



国家示范性高等职业院校课程改革教材

# 沥青混凝土路面施工

(道路桥梁工程技术专业用)



◎ 主编 于国锋

◎ 主审 欧阳伟



人民交通出版社  
China Communications Press

国家示范性高等职业院校课程改革教材

Liqing Hunningtu Lumian Shigong

# 沥青混凝土路面施工

(道路桥梁工程技术专业用)

于国锋 主编

欧阳伟 主审

人民交通出版社

## 内 容 提 要

本书是国家示范性高等职业院校课程改革教材。全书共设置六个相对独立的学习情境,以典型工作任务驱动的方式,学习工作过程、技术实践知识和技术理论知识,实现工作与学习的整合,理论与实践的整合,专业能力、方法能力和社会能力的整合。这六个学习情境是:识读沥青路面施工图,核算工程量;沥青混合料配合比设计;编制沥青路面施工组织设计;沥青混凝土路面施工放样;组织沥青混合料路面施工;沥青混凝土路面质量检查与验收。

本书是高职高专院校道路桥梁工程技术专业教学用书,也可作为职业技能培训教材使用,供从事路桥工程施工的技术人员和管理人员参考使用。

### 图书在版编目 (CIP) 数据

沥青混凝土路面施工 / 于国锋主编. —北京:人民交通出版社, 2009. 11

ISBN 978 - 7 - 114 - 07968 - 9

I. 沥… II. 于… III. 沥青路面:水泥混凝土路面 - 工程施工 IV. U416. 217

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 156053 号

国家示范性高等职业院校课程改革教材

书 名: 沥青混凝土路面施工 (道路桥梁工程技术专业用)

著 者: 于国锋

责任编辑: 周往莲

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) 59757969, 59757973

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: 北京市密东印刷有限公司

开 本: 787 × 1092 1/16

印 张: 9.25

字 数: 221 千

版 次: 2009 年 11 月第 1 版

印 次: 2009 年 11 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 978-7-114-07968-9

定 价: 30.00 元

(如有印刷、装订质量问题的图书由本社负责调换)

# 道路桥梁工程技术专业课程改革教材 编审委员会

主任:张亚军

副主任:王彤 徐雅娜

委员:欧阳伟 于仁财 姚丽 赵永生 李云峰

于国锋 于忠涛 刘存柱 吴青伟 郑宝堂

董天文 马真安 张辉 李立军 王力强

朱芳芳 才西月 高宏新 韩丽馥 李波

郝晓彬 马亮 毛海涛 王卓娅 王加弟

李光林 张新财 刘云全 王奕鹏 李荫国

孙守广 李连宏 杨彦海 赵晖 胥繁荣

付勇 谷力军 戴国清

## 序 言

《教育部关于全面提高高等职业教育教学质量的若干意见》(教高[2006]16号)明确指出:“高等职业教育作为高等教育发展中的一个类型,肩负着培养面向生产、建设、服务和管理第一线需要的高技能人才的使命”。探索类型发展道路、构建高技能人才培养模式、开发特色教学资源,是高职院校的历史责任。

2006年,辽宁省交通高等专科学校进入国家首批高等职业教育示范院校建设行列,道路桥梁工程技术专业是重点建设专业之一。几年来,该专业团队积极在“类型”概念下探索高等职业教育教学资源建设模式和“高技能人才”培养规格及培养模式。通过对公路建设工程整个过程的各阶段的职业岗位和典型工作任务的调研、分析、论证,确定了面向施工一线的道路桥梁工程技术专业高技能人才的专业能力规格,即工程勘察与初步道桥设计、工程概算与招投标、材料试验与检测、道桥工程施工与组织、质量验收与评定“五项能力”规格,并结合北方地域气候特点,构建了教学安排与施工季节相结合,教学内容与施工过程相结合,校内实训与企业顶岗实习相结合的“三个结合”人才培养模式。针对“五项能力”,按照“三个结合”,着眼于实际操作、技术跟踪、综合素质,系统开展课程体系、课程内容改革,并进行相应的教学资源建设,力图通过“在学习中工作,在工作中学习”的教学过程,实现高技能人才的培养目标。

本次出版的系列教材,是专业课程改革和教学资源建设的阶段性成果,是国家示范性建设成果的组成部分,也是全体专业教师、一线工程技术人员共同的智慧结晶和劳动成果。

在教材的开发过程中,得到教育部、国家示范性高等职业院校建设工作协作委员会、辽宁省教育厅等各级领导和诸多专家的关心指导,得到众多企业、行业及兄弟院校的大力支持,在此一并致以崇高的谢意!

由于开发时间短,教学检验尚不充分,错误和不当之处难免,敬请专家、同行指教!

道路桥梁工程技术专业教材开发组  
二〇〇九年四月

# 前 言

“沥青混凝土路面施工”是以职业能力培养为核心,基于行动导向的职业教育理念,以沥青混凝土路面的施工过程为主线编写的适应道路桥梁工程技术专业高等职业教育的教材。本教材以国家和交通部颁发的最新技术标准、规范和试验规程为依据,以职业岗位工作目标为切入点,紧紧围绕沥青混凝土路面施工过程编写的,在编写过程中,注重理论联系实际,强化实用性和可操作性,重点突出行业岗位对从业人员知识结构和职业能力的要求,充分体现高等职业教育的特点。

本教材具有以下特点:

1. 教材以行动为导向,以工学结合人才培养模式改革与实践为基础,按照典型性、对知识和能力的覆盖性、可行性原则,遵循认知规律与能力形成规律,设计教学载体,梳理理论知识,明确学习内容,使学生在职业情境中“学中做、做中学”。

2. 打破传统教材按章节划分理论知识的方法,将理论知识按照沥青混凝土路面施工进行重构,通过任务的完成使学生学有所用,学以致用,与传统的理论灌输有着本质的区别。

3. 教材体现了以学生为主,老师为辅。通过专业教室与多媒体教学设备的运用,引导学生自学、资料查阅、相互交流,老师只起引导和指导作用。

4. 教材体现了以学习过程进行教学评价,强调学生的过程成绩,彻底打破了期末笔试定成绩的传统。

5. 教材内容充分体现新知识、新技术、新工艺和新方法,突出工艺要领和操作技能的培养,具有超前性和先进性。

本书共分六个学习情境分别是:学习情境1 识读沥青路面施工图、核算工程量;学习情境2 沥青混合料配合比设计;学习情境3 编制沥青路面施工组织设计;学习情境4 沥青混凝土路面施工放样;学习情境5 组织沥青混合料路面施工;学习情境6 沥青混凝土路面质量检查与验收。

本书由辽宁省交通高等专科学校于国锋制定编写大纲并担任主编,辽宁省交通高等专科学校郝晓彬、王卓娅、李俊丹、韩丽馥、安丰利等参与了本书的编写。具体分工如下:于国锋编写引言、学习情境1;李俊丹编写学习情境2;王卓娅编写学习情境3;韩丽馥编写学习情境4;郝晓彬编写学习情境5;安丰利编写学习情境6;最后由于国锋进行统稿。

全书由辽宁省交通高等专科学校欧阳伟担任主审。

在本书编写过程中,参考和引用了大量有关文献资料,在此对原作者顺致谢意。

由于时间仓促,水平有限,书中内容难免存在缺点和错误,敬请读者批评指正。

编 者  
2009年5月

# 目 录

引言	1
本课程的性质与研究对象	1
路面工程的特点	1
我国路面工程发展简介	2
路面结构及层位功能	2
路面的等级与分类	5
沥青路面	6
本课程的常用术语	8
<b>学习情境 1 识读沥青路面施工图,核算工程量</b>	<b>11</b>
项目引导	12
任务 1 计算累计当量轴次	14
任务 2 计算设计弯沉值	16
任务 3 确定土基回弹模量	17
任务 4 路面结构设计	20
任务 5 确定材料模量	23
任务 6 计算新建沥青路面厚度	24
任务 7 计算层底拉应力	25
任务 8 编写沥青面层工程量清单	27
<b>学习情境 2 沥青混合料配合比设计</b>	<b>29</b>
项目引导	30
任务 1 确定工程设计级配范围	31
任务 2 材料选择与准备	32
任务 3 矿料配比设计	39
任务 4 马歇尔试验	39
任务 5 确定最佳沥青用量(或油石比)	44
任务 6 配合比设计检验	46
任务 7 编制配合比设计报告	48
<b>学习情境 3 编制沥青路面施工组织设计</b>	<b>49</b>
项目引导	50
任务 1 施工设备的选型与配套	52
任务 2 编制沥青混合料生产工艺	62
任务 3 编制沥青路面施工工艺	67
<b>学习情境 4 沥青混凝土路面施工放样</b>	<b>76</b>
项目引导	77

任务 1 面层施工测量的准备 .....	77
任务 2 面层施工测量的实施 .....	78
<b>学习情境 5 组织沥青混合料路面施工 .....</b>	<b>80</b>
项目引导 .....	81
任务 1 铺筑试验路段,编写路面开工报告 .....	81
任务 2 沥青混合料路面施工 .....	85
<b>学习情境 6 沥青混凝土路面质量检查与验收 .....</b>	<b>117</b>
项目引导 .....	118
任务 1 沥青路面几何尺寸检测 .....	121
任务 2 检测沥青混凝土面层厚度 .....	123
任务 3 检测沥青混凝土路面压实度 .....	124
任务 4 检测沥青混凝土路面平整度 .....	125
任务 5 检测沥青混凝土路面弯沉 .....	127
任务 6 检测沥青混凝土路面抗滑性能 .....	133
任务 7 检测沥青混凝土路面渗水系数 .....	136
<b>参考文献 .....</b>	<b>138</b>



## 本课程的性质与研究对象

“沥青混凝土路面施工”课程是高职高专道路桥梁工程技术专业的核心课程,通过本课程的学习,使学生掌握沥青混凝土路面的基本原理、施工程序、施工方法。通过完成本课程安排的项目,使学生具有路基工程施工与组织的能力。

本课程的主要研究对象是沥青混凝土路面工程施工,根据沥青混凝土路面施工的工作过程,设计了“识读沥青路面施工图,核算工程量”,“沥青混合料配合比设计”,“编制沥青路面施工组织设计”,“沥青混凝土路面施工放样”、“组织沥青混合料路面施工”和“沥青混凝土路面施工质量检查与验收”六个相对独立的学习情境,在每个学习情境中安排一个阶段项目。通过完成阶段项目来学习相关的知识,训练相应的技能,实现能力培养的目标。

为了更好地完成学习任务,首先对本课程涉及的相关内容作一定的阐述。

## 路面工程的特点

路基和路面是道路的主要工程结构物。路面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。路面结构层的存在保护了路基,使之避免了直接经受车辆和大气的破坏作用,长久处于稳定状态。而坚强又稳定的路基为路面结构长期承受汽车荷载提供了重要的保证,由此可见,路基和路面是相辅相成的、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。

路面工程是道路工程的主要组成部分,路面的好坏直接影响行车速度、运输成本以及行车的安全性和舒适性。例如将沥青路面同砂石路面相比,行车速度一般可以从 30km/h 提高到 50~60km/h,油料消耗约降低 15%~20%,轮胎行驶里程增加约 20%,运输成本下降约 18%~20%,同一类型的路面因施工和养护质量的优劣,也会使运输效率与成本以及服务质量产生很大差异。此外,路面结构在道路造价中所占比重很大,一般都要达到 30% 左右。因此,精心设计,精心施工,使路基路面能长时期具备良好的使用性能,对节约投资,提高运输效益,具有十分重要的意义。

路基路面是一项线形工程,有的公路延续数百公里,甚至上千公里。公路沿线地形起伏,地质、地貌、气象特征多变,再加上沿线城镇经济发展程度与交通繁忙程度不一,因此决定了路面工程复杂多变的特点。工程技术人员必须掌握广博的知识,善于识别各种变化的环境因素,恰当地进行处理,才能建造出理想的路面工程结构。

现代化公路运输,不仅要求道路能全天候通行车辆,而且要求车辆能以一定的速度,安全、舒适

而经济地在道路上运行。这就要求路面具有良好的使用性能,提供良好的行驶条件和服务水平。

## 我国路面工程发展简介

### 一、路面的材料和结构

我国路面工程材料和结构的发展大致经历了三个阶段。

第一阶段:以恢复原有的公路和加快建设一些干线道路,解决通车问题为特征。

第二阶段:在公路里程快速增长的同时,以改善路面行驶质量,提高车速,减轻养护为特征。

第三阶段:随着交通量的迅速增长,以提高路线和路面等级,改建和新建高等级公路,开始建设高速公路为特征。

### 二、路面设计理论与方法

路面设计方法经历了从经验法到理论法的发展过程。我国从 20 世纪 70 年代开始研究适合我国国情的理论设计法,并取得了系统实用的成果。如柔性路面设计采用以多层弹性层状体系理论为基础、以路表回弹弯沉值为设计控制指标,并对层底弯拉应力和上层破裂面剪应力进行验算的设计方法。刚性路面设计采用以弹性半无限地基上小挠度薄板理论为基础,以混凝土疲劳强度为控制指标,采用有限元位移法分析结果进行设计。

### 三、路面施工技术

随着高等级公路的建设,近年来路面施工设备、工艺方面有了很大的发展。“七五”、“八五”期间。我国沥青路面施工机械发展尤为突出,实现了各机械设备合理地选型配套并有机地组合在一起,进行科学地组织管理,已实现沥青路面施工的机械化。

水泥混凝土路面施工技术发展也较快,从传统的小型机具施工到目前高等级公路建设中的轨道式摊铺机施工、滑模式摊铺机施工,以及新的施工工艺如水泥混凝土路面真空吸水工艺等,不仅提高了施工生产效率,而且保证了水泥混凝土的质量。

### 四、路面测试与评价技术

使用路面测试弯沉仪、曲率半径仪、平整度仪、摩擦系数仪、透水仪等,并制定了不同类型路面现场测试规程以及验收技术规范。

随着科学技术的进步,用于弯沉检测的自动弯沉仪和落锤式弯沉仪、用于平整度检测的颠簸累积仪和激光平整度仪、用于抗滑性能检测的横向力系数测定车和测定路面构造深度的激光构造深度仪、用于路面厚度无损检测和探伤的路面雷达测试系统等仪器出现并在实际工程中逐步使用。

## 路面结构及层位功能

### 一、路面横断面

在路基顶面铺筑面层结构,沿横断面方向由行车道、硬路肩和土路肩所组成。路面横断面

的形式随道路等级的不同,可选择不同的形式,通常分为槽式横断面和全铺式横断面,如图0.1所示。

### 1. 槽式横断面

在路基上按路面行车道及硬路肩设计宽度开挖路槽,保留土路肩,形成浅槽,在槽内铺筑路面。也可采用培槽方法,在路基两侧培槽,或以半填半挖的方法培槽。

### 2. 全铺式横断面

在路基全部宽度内都铺筑路面。在高等级公路建设中,有时为了将路面结构内部的水分迅速排出,在全宽范围内铺筑基层材料,以保证水分由横向排入边沟。有时考虑到道路交通的迅速增长,为适应扩建的需要,将硬路肩及土路肩的位置全部按行车道标准铺筑面层。在盛产石料的山区或较窄的路基上,全宽铺筑中、低级路面。

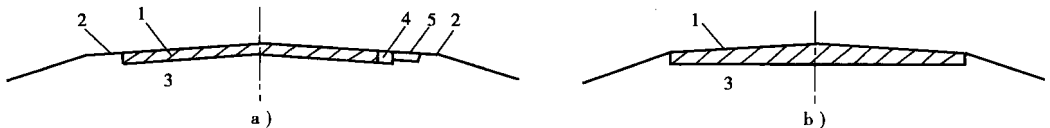


图0.1 路面横断面形式

a)槽式;b)全铺式

1-路面;2-土路肩;3-路基;4-路缘石(侧石);5-加固路肩

## 二、路拱横坡度

为了保证路面上雨水及时排出,减少雨水对路面的浸润和渗透进而减弱路面结构强度,路面表面应做成中间高两边低的直线形或抛物线形的路拱。等级高的路面,平整度和水稳定性较好,透水性也小,通常采用直线形路拱和较小的路拱横坡度。等级低的路面,为了有利于迅速排除路表面积水,一般采用抛物线形路拱和较大的路拱横坡度。表0.1列出了各种不同类型路面的路拱平均横坡度。

各类路面的路拱平均横坡度(%)

表0.1

路面类型	路拱平均横坡度(%)
沥青混凝土、水泥混凝土	1~2
厂拌沥青碎石、路拌沥青碎(砾)石、沥青贯入碎(砾)石、沥青表面处治、整齐石块	1.5~2.5
半整齐石块,不整齐石块	2~3
碎石、砾石等粒料路面	2.5~3.5
炉渣土、砾石土、砂砾土等低级路面	3~4

选择路拱横坡度,应充分考虑有利于行车平稳和有利于横向排水两方面的要求。在干旱和有积雪、浮冰地区,应采用低值;多雨地区采用高值;当道路纵坡较大或路面较宽,或行车速度较高时,或交通量和车辆载重较大时,或常有拖挂汽车行驶时,应采用平均横坡度的低值;反之则应取用高值。

高速公路和一级公路设有中央分隔带。通常采用两种方式布置路拱横断面。若分隔带未设置排水设施,则做成中间高,两侧路面低,由单向横坡向路肩方向排水。若分隔带设置排水设施,则两侧路面分别单独做成中间高、两边低的路拱,向中间排水设施和路肩两个方向排水。

路肩横坡度一般较路面横坡大1%,但是高速公路和一级公路的硬路肩采用与路面行车道相同的结构时,应采用与路面行车道相同的路面横坡度。

### 三、路面结构分层及层位功能

行车荷载和自然因素对路面的影响,随深度的增加而逐渐减弱。因此,对路面材料的强度、抗变形能力和稳定性的要求也随深度的增加而逐渐降低。为了适应这一特点,路面结构通常是分层铺筑的,按照使用要求、受力状况、土基支承条件和自然因素影响程度的不同,分成若干层次。通常按照各个层位功能的不同,划分为三个层次,即面层、基层和垫层。如图 0.2 所示。

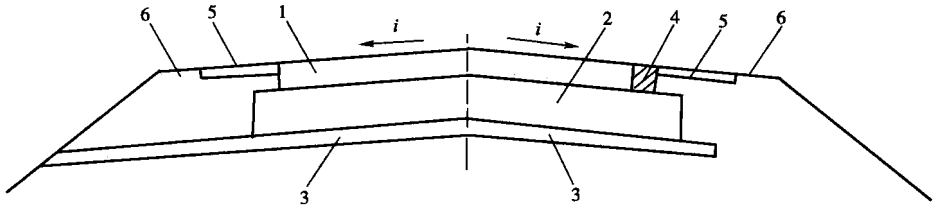


图 0.2 路面结构层次示意图

*i*-路拱横坡度;1-面层;2-基层(有时包括底基层);3-垫层;4-路缘石;5-加固路肩;6-土路肩

#### 1. 面层

面层是路面结构最上面的一个层次,它承受较大的行车荷载的垂直力、水平力和冲击力的作用。同时还受到降水的侵蚀和气温变化的影响。因此,同其他层次相比,面层应具备较高的结构强度,抗变形能力,较好的水稳定性和温度稳定性;而且应当耐磨,不透水;其表面还应有良好的抗滑性和平整度。

修筑面层所用的材料主要有水泥混凝土、沥青混凝土、沥青碎(砾)石混合料、砂砾或碎石掺土或不掺土的混合料以及块料等。

面层有时分两层或三层铺筑,如高速公路沥青面层总厚度 18~20cm,可分为上、中、下三层铺筑,并根据各分层的要求采用不同的级配等级。水泥混凝土路面也有分上下两层铺筑,分别采用不同强度等级的水泥混凝土材料。水泥混凝土路面上加铺 4cm 沥青混凝土,这样的复合式结构也是常见的。需要指出的是,用作封闭表面空隙,防止水分侵入面层的封层、砂石路面上所铺的 2~3cm 厚的磨耗层或 1cm 厚的保护层,以及厚度不超过 1cm 的简易沥青表面处治,不能作为一个独立的层次,应看作为面层的一部分。

#### 2. 基层

基层是面层的下卧层,主要承受由面层传来的车辆荷载的垂直力,并将其扩散到下面的垫层和土基中去,实际上基层是路面结构中的承重层,它应具有足够的强度和刚度,并应具有良好的扩散应力的能力。虽然基层位于面层之下,遭受大气因素的影响比面层小,但是仍然有可能经受地下水和通过面层渗入雨水的侵蚀,所以基层结构应具有足够的水稳定性。基层表面虽不直接供车辆行驶,但仍然要求有较好的平整度,这是保证面层平整性的基本条件。

修筑基层的材料主要有各种结合料(如石灰、水泥或沥青等)稳定土或稳定碎(砾)石、贫水泥混凝土、天然砂砾,各种碎石或砾石、片石、块石或圆石,各种工业废渣(如煤渣、粉煤灰、矿渣、石灰渣等)和土、砂、石所组成的混合料等。

高等级公路的基层一般较厚,当基层太厚时,为保证工程质量可分为两层或三层铺筑。位于基层的最下层称为底基层,对底基层材料质量的要求较低,可使用当地材料来修筑。

### 3. 垫层

垫层介于土基与基层之间,直接与土基接触,它的功能是改善土基的湿度和温度状况,以保证面层和基层的强度、刚度和稳定性,不受土基水温状况变化所造成的不良影响。另外,可以将基层传下的车辆荷载应力加以扩散,以减小土基产生的应力和变形。同时也能阻止路基土挤入基层中,影响基层结构的性能。

修筑垫层的材料,强度要求不一定高,但水稳定性和隔温性能要好。常用的垫层材料分为两类,一类是由松散粒料,如砂、砾石、炉渣等组成的透水性垫层;另一类是用水泥或石灰稳定土等修筑的稳定类垫层。

为了保护路面面层的边缘,一般公路的基层宽度应比面层每边至少宽出 25cm,垫层宽度应比基层每边至少宽出 25cm,或与路基同宽以利排水。

## 路面的等级与分类

### 一、路面等级划分

通常按路面面层的使用品质,材料组成类型以及结构强度和稳定性,将路面分为四个等级,如表 0.2 所示各等级路面所具有的面层类型及其所适用的公路等级。

路面等级面层类型所适用的公路等级

表 0.2

路面等级	面层类型	所适用的公路等级
高级	水泥混凝土、沥青混凝土、厂拌沥青碎石、整齐石块或条石	高速、一级、二级
次高级	沥青贯入碎(砾)石、路拌沥青碎(砾)石、沥青表面处治、半整齐石块	二级、三级
中级	泥结或级配碎(砾)石、水结碎石、不整齐石块、其他粒料	三级、四级
低级	各种粒料或当地材料改善土,如炉渣土、砾石土和砂砾土等	四级

#### 1. 高级路面

高级路面的特点是强度高,刚度大,稳定性好,使用寿命长,能适应较繁重的交通量;路面平整,无尘埃,能保证高速行驶。高级路面养护费用少,运输成本低,但初期建设投资高,需要用质量高的材料来修筑。

#### 2. 次高级路面

次高级路面与高级路面相比,强度和刚度较差,使用寿命较短,所适应的交通量较小,行车速度也较低,次高级路面的初期建设投资虽较高级路面低些,但要求定期维修。养护费用和运输成本也较高。

#### 3. 中级路面

中级路面的强度和刚度低,稳定性差,使用期限短,平整度差,易扬尘,仅能适应较小的交通量,行车速度低。中级路面的初期建设投资虽然很低,但是养护工作量大,需要经常维修和补充材料,才能延长使用年限。运输成本也高。

#### 4. 低级路面

低级路面的强度和刚度最低,水稳定性差,路面平整性差,易扬尘,故只能保证低速行车,所适应的交通量最小,在雨季有时不能通车。低级路面的初期建设投资最低,但要求经常养护修理,而且运输成本最高。

## 二、路面分类

路面类型可以从不同角度来划分,一般都按面层所用的材料区划,如水泥混凝土路面、沥青路面、砂石路面等。但是在路面结构设计中,主要从路面结构在行车荷载作用的力学特性和设计方法的相似性出发,将路面划分为柔性路面、刚性路面和半刚性路面三类。

### 1. 柔性路面

柔性路面的总体结构刚度较小,在车辆荷载作用之下产生较大的弯沉变形,路面结构本身的抗弯拉强度较低,它通过各结构层将车辆荷载传递给土基,使土基承受较大的单位压力。路基路面结构主要靠抗压强度和抗剪强度承受车辆荷载的作用。柔性路面主要包括各种未经处理的粒料基层和各类沥青面层、碎(砾)石面层或块石面层组成的路面结构。

### 2. 刚性路面

刚性路面主要指用水泥混凝土作面层或基层的路面结构。水泥混凝土的强度高,与柔性路面相比较,它的抗弯拉强度高,并且有较高的弹性模量,故呈现出较大的刚性。因此,在车辆荷载作用下,水泥混凝土结构层处于板体工作状态,竖向弯沉较小,路面结构主要靠水泥混凝土板的抗弯拉强度承受车辆荷载。通过板体的扩散分布作用,传递给基础上的单位压力较柔性路面小得多。

### 3. 半刚性路面

用水泥、石灰、粉煤灰等无机结合料处治的土或碎(砾)石及含有水硬性结合料的工业废渣修筑的基层,在前期具有柔性路面的力学性质,后期的强度和刚度均有较大幅度的增长,但是最终的强度和刚度仍远小于水泥混凝土。由于这种材料的刚性处于柔性路面与刚性路面之间,因此,把这种基层和铺筑在它上面的沥青面层统称为半刚性路面,这种基层称为半刚性基层。

刚性路面、柔性路面和半刚性路面,这种以力学特性为标准的分类方法主要是为了便于从功能原理和设计方法出发进行区分,并没有绝对的定量分界界限。近年来材料科学的发展正在逐步改变这种属性,如水泥混凝土的增塑研究正在使它的刚性降低而保留它的高强性质,沥青的改性研究使得沥青混凝土随气候而变化的力学性质趋向于稳定,大幅度提高其刚度。这说明不同的路面类型是处于发展和相互转化中。

## 沥青路面

### 一、沥青路面的基本特性

沥青路面是用沥青材料作结合料黏结矿料修筑面层与各类基层和垫层所组成的路面结构。

沥青面层中所使用的沥青结合料,增强了矿料间的黏结力,提高了混合料的强度和稳定性,使路面的使用质量和耐久性都得到提高。与水泥混凝土路面相比,沥青路面具有表面平整、无缝、行车舒适、耐磨、振动小、噪声低、施工期短、养护维修简便、适宜于分期修建等优点,因而得到越来越广泛的应用。我国的公路和城市道路近20年来使用沥青材料修筑了相当数量的沥青路面,沥青路面已成为我国高等级公路的主要路面形式。

沥青路面属柔性路面,其强度与稳定性在很大程度上取决于土基和基层的特性。沥青路

面的抗弯强度较低,因而要求路面的基础应具有足够的强度和稳定性,所以,在施工时必须掌握路基土的特性进行充分的碾压。对软弱土基或翻浆路段,必须预先加以处理。在低温时,沥青变脆,沥青路面的抗变形能力很低,在寒冷地区为了防止土基不均匀冻胀而使沥青路面开裂,需设置防冻层。沥青面层修筑后,由于它的透水性小,从而使土基和基层内的水分难以排出,在潮湿路段易发生土基和基层松软,导致路面破坏。因此,必须提高基层的水稳性,尽可能采用结合料处治的整体性基层和设置完整的路面排水系统。对交通量较大的路段,为使沥青路面具有一定的抗弯拉和抗疲劳开裂的能力,宜在沥青面层下设置沥青混合料的联结层。采用较薄的沥青面层时,特别是在旧路面上加铺面层时,要采取技术措施加强面层与基层之间的黏结,保证路面结构的整体强度,以防止引起沥青面层的剥落、推挤、壅包等破坏。

## 二、沥青路面的分类

### 1. 按强度构成原理分类

按强度构成原理可将沥青路面分为密实和嵌挤两大类。

密实类沥青路面要求矿料的级配按最大密实原则设计,颗粒尺寸多样,其强度和稳定性主要取决于混合料的黏聚力和内摩阻力。密实类沥青路面按其空隙率的大小可分为闭式和开式两种:闭式混合料中含有较多粒径小于0.5mm的细集料和0.074mm的矿料颗粒,空隙率小于6%,混合料致密而耐久,但热稳定性较差;开式混合料中粒径小于0.5mm的矿料颗粒含量较少,空隙率大于6%,其热稳定性较好。

嵌挤类沥青路面要求采用颗粒尺寸较为均一的矿料,路面的强度和稳定性主要取决于集料颗粒之间相互嵌挤所产生的内摩阻力,而黏聚力较小,只起次要的作用。按嵌挤原则修筑的沥青路面,其热稳定性较好,但因空隙率大、易渗水,因而耐久性较差。

### 2. 按施工工艺分类

按施工工艺的不同可将沥青路面分为层铺法、路拌法和厂拌法三类。

层铺法是用分层洒布沥青和矿料,然后碾压成型的修筑路面的施工方法。其主要优点是工艺和设备简便,功效较高,施工进度快,造价较低;其缺点是路面成型期较长,需要经过炎热季节行车碾压之后路面方能成型。用这种方法修筑的沥青路面有沥青表面处治和沥青贯入式两种。

路拌法是在路上用人工或机械将矿料和沥青材料通过就地拌和,摊铺和压实而成的沥青面层。此类面层所用的矿料为碎(砾)石者称为路拌沥青碎(砾)石;所用的矿料为土者则称为路拌沥青稳定土。路拌沥青面层中沥青材料的分布比层铺法均匀,可以缩短路面的成型期。但因所用的矿料为冷料,需使用黏稠度较低的沥青材料,故混合料的强度较低。

厂拌法是将规定级配的矿料和沥青材料在工厂用专用设备加热拌和,并在规定时间内送到工地摊铺碾压而成的沥青路面。矿料中细颗粒含量少,不含或含少量矿粉,混合料为开级配的(空隙率达10%~15%),称为厂拌沥青碎石;若矿料中含有矿粉,混合料是按最佳密实级配配制的(空隙率10%以下)称为沥青混凝土。厂拌法按混合料铺筑时温度的不同,又可分为热拌热铺和热拌冷铺两种。热拌热铺是混合料在专用设备加热拌和后立即趁热运到路上摊铺压实。如果混合料加热拌和后储存一段时间后再在常温下运到路上摊铺压实,即为热拌冷铺。厂拌法所用矿料经过精选,级配准确,且为热料拌和,沥青黏稠度高,用量准确,因而混合料质量高,使用寿命长,但修建费用也较高。

### 3. 按沥青路面的技术特性分类

按沥青路面的技术特性可将沥青路面分为沥青混凝土、沥青碎石、沥青贯入式、沥青表面处治等类型。

现在发展起来的新型沥青混凝土路面有沥青玛蹄脂碎石混合料(SMA)路面、大粒径沥青混凝土(LSAM)路面、多碎石沥青混凝土路面(SAC)等,其中,SMA 在我国的公路建设中得到广泛应用。

#### 1) 沥青混凝土路面

沥青混凝土路面是指用不同粒径的碎石、天然砂或矿粉和沥青按比例在拌和机中热拌所得的混合料作面层的路面。其面层可由单层或双层或三层沥青混合料组成,这种混合料的矿料部分具有严格的级配要求,若矿料中含有矿粉,混合料是按最密实级配配制的(空隙率小于10%)。各层混合料的组成设计应根据基层厚度和层位、气温和降雨量等气候条件、交通量和交通组成等因素确定,以满足对沥青面层使用功能的要求。沥青混凝土适用于各级公路,设计时可按不同等级的公路来选用不同厚度的沥青层。

#### 2) 沥青碎石路面

沥青碎石路面是指由几种不同的矿料(所用矿料为开级配),掺有少量矿粉或不加矿粉,用沥青作结合料按一定比例均匀拌和的混合料(空隙率大于10%),经摊铺压实成型的路面称为沥青碎石路面。用沥青碎石作面层的路面,沥青碎石的配合比设计应根据实践经验和马歇尔试验的结果,并通过施工前的试拌试铺确定。沥青碎石有时也用作联结层。乳化沥青碎石混合料是由乳化沥青和矿料在常温下拌和而成。适用于做三级、四级公路的沥青面层、二级公路养护罩面以及各级公路的调平层。

#### 3) 沥青贯入式路面

沥青贯入式路面是指在初步压实的碎石(或轧制砾石)上,分层浇洒沥青、撒布嵌缝料,随后立即碾压而成的面层结构,沥青贯入式结构层对提高路面结构强度起着较重要的作用。沥青贯入式路面的厚度宜为40~80mm;当沥青贯入式的上部加铺拌和的沥青混合料时,也称为上拌下贯,此时拌和层的厚度宜为25~40mm,其总厚度宜为70~100mm。沥青贯入式路面可用于三、四级公路面层或特殊情况。

#### 4) 沥青表面处治路面

沥青表面处治路面是指用沥青和集料按层铺法或拌和法铺筑而成的。当采用乳化沥青时,称为乳化沥青表面处治路面。其主要作用是构成磨耗层,保护结构层免受行车破坏,作沥青面层或基层的封面,起到封闭表面、防止地表水渗透到基层及土基、提高平整度和抗滑性能、改善行车条件、延长路面使用寿命的作用。沥青表面处治(简称“沥青表处”)适用于三、四级公路的面层以及旧沥青面层上加铺薄层罩面或抗滑层、磨耗层等。当沥青表处于面层时,可分为单层、双层、三层。单层表处厚度为10~15mm;双层表处厚度为15~25mm;三层表处厚度为25~30mm。

以上各种沥青路面沥青材料及集料的技术指标和沥青混合料技术指标,应满足《公路沥青路面设计规范》(JTG D50—2006)(以下简称《沥青路面设计规范》)的要求。

## 本课程的常用术语

### 1. 沥青结合料 (asphalt binder, asphalt cement)

沥青结合料是在沥青混合料中起胶结作用的沥青类材料(含添加的外掺剂、改性剂等)的



总称。

**2. 乳化沥青**[emulsified bitumen(英), asphalt emulsion, emulsified asphalt(美)]

石油沥青与水在乳化剂、稳定剂等的作用下经乳化加工制得的均匀的沥青产品为乳化沥青,也称沥青乳液。

**3. 液体沥青**[liquid bitumen(英), cutback asphalt(美)]

用汽油、煤油、柴油等溶剂将石油沥青稀释而成的沥青产品,也称轻制沥青或稀释沥青。

**4. 改性沥青**[modified bitumen(英), modified asphalt cement(美)]

掺加橡胶、树脂、高分子聚合物、天然沥青、磨细的橡胶粉或者其他材料等外掺剂(改性剂),使沥青或沥青混合料的性能得以改善而制成的沥青结合料称为改性沥青。

**5. 改性乳化沥青**[modified emulsified bitumen(英), modified asphalt emulsion(美)]

在制作乳化沥青的过程中同时加入聚合物胶乳,或将聚合物胶乳与乳化沥青成品混合,或对聚合物改性沥青进行乳化加工得到的乳化沥青产品为改性乳化沥青。

**6. 天然沥青**[natural bitumen(英) natural asphalt(美)]

石油在自然界长期受地壳挤压、变化,并与空气、水接触逐渐变化而形成的、以天然状态存在的石油沥青称为天然沥青,其中常混有一定比例的矿物质。按形成的环境可以分为湖沥青、岩沥青、海底沥青、油页岩等。

**7. 透层**(prime coat)

为使沥青面层与非沥青材料基层结合良好,在基层上喷洒液体石油沥青、乳化沥青、煤沥青而形成的透入基层表面一定深度的薄层为透层。

**8. 黏层**(tack coat)

为加强路面沥青层与沥青层之间、沥青层与水泥混凝土路面之间的黏结而洒布的沥青材料薄层为黏层。

**9. 封层**(seal coat)

为封闭表面空隙、防止水分浸入而在沥青面层或基层上铺筑的有一定厚度的沥青混合料薄层称为封层。铺筑在沥青面层表面的称为上封层,铺筑在沥青面层下面、基层表面的称为下封层。

**10. 稀浆封层**(slurry seal)

用适当级配的石屑或砂、填料(水泥、石灰、粉煤灰、石粉等)与乳化沥青、外掺剂和水,按一定比例拌和而成的流动状态的沥青混合料,将其均匀地摊铺在路面上形成的沥青封层为稀浆封层。

**11. 微表处**(micro-surfacing)

用适当级配的石屑或砂、填料(水泥、石灰、粉煤灰、石粉等)采用聚合物改性乳化沥青、外掺剂和水,按一定比例拌和而成的流动状态的沥青混合料,将其均匀地摊铺在路面上形成的沥青封层称为微表处。

**12. 沥青混合料**[bituminous mixtures(英), asphalt(美)]

沥青混合料是由矿料与沥青结合料拌和而成的混合料的总称。按材料组成及结构分为连续级配、间断级配混合料,按矿料级配组成及空隙率大小分为密级配、半开级配、开级配混合料。按公称最大粒径的大小可分为特粗式(公称最大粒径等于或大于31.5mm)、粗粒式(公称最大粒径26.5mm)、中粒式(公称最大粒径16mm或19mm)、细粒式(公称最大粒径9.5mm或13.2mm)、砂粒式(公称最大粒径小于9.5mm)沥青混合料。按制造工艺分为热拌沥青混合