

中华人民共和国行业标准

# 柔性路面设计参数测定方法标准

Standard for test method of the flexible  
pavement design parameter

CJJ/T 59—94

WWW.SINOAEC.COM

中国建筑资讯网

1995 北京

中华人民共和国行业标准

# 柔性路面设计参数测定方法标准

**Standard for test method of the flexible pavement  
design parameter**

**CJJ/T 59—94**

主编单位：北京市市政设计研究院

批准部门：中华人民共和国建设部

施行日期：1995年6月1日

# 关于发布行业标准《柔性路面设计参数 测定方法标准》的通知

建标〔1994〕733号

根据建设部(88)城标字第141号文的要求,由北京市市政设计研究院主编的《柔性路面设计参数测定方法标准》,业经审查,现批准为推荐性行业标准,编号CJJ/T59—94,自1995年6月1日起施行。

本标准由建设部城镇道桥标准技术归口单位北京市市政设计研究院负责归口管理,主编单位负责具体解释等工作,建设部标准定额研究所负责组织出版。

中华人民共和国建设部  
1994年12月5日

中国建筑资讯网  
WWW.SINOCS.COM

# 目 次

1. 总则 .....	1
2. 符号 .....	2
3. 土基回弹模量测定方法 .....	4
3.1 标准承载板测定方法 .....	4
3.2 室内小型承载板测定方法 .....	8
3.3 用 CBR 试验仪测定方法 .....	11
4. 路面材料回弹模量测定方法 .....	15
4.1 标准承载板测定方法 .....	15
4.2 整体性材料室内抗压回弹模量测定方法 .....	17
5. 整体性材料弯拉强度与弯拉模量测定方法 .....	32
5.1 弯拉强度与弯拉模量测定方法 .....	32
6. 沥青混合料高温抗剪强度与抗压模量测定方法 .....	44
6.1 闭式静载三轴压缩抗剪强度测定方法 .....	44
6.2 高温抗压回弹模量测定方法 .....	51
7. 路面结构整体强度测定方法 .....	56
7.1 路表回弹弯沉值测定方法 .....	56
7.2 以汽车测弯沉值求旧路当量回弹模量的测定方法 .....	58
附录 A 土基参数测定记录 .....	60
A.1 标准承载板、含水量、密度试验记录 .....	60
A.2 室内小型承载板试验记录 .....	63
A.3 CBR 试验仪测定记录 .....	64
附录 B 整体性材料抗压回弹模量测定记录 .....	66
B.1 标准承载板测定路面材料抗压回弹模量测定记录 .....	66
B.2 沥青混合料、半刚性材料抗压回弹模量测定记录 .....	67
附录 C 整体性材料弯拉强度与模量测定记录 .....	70
C.1 整体性材料弯拉强度与模量测定记录 .....	70

附录 D	沥青混合料高温抗剪强度与抗压模量测定记录 .....	74
D.1	沥青混合料高温抗剪强度测定记录 .....	74
D.2	沥青混合料高温抗压回弹模量测定记录 .....	77
附录 E	路面结构整体强度测定记录 .....	79
E.1	路表回弹弯沉值测定记录 .....	79
附录 F	本标准用词说明 .....	80
附加说明	.....	81

WWW.SINOAEC.COM

中国建筑资讯网

## 1. 总 则

**1.0.1** 为执行《城市道路设计规范》，统一柔性路面设计参数试验值的试验方法与数据整理，制定本标准。

**1.0.2** 本标准适用于城市道路路面设计中有关土基、路基路面材料及整体结构的性能试验。

**1.0.3** 柔性路面设计参数测定方法除执行本标准外，尚应符合现行《城市道路设计规范》(CJJ37)等有关标准的规定。

WWW.SINOAEC.COM

中国建筑资讯网

## 2. 符号

2.0.1 柔性路面设计参数符号应符合表 2.0.1 的规定。

表 2.0.1

序号	符号	含义
1	$A$	试件截面积 ( $\text{cm}^2$ )
2	$A_c$	试件受压面积 ( $\text{m}^2$ )
3	$\alpha$	汽车加载时回弹变形总影响量 (0.01mm)
4	$\alpha_p$	承载板单位压力为 $p$ 时的影响量 (0.01mm)
5	$b$	梁的跨中宽度 (m)
6	$c$	材料的粘结力 (MPa)
7	$d$	承载板直径 (cm)
8	$E_{ac}$	路面材料的抗压回弹模量 (MPa)
9	$E_{am}$	路面材料的弯拉回弹模量 (MPa)
10	$E_n$	土基回弹模量 (MPa)
11	$E_s$	旧路路表当量回弹模量 (MPa)
12	$e_i$	在标距范围内对应于 $\sigma_{ci}$ 的抗压回弹变形 (mm) 或在标距范围内对应于 $\sigma_{mi}$ 的弯拉回弹变形 (mm)
13	$f_m$	弯拉强度 (MPa)
14	$h$	梁的跨中高度 (m)
15	$h_o$	抗压试件的测定标距 (mm)
16	$h'$	沥青路面面层厚度 (cm)
17	$l$	梁的跨距 (m); 或回弹弯沉测定时加载读数与卸载读数之差 (0.01mm)
18	$l_n$	标准轴载汽车测定的回弹弯沉值 (cm)
19	$l_i$	对应于 $p_i$ 的实测回弹弯沉值 (cm)

序号	符号	含义
20	$l_k$	与轮胎等压强 $p_t$ 时的标准承载板回弹弯沉值 (cm)
21	$l_0$	弯拉试件的测定标距 (mm)
22	$l_T$	路面温度为 $T$ ( $^{\circ}\text{C}$ ) 时的路表回弹弯距沉值 (cm)
23	$P_u$	破坏荷载 (kN)
24	$P'_u$	参考破坏荷载 (kN)
25	$P_i$	第 $i$ 级荷载 (kN)
26	$P_k$	标准荷载 (kN)
27	$P_n$	试验荷载 (kN)
28	$P_i$	承载板上第 $i$ 级压力 (MPa)
29	$P_t$	标准轴载汽车胎压强 (MPa)
30	$T_m$	沥青路面面层平均温度 ( $^{\circ}\text{C}$ )
31	$T_5$	测定时路面表面温度与前 5h 平均气温之和 ( $^{\circ}\text{C}$ )
32	$V$	试件的体积 ( $\text{cm}^3$ )
33	$W$	试样含水量 (%)
34	$X_i$	各项试验实测值
35	$X_m$	试验值的平均值
36	$\Delta_i$	各试验值的相对误差 (%)
37	$\varepsilon_c$	压应变
38	$\varepsilon_m$	弯拉应变
39	$\lambda_c$	压实系数
40	$\mu_1$	将汽车弯沉值 $l_n$ 换算为标准承载板弯沉值 $l_k$ 的系数
41	$\gamma$	材料的泊松比
42	$\gamma_n$	土基的泊松比
43	$\rho_d$	试件的干密度 ( $\text{g}/\text{cm}^3$ )
44	$\sigma_c$	压应力 (MPa)
45	$\sigma_m$	弯拉应力 (MPa)
46	$\sigma_0$	$\sigma-\varepsilon$ 直线在 $\sigma$ 轴上的截距 (MPa)
47	$\varphi$	材料的内摩擦角 ( $^{\circ}$ )
48	$\Psi_T$	温度修正系数



### 3. 土基回弹模量测定方法

#### 3.1 标准承载板测定方法

**3.1.1** 本方法适用于在现场采用 **30cm** 标准单圆刚性承载板测定旧路土基、新竣工土基和试槽土基的回弹模量。

**3.1.2** 测试设备应符合下列要求：

(1) 测试用汽车一辆，后轴轴载 **60kN** 或 **100kN**。在汽车大梁上距后轴 **80cm** 处附设加劲横梁一根。试验汽车按规定荷载 **60kN** 或 **100kN** 加载。如在试槽测定，可用反力架加载。

(2) 刚性承载板一块，直径 **30cm**，厚约 **2cm**，两端设有立柱，用于安置弯沉仪的测头。

(3) **60~100kN** 液压千斤顶一个，装有油压表，并附标定曲线。

(4) 弯沉仪两台，附百分表及支架两套，见图 **3.1.2**。

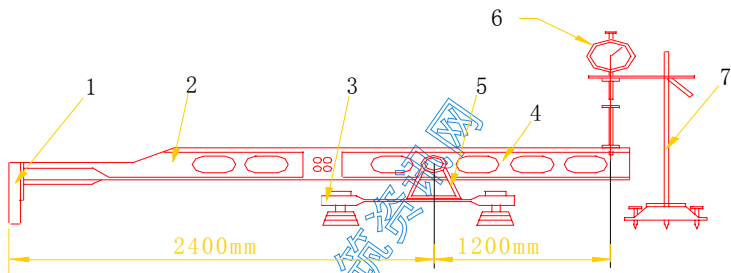


图 3.1.2 弯沉仪

1—测头；2—前杠杆；3—调平螺丝；4—后杠杆；

5—底座；6—百分表；7—表架；8—立杆

(5) 接高千斤顶的垫块数个，球形支座一个及能接长承载板两侧立柱的铁杆。

(6) 水平尺、垂球、秒表、2m 钢卷尺等。

(7) 标准砂。

(8) 开挖与整平工具，镐、铁锹、小铲等。

(9) 天平：称量 200g，感量 0.1g 的一架；称量 1000g，感量 1g 的一架。

(10) 取含水量的麻花钻或洛阳铲与取密度的环刀、手柄等。

(11) 铝盒若干个、取土布袋、安全标志、指挥行车的红绿旗等。

**3.1.3 标准承载板测定土基回弹模量试验应符合下列要求：**

**3.1.3.1** 现场试验测试路段应选择在机动车车行道的土基或已竣工的压实土基上，并应考虑不同土组、不同干湿类型。

**3.1.3.2** 为求得不同含水量及不同压实度的土基回弹模量可在试槽进行测定，要求如下：

(1) 可挖成试槽长 3m，宽 2m，深 1m，填土应分层压实，控制要求的密度和含水量。完工后应覆盖，以免水分蒸发。

(2) 测点中心距试槽边缘不应小于 50cm，测点中心间距不小于 50cm。

(3) 测点数不应少于 7 个。测点布置见图 3.1.3-1。

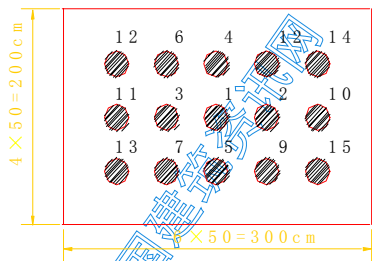


图 3.1.3-1 试槽测点布置

**3.1.3.3 测定方法应按下列步骤进行：**

(1) 仔细整平测点土基表面，撒标准砂填平土基凹处，标准砂不应覆盖全部土基表面而形成一层。平放承载板，使底部紧密

接触土基表面。

(2) 在承载板上安置柱状体垫块和球形支座。在球形支座上加橡皮垫。

(3) 两台弯沉仪的测头分别安装在承载板两端立柱上或立柱旁，使两边距离相等。调平弯沉仪支座。架设量测变形用的百分表。

(4) 汽车后退，使加劲横梁中心对准球座中心位置。然后安装千斤顶并调整千斤顶高度，使承载板开始受压。试验装置见图 3.1.3-2。

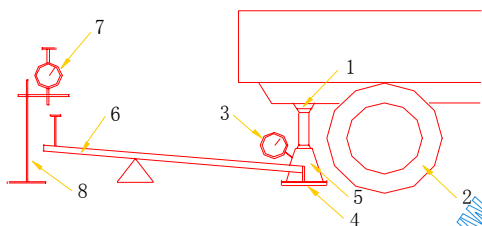


图 3.1.3-2 承载板试验装置

1—支承小横梁；2—汽车后轮；3—千斤顶油压表；4—承载板；  
5—千斤顶；6—弯沉仪；7—百分表；8—表架

(5) 为使承载板底面与施测表面紧密接触，应进行预压。预压采用  $0.05\text{MPa}$ ，稳压  $1\text{min}$  后卸荷，将弯沉仪上百分表对零。对于湿软土基应根据实际情况确定预压荷载，以保证接触紧密。

(6) 测定土基压力—变形曲线，采用逐级加、卸载法，每次加载并稳压  $1\text{min}$  后记录百分表读数，卸载稳压  $1\text{min}$  后记录百分表读数。左右两台弯沉仪的读数误差不得超过  $30\%$ 。如超过，应分析原因并重测。

加、卸载的程序如下，但结合实际情况可适当调整。

$0 \rightarrow 0.02\text{MPa} \rightarrow 0$

$0 \rightarrow 0.04\text{MPa} \rightarrow 0$

$0 \rightarrow 0.06\text{MPa} \rightarrow 0$

$0 \rightarrow 0.08\text{MPa} \rightarrow 0$

0→0.10MPa→0

0→0.15MPa→0

0→0.20MPa→0

(7) 逐级加卸载完毕后,记录百分表读数。汽车驶离测点 10m 以外,稳定 1min 后,记录百分表读数。该读数与最后一级卸载百分表读数之差为总影响量  $a$  (0.01mm)。

各级加载时回弹变形影响量  $a_p$ (0.01mm) 表 3.1.3

承载板 单位压力 $p$ (MPa)	后轴轴载 (kN)	
	60	100
0.02	0.028 $a$	0.017 $a$
0.04	0.056 $a$	0.034 $a$
0.06	0.085 $a$	0.051 $a$
0.08	0.113 $a$	0.068 $a$
0.10	0.141 $a$	0.085 $a$
0.15	0.212 $a$	0.127 $a$
0.20	0.282 $a$	0.170 $a$
0.25	0.353 $a$	0.212 $a$
0.30	0.424 $a$	0.254 $a$
0.40	0.565 $a$	0.339 $a$
0.50	0.707 $a$	0.424 $a$
0.60	0.848 $a$	0.509 $a$
0.70	0.990 $a$	0.594 $a$

注:表中  $a$  为总影响量 (0.01mm)

各级荷载回弹变形值分别与表 3.1.3 所列影响量  $a_p$  (此表适用于加劲横梁距后轴为 80cm 时) 相加为回弹弯沉值  $l_{10}a_p$  的计算式如下:

$$a_p = \frac{1}{4} \pi d^2 P_i \frac{l + l_1}{1} \cdot \frac{1}{P_0} a \quad (3.1.3)$$

式中  $a_p$ ——承载板单位压力为  $P$  时的影响量 (0.01mm);

$d$ ——承载板直径，采用 30cm；

$P_i$ ——承载板分级测定时，各级荷载 (kN)；

$l$ ——汽车前轴至后轴轴中线的间距 (m)；

$l_1$ ——承载板中心至后轴轴中线的间距，为 0.8m；

$P_0$ ——汽车后轴的总荷载 (kN)；

$a$ ——总影响量 (0.01mm)。

(8) 如需要，每组测点可进行密度和含水量试验，可为：在土基深 80cm 范围内，密度每 20cm 深取一个，含水量每 10cm 取一个，采用算术平均值，并计算其压实度与相对含水量。

(9) 测试完毕后，根据需要可取土样做室内的物理及力学试验。取土量应满足试验要求。

**3.1.4 数据整理方法与内容应符合下列要求：**

**3.1.4.1 各级荷载的回弹弯沉值  $l_i$  (cm)** 为加载读数与卸载读数的差值与相应分级影响量相加。

**3.1.4.2 数据整理应符合下列规定：**

以单位压力  $p$  为横坐标，回弹弯沉  $l$  为纵坐标，绘制  $p-l$  关系曲线。

取单位压力 0.1MPa 以内的  $p_i$  与  $l_i$  值用线性归纳法计算土基回弹模量，计算式如下：

$$E_n = \frac{\pi \cdot d}{4} (1 - \gamma_n^2) \frac{\sum p_i}{\sum l_i} \quad (3.1.4)$$

式中  $E_n$ ——土基回弹模量 (MPa)；

$d$ ——承载板直径，采用 30cm；

$\gamma_n$ ——土基的泊松比，新土基取 0.35，旧土基取 0.3；

$p_i$ ——承载板上第  $i$  级单位压力 (MPa)；

$l_i$ ——对应于  $p_i$  的回弹弯沉 (cm)。

**3.1.5 记录内容与记录格式应符合本标准附录 A 中表 A.1.1、表 A.1.2、表 A.1.3 要求。**

## 3.2 室内小型承载板测定方法

**3.2.1 在室内用直径为 5cm 的小型承载板测定土基回弹模量，**

并通过系统试验取得小型承载板试验值与现场承载板试验值的关系，以便将室内测定结果换算为现场承载板回弹模量值。

**3.2.2 适用范围为土样粒径不大于 5mm。**

**3.2.3 测试设备应符合下列要求：**

(1) 杠杆压力仪 1 台，最大压力 1.5kN。见图 3.2.3-1。

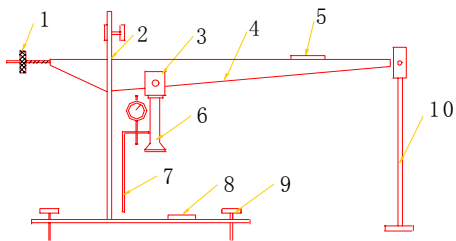


图 3.2.3-1 杠杆压力仪

1—调平砝码；2—立柱；3—加压杆；4—水平杠杆；5—水平气泡；  
6—加压球座；7—百分表架；8—底座气泡；9—调平脚螺丝；10—加载架

(2) 小型承载板 1 块，直径 5cm。

(3) 金属试筒若干个，内径 152mm、高 170mm，套环高 50mm，筒内垫块直径 151mm、高 50mm，见图 3.2.3-2。

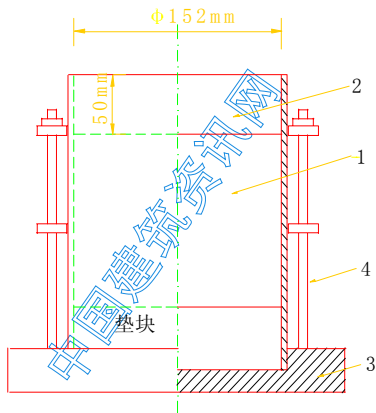


图 3.2.3-2 室内小型承载板试验的试筒

1—试筒；2—套环；3—夯击底板；4—拉杆

- (4) 百分表 2 套。
- (5) 秒表 1 块。
- (6) 天平 1 架，称量 200g，感量 0.01g。
- (7) 台秤 1 台，称量 10kg，感量 1~5g。
- (8) 圆孔筛 1 个，孔径 5mm。
- (9) 量杯，50mL、100mL、500mL 各 1 个。
- (10) 刮土刀 1 把，长 150~200mm，宽 20mm。
- (11) 拌合工具，400mm×600mm、深约 70mm 的金属盘和小铲等。

(12) 脱模器。

(13) 铝盒及烘箱。

### 3.2.4 试件制备应符合下列规定：

3.2.4.1 每组试件不得少于 3 个。

3.2.4.2 为取得室内小型与现场承载板测定值的关系，室内试验应采用现场承载板测点的土质，按现场承载板测点含水量和实测密度控制。如为取得设计值，则应按不利年份不利季节含水量及密度控制。

按现行的《土工试验方法标准》“击实试验”准备土样。根据工程要求，选择重型或轻型击实标准制做不同含水量和不同干密度的试件，以便对资料进行分析。

### 3.2.5 测定方法应按下列步骤进行：

3.2.5.1 将带试筒的试件倒置放在杠杆压力仪上，平放承载板，调平杠杆，使加压砝码的一端略翘上，安置百分表。

3.2.5.2 加、卸载的程序如下，但可结合实际情况进行调整。

0→0.02MPa→0

0→0.04MPa→0

0→0.06MPa→0

0→0.08MPa→0

0→0.10MPa→0

0→0.14MPa→0

0→0.18MPa→0

0→0.22MPa→0

0→0.26MPa→0

**3.2.5.3** 施加第一级荷载，待荷载作用稳压 1min 时，记录百分表读数。卸去荷载，1min 后记录百分表读数。如此逐级进行直至最后一级荷载。

**3.2.5.4** 加卸载完毕后，如需要可测定试样密度及含水量。

**3.2.6** 数据整理应包括下列内容：

**3.2.6.1** 回弹弯沉值计算

第  $i$  级荷载下的回弹弯沉  $l_i$  (cm) 为该级加载读数与卸载读数之差。

**3.2.6.2** 数据整理

数据的计算与整理同第 3.1.4 条，平行试验可按平均值±1.5 倍均方差取用。

**3.2.6.3** 记录内容与格式

记录内容、记录格式与计算实例应符合本标准附录 A.2 要求。

### 3.3 用 CBR 试验仪测定方法

**3.3.1** 本方法为在室内利用 CBR 试验仪，用原土含水量测定 CBR 值，可同时测其回弹模量值，以取得相关关系。

**3.3.2** 适用范围为土样粒径不大于 20mm。

**3.3.3** 测试设备应符合下列要求：

(1) CBR 试验仪 1 套见图 3.3.3，或马歇尔试验加载设备。

(2) 金属试筒若干个，内径 152mm、高 170mm，套环高 50mm，筒内垫块直径 151mm、高 50mm，见图 3.2.3-2。

(3) 圆孔筛，孔径 20mm、5mm 各 1 个。

(4) 夯锤和导管，夯锤的底面直径 50mm，总重 4.5kg，夯锤在导管内总行程为 450mm。

(5) 金属贯入柱 1 个，端面直径 50mm，长约 100mm。



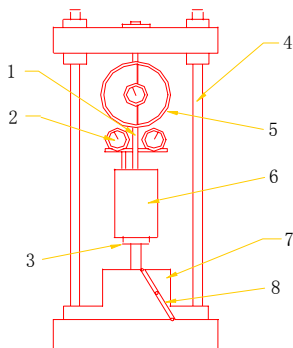


图 3.3.3 CBR 试验仪

1—贯入杆；2—百分表；3—升降台；4—框架；  
5—应力环；6—试件；7—蜗轮蜗杆箱；8—摇把

(6) 百分表 3 块。

(7) 半圆形压重砝码 4 块，重 1.25kg。

(8) 拌合容器与刮刀等。

(9) 台秤 1 台，称量 20kg，感量 10g。

### 3.3.4 试件制备应符合下列规定：

3.3.4.1 每组试件不得少于 3 个。

3.3.4.2 采取有代表性土样，风干后进行粉碎，然后将土样用 20mm 筛筛除大于 20mm 的颗粒，并记录百分率。

3.3.4.3 试件制备应按下列步骤进行：

(1) 试样含水量与密度采用现场承载板测点土质含水量与密度，也可按预定土质含水量与密度。

(2) 每个试件所需土样的数量  $m$  (g) 按下式计算：

$$m = V \left( 1 + \frac{W}{100} \right) P_d \quad (3.3.4)$$

式中  $V$ ——试件的体积 ( $\text{cm}^3$ )；

$W$ ——试样含水量 (%)；

$P_d$ ——试件的干密度 ( $\text{g}/\text{cm}^3$ )。

(3) 按上述数量称取土样并分成三等份，用湿布覆盖，以防

水分蒸发。

(4) 取一份试料，倒入试模筒内，整平其表面，并稍加压紧，用夯锤进行击实，使击实后试料高度为试筒高  $1/3$  (4cm)。经过几次试夯，求得合适的锤击次数。用刮刀将击实层表面刮松，装入第二层土样，用同样的锤击次数进行夯实，夯实后土样的高度约为筒高的  $2/3$  (8cm)。然后，如前所述夯击第三层，第三层击实后，试件的高度应在试筒顶，取下套环，用刮刀整平表面，称量试筒和试件的合重。

**3.3.5 测定方法应按下列步骤进行：**

(1) 在试件上加 **5kg** 压重砝码。

(2) 将试件安装在 **CBR** 试验仪上，将贯入柱安置在试件的中央使其与试件贴紧，预加不超过 **50N** 的荷载（相当预压 **0.025MPa**），作为试验零荷载。

(3) 将应力环的百分表和测变形的百分表指针都调到零。

(4) 将贯入柱以 **1mm/min** 的速度贯入试件，平稳地施加荷载，记录对应于贯入量为 **0.5、1.0、1.5、2.0、2.5、3.0、4.0、5.0、7.5mm** 时应力环的百分表读数。

(5) 记录最后贯入量时的应力环百分表读数后，卸去荷载，将试件从 **CBR** 试验仪取下。

(6) 用脱模器将土样从试筒内压出。在试件上、中、下部分混合取样，测定其含水量。

**3.3.6 数据整理应按下列要求进行：**

**3.3.6.1 CBR 曲线原点修正如下：**用试验中测得的荷载和贯入量绘制荷载—贯入量曲线。由于试件表面与贯入柱接触不良等原因曲线不能通过坐标原点时，需要修正。修正方法如下：将贯入曲线上贯入量为 **2.5mm** 以前最靠近原点的直线段延长。延长线与横轴的交点作为修正后的原点，见图 **3.3.6**。

**3.3.6.2 CBR 值应按下式计算：**

$$\text{CBR} = \frac{P_s}{P_k} \times 100 \quad (3.3.6)$$

式中  $CBR$ ——加州承载比 (%)；

$P_s$ ——贯入深度所对应施加的试验荷载 (kN)；

$P_k$ ——贯入同一深度时标准荷载 (kN)。

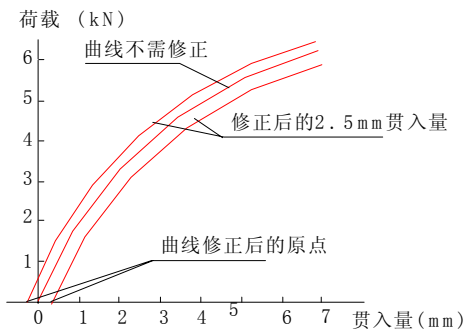


图 3.3.6 荷载—贯入量曲线

标准荷载是以高质量机轧碎石经过加州承载比试验的平均值，把它定为  $CBR$  值 100%。国际标准见表 3.3.6。

标准荷载强度与标准荷载值

表 3.3.6

贯入量 (mm)	标准荷载强度 (MPa)	标准荷载 $P_k$ (kN)
2.5	6.89	13.54
5.0	10.34	20.31
7.5	13.10	25.72
10.0	15.86	31.14
12.5	17.93	35.20

### 3.3.6.3 $CBR$ 值的确定

$CBR$  值应取 2.5mm 贯入量的对应值。当 5mm 贯入量所对应的  $CBR$  值大于 2.5mm 对应值时，应重制试件再作试验。如 5mm 贯入量所对应的  $CBR$  值仍大于 2.5mm 贯入量的结果，则取用 5mm 贯入量对应的  $CBR$  值。

3.3.6.4 记录内容、记录格式与计算实例应符合本标准附录 A.3 要求。

## 4. 路面材料回弹模量测定方法

### 4.1 标准承载板测定方法

**4.1.1** 本方法适用于在现场采用 **30cm** 标准单圆刚性承载板测定路面整层材料的抗压回弹模量及旧路当量抗压回弹模量。

**4.1.2** 测试设备应符合第 **3.1.2** 条中 (1) ~ (8) 的要求, 并应有测定材料密度的仪器一套。

**4.1.3** 试验方法应符合下列规定:

**4.1.3.1** 整层试槽应修筑在干燥、中湿路段, 挖成 **3m×2m×1m** 的坑。严格控制材料组成及配比的均一性。材料须分层压实, 并达到施工规范规定的压实度。

**4.1.3.2** 试槽测点布置应符合本标准第 **3.1.3.2** 款的规定。

**4.1.3.3** 对模量随龄期变化的材料, 根据材料性质及使用要求确定龄期。

**4.1.3.4** 整层材料回弹模量的测定应按以下步骤进行:

(1) 将测定处路面尘土扫净, 撒标准砂填平路表凹处。标准砂不可覆盖路表面而形成一层。平放承载板并正反方向转动, 使其底部与路面全部接触。用水平尺检验承载板各方向的水平。

(2) 后退测试汽车至测点处, 使加劲横梁中心对准承载板中心。在承载板中心安装筒形垫块和球座, 球座上面放千斤顶。上升千斤顶活塞螺杆, 使活塞螺杆顶面与小横梁底面中心处紧密接触, 并检查千斤顶安装是否垂直, 此时调整千斤顶压力表读数为零。

(3) 将弯沉仪的测头放在承载板两端的立柱顶 (如测点路面高也可放在立柱旁的承载板顶面), 并将两台弯沉仪以测点为中心成八字形放置两边, 调平弯沉仪支座水准泡, 在弯沉仪后杠杆的

立柱上安装好百分表。

(4) 测试前应进行预压,采用  $0.1\text{MPa}$ , 稳压  $1\text{min}$  后卸荷,将弯沉仪上百分表对零。

(5) 测定路面压力与变形,采用逐级加载卸载法。沥青混凝土面层及柔性基层每次稳压  $1\text{min}$ , 半刚性基层每次稳压  $0.5\text{min}$ , 然后记录加载与卸载读数。左右两台弯沉仪的读数误差不应超过  $30\%$ , 如超过应分析原因并重测。

对基层、垫层材料用 5 级荷载, 对面层材料与旧路用 7 级荷载。加、卸载的程序如下:

$0 \rightarrow 0.1\text{MPa} \rightarrow 0$

$0 \rightarrow 0.2\text{MPa} \rightarrow 0$

$0 \rightarrow 0.3\text{MPa} \rightarrow 0$

$0 \rightarrow 0.4\text{MPa} \rightarrow 0$

$0 \rightarrow 0.5\text{MPa} \rightarrow 0$

$0 \rightarrow 0.6\text{MPa} \rightarrow 0$

$0 \rightarrow 0.7\text{MPa} \rightarrow 0$

加载级数可结合实际情况适当调整。

(6) 卸下千斤顶, 注意不要碰动弯沉仪。

(7) 汽车驶离测点  $10\text{m}$  以外。稳定  $1\text{min}$  后, 记录百分表读数。该读数与最后一级卸载读数之差, 为汽车后轴轴载对承载板的总影响量  $a$  ( $0.01\text{mm}$ )。

各级荷载回弹变形值分别与表 3.1.3 所列影响量相加, 为各级荷载的计算回弹变形值。

(8) 试槽内道路材料应进行密度测试, 每  $20\text{cm}$  深做一个。以其算术平均值作为试槽材料密度。

#### 4.1.3.5 旧路当量回弹模量的测定应按以下步骤进行:

在旧路选取代表性路段, 于不利季节 (即路面整体强度处于全年最低的时期), 按本标准第 4.1.3.4 款中第 (1) 至第 (7) 项的规定测定回弹模量。如在非不利季节测定时, 回弹模量值应进行季节修正, 季节修正系数根据各地实测总结而得。

4.1.4 数据整理应按下列要求进行:

4.1.4.1 按式(4.1.4-1)计算各级荷载下的回弹弯沉。

$$l_i = (l + a_p) \times 10^{-3} \quad (4.1.4-1)$$

式中  $l_i$ ——各级荷载下的回弹弯沉 (cm);

$l$ ——加载读数与卸载读数之差 (0.01mm);

$a_p$ ——承载板单位压力为  $p$  时的影响量 (0.01mm) 见表 3.1.3。

4.1.4.2 取各级荷载的  $p_i$  与  $l_i$  值,以线性归纳法应按下列式计算材料的回弹模量:

$$E_c = \frac{\pi d}{4} (1 - v^2) \frac{\sum p_i}{\sum l_i} \quad (4.1.4-2)$$

式中  $E_c$ ——材料回弹模量 (MPa);

$d$ ——承载板直径,采用 30cm;

$v$ ——材料的泊松比,旧路取 0.3,整层材料取 0.25;

$p_i$ ——承载板上第  $i$  级单位压力 (MPa);

$l_i$ ——对应于  $p_i$  的实例回弹弯沉 (cm)。

4.1.5 记录格式应符合本标准附录 B.1 要求。

## 4.2 整体性材料室内抗压回弹模量测定方法

4.2.1 本方法适用于在室内测定整体性路面材料(沥青混合料与半刚性基层材料)的抗压回弹模量。

4.2.2 测试设备应符合下列要求:

(1) 材料试验机 1 台 (50kN、100kN、20kN 级,视试件尺寸和强度选用)。

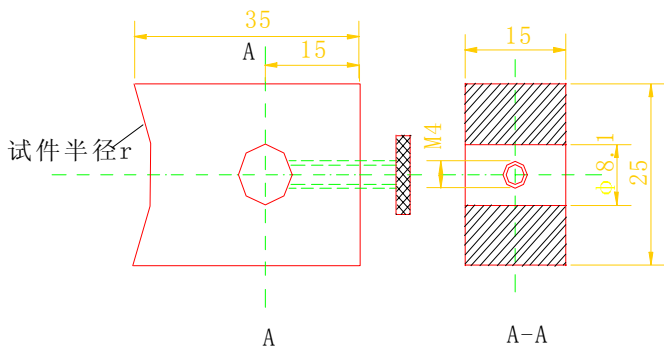
(2) 不同直径试件加载用的上、下压头各 1 套。

(3) 千分表 2 只,百分表 3 只。

(4) 铝质千(百)分表架和顶杆架,见图 4.2.2-1。对于不同直径的试件,最少各 6 对。铝质顶杆,见图 4.2.2-2,最少各 4 根。

(5) 秒表 1 块。

(6) 含水量测定仪器 1 套。



4.2.2-1 千（百）分表架、顶杆架图（单位：mm）

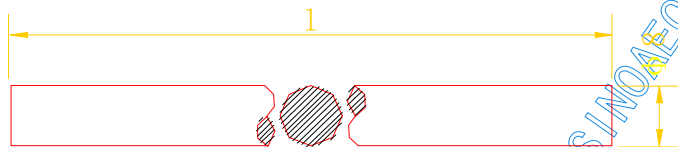


图 4.2.2-2 顶杆图（单位：mm）

$\phi$  7cm $\times$ 14cm 试件 $l=80$

$\phi$  10cm $\times$ 20cm 试件 $l=120$

$\phi$  15cm $\times$ 30cm 试件 $l=190$

(7) 静态电阻应变仪 1~2 台。

(8) 电桥、兆欧表、万用电表各 1 台。

(9) 电阻应变片若干片。

(10) 二芯屏蔽线、电烙铁、钳子、小螺丝刀等。

(7) ~ (10) 项设备用于电测法，采用表测法时可不备此四项设备。

4.2.3 拌和设备、成型设备与养护设备，应符合下列要求：

4.2.3.1 拌和设备

(1) 台称，称量 5kg，感量 1g 和称量 2kg，感量 0.1g 各 1 台。

(2) 量筒，500cm<sup>3</sup> 和 1000cm<sup>3</sup> 各 1 个。

(3) 烘箱 1~2 台。

(4) 室内自动混合料拌和机 1 台或平底锅 2 个, 拌料盘 2 个, 拌料铲四把, 电砂浴 (或其他加热设备) 2 个。

(5) 沥青加热锅,  $1000\text{cm}^3$ 、 $500\text{cm}^3$  各 1~3 个。

(6) 温度计 2 支, 最高温度不小于  $200^\circ\text{C}$ , 最小刻度  $1^\circ\text{C}$ 。

(7) 砂石筛 1 套, 配料用容器若干个。

#### 4.2.3.2 成型设备

(1) 600 或 300kN 级材料试验机 1 台, 根据试件尺寸和成型压力选用。

(2) 不同尺寸钢试模各 3 套, 见图 4.2.3。试件及试模尺寸应符合表 4.2.3 要求。

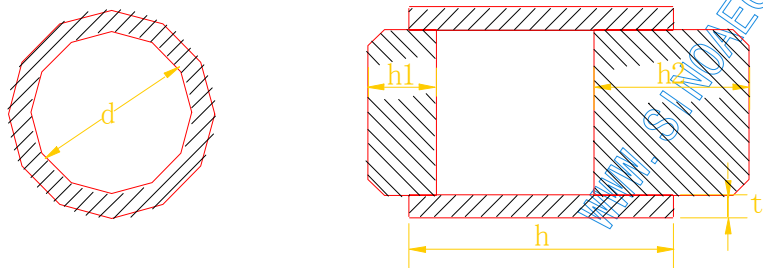


图 4.2.3 抗压回弹模量试验试模图

试件及试模尺寸规格表

表 4.2.3

试件尺寸 公称直径 ×高 (cm)	试 模 尺 寸 (mm)					试件截 面积 ( $\text{cm}^2$ )	备 注
	$d$	$h$	$h_1$	$h_2$	$t$		
$\Phi 7 \times 14$	71.4	240	50	80	10	40	上、下压 头直径应 略小于试 筒直径 $d$
$\Phi 10 \times 20$	101.0	330	70	100	12	80	
$\Phi 15 \times 30$	151.4	460	85	115	18	180	

(3)  $0 \sim 200^\circ\text{C}$  半导体点温计 1 台。

(4) 钢板直尺、卡尺各 1 把。

(5) 秒表 1 块。



(6) 脱模机、条刀、编号用具等。

#### 4.2.3.3 养护设备

- (1) 冰箱 1 台。
- (2) 恒温箱 1 台或恒温水浴 1 个。
- (3) 恒温恒湿箱 1 台。

#### 4.2.4 仪器检验应符合以下规定：

4.2.4.1 材料试验机应按规定的检验标定方法定期进行检验标定。在使用前检查试验机工作是否正常，挂铈是否正确，指针是否对零。

4.2.4.2 采用电测法时，电阻应变仪按有关规定校验准确。

4.2.4.3 检查试模是否变形，已发生变形的试模应予更换。

#### 4.2.5 试件制备应符合下列规定：

4.2.5.1 每组试件不得少于 4 个。

4.2.5.2 试件制备的准备工作如下：

(1) 根据试验材料的最大粒径，按照表 4.2.5-1 选择试件尺寸。

试验材料的容许最大粒径

表 4.2.5-1

试件尺寸 (cm)	容许最大粒径 $d_{\max}$ (mm)
$\phi 7 \times 14$	15
$\phi 10 \times 20$	25 (30)
$\phi 15 \times 30$	35 (40)

注：括号内数字为在个别情况下容许放宽的最大粒径尺寸。

(2) 试验用的石灰应事先充分消解，过 5mm 筛（磨细生石灰粉不必消解、过筛）。粉煤灰风干后，将团块碾碎。以其他工业废渣作为结合材料时，根据材料性质，参照上述原则处理。

(3) 沥青材料应无杂质，事先脱水，使用时加热到表 4.2.5-2 规定的温度。沥青保持加热温度的时间不得超过 1h。

沥青宜使用电砂浴加热。用电炉等直接加热时，容器下面应垫石棉垫。加热沥青时应不断搅动，防止局部过热。

沥青品种	沥青加热 温 度	矿料加热 温 度	拌和温度	成型温度	试模加热 温 度
石油沥青	130~170	140~180	130~170	120~150	95~100
煤沥青	100~110	110~120』	100~110	95~105	95~100

注：加热及成型温度根据沥青稠度和混合料类型选取。稠度大的沥青和密级配沥青混合料，选择较高的温度；稠度小的沥青和开级配沥青混合料，选择较低的温度。

(4) 对用于拌制沥青混合料的集料预先进行干燥，然后按 35~25、25~20、20~10、10~5、5~2.5 与小于 2.5mm 分级，最后把筛好的集料和矿粉放在 105~110°C 烘箱内烘干备用。

对半刚性基层材料所用的土、集料或工业废渣，应事先风干。如所用材料中含有土团或细料粉团，可用木锤轻击，将其打碎，使之全部通过 5mm 筛孔。在使用前一天取有代表性试样，测定风干含水量。

(5) 采用重型击实法确定半刚性材料的最佳含水量和最大干密度。将最大干密度乘以压实度  $k$  作为制件干密度。 $k$  值根据路面施工规范确定。

沥青混合料的制件密度按马歇尔试验方法确定，其击实次数按下列规定：

重交通：上、下面各击实 75 次。

中、轻交通：上、下面各击实 50 次。

(6) 按确定的混合料组成、试件尺寸与密度或干密度，计算各种材料用量。按计算用量分别称取各组成材料，置于盛料容器中备用。

(7) 用于拌制沥青混合料的集料和矿粉，拌和前放入温度已达到要求的烘箱内加热，加热温度根据所用沥青品种、稠度和混合料类型按表 4.2.5-2 选定。

**4.2.5.3** 对半刚性材料与沥青混合料的拌和应按以下规定进

行:

(1) 对石灰稳定类材料, 将预先称好备用的土、集料或工业废渣倒入混合料拌和机或拌盘内, 加入石灰干拌均匀, 再按最佳含水量加入需要用的水拌匀。将混合料放在密闭容器中闷料, 使水分将材料充分浸润。闷料时间: 粘质土 12~24h, 粉质土 4~8h, 砂类土或级配砂砾 2~3h, 含细粒土很少的未筛分碎石、级配砂砾、砂等 1~2h。如使用磨细生石灰, 应根据石灰性质, 将时间适当延长。使用工业废渣应根据具体情况确定闷料时间。

如无密闭容器, 可将料堆好, 上面盖湿麻袋或其他覆盖物, 防止水分蒸发。闷料后再充分拌匀, 方可装模成型。

(2) 对水泥石灰稳定类材料, 参照上述方法将试料加水拌和均匀并闷料后, 再加入水泥拌和。每次的拌和量要适当, 以期从加入水泥拌和到成型完了的时间不超过水泥的初凝时间。如超过, 该混合料应废弃。

(3) 以工业废渣作为结合料的稳定类材料, 可根据废渣的性质参照上述方法拌和。

(4) 对沥青混合料, 应将经过称重并加热到要求温度的集料倒入事先加热的拌和机或拌和锅中干拌均匀, 按规定油石比倒入加热达到规定温度的沥青, 在要求拌和温度下迅速拌和至沥青将粗细集料充分裹覆, 再撒入加热的矿粉, 继续拌和达到均匀为止。对同一种沥青、同一批试件, 拌和温度应保持一致。

为保持拌和过程中混合料温度稳定, 宜采用自动混合料拌和机拌和。如用手工拌和, 宜采用电砂浴加热。用电炉加热时, 必须垫石棉垫并将拌和锅适当架高。拌和过程中应控制加热温度, 及时拌和, 防止局部过热。

#### 4.2.5.4 装模、成型与脱模应按以下步骤进行:

##### (1) 装模

用油棉丝将试筒、压头擦光备用。制沥青混合料试件时, 将试模、压头等按表 4.2.5-2 规定的温度预热。

装料前试模的组装见图 4.2.5 中图(a)。垫块高度应比下压头

约低 2cm。如为沥青混合料，在放试筒前先在下压头上放一张与压头等大的圆形涂油纸片。

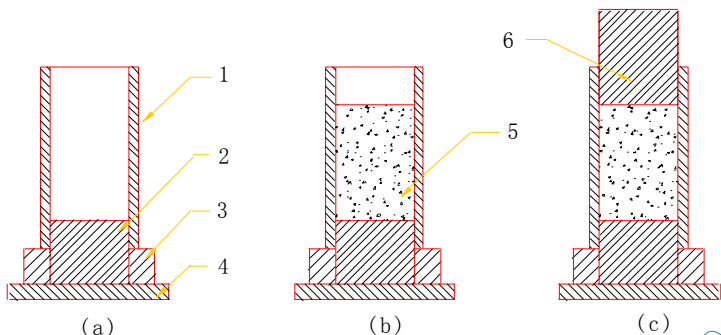


图 4.2.5 抗压回弹模量试验装模

(a) 放置下压头及试筒；(b) 装料捣实；(c) 放置上压头

1—试筒；2—下压头；3—垫块；4—垫板；5—混合料；6—上压头

将拌好的混合料小心、均匀地装入试筒，见图 4.2.5 中图 (b)。沥青混合料的装料温度应比规定的成型温度高 3~5℃。装料时应避免粗细矿料分离，并根据试件尺寸按下列规定分层装入： $\Phi 7\text{cm} \times 14\text{cm}$  试件分两层， $\Phi 10\text{cm} \times 20\text{cm}$  试件分三层， $\Phi 15\text{cm} \times 30\text{cm}$  试件分四层，每装完一层，用条刀将表面大致整平，并沿试筒周边用力插捣一圈，再在中间插捣。对  $\Phi 10\text{cm}$  试件沿周边插捣 15 次，中间插捣 10 次。对  $\Phi 7\text{cm}$  与  $\Phi 15\text{cm}$  试件，适当减少与增加插捣次数。插捣完后将表面整平。对沥青混合料试件即时用半导体点温计量测温度。

装完最后一层料并经插捣、测温后，将上部加以整理，使其中间略凸起，如为沥青混合料，上面再放上一张圆形涂油纸片，然后将上压头端正地装入试筒，用手均匀压实、压稳，将压头适当转动，使之保持端正，准备加压成型，见图 4.2.5 中图 (c)。

装模时应注意以下事项：

- 与含水量有关材料，装模时要取样测定含水量。
- 与温度有关的沥青混合料，应确保成型温度。

c. 上、下压头必须居中放正。

## (2) 成型

试件的成型密度以试件高度控制，成型压力作为参考。成型前，在试验机标尺上精确标出试件成型到标准高度时材料试验机指针应达到的位置。如无标尺，可用钢直尺控制。

将装好的试模在材料试验机上以约  $1\text{MPa}$  的压强初步稳定混合料，卸载后撤去下面的金属垫块，然后慢速、均匀地施加压力，待试验机指针达到标定位置时，记录成型压力，稳压  $3\text{min}$  后卸载。

## (3) 脱模

将装有试件的试筒置于脱模机上，将试件匀速、缓慢地推出，防止损坏试件。沥青混合料试件脱模后去掉两端的垫纸。

半刚性材料试件脱模后去掉边棱处的毛边，用软毛刷将试件表面刷净、用卡尺量测试件高度并称重。根据试件的高度、直径、重量及材料的含水量计算试件干密度。量测高度时应准确到  $0.1\text{mm}$ ，取互相垂直两条直径线的四个端点处的高度平均值。试件高度的容许偏差应符合表 4.2.5-3 要求。试件干密度的容许偏差为  $\pm 1\%$ 。高度或干密度超过规定的试件应废弃。沥青混合料试件的做法和要求基本同上，只是须在试件温度降至室温后再称重和量测高度，同时量试件的上、中、下直径，以检查试件在放置过程中是否发生变形。如有变形，试件应废弃。重新制件时，应推迟脱模时间，必要时可采用电扇吹风等加速降温措施。

试件高度容许偏差

表 4.2.5 - 3

试件尺寸 (cm)	规定试件高度 (cm)	高度容许偏差 (mm)
$\phi 7 \times 14$	14	$\pm 1.5$
$\phi 10 \times 20$	20	$\pm 2.0$
$\phi 15 \times 30$	30	$\pm 2.5$

### 4.2.5.5 试件养护应符合下列规定：

(1) 对于半刚性材料，先将试件用塑料袋密封，再放入恒温恒湿箱或养护室内养护，温度保持在  $20 \pm 2^\circ\text{C}$ ，相对湿度大于

90%。无恒温恒湿箱或养护室时,可装入塑料袋密封后用湿麻袋等覆盖养护,养护温度同上。养护至试验所需龄期,取出后按试验要求进行试验。

(2) 对于沥青混合料,试件脱模后在室内放置一昼夜,按照试验要求进行试验。

#### 4.2.6 试验方法应符合下列要求:

##### 4.2.6.1 一般规定

(1) 抗压回弹模量的测定标距应符合表4.2.6-1要求。

不同尺寸试件的测定标距

表 4.2.6.1

试件尺寸 (cm)	测定标距 (mm)
$\phi 7 \times 14$	90
$\phi 10 \times 20$	130
$\phi 15 \times 30$	200

(2) 沥青混合料的试验温度以20℃为准,也可根据需要进行其它温度条件下的试验。

(3) 每组平行试验不得少于3个试件。

(4) 每个试件应在对称的两侧测定回弹变形,见图4.2.6-1。并取两个表读数的平均值。

(5) 试件加载变形速度按2.0mm/min控制。

(6) 加载级别规定如下:

先将第一个试件按规定加载速度压坏,以其破坏荷载  $P_u$  作为参考破坏荷载  $P'_u$ 。

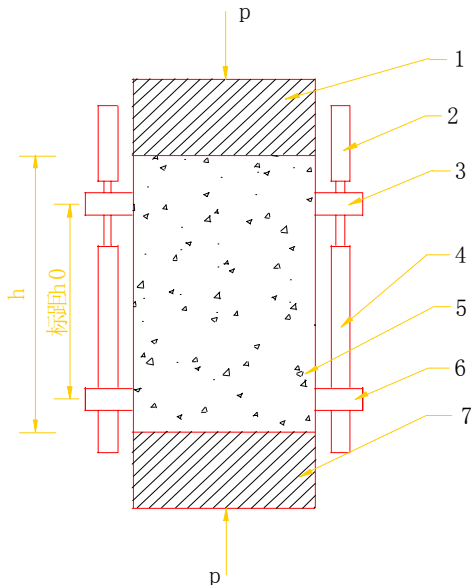
其后的试件以  $0.1P'_u$ 、 $0.2P'_u$ …… $0.7P'_u$  分七级加载测定。

为加载和计算方便,可将各级荷载调整为整数。

(7) 卸载后回弹时间为30s。

(8) 用千分表量测变形,变形大时可用百分表。

4.2.6.2 测定方法分表测法与电测法。表测法应按下列步骤进行:



4.2.6-1 抗压回弹模量试验装置

1—上压头；2—千分表；3—表架；4—顶杆；5—试件；  
6—顶杆架；7—下压头

(1) 按图4.2.6-1所示以及前述有关要求，选试件比较光滑的两侧画出纵向平分试件的标线和千（百）分表架及顶杆架粘贴位置线，要求画线准确、清楚。

(2) 用快速固化的粘结剂将千（百）分表架和顶杆架对准标线位置粘贴在试件上，要求准确、迅速、端正、牢固。

(3) 对半刚性材料，在进行(1)、(2)两项准备工作时，应采取措施减少水分损失。如要测定该材料在最不利水、温条件下的模量，则在达到规定龄期前一天将试件从恒温恒湿箱或养护室取出，进行(1)、(2)两项准备后，置于水浴中浸水24h。在浸水过程中应保持水面在试件顶面以上2.5cm。到达时间后取出，用拧干的湿毛巾或软布吸去表面水分。在此情况下，要求粘结剂应具有足够的耐水性。

对沥青混合料试件，完成(1)、(2)两项准备工作后，按要求试验温度进行保温。保温温度与试验温度之差不得超过 $\pm 1^{\circ}\text{C}$ ，

试件的保温应在恒温箱中进行。当恒温箱温度达到要求并稳定后，将试件放入。恒温时间： $\Phi 7\text{cm}$  的试件3~4h， $\Phi 10\text{cm}$  的试件4~6h， $\Phi 15\text{cm}$  的试件6~8h，至试件内部温度达到要求为止。如采用水浴保温，粘结剂应具有足够的耐水性。做低温（冰箱保温）试验时，保温时间可延长1~2h。如试件数目较多，应分批保温，以保证试件达到试验要求的温度。

(4) 试验前将试件置于加载用的下压头上，再按图4.2.6—1所示安装千（百）分表和顶杆，装好后用手指轻弹，检查是否稳定可靠，并调整对零。

(5) 将装好千（百）分表的试件连同下压头对中放置于材料试验机承压平台的球座上，再放好加载用的上压头。

(6) 开动试验机逐渐加载至 $0.1P_u'$ ，如变形不明显可增加荷载至 $0.2P_u'$ ，记录两边千（百）分表读数，立即卸载。如有偏心，则两边千（百）分表不同时启动或走向相反。此时应调整试件位置使其正位。经调整后如还有偏心，应反复调整，至两边变形基本一致，再进行加载试验。

(7) 进行加载试验时，先将两侧千（百）分表调零，再按规定加载速度施加第一级荷载。到达荷载后，记录千（百）分表读数，并立即卸载。待回弹到规定时间30s，记录千（百）分表读数，按同样方法施加第二、三……直至第七级荷载。

加完最后一级荷载后，拆除千（百）分表，再加压使试件破坏，并记录破坏荷载 $P_u$ 。半刚性材料试件破坏后，及时取样测定含水量。

测定时应注意密切配合，读数者“读数”与记录者“回读”互相校对。在试验过程中，沥青混合料试件的温度和试验要求温度应基本一致，两者之差不得超过 $\pm 2^\circ\text{C}$ 。

**4.2.6.3** 对于试件表面比较光滑、颗粒比较均匀的半刚性材料，当龄期较短或变形量很小，用表测法不易测量其模量时，宜使用电测法。为保证测试精度，应做到以下两点：第一，粘贴应变片前应先涂绝缘层，绝缘层应能在常温下快速固化并与潮润表



面粘结牢固，绝缘层表面与试件表面间的电阻值不应小于  $50\text{M}\Omega$ ；第二，贴应变片后应变片与试件间的绝缘电阻值亦应满足上述要求。

电测法按以下步骤进行：

(1) 所用应变片宜选用胶基片。如使用纸基应变片，粘好后应立即试验，不可放置时间过长。电阻应变片的丝栅长度应大于试验材料中最大粒径的  $4\sim 5$  倍。电阻应变片在使用前要测定其电阻值。对接入同一台仪器  $A-B$  端的一片或一组工作片与  $B-C$  端的一片或一组补偿片，两者之间的电阻差不得超过  $0.3\Omega$ 。

(2) 选试件比较光滑的两侧，画出纵向平分试件的标线，再在线上标出试件高度中心的位置。在粘贴应变片时，应变片纵向中心线应对准纵向平分标线，横向中心对准试件高度的中心。

(3) 应变片的粘贴及连接方法见图 4.2.6-2。其中图 (a) 表示用两台应变仪分别量测试件两侧的应变；图 (b) 表示用一台应变仪量测试件两侧应变的平均值。

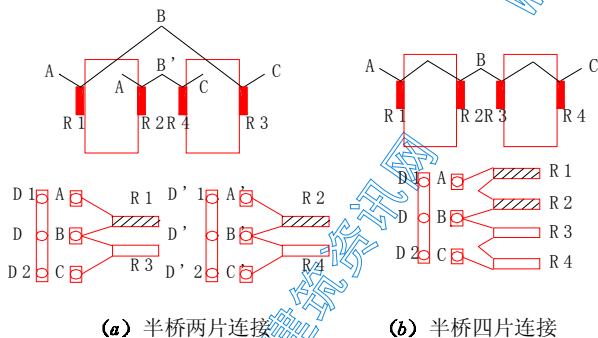


图 4.2.6-2 应变片粘贴及连接方法

$R_1, R_2$ ——工作片； $R_3, R_4$ ——补偿片

(4) 在粘贴应变片前，先用丙酮将粘贴应变片处的试件表面擦拭干净，丙酮挥发后涂绝缘层，涂层厚度不宜超过  $0.2\text{mm}$ ，涂层表面积应略大于应变片面积。涂层固化后以 100 号以上细砂布

将表面磨平，再用丙酮擦洗干净并测定绝缘电阻值。检查合格后，在应变片背面涂一薄层502胶进行粘贴。粘贴操作应迅速、细致，位置准确、平整无气泡。502胶干燥后，检查应变片有无断路和能否满足绝缘要求。如不符合要求或有气泡，应铲去，再重新粘贴。

在进行上述操作过程中，为减少水分损失，可将试件粘贴应变片以外的部分用塑料薄膜包封。

(5) 试件在试验前如要求浸水，可在浸水后粘贴应变片。所用的绝缘涂层材料应能与湿润表面粘结良好。

(6) 其余准备工作参见表测法。

(7) 测定时将贴好应变片的试件连同上、下压头置于材料试验机球座上，按图4.2.6—2焊好接线，即可进行测定。

测定步骤参照表测法。电测操作程序按静态电阻应变仪操作规程进行。

4.2.7 计算公式如下：

4.2.7.1 各级荷载下的压应力

$$\sigma_{ci} = \frac{P_i}{A_c} \times 10^3 \quad (4.2.7-1)$$

式中  $\sigma_{ci}$ ——对应于  $P_i$  的压应力 (MPa)；

$P_i$ ——第  $i$  级荷载值 (kN)；

$A_c$ ——试件受压面积 ( $m^2$ )。

4.2.7.2 各级荷载下的压应变

$$\varepsilon_{ci} = \frac{e_i}{h_0} \quad (4.2.7-2)$$

式中  $\varepsilon_{ci}$ ——对应于  $\sigma_{ci}$  的压应变；

$e_i$ ——在标距范围内对应于  $\sigma_{ci}$  的抗压回弹变形值 (mm)；

$h_0$ ——抗压试件的测定标距 (mm)。

4.2.7.3 抗压回弹模量

$$E_{ac} = \frac{\sigma_c}{\varepsilon_c} \quad (4.2.7-3)$$

式中  $E_{ac}$ ——抗压回弹模量 (MPa)；

$\sigma_c$ ——压应力 (MPa);

$\varepsilon_c$ ——压应变。

#### 4.2.7.4 相对误差

$$\Delta_i = \frac{|x_m - x_i|}{x_m} \times 100\% \quad (4.2.7-4)$$

式中  $\Delta_i$ ——各试验值的相对误差 (%)；

$x_i$ ——各试验实测值；

$x_m$ ——试验值的平均值。(4.2.7-5)

$$x_m = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad (4.2.7-5)$$

式中  $n$ ——试验值个数。

#### 4.2.8 数据整理应按以下步骤进行：

4.2.8.1 根据试验结果计算出每个试件的  $\sigma_{cl}$  与  $\varepsilon_{cl}$ 。

4.2.8.2 在直角坐标纸上绘制试件的  $\sigma$ — $\varepsilon$  关系图。

4.2.8.3 根据  $\sigma$ — $\varepsilon$  关系图，按下列原则计算回弹模量：

(1) 当  $\sigma$ — $\varepsilon$  为直线关系时，如图4.2.8中图(a)所示，以直线的斜率作为该试件的抗压回弹模量，计算公式如下：

$$E_{ac} = \frac{\sigma_{cl} - \sigma_0}{\varepsilon_{cl}} \quad (4.2.8-6)$$

式中  $\sigma_0$ —— $\sigma$ — $\varepsilon$  直线在  $\sigma$  轴上的截距(MPa)，可为正值或负值。

当  $\sigma$ — $\varepsilon$  直线通过原点时  $\sigma_0=0$ 。

(2) 当  $\sigma$ — $\varepsilon$  为曲线关系时，如图4.2.8中图(b)所示，以  $\sigma_c$  ( $0.1P_u$ ) 与  $\sigma_c$  ( $0.5P_u$ ) 之间的割线斜率作为该试件的代表抗压回弹模量，计算公式如下：

$$E_{ac} = \frac{\sigma_c(0.5P_u) - \sigma_c(0.1P_u)}{\varepsilon_c(0.5P_u) - \varepsilon_c(0.1P_u)} \quad (4.2.8-2)$$

式中  $\sigma_c(0.5P_u)$  ——  $0.5P_u$  时的压应力 (MPa)；

$\varepsilon_c(0.5P_u)$  —— 对应于  $\sigma_c(0.5P_u)$  的压应变；

$\sigma_c(0.1P_u)$  ——  $0.1P_u$  时的压应力 (MPa)；

$\varepsilon_c(0.1P_u)$  —— 对应于  $\sigma_c(0.1P_u)$  的压应变；

$P_u$ ——破坏荷载 (kN)。

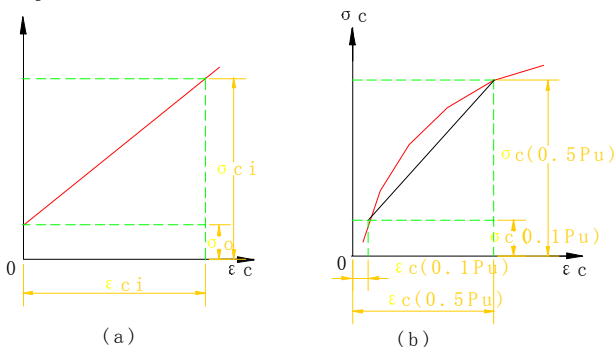


图4.2.8 抗压回弹模量试验  $\sigma$ — $\epsilon$  关系图

**4.2.8.4** 可采用图解法求算模量，也可采用回归分析方法，先确定  $\sigma$ — $\epsilon$  关系式，再通过关系式求算模量。

**4.2.8.5** 材料回弹模量取该组三个平行试件的平均值，其中任一试验值的相对误差不得超过**15%**。否则改用试验值相近的两个试件的平均值，但相对误差不得超过**7%**，超过时该组试验废弃。

**4.2.9** 记录内容与记录格式见本标准附录 B 中表 B.2.1、B.2.2、B.2.3、B.2.4。

## 5. 整体性材料弯拉强度与弯拉模量测定方法

### 5.1 弯拉强度与弯拉模量测定方法

5.1.1 本方法适用于在室内用梁式试件测定整体性路面材料(沥青混合料与半刚性基层材料)的弯拉强度和弯拉模量。

5.1.2 测试设备应符合下列要求:

(1) 50kN 或100kN 级材料试验机一台。

(2) 试验加载装置:小、中、大梁的加载压头、支座各一套,球座一个,见图5.1.2-1。

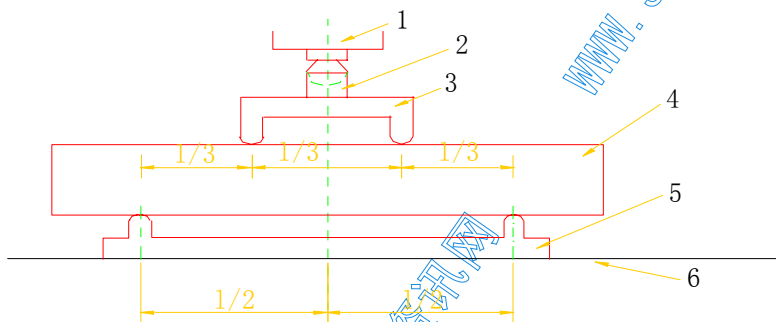


图5.1.2-1 弯拉试验加载装置

1—试验机压头; 2—球座; 3—加载压头; 4—试件; 5—支座; 6—承压平台

(3) 千分表2只,百分表3只。

(4) 铝质千(百)分表架和顶杆架最少6对,见图5.1.2-2。用于小、中、大梁的铝质顶杆各4根,见图5.1.2-3。

(5) 秒表1块。

(6) 含水量测定仪具1套。

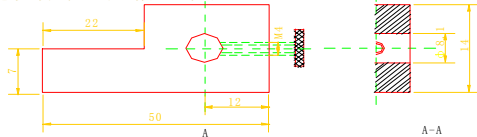


图5.1.2-2 千（百）分表架、顶杆架（单位：mm）

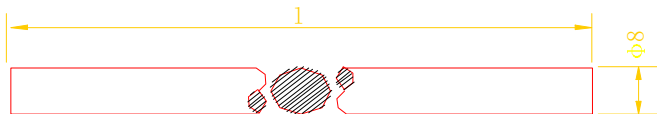


图5.1.2-3 顶杆（单位：mm）

小梁 $l=40$  中梁 $l=80$  大梁 $l=120$

(7) 静态电阻应变仪1~2台。

(8) 电桥、兆欧表、万用表各1台。

(9) 电阻应变片若干片。

(10) 二芯屏蔽线、电烙铁、钳子、小螺丝刀等。

(7) ~ (10) 项设备用于电测法，采用表测法时可不备此四项设备。

**5.1.3** 附属设备包括拌和设备、成型设备与养护设备，应符合下列要求：

**5.1.3.1** 拌和设备同本标准第4.2.3.1款。

**5.1.3.2** 成型设备

(1) 根据试件尺寸和成型压力选用其中500、1000、2000、3000kN级材料试验机1台。

(2) 小、中、大梁钢试模各3套，见图5.1.3。试件及试模尺寸见表5.1.3。

(3) 0~200℃半导体点温计1台。

(4) 钢板直尺、卡尺各1把。

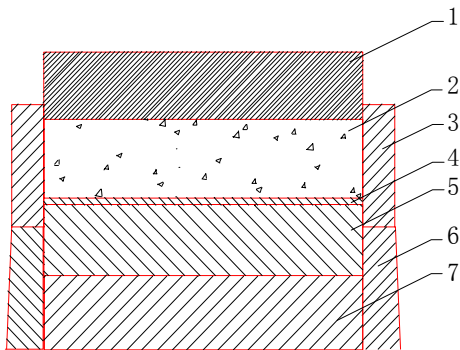


图5.1.3 弯拉试验试模

1—上压头；2—混合料；3—试模；4—托板；

5—下压头；6—端头垫块；7—下压头垫块

试件及试模尺寸(高×宽×长)

表 5.1.3

试件类型	小 梁	中 梁	大 梁	每套数量	
试件 (cm)	5×5×24	10×10×40	15×15×55		
试模 (内缘 mm)	110×50×240	180×100×400	260×150×550	1	
压头	上压头 (mm)	50×49.5×239	70×99.5×399	100×149.5×549	1
	下压头 (mm)	120×49.5×239	$a_1$ ×99.5×399	$a_1$ ×149.5×549	1
下压头垫块(mm)	—	$b_1$ ×95×395	$b_1$ ×145×545	1	
托板(mm)	3×49.5×239	6×99.5×399	10×149.5×549	不少于4	
端头垫块(mm)	110×80×30	180×140×40	260×190×40	2	

注：1. 表中  $a_1+b_1$  应稍大于试模高度。

2. 端头垫块也可做成梯形，或根据要求自行设计。

3. 托板用钢材制做，垫块可采用轻金属或轻金属合金制做。

(5) 秒表1块。

(6) 条刀、编号用具等。

5.1.3.3 养护设备同本标准第4.2.3.3款。

5.1.4 仪器检验除参照本标准第4.2.4条外，对试模应进行以下检查：(1) 试模内缘尺寸是否符合要求；(2) 试模的侧模板与端模板是否成直角；(3) 试模的侧模板和端模板内面是否为平面。如

不符合上述要求，应予检修或更换。

### 5.1.5 试件制备应符合下列规定：

5.1.5.1 每组试件不得少于4个。

5.1.5.2 试验材料的容许最大粒径应符合表5.1.5—1。

试验材料的容许最大粒径

表 5.1.5-1

试件尺寸 高×宽×长 (cm)	容许最大粒径 $d_{\max}$ (mm)
5×5×24	15
10×10×40	25 (30)
15×15×55	35 (40)

注：括号内数字为在个别情况下容许放宽的最大粒径尺寸。

其他试件制备的准备工作同本标准第4.2.5.2款。

5.1.5.3 拌和同本标准第4.2.5.3款。

5.1.5.4 装模在材料试验机承压平台上进行，见图5.1.3。先将试模的下压头垫块居中放正，再安放下压头、托板及端头垫块和试模。装模方法和注意事项参照本标准第4.2.5.4款第(1)项的规定。装料时，对5×5×24cm试件，一次将料均匀地装入试模；10×10×40cm试件和15×15×55cm试件分别分两层和三层将料装入。每装完一层，用条刀将表面大致整平，并沿试模周边用力插捣一圈，再在中间插捣。插捣完毕后将表面整平，对沥青混合料试件即时用半导体点温计测量温度。对不同尺寸试件装模时的插捣次数，可按试件的周长和面积比照本标准第4.2.5.4款第(1)项的规定相应增加。

装完最后一层料并经插捣测温后，将上面加以整理，使其中间略突起，如为沥青混合料，上面再放一张与试模内缘尺寸相当的涂油纸片，然后将上压头端正地装入试模，准备加压成型。

5.1.5.5 试件成型方法如下：

(1) 试件的成型密度以试件高度控制，成型压力作为参考。成型前，在试验机标尺上精确标出试件成型到标准高度时材料试验机指针应达到的位置。如无标尺，可用钢直尺控制。

(2) 将试模放正，然后开动材料试验机加压，待压强达到约



1MPa 时卸载。取下两端端头垫块，然后慢速、均匀地施加压力，待试验机指针达到标定位置时，记录成型压力，稳压3min 后卸载。

#### 5.1.5.6 试件脱模按下列方法进行：

(1) 在材料试验机上脱模，见图5.1.5。先将端头垫块放于端模板上，垫块顶端加一块厚钢板，然后加压。待上压头即将全部脱出时将其取出，再继续施加压力。于试件及托板全部脱出后，将试件连同托板一起取下。

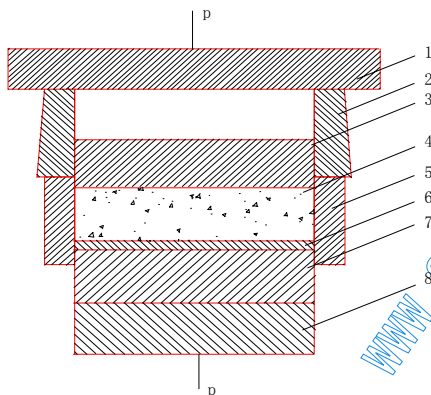


图5.1.5 试件脱模

1—钢板；2—端头垫块；3—上压头；4—试件；

5—托板；6—试模；7—下压头；8—下压头垫块

(2) 试件脱模后去掉毛边，用软毛刷将试件表面刷净。检查试件的侧面是否为一平面以及角隅是否完整。如试件侧面中间凸出或角隅有损坏，前者说明试模侧板刚度不够，应予加强或更换，后者说明脱模时试件强度太低，应适当延缓脱模时间。

对沥青混合料试件，在放置过程中尚应量测试件上、中、下宽度，以检查试件在放置过程中是否发生变形。如有变形，应待试件温度适当降低后再脱模。

具有上述缺陷的试件应废弃。

(3) 半刚性材料试件在脱模后测量试件尺寸并称重。沥青混

合料试件在温度降至室温后再测量尺寸和称重。测量尺寸时准确至**0.1mm**。称重时如材料强度过低，为防止试件损坏，可连同托板一起称重，再减去托板重量。

测量尺寸时，试件的平均高度取试件中央两侧高度和四角高度**6**个数值的平均值。两端高度取每端两角高度平均值。容许偏差不得超过表**5.1.5-2**规定。

试件高度容许偏差(mm)

表 5.1.5-2

试件类型	两端高度容许偏差	平均高度容许偏差
小 梁	1	±0.5
中 梁	2	±1.0
大 梁	3	±1.5

根据试件的尺寸、重量及半刚性材料的含水量计算试件密度或干密度，容许偏差为规定密度或干密度的±1%。

高度、密度或干密度超过规定的试件应废弃。

**5.1.6** 试件养护参照本标准第**4.2.5.5**款的规定。

**5.1.7** 试验方法如下：

**5.1.7.1** 一般规定

(1) 试验梁跨距、加载点距离和标距应符合表**5.1.7**的规定。

试验梁跨距、加载点距离和标距

表 5.1.7

试件类型	试件尺寸 (cm)	梁跨距 $l$ (cm)	加载点距离 (cm)	标距 $l_0$ (mm)
小梁	5×5×24	15	5	40
中梁	10×10×40	30	10	80
大梁	15×15×55	45	15	120

(2) 采用三分点加载方式，如图**5.1.7-1**所示。

(3) 沥青混合料弯拉试验的试验温度以**15℃**为准，或根据当地路面弯拉破坏不利季节时的路面材料温度确定。如有需要，也可在其它温度下进行试验。

(4) 每组平行试验不得少于3个试件。

(5) 测定方法采用延度法，即梁受弯时测定梁试件底面两侧标距内的回弹变形、取两读数的平均值。

(6) 试件加载变形速度按 $2.0\text{mm}/\text{min}$ 控制。

(7) 加载级别规定如下：

先将第一个试件按规定加载速度压坏，以其破坏荷载 $P'_u$ 作为参考破坏荷载 $P'_u$ ，其后的试件以 $0.1P'_u$ 、 $0.2P'_u$ 、…… $0.7P'_u$ 分为七级测定。

为加载和计算方便，可以将各级荷载调整为整数。

(8) 卸载后回弹时间为 $30\text{s}$ 。

(9) 破坏断面不在梁中部 $1/3$ 跨径之内时，该试验数据作废。

(10) 用千分表量测变形，变形大时可用百分表。

**5.1.7.2** 测定方法分表测法与电测法。表测法应按下列步骤进行：

(1) 按图5.1.7-1所示，在试件上画出支点和加载点位置线及千（百）分表架、顶杆架粘贴位置线。要求画线准确、清楚。

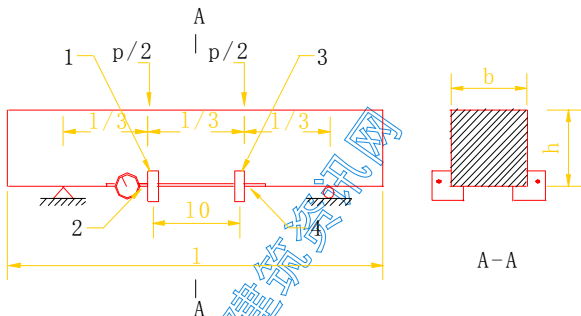


图5.1.7-1 弯拉试验

1—表架；2—千分表；3—顶杆架；4—顶杆

(2) 用快速固化的粘结剂将千（百）分表架和顶杆架对准标线位置粘贴在试件上，要求准确、迅速、端正、牢固。千（百）分表架及顶杆架的空孔中心线应与梁底面在同一平面内。

(3) 对半刚性材料,在进行(1)、(2)两项准备工作时,应采取措施减少水分损失。如要测定该材料在最不利水、温条件下的强度和模量,则在达到规定龄期前一天将试件从恒温恒湿箱或养护室取出,进行(1)、(2)两项准备后,置于水浴中浸水24h。在浸水过程中应保持水面在试件顶面以上2.5cm。到达时间后取出,用拧干的湿毛巾或软布吸去表面水分。在此种情况下,要求粘结剂应具有足够的耐水性。

对沥青混合料试件,完成(1)、(2)两项准备工作后,按要求试验温度进行保温。保温温度与试验温度之差不得超过 $\pm 1^{\circ}\text{C}$ 。试件的保温应在恒温箱中进行。当恒温箱温度达到要求并稳定后,将试件放入。恒温时间:小梁2~3h,中梁4~6h、大梁6~8h,至试件内部温度达到要求为止。如采用水浴保温,粘结剂须具有足够的耐水性。做低温(冰箱保温)试验时,保温时间可适当延长1~2h。如试件数目较多,应分批保温,以保证试件达到试验要求的温度。

(4) 将试验用的梁支座放在材料试验机承压平台上,要求对中、放正。

(5) 将试件置于梁支座上,然后将千(百)分表和顶杆按图5.1.7-1所示安装于试件上。装好后用手指轻弹,检查是否稳定可靠,并调整对零。

(6) 将装好千(百)分表及顶杆的试验梁按照支点画线位置在梁支座上放好,再按照加载点画线位置在梁上安放好加载压头,压头上面放置球座,要求对中、放正。

(7) 开动试验机逐渐加载至 $0.1P'_u$ ,如变形不明显,可增加荷载至 $0.2P'_u$ ,记录试件两侧千(百)分表读数,并立即卸载。如两侧千(百)分表不同时启动或两侧变形不一致,应分析原因进行调整、至两侧变形基本一致,再进行加载试验。

(8) 进行加载试验时,先将试件两侧千(百)分表调零,再按规定加载速度施加第一级荷载。到达荷载后,记录千(百)分表读数并立即卸载。待回弹到规定时间30s,记录千(百)分表读

数。按同样方法施加第二、三……直至第七级荷载。

加完最后一级荷载后，拆除千（百）分表，再加荷使试件破坏，并记录破坏荷载  $P_m$ 。半刚性材料试件破坏后，及时取样测定含水量。

测定时应注意密切配合，读数者“读数”与记录者“回读”互相核对。在试验过程中，沥青混合料试件的温度和试验要求温度基本一致，两者之差不得超过  $\pm 2^\circ\text{C}$ 。

**5.1.7.3** 电测法参照本标准第4.2.6.3款执行，应变片丝栅长度应略小于试验梁标距。贴应变片时应将两片工作片贴于梁试件的底面，应变片中心对准梁跨中心，其外缘与梁底面边缘的距离，大、中梁为10mm，小梁5mm，见图5.1.7-2。测定步骤参照表测法。电测操作程序按静态电阻应变仪操作规程进行。

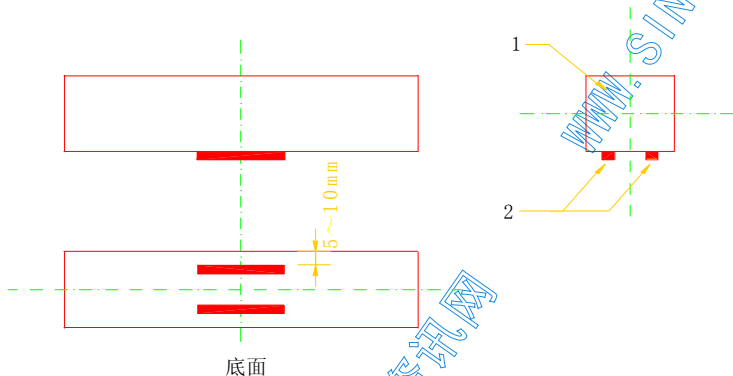


图5.1.7-2 电测法工作片粘贴位置

1—试件；2—工作片

**5.1.8** 计算公式如下：

**5.1.8.1** 各级荷载下梁跨中部底面弯拉应力

$$\sigma_{mi} = \frac{P_i l}{bh^2} \times 10^{-3} \quad (5.1.8-1)$$

式中  $\sigma_{mi}$ ——对应于  $P_i$  的梁跨中部底面弯拉应力 (MPa)；

$P_i$ ——第  $i$  级荷载值 (kN)；

$l$ ——梁的跨距 (m);

$b$ ——梁的跨中宽度 (m);

$h$ ——梁的跨中高度 (m)。

### 5.1.8.2 各级荷载下梁跨中部底面弯拉应变

$$\varepsilon_{mi} = \frac{e_i}{l_0} \quad (5.1.8-2)$$

式中  $\varepsilon_{mi}$ ——对应于  $\sigma_{mi}$  的梁跨中部底面弯拉应变;

$l_0$ ——弯拉试件的测定标距 (mm);

$e_i$ ——在标距范围内对应于  $\sigma_{mi}$  的弯拉回弹变形 (mm)。

### 5.1.8.3 弯拉强度

$$f_m = \frac{P_u l}{bh^2} \times 10^{-3} \quad (5.1.8-3)$$

式中  $f_m$ ——弯拉强度 (MPa);

$P_u$ ——破坏荷载 (kN);

$l$ ——梁的跨距 (m);

$b$ ——梁的跨中宽度 (m);

$h$ ——梁的跨中高度 (m)。

### 5.1.8.4 弯拉模量

$$E_{am} = \frac{\sigma_m}{\varepsilon_m} \quad (5.1.8-4)$$

式中  $E_{am}$ ——弯拉模量 (MPa);

$\varepsilon_m$ ——弯拉应力 (MPa);

$\sigma_m$ ——弯拉应变。

### 5.1.8.5 相对误差

计算公式见式 (4.2.7-4) 与式 (4.2.7-5)。

## 5.1.9 数据整理应按下列步骤进行:

5.1.9.1 根据试验结果计算出每个试件的  $\sigma_{mi}$ 、 $\varepsilon_{mi}$  与  $f_m$ 。

5.1.9.2 在直角坐标纸上绘制试件的  $\sigma$ — $\varepsilon$  关系图。

5.1.9.3 根据  $\sigma$ — $\varepsilon$  关系图,按下述原则计算弯拉回弹模量:

(1) 当  $\sigma$ — $\varepsilon$  为直线关系时,如图5.1.9中图(a)所示,以直

线的斜率作为该试件的弯拉回弹模量，计算公式如下：

$$E_{am} = (\sigma_{mi} - \sigma_0) / \varepsilon_{mi} \quad (5.1.9-1)$$

式中  $\sigma_0$ —— $\sigma$ — $\varepsilon$  直线在  $\sigma$  轴上的截距 (MPa)，可为正值或负值。

当  $\sigma$ — $\varepsilon$  直线通过原点时  $\sigma_0=0$ 。

(2) 当  $\sigma$ — $\varepsilon$  为曲线关系时，如图 5.1.9 中图 (b) 所示，以  $\sigma_m$  ( $0.1P_u$ ) 与  $\sigma_m$  ( $0.5P_u$ ) 之间的割线斜率作为该试件的代表弯拉回弹模量，计算公式如下：

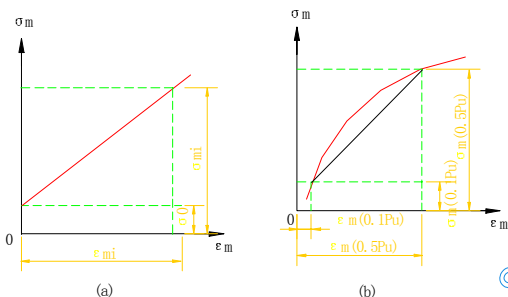


图 5.1.9 弯拉回弹模量试验  $\sigma$ — $\varepsilon$  关系图

$$E_{am} = \frac{\sigma_m(0.5P_u) - \sigma_m(0.1P_u)}{\varepsilon_m(0.5P_u) - \varepsilon_m(0.1P_u)} \quad (5.1.9-2)$$

式中  $\sigma_m(0.5P_u)$  ——  $0.5P_u$  时的弯拉应力 (MPa)；

$\varepsilon_m(0.5P_u)$  —— 对应于  $\sigma_m(0.5P_u)$  的弯拉应变；

$\sigma_m(0.1P_u)$  ——  $0.1P_u$  时的弯拉应力 (MPa)；

$\varepsilon_m(0.1P_u)$  —— 对应于  $\sigma_m(0.1P_u)$  的弯拉应变；

$P_u$  —— 破坏荷载 (kN)。

**5.1.9.4** 可采用图解法计算模量，也可采用回归分析方法先确定  $\sigma$ — $\varepsilon$  关系式，再通过关系式求算模量。

**5.1.9.5** 材料回弹模量取该组三个平行试件的平均值，其中任一试验值的相对误差不得超过 15%。否则改用试验值相近的两个试件的平均值，但相对误差不得超过 7%，超过时该组试验废弃。

**5.1.10** 记录内容与记录格式应符合本标准附录 C 中表 C.1.1、C.1.2、C.1.3、C.1.4 要求。

中国建筑资讯网

WWW.SINOAEC.COM



## 6. 沥青混合料高温抗剪强度与抗压模量测定方法

### 6.1 闭式静载三轴压缩抗剪强度测定方法

**6.1.1** 本方法适用于在室内测定沥青混合料高温时的粘结力  $c$  和内摩阻角  $\varphi$ ，以评定材料的高温性能。

**6.1.2** 适用范围为各种级配的沥青混合料标准试件和沥青路面原状标准试件，其集料最大粒径不大于25mm。

**6.1.3** 测试设备应符合下列要求：

- (1) LY—3型闭式三轴压力室。
- (2) 100kN 级压力试验机1台。
- (3) 气水交换型压力库或喷雾脚筒1个。
- (4) 超级恒温器1~2个。
- (5) 真空泵1台。
- (6) 贮水瓶1个。
- (7) 10mm 长400mm 圆形棒1根。
- (8) 长把刮刀1把。

**6.1.4** 附属设备包括拌和设备与成型设备，应符合下列要求：

#### 6.1.4.1 拌和设备

(1) 沥青混合料自动拌合机一台或人工拌合用的铁锅、料铲、料盘和烘热炉等。

(2) 称量用具。

#### 6.1.4.2 成型设备

(1) 压力机1台，负荷能力不小于400kN，承压平台净高不小于80cm。

(2) 整体型或组合型成套模具3套，试模尺寸见表4.2.3中

10×20cm 的试件。

(3) 脱模机1台。

(4) 马歇尔稳定度试验仪1台。

(5) 电热控温鼓风烘箱1台。

(6) 0~100℃与0~200℃温度计各1支。

(7) 卡尺1把。

(8) 乳胶膜若干个。

**6.1.5** 压力机应按规定检验标定方法定期进行检验标定。在试验前检查机器是否正常运转，挂铈是否正确，指针是否对零。

检查试模是否变形，已发生变形的试模应更换。

**6.1.6** 试件制备应符合下列规定：

**6.1.6.1** 每组试件不得少于3个。试件为圆柱体，公称直径10cm，高20cm。

**6.1.6.2** 石料、砂应先筛分，净化（干筛或湿筛），风干后备用；沥青应加热脱水并滤除杂质后冷却备用。

**6.1.6.3** 按马歇尔稳定度试验确定沥青混合料的最佳油石比，并以最佳油石比时的马氏试件的密度作为三轴试件制备时的成型密度。为达到试件的要求密度，应按本标准第4.2.5.2款第(5)项中沥青混合料的规定执行。

**6.1.6.4** 按混合料配比设计要求，称取每个试件所需的各级集料并盛入一个料盘中。矿粉在称取重量后另加包装附入料盘。将配好的料分组与成套模具应按表4.2.4-2的规定温度置于烘箱中恒温预热4h。

**6.1.6.5** 自烘箱中取出一盘预热的集料放入自动拌合机或铁锅内加热拌合，并称取一个试件所需的沥青用量倾入集料中，继续拌合至集料为沥青全部裹覆，然后撒放矿粉，拌至混合料无灰白色点为止。所用的沥青温度及拌和时的温度均应按表4.2.5-2的规定。

**6.1.6.6** 自烘箱中取出预热的模具，将试筒内壁和上、下压头涂以微量润滑油，在下压头上放置一张大小相同的圆形薄纸，并

在下压头两侧各放一金属垫块，再将试筒套入下压头。

**6.1.6.7** 将拌合均匀的沥青混合料分三次放入试筒，逐次用长圆形捣棒沿筒边向中部捣实，然后用长把刮刀沿试筒壁一周直插，并整理料面使其中心处略高而成锥面，放上一张圆形薄纸，装入上压头，沿正反方向转动以检验其是否端正。

**6.1.6.8** 将装有沥青混合料的模具放置在压力机承压平台中心。先以1~1.5MPa的荷载稳压，卸载后撤去金属垫块，慢速、均匀地施加压力。当试件达到标准高度时，记录成型压力，并保持成型压力不变，稳压3min后卸载。试件高度误差控制在±2.0mm内。

**6.1.6.9** 在脱膜机或压力试验机上顶推出成型的试件。对以砾石为集料的试件，应稍冷却后再行脱膜，以防松散。

**6.1.6.10** 试件脱膜后进行编号。将编好序号的试件静置于平整的台面上自然冷却至室温。

**6.1.6.11** 将成型的试件称重，量尺寸，并作记录。试件的高度和直径用千分卡尺量测，精确至毫米。

**6.1.6.12** 测量试件上、中、下三个部位横截面的直径 $d_1$ 、 $d_2$ 与 $d_3$ ，按下式计算试件的直径 $d$ ：

$$d = (d_1 + 2d_2 + d_3) / 4$$

式中  $d_1$ 、 $d_2$ 、 $d_3$ 分别为试件上、中、下部位的直径 (cm)。

取互相垂直两条直径线的四个端点处的高度平均值，为试件高度。

**6.1.6.13** 对拌和厂生产过程中抽样检验的试件制备和沥青面层块料的重塑试件制备方法按本条第6.1.6.5款至第6.1.6.12款执行，前者的试件密度根据拌合厂要求确定，后者的试件密度根据面层块料的实测值确定。

**6.1.7** 试验方法应按下列步骤进行

**6.1.7.1** 试验准备工作

(1) 用长方形薄纸将试件侧面全部包严，粘牢接缝处，放入保持试验温度的烘箱内4h，不得超过6h，试验温度按试验要求确定。

(2)将超级恒温器中的水升温至试验温度并保持恒温。水温可根据室温高低,适当高于试验温度,以供补充试验中水温的损失。

(3)接通压力室保温外套与超级恒温器之间的循环水通路,保持热水循环。

**6.1.7.2** 测定方法有双循环连续加载表测法和单循环筒式连续加载表测法两种,其测试步骤相同,但试验装置不同。双循环法使用两个超级恒温器,见图6.1.7-1;单循环法只使用一个超级恒温器,见图6.1.7-2。双循环连续加载表测法如下:

(1) 关闭  $K$ 、 $L$  (图6.1.7-1), 打开超级恒温器 (1) 的水泵, 开启阀门  $A$ 、 $B$  和四通阀旋塞  $I$ 、 $J$ , 使恒温器 (1) 与压力室的可伸缩外腔进行热循环。打开恒温器 (2) 的水泵, 使恒温器 (2) 与无压保温外套进行热循环。

(2) 自烘箱中取出保温已达  $4h$  的试件, 将试件放入下端相连并且剪有排气孔的乳胶膜中。

(3) 关闭阀门  $A$  和旋塞  $J$ , 并使恒温器 (1) 的水泵暂停运转, 同时开启旋塞  $K$ , 开动真空泵, 排出压力室的可伸缩外腔中的水和空气, 使压力室内的乳胶膜密贴于心座内壁, 将套有乳胶膜的试件安置于压力室内腔底座上。

恒温器 (2) 与无压保温外套的热循环在测定过程中自始至终连续进行, 以达到保温目的。

(4) 将压头置于试件上, 平移压力室就位于压力机承压平台中心。在压头上安放承压球座, 开动压力试验机, 使承压平台恰好与球座接触, 随即暂停试验机。

(5) 关闭旋塞  $K$ , 开启阀门  $A$  和旋塞  $J$ , 开动恒温器 (1) 的水泵, 恢复恒温器 (1) 与压力室外腔间的热循环, 检查  $BI$  段耐压管和  $JF$  段橡皮管是否升温可以辨别热循环是否正常进行, 防止因任何一阀门未开启而影响热循环。待热水充满外腔之后即可关闭阀门  $B$ , 此时压力表上产生一个稳定的微小压力(水泵的输出水压力), 继而关闭阀门  $A$ , 造成压力室外腔呈密闭状态。

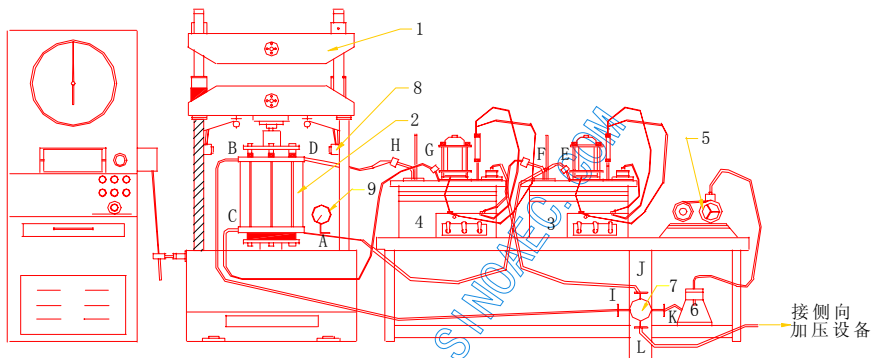


图6.1.7—1 双循环闭式三轴试验配套设备

1—材料试验机, 2—闭式三轴压力室, 3—超级恒温器 (1), 4—超级恒温器 (2), 5—真空泵;  
6—贮水瓶, 7—四通阀, 8—千分表, 磁性表架, 9—标准压力表

(6) 旋转试验机升降速度刻度盘,使空载升降速度为 $3\text{mm}/\text{min}$ 。开动试验机,当垂直荷载达 $50\text{kPa}$ 时,暂停试验机,开启阀门 **B** 和旋塞 **I**、**L**,使侧压也升至 $50\text{kPa}$ ,随即关闭阀门 **B**、旋塞 **I**、**L**。注意应先施加垂直压力。后施加侧压力。当任一方向的压力不准时,均应微调至上述试验要求的初始压力。

(7) 安装测量试件垂直变形的千分表和表架,测点可直接设在试验机承压平台的平面上,具有曲面的两个磁性表座可分别与试验机的两个固定轴吸附。记录千分表初始读数。

(8) 开动试验机,同时撤秒表。垂直荷载加载级差为 $0.1\sim 0.3\text{MPa}$ ,具体数值根据材料强度高低而定。在每级垂直荷载达到的瞬间,测记侧压力读数、千分表读数和时问读数。以连续加载的方式直至侧压力达 $0.4\text{MPa}$ 或试件已被剪坏时,即停止试验。一般对非研究性的试验,为了简化,可不测垂直变形和时问读数。

(9) 倒开试验机,使加压区净空增大。退出压头,关闭 **A**、**J**,恒温器 (1) 水泵暂停,开启 **K**。开动真空泵,排出压力室外腔中的水和空气,使压力室内的乳胶膜重新密贴于心座内壁,以便取出测过的试件。

(10) 在恒温器 (1) 中加添热水。

(11) 重复上述步骤测试其他试件。

**6.1.7.3 单循环筒式连续加载表测法如下:**

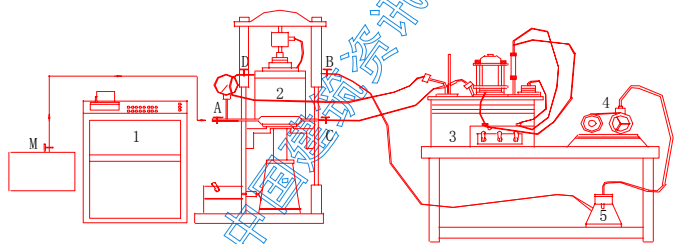


图6.1.7-2 单循环闭式三轴试验配套设备

1—试验仪; 2—闭式三轴压力室; 3—超级恒温器; 4—真空泵; 5—贮水瓶

(1) 开启超级恒温器的水泵，使恒温器与无压保温外套进行热循环。

(2) 自烘箱中取出保温已达到4h的试件，将试件放入下端相连并且剪有排气孔的乳胶膜中。

(3) 关闭阀门A(图6.1.7-2)，开启阀门B，开动真空泵，排出压力室外腔中的水和空气，使压力室内的乳胶膜密贴于心座内壁，将套有乳胶套的试件安置于压力室内腔底座上，再加上压头。

恒温器与无压保温外套的热循环在测定过程中，自始至终连续进行，以达保温目的。

(4) 平移压力室就位于压力机承压平台中心，在压头上安放承压球座，开动压力试验机，使承压平台恰好与球座接触，即暂停试验机。

(5) 开启阀门A、B和旋塞M，由侧向加压设备注入达试验温度的热水，使水充满压力室外腔至无残留气泡存在，然后关闭阀门B、A。

(6) 旋转压力机升降速度刻度盘，使空载升降速度为3mm/min。开动压力机，当垂直荷载达50kPa时，暂停试验机，开启阀门A和旋塞M，由侧向加压设备缓速施压至 $\sigma_1=50\text{kPa}$ ，随即关闭阀门A和旋塞M。

(7) 开动压力机，施加垂直荷载。垂直荷载加载级差为0.1~0.3MPa，具体数值根据材料强度高低而定，一般为0.25MPa。在每级垂直荷载到达的瞬间，测记侧压力读数。以连续加载的方式直至侧压力达0.4MPa或试件已被剪坏时，即停止试验。

(8) 倒开压力机，使加压区净高增大，退出压头。开启阀门B，打开真空泵，取出测过的试件。

(9) 重复上述步骤测试其他试件。

### 6.1.8 数据整理应按下列步骤进行：

6.1.8.1 根据实测数据绘制垂直压力 $\sigma_v$ 和侧压力 $\sigma_1$ 的关系曲线。

6.1.8.2 取 $\sigma_v$ — $\sigma_1$ 关系曲线的直线部分各点，用最小二乘法计

算截距  $I$  和斜率  $S$ ，如下式：

$$I = \frac{\sum \sigma_1 \cdot \sum \sigma_v \sigma_1 - \sum \sigma_v \sum \sigma_1^2}{(\sum \sigma_1)^2 - n \sum \sigma_1^2} \quad (6.1.8-1)$$

$$S = \frac{\sum \sigma_1 \cdot \sum \sigma_v - n \sum \sigma_v \sum \sigma_1}{(\sum \sigma_1)^2 - n \sum \sigma_1^2} \quad (6.1.8-2)$$

式中  $n$ ——实测  $\sigma_v$ — $\sigma_1$  曲线上所取直线部分点(计算用)的个数。

**6.1.8.3** 按下列公式计算  $C$ 、 $\varphi$  值：

$$C = \frac{I}{2\sqrt{s}} \quad (6.1.8-3)$$

$$\varphi = 2(\arctg \sqrt{s} - 45^\circ) \quad (6.1.8-4)$$

**6.1.8.4** 每组试验以三个试件的平均值为试验结果，相对误差按式(4.2.7-4)计算，平行试件相对误差的控制值按照本标准第4.2.8.5款执行。

**6.1.8.5** 根据实测数据绘制垂直应变和时间的关系( $\epsilon$ — $t$ )曲线。

**6.1.9** 沥青混合料制件记录应符合本标准附录D中表D.1.1规定。闭式静载三轴压缩试验记录应符合表D.1.2。计算见表D.1.3规定。

## 6.2 高温抗压回弹模量测定方法

**6.2.1** 本方法适用于室内测定沥青混合料在高温状态下的抗压回弹模量值。

**6.2.2** 适用范围为最大粒径不大于25mm的各种级配沥青混合料和沥青混凝土路面原状材料的标准试件。

**6.2.3** 试验采用开式三轴试验模拟沥青路面的三向受力状态，在有侧限条件下按七级应力水平，分级测定沥青混合料试件的回弹变形值。根据应力与回弹变形的关系，计算高温抗压回弹模量值  $E_c$ 。试验中侧压力采用0.2MPa。

**6.2.4** 测试设备

(1) 应变控制式静态三轴剪力仪，轴向承载力30KN级，1台。



(2) 侧压力自动补偿恒定装置一台, 如不具备该装置, 可用空压机0.8MPa级辅以人工调节来代替。

(3) 保温循环装置包括: 压力室保温外罩、加热保温箱、控温仪、电热器、半导体点温计。

**6.2.5** 附属设备按本标准第6.1.4条规定执行。

增加制备 $\varnothing 7 \times 14 \text{cm}$ 试件的试模(见表4.2.3)3套。

**6.2.6** 仪器检验应符合下列规定。

**6.2.6.1** 三轴剪力仪应按规定检验标定方法定期进行检验标定。在试验前应检查排水管路是否畅通, 活塞在轴套内滑动是否正常, 连接处有无漏水现象。仪器检查完毕后, 关闭侧压力阀、孔隙压力阀和排水阀, 以备使用。

**6.2.6.2** 压力机在试验前检查机器是否正常运转, 挂铈是否正确, 指针是否对零。

**6.2.6.3** 检查试模是否变形, 变形的试模应更换。

**6.2.6.4** 乳胶膜在使用前应仔细检查是否漏气, 漏气者应更换。

**6.2.7** 每组试件不得少于4个。试件尺寸与高度容许误差应符合表6.2.7的规定。

材料规格 (mm)	试件尺寸 (cm)		高度容许误差 (mm)
	公称尺寸	高度	
$d_{\max} \leq 15$	7	14	$\pm 1.5$
$d_{\max} \leq 25$	10	20	$\pm 2.0$

**6.2.8** 试件制备应符合本标准第6.1.6.2~6.1.6.13款的规定。

**6.2.9** 试验方法应按下列步骤进行。

**6.2.9.1** 试验准备工作

(1) 用长方形薄纸将试件侧面全部包严, 粘牢接缝处, 放入烘箱。按要求的试验温度恒温4h, 不得超过6h。

(2) 关闭阀门1(图6.2.9), 将连接开式三轴仪压力室与周

围压力系统的管路接通。调试侧压力  $\sigma_3$  至  $0.2\text{MPa}$ 。将恒温水槽注满水。把恒温器的定温指针调至试验温度。在测试前接通电源，使恒温水槽的水到试验温度。水温可根据室温高低适当高于试验温度，以补充试验过程中恒温水槽中水温的损耗。

### 6.2.9.2 测定方法

在每组4个试件中，取1个测得参考破坏荷载  $P'_u$ ，以确定其余3个试件的七级加载值。3个试件的试验步骤如下：

(1) 从烘箱中取出试件，用半导体测温计测量试件表面温并记录。将乳胶膜套在试件上。

(2) 将套好乳胶膜的试件放在仪器底座上用橡皮圈将乳胶膜分别扎紧在压力室试样底座和试样帽上。

(3) 装上连有顶盖的压力室有机玻璃筒和压力室外围的保温罩。安装时应先将活塞提高以防止碰撞试件，然后将活塞对准试样帽中心依次对向均匀地旋紧螺丝，再将应力环对准活塞，同时装好测变形的百分表。

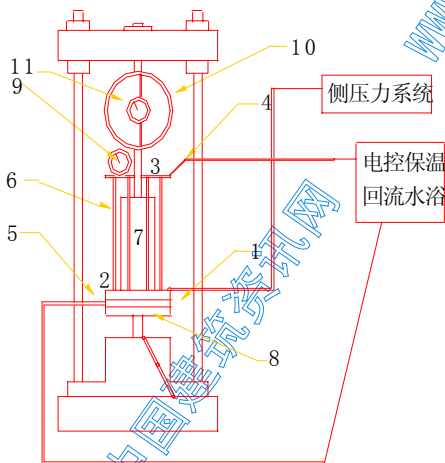


图6.2.9 开式三轴仪测定高温模量

- 1—侧压力阀；2—排水孔；3—排气孔；4—保温罩进水阀；5—保温罩排水阀；  
6—保温罩；7—三轴仪压力室；8—三轴仪底座；9—变形百分表；  
10—应力环；11—应力环百分表

(4) 关闭压力室排水孔，旋开顶盖上的排水孔。开动恒温水槽电泵，将达到试验温度的水缓缓注入压力室，当水从排水孔溢出，并排尽压力室内残留的气泡时，关闭排气孔。

(5) 将保温罩的进出水阀门与电控恒温水槽接通，开动电泵，使热水注满保温罩。整个试验过程中，保温罩与恒温水槽的水保持恒温并循环通畅。

(6) 旋开侧压力阀，施加侧压力  $\sigma_3$  达  $0.2\text{MPa}$ 。

(7) 转动手轮，使活塞与试件帽接触。当应力环的百分表读数为1格 ( $0.01\text{mm}$ ) 时，将变形百分表调至零，维持此初始状态。

(8) 打开变速箱，将加载速度调至  $4\sim 4.5\text{mm/min}$ 。

(9) 开动马达，接上联合器，开始加第一级荷载  $0.1P_u$ 。当荷载达到  $0.1P_u$  时，及时关闭马达，读取变形百分表数值  $A_1$ ，记入加载读数栏内。在读数的同时倒转手轮开始卸荷。当应力环百分表读数为零时，按秒表。待回弹时间达到  $1\text{min}$ ，转动手轮使应力环百分表读数为一格，再读取变形百分表数值  $A_2$ ，记入卸载读数栏内。

(10) 重复以上加载、卸载过程，完成第二至第七级加载、卸载试验，加载值为  $0.2P'_u$ 、 $0.3P'_u$ 、 $0.4P'_u$ 、 $0.5P'_u$ 、 $0.6P'_u$ 、 $0.7P'_u$ 。

(11) 七级荷载回弹变形测完后卸去变形百分表，将试件压至破坏，记录破坏荷载读数  $P'_u$ ，关闭马达，测试结束。

(12) 关闭侧压力阀与保温罩进水阀，倒转手轮，使应力环与压力室活塞杆脱离。

(13) 打开排气孔与排水阀，使保温罩与压力室内的水流入恒温水槽中。

(14) 拆除压力室有机玻璃筒，卸下试件上的乳胶膜，用半导体测温计量测试件温度并记录。

(15) 擦干压力室底座、试样帽与乳胶膜的水，将乳胶膜涂上滑石粉，以备下次使用。

**6.2.10** 计算公式如下：

**6.2.10.1** 按式 (6.2.10-1) 计算各级荷载回弹变形值。

$$l_i = A_1 - A_2 \quad (6.2.10-1)$$

式中  $l_i$ ——各级荷载回弹变形值 (0.01mm);

$A_1$ ——加载时百分表读数 (0.01mm);

$A_2$ ——卸载时的百分表读数 (0.01mm)。

**6.2.10.2** 根据试验的各级荷载  $P_i$  与相应回弹变形量  $l_i$  进行双对数线性回归, 按下式计算  $a$ 、 $b$  值。

$$l = aP_i^b \quad (6.2.10-2)$$

**6.2.10.3** 取  $P_i = 0.5P_u$  时的模量值为材料的模量代表值, 计算回弹模量  $E_c$ 。

$$E_c = \frac{0.5P_u/A + (1 - 2\nu)\sigma_3}{\varepsilon(0.5P_u)} \quad (6.2.10-3)$$

式中  $E_c$ ——高温抗压回弹模量 (MPa)

$P_u$ ——破坏荷载 (kN);

$A$ ——试件截面积 (cm<sup>2</sup>);

$\nu$ ——沥青混合料的泊松比, 采用0.25;

$\sigma_3$ ——侧压力, 在本试验中采用0.2MPa;

$\varepsilon(0.5P_u)$ ——荷载  $P_i = 0.5P_u$  时试件应变值。

$$\varepsilon(0.5P_u) = \frac{a(0.5P_u)^b}{h} \times 10^{-3}$$

式中  $h$ ——试件高度 (cm)。

### 6.2.11 数据整理

取每种材料3个试件回弹模量的平均值作为该材料的回弹模量。相对误差按式(4.2.7-4)计算, 平行试件相对误差的控制值按照本标准第4.2.8.5款执行。

### 6.2.12 记录内容与格式

沥青混合料制件记录格式应符合本标准中表D.1.1的要求。沥青混合料高温抗压回弹模量试验记录应符合表D.2.1的要求, 计算应符合表D.2.2的要求。

## 7. 路面结构整体强度测定方法

### 7.1 路表回弹弯沉值测定方法

**7.1.1** 本方法适用于在现场用标准轴载汽车测定新建或旧路的路表回弹弯沉值，以评定新建路面整体强度，或用以计算旧路路面当量回弹模量作为设计参数。

#### 7.1.2 测试设备

(1) 测试用汽车一辆，单轴双轮组，后轴轴载 $100\text{kN}$ ，轮压 $0.7\text{MPa}$ 。

(2) 弯沉仪2台，附百分表及支架，见图3.1.2。

(3) 秒表、热敏电阻点温计与测定轮胎充气压力的气压表各一个。

(4) 指挥行车的小旗，画标记用的油漆、安全标志、夜间试验时的照明设备等。

**7.1.3** 路表回弹弯沉值测定应采用汽车前进卸载法，按下列步骤进行。

**7.1.3.1** 根据测试要求与路面外观状况选定测点位置，用油漆标记。

**7.1.3.2** 检查测试设备是否齐备和满足精度要求。先测量试验车轮胎充气压力，再装汽车配重，并过磅检测后轴轴载和轮载，避免配重装偏。

**7.1.3.3** 指挥汽车前进使后轮轮隙中心对准测点稍后 $10\text{cm}$ 左右的位置。

**7.1.3.4** 将两台弯沉仪前杠杆分别插入左右后轮的轮隙间，测头对准测点安放，旋动调平螺丝，调平弯沉仪。

**7.1.3.5** 把百分表安在表架上，并根据弯沉仪端部的高度调整

百分表架，使百分表在立杆上有4mm左右的预压力。

**7.1.3.6** 汽车向前徐徐开动，当轮载中心与测点正好重合亦即路面下沉量最大时，记录百分表初读数  $B_1$ 。

**7.1.3.7** 随汽车前进，路面逐渐回弹，百分表向下走动。待汽车后轴移到影响半径之外（一般距测点10m以外），按动秒表，经1min后记录百分表终读数  $B_2$ 。

**7.1.3.8** 用热敏电阻点温计量出测点路表温度  $T_0$  (°C)。

**7.1.4** 按下式计算路表回弹弯沉值：

$$l_T = (B_1 - B_2) \times 2 \times 10^{-3} \quad (7.1.4)$$

式中  $l_T$ ——路面温度为  $T$  (°C) 时的路表回弹弯沉值 (cm)；

$B_1$ ——百分表初读数 (0.01mm)；

$B_2$ ——百分表终读数 (0.01mm)。

**7.1.5** 沥青路路表的弯沉值应进行温度修正。测定沥青路路表弯沉值的标准温度为20°C。温度修正系数  $\Psi_T$  应根据各地实际调查总结而得。

$$\Psi_T = l_{20}/l_T \quad (7.1.5-1)$$

式中  $l_{20}$ ——路面温度为20 (°C) 时的路表回弹弯沉值 (cm)；

$l_T$ ——路面温度为  $T$  (°C) 时的路表回弹弯沉值 (cm)。

无当地资料时，可按下式计算。

沥青路面面层温度  $T_m < 20^\circ\text{C}$  时，

$$\Psi_T = e^{0.002h'(20-T_m)} \quad (7.1.5-2)$$

沥青路面面层平均温度  $T_m > 20^\circ\text{C}$  时，

$$\Psi_T = e^{h'(20-T_m)} \quad (7.1.5-3)$$

式中  $h'$  ——沥青路面面层厚度 (cm)；

$T_m$ ——沥青路面面层平均温度 (°C)。

$$T_m = a + bT_5 \quad (7.1.5-4)$$

$$a = -2.65 + 0.52h' \quad (7.1.5-5)$$

$$b = 0.62 - 0.008h' \quad (7.1.5-6)$$

$T_5$ ——测定时路面表面温度与前5h平均气温之和 (°C)。

7.1.6 当弯沉在非不利季节测定时，弯沉值应进行季节修正。

季节修正系数根据各地实测取得。

7.1.7 记录内容与格式应符合本标准附录 E 中表 E.1 要求。

## 7.2 以汽车测弯沉值求旧路当量回弹模量的测定方法

7.2.1 本方法适用于在旧路上用汽车测定弯沉值，以求得旧路当量回弹模量或水泥混凝土路面基层的当量回弹模量，或求得整层回弹模量。

7.2.2 当量回弹模量确定方法为在旧路或水泥混凝土路面基层上选取有代表性测点，用标准轴载汽车测定回弹弯沉值，用热敏电阻点温计量出测点路表温度，以计算20℃时的回弹弯沉值 $l_a$ ，再按式(7.2.2-1)计算当量回弹模量。

$$E_s = 21.44\mu_1 P_t l_a \quad (7.2.2-1)$$

$$\mu_1 = l_a / l_k \quad (7.2.2-2)$$

式中  $E_s$ ——旧路路表当量回弹模量 (MPa)；

$P_t$ ——标准轴载汽车轮胎压强 (Mpa)；

$l_a$ ——标准轴载汽车测定的回弹弯沉值 (cm)；

$\mu_1$ ——将汽车弯沉值 $l_a$ 换算为标准承载板弯沉值 $l_k$ 的系数。

$l_k$ ——与轮胎等压强 $P_t$ 时的标准承载板回弹弯沉值 (cm)。无当地的 $\mu_1$ 值时，按第7.2.3条方法测定。

### 7.2.3 $\mu_1$ 值测定方法

测定汽车弯沉值 $l_a$ 时，选取代表性测点，同时用30cm标准承载板按本标准第4.1.3.4款中第(1)~(7)项的测定方法取得各级单位压力 $P_{ki}$ 与回弹弯沉值 $l_{ki}$ ，代入式(7.2.3)计算 $\mu_1$ 值。

$$\mu_1 = \frac{l_a}{P_t} \cdot \frac{\sum P_i}{\sum l_i} \quad (7.2.3)$$

7.2.4 温度修正系数按本标准第7.1.5条的规定执行。

7.2.5 季节修正系数按本标准第7.1.6条的规定执行。

7.2.6 记录内容与格式

**7.2.6.1** 测定汽车弯沉值的记录内容与格式按本标准附录 E 中表 E.1 的规定执行。

**7.2.6.2** 测定 30cm 标准承载板各级荷载的记录内容与格式按本标准附录 B 中表 B.1 的规定执行。

### **7.2.7** 当量回弹模量计算

实测弯沉值按温度与季节修正系数予以修正。分段计算其平均值与均方差。快速路、主干路加 2 倍均方差，次干路加 1.5 倍，支路加 1 倍，算得分段弯沉值  $l_a$  (cm)。将  $l_a$  与  $\mu_1$  代入式 (7.2.2-1)，计算旧路当量回弹模量  $E_s$ 。

WWW.SINOAEC.COM

中国建筑资讯网



# 附录 A 土基参数测定记录

## A.1 标准承载板、含水量、密度试验记录

### A.1.1 标准承载板测定土基回弹模量试验记录

表 A.1.1

道路名称：阜成北路

测点编号：阜—6

测定层位：土基表面

土 质：中液限细粒土

承载板直径：30cm

测定汽车：黄河 JN—150

千斤顶 表读数	荷载 (kN)	承载板 压力 (MPa)	百分表读数 (0.01mm)		加载与 卸载读数 (0.01mm)	加载与 卸载的 读数差 (0.01mm)	分级 影响量 (0.01mm)	回弹弯沉 $l_i$ (cm)
			左	右				
10.5	1.39	0.02	6	5	11			
		0	2	3	5	6	0.48	0.00648
16.4	2.77	0.04	12	11	23			
		0	5	6	11	12	0.97	0.01297
22.3	4.16	0.06	20	22	42			
		0	9	14	23	19	1.45	0.02045
28.1	5.55	0.08	32	35	67			
		0	15	22	37	30	1.94	0.03194
33.9	6.93	0.10	49	49	98			
		0	22	31	53	45	2.42	0.04742
46.5	10.40	0.15	73	72	145			
		0	38	44	82	63	3.62	0.06662
63.1	13.06	0.20	103	100	203			
		0	58	57	115	93	4.85	0.09785
汽车离测点10m以外					86.5			
$\sum p_i = 0.3$							$\sum l_i = 0.11926$	

总影响量  $a = 115 - 86.5 = 28.5 (0.01mm)$

$$E_n = \frac{\pi d}{4} (1 - \nu_n^2) \frac{\sum p_i}{\sum l_i} = 20.67 \times \frac{0.3}{0.11926} = 52.0 \text{ MPa}$$

注： $\nu_n$  采用 0.35

试验：

记录：

计算：

校对：

试验日期：

# A. 1. 2 土基含水量试验记录

表 A. 1. 2

道路名称：阜成北路

试验编号：阜—6

土质：中液限细粒土

路面结构：沥青混凝土面层

路基干湿类型：干燥状态

取土深度 (cm)	盒号	空盒重 (g)	盒十湿土重 (g)	盒十干土重 (g)	水重 (g)	干土重 (g)	含水量 (%)	平均含水量 (%)
10	25	12.4	27.2	25.98	1.22	13.58	8.98	9.13
	76	12.4	30.9	29.33	1.57	16.93	9.27	
20	15	12.4	24.9	23.71	1.19	11.31	10.52	10.23
	21	12.4	24.9	23.77	1.13	11.37	9.94	
30	10	12.4	27.5	26.15	1.35	13.75	9.82	9.73
	74	12.4	24.8	23.71	1.09	11.31	9.64	
40	84	12.4	29.8	28.38	1.42	15.98	8.89	8.83
	69	12.4	32.0	30.42	1.58	18.02	8.77	
50	09	12.4	24.8	23.71	1.09	11.31	9.64	9.54
	59	12.4	27.7	26.38	1.32	13.90	9.44	
60	86	12.4	27.6	26.10	1.50	13.70	10.95	10.32
	08	12.4	29.8	28.12	1.68	15.72	10.96	
70	12	12.4	24.8	23.71	1.09	11.31	9.64	9.48
	15	12.4	27.9	26.58	1.32	14.18	9.31	
80	23	12.4	30.9	29.33	1.57	16.93	9.27	9.58
	24	12.4	29.8	28.38	1.42	15.98	8.89	
液限23.4% 相对含水量0.41 取土深度80cm 平均含水量								9.67%

试验：

记录：

计算：

校对：

试验日期：

## A. 1. 3 土基密度试验记录

表 A. 1. 3

道路名称: 阜成北路

土质: 中液限细粒土

测点编号: 阜—6

土样说明:

试验编号	阜6—1		阜6—2		阜6—3		阜6—4	
深度(cm)	20		40		60		80	
环刀号	6		7		6		7	
环刀+湿土重(g)	438		455		448		461	
环刀重(g)	110.4		108.6		110.4		108.6	
湿土重(g)	327.6		346.4		337.6		352.4	
体积(cm <sup>3</sup> )	200		200		200		200	
湿密度(g/cm <sup>3</sup> )	1.64		1.73		1.69		1.76	
盒号(g)	83	01	79	89	55	33	20	25
盒重(g)	12.4	12.4	12.4	12.4	12.4	12.4	12.4	12.4
盒+湿土重(g)	27.1	26.8	27.98	29.89	26.50	27.90	28.3	32.2
干土重(g)	13.78	13.46	14.45	16.14	13.16	14.46	14.21	17.7
水重	0.92	0.94	1.13	1.26	0.94	1.04	1.69	2.10
含水量(%)	6.68	6.90	7.82	7.81	7.14	7.19	11.89	11.86
平均含水量(%)	6.8		7.8		7.2		11.88	
干密度(g/cm <sup>3</sup> )	1.53		1.61		1.58		1.57	
平均值(g/cm <sup>3</sup> )							1.57	
压实系数( $\lambda_c$ )							0.86	

注: 最大干密度1.83g/cm<sup>3</sup>

试验:

记录:

计算:

校对:

试验日期:

## A.2 室内小型承载板试验记录

表 A.2

试样编号：环—15取土地点：研究所内环道试槽

土质：低液限细粒土

承载板直径：5cm

试筒直径：15.2cm

试筒高：12cm

试筒容积：2178cm<sup>3</sup>

荷载级数	单位压力 $p_1$ (MPa)	百分数读数 (0.01mm)						回弹弯沉 $l_1$ (cm)
		加 荷			卸 荷			
		左	右	平均	左	右	平均	
1	0.02	1.6	2.0	1.8	0.9	1.1	1.0	0.0008
2	0.04	5.0	6.0	5.5	1.8	2.0	1.9	0.0036
3	0.06	9.0	9.0	9.0	4.2	4.0	4.1	0.0049
4	0.08	14.2	14.0	14.1	7.6	6.5	7.1	0.0070
5	0.10	19.8	20.0	19.9	11.0	11.0	11.0	0.0089
6	0.14	32.2	33.0	32.6	18.0	18.0	18.0	0.0146
7	0.18	50.0	50.0	50.0	30.8	29.0	29.9	0.0201
8	0.22	69.0	70.0	69.5	42.5	42.0	42.3	0.0272
筒加土重(g)		筒重(g)		土重(g)		湿密度(g/cm <sup>3</sup> )		
10900		6620		4280		1.97		
铝盒号	湿土加盒重(g)	干土加盒重(g)	盒重(g)	水重(g)	含水量(%)	平均含水量(%)	干密度(g/cm <sup>3</sup> )	
71	35.3	31.76	9.84	3.54	16.15	6.49	1.69	
10	31.55	28.29	8.92	3.26	16.83			
备 注	$E_n = \frac{\pi d}{4} (1 - v_n^2) \frac{\sum p_1}{\sum l_1} = 3.446 \times \frac{0.3}{0.0252} = 41.0 \text{ MPa}$ $W_r = \frac{W_m}{W_L} = \frac{16.49}{24.4} = 0.66$ $\lambda_c = \frac{p_d}{P_{max}} = \frac{1.69}{1.79} = 0.945 \quad v_n \text{ 采用 } 0.35$							

试验：                  记录：                  计算：                  校对：                  试验日期：

### A.3 CBR 试验仪测定记录

表 A.3

试件编号: 建-12

土质: 低液限细粒土的砂

取土地点: 北京建筑工程学院试槽

应力环系数: 0.02366kN/0.01mm

百分表读数(0.01mm)		贯入量 (0.01mm)	应力环读数 (0.01mm)	贯入柱压 力(kN)	CBR 值 (%)	备 注
左	右					
50	49	50	22	0.52	14.92	干 密 度 1.67g/cm <sup>3</sup> 含 水 量 12.6%
100	99	100	44	1.04		
150	147	149	59	1.40		
200	198	199	76	1.80		
250	247	249	87	2.06		
300	299	300	95	2.25		
400	399	400	106	2.51		
500	499	500	115	2.72		
750	749	750	130	3.08		

试验:                  记录:                  计算:                  校对:                  试验日期:

根据试验结果在直角坐标上绘制试件的荷载—贯入量曲线, 见图 A.3

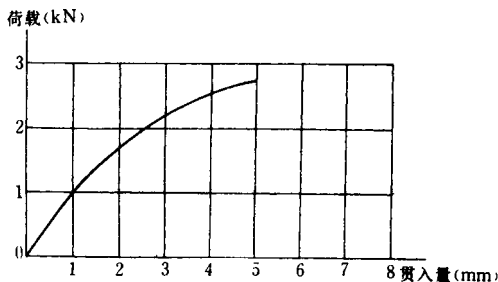


图 A.3 荷载—贯入量曲线

由于曲线通过原点, 不需修正。从曲线上量得, 贯入量为 2.5mm 时,  $P_s=2.02\text{kN}$ , 贯入量为 5mm 时,  $P_s=2.72\text{kN}$ 。

**CBR** 值计算如下:

$$\text{贯入量}2.5\text{mm 时, CBR}=\frac{2.02}{13.54}\times 100=14.92\%。$$

$$\text{贯入量}5\text{mm 时, CBR}=\frac{2.72}{20.31}\times 100=13.40\%。$$

由于**5mm** 贯入量所对应的 **CBR** 值小于**2.5mm** 贯入量的对应值, **CBR** 值采用**14.92%**。

WWW.SINOAEC.COM

中国建筑资讯网

# 附录 B 整体性材料抗压回弹模量测定记录

## B.1 标准承载板测定路面材料抗压回弹模量测定记录

表 B.1

路线和编号：府右街101站

测定汽车：

测定层位：基层

路面状况：

承载板直径：30cm

气 温：

路面材料：砂砾

地 温：

千斤顶 表读数	承载板单位 压力(MPa)	百分表读数 (0.01mm)		总弯沉 (0.01mm)	回弹弯沉 (0.01mm)	分级影 响量 (0.01mm)	计算回弹 弯沉 (cm)
		左	右				
91	0.1	8	7	15			
0	0	2	2	4	11	1.4	0.0124
182	0.2	17	16	33			
0	0	7	6	13	20	2.7	0.0227
273	0.3	26	23	49			
0	0	10	9	19	30	4.1	0.0341
364	0.4	33	28	61			
0	0	12	10	22	39	5.4	0.0444
455	0.5	37	34	71			
0	0	13	14	27	44	6.8	0.0508
汽车离测点10m以外		5	6	11			
$\sum p_i$	1.5					$\sum l_i$	0.1644

总影响量  $a=27-11=16$  (0.01mm)

$$E_p = \frac{\pi d}{4} (1 - \nu_p^2) \frac{\sum p_i}{\sum l_i} = \frac{\pi \times 30}{4} (1 - 0.3^2) \frac{1.5}{0.1644} = 196 \text{MPa}$$

试验：

记录：

计算：

校对：

试验日期：

## B.2 沥青混合料、半刚性材料抗压回弹模量测定记录

### B.2.1 半刚性材料抗压回弹模量试验制件记录

表 B.2.1

材料名称: 水泥石灰稳定土 试件直径: 7.14 (cm) 试件截面积: 40 (cm<sup>2</sup>)  
 材料配比: 水泥: 石灰: 土=3:3:94 集料最大粒径: 5 (mm)  
 击实试验方法: 重型击实法 最大干密度: 1.79 (g/cm<sup>3</sup>) 最佳含水量: 15 (%)  
 试件要求压实度: 95 (%) 试件要求干密度: 1.70 (g/cm<sup>3</sup>)

试件 编号	成型压力		试件高度		试件 重量 (g)	含水 量 (%)	试件 干密度 (g/cm <sup>3</sup> )	压实 度 (%)
	总压力 (kN)	单位压力 (MPa)	实测 (cm)	平均 (cm)				
CL-1	30	7.5	①14.03 ②14.01 ③14.03 ④14.01	14.02	1086	14.5	1.69	94.4
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....

制件: 计算: 校对: 制件日期:

### B.2.2 沥青混合料抗压回弹模量试验制件记录

表 B.2.2

材料名称: 细粒式沥青混凝土 试件直径: 10.10 (cm) 试件截面积: 80 (cm<sup>2</sup>)  
 矿料级配或配比: LH-10 I-2型级配 沥青品种: 胜利石油沥青 集料最大粒径: 10 (mm)  
 沥青标号: 100号甲 油石比: 6 (%) 马歇尔法击实次数: 75次  
 制件标准密度: 2.38 (g/cm<sup>3</sup>) 标准密度试件的空隙或饱水率: 空隙率3.75 (%)

试件 编号	拌和 温度 (°C)	成型 温度 (°C)	成型压力		试件高度		试件 重量 (g)	试件 密度 (g/cm <sup>3</sup> )	压实 度 (%)
			总压力 (kN)	单位压力 (MPa)	实测 (cm)	平均 (cm)			
B-1	160	140	240	30.0	①20.04 ②20.03 ③20.06 ④20.07	20.05	3795	2.36	99.2
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....

制件: 计算: 校对: 制件日期:



# B. 2. 3 半刚性材料抗压回弹模量试验记录

## 表 B. 2. 3

试件编号: **CL—1**      试件尺寸: **∅7×14 (cm)**      试件截面积: **40 (cm<sup>2</sup>)**  
 材料名称: **水泥石灰稳定土**      制件日期: **1988. 4. 11**      试件龄期: **30 (d)**  
 试件养护方法: **试件封在塑料袋中湿海绵覆盖**      试件养护温度: **20±1 (°C)**  
 标距: **93. 0 (mm)**      加荷速度: **2 (mm/min)**      参考破坏荷载: **9. 880 (kN)**

荷载级别	实际荷载 (kN)	千分表读数 (0. 001mm)		回弹变形 $l_1-l_2$ (0. 001mm)	平均回弹变形 (0. 001mm)	应变 $\epsilon_{cl}$ ( $10^{-4}$ )	应力 $\sigma_{cl}$ (MPa)	备注
		加载 $l_1$	卸载 $l_2$					
0. 1P	1. 00	107. 0	104. 5	2. 5	2. 8	0. 30	0. 250	
		156. 5	153. 5	3. 0				
0. 2P	2. 00	113. 0	104. 5	8. 5	8. 0	0. 86	0. 500	
		161. 5	154. 0	7. 5				
0. 3P	3. 00	118. 0	104. 5	13. 5	12. 3	1. 32	0. 750	
		165. 0	154. 0	11. 0				
0. 4P	4. 00	126. 0	105. 0	21. 0	19. 3	2. 08	1. 000	
		173. 0	155. 5	17. 5				
0. 5P	5. 00	137. 0	109. 0	28. 0	25. 3	2. 72	1. 250	
		180. 0	157. 5	22. 5				
0. 6P	6. 00	158. 0	116. 0	42. 0	39. 0	4. 19	1. 500	
		195. 0	159. 0	36. 0				
0. 7P	7. 00	189. 0	123. 0	66. 0	62. 5	6. 72	1. 750	
		220. 0	161. 0	59. 0				
破坏荷载		10. 120(kN)		破坏强度	2. 53(MPa)		破坏后含水量	13(%)

试验:

记录:

计算:

校对:

试验日期:

# B. 2. 4 沥青混合料抗压回弹模量试验记录

表 B. 2. 4

试件编号: B-1

试件尺寸:  $\phi 10 \times 20$  (cm) 试件截面积: 80

(cm<sup>2</sup>)

混合料名称: 细粒式沥青混凝土 制件日期: 1986. 8. 14

试验温度: 20 (°C)

试验前恒温温度及时间: 20±1(°C) 4h 试验时环境温度: 18~20(°C) 标距: 130.0 (mm)

加荷速度: 2 (mm/min)

参考破坏荷载: 25.10 (kN)

荷载级别	实际荷载 (kN)	百分表读数(0.001mm)		回弹变形 $l_1-l_2$ (0.01mm)	平均回弹变形 (0.01mm)	应变 $\epsilon_{ci}$ ( $10^{-4}$ )	应力 $\sigma_{ci}$ (MPa)	备注
		加载 $l_1$	卸载 $l_2$					
0.1P	2.50	3.0	0	3.0	3.0	2.30	0.312	
		74.0	71.0	3.0				
0.2P	5.00	14.0	7.5	6.5	7.2	5.50	0.625	
		87.0	79.0	8.0				
0.3P	7.50	35.0	24.0	11.0	12.5	9.62	0.938	
		112.0	98.0	14.0				
0.4P	10.00	59.0	44.0	15.0	16.0	12.30	1.250	
		139.0	122.0	17.0				
0.5P	12.50	84.0	66.0	18.0	18.5	14.20	1.562	
		167.0	148.0	19.0				
0.6P	15.00	109.0	88.0	21.0	21.5	16.50	1.875	
		195.0	173.0	22.0				
0.7P	17.50	132.0	112.0	20.0	22.0	16.90	2.188	
		225.0	201.0	24.0				
破坏荷载		24.62(kN)		破坏强度	3.078(MPa)			

试验:

记录:

计算:

校对:

试验日期:

# 附录 C 整体性材料弯拉强度与模量测定记录

## C.1 整体性材料弯拉强度与模量测定记录

### C.1.1 半刚性材料弯拉试验制件记录

表 C.1.1

材料名称：石灰粉煤灰稳定石屑

试件类型：小梁 中梁 大梁

材料配比：石灰：粉煤灰：石屑=7：18：75

集料最大粒径：10 (mm) 击实试验方法：重型击实法 最大干密度：2.08 (g/cm<sup>3</sup>)

最佳含水量：9.0 (%) 试件要求压实度：95 (%) 试件要求干密度：1.98(g/cm<sup>3</sup>)

试件编号	成型压力		试件尺寸				两端高差 (cm)	试件重量 (g)	含水量 (%)	试件干密度 (g/cm <sup>3</sup> )	试件压实度 (%)		
	总压力 (kN)	单位压力 (MPa)	长 (cm)	宽 (cm)	试件高度								
					实测 (cm)	平均 (cm)						总平均 (cm)	
LF-1	250	20.8	24.00	5.00	左① 4.98 端② 5.00 中③ 4.99 央④ 5.01 右⑤ 5.00 端⑥ 5.02	4.99 5.00 5.01	5.00	0.02	1289	9.0	1.97	94.7	
.....	.....	.....	.....	.....	左① 端② 中③ 央④ 右⑤ 端⑥	..... ..... ..... ..... .....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
.....	.....	.....	.....	.....	左① 端② 中③ 央④ 右⑤ 端⑥	..... ..... ..... ..... .....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....

制件：

计算：

校对：

制件日期：

### C.1.2 沥青混合料弯拉试验制件记录

表 C.1.2

材料名称：中粒式沥青混凝土 试件类型：小梁 中梁 大梁 矿料级配或配比：LH—25 II 型 集料最大粒径：25 (mm)  
 沥青品种：胜利石油沥青 沥青标号：100号甲 油石比：4.9 (%) 马歇尔法击实次数：75 (次)  
 制件标准密度：2.38 (g/cm<sup>3</sup>) 标准密度试件的空隙率或饱水率： 饱水率4.6 (%)

试件编号	拌和温度 (°C)	成型温度 (°C)	成型压力		试件尺寸						试件重量 (g)	试件密度 (g/cm <sup>3</sup> )	压实度 (%)	
			总压力 (kN)	单位压力 (MPa)	长 (cm)	宽 (cm)	试件高度			两端高差 (cm)				
							实测 (cm)	平均 (cm)	总平均 (cm)					
B—1	150	130	1200	30.0	40.00	10.00	左端①	10.04	10.04	10.03	0.02	9518	2.37	99.6
							②	10.04						
							中央③	10.03	10.03					
							④	10.03						
							右端⑤	10.02	10.02					
							⑥	10.02						
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	左端①	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
							②	.....						
							中央③	.....	.....					
							④	.....						
							右端⑤	.....	.....					
							⑥	.....						
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	左端①	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
							②	.....						
							中央③	.....	.....					
							④	.....						
							右端⑤	.....	.....					
							⑥	.....						

制件： 计算： 校对： 制件日期：

### C. 1.3 半刚性材料弯拉试验记录

表 C. 1.3

试件编号: LF—1 试件尺寸: 5×5×24(cm) 计算断面尺寸(高×宽): 5.00×5.00 (cm)  
 材料名称: 石灰粉煤灰稳定石屑 制件日期: 1989. 1. 15 试件龄期: 30d  
 试件养护方法: 试件成型后用塑料袋密封置养护室养护 试件养护温度: 20±1(°C)  
 标距: 40. 0(mm) 加荷速度: 2(mm/min) 参考破坏荷载: 0. 400(kN)

荷载 级别	实际 荷载 (kN)	千分表读数 (0. 001mm)		回弹变形 $l_1-l_2$ (0. 001mm)	平均回 弹变形 (0. 001mm)	应变 $\epsilon_{ml}$ ( $10^{-4}$ )	应力 $\sigma_{ml}$ (MPa)	备 注
		加载 $l_1$	卸载 $l_2$					
0. 1P	0. 040	373. 0	372. 5	0. 5	0. 5	0. 12	0. 048	
		344. 0	343. 5	0. 5				
0. 2P	0. 080	373. 0	372. 5	0. 5	1. 0	0. 25	0. 096	
		343. 0	343. 5	1. 5				
0. 3P	0. 120	373. 5	372. 5	1. 0	1. 3	0. 32	0. 144	
		345. 0	343. 5	1. 5				
0. 4P	0. 160	374. 0	373. 0	1. 0	1. 5	0. 38	0. 192	
		345. 5	343. 5	2. 0				
0. 5P	0. 200	374. 0	373. 0	1. 0	1. 8	0. 45	0. 240	
		346. 5	344. 0	2. 5				
0. 6P	0. 240	374. 5	373. 0	1. 5	2. 5	0. 62	0. 288	
		347. 5	344. 0	3. 5				
0. 7P	0. 280	375. 0	373. 0	2. 0	3. 5	0. 88	0. 336	
		349. 5	344. 5	5. 0				
破坏荷载	0. 400(kN)		破坏强度	0. 480(MPa)		破坏后含水量	7. 6(%)	

试验:

记录:

计算:

校对:

试验日期:

## C. 1. 4 沥青混合料弯拉试验记录

表 C. 1. 4

试件编号: B—1

试件尺寸: 10×10×40(cm)

计算断面尺寸(高×宽): 10.00×10.00(cm)

混合料名称: 中粒式沥青混凝土

制件日期: 1982. 11. 22 试验温度: 15(°C)

试验前恒温温度及时间: 15±1(°C)4h

试验时环境温度: 16(°C) 标距: 80.0(mm)

加荷速度: 2(mm/min)

参考破坏荷载: 9.760(kN)

荷载 级别	实际 荷载 (kN)	十分表读数 (0.001mm)		回弹变形 $l_1-l_2$ (0.001mm)	平均回 弹变形 (0.001mm)	应变 $\epsilon_{ml}$ ( $10^{-4}$ )	应力 $\sigma_{ml}$ (MPa)	备 注
		加载 $l_1$	卸载 $l_2$					
0.1P	0.980	11.0	2.0	9.0	10.0	1.25	0.294	
		13.0	2.0	11.0				
0.2P	1.960	27.0	6.0	21.0	22.0	2.75	0.588	
		30.0	7.0	23.0				
0.3P	2.940	54.0	15.0	39.0	40.0	5.00	0.882	
		58.0	17.0	41.0				
0.4P	3.920	91.0	28.0	63.0	65.0	8.12	1.18	
		99.0	32.0	67.0				
0.5P	4.900	199.0	87.0	112.0	115.0	14.4	1.47	
		211.0	93.0	118.0				
0.6P	5.880	247.0	111.0	136.0	140.0	17.5	1.76	
		263.0	119.0	144.0				
0.7P	6.860	372.0	191.0	181.0	185.0	23.1	2.06	
		388.0	199.0	189.0				
破坏荷载	10.880(kN)		破坏强度	3.26(MPa)				

试验:

记录:

计算:

校对:

试验日期:



## D. 1. 2 沥青混合料闭式静载三轴压缩试验记录

表 D. 1. 2

试件编号: D3

混合料名称: 细粒式沥青混凝土

沥青品种: 胜利100号

油石比(%): 5. 0

制件日期: 1986. 3. 26

加荷速度(mm/min): 3

试验温度(°C): 60

试件尺寸(cm):  $\phi 10 \times 20$ 试件面积(cm<sup>2</sup>): 78. 54

试件重量(g): 3730. 6

垂直荷载 $P$ (kN)	垂直压力 $\sigma_v$ (MPa)	侧压力 $\sigma_L$ (MPa)	千分表读数 (格)		垂直变形 $\Delta h_1$ (mm)	垂直应变 $\epsilon$	时间 (s)	应变速度 (s <sup>-1</sup> )	备注
			左	右					
0. 4	0. 050	0. 050							
2	0. 250	0. 072							
4	0. 500	0. 092							
6	0. 750	0. 115							
8	1. 000	0. 147							
10	1. 250	0. 183		试	验	从	略		
12	1. 500	0. 220							
14	1. 750	0. 260							
16	2. 000	0. 305							
18	2. 250	0. 353							
20	2. 500	0. 410							
22	2. 750	0. 465							
24	3. 000	0. 515							

试验:

记录:

计算:

校对:

试验日期:



### D. 1. 3 闭式三轴试验计算

表 D. 1. 3

计算用测点	$\sigma_v$	$\sigma_L$	$\sigma_v^2$	$\sigma_L^2$	$\sigma_v\sigma_L$
1	1. 75	0. 260	3. 0625	0. 067600	0. 4550
2	2. 00	0. 305	4. 0000	0. 093025	0. 6100
3	2. 25	0. 353	5. 0625	0. 124609	0. 79425
4	2. 50	0. 410	6. 2500	0. 168100	1. 0250
5	2. 75	0. 465	7. 5625	0. 216225	1. 27875
6	3. 00	0. 515	9. 0000	0. 265225	1. 5450
$\Sigma$	14. 25	2. 308	34. 9355	0. 934784	5. 708

$$I = \frac{\sum \sigma_L \cdot \sum \sigma_v \sigma_L - \sum \sigma_v \cdot \sum \sigma_L^2}{(\sum \sigma_L)^2 - n \cdot \sum \sigma_L^2} = 0. 5202$$

$$S = \frac{\sum \sigma_v \cdot \sum \sigma_L - n \cdot \sum \sigma_v \sigma_L}{(\sum \sigma_L)^2 - n \cdot \sum \sigma_L^2} = 4. 8219$$

$$C = \frac{1}{2\sqrt{S}} = -0. 1184 \text{MPa}$$

$$\phi = 2(\arctg \sqrt{S} - 45^\circ) = 41. 03^\circ$$

计算:

校对:

日期:

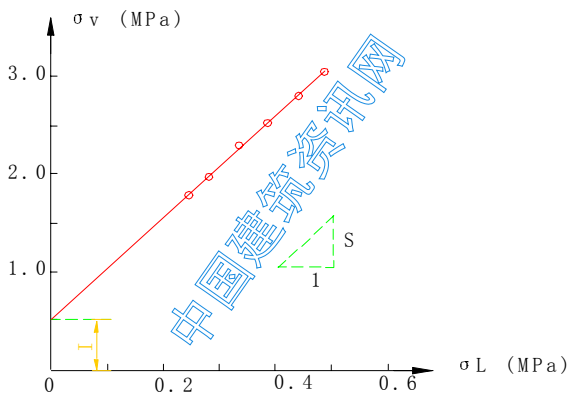


图 D. 1. 3 垂直压力与侧压力关系图

## D. 2 沥青混合料高温抗压回弹模量测定记录

### D. 2. 1 沥青混合料高温抗压回弹模量试验记录

表 D. 2. 1

试验编号: 9—D

试件高度(cm): 19. 8

取料地点或材料级配: 小庄

试件截面积(cm<sup>2</sup>): 80. 12

油石比(%): 4. 5

标距(cm): 19. 8

侧压力σ<sup>3</sup>(MPa): 0. 2

试件测前温度(°C): 53. 0

加载速度(mm/min): 3

试件测后温度(°C): 53. 5

试验温度(°C): 55

应力环系数(kN/0. 01mm): 0. 115

制件日期: 1985. 7. 16

应力环百分表读数 (0. 01mm)	荷载 $P_1$ (kN)	轴向变形百分表读数 (0. 01mm)		回弹变形值 $l_1$ (0. 01mm)	备注
		加载读数 $A_1$	卸载读数 $A_2$		
12	1. 378	6	1	5	
24	2. 755	27	14	13	
36	4. 133	55	32	23	
48	5. 510	79	50	29	
60	6. 888	104	70	34	
72	8. 266	132	92	40	
84	9. 643	162	116	46	
123	14. 2(破坏荷载)				

试验:

记录:

计算:

校对:

试验日期:

### D. 2. 2 沥青混合料高温抗压回弹模量计算

表 D. 2. 2

$n$	$\lg L$	$(\lg L)^2$	$\lg P$	$(\lg P)^2$	$\lg L \cdot \lg P$
1	0. 6990	0. 4886	0. 1392	0. 0194	0. 0973
2	1. 1139	1. 2408	0. 4401	0. 1937	0. 4902
3	1. 3617	1. 8542	0. 6163	0. 3798	0. 8392
4	1. 4624	2. 1386	0. 7412	0. 5494	1. 0839
5	1. 5315	2. 3455	0. 8381	0. 7024	1. 2836
6	1. 6021	2. 5667	0. 9173	0. 8414	1. 4696
7	1. 6628	2. 7649	0. 9842	0. 9686	1. 6365
$\Sigma$	9. 4344	13. 3993	4. 6764	3. 6547	0. 9003

L—P 函数关系式	$L=aP^b$ $\lg L=\lg a+b\lg P$
$\lg L_m=(\sum \lg L)/n$	1.3476
$\lg P_m=(\sum \lg P)/n$	0.6681
$L_{pp}=\sum (\lg P)^2-1/n(\sum \lg P)^2$	0.5306
$L_{LL}=\sum (\lg L)^2-1/n(\sum \lg L)^2$	0.6866
$L_{pL}=\sum \lg p \lg L-1/n(\sum \lg P)(\sum \lg L)$	0.5982
$b=L_{pL}/L_{pp}$	1.1274
$\lg a=\lg L-b\lg p_m$	0.5944
$a=10^{\lg a}$	3.9301
$\gamma=L_{pL}/\sqrt{L_{pp}\cdot L_{LL}}$	0.9911
$e_{0.5P_m}=a(0.5P_m)^b/h\times 10^{-3}$	$1.7975\times 10^{-3}$
$\sigma_{0.5P_m}=0.5P_m/F(\text{MPa})$	0.8812
$E_c=[0.5P_m/F+(1-2\mu)\sigma_3]/e_{0.5P_m}$	545.87

计算:

校对:

日期:

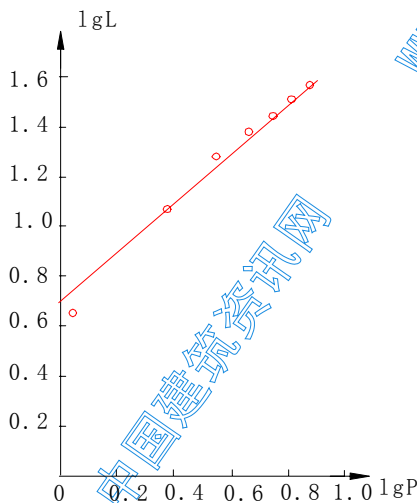


图 D. 2. 2 垂直压力与回弹变形对数关系图

# 附录 E 路面结构整体强度测定记录

## E.1 路表回弹弯沉值测定记录

表 E.1

道路名称:西颐路

轴载:100kN

轮胎气压:0.7Mpa

编号	测点位置	左 后 轮				右 后 轮			
		测点路 表温度 $T_0$ ( $^{\circ}\text{C}$ )	百分表读数		回弹弯 沉值 $l_r$ (cm)	测点路 表温度 $T_0$ ( $^{\circ}\text{C}$ )	百分表读数		回弹弯 沉值 $l_r$ (cm)
			初读数 $B_1$ (0.01mm)	终读数 $B_2$ (0.01mm)			初读数 $B_1$ (0.01mm)	终读数 $B_2$ (0.01mm)	
1	0+000	16	77	47	0.06	16.5	86	49	0.074

试验:

记录:

计算:

校对:

试验日期:

## 附录 F 本标准用词说明

**F.0.1** 为便于在执行本标准条文时区别对待，对于要求严格程度不同的用词说明如下：

**F.0.1.1** 表示很严格，非这样作不可的：

正面词采用“必须”；

反面词采用“严禁”。

**F.0.1.2** 表示严格，在正常情况下均应这样作的：

正面词采用“应”；

反面词采用“不应”或“不得”。

**F.0.1.3** 表示允许稍有选择，在条件许可时，首先应这样作的：

正面词采用“宜”或“可”；

反面词采用“不宜”。

**F.0.2** 条文中指明必须按其他有关标准执行的写法为：

“应按……执行”或“应符合……的要求（或规定）”。

非必须按所指定的标准执行的写法为“可参照……的要求（或规定）”。

# 附加说明

## 本规范主编单位、参加单位和 主要起草人名单

**主 编 单 位：**北京市市政设计研究院

**参 加 单 位：**同济大学道路与交通工程研究所  
北京市市政工程研究所

**主要起草人：**林治远 林绣贤 杨树祺 刘士元 唐质勇  
邓昭瑜 张嘉铭 郭青筠

WWW.SINOAEC.COM

中国建筑资讯网