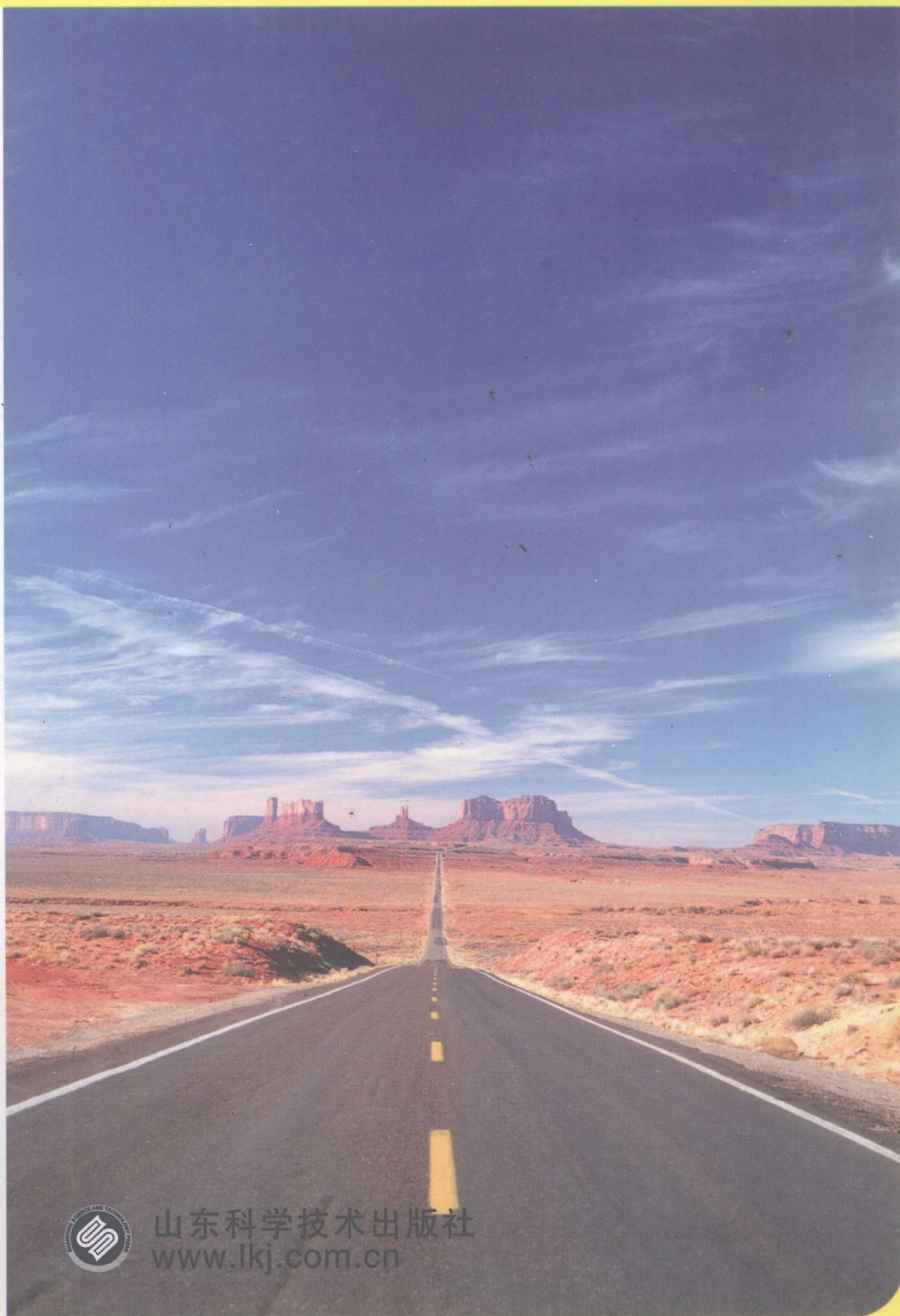


道路结构实验指导手册

主 编 马国梁
副主编 于孝清 王洪敢



山东科学技术出版社
www.lkj.com.cn

U41-33
M054

道路结构实验指导手册

DAOLU JIEGOU SHIYAN ZHIDAO SHOUC

主 编 马国梁

副主编 于孝清 王洪敢

图书在版编目(CIP)数据

道路结构实验指导手册/马国梁,于孝清,王洪敢主编. —济南:山东科学技术出版社,2006.4

ISBN 7-5331-4318-3

I.道... II.①马...②于...③王... III.道路工程—工程结构—试验 IV.U41-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 020295 号

道路结构实验指导手册

马国梁 于孝清 王洪敢 主编

出版者:山东科学技术出版社

地址 济南市王函路 16 号

邮编 250002 电话 (0531)82098088

网址 www.lkj.com.cn

电子邮件 sdkj@sdpress.com.cn

发行者:山东科学技术出版社

地址 济南市王函路 16 号

邮编 250002 电话 (0531)82098071

印刷者:泰安市广益印务有限公司

地址 泰安市泰良路

邮编 271000 电话 (0538)8333288

开本: 787mm × 1092mm 1/16

印张: 14.25

字数: 250 千

版次: 2006 年 4 月第 1 版第 1 次印刷

印数: 1-3500

ISBN 7-5331-4318-3

定价: 26.00 元

U·80



前言

道路结构试验检测技术是一门正在发展的新学科。它融试验检测理论知识和操作技能及相关基础知识于一体,涉及知识面较广,包含的项目内容较多。科学技术的进步和我国城镇建设事业、公路交通事业的迅速发展,对公路交通建设的工程质量提出了更高的要求。传统的检测方法已不能适应规模大、无破损、速度快、精度高的工程质量检测需要。为了满足我国城镇建设和公路交通发展的现代化要求,掌握与其相适应的现代化检测技术的基本原理与评定方法,对工程质量的监督和保证具有重要的意义。目前,以快速、便捷、无损、准确为特征的现代测试技术在土木工程检测与试验中得到了愈来愈广泛的应用。

全书共有九章,包括土木工程、钢结构工程、道路工程、交通工程等领域的试验项目内容。在编写过程中,参阅了国内外众多学者的研究成果、著作以及我国国家标准、行业标准。

本书是在山东大学本科生多届使用的试验教材的基础上做了若干修改和补充后编写而成,可以作为大专院校的教材,同时可供工程测试、研究人员应用参考。

限于水平,书中内容不妥之处,恳请读者批评指正。

编 者

2005 年 12 月



目 录

第一章 沥青性能试验	(1)
第一节 沥青针入度试验	(1)
第二节 沥青延度试验	(5)
第三节 沥青软化点试验(环球法)	(8)
第四节 沥青闪点与燃点试验(克利夫兰开口杯法)	(11)
第五节 沥青密度与相对密度试验	(13)
第六节 沥青运动粘度试验	(16)
第七节 沥青动力粘度试验(真空减压毛细管法)	(19)
第八节 沥青恩格拉粘度试验(恩格拉粘度计法)	(21)
第九节 沥青薄膜加热试验	(25)
第十节 沥青旋转薄膜加热试验	(28)
第十一节 沥青蜡含量试验(蒸馏法)	(30)
第十二节 沥青溶解度试验	(35)
第十三节 沥青与粗集料的粘附性试验	(36)
第十四节 沥青弹性恢复试验	(38)
第二章 沥青混合料试验	(40)
第一节 沥青混合料的矿料级配组成设计试验	(40)
第二节 击实法制作沥青混合料试件试验	(43)
第三节 压实沥青混合料密度试验(表干法)	(48)
第四节 压实沥青混合料密度试验(水中重法)	(51)
第五节 压实沥青混合料密度试验(蜡封法)	(53)
第六节 沥青混合料理论最大相对密度试验(真空法)	(55)
第七节 沥青混合料马歇尔稳定度试验	(57)
第八节 热拌沥青混合料配合比设计试验	(60)
第九节 沥青混合料冻融劈裂试验	(70)
第十节 轮碾法制作沥青混合料试件试验	(74)
第十一节 沥青混合料车辙试验	(77)

第十二节	沥青混合料渗水试验	(80)
第十三节	沥青混合料三轴压缩试验	(82)
第十四节	沥青混合料抽提试验(离心分离法)	(84)
第三章	路面基层试验	(88)
第一节	半刚性基层混合料组成设计试验	(88)
第二节	路基填料承载比(CBR)试验	(91)
第四章	路基路面现场检测	(96)
第一节	灌砂法测压实度试验	(96)
第二节	弯沉仪测定路基路面回弹弯沉试验	(100)
第三节	承载板测土基回弹模量试验	(105)
第四节	3m 直尺测定平整度试验	(108)
第五节	土基现场 CBR 值试验	(109)
第六节	手工铺砂法测定路面构造深度试验	(111)
第五章	交通检测试验	(113)
第一节	标志逆反射系数测定试验	(113)
第二节	标线逆反光系数测定试验	(114)
第三节	雷达测速试验	(115)
第四节	涂层厚度试验	(122)
第六章	钢筋混凝土试验	(124)
第一节	钢筋混凝土矩形截面梁弯曲试验	(124)
第二节	超声回弹综合法测混凝土强度试验	(126)
第七章	地基及基础试验	(134)
第一节	地基及基础原位承载力试验	(134)
第二节	基桩低应变无损检测试验	(135)
第八章	高强螺栓连接副试验	(139)
第一节	高强螺栓连接副扭矩系数试验	(139)
第二节	扭剪型高强螺栓连接副紧固轴力试验	(140)
第三节	高强螺栓连接副连接钢板摩擦面抗滑移系数试验	(141)
第四节	高强螺栓连接副楔负载试验	(143)
第五节	钢构件洛氏硬度试验	(145)

第九章 预应力混凝土锚具及连接器静载试验	(147)
第一节 预应力混凝土用钢绞线的强度试验	(147)
第二节 预应力钢绞线用锚具静载试验	(148)
附录 A 可变能量动力触探仪的操作及使用	(150)
附录 B 不同温度水的密度修正方法	(165)
附录 C 试验报告	(夹册)

第一章 沥青性能试验

第一节 沥青针入度试验

一、目的与适用范围

1. 测定道路石油沥青、改性沥青针入度以及液体石油沥青蒸馏或乳化沥青蒸发后残留物的针入度。其标准试验条件为:温度 25°C , 荷重 100g , 贯入时间 5s , 以 0.1mm 计。用本方法评定聚合物改性沥青的改性效果时, 仅适用于融混均匀的样品。

2. 测定针入度指数 PI 用以描述沥青的温度敏感性, 宜在 15°C 、 25°C 、 30°C 等 3 个或 3 个以上温度条件下测定针入度后, 按规定的方法计算得到, 若 30°C 时的针入度值过大, 可采用 5°C 代替。当量软化点 T_{800} 是相当于沥青针入度为 800 时的温度, 用以评价沥青的高温稳定性。当量脆点 $T_{1.2}$ 是相当于沥青针入度为 1.2 时的温度, 用以评价沥青的低温抗裂性能。

二、仪具与材料

1. 针入度仪: $\text{NORMALAB ANALIS PENETROMETER P734}$ 型或 YDR-D 型电脑全自动沥青针入度仪, 能保证针和针连杆在无明显摩擦下垂直运动, 针贯入深度准确至 0.1mm 。针和针连杆组合件总质量为 $(50 \pm 0.05)\text{g}$, 另附 $(50 \pm 0.05)\text{g}$ 砝码一只, 试验时总质量为 $(100 \pm 0.05)\text{g}$ 。当采用其它试验条件时, 应在试验结果中注明。仪器设有放置平底玻璃保温皿的平台, 并有调节水平的脚螺旋, 针连杆与平台相垂直。仪器设有针连杆制动按钮, 使针连杆可自由下落。针连杆易于装拆, 以便检查其质量。仪器还设有可自由转动与调节距离的悬臂, 其端部有一面小镜, 借以观察针尖与试样表面接触情况。温度采用温度传感器测定, 针入度值采用数字位移计测定, 能自动显示针入度值。贯入时间可以自动控制, 依据试验需要, 将贯入时间调整开关扳到 5s 或 10s 档。为提高测试精密度, 不同温度的针入度试验宜采用自动针入度仪进行。

2. 标准针: 由硬化回火的不锈钢制成, 洛氏硬度 $\text{HRC}54 \sim 60$, 表面粗糙度 $\text{Ra}0.2\mu\text{m} \sim 0.3\mu\text{m}$, 针及针杆总质量 $(2.5 \pm 0.05)\text{g}$, 针杆上应打印有号码标志, 针应设有固定用装置盒(筒), 以免碰撞针尖, 每根针必须附有计量部门的检验单, 并定期进行检验, 其尺寸及形状如图 1-1。

3. 盛样皿: 金属制, 圆柱形平底。小盛样皿的内径 55mm , 深 35mm (适用于针入度小于 200); 大盛样皿内径 70mm , 深 45mm (适用于针入度 $200 \sim 350$); 对针入度大于 350 的试样需使用特殊盛样皿, 其深度不小于 60mm , 试样体积不少于 125ml 。

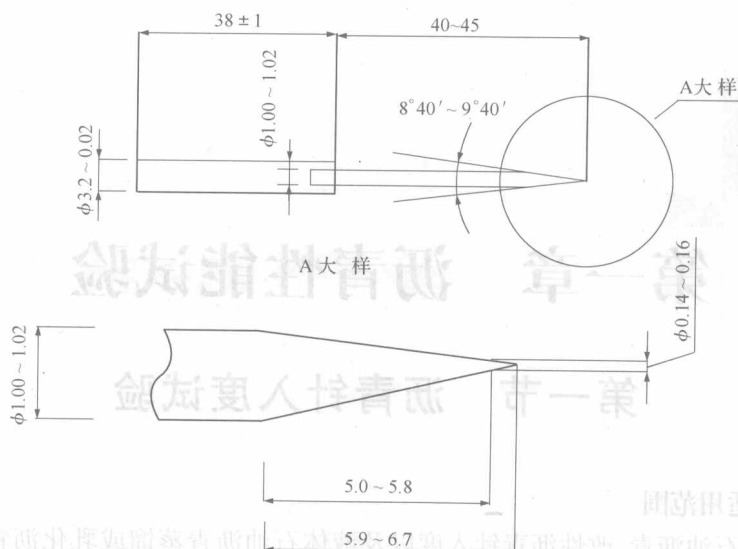


图 1-1 针入度标准针(单位:mm)

4. 恒温水浴:容量不少于 10L,控温的准确度为 0.1℃。水浴中应设有一带孔的搁架,位于水面下不得少于 100mm,距水槽底不得少于 50mm 处。

5. 平底玻璃皿:容量不少于 1L,深度不少于 80mm。内设有一不锈钢三脚支架,能使盛样皿稳定。

6. 温度计:0~50℃,分度为 0.1℃。

7. 盛样皿盖:平板玻璃,直径不小于盛样皿开口尺寸。

8. 溶剂:三氯乙烯等。

9. 电炉或电烘箱、砂浴、石棉网、金属锅、搪瓷缸。

三、方法与步骤

1. 准备工作

(1) 准备试样。

(2) 按试验要求将恒温水浴调节到要求的试验温度 25℃或 15℃、30℃(5℃)……等,保持稳定。

(3) 将试样注入盛样皿中,试样高度应超过预计针入度值 10mm,并盖上盛样皿,以防落入灰尘。盛有试样的盛样皿在 15~30℃室温中冷却 1~1.5h(小盛样皿)、1.5~2h(大盛样皿)或 2~2.5h(特殊盛样皿)后移入保持规定试验温度 $\pm 0.1^\circ\text{C}$ 的恒温水浴中 1~1.5h(小盛样皿)、1.5~2h(大盛样皿)或 2~2.5h(特殊盛样皿)。

(4) 调整针入度仪的脚螺旋使仪器圆水准器的气泡居中,仪器处于水平状态。检查针连杆和导轨,以确认无水和其他外来物,无明显摩擦。用三氯乙烯或其他溶剂清洗标准针并拭干。将标准针插入针连杆,用螺丝固紧。按试验条件,加上附加砝码。

2. 试验步骤

(1)取出达到恒温的盛样皿,并移入水温控制在试验温度 $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$ (可用恒温水槽中的水)的平底玻璃皿中的三脚支架上,试样表面以上的水层深度不少于10mm。

(2)将盛有试样的平底玻璃皿置于针入度仪的平台上。按>>>键快速下降针连杆,按>>键中速下降针连杆,按>键慢慢下降针连杆,用适当位置的反光镜或灯光反射观察,使针尖恰好与试样表面接触。

拉下刻度盘的拉杆,使与针连杆顶端轻轻接触,按下清零键使针入度指示器的指示为零。

(3)按 PAUSE TIME 键,显示窗显示 PAUSE TIME,按数字键输入仪器启动到自动释放针连杆的时间,单位:秒。按 PENET TIME 键,显示窗显示 PENET TIME,按数字键输入针连杆的针入时间,单位:秒。

将贯入时间调整开关扳到5s或10s档。

(4)用手按压启动 START 键,针入度仪启动,经过设定的 PAUSE TIME 时间间隔,仪器自动释放针连杆,使标准针自动自由下落贯入试样。经过设定的 PENET TIME 时间间隔,仪器自动锁紧针连杆,使标准针停止移动。显示窗显示针入度值,单位:0.01mm。

拉下读数计拉杆与针连杆顶端接触,位移指示器的读数即是针入度值,准确至0.1mm。

(5)同一试样平行试验至少3次,各测试点之间及测试点与盛样皿边缘的距离不应少于10mm。每次试验后应检查平底玻璃皿中水温,使保持试验温度。每次试验应换一根干净标准针或将标准针取下用蘸有三氯乙烯溶剂的棉花或布揩净,再用干棉花或布擦干。

(6)测定针入度大于200的沥青试样时,至少用3支标准针,每次试验后将针留在试样中,直至3次平行试验完成后,才能将标准针取出。

(7)测定针入度指数 PI 时,按同样的方法在 15°C 、 25°C 、 30°C (或 5°C)3个或3个以上(必要时增加 10°C 、 20°C 等)温度条件下分别测定沥青的针入度,但用于仲裁试验的温度条件应为5个。

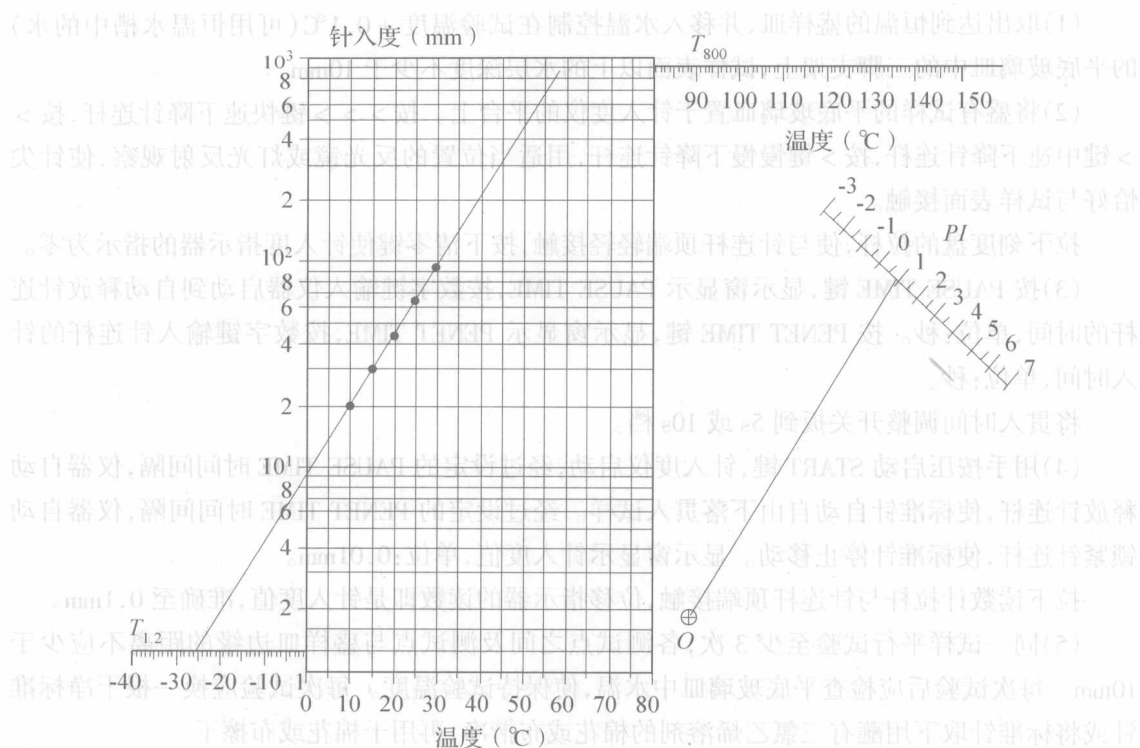
四、计算

根据测试结果可按以下方法计算针入度指数、当量软化点及当量脆点。

1. 诺模图法

将3个或3个以上不同温度条件下测试的针入度值绘于图1-2的针入度温度关系诺模图中,按最小二乘法法则绘制回归直线,将直线向两端延长,分别与针入度为800及1.2的水平线相交,交点的温度即为当量软化点 T_{800} 和当量脆点 $T_{1.2}$ 。以图中O点为原点,绘制回归直线的平行线,与 PI 线相交,读取交点处的 PI 值即为该沥青的针入度指数。

此法不能检验针入度对数与温度直线回归的相关系数,仅供快速草算时使用。

图 1-2 确定道路沥青 PI 、 T_{800} 、 $T_{1.2}$ 的针入温度关系诺谟图

2. 公式计算法

(1) 对不同温度条件下测试的针入度值取对数, 令 $y = \lg P$, $x = T$, 按式 1-1 的针入度对数与温度的直线关系, 进行 $y = a + bx$ 一元一次方程的直线回归, 求取针入度温度指数 A_{lgPen} 。

(1)

$$\lg P = K + A_{lgPen} \times T \quad (1-1)$$

式中: T ——不同试验温度, 相应温度下的针入度为 P ;

K ——回归方程的常数项 a ;

A_{lgPen} ——为回归方程系数 b 。

按式 1-1 回归时必须进行相关性检验, 直线回归相关系数 R 不得小于 0.997 (置信度 95%), 否则, 试验无效。

(2) 按式 1-2 确定沥青的针入度指数 PI , 并记为 PI_{lgPen} 。

$$PI_{lgPen} = \frac{20 - 500A_{lgPen}}{1 + 50A_{lgPen}} \quad (1-2)$$

(3) 按式 1-3 确定沥青的当量软化点 T_{800} 。

$$T_{800} = \frac{\lg 800 - K}{A_{lgPen}} = \frac{2.9031 - K}{A_{lgPen}} \quad (1-3)$$

(4) 按式 1-4 确定沥青的当量脆点 $T_{1.2}$ 。

$$T_{1.2} = \frac{\lg 1.2 - K}{A_{lgPen}} = \frac{0.0792 - K}{A_{lgPen}} \quad (1-4)$$

(5)按式 1-5 计算沥青的塑性温度范围 ΔT 。

$$\Delta T = T_{800} - T_{1.2} = \frac{2.8239}{A_{lgPen}} \quad (1-5)$$

五、报告

1.应报告标准温度(25℃)时的针入度 T_{25} 以及其他试验温度 T 所对应的针入度 P ,及由此求取针入度指数 PI 、当量软化点 T_{800} 、当量脆点 $T_{1.2}$ 的方法和结果,当采用公式计算法时,应报告按式 1-1 回归的直线相关系数 R 。

2.同一试样 3 次平行试验结果的最大值和最小值之差在下列允许偏差范围内时,计算 3 次试验结果的平均值,取整数作为针入度试验结果,以 0.1mm 为单位。

针入度(0.1mm)	允许差值(0.1mm)
0 ~ 49	2
50 ~ 149	4
150 ~ 249	12
250 ~ 500	20

当试验值不符此要求时,应重新进行。

六、精密度或允许差

1.当试验结果小于 50(0.1mm)时,重复性试验的允许差为 2(0.1mm),复现性试验的允许差为 4(0.1mm)。

2.当试验结果等于或大于 50(0.1mm)时,重复性试验的允许差为平均值的 4%,复现性试验的允许差为平均值的 8%。

第二节 沥青延度试验

一、目的与适用范围

1.测定道路石油沥青、液体沥青蒸馏残留物和乳化沥青蒸发残留物等材料的延度。

2.沥青延度的试验温度与拉伸速率可根据要求选用,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。

二、仪器与材料

1.全自动微电脑低温沥青延度仪, YD 型,将试件浸没于水中,能保持规定的试验温度,按照规定拉伸速度拉伸试件,且试验时无明显振动。其外形及组成如图 1-3。



图 1-3 全自动微电脑低温沥青延度仪

2. 试模由黄铜制, 由两个端模和两个侧模组成, 其形状及尺寸如图 1-4。试模内侧表面粗糙度 $Ra0.2\mu m$, 当装配完好后可浇铸成表 1-1 尺寸的试样。

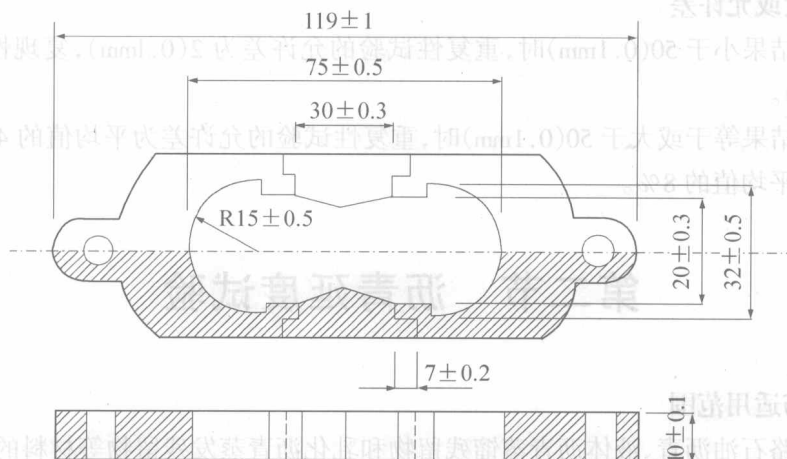


图 1-4 延度试模(单位:mm)

表 1-1

延度试样尺寸

项 目	试样尺寸(mm)
总 长	74.5~75.5
中间缩颈部长度	29.7~30.3
端部开始缩颈处宽度	19.7~20.3
最小横断面宽	9.9~10.1
厚度(全部)	9.9~10.1

3. 试模底板:玻璃板或磨光的铜板、不锈钢板(表面粗糙度 $Ra0.2\mu m$)。
4. 恒温水槽:容量不少于 10L,控制温度的准确度为 $0.1^{\circ}C$,水槽中应设有带孔搁架,搁架距水槽底不得少于 50mm。试件浸入水中深度不小于 100mm。
5. 温度计: $0\sim 50^{\circ}C$,分度为 $0.1^{\circ}C$ 。
6. 砂浴、电烘箱或其他加热炉具。
7. 甘油滑石粉隔离剂(甘油与滑石粉的质量比 2:1)。
8. 其他:平刮刀、石棉网、酒精、食盐等。

三、方法与步骤

1. 准备工作

(1)将隔离剂拌和均匀,涂于清洁干燥的试模底板和两个侧模的内侧表面,并将试模在试模底板上装妥。

(2)按规程 T0602 规定的方法准备试样,然后将试样仔细自试模的一端至另一端往返数次缓缓注入模中,最后略高出试模,灌模时应注意勿使气泡混入。

(3)试件在室温中冷却 $30\sim 40min$,然后置于规定试验温度 $\pm 0.1^{\circ}C$ 的恒温水槽中,保持 30min 后取出,用热刮刀刮除高出试模的沥青,使沥青面与试模面齐平。沥青的刮法应自试模的中间刮向两端,且表面应刮得平滑。将试模连同底板再浸入规定试验温度的水槽中 $1\sim 1.5h$ 。

(4)将延度仪延伸速率选择开关按到规定速率要求,然后打开移动滑板的离合器使其能自由滑动。移动滑板到最右端,合上移动滑板的离合器,滑板被锁定。

(5)将延度仪注水,水位位于试验水位附近(不得低于下限水位,亦不得高于上限水位)。

(6)按启动键,延度仪依据设定的试验温度自动加热或制冷,并保温达试验温度 $\pm 0.5^{\circ}C$ 。

2. 试验步骤

(1)将保温后的试件连同底板移入延度仪的水槽中,然后将盛有试样的试模自玻璃板或不锈钢板上取下,将试模两端的孔分别套在滑板及槽端固定板的金属柱上,并取下侧模。水面距试件表面应不小于 25mm。

(2)水槽采用循环水,关闭循环水和制冷开关,暂时中断水流循环和制冷机,按启动键开动延度仪,延度仪自动拉伸试件。注意观察试样的延伸情况。此时应注意:在试验过程中,水温应始终保持在试验温度规定范围内,且仪器不得有振动,水面不得有晃动。

在试验中,如发现沥青细丝浮于水面或沉入槽底时,则应在水中加入酒精或食盐,调整水的密度至与试样相近后,重新试验。

(3)三个试件拉断时,分别按下第一组、第二组、第三组按钮,延度仪自动停机。读取延度仪显示器所显示的读数,以厘米表示。在正常情况下,试件延伸时应成锥尖状,拉断时实际断面接近于零。如不能得到这种结果,则应在报告中注明。

四、报告

同一试样,每次平行试验不少于 3 个,如 3 个测定结果均大于 100cm,试验结果记作“>

100cm”;特殊需要也可分别记录实测值。如3个测定结果中,有一个以上的测定值小于100cm时,若最大值或最小值与平均值之差满足重复性试验精密度要求,则取3个测定结果的平均值的整数作为延度试验结果;若平均值大于100cm,记作“>100cm”;若最大值或最小值与平均值之差不符合重复性试验精密度要求时,试验应重新进行。

五、精密度或允许差

当试验结果小于100cm时,重复性试验的允许差为平均值的20%;复现性试验的允许差为平均值的30%。

第三节 沥青软化点试验(环球法)

一、目的与适用范围

测定道路石油沥青、煤沥青的软化点,也适用于测定液体石油沥青经蒸馏或乳化沥青破乳蒸发后残留物的软化点。

二、仪具与材料

1. 全自动沥青软化点试验仪:如图1-5,由下列部件组成:



图 1-5 软化点试验仪

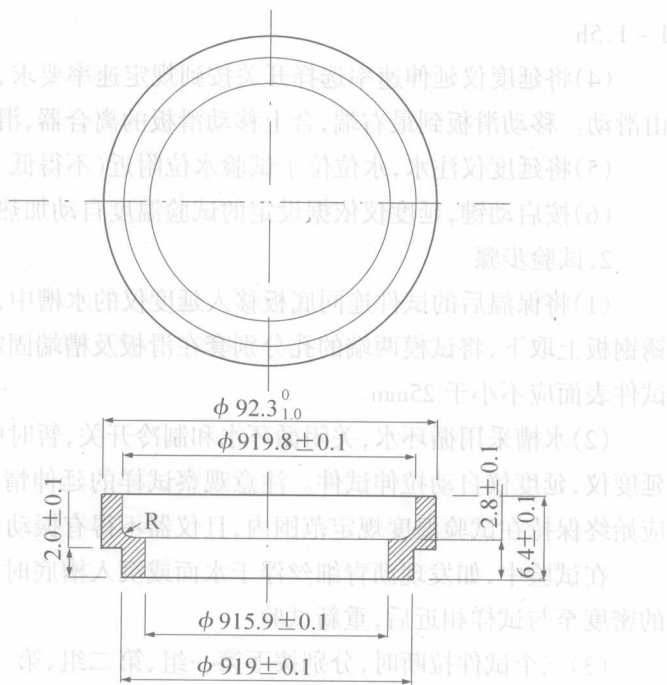


图 1-6 试样环(单位:mm)

(1) 钢球:直径9.53mm,质量 (3.5 ± 0.05) g。

- (2) 试样环: 黄铜或不锈钢等制成, 形状尺寸如图 1-6。
- (3) 钢球定位环: 黄铜或不锈钢制成。形状尺寸如图 1-7。
- (4) 金属支架: 由两个主杆和三层平行的金属板组成。上层为一圆盘, 直径略大于烧杯直径, 中间有一圆孔, 用以插放温度计。中层板形状尺寸如图 1-8, 板上有两个孔, 各放置金属环, 中间有一小孔可支持温度计的测温端部。一侧立杆距环上面 51mm 处刻有水高标记。环下面距下层底板为 25.4mm, 而下底板距烧杯底不少于 12.7mm, 也不得大于 19mm。三层金属板和两个主杆由两螺母固定在一起。

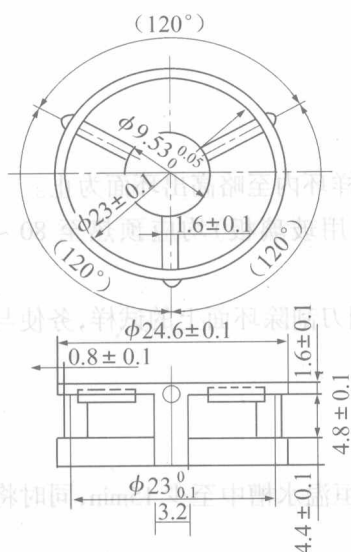


图 1-7 钢球定位环(单位: mm)

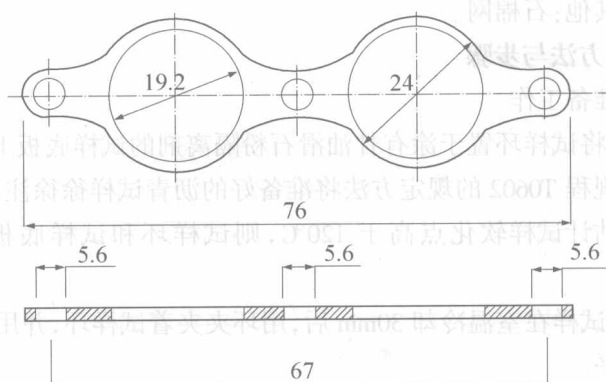


图 1-8 中层板(单位: mm)

- (5) 耐热玻璃烧杯: 容量 800 ~ 1000ml, 直径不小于 86mm, 高不小于 120 mm。
- (6) 温度计: 0 ~ 80℃, 分度为 0.5℃。
2. 环夹: 由薄钢条制成, 用以夹持金属环, 以便刮平表面, 形状、尺寸如图 1-9。

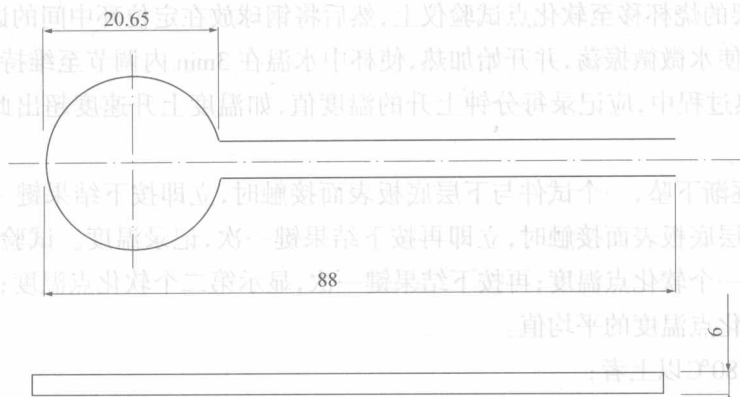


图 1-9 环夹(单位: mm)

3. 装有温度调节器的电炉或其他加热炉具(液化石油气、天然气等)。应采用带有振荡搅拌器的加热电炉,振荡子置于烧杯底部。

4. 试样底板:金属板(表面粗糙度应达 $Ra0.8\mu m$)或玻璃板。

5. 恒温水槽:控温的准确度为 $0.5^{\circ}C$ 。

6. 平直刮刀。

7. 甘油滑石粉隔离剂(甘油与滑石粉的比例为质量比 2:1)。

8. 新煮沸过的蒸馏水。

9. 其他:石棉网。

三、方法与步骤

1. 准备工作

(1) 将试样环置于涂有甘油滑石粉隔离剂的试样底板上。

按规程 T0602 的规定方法将准备好的沥青试样徐徐注入试样环内至略高出环面为止。

如估计试样软化点高于 $120^{\circ}C$,则试样环和试样底板(不用玻璃板)均应预热至 $80 \sim 100^{\circ}C$ 。

(2) 试样在室温冷却 30min 后,用环夹夹着试样环,并用热刮刀刮除环面上的试样,务使与环面齐平。

2. 试验步骤

(1) 试样软化点在 $80^{\circ}C$ 以下者:

① 将装有试样的试样环连同试样底板置于 $(5 \pm 0.5)^{\circ}C$ 水的恒温水槽中至少 15min,同时将金属支架、钢球、钢球定位环等亦置于相同水槽中保温。

② 烧杯内注入新煮沸并冷却至 $5^{\circ}C$ 的蒸馏水,水面略低于立杆上的深度标记。

③ 从恒温水浴中取出盛有试样的试样环,放置在支架中层板的圆孔中,套上定位环;然后将整个环架放入烧杯中,调整水面至深度标记,并保持水温为 $(5 \pm 0.5)^{\circ}C$ 。环架上任何部分不得附有气泡。将 $0 \sim 80^{\circ}C$ 的温度计由上层板中心孔垂直插入,使端部测温头底部与试样环下面齐平。

④ 将盛有水和环架的烧杯移至软化点试验仪上,然后将钢球放在定位环中间的试样中央,立即开动振荡搅拌器,使水微微振荡,并开始加热,使杯中水温在 3min 内调节至维持每分钟上升 $(5 \pm 0.5)^{\circ}C$ 。在加热过程中,应记录每分钟上升的温度值,如温度上升速度超出此范围时,则试验应重做。

⑤ 试样受热软化逐渐下坠,一个试件与下层底板表面接触时,立即按下结果键一次,记录温度;另一个试件与下层底板表面接触时,立即再按下结果键一次,记录温度。试验结束。按下结果键一次,显示第一个软化点温度;再按下结果键一次,显示第二个软化点温度;再按下结果键一次,显示二个软化点温度的平均值。

(2) 试样软化点在 $80^{\circ}C$ 以上者:

① 将装有试样的试样环连同试样底板置于装有 $(32 \pm 1)^{\circ}C$ 甘油的恒温槽中至少 15min;同时将金属支架、钢球、钢球定位环等亦置于甘油中保温。