

改性沥青与 SMA路面

沈金安 编著



人民交通出版社

改性沥青与 SMA 路面

Gaixing liqing yu SMA Lumian

沈金安 编著

人民交通出版社

内 容 提 要

本书结合我国对改性沥青及 SMA 路面的研究,对改性沥青及 SMA 路面有关知识进行了详尽而深入地介绍。全书分为三部分,首先介绍了改性沥青的分类、评价方法、性能及其生产制造;其次介绍了 SMA 路面的组成、材料要求、配合比设计及其施工管理;附录主要介绍了改性沥青及 SMA 的试验方法。

本书可作为改性沥青及 SMA 推广项目的培训教材,亦可供公路、城市道路、机场跑道沥青路面设计、施工、监理及试验人员学习参考,还可供相关专业大中专院校师生阅读参考。

图书在版编目(CIP)数据

改性沥青与 SMA 路面/沈金安编著. - 北京:人民交通出版社, 1999

ISBN 7-114-03264-1

I. 改… II. 沈… III. 路面 IV. U416.21

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (1999) 第 05822 号

改性沥青与 SMA 路面

沈金安 编著

责任印制: 孙树田 版式设计: 刘晓方 责任校对: 张捷

人民交通出版社出版发行

(100013 北京和平里东街 10 号)

各地新华书店经销

北京牛山世兴印刷厂印刷

开本: 787×1092 1/16 印张: 23.25 字数: 578 千

1999 年 7 月 第 1 版

1999 年 9 月 第 1 版 第 2 次印刷

印数: 10001—17000 册 定价: 39.00 元

ISBN 7-114-03264-1

U · 02325

序

改革开放的 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。公路里程增加了 38.5 万公里,高速公路从无到有,公路通达深度和覆盖面有了很大提高。1998 年公路基础设施建设又迎来了大发展的机遇,全年新增公路里程 3.7 万公里,其中高速公路 1 487 公里,二级以上公路 1.25 万公里。全国公路通车总里程已达到 126 万公里,提前实现了“九五”规划目标。高速公路总里程已达到 6 258 公里。

路面是高等级公路的重要组成部分,公路路面相对于路基而言虽然只是薄薄的一层,但其工程造价却占到了公路工程总造价的 15%~25%。路面作为道路直接与行车发生关系的“界面”,其工程质量具有特殊重要的意义。目前,全国已建成的高级、次高级路面公路里程约占总里程的 40%,其中高级路面突破了 10 万公里。在已建成的高速公路中,约 75% 采用了沥青混凝土路面。

通过近二十年的努力,我国在公路沥青路面修筑,特别是高速公路的沥青路面修筑方面形成了以路面结构、材料、设计、施工和检测为核心的成套技术,基层和面层的工艺水平都有明显提高。京津塘高速公路、沪宁高速公路、首都机场高速公路和八达岭高速公路等项目建成通车,对我国高速公路沥青路面建设有明显的促进作用,这些高速公路的路面技术和质量总体上已达到或接近国际先进水平。在已建成开放交通的高速公路中,大多数路面的总体质量和使用性能是好的。

经过国外几十年和国内十几年高等级公路的建设实践,沥青路面普遍存在的技术和质量问题主要是两个方面,即公路工程的耐久性(使用寿命)和路面的早期损坏。一方面,现有道路的实际使用寿命(8~12 年)普遍短于设计使用寿命(15~20 年);另一方面,随着交通量的迅速增长,车辆大型化和严重超载,使路面质量面临着新的严峻考验。在我国新路开放交通一二年就出现了坑槽、开裂、车辙、抗滑性能不足等早期破坏的情况,个别路段早期损坏现象严重,不得不进行修复,带来直接和间接的经济损失。

在一些气候条件恶劣和交通负荷特别大的路段或一些政治经济特别重要的路段,当使用通常的重交通道路沥青仍不能满足使用要求时,为使沥青混凝土达到更高的使用性能,可以考虑采用改性沥青。在发达国家,高速公路网建成较早,已经进入维修养护的阶段,改性沥青主要用于:做排水或吸音磨损层及其下面的防水层;在老路面上做应力吸收膜中间层,以减少反射裂缝;在重载交通道路的老路面上加铺薄和超薄沥青面层,以提高耐久性;在老路面上或新建一般公路上做表面处治,以恢复路面使用性能或减少养护工作量等。在我国,现在正处于高速公路的大规模建设阶段,当使用改性沥青时,应当特别注意路基、路面的施工质量,以避免产生路基沉降和其他早期损坏。否则,使用改性沥青就会达不到应有的效果。

另外,SMA 是一种密实式粗集料嵌挤型断级配沥青混凝土,具有抗车辙、抗裂、抗滑、泌水及耐久的优点。发达国家主要用 SMA 改善老沥青路面的使用性能。采用 SMA 比传统的沥青混凝土费用要增加,但耐久性可延长。我国已开始试用,北京市使用最多,河北省、吉林省、江苏省、辽宁省、山东省、山西省、湖北省、上海市和广东省等也先后修建了试验路,有些已在高速

公路工程实体工程上得到了应用。为了 SMA 技术能科学地、有效益地发展,交通部组织十余个省区市开展了联合科技攻关。每一个承担单位在 3 年内铺筑一定数量的试验路段,取得科学经验后再逐步铺开。

由于改性沥青和 SMA 结构在我国还是新事物,如何结合我国国情和经济实力,适用于我国气候、材料、施工机械及施工水平,合理应用这一技术还有许多问题值得深入研究。

交通部公路科学技术研究所的研究人员,承担交通部的研究和推广任务,研究改性沥青和 SMA 技术已有 7 年的历史,结合建设“国门第一路”(首都机场路)、“国航第一道”(首都机场东跑道)和“中华第一街”(长安街)等工程实践,取得了有价值的成果。作者及时将这些成果和国外的经验总结成书,作为培训教材与技术书籍出版,对传播新技术、培训科技人才、将科技成果尽快转化为生产力,将起到积极的推动作用。

感谢人民交通出版社组织出版本书,愿本书的出版对新技术的应用,对公路事业的健康发展起到积极的推动作用。

1999 年 1 月 26 日

凤恕初

前 言

随着国民经济的发展,国家对交通运输的需求不断增大。1998年年初,面对亚洲金融危机不断扩大的影响,党中央、国务院决定,把加快包括公路在内的基础设施建设作为扩大内需的重点。公路建设投资由1998年年初确定的1200亿元调整到1600亿元,在党中央、国务院采取了积极的财政政策后,又增加到了1800亿元,比年初计划增长50%。1998年经过交通系统广大干部职工的共同努力,公路建设实际完成投资达2118亿元,比1997年增长68.6%,是历史最好水平。全年新增公路里程3.7万公里,其中高速公路1487公里,一级公路2195公里,二级公路8800公里。全国公路通车总里程达到126万公里,其中高速公路通车里程达6258公里。今后的若干年内,公路建设大发展的势头将不会减弱,这一方面给我们带来了相当好的机遇,也对道路工作者提出了更高的要求。

十一届三中全会以来,党的改革开放政策,使我国的公路建设取得了令人瞩目的成就,高速公路得到了迅速的发展,京津塘高速公路、沪宁高速公路、首都机场高速公路、八达岭高速公路等项目得到社会普遍认可,国内外专家赞誉其建设质量已达到或接近了国际先进水平。但是,虽然我国公路建设取得了长足的发展,但整体上仍不能满足社会经济发展的需求,仍是制约经济发展的瓶颈。公路质量的通病仍未根除,部分地区质量水平有待进一步提高。一些影响质量的关键技术如钢桥面铺装、路面抗滑等仍需进一步攻关(交通部公路司,1998年12月28日人民日报)。我们也看到有不少高速公路的沥青路面使用不久便出现了损坏。例如,炎热季节在重车作用下造成的车辙、推拥的永久性变形,冬季低温开裂和半刚性基层开裂的反射性裂缝,在雨季及春融季节造成的坑槽、松散等水损害破坏,路表抗滑性能的迅速下降,以及局部龟裂等等都在一些高速公路上显现出来。

新建高速公路沥青路面产生早期损坏的原因,除了设计、施工方面的原因外,材料性能差是很重要的原因。公路发展的历史也是路面材料的发展史,现在广泛使用的重交通道路沥青和规范规定的沥青混合料矿料级配,在大多数情况下是能够满足目前交通和气候环境的需要的。但在某些情况下,这些常规的沥青混合料的性能就显得不能满足要求了,这就要求我们进一步提高沥青混合料的路用性能。采用改性沥青和沥青玛蹄脂碎石混合料(SMA),以解决路面抗滑和耐久性的矛盾,就是当前受到国内外普通重视和青睐的先进技术措施之一。

改性沥青是我国交通系统“九五”期间的重大科研项目,《公路改性沥青路面施工技术规范》(JTJ 036)已经交通部批准实施。SMA路面经过在“国门第一路”(首都机场高速公路)、“国航第一道”(首都机场东跑道)、“中华第一街”(北京市东西长安街)工程的使用,已经显示出良好的性能。

现在,“沥青玛蹄脂碎石混合料”已经正式列入了《公路沥青路面设计规范》(JTJ 014)。1997年交通部公路司下达了“沥青玛蹄脂碎石混合料性能和指标的研究”课题,该课题由交通部公路科学研究所承担,北京、河北、辽宁、山西等省市的研究部门参加课题研究,课题提出了我国的“SMA路面施工技术指南”。1998年科技教育司下达了交通部“九五”联合攻关推广项目“SMA路面推广应用”任务,交通部公路科学研究所作为技术依托单位。在全国研究和推广

这种新材料、新结构,第一期已经有十余个省、市、自治区参加,推广计划正在执行过程中,可以预料,改性沥青和 SMA 技术将会在我国公路、城市道路、机场跑道上得到进一步的应用。

但是,采用改性沥青和 SMA 这样的高新技术,不仅有一定的风险,而且还将增加建设成本,如果盲目使用,搞得不好,不仅达不到提高路面质量的目的,反而造成浪费,造成不良的影响。因此,推广工作必须谨慎地展开,先搞试验研究,铺筑试验段,待取得成功的经验后再到高速公路工程上实施。按照我国的经济实力和目前的技术水平,现在还不能在所有的高速公路上都推广这两项新技术,只有在气候条件恶劣、交通量特别繁重,或者政治经济地位特别重要的路段上优先考虑采用这些技术,使路面能满足使用需要,保持良好的水平,能完好地使用相当长的年限,同时也取得长远的经济效益。

SMA 是发源于德国的新技术,逐渐推广到欧洲各国,美国在引进 SMA 技术后作了相当程度的改进。我国有些地方在引进此项技术时,忽略了气候条件上的差异,一味迷信从国外考察学到的经验,听从外国专家和厂商的意见,使用了过多的沥青,又不使用改性沥青,结果经受不住夏季连续高温的考验,出现严重的泛油,使试验失败。我们必须从这些沉痛的教训中总结经验,在引进国外先进技术时,一定要根据我国具体情况,进行改进,使之适应当地的气候与交通条件,达到国产化。

由于改性沥青和 SMA 技术在我国还处于刚刚起步的阶段,我们的经验还很缺乏,对一些问题的认识也不一致,书中的观点和做法肯定有其局限性。在阅读此书的内容和使用中,一定要结合本地的交通、气候、材料、施工水平、管理水平、经济条件和实力等具体情况,进行研究、验证、选用,决不能照搬照抄。而且必须认识到,改性沥青和 SMA 决不是包打天下的灵丹妙药,即使采用了此项技术,如果原材料不好,施工不认真,质量管理不重视,仍然不能取得满意的结果。

为了配合我国对改性沥青及 SMA 路面的研究和应用,我们根据几年来对此项目的研究成果及国外的概况编成此书,作为 SMA 推广项目的培训教材,同时也作为一般性技术书籍,供公路、城市道路、机场跑道沥青路面(道面)设计、施工、监理及试验研究工作者参考。

回顾改性沥青和 SMA 在我国研究和发展的历程,需特别提及北京市公路局所做出的贡献,是他们顶住了来自各方面的压力甚至非议,特别是李道辅局长和李舜范总工程师以第一个吃螃蟹的胆略决定在首都机场高速公路上首次采用这两项新技术,并遵照交通部有关领导的指示,组织研制成功了改性沥青制作设备,现在北京市的每一条高速公路都已经全面采用这两项新技术,并取得了良好的使用效果和显著的经济效益。

本书引用了大量的试验数据和资料,都是交通部公路科学研究所和北京市公路局、首都机场扩建指挥部、北京市市政工程总公司等众多单位合作、集体研究的成果。其中包括“七五”、“八五”国家科技攻关专题“重交通道路沥青在高等级公路工程上的实用技术”、“道路沥青与沥青混合料路用性能的研究”的研究成果,这两个课题成果均获得了交通部科技进步一等奖,国家科技进步二等奖。本文不再一一注明数据资料的出处。笔者谨向所有参加试验研究,提供数据资料的单位和研究人员表示衷心的感谢。

我们欢迎参加推广应用的单位和同事提出宝贵意见,欢迎广大有识之士提出批评建议,以便在此书再版时得到更正和修改。

编著者

1999 年 1 月

目 录

第一篇 绪 论

第一章 沥青路面综述·····	1
第一节 沥青路面发展概况·····	1
第二节 沥青路面面临的新形势·····	2
第三节 我国气候的特点及其对沥青路面的影响·····	10
第二章 沥青路面的使用性能·····	16
第一节 概述·····	16
第二节 沥青路面的损坏现象·····	18
第三节 沥青混合料性能的矛盾和解决途径·····	31
第四节 SMA 沥青路面结构组合设计问题·····	35

第二篇 改性沥青与改性沥青混合料

第一章 改性沥青的分类与标准·····	38
第一节 改性沥青的分类·····	38
第二节 改性沥青的标准·····	42
第二章 改性沥青的评价方法·····	54
第一节 改性沥青试样的制作及性能评价方法·····	54
第二节 SHRP 改性沥青评价方法·····	57
第三节 利用沥青常规指标的变化评价改性沥青效果·····	64
第四节 评价改性沥青性能的新指标·····	67
第五节 常规试验指标与动态力学分析的关系·····	74
第三章 聚合物改性剂与基质沥青的配伍性·····	79
第一节 改性沥青的相容性和分离·····	79
第二节 相容性与沥青组成的关系·····	81
第三节 相容性与溶解度参数的关系·····	83
第四章 常用的道路改性沥青·····	84
第一节 热塑性橡胶类改性沥青·····	84
第二节 橡胶类改性沥青·····	94
第三节 热塑性树脂类改性沥青·····	105
第四节 掺加天然沥青改性·····	112
第五节 其他改性沥青·····	115

第五章 改性沥青的发展方向	119
第一节 改性剂的选择原则	119
第二节 改性沥青的比较与发展方向	120
第六章 改性沥青的生产制造	134
第一节 改性沥青的制作方式	134
第二节 母体法	134
第三节 直接投入法	135
第四节 机械搅拌法	137
第五节 胶体磨法和高速剪切法	137
第六节 橡胶粉改性沥青的生产	145

第三篇 沥青玛蹄脂碎石混合料路面

第一章 SMA 的发展与应用概况	148
第一节 SMA 在德国诞生	148
第二节 SMA 在欧洲的应用	150
第三节 SMA 在美国的发展和改进	158
第二章 SMA 的组成特点和形成机理	161
第一节 SMA 的组成特点	161
第二节 SMA 的形成机理	164
第三章 SMA 在我国的发展	168
第一节 概况	168
第二节 在“国门第一路”起步	169
第三节 在“国航第一道”及八达岭高速公路发展	170
第四节 在“中华第一街”实现完全国产化	171
第五节 SMA 在河北省的发展	173
第四章 SMA 对材料的要求	174
第一节 沥青结合料	174
第二节 粗集料	177
第三节 细集料	183
第四节 填料	185
第五章 纤维稳定剂	188
第一节 纤维稳定剂在 SMA 中的作用	188
第二节 木质素纤维	191
第三节 矿物纤维	196
第四节 聚合物有机纤维	198
第五节 各种纤维的比较	200
第六章 SMA 混合料的配合比设计	202
第一节 国外 SMA 配合比设计方法简介	202
第二节 美国 SMA 配合比设计方法	203

第三节	我国 SMA 马歇尔试验配合比设计方法	206
第四节	SMA 的配合比设计检验	219
第五节	SMA 表面层配合比设计示例	226
第七章	改性沥青及 SMA 路面的施工与质量管理	236
第一节	改性沥青及 SMA 路面的施工温度	236
第二节	改性沥青及 SMA 混合料的拌制	239
第三节	改性沥青及 SMA 混合料的运输和摊铺	242
第四节	改性沥青及 SMA 路面的碾压成型	245
第五节	改性沥青及 SMA 路面接缝	248
第六节	改性沥青及 SMA 路面施工质量管理	249

第四篇 改性沥青及 SMA 混合料的性能与应用

第一章	改性沥青及 SMA 混合料的性能	254
第一节	马歇尔试验	254
第二节	高温稳定性能	256
第三节	低温抗裂性能	260
第四节	水稳定性能	265
第五节	沥青玛蹄脂性能的研究	266
第六节	关于 SMA 的疲劳性能	268
第二章	改性沥青及 SMA 的应用	269
第一节	在高速公路上的应用	270
第二节	在城市道路快速路、主干路上的应用	273
第三节	在机场道面上的应用	274
第四节	在桥面铺装上的应用	276
第五节	改性沥青在开级配抗滑磨损层中的应用	279
第三章	改性沥青与 SMA 的技术经济分析	281
附录一	首都机场高速公路沥青面层改性沥青 SMA 路用性能的试验研究	285
附录二	首都国际机场东跑道沥青加铺层的设计与铺筑	300
附录三	用改性沥青 SMA 新技术整修“中华第一街”	320
附录四	北京通顺路试验路试验研究报告	326
附录五	改性沥青和 SMA 的试验方法	336
后记		355
参考文献		357

第一篇 绪 论

第一章 沥青路面综述

第一节 沥青路面发展概况

纵观我国的公路事业,除了交通政策、经费和施工管理的因素以外,公路的落后,主要是筑路材料和施工手段(施工机械)的落后。80年代以来,随着陆续从国外引进先进施工机械,拌和机、摊铺机、压路机,甚至运料卡车,大量采用世界上一流的先进设备,施工水平有了很大的提高,可以说与世界先进水平的差距已经很小。与此同时,在材料方面,高速公路的沥青材料都采用了符合重交通道路沥青技术要求的优质沥青,且大部分是国外进口的沥青,但为什么我们的沥青路面仍然会发生那么多的早期破坏现象呢?筑路队伍的人并不比外国人差,机械采用了好机械,沥青采用了好沥青,路还照样坏,这一点不能不令人深思。

回顾我国公路沥青路面的发展史,可以看出,沥青路面的发展和变革,实际上是路面材料变革的历史。现在沥青路面的差距最主要是材料上的差距,包括原材料和沥青混合料的差距。

在五六十年代,我国的公路主要是砂石路面,砂石料和粘土是最基本的材料。粘土作为路面结合料决定了路面必然是晴天扬尘,雨天泥泞,不能全天候通车。当时,在某些城镇道路和干线公路上铺筑少量沥青路面,一般公路是轮不到的。

在60年代,随着大庆原油的开发,道路渣油这种不合格的沥青材料,登上了历史舞台。同时,石灰土材料得到了广泛的研究和应用。在这个阶段,渣油表处加石灰土基层成了最主要的路面结构形式。在短短的十余年时间内,全国铺筑了接近20万公里的渣油路面,在历史上起到了非常重要的作用。

在七八十年代,胜利油田923原油和孤岛原油的开发,使胜利炼油厂开始生产符合一定规格的沥青。尽管沥青的含蜡量甚高,质量并不好,但在当时已经是相当不错了。胜利沥青铺到了天安门广场四周道路上,获得了国家优质产品银质奖。与此同时,沥青碎石结构、贯入式路面或上拌下贯式路面得到了发展,基层的石灰土已经考虑掺加碎石,碎石灰土,成了公路干线的主要路面材料和结构。在这以前的相当一段时间内,沥青洒布车是最主要的施工设备。

80年代中期,以京津塘高速公路建设为契机,我国开始进入了高等级公路建设的新时期。我们提出了“重交通道路石油沥青技术要求”,开始进口国外的高质量沥青,石化部门也开始攻关,研制符合要求的重交通道路沥青。同时,沥青路面的基层材料开始对水稳性差的粘土作出限制,水泥和石灰、粉煤灰的无机结合料稳定粒料基层开始登上历史舞台。沥青混凝土路面成为高等级公路工程崭新的结构形式,发挥了重要的作用。在这个阶段,国家“七五”、“八五”科技攻关,对沥青路面材料、结构、施工工艺、质量控制的研究,得到了前所未有的深入,一系列先进的施工机械开始引进国内,施工技术规范和各种试验规程得到了全面修订,沥青路面的整体

水平得到了很大的提高,开始走向世界的前列。

现在,我国的公路建设又进入了一个新的时期,对沥青和集料都提出了更高的要求。这是相对于目前采用重交通道路沥青和密级配沥青混合料而言的。那就是沥青开始采用改性沥青,沥青混合料采用沥青玛蹄脂碎石混合料(SMA)。那么为什么现在又要提出采用改性沥青和 SMA 这样的问题呢?那是因为严酷的环境对沥青路面有了更高的要求。所谓环境的要求是指交通和气候的要求:

(1)交通的发展,重载、超载严重,交通量特别大,使有些路段超负荷运转,采用普通的做法已经不敷需要。

(2)我国幅员辽阔,有些地区夏季酷暑、冬天严寒,温差变化很大,比世界上绝大部分地区都要严重,沥青路面经受着严峻的考验。

近年来,我国公路沥青路面的建设,规模逐步扩大,质量也有很大提高,广大道路工作者已经普遍认识到材料质量对于路面质量、使用寿命的重要性。可以这么说,现在大家对沥青的质量已经比较重视了,认识到高速公路的沥青路面一定要采用符合“重交通道路沥青质量技术要求”的沥青,认识到,没有国产适合的沥青时,购买进口沥青从长远看经济上仍然是合算的。

但是,对集料的认识远没有象对沥青那样重视,很多专家在谈到这个问题时都感到困惑,而且一针见血地指出,我们已经进口了大量的施工机械,也使用了进口沥青,我们的施工水平也未必比别人差,但从总体上看,我国沥青路面建设水平与国外先进国家还有相当的差距,至少还落后 10~20 年。这个落后主要体现在沥青路面的使用寿命上,规范规定的设计寿命是 15 年,可实际上没有几年,就要开始大规模地维修,相当于国外在六七十年代的水平。更进一步地分析可以发现,与国外先进国家所差的除了管理工作之外,就在于粗细集料的生产和使用上。

我国公路部门历来遵循“因地制宜,就地取材”的原则,这个原则本身并没有错,但在执行过程中却出现了问题和错误的偏向。“利用当地的材料生产”变成了“利用当地生产的材料”。导致我国公路部门极少有自己组织生产路面集料的习惯,生产砂石材料的单位大都属于建材部门或地方的集体、个人所有,其生产的材料又是面向地方上各行各业的需要,但主要是常用的水泥混凝土材料。而水泥混凝土对集料规格的要求是不高的。在所有的建筑行业,可以说唯有沥青路面材料对砂石料的质量和规格要求最高,因为它在相当程度上要依靠集料的嵌挤作用。高速公路基层或沥青面层施工时,同一个工程从多处购买石料,品种杂,质量参差不齐,甚至还有因回扣、送礼等不正之风宁愿购买质次价高材料的现象。许多地方大量的石料是由村镇集体或个人承包的采石场生产,质量更难保证。轧石机基本上都是小马力颚板式的,它不适宜于坚硬石料的破碎,针片状含量高,含泥量大,这种情况亟待改变。

在欧美及日本等国,级配碎石、级配砂砾或沥青混合料拌和厂所使用的碎石、砂砾、砂,一般都是经过多次的筛分(有的需用水冲洗),然后再回配成有级配的混合料,因此材料级配很稳定,这样的材料采用连续式拌和机也可以达到稳定的质量。明确我国在集料方面与国外的差距对发展我国的沥青路面建设有重要意义。

第二节 沥青路面面临的新形势

一、交通发展的形势

十一届三中全会以来,党的改革开放政策,促使我国经济建设以前所未有的速度发展,交

通运输事业也遇到了最好的时机,公路建设的历史开始谱写最光辉灿烂的一页。交通真正成了各地经济建设的重点项目,“要想富,先修路”的思想已经深入全国的人心,我国进入了高等级公路建设的新阶段。交通部根据国家确定的国民经济发展目标,制定了“三主一支持”长远发展规划。从“八五”开始,用几个五年计划的时间,重点建成 12 条长约 3.5 万公里的“五纵七横”国道主干线路系统。至本世纪末,公路通车总里程将达到 125 万公里,力争“五纵七横”国道主干线中的“两纵两横”和三个重要路段基本贯通,使我国公路运输状况得到明显改善,并为下世纪公路交通的发展打下基础。

即使如此,我国的公路事业与世界先进国家相比,还有很大的差距。表 1-1-1 列出了中外公路发展情况比较表^[30]。

中外公路发展情况比较表 表 1-1-1

国 家	国土面积	人口	GDP	人均 GDP	公路里程	高速公路	国道里程	公路铺装率	公路网密度		汽车保有量	百公里保有汽车	公路税收	政府公路支出
	× 10 ⁴ km ²	万人	亿美元	亿美元	× 10 ⁴ km	km	× 10 ⁴ km	%	km/100 km ²	km/万人	万辆	万辆	亿美元	亿美元
美国	937	25 917	63 433	24 475	628.4	87 527	68.7	58.2	67.07	242.47	19 406	3 088.2	676	683
加拿大	998	2 730	5 695	20 861	84.6	15 983	13.4	35.2	8.51	310.99	1 752	2 063.6	- -	-
英国	24	5 639	9 463	16 781	36.6	3 141	1.2	100	152.50	64.91	2 433	6 647.5	361	97
法国	55	5 780	12 526	21 671	81.3	9 000	0.3	92.2	147.82	140.66	2 985	3 671.6	-	-
德国	36	8 134	17 129	21 059	64.1	11 143	4.2	99	178.06	78.81	4217	6 578.8	466	223
意大利	30	5 710	12 230	21 419	30.5	6 301	4.5	100	101.67	53.42	3 072	10 072.1	529	159
日本	38	12 379	42 155	34 054	113.7	5 568	5.3	73	299.21	91.85	6 501	5 717.7	485	594
俄国	1708	14 920	13 158	8 819	89.3	-	-	-	5.23	59.85	-	-	-	-
澳大利亚	771	1 748	2 843	16 264	81	1 197	4.2	35	10.51	463.39	1 014	1 251.9	-	-
印度	329	87 900	2 579	293	192.3	-	3.4	48.2	58.45	21.88	452	235.0	-	-
巴西	851	15 900	4 095	2 575	182.4	-	11.5	12.3	21.43	114.72	1 346	737.9	-	-
中国	960	122 000	8 178	670	118.6	3 422	11.04	35.9	12.35	9.72	1 150	969.9	-	-

注: 1. 表中国外数字大部分为 1993 年数字;中国数字为 1996 年大陆统计数,其中汽车保有量为估计数。

2. “-”表示资料缺,中国中低级路面未计入铺装率。

按交通部原来的规划,到 2000 年,我国公路总里程中二级汽车专用公路以上的高等级公路将达 1.85×10^4 km,其中高速公路 3 000 km,并基本实现高级或次高级路面铺装化,使沥青路面和水泥混凝土路面占国省道干线的比重超过 75%。实际上,高速公路的建设计划早就大大突破了,至 1998 年已建高速公路已超过 6 000 km。

图 1-1-1 是我国公路里程和高级次高级路面里程的发展情况,图中不包括台湾、香港、澳门地区的数字(下同,其中 1958~1961 年数据因历史原因,有虚假成分)。自 1985 年开始修建一级公路,1988 年随着沪嘉高速公路建成通车,我国大陆打破高速公路零的记录起,高等级公路的发展直线增长。“七五”期间仅建成了沈大高速公路等 522 km;“八五”期间建成了京津塘、济青、成渝高速公路等 1 619 km,年均建成高速公路达 324 km;进入“九五”以来,已建成石太、沪宁、泉厦、长吉、哈大等一大批高速公路,仅 1996 年和 1997 年,每年建成的高速公路就有 1 300 km。历年来高速公路的发展情况如图 1-1-2 及表 1-1-2 所示。至 1997 年,我国公路通车总

里程已达 122.7 万公里,其中高等级公路达到 23 000km,年末全国高速公路已达到 4 771km,一级公路 14 637km(其中全封闭 2 730km),高级路面 106 316km(其中水泥混凝土路面 68 730km),次高级路面 361 174km,高级、次高级路面占公路总里程的 38%。建国后 49 年中,公路里程增长了 14 倍以上。公路密度由建国初的 0.8km/100km² 提高到现在的 12.8km/100km²。

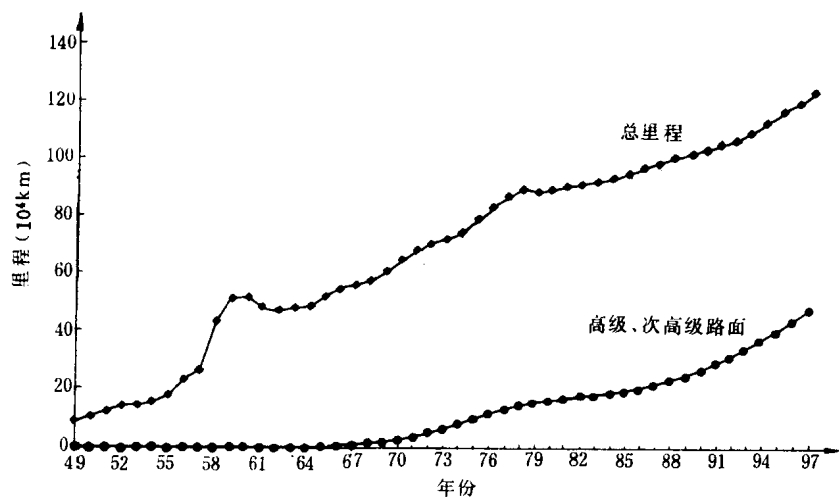


图 1-1-1 我国公路及路面里程的发展

尽管如此,交通仍然是制约国民经济发展的环节。我国绝大部分公路仍然是等级低、质量差的中低级路面,路面铺装率仍很低。公路网密度仅为美国的 1/5、日本的 1/24、印度的 1/5。我国公路总里程中,高速公路仅占 0.39%;二级公路以上仅占 10.7%;三、四级低等级公路占 72%;还有 20%左右的等外路^[81]。尤其是公路发展与汽车保有量的快速增长情况不相适应,汽车保有量的速度发展更快,1997 年与 1978 年相比,公路里程增长了 36%,可全国机动车保有量却从 136 万辆增长到 1 220 万辆,致使有 50%的国道的交通量已经超过了设计通行能力,全国干线平均行车时速只有 30km/h ~ 40km/h,为设计和经济时速的一半左右。这种情况一方面将进一步刺激公路的建设速度,同时也将给公路以更大的压力。

我国公路里程的发展

表 1-1-2

年 份 (年)	总里程 (× 10 ⁴ km)	高速公路 (km)	一级公路 (km)	二级专用 (km)	二级公路 (× 10 ⁴ km)	三级公路 (× 10 ⁴ km)	四级公路 (× 10 ⁴ km)	等外公路 (× 10 ⁴ km)
1985	94.24	0	422	0	2.12	12.85	45.63	33.6
1986	96.28	0	748	0	2.38	13.68	47.64	32.51
1987	98.22	0	1 341	0	2.80	14.84	49.12	31.39
1988	99.96	147	1 673	0	3.29	15.94	50.31	30.28
1989	101.43	271	2 101	683	3.74	16.43	51.11	29.84
1990	102.83	522	2 617	1 199	4.2	17.00	52.50	28.70
1991	104.11	574	2 897	1 459	4.63	17.80	53.54	27.65
1992	105.67	652	3 935	2 086	5.27	18.49	54.24	26.98
1993	108.35	1 130	5 202	2 750	6.06	19.36	55.95	26.13
1994	111.70	1 603	6 334	2 840	6.95	20.07	58.03	25.64
1995	115.70	2 141	9 580	3 564	8.13	20.28	60.68	24.62
1996	118.58	3 422	11 779	4 130	9.29	21.67	61.93	23.77
1997	122.70	4 771	14 637	4 928	10.66	23.08	63.57	22.89
1998	126	6 258	16 832	-	-	-	-	-

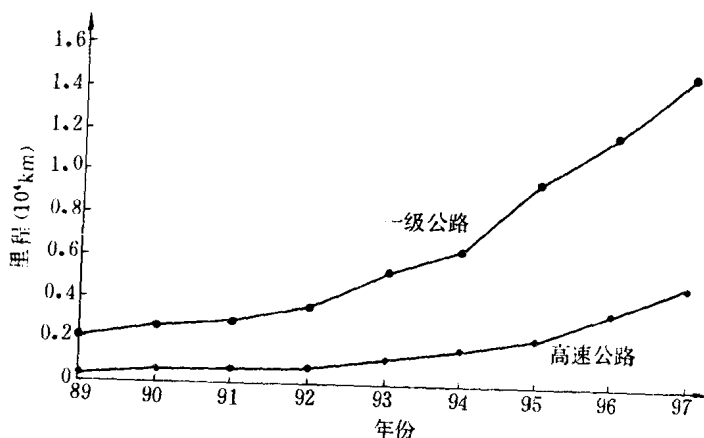


图 1-1-2 我国高速公路和一级公路里程的发展

二、公路建设对沥青路面的要求

(一)公路建设主框架

根据国民经济和社会发展战略部署,为使我国公路与国民经济发展格局相适应,交通部制订了国道主干线发展规划^[82]。计划从 1991 年起,用 30 年左右的时间,逐步建成 12 条长度约 3.5 万公里的以高速公路、一级公路为主体的“五纵七横”快速、高效、安全的国道主干线系统。仅 1998 年就计划投资 1 800 亿元,增加公路里程 3.3 万公里,其中高速公路 1 560km,二级公路 7 947km。预计到 2020 年,我国公路将基本适应国民经济发展和人民生活的需要。

国道主干线的建设项目为:

“五纵”(约 15 590km),包括同江—三亚(约 5 700km),北京—福州(约 2 540km),北京—珠海(约 2 310km),二连浩特—河口(约 3 610km),重庆—湛江(约 1 430km)。

“七横”(约 20 300km),包括绥芬河—满洲里(约 1 280km),丹东—拉萨(约 4 590km),青岛—银川(约 1 610km),连云港—霍尔果斯(约 3 980km),上海—成都(约 2 770km),上海—瑞丽(约 4 090km),衡阳—昆明(约 1 980km)。

在“九五”期间,交通部计划重点改善制约国民经济发展的重点地区和影响交通运输发展的“两纵两横和三条重要路段”,即“两纵”的同江—三亚、北京—珠海公路,“两横”的连云港—霍尔果斯、上海—成都公路,“三条重要路段”是北京—沈阳、北京—上海、重庆—北海公路。这些公路的总长度约 17 000km,在 2000 年或更长一点时间,全部贯通。公路建设者们从来没有象现在这样感到扬眉吐气,也从来没有像现在这样感到压力之大。毫无疑问,这些公路,将绝大部分是沥青路面。

(二)沥青市场概况

公路建设的发展对沥青材料的要求越来越高,我国道路沥青的生产量和近年来进口沥青数量如表 1-1-3。好多年来,这些进口沥青以高于国际市场近两倍的价格在我国牟取了暴利。在美国、新加坡等国外许多国家,本国市场的沥青价格约 90 多美元/吨(散装),可向我国销售的价格从 1995 年的 135 美元/吨逐步上涨到 193 美元/吨(桶装),加上关税、增值税等到达国内公路用户手中,价格超过 2 000 元/吨(其中 1996 年 4 月 1 日起开始征收沥青关税)。

近年来我国石油沥青的产量在 330 万吨 ~ 340 万吨之间徘徊,其中道路沥青 220 万吨左右,但在数量和质量上与实际需求仍然有很大的差距。我们多年来一直致力于开发和推广国

产沥青,有些产品如克拉玛依稠油沥青和欢喜岭稠油沥青等质量很好,甚至优于一般的进口沥青。近年来有一些炼油厂也开始利用进口原油炼制沥青,也取得了不小的进展。但是由于运输、价格、供货期以及合同管理等方面的原因,进口沥青的数量有增无减。

我国沥青生产量的增长情况

表 1-1-3

年 份	石油沥青生产量 (万吨)	道路沥青生产量 (万吨)	道路沥青占石油沥青的 比例(%)	进口沥青数量 (吨)
1950	10.24	0	0	
1960	26.27	7.9	30.1	
1965	53.24	20.9		
1970	65.86	14.68	22.2	
1975	106.48	37.02		
1980	161.17	69.66	43.15	
1981	173.67	82.48		
1982	174.91	84.19		
1983	176.91	78.34		
1984	208.2	102.21		
1985	234.8	121.36	51.09	
1986	256.6	131.50		
1990	273.3	167.7	61.36	
1991	311.86	182.87	58.64	
1992	342.89	193.69	56.97	
1993	331	184.26	55.89	132 263
1994	337	195.29	57.86	171 027
1995	341	217.16	63.08	309 008
1996	338.4	228.49	67.52	322 876
1997		243.80		419 377(1~8月)

1995年江苏镇江大港沥青库和山东岚山加德士沥青库启用,开始了我国进口散装沥青的新时代。国外厂商和各地交通厅在江苏、山东、广东、广西、福建、浙江、河北、海南、天津等许多省的港口建设了散装沥青库,为散装沥青的使用创造了条件。随着沿海沿江沥青库的建设,以及进口沥青与国产沥青价差的缩小甚至便宜,营销服务到位,预计进口沥青的数量还将继续增加。这些进口沥青主要来自新加坡的壳牌、埃索、SPC、加德士(日本沥青)、韩国、泰国(泰普克)、中东的伊朗、沙特、科威特以及我国的台湾省等等。例如,韩国SK株式会社设在韩国蔚山的炼油厂,年加工原油4000万吨,沥青年生产能力199万吨,实际每年生产沥青150万吨,仅1997年就向我国出口沥青25万吨(油公沥青),遍布我国15个省市自治区。

自1997年以来,由于各进口沥青厂商的竞争,散装沥青价格开始有所下降,进口沥青的数量也将增加。进入1998年以来,由于东南亚金融动荡,韩国、泰国、包括我国的台湾省以及日本的经济不景气,沥青厂商努力开拓中国市场,向我国出口数量增加,造成了新的激烈竞争,价格进一步回落。至5月份,从这些国家和地区进口的沥青,在我国沿海地区的C&F价用人民币结算的价格已经降到1050元/吨。与此同时,国产沥青的价格也不得不进一步调整,部分厂家的出厂价格已经降到1000元/吨以下。今后随着我国加入世贸组织和关税的降低,国际道路沥青市场的竞争将进一步加剧,沥青价格也可望逐步向国际价格靠拢,甚至更低,稳定到

800 元/吨以内将是有可能的。今后大陆与台湾开通直航,大陆道路沥青的价格对台湾将会有较强的吸引力。

由于沥青市场的竞争和健康发展,在价格下降趋于合理的同时,沥青质量也不断提高,进口沥青的含蜡量通常都要求在 2% 以下,国产沥青中的高含蜡量沥青逐渐失宠,炼油厂开始为其另开新路,投向下游开发。进口沥青和符合“重交通道路沥青技术要求”的国产沥青不仅用于高速公路、一级公路,而且开始用于一般公路的维修养护,这就为逐步取消“中轻道路沥青质量技术要求”,变“重交通道路沥青技术要求”为“道路沥青技术要求”创造了条件。

尽管沥青供应来源及价格等方面的原因,促使我国水泥混凝土路面有了很快发展,但沥青混凝土路面仍然是我国高等级公路路面的主要类型。表 1-1-4 是近年来我国沥青路面及水泥混凝土路面发展情况。在南方某些省,由于沥青路面的路况不好,为了摆脱沥青路面修了坏,坏了修的局面,一度采取了停止修建沥青路面,全部改修水泥混凝土路面的措施。但是实践证明,这并不是根本解决问题的办法,因为毕竟水泥混凝土路面的高速公路舒适性比较差,而且一旦损坏了,维修更加困难。匆匆忙忙修建的大量的水泥混凝土路面,发生了预想不到的大面积损坏,又产生新的被动。所以又不得不回过头来,考虑如何修好沥青路面的问题。

我国沥青路面及水泥混凝土路面的累计发展情况 表 1-1-4

年 份	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
沥青路面(km)	264 679	263 966	280 330	299 257	317 553	340 655	369 161	398 750
水泥路面(km)	11 373	15 234	21 321	28 049	35 589	46 172	56 625	68 740

(三)现阶段存在问题及原因

我国沥青混凝土路面的历史还很短,仅在 10 多年前,我国的沥青路面尚以表面处治、贯入式路面及沥青碎石路面为主要形式。随着高等级公路建设的发展,沥青混凝土路面一跃而成为沥青路面的主要形式。但是,新的问题接踵而来,国民经济高速发展而带来的交通量迅速增长、车辆大型化、超载严重,车辆渠道化等,使沥青混凝土路面面临严峻的考验。许多高速公路沥青路面建成不久就不能适应交通的需要,早期破坏的情况时有发生。在国外,交通的发展同样带来了新问题,尤其是在欧洲,欧洲共同体已考虑容许放宽轴重限制,提高轴载,路面的损坏问题将更加严重。

(1)高温车辙及变形问题

首先是车辙迅速发生,在高温地区、大型车辆以及超载重载路段,车辙已成为沥青路面潜在的最严重的破坏形式。北方某些运煤干线及砂石料运输干线上,东风、解放等轻型载重车单车载重达 40t~50t 以上。在北京地区实测到斯太尔运煤车装载 96t、总重 120t 的情况。天津—围场公路是天津市最重要的过境公路,砂石料运输车比例占 80%。斯太尔半挂车 1491 型(后轴 3 轴 12 轮)普遍载重 100t~120t,单轴重达 20t。在这些干线公路上,超载一倍以上的车有一半以上。汽车轮胎的标准气压应该是 0.7MPa,实际上已增大到 1.0MPa 以上,因此路面破坏相当严重。由于汽车运输业的不正常情况,实际上汽车不超载运输就没有盈利,利润抵不过各种税收、过路费及罚款等附加费用。许多运输业者购置新车后,首先到车辆改装厂加高槽帮两节到三节,加固钢板弹簧,准备超载运输。超载发生在山区路段情况就更糟糕,由于山区公路的纵坡较大,在上坡路段,车辆甚至是像青蛙似的成“跳跃式”前进,即使是高速公路,重载车的车速还到不了 10km/h,荷载作用时间长,接地压力高,且有相当大的水平冲击力。这些路段早期破坏十分严重,一些路修了坏,坏了修,有的路修了以后不满月就破烂不堪了,严重影响路面寿