



交通高等职业技术教育教材

姜志青 主编 程兴新 主审

DAOLU JIANZHU
CAILIAO SHIYAN ZHIDAOSHU

道路建筑材料试验指导书

● 人民交通出版社

交通高等职业技术教育教材

道路建筑材料试验指导书

Daolu Jianzhu Cailiao Shiyan Zhidaoshu

姜志青 主编
程兴新 主审

人民交通出版社

内 容 提 要

本书为交通高等职业技术教育教材。全书共七章,主要介绍了砂石材料试验、无机结合料稳定材料试验、水泥混凝土和砂浆试验、沥青材料试验、沥青混合料试验、钢材试验,共计41个试验。书中反映了道路建筑材料试验的新理论和新技术,同时简单介绍了利用计算机处理试验数据的方法。

本书为高等职业技术教育路桥、土建、监理、检测等专业的教材,也可作为交通土建类相关专业师生及有关路桥工程技术人员学习参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

道路建筑材料试验指导书 / 姜志青主编. —北京:人民交通出版社,2003.5

ISBN 7-114-04654-5

I.道... II.姜... III.道路工程·建筑材料·材料试验·高等学校:技术学校·教学参考资料

IV. U414

中国版本图书馆CIP数据核字(2003)第025340号

交通高等职业技术教育教材 道路建筑材料试验指导书

姜志青 主编

程兴新 主审

正文设计:彭小秋 责任校对:李 东 责任印制:杨柏力

人民交通出版社出版发行

(100013 北京和平里东街10号 010-64216602)

各地新华书店经销

北京凯通印刷厂印刷

开本:787×1092 1/16 印张:11.25 字数:267千

2003年6月 第1版

2003年6月 第1版 第1次印刷

印数:0001~5000册 定价:18.00元

ISBN 7-114-04654-5

前 言

为了满足交通高等职业技术教育路桥专业实用型人才对道路建筑材料的基本知识和基本操作技能的需要,交通职业教育路桥工程学科委员会组织编写并由人民交通出版社于2002年出版了交通高等职业技术教育教材《道路建筑材料》。

本试验指导书是交通高等职业技术教育教材《道路建筑材料》的配套教材,编者依据多年从事道路建筑材料的教学及工程实践经验,根据交通高等职业教育土建专业培养目标及学生特点,编写了《道路建筑材料试验指导书》。在教材的编写过程中,力求使教材能反映道路建筑材料试验的新理论和新技术,采用了新颁布的国家及行业技术标准和技术规范,且为适应当前的教学和工程实际,增加了计算机处理试验数据的新内容。

本书主要供土建专业高职教学使用,也可作为公路技工技术等级考核的参考用书,同时还可作为公路工程技术人员的参考用书。

本书由吉林交通职业技术学院姜志青主编,陕西交通职业技术学院程兴新主审。参加编写人员:吉林交通职业技术学院的崔岩、张旭、汤宏丽、齐立云,湖北交通职业技术学院的杨太秀,河南交通学校的谭萍。具体编写情况如下:第一章由汤宏丽、齐立云编写;第二章由崔岩、张旭编写;第三章由崔岩编写;第四章、第五章由姜志青编写;第六章由姜志青、谭萍和杨太秀编写;第七章由张旭编写。本书中的试验示例及试验记录表由张旭提供并整理。

本书在编写过程中,得到人民交通出版社副编审卢仲贤、吉林交通职业技术学院副教授张洪滨等的指导和帮助,附于书后的主要参考文献的作者们对本书的完成给予了巨大支持,在此深表谢意。

鉴于编者水平及经验有限,书中错误和疏漏之处在所难免,敬请广大读者提出宝贵意见。

编者
2002年12月

目 录

第一章 砂石材料试验	1
1.1 石料单轴抗压强度试验	1
1.2 细集料筛分试验	3
1.3 细集料表观密度试验(容量瓶法)	6
1.4 细集料堆积密度及紧装密度试验	8
1.5 粗集料筛分试验	10
1.6 粗集料密度及吸水率试验(网篮法)	12
1.7 粗集料松方密度及空隙率试验	16
1.8 水泥混凝土用粗集料针片状颗粒含量试验(规准仪法)	19
1.9 沥青路面用粗集料针片状颗粒含量试验(游标卡尺法)	21
1.10 水泥混凝土用粗集料压碎值试验	22
1.11 沥青路面用粗集料压碎值试验	24
1.12 粗集料磨耗试验(洛杉矶法)	26
第二章 无机结合料稳定材料试验	30
2.1 有效氧化钙和氧化镁的测定	30
2.2 水泥细度试验	35
2.3 水泥标准稠度用水量、凝结时间和安定性检验方法	37
2.4 水泥胶砂强度试验	42
2.5 粉煤灰有效氧化物含量试验	46
2.6 粉煤灰烧失量试验	55
2.7 粉煤灰细度试验	57
2.8 无机结合料稳定土的无侧限抗压强度试验	58
2.9 水泥或石灰稳定土中水泥或石灰剂量的测定方法	62
第三章 水泥混凝土和砂浆试验	66
3.1 水泥混凝土拌和物坍落度试验	66
3.2 水泥混凝土拌和物稠度试验(维勃仪法)	68
3.3 水泥混凝土试件制作及养护方法	70
3.4 水泥混凝土抗压强度试验	73
3.5 水泥混凝土抗折(抗弯拉)强度试验	75
3.6 砂浆稠度试验	77
3.7 砂浆抗压强度试验	79
第四章 沥青材料试验	82
4.1 沥青针入度试验	82
4.2 沥青延度试验	85

4.3	沥青软化点试验(环球法)	87
4.4	沥青与粗集料的粘附性试验	90
4.5	乳化沥青破乳速度试验	93
第五章	沥青混合料试验	96
5.1	沥青混合料试件制作方法(击实法)	96
5.2	压实沥青混合料密度试验(表干法)	101
5.3	沥青混合料马歇尔稳定度试验	105
5.4	沥青混合料车辙试验	109
5.5	沥青混合料中沥青含量试验(离心分离法)	113
5.6	沥青混合料肯塔堡飞散试验	116
第六章	钢材试验	119
6.1	金属冷弯试验	119
6.2	金属室温拉伸试验	123
第七章	Excel 电子表格处理试验数据方法简介	127
7.1	Excel 中文版基础知识简介	127
7.2	Excel 工作表的编辑、排版	132
7.3	在 Excel 中使用公式	141
7.4	在 Excel 中使用函数	145
7.5	用 Excel 处理试验数据的典型示例	147
参考文献		167

第一章 砂石材料试验

1.1 石料单轴抗压强度试验

(JTJ 054 T0213—94)

(一)目的与适用范围

单轴抗压强度试验是测定规则形状岩石试样单轴抗压强度的方法,主要用于岩石的强度分级和岩性描述。

本法采用饱水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,对于某些材料可以要求试件具有其它的含水量,如天然含水量(此时要求试样保管期不超过 30d)或在 $105^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ 下烘至绝对干燥的含水量。这种含水量要在试验报告中注明。

(二)仪器设备

1. 检验合格且能很好地按所要求的速率加载的 300 ~ 2000kN 的压力试验机。
2. 试件两端的承压板为洛氏硬度不低于 HRC58 的圆盘钢板,压板直径应大于试件直径 $D + 2\text{mm}$ 或试件承压面对角线长度,压板厚度至少为 15mm,圆盘表面应磨光,其平面度公差应小于 0.005mm。
3. 两压板之一应是球面座。球面座应放在试件的上端面,并用矿物油稍加润滑,以使在滑块自重作用下仍能闭锁。试件、压板和球面座面要精确地彼此对中,并与加载机器设备对中。球面座的曲率中心应与试件端面的中心相重合。

4. 切石机或钻石机、磨平机。

5. 游标卡尺(精度 0.1mm)、角尺及水池等。

注:压力机吨位的选择视试件的破坏荷载大小而定,一般试件的破坏荷载宜大于压力机(度盘)最大吨位的 30%、小于其 80%,所测结果较为准确。

(三)试验准备

1. 用切石机或钻石机从岩石试样或岩芯中制取边长为 $50 \pm 0.5\text{mm}$ 的正立方体或直径与高均为 $50 \pm 0.5\text{mm}$ 的圆柱体试件 6 个;有显著层理的岩石,分别沿平行和垂直层理方向各取试件 6 个。

2. 试件上、下端面应平行和磨平,试件端面的平面度公差应小于 0.05mm,端面对于试件轴线垂直度偏差不应超过 0.25° 。

(四)试验步骤

1. 用卡尺量取试件尺寸(精确至 0.1mm),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底面和顶面的面积,取其顶面和底面面积和算术平均值作为计算抗压强度所用的截面积。

2.按吸水率试验方法对试件进行饱水处理。最后一次加水深度应使水面高出试件顶部至少 20mm。

3.试件自由浸水 48h 后取出,擦干表面,同“(二)仪器设备”中 2、3 之要求放在压力机上进行强度试验。施加在试件上的荷载要始终保持一定的应力增长速率,即施加应力的速率在 0.5~1.0MPa/s 的限度内。

4.抗压试件试验的最大荷载记录以“N”为单位,精度 1%。

(五)结果整理

1.岩石的抗压强度 R 按下式计算,精确至 1MPa:

$$R = \frac{P}{A} \tag{1-1}$$

式中: R ——岩石的抗压强度,MPa;

P ——极限破坏时的荷载,N;

A ——试件的截面积, mm^2 。

2.取 6 个试件试验结果的算术平均值作为抗压强度测定值,如 6 个试件中的 2 个与其它 4 个试件抗压强度的算术平均值相差 3 倍以上时,则取试验结果相接近的 4 个试件的算术平均值作为抗压强度测定值。

3.有显著层理的岩石,取垂直与平行层理方向的试件强度的平均值作为试验结果。

注:如因设备条件限制达不到精度要求时应在试验报告中注明。

(六)试验记录

1.试验数据处理(见表 1-1)

石料抗压强度试验记录表(示例)

表 1-1

承包单位	××工程局	材料产地	×××	试验单位	××××试验检测站	试验	×××				
试样编号	×××	初拟用途	挡土墙	试验日期	×年×月×日	审核	×××				
试验次数	试件有无缺角	试件尺寸(mm)			试件截面积 $A(\text{mm}^2)$		破坏荷载 P (kN)	抗压强度 $R(\text{MPa})$		备注	
		立方体			圆柱体			$R = \frac{P}{A} \times 10^3$	平均值		
		长	宽	高	直径	高					长×宽
1	无	50.4	50.5	50.2			2 545.2		90	35	35
2	无	50.2	49.5	49.8			2 484.9		88	35	
3	无	50.2	49.9	49.9			2 504.98		95	38	
4	无	50.4	49.8	49.6			2 509.92		79	31	
5	无	49.5	50.2	50.2			2 484.9		85	34	
6	无	49.6	50.2	50.5			2 489.92		83	33	

2.试验记录表(见表 1-2)

石料抗压强度试验记录表

表 1-2

承包单位 _____ 监理单位 _____ 编号 _____

承包单位		材料产地		试验单位		试验						
试样编号		初拟用途		试验日期		审核						
试样编号	试件有无缺角	试件尺寸(mm)					试件截面积 A(mm ²)		破坏荷载 P(kN)	抗压强度 R(MPa)		备注
		立方体			圆柱体		立方体	圆柱体		$R = \frac{P}{A} \times 10^3$	平均值	
		长	宽	高	直径	高	长×宽	$\frac{\pi d^2}{4}$				
1												
2												
3												
4												
5												
6												

监理工程师:

1.2 细集料筛分试验

(JTJ 058 T0327—2000)

(一) 目的与适用范围

测定细集料(天然砂、人工砂、石屑)的颗粒级配及粗细程度。

(二) 仪器设备

1. 标准筛: 对水泥混凝土用砂为孔径 10mm、5mm、2.5mm 的圆孔筛和孔径 1.25mm、0.63mm、0.315mm、0.16mm 的方孔筛; 对沥青路面用砂为孔径为 4.75mm、2.36mm、1.18mm、0.6mm、0.3mm、0.15mm、0.075mm 的方孔筛。
2. 天平: 称量 1 000g, 感量不大于 0.5g。
3. 摇筛机。
4. 烘箱: 能控温在 105℃ ± 5℃。
5. 其它: 浅盘和硬、软毛刷等。

(三) 试验准备

将来样通过 10mm(圆孔筛)或 9.5mm(方孔筛)筛, 并算出其筛余百分率。然后在潮湿状态下充分拌匀, 用四分法缩分至每份不少于 550g 的试样两份, 在 105℃ ± 5℃ 的烘箱中烘干至恒重, 冷却至室温后备用。

(四) 试验步骤

1. 水泥混凝土用砂, 按下列步骤筛分:

(1) 准确称取烘干试样约 500g(m_1), 准确至 0.5g。置于套筛的最上一只筛, 即 5mm 筛上, 将套筛装入摇筛机, 摇筛约 10min, 然后取出套筛, 再按筛孔大小顺序, 从最大的筛号开始, 在清洁的浅盘上逐个进行手筛, 直到每分钟的筛出量不超过筛上剩余量的 1% 时为止, 将筛出通过的颗粒并入下一号筛, 和下一号筛中的试样一起过筛, 这样顺序进行, 直到各号筛全部筛完为止。

(2) 称量各筛筛余试样的质量, 精确至 0.5g。所有各筛的分计筛余量和底盘中剩余量的

总量与筛分前的试样总量相比,其相差不得超过1%。

2. 沥青路面用细集料(天然砂、人工砂、石屑),按下列步骤筛分:

(1)准确称取烘干试样约500g(m_1),准确至0.5g。

(2)将试样置一洁净容器中,加入足够数量的洁净水,将集料全部盖没。

(3)用搅棒充分搅动集料,使集料表面洗涤干净,使细粉悬浮在水中,但不得有集料从水中溅出。

(4)用1.18mm筛及0.075mm筛组成套筛。仔细将容器中混有细粉的悬浮液徐徐倒出,经过套筛流入另一容器中,但不得将集料倒出。

注:不可直接倒至0.075mm筛上,以免集料掉出损坏筛面。

(5)重复(2)~(4)步骤,直至倒出的水洁净为止。

(6)将容器中的集料倒入搪瓷盘中,用少量水冲洗,使容器上粘附的集料颗粒全部进入搪瓷盘中。将筛子反扣过来,用少量的水将筛上的集料冲洗入搪瓷盘中。操作过程中不得有集料散失。

(7)将搪瓷盘连同集料一起置于 $105^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ 烘箱中烘干至恒重,称取干燥集料试样的总质量(m_2),准确至0.1%。 m_1 与 m_2 之差即为通过0.075mm部分。

(8)将全部要求筛孔组成套筛(但不需0.075mm筛),将已经洗去小于0.075mm部分的干燥集料置于套筛上(一般为4.75mm筛),将套筛装入摇筛机,摇筛约10min,然后取出套筛,再按筛孔大小顺序,从最大的筛号开始,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筛上剩余量的1%时为止,将筛出通过的颗粒并入下一号筛,和下一号筛中的试样一起过筛,这样顺序进行,直到各号筛全部筛完为止。

(9)称量各筛筛余试样的质量,精确至0.5g,各筛的分计筛余量和底盘中剩余量的总质量与筛分前试样总量 m_2 相比,相差不得超过1%。

(五)结果整理

1. 分计筛余百分率

各号筛的分计筛余百分率为各号筛上的筛余量除以试样总量(m_1)的百分率,准确至0.1%。对沥青路面细集料而言,0.15mm筛下部分即0.075mm的分计筛余,由(7)测得的 m_1 与 m_2 之差即为小于0.075mm的筛底部分。

2. 累计筛余百分率

各号筛的累计筛余百分率为该号筛及大于该号筛的各号筛的分计筛余百分率之和,准确至0.1%。

3. 质量通过百分率

各号筛的质量通过百分率等于100减去该号筛的累计筛余百分率,准确至0.1%。

4. 根据各筛的累计筛余百分率或通过百分率,绘制级配曲线。

5. 对水泥混凝土用砂,按式(1-2)计算细度模数,准确至0.01。

$$M_x = \frac{(A_{0.16} + A_{0.315} + A_{0.63} + A_{1.25} + A_{2.5}) - 5A_5}{100 - A_5} \quad (1-2)$$

式中: M_x ——砂的细度模数;

$A_{0.16}$ 、 $A_{0.315}$ 、 \dots 、 A_5 ——分别为0.16mm、0.315mm、 \dots 、5mm各筛上的累计筛余百分率, %。

6. 对沥青路面及各种路面的基层、底基层用砂,按式(1-3)计算细度模数,准确至0.01。

$$M_x = \frac{A_{0.15} + A_{0.3} + A_{0.6} + A_{1.2} + A_{2.36} + A_{4.75}}{100} \quad (1-3)$$

式中: M_x ——砂的细度模数;

$A_{0.15}$ 、 $A_{0.3}$ 、 \dots 、 $A_{4.75}$ ——分别为 0.15mm、0.3mm、 \dots 、4.75mm 各筛上的累计筛余百分率，%。

7. 应进行两次平行试验，以试验结果的算术平均值作为测定值。如两次试验所得的细度模数之差大于 0.2，应重新进行试验。

(六) 试验记录

1. 试验数据处理(见表 1-3)

细集料筛分试验记录表(示例)

表 1-3

承包单位		××工程局		材料产地		××砂场		试验单位		××试验检测站		试验		×××		
试样编号		×××		初拟用途		砂浆		试验日期		×年×月×日		审核		×××		
试样质量(g)	筛孔尺寸(mm)	筛余质量(g)			分计筛余 a_i (%)	累计筛余 A_i (%)	通过百分率 p_i (%)									
		1	2	平均												
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6) = (5)/(1)	(7)	(8) = 100 - (7)	细度模数: $M_x = 2.99$ 备注: 在 3.0~2.3 范围内, 为中砂, 处于级配 II 区。								
	10	0	0	0	0.0	0.0	100.0									
	5	38.2	38.1	38.2	7.6	7.6	92.4									
	2.5	75.2	75.6	75.4	15.1	22.7	77.3									
	1.25	56.2	55.4	55.8	11.2	33.9	66.1									
500	0.63	114.8	114.6	114.7	22.9	56.8	43.2									
	0.315	154.2	154.5	154.4	30.9	87.7	12.3									
	0.16	60.0	61.0	60.6	12.1	99.8	0.2									

2. 试验记录(见表 1-4)

建设项目

细集料筛分试验记录表

表 1-4

承包单位

监理单位

编号

承包单位		材料产地		试验单位		年月日		试验		
试验编号		初拟用途		试验日期		年月日		审核		
试样质量(g)	筛孔尺寸(mm)	筛余质量(g)			分计筛余 a_i (%)	累计筛余 A_i (%)	通过百分率 P_i (%)			
		1	2	平均						
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6) = (5)/(1)	(7)	(8) = 100 - (7)	细度模数: $M_x =$ 备注:		

监理工程师:

1.3 细集料表观密度试验(容量瓶法)

(JTJ 058 T0328—2000)

(一)目的与适用范围

测定砂的表观相对密度和表观密度。

(二)仪器设备

- 1.天平:称量 1kg,感量不大于 1g。
- 2.容量瓶:500mL。
- 3.烘箱:能控温在 $105 \pm 5^\circ\text{C}$ 。
- 4.烧杯:500mL。
- 5.蒸馏水。
- 6.其它:干燥器、浅盘、铝制料勺、温度计等。

(三)试验准备

将缩分至 650g 左右的试样在温度为 $105^\circ\text{C} \pm 5^\circ\text{C}$ 的烘箱中烘干至恒重,并在干燥器内冷却至室温,分成两份备用。

(四)试验步骤

- 1.称取烘干的试样约 300g(m_0),装入盛有半瓶蒸馏水的容量瓶中。
- 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,擦干瓶外水分,称其总质量(m_1)。
- 3.倒出瓶中的水和试样,将瓶的内外表面洗净,再向瓶内注入与水温相差不超过 2°C 的蒸馏水至瓶颈刻度线,塞紧瓶塞,擦干瓶外水分,称其总质量(m_2)。

(五)结果整理

- 1.砂的表观相对密度按式(1-4)计算至小数点后 3 位。

$$\gamma_a = \frac{m_0}{m_0 + m_1 - m_2} \quad (1-4)$$

式中: γ_a ——砂的表观相对密度,无量纲;

m_0 ——试样的烘干质量,g;

m_1 ——水及容量瓶总质量,g;

m_2 ——试样、水及容量瓶总质量,g。

- 2.表观密度 ρ_a 按式(1-5)计算,准确至小数点后 3 位。

$$\rho_a = \gamma_a \times \rho_T \text{ 或 } \rho_a = (\gamma_a - \alpha_T) \times \rho_w \quad (1-5)$$

式中: ρ_a ——砂的表观密度, g/cm^3 ;

ρ_w ——水在 4°C 时的密度, $1\text{g}/\text{cm}^3$;

α_T ——试验时的水温对水的密度影响的修正系数,按表 1-5 取用;

ρ_T ——试验温度 T 时的水的密度, g/cm^3 ,按表 1-5 取用。

不同水温时水的密度 ρ_T 及水温修正系数 α_T

表 1-5

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

以两次平行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 $0.01\text{g}/\text{cm}^3$ 时,应重新取样进行试验。

(六) 试验记录

1. 试验数据处理(见表 1-6)

细集料表观密度试验记录表(示例)

表 1-6

承包单位	×××工程局		××砂场	试验单位	××检测中心		试验	×××
试样编号	×××	初拟用途	砂浆	试验日期	×年×月×日		审核	×××
试验次数	干燥集料质量 $m_0(\text{g})$	试样、水与容量瓶合重 $m_2(\text{g})$	水与容量瓶合重 $m_1(\text{g})$	细集料表观相对密度 γ_a	水的密度 ρ_r (g/cm^3)	细集料表观密度 $\rho_a(\text{g}/\text{cm}^3)$		
	(1)	(2)	(3)	(4) = $\frac{(1)}{(1)+(3)-(2)}$	(5)	(6)	平均值	
1	300	708.0	520.3	2.67	0.997 79	2.67	2.66	
2	300	707.8	520.5	2.66	0.997 79	2.66		
备注	水温为 22°C , 水的密度为 $0.997 79\text{g}/\text{cm}^3$							

2. 试验记录表(见表 1-7)

_____ 建设项目

细集料表观密度试验记录表

表 1-7

承包单位 _____

监理单位 _____

编号 _____

承包单位	材料产地		试验单位		试验		
试验编号	初拟用途		试验日期		审核		
试验次数	干燥集料质量 $m_0(\text{g})$	试样、水与容量瓶合重 $m_2(\text{g})$	水与容量瓶合重 $m_1(\text{g})$	细集料表观相对密度 γ_a	水的密度 ρ_r (g/cm^3)	细集料表观密度 ρ_a (g/cm^3)	
	(1)	(2)	(3)	(4) = $\frac{(1)}{(1)+(3)-(2)}$	(5)	(6)	平均值
1							
2							
备注							

监理工程师:

1.4 细集料堆积密度及紧装密度试验

(JTJ 058 T0331—94)

(一) 目的与适用范围

测定砂自然状态下堆积密度、紧装密度及空隙率。

(二) 仪器设备

1. 台秤:称量 5kg,感量 5g。
2. 容量筒:金属制,圆筒形,内径 108mm,净高 109mm,筒壁厚 2mm,筒底厚 5mm,容积为 1L。
3. 标准漏斗(图 1-1)。
4. 烘箱:能使温度控制在 $105 \pm 5^\circ\text{C}$ 。
5. 小勺、直尺、浅盘等。

(三) 试验准备

1. 用浅盘装来样约 5kg,在温度为 $105^\circ\text{C} \pm 5^\circ\text{C}$ 的烘箱中烘干至恒量,取出并冷却至室温,分成大致相等的两份备用。

2. 容量筒容积的校正方法:以温度以 $20^\circ\text{C} \pm 5^\circ\text{C}$ 的洁净水装满容量筒,用玻璃板沿筒口滑移,使其紧贴水面并擦干筒外壁水分,然后称量,用下式计算筒的容积 V :

$$V = m'_2 - m'_1 \quad (1-6)$$

式中: m'_1 ——容量筒和玻璃板总质量, g;

m'_2 ——容量筒、玻璃板和水总质量, g。

注:试样烘干后如有结块,应在试验前先预捏碎。

(四) 试验步骤

1. 堆积密度:取试样 2 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,称取质量(m_1)。

2. 紧装密度:取试样 1 份,分两层装入容量筒,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(但筒底垫钢筋的方向应与第一层放置方向垂直),两层装完并颠实后,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)。

(五) 结果整理

1. 堆积密度 ρ 及紧装密度 ρ' 分别按下式计算,精确至 $0.01\text{g}/\text{cm}^3$ 。

$$\rho = \frac{m_1 - m_0}{V} \quad (1-7)$$

$$\rho' = \frac{m_2 - m_0}{V} \quad (1-8)$$

式中: m_0 ——容量筒的质量, g;

m_1 ——容量筒和堆积密度砂总质量, g;

m_2 ——容量筒和紧装密度砂总质量, g;

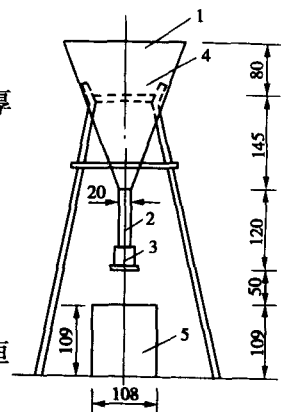


图 1-1 标准漏斗(尺寸单位: mm)

1-漏斗; 2- $\phi 20\text{mm}$ 管子; 3-活
动门; 4-筛; 5-金属量筒

V ——容量筒容积, mL。

以两次试验结果的算术平均值作为测定值。

2. 空隙率

$$n = \left(1 - \frac{\rho}{\rho_a} \right) \times 100 \quad (1-9)$$

式中: n ——砂的空隙率, %;

ρ ——砂的堆积或紧装密度, g/cm^3 ;

ρ_a ——砂的表观密度, g/cm^3 。

(六) 试验结果

1. 试验数据处理(见表 1-8)

细集料堆积密度、紧装密度试验记录表(示例)

表 1-8

承包单位	××××工程局		试验单位	×实验室	试 验	×××	
试样编号	×××		试验日期	×年×月×日	审 核	×××	
试验次数	容量筒体积	容量筒质量	试样+容量筒质量	试样质量	堆积密度或紧装密度	平均值 (g/cm^3)	
	V (mL)	m_0 (g)	m_1 (或 m_2) (g)	m (g)	ρ (g/cm^3)		
	(1)	(2)	(3)	(4) = (3) - (2)	(5) = (4)/(1)	(6)	
堆积 密度	1	1 182	660	2 693	2 033	1.72	1.73
	2	1 182	660	2 705	2 045	1.73	
紧装 密度	1	1 182	660	2 941	2 281	1.93	1.94
	2	1 182	660	2 965	2 305	1.95	
备注							

2. 试验记录表(见表 1-9)

细集料堆积密度、紧装密度试验记录表

表 1-9

承包单位			试验单位		试 验	
试样编号			试验日期		审 核	
试验次数	容量筒体积	容量筒质量	试样+容量筒质量	试样质量	堆积密度或 紧装密度	平均值 (g/cm^3)
	V (mL)	m_0 (g)	m_1 (或 m_2) (g)	m (g)	ρ (g/cm^3)	
	(1)	(2)	(3)	(4) = (3) - (2)	(5) = (4)/(1)	(6)
堆积 密度	1					
	2					
紧装 密度	1					
	2					
备注						

1.5 粗集料筛分试验

(JTJ 058 T0302—2000)

(一) 目的与适用范围

测定粗集料(碎石、砾石、矿渣等)的颗粒级配。

(二) 仪器设备

1. 试验筛:根据需要选用规定的标准筛。
2. 天平或台秤:感量不大于试样质量的0.1%。
3. 其它:盘子、铲子、毛刷等。

(三) 试验准备

将来料用分料器或四分法缩分至表 1-10 要求的试样所需量,风干后备用。每种试样准备两份,分别供水洗法和干筛法筛分使用。对水泥混凝土用集料,如果没有要求,也可不进行水洗,只进行干筛筛分。根据需要可按要求的集料最大粒径的筛孔尺寸过筛,除去超粒径部分颗粒后,再进行筛分。

筛分用的试样质量

表 1-10

公称最大粒径 (mm)	方孔筛	75	63	37.5	31.5	26.5	19	16	9.5	4.75
	圆孔筛	80	63	40	31.5	25	20	16	10	5
试样质量不少于(kg)		10	8	5	4	2.5	2	1	1	0.5

(四) 试验步骤

1. 用水洗法测定集料中小于 0.075mm 的细粉部分质量。

(1)取一份试样,将试样置 $105 \pm 5^\circ\text{C}$ 烘箱中烘干至恒重,称取干燥集料试样的总质量 (m_1),准确至 0.1%。

注:恒重系指相邻两次称量间隔时间大于 3h 的情况下,前后两次称量之差小于该项试验所要求的称量精密度的(下同),通常不少于 6h。

(2)将试样置一洁净容器中,加入足够数量的洁净水,将集料全部盖没。

(3)用搅棒充分搅动集料,使集料表面洗涤干净,使细粉悬浮在水中,但不得破碎集料或有集料从水中溅出。

(4)根据集料粒径大小选择组成一组套筛,其底部为 0.075mm 标准筛,上部为 2.36mm 或 4.75mm 筛。仔细将容器中混有细粉的悬浮液倒出,经过套筛流入另一容器中,尽量不致将粗集料倒出,损坏标准筛筛面。

注:不可直接倒至 0.075mm 筛上,以免集料掉出损坏筛面。

(5)重复(2)~(4)步骤,直至倒出的水洁净为止。

(6)将套筛的每个筛子上的集料及容器中的集料全部回收在一个搪瓷盘中,容器上不得有沾附的集料颗粒,将搪瓷盘连同集料一起置 $105 \pm 5^\circ\text{C}$ 烘箱中烘干至恒重,称取干燥集料试样

的总质量(m_2),准确至0.1%。

2.用干筛法测定粗集料各个粒级质量百分率。

(1)取另一份试样置 $105 \pm 5^\circ\text{C}$ 烘箱中烘干至恒重,称取干燥集料试样的总质量(m_0),准确至0.1%。

(2)用搪瓷盘作筛分容器,按筛孔大小排列顺序逐个将集料过筛,人工筛分时,需使集料在筛面上同时有水平方向及上下方向的不停顿的运动,使小于筛孔的集料通过筛孔,直至1min内通过筛孔的质量小于筛上残余量的1%为止。采用摇筛机筛分后,应该逐个由人工补筛。将筛出通过的颗粒并入下一号筛,和下一号筛中的试样一起过筛,顺序进行,直至各号筛全部筛完为止。以确认1min内通过筛孔的质量确实小于筛上残余量的1%。

(3)如果某个筛上的集料过多,影响筛分作业时,可以分两次筛分。当筛余颗粒的粒径大于20mm时,筛分过程中允许用手指轻轻拨动颗粒,但不得逐颗塞过筛孔。

(4)称取每个筛上的筛余量,准确至总质量的0.1%。各筛分计筛余量及筛底存量的总和与筛分前试样的总质量 m_0 相比,其相差不得超过0.5%。

(五)结果整理

1.集料中通过0.075mm的含量按式(1-10)计算,准确至0.1%。

$$P_{0.075} = \frac{m_1 - m_2}{m_1} \times 100 \quad (1-10)$$

式中: $P_{0.075}$ ——集料中小于0.075mm的含量(通过率),%;

m_1 ——用于水洗的干燥集料总质量,g;

m_2 ——集料水洗后的干燥质量,g。

2.分计筛余百分率

各号筛上的分计筛余百分率按式(1-11)计算,但0.075mm筛不计算分计筛余,准确至0.1%。

$$a_i = \frac{m_i}{m_0} \times \frac{100 - P_{0.075}}{100} \quad (1-11)$$

式中: a_i ——各号筛上的分计筛余百分率,%;

m_0 ——用于干筛的干燥集料总质量,g;

m_i ——各号筛上的分计筛余,g;

i ——依次为0.15mm、0.3mm、0.6mm…至集料最大粒径。

3.累计筛余百分率

各号筛的累计筛余百分率为该号筛及大于该号筛的各号筛的分计筛余百分率之和,但0.075mm筛不计算累计筛余,准确至0.1%。

4.各号筛的质量通过百分率

各号筛的质量通过百分率等于100减去该号筛累计筛余百分率,但0.075mm筛的质量通过百分率即为 $P_{0.075}$,准确至0.1%。

5.根据需要,绘制集料筛分曲线。

(六)试验记录

1.试验数据处理(见表1-11)