

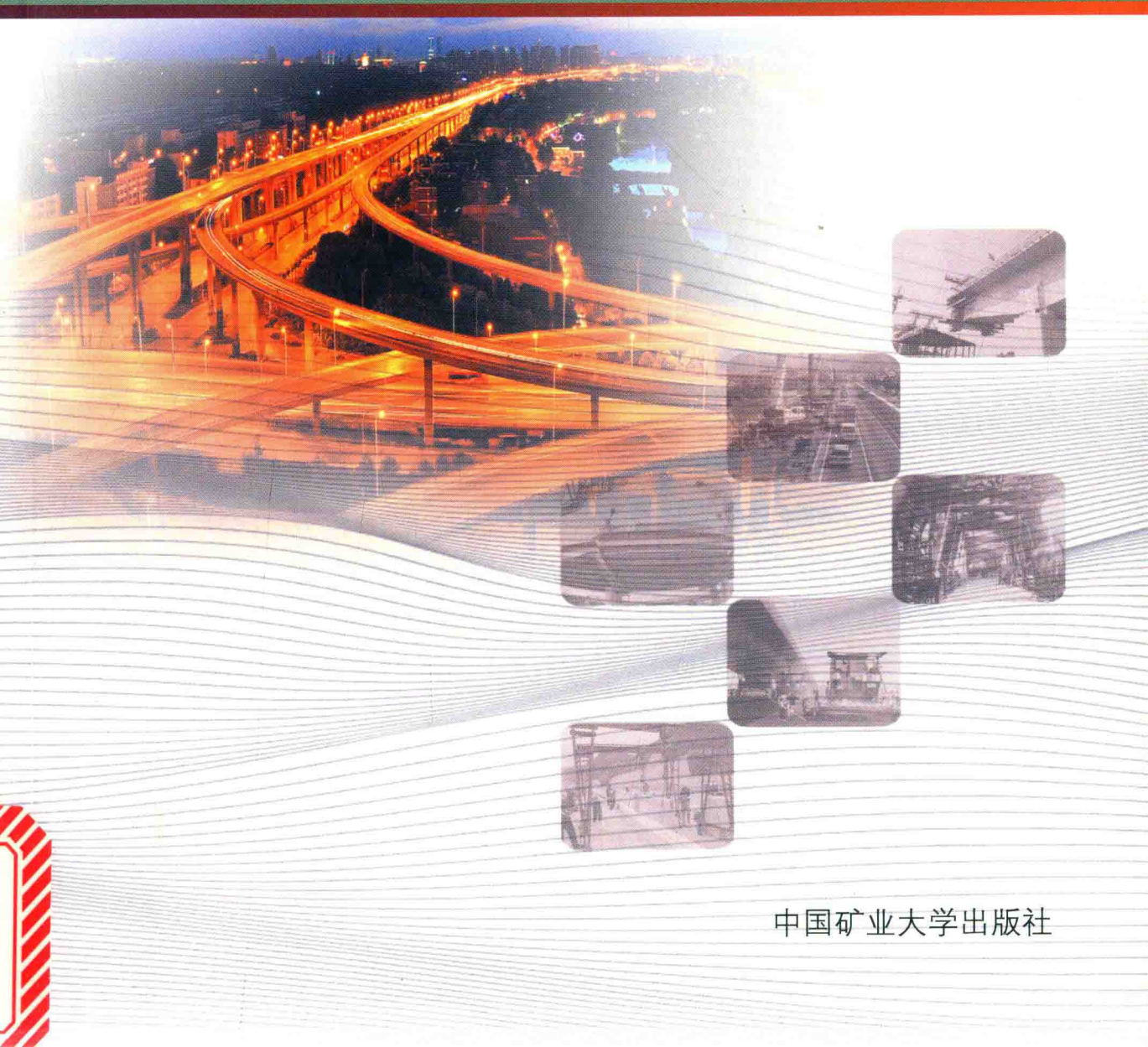
GONGLU GONGCHENG

Yanghu Ji Gaikuojian Shigong Jishu

公路工程

养护及改扩建施工技术

赵之仲 王琨 主编



中国矿业大学出版社

公路工程养护及改扩建 施工技术

主 编	赵之仲	王 琨			
副 主 编	王宇驰	王 娜	韩喜波	石祥玉	
参编人员	刘桂强	苏芸华	王璐璐		

中国矿业大学出版社

内 容 概 要

我国公路工程由初期的建设为主逐渐转向“建、管、养”并举,新建工程趋于减少,大量的养护工程和改扩建工程开始实施,对施工技术又有了新的要求。

全书分为两篇:公路工程养护技术和改扩建技术。第一篇分为7章,分别介绍公路养护技术的发展、公路技术状况检测和评价技术、路基养护技术、路面养护技术、桥梁养护技术、隧道养护技术和交通安全设施养护技术;第二篇分为6章,分别介绍改扩建技术的发展、路基改扩建技术、路面改扩建技术、桥梁改扩建技术、隧道改扩建技术和改扩建施工交通组织。

本书适应当前公路建设需求,旨在提升施工企业人员在养护工程和改扩建工程中的技术水平;同时也能为在校本科生和研究生学习和研究公路施工技术提供帮助。

图书在版编目(CIP)数据

公路工程养护及改扩建施工技术 / 赵之仲, 王琨主

编. —徐州: 中国矿业大学出版社, 2017. 1

ISBN 978 - 7 - 5646 - 3377 - 6

I. ①公… II. ①赵… ②王… III. ①公路养护—技
术②公路—旧路改造—技术 IV. ①U418

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 313894 号

书 名 公路工程养护及改扩建施工技术

主 编 赵之仲 王 琨

责任编辑 马晓彦

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 22.5 字数 562 千字

版次印次 2017 年 1 月第 1 版 2017 年 1 月第 1 次印刷

定 价 76.00 元

(图书出现印装质量问题,本社负责调换)



前 言

十三五规划之初,我国的公路工程建设进入了一个新的阶段,从初期的建设为主逐渐转向“建、管、养”并举的局面。随着国家力推 PPP 项目模式,实力较强的大型公路施工企业逐渐聚集到高等级公路的新建和改扩建中,而国省道等路网级公路的养护以及改扩建任务则落在了中小型企业肩上。二级建造师作为中小型企业的骨干力量,需要对养护和改扩建工程技术知识进行系统化。

本书从公路工程养护技术和改扩建技术两个方面,分别对路基、路面、桥梁和隧道工程涉及的通用工艺和专项施工技术进行了详细介绍,力求标准化和规范化,以期达到提升公路行业整体技术水平、提高工程建设质量的目的。编者在编写时遵循理论联系实际的原则,以国家和行业最新颁布的有关工程技术标准、规范为依据,在总结多年教学改革成果的基础上,紧密结合了工程实践经验。

本书由山东交通学院赵之仲、王琨担任主编。其中,第一篇第 1、2、3 章由赵之仲编写,第 4、5 章由王娜编写,第 6 章由石祥玉编写,第 7 章由韩喜波编写;第二篇第 8、9、10 章由王琨编写,第 11、12 章由王宇驰编写,第 13 章由赵之仲编写。赵之仲负责全书的统稿工作。研究生刘桂强、苏芸华和王璐璐参与了本书的编写工作,在资料搜集、章节安排、版式调整和文字校核等方面也付出了辛勤的劳动。

本书在编写过程中引用了诸多实例和图片,并参考了部分授课课件内容,在此一并向资料所有者表示感谢。

由于公路工程技术发展迅速,技术标准不断更新,加之编者水平有限,书中难免存在不妥之处,敬请使用本书的广大师生和读者批评指正。

作者

2016 年 10 月

目 录

第一篇 公路工程养护技术

第 1 章 公路工程养护技术的发展	1
第 2 章 公路技术状况检测和评价技术	4
2.1 公路技术状况指标	4
2.2 检测方法与技术	18
2.3 公路技术状况评价	21
第 3 章 路基养护技术	28
3.1 路基常见病害及原因分析	28
3.2 日常保养技术	38
3.3 路肩的维护与加固	41
3.4 边坡的养护与加固	43
3.5 支挡设施的养护与维修	47
3.6 路基翻浆的防治	50
第 4 章 路面养护技术	53
4.1 路面常见病害及原因分析	53
4.2 日常保养技术	66
4.3 小修技术	73
4.4 大中修技术	87
4.5 预防性养护技术	91
第 5 章 桥梁养护技术	102
5.1 桥梁常见病害及原因分析	102
5.2 日常保养技术	119
5.3 小修技术	122
5.4 桥梁维修与加固技术	139

第 6 章 隧道养护技术	159
6.1 隧道常见病害及原因分析	159
6.2 日常保养技术	164
6.3 隧道维修	167
第 7 章 交通安全设施养护技术	171
7.1 交通安全设施养护总体要求	171
7.2 交通标志养护	171
7.3 交通标线养护	173
7.4 护栏类型及养护要求	174
7.5 示警柱、道口标柱养护.....	175

第二篇 公路工程改扩建技术

第 8 章 公路工程改扩建技术的发展	176
8.1 背景	176
8.2 技术的发展	176
8.3 改扩建公路与新建比较的优势	178
8.4 技术状况	179
8.5 国内改扩建公路存在的问题	179
第 9 章 路基改扩建技术	182
9.1 路基改扩建设计要求	182
9.2 场地清理	185
9.3 特殊地基处理技术	186
9.4 新旧路基搭接技术	192
9.5 排水设施改扩建技术	196
9.6 防护和支挡施工技术	199
第 10 章 路面改扩建技术	212
10.1 路面改扩建设计要求.....	212
10.2 基层施工技术.....	214
10.3 面层施工技术.....	236
10.4 路面结构搭接技术.....	243
第 11 章 桥梁改扩建技术	246
11.1 桥梁、涵洞改扩建设计要求	246
11.2 基础改扩建技术.....	248
11.3 墩台施工技术.....	260
11.4 上部结构施工技术.....	273

11.5	上部结构搭接技术·····	285
11.6	涵洞和通道改扩建技术·····	290
第 12 章	隧道改扩建技术 ·····	294
12.1	隧道改扩建设计要求·····	294
12.2	隧道改扩建开挖技术·····	296
12.3	隧道衬砌施工技术·····	298
12.4	隧道防排水设计与施工技术·····	301
12.5	隧道洞口段施工技术·····	312
第 13 章	公路工程改扩建施工交通组织 ·····	319
13.1	一般高速公路交通流特性·····	319
13.2	施工期间交通组织策略·····	320
13.3	改扩建作业区交通流组织原则·····	320
13.4	施工控制区区布置·····	321
13.5	施工安全设施的布设·····	322
13.6	施工现场的交通安全管理要素·····	324
13.7	分项工程施工的交通组织原则·····	324
13.8	施工临时标志设置方案·····	342
附录 A	调查及汇总表 ·····	344
参考文献	·····	350

第一篇 公路工程养护技术

第 1 章 公路工程养护技术的发展

改革开放以来,随着我国社会经济的快速发展,我国的交通运输事业取得辉煌成就,高速公路通车里程已经跃居全球首位,已初步构建完毕的全国交通网络有力地带动了国民经济的发展。随着国家高速公路网的建设、高速公路总里程的加长,公路养护的需求与日俱增,公路养护行业发展前景广阔。

经过近十年的高速发展,截至 2015 年底,全国高速公路通车总里程已达 12.54 万千米,位居世界第一。目前,随着我国高速公路通车里程的快速增长、道路服务年限的增加,我国高速公路已进入建设与养护并重的时期,2000 年以前建成的 1 万多千米高速公路已全面进入大修期,2008 年底以前建成的 5 万多千米高速公路也普遍进入缺陷责任期后的正常维修保养期,工作量越来越大,技术含量愈来愈高,社会对高速公路行车安全性和舒适性要求也越来越高。因此,需要加强高速公路养护管理,及时掌握各种病害的状况和成因,正确选择使用养护维修技术和方法,适时进行养护维修,以确保提供安全、快速、经济、舒适的现代化交通条件。

高速公路养护势必成为大规模建设后接踵而来的热门产业。如何进行高速公路养护工程管理,各省的习惯做法也不完全相同,甚至同一省份内各条高速公路都不尽相同。如何对高速公路养护工程进行有效管理、降低养护费用,延长路面和结构使用寿命及提高高速公路服务水平,都是所有高速公路养护业内人士共同关心的话题,也是需要探讨的课题。

公路养护具有经常性、及时性的特点,对于出现的较小路面破损,必须及时进行养护,如不及时养护,破损面将不断加大,严重时有可能损坏路基。因此必须经常保持高速公路的完整状态,及时修复损坏部分,保证行车安全、畅通、舒适,以提高公路运营的经济效益和社会效益。公路工程养护是预防道路及设施病害的发生,及时修复随时出现的道路病害及设施损坏,尽可能延长道路及设施的使用寿命,延缓大修周期,降低运营管理成本;同时,国内公路养护可以减少或杜绝由于道路及设施维护不当给用户及使用者带来的意外损害。

我国现行养护技术规范是根据工程量的规模大小、技术难易程度将公路工程的养护维修作业分为小修保养、中修、大修、改善(改建)四类。该种分类方法反映的一种“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。

预防性养护是指那些带有保护路面,防止病害的进一步扩展,和以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。它通常用于没有发生损坏,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,因而不期望预防性养护具有改善路面强度和承载能力的作用。

修复性养护是指那些用来修复路面的局部损害或某种特定病害的养护作业。它通常用于路面已经发生局部的结构性损坏,但还没有波及全局的场合。

路面翻修是指路面的损坏已经波及路面的大部分面积,使之发生全面性的结构性损坏,从而需要在一定的深度下进行面层的再生和重铺的修理作业。

路面重建是指当路面的损坏由于没有及时进行翻修、补强而进入整个路面各结构层发生结构性破坏,这时不仅路面的面层,而且它的基层和底基层,甚至路基也需进行翻修,这样的养护维修作业称为翻修。当路基也需翻修时则称为道路的重建。

1. 对于路面破损修复技术的应用

目前对于公路路面破损较小的修复可以使用微表处理技术及专用灌缝胶技术进行修复。微表处理技术是采用专用机械设备将聚合物改性乳化沥青、粗细集料、填料水和添加剂等按照设计配比拌和成稀浆混合料摊铺到原路面上,并很快开放交通的具有高抗滑和耐久性能的薄层。微表处理技术有良好的封水效果,可以有效防止路面水损害的发生和发展,可以扭转路面坑槽补不胜补的被动局面。以往,对沥青路面裂缝的修补,一般用油壶直接向裂缝中灌入普通的热沥青,由于裂缝内的杂物没有进行清理,且普通热沥青的性能较差,效果往往不够理想,同时也影响路面美观。针对这样的情况,可以采用专用灌缝胶进行修复,但是由于专用灌缝胶价格较高,加大专用灌缝胶的研发力度、降低灌缝胶价格是发展公路养护的重点。

2. 硅树脂改性沥青技术

受车流量增多、超载超限、雨雪浸泡、冻融以及热胀冷缩等影响,沥青表面迅速老化,造成路面的早期破坏,继而影响公路使用性能和寿命。因此如何通过公路表面养护技术来提高沥青路面使用性能,一直是公路养护部门努力的目标和方向。应用 ASP(又名硅树脂改性沥青)材料进行公路养护,利用硅树脂改性沥青具有很强的吸水性、极低的黏度和低表面张力,能轻易渗透入沥青道路中紧密的毛细孔,起到路面的终极保护作用,具有防水、防氧化、防紫外线的功能,可以有效减少沥青路面水侵害。该产品在欧美等西方发达国家沥青路面表面养护工程已经得到广泛应用,在保护沥青路面方面取得了显著效果。我国目前正在使用这项技术进行试验和观察。目前通过沥青路混凝土表面采用 ASP 表面处理技术的试验路段与非处理路段对比检测,发现 ASP 能明显消除水在沥青混凝土中的渗透和传递,从而间接改善沥青路面的稳定性、耐久性,延长道路的使用寿命。由此可以看出新材料的应用对于我国公路养护有着重要的影响。

3. 冷补技术

新型的全天候道路修补材料——科宁冷补,通过使用冷补料可以有效地修补不同环境的道路路面轻微破损。冷补料是一种高科技道路修补材料,由添加剂、沥青、柴油和集料按一定的加工工艺混合制成,外观为黑色颗粒状固体,有轻微石油气味,不溶于水,闪点 177℃,对机动撞击、静电等不敏感,性质稳定。使用冷补料修补时无需黏层油。备料可随用随取,不需要重型施工机械,可根据路面的不同修补情况采用冲击压实、人工压实或汽车轮胎照压即可。其使用简单,修补质量较佳,修补成本低,且绿色环保,是目前替代专用灌缝胶的较佳材料。

新技术的发展及应用对于公路养护的发展起到了积极的作用。新技术、新材料的应用使得公路养护工程时间缩短,且修补效果较好,减少了由于单向封道造成的交通拥堵。但是由于新技术的应用,也使得公路养护部门必须加强人员技术的培养,以适应新技术应用的需要。

目前,我国在公路工程养护领域也有很大的发展,研究和探索养护新技术,积累了很多成功的经验。但也应该看到,公路路面的维修养护专业技术方面还很落后,许多问题需要进一步认识和探讨。因此需要我们不断努力,不仅要引进国外的先进技术,还要加强我国养护新技术的研究开发工作。我们相信,在国家及有关部门的重视下,大家群策群力,一定能把我国的道路养护工作做好,发挥其最大效率,为我国的经济建设服务。

第 2 章 公路技术状况检测和评价技术

2.1 公路技术状况指标

为加强公路养护管理工作,科学评定公路技术状况和服务水平,促进公路技术状况检测和评定工作的科学化、规范化和制度化,制定本标准。

公路技术状况评定工作,应遵循客观、科学和高效的原则,积极采用先进的检测和评价手段,保证检测与评定结果准确、可靠。

各级交通主管部门和公路管理机构,应加强对公路技术状况评定工作的监督,建立和完善相关规章制度,提高公路养护管理工作技术水平。

各地应根据公路技术状况评定结果,科学编制公路养护规划和计划,积极实施预防性养护。

公路技术状况的检测和评定,还应遵守国家 and 行业其他相关标准、规范的规定。

2.1.1 公路技术状况标准

公路技术状况用公路技术状况指数 MQI(Maintenance Quality Indicator)和相应分项指标表示,MQI 和相应分项指标的值为 0~100。

公路技术状况分为优、良、中、次、差五个等级。公路技术状况等级按表 2-1 规定的标准确定。

表 2-1 公路技术状况标准

评价等级	优	良	中	次	差
MQI 及各级分项指标	≥90	≥80,<90	≥70,<80	≥60,<70	<60

2.1.2 公路损坏类型

公路技术状况包含路面、路基、桥隧构造物和沿线设施四部分评价内容,其中路面包括沥青路面、水泥混凝土路面和砂石路面。

1. 沥青路面

沥青路面损坏分 11 类 21 项。

(1) 龟裂(图 2-1)

轻:初期裂缝,裂区无变形、无散落,缝细,主要裂缝宽度在 2 mm 以下,主要裂缝块度在 0.2~0.5 m 之间,损坏按面积计算。

中:龟裂的发展期,龟裂状态明显,裂缝区有轻度散落或轻度变形,主要裂缝宽度在 2~

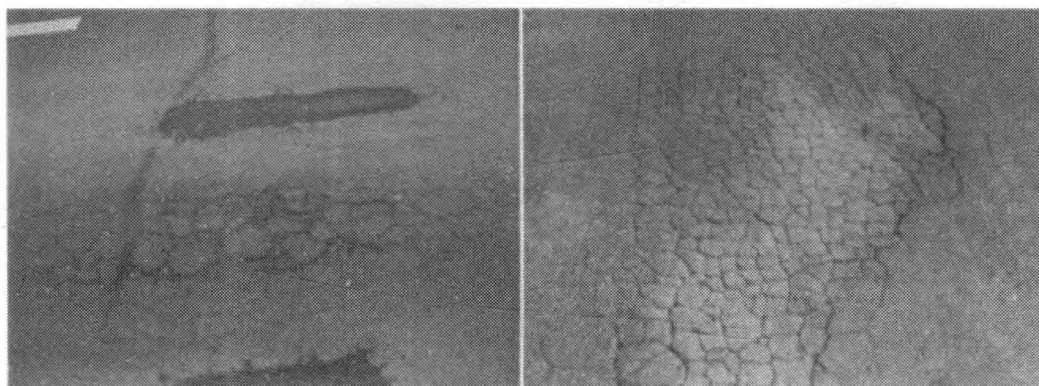


图 2-1 龟裂

5 mm 之间,部分裂缝块度小于 0.2 m,损坏按面积计算。

重:龟裂特征显著,裂块较小,裂缝区变形明显、散落严重,主要裂缝宽度大于 5 mm,大部分裂缝块度小于 0.2 m,损坏按面积计算。

(2) 块状裂缝(图 2-2)

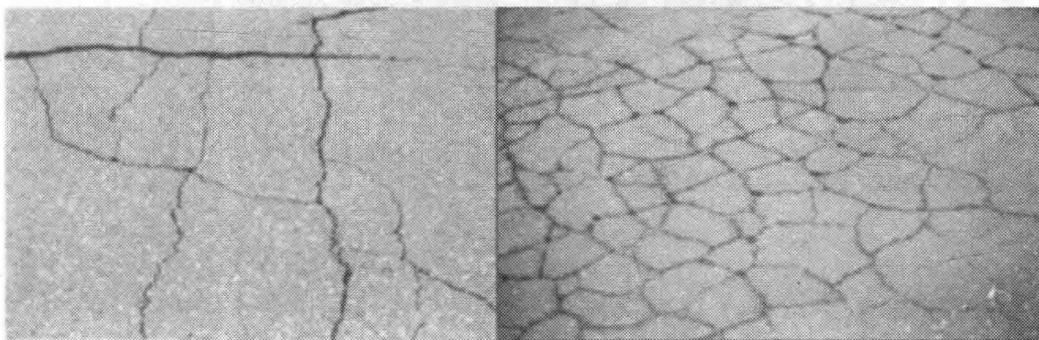


图 2-2 块状裂缝

轻:缝细,裂缝区无散落,裂缝宽度在 3 mm 以内,大部分裂缝块度大于 1.0 m,损坏按面积计算。

重:缝宽,裂缝区有散落,裂缝宽度在 3 mm 以上,主要裂缝块度在 0.5~1.0 m 之间,损坏按面积计算。

(3) 纵向裂缝(图 2-3)

纵向裂缝指与行车方向基本平行的裂缝。

轻:缝细,裂缝壁无散落或有轻微散落,无支缝或有少量支缝,裂缝宽度在 3 mm 以内,损坏按长度计算,检测结果要用影响宽度(0.2 m)换算成面积。

重:缝宽,裂缝壁有散落、有支缝,主要裂缝宽度大于 3mm,损坏按长度(m)计算,检测结果要用影响宽度(0.2 m)换算成面积。

(4) 横向裂缝(图 2-4)

横向裂缝指与行车方向基本垂直的裂缝。

轻:缝细,裂缝壁无散落或有轻微散落,裂缝宽度在 3 mm 以内,损坏按长度计算,检测

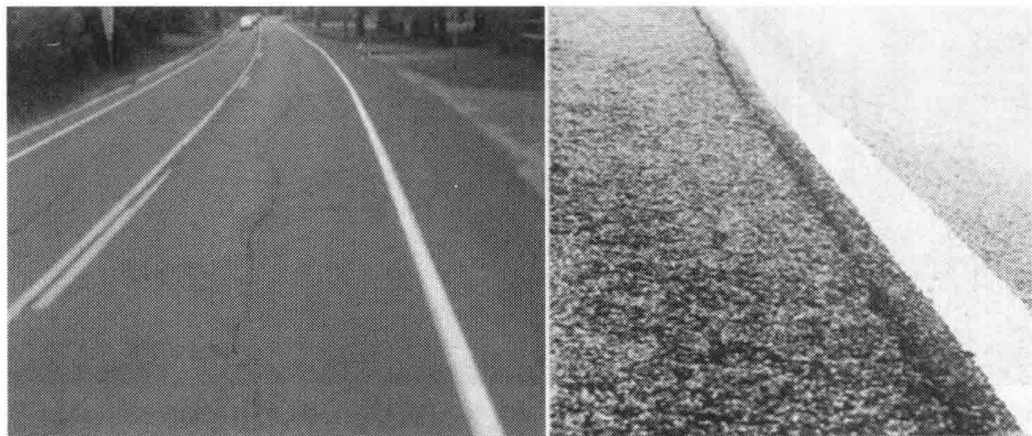


图 2-3 纵向裂缝



图 2-4 横向裂缝

结果要用影响宽度(0.2 m)换算成面积。

重:缝宽,裂缝贯通整个路面,裂缝壁有散落并伴有少量支缝,主要裂缝宽度大于 3 mm,损坏按长度计算,检测结果要用影响宽度(0.2 m)换算成面积。

(5) 坑槽(图 2-5)

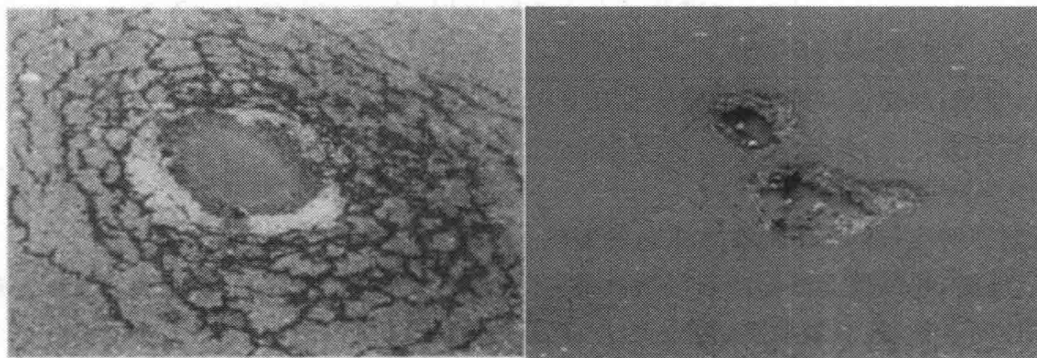


图 2-5 坑槽

轻:坑浅,有效坑槽面积在 0.1 m^2 以内(约 $0.3 \text{ m} \times 0.3 \text{ m}$),损坏按面积计算。

重:坑深,有效坑槽面积大于 0.1 m^2 (约 $0.3 \text{ m} \times 0.3 \text{ m}$),损坏按面积计算。

(6) 松散(图 2-6)

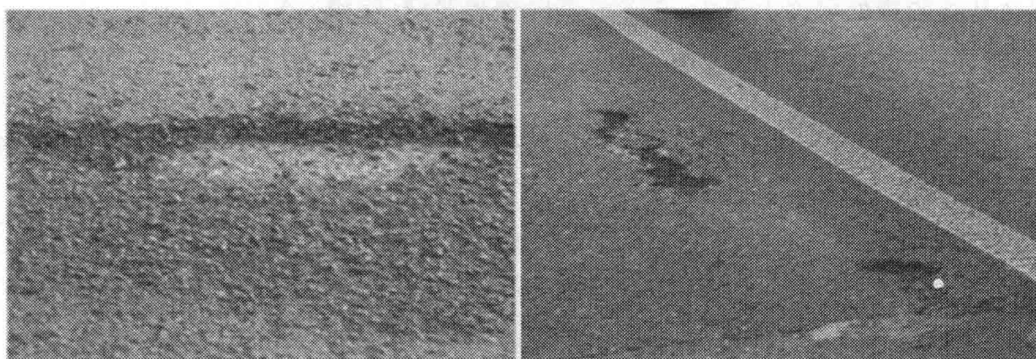


图 2-6 松散

轻:路面细集料散失、脱皮、麻面等表面损坏,损坏按面积计算。

重:路面粗集料散失、脱皮、麻面、露骨,表面剥落、有小坑洞,损坏按面积计算。

(7) 沉陷(图 2-7)

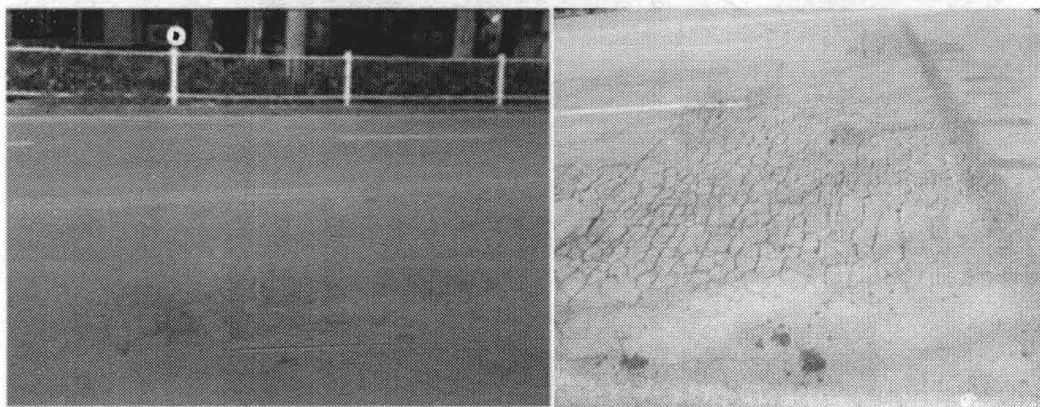


图 2-7 沉陷

沉陷是指深度大于 10 mm 的路面局部下沉。

轻:深度在 10~25 mm 之间,正常行车无明显感觉,损坏按面积计算。

重:深度大于 25 mm,正常行车有明显感觉,损坏按面积计算。

(8) 车辙(图 2-8)

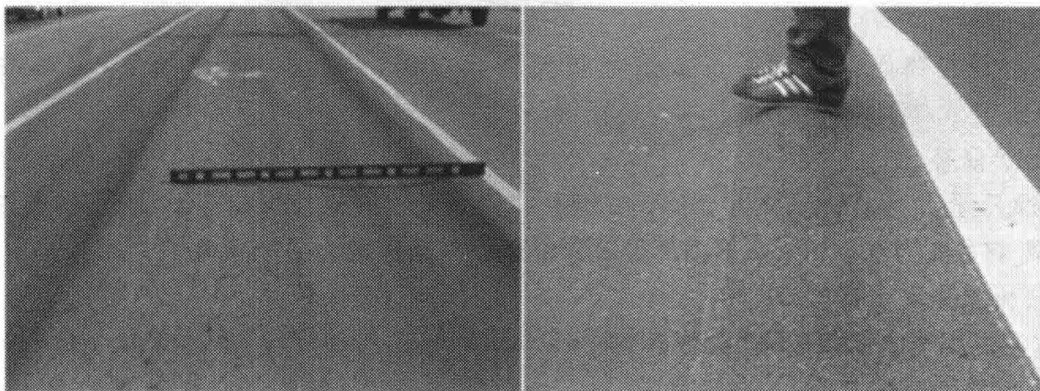


图 2-8 车辙

车辙是指轮迹处深度大于 10 mm 的纵向带状凹槽(辙槽)。

轻:辙槽浅,深度在 10~15 mm 之间,损坏按面积计算,检测结果要用影响宽度(0.4 m)换算成面积。

重:辙槽深,深度 15 mm 以上,损坏按面积计算,检测结果要用影响宽度(0.4 m)换算成面积。

(9) 波浪拥包(图 2-9)



图 2-9 波浪拥包

轻:波峰波谷高差小,高差在 10~25 mm 之间,损坏按面积计算。

重:波峰波谷高差大,高差大于 25 mm 之间,损坏按面积计算。

(10) 泛油(图 2-10)

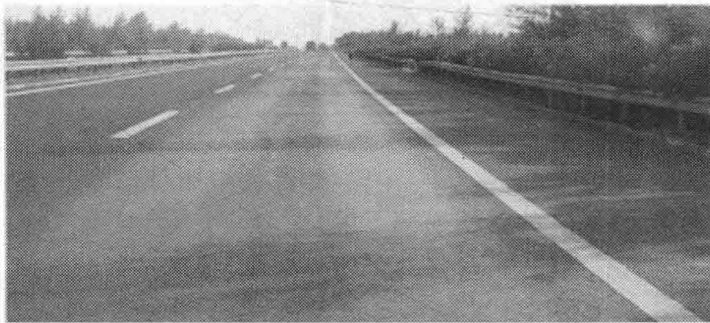


图 2-10 泛油

泛油是指路面沥青被挤出或表面被沥青膜覆盖形成发亮的薄油层,损坏按面积计算。

(11) 修补(图 2-11)

修补是指龟裂、坑槽、松散、沉陷、车辙等的修补面积或修补影响面积(裂缝修补按长度计算,影响宽度为 0.2 m),众多损坏导致修补难以与路面成为一个整体。

2. 水泥混凝土路面

水泥混凝土路面损坏分 11 类 20 项。

(1) 破碎板(图 2-12)

轻:板块被裂缝分为 3 块以上,破碎板未发生松动和沉陷,损坏按板块面积计算。

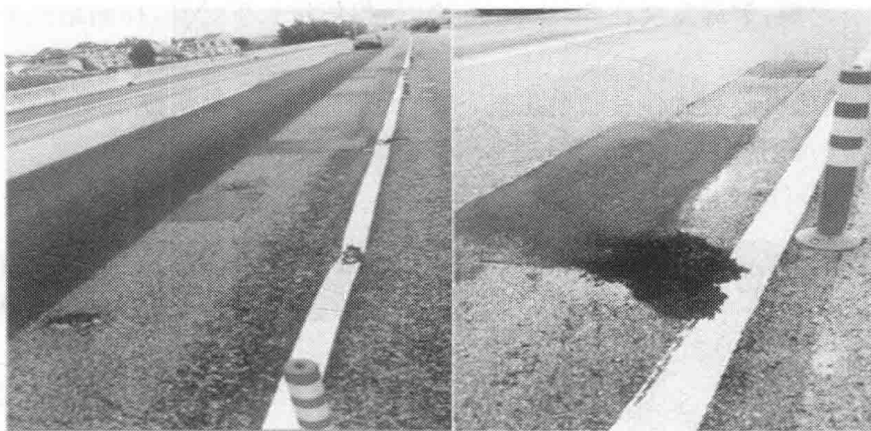


图 2-11 修补



图 2-12 破碎板

重: 板块被裂缝分为 3 块以上, 破碎板有松动、沉陷和唧泥等现象, 损坏按板块面积计算。

(2) 裂缝(图 2-13)

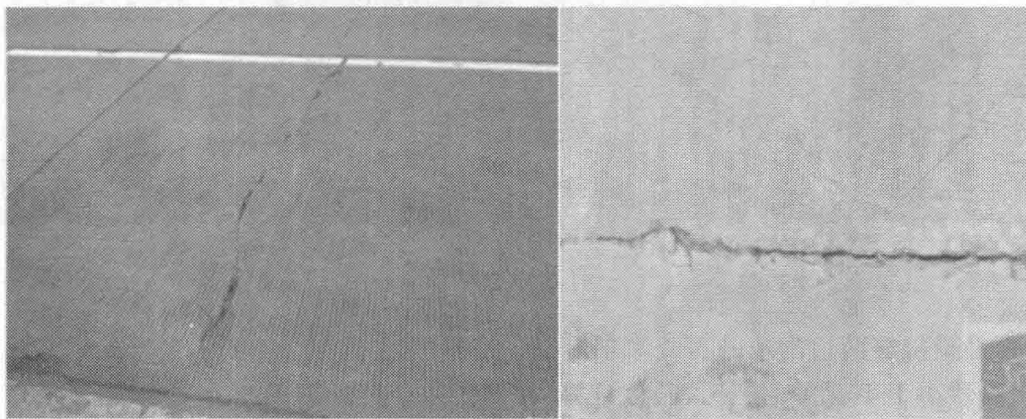


图 2-13 裂缝

板块上只有一条裂缝, 裂缝类型包括横向裂缝、纵向裂缝和不规则的斜裂缝等。

轻: 裂缝窄, 裂缝处未剥落, 缝宽小于 3 mm, 一般为贯通裂缝, 损坏按长度计算, 检测结果要用影响宽度(1.0 m)换算成面积。

中:边缘有碎裂,裂缝宽度在 3~10 mm 之间,损坏按长度计算,检测结果要用影响宽度(1.0 m)换算成面积。

重:缝宽,边缘有碎裂并伴有错台出现,缝宽大于 10 mm,损坏按长度计算,检测结果要用影响宽度(1.0 m)换算成面积。

(3) 板角断裂(图 2-14)



图 2-14 板角断裂

板角断裂是指裂缝与纵横接缝相交,且交点距板角小于或等于板边长度一半的损坏。

轻:裂缝宽度小于 3 mm,损坏按断裂板角的面积计算。

中:裂缝宽度在 3~10 mm 之间,损坏按断裂板角的面积计算。

重:裂缝宽度大于 10 mm,断角有松动,损坏按断裂板角的面积计算。

(4) 错台(图 2-15)



图 2-15 错台

错台是指接缝两边出现的高差大于 5 mm 的损坏。

轻:高差小于 10 mm,损坏按长度计算,检测结果要用影响宽度(1.0 m)换算成面积。

重:高差大于 10 mm 以上,损坏按长度计算,检测结果要用影响宽度(1.0 m)换算成面积。

(5) 唧泥(图 2-16)

唧泥是指板块在车辆驶过后,接缝处有基层泥浆涌出的损坏。损坏按长度计算,检测结果要用影响宽度(1.0 m)换算成面积。