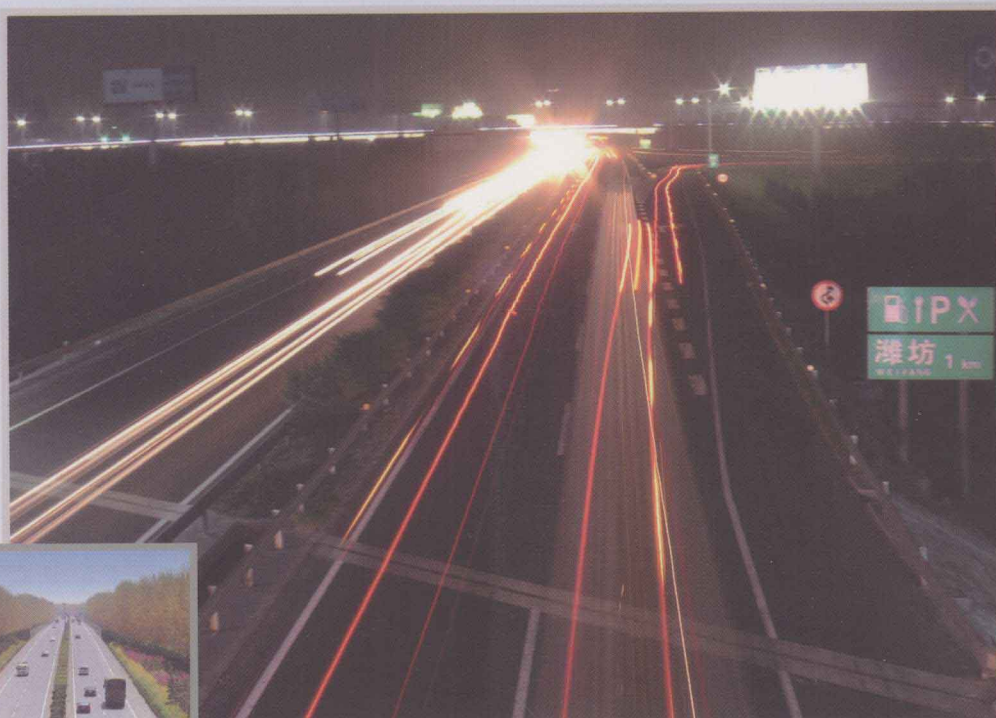


● 山东高速养护管理系列丛书 ●

主 编 王化冰

执行主编 刘甲荣

山东高速沥青路面管理与养护技术



人民交通出版社
China Communications Press

山东高速养护管理系列丛书

Shandong Gaosu Liqing Lumian Guanli yu Yanghu Jishu
山东高速沥青路面管理与养护技术

主 编 王化冰
执行主编 刘甲荣

人 民 交 通 出 版 社

内 容 提 要

济青高速公路(现更名为青银高速公路)作为山东省通车时间最长和精细管养、运营效益最好的第一条高速公路,创造了运营十年未中修、十七年未大修的记录,取得了显著的社会效益和经济效益,同时在养护管理模式创新上具有良好的推广价值和借鉴意义。本书分九章全面总结分析了济青高速公路整个养护管理历程中的宝贵经验和创新成果,凝聚了济青高速公路养护管理人员近二十年的心血与智慧,是对济青高速公路养护管理工作的科学总结,也是对高速公路养护管理工作的丰富和创新。

本书不仅可以用来指导高速公路沥青路面的养护管理工作,为国内类似工程问题提供参考,亦可以作为从事高速公路养护管理工作的相关人员的技能培训教材,以及高速公路设计人员的工作参考书。

图书在版编目(CIP)数据

山东高速沥青路面管理与养护技术/王化冰主编.

—北京:人民交通出版社,2011.4

ISBN 978-7-114-08999-2

I. ①山… II. ①王… III. ①高速公路—沥青路面—管理②高速公路—沥青路面—公路养护 IV. ①U418.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 057603 号

山东高速养护管理系列丛书

书 名: 山东高速沥青路面管理与养护技术

著 作 者: 王化冰

责任编辑: 曲 乐 周 宇

出版发行: 人民交通出版社

地 址: (100011) 北京市朝阳区安定门外外馆斜街 3 号

网 址: <http://www.ccpress.com.cn>

销售电话: (010) 59757969, 59757973

总 经 销: 人民交通出版社发行部

经 销: 各地新华书店

印 刷: 北京市密东印刷有限公司

开 本: 880×1230 1/16

印 张: 10.25

字 数: 289 千

版 次: 2011 年 4 月 第 1 版

印 次: 2011 年 4 月 第 1 次印刷

书 号: ISBN 978-7-114-08999-2

定 价: 35.00 元

(如有印刷、装订质量问题的图书由本社负责调换)

山东高速养护管理系列丛书编写委员会

主任委员：孙 亮

副主任委员：王化冰

编 委：刘甲荣 郭建民 韩同福 张洪新 邹 波
孙正甫 许尚江 王 浩 陈兰波 谭延昌
周竹华 赵祥武 边兆军 陈吉峰 秦道旺
苏建明 袁英杰

《山东高速沥青路面管理与养护技术》编写委员会

编写顾问：商庆森 姚占勇

主 编：王化冰

执行主编：刘甲荣

副 主 编：郭建民 韩同福 王 娜

编写人员：周竹华 杨伟刚 刘 航 张军华 王 琳
王坤林 李长义 李 斌 李 彬 李兴峰
王兴国 马 利 宋晓辉 张忠田 张 捷
徐飞萍 马秀美 刘 鹏 陈凤鸣 闫庆亮
杨 杰 宋泽文 王 伟 初可山 李萍萍
刘 丽 陈仁山 孙承吉 王人杰

序

随着我国高速公路建设的快速发展,全国各地积极探索合理、高效的高速公路养护管理模式,其中山东省高速公路的养护管理工作水平一直位居全国前列。济青高速公路(现更名为青银高速公路)作为山东省通车时间最长和管养精细、运营效益最好的第一条高速公路,创造了运营十年未中修、十七年未大修的记录,取得了显著的社会效益和经济效益,同时其创新的养护管理模式具有良好的推广价值和借鉴意义。

高效的养护管理模式、科学的养护维修决策以及新型维修技术和材料的研发是延长道路使用寿命、保持高速公路良好服务状态的关键。为顺应科学发展观的要求,济青高速公路养护管理部门率先进行了养护体制改革,创新了养护管理理念,将精细化、科学化、人性化的养护管理理念贯穿于路面养护管理的全过程。路是驾乘人员的生命线,也是养管人员的生命线,正是坚持了这种“以人为本,以车为本”的养管宗旨,才使济青高速公路的养护管理水平得到全面、持续提升。

在重载大交通量条件下,济青高速公路一直保持着良好的路面服务功能,创造了高效运营十几年而未进行过大修的奇迹。这一奇迹的诞生得益于精细的养护管理,这一奇迹凝聚了广大养护管理人员的智慧和经验。为了让这些智慧和经验发挥其应有的作用,山东高速公路股份有限公司着力开展了《山东高速沥青路面管理与养护技术》的整理编写工作,总结、提炼出济青高速公路养护维修历程中的宝贵经验和做法,以期进一步提高高速公路沥青路面的养护管理水平。为做好这项工作,山东高速公路股份有限公司在山东大学商庆森教授和姚占勇教授的协助下,经过近两年的现场调研、资料搜集与分析工作,全面总结和分析了济青高速公路整个养护管理历程中的经验、启示,最终完成了《山东高速沥青路面管理与养护技术》的编写。

《山东高速沥青路面管理与养护技术》语言简练易懂、重点突出,可以用来指导高速公路沥青路面的养护管理工作,为国内类似工程问题提供参考;亦可以作为从事高速公路养护管理工作的相关人员的技能培训、学习及工作参考书。《山东高速沥青路面管理与养护技术》是济青高速公路运营管理过程中的阶段性成就,不仅对山东高速公路养护管理水平的提升具有促进作用,而且对发展我国高速公路建设和养护管理事业具有十分重要的意义。

山东高速集团有限公司
山东高速公路股份有限公司

董事长



2011年3月

前 言

改革开放以来,我国高速公路事业经过 20 多年的快速发展,已由大规模建设向大规模养护转型。然而,随着高速公路里程的增长以及交通量的迅猛增加,高速公路的养护管理与安全舒畅的驾乘需求之间的矛盾日渐突出。高速公路养护与管理正成为我国公路发展的新主题。

面对路面工作状况与道路服务需求之间矛盾的日益加深,如何使高速公路在重载大交通量条件下保证良好的路面服务功能,为驾乘人员提供“畅、安、舒、美”的行车环境是高速公路养护与管理工作的重心、难点,也是使高速公路产生更大效益的关键。科学合理且针对性强的路面养护维修技术不仅能有效地处置路面病害,节省大量的工程成本,而且能够保证高速公路的安全畅通,充分体现高速公路巨大的社会与经济效益。

面对路面的各种病害,管养工作面临着如何认识半刚性沥青路面功能与结构特性的演变,如何确切诊断病害原因与发展态势以判断路面功能变化与结构使用状况及寿命的关系,如何把握与决策养护维修策略及技术等一系列问题。

济青高速公路于 1993 年建成通车。作为济青高速的运营管理单位,山东高速公路股份有限公司经过多年的积累和探索,建立了科学、有效的养护组织与管理模式,创造了济青高速公路运营十几年从未进行过大修的奇迹。因此,把这些经验进行汇总、提炼,以期提高高速公路管理与养护水平成为本书的编写宗旨。

2009 年山东高速公路股份有限公司成立“山东高速沥青路面管理与养护技术”课题组,特别邀请了山东大学商庆森、姚占勇两位教授为顾问,由相关技术人员执笔,进行了书稿的编写。

课题组在编写前,就确定了以总结济青高速的管理与养护经验、方便高速公路管理人员的日常学习和查阅为宗旨,制订了“内容通俗、语言简练、方法实用、重点突出,指导性和可操作性强”的编写原则,并希望本书最终能成为养护管理工作的指导用书。

课题组首先确定了该书的编写大纲和主要内容。在进行对济青高速公路全线调查、资料搜集以及整理等工作过程中,课题组多次召开管养历程、管养决策、施工关键技术及管养效果研讨会,确认书稿内容、观点认知的正确性,集众人的智慧完成了本书的编写工作。

《山东高速沥青路面管理与养护技术》共分九章,第一章为我国高速公路沥青路面管理与养护概况,第二章为济青高速公路管理与养护经验,第三章为济青高速公路的养护组织与管理,第四章为高速公路沥青路面病害调查与分析方法,第五章为济青高速公路沥青路面预防性养护,第六章为济青高速公路沥青路面小修保养,第七章为济青高速公路沥青路面专项维修工程,第八章为济青高速公路的安全运营管理,第九章为济青高速公路的养护创新成果。

济青高速公路运营中的路况状态变化与病害现象反映与代表着我国高速公路半刚性基层沥青路面的工作特性,病害发生、发展特点;其养护管理决策、方法与技术也为认识该类路面的工作性能

与破损机理、科学管养等不断累积着工程经验,因此,该书的编写具有十分重要的工程指导意义。它凝聚了济青高速公路养护管理人员近 20 年的心血与智慧,是对济青高速公路养护管理工作科学的总结,是对高速公路养护管理工作的丰富和创新,是我省由高速公路管理单位自主编写完成的养护管理工作指导用书,标志着济青高速公路养护管理工作实现了由经验型、分散型向科学型、系统型的转变。

在今后的工作中,山东高速公路股份有限公司将继续关注高速公路养护管理工作的发展变化,根据实际情况及时调整与完善,使本书能够在高速公路的建设与养护发展历程中发挥出更大的作用。

在本书编写过程中,山东大学的商庆森、姚占勇教授给予了大力支持和精心指导,在此表示衷心感谢。

编 者
2011 年 3 月

目 录

第一章 我国高速公路沥青路面管理与养护概况	1
第一节 我国高速公路建设历程	1
第二节 我国高速公路养护管理现状	1
第三节 我国高速公路沥青路面病害与管理养护问题	2
第四节 我国高速公路沥青路面的养护维修材料与技术	3
第五节 沥青路面养护技术发展方向	4
第二章 济青高速公路管理与养护经验	5
第一节 济青高速公路工程概况	5
第二节 济青高速公路管理与养护的认知历程	8
第三节 济青高速公路沥青路面养护维修的工程实践	9
第四节 济青高速公路管理与养护的经验	11
第三章 济青高速公路的养护组织与管理	17
第一节 济青高速公路养护管理组织与机构	17
第二节 济青高速公路养护工程管理	19
第三节 济青高速公路养护管理的精细化	37
第四章 高速公路沥青路面病害调查与分析方法	43
第一节 高速公路沥青路面病害调查工作的程序	43
第二节 高速公路沥青路面病害调查的方法	43
第三节 高速公路沥青路面病害的特征	57
第五章 济青高速公路沥青路面预防性养护	65
第一节 预防性养护的阶段性	65
第二节 预防性养护评价指标与养护时机	67
第三节 预防性养护新技术、新材料的应用	68
第六章 济青高速公路沥青路面小修保养	83
第一节 济青高速公路沥青路面日常小修保养	83
第二节 济青高速公路沥青路面特殊情况下的保养	90
第三节 济青高速公路沥青路面小修保养的施工现场管理	92
第七章 济青高速公路沥青路面专项维修工程	93
第一节 局部挖补 + 罩面维修案例	95
第二节 面层补强 + 罩面维修案例	101
第三节 基层补强 + 罩面维修案例	106
第四节 路基填筑原因引起的路面病害维修案例	108

第五节 路面水损坏维修案例·····	109
第六节 断裂稳固技术应用案例·····	112
第八章 济青高速公路的安全运营管理·····	117
第一节 雨、雪应急机制·····	117
第二节 养护作业的畅通保障机制·····	120
第九章 济青高速公路的养护创新成果·····	134
第一节 路缘石表层抗风化脱落处理新材料的研制与应用·····	134
第二节 ABS 塑料栏式轮廓标的研制与应用·····	135
第三节 螺旋套筒式防撞活动护栏的研制与应用·····	137
第四节 快速活动护栏开启装置的研制与应用·····	139
第五节 抗风防眩板的研制与应用·····	141
第六节 移动组装式道路标志牌架的研制和应用·····	142
第七节 车载一体化农药喷洒装置的研制和应用·····	144
第八节 高速公路路面维修平整度的控制研究·····	146
第九节 高速公路收费站拓宽改造工程施工组织的探讨·····	148
参考文献·····	152

第一章 我国高速公路沥青路面管理与养护概况

第一节 我国高速公路建设历程

我国的高速公路建设起步于20世纪80年代。1988年上海至嘉定高速公路建成通车结束了我国大陆没有高速公路的历史。1990年被誉为“神州第一路”的沈大高速公路全线建成通车,标志着我国高速公路步入规模发展的新时代。1993年京津塘高速公路的建成,使我国拥有了第一条利用世界银行贷款建设的跨省市的高速公路。到1997年年底,我国相继建成了沈大、京津塘、成渝、济青等高速公路,突破了高速公路建设的多项重大技术“瓶颈”,积累了设计、施工、监理和运营等建设和管理全过程的经验,为1998年后高速公路快速发展奠定了基础。1998年以来,国家实施积极财政政策,加大了包括公路在内的基础设施建设投资力度,高速公路建设进入了快速发展期,年均通车里程超过4000km。到2010年年底,我国高速公路总里程达7.4万km,位居世界第二位,创造了世界瞩目的发展速度。

第二节 我国高速公路养护管理现状

随着我国高速公路建设快速发展,全国各地积极探索合理、高效的高速公路养护管理方式。近年来开始的养护体制的改革,重点在精简机构,事企分开,管养分离,改革人事、用工、分配制度,改革养护生产方式,培育养护市场。而由于投资主体多元化、建设方式不同以及受不同时期国家行政与经济体制等因素的影响,高速公路养护管理体制和运行机制形成了多种模式,呈现多元化的格局。

高速公路养护管理具有紧迫性、必要性和高标准的特点。为此,各地的高速公路养护管理人员,在没有统一规范的情况下,根据自身的实际情况创造了各具特色的管理措施和手段,制订出了比较完整的管理制度和规范及检查、考核办法。“快速、高效、及时、优质”成为高速公路养护工作的基本组织原则。部分地区为了延长道路的使用寿命、减少养护成本、提高养护效益,积极探索预防性养护技术。但是许多高速公路的养护在很大程度上仍处于被动养护的状态,缺乏道路使用过程中科学的路况调查、准确的病害诊断与预测,以及适时的养护决策和养护规划制订。

随着部分高速公路交通压力的日益增大,养护管理与道路保畅通的矛盾愈加突现。高速公路的养护施工大多是在不封闭交通的情况下进行,不可避免地会给驾乘人员带来影响。虽然在道路交通布控方面有相关的规范可以执行,但是道路畅通保障工作所面临的环境影响较大,如驾驶员违章、车辆事故、雾雨(雪)等恶劣天气等,仅靠养护管理部门很难掌控,这就需要多方联动保障道路畅通。在这方面全国各地的做法不尽相同,经常因为道路施工保畅通工作协调不到位而出现道路堵塞和安全事故。

面对当前高速公路管理与养护的现状,我国高速公路养护管理者正探索新的方向,高速公路养护管理发展趋势包括以下几点:

(1)开放高速公路养护市场。在逐步实现养护工程施工资质管理的前提下,推行高速公路养护工程的招投标管理,允许有资质的所有养护队伍(或公司)参与高速公路养护竞争;鼓励多种形式并存,通过合并重组、承包经营等形式,不断培养功能齐备、规模适度、技术先进的高速公路养护实体;将管理机构从行政管理转变为合同管理。

(2)鼓励建立专业养护设备租赁公司,体现大中型设备集中的优势,向不同所有制形式的养护公司提供有偿服务,进一步提高养护设备的利用率和养护作业的机械化程度,同时可有效保障养护工作质量。

(3) 改革用工制度、分配制度,变隶属关系为合同关系,增强风险意识和危机意识,激发养护生产的积极性和创造性,增强公路养护管理工作的活力。

(4) 完善政府对高速公路养护管理和行业监督的机制。在发展高速公路养护市场的同时,建立有效的监督机制,加大政府对国有基础设施和投资效益的监管力度,科学评价养护投资的效益,确保高速公路养护市场朝着规范、有序、良性循环的方向发展。

(5) 尽快编制高速公路养护技术规范,统一标准,科学评估高速公路养护工程质量;加大科技投入,推广应用新材料、新工艺、新技术。加快建设计算机信息网络,推广路面、桥梁管理系统,提高养护决策的科学性和预见性;提倡预防性养护,变“事后修补”为“提前处理”。

高速公路的养护管理与维修的理念、决策、技术是保障高速公路经济、高效运营的关键。探索与深化改革现行高速公路养护体制与运行机制,围绕路面服务功能与道路使用者之间的矛盾,积极开展养护管理与养护技术、新材料的研究,实现高速公路养护的高效益、高质量、高效率,是我国高速公路养护管理研究的方向。

第三节 我国高速公路沥青路面病害与管理养护问题

近几年我国经济快速发展,高速公路网初步形成。伴随着交通量的迅猛增长,特别是大量超载车的行驶,国内部分高速公路沥青路面相继出现了开裂唧浆、沉陷、车辙、水损害等早期损坏,甚至出现挖补维修后病害很快复发的现象,致使路面服务性能降低较快,路面服务年限缩短。许多道路的设计使用寿命为 15 ~ 20 年而实际服务年限仅为 5 ~ 8 年,甚至出现了通车一两年内即进行大修的现象。

沥青路面各种病害的发生是多种因素综合作用的结果,包括材料、结构设计、施工、交通环境、管理与养护等诸多方面,最主要有三方面因素:一方面在我国通车的高速公路中,80% 以上的路面结构形式为半刚性基层沥青路面(图 1-1),路面结构较为单一。面层采用三层式,即上面层(抗滑磨损层)、中面层、下面层,总厚度在 12 ~ 18cm 之间。基层一般采用无机结合料稳定粒料,厚度在 20 ~ 32cm 之间。底基层一般采用无机结合料稳定土或稳定粒料,厚度在 30 ~ 40cm。另一方面设计交通荷载与实际重载交通不符。设计轴重 100kN,一般超载为标准轴载的 3 ~ 4 倍。轴重的增加,导致轮胎胎压的相应提高,且超载越大,轮胎边缘产生的压力值也就越大。第三方面是半刚性基层沥青路面结构层的力学响应与柔性路面不同,取决于层间刚度比和层间接触条件,刚度差距越大其对超载越敏感。

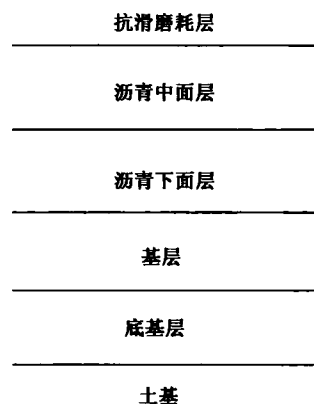


图 1-1 我国当前主要的路面结构形式

上述因素都会导致该类路面容易发生早期开裂与水损害,路面结构性的损伤与功能损坏日益突出,为道路的养护带来了新的课题。管理与养护面临着如何依据原有建设条件和现有交通水平与环境,进行道路管理与养护决策,确定养护技术及施工问题。

目前,我国正在积极探索新的路面结构形式。山东省在半刚性基层之上增设了沥青大碎石结构层,用于排水、防反射开裂及吸收衰减应力,使半刚性基层下卧,提高上路床的刚度,改变了半刚性基层作主要承重层使结构层应力分布不合理的状态。济青高速公路在路面补强维修中使用柔性结构,京福高速山东济德段大修,上基层也采用 LSPM(Large Stone Porous-asphalt Mixture,大粒径透水性沥青混合料)排水层,都取得了良好使用效果。

科学、合理的养护工作能够有效地延缓道路病害的发生、发展,但目前我国高速公路沥青路面养护还存在以下一些问题:

(1) 由于我国设计与养护管理单位各自独立,设计方对道路病害的发生、发展及病根缺乏深入认识,对病害产生原因诊断不准确,所设计的病害处置方案时常难以“对症下药”,缺乏针对性,处置效果不佳;

- (2)不能科学地认识路面检测指标所反映的问题;
- (3)病害处置材料、技术及工艺不能与病害的针对性相符合,且与道路环境、重载大交通量条件不相匹配;
- (4)在路面补强设计中,缺乏对结构层材料寿命的研究与预测,致使其所采用的设计参数与结构工作状态不匹配;
- (5)在预防性养护方法、预防性养护的评价体系、评价指标及多阶段养护决策等方面缺乏实质深入性的研究与探讨。

第四节 我国高速公路沥青路面的养护维修材料与技术

我国在高速公路沥青路面养护新技术和新材料方面开展了许多研究,部分新技术、新材料已经在路面养护中成功应用。新技术和新材料的应用与研发重点在以下三方面:一是预防性养护的技术与材料;二是冷补料的快速修补技术与材料;三是沥青铣刨料的再生利用。

一、预防性养护的技术与材料

AASHTO(美国国家公路与运输协会)将路面预防性养护(Pavement Preventive Maintenance, PPM)定义为:在公路寿命期内,为了保证路况良好、延长公路寿命并将寿命周期内养护成本降到最低,而应用一系列的预防性养护措施的系统过程。而在这一系统过程中,要在不增设建成公路系统及其附属设施的条件下,达到延缓路况退化、保持或改进系统的功能性状况的目的。

预防性养护的核心是维护路面良好的服务功能,尽可能地避免由路面早期表面功能损坏发展为路面早期结构性损坏,实现高速公路养护维修与运营的经济性最优。也就是说在道路技术状况衰减的初期,在最适当的时机,应用最适当的预防性养护措施,以最小的寿命周期成本、最大限度地延缓路况功能与性能的衰减和退化。

因预防性养护能够延缓路面损坏,保持道路路面的良好运营状态,获取道路生命周期内的最大效益而逐渐受到世界各国的重视,预防性养护新技术与新材料的研发已逐渐成为各国研究的热点。

预防性养护新技术主要体现在防治水损坏,恢复路面抗滑性能,施工便捷、快速方面;新材料主要体现在沥青改性方面,其中高黏度橡胶沥青的开发,改性沥青、改性乳化沥青的应用越来越多。

目前应用在我国高等级沥青路面预防性养护中的技术有灌(封)缝、雾封层、微表处、薄层罩面、同步碎石封层、就地热再生等,其适用性见表 1-1。

沥青路面预防性养护措施适用性

表 1-1

序号	技术种类	适用条件	预 处 理	使用年限(年)
1	灌缝、封缝	原路面基层和横断面良好;柔性基层沥青路面建成后 2~4 年;复合路面(下卧层为水泥混凝土层)。表面病害可能包括:直的纵、横向原始裂缝,伴随裂缝处的轻微扩展裂缝和松散,状态良好的补丁或没有修补	无	1~2
2	雾封层	原路面基层和横断面良好,轻度纵、横向裂缝,轻度松散	填缝	2~3
3	碎石封层	原路面基层和横断面良好,表面可见病害为轻微松散,中度纵、横向裂缝伴随缝处轻度松散,轻到中度磨光,少量状态良好的修补	无论单层、双层封层,需对裂缝先进行填缝处理	2~3
4	稀浆封层	原路面基层良好,横断面均匀。表面病害包括:轻到中度车辙、表面不规则、轻到中度的松散	填缝、唧泥处置、大的坑槽部位的修补等	2~4

续上表

序号	技术种类	适用条件	预处理	使用年限(年)
5	微表处	原路面基层良好,横断面均匀。表面病害包括:中度纵、横向裂缝,车辙,少量表面不规则,抗滑能力低,轻到中度的松散	填缝、唧泥处置、大的坑槽部位的修补等	2~4
6	(超)薄层罩面	原路面断面整齐,基层尚好仅有少量轻微病害。表面病害包括:中度松散,中度纵、横向裂缝,中度疲劳开裂或中度块裂	清理和填缝、修补轻度基层病害、填补路面表面空洞、清除黏结差或泛油的修补位置	3~5
7	就地热再生	下层状况较好,但上层严重松散,纵、横向裂缝结合轻度松散,少量块裂,中度以下车辙等	无	3~5

预防性养护新材料主要有改性沥青混合料,如:主要用于罩面工程中的防水层以及预防性养护中同步碎石封层的 SBS 改性沥青;广泛地应用于石屑封层、薄层罩面、应力吸收层、开级配的磨耗层等各种需要黏结剂,具有高黏结力条件的橡胶改性沥青及乳化沥青和改性乳化沥青;沥青再生剂,如 ERA-C 沥青再生剂、PDC 沥青再生剂、LTC 沥青再生养护剂等。

二、其他材料

对于公路修复性养护来说,冷补材料因具有耐低温,施工不受季节、气候的影响,开放交通快等优点,也逐渐成为养护工作中裂缝、坑槽修补使用的材料。

为了节约资源和能源,提高废旧材料的利用率,沥青层铣刨料的再生利用也逐渐成为路面维修工程中使用的材料。

第五节 沥青路面养护技术发展方向

随着道路工作重心逐步由建设转为养护,国内、外高速公路养护技术也随之较快发展。从病害检测、诊断到小、中、大修设计与技术,从养护所用的材料、工艺到养护机械的创新,从修复性养护思路到预防性养护理念的转变,高速公路养护技术正朝着科学、精密、快速、及时、低碳、环保、节能方向发展。

目前,高速公路养护新技术的发展方向主要集中在以下几个方面:

(1)道路病害的检测、诊断技术逐渐由经验判断以及有损式的开挖检测转变为精细、动态、自动、全方位的无损检测和科学诊断。

(2)道路养护理念逐渐由修复性养护转变为快速、及时、科学的路面功能预防性养护。

(3)养护材料方面:对于预防性养护工作,更加适合于表面封层、裂缝填缝和薄层罩面施工的改性沥青,这成为养护材料创新的方向;对于修复性的养护工作,施工工艺及材料由原来的热拌、热补逐渐向温拌、冷补转变。为了节约社会资源,旧有路面材料再生利用技术逐渐成为研究和应用的热点。

(4)施工机械方面:为保证养护工程质量,提高养护工作效率,养护设备正向着高精度、全自动、智能化以及满足新材料、新工艺施工要求的方向发展。

第二章 济青高速公路管理与养护经验

第一节 济青高速公路工程概况

一、济青高速公路沿线环境气候条件与水文地质状况

1. 地理位置

济青高速公路是山东省横贯东西的公路大动脉。它的起点是济南市北郊大桥路,位于东经 $117^{\circ}05'$,北纬 $36^{\circ}40'$;终点是青岛市西袁庄,位于东经 $120^{\circ}21'$,北纬 $36^{\circ}20'$ 。整个路线呈西东向至潍坊以后稍向东南方向。按公路自然区划划分,属于鲁豫轻冻区山东丘陵副区(Ⅱ_{3a})。

2. 地形地貌及土壤植被

济青高速公路沿线区域的地形地貌以潍河为界分为西东两个部分。西段处于鲁西北平原和鲁中南山地交接地带,东段则属于胶东丘陵区的胶莱平原区。全线绝大部分为平原区,不到 5% 部分为山地和丘陵。全线地形简单,地势平坦、开阔,间有少量残丘。

西部大部属于冲积平原和缓慢下沉的山前平原区。该区域由南向北逐渐倾斜,自然坡度约为 $3\text{‰} \sim 9\text{‰}$,沿线纵坡起伏不大,海拔在 20 ~ 40m 之间;仅在 K59 附近穿过鲁中南山地余脉青龙山,地势较高,垭口处相对高差 40m,过垭口后即为黄土丘陵区,K70 以后又进入平原区。

东段属胶东丘陵地剥蚀准平原区,西高东低,海拔多在 20m 以下,最低处海拔不到 10m,局部地段海拔在 60m 以上,最高处为 100m。

济青高速公路所经地区绝大部分为耕地且多系重要农产区,特别是历城、章丘、青州、潍坊、昌邑和即墨等县,本线所经均为高产农田,经过多年的农田基本建设,机井遍布、沟渠配套、排灌相宜、旱涝保收。由于长期的开发利用,沿线除山地外,均为耕作土壤,且以旱地土壤为主;沿线林木稀少,多为人工林、低小灌木,草本植物主要为旱生禾本科植物。作物主要有小麦、棉花、甘蔗、大豆、玉米、高粱、花生和蔬菜。果树则以苹果、梨、山楂为主。

3. 地质地震

鲁西北平原是华北大平原的一部分,属新华夏系第二沉降带,而山东半岛则属于新华夏系第二隆起带。本线路恰位于新构造运动的沉降带和隆起带接触带上,其中沂沭深断裂带由北向南,从潍坊东西两侧通过,潍河便是昌邑至大店断裂带的一部分,但断层已为第四系沉降物所覆盖。

西段特别是起点到邹平县的青龙上垭口段依次分布着滩头、白云湖、芽庄湖等古湖泊,地势低平,地层先后沉积了两种松散沉积物, $Q_{1,2,4}$ (湖积层) 和 Q_4^I (冲积层) 交错分布。路线其余部分表层均为第四系松散堆积物覆盖土质,主要为亚黏土和黏土,其下岩层主要有泥灰岩、白云质灰岩、石英砂岩、页岩和玄武岩等,埋深多在 10m 以上。青龙山是全线唯一一处深挖石方段,桩号 K58 + 822 ~ K59 + 278,全长 456m,岩石裸露部分为深灰色玄武安山岩,最大挖深 25m,挖方量达 24 万 m^3 ,是全线重点工程段。

路线经过地区的地震基本烈度为 6 度,不需要设防。但根据山东省地震局“关于济南、淄博、青岛三市地震设防通知”要求,对上述三市重要工程要按 7 度设防。因此,对三市附近重要工程建筑物需适当考虑。

4. 水文气象

济青高速公路在山东省北部横穿东西,穿过省内中部地区南北向各条河流。这些河流大都由南向北流入渤海,主要有小清河、绣针河、孝妇河、淄河、弥河、丹河、白浪河、潍河、胶莱新河、墨水沟、大沽河等。这些

河流大致可分为三类:季节性河流(如淄河、弥河、潍河、大沽河等)、渠化河流(如丹河、胶莱新河等)、通航河流(仅小清河一处)。除小清河常年有水可以通航,胶莱新河为人工开挖排洪河道常年有水外,其余大多是季节性河流,平时水量很少,甚至干涸;雨季洪水凶猛,但为时不长,仍不能通航。

济青高速公路全线处于北温带,气候温和适宜。由于公路是东西走向,纬度相近,因此,气温也大致相当,全年平均气温多在 12~14℃ 之间。就其气候特征而言,西段属于大陆性气候,四季分明:春天少雨温和、干燥多风沙,夏季酷热多雨,秋季天高气爽,冬季寒冷干燥。东段属海洋性气候,夏季较为凉爽。全年平均降雨量 500~700mm,最大可达 1 200~1 500mm。每年七月至八月雨量集中,占全年降水量的 1/2~2/3。冬季则干旱少雨雪,降水量仅占全年的 5% 左右。春季多大风,风向偏北,但主导风向为西南和南风。秋冬季多雾,平均年雾天在 20 天以上,青岛地区多达 50 天。冰冻期约达 40 天,多年平均最大冻土深度 48cm。沿线各地气象情况如表 2-1 所示。

沿线四城市气象

表 2-1

项 目	济南市	淄博市	潍坊市	青岛市
年平均气温(℃)	14.3	12.9	12.3	11.9
绝对最高气温(℃)	42.5	42.1	40.8	39.7
绝对最低气温(℃)	-22.5	-23.0	-21.2	-19.2
月平均最高气温(℃)	19.4	19.1		
月平均最低气温(℃)	8.0	7.4		
历年最大降雨量(mm)	1 147		1 289.8	
一日最大降雨量(mm)	250	179.3	195~398	
年平均降雨量(mm)		630.3	626~766	
最大风速(m/s)	24	24.3		20
历年最大冻土深(cm)	45	48	48	50
最大积雪深(cm)	15	33		
全年最大雾日	39	34		50

二、设计依据与建设水平

济青高速公路起于济南市东外环北端大桥路,终于青岛市西元庄,接 308 国道上的西流高架桥,如图 2-1 所示。路线全长 318.6km,是联系山东省省会济南与沿海开放城市青岛的主要快速交通干道。该工程于 1990 年 1 月开工建设,1993 年 12 月全线竣工通车(其中济南段 K0~K16,于 1992 年 10 月建成通车),是山东半岛与中西部及京津地区经济往来的重要交通要道。

济青高速公路建设采用的主要技术标准及指标:

- (1)设计行车速度:120km/h(平原微丘);
- (2)路基宽度:全线均为整体式,济南至潍坊段(长 218.6km)宽 26m,潍坊至西元庄段(长 99.7km)宽 23m;
- (3)最小平曲线半径:2 100m/处;
- (4)最大直线长度:3 769m;
- (5)最大纵坡:3%;
- (6)桥面净空:2×净-11m;
- (7)桥梁设计荷载:汽-超 20,挂-车 120;
- (8)桥梁设计洪水频率:特大桥三百年一遇,其余为百年一遇;
- (9)路面:全线均采用沥青混凝土路面,设计标准轴载为 BZZ-100kN。

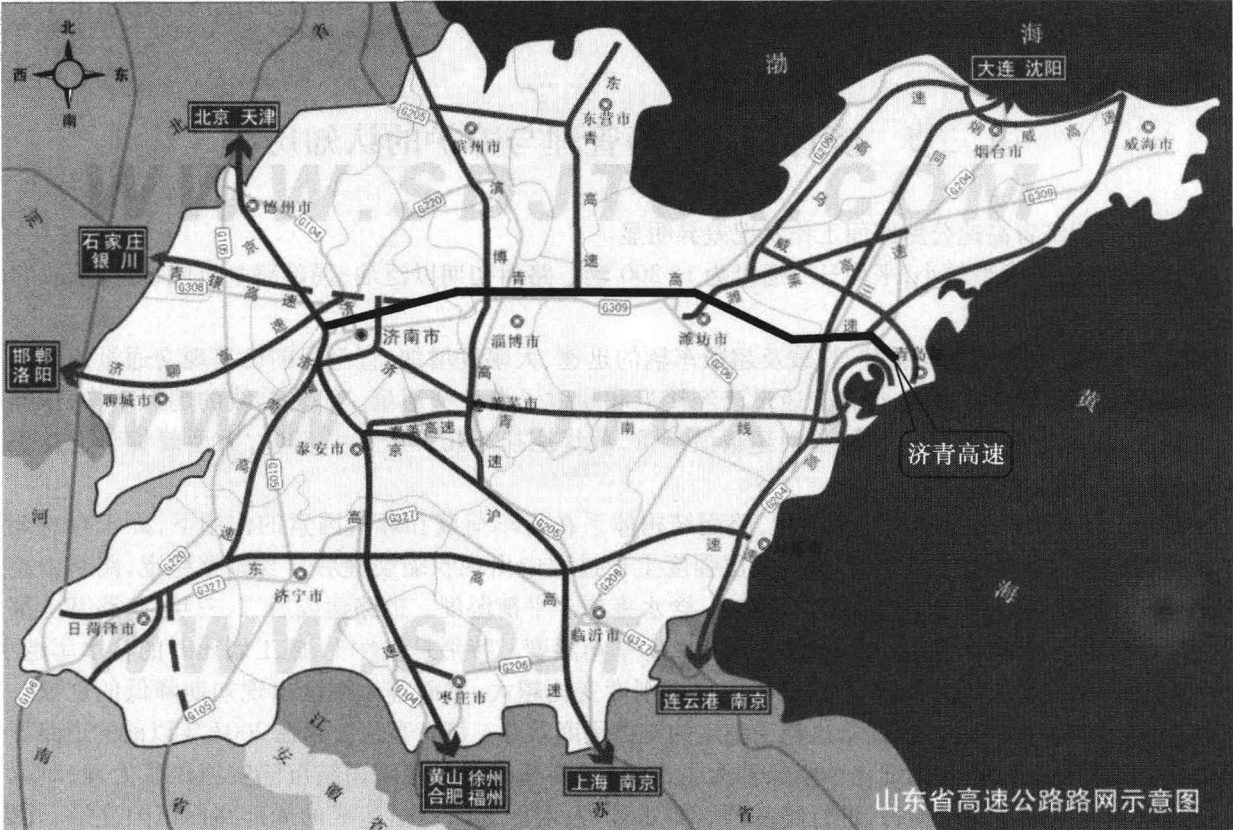


图 2-1 山东省高速公路路网示意图

济青高速公路原路面结构类型如表 2-2 所示。

济青高速公路原路面结构类型 表 2-2

起 讫 桩 号	路段长度(m)	路面结构类型
K0 + 000 ~ K16 + 000	16 000	沥青混凝土(4 - 6 - 8 [*])/18cm + 水泥二灰稳定碎石/24cm + 二灰土/30cm
K16 + 000 ~ K45 + 000	30 000	沥青混凝土(4 - 6 - 8)/18cm + 水泥稳定碎石/28cm + 石灰土/30 ~ 35cm
K45 + 000 ~ K51 + 200	7 200	沥青混凝土(4 - 6 - 8)/18cm + 二灰稳定碎石/20cm + 石灰土/22 ~ 26cm
K51 + 200 ~ K76 + 557	26 357	沥青混凝土(4 - 5 - 6)/15cm + 水泥稳定砂砾/20cm + 石灰土/38 ~ 40cm
K76 + 557 ~ K118 + 392	42 835	沥青混凝土(4 - 6 - 8)/18cm + 二灰稳定碎石/34cm + 石灰土/15cm
K118 + 392 ~ K168 + 924	51 532	沥青混凝土(5 - 6 - 7)/18cm + 水泥稳定砂砾/38cm + 石灰土/15cm
K168 + 924 ~ K218 + 616	50 692	沥青混凝土(4 - 6 - 8)/18cm + 二灰稳定碎石/20cm + 石灰土/22 ~ 26cm
K218 + 616 ~ K282 + 504	64 888	沥青混凝土(4 - 5 - 6)/15cm + 二灰稳定碎石/18cm + 石灰土/30cm
K282 + 504 ~ K318 + 600	36 096	沥青混凝土(4 - 6 - 8)/18cm + 水泥稳定砂砾/51cm

* 上面层是 4cm 中粒式沥青混凝土、中面层是 6cm 中粒式沥青混凝土、下面层是 8cm 粗粒式沥青碎石。

济青高速公路的工程建设管理,采用国际竞争性招标和国内招标选择承包人,全线工程按照国际通用的 FIDIC 条款进行合同管理。在引进国外先进管理经验的同时,探索出了一条以 FIDIC 条款为前提,思想政治动员与行政干预为保障的高速公路工程建设管理新模式——“济青高速公路工程管理模式”,即“FIDIC 条款 + 行政干预和思想政治动员 + 激励机制 + 协调服务”的模式。中外监理工程师坚持“严格监理、热情服务”的原则,对工程全过程进行了全面、严格、科学的管理,使济青高速公路工程质量达到了优良等级,受到国内外专家的普遍好评,获得 1996 和 1997 年度交通部●优质工程一等奖。

●现已更名为交通运输部,余同。

济青高速公路全线运营多年,经济效益和社会效益显著,为山东省乃至邻省的经济的发展作出了巨大贡献。

第二节 济青高速公路管理与养护的认知历程

2003 年前后济青高速公路路面工作状况差异明显。

2003 年之前,交通量较小,平均日交通量为 15 300 辆。路面初期以泛油、局部路基沉陷、局部水损害和抗滑指标衰减为主要病害。

2003 年之后,交通流量与重载、超载及超限车辆的迅速、大幅度增加,直至目前已呈现交通量饱和的态势。特别是在济南至潍坊区段,折算交通量已经接近和超过了设计交通量。济青全线的超载车中,拖挂车比例达到了 30% 以上。淄博段各种车型超载最严重,载货拖挂车几乎达到了 50%,大型载货车也达到了 23%;青岛路段超载最轻。

2003 年以前,特别是通车的初期阶段,路面结构体系在行车荷载和环境因素的作用下,处于自身调整期。自身调整期主要是面层的追密变形;基层强度生长过程中出现收缩裂缝后自身调整稳定;路基由施工期在最佳含水率附近强力压实到回弹恢复稳定、含水率趋于平衡湿度。道路建成后二、三年内,路基上部中心附近的湿度会逐渐趋向稳定,该区域的湿度为路基平衡湿度。特别是黏性土,施工碾压时的含水率越小,达到平衡湿度时的含水率波动越大,路基初期支撑刚度变化越大,路面整体刚度出现初期降低的现象。随着路基湿度逐渐趋于平衡湿度,路基也趋于稳定的支撑刚度状态。济青高速公路在 2003 年以前的道路养护主要以预防性的功能维护和精细化小修保养为主,对局部路基施工或地基固结沉陷实施压浆处理;对因中央分隔带积水渗入层间造成损害,进行路基顶管排水处理;对因施工质量造成的局部路面沉陷变形、开裂、唧浆等病害,采取局部挖除病害后,进行界面灌缝处理,而后处理好回填料的界面连接,最后进行薄层罩面封水,维护路面功能。一般不作大动作的结构开挖处理,避免了路面结构的早期扰动,保护了结构工作的整体性与稳定性。

2003 年之后,随着道路交通流量的快速增长,重车与超载车的激增,路面出现不同程度的荷载、温度及疲劳开裂、车辙、局部沉陷变形、唧浆、桥头跳车等病害,路面平整度和抗滑能力降低。尤其是近几年重载、超载车辆迅猛增加,使上述病害日趋严重。面对路面的各种病害,如何认识半刚性沥青路面功能与结构工作特性的演变,如何确切诊断病害原因与发展态势,以判断路面功能变化与结构工作状况及寿命之间的关系,如何科学把握与决策养护维修策略及技术,已成为道路管理与养护工作者深思的问题。

济青高速公路的养护管理工作,始终以路表状况与结构及路面功能测试指标所揭示的问题本质为指导思想,以结构体系整体支撑刚度(弯沉值的大小与变异性)变化为宏观决策依据,以路面损坏状况指数 PCI 为维修方案确定依据,着力抓好、做好、管理好高速公路的小修保养,保证小修保养的及时、快速与技术的正确选择,有效地遏制病害的快速发展,达到维护路面服务功能、挖掘结构潜能、延长道路使用寿命的目的。对 2003 年以后路面较集中的车辙、纵向裂缝、唧浆和沉陷等病害,采取“局部预防性养护,局部挖补整体罩面维修逐步推进”的养护管理方式,由西向东历时五年进行路面维修,维修的规模控制在中修范围内。

为使维修工程设计、病害处置方法和技术与施工工艺更趋于可靠、合理,在不断总结养护管理与病害诊断经验的基础上,创新性地提出了路面病害诊断的“三次病害确认”法,实现了现场维修方案设计与技术确定的动态化。

将精细化、人性化的养护管理理念贯穿于路面养护、管理全过程。在路面养护中坚持严谨、科学的工作态度,通过精细管理和严格的程序保障路面养护管理决策的科学、规范、有序。不同路况下预防性养护技术与养护时机的科学决策,使济青高速公路长期维持着良好的路面服务功能,路面结构潜力、投资与运营效益得到了充分的发挥。人性化的服务理念确保了特殊情况及养护工程中的道路安全与畅通。

济青高速公路运营中的路况状态变化与病害现象反映并代表着我国高速公路半刚性基层沥青路面的