

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 张彩利 张雪华 主编
郑南翔 主审



人民交通出版社

China Communications Press



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

Luji Lumian Gongcheng

ISBN 7-114-07111-1

宋金华 张彩利 张雪华 主编
 郑南翔 主审



人民交通出版社

China Communications Press

内 容 提 要

本教材系根据我国最新颁布的道路工程的有关技术标准、规范,并吸收近几年来取得的科技成果编写而成。全书共分十七章,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,一般路基设计、路基稳定性分析、挡土墙设计和道路排水设计,路面结构力学分析、沥青路面和水泥混凝土路面结构设计,路基工程施工、各类路面结构层的材料组成与施工技术,路基路面工程管理等内容。

本书为高等院校土木工程类(交通土建工程方向)、道路桥梁与渡河工程、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、港口及航道工程等本科教材,也可作为成人教育有关专业教材,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,张彩利,张雪华主编. -北京:人民交通出版社,2006.8
ISBN 7-114-06071-8

I.路… II.①宋…②张…③张… III.①路基-道路工程②路面-道路工程 IV.U416

中国版本图书馆CIP数据核字(2006)第074538号

书 名:路基路面工程
著 者:宋金华 张彩利 张雪华
责任编辑:张征宇 赵瑞琴
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:北京宝莲鸿图科技有限公司
开 本:787×1092 1/16
印 张:32.75
字 数:814千
版 次:2006年9月 第1版
印 次:2006年9月 第1次印刷
书 号:ISBN7-114-06071-8
印 数:0001-3000册
定 价:58.00元

(如有印刷、装订质量问题的图书由本社负责调换)

交通版

高等学校土木工程专业规划教材

编委会

主任委员: 阎兴华

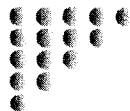
副主任委员: 张向东 李帼昌 魏连雨 赵 尘

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、全球经济一体化趋势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,着力提高高等教育的水平 and 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,目前这套规划教材已陆续出版。

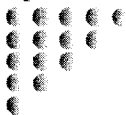
这套教材包括“土木工程概论”、“建筑工程施工”等31门课程,涵盖了土木工程专业的专业基础课和专业课的主要系列课程。这套教材的编写原则是“厚基础、重能力、求创新,以培养应用型人才为主”,强调结合新规范、增大例题、图解等内容的比例并适当反映本学科领域的新发展,力求通俗易懂、图文并茂;其中对专业基础课要求理论体系完整、严密、适度,兼顾各专业方向,应达到教育部和专业教学指导委员会的规定要求;对专业课要体现出“重应用”及“加强创新能力和工程素质培养”的特色,保证知识体系的完整性、准确性、正确性和适应性,专业课教材原则上按课群组划分,不同专业方向分别考虑,不在一本教材中体现多专业内容。

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,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

2005年8月



我国的道路建设正面临着一个新的发展时期。道路交通量和轴载的迅速增长,对行车速度和舒适性的要求不断提高。路基和路面是道路工程最主要的结构物,它对行驶质量、道路建设和营运的经济性以及行车安全等,都有至关重要的作用。为适应这一发展的需要,近年来,随着公路和城市道路工程建设的发展,特别是大量高等级道路的修建,促进了路基路面工程技术的发展。我国在路基和路面工程的设计理论和方法、建筑材料和施工工艺、养护技术和管理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。

本教材力争反映本领域最新的科学技术成就,吸收国内外成功的经验和先进的理论与方法,并且以我国最新出版的有关工程技术标准、规范为依据,叙述路基路面工程中的关键技术,以达到理论联系实际的目的。教材的内容着眼于使学生掌握路基、路面工程的基本概念、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及技术要领,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,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。

本课程是一门理论与实践并重、工程性较强的课程,讲授本课程除了系统的课堂教学之外,应配合实地参观、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接受能力。

本教材根据“交通版普通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。全书共17章,第一、十、十一、十二、十四、十五章由河北工业大学宋金华编写,第二、三、四、五章由兰州理工大学李萍、司晓丽编写,第六、七章由上海应用技术学院张雪华编写,第八、九章由河北工业大学张彩利编写,第十三章由河北理工大学马立杰编写,第十六章由天津城市建设学院董鹏编写,第十七章由河北工业大学马士宾编写。

全书由河北工业大学宋金华担任统稿工作,由长安大学郑南翔主审。

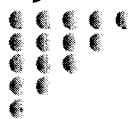
本书采用国家法定计量单位,即国际单位制(SI)。进行公制与国际单位制换算时,为计算简便,重力加速度一律取为 10m/s^2 。

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。

河北工业大学 宋金华

2006年5月

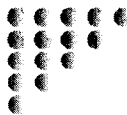
目录 MULU



第一章 路基路面工程总论	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	4
第三节 路基路面工程的特点与内容	9
第二章 行车荷载分析	13
第一节 车辆的类型和轴载	13
第二节 车辆的静力荷载作用	16
第三节 行车荷载的动态影响	16
第四节 交通量调查与分析	18
第三章 环境因素分析	22
第一节 公路自然区划	22
第二节 路基湿度状况分析	25
第三节 路面温度状况分析	33
第四章 路基力学特性分析	37
第一节 路基土的变形特性	37
第二节 土基承载能力指标	41
第五章 路面材料的力学特性分析	45
第一节 强度特性	45
第二节 疲劳特性	48
第三节 变形特性	53
第六章 一般路基设计	58
第一节 路基的病害和设计要求	58
第二节 路基土的分类与填料选择	62
第三节 一般路堤和路堑设计	68
第四节 路基防护与加固工程设计	75
第七章 路基稳定性设计	91
第一节 路基边坡稳定性分析原理与方法	91
第二节 条分法	96
第三节 地基稳定性分析	109
第八章 路基挡土墙设计	116
第一节 挡土墙的类型、构造和布置	116

第二节	土压力计算	122
第三节	挡土墙的稳定性验算	129
第四节	加筋土结构	135
第五节	其他轻型挡土墙结构	141
第九章	道路排水工程设计	150
第一节	概述	150
第二节	路基排水设计	151
第三节	路面排水设计	163
第十章	路面结构力学分析	170
第一节	弹性层状体系理论	170
第二节	弹性层状体系应力和位移状况分析	175
第三节	弹性地基板的荷载应力分析	179
第四节	弹性地基板的温度应力分析	189
第十一章	沥青路面结构设计	194
第一节	概述	194
第二节	损坏形式与设计控制指标	196
第三节	路面结构组合设计	200
第四节	新建沥青路面结构层厚度设计	207
第五节	沥青路面改建设计	228
第十二章	水泥混凝土路面结构设计	232
第一节	概述	232
第二节	损坏模式和设计标准	234
第三节	路面结构组合设计	236
第四节	接缝构造设计	242
第五节	混凝土路面配筋设计	246
第六节	面层板厚度和平面尺寸的设计	249
第七节	水泥混凝土路面加铺层设计	258
第十三章	路基工程施工	269
第一节	概述	269
第二节	路堤施工	274
第三节	路堑施工	283
第四节	特殊地区路基施工	295
第十四章	路面基层施工	304
第一节	概述	304
第二节	基层材料与材料组成设计	307
第三节	半刚性基层施工	317
第四节	粒料类基层施工	329
第五节	柔性基层与刚性基层	335
第十五章	沥青路面施工	339
第一节	概述	339

第二节	沥青路面材料	344
第三节	沥青混合料配合比设计	367
第四节	沥青混凝土面层施工	381
第五节	其他沥青面层施工	389
第六节	透层、粘层与封层	399
第七节	施工质量管理与检查验收	405
第十六章	水泥混凝土路面施工	417
第一节	水泥混凝土路面材料要求	417
第二节	水泥混凝土配合比设计	425
第三节	路面混凝土施工	431
第四节	块料及其他类型混凝土路面	444
第十七章	路基路面工程管理	449
第一节	工程质量检验与评定方法	449
第二节	路基路面工程质量检查与评定	453
第三节	路面使用性能检测与评价	469
第四节	路面养护管理系统简介	482
第五节	路基路面工程养护与维修	487
参考文献	508



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

道路主要是由路基和路面结构组成的一种线形工程构造物。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。由于地形、地质和经济条件的限制,道路中线在平面上有弯曲,在竖直方向上有起伏,因此它是一条空间几何线,其形状称为道路的线形。

路基是在地表按照道路路线位置和一定技术要求开挖或填筑而成的岩土结构物。路基是由路基本体和路基设施组成。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必要附属工程设施,包括排水、防护、支挡和加固设施等。

路面是一种由多层次结构层组成的复合结构物,是在路基顶面的行车部分用各种混合料铺筑而成的层状结构物。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步铺设垫层、基层和面层等结构层。

路基和路面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行驶之用的部分,它的好坏直接影响行车速度、安全和运输成本。路基是道路的主体,贯穿于道路全线,与沿线的桥梁、涵洞和隧道等相连接。

路基是路面的基础,路面靠路基来支承。没有稳固的路基就没有稳固的路面。坚强而又稳定的路基为路面结构长期承受汽车荷载提供了重要保证。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深度范围内的路基,称之为路基工作区;而直接位于路面结构层下 80cm 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,从而减薄路面的厚度,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、气温状况)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,路基路面将发生严重的破坏。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,水平力又分为纵向和横向两种,此外,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(某一层或某一点)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、车辙及波浪等破坏,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、拉应力和剪应力等,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,由于路面建筑于路基顶面,袒露于大气之中,因此还经常受到水分湿度、大气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、波浪等永久变形,低温时沥青面层出现收缩、变脆而开裂;半刚性基层低温(或干燥)收缩产生反射裂缝;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易产生翻浆。

大气降水使路面结构内部的湿度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,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。

为了保证和尽量延长路面使用年限,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快,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、表面粗糙的粒料以及具有良好粘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,以及因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、减速和转向有关。

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,会产生轮胎与路面滚动接触噪声。这种噪声是交通噪声的一部分,是环境噪声污染的一个来源。随着交通的增长,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。在路面表面方面,影响轮胎与路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孔隙路面(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,因车轮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,因而,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。

第二节 路基路面结构与构造

路基路面的构造,通常用横断面图来表示。路基除本体(基身)外,还应包括保证其正常工作所需的排水、防护、支挡与加固设施,以及路侧的取土坑和弃土堆等。在各种车道(包括行车道、变速车道和爬坡车道等)、路缘带和硬路肩等处均应铺筑路面。路面设置在路基顶部的路槽内,可由一层或数层(面层、基层和垫层等)组成,并要考虑排水等措施。

一、路基结构组成

路基是在原地面上按道路的设计线形(平面位置)和设计横断面(路基的宽度、高度及边坡度等几何尺寸)的技术要求开挖或填筑并压实而成的岩土结构物。路基断面形式,一般分为填方路基、挖方路基和半填半挖路基等。路基结构组成及各部名称如图 1-1 所示。

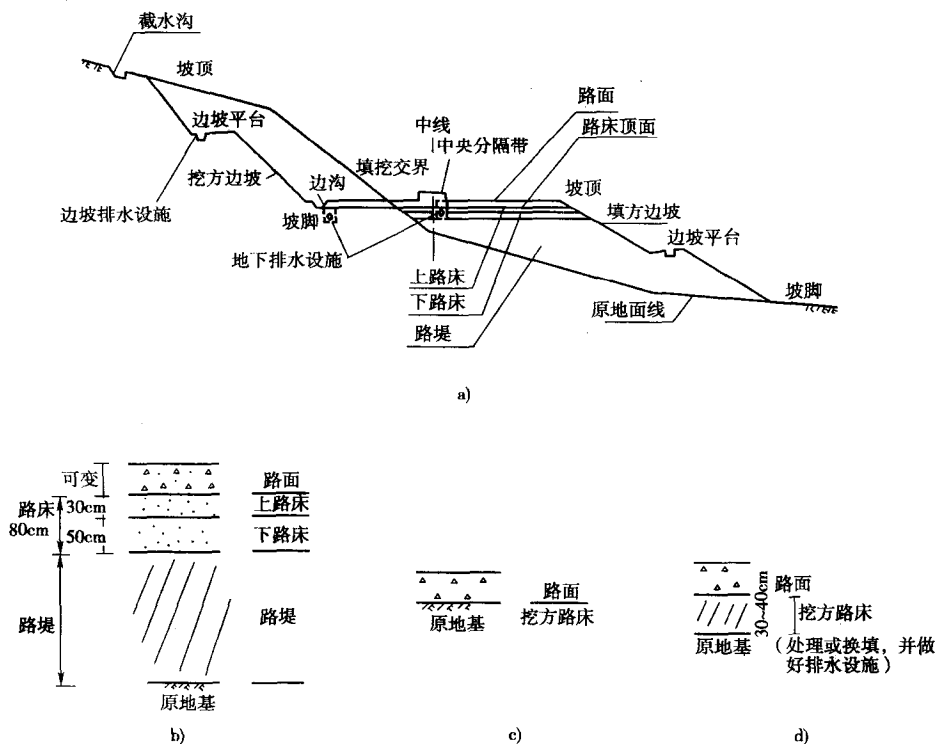


图 1-1 路基结构组成横断面图

- a) 路基横断面各部名称; b) 填方路基剖面各部名称; c) 地基良好(岩石、砂砾土)挖方路基剖面各部名称; d) 地基不良挖方路基剖面各部名称

二、路面结构组成与类型

路面是用各种坚硬材料或混合料分层修筑在路基顶面供车辆行驶的层状结构物,直接经受车辆荷载与自然因素综合作用,路面的性能应能满足车辆安全、迅速、舒适的行驶要求。路面通常由路面体、路肩、路缘石、中央分隔带及路面排水等组成。路面体在横向又分为行车道、人行道及路缘带。路面按结构层次可分为面层、基层和垫层等主要层次,由图 1-2 所示的各个部分组成。

1. 路面结构层及其功能

(1) 面层

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铺面结构层次,并为车辆提供行驶表面,直接影响行车的舒适性、安全性和经济性,给周围环境带来不同程度的负面影响。路面的使用品质及车辆的行驶质量主要取决于面层。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。面层可由一层或多层组成,其上层可为磨耗层,其下层可为承重层、联结层或整平层。

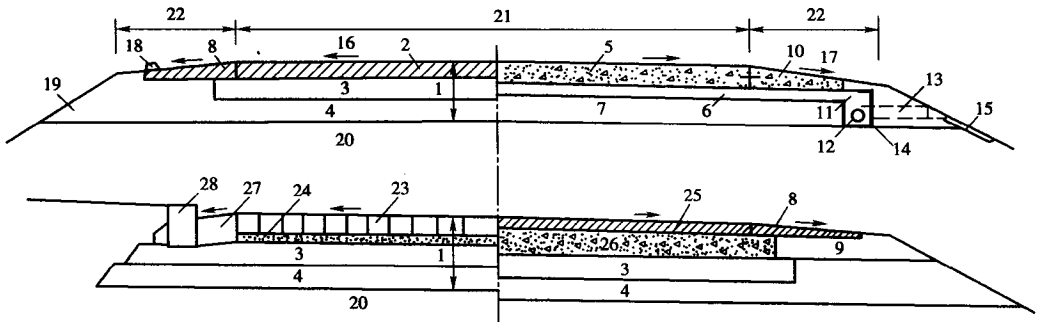


图 1-2 路面结构组成横断面图

1-路面结构;2-沥青面层;3-基层;4-垫层;5-水泥混凝土上面层;6-排水基层;7-不透水垫层;8-沥青路肩面层;9-路肩基层;10-水泥混凝土路肩面层;11-纵向集水沟;12-纵向集水管;13-横向排水管;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-块料面层;24-砂垫层;25-沥青上面层;26-连续配筋混凝土下面层;27-平石;28-侧石

(2) 基层

基层起支承面层的作用,主要承受由面层传下来的行车荷载垂直力的作用,并把它扩散到垫层和土基,故基层应具有足够的强度和刚度。基层受气候因素的影响虽不如面层强烈,但由于仍可能受到地下水和路表水的渗入,其结构还应有足够的水稳性。基层顶面也应平整,具有与面层相同的横坡,以保证面层厚度均匀。基层厚度大时,可分设两层,分别为上基层和底基层,并选用不同强度或质量要求的材料。

(3) 垫层

在路基土质较差、水温状况不良时,或者在路面结构厚度小于最小防冻厚度要求时,应在路基与基层(底基层)之间加设垫层,起排水、隔水、防冻胀和扩散应力等作用。垫层可采用颗粒材料(如砂砾、煤渣等)或无机结合料稳定粗粒土等铺筑。垫层应比基层(基层)每侧至少宽出 25cm,或与路基同宽。

(4) 土基或路床

路基是路面结构的支承结构物,其本身应具有足够的整体稳定性,不出现过量的沉降变形和不均匀沉降变形。路床处于行车荷载的影响深度范围内,其强度和水稳性可直接影响对路面结构的支承条件。在路床土的强度和水稳性不足时,应采取改善路床土(如无机结合料稳定土)、设置排水系统、进行充分压实等措施。

2. 路面结构层类型

组成路面面层的材料,可分为沥青混合料、水泥混凝土、粒料和块料四种类型。而按面层所用材料的不同,可将路面分为沥青路面、水泥混凝土路面、粒料路面、块料路面和复合式路面五类。各类路面各结构层次可选用的组成材料如表 1-1 所示。

(1) 沥青面层

沥青面层可分为由沥青和集料拌和、碾压而成的沥青混合料,沥青和集料分层撒铺、碾压而成的沥青表面处治以及沥青贯入碎石集料层的沥青贯入碎石三种类型。沥青混合料具有

较好的使用品质,可用作高等级道路的面层。它们通常分为上、下两层。上面层(或表面层)起磨耗层的作用,应具有良好的表面特性(抗滑、平整、低噪声),通常采用较细的集料、较多的沥青用量,混合料密实不透水,也可做成多孔隙排水性表面层。下面层称作联结层,起承重作用,可采用较粗的集料,在层厚超过 8cm 时,需分两层摊铺碾压,这时分别称此两层为中面层和下面层。沥青贯入(稳定)碎石含有较多空隙,用作面层时,应加铺封层,也可作为优质沥青路面的柔性基层使用。沥青表面处治主要起封层和磨耗层的作用,用以改善路面的行驶条件。

各类路面各结构层次可选用的组成材料

表 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	沥青混凝土、 沥青碎石、 沥青贯入式、 沥青表面处治及封层	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 + 沥青混凝土、 碾压混凝土 + 沥青混凝土	嵌锁式混凝土块料、 整齐或半整齐块石、 泥灰结碎石	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粒料,贫水泥混凝土; 沥青碎石、沥青贯入(稳定)碎石; 水结碎石、泥灰结碎石				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				

(2)水泥混凝土面层

水泥混凝土面层可分为普通水泥混凝土、钢筋混凝土、连续配筋混凝土、钢纤维混凝土、预应力混凝土和碾压混凝土六种类型。这类面层具有强度高、刚度大、使用寿命长的特点,能承受较繁重的车辆荷载的作用。

(3)块料面层

块料面层可由整齐或半整齐的石块、嵌锁式水泥混凝土预制块料或其他材料块料铺砌而成。面层下需铺设薄砂垫层,以调节砌块高度,形成块料间的嵌挤作用。这类面层可按不同图案和色彩铺筑,能承受较重的荷载,但表面平整度较差。

(4)复合式面层

复合式面层系由水泥混凝土(连续配筋混凝土或设传力杆水泥混凝土)做下面层,沥青混合料做上面层组成。这类面层综合了水泥混凝土强度高、寿命长和沥青混合料舒适性好、便于修补的长处,是一种经久耐用的优质面层。

(5)粒料面层

粒料面层由各种碎石或砾石混合料组成,其顶面需铺设砂粒磨耗层。这类面层仅限于在偏远且交通量小的局部地区采用,并及时根据需要进行改建或提高。

3.路面面层类型的适用范围

路面面层类型的选用应符合表 1-2 的规定。