

交通科技丛书
JTKJCS

水泥混凝土路面 滑模施工技术

Slipform Paving Construction Technology
for Cement Concrete Pavements

傅 智 著



人民交通出版社

交 通 科 技 丛 书

Shuini Hunningtu Lumian Huamo Shigong Jishu

水泥混凝土路面滑模施工技术

傅 智 著

人 民 交 通 出 版 社

内 容 提 要

本书是一本关于高等级公路水泥混凝土路面大型滑模机械施工工艺技术方面的专著。全书共分综述、滑模摊铺机械及系统配套、摊铺准备工作、原材料及技术要求、振动粘度研究和应用、滑模混凝土配合比设计、滑模施工、路面抗滑、养生和接缝技术、桥面滑模连续铺装技术、特殊气候下的滑模施工、特殊问题的处置、质量控制、经济效益分析 13 章。

本书可作为我国高速公路水泥混凝土路面滑模施工技术人员的培训教材,同时可供大专院校相关专业师生学习参考。

图书在版编目(CIP)数据

水泥混凝土路面滑模施工技术/傅智著. —北京:人民交通出版社,2000.7

(交通科技丛书)

ISBN 7-114-03672-8

I. 水… II. 傅… III. 水泥混凝土路面:防滑路面—工程施工 IV. U416.216

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2000)第 65797 号

水泥混凝土路面滑模施工技术

傅 智 著

版式设计:刘晓方 责任校对:张捷 责任印制:张凯

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

北京鑫正大印刷厂印刷

开本:787×980 $\frac{1}{16}$ 印张:41.75 字数:700 千

2000 年 8 月 第 1 版

2000 年 8 月 第 1 版 第 1 次印刷

印数:0001—4000 册 定价:58.00 元

ISBN 7-114-03672-8

U·02657

序 言

改革开放以来的 20 年,是我国历史上公路发展速度最快、规模最大、最具活力的时期,公路建设取得了令人瞩目的成就。公路里程增加了 38.5 万公里,高速公路从无到有,截至 1998 年底止,高速公路通车里程已达 8 733 万公里,二级以上公路已近 15 万公里,全国公路通车里程已达到 127.8 万公里,提前完成了“九五”规划目标。公路通达深度和覆盖面有了很大提高。

路面是高等级公路的重要组成部分,作为道路与车轮直接发生作用的“界面”,具有特殊重要的意义。水泥混凝土路面是高等级路面的主要类型之一。我国水泥产量连续十年位居世界第一,1998 年水泥产量达 5.6 亿吨。我国修筑水泥混凝土路面具有全部原材料立足国内市场的优势,能起到优化资源配置,带动国民经济持续发展的积极作用。在交通部和国家有关部委的积极引导和支持下,我国水泥混凝土路面发展十分迅速,1998 年底水泥混凝土路面总里程已达 83 652km,当年建成的 14 912km,占新增公路里程 37 000km 的 40.3%。

目前,水泥混凝土路面在高速公路和一级公路上的仅占 25% 左右,但在二级以下公路所占比重较大。主要原因是高速公路对水泥混凝土路面的技术要求高,前些年我国采用人工小型机具施工的高速公路水泥混凝土路面破损较为严重,为保证水泥混凝土路面的质量,需要推行世界各国广泛使用的大型滑模机械施工技术。

我国高速公路水泥混凝土路面大型滑模机械化施工技术经过国家“八五”科技攻关的研究和近年来各地的大规模推广应用,已经取得了可喜的进步。交通部公路科学研究所(以下简称公路所)的研究人员,承担国家和交通部滑模施工技术的研究和推广任务,研究滑模施工技术已有 9 年的历史,在十余个省区各种气候、水文、地形、地质条件下进行了大量的工程实践,取得了有价值的成果和丰富的施工经验。公路所完成的国家计委 85-403-01“滑模摊铺水泥混凝土路面施工成套技术”获得交通部 1997 年科技进步二等奖。“九五”期间,在交通部的领导和支持下,在十几个省区进行了该项新技术的推广工作。公路所编制的《公路水泥混凝土路面滑模施工技术规

程》也将在全国试行。截止 1999 年 8 月,我国已经依托滑模技术,在湖南、湖北、广东、山东、河北、山西、吉林、黑龙江、新疆、广西、福建、贵州、云南、安徽、江西等十余个省区建成了 1 000 余公里高等级公路水泥混凝土路面,其中高速公路 600 余公里。

滑模技术必将成为我国高等级公路特别是优质高速公路水泥混凝土路面可依托的成熟有效的新技术,从而促进我国高速公路水泥混凝土路面的施工工艺赶上国际上发达国家的技术水平。我国目前滑模施工技术,已经发展到不仅能够摊铺优质水泥混凝土路面,而且能够连续铺装 1km 以上特大型桥面;连体摊铺 100km 以上硬路肩和路缘石;连续滑模摊铺 60km 以上的中央分隔带护栏等。作者将这些研究成果、技术规程和实际施工经验总结成书,作为技术书籍和培训教材出版,对于传播新技术,培训工程技术人员,将科技成果尽快转化为生产力,必将起到积极的推动作用。

凤懋润

1999 年 8 月 8 日

前 言

《水泥混凝土路面滑模施工技术》是作者博士毕业后,进行了九年的研究和大量施工实践的总结。从近年来修筑的 1 000 多公里高等级公路水泥混凝土路面的施工已经证明,我国不仅已能够使用好滑模技术,而且能够赶上国际先进水平。目前我国使用滑模技术建设得最好的路段,100km 以上高速公路总平均动态平整度已经可以达到 $\delta \approx 0.90$,最快日施工速度可达到 1.6km(8m 宽 24cm 厚)。

尽管作者在本书中付出了很大的努力,但不能认为是个人行为。首先,这依赖公路建设迅猛发展的大环境,时代赋予了作者发挥作用的责任和良好的机遇。从水泥混凝土路面而言,建国(1949 年)后的前 30 年,我国建成水泥混凝土路面 1 千多公里;到 1990 年,达到 1 万多(11 373)公里;预计到 2000 年,将建成 10 万多公里。水泥混凝土路面真正大发展在 20 世纪 90 年代,1998 年 83 652km,当年建成 14 912km,占高级路面的比例 40.3%。它迅猛发展依赖于经济杠杆的推动,其最大经济优势在于:水泥混凝土路面的全部原材料取自国内市场,具有明显的优化资源配置、扩大内需和带动国民经济发展的作用。其次,交通部对水泥混凝土路面从技术政策上给予了大力支持,以“七五”025 课题为标志,在设计理论上从参照原苏联的规范发展到独具中国特色的设计规范;施工方式由人工加小型机具发展到轨道或三辊轴,再发展到高速公路上的滑模施工,逐步形成了较完整的设计理论体系和施工技术体系。

其次,作者在此要着重指出的是,本书是集体智慧的结晶,书中引用了大量的实验数据和资料,是交通部公路科学研究所、河北省交通厅、重庆公路科学研究所、湖南省交通厅“八五”国家科技攻关课题《滑模摊铺水泥混凝土路面施工成套技术》,该项目曾获得 1997 年度交通部科技进步二等奖。该项目在推广当中,与广东省交通厅筑路机械租赁联营公司合作,编制了我国第一个《广东省高等级公路水泥混凝土路面滑模施工技术规范》,该项目获得广东省 1998 年科技进步二等奖。

作者在此特别向以下对滑模施工技术作出重要贡献的领导、同事和朋友们表示衷心感谢!

交通部公路科学研究所总工程师邢惠臣研究员、姚思国研究员、刘清泉研究员、王彦莹工程师、杭伯安工程师、夏玲玲工程师等。重庆公路科学研究所方波平副所长、樊统江副研究员等。河北省公路局杨国华局长、张玉怀高级工程师、卢淑芳高级工程师、秦皇岛市交通局石兆旭总工程师等。湖南省交通厅马其伟副厅长、公路局李家锐副局长、王如波副总工程师、路桥总公司罗刚、刘正刚、肖宏光工程师等。山东省泰安市公路局工程一处陈大华处长、烟台公路局李荣富总工程师。新疆桥梁工程处邵海锐副处长。湖北省交通厅林子慧副厅长、高管局副局长兼总工程师吴逢街、高管局副局长祁汉顺等。吉林省梅河口市远通公司韦万富董事长、佟德增总工程师等。山西省交通厅杨金泉副厅长、山西省大同市公路局寇振林、李应怀副指挥长等。

水泥混凝土路面滑模施工技术于 20 世纪 60 年代末起源于欧洲瑞士, 70 年代兴盛于美国、德国、法国等, 经过 30 多年的改进、应用与提高, 已经成为西方主要发达国家在高速公路水泥混凝土路面施工中大量使用的成熟技术。我国自 80 年代后期逐步少量引进发达国家的滑模摊铺机, 在使用中发现很多问题, 如塌边、麻面、欠密实, 平整度不佳, 施工效率不高, 施工费用较高等。“八五”期间在国家计委的资助下, 开始科技攻关研究, 基本解决了上述一系列施工技术关键问题。“九五”期间在交通部支持下, 进行全国大面积推广, 取得了积极效果, 终于使该项技术成为我国高质量高速公路水泥混凝土路面可以依托的现代化大型机械施工技术。

从理论上, 研究提出了新拌混凝土振动粘度理论, 为滑模摊铺机的施工机构设计、滑模混凝土配合比设计和滑模摊铺机操作奠定了坚实的理论基础。从实践上, 研究取得了高速公路水泥混凝土路面最高的平整度、最快的施工速度、优良的施工经济效益和巨大的工程规模, 形成了我国自己的《公路水泥混凝土路面滑模施工技术规程》。“九五”推广期间, 取得的重要进展如下:

1. 重山区水泥混凝土路面滑模施工技术在新疆果子沟二级路和福建龙岩漳龙高速公路上取得突破。
2. 采用滑模连续铺装大、中、小桥, 通道, 涵洞桥面, 目前已经发展到铺装 1km 以上(最长桥面铺装 1.2km)的特大桥的桥面。其优点是桥面和路面的平整度一样好, 使用的铺装混凝土抗压强度达 C40 以上。
3. 连体摊铺硬路肩和路缘石, 提高了路缘石的顺直度和强度, 保证了硬路肩和路缘石之间不渗水。
4. 在湖南、山西等省份高速公路水泥混凝土滑模摊铺的路面上, 所有缩缝均插入传力杆, 目前采用的方式是预制钢筋支架方法。目的是期望彻

底消除长期使用的水泥混凝土路面上出现的错台,以提高行车舒适性和使用耐久性。

5. 在超重交通量、超重轴载的高速公路水泥混凝土路面上使用设计抗折强度 5.5MPa,滑模施工抗折强度 6.0MPa 以上的高抗折强度的混凝土材料。绝大多数滑模摊铺水泥混凝土路面使用的粉煤灰、引气剂及高效减水剂等技术。

6. 在上基层表面喷洒透层沥青或表面沥青处置技术,以改善水泥混凝土路面结构内部的防渗和排水。

7. 在高速公路软基路段使用重配筋的双层连续钢筋混凝土路面,同时使用钻孔灌注桩,滑模摊铺连续钢筋混凝土的长度在两个桥涵构造物之间,达到 400~500m。

8. 实现了中央分割带混凝土护栏的滑模摊铺。最长护栏达到 67km。

综上所述,我国的滑模施工技术已经达到了国际先进水平。发达国家在公路工程中采用的滑模技术,除了混凝土纵向排水边沟,我国未做之外,都尝试使用过,而且取得了成功的使用经验。

本书虽然是滑模施工技术的专门著作,但不失一般性,书中所论述的关于原材料技术要求、路面混凝土配合比设计要领及路面混凝土要求的性能,对其它施工方式施工的水泥混凝土路面是通用的。中国水泥混凝土路面的施工情况很复杂。滑模施工技术是为高等级公路特别是高速公路开发的技术,它受诸如路面宽度、公路等级及技术要求等多种因素限制,不可能在所有公路特别是县、乡公路上全面使用。因此,滑模技术与其他水泥混凝土路面施工方式不是相互排斥,而是相互兼容的。作者相信,不同的施工工艺方式适用于不同等级的公路。

在机场跑道、城市快车道、停车场、大面积地坪和广场混凝土道面上,滑模摊铺技术有其独到的优点。本书为民航、空军、市政、城建等部门采用滑模施工技术提供了重要的参考材料;并可作为水泥混凝土路面滑模摊铺技术培训教材;同时可供大专院校相关专业师生学习参考。

作者欢迎参与推广应用滑模施工技术的单位和同事们提出宝贵意见,欢迎广大科技工作者提出批评和建议,以便在此书再版时得到更正和修改。

著 者

1999.8.25

出版说明

为了贯彻落实科教兴国的发展战略,我社组织编写的《交通科技丛书》,被国家新闻出版署列为“八五—九五”期间重点图书,将于1998年开始陆续出版。这套丛书针对“七五”以来,在公路、水运交通领域内一系列重点科技攻关和研究开发项目的成果为主要内容进行编写出版,以达到进一步总结和推广应用的目的。

参加丛书编写的专家、教授、工程技术人员和管理人员,都有较深的理论造诣,而且都是科技成果的直接研究开发和组织管理者。他们对成果有深刻的了解,掌握了第一手的资料,积累了宝贵的实践经验。由他们对有关成果进行系统总结,对于促进最新科技成果转化为现实生产力具有重要意义。丛书内容丰富,论述系统,针对性强,具有很高的参考使用价值。本套丛书适用于科研和工程技术人员对有关技术的进一步开发和推广应用,也可作为高等院校师生教学参考用书。

在组织编写丛书的过程中,得到了交通部科学技术司各方面的大力支持,特别是张叔辉、陈锁祥、刘家镇、李彦武等同志,他们从选题和编写单位的确定,以及内容的覆盖范围等方面都给予了具体的指导和帮助。各参加编写单位和编写人员,对丛书的出版认真负责,热情支持。每本书的编写提纲和主要内容都经有关专家审查确定,保证了丛书的先进性、科学性和实用性。值此丛书出版之际,我社对关心和支持这套丛书出版的各有关单位和人员,致以诚挚的感谢和敬意。

人民交通出版社

一九九八年五月

目 录

第一章 综述	1
第一节 水泥混凝土路面发展简介.....	1
第二节 提高我国水泥混凝土路面工程质量的对策	12
第三节 水泥混凝土路面滑模机械施工技术简介	24
第二章 滑模摊铺机械及系统配套	43
第一节 滑模摊铺机施工工艺原理与机械构造	43
第二节 滑模摊铺机械选型与机具配置	63
第三节 滑模摊铺机械系统配套	73
第三章 滑模摊铺准备工作	80
第一节 摊铺场地准备工作	80
第二节 原材料准备及储存技术要求	92
第三节 混凝土搅拌站设置	96
第四节 滑模摊铺的施工组织设计.....	102
第四章 滑模混凝土原材料及技术要求	109
第一节 胶凝材料.....	109
第二节 集料.....	145
第三节 钢筋和纤维.....	163
第四节 接缝材料.....	171
第五节 养生材料.....	177
第五章 滑模混凝土摊铺工艺理论基础——振动粘度研究 和应用	189
第一节 振动粘度理论研究的意义	189
第二节 新拌混凝土振动粘度系数测试理论和实验方法.....	191
第三节 新拌混凝土组成、结构与流变学性能的关系	197
第四节 影响新拌混凝土振动粘度的因素	208
第五节 振动粘度理论的应用	210
第六章 滑模混凝土配合比设计	221

第一节	配合比设计指导思想、基本原理与技术要求	221
第二节	原材料及配合比参数对设计指标的影响	233
第三节	路面耐久混凝土配合比设计与研究	245
第四节	配合比设计计算方法	267
第七章	水泥混凝土路面滑模施工	293
第一节	基准线的测量、设置和技术要求	294
第二节	滑模摊铺混凝土的搅拌和运输	302
第三节	水泥混凝土路面板滑模摊铺	314
第四节	水泥混凝土路面山区滑模施工	328
第五节	硬路肩、路缘石及护栏滑模摊铺	342
第八章	滑模摊铺混凝土路面抗滑、养生和接缝技术	348
第一节	滑模水泥混凝土路面抗滑构造	348
第二节	滑模摊铺水泥混凝土路面的养生	352
第三节	滑模摊铺水泥混凝土路面接缝技术	353
第九章	桥面滑模连续铺装技术	377
第一节	桥面连续滑模铺装的意义	377
第二节	钢筋混凝土桥面铺装层设计	379
第三节	钢筋混凝土桥面滑模铺装施工准备	387
第四节	桥面连续滑模铺装	392
第十章	特殊气候条件下的滑模施工	399
第一节	夏季热天施工	399
第二节	雨季施工	405
第三节	春、秋季多风天气施工	408
第四节	冬季施工	430
第十一章	滑模施工中特殊问题的处置	439
第一节	平整度的提高和保证措施	439
第二节	抗滑构造的保持和恢复	448
第三节	水泥混凝土路面断板的修复	454
第四节	错台的防止	459
第五节	接缝的养护	460
第十二章	滑模摊铺水泥混凝土路面质量控制	463
第一节	设计质量控制	463
第二节	滑模混凝土原材料的质量控制	467

第三节	混凝土拌和、运输质量控制	473
第四节	滑模施工质量控制管理与检查验收	477
第十三章	滑模摊铺水泥混凝土路面的经济效益分析	488
第一节	经济分析的意义	488
第二节	建设费用定量分析	489
第三节	技术经济和社会效益分析	498
附录:	《公路水泥混凝土路面滑模施工技术规程》 (JTJ/T 037.1 - 2000)	504
主要参考文献		647

第一章 综 述

第一节 水泥混凝土路面发展简介

一、绪 论

水泥混凝土路面作为一种高级刚性路面结构形式,其最早建造史可追溯到大约公元前一世纪。当罗马人通过偶然机会了解到火山灰可作水硬性胶凝材料而用在建筑、水利、港口工程上时,就开始将其应用到重要的道路和广场工程上了。这从近代进行的考古发掘可得到证明。

我国混凝土路面和地坪最早使用的记录大约在秦汉时期,从长城及一些古墓的考古发掘中见到的混凝土是以熟糯米浆和石灰作为胶凝材料的,填充料是砂和河卵石,其粒料级配组成与现代水泥混凝土很接近,惟独胶凝材料不是水泥。所以,黄蕴元教授曾阐述过,中国是世界上聚合物混凝土的鼻祖。目前,尚能见到这种混凝土地坪实物大约是宋朝时期遗留的古建筑内的地面。从磨损后的表面上看,其材料结构、砂石料级配和色泽与现代意义上的混凝土几乎一致。

自从 1824 年 10 月 21 日英国工匠 Leads 和 J. Aspdin 取得了波特兰水泥的发明专利后,近现代意义上的水泥混凝土路面在欧洲开始发展起来。

全世界第一条水泥混凝土路面是 1865 年在英国修筑的,至今已有 135 年的历史。

1914 年德国人 Friedrich Todt 博士在柏林建造了汽车专用道路,美国在纽约长岛私人住宅的道路上开始使用水泥混凝土路面。

1924 年前后,法国公路部总工程师 Daniel Boutet 在法国 43 号公路上开始进行连续板块式混凝土路面试验并铺筑了长约 100km 的水泥混凝土路面,当时采用的路面厚度为 18cm,横向接缝为 10~20m,采用的是小型搅拌机拌和的干硬性水泥混凝土,需要夯碾压实。同时,比利时也在矿区道路上开始使用水泥混凝土路面。

1930年前后,美国开始使用水泥处置土做地坪和重交通道路的基层,并用水泥混凝土建设其重要公路干线和城镇道路。当时建设的某些城镇水泥混凝土路面有的至今还在使用,且没有大修过,美国使用年限最长的水泥混凝土路面达78年之久。

1933年,水泥混凝土路面在各主要的发达国家大量使用并发展起来,德国在当时还没有沥青路面高速公路的情况下,建成了第一条水泥混凝土路面的高速公路。

1938年,法国、比利时、英国的北爱尔兰都建成了水泥混凝土路面汽车专用公路。

本世纪30年代发展起来的水泥混凝土路面,包括上层5cm的磨耗层,板厚为24cm。这一时期,经过多年的试验观测,水泥混凝土路面的经验性设计理论、计算方法和施工技术得以迅速的发展。

我国第一条水泥混凝土路面是1928年在浙江奉化溪口镇修筑的,当时采用日本进口的水泥,至今已有72年历史。自1936年开始,我国引进德国技术设备,在唐山建立了第一家生产和销售水泥的启新洋灰公司,开始在室内建造水泥混凝土地面和室外地坪,并在该工厂建造一段示范水泥混凝土路面试验段。日伪时期,大约1940年前后,日本帝国主义在我国天津和沈阳督造了少量水泥混凝土路面,板厚大约20cm左右。然而随着经济的发展,这些最早在我国建造的水泥混凝土路面都没能保留下来。

二、国际上水泥混凝土路面发展概述

国际上的水泥混凝土路面的发展,经历了两大发展时期。一个是在30~40年代,随着汽车工业的发展,战争物质和军队的调运,客观上对路面的质量要求大大提高。这一时期,最明显的标志是德国建设的世界上第一条汽车专用高速公路是使用水泥混凝土路面结构形式。几乎所有当时的发达国家,如日本、美国、英国、法国、比利时都竞相发展水泥混凝土路面,有的将水泥混凝土路面技术扩散到其殖民地国家。这个时期水泥混凝土路面主要施工方式是小规模的人工加小型机具辅助。

第二个时期,是本世纪70年代,世界性的石油能源危机,使一些主要使用沥青建造高速公路的国家,如美国、法国、原联邦德国等,认识到必须尽量减少高速公路建设对石油沥青的依赖性,节约沥青资源和能源。在高速公路水泥混凝土路面技术上开始新一轮的研究开发,从国家战略利益考虑,增加了对水泥混凝土路面的科技投入和建设规模。上述国家不仅对设计理论

和计算方法进行了更新和提高,而且将主要的施工方式从人工施工向大规模机械化施工转变,建立了目前仍在采用的轨道链式机组和快速滑模摊铺机施工方式。在此期间,由于要求水泥混凝土路面要适应各种各样的地质地形条件,发展了水泥混凝土路面的多种新型结构形式,如钢筋混凝土路面、预应力钢筋混凝土路面、镶嵌混凝土块式路面等。这一时期,美国从政策上扶持水泥混凝土路面的建设,由原来水泥混凝土路面在公路网中只占20%发展到70年代后期的49%左右。法国和原联邦德国也开始打破沥青路面占绝对主导的格局,加快了水泥混凝土路面的发展。

我们注意到,国际上各国在发展水泥混凝土路面技术上的一个重要特征是密切结合本国实际和资源约束条件,其直接影响因素是本国水泥和沥青资源供给和价格情况。美国是典型的黑、白两种路面几乎均等的国家,在整个国家高速公路网中,水泥混凝土路面占49%,沥青路面占51%,其原因除了能源方面的考虑外,其经济对比分析是建立在建设、维修、养护全部建设和运营总费用最省的价值工程基础上,强调在路面使用年限内,每平方米每年的价格最节省、投资效益最高。这样水泥混凝土路面即使建设费用较高,但使用寿命长、全过程投入不高。法国和原联邦德国是水泥混凝土路面比重相对较少的国家,原民主德国几乎全都采用水泥混凝土单一路面,这主要取决于水泥和沥青资源的供应、单价和带动其它工业部门发展的情况。

三、我国水泥混凝土路面发展概述

1. 我国水泥混凝土路面发展现状

我国水泥混凝土路面尽管已有70余年的发展历史,但是,在半封建半殖民地的旧中国,不仅其修筑的数量极少(总里程不足30km),而且无自己的设计理论可言,只是参照西方国家的设计规范,施工技术也极其落后。

解放后,我国水泥混凝土路面首先在城镇道路上得到较快发展,在公路上使用起步较晚,但近年来的发展非常迅猛。表1-1所列引自交通部公路局的统计数据。

我国水泥混凝土路面建设里程统计表

表 1-1

年 份	1960	1970	1980	1990	1996	1997	1998	2000
里程(km)	60	200	1 600	11 373	56 625	68 740	83 652	100 000*
占当年建成高级路面比例(%)	2.2	3.9	11.0	24.4	36.3	37.8	40.3	45*

注:表中*号为估计数据。

我国沥青资源相对匮乏且质量较差,而水泥资源丰富、价格便宜。鉴于此,从“六五”、“七五”计划开始,交通部对水泥混凝土路面就予以高度重视和大力推广。20世纪80年代,交通部对建设水泥混凝土路面曾给予20万元/km的补助,取得了非常显著的效果。随着我国水泥混凝土路面造价的降低,建设水泥混凝土路面比沥青路面造价节省,补助逐步取消。

由表1-1可见,目前我国水泥混凝土路面每年建设里程已经超过1.5万km(1998年建成14 912km),比1990年以前40年的建设总和还要多。从1991年到1998年的8年中,平均年增长速率为32.67%,8年净增7.355倍。我国目前在高速公路上水泥混凝土路面约占25%左右,但在二、三级公路上,不少地方已经是水泥混凝土路面占主导了。全国1998年新建高级路面的比例已占40.3%。

这样快的发展速度,这么大的建设规模,不仅在中国,而且在世界各国水泥混凝土路面发展史上,都是罕见的。预计随着滑模机械化施工技术水平及质量的提高和推广应用的普及,我国水泥混凝土路面在相当长的时期内将继续保持高速增长。2000年我国水泥混凝土路面总里程将超过10万公里,当年建成的水泥混凝土路面占高级路面的比例将接近或达到50%,达到与沥青路面平分秋色的局面,真正实现“因地制宜,黑白并举,共同发展”的目标。

城市道路方面,在许多城市,水泥混凝土路面的比重大大高于公路。其中比重较大的前5位的城市是秦皇岛市、佛山市、大同市、武汉市和广州市。在我国南方许多城市,水泥混凝土路面已成目前修筑的惟一路型。

2. 我国水泥混凝土路面发展的三个阶段

纵观我国水泥混凝土路面的技术发展过程,大体可分为三个阶段:

(1) 1977年以前第一阶段(摸索起步)

1949年~1966年,我国主要借助于原苏联的建设经验和研究成果,制订了1953年版和1966年版的《水泥混凝土路面设计规范》。1966年~1977年,各个领域的技术进步都受到“文革”的严重影响,水泥混凝土路面技术当然也不例外。

这一阶段的显著标志是发展极其缓慢,总里程在1 000km以内,主要是国家经济发展有限,汽车的保有量很少。一方面,客观需求小;另一方面,我国当时的水泥工业落后,水泥价格与沥青基本持平,其水泥混凝土路面造价比当时普遍采用的薄层沥青表处高许多倍。因此,当时的交通部公路科学研究所没有人研究水泥混凝土路面,主要研究泥结碎石路面和沥

青表处路面。

(2) 1978 年 ~ 1985 年第二阶段(技术开发)

在我国 1978 年 ~ 1985 年的科技规划中,交通部安排了水泥混凝土路面技术的重大研究项目。以交通部公路规划设计院、同济大学为首,组织了全国大专院校、公路、市政、民航、空后等部门的设计、施工、科研约 40 多个单位,开展了长达十年的“联合攻关”研究,取得了可喜的成果。编写了“水泥混凝土路面设计理论和参数”的研究报告,并于 1981 年 12 月通过专家鉴定。

在此基础上,以我国自己的研究成果为主,我国编制了第一部《水泥混凝土路面设计规范》(JTJ 012 - 84),随后又编制了《水泥混凝土路面施工与验收规范》(GBJ 97 - 87)。现正执行的《城市道路设计规范》(CJJ 37 - 90)中的第十章水泥混凝土路面设计以及民航和空后机场跑道设计的相关标准,均是在上述研究成果基础上编写的。这些研究成果、标准和规范的建立,对发展我国水泥混凝土路面技术起了重要作用。

这一阶段,我国水泥混凝土路面的建设里程已达数千公里,研究工作的重点偏向于设计理论和设计参数。在施工技术上仍以手工操作为主,配合小型机具加真空吸水技术,基本上没有专用的配套大型机械设备。

(3) 1986 ~ 1998 年第三阶段(迅猛发展)

其发展标志是公路水泥混凝土路面的总里程上升到数万公里,年建成水泥混凝土路面超过 1 万公里。截止到 1998 年底,建成水泥混凝土路面里程已达 83 652 公里。

设计、计算理论进一步深化,在许多方面接近或达到国际先进水平。在混凝土路面板温度疲劳应力的计算等方面,甚至比某些发达国家先进,突出表现在《公路水泥混凝土路面设计规范》(JTJ 012 - 94)中。

研究的重点从设计理论转向施工实践。开始从人工、小型机具和真空吸水施工向大型专用快速机械化施工(路面混凝土使用外加剂和混合材料)转变,水泥混凝土路面的施工质量有大幅度提高。

水泥混凝土路面的养护、维修技术受到重视,并取得一定的实用技术成果。在“七五”“八五”连续两个五年研究计划的基础上,“九五”期间已列项开展养护、维修技术的深入研究。

在此期间,完成的国家科委“七五”科技先导性 025 项目“我国水泥混凝土路面发展对策及修筑技术研究”和国家计委“八五”85 - 403 项目“高等级公路水泥混凝土路面施工机械及路用材料的研究”,都取得了丰硕的成果。