

国内引进已有多台,也有厂商开始生产这种仪器。为使试验方法规范化,本次修订时参考 ASTM D 6307—05 和 AASHTO T 308—08 方法,结合我国工程实践增补了本方法。

本方法对于测定沥青混合料中掺加有纤维或橡胶粉(干法施工)等易燃烧的掺加剂时需慎用。由于掺加剂本身的燃烧特性,导致在燃烧过程中质量会损失一部分,最终将影响沥青用量的测定结果。

目前我国燃烧炉类型很多,按照加热方式有对流式和直接辐射式。对流式燃烧炉燃烧温度至少可调到 $538^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ 和 $482^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ 并保持稳定。对于直接辐射式燃烧炉,一般设有 3 个燃烧模式,即一般燃烧模式、低温燃烧模式和强烧模式。一般燃烧模式适合于大部分沥青混合料;低温燃烧模式适合于质量损失较大的软颗粒的混合料;而强烧模式适合于燃烧不够充分的混合料。

称量装置分为内置天平和外置天平。对于外置天平燃烧炉,其试验前后质量变化需要另备天平称量,燃烧过程难以获知燃烧质量损失率,难以判断什么时候燃烧到质量恒定,因此需要重复多次燃烧、冷却、称量过程,不能自动记录试验过程质量变化,其试验结果完全靠人工控制和计算。因此对于大规模施工过程中的质量控制,宜采用内置天平式燃烧炉。

关于含水量修正,ASTM 和 AASHTO 中规定,将试件置烘箱 $120^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ 至恒重或者测定含水量,对于加热至恒重试件不用进行含水量修正,而对于未烘干至恒重的沥青混合料则需要修正,即燃烧试验前试件里有部分水的质量。为了减少工作量,节省试验时间,本方法统一规定当用钻孔法或切割法从路面上取得试样时,除了吹风使其完全干燥外,还应在烘箱中加热 $125^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ 至恒重,然后直接采用燃烧法测定沥青混合料沥青含量,因此无需进行含水量修正。

关于试验结束条件,本方法与 AASHTO、ASTM 以及美国一些州的要求一致。

对于筛分级配的修正方法,本方法与 AASHTO T 308—08 的要求一致。

沥青混合料在高温燃烧过程中,一些集料也会被燃烧掉,因此需要将这部分损失量从总沥青混合料损失量中扣除,同时一些集料在高温下会破碎,从而导致燃烧前与燃烧后的筛分结果有差异。因此,本方法参照 AASHTO 及 ASTM 的规定,要求对于每一种沥青混合料都必须进行标定。当混合料的任何一档料的料源变化或者单档集料配合比变化超过 5% 时均需要重新标定。

最新的 AASHTO、ASTM 均规定,沥青用量修正系数 C_f 大于 1.0% 时,需要采用 482°C 进行重新标定,而以及以前的 AASHTO、ASTM 规定为 0.5%。本方法要求为 0.5%。

用燃烧炉法测定沥青混合料中的沥青含量,在使用过程中一定要注意标定和试验的研究,认真总结经验。由于该仪器有进口的也有国产的,不同型号的燃烧炉在操作上可能会有所不同,但是基本原理应该是一样的,所以在使用过程中应按照仪器的说明书进行操作。

T 0736—2011 沥青混合料旋转压实试件制作方法(SGC 方法)

1 目的与适用范围

1.1 本方法适用于旋转压实法成型 $\phi 150\text{mm}$ 或 $\phi 100\text{mm}$ 沥青混合料圆柱体试件,以供试验室进行沥青混合料物理力学性质试验使用。

1.2 本方法也适合于在试件成型过程中测量剪切应力的变化,用于分析沥青混合料性能。

2 仪器与材料技术要求

2.1 旋转压实仪:主要由反力架、加载装置、旋转基座、计算机控制系统、内旋转角测量装置、试模、锤头(上压盘)和底座(下压盘)、测力装置和压力传感器等组成。必要时可配置剪切应力测试系统和压头加热系统。

2.1.1 反力架应有足够的刚度,以保证旋转压实时旋转角的稳定;应有安全防护门,并配有电源控制开关。

2.1.2 加载装置,应保证旋转压实过程中垂直压力的稳定,使垂直压力达到设定值 $\pm 18\text{kPa}$ 。

2.1.3 旋转基座由旋转套、压实角度调整功能、旋转传动功能、试模底座等组成。压实角度可调,其调整范围应满足试验的要求。出厂前压实角度应进行标定,使有效内旋转角允许波动范围为设定值的 $\pm 0.02^\circ$ 。旋转基座的工作转速应达到设定值 $\pm 0.5\text{r/min}$ 。

2.1.4 计算机控制系统应具有对旋转压实仪运行的自动控制和试验数据采集、分析等功能。

2.1.5 内旋转角测量装置,应具备数据采集系统、温度测量、数据显示等功能。

2.1.6 试模、锤头(上压盘)和底座(下压盘)。

1) 试模应采用钢材制造,试模壁的厚度大于 7.5mm ,洛氏硬度至少为 HRC48 ~ HRC57,试模内壁应足够光滑(粗糙度 $Ra0.4\mu\text{m}$)。 $\phi 150\text{mm}$ 试模内径为 $149.90 \sim 150.00\text{mm}$, $\phi 100\text{mm}$ 试模内径为 $99.90 \sim 100.00\text{mm}$,高度不小于 250mm 。

2) 锤头(上压盘)和底座(下压盘)必须采用钢材制造,洛氏硬度宜为 HRC48 ~ HRC55。 $\phi 150\text{mm}$ 试件锤头(上压盘)和底座(下压盘)其外直径尺寸为 $149.50 \sim 149.75\text{mm}$, $\phi 100\text{mm}$ 试件其外直径尺寸为 $99.50 \sim 99.75\text{mm}$ 。锤头和底座与混合料接触面应平坦,光滑(粗糙度 $Ra 0.4\mu\text{m}$)。锤头和底座尺寸宜每年标定一次,试模内直径和压盘外直径之差应小于 0.50mm 。

2.2 旋转压实仪应具有自动测定试件高度、旋转次数及对应高度的记录和显示功能,精确至 0.1mm 。同时应配备标定装置,对内旋转角、垂直力和试件高度测量装置宜每半年自校一次,旋转转速宜每年自校一次。

2.3 脱模仪。

2.4 试验室用沥青混合料拌和机:容量不小于10L。

2.5 烘箱:大、中型各1台,装有温度调节器。

2.6 天平或电子秤:感量不大于0.1g。

2.7 温度计:宜采用有金属杆的插入式数显温度计,金属杆长度不小于150mm。量程0~300℃,分度值1℃。

2.8 其他:游标卡尺、托盘、沥青熔化锅、拌和铲、刮刀、隔热手套、垫纸等。

3 方法与步骤

3.1 标定步骤

3.1.1 确定试验条件,加载装置垂直压力为 $600\text{kPa} \pm 18\text{kPa}$,压实转速为 $30\text{r}/\text{min} \pm 0.5\text{r}/\text{min}$ 。

3.1.2 将试模、上下压盘和内旋转角测量装置的表面清理干净。当试模内壁或者上下压盘接触混合料的表面处有划痕或损坏时,不得再使用。

3.1.3 检测内旋转角有加热和室温两种方式。通常情况下宜选择加热方式,即开始检测前将试模置 $150^\circ\text{C} \pm 5^\circ\text{C}$ 的烘箱中加热不少于45min,内旋转角测量装置无需加热。室温检测时试模不需加热。

3.1.4 按3.3的步骤准备好旋转压实仪,按照该仪器的说明书设定旋转次数。

3.1.5 将内旋转角测量装置组装好,放进试模中,将仪器探头或参考基座适当定位以测量底部内部角和顶部内部角。将试模放入旋转压实仪中,注意试模和旋转压实锤对中。

3.1.6 开始旋转压实,使试模和内旋转角测量装置一起作旋转运动,如图T 0736-1所示。旋转时宜符合以下条件:产生的偏心距 e 为22mm,力矩 M (即 $e \times F$)为 $466.5\text{N} \cdot \text{m} \pm 10\text{N} \cdot \text{m}$ 。

3.1.7 旋转到设定次数后,停止压实,待旋转压实仪上压头上升至一定高度后,从试模中取出内旋转角测量装置。记录测定结果,准确至 0.01° 。

3.1.8 不断调整内旋转角测量装置位置,按照 3.1.4~3.1.6 的步骤分别测定底部内旋转角 α_{bi} 和顶部内旋转角 α_{ti} ,底部内旋转角和顶部内旋转角分别测定 3 次。如果分别测定的 3 个底部内旋转角(或顶部内旋转角)差值大于 0.02° ,则必须重新测定。取 3 个底部内旋转角 α_{bi} 的平均值为底部内旋转角 α_b ;取 3 个顶部内旋转角 α_{ti} 的平均值为顶部内旋转角 α_t 。取 α_b 和 α_t 平均值为有效内旋转角 α_e 。 α_b 和 α_t 差值不宜大于 0.02° ;有效内旋转角 α_e 应该满足设定值的 $\pm 0.02^\circ$ 要求。

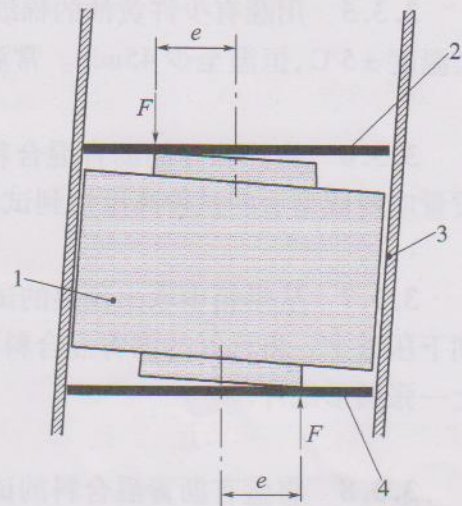


图 T 0736-1 模拟加载法测定内旋转角示意图
1-内旋转角测量装置;2-上压盘;3-试模;4-下压盘; e -偏心距,一般为 22mm; F -施加的荷载

3.2 准备工作

3.2.1 按照本试验规程 T 0702 的方法确定制作沥青混合料试件的拌和与压实温度。常温沥青混合料的拌和及压实在常温下进行。

3.2.2 按本规程 T 0701 在拌和厂或施工现场采取代表性的沥青混合料,当混合料温度符合要求时,可直接用于成型。在试验室人工配制沥青混合料时,按本规程 T 0701 的方法准备矿料及沥青,然后按本规程 T 0702 的方法拌制沥青混合料。

3.3 成型步骤

3.3.1 按照该设备的使用说明书进行操作。如打开压实仪的电源开关、配件的电源(或气源)开关、计算机(或控制面板),并与压实仪连接;需要打印数据时,还需连接打印机等。

3.3.2 设定旋转压实仪旋转角、垂直压力和旋转速率。不同的设计方法和体系,旋转角、垂直压力和旋转速率可能不同,因此参数的设定需根据混合料设计方法要求选定(如,Superpave 设计方法要求有效内旋转角为 $1.16^\circ \pm 0.02^\circ$,垂直压力为 $600\text{kPa} \pm 18\text{kPa}$,旋转速率为 $30\text{r/min} \pm 0.5\text{r/min}$)。

3.3.3 根据需要选定试验结束条件,一般选择设定要求的旋转压实次数作为试验结束条件。也可以根据需要选择压实到要求的试件高度作为试验结束条件。

3.3.4 当旋转压实仪压头具有保温功能时,在旋转压实前需将压头加热保温不少于 15min。

3.3.5 用蘸有少许黄油的棉纱擦净试模及下压盘等,然后置烘箱中加热并保持到压实温度 $\pm 5^{\circ}\text{C}$,恒温至少45min。常温沥青混合料用试模不需加热。

3.3.6 将拌和好的沥青混合料,均匀称取一个试件所需的混合料质量 m ,混合料的质量应使成型后的试件高度达到试验所需高度 $\pm 3\text{mm}$ 。

3.3.7 从烘箱中取出预热的试模、下压盘,在下压盘上垫一张圆形纸片,防止沥青粘到下压盘上。将称好的沥青混合料迅速倒入试模内,将混合料的表面整平,然后在顶面盖上一张圆形纸片。

3.3.8 将盛有沥青混合料的试模放入旋转压实仪中,启动计算机(或控制面板),设定各试验参数,开动旋转压实仪,将压实锤头降下,直至施加的压力达到设定值 $\pm 18\text{kPa}$ 。旋转压实仪将按照设置的旋转次数开始自动成型试件。

3.3.9 试验过程中自动连续记录不同压实次数下的试件高度,并显示垂直压力。根据需要还可以测定、记录旋转压实过程中的剪应力。压实结束后,按照压实仪的提示恢复压实仪的旋转角,升起旋转压头,从旋转压实仪中取出试模。

3.3.10 刚成型好的热试件不宜马上脱模,需在室温下适当冷却。当为了缩短试验时间,可以采用电风扇降温约5~10min后再进行脱模。对于需要继续进行性能试验的试件,同时空隙率又较大(如大于7%)时,冷却时间宜延长15min以上。脱模后揭去垫在试件底面和顶面的圆形纸片。

3.3.11 根据需要可按照本规程相关方法测定试件毛体积相对密度等参数。

3.3.12 用于测定试件体积参数时平行试验一般不少于4个,用于其他试验平行试验试件个数按相关规定确定。

4 计算

4.1 按照式(T 0736-1)计算不同旋转压实次数下的试件密度(体积法),取3位小数。

$$\rho_x = \frac{m}{h_x \times \pi \times (d/2)^2} \times 10^3 \quad (\text{T 0736-1})$$

式中: ρ_x ——不同旋转压实次数下的试件密度(体积法)(g/cm^3);

m ——沥青混合料试件质量(g);

h_x ——不同旋转压实次数下的试件高度(mm);

d ——试模的直径(mm)。

4.2 按照式(T 0736-2)计算不同旋转压实次数下试件的毛体积相对密度,取3位小数。

$$\gamma_{fx} = \frac{\gamma_f \times h_x}{h} \quad (\text{T 0736-2})$$

式中: γ_{fx} ——不同旋转压实次数下试件的毛体积相对密度,无量纲;

γ_f ——按照 T 0705 方法测定的试件毛体积相对密度,无量纲;

h ——最终成型试件高度(仪器显示试件的高度)(mm)。

5 报告

报告应该包括旋转压实仪的有效内旋转角(包括标定方法)、垂直压力、旋转速率、拌和和压实温度等参数。

6 允许误差

试件毛体积相对密度试验重复性的允许误差,当集料公称最大粒径小于或等于 13.2mm 时为平均值的 0.9%,集料公称最大粒径大于或等于 13.2mm 时为平均值的 1.4%。试件毛体积相对密度试验再现性的允许误差为平均值的 1.7%。

条文说明

本方法主要参考 AASHTO T 312、AASHTO TP 71—2007 编写,主要参数参考 AASHTO T 312、ASTM D 6925—08 和 EN 12697-31:2007 的标准。

目前我国使用的旋转压实仪,主要是进口的 SHRP 旋转压实仪、GTM 或者澳大利亚旋转压实仪。旋转压实仪在美国、法国、澳大利亚、瑞典和瑞士等国得到大量应用,各国的旋转压实仪基本原理相同,但是又各有不同。

1939 年,美国得克萨斯州公路局提出旋转压实仪的概念,利用垂直压力来制作试件,能够模拟现场实际碾压的效果,并开发了旋转压实仪,之后于 1946 年制定标准试验规程,并纳入规范。20 世纪 50 年代,美国工程兵在得克萨斯州公路局概念基础上研发了搓揉式旋转压实仪,并于 1957 年申请了专利,1993 年开始计算旋转剪切模量和旋转抗压模量,称为 GTM 法。

1991 年 SHRP 战略研究计划项目组、沥青协会(AI)和法国 LCPC 一起开发基于得克萨斯州旋转压实仪的 LCPC 版的旋转压实仪,旋转角为 1° ,试件直径为 152.4mm。沥青协会(AI)将旋转角调整为 1° ,并进行沥青混合料试验,发现由于旋转角太低,空隙率很难达到 4% 以下。由此 SHRP 研究人员推测,法国的低旋转角 1° 仅仅能模拟施工阶段的初始碾压,不足以达到设计 4% 的目标空隙率。然后将旋转角提高为 1.23° ,最终 SHRP 建议采用的旋转压实仪 SGC 参数为旋转角 1.25° 、垂直压力 600kPa、转速 30r/min,工作原理示意图如图 T 0736-2 所示。SGC 压实基本原理是:试件在一个控制室中缓慢地压实,试件运动的轴线如同一圆锥,它的顶点与试件顶部重合。旋转底座将试模定位于 1.25° 的旋转压实角,以 30r/min 的恒定速率旋转。压力加载头

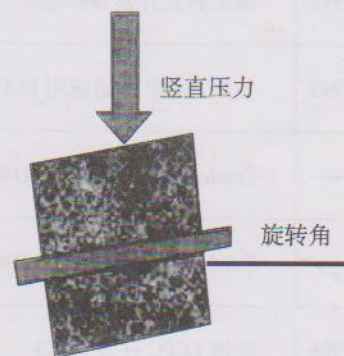


图 T 0736-2 SHRP 旋转压实仪 SGC 工作原理示意图

对试件实施 600kPa 的竖直压力。这样在材料倒入试模中后同时受到竖向压力与水平剪力的作用,使集料颗粒定向形成骨架。这种过程模拟了荷载对道路搓揉压实作用,利用 SGC 旋转压实仪成型试件,然后测试相应的体积参数。由于在研制中没有考虑测试诸如抗剪强度等参数,因此 SGC 并不能直接提供判定路面是否稳定所必需的应力和应变特征,这也是和 GTM、LCPC 的主要区别。但是最近几年,美国已经开发了多种类型的 SGC。

澳大利亚于 20 世纪 90 年代也开发了旋转压实仪 Servopac,能够同时满足 AASHTO TP 4、EN 12697-31 标准要求。

为了能够了解各种旋转压实仪的发展和特点,将旋转压实仪发展大致情况汇总于表 T 0736-1。

表 T 0736-1 旋转压实仪的发展和基本参数情况

年份	设 备	试件直径—高度 (mm)	垂直压力 (kPa)	旋转角 (°)	旋转速度 (r/min)	模具加热 设备
1939	美国得克萨斯州公路局提出概念,并制作旋转压实仪。垂直压力采用人工压力	φ101.6—50.8	未知	手动	手动	无
1946	美国得克萨斯州公路局制定试验规程,并纳入规范	φ101.6—50.8 或 φ152.4—76.2	可变	固定 6	60	无
1957	美国工程兵开发 GTM	φ152.4—可变	可变	浮动 0~3	可变 12~18	有
1960	法国 LCPC 开发第一代得克萨斯州式旋转压实仪	未知	可变	可变	可变	无
1968	法国 LCPC 开发第二代得克萨斯州式旋转压实仪	φ80—可变或 φ120—可变	可变	浮动 0~5	可变	有
1974~ 1986	法国 LCPC 开发 PCG1 及 PCG2	φ160—固定 80~300	600	固定 1~4	固定 6~30	有
1991	美国 FHWA 研发改进的旋转压实仪	φ101.6—63.5	600	固定 0.5~3	30	无
1991	美国 SHRP 在得克萨斯州式旋转压实仪基础上研制 SGC	φ152.4—95.3	600	—	可变	有
1992	澳大利亚开发 Servopac	φ150—50—170 或 φ100—50—170	10~999	固定 0~3	固定 3~60	—
1993	美国 SHRP 开始应用 SGC	φ150—115	600	固定 1.25	30	无
—	Troxler 的 SGC(Model 4142)	φ150—可变	固定 200~1000	固定 0.5~4	—	无
—	Troxler 的 SGC(Model 4140-B)	φ150—115	固定 200~1000	固定 0.5~2	—	无
1996	法国 LCPC 开发 PCG3	φ150—固定 100~160	固定 500~800	固定 0.5~2	固定 6~30	无

注:表中旋转角均为外旋转角。表中“浮动”指旋转角在旋转压实过程是变化的,设定的旋转角只是初始旋转角。

表中“固定”指旋转压实仪在试验前根据需要在一定范围内选定一个值,旋转压实过程中旋转角是不变的。

由表 T 0736-1 可以看出,各国旋转压实仪均有一定差异,各有特色。如何选择和开发我国旋转压实仪还需要做进一步工作。但是从不同使用目的来看,旋转压实仪的各参数宜在一定范围内可调,不宜只有一个固定参数,且应有多种直径的试模,同时宜能够测定剪应力。

关于旋转压实仪参数的选择,如果压实参数不相同,其压实效果肯定有差异,因此对于一个以旋转压实仪为设计体系的设计方法必须统一旋转压实仪的基本参数,这样才能保证试验结果具有良好的重复性和再现性。影响试验结果的 3 个主要参数是:旋转压实角、垂直压力和旋转速度。表 T 0736-2 为不同设计方法中旋转压实仪参数对比表。

表 T 0736-2 不同设计方法中旋转压实仪参数对比表

参 数		欧 洲	SHRP	GTM
旋转角(°)		有效内旋转角 0.82 ± 0.02	有效内旋转角 1.16 ± 0.02 (外旋转角 1.25 ± 0.02)	外旋转 1 (ASTM D3387 新标准将调整为 2)
垂直 荷载 或 压力	压力(kPa)	—	前 5 次 600 ± 60,之后 600 ± 18	根据需要设定
	荷载(N)	φ160mm;12 500 ± 1 000 φ150mm; 10 000 ± 1 000 φ100mm;4 700 ± 200	φ150mm;10 600 ± 310	—
旋转速率(r/min)		30(1 ± 10%)	30 ± 0.5	12 ~ 18
试模		洛氏硬度不小于 HRC48, Ra 不大于 1μm,直径: 150.0mm ± 0.1mm 160.0mm ± 0.1mm 100.0mm ± 0.1mm	洛氏硬度不小于 HRC48, Ra 不大于 1.6μm,直径: 149.90 ~ 150.00mm	—
压盘(压头)		洛氏硬度不小于 HRC55, Ra 不大于 0.8μm。 压盘外径与试模内径差 值为 0.1 ~ 0.6mm	洛氏硬度不小于 HRC48, Ra 不大于 1.6μm,直径: 149.50 ~ 149.75mm	—

注:欧洲 2007 年前采用 1°外旋转角,垂直压力 600kPa,2007 年后调整为有效内旋转角,并采用垂直荷载。SGC 早期均采用 1.25° ± 0.02°的外旋转角,2007 年 ASTM 增加了内旋转角,2004 年 AASHTO 增加内旋转角,但 2008 年只采用外旋转角。

由于旋转角、垂直压力和旋转速率对旋转压实效果影响很大,在制定具体参数值时,还必须规定这些参数的允许波动范围,以控制试验精度。同时试模厚度、试模的刚度、试模的垂直度和试模与压盘的间隙等对旋转压实均有较大影响。SHRP 确定旋转角的允许波动为 ±0.02°,此波动范围在于控制旋转角变异影响旋转压实效果,使得设计的沥青用量变异小于 0.1%,目前这一指标欧洲和美国是一致的。在所有指标中旋转角要求是最苛刻的,这样设备成本会增加 10 000 美元以上。SHRP 根据工程经验确定垂直压力允许波动为 ±10kPa;旋转速率允许波动为 ±0.5r/min,相应的欧洲标准会偏低一些,根据垂直荷载反算垂直压力允许波动约为 ±60kPa,而旋转速率允许波动为 ±3r/min。

美国在使用中又发现随着试模在使用中不断磨损会影响旋转压实效果。为了减小试模尺寸变化对旋转压实影响,SGC 对相关尺寸进行了严格规定,要求试模直径为 149.90 ~ 150.00mm,压盘直径为 149.50 ~ 149.75mm,这样就可以使得间隙(试模内直径-压盘外直径)控制在 0.15 ~ 0.50mm 之间。同

时为了降低试模壁对旋转压实效果影响,要求试模壁必须光滑;而且在旋转压实过程中试模和压盘不变形,对试模厚度,试模和压盘刚度都要有要求。试模和压盘,相应欧洲的标准会高一些。

关于旋转压实仪内旋转角的标定问题,2000年,FHWA对美国30个现场混合料进行对比试验,发现Pine试件较Troxler毛体积相对密度平均偏大0.005,指出虽然外旋转角一致,而内旋转角不同是造成不同旋转压实仪压实效果差异的重要原因。外旋转角指试模侧壁相对于主旋转轴线的倾角;而内旋转角为试模侧壁相对于压盘(或压头)垂直线的倾角,一般将底部内旋转角和顶部内旋转角的平均值称为有效内旋转角。外旋转角和内旋转角示意图如图T 0736-3所示。

对于每个试模,均需要标定内旋转角,当更换不同的上、下压盘时也应该进行标定。只有在上下压盘平行且水平的情况下,才能保证内外旋转角相等。

现在美国至少有6家SHRP的SGC旋转压实仪生产厂家,型号较多。每个型号的旋转角的设置都很独特,每个厂家都有自己的标定系统,一般都是试模壁旋转角,即外旋转角,且都没有一个通用的旋转角标定系统。FHWA出于统一旋转角标定方法考虑,特别是为了解决内旋转角标定方法,最早开发了内旋转角的标定工具和方法,在此基础上制定了内旋转角的标定方法,即AASHTO PP48,如图T 0736-4所示。内旋转角需要在动态过程中测定,这是与外旋转角最大不同。

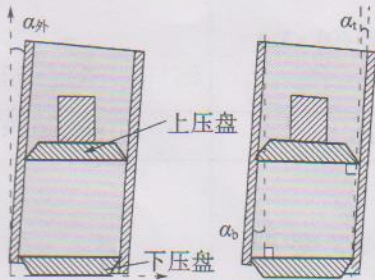


图 T 0736-3 外旋转角和内旋转角示意图

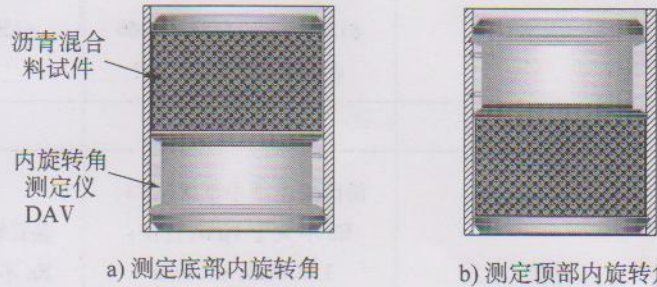


图 T 0736-4 AASHTO PP 48 内旋转角测定方法

AASHTO PP 48 在内旋转角测定时需要利用沥青混合料试件,发现这种方法存在一些问题,一个是沥青混合料试件不是稳定的(非标准物质),另外标定块和沥青混合料试件高度太高,标定的数值需要外推到标准高度时的内旋转角。

2008年AASHTO T 312 替代了AASHTO PP 48 和 TP 4 方法,旋转压实仪的标定方法统一采用AASHTO TP 71—2007,也取消外旋转角标准,统一为内旋转角方法。但是对于模拟荷载方法在美国还是存在一些争论,主要是上下压盘是否需要加热到高温条件。另外ASTM 旋转压实仪旋转角还是规定外旋转角和内旋转角两个指标,但是内旋转角没有采用自己的ASTM D 7115—2005 标准,而是AASHTO PP 48 标准。有报道说,ASTM正在修订,也是向内旋转角上靠,采用ASTM D 7115—2005。美国各州目前基本上按AASHTO 标准,即采用模拟荷载测定内旋转角方法作为标准方法。

成型试件时沥青混合料的实际质量由混合料类型确定。一般在试验之前要试拌一个试件,如果试拌试件的高度不符合要求,必须根据具体情况调整混合料质量。

对试件的脱模冷却时间,AASHTO T 312 规定对绝大部分混合料可以马上脱模,但是为了不使试件损坏,用电风扇加速冷却5~10min 是必要的。而ASTM D 6925 则规定,为了避免产生试件变形,热的试件不宜马上脱模,需在室温下适当冷却;为了缩短试验时间,可以采用电风扇降温,对于需要继续进行下一步性能试验的试件,同时空隙率又较大(如大于7%)时,冷却时间宜延长15min 以上。而EN 12697-31 则没有要求冷却,但是又指出必要时需冷却5~10min。美国一些州的规定也是要求不宜马上脱模。我国国内一些混合料试验时,成型后马上脱模确实发现有松散情况,然后改为适当冷却就没有出现这种现象。考虑在试验中无法预判一种混合料是否会松散,因此本方法要求适当冷却,不建议

马上脱模。

对试验前试模的预热, AASHTO T 312 要求在压实温度下预热 30min 以上, 如果试模需要重复利用则第二次需再加热 5min 以上。ASTM D 6925 规定, 试模在压实温度 $\pm 5^{\circ}\text{C}$ 预热 45min 以上, 如果试模需要重复利用, 则第二次需再加热 20min 以上。而 EN 12697-31 规定, 试验前在压实温度 $\pm 10^{\circ}\text{C}$ 预热 2h 以上。同时美国各州差异也较大, 如华盛顿州要求预热 1h 以上。本方法参考以上的这些方法, 结合我国应用的情况调整为在压实温度 $\pm 5^{\circ}\text{C}$, 恒温至少 45min。

关于旋转压实次数, 一般根据交通量、沥青混合料类型等参数按照混合料设计要求选择。本方法的规定与 AASHTO T 312、ASTM D 6925 和 EN 12697-31 是一致的。

对试件毛体积相对密度的重复性与再现性的允许误差, 与 AASHTO T 312 和 ASTM D 6925 的规定是相同的。

T 0737—2011 沥青混合料旋转压实和剪切性能试验(GTM 方法)

1 目的与适用范围

1.1 本方法适用于 GTM 试验机成型试件, 同时能测定沥青混合料试件的密度、抗剪强度、剪应力、抗压模量、抗剪模量及旋转压实指数等, 也可以采用 GTM 方法进行沥青混合料的配合比设计或沥青路面施工质量检验与控制。

1.2 GTM 试验机可分为油压法和气压法两种。根据混合料最大粒径选择不同的试模尺寸, 一般直径为 101.6mm、152.4mm、203.2mm 三种, 分别对应最大公称粒径 $\leq 26.5\text{mm}$ 、 37.5mm 和 63mm 的沥青混合料。成型时一组试件的数量不得少于 3 个。

2 仪器与材料技术要求

2.1 旋转压实剪切试验机(GTM): 由计算机自动控制, 具有对沥青混合料试件压实成型、参数测定等功能。仪器的主要部件如图 T 0737-1 所示。

2.2 金属标定块: 标定高度传感器用的恒高度金属块, 有 12.7mm、101.6mm、152.4mm、203.2mm 四种。

2.3 试模: 由高碳钢或工具钢制成, 根据沥青混合料最大粒径选择不同直径的试模。一般沥青混合料宜选择 101.6mm 和 152.4mm 两种直径的试模, 成型高度一般控制在高径比接近 1:1。

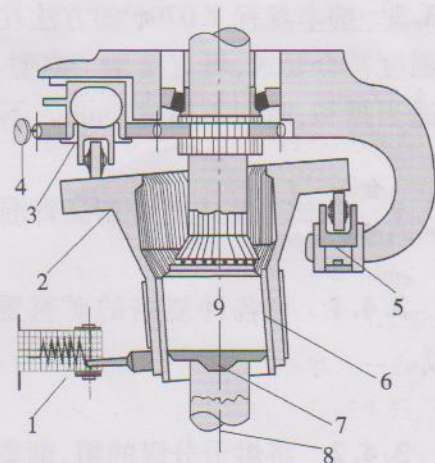


图 T 0737-1 GTM 旋转压实剪切试验机主要部件图

1-旋转角记录器; 2-卡盘; 3-上滚轴; 4-压力表; 5-下滚轴; 6-试模; 7-中心轴线; 8-试件(卡盘)轴线; 9-试件