

山东省建造师人才培养战略研究成果丛书

公路工程 病害监测与养护技术

GONGLU GONGCHENG

Binghai Jiance Yu Yanghu Jishu

赵鹄鹏 陈 颖 王 琨 房洪福 周艳旭 编著

中国矿业大学出版社

人才培养战略研究成果丛书

公路工程病害监测与养护技术

赵鹄鹏 陈颖 王琨 房洪福 周艳旭 编著

中国矿业大学出版社

内 容 提 要

本书共分两篇。道路篇针对我国公路养护技术现状,结合国内外研究成果与工程实践,归纳总结了公路病害监测与养护方面的相关理论与应用技术,主要包括路面使用性能调查与评价、病害成因分析、预防性养护技术、加铺维修技术等方面。桥梁篇针对我国在役桥梁的现状,对桥梁检查、检测的方法进行了概述,并着重对桥梁养护、维修、加固的方法和技术及施工工艺进行了归纳总结。同时,结合我国桥梁在管养中发现的问题,对新建桥梁的施工提出了部分建议。

本书可供公路工程专业建造师继续教育使用,也可供相关专业的技术人员参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

公路工程病害监测与养护技术 / 赵鹏鹏等编著. — 徐州: 中国矿业大学出版社, 2014.1
ISBN 978 - 7 - 5646 - 2245 - 9

I. ①公… II. ①赵… III. ①道路工程—病害—监测
②公路养护 IV. ①U418

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 022756 号

书 名 公路工程病害监测与养护技术
编 著 赵鹏鹏 陈 颖 王 琨 房洪福 周艳旭
责任编辑 吴学兵
出版发行 中国矿业大学出版社有限责任公司
(江苏省徐州市解放南路 邮编 221008)
营销热线 (0516)83885307 83884995
出版服务 (0516)83885767 83884920
网 址 <http://www.cumtp.com> E-mail: cumtpvip@cumtp.com
印 刷 江苏淮阴新华印刷厂
开 本 787×1092 1/16 印张 19.25 字数 480 千字
版次印次 2014 年 1 月第 1 版 2014 年 1 月第 1 次印刷
定 价 56.00 元

(图书出现印装质量问题,本社负责调换)

山东省建造师人才培养战略研究成果丛书

编审委员会

(公路工程专业委员会)

主 任:万利国

副主任:宋瑞乾 王其峰

主 审:李 晋 郭德栋

委 员:(按姓氏笔画排序)

刁伟明 于文海 王 琨 王华杰 王志辉

代凤娟 叶亚丽 刘建涛 庄传仪 毕可敏

邢德进 李 军 李 晋 李忻忻 周菊芳

赵之仲 赵鹄鹏 郭德栋 高立平 黄丽丽

董林玉 黎 奎

《公路工程病害监测与养护技术》编委会

编 著:赵鹄鹏 陈 颖 王 琨 房洪福 周艳旭

序

我国在 20 世纪 90 年代初着手研究建立注册建造师制度。1997 年颁布的《中华人民共和国建筑法》规定：“从事建筑活动的专业技术人员，应当依法取得相应的执业资格证书，并在执业证书许可的范围内从事建筑活动”。2002 年，原人事部、建设部颁布《建造师执业资格制度暂行规定》，正式推出建造师执业资格制度。从建造师执业资格制度启动伊始，我省各级建设行政主管部门积极贯彻落实建造师执业资格制度，加强建造师考试、注册管理、继续教育等各项工作的宣传和管理力度，扎实推进了我省建设执业资格制度的发展。10 多年来，我省取得建造师执业资格的人员突破 15 万人，有力地促进了建筑业人才队伍的建设，对全省建设事业的健康发展发挥出越来越重要的作用。

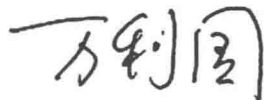
建造师执业资格制度是适应我国社会主义市场经济发展、加快工程建设领域改革开放步伐的一项重大举措。这项制度的建立，有利于发挥执业人员的技术支撑作用，降低资源和能源消耗、保护环境、控制工程建设投资成本；有利于规范我国建筑市场秩序，创造执业人员有序竞争的环境，规范执业人员的行为；有利于强化执业人员法律责任，增强执业人员责任心，确保工程质量和安全生产；有利于加强建筑业用工监管，防止拖欠农民工工资，促进社会和谐稳定；有利于加快我国建筑企业“走出去”步伐，提升我国建筑业国际竞争力。建造师应进一步解放思想，更新观念，牢固树立效益优先、创新创造、集约发展的理念，主动适应新形势要求，坚持与时俱进，及时更新知识，不断提高专业技能，严格遵守法律法规和建造师管理规章制度，全面推进建造师执业资格制度的健康发展。

注册建造师是工程项目施工管理的主要负责人，对工程项目自开工准备至竣工验收实施全过程组织管理。注册建造师的基本素质、管理水平及其行为是否规范，对整个工程项目的质量、进度、安全生产、投资控制和遵章守法起着关

键作用。在我国全面建设小康社会的这一重要历史时期,注册建造师承担的责任和任务繁重而又艰巨,注册建造师要有一种历史的责任感,坚持“百年大计,质量第一”和“安全第一,预防为主”的原则,用现代项目管理理论指导和组织实施项目管理。

为进一步加强注册建造师队伍建设,增强建造师服务建设事业的能力和水平,省建设厅执业资格注册中心组织山东建筑大学、山东交通学院、山东大学水利水电学院、中国海洋大学培训中心等单位,并邀请一批施工企业的优秀管理人员和建造师共同开展了山东省建造师人才培养战略研究工作,并组织编写了五个专题的一系列研究专著,作为建造师学习的教材和参考书目。希望全体建造师不断加强学习,全面提升熟练运用各种新技术、新工艺、新材料的能力,奋发进取,努力把我省建设事业提高到一个新水平,为把我省全面建成小康社会做出更大贡献。

山东省住房和城乡建设厅



2013年10月25日

前 言

公路建设的快速发展对促进国民经济和社会的发展和进步发挥了至关重要的作用。为保证行车安全、舒适、畅通,必须加强公路的养护管理,提高使用质量和服务水平。建设资源节约型社会也要求贯彻公路工作的指导原则,即:“建养并重、强化管理、深化改革、调整结构、依靠科技、提高质量、依法治路、保证畅通”。目前,我国公路已经进入建养并重的时期,及时对公路病害的状况进行监测,并采用新技术、新材料、新工艺,进行科学合理的养护维修,提高使用品质,延长使用寿命,是目前面临的紧迫任务,也是公路技术人员普遍关心的问题。

本书结合国内外公路监测与养护技术的最新研究成果和工程实践,主要论述了沥青路面预防性养护技术,沥青路面维修技术,桥梁养护、维修和加固技术及施工工艺等方面的内容。其中包含了目前道路和桥梁工程监测和养护中的不少新技术,如道路工程中的雾封层、微表处、碎石封层、超薄罩面、沥青路面冷再生和热再生技术等,系统论述了各项新技术从原材料选择、设计到施工工艺,以及施工质量控制标准等关键环节;又如桥梁工程中的混凝土裂缝修补技术、植筋、碳纤维加固混凝土、斜拉索更换以及桥面铺装层维修等新技术。本书内容全面系统,在理论研究的基础上,突出工程实践和应用,具有可操作性和实用性强的特点,适合广大工程技术人员使用。

本书在组织编写过程中,得到了山东省住房和城乡建设厅、山东省交通运输厅、山东省建筑工程管理局、山东交通学院等部门的大力支持,并得到了山东鲁中公路建设有限公司、烟台市牟平公路管理局等单位专家的支持和帮助,书中参考了大量文献,在此谨表谢意。

限于编者水平,错误和不足之处在所难免,欢迎广大读者对本书使用过程中发现的错误、疏漏和不妥之处给予批评指正,不胜感激。

作 者

2014年1月

目 录

第一篇 道 路 篇

第一章 概述	1
第一节 沥青路面养护技术现状	1
第二节 沥青路面养护技术发展趋势	4
第二章 沥青路面使用性能调查与评价	7
第一节 沥青路面典型病害及成因分析	7
第二节 沥青路面检测内容与方法	9
第三节 沥青路面技术状况评定方法	16
第三章 沥青路面预防性养护技术	21
第一节 沥青路面预防性养护研究和应用现状	21
第二节 沥青路面常见病害的养护	25
第三节 雾封层	46
第四节 微表处	50
第五节 碎石封层	57
第六节 超薄罩面	63
第四章 沥青路面维修技术	73
第一节 沥青路面加铺维修技术	73
第二节 沥青路面再生技术	80

第二篇 桥 梁 篇

第五章 桥梁施工监控技术	114
第一节 概述	114
第二节 桥梁施工监控的主要内容	117
第三节 桥梁施工监控方法	127
第四节 桥梁监控施工组织	132
第五节 桥梁施工监控案例分析	135
第六章 桥梁检查及评定	163
第一节 概述	163

第二节	桥梁检查分类	166
第三节	桥梁荷载试验	175
第四节	桥梁检查结果评定	195
第五节	桥梁检查案例分析	200
第七章	桥梁维修加固技术	244
第一节	概述	244
第二节	桥梁加固原理	245
第三节	桥梁加固技术	263
附录 A	稀浆混合料试验方法	283
附录 A.1	拌和试验	283
附录 A.2	破乳时间试验	284
附录 A.3	粘聚力试验	285
附录 A.4	湿轮磨耗试验	287
附录 A.5	负荷车轮粘砂试验	289
附录 A.6	微表处混合料轮辙变形试验	291
附录 A.7	配伍性等级试验	293
参考文献		296

第一篇 道路篇

第一章 概 述

第一节 沥青路面养护技术现状

我国修建沥青路面的历史短,成熟的养护修补技术较少,加之我国近几年国民经济高速发展,由此带来的交通量迅速增长,车辆大型化、超载严重,车辆渠化行驶等问题,使许多沥青路面出现了早期破损现象。因此,如何应用科学有效的沥青路面养护修补技术来改善道路使用功能,延长路面使用寿命,降低养护成本,提高经济、社会效益,成为当务之急。

由于沥青为热熔性材料,它对温度很敏感。沥青路面的技术性能受诸多因素影响,容易老化。因此,发生的病害也很多,常见的有车辙、开裂、壅包、松散、沉陷、坑槽、麻面和唧浆等。这些病害会严重影响道路行车质量、行车安全和使用寿命。引起这些病害的原因又是多方面的,既有设计方面的原因,也有施工及材料方面的原因,同时也有外来的因素。为了提高沥青路面的行车质量,必须对路面发生的各种病害作及时的修补。目前,路面修补的主要手段是清除已经损坏的部分,然后用热拌沥青混合料填补。但是,由于热拌沥青拌和料容易受到气候、温度、运距及用料的影响,降低了路面的维修质量。同时,由于养护材料类型较少,有些病害还没有合适的养护材料,致使有些病害没有得到有效的治理。

现在沥青路面维修、养护方面存在的一些主要问题有:

(1) 对于沥青路面的一些病害,目前尚难做到“防患于未然”。其实,对于沥青路面可能出现的病害,应预先采取措施进行防护,即预防性养护。可以根据路面的使用状况和自然条件,预先选用一些适合的材料对路面进行防治,通过及早、有效地防治,能避免或者延缓发生路面的某些病害。

(2) 沥青路面出现病害时难以做到立即修补处理。常常是:“小洞不补,大洞吃苦”。如果路面出现一些病害能及时有效地处理,不但对路面不会造成大的损害,同时也会节约养护管理的经费,确保交通安全。

(3) 目前尚有一些病害,还没有合适的养护材料进行处理,例如低温裂缝处理问题。在我国北方地区,冬天气温低,沥青路面会出现不同程度的裂缝,有些地区还十分严重,不但裂缝数量多,而且裂缝贯穿面层上下,裂缝的宽度可达 1 cm。此类病害如果得不到及时的修复,水渗进去之后,就会造成路面下沉。如使用沥青灌浆方法处理,结果是收效甚微,处理后的路面来年仍然会开裂。这种病害如果使用低温性能好、常温施工的材料进行整治,效果会更好些。

(4) 养护经费不足也是制约沥青路面维修效果的原因之一。往往因为经费不足,影响

了养护的及时性和良好的养护材料的选用,降低了养护质量。

(5) 沥青路面养护工作中科技含量少,技术水平低,难以根据沥青路面的不同病害,选用不同的养护材料和养护技术。

一、沥青路面维修养护技术

现在常用的沥青路面维修养护技术有以下几类。

(一) 聚合物改性乳化沥青稀浆封层(微表处)

聚合物改性乳化沥青稀浆封层技术(以下简称微表处)是一种采用高分子聚合物使乳化沥青改性的沥青路面铺筑技术。美国、澳大利亚等国家 20 世纪 80 年代初即开始应用这项技术,该技术被国际公认为是修复道路车辙、轻度裂缝等病害,防止路面水损害,改善沥青路面表面功能,提高路面抗滑性能的最有效、最经济的手段之一。

微表处技术应用有如下优点:① 施工速度快,连续式稀浆封层机一天能摊铺 500 t 微表处混合料,施工后 1 h 即可通车,非常适合高速公路;② 可提高路面的防滑能力,改善路面性能,延长路面使用寿命;③ 成型快,工期短,施工期长;④ 常温条件下施工,符合环保要求;⑤ 微表处层很薄,不影响路面排水,不增加桥面厚度。

(二) 沥青路面现场热再生修补技术

所谓沥青路面现场热再生技术,即在现场对沥青路面加热并使之软化,利用添加再生剂、新沥青混合料,将原有路面现场再生达到沥青混合料的质量标准,再经过摊铺、压实,完成沥青路面病害修补目的。沥青路面现场热再生修补技术,根据加热源的不同,有加热板热辐射传热和远红外热辐射两种方式。远红外热辐射又分为加热墙和加热管两种。远红外热辐射热量传导速度快、热效率高,但缺点是热量输出不易控制,热能源损失大,容易造成路面冒烟烧焦现象。相比之下,加热板辐射传热对路面加温均匀,易控制,热能损失少、修补效果较好。目前,国内应用较好的是香港英达公司的“修路王”,“修路王”的加热墙采用 100% 高强度辐射式加热方法对沥青路面进行程序控制下的间歇性热辐射加热,修补 $1.5\text{ m} \times 1.5\text{ m}$ 的坑槽,约需 15~20 min 即可完成,对于坑槽、翻浆、沉陷、壅包、松散、脱皮、龟裂等小面积病害处治非常适合。

沥青现场热再生设备根据路面修补面积的大小不同又分为连续式作业方式和间断式作业方式两种。对于修补里程较长的工程宜选用连续式作业方式的设备,如加拿大生产 PyroPaver300E 热再生设备机组(称热力坦克)。它集路面加热、铣刨、摊铺、碾压等一系列功能于一体,在现场对原路面进行铣刨,废沥青料热再生,重新摊铺碾压,从而实现了整个车道的热再生翻新,代表了国际热再生技术的最高水平。对于坑槽、沉陷等局部病害宜采用间断式作业的设备,如前述香港英达公司的修路王。

沥青路面现场热再生修补技术,由于其施工周期短、工艺简单、施工成本低、对环境产生的污染小等优点,目前是世界上沥青路面局部病害处理最先进、最佳的施工方法。

(三) 直接罩面法、铣刨加铺新料法和挖补法

这三种方法均属于传统的修补方法。

(1) 直接罩面法,此种方法的优点是对于大面积修补情况下,原路面不必处理,施工周期短,但缺点是投资大,且由于提高了路面标高,故给路面排水带来了问题,若是桥面,则增加了桥梁荷载。

(2) 铣刨加铺新料法,这种方法彻底解决了大面积补修路面产生的病害,但施工工序多,沥青废料对环境产生的污染严重,且由于沥青废料未能再利用,所以投资大、浪费多,相对施工周期也长。

(3) 挖补法是修补局部路面病害冷补最常用、最传统的方法。随着冷补材料的不断推陈出新,该方法不失为一种经济的补修方法。但缺点是修补路面平整度、密实度质量难以保证,且施工基本是人工操作,也不符合高速公路高质量快速修补要求。

二、沥青路面养护维修材料

(一) 沥青路面预防性养护材料

作为预防性养护,美国派克森公司推出了一种新的路面养护材料,这就是沥青路面复原剂。将沥青路面复原剂经过稀释后,喷洒在路面上,能在一定程度上渗入沥青路面中,起到封闭裂缝,改善和恢复原沥青路面性能的作用。现在国内经过研究,已成功地开发出性能同美国产品一样的“沥青路面养护剂”,已在生产上推广应用。沥青路面养护剂看起来同乳化沥青相似,但实际上是有区别的,其区别在于:

(1) 养护剂对老化的沥青路面有较好的渗透作用,通过渗透可以起到软化旧沥青并在一定程度上恢复沥青性能的作用。一般乳化沥青只是包覆在旧路面表面,渗透性差,缺乏软化老化沥青的能力。

(2) 养护剂含有较高的芳香酚物质,当渗入旧沥青路面中,能够对沥青质起到溶解的作用,使老化的沥青获得某种程度的再生,所以养护剂又称为旧沥青路面的再生剂,而普通乳化沥青则起不到再生的作用。

(3) 养护剂是由高分子聚合物材料所组成的,这有助于沥青路面性能的改善。

(4) 养护剂有良好的储存稳定性,长期储存不会发生离析、破乳等现象。养护剂中有效成分高,故适合在稀释后使用。将养护剂喷洒后,一般经过 0.5 h,就能破乳,这时撒上石屑,扫匀就可开放交通。

养护剂特别适宜于路面严重网裂或龟裂,但路面仍保持平整,且未出现变形或不因强度不足而引起破坏的路面进行养护使用。对于沥青路面已出现大面积坑洞,裂缝中有泥浆挤出来,或路面完全破坏,养护剂是无能为力的。实践表明,使用养护剂能有效地封闭裂缝,改善路面表面状况,延长路面使用寿命。使用养护剂养护路面,其费用与稀浆封层大致相当,但养护剂使用方便,施工时对来往交通影响小、持续时间短。由于养护剂的使用方式,它特别适合于三级、四级公路使用,而这些公路在我国公路中占有很大的比例,而且往往交通量也很大,但因为养护经费紧张,按一般加罩封面养护的方式,使许多道路得不到及时的维修和养护,以致加速路面的破坏。有了沥青路面养护剂,不要投入很大的资金,就可使路面得到及时的养护。

(二) 沥青路面修补材料

沥青路面上经常会出现坑洞,如不及时修补,则不仅影响路容,而且影响车辆行驶安全。因此无论何时何地都需要及时地修补路面出现的坑洞。然而,目前沥青路面的坑洞往往得不到及时的修补,这主要是因为用热拌沥青混合料修补坑洞往往不很方便。一般坑洞修补都需要等到坑洞数量较多,然后才集中采用热拌沥青混合料到现场进行修补。并且,如果是冬季或雨季,因为采用热拌沥青混合料修补不方便,以致只能等到天热时才修补。当坑洞蔓

延扩大成片时,不仅增大了养护工作量,而且也加速了路面的破坏。因此及时修补坑洞是非常必要的。

储存式冷铺沥青混合料就是适应路面坑洞修补用的一种路面养护材料。这种沥青混合料是在热态下拌和,冷却后装入袋中储存起来,当路上出现坑洞时,可随时运至现场,摊铺压实,恢复路面平整,保证正常交通。储存式冷铺沥青修补材料,是采用特殊配制的改性沥青和砂石料拌制而成的。由于这种冷铺材料既要能保持疏松性,又要保证良好的压实性,这两种性能是相互矛盾的,要达到两者之间的平衡,在材料配制上有其特殊的技术。这些技术也就成了商品专利,故冷铺修补材料价格比热拌沥青混合料贵得多。

(三) 沥青罩面材料

20 世纪 80 年代以来,欧洲国家推出一种新型沥青路面罩面材料,称之为沥青砂浆或沥青胶砂。其特点是集料级配为开级配,最大粒径为 4.75 mm,高矿粉含量和高沥青用量,为能吸收较多的沥青,还加入一定数量的纤维材料。

这种沥青砂浆摊铺厚度一般为 1.5~2.5 cm。由于这种混合料中大于 2.36 mm 的颗粒要占 60%~70%,在某种程度上形成了骨架,能够承受车轮荷载的作用。由于沥青含量较高,一般可达 6.5%~8.0%,沥青膜较厚,使混合料有较好的柔韧性,所铺路面有很好的抗裂性和耐疲劳性能。

这种沥青砂浆压实后成密实结构,基本上不透水,路面耐久性好,与普通沥青罩面相比有较长的使用寿命。沥青砂浆成细密结构,但仍有良好的抗滑性能。沥青砂浆在欧美国家应用较多。沥青砂浆中所用的纤维一般采用木质素纤维,用量为 0.3%~0.4%。纤维的加入有助于改善沥青砂浆的抗剪强度和抗磨性以及摊铺时的均匀性。沥青用量应通过试验确定,但马歇尔稳定度只要求达到 6 000 N,空隙率控制在 3%~5% 范围内。在有条件的情况下,推荐改性沥青,如 SBS 或 SBR 改性沥青。

第二节 沥青路面养护技术发展趋势

随着我国高速公路的迅猛发展,如何保持沥青路面的良好使用性能,延长其使用寿命越发显得重要,养护维修技术正日益成为人们关注的一个热点。

我国现行的沥青路面养护技术规范根据工程量的规模大小、技术难易程度将沥青路面的养护维修作业分为小修保养、中修、大修、改善(改建)四类。该种分类方法反映了一种“重修理、轻预防”的观念。更为合理的分类方法是根据病害的类型、路面损坏程度以及所需采用养护维修措施的性质和功能进行分类。在美国等西方国家将沥青路面的养护维修分为:预防性养护、修复性养护、路面翻修和路面重建四类。这种分类方法的核心是作业的功能和目的,因而有着很强的目的性和针对性。

一、预防性养护技术的发展

预防性养护是指那些带有保护路面防治病害进一步扩展,减缓路面使用性能的恶化速率以及延长路面使用寿命为目的的养护作业。通常用于没有发生损害或只有轻微缺陷与病害迹象的路面。预防性养护没有路面补强的功能。预防性养护可以减少路面寿命周期的成本,节约养护维修资金,是一种费用-效益良好的养护措施。

目前广泛应用的预防性养护技术有:表面封层、裂缝填封、薄层罩面。预防性养护技术的发展趋势应沿着材料、工艺和设备三个方面向前发展。

1. 新材料

预防性养护是敷设在沥青路面上的一薄层养护层,它不像沥青混凝土那样对抵抗疲劳荷载的破坏和抗车辙的能力方面有着很高的要求。对养护层更为重要的要求为:首先是抵抗车轮磨耗;第二是养护材料抵抗外部塑性变形的能力,亦即要求养护材料有足够的粘弹性和延展性,以便吸收由于温度变化或原路面传来的变形和应力;第三是它的密水性,亦即防止水分透过养护层渗入路面的能力,这直接影响到养护层抗水损坏的性能;第四是在环境因素的影响下耐老化的能力。

针对上述要求,新的养护材料应具有较强的粘弹性、坚韧性以及与集料之间的粘附性。高粘度橡胶沥青就具有这样的特性。

目前,橡胶沥青已广泛应用于石屑封层、薄层罩面、应力吸收层、开级配的磨耗层等各种需要粘结剂具有高粘结力的场合,也是制作各种裂缝填封、接缝填封材料和密封胶的主要原料。

2. 新工艺

预防性养护工艺将进一步向冷态施工方向发展。如果对橡胶沥青进一步乳化,橡胶沥青就可以移植到稀浆封层这样的冷态施工技术中。

为了解决粘结剂与集料更好裹覆的问题,提出了将细砂在乳化沥青喷洒前先行混合的新概念。目前该种工艺已经在裂缝压力喷补中得到了很好的应用。另一个为解决石屑与沥青裹覆问题的新技术是在石屑封层中采用同步喷洒的工艺。

为了解决石屑封层存在的缺陷,有的国家采用覆盖封层或三明治封层技术。覆盖层封层技术是一种复合封层技术,它首先在原路面上敷设一层石屑封层,待石屑封层完全凝固后(约需一周左右)再在其上敷设一层稀浆封层。

三明治封层是一种将贯入式工艺与石屑封层工艺结合在一起的封层技术。它的工艺是先将一层粗集料(15~20 mm)洒布在所需养护的沥青路面上,然后再喷洒一层改性乳化沥青,并紧跟着洒布一层较细的集料(5~13 mm),最后碾压成型。该封层技术改性乳化沥青的用量要比单层的石屑封层用量高,以便有足够的沥青贯入到粗集料的缝隙中,但其喷洒量又比双层石屑封层低。这种复合式工艺的好处是可以将小的集料颗粒嵌入到大的颗粒中间,以提高抵抗车轮带出石屑的能力,而大颗粒集料的存在有助于解决表面泛油的问题。在生产效率和材料消耗上要比多层石屑封层好。

二、修复性养护技术新发展

修复性养护主要包括:路面局部修补和中、大裂缝的填补处理两大类。在路面的局部修补中又包括坑槽修补和路面翻修。

坑槽修补是养护部门最日常的养护工作。坑槽修补式处理路面常用于由于局部承载力不足而导致的路面小面积的裂缝(龟裂)、路面老化和路面崩解而导致的坑槽。从修补的寿命长短分,坑槽修补可分为应急修补、半永久性修补和永久性修补;从修补的施工方式分,可分为冷态修补和热态修补。

属于修复性养护的裂缝填封主要是针对那些由于低温、推移、反射等引起,其损坏主要

存在于面层内部的裂缝。影响裂缝封填寿命的施工工艺方面的主要因素是:施工气温,裂缝是否做清洁、干燥处理,裂缝封填的方式。裂缝封填方式对填封寿命有着重要影响。美国 SHRP 计划研究表明寿命最长的填封方式是方槽贴封式和浅宽槽无贴封式。

裂缝封填的先进工艺,应包括以下工序:开槽扩缝;加热压缩空气清洁干燥缝壁;压力填充补缝材料;撒沙封边。目前先进的封缝设备都是根据上述工序设计的。

在坑槽修补中,修补材料的压实质量、表面的平整度、修补的快速性,仍然是目前坑槽修补技术中没有完全解决的问题。沥青修复性养护技术总的发展趋势将围绕上述问题从材料、工艺和设备三方面取得进展。

1. 新材料

在坑槽修补材料的发展中,高性能的专用冷补材料的开发有明显的发展趋势。目前的冷补材料可使修补寿命提高一至两年左右。应急性冷补材料主要是由慢凝的轻质沥青制作的,而专用的冷补材料是按专门的配方和拌和工艺生产的。这些材料大多是一些专利产品,如美国的 UPM、Pema-Patch、QPR2000 等品牌的冷补材料。随着新的高性能冷补材料的发展,结合冷补工艺的改善,使坑槽修补寿命接近于永久是可能的。

2. 新工艺

在坑槽修补工艺方面,冷补工艺的发展较热补工艺更快。在保持应急冷补快速的基础上,美国的研究提出了“半永久性冷补”工艺,是由五道工序组成:

- (1) 清除坑中的水分和杂物;
- (2) 切除周边半损坏的材料;
- (3) 喷洒粘层油;
- (4) 填入冷补材料;
- (5) 用小型机具压实冷补材料。

半永久性修补工艺较常规应急修补工艺增加了切边、喷洒粘层油和碾压三道工序,虽然会增加数分钟的修补时间,但却大大提高了修补的牢固性。

在坑槽的压力喷补工艺方面需要关注的问题是进一步改善坑槽表面的平整度。在热补工艺方面提高坑槽修补深度是加热修补工艺进一步发展需要解决的问题,在这方面微波加热将是一个值得关注的发展方向。

第二章 沥青路面使用性能调查与评价

第一节 沥青路面典型病害及成因分析

沥青混凝土路面的典型病害总体上分为结构性病害和功能性病害两大类。结构性病害是路面结构的整体或其某一个或几个组成部分出现了病害,严重的可使道路失去使用功能,主要以各种结构裂缝的形式表现出来;功能性病害是导致路面功能衰减的病害,其主要表现为路面服务能力下降、平整度和抗滑性能降低。结构性病害和功能性病害不一定同时发生,但都是逐渐积累起来的。

我国《公路沥青路面养护技术规范》(JTJ 073. 2—2001)将路面病害分为裂缝类、松散类、变形类和其他四种大类型,每类包含的内容见表 2-1。

表 2-1 沥青路面的破损分类

分 类	沥青路面破损
裂缝类	龟裂、不规则裂缝、纵向裂缝、横向裂缝
变形类	沉陷、车辙、波浪(搓板)、壅包、桥头涵顶跳车
松散类	坑槽(含啃边)松散(含脱皮、麻面)
其他类	泛油、磨光、老化、冻胀、翻浆、露骨、修补破损

一、裂缝类病害成因

1. 材料方面

(1) 沥青:一方面沥青混合料低温劲度是决定是否开裂的根本因素,沥青劲度又是决定沥青混合料劲度的关键。沥青老化越严重,劲度越大,裂缝出现越早。另一方面,沥青的温度敏感性也会影响裂缝的产生,感温性大的沥青易开裂。一般情况下,含蜡量高,会使沥青的拉伸应变减小,脆性增加,温度敏感性变大,裂缝就容易产生。

(2) 级配:矿料组成级配也与开裂有一定关系,一般来说用油量偏低,矿粉含量高易产生裂缝。

2. 设计方面

路面结构设计不合理,如基层厚度不够、面层及材料配合比设计不当。沥青面层厚度较大,裂缝就减少。这是指用同一种沥青混合料,厚度大的比薄的裂缝率要小。但采用质量好的沥青即使铺筑薄的路面其横向裂缝也可能少于质量差的沥青但厚度大的路面。

3. 施工因素

优良的施工质量,特别是各结构层的压实度达到规范要求、稳定性优良、排水性能好、面

层接缝处理完善等是保证裂缝特别是纵向裂缝和龟裂、网裂不出现的前提条件

4. 气候交通因素

在气候交通方面,极端最低温度、降温速率、低温持续时间、升温降温循环次数是温度收缩性裂缝出现的四大因素。雨水是加速裂缝形成、扩大甚至路面破坏的催化剂。当然不论什么样的裂缝,在行车荷载的作用下,都会加速路面破坏。

二、变形类病害成因

从我国沥青路面的破坏现象分析,变形类病害中车辙问题尤为突出。它除了影响行车舒适外,还对交通安全有直接影响。车辙是路面上沿行车轨迹产生的纵向带状凹槽,数量按实有长度乘以变形部分的平均值计算。车辙在行车荷载重复作用下,有扩展和积累的趋势。

1. 沥青混合料

(1) 沥青:车辙与沥青的粘度直接相关,提高沥青高温粘度是防止车辙的有效措施,所以施工时应选用低针入度、高软化点、低含蜡量的高粘度沥青。

(2) 集料:在集料中掺加破碎砾石对抵抗车辙是不利的,因其缺乏棱角而易变形,酸性集料容易降低混合料的水稳定性和高温稳定性。所以施工时应选用表面粗糙、嵌挤作用好、与沥青粘结性能强的集料。

(3) 矿粉:为提高混合料的高温稳定性,必须使矿粉有足够的数量,以减少游离沥青。

(4) 级配:空隙率对车辙的影响非常大,增大集料粒径对提高车辙能力有一定效果,当然空隙率也不能太小,4%的空隙率为最小空隙率的临界。

2. 路面结构层次

沥青混合料的厚度是影响车辙的重要因素。一般来说路面厚度的确定,既要保证有足够的承载力,又要有较好的抗车辙能力。在低于临界厚度时,沥青面层越厚,车辙越严重,而当超过临界厚度时,车辙随厚度变化较小。

3. 交通条件

大量重型超载车辆在主车道上行驶,速度慢且渠化现象严重,由于其单轴荷载增大,甚至翻倍,从而使车辙更容易产生。

4. 气候条件

由于沥青混合料是粘弹性材料,沥青路面是黑色路面,吸收热量能力强,所以在气温较高时,路面在行车荷载反复作用下极易产生车辙。

5. 施工因素

在施工过程中要加强碾压,切忌片面追求平整度而放松压实。保证压实度,把空隙率控制在规范要求范围内,是避免压实度不足引起车辙的有效途径。

三、松散类病害成因

坑槽是路面破坏而形成的深洼,坑槽的深度一般大于2 cm,面积在0.04 m²以上。如小面积坑槽较多,又相距很近(20 cm以内),应和在一起计算。沥青路面的坑槽往往都有一个形成过程,起初局部龟裂松散,在行车荷载和雨水等自然因素作用下逐步形成坑槽。坑槽究其破坏原因也可分为设计、材料、施工及气候等方面。