

备,国产的石油仪器中也有类似的产品。本试验法按照日本道路协会铺装试验法便览3-9-7的方法,列出了旋转蒸发器回收沥青试验方法的步骤,供有此类设备的单位使用。

对溶剂要求采用工业用三氯乙烯,并要求纯度要达到99%以上,因为纯度高回收效果比较好。由于三氯乙烯溶剂易挥发,而且对人体有害,所以,旋转蒸发器整套试验应该在通风良好的室内进行,操作人员也应该配备必要的防护用品,如橡皮手套和防护面罩等。

对真空度的控制可以根据蒸馏情况、仪器本身的功能及结合实践经验进行调整。

由于沥青回收方法难度大,回收条件掌握不好,沥青本身老化就难以避免。因此国外都要求操作者在正式试验前,应进行空白试验,即将已知各项性质的沥青用三氯乙烯溶解至相当浓度后按试验法回收,测定沥青性质有无变化。如技术不熟练,条件掌握不好,沥青性质发生了变化,就说明试验本身不合格。我国这方面的试验开展得还很少,各单位使用本试验方法时亦应反复进行空白试验,以便试验者能熟练操作,达到回收的目的。

## T 0728—2000 沥青混合料弯曲蠕变试验

### 1 目的与适用范围

1.1 本方法适用于测定热拌沥青混合料试件在规定温度和加载应力水平条件下弯曲蠕变的应变速率,以评价沥青混合料的变形性能。

1.2 试验温度根据试验目的需要或有关规定选用,如无特殊规定,试验沥青混合料的低温性能时宜采用0℃,试验高温性能时宜采用30~40℃。

1.3 本方法适用于由轮碾成型后的试件切制成长250mm、宽30mm、高35mm的棱柱体小梁,其跨径为200mm。

### 2 仪器与材料技术要求

2.1 蠕变试验机:宜采用能施加恒定荷载的电液伺服万能材料试验机,也可采用砝码加载的杠杆式蠕变试验机。荷载由传感器测定,最大荷载应满足不超过传感器量程的80%且不小于量程的20%的要求,宜采用0.2kN,分度值10N。应保持试验机在加载过程中荷载水平基本不变。具有梁式支座,下支座中心距200mm,上压头位置居中,上压头及支座与试件的接触面均为半径10mm的圆弧形钢棒,上压头可以活动与试件紧密接触。应具有环境保温箱,控温准确至 $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$ 。

2.2 位移测定装置:采用LVDT位移传感器。

2.3 数据采集系统或X-Y记录仪:能自动采集或储存传感器及位移传感器的电测信号,能在数据采集系统或在X-Y记录仪上绘制荷载与跨中挠度随时间变化的曲线。

**2.4 恒温水槽:**温度范围能满足试验要求,控温准确度为 $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$ 。在负温度下试验时,恒温水槽的水中应加少量食盐以降低冰点,或采用1:1的甲醇(或乙二醇)水溶液作冷媒介质。恒温水槽中的液体应能循环回流使温度恒定。

**2.5 万能材料试验机:**应具有控温环境箱,最大荷载为5kN,准确至0.01kN。

**2.6 卡尺。**

**2.7 秒表。**

**2.8 温度计:**分度值 $0.1^{\circ}\text{C}$ 。

**2.9 天平:**感量不大于0.1g。

**2.10 其他:**平板玻璃等。

### 3 方法与步骤

#### 3.1 准备工作

**3.1.1** 按本规程 T 0703 沥青混合料试件制作方法由轮碾成型的板块状试件上用切割法制作棱柱体试件,试件尺寸应符合长 $250\text{mm} \pm 2\text{mm}$ 、宽 $30\text{mm} \pm 2\text{mm}$ 、高 $35\text{mm} \pm 2\text{mm}$ 的要求,一块 $300\text{mm} \times 300\text{mm} \times 50\text{mm}$ 的板块通常可切割6根试件。

**3.1.2** 在跨中及两支点断面用卡尺量取试件的尺寸,当两支点断面的高度(或宽度)之差超过2mm时,试件应作废。跨中断面的宽度为 $b$ ,高度为 $h$ ,取相对两侧的平均值,准确至0.1mm。

**3.1.3** 按本规程规定的方法测量试件的密度、空隙率等各项物理指标。

**3.1.4** 将试件置于规定温度的恒温水槽中保温1h,试件之间的距离应不小于10mm。当进行沥青混合料的高温弯曲蠕变试验时,试件必须平放在支起的平板玻璃上。

**3.1.5** 将试验机环境箱调到规定温度 $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$ 。

**3.1.6** 将试验机梁式试件支座准确安放好,测定支点间距为 $200\text{mm} \pm 0.5\text{mm}$ ,使上压头与下压头钢棒保持平行且距离相等,然后将位置固定。

**3.2** 从一组 6 根试件中随机选取 2 根试件,在规定温度条件下按本规程 T 0715 的方法进行弯曲试验,加载速率为 50mm/min。测定试件的破坏荷载  $P$ ,求取平均值。以破坏荷载的 10% 作为弯曲蠕变试验的荷载  $P_0$ 。

### 3.3 方法与步骤

**3.3.1** 将试件从恒温水槽中取出,立即对称安放在支座上,试件上下方向应与试件成型时方向一致。高温弯曲蠕变试验必须在恒温水槽中进行,低温弯曲蠕变试验可在试验机的环境箱或恒温水槽中进行。

**3.3.2** 将荷载传感器、LVDT 位移传感器与数据采集系统连接,以  $X$  轴为时间轴, $Y$  轴记录荷载( $Y_1$ )及位移( $Y_2$ ),选择适宜的量程后调零。

**3.3.3** 在梁跨正中央安放位移测定装置,跨中挠度用 LVDT 传感器测定。位移传感器支座固定在试验机机身上。位移传感器测头支于试件跨中中央(1 个位移传感器)或两侧(用 2 个位移传感器)。位移传感器有效量程应大于预计最大挠度的 1.2 倍。当采用  $X$ - $Y$  记录仪记录时间挠度曲线时,为正确地由曲线读取数据,在开始加载后的 60s 内,记录仪的走纸速度(或扫描速度)宜不小于 100mm/min,直至试验结束宜不小于 10mm/min。

当采用电子数据采集系统记录挠度变形时,为正确地根据输出数据绘制曲线,在开始加载后的 10s 内,采样频率宜不小于 100Hz,此后 5min 宜不小于 1Hz,然后以不小于 0.2Hz 的采样频率直至试验结束。

**3.3.4** 施加荷载  $P_0$ 。当采用能施加恒定荷载的电液伺服万能材料试验机时,开动试验机,快速(宜为 50mm/min)在跨中施以荷载达到要求的恒定荷载,并符合破坏荷载的  $10\% \pm 1\%$  的要求。当采用砝码加载的杠杆式蠕变试验机时,直接一次加上要求的砝码荷载,施加在试件上的荷载应符合破坏荷载的  $10\% \pm 1\%$  的要求。

**3.3.5** 在施加荷载的同时开动记录仪。记录荷载变化过程及跨中挠度曲线,如图 T 0728-1 所示。直至变形进入直线稳定发展的时间不得少于 0.5h,根据需要可试验至试件断裂为止。

**3.3.6** 按同样顺序对其他试件进行试验,一组试件重复试验的试件数不得少于 3 根。

## 4 计算

**4.1** 从图 T 0728-1 试验时间—跨中挠度曲线上按试验数据采集频率读取不同时间  $t_i$  的跨中挠度  $d_i$ ,至时间—挠度曲线进入直线段(稳定期)后,读取直线段起点及终点的时

间及变形( $t_1$ 、 $d_1$  及  $t_2$ 、 $d_2$ )。

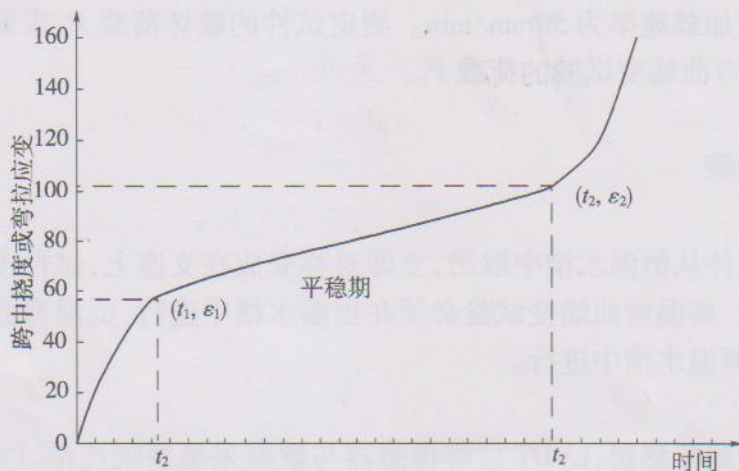


图 T 0728-1 试验时间—跨中挠度曲线

4.2 当进行低温弯曲蠕变试验,且试验是在试验机环境箱中进行时,小梁的自重影响在计算时可略去不计,按式(T 0728-1)~式(T 0728-5)计算蠕变弯拉应力 $\sigma_0$ 、梁底弯拉应变 $\varepsilon(t)$ 及弯曲蠕变劲度模量 $S(t)$ 、弯曲蠕变柔量 $J(t)$ 、弯曲蠕变速率 $\varepsilon_s$ 。此组公式不适用于温度高于 $20^\circ\text{C}$ 的情况。

$$\sigma_0 = \frac{3 \times L \times F_0}{2 \times b \times h^2} \times 10^{-6} \quad (\text{T 0728-1})$$

$$\varepsilon(t) = \frac{6 \times h \times d(t)}{L^2} \quad (\text{T 0728-2})$$

$$S(t) = \frac{\sigma_0}{\varepsilon(t)} \quad (\text{T 0728-3})$$

$$J(t) = \frac{1}{S(t)} \quad (\text{T 0728-4})$$

$$\varepsilon_s = \frac{\varepsilon_2 - \varepsilon_1}{(t_2 - t_1) / \sigma_0} \quad (\text{T 0728-5})$$

上述式中: $\sigma_0$ ——试件的蠕变弯拉应力(MPa);

$\varepsilon(t)$ ——试件梁底的弯拉应变;

$S(t)$ ——试件的弯曲蠕变劲度模量(MPa);

$J(t)$ ——试件的弯曲蠕变柔量(1/MPa);

$\varepsilon_s$ ——试件的弯曲蠕变速率[1/(s·MPa)];

$t_1$ 、 $t_2$ ——分别为蠕变稳定期直线段起始点及终点的时间(s);

$\varepsilon_1$ 、 $\varepsilon_2$ ——分别为对应于时间 $t_1$ 、 $t_2$ 时的蠕变应变;

$b$ ——跨中断面试件的宽度(m);

$h$ ——跨中断面试件的高度(m)；

$L$ ——试件的跨径(m)；

$F_0$ ——试件在试验加载过程中承受的荷载(N)；

$d(t)$ ——试件加载过程中随时间  $t$  变化的跨中挠度(m)。

4.3 当在恒温水槽中进行沥青混合料的弯曲蠕变试验时,均应计算小梁的自重,并考虑水的浮力,按式(T 0728-6)~式(T 0728-10)分别计算蠕变、弯拉应力  $\sigma_0$ 、梁底弯拉应变  $\varepsilon(t)$  及弯曲蠕变劲度模量  $S(t)$ 、弯曲蠕变柔量  $J(t)$ 、弯曲蠕变速率  $\varepsilon_s$ 。

$$\sigma_0 = \frac{3 \times (2 \times L \times F_0 + q \times L^2 - 4 \times q \times L_1^2)}{4 \times b \times h^2} \times 10^{-6} \quad (\text{T 0728-6})$$

$$\varepsilon(t) = \frac{24 \times h \times (2 \times L \times F_0 + q \times L^2 - 4 \times q \times L_1^2)}{(8 \times L^3 \times F_0 + 5 \times q \times L^4 - 24 \times q \times L^2 \times L_1^2)} \times d(t) = \alpha \times d(t) \quad (\text{T 0728-7})$$

$$S(t) = \frac{\sigma_0}{\varepsilon(t)} \quad (\text{T 0728-8})$$

$$J(t) = \frac{1}{S(t)} \quad (\text{T 0728-9})$$

$$\varepsilon_s = \frac{\varepsilon_2 - \varepsilon_1}{(t_2 - t_1) / \sigma_0} \quad (\text{T 0728-10})$$

上述式中: $\sigma_0$ ——试件的蠕变弯拉应力(MPa)；

$\varepsilon(t)$ ——试件梁底的弯拉应变；

$S(t)$ ——试件的弯曲蠕变劲度模量(MPa)；

$J(t)$ ——试件的弯曲蠕变柔量(1/MPa)；

$\varepsilon_s$ ——试件的弯曲蠕变速率[1/(s·MPa)]；

$t_1, t_2$ ——蠕变稳定期直线段起始点及终点两点的时间(s)；

$\varepsilon_1, \varepsilon_2$ ——对应于时间  $t_1, t_2$  时的蠕变应变；

$b$ ——跨中断面试件的宽度(m)；

$h$ ——跨中断面试件的高度(m)；

$L$ ——试件的跨径(m),一般为0.2m；

$L_1$ ——试件的端部到支点的距离(m),一般为0.025m；

$q$ ——小梁试件单位长度的质量(N/m),由下式计算；

$$q = (D - 1) \times b \times h \times 1000 \times 9.81$$

$D$ ——沥青混合料密度( $\text{t/m}^3$ )；

$F_0$ ——试件在试验加载过程中承受的荷载(N)；

$d(t)$ ——试件加载过程中随时间  $t$  变化的跨中挠度(m)。

## 5 报告

5.1 每个试验温度下,一组平行试验的试件不得少于3个,取其平均值作为试验结果。

5.2 试验结果均应注明试件尺寸、成型方法、试验温度及加载速率。

## 条文说明

沥青混合料弯曲蠕变试验的目的是对规定尺寸的小梁试件,在跨中施加恒定的集中荷载,测定随时间不断增长的蠕变变形。跨中断面下缘的总应变与应力之比值为弯曲蠕变柔量,以 $1/\text{MPa}$ 计。在单位应力条件下,变形等速增长的稳定期内单位时间增加的应变值即蠕变速率,以 $1/(\text{s} \cdot \text{MPa})$ 计。本方法是按照“八五”国家科技攻关专题“道路沥青及沥青混合料的路用性能”的研究成果编写的,配套设备已供应市场。

## T 0729—2000 沥青混合料冻融劈裂试验

### 1 目的与适用范围

1.1 本方法适用于在规定条件下对沥青混合料进行冻融循环,测定混合料试件在受到水损害前后劈裂破坏的强度比,以评价沥青混合料的水稳定性。非经注明,试验温度为 $25^{\circ}\text{C}$ ,加载速率为 $50\text{mm}/\text{min}$ 。

1.2 本方法采用马歇尔击实法成型的圆柱体试件,击实次数为双面各50次,集料公称最大粒径不得大于 $26.5\text{mm}$ 。

### 2 仪器与材料技术要求

2.1 试验机:能保持规定加载速率的材料试验机,也可采用马歇尔试验仪。试验机负荷应满足最大测定荷载不超过其量程的80%且不小于其量程的20%的要求,宜采用 $40\text{kN}$ 或 $60\text{kN}$ 传感器,读数准确至 $0.01\text{kN}$ 。

2.2 恒温冰箱:能保持温度为 $-18^{\circ}\text{C}$ 。当缺乏专用的恒温冰箱时,可采用家用电冰箱的冷冻室代替,控温准确至 $\pm 2^{\circ}\text{C}$ 。

2.3 恒温水槽:用于试件保温,温度范围能满足试验要求,控温准确至 $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ 。

2.4 压条:上下各1根。试件直径 $100\text{mm}$ 时,压条宽度为 $12.7\text{mm}$ ,内侧曲率半径 $50.8\text{mm}$ 。压条两端均应磨圆。