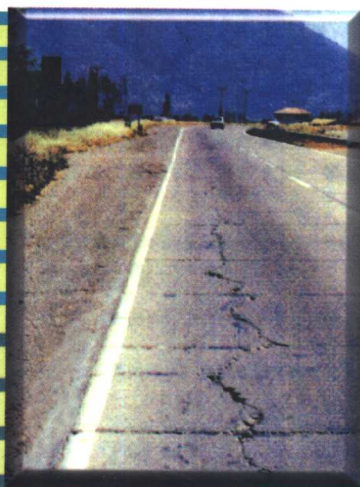


水泥混凝土 路面修补技术

(修订版)

李 华 缪昌文 金志强 编著
王秉纲 主审



人民交通出版社

Shuini Hunningtu Lumian Xiubu Jishu

水泥混凝土路面修补技术

(修 订 版)

李 华 缪昌文 金志强 编著
王秉纲 主审

人 民 交 通 出 版 社

图书在版编目(CIP)数据

水泥混凝土路面修补技术/李华等编著. —修订版. —北京:人民交通出版社, 1999.5
ISBN 7-114-03324-9

I. 水… II. 李… III. 水泥混凝土路面-路面修补 IV. U418.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (1999) 第 10813 号

水泥混凝土路面修补技术

(修订版)

李 华 缪昌文 金志强 编著

王秉纲 主审

责任校对:刘高彤 责任印制:孙树田

人民交通出版社出版发行

(100013 北京和平里东街 10 号 010-54216602)

各地新华书店经销

新世纪印刷厂印刷

开本:850×1168 $\frac{1}{32}$ 印张:5.75 字数:144 千

1999 年 10 月 第 1 版

1999 年 10 月 第 1 版 第 1 次印刷

印数:0001—5000 册 定价:15.00 元

ISBN 7-114-03324-9

U · 02376

内 容 提 要

本修订版总结分析了我国水泥混凝土路面常见的破坏形式及其破坏原因,并集国内外水泥混凝土路面的修补经验,着重介绍了目前较为先进的水泥混凝土路面快速修补技术,有选择地介绍了部分传统的适用修补方法,同时增加了路面损坏状况评定、板角修补、沥青混凝土加铺层、连续配筋混凝土加铺层、混凝土路面养护维修设备、再生混凝土配合比设计等内容。既有理论分析,又有工程应用实例,知识性、实用性强。

本书既可供公路、市政、机场、建筑、水利、厂矿等部门的科研、设计和施工人员使用,也可供大专院校、中等专业学校师生参考。

再 版 说 明

《水泥混凝土路面修补技术》于 1995 年出版以来,得到国内公路工程界的重视,深受广大工程技术人员的欢迎。同时,《水泥混凝土路面修补技术》出版发行以来,国内外道路工程技术又有了新的发展,为适应我国道路交通建设、养护事业的发展,满足读者的需要,人民交通出版社委托作者对原书进行了修订。

修订过程中,作者增加了路面损坏状况评定、板角修补、沥青混凝土加铺层、连续配筋混凝土加铺层、混凝土路面养护维修设备、再生混凝土配合比设计等内容。

由于我们水平有限,疏误之处在所难免,诚恳欢迎读者批评指正。

编 著 者

1998 年 3 月

序

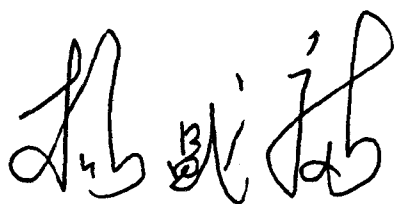
近几年来,我国城乡各地修建了大量的水泥混凝土路面,毋庸置疑,这对提高我国公路路面质量,增强公路的抗灾能力,改善公路行车条件,提高客货运输效益,均起到了积极的作用。

随着水泥混凝土路面的发展,水泥混凝土路面的养护管理工作日益繁重。一是早期修建的水泥混凝土路面大多已接近使用年限,需要翻修;二是近期修建的水泥混凝土路面,由于诸多原因,有的也出现了不同程度的损坏。为了及时修复已损坏的水泥混凝土路面,保证公路运输畅通,一些设计、科研院(所)、施工及养护管理部门已在这方面做了大量的工作,从实践中探索了一些较为成功的水泥混凝土路面修补技术。这些技术有的已经过工程考验,证明是可行的;有的则刚刚问世,有待进一步检验。

《水泥混凝土路面修补技术》一书是作者根据多年来从事水泥混凝土路面修补技术研究和工作实践所积累的丰富知识,在总结分析近年来国内外有关水泥混凝土路面修补方面的经验和教训的基础上编著的。该书在着重介绍目前较为先进的水泥混凝土路面修补技术的同时,也有选择地介绍了部分传统的路面修补材料及修补工艺,并对其优缺点作了论述。书中既有理论分析,又有工程实例,是一本理论联系实际,有实用价值的书籍。

搞好水泥混凝土路面的修补,提高公路的通行能力和服务水平,是公路部门一项长期而艰巨的任务。我们必须常抓不懈,持之以恒,在实践中以科学的态度,求实的精神,大胆探索,不断积累水泥混凝土路面修补的新技术、新工艺、新材料和新经验,以使我国的水泥混凝土路面能够基本保持完好,达到设计的使用年限和服务水平。

我国水泥混凝土路面研究已进行了近 20 年,并锻炼、培养、造就了一批在水泥混凝土路面设计、施工、养护管理方面具有丰富实践经验和扎实理论基础的专家、教授和工程技术人员,希望大家在已有研究成果的基础上,对目前我国水泥混凝土路面设计、施工、养护中存在的问题,开展深入的研究,为促进水泥混凝土路面的健康发展奉献自己的才智和力量。

A large, stylized handwritten signature in black ink, consisting of three characters: '杨', '守', and '林'.

一九九五年二月九日

前 言

近几年来,随着我国国民经济的迅速发展,道路上的交通量和轴载迅速增长,车速不断增大,对路面结构的要求随之相应提高。为了适应交通运输事业的发展,我国许多省市修建了大量的水泥混凝土路面,特别是交通部1989年推广国家科学技术委员会科技工作引导性项目《我国水泥混凝土路面发展对策及修筑技术研究》成果以来,我国水泥混凝土路面修筑里程由1988年前的8264km,平均每年修建217km,上升到1998年底的83652km,10年净增75388km,平均每年修建7539km,是前38年年平均修建里程数的近35倍,占高级、次高级路面的比例由1970年的0.9%上升到1998年底的约16.4%。由此可见,在我国大力发展水泥混凝土路面,对合理利用水泥资源,提高路面质量,缓和沥青供应不足的矛盾,增加高级路面铺筑里程,都具有重要意义。

随着我国水泥混凝土路面修筑里程的逐年增加,养护维修的任务也越来越重。同时,由于路面经常受重交通荷载、环境条件等外部作用,倘若不及时进行维修养护,其使用性能将会迅速下降,影响汽车快速、舒适和安全行驶。近几年来,针对水泥混凝土路面损坏后修复困难这一难题,国内外都开展了一些研究,并取得了不少克服这一弱点的研究成果,这些研究成果丰富了路面养护维修工作的内容,提高了路面养护维修的技术水平。

为促进我国水泥混凝土路面积极稳妥的发展,提高养护维修的技术水平,延长路面的使用寿命,我们根据国内外一些研究成果,特别是国家科委科技工作引导性项目《我国水泥混凝土路面发展对策及修筑技术研究》的成果及近几年的生产实践,编著了这本书,以供广大道路工程技术人员和养路工作者参考使用。希望该书

对提高我国水泥混凝土路面的养护与维修有所裨益。

本书内容包括：概述，水泥混凝土路面的破坏形式及起因，水泥混凝土路面破坏程度评定及修补方法选择，水泥混凝土路面的修补材料，水泥混凝土路面的修补工艺，路面水泥混凝土的回收，纵向边部排水等，全书共七章二十九节。

承蒙交通部总工程师、公路司原司长杨盛福高级工程师的关心，百忙中抽出时间为本书作序，西安公路学院王秉纲教授为本书主审，在此一并致谢。

限于水平和能力，难免有错误之处，敬请读者批评指正。

编著者

1998年12月于南京

目 录

前言	1
第一章 概述	1
§ 1-1 我国水泥混凝土路面的现状	1
§ 1-2 水泥混凝土路面修补技术的发展	4
§ 1-3 水泥混凝土路面维修养护的内容和对策	7
第二章 水泥混凝土路面的损坏类型及起因	10
§ 2-1 水泥混凝土路面的损坏类型分类	10
§ 2-2 裂缝	11
§ 2-3 水泥混凝土路面表面损坏	17
第三章 水泥混凝土路面的评价与维修	19
§ 3-1 路况的监测与评定	19
§ 3-2 路面损坏状况评定	20
§ 3-3 养护和修复对策	28
第四章 水泥混凝土路面修补材料	31
§ 4-1 路面修补材料的分类	31
§ 4-2 裂缝修补材料	32
§ 4-3 接缝修补材料	40
§ 4-4 板块修补材料	49
§ 4-5 罩面材料	70
§ 4-6 JK 系列新型快速修补材料	72
第五章 水泥混凝土路面修补工艺	95
§ 5-1 修补要求	95
§ 5-2 接缝修补	95
§ 5-3 裂缝修补	97
§ 5-4 局部修补	99

§ 5-5	设接缝混凝土路面全深度混凝土补块	102
§ 5-6	板下封堵	107
§ 5-7	罩面	111
§ 5-8	加铺面层	118
§ 5-9	水泥混凝土路面的破碎和稳固	137
第六章	路面水泥混凝土的回收	142
§ 6-1	回收的必要性	142
§ 6-2	旧路面回收	143
第七章	纵向边部排水	149
§ 7-1	减少渗入路面结构水量的方法	149
§ 7-2	地下排水的方法	150
附录一	水泥混凝土路面的常规养护	156
附录二	混凝土路面损坏鉴定细则	165

第一章 概 述

我国公路修建水泥混凝土路面已有几十年的历史。截止到1997年底已有水泥混凝土路面 68 740km,其中早期修建的水泥混凝土路面已接近使用年限。因此,维修养护工作的任务越来越重。特别是近几年,随着社会主义市场经济的发展,交通荷载的日益重型化,交通量的大幅度增长,加速了路面的损坏。为此,加强对水泥混凝土路面的养护和维修,是公路交通部门的一个刻不容缓的任务及重要的工作内容。

§ 1-1 我国水泥混凝土路面的现状

水泥混凝土路面是一种刚度大(因此也称为刚性路面)、扩散荷载能力强、稳定性好的路面结构。世界上,无论是工业发达国家,还是发展中国家对水泥混凝土路面的修筑技术都一直在进行研究和总结,使得水泥混凝土路面在技术上日臻完善,经济上显示出优势,并得到较广泛的应用。特别是高等级重交通的道路,水泥混凝土路面得到更广泛的应用。

我国在五六十年代,由于国家建设资金有限,水泥紧缺,修建水泥混凝土路面的公路数量很少。1970年底全国仅有水泥混凝土路面 200km,占高级、次高级路面里程的 0.9%。70年代,浙江、广东、江苏等省在沥青供应不足的情况下,开始较多地修筑水泥混凝土路面。与此同时,一些单位较为系统地开展了水泥混凝土路面技术的研究。到80年代,随着修筑里程的增长,实践经验的积累,科学研究的深入,水泥混凝土路面的修筑技术逐步改进,质量不断提高。加之水泥混凝土路面的适应性及抗灾能力强,能较好地满足现

代化交通的要求;沥青供应缺口很大,水泥材料可就近供应。因此,水泥混凝土路面得到了较快的发展。特别是交通部 1989 年推广国家科委技术委员会科技工作引导性项目《我国水泥混凝土路面发展对策及修筑技术研究》成果以来,使我国公路水泥混凝土路面由 1988 年前的 8 264km,平均每年修建 217km,上升到 1998 年底的 83 652km,10 年净增 75 388km,平均每年修建约 7 539km,是前 38 年年平均修建里程数的 35 倍,占高级、次高级路面的比重由 1970 年的 0.9%上升到 1998 年底的约 16.4%,其发展速度在国外也是少见的。历年修筑水泥混凝土路面里程及所占比重如表 1-1。

全国 1960 年~1997 年水泥混凝土路面所占比重 表 1-1

年份	高级、次高级路面里程 (km)	水泥混凝土路面里程 (km)	水泥混凝土路面所占比重 (%)
1960	1 943	60	3.1
1970	22 976	200	0.9
1980	157 851	1 600	1.0
1987	216 027	6 041	2.8
1988	230 781	8 264	3.6
1989	244 453	9 193	3.8
1990	259 958	11 373	4.4
1991	279 155	15 234	5.5
1992	301 651	21 321	7.1
1993	327 306	28 049	8.5
1994	353 142	35 549	10.1
1995	386 827	46 172	11.9
1996	425 786	55 625	13.2
1997	467 490	68 740	14.7
1998	509 278	83 652	16.4

国内早期(70 年代前)修建的水泥混凝土路面,主要用于三、四级公路上,设计强度低。水泥混凝土抗压强度除少数为 30MPa 外,多数为 20MPa~25MPa,有的甚至低于 20MPa;面板厚度薄,一般为 16cm~20cm,有的仅 14cm,甚至更薄。这些路面在行车荷载和环境因素作用下,有的修建不久便出现破坏,有的已超过使用年限,大多数进行过罩面、补强或改建。但也有少数路段,如 1959 年修建的北戴河至杨各庄东 2km 混凝土路面(路面宽 7m,板厚

19cm,砂垫层)已使用 30 年。1988 年调查时,面板破损率仅为 12%,路面表面的水泥砂浆层已全部磨光,但仍能使用,这充分显示出了水泥混凝土路面的优越性。

70 年代修建的水泥混凝土路面,在经历了十多年的荷载和环境因素作用后,也出现了不同程度的损坏,主要表现在:

1. 胀缝损坏

这个时期修建的水泥混凝土路面胀缝间距较短(一般为 20m~40m)数量多,胀缝损坏率很高,且难于养护,成为水泥混凝土路面的主要缺陷之一。如上海市延安中路,使用一年,60%的胀缝出现了不同程度的碎裂,占损坏板块总数的 87%。

2. 纵缝拉宽

由于当时纵缝不设拉杆,板在自重作用下沿路拱横坡方向滑动,加上板的热胀冷缩作用,使纵缝逐渐拉开,有的可达 2cm~5cm。在填方路段,特别是半填半挖路段以及处于平曲线半径小的路段,面板的纵缝拉宽更大。纵缝拉宽的后果是使雨水渗入基层,引起更多的病害。

3. 错台和唧泥

由于当时修筑水泥混凝土路面时,人们对基层重视不够,南方地区的不少水泥混凝土路面是在原有泥结碎石路面上修建的。泥结碎石含土较多,当水由接缝、裂缝及路面边缘渗入后,基层强度即显著降低,从而发生唧泥现象。有的采用大块石做基层,由于施工中密实度难以控制和不易压实,往往会松动失稳。北方地区,基层采用的砂石级配不够合理,或细料含量过多,或未经处治,同样存在整体性、稳定性及防冻性差的问题,造成路面错台、唧泥等损坏。

4. 裂缝

造成水泥混凝土路面板开裂的原因很多,有施工养生不当引起的早期开裂,有基层脱空引起的断裂,有在荷载和温度应力共同作用下的疲劳开裂,也有板长过长的翘曲或过量收缩而产生的横向裂缝等。由于裂缝增宽会丧失传荷作用,导致路面产生严重

损坏。

70年代末,我国开始重视水泥混凝土路面的发展,并进行了较为系统的理论分析和试验研究。根据所取得的研究成果和实践经验,1987年交通部颁发了《水泥混凝土路面施工及验收规范(GNJ 97—87)》,使水泥混凝土路面的设计和施工逐步走上正规化;同时,由于近几年推广了国家科技工作引导性项目№. 025《我国水泥混凝土路面发展对策及修筑技术研究》成果,水泥混凝土路面的质量有了很大的提高。

尽管如此,近几年修建的水泥混凝土路面,由于施工、养护等原因,还是出现了不同形式、不同程度的损坏。虽然这些损坏大多还未严重影响到水泥混凝土路面的正常使用,但随着交通量的增多,损坏逐渐加剧,如不及时维修,将会给以后的修补带来更大的困难。

§ 1-2 水泥混凝土路面修补技术的发展

水泥混凝土路面的修补技术是随着水泥混凝土路面出现了不同程度的损坏后应运而生的。50年代及60年代初,世界上一些经济较发达的国家在开始大规模兴建承受重交通的高等级道路时,修建了部分水泥混凝土道路。这些道路到了80年代后期,大多接近或超过使用年限,加之交通业的发展,路面承受的轴载不断增长,致使多数路面产生不同形式的损坏,因此,现有路面的养护与修复就成了80年代水泥混凝土路面发展技术中的一项重要内容。

从技术上讲,影响水泥混凝土路面修补质量的关键在于所采用的修补材料和修补工艺。

一、水泥混凝土路面修补材料的发展

早期最常用的水泥混凝土路面修补材料是采用沥青质材料,即在水泥混凝土路面的裂缝处灌注沥青,以达到封闭裂缝的目的,或在破损严重的水泥混凝土路面上加铺一层沥青混凝土。这种方

法,只是一种应急措施,不能从根本上解决水泥混凝土路面修复的问题。到了 80 年代,随着人们对水泥混凝土路面修补技术的重视,一些国家加大了水泥混凝土路面修补材料的研究力度。针对不同的水泥混凝土路面破坏特点,研制出一些新的修补材料,并在一些路面上进行试验性的应用。

在水泥混凝土路面的裂缝修补方面,美国、日本等国将常用于工业与民用建筑混凝土结构裂缝修补的环氧树脂进行改性,研制出适合于水泥混凝土路面需要的抗冲击韧性较大的改性环氧树脂灌浆材料。还有些国家研制出了低粘度聚合物稀浆用于裂缝宽度为 0.5mm 左右的细裂缝修补。用掺加高分子材料的聚合物水泥砂浆及以合成聚合物和焦油为主的油灰胶泥修补较宽的裂缝,用延性较好的聚胺酯树脂、橡胶—煤焦油填缝料进行路面的接缝修补。

在水泥混凝土路面的板块修补上,常采用的方法是将损坏的混凝土除掉,铺上与原路面混凝土相同强度或略高于路面混凝土原设计强度的普通混凝土。普通混凝土需要较长的养生时间,给路面尽快恢复交通带来了困难。因此,人们就通过在混凝土中掺早强型外加剂的办法,以加快混凝土早期强度的发展。一些国家还研制出适用于水泥混凝土路面修补的快硬高早强水泥,如日本的“一日水泥”,英国的“Swiftcrete”水泥,德国的“Draifach”水泥、意大利的“Supercement”水泥。80 年代末与 90 年代初,在国家科委引导性项目《我国水泥混凝土路面发展对策及修筑技术研究》进行过程中,我国一些研究单位,根据我国国情也研制出一些高早强、收缩小、性能优异的修补材料,如江苏省建筑科学研究院研制的 JK 系列混凝土快速修补剂,早期强度发展最快的,4~6h 就可达到通车强度要求。这种材料不仅早期强度高,而且收缩小,新老混凝土粘结力强,凝结时间适中。该材料已在全国 20 多个省市的公路、市政部门进行了应用,取得了较好的路面修补效果。

罩面修补的常用材料是沥青混凝土,也有些国家采用钢纤维混凝土或薄层连续配筋混凝土加铺层。如比利时 1982 年到 1985

年间,7段试验路铺设了薄层加铺层,总面积达13.7万平方米,其中10.4万平方米为钢纤维混凝土,3.3万平方米为连续配筋薄层混凝土。有些国家采用水泥树脂砂浆罩面。如捷克曾采用3mm~10mm的薄层加铺层,法国则认为这种整修方法在交通量大到3.5万辆/日的情况下可以维持5~8年的使用寿命。

二、水泥混凝土路面修补工艺的发展

仅仅具有性能良好的修补材料还不够,修补工艺也直接影响到水泥混凝土路面的修补质量。

在裂缝的修补方面,最简单的方法是用热熔化后的沥青直接灌入缝内。后来采用的灌环氧树脂的方法是沿路面裂缝每隔一段距离钻一些孔,然后灌进环氧树脂,让环氧树脂通过孔渗入裂缝内。这种修补方法对新建道路的断板裂缝修补较为适用。对于旧混凝土路面,由于裂缝内夹有灰尘、缝壁的尘污难以清除,致使灌入的材料与原混凝土粘结不好。近几年来,江苏等地采用沿路面裂缝向两侧扩展20cm~30cm,去除表层8cm~10cm的混凝土,沿裂缝每隔30cm左右用钎钉钎住裂缝两侧,再铺上用JK系列混凝土快速修补材料配制的混凝土。使用时间最长的已有3年多,未发现新的贯穿裂缝出现。

在板块的修补方面,我国江苏等地也总结出了一套行之有效的修补方法。在我国破碎旧混凝土,大多采用人工凿除或用风镐破碎的方法,破碎清除废混凝土速度很慢。有的地方采用冲击锤破碎旧混凝土,虽工效有所提高,但容易导致相邻好板块的损伤。最近,我国研制出了一种液压式的多功能混凝土破碎机,不仅大大提高了老混凝土的破碎工效,而且也减少了相邻混凝土板块的损坏。

三、水泥混凝土路面养护技术的规范化

在水泥混凝土路面养护与修复的管理方面,许多国家已经或正在建立路面管理系统。美国联邦公路管理局于1985年制定了《路面修复手册》,并于1988年进行了修订工作。该手册对水泥混