

公路设计手册

Pavement



路面

(第三版)

姚祖康 主编



人民交通出版社

China Communications Press

公路设计手册



路面

(第三版)

姚祖康 主编



人民交通出版社

China Communications Press

内 容 提 要

本手册汇总了国内外有关沥青路面和水泥混凝土路面新建和改建设计的主要方法、有关设计参数以及混合料设计和试验方法。内容包括:设计概念和原理,设计参数,分析方法,新建路面设计,路面状况评定和加铺层设计,材料组成设计和材料试验方法,共六篇和十一个附录。

本手册系统性强,资料全,图表多,查用方便,为道路工程技术人员必备的工具书,也可供有关院校道路工程专业师生和研究人员参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

公路设计手册. 路面/姚祖康主编. —3版. —北京:
人民交通出版社, 2006.9
ISBN 7-114-06132-3

I.公... II.姚... III.①道路工程-设计-手册
②路面-设计-手册 IV.①U412.36-62②
U416.220.2-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 101134 号

书 名: 公路设计手册 路面(第三版)
著 译 者: 姚祖康
责任编辑: 沈鸿雁
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.ccpres.com.cn>
销售电话: (010)85285838,85285995
总 经 销: 北京中交盛世书刊有限公司
经 销: 各地新华书店
印 刷: 北京鑫正大印刷有限公司
开 本: 787×1092 1/16
印 张: 26.5
字 数: 654 千
版 次: 1993 年 第 1 版
1998 年 第 2 版
2006 年 11 月 第 3 版
印 次: 2006 年 11 月 第 3 版 第 1 次印刷
书 号: ISBN 7-114-06132-3
定 价: 55.00 元
(如有印刷、装订质量问题的图书由本社负责调换)

第一版前言

随着交通量和轴重的不断增长,对路面结构强度和使用性能的要求不断提高,路面设计也随之而日益得到重视。路面结构承受交通荷载和环境因素复杂多变的随机作用,其使用性能又受到材料和施工变异以及养护措施等多方面因素的严重影响。要能设计出适应当地条件、符合使用要求而又经济的路面,必须具有系统设计思想,掌握交通荷载作用特性、材料物理力学性能、环境因素影响、路面结构力学分析方法、路面使用性能监测和评价方法、工程经济原理、概率和统计等多方面的知识。

近年来,我国的公路特别是高等级公路,发展迅速。路面设计任务也越来越多地转向高等级路面。我国设计人员对高等级路面的设计经验不足,亟需吸取国外较先进的设计思想和概念,参考其设计方法和参数,以提高设计水平,适应公路发展的需要。

本手册第一篇介绍现代路面设计的系统概念和原理,作为路面设计人员的基础知识。第二篇汇集了进行路面设计所需各项设计参数的概念、确定方法和数值范围。第三篇为路面结构力学分析的各种计算式和计算图表,包括半空间体、多层体系和弹性地基板三种力学图式。第四篇为新建路面结构设计方法,既收集了我国设计规范中规定的方法,也介绍了新近研究成果中建议的方法和国外具有代表性的几种方法[如美国各州公路和运输工作者协会(AASHTO)法,壳牌(Shell)法,美国沥青协会(AI)法和美国波特兰水泥协会(PCA)法]。第五篇重点介绍现有路面使用性能调查和评价方法以及各种加铺层结构的设计方法。路面混合料的组成设计方法汇集于第六篇,而有关材料试验方法则纳入附录。

本手册第一篇由姚祖康编写,第二篇和第五篇第二章由姚祖康和孙立军编写,第四篇第二章由李华和姚祖康编写,第三篇、第四篇第一章和第五篇第一、三、四、五、六章由许志鸿编写,第六篇和附录由郭忠印编写。手册初稿经交通部第一公路勘察设计院武愆民高级工程师和交通部第二公路勘察设计院彭扬言高级工程师审阅,提出了许多宝贵的修改意见,在此致以衷心的感谢。

希望本手册能为路面设计人员提供方便,成为有用的工具书,并有益于提高我国路面设计的水平。

鉴于编写者水平,错漏之处在所难免,恳请读者批评指正。

姚祖康

1992年9月

第二版前言

《公路设计手册——路面》第一版自 1993 年问世以来,我国的公路建设迅猛发展,高等级公路和高级路面的比重迅速增长,短短几年内积累了丰富的路面工程设计、施工和养护经验,技术水平有了很大的提高。在此期间,交通部发布了新修订的《公路工程技术标准》(JTJ 001—97)、《公路水泥混凝土路面设计规范》(JTJ 012—94)和《公路沥青路面设计规范》(JTJ 014—97)。为反映这一进展,以适应路面设计的需要,按新修订设计规范所采用的设计方法和参数,对第一版进行了修订。

手册第二版维持第一版的篇章编排体系,但对大部分内容作了补充和修改。第一篇介绍路面设计系统的基本概念和设计原理,作为设计人员必须掌握的基础知识和参阅其它篇章的引导。该篇第四章结合我国 90 年代路面结构设计可靠性研究的最新成果,对相关内容作了修改。第二篇汇集了进行路面设计所需的各种参数,包括交通、环境、土基和路面材料诸方面的概念、特性、确定方法和数值范围,其中对路面材料参数结合新规范作了补充。第三篇介绍路面结构分析的各种计算方法、公式和图表,包括弹性半空间体、弹性层状体系和弹性地基板模型三种力学模型。第二版对前两种力学模型的有关公式作了删减,而对弹性地基板模型的计算方法和公式则结合新设计规范的要求作了补充。第四篇阐述新建路面设计方法,既介绍我国新修订的沥青路面和水泥混凝土路面设计规范,也介绍国外具有代表性的经验法(美国 AASHTO 法)和力学—经验法(Shell 法和 PCA 法),并且增加了对于改善和提高路面使用性能有重要作用的路面内部排水设计和表面特性设计两部分。第五篇重点介绍现有路面使用性能调查和评定方法以及各种加铺层结构的设计方法,第二版在内容和编排上较第一版有较大的改动。结构和材料是路面设计不可分割的两个方面,各种路面混合料的组成设计方法汇集于第六篇,其中增添了一些新型的沥青混合料[多孔沥青混合料、沥青玛蹄脂碎石(SMA)、优质路面(Superpave)沥青混合料]和水泥混凝土(碾压混凝土、钢纤维混凝土)的组成设计方法。一些常用的路面材料试验方法则汇总于手册附录中。

手册第二版第三篇的第一章和第二章以及第四篇的第三章和第四章由许志鸿撰写,第四篇的第一和第二章由杨孟余撰写,第六篇及附录由郭忠印撰写,其余篇章由姚祖康撰写。

鉴于编写者的水平,文中定有不少疏漏之处,恳请读者批评指正。

姚祖康

1998 年 9 月

第三版前言

随着我国高速公路建设的飞速发展,公路路面工程在设计、施工和养护方面积累了丰富的经验,技术水平得到了很大的提高。在此期间,交通部发布了许多新修订的路面材料、设计、施工和养护方面的技术规范和规程,如《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》(JTJ 052—2000)、《公路工程集料试验规程》(JTG E42—2005)、《公路路面基层施工技术规范》(JTJ 034—2000)、《公路沥青路面施工技术规范》(JTG F40—2004)、《公路水泥混凝土路面设计规范》(JTG D40—2002)、《公路水泥混凝土路面养护技术规范》(JTJ 073.1—2001)、《公路沥青路面养护技术规范》(JTJ 073.2—2001)。为反映这些进展以适应路面设计的需要,依据新修订规范的内容以及有关研究成果,对《公路设计手册 路面》第二版(于1998年出版)进行了相应的修订。

本手册第三版维持前两版的篇章编排体系,依据在此期间新发布的各规范的修订内容以及国内外的有关研究成果,作了补充和修改。第一篇介绍路面设计系统的基本概念和设计原理,作为设计人员必须掌握的基础知识和参阅其他篇章的引导。第二篇汇集了进行路面设计所需的各种参数(包括交通荷载、环境影响、路基土和路面材料诸方面)的概念、特性、测定方法和数值范围。第三篇介绍路面结构分析的各种计算方法、公式和图表,包括弹性半空间体、弹性层状体系和弹性地基板三种模型;对弹性地基板模型的计算方法和公式结合新设计规范的要求作了补充。第四篇阐述新建路面设计方法,包括结构组合设计、接缝构造和配筋、厚度设计、内部排水和表面特性设计;既介绍我国新发布的水泥混凝土路面设计方法和正在修订的沥青路面设计方法,也介绍国外具有代表性的经验法(美国 AASH-TO 设计方法)和力学—经验法(Shell 法、PCA 法和美国力学—经验法)。第五篇重点介绍现有路面使用性能调查和评定的方法,结合新规范介绍各种加铺层结构的设计方法。结构和材料是路面设计不可分割的两个方面,各种路面混合料的组成设计方法汇集于第六篇。

本手册第三版第三篇第一章和第二章以及第四篇第一章第二节到第五节由许志鸿撰写,第六篇(含附录)由郭忠印和杨群撰写,其余章节由姚祖康撰写。

姚祖康
2006年6月

目 录

第一篇 路面设计概念和原理

第一章 路面结构组成	1
第一节 行车道路面类型和结构层次	1
第二节 路肩类型和结构层次	2
第三节 路面排水	3
第二章 路面使用性能与路面设计	5
第一节 路面使用性能	5
第二节 路面设计的任务和内容	8
第三节 结构设计方法和过程	9
第三章 设计方案的经济评价	11
第一节 费用组成	11
第二节 经济评价方法	12
第四章 结构可靠度分析	15
第一节 可靠度定义和分析模型	15
第二节 极限状态函数的方差组成	18
第三节 目标可靠度	19
参考文献	20

第二篇 路面设计参数

第一章 交通荷载	22
第一节 车辆荷载的特性	22
第二节 交通轴次分析	27
第二章 环境影响	30
第一节 公路自然区划	30
第二节 温度状况	36
第三节 湿度状况	40
第三章 土基	42
第一节 路基土分类	42
第二节 路基土压实度	45
第三节 路基土回弹模量	45
第四节 路基反应模量和加州承载比	50

第四章 路面材料	52
第一节 应力-应变特性	52
第二节 强度特性	61
第三节 疲劳特性	66
第四节 材料参数的变异性	68
第五节 其他材料特性	70
参考文献	71

第三篇 结构分析方法

第一章 弹性半空间体	74
第一节 集中力作用下的应力与位移——布辛氏课题及其推广	74
第二节 圆形均布荷载作用下的应力与位移	75
第二章 弹性多层体系	81
第一节 一般表达式	81
第二节 双层体系	84
第三节 三层体系	89
第四节 多层体系位移的近似表达式	93
第三章 弹性地基板	96
第一节 荷载应力分析	96
第二节 温度应力分析	120
参考文献	128

第四篇 新建路面设计

第一章 沥青路面设计	130
第一节 结构组合设计	130
第二节 我国公路沥青路面厚度设计方法	142
第三节 美国 AASHTO 沥青路面厚度设计方法	149
第四节 SHELL 沥青路面厚度设计方法	155
第五节 美国力学—经验法设计指南	159
第二章 水泥混凝土路面设计	164
第一节 结构组合设计	164
第二节 接缝构造设计	171
第三节 配筋设计	178
第四节 我国水泥混凝土路面厚度设计方法	184
第五节 美国 PCA 水泥混凝土路面厚度设计方法	194
第六节 美国 AASHTO 厚度设计方法	202
第七节 美国力学—经验法设计指南	208
第三章 路面内部排水	213

第一节	内部排水系统布置方案	213
第二节	材料组成	218
第三节	水文分析和水力计算	226
第四章	路面表面特性和设计	232
第一节	路面表面特性	232
第二节	路面抗滑措施设计	237
第三节	降低滚动噪声措施设计	240
	参考文献	242

第五篇 路面状况评定和加铺层设计

第一章	路面状况评定	244
第一节	调查内容和路段划分	244
第二节	路面损坏状况调查和评定	247
第三节	路面结构承载能力评定	253
第四节	平整度量测和评定	261
第五节	抗滑力量测和评定	267
第二章	加铺层设计	270
第一节	旧沥青路面上的沥青加铺层设计	270
第二节	旧水泥混凝土路面上的水泥混凝土加铺层设计	273
第三节	旧水泥混凝土路面上的沥青加铺层设计	279
	参考文献	286

第六篇 材料组成设计

第一章	矿质集料组成设计	288
第一节	集料级配与理论计算式	288
第二节	集料组成设计	289
第二章	沥青混合料组成设计	294
第一节	沥青混合料组成参数	294
第二节	沥青混合料的类别与材料组成	297
第三节	沥青混合料组成设计(马歇尔法)	315
第四节	多孔沥青混凝土组成设计(OGFC)	330
第五节	沥青玛蹄脂碎石(SMA)混合料组成设计	338
第六节	优质路面(Superpave)沥青混合料组成设计方法	342
第三章	水泥混凝土组成设计	357
第一节	路用水泥混凝土的主要类别和组成材料	357
第二节	普通水泥混凝土配合比设计	361
第三节	碾压式水泥混凝土配合比设计	367
第四节	钢纤维混凝土组成设计	369

第四章 稳定类材料组成设计..... 372

第一节 稳定类材料的种类及组成材料..... 372

第二节 稳定类材料组成设计..... 376

参考文献..... 379

附录一 土基回弹模量测试(承载板法)..... 380

附录二 承载比(CBR)试验..... 383

附录三 无机结合料稳定土的击实试验..... 386

附录四 无机结合料稳定土的无侧限抗压强度试验..... 391

附录五 无机结合料稳定土的间接抗拉强度试验(劈裂试验)..... 393

附录六 沥青混合料马歇尔稳定度试验..... 395

附录七 沥青混合料回弹模量间接拉伸试验..... 398

附录八 沥青混合料弯曲试验..... 401

附录九 沥青混合料车辙试验..... 404

附录十 水泥混凝土劈裂抗拉强度试验..... 406

附录十一 水泥混凝土弯拉强度及弯拉弹性模量试验..... 408

第一篇 路面设计概念和原理

第一章 路面结构组成

路面结构由图 1-1-1 中所示的各个部分组成。图中,左半侧为沥青路面,右半侧为水泥混凝土路面。

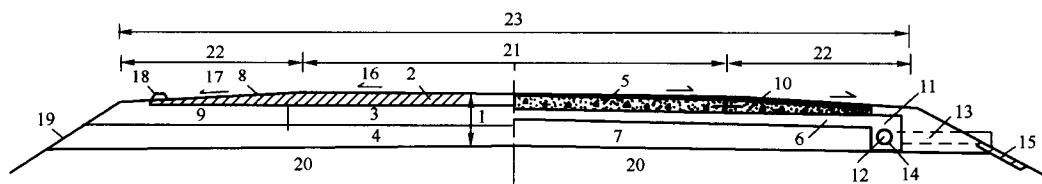


图 1-1-1 路面结构组成横断面(尺寸单位:m)

1-路面结构;2-行车道沥青面层;3-基层;4-垫层;5-行车道水泥混凝土面层;6-排水基层;7-不透水垫层;8-路肩沥青面层;9-路肩基层;10-路肩水泥混凝土面层;11-集水沟;12-纵向排水管;13-横向出水管;14-反滤织物;15-坡面冲刷防护;16-行车道横坡;17-路肩横坡;18-拦水带;19-路基边坡;20-路床;21-行车道宽度;22-路肩宽度;23-路基宽度

第一节 行车道路面类型和结构层次

按面层所用材料的不同,路面可分为沥青路面、水泥混凝土路面、块料路面、粒料路面和复合式路面五类。

各类路面的结构可分为面层、基层和垫层三个主要层次。

面层是直接承受行车荷载作用及大气降水和温度变化影响的路面结构层次,并为车辆提供行驶表面,直接影响行车的舒适、安全性和经济性,并给周围环境带来一定程度的不良影响。因此,面层应具有足够的结构强度和稳定性,良好的表面特性。面层由一层或多层组成,由多层组成时,其上层可为磨耗层或多孔隙透水层,其下层可为整平层、承重层或联结层。

基层主要起承重作用,应具有足够的强度和抗冲刷性。基层厚度大时,可分设两层,分别称为上基层(或基层)和底基层,并选用不同强度(或质量)要求的材料。

在路基土质较差或水温状况不良时,宜在基层之下设置垫层,起排水、防冻胀、扩散应力等作用。基层为排水层时,垫层应采用密级配材料,并能起反滤层作用。

各类路面各结构层次可选用的组成材料如表 1-1-1 所示。

路面类型、结构层次和组成材料的选择,依据道路等级、交通繁重程度、路基承载能力、当地材料供应情况、气候条件(气温、降水和冰冻等)、施工考虑(设备、工艺、分期修建、施工期限和经验等)、寿命周期费用分析、资金筹措等因素,综合考虑和分析后作出决定。

各类路面各结构层可选用的组成材料

表 1-1-1

结构层次	路 面 类 型				
	沥青路面	水泥混凝土路面	复合式路面	块料路面	粒料路面
面层	沥青混合料 沥青表面处治 沥青贯入碎石	普通混凝土 钢筋混凝土 连续配筋混凝土 钢纤维混凝土 预应力混凝土 碾压混凝土	连续配筋混凝土 (下)+沥青混凝土 (上) 设传力杆普通混 凝土(下)+沥青混 凝土(上)	嵌锁式混凝土块 料 整齐或半整齐块 石	级配碎石或砾 石 泥灰结碎石 粒料改善土
基层	水泥或石灰-粉煤灰稳定碎石或砾石 贫水泥混凝土、碾压混凝土 沥青碎石、沥青贯入碎石 水结碎石、级配碎石或砾石 多孔隙水泥或沥青稳定碎石				石灰、水泥或石 灰-粉煤灰稳定土 砂砾
垫层	水泥、石灰或石灰-粉煤灰稳定土 碎石、砂或砂砾				—

第二节 路肩类型和结构层次

路肩设在行车道两侧,供车辆临时或紧急停靠,或者在路面大、中修期间,作为临时车道供车辆行驶。

按面层所用材料的不同,路肩结构可分为沥青路肩、水泥混凝土路肩和粒料或土路肩三类。前两类路肩结构设面层和基层两个层次。

路肩铺面结构应具有一定的承载能力,并应同行车道路面作为一个整体进行结构设计,协调结构层次和组成材料的选用,统一考虑路面和路肩结构的内部排水,提供路面和路肩结构交界面处的良好衔接。

路肩铺面结构的横断面,除图 1-1-1 中所示外,还可参照图 1-1-2 中所示的形式布置。行车间道路面结构的垫层通常按路基全宽铺筑。垫层选用优质材料并透水(细料含量少)时,此垫层材料也可用作路肩铺面的基层。垫层选用非优质材料或者不透水(密级配)时,路肩铺面的面层下应设置透水性基层。行车间道路面结构的基层如也按路基全宽铺筑,路肩铺面的面层可以采用与行车道面层相同的厚度,或者采用较薄的面层,并设置透水性基层。

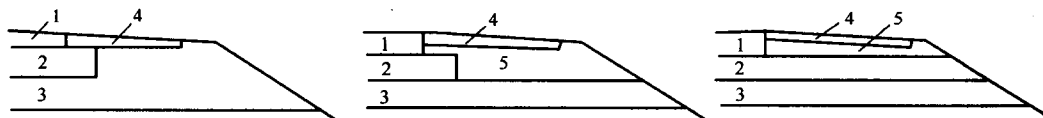


图 1-1-2 路肩铺面结构横断面形式

1-面层;2-基层;3-垫层;4-路肩面层;5-路肩基层(透水性粒料)

第三节 路面排水

通过裂缝、接缝、面层材料孔隙或外露坡面渗入路面结构内的自由水,会降低路基土和路面结构层材料的强度和抗变形能力,导致或加剧(加速)剥落、坑槽、开裂、唧泥、车辙(沥青路面)或错台、断裂、接缝碎裂等病害的出现。因此,路面排水对于保证路面使用性能和使用寿命起着重要的作用,是路面设计时应给予充分重视和考虑的一项重要内容。

路面排水设计包括表面排水和内部排水两部分。

1. 表面排水

(1)横坡

行车道和路肩表面设置横向坡度。行车道的横坡值随路面类型而异(表 1-1-2),单向车道数大于 3 的高速公路,宜采用较大的横坡。路肩的横坡值较行车道横坡值大 1%~2%。右侧硬路肩边缘设拦水带时,其横坡宜采用 5%;或者,在邻近拦水带内缘 0.5~1.0m 宽度范围内将横坡增加到 5%或 5%以上。

行车道路面横坡

表 1-1-2

路面类型	横坡(%)	路面类型	横坡(%)
水泥混凝土、沥青混凝土	1~2	半整齐块料	2~3
其他沥青面层、整齐块料	1.5~2.5	碎石、砾石等粒料	2.5~3.5
		碎石土、砂砾土等	3~4

(2)拦水带

在路堤较高、边坡坡面未做防护而易遭受表面水冲刷,或者坡面虽已采取防护措施但仍有可能遭受冲刷时,应沿路肩外侧边缘设置拦水带(图 1-1-3),汇集路面表面水,而后通过间隔一定距离设置的出水口和急流槽,将表面水排引到边沟。

2. 内部排水

渗入路面结构内部的自由水,可以通过设置透水基层、纵向边缘排水沟和排水管等措施予以排走。

(1)带边缘排水的透水基层排水系统

在面层下设置由开级配碎石或者沥青或水泥处治开级配碎石组成的透水基层,并沿路面边缘设置纵向排水沟和排水管,将透水基层内的自由水排引到边沟,如图 1-1-4 所示。

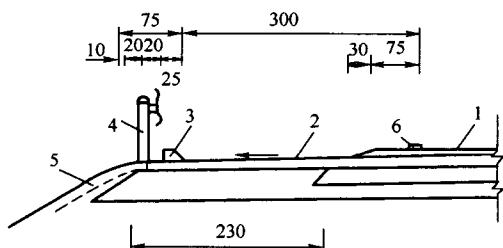


图 1-1-3 拦水带(尺寸单位:cm)

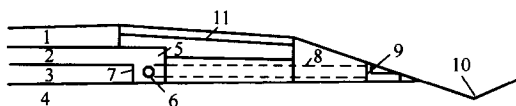


图 1-1-4 带边缘排水的透水基层排水系统

1-行车道;2-硬路肩;3-拦水带;4-护栏;5-草皮铺砌;6-标线

1-面层;2-透水基层;3-不透水隔离层;4-垫层或路基;
5-边缘排水沟;6-排水管;7-土工织物隔离层;8-出水管;
9-直立式端墙;10-边沟;11-路肩面层

(2)全宽式透水基层排水系统

在面层下设置横贯全宽的透水基层,进入透水基层内的自由水横向流出路基坡面,汇入边沟(图 1-1-5)。

(3)纵向边缘排水系统

在路面边缘设置纵向排水沟和排水管或排水板,汇集渗入面层并积聚在层间空隙内的自由水,并通过横向出水管排引到路基边沟(图 1-1-6)。

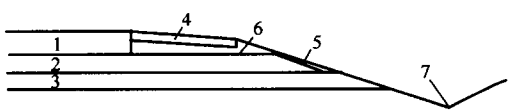


图 1-1-5 全宽式透水基层排水系统

1-面层;2-透水基层;3-不透水隔离层;4-路肩面层;5-坡面防护;6-土工织物隔离层;7-边沟

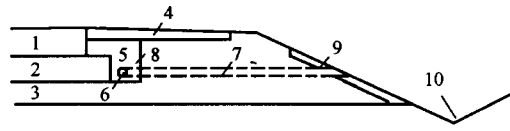


图 1-1-6 纵向边缘排水系统

1-面层;2-耐冲刷的基层;3-底基层或垫层;4-路肩面层;5-排水沟;6-排水管;7-出水管;8-土工织物隔离层;9-平头式端墙;10-边沟

第二章 路面使用性能与路面设计

第一节 路面使用性能

路面使用性能包括功能性能和结构性能两方面。前者主要表现为行驶舒适、行车安全、运行经济以及对环境的不良影响等,而后者则为路面的损坏状况和结构的承载能力。

一、功能性能

1. 行驶舒适性

车辆在路面上行驶的舒适性与路面表面的不平整程度、车辆悬挂系统的振动特性以及乘客对振动的反应和接受能力三方面因素有关。从路面的角度看,影响行驶舒适性的主要是路面的平整度。

路面平整度可定义为路面表面诱使行驶车辆出现振动的高程变化(其纵向起伏的波长范围约为 $0.5\sim 50\text{m}$),它可用仪器进行量测。而乘客对振动的感受和接受能力则带有主观性,往往采用小组评分的方法进行主观评定。

路面使用初期的平整度与施工技术水平(工艺和设备)、施工质量控制、面层构造(如接缝)和材料(如粗集料粒径)等因素有关。而在使用期间,随着车辆荷载的反复作用、周围环境周期变化的影响以及路面龄期的增加,路面的平整度会随各种路面病害的出现而逐渐下降[图 1-2-1(a)]。当平整度(行驶舒适性)下降到某一预定的限值时,路面便不能满足基本功能的要求,而需采取适当的改建措施以恢复其功能。行驶舒适性的限值标准,在很大程度上依据道路等级、交通量和资金条件等确定。

2. 行车安全性

路面在行车安全方面的功能性能包括抗滑(摩阻和漂滑)、溅水和喷雾、夜间亮度或反光性等。

车辆低速行驶($30\sim 50\text{km/h}$)时,路表面的细构造为轮胎胎面提供黏着力。高速行驶时,胎面下的路表面水来不及排除,而在胎面与路表面间形成水膜,使轮胎在水面上漂滑。因而,对于高速行驶的路表面需设置粗构造以迅速排除路表水,使胎面与路表面的细构造相接触而提供足够的抗滑能力。车辙的出现,不利于路表水的排除。在车辙深度超过 $10\sim 13\text{mm}$ 时,会使高速行驶的车辆出现漂滑。

路表面的细构造和粗构造,可以采用不同的仪器进行测定,以摩阻系数(滑移数 SN 或侧向力系数 SFC)和平均构造深度等指标表征。随着行驶车轮的不断磨耗作用,路表面细构造和粗构造的抗滑能力会逐渐下降[图 1-2-1(b)]。当抗滑能力指标下降到危及行车安全的水平时,便需采取措施以恢复其抗滑功能。

路面表面水在高速行驶车轮的滚压下,会向两侧和后方喷溅,影响后随车辆的视线,并可能危及行车安全。路表面的粗构造或者透水性上面层,可加速路表水的排除,也可相应减轻溅水和喷雾现象,从而保障行车安全。

3. 运行经济性

车辆在路上行驶的运行费用主要包括燃油、轮胎、车辆维修配件和工时等消耗。道路线形(平面、纵断面和横断面)和交通状况对于车辆的运行费用有较大的影响,而路面的表面状况,如粗构造、宏构造和不平整等,也影响到车辆的运行费用。因而,车辆运行的经济性与路面的平整度有关。

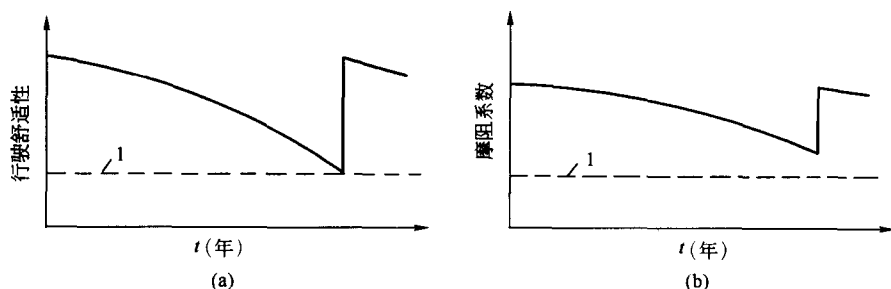


图 1-2-1 路面功能性能随时间的变化

(a)平整度;(b)抗滑能力

1-最低可接受水平

4. 对环境的不良影响

道路交通噪声是环境噪声污染的最主要来源。随着交通的增长,降低交通噪声对人们工作、生活以及生理和心理健康的不良影响,成为公众日益关注的问题。交通噪声产生于以车辆发动机为主的动力系统以及轮胎与路表面间的滚动接触。滚动接触噪声一方面来源于车辆驶过时轮胎前缘和后缘的空气压力差产生的涡流所引起的空气泵吸作用,另一方面则产生于轮胎胎面花纹与不规则路表面间的相互撞击。降低噪声应从汽车、轮胎和路面表面三方面着手。而在路面表面方面,影响轮胎一路表面噪声产生的主要因素为表面构造及其声阻抗(或声吸收)。

孔隙率低于8%的密实路表面,可高度反射噪声,其声阻抗接近于无限大,因而这种路表面的噪声生成仅取决于其表面构造。波长处于1~500mm范围内的表面构造(粗构造和宏构造)可以产生噪声,改进施工工艺和采用小粒径的集料,可以降低宏构造。

对于多孔隙的路表面,噪声不仅同表面构造有关,也与其声吸收性能有关,而且后者对路表面的声学性能更为重要。多孔表面的声吸收,主要取决于多孔层的孔隙率和厚度。孔隙率应尽可能高,一般要求大于20%,最好达到25%以上,以高度吸收宽频带的噪声。薄多孔层宜于吸收高频噪声,而厚多孔层则吸收低频噪声较为有效。

二、结 构 性 能

1. 损坏状况

路面结构的损坏状况,反映路面结构在行车荷载和自然因素作用下保持其结构完整性或完好的程度。

路面在使用过程中出现的各种损坏可归纳为以下四大类(表 1-2-1):

- (1)裂缝或断裂类——路面结构的整体性受到破坏;
- (2)永久变形类——路面结构虽仍保持完整,但其形状产生较大变化而影响使用性能;
- (3)表层损坏类——路面表层部分面积出现的局部缺陷;

(4)接缝损坏类——水泥混凝土路面接缝及其邻近范围出现的损坏。

路面损坏类型

表 1-2-1

类 别	沥 青 路 面	水 泥 混 凝 土 路 面	粒 料 路 面
裂缝或断裂类	纵向、横向裂缝 龟裂或网裂 块裂 反射裂缝	纵向、横向、斜向裂缝 角隅裂缝 交叉裂缝	—
永久变形类	车辙 波浪(搓板) 沉陷 冻胀隆起 推移	沉陷 冻胀隆起	波浪(搓板) 沉陷 冻胀隆起 车辙 平路拱或倒路拱
表层损坏类	泛油 松散 坑槽 磨损、露骨	纹裂、起皮 网裂(碱-硅反应) 坑洞 磨损、露骨	松散 坑槽
接缝损坏类	—	唧泥、错台 接缝碎裂 填缝料失效或丧失 拱起 耐久性裂纹	—

路面损坏状况用类型、严重程度和范围(或密度)三方面属性表征,并采用单项损坏类型指标或综合指标进行评定。路面损坏状况程度随时间而发展[图 1-2-2(a)],采用日常保养和维修措施可以延缓路面损坏的发展速度。路面结构出现损坏,会在不同程度上影响路面的平整度。当路面损坏状况恶化到某一预定水平时,便需采取改建措施以恢复其结构完整性和使用性能。

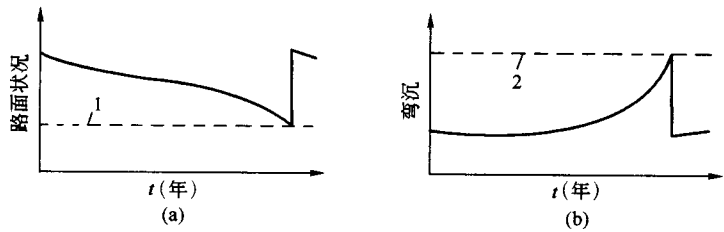


图 1-2-2 路面结构性能随时间的变化

(a)损坏状况;(b)承载能力

1-最低可接受水平;2-最大可接受水平

2. 结构承载能力

路面结构的承载能力,通常指路面在达到预定的损坏状况(水平)之前还能承受的行车荷载作用次数,或者还能使用的年数。因而,路面在使用过程中,其承载能力随已经受的行车荷