应记录说明。****5.1.5 扩展度试验从开始装料到测得混凝土扩展度值的整个过程应连续进行，并应在 4min 内完成。****5.1.6 混凝土拌合物扩展度值测量应精确至 1mm，结果应修约至 5mm。****5.2 扩展度经时损失试验****5.2.1 本试验方法可用于混凝土拌合物的扩展度随静置时间变化的测定。****5.2.2 扩展度经时损失试验的试验设备应符合本标准第 5.1.2 条的规定。****5.2.3 扩展度经时损失试验应按下列步骤进行：**

1 应测量出机时的混凝土拌合物的初始扩展度值  $L_0$ ；

2 将全部混凝土拌合物试样装入塑料桶或不被水泥浆腐蚀的金属桶内，应用桶盖或塑料薄膜密封静置；

3 自搅拌加水开始计时，静置 60min 后应将桶内混凝土拌合物试样全部倒入搅拌机内，搅拌 20s，即进行扩展度试验，得出 60min 扩展度值  $L_{60}$ ；

4 计算初始扩展度值与 60min 扩展度值的差值，可得到 60min 混凝土扩展度经时损失试验结果。

5.2.4 当工程要求调整静置时间时，则应按实际静置时间测定并计算混凝土扩展度经时损失。

**6 维勃稠度试验**

6.0.1 本试验方法宜用于骨料最大公称粒径不大于 40mm，维勃稠度在 5s~30s 的混凝土拌合物维勃稠度的测定；坍落度不大于 50mm 或干硬性混凝土和维勃稠度大于 30s 的特干硬性混凝土拌合物的稠度，可采用本标准附录 A 增实因数法进行测定。

**6.0.2 维勃稠度试验的试验设备应符合下列规定：**

1 维勃稠度仪应符合现行行业标准《维勃稠度仪》JG/T250 的规定；

2 秒表的精度不应低于 0.1s。

**6.0.3 试验应按下列步骤进行：**

1 维勃稠度仪应放置在坚实水平面上，容器、坍落度筒内壁及其他用具应润湿无明水；

2 喂料斗应提到坍落度筒上方扣紧，校准容器位置，应使其中心与喂料斗中心重合，然后拧紧固定螺钉。

3 混凝土拌合物试样应分三层均匀的装入坍落度筒内，捣实后每层混凝土拌合物试样高度约为筒高的 1/3。每装一层，应用捣棒在筒内由边缘到中心按螺旋形均匀插捣 25 次；插捣底层时，捣棒应贯穿整个深度，插捣第二层和顶层时，捣棒应插透本层至下一层的表面；顶层混凝土拌合物装料应高出筒口，插捣过程中，混凝土低于筒口，应随时添加。

4 顶层插捣完应将喂料斗转离，沿坍落度筒口刮平顶面，垂直地提起坍落度筒，不应使混凝土拌合物试样产生横向的扭动。

5 将透明圆盘转到混凝土圆台体顶面，放松测杆螺钉，应使透明圆盘转至混凝土锥体上部，并下降至与混凝土顶面接触。

6 拧紧定位螺钉，开启振动台，同时用秒表计时，当振动到透明圆盘的整个底面与水泥浆接触时应停止计时，并关闭振动台。

6.0.4 秒表记录的时间应作为混凝土拌合物的维勃稠度值，精确到 1s。

#### 14 表观密度试验

14.0.1 本方法适用于测定混凝土拌合物捣实后的单位体积质量。

14.0.2 表观密度试验的试验设备应符合下列规定：

1 容量筒应为金属制成的圆筒，筒外壁应有提手。骨料最大公称粒径不大于 40mm 的混凝土拌合物宜采用容积不小于 5L 的容量筒，筒壁厚不应小于 3mm；骨料最大公称粒径不大于 40mm 的混凝土拌合物宜采用内径与内高均大于骨料最大公称粒径 4 倍的容量筒。容量筒上沿及内壁应光滑平整，顶面与底面应平行并应与圆柱体的轴垂直。

2 电子天平的最大量程应为 50kg，感量不应大于 10g。

3 振动台应符合现行行业标准《混凝土试验用振动台》JG/T245 的规定。

4 捣棒应符合现行行业标准《混凝土坍落度仪》JG/T248 的规定。

14.0.3 混凝土拌合物表观密度试验应按下列步骤进行：

1 应按下列步骤测定容量筒的容积：

1) 应将干净容量筒与玻璃板一起称重；

2) 将容量筒装满水，缓慢将玻璃板从筒口一侧推到另一侧，容量筒内应满水并且不应存在气泡，擦干容量筒外壁，再次称重；

3) 两次称重结果之差除以该温度下水的密度应为容量筒容积 V；常温下水的密度可取 1kg/L。

2 容量筒内外壁应擦干净，称出容量筒质量  $m_1$ ，精确到 10g。

3 混凝土拌合物试样应按下列要求进行装料，并插捣密实：

1) 坍落度不大于 90mm，混凝土拌合物宜用振动台振实；振动台振实时，应一次性将混凝土拌合物装填至高出容量筒筒口；装料时可用捣棒稍加插捣，振动过程中混凝土低于筒口，应随时添

加混凝土，振动直至表面出浆为止。

2) 坍落度大于 90mm，混凝土拌合物宜用捣棒插捣密实。插捣时，应根据容量筒的大小决定分层与插捣次数：用 5L 容量筒时，混凝土拌合物应分两层装入，每层的插捣次数应为 25 次；用大于 5L 的容量筒时，每层混凝土的高度不应大于 100mm，每层的插捣次数应按 10000mm<sup>2</sup> 截面不小于 12 次计算。各次插捣应由边缘向中心均匀地插捣，插捣底层时捣棒应贯穿整个深度，插捣第二层时，捣棒应插透本层至下一层的表面；每一层捣完后用橡皮锤沿容量筒外壁敲击 5~10 次，进行振实，直至混凝土拌合物表面插捣孔消失并不见大气泡为止。

3) 自密实混凝土应一次性填满，且不应进行振动和插捣。

4 将筒口多余的混凝土拌合物刮去，表面有凹陷应填平；应将容量筒外壁擦净，称出混凝土拌合物试样与容量筒总质量  $m_2$ ，精确至 10g。

14.0.4 混凝土拌合物的表观密度应按下式计算：

$$\rho = \frac{m_2 - m_1}{V} \times 1000$$

$\rho$  ---混凝土拌合物表观密度 (kg/m<sup>3</sup>)，精确至 10 kg/m<sup>3</sup>；

$m_1$ ---容量筒质量 (kg)；

$m_2$ ---容量筒和试样总质量 (kg)；

$V$ ---容量筒体积 (L)。

#### 四、混凝土物理力学性能试验方法标准 GB/T50081-2019

##### 3 基本规定

##### 3.1 一般规定

3.1.1 试验环境相对湿度不宜小于 50%，温度应保持在 20℃±5℃。

3.1.2 试验仪器设备应具有有效期内的计量检定或校准证书。

##### 3.2 试件的横截面尺寸

3.2.1 试件的最小横截面尺寸应根据混凝土中骨料的最大粒径按表 3.2.1 选定。

表 3.2.1 试件的最小横截面尺寸

骨料最大粒径 (mm)		试件的最小横截面尺寸 (mm×mm)
劈裂抗拉强度试验	其他试验	
19.0	31.5	100×100×100
37.5	37.5	150×150×150
---	63	200×200×200

3.2.2 制作试件应采用符合本标准第 4.1.1 条规定的试模，并应保证试件的尺寸满足要求。

### 3.3 试件的尺寸测量与公差

3.3.1 试件尺寸测量应符合下列规定：

- 1 试件的边长和高度宜采用游标卡尺进行测量，应精确至 0.1mm；
- 2 圆柱形试件的直径应采用游标卡尺分别在试件的上部、中部和下部相互垂直的两个位置上共测量 6 次，取测量的算术平均值作为直径值，应精确至 0.1mm；
- 3 试件承压面的平面度可采用钢板尺和塞尺进行测量。测量时，应将钢板尺立起横放在试件承压面上，慢慢旋转 360°，用塞尺测量其最大间隙作为平面度值，也可采用其他专用设备测量，结果应精确至 0.01mm；
- 4 试件相邻面间的夹角应采用游标量角器进行测量，应精确至 0.1°。

3.3.2 试件各边长、直径和高度的尺寸公差不得超过 1mm。

3.3.3 试件承压面的平面度公差不得超过 0.0005d，d 为试件边长。

3.3.4 试件相邻面间的夹角应为 90°，其公差不得超过 0.5°。

3.3.5 试件制作时应采用符合标准要求的试模并精确安装，应保证试件的尺寸公差满足要求。

## 第二部分 砂浆性能补充讲义

### 一、建筑砂浆基本性能试验方法

#### （一）检测依据

《建筑砂浆基本性能试验方法》JGJ/T70-2009

#### （二）试验方法

##### 1、砂浆保水性试验

###### （1）仪器设备和材料

- ① 金属或硬塑料圆环试模：内径应为 100mm，内部高度应为 25mm；
- ② 可密封的取样容器：应洁净、干燥；
- ③ 2kg 的重物；
- ④ 金属滤网：网格尺寸 45μm，圆形，直径为 110±1mm；
- ⑤ 超白滤纸：应采用现行国家标准《化学分析滤纸》GB/T1914 规定的中速定性滤纸，直径应为 110mm，单位面积质量应为 200g/m<sup>2</sup>；
- ⑥ 2 片金属或玻璃的方形或圆形不透水片，边长或直径大于 110mm；
- ⑦ 天平：量程为 200g，感量应为 0.1g；量程为 2000g，感量应为 1g；
- ⑧ 烘箱。



## (2) 试验方法

- ① 称量底部不透水片与干燥试模质量  $m_1$  和 15 片中速定性滤纸质量  $m_2$ ;
- ② 将砂浆拌合物一次性装入试模，并用抹刀插捣数次，当装入的砂浆略高于试模边缘时，用抹刀以  $45^\circ$  角一次性将试模表面多余的砂浆刮去，然后再用抹刀以较平的角度在试模表面反方向将砂浆刮平;
- ③ 抹掉试模边的砂浆，称量试模、底部不透水片与砂浆总质量  $m_3$ ;
- ④ 用金属滤网覆盖在砂浆表面，再在滤网表面放上 15 片滤纸，用上部不透水片盖在滤纸表面，以 2kg 重物把上部不透水片压住;
- ⑤ 静止 2min 后移走重物及上部不透水片，取出滤纸（不包括滤网），迅速称量滤纸质量  $m_4$ ;
- ⑥ 按照砂浆的配比及加水量计算砂浆的含水率。当无法计算时，可按照下列方法测定砂浆含水率;
- ⑦ 砂浆含水率的测定：称取  $100 \pm 10\text{g}$  砂浆拌合物试样，置于一干燥并已称重的盘中，在  $105 \pm 5^\circ\text{C}$  的烘箱中烘干至恒重。砂浆含水率按下式计算：

$$\alpha = \frac{m_6 - m_5}{m_5} \times 100 \quad (1.1)$$

式中  $\alpha$ ---砂浆含水率（%）;

$m_5$ ---烘干后砂浆样本的质量（g），精确到 1g;

$m_6$ ---砂浆样本的总质量（g），精确到 1g;

取两次试验结果的算术平均值作为砂浆的含水率，精确到 0.1%。当两个测定值之差超过 2% 时，此组试验结果应为无效。

## (3) 结果计算

砂浆保水率按下式计算：

$$W = \left[ 1 - \frac{m_4 - m_2}{\alpha \times (m_3 - m_1)} \right] \times 100 \quad (1.2)$$

式中  $W$ ---砂浆保水率（%）;

$m_1$ ---底部不透水片与干燥试模质量（g），精确到 1g;

$m_2$ ---15 片滤纸吸水前的质量（g），精确到 0.1g;

$m_3$ ---试模、底部不透水片与砂浆总质量（g），精确到 1g;

$m_4$ ---15 片滤纸吸水后的质量（g），精确到 0.1g;

$\alpha$ ---砂浆含水率（%）。

取两次试验结果的算术平均值作为砂浆的保水率，精确到 0.1%，且第二次试验应重新取样测定。当两个测定值之差超过 2% 时，此组试验结果应为无效。

## 2、砂浆立方体抗压强度试验

### （1）仪器设备

①试模：70.7mm×70.7mm×70.7mm 的带底试模，应符合现行行业标准《混凝土试模》JG237 的规定选择，应具有足够的刚度并拆装方便。试模内表面应机械加工，其不平度应为每 100mm 不超过 0.05mm，组装后各相邻面的不垂直度不应超过 $\pm 0.5^\circ$ ；

②钢制捣棒：直径为 10mm，长度为 350mm，端部磨圆；

③压力试验机：精度应为 1%，试件破坏荷载应不小于压力机量程的 20%，且不应大于全量程的 80%；

④垫板：试验机上、下压板及试件之间可垫以钢垫板，垫板的尺寸应大于试件的承压面，其不平度应为每 100mm 不超过 0.02mm；

⑤振动台：空载时台面的垂直振幅应为  $0.5 \pm 0.05$ mm，空载频率应为  $50 \pm 3$ Hz，空载台面振幅均匀度不应大于 10%，一次试验应至少能固定 3 个试模。

### （2）立方体抗压强度试件的制作及养护

① 应采用立方体试件，每组试件 3 个；

② 应采用黄油等密封材料涂抹试模的外接缝，试模内应涂刷薄层机油或隔离剂。应将拌制好的砂浆一次性装满砂浆试模，成型方法应根据稠度确定。当稠度大于 50mm 时，宜采用人工插捣成型，当稠度不大于 50mm 时，宜采用振动台振实成型；

A 人工插捣：用捣棒均匀由外向里按螺旋方向插捣 25 次，插捣过程中当砂浆沉落低于试模口时，与随时添加砂浆，可用油灰刀插捣数次，并用手将试模一边抬高 5~10mm 各振动 5 次，砂浆应高出试模顶面 6~8mm；

B 机械振动：将砂浆一次性装满试模，放置到振动台上，振动时试模不得跳动，振动 5~10s 或持续到表面泛浆为止，不得过振；

③ 待表面水分稍干后，再将高出试模部分的砂浆沿试模顶面刮去并抹平；

④ 试件制作后应在  $20 \pm 5^\circ\text{C}$  温度环境下停置一昼夜（ $24 \pm 2$ h），然后对试件进行编号并拆模。当气温较低时，或者凝结时间大于 24h 的砂浆，可适当延长时间，但不应超过 2d。试件拆模后应立即放入温度为  $20 \pm 2^\circ\text{C}$ ，相对湿度为 90% 以上的标准养护室中养护。养护期间，试件彼此间隔不得小于 10mm，混合砂浆、湿拌砂浆试件上面应覆盖，防止有水滴在试件上；

⑤ 从搅拌加水开始，标准养护龄期应为 28d，也可根据相关标准要求增加 7d 和 14d。

### （3）立方体抗压强度试验

① 试件从养护地点取出后应及时进行试验。试验前应将试件表面擦拭干净，测量尺寸，并检查其外观，并应计算试件的承压面积。当实测尺寸与公称尺寸之差不超过 1mm 时，可按照公称尺寸进行计算；

② 将试件安放在试验机的下压板上（或下垫板上），试件的承压面应与成型时的顶面垂直，试件中心与试验机下压板（或下垫板）中心对准。开动试验机，当上压板与试件接近时，调整球座，使接触面均匀受压。试验过程中应连续而均匀地加荷，加荷速度为每秒钟 0.25-1.5kN；砂浆强度不大于 2.5MPa 时，宜取下限。当试件接近破坏而迅速变形时，停止调整试验机油门，直至试件破坏，然后记录破坏荷载。

### （4）结果计算

砂浆立方体抗压强度应按下列公式计算：

$$f_{m. cu} = K \frac{N_u}{A} \quad (1.3)$$

式中  $f_{m. cu}$  --- 砂浆立方体抗压强度（MPa），精确到 0.1 MPa

$N_u$ ---试件破坏荷载（N）

$A$ ---试件承压面积（mm<sup>2</sup>）

$K$ ---换算系数，取 1.35。

### （5）结果处理

① 应以三个试件测值的算术平均值作为该组试件的砂浆立方体抗压强度平均值（ $f_2$ ），精确到 0.1 MPa；

② 当三个测值的最大值或最小值中有一个与中间值的差超过中间值的 15%时，应把最大值及最小值一并舍去，取中间值作为该组试件的抗压强度值；

③ 当两个测值与中间值的差均超过中间值的 15%时，该组试验结果应为无效。

## 二、砌筑砂浆配合比设计规程（摘自《砌筑砂浆配合比设计规程》JGJ/T98-2010）

### 3 材料要求

**3.0.1** 砌筑砂浆所用原材料不应对人体、生物与环境造成有害的影响，并应符合现行国家标准《建筑材料放射性核素限量》GB 6566 的规定。

**3.0.2** 水泥宜采用通用硅酸盐水泥或砌筑水泥，且应符合现行国家标准《通用硅酸盐水泥》GB 175 和《砌筑水泥》GB/T 3183 的规定。水泥强度等级应根据砂浆品种及强度等级的要求进行选择。M15 及以下强度等级的砌筑砂浆宜选用 32.5 级的通用硅酸盐水泥或砌筑水泥；M15 以上强度等级的砌筑砂浆宜选用 42.5 级通用硅酸盐水泥。

**3.0.3** 砂宜选用中砂，并应符合现行行业标准《普通混凝土用砂、石质量及检验方法标准》JGJ 52 的规定，且应全部通过 4.75mm 的筛孔。

**3.0.4** 砌筑砂浆用石灰膏、电石膏应符合下列规定：

1 生石灰熟化成石灰膏时，应用孔径不大于 3mm X 3mm 的网过滤，熟化时间不得少于 7d；磨细生石灰粉的熟化时间不得少于 2d。沉淀池中储存的石灰膏，应采取防止干燥、冻结和污染的措施。严禁使用脱水硬化的石灰膏。

2 制作电石膏的电石渣应用孔径不大于 3mm $\times$ 3mm 的网过滤，检验时应加热至 70℃ 后至少保持 20min，并应待乙炔挥发完后再使用。

3 消石灰粉不得直接用于砌筑砂浆中。

**3.0.5** 石灰膏、电石膏试配时的稠度，应为 120mm $\pm$ 5mm。

**3.0.6** 粉煤灰、粒化高炉矿渣粉、硅灰、天然沸石粉应分别符合国家现行标准《用于水泥和混凝土中的粉煤灰》GB/T 1596、《用于水泥和混凝土中的粒化高炉矿渣粉》GB/T 18046、《高强高性能混凝土用矿物外加剂》GB/T 18736 和《天然沸石粉在混凝土和砂浆中应用技术规程》JGJ/T 112 的规定。当采用其他品种矿物掺合料时，应有可靠的技术依据，并应在使用前进行试验验证。

**3.0.7** 采用保水增稠材料时，应在使用前进行试验验证，并应有完整的型式检验报告。

**3.0.8** 外加剂应符合国家现行有关标准的规定，引气型外加剂还应有完整的型式检验报告。

**3.0.9** 拌制砂浆用水应符合现行行业标准《混凝土用水标准》JGJ 63 的规定。

## 4 技术条件

**4.0.1** 水泥砂浆及顶拌砌筑砂浆的强度等级可分为 M5、M7.5、M10、M15、M20、M25、M30；水泥混合砂浆的强度等级可分为 M5、M7.5、M10、M15。

**4.0.2** 砌筑砂浆拌合物的表观密度应符合表 4.0.2 的规定。

表 4.0.2 砌筑砂浆拌合物的表观密度 (kg/m<sup>3</sup>)

砂浆种类	表观密度
水泥砂浆	$\geq 1900$
水泥混合砂浆	$\geq 1800$

预拌砌筑砂浆	$\geq 1800$
--------	-------------

4.0.3 砌筑砂浆的稠度、保水率、试配抗压强度应同时满足要求。

4.0.4 砌筑砂浆施工时的稠度宜按表 4.0.4 选用。

表 4.0.4 砌筑砂浆的施工稠度 (mm)

砌体种类	施工稠度
烧结普通砖砌体、粉煤灰砖砌体	70~90
混凝土砖砌体、普通混凝土小型空心砌块砌体、灰砂砖砌体	50~70
烧结多孔砖砌体、烧结空心砖砌体、轻集料混凝土小型空心砌块砌体、蒸压加气混凝土砌块砌体	60~80
石砌体	30~50

4.0.5 砌筑砂浆的保水率应符合表 4.0.5 的规定。

表 4.0.5 砌筑砂浆的保水率 (%)

砂浆种类	保水率
水泥砂浆	$\geq 80$
水泥混合砂浆	$\geq 84$
预拌砌筑砂浆	$\geq 88$

4.0.6 有抗冻性要求的砌体工程，砌筑砂浆应进行冻融试验。砌筑砂浆的抗冻性应符合表 4.0.6 的规定，且当设计对抗冻性有明确要求时，尚应符合设计规定。

表 4.0.6 砌筑砂浆的抗冻性

使用条件	抗冻指标	质量损失率 (%)	强度损失率 (%)
夏热冬暖地区	F15	$\leq 5$	$\leq 25$
夏热冬冷地区	F25		
寒冷地区	F35		
严寒地区	F50		

4.0.7 砌筑砂浆中的水泥和石灰膏、电石膏等材料的用量可按表 4.0.7 选用。

表 4.0.7 砌筑砂浆的材料用量 (kg/m<sup>3</sup>)

砂浆种类	材料用量
水泥砂浆	$\geq 200$
水泥混合砂浆	$\geq 350$

预拌砌筑砂浆	$\geq 200$
--------	------------

注：1 水泥砂浆中的材料用量是指水泥用量。

2 水泥混合砂浆中的材料用量是指水泥和石灰膏、电石膏的材料总量。

3 预拌砌筑砂浆中的材料用量是指胶凝材料用量，包括水泥和替代水泥的粉煤灰等活性矿物掺合料。

4.0.8 砌筑砂浆中可掺入保水增稠材料、外加剂等，掺量应经试配后确定。

4.0.9 砌筑砂浆试配时应采用机械搅拌。搅拌时间应自开始加水算起，并应符合下列规定：

- 1 对水泥砂浆和水泥混合砂浆，搅拌时间不得少于 120s。
- 2 对预拌砌筑砂浆和掺有粉煤灰、外加剂、保水增稠材料等的砂浆，搅拌时间不得少于 180s。

## 5 砌筑砂浆配合比的确定与要求

### 5.1 现场配制砌筑砂浆的试配要求

5.1.1 现场配制水泥混合砂浆的试配应符合下列规定：

- 1 配合比应按下列步骤进行计算：
  - 1) 计算砂浆试配强度 ( $f_{m,0}$ )；
  - 2) 计算每立方米砂浆中的水泥用量 ( $Q_c$ )；
  - 3) 计算每立方米砂浆中石灰膏用量 ( $Q_b$ )；
  - 4) 确定每立方米砂浆中的砂用量 ( $Q_s$ )；
  - 5) 按砂浆稠度选每立方米砂浆用水量 ( $Q_w$ )。

2 砂浆的试配强度应按下式计算：

$$f_{m,0} = kf_2 \quad (5.1.1-1)$$

式中： $f_{m,0}$ —— 砂浆的试配强度 (MPa)，应精确至 0.1MPa；

$f_2$ —— 砂浆强度等级值 (MPa)，应精确至 0.1MPa；

$k$ —— 系数，按表 5.1.1 取值。

表 5.1.1 砂浆强度标准差 $\sigma$ 及  $k$  值

强度等级 施工水平	强度标准差 $\sigma$ (MPa)							$k$
	M5	M7.5	M10	M15	M20	M25	M30	
优良	1.00	1.50	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00	1.15

一般	1.25	1.88	2.50	3.75	5.00	6.25	7.50	1.20
较差	1.50	2.25	3.00	4.50	6.00	7.50	9.00	1.25

3 砂浆强度标准差的确定应符合下列规定：

1) 当有统计资料时，砂浆强度标准差应按下列式计算：

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n f_{m,i}^2 - n\mu_{fm}^2}{n-1}} \quad (5.1.1-2)$$

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)；

$\mu_{fm}$  —— 统计周期内同一品种砂浆  $n$  组试件强度的平均值 (MPa)；

$n$  —— 统计周期内同一品种砂浆试件的总组数， $n \geq 25$ 。

2) 当无资料统计时，砂浆强度标准差可按表 5.1.1 取值。

4 水泥用量的计算应符合下列规定：

1) 每立方米砂浆中的水泥用量，应按下列式计算：

$$Q_c = 1000(f_{m,0} - \beta) / (\alpha \cdot f_{ce}) \quad (5.1.1-3)$$

式中：  $Q_c$  —— 每立方米砂浆的水泥用量 (kg)，应精确至 1kg；

$f_{ce}$  —— 水泥的实测强度 (MPa)，应精确至 0.1 MPa；

$\alpha$ 、 $\beta$  —— 砂浆的特征系数，其中  $\alpha$  取 3.03， $\beta$  取 -15.09。

注：各地区也可用本地区试验资料确定  $\alpha$ 、 $\beta$  值，统计用的试验组数不得少于 30 组。

2) 在无法取得水泥的实测强度值时，可按下列式计算：

$$f_{ce} = \gamma_c \cdot f_{ce,k} \quad (5.1.1-4)$$

式中：  $f_{ce,k}$  —— 水泥强度等级值 (MPa)；

$\gamma_c$  —— 水泥强度等级值的富余系数，宜按实际统计资料确定；无统计资料时可取 1.0。

5 石灰膏用量应按下列式计算：

$$Q_D = Q_A - Q_c \quad (5.1.1-5)$$

式中：  $Q_D$  —— 每立方米砂浆的石灰膏用量 (kg)，应精确至 1kg；石灰膏使用时的稠度宜为 120 mm  $\pm$  5mm；

$Q_c$  —— 每立方米砂浆的水泥用量 (kg)，应精确至 1kg；

$Q_A$  —— 每立方米砂浆中水泥和石灰膏总量，应精确至 1kg，可为 350kg。

6 每立方米砂浆中的砂用量，应按干燥状态 (含水率小于 0.5%) 的堆积密度值作为计算值 (kg)。

7 每立方米砂浆中的用水量，可根据砂浆稠度等要求选用 210kg~310kg。

- 注：1 混合砂浆中的用水量，不包括石灰膏中的水；
- 2 当采用细砂或粗砂时，用水量分别取上限或下限；
- 3 稠度小于 70mm 时，用水量可小于下限；
- 4 施工现场气候炎热或干燥季节，可酌量增加用水量。

### 5.1.2 现场配制水泥砂浆的试配应符合下列规定：

- 1 水泥砂浆的材料用量可按表 5.1.2-1 选用。

**表 5.1.2-1 每立方米水泥砂浆材料用量 (kg/m<sup>3</sup>)**

强度等级	水泥	砂	用水量
M5	200~230	砂的堆积密度值	270~330
M7.5	230~260		
M10	260~290		
M15	290~330		
M20	340~400		
M25	360~410		
M30	430~480		

注：1 M15 及 M15 以下强度等级水泥砂浆，水泥强度等级为 32.5 级；M15 以上强度等级水泥砂浆，水泥强度等级为 42.5 级；

- 2 当采用细砂或粗砂时，用水量分别取上限或下限；
- 3 稠度小于 70mm 时，用水量可小于下限；
- 4 施工现场气候炎热或干燥季节，可酌量增加用水量；
- 5 试配强度应按本规程式 (5.1.1-1) 计算。

- 2 水泥粉煤灰砂浆材料用量可按表 5.1.2-2 选用。

**表 5.1.2-2 每立方米水泥粉煤灰砂浆材料用量 (kg/m<sup>3</sup>)**

强度等级	水泥和粉煤灰总量	粉煤灰	砂	用水量
M5	210~240	粉煤灰掺量可占胶凝材料总量的 15%~25%	砂的堆积密度值	270~330
M7.5	240~270			
M10	270~300			
M15	300~330			

注：1 表中水泥强度等级为 32.5 级；

- 2 当采用细砂或粗砂时，用水量分别取上限或下限；
- 3 稠度小于 70mm 时，用水量可小于下限；



4 施工现场气候炎热或干燥季节，可酌量增加用水量；

5 试配强度应按本规程式（5.1.1-1）计算。

## 5.2 预拌砌筑砂浆的试配要求

5.2.1 预拌砌筑砂浆应符合下列规定：

- 1 在确定湿拌砌筑砂浆稠度时应考虑砂浆在运输和储存过程中的稠度损失。
- 2 湿拌砌筑砂浆应根据凝结时间要求确定外加剂掺量。
- 3 干混砌筑砂浆应明确拌制时的加水量范围。
- 4 预拌砌筑砂浆的搅拌、运输、储存等应符合现行行业标准《预拌砂浆》 JG/T 230 的规定。
- 5 预拌砌筑砂浆性能应符合现行行业标准《预拌砂浆》 JG/T 230 的规定。

5.2.2 预拌砌筑砂浆的试配应符合下列规定：

- 1 预拌砌筑砂浆生产前应进行试配，试配强度应按本规程式（5.1.1-1）计算确定，试配时稠度取 70mm~80mm。
- 2 预拌砌筑砂浆中可掺入保水增稠材料、外加剂等，掺量应经试配后确定。

## 5.3 砌筑砂浆配合比试配、调整与确定

5.3.1 砌筑砂浆试配时应考虑工程实际要求，搅拌应符合本规程第 4.0.9 条的规定。

5.3.2 按计算或查表所得配合比进行试拌时，应按现行行业标准《建筑砂浆基本性能试验方法标准》 JGJ/T 70 测定砌筑砂浆拌合物的稠度和保水率。当稠度和保水率不能满足要求时，应调整材料用量，直到符合要求为止，然后确定为试配时的砂浆基准配合比。

5.3.3 试配时至少应采用三个不同的配合比，其中一个配合比应为按本规程得出的基准配合比，其余两个配合比的水泥用量应按基准配合比分别增加及减少 10%。在保证稠度、保水率合格的条件下，可将用水量、石灰膏、保水增稠材料或粉煤灰等活性掺合料用量作相应调整。

5.3.4 砌筑砂浆试配时稠度应满足施工要求，并应按现行行业标准《建筑砂浆基本性能试验方法标准》 JGJ/T 70 分别测定不同配合比砂浆的表观密度及强度；并应选定符合试配强度及和易性要求、水泥用量最低的配合比作为砂浆的试配配合比。

5.3.5 砌筑砂浆试配配合比尚应按下列步骤进行校正：

- 1 应根据本规程第 5.3.4 条确定的砂浆配合比材料用量，按下式计算砂浆的理论表观密度值：

$$\rho_t = Q_c + Q_D + Q_s + Q_w \quad (5.3.5-1)$$

式中： $\rho_t$ —— 砂浆的理论表观密度值（ $\text{kg/m}^3$ ），应精确至  $10\text{kg/m}^3$ 。

- 2 应按下式计算砂浆配合比校正系数 $\delta$ ：

$$\delta = \rho_c / \rho_t \quad (5.3.5-2)$$


式中： $\rho_c$ —— 砂浆的实际表观密度值 ( $\text{kg/m}^3$ )，应精确至  $10\text{kg/m}^3$ 。

3 当砂浆的实测表观密度值与理论表观密度值之差的绝对值不超过理论值的 2%时，可将按本规程第 5.3.4 条得出的试配配合比确定为砂浆设计配合比；当超过 2%时，应将试配配合比中每项材料用量均乘以校正系数 ( $\delta$ ) 后，确定为砂浆设计配合比。

**5.3.6** 预拌砌筑砂浆生产前应进行试配、调整与确定，并应符合现行行业标准《预拌砂浆》 JG/T 230 的规定。

**肩负行业责任，为检测人员素质保驾护航！**



 025-8545 8161

<http://jkpx.jsgcjc.com>

江苏建科建筑技术培训中心