

微波、红外再生沥青混合料路用性能研究

薛 亮¹, 郝培文¹, 邹天义², 黄永烜², 杨 瑾²

(1. 长安大学公路学院 西安市 710064; 2. 美的集团威特公司)

摘要:微波加热和红外加热现已逐渐应用到高等级公路沥青混凝土路面养护和维修中。为了评价沥青混凝土路面在微波加热和红外加热下的各项性能,通过试验研究,系统分析了微波加热沥青混合料和红外加热沥青混合料的路用性能,包括高温变形特性、低温抗裂性、水稳性和抗疲劳特性试验。结果表明:微波加热沥青混合料具有较红外加热和普通密级配沥青混凝土更好的路用性能,可以改善沥青混凝土路面使用品质,具有较好的经济和社会效益,在沥青混凝土路面维修中的应用前景十分看好。

关键词:微波加热; 红外加热; 路用性能; 路面维修

随着沥青混凝土路面热再生技术的不断发展,出现了两种不同于传统热再生的加热方式即微波加热和红外加热。利用微波加热沥青混凝土路面是一种全新的热再生技术,与传统加热方式不同,微波能量对材料物质有较强的穿透力,能对被照射物质产生深层加热作用。而且微波加热不需依靠热传导进行内外同时加热,它能在很短的时间内穿透较深的沥青混凝土路面,形成均匀同时加热^[1]。

目前,还有一种热再生方式在沥青混凝土路面现场维修中得到广泛使用,它就是远红外加热技术。这种加热方法的特点是采用远红外线辐射方式加热路面,对路面材料有较强的热穿透能力,能有效地加热沥青混凝土路面的较深层部位,加热效率较高。然而远红外加热与微波加热相比存在某些不足,连续辐射加热的方式对沥青混凝土路面现场加热时,一方面路面面层会被烧焦;另一方面,路面内层没有达到施工温度,从而会降低路面的实际施工质量。

1 研究目的

由于微波加热和红外加热可以弥补传统加热方法的一些不足,所以更适合于沥青混凝土路面的现场热再生。红外加热再生的出现应用比微波早,相关机械也已经在实际的工程中得到实践,但它的缺点在实际的工程应用中也逐渐被发现,所以近 5 年来微波加热技术在道路维修中的应用日益受到人们的重视。国内、外科研机构和企业都抓紧时间研究和

开发了一些相应的路面维修机械和装置。经过微波加热再生或者红外加热再生后的沥青混合料是一种特殊的沥青混合料,它能否满足路面的实际使用性能,而且如何评价也尚未有明确的方法,再生沥青混合料已逐渐成为道路工作者关注的热点。还有,红外加热对沥青混凝土路面的加热情况是不是如上所说,还需要在理论上进行进一步的研究。

沥青混合料的路用性能包括了混合料的高温稳定性、抗疲劳性、水敏感性、长期路用性能和抗低温开裂性能等,综合体现沥青混合料在路面中直接承受车辆荷载和各种自然因素的作用后其性能和状态所发生的变化^[2]。本试验的目的就是研究经过微波加热和红外加热后沥青混凝土的路用性能能否达到路面使用要求,同时全面地评价再生沥青混凝土路面的路用性能,可以为再生沥青混凝土路面的设计以及再生沥青混凝土路面技术的推广提供依据。

2 试验方案及原材料性能

2.1 试验方案

本试验采用的微波加热箱是一种新试验仪器,红外发射装置是一个利用电力的红外加热器,由威特公司专门为本研究提供。试验中评价沥青混合料的标准,采用对比新鲜沥青混合料和经过微波加热再生、红外加热再生后的沥青混合料路用性能的方法,为了有实际的对比性选取了相同级配类型的混合料进行试验。

2. 2 原材料性能

(1) 沥青的技术指标试验。

试验采用的基质沥青为中海36—1 重交70 号沥青,改性剂采用北京燕山石化 SBS4303,改性后达到 SBS(I—D)的要求。按照《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》(JTJ 052—2000)的要求进行沥青试验,试验结果见表 1。表中试验结果说明该改性沥青满足聚合物改性沥青相应的技术要求。

表 1 改性后沥青的技术性质

试验项目		标准	实测结果
针入度(25℃、100g、5s)/0.1 mm		60~80	61
延度(5 cm/min,15℃)不小于/cm		30	50.6
软化点(TR*B)/℃		55	75.2
密度(25℃)/(g/cm ³)		实测值	1.026
旋转薄膜加热试验	质量损失,不大于/%	1.0	0
	针入度比,不大于/%	60	82
	延度,不大于/cm	20	28

(2) 集料的技术性质。

本课题所用材料的粗集料为河北产的安山岩,细集料为石灰岩,矿粉为磨细石灰石粉末而成,集料的各项性能指标均符合规范要求。实测各档集料视密度见表 2 与表 3。

表 2 玄武岩粗集料密度(网篮法)

粒径/mm	13.2	9.5	4.75
毛体积相对密度/(g/cm ³)	2.878	2.821	2.769

表 3 石灰岩细集料密度(容量瓶法)

粒径/mm	2.36	1.18	0.6	0.3	0.15	0.075
表观相对密度	2.719	2.726	2.691	2.684	2.674	2.686
g/cm ³						

(3) 沥青混合料级配类型确定。

本研究采用 AC—13 级配类型,确定级配时采用逐级回配的方法以中值为目标级配,具体级配见表 2、表 3 所示。

表 4 AC—13 的合成级配

筛孔/mm	16	13.2	9.5	4.75	2.36	1.18	0.6	0.3	0.15	0.075
合成级配/%	100	95	76	53	37	27	19	13	10	6

3 最佳沥青用量和马歇尔试验结果

本试验中采用的 AC—13 密级配沥青混合料配

合比设计按标准马歇尔试验确定,试验的试件采用与标准马歇尔试件相同的径高比,确定其高为 63.5 mm±1.3 mm,直径为 101.6 mm±0.25 mm。击实锤落距为 453.2 mm,锤重为 4 536 g,双面击实各 75 次,试件高度误差范围相应为±1.2 mm。此外,试件成型时,注意混合料应分两次装入试模,并且两次均应进行插捣,以保证均匀。其试验结果见表 5。

表 5 AC—13 最佳沥青用量及马歇尔试验结果

最佳沥青含量/%	密度 g/cm ³	空隙率/%	沥青饱和度/%	马歇尔稳定度/kN	流值/0.1 mm
4.6	2.45	4.5	72	9.46	35

4 再生路面混合料路用性能研究

4.1 沥青混合料高温稳定性试验结果及分析

为了评价沥青混合料的高温稳定性,研究采用车辙试验。沥青混合料车辙试验是试件在规定温度及荷载条件下,测定试验轮往返行走所形成的车辙变形速率,以变形稳定期内,每产生 1 mm 变形的行走次数即动稳定度表示。车辙试验最大的特点是能够充分模拟沥青混凝土路面上车轮行驶的实际情况,在用于试验研究时,还可以改变温度、荷载、试件尺寸、成型条件等因素,以较好地模拟路面的实际情况。试验结果可用于建立经验公式预先估计沥青混凝土路面车辙深度,或用于检测沥青混合料的抗车辙能力。

车辙试验试件的成型采用最佳沥青用量下混合料的密度为控制标准,该试验采用的密级配沥青混合料采用 30 cm×30 cm×5 cm 的试件。高温稳定性试验采用 60℃ 车辙试验,车辙板厚为 5 cm,其结果如图 1 和图 2 所示。

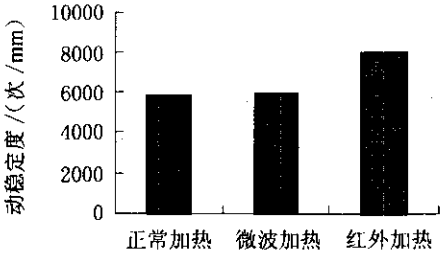


图 1 不同加热方式动稳定度比较

由图 1 可以看出,密级配 AC—13 型沥青混凝土在正常加热情况下的动稳定度是 3 种不同的加热方式中最小的,而经过红外加热的沥青混凝土的动

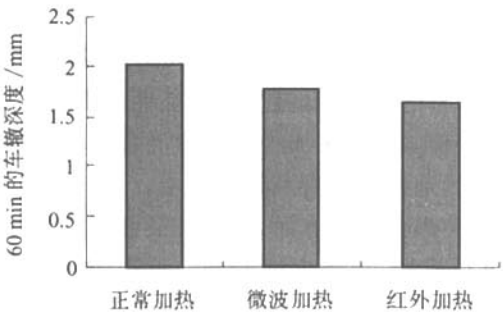


图 2 不同加热方式 60 min 的车辙深度比较

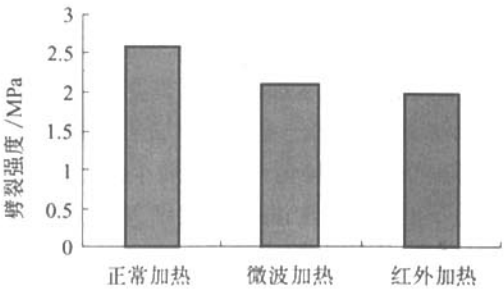


图 3 不同加热方式的劈裂抗拉强度

稳定度是最大的,微波加热的沥青混凝土的动稳定性介于两者之间。也就是说,经过红外加热后密级配 AC—13 沥青混合料的高温稳定性明显优于正常加热和微波加热。由于动稳定度指标用来评价沥青混合料的高温性能时存在缺陷,动稳定度指标仅仅衡量了车辙试验 45 min 到 60 min 之间的变形,并没有全部评价车辙试验全过程的变形。因此在这里用 60 min 时车辙深度(图 2)再加以比较,可以看出正常加热情况下 60 min 的车辙深度明显大于经过微波加热和红外加热后的车辙深度,根据 60 min 的车辙深度评价这 3 种不同加热方式的沥青混合料高温稳定性与图 1 的动稳定度指标评价是一致的。

4.2 沥青混合料低温抗裂性能试验结果及分析

沥青混合料的低温劈裂试验(间接拉伸试验)用于测定沥青混合料在规定温度和加载速率时劈裂破坏或处于弹性阶段时的力学性质,也可以供沥青混凝土路面确定结构设计参数及评价沥青混合料低温抗裂性能时使用。国内许多单位都进行了劈裂试验的研究,普遍认为劈裂强度与温度的关系与沥青的实际使用性能很一致,而应变、劲度模量则并没有良好的规律性。参考日本的标准劈裂试验只是规定测定强度,根本不测量变形,所以本试验采用劈裂抗拉强度作为低温抗裂性能的评价指标^[3]。

为了评价沥青混合料的低温抗裂性能,同时为了模拟气候降温的收缩应力作用的情况,研究采用低温 -10℃±0.5℃,加载速率为 1 mm/min 的低温劈裂试验。试件采用用马歇尔标准击实法成型的直径为 101.6 mm±0.25 mm,高为 63.5 mm±1.3 mm 的试件,其结果见图 3。

从图 3 可以看出,对于同一密级配沥青混合料,经微波加热后低温劈裂抗拉强度(破坏应力)减小,红外加热的劈裂抗拉强度比正常加热情况和经微波加热后都小,说明经过红外加热沥青混合料的老化比

经过微波加热后严重,影响了混合料的低温抗裂性,使其低温性能变差。

4.3 沥青混合料的水稳定性试验结果及分析

沥青混合料的水稳定性,即沥青混凝土路面抵抗受水的侵蚀逐渐产生沥青膜剥离、掉粒、松散、坑槽而破坏的能力。由于水分的存在不仅降低了沥青本身的粘结力,也破坏了沥青混凝土路面中沥青与矿料间的粘聚力,在汽车车轮动态荷载作用下沥青从石料表面脱落、剥离,造成了沥青混凝土路面各种水损坏现象的发生。沥青混合料的水稳定性的评价方法通常分为两个阶段:第一阶段是评价沥青与矿料的粘附性;第二阶段为评价沥青混合料的水稳定性。这两个阶段是统一的,不能割裂开。其中第一阶段的粘附性试验在原材料性能试验中采用水浸法已经进行试验了,粘附性等级为 4 级。

为了评价第二阶段的水稳定性,本研究采用浸水马歇尔试验和冻融劈裂试验两种方法来检验沥青混合料的水稳定性,用浸水残留稳定度(MS₀)和冻融劈裂强度比(TSR)来评价混合料的水稳定性。按照(JTJ 052—2000)《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》的要求成型试件。对于浸水马歇尔试验,采用正反击实 75 次的圆柱体试件;对于冻融劈裂试验采用正反击实 50 次的圆柱体试件。

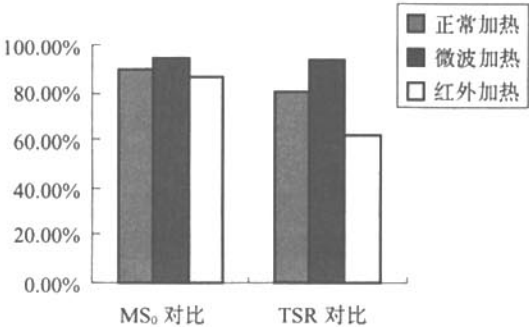


图 4 不同加热方式的浸水马歇尔试验冻融劈裂试验对比

从图 4 可以看出, 经过微波加热后的沥青混合料的 MS_0 比正常加热和红外加热的都大; 尤其是 TSR, 微波加热比正常加热和红外加热下沥青混凝土的效果明显要高出一些, 红外加热后沥青混凝土的 TSR 和 MS_0 在 3 种情况中是最小的, 反而比正常加热情况下的都小, 这说明经过红外加热再生降低了沥青混合料的抗水损害能力。

5 结语

综合以上研究与分析, 可得出如下结论。

(1) 对于密级配沥青混合料经红外加热和微波加热后都可以提高其抗车辙能力, 但红外加热对改善沥青混合料的高温稳定性能要明显好于微波加热。

(2) 对于密级配沥青混合料, 经微波加热后其高温稳定性、低温抗裂性、水稳定性等方面表现出较好的性能。关于红外加热会对路面造成烧焦现象, 从

这里可以得出推断是存在的, 它在一定程度上造成了沥青混合料的深度老化, 使得沥青混凝土路面的抵抗水损害的能力、低温抗裂性能明显下降。从综合性能上分析, 经微波加热后沥青混合料具有较好的路用性能, 适用于沥青混凝土面层。

(3) 在施工工艺方面, 微波加热沥青混合料与红外加热在机械、设备方面一致, 不需增加成本, 易于为工程部门接受, 具有较好的推广应用前景。

参考文献:

- [1] 马如宏. 微波加热技术在沥青路面现场维修中的应用[J]. 盐城工学院学报, 2002, (4).
- [2] 王富玉, 刘元烈, 等. 大粒径沥青混合料的路用性能研究[J]. 公路, 2003, (2).
- [3] 张登良, 沈金安, 郝培文, 等. 沥青及沥青混合料路用性能[M]. 北京: 人民交通出版社, 2001.

A Study on Road Performance of Microwave Heating and Infrared Ray Heating Asphalt Mixture

XUE Liang¹, HAO Pei-wen¹, ZHOU Tian-yi², HUANG Yong-heng², YANG Jin²

(1. Highway College, Chang'an University, Xi'an 710064, China; 2. Weite Company, Meidi Group, China)

Abstract: Microwave heating and infrared ray heating are used in maintenance of asphalt concrete pavement of high grade expressways. In order to evaluate the performance of asphalt concrete pavement in the microwave heating and infrared ray heating, a series of tests are carried out to analyze the characteristics of high temperature rutting, low temperature crack resistance, water stability, fatigue resistance. Finally the results show that the microwave heating asphalt mixtures have better road performance than others, and have better social and economic value. Its application has a good prospect for maintenance of asphalt concrete pavement.

Key words: microwave heating; infrared ray heating; road performance; maintenance of pavement

北京至张家口开建第二条高速公路

(北)京张(家口)第二条高速公路(北)京化(稍营)高速公路一期工程开工建设, 计划于 2008 年 7 月前建成通车。

京化高速公路是河北省高速公路网的重要组成部分, 一期工程(京冀界至土木段)位于河北张家口市东部怀来境内, 起于京冀界甘子堡村北, 终于怀来土木镇西。路线全长 21.653 km, 采用双向四车道标准建设, 路基宽 28.5 m, 设计行车时速 100 km。

这条高速公路建成通车后, 将加快张家口市融入“环京津经济圈”的步伐。