

水泥混凝土路面 设计、施工与养护

交通部水泥混凝土路面推广小组 编

SHEJI
SHIGONG
YANGHU

1.3517
035

人民交通出版社

水泥混凝土路面设计、
施工与养护

Shuini Hunningtu Lumian Sheji,
Shigong Yu Yanghu

交通部水泥混凝土路面推广小组 编

人民交通出版社

京)新登字091号

水泥混凝土路面设计、 施工与养护

交通部水泥混凝土路面推广小组 编

插图设计: 裘琳 正文设计: 周圆 责任校对: 周圆

人民交通出版社出版发行

(100013北京和平里东街10号)

各地新华书店经销

北京朝阳区双桥印刷厂印刷

开本: $787 \times 1092 \frac{1}{32}$ 印张: 5.25 插页: 1 字数: 112千

1991年11月 第1版

1992年6月 第1版 第2次印刷

印数: 15001—25000册 定价: 5.30元

ISBN7-114-01223-3

U·00811

内 容 提 要

本书是为配合水泥混凝土路面推广工作，根据近几年来对水泥混凝土路面的研究成果及工程实践，并参阅了国内外有关技术资料编写而成的。

本书系统地、概括地叙述了水泥混凝土路面设计、施工与养护的基本知识。内容包括：概述、结构设计、混合料组成设计、小型机具施工、轨道式摊铺机施工、特殊情况下施工、工程质量管理与检验、病害和维修、加厚层结构设计，共三篇九章。

本书内容全面、通俗，是一本供广大道路工程技术人员和筑路工人学习使用的、生产上很实用的书籍，本书亦可供有关专业的教学、科研人员参考。

前 言

水泥混凝土路面具有承载能力大、稳定性好、使用寿命长、日常养护费用少等优点，是高等级、重交通公路路面的主要类型之一。在我国积极发展水泥混凝土路面，对合理利用水泥资源，提高路面质量，缓和沥青供应不足的矛盾，增加公路高等级路面铺筑里程，都具有重要意义。

建国以来，由于各种原因，我国水泥混凝土路面发展缓慢。据不完全统计，到1970年我国仅有公路水泥混凝土路面200km。到了70年代，我国一些省，如浙江、河北、江苏、广东等省，才开始较多地在公路上铺筑水泥混凝土路面，至1980年我国水泥混凝土路面里程增至1600km。1980年以来，通过不断实践、摸索和科学研究，我国修筑水泥混凝土路面的技术逐步完善，质量不断提高，从而促进了公路水泥混凝土路面的发展。至1990年底，我国水泥混凝土路面里程已达11373km。为实现我国国民经济发展第二步战略目标，今后十年需要进一步加快我国公路建设特别是高等级公路建设的发展步伐，修筑水泥混凝土路面已是势在必行。

近年来，虽然我国公路水泥混凝土路面发展较快，水泥混凝土路面的设计、施工技术也有了很大提高，但从全国看，无论在数量上还是在技术上，发展还很不平衡，大多数省、市、自治区经验尚少，有待解决的技术问题很多。为使我国公路水泥混凝土路面健康发展，交通部提出了“积极、稳妥”的发展方针，并将水泥混凝土路面工程示范和专项技

术推广列入1989~1990年交通重点科技项目执行计划（即通达计划），并由交通部工程管理司牵头，成立了水泥混凝土路面推广小组，具体负责该项目的技术服务和协调工作。

为了配合推广工作，普及铺筑公路水泥混凝土路面的基本知识，我们根据国家科委科技工作引导性项目“我国水泥混凝土路面发展对策及修筑技术”研究的部分成果及近几年工程实践经验，并参阅了国内外有关技术文献，编写出这本生产上实用的书籍，以供广大道路工程技术人员和筑路工人参考使用。希望该书对推动我国水泥混凝土路面的建设有所裨益。

本书内容包括：概述；结构设计；混合料组成设计；小型机具施工；轨道式摊铺机施工；特殊情况下施工；工程质量管理与检验；病害和维修；加厚层结构设计等。

本书共分三篇九章，分别由李文康、李华、张圣城、姚祖康、夏蔚西、顾敏浩、黄熙、程英华、楼汉铮编写。全书由姚祖康教授主编，交通部工程管理司杨盛福司长主审。由于编写仓促及限于人员水平，错误与不当之处，敬希广大读者批评指正。

交通部水泥混凝土路面推广小组

一九九一年五月

目 录

第一篇 设计	(1)
第一章 概述	(1)
第一节 水泥混凝土路面的构造.....	(1)
第二节 水泥混凝土路面的特点和适用场合.....	(4)
第二章 水泥混凝土路面结构设计	(9)
第一节 路基.....	(10)
第二节 基层和垫层.....	(11)
第三节 排水和路肩.....	(16)
第四节 面层厚度设计.....	(19)
第五节 接缝设计.....	(30)
第六节 补强钢筋.....	(37)
第七节 钢筋混凝土板设计.....	(39)
第八节 水泥混凝土路面同其它构造物相接 处的处理.....	(41)
第三章 水泥混凝土混合料组成设计	(45)
第一节 对混凝土组成材料的要求.....	(46)
第二节 水泥混凝土混合料配合比设计.....	(52)
第二篇 施工	(61)
第一章 小型机具施工	(62)
第一节 施工准备.....	(62)
第二节 混凝土的拌和与运输.....	(64)
第三节 混凝土的摊铺与振捣.....	(67)

第四节	真空脱水	(71)
第五节	接缝施工	(76)
第六节	表面修整和养生	(81)
第七节	防止早期裂缝	(83)
第二章	轨道式摊铺机施工	(84)
第一节	机械选型和配套	(85)
第二节	混凝土的拌合与运输	(88)
第三节	混凝土的摊铺与振捣	(91)
第四节	表面修整	(96)
第三章	特殊情况下施工	(97)
第一节	高温季节施工	(97)
第二节	低温季节施工	(99)
第三节	雨季施工	(109)
第四章	工程质量管理与检验	(110)
第一节	工程质量管理	(110)
第二节	工程质量检验	(117)
第三篇	养护和改建	(122)
第一章	混凝土路面的病害和维修	(122)
第一节	病害类型及原因	(122)
第二节	养护和维修措施	(125)
第二章	加厚层结构与施工	(132)
第一节	水泥混凝土加厚层	(133)
第二节	钢纤维混凝土加厚层	(139)
附录一	水泥混凝土外掺剂标准	(144)
附录二	混凝土强度快速测定	(146)
附录三	试验报告	(151)
参考文献	(158)

第一篇 设计

第一章 概述

第一节 水泥混凝土路面的构造

水泥混凝土路面是指以水泥混凝土板作面层的路面，由面层、基层、垫层、路基、路肩和排水设施等组成，如图1-1-1所示。

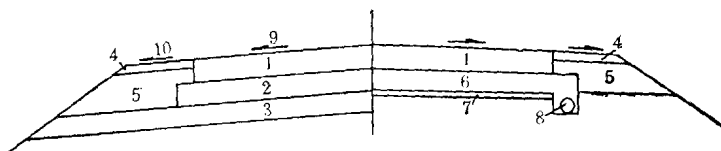


图1-1-1 路面的构造

1-面层；2-基层；3-垫层；4-路肩；5-路肩基层；6-透水基层；7-过滤层；
8-集水管；9-路面横坡；10-路肩横坡

一、结构层次

水泥混凝土路面以刚度很大的水泥混凝土板作面层，因而可以采用较沥青路面简单的结构层次：面层、基层、垫层和路基；面层、基层和路基或面层和路基。

(一) 面层

水泥混凝土面层直接承受行车荷载的作用和环境的影

啊，应具有较高的抗弯拉强度^①、耐久性、耐磨性和抗滑性。

按组成材料和施工方法的不同，水泥混凝土面层可分为下述6种类型。

1. 无筋混凝土

或称素混凝土，是指除接缝处和一些局部范围（如角隅和边缘）外，板内不配置钢筋的水泥混凝土面层，这是目前应用最为广泛的一种面层类型。

无筋混凝土通常采用常规的振捣方法进行铺筑。

2. 碾压混凝土

采用类似于水泥稳定（或处治）粒料铺筑方法，通过碾压修建的无筋混凝土。这是近年来出现的新的施工工艺。

3. 钢筋混凝土

为防止混凝土板产生的裂缝缝隙张开而在板内配置纵向和横向钢筋的混凝土面层。它仅在下述情况下采用：（1）板的长度较大，例如10~20m；（2）板下埋有地下设施或路基有可能产生不均匀沉降；（3）板的平面形状不规则或有孔时，等等。

4. 连续配筋混凝土

除了在与其它路面交接处或邻近结构物处设置胀缝以及视施工需要设置施工缝外，不设置横缝的一种配筋混凝土面层。配筋率通常为0.6~0.7%。面层产生的横向裂缝，平均间距为1.0~4.5m左右，平均缝隙宽为0.2~0.5mm左右。由于钢筋用量大，目前我国仅铺筑了试验路。

5. 预应力混凝土

对混凝土或钢筋施加预应力的无筋或钢筋混凝土面层，

① 抗弯拉强度，即《公路水泥混凝土路面设计规范》(JTJ012-84)中的抗折强度。

在我国曾修建过试验路，但尚未推广应用。

6. 钢纤维混凝土

在混凝土内掺入一些低碳钢或不锈钢纤维，形成一种均匀而多向配筋的混凝土面层板。我国已铺筑过试验路。

(二) 基层

混凝土面层下的基层，应具有一定的刚度和耐冲刷能力。

用作基层的材料，主要有3种类型：

1. 贫混凝土（水泥含量低的水泥混凝土）；
2. 结合料（水泥、石灰或沥青）稳定土或粒料（碎石、砂砾或工业废渣）；
3. 粒料（碎石、砂砾或粒状矿渣等）。

(三) 垫层

在土基的温度或（和）湿度状况不佳时，为改善其状况以保证混凝土面层的使用性能，在基层下可增设垫层。

常用的垫层材料有粒料（砂砾、碎石、粒状矿渣）或稳定土。

(四) 路基

混凝土路面要求有能提供均匀支承的路基。

二、路拱和排水设施

混凝土路面表面设置1%~2%的横向坡度，以迅速排除路表水。

通过接缝、裂缝和路面边缘仍会有部分水分渗入基层

(垫层)。在交通繁重和降水量大时，宜设置排水设施以排除这部分下渗水。

一类排水设施为设置透水基层，并采用纵向集水管汇集透水基层排出的水分，排离出路基。另一类设施为在路肩下设置排水层和纵向排水管，将沿面层—基层界面流向路肩的水分排离出路基。

三、路 肩

路面两侧的路肩需有比路面大1%~2%的横坡，以排除路表水。

路肩也设置面层和基层或垫层等结构层次。面层可采用沥青混合料或水泥混凝土，结构层次和厚度的安排应同路面相配合，以利于路面排水。

四、接 缝

混凝土路面设置纵向和横向接缝，使路面划分为一定尺寸的板块。

板块之间设置拉杆（纵缝）和传力杆（横缝），以保证板块之间的联结和荷载传递。

第二节 水泥混凝土路面的特点和适用场合

一、混凝土路面的特点

水泥混凝土是由水泥和矿质集料胶结成整体的混合材料。采用水泥混凝土作面层的路面具有下述特点：

1. 刚度大、强度高、板体性好

水泥混凝土具有较高的刚度，弹性模量达 $(25\sim 40)\times 10^3\text{MPa}$ 。路面用混凝土的抗弯拉强度达 $4.0\sim 5.5\text{MPa}$ ，抗压强度达 $30\sim 40\text{MPa}$ 。因而，混凝土路面具有较高的承载能力和扩散荷载的能力。

2. 稳定性好

水泥混凝土的水稳定性和温度稳定性均优于沥青混凝土，而且，其强度能随时间而增长。因而，水泥混凝土路面应用于气候条件急剧变化的地区时，不易出现沥青路面的某些稳定性不足的损坏（如车辙等）。

3. 耐用

由于强度和稳定性好，所以水泥混凝土路面的耐疲劳特性好，在保证设计和施工质量的情况下，可使用 $20\sim 40$ 年以上。

4. 抗侵蚀能力强

水泥混凝土对油、大多数化学物质不敏感，有较强的抗侵蚀能力。

5. 养护费用少

在正常设计、施工和养护的条件下，水泥混凝土路面的养护工作量和养护费用均比沥青路面小，约为后者的 $1/3\sim 1/4$ 。

6. 接缝多

接缝是混凝土路面的薄弱处，一方面增加了施工的复杂性，另一方面在施工和养护不当时易于导致唧泥、错台和断裂等损坏的出现。同时，接缝也容易引起行车跳动，影响行驶的舒适性。

7. 对超载敏感

水泥混凝土是脆性材料，一旦作用荷载超出了混凝土的

极限强度，混凝土板便会出现断裂。

8. 不能立即开放交通

除碾压混凝土外，其它混凝土路面需要一定的养生期，以获得足够的强度增长。因而辅筑完工后需要隔一定时期（14~21d〔天〕以上）才能开放交通。

9. 修补困难

混凝土路面出现损坏后，修补工作较沥青路面困难。

10. 噪声大

混凝土路面使用的中后期，由于接缝变形（缝隙增大、错台等）而使平整度降低。车辆行驶时的噪声较大。

二、水泥混凝土路面的适用场合

水泥混凝土路面的上述特点使之具有不同于沥青路面的适用场合，下面从技术和经济两个方面分别予以阐述。

技术方面

1. 特重交通和轻交通道路

水泥混凝土路面具有较高的承载能力和扩散荷载的能力，较好的耐疲劳作用特性（即疲劳方程斜率较平缓）。因而，在荷载重和交通量大的道路上，采用水泥混凝土路面所需的结构厚度要比沥青路面薄，其修建费用便可同沥青路面的相抗衡。特别在路基软弱时，水泥混凝土路面的优越性更为明显。另一方面，在轻交通道路上（县乡道路），由于可略去基层而直接在路基上辅筑水泥混凝土面层，从而显示出其优越性。

2. 缺乏优质集料地区

水泥混凝土依靠水泥胶结而成，因而可以容纳各种类型的集料和砂，只要它们符合一定的标准（见第三章）。同

时，混凝土路面的总的集料消耗量低于沥青路面。

在缺乏优质（坚硬）碎石集料地区，可以采用砾石或石灰石作水泥混凝土的粗集料，砾石水泥混凝土具有同碎石水泥混凝土相近的使用品质，而石灰石集料可以浇筑出优质混凝土，具有抗弯拉强度高、易于锯缝、出现断裂的危险性小和缩缝的缝隙小等优点。为了避免石灰石在重交通情况下出现磨光而使抗滑能力不足，可以采用硅质砂或对路面作适当处理。

3. 气候条件差或路基软弱地区

由于水泥混凝土面层的刚度大，荷载扩散能力强，对路基承载能力局部减弱的影晌不敏感（例如，在冻融期或水淹时路基强度出现短时期下降）。因而，在冰冻地区，路基有可能受水淹地段（如过水路面），适宜于采用水泥混凝土路面。

在炎热地区，水泥混凝土路面不会象沥青路面那样出现车辙、推移或泛油等损坏。

由于水泥混凝土路面具有良好的荷载扩散能力，路基软弱时，只要不出现短波长的不均匀沉降，也适宜于采用这种路面类型。

经济方面

从经济方面分析水泥混凝土路面的适用范围，需考虑分析期内不同类型路面的各项费用组成和总费用。总费用包括修建费、养护费、改建费、分析期末路面的残值和使用费用等。同时，还要考虑能量和其它资源消耗情况。

1. 修建费

各类路面的修建费取决于公路等级、路基承载能力、交通量、材料供应和价格、当地技术经济情况等因素，因而无

法给出混凝土路面同其它路面比较的统一结果。水泥混凝土路面的修建费通常要比沥青路面高，然而，在我国目前水泥供应充足、沥青供应紧张而价格很高的情况下，水泥混凝土路面的修建费比沥青路面的修建费高出不多，特别是在交通繁重、路基软弱、优质集料供应有困难的条件下。

2. 养护和改建费

在施工质量符合要求和养护工作正常的条件下，水泥混凝土路面的养护费用要低于沥青路面。同时，由于水泥混凝土路面的使用年限长，分析期内一般不需进行改建，而沥青路面往往需进行一次以上的改建。在交通繁重时，改建必然会引起交通中断。因此，水泥混凝土路面表现出明显的优势。

然而，如果施工质量差或设计有误，造成水泥混凝土路面损坏，则常常导致昂贵的养护和改建费用。

3. 使用者费用

在正常施工和养护条件下，水泥混凝土路面的平整度同沥青路面相近，两种路面的车辆运行费差别很小。但由于沥青路面在分析期内需改建，改建时中断交通而引起的车辆延误费，使沥青路面需支出较多的使用者费用。

4. 经济政策和资金来源

水泥混凝土路面的修建费较高而养护和改建费较低，这一特点在路面类型选择时所起的作用随经济政策和资金来源而异。在资金来源充足，对修建费有补贴，贴现率低的情况下，往往有利于选择水泥混凝土路面。反之，则适宜于分期修建，而应采用沥青路面方案。

5. 能源消耗

同车辆的燃油消耗相比，路面的能源消耗（包括材料生

产过程、路面修建过程、养护和改建过程中的能源消耗)通常较少。但水泥混凝土路面同沥青路面相比,是节约能源的一种路面结构。

除了上述因素外,在选择路面类型时,还应考虑当地材料和劳力资源的供应情况,以及机具设备和技术水平等条件。

综合以上分析可以看出,水泥混凝土适用于交通繁重和轻交通道路,路基承载能力低、天气炎热和严重冰冻地区,缺乏优质集料、沥青来源稀少、有水泥或其它水硬性结合料资源、资金来源无困难或政府有补贴政策等情况。

第二章 水泥混凝土路面结构设计

水泥混凝土路面结构设计包含下述6方面内容:

1. 结构层组合设计 依据交通繁重程度、当地环境条件和材料供应情况,选择混凝土路面的结构层次(包括土基、垫层、基层、面层等),各层的类型和厚度,以组合成能给混凝土面层以均匀支承、能承受预期交通的作用、能提供良好使用性能的混凝土路面结构。

2. 混凝土面层厚度设计 按设计标准的要求,确定为满足设计年限内使用要求所需的混凝土面层厚度。

3. 接缝设计 布设各类接缝的位置,设计接缝构造,采取措施提高接缝的传荷能力。

4. 排水设计 设置面层—垫层—路肩排水系统,以排除通过接(裂)缝和路面边缘渗入路面结构内的水份。

5. 路肩设计 选择路肩类型和结构层次,确定各层的材料组成和厚度。