

江苏建科建筑技术培训中心

砂、石常规



周恩飞 高级工程师

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.jsqjtc.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

一、砂常规.....	1
一、概念.....	1
二、检测依据.....	1
三、砂质量要求.....	1
四、取样及制备要求.....	3
五、砂试验方法.....	4
六、实例.....	26
二、石常规.....	25
一、概念.....	25
二、检测依据.....	25
三、砂质量要求.....	25
三、取样及制备要求.....	25
五、试验方法.....	30
六、思考题.....	47

砂、石常规

一、砂常规

一、概念

砂是用于拌和混凝土的一种细集料, 一般指自然形成或由机械破碎, 粒径在 5mm 以下的岩石颗粒。

砂按加工方法来分有天然砂和人工砂。天然砂中按产源不同可分为河砂、海砂和山砂; 人工砂按组成不同又可分机制砂和混合砂。机制砂指由机械破碎、筛分制成的, 粒径小于 4.75mm 的岩石颗粒, 但不包括软质岩、风化岩石的颗粒。混合砂由机制砂和天然砂混合制成的砂。砂按细度模数大小又分为: 粗砂、中砂、细砂和特细砂。其细度模数分别为: 粗砂: 3.7~3.1; 中砂: 3.0~2.3; 细砂: 2.2~1.6; 特细砂: 1.5~0.7。

对于长期处于潮湿环境的重要混凝土结构所用的砂、石, 应进行碱活性检验。

鉴于目前大多都应用于拌制混凝土中, 通常检验方法都是采用行标。

二、检测依据

《普通混凝土用砂、石质量及检验方法标准》JGJ52-2006

《建设用砂》GB/T14684-2011

三、砂质量要求

1、砂的粗细程度按细度模数 μ_f 分为粗、中、细、特细四级, 其范围应符合下列规定:

粗砂: $\mu_f=3.7\sim 3.1$, 中砂: $\mu_f=3.0\sim 2.3$, 细砂: $\mu_f=2.2\sim 1.6$, 特细砂: $\mu_f=1.5\sim 0.7$ 。

2、砂筛应采用方孔筛。砂的公称粒径, 砂筛筛孔的公称直径和方孔筛筛孔边长应符合表 1-1 的规定。

砂的公称粒径, 砂筛筛孔的公称直径和方孔筛筛孔边长尺寸 表 1-1

砂的公称粒径	砂筛筛孔的公称直径	方孔筛筛孔边长
5.00mm	5.00mm	4.75mm
2.50mm	2.50mm	2.36mm
1.25mm	1.25mm	1.18mm
630 μ m	630 μ m	600 μ m
315 μ m	315 μ m	300 μ m
160 μ m	160 μ m	150 μ m
80 μ m	80 μ m	75 μ m

除特细砂外, 砂的颗粒级配可按公称直径 630 μ m 筛孔的累计筛余量 (以质量百分率计, 下同), 分成三个区 (见表 1-2), 且砂的颗粒级配应处于表 1-2 中的某一区内。

砂的实际颗粒级配与表 1-2 中的累计筛余相比, 除公称粒径为 5.00mm 和 630 μ m (表 1-2 斜体所标数值) 的累计筛余外, 其余公称粒径的累计筛余可稍有超出分界线, 但总超出量不应大于 5%。

当天然砂的实际颗粒级配不符合要求, 宜采用相应的技术措施, 并经试验证明能确保混凝土质量后, 方允许使用。

砂颗粒级配区 表 1-2

	I	II	III
5.00mm	10~0	10~0	10~0
2.50mm	35~5	25~0	15~0
1.25mm	65~35	50~10	25~0
630μm	85~71	70~41	40~16
315 μ m	95~80	92~70	85~55
160 μ m	100~90	100~90	100~90

配置混凝土时宜优先选用II区砂。当采用I区砂时，应提高砂率，并保持足够的水泥用量，满足混凝土的和易性；当采用III区砂时，宜适当降低砂率；当采用特细砂时，应符合相应的规定。

配置泵送混凝土，宜选用中砂。

3、天然砂中含泥量应符合表 1-3 的规定。

天然砂中含泥量 表 1-3

混凝土强度等级	≥C60	C55~C30	≤C25
含泥量（按质量计，%）	≤2.0	≤3.0	≤5.0

对于有抗冻、抗渗或其他特殊要求的小于或等于 C25 混凝土用砂，其含泥量不应大于 3.0%。

4、砂中泥块含量应符合表 1-4 的规定。

砂中泥块含量 表 1-4

混凝土强度等级	≥C60	C55~C30	≤C25
泥块含量（按质量计，%）	≤0.5	≤1.0	≤2.0

对于有抗冻、抗渗或其他特殊要求的小于或等于 C25 混凝土用砂，其含泥量不应大于 1.0%。

5、人工砂或混合砂中石粉含量应符合表 1-5 的规定。

人工砂或混合砂中石粉含量 表 1-5

混凝土强度等级		≥C60	C55~C30	≤C25
石粉含量（%）	MB<1.4（合格）	≤5.0	≤7.0	≤10.0
	MB≥1.4（合格）	≤2.0	≤3.0	≤5.0

6、砂的坚固性应采用硫酸钠溶液检验，试样经 5 次循环后，其质量损失应符合表 1-6 的规定。

砂的坚固性指标 表 1-6

混凝土所处的环境条件及其性能要求	5 次循环后的质量损失（%）
在严寒及寒冷地区室外使用并经常处于潮湿或干湿交替状态下的混凝土 对于有抗疲劳、耐磨、抗冲击要求的混凝土 有腐蚀介质作用或经常处于水位变化的地下结构混凝土	≤8
其他条件下使用的混凝土	≤10

7、人工砂的总压碎值指标应小于 30%。

8、当砂中含有云母、轻物质、有机物、硫化物及硫酸盐等有害物质时，其含量应符合表 1-7 的规定。

砂中含有有害物质含量 表 1-7

项目	质量指标
云母含量（按质量计，%）	≤2.0
轻物质含量（按质量计，%）	≤1.0
硫化物及硫酸盐含量（折算成 SO ₃ 按质量计，%）	≤1.0
有机物含量（用比色法试验）	颜色不应深于标准色。当颜色深于标准色时，应按水泥胶砂强度试验方法进行强度对比试验，抗压强度比不应低于 0.95

对于有抗冻、抗渗要求的混凝土用砂，其云母含量不应大于 1.0%。

当砂中含有颗粒状的硫酸盐或硫化物杂质时，应进行专门检验，确认能满足混凝土耐久性要求后，方可采用。

9、对于长期处于潮湿环境的重要混凝土结构用砂，应采用砂浆棒（快速法）或砂浆长度法进行骨料的碱活性检验。经上述检验判断为有潜在危害时，应控制混凝土中的碱含量不超过 3kg/m³，或采用能抑制碱-骨料反应的有效措施。

10、砂中氯离子含量应符合下列规定：

对于钢筋混凝土用砂, 其氯离子含量不得大于 0.06% (以干砂的质量百分率计);
 对于预应力混凝土用砂, 其氯离子含量不得大于 0.02% (以干砂的质量百分率计)。
 11、海砂中贝壳含量应符合表 1-8 的规定。

海砂中贝壳含量 表 1-8

混凝土强度等级	≥C40	C35~C30	≤C25
贝壳含量 (按质量计, %)	≤3	≤5	≤8

对于有抗冻、抗渗或其他特殊要求的小于或等于 C25 混凝土用砂, 其贝壳含量不应大于 5%。

四、取样及制备要求

(一) 取样

1、每验收批取样方法应按下列规定执行:

(1)在料堆上取样时, 取样部位应均匀分布。取样前先将取样部位表层铲除。然后由各部位抽取大致相等的砂共 8 份, 组成一组样品;

(2)从皮带运输机上取样时, 应在皮带运输机机尾的出料处用接料器定时取砂 4 份组成一组样品;

(3)从火车、汽车、货船上取样时, 从不同部位和深度抽取大致相等的砂 8 份, 组成一组样品。

2、除筛分析外, 当其余检验项目存在不合格时, 应加倍取样进行复检。当复验仍有一项不满足标准要求时, 应按不合格品处理。

注: 如经观察, 认为各节车皮间 (汽车、货船间) 所载的砂质量相差甚为悬殊时, 应对质量有怀疑的每节列车 (汽车、货船) 分别进行取样和验收。

3、每组样品的取样数量。对于每一单项试验, 砂的每组样品取样数量应满足表 1-9 的规定。当需要做多项检验时, 可在确保样品经一项试验后不致影响其它试验结果的前提下, 用同组样品进行多项不同的试验。

每一单项检验项目所需砂的最少取样数量 表 1-9

试验项目	最少取样数量(g)
筛分析	4400
表观密度	2600
吸水率	4000
紧密密度和堆积密度	5000
含水率	1000
含泥量	4400
泥块含量	20000
石粉含量	1600
人工砂压碎值指标	分成公称粒级 5.00~2.500mm; 2.50~1.25mm; 1.25~630μm; 630~315μm; 315~160μm 每个粒级各需 1000g
有机物含量	2000
云母含量	600
轻物质含量	3200
坚固性	分成公称粒级 5.00~2.500mm; 2.50~1.25mm; 1.25~630μm; 630~315μm; 315~160μm 每个粒级各需 100g
硫化物及硫酸盐含量	50
氯离子含量	2000
贝壳含量	10000
碱活性	20000

4、每组样品应妥善包装, 避免细料散失及防止污染, 并附样品卡片, 标明样品的编号、取样时间、代表数量、产地、样品量、要求检验项目及取样方式等。

(二) 样品的缩分

1、样品的缩分可选择下列二种方法之一:

(1) 用分料器: 将样品在潮湿状态下拌和均匀, 然后使样品通过分料器。留下接样斗中的其中一份。用另一份再次通过分料器, 重复上述过程, 直至将样品缩分到试验所需量为止。

(2) 人工四分法缩分: 将所取每组样品置于平板上, 在潮湿状态下拌合均匀, 并堆成厚度约为 20mm 的“圆饼”。然后沿互相垂直的两条直径把“圆饼”分成大致相等的四份, 取其对角的两份重新拌匀, 再堆成“圆饼”。重复上述过程, 直至缩分后的材料量略多于进行试验所必需的量为止。

2、对较少的砂样品 (如作单项试验时), 可采用较干的原砂样, 但应经仔细拌匀后再缩分。砂的堆积密度和紧密密度及含水率检验所用的试样可不经缩分, 在拌匀后直接进行试验。

五、砂试验方法

本节内容主要阐述了《普通混凝土用砂、石质量及检验方法标准》JGJ52-2006 (以下简称行标), 因《建设用砂》GB/T14684-2011 (以下简称国标) 与行标的试验方法基本一致。

(一) 筛分析试验

1、试验设备

(1) 试验筛: 孔径为 10.0mm、5.00mm、2.50mm、1.25mm、630 μ m、315 μ m、160 μ m 的方孔筛各一只, 以及筛的底盘和盖各一只, 筛框为 300mm 或 200mm。其产品质量要求应符合现行的国家相关标准规定的要求;

(2) 天平: 称量 1000g, 感量 1g;

(3) 摇筛机;

(4) 烘箱: 温度控制在 105 \pm 5 $^{\circ}$ C;

(5) 浅盘、硬、软毛刷等。

2、试样制备

用于筛分析的试样, 颗粒粒径不应大于 10.0mm。试验前应先将将来通过 10.0mm 方孔筛, 并算出筛余。称取经缩分后样品不少于 550g 的试样两份, 分别倒入两个浅盘中, 在 105 \pm 5 $^{\circ}$ C 的温度下烘干到恒重。冷却至室温备用。

注: 恒重系指相邻两次称量间隔时间不小于 3h 的情况下, 前后两次称量之差小于该试验所要求的称量精度(下同)。

3、试验步骤

(1) 准确称取烘干试样 500g (特细砂可称 250g), 置于按筛孔大小顺序排列(大孔在上、小孔在下)的套筛的最上一只筛(即 5.0mm 方孔筛)上; 将套筛装入摇筛机内固紧, 筛分时间 10min 左右; 然后取出套筛, 再按筛孔大小顺序, 在清洁的浅盘上逐个手筛, 直至每分钟的筛出量不超过试样总量的 0.1% 时为止, 通过的颗粒并入下一个筛, 并和下一个筛中试样一起过筛, 按这样的顺序进行, 直至每个筛全部筛完为止;

注: (1) 当试样含泥量超过 5%, 则应先用水洗, 然后烘干至恒重, 再进行筛分。

(2) 无摇筛机时, 可改用手筛。

(2) 试样在各只筛子上的筛余量均不得超过按下式计算得出的剩留量, 否则应将该筛的筛余试样分成两份或数份, 再次进行筛分, 并以其筛余量之和作为该筛的筛余量。

$$m_r = \frac{A\sqrt{d}}{300}$$

式中: m_r ——某一筛上的剩留量 (g);
 d ——筛孔边长 (mm);
 A ——筛的面积 (mm^2).

(3) 称取各筛筛余试样的质量(精确至 1g), 所有各筛的分计筛余量和底盘中剩余量的总和与筛分前的试样总量相比, 其相差不得超过 1%。

4、数据处理与结果判定

- (1) 计算分计筛余百分率(各筛上的筛余量除以试样总量的百分率), 精确至 0.1%;
- (2) 计算累计筛余百分率(该筛上的分计筛余百分率与大于该筛的各筛上的分计筛余百分率之总和), 精确至 0.1%;
- (3) 根据各筛两次试验累计筛余的平均值, 评定该试样的颗粒级配分布情况, 精确至 1%;
- (4) 按下式计算砂的细度模数, 精确至 0.01;

$$\mu_f = \frac{(\beta_2 + \beta_3 + \beta_4 + \beta_5 + \beta_6) - 5\beta_1}{100 - \beta_1}$$

式中: μ_f ——砂的细度模数

β_1 、 β_2 、 β_3 、 β_4 、 β_5 、 β_6 ——分别为公称直径 5.00mm、2.50mm、1.25mm、630 μm 、315 μm 、160 μm 方孔筛上的累计筛余;

(5) 细度模数以两次试验结果的算术平均值为测定值。如两次试验所得的细度模数之差大于 0.20 时, 应重新取试样进行试验。

5、试验方法中的几个影响因素

- (1) 用于筛分析的试样, 颗粒粒径不应大于 10mm, 试验前应先将试样通过 10mm 筛。
- (2) 筛分时间 10min 和 20min, 其细度模数相差仅为 0.02, 因此筛分时间 10min 为宜。
- (3) 砂中数量不等的黏土、尘屑在自然状态下与砂子黏结在一起, 但试样经过烘干, 在筛分过程中, 砂子间相互摩擦, 绝大多数与砂粒分离, 所以只要试样烘干, 砂中黏土、尘屑一般不会影响其筛分的干净程度。

(二) 砂的表观密度试验

A. 标准方法

1、试验设备

- (1) 天平: 称量 1000g, 感量 1g;
- (2) 容量瓶: 500mL;
- (3) 干燥器、浅盘、铝制料勺、温度计等;
- (4) 烘箱: 能使温度控制在 $105 \pm 5^\circ\text{C}$;

2、试样制备

将缩分至 650g 左右的试样在温度 $105 \pm 5^\circ\text{C}$ 的烘箱中烘干至恒重, 并在干燥器内冷却至室温。

3、试验步骤

- (1) 称取烘干的试样 300g(m_0), 装入盛有半瓶冷开水的容量瓶中;
- (2) 摇转容量瓶, 使试样在水中充分搅动以排除气泡, 塞紧瓶塞, 静置 24h 左右。然后用滴管添水, 使水面与瓶颈刻度线平齐, 再塞紧瓶塞, 擦干瓶外的水分称其质量(m_1);
- (3) 倒出瓶中的水和试样, 将瓶的内外表面洗净, 再向瓶内注入与第②款水温相差不超过 2°C

的冷开水至瓶颈刻度线平齐, 再塞紧瓶塞, 擦干瓶外水分, 称其质量(m_2)。

注: 在砂的表观密度试验过程中应测量并控制水的温度, 试验的各项称量可以在 $15^{\circ}\text{C}\sim 25^{\circ}\text{C}$ 的温度范围内进行。从试样加水静置的最后 2h 起直至试验结束, 其温度相差不应超过 2°C 。

4、数据处理与结果判定

(1) 表观密度 ρ 应按下式计算(精确至 $10\text{kg}/\text{m}^3$):

$$\rho = \left(\frac{m_0}{m_0 + m_2 - m_1} - \alpha_t \right) \times 1000$$

式中: ρ ——表观密度(kg/m^3)

m_0 ——试样的烘干质量(g);

M_1 ——试样、水及容量瓶总质量(g);

M_2 ——水及容量瓶总质量(g);

α_t ——水温对砂的表观密度影响的修正系数, 见表 1-10

不同水温下砂的表面密度温度修正系数 表 1-10

水温 $^{\circ}\text{C}$	15	16	17	18	19	20
α_t	0.002	0.003	0.003	0.004	0.004	0.005
水温 $^{\circ}\text{C}$	21	22	23	24	25	-----
α_t	0.005	0.006	0.006	0.007	0.008	-----

(2) 以两次试验结果的算术平均值作为测定值, 如两次结果之差大于 $20\text{kg}/\text{m}^3$, 应重新进行试验。

B. 简易方法

1、试验设备

- (1) 天平: 称量 1000g , 感量 1g ;
- (2) 李氏瓶: 容量 250mL ;
- (3) 烘箱: 能使温度控制在 $105\pm 5^{\circ}\text{C}$;
- (4) 其它仪器设备参照上述标准方法中所用设备。

2、试样制备

将样品缩分至不少于 120g , 在 $105\pm 5^{\circ}\text{C}$ 的烘箱中烘干至恒重, 并在干燥器中冷却至室温, 分成大致相等的两份备用。

3、试验步骤

- (1) 向李氏瓶中注入冷开水至一定刻度处, 擦干瓶颈内附着水, 记录水的体积 (V_1);
- (2) 称取烘干试样 50g (m_0), 徐徐装入盛水的李氏瓶中;
- (3) 试样全部入瓶中后, 用瓶内的水将粘附在瓶颈和瓶壁的试样洗入水中, 摇转李氏瓶以排除气泡, 静置 24h 后, 记录瓶中水面升高后的体积 (V_2)。

注: 在砂的表观密度试验过程中应测量并控制水的温度, 允许在 $15^{\circ}\text{C}\sim 25^{\circ}\text{C}$ 温度范围内进行体积测定, 但两次体积测定(指 V_1 和 V_2) 的温差不得大于 2°C 。从试样加水静置的最后的 2h 起, 直至记录完瓶中水面高升时止, 其温度相差不应超过 2°C 。

4、数据处理与结果判定

(1) 表观密度应按下式计算(精确至 $10\text{kg}/\text{m}^3$):

$$\rho = \left(\frac{m_0}{V_2 - V_1} - \alpha_t \right) \times 1000 (\text{kg} / \text{m}^3)$$

- 式中： m_0 ——试样的烘干质量(g)；
- V_1 ——水的原有体积 (mL)；
- V_2 ——倒入试样后的水和试样的体积 (mL)；
- α_t ——考虑称量时的水温对水相对密度影响的修正系数，见标准方法中的表。

(2) 以两次试验结果的算术平均值作为测定值，如两次结果之差大于 20kg/m^3 时，应重新取样进行试验。

(三) 吸水率试验

1、试验设备

- (1) 天平：称量 1000g，感量 1g；
- (2) 饱和面干试模及质量约 $340\pm 15\text{g}$ 的铜制捣棒（见图 3.3.1 所示）；
- (3) 干燥器、吹风机（手提式）、浅盘、铝制料勺、玻璃棒、温度计等；
- (4) 烧杯：500mL；
- (5) 烘箱：能使温度控制在 $105^\circ\text{C}\pm 5^\circ\text{C}$ 。

2、试样制备应符合下列规定：

饱和面干试样的制备，是将样品在潮湿状态下用四分法缩分至约 1000g，拌匀后分成两份，分别装于浅盘或其它合适的容器中，注入清水，使水面高出试样表面 20mm 左右（水温控制在 $20\pm 5^\circ\text{C}$ ）。用玻璃棒连续搅拌 5min，以排除气泡。静置 24h 以后，细心地倒去试样上的水，并用吸管吸去余水。

再将试样在盘中摊开，用手提吹风机缓缓吹入暖风，并不断翻拌试样，使砂表面的水分，在各部位均匀蒸发。然后将试样松散地一次装满饱和面干试模中，捣 25 次，捣棒端面距试样表面不超过 10mm，任其自由落下，捣完后，留下的空隙不用再装满，从垂直方向徐徐提起试模。如试模呈图 1—1 中 (a) 形状时，则说明砂中尚含有表面水，继续按上述方法用暖风干燥，并按上述方法进行试验，直至试模提起后试样呈图 1—1 中 (b) 的形状为止。如图 1—1 中 (c) 的形状，则说明试样已干燥过分，此时应将试样洒水约 55mL，充分拌匀，并静置于加盖容器中 30min 后，再按上述方法进行试验，直至试样达到图 1—1 中 (b) 的形状为止。

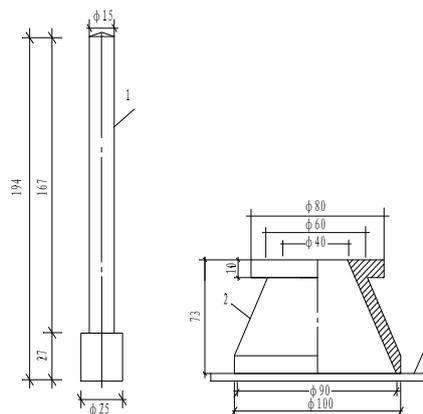


图 3.3.1 饱和面干试模及其捣棒 (单位:mm)
1-捣棒 2-试模 3-玻璃板

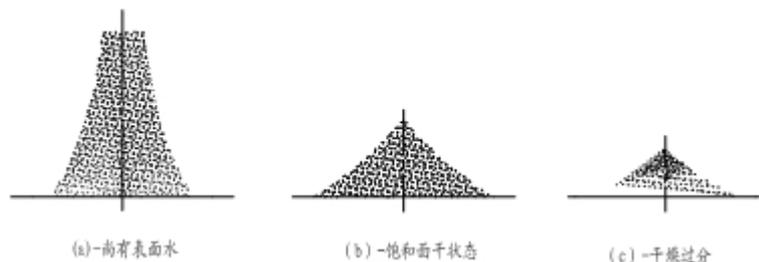


图 1—1 试样的塌陷情况

3、试验步骤

立即称取饱和面干试样 500g，放入已知质量 (m_1) 的烧杯中，于温度为 $105\pm 5^\circ\text{C}$ 的烘箱中烘干至恒重，并在干燥器内冷却至室温后，称取干样与烧杯的总质量 (m_2)。

4、数据处理与结果判定

- (1) 吸水率 ω_{wa} 应按下列计算 (精确至 0.1%)：

$$\omega_{wa} = \frac{500 - (m_2 - m_1)}{m_2 - m_1} \times 100 (\%)$$

- 式中: ω_{wa} ——吸水率(%)
 m_1 ——烧杯的质量(g);
 m_2 ——烘干的试样与烧杯的总质量(g)。

(2) 以两次试验结果的算术平均值作为测定值, 如两次结果之差大于 0.2%, 应重新取样进行试验。

(四) 堆积密度和紧密密度试验

1、试验设备

- (1) 案秤: 称量 5kg, 感量 5g;
- (2) 容量筒: 金属制、圆柱形、内径 108mm, 净高 109mm, 筒壁厚 2mm, 容积为 1L, 筒底厚为 5mm;
- (3) 漏斗 (见图 1—2) 或铝制料勺;

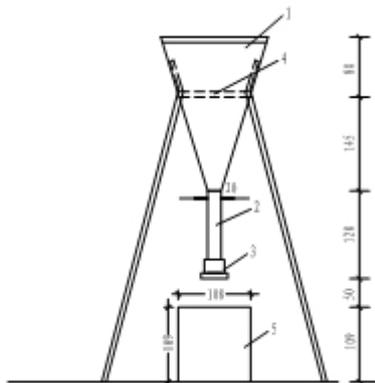


图 1—2 标准漏斗 (单位:mm)

1-漏斗 2-Φ20mm 管子 3-活动门 4-筛 5-金属量筒

- (4) 烘箱: 能使温度控制在 $105 \pm 5^\circ\text{C}$;
- (5) 直尺、浅盘等。

2、试样制备

先用公称直径 5.00mm 的筛子过筛, 然后取经缩分后的样品不少于 3L, 装入浅盘, 在温度为 $105 \pm 5^\circ\text{C}$ 烘箱中烘干至恒重, 取出并冷却至室温, 分成大致相等的两份备用。试样烘干后如有结块, 应在试验前予捏碎。

3、试验步骤

(1) 堆积密度: 取试样一份, 用漏斗或铝制料勺, 将它徐徐装入容量筒 (漏斗出料口或料勺距容量筒筒口不应超过 50mm) 直至试样装满并超出容量筒筒口。然后用直尺将多余的试样沿筒口中心线向两个相反方向刮平, 称其质量 (m_2)。

(2) 紧密密度: 取试样一份, 分二层装入容量筒。装完一层后, 在筒底垫放一根直径为 10mm 的钢筋, 将筒按住, 左右交替颠击地面各 25 下, 然后再装入第二层; 第二层装满后用同样方法颠实 (但筒底所垫钢筋的方向应与第一层放置方向垂直); 二层装完并颠实后, 加料直至试样超出容量筒筒口, 然后用直尺将多余的试样沿筒口中心线向两个相反方向刮平, 称其质量 (m_2)。

4、数据处理与结果判定

- (1) 堆积密度 (ρ_i) 及紧密密度 (ρ_c), 按下式计算 (精确至 10kg/m^3):

$$\rho_i (\rho_c) = \frac{m_2 - m_1}{V} \times 1000 (\text{kg/m}^3)$$

式中: ρ_1 (ρ_c) ——堆积密度(紧密密度) (kg/m^3);

m_1 ——容量筒的质量 (kg);

m_2 ——容量筒和砂总质量 (kg);

V ——容量筒容积 (L)。

以两次试验结果的算术平均值作为测定值。

(2) 空隙率按下式计算,精确 1%:

$$v_l = \left(1 - \frac{\rho_l}{\rho}\right) \times 100(\%)$$

$$v_c = \left(1 - \frac{\rho_c}{\rho}\right) \times 100(\%)$$

式中: V_l ——堆积密度的空隙率;

V_c ——紧密密度的空隙率;

ρ_l ——砂的堆积密度 (kg/m^3);

ρ ——砂的表观密度 (kg/m^3);

ρ_c ——砂的紧密密度 (kg/m^3)。

(3) 容量筒容积的校正方法:

以温度为 $20 \pm 2^\circ\text{C}$ 的饮用水装满容量筒,用玻璃板沿筒口滑移,使其紧贴水面。擦干筒外壁水分,然后称重。用下式计算筒的容积:

$$V = m_2' - m_1'$$

式中: V ——容量筒容积 (L);

m_1' ——容量筒和玻璃板质量 (kg);

m_2' ——容量筒、玻璃板和水总质量 (kg)。

(五) 含水率试验

A. 标准方法

1、试验设备

- (1) 烘箱: 能使使温度控制在 $105 \pm 5^\circ\text{C}$;
- (2) 天平: 称量 1000g , 感量 1g ;
- (3) 容器: 如浅盘。

2、试验步骤

由样品中取各重约 500g 的试样两份,分别放入已知质量的干燥容器 (m_1) 中称重。记下每盘试样与容器的总质量 (m_2),将容器连同试样放入温度为 $105 \pm 5^\circ\text{C}$ 的烘箱中烘干至恒重,称量烘干后的试样与容器的总质量 (m_3)。

3、数据处理与结果判定

(1) 砂的含水率 ω_{wc} 应按下式计算,精确至 0.1% 。:

$$\omega_{wc} = \frac{m_2 - m_3}{m_3 - m_1} \times 100 (\%)$$

式中: ω_{wc} ——含水率(%)

m_1 ——容器质量 (g);

m_2 ——未烘干的试样与容器的总质量 (g);

m_3 ——烘干后的试样与容器的总质量 (g)。

(2) 以两次试验结果的算术平均值作为测定值。

B.快速试验方法:

1、试验设备

- (1) 电炉 (或火炉);
- (2) 天平: 称量 1000g, 感量 1g;
- (3) 炒盘 (铁制或铝制);
- (4) 油灰铲、毛刷等。

2、试验步骤

- (1) 由密封样品中取出 500g 试样, 放入干净的炒盘 (m_1) 中, 称取试样与炒盘的总质量 (m_2);
- (2) 置炒盘于电炉 (或火炉) 上, 用小铲不断地翻拌试样, 到试样表面全部干燥后, 切断电源 (或移出火外) 再继续翻拌 1min, 稍予冷却 (以免损坏天平) 后, 称干样与炒盘的总质量 (m_3)。

3、数据处理与结果判定

(1) 砂的含水率 ω_{wc} 应按下列计算,计算至 0.1%:

$$\omega_{wc} = \frac{m_2 - m_3}{m_3 - m_1} \times 100 \quad (\%)$$

式中: ω_{wc} ——含水率(%)

m_1 ——容器质量 (g);

m_2 ——未烘干的试样与容器的总质量 (g);

m_3 ——烘干后的试样与容器的总质量 (g)。

(2) 以两次试验结果的算术平均值作为测定值。

(六) 含泥量试验

A.标准方法

适用于测定粗砂、中砂和细砂, 特细砂采用虹吸管方法。

1、试验设备

- (1) 天平: 称量 1000g, 感量 1g;
- (2) 烘箱: 能使温度控制在 $105 \pm 5^\circ\text{C}$;
- (3) 筛: 孔径为 $80\mu\text{m}$ 及 1.25mm 各一个;
- (4) 洗砂用的容器及烘干用的浅盘等。

2、试样制备

将样品在缩分至约 1100g, 置于温度为 $105 \pm 5^\circ\text{C}$ 的烘箱中烘干至恒重, 冷却至室温, 立即称取各为 400g (m_0) 的试样两份备用。

3、试验步骤

(1) 取烘干的试样一份置于容器中, 并注入饮用水, 使水面高出砂面约 150mm 充分拌混均匀后, 浸泡 2h, 然后, 用手在水中掏洗试样, 使尘屑、淤泥和粘土与砂粒分离, 并使之悬浮或溶于水中。缓缓地将浑浊液倒入 1.25mm 及 $80\mu\text{m}$ 的颗粒的套筛 (1.25mm 筛放置在上面) 上, 滤去小于 $80\mu\text{m}$ 的颗粒。试验前筛子的两面应先用水润湿, 在整个过程中应注意避免砂粒丢失;

(2) 再次加水于容器中, 重复上述过程, 直到筒内洗出的水清为止;

(3) 用水冲洗剩留在筛上的细粒。并将 $80\mu\text{m}$ 筛放在水中 (使水面略高出筛中砂粒的上表面) 来回摇动, 以充分洗除小于 $80\mu\text{m}$ 的颗粒。然后将两只筛上剩留的颗粒和筒中已经洗净的试样一并装入浅盘, 置于温度为 $105 \pm 5^\circ\text{C}$ 的烘箱中烘干至恒重。取出来冷却至室温后, 称试样的质量 (m_1)。

4、数据处理与结果判定

砂的含泥量 ω_c 应按下列式计算, 精确至 0.1%:

$$\omega_c = \frac{m_0 - m_1}{m_0} \times 100(\%)$$

式中: ω_c ——含泥量 (%)

m_1 ——试验前的烘干试样质量 (g);

m_2 ——试验后的烘干试样质量 (g)。

以两个试样试验结果的算术平均值作为测定值。两次结果的差值超过 0.5%时, 应重新取样进行试验。

B.虹吸管方法:

1、试验设备

- (1) 虹吸管: 玻璃管的直径不大于 5mm, 后接胶皮弯管;
- (2) 玻璃的或其它容器: 高度不小于 300mm, 直径不小于 200mm。

2、试样制备同标准方法

3、试验步骤

(1) 称取烘干的试样约 500g (m_0), 置于容器中, 并注入饮用水, 使水面高出砂面约 150mm, 浸泡 2h, 浸泡过程中每隔一段时间搅拌一次, 使尘屑、淤泥和粘土与砂分离;

(2) 用搅拌棒搅拌约 1min (单方向旋转), 以适当宽度和高度的闸板闸水, 使水停止旋转。经 20~25s 后取出闸板, 然后, 从上到下用虹吸管细心地将浑浊液吸出, 虹吸管吸口的最低位置应距离砂面不少于 30mm;

(3) 再倒入清水, 重复上述过程, 直到吸出的水与清水的颜色基本一致为止;

(4) 最后将容器中的清水吸出, 把洗净的试样倒入浅盘并在 $105 \pm 5^\circ\text{C}$ 的烘箱中烘干至恒重, 取出, 冷却至室温后称砂重 (m_1)。

4、数据处理与结果判定

(1) 砂的含泥量 ω_c 应按下列式计算, 精确至 0.1%:

$$\omega_c = \frac{m_0 - m_1}{m_0} \times 100 (\%)$$

式中: ω_c ——含泥量 (%)

m_1 ——试验前的烘干试样质量 (g);

m_2 ——试验后的烘干试样质量 (g)。

(2) 以两个试样试验结果的算术平均值作为测定值。两次结果的差值超过 0.5%时, 应重新取样进行试验。

(七) 泥块含量试验

1、试验设备

- (1) 天平: 称量 1000g, 感量 1g; 称量 5000g, 感量 5g;
- (2) 烘箱: 温度控制在 $105 \pm 5^\circ\text{C}$;
- (3) 试验筛: 孔径为 $630\mu\text{m}$ 及 1.25mm 各一个;
- (4) 洗砂用的容器及烘干的浅盘等。

2、试样制备

将样品缩分至 5000g, 置于温度为 $105 \pm 5^\circ\text{C}$ 的烘箱中烘干至恒重, 冷却至室温后, 用 1.25mm 筛筛分, 取筛上的砂 400g 分为两份备用。

3、试验步骤

(1) 称取试样 200g (m_1) 置于容器中, 并注入饮用水, 使水面高出砂面约 150mm。充分拌混均匀后, 浸泡 24h, 然后用手在水中碾压泥块, 再把试样放在 630 μ m 筛上, 用水淘洗, 直至水清澈为止。

(2) 保留下来的试样应小心地从筛里取出, 装入浅盘后, 置于温度为 105 \pm 5 $^{\circ}$ C 烘箱中烘干至恒重, 冷却后称重 (m_1)。

4、数据处理与结果判定

(1) 砂中泥块含量 $\omega_{c,L}$ 应按下列式计算, 精确至 0.1%:

$$\omega_{c,L} = \frac{m_1 - m_2}{m_1} \times 100 (\%)$$

式中: $\omega_{c,L}$ ——泥块含量 (%);

m_1 ——试验前的干燥试样质量 (g);

m_2 ——试验后的干燥试样质量 (g)。

(2) 取两次试样试验结果的算术平均值作为测定值。

(八) 人工砂及混合砂中石粉含量试验 (亚甲蓝法)

0、方法原理

在试样的水悬浮液中连续逐次加入亚甲蓝溶液, 每次加亚甲蓝溶液后, 通过滤纸沾染试验检验游离染料的出现, 以检查试样对染料的吸附, 当确认游离染料出现后, 即可计算出亚甲蓝 (MB), 以表示每千克试验粒级吸附的染料克数。

1、仪器设备

- (1) 鼓风烘箱: 能使温度控制在 (105 \pm 5) $^{\circ}$ C;
- (2) 天平: 称量 1000g, 感量 1g; 称量 100g, 感量 0.01g;
- (3) 方孔筛: 孔径为 80 μ m、1.25mm 的筛各一只;
- (4) 容器: 要求淘洗试样时, 保持试样不溅出 (深度大于 250mm);
- (5) 移液管: 5mL、2mL 移液管各一个;
- (6) 三片或四片式叶轮搅拌器: 转速可调[最高达 (600 \pm 60) r/min], 直径 (75 \pm 10) mm;
- (7) 定量装置: 精度 1s;
- (8) 玻璃容量瓶: 1L;
- (9) 温度计: 精度 1 $^{\circ}$ C;
- (10) 玻璃棒: 2 支 (直径 8mm, 长 300mm);
- (11) 滤纸—快速
- (12) 搪瓷盘, 毛刷、1000mL 烧杯等。

2、试剂及试样制备

(1) 亚甲蓝: ($C_{16}H_{18}ClN_3S \cdot 3H_2O$) 含量 \geq 95%;

(2) 亚甲蓝溶液: 将亚甲蓝粉末在 (100 \pm 5) $^{\circ}$ C 下烘干至恒重, 称取烘干亚甲蓝粉末 10g, 精确至 0.01g, 倒入盛有约 600mL 蒸馏水 (水温加热至 35 $^{\circ}$ C~40 $^{\circ}$ C) 的烧杯中, 用玻璃棒持续搅拌 40min, 直至亚甲蓝粉末完全溶解, 冷却至 20 $^{\circ}$ C。将溶液倒入 1L 容量瓶中, 用蒸馏水淋洗烧杯等, 使所有亚甲蓝溶液全部移入容量瓶, 容量瓶和溶液的温度应保持在 (20 \pm 1) $^{\circ}$ C, 加蒸馏水至容量瓶 1L 刻度。振荡容量瓶以保证亚甲蓝粉末完全溶解。将容量瓶中溶液移入深色储藏瓶中, 标明制备日期, 失效日期 (亚甲蓝溶液保质期应不超过 28d), 并置于阴暗处保存。

(3) 将试样缩分至约 400g, 放在烘箱中于 (105 \pm 5) $^{\circ}$ C 下烘干至恒重, 待冷却至室温后, 筛除大于公称直径 2.36mm 的颗粒备用。(国标中为筛除大于公称直径 2.36mm 的颗粒备用。)

3、试验步骤

(1) 亚甲蓝 MB 值的测定

①称取试样 200g, 精确至 1g。将试样倒入盛有 (500±5) mL 蒸馏水的烧杯中, 用叶轮搅拌机以 (600±60) r/min 转速搅拌 5min, 形成悬浮液, 然后持续以 (400±40) r/min 转速搅拌, 直至试验结束。

②悬浮液中加入 5mL 亚甲蓝溶液, 以 (400±40) r/min 转速搅拌至少 1min 后, 用玻璃棒沾取一滴悬浮液 (所取悬浮液滴应使沉淀物直径在 8~12mm 内), 滴于滤纸 (置于空烧杯或其它合适的支撑物上, 以使滤纸表面不与任何固体或液体接触) 上。若沉淀物周围未出现色晕, 再加入 5mL 亚甲蓝溶液, 继续搅拌 1min, 再用玻璃棒沾取一滴悬浮液, 滴于滤纸上, 若沉淀物周围仍未出现色晕, 重复上述步骤, 直至沉淀物周围出现约 1mm 的稳定浅蓝色色晕。此时, 应继续搅拌, 不加亚甲蓝溶液, 每 1min 进行一次沾染试验。若色晕在 4min 内消失, 再加入 5mL 亚甲蓝溶液; 若色晕在第 5min 消失, 再加入 2mL 亚甲蓝溶液。两种情况下, 均应继续进行搅拌和沾染试验, 直至色晕可持续 5min。

③记录色晕持续 5min 时所加入的亚甲蓝溶液总体积, 精确至 1mL。

4、数据处理与结果判定

(1) 亚甲蓝 MB 值结果计算

亚甲蓝 MB 按下式计算:

$$MB = \frac{V}{G} \times 10$$

式中: MB——亚甲蓝值 (g/kg), 表示每千克 0~2.36mm 粒级试样所消耗的亚甲蓝克数, 精确至 0.01;

G——试样质量 (g);

V——所加入的亚甲蓝溶液的总量 (mL)。

注: 公式中的系数 10 用于将每千克试样消耗的亚甲蓝溶液体积换算成亚甲蓝克数。

(2) 亚甲蓝快速试验结果评定

当 MB 值 < 1.4 时, 则判定是以石粉为主; 当 MB 值 ≥ 1.4 时, 则判定为以泥粉为主的石粉。

5、亚甲蓝的快速试验

①按上述制样方法制样;

②按上述方法搅拌;

③一次性向烧杯中加入 30mL 亚甲蓝溶液, 在 (400±40) r/min 转速持续搅拌 8min, 然后用玻璃棒沾取一滴悬浮液, 滴于滤纸上, 观察沉淀物周围是否出现明显色晕。若出现明显色晕, 则判定为合格, 否则判定为不合格。

(3) 测定人工砂中含沿泥量或石粉含量的试验步骤按上述含泥量的试验方法进行。

(九) 人工砂压碎值指标试验

1、仪器设备

(1) 压力试验机: 300kN;

(2) 受压钢模: 由钢筒、底盘和加压压块组成, 其尺寸见图 1—3 所示;

(3) 天平: 1000g, 感量 1g;

(4) 方孔筛: 孔径为 5.00mm、2.50mm、1.25mm、600μm、315μm、160μm、80μm 的筛各一只;

(5) 鼓风烘箱: 温度控制在 (105±5) °C;

(6) 搪瓷盘、小勺、毛刷等。

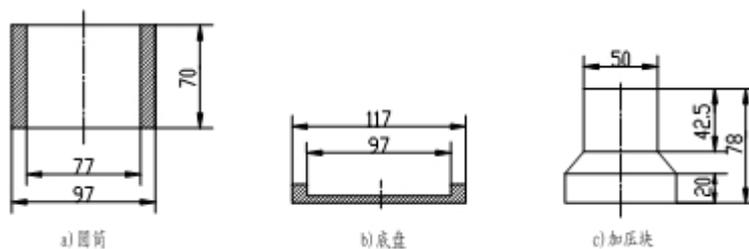


图 1—3 受压钢模示意图

2、试样制备

将缩分后的试样置于烘箱中在 $(105 \pm 5)^\circ\text{C}$ 下烘干至恒量, 待冷却至室温后, 筛分成 $5.00\text{mm} \sim 2.50\text{mm}$ 、 $2.50\text{mm} \sim 1.25\text{mm}$ 、 $1.25\text{mm} \sim 630\mu\text{m}$ 、 $630\mu\text{m} \sim 315\mu\text{m}$ 四个粒级, 每级试样质量不得少于 1000g 。

3、试验步骤

- (1) 置圆筒于底盘上, 组成受压试模, 将单一级砂样约 300g 装入模内, 使试样距底盘约为 50mm ;
- (2) 整平试模内试样的表面, 将加压块放入圆筒内, 并转动一周使之与试样均匀接触。
- (3) 将装好试样的受压钢模置于压力机的支承板上, 对准压板中心后, 开动机器, 以每 500N/s 的速度加荷。加荷至 25kN 时稳荷 5s , 以同样速度卸荷。
- (4) 取下受压模, 移去加压块, 倒出压过的试样并称其质量 (m_0), 然后用该粒级的下限筛进行筛分, 称出该粒级试样的筛余量 (m_1)

4、数据处理与结果判定

- (1) 第 i 单级砂样的压碎指标按下式计算, 精确至 0.1% :

$$\delta_i = \frac{m_0 - m_1}{m_0} \times 100 \quad \%$$

式中: δ_i ——第 i 单级砂样的压碎指标值, %;

m_0 ——第 i 单级砂样的质量 (g);

m_1 ——第 i 单级砂样的压碎试验后的筛余的质量 (g)。

以三份试样试验结果的算术平均值作为各单粒级试样的测定值。

- (2) 四级砂样总的压碎指标按下式计算:

$$\delta_{sa} = \frac{\alpha_1 \delta_1 + \alpha_2 \delta_2 + \alpha_3 \delta_3 + \alpha_4 \delta_4}{\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 + \alpha_4} \quad (\%)$$

式中: δ_{sa} ——总的压碎指标 (%), 精确至 0.1% ;

α_1 、 α_2 、 α_3 、 α_4 ——分别为 2.5mm 、 1.25mm 、 $630\mu\text{m}$ 、 $315\mu\text{m}$ 各方孔筛的分计筛余 (%)。

δ_1 、 δ_2 、 δ_3 、 δ_4 ——分别为 $5.00\text{mm} \sim 2.50\text{mm}$ 、 $2.50\text{mm} \sim 1.25\text{mm}$ 、 $1.25\text{mm} \sim 630\mu\text{m}$ 、 $630\mu\text{m} \sim 315\mu\text{m}$ 单级试样压碎指标 (%)。

(十) 有机物含量试验

1、试验设备

- (1) 天平: 称量 100g , 感量 0.1g ; 称量 1000g , 感量 1g , 各一台;
- (2) 量筒: 250mL , 100mL 和 10mL ;
- (3) 烧杯、玻璃棒和孔径为 5.00mm 的筛;
- (4) 氢氧化钠溶液: 氢氧化钠与蒸馏水之质量比为 $3:97$;
- (5) 鞣酸、酒精等。

2、试样制备

筛去样品中的 5.00mm 以上的颗粒, 用四分法缩分至约 500g , 风干备用。

标准溶液的配制方法: 取 2g 鞣酸粉溶解于 98mL 的 10%酒精溶液中, 即得所需的鞣酸溶液后取该溶液 2.5mL, 注入 97.5mL 浓度为 3%的氢氧化钠溶液中, 加塞后剧烈摇动, 静置 24h 即得标准溶液。

3、试验步骤

(1) 向 250mL 量筒中倒入试样至 130mL 刻度处, 再注入浓度为 3%的氢氧化钠溶液 200ml 刻度处, 剧烈摇动后静置 24h;

(2) 比较试样上部溶液和新配制标准溶液的颜色, 盛装标准溶液与盛装试样的质量容积应一致。

4、结果判定

当试样上部的溶液颜色浅于标准溶液的颜色, 则试样的有机质含量鉴定合格。

当两种溶液的颜色接近, 则应将该试样 (包括上部溶液) 倒入烧杯中放在温度为 60°C~70°C 的水浴锅中加热 2~3h, 然后再与标准溶液比色。

当溶液的颜色深于标准色, 则应按下法进一步试验:

取试样一份, 用 3%氢氧化钠溶液洗除有机杂质, 再用清水淘洗干净, 至试样用比色法试验时溶液的颜色浅于标准色, 然后用洗除有机质和未洗除的试样分别按现行的国家标准《水泥胶砂强度试验方法 (ISO 法)》GB/T17671 配制两种水泥砂浆, 测定 28d 的抗压强度, 当未经洗除的砂的砂浆与经洗除有机质后的砂的砂浆强度比, 不低于 0.95 时, 则此砂可以采用, 否则不可采用。

(十一) 云母含量的试验

1、试验设备

- (1) 放大镜 (5 倍左右);
- (2) 钢针;
- (3) 试验筛—筛孔公称直径为 5.00mm 和 315 μ m 的方孔筛各一只;
- (4) 天平: 称量 100g、感量 0.1g。

2、试样制备

称取经缩分的试样 50g, 在温度 105 \pm 5°C 的烘箱中烘干至恒重, 冷却至室温后备用。

3、试验步骤

先筛去大于 5mm 和小于 315 μ m 的颗粒, 然后根据砂的粗细不同称取试样 10~20g (m_0), 放在放大镜下观察, 用钢针将砂中所有云母全部挑出, 称取所挑出云母量 (m)。

4、数据处理与结果判定

砂中云母含量 ω_m 应按下式计算, 精确至 0.1%:

$$\omega_m = \frac{m}{m_0} \times 100 \quad (\%)$$

式中: ω_m ——砂中云母含量 (%)

m_0 ——烘干试样质量 (g);

m ——挑出的云母质量 (g)。

(十二) 轻物质含量试验

1、试验设备

- (1) 烘箱: 能使温度控制在 105 \pm 5°C;
- (2) 天平: 称量 1000g, 感量 1g;
- (3) 量具: 量杯 1000mL, 量筒 250mL, 烧杯 150mL 各一个;
- (4) 比重计: 测定范围为 1.0~2.0;
- (5) 网篮: 内径和高度均约为 70mm, 网孔孔径不大于 150 μ m (可用坚固性检验用的网篮, 也可用孔径 150 μ m 的筛);

(6) 试验筛—筛孔公称直径为 5.00mm 和 315 μ m 的方孔筛各一只

(7) 氯化锌: 化学纯。

2、试样制备

(1) 称取经缩分的试样约 800g, 在温度 105 \pm 5 $^{\circ}$ C 的烘箱中烘干至恒重, 冷却后将大于 5mm 和小于 315 μ m 的颗粒筛去, 然后称取每份为 200g 的试样两份备用;

(2) 配制相对密度为 1950~2000kg/m³ 的重液: 向 1000mL 的量杯中加水至 600mL 刻度处, 再加入 1500g 氯化锌, 用玻璃棒搅拌使氯化锌全部溶解, 待冷却至室温后 (氯化锌在溶解过程中放出大量热量) 将部分溶液倒入 250mL 量筒中测其相对密度;

(3) 如溶液相对密度小于要求值, 则将它倒回量杯, 再加入氯化锌, 溶解并冷却后测其相对密度, 直至溶液相对密度达到要求数值为止。

3、试验步骤

(1) 将上述试样一份 (m_0) 倒入盛有重液 (约 500mL) 的量杯中, 用玻璃棒充分搅拌, 使试样中的轻物质与砂分离, 静置 5min 后, 将浮起的轻物质连同部分重液倒入网篮中, 轻物质留在网篮上, 而重液通过网篮流入另一容器, 倾倒重液时应避免带出砂粒, 一般当重液表面与砂表面相距 20~30mm 时即停止倾倒, 流出的重液倒回盛试样的量杯中, 重复上述过程, 直至无轻物质浮起为止;

(2) 用水洗净留存于网篮中物质, 然后将它倒入烧杯, 在 105 \pm 5 $^{\circ}$ C 的烘箱中烘干至恒重, 称取轻物质与烧杯的总质量 (m_1)。

4、数据处理与结果判定

(1) 砂中轻物质的含量 ω_1 应按下式计算, 精确至 0.1%:

$$\omega_1 = \frac{m_1 - m_2}{m_0} \times 100 \quad (\%)$$

式中: ω_1 ——砂中轻物质含量 (%)

m_1 ——烘干的轻物质与烧杯的总质量 (g);

m_2 ——烧杯的质量 (g);

m_0 ——试验前烘干的试样质量 (g)。

(2) 以两份试验结果的算术平均值作为测定值。

5、试验要点

由于轻物质测定过程中, 砂中有部分泥和粉砂悬浮在氯化锌溶液中, 往漏斗中倾倒轻物质时, 很容易把这部分细小颗粒连同轻物质一同倾倒出来, 它们之间不好分离, 往往影响试验结果。所以, 倾倒重液时应避免带出砂粒, 一般当重液表面与砂粒表面相距 20~30mm 时, 停止倾倒, 以减少试验误差。

(十三) 坚固性试验

1、试验设备

(1) 烘箱: 能使温度控制在 105 \pm 5 $^{\circ}$ C;

(2) 天平: 称量 1000g, 感量 1g;

(3) 筛: 孔径为 160 μ m、315 μ m、630 μ m、1.25mm、2.50mm、5.00mm 试验筛各一个;

(4) 容器: 搪瓷盆或瓷缸, 容量不小于 10L;

(5) 三角网篮: 内径均为 70mm, 由铜丝或镀锌铁丝制成, 网孔的孔径不应大于所盛试样粒级下限尺寸的一半;

(6) 试剂: 无水硫酸钠;

(7) 比重计;

(8) 氯化钡: 浓度为 10%。

2、溶液的配制及试样制备

(1) 硫酸钠溶液的配制按下述方法:

取一定数量的蒸馏水(多少取决于试样及容器大小, 加温至 30°C~50°C), 每 1000mL 蒸馏水加入无水硫酸钠(Na₂SO₄) 300~350g, 用玻璃棒搅拌, 使其溶解并饱和, 然后冷却至 20~25°C, 在此温度下静置两昼夜, 其相对密度应保持在 1151~1174kg/m³, 范围内;

(2) 将试样浸泡水, 用水冲洗干净, 在 105±5°C 的温度下烘干冷却至室温备用。

3、试验步骤

(1) 称取粒级分别为 315μm~630μm; 630μm~1.25mm; 1.25 mm~2.50 mm 和 2.50 mm~5.00 mm 的试样各约 100g。若是特细砂。应筛去公称粒径为 160μm 以下和 2.50mm 以上的颗粒, 称取公称粒级分别为 160μm~315μm、315μm~630μm、630μm~1.25 mm、1.25 mm~2.50 mm 的试样各 100g。分别装入网篮并浸入盛有硫酸钠溶液的容器中, 溶液体积应不小于试样总体积的 5 倍, 其温度应保持在 20°C~25°C 范围内。三角网篮浸入溶液时应先上下升降 25 次以排除试样中的气泡。然后静置于该容器中, 此时, 网篮底面距容器底面约 30mm (由网篮脚高控制), 网篮之间的间距应不小于 30mm, 试样表面至少在液面以下 30mm。

(2) 浸泡 20h 后, 从溶液中提出网篮, 放在温度为 105±5°C 的烘箱中烘烤 4h, 至此, 完成了第一次试验循环。待试样冷却至 20°C~25°C 后, 即开始第二次循环, 从第二次循环开始, 浸泡及烘烤时间均为 4h。

(3) 第五次循环完后, 将试样置于 20°C~25°C 的清水中洗净硫酸钠, 再在 105±5°C 的烘箱中烘干至恒重, 取出并冷却至室温后, 用孔径为试样粒级下限的筛, 过筛并称量各粒级试样试验后的筛余量。

注: 试样中硫酸钠是否洗净, 可按下法检验: 取洗试样的水数毫升, 滴入少量氯化钡 (BaCl₂) 溶液, 如无白色沉淀, 则说明硫酸钠已被洗净。

4、数据处理与结果判定

(1) 试样中各粒级颗粒的分计质量损失百分率 δ_{ji} 应按下式计算:

$$\delta_{ji} = \frac{m_i - m_i'}{m_i} \times 100(\%)$$

式中: δ_{ji}——各粒级颗粒的分计质量损失百分率(%)

m_i——每一粒级试样试验前的质量 (g);

m_i'——经硫酸钠溶液试验后, 每一粒级筛余颗粒的烘干质量 (g)。

(2) 300μm~4.75mm 粒级试样的总量损失百分率 δ_j 应下式计算 (精确至 0.1%):

$$\delta_j = \frac{\alpha_1 \delta_{j1} + \alpha_2 \delta_{j2} + \alpha_3 \delta_{j3} + \alpha_4 \delta_{j4}}{\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 + \alpha_4} (\%)$$

式中: δ_j——试样的总量损失百分率

α₁、α₂、α₃、α₄——分别为 315~630μm; 630μm~1.25mm; 1.25~2.50mm; 2.50~5.00mm 粒级在筛除小于 315μm 及大于 5.00mm 颗粒后的原试样中所占的百分率(%)。

δ_{j1}、δ_{j2}、δ_{j3}、δ_{j4}——分别为 315~630μm; 630μm~1.25 mm, 1.25 mm~2.50 mm; 2.5 mm~5.00mm 各粒级的分计质量损失百分率(%)。

(3) 特细砂按下列式计算, 精确至 1%:

$$\delta_j = \frac{\alpha_0 \delta_{j0} + \alpha_1 \delta_{j1} + \alpha_2 \delta_{j2} + \alpha_3 \delta_{j3}}{\alpha_0 + \alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3} (\%)$$

式中: δ_j——试样的总量损失百分率

α₀、α₁、α₂、α₃——分别为 160~315μm; 315μm~630μm; 630μm~1.25mm; 1.25~

2.50mm 粒级在筛除小于 315 μm 及大于 2.50mm 颗粒后的原试样中所占的百分率(%)。

δ_{j0} 、 δ_{j1} 、 δ_{j2} 、 δ_{j3} ——分别为 160~315 μm ; 315 μm ~630 μm ; 630 μm ~1.25mm; 1.25~2.50mm 各粒级的分计质量损失百分率(%)。

5、方法比较

在试验室常用的检验砂的坚固性有两种方法, 一种是利用人为条件, 使骨料受交替冻结和融化循环作用, 即抗冻试验方法, 需要冷冻设备; 第二种试验方法是利用骨料在硫酸钠(或硫酸镁)溶液中饱和后, 在 105 $^{\circ}\text{C}$ ~110 $^{\circ}\text{C}$ 条件下烘干, 是硫酸钠(或硫酸镁)变成集聚结晶, 体积膨胀, 产生和水结冰类似的原理。

(十四) 硫酸盐、硫化物含量试验

1、试验设备、试剂

- (1) 天平: 称量 1000g, 感量 1g; 称量 100g, 感量为 0.0001g 各一台;
- (2) 高温炉: 最高温度 1000 $^{\circ}\text{C}$;
- (3) 试验筛: 孔径 80 μm ;
- (4) 瓷坩锅;
- (5) 其他: 烧瓶、烧杯等;
- (6) 10% (W/V) 氯化钡溶液: 10g 氯化钡溶于 100mL 蒸馏水中;
- (7) 盐酸 (1+1): 浓盐酸溶于同体积的蒸馏水中;
- (8) 1% (W/V) 硝酸银溶液: 1g 硝酸银溶于 100mL 蒸馏水中, 并加入 5~10mL 硝酸, 存于棕色瓶中。

2、试样制备

样品经缩分至不少于 10g, 置于温度为 105 \pm 5 $^{\circ}\text{C}$ 的烘箱中烘干至恒重, 取出并冷却至室温后, 粉磨全部通过 80 μm 筛, 备用。

3、试验步骤

(1) 用分析天平称取砂粉试样 1g (m), 放入 300mL 的烧杯中, 加入 30~40mL 蒸馏水及 10mL 的盐酸 (1+1), 加热至微沸, 并保持微沸 5min, 使试样充分分解后取下, 以中速滤纸过滤, 用温水洗涤 10~12 次;

(2) 调整滤液体积至 200mL 煮沸, 搅拌滴加 10mL 10%氯化钡溶液, 并将溶液煮沸数分钟, 然后移至温热处静置至少 4h (此时溶液体积应保持在 200mL), 用慢速滤纸过滤, 以温水洗到无氯根反应(用硝酸银溶液检验);

(3) 将沉淀及滤纸一并移入已灼烧恒量的瓷坩锅 (m_1) 中, 灰化后在 800 $^{\circ}\text{C}$ 的高温炉内灼烧 30min。取出坩锅, 置于干燥器中冷却至室温, 称量, 如此反复灼烧, 直至恒重 (m_2)。

4、数据处理与结果判定

水溶性硫化物、硫酸盐含量(以 SO_3 计)应按下式计算, 精确至 0.01%:

$$\omega_{\text{SO}_3} = \frac{(m_2 - m_1) \times 0.343}{m} \times 100 (\%)$$

式中: ω_{SO_3} ——硫酸盐含量 (%);

m ——试样质量 (g);

m_1 ——瓷坩锅的质量 (g);

m_2 ——瓷坩锅质量和试样总质量 (g);

0.343—— BaSO_4 换算成 SO_3 的系数。

取两次试验的算术平均值作为测定值, 若两次试验结果之差大于 0.15%时, 须重做试验;

(十五) 氯离子含量试验

1、试验设备、试剂

- (1) 天平: 称量 1000g, 感量 1g;
- (2) 带塞磨口瓶: 1L;
- (3) 三角瓶: 300mL;
- (4) 滴定管: 10mL 或 25mL;
- (5) 容量瓶: 500mL;
- (6)、移液管: 容量 50mL, 2mL;
- (7) 5% (W/V) 铬酸钾指示剂溶液;
- (8) 0.01mol/L 氯化钠标准溶液;
- (9) 0.01mol/L 硝酸银标准溶液。

2、试样制备

取经缩分后样品 2kg, 在 105±5°C 的烘箱中烘干至恒重, 取出并冷却至室温, 备用。

3、试验步骤

(1) 称取试样 500g (m), 装入带塞磨口瓶中, 用容量瓶取 500mL 蒸馏水, 注入磨口瓶内, 加上塞子, 摇动一次后, 静置 2h, 然后每隔 5min 摇动一次, 共摇动 3 次, 使氯盐充分溶解。将磨口瓶上部已经澄清的溶液过滤, 然后用移液管吸取 50mL 滤液, 注入到三角瓶中, 再加入浓度为 5% (W/V) 铬酸钾指示剂 1mL, 用 0.01mol/L 硝酸银标准溶液滴定至呈现砖红色为终点, 记录消耗的硝酸银标准溶液的毫升数 (V₁);

(2) 空白试验: 用移液管准确吸取 50mL 蒸馏水到三角瓶内。加入 5% 铬酸钾指示剂, 并用 0.01mol/L 硝酸银标准溶液滴定至溶液呈现砖红为止, 记录消耗的硝酸银溶液的毫升数 (V₂)。

4、数据处理与结果判定

砂中氯离子含量应按下列式计算, 精确至 0.001%:

$$\omega_{cl} = \frac{C_{AgNO_3} (V_1 - V_2) \times 0.0355 \times 10}{m} \times 100 (\%)$$

式中: C_{AgNO₃}——硝酸银标准溶液的浓度 (mol/L);

V₁——样品滴定时消耗的硝酸银标准溶液的体积 (mL);

V₂——空白试验时消耗的硝酸银标准溶液的体积 (mL);

m——试样质量 (g)。

(十六) 海砂中贝壳含量试验

1、仪器设备

- (1) 烘箱: 温度控制在 (105±5) °C;
- (2) 天平: 称量 1000g, 感量 1g 和称量 5000g, 感量 5g 的天平各一台;
- (3) 试验筛: 方孔筛孔径 5.00mm;
- (4) 量筒: 容量 1000mL;
- (5) 搪瓷盆: 直径 200mm 左右;
- (6) 玻璃棒;
- (7) (1+5) 盐酸溶液: 由浓盐酸 (相对密度 1.18, 浓度 26~38%) 和蒸馏水按 1:5 的比例配制而成;
- (8) 烧杯: 容量 2000mL。

2、试件制作要求:

将样品缩分至不少于 2400g, 置于温度为 (105±5) °C 烘箱中烘干至恒重, 冷却至室温, 过筛孔直径为 5.00mm 的方孔筛后, 称取 500g (m₁) 试样两份, 先检测样品的含泥量(ω_c), 在将试样放入

烧杯中备用。

3、试验步骤

在盛有试样的烧杯中加入(1+5)盐酸溶液 900mL, 不断用玻璃棒搅拌, 使反应完全。待溶液中不再有气体产生后, 再加入少量上述盐酸溶液, 若在无气体生成则表明反应已完全。否则, 应重复上一步骤, 直至无气体产生为止。然后进行五次清洗, 清洗过程中要避免砂粒丢失。洗净后, 置于温度为 (105±5) °C 烘箱中烘干至恒重, 取出冷却至室温, 称重 (m₂)。

4、数据处理及结果判定

砂中贝壳含量 ω_b 应按下式计算, 精确至于 0.1%:

$$\omega_b = \frac{m_1 - m_2}{m_1} \times 100 - \omega_c$$

式中: ω_b——砂中贝壳含量 (%);

m₁——试样总质量 (g);

m₂——试样出去贝壳后的质量 (g);

ω_c——含泥量 (%).

以两次试验结果的算术平均值作为测定值, 当两次结果之差超过 0.5%, 应重新取样进行试验。

(十七) 碱活性试验

A.快速法: 适用于在 1mol/L 氢氧化钠溶液中浸泡试样 14d, 以检验硅质骨料与混凝土中碱产生潜在反应的危害性, 不适用于碱碳酸盐反应活性骨料检验。

1、仪器设备

(1) 烘箱: 温度控制在 (105±5) °C;

(2) 天平: 称量 1000g, 感量 1g;

(3) 方孔筛: 方孔筛孔径 5.00mm、2.50mm、1.25mm、630μm、315μm、160μm、的筛各一只;

(4) 测长仪: 测量范围 280~300, 精度 0.01mm;

(5) 水泥胶砂搅拌机: 符合现行行业标准要求;

(6) 高温恒温养护箱或水浴: 温度保持在 (80±2) °C;

(7) 养护筒: 由耐腐蚀材料制成, 应不漏水, 密封, 防止容器内湿度下降, 筒的容积可以保证试件全部浸没在水中。筒内设有试件架, 试件垂直于试件架放置;

(8) 试模: 金属试模, 规格为 25mm×25mm×280mm, 试模两端正中有小孔, 装有不锈钢质膨胀端头;

(9) 镩刀、捣棒、量筒、干燥器等。

2、试件制作要求:

(1) 将砂样缩分成约 5kg, 按表 1-11 中所示级配及比例组合成试验用料, 并将试样洗净烘干或晾干备用。

表 1-11

公称粒级	5.00~2.50mm	2.50~1.25mm	1.25mm~630μm	630~315μm	315~160μm
分级质量(%)	10	25	25	25	15

注: 对特细砂分级质量不做规定。

(2) 水泥应采用符合现行国家标准《通用硅酸盐水泥》GB175 的要求的普通硅酸盐水泥。水泥与砂的质量比为 1:2.25, 水灰比 0.47。试件规格 25×25×280mm, 每组三条, 称取水泥 440g, 砂 990g。

(3) 成型前 24h, 将试验所用材料 (水泥、砂、拌和水等) 放入 20±2°C 的恒温室中。

(4) 将称好的水泥与砂倒入搅拌机, 应按现行国家标准《水泥胶砂强度检验方法 (ISO 法)》GB/T17671 的规定进行搅拌。

(5) 搅拌完成后, 将砂浆分两层装入试模内, 每层捣 40 次, 测头周围应填实, 捣捣完毕后, 用镏刀刮除多余砂浆, 抹平表面, 并标明测定方向及编号。

3、试验步骤

(1) 试件成型完毕后, 立即带模放入标准养护室内。养护 (24±2) h 后脱模。

(2) 脱模后, 将试件浸泡在装有自来水的养护筒中, 并将养护筒放入温度 (80±2) °C 的烘箱中或水浴箱中养护 24h。同种骨料制成的试件放在同一养护筒中。

(3) 然后将养护筒逐个取出。每次从养护筒中取出一个试件, 用抹布擦干表面, 立即用测长仪测试件的基长 (L_0)。每个试件至少重复测试两次, 取差值在仪器精度范围内的两个读数的平均值作为长度测定值 (精确至 0.02mm), 每次每个试件的测量方向应一致, 待测得试件须用湿布覆盖, 防止水分蒸发; 从取出试件擦干到读数完成应在 (15±5) s 内结束, 读数完成后的试件应用湿布覆盖。全部试件测完基准长度后, 把试件放入装有浓度为 1mol/L 氢氧化钠溶液的养护筒中, 并确保试件被完全浸泡。溶液温度应保持在 (80±2) °C, 将养护筒放回烘箱或水浴箱中。

注: 用测长仪测定任一组试件长度时, 均应先调整测长仪得零点。

(4) 测长龄期自测定基准长度之日起计算, 在测基准长度后第 3d、7d、10d、14d 再分别测其长度 (L_t)。每次测长时间安排在每天近似同一时刻, 测长方法与测基准长度的方法相同, 测量完毕后, 应将试件放入原养护筒中, 加盖后放回 (80±2) °C 的高温养护箱或水浴中继续养护至下一个测试龄期。操作时防止氢氧化钠溶液溢溅, 避免烧伤皮肤。

(5) 在测量时应观察试件的变形、裂缝、渗出物等, 特别应观察有无胶体物质, 并作详细记录。

4、数据处理及结果判定

(1) 试件膨胀率按下式计算, 精确至于 0.01%:

$$\Sigma_t = \frac{L_t - L_0}{L_0 - 2\Delta} \times 100$$

式中: Σ_t ——试件在 t 天龄期的膨胀率 (%);

L_t ——试件在 t 天龄期的长度 (mm);

L_0 ——试件的基准长度 (mm);

Δ ——测头 (即埋钉) 的长度 (mm)。

(2) 膨胀率以 3 个试件膨胀值的算术平均值作为试验结果, 精确至 0.01%。任一试件膨胀率与平均值均应符合下列规定:

当平均值小于或等于 0.05% 时, 其差值均应小于 0.01%;

当平均值大于 0.05% 时, 单个测值与平均值的差值均应小于平均值的 20%;

当三个试件的膨胀率均大于 0.10% 时, 无精度要求;

当不符合上述要求是, 去掉膨胀值最小的, 用其余两个试件的平均值作为该龄期的膨胀率。

(3) 结果判定

①当 14d 膨胀率小于 0.10% 时, 可判定为无潜在危害;

②当 14d 膨胀率大于 0.20% 时, 可判定为有潜在危害;

③当 14d 膨胀率在 0.10%~0.20% 之间时, 应按砂浆长度法在进行试验判定。

B. 砂浆长度法: 适用于鉴定硅质骨料与混凝土中碱产生潜在反应的危害性, 不适用于碱碳酸盐反应活性骨料检验。

1、试验设备

(1) 试验筛: 应符合本节筛分析试验中筛孔尺寸的要求;

(2) 水泥胶砂搅拌机: 应符合现行国家标准《水泥物理检验仪器胶砂搅拌机》的规定;

(3) 镏刀及截面为 14×13mm, 长 120~150mm 的钢制捣棒;

(4) 量筒、秒表、跳桌等;

(5) 试模和测头: 金属试模, 规格为 25×25×280mm; 试模两端正中有小孔, 以便测头在此固定埋入砂浆。测头以不透金属制成;

(6) 养护筒: 用耐腐材料制成, 应不漏水, 不透气, 加盖后放在养护室中能确保筒内空气相对湿度为 95%以上, 筒内设有试件架, 架下盛有水, 试件垂直立于架上并不与水接触;

(7) 测长仪: 测量范围 280~300mm, 精度 0.01mm;

(8) 室温为 40±2℃的养护室。

(9) 天平: 称量 2000g, 感量 2g;

(10) 跳桌: 应符合现行行业标准的要求。

2、试样制备

(1) 制作试件的材料应符合下列规定:

①水泥: 在做一般集料活性鉴定, 应使用高碱水泥, 含碱量为 1.2%。低于此值时, 掺浓度为 10% 的氧化钠溶液, 将系统碱含量, 调至水泥量的 1.2%, 对于具体工程拟用水泥的含碱量高于此值, 则用工程所使用的水泥;

注: 水泥含碱量以氧化钠 (Na₂O) 计, 氧化钾 (K₂O) 换算为氧化钠时乘以换算系数 0.658。

②砂: 将样品缩分成约 5kg, 按表 1-12 中所示级配及比例组合成试验用料, 并将试样洗净晾干。

砂料级配表

表 1-12

筛孔尺寸 mm	5.00~2.50	2.50~1.25	1.25~0.630	0.630~0.315	0.315~0.160
分级质量(%)	10	25	25	25	15

注: 对特细砂分级质量不作规定。

(2) 制作试件用的砂浆配合比应符合下列规定:

砂浆配合比——水泥与砂的质量比为 1:2.25。一组 3 个试件共需水泥 400g, 砂 990g, 砂浆用水量按现行国家标准《水泥胶砂流动度测定方法》GB/T2419 确定, 但跳桌动次数改为 6s 跳动 10 次, 以流动度在 105~120mm 为准。

(3) 砂浆长度法试验所用试件应按下列方法制作:

①成型前 24h, 将试验所用材料 (水泥、砂、拌合用水等) 放入 20±2℃的恒温室中;

②先将称好的水泥与砂倒入搅拌锅内, 开动搅拌机, 拌合 5s 后徐徐加水, 20~30s 加完, 自开动机器搅拌 180±5s 停车, 将粘在叶上的砂浆刮下, 取下搅拌锅;

③砂浆分两层装入试模内, 每层捣 40 次; 注意测头周围应填实, 捣捣完毕后用镩刀刮除多余砂浆, 抹平表面并标明测定方向。

3、试验步骤

(1) 试件成型完毕后, 带模放入标准养护室, 养护 24±4h 后脱模 (当试件强度较低时, 可延至 48h 脱模), 脱模后立即测量试件的基长 (L₀)。测长应在 20±2℃的恒温室中进行, 每个试件至少重复测试两次, 取差值在仪器精度范围内的 2 个读数的平均值作为长度测定值 (精确至 0.02mm)。待测的试件须用湿布覆盖, 以防止水份蒸发;

(2) 测量后将试件放入养护筒内, 盖严后放入 40±2℃养护室里养护 (一个筒内的品种应相同);

(3) 测长龄期自测基长后算起 14d、1 个月、3 个月、6 个月再分别测其长度 (L_t), 如有必要还可适当延长。在测长前一天, 应把养护筒从 40±2℃的养护室中取出, 放入 20±2℃的恒温室。试件的测长方法与测基长时间, 测量完毕后, 应将试件调头放入养护筒中, 盖好筒盖, 放回 40±2℃的养护室继续养护到下一测试龄期。

(4) 在测量时应对试件进行观察, 内容包括试件变形, 裂缝, 渗出物, 特别要注意有无胶体物质, 并作详细记录。

4、数据处理与结果判定

(1) 试件的膨胀率应按下列式计算 (精确至 0.001%):

$$\Sigma_t = \frac{L_t - L_0}{L_0 - 2\Delta} \times 100$$

式中： Σ_t ——试件在 t 天龄期的膨胀率（%）；

L_t ——试件在 t 天龄期的长度（mm）；

L_0 ——试件的基准长度（mm）；

Δ ——测头（即埋钉）的长度（mm）。

以 3 个试件膨胀率的平均值作为某一龄期的膨胀率的测定值。

任一试件膨胀率与平均值之差不得大于下述范围：

①当平均膨胀率小于或等于 0.05% 时，其差值均应小于 0.01%；

②当平均膨胀率大于 0.05% 时，其差值均应小于 20%；

③当三根的膨胀值均超过 0.10% 时，无精度要求；

④当不符合上述要求时，去掉膨胀率最小的，用剩余的二根的平均值作为该龄期的膨胀值。

（2）结果评定应符合下列规定：

对于砂料，当砂浆 6 个月膨胀率小于 0.10% 或 3 个月的膨胀率小于 0.05%（只有在缺少 6 个月膨胀率时才有效）时，则判为无潜在危害。否则，则判为有潜在危害。

六、实例

1、有一组天然砂, 采用行标进行砂分检验, 5.00mm、2.50mm、1.25mm、0.630mm、0.315mm、0.160mm、0.080mm 及筛底上的筛余量分别为: 12g、59g、54g、45g、175g、140g、0g、13g 及 12g、63g、57g、40g、178g、132g、3g、15g, 请计算其细度模数, 并判断其级配情况。

①计算每号筛的分计筛余百分率和累计筛余百分率:

次数	1			2		
	筛余量 (g)	分计筛余 (%)	累计筛余 (%)	筛余量 (g)	分计筛余 (%)	累计筛余 (%)
5.00	12	2.4	2.4	12	2.4	2.4
2.50	59	11.8	14.2	63	12.6	15.0
1.25	54	10.8	25.0	57	11.4	26.4
0.630	45	9.0	34.0	40	8.0	34.4
0.315	175	35.0	69.0	178	35.6	70.0
0.160	140	28.0	97.0	132	26.4	96.4
0.080	0	0	97.0	3	0.6	97.0
筛底	13	2.6	99.6	15	3.0	100.0
合计	498			500		

②计算两次筛分的细度模数:

$$\mu_{f1} = \frac{(\beta_2 + \beta_3 + \beta_4 + \beta_5 + \beta_6) - 5\beta_1}{100 - \beta_1} = \frac{(14.2 + 25.0 + 34.0 + 69.0 + 97.0) - 5 \times 2.4}{100 - 2.4} = 2.33$$

$$\mu_{f2} = \frac{(\beta_2 + \beta_3 + \beta_4 + \beta_5 + \beta_6) - 5\beta_1}{100 - \beta_1} = \frac{(15.0 + 26.4 + 34.4 + 70.0 + 96.4) - 5 \times 2.4}{100 - 2.4} = 2.36$$

$$\mu_f = \frac{\mu_{f1} + \mu_{f2}}{2} = \frac{2.33 + 2.36}{2} = 2.34$$

细度模数结果保留到 0.1, 则最后结果为 2.3。

④判断其级配情况:

根据试验两次筛分的累计筛余百分率, 对照 JGJ52-2006 标准中砂颗粒级配区表, 该砂样为 III 区砂, 且级配合格。

六、思考题

- 1、在进行砂质量检验时, 如何选用检测标准?
- 2、三个区配制的混凝土混凝土性能有什么不同?
- 3、每验收批砂如何进行取样? 在试验前为何要进行缩分?
- 4、在进行砂筛分析试验时, 当再现何种情况时试验无效需重新再做?
- 5、对重要工程混凝土用砂为何要进行集料的碱活性检验? 当碱活性检验判断为有潜在危害时应采取何种措施?

二、石常规

一、概念

石子是指由天然岩石经人工破碎而成，或经自然条件风化、磨蚀而成的粒径大于 5mm 的岩石颗粒。由人工破碎的称为碎石，自然条件作用形成的为卵石。

石子中各级粒径颗粒的分配情况称为石子的级配。石子的级配对混凝土的和易性产生很大的影响，进而影响混凝土的强度。良好的级配可用较少的加水量制得流动性好、离析泌水少的混合料，并能在相应的成型条件下，得到均匀密实的混凝土，同时达到节约水泥的效果。石子的级配情况可分为连续级配和单粒级。单粒级宜用于组合成具有要求级配连续粒级，也可与连续粒级混合使用，以改善其级配或配成较大粒度的连续粒度的连续粒级。不宜用单一的单粒级配制混凝土。如必须单独使用，则应作技术经济分析，并应通过试验证明不会发生离析或影响混凝土质量。

碎石的强度可用岩石的抗压强度和压碎指标表示。一般而言，强度和弹性模量高的石子可以制得质量好的混凝土。但是过强、过硬的石子不但没有必要，相反还可能在混凝土因温度或湿度的原因发生体积变化时，使水泥石受到较大的应力而开裂。因此从耐久性意义上说，强度中等的或适当低的石子反而有利。对于小于 C30 的混凝土，岩石的抗压强度与混凝土强度等级之比宜为 1.5，对于大于 C30 的混凝土，岩石的抗压强度与混凝土强度等级之比宜为 2，且火成岩强度不宜低于 80MPa，变质岩不宜低于 60MPa，水成岩不宜低于 30MPa。岩石的抗压强度试验并不能完全反映石子在混凝土中的受力情况。混凝土受压时，大量的石子处于受折、受剪的情况。所以为了更接近石子实际受力情况，常用压碎试验表示石子的力学性能。

鉴于目前大多都应用于拌制混凝土中，通常检验方法都是采用行标，因此在此主要阐述行标中石子检验方法。

二、检测依据

《普通混凝土用砂、石质量及检验方法标准》JGJ52-2006

《建设用卵石、碎石》GB/T14685-2011

三、砂质量要求

1、石筛应采用方孔筛。石的公称粒径，石筛筛孔的公称直径和方孔筛筛孔边长应符合表 2-1 的规定。

石筛筛孔的公称直径和方孔筛筛孔边长尺寸(mm) 表 2-1

石的公称粒径	石筛筛孔的公称直径	方孔筛筛孔边长
2.50	2.50	2.36
5.00	5.00	4.75
10.0	10.0	9.5
16.0	16.0	16.0
20.0	20.0	19.0
25.0	25.0	26.5
31.5	31.5	31.5
40.0	40.0	37.5
50.0	50.0	53.0
63.0	63.0	63.0
80.0	80.0	75.0
100.0	100.0	90.0

碎石或卵石的颗粒级配，应符合表 2-2 的要求。混凝土用石应采用连续粒级。

单粒级宜用于组合成满足要求的连续粒级；也可与连续粒级混合使用，以改善其级配或配成较大粒度的连续粒级。

当卵石的颗粒级配不符合表 2-2 要求时，应采取措施并经试验证实能确保工程质量后，方允许

使用。

碎石或卵石的颗粒级配范围

表 2-2

级配情况	公称粒级	累计筛余, 按质量 (%)											
		方孔筛筛孔边长尺寸 (mm)											
		2.36	4.75	9.5	16.0	19.0	26.5	31.5	37.5	53	63	75	90
连续粒级	5~10	95~100	80~100	0~15	0	—	—	—	—	—	—	—	—
	5~16	95~100	85~100	30~60	0~10	0	—	—	—	—	—	—	—
	5~20	95~100	90~100	40~80	—	0~10	0	—	—	—	—	—	—
	5~25	95~100	90~100	—	30~70	—	0~5	0	—	—	—	—	—
	5~31.5	95~100	90~100	70~90	—	15~45	—	0~5	0	—	—	—	—
	5~40	—	95~100	70~90	—	30~65	—	—	0~5	0	—	—	—
单粒级	10~20	—	95~100	85~100	—	0~15	0	—	—	—	—	—	—
	16~31.5	—	95~100	—	85~100	—	—	0~10	—	—	—	—	—
	20~40	—	—	95~100	—	80~100	—	—	0~100	—	—	—	—
	31.5~63	—	—	—	95~100	—	—	75~100	45~75	—	0~10	—	—
	40~80	—	—	—	—	95~100	—	—	70~100	—	30~60	0~10	—

2、碎石或卵石中针、片状颗粒含量应符合表 2-3 的规定。

针、片状颗粒含量

表 2-3

混凝土强度等级	≥C60	C55~C30	≤C25
针、片状颗粒含量 (按质量计, %)	≤8	≤15	≤28

3、碎石或卵石中含泥量应符合表 2-4 的规定。

含泥量

表 2-4

混凝土强度等级	≥C60	C55~C30	≤C25
含泥量 (按质量计, %)	≤0.5	≤1.0	≤2.0

对于有抗冻、抗渗或其他特殊要求的混凝土, 其所用碎石或卵石中含泥量不应大于 1.0%。当碎石或卵石的含泥量是非黏土质的石粉时, 其含泥量可由表 2-3 的 0.5%、1.0%、2.0%, 分别提高到 1.0%、1.5%、3.0%。

4、碎石或卵石中泥块含量应符合表 2-5 的规定。

泥块含量

表 2-5

混凝土强度等级	≥C60	C55~C30	≤C25
泥块含量 (按质量计, %)	≤0.2	≤0.5	≤0.7

对于有抗冻、抗渗或其他特殊要求的强度小于 C30 的混凝土, 其所用碎石或卵石中含泥量不应

大于 0.5%。

5、碎石的强度可用岩石的抗压强度和碎石压碎值指标表示。岩石的抗压强度应比所配制的混凝土强度至少高 20%。当混凝土强度等级大于或等于 C60 时, 应进行岩石抗压强度检验。岩石强度首先由生产单位提供, 工程中可采用压碎值指标进行质量控制。碎石的压碎值指标宜符合表 2-6 的规定。

碎石的压碎值指标 表 2-6

岩石品种	混凝土强度等级	碎石压碎值指标 (%)
沉积岩	C60~C40	≤10
	≤35	≤16
变质岩或深沉的火成岩	C60~C40	≤12
	≤35	≤20
喷出的火成岩	C60~C40	≤13
	≤35	≤30

注: 沉积岩包括石灰岩、砂岩; 变质岩包括片麻岩、石英岩等; 深成的火成岩包括花岗岩、正长岩、闪长岩和橄榄岩等; 喷出的火成岩包括玄武岩和辉绿岩等。

卵石的压碎值指标 表 2-7

混凝土强度等级	C60~C40	≤C35
压碎值指标 (%)	≤12	≤16

6、碎石或卵石的坚固性应用硫酸钠溶液法, 试样经 5 次循环后, 其质量损失应符合表 2-8 的规定。

碎石或卵石的坚固性 表 2-8

混凝土所处的环境条件及其性能要求	5 次循环后的质量损失 (%)
在严寒及寒冷地区室外使用并经常处于潮湿或干湿交替状态下的混凝土; 有腐蚀介质作用或经常处于水位变化的地下结构混凝土或对于有抗疲劳、耐磨、抗冲击要求的混凝土	≤8
在其他条件下使用的混凝土	≤12

7、碎石或卵石中的硫化物或硫酸盐含量以及卵石中有机物等有害物质含量, 应符合表 2-9 的规定。

碎石或卵石中的有害物质含量 表 2-9

项目	质量要求
硫化物及硫酸盐含量 (折算成 SO ₃ , 按质量计, %)	≤1.0
卵石中有机物含量 (比色法试验)	颜色不应深于标准色。当颜色深于标准色时, 应配制混凝土进行强度对比试验, 抗压强度比不应低于 0.95

当碎石或卵石中含有颗粒状硫酸盐或硫化物杂质时, 应进行专门检验, 确认能满足混凝土耐久性要求后, 方可采用。

四、取样及制备要求

(一) 取样

1、每验收批取样方法应按下列规定执行:

(1) 在料堆上取样时, 取样部位应均匀分布。取样前先将取样部位表层铲除。然后由各部位抽取大致相等的石子 16 份, 组成一组样品;

(2)从皮带运输机上取样时,应在皮带运输机机尾的出料处用接料器定时取 8 份石子,组成一组样品;

(3)从火车、汽车、货船上取样时,从不同部位和深度抽取大致相等的石子 16 份,组成一组样品。

注:如经观察,认为各节车皮间、汽车、货船间所载的砂质量相差甚为悬殊时,应对质量有怀疑的每节列车、汽车、货船分别进行取样和验收。

2、除筛分析外,当其余检验项目存在不合格时,应加倍取样进行复检。当复验仍有一项不满足标准要求时,应按不合格品处理。

注:如经观察,认为各节车皮间(汽车、货船间)所载的砂质量相差甚为悬殊时,应对质量有怀疑的每节列车(汽车、货船)分别进行取样和验收。

3、每组样品的取样数量。对于每一单项试验,石的每组样品取样数量应满足表 2-10 的规定。当需要做多项检验时,可在确保样品经一项试验后不致影响其它试验结果的前提下,用同组样品进行多项不同的试验。

每一单项检验项目所需石的最少取样质量 (kg)

表 2-10

试验项目	最大粒径(mm)							
	10.0	16.0	20.0	25.0	31.5	40.0	63.0	80.0
筛分析	8	15	16	20	25	32	50	64
表观密度	8	8	8	8	12	16	24	24
含水率	2	2	2	2	3	3	4	6
吸水率	8	8	16	16	16	24	24	32
紧密密度、堆积密度	40	40	40	40	80	80	120	120
含泥量	8	8	24	24	40	40	80	80
泥块含量	8	8	24	24	40	40	80	80
针、片状含量	1.2	4	8	12	20	40	—	—
硫化物、硫酸盐	1.0							

4、每组样品应妥善包装,避免细料散失及防止污染。并附样品卡片,标明样品名称、编号、取样时间、产地、规格、样品所代表的验收的数量、要求检验项目及取样方式等。

(二) 样品的缩分

1、将每组样品置于平板上,在自然状态下拌混均匀,并堆成锥体,然后沿互相垂直的两条直径把锥体分成大致相等的四份,取其对角的两份重新拌匀,再堆成锥体,重复上述过程,直至缩分后的材料量略多于进行试验所需的量为止。

2、碎石或卵石的含水率、堆积密度、紧密密度检验所的试样,不经缩分,拌匀后直接进行试验。

五、试验方法

本节的试验方法,以《普通混凝土用砂、石质量及检验方法标准》JGJ52-2006(以下简称行标)为主,因《建设用卵石、碎石》GB/T14685-2011(以下简称国标)与行标的试验方法基本一致,所以,在本节中,关于国标只列出与行标不同的地方。

(一) 筛分析试验

1、试验设备

(1)试验筛: 孔径为 100.0mm、80.0mm、63.0mm、50.0mm、40.0mm、31.5mm、25.0mm、20.0mm、16.0mm、10.0mm、5.00mm 和 2.50mm 的方孔筛, 以及筛的底盘和盖各一只, 其规格和质量要求应符合 GB6003.2 的规定 (筛框内径为 300mm);

(2)天平和案秤: 天平的称量 5kg, 感量 5g; 秤的称量 20kg, 感量 20g;

(3)烘箱: 温度控制在 $105\pm 5^{\circ}\text{C}$;

(4)浅盘。

2、试样制备

试验前, 用四分法将样品缩分至略重于表 2-11 规定的试样所需量, 烘干或风干后备用。

筛分析所需试样的最少质量

表 2-11

最大公称粒径 (mm)	10.0	16.0	20.0	25.0	31.5	40.0	63.0	80.0
试样质量不少于 (kg)	2.0	3.2	4.0	5.0	6.3	8.0	12.6	16.0

3、试验步骤

(1)按上表的规定称取试样;

(2)将试样按筛孔大小顺序过筛, 当每号筛上筛余层的厚度大于试样的最大粒径时, 应将该号筛上的筛余分成两份, 再次进行筛分, 直至各筛每分钟的通过量不超过试样总量的 0.1%;

注: 当筛余颗粒的粒径大于 20mm 时, 在筛分过程中, 允许用手指拨动颗粒。

(3)称取各筛筛余的质量, 精确至试样总质量的 0.1%。在筛上的所有分计筛余量和筛底剩余的总和与筛分前测定的试样总量相比, 其相差不得超过 1%。

4、数据处理与结果判定

(1)由各筛上的筛余量除以试样总质量计算得出该号筛的分计筛余百分率 (精确到 0.1%);

(2)每号筛计算得出的分计筛余百分率与大于该筛筛号各筛的分计筛余百分率相加, 计算得出其累计筛余百分率 (精确至 1%);

(3)根据各筛的累计筛余百分率, 评定该试样的颗粒级配。

(二) 表观密度试验

A. 标准方法

1、试验设备

(1)液体天平: 称量 5kg, 感量 5g, 其型号及尺寸能允许在臂上悬挂试样的吊篮, 并在水中称重;

(2)吊篮: 直径和高度均为 150mm, 由孔径为 1~2mm 的筛网或钻有 2~3mm 孔洞的耐锈蚀金属板制成;

(3)盛水容量: 有溢流孔;

(4)烘箱: 温度控制在 $105\pm 5^{\circ}\text{C}$;

(5)试验筛: 孔径为 5.00mm;

(6)温度计: $0\sim 100^{\circ}\text{C}$;

(7)带盖容器、浅盘、刷子和毛巾等。

2、试样制备

试验前, 将样品筛去 5.00mm 以下的颗粒, 并缩分至略重于表 2-12 所规定的数量, 刷洗干净后分成两份备用。

表观密度试验所需试样的最少质量

表 2-12

最大粒径 (mm)	10.0	16.0	20.0	25.0	31.5	40.0	63.0	80.0
试样最少质量 (kg)	2.0	2.0	2.0	2.0	3.0	4.0	6.0	6.0

3、试验步骤

(1)按上表的规定称取试样;

(2)取试样一份装入吊篮, 并浸入盛水的容器中, 水面至少高出试样 50mm;

(3)浸水 24h 后, 移放到称量用的盛水容器中, 并用上下升降吊篮的方法排除气泡 (试样不得露出水面)。吊篮每升降一次约为 1s, 升降高度为 30~50mm;

(4)测定水温后 (此时吊篮应全浸入水中), 用天平称取吊篮及试样在水中的质量 (m₂)。称量时盛水容器中水面高度由容器的溢流孔控制;

(5)提起吊篮, 将试样置于浅盘中, 放入 105±5°C 的烘箱中烘干至恒重。取出来放在带盖的容器中冷却至室温后, 称生 (m₀);

注: 恒重系指相邻两次称量间隔时间大于 3h 的情况下, 其前后两次称量之差小于该项试验所要求的称量精度。下同。

(6)称取吊篮在同样温度的水中质量 (m₁), 称量时盛水的容器的水面高度仍应由溢流口控制。

注: 试验各项称重可以在 15°C~25°C 的温度范围内进行, 但从试样加水静置的最后 2h 直至试验结束, 其温度相差不应超过 2°C。

4、数据处理与结果判定

(1)表观密度ρ应按下列式计算, 精确至 10kg/m³:

$$\rho = \left(\frac{m_0}{m_0 + m_1 - m_2} - \alpha_t \right) \times 1000 \text{ (kg / m}^3\text{)}$$

式中: m₀——试样的烘干质量 (g);

m₁——吊篮在水中的质量 (g);

m₂——吊篮及试样在水中的质量 (g);

α_t——考虑称量时的水温对表观密度影响的修正系数, 见表 2-13 所示:

不同水温下碎石或卵石的表现密度温度修正修正系数

表 2-13

水温 (°C)	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
α _t	0.002	0.003	0.003	0.004	0.004	0.005	0.005	0.006	0.006	0.007	0.008

以两次试验结果的算术平均值作为测定值。如两次结果之差值大于 20kg/m³ 时, 应重新取样进行试验。对颗粒材质不均匀的试样, 如两次试验结果之差超过规定时, 可取四次测定结果的算术平均值作为测定值。

B. 简易方法:

1、试验设备

(1)烘箱: 温度控制在 105±5°C;

(2)秤: 称量 20kg, 感量 20g;

(3)广口瓶: 1000mL, 磨口, 并带玻璃片;

(4)试验筛: 孔径为 5.00mm。

(5)毛巾、刷子等。

2、试样制备

试验前, 将样品筛去 5.00mm 以下的颗粒, 用四分法缩分至略大于表 2.10 所规定的量的两倍, 洗刷干净后, 分成两份备用。

3、试验步骤

(1)按标准方法中规定的数量称取试样。

(2)将试样浸水饱和, 然后装入广口瓶中, 装试样时, 广口瓶应倾斜放置, 注入饮用水, 用玻璃

片覆盖瓶口, 以上下左右摇晃的方法排除气泡。

(3) 气泡排尽后, 向瓶中添加饮用水直至水面凸出水瓶口边缘。然后用玻璃片沿瓶口迅速滑行, 使其紧贴瓶口水面。擦干瓶外水分后, 称取试样、水、瓶和玻璃片总质量 (m_1)。

(4) 将瓶中的试样倒入浅盘中, 放在 $105 \pm 5^\circ\text{C}$ 的烘箱中烘干至恒重。取出, 放在带盖的容器中冷却至室温后称重 (m_0)。

(5) 将瓶洗净, 重新注入饮用水, 用玻璃片紧贴瓶口水面, 擦干瓶外水分后称重 (m_2)。

注: 试验时各项称重可以在 $15^\circ\text{C} \sim 25^\circ\text{C}$ 的温度范围内进行, 但从试样加水静置的最后 2h 起直至试验结束, 其温度相差不应超过 2°C 。

4、数据处理与结果判定

表观密度应按下式计算 (精确至 $10\text{kg}/\text{m}^3$)

$$\rho = \left(\frac{m_0}{m_0 + m_2 - m_1} - a_t \right) \times 1000 \quad (\text{kg} / \text{m}^3)$$

式中: m_0 ——烘干后试样质量 (g);

m_1 ——试样、水、瓶和玻璃片的共量 (g);

m_2 ——水、瓶和玻璃片的共量 (g);

a_t ——考虑称量时的水温对表观密度影响的修正系数, 见上表所示。

以两次试验结果的算术平均值作为测定值。如两次结果之差值大于 $20\text{kg}/\text{m}^3$ 时, 应重新取样进行试验。对颗粒材质不均匀的试样, 如两次试验结果之差超过 $20\text{kg}/\text{m}^3$, 可取四次测定结果的算术平均值作为测定值。

(三) 含水试验

1、试验设备

(1) 烘箱: 温度控制在 $105 \pm 5^\circ\text{C}$;

(2) 秤: 称量 20kg , 感量 20g ;

(3) 容器: 如浅盘等。

2、试样制备

取质量约等于取样方法表中最小取样数量所要求的试样, 分成两份备用。

3、试验步骤

(1) 将试样置于干净的容器中, 称取试样和容器总质量 (m_1), 并在 $105 \pm 5^\circ\text{C}$ 的烘箱中烘干至恒重;

(2) 取出试样, 冷却后称取试样与容器的总质量 (m_2), 并称取容器的质量 (m_3)。

4、数据处理与结果判定

(1) 含水率应按下式计算 (精确至 0.1%)

$$\omega_{wc} = \frac{m_1 - m_2}{m_2 - m_3} \times 100 \quad (\%)$$

式中: m_1 ——烘干前试样与容器总质量 (g);

m_2 ——烘干后试样与容器总质量 (g);

m_3 ——容器质量 (g)。

以两次试验结果的算术平均值作为测定值。

注: 碎石或卵石含水率简易测定法可采用“烘干法”。

(四) 吸水率试验

1、试验设备

- (1)烘箱：温度控制在 105±5℃；
- (2)秤：称量 20kg，感量 20g；
- (3)试验筛：孔径为 5.00mm；
- (4)容器、浅盘、金属丝刷和毛巾等。

2、试样制备

试验前，将样品筛去 5.00mm 以下的颗粒，然后用四分法缩分至表 2-14 所规定的质量，分成两份，用金属丝刷刷净后备用。

吸水率试验所需试样的最少质量 表 2-14

最大粒径 (mm)	10.0	16.0	20.0	25.0	31.5	40.0	63.0	80.0
试样最少质量 (kg)	2	2	4	4	4	6	6	8

3、试验步骤

(1)取试样一份置于盛水的容器中，使水面高出试样表面 5mm 左右，24h 后从水中取出试样，并用拧干的湿毛巾将颗粒表面的水分拭干，即成为饱和面干试样。然后，立即将试样放在浅盘中称重 (m₂)，在整个试验过程中，水温须保持在 20±5℃；

(2)将饱和面干试样连同浅盘置于 105±5℃的烘箱中烘干至恒重。然后取出，放入带盖的容器中冷却 0.5~1h，称取烘干试样与浅盘的总质量 (m₁)。称取浅盘的质量 (m₃)。

4、数据处理与结果判定

(1) 吸水率应按下式计算 (精确至 0.01%)：

$$\omega_{wa} = \frac{m_2 - m_1}{m_1 - m_3} \times 100 (\%)$$

- 式中：m₁——烘干试样与浅盘总质量 (g)；
- m₂——烘干前饱和面干试样与浅盘总质量 (g)；
- m₃——浅盘质量 (g)。

以两次试验结果的算术平均值作为测定值。

(五) 堆积密度和紧密密度试验

1、试验设备

- (1)秤：称量 100kg，感量 100g；
- (2)容量筒：金属制，其规格见 (表 2-15)；
- (3)平头铁锹；
- (4)烘箱：温度控制在 105±5℃；

容量筒的规格要求 表 2-15

碎石或卵石的最大粒径(mm)	容量筒容积 (L)	容量筒规格(mm)		筒壁厚度 (mm)
		内径	净高	
10.0、16.0、20.0、25.0	10	208	294	2
31.5、40.0	20	294	294	3
63.0、80.0	30	360	294	4

注：测定紧密密度时，对最大粒径为 31.5、40.0mm 的集料，可采用 10L 的容量筒，对最大粒径为 63.0、80.0mm 的集料，可采用 20L 的容量筒。

2、试样制备

试验前, 取质量约等于取样中最少试验数量表所规定的试样放入浅盘, 在 $105\pm 5^{\circ}\text{C}$ 的烘箱中烘干, 也可以摊在清洁的地面上风干, 拌匀后分成两份备用。

3、试验步骤

(1)堆积密度: 取试样一份, 置于平整干净的地板(或铁板)上, 用平头铁锹铲起试样, 使石子自由落入容量筒内。此时, 从铁锹的齐口至容量筒上口的距离应保持为 50mm 左右。装满容量筒并除去凸出筒口表面的颗粒, 并以合适的颗粒填入凹陷部分, 使表面稍凸起部分和凹陷部分的体积大致相等, 称取试样和容量筒总质量 (m_2)。

(2)紧密密度: 取试样一份, 分三层装入容量筒。装完一层后, 在筒底垫放一根直径为 25mm 的钢筋, 将筒按住并左右交替颠击地面各 25 下, 然后装入第二层。第二层装满后, 用同样方法颠实(但筒底所垫钢筋的方向应与第一层放置方向垂直)然后再装入第三层, 如法颠实。待三层试样装填完毕后, 加料直到试样超出容量筒筒口, 用钢筋沿筒口边缘滚转, 刮下高出筒口的颗粒, 用合适的颗粒填平凹外, 使表面稍凸起部分和凹陷部分的体积大致相等。称取试样和容量筒总质量 (m_2)。

4、数据处理与结果判定

(1)堆积密度 (ρ_l) 或紧密密度 (ρ_c) 计算 (精确至 10kg/m^3)

$$\rho_l (\rho_c) = \frac{m_2 - m_1}{V} \times 1000 \quad (\text{kg} / \text{m}^3)$$

式中: m_1 ——容量筒的质量 (kg);

m_2 ——容量筒和试样的总质量 (kg);

V ——容量筒的容积 (L)。

以两次试验结果的算术平均值作为测定值;

(2)空隙率 (V_l 、 V_c) 按下式计算 (精确至 1%)

$$V_l = \left(1 - \frac{\rho_l}{\rho}\right) \times 100 \quad (\%)$$

$$V_c = \left(1 - \frac{\rho_c}{\rho}\right) \times 100 \quad (\%)$$

式中: ρ_l ——碎石或卵石的堆积密度 (kg/m^3);

ρ_c ——碎石或卵石的紧密密度 (kg/m^3);

ρ ——碎石或卵石的表观密度 (kg/m^3)。

(3)容量筒容积的校正应 $20\pm 5^{\circ}\text{C}$ 的饮用水装满容量筒, 用玻璃板沿筒口滑移, 使其紧贴水面, 擦干筒外壁水分后称取质量。用下式计算筒的容积 (V):

$$V = m_2' - m_1' (L)$$

式中: m_1' ——容量筒和玻璃板质量(kg);

m_2' ——容量筒、玻璃板和水总质量(kg)。

(六) 含泥量试验

1、试验设备

(1)秤: 称量 20kg, 感量 20g;

- (2)烘箱: 温度控制在 $105\pm 5^{\circ}\text{C}$;
- (3)试验筛: 孔径为 1.25mm 及 $80\mu\text{m}$ 筛各一个;
- (4)容器: 容积约 10L 的瓷盘或金属盒;
- (5)浅盘。

2、试样制备

试验前, 将来样用四分法缩分至表 2-16 所规定的量(注意防止细粉丢失), 并置于温度为 $105\pm 5^{\circ}\text{C}$ 的烘箱内烘干至恒重, 冷却至室温后分成两份备用。

含泥量试验所需的试样最少质量

表 2-16

最大粒径 (mm)	10.0	16.0	20.0	25.0	31.5	40.0	63.0	80.0
试样质量不少于 (kg)	2	2	6	6	10	10	20	20

3、试验步骤

(1)称取试样一份 (m_0) 装入容器中摊平, 并注入饮用水, 使水面高出石子表面 150mm ; 用手在水中淘洗颗粒, 使尘屑、淤泥和粘土与较粗颗粒分离, 并使之悬浮或溶解于水。缓缓地将浑浊液倒入 1.25mm 及 $80\mu\text{m}$ 的套筛 (1.25mm 筛放置上面) 上, 滤去小于 $80\mu\text{m}$ 的颗粒。试验前筛子的两面应先用水湿润。在整个试验过程中应注意避免大于 $80\mu\text{m}$ 的颗粒丢失。

(2)再次加水于容器中, 重复上述过程, 直至洗出的水清澈为止。

(3)用水冲洗剩留在筛上的细粒, 并将 $80\mu\text{m}$ 筛放在水中 (使水面略高出筛内颗粒) 来回摇动, 以充分洗除小于 $80\mu\text{m}$ 的颗粒。然后, 将两只筛上剩留的颗粒和筒中已洗净的试样一并装入浅盘, 置于温度为 $105\pm 5^{\circ}\text{C}$ 的烘箱中烘干至恒重 (m_1)。

4、数据处理与结果判定

(1) 碎石或卵石的含泥量应按下式计算 (精确至 0.1%):

$$\omega_c = \frac{m_0 - m_1}{m_0} \times 100 (\%)$$

式中: m_0 ——试验前烘干试样的质量 (g);

m_1 ——试验后烘干试样的质量 (g)。

以上两个试验结果的算术平均值作为测定值。如两次结果的差值超过 0.2% , 应重新取样进行试验。

(七) 泥块含量试验

1、试验设备

- (1)秤: 称量 20kg , 感量 20g ;
- (2) 试验筛: 孔径为 2.50mm 及 5.00mm 筛各一个;
- (3) 水筒及浅盘等
- (4) 烘箱: 温度控制在 $105\pm 5^{\circ}\text{C}$ 。

2、试样制备

试验前, 将样品用四分法缩分至略大于含泥量试验中表所示的量, 缩分应注意防止所含粘土被压碎。缩分后的试样在 $105\pm 5^{\circ}\text{C}$ 烘箱内烘至恒重, 冷却至室温后分成两份备用。

3、试验步骤

(1)筛去 5.00mm 以下颗粒, 称重 (m_1);

(2)将试样在容器中摊平, 加入饮用水使水面高出试样表面, 24h 后把水放出, 用手碾压泥块, 然后把试样放在 2.5mm 筛上摇动淘洗, 直至洗出的水清澈为止。

(3)将筛上的试样小心地从筛里取出, 置于温度为 $105\pm 5^{\circ}\text{C}$ 烘箱中烘干至恒重。取出冷却至室温

后称重 (m₂)。

4、数据处理与结果判定

(1) 泥块含量应按式计算 (精确至 0.1%):

$$\omega_{c,l} = \frac{m_1 - m_2}{m_1} \times 100 (\%)$$

式中: m₁——5.00mm 筛筛余量 (g);

m₂——试验后烘干试样的量 (g)。

以两个试验结果的算术平均值作为测定值。如两次结果的差值超过 0.2%，应重新取样进行试验。

(八) 针状和片状颗粒的总量试验

1、试验设备

(1) 针状规准仪和片状规准仪，或游标卡尺;

(2) 天平: 称量 2kg，感量 2g;

(3) 秤: 称量 20kg，感量 20g;

(4) 试验筛: 孔径分别为 5.00mm、10.0mm、20.0 mm、25.0 mm、31.5 mm、40.0 mm、63.0 mm、80.0mm，根据需要选用;

(5) 卡尺。

2、试样制备

试验前，将来样在室内风干至表面干燥，并用缩至 (表 2-17) 规定的数量，称量 (m₀)，然后筛分成表 (表 2-18) 所规定的粒级备用。

针、片状试验所需的试样最少质量

表 2-17

最大粒径(mm)	10.0	16.0	20.0	25.0	31.5	≥40.0
试样最少质量(kg)	0.3	1	2	3	5	10

针、片状试验粒级划分及其相应的规准仪孔宽或间距

表 2-18

粒级(mm)	5.00~10.0	10.0~16.0	16.0~20.0	20.0~25.0	25.0~31.5	31.5~40.0
片状规准仪上 相对应的孔宽(mm)	2.8	5.1	7.0	9.1	11.6	13.8
针状规准仪上 相对应的间距(mm)	17.1	30.6	42.0	54.6	69.6	82.8

3、试验步骤

(1) 按上表所规定的粒级用规准仪逐粒对试样进行鉴定，凡颗粒长度大于针状规准仪上相对应间距者，为针状颗粒。厚度小于片状规准仪上相应孔宽者，为片状颗粒;

(2) 粒径大于 40mm 的碎石或卵石可用卡尺鉴定其针片状颗粒，卡尺卡口的设定宽度应符合 (表 2-19) 的规定。

大于 40mm 粒级颗粒卡尺卡口的设定宽度

表 2-19

粒级(mm)	40~63	63~80
片状颗粒的卡口宽度(mm)	18.1	27.6
针状颗粒的卡口宽度(mm)	108.6	165.6

(3)称量由各粒级挑出的针状和片状颗粒的总质量 (m_1)。

4、数据处理与结果判定

(1) 碎石或卵石中针、片状颗粒含量应按下列式计算 (精确至 1%):

$$\omega_p = \frac{m_1}{m_0} \times 100 (\%)$$

式中: m_1 ——试样中所含针、片状颗粒的总质量 (g);

m_0 ——试样总质量 (g)。

(九) 有机物含量试验

1、试验设备、试剂

(1)天平: 称量 2kg, 感量 2g; 称量 100g, 感量 0.1g 各一台;

(2)量筒: 100mL、250mL、1000mL;

(3)烧杯、玻璃棒和孔径为 20mm 的试验筛;

(4)浓度为 3%的氢氧化钠溶液: 氢氧化钠与蒸馏水之质量比为 3: 97;

(5)鞣酸、酒精等。

2、试样制备

试验前, 筛去试样中 20mm 以上的颗粒, 用四分法缩分至约 1kg, 风干后备用。

标准溶液的配制方法, 取 2g 鞣酸粉溶解于 98mL 10%的酒精溶液中, 即得所需的鞣酸溶液, 然后取该溶液 2.5mL, 注入 97.5mL 浓度为 3%的氢氧化钠溶液中, 加塞后剧烈摇动, 静置 24h 即得标准溶液。

3、试验步骤

(1)向 1000mL 量筒中, 倒入干试样至 600mL 刻度处, 再注入浓度为 3%的氢氧化钠溶液至 800mL 刻度处, 剧烈搅动后静置 24h;

(2)比较试样上部溶液和新配制标准溶液的颜色, 盛装标准溶液与盛装试样的量筒容积应一致。

4、结果判定

若试样上部的溶液颜色浅于标准溶液的颜色, 则试样的有机质含量鉴定合格;

若两种溶液的颜色接近, 则应将该试样 (包括上部溶液) 倒入烧杯中放在温度为 60~70°C 的水浴锅中加热 2~3h, 然后再与标准溶液比色。

若试样上部的溶液颜色深于标准色, 则应配制成混凝土作进一步检验。其方法为: 取试样一份, 用浓度 3%氢氧化钠溶液洗除有机杂质, 再用清水淘洗干净, 至试样用比色法试验时, 溶液的颜色浅于标准色; 然后用洗除有机质的和未经清洗的试样用相同的水泥、砂配成配合比相同, 坍落度基本上相同的两种混凝土, 测其 28d 抗压强度。如未经洗除有机质的卵石混凝土强度与经洗除有机质的混凝土强度的比不低于 0.95 时, 则此卵石可以使用。

(十) 坚固性试验

1、试验设备、试剂

(1)烘箱: 温度控制在 105±5°C;

(2)天平: 称量 5kg, 感量 5g;

(3)试验筛: 根据试样粒级, 按表 2-20 选用;

(4)容器: 搪瓷盆或瓷盆, 容积不小于 50L;

(5)三脚网篮: 网篮的外径为 100mm, 高为 150mm, 采用孔径不大于 2.5mm 的网和铜丝制成。

检验 40~80mm 的颗粒时, 应采用外径高均为 150mm 的网篮;

(6)试剂: 无水硫酸钠。

坚固性试验所需的各粒级试样量

表 2-20

粒级(mm)	5.00~10.0	10.0~20.0	20.0~40.0	40.0~63.0	63.0~80.0
试样量(g)	500	1000	1500	3000	3000

注: (1)粒级为 10.0~20.0mm 的试样中, 应含有 10.0~16.0mm 粒级颗粒 40%, 16.0~20.0mm 粒级颗粒 60%。

(2)粒级为 20.0~40.0mm 的试样中, 应含有 20.0~31.5mm 粒级颗粒 40%, 31.5~40.0mm 粒级颗粒 60%。

2、试剂配制、试样制备

(1)硫酸钠溶液的配制: 取一定数量的蒸馏水(多少取决于试样及容器的大小), 加温至 30°C~50°C, 每 1000mL 蒸馏水加入无水硫酸钠(Na_2SO_4) 300~350g, 用玻璃棒搅拌, 使其溶解并饱和, 然后冷却至 20°C~25°C。在此温度下静置两昼夜。其相对密度应保持在 1151~1174kg/m³ 范围内。

(2)试样的制备: 将试样按上表的规定分级, 并分别擦洗干净, 放入 105°C~110°C 烘箱内烘 24h, 取出并冷却至室温, 然后按表对各粒级规定的量称取试样 (m_1)。

3、试验步骤

(1)将所称取的不同粒级的试样分别装入三角网篮并浸入盛有硫酸钠溶液的容器中。溶液体积应不小于试样总体积的 5 倍, 其温度保持在 20~25°C 的范围内。三角网篮浸入溶液时应先上下升降 25 次以排除试样中的气泡, 然后静置于该容器中。此时, 网篮底面应距容器底面约 30mm (由网篮脚高控制), 网篮之间的间距应不小于 30mm, 度样表面至少应在溶液以下 30mm;

(2)浸泡 20h 后, 从溶液中提出网篮, 放在 105±5°C 的烘箱中烘 4h。至此, 完成了第一个试验循环。待试样冷却至 20~25°C 后, 即开始第二次循环。从第二次循环开始, 浸泡及烘烤时间均可为 4h;

(3)第五次循环完后, 将试样置于 25~30°C 的清水中洗净硫酸钠, 再在 105±5°C 的烘箱中烘至恒重。取出冷却至室温后, 用筛孔径为试样粒级下限的筛过筛, 并称取各粒级试样试验后的筛余量 (m'_i);

注: 试样中硫酸钠是否洗净, 可按下法检验, 即: 取洗试样的水数毫升, 滴入少量氯化钡 (BaCl_2) 溶液, 如无白色沉淀, 即说明硫酸钠已被洗净。

(4)对粒径大于 20.0mm 的试样部分, 应在试验前后记录其颗粒数量, 并作外观检查, 描述颗粒的裂缝、开裂、剥落、掉边和掉角等情况所占颗粒数量, 以作为分析其坚固性时的补充依据。

4、数据处理与结果判定

(1)试样中各粒级颗粒的分计质量损失百分率应按下式计算:

$$\delta_{ji} = \frac{m_i - m'_i}{m_i} \times 100 (\%)$$

式中: m_i ——各粒级试样试验前的烘干质量 (g);

m'_i ——经硫酸钠溶液法试验后, 各粒级筛余颗粒的烘干质量 (g)。

(2)试样的总质量损失百分率应按下式计算 (精确至 1%)

$$\delta_j = \frac{a_1 \delta_{j1} + a_2 \delta_{j2} + a_3 \delta_{j3} + a_4 \delta_{j4} + a_5 \delta_{j5}}{a_1 + a_2 + a_3 + a_4 + a_5}$$

式中: a_1 、 a_2 、 a_3 、 a_4 、 a_5 、——试样中 5.00~10.0mm; 10.0~20.0mm; 20.0~40.0mm; 40.0~63.0mm; 63.0~80.0mm 各粒级颗粒的分计百分含量(%);

δ_{j1} 、 δ_{j2} 、 δ_{j3} 、 δ_{j4} 、 δ_{j5} ——各粒级的分计质量损失百分率(%)。

(十一) 抗压强度试验

1、试验设备

(1)压力试验机: 荷载 1000kN;

- (2)石材切割机或钻石机;
- (3)岩石磨光机;
- (4)游标卡尺, 角尺等。

2、试样制备

(1)试验时, 取有代表性的岩石样品用石材切割机切割成边长为 50mm 的立方体, 或用钻石机钻取直径与高度均为 50mm 的圆柱体, 然后用磨光机把试件与压力板接触的两个面磨光并保持平等, 试件形状须用角尺检查。

(2)至少应制作六个试块。对有显著层理的岩石, 应取两组试件 (12 块) 分别测定其垂直和平等于层理的强度值。

3、试验步骤

(1)用游标卡尺量取试件的尺寸 (精确至 0.1mm), 对于立方体试件, 在顶面和底面上各量取其边长, 以各个面上相互平行的两个边长的算术平均值作为宽或高, 由此计算面积。对于圆柱体试件, 在顶面和底面上各量取相互垂直的两个直径, 以其算术平均值计算面积。取顶面和底面面积的算术平均值作为计算抗压强度所用的截面积;

(2)将试件置于水中浸泡 48h, 水面应至少高出试件顶面 20mm;

(3)取出试件, 擦干表面, 放在压力机上进行强度试验。试验时加压速度应为每秒钟 0.5~1MPa。

4、数据处理与结果判定

(1)岩石的抗压强度应按下式计算 (精确至 1MPa):

$$f = \frac{F}{A}$$

式中: F——破坏荷载 (N);

A——试件的截面积 (mm²)。

取六个试件试验结果的算术平均值作为抗压强度测定值, 如六个试件中的两个与其它四个试件抗压强度的算术平均值相差三倍以上时, 则取试验结果相接近的四个试件的抗压强度算术平均值作为抗压强度测定值。

对具有显著层理的岩石, 其抗压强度应为垂直于层理及平行于层理的抗压强度的平均值。

(十二) 压碎指标值试验

1、试验设备

- (1)压力试验机, 荷载 300kN;
- (2)压碎指标值测定仪;
- (3)秤: 称量 5kg, 感量 5g;
- (4) 试验筛: 孔径分别为 10.0mm 和 20.0 mm 各一只;

2、试样制备

标准试样一律采用 10.0~20.0mm 的颗粒, 并在风干状态下进行试验。

对多种岩石组成的卵石, 如其粒径大于 20.0mm 颗粒的岩石矿物成分与 10~20mm 的颗粒有显著的差异时, 对大于 20.0mm 颗粒应经人工破碎后筛取 10~20mm 的标准粒级, 另外进行压碎指标值试验。

将缩分后的样品, 先筛去 10.0mm 以下及 20.0mm 以上的颗粒, 再用针状和片状规准仪剔除其针状和片状颗粒, 然后称取每份 3kg 的试样 3 份备用。

3、试验步骤

(1)置圆筒于底盘上, 取试样一份, 分二层装入筒内.每装完一层试样后, 在底盘下面垫放一直径为 10mm 的圆钢筋, 将筒按住, 左右交替颠击地面各 25 下。第二层颠实后, 试样表面距底盘的高度

控制为 100mm 左右;

(2)整平筒内试样表面,把压头装好(注意应使加压头保持平正),放到试验机上在 160~300s 内均匀地加荷到 200kN,稳定 5s。然后卸荷,取出测定筒,倒出筒中的试样并称其质量 (m_0)。用孔径 2.50mm 的筛筛除被压碎的细粒,称量剩留在筛上的试样的质量 (m_1)。

4、数据处理与结果判定

(1)碎石或卵石的压碎指标值 δ_a ,应按下式计算(精确至 0.1%):

$$\delta_a = \frac{m_0 - m_1}{m_0} \times 100(\%)$$

式中: m_0 ——试样的质量 (g);

m_1 ——压碎试验后筛于的试样质量 (g)。

(2)对多种岩石组成的卵石,如对 20.0mm 以下及 20.0mm 以上的标准粒径 (10.0~20.0mm) 分别进行检验,则其的总的压碎指标值应按下式计算:

$$\delta_a = \frac{a_1 \delta_{a1} + a_2 \delta_{a2}}{a_1 + a_2} (\%)$$

式中: a_1 、 a_2 ——试样中 20mm 以下及 20mm 以上两粒级的颗粒含量百分率;

δ_{a1} 、 δ_{a2} ——两粒级以标准粒级试验的分计压碎指标值 (%)。

以三次试验结果的算术平均值作为压碎指标测定值。

(十三) 硫化物及硫酸盐含量的试验

1、试验设备、试剂

(1)天平: 称量 1000g、感量 1g;

(2)分析天平: 称量 100g、感量 0.0001g;

(3)高温炉: 最高温度 1000°C;

(4)试验筛: 筛孔公称直径 630 μ m 的方孔筛一只;

(5)烧杯、烧瓶等;

(6)10%氯化钡溶液: 10g 氯化钡溶于 100mL 蒸馏水中;

(7) 盐酸(1+1): 浓盐酸溶于同体积的蒸馏水中, 并加入 10mL 硝酸, 存于棕色瓶中; 1%硝酸银溶液:

(8) 1%硝酸银溶液: 1g 硝酸银溶于 100mL 蒸馏水中, 并加入 5-10mL 硝酸, 存于棕色瓶中。

2、试样制备

试验前,取粒径 40.0mm 以下的风干碎石或卵石约 1000g,按四分法缩分至约 200g,磨细使全部通过 630 μ m 的方孔筛,仔细拌匀,烘干备用。

3、试验步骤

(1)精确称取石粉试样约 1g(m)放入 300mL 的烧杯中,加入 30~40mL 蒸馏水及 10mL 的盐酸 (1+1),加热至微沸,并保持微沸 5 分钟,使试样充分分解后取下,以中速滤纸过滤,用温水洗涤 10~20 次;

(2)调整滤液体积至 200mL。煮沸,边搅拌边滴加 10mL,氯化钡溶液 (10%),并将溶液煮沸数分钟,然后移至温热处至少静置 4h (此时溶液体积应保持在 200mL),用慢速滤纸过滤,以温水洗至无氯根反应 (用硝酸银溶液检验);

(3)将沉淀及滤纸一并移入已灼烧恒重 (m_1) 的瓷坩锅中,灰化后在 800°C 的高温炉内的灼烧 30 分钟,取出坩埚,置于干燥器中冷至室温称重,如此反复灼烧,直至恒重 (m_2)。

4、数据处理与结果判定

水溶性硫化物硫酸盐含量(以 SO_3 计)应按下式计算(精确至 0.01%)

$$\omega_{\text{SO}_3} = \frac{(m_2 - m_1) \times 0.343}{m} \times 100 (\%)$$

式中: m ——试样质量 (g);
 m_2 ——沉淀物与坩埚总质量 (g);
 m_1 ——坩埚质量 (g);
 0.343——换算成 SO_3 系数。

取二次试验的算术平均值作为评定指标, 若两次试验结果之差大于 0.15%, 应重做试验。

(十四) 碱活性试验

A 岩相法: 适用于鉴定碎石、卵石的岩石种类、成分, 检验骨料中活性成分的品种和含量。

1、试验设备

- (1) 试验筛: 孔径为 80.0、40.0、20.0、5.00mm 的方孔筛以及筛的底盘和盖各一只;
- (2) 称: 称量 100kg, 感量 100g;
- (3) 天平: 称量 2000g, 感量 2g;
- (4) 切片机、磨片机;
- (5) 实体显微镜、偏光显微镜。

2、试样制备

试验前, 先将样品风干, 并按(表 2-21)的规定筛分、称取试样。

岩相试验试样最少质量

表 2-21

粒 级(mm)	40.0~80.0	20.0~40.0	5.00~20.0
试样最少质量(kg)	150	50	10

注: (1) 大于 80mm 的颗粒, 按照 40.0~80.0mm 一级进行试验;

(2) 试样最少数量也可以颗粒计, 每级至少 300 颗。

3、试验步骤

(1) 用肉眼逐粒观察试样, 必要时将试样放在砧板上用地质锤击碎(注意应使岩石碎片损失最小), 观察颗粒新鲜断面。将试样按岩石品种分类;

(2) 每类岩石先确定其品种及外观品质, 包括矿物成分、风化程度、有无裂缝、坚硬性、有无包裹体及断口形状等;

(3) 每类岩石均应制成若干薄片, 在显微镜下鉴定矿物组成、结构等, 特别应测定其隐晶质、玻璃质成分的含量。测定结果填入(表 2-22)中。

集料活性成分含量测定表

表 2-22

委托单位			样品编号	
样品产地、名称			检测条件	
粒级(mm)		40.0~80.0	20.0~40.0	5.0~20.0
质量百分数(%)				
岩石名称及外观品质				
碱 活 性	品种及占本 级配试样的 质量百分含量(%)			

矿物	占试样总质量的百分含量(%)			
	合计			
结论			备注	

注：①硅酸类活性矿物包括蛋白石、火山玻璃体、玉髓、玛瑙、蠕石英、磷石英、方石英、微晶石英、燧石、具有严重波状消光的石英；

②碳酸盐类活性矿物为具有细小菱形白云石晶体。

4、结果判定

(1)、结果判定

①根据岩相鉴定结果，对于不含活性矿物的岩石，可评定为非碱活性集料。

②根据定为碱活性集料或可疑时，可根据标准进一步鉴定。若集料中含有活性二氧化硅时，应采用化学法和砂浆长度法进行检验；若含有活性碳酸盐集料时，应采用岩石柱法进行检验。

B. 快速法：适用于检验硅质骨料与混凝土中的碱产生潜在反应的危害，不适用与碳酸盐骨料检验。

1、仪器设备

(1)鼓风烘箱：温度控制在 (105±5) °C；

(2)秤：称量 5000g，感量 5g；

(3)方孔筛：5.00mm、2.50mm、1.25mm、630μm、315μm 及 160μm 的筛各一只；

(4)测长仪：测量范围 280~300mm，精度 0.01mm；

(5)水泥胶砂搅拌机：符合现行国家标准要求；

(6)恒温养护箱或水浴：温度 (80±2) °C；

(7)养护筒：由耐碱耐高温的材料制成，不漏水，密封，防止容器内温度下降，筒的容积可以保证试件全部浸没在水中；筒内设有试件架，试件垂直于架放置；

(8)试模：规格为 25mm×25mm×280mm，试模两端正中有小孔，装有不锈钢测头；

(9)钹刀、捣棒、量筒、干燥器；

(10) 破碎机。

2、试样制备

(1)将试样缩分至约 5.0kg，将试样破碎后筛分按表 2-23 中所示级配及比例组合成试验用料，并将试样洗净烘箱或晾干备用；

级配表 表 2-23

筛孔尺寸	5.00~2.50mm	2.50~1.25mm	1.25mm~630μm	630~315μm	315~160μm
分级质量(%)	10	25	25	25	15

(2)采用符合 GB175 技术要求的普通硅酸盐水泥，水泥与砂的质量比为 1：2.25，水灰比为 0.47。一组 3 个试件共需水泥 440g，石料 990g；

(3)将称好的水泥与砂倒入搅拌锅，应按现行国家标准《水泥胶砂强度检验方法 (ISO 法)》GB/T17671 规定的方法进行；

(4)搅拌完成后，立即将砂浆分两层装入已装有膨胀测头的试模中，每层捣 40 次，注意膨胀测头四周应水心捣实，浇捣完后用钹刀刮除多余砂浆，抹平、编号并表明测长方向。

3、试验步骤

(1)试件成型完毕后，立即带模放入标准养护室内。养护 (24±2) h 后脱模。

(2)脱模后，将试件浸泡在装有自来水的养护筒中，并将放入温度 (80±2) °C 的恒温养护箱或水浴箱中，养护 24h，同种骨料制成的试件放在同一个养护筒中。

(3)然后将养护筒逐个取出, 每次养护筒中取出一个试件, 用抹布擦干表面, 立即用测长仪测试试件基长 (L_0),

测长应在 $20\pm 2^\circ\text{C}$ 的恒温室中进行, 每个试件至少重复测试两次, 取差值在仪器精度范围内的 2 个读数的平均值作为长度测定值 (精确至 0.02mm), 每次每个试件的测量方向应一致, 待测的试件须用湿布覆盖, 以防止水份蒸发; 从取出试件擦干到读数完成应在 $(15\pm 5)\text{s}$ 内结束, 将试件放入装有浓度为 1mol/L 氢氧化钠溶液的养护筒中, 确保试件被完全浸泡, 且溶液温度应保持在 $(80\pm 2)^\circ\text{C}$, 将养护筒放回恒温养护箱或水浴箱中。

注: 用测长仪测定任一组试件的长度时, 均应先调整测长仪得零点。

(4)测长龄期自测定基长之日起, 在测基准长度后第 3d, 7d、14d 在分别测长 (L_t), 测长方法与测基长方法一致。测量完毕后, 应将试件掉头放入原养护筒中, 盖好筒盖放回 $(80\pm 2)^\circ\text{C}$ 的恒温养护箱或水浴箱中, 继续养护至下一个测试龄期。操作时应防止氢氧化钠溶液溢溅烧伤皮肤。

(5) 在测量时应观察试件的变形, 裂缝, 渗出物等, 特别要注意有无胶体物质, 并作详细记录。

4、数据处理及结果判定

试件膨胀率按下式计算, 精确至 0.01% :

$$\varepsilon_t = \frac{L_t - L_0}{L_0 - 2\Delta} \times 100$$

式中: ε_t ——试件在 t 天龄期的膨胀率, %;

L_t ——试件在 t 天龄期的长度, mm;

L_0 ——试件的基准长度, mm;

Δ ——测头的长度, mm。

(1)以三个试件膨胀率的平均值作为某一龄期膨胀率的测定值。任一试件膨胀率与平均值应符合下列规定:

- ①当平均值小于或等于 0.05% 时, 单个值与平均值的差值均应小于 0.01% ;
- ②当平均值大于 0.05% 时, 单个值与平均值的差值均应小于平均值的 20% ;
- ③当三个试件的膨胀率均大于 0.10% 时, 无精度要求;
- ④当不符合上述要求时, 去掉膨胀率最小的, 用剩余的二个试件的平均值作为该龄期的膨胀值。

(2)结果判定

- ①当 14d 膨胀率小于 0.10% 时, 可判定为无潜在危害。
- ②当 14d 膨胀率小于 0.20% 时, 可以判定为有潜危害。
- ③当 14d 膨胀率在 $0.10\% \sim 0.20\%$ 之间时, 需按砂浆长度法方法再进行试验来判定。

C.砂浆长度法: 适用于检验硅质骨料与混凝土中的碱产生潜在反应的危害, 不适用与碳酸盐骨料检验。

1、试验设备

(1) 试验筛: 筛孔公称直径 $160\mu\text{m}$ 、 $315\mu\text{m}$ 、 $630\mu\text{m}$ 、 1.25mm 、 2.50mm 、 5.00mm 筛的方孔筛各一只;

(2) 胶砂搅拌机: 应符合现行国家标准规定;

(3) 镋刀及截面为 $14\times 13\text{mm}$, 长 $130\sim 150\text{mm}$ 的钢制捣棒;

(4) 量筒、秒表、跳桌等;

(5) 试模和测头 (埋钉): 金属试模, 规格为 $25\times 25\times 280\text{mm}$, 试模两端正中有小洞, 测头以耐腐蚀金属制成;

(6) 养护筒: 用耐腐材料 (如塑料) 制成, 应不漏水, 不透气, 加盖加在养护室能确保筒内空气相对湿度为 95% 以上, 筒上设有试件架, 架子下盛有水。试件垂直于架上并不与水接触;

(7) 测长仪: 测量范围 $160\sim 185\text{mm}$, 精度 0.01mm ;

- (8) 恒温箱(室): 温度为 $40 \pm 2^\circ\text{C}$ 。
 (9) 称: 称量 5kg, 感量 5g;
 (10) 跳桌: 应符合现行国家标准规定。

2、试样制备

(1) 制作试件的材料应符合下列规定:

①水泥: 水泥含碱量为 1.2%, 低于此值可掺浓度 10% 的 NaOH 溶液, 将系统的碱含量调至水泥量的 1.2%, 对具体工程如所用水泥含碱量高于此值, 则用工程所使用的水泥。

注: 水泥含量以氧化钠 (Na_2O) 计, 氧化钾 (K_2O) 换算为氧化钠时乘以换算系数 0.658。

②石料: 将试样缩分至约 5kg, 破碎筛分后, 各粒级都有在筛上用水冲净粘附在集料上的淤泥和细粉, 然后烘干备用。集料按(表 2-24)的级配配成试验用料。

集料级配表

表 2-24

筛孔尺寸	5.00~2.50mm	2.50~1.25mm	1.25mm~630 μm	630~315 μm	315~160 μm
分级质量 (%)	10	25	25	25	15

(2) 制作试件用的砂浆配合比应符合下列规定:

水泥与石料的质量为 1 : 2.25。每组 3 个试件, 共需水泥 440g, 石料 990g。砂浆用水量按《水泥胶砂流动度测定方法》GB/T2419 选定, 但跳桌跳动次数改为 6s 跳动 10 次, 以流动度在 105~120mm 为准。

(3) 砂浆长度法试验所用试件应按下列方法制作:

- ①成型前 24h、将试验所用材料(水泥、集料、拌合用水等)放入 $20 \pm 2^\circ\text{C}$ 的恒温室中;
 ②石料水泥浆制备: 先将称好的水泥、石料倒入搅拌锅内。开动搅拌机, 拌合 5s 后, 徐徐加水, 20~30s 加完, 自开动物器起搅拌 120s, 将贴在叶子上的料刮下, 取下搅拌锅;
 ③砂浆分两层装入试模内, 每层捣 40 次; 注意测头周围应捣实, 浇捣完毕后用镬刀刮除多余砂浆, 抹平表面并编号, 并标明测定方向;

3、试验步骤

(1) 试件成型完毕后, 带模放入标准养护室, 养护 24h 后, 脱模(当试件强度较低时, 可延至 48h 脱模)。脱模后立即测量试件的长度。此长度为试件的基长 (L_0)。测长度应在 $20 \pm 2^\circ\text{C}$ 的恒温室中进行。每个试件至少重复测试两次, 取差值在仪器精确范围内的两个读数的平均值作为长度测定值。待测的试件须有湿布覆盖, 以防止水份蒸发。

(2) 测量后将试件放入养护筒中, 盖严筒盖放入 $40 \pm 2^\circ\text{C}$ 的养护室里养护(同一筒内的试件品种应相同);

(3) 测长龄期自测量基长起: 龄期为 14d、1 个月、1 个月、3 月、6 月在分别测长 (L_t), 需要时可以适当延长。在测长前一天。应把养护筒从 $40 \pm 2^\circ\text{C}$ 的养护室取出, 放入 $20 \pm 2^\circ\text{C}$ 的恒温室。试件的测长方法与测基准长度相同, 测量完毕后, 应将试件调头放入养护筒中。盖好筒盖, 放回 $40 \pm 2^\circ\text{C}$ 的养护室继续养护到下一测试龄期。

(4) 在测量时应对试件进行观察, 内容包括试件变形, 裂缝、渗出物等, 特别要注意有无胶体物质, 并作详细记录。

4、数据处理与结果判定

试件的膨胀率应按下式计算(精确至 0.001%)

$$\varepsilon_t = \frac{L_t - L_0}{L_0 - 2\Delta} \times 100$$

式中: ε_t ——试件在 t 天龄期的膨胀率, %;

L_t ——试件在 t 天龄期的长度, mm;

L_0 ——试件的基准长度, mm;

Δ ——测头的长度, mm。

以三个试件测值的平均值作为某一龄期膨胀率的测定值。任一试件膨胀率与平均值应符合下列规定:

- (1)当平均值小于或等于 0.05%时, 单个测值与平均值的差值均应小于 0.01%;
- (2)当均值大于 0.05%时, 单个测值与平均值均应小于平均值的 20%;
- (3)当三个试件的膨胀率超过 0.10%时, 无精度要求;
- (4)当不符合上述要求时, 去掉膨胀率的最小的, 用剩余两个试件膨胀率的平均值作为该龄期的膨胀率。

结果评定应符合下列规定:

当砂浆的半年膨胀率低于 0.10%时或 3 个月膨胀率低于 0.05%时(只有在缺半年膨胀率资料时才有效), 可判定为无潜在危害。否则, 应判为具有潜在危害。

D.岩石柱法: 适用于检验碳酸盐岩石是否具有碱活性。

1、试验设备、试剂

- (1) 钻机: 配有小圆筒钻头;
- (2) 锯石机、磨片机;
- (3) 试件养护瓶: 耐碱性材料制成, 能盖严以避免变质和改变浓度;
- (4) 测长仪: 量程 25~50mm 精度 0.01mm;
- (5) 1mol/L 氢氧化钠溶液: 40±1g 氢氧化钠(化学纯)溶于 1L 蒸馏水中。

2、试验步骤

(1) 在同块岩石的不同岩性方向取样, 如岩石层理不清, 则应在三个相互垂直的方向上各取一个试件;

(2) 钻取的圆柱体的试件直径为 9±1mm, 长度为 35±5mm, 试件两端面应磨光、互相平行且与试件的主轴线垂直, 实践加工时应避免表面变质影响碱溶液渗入岩样的纯度;

(3) 试件编号后, 放入盛有蒸馏水的瓶中, 置于 20±2°C 的恒温室内, 每隔 24 小时取出擦干表面水分, 进行测长。直至试件的前后两次测得的长度变化率之差不超过 0.02% 为止, 以最后测得的试件长度为基长 (L_0);

(4) 将测完基准长度的试件浸入盛有浓度为 1mol/L 的氢氧化钠溶液的瓶中, 液面应超过试件顶面 10mm 以上, 每个试件的平均液量至少应为 50mL。同一瓶中不得浸泡不同种的试件。盖严瓶盖, 置于 20±2°C 的恒温室中。溶液每六个月换一次;

(5) 在 20±2°C 的恒温室进行测长 (L_t), 每个试件测长的方向应始终保持一致。测量时试件从瓶中取出, 先用蒸馏水洗涤, 将表面水擦干后测长, 测长的龄期从试件泡入碱液是算起, 在 7、14、21、28、56、84d 时进行测量, 如有需要以后每 1 个月一次, 一年后每 3 个月一次;

(6) 试件浸泡期间, 应观测其形态的变化, 如开裂、弯曲、断裂等, 并作记录。

3、数据处理与结果判定

试件长度变化应按下式计算(精确至 0.001%):

$$\varepsilon_{st} = \frac{L_t - L_0}{L_0} \times 100 (\%)$$

式中: ε_{st} ——试件浸泡 t 天后的长度变化率; %;

L_t ——试件浸泡 t 天后的长度 (mm);

L_0 ——试件的基长 (mm)。

注: 测量精度要求为同一试验人员, 同一仪器, 测量同一试件其误差不应超过±0.02%; 不同试验人员, 同一仪器测量同一试件, 其误差不应超过±0.03%。

结果评定应符合下列规定：

(1) 同块岩石所取的试样中以其膨胀率最大的一个测值作为分析该岩石碱活性的依据，其余数据不予考虑。

(2) 试件浸泡 84d 的膨胀率如超过 0.10%，则该岩样应评为具有潜在碱性危害。

六、思考题

- 1、配制混凝土宜采用何种级配的石子，为什么？
- 2、配制混凝土用石子是否强度越高越好，为什么？
- 3、在工程中一般采用何种指标进行石子强度的质量控制，为什么？
- 4、石子的含泥量对混凝土性能有何影响？
- 5、长期处于潮湿环境的重要混凝土必须要检测骨料的碱活性吗？为什么？
- 6、若石子检验不合格时对检验结果应作如何规定？
- 7、做石子表观度试验时，水温为 18℃，计算其表观密度为多少？

序号	试样干质量 g	试样在水中重 g	吊篮在水中重 g	表观密度 kg/m ³
①	2150	1354	288	
②	2200	1391	288	

肩负行业责任，为检测人员素质保驾护航！



 025-8545 8161

<http://jkpx.jsgjc.com>

江苏建科建筑技术培训中心