

# 乳化沥青稀浆封层的关键过程分析与控制

白子建,朱兆芳,龚凤刚

(天津市市政工程设计研究院,天津 300051)

**摘要:**通过对大量乳化沥青稀浆封层实践工作的总结,发现这项技术虽然有施工快、密实度高、粘附力强等诸多优点,但并非是万能的,也有其适用的条件和范围。要保证工程的质量就要从过程控制入手,特别是关键过程的控制。为此,对几个关键过程进行逐一的分析和研究。以求能够把握重点关键,收到事半功倍的效果。

**关键词:**道路工程;乳化沥青;稀浆封层;关键过程

**中图分类号:**U416.217 **文献标识码:**B **文章编号:**1009-7716(2006)01-0126-04

## 1 概述

随着我国公路建设事业的高速发展,对发展建设所需的材料和施工工艺方面也有了比较高的要求。高等级公路特别是高速公路为代表的国家干线公路,是运输的大动脉,其交通量大,重型车和超载车多,交通密度大,车载作用时间间隔短,由于车速快,车载对路的作用冲击大,偶然条件下车辆刹车滑行距离长,以及由于气候原因造成的水损害等等这一切都对路面状况有了更高的要求,于是大量建成的高等级公路特别是高速公路的建后养护工作摆在了我们面前。美国宾夕法尼亚州运输部的研究资料表明,虽然路面的使用性能与路面的沥青状况之间有一个时间滞后,但是为了避免沥青性质的恶化,应在沥青硬化到临界状态之前即对路面进行预防性养护,这样不但可以提高路面的服务能力,延长路面寿命,还可大量节约养护资金。有计划预防性养护的费用比不保养使用20a再重建的费用要低63%,比每10a加铺一次的费用要低55%,而且路面性能还要好很多。由此可见日常养护工作的重要性。

以改性乳化沥青稀浆封层技术为代表的高等级公路养护技术,由于具有施工快、密实度高、粘附力强、节省人力物力、污染小、经济效果好等优点,正越来越受到广大公路工程工作者的重视和青睐。但是我们也必须清醒地认识到乳化沥青稀浆封层并不是一项“万能技术”,它在技术运用的过程中某些关键层面上有其较为严格的要求内容,以致在实际的应用过程中由于对这些关键环节的把握不当也出现了不少不甚成功,甚至可以说是失败的例子。在总结

了大量工程实例的经验和教训之后,我们认为应该从分析和研究乳化沥青稀浆封层这项技术的关键过程入手,严把关键过程的质量关。只有做到这点才会使这项新技术得到合理的使用,取得良好的应用效果。

## 2 关键过程的分析与研究

通过对大量的改性乳化沥青稀浆封层项目的应用条件、应用过程及应用效果的分析与研究,我们总结出几点关键过程及其控制方法。希望广大的公路工程工作者能从这几方面加以严格的控制,从而保证其施工质量。

改性乳化沥青稀浆封层是冷铺技术中的一种,它是在常温条件下,将乳化沥青、级配良好的矿料、填料、水和添加剂等按照合理的配比,拌和成稀浆混合料,并及时用摊铺机将其均匀地摊铺在路面上,经过养护成型后形成的薄层。

该项技术在使用过程中,我们特别要从施工前路面状况的预处理,原料的备选,气候和开放交通这三方面加以控制。

### 2.1 路面状况的预处理

稀浆封层适合于沥青路面预防性养护。在路面尚未出现严重病害之前,同时也为了避免沥青性质明显硬化,在路面上用沥青稀浆进行封层,不但有利于填充和治愈路面的裂缝,还可以提高路面的密实性以及抗水、抗滑、抗磨耗的能力,从而提高路面的服务水平,延长路面的使用寿命。由于表面稀浆封层一般的厚度为6~10mm,所以不能用于旧路的补强和整平。必须要求原路基稳定坚固,旧路上施工时要求路面整体变形不大,平整度应在6mm以下。如果产生由于路基或路面的强度和稳定性不足所引起路面的变形或龟裂等病害,应先对其进行合

收稿日期:2005-10-10

作者简介:白子建(1977),男,天津人,工学硕士,工程师,从事道路工程设计工作。

理的修整,待其达到了相应的技术指标要求后方可采用稀浆封层。施工前必须清理干净路面。应彻底清除出表面堆积的砂、泥土、树叶等杂物,用喷水或喷雾冲洗的路段要待路面完全干燥以后才能进行施工。以免降低封层的粘结性。

## 2.2 原料的制备

### 2.2.1 稀浆混合料制备的流程

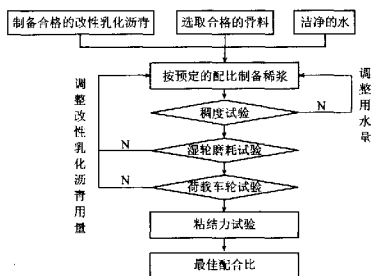


图1 改性乳化沥青稀浆配比设计程序图

根据乳化沥青稀浆混合料的稠度试验、湿轮磨耗试验、荷载车轮试验、粘结力试验,通过调整用水量、乳液用量确定最佳沥青用量,得到最佳配合比。其中,稠度试验确定混合料加水量,湿轮磨耗试验检验乳液最低沥青用量,保证需要的油石比;荷载车轮试验防止沥青乳液用量过大,与湿轮磨耗试验共同确定最佳乳液用量;粘结力试验确定稀浆封层施工开放交通的时间,并确定稀浆封层的类别。

在图1中,我们可以看出改性乳化沥青稀浆配比设计的过程是一个严格顺序的工作过程。在实际工作中我们发现合格的改性乳化沥青的制备过程和骨料的选取过程成为这一严密程序过程之中的重中之重。项目实施中对于这两个过程的控制成为了关键控制。

#### 2.2.2 乳化沥青的制备及破乳时间的控制

从长期的实践工作中人们发现阳离子乳化沥青使沥青的微粒上带有阳离子电荷的沥青乳液,当其与骨料表面接触时,由于异性相引的作用,使沥青微粒吸附在骨料的表面上,然后,由于离子电荷吸附和水分的蒸发产生分解破乳,使水份被挤出,形成速度较快。因此大多稀浆封层都使用阳离子乳化沥青。国内改性乳化沥青生产工艺普遍采用内掺法,选用改性材料将沥青改性,再将改性沥青进行阳离子乳化,其制备工艺如图2所示。

乳化沥青是沥青稀浆中的主要成份,用它来均

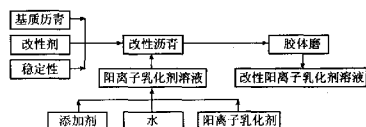


图2 改性阳离子乳化沥青制备方法

匀裹覆骨料,在混合料中起粘结作用。它的性质对骨料的粘结能力及破乳成型时间有直接影响。关系到稀浆封层使用的耐久性及铺后开放交通时间的长短。

破乳时间的控制是乳化沥青稀浆封层技术的核心内容之一。破乳时间不能过快也不能过慢。在制备乳化沥青阶段,应该尽量选择优质的沥青(优质的100#、90#或70#沥青)。使用与沥青配伍性比较好的乳化剂,然后根据乳化剂来选择合适的稳定剂,做到既取得较好的稳定效果又不会破坏破乳后沥青的性能。对沥青和水的温度的控制可以对不同标号的沥青采取不同的温度;高标号的沥青温度应该比较低,水温应该比较高,而低标号的沥青温度应该比较高,水温应该比较低(尽量做到  $T_{\text{沥青}} + T_{\text{乳化剂}} < 200^{\circ}\text{C}$ )。在配置稀浆混合料阶段,稀浆混合料拌和时随着外加水量的增大,破乳时间也会有显著的延长,但是要注意应该严格控制乳化沥青的油水比,沥青的百分含量应在55%~60%之间,油石比偏小,摊铺成型的稀浆封层易松散,油石比偏大,高温天气易泛油。而填料对于破乳时间影响有一个临界比例问题,当填料的比例小于这个临界比例时,随着填料比例的上升,破乳时间会相应延长。当填料的比例大于这个临界比例时,随着填料比例的上升,破乳时间会相应缩短。不同的填料这个临界比例的值是不同的,需要通过试验来确定。

总之影响阳离子乳化沥青破乳的因素较多。乳化剂用量增大、使用稳定剂、增加润湿水量可延长破乳时间;pH值对控制破乳时间有一个最佳的范围;拌和温度越高,越利于破乳。另外沥青的质量、填料的多少和混合料的稠度也都对破乳时间产生很大的影响,具体的情况应该通过大量的现场试验来获得可靠的数据。

#### 2.2.3 骨料的选取

乳化沥青稀浆封层对于骨料的选取有其较为严格的要求。骨料的粒径直接影响稀浆封层的厚度。由于高等级公路交通繁重、重型车多、速度快、要求路面摩擦系数高,耐磨耗,所以我们推荐使用Ⅲ型封层(其最大厚度可达10mm,见表1)。根据IS-

SA(国际稀浆封层协会)规程中对骨料的要求“慢凝型的砂当量不得低于45,快凝的不低于60。”如果骨料含土量大,在混合料中存在的小土包致使沥青无法进入,这种现象出现在稀浆中,严重影响了与路面粘接力。所以说砂当量低既浪费油又强度低。并且如果级配不合格,形成的无浆或无骨料都会发生强度低,不耐磨等质量问题。所以应选择质地坚硬、带棱角、硬度大、耐磨的骨料;使用天然砂时,应选择坚硬、干燥、无杂质、无风化、清洁的天然砂,且砂当量不低于60;含水量不宜过大,现场备料严格筛选,确保骨料的质量。施工前应对其规格级配、砂当量等进行检验,若规格尺寸不符合要求,应过筛,防止粗大颗粒及泥土杂质等混入。

表1 SSA规定的稀浆封层Ⅲ型封层骨料级配

国际筛号	筛孔尺寸/ $\mu\text{m}$	过筛百分率/%	允许误差
1/2	127 000	100	
3/8	9 520	100	
4	4 760	70~90	$\pm 5\%$
8	2 380	45~70	$\pm 5\%$
16	1 190	28~50	$\pm 5\%$
30	595	19~34	$\pm 5\%$
50	297	15~25	$\pm 4\%$
100	149	7~18	$\pm 3\%$
200	74	5~15	$\pm 2\%$

## 2.3 施工组织流程及气候和开放交通控制

### 2.3.1 施工组织流程

(1) 勘查公路状况,内容包括路基、路面病害的原因、程度、面积,提出相应的补强、修补方案并据此进行设计,安排合理的工程进度。

(2) 如果路基、路面有比较严重的病害,首先应该进行相应的处理,使路基、路面达到规定的强度和平整度要求。

(3) 封闭交通,实行交通管制。

(4) 清理原路面上的标志、标线,清扫路面的砂、泥土、树叶等杂物,用喷水或喷雾冲洗路面。

(5) 稀浆封层机就位,调整机器各部件进入正常工作状态。根据所要摊铺的全幅路面宽度调整摊铺箱宽度,使施工幅尽量为偶数。放出引导稀浆封层机行进的基准线。

(6) 将符合要求的混合料倒入摊铺箱内,调节拌和机给水管的出水量,使稀浆混合料达到要求的稠度。当稀浆混合料注满摊铺槽容积的2/3时,开动机器前进,进行均匀的摊铺,同时打开封层机下部的喷水管使路面湿润,每车料起点、终点纵向接缝处视具体情况进行人工处理,过厚或过薄地区进行人工找平,所有这些工作应在很短时间内完成,以保证

搭接均匀平整。

(7) 固化成型前禁止一切车辆、行人进入,严格管制交通,此间人为造成局部损坏时,下一车次及时用稀浆修补,防止破面扩大。

(8) 撤除施工标志,解除交通管制,引导车辆正常行驶。

细致而又严格的施工组织流程对于施工活动的顺利开展具有良好的指导作用,同时它也是进行施工过程控制的标准资料。现场的施工技术人员、工人必须严格遵守施工组织流程的规定。同时经验表明特别应该加强对施工气候和开放交通过程的控制。

### 2.3.2 气候和开放交通的控制

在实际的施工过程中,如果温度偏低将影响稀浆封层与原路面的结合,成型后封层易松散破碎。所以说气温过低不宜施工。道路温度和气温在 $7^{\circ}\text{C}$ 以上且继续上升,则可以施工。如果道路温度或气温都在 $10^{\circ}\text{C}$ 以下并继续下降,则不允许施工。若施工后24 h内有可能产生冻结,也不允许施工。雨季施工时,骨料潮湿并不影响封层质量,但混合料摊铺后,未破乳干硬之前降雨,雨水会将混合料中沥青冲掉,封层将松散脱落。如有局部轻度损坏时,待路面干硬后,用人工修补,如果普遍损坏时,应铲除,重新摊铺封层。因此施工前必须掌握工程所在地区的温度气候变化情况。

大量的试验和实践工作表明,开放交通时间是稀浆封层路用性能的重要影响因素,因此对开放交通时间应该严格控制。在施工过程中,固化成型前禁止一切车辆驶入,行人不得进入,严格管制交通,此间人为造成局部损坏时,下一车次及时用稀浆修补,防止破坏面扩大。原则上改性稀浆封层一般1 h内即可通车,但在交通量大,重型车辆多、速度快的行车路段上,在摊铺0.5 h后轮胎压路机碾压一遍,效果更好,因为碾压后把封层中析出的水分挤出,提高封层的密实度与强度,加快开放时间,提高封层的抗刹车能力,消除纵缝与横缝的不平。

在开放交通初期,混合料虽然未达到最大强度,但在行车作用时,水分上浮成水膜,车辆轮胎不会将已破乳的沥青带起,因而可以开放交通,同时行车碾压会加速乳化沥青的进一步聚结。但是,这时混合料的强度还未完成形成,应对行驶车辆进行限速、禁止刹车、调头等交通管制。

## 3 结束语

近年来,改性乳化沥青稀浆封层技术不仅应用

# 沥青路面结构及其寿命周期费用的分析

华小梅

(上海正弘工程造价咨询有限公司, 上海 200030)

**摘要:** 寿命周期费用分析是基于性能的沥青路面全寿命结构设计方法的关键组成部分, 文中通过实例对沥青路面全寿命结构中的主要寿命周期费用对路面结构选择的影响程度进行了定量分析, 给出了选择路面结构的建议。

**关键词:** 沥青路面结构; 寿命周期; 费用组成; 分析

**中图分类号:** U416.217 **文献标识码:** A **文章编号:** 1009-7716(2006)01-0129-03

## 0 引言

路面结构问题是一个技术-经济问题; 在满足设计技术指标的前提下, 路面结构方案的优劣很大程度上由经济因素决定, 亦即需通过经济参数的比较来选择最佳的方案。而国内外都倾向于采用寿命周期费用分析法来选择总造价或总费用最低的方案。本研究就是以使用性能指标(路况指数 PCI)为指标, 通过寿命周期费用分析来寻求满足性能要求的最佳的路面结构组成<sup>[1]</sup>。该方法的有关基本概念和原理已另文有述, 这里不再赘述。因此, 寿命周期费用分析是该方法的关键组成部分, 直接影响到最终的优化结果。而了解不同的寿命周期费用对结构优化结果的定量影响, 对于路面结构的选择具有重要意义。

## 1 本研究考虑的寿命周期费用组成

路面从设计开始到寿命期或分析期末, 可能包含的费用有设计费、新建费、养护费、改建费等管理部门费用和车辆运营费、延误费、行程时间费、事故费等用户费用。考虑到路面结构选择系统所关注的是由于路面使用性能的差异所带来的费用和效益上的差别, 所以费用分析时应着重考虑受使用性能影响的那些费用组成, 对差别不大的费用项目或目前尚无条件考虑的费用(如: 事故费、施工延误费等)均

排除在外, 最后本研究考虑的费用组成见图1(带\*号的为与使用性能指标直接相关的费用)。其中, 新建费和改建费按当地材料价格估算, 其它几项费用需按有关模型计算<sup>[1,2,3,4]</sup>。

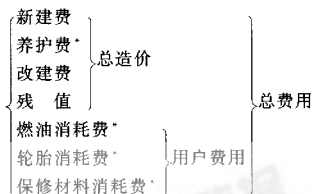


图1 本研究考虑的费用组成

为满足不同用户层次的需求, 考虑两种不同的经济优化指标, 即从管理部门角度考虑为道路的总造价(新建费、养护费、改建费、残值), 从整个社会效益角度考虑为道路的总费用(新建费、养护费、改建费、用户费用、残值等)。费用分析方法采用费用现值法<sup>[1,2,3]</sup>。

## 2 主要寿命周期费用组成比例

由于四层结构(面层、基层、底基层和土基)在高等级公路中较为典型, 所以, 这里以四层结构(半刚性基层)为例, 并参考上海地区的材料价格和费用参数来说明各项寿命周期费用占总造价或总费用中的比例及变化规律。沥青路面结构厚度优化资料如表1所示。

收稿日期: 2005-12-14

作者简介: 华小梅(1968-), 女, 上海人, 项目负责人, 从事城市基础设施建设的经济工作。

于以高速公路为代表的高等级公路路面、桥面做防水层, 而且也用于沥青路面、水泥混凝土路面的下封层。在河南、河北、山东等很多省份都得到了大量的应用。

大量的实践经验表明要保证改性乳化沥青稀浆

封层施工工艺的质量, 就必须选择合格的、品质优良的原材料, 配备性能优良的改性稀浆封层机及辅助设备; 组织技术熟练、训练有素的工人队伍; 在设计施工过程中, 应该严格抓好过程, 特别是关键过程控制, 只有这样才能取得事半功倍的效果。