

沥青混合料理论最大相对密度试验规程 浸渍法

Code of practise for theoretical maximum specific gravity of bituminous mixtures—Immersion method

2024 - 08 - 09 发布

2024 - 09 - 10 实施

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件由天津市交通运输委员会提出并归口。

本文件起草单位：天津市交通科学研究院、天津市智能交通运行监测中心、辛集市交通运输局。

本文件主要起草人：张红兵、周卫峰、张海峰、王伟、王德群、李永强、赵东旭、赵宁、李思学、施光、李君明、刘淑艳、张珺、刘好、李骏、魏如喜、张春昱、王茂伟、陈家旭、邓立洋、徐鸣、师蕾、李璐、朱金标、郭亮亮、牛会酉、冯明杰、高子琛。

沥青混合料理论最大相对密度试验规程 浸渍法

1 范围

本文件规定了浸渍法测定沥青混合料理论最大相对密度的仪器与材料技术要求、间接测定法、直接测定法、报告和允许误差。

本文件适用于道路石油沥青和改性沥青混合料理论最大相对密度的测定，包括间接测定法和直接测定法。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

- JTG E20 公路工程沥青及沥青混合料试验规程
- JTG E42 公路工程集料试验规程
- JTG F40 公路沥青路面施工技术规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

沥青浸渍法 bitumen immersion method

以热沥青作为浸渍液，测定集料有效相对密度、沥青混合料理论最大相对密度的一种试验方法。

3.2

集料有效相对密度 effective specific gravity of aggregate

在规定条件下集料单位有效体积（包括矿质实体体积和闭口孔隙体积以及未被沥青填充的表面开口孔隙体积）的质量。

3.3

间接测定法 indirect determine method

利用集料有效相对密度确定沥青混合料理论最大相对密度的方法。

3.4

直接测定法 direct determine method

直接测定沥青混合料理论最大相对密度的方法。

4 仪器与材料技术要求

4.1 浸渍液

除另有规定外，所用浸渍液为与现场拌和相同且满足JTG F40技术要求的道路石油沥青或改性沥青。

4.2 仪器设备

- 4.2.1 浸水天平：当最大称量在 3kg 以下时，感量不大于 0.1g；最大称量在 3kg 以上时，感量不大于 0.5g。应配有测量水中重的挂钩。
- 4.2.2 烘箱：最大量程 200℃，装有温度控制调节器。
- 4.2.3 网篮。
- 4.2.4 溢流水箱：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。调整水温并保持在 25℃±0.5℃。
- 4.2.5 试样悬吊装置：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。
- 4.2.6 搪瓷盆(容积 2700mL 左右)2 个、钢勺 1 个（用于沥青及沥青混合料盛放及搅拌）。

5 间接测定法

5.1 适用条件

- 5.1.1 在矿料配合比例发生变化时，可采用浸渍法实测出各种规格集料的有效相对密度，然后，计算出合成矿料的有效相对密度，再确定不同沥青用量下沥青混合料的理论最大相对密度。
- 5.1.2 在沥青混合料配合比设计阶段，可以事先按照矿料配合比设计比例配制合成矿料，采用浸渍法测量合成矿料的有效相对密度，然后，再确定不同沥青用量下沥青混合料的理论最大相对密度。

5.2 采样要求

各种规格集料取样应按照JTG E42规定进行取样，试样数量宜满足表1的规定数量；直接测量合成矿料的有效相对密度时，合成矿料按照配合比设计比例配制，试样数量宜满足表2的规定数量。

表1 各规格集料试样数量

公称最大粒径（mm）	试样最小质量（g）	公称最大粒径（mm）	试样最小质量（g）
4.75	800	26.5、31.5	1500
9.5、16、19	1000	37.5	2000

表2 矿料混合料试样数量

公称最大粒径（mm）	试样最小质量（g）	公称最大粒径（mm）	试样最小质量（g）
4.75	500	26.5	2500
9.5	1000	31.5	3000
13.2、16	1500	37.5	3500
19	2000	——	——

5.3 试验步骤

- 5.3.1 选择适宜的浸水天平，最大称量应不小于试样质量的 1.25 倍。
- 5.3.2 将钢勺放入 1 号盆中，称量钢勺及 1 号盆的总质量（M₁）及水中质量（M₂），称量完水中质量后，须将钢勺和 1 号盆擦拭干净备用。
- 5.3.3 称量 2 号盆的质量（M₆）及水中质量（M₇），称量完水中质量后，须将 2 号盆擦拭干净备用。
- 5.3.4 将烘干至恒重的规定数量的集料装入放钢勺的 1 号盆中，准确称量钢勺、1 号盆与集料的总质量（M₃）。
- 5.3.5 将装有钢勺及集料的 1 号盆放入 160℃~165℃（改性沥青 180℃~185℃）烘箱中加热不少于

4h。

5.3.6 将备好的沥青（适量）加热至 150℃~155℃（改性沥青 160℃~165℃），取出装有钢勺及集料的 1 号盆，倒入沥青，使集料完全浸入沥青中，同时将沥青倒入 2 号盆中不少于 200g；然后，将 1 号盆用钢勺搅拌 2min，排出气泡，2 号盆不用搅拌，放入温度 145℃~150℃（改性沥青 160℃~165℃）的烘箱中，1 号盆每隔 20min 搅拌一次，共搅拌 3 次（即从第一次搅拌开始，20min、40min 后各搅拌一次），每次 2min，第 3 次搅拌完成后，放入烘箱中保温 20min 观察，如表面无气泡，即可将 1 号盆、2 号盆取出在室温下放置不少于 12h 至完全冷却，如表面有气泡，重复上述步骤继续搅拌直至无气泡为止。

5.3.7 称量装有钢勺、沥青及集料的 1 号盆的总质量（ M_4 ）及水中质量（ M_5 ）。

5.3.8 称量装有沥青的 2 号盆的总质量（ M_8 ）及水中质量（ M_9 ）。

5.4 计算

5.4.1 计算沥青的相对密度，按式（1）计算，取 3 位小数。

$$\gamma_b = \frac{M_8 - M_6}{(M_8 - M_9) - (M_6 - M_7)} \dots\dots\dots (1)$$

式中：

γ_b ——沥青相对密度，无量纲；

M_6 ——2号盆的质量（g）；

M_7 ——2号盆的水中质量（g）；

M_8 ——装有沥青的2号盆的总质量（g）；

M_9 ——装有沥青的2号盆的水中质量（g）。

5.4.2 计算集料的有效相对密度，按式（2）计算，取 3 位小数。合成矿料的有效相对密度同样按式（2）计算。

$$\gamma_{se} = \frac{M_3 - M_1}{(M_4 - M_5) - (M_1 - M_2) - \left(\frac{M_4 - M_3}{\gamma_b}\right)} \dots\dots\dots (2)$$

式中：

γ_{se} ——集料有效相对密度，无量纲；

γ_b ——沥青相对密度，无量纲；

M_1 ——钢勺及1号盆的总质量（g）；

M_2 ——钢勺及1号盆的水中质量（g）；

M_3 ——钢勺、1号盆与集料的总质量（g）；

M_4 ——装有钢勺、沥青及集料的1号盆的总质量（g）；

M_5 ——装有钢勺、沥青及集料的1号盆的水中质量（g）。

5.4.3 利用各种规格集料的有效相对密度计算矿料的合成有效相对密度，按式（3）计算，取 3 位小数。

$$\gamma_{se} = \frac{100}{\frac{P_1}{\gamma_{se1}} + \frac{P_2}{\gamma_{se2}} + \dots + \frac{P_n}{\gamma_{sen}}} \dots\dots\dots (3)$$

式中：

γ_{se} ——矿料的合成有效相对密度，无量纲；

P_1 、 P_2 ... P_n ——各种规格集料的配合比例（%），其和为100；

γ_{se1} 、 γ_{se2} ... γ_{sen} ——各种规格集料的有效相对密度，无量纲。

5.4.4 计算沥青混合料的理论最大相对密度，按式（4）或式（5）计算，取 3 位小数。

$$\gamma_{ti} = \frac{100 + P_{ai}}{\frac{100}{\gamma_{se}} + \frac{P_{ai}}{\gamma_b}} \quad (4)$$

$$\gamma_{ti} = \frac{100}{\frac{P_{si}}{\gamma_{se}} + \frac{P_{bi}}{\gamma_b}} \quad (5)$$

式中：

γ_{ti} ——相应于计算油石比或沥青用量的沥青混合料理论最大相对密度，无量纲；

γ_{se} ——矿料的合成有效相对密度，无量纲；

γ_b ——沥青相对密度，无量纲；

P_{ai} ——所计算的沥青混合料中的油石比（%）；

P_{bi} ——所计算的沥青混合料中的沥青用量（%）；

P_{si} ——所计算的沥青混合料中的集料用量（%）。

6 直接测定法

6.1 适用条件

在沥青混合料配合比设计阶段、路面施工质量控制或路况调查过程中，需要测定沥青混合料成品、铣刨料或芯样的理论最大相对密度时，可以直接采用沥青浸渍法实测沥青混合料的理论最大相对密度。

6.2 采样要求

沥青混合料样品取样应按照JTG E20规定进行取样，采用四分法缩分，试样数量宜满足表2的规定。

6.3 试验步骤

6.3.1 选择适宜的浸水天平，最大称量应不小于试样质量的1.25倍。

6.3.2 将钢勺放入1号盆中，称量钢勺及1号盆的总质量（ M_1 ）及水中质量（ M_2 ），称量完水中质量后，须将钢勺和1号盆擦拭干净备用。

6.3.3 称量2号盆的质量（ M_6 ）及水中质量（ M_7 ），称量完水中质量后，须将2号盆擦拭干净备用。

6.3.4 将规定数量的沥青混合料装入放钢勺的1号盆中，准确称量钢勺、1号盆与沥青混合料的总质量（ M_3 ）。

6.3.5 将装有钢勺及沥青混合料的1号盆放入145℃～150℃（改性沥青混合料160℃～165℃）的烘箱中加热1h。同时，将相同的沥青（约3kg）放入烘箱中。

6.3.6 1h后取出沥青搅拌，待沥青温度达到150℃～155℃（改性沥青160℃～165℃）时取出装有钢勺及沥青混合料的1号盆，倒入沥青，使沥青混合料完全浸入沥青中，同时将沥青倒入2号盆中不少于200g；然后，将1号盆用钢勺搅拌2min，排出气泡，2号盆不用搅拌，放入温度145℃～150℃（改性沥青为160℃～165℃）的烘箱中，1号盆每隔20min搅拌一次，共搅拌3次（即从第一次搅拌开始，20min、40min后各搅拌一次），每次2min，第3次搅拌完成后，放入烘箱中保温20min观察，如表面无气泡，即可将1号盆、2号盆取出在室温下放置不少于12h至完全冷却，如表面有气泡，重复上述步骤继续搅拌直至无气泡为止。

6.3.7 称量装有钢勺、沥青及沥青混合料的1号盆的总质量（ M_4 ）及水中质量（ M_5 ）。

6.3.8 称量装有沥青的2号盆的总质量（ M_8 ）及水中质量（ M_9 ）。

6.4 计算

6.4.1 计算沥青的相对密度，按式（6）计算，取 3 位小数。

$$\gamma_b = \frac{M_8 - M_6}{(M_8 - M_9) - (M_6 - M_7)} \dots\dots\dots (6)$$

式中：
 γ_b ——沥青相对密度，无量纲；
 M_6 ——2号盆的质量（g）；
 M_7 ——2号盆的水中质量（g）；
 M_8 ——装有沥青的2号盆的总质量（g）；
 M_9 ——装有沥青的2号盆的水中质量（g）。

6.4.2 计算沥青混合料的理论最大相对密度，按式（7）计算，取 3 位小数。

$$\gamma_m = \frac{M_3 - M_1}{(M_4 - M_5) - (M_1 - M_2) - \left(\frac{M_4 - M_3}{\gamma_b}\right)} \dots\dots\dots (7)$$

式中：
 γ_m ——沥青混合料理论最大相对密度，无量纲；
 γ_b ——沥青相对密度，无量纲；
 M_1 ——钢勺及1号盆的总质量（g）；
 M_2 ——钢勺及1号盆的水中质量（g）；
 M_3 ——钢勺、1号盆与沥青混合料的总质量（g）；
 M_4 ——装有钢勺、沥青及沥青混合料的1号盆的总质量（g）；
 M_5 ——装有钢勺、沥青及沥青混合料的1号盆的水中质量（g）。

7 报告

7.1 集料有效相对密度

同一试样应平行试验两次，当两次试验结果的差值符合重复性试验的允许误差要求时，以平均值作为集料有效相对密度试验结果，并准确至3位小数；不符合要求时应重新试验。

7.2 沥青混合料理论最大相对密度

同一试样应平行试验两次，当两次试验结果的差值符合重复性试验的允许误差要求时，以平均值作为沥青混合料理论最大相对密度试验结果，并准确至3位小数；不符合要求时应重新试验。

8 允许误差

8.1 集料有效相对密度

重复性试验的允许误差为0.010，再现性试验的允许误差为0.016。

8.2 沥青混合料理论最大相对密度

重复性试验的允许误差为0.010，再现性试验的允许误差为0.016。

参 考 文 献

- [1] GB/T 20000.1—2014 标准化工作指南 第1部分：标准化和相关活动的通用术语
 - [2] GB/T 6379.2—2004 测量方法与结果的准确性（正确度与精密度）第2部分：确定标准测量方法重复性与再现性的基本方法
 - [3] JTG 3450-2019 公路路基路面现场测试规程
 - [4] JTG F80/1-2017 公路工程质量检验评定标准（第一册 土建工程）
-