

前 言 QIANYAN

《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》(JTJ 052—2000)(以下简称原规程)自 2000 年 10 月实施以来,基本覆盖了我国公路工程中沥青及沥青混合料性能进行试验评价的全部试验方法,对加强公路工程沥青及沥青混合料的生产与管理、质量的检验起到了重要作用。

原规程发布实施至今已 10 余年,随着公路建设事业的发展,沥青路面材料研究的不断深入,我国在沥青及沥青混合料技术方面取得了许多新的科研成果。尤其是《公路沥青路面施工技术规范》(JTG F40—2004)及《公路工程集料试验规程》(JTG E42—2005)的实施,对原材料的质量、检验方法及施工质量控制也提出了更高的要求。另外,受美国 SHRP 研究成果提出对沥青结合料按照路用性能分级(PG 分级)的影响,国内引进了许多 SHRP 的仪器设备,一些高速公路招标文件中对沥青指标也要求作 PG 性能分级试验,而我国对这些试验方法已经进行了研究和应用,但在原规程中缺少相应的试验方法。因此,为提高我国沥青及沥青混合料的试验和评价水平,使试验室在进行沥青和沥青混合料试验时有一个统一的试验准则,以保试验结果的一致性和可比性,再次对原规程进行修订和完善,制定了《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》(JTG E20—2011)(以下简称本规程)。

本规程包括 99 个测定沥青和沥青混合料的基本工程性质的试验项目。其中沥青试验 54 个,沥青混合料试验 45 个。在本规程修订过程中,编写组认真总结近年来我国在沥青及沥青混合料方面的研究成果和应用经验,参考了大量国际相关标准规范和技术资料,结合我国公路工程建设和试验的需要,经广泛征求意见后,提出了适应我国实际情况的沥青及沥青混合料试验方法,使试验方法规范化,为沥青及沥青混合料性能评价、路面设计、施工质量控制、施工质量检验评定等提供技术保障。

本规程力求与国际标准一致,除了各种常规的沥青和沥青混合料性能试验项目外,还包括了许多非常规的试验方法,对使用较多且为国际上通用的方法作了增补,以满足生产、科研等各方面试验工作的需要。有些方法由于仪器设备的原因,有的单位暂时还不能实施,应该根据需要作必要的添置,以提高试验室的试验水平。

本规程不仅对仪器设备和材料作了统一规定,对操作步骤也按照我国的使用实践和仪器设备进行了统一,但是随着技术的发展,仪器设备的自动化水平不断提高,有的单位采用改进了的自动化仪器,或者从国外进口的设备,只要这些设备确实先进合理,原则上容许使用,但不得低于本规程规定的技术要求。如果有不一致或不符合规定时,应该作适

T 0620—2000 沥青动力黏度试验(真空减压毛细管法)

沥青的动力黏度(也称为绝对黏度或简称为黏度)是沥青性质的主要指标之一。美国、澳大利亚等已经利用其 60℃ 黏度作为道路石油沥青的分级标准。黏度单位采用国家标准用帕秒(Pa·s, 1 泊 = 0.1 Pa·s)表示。

黏度是流体抵抗流动的能力,其种类有很多,如标准黏度、动力黏度、运动黏度等。其中的 60℃ 动力黏度是反映道路沥青高温抵抗永久变形能力的一项重要参数,其测试方法目前采用的基本有两种,分别是 Brookfield 旋转黏度计法与真空减压毛细管法,这两种黏度测试方法虽然最终得到的黏度单位一致,但方法和原理却完全不同。

黏度是反映道路沥青材料路用性能的一项非常重要的指标,从宏观上讲黏度是沥青抵抗流体流动的能力,从微观上讲则是沥青内部分子结构之间的引力形成的内摩擦力。对于道路石油沥青与改性沥青通常采用 60℃ 时的动力黏度这一参数来评价沥青材料的高温路用性能。《公路沥青路面施工技术规范》(JTG F40—2004)明确提出了对于 70 号 A 级道路石油沥青其 60℃ 动力黏度要求不小于 180 Pa·s,对该参数提出采用《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》(JTJ 052—2000)中真空减压毛细管法进行。对 SBS 改性沥青的 60℃ 动力黏度未作要求,而一些地方规范对 SBS 改性沥青的这一指标也提出了具体要求。真空减压毛细管黏度计测定的是材料的动力黏度(dynamic viscosity),也称绝对黏度(absolute viscosity),是黏度管常数(K)与相应流动时间(t)的乘积,单位是 Pa·s,国际上对 60℃ 黏度分级基本统一采用该方法。

1 目的与适用范围

本方法适用于采用真空减压毛细管黏度计测定黏稠石油沥青的动力黏度。非经注明,试验温度为 60℃,真空度为 40kPa。

沥青的试验温度按照国际上通行的温度一般为 60℃。该方法是沥青技术要求的关键试验,不得以其他试验方法(如布氏旋转黏度试验、DSR 动态剪切流变仪法等)替代,特别是目前低标号沥青应用逐渐增多,高黏度改性沥青也有所应用,这些沥青均具有明显的非牛顿流动特性,其 60℃ 黏度的不同方法检测值之间不具有互换性。

2 仪器与材料技术要求

2.1 真空减压毛细管黏度计:一组 3 支毛细管,通常采用美国沥青学会(Asphalt Institute,即 AI 式)毛细管,也可采用坎农曼宁式(Cannon-Manning,即 CM 式)或改进坎培式(Modified Koppers,即 MK 式)毛细管测定。AI 式毛细管的形状如图 T 0620-1 所示,型号和尺寸见表 T 0620-1。

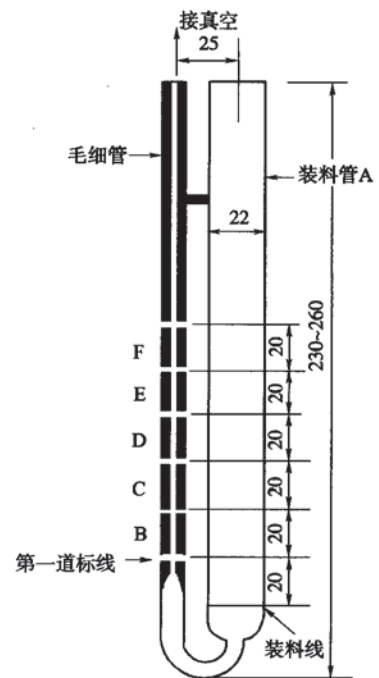


图 T 0620-1 真空减压毛细管黏度计
(尺寸单位:mm)

表 T 0620-1 真空减压毛细管黏度计(美国沥青协会式)尺寸和动力黏度范围

型 号	毛细管半径 (mm)	大致标定系数,40kPa 真空(Pa·s/s)			黏度范围 (Pa·s)
		管 B	管 C	管 D	
25	0.125	0.2	0.1	0.07	4.2 ~ 80
50	0.25	0.8	0.4	0.3	18 ~ 320
100	0.50	3.2	1.6	1	60 ~ 1 280

续上表

型号	毛细管半径 (mm)	大致标定系数, 40kPa 真空 (Pa·s/s)			黏度范围 (Pa·s)
		管 B	管 C	管 D	
200	1.0	12.8	6.4	4	240 ~ 5 200
400	2.0	50	25	16	960 ~ 20 000
400R	2.0	50	25	16	960 ~ 140 000
800R	4.0	200	100	64	3 800 ~ 580 000

真空减压毛细管的形式很多, ASTM D 2171 及 AASHTO T 202 中推荐的有坎农—曼宁 (Cannon-Manning) 式 (CM 式), 美国沥青协会式 (AI) 及改进坎培 (Modified Koppers) 式 (MK) 三种, 日本沥青协会经过比较规定后采用 AI 式毛细管。我国有一些单位已引进了 AI 式毛细管, 且已开始定型生产此种形式, 使用中清洗毛细管也比较方便, 为此本规程推荐采用 AI 式。但也有单位引进了 CM 式毛细管, 故也允许使用其他形式的毛细管。

2.2 温度计: 量程 50 ~ 100℃, 分度值 0.1℃。

试验用温度计, 在美国等国的规定温度范围为 58.5 ~ 61.5℃、分度 0.02℃ (美国) 或 0.03℃ (日本), 但试验要求水温控制 $\pm 0.03^\circ\text{C}$ (ASTM、日本) 或 $\pm 0.06^\circ\text{C}$ (AASHTO)。我国目前较难购得如此精确的温度计, 故本试验法根据我国国产温度计 GB 514 规定分度值放宽至 0.1℃, 控温要求也与 T 0619 相同, 放宽到 $\pm 0.1^\circ\text{C}$, 宜采用 0.03℃, 以利于国产设备的推广应用。

2.3 恒温水槽: 硬玻璃制, 其高度需使黏度计置入时, 最高一条时间标线在液面下至少为 20mm, 内设有加热和温度自动控制器, 能使水温保持在试验温度 $\pm 0.1^\circ\text{C}$, 并有搅拌器及夹持设备。水槽中不同位置的温差不得大于 $\pm 0.1^\circ\text{C}$ 。保温装置的控温宜准确至 $\pm 0.1^\circ\text{C}$ 。

2.4 真空减压系统: 应能使真空度达到 $40\text{kPa} \pm 66.5\text{Pa}$ ($300\text{mmHg} \pm 0.5\text{mmHg}$) 的压力, 全部装置简要示意如图 T 0620-2 所示。各连接处不得漏气, 以保证密闭。在开启毛细管减压阀进行测定时, 应不产生水银柱降低情况。在开口端连接水银压力计, 可读至 133Pa (1mmHg) 的刻度, 用真空泵或吸气泵抽真空。

本试验法列出了 AI 式毛细管的数据, 道路沥青最常用的是 100 号毛细管。含蜡量较高的道路沥青黏度较小, 可用 50 号毛细管, 有些稠油沥青黏度较大的可用 200 号毛细管。在 ASTM D 2171 及 AASHTO T 202 中, 还列有 400R、800R 两种毛细管型号, 是适用于屋面防水沥青的, 400R 及 800R 型毛细管, 以适应于聚合物改性沥青等更黏稠的情况。

2.5 秒表: 2 个, 分度值 0.1s, 总量程 15min 的误差不大于 $\pm 0.05\%$ 。

2.6 烘箱: 有自动温度控制器。

2.7 溶剂: 三氯乙烯 (化学纯) 等。

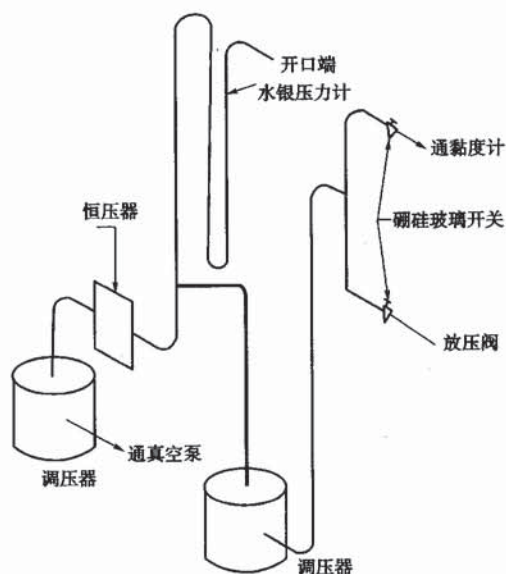


图 T 0620-2 真空减压系统装置

2.8 其他:洗液、蒸馏水等。

3 方法与步骤

试验方法基本上参照日本沥青协会试验方法(后改进为日本道路协会铺装试验法便览 3-5-11)的步骤编写。本方法仅列出了用 AI 式毛细管的试验步骤。试验时真空度为 300mmHg 柱,即 400kPa。

3.1 准备工作

3.1.1 估计试样的黏度,根据试样流经规定体积的时间是否在 60s 以上,来选择真空毛细管黏度计的型号。

3.1.2 将真空毛细管黏度计用三氯乙烯等溶剂洗涤干净。如黏度计沾有油污,可用洗液、蒸馏水等仔细洗涤。洗涤后置烘箱中烘干或用通过棉花的热空气吹干。

3.1.3 按本规程 T 0602 准备沥青试样,将脱水过筛的试样仔细加热至充分流动状态。在加热时,予以适当搅拌,以保证加热均匀。然后将试样倾入另一个便于灌入毛细管的小盛样器中,数量约为 50mL,并用盖子盖好。

3.1.4 将水槽加热,并调节恒温在 $60^{\circ}\text{C} \pm 0.1^{\circ}\text{C}$ 范围之内,温度计应预先校验。

3.1.5 将选用的真空毛细管黏度计和试样置烘箱($135^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$)中加热 30min。

毛细管黏度计及沥青试样在烘箱中加热的温度,ASTM 中统一规定为 $135^{\circ}\text{C} \pm 5.5^{\circ}\text{C}$ 。但日本道路协会试验法规定直馏沥青为 $135^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$,半氧化沥青为 $150^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$,改性沥青为 $170^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ 。本试验法按 ASTM 仅规定为 $135^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$,若对半氧化沥青或改性沥青试验时,可参照日本规定适当提高。

3.2 试验步骤

3.2.1 将加热的黏度计置一容器中,然后将热沥青试样自装料管 A 注入毛细管黏度计,试样应不致粘在管壁上,并使试样液面在 E 标线处 $\pm 2\text{mm}$ 之内。

3.2.2 将装好试样的毛细管黏度计放回电烘箱($135^{\circ}\text{C} \pm 5.5^{\circ}\text{C}$)中,保温 $10\text{min} \pm 2\text{min}$,以使管中试样所产生气泡逸出。

3.2.3 从烘箱中取出 3 支毛细管黏度计,在室温条件下冷却 2min 后,安装在保持试验温度的恒温水槽中,其位置应使 I 标线在水槽液面以下至少为 20mm。自烘箱中取出黏度计,至装好放入恒温水槽的操作时间应控制在 5min 之内。

3.2.4 将真空系统与黏度计连接,关闭活塞或阀门。

3.2.5 开动真空泵或抽气泵,使真空度达到 $40\text{kPa} \pm 66.5\text{Pa}$ ($300\text{mmHg} \pm 0.5\text{mmHg}$)。

3.2.6 黏度计在恒温水槽中保持 30min 后,打开连接减压系统阀门,当试样吸到第一标线时同时开动两个秒表,测定通过连续的一对标线间隔时间,准确至 0.1s,记录第一个超过 60s 的标线符号及间

隔时间。

3.2.7 按此方法对另两支黏度计做平行试验。

3.3 试验结束后,从恒温水槽中取出毛细管,按下列顺序进行清洗:

ASTM 中规定了试验后清洗黏度计的步骤,考虑到该方法的清洗工作比较困难,且很重要,故本试验法中列入了清洗的步骤。此步骤是结合工程实践经验制定的,如果试验室有其他清洗方法,也允许采用,以洁净为度。

3.3.1 将毛细管倒置于适当大小的烧杯中,放入预热至 135℃ 的烘箱中约 0.5 ~ 1h,使毛细管中的沥青充分流出,但时间不能太长,以免沥青烘焦附在管中。

3.3.2 从烘箱中取出烧杯及毛细管,迅速用洁净棉纱轻轻地把毛细管口周围的沥青擦净。

3.3.3 从试样管口注入三氯乙烯溶剂,然后用吸耳球对准毛细管上口抽吸,沥青渐渐被溶解,从毛细管口吸出,进入吸耳球,反复几次。直至注入的三氯乙烯抽出时为清澈透明为止,最后用蒸馏水洗净、烘干、收藏备用。

4 计算

沥青试样的动力黏度按式(T 0620-1)计算。

$$\eta = K \times t \quad (\text{T 0620-1})$$

式中: η ——沥青试样在测定温度下的动力黏度(Pa·s);

K ——选择的第一对超过 60s 的一对标线间的黏度计常数(Pa·s/s);

t ——通过第一对超过 60s 标线的时间间隔(s)。

真空减压毛细管黏度计法测定的是材料的动力黏度(dynamic viscosity),也称绝对黏度(absolute viscosity),是黏度管常数(K)与相应流动时间(t)的乘积,单位是 Pa·s,国际上对 60℃ 黏度分级基本统一采用该方法。

5 报告

一次试验的 3 支黏度计平行试验结果的误差应不大于平均值的 7%,否则,应重新试验。符合此要求时,取 3 支黏度计测定结果的平均值作为沥青动力黏度的测定值。

6 允许误差

重复性试验的允许误差为平均值的 7%,再现性试验的允许误差为平均值的 10%。

T 0621—1993 沥青标准黏度试验(道路沥青标准黏度计法)

道路沥青标准黏度计是国际上液体沥青材料条件黏度测定方法的一种,我国自 20 世纪 50 年代起引用了前苏联的沥青黏度计及方法。本试验规程是将 1983 年试验规程中的试验法(沥 105—83)稍加修改制定的。

1 目的与适用范围

本方法适用于采用道路沥青标准黏度计测定液体石油沥青、煤沥青、乳化沥青等材料流动状态时的