

文章编号: 1005-0523(2010)04-0022-04

温拌沥青混合料配合比设计中若干问题的试验探究

王 飞, 李立寒

(同济大学 道路与交通工程教育部重点试验室, 上海 201804)

摘要: 基于热拌沥青混合料配合比设计方法, 以等体积参数为设计原则, 进行温拌沥青混合料的配合比设计, 探讨温拌沥青混合料的合理施工温度、温拌剂掺量、沥青混合料理论最大密度计算的修正方法等沥青混合料配合比设计时存在的问题。试验研究结果表明, 温拌沥青混合料体积参数取决于温拌剂掺量、拌合温度等, 为了保证温拌沥青混合料具有与相同组成热拌沥青混合料相同的性能, 应在体积参数相等的设计原则下, 确定温拌沥青混合料的施工温度; 在计算温拌沥青混合料体积参数时, 不能忽略温拌剂对混合料理论最大密度的影响。

关键词: 温拌沥青混合料; 配合比设计; 温拌剂; 施工温度; 理论最大密度

中图分类号: TU414

文献标识码: A

温拌沥青混合料 WMA 技术, 概括来说是指施工操作温度介于热拌沥青混合料 HMA 和常温拌和混合料 CMA 之间的沥青混合料生产技术。温拌技术的核心是采用物理或化学手段, 实现沥青混合料在明显更低的施工温度下(比同材料组成的热拌沥青混合料施工温度低 $30\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 60\text{ }^{\circ}\text{C}$)具有施工可操作性, 并具有与同材料组成的热拌沥青混合料相同的路用性能, 所采用的物理和化学手段不对沥青路面的使用性能构成负面影响^[1-3]。

目前, 温拌沥青混合料的配合比设计往往是根据温拌技术提供方建议的参考温度对混合料进行拌和, 然后采用马歇尔设计方法确定温拌沥青混合料的最佳油石比^[4]。采用这种设计方法存在的问题是, 由于 WMA 的拌合温度并非最佳拌合温度, 为了达到目标体积参数(空隙率), WMA 混合料的设计油石比可能高于或者低于同材料组成的热拌沥青混合料的设计油石比, 从而使得 WMA 混合料性能偏离热拌沥青混合料性能。本文基于热拌沥青混合料配合比设计方法, 以等体积参数为设计原则, 进行温拌沥青混合料的配合比设计, 即在同材料(集料、沥青、级配类型)组成下, WMA 的油石比应与 HMA 相同且体积参数相同。以 DAT 表面活性原理的温拌技术为例, 探讨 WMA 的合理施工温度、温拌剂掺量、沥青混合料理论最大密度计算的修正方法等沥青混合料配合比设计时存在的问题, 为 WMA 的应用技术提供建设性意见及基础资料。

1 试验材料与试验

1.1 试验材料

试验用沥青为 SBS(I-D)改性沥青; 粗集料为辉绿岩集料, 细集料为石灰岩集料, 矿粉由石灰岩加工得到; 纤维为木质素纤维。

试验沥青混合料类型为 SMA-13, 级配组成见表 1, 采用 SBS 改性沥青拌制。试验混合料的配合比设计采用马歇尔设计方法^[5], 混合料拌合温度 $180\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。试验混合料的配合比设计结果见表 2。

表 1 矿质混合料的设计级配

筛孔尺寸/mm	16	13.2	9.5	4.75	2.36	1.18	0.6	0.3	0.15	0.075
通过率/%	100	93.0	63.0	31.0	23.0	20.0	17.0	14.0	13.0	11.0

收稿日期: 2010-04-14

基金项目: 上海市科学委员会 2008 年科学研究项目(08201202002)

作者简介: 王 飞(1987—), 男, 硕士研究生, 研究方向为道路材料。

试验温拌沥青混合料采用表面活性技术拌制,温拌剂为 DAT 表面活性剂,根据资料^[6],该温拌剂建议掺量为沥青质量的 1/9,可以降低沥青混合料施工温度 30℃~60℃。

表 2 热拌沥青混合料配合比设计表

沥青	级配	最佳油石比/%	纤维用量/g	VV/%	VMA/%	VFA/%
SBS 改性沥青	SMA-13	6.2	矿料质量 0.3%	4.22	17.8	78.0

1.2 试验设计

分别取温拌剂与 SBS 改性沥青的质量比为 1/12,1/9 和 1/6 制备沥青胶结料,采用动态剪切流变仪,在 50℃,60℃及 70℃下,测试添加 DAT 表面活性剂前后的 SBS 改性沥青的粘度,分析温拌剂残留物对沥青胶结料粘结性能的影响,探讨温拌剂的合理掺量。

采用马歇尔击实仪成型温拌沥青混合料,击实次数为 50 次/每面。分别取温拌剂与 SBS 改性沥青的质量比为 1/12,1/9 和 1/6,在 160℃下成型沥青混合料试件;取温拌剂与 SBS 改性沥青的质量比为 1/9,在拌合温度 110℃,130℃和 150℃下成型沥青混合料试件。综合分析温拌剂掺量、拌合温度对沥青混合料试件体积参数的影响。

2 温拌剂掺量的确定

2.1 温拌剂掺量对沥青胶结料性能的影响

SBS 改性沥青、不同 DAT 表面活性剂掺量下 SBS 改性沥青的动态剪切流变试验结果见表 3。由表 3 可见,当试验温度为 50℃时,温拌剂残留物可以提高 SBS 改性沥青的粘度;当试验温度提高至 60℃时,温拌剂残留物对 SBS 改性沥青的粘度几乎没有影响;当试验温度达到 70℃时,温拌剂残留物将降低 SBS 改性沥青的粘度。这个试验结果表明,在 60℃以下,DAT 残留物对 SBS 改性沥青几乎没有不利影响,而当温度高于 60℃时,尤其是掺量较高时,DAT 残留物可能会降低 SBS 改性沥青的粘结性能。因此,建议该温拌剂掺量与沥青的质量比例为 1/9。

表 3 动态剪切流变试验结果

试验温度/℃	粘度/Pa·s			
	SBS 改性沥青	DAT;SBS=1:6	DAT;SBS=1:9	DAT;SBS=1:12
50	65 574	68 945	72 353	67 425
60	38 619	36 894	38 431	39 252
70	340.3	325.5	319.8	328.3

2.2 温拌剂掺量对沥青混合料体积参数的影响

在 160℃的拌合温度下,采用不同剂量的温拌剂制备沥青混合料,然后成型马歇尔试件,计算沥青混合料的理论最大密度,测试试件的毛体积密度,计算试件的空隙率,结果见图 1。由图 1 可见,在相同的拌合温度下,温拌沥青混合料试件的空隙率是随着温拌剂掺量的增加而降低的,当温拌剂与沥青的质量比由 1/12 增加至 1/6 时,温拌沥青混合料的空隙率由 5%降低至 3.7%;当温拌剂掺量与 SBS 改性沥青的质量比高于 1/9 时,沥青混合料试件空隙率的降低幅度减小,根据第 2.1 小节中的分析温拌剂掺量过高,会导致沥青粘度的降低,不利于沥青路面的路用性能。

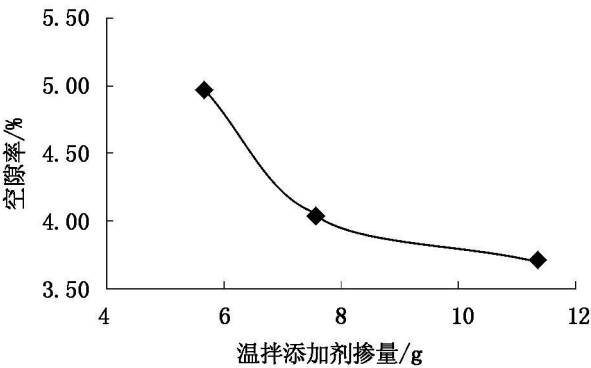


图 1 沥青混合料试件空隙率与温拌剂掺量的关系

3 温拌沥青混合料的理论最大密度

分别成型热拌沥青混合料与温拌沥青混合料的马歇尔试件,两者集料质量及沥青用量均相同,但在温拌沥青混合料中加入沥青质量 1/9 的 DAT 表面活性添加剂(7.68 g)。

成型试件的质量称量结果见表 4。由表 4 可见:温拌沥青混合料试件平均质量为 1 152.8 g,热拌沥青混合料试件平均质量为 1 146.4 g。两者质量相差 6.4 g,说明大部分的温拌剂残留于沥青混合料之中。因此,在计算温拌沥青混合料理论最大密度时,应该将温拌剂作为其组成部分计算在内。在温拌沥青混合料组成设计时,不能照搬其对应的热拌沥青混合料理论最大密度,否则将影响混合料体积参数的计算结果。

表 4 WMA 与 HMA 试件质量称量结果

试件编号	WMA 试件质量/g	HMA 试件质量/g
1#	1 152.5	1 146.8
2#	1 152.9	1 145.9
3#	1 153.0	1 146.5
平均质量	1 152.8	1 146.4

以最佳油石比 6.2%的 SBS 改性沥青 SMA-13 混合料为例,分别计算未考虑温拌剂与考虑温拌剂影响的沥青混合料理论最大密度,其中纤维用量为矿料质量的 0.3%,DAT 表面活性剂为 SBS 改性沥青质量的 1/9。合成矿料的有效相对密度为 2.749,SBS 改性沥青相对密度为 1.038,纤维相对密度为 1.500,DAT 表面活性剂相对密度为 1.015。

$$\rho_1 = \frac{100 + 6.2 + 0.3}{\frac{100}{2.749} + \frac{6.2}{1.038} + \frac{0.3}{1.500}} = 2.503$$
$$\rho_2 = \frac{100 + 6.2 + 0.3 + 6.2/9}{\frac{100}{2.749} + \frac{6.2}{1.038} + \frac{0.3}{1.500} + \frac{6.2/9}{1.015}} = 2.480$$

式中: ρ_1 ——未考虑温拌添加剂的沥青混合料相对最大理论密度;
 ρ_2 ——考虑温拌添加剂的沥青混合料相对最大理论密度。

由计算可知,未考虑温拌添加剂计算所得的沥青混合料相对理论最大密度比考虑了温拌剂计算所得的沥青混合料理论最大密度要高 0.023,反映到空隙率等体积参数指标上时往往会相差近 0.5%。因此,在对温拌沥青混合料的理论最大密度进行计算时,应把温拌剂作为其组成部分之一而计算在内,这在温拌沥青混合料配合比设计中是不可忽视的。

4 拌合温度对温拌沥青混合料体积参数的影响

图 2 给出了沥青混合料试件空隙率与混合料拌合温度的关系曲线。可见,随着混合料拌合温度的提高,试件空隙率显著降低,当混合料拌合温度由 110℃升高至 160℃时,试件空隙率降低 1.8%。在混合料拌合温度 148℃时,试件空隙率为 4.22%,表明,采用 DAT 表面活性降粘技术后,148℃下拌制的沥青混合料可以与拌合温度 180℃的热拌沥青混合料有着相同的施工特性,即满足了体积参数相同的基本要求。因此,将该混合料的施工拌合温度定为 148℃,比热拌沥青混合料降低了 32℃,该降温幅度也满足温拌沥青混合料概念中的降温要求。

根据资料^[7-8],如果以相对于 HMA 降低拌合温度 25℃控制 WMA 的配合比设计,则沥青用量将减小;若以相对于 HMA 降低拌合温度 35℃控制 WMA 的配合比设计,则设计沥青用量将增大。无论沥青

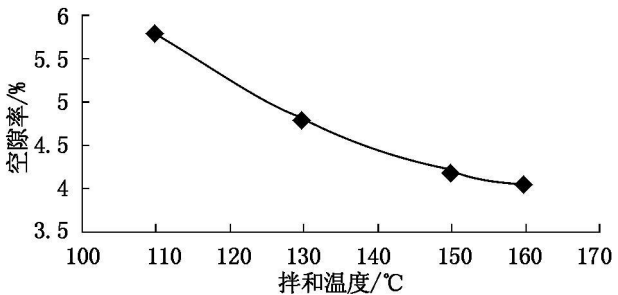


图 2 试件空隙率与混合料拌和温度的关系曲线

用量降低或者增大,都可能使温拌沥青混合料性能偏离热拌沥青混合料性能。

5 结语

(1) 试验结果表明:在 60℃以下,DAT 残留物对 SBS 改性沥青没有不利影响,而当温度高于 60℃时,DAT 残留物可能会降低 SBS 改性沥青的粘结性能,尤其是掺量较高时;在相同的拌和温度下,温拌沥青混合料试件的空隙率是随着温拌剂掺量的增加而降低的,当温拌剂掺量与 SBS 改性沥青的质量比高于 1/9 时,沥青混合料试件空隙率的降低幅度减小;采用 DAT 表面活性降粘技术后,148℃下拌制的沥青混合料可以与拌合温度 180℃的热拌沥青混合料有着相同的施工特性,即满足了体积参数相同的基本要求。因此,将该混合料的施工拌合温度定为 148℃,比热拌沥青混合料降低了 32℃,符合温拌沥青混合料概念中的降温要求。

(2) 温拌沥青混合料配合比设计原则。上述分析表明,温拌剂掺量和拌合温度对沥青混合料体积参数的影响是相互交错的,并与混合料造价及其性能有着直接的关系。沥青混合料中温拌剂的掺量取决于拌合温度、成本等因素,沥青用量应采用同组成的热拌沥青混合料的配合比设计方法确定,在计算 WMA 理论最大密度时应考虑温拌剂的影响,然后以等体积参数(主要为空隙率指标)为原则确定温拌沥青混合料的合理施工温度。

参考文献:

[1] 王晓磊,张久鹏,肖维,黄晓明.Sasobit 改性剂在沥青混凝土路面低温施工中的应用分析[J].公路,2007(7):137-140.
[2] 谢寿华,刘晓芬.掺加 Sasobit 改性沥青的试验及评价[J].中外公路,2003,23(5):112-113.
[3] 李中秋,马敬坤.Sasobit 改性剂对沥青改性的室内试验分析[J].公路交通科技,2004,10(21):27-29.
[4] 蔡佩如,卢卫槟.温拌沥青混合料配合比设计及与热拌沥青混合料的性能对比研究[J].广东交通职业技术学院学报,2009,1(8):7-10.
[5] JTG F40—2004,公路沥青路面施工技术规范[S].北京:人民交通出版社,2004.
[6] 陶卓辉,黄文元.沥青温拌技术改善碾压原理及其在低温季节应用[J].公路交通科技,2008,9(25):106-109.
[7] 余叔藩.沥青混合料设计中沥青用量的确定[J].公路,2002(6):116-120.
[8] 李立寒,张南鹭,孙大权,杨群.道路工程材料[M].北京:人民交通出版社,2010.

Experimental Research on Some Problems in
Mixture Design of Warm Mix Asphalt

Wang Fei, Li Lihan

(The Key Laboratory of Road and Traffic Engineering, Ministry of Education, Tongji University, Shanghai 201804, China)

Abstract:Based on hot mix asphalt (HMA) mixture design and design principle of the same volume parameter, warm mix asphalt (WMA) mixture is designed. The problems that existed in the asphalt mixture design, such as the reasonable construction temperature, the content of WMA additive and correction method of theory maximum density for asphalt mixture, are discussed. The experimental results indicate that the volume parameter of WMA depends on WMA additive content and mixing temperature. In order to ensure WMA have the same performance with HMA, it is necessary to determine the construction temperature under the principle of the same volume parameter. The influence of WMA additive to theory maximum density of mixture cannot be ignored when counting the volume parameter of WMA.

Key words:warm mix asphalt; mixture design; WMA additive; construction temperature; theoretical maximum density
(责任编辑 刘棉玲)