



高职高专工学结合、课程改革规划教材

交通职业教育教学指导委员会 组织编写
路桥工程专业指导委员会

路面施工技术

(道路桥梁工程技术专业用)

夏连学 主 编

陈忠达[长安大学]

主 审

严晓生[中交第二公路工程有限公司]



人民交通出版社
China Communications Press

高职高专工学结合、课程改革规划教材
交通职业教育教学指导委员会 组织编写
路桥工程专业指导委员会

Lumian Shigong Jishu

路面施工技术

道路桥梁工程技术专业用

夏连学 主 编
陈忠达[长安大学] 主 审
严晓生[中交第二公路工程局有限公司]

人民交通出版社

内 容 提 要

本书是高职高专工学结合、课程改革规划教材,是在各高等职业院校积极践行和创新先进职业教育理念,深入推进“校企合作,工学结合”人才培养模式的大背景下,由交通职业教育教学指导委员会路桥工程专业指导委员会根据新的课程标准编写而成。

本书基于公路路面设计和施工过程,共设置了公路路面结构图设计与识读、路面施工准备工作、基层和垫层施工、沥青路面施工、水泥混凝土路面施工、路面实施性施工组织设计编制6个学习情境,每个学习情境包含若干个学习(工作)任务。在内容编排上,本书以路面结构设计过程和结构层施工过程为主线,根据能力训练的要求以及可持续发展的需要,安排了必要的专业理论知识学习。

本书主要供高等职业教育道路桥梁工程技术专业教学使用,也可作为路桥类工程技术人员的培训教材或自学用书。

图书在版编目(CIP)数据

路面施工技术/夏连学主编. —北京:人民交通出版社, 2011. 2
高职高专工学结合、课程改革规划教材
ISBN 978-7-114-08889-6

I. ①路… II. ①夏… III. ①路面—道路工程—工程施工—高等学校:技术学校—教材 IV. ①U416.204

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 019143 号

高职高专工学结合、课程改革规划教材

书 名:路面施工技术

著 作 者:夏连学

责任编辑:任雪莲

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:人民交通出版社发行部

经 销:各地新华书店

印 刷:北京牛山世兴印刷厂

开 本:787×1092 1/16

印 张:20.75

字 数:515 千

版 次:2011 年 2 月 第 1 版

印 次:2011 年 2 月 第 1 次印刷

书 号:ISBN 978-7-114-08889-6

印 数:0001~3000册

定 价:46.00 元

(如有印刷、装订质量问题的图书由本社负责调换)

序

为深入贯彻落实教育部《关于全面提高高等职业教育教学质量的若干意见》及全国普通高等学校教学工作会议的有关精神,积极推行与生产劳动和社会实践相结合的学习模式,把工学结合作为高等职业教育人才培养模式改革的重要切入点,带动教学内容和教学方法改革。交通职业教育教学指导委员会路桥工程专业指导委员会在完成《道路桥梁工程技术专业教学标准和课程标准研究》的基础上,按照职业岗位(群)的任职要求,构建了突出职业能力培养的“教学标准”和“课程标准”,并据此组织全国 20 多所交通高职高专院校道路桥梁工程技术专业的教师编写了 14 门课程的工学结合、课程改革规划教材。专业“教学标准”和“课程标准”是全国道路桥梁工程技术专业多年建设成果的总结和提炼。

按照 2010 年 4 月路桥工程专业指导委员会所确定的编写原则,本套教材力求体现如下特点:

体系规范。以工学结合、校企合作所开发的教材为切入点,在“教学标准”和“课程标准”确定的框架下,改革教学内容和教学方法,突出专业教学的针对性,选定教材的内容。

内容先进。用新观点、新思想审视和阐述教材内容,所选定的教材内容适应公路建设发展需要,反映公路建设的新知识、新技术、新工艺和新方法。

知识实用。以职业能力为本位,以应用为核心,以“必需、够用”为原则,教材紧密联系生活和生产实际,加强了教学的针对性,能与相应的职业资格标准相互衔接。

使用灵活。体现教学内容弹性化,教学要求层次化,教材结构模块化;有利于按需施教,因材施教。

交通职业教育教学指导委员会

路桥工程专业指导委员会

2010 年 12 月

前 言

高等职业教育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,在我国加快推进社会主义现代化建设中,具有不可替代的作用。随着我国经济的快速发展,以及经济一体化进程的推进,目前正处在社会产业结构调整和经济发展的关键时期,职业教育既面临着极好的发展机遇,也面临着严峻的挑战。交通高等职业教育作为我国职业教育和交通运输现代化建设的重要组织部分,担负着培养适应交通运输行业第一线需要的高素质技能型人才的重任。

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)中指出“发挥行业企业和专业教学指导委员会的作用,加强专业教学标准建设”,“高等职业院校要积极与行业企业合作开发课程,根据技术领域和职业岗位(群)的任职要求,参照相关的职业资格标准,改革课程体系和教学内容。建立突出职业能力培养的课程标准,规范课程教学的基本要求,提高课程教学质量。”根据这一精神,交通职业教育教学指导委员会于2007年启动交通运输类主干专业教学标准与课程标准的研究工作,并以指令性研究课题的形式下达给各专业指导委员会,道路桥梁工程技术专业教学标准与课程标准的研究就是其中一项指令性课题。

道路桥梁工程技术专业教学标准与课程标准的研究工作在专业调研、人才需求分析和交通高职道路桥梁工程技术专业建设与教学改革现状分析的基础上,通过与从事交通建设行业、企业 and 专业教学的一线行业专家和教学专家共同分析论证,对道路桥梁工程技术专业所涵盖的岗位(群)进行了职业能力和工作任务分析,通过典型工作任务分析、行动领域归纳、学习领域转换等步骤和方法,形成了道路桥梁工程技术专业课程体系,在课程体系优化的基础上形成专业教学标准与课程标准。

“路面施工技术”是道路桥梁工程技术专业的一门专业核心课程,其目标是在具备了路面工程施工的基本知识、基本理论和决策方法的基础上,培养学生解决公路路面施工技术和实施性施工组织设计等问题的能力,以及运用国家现行施工规范、规程、标准的能力,并进行路面施工新技术、新工艺的应用学习。学生通过本课程的学习应达到公路施工员资格证书中相关技术考证的基本要求。

本书由河南交通职业技术学院夏连学教授主编,由中交第二公路工程局有限公司严晓生教授级高级工程师和长安大学陈忠达教授担任本书主审,湖南交通职业技术学院彭富强教授担任责任编委。参加本教材编写的人员分工如下:学习情境一的工作任务一至工作任务四、工作任务七中的路面结构设计图案例及附录等由河南交通职业技术学院夏连学编写,学习情境一的工作任务五至工作任务七由郑州市公路管理局张凤萍高级工程师编写,学习情境二、学习情境六由浙江交通职业技术学院徐忠阳编写,学习情境三由河南交通职业技术学院何晨编写,学习情境四由山西交通职业技术学院郭超祥编写,学习情境五由湖北交通职业技术学院余继凤编写。

本教材在编写过程中,参考并引用了附于本书末尾的参考文献中作者的部分成果,在此一并致以诚挚谢意。

限于编者水平,书中有不当乃至错误之处,诚挚希望广大读者批评指正,以便进一步修改和补充。

编 者

2010 年 8 月

目 录

学习情境一 公路路面结构图设计与识读	1
工作任务一 认知公路路面结构组成.....	2
工作任务二 认知对路面的基本要求.....	6
工作任务三 收集公路路面设计资料.....	8
工作任务四 公路沥青路面结构图设计	18
工作任务五 公路水泥混凝土路面结构图设计	44
工作任务六 认知路面排水结构	70
工作任务七 阅读与绘制公路路面结构图	73
学习情境二 路面施工准备工作	79
工作任务一 认知路面施工准备工作的内容	80
工作任务二 认识路面主要施工机械的种类与特性	86
工作任务三 路面施工测量放样	92
工作任务四 路面混合料拌和厂(场、站)设置	94
工作任务五 铺筑试验路段	96
工作任务六 认知路面施工安全与环境保护措施	97
学习情境三 基层和垫层施工	101
工作任务一 认知无机结合料稳定类结构层与砂石类结构层.....	102
工作任务二 水泥稳定类结构层施工.....	104
工作任务三 二灰稳定类结构层施工.....	119
工作任务四 石灰稳定类结构层施工.....	127
工作任务五 级配碎(砾)石结构层施工	133
工作任务六 填隙碎石结构层施工.....	142
工作任务七 路面检测技能训练.....	147
学习情境四 沥青路面施工	158
工作任务一 认知沥青类结构层.....	159
工作任务二 沥青类结构层施工原材料选择.....	165
工作任务三 热拌沥青混合料结构层施工.....	170
工作任务四 沥青贯入式结构层施工.....	187

工作任务五 沥青表面处治与功能层施工·····	191
工作任务六 路面检测技能训练·····	197
学习情境五 水泥混凝土路面施工·····	216
工作任务一 认知水泥混凝土路面结构层·····	217
工作任务二 水泥混凝土路面施工方式的选择·····	220
工作任务三 水泥混凝土路面施工的材料准备·····	223
工作任务四 水泥混凝土拌和物的搅拌与运输·····	233
工作任务五 水泥混凝土面层的铺筑·····	237
工作任务六 水泥混凝土面层接缝、抗滑构造的施工与养生·····	252
工作任务七 特殊气候条件下的施工·····	257
工作任务八 水泥混凝土面层施工质量检查与验收·····	259
工作任务九 路面检测技能训练·····	263
学习情境六 路面实施性施工组织设计编制·····	275
工作任务一 认知路面实施性施工组织设计文件的组成·····	276
工作任务二 路面实施性施工组织设计案例·····	295
附图 公路路面结构设计图·····	315
附录 学习效果评价参考表·····	318
参考文献·····	321

学习情境一 公路路面结构图设计与识读



学习目标

1. 知道公路路面工程的结构组成、路拱形式及路面类型;
2. 知道公路路面设计应收集的资料及分析、处理的方法;
3. 能正确选用面层、基层、垫层的类型;
4. 知道公路沥青路面、水泥混凝土路面设计的基本原理;
5. 知道公路沥青路面、水泥混凝土路面设计的依据、内容和方法;
6. 能根据具体条件选择路面结构形式;
7. 根据设计资料和有关技术规范的要求,正确绘制常用沥青路面结构图;
8. 根据设计资料和有关技术规范的要求,正确绘制常用水泥混凝土路面结构图;
9. 能读懂路面结构设计图表;
10. 会计算路面工程数量。



工作任务

任务1. 沥青路面结构图设计;

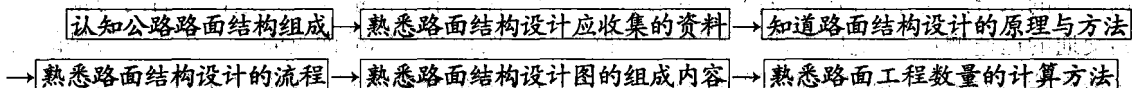
任务2. 水泥混凝土路面结构图设计。



学习指南

路面结构设计图纸是路面施工的主要依据之一。路面结构图设计工作就是设计人员在具备了路面基本知识、基本理论、设计方法和熟悉有关技术规范的前提下,依据公路所在地区的自然条件、交通组成及交通量、原材料供应、路面使用要求等具体情况,拟订路面结构设计初步方案,经过路面结构组合设计、路面厚度计算和方案经济技术比选后,绘制路面结构设计图纸。

本学习情境基于路面设计的工作过程,分解为7个工作任务。每个学生应沿着如下流程进行学习:



教学方法建议

“教、学、做”一体化,结合案例教学法,完成沥青路面结构图设计及水泥混凝土路面结构图设计。



检查与评价

1. 沥青路面结构图及水泥混凝土路面结构图设计应收集的资料报告;
2. 沥青路面结构图及水泥混凝土路面结构图设计依据的选择和计算报告;
3. 沥青路面结构组合及水泥混凝土路面结构组合设计结果;

4. 沥青路面结构厚度及水泥混凝土路面结构厚度计算结果;
5. 沥青路面结构图及水泥混凝土路面结构图的组成内容;
6. 沥青路面结构图及水泥混凝土路面结构图工程数量表。

学习资料

1. 教材与案例;
2. 中华人民共和国行业标准. 公路工程技术标准(JTG B01—2003). 北京:人民交通出版社,2004;
3. 中华人民共和国行业标准. 公路沥青路面设计规范(JTG D50—2006). 北京:人民交通出版社,2006;
4. 中华人民共和国行业标准. 公路水泥混凝土路面设计规范(JTG D40—2002). 北京:人民交通出版社,2003。

工作任务一 认知公路路面结构组成

路基和路面是公路的主要工程结构物。路基是按照路线位置和一定的技术要求修筑的带状构造物,是路面的基础,承受由路面传来的行车荷载。路面是在路基顶面的结构层,是由各种符合规范质量要求的筑路材料或混合料分层铺筑的层状组合结构,在自然环境中直接承受行车荷载的作用。

路面底面以下 0.80m 范围内的路基部分称为路床。在结构上分为上路床(0~0.30m)及下路床(0.30~0.80m)两层。

路面是铺筑于路床顶面的不同层次的组合结构,从公路的横断面方向看,其表面一般是由行车道、(中央分隔带)、硬路肩和土路肩组成。路面的横断面形式通常分为槽式横断面和全铺式横断面,如图 1-1-1 所示。

路基填挖到设计标高后,在路基上按路面设计宽度范围将路基挖成与路面厚度相同的浅槽;或路基填筑到路床顶面后,按路面设计宽度范围在两侧的路肩部位培土(压实)形成与路面厚度相同的浅槽;也可采用半挖半培的方法形成浅槽。然后在浅槽内铺筑路面。公路路面一般都采用槽式横断面,如图 1-1-1a) 所示。

全铺式横断面是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,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,也可全宽铺筑砂石路面。全铺式路面横断面形式如图 1-1-1b) 所示。

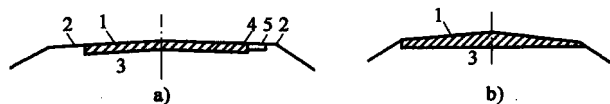


图 1-1-1 路面横断面形式示意图

a) 槽式横断面;b) 全铺式横断面

1-路面;2-土路肩;3-路基;4-路缘石;5-硬路肩(紧急停车带)

坚强且稳定的路基为路面结构长期承受汽车荷载作用提供了重要的保证;路面结构层对路基起保护作用,使路基不会直接承受车轮和大气的破坏作用,保持稳定状态。路基和路面实

上是不可分割的整体。

路面工程是一种线形工程,有的公路延续数十公里至数百公里。由于公路沿线地形起伏,地质、地貌、气象特征多变,因此路面工程具有复杂多变的特点。路面工程还具有结构类型多、技术含量高、工艺先进和造价高的特点,路面工程造价一般占公路工程总造价的30%左右,有些公路甚至更高一些。

现代化的公路运输,既要求公路能全天候通行车辆,又要求车辆能安全、舒适、节能、减排少的运行。因此,精心设计,精心施工,使路基、路面能长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。

一、路面结构层次

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,即按照使用的要求、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。按照各个层位功能的不同,沥青路面结构层一般可划分为面层、基层、底基层和垫层等;水泥混凝土路面结构层一般划分为面层、基层和垫层三个层次。路面结构层次示意图如图1-1-2所示。

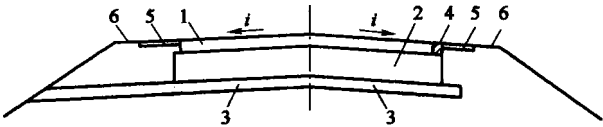


图 1-1-2 路面结构层次示意图

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-硬路肩;6-土路肩

1. 面层

面层是直接承受车轮荷载反复作用和自然因素影响的结构层,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。

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。常用路面面层的材料类型及适用范围见表1-1-1。

常用面层类型及适用范围

表 1-1-1

面 层 类 型	适 用 范 围
沥青混凝土	高速公路、一级公路、二级公路、三级公路、四级公路
水泥混凝土	高速公路、一级公路、二级公路、三级公路、四级公路
沥青碎石、沥青贯入式、沥青表面处治	三级公路、四级公路
砂石路面	四级公路

沥青类路面的面层可为单层、双层或三层。双层结构自上而下分别称之为表面层、下面层;三层结构自上而下分别称之为表面层、中面层、下面层。如高速公路沥青面层总厚度一般为18~20cm,可分为表面层、中面层、下面层三层铺筑,并根据各分层的要求采用不同的级配组成。水泥混凝土路面一层的铺筑厚度一般为24~26cm,有的水泥混凝土路面也可分上下两层铺筑,分别采用不同强度等级的水泥混凝土材料。有的水泥混凝土路面上铺筑2~2.5cm

厚的应力吸收层后,再加铺沥青混凝土结构层(厚 5cm 左右)构成的复合式结构,它是水泥混凝土路面改建工程中采用的一种结构形式。但厚度不超过 3cm 的沥青表面处治层,在结构计算时不能作为一个独立的层次。

2. 基层与底基层

基层承受由面层传来的车轮荷载的反复作用(主要是垂直力作用),并将其传布到下面的(底基层)垫层和土基中。

在沥青路面结构中,基层是主要的承重层,它应具有足够的强度和稳定性、耐久性和较高的承载能力,并具有良好的扩散应力的能力;底基层是设置在基层之下,并与面层、基层一起承受车轮荷载的反复作用的次承重层,对底基层材料质量的要求和基层基本相同,可使用当地符合要求的材料来修筑。在水泥混凝土路面结构中,基层承受的垂直力作用较小,其应具有足够的抗冲刷能力和一定的刚度。

基层、底基层遭受自然因素的影响虽然比面层小,但仍然有可能经受地下水和通过面层渗入的雨水浸湿,所以基层、底基层结构应具有足够的水稳定性和抗冲刷能力。基层表面虽不直接与车轮接触,为了保证面层的平整性,其表面应有较好的平整度。

修筑基层、底基层的材料主要有各种结合料(如二灰、水泥等)、稳定集料或土类、贫水泥混凝土、沥青混合料、天然砂砾、各种碎石或砾石等,常用的基层、底基层类型见表 1-1-2。

基层或底基层可为单层或双层。基层为双层时,可分别称为上基层、下基层,底基层为双层时,可分别称为上底基层、下底基层。

各种常用基层、底基层类型 表 1-1-2

沥青稳定类		沥青碎石、沥青稳定碎石等
水泥混凝土类		碾压混凝土、贫混凝土等
无机结合料稳定类	水泥稳定类	水泥碎石、水泥砂砾、水泥土等
	石灰工业废渣类	石灰粉煤灰(二灰)、二灰碎(砾)石、二灰砂砾、二灰土
	石灰稳定类	石灰碎石土、石灰砾石土、石灰土、石灰土碎石等
粒料类嵌锁、级配型	嵌锁型	泥结碎石、泥灰结碎石、填隙碎石等
	级配型	级配碎石、级配砾石、级配砂砾等

3. 垫层

垫层是设置在基层或底基层和土基之间的结构层,它的主要作用是加强土基、改善基层或底基层的工作条件。垫层应具有排水、隔水、防冻等功能。

修筑垫层所用的材料,应具有一定的强度,且水稳性和隔热性要好。常用材料有两类:一类是用松散粒料,如粗砂、砾石和炉渣等组成的透水性垫层;另一类是整体性材料,如石灰粉煤灰稳定粗粒土或炉渣石灰稳定粗粒土等组成的稳定性垫层。

应当指出,不是任何路面结构都需要上述几个层次,各级公路应根据具体情况设置必要的结构层。

4. 功能层

在路面设计和施工中,为了加强沥青路面各结构层的层间接触,避免层间滑动位移产生,保持路面结构的整体性,在基层表面以及面层间设置的沥青或沥青混合料联结层,或为了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,统称为路面功能层。这些功能层不作为路面力学计算模型中的结构层,在路面厚度计算中不计其厚度。

路面功能层包括透层、黏层和封层。

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或乳化沥青或煤沥青而形成的透入基层表面一定深度的薄层,称为透层,也称为透层沥青或透层油。

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,称为黏层,也称为黏层沥青或黏层油。

为封闭路面表面空隙、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。其中铺筑在沥青面层表面的封层称为上封层,铺筑在沥青面层下面、基层表面的封层称为下封层。

二、路拱及路拱横坡度

为了保证路面上的雨水及时排出,减少雨水对路面的浸润和渗透,从而保证路面结构强度,路面表面做成中间高、两侧低的形状,称之为路拱。在横断面上路拱形式常采用直线形(直线—直线)和直线抛物组合线形(直线—抛物线—直线)两种形式。

路面表面的高差与水平距离的百分比称为路拱横坡度。沥青混凝土、水泥混凝土路面,平整度和水稳定性较好,渗水性也小,通常采用直线形路拱和较小的路拱横坡度。其他沥青路面和砂石路面,为了有利于迅速排除路面积水,一般采用直线抛物线形路拱和较大的路拱横坡度。表 1-1-3 列出了各种不同类型路面的路拱平均横坡度参考值。

各类路面的路拱平均横坡度参考值

表 1-1-3

路面类型	沥青混凝土、水泥混凝土	其他沥青路面	碎石、砾石等粒料路面
路拱平均横坡度(%)	1~2	1.5~2.5	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、浮冰的地区,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,路面表面则做成中间高、两侧低,由单向横坡向路肩方向排水。若分隔带设置纵向排水设施,则两侧路面分别单独做成中间高、两侧低的路拱,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度大 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、路面分类

在路面设计中,从路面结构的力学特性出发,将路面分为下述三种类型。

1. 柔性路面

柔性路面是指整体结构刚度(路面结构抵抗竖向变形的能力)较小,在车辆荷载作用下产生较大的弯沉变形,路面结构的抗弯拉强度较低,主要靠抗压、抗剪强度来承受车辆荷载作用的路面。它主要包括由各种粒料类嵌锁型、级配型基层及沥青稳定类基层和各类沥青面层或砂石类面层所组成的路面结构。车轮荷载通过各结构层向下传递到土基的压应力较大,因而对土基的强度和稳定性要求较高。

2. 刚性路面

刚性路面主要是指用水泥混凝土作面层或基层的路面结构。刚性路面与柔性路面的主要区别在于路面的破坏状态和它分布到路基上的荷载状态有所不同。刚性路面的特点是刚度与强度很高,弹性模量也大,结构呈板体性,分布到土基的荷载面较宽,传递到土基的应力较小。

3. 半刚性路面

半刚性路面主要是指由无机结合料稳定集料或土类材料铺筑的基层和各类沥青面层所组成的路面结构。无机结合料稳定类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,但最终的强度和刚度仍远小于水泥混凝土,这类基层称为半刚性基层。亦即铺筑在半刚性基层上的沥青面层路面结构称为半刚性基层沥青路面,简称“半刚性路面”。

工作任务二 认知对路面的基本要求

一、影响路面的主要因素

1. 行车荷载

汽车是路面的服务对象,路面的主要功能是长期保证汽车快速、安全、舒适地通行。汽车荷载又是造成路基路面结构损坏的主要原因。因此,为了保证设计的路基路面结构达到预计的功能,具有良好的结构性能,应对行驶的汽车进行分析,包括汽车轮重与轴重的大小与特性,不同车型车轴的布置,设计使用期限内汽车轴型的分布以及车轴通行量逐年增长的规律,汽车静态荷载与动态荷载特性比较等。

2. 自然环境因素

路面是一种常年暴露于大自然的线形构造物,公路沿线地区的气温、降雨量、降雪量、冰冻深度、日照、年蒸发量、风力、风向等,会影响路基路面的水温状况。路面的稳定性在很大程度上由路面结构的温度和湿度所决定。

深入调查公路沿线的自然条件,从整体(地区)和局部(具体路段)去分析研究,掌握各有关自然因素的变化规律及其对路基路面稳定性的影响,从而因地制宜地采取有效的工程技术措施,这是正确进行路基路面设计、施工、养护,进而提高公路使用质量的重要前提。

3. 路面材料的力学特性

路面材料在车轮荷载和环境因素的作用下所表现出的力学强度特性,对路面的使用品质和使用寿命有重大影响。深刻理解路面材料的力学特性有助于正确判别路面各种病害的真实成因,也有助于理解路面设计的基本原理。

4. 人为因素

主要是指从事路面设计、施工及养护人员的素质和管理水平,包括路基路面设计、施工及养护方案的正确性和可行性等。

路基设计时,应根据各路段的具体情况采用合理的路基断面形式,做好地面和地下排水,对不良地质路段还应采取必要或特别的措施防止路基病害的发生。路面设计时,应根据各地的气候特点,采用合理的结构组合和厚度,并采用适当的路面结构排水设施。精心组织路面施工,严格控制路面原材料和结构的质量,及时有效的养护措施,都十分必要。

二、对路面的基本要求

为了保证汽车能全天候地在路面上快速、安全、舒适行驶,对路面的基本要求有以下几点。

1. 具有足够的承载能力

行驶在公路上的汽车,通过车轮把垂直力、水平力以及汽车产生的振动力和冲击力传给路面,使路面结构内部产生应力、应变和位移。如果路基路面结构整体或某一组成部分的强度或抗变形能力不足,则路面就会出现断裂、沉陷、波浪或车辙等病害,影响路基路面的正常使用。因此要求路面结构整体及其各组成部分都必须具有与行车荷载相适应的承载能力。

路面结构的承载能力包括强度和刚度两个方面。路面结构的强度是指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、剪应力等),保证不发生压碎、拉断、剪切等各种破坏的能力。路面结构的刚度是指抵抗车轮荷载作用下引起的变形,保证不发生过量变形(如沉陷、波浪或车辙等病害)的能力。

2. 具有足够的稳定性

路面结构的稳定性是指路面结构在水和温度等自然因素的作用下,能较好地保持其工程设计要求的几何形态及物理、力学性能的能力。路面结构的稳定性主要包括整体稳定性、水稳定性、温度稳定性(高温稳定性或低温稳定性)等。

大气降水会使路面结构内部的湿度状态发生变化。如水泥混凝土路面,如果不能及时将水分排出结构层,会发生唧泥现象;水泥混凝土路面接缝渗入的水,在车轮荷载反复作用下,会冲刷基层,导致结构层提前破坏。沥青混凝土路面,由于水分的侵蚀,会引起沥青结构层剥落或松散。砂石路面,在雨季会因雨水冲刷和渗入结构层,而导致强度下降,产生沉陷、松散等病害。因此,加强防水、排水是确保路面水稳定性的重要措施。

气温周期性的变化对路面结构的稳定性有重要影响。高温季节沥青路面软化,在车轮荷载作用下会产生较大的变形。水泥混凝土路面面板在高温季节会翘曲变形,在车轮荷载的反复作用下则容易产生裂缝或造成断板。北方在低温冰冻季节,沥青路面、水泥混凝土路面、半刚性基层由于低温会产生大量收缩裂缝。

3. 具有足够的表面平整度

路面表面平整度是指路面表面纵向的凹凸量的偏差值。路面表面平整度是影响行车安全、行车舒适性以及运输效益的重要使用性能。表面平整度通常以平整度值作为指标来衡量,相对来说,是一项宏观控制指标。不平整的路面表面会增大行车阻力,并使车辆产生附加的振动作用。这种振动会造成行车颠簸,影响行车的速度和安全、驾驶的平稳和乘客的舒适感。同时,振动作用还会对路面施加冲击力,从而加剧路面和汽车机件的损坏和轮胎的磨损,并增大油料的消耗。此外,不平整的路面还会积滞雨水,加速路面的破坏。

优良的路面平整度,要依靠优良的施工装备,精细的施工工艺,严格的施工质量控制,以及经常和及时的养护来保证。同时,路面的平整度与整个路面结构和路基顶面的强度、抗变形能力有关,与结构层所用材料的强度、抗变形能力以及材料的均匀性有很大关系。

4. 具有足够的表面抗滑性能

路面表面抗滑性能亦称粗糙度,是指路面能够提供汽车车轮在其上安全行驶所需要的足够附着力(或称摩擦力)的性能。其通常用摩擦系数和构造深度来表示,相对来说,是一项微观控制指标。

路面表面要求平整,但不能光滑。汽车在光滑的路面上行驶,车轮与路面之间缺乏足够的

附着力或称摩擦力,雨天高速行驶,紧急制动或突然起动,爬坡或转弯时,车轮易产生空转或打滑,致使行车速度降低,油料消耗增加,甚至引起交通事故。

路面表面的抗滑能力通常采用坚硬、耐磨、表面粗糙的集料组成路面表层材料来实现,也可采用一些工艺性措施(如水泥混凝土路面的刷毛或刻槽等)来实现。此外,路面上的积雪或污泥等也会降低路面的抗滑性,必须及时予以清除。

5. 具有足够的耐久性

路面结构在行车荷载和冷热、干湿气候因素的多次重复作用下,路面材料的性能产生老化衰变,路面使用性能将逐步降低,从而逐渐产生疲劳破坏和塑性形变累积,缩短路面的使用年限。因此,路面结构必须具备足够的抗疲劳强度以及抗老化和抗累积形变的能力,以保持或延长路面的使用寿命。

为了提高路面的耐久性,除了精心设计、精选材料、精细施工外,经常和及时的养护、维修和恢复路用性能是十分必要的。

6. 具有良好的环保性能

汽车在砂石路面上或灰尘较多的其他路面上行驶时,车身后部所产生的真空吸引力会将面层表面或其中较细材料吸出而飞扬尘土,甚至导致路面松散、脱落和坑洞等破坏。路面扬尘会加速汽车机件的损坏,影响行车视距,降低行车速度,而且对乘客和沿线居民的环境卫生以及货物和路旁农作物都带来不良影响。因此,要求路面在行车过程中尽量减少扬尘。

汽车在路面上行驶时,除发动机等噪声外,路面不平整引起车身的振动是噪声的又一来源。为降低噪声,应提高路面施工的平整度。

工作任务三 收集公路路面设计资料

一、路面设计的任务

路面设计工作是公路设计工作中一个重要的组成部分,特别是高速公路、一级公路,路面设计显得十分重要。

路面设计工作的具体任务是:①交通量调查、分析与预测;②公路沿线自然因素(地质、水文、气象等)调查;③选择路面结构层原材料;④路面混合材料配合比设计;⑤路面材料设计参数的测试与确定;⑥路面结构组合设计与厚度计算;⑦路面排水系统设计和与其他路面工程设计等;⑧路面结构方案的技术经济综合比选,提出推荐方案;⑨绘制路面结构图。

为确保路面设计质量,在路面设计之前应进行专门的外业调查,收集相关资料,以作为路面设计工作的依据。在外业调查时需收集的资料有:①交通量及交通组成情况;②工程地质和水文地质条件;③天然土的湿度和水文资料;④气象资料;⑤路面材料产地和供应情况;⑥当地路面使用经验和其他情况;⑦工程投资情况;⑧施工单位的技术力量、机具设备、劳动力组成情况;⑨原有路基路面状况(仅在原有路面大修、改造时进行,新建公路无此任务)。

本工作任务主要学习交通量及交通组成、公路自然区划、沥青路面使用性能的气候分区、路面结构设计安全等级、土质路基干湿类型划分等资料的分析、收集方法。

二、车辆荷载与交通调查

1. 车辆的分类

公路上通行的汽车车辆主要分为客车与货车两大类。客车又分为小客车、中客车与大客

车。小客车自身质量与满载总质量都比较轻,但车速高,一般可达 120km/h,有的高档小客车可达 200km/h 以上;中客车一般包括 6~20 个座位的中型客车;大客车一般是指 20 个座位以上的大型客车(包括铰接车和双层客车),主要用于长途客运。

货车又分为整车、牵引式挂车和牵引式半挂车。整车的货厢与汽车发动机为一整体;牵引式挂车的牵引车与挂车是分离的,牵引车提供动力,牵引后挂的挂车,有时可以拖挂两辆以上的挂车;牵引式半挂车的牵引车与挂车也是分离的,但是通过铰接相互连接,牵引车的后轴也担负部分货车的质量,货车车厢的后部有轮轴系统,而前部通过铰接悬挂在牵引车上。货车总的发展趋势是向大吨位发展,特别是集装箱运输水陆联运业务开展之后,货车最大吨位已超过 40~50t。

汽车的总质量通过车轴与车轮传递给路面,所以路面结构的设计主要以轴重作为荷载标准。对于公路上行驶的多种车辆组合,路面结构设计时,重型货车与大客车起决定作用,轻型货车与中、小客车影响很小,有时可以忽略不计。但是在考虑路面表面特性要求时,如平整性、抗滑性等,以小汽车为主要对象,因为小汽车的行驶速度高,在高速行车条件下应具有良好的平稳性与安全性。

2. 路面设计使用的汽车参数

无论是客车还是货车,车身的全部重力都通过车轴上的车轮传给路面,对于路面结构设计而言,应更加重视汽车的轴重。由于轴重的大小直接关系到路面结构的设计承载力与结构强度,为了统一设计标准和便于交通管理,各个国家对于轴重的最大限度均有明确的规定。

目前,在我国公路上行驶的货车的后轴轴载一般在 60~130kN 范围内,大部分在 100kN 以下。公路上行驶的部分汽车的有关参数见表 1-3-1。

部分汽车路面设计使用的参数 表 1-3-1

序号	汽车型号	总重(kN)	载重(kN)	前轴重(kN)	后轴重(kN)	后轴数	轮组数	轴距(cm)	出产国
1	解放 CA10B	80.25	40.00	19.40	60.85	1	双		中国
2	解放 CA15	91.35	50.00	20.97	70.38	1	双		中国
3	解放 CA30A	103.00	46.50	29.50	2×36.75	2	双		中国
4	解放 CA50	92.90	50.00	24.70	68.20	1	双		中国
5	解放 CA340	78.70	36.60	22.10	56.60	1	双		中国
6	解放 CA390	105.15	60.15	35.00	70.15	1	双		中国
7	东风 EQ140	92.90	50.00	23.70	69.20	1	双		中国
8	黄河 JN150	150.60	82.60	49.00	101.60	1	双		中国
9	黄河 JN162	174.50	100.00	59.50	115.00	1	双		中国
10	黄河 JN162A	178.50	100.00	62.28	116.22	1	双		中国
11	黄河 JN253	187.00	100.00	55.00	2×66.00	2	双		中国
12	黄河 JN360	270.00	150.00	50.00	2×110.0	2	双		中国
13	黄河 QD351	145.65	70.00	48.50	97.15	1	双		中国
14	延安 SX161	237.14	135.00	54.64	2×91.25	2	双	135	中国
15	长征 XD160	213.00	120.00	42.60	2×85.20	2	双		中国
16	长征 XD250	189.00	100.00	37.80	2×72.60	2	双		中国
17	长征 XD980	182.40	100.00	37.10	2×72.65	2	双	122	中国