

文章编号:1671-8879(2006)03-0096-04

# 热沥青混合料碾压过程的离析现象

冯忠绪, 姚运仕, 冯建生

(长安大学 道路施工技术装备教育部重点实验室, 陕西 西安 710064)

**摘要:**针对混合料不均匀导致路面早期损坏的问题,采用综合分析的方法,从碾压施工角度重点分析了热沥青混合料碾压过程的不均匀现象,通过分析可能造成沥青混合料碾压过程离析的多种原因,提出了碾压离析的概念。认为除热沥青混合料生产、摊铺和碾压可能造成碾压离析外,路面结构设计、施工工艺和压路机的设计与制造不合理也是造成碾压离析的 3 个重要原因。研究结果表明:造成混合料不均匀的原因很多,应该综合考虑混合料生产、摊铺和碾压,路面结构和施工工艺,以及压路机的设计等因素,才能进一步提高路面的质量。

**关键词:**机械工程;热沥青混合料;碾压离析;路面结构;施工工艺

中图分类号:U415.521 文献标识码:A

## Rolling Segregation of Hot Asphalt Mixture

FENG Zhong-xu, YAO Yun-shi, FENG Jian-sheng

(Key Laboratory for Highway Construction Technology and Equipment of Ministry of Education, Chang'an University, Xi'an 710064, Shaanxi, China)

**Abstract:** The damage of road surface in early days is mainly caused by mixture's non-homogeneity, the non-homogeneity is formed in the process of rolling hot asphalt mixture. The concept of rolling segregation is presented to reveal the forming process of non-homogeneity in rolling hot asphalt mixture. It is pointed out that there are many factors influencing the rolling segregation, such as the technique of mixture's production, the paving method of mixture, and so on. But the main factors are the design of pavement structure and the manufacture technique of roller. It is very important to comprehensively taking those factors into consideration to promote the pavement's quality. 8 figs, 9 refs.

**Key words:** mechanical engineering; hot asphalt mixture; rolling segregation; pavement structure; construction technique

## 0 引言

沥青混合料的均匀性是指混合料在设计、生产和铺筑过程中,其级配、温度和压实度的均匀和一致性。热沥青混合料的不均匀将导致沥青路面过早出

现局部的松散、坑洞、泛油、拥包、不均匀的车辙和严重的推移,以及局部水损害造成的网裂和唧浆等病害。提高沥青混合料的均匀性,对提高路面的使用质量,消除沥青路面的多种早期破坏现象和保证路面的长期使用寿命具有十分重要的意义<sup>[1-3]</sup>。

收稿日期:2005-04-20

基金项目:陕西省自然科学基金项目(2001C04)

作者简介:冯忠绪(1949-),男,陕西凤翔人,教授,博士研究生导师。

对于沥青混合料级配的破坏——集料离析现象已被人们所认识,近年来温度离析也开始为人们所重视。本文重点探讨热沥青混合料在碾压过程中的不均匀——碾压离析现象。

## 1 碾压离析

热沥青混合料生产、摊铺和碾压过程可能造成碾压离析。

### 1.1 集料离析和温度离析

引起集料离析和温度离析的原因较多,有不同规格原材料颗粒组成变异大的原因;有拌和厂生产和管理方面的原因;也有运输和现场摊铺管理方面的原因。集料离析和温度离析使松铺层的密度及力学特性不均匀,亦即热沥青混合料的可压实性和热稳定性不一致,导致混合料在碾压过程中及压实后的密实度及空隙率的不一致<sup>[4]</sup>。

图1为碾压温度对热沥青混合料空隙率和渗水性的影响。图2为碾压温度对热沥青混合料抗疲劳性能的影响。

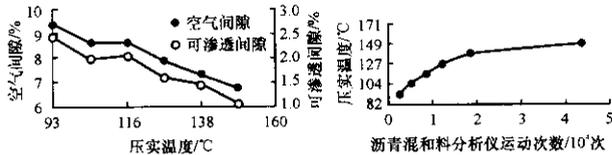


图1 碾压温度对热沥青混合料空隙率和渗水性的影响

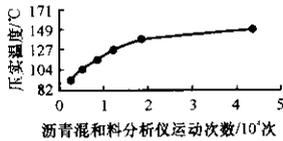


图2 碾压温度对热沥青混合料抗疲劳性能的影响

### 1.2 基层路面不平整

基层路面的凹凸不平使松铺层的厚度发生变化,当材料和温度相同时混合料的压缩量变化不同,使路面压实后呈现不均匀分布。

### 1.3 碾压不均匀

在碾压过程中,除碾压参数(速度、频率、振幅等)和碾压工艺(碾压距离、重叠宽度、碾压遍数等)不一致外,还应特别注意,压路机尤其是振动压路机沿钢轮宽度和深度方向对混合料施加的作用力不同(图3)。另外,接近轮缘,由于材料的推移使压实功发生变化;由于碾压过程中重叠宽度的影响使压实功发生变化;由于碾压铺层边缘处有无侧限产生压实功的变化;振动压路机起振停振的过渡过程(图4)造成的压实功变化;受邻近压轮影响而产生的压实功的变化等,都会引起碾压结果不均匀。

在碾轮与混合料的相互作用过程中,碾轮为克服滚动阻力会产生一定的切向推力,这种切向推力在被动轮上远比驱动轮大,所以通常不应用被动轮来对沥青材料进行碾压。此外,在变换碾压方向时

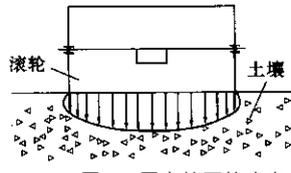


图3 压实轮下的应力分布示意图

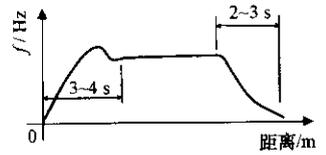


图4 振动压路机起步—停机过程

制动、停车、反向加速所引起的惯性力以及上、下坡时的爬坡阻力都会导致滚轮对材料切向推力的增大,从而引起材料的推移。在压路机操作方面,急剧的起步、制动,在垫铺层上停车或过度碾压,在变换碾压方向时没停止振动机构的工作等,都会在成型路面上引起鼓包和压痕等缺陷。所有上述各种因素都会引起路面碾压的不均匀和不平整<sup>[5]</sup>。

上述热沥青混合料生产、运输、摊铺和碾压过程可能造成的碾压离析已逐渐引起了人们的重视。此外,本文认为,路面结构设计、施工工艺以及压路机的设计与制造不合理,也是造成碾压离析的两个重要原因。

## 2 路面结构设计及施工工艺

目前,中国高速公路的沥青面层一般分为3层,最常见的就是“4 cm 表面层+5 cm 中面层+6 cm 底面层”。

由于施工时每个摊铺层的厚度仅为4~6 cm,混合料温度为160℃左右,而摊铺层下面与冷路面接触,温度较低,一般为20℃,所以摊铺后摊铺层底部1~2 cm 厚度范围内温度急剧降低。不管如何碾压,此处的密实度都会较差,仅仅是上部被压实了,所以3层摊铺实际上是形成了6个密疏程度严重的层次。

在高速行驶的车轮所形成的动水压力作用下,如果路面的空隙率不是太大,动水不足以击穿整个路面面层,这些水将存留在上面层的底部或中面层的底部。在大量的重车荷载作用下,这些积存在摊铺层底部的水变为有压水,有压水将反复侵蚀沥青和集料的界面,导致沥青膜的剥落,剥落的沥青膜在轮胎后面真空吸力等因素的作用下移动到路面顶部。这种在高速行车和重车反复作用下造成的沥青膜剥落是从下部向上部转移,造成了路面表面的斑状泛油和内部松散。如果路面的空隙率较大,动水足以击穿整个路面面层,这些水将存留在基层的顶面。同样,基层顶部的水在重载的反复作用下将溶解基层中的结合料或细料,形成灰浆,并在荷载的压缩作用下被挤出至路面表面,形成表面的白色翻浆。

基层顶部因此而变得脱空,面层在荷载作用下形成沉降<sup>[6]</sup>。

上述由路面结构设计及分层施工工艺所引起的温度离析要比热沥青混合料运输和摊铺过程中的温度离析严重得多,造成了路面压实度和空隙率的严重不均匀,对路面的潜在危害更大,是采用混合料转运车技术所不能解决的。由 Dynapac 公司开发的双层摊铺机及复合式沥青混合料路面摊铺工艺是解决这类问题的一种尝试<sup>[7]</sup>。

### 3 压路机设计与制造

#### 3.1 钢轮不圆

中国只有少数企业对双钢轮的外圆有表面圆柱度加工要求。卷板后焊接的钢轮不能保证圆柱度,将造成作用在被压材料上的压实功不均匀。

#### 3.2 钢轮端面没有圆角

中国大多数企业对钢轮端面进行了倒角,没有倒圆,致使钢轮与被压材料相互作用时该处局部应力集中(图 5),从而可能造成材料的局部撕裂。

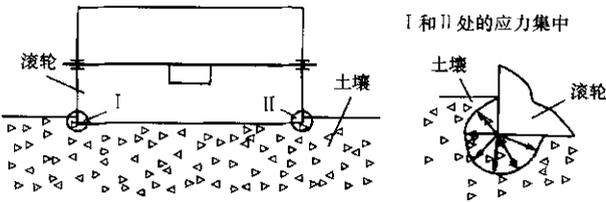


图 5 钢轮端面不倒圆引起被压材料局部应力集中

#### 3.3 激振器未安装在钢轮中间

在设计和安装振动压路机钢轮时,未对激振器的安装位置进行认真校核(日本 SAKAI 公司要求激振器的安装位置误差小于 3 cm),这是造成振幅沿振动轮宽方向分布不均匀的原因之一。

#### 3.4 振动轴旋转方式

如图 6(a)所示,前后轮起振轴旋转方向相同,易造成堆料、推移等现象;图 6(b)中前后轮的起振轴相互逆转,与压路机的前进方向毫无关系,这样可基本消除水平分力,对车辆和路面不利的振动可被控制到最小限度,消除挤压混合料的现象,并防止发生路面发状裂纹,确保路面的平坦。

#### 3.5 防振橡胶悬架结构

图 7(a)的防振橡胶悬架结构是布置在行走液压马达与车轮之间,因此跟液压马达一起转动着传递扭矩。由于车轮和车身的连接是刚性的,尤其是转换前进和倒退的方向时,会拖曳或挤压热沥青混合料,使路面容易出现裂缝或凹凸。

图 7(b)的防振橡胶悬架结构将防振橡胶布置

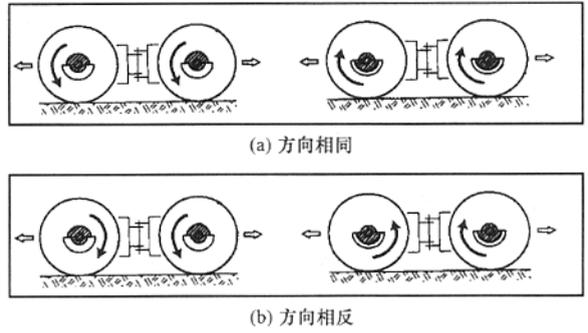


图 6 前后轮起振轴旋转方向

在车架和行走液压驱动马达之间,行走液压马达驱动时防振橡胶并不跟着一起旋转,不仅可使橡胶垫的平均寿命延长 2~5 倍,而且车轮和车身的“柔性”联接使车辆变换方向时钢轮能较平顺地跟随。

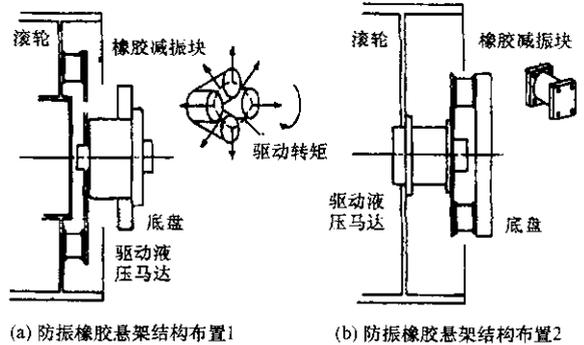


图 7 不同的防振橡胶悬架结构

#### 3.6 行走液压马达的左右对称布置

钢轮的左右方向一般不是完全对称的。因此车轮振动时,左右某一方端部的振幅较大,这一方的路面就会留下车痕。如图 8 所示,行走液压马达的左右对称布置,可以保持左右的平衡,不仅可保持良好的直线行驶效果,而且可改善车痕。

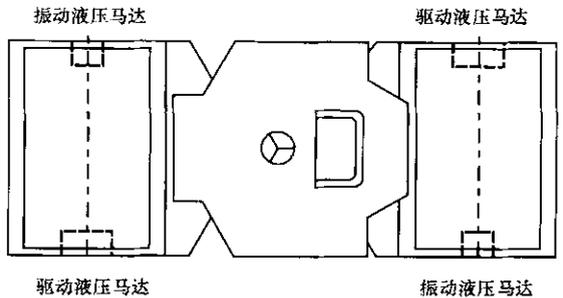


图 8 前后轮液压马达的左右对称布置

#### 3.7 洒水系统

洒水系统应根据热沥青混合料的温度和材料区别洒水量,均匀地向碾轮喷水。洒水量应与路面材料状况相适应,并能自动调节。洒水量不均匀将造成热沥青混合料表面温度及含水量的不均匀,造成碾压效果的不一致。

### 3.8 振动轮工作的稳定性

文献[8]分析了振动轮工作时的稳定性问题。由于设计不合理,振动轮工作时可能产生“脱耦”,亦即跳离地面,这时振动轮内激振器的工作频率就不一定和钢轮与地面的接触频率同步,称之为振动轮工作的不稳定。这时钢轮与地面之间的相互作用也就不均匀了。

对振动压路机设计与制造的综合效果进行测试,发现沿钢轮宽度方向的振幅呈非均匀分布,有时最大和最小振幅相差达30%。振幅的不均匀使钢轮的线压力和压实效果也不均匀。

## 4 结 语

(1)提出了热沥青混合料碾压离析的概念。

(2)除了热沥青混合料在生产、摊铺和碾压过程中可能出现碾压离析现象外,路面结构设计和施工工艺,以及压路机的设计与制造不合理也是造成碾压离析的重要原因。

(3)热沥青混合料生产和施工各个环节的不合理都可能造成碾压离析现象<sup>[9]</sup>,从而造成路面质量的隐患,应该引起人们的重视。

### 参考文献:

#### References:

- [1] 沙庆林. 高速公路沥青路面早期破坏现象及预防[M]. 北京:人民交通出版社,2001.  
SHA Qin-lin. Study on Expressway Bitumen Pavement Initial Damage and Preventing[M]. Beijing: People's Communications Press, 2001.
- [2] 孙祖望. 热沥青混合料在施工过程中的不均匀性及其质量控制[J]. 建筑机械,2004,24(10):30-31.  
SUN Zu-wang. Non-homogeneity in Rolling Hot Asphalt Mixture and Quality Control[J]. Construction Machinery, 2004, 24(10):30-31.
- [3] 武建民,伍石生. 沥青路面长期使用性能指标[J]. 长安

大学学报:自然科学版,2004,24(3):17-20.

WU Jian-min, WU Shi-sheng. Criteria of Long Term Performance of Asphalt Pavement [J]. Journal of Chang'an University: Natural Science Edition, 2004, 24(3):17-20.

- [4] 高 英,曹荣吉,刘朝晖,等. 高速公路沥青路面渗水性能[J]. 交通运输工程学报,2003,3(3):12-16.  
GAO Ying, CAO Rong-ji, LIU Zhao-hui, et al. Permeability of Asphalt Pavement at Expressway [J]. Journal of Traffic and Transportation Engineering, 2003,3(3):12-16.
- [5] 邵明建,孙祖望. 沥青路面机械化施工技术与管理控制[M]. 北京:人民交通出版社,2001.  
SHAO Ming-jian, SUN Zu-wang. Asphalt Pavement Mechanization Construction and Quality Control[M]. Beijing: People's Communications Press, 2001.
- [6] 孙立军. 早期损坏的新类型和机理研究[J]. 中国公路, 2005,(3):80-83.  
SUN Li-jun. New Types of Initial Damage and Theory [J]. China Highway, 2005, (3):80-83.
- [7] 曹源文. 复合式沥青混合料路面摊铺工艺[J]. 建筑机械,2004,24(9):25-27.  
CAO Yuan-wen. Paving Technique of Compound Bitumen Pavement[J]. Construction Machinery, 2004, 24(9):25-27.
- [8] 冯忠绪. 工程机械理论[M]. 北京:人民交通出版社, 2004.  
FENG Zhong-xu. Theory of Construction Machinery [M]. Beijing: People's Communications Press, 2004.
- [9] 邓习树,李自光,李 冰. 基于转运车的沥青混凝土路面机械化施工工艺应用研究[J]. 中国公路学报, 2005,18(2):116-119.  
DENG Xi-shu, LI Zi-guang, LI Bing. Research on Technology of Asphalt Concrete Pavement Mechanization Construction Based on Engine[J]. China Journal of Highway and Transport, 2005,18(2):116-119.