

WINNERS

常魁和 高 群 编著



公路沥青路面 养护新技术

人民交通出版社

Gonglu Liqing Lumian Yanghu Xinjishu

公路沥青路面养护新技术

常魁和 高 群 编著

人民交通出版社

内 容 提 要

本书详细介绍了国内近年来在公路沥青路面养护工程中普遍应用的新技术,包括用乳化沥青常温混合料、低温混合料修补坑槽;用乳化沥青稀浆封层、慢裂快凝稀浆封层、改性乳化沥青稀浆封层维修路面;用热沥青、乳化沥青、改性沥青修补沥青路面裂缝;用玻璃纤维格栅、玻璃纤维布、土工布防治路面裂缝;用改性沥青混合料、橡胶粉沥青混合料、SMA 混合料中修罩面及沥青路面旧料再生技术、除雪技术等。

本书可供公路工程与养护技术人员、管理人员、养护员工以及有关大专院校师生学习参考。

图书在版编目(CIP)数据

公路沥青路面养护新技术 / 常魁和, 高群编著. —北京:
人民交通出版社, 2001. 5

ISBN 7-114-03849-6

I. 公... II. ①常...②高... III. 沥青路面-路面养生
IV. U418.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 14867 号

公路沥青路面养护新技术

常魁和 高 群 编著

版式设计:王静红 责任校对:张 捷 责任印制:杨柏力

人民交通出版社出版发行

(100013 北京和平里东街 10 号 010 64216602)

各地新华书店经销

北京凯通印刷厂印刷

开本:850×1168 1/32 印张:12.5 字数:328 千

2001 年 6 月 第 1 版

2001 年 6 月 第 1 版 第 1 次印刷

印数:0001-7000 册 定价:28.00 元

ISBN 7-114-03849-6

U · 02792

前 言

公路养护是保持路况完好,延长公路使用寿命,为经济建设提供良好服务的根本条件。如果公路缺养、失养,路况必然会很快下降,道路通行就必然受阻。所以,在公路建设中,必须高度重视养护工作。在整个公路养护工作中,路面养护是公路养护工作的中心环节。这是因为路面是直接承受行车荷载和自然因素作用的结构层,关系着行车是否安全、快速、经济、舒适。因此,路面养护质量是公路养护质量考核的首要对象。

沥青路面是我国公路及城市道路路面的主要结构形式。随着我国国民经济的发展,公路建设突飞猛进,到2000年年底,我国的高速公路通车里程已达到1.6万公里,主要干线的高速公路网即将建成,其它干线公路和县乡公路发展也非常快。随着公路通车里程的增加和使用时间的延长,必然会带来养护工程量的增加。另一方面,近年来许多公路建成后,受交通量迅速增长、车辆大型化、超载严重、行驶渠道化等影响,使沥青路面在使用过程中受到了严峻的考验。许多沥青路面建成不久,就不能适应车辆通行的需要,发生了早期损坏,养护工程量越来越大,对养护技术的要求也越来越高。可以预计,今后一个时期,我国公路建设的重点将由建设为主,转为建设与养护并举,并以养护为主。

客观地讲,相对公路工程技术来说,我国的公路养护技术还是比较落后的。近年来,国内研究开发了许多沥青路面养护新技术,一些国外的先进技术也相继在国内沥青路面养护工程中得到应用,取得了很大的经济效益和社会效益。为了推广应用这些行之有效的沥青路面养护新技术,提高养护工程质量,降低养护费用,延长沥青路面使用寿命,我们根据国内近年来在沥青路面养护工

作中取得的科研成果和成熟经验,编著了《公路沥青路面养护新技术》一书。本书立足于实用性、通俗性、普及性、可操作性,深入浅出地介绍了常温混合料、低温混合料、稀浆封层、土工合成材料、改性沥青混合料、橡胶粉沥青混合料、SMA 混合料、路面再生、除雪等沥青路面养护新技术、新工艺、新材料,及其在养护工程中的应用实例与效果,可供广大公路工程与养护技术人员、管理人员、养护员工在实际工作中具体应用。

在本书编写过程中,得到了哈尔滨工业大学(原哈尔滨建筑大学)交通学院道路教研室冯德成主任的具体指导,在此表示衷心的感谢。

编 著 者

2001 年 2 月

目 录

第一章 概述	1
第一节 公路养护的目的、方针与政策	1
第二节 沥青路面养护作业分类与技术要求	8
第三节 沥青路面使用性能及评价	25
第四节 沥青路面养护管理系统	39
第二章 常温、低温混合料修补坑槽技术	57
第一节 乳化沥青技术特性及应用	57
第二节 沥青乳化剂分类及选择	61
第三节 乳化沥青生产工艺及设备	70
第四节 常温混合料	84
第五节 低温混合料	94
第三章 乳化沥青稀浆封层技术	106
第一节 稀浆封层技术特点与应用	106
第二节 乳化沥青稀浆封层机	116
第三节 慢裂快凝稀浆封层技术	126
第四节 改性乳化沥青稀浆封层技术	130
附录 路面稀浆封层施工规程	146
第四章 土工合成材料防治路面裂缝技术	158
第一节 沥青路面裂缝产生原因及修补裂缝技术	158
第二节 土工合成材料分类与功能	173
第三节 玻璃纤维格栅应用	185
第四节 玻璃纤维布应用	203
第五节 土工布应用	215
第五章 改性沥青混合料罩面与封层技术	221

第一节	沥青改性剂分类及选择	221
第二节	改性沥青生产设备及工艺	237
第三节	改性沥青混合料罩面	248
第四节	橡胶粉沥青混合料罩面与封层	256
第六章	SMA 混合料罩面技术	271
第一节	SMA 混合料技术性能及应用	271
第二节	纤维稳定剂及添加设备	279
第三节	改性沥青 SMA 混合料的应用与效益分析	289
第四节	纤维沥青混凝土	303
附录	SMA 路面设计施工指南	307
第七章	沥青路面再生及除雪技术	335
第一节	沥青路面再生技术	335
第二节	除雪技术	366
参考文献		389

第一章 概 述

第一节 公路养护的目的、方针与政策

公路是国家现代化建设的重要基础设施。根据我国国民经济和社会发展对交通运输的要求,要想建立起适应中国国情的现代化综合运输体系,缓解我国交通运输的紧张局面,对于公路建设者来说,最关键的有两方面:一是要加快高等级公路建设,提高整个路网技术等级;二是要切实加强对已建成公路的养护管理,改善路网结构,保障公路畅通。其中,公路养护是保持路网完好,并不断使其得到改善,延长其使用寿命,为经济建设提供良好服务的根本条件。如果缺养、失养,路网使用状况必然很快下降,道路通行就必然受阻。显而易见,一手抓建设,一手抓养护,建养并重、协调发展,是公路事业自身发展的客观要求。公路越发展,越需要养护,技术越进步,越是要实行现代化的养护。所以,公路养护的目的和基本任务是:

1. 经常保持公路及其设施的完好状态,及时修复损坏部分,保障行车安全、舒适、畅通。
2. 采取正确的技术措施,提高养护工作质量,以延长公路的使用年限。
3. 防治结合,治理公路存在的病害和隐患,逐步提高公路的抗灾能力。
4. 对原有技术标准过低的路段和构造物以及沿线设施进行分期改善和增建,逐步提高公路的使用质量和服务水平。

根据交通部颁发的《公路科学养护与规范化管理纲要》的要

求,从我国公路建设、管理的实际出发,当前公路养护工作总的指导方针是:建养并重、协调发展、深化改革、强化管理、提高质量、保障畅通。公路养护工作的目标是:以深化改革为动力,以技术进步为手段,以提高职工队伍素质为基础,以强化管理为依托,以依法治路为保障,建立现代化的公路养护管理体系。

我国现阶段公路养护的技术政策是:

1. 预防为主、防治结合。要根据历年积累的技术经济资料和本地具体情况,通过科学分析,预作防范,消除导致公路损毁的因素,增强公路设施的耐久性和抗灾能力。特别要做好雨季的防护工作,以减少水毁损失。

2. 因地制宜、就地取材。在养护工程中应尽量选用当地天然材料和工业废渣,充分利用原有工程材料和工程设施,以降低养护成本。

3. 常年养护、科学养护。要推广应用国内外先进的养护技术和科学的管理方法,改善养护生产手段,提高养护技术水平,并做到常年养护不松懈。

4. 重视综合治理,保护生态平衡、路旁景观和文物古迹,防止环境污染,注意少占农田。

5. 全面贯彻执行《公路桥梁养护管理工作制度》,加强桥梁的检查、维修、加固和改善,逐步消灭危桥。

6. 公路养护工程设计,应符合现行《公路工程技术标准》的规定,施工时要注意社会效益,保障公路畅通。

7. 加强以路面养护为中心的全面养护,大力推广和发展公路养护机械化。

在制定具体的公路养护技术措施时,应遵循以下原则:

1. 认真开展路况调查,分析公路技术状况,针对病害产生的原因和后果,采取有效、先进、经济的技术措施。

2. 加强养护工程的前期工作,加强各种材料试验及施工质量检验和监理,确保养护工程质量。

3. 推广路面、桥梁养护管理系统,逐步建立公路数据库,实行

病害监控,实现决策科学化,使有限的资金发挥最大的经济效益。

4. 推广 GBM 工程,实施公路的科学养护与规范化管理,改变现有公路面貌,提高公路的整体服务水平。

5. 认真做好公路交通情况调查工作,积极开发、采用自动化观测和计算机处理技术,为公路规划、设计、养护、管理、科研及社会各方面提供全面、准确、连续、可靠的交通情况信息资料。

6. 改革养护生产组织形式,管好、用好现有的养护机具设备,积极引进、改造、研制养护机械,逐步实现养护机械设备标准化、系列化,以保证养护工程质量,提高养护生产效率,降低劳动强度,改善劳动环境。

7. 加强对交通工程设施(包括标志、标线、通讯、监控等)、收费设施等的设置、维护、更新工作,保障公路的服务水平。

按照“统一领导,分级管理”的原则,我国现阶段公路管理机构分为省(自治区、直辖市)公路管理局、地(市、州、盟)公路管理局(处)、县公路管理段,直接从事养护生产的为公路养护管理工区(站、道班)。省、地(市)、县三级公路管理机构技术负责人的主要职责应包括下列内容:

1. 贯彻执行国家有关公路技术法规和公路养护、修建的技术政策和规章制度,负责制定本地区公路养护技术管理的有关规定和办法。

2. 定期组织检查公路各项工程设施的技术状况,提出或审定各类养护工程的技术措施和方案。

3. 负责组织养护工程的竣工验收及参与组织新、改建工程的竣工验收。

4. 负责组织公路交通情况调查,系统地观测公路使用情况,掌握技术经济指标,充实和修订公路路况技术档案,逐步建立公路养护管理数据库系统。

5. 掌握国内外公路科技发展动态,积极引进、开发、推广公路养护新技术、新材料、新工艺,组织科技交流和培训专业人才。

各级公路管理机构,必须配备足够的养护工程技术人员。地

(市)级以下管理机构的专职养护工程技术人员每管养 100km 至少应配备 4 人。地(市)和县级机构内,养护工程技术人员总数占全部管理及服务人员总数的比例应不少于 30%。随着技术水平的提高和业务人员的补充,其所占比例应相应增加。

在整个公路养护工作中,路面养护是公路养护工作的中心环节。这是因为路面是在路基上用各种筑路材料铺筑的供车辆行驶的直接承受行车作用和自然因素作用的结构层,其作用是满足行车安全、快速、经济、舒适的要求。所以,路面养护是公路养护质量考核的首要对象。

沥青路面是我国公路及城市道路的主要结构形式。车辆在沥青路面上行驶,除了要克服各种行驶阻力外,还会通过车轮把垂直力和水平力传给路面。此外,路面还会受到车辆的振动力和冲击力作用,在车身后面还会产生真空吸力作用。在上述各种外力的综合作用下,沥青路面结构层内会产生大小不同的压应力、拉应力和剪应力。如果这些应力超过了沥青路面结构整体或某一组成部分的强度,路面就会出现断裂、沉陷、波浪、松散和磨损等病害。因此,沥青路面结构整体及其各组成部分必须通过养护来保持足够的强度,以承受在行车作用下所产生的各种外力。

沥青路面还应具有一定的抵抗变形的能力,即所谓路面刚度。如果沥青路面结构整体或某一组成部分刚度不足,即使强度足够,在车轮荷载作用下也会产生过量的变形,而造成车辙、沉陷或波浪等破坏。

沥青路面结构坦露于大气和自然环境之中,经常受到温度和水分变化的影响,其力学性能也就随之不断发生变化,强度和刚度不稳定,路况也时好时坏。

沥青路面的平整度若达不到要求,将会增大行车阻力,并使车辆产生附加的振动作用,它将造成行车颠簸,影响行车的速度和安全、驾驶的平稳和乘客的舒适。同时,振动作用还会对路面施加冲击力,从而加剧沥青路面和车辆机件的损坏及轮胎的磨损并增大油耗。不平整的沥青路面还会积滞雨水,加速路面的破坏。沥青

路面的平整度同整个路面结构和面层材料的强度及抗变形能力有关,强度和抗变形能力差的路面结构和面层,混合料随着季节的变化影响,经不起车轮荷载的反复作用,极易出现沉陷、车辙和推挤等破坏。

沥青路面表层直接承受着车轮的磨耗作用,经过一定的时间,路面表面的粗糙度将会降低,甚至被磨光,使车轮与路面之间的摩擦阻力大大降低。特别是在雨天高速行车、紧急制动、突然起动或爬坡、转弯时,车轮易产生空转或打滑,致使行车速度降低,油耗增加,甚至引起严重的交通事故。

沥青路面在使用过程中,还要承受行车荷载和冷热、干湿气候等因素的多次重复作用,由此会逐渐产生疲劳破坏和塑性变形积累。此外,沥青路面材料也可能由于老化衰变而导致破坏,缩短路面的使用年限。

根据上述沥青路面的使用特点,沥青路面养护工作的目的应该是:不间断地采取预防性养护和经常性的养护、修理措施,及时、经常地对路面进行保养和修理,保持沥青路面具有一定的强度、刚度及稳定性,以防止路面松散、裂缝和拥包等各种病害的产生和发展;通过对路面的保养和修理,保持和提高路面的平整度和抗滑能力,保持沥青路面路拱适度、排水畅通、行车顺适与安全,确保路面具有安全、舒适的行驶性能;通过对路面的修理和改善,保持沥青路面结构具有足够的抗疲劳强度以及抗老化变形的能力,以确保路面的耐久性;防止因路面损坏和养护操作污染沿线环境,并对原有路面有计划地进行改善,提高其技术状况,以适应公路运输发展的需要。

近年来,随着我国国民经济的发展,公路建设突飞猛进,到2000年年底,我国的高速公路通车里程已达到1.6万公里,主要干线的高速公路网即将建成,其它干线公路和县乡公路发展也非常快。按照设计规范规定,二级以上沥青路面公路设计寿命都在10年以上,在其交付使用后,都需要进行日常性的和定期的维修养护。由于近年来我国公路建设速度非常快,大量公路相继进入维

修养护期,这就必然带来养护工程量的增加。另一方面,许多公路建成后,交通量迅速增长,车辆大型化、超载严重、行驶渠道化等,使沥青路面受到了严峻的考验。许多沥青路面建成不久,就不能适应车辆通行的需要,发生了早期损坏,养护工程量越来越大,对养护技术的要求也越来越高。从许多工程实例看,目前沥青路面早期损坏现象主要有以下特征:

1. 高温车辙及变形

所谓车辙,是指在沥青路面纵向或横向出现的永久性变形。由于车辙的出现,使得路面的平整度明显下降,直接影响了车辆的行驶速度和舒适性。在高温地区、交通量大及超载、重载路段,车辙已成为沥青路面最严重的破坏形式。

2. 路表面开裂

在寒冷地区,沥青路面的开裂现象普遍存在。这些裂缝包括沥青路面本身的温缩裂缝和由于半刚性基层开裂引起的反射裂缝。在雨季及春融季节,大量的水从裂缝中渗入路面基层,会使路面的承载能力逐渐下降,反过来又会造成路表面早期损坏。

3. 水损害破坏

在多雨地区的雨季或季节性冰冻地区的春融季节,路表面常出现局部唧浆、松散、脱粒,最终导致出现大面积坑槽,这就是水损害破坏。若沥青面层混合料透水和蓄水,这种病害就会普遍存在,成为路面最严重的早期损坏形式。

4. 表面服务功能减低

目前,公路上的汽车驾乘人员对道路交通安全和舒适性的期望越来越高。作为表面服务功能良好的路面,必须要有很好的抗滑性能,在潮湿状态下行车没有水雾,没有眩光,噪声要小。许多沥青路面由于泛油、石料磨光,会引起表面服务功能降低,尤其是抗滑性能不足,恶性交通事故时有发生。

需要指出的是,这些早期破坏现象往往是在远未达到沥青路面设计年限以前发生的,并不是经反复荷载作用而产生的疲劳破坏。我国现行的沥青路面设计理论是建立在层状弹性体系理论基

础之上,采用的是耐久性设计方法,主要依据车辆荷载的反复作用而发生结构层材料疲劳破坏这种原理,确定路面的设计使用年限。而沥青路面的早期损坏,使路面设计失去了真正的意义。在我国,高速公路及一级公路沥青路面的设计寿命为 15 年,可实际上竣工后短的 2~3 年,长的 6~8 年就需要大面积维修与养护,这不能不说是很大的浪费。

所以,在我国公路建设飞速发展的新形势下,对沥青路面的养护工作要引起高度重视,对沥青路面养护技术要深入进行研究,对行之有效的沥青路面养护科技成果要加大推广力度,以使我国的沥青路面养护技术水平迅速提高。在当前的沥青路面养护工作中,就养护技术而言,要重视以下 5 方面问题:

一是要重视养护新材料的研究与推广。近年来,我国公路建设的科技水平不断提高,许多新材料如 SMA 混合料、改性沥青、改性乳化沥青、土工合成材料等都在公路工程中得到广泛地应用,取得很好的效果。这些新材料也应在养护工程中尽快推广应用。同时还应有针对性地开发一些沥青路面养护专用的新材料,如灌缝材料、再生添加剂、新型沥青乳化剂、快速成型的冷补材料等。

二是要重视养护工艺的开发研究。就修补沥青路面坑槽等病害而言,有热料修补法和冷料修补法;修补裂缝既可用热沥青,也可用乳化沥青,还可以用聚合物改性沥青。而修补材料不同,修补工艺也不同,修补用机械也不同。所以应加强养护工艺的研究,针对路面不同的病害,结合本地路面使用特点,选用最佳的养护工艺。

三是要重视旧沥青路面再生技术的开发研究。许多发达国家公路建设的发展过程都表明,在公路网建设发展到一定阶段时,必然要提出废旧沥青混合料的回收和再生问题。尽管我国的公路网目前还处于大规模建设和使用的初期,但大规模维修和重建的时期终将到来,旧沥青路面的再生技术从现在起就应进行开发研究,以适应将来大规模维修的需要。

四是要重视养护机械的开发研究。要想提高我国沥青路面的

养护水平,通过养护手段延长路面的使用寿命,必须要有相应的养护机械作保证。我国目前公路养护机械产品的结构还不尽合理,大型、特种产品少,中小型普通产品多;高技术、高效率产品少,技术含量低的产品多;很多产品还没有形成系列化和批量生产。当前沥青路面养护急需的机械有:多功能综合养护车、路面铣削机、路面加热机、移动式沥青混合料拌和机、改性乳化沥青稀浆封层机、就地热再生机组、就地冷再生机组、沥青混合料厂拌再生机、高效除冰雪机、湿式撒盐机、干式药剂撒布车等。

五是要重视高速公路预防性养护技术的开发研究。有系统地实行预防性养护,是延长路面使用寿命,降低公路使用寿命周期费用行之有效的方法。据了解,有些发达国家由于在高速公路使用前期投入的预防性养护工程的资金不足,导致了在使用后期花在维修重建工程上的费用特别高,这是值得我们引以为戒的教训。我国目前在高速公路沥青路面预防性养护的专门技术方面基本上还处于空白阶段,至今仍未引起公路养护工作者的重视。发达国家对高速公路的养护已经形成成套技术,包括沥青路面使用性能水平的测试与评定,使用性能与残余寿命的预测,路面补强设计与维修养护方法的确定,维修养护安全作业方法,大交通量路段不影响正常通车的夜间施工技术。而我国目前还是习惯于等到路面出现病害后再进行维修,而且维修方法仍然采用普通中、低级公路的维修养护方法,施工过程通常都是中断交通或改道行驶,维修养护方法几乎都是千篇一律的铺筑沥青混凝土罩面层,十分落后。应该采用比较先进的改性乳化沥青稀浆封层、表面处理保护层等技术对高速公路进行预防性养护。因此,研究开发高速公路预防性养护技术是我国高速公路发展的需要,是高速公路发展到一定程度后必然的产物。

第二节 沥青路面养护作业分类与技术要求

道路工程师在进行路面结构设计时,要根据道路等级、预期使

用寿命和交通量的大小来选择面层和基层材料,计算路面各结构层的厚度,使之满足设计规范要求。竣工后的沥青路面,随着使用时间的推移,在交通荷载的反复作用下,在自然环境条件侵蚀下,沥青路面表面会出现各种各样的破损现象,逐渐失去服务能力。而且这些破损会随着时间的推移而日趋严重,到达一定程度后就会影响车辆行驶速度、旅行时间、行驶安全性和道路运输费用。为此,需要研究、分析沥青路面各种破损产生的原因并合理地对它们进行分类,以便精确地测量和计算它们对路面性能和寿命的影响,科学合理地安排沥青路面养护作业。

一、沥青路面破损的分类

沥青路面的破损因路面类型、地区和交通的差别而不同。从大的方面可分为结构性破损和功能性破损两大类。结构性破损是由于路面各结构层的承载能力降低而引起的,其结果反映到路面上就是各种形状的裂缝,如龟裂、块裂、纵裂和横裂。这些裂缝是由于路基下沉、路面材料品质不良、施工质量不合格、渗水和交通荷载剪切作用等因素引起的;功能性破损是由于路面提供给道路用户的服务能力下降引起的,反映在路面上则是平整度降低和车辙加深。常见的功能性破损有不平整性、坑洞、拥包、泛油、波浪、修补、车辙(小量)和局部裂缝等。

按照现行的《公路养护技术规范》(JTJ 073—96)的规定,根据破损的外表形态,沥青路面的破损可分为裂缝类(含龟裂、不规则裂、横裂、纵裂等)、松散类(含坑槽、啃边、脱皮、麻面等)、变形类(含沉陷、车辙、波浪、拥包等)及其它类(翻浆、泛油、修补损坏等)4大类。各种路面破损所包含的内容及状态如下:

1. 裂缝

(1)轻微裂缝。该裂缝多属局部裂缝,一般是在路面使用3~5年后发生的,其表现多是细线状裂缝。裂缝的形状有以下两种:

①发状或条状:不需要放大即能发现的路面条状裂缝。沥青

面层较薄时将成为贯穿裂缝;面层较厚时,尚不贯通。

②发射裂缝:由于基层物理性的开裂,反映至沥青面层而呈现出的条状裂缝(又称反射裂缝)。

(2)严重裂缝

①龟裂:路面由于压实不足、路基下沉等原因产生的小网格式的、成块的、不规则破碎性的网状裂缝,由于其形状类似于乌龟背壳,故俗称为龟裂。

②网裂:不规则的大网格式片网状裂缝,裂缝间距大小相近,形状和尺寸上都有别于龟裂。

③纵横裂:顺路方向出现在行车道的纵向长条裂缝,或横断方向有规则的裂缝。其中横向裂缝通常在温差变化较大的地区发生。夏季完好的路面到了冬季会由于路面温度收缩,产生纵向近似等间距的横向裂缝。横向裂缝一般贯通整个路面宽度,纵向间距约为5~30m不等。纵向裂缝通常以单条裂缝出现。

2. 麻面:沥青混合料的结合料大部分磨失,成片地出现过度的粗糙段。

3. 松散:沥青路面由于结合料散失或脱落,集料间失去粘结力而出现松散。

4. 坑槽

(1)轻微坑槽:面层集料局部脱落而产生的路面洞穴或小坑槽。

(2)严重坑槽:坑槽连片或者由小坑槽破损连成大而深的洞穴或坑槽。

5. 车辙:车辙是在道路横断面上由于车辆轮胎重复行驶久而久之产生的一种路面横向凹凸沉陷现象。

6. 磨光:沥青路面表面磨成光滑面,其摩擦系数已达到最小极限值。

7. 啃边:路面边缘呈不整齐的破碎损坏。

8. 脱皮:路面上下面层脱离,大块脱落。

9. 搓板:路面表面产生接近等距离的纵向凸凹,形似洗衣搓