

公路工程职业技能岗位培训教材

公路路面工·高级工

江苏省交通厅工程质量监督站组织编写

● 周传林 赵伟强 主编



人民交通出版社
China Communications Press

公路工程职业技能岗位培训教材

Gonglu Lumiangong · Gaojigong
公路路面工 · 高级工

江苏省交通厅工程质量监督站组织编写

周传林 赵伟强 主编

人民交通出版社

内 容 提 要

本书为江苏省交通厅工程质量监督站组织编写的公路工程职业技能岗位培训教材之一,主要介绍了公路路面工(高级工)所应掌握的路面材料、配比、施工、质量控制及组织管理等相关内容。

本书以岗位技能为目标,在文字和叙述上力求简明扼要、通俗易懂。该书作为公路路面工(高级工)培训教材,同样可以供路面工在工作中作为手册备查。

图书在版编目(CIP)数据

公路路面工·高级工/周传林,赵伟强主编. —北京:
人民交通出版社,2008.12

公路工程职业技能岗位培训教材

ISBN 978-7-114-07455-4

I. 公… II. ①周…②赵… III. 公路—路面—工程
施工—技术培训—教材 IV. U416.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 166712 号

书 名: 公路工程职业技能岗位培训教材
公路路面工·高级工

著 作 者: 周传林 赵伟强

责任编辑: 卢仲贤 丁润铎

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.ccpress.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: 21.75

字 数: 544 千

版 次: 2008 年 12 月 第 1 版

印 次: 2008 年 12 月 第 1 次印刷

书 号: ISBN 978-7-114-07455-4

印 数: 0001~3500 册

定 价: 41.00 元

(如有印刷、装订质量问题的图书由本社负责调换)

《公路工程职业技能岗位培训教材》

编审委员会

主任委员：

杨国忠 孟祥林

编写委员会委员：

杨国忠 唐学农 周传林 樊琳娟 李建才
龙兴灿 赵伟强 张文斌 王 磊 耿 巍
胡友好 彭涌涛 芮丽珺

审定委员会委员：

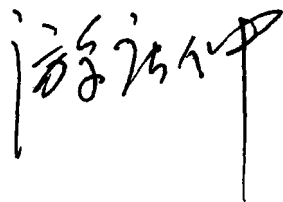
邓学钧 孟少平 刘松玉 符冠华 韩大章
叶见曙 镇亦明 李晋三 刁永宁 薛永森
成 文 陈建胜

序

江苏交通工程质量水平受到国内外同行普遍称道,这是设计、施工、监理、管理等各方坚持努力的结果。工程是干出来的,业主培育施工队伍的技术能力和专业水平是江苏公路建设的一条基本经验。我认为设计是灵魂,管理是关键,而一线基层施工的从业人员的专业素质是保障工程质量的基础。交通行业贯彻科学发展观,实施节约使用资源,高效利用资源方针,必须把质量第一、精益求精,落实到每个环节、每一位建设者的手中。必须全面提高基层施工技术和管理人员的综合素质,用专业的队伍打造出高质量的工程。

立足于交通建设长远发展,要把公路建设基层从业人员的岗位技能培训作为一项基本任务来抓,通过系统培训、训练,使广大一线技术工人熟练掌握正确运用公路施工相关的技术规范、施工程序、质量要求等内容。省交通厅在广泛调研的基础上组织编写了路基工、路面工、桥梁预应力工三个工种的系列培训教材一套,每个工种分为初、中、高三个等级。这是一套针对性较强的公路工程职业技能岗位培训教材。本套教材充分研究了施工一线的技术特点,注重理论与实践相结合,通俗易懂,简明实用,具有较强的实用性和可操作性,不仅是施工技术人员上岗前的培训教材,也是公路建设监理、管理人员较好的参考书籍。希望通过大家的努力,积极推广使用本套教材,大力提高我省公路建设基层施工与管理的技术水平,对稳步提升工程质量水平起到积极的促进作用。

江苏省交通厅厅长



前 言

为了适应公路建设需要,加快公路施工一线人员的技术业务培养,确保工程建设质量,同时也为了便于基层从事公路工程施工和管理人员学习,江苏省交通厅工程质量监督站、南京交通职业技术学院联合组织人员编写了公路工程职业技术工种系列培训教材。本套教材依据中华人民共和国工人技术等级标准《交通行业工人技术等级标准》,同时参照《筑路、养护工国家职业标准》的要求编写。本系列培训教材力求体现交通职业的特点,以岗位技能为目标,在文字和叙述上力求简明扼要,通俗易懂,书中的插图也尽量做到清晰、美观,便于教学和自学。本系列培训教材包括九个分册:《公路路基工·初级工》、《公路路基工·中级工》、《公路路基工·高级工》、《公路路面工·初级工》、《公路路面工·中级工》、《公路路面工·高级工》、《桥梁预应力工·初级工》、《桥梁预应力工·中级工》、《桥梁预应力工·高级工》。

《公路路面工·高级工》由南京交通职业技术学院周传林、赵伟强主编,本书的第三章、第六章、第七章、第八章、第九章由周传林编写,第一章、第二章、第十章由赵伟强编写,第四章、第五章由李金梅编写。全书由邓学钧、镇亦明主审。

编写过程中,尽管我们做了很大努力,但由于各地区差异较大,很难全面收集各单位的新技术、新材料、新工艺、新设备以及相关实用技术;加之编者水平有限,经验不足,时间紧迫,疏漏或错误之处在所难免,敬请读者批评指正,并提供详尽资料,以便修订完善。

编者
2008年8月

目 录

第一章 绪论	1
第一节 路面工程发展概况	1
第二节 路面的功能及对路面的要求	2
第三节 路面结构及组成	9
第四节 路面分类和分级	19
思考题	21
第二章 路面施工测量与检测	22
第一节 水准测量	23
第二节 施工放样	29
思考题	33
第三章 路面原材料技术要求	34
第一节 无机结合材料	34
第二节 集料	47
第三节 填料	52
第四节 纤维稳定剂	52
第五节 施工用水	55
第六节 外加剂	55
第七节 钢筋和钢纤维	58
第八节 沥青	60
思考题	74
第四章 路面混合料配合比设计	75
第一节 基层混合料组成设计	75
第二节 路面水泥混凝土配合比设计	81
第三节 沥青混合料配合比设计	88
思考题	98
第五章 公路路面工程筑路机械	99
第一节 概述	99
第二节 压实机械	103
第三节 路面机械	111
思考题	131
第六章 路面基层施工及质量控制	132
第一节 概述	132

第二节	水泥稳定土路拌法施工	136
第三节	水泥稳定土中心站集中厂拌法施工	144
第四节	石灰稳定土路拌法施工	147
第五节	石灰稳定土厂拌法施工	152
第六节	石灰粉煤灰稳定土路拌法施工	154
第七节	石灰粉煤灰稳定土厂拌法施工	159
第八节	级配碎石路拌法施工	162
第九节	级配碎石厂拌法施工	165
第十节	填隙碎石(矿渣)底基层施工	167
第十一节	质量管理及检查验收	169
	思考题	177
第七章	水泥混凝土路面施工及质量控制	178
第一节	概述	178
第二节	施工准备	182
第三节	水泥混凝土面层常规施工	187
第四节	水泥混凝土滑模施工	199
第五节	真空吸水施工	205
第六节	水泥混凝土养生与切缝、刻纹	207
第七节	水泥混凝土质量控制要求	213
第八节	水泥混凝土路面施工中常见问题的处治	217
第九节	特殊混凝土路面的施工	224
第十节	特殊气候条件下的施工	234
	思考题	236
第八章	沥青路面施工及质量控制	237
第一节	概述	237
第二节	沥青封层、透层及黏层施工及质量控制	240
第三节	沥青表面处治和沥青贯入式路面施工和质量控制	244
第四节	热沥青路面的施工及其质量控制	249
第五节	SMA 路面的施工与质量控制	270
第六节	Superpave 沥青路面施工与质量控制	274
第七节	施工过程中的质量管理与检查	279
	思考题	285
第九章	路面施工组织与管理	286
第一节	概述	286
第二节	路面施工现场管理	288
第三节	路面质量管理	293
第四节	安全生产管理	306
第五节	文明生产管理	313

思考题.....	317
第十章 路面工程施工资料表及填写范例.....	318
第一节 路面施工日志及填写范例.....	319
第二节 路面施工记录表及填写范例.....	321
参考文献.....	333

第一章 绪 论

学习目标

1. 了解路面发展概况；
2. 熟悉路面结构划分及其组成、路面结构层的功能要求；
3. 熟悉路面分类及各种路面特点。

本章重点

路面结构及其组成,路面各结构层的功能要求,路面的分类及各自特点。

本章难点

路面各结构层的功能要求及各结构层在路面中的作用。

第一节 路面工程发展概况

路面工程是古老的道路工程学科派生出来的一个重要分支,它主要研究公路与城市道路以及机场跑道路面的设计原理与方法、路面结构组合、材料性能要求以及路面结构层施工、养护、维修和管理技术等。路面是公路工程的重要组成部分之一,它直接承受和传递行驶车辆的荷载作用,并抵御各种自然条件的侵袭。随着社会经济和交通量的发展,路面工程技术也在不断地发展。

20 世纪 20 年代初,在汽车输入我国后,我国开始铺筑砂石路面,并在少数大城市开始铺筑沥青、水泥混凝土和块料等高级和次高级路面。但是直到 1949 年解放前夕,我国仅有高级和次高级路面 315km。解放后,尤其是在改革开放近 30 年来,我国高等级公路建设蓬勃发展,截至 2007 年,我国公路通车总里程达 357.3 万公里,其中高速公路达 5.36 万公里,其中沥青路面和水泥混凝土路面是最常用的两种路面类型。

一、沥青路面的发展概况

20 世纪 60 年代初,随着我国石油资源的大规模开发,揭开了使用国产沥青筑路的序幕,出现了国产多蜡慢凝液体沥青(俗称渣油)。早期的沥青路面主要是铺筑在现有中级路面上的薄层表面处治层,以改善其行车条件。20 世纪 70 年代末,以贯入式路面为主的沥青路面承重结构逐步形成。

进入 20 世纪 80 年代,随着石油提炼技术的不断完善,我国已经能够生产自己的优质黏稠沥青。从此,我国高等级公路的大规模建设开始了。

自 1988 年沈大高速公路及沪嘉高速公路建成通车以来,高等级公路在我国以前所未有的

速度发展着,我国的公路事业进入了以建设高速公路、一级公路等高等级公路为主的新时代。在已建成的高等级公路中,沥青路面因其良好的行车舒适性和优异的使用性能,得到了广泛应用。

通过长期的科学研究,我国形成了适合国内实际的沥青路面整套技术,包括沥青原材料的生产工艺、装备,沥青材料的技术指标和标准、试验设备与方法,沥青混合料的技术指标和标准、混合料设计技术、混合料性能检测设备及方法,沥青路面现代化施工整套设备、施工技术与施工管理。

二、水泥路面的发展概况

1990年以来,随着我国大规模基础设施建设的开展,水泥混凝土路面公路也得到史无前例的快速发展,其发展标志是公路水泥混凝土路面的总里程已由数千公里上升到数十万公里,截至2000年年底,建成水泥混凝土路面里程已达118 576km;到2007年,已达到84.88万公里以上。

公路水泥路面设计、计算理论进一步深化,在许多方面达到或接近国际先进水平,具体表现在《公路水泥混凝土路面设计规范》(JTJ 012—94)的制订与实施。

水泥路面研究的重点从设计理论转向施工实践,从人工、小型机具和真空吸水施工方面向大型专用快速机械化施工方面(路面混凝土使用外加剂和混合材料)转变。水泥混凝土路面的施工质量有大幅度提高;水泥混凝土路面的养护、维修技术受到重视,并取得一定的实用技术成果。

从2001年年底开始,我国在高速公路水泥混凝土路面建设中大范围推广滑模摊铺技术,建成了高速公路2 400km。从2003年6月1日起开始执行《公路水泥混凝土路面设计规范》(JTG D40—2002)(以下简称《水泥路面设计规范》),2003年3月28日原交通部颁布《公路水泥混凝土路面施工技术规范》(JTG F30—2003)(以下简称《水泥路面施工规范》),并于2003年7月1日起执行。两部新规范拓宽了水泥混凝土路面的结构形式,包括全缩缝插传力杆的水泥混凝土路面、钢筋混凝土路面、连续配筋混凝土路面、钢纤维混凝土路面等。不仅如此,《水泥路面施工规范》还包括了滑模摊铺、轨道摊铺、三辊轴机组、碾压混凝土、小型机具五大水泥混凝土路面施工方式,并指定高速公路、一级公路的水泥混凝土路面施工使用滑模摊铺技术。至此,我国的高等级公路施工装备和技术已经接近或赶上发达国家。

第二节 路面的功能及对路面的要求

一、路面的功能

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。路基是路面的基础,坚固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。路面结构的铺筑一方面隔离了路基,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,改善了公路条件,从而保证汽车能以一定的速度,安全、舒适而经济地在公路上全天候通行。

路面的质量,直接影响行车速度、安全和运输成本。高等级公路铺筑的良好路面,可以保

证车辆高速、安全、舒适地行驶,从而节约运输成本,充分发挥高等级公路的功能。但是,高级路面的造价较高,路面工程占公路造价的比重较大,因此根据公路等级和任务,合理选择路面结构、精心设计、精心施工,使路面在设计使用年限内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。

二、路面的使用性能

路面的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;而后者则表现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

从路面的角度看,影响行驶舒适性的主要指标是路面的平整度。路面平整度可定义为路面表面致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。

2. 行车安全性

路面在行车安全方面的性能包括抗滑(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。

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(滑移系数 SN 或侧向力系数 SFC)和平均构造深度等指标表征。

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。

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。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沿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。

(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 1-1):

(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 1-1

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(碎裂)	—
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 1-1a)],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。

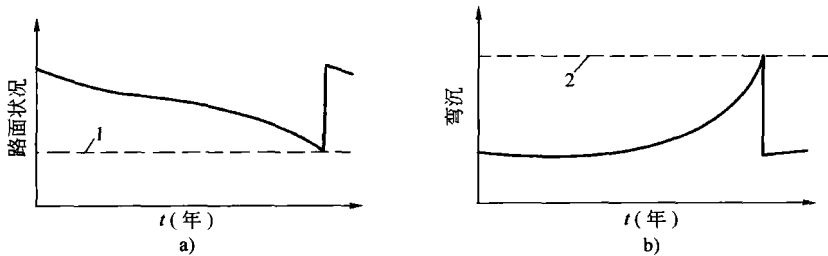


图 1-1 路面结构性能随时间的变化

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,其承载能力随着已经受的行车荷载作用次数或使用年数而逐渐下降[图 1-1b)]。

结构承载能力与损坏状况存在着内在的关联,随着承载能力的下降,路面的损坏逐步出现和发展。承载能力低的路面结构,其损坏发展迅速,而在承载能力接近临界或极限状态时,路面的损坏达到严重危及使用性能的程度,必须采取改建或重建措施以满足行车要求。

通常,路面结构的承载能力(剩余寿命)采用无破损试验(如路表弯沉测定)和破损试验(钻取芯样测定各结构层的厚度和材料力学性质)进行评定。依据评定结果,可以分析结构损坏程度及其发展,并判断是否需要采用改建(加铺层)措施。

(三)对路面的要求

为保证公路全天候通车,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,要求路面具有下述性能(表 1-2)。

对 路 面 的 要 求 表 1-2

项 目		内容要求和注意事项
对路面的要求	强度和刚度	所谓路面的强度是指路面抵抗破坏的能力。行驶在路面上的车辆,产生竖向压力、纵向水平力、振动力和冲击力以及真空吸力。在这些力的综合作用下,路面会出现断裂、沉陷、波浪和磨损等破坏,影响道路的使用质量。因此,要求路面结构及其各组成部分必须具备足够的强度,以抵抗行车作用下所产生的各种应力,避免路面破坏。 所谓刚度是指路面抵抗变形的能力。路面结构整体或某一组成部分刚度不足,即使强度足够,在车辆荷载作用下也会产生过量变形而形成车辙、沉陷和波浪等破坏。因此,路面必须具备足够的刚度,使整个路面结构及其各组成部分的变形量控制在容许范围内
	稳定性	路面的稳定性是指路面保持其本身结构强度的性能,也就是指在外界各种影响因素的作用下路面强度的变化幅度。路面强度的变化幅度越小,则稳定性越好,反之则稳定性越差
	平整度	路面的平整度是反映路面使用质量的一项重要指标。不平整的路面会增大行车阻力,并使车辆产生附加的振动作用。这种振动作用会造成行车颠簸,影响行车的速度和安全、驾驶的平稳和乘客的舒适。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;而且不平整的路面还会积滞雨水,加速路面的破坏。所有这些都使路面使用的社会效益降低。因此,为了减小车辆荷载的冲击力,提高行车速度和行车舒适性、安全性,路面应保持一定的平整度。道路的等级越高,对路面平整度的要求也越高
	耐久性	路面应具有足够的耐久性,使路面在荷载、气候因素的长期综合多次作用下耐疲劳、耐老化和没有不容许的塑性变形和积累
	抗滑性能	汽车在光滑的路面上行驶时,车轮和路面之间缺乏足够的附着力或摩擦阻力,在雨天高速行驶,或紧急制动及突然起动,或爬坡、转弯时,车轮也易产生空转或打滑,致使行车速度降低,油料消耗增多,甚至引起严重的交通事故。所以,路面表面应具有足够的粗糙度,即要具有足够的抗滑性
	环境谐调	路面应与周围环境协调,一般应洁净少尘,有时根据道路所在地区的环境要求,还有低振动、低噪声要求以及质地、亮度和色彩等要求

1. 沥青路面使用性能要求

概括地讲,沥青路面的使用性能是指高温稳定性、低温抗裂性、耐久性、抗滑性、防渗性和平整性。

1)高温稳定性

沥青路面的强度与刚度,随温度升高而显著下降,在高温季节和行车荷载的反复作用下,为了保证沥青路面不致产生诸如波浪、推移、车辙、泛油、粘轮等病害,沥青路面应具有良好的

高温稳定性,即在高温时具有足够的强度与刚度。

为了提高沥青路面的高温稳定性,可采用在混合料中增加粗集料含量;或控制剩余空隙率,使粗集料形成空间骨架结构,以提高沥青混合料的内摩阻力;适当地提高沥青材料的稠度,控制沥青与矿粉的比例,严格控制沥青用量;采用活性较高的矿粉,以改善沥青与矿料之间的相互作用,从而提高沥青混合料的黏聚力。此外,在沥青中掺入聚合物改善沥青性能,也可取得较为满意的结果。

2) 低温抗裂性

裂缝是沥青路面的一种主要破坏形式,且裂缝的出现往往是路面损坏急剧增加的开始。

沥青路面的裂缝可归为两种类型:一种是在交通荷载反复作用下的疲劳开裂;另一种是由于降温而产生的温度收缩裂缝,或由于半刚性基层开裂而引起的反射裂缝。

沥青材料的老化会使其低温抗裂性能恶化,故为了提高沥青路面的低温抗裂性能,应选用抗老化能力较强、稠度较低及温度敏感性低的沥青。在沥青中掺加橡胶类高分子聚合物,对提高沥青路面的低温抗裂性能具有较为明显的效果。在沥青路面结构层中铺设沥青橡胶、土工布或塑料格栅等应力吸收薄膜,对防止沥青路面的低温开裂具有显著的作用。

3) 耐久性

沥青路面应具有抵抗温度、阳光、空气、水等各种大气因素作用的能力,即在这些因素的作用下,沥青路面的性质不致很快恶化,失去黏性、性质变脆,以致在行车荷载和其他因素的作用下发生脆裂,以致沥青与矿料脱离,使路面松散破坏。

研究表明,沥青路面的使用寿命与沥青混合料中的沥青含量有很大关系。当沥青用量不足时,则沥青膜变薄,沥青路面的延伸能力降低,脆性增加,且沥青路面的空隙率增大,使沥青膜暴露增多,从而加速了老化作用。此外,空隙率增大也会使混合料的渗水率增加,从而加剧水对沥青膜的剥落作用。

4) 抗滑能力

沥青路面应具有足够的抗滑能力,以保证在最不利的情况下(当路面潮湿时),车辆能够高速安全行驶,而且在外界因素作用下其抗滑能力不致很快降低。

沥青路面的粗糙度与矿质集料的微表面性质、混合料的级配组成以及沥青用量等因素有关。为保证沥青路面的粗糙度不致很快降低,应选择硬质有棱角的石料。研究表明,沥青用量对抗滑性的影响相当敏感,当沥青用量超过最佳用量 0.5% 时就会导致抗滑系数的明显降低。

5) 防渗能力

当沥青路面防渗能力较差时,不仅影响路面本身的稳定性,而且还会影响到基层的稳定性。因此,沥青路面必须具有较好的抗渗能力,在潮湿多雨地区尤为重要。

沥青路面的抗渗能力主要取决于沥青路面的空隙率,空隙率越大,其抗渗能力越差。

6) 平整性

平整性主要是指沥青路面的平整度,它直接影响着车辆在路面上的行驶质量和公路基本功能的充分发挥。路面的平整度是一项综合性指标,涉及施工过程各个环节的许多因素,它是路基、路面施工全过程各个环节质量的最终体现。

以上性能中,除平整性与沥青混合料本身关系较小外,其他性能都是由沥青混合料自身决定的。表 1-3 汇总了沥青、矿料、沥青混合料、沥青路面各种性能的有机联系。

沥青路面的技术要求见表 1-4。

沥青材料与沥青路面性能的关系

表 1-3

沥青路面性能		沥青结合料	矿料	沥青混合料	备 注
高温稳定性		比较重要	重要	重要	
低温抗裂性		重要	有影响	重要	
耐久性	水稳定性	有影响	比较重要	重要	
	抗老化性能	重要	几乎无关	重要	与空隙率关系大
抗滑性能		有影响	重要	重要	
路面渗透性		比较重要	重要	重要	与空隙率关系大
平整性		几乎无关	有影响	有影响	取决于施工水平和结构

沥青路面技术要求与指标体系

表 1-4

技 术 要 求	病 害 类 型	技 术 指 标
高温稳定性	车辙、拥包	马歇尔稳定度、动稳定度
低温抗裂性	横向开裂	低温蠕变速率、应变能、冻断温度
水稳定性	松散、剥落、坑槽	马歇尔残留稳定度、冻融劈裂强度
疲劳特性	纵裂、网裂	疲劳强度
气候稳定性	龟裂、松散	老化试验后强度与稳定性
刚度	不均匀沉降、平整度下降	回弹模量、整体弯沉
抗滑性能	表面光滑	路面摩擦系数、石料磨光值、构造深度

2. 水泥混凝土路面使用性能要求

水泥混凝土路面的使用性能是指其在设计使用期内,为满足交通和环境的要求所具有的结构强度,以及为保障车辆行驶的舒适、安全及经济性所具有的表面功能。前者要求水泥混凝土路面结构不仅能够承受各种荷载的作用,还要满足其使用的耐久性,这主要由面层混凝土的强度及疲劳特性等决定;后者要求路面表面平整、抗滑,能迅速排水,且尽可能将车辆与路面表面产生的噪声降低到要求限度。而要保证水泥混凝土路面的结构强度和表面功能,应从路面的结构设计、材料组成设计和施工技术等方面采取措施。

1) 结构强度

结构强度是保证路面使用性能的前提。水泥混凝土路面是由面层、基层、垫层及路基等组成的层状结构,每个结构层对于实现路面使用性能发挥着不同的作用。路面的结构强度即由这些层次的合理组合确定。

水泥混凝土面层强度高、刚度大,是主要承受荷载的结构层,因此,面层混凝土的强度与疲劳特性是保证水泥混凝土路面结构强度的关键因素。前者主要指混凝土的弯拉强度及抗压强度。由于混凝土是脆性材料,其弯拉强度远低于抗压强度,水泥混凝土路面破坏主要是混凝土面层的断裂破坏。路面设计通常以面层混凝土的弯拉强度作为设计指标,并根据此指标确定面层所需的厚度。抗压强度虽然不是混凝土路面的设计指标,但由于其试件制作简单,测试方便,可以建立抗压强度与弯拉强度的回归关系,通过抗压强度推算弯拉强度;而且抗压强度与混凝土面层的耐磨性有直接的关系,抗压强度越大,混凝土的耐磨性越好。因此,抗压强度也是保证混凝土强度的重要指标。水泥混凝土路面在使用期内直接承受着荷载应力和温度应力的反复作用,一次荷载的作用一般不会引起面层的断裂破坏;但是混凝土在承受反复应力的作

用时,会在低于一次作用下的极限强度值时出现破坏。混凝土强度随重复作用而降低的现象即为疲劳。水泥混凝土路面结构设计以行车荷载和温度荷载的综合作用产生的疲劳断裂作为设计标准,因此,混凝土良好的疲劳特性是保证水泥混凝土路面结构强度的必要因素。

面层混凝土本身具有足够的弯曲刚度,是提供路面结构强度的主要来源,但须以基(垫)层和路基提供稳定而均匀的支承为前提。由于接缝渗入水对基层顶面的冲刷是引起水泥混凝土路面唧泥、错台及断裂等病害的主要原因,因此对基层的首要要求是具有足够的抗冲刷能力。而对于路基的主要要求是提供均匀支承,即路基在环境因素和荷载作用下产生的不均匀变形应尽可能小。

2) 表面功能

水泥混凝土路面的表面功能是路面表面为轮胎或车辆行驶提供的使用功能。它一方面与轮胎或车辆作用的性状有关,另一方面与面层混凝土的表面特性有关。根据波长的大小,路面表面特性可以分为细构造、粗构造、宏构造和不平整。其中,细构造为轮胎提供附着力,以保证路面的抗滑能力;粗构造为路表水从快速滚动的轮胎面下排除提供通路,以保证雨天高速行驶的安全性,这二者是保证行车安全所必需的指标。宏构造会使滚动的车轮轮胎产生较大的噪声,不平整则影响行车的舒适性、安全性和经济性,应尽量减小。

(1) 平整度

路面平整度是路面表面诱发行驶车辆出现振动的高程变化,它直接影响到行车的舒适性及燃料消耗。平整度的测定方法和仪器大致可以分为两类:一类是断面类平整度测量,直接沿行驶车辆的轮迹量测路面表面的高程,得到路表纵断面,通过数学分析采用综合统计量作为其平整度指标;另一类是反应类平整度测量,通过在主车或拖车上安装由传感器和显示器组成的仪器,传感和积累车辆以一定速度经不平整路表面时悬挂系统的竖向位移量。不同量测方法的结果可以通过转换而采用统一的标准,如国际平整度指数(IRI)。

路面不平整的初始原因主要是混凝土面层摊铺和压实的施工质量得不到完全保证。而后,随着路面的使用,路面结构强度不断降低,沉降、错台等随之出现,其不平整也会逐渐加剧。因此,应注意路面施工过程中对各结构层平整度与强度的控制,以及混凝土路面使用中的养护工作。

(2) 抗滑性能

路面抗滑性能是指车辆轮胎制动时路表面对车轮滑移的阻抗能力,通常采用锁轮拖车、偏转轮拖车及摆式仪等方法进行测定。

影响路面表面抗滑性能的因素主要是路面表面的细构造和粗构造。路面表面的细构造是指集料表面的粗糙度,它随车轮的反复作用而逐渐被磨光,通常采用石料磨光值(PSV)表征其抗磨光的性能。细构造在低速(30~50km/h以下)时对路表抗滑性能起决定作用,而行驶速度高时起主要作用的是粗构造,通常用构造深度表征其构造特性。其功能是使车轮下的路表水迅速排除,以避免形成水膜。粗构造也会随车轮的反复作用而逐渐丧失。

为保障行车安全,路面表面需有一定的抗滑能力,应从路面表面的细构造和粗构造两个方面解决。混凝土面层的细构造主要与水泥砂浆和粗集料的性质有关,应注意集料的选用和水泥混凝土的配合比设计。粗构造则主要采用机械方法,通过刻槽、拉槽、压槽、拉毛等措施形成。

(3) 轮胎-路表面的噪声特性

混凝土面层众多的接缝、较高的刚度以及为提供抗滑能力而筑造的粗构造,使行驶其上的