

值时相同。

3.2.5 当试样流至第一条标线 50mL 时开动秒表, 至达到第二条标线 100mL 时, 立即按停秒表, 并记取时间, 准确至 0.1s。

4 计算

试样的恩格拉黏度按式(T 0622-1)计算。

$$E_v = \frac{t_T}{t_w} \quad (\text{T 0622-1})$$

式中: E_v ——试样在温度 T 时的恩格拉度;

t_T ——试样在温度 T 时的流出时间(s);

t_w ——恩格拉黏度计的水值, 即水在 25℃ 时流出相同体积 50mL 的时间(s); 可以直接测定, 亦可由 20℃、200mL 水的流出时间 K_{20} 换算成 25℃、50mL 水的流出时间, 其换算系数 F 为 0.224, 则: $t_w = K_{20} \times F = K_{20} \times 0.224$ 。

5 报告

同一试样至少平行试验两次, 当两次结果的差值不大于平均值的 4% 时, 取其平均值作为试验结果。

6 允许误差

重复性试验的允许误差为平均值的 4%, 再现性试验的允许误差为平均值的 6%。

T 0623—1993 沥青赛波特黏度试验(赛波特重质油黏度计法)

沥青的赛波特相对黏度是试样在规定温度下, 自赛波特重质油黏度计的规定尺寸的流孔流出 60mL 试样的时间, 以 s 表示。赛波特黏度计是国际上最常用的一种液体沥青材料流出型黏度计, 常用以测定施工温度下的沥青黏度。有的国家也用作乳化沥青划分标号的标准。赛波特黏度计有两种, 即赛波特重质油黏度计(Saybolt and Furol Viscosity)、赛波特通用黏度计(Saybolt Universal Viscosity)。其区别在于黏度计采用流孔的孔径不同, 前者采用孔径 3.15mm, 后者采用孔径 1.76mm。近年我国一些国际招标的公路常提出用赛波特黏度, 试验法也常以此决定施工温度, 故增补此方法。本方法按照大多数国家的情况规定用赛波特重质油黏度计测定, 试验法参照 ASTM D 88、AASHTO T 72 及日本道路协会铺装试验法便览 3-5-12 制定, 并结合我国的使用情况, 作了局部修改。

1 目的与适用范围

本方法采用赛波特重质油黏度计测定较高温度时的黏稠石油沥青、乳化沥青、液体石油沥青等的条件黏度, 并用于确定沥青的施工温度。通常情况下, 黏稠石油沥青的测定温度为 120~180℃, 乳化沥青及液体石油沥青的标准试验温度为 25℃ 及 50℃。

2 仪器与材料技术要求

2.1 赛波特重质油黏度计: 形状和尺寸如图 T 0623-1 所示。它由下列各部分组成:

赛波特黏度计国内已有生产, 本试验图中表明的尺寸系选自 ASTM 及日本道路协会标准。黏度计的标定按 ASTM D 88 及 AASHTO T 72 规定, 通用型是在 37.8℃ 时校正, 重油型是在 50℃ 校正, 校正期不多于 3 年。黏度计的保温精密密度 ASTM 规定为 $\pm 0.03^\circ\text{C}$, AASHTO 为 $\pm 0.05^\circ\text{C}$, 日本规定为 $\pm 0.3^\circ\text{C}$

$$\varepsilon_c = \frac{\Delta l}{l} \quad (\text{T 0714-2})$$

$$S_c = \frac{R_c}{\varepsilon_c} \quad (\text{T 0714-3})$$

上述式中： R_c ——试件的抗压强度(MPa)；
 P_c ——试件破坏时的最大荷载(N)；
 b ——试件的长度(mm)；
 h ——试件的宽度(mm)；
 ε_c ——试件破坏时的压缩应变；
 Δl ——试件破坏时的压缩变形(mm)；
 l ——试件的高度(mm)；
 S_c ——试件的压缩破坏劲度模量(MPa)。

4.3 计算加载过程中任一加载时刻的应力、应变、劲度模量的方法同上，只需读取该时刻的荷载及变形代替上式的最大荷载及破坏变形即可。

当仅需要破坏时的抗压强度、破坏应变及抗压劲度模量时，可由破坏时的荷载及变形计算。如果需要其他任何时刻如开始时的弹性阶段的模量，也可以由曲线上的数据计算得到。而用圆柱体进行试验时，由于高度与直径之比为1:1，且试件端面影响大，不宜按此法计算应变及模量。

4.4 当记录的荷载—变形曲线在小变形区有一定的直线段时，可以(0.1~0.4) P_c 范围内的直线段部分的斜率按式(T 0714-4)计算弹性阶段的压缩劲度模量。

$$S'_c = \frac{(P_{c2} - P_{c1}) \times l}{(\Delta l_2 - \Delta l_1) \times b \times h} \quad (\text{T 0714-4})$$

式中： S'_c ——试件在弹性阶段的压缩劲度模量(MPa)；

P_{c2} 、 P_{c1} ——直线段内两个不同的荷载值(N)；

Δl_2 、 Δl_1 ——相应于 P_{c2} 、 P_{c1} 荷载时试件的压缩变形(mm)。

5 报告

5.1 当一组测定值中某个数据与平均值之差大于标准差的 k 倍时，该测定值应予舍弃，并以其余测定值的平均值作为试验结果。当试验数目 n 为3、4、5、6时， k 值分别为1.15、1.46、1.67、1.82。

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。

T 0715—2011 沥青混合料弯曲试验

沥青混合料的弯曲试验是对规定尺寸的小梁试件，在跨中给试件施加集中荷载至断裂破坏的试验，由破坏时的最大荷载求得试件的抗弯强度(以MPa计)，由破坏时的跨中挠度求得沥青混合料的破坏弯拉应变，两者之比值为破坏时的弯曲劲度模量(以MPa计)。

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在规定温度和加载速率时弯曲破坏的力学性质。试验温度和加载速率根据有关规定和需要选用，如无特殊规定，采用试验温度为 $15^\circ\text{C} \pm 0.5^\circ\text{C}$ ；当用于评价沥青混合料低温拉伸性能时，采用试验温度 $-10^\circ\text{C} \pm 0.5^\circ\text{C}$ ，加载速率宜为50mm/min。采用不同的试验温

度和加载速率时应予注明。

关于弯曲试验的温度,日本道路协会铺装试验法便览 3-7-5 规定,用于评价低温拉伸性能时的温度,可采用 -10°C ;我国《公路沥青路面施工技术规范》(JTG F40—2004)规定对低温抗裂性能的弯曲试验温度也采用 -10°C 。加载速率在国外不统一,本规程旨在测定试件破坏时的各项性质指标,规定通常为 $50\text{mm}/\text{min}$,以便与马歇尔试验、劈裂试验的速率统一。

1.2 本方法适用于由轮碾成型后切制的长 $250\text{mm} \pm 2.0\text{mm}$ 、宽 $30\text{mm} \pm 2.0\text{mm}$ 、高 $35\text{mm} \pm 2.0\text{mm}$ 的棱柱体小梁,其跨径为 $200\text{mm} \pm 0.5\text{mm}$;当采用其他尺寸时,应予注明。

本方法采用从轮碾机成型的板块状试件上切制的棱柱体试件,尺寸为长 250mm ,宽 30mm ,高 35mm ,跨径 200mm 。实践证明,采用这样的试件均匀性好,试验误差小,方便易行。这种试件在欧美、日本也大量采用,但尺寸略有不同。据我国实践, $250\text{mm} \times 30\text{mm} \times 35\text{mm}$ 的小梁从 $300\text{mm} \times 300\text{mm} \times 50\text{mm}$ 的板状试件上切割比较适宜。当使用其他尺寸的试件时,应予注明。

2 仪器与材料技术要求

2.1 万能材料试验机或压力机:荷载由传感器测定,最大荷载应满足不超过其量程的 80% 且不小于量程的 20% 的要求,宜采用 1kN 或 5kN ,分辨率 0.01kN 。具有梁式支座,下支座中心距 200mm ,上压头位置居中,上压头及支座为半径 10mm 的圆弧形固定钢棒,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 $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$,加载速率可以选择。试验机宜有伺服系统,在加载过程中速率基本不变。

2.2 跨中位移测定装置:LVDT 位移传感器。

2.3 数据采集系统或 X-Y 记录仪:能自动采集传感器及位移计的电测信号,在数据采集系统中储存或在 X-Y 记录仪上绘制荷载与跨中挠度曲线。

2.4 恒温水槽:用于试件保温,温度范围应满足试验要求,控温准确至 $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ 。当试验温度低于 0°C 时,恒温水槽可采用 1:1 的甲醇水溶液或防冻液作冷媒介质。恒温水槽中的液体应能循环回流。

2.5 卡尺。

2.6 秒表。

2.7 温度计:分度值 0.5°C 。

2.8 天平:感量不大于 0.1g 。

2.9 其他:平板玻璃等。

3 方法与步骤

3.1 准备工作

3.1.1 采用本规程 T 0703 沥青混合料轮碾成型的板块状试件,用切割法制作棱柱体试件,试件尺寸应符合长 $250\text{mm} \pm 2.0\text{mm}$ 、宽 $30\text{mm} \pm 2.0\text{mm}$ 、高 $35\text{mm} \pm 2.0\text{mm}$ 的要求。

在切割试件时,要求试件表面一定要平整,尺寸应按照要求制作,否则试验结果的误差较大。切割好的试件应放置在平板玻璃上,放置的试件上下方向应与试件成型时方向一致。试件的放置时间不宜太长,尤其是在室内温度较高的情况下试件会发生变形。

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 根据混合料类型按本规程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不少于45min,直至试件内部温度达到试验温度 $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ 为止。保温时试件应放在支起的平板玻璃上,试件之间的距离应不小于10mm。

3.1.5 将试验机环境保温箱达到要求的试验温度 $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ 。

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 $200\text{mm} \pm 0.5\text{mm}$,使上压头与下压头保持平行,并两侧等距离,然后将其位置固定。

3.2 试验步骤

3.2.1 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。

弯曲试验中采用单点加载模式的优点在于操作方便、力学概念明确。但在试验过程中发现,由于试件成型时不可避免地存在不完全均匀性,有的试件不在加载点即中点破坏,而在中点附近破坏,有的试件甚至距离中点较远,对于大粒径的沥青混合料尤其明显。这就造成了破坏点的弯矩值小于中点弯矩值,试验测定的跨中荷载和跨中挠度存在较大误差。为提高试验结果的准确性,试验时可根据混合料的类型增加试件个数。

3.2.2 在梁跨下缘正中央安放位移测定装置,支座固定在试验机上。位移计测头支于试件跨中下缘中央或两侧(用两个位移计)。选择适宜的量程,有效量程应大于预计最大挠度的1.2倍。

当利用记录仪记录荷载变形曲线时,起点部分进行修正可消除加载开始时压实及支座接触的影响,为此本方法规定跨中挠度由记录曲线上量取。

3.2.3 将荷载传感器、位移计与数据采集系统或X-Y记录仪连接,以X轴为位移,Y轴为荷载,选择适宜的量程后调零。跨中挠度可采用LVDT位移传感器测定。当以高精密度电液伺服试验机压头的位移作为小梁挠度时,可以由加载速率及X-T记录仪记录的时间求得挠度。为正确记录跨中挠度曲线,当采用50mm/min速率加载时,X-T记录仪的X轴走纸速度(或扫描速度)根据试验温度确定。

3.2.4 开动压力机以规定的速率在跨径中央施以集中荷载,直至试件破坏。记录仪同时记录荷载—跨中挠度曲线,如图T 0715-1所示。

4 计算

4.1 将图T 0715-1中的荷载—挠度曲线的直线段按图示方法延长与横坐标相交作为曲线的原点,由图中量取峰值时的最大荷载 P_B 及跨中挠度 d 。

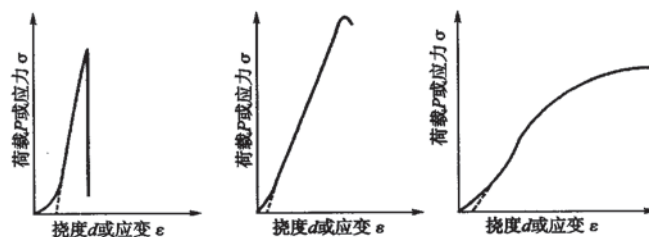


图 T 0715-1 荷载—跨中挠度曲线

4.2 按式(T 0715-1)~式(T 0715-3)计算试件破坏时的抗弯拉强度 R_B 、破坏时的梁底最大弯拉应变 ε_B 及破坏时的弯曲劲度模量 S_B 。

$$R_B = \frac{3 \times L \times P_B}{2 \times b \times h^2} \quad (\text{T 0715-1})$$

$$\varepsilon_B = \frac{6 \times h \times d}{L^2} \quad (\text{T 0715-2})$$

$$S_B = \frac{R_B}{\varepsilon_B} \quad (\text{T 0715-3})$$

上述式中： R_B ——试件破坏时的抗弯拉强度(MPa)；
 ε_B ——试件破坏时的最大弯拉应变($\mu\varepsilon$)；
 S_B ——试件破坏时的弯曲劲度模量(MPa)；
 b ——跨中断面试件的宽度(mm)；
 h ——跨中断面试件的高度(mm)；
 L ——试件的跨径(mm)；
 P_B ——试件破坏时的最大荷载(N)；
 d ——试件破坏时的跨中挠度(mm)。

注：计算时小梁的自重影响略去不计，故本方法不适用于试验温度高于30℃的情况。

4.3 计算加载过程中任一加载时刻的应力、应变、劲度模量的方法同上，只需读取该时刻的荷载及变形代替上式的最大荷载及破坏变形即可。

4.4 当记录的荷载—变形曲线在小变形区有一定的直线段时，可以(0.1~0.4) P_B 范围内的直线段的斜率计算弹性阶段的劲度模量，或以此范围内各测点的 σ 、 ε 数据计算的 $S = \sigma/\varepsilon$ 的平均值作为劲度模量。 σ 、 ε 及 S 的计算方法同式(T 0715-1)~式(T 0715-3)。

5 报告

5.1 当一组测定值中某个数据与平均值之差大于标准差的 k 倍时，该测定值应予舍弃，并以其余测定值的平均值作为试验结果。当试验数目 n 为3、4、5、6时， k 值分别为1.15、1.46、1.67、1.82。

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。

本试验记录格式可参照表 T 0715a。

表 T 0715a 沥青混合料弯曲试验记录表

试样编号	试件跨径 L (mm)	跨中断面 试件的宽度 b (mm)	跨中断面 试件的高度 h (mm)	试件毛体积 密度 (g/cm^3)	最大理论 密度 (g/cm^3)	空隙率 (%)	试件破坏 时的跨中 挠度 d (mm)	试件破坏时 的最大荷载 P_B (N)	试件破坏时 的抗弯拉强度 $R_B = \frac{3P_B}{2bh^2}$ (MPa)	试件破坏时的 最大弯拉应变 $\epsilon_B = \frac{6hd}{L^2}$	试件破坏时的 弯曲劲度模量 $S_B = \frac{R_B}{\epsilon_B}$ (MPa)
平均值											

T 0716—2011 沥青混合料劈裂试验

沥青混合料属于典型的黏弹性材料，随着温度的变化，材料力学性能表现非常复杂，当气温急剧降低时，沥青混合料刚性显著增大，其模量远大于半刚性基层模量，沥青层底拉应力增大，在拉应力和剪应力的共同作用下行车带轮迹边缘附近容易产生拉裂，导致路面开裂；高温状态下沥青混合料强度急剧衰减，在车辆荷载作用下的沥青路面出现车辙等病害概率增大，沥青混合料自身强度不足以抵抗外界因素而产生变形是造成路面出现早期损坏的重要原因之一。

随着温度的逐渐升高，沥青混合料抵抗劈裂荷载能力急剧衰减，偏细的级配和较小的空隙率在荷载作用下明显发生了体积变形，而偏粗的级配和较大的空隙率基本没有发生水平和径向变形。

沥青混合料的劈裂试验是对规定尺寸的圆柱体试件，通过一定宽度的圆弧形压条施加荷载，将试件劈裂直至破坏的试验。国外试验规程中，ASTM D 4123 是用动载测定劲度模量(AASHTO 设计指南规定以此作为设计用回弹模量)；日本道路协会铺装试验法便览 3-7-6 则是采取静载劈裂求取间接抗拉强度，目的在于评价高温抗车辙能力及低温抗裂性能；英国、澳大利亚目前采用诺丁汉试验机冲击荷载试验小变形时的劲度模量；第 18 届世界道路会议则推荐用来测定抗拉强度和变形性能。可见劈裂试验在国外有两种目的：一是采用动载或冲击法求取设计参数回弹模量；二是用静载试验评价沥青混合料的性质。本试验根据国内外研究成果及试验方法编制，适用于测定破坏时的间接抗拉强度、极限拉伸应变、破坏劲度模量，也可用于求取弹性阶段的劲度模量作为设计参数使用。

1 目的与适用范围

1.1 本方法适用于测定沥青混合料在规定温度和加载速率时劈裂破坏或处于弹性阶段时的力学性质，亦可供沥青路面结构设计选择沥青混合料力学设计参数及评价沥青混合料低温抗裂性能时使用。试验温度与加载速率可由当地气候条件根据试验目的或有关规定选用，但试验温度不得高于 30℃。如无特殊规定，宜采用试验温度 15℃ ± 0.5℃，加载速率为 50mm/min。当用于评价沥青混合料低温抗裂性能时，宜采用试验温度 -10℃ ± 0.5℃ 及加载速率 1mm/min。

国外静载试验大都采用 50mm/min (如日本道路协会铺装试验法便览、AASHTO T 283) 的加载速率。第 18 届世界道路会议报告推荐的速率 -10℃ 时为 0.30mm/s ± 0.1mm/s，+25℃ 及 +45℃ 时为 0.85mm/s ± 0.1mm/s，即 18mm/min 或 51mm/min，并要求试验从开始至破坏的时间不超过 30s。因此本试验法规定加载速率根据试验目的或有关规定选用，并推荐采用 50mm/min 的标准加载速率。这样也和其他混合料试验方法的速率一致。