



《建筑材料学》教学实验

混凝土用骨料试验

大连理工大学土木水利实验教学中心 建材实验室



一、采用标准

现行标准: JGJ52—2006

普通混凝土用砂、石
质量及检验方法标准

UDC

中华人民共和国行业标准

JGJ

P

JGJ 52 - 2006

普通混凝土用砂、石质量及检验
方法标准

Standard for technical requirements and test method
of sand and crushed stone (or gravel)
for ordinary concrete

2006-12-19 发布

2007-06-01 实施

中华人民共和国建设部 发布



二、试验目的

熟悉普通混凝土用砂、石的质量要求及检验方法。





三、取样与缩分

人工四分法缩分：

- 将样品置于平板上，在潮湿状态下拌和均匀，并堆成厚度约为20mm的“圆饼”状。





三、取样与缩分

- 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”状。



- 重复上述过程，直至把样品缩分后的材料量略多于进行试验所需的量为止。



四、试验内容

- 砂的筛分析试验
- 砂的表观密度试验（标准法）
- 砂的堆积密度试验
- 砂的空隙率（计算）
- 石粉密度试验
- 石子的表观密度试验（简易法）
- 石子的吸水率试验
- 石子的堆积密度试验
- 石子的空隙率和孔隙率（计算）

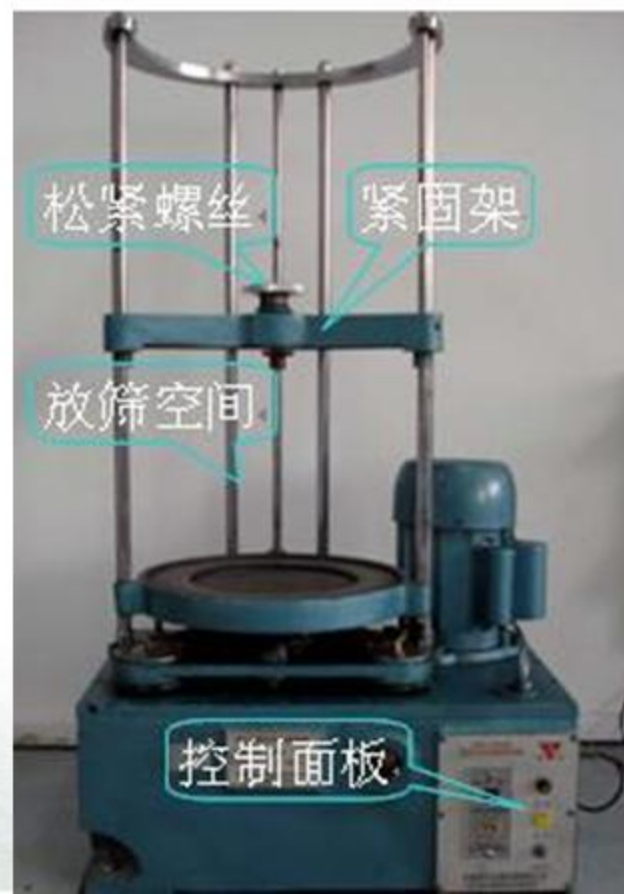


砂的筛分析试验

仪器设备

(1) 试验筛——公称直径分别为**10.0mm**、5.0mm、2.50mm、1.25mm、0.63mm、0.315mm、0.16mm的方孔筛各一只，以及筛的底盘和盖各一只。

(2) 摇筛机





砂的筛分析试验

仪器设备

- (3) 电子秤
- (4) 烘箱——温度控制范围为 $105 \pm 5^{\circ}\text{C}$ 。
- (5) 浅盘和硬、软毛刷等。





砂的筛分析试验

试样制备

- 用于筛分析的试样，其颗粒的公称粒径应不大于10.0mm。试验前应先将试样通过公称直径10.0mm的方孔筛，并算出筛余百分率。
- 称取经缩分的样品不少于550g的试样两份，分别装入两个浅盘，在 $105 \pm 5^{\circ}\text{C}$ 的温度下烘干到恒重。冷却至室温备用。



砂的筛分析试验

试验步骤

- (1) 准确称取烘干试样
500g，置于按筛孔大小
(大孔在上、小孔在下)
顺序排列的套筛的最上
一只筛(公称直径为
5.00mm的方孔筛)上；
将套筛装入摇筛机内固
紧，筛分10min。





砂的筛分析试验

试验步骤

(2) 取出套筛按筛孔由大到小的顺序，在清洁的浅盘上逐个进行手筛，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只筛，并和下一只筛中试样一起过筛，按这样顺序依次进行，直至所有的筛全部筛完为止。

——手筛





砂的筛分析试验

试验步骤

(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的剩余量之和与筛分前的试样总量相比，相差不得超过1%。





砂的筛分析试验

结果计算

(1) 计算分计筛余百分率（各筛的筛余量除以试样总量的百分率）精确至0.1%。

$$a_n = \frac{m_n}{500} \times 100\%$$



砂的筛分析试验

结果计算

(2) 计算累计筛余百分率（该筛的分计筛余与大于该筛的各筛上的分计筛余之和），精确至0.1%。

筛孔尺寸 mm	分计筛余率 %	累计筛余百分率 %
5	α_1	$\beta_1 = a_1$
2.5	α_2	$\beta_2 = a_1 + a_2$
1.25	α_3	$\beta_3 = a_1 + a_2 + a_3$
0.63	α_4	$\beta_4 = a_1 + a_2 + a_3 + a_4$
0.315	α_5	$\beta_5 = a_1 + a_2 + a_3 + a_4 + a_5$
0.16	α_6	$\beta_6 = a_1 + a_2 + a_3 + a_4 + a_5 + a_6$



砂的筛分析试验

结果计算

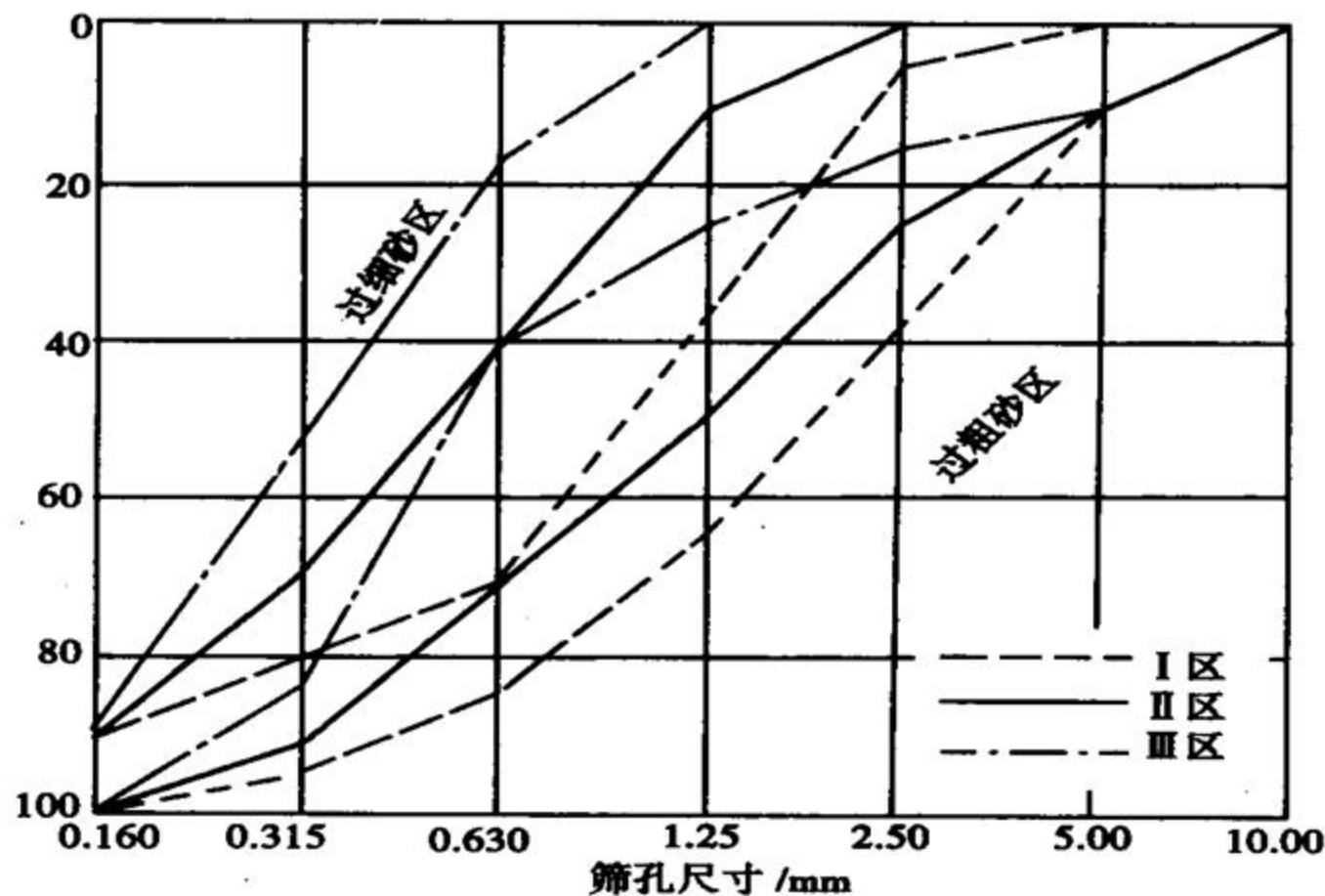
(3) 根据各筛的累计筛余百分率，评定该试样的颗粒级配分布情况。

❖ 砂的颗粒级配用级配区表示，以级配区或筛分曲线判定砂级配的合格性；对细度模数为3.7—1.6的普通混凝土用砂，根据0.63mm孔径筛（控制粒级）的累计筛余百分率，划分成为Ⅰ区、Ⅱ区、Ⅲ区三个级配区。

孔 径 (mm)	累计筛余 (%)		
	I 区	II 区	III区
10.0	0	0	0
<u>5.00</u>	<u>10~0</u>	<u>10~0</u>	<u>10~0</u>
2.50	35~5	25~5	15~0
1.25	65~35	50~10	25~0
<u>0.63</u>	<u>85~71</u>	<u>70~41</u>	<u>40~16</u>
0315	95~80	92~70	85~55
0.16	100~90	100~90	100~90

➤ 普通混凝土用砂的颗粒级配，应处于表中的任何一个级配区中，才符合级配要求。除5mm及0.63mm筛外，允许有部分超出分区界限，但其总量不应大于5%。

以累计筛余百分率为纵坐标，以筛孔尺寸为横坐标，根据上表的数值可以画出砂 I、II、III 三个级配区的筛分曲线。

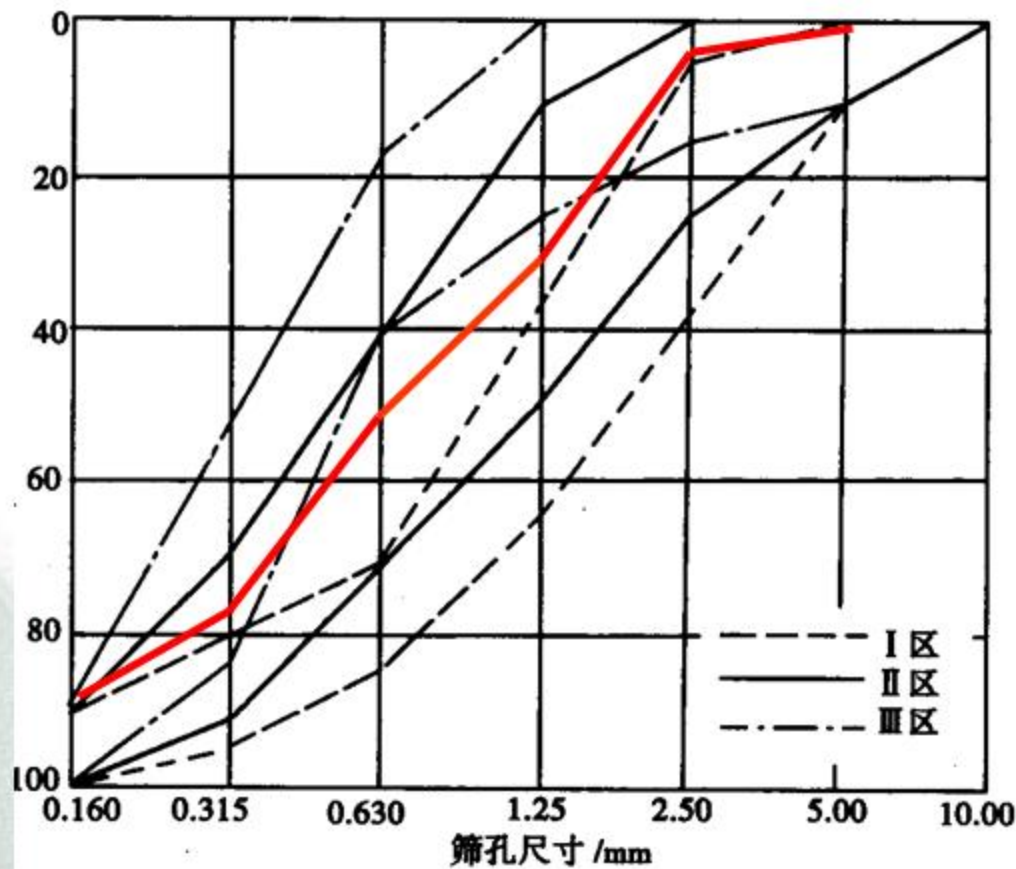




砂的筛分析试验

结果计算

- ❖ 根据各筛的累计筛余百分率，绘制筛分曲线，通过观察筛分曲线是否完全落在三个级配区的任一区内，即可判定该砂级配的合格性。





砂的筛分析试验

结果计算

(4) 砂的细度模数按下式计算，精确至0.01。

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



砂的表观密度试验（标准法）

仪器设备

- (1) 电子秤
- (2) 容量瓶——容量500ml
- (3) 干燥器，浅盘，铝制料勺、温度计等
- (4) 烘箱——温度控制范围为： $105\pm 5^{\circ}\text{C}$ 。





砂的表观密度试验（标准法）

试验步骤

(1) 称取烘干的试样300g (m_0)。





砂的表观密度试验（标准法）

试验步骤

(1) 将试样装入盛有半瓶冷开水的容量瓶中。





砂的表观密度试验（标准法）

试验步骤

(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。**

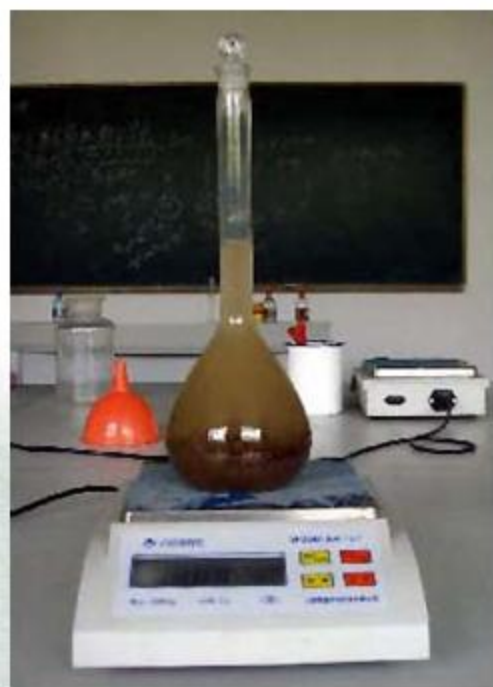




砂的表观密度试验（标准法）

试验步骤

(2) 静置后，用滴管添水，使水凹面与瓶颈刻度线平齐，再塞紧瓶塞，擦干瓶外水分，称其质量 (m_1)。





砂的表观密度试验（标准法）

试验步骤

- (3) 倒出容量瓶中的水和试样，将瓶的内外壁洗净，再向瓶内加入冷开水至瓶颈刻度线。塞紧瓶塞，擦干容量瓶外壁水分，称其质量（ m_2 ）。





砂的表观密度试验（标准法）

结果计算

表观密度 ρ 按下式计算，精确至 10kg/m^3 。

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

$$\alpha_t = 0$$

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。



砂的表观密度试验（标准法）

精度要求

表观密度 ρ 精确至 10kg/m^3 ，以两次试验结果的算术平均值做为测定值，当两次结果之差大于 20kg/m^3 时，应重新取样进行试验。



砂的堆积密度试验

仪器设备

- (1) 电子秤;
- (2) 容量筒——金属制，圆柱形，容积1L;
- (3) 烘箱——温度控制范围为： $105\pm 5^{\circ}\text{C}$;
- (4) 漏斗;
- (5) 直尺、浅盘等。





砂的堆积密度试验

试验步骤

1. 称容量筒的质量 m_1 。





砂的堆积密度试验

试验步骤

- 取试样一份，用漏斗将它徐徐装入容量筒（漏斗出料口距容量筒口不应超过50mm）直至试样装满并超出容量筒筒口。





砂的堆积密度试验

试验步骤

- 用直尺将多余试样沿筒口中心线向相反方向刮平，称其质量 m_2 。





砂的堆积密度试验

结果计算

堆积密度 ρ_L 按下式计算，精确至 10kg/m^3 ：

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

式中： ρ_L ——堆积密度， 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做为测定值。



砂的堆积密度试验

结果计算

堆积密度的**空隙率**按下式计算，精确至1%：

$$v_L = \left(1 - \frac{\rho_L}{\rho}\right) \times 100$$

式中： v_L —堆积密度的空隙率， %；

ρ_L —堆积密度（取两次试验的平均值），
 kg/m^3 ；

ρ —砂的表观密度， kg/m^3 。



石粉的密度试验

一、采用标准

现行标准：GB/T 208—1994

水泥密度测定方法

中华人民共和国国家标准

GB/T 208-1994

水泥密度测定方法

本标准适用于测定水硬性水泥的密度，也适用于测定采用本方法的其他粉状物料的密度。

1995-08-01 实施

国家技术监督局

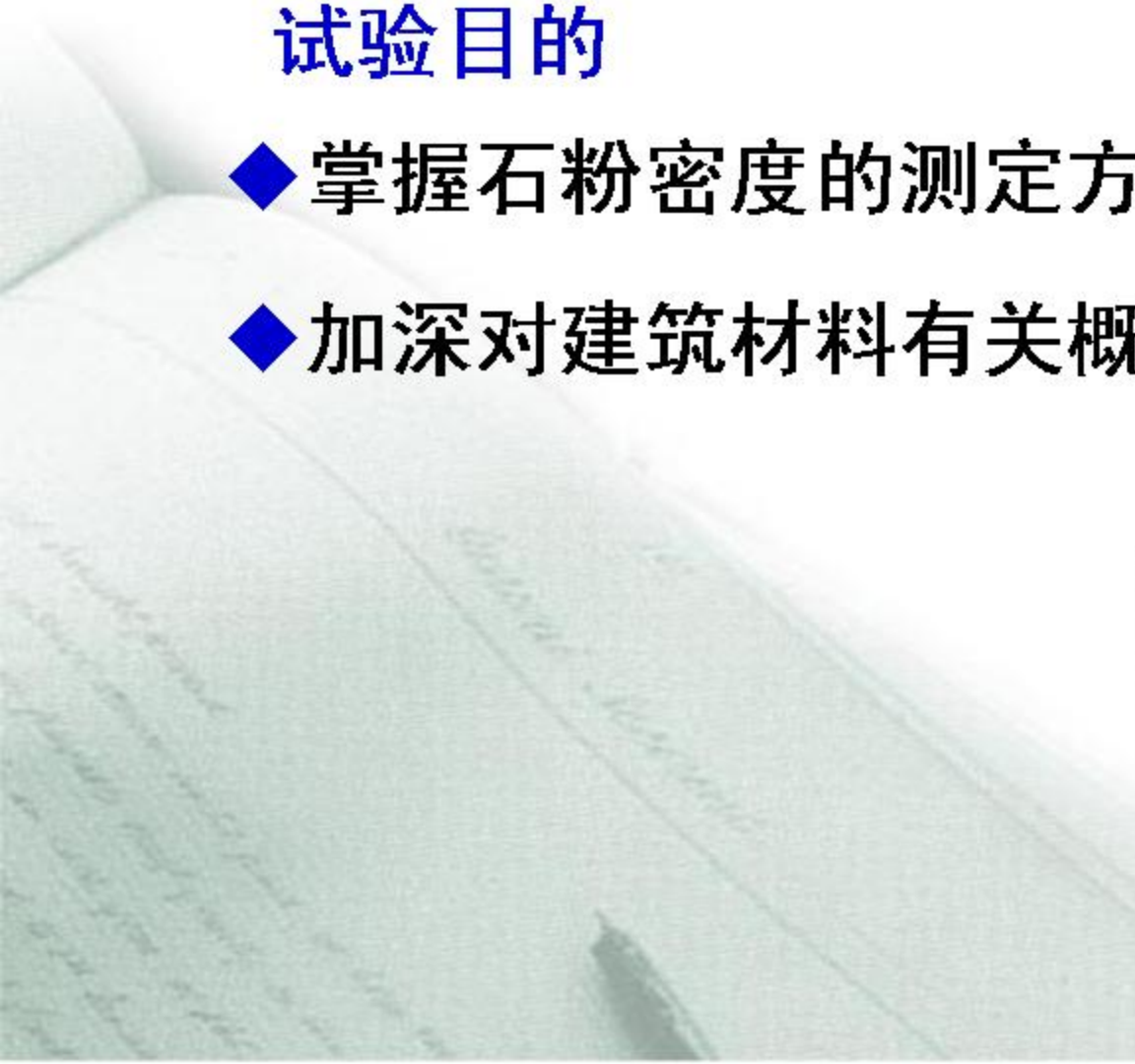
发布



石粉的密度试验

试验目的

- ◆ 掌握石粉密度的测定方法
- ◆ 加深对建筑材料有关概念的理解





石粉的密度试验

试验原理

- ❖ 石料的密度是指在 $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ 下，石料烘干至恒量时，矿质实体单位体积（不包括开口与闭口孔隙体积）的质量。

真实体积

- ❖ 试验的关键是要测定石料的**真实体积**，为此要先将石料磨碎成石粉——充分排除石料内部的孔隙。



石粉的密度试验

试验原理

- ❖ 试验的方法原理：将石粉倒入装有一定量液体介质的李氏瓶内，并使液体介质充分地浸透石粉。根据阿基米德定律，石粉的体积等于它所排开的液体体积，从而算出石粉单位体积的质量即为密度。
- ☎ 液体介质——保证其与测定的石粉不产生反应，本试验采用水。

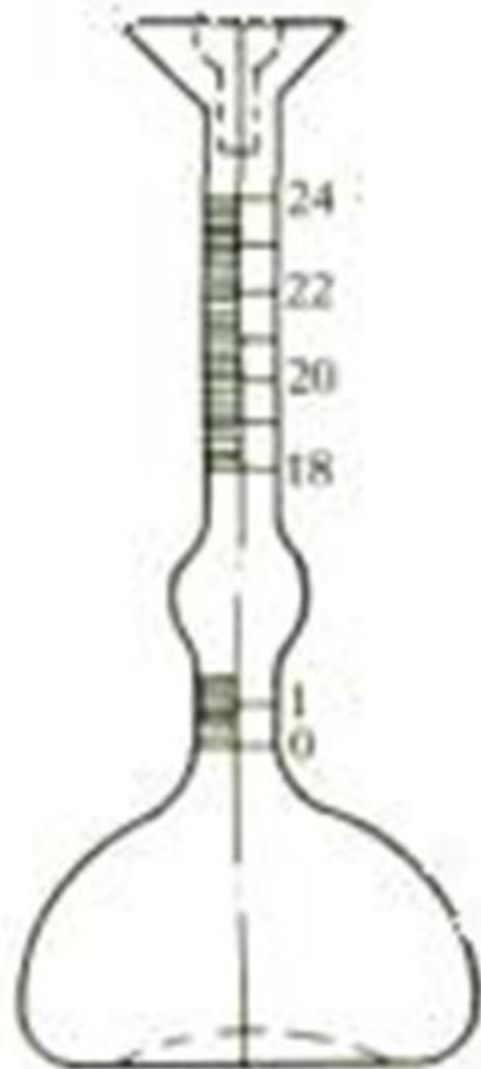


石粉的密度试验

试验设备

1. 李氏瓶

容积为220~250mL，带有长约18~20cm、直径约1cm的细颈，细颈上有刻度读数，瓶颈刻度由0至24mL，且0~1mL和18~24mL均以0.1mL刻度。





石粉的密度试验

试验设备

2.烘箱 —— 烘干石粉

能控制温度在 $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ 内恒定。





石粉的密度试验

试验设备

3. 电子秤



4. 筛子——孔径为0.20mm，或900孔/cm²。





石粉的密度试验

试验设备

5.干燥器



6.温度计





石粉的密度试验

试验步骤

准备工作

将石料试样研碎，过孔径为0.20mm或900孔/cm²的筛后，放在烘箱内烘干至恒重。烘干后的粉料储放在干燥器中备用。

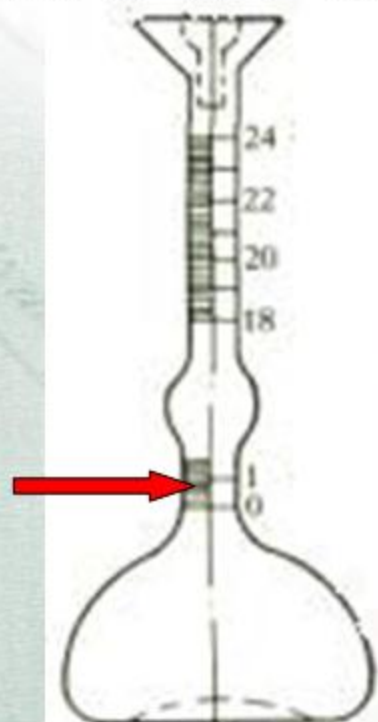




石粉的密度试验

试验步骤

1. 将李氏瓶内注入水至突颈下部，0 点刻度线以上，盖上瓶塞放入恒温水槽中（温度 $20 \pm 0.5^{\circ}\text{C}$ ）恒温30min，记上初始读数 V_1 （弯月面底部为准）。





石粉的密度试验

试验步骤

2. 称取试样60~90g，精确至0.01g，记为 m_1 。

试样用小匙装入李氏瓶中，反复摇动李氏瓶至无气泡逸出。称取剩余试样重量，记为 m_2 。





石粉的密度试验

试验步骤

3. 将李氏瓶放入恒温水槽中，恒温30min，记下液面（弯月面底部为准）刻度，记为 V_2 。





石粉的密度试验

结果计算

按式计算出石粉的密度：

$$\rho = \frac{m_1 - m_2}{V_2 - V_1}$$

式中： ρ —石粉密度 (g/cm^3)，精确到 0.01 g/cm^3 ；

m_1 —试样总质量，g；

m_2 —剩余试样重量，g；

V_1 —李氏瓶内液体初始读数，ml；

V_2 —李氏瓶内液体第二次读数，ml。



石粉的密度试验

精度要求

取两次测试结果的算术平均值作为试验结果。
两次试验结果的差值不准大于 0.02 g/cm^3 ，否则重新取样进行试验。



石粉的密度试验

注意事项

1. 将石粉装入李氏瓶时应仔细，防止石粉粘附在颈壁上或溅出瓶外。装样时可用细铁丝捅捣，以免阻塞瓶颈，但要小心铁丝捅破李氏瓶。
2. 摇动李氏瓶时，防止液体溅出瓶外。
3. 李氏瓶内石粉颗粒间空气的排出程度对实验结果的影响较大，必须尽量将气泡排除干净。

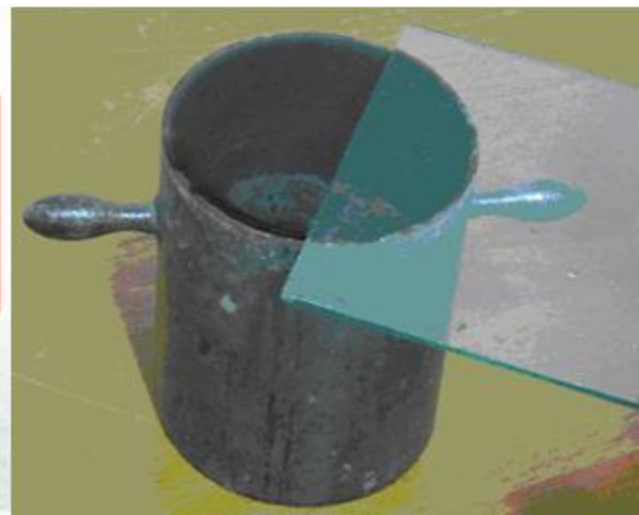


石子的表观密度试验（简易法）

仪器设备

- (1) 烘箱——温度控制范围为： $105 \pm 5^{\circ}\text{C}$ ；
- (2) 电子秤；
- (3) 广口瓶——容量1000ml，磨口，并带玻璃片；
- (4) **试验筛**——筛孔公称直径5.00mm的方孔筛。
- (5) 毛巾、刷子等。

试验前将样品筛除公称
粒径5.00mm以下的颗粒





石子的表观密度试验（简易法）

试验步骤

- (1) 将浸水饱和试样装入广口瓶中。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。





石子的表观密度试验（简易法）

试验步骤

(2) 气泡排尽后，向瓶中添加饮用水直至水面凸出瓶口边缘。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 。





石子的表观密度试验（简易法）

试验步骤

(3) 将瓶中的试样倒入浅盘中，放在 $105 \pm 5^\circ\text{C}$ 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取质量， m_0 。

24h后





石子的表观密度试验（简易法）

试验步骤

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





石子的表观密度试验（简易法）

结果计算

表观密度 ρ 按下式计算，精确至 10kg/m^3 。

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

$$\alpha_t = 0$$

式中： m_0 —试样的烘干质量， g；

m_1 —试样、水、瓶和玻璃片的总质量， g；

m_2 —水、瓶和玻璃片的总质量， g；

α_t —水温对表观密度影响的修正系数



石子的吸水率试验

试验步骤

- (1) 将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取质量 m_2 。









HC7P12A 50 架盘药物天平
最大称量5000克 分度值5克
计量器具编号00000757 检定日期
有效期至2017年12月31日 北京医用天平厂





石子的吸水率试验

试验步骤

(2) 将饱和面干试样连同浅盘置于 $105 \pm 5^{\circ}\text{C}$ 的烘箱中，烘干至恒重。然后取出，放入带盖的容器中冷却0.5h~1h，称取烘干试样与浅盘的总质量 m_1 ，称取浅盘的质量 m_3 。

24h后



石子的吸水率试验

结果计算

吸水率 ω_{wa} 应按下式计算，精确至0.01%：

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

式中： ω_{wa} —吸水率， %；

m_1 —烘干后试样与浅盘总质量， g；

m_2 —烘干前饱和面干试样与浅盘总质量， g；

m_3 —浅盘质量， g。



石子的堆积密度试验

仪器设备

- (1) 电子秤;
- (2) 容量筒——金属制，容积为5L;
- (3) 平头铁锹;
- (4) 烘箱——温度控制范围为： $105 \pm 5^{\circ}\text{C}$ 。





石子的堆积密度试验

试验步骤

(1) 称取容量筒的质量 m_1 。





石子的堆积密度试验

试验步骤

(2) 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的距离应保持为50mm左右。





石子的堆积密度试验

试验步骤

(3) 装满容量筒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 。





石子的堆积密度试验

结果计算

堆积密度 ρ_L 按下式计算，精确至 10 kg/m^3 ：

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

式中： ρ_L —堆积密度（紧密密度）， kg/m^3 ；

m_1 —容量筒的质量， kg ；

m_2 —容量筒和试样总质量， kg ；

V —容量筒容积， L 。

以**两次**试验结果的算术平均值做为测定值。



石子的堆积密度试验

结果计算

堆积密度的空隙率 v_L 按下式计算，精确至1%：

$$v_L = \left(1 - \frac{\rho_L}{\rho}\right) \times 100$$

式中： v_L —堆积密度的空隙率，%；

ρ_L —石子的堆积密度， kg/m^3 ；

ρ —石子的表观密度， kg/m^3 。



石子的堆积密度试验

结果计算

孔隙率 P 按下式计算，精确至1%：

$$P = \left(1 - \frac{\rho}{\rho_0}\right) \times 100$$

式中： P —石子的孔隙率， %；

ρ_0 —石粉的密度， kg/m^3 ；

ρ —石子的表观密度， kg/m^3 。



实验报告——砂

表观密度（1次）

堆积密度（2次）

堆积密度的空隙率（计算）



实验报告——石

石粉密度（1次）

表观密度（1次）

堆积密度（2次）

吸水率（1次）

孔隙率和空隙率（计算）



END