

# 微波加热技术在沥青路面现场维修中的应用\*

马如宏

(盐城工学院 机械工程系 江苏 盐城 224003)

**摘 要** 对微波加热技术在沥青路面现场维修中的应用进行了初步的研究和探索。沥青路面材料在微波能作用下,聚集料产生热量并将热传给沥青料,从而达到加热的目的。微波加热有着迅速、穿透深以及均匀一致等优点,在沥青路面维修中的应用前景十分看好。

**关键词** 微波加热;沥青;维修

中图分类号 U418.6.8

文献标识码 A

文章编号 1671-532X(2002)04-0038-03

在我国高等级通车道路中,沥青路面占 90% 以上。这些路面在长期的使用过程中,由于日晒雨淋和车辆长期作用的结果,不可避免会出现各种各样的损坏。因此,如何对沥青路面实行高质量保养以及对损坏的沥青路面进行快速维修是当今公路工程技术人员迫切需要解决的问题。

为了提高修补效率、降低修补成本、保证修补质量,目前国外已开始采用新的加热修补维护方法—沥青路面现场热再生技术(HIPR)。该技术的难点在于,沥青在加热到 100 多摄氏度时软化,但超过一定温度后其性能急剧下降,并出现焦化现象。在现场加热时,很容易出现表层沥青焦化而里层沥青还未软化的现象。克服的方法是根据其热作用机理分析,选择先进的加热方法及设计出相应的加热装置以产生高温辐射能,在很短的时间内穿透较深的沥青路面<sup>[1]</sup>。

目前远红外加热技术在沥青路面现场维修中得到广泛使用。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,能有效地加热沥青路面的较深层部位,加热效率较高。然而远红外加热由于采用连续辐射加热方式,在对沥青路面现场加热时,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。

笔者通过对微波加热技术的研究,认为选择微波加热可以弥补传统加热方法的一些不足,更

适合于沥青路面的现场热再生。

## 1 微波加热原理

微波是一种高频电磁波,其频率为 300 ~ 300000 MHz,波长 1 ~ 0.01 m。微波技术是在 20 世纪才发展起来的一门新技术。它首先应用在通信方面,作为一种能源来进行加热、干燥、治疗等是近 10 年才发展起来的,在国外已推广应用。微波加热是利用直流电源使磁控管产生微波功率,通过波导输送到加热器中。处于加热器中的物料吸收微波功率后,本身分子的运动在高频电磁中受到干扰和阻碍,产生了类似摩擦的作用,温度随之升高。因此,微波加热的原理就是微波被吸收后,引起物体内部分子的激烈振动摩擦生热而迅速升温。

微波加热是一种全新的热能技术,与传统加热不同,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。常规加热须依靠材料物质本身的热传导,往往会出现加热不均滞后现象。而微波加热却不须依靠热传导进行内外同时加热,形成均匀同时加热。

微波加热的效率只与两个因素有关:微波电磁场的能量密度和被加热材料内部可动粒子的数量。对于无机非金属材料,可动粒子(缺陷)在一定的临界温度之上随温度升高按指数规律增加,在微波作用下材料内部产生的热量,以及温度也

\* 收稿日期 2002-09-10

作者简介:马如宏(1965-),男,江苏建湖人,盐城工学院副教授,硕士。

按指数规律上升。控制适当的功率与绝热条件，微波加热可实现超快速升温( 400 ~ 6000 ℃/min ) 和超高温加热( 如 B4C 的烧结温度为 2 000 ℃，UO<sub>2</sub> 的熔融温度 > 2600 ℃ )。

## 2 微波加热在沥青路面维修中的应用

利用微波能加热和烘干沥青料在 20 世纪 80 年代国外一些发达国家就已经开始尝试了。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，并且研究和开发了相应的一些路面维修机械和装置。经研究发现，通过微波加热沥青路面最大深度可达 125 mm，而且不会把表面烧焦。此外，路面材料经微波处理后沥青料与聚集料的结合粘性有明显的改善。沥青路面在修补中由于采用快速加热，不但可以延长沥青材料的老化，而且修补后的沥青表面其抗水腐性能有了增强，这样就可以进一步保证路面的修补质量。

微波加热技术在沥青路面维修中的使用所带来的经济效益将是非常可观的。该项技术可对那些不适合传统的热再生方法修补的特殊路面病害进行有效的现场修补。据估算，微波加热再生沥青路面比传统的热拌和方法要节省 30% ~ 40% 的费用。微波加热技术还有一些特殊的应用，如壶形坑洞的修补、纵向路面接缝的加热和修补、乳化沥青料的加热拌和等。

在微波能的作用下，不同的材料所表现出的加热反应是不尽相同的<sup>[2]</sup>。有一些材料像水、聚集料等加热反应很好，而有些材料象特氟纶、沥青等却反应一般。微波在穿透性好的材料中能完全穿透并被吸收，而对于有反射性的材料如金属却不起作用。在其它一些有吸收性能的材料中只起到有限的效果。材料对微波能的吸收效率直接影响到自身的温升和微波在材料中的传播，通常以材料的电介质特性来表示。该特性主要与材料的电介质常数(  $\epsilon'$  )、电介质损耗因子(  $\epsilon''$  )以及材料的损耗角正切(  $\tan \delta$  )有关。电介质常数  $\epsilon'$  要影响材料在电场作用下能量的保存，电损耗因子  $\epsilon''$  表示微波能在材料传播中热损失的大小，损耗角正切  $\tan \delta$  则等于  $\epsilon''/\epsilon'$ 。

在微波频率下沥青混凝土和聚集料的介质特性比较低，主要是由于沥青混凝土的粘性和聚集料中的格子力影响了极性分子的方向性。尽管聚集料在微波下的介质特性较低，可研究发现，当用微波能加热沥青混凝土时聚集料对能量的吸收却

发挥着重要作用。大多种类的聚集料对微波能的吸收性能较好，只有大约 14% 的聚集料对微波能量的吸收较差。聚集料吸收微波能的性能主要与它所含的金属性成分以及吸湿性能有关。沥青混凝土和一些聚集料的介质特性见表 1。

表 1 沥青路面材料的电介质特性

Table 1 Dielectric properties of asphalt pavement material

材 料	$t/^\circ\text{C}$	$f/\text{MHz}$	$\epsilon'$	$\tan \delta$
水	25	300	77.5	0.016
	25	3000	76.7	0.157
沥青水泥	26	3000	2.5	0.001
聚集料-闪长岩	20	2450	5.6 ~ 7	0.018 ~ 0.036
沥青混凝土				
(含闪长岩)	20	2450	5.8	0.034
(含石灰石)	20	2450	6.7	0.015
(含石英)	20	2450	4.0	0.006

沥青路面材料在微波能作用下，聚集料会产生热量并将热传给沥青料。只要有微波产生，这种发热过程就会持续下去。尽管沥青中的添加剂会吸收一部分能量，但并不影响路面材料温度的上升。自身发热的路面材料要比周围(比如空气等)的温度要明显低得多，这说明采用微波辐射式加热方法其特点是能量集中，散发少，加热速度快。在再生混合料中，聚集料上的沥青水泥薄膜会熔化、分解、甚至渗入到具有一定穿透性的聚集料颗粒中去。这样沥青与聚集料之间的结合粘性便有了明显的改善。

图 1 是采用微波加热方法在维修现场对沥青混合物进行加热及拌和。整个维修机组由拾料装置、传输带、干燥装置、微波加热装置以及压路机组成。

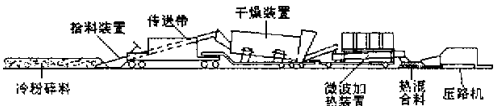


图 1 微波现场加热沥青混合料

Fig.1 Microwave heating asphalt mixture

在施工过程中，现场路面采用冷法粉碎(根据损坏情况可采用人工粉碎或机械粉碎)，粉碎深度以 75 mm 为宜。然后将粉碎好的材料收集起来并输送到一普通的加热烘干机内进行预加热，通过微波加热使温度达到 130 ℃左右，最后用常用的摊铺和压实设备将混合料摊平、压实。

在微波加热装置内可预先加入一些再生剂或其它添加物以及新集料。采用冷粉碎法是因为它

比热粉碎法成本低。不过冷粉碎会使集料性能降低,特别是会产生过量的直径小于  $75\ \mu\text{m}$ (200 号过滤筛)的细粒。

### 3 结论

本文通过对微波加热技术的研究,认为微波加热沥青材料具有以下显著优点:

(1)具有较高的效率 由于微波能是直接穿透沥青材料内部的,使沥青能里外同时加热,从而大大缩短了加热时间,因此,应用微波加热沥青材料可显著提高路面维修的生产效率,提高路面质量。

(2)控制及时 采用微波加热,给上电源几分

钟即可正常运转,调整微波输出功率,物料的加热情况立即无惰性地改变,便于进行自动控制和连续生产。

(3)热效率高 目前,微波系统将 50 Hz 的交流电转换成材料中的热,效率通常在 90% 左右,随着微波管效率的提高将进一步提高微波加热的效率<sup>[3]</sup>。

(4)微波加热清洁卫生、无污染 微波能只要满足一定的技术规范和卫生标准,采用合适的防泄漏措施,它是安全的。采用微波加热沥青将使旧沥青的回收效率进一步提高,同时避免了传统加热方法对周围空气的污染。

参考文献:

- [1] 马如宏,史金飞.沥青混凝土路面现场热再生技术[J].盐城工学院学报,2001,14(1):53-56.
- [2] Al-Ohaly A A, Terrel R L. Effect of Microwave Heating on Adhesion and Moisture Damage of Asphalt Mixture[J]. Transportation Research Record 1988 (1171):27-36.
- [3] 张兆镗,钟若青.微波加热技术基础[M].北京:电子工业出版社,1988.

## Application of Microwave Heating in Maintenance of Asphalt Pavements

MA Ru-hong

(Department of Mechanical Engineering of Yancheng Institute of Technology, Jiangsu Yancheng 224003, China)

**Abstract** This paper studies the application of microwave heating in maintenance of asphalt pavements. When pavement material is exposed to microwave energy, aggregate will generate heat and transfer it to the asphalt cement. Microwave heating has many advantages such as uniformity, working quickly and deeply etc. And its application has a good prospect.

**Keywords** microwave heating; asphalt; maintenance

(上接第 16 页)

## A Design of the Control System for Measuring the Stove Temperature

GU Guang-xu<sup>1</sup>, SUN Ye-mei<sup>2</sup>

(1. Department of Electric Engineering of Yancheng Institute of Technology, Jiangsu Yancheng 224003, China; 2. Huaian Institute of Metrology and Measurement, Jiangsu Huaian 223001, China)

**Abstract** In this paper, the Singlechip 8097BH is employed to design a control system for the small stove temperature measuring and controlling. The rudimental principle, circuit structure and programme block are deeply discussed on how to use this MCU.

**Keywords** Singlechip; Temperature measurement; Stove; 8097BH

万方数据