《原材料试验》电子教案

课程名称	原材料试验	授课教师		审　　批	
授课班级		授课时间		授课时数	26
学习任务一	土工试验	学习活动1	土的三大指标试验		
教学目标	1.能理解土的三大指标的基本概念、试验原理 2.能正确使用仪器按试验规程测出土的三大实测指标 3.能整理试验数据				
教学过程策划	一、清点人数，分组。 二、实训安全事项讲解。 三、以工地施工实测导入所学内容：现有一公路路基完成碾压，要求检测其压实情况（压实度）。 四、任务描述：教师讲述测定实测三大指标的意义 ——在路堤填筑过程中检测土的压实度时要测定土的湿密度，当土质为细粒土时一般都采用环刀法进行测定。土的天然含水量表示土在天然状态下的干湿程度，直接影响路基压实的质量。 五、活动引入：教师讲述三大指标基本概念 六、教师示范：操作步骤（1）密度测定　（2）天然含水量测定　（3）土的相对密度测定 七、能力训练：　（1）学生分组（2组/班；3小组/大组）轮流操作 （2）教师巡回指导，发现问题及时纠正。 八、质量评定：　（1）各组汇报数据并总结试验过程中的注意事项 （2）各小组互评取长补短 九、教师总结： （1）肯定成绩，老师点评 （2）小结，强调本次课的重点内容和关键，总结注意事项。 （3）作业布置：完成试验报告				

学习任务一　土工试验

1、土粒相对密度*Gs*（土粒比重）：

土粒质量与同体积的4℃时纯水的质量之比 $G_s = \frac{m_s}{V_s \rho_\omega}$

土粒相对密度变化范围不大：细粒土（粘性土）一般2.70～2.75；砂土一般为2.65左右。土中有机质含量增加，土粒相对密度减小。

2、测定方法 :密度瓶法 （ 比重瓶法),粒径 d < 5mm;

浮称法 ,粒径 $d \geq 5mm,$ 且 $d > 20mm$ 者小于土样总质量的10%;

虹吸筒法 ,粒径 $d \geq 5mm,$ 且 $d > 20mm$ 者大于等于土样总质量的10%。

3、 土的密度 ρ：

天然状态下单位体积土的质量必须用原状土样。

测定土的密度 : 粘性 土用环 刀法。由体积固定的钢制 环刀切土 ，用天平称重而得。

卵石可用 灌砂法 :在现场挖坑,取土称重,体积可用塑料薄膜铺在坑内,注水至坑顶面齐平,此时的注水量即为所测的体积。

4、土的天然含水量　土中水的质量与土粒质量之比，以百分数表示

测定方法：烘干法,用烘箱在温度105-110 ⁰C下烘8小时以上,或酒精灯。卵石的含水量可用铁锅炒等 。

学习活动 1 土的三大指标

一、测定土的含水率试验

(一)、验目的：测定土的含水率，以了解土的含水情况，是计算土的孔隙比、液性指数、饱和度和其它物理力学性质不可缺少的一个基本指标。

(二)、仪器设备：1、烘箱：采用温度能保持在 105～110℃的电热烘箱。

2、天平：称量 500g，分度值 0.01g。

3、其它：干燥器、称量盒等。

(三)、操作步骤：

1、湿土称量：选取具有代表性的试样 15～20g，放入盒内，立即盖好盒盖，称出盒与湿土的总质量。

2、烘干冷却：打开盒盖，放入烘箱内，在温度 105～110℃下烘干至恒重后，将试样取出，盖好盒盖放入干燥器内冷却，称出盒与干土质量。烘干时间随土质不同而定，对粘质土不少于 8h；砂类土不少于 6h。

（四）、试验注意事项：

1、刚刚烘干的土样要等冷却后才称重；

2、称重时精确至小数点后二位。

注意：1、天平需调平2、盒和盒盖不要混淆3、操作迅速，避免水分蒸发。

二、密度试验（环刀法）

（一）、试验目的：测定土的湿密度，以了解土的疏密和干湿状态，供换算土的其它物理性质指标和工程设计以及控制施工质量之用。

（二）、仪器设备：1．环刀：内径 6～8cm，高 2～3cm。 2．天平：称量 500g，分度值 0.01g。

3．其它：切土刀、钢丝锯、凡士林等。

（三）、操作步骤：

1、量测环刀：取出环刀，称出环刀的质量，并涂一薄层凡士林。

2、切取土样：将环刀的刀口向下放在土样上，然后用切土刀将土样削成略大于环刀直径的土柱，将环刀垂直下压，边压边削使土样上端伸出环刀为止，然后将环刀两端的余土削平。

3、土样称量：擦净环刀外壁，称出环刀和土的质量。

（四）、试验注意事项：

1、称取环刀前，把土样削平并擦净环刀外壁；

2、如果使用电子天平称重则必须预热，称重时精确至小数点后二位。

（五）、计算：

密度试验需进行二次平行测定，其平行差值不得大于 0.03g/cm，取其算术平均值

三、土的比重试验

（一）、试验目的：测定土的比重，为计算土的孔隙比、饱和度以及土的其它物理力学试验（如颗粒分析的密度计法试验、固结试验等）提供必需的数据。

（二）、仪器设备：

1、比重瓶：容重 100ml 或 50ml；

2、天平：称量 200g，分度值 0.001g；

3、其它：烘箱、蒸馏水、温度计、筛、漏斗、滴管等。

(三)、操作步骤：

1、取样称量：取通过 5mm 筛的烘干土样约 15g（如用 50ml 的比重瓶，可取干土约 12g）用玻璃漏斗装入洗净烘干的比重瓶内，称瓶与土的质量。

2 煮沸排气：将蒸馏水注入比重瓶内，约至瓶的一半高处，摇动比重瓶，并将比重瓶放在砂浴上煮沸，使土粒分散排气。煮沸时间自悬液沸腾时算起，砂及砂质粉土不少于 30 分钟；粘土及粉质粘土应不少于 1 小时。煮沸时不要使土液从瓶内溢出。

3、注水称量：将蒸馏水注入比重瓶内至近满，待瓶内悬液温度稳定后及瓶内土悬液澄清时，盖紧瓶塞，使多余的水分从瓶塞的毛细管中溢出，擦干瓶外的水分，称出瓶、水、土总质量。称量后立即测定瓶内水的温度。

4、查取瓶、水质量：根据测得的温度，从已绘制的温度与瓶、水质量关系曲线（由实验室提供）查取瓶、水质量。

(四)、试验注意事项

1、称重前比重瓶的水位要加满至瓶塞的毛细管；

2、称重时精确至小数点后三位。

3、比重试验需进行二次平行测定，其平行差不得大于 0.02，取其算术平均值。

4、称量时注意擦干瓶外的水分

5、注意排干土中的气体

水温（℃）	4.0～12.5	12.5～19.0	19.0～23.5	23.5～27.5	27.5～30.5	30.5～33.0
水的比重	1.000	0.999	0.998	0.997	0.996	0.995

<table>
<tr><td colspan="2">课程名称</td><td>原材料试验</td><td>授课教师</td><td></td><td>审　批</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">授课班级</td><td></td><td>授课时间</td><td></td><td>授课时数</td><td>18</td></tr>
<tr><td colspan="2">学习任务一</td><td>土工试验</td><td>学习活动2</td><td colspan="3">土颗粒分析试验</td></tr>
<tr><td colspan="2">教学目标</td><td colspan="5">1.能理解土的筛分目的、试验原理
2.能正确使用仪器按试验规程测出土的级配并能给土进行命名
3.能整理试验数据</td></tr>
<tr><td>教学过程策划</td><td></td><td colspan="5">一、清点人数，分组。
二、实训安全事项讲解。
三、以工地施工实测导入所学内容：现有一公路路基用土，土的颗粒级配与土的类型直接影响着土的密实程度。
四、任务描述：教师讲述土颗粒分析的意义
——土的颗粒组成在一定程度上反映了土的性质，工程上常依据颗粒组成对土进行分类。
五、活动引入：教师讲述颗粒级配基本概念及级配指标计算。
六、示范操作：操作步骤（1）试样制备　（2）筛分步骤
（3）数据整理　（4）累积曲线绘制
七、能力训练：　（1）学生分组（2组/班 ；3小组/大组）轮流操作
（2）教师巡回指导，发现问题及时纠正。
八、质量评定：　（1）各组汇报数据并总结试验过程中的注意事项
（2）各小组互评取长补短
九、教师总结：
（1）肯定成绩，老师点评
（2）小结，强调本次课的重点内容和关键，总结注意事项。
（3）作业布置：完成试验报告</td></tr>
</table>

学习活动2　土颗粒分析

一、试验目的

测定干土各粒组占该土总质量的百分数，以便了解土粒的组成情况。供砂类土的分类、判断土的工程性质及建材选料之用。

二、仪器设备

1、标准筛：孔径 10、5、2、1.0、0.5、0.25、0.075mm；2、天平：称量 1000g，分度值 0.1g；

3、台称：称量 5kg，分度值 1g；4、其它：毛刷、木碾等。

三、操作步骤

1、备土：从大于粒径 0.075mm 的风干松散的无粘性土中，用四分对角法取出代表性的试样。

2、取土：取干砂 500g 称量准确至 0.2g。

3、摇筛：将称好的试样倒入依次叠好的筛，然后按照顺时针或逆时针进行筛析。振摇时间一般为 10～15 分钟。

4、称量：逐级称取留在各筛上的质量。

四、试验注意事项

1、将土样倒入依次叠好的筛子中进行筛析。

2、筛析法采用振筛机，在筛析过程中应能上下振动，水平转动。

3、称重后干砂总重精确至 2g。

孔径	留筛土质量	累积留筛土质量	小于该孔径的土质量	小于该孔径的土质量百分数
(mm)	(g)	(g)	(g)	(%)
20	0.0	0.0	500.0	100.0
10	17.0	17.0	483.0	96.6
5	45.0	62.0	438.0	87.6
2	65.5	127.5	372.5	74.5
1	85.0	212.5	287.5	57.5
0.5	100.5	313.0	187.0	37.4
0.25	122.0	435.0	65.0	13.0
0.075	60.0	495.0	5.0	1.0
底盘总计	5.0	500.0		

<table>
<tr><td colspan="2">课程名称</td><td>原材料试验</td><td>授课教师</td><td></td><td>审　批</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">授课班级</td><td></td><td>授课时间</td><td></td><td>授课时数</td><td>18</td></tr>
<tr><td colspan="2">学习任务一</td><td>土工试验</td><td>学习活动3</td><td colspan="3">土的界限含水量试验</td></tr>
<tr><td colspan="2">教学目标</td><td colspan="5">1.能理解土的塑限、液限、塑性指数的基本概念及试验原理
2.能正确使用仪器按试验规程测出土的塑限、液限。
3.能整理试验数据</td></tr>
<tr><td>教学过程策划</td><td></td><td colspan="5">一、清点人数，分组。
二、实训安全事项讲解。
三、以工地施工导入所学内容：公路用土的细粒土的划分。
四、任务描述：教师讲述测定液、塑限的意义
——为路基工程土样选择提供数据资料必须进行液塑限联合测定测出土的液限和塑限，为划分土类、计算天然稠度和塑性指数提供依据，供公路工程设计和施工使用。
五、活动引入、知识学习：教师讲述液、塑限基本概念及绘图计算塑性指数
六、示范操作：操作步骤（1）试样制备（2）入土深度测定（3）含水量测定（4）计算数据（5）绘图计算塑性指数
七、能力训练：　（1）学生分组（2 组/班； 3 小组/大组）轮流操作
（2）教师巡回指导，发现问题及时纠正。
八、质量评定：　（1）各组汇报数据并总结试验过程中的注意事项
（2）各小组互评取长补短
九、教师总结：（1）肯定成绩，老师点评
（2）小结，强调本次课的重点内容和关键，总结注意事项。
（3）作业布置：完成试验报告</td></tr>
</table>

学习活动 3 界限含水量试验

一、概念

界限含水量：粘性土从一种稠度状态过渡到另一种稠度状态时的分界含水量

塑限 WP：土从塑性状态转变为半固体状态时的界限含水量

液限 WL：土从液性状态转变为塑性状态时的界限含水量



二、两个重要指标及其工程应用

1） 塑性指数 I_P $I_P = w_L - w_P$ (去掉%)

物理意义：塑性指数的大小取决于土颗粒吸附结合水的能力,即与土中粘粒含量有关。粘粒含量越多,塑性指数就越高 则 I_P 可反映粘性土的工程性质,用作粘性土定名的标准

2）液性指数 I_L

$I_L=\frac{\omega-\omega_p}{I_P}=\frac{\omega-\omega_p}{\omega_L-\omega_P}$ 粘性土的天然含水量和塑限的差值与塑性指数之比。表征土的天然含水量与界限含水量间的相对关系，根据液性指数大小可以判定土的软硬状态。

三、试验目的

测定粘性土的液限 ω_L和塑限 ω_p，并由此计算塑性指数I_p 、液性指I_L，进行粘性土的定名及判别粘性土的软硬程度。

四、试验设备：

1、液塑限联合测定仪（圆锥质量 100g，锥角 30°），试样杯等；2、天平：称量 200g，分度值 0.01g；3、其它：调土刀、不锈钢杯、凡士林、称量盒、烘箱、干燥器等。

五、操作步骤：

1、土样制备：当采用风干土样时，取通过 0.5mm 筛的代表性土样约 200g，分成三份，分别放入不锈钢杯中，加入不同数量的水，然后按下沉深度约为 4～5mm，9～11mm，20±0.2mm 范围制备不同稠度的试样。

2、装土入杯：将制备的试样调拌均匀，填入试样杯中，填满后用刮土刀刮平表面，然后将试样杯放在联合测定仪的升降座上。

3、调整升降座，使锥尖刚好与试样面接触，切断电源使电磁铁失磁，圆锥仪在自重下沉入试样，经 5 秒钟后测读圆锥下沉深度。

4、测含水率：取出试样杯，测定试样的含水率。

在坐标纸上点绘三个试样的位置

如三个点不在一条线上，则连 ab,ac 两条线，由 a 点含水量在 ω_L-h_p *关系图查得* h_p，*再据* h_p *在* h_p-ω *关系图上求出相应的两个含水量，*在当两个含水率的差值≥2%时，应重做试验。当两个含水率的差值<2%时，用这两个含水率的平均值与高含水率的点连成一条直线。

在 h-w 图上查得下沉深度为 20mm 所对应的含水率为液限；通过 ω_L-h_p *关系图查得* h_p，*再据* h_p-ω *关系图即可查得* ω_L。

六、试验注意事项

1、土样分层装杯时，注意土中不能留有空隙。

2、每种含水率设三个测点，取平均值作为这种含水率所对应土的圆锥入土深度，如三点下沉深度相差太大，则必须重新调试土样。

液限、塑限联合测定试验记录表

试验项目 \ 试验次数		1		2		3	
入土深度（mm）	h_1	5.0		11.9		19.8	
	h_2	4.8		12.3		20.0	
	1/2（h_1+h_2 ）						
含水量（%）	盒号	1	2	3	4	5	6
	盒质量（g）	11.6	9.5	13.8	9.0	11.6	12.2
	盒＋湿土质量（g）	22.0	19.5	24.3	19.5	22.4	23.6
	盒＋干土质量（g）	20.1	17.7	22.2	17.4	20.1	21.1
	水分质量（g）						
	干土质量（g）						
	含水量（%）						
	平均含水量(%)						

<table>
<tr><td colspan="2">课程名称</td><td>原材料试验</td><td>授课教师</td><td></td><td>审　批</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">授课班级</td><td></td><td>授课时间</td><td></td><td>授课时数</td><td>18</td></tr>
<tr><td colspan="2">学习任务一</td><td>土工试验</td><td>学习活动4</td><td colspan="3">土的击实试验</td></tr>
<tr><td colspan="2">教学目标</td><td colspan="5">1.能理解土的击实试验原理
2.能正确使用仪器按试验规程测出土的最大干密度和最佳含水量
3.能整理试验数据</td></tr>
<tr><td>教学过程策划</td><td></td><td colspan="5">一、清点人数，分组。
二、实训安全事项讲解。
三、以工地施工实测导入所学内容：现有一公路路基需要填筑碾压，所需的路基土要有合适的含水量才能达到碾压最密实。
四、任务描述：教师讲述测定击实的意义
——在工程建设中为了改善填土或软弱地基的工程性质，常采用压实的方法试土变得密实，获得最佳结构以改善和提高土的力学性能。如路堤填土是以土作为建筑材料，按一定要求和范围进行堆填而成，为了保证路堤填土必须具有足够密实度以确保行车平顺和安全，必须在最佳含水量下压实使其达到最大干密度。
五、活动引入：教师讲述击实基本原理。
六、示范操作)：操作步骤（1）试样制备 （2）操作步骤 （3）含水量测定 （4）绘图确定最大干密度和最佳含水量
七、能力训练：（1）学生分组（2 组/班； 3 小组/大组）轮流操作
（2）教师巡回指导，发现问题及时纠正。
八、质量评定：
（1）各组汇报数据并总结试验过程中的注意事项
（2）各小组互评取长补短
九、教师总结：
（1）肯定成绩，老师点评
（2）小结，强调本次课的重点内容和关键，总结注意事项。
（3）作业布置：完成试验报告</td></tr>
</table>

学习活动4 土的击实试验

一、试验目的：在击实方法下测定土的最大干密度和最优含水率，是控制路堤、土坝和填土地基等密实度的重要指标。

二、仪器设备：

1、击实仪 锤质量 2.5kg，筒高 116mm，体积 947.4cm 。2、天平：称量 200g，分度 0.01g。

3、台称：称量 10kg，分度值 5g。4、筛：孔径 5mm。5、其它：喷水设备、碾土器、盛土器、推土器、修土刀等。

三、操作步骤：

1、制备土样：取代表性风干土样，放在橡皮板上用木碾碾散，过 5mm 筛，土样量不少于 20kg。

2、加水拌和：预定 5 个不同含水量，依次相差 2%，其中有两个大于和两个小于最优含水量。

所需加水量按下式计

$$m_w = \frac{m_{wo}}{1+w_o}(w - w_o)$$

按预定含水率制备试样，每个试样取 2.5kg，平铺于不吸水的平板上，用喷水设备向土样均匀喷洒预定的加水量，并均匀拌和。

3、分层击实：取制备好的试样 600～800g，倒入筒内，整平表面，击实 25 次，每层击实后土样约为击实筒容积 1/3。击实时，击锤应自由落下，锤迹须均匀分布于土面。重复上述步骤，进行第二、三层的击实。击实后试样略高出击实筒（不得大于 6mm）。

4、称土质量：取下套环，齐筒顶细心削平试样，擦净筒外壁，称土质量，准确至 0.1g。

5、测含水率：用推土器推出筒内试样，从试样中心处取 2 个各约 15～30g 土测定含水率，平行差值不得超过 1%。按 2～4 步骤进行其它不同含水率试样的击实试验。

四、试验注意事项

1、试验前，击实筒内壁要涂一层凡士林。

2、击实一层后，用刮土刀把土样表面刨毛，使层与层之间压密，同理，其它两层也是如此。

3、如果使用电动击实仪，则必须注意安全。打开仪器电源后，手不能接触击实锤。

	干　密　度	含　水　率

试验序号													
		筒质量	湿土质量	密度	干密度	盒号	盒加湿土质量	盒加干土质量	盒质量	水的质量	干土质量	含水率	平均含水率(%)
	筒加土质量(g)	(g)	(g)	(g/cm³)	(g/cm³)		(g)	(g)	(g)	(g)	(g)	(%)	
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)		(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)
			(1)-(2)							(6)-(7)	(7)-(8)		

<table>
<tr><td colspan="2">课程名称</td><td>原材料试验</td><td>授课教师</td><td></td><td>审批</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">授课班级</td><td></td><td>授课时间</td><td></td><td>课时</td><td>8</td></tr>
<tr><td colspan="2">学习任务二</td><td>集料试验</td><td>学习活动1</td><td colspan="3">细集料表观密度试验</td></tr>
<tr><td colspan="2">教学目标</td><td colspan="5">1.能理解细集料、细集料表观密度的基本概念、试验原理
2.能正确使用仪器按试验规程测出细集料的表观密度
3.能整理试验数据</td></tr>
<tr><td>教学过程策划</td><td></td><td colspan="5">一、清点人数，分组
二、实训安全事项讲解
三、以工地施工实测导入所学内容
四、任务描述：细集料表观密度是物理性质指标，是检测细集料的品质的依据；是为混合料配合比提供依据的参数。
五、活动引入：演示课件或录像
试验目的、认识仪器设备、试样准备、试验步骤、试验数据整理
六、教师示范：操作步骤——表观密度测定
七、能力训练：
（1）学生分组（2 组/班 3 小组/大组）轮流操作
（2）教师巡回指导，发现问题及时纠正。
八、质量评定：
（1）各组汇报数据并总结试验过程中的注意事项
（2）各小组互评取长补短
九、教师总结：
（1）肯定成绩，老师点评
（2）小结，强调本次课的重点内容和关键，总结注意事项。
（3）作业布置：完成试验报告</td></tr>
</table>

学习任务二　集料试验

教学方法：讲授、演示、练习法

组织教学：清点人数，维持课堂纪律

教学过程：

基础知识：

学习活动 1　细集料的密度试验

细集料密度——概述：笼统的说集料就是粒状石质材料。

一、集料分类

（1）总分类：包括天然砂、人工砂、卵石、碎石，另有工业冶金矿渣。

（1）根据集料形成的过程不同，分为卵石（又称砾石）和碎石；

（2）根据粒径大小的不同，分为粗集料和细集料；

二、粗细集料粒径的界限

水泥混凝土用集料的粗细界限尺寸为 4.75mm，沥青混合料用集料粗细界限尺寸为 2.36mm。大于或等于该尺寸的颗粒为粗集料，余为细集料。

三、最大粒径

（1）集料最大粒径：指集料 100%都要求通过的最小标准筛筛孔尺寸。

（2）集料公称最大粒径:指集料可能全部通过或允许有少量不通过(一般容许筛余不超过 10%)的最小标准筛筛孔尺寸。

这两个定义涉及的粒径有着明显区别，通常集料公称最大粒径比最大粒径要小一个粒级。但在实际使用过程中、甚至在一些书本资料上也经常不加严格区别，容易引起混淆。实际上工程中所指的最大粒径往往是指公称最大粒径，这一点在今后的应用中要加以区分。

细集料

——物理常数：1、表观密度

① 表观密度（简称视密度）

————指在规定条件（105±5℃烘干至恒重）下，单位表观体

积（包括矿质实体和闭口孔隙的体积）的质量。

②风化严重的细集料表观密度小，强度低，稳定性差。所以位衡量细集料质量的主要指标。

——级配：指细集料中各组成颗粒的分级和搭配。

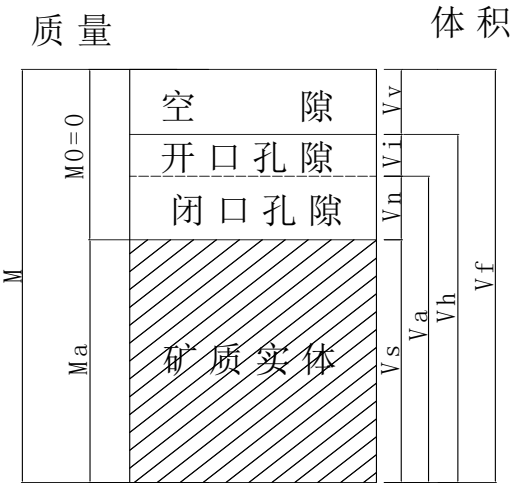
一、细集料

1、不论天然的或人工轧制的，水泥混凝土以圆孔筛计，凡粒径小于5mm者称为细集料（包括天然砂、人工砂等），粒径大于5mm者称为粗集料（包括碎石、砾石等）。

2、在沥青混合料中。若以方孔筛计，凡粒径小于2．36mm者称为细集料（包括天然砂、人工砂和石屑等），粒径大于2．36mm者称为粗集料（包括碎石、砾石、矿渣等）。由于产状和轧制工艺不同，它们之间的粒径界限允许有些交叉。

二、细集料的物理性质

1、体积与质量关系



① 表观密度 （简称视密度）

—指在规定条件（105±5℃烘干至恒重）下，单位表观体积（包括矿质实体和闭口孔隙的体积）。物质颗粒的干质量。

$\rho_t=m/(V_S+Vn)$

一般为2。5~2。7g/cm³

②风化严重的细集料表观密度小，强度低，稳定性差。所以位衡量细集料质量的主要指标。

3、毛体积密度：

单位体积（含固体颗粒、开口、闭口孔隙体积）物质颗粒的干质量或湿质量。

$\rho_h=m/(V_S+Vn+V_i)$

4、堆积、捣实密度：

单位体积（含固体颗粒、孔隙、空隙体积）物质颗粒的质量。

一般为1450~1650kg/m³

$\rho_f=m/(V_S+Vn+V_{i+}V_v)$

5、空隙率：

颗粒之间空隙体积占总体积的百分率。

小结：集料涉及多种密度，现将这些密度归纳在下表中。

试验过程：

模块1：细集料的表观密度试验（容量瓶法）

1.试验目的

测定细集料的表观相对密度和表观密度，以鉴定细集料的品质，同时亦为水泥混凝土和沥青混合料的组成设计提供原始数据。

2.试验仪具

（1）托盘天平：称量 1kg，感量 1g。

（2）容量瓶：500mL。

（3）烘箱：能控温在 105℃±5℃。

（4）烧杯：500mL。

（5）蒸馏水。

（6）其他：干燥器、浅盘、铝制料勺、温度计等。

3.试验方法

（1）将缩分至 650g 左右的试样在温度为 105℃±5℃的烘箱中烘干至恒量，并在干燥器中冷却至室温，分成两份备用。（2）称取烘干的试样 300g（m0），装入盛有半瓶蒸馏水的容量瓶中。

（3）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（m1）。（4）倒出瓶中的水和试样，将瓶的内外表面洗净，再向瓶中注入与上水温相差不超过 2℃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（m2）。

4.结果计算

（1）砂的表观相对密度按下式计算至小数点后 3 位：

$$\gamma_a = \frac{m_0}{m_0 + m_1 - m_2}$$

式中：γ_a--砂的表观相对密度，无量纲；

m0--烘干后试样的质量，g；

m1--水和容量瓶的总质量，g；

m2--试样、水和容量瓶的总质量，g；

（2）砂的表观密度按下式计算，准确至小数点后 3 位：

$$\rho_a = \gamma_a \times \rho_T$$ 或 $$\rho_a = (\gamma_a - \alpha_t) \times \rho_w$$

式中：ρ_a--砂的表观密度，g/cm3；α_t，ρ_T--意义同前（不同温度水的密度及修正系数表）；

ρ_w--水的密度（取 1g/cm3）。

5.精度要求

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 0.01g / cm3，应重新取样进行试验。

作业布置：完成各自的试验成果

细集料的堆积密度

试验目的：

测定不同状态下的密度（堆积、振实、捣实）以确定粗集料的空隙率

仪器设备：

天平或台秤　容积筒　烘箱　小铲等

试验制备：

将过了筛的试样烘干备用

试验步骤：

1、 取一份试样拌匀后，用小铲铲起以自由落入的方式装入容积筒，要求铲子距筒口距离为 5 厘米左右。

2、 装满后，称取试样和容积筒的重量 m2

3、 到出后称取容积筒重 m1

4、 计算 $\rho = \frac{m_2 - m_1}{v}$

5、计算空隙率

vv=（1- $\frac{\rho}{\rho_a}$ ）*100

<table>
<tr><td colspan="2">课程名称</td><td>原材料试验</td><td>授课教师</td><td></td><td>审批</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">授课班级</td><td></td><td>授课时间</td><td></td><td>课时</td><td>10</td></tr>
<tr><td colspan="2">学习任务二</td><td>集料试验</td><td>学习活动2</td><td colspan="3">细集料筛分试验</td></tr>
<tr><td colspan="2">教学目标</td><td colspan="5">最终目标：1.能理解细集料颗粒级配的概念、筛分试验原理
2.能按试验规程测出细集料的粗细及级配
3.能用公式计算细度模数
4. 能整理试验数据
5. 能判别细集料的粗细</td></tr>
<tr><td>教学过程策划</td><td></td><td colspan="5">教学组织
1.学生起立，师生互相问好
2.清点学生人数，填写学生缺课登记表
任务描述
某桥梁工地需配置 40 号水泥混凝土，需测定砂的级配与粗度，为混凝土配合比设计提供依据
活动引入
1.集料的概念及分类
2.级配及粗度的概念
教师讲解
教师讲述并演示目的、仪器、步骤
操作演示教师示范：
操作步骤——细集料筛分
学生在讲师指导下完成试验步骤（放光盘）
结果分析
1.各组汇报数据并总结试验过程中的注意事项
2.各小组互评取长补短
质量评定
1.肯定成绩，老师点评
2.小结，强调本次课的重点内容和关键，总结注意事项</td></tr>
</table>

教学方法：讲授、演示、练习法

组织教学：清点人数，维持课堂纪律

教学过程：

基础知识：

学习活动 2　细集料的筛分试验

一、级配

1、级配：指细集料中各组成颗粒的分级和搭配。

2、要想减小细集料间的空隙，必须有良好的级配。

3、粗细程度：不同粒径砂总体的粗细程度。（细度模数）

4、可通过筛析试验来确定。

级配的三参数：① 分计筛余百分率；

② 累计筛余百分率；

③ 通过百分率。

1）分计筛余百分率：某号筛上的筛余量占试样总质量的百分率。

$$a_i = \frac{m_i}{M} \times 100$$

2）累计筛余百分率：某号筛的分计筛余百分率和大于某号筛的各筛分计筛余百分率的总和。

$$A_i = a_1 + a_2 + \cdots + a_i$$

3）通过百分率：通过某号筛的质量占试样总质量的百分率，即 1 0 0 与某号筛的累计筛余之差。

$$P_i = 100 - A_i$$

二、粗度

粗度是评价砂粗细程度的一种指标。

指标：细度模数（或细度模量），是各号筛的累计筛余百分率之和除以 100 之商。可按下式计算：

$$M_x = \frac{A_{2.5} + A_{1.25} + A_{0.63} + A_{0.315} + A_{0.16}}{100}$$

当砂中含有大于 5mm 的颗粒时，则按下式计算：

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

按细度模数可将砂分为下列三级：

$$\begin{cases} Mx = 3.7 \sim 3.1 \text{ 为粗砂} \\ Mx = 3.0 \sim 2.3 \text{ 为中砂} \\ Mx = 2.2 \sim 1.6 \text{ 为细砂} \end{cases}$$

结论：细度模数越大，表示细集料越粗。

例]从工地取回烘干砂样 500g 做筛析试验，列于表中，求该砂样的分计筛余、累计筛余、通过百分率及该砂样的细度模数，并对该砂样进行评定。

筛孔尺寸 (mm)	13.2	9.5	4.75	2.36	1.18	0.6	0.3	0.15	<0.15
筛余质量									

(g)									
分计筛余(%)									
累计筛余(%)									
通过百分率(%)									

课程名称	原材料试验	授课教师		审批	
授课班级		授课时间		课时	8
学习任务二	集料试验	学习活动3	细集料含泥量试验		
教学目标	最终目标： 1. 能理解细集料的含泥量的概念 2. 能描述细集料含泥量试验原理 3. 能正确使用仪器设备 4. 能按试验规程测出细集料的含泥量 5. 能整理试验数据				

教学过程策划		一、清点人数，分组 二、实训安全事项讲解 三、任务描述：细集料的含泥量是物理性质指标，是为混合料配合比所用原材料进行技术要求控制。 四、活动引入：教师讲述含泥量的基本概念、基本知识 录像（课件）演示试验内容：仪器设备、试样准备、试验步骤、试验数据整理 五、教师示范：操作步骤（1）试样制备 （2）试验步骤 （3）试验数据处理 六、能力训练： （1）学生分组（2 组/班 3 小组/大组）轮流操作 （2）教师巡回指导，发现问题及时纠正。 七、质量评定： （1）各组汇报数据并总结试验过程中的注意事项 （2）各小组互评取长补短 八、教师总结： （1）肯定成绩，老师点评 （2）小结，强调本次课的重点内容和关键，总结注意事项。 （3）作业布置：完成试验报

教学方法：讲授、演示、练习法

组织教学：清点人数，维持课堂纪律

试验：

学习活动 3 测定细集料的含泥量

一、 目的和适用范围

测定细集料中粒径小于 0.075mm 的尘屑、淤泥和粘土的含量。

二、 仪器设备：

1、 天平：称量 1kg,感量不大于 1g;

2、 烘箱：能控温在 105±5℃的烘箱中烘干至恒重，冷却至室温后，称取约 400g（m_0）的试样两份备用。

3、 方孔筛：孔径 0.075mm 及 1.25mm（或 1.18）的筛；

4、 其它：筒、浅盘等。

三、 试验步骤：

1、将来样缩分至约 1000g,置于 105±5℃的烘箱中烘干至横重，冷却至室温后，称取约 400g(m_0)的试验两份备用。

2、取烘干的试样一份置于筒中，并注入洁净的水，是水面高出砂面约 20mm，充分拌和均匀后，浸泡 24h,然后用搅拌棒在水中淘洗试样，使尘屑、淤泥和粘土与砂粒分离，并使其悬浮水中，缓缓地将混浊液倒入 1.25mm（1.18m）至 0.075mm 的筛上，滤去小于 0.075mm 的颗粒。试验前筛子的两面应用水湿润，在整个试验过程中应注意避免砂粒丢失。

3、再次加水与筒中，重复上述过程，直至筒内砂样洗出的水清澈为止。

4、用水冲洗剩留在筛上的细粒，并将 0.075mm 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 0.075mm 的颗粒；然后将两筛上筛余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±5℃的烘箱中烘干至恒重，冷却至室温，称取试样的质量（m_1）。

四、计算：砂的含泥量：

$$Qn=\frac{m_0-m_1}{m_0}\quad(\text{精确至 }0.1\%)$$

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。

[注意事项]

1、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砂粒丢失。

2、不得直接将试样放在 0.075mm 筛上用水冲洗，或者将试样放在 0.075mm 筛上后在水中淘洗，以避免误将小于 0.075mm 的砂颗粒当作泥冲走

课程名称	原材料试验	授课教师		审批	
授课班级		授课时间		课时	8
学习任务二	集料试验	学习活动 4	细集料砂当量试验		
教学目标	1、 能描述细集料砂当量的概念、工程意义； 2、 能正确选择并使用砂当量仪、冲洗装置、配种活塞、天平等仪器； 3、 能正确配置冲洗液； 4、 能根据工作单提示完成基础知识的学习； 5、 能根据集料试验规程制定工作计划，并能根据制定计划小组分工合作完成细集料砂当量的测定，在操作过程中遵守安全操作规程；				

		6、 能在操作过程中实施自我检查，完成工作单中技能操作的填写；
教学过程策划		一、清点人数，分组 二、实训安全事项讲解 三、任务描述：细集料的砂当量是物理性质指标，是为混合料配合比所用原材料进行技术要求控制。 四、活动引入：教师讲述砂当量的基本概念、基本知识 录像（课件）演示试验内容：仪器设备、试样准备、试验步骤、试验数据整理 五、教师示范： 操作步骤（1）试样制备 （2）试验步骤 （3）试验数据处理 六、能力训练： （1）学生分组（2 组/班 3 小组/大组）轮流操作 （2）教师巡回指导，发现问题及时纠正。 七、质量评定： （1）各组汇报数据并总结试验过程中的注意事项 （2）各小组互评取长补短 八、教师总结： （1）肯定成绩，老师点评 （2）小结，强调本次课的重点内容和关键，总结注意事项。 （3）作业布置：完成试验报

学习活动 4 细集料砂当量试验

一、基本概念

1、工程中常用含泥量、砂当量评定细集料的洁净程度，我们通常用水洗法测定含泥量，此种方法误差大，比如：有小于 0.075mm 的细砂粒会被认为是“泥”被冲走，因此严格的说这种方法是测不准真正的含泥量的，尤其是对机制砂、石屑等细粉成分较多的细集料，测定其洁净程度，应当采用砂当量来表示。因此，砂当量比含泥量更科学、更客观地反映了细集料的性质。

2、砂当量的概念

砂当量是测定天然砂、人工砂、石屑等各种细集料中所含的粘性土或杂质的含量，以评定集料的洁净程度。

砂当量值是用一定量细集料中砂粒部分与细粒部分的体积比表示，适用于公称最大粒径不超过4.75mm 的集料。

一、技术要求

根据我国行业标准《公路沥青路面施工技术规范》（JTG F40—2004），见表 2-4-1

沥青混合料用细集料质量要求　　表 2-4-1

项　　目	单位	高速公路、一级公路	其他等级公路	试验方法
砂当量　　不小于	%	60	50	T 0334

三、试验依据：JTG E42-2005 《公路工程集料试验规程》。

四、技能实训

细集料砂当量试验（T 0334-2005）

一、试验目的和适用范围

本方法适用于测定天然砂、人工砂、石屑等各种细集料中所含的黏性土或杂质的含量，以评定集料的洁净程度。本方法适用于公称最大粒径不超过 4.75㎜ 的集料。

二、仪器设备：砂当量仪，配重活塞等

三、试验步骤

1、过 4.75 的筛。

2、测山砂的今水率(使今水率在 3%左右)。

3、用冲洗管将冲洗液加入试筒,直致最下面的 100 刻度线（约 80ml 冲洗液）。

4、称量 120g±1g 干料重的湿样，倒入竖立的试筒中。

5、用手撑反复敲打试筒下部，以除气泡，然后放置 10min。

6、试样静止 10min 后，试筒口塞上橡胶塞，固定在振荡机上。

7、开动振荡机，在 30S±1S 的时间内振荡 90 次。

8、将冲洗管插入试管中，用冲洗液冲洗试筒壁上的集料，然后迅速将冲洗管到试筒子底部，不断转动冲洗管。

9、缓慢匀速向上拔出冲洗管，且保持液面位于 308 刻度线时，切断冲洗液。

10、然后开动秒表静止 20min±15S。

11、在静止 20min 后用尺量测从试筒底部到絮状凝结物上面的高度 h1。

12、将配重活塞徐徐插入试筒里，直至碰到沉定物时，立即拧紧套筒上的固定螺丝，将活塞取出，

测高度 h2，同时测液体温度。

13、结果整理。

砂当量按式计算：

$$SE=H2/h*100$$

SE----试样的砂当量（%）

h2----试筒中活塞测定集料沉定物的高度（mm）。

h----试筒中絮凝物和沉定物的高度（mm）

课程名称	原材料试验	授课教师		审批	
授课班级		授课时间		课时	8
学习任务二	集料试验	学习活动5	粗集料密度试验		
教学目标	1．能理解表观密度、表干密度的概念、试验原理、试验步骤 2．能描述密度试验的操作步骤 3．能处理和分析试验数据				

教学过程策划		一、任务描述：粗集料密度试验是集料类试验的的基础，其密度大小直接影响到混合料的质量，这样就需要学生能熟练测定粗、细集料的密度，并能对数据进行正确处理，因此本次课练习测定粗集料密度。 二、活动引入 1、教师实训室讲解粗集料技术性质、试验方法、步骤及所用仪器设备，等内容，学生对照试验方法及步骤选择所用设备及方法，并进行试验前的安全教育及注意事项，学生仔细听讲、观察。 2、教师在实训室边讲解边演示密度的的测定方法步骤，学生仔细观测。 三、学生活动 1、全班学生分六个学习小组，由组长负责准备仪器设备。 2、选一名学生模仿操作，要求其他学生认真观察及时记下不规范操作， 四、学生进行操作、教师巡回指导：学生根据教师演示练习粗集料密度测定，并检验试验步骤是否正确并进行试验数据的正确记录。教师观察并指出操作中出现的问题，规范每个学生的操作。 五、成果展示、学生互评： 1、每小组派一名代表进行密度测定的操作，其余同学观测并互评。 2、学生分小组讨论，总结完成操作过程中的收获及存在的问题。 六、教师总结、点评： 教师点评学生操作过程中存在的问题，肯定成绩，指出不足。对学生作出评价并加以鼓励。

教学组织： 分组、点名

教学方法： 实 践 法

操作安全事项：

1、学生穿工作服进入实验室,不准大声喧哗,听从老师安排。

2、学生应自觉遵守实验室守则，未经老师许可不得动用任何仪器和设备。

讲授新课及演示操作：

学习活动 5 粗集料密度试验

试验目的：测定粗集料的表观相对密度、表干密度、毛体积相对密度及表观密度、表干密度、毛体积密度与吸水率

试验方法：网蓝法

试验仪器设备：浸水天平、吊蓝、溢流水槽、烘箱、毛巾、温度计、标准筛、盛水容器

试样制备：用 4.75mm 或 2.36mm 过筛，用四分法备两份

试验步骤：1、取试样一份 1000g 装入搪瓷盘中，加水使水面高出试样 2cm 浸泡 24h。

2、将吊蓝挂在天平上，浸入溢流水槽中，向溢流水槽中注水，至溢流孔，将天平调平。

3、将试样移入吊蓝中，称水中质量 m_w。

4、提起吊蓝，将粗集料倒在拧干的湿毛巾上，吸去自由水至表面无水迹，即为饱和面干状态。称表干质量为 m_f。

5、将集料置于浅盘中，放在烘箱中烘至恒重，冷却后称烘干质量 ma。

结果计算： 表观相对密度：$\gamma a=\frac{m_a}{m_a-m_w}$；

表观密度：$\rho_a=\gamma_a\times\rho_w$

表干相对密度：$\gamma s=\frac{m_f}{m_f-m_w}$；表干密度：$\rho_s=\gamma_s\times\rho_w$

毛体积相对密度：$\gamma_b=\frac{m_a}{m_f-m_w}$；毛体积密度：$\rho_b=\gamma_b\times\rho_w$

精度要求：两次平行试验，其相对密度相差不大于 0.02。

堆积密度：单位体积物质颗粒的质量。

振实密度、振捣密度：粗集料以紧密装填状态装入容器中的单位体积的质量。

巡回指导：发现问题及时提出并纠正。

实习总结：实习过程中发现存在的问题并及时解决。

课后作业：每个同学写粗集料密度试验的实习报告。

课程名称	原材料试验	授课教师		审批	
授课班级		授课时间		课时	8
学习任务二	集料试验	学习活动6	粗集料筛分试验		
教学目标	1．能按试验规程测出粗集料的级配 2．能描述粗集料筛分试验的操作步骤 3．能处理和分析试验数据				

教学过程策划		一、任务描述：粗集料中各组成颗粒的分级和搭配称为级配。是通过筛分完成的。是物理性质指标之一，是为矿质混合料组成设计提供依据、同时也能检测粗集料级配情况。 二、活动引入 1、教师实训室讲解粗集料技术性质、试验方法、步骤及所用仪器设备，等内容，学生对照筛分试验方法及步骤选择所用设备及方法，并进行试验前的安全教育及注意事项，学生仔细听讲、观察。 2、教师在实训室边讲解边演示的的测定方法步骤，学生仔细观测。 三、学生活动 1、全班学生分六个学习小组，由组长负责准备仪器设备。 2、选一名学生模仿操作，要求其他学生认真观察及时记下不规范操作。 四、学生进行操作、教师巡回指导：学生根据教师演示练习粗集料筛分测定，并检验试验步骤是否正确并进行试验数据的正确记录。教师观察并指出操作中出现的问题，规范每个学生的操作。 五、成果展示、学生互评： 1、每小组派一名代表进行筛分测定的操作，其余同学观测并互评。 2、学生分小组讨论，总结完成操作过程中的收获及存在的问题。 六、教师总结、点评：教师点评学生操作过程中存在的问题，肯定成绩，指出不足。对学生作出评价并加以鼓励。

教学组织： 分组、点名

教学方法： 实 践 法

操作安全事项：

1、学生穿工作服进入实验室,不准大声喧哗,听从老师安排。

2、学生应自觉遵守实验室守则，未经老师许可不得动用任何仪器和设备。

讲授新课及演示操作：

学习活动 6 粗集料筛分试验

一、试验目的：测定粗集料的颗粒组成。对水泥混凝土用粗集料可采用干筛法。对沥青混合料及基层用粗集料必须采用水洗法试验。本方法也适用于同时含有粗集料、细集料、矿粉的集料混合料筛分试验，如未筛碎石、级配碎石、天然砂砾等。

二、试验方法：干筛法

三、试验仪器设备：(1) 标准筛：根据需要选用规定的标准筛。 (2)摇筛机。

(3)天平或台秤：感量不大于试样质量的 0.1%

((4)其它：盘子、铲子、毛刷等。

四、试验步骤：(水泥混凝土用粗集料干筛法试验步骤)

1、备料——按规定将来料用分料器或四分法缩分至下表 1 要求的试样所需量，风干后备用。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。

2、烘干、称量(m_0)——取试样一份置 105℃±5℃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%。

3、选筛、筛分——将标准筛按由大到小的顺序排列逐个将集料过筛。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 0.1%为止；当采用摇筛机筛分时，应在摇筛机筛分后再逐个由人工补筛。将筛出通过的颗粒并人下一号筛，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。应确认 1min 内通过筛孔的质量确实小于筛上残余量的 0.1%。

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干燥总质量 m_0 相比，相差不得超过 m_0 的 0.5%。

五、结果处理：

1、计算各筛分计筛余量及筛底存量的总和与筛分前试样的干燥总质量 m_0 之差，作为筛分时的损耗，并计算损耗率，记入表 T0302-2 之第(1)栏，若损耗率大于 0.3%，应重新进行试验。

$$m_5=m_0-(\sum m_i+m_{底}) \qquad \text{(T0302-1)}$$

式中：m_5——由于筛分造成的损耗(g)；

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 0.075mm、0.15mm……至集料最大粒径的排序；

$m_{底}$——筛底(0.075mm以下部分)集料总质量(g)。

2、计算分计筛余百分率：$p_i^{'}=\dfrac{m_i}{m_0-m_5}\times 100$ ；各号筛上的筛余量/减去损耗后的总质量 m_0-m_5。

3、计算累计筛余百分率 A_i：各号筛的累计筛余百分率为该号筛以上各号筛的分计筛余百分率之和。$A_i=p_1+p_2+p_3+\cdots\cdots+p_n$

4、计算通过百分率。各号筛的质量通过百分率 P_i 等于 100 减去该号筛累计筛余百分率，，精确至 0.1％。

$Q_i=100-A_i$（100-累计筛余百分率）

5、由筛底存量除以扣除损耗后的干燥集料总质量计算 0.075mm筛的通过率。

6、试验结果以两次试验的平均值表示，记入表中，精确至 0.1％。当两次试验结果 $P_{0.075}$ 的差值超过 1％时，试验应重新进行。$P_{0.075}$——粗集料中小于 0.075mm的含量

巡回指导：发现问题及时提出并纠正。

实习总结：实习过程中发现存在的问题并及时解决。

课后作业：每个同学写粗集料筛分试验的实习报告。

课程名称	原材料试验	授课教师		审批	
授课班级		授课时间		课时	4
学习任务二	集料试验	学习活动7	粗集料针片状颗粒含量试验		
教学目标	最终目标： 1. 能理解粗集料、粗集料的针、片状颗粒含量的概念 2. 能描述粗集料的针、片状颗粒含量试验原理 3. 能正确使用仪器设备 4.				

		能按试验规程测出粗集料的针、片状颗粒含量 5. 能整理试验数据
教学过程策划		第一阶段　任务描述 粗集料针、片状颗粒含量是物理性质指标，是为水泥混凝土、沥青混合料配合比所用粗集料进行技术要求控制。以此下达任务书，测出粗集料的针、片状颗粒含量。 第二阶段　活动引入演示课件或录像 试验目的、认识仪器设备、试样准备、试验步骤、试验数据整理 第三阶段　示范与模仿 1、教师示范并讲解（四分法试样制备；试验操作步骤） 2、选一名学生模仿操作，要求其他学生认真观察，及时记下不规范操作。 3、学生点评 4、教师点评 第四阶段　学生活动 按下达的任务，让学生根据教师示范进行步骤操作 1．学生 4~5 人分为一个学习小组 2．每个小组的学生分工进行合作试验（轮流操作） 3. 以小组为单位，每位同学轮流单独操作 注：教师在学生活动时给予指导，发现问题及时纠正。 4．试验数据的整理 第五阶段 质量评定、展示成果 1．每小组成员派一名代表讲解试验步骤并展示记录成果 2．以小组总结试验注意事项 第六阶段　教师总结、讲解 1．教师对每个小组成果进行点评，肯定成果，指出不足 2．教师对普遍存在的问题归纳并重点讲解试验时的注意事项。

教学方法：讲授、演示、练习法

组织教学：清点人数，维持课堂纪律

基本知识

一、针、片状颗粒含量概念

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/426243242235010154