

条文说明

本次修订规定该方法适用于吸水率小于0.5%的特别致密的沥青混合料。在施工质量检验时,允许采用水中重法测定的表观相对密度作为标准密度,钻孔试件也采用相同方法测定密度。但配合比设计时不得采用此方法。本次统一了试验温度,规定在水温 $25^{\circ}\text{C} \pm 0.5^{\circ}\text{C}$ 下测定试件的表观相对密度或表观密度。

在测定沥青混合料密度的方法中,水中重法较为简单,但在美国的试验方法中,没有水中重法,只有表干法与蜡封法。水中重法测定的是表观密度,与表干法、蜡封法、体积法测定的毛体积密度在意义上是不同的。但是当试件非常致密,几乎不吸水时,试件的表干质量与空中质量差别极小。例如马歇尔试件的表干质量与空中质量可能相差仅1g,仅占试件质量的0.1%,采用水中重法测定的表观密度与表干法测定的毛体积密度相差不超过 $0.01\text{g}/\text{cm}^3$,计算的空隙率相差约0.2%,基本上在试验误差范围内。为此,在这种情况下,用水中重法测定的表观密度代替表干法测定的毛体积密度是可以的。

T 0707—2011 压实沥青混合料密度试验(蜡封法)

1 目的与适用范围

1.1 本方法适用于测定吸水率大于2%的沥青混凝土或沥青碎石混合料试件的毛体积相对密度或毛体积密度。标准温度为 $25^{\circ}\text{C} \pm 0.5^{\circ}\text{C}$ 。

1.2 本方法测定的毛体积相对密度适用于计算沥青混合料试件的空隙率、矿料间隙率等各项体积指标。

2 仪器与材料技术要求

2.1 浸水天平或电子天平:当最大称量在3kg以下时,感量不大于0.1g;最大称量3kg以上时,感量不大于0.5g。应有测量水中重的挂钩。

2.2 网篮。

2.3 水箱:使用洁净水,有水位溢流装置,保持试件和网篮浸入水中后的水位一定。

2.4 试件悬吊装置:天平下方悬吊网篮及试件的装置,吊线应采用不吸水的细尼龙绳,并有足够的长度。对轮碾成型机成型的板块状试件可用铁丝悬挂。

2.5 石蜡:熔点已知。

2.6 冰箱:可保持温度为 $4 \sim 5^{\circ}\text{C}$ 。

2.7 铅或铁块等重物。

2.8 滑石粉。

2.9 秒表。

2.10 电风扇。

2.11 其他:电炉或燃气炉。

3 方法与步骤

3.1 选择适宜的浸水天平或电子天平,最大称量应满足试件质量的要求。

3.2 称取干燥试件的空中质量(m_a),根据选择的天平感量读数,准确至0.1g或0.5g。当为钻芯法取得的非干燥试件时,应用电风扇吹干12h以上至恒重作为空中质量,但不得用烘干法。

3.3 将试件置于冰箱中,在4~5℃条件下冷却不少于30min。

3.4 将石蜡熔化至其熔点以上 $5.5^{\circ}\text{C} \pm 0.5^{\circ}\text{C}$ 。

3.5 从冰箱中取出试件立即浸入石蜡液中,至全部表面被石蜡封住后迅速取出试件,在常温下放置30min,称取蜡封试件的空中质量(m_p)。

3.6 挂上网篮,浸入水箱中,调节水位,将天平调平或复零。调整水温并保持在 $25^{\circ}\text{C} \pm 0.5^{\circ}\text{C}$ 内。将蜡封试件放入网篮浸水约1min,读取水中质量(m_c)。

3.7 如果试件在测定密度后还需要做其他试验时,为便于除去石蜡,可事先在干燥试件表面涂一薄层滑石粉,称取涂滑石粉后的试件质量(m_s),然后再蜡封测定。

3.8 用蜡封法测定时,石蜡对水的相对密度按下列步骤实测确定:

3.8.1 取一块铅或铁块之类的重物,称取空中质量(m_g);

3.8.2 测定重物在水温 $25^{\circ}\text{C} \pm 0.5^{\circ}\text{C}$ 的水中质量(m'_g);

3.8.3 待重物干燥后,按上述试件蜡封的步骤将重物蜡封后测定其空中质量(m_d)

及水温在 $25^{\circ}\text{C} \pm 0.5^{\circ}\text{C}$ 时的水中质量 (m'_d)；

3.8.4 按式(T 0707-1)计算石蜡对水的相对密度。

$$\gamma_p = \frac{m_d - m_g}{(m_d - m_g) - (m'_d - m'_g)} \quad (\text{T 0707-1})$$

式中： γ_p ——在 25°C 温度条件下石蜡对水的相对密度，无量纲；

m_g ——重物的空中质量(g)；

m'_g ——重物的水中质量(g)；

m_d ——蜡封后重物的空中质量(g)；

m'_d ——蜡封后重物的水中质量(g)。

4 计算

4.1 计算试件的毛体积相对密度，取3位小数。

4.1.1 蜡封法测定的试件毛体积相对密度按式(T 0707-2)计算。

$$\gamma_f = \frac{m_a}{(m_p - m_c) - (m_p - m_a)/\gamma_p} \quad (\text{T 0707-2})$$

式中： γ_f ——由蜡封法测定的试件毛体积相对密度，无量纲；

m_a ——试件的空中质量(g)；

m_p ——蜡封试件的空中质量(g)；

m_c ——蜡封试件的水中质量(g)。

4.1.2 涂滑石粉后用蜡封法测定的试件毛体积相对密度按式(T 0707-3)计算。

$$\gamma_f = \frac{m_a}{(m_p - m_c) - [(m_p - m_s)/\gamma_p + (m_s - m_a)/\gamma_s]} \quad (\text{T 0707-3})$$

式中： m_s ——试件涂滑石粉后的空中质量(g)；

γ_s ——滑石粉对水的相对密度，无量纲。

4.1.3 试件的毛体积密度按式(T 0707-4)计算。

$$\rho_f = \gamma_f \times \rho_w \quad (\text{T 0707-4})$$

式中： ρ_f ——蜡封法测定的试件毛体积密度(g/cm^3)；

ρ_w ——在 25°C 温度条件下水的密度，取 $0.9971 \text{ g}/\text{cm}^3$ 。

4.2 按本规程 T 0705 的方法计算试件的理论最大相对密度及空隙率、沥青的体积百分率、矿料间隙率、粗集料骨架间隙率、沥青饱和度等各项体积指标。

5 报告

应在试验报告中注明沥青混合料的类型及采用的测定密度的方法。

条文说明

原试验方法是参照 ASTM D 1188—89、AASHTO T 275 编写的,本次修订主要统一了试验温度,规定在 $25^{\circ}\text{C} \pm 0.5^{\circ}\text{C}$ 水温下测定试件的毛体积相对密度或毛体积密度。

蜡封法仅适用于吸水率大于 2% 的混合料。这是由于该方法受人为影响因素太多,导致数据不准确。如 ASTM 和 AASHTO 都提出对吸水率大于 2% 的试件才能使用蜡封法,小于 2% 应该采用表干法,而且在蜡封法试验法中规定,进行蜡封之前首先进行表干法测定试件吸水率,如果吸水率小于 2%,则无须进行蜡封。所以,在工程上,应该严格按照规范的规定选择适用的方法测定。

同时值得注意的是,ASTM D 1188—94 方法已经明显不同于旧版的 ASTM D 1188—89 和 AASHTO T 275 的蜡封法,ASTM D 1188—94 中虽然名称为蜡封法(paraffin-coated),但是实际操作方法是采用封口膜法,在 2007 年版的 ASTM D 1188—07 中已经将名称改为封口膜密封法(coated)。我国许多文献都认为 ASTM D 1188—07 版方法较 AASHTO T 275 的方法更好,它能够避免蜡的吸入,得到的数据更加准确,美国很多州已采用 ASTM D 1188—07 代替了 AASHTO T 275。

需要指出的是,根据美国沥青混合料和沥青胶结料专家研究组 ETG 2008 年的研究报告,准备取消 AASHTO T 275 蜡封法,而采用真空密封法(CoreLok)。

为了让广大工程技术人员了解新试验方法的发展,更好地掌握蜡封法的使用,现将 ASTM D 1188—07 封口膜密封法及 ASTM D 7370 真空密封法(CoreLok)简单介绍给大家,希望在试验过程中积累数据,供下次修订该方法时参考。

封口膜密封法(coated)

1 目的与适用范围

与 T 0707 一样。

2 仪器试验仪器技术要求

2.1 浸水天平或电子天平:当最大称量在 3kg 以下时,感量不大于 0.1g;最大称量 3kg 以上时,感量不大于 0.5g。应有测量水中重的挂钩。

2.2 网篮。

2.3 水箱:使用洁净水,有水位溢流装置,保持试件和网篮浸入水中后的水位一定。

2.4 试件悬吊装置:天平下方悬吊网篮及试件的装置,吊线应采用不吸水的细尼龙线绳,并有足够的长度。

2.5 封口膜:可以根据试件大小选用合适的封口膜,宜采用弹性好的封口膜。

2.6 聚亚氨酯泡沫垫:两个聚亚氨酯泡沫垫,用作操作平台。一个泡沫垫尺寸为 $500\text{mm} \times 500\text{mm}$,厚度约 12mm;另一个为圆形泡沫垫,尺寸与试件直径接近,对于标准马歇尔试件直径约 100mm。

2.7 铝块:用于标定封口膜的相对密度,圆柱体铝块直径约 100mm,高度约 60mm,表面光滑。

2.8 其他:秒表、电风扇、电炉或燃气炉等。

3 方法与步骤

3.1 选择适宜的浸水天平或电子天平,最大称量应满足试件质量的要求。

3.2 称取干燥试件的空中质量(m_a),根据选择的天平感量读数,准确至0.1g或0.5g。当为钻芯法取得的非干燥试件时,应用电风扇吹干12h以上至恒重作为空中质量,但不得用烘干法。

3.3 从一卷封口膜上裁剪出两个100mm×100mm和一个100mm×200mm大小的封口膜。

先取一个100mm×100mm封口膜,将其背面的遮蔽纸剥去,然后抓住封口膜两端进行适当拉伸,再对封口膜的另外两端也进行适当拉伸(约拉伸至150mm×150mm)。注意不要使薄膜产生孔洞。将拉伸的封口膜包裹住试件一端,沿试件端部边缘压封口膜,将试件翻过来放置在大泡沫垫上;将另一个100mm×100mm封口膜按同样的方法包裹住试件另一端,然后将另一个小泡沫垫放在试件的顶部,用与试件端部尺寸接近的物件(或者采用另一块试件)按在顶部的泡沫垫上,并慢慢向下压泡沫垫以消除封口膜与试件之间的气泡。之后用刀片将试件上离端口约15~17mm以外的封口膜切掉。在这过程中注意不要弄破封口膜。

采用同样的方法,将100mm×200mm封口膜背面的遮蔽纸剥去,然后抓住封口膜最窄的两端适当沿长度方向进行拉伸使之达到约400mm,再将封口膜放在试件上(宽度方向与试件高度方向平行),并转动试件,在转动试件同时要适当用力使封口膜得到拉伸能更好与试件接触;将封口膜两端多余的部分与试件端部的封口膜紧密重叠。这样3个封口膜就完全将试件包裹住,并适当压封口膜四周,使之更紧密包裹试件。

3.4 称取封口膜密封试件的质量(m_d)。

3.5 挂上网篮,浸入溢流水箱中,调节水位,将天平调平或复零。调整水温控制在 $25^{\circ}\text{C} \pm 0.5^{\circ}\text{C}$ 内。将密封试件放入网篮浸水约1min,读取水中质量(m_c)。

3.6 如果试件在测定密度后还需要做其他试验时,将封口膜去掉即可。

3.7 用封口膜密封法测定试件毛体积相对密度时,封口膜对水的相对密度按下列步骤实测确定:

3.7.1 称取铝块空中质量(m_g)。

3.7.2 测定铝块在水温 $25^{\circ}\text{C} \pm 0.5^{\circ}\text{C}$ 的水中质量(m'_g)。

3.7.3 待铝块干燥后,按上述方法采用封口膜将铝块密封后测定其空中质量(m_d)及水温在 $25^{\circ}\text{C} \pm 0.5^{\circ}\text{C}$ 时的水中质量(m'_d)。

3.7.4 按式(T 0707-5)计算封口膜对水的相对密度。

$$\gamma_p = \frac{m_d - m_g}{(m_d - m_g) - (m'_d - m'_g)} \quad (\text{T 0707-5})$$

式中: γ_p ——在 25°C 温度条件下封口膜对水的相对密度,无量纲;

m_g ——铝块空中质量(g);

m'_g ——铝块水中质量(g);

m_d ——封口膜密封后铝块的空中质量(g);

m'_d ——封口膜密封后铝块的水中质量(g)。

4 计算

4.1 封口膜密封法测定的试件毛体积相对密度按式(T 0707-6)计算。

$$\gamma_f = \frac{m_a}{(m_p - m_c) - (m_p - m_a)/\gamma_p} \quad (\text{T 0707-6})$$

式中: γ_f ——由封口膜密封法测定的试件的毛体积相对密度,无量纲;

m_a ——试件的空中质量(g);

m_p ——封口膜密封试件的空中质量(g);

m_w ——封口膜密封试件的水中质量(g)。

4.2 试件的毛体积密度按式(T 0707-7)计算。

$$\rho_f = \gamma_f \times \rho_w \quad (\text{T 0707-7})$$

式中: ρ_f ——封口膜密封法测定的试件毛体积密度(g/cm^3);

ρ_w ——在25℃温度条件下水的密度,取0.9971 g/cm^3 。

4.3 按本规程 T 0705 的方法计算试件的理论最大相对密度及空隙率、沥青的体积百分率、矿料间隙率、粗集料骨架间隙率、沥青饱和度等各项体积指标。

真空密封法(CoreLok)

1 目的与适用范围

1.1 本方法适用于测定吸水率大于2%的沥青混凝土或沥青碎石混合料试件的毛体积相对密度或毛体积密度。标准温度为25℃±0.5℃。

1.2 本方法测定的毛体积相对密度适用于计算沥青混合料试件的空隙率、矿料间隙率等各项体积指标。

1.3 本方法可作为 AASHTO T 275 蜡封法的替代试验方法。

2 仪器与材料技术要求

2.1 真空密度测试仪。

2.2 真空泵:932W(1.25HP)旋转真空泵;真空度:101.4kPa(29.95 inHg)。

2.3 真空室尺寸:425mm×184mm×497mm。

2.4 密封条:406mm 自动的双金属线密封条。

2.5 聚合物密封袋:不透水及密封性能良好、柔软抗穿透,可分别用于10.16cm(4in)、15.24cm(6in)等不同试样密封。试验时根据试件大小选用合适的密封袋。

2.6 浸水天平或电子天平:当最大称量在3kg以下时,感量不大于0.1g;最大称量3kg以上时,感量不大于0.5g。应有测量水中重的挂钩。

2.7 网篮。

2.8 试件悬吊装置:天平下方悬吊网篮及试件的装置,吊线应采用不吸水的细尼龙线绳,并有足够的长度。

2.9 水箱:使用洁净水,有水位溢流装置,保持试件和网篮浸入水中后的水位一定。

2.10 温度计:分度值0.1℃。

2.11 其他:剪刀、秒表、电风扇、电炉或燃气炉等。

图 T 0707-1 为 CoreLok 真空密封装置和密封试件照片。

3 方法与步骤

3.1 选择适宜的浸水天平或电子天平,最大称量应满足试件质量的要求。

3.2 称取干燥试件的初始质量记作A,根据选择的称量感量读数,准确至0.1g或0.5g;当为钻芯法取得的非干燥试件时,应用电风扇吹干12h以上至恒重作为空中质量。

3.3 密封试样,根据试件尺寸大小选择合适的密封袋,按照说明书设置密封条加热温度。

3.4 打开一个新密封袋,将试件放入密封袋袋内。此时注意将试件光滑的一面置于底部,密封袋密封处距试件保留25mm的距离。

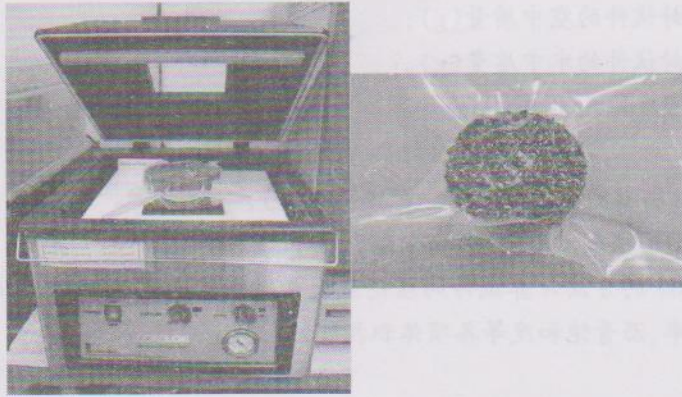


图 T 0707-1 CoreLok 真空密封装置和密封试件

3.5 关闭真空室,真空泵的指示灯变红,并且真空室外部的真空表开始转动,数字式仪表读数显示真空状态。这一过程中密封袋通常会膨胀。

3.6 一旦密封后,减压阀打开,环绕在密封袋试件周围的空气将会逸出到真空室中。

3.7 将密封盖打开,从真空室内小心将密封的试件取出,轻拉密封袋的任何部位,检查是否有松弛区域,如果有松弛表明试件密封不严,此时需要按照 3.2 的步骤重新开始密封试件。

3.8 称取密封试件质量:将试件从真空室内取出后,置于天平上快速称重并记录其质量为 B 。

3.9 密封试件的水中质量:将密封试件放于 $25^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ 的水中称质量,须注意将试件及袋子全部浸入水中,注意密封袋不要接触水箱边,测得水中质量,记为 C 。

3.10 检查:从水箱中取出密封试件,小心将试件从密封袋中取出,将附着密封袋上的水分轻轻拍掉,使密封袋成半干状态,称取密封袋质量记为 D ,同时称取试件的空中质量记作 E ,并与初始质量相对比。如果质量损失小于 0.08% ,或者增加小于 0.04% ,即可通过检查,质量损失或增加可能是由于袋子泄露的原因;如果检查不通过,须将密封袋拿走,并且按 3.2 的步骤重新开始试验。

4 计算

4.1 按式(T 0707-8)计算试件毛体积相对密度。

$$\gamma_f = \frac{A}{(B - C) - \left(\frac{B - E}{F}\right)} \quad (\text{T 0707-8})$$

式中: γ_f ——试件毛体积相对密度,无量纲;

A ——干燥试件的质量(g);

B ——密封试件的质量(g);

C ——密封试件的水中质量(g);

E ——密封袋取走后,试件的空中质量(g);

F ——密封袋相对密度,根据厂家提供的公式计算。

4.2 按式(T 0707-9)计算试件的毛体积密度。

$$\rho_f = \gamma_f \times \rho_w \quad (\text{T 0707-9})$$

式中: ρ_f ——真空密封法测定的试件毛体积密度(g/cm^3);

ρ_w ——在 25°C 温度条件下水的密度,取 $0.997 \text{ g}/\text{cm}^3$ 。

4.3 按本规程 T 0705 的方法计算试件的理论最大相对密度及空隙率、沥青的体积百分率、矿料间隙率、粗集料骨架间隙率、沥青饱和度等各项体积指标。