

文章编号:1671-2579(2008)02-0152-04

Aspha-min 温拌沥青混合料技术现状与路用性能

郭红兵^{1,2}, 陈拴发¹ 编译

(1. 长安大学, 陕西 西安 710064; 2. 陕西交通职业技术学院)

摘 要: Aspha-min 温拌沥青混合料是一种降低能源消耗、减少污染气体排放的环保型材料。它通过掺加 Aspha-min(合成沸石)外加剂可在相对普通热拌沥青混合料温度更低的情况下拌和、摊铺和碾压,并且具有与普通热拌沥青混合料相同的路用性能。到目前为止,所有 Aspha-min 温拌沥青混合料试验路测试结果证明:该温拌沥青混合料的工作性能与传统的热拌沥青混合料无异。该文介绍了试验路测试结果及室内外试验报告。

关键词: Aspha-min 温拌沥青混合料; 技术现状; 环境; 低温; 路用性能

1 环境保护与温拌沥青混合料技术

目前全世界正致力于环境保护,重点是降低温室效应、减少 CO₂ 排放量。1995 年全球共排放了大约 230 亿 t CO₂,其中德国约 9 亿 t。就筑路常用的热拌沥青混合料而言,其在拌制、运输以及摊铺过程中存在有害气体(CO、CO₂、SO₂ 及 NO_x 等)排放和过多能耗等问题,逐步为各国科技工作者所关注。为了避免 CO₂ 等污染气体排放对未来全球环境产生重大不良影响,必须采取必要的技术措施。

欧盟的环保目标为在 1990~2010 年将 CO₂ 排放量降低 15%,德国政府的环保目标是:与 1990 年相比将 CO₂ 排放量降低 25%,这一目标已在 2005 年得以实现。为了实现既定的环保目标,德国和在法国的沥青生产商正在尝试发挥其在降低 CO₂ 排放量方面的作用。1998 年德国沥青协会 DAV 成功启动了“低温沥青”项目,旨在研发几种在低温条件下生产热拌沥青混合料的方法。现在德国道路研究协会 FGSV 主持该工作团体,采纳了 DAV 的最初设想,目前正在进一步开发和测试这些方法。在法国,“温拌沥青混合料”是道路创新项目中由道路协会(ASFA)、道路承包商协会(USIRF)以及道路董事会(SETRA)三方共同开展的课题项目之一。

热拌沥青混合料路面经过几十年的发展,其应用水平日趋成熟,应用效果也有目共睹。大部分沥青路面,特别是高等级公路沥青路面,都是采用热拌沥青混合料(HMA)施工的。采用热拌沥青混合料(HMA)施工的沥青路面各方面性能显著优于其他施工方式的沥青路面。然而,生产热拌沥青混合料,需要将沥青从常温加热到 140℃ 左右,矿料从常温加热到 160~180℃,拌和后的混合料温度一般不低于 150℃,摊铺和碾压时的温度一般不低于 120℃。将沥青和矿料加热到如此高的温度,不仅需要消耗大量的能源,同时也增加了废气和粉尘的排放,损害环境,危害操作人员的身体健康。另外,高温下沥青老化也会影响沥青混合料的路用性能。冷拌沥青混合料尽管在能耗和环保方面有一定优势,但路用性能与热拌沥青混合料相比还有较大差距,难以替代热拌沥青混合料的地位。温拌沥青混合料(WMA)的出现,提供了一个很好的选择。

温拌沥青混合料的研究起源于欧洲,通过加入添加剂或采用泡沫沥青的方法,在保持热拌沥青混合料优良路用性能和施工质量的同时,有效降低了沥青混合料的拌和、施工温度,拌和温度一般可降至 100~120℃,摊铺碾压温度在 80~90℃ 即可保证施工质量。由于温拌沥青混合料在降低能源消耗和保护环境方面的优越性,得到了各国公路工作者的广泛关注。温拌沥青混合料根据实现温拌的技术方式不同可分为

收稿日期:2007-05-15

4 类: Aspha-min 温拌沥青混合料; WAM-Foam 温拌沥青混合料泡沫; 添加低熔点有机添加剂的温拌沥青混合料; 基于乳化沥青的温拌沥青混合料。其中 Aspha-min 温拌沥青混合料,通过加入人工合成沸石添加剂的方法,在不损害沥青混合料路用性能的前提下,有效降低了拌和温度和摊铺碾压温度。Aspha-min 温拌沥青混合料的拌和温度一般为 130~145,可降低生产和摊铺温度约 30。由于拌和、施工温度的降低,大大减少了工程建设中能源的消耗以及粉尘和有害气体的排放。与热拌沥青混合料相比,采用 Aspha-min 大约可减少 30% 的能源消耗,CO₂ 等废气排放量可减少约 30%,粉尘排放量可减少 40%~50%。另外,由于拌和及施工温度的降低,沥青的热老化问题也得以改善。

2 Aspha-min 温拌沥青混合料技术

2.1 温拌沥青混合料

在温拌沥青混合料技术研究方面,Mitteldeutsche Hartstein-Industrie AG 与几个商业伙伴合作研发了一种在低温条件下生产筑路用热拌沥青混合料的方法。同时这也意味着沥青混合料能够在低温条件下拌和、摊铺和压实,并且其路用性能及质量与普通热拌沥青混合料无异。自 2001 年以来,MHI 和 EUROVIA 合作研发了这项温拌沥青混合料生产技术,并进一步向国际范围推广应用。

热拌沥青混合料拌和及摊铺温度的降低意味着在减少能源消耗方面做出了巨大贡献,并且在低温条件下混合料所挥发出来的“烟雾”量显著降低。一般情况下,在法国和德国,几类常用热拌沥青混合料的规定拌和温度为 150~250。在 250 温度条件下适用摊铺地沥青(德式),这是因为越在高温条件下沥青混合料的施工和易性越好,特别是硬沥青以及某些改性沥青结合料要求拌和温度较高,以便与石料混合均匀。因此,对于热拌沥青混合料而言,在拌和、摊铺和压实过程中必须将混合料加热到规定温度,以确保热拌沥青混合料具有较好的施工和易性。但是应该注意的是,过度加热混合料偶尔会延长其摊铺及压实时间,而且高温下沥青老化也会影响沥青混合料的路用性能。鉴于此,如何保留热拌沥青混合料性能良好的特点并克服其存在的问题,或从另一个角度说,如何开发出一种新的沥青混合料类型——温拌沥青混合料,成为科研人员努力的方向。下文所述的温拌沥青混合料生产

方法是 0.3% 的 Aspha-min 合成沸石外加剂掺入混合料中,它能降低生产和摊铺温度大约 30。

2.2 沸石

从化学角度讲,沸石是一种含有 18% 结合水的硅酸铝矿物,沸石存在于自然环境中,亦可人工合成生产。合成沸石的特征是具有非常均匀的结构和质地,其中粒度最为重要。天然沸石与合成沸石都具有存贮不同数量结合水的能力,但二者释放这些结合水的方式有所不同。为了降低沥青混合料的生产温度,需要在混合料生产过程中掺入这种特殊的合成沸石。在沥青混合料拌和过程中将这种粉末状材料加入进去,从而在结合料中产生泡沫作用。这种合成沸石在 100~200 温度范围内被掺入热拌沥青混合料中,与此同时合成沸石逐渐释放其内含的结合水。当加入大约 0.3% (重量比) 该种沸石到沥青混合料中时,水分会随着时间的延长而慢慢释放出来,从而产生连续的发泡反应。液相结合料中的发泡反应起到润滑剂的作用,从而使混合料在低温下具有可工作性。混合料的拌和温度亦显著降低,可至 130~145。这种人工生产的特殊合成沸石亦称为“Aspha-min”。

2.3 Aspha-min 温拌沥青混合料的生产

所有基质沥青和聚合物改性沥青均可用于 Aspha-min 温拌沥青混合料的生产,此外,所有常用矿料及填料均可用于该生产过程。对于 Aspha-min 温拌沥青混合料而言,这将意味着没有必要对现有的沥青混合料技术规范进行修订,并且没有必要对典型试验过程做出修改。这一外加剂技术将被看作是在低温条件下提高沥青混合料施工和易性的辅助措施。根据沥青混合料拌和设备类型(间歇式拌和厂或滚筒式拌和机)的不同,可将混合料拌和温度控制在 130~145;也就是说,采用 Aspha-min 温拌沥青混合料生产技术,总体上将沥青混合料拌和温度降低大约 30 是完全可以实现的。

在混合料拌和厂中,外加剂被存放在一个大袋子或一个特别筒仓内,通过特殊设备投放,投放方法与向沥青混合料中掺加纤维的做法相类似。尤为重要的是,掺加合成沸石并不会延长混合料的拌和过程;也就是说,向沥青混合料中掺加合成沸石不会影响拌和设备的工作效率与性能。

2.4 沸石的结构特性及其作用原理

Aspha-min (合成沸石) 的特殊结构组成使得其具备在分子孔隙内存贮结合水的能力,在向已预热的砂石混合料中掺加沥青的同时,掺入这种 Aspha-min 外

加剂,于是产生蒸气水,释放出来的水会在沥青中膨胀产生一种泡沫,这种微小泡沫会使得分子孔隙更小,从而改善混合料的施工和易性。这样混合料更易于压实,而这一点以前只有在130~140℃高温下的热拌沥青混合料中才能实现。Aspha-min外加剂微粒所含水分是经过若干阶段逐渐挥发而非立即完全挥发掉,这一点非常重要。这种温拌沥青混合料直到冷却至100℃时仍然可以压实,其施工和易性得以改善,且不受温度变化的影响。并且在拌和过程中混合料未出现离析现象,说明沥青结合料与集料粘结良好。

到目前为止所有试验路测试结果证明:Aspha-min温拌沥青混合料的施工和易性和路用性能与传统的热拌沥青混合料无任何明显差异。

2.5 减少污染气体排放

为了确定Aspha-min温拌沥青混合料对减少污染气体排放、降低能源消耗的影响程度,设计了一个详细而具体的测试程序。测试结果表明:沥青混合料拌和温度降低30~35℃,能源消耗可减少30%。在几项测试中,能源消耗的减少量相当于每生产1t沥青混合料可节约大约14kWh的能源。假设沥青混合料拌和厂每生产1t沥青混合料需使用8L原油,若采用Aspha-min温拌沥青混合料生产技术后,每生产1t沥青混合料可节约原油2.4L。以德国为例,德国每年生产热拌沥青混合料6500万t,若采用温拌沥青混合料技术后,这将意味着40万tCO₂不会排放入大气之中。

测试结果表明,Aspha-min除了能降低能源消耗外,另一重要作用就是显著减少烟雾等污染气体的排放量。在德国B65沥青混合料测试中,当B65混合料在168℃温度条件下拌和时,每m³B65混合料将会产生3507mg烟雾和悬浮微粒排放量。向B65混合料中掺加合成沸石后在142℃温度条件下拌和时,每m³混合料仅产生了90.4mg的烟雾排放量。总之,当掺加Aspha-min后,沥青混合料的拌和温度降低26℃,烟雾排放量可减少75%。

在气味评估测试方面也取得了重大发现。测试结果表明:在所有掺加Aspha-min的沥青混合料拌和过程中,拌和温度有所降低,气味单位数量(GEs)显著减少。最为重要的是卡车司机和沥青路面施工人员的声明证实:Aspha-min温拌沥青混合料生产技术对沥青路面施工环境起到了显著的改善作用。

2.6 施工和易性

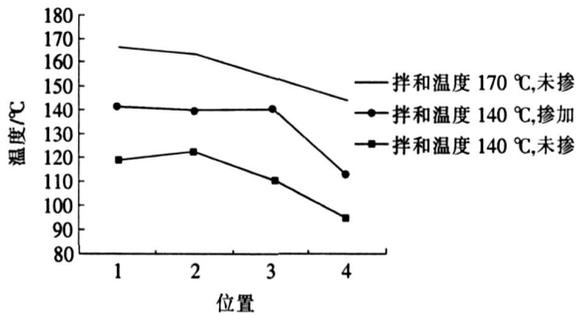
在所有沥青混合料中掺加合成沸石并在低温条件下进行拌和,该类型沥青混合料的生产方法与(以前)正常温度条件下的传统沥青混合料相类似。由同一组研究人员在相同试验路段对相同类型的沥青混合料进行对比性试验,试验过程中唯一变化的就是温度条件。为了测试掺加Aspha-min(合成沸石)对沥青混合料拌和温度的降低程度,在此分别选定了一处掺加Aspha-min(0.3%重量比)的沥青混合料标准化施工现场与未掺加Aspha-min[法国混合料类型:(BBSG)0/10]的施工现场进行比较。(BBSG)0/10沥青混合料按5cm厚度分层摊铺,各层间设35/50(5.6%重量比)沥青粘结层。沥青混合料分别在两种温度条件下(170℃和140℃)进行摊铺,按两种碾压方式压实(直接碾压和非均匀碾压)。对比性试验中共修筑以下试验路段:

- (1) 未掺加合成沸石的BBSG沥青混合料试验段,拌和温度170℃。
- (2) 掺加了合成沸石的BBSG沥青混合料试验段,拌和温度140℃。
- (3) 未掺加合成沸石的BBSG沥青混合料试验段,拌和温度140℃。

沥青混合料拌和厂采用间歇式拌和设备,通过以下方式测定沥青混合料的生产温度:在拌和厂的运输卡车上测定沥青混合料温度,当运输卡车到达施工现场后(大约在运输1h后)测定沥青混合料温度,在路面摊铺机的装料斗、螺旋摊铺器及熨平板横梁处测定沥青混合料温度,测试结果见表1及图1。

表1 Aspha-min温拌沥青混合料试验路对比试验测试结果

沥青混合料生产类型	碾压方式	试样			
		碾压层厚度 / cm	空隙率 / %	5 cm厚度校正 空隙率/ %	模量 / MPa
拌和温度 170℃, 未掺加合成沸石	直接碾压	6.1	6.7	6.0	11 000
	非均匀碾压	4.9	8.5	8.4	10 630
拌和温度 140℃, 掺加了合成沸石	直接碾压	4.8	5.3	6.6	12 400
	非均匀碾压	4.5	11.8	11.3	9 700
拌和温度 140℃, 未掺加合成沸石	直接碾压	6.0	8.5	9.2	10 400



1.在沥青混合料拌和厂;2.在摊铺机装料斗位置;3.在摊铺机螺旋摊铺器位置;4.在摊铺机熨平板位置

图1 Aspha-min 温拌沥青混合料试验路测试结果

掺加合成沸石的(BBSG) 0/10 沥青混合料生产过程中未出现任何异常问题。由此可见,掺加了合成沸石的、拌和温度为 140 的沥青混合料的空隙率在规定的值(5.3%)范围之内;然而,未掺加合成沸石的沥青混合料的空隙率(170)大约是 6.7%。而且,通过对沥青混合料生产温度变化进行分析之后可以看出,由于掺加了合成沸石,沥青混合料更易于卡车运输,并尽可能延长了混合料的作业时间。如图 2 所示,力学测试结果表明:沥青混合料的模量并未出现大的变化(沥青混合料的空隙率随模量的减小而增大,二者成反比例关系)。

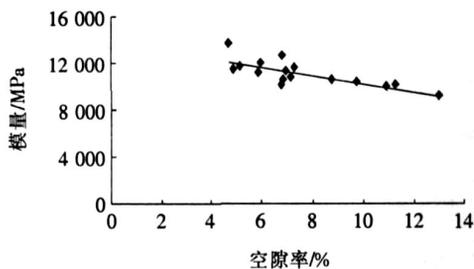


图2 Aspha-min 温拌沥青混合料力学测试结果

2.7 路用性能

不论沥青混合料是在高温、中温还是低温条件下拌和而成,人们总是期望沥青混凝土路面能够具有舒适而安全的路表特性,以确保路面结构具有高稳定性、高抗滑性能以及良好的耐久性。自第一条掺加合成沸石的温拌沥青混合料试验路铺筑以来,经过 3 年的跟踪观测,测试结果表明:该试验路的路表特性未发生显著变化,甚至路面变形都未出现。所有试验路均与传统的热拌沥青混凝土路面进行了对比试验,到目前为止测试结果表明:掺加合成沸石的温拌沥青混合料的路用性能可完全达到与传统的热拌沥青混合料相同的性能。此外,在 Aspha-min 温拌沥青混合料拌和过程

中,混合料的拌和温度不如热拌沥青混合料那么高,因此,在 Aspha-min 温拌沥青混合料中沥青的老化程度可大大降低。这将使得 Aspha-min 温拌沥青混合料具有更好的耐久性,从而提高了整个路面结构的耐久性。同样,通过对路面表层及各层之间粘结部位进行钻芯取样,测试结果表明:与传统的热拌沥青混凝土路面一样,Aspha-min 温拌沥青混凝土路面结构层未出现任何变化。目前该项测试工作仍在继续进行。

3 结语

掺加合成沸石不会延长沥青混合料的拌和时间,Aspha-min 温拌沥青混合料的生产能力与传统的热拌沥青混合料相同。为掺加合成沸石而专门设计的投放设备也没有任何限制条件,而且运行状态良好。

Aspha-min 温拌沥青混合料可降低生产和摊铺温度大约 30,可减少能源消耗及大气中 CO₂ 的排放量。自 1998 年以来全球已经铺筑了数条室内外试验路,这些试验路段在不同气温状况、使用不同类型沥青结合料、掺加不同数量再生沥青条件下的测试结果表明,Aspha-min 温拌沥青混合料的另一优势在于:当沥青混合料在低温条件下拌和时,沥青拌和设备的磨损程度会有所降低,并且在低温拌和时沥青的老化程度可大大降低,这样沥青混合料的耐久性将显著提高。

在 Aspha-min 温拌沥青混合料生产过程中温差变化范围为 0~30,在所有可能的环境条件下,Aspha-min 温拌沥青混合料的路用性能与传统的热拌沥青混合料无明显差异。尽管由于掺加合成沸石增加了温拌沥青混合料的生产成本,但增加的生产成本可用减少能源消耗、降低沥青拌和设备的磨损率来抵偿。此外,与减少烟雾、臭味、CO₂ 等污染气体排放量和改善沥青路面施工环境相关的附加经济效益难以准确计算。以上所有因素都有助于推动 Aspha-min 温拌沥青混合料生产技术的进一步发展,对沥青混凝土路面施工和环境保护做出巨大贡献。到目前为止已有试验路测试结果表明:掺加合成沸石的温拌沥青混合料技术具有良好的推广价值和应用前景。

——编译自:Warm Asphalt Mixes By Adding a Synthetic Zeolite. Eurovia Report,德国温拌沥青混合料(WMA)技术研究报告,2005年。