

式中: A_1 ——曲线 $ABCE$ 的面积($N \cdot m$);
 A_2 ——曲线 $CDFE$ 的面积($N \cdot m$);
 m_0 ——单位面积记录纸质量 [$g/(N \cdot m)$];
 m_1 —— $ABCE$ 部分记录纸质量(g);
 m_2 —— $CDFE$ 部分记录纸质量(g)。

用称重法计算结果时,应选择质量比较均匀的记录纸。用试验机自动采集数据时,编制程序时应考虑到拉伸曲线的形状,以得到准确的试验结果。

4.3 试样的黏韧性及韧性按式(T 0624-3)及式(T 0624-4)计算。

$$T_0 = A_1 + A_2 \quad (\text{T 0624-3})$$

$$T_e = A_2 \quad (\text{T 0624-4})$$

式中: T_0 ——沥青的黏韧性($N \cdot m$);
 T_e ——沥青的韧性($N \cdot m$)。

5 报告

同一试样至少进行3次平行试验,当最大值或最小值与平均值之差不超过3倍标准差时,取平均值作为试验结果,准确至1位小数。

按照日本道路协会铺装试验法便览3-5-17提出的试验要求。

石化行业标准是用统计技术得出单个操作者黏韧性的变异系数是6.8%,韧性的变异系数是7.3%。同一操作者用同一台仪器对同一试样进行试验,两次试验结果不超过平均值的20%;多个实验室测定的黏韧性变异系数是11.3%。韧性的变异系数是11.5%。不同实验室同一试样测定结果不超过平均值的32%。

T 0625—2011 沥青旋转黏度试验(布洛克菲尔德黏度计法)

由于沥青的使用温度在很大范围内变化,当沥青加热熔融至 200°C 时沥青黏度小至 $10^{-1}\text{Pa} \cdot \text{s}$ 数量级,同水差不多;而冬天处于严寒状态下的沥青近于固体,黏度可高达 $10^{11}\text{Pa} \cdot \text{s}$,因而沥青的黏度变化范围是非常大的,不可能用一种方法测定沥青不同温度的黏度。根据不同温度、不同目的将采用不同的方法测定沥青的黏度,这就是沥青测流学即测定沥青流变性质的方法。

1 目的与适用范围

1.1 本方法适用于采用布洛克菲尔德黏度计(Brookfield,简称布氏黏度计)旋转法测定道路沥青在 45°C 以上温度范围内的表观黏度,以帕斯卡秒($\text{Pa} \cdot \text{s}$)计。

本方法适用于测定牛顿流体或非牛顿流体之剪应力与剪变率之比,即表观黏度。剪应力与剪变率之比值为常数的属于牛顿流体,比值不是常数的流体则是非牛顿流体,许多流体都表现出牛顿流体和非牛顿流体两种特性,这取决于剪变率的大小。黏度是流体抗流动的量度,黏度的国际单位制单位是帕斯卡秒($\text{Pa} \cdot \text{s}$), $1\text{Pa} \cdot \text{s}$ 相当于10泊,1厘泊(cP)是1毫帕斯卡秒($\text{mPa} \cdot \text{s}$),常用做黏度单位, $1\text{Pa} \cdot \text{s} = 1000\text{mPa} \cdot \text{s}$ 。

Brookfield黏度计用于测量沥青的高温黏度。将少量沥青样品盛于恒温控制的盛样筒中,一个转子在沥青试样中转动。测定相应的转动阻力所反映出来的扭矩。扭矩读数乘以仪器参数即可得到以 $\text{mPa} \cdot \text{s}$ 表示的沥青黏度。

1.2 本方法测定的不同温度的黏度曲线,用于确定各种沥青混合料的拌和温度和压实温度。

根据不同温度下的黏度绘制黏温曲线以确定沥青混合料的拌和温度和压实温度时,原试验规程 T 0702 规定可采用 T 0625、T 0619 和 T 0623 三种方法。随着布氏旋转黏度测定方法应用越来越多,方法简便,而且 ASTM D 6925 和 AASHTO T 312 均统一采用布氏旋转黏度方法作为标准方法来原因确定沥青混合料的拌和温度和压实温度,因此本次修订根据我国工程实践,也将确定沥青混合料的拌和温度和压实温度的方法统一为布氏旋转黏度测定方法。

道路石油沥青混合料的施工温度,宜采用 Brookfield 旋转黏度计测定 135℃ 及 175℃ 时的黏度,绘制黏度—温度关系图。按照美国 ASTM D 1599DE 规定,以黏度为 $(0.17 \pm 0.02) \text{ Pa} \cdot \text{s}$ 时的温度作为拌和温度范围;以 $(0.28 \pm 0.02) \text{ Pa} \cdot \text{s}$ 时的温度作为压实成型温度范围。当用于改性沥青时,由此确定的拌和温度和压实温度可能偏高,所以此法是否适合于改性沥青国内外有不同意见。表 T 0625a 为 3 种改性沥青的黏度—温度试验数据。

表 T 0625a 改性沥青的黏度—温度试验数据

A 改性沥青		B 改性沥青		C 改性沥青	
温度(℃)	黏度(Pa·s)	温度(℃)	黏度(Pa·s)	温度(℃)	黏度(Pa·s)
135	0.988	0.135	1.330	135	0.740
160	0.371	0.165	0.365	165	0.202
190	0.188	0.175	0.264	175	0.148

根据黏—温曲线的关系,对黏度(单位 $\text{Pa} \cdot \text{s}$)取双对数,对温度(单位绝对温度 K)取对数,对表中 3 种改性沥青进行直线回归。回归方程如下:

$$\text{A 改性沥青: } \lg \lg \eta = -2.1702 \lg(t + 273.2) + 6.1387, r^2 = 0.9901$$

$$\text{B 改性沥青: } \lg \lg \eta = -2.7380 \lg(t + 273.2) + 7.643, r^2 = 0.9995$$

$$\text{C 改性沥青: } \lg \lg \eta = -3.0105 \lg(t + 273.2) + 8.317, r^2 = 0.9993$$

表 T 0625b 是 3 种改性沥青,按照黏度 $0.19 \text{ Pa} \cdot \text{s}$ 、 $0.15 \text{ Pa} \cdot \text{s}$ 、 $0.30 \text{ Pa} \cdot \text{s}$ 和 $0.26 \text{ Pa} \cdot \text{s}$ 相应的拌和温度和压实成型温度范围。

表 T 0625b 拌和温度和压实温度的确定

沥青名称	拌和温度范围		压实温度范围	
	$\eta = 0.19 \text{ Pa} \cdot \text{s}$	$\eta = 0.15 \text{ Pa} \cdot \text{s}$	$\eta = 0.3 \text{ Pa} \cdot \text{s}$	$\eta = 0.26 \text{ Pa} \cdot \text{s}$
A 改性沥青	187.9℃	197.8℃	170.5℃	175.8℃
B 改性沥青	184.7℃	192.5℃	171.0℃	175.1℃
C 改性沥青	167.4℃	174.2℃	155.0℃	158.9℃

由上表可知,按照往常的工程经验,前 2 种改性沥青的拌和温度明显偏高。拌和温度不可超过 177℃。实践证明,当温度高于 177℃ 时,沥青将氧化,轻质油分迅速挥发。在实际工程中,考虑到温度的变异性,设定温度应不超过 170℃,这样沥青混合料拌和温度就不会太高。需要说明的是,以上示例是几个比较特殊的改性沥青,而目前采用最多的改性沥青用该方法确定的拌和温度并没有这么高,只是比实际施工温度偏高。其主要原因是改性沥青混合料的拌和温度与压实温度与改性剂的品种、掺量等有关,而目前改性剂的品种可以说是“五花八门”,但是对每一个试验方法有它的适用范围,并不是所有的改性剂都适用,因此在做试验时应遵照规定选用。

采用黏—温曲线确定改性沥青混合料拌和温度及压实温度虽然有不同看法,但是目前还没有合适的方法。因此,各单位在应用该方法确定改性沥青拌和及压实温度时,还应该结合工程中的实践经验,考虑工程所处的实际情况,如施工气候、运输距离、混合料施工性、压实时混合料的塑性区、集料裹覆状况和沥青烟雾情况等,确定合理的改性沥青拌和温度和压实温度。

关于试验温度,原方法规定确定黏—温曲线的温度为 60℃、135℃ 和 175℃,本次修订参考 ASTM 和 AASHTO 方法,并结合我国实践,规定可采用 135℃ 和 175℃,也可根据需要进行选择其他温度。另外,大量

文献资料和实践表明,对于含不溶矿物质的改性沥青材料,采用本方法确定施工温度会较实际温度要高,建议对含不溶矿物质的改性沥青材料不宜采用此方法确定施工温度。

2 器具与材料技术要求

2.1 布洛克菲尔德黏度计:具有直接显示黏度、扭矩、剪切应力、剪变率、转速和试验温度等项目的功能,如图 T 0625-1 所示。它主要由下列部分组成:

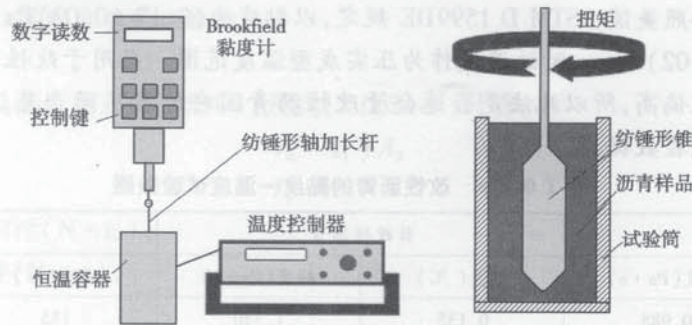


图 T 0625-1 布洛克菲尔德黏度计

操作者在使用布洛克菲尔德黏度计前应该仔细阅读并理解厂家所提供的仪器操作说明书,详细的操作步骤可按仪器说明书进行。

2.1.1 适用于不同黏度范围的标准高温黏度测量系统,如 LV、RV、HA 或 HB 型系列等,其量程应满足被测改性沥青黏度的要求。

2.1.2 不同型号的转子,根据沥青黏度选用。

试验时转子型号是根据沥青的黏度范围进行选择,黏度计型号不同转子所适用的黏度范围也有所不同,因此应按照仪器说明书选择转子型号。

2.1.3 自动温度控温系统,包括恒温室、恒温控制器、盛样筒(为试管形状)、温度传感器等。

2.1.4 数据采集和显示系统、绘图记录设备等。

2.2 烘箱:有自动温度控制器,控温的准确度为 $\pm 1^{\circ}\text{C}$ 。

2.3 标准温度计:分度值 0.1°C 。

2.4 秒表。

3 试验步骤

3.1 按本规程 T 0602 的方法准备沥青试样,分装在盛样容器中,在烘箱中加热至软化点以上 100°C 左右保温 30 ~ 60min 备用,对改性沥青尤应注意去除气泡。

3.2 仪器在安装时必须调至水平,使用前应检查仪器的水准器气泡是否对中。开启黏度计温度控制器电源,设定温度控制系统至要求的试验温度。此系统的控温准确度应在使用前严格标定。

试验开始前必须将水准气泡调至居中,以防止仪器不水平导致转子与盛样皿摩擦,否则黏度值测不准。

在做沥青旋转黏度试验时,要使用标准温度计作对比试验。将标准温度计放入加热炉内,以标准温度计的显示值与温控器显示值作比较,确定其差值,将温控器值加或减这个差值作为设定值,以保证温度设定的标准性与唯一性。

3.3 根据估计的沥青黏度,按仪器说明书规定的不同型号的转子所适用的速率和黏度范围,选择适宜的转子。

转速的选择以接近标准黏度的试验转速为宜,宜大不宜小。

3.4 取出沥青盛样容器,适当搅拌,按转子型号所要求的体积向黏度计的盛样筒中添加沥青试样,根据试样的密度换算成质量。加入沥青试样后的液面应符合不同型号转子的规定要求,试样体积应与系统标定时的标准体积一致。

当沥青盛样容器加热后的沥青向黏度计的盛样筒内倒入试样前,尤其是黏度比较大的沥青,为使沥青均匀,试验人员应拿玻璃棒在沥青盛样容器内上下搅拌,然后再向黏度计的盛样筒注入试样。否则沥青上下样品会有差异,误差在所难免。

对同一个试样,当转子、转速相同、测试温度相同、试样质量不同时,测定的黏度值则不同。结果是试样多,黏度值大,这是因为沥青试样的增多,当转子不转动时,其静压强增大;当转子转动时,其摩阻力增大,测定的黏度值自然偏大,反之则小。沥青试验试样多少取决于试验仪器、转子型号。但装入沥青试样后浸入转子的液面应符合不同型号转子的规定要求。

3.5 将转子与盛样筒一起置于已控温至试验温度的烘箱中保温,维持 1.5h。当试验温度较低时,可将盛样筒试样适当放冷至稍低于试验温度后再放入烘箱中保温。

3.6 取出转子和盛样筒安装在黏度计上,降低黏度计,使转子插进盛样筒的沥青液面中,至规定的高度。

3.7 使沥青试样在恒温容器中保温,达到试验所需的平衡温度(不少于 15min)。

温度与黏度密切相关。黏度值将随温度增加而减小,因此试样在恒温过程中试验人员要注意观测温度是否有变化。

3.8 按仪器说明书的要求选择转子速率,例如在 135℃ 测定时,对 RV、HA、HB 型黏度计可采用 20r/min,对 LV 型黏度计可采用 12r/min,在 60℃ 测定可选用 0.5r/min 等。开动布洛克菲尔德黏度计,观察读数,扭矩读数应在 10% ~ 98% 范围内。在整个测量黏度过程中,不得改变设定的转速。仪器在测定前是否需要归零,可按操作说明书规定进行。

对同一个试样,质量相同,测试温度、转子相同,而转速不同,测定的黏度值会有所不同。所以在整个测定黏度过程中,不得随意改变设定的转速。

3.9 观测黏度变化,当小数点后面 2 位读数稳定后,在每个试验温度下,每隔 60s 读数一次,连续读数 3 次,以 3 次读数的平均值作为测定值。

3.10 对每个要求的试验温度,重复以上过程进行试验。试验温度宜从低到高进行,盛样筒和转子的恒温时间应不小于 1.5h。

3.11 如果在试验温度下的扭矩读数不在 10% ~ 98% 的范围内,必须更换转子或降低转子转速后重

新试验。

当更换转子时,要注意面板显示转子型号要与试验转子型号一致。如果面板显示转子型号与试验转子型号不一致,其结果大不相同。

3.12 利用布洛克菲尔德黏度计测定不同温度的表观黏度,绘制黏温曲线。一般可采用 135℃ 和 175℃ 的表观黏度,根据需要也可以采用其他温度。

4 报告

4.1 同一种试样至少平行试验两次,两次测定结果符合重复性试验允许误差要求时,以平均值作为测定值。

4.2 将在不同温度条件下测定的黏度,绘于图 T 0625-2 所示的黏温曲线中,确定沥青混合料的施工温度。当使用石油沥青时,宜以黏度为 $0.17\text{Pa}\cdot\text{s} \pm 0.02\text{Pa}\cdot\text{s}$ 时的温度作为拌和温度范围;以 $0.28\text{Pa}\cdot\text{s} \pm 0.03\text{Pa}\cdot\text{s}$ 时的温度作为压实成型温度范围。

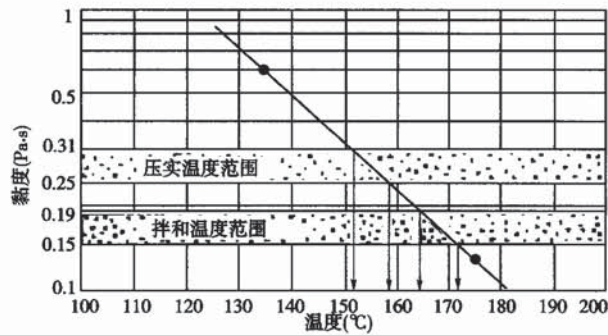


图 T 0625-2 由沥青结合料的黏温曲线确定施工温度

由沥青黏温曲线确定施工温度示例如下:

试验测得沥青 135℃ 和 175℃ 的黏度数据结果见表 T 0625a,绘制的黏温曲线图见图 T 0625a,由黏温曲线确定的拌和与压实温度见表 T 0625a。

表 T 0625a 沥青黏度检测结果以及相应的施工温度

项 目	单 位	相对应的黏度(Pa·s)	试验结果	
黏 度	135℃	Pa·s	—	0.750
	175℃	Pa·s	—	0.150
由黏温曲线确定的压实温度	℃	0.17 ± 0.02	157 ~ 162	
由黏温曲线确定的拌和温度	℃	0.28 ± 0.03	169 ~ 175	

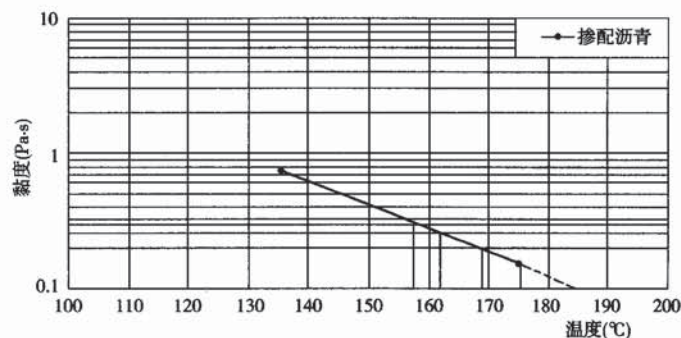


图 T 0625a 沥青黏温曲线图

由以上黏温曲线图结合实际室内试验,结论如下:建议将拌和温度调整为 165 ~ 175℃,压实温度调整为 155 ~ 165℃。最终的施工温度应根据施工现场的实际情况确定。

4.3 报告试验温度、转子的型号和转速。

4.4 绘制黏温曲线,给出推荐的拌和及压实施工温度范围。

5 允许误差

重复性试验的允许误差为平均值的 3.5%,再现性试验的允许误差为平均值的 14.5%。

T 0626—2000 沥青酸值测定方法

沥青混合料的路用性能不仅与矿料性质有关,而且也与沥青的性质有关。在石油沥青中含有大量的酸性及碱性化合物。沥青组分中属于酸性的物质有环烷酸、地沥青酸等,其中地沥青酸的酸值较大,即活性较强。沥青的酸性越大,与矿料的黏结就越好,在沥青混合料中,沥青从矿料表面的剥落程度也就越小。

国标 GB 264 润滑油酸值的试验方法、《植物油脂检验酸价测定法》(GB 5530—85)、《粮食、油料检验粮食酸度测定法》(GB 5517—85)与本方法基本上是一致的,只是溶剂和具体操作步骤略有不同,更详细的方法可参照 ASTM D 664。

1 目的与适用范围

本方法适用于测定道路石油沥青的酸值。

其原理是将沥青溶解于苯和乙醇的混合溶剂中,以氢氧化钾的乙醇标准溶液中和沥青中的游离酸,由消耗氢氧化钾乙醇溶液的体积来计算酸值。

2 仪器与材料技术要求

2.1 氢氧化钾乙醇标准溶液:0.1mol/L。

2.2 盐酸标准溶液:0.1mol/L。

2.3 无水乙醇:化学纯。

2.4 苯:化学纯。

2.5 圆底烧瓶:带标准磨口。

2.6 球形回流冷凝器:40cm,具有与烧瓶相配合的标准磨口。

2.7 恒温水槽。

2.8 玻璃电极。

2.9 饱和甘汞电极。