

©孙家驷 高建平 主编



# 道路设计资料集

DAOLU SHEJI ZILIAOJI

路面设计

人民交通出版社

---

# 道路设计资料集

---

## 4 路面设计

孙家驹 高建平 主编

人民交通出版社



## 主 编 简 介



孙家骧教授, 现任重庆交通学院道路工程系主任, 中国道路工程学会理事, 全国路桥专业教学指导委员会委员, 硕士研究生导师, 全国交通系统优秀教师, 曾获四川省有突出贡献优秀专家称号, 交通部吴福一振华优秀教师奖; 公开出版专著八本, 其主编的《公路小桥涵勘测设计》全国统编教材获交通部优秀教材二等奖; 公开发表论文十余篇; 主持完成省、部、市级科研六项, 获省级二等奖一项, 重庆市软科学二等奖一项。

# 前 言

随着我国改革开放和经济建设的突飞猛进,道路建设近十几年来得以迅速发展,公路和城市道路基础设施建设在规模、质量和速度上都有很大提高。道路设计是道路建设的前期重要工作,对道路的施工、营运和后期效益起着十分重要的作用。但近年来有关道路设计资料汇编的书籍甚少,远不能满足道路设计资料查阅的要求,在道路设计中深感不便。为此,编者在多年收集有关资料的基础上,编写了本资料集,以期成为道路设计者的良友。

本书力求紧密结合道路设计实践,收集的资料尽可能“全面、简明、实用、精细”,编写主要遵循以下原则:

(1)取材以**常见实用**为主,采用现行的最新标准和规范,尽可能收入新近的设计资料、研究成果和新结构。对于道路的一些大型和特殊构造物,如隧道、悬索桥、斜拉桥、刚构桥、半山洞、半山桥以及其他特殊人工构造物未编入本书。

(2)编写体例以图、表资料为主,文字为辅,版面力求活泼、自由、便查,力求“一图抵千言”,图像和文字相得益彰。

(3)以设计常用的资料、数据、表格、公式和示例图表为主,不做论证、分析和公式推导。

(4)在编写取材范围上以公路设计为主,兼顾城市道路和相关的土木工程设施设计,公路工程技术标准与规范和城市道路设计规范并用。

(5)编写体系上力求做到脉络清晰,查阅方便,数据准确,简明精练。

全套丛书共分七册,分期陆续出版,这七册分别为:

第一册 基本资料      第二册 路线测设

第三册 路基设计      第四册 路面设计

第五册 涵洞设计      第六册 交叉设计

第七册 设施设计

全套丛书由孙家驹主编,本册主编孙家驹、高建平。本册编写组人员有:孙家驹、张维全、高建平、李松青、朱晓兵、张铭。在编写过程中得到人民交通出版社孙奎编辑的帮助和支持,在此表示谢意。本书的编写主要是资料的收集、整理和汇总工作,书中大量引用了已出版书籍、杂志和论文的内容,对文献作者为推动公路设计水平的提高所做的贡献笔者表示由衷的敬佩,同时表示感谢。应该说本书是对多年来道路设计资料的汇总,编者仅在这方面做了一点工作,如果这套丛书能对广大道路工作者有所帮助,这将是编者最大的欣慰。

由于编者水平有限,在编写中难免有挂一漏万、详略失当之处,一些资料的取舍可能不当,甚至个别资料的时效性和准确性也可能有偏差或错误,加之本书面广、篇幅大,编写人员较多,因此书中的“错、漏、缺、重”之处难免,对此,我们恳请读者批评指正。

目  
录

## 一 标准规范摘要

- [1]《公路工程技术标准》(JTJ 001—97) ..... 3
- [2]《城市道路设计规范》(CJJ 37—90) ..... 4
- [3]《公路沥青路面设计规范》  
(JTJ 014—97) ..... 11
- [4]《公路水泥混凝土路面设计规范》  
(JTJ D40—2002) ..... 21
- [5]《粉煤灰石灰类道路基层施工及验收  
规程》(CJJ 4—97) ..... 25
- [6]《固化类路面基层和底基层技术规程》  
(CJJ/T 80—98) ..... 28
- [7]《公路改性沥青路面施工技术规范》  
(JTJ 036—98) ..... 30
- [8]《钢纤维混凝土结构设计与施工规程》  
(CECS 38:92) ..... 35
- [9]《路面稀浆封层施工规程》  
(CJJ 66—95) ..... 41

## 二 路面概要

- [1]断面、结构及要求 ..... 45
  - A 路面断面组成 ..... 45
  - B 路面结构及层次划分 ..... 46
  - C 设计要求及内容 ..... 46
- [2]路面等级、类型及路拱 ..... 49
  - A 路面等级、适用类型与道路等级 ..... 49
  - B 路面分类表 ..... 49
  - C 各类路面适用条件及层位表 ..... 51
  - D 各类路面适宜技术因素综合表 ..... 52
  - E 各类路面及结构层次定义表 ..... 52
  - F 道路路拱横坡表 ..... 56

## 三 设计参数

- [1]交通车辆 ..... 59
  - A 车辆类型及参数 ..... 59
  - B 车辆对路面的压力和水平力 ..... 63
  - C 轴载换算 ..... 64

- D 轴载累计作用的计算 ..... 68
- [2]路面环境 ..... 70
  - A 公路及路面自然区划 ..... 70
  - B 路面的温度状况 ..... 76
- [3]土基设计参数 ..... 78
  - A 土基水温状况 ..... 78
  - B 土基强度的设计参数 ..... 83
- [4]路面设计符号 ..... 88

## 四 路面材料

- [1]路面材料的特性 ..... 93
  - A 材料性质及密度 ..... 93
  - B 路面粒料的特性 ..... 94
  - C 路面结合料的特性 ..... 95
  - D 路面混合料的特性 ..... 103
- [2]路面材料技术要求 ..... 112
  - A 路面粒料技术要求 ..... 112
  - B 路面结合料技术要求 ..... 125
  - C 国外路面材料技术指标及要求参  
考资料 ..... 143

## 五 路面基层

- [1]路面基层的类型及一般规定 ..... 173
  - A 路面基层类型 ..... 173
  - B 路面基层设计的一般规定 ..... 173
- [2]水泥稳定土基层 ..... 175
  - A 特点及一般规定 ..... 175
  - B 组成设计 ..... 175
  - C 设计参数及参考资料 ..... 177
  - D 质量检验标准 ..... 181
- [3]石灰稳定土基层 ..... 183
  - A 特点及一般规定 ..... 183
  - B 组成设计 ..... 183
  - C 设计参数及参考资料 ..... 185

[D] 质量检验标准·····	186
[4]石灰工业废渣稳定土基层·····	188
[A] 类型及一般规定·····	188
[B] 组成设计·····	188
[C] 设计参数及参考资料·····	190
[D] 质量检验标准·····	191
[5]碎(砾)石、填隙碎石基层·····	193
[A] 一般规定及要求·····	193
[B] 设计参数及参考资料·····	193
[C] 质量检验标准·····	194
[6]垫层·····	196
[A] 垫层设计要点·····	196
[B] 防冻深度及最小防冻厚度·····	196
[7]路面基层设计参考资料·····	198
[A] 城市道路路面基层设计参数·····	198
[B] 路面基层设计参数参考资料·····	198
[C] 路面基层混合料参考配合比·····	204

## 六 沥青路面

[1]设计依据·····	209
[A] 设计原则及流程图·····	209
[B] 设计指标·····	210
[C] 抗滑要求及可靠度设计标准·····	212
[2]沥青路面设计·····	215
[A] 沥青路面混合料组成设计·····	215
[B] 沥青路面结构组合设计·····	224
[C] 沥青路面厚度计算·····	228
[D] 沥青路面设计·····	236

## 七 水泥混凝土路面

[1]水泥混凝土路面概要·····	247
[A] 水泥混凝土路面特点、设计原则及内容·····	247
[B] 水泥混凝土路面设计一般步骤·····	247
[C] 水泥混凝土路面类型、特点及适用条件·····	248
[D] 水泥混凝土路面设计参数·····	249
[2]水泥混凝土路面结构组合及材料组成设计·····	250

[A] 组合设计的要求及要点·····	250
[B] 材料组成设计·····	252
[3]水泥混凝土路面厚度设计·····	257
[A] 荷载应力计算·····	257
[B] 水泥混凝土路面温度应力计算公式·····	259
[C] 规范规定的荷载应力及温度应力计算方法·····	261
[D] 基层顶面回弹模量计算·····	267
[E] 水泥混凝土路面厚度计算·····	269
[4]水泥混凝土路面结构设计·····	272
[A] 水泥混凝土路面构造组成及要求·····	272
[B] 水泥混凝土路面横断面结构·····	272
[C] 水泥混凝土路面平面尺寸及分块·····	273
[D] 水泥混凝土路面接缝构造·····	275
[E] 传力杆及拉杆构造·····	282
[F] 特殊部位混凝土路面的构造·····	287
[G] 水泥混凝土路面填缝及填缝材料·····	301
[H] 水泥混凝土路面防滑要求及构造·····	305

## 八 新型路面及特种路面

[1]沥青玛蹄脂路面(SMA)·····	309
[A] 沥青玛蹄脂路面概要·····	309
[B] 改性沥青类型及改性剂·····	311
[C] 沥青玛蹄脂混合料设计·····	313
[2]多孔隙沥青混凝土路面(OGFC)·····	320
[A] 多孔隙沥青混凝土特点及材料要求·····	320
[B] 多孔隙沥青混凝土混合料配比设计·····	322
[3]多碎石沥青混凝土路面·····	324
[A] 多碎石沥青混凝土混合料技术要求·····	324
[B] 多碎石沥青混凝土结合料选择及沥青用量确定·····	325
[4]其他新型路面及特种沥青路面·····	326
[A] 乳化沥青路面·····	326



[E] 塑料排水管·····	442	[4]国内城市及厂矿道路水泥混凝土路面 典型结构·····	499
<b>十 路面典型结构及实例资料</b>		[A] 国内城市道路水泥混凝土路 面典型结构·····	499
[1]国内公路沥青路面典型结构·····	447	[B] 厂矿及建筑小区水泥混凝土路 面典型结构·····	504
[A] 《公路沥青路面设计规范》 (JTJ 014—97)中的路面推荐结构·····	447	[C] 人行道铺装参考结构·····	506
[B] 国内一些地区高等级公路半刚 性沥青路面典型结构·····	448	[D] 港口道路和堆场铺面结构·····	508
[C] 安徽省沥青路面典型结构·····	460	[5]国外路面参考典型结构·····	510
[2]国内城市及厂矿道路沥青路面典型 结构·····	467	[A] 《英国沥青路面道路结构设计指 南》的沥青路面典型结构·····	510
[A] 有关规范推荐的城市沥青路面 典型结构·····	467	[B] 德国路面参考典型结构·····	518
[B] 国内一些城市道路沥青路面参 考结构·····	468	[C] 国外部分国家高速公路沥青路 面参考典型结构·····	520
[C] 厂矿及建筑小区道路沥青路面 典型结构·····	473	[D] 日本道路及广场铺面·····	521
[3]国内公路水泥混凝土路面典型结构·····	487	[6]已建成路面结构实例汇编·····	533
[A] 国内推荐的一些公路水泥混凝 土路面参考典型结构·····	487	[A] 国内已建成公路路面结构实例·····	533
[B] 重庆地区公路水泥混凝土路面 典型结构·····	488	[B] 国外已建成公路路面结构实例·····	540
		[7]路面设计图示例·····	542
		[A] 水泥混凝土路面设计图示例·····	542
		[B] 沥青混凝土路面设计图示例·····	546
		主要参考文献·····	549

## 第一部分

# 标准规范摘要

## 5 路 面

## 5.0.1 路面设计的基本要求

公路路面应根据交通量及其组成情况和公路等级、使用任务、功能、当地材料及自然条件,结合路基进行综合设计。

路面应具有良好的稳定性和足够的强度,其表面应满足平整、抗滑和排水的要求。

各级公路的行车道、路缘带、匝道、变速车道、爬坡车道、硬路肩和应急停车带等均应铺筑路面。

各级公路路面可根据交通量发展需要,一次建成或分期修建。

## 5.0.2 标准轴载

路面设计以双轮组单轴 100kN 为标准轴载。

## 5.0.3 路面等级

路面等级一般按表 5.0.3 的规定选用。

路面等级 表 5.0.3

公路等级	高速公路	一	二	三	四
采用的路面等级	高级	高级	高级或次高级	次高级或中级	中级或低级

## 5.0.4 路面结构组成及其类型

路面结构一般由面层、基层、底基层与垫层组成。面层类型规定于表 5.0.4。

高速公路、一级公路基层,应采用水泥稳定粒料、石灰粉煤灰稳定粒料、沥青混合料以及级配碎砾石等材料铺筑,高速公路、一级公路底基层和二级及二级以下公路基层和底基层,除上述类型材料外,也可采用水泥稳定土、石灰稳定土、石灰粉煤灰稳定土、石灰工业废渣、填隙碎石等或其他适宜的当地材料铺筑。

各级公路当需要设置垫层时,一般可采用水稳性好的粗粒料或各种稳定类材料铺筑。

路面面层类型 表 5.0.4

路面等级	面层类型
高级路面	1. 沥青混凝土 2. 水泥混凝土
次高级路面	1. 沥青贯入式 2. 沥青碎石 3. 沥青表面处治
中级路面	1. 碎、砾石(泥结或级配) 2. 半整齐石块 3. 其他粒料
低级路面	1. 粒料加固土 2. 其他当地材料加固或改善土

## 5.0.5 路拱坡度

路拱坡度应根据路面类型和当地自然条件,按表 5.0.5 规定的数值采用。路肩横向坡度一般应较路面横向坡度大 1%~2%。

六车道、八车道的高速公路宜采用较大的路面横坡。

路拱坡度 表 5.0.5

路面类型	路拱坡度(%)
沥青混凝土、水泥混凝土	1~2
其他沥青路面	1.5~2.5
半整齐石块	2~3
碎、砾石等粒料路面	2.5~3.5
低级路面	3~4

## 5.0.6 路面排水

各级公路,应根据当地降水与路面的具体情况设置必要的排水设施,及时将降水排出路面,保证行车安全。高速公路与一级公路的路面排水,一般由路肩排水与中央分隔带排水组成;二级及二级以下公路的路面排水,一般由路拱坡度、路肩横坡和边沟排水组成。

## 第九章 柔性路面设计

## 第一节 设计原则与规定

**第 9.1.1 条** 柔性路面设计包括结构组合、厚度计算与材料组成,其原则如下:

一、路面设计应根据道路等级与使用要求,遵循因地制宜、合理选材、方便施工、利于养护的原则,结合当地条件和实践经验,对路基路面进行综合设计,以达到技术经济合理,安全适用的目的。

柔性路面结构应按土基和垫层稳定,基层有足够强度,面层有较高抗疲劳、抗变形和抗滑能力等要求进行设计。

二、结构设计应以双圆均布垂直和水平荷载作用下的三层弹性体系理论为基础,采用路表容许回弹弯沉、容许弯拉应力及容许剪应力三项设计指标。路面结构用计算机计算;无计算机时对于三层以上体系用当量层厚度法换算为三层体系后查诺模图计算。

三、面层材料应具有足够的强度与温度稳定性;上基层应采用强度高稳定性好的材料;底基层可就地取材;垫层材料要求水稳定性好。

**第 9.1.2 条** 分期修建的路面工程应合理选择路面结构组合,确定设计厚度,使前期工程在后期能充分利用。

**第 9.1.3 条** 路面结构层一般由面层、基层和垫层组成,见图 9.1.3。

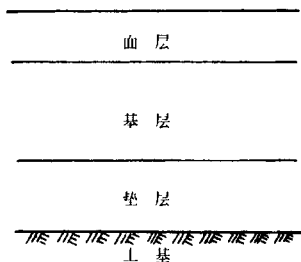


图 9.1.3 柔性路面结构层

面层为直接承受汽车车轮的作用力和自然因素影响的构造层,由一层或数层组成。

基层为路面的主要承重部分,和面层一起把荷载作用力传至土基。基层由一层或数层组成。

垫层为介于基层与土基之间的构造层,在土基水、温状况不良时,用以改善土基的水、温状况,提高路面结构的水稳性和抗冻胀能力,并可扩散荷载,以减小土基变形。

## 第二节 设计标准

**第 9.2.1 条** 路面设计以轴载 100kN 的双轮组单

轴为标准轴载。各轮轮载为 25kN,轮胎压强为 0.7MPa,单轮轮迹当量圆半径  $r$  为 10.65cm,双轮中心间距为  $3r$ 。

不同轴载的轴数按式(9.2.1)换算为标准轴载的轴数。

$$N_a = \sum_{i=1}^n \gamma_a \left( \frac{p_i r_i^{1.5}}{p_1 r^{1.5}} \right)^5 N_i \quad (9.2.1)$$

式中:  $N_a$ ——设计初期,机动车车行道上日交通量换算为日标准轴载的轴数( $n/d$ );

$N_i$ ——被换算各级轴载的轴数( $n/d$ );

$p_1$ ——标准轴载的轮胎压强(MPa);

$p_i$ ——被换算各级轴载的轮胎压强(MPa);

$r$ ——标准轴载的单轮轮迹当量圆半径(cm);

$r_i$ ——被换算各级轴载的单轮轮迹当量圆半径(cm);

$\gamma_a$ ——轮组数系数。双轮组为 1;单轮组为 0.25。

轴载大于或等于 20kN 的轴数均应换算为标准轴载的轴数,轴载小于 20kN 者不计。

**第 9.2.2 条** 设计指标及适用范围规定如下:

## 一、设计指标

1.为防止路面出现沉陷、车辙、软弹、网裂等整体强度不足的损坏,路表容许回弹弯沉值  $[l]$  应大于或等于路表实际回弹弯沉值  $l_s$ ,即  $[l] \geq l_s$ 。计算时其差值应符合式(9.2.2-1)。

$$([l] - l_s)/[l] \times 100\% \leq 5\% \quad (9.2.2-1)$$

2.为防止路面出现疲劳裂缝损坏,沥青混凝土面层或半刚性基层材料的容许弯拉应力  $[\sigma]$  应大于或等于该层的实际弯拉应力  $\sigma$ ,即  $[\sigma] \geq \sigma$ 。计算时其差值应符合式(9.2.2-2)。

$$([\sigma] - \sigma)/[\sigma] \times 100\% \leq 5\% \quad (9.2.2-2)$$

3.为防止路面面层出现车辙、波形、推挤、滑移和剪裂等损坏,面层材料的容许剪应力  $[\tau]$  应大于或等于面层破裂面上的实际剪应力  $\tau_s$ ,即  $[\tau] \geq \tau_s$ 。计算时其差值应符合式(9.2.2-3)。

$$([\tau] - \tau_s)/[\tau] \times 100\% \leq 5\% \quad (9.2.2-3)$$

## 二、适用范围

1.对沥青混凝土面层应采用容许回弹弯沉、弯拉应力和剪应力三项指标设计。在交通量小的支路上铺装沥青混凝土面层时,可仅用容许弯沉值设计。

2.对沥青碎石面层采用容许回弹弯沉和剪应力两项指标设计。

3.对沥青贯入式碎(砾)石面层、浇洒式施工的沥青表面处治和粒料路面,只用容许回弹弯沉指标

设计。

4. 采用半刚性基层时, 应对基层按弯拉指标设计。

**第 9.2.3 条** 路表的容许回弹弯沉值  $[l]$  按式 (9.2.3-1) 计算。

$$[l] = 1.1\alpha_r\alpha_s/N^{0.2} \quad (9.2.3-1)$$

式中:  $[l]$ ——路表容许回弹弯沉值 (cm);

$\alpha_r$ ——道路分类系数, 按不同等级的城市、不同类别的道路采用表 9.2.3-1 之值;

$\alpha_s$ ——路面类型系数, 见表 9.2.3-2;

$N$ ——设计年限内设计车道上标准轴载累计数;

$$N = \eta_n N_{\alpha} \quad (9.2.3-2)$$

$\eta_n$ ——轴数分配系数, 各城市按实际行车状况调查确定, 缺乏调查资料时, 可采用表 9.2.3-3 规定值;

$N_{\alpha}$ ——设计年限内机动车车行道上各种轴载换算为标准轴载的累计数;

$$N_{\alpha} = 365 N_{\alpha} [(1 + \gamma)^t - 1] / \gamma \quad (9.2.3-3)$$

$\gamma$ ——设计年限内交通量的年平均增长率 (%), 各城市根据调查资料分析确定;

$t$ ——设计年限 (a), 见第 2.5.2 条。

道路分类系数  $\alpha_r$  表 9.2.3-1

城市级别	道路分类			
	快速路	主干路	次干路	支路
大城市	0.85	1.0	1.1	1.2
中、小城市	0.85	1.1	1.2	1.2

路面类型系数 表 9.2.3-2

路面类型	沥青混凝土	沥青碎石、沥青贯入式碎(砾)石	沥青表面处理	粒料
路面类型系数 $\alpha_s$	1.0	1.1	1.2	1.3

轴数分配系数 表 9.2.3-3

车道数	机动车车行道宽度 (m)	轴数分配系数
单车道	≤ 5.5	1.0
双车道	6.0~7.0	0.6~0.7
	≥ 7.5	0.5
四车道	≥ 14.5	0.5
六车道	≥ 22.0	0.3~0.4

注: 1 双车道宽度窄时用大值, 宽时用小值, 大于或等于 7.5m 时用 0.5;

2 四车道指两条小型汽车车道与两条重型车道;

3 六车道指两条小型汽车车道与四条重型车道。当重型分配均匀时用小值, 分配不均匀时, 如铰接公共电、汽车在外侧车道行驶等用大值。

**第 9.2.4 条** 沥青混凝土面层和半刚性基层材料

容许弯拉应力  $[\sigma]$  按下式计算。

一、沥青混凝土面层材料容许弯拉应力  $[\sigma]$

$$[\sigma_a] = f_{am} / K_{am} \quad (9.2.4-1)$$

式中:  $f_{am}$ ——沥青混凝土面层材料弯拉强度 (MPa);

$K_{am}$ ——沥青混凝土弯拉结构强度系数, 如式 (9.2.4-2)。

$$K_{am} = 0.12N^{0.2} / \alpha_r \quad (9.2.4-2)$$

二、半刚性基层材料容许弯拉应力  $[\sigma_r]$

$$[\sigma_r] = f_{rm} / K_{rm} \quad (9.2.4-3)$$

式中:  $f_{rm}$ ——半刚性基层材料弯拉强度 (MPa);

$K_{rm}$ ——半刚性基层弯拉结构强度系数, 如式 (9.2.4-4)。

$$K_{rm} = 0.4N^{0.1} / \alpha_r \quad (9.2.4-4)$$

**第 9.2.5 条** 沥青混合料面层材料的容许剪应力  $[\tau]$  按式 (9.2.5-1) 计算。

$$[\tau] = f_v / K_v \quad (9.2.5-1)$$

式中:  $f_v$ ——沥青混合料面层材料的剪切强度 (MPa);

$$f_v = c + \sigma_a \tan \varphi \quad (9.2.5-2a)$$

紧急制动时, 按式 (9.2.5-2b) 计算:

$$f_v = c_d + \sigma_a \tan \varphi = 2c + \sigma_a \tan \varphi \quad (9.2.5-2b)$$

$c, \varphi$ ——材料的粘结力 (MPa) 和内摩擦角 ( $^\circ$ ), 由试验得出;

$c_d$ ——材料的动载粘结力 (MPa), 根据试验结果为  $c$  值的两倍;

$\sigma_a$ ——破裂面上有效法向应力 (MPa);

$$\sigma_{a(f)} = \sigma_{cp(f)} - \tau_{\max(f)} (1 + \sin \varphi) \quad (9.2.5-3)$$

$\sigma_{cp(f)}$ ——水平力系数为  $f$  时的计算点最大主压应力 (MPa);

$$\sigma_{cp(f)} = p_1 \lambda_{(f)} \quad (9.2.5-4)$$

$\lambda_{(f)}$ ——水平力系数为  $f$  时的计算点最大主压应力系数;

$$\lambda_{(f)} = \lambda_{0.3} + 0.46(f - 0.3) \quad (9.2.5-5)$$

$\lambda_{(0.3)}$ ——水平力系数  $f=0.3$  时的主压应力系数;

$$\lambda_{(0.3)} = \lambda'_{(0.3)} \rho_1 \rho_2 \quad (9.2.5-6)$$

$\lambda'_{(0.3)}, \rho_1, \rho_2$ ——由图 9.4.3-8 查得的系数;

$\tau_{\max(f)}$ ——水平力系数为  $f$  时的计算点最大剪应力 (MPa);

$$\tau_{\max(f)} = p_1 \lambda_{\tau}(f) \quad (9.2.5-7)$$

$\lambda_{\tau(f)}$ ——水平力系数为  $f$  时的计算点最大剪应力系数;

$$\lambda_{\tau(f)} = \lambda_{\tau(0.3)} + 1.3(f - 0.3) \quad (9.2.5-8)$$

$\lambda_{\tau(0.3)}$ ——水平力系数为  $f=0.3$  时的剪应力系数;

$$\lambda_{\tau(0.3)} = \lambda'_{\tau(0.3)} \gamma_1 \gamma_2 \quad (9.2.5-9)$$



$\lambda'_{\tau(0.3)}$ 、 $\gamma_1$ 、 $\gamma_2$  ——由图 9.4.3-7 查得的系数。

式中  $f$  值对于车站、交叉口等缓慢制动地点为 0.2;对于突然紧急制动为 0.5。

$K_V$  ——沥青混合料面层剪切结构强度系数。

$f=0.2$  时,

$$K_{V(0.2)} = 0.33N_C^{0.15}/\alpha_r \quad (9.2.5-10)$$

$N_C$  ——车站或交叉口设计年限内同一位置停车的标准轴载累计数。

$f=0.5$  时,

$$K_{V(0.5)} = 1.2/\alpha_r \quad (9.2.5-11)$$

### 第三节 结构组合设计

#### 第 9.3.1 条 结构组合的基本原则如下:

一、面层、基层的结构类型及厚度应与交通量相适应。交通量大、轴载重时,应采用高等级面层与强度较高的结合料稳定类材料基层。

二、层间结合必须紧密稳定,以保证结构的整体性和应力传布的连续性。面层与基层之间应按基层类型和施工情况适当洒布透层沥青、粘层沥青或采用沥青封层。

三、各结构层的材料回弹模量应自上而下递减,基层材料与面层材料的回弹模量比应大于或等于 0.3;土基回弹模量与基层(或底基层)的回弹模量比宜为 0.08~0.4。

四、层数不宜过多。

五、在半刚性基层上铺筑面层时,对等级较高的道路应适当加厚面层或采取其他措施以减轻反射裂缝。

#### 第 9.3.2 条 面层设计应符合下列要求:

一、面层类型可按设计年限内设计车道标准轴载累计数确定,见表 9.3.2-1。

设计车道标准轴载累计数  
要求的面层类型 表 9.3.2-1

设计车道标准轴载累计数 $N$	面层类型
$> 2 \times 10^6$	沥青混凝土、热拌热铺沥青碎石
$0.5 \times 10^6 \sim 2 \times 10^6$	热拌热铺或冷拌冷铺沥青碎石、沥青贯入式碎(砾)石
$< 0.5 \times 10^6$	沥青表面处治、粒料路面

二、面层应平整、密实、坚固。对于沥青面层尚应考虑综合防渗、抗滑、耐磨、高温与低温稳定性等要求。

1. 沥青混凝土面层的常用厚度和适宜层位见表 9.3.2-2,可按使用要求结合当地经验选用。

沥青混凝土面层常用厚度及适宜层位 表 9.3.2-2

面层类型	骨料最大粒径(mm)	常用厚度(cm)	适宜层位
粗粒式沥青混凝土	30,35	6~8	双层式沥青混凝土面层的下层
中粒式沥青混凝土	20,25	4~6	1 双层式沥青混凝土面层的上层 2 单层式沥青混凝土的面层
细粒式沥青混凝土	13,15	2.5~3	双层式沥青混凝土面层的上层
	10	1.5~2	1. 沥青混凝土面层的磨耗层 2. 沥青碎石等面层的封层和磨耗层
砂粒式沥青混凝土	5	1~2	3 自行车车道与人行道的面层

2. 热拌热铺沥青碎石可用作双层式沥青面层的下层或单层式面层。作单层式面层时,为防水和平整,应加铺沥青封层或磨耗层。沥青碎石的常用厚度为 5~7cm。

3. 沥青贯入式碎(砾)石可做面层或沥青混凝土路面的下层。作面层时,应加铺沥青封层或磨耗层,常用厚度为 5~8cm。

4. 沥青表面处治主要起防水层、磨耗层、防滑层或改善碎(砾)石路面的作用,常用厚度为 1.5~3cm。

#### 第 9.3.3 条 基层的要求与基层材料

一、基层应符合下列要求:

1. 具有足够的强度和稳定性;
2. 材料强度应均匀一致;
3. 底基层宜利用符合设计要求的当地材料,如天然砂砾等,并按路基干湿类型控制细料含量。

二、用作基层的材料主要有:

#### 1. 整体型材料

##### (1) 无机结合料稳定粒料

无机结合料稳定粒料包括石灰粉煤灰稳定砂砾、石灰稳定砂砾、石灰煤渣、水泥稳定砂砾等,其强度高,整体性好,适用于交通量大、轴载重的道路。

砂砾混合料用石灰稳定时,其细粒土的塑性指数应大于或等于 10。塑性指数小于 10 时,应经试验确定。

##### (2) 工业废渣混合料

工业废渣混合料的强度、稳定性和整体性均较好,适用于各种路面的基层。使用的工业废渣应稳定、无风化、无腐蚀。工业废渣种类多,规格和性质差异较大,应根据实践经验选用。

##### (3) 石灰土

石灰土适用于各种路面的基层,特别是底基层。石灰土不能在低温季节施工,并不能在水文不良地段采用。

塑性指数在 10~27 范围内的土可用于石灰土。有机质含量大于或等于 10% 或硫酸盐含量大于或等于 0.8% 的土不宜用石灰稳定。必须使用时,应经试验确定。

(4) 水泥稳定土

有机质或硫酸盐含量高的土不宜用水泥稳定处理。液限很高的细粒土由于难以粉碎与拌和且水泥用量过多,也不宜用水泥稳定。水泥含量应通过试验确定。

2. 嵌锁型和级配型材料

(1) 泥结(泥灰结)碎(砾)石

泥结碎(砾)石的水稳定性较差,在中湿和潮湿路段应采用泥灰结碎(砾)石,掺灰量为含土量的 8%~12%。

骨料的粒径宜小于或等于 40mm,并不得大于层厚的 0.7 倍。嵌缝料应与骨料的最小粒径衔接。

(2) 水结碎石

碎石的粒径宜小于或等于 70mm,并不得大于层厚的 0.7 倍。嵌缝料应与骨料的最小粒径衔接。

(3) 级配碎(砾)石

级配碎(砾)石层应密实稳定。为防止冻胀和湿软,应控制小于 0.5mm 颗粒的含量和塑性指数。在中湿和潮湿路段,用作沥青路面的基层时,应掺石灰。掺灰量为小于 0.5mm 颗粒含量的 8%~12%。

(4) 天然砂砾

天然砂砾符合标准级配要求时,其使用范围和要与级配砾石相同。不符合标准级配要求时,只宜用作底基层或垫层,并按路基干湿类型适当控制小于 0.5mm 的颗粒含量。为便于碾压,砾石最大粒径宜采用 60mm。

第 9.3.4 条 垫层使用条件和一般规定如下:

一、路基经常处于潮湿和过湿状态的路段,以及在季节性冰冻地区产生冰冻危害的路段应设垫层。

二、垫层材料有粒料和无机结合料稳定土两类。粒料包括天然砂砾、粗砂、炉渣、矿渣等。采用粗砂和天然砂砾时,小于 0.074mm 的颗粒含量应小于 5%;采用炉渣时,小于 2mm 的颗粒含量宜小于 20%。

三、垫层厚度可按当地经验确定,一般宜大于或等于 15cm。在季节性冰冻地区路面总厚度小于表 9.3.4 的规定时,应以垫层材料补足。

沥青路面防冻最小厚度 表 9.3.4

冰冻深度 (cm)	路基干湿类型	最小厚度 (cm)	
		粉质土	粘质土,含细粒土的砂
50~100	中湿	30~50	30~40
	潮湿	40~60	35~50
100~150	中湿	50~60	40~50
	潮湿	60~70	50~60

续上表

冰冻深度 (cm)	路基干湿类型	最小厚度 (cm)	
		粉质土	粘质土,含细粒土的砂
150~200	中湿	60~70	50~60
	潮湿	70~80	60~70
>200	中湿	70~80	60~70
	潮湿	80~110	70~90

注:1 表中数值系按砂砾类材料及非冻胀土考虑。采用隔温性能好的材料,如矿渣、炉渣、粉煤灰掺加料等,其值可酌减;

2 过湿路基按第八章规定处理后,取潮湿路基栏的大值。

第 9.3.5 条 路面常用结构层最小厚度见表 9.3.5。

常用结构层最小厚度 表 9.3.5

结构层名称	最小厚度 (cm)	
砂粒式沥青混凝土	1.0	
细粒式沥青混凝土	$d_{max}$ 为 10mm	1.5
	$d_{max}$ 为 13、15mm	2.5
中粒式沥青混凝土或中粒式沥青碎石	4.0	
粗粒式沥青混凝土或粗粒式沥青碎石	6.0	
沥青贯入式碎(砾)石	4.0	
沥青表面处治	1.5	
碎(砾)石石灰土、泥灰结碎(砾)石	12.0	
无机结合料稳定土类及工业废渣类混合料	12.0	
碎石	8.0	
粒料	面层	8.0
	基层	12.0

注:  $d_{max}$  为骨料最大粒径 (mm)。

第六节 路面防滑

第 9.6.1 条 路面抗滑标准不得低于表 9.6.1 的规定值。

路面抗滑标准 表 9.6.1

通路类别	一般路段				环境不良路段			
	摆式仪测定值		构造深度 TD (mm)	石料磨光值 PSV	摆式仪测定值		石料磨光值 PSV	
	$F_0$	$F$			$F_0$	$F$		
快速路及计算行车速度 $\geq 50$ km/h 的主干路	47~50	34~40	0.4~0.6	37~40	52~55	42~45	0.3~0.5 (1.0~1.2)	42~45
计算行车速度 < 50km/h 的主干路及各级次干路	$\geq 45$	$\geq 35$	0.2~0.4	$\geq 35$	$\geq 50$	$\geq 40$	0.2~0.4 (1.0~1.2)	$\geq 40$

注:1  $F_0$  为路面竣工验收值,  $F$  为路面设计年限内之值。TD 和 PSV 为设计、施工与路面竣工验收值;

2 环境不良路段,对快速路为接近立体交叉或变速车道处,对其他各类道路为急弯、陡坡、交叉口附近;

3 括号内的数值用于湿度大、气温接近 0℃ 易形成薄冰的路段。

**第 9.6.2 条** 防滑措施要求如下:

一、骨料应选择坚韧耐磨的石料(如安山岩、玄武岩、辉绿岩、硬质砂岩等),以保证对石料磨光值的要求。当用花岗岩、砂岩(包括石英岩)等酸性岩类时,可在骨料中掺入 2%左右的石灰粉或水泥等。

二、根据试验选择适合当地情况的最佳性质的结合料和油石比,并注意防止泛油或表面松散。

三、对于路面结构强度与稳定性能满足要求但防滑性能不能保证行车安全的路面,应加铺防滑磨耗层。

**第十章 水泥混凝土路面设计****第一节 设计原则与规定**

**第 10.1.1 条** 本章适用于接缝处设传力杆、不设传力杆及设补强钢筋网的水泥混凝土路面(以下简称混凝土路面)的设计。

设计内容包括结构组合设计、混凝土板厚度设计、混凝土板平面尺寸设计、接缝构造和传力杆设计、局部补强钢筋与钢筋网设计等。

**第 10.1.2 条** 混凝土板的厚度,按行车产生的荷载应力不超过水泥混凝土在设计年限末期的疲劳强度并验算温度翘曲应力后确定。

混凝土板长度的确定应使最大行车荷载应力和最大翘曲应力的叠加值不超过水泥混凝土的弯拉强度。

**第 10.1.3 条** 行车荷载应力和温度翘曲应力均按弹性半无限地基土的弹性薄板理论,用有限元法计算。

各项计算可用电子计算机或本章所列计算公式及图表计算。

**第二节 设计标准及参数**

**第 10.2.1 条** 混凝土路面设计以 100kN 轴载作为标准轴载。

其他各级轴载  $P_i$  的作用次数  $N_i$  应按式(10.2.1)换算为标准轴载  $P_k$  的作用次数  $N_n$ 。

$$N_n = \sum_{i=1}^n \alpha_n N_i (P_i/P_k)^{16} \quad (10.2.1)$$

式中:  $N_n$ ——设计初期,机动车车行道上日交通量换算为日标准轴载的轴数(n/d);

$N_i$ ——被换算各级轴载的轴数(n/d);

$P_k$ ——标准轴载,为 100kN;

$P_i$ ——被换算各级轴载(kN);

$\alpha_n$ ——与汽车后轴轴数及其他因素有关的后轴数系数,见表 10.2.1。

后轴数系数  $\alpha_n$  表 10.2.1

后轴数	设传力杆	不 设 传 力 杆		
		$E_c/E_s^c = 375$	$E_c/E_s^c = 187.5$	$E_c/E_s^c = 125$
双后轴 (轴距 $\leq 1.35\text{m}$ )	0.23	5.93	3.71	1.76
单后轴	1	1		

注:1.  $E_c$  为水泥混凝土弯拉弹性模量(MPa),  $E_s^c$  为基层顶面的计算回弹模量(MPa);

2.  $E_c/E_s^c$  值在表列范围内而非表列数值时,可用插入法求  $\alpha_n$ 。

双后轴距大于 1.35m 时,分别按单后轴计。

轴载小于 40kN 的轴数可不计。轴载大于或等于 40kN 时均应换算为标准轴载的轴数。

**第 10.2.2 条** 混凝土路面的交通等级按设计初期设计车道的日标准轴载的轴数  $N_{11}$  分为四级。交通等级及采用的设计年限见表 10.2.2。

混凝土路面交通等级及设计年限 表 10.2.2

交通等级	日标准轴载的轴数 $N_{11}$ (n/d)	设计年限(a)
特重	$\geq 1500$	40
重	$1500 > N_{11} \geq 500$	30
中等	$500 > N_{11} \geq 200$	30
轻	$< 200$	20

**第 10.2.3 条** 设计年限内设计车道上标准轴载累计数  $N$  按下式计算:

$$N = 365 N_{11} [(1 + \gamma)^t - 1] / \gamma \quad (10.2.3-1)$$

式中:  $N_{11}$ ——设计初期,设计车道上日标准轴载的轴数(n/d);

$$N_{11} = \eta_n N_{cn} \quad (10.2.3-2)$$

$N_{cn}$ ——设计初期,机动车车行道上日交通量换算为日标准轴载的轴数(n/d);

$\eta_n$ ——轴数分配系数见表 9.2.3-3。

当初期设计车道的日标准轴载的轴数  $N_{11}$  采用表 10.2.2 的数值时,设计年限内设计车道上标准轴载累计数  $N$  用式(10.2.3-1) 计算。

**第 10.2.4 条** 计算荷载应力按式(10.2.4)计算。

$$\sigma^c = \beta_d \beta_c \sigma_{\max} \quad (10.2.4)$$

式中:  $\sigma^c$ ——标准轴载作用下的计算荷载应力(MPa);

$\sigma_{\max}$ ——标准轴载作用下的最大应力(MPa);

$\beta_d$ ——混凝土路面动荷系数,见表 10.2.4;

$\beta_c$ ——混凝土路面综合系数,见表 10.2.4。

动荷系数与综合系数 表 10.2.4

交通等级	特重	重	中等	轻
动荷系数 $\beta_d$	1.15	1.15	1.20	1.20
综合系数 $\beta_c$	1.35	1.25	1.15	1.05

注:采用半刚性基层时,动荷系数减少 0.05;接缝处设传力杆时,动荷系数减少 0.05。

**第 10.2.5 条** 在旧路上铺筑混凝土板时,旧路顶面的当量回弹模量  $E_s$  应在最不利季节采用刚性承载板法实测确定。当量回弹模量的计算方法见第 9.5.3 条。计算回弹模量  $E_s^c$  按式(10.2.5-1)计算。

对于新建道路,按照现行的试验方法确定的土基回弹模量值  $E_n$ 、基层材料回弹模量  $E_1$ ,并拟用的基层厚度  $h$ ,查图 10.2.5 确定基层顶面的当量回弹模量  $E_s$ 。基层为多层时,按柔性路面设计方法计算基层顶面当量回弹模量  $E_s$ 。

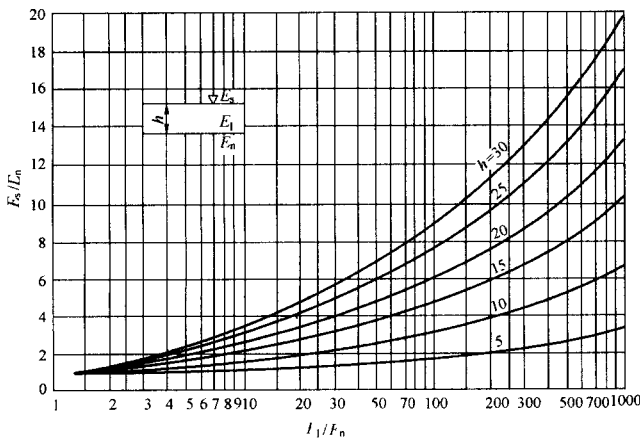


图 10.2.5 基层顶面当量回弹模量  $E_s$  计算图

基层顶面的计算回弹模量  $E_s^c$  按式(10.2.5-1)计算。

$$E_s^c = \lambda_E E_s \quad (10.2.5-1)$$

式中: $\lambda_E$ ——混凝土路面基层当量回弹模量的增大系数,按式(10.2.5-2)计算。

$$\lambda_E = \lambda_d(8.4h_c/E_s + 0.58) \quad (10.2.5-2)$$

$\lambda_d$ ——计算  $\lambda_E$  时按照是否设置传力杆而采用的系数,设传力杆时  $\lambda_d = 1$ ,不设传力杆时  $\lambda_d = 0.75$ ;

$h_c$ ——混凝土板厚度(cm)。

**第 10.2.6 条** 水泥混凝土的设计强度以龄期 28d 的弯拉强度为准,其值不得低于表 10.2.6-1 的规定值。

水泥混凝土的弯拉弹性模量  $E_c$  宜采用实测值。无实测值时,可按表 10.2.6-2 选用。

水泥混凝土设计强度 表 10.2.6-1

交通等级	特重	重	中等	轻
设计强度 $f_{cm}$ (MPa)	5	4.5	4.5	4

水泥混凝土弯拉弹性模量 表 10.2.6-2

设计强度 $f_{cm}$ (MPa)	5	4.5	4
弯拉弹性模量 $E_c$ (MPa)	31 000	28 000	27 000

**第 10.2.7 条** 水泥混凝土的弯拉疲劳强度按设计年限内设计车道上标准轴载的累计数  $N$  确定,用式(10.2.7)计算。

$$\sigma_f = f_{cm}(0.885 - 0.063 \log N) \quad (10.2.7)$$

式中: $\sigma_f$ ——水泥混凝土的弯拉疲劳强度(MPa)。

**第 10.2.8 条** 设计年限内混凝土板的最大温度梯度计算值  $T_b$  ( $^{\circ}\text{C}/\text{cm}$ ),宜采用各城市实测值,当无实测资料时,可根据道路所在的公路自然区划与不同板厚,按表 10.2.8 选用。

混凝土板的温度梯度  $T_b$  ( $^{\circ}\text{C}/\text{cm}$ )

表 10.2.8

公路自然区划	混凝土板厚度 (cm)							
	18	20	22	24	26	28	30	32
II、V	0.92~0.97	0.87~0.92	0.83~0.88	0.78~0.82	0.73~0.78	0.69~0.73	0.65~0.69	0.62~0.66
III	0.99~1.05	0.94~0.99	0.90~0.95	0.84~0.89	0.80~0.84	0.75~0.79	0.71~0.75	0.67~0.71
IV、VI	0.95~1.02	0.90~0.96	0.86~0.92	0.80~0.86	0.76~0.81	0.72~0.77	0.67~0.72	0.64~0.69
VII	1.03~1.08	0.97~1.02	0.93~0.98	0.87~0.92	0.82~0.87	0.78~0.82	0.73~0.77	0.69~0.73

注:1.海拔高时取大值,湿度大时取大值;

2.混凝土板厚度在表列范围内而非表列数值时,可按插入法求温度梯度;

3.各城市可按《公路自然区划标准》(JTJ 003)确定道路所在区划。

