

《道路实验与检测技术》教学实验

沥青材料试验

大连理工大学土木水利实验教学中心
道路工程实验室

一、实验目的

1. 通过沥青三大指标实验，熟知沥青的条件温度、条件粘度及沥青材料的感温性。
2. 掌握沥青三大指标的测定方法和沥青标号的划分。
3. 熟悉沥青材料的主要技术性质和技术标准。



二、标准依据

石油沥青的技术标准

“**重**交通量道路石油沥青的技术要求”中

8个指标归类：

第一类为沥青的路用性能

(**针入度、延度、软化点、薄膜烘箱、密度**)

第二类为沥青成分的控制指标

(**溶解度、含蜡量**)

第三类为沥青的工艺性质

(**闪点**)

沥青的含蜡量

蜡对沥青性能的影响，现有研究认为：沥青中蜡的存在，在高温时会使沥青容易发软，导致沥青高温稳定性降低，出现车辙或流淌；相反，在低温时会使沥青变得脆硬，导致低温抗裂性降低；

此外，蜡会使沥青与石料粘附性降低，在有水的条件下，会使路面石子产生剥落现象，造成路面破坏；

更严重的是，含蜡沥青会使沥青路面的抗滑性降低，影响路面的行车安全。

对于沥青含蜡量的限制，由于世界各国测定方法不同，所以限制值也不一致，其范围为2%~4%。

我国标准规定，重交通量道路石油沥青的含蜡量（蒸馏法）不大于3%

石油沥青的评价方法

1. 沥青的分级指标---用针入度和60度粘度测定法
2. 沥青的高温稳定性指标---软化点和60度粘度测定
3. 沥青的低温抗裂性指标---用脆点和延度测定
4. 沥青的抗老化性能指标---用旋转薄膜烘箱测定
5. 沥青的综合指标---用蜡含量, 密度, 溶解度, 针入度指数测定

三、实验内容

1. 针入度实验

2. 延度实验

3. 软化点实验

评价粘稠石油沥青路用性能最常用的经验指标为：
针入度、延度、软化点，通称“沥青三大指标”。

沥青三大指标

针入度——粘滞性（确定沥青标号）

延度——塑性（低温抗裂性）

软化点——感温性（高温稳定性）

沥青三大指标 (续)

针入度是在规定温度下测定沥青的条件粘度

软化点是沥青达到规定条件粘度时的温度

延度与沥青的流变特性、胶体结构和
化学组分等有密切的关系

沥青试样准备

- ①恒温烘箱中（烘箱温度80℃左右）加热至沥青全部熔化。
- ②盛样器皿在有石棉垫的炉具上缓慢加热。目的：脱水（即无泡沫）
注：加热时间不超过30min
沥青温度不超过100℃
- ③沥青通过0.6mm的滤筛，目的：过滤（去杂质）
注：盛样器皿要干净，干燥
数量要满足一批试验项目所需的量并有富余。
- ④沥青一次灌入各项试验的模具中。
注：反复加热的次数不得超过两次；
灌模剩余的沥青不得重复使用。

(一) 针入度实验

针入度试验

(Penetration test)

- 该法是沥青材料在规定温度条件下，以规定质量的标准针经过规定时间贯入沥青试样的深度（以1/10为单位计）。
- 针入度试验常用条件为5℃、15℃、25℃和35℃等，但标准针质量和贯入时间均为100g和5s。
- 针入度值愈大，表示沥青愈软（稠度愈小）。实质上，针入度是测定沥青稠度的一种指标。通常稠度高的沥青，其粘度亦高。

针入度试验 (续)

(Penetration test)

实验条件以：PT、m、t表示。

其中 P为针入度，

T为试验温度，

m为标准针（包括连杆及砝码）的质量，

t为贯入时间。

我国现行试验法 (JTJ 052 T 0604-93) 规定：

常用的试验条件为：P 25 °C 、 100g、 5s

针入度试验方法

①针入度仪：标准针的连杆无明显摩擦
垂直运动
精度准确至0.1mm

②标准针：不锈钢制成，硬度为54~60
针的表面粗糙度为0.2~0.3 μm
针与柄的总质量为 2.5 ± 0.05 g

③盛样皿：试样皿内径 55 ± 1 mm，内部深度 35 ± 1 mm（针入度 < 200 时用）
内径 70 ± 1 mm，内部深度 45 ± 1 mm（大试样皿，针入度在200~350时用）

针入度试验方法

④样品准备：在15 ~ 30℃空气中冷却 小试样皿1.0 ~ 1.5h
大试样皿 1.5 ~ 2.0h

在规定试验温度 $\pm 0.1^\circ\text{C}$ 的恒温水浴中恒温

小试样皿1.5 ~ 2h

大试样皿 2 ~ 2.5h

⑤开始试验： 试验温度 $25^\circ\text{C} \pm 0.1^\circ\text{C}$
求5秒内贯入试样深度，即针入度值（1/10mm）

注：同一试样平行试验至少3次，各测点间距离不应小于10mm，
每一次测定针必须干净。

试验结果必须在允许偏差范围内，否则试验重做。



(二) 延度实验



沥青延度测定仪

延度试验

(Ductility)

- 该法是将沥青试样制成8字形标准试件（最小断面 1cm^2 ），在规定拉伸速度和规定温度下拉断时的长度（以cm计）称为延度。
- 沥青的延性是沥青受到外力的拉伸作用时，所能承受的塑性变形的总能力。
通常是用延度作为条件延性指标来表征

延度试验 (续)

(Ductility)

沥青的延度是采用延度仪来测定。

沥青延度的试验温度与拉伸速率可根据要求采用，通常采用的
试验温度为25℃、15℃、10℃或5℃；
拉伸速度为 5 ± 0.25 cm/min。

当低温采用 1 ± 0.05 cm/min拉伸速度时，应在报告中注明。

延度试验 (续)

(Ductility)

我国现行规范规定:

对**中**、**轻**交通量道路石油沥青,

试验温度 $T=25^{\circ}\text{C}$,

拉伸速度 $v=5 \pm 0.25\text{cm}/\text{min}$ 下的延度;

对**重**交通量道路石油沥青,

试验温度 $T=15^{\circ}\text{C}$,

拉伸速度 $v=5 \pm 0.25\text{cm}/\text{min}$ 下的延度。

延度试验方法

- ①延度仪：试件浸没于水中，试验过程中无明显振动。
保持规定的试验温度（25℃，15℃，10℃，5℃）
规定的拉伸速度5cm/min，使试件拉足。
- ②试模：八字模，由黄铜制成
由两个端模和两个侧模所组成
金属板，由黄铜或不锈钢制成，表面粗糙度0.2 μm
- ③样品准备：甘油滑石粉拌和的隔离剂涂在金属板和铜模的内侧面
八字模在金属板上组装好
沥青样品从模的一端至另一端往返注入
试样略高出模具
- 注：两个端模不涂隔离剂（为何？）

延度试验方法

③样品准备：试件在15~30℃空气中冷却30~40min

在试验温度的水浴中保持30min

用热刀刮平（沥青面与模面齐平），自模的中间刮向两边

试样连同金属板再浸入水浴中1~1.5h

④开始试验：确定延度仪的拉伸速度，试验温度 $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$

试件从金属板上取下，模具两端套在滑板及槽端上，去掉侧模

水面距试件表面不小于25mm

求试件拉断时指针所指标尺上的读数，即为试样的延度（cm）

注：试验数据整理见（P₃₀₅） 8，9，10条。

(三) 软化点实验

软化点试验

(Softening point)

该法是沥青试样注于内径为18.9mm的铜环中，环上置一重3.5g的钢球，在规定的加热速度（5°C/min）下进行加热，沥青试样逐渐软化，直至在钢球荷重作用下，使沥青产生25.4mm挠度时的温度，称为软化点。

软化点试验 (续)

(Softening point)

根据已有研究认为:

沥青在软化点时的粘度约为 $1200\text{Pa}\cdot\text{s}$ 。

或相对于针入度值 $800(1/10\text{mm})$ 。

据此, 可以认为: **软化点是一种人为的“等粘温度”。**

故软化点既是反映沥青材料热稳定性的一个指标,
也是沥青粘度的一种量度。

软化点试验方法

①环与球软化点仪：双环结构，由钢球，试样环，定位环，试验架，烧杯组成

钢球→直径9.53mm，质量 $3.5 \pm 0.05\text{g}$ ，由钢制成

试样环→内径19.8mm（上内径），15.9mm（下内径）

定位环→使钢球定位于试样环中央

试验架→由两个连接杆，三层平行金属板组成

中层板与下层板之间的距离为25.4mm

烧杯→容积为800~1000ml，直径不小于86mm

高度不小于120mm，无嘴高型烧杯

②样品准备：试样环放在涂有隔离剂的金属板上或玻璃板上

试样注入试样环内，略高出环面

试样在 $15 \sim 30^\circ\text{C}$ 空气中冷却30min

用热刀刮平（沥青面与环面齐平）

恒温水浴 $5 \pm 0.5^\circ\text{C}$ ，保持15min

软化点试验方法

- ③开始试验：烧杯内5℃的蒸馏水，
放置试样环，套上钢球定位环，整个环架放入烧杯内，
调整水面（水面至液面指示线）
环架上任何部分均不得有气泡
垂直插入温度计，至试样环下面齐平

求水温以 5 ± 0.5 ℃/min速度上升，试样受热软化下坠至
与下层底板表面接触时的温度，即为试样的软化点(℃)

注：取平行测定两个结果的算术平均值为测定结果





沥青三大指标

(试验准备时间)

针入度

空中冷却1---1.5小时
恒温水浴1.5---2小时

软化点

空中冷却30min
刮平后恒温水浴15min

延度

空中冷却30---40min
恒温水浴30min
刮平后恒温水浴1---1.5小时

旋转薄膜烘箱



各类沥青材料的单价比较

材料	单价 (元/吨)
70号重交通沥青	3800
SBS改性沥青	5100

各类沥青混合料的单价比较

材料	单价 (元/吨)
AC-13密级配混合料 (SBS改性沥青)	367
SMA级配混合料 (SBS改性沥青)	515