



沥青路面裂缝处治材料标准体系

Asphalt Pavement Crack Sealing Material Standard System

李峰 著



同济大学出版社

沥青路面裂缝处治材料标准体系

Asphalt Pavement Crack Sealing Material Standard System

李 峰 著



同济大学出版社
TONGJI UNIVERSITY PRESS

内 容 提 要

裂缝是我国沥青路面的主要病害之一,裂缝处治是公路日常养护的主要工作内容之一。本书的主要内容分为基础研究、材料性能评价和技术应用三个部分,涵盖加热型密封胶、有机硅密封胶、贴缝胶和抗裂贴四种裂缝处治材料。本书的读者对象为道路工程科研和技术人员。

图书在版编目(CIP)数据

沥青路面裂缝处治材料标准体系/李峰著. --上海:
同济大学出版社,2015.2

ISBN 978-7-5608-5748-0

I. ①沥… II. ①李… III. ①道路工程—工程材料—
应用—沥青路面—路面开裂—防治—材料标准—标准体
系—中国 IV. ①U416.217-65

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 011236 号

沥青路面裂缝处治材料标准体系

李 峰 著

责任编辑 陆克丽霞 责任校对 徐春莲 封面设计 陈益平

出版发行 同济大学出版社 www.tongjipress.com.cn
(地址:上海市四平路 1239 号 邮编:200092 电话:021-65985622)
经 销 全国各地新华书店
印 刷 常熟市大宏印刷有限公司
开 本 787mm×1 092mm 1/16
印 张 9.25
字 数 230 000
版 次 2015 年 2 月第 1 版 2015 年 2 月第 1 次印刷
书 号 ISBN 978-7-5608-5748-0

定 价 35.00 元

前 言

裂缝是我国沥青路面的主要病害之一。采用适当的技术措施封闭路面裂缝,防止水渗入路面结构内部,避免裂缝加速发展成为更严重的路面结构性破坏,是国际道路工程界公认的延长路面使用寿命的有效手段。沥青路面的开裂现象在我国十分普遍,裂缝处治是我国公路养护部门日常养护作业的主要工作内容之一。

2006年以前,我国没有裂缝处治材料技术标准,国产材料性能低劣,高端产品完全依赖进口,价格十分昂贵。由于材料、技术和观念的整体落后,我国沥青路面裂缝修补工程普遍存在材料失效率高、次生病害多等现象,为此,公路养护部门每年都不得不进行反复的裂缝维修作业,浪费了大量的人力与物力,却又收获不到灌缝技术应有的成效。

针对上述问题,在国家自然科学基金、交通部行业标准、交通部西部交通建设科技项目、北京市交通委科技项目等15项科研课题的资助下,笔者自2007年开始致力于沥青路面裂缝处治技术的研究,围绕行业标准制定、高性能材料研发和快速无损技术应用等三大需求,开展了5000 km的路面裂缝修补现场调研,在北京、新疆、黑龙江和安徽等地区实施了裂缝温缩运动长期观测,进行了上千组的室内材料性能评价试验,初步建立了我国沥青路面裂缝修补材料标准体系,形成了沥青路面裂缝快速无损处治技术方案。

本书分为基础研究、材料性能评价和技术应用三个部分,涵盖加热型密封胶、有机硅密封胶、贴缝胶和抗裂贴四种裂缝处治材料,内容包括裂缝温缩运动观测、裂缝修补失效现象调研、密封胶黏弹性特征分析、材料性能评价及技术要求、加热型密封胶的施工及储存影响、裂缝处治施工工艺、裂缝修补试验路和裂缝快速处治技术方案,可供相关科研和技术人员参考。

李 峰

2015年1月

目 录

前言

基础研究篇

第 1 章 绪论	2
1.1 沥青路面裂缝修补技术背景	2
1.2 沥青路面裂缝修补基本概念	3
1.2.1 裂缝的分类	3
1.2.2 裂缝修补材料	3
1.2.3 裂缝修补工艺	4
1.3 国内外沥青路面裂缝修补材料及技术现状	5
1.3.1 应用概况	5
1.3.2 技术标准体系	6
1.3.3 材料性能评价研究进展	7
第 2 章 沥青路面裂缝温缩运动试验与观测	8
2.1 沥青混合料低温线收缩系数试验与分析	8
2.1.1 试验仪器开发	8
2.1.2 试验方案及试验结果	9
2.2 沥青路面裂缝运动实地观测	10
2.2.1 观测方案	10
2.2.2 实施地区及观测数据	10
2.2.3 初步结论	14
第 3 章 沥青路面裂缝修补材料的失效模式	15
3.1 密封胶的失效模式	15
3.1.1 概述	15
3.1.2 低温失效模式分析	17
3.1.3 防止失效的措施	21

3.2 贴缝胶的失效模式	22
3.2.1 失效现象	22
3.2.2 失效机理分析	25
第4章 密封胶的黏弹塑性特征分析	26
4.1 密封胶的黏弹塑性行为	26
4.1.1 劲度模量-温度特征曲线 ^[31, 38, 39]	26
4.1.2 低温拉伸试验的力学行为	27
4.2 黏弹性模型 ^[39-41]	30
4.2.1 基本元件	30
4.2.2 Maxwell 模型	30
4.2.3 Kelvin 模型	31
4.2.4 三参数模型	31
4.3 应力松弛试验数据回归分析	34
4.3.1 流变模型本构方程及其求解	34
4.3.2 回归分析过程	35
4.4 加热型密封胶的松弛能力	35
4.4.1 试验方案	35
4.4.2 黏弹性分析	36
4.4.3 标准松弛指数	38
4.5 有机硅密封胶的松弛能力	39
4.5.1 试验方案	39
4.5.2 黏弹性分析	39
4.5.3 拉伸过程的胡克弹性模量	40
4.5.4 松弛过程的标准松弛指数	41

材料性能评价篇

第5章 加热型密封胶的性能评价	44
5.1 国内外技术标准体系	44
5.2 性能评价方法	45
5.2.1 锥入度	45
5.2.2 软化点	46
5.2.3 流动试验	46
5.2.4 弹性试验	47
5.2.5 低温拉伸试验	48

5.3	技术要求	49
5.3.1	ASTM 的技术要求	49
5.3.2	试验样品	50
5.3.3	试验结果	50
5.3.4	本书建议的技术要求	54
5.4	性能评价的改进	56
5.4.1	高温性能的评价指标	56
5.4.2	拉伸试件的选择	57
5.4.3	技术要求的修正	58
5.4.4	基于性能的技术要求	59
第 6 章	有机硅密封胶的性能评价	60
6.1	有机硅的结构与性能特征	60
6.2	相关技术标准体系	61
6.3	评价方法的选择	62
6.3.1	选择原则	62
6.3.2	现有试验方法	62
6.3.3	评价指标的提出	62
6.4	性能评价方法	63
6.4.1	表干时间	63
6.4.2	固化时间	64
6.4.3	流平性	64
6.4.4	低温拉伸	64
6.5	试验结果及技术要求	66
6.5.1	试验结果及分析	66
6.5.2	技术要求	66
第 7 章	贴缝胶的性能评价	68
7.1	性能评价指标	68
7.1.1	相关的标准	68
7.1.2	评价指标的提出	69
7.2	性能试验方法	70
7.2.1	宽度	70
7.2.2	厚度	70
7.2.3	锥入度、软化点	71

7.2.4	低温柔性	71
7.2.5	低温拉伸试验	71
7.3	路用性能分析	72
7.3.1	试验样品	72
7.3.2	宽度	72
7.3.3	厚度	73
7.3.4	其余四种试验结果	73
7.4	早期性能试验方法	74
7.4.1	试验试件	74
7.4.2	加载设备及加载次数	76
7.4.3	加载过程	76
7.4.4	试验结果计算	76
7.5	早期性能分析	77
7.5.1	试验样品	77
7.5.2	试验结果	77
7.5.3	结果讨论	78
7.5.4	防治早期失效的措施	80
7.6	技术要求	81
7.6.1	宽度	81
7.6.2	厚度	81
7.6.3	沥青基密封材料的物理性能	82
7.6.4	性能评价指标	82
第8章	抗裂贴的性能评价	83
8.1	国内外技术现状	83
8.1.1	技术应用背景	83
8.1.2	存在问题	83
8.2	性能评价指标	84
8.2.1	相关材料的技术标准	84
8.2.2	抗裂贴的路用性能指标	85
8.2.3	评价指标的提出	86
8.3	性能评价方法	86
8.3.1	试件制备	86
8.3.2	宽度、厚度、单位面积质量	87
8.3.3	拉伸性能	87

8.3.4	热老化性能	87
8.3.5	低温柔性	88
8.3.6	不透水性	88
8.4	试验结果及技术要求	89
8.4.1	试验样品及结果分析	89
8.4.2	相关材料的技术要求	91
8.4.3	抗裂贴的技术要求	91

技术应用篇

第 9 章	加热型密封胶的施工及储存影响研究	94
9.1	施工影响因素的研究现状	94
9.2	密封胶黏度变化研究	95
9.2.1	加热型密封胶的黏度试验方法	95
9.2.2	黏度试验方案	97
9.3	施工、储存过程老化研究	99
9.3.1	老化试验方案	99
9.3.2	施工过程的老化	100
9.3.3	储存过程的老化	103
9.3.4	老化现象讨论与分析	104
第 10 章	沥青路面裂缝处治技术	106
10.1	裂缝修补工艺	106
10.2	加热型密封胶灌缝技术	107
10.3	常温型密封胶灌缝技术	109
10.4	贴缝胶施工技术	110
10.4.1	施工工艺要求	110
10.4.2	施工质量管理及验收	111
10.5	抗裂贴施工技术	111
10.5.1	施工工艺	111
10.5.2	注意事项	113
第 11 章	沥青路面裂缝修补试验路的实地跟踪	115
11.1	传统型裂缝修补材料试验	115
11.1.1	改性沥青开槽灌缝	115
11.1.2	改性沥青无槽填缝	116

11.2 有机硅密封胶试验	116
11.2.1 2008年有机硅裂缝修补试验路	116
11.2.2 2009年有机硅裂缝修补试验路	118
11.2.3 2010年有机硅裂缝修补试验路	119
11.3 贴缝胶试验	120
11.3.1 北京市	120
11.3.2 辽宁省	124
11.4 试验路实地跟踪总结	126
第12章 沥青路面裂缝快速处治技术方案	127
12.1 传统开槽灌缝技术的弊端	127
12.2 与美国的比较	128
12.3 裂缝快速修补新材料——贴缝胶	129
12.4 快速无损处治技术方案	130
参考文献	132
致谢	136
本书资助项目	138

基础研究篇

1.1 沥青路面裂缝修补技术背景

经过几十年的大规模建设,我国的公路交通基础设施得到了跨越式的发展,我国高等级公路已经由原来“建设为主”的发展阶段逐渐过渡至“建养并举”的发展阶段。截至 2013 年年底,全国公路网总里程达到 435.6 万 km,其中,高速公路为 10.4 万 km。

沥青路面建成以后,裂缝的产生不可避免。初期产生的裂缝对沥青路面的使用性能没有明显影响,但是随着雨雪、荷载等外界因素的作用,裂缝形态将出现一系列变化并导致路面强度下降,从而引发其他类型的病害,如块裂、龟裂、坑槽等。沥青路面的开裂现象在我国十分普遍,特别是对于铺筑在收缩性大的半刚性基层上的薄沥青面层,开裂问题更加严重。裂缝修补已经成为我国公路养护部门的主要工作内容之一。采用适当的技术封闭路面裂缝,防止水渗入路面结构内部,避免裂缝加速发展产生更严重的路面结构性破坏,是国际道路工程界公认的延长路面使用寿命的有效手段。

近年来,随着公路养护事业的不断发展,沥青路面预防性养护的理念逐步被公路部门广泛接受。作为一项重要的沥青路面预防性养护工作,裂缝修补技术也已经较普遍地为各地道路养护部门所采用。然而,相对于稀浆封层、微表处、薄层罩面等罩面类预防性养护技术,裂缝修补技术作为一种局部修补技术,在材料选择和施工技术等方面受重视程度较低。长期以来,由于受资金、观念等因素的制约,我国很多地区在裂缝修补技术和修补材料选择上往往比较随意。

裂缝修补材料方面,我国在高等级公路上开始普遍采用橡胶沥青灌缝胶,由于缺乏相关的技术标准,产品质量不能得到保证,2007 年,笔者对 15 种样品进行了抽样检测,合格率仅为 26.7%,且全部为某进口品牌的产品。总体而言,目前我国密封胶的使用效果不尽理想,特别是低温性能普遍较差,很多密封胶一到冬季即与裂缝壁撕裂,失去了防水的效果,这种现象在北方寒冷地区尤为明显,而在南方高温地区,密封胶被汽车轮胎卷走的现象也时有发生^[1]。密封胶一旦失效,就失去了防水密封的效果。由于材料失效率高,很多地区的道路养护部门往往需要每年灌缝一次,因此造成了大量的人力物力浪费。

裂缝修补技术方面,采用热沥青、乳化沥青直接封缝的传统方式被逐步淘汰,随着大量开槽设备和灌缝材料从国外的引入,开槽灌缝技术逐渐占据了主流地位。随之而来,路面开槽产生了次生病害多、施工效率低和环境影响大等问题。

由于普遍存在的材料失效率高、次生病害多等现象,很多公路养护部门不得不在每年的春秋两季进行重复的裂缝维修作业,这既影响了公路路网的交通服务能力,又浪费了大量的

人力与物力,同时还收不到灌缝技术应有的成效。

面对沥青路面开裂病害的突出现象与裂缝维修技术的落后现状之间日趋严重的矛盾,我国迫切需要研究制定交通行业技术标准,开发高性能裂缝修补材料,提出裂缝修补处治技术方案,以促进我国沥青路面裂缝修补技术的发展。

1.2 沥青路面裂缝修补基本概念

1.2.1 裂缝的分类

裂缝是沥青路面的主要病害之一,国内外对沥青路面裂缝种类做了大量的观察和分类。例如,美国联邦公路局(FHWA)通过系统的调研,将裂缝分为 9 类,每类根据破损程度分为轻、中、重三个等级。美国公路战略研究计划(Strategic Highway Research Program, SHRP)长期路面性能(Long Term Pavement Performance, LTPP)鉴别手册 SHRP-P-33 将沥青路面裂缝损坏分为:疲劳裂缝、块状裂缝、边缘裂缝、纵向裂缝、反射裂缝和横向裂缝。我国根据路面管理系统的研究成果及养护维修的要求,为了便于分析路面破损原因和进行性能预测,在《公路技术状况评定标准》(JTG H20—2007)^[2]和《公路沥青路面养护技术规范》(JTJ 073.2—2001)^[3]中也有类似的沥青路面裂缝破损的详细分类。

上述裂缝分类准则局限在裂缝外部表现形态上,适用于路面使用性能调查分析,但并不适用于裂缝维修技术。在灌缝技术研究中,根据各国经验,裂缝一般可分为荷载型裂缝和非荷载型裂缝两大类。荷载型裂缝主要是指由行车荷载作用而产生的裂缝,对半刚性基层沥青路面主要是指重载车辆轮迹带处沥青面层出现的由上而下的疲劳开裂,荷载型裂缝的开裂方式主要表现为剪切型。非荷载型裂缝主要是指温缩裂缝、干缩裂缝及反射裂缝,温缩裂缝包括低温收缩裂缝与温度疲劳裂缝。

美国联邦公路局的另一项研究报告 FHWA-RD-99-147^[4]根据裂缝形成后随温度变化而产生的伸缩量的不同,将裂缝分为运动缝和非运动缝。年伸缩量大于等于 3 mm 的为运动缝,主要是间距大于 6 m 的横缝(温缩裂缝、反射裂缝等);年伸缩量小于 3 mm 为非运动缝,主要是纵缝(施工接缝、Top-Down 裂缝等),以及间距小于 6 m 的横缝。针对不同类型的裂缝,采用的灌缝技术也有所不同,通常认为:对于非运动缝以及由于路面老化等原因不适宜开槽的路段采用直接填缝方式处理,对于运动缝采用开槽灌缝方式处理。

1.2.2 裂缝修补材料

裂缝修补材料的种类较多,大致可分为以下四类,如图 1-1 所示。

1) 传统型

传统的裂缝修补材料主要包括(改性)沥青、(改性)乳化沥青、橡胶沥青和沥青玛蹄脂等。这类材料的来源广泛,使用方便,但修补效果普遍很差,目前一般不再推荐作为裂缝修补材料使用。

2) 常温型

常温型密封胶在常温条件下施工,施工后材料通过化学反应从液态转变为固态。常温型密封胶主要包括聚氨酯、聚硫、有机硅等三大类材料,按组分分为单组分和双组分两种

类型。

3) 加热型

加热型密封胶也称为橡胶沥青灌缝胶,是一种沥青基裂缝修补材料,以沥青、胶粉、SBS、软化剂、填料等为主要组分,施工温度通常在 $180^{\circ}\text{C}\sim 200^{\circ}\text{C}$ 之间,是目前国内外高等级公路最常用的裂缝修补材料。

4) 贴缝胶

贴缝胶也称为填缝带或贴缝带等,是一种新型裂缝快速修补材料,施工时直接粘贴于路面裂缝处,按施工方式可分为热粘式和自粘式两种类型,目前工程应用主要采用自粘式贴缝胶。



图 1-1 裂缝修补材料类型

上述四类材料均为路面裂缝修补材料。此外,广义上的路面裂缝修补材料还包括用于半刚性基层沥青路面或水泥路面“白加黑”旧路改造工程中的层间抗裂材料,如抗裂贴等;用于桥梁无缝伸缩缝的专用沥青基密封材料等。

1.2.3 裂缝修补工艺

裂缝修补工艺可以包括灌缝、填缝和贴缝。

1) 灌缝(Sealing)

灌缝是国外最常用的一种裂缝修补方式,是指采用专用设备(开槽机、灌缝机等)和专用材料(灌缝胶)进行裂缝维修的一种预防性养护技术。灌缝技术一般包括开槽、清缝、灌缝和养护等步骤。在国外,开槽灌缝主要针对运动缝;在国内,高等级公路普遍采用开槽灌缝方式处理各类裂缝。

2) 填缝(Filling)

相对于开槽灌缝技术,不开槽、直接往裂缝中填封裂缝修补材料(或对裂缝作简单的清理后填封)的处理方式称为填缝。在国外,填缝主要针对非运动缝或不适宜开槽的路段。在国内,填缝是传统的裂缝修补方式。

3) 贴缝(Band-aid)

贴缝是一种裂缝修补新技术。它既不开槽,也无需对裂缝作清理,只需对裂缝表面作简单清扫即可进行施工。

本书将上述灌缝、填缝和贴缝三种修补工艺合称为封缝技术。

1.3 国内外沥青路面裂缝修补材料及技术现状

1.3.1 应用概况

目前,国外普遍采用加热型密封胶作为裂缝修补材料。在国内,低等级公路上仍在大量使用热沥青、乳化沥青类材料,高等级公路上则已经比较普遍地使用加热型密封胶。在国内应用的加热型密封胶产品很多,其中有进口产品也有国产产品。部分进口知名品牌的密封胶产品质量较好,但是价格也相对昂贵,有些进口密封胶的产品质量也一般;国产密封胶产品价格相对低廉,但是质量普遍一般,因而使用效果不理想。

在国外,采用加热型密封胶修补路面裂缝已有几十年的历史,产品技术较为成熟。国外主要的密封胶企业有 Crafcoc, Deery, Meadows, Beram, Neyra, Maxwell, Roadseal 等,其中 Crafcoc, Deery, Meadows, Beram, Roadseal 等均已进入中国大陆市场。国内的密封胶产品也很多,如:黑蚂蝗、足各、华瑞、华远、瑞德等。与国外相比,国内道路密封胶生产企业规模较小,部分企业的产品配方单一且缺乏持续的研发能力,个别企业甚至连基本的试验条件都没有。

常温型密封胶具有优越的耐候性能与温度惰性,广泛应用于建筑防水密封的高端市场,主流的三大材料类型分别是聚氨酯、聚硫和有机硅,尤以有机硅(硅酮密封胶,俗称玻璃胶)应用最为普遍。常温型密封胶在交通行业中也有一定的应用,早在 20 世纪 90 年代,SHRP 就开展了常温密封胶的研究^[5]。1990 年,SHRP 的 H-106 研究项目采用的 11 种密封胶中,就包括了 4 种有机硅密封胶和 1 种聚硫密封胶。此后的 SHRP SPS-4 研究项目,采用的 19 种密封胶中,包括了 7 种有机硅密封胶、7 种氯丁二烯橡胶密封胶和 1 种聚硫密封胶。最初,常温型密封胶主要应用于水泥路面,尤其是机场水泥道面。近年来,随着技术的发展,产品价格的降低,常温型密封胶在高等级沥青路面上也得到了一定的推广应用。目前,国内的一些有机硅厂家(如上海道康宁、湖北环宇化工等)均已推出了路用有机硅密封胶产品。

传统的填缝技术不对裂缝进行扩槽,直接采用填缝料填注裂缝,使用效果通常较差。灌

缝技术则首先对路面进行开槽扩缝,然后采用密封胶灌注裂缝,使用效果相对较好。然而,灌缝技术也存在一些局限性和弊端:首先是开槽灌缝的工作效率很低,难以满足当前我国大交通量条件下对路面快速维修的迫切需求;其次是开槽之后容易带来次生裂缝、啃边等次生病害,特别是在我国沥青路面预防性养护普遍不足的形势下,次生病害的发生更为明显;第三,开槽灌缝施工过程中还会产生大量的粉尘和噪声,影响施工环境。

贴缝胶是一种新型裂缝修补材料,其工作原理是通过外力挤压带状材料封闭裂缝,类似于路面裂缝“创可贴”。采用贴缝胶进行路面裂缝修补的技术称为贴缝技术,这项技术不需要对路面裂缝进行开槽,只需对裂缝表面进行简单的清扫即可,具有很高的工作效率,而且不会产生开槽引起的次生病害。因此,贴缝技术较好地弥补了开槽灌缝技术的不足,成为近年来兴起的一种新型裂缝快速修补技术。

1.3.2 技术标准体系

对于水泥混凝土路面接缝嵌缝材料,交通部先后发布了《公路水泥混凝土路面接缝材料》(JT/T 203—95)^[6]和《水泥混凝土路面嵌缝密封材料》(JT/T 589—2004)^[7]行业标准,对水泥混凝土路面接缝、嵌缝材料的试验方法及技术要求作了规定。但是,由于沥青路面密封胶所用材质、性能特点、应用场合等都与水泥混凝土路面接缝嵌缝材料存在较大区别,特别是,近年来密封胶的材料革新和技术进步,使得原有的水泥混凝土路面接缝和嵌缝材料标准已完全不适用于评价沥青路面密封胶的性能。

《公路水泥混凝土路面接缝材料》由于年代较远,标准制定时一些新型材料在国内尚未得到应用,该标准中的水泥路面常温填缝料主要是指聚氨酯焦油类、氯丁橡胶类、乳化沥青橡胶类产品。《水泥混凝土路面嵌缝密封材料》虽然是路面密封胶标准,然而其中的有机硅试验方法均直接引用《建筑密封材料试验方法》(GB/T 13477—2002)^[8]和《混凝土建筑接缝用密封胶》(JC/T 881—2001)^[9],GB/T 13477 是建筑材料标准,而 JC/T 881 的试验方法基本引用自 GB/T 13477。所以说,参照体系的偏差是 JT/T 589 没能在交通行业得到应用的根本原因。此外,建材行业标准《道桥嵌缝用密封胶》(JC/T 976—2005)^[10],虽然名为道桥用密封胶,实质上同样是建材行业的标准体系,也不可能在交通行业中得到真正的应用。

沥青路面裂缝贴缝胶的原型来自建材行业的防水卷材。关于防水卷材,建材行业的相关标准有:《建筑防水卷材试验方法》(GB/T 328—2007)^[11]、《自粘橡胶沥青防水卷材》(JC 840—1999)^[12]、《道桥用改性沥青防水卷材》(JC/T 974—2005)^[13]等。但是,由于使用场合的不同,建材行业和交通行业相似产品的性能要求有很大的区别。

针对密封胶的性能评价,国外已经有了比较完整的技术标准,如美国材料与试验协会(ASTM)的 D5329^[14], D1985^[15], D5078^[16], D1190^[17], D3405^[18], D6690^[19], D3406^[20], D3569^[21], D3581^[22], D5893^[23]等技术标准;美国国家高速公路和交通运输协会(American Association of State Highway and Transportation Officials, AASHTO)的 M324^[24]等技术标准;美国联邦规范(Federal Specification)的 SS-S-1401C^[25]等技术标准;欧洲的密封胶标准 EN 14188^[26];俄罗斯的密封胶标准 GOST 30740—2000^[27],等等。这些技术标准大同小异,其中以 ASTM 的最为完整。

ASTM 建立了比较完整的沥青路面和水泥路面密封胶标准体系,如表 1-1 所示。

表 1-1 ASTM 路用密封胶标准体系

标准号	标准名称	类型
D5329-09	沥青路面和波特兰水泥路面用裂缝和接缝加热型密封胶标准试验方法	试验方法
D1985-97	测试接缝和裂缝密封胶的混凝土块制备标准	试验方法
D1190-97	混凝土接缝热弹型密封胶的标准	技术要求
D3405-97	沥青路面和水泥路面用加热型接缝密封胶标准	技术要求
D5078-00	沥青路面和波特兰水泥路面用加热型裂缝填缝料标准	技术要求
D6690-12	水泥路面和沥青路面用加热型接缝和裂缝密封胶标准	技术要求
D3406-06	波特兰水泥路面接缝加热型弹性型密封胶标准	技术要求
D3569-00	波特兰水泥路面接缝加热型弹性型、抗喷气和燃油的密封胶标准	技术要求
D3581-96	波特兰水泥路面和焦油沥青混凝土路面接缝加热型、抗喷气和燃油的密封胶标准	技术要求
D5893-04	波特兰水泥路面接缝冷用、单组分、化学固化有机硅接缝密封胶标准	试验方法技术要求

ASTM 的密封胶标准中,沥青路面密封胶和水泥路面密封胶的试验方法没有太大区别,只是技术要求有所不同。对于加热型密封胶,ASTM 有非常完整的试验方法以及不同适用条件下的技术要求。对于其他类型密封胶,比如有机硅密封胶,ASTM 也有相应的试验方法与技术要求。但是,因为种类繁多,新材料不断涌现,ASTM 标准也没有包含所有类型材料,如贴缝胶等新型材料。

1.3.3 材料性能评价研究进展

沥青路面普遍采用加热型密封胶进行开槽灌缝处理裂缝,为了评价加热型密封胶的路用性能,ASTM 提出了较为完整的试验方法和技术要求^[14, 19],这是国际上主流的密封胶标准体系,包括美国^[25]、欧洲^[26]、俄罗斯^[27]和我国^[28]等国家的密封胶标准均来源于 ASTM 体系。但是,近年来大量文献研究表明,ASTM 标准体系与路用性能的相关性存在疑问,通过室内试验预测材料的路用性能具有一定局限性^[29]。

为此,国内外研究者尝试采用各种新的试验方法以评价密封胶的路用性能。Soliman^[30]进行了 Superpave 动态剪切流变(DSR)和弯曲梁流变(BBR)试验,并据此提出了密封胶的评价指标,如-30℃应力松弛量、5℃复数剪切模量。Soliman^[31]采用玻璃化温度和低温劲度模量指标评价密封胶的低温性能,指出这两个指标与路用性能有较好的相关性,为保持良好的路用性能,密封胶的玻璃化温度应小于材料服役温度 10℃~15℃。Al-Qadi^[32, 33]进行了一系列修正 Superpave 试验,他们根据密封胶的特点,对试件尺寸、试验温度等参数进行了修正,采用修正的 BBR 和 DTT 试验评价材料的低温性能,并认为采用流变指标可以有效地预测密封胶的路用性能。Fini^[34]开发了一种静压鼓泡试验(Pressurized Blister Test),以测试密封胶与沥青混凝土界面的黏结强度,并提出了界面断裂能量指标。Hu^[35]采用德州罩面试验仪设计了一种密封胶低温拉伸疲劳试验,拉伸位移为 2.54 mm,最高循环次数达 2 000 次,一次循环包括 5 s 的加载时间和 5 s 的卸载时间。