

第2版

交通版

高等学校土木工程专业规划教材

JIAOTONGBAN GAODENG XUEXIAO TUMU GONGCHENG ZHUANYE GUIHUA JIAOCAI



路基路面工程

宋金华 董 鹏 马立杰 主 编
郑南翔 主 审



人民交通出版社股份有限公司
China Communications Press Co., Ltd.

第2版

JIAOTONGBAN GAODENG XUEXIAO TUMU GONGCHENG ZHUANYE GUIHUA JIAOCAI

路基路面工程

Luji Lumian Gongcheng

宋金华 董 鹏 马立杰 主 编
郑南翔 主 审



人民交通出版社股份有限公司
China Communications Press Co., Ltd.



内 容 提 要

本教材根据我国最新颁布的有关路基路面工程的技术标准、规范、规程及实施细则等,并吸收近年来取得的最新科技成果编写而成。全书共分十五章,主要介绍路基路面工程的概况;影响路基路面结构及其使用性能的行车荷载,环境因素,路基土及路面材料力学特性;路基设计,路基挡土墙和道路排水设计;沥青路面和水泥混凝土路面结构设计;路基工程施工,路面基层、沥青与水泥混凝土面层等各类结构层的材料组成与施工技术;路基路面工程管理等内容。

本书可作为高等院校道路桥梁与渡河工程、土木工程类(交通土建工程方向)、道路与交通工程、公路与城市道路工程、市政工程、桥梁与隧道工程、机场工程、港口航道工程等专业的主干课教材,也可作为成人教育相关专业教材,还可供道路交通行业有关工程技术人员学习参考。

图书在版编目(CIP)数据

路基路面工程 / 宋金华, 董鹏, 马立杰主编. —2
版. —北京: 人民交通出版社股份有限公司, 2019. 1
交通版高等学校土木工程专业规划教材
ISBN 978-7-114-15192-7

I. ①路… II. ①宋… ②董… ③马… III. ①路基工
程—高等学校—教材②路面—道路工程—高等学校—教材
IV. ①U416

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 275312 号

交通版高等学校土木工程专业规划教材

Luji Lumian Gongcheng

书 名: 路基路面工程(第2版)

著 作 者: 宋金华 董 鹏 马立杰

责任编辑: 张征宇 赵瑞琴

责任校对: 刘 芹

责任印制: 张 凯

出版发行: 人民交通出版社股份有限公司

地 址: (100011) 北京市朝阳区安定门外外馆斜街3号

网 址: <http://www.cccpress.com.cn>

销售电话: (010) 59757973

总 经 销: 人民交通出版社股份有限公司发行部

经 销: 各地新华书店

印 刷: 北京市密东印刷有限公司

开 本: 787 × 1092 1/16

印 张: 38.75

字 数: 971 千

版 次: 2006 年 6 月 第 1 版

2019 年 1 月 第 2 版

印 次: 2019 年 1 月 第 2 版 第 1 次印刷 总第 4 次印刷

书 号: ISBN 978-7-114-15192-7

定 价: 79.00 元

(有印刷、装订质量问题的图书由本公司负责调换)

交通版

高等学校土木工程专业规划教材

编委会

(第二版)

主任委员: 戎 贤

副主任委员: 张向东 李帼昌 张新天 黄 新
宗 兰 马芹永 党星海 段敬民
黄炳生

委 员: 彭大文 张俊平 刘春原 张世海
郭仁东 王 京 符 怡

秘 书 长: 张征宇

(第一版)

主任委员: 阎兴华

副主任委员: 张向东 李帼昌 魏连雨 赵 尘
宗 兰 马芹永 段敬民 黄炳生

委 员: 彭大文 林继德 张俊平 刘春原
党星海 刘正保 刘华新 丁海平

秘 书 长: 张征宇

随着科学技术的迅猛发展、全球经济一体化的进一步加强以及国力竞争的日趋激烈,作为实施“科教兴国”战略重要战线的高等学校,面临着新的机遇与挑战。高等教育战线按照“巩固、深化、提高、发展”的方针,着力提高教学水平和质量,取得了举世瞩目的成就,实现了改革和发展的历史性跨越。

在这个前所未有的发展时期,高等学校的土木类教材建设也取得了很大成绩,出版了许多优秀教材,但在满足不同层次的院校和不同层次的学生需求方面,还存在较大的差距,部分教材尚未能反映最新颁布的规范内容。为了配合高等学校的教学改革和教材建设,体现高等学校在教材建设上的特色和优势,满足高校及社会对土木类专业教材的多层次要求,适应我国国民经济建设的最新形势,人民交通出版社股份有限公司组织了全国二十余所高等学校编写《交通版高等学校土木工程专业规划教材》,并于2004年9月在重庆召开了第一次编写工作会议,确定了教材编写的总体思路。于2004年11月在北京召开了第二次编写工作会议,全面审定了各门教材的编写大纲。在编者和出版社的共同努力下,这套规划教材已陆续出版。

在教材的使用过程中,我们也发现有些教材存在诸如知识体系不够完善,适用性、准确性存在问题,相关教材在内容衔接上不够合理以及随着规范的修订及本学科领域技术的发展而出现的教材内容陈旧、亟待修订的问题。为此,新改组的编委会决定于2010年年底启动该套教材的修订工作。

这套教材包括《土木工程概论》《建筑工程施工》等31种,涵盖了土木工程专业的专业基础课和专业课的主要系列课程。这套教材的编写原则是“厚基础、重能力、求创新,以培养应用型人才为主”,强调结合新规范、增大例题、图解等内容的比例并适当反映本学科领域的新发展,力求通俗易懂、图文并茂;其中对专业基础课要求理论体系完整、严密、适度,兼顾各专业方向,应达到教育部和专业教学指导委员会的规定要求;对专业课要体现出“重应用”及“加强创新能力和工程素质培养”的特色,保证知识体系的完整性、准确性、正确性和适应性,专业课教材原则上按课群组划分不同专业方向分别考虑,不在一本教材中体现多专业内容。

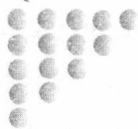
反映土木工程领域的最新技术发展、符合我国国情、与现有教材相比具有

明显特色是这套教材所力求达到的目标,在各相关院校及所有编审人员的共同努力下,《交通版高等学校土木工程专业规划教材》必将对我国高等学校土木工程专业建设起到重要的促进作用。

《交通版高等学校土木工程专业规划教材》编审委员会 人民交通出版社股份有限公司

前言(第二版)

QIANYAN



“路基路面工程”是高等学校道路桥梁与渡河工程专业,及土木工程领域中公路与桥梁、城市道路及交通、市政工程等专业的重要必修课。路基和路面工程是道路工程最主要的结构物,它对车辆的行驶质量、行车安全性以及道路建设和运营的经济性都有至关重要的影响。近年来,随着我国公路交通及城市基础设施建设的发展,极大地促进了路基路面工程技术的发展,特别是在路基路面工程结构的设计理论和方法、筑路材料和施工工艺、养护及管理技术等方面都开展了大量的研究工作,取得了许多新的科技成果,积累了丰富的工程实践经验。

本教材第二版力求反映最新的科学技术成果,吸收先进的理论与方法,结合工程实践中的成功经验,以我国最新出版的有关公路工程技术标准、规范、规程及实施细则为依据,进行了较大幅度的内容补充、调整和详细修订。具体修订和补充内容如下:

(1) 根据《公路沥青路面设计规范》(JTG D50—2017)、《公路路基设计规范》(JTG D30—2015)和《公路水泥混凝土路面设计规范》(JTG D40—2011),强化了路基路面协调设计。修订了交通荷载参数分析内容,规范了轴载谱及交通参数的调查分析方法。根据交通荷载等级,调整路床范围,补充了路基设计指标、路床回弹模量的控制标准与指标预估方法。结合环境因素与气候参数分析,调整了路基干湿类型及划分原则,补充了路基平衡湿度预估方法,引入了温、湿度调整系数和等效温度,改变了路面材料设计参数及相应的测试和取值方法。突出了路面结构组合设计要求,增加了沥青混合料层永久变形量、路基顶面竖向压应变和路面低温开裂指数等设计指标,改进了沥青混合料层和无机结合料稳定层疲劳开裂预估模型,取消了路表弯沉设计指标。增加了水泥混凝土路面板极限断裂的验算标准和贫混凝土及碾压混凝土基层的疲劳断裂设计标准,分别采用弹性地基单层板、双层板和复合板力学模型进行混凝土板应力分析及厚度计算。补充了填方路基高度的设计原则与方法,修订了路基边坡与地基稳定性分析方法,补充了高路堤和陡坡路堤在三种工况下的稳定安全系数。补充了路基拓宽改建、轻质材料与工业废渣路堤等设计内容。补充完善了路基防护与挡土墙的设计内容,修订并补充了加筋土挡土墙、锚杆、抗滑桩等轻型结构设计及计算要求。补充了路基路面排水设施设计和计算内容。

(2) 根据《公路路面基层施工技术细则》(JTG/T F20—2015)、《公路水泥混凝

《土路面施工技术细则》(JTG F30—2014)、《公路沥青路面再生技术规范》(JTG F41—2008)和《公路工程质量检验评定标准 第一册 土建工程》(JTG F80/1—2017)等,以提高工程施工质量为核心,以修建耐久性、可靠性路基路面结构为目标,吸收了近年来在工程实践中逐渐形成的、成熟的新技术、新材料和新工艺,进行路基路面施工内容修订。补充了特殊路基设计原则、病害防治措施与技术要求。提高了路面基层、面层用集料的技术要求和压实标准。增加了路面基层混合料生产时材料分档数量和规格要求,提出采用间断—密实型级配原理,改进无机结合料稳定类材料组成设计方法,调整了强度标准,增加了目标配合比和生产配合比设计内容和要求,提高了无机结合料稳定材料拌和设备 and 工艺要求。补充了再生材料在路面基层或面层中使用的基本要求。强化了路基路面施工质量的控制措施和指标要求,采用合格率法进行质量评定,提高了关键项目合格率标准,增加了一般项目的最低合格率要求,保持与公路工程相关标准的协调一致。

本课程是一门理论与实践并重、工程性较强的课程,讲述路基路面工程中的基本概念、基本理论和方法,希望通过课程学习和工程实践,使读者掌握路基和路面工程的特点和技术要领,了解其发展趋势,并且尽可能地融入这一领域内的新技术、新理论和新进展,以达到理论联系实际的目的。教材的内容着眼于使学生能逐步应用所学知识,参考及运用有关规范,顺利地从事路基和路面工程方面的技术工作,分析和解决路基路面工程中的问题。为读者今后在本专业领域里有所作为打下良好的基础。讲授本课程除了系统的课堂教学之外,还应配合组织实地参观、试验操作、课程设计、施工实习等教学环节,以提高学生的感性认识和系统的接受能力。

本教材是根据“交通版高等学校土木工程专业规划教材”编写工作会议审议通过的《路基路面工程》教材编写大纲编写的。全书共十五章,第一、九、十、十二章由河北工业大学宋金华编写,第二、三、四、五章由河北工业大学陈睿编写,第六章由河北建筑工程学院樊旭英编写,第七、八章由河北水利电力学院宋杨编写,第十一章由河北建筑工程学院赵文娟编写,第十三章由华北理工大学马立杰编写,第十四章由天津城建大学董鹏编写,第十五章由河北工业大学边超编写。

全书由河北工业大学宋金华教授担任统稿工作,由长安大学郑南翔教授主审。限于编者水平,本书如有错误和不足之处,敬请有关院校师生及读者指正并提出宝贵意见,以便及时修改完善。

本书采用国家法定计量单位,即国际单位制(SI)。

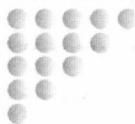
河北工业大学

宋金华

2018年8月

目录

MULU



第一章 总论	1
第一节 路基路面的功能和使用要求	1
第二节 路基路面结构与构造	6
第三节 路基路面工程的特点与内容	9
本章小结	13
复习思考题	14
第二章 行车荷载分析	15
第一节 车辆的类型和轴型	15
第二节 车辆的静力荷载作用	17
第三节 行车荷载的动态影响	18
第四节 交通荷载参数分析	20
本章小结	26
复习思考题	26
第三章 环境因素分析	28
第一节 公路自然区划与气候分区	28
第二节 路基湿度状况分析	34
第三节 路面温度状况分析	39
本章小结	42
复习思考题	42
第四章 路基力学特性与设计参数	43
第一节 路基土的分类与工程性质	43
第二节 路基土的力学特性	47
第三节 路基承载力指标与设计参数	53
本章小结	60
复习思考题	60
第五章 路面材料的力学特性分析	61
第一节 强度特性	61

第二节 疲劳特性	63
第三节 变形特性	66
本章小结	70
复习思考题	70
第六章 路基设计	72
第一节 路基常见病害及路基设计要求	72
第二节 路基填料选择与压实标准	76
第三节 路基标准横断面设计	80
第四节 路基边坡稳定性分析与防护工程设计	89
第五节 地基稳定性分析与加固工程设计	103
第六节 路基拓宽改建设计	113
第七节 轻质材料与工业废渣路堤	118
本章小结	124
复习思考题	124
第七章 路基挡土墙设计	126
第一节 挡土墙的类型、构造和布置	126
第二节 路基挡土墙土压力计算	133
第三节 路基挡土墙结构设计与验算	140
第四节 加筋土挡土墙	149
第五节 其他轻型挡土墙结构	154
本章小结	168
复习思考题	169
第八章 道路排水工程设计	170
第一节 概述	170
第二节 路基排水设施设计	172
第三节 路基排水设施水文与水力计算	185
第四节 路面结构排水设计	190
本章小结	198
复习思考题	199
第九章 沥青路面结构设计	200
第一节 概述	200
第二节 沥青路面结构设计理论与方法	207
第三节 沥青路面损坏类型与设计标准	209
第四节 沥青路面结构组合设计	213
第五节 沥青路面结构设计验算	220

第六节 沥青路面结构改建设计	238
本章小结	242
复习思考题	242
第十章 水泥混凝土路面设计	244
第一节 概述	244
第二节 损坏模式和设计标准	246
第三节 水泥混凝土路面结构组合设计	247
第四节 水泥混凝土路面接缝设计	252
第五节 弹性地基板理论的应力分析	258
第六节 水泥混凝土路面应力分析及板厚设计	265
第七节 水泥混凝土路面加铺层及改建设计	275
本章小结	283
复习思考题	283
第十一章 路基工程施工	284
第一节 概述	284
第二节 路堤施工	289
第三节 路堑施工	296
第四节 路基施工质量检查与评定	306
第五节 特殊路基	311
本章小结	357
复习思考题	357
第十二章 路面基层施工	359
第一节 概述	359
第二节 基层材料与混合料组成设计	364
第三节 无机结合料稳定类基层施工	381
第四节 其他类型基层施工	403
本章小结	419
复习思考题	419
第十三章 沥青路面施工	420
第一节 沥青路面材料	420
第二节 沥青混合料配合比设计	440
第三节 沥青混凝土面层施工	456
第四节 其他沥青面层施工	464
第五节 施工质量管理与检查验收	481
本章小结	491

复习思考题..... 491

第十四章 水泥混凝土路面施工..... 492

第一节 水泥混凝土路面材料..... 492

第二节 水泥混凝土配合比设计..... 503

第三节 水泥混凝土面层施工..... 519

第四节 块料及其他水泥混凝土路面..... 546

第五节 施工质量标准与控制..... 555

本章小结..... 563

思考题与习题..... 563

第十五章 路基路面工程管理..... 564

第一节 路基路面工程施工质量管理..... 564

第二节 路基路面使用性能检测与评定..... 568

第三节 路面养护管理系统简介..... 580

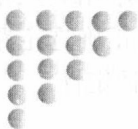
第四节 路基路面工程养护与管理..... 584

本章小结..... 603

思考题与习题..... 604

参考文献..... 605

第一章 总论



第一节 路基路面的功能和使用要求

一、路基路面的功能及其作用

路基路面工程是组成道路的线形工程构造物。它主要承受汽车荷载的重复作用并经受各种自然因素的长期影响。

路基是按照路线的平面位置、纵断面高程和横断面的技术要求填筑或开挖而成的岩土构造物。路基工程由路基本体和路基设施构成。路基本体是指路基断面中的填挖部分;路基设施是指为确保路基本体的稳定性而采用的工程措施,它包括排水、防护、支挡和加固设施等。路基是道路线形的主体,贯穿于道路全线,与沿线的桥梁、涵洞和隧道等相连接。

路面是在路基顶面的行车部分,是由各种混合料铺筑而成的层状复合式结构物。路面结构按使用要求、受力状况、土基支承条件和自然因素影响程度的不同,采用不同规格和要求的材料分别铺设面层、基层和底基层等结构层。路基和路面结构是构成道路线形主体结构的主要组成部分,其中路面是直接供车辆在其表面行驶之用,它的好坏直接影响行车质量、速度、安全和运输成本。

路基是路面的基础,路面靠路基来支承。坚强而又稳定的路基为路面结构长期承受汽车荷载与环境因素的影响提供了重要保证。没有稳固的路基就没有稳固的路面。路面结构的铺筑则一方面隔离并保护了路基,使之避免了直接承受车辆和环境因素的破坏作用,确保路基长期处于稳定状态;另一方面,铺筑路面后,提高了平整度,改善了路况条件,从而保证汽车能以一定的速度,安全、舒适而经济地在道路上通行。因此,路基和路面相辅相成,实际上是不可分离的整体,应综合考虑它们的工程特点,综合解决两者的强度、稳定性等工程技术问题。

二、对路基的基本要求

在行车荷载和自然因素的作用下,路基会产生各种损坏和变形,而影响道路的使用品质。因此,除要求路基应具有正确合理的断面尺寸以外,还应满足以下几方面的基本要求。

1. 路基整体应具有足够的稳定性

在天然地表面建筑的道路结构物改变了原地面的自然平衡状态,路基在行车荷载及各种自然因素(如地质、水文、气候等)作用下,可能发生过大的变形(高程和几何形状)和破坏。如在软土地基上修筑高路堤时,可能由于软土层承载力不足而出现路堤沉陷和滑动;或者在岩质及土质山坡上开挖深路堑时,可能由于失去支承而使路堑上方的坡体出现坍塌破坏;沿河路基受到水毁等。因此,在施工中应密切注意此类问题,并针对当地具体情况,正确选定路基的断面形状和尺寸并采取必要的排水、防护和加固措施来保证路基结构的整体稳定性。

2. 路基上层应具有足够的强度和刚度

路基强度是指路基的承载能力,其刚度是指路基抵抗变形的能力。路基的上层是指在行车荷载作用影响深度范围内的路基,称为路基工作区;而直接位于路面结构层下 80cm 或 120cm 范围内的路基部分,则称路床。路床是路面的直接基础。土质路床,又称土基。土基要与路面共同作用来承受由行车荷载和路基路面自重产生的应力,并应抵抗由该力产生的变形。路基强度、刚度不足,使路基路面结构出现沉陷,甚至会使路面结构出现断裂,使路况恶化,服务水平下降。因此要求路基应具有足够的强度和刚度,以满足对路面结构的支承要求。路基具有足够的强度和刚度,还可以减轻路面的负担,从而减小路面的厚度,改善道路的投资状况。为了保证路面的使用性能、降低工程的造价,土基应具有足够的承载能力。因此,路基上层部分最好选用良好的土填筑,要注意充分压实,必要时,设置隔离层或采取其他处治措施。

3. 路基应具有足够的水温稳定性

水温稳定性是指强度和刚度在自然因素(主要是水、温度状况)影响下的变化幅。路基在地面水和地下水的作用下,其强度和刚度将出现显著降低的现象。如在季节性冰冻地区,由于周期性的冻融作用,冬季在水和负温度共同作用下,土体会发生冻胀,造成路面隆起、开裂;春融期局部土层过湿软化,路基强度急剧下降。在交通繁重的路段,有时引发翻浆,路基路面发生严重的破坏。因此要求路基应具有足够的水温稳定性,以保证在最不利的水温条件下,路基不致冻胀以及在春融期强度不致发生显著降低。

三、对路面的基本要求

为了保证道路的通行能力,提高行车速度,增强安全性和舒适性,降低运输成本和延长道路使用年限,路面结构应满足以下几方面基本要求。

1. 具有足够的强度和刚度

汽车在路面上行驶时,车辆通过车轮把垂直力和水平力传递给路面,路面还受到车辆振动力和冲击力作用。在这些外力的作用下,路面结构内就会产生应力、应变及位移。当路面结构整体或某一组成部分的强度或抗变形能力不足以抵抗这些应力、应变及位移时,路面就会出现断裂、沉陷、车辙等破坏,使路况恶化,服务水平下降。为避免行车荷载产生的这些破坏,路面结构整体及其各组成部分都应具有足够的强度和刚度。

路面的强度和刚度是两个既相互联系又相互区别的力学特性。路面结构应具有足够的强度,以抵抗车轮荷载引起的各个部位的各种应力,如压应力、弯拉应力和剪应力等,以保证路面

结构不发生压碎、断裂、剪切等各种破坏。路面结构应具有足够的刚度,使得在车轮荷载作用下不发生过大的变形和位移,保证路面不发生沉陷、车辙或波浪等病害。

2. 具有足够的稳定性

路面不仅承受车轮荷载的作用,而且由于路面建筑于路基顶面,袒露于大气之中,因此还经常受到湿度、温度等自然环境因素的影响,从而影响着路面及其材料的强度和刚度。

大气温度周期性的变化对路面稳定性有重要影响,如沥青路面在高温季节软化,在车轮荷载作用下产生车辙、拥包等永久变形;低温时沥青面层出现收缩、脆硬而开裂;半刚性基层低温(或干燥)收缩产生裂缝,而水泥混凝土路面高温时发生拱胀开裂,低温时出现收缩裂缝以及在温度梯度作用下产生翘曲而破坏等。在低温冰冻季节,温度和湿度的共同作用会引起路基路面结构的冻胀,春融季节在重要路段产生翻浆。

大气降水使路面结构内部的湿度状态发生变化从而影响路面结构稳定性。水泥混凝土路面因排水不畅发生唧泥、冲刷基层导致结构破坏;沥青混凝土路面由于水分的侵蚀,引起沥青面层剥落、松散等水损害;砂石路面在雨季因雨水冲刷和渗入路面结构而导致强度下降,产生沉陷、松散等病害。

为了设计出适合当地气候条件、稳定性良好的路面结构,应充分调查和分析当地温度、湿度状况,在此基础上选择具有足够稳定性的路面材料及路面结构。

3. 具有足够的耐久性

路面在车辆荷载的反复作用下,路面使用性能将逐年下降,强度和刚度逐年衰减,如路面出现疲劳破坏和塑性变形累积。此外,路面在大气温度、湿度等自然环境因素的反复长期作用下,路面材料性能会由于老化衰变而导致路面结构的损坏。

为了保证和延长路面使用寿命,除了精心选择具有足够疲劳强度、抗老化和抗变形能力的材料和精心设计、精心施工外,还要重视路面的长年养护、维修及路用性能的恢复工作。

4. 具有足够的表面平整度

路面表面平整度是影响行车安全、行车舒适性及运输效益的重要指标。不平整的路表面会使行驶的车辆产生附加的振动,这种振动会造成行车颠簸,影响行驶的安全性和舒适性。同时,振动作用对路面施加冲击力,从而加速路面损坏和车辆轮胎的磨损,增加耗油量,提高车辆的运行费用。不同等级的道路,对行驶速度和舒适性的要求不同,从而对路面平整度的要求也不同。高速公路和城市快速路对路面平整度的要求更高。

优良平整的路面,要依靠优良的施工设备、精细的施工工艺、严格的施工质量控制,同时还应采取必要的养护措施。此外,随着行车荷载的反复作用,路面结构逐渐出现破坏和变形(断裂、沉陷、车辙、推移和松散等),从而使路面表面平整度变差。因此,采用强度和稳定性好的路面结构和组成材料,对于长期保证路面优良的平整度、减小其衰变速度是非常重要的。

5. 具有足够的表面抗滑性

路面表面要求平整度好,但不宜光滑。光滑的表面,行驶的车轮与路面之间的附着力和摩擦力较小,当雨天高速行驶需紧急制动或上下坡、转弯时,由于车轮与路面间附着力不足,容易造成车轮打滑或空转,从而引发严重的交通事故。路面的抗滑性能通常采用摩擦系数表征。

高速公路和城市快速路由于行驶速度高,因此要求具有较高的抗滑性能。

为了保证路面具有足够的抗滑性能,对于沥青路面,应采用坚硬、耐磨、表面粗糙的材料以及具有良好黏结力的沥青或改性沥青,并通过合理的组成设计来实现;对于水泥混凝土路面,可采取拉毛、刻槽等工艺措施提供保证。此外,对于影响路面抗滑性能的积雪、浮水和污泥等,应及时予以清除。

6. 具有足够的抗渗透性

透水的路面,水分容易渗入路面结构和土基,这些滞留于路面表层和路面结构内部的水分,在大量高速行驶荷载反复作用下,自由水产生很大的动水压力,不断冲刷路面,路面会产生剥落、坑槽、唧浆和网裂等水损坏现象。在降水量大的潮湿多雨地区,交通量大、载重车辆多的高等级道路沥青路面,水损坏现象更为严重。

为避免路面水损坏,应尽量采用水稳定性好的路面结构层并设置路面结构内部排水系统或密实有效的防水层。

7. 具有低噪声、低扬尘性并减少对环境的负面影响

噪声与扬尘会对环境造成污染,影响正常的行车秩序,对行车密度大的高等级道路,这是必须予以足够重视的问题。行车噪声一方面因路面平整度差而引起,以及路面面层材料的刚度大而产生;另一方面与不良的线形设计导致车辆频繁的加速、减速、转向有关。

车辆驶经路面表面时,轮胎胎面花纹与不规则路面表面间的相互撞击,会产生轮胎与路表面滚动接触噪声。这种噪声是交通噪声的一部分,构成了环境噪声污染的一个来源。随着交通量的增长,降低交通噪声对周围居民工作、生活和心理健康的不利影响,已成为各方面日益关注的问题。在路面的表面方面,影响轮胎与路表面滚动噪声产生的主要因素为表面构造及其声阻抗(或声吸收),因而,可通过改善路面的表面构造以及采用多空路表面(以提高其声吸收性能)等措施来降低滚动噪声的级位。

扬尘主要发生于砂石路面,因轮胎后面产生真空吸力将面层细集料吸出而引起。但高等级道路,如不及时清扫路面浮土和灰尘,也会同样导致严重的扬尘。因此,对于行车噪声和扬尘,应从道路工程的设计、施工、养护和管理等方面统筹考虑,才能保证路面具有尽可能低的扬尘性和尽可能小的噪声。

修建路面需耗费大量的建筑材料(石料、水泥、沥青等),而养护和修复路面往往还需废弃大量的旧路面材料(沥青混合料、水泥混凝土等)。这一方面消耗大量能源,另一方面又会对自然环境产生破坏和污染,因此,合理选择、开采和使用路面材料,开发再生技术以充分利用废旧路面材料,是路基路面工程应予关注和考虑的重要问题。

四、路面的使用性能

路面结构在行车荷载和自然因素的反复作用下,其使用性能会不断发生变化,并逐渐出现各种病害及破坏现象,最终导致不能满足使用性能的要求。路面的使用性能可分为功能性能、结构性能、结构承载力、安全性和外观等几个方面。

1. 功能性能

路面的基本功能是为车辆提供快速、安全、舒适和经济的行驶表面。路面的功能性能是指

路面满足这一基本功能的能力,它反映了路面的行驶质量或服务水平。

路面的行驶质量同路表面的平整度特性、车辆悬架系统的振动特性、人对振动的反应或接受能力三方面因素有关。从路面的角度来看,影响路面行驶质量的主要因素是路面的平整度。路面平整度,随着行车荷载的反复作用,环境因素(温度和湿度)的周期性变化影响和路面龄期的增加而逐渐下降。当平整度下降到某一限值时,路面的行驶质量不能满足行车对路面的基本功能要求,便需要采取改建或重建措施改善平整度,以恢复路面的基本功能。

2. 结构性能

路面的结构性能,是指路面结构保持完好的程度。路面在使用过程中会随着行车荷载及环境因素的反复作用而出现各种损坏。路面损坏可分为裂缝类、变形类、松散类、接缝损坏类及其他损坏类五大类:裂缝——路面结构的整体性受到破坏;变形——路面结构虽能保持整体性但其形状有较大变化;松散——路面结构中部分材料的散失或磨损;接缝损坏——水泥混凝土路面接缝附近局部宽度和深度范围内的混凝土碎裂;其他损坏——因设计、施工及养护管理不当造成的损坏。

路面结构出现破坏,会在不同程度上影响路面的平整度,因而,可以通过平整度在一定程度上反映路面的损坏状况。然而,平整度主要反映的是道路使用者可能有的反应,而路面损坏状况则主要表征路面结构的完好程度,它反映了为防止损坏加速发展而需采取的养护措施和为改善路况而需采取的改建措施,是道路管理部门所关注的路面性能。

新建和改建路面都需采取日常养护措施进行保养,以延缓路面损坏的出现;而在路面结构出现损坏后,应及时采取相应的维修措施以减缓损坏的发展速度;当路面损坏状况恶化到一定程度后,便需采取改建或重建措施以恢复或提高其结构的完好程度。因而,路面结构损坏的发生和发展同路面养护和改建措施密切相关。

路面结构损坏状况,须从三方面进行描述:损坏类型、损坏严重程度、出现损坏的范围或密度,并采用损坏类型综合指标对路面结构的损坏状况作出全面的评价。

3. 结构承载力

路面结构的承载力,是指路面在达到预定的损坏状况之前还能承受的行车荷载作用次数,或者还能使用的年数。

路面结构的承载力同损坏状况有着内在的联系。在使用过程中,路面的承载力逐渐下降,与此同时损坏逐步发展,承载力低的路面结构,其损坏发展的速度越迅速;承载力接近于极限(或临界)状态时,路面的损坏状况达严重程度,此时必须采取改建措施(加铺层)以恢复或提高其承载力。

路面结构承载力的确定,可采用破损类或无破损类两种检测方法,前者从路面结构中钻取试样,试验确定其各项计算参数,通过同设计标准相比较,估算其结构承载力。无破损类检测则通过路面的弯沉测定,估算路面结构的承载力。

4. 安全性

安全性主要指路面表面的抗滑能力。此外,在车辙深度超过10~15mm情况下,高速行驶的车辆会因车辙内积水而出现飘滑,导致交通事故。

路面表面的抗滑能力可采用摩擦系数、构造深度等抗滑指标表征。随着车轮的不断磨损,