

装订线

特别提醒：

1. 本书用 A4 纸打印，沿装订线装订。
2. 本书用于实验指导，可用于听课笔记，可记录实验数据。
3. 本书非上交实验室。

《路基路面试验》

实验指导书



第_____组

姓名：_____

天津城建大学

装订线

装订线

目 录

实验室安全制度及注意事项·····	1
实验 1. 马歇尔稳定度试件成型实验·····	1
实验 2. 沥青混合料马歇尔稳定度实验·····	2
实验 3. 平整度测定和摩擦系数测定实验·····	4

实验室安全制度及注意事项

特别提醒：

1. 对试验采用的仪器和设备，其工作原理和调试方法都应有一定了解后才能使用，实验时不准动用与实验无关的仪器设备，
2. 试验实践是培养学生动手能力的一个重要环节，因此每个学生都必须亲自动手，分工协作，共同努力完成试验。
3. 试验过程中，要以科学态度仔细观察和分析试验现象，如有异常现象应及时报告指导教师设法排除。
4. 严格遵守实验室有关设备使用的操作规程。

实验 1 马歇尔稳定度试件成型实验

1. 试验目的：

掌握沥青混合料的制备方法。

2. 主要仪器设备：

2.1 击实仪：由击实锤、直径 $\Phi 98.5\text{mm}$ 平圆形压实头及带手柄的导向棒组成。用人工或机械将压实锤举起从 $457.2 \pm 1.5\text{mm}$ 高度沿导向棒自由落下击实，标准击实锤质量 $4536 \pm 9\text{g}$ 。

2.2 沥青混合料搅拌机：能保证拌和温度并充分拌和均匀，可控制拌和时间，容量不少于 10L。

2.3 脱模器：电动或手动，可无破损地推出圆柱体试件，备有要求尺寸的推出环。

2.4 试模：每种至少三组，由高碳钢或工具钢制成，每组包括内径 $101.6 \pm 0.2\text{mm}$ 、高 87.0mm 的圆柱形金属筒、底座、套筒各一个。

2.5 烘箱：装有温度调节器。

3. 试验内容：**3.1 混合料拌制：**

(1)将沥青混合料拌和机预热至拌和温度以上 10℃左右备用，石油沥青拌和温度控制在 140~160℃。

(2)将预热的粗细集料置于拌和机中，用小铲适当混合，然后再加入需要数量的已加热至拌和温度在的沥青，开动拌和机一边搅拌，一边将拌和叶片插入混合料中拌和 1~1.5min，然后暂停拌和，加入单独加热的矿粉，继续拌和至均匀为止，标准的总拌和时间为 3min。

3.2 试件成型：

(1)将拌和好的沥青混合料，均匀称取一个试件所需的用量，约 1200g。(调整 1100g)。

(2)从烘箱中取出预热的试模及套筒，用沾有少许黄油的棉纱擦拭套筒、底座及击实锤底面，将试模装在底座上，用小铲将混合料装入试模中，用插刀沿周边插捣 15 次，中间 10 次，将沥青混合料表面整平成凸圆弧面。

(3)待混合料温度符合要求的压实温度后（石油沥青控制在 110~130℃。）将试模连同底座一起放在击实台上固定，再将装有击实锤及导向棒的压实头插入试模中，启动马达将击实锤从 457mm 的高度自由落下，击实规定的次数（两面各击 35 次）。

(4)试件击实结束后，用卡尺量取试件离试模上口的高度并由此计算试件高度，要求高度符合 $63.5 \pm 1.3\text{mm}$ 。

(5)卸去套筒和底座，将装有试件的试模横向放置冷却至室温后，置脱模机上脱出试件，在室温静置 12 小时以上供试验用。

4. 试件制作（压实法）过程控制数据选择：

实验控制环节	实验控制数据
石油沥青试件拌和温度℃。	
石油沥青试件压实温度℃。	
单件沥青混合料称料质量（g）	
击实规定的次数	
试件高度符合（mm）	
室温静置时间	

实验 2 沥青混合料马歇尔稳定度实验

1. 试验目的:

- 1.1 掌握沥青混合料物理指标的测定方法。
- 1.2 掌握沥青混合料马歇尔稳定度的测定。

2. 主要仪器设备:

- 2.1 天平或电子秤, 用于称量矿物的分度值不大于 0.5g, 用于称量沥青的分度值不大于 0.1g。
- 2.2 浸水天平: 带有测量水中重物的悬吊网篮装置。
- 2.3 恒温水槽: 能保证水温于测定温度 $\pm 1^{\circ}\text{C}$ 的水槽, 深度不少于 150mm。
- 2.4 马歇尔试验仪: 由测定荷载与试件变形的压力环、流值计、钢球和上下压头等组成。

3. 试验内容:

3.1 沥青混合料物理指标测定

表观密度: 用水中称重法测定其表观密度, 按下式计算, 取 3 位小数。

$$\rho_s = \frac{m_a}{m_a - m_w} \rho_w$$

式中: ρ_s ——试件的表观密度 (g/cm^3);

m_a ——干燥试件的空气中质量 (g);

m_w ——试件的水中质量 (g);

ρ_w ——常温水的密度 ($\approx 1\text{g}/\text{cm}^3$)

表观密度试验结果:

试件 编号	干燥试件的空气中 质量 m_a (g)	试件的水中 质量 m_w (g)	试件的表观密度 ρ_s (g/cm^3)	ρ_s 平均值 (g/cm^3)
1				
2				
3				

3.2 沥青混合料马歇尔稳定度试验

用卡尺测量试件直径和高度, 将恒温水槽调节至要求的试验温度 ($60 \pm 1^{\circ}\text{C}$), 把试件置于已达规定温度的恒温水槽中保温 30~40min, 再将试件取出置于马歇尔试验仪的下压头上, 盖上上压头, 然后装在加载设备上, 将流值测定装置安装在导棒上, 使导向套管轻轻地压住上压头。

3.2.1 自动控制型马歇尔稳定度测定仪

沥青混合料类型: I 型沥青混凝土; 道路等级: 行人道路

实验项目	试件编号			各项目 平均值	合格判断 (是或否)
	1	2	3		
单个试件的稳定度 MS (kN)					
单个试件的流值 FL (mm)					
单个试件的马歇尔模数 $T = \frac{MS}{FL}$ (kN/mm)					—

调整流值计读数为零，同时调整压力环中百分表对零，启动加载设备，当试件荷载达到最大值的瞬间，取下流值计，同时读取压力环中百分表读数和流值计的流值读数。

3.2.2 手动控制型马歇尔稳定度测定仪

实验项目	试件编号			各 项 目 平 均 值
	1	2	3	
压力环系数 k (mm/kN)	0.073	0.073	0.073	
单个试件压力环百分表进程 (mm)	读数差值 ()	读数差值 ()	读数差值 ()	
单个试件的稳定度 $MS = \frac{\text{压力环百分表进程}}{\text{压力环系数}k}$ (kN)				
单个试件流值 FL (mm)	读数差值 ()	读数差值 ()	读数差值 ()	
单个试件的马歇尔模数 $T = \frac{MS}{FL}$ (kN/mm)				

4. 标准与规范:

《沥青路面施工及验收规范》(GB50092-1996) 第 7.3.3 条规定: 经配合比设计确定的各类沥青混凝土混合料的技术指标应符合表 7.3.3 的规定。

热拌沥青混合料马歇尔试验技术指标 (节选) 表 7.3.3

试验项目	沥青混合料类型	主干路	其他道路	行人道路
击实次数 (次)	I 型沥青混凝土	两面	两面	两面各 35
稳定度 (kN)	I 型沥青混凝土	>	>	>3.0
流值 (0.1mm)	I 型沥青混凝土	~	~	20~50

(机械式: 启动加载设备, 当试件荷载达到最大值的瞬间 (压力环百分表进程 > 0.22mm), 取下流值计, 同时读取压力环中百分表读数和流值计的流值读数)

5. 报告与结论:

内容: 表观密度; 自动控制型马歇尔稳定度测定仪测试的各项目平均值及合格判断; 手动控制型马歇尔稳定度测定仪测试的各项目平均值。

实验 3 平整度测定和摩擦系数测定实验

1. 三米直尺测定平整度试验方法

1.1 目的 本方法规定用三米直尺测定路表面的平整度, 定义三米直尺基准面距离路表面的最大间隙表示路基路面的平整度, 以 mm 计。

本方法适用于测定压实成型的路面各层表面的平整度，以评定路面的施工质量，也可用于路基表面成型后的施工平整度检测。

1.2 仪器与材料

三米直尺、楔形塞尺。

1.3 方法与步骤

沿行车道一侧车轮轮迹选两处路段，每处连续测量 10 尺。目测三米直尺底面与路面之间的间隙情况，确定最大间隙的位置。塞尺塞进最大间隙处，量测最大间隙的高度（mm），并求平均值。

平整度试验记录：

路面类型：沥青路面； 道路等级：其他等级公路

尺数	试验量测结果 h (mm) (小数点后保留一位)	合格判断 (是或否)
第 1 尺最大间隙 (mm)		
第 2 尺最大间隙 (mm)		
第 3 尺最大间隙 (mm)		
第 4 尺最大间隙 (mm)		
第 5 尺最大间隙 (mm)		
第 6 尺最大间隙 (mm)		
第 7 尺最大间隙 (mm)		
第 8 尺最大间隙 (mm)		
第 9 尺最大间隙 (mm)		
第 10 尺最大间隙 (mm)		
10 个最大间隙 h 平均值 (mm)		
不合格尺数 (个)		
合格率 (%)		

2. 连续式平整度仪测定平整度试验方法 (简)

2.1 目的与适用范围

2.1.1 本方法规定用连续式平整度仪量测路面的不平整度的标准差 σ ，以表示路面的平整度，以 mm 计，

2.1.2 本方法适用于测定路表面的平整度，评定路面的施工质量和使用质量，但不适用于在已有较多坑槽、破损严重的路面上测定。

2.2 仪器与材料技术要求

本方法需要下列仪器与材料：

(1) 连续式平整度仪；(2) 牵引车；(3) 皮尺或测绳；

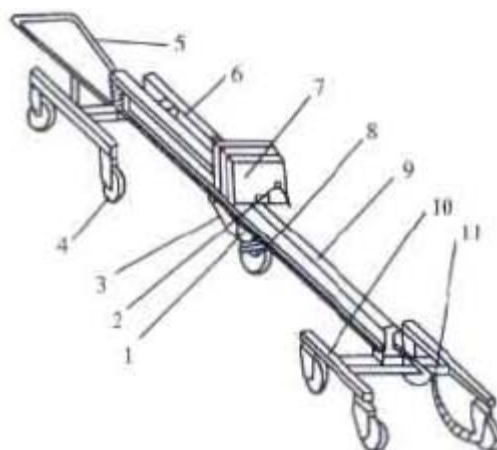
2.3 方法与步骤

2.3.1 准备工作：(1) 选择测试路段；(2) 确定标准测试位置；(3) 清扫路面；(4) 安装仪器。

2.3.2 测试步骤：(1) 将连续式平整度仪置于起点；(2) 连接好牵引，依次按手册操作；(3) 启动牵引；(4) 确认仪器正常工作。

路段较短时，可用人力牵引，需保持匀速。

2.4 计算 (简)



图：连续式平整度仪构造图

1-测量架；2-离合器；3-拉簧；4-脚轮；5-牵引架；
6-前架；7-记录计；8-测定轮；9-纵梁；10-后架；11-软轴

3. 摆式仪测定路面摩擦系数试验方法

3.1 目的与适用范围

本方法适用于以摆式摩擦系数测定仪（摆式仪）测定沥青路面、标线或其他材料试件的抗滑值，用以评定路面或路面材料试件在潮湿状态下的抗滑能力。

3.2 仪器与材料技术要求

本方法需要下列仪器与材料：

（1）摆式仪：形状及结构，摆及摆的连接部分总质量为 $1500\text{g} \pm 30\text{g}$ ，摆动中心至摆的重心距离为 $410\text{mm} \pm 5\text{mm}$ ，测定时摆在路面上滑动长度为 $126\text{mm} \pm 1\text{mm}$ ，摆上橡胶片端部距摆动中心的距离为 510mm ，橡胶片对路面的正向静压力为 $22.2\text{N} \pm 0.5\text{N}$ 。

（2）橡胶片：当用于测定路面抗滑值时，其尺寸为 $6.35\text{mm} \times 25.4\text{mm} \times 76.2\text{mm}$ 。橡胶质量应符合要求。当橡胶片使用后，端部在长度方向上磨损超过 1.6mm 或边缘在宽度方向上磨损超过 3.2mm ，或有油类污染时，即应更换新橡胶片。新橡胶片应先在干燥路面上测试 10 次后再用于测试。橡胶片的有效使用期从出厂日期起算为 12 个月。

（3）滑动长度量尺：长 126mm 。

（4）喷水壶。

（5）硬毛刷。

（6）路面温度计：分度不大于 1°C 。

（7）其他：扫帚、记录表格等。

3.3 方法与步骤

3.3.1 准备工作

（1）检查摆式仪的调零灵敏情况，并定期进行仪器的标定。

（2）按规程的方法，进行测试路段的取样选定。在横断面上测点应选在行车道轮迹处，且距路面边缘不小于 1m 。

3.3.2 测试步骤

（1）清洁路面：用扫帚或其他工具将测点处的路面打扫干净。

(2) 仪器调平。

①将仪器置于路面测点上，并使摆的摆动方向与行车方向一致。

②转动底座上的调平螺栓，使水准泡居中。

(3) 调零。

①放松紧固把手，转动升降把手，使摆升高并能自由摆动，然后旋紧紧固把手。

②将摆固定在右侧悬臂上，使摆处于水平释放位置，并把指针拨至右端与摆杆平行处。

③按下释放开关，使摆向左带动指针摆动。当摆达到最高位置后下落时，用手将摆杆接住，此时指针应指零。

④若不指零时，可稍旋紧或旋松摆的调节螺母。

⑤重复上述 4 个步骤，直至指针指零。调零允许误差为 ± 1 。

(4) 校核滑动长度。

①让摆处于自然下垂状态，松开固定把手，转动升降把手，使摆下降。与此同时，提起举升柄使摆向左侧移动，然后放下举升柄使橡胶片下缘轻轻触地，紧靠橡胶片摆放滑动长度量尺，使量尺左端对准橡胶片下缘；再提起举升柄使摆向右侧移动，然后放下举升柄使橡胶片下缘轻轻触地，检查橡胶片下缘应与滑动长度量尺的右端齐平。

②若齐平，则说明橡胶片两次触地的距离（滑动长度）符合 126mm 的规定。校核滑动长度时，应以橡胶片长边刚刚接触路面为准，不可借摆的力量向前滑动，以免标定的滑动长度与实际不符。

③若不齐平，升高或降低摆或仪器底座的高度。微调时用旋转仪器底座上的调平螺丝调整仪器底座的高度的方法比较方便，但需注意保持水准泡居中。

④重复上述动作，直至滑动长度符合 126mm 的规定。

(5) 将摆固定在右侧悬臂上，使摆处于水平释放位置，并把指针拨至右端与摆杆平行处。

(6) 用喷水壶浇洒测点，使路面处于湿润状态。

(7) 按下右侧悬臂上的释放开关，使摆在路面滑过。当摆杆回落时，用手接住，读数但不记录。然后使摆杆和指针重新置于水平释放位置。

(8) 重复 (6) 和 (7) 的操作 5 次，并读记每次测定的摆值。单点测定的 5 个值中最大值与最小值的差值不得大于 3。如差值大于 3 时，应检查产生的原因，并再次重复上述各项操作，至符合规定为止。

取 5 次测定的平均值作为单点的路面抗滑值（即摆值 BPN_t ），取整数。

(9) 在测点位置用温度计测记潮湿路表温度，准确至 1°C 。

(10) 每个测点由 3 个单点组成，即需按以上方法在同一测点处平行测定 3 次，以 3 次测定结果的平均值作为该测点的代表值（精确到 1）。

3 个单点均应位于轮迹带上，单点间距离为 3~5m。该测点的位置以中间单点的位置表示。

3.4 抗滑值的温度修正

当路面温度为 t ($^\circ\text{C}$) 时，测得的摆值为 BPN_t 必须按式

$$BPN_{20} = BPN_t + \Delta BPN$$

换算成标准温度 20°C 的摆值 BPN_{20} 。

式中： BPN_{20} ——换算成标准温度 20°C 时的摆值；

BPN_t ——路面温度 t 时测得的摆值；

ΔBPN ——温度修正值按表采用。

温度修正值

温度 ($^\circ\text{C}$)	0	5	10	15	20	25	30	35	40
温度修正值 ΔBPN	-6	-4	-3	-1	-0	+2	+3	+5	+7

3.5 实验数据整理

测点序号: I; 路面类型: 沥青路面; 道路等级: 其他等级公路; 洒水路面温度: ℃

测点	每个单点测试 5 次					单点路面抗滑值 (摆值) BPN_t (5 次平均)	测点代表值 BPN_t (3 个单点 平均)
	1 次	2 次	3 次	4 次	5 次		
第 1 单点							
第 2 单点							
第 3 单点							

测点序号: II; 路面类型: 沥青路面; 道路等级: 其他等级公路; 洒水路面温度: ℃

测点	每个单点测试 5 次					单点路面抗滑值 (摆值) BPN_t (5 次平均)	测点代表值 BPN_t (3 个单点 平均)
	1 次	2 次	3 次	4 次	5 次		
第 1 单点							
第 2 单点							
第 3 单点							

抗滑值的温度修正与判断

测点	路面温度 t 时测得的摆值	温度修正值 ΔBPN	换算成标准温度 20°C 时的摆值 BPN_{20}	合格判断 (是或否)
第 I 测点				
第 II 测点				

4 标准与规范:

《公路沥青路面养护技术规范》(JTJ073.2-2001) 规定:

平整度、抗滑性能硬破损状况的养护质量标准 (节选) 表 3.2.1-1

序号	项 目		高速公路、一级公路	其他等级公路
1	平整度(mm)	三米直尺	≤ 7	≤ 10
2	抗滑性能	摆式仪摆值 BPN	—	≥ 32

5. 报告与结论:

内容: 10 个最大间隙平均值、不合格尺数、合格率; 各测点换算成标准温度时的摆值及合格判断。