

砂石材料试验

1.1 石料毛体积密度及孔隙率试验(蜡封法)

1.1.1 试验目的和适用范围

(1) 试验目的:测定石料在干燥状态下包括孔隙在内的单位体积固体材料的质量,评定石料质量及其技术性能。

(2) 适用范围:适用于遇水崩解、溶解和干缩湿胀性松软石料的毛体积密度测定。

1.1.2 试验设备

试件加工设备、物理天平(感量 0.01 g)、烘箱、石蜡(密度一般为 0.93 g/cm³,可测定)、软毛刷、细线、大烧杯等。

1.1.3 试验步骤

(1) 试件制备:将石料试样锤打成边长为 40~60 mm 的立方体试件,并把尖锐棱角用砂轮打磨光滑;或采用直径为 48~52 mm 圆柱体试件。测定天然密度的试件,应在岩样拆封后,在设法保持天然湿度的条件下,迅速制样、称量和密封,同一含水状态,试样数量每组不得少于 3 个。

(2) 测天然密度时,应取有代表性的岩石制备试件并称量;测干密度时,将试件放入烘箱,在(105±5)°C下烘至恒重,烘干时间一般为 12~24 h,取出后置于干燥器内冷却至室温。

(3) 从干燥器中取出试件,放在天平上称其质量 m_0 (精确至 0.01 g)。

(4) 将石蜡加热熔化,在石蜡温度为 55~58°C(石蜡熔点)时,用软毛刷在石料试件表面涂上一层厚度不大于 1 mm 的石蜡层,冷却后准确称出涂有石蜡试件空气中的质量 m_1 。

(5) 将涂有石蜡的试件系于天平上,称出其在水中的质量 m_2 。

(6) 擦干试件表面的水分,在空气中重新称取蜡封试件的质量,检查此时蜡封试件的质量是否大于浸水前的质量 m_1 ,如超过 0.05 g,说明试件蜡封不好,水已浸入试件,应取件重新测定。

1.1.4 试验数据整理

(1) 计算石料毛体积密度,精确至 0.01 g/cm³:

$$\rho = \frac{m_0}{V} \quad (1.1)$$

$$V = \frac{m_1 - m_2}{\rho_w} - \frac{m_1 - m_2}{\rho_p} \quad (1.2)$$

式中： ρ ——石料毛体积密度， g/cm^3 ；

m_0

——烘至恒重时的试件质量， g ；

m_1 ——涂石蜡后的试件在空气中的质量， g ；

m_2 ——涂石蜡后的试件在水中的质量， g ；

ρ_p ——石蜡的密度， g/cm^3 ；

ρ_w ——水的密度， g/cm^3 。

(2) 组织均匀的岩石，其密度应为 3 个试件试验结果的平均值；组织不均匀的岩石密度应记录最大值与最小值，试验结果精确至 $0.01 \text{ g}/\text{cm}^3$ 。

(3) 计算石料空隙率，试验结果精确至 0.1% ：

$$n = \left(1 - \frac{\rho}{\rho_t}\right) \times 100\% \quad (1.3)$$

式中： ρ_t ——石料密度， g/cm^3 。

1.1.5 注意事项

(1) 蜡封时严格控制石蜡温度和试件蜡封厚度。

(2) 封蜡试件在水中称量后须擦干试件再称其在空气中的质量，检查其质量是否大于浸水前的质量 m_1 ，如超过 0.05 g ，说明试件封蜡不好，水已浸入试件，应取件重新测定。

(3) 称封蜡试件水中质量时，切忌试件接触烧杯(网篮)内壁，同时要检查烧杯外壁不要与天平吊盘架立柱接触。

1.1.6 试验记录

班级 组别 姓名 学号 年 月 日

试验题目	1.1 石料毛体积密度及孔隙率试验(蜡封法)					成绩	
试验目的							
主要仪器							
试验编号	烘干试件在空气中的质量 m_0/g	涂蜡试件在空气中的质量 m_1/g	涂蜡试件在水中的质量 m_2/g	石料体积 V/cm^3	毛体积密度 $\rho/(g \cdot cm^{-3})$		备注
					单值	平均值	
1							
2							
3							

续表

试验编号	烘干试件在空气中的质量 m_0/g	涂蜡试件在空气中的质量 m_1/g	涂蜡试件在水中的质量 m_2/g	石料体积 V/cm^3	毛体积密度 $\rho/(g \cdot cm^{-3})$		备注
					单值	平均值	
4							
5							
6							

试验总结:

1.1.7 思考题

$$V = \frac{m_1 - m_2}{\rho_w} - \frac{m_1 - m_0}{\rho_p}$$

(1) 试推导石料的毛体积计算公式

(2) 蜡封时为什么要严格控制石蜡温度和试件蜡封厚度?

1.2 岩石单轴抗压强度试验

1.2.1 试验目的和适用范围

(1) 试验目的:单轴抗压强度试验是测定规则形状岩石试件单轴抗压强度的方法,主要用于岩石的强度分级和岩石的描述。

(2) 适用范围:本法采用饱和状态下的岩石立方体(或圆柱体)试件的抗压强度来评定岩石强度(包括碎石或卵石的原始岩石强度)。

注:在某些情况下,试件含水状态还可根据需要进行选择天然状态、烘干状态或冻融循环后状态,试件的含水状态要在试验记录中注明。

1.2.2 试验设备

(1) 压力试验机或万能试验机。

(2) 钻石机、切石机、磨石机等岩石试件加工设备。(3) 烘箱、干燥器、游标卡尺、角尺及水池等。

1.2.3 试件制备

(1) 建筑地基的岩石试验,采用圆柱体作为标准试件,直径为 (50 ± 2) mm、高径比为2:1;桥梁工程用的石料试验,采用立方体试件,边长为 (70 ± 2) mm;路面工程用的石料试验,采用圆柱体或立方体试件,其直径或边长或高均为 (50 ± 2) mm。每组试件共6件。

(2) 有显著层理的岩石,分别沿平行和垂直层理方向各取6件试件,试件上、下端面应平行或磨平,试件端面的平面度公差应小于0.5 mm,端面对于试件轴线垂直度偏差不应超过0.25 mm。对于非标准圆柱体试件,试验后抗压强度试验值按式(1.4)进行换算:

$$R_e = \frac{8R}{7+2D/H} \quad (1.4)$$

式中: R_e ——岩石的标准抗压强度,MPa;

R ——非标准圆柱体试件的抗压强度值,MPa;

D ——非标准圆柱体试件的直径,mm;

H ——非标准圆柱体试件的高度,mm。

1.2.4 试验步骤

(1) 用游标卡尺量取试件尺寸(精确至0.1 mm)。对立方体试件,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计算其承压面积。对于圆柱体试件,在顶面和底面分别测量两个相互正交的直径,并以其各自的算术平均值分别计算顶面和底面的面积,取其顶面和底面面积的算术平均值作为计算抗压强度所用的横截面积。

(2) 试件的含水状态可根据需要选用烘干状态、天然状态、饱和状态、冻融循环后状态。试件烘干和饱和状态、冻融循环后状态应符合《公路工程岩石试验规程》(JTG E41—2005)相关条款的规定。

(3) 按岩石强度性质,选定合适的压力机。将试件置于压力机的承压板中央,对正上下承压板,注意不得偏心。

续表

试验 编号	试件 有无 缺角	试件尺寸/mm					试件横截面积 A/mm^2		破坏 荷载 P/kN	抗压强度 R/MPa ($R=10^3 \times P/A$)		备 注
		立方体			圆柱体		立方体	圆柱体		单 值	平均值	
		长	宽	高	直径	高	长×高	$\pi d^2/4$				
4												
5												
6												

试验总结:

1.2.7 思考题

- (1) 简述抗压强度的定义。
- (2) 路面工程单轴抗压强度试件的尺寸要求和数量是多少?
- (3) 单轴抗压强度加荷速率是多少?
- (4) 岩石如有显著层理的, 试验记录如何处理? 强度计算值精确至多少?

1.3 粗集料磨耗试验(洛杉矶法)

1.3.1 试验目的与适用范围

(1) 试验目的: 测定标准条件下粗集料抵抗摩擦、撞击的能力, 以磨耗损失(%)表示。

(2) 适用范围: 本方法适用于各种等级规格石料的磨耗试验。

1.3.2 试验设备

(1) 洛杉矶磨耗试验机: 圆筒内径(710±5)mm, 内侧长(510±5)mm, 两端封闭, 投料口的钢盖通过紧固螺栓和橡胶垫与钢筒紧密封闭。

(2) 钢球: 直径约 46.8 mm, 质量为 390~445 g, 大小稍有不同, 以便按要求组合成符合要求的总质量。

(3) 台称: 感量 5 g。

(4) 标准筛: 符合要求的标准筛系列, 以及筛孔为 1.7 mm 的方孔筛。

(5) 烘箱: 温度控制在(105±5)°C。

(6) 容器: 搪瓷盘等。

1.3.3 试验步骤

(1) 将不同规格的集料用水冲洗干净, 置烘箱中烘干至恒重。

(2) 对所使用的集料,按表 1.1 选择最接近的粒级类别,确定相应的试验条件,按规定的粒级组成备料、筛分。其中水泥混凝土用集料宜采用 A 级粒度;对于沥青路面及各种基层、底基层的粗集料,表中的 16 mm 筛孔也可用 13.2 mm 筛孔代替。对非规格材料,应根据材料的实际粒度,从表 1.1 中选择最接近的粒级类别及试验条件。

(3) 分级称量(精确至 5 g),称取总质量 m_1 ,装入磨耗机的圆筒中。

(4) 选择钢球,使钢球的数量及总质量符合表 1.1 的规定。将钢球加入钢筒中,盖好筒盖,紧固密封。

(5) 将计数器调整到零位,设定要求的回转次数。对水泥混凝土集料,回转次数为 500 r;对沥青混合料集料,回转次数应符合表 1.1 的要求。开动磨耗机,以 30~33 r/min 的转速转动至要求的回转次数为止。

(6) 取出钢球,将经过磨耗后的试样从投料口倒入接收器(搪瓷盘)中。

(7) 将试样用 1.7 mm 的方孔筛过筛,筛去试样中被撞击磨碎的细屑。

(8) 用水冲净留在筛上的碎石,置于 $(105 \pm 5)^\circ\text{C}$ 烘箱中烘干至恒重(通常不少于 4 h),准确称量 m_2 。

表 1.1 粗集料洛杉矶试验条件

粒度类别	粒级组成 (方孔筛)/g	试样质量 /g	试样总质量 /g	钢球数 量/个	钢球总 质量/g	转动次 数/r	适用的粗集料	
							规格	公称粒径/mm
A	26.0 ~ 37.5	1 250±25	5 000±10	12	5 000±25	500		
	19.0 ~ 26.5	1 250±25						
	16.0 ~ 19.0	1 250±10						
	9.5 ~ 16.0	1 250±10						
B	19.0 ~ 26.5	2 500±10	5 000±10	11	4 850±25	500	S6	10 ~ 30
	16.0 ~ 19.0	2 500±10					S7	10 ~ 30
							S8	15 ~ 20
C	4.75 ~ 9.5	2 500±10	5 000±10	8	3 330±20	500	S9	10 ~ 12
	9.5 ~ 16.0	2 500±10					S10	10 ~ 15
							S11	5 ~ 15
							S12	5 ~ 10
D	2.3 ~ 4.75	5 000±10	5 000±10	6	2 500±15	500	S13	3 ~ 10
							S14	3 ~ 5
E	63 ~ 75	2 500±50	10 000±100	12	5 000±25	1 000	S1	40 ~ 75
	53 ~ 63	2 500±50					S2	40 ~ 60
	37.5 ~ 53	5 000±50						
F	37.5 ~ 53	5 000±50	10 000±75	12	5 000±25	1 000	S3	30 ~ 60
	26.5 ~ 37.5	5 000±25					S4	25 ~ 50
G	26.5 ~ 37.5	5 000±25	10 000±50	12	5 000±25	1 000	S5	20 ~ 40
	19 ~ 26.5	5 000±25						

注:a.表中16 mm筛孔也可用13.2 mm筛孔代替;

b.A级适用于未筛碎石混合;

c.C级中S12可全部采用4.75~9.5 mm颗粒5 000 g,S9及S10可全部采用9.5~16 mm颗粒5 000 g;

d.E级中S2中缺63~75 mm颗粒可用53~63 mm颗粒代替。

1.3.4 试验数据整理

按式(1.7)计算粗集料洛杉矶磨耗损失,精确至0.1%:

$$Q = \frac{m_1 - m_2}{m_1} \times 100\% \quad (1.7)$$

式中:Q——洛杉矶磨耗损失, %;

m_1 ——装入圆筒中的试样质量, g;

m_2 ——试验后在1.7 mm方孔筛或2 mm圆孔筛上洗净烘干的试样质量, g。

1.3.5 注意事项

1.4.3 试验准备

(1) 采用风干石料,用 13.2 mm 和 9.5 mm 标准筛过筛,取 9.5~13.2 mm 的试样 3 组各 3 000 g 供试验用。如过于潮湿需加热烘干时,烘箱温度不得超过 100℃,烘干时间不超过 4 h。试验前,石料应冷却至室温。

(2) 每次试验的石料数量应满足按下述方法夯击后,石料在试筒内的深度为 100 mm。在金属筒中确定石料数量的方法如下:

将试样分 3 次(每次数量大体相同)均匀装入试模中,每次均将试样表面整平,用金属棒的半球面端从石料表面上均匀捣实 25 次,最后用金属棒作为直刮刀将表面仔细整平。称取量筒中试样质量 m_0 ,以相同质量的试样进行压碎值的平行试验。

1.4.4 试验步骤

(1) 将试筒安放在底板上。

(2) 将要求质量的试样分 3 次(每次数量大体相同)均匀放入试模中,每次均将试样表面整平,用金属棒的半球面端从石料表面上均匀捣实 25 次。最后用金属棒作为直刮刀将表面仔细整平。

(3) 将装有试样的试模放到压力机上,同时将压头放入试筒内石料表面上,注意使压头摆平,勿楔挤试模侧壁。

(4) 开动压力机,均匀地施加荷载,在 10 min 左右的时间内使总荷载达到 400 kN,稳压 5 s,然后卸荷。

(5) 将试模从压力机上取下,取出试样。

(6) 用 2.36 mm 标准筛筛分经压碎的全部试样,可分几次筛分,均需筛到在 1 min 内无明显的筛出物为止。

(7) 称取通过 2.36 mm 筛孔的全部细料质量 m_1 ,精确至 1 g。

1.4.5 试验数据整理

石料压碎值按式(1.8)计算,精确至 0.1%:

$$Q'_a = \frac{m_1}{m_0} \times 100\% \quad (1.8)$$

式中: Q'_a ——石料压碎值,%;

m_0 ——试验前试样质量,g;

1.5.3 试验步骤

(1) 准备工作

①将试样用标准筛过筛除去其中的细集料,对较粗的粗集料可用4.75 mm方孔筛过筛,对2.36~4.75 mm的集料或者混在4.75 mm以下石屑中的粗集料,则用2.36 mm标准筛过筛。用四分法缩分至要求的质量,分两份备用。对沥青路面用粗集料,应对不同规定的集料分别测定,不得混杂,所取的每一份集料试样应基本保持原有的级配,在测定2.36~4.75 mm的粗集料时,试验过程中应特别小心,不得丢失集料。

经缩分后供测定密度的粗集料质量应符合表1.2的规定。

表 1.2 测定密度所需要的试样最小质量

公称最大粒径/mm	4.75	9.5	16	19	26.5	31.5	37.5	63	75
每一份试样的最小质量/kg	0.8	1	1	1	1.5	1.5	2	3	3

②将每份试样浸泡在水中,并适当搅动,仔细洗去黏附在集料表面的尘土和石粉,经多次漂洗干净至水完全清澈为止。清洗过程中不得丢失集料颗粒。

(2)取一份试样装入干净的搪瓷盘中,注入洁净的水,水面至少应高出试样2 cm,轻轻搅动石料,使附在石料上的气泡逸出,在室温下保持浸水24 h。

(3)将吊篮挂在天平的吊钩上,放入溢流水槽,向溢流水槽内注水,待水面与水槽的溢流孔持平时为止,将天平调零。吊篮的筛网应保证集料不会通过筛孔流失,对2.36~4.75 mm的粗集料应更换小孔筛网。

(4)调节水温(水温控制在15~25℃),将试样移入吊篮中,溢流水槽中的水面高度由水槽的溢流孔控制,维持不变。称取集料在水中的质量 m_w 。

(5)提起吊篮,稍稍滴水后,将试样倒入浅搪瓷盘中,用拧干的湿毛巾轻轻擦干颗粒的表面水至表面看不到发亮的水迹,即为饱和表干状态。当粗集料尺寸较大时,可逐颗擦干。整个过程中不得有集料丢失。

(6)在保持表干状态下,称取集料的表干质量 m_f 。

(7)将集料置于浅盘中,放入(105±5)℃的烘箱中烘干至恒重。取出集料,放在带盖的容器中冷却至室温,称取集料的烘干质量 m_a 。

1.5.4 试验数据整理

(1) 表观相对密度 γ_a , 表干相对密度 γ_s 、毛体积相对密度 γ_b , 表观密度 ρ_a 、表干密度 ρ_s 、毛体积密度 ρ_b 按下列公式计算, 保留小数点后 3 位:

$$\gamma_a = \frac{m_a}{m_a - m_w} \quad (1.9)$$

$$\rho_a = \gamma_a \cdot \rho_T = (\gamma_a - a_T) \times \rho_w \quad (1.10)$$

$$\gamma_s = \frac{m_f}{m_f - m_w} \quad (1.11)$$

$$\rho_s = \gamma_s \cdot \rho_T = (\gamma_s - a_T) \times \rho_w \quad (1.12)$$

$$\gamma_b = \frac{m_a}{m_f - m_w} \quad (1.13)$$

$$\rho_b = \gamma_b \cdot \rho_T = (\gamma_b - a_T) \times \rho_w \quad (1.14)$$

式中: γ_a ——集料的表观相对密度;

ρ_a ——粗集料的表观密度, g/cm^3 ;

γ_s ——集料的表干相对密度;

ρ_s ——粗集料的表干密度, g/cm^3 ;

γ_b ——集料的毛体积相对密度;

ρ_b ——粗集料的毛体积密度, g/cm^3 ;

m_a ——集料的烘干质量, g ;

m_f ——集料的表干质量, g ;

m_w ——集料的水中质量, g ;

ρ_w ——水在 4°C 时的密度为 $1.000 \text{ g}/\text{cm}^3$;

ρ_T ——试验温度为 T 时水的密度, 按表 1.3 所示数据选用, g/cm^3 ;

a_T ——试验温度为 T 时的水温修正系数, 按表 1.3 所示数据选用。

表 1.3 不同水温时水的密度 ρ_T 及水温的修正系数 a_T

水温/ $^\circ\text{C}$	15	16	17	18	19	20
水的密度 $\rho_T/(\text{g} \cdot \text{cm}^{-3})$	0.999 13	0.998 97	0.998 80	0.998 62	0.998 43	0.998 62
水温的修正系数 a_T	0.002	0.003	0.003	0.004	0.004	0.005
水温/ $^\circ\text{C}$	21	22	23	24	25	
水的密度 $\rho_T/(\text{g} \cdot \text{cm}^{-3})$	0.998 02	0.997 79	0.997 56	0.997 33	0.997 02	
水温的修正系数 a_T	0.005	0.006	0.006	0.007	0.007	

(2) 集料的吸水率以烘干试样为基准,按式(1.15)计算,精确至0.01%:

以上内容仅为本文档的试下载部分,为可阅读页数的一半内容。

如要下载或阅读全文,请访问:

<https://d.book118.com/128070120067006137>