



# 沥青铺装层病害防治 与典型实例

徐世法 季 节  
罗晓辉 高建立

编著



人民交通出版社  
China Communications Press



# 沥青铺装层病害防治 与典型实例

徐世法 季 节  
罗晓辉 高建立

编著



人民交通出版社

China Communications Press

## 内 容 提 要

沥青铺装层车辙产生的机理与形成原因、车辙深度的预测方法、车辙的防治与控制措施和工程实例,在本书的第一章予以介绍;沥青铺装层水损坏的原因、防治以及水损坏与车辙的综合治理方面的内容,结合工程实例在第二章予以介绍;沥青混合料桥面铺装层的关键技术在于桥面粘结层、铺装层、防水与排水系统的设计、材料与施工,相关内容将结合工程实例在第三章予以介绍;水泥混凝土路面黑色罩面的关键技术为旧路处理措施、粘层与防水层设计与施工、反射裂缝的防治措施以及罩面层材料与结构设计等,相关内容将结合工程实例在第四章予以介绍。

本书可供公路、城市道路、机场跑道沥青铺装层的设计、施工、监理、试验、科研及管理人员学习参考,也可供相关专业大中专院校的师生阅读参考。

### 图书在版编目(CIP)数据

沥青铺装层病害防治与典型实例 / 徐世法等编著  
北京:人民交通出版社, 2005.1  
ISBN 7-114-05439-4

I. 沥… II. 徐… III. 沥青路面—病害—防治  
IV.U416.217.42

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 006868 号

书 名: 沥青铺装层病害防治与典型实例

著 作 者: 徐世法 季 节 罗晓辉 高建立

责任编辑: 刘 涛

出版发行: 人民交通出版社

地 址: (100011) 北京市朝阳区安定门外外馆斜街 3 号

网 址: <http://www.ccpress.com.cn>

销售电话: (010) 85285838, 85285995

总 经 销: 北京中交盛世书刊有限公司

经 销: 各地新华书店

印 刷: 北京明十三陵印刷厂

开 本: 787×980 1/16

印 张: 17.25

字 数: 299 千

版 次: 2005 年 4 月第 1 版

印 次: 2005 年 4 月第 1 版第 1 次印刷

书 号: ISBN7-114-05439-4

印 数: 0001—4000 册

定 价: 30.00 元

(如有印刷、装订质量问题的图书由本社负责调换)

# 目录

## MU LU

|                                        |     |
|----------------------------------------|-----|
| <b>第一章 沥青路面车辙的防治与工程实例</b> .....        | 1   |
| 第一节 沥青路面车辙的危害与产生机理.....                | 1   |
| 第二节 沥青路面车辙的影响因素及试验分析.....              | 4   |
| 第三节 沥青路面车辙的预测方法 .....                  | 20  |
| 第四节 沥青路面车辙的控制与防治 .....                 | 30  |
| 第五节 沥青路面车辙防治工程实例 .....                 | 47  |
| <b>第二章 沥青路面水损坏的防治与工程实例</b> .....       | 58  |
| 第一节 沥青路面水损坏的危害与形成机理 .....              | 58  |
| 第二节 沥青路面水损坏的影响因素及试验分析 .....            | 65  |
| 第三节 沥青路面水损坏的防治措施 .....                 | 80  |
| 第四节 沥青路面水损坏的维修养护 .....                 | 88  |
| 第五节 沥青路面水损坏防治工程实例 .....                | 95  |
| <b>第三章 沥青混合料桥面铺装层病害防治与工程实例</b> .....   | 117 |
| 第一节 沥青混合料桥面铺装层病害概述 .....               | 117 |
| 第二节 沥青混合料桥面铺装层病害的形成机理与原因 .....         | 120 |
| 第三节 沥青混合料桥面铺装层粘结防水层 .....              | 127 |
| 第四节 沥青混合料桥面铺装层材料与施工工艺 .....            | 136 |
| 第五节 环氧沥青混凝土在大跨径钢桥桥面铺装中的应用 .....        | 142 |
| 第六节 沥青混合料桥面铺装层病害防治工程实例 .....           | 150 |
| <b>第四章 旧水泥混凝土路面黑色罩面病害防治与工程实例</b> ..... | 173 |
| 第一节 旧水泥混凝土路面概述 .....                   | 173 |
| 第二节 旧水泥混凝土路面状况的调查与评价 .....             | 175 |
| 第三节 旧水泥混凝土路面病害的处治措施 .....              | 184 |

|      |                            |     |
|------|----------------------------|-----|
| 第四节  | 反射裂缝的防治措施 .....            | 193 |
| 第五节  | 沥青罩面层的材料性能与技术要求 .....      | 202 |
| 第六节  | 沥青罩面层结构设计方法 .....          | 212 |
| 第七节  | 旧水泥混凝土路面黑色罩面病害防治工程实例 ..... | 221 |
| 参考文献 | .....                      | 263 |

# 第一章

## 沥青路面车辙的防治与工程实例

### 导读

车辙是沥青路面铺装层的主要病害,严重影响着高速行驶的安全性和舒适性,也是沥青铺装层维修的主要诱因。本章主要内容如下:

1. 全面地分析了车辙的危害、产生机理,介绍了评价沥青混合料抗车辙能力的试验方法;
2. 结合室内轮辙试验,定量评价了温度、压力、水、沥青、混合料、结构厚度等因素对车辙的影响,讨论了沥青混合料抗车辙与抗水损坏性能需进行平衡设计的重要性及措施,提出了沥青混合料高温抗变形临界温度的概念;
3. 对国内外车辙预测方法进行了综述,根据沥青混合料的流变特性,借助作者提出的“四单元五参数”模型,采用粘弹性理论,提出了半刚性基层沥青路面车辙的预测方法,建立了以车辙为控制指标的沥青路面设计体系;
4. 根据行车安全性分析及专家咨询结果,建立了我国沥青路面的容许车辙深度范围;
5. 针对车辙的成因及严重程度,提出了相应的防治措施;
6. 结合实体工程,讨论了车辙防治技术的应用。

### 第一节 沥青路面车辙的危害与产生机理

#### 一、车辙的类型

车辙是行车道轮迹带上产生的永久变形,由轮迹的凹陷及两侧的隆起组成。图 1-1 是沥青路面在车辆荷载作用下产生车辙的示意图。

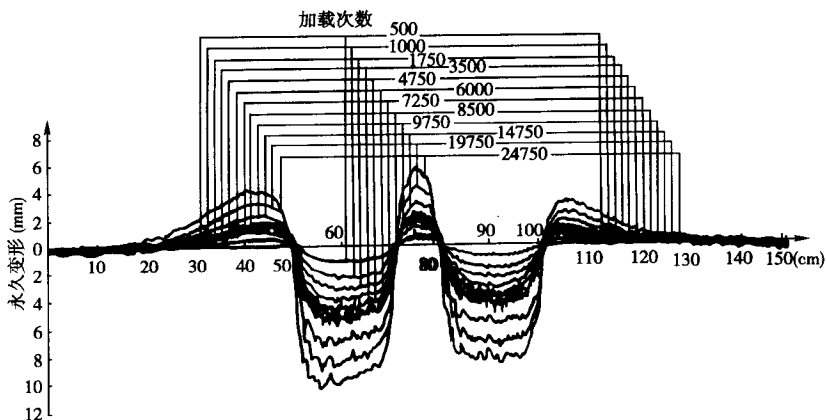


图 1-1 车辙示意图

根据车辙的不同形成过程,可将其分成三大类型:

### 1. 失稳型车辙

失稳型车辙指当沥青混合料的高温稳定性不足时,沥青路面结构层在车轮荷载作用下,其内部材料因流动而产生横向位移,通常发生在轮迹处,这也是车辙的主要类型。其形式如图 1-2 所示。

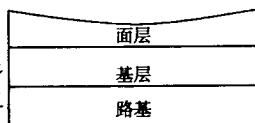


图 1-2 失稳型车辙示意图

### 2. 结构型车辙

结构型车辙指沥青路面结构在交通荷载作用下产生的整体永久变形。这种变形主要是由于路基变形传递到路面层而产生的。其形式如图 1-3 所示。

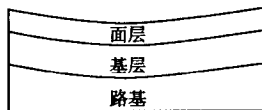


图 1-3 结构型车辙示意图

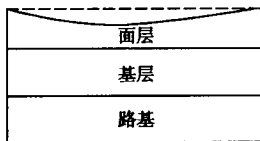


图 1-4 磨损型车辙示意图

### 3. 磨损型车辙

沥青路面结构顶层的材料在车轮磨损和自然环境因素作用下不断地损失而形成的车辙为磨损型车辙。汽车使用了防滑链和突钉(胶钉)轮胎后,这种车辙更易发生。其形式如图 1-4 所示。

以上三种车辙中以失稳型车辙最为严重,其次为磨损型车辙。由于我国大多数沥青路面都采用水泥或石灰粉煤灰稳定粒料做基层,也常采用其他半刚性材料做底基层,这些材料的强度和模量都相当高,因此,沥青路面

的车辙主要来源于沥青面层所产生的变形。结构型车辙较小,故一般情况下所指的车辙是失稳型车辙。

## 二、车辙的危害

车辙的出现,严重影响了路面的使用寿命和服务质量,给路面及路面使用者带来许多危害:

- (1)影响路面的平整度,降低了行车舒适性;
- (2)轮迹处沥青层厚度减薄,削弱了沥青层及路面结构的整体强度,从而易于诱发各种病害,如网裂和水损坏等;
- (3)雨天路表排水不畅,降低了路面的抗滑能力,甚至会由于车辙积水而导致车辆漂滑;冬天车辙内存水凝结成冰,路面抗滑能力下降,影响高速行驶车的安全;
- (4)车辆在超车或更换方向时失控,影响车辆操纵的稳定性。

据日本、美国等工业发达国家的资料显示,由车辙引起的路面损坏所占的比例有愈来愈大的趋势。20世纪70年代由美国 AASHTO 发起的、在各州所进行的路面损坏调查表明,在州际公路和干线公路上,由于车辙所致的路面损坏约占 30%。20世纪80年代,日本由于车辙所引起的路面损坏比例高达 80%。在我国的高等级公路和城市道路中,路面的车辙也日趋严重。在城市主干道的交叉口路段和行车渠化严重的非交叉口路段,甚至连高速公路上的某些路段,在开放交通不久便出现过量的车辙,并且在这些路段交通事故率明显上升,严重降低了道路的服务性能。在高速公路及城市干线路路上,过量的车辙造成了路面使用性能降低、维修期提前及维修费用大幅度的增加。据不完全统计,在高等级公路维修原因中,车辙病害发生比率高达 80% 以上,可见问题的严重性。

## 三、车辙的形成机理

车辙的形成过程分为三个阶段:

### 1. 沥青混合料的后续压实

沥青混合料在被碾压成型前是由骨料、沥青及空气组成的松散混合物。经碾压后,高温下处于半流态的沥青及由沥青与矿粉组成的胶浆被挤进矿料间隙中,同时骨料被强力排挤成具有一定骨架的结构。碾压完毕交付使用后,沥青混合料会在初期阶段,在汽车荷载的作用下进一步压实,形成微量永久变形。如果压实效果良好,这一变形可以忽略不计。图 1-5 所示为沥青混合料的压密

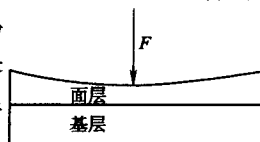


图 1-5 沥青混合料的压密变形



变形示意图。

## 2. 沥青混合料的流动变形

在高温及车辆荷载作用下,沥青混合料中的自由沥青及沥青与矿料形成的沥青胶浆会首先产生流动,从而引发沥青混合料的流动变形,但此时沥青混合料尚未产生结构性破坏。图 1-6 所示为沥青混合料的剪切流动变形示意图。

## 3. 沥青混合料的结构性失稳变形

处于半固态的沥青混合料,由于沥青及胶浆在荷载及高温作用下首先流动,混合料中粗、细骨料组成的骨架逐渐成为荷载主要承担者,随着温度的升高或荷载的增大,再加上沥青的润滑作用,硬度较大的矿料颗粒在荷载直接作用下会沿矿料间接触面滑动,促使沥青及胶浆向其富集区流动,导致沥青混合料的结构失去稳定性;特别是当骨料间沥青及胶浆过多时,这一过程会更加明显,也往往产生较大的流动变形。图 1-7 所示为沥青混合料的结构性失稳变形示意图。

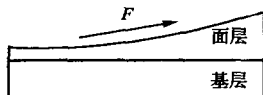


图 1-6 沥青混合料的  
剪切流动变形

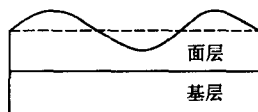


图 1-7 沥青混合料的  
结构性失稳变形

# 第二节 沥青路面车辙的影响因素及试验分析

## 一、车辙的影响因素

影响沥青路面车辙的因素可分为内在因素和外在因素两个方面:

内在因素:路基路面结构类型、材料性能与组成(如集料、沥青结合料、沥青混合料等)、施工质量等。

外在因素:交通荷载条件、气候条件、水文地质条件及路线纵坡等。

### 1. 交通荷载条件

随着公路等级的提高和渠化交通,加之交通量愈来愈大,轮载也在不断加重,车辙产生的速率越来越快。研究表明,车辙的发展速率随荷载作用次数的增加而减小。但车辙深度随累计荷载作用次数的增加而增加,以致于道路丧失使用性能。

### 2. 气候与水文地质条件

路面温度对车辙的产生有很大的影响。在寒冷地区,路面温度低,车辙

出现的可能性较小;在炎热地区,沥青路面在一定气温和日照作用下,能吸收大量热量,从而导致路面温度升高,产生车辙。残留在路面内的水分会大大降低各结构层的抗变形能力,极易导致过大车辙的产生。

### 3. 路面结构类型

在一定厚度范围内,沥青路面的厚度越大,永久变形也愈大。采用刚性基层或半刚性基层材料的沥青路面,由于基层具有很高的高温稳定性和抗剪切变形能力,因此,车辙主要产生在沥青面层内,而刚性基层和土基所产生的车辙只占很小的比例。

### 4. 路面材料性能与组成

沥青混合料是一种粘弹性塑性材料,其抗变形能力取决于沥青的粘结力和矿料颗粒之间的嵌挤力。因而沥青与矿料性能以及沥青混合料的级配类型与配比组成,都直接影响着沥青路面的抗变形能力和其他路用性能。

### 5. 施工因素

沥青混合料在施工过程中,材料的质量控制、沥青混合料的材料与温度均匀性、各种材料用量的控制、压实温度及压实度的控制、层间的洁净度及粘结效果等都会影响到路面的抗车辙能力。

## 二、车辙影响因素的试验分析

### 1. 抗车辙能力的试验方法

评价沥青混合料抗车辙能力的主要试验有马歇尔试验、轮辙试验、静态蠕变试验、动态蠕变试验、APA、加速加载试验 ALF、足尺环道试验等,分别介绍如下:

#### (1) 马歇尔试验

马歇尔试验的主要功能是确定沥青混合料的组成,有时可利用马歇尔试验中的稳定度( $S$ )和流值( $F$ )来表征沥青混合料高温稳定性,但存在一定的局限性、片面性和孤立性。首先马歇尔试验方法是一种经验方法,只适于特定的环境条件、荷载条件及材料类别。研究与实践经验也表明,马歇尔的稳定度( $S$ )和流值( $F$ )并不能真正反映沥青混合料的抗车辙能力,因为按马歇尔试验确定的最佳沥青用量也并非为控制车辙的最佳用量。

#### (2) 轮辙试验

轮辙试验是评价沥青混合料抗车辙能力的室内试验方法,最早由英国的 TRRL 发明,现在日本、澳大利亚及欧美不少国家广泛应用,试件尺寸及试验条件也各不相同。轮辙试验的试验温度与轮压可根据有关规定和需要选用,非经注明,试验温度为  $60^{\circ}\text{C}$ ,轮压为  $0.7\text{MPa}$ 。根据需要,如在寒冷地区也可采用  $45^{\circ}\text{C}$ ,在高温条件下采用  $70^{\circ}\text{C}$  等,但应特殊注明。

此方法适用于两种板块状试件：

①用轮碾成型机碾压成型的长 300mm、宽 300mm、厚 50mm 的板块状试件；

②现场切割制作的长 300mm、宽 300mm、厚 50mm 板块状试件。根据需要，试件的厚度也可采用 40mm。试验轮与试件的接触压强在 60℃ 时为  $0.7\text{MPa} \pm 0.05\text{MPa}$ ，施加的总荷重为 780kN 左右。

动稳定度可用来评价沥青混合料的抗车辙能力。沥青混合料的动稳定度表示沥青混合料试件在温度为 60℃、轮压 0.7MPa 的情况下，每变形 1mm 的车轮作用次数。可按式(1-1)来计算动稳定度。

$$DS = \frac{(t_2 - t_1) \times N}{d_2 - d_1} \times C_1 \times C_2 \quad (1-1)$$

式中：DS——沥青混合料的动稳定度，次/mm；

$d_1$ ——对应于时间  $t_1$  的变形量，mm；

$d_2$ ——对应于时间  $t_2$  的变形量，mm；

$t_2$ ——60min；

$t_1$ ——45min；

$C_1$ ——试验机类型修正系数，曲柄连杆驱动试件的变速行走方式为 1.0，链驱动试验轮的等速方式为 1.5；

$C_2$ ——试件系数，试验室制备的宽 300mm 的试件为 1.0，从路面切割的宽 150mm 的试件为 0.8；

$N$ ——试验轮往返碾压速度，通常为 42 次/min。

除了有 DS 指标外，法国和美国还提出了用相对变形率指标来表征沥青混合料的抗车辙能力。相对变形率为轮载作用下的永久变形与试件高度的比值，用百分率表示。

法国在 20 世纪 90 年代规定了车辙试验永久变形的两个等级，其中：

等级 2：作用 3000 次，相对变形率  $\leq 15\%$ ；

等级 3：作用 10000 次，相对变形率  $\leq 15\%$ 。

等级 3 常用于高交通量水平的道路。

### (3) 静态蠕变试验

静态蠕变试验可以近似地模拟产生车辙时路面材料的变形机理，从而可用来研究沥青混合料高温变形特性。通常用劲度模量  $S_{\text{mix}}$  来表征沥青混合料的抗变形能力。 $S_{\text{mix}}$  为在一定的温度和应力条件下，在某一加载时间时施加应力与总变形的比值。

沥青混合料的变形由弹性、粘弹性及塑性变形组成，因而  $S_{\text{mix}}$  反映的是

沥青混合料抗变形的能力,而并非抗永久变形的能力,故用  $S_{\text{mix}}$  衡量沥青混合料抗车辙能力有一定的偏差。由于静态蠕变试验加载没有间歇周期,因而同路面实际荷载条件有较大的差异,具有一定的局限性。

#### (4) 动态蠕变试验

动态蠕变试验中,沥青混合料试件所承受的有间歇的动态荷载,能较好地模拟车辆通过时对路面材料的作用。动态蠕变试验的设备、条件、试件尺寸有许多种,可以采用英国的诺丁汉仪 NAT 进行试验。试验中将尺寸为  $\phi 150\text{mm} \times 150\text{mm}$  或  $\phi 100\text{mm} \times 100\text{mm}$  的圆柱形试件,以 10kPa 的荷载预加压 10min,测量出预加压阶段的累计蠕变,然后再对试件施加周期为 2s、压强为 100kPa 的脉冲方波动态荷载,测量在加载 3600 个脉冲过程中的应变。

#### (5) APA

APA 则是美国 Pavement Technology 公司生产的一种大型的试验设备,可用于对沥青混合料进行车辙、疲劳和水损害的试验研究。目前在北美地区得到较广泛的应用。

APA 试验采用充气橡胶管压在试件上,上面有重量为 445N 的行走钢轮压在充气橡胶管上往复运动,试件所受压强通过调节充气橡胶管的内部压强确定,行走距离为 285mm,速度为 50 次/min。试验开始后,前 50 次行走作为预压,不计入其变形值。试验至 8000 次结束,以此时的变形量(即车辙值)作为评价指标。每次试验大约需 2h40min,试验温度选为 30℃、38℃、45℃ 或 60℃(38℃ 为 Pavement Technology 公司推荐的北方低温地区车辙试验温度)。由于 APA 可一次进行三个试件的平行试验,故每一个温度下只进行一次试验。另外,在 38℃ 条件下,可对不同的充气压强进行试验,分别为 0.7MPa(100psi)、0.63MPa(90psi)和 0.56MPa(80psi)。

#### (6) 加速加载试验 ALF

直线式加速加载试验系统,由加载车、导向车及供电与控制部分组成,加载方式为重力加载,加载范围为 30~70kN。直道试槽长 60.0m,宽 3.2m,槽深 2.0m。在试槽中,可修建不同的路基路面结构,使用不同的材料,并可部分模拟不同的温度、湿度等情况的影响。加载车在室内试槽上通过单向或往复运动来模拟汽车行驶,也可作横向移动,用来模拟各种荷载的横向分布,还能以单向、双向加载的方式运行,其最大行驶速度为 30km/h。通过直道系统试验,模拟车辆对路面的作用,研究车辆轴载的换算关系,分析车辙的形成、发展和变化过程,也可将该设备直接安装在道路现场进行更为有效的模拟测试。评价指标为车辙深度。

### 2. 车辙影响因素的试验分析

我国对沥青混合料高温稳定性的评价一般采用车辙试验。为了定量分

析压力、温度、水、材料及组成等对车辙的影响,进行了大量的室内车辙试验。包括非标准条件下的车辙试验,即实现了压力可变、试件厚度可变、温度可变等多种试验条件。

试验所选用的材料为重交沥青(60/80)和 SBS 改性沥青两种,碎石、石屑分别为石灰岩和玄武岩,机制砂为玄武岩,矿粉为石灰石粉。其性能试验的结果见表 1-1 ~ 表 1-4。

重交沥青(60/80)和 SBS 改性沥青的性能测试结果表 表 1-1

| 沥青类型              |     | 针入度(25℃)<br>(0.1mm) | 软化点<br>(℃) | 粘度(60℃)<br>(Pa·s) | 延度(15℃)<br>(cm) | 闪点<br>(℃) | 相对密度<br>(25℃) |
|-------------------|-----|---------------------|------------|-------------------|-----------------|-----------|---------------|
| 重交沥青<br>(60/80)   | 实测值 | 74                  | 48.2       | 172               | 115             | > 300     | 1.031         |
|                   | 规范值 | 60 ~ 80             | 44 ~ 54    | —                 | > 100           | > 230     | —             |
| SBS 改性沥青<br>(I-D) | 实测值 | 70                  | 73.2       | 860               | 190             | > 300     | 1.032         |
|                   | 规范值 | > 40                | > 55       | —                 | > 150           | > 230     | —             |

粗集料性能测试结果表 表 1-2

| 指 标        | 技术要求  | 试验测定结果 |
|------------|-------|--------|
| 石料压碎值(%)   | ≤ 28  | 20.1   |
| 洛杉矶磨耗值(%)  | ≤ 30  | 18     |
| 视密度(g/cm³) | ≥ 2.6 | 2.834  |
| 针片状颗粒含量(%) | ≤ 10  | 6.84   |
| 软石含量(%)    | ≤ 5   | 2.9    |
| 坚固性(%)     | ≤ 12  | 0      |
| 对沥青的粘附性    | 4 级   | 5 级    |

细集料性能测试结果表 表 1-3

| 指 标                  | 技术要求  | 试验测定结果 |       |
|----------------------|-------|--------|-------|
|                      |       | 天然砂    | 机制砂   |
| 表观相对密度(g/cm³)        | ≥ 2.5 | 2.593  | 2.788 |
| 坚固性(>0.3mm 部分)(%)    | ≤ 12  | 1.4    | 0.8   |
| 水洗法 <0.075mm 颗粒含量(%) | ≤ 3   | 2.775  | —     |
| 塑性指数(%)              | 0     | 0      | 0     |
| 非压实空隙率(%)            | ≥ 45  | 45.5   | 47.9  |

矿粉指标及测定结果

表 1-4

| 指 标                                  | 技 术 要 求  | 测 定 结 果 |
|--------------------------------------|----------|---------|
| 视密度( $\text{g}/\text{cm}^3$ ) $\geq$ | 2.5      | 2.736   |
| 含水率(%) $\leq$                        | 1        | 0.3     |
| 粒度范围 $<0.6\text{mm}$ (%)             | 100      | 100     |
| $<0.15\text{mm}$ (%)                 | 90 ~ 100 | 96.3    |
| $<0.075\text{mm}$ (%)                | 75 ~ 100 | 86.7    |
| 外观                                   | 无团粒结块    | 符合要求    |
| 亲水系数 $\leq$                          | 1        | 0.824   |

在试验中,矿料的级配按 AC-16I 配制,其中矿料的掺配比例为碎石:石屑:机制砂:矿粉 = 49:3:42.5:5.5。最佳沥青用量为 4.4%。

### (1) 交通荷载对车辙的影响

为了研究车辆超载对路面车辙的影响以及超载情况下沥青路面车辙的发展趋势,分别对普通沥青混合料和改性沥青混合料在标准温度( $60^\circ\text{C}$ )和不同轮载(0.7MPa、0.8MPa、0.9MPa、1.0MPa)作用下进行车辙试验,其试验结果如图 1-8 和图 1-9 所示。

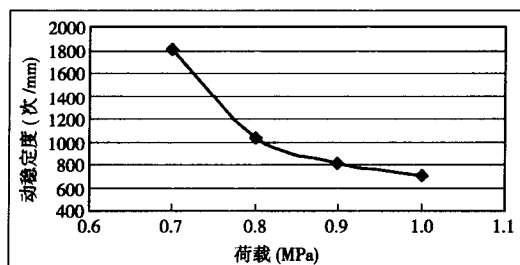


图 1-8 普通沥青混合料的动稳定度与荷载变化之间的关系

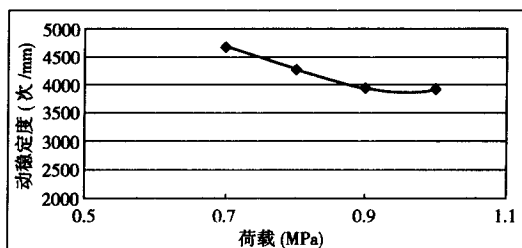


图 1-9 改性沥青混合料的动稳定度与荷载变化之间的关系

从以上两图可以看出：

①无论是普通沥青混合料还是改性沥青混合料,其动稳定度随试验荷载的升高而降低;

②在相同试验条件下,改性沥青混合料的动稳定度明显大于普通沥青混合料;

③普通沥青混合料和改性沥青混合料动稳定度随荷载变化的幅度基本接近,即改性沥青混合料动稳定度相对于普通沥青混合料提高的幅度随荷载的增加而变化不大。

## (2)温度对车辙的影响

在夏季,沥青路面的温度在不同地区会有较大的差异,有时会高于标准试验温度(60℃),为此分别进行了高于60℃的车辙试验,来分析温度对沥青路面车辙产生的影响。

对普通沥青混合料和改性沥青混合料在标准轮载0.7MPa和不同温度作用下(60℃、65℃、70℃)进行车辙试验,其结果如图1-10和图1-11所示。

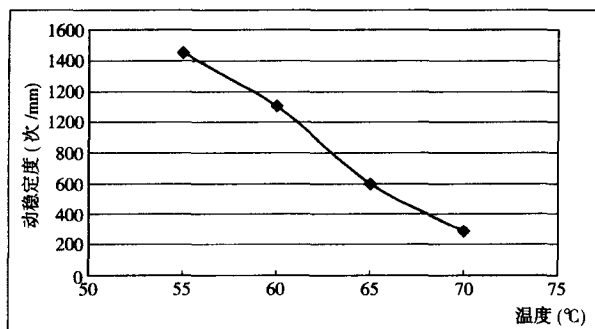


图 1-10 普通沥青混合料的动稳定度与温度变化之间的关系

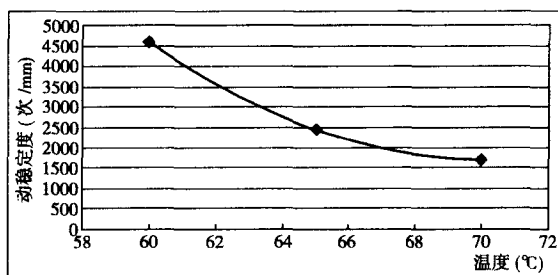


图 1-11 改性沥青混合料的动稳定度与温度变化之间的关系

从上面的试验结果可知,无论是改性沥青混合料还是普通沥青混合料其抗车辙的能力都随温度的升高而下降,但普通沥青混合料抗车辙能力随温度而下降的速率要高于改性沥青混合料的下降速率。

### (3)水对车辙的影响

沥青路面中水的存在,往往会加速车辙的产生,而在标准车辙试验中,没有考虑水对沥青路面车辙的影响。本次试验着重研究浸水条件下沥青路面车辙的发展规律。由于浸水车辙试验是一种非常规试验,因此,在试验条件上有一定的特殊性。

浸水车辙试验的试件仍采用  $300\text{mm} \times 300\text{mm} \times 50\text{mm}$  的板状试件。在进行浸水车辙试验之前,首先要在车辙仪的试验槽中注入可饮用水;然后将试件放在注水的试验槽中,水要完全覆盖试件。为了保证水能全面地浸入试件中,试件需在室温下浸泡  $12 \sim 16\text{h}$ ,然后再在试验温度下保温  $4 \sim 6\text{h}$  后方可进行浸水车辙试验。

沥青混合料(AC-16I)在浸水条件下进行了温度变化(分别为  $60^\circ\text{C}$ 、 $65^\circ\text{C}$ 、 $70^\circ\text{C}$ )、压力为  $0.7\text{MPa}$ (图 1-12)和荷载变化(分别为  $0.7\text{MPa}$ 、 $0.8\text{MPa}$ 、 $0.9\text{MPa}$ 、 $1.0\text{MPa}$ )、温度为  $60^\circ\text{C}$  的车辙试验。

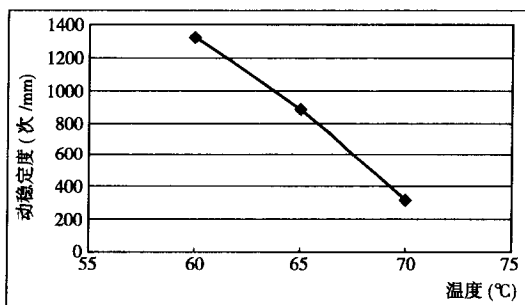


图 1-12 普通沥青混合料的动稳定度与温度变化之间的关系(浸水)

从上图可以看出,随着温度的提高和时间的延长,沥青混合料的变形越来越大,变形速率随着温度的增加而加快。在试验初期,由于沥青混合料处于压密阶段,车辙变形主要来自骨料间的空隙率,因而温度对试件影响不明显,所以三种不同温度下的车辙变形量相差不是很大;但随着时间的延长,沥青混合料矿质骨架越来越紧密,此时的车辙变形主要来自沥青胶浆,因而沥青的性质对车辙变形至关重要。由于温度越高,沥青的流动性能越严重,所以车辙变形也随着温度的升高而急剧增大。

经过浸水和非浸水车辙试验,可以得出沥青混合料的动稳定度与试验温度之间的关系曲线,见图 1-13。



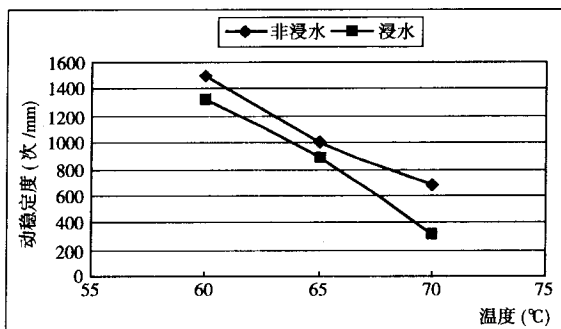


图 1-13 水对沥青混合料在不同温度下的影响曲线

从上图可以看出,沥青混合料在浸水条件下,动稳度随着温度的增加而降低;在相同温度下,非浸水条件下的动稳度大于浸水条件下的动稳度。这主要是由于水的存在降低了沥青与矿料的粘附性,从而使得沥青混合料在浸水条件下的动稳度下降。低于 65℃时,浸水及不浸水的动稳度 DS 都满足大于 800 次/mm 的要求;但当高于 65℃时,浸水试件的动稳度已不能满足要求了。本次试验中试件的空隙率较小(4.0%),因此,水的影响不很突出;但在实际路面中空隙率往往很大,则水的影响将十分明显。

非浸水条件下的动稳度与温度之间的拟合关系方程为:

$$y = 3.6792x^2 - 560.17x + 21867 \quad (R^2 = 1)$$

浸水条件下的动稳度与温度之间的拟合关系方程为:

$$y = -2.8003x^2 + 263.32x - 4398.9 \quad (R^2 = 1)$$

无论是浸水条件还是非浸水条件,其动稳度与试验温度之间的拟合方程均为二次多项式且相关性系数均为 1,但浸水条件下的动稳度的下降速率显著。这主要是由于水在沥青混合料中起润滑作用,阻碍着沥青与骨料之间的粘结,从而使得沥青在浸水条件下的抗车辙能力降低。

从图 1-14 可以看出,沥青混合料在浸水条件下,动稳度随着荷载的增加而降低;在相同荷载下,非浸水条件下的动稳度大于浸水条件下的动稳度。这主要是由于水的存在而降低了沥青与矿料的粘附性,从而使得沥青混合料在浸水条件下的动稳度下降。在标准荷载(0.7MPa)下,浸水与非浸水的试验都能满足  $DS > 800$  次/mm 的要求;当荷载为 0.8MPa 以上时,非浸水试验仍能满足要求( $DS > 800$  次/mm),但浸水试件已远远不能满足上述要求。说明浸水超载条件下,沥青混合料的抗车辙能力急剧下降,不能满足使用要求。

非浸水条件下的动稳度与荷载之间的关系方程为:

$$y = 27900x^2 - 49630x + 22878 \quad (R^2 = 1)$$