

ICS

点击此处添加中国标准文献分类号

DB

地方标准

DB XX/ XXXXX—XXXX

广西城市道路路面设计及施工技术规范

点击此处添加标准英文译名

点击此处添加与国际标准一致性程度的标识

(征求意见稿)

XXXX - XX - XX 发布

XXXX - XX - XX 实施

发布

目 次

前言	IV
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 路面设计	3
4.1 基本规定	3
4.2 设计要素	3
4.2.1 设计基准期	3
4.2.2 标准轴载	4
4.2.3 交通荷载等级	4
4.3 路 基	4
4.4 水泥混凝土路面	5
4.4.1 一般规定	5
4.4.2 结构组合设计	5
4.4.3 结构厚度设计	6
4.4.4 接缝设计	8
4.4.5 面层配筋和补强设计	10
4.4.6 材料组成要求及参数	13
4.5 沥青混凝土路面	14
4.5.1 一般规定	14
4.5.2 结构组合设计	14
4.5.3 结构类型	16
4.5.4 结构厚度设计	17
4.5.5 面层材料组成及技术要求	19
4.5.6 基层材料组成及技术要求	20
4.5.7 材料参数	20
4.6 旧路改造	21
4.6.1 一般规定	21
4.6.2 沥青路面改造设计	21
4.6.3 水泥路面加铺沥青路面改造设计	24
5 路面施工	26
5.1 基本规定	26
5.2 水泥混凝土面层	26
5.2.1 一般规定	26
5.2.2 原材料	26
5.2.3 施工准备	29

5.2.4	混凝土配合比	33
5.2.5	混凝土拌和物搅拌与运输	39
5.2.6	模板的安装与拆除	42
5.2.7	水泥混凝土面层铺筑	44
5.2.8	钢筋及钢纤维混凝土路面和桥面铺筑	48
5.2.9	混凝土面板接缝与养生	53
5.2.10	特殊气候条件下的施工	55
5.2.11	工程质量管理与检查验收	56
5.3	沥青混凝土面层	60
5.3.1	一般规定	60
5.3.2	原材料	61
5.3.3	沥青表面处治路面	70
5.3.4	沥青贯入式路面	72
5.3.5	热拌沥青混合料路面	75
5.3.6	透层、粘层与封层	85
5.3.7	施工质量管理与检查验收	89
附录 A (规范性附录)	路面混凝土抗折(弯拉)强度评价方法	98
参考文献		100

前 言

本规程按照GB/T 1.1-2009给出的规则起草。

本规程由南宁市城乡建设委员会提出。

本规程由广西住房和城乡建设厅归口。

本规程起草单位：南宁市城乡建设委员会、广西壮族自治区交通规划勘察设计研究院。

本规程主要起草人：……谭海晖 杨涟 温剑启 朱政敏 周乾 陈强 张广彬 谢清 杨礼明 舒凯 李帅 帅 任帅 何芳 周献高 龙雪峰。

广西城市道路路面设计及施工技术规程

1 范围

为确保广西城市道路路面结构质量，提高路面设计及施工技术水平，使铺筑的道路路面坚实、平整、稳定、耐久，有良好的抗滑性能，达到技术可靠、经济合理、工艺科学，制定本规程。

本规程规定了广西城市道路路面结构设计及施工的术语和定义、水泥混凝土路面结构设计、沥青混凝土路面结构设计、路面加铺改造设计、水泥混凝土路面施工技术、沥青混凝土路面施工技术等内容。

本规程适用于广西壮族自治区范围内新建、改建、扩建的城镇道路的路面工程。工业园区、生活小区、园林等内部道路路面工程也可参照本规程执行。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅所注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

- CJJ 37 《城市道路工程设计规范》
- CJJ 169 《城镇道路路面设计规范》
- CJJ 1 《城镇道路工程施工与质量验收规范》
- JTG D50 《公路沥青路面设计规范》
- JTG D40 《公路水泥混凝土路面设计规范》
- GB 50014 《室外排水设计规范》
- CJJ 36 《城镇道路养护技术规范》
- JTG E60 《公路路基路面现场测试规程》
- JTG F80/1 《公路工程质量检验评定标准》
- JTG/T F30 《公路水泥混凝土路面施工技术细则》
- JTG F40 《公路沥青路面施工技术规范》
- JTG E20 《公路工程沥青与沥青混合料试验规程》

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本规程。

3.1

设计轴载 design axle load

水泥路面设计时采用的计算轴载。

3.2

设计基准期 design period

计算路面结构承受的累计当量轴次数时，考虑与时间关系所取用的基准时间段，

3.3

累计当量轴次 cumulative equivalent axle loads

在设计基准期内，考虑车道系数后，一个车道上的累计当量轴次总和。

3.4

路面 pavement

用各种筑路材料铺筑在道路路基上直接承受车辆荷载的层状构筑物。

3.5

不利季节 unfavorable season

路基路面处于不利工作状态的季节。

3.6

非不利季节 non-disadvantageous season

一年中除去不利季节之外的季节为非不利季节。

3.7

水泥混凝土路面 cement concrete pavement

用满足路面摊铺工作性、弯拉强度、表面功能、耐久性及经济性等要求的水泥混凝土材料作面层的路面。

3.8

钢筋混凝土路面 reinforced concrete pavement

配置有纵横向钢筋或钢筋网的水泥混凝土路面。

3.9

功能层 functional layer

设置于水泥混凝土面层与基层之间具有一定厚度的结构层。对基层而言，起到防水、抗冲刷作用；对面层而言，起到降低面板温度翘曲应力，改善层间受力状态的作用。

3.10

滑模铺筑 slipform paving

采用滑模摊铺机铺筑水泥混凝土路面的施工工艺。其特征是不架设边缘固定模板，能够一次完成布料摊铺、振捣密实、挤压成型、抹面修饰等混凝土路面摊铺功能。

3.11

前置钢筋支架法 pre-located steel guesses method

水泥混凝土路面铺筑过程中，布料前在基层上预先安置胀缝或缩缝传力杆钢筋支架的一种施工方法。

3.12

传力杆插入装置 dowel bar inserter

滑模摊铺机配备的一种可自动插入缩缝传力杆的装置。

3.13

沥青面层: Bituminous surface course (英), Asphalt surface course (美)

由沥青结合料、矿料及其他外掺剂按要求比例混合、铺筑而成的单层或多层结构层。三层铺筑的沥青面层自上而下称为上面层（也称表面层）、中面层、下面层。

3.14

透层 prime coat

为使沥青与无沥青材料的基层结合良好，在基层上浇洒的液体沥青层。

3.15

粘层 tack coat

为使新铺沥青面层与下层粘结良好而浇洒的沥青层。

3.16

封层 seal coat

为封闭表面空隙、防止水分侵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。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。

3.17**集料(骨料)** aggregate

在混合料中起骨架和填充作用的粒料，包括碎石、砾石、机制砂、石屑、砂等。

3.18**粗集料** coarse aggregate

在沥青混合料中，粗集料是指粒径大于2.36mm的碎石、破碎砾石、筛选砾石和矿渣等；在水泥混凝土中，粗集料是指粒径大于4.75mm的碎石、砾石和破碎砾石。

3.19**细集料** fine aggregate

在沥青混合料中，细集料是指粒径小于2.36mm的天然砂、人工砂（包括机制砂）及石屑；在水泥混凝土中，细集料是指粒径小于4.75mm的天然砂、人工砂。

3.20**填料** filler

在沥青混合料中起填充作用的粒径小于0.075mm的矿物质粉末。通常是石灰岩等碱性料加工磨细得到的矿粉，水泥、消石灰、粉煤灰等矿物质有时也可作为填料使用。

4 路面设计**4.1 基本规定**

4.1.1 路面设计应根据道路等级、交通量与使用要求，遵循因地制宜、合理选材、节约资源、利于养护的原则，结合当地气候、水文、地质等自然条件和实践经验，满足节能、环保和安全要求。

4.1.2 路基应具有足够的强度、稳定性、良好的抗变形能力和耐久性。

4.1.3 路面结构层由面层、基层和垫层组成，各层结构应符合下列要求：

- a) 面层应具有足够的结构强度、耐久性和平整、抗滑、耐磨、低噪音等表面特性。面层由一层或多层组成。采用沥青面层时，其上层可为磨耗层或排水性沥青面层；
- b) 基层主要起承重作用，应具有足够的强度、水稳定性和耐冲刷性。基层厚度大时，可分设两层；
- c) 垫层应具有一定的强度，并能改善路基的水文状况，提高路面结构的水稳定性。

4.1.4 路面按面层材料分为沥青路面和水泥混凝土路面两大类。沥青路面结构设计采用弹性层状体系理论，水泥混凝土路面结构设计采用弹性半无限地基板理论。

4.1.5 当路面的平整度、抗滑能力、结构损坏和承载能力等使用性能退化到某一规定的限值，或者其承载能力不能满足未来交通的需求时，需采取结构补强或改建以恢复或提高其使用性能。旧路面结构补强和改建设计，应充分掌握旧路面的结构性状、使用历史和路面今后交通需求。

4.2 设计要素**4.2.1 设计基准期**

不同道路等级、不同路面结构类型的路面设计基准期应符合表1的规定。

表1 路面设计基准期

道路等级	路面类型	
	沥青路面	水泥路面
快速路	15年	30年
主干路	15年	30年
次干路	15年	20年
支路	10年	20年

注：旧路大修改造的设计使用年限，宜根据道路的使用状况，通过经济技术论证后确定。

4.2.2 标准轴载

路面设计采用双轮组单轴载100 kN作为标准轴载，以BZZ-100表示。标准轴载的计算参数按表1确定。

表2 标准轴载计算参数

标准轴载	BZZ-100	标准轴载	BZZ-100
标准轴载 P (kN)	100	单轮传压面当量圆直径 d (cm)	21.30
轮胎接地压强 p (MPa)	0.70	两轮中心距 (cm)	1.5d

4.2.3 交通荷载等级

经综合论证选定路面结构类型后，根据路面结构类型，按照CJJ 169-2012中第3.2.3条和第3.2.4条的规定，计算设计基准期内设计车道承受标准轴载的累计作用次数，并确定道路的交通荷载等级。交通荷载等级根据累计轴次按表3确定。

表3 交通荷载等级

交通荷载等级	沥青路面	水泥混凝土路面
	累计当量轴次 (万次/车道)	累计当量轴次 (万次)
特重	>2500	>2000
重	1200~2500	100~2000
中	400~1200	3~100
轻	<400	<3

4.3 路基

路基设计应符合下列要求：

- 路基应稳定、密实、匀质，具有足够的强度、稳定性、良好的抗变形能力和耐久性。
- 城市快速路的路床顶面土基设计回弹模量值不应小于 40 MPa；主干路、承受重交通荷载的次干路不应小于 30 MPa；其他次干路、承受重交通荷载的支路不应小于 25 MPa；其他支路不应小于 20 MPa。不满足上述要求时，应采取措施提高土基的回弹模量。
- 路基设计应满足路基稳定要求和工后沉降控制要求。
- 路床应处于干燥或中湿状态。

- e) 路基与相邻结构搭接的部位经回填、压实后，其强度和抗变形能力应与相邻结构协调。
- f) 特殊地质和水文条件的路基，应查明情况，分析危害，结合成功经验，采取综合措施，增强工程可靠性。
- g) 路床顶面回弹模量和弯沉经检测符合设计要求后，才能施工路面结构。

4.4 水泥混凝土路面

4.4.1 一般规定

- a) 各级道路水泥混凝土路面结构的设计基准期应符合本规程表 1 的规定。
- b) 水泥混凝土路面按表 4 给出的材料性能和结构尺寸参数的变异水平可划分为低、中、高三级。
- c) 对于水泥混凝土路面、复合式路面，设计指标应采用混凝土 28d 龄期的弯拉强度。各交通荷载等级要求的水泥混凝土弯拉强度标准值不得低于表 5 的规定。

表4 变异系数(Cv)的变化范围

变异水平等级	低	中	高
水泥混凝土弯拉强度、 弯拉弹性模量	$C_v \leq 0.10$	$0.10 < C_v \leq 0.15$	$0.15 < C_v \leq 0.20$
基层顶面当量回弹模量	$C_v \leq 0.25$	$0.25 < C_v \leq 0.35$	$0.35 < C_v \leq 0.55$
水泥混凝土面层厚度	$C_v \leq 0.04$	$0.04 < C_v \leq 0.06$	$0.06 < C_v \leq 0.08$

表5 水泥混凝土弯拉强度标准值

交通荷载等级	特重、重	中	轻
水泥混凝土的弯拉强度标准值 (MPa)	≥ 5.0	4.5	4.5
钢纤维混凝土的弯拉强度标准值 (MPa)	≥ 6.0	5.5	5.0

- d) 水泥混凝土路面应采用刚性刻槽技术筑做表面构造，交工验收时表面抗滑技术要求应满足表 6 的规定。

表6 水泥混凝土面层的表面构造深度要求 (mm)

道路等级	快速路、主干路	次干路、支路
一般路段	0.70~1.10	0.50~0.9
特殊路段	0.80~1.20	0.60~1.00

注：对于快速路和主干路特殊路段系指立交、平交或变速车道等处，对于次干路、支路特殊路段系指急弯、陡坡、交叉口或集镇附近。

4.4.2 结构组合设计

- a) 应依据道路等级、交通荷载、道路所处区域的温湿状况以及路基条件等进行水泥混凝土路面结构组合设计。
- b) 结构组合应充分考虑各个结构层的力学特性并进行材料组成设计。

- c) 面层通常选用设接缝的普通水泥混凝土。面层板的平面尺寸较大或形状不规则，路面结构下埋有地下设施，高填方、软土地基、填挖交界段的路基有可能产生不均匀沉降时，应采用设置接缝的钢筋混凝土面层。其他面层类型可根据适用条件按表 7 选用。

表7 其他面层类型的适用条件

面层类型	适用条件
连续配筋混凝土面层	特重交通的快速路、主干路
沥青上面层与水泥混凝土下面层组成复合式路面	特重交通的快速路
钢纤维混凝土面层	标高受限制路段、收费站、桥面铺装
混凝土预制块面层	广场、步行街、停车场、支路

- d) 广西属多雨地区，为提高水泥混凝土路面基层抗冲刷能力，改善层间受力状态，砼面层底应设置功能层。功能层分为下封层、隔离层和沥青混凝土夹层。下封层主要为：沥青表处、稀浆封层。隔离层主要有：防水土工织物类、塑料薄膜类等。特重交通水泥混凝土路面刚性或半刚性基层顶面宜设置沥青混凝土夹层，厚度不宜小于 4cm。
- e) 水泥混凝土路面基层应有较高的抗冲刷性能和适当的刚度。基层类型的适宜厚度和适宜的交通等级如表 8 所示。基层的宽度应结合侧石基础砌筑，宜比混凝土面板每侧至少宽出 300 mm。碾压混凝土基层应设置与混凝土面层相对应的接缝，弯拉强度大于 1.8 MPa 的贫混凝土基层应设置与混凝土面层相对应的横向接缝，一次摊铺宽度大于 7.5 m 时应设置纵向缩缝。碾压混凝土、贫混凝土、沥青混凝土或沥青稳定碎石基层下应设置底基层。底基层可采用水泥稳定粒料、石灰粉煤灰稳定粒料或级配粒料，厚度一般为 200 mm。多孔贫混凝土、多孔水泥稳定碎石、多孔沥青稳定碎石等排水基层一般不采用；若采用，在基层下应设置水泥稳定粒料或密级配粒料组合的不透水底基层，厚度一般为 200 mm。底基层顶面铺设沥青封层或防水土工织物。

表8 适宜交通等级的基层类型和适宜厚度

交通等级	基层类型和适宜厚度 mm
特重	贫混凝土(150~200)、碾压混凝土(150~200)或沥青混凝土(40~80)基层
重	水泥稳定粒料(150~250)或沥青稳定碎石(80~120)基层
中或轻	水泥稳定粒料(150~250)、石灰粉煤灰稳定粒料(150~250) 或级配粒料(150~200)基层

- f) 垫层的宽度应与路基同宽，其最小厚度为 150 mm。混凝土预制块路面的砂垫层厚度为 30 mm~50 mm。

4.4.3 结构厚度设计

- a) 路面结构厚度设计应符合下列规定

水泥混凝土路面结构以行车荷载和温度梯度综合作用产生的疲劳断裂作为设计标准。其极限状态设计表达式采用下式(1)。

$$F_r(\sigma_{pr} + \sigma_{tr}) \leq f_{cm} \dots \dots \dots (1)$$

式中：

- σ_{pr} ——行车荷载疲劳应力(MPa)；
 σ_{tr} ——温度梯度疲劳应力(MPa)；
 f_{cm} ——水泥混凝土设计弯拉强度(MPa)；
 F_r ——结构安全系数，依据道路等级和变异水平等级按表9确定。

表9 结构安全系数(F_r)

道路等级		快速路	主干路	次干路、支路
变异水平等级	低	1.20~1.33	1.09~1.16	1.04~1.08
	中	1.33~1.50	1.16~1.23	1.08~1.13
	高	—	1.23~1.33	1.13~1.18

注：变异系数在本规范表4所示的变化范围的下限时，结构安全系数取低值；上限时，取高值。

b) 临界荷位的验算规定

水泥混凝土面层与基层之间无脱空时，面层板结构的临界荷位位于纵缝中部边缘。碾压混凝土或贫混凝土基层的水泥混凝土路面结构，混凝土面层和碾压混凝土或贫混凝土基层视作分离式双层板，该两层结构均需验算。混凝土面层分不同材料配合比上下层但同时浇筑时，按结合式双层板计算。结合式双层混凝土路面的上层板层底应力不控制结构设计，不必验算。

c) 荷载疲劳应力的计算

标准轴载 P_s 在临界荷位处产生的荷载疲劳应力 σ_{pr} ，按下式(2)确定。

$$\sigma_{pr} = k_r k_f k_c \sigma_{ps} \dots \dots \dots (2)$$

式中：

σ_{ps} ——标准轴载 P_s 在临界荷位处产生的荷载应力(MPa)；

k_r ——考虑接缝传荷能力的应力折减系数，纵缝为设拉杆的平缝时， $k_r=0.87-0.92$ （刚性和半刚性基层取低值，柔性基层取高值）；纵缝为不设拉杆的平缝或自由边时， $k_r=1.0$ ；纵缝为设拉杆的企口缝时， $k_r=0.76-0.84$ ；

k_f ——考虑设计使用期内荷载应力累计疲劳作用的疲劳应力系数，按式(3)计算确定。

$$k_f = N_e^n \dots \dots \dots (3)$$

式中：

N_e ——设计使用期内标准轴载累计作用次数；

n ——与混合料性质有关的指数，普通水泥混凝土， $n=0.0566$ ；碾压混凝土和贫混凝土， $n=0.065$ ；钢纤维混凝土， n 按式(4)计算确定。

$$n = 0.053 - 0.017 \rho_f \frac{l_f}{d_f} \dots \dots \dots (4)$$

式中：

ρ_f ——钢纤维的体积率(%)；

l_f ——钢纤维的长度(mm)；

d_f ——钢纤维的直径(mm)。

k_c ——考虑偏载、动载等因素对路面疲劳损坏影响的综合系数，按道路等级查表10确定。

表10 综合系数(k_c)

道路等级	快速路	主干路	次干路	支路
k_c	1.3	1.25	1.2	1.10

d) 温度疲劳应力的计算

在临界荷位处疲劳温度应力 σ_{tr} 按下式(4.4.3-5)确定。

$$\sigma_{tr} = k_t \sigma_{tm} \dots\dots\dots (5)$$

式中:

σ_{tm} ——最大温度梯度时临界荷位处的温度应力;

k_t ——考虑温度应力累计疲劳作用的疲劳应力系数,可按式(6)计算。

$$k_t = \frac{F_r}{\sigma_{tm}} \left[a \left(\frac{\sigma_{tm}}{F_r} \right)^c - b \right] \dots\dots\dots (6)$$

式中:

a、b、c——回归系数,按所在地区的道路自然区划确定。

e) 设计流程

上述的疲劳荷载应力和疲劳温度应力的计算方法适用于普通混凝土面层、钢筋混凝土面层、连续配筋混凝土面层和钢纤维混凝土面层。

- 1) 根据道路、交通等级,当地的环境和材料条件,以及实践工程经验,进行路面结构组合设计(初拟路面结构,包括路床、垫层、基层和面层的材料类型和厚度),并初选面层厚度。
- 2) 确定路床顶面的回弹模量,路面板下的当量回弹模量,确定水泥混凝土面层的设计弯拉强度。
- 3) 应用有限元等方法计算临界荷位处的荷载应力 σ_{ps} 与最大温度梯度时的温度应力 σ_{tm} 。
- 4) 计算荷载疲劳应力 σ_{pr} 和温度疲劳应力 σ_{tr} , 确定结构安全系数 F_r 。
- 5) 当荷载疲劳应力同温度疲劳应力之和与结构安全系数的乘积 $F_r(\sigma_{pr} + \sigma_{tr})$ 小于且接近于混凝土弯拉强度设计值 f_{cm} , 即式(1)满足要求时,则初选厚度可作为混凝土面层的计算厚度。否则,应改选面层厚度,重新计算,直到满足式(1)为止。
- 6) 面层设计厚度为上述计算厚度再加上刻槽深度值,并按 10 mm 取整。

f) 其他混凝土路面

有沥青上面层的混凝土路面的面层厚度,先按无沥青上面层的情况求出混凝土下面层厚度,然后按沥青上面层厚度的 1/4~1/3 予以折减。

混凝土预制块面层的厚度,有重载货车通行时取 120 mm,步行街、支路时取 80 mm,其他可取 100 mm。

4.4.4 接缝设计

4.4.4.1 一般规定

普通水泥混凝土、钢筋混凝土或钢纤维混凝土面层板一般采用矩形,其纵向和横向接缝应垂直相交,纵缝两侧的横缝不得相互错位。

纵向接缝的间距按路面宽度变动于 3.0 m~4.5 m 范围内。横向接缝的间距按面层类型和厚度选定,普通水泥混凝土面层一般采用 4 m~6 m,面层板的长宽比不宜超过 1.3;钢筋混凝土面层一般采用 6 m~15 m,面层板的长宽比不宜超过 2.5。

混凝土预制块路面宜铺成人字式或拼花式,块与块之间缝隙一般为 3 mm,最大宜控制在 5 mm 以内。混凝土预制块的长宽比通常为 2:1,长度一般为 200 mm~250 mm、宽度为 100 mm~125 mm。

4.4.4.2 纵向接缝

混凝土板的纵缝必须与路线中线平行。纵缝一般分为纵向缩缝和纵向施工缝。纵向缩缝采用假缝，施工缝采用平缝，均应设置拉杆。

拉杆应采用螺纹钢筋，设在板厚中央，并应对拉杆中部100 mm范围内进行喷涂环氧树脂或沥青等防锈处理。拉杆尺寸及间距可按表11选用。最外边的拉杆距接缝或自由边的距离不得小于100 mm。

表11 拉杆尺寸及间距

面层厚度 mm	到自由边或未设拉杆纵缝的距离 m					
	3.00	3.50	3.75	4.50	6.00	7.50
200~250	14×700×900	14×700×800	14×700×700	14×700×600	14×700×500	14×700×400
260~300	16×800×900	16×800×800	16×800×700	16×800×600	16×700×500	16×800×400
>300	18×800×900	18×800×800	18×800×700	18×800×600	18×800×500	18×800×400

注：拉杆直径、长度和间距的数字为直径×长度×间距，单位为毫米。

4.4.4.3 横向接缝

横缝一般分为横向缩缝、胀缝和横向施工缝。

横向缩缝采用假缝，快速路、主干路及特重和重交通的次干路和支路，应加设传力杆。

在邻近桥梁或其它固定构筑物处、隧道口、与其他路面相接处、板厚改变处、小半径平曲线和凹形竖曲线纵坡变换处，均应设置胀缝。上述位置以外的胀缝宜尽量不设或少设。胀缝应采用滑动传力杆，并设置支架或其它方法予以固定。

每日施工终了，或浇筑混凝土过程中因故中断浇筑时，必须设置横向施工缝。其位置宜设在胀缝或缩缝处。

传力杆应采用光面钢筋，其长度的一半再加50 mm，应涂以沥青或加塑料套。胀缝处的传力杆，尚应在涂沥青一端加一套子，内留30 mm的空隙，填以纱头或泡沫塑料。套子端宜在相邻板中交错布置。传力杆尺寸及间距可按表12选用。其最外边的传力杆接缝或自由边的距离一般为15 cm~25 cm。

表12 传力杆尺寸及间距

板厚 cm	直径 mm	最小长度 cm	最大间距 cm
≤22	28	40	30
24	30	40	30
26	32	45	30
28	34	45	30
≥30	36	50	30

4.4.4.4 交叉口接缝布设

两条道路十字交叉时，主要道路的纵向接缝可保持不变，横缝位置须按次要道路的纵缝间距作相应变动，以保证与次要道路的纵缝相连接，互不错位。相交道路弯道加宽部分的接缝布置，应尽可能不出现或少出现错缝和锐角板。

在次要道路弯道加宽段起终点断面处的横向接缝，应采用胀缝形式。预计膨胀量大时，应在直线段连续布置2条~3条胀缝。T形或Y形交叉口，交叉口的起终点均应设置横向胀缝，相邻板的接缝应尽量对齐，当出现错缝时，应对与接缝相对应的板边加设防裂钢筋。环型交叉口的接缝布置可采用环状放射形式。

无论何种情况，板块接缝最短边长不能小于1 m，板角宜不小于90°，当不得已出现锐角时，应进行角隅配筋补强。

4.4.4.5 接缝嵌缝材料

胀缝接缝板应选用能适应混凝土面板膨胀和收缩、施工时不变形、复原率高和耐久性好的材料。快速路、主干路宜选用泡沫橡胶板、沥青纤维板，次干路和支路可采用木材类或纤维类板。

填缝料应选用与混凝土面板缝壁粘结力强、回弹性好、能适应混凝土面板收缩、不溶于水和不渗水、高温时不溢出、低温时不脆裂和耐久性好的材料。快速路、主干路宜选用硅酮类、聚氨脂类、沥青类橡胶填缝料，次干路和支路可采用氯丁橡胶类、沥青玛蹄脂类、改性沥青类填缝料。

4.4.4.6 端部处理

混凝土路面与固定构造物相衔接的胀缝无法设置传力杆时，可在毗邻构造物的板端部内配置双层钢筋网；或在长度约为6倍~10倍板厚的范围内逐渐将板厚增加20%。

混凝土路面与桥梁相接，桥头设有搭板时，应在搭板与混凝土面层板之间设置长6 m~10 m的钢筋混凝土面层过渡板。后者与搭板间的横缝采用设拉杆平缝形式，与混凝土面层间的横缝采用设传力杆胀缝形式。膨胀量大时，应连续设置2条~3条设传力杆胀缝。当桥梁为斜交时，钢筋混凝土板的锐角部分应采用钢筋网补强。桥头未设搭板时，宜在混凝土面层与桥台之间设置长10 m~15 m的钢筋混凝土面层板；或设置由混凝土预制块面层或沥青面层铺筑的过渡段，其长度不小于8 m。

混凝土路面与沥青路面相接时，其间应设置至少3 m长的过渡段。过渡段的路面采用两种路面呈阶梯状叠合布置，其下面铺设的变厚度混凝土过渡板的厚度不得小于200 mm。过渡板与混凝土面层相接处的接缝内设置直径25 mm、长700 mm、间距400 mm的拉杆。混凝土面层毗邻该接缝的1条~2条横向接缝应设置胀缝。

4.4.5 面层配筋和补强设计

4.4.5.1 特殊部位配筋

混凝土面层自由边缘下基础薄弱及接缝为无传力杆的平缝，面层应配边缘钢筋。

承受特重、重交通的胀缝、施工缝、自由边及小于90°的角隅，宜配置角隅钢筋。

当市政管线等构造物横穿道路，构造物顶面至面层底面的距离小于1.20 m时，混凝土面层应配置钢筋，构造物顶面至面层底面的距离小于0.4 m，面层应配双层钢筋。

混凝土面层与桥梁、明涵相接，当桥梁设置搭板时，应设置毗邻搭板应采用钢筋混凝土面层，长5 m~10 m。相邻接缝为平缝并设拉杆。钢筋混凝土面层与相接的普通混凝土面层之间应设胀缝，当桥梁不设搭板时，邻接桥台应采用长10 m~15 m钢筋混凝土面层，且基层应采取相应的加强措施。

混凝土路面中的雨水口及各种市政公用设施的检查井，应设置工作缝与混凝土面层完全隔开，混凝土面层接缝距雨水或检查井的最近边缘应大于或等于1.5 m。检查井周围的混凝土面层应加设防裂钢筋。

4.4.5.2 钢筋混凝土面层

钢筋混凝土面层每延米的配筋量，按下式(7)确定。

$$A_s = \frac{16L_s h \mu}{f_{sy}} \dots\dots\dots (7)$$

式中:

A_s ——每延米面层所需钢筋面积 (mm^2);

L_s ——纵向钢筋时,为面层横缝间距 (m);横向钢筋时,为纵缝之间或纵缝与自由边之间的距离 (m)

h ——面层厚度 (mm);

μ ——面层与基层之间的摩阻系数,贫混凝土基层、碾压混凝土基层时取2.3、水泥、石灰稳定类基层时取1.8,粒料基层时取1.5;

f_{sy} ——钢筋的屈服强度 (MPa)。

纵、横向钢筋宜采用相同或相近的直径,直径差应不大于4 mm。钢筋的最小间距为集料最大粒径的2倍。钢筋的最小直径与最大间距规定如表13。钢筋的搭接长度宜大于其直径的35倍。单层钢筋设在面层顶部下1/3~1/2厚度范围内,双层钢筋分别设在距面层顶部、底部50 mm处。外侧钢筋中心距接缝或自由边的距离不小于100 mm。

表13 钢筋最小直径与最大间距

钢筋类型	最小直径 mm	纵向最大间距 cm	横向最大间距 cm
光面钢筋	8	15	30
螺纹钢	12	35	75

4.4.5.3 连续配筋混凝土面层

- a) 连续配筋混凝土面层的纵向钢筋与横向钢筋一般采用直径 12 mm~20 mm 的螺纹钢。纵向钢筋的配筋率通常为 0.6%~0.9%,最小纵向配筋率,一般地区为 0.6%,冰冻地区为 0.7%。横向配筋率,一般为纵向配筋率的 1/3~1/5,但不能小于式(7)的配筋率要求,其直径可比纵向钢筋稍小。
- b) 纵向钢筋配筋率的设计,应根据允许裂缝间距和最大缝隙宽度,以及钢筋拉应力小于其屈服强度三个设计指标确定。无特殊要求时,允许裂缝间距和最大缝隙宽度可取 1.0 m~2.5 m 和 1 mm。纵向钢筋配筋率的设计步骤为:

- 1) 用式(8)计算裂缝间距 L_d 。当 $L_d > 2.5 \text{ m}$ 或 $L_d < 1.0 \text{ m}$ 时,则增大或减少配筋率,重复计算至符合要求。

$$L_d = \frac{2b}{\sqrt{\frac{4k_s}{d_s E_s} (1 + \varphi)}} \dots\dots\dots (8)$$

$$\varphi = \rho \frac{E_s}{E_c} \dots\dots\dots (9)$$

$$\lambda_c = \frac{f_t}{E_c (\alpha_c \Delta T + \varepsilon_{sh})} \dots\dots\dots (10)$$

式中:

L_d ——横向裂缝平均间距 (m);

φ ——钢筋刚度贡献率 (%)

ρ ——配筋率 (%) ;

- E_s ——钢筋弹性模量 (MPa)；
 d_s ——钢筋直径 (mm)；
 k_s ——粘结刚度系数 (MPa/mm)，可按表13取用；
 b ——随系数 φ 和 λ_c 而变的系数；
 λ_c ——混凝土温缩应力系数；
 f_t ——混凝土抗拉强度标准值 (MPa)，可按表13取用；
 α_c ——混凝土线膨胀系数，一般取 $1 \times 10^{-5}/^\circ\text{C}$ ；
 ΔT ——设计温差，可取所在地区的日平均最高气温与最低气温之差；
 ε_{sh} ——连续配筋混凝土干缩应变，可按表14取用。

表14 连续配筋混凝土纵向配筋计算参数参考值

混凝土强度等级	C30	C35	C40
混凝土抗拉强度 f_t (MPa)	3.0	3.2	3.5
粘结刚度系数 k_s (MPa/mm)	30	32	34
混凝土干缩应变 ε_{sh}	0.00045	0.0003	0.0002

- 2) 按式(4.4.5-4)计算裂缝缝隙宽度 b_j 。当 b_j 不满足小于 1mm 要求时，增大配筋率，重复上述计算至符合要求。

$$b_j = (\alpha_c \Delta T + \varepsilon_{sh}) \lambda_b L_d \quad \dots \dots \dots (11)$$

式中：

- b_j ——裂缝缝隙宽度 (mm)；
 λ_b ——裂缝宽度系数，由钢筋刚度贡献率 φ 和 b 值决定。

- 3) 用式(12)验算钢筋温度应力是否满足小于其屈服强度，否则应增大配筋率，重复上述计算至符合要求。

$$\sigma_s = E_s (\alpha_c \Delta T \lambda_{st} + \alpha_s \Delta T) \leq f_{sy} \quad \dots \dots \dots (12)$$

式中：

- σ_s ——钢筋应力 (MPa)；
 λ_{st} ——钢筋温度应力系数，由钢筋刚度贡献率 φ 和 b 值决定。

c) 钢筋布置应符合下列要求：

- 1) 纵向钢筋设在面层顶面下 1/2~1/3 厚度范围内，横向钢筋位于纵向钢筋之下；
- 2) 纵向钢筋间距不大于 250 mm，不小于 10 cm 或集料最大粒径的 2.5 倍；
- 3) 横向钢筋间距不宜大于 500 mm；
- 4) 纵向钢筋焊接长度一般不小于 10 倍(单面焊)或 5 倍(双面焊)钢筋直径。焊接位置应错开，各搭接端连线与纵向钢筋夹角应小于 60° ；
- 5) 边缘钢筋至纵缝或自由边的距离一般为 100 mm~150 mm。

d) 连续配筋混凝土面层与桥梁、隧道等构造物或其它类型面层连接处，必须设置端部锚固结构。端部锚固结构常采用钢筋混凝土地梁、宽翼缘工字钢梁接缝或混凝土灌注桩等形式。连续配筋混凝土面层不设缩缝和胀缝，单一横坡的纵缝间距可视混凝土摊铺机械能力和行车道划分而定，纵缝拉杆由一侧面层的横向钢筋延伸穿过纵缝代替。横向施工缝宜尽量少设，施工缝采用平缝，纵向钢筋应保持连续，穿过施工缝。

4.4.6 材料组成要求及参数

4.4.6.1 面层

水泥应优先采用道路硅酸盐水泥，无条件时可采用硅酸盐水泥或普通硅酸盐水泥。水泥混凝土的抗弯拉强度不得低于4.5 MPa，快速道、主干道和特重与重交通的其他道路的抗弯拉强度不得低于5.0 MPa。

水泥混凝土粗集料的最大粒径应不大于31.5 mm(碎石)或19.0 mm(卵石)。砂的细度模数宜不小于2.5；面层应采用河砂，其硅质砂或石英砂的含量宜不低于25%。水泥用量不得小于300 kg/m³，混凝土宜掺加引气剂。

钢纤维混凝土的集料最大粒径宜为钢纤维长度的1/2~2/3，并不宜大于26.5 mm(铣削型钢纤维)或19 mm(剪切型或熔抽型钢纤维)。钢纤维的抗拉强度标准值不宜小于600级(600 MPa~1000 MPa)。水泥用量不得低于360 kg/m³。

混凝土预制块的抗压强度不宜低于50 MPa。其外观质量、尺寸偏差和物理性能应符合优等品或一等品的规定。垫砂宜选用粗度模数为2.3~3.0的天然砂，4.75 mm筛孔的累计筛余量不应大于5%，含泥量应小于5%。

4.4.6.2 基层

贫混凝土粗集料的最大粒径不宜大于31.5 mm，水泥等胶结料用量不得低于170 kg/m³。碾压混凝土粗集料的最大粒径不宜大于26.5 mm。28天弯拉强度不低于1.0 MPa。

沥青混凝土基层的集料最大粒径不大于基层厚度的1/2。沥青碎石基层的集料最大粒径不大于基层厚度的1/3。

水泥稳定粒料、级配碎石或砾石的集料最大粒径宜为26.5 mm。小于0.075 mm的细粒含量不得大于5%；小于4.75 mm的颗粒含量不宜大于50%。28天抗压强度不低于5.0 MPa。

石灰粉煤灰稳定粒料的集料最大粒径宜为26.5 mm。小于0.075 mm的细粒含量不得大于7%；小于4.75 mm的颗粒含量不宜大于65%。石灰与粉煤灰的配比宜为1:2~1:4；集料与石灰粉煤灰的配比宜为85:15~80:20。28天抗压强度不低于5.0 MPa。多孔隙贫混凝土、水泥稳定碎石，多孔隙沥青稳定碎石的混合料空隙率不小于15%。

4.4.6.3 垫层

垫层材料的级配应满足下述渗滤标准：

垫层材料通过率为15%时的粒径 D_{15} 不小于路床土通过率为15%时的粒径 d_{15} 的5倍 ($D_{15} \geq 5 d_{15}$)；且不大于路床土通过率为85%时的粒径 d_{85} 的5倍 ($D_{15} \leq 5 d_{85}$)；垫层材料通过率为50%时的粒径 D_{50} 不大于路床土通过率为50%时的粒径 d_{50} 的25倍 ($D_{50} \leq 25 d_{50}$)；垫层材料的均匀系数 (D_{60} / D_{10}) 不大于20。

4.4.6.4 材料性质参数

路床土和路面各结构层混合料的各项性质参数应按有关试验规程的标准试验方法经试验确定，其设计值按概率分布的85%分位值确定。受条件限制而无试验数据时，材料的弹性模量设计值可参照有关规定，结合工程经验分析确定。

水泥混凝土配合比设计时的混凝土试配弯拉强度(28d)的试验样本均值 f_{m} 应满足下式(13)要求。

$$f_m \geq \frac{f_r}{1-1.04c_v} + t_c s \dots\dots\dots (13)$$

式中：

f_r —混凝土弯拉强度设计值(MPa)；

c_v —与施工质量水平的混凝土弯拉强度的变异系数，按表4取用；

- s —混凝土弯拉强度试验样本的标准差(MPa)；
 t —保证率系数，按样本数 n 和道路类别参照表15确定。

表15 保证率系数

道路等级	样本数 n				
	3	6	9	15	20
快速路	1.36	0.79	0.61	0.45	0.39
主干路	0.95	0.59	0.46	0.35	0.30
次干路	0.72	0.46	0.37	0.28	0.24
支路	0.56	0.37	0.29	0.22	0.19

4.5 沥青混凝土路面

4.5.1 一般规定

- 各级道路沥青路面结构的设计使用年限应符合本规程第4.2.1条的规定。
- 沥青路面结构设计以重100 kN的单轴-双轮组荷载作为标准轴载 p_s 。
- 沥青路面设计使用年限内设计车道的标准轴载累计作用次数，按本规程第4.2.3条的规定进行计算，并按表3确定道路的交通荷载等级。

4.5.2 结构组合设计

4.5.2.1 沥青面层除了应具备良好的高温稳定性、低温抗裂性、水稳定性以及抗疲劳损害等路用性能外，还应综合考虑平整、防渗、抗滑、低噪音、耐磨、耐久等要求。

- 高温稳定性。按道路交通等级、结构层位，热拌沥青混合料的车辙试验的动稳定度应符合表16的要求。对交叉口进口道和公交车停靠站路段及长大纵坡路段，其混合料动稳定度应提高一个交通等级。

表16 热拌沥青混合料动稳定度技术要求 单位为(次/mm)

交通等级	轻、中		重		特重	
	上	中、下	上、中	下	上、中	下
动稳定度技术要求	≥ 1500	≥ 1000	≥ 3000	≥ 1200	≥ 5000	≥ 1500

- 低温抗裂性。热拌沥青混合料低温性能技术要求宜符合表17的要求。

表17 热拌沥青混合料低温性能技术要求

气候条件及技术指标	年极端最低气温 $>-9.0^{\circ}\text{C}$
普通沥青混合料极限破坏应变(10^{-6})	≥ 2000
改性沥青混合料极限破坏应变(10^{-6})	≥ 2500

- 水稳定性技术要求。热拌沥青混合料水稳定性以冻融劈裂强度比和浸水马歇尔残留稳定度评价，二者均不得小于80%。

- d) 表面层抗滑性能以横向力系数 SFC_{60} 和路面宏观构造深度TD(mm)为主要指标。在交工验收时,其抗滑技术指标应符合表18的要求。

表18 抗滑技术指标及要求

抗滑技术指标	横向力系数 SFC_{60}	构造深度TD mm
交工检测指标值要求	≥ 54	≥ 0.55

4.5.2.2 根据道路交通荷载和使用要求,表面层宜优先选用 SMA 等骨架密实型沥青混合料;在各个沥青层中至少有一层应为密级配沥青混合料。热拌沥青混合料的主要类型及常用厚度、适宜层位见表 19。

表19 热拌沥青混合料的常用厚度及适宜层位

沥青混合料类型		集料最大粒径 mm	公称最大粒径 mm	符 号	常用厚度 mm	适宜层位
密级配沥青混合料(AC)	砂粒式	9.5	4.75	AC-5	15~30	表面层
	细粒式	13.2	9.5	AC-10	25~40	表面层
		16	13.2	AC-13	40~60	表面层
	中粒式	19	16	AC-16	50~80	中面层
		26.5	19	AC-20	60~100	中面层
粗粒式	31.5	26.5	AC-25	80~120	下面层	
密级配沥青碎石(ATB)	粗粒式	31.5	26.5	ATB-25	80~120	基层、下面层
		37.5	31.5	ATB-30	90~150	基层
	特粗粒式	53	37.5	ATB-40	120~150	基层
沥青玛蹄脂碎石混合料(SMA)	细粒式	13.2	9.5	SMA-10	25~50	表面层
		16	13.2	SMA-13	35~60	表面层
	中粒式	19	16	SMA-16	40~70	表面层
		26.5	19	SMA-20	50~80	中面层
开级配沥青磨耗层(OGFC)	细粒式	13.2	9.5	OGFC-10	20~30	表面层
		16	13.2	OGFC-13	30~40	表面层

4.5.2.3 基层由一层或两层组成。基层材料主要有沥青类、无机结合料稳定类、粒料三类。常用基层材料的压实最小厚度与适宜厚度见表 20。

表20 基层、底基层材料的最小压实厚度与适宜厚度

材料类型	名 称		压实最小厚度 (mm)	适宜厚度(mm)/层
沥青类	密级配沥青碎石(ATB)	粗粒式ATB-25	70	80~120
		粗粒式ATB-30	90	90~150
	开级配沥青碎石(ATPB)	粗粒式ATPB-20	40	40~80
		粗粒式ATPB-25	80	80~120
无机结合料稳定类	贫混凝土		150	180~240

粒料	水泥稳定碎(砾)石	150	180~200
	石灰粉煤灰稳定碎石	150	180~200
	石灰土	100	150~200
	石灰粉煤灰稳定土	100	150~200
	水泥土	100	150~200
	级配碎(砾)石	80	100~150
	填隙碎石	100	100~120

4.5.2.4 垫层材料有粒料和无机结合料稳定土两类，粒料包括天然砂粒、粗砂、炉渣、矿渣等。垫层厚度一般宜大于或等于 15 cm，其宽度应与路床顶面相同。

4.5.2.5 沥青层之间必须设粘层，各种基层上应设置透层沥青。同时，在半刚性基层上应设下封层，下封层可用沥青单层表面处治或砂粒式、细粒式密级配沥青混合料等，以保证层间结合紧密稳定，避免层间产生滑移。

4.5.3 结构类型

4.5.3.1 沥青路面结构的类型按基层材料不同可分为粒料基层沥青路面、沥青类基层沥青路面、半刚性基层沥青路面三大类，其典型路面结构组合见表 21~表 23。

表21 粒料基层沥青路面

面层	表面层	密级配沥青混合料、沥青表面处治	
	中、下面层	密级配沥青混合料	
基层	基层	级配碎石、填隙(水结)碎石	
	底基层	密级配碎(砾)石、填隙(水结)碎石	无机结合料稳定类
垫层		砂、砾石、炉渣或低剂量无机结合料稳定土等	

表22 沥青类基层沥青路面

面层	表面层	密级配沥青混合料、沥青玛蹄脂碎石混合料、开级配沥青磨耗层、沥青表面处治	
	中、下面层	密级配沥青混合料	
基层	基层	密级配沥青混合料、沥青贯入碎石	开级配沥青碎石排水层
	底基层	级配碎石或无机结合料稳定碎石	无机结合料稳定碎石
垫层		砂、砾石、炉渣或低剂量无机结合料稳定土等	

表23 半刚性基层沥青路面

面层	表面层	密级配沥青混合料、沥青玛蹄脂碎石混合料、开级配沥青磨耗层、沥青表面处治	
	中、下面层	密级配沥青混合料、沥青碎石	
基层	基层	无机结合料稳定碎石	
	底基层	无机结合料稳定碎(砾)石或土	级配碎(砾)石、填隙(水结)碎石
垫层		砂、砾石、炉渣或低剂量无机结合料稳定土等	

4.5.4 结构厚度设计

4.5.4.1 一般规定

- 路表计算弯沉 l_s 应小于或等于路表设计弯沉值 l_d ，以保证路面结构整体刚度；
- 沥青层或半刚性层的层底拉应力 σ_m 应小于或等于材料的容许抗拉强度 $[\sigma_R]$ ，以防止路面出现疲劳开裂；
- 沥青层最大剪应力 τ_m 应小于或等于该层材料的容许抗剪强度 $[\tau_R]$ ，以防止路面出现车辙、波浪、推挤等损坏。
- 快速路、主干路和次干路应采用路表计算弯沉、沥青层及半刚性材料层的层底拉应力、沥青层最大剪应力为设计指标，在交通量较小的支路上铺筑沥青混凝土面层时可仅用路表计算弯沉值设计。

4.5.4.2 设计指标的计算

- 道路表面设计弯沉值应根据道路等级、设计使用期内累计标准当量轴次、面层和基层类型按下式(14)计算确定。

$$l_d = 600N_e^{-0.2}A_cA_sA_b \dots\dots\dots (14)$$

式中：

l_d ——设计弯沉值(0.01 mm)；

N_e ——设计使用期内一个车道累计当量轴次(次/车道)；

A_c ——道路等级系数，快速路、主干路为1.0；次干路为1.1；支路为1.2；

A_s ——面层类型系数，沥青混凝土面层为1.0，热拌和温拌或冷拌沥青碎石、沥青表面处治1.1；

A_b ——路面结构类型系数，无机结合料类(半刚性)基层1.0，沥青类基层和粒料基层1.6。

- 沥青混凝土层、半刚性材料基层和底基层材料的容许抗拉强度 $[\sigma_R]$ 按下式(4.5.4-6)计算。

$$[\sigma_R] = \frac{\sigma_s}{K_s} \dots\dots\dots (15)$$

式中：

σ_R ——路面结构层材料的容许抗拉强度(MPa)；

σ_s ——沥青混凝土(15℃)或半刚性材料水泥稳定类材料(龄期 90d)或二灰稳定类和石灰稳定类材料(龄期 180 d)以及水泥粉煤灰稳定材料(龄期 120 d)的极限劈裂强度(MPa)；

K_s ——抗拉强度结构系数按下列公式计算：

- 沥青混凝土：

$$K_{sa} = 0.09N_e^{0.22} / A_c \dots\dots\dots (16)$$

- 无机结合料稳定集料类：

$$K_{sr} = 0.35N_e^{0.11} / A_c \dots\dots\dots (17)$$

- 无机结合料稳定细粒土类：

$$K_{st} = 0.45N_e^{0.11} / A_c \dots\dots\dots (18)$$

- 沥青混凝土容许抗剪强度按下式(4.5.4-10)计算。

$$[\tau_R] = \frac{\tau_s}{K_r} \dots\dots\dots (19)$$

式中：

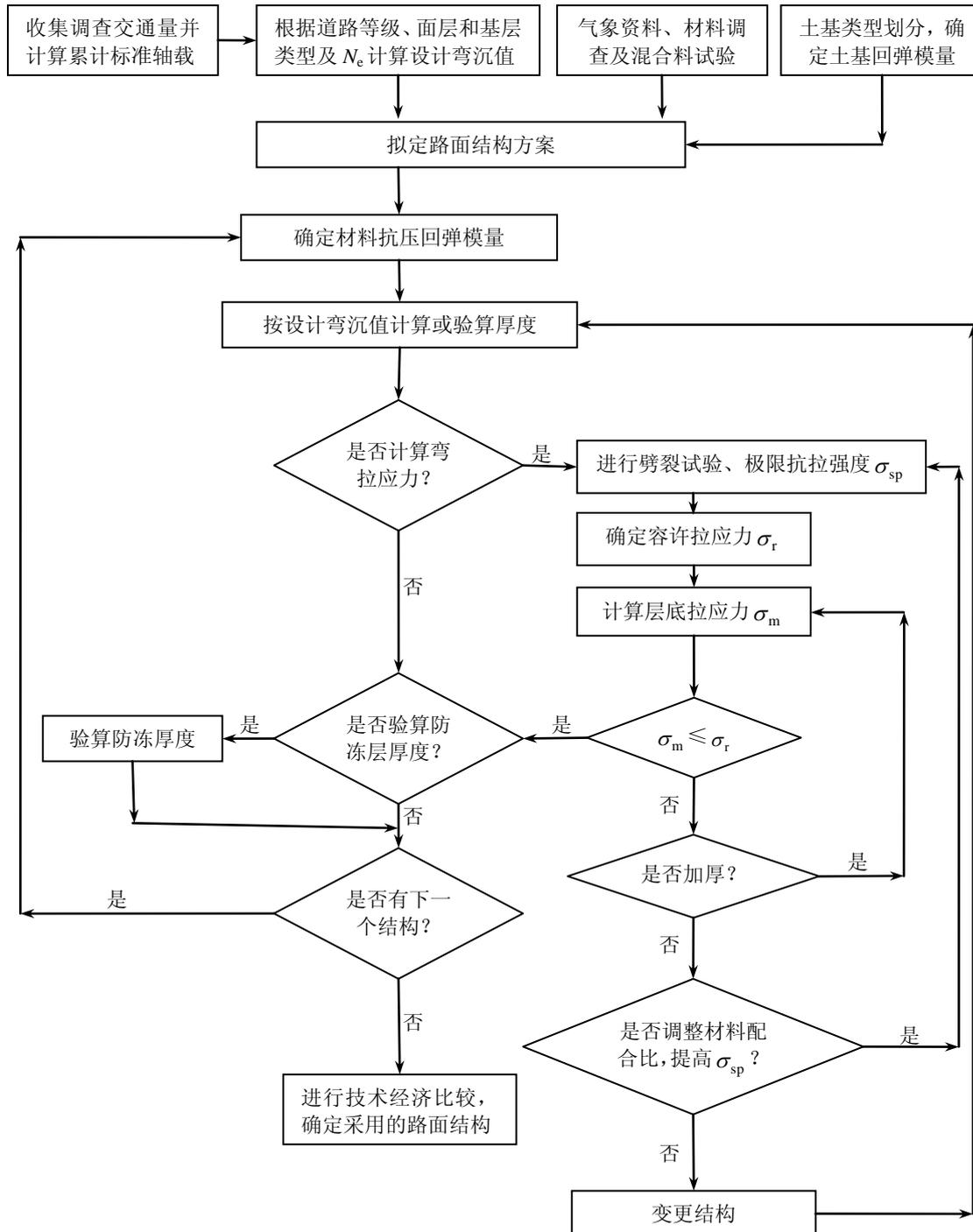
$[\tau_R]$ ——沥青混凝土的容许抗剪强度(MPa)；

τ_s ——沥青混凝土60℃的极限抗剪强度(MPa)，采用单轴贯入试验法确定；

K_r ——抗剪强度结构系数，对于一般行驶路段： $K_r=1.2/A_c$ ；对于车站、交叉口等缓慢制动地点，
 $K_r = 0.39N_p^{0.15} / A_c$ ；

d) 路面结构层所需厚度的确定，可参照下述设计步骤进行：

- 1) 根据设计要求，计算设计使用期内设计车道的累计标准轴次，确定路面等级和面层类型，并设计弯沉值及拉应力值。
- 2) 按路基土类型和干湿类型，将路基划分为若干路段(在一般情况下路段长度不宜小于 500 m，若为大规模机械化施工，不宜小于 1 km)，确定各路段的土基回弹模量值或通过现有道路调查确定。
- 3) 拟定几种可能的路面结构层组合与厚度方案。根据选用的材料进行配合比试验，并测定各结构层材料的抗压回弹模量和抗压强度，确定各结构层材料的设计参数。一般说来，设计时先选择基层或底基层的某一层次作为厚度设计层，拟定面层和其它各层的厚度。
- 4) 根据设计弯沉值和抗拉、抗剪强度值计算路面设计层所需的厚度。若不满足要求，或调整路面结构层厚度，或变更路面结构层组合方案，或调整材料配合比，以提高其强度，再重新计算。上述计算过程，可采用按弹性多层体系理论编制的专用设计程序进行。
- 5) 进行技术经济比较，确定采用的路面结构方案。



4.5.5 面层材料组成及技术要求

- a) 沥青表面层应具有抗车辙、抗疲劳和低温开裂、平整抗滑、密实、基本不渗水、耐磨耗、降噪等性能。厚度一般为 40 mm~50 mm，应采用改性沥青和骨架密实型结构类型。可用改性沥青 AC-13 或改性沥青 OGFC-13，对于重载交通、快速路和主干路，宜采用改性沥青 SMA-13，必要时应在改性沥青混合料中掺纤维。

- b) 沥青中面层应具有抗车辙、抗疲劳和低温开裂能力和密实、基本不渗水的性能，厚度一般为 50 mm~80 mm，应采用骨架密实型结构类型，并经技术经济比选，尽可能采用改性沥青以提高该层的高温稳定性。
- c) 沥青下面层应具有足够的抗疲劳、抗车辙、抗水损害能力。厚度一般为 70 mm~100 mm，其混合料类型可从 AC-20，AC-25 中选用。沥青结合料可采用 50#或 70#沥青。

4.5.6 基层材料组成及技术要求

4.5.6.1 沥青类基层

混合料类型和厚度：密级配沥青碎石混合料，具有足够的强度、良好的抗车辙和抗疲劳开裂性能以及水稳定性，集料公称最大粒径可为25.0 mm的ATB-25，厚度可为100 mm；采用公称最大粒径37.5 mm的ATB-30时，厚度最多可达150 mm。开级配沥青稳定碎石混合料ATPB用作排水基层时，其公称最大粒径宜选用19 mm的ATPB-20，厚度80 mm左右。

4.5.6.2 刚性（半刚性）基层

贫混凝土的集料公称最大粒径不宜大于31.5 mm，水泥剂量约为8%~9%，水泥用量不少于170 kg/m³，28 d抗压强度宜在5 MPa~10 MPa(弯拉强度1.0 MPa~1.8 MPa)范围内。

半刚性基层应选用骨架密实型级配，要求具有一定的强度、抗疲劳开裂性能，耐冲刷，水泥稳定级配碎石的公称最大粒径不宜大于26.5 mm，要严格限制水泥用量，小于0.075 mm的颗粒含量不宜大于5%，水泥剂量约为4.5%~5.0%，7 d浸水抗压强度随道路等级不同而不同，对于快速路和主干路宜在3.5 MPa~4.5 MPa范围内。

石灰-粉煤灰稳定级配碎石的公称最大粒径不宜大于26.5 mm，要严格限制石灰、粉煤灰用量及混合料中细料含量和含水量并及时养生。其中石灰粉煤灰：集料宜为2：8；集料中小于4.75 mm者：大于4.75 mm者宜为2：8；使得二灰碎石混合料中小于4.75 mm的含量在36%；7d浸水抗压强度随道路等级不同而不同，对于快速路和主干路宜在0.8 MPa~1.1 MPa范围内。

水泥土用作底基层时，7 d浸水抗压强度要求达到0.5 MPa~0.7 MPa，用作快速路、主干路应达到0.8 MPa以上。

4.5.6.3 粒料基层

级配碎石可用于主干路、次干路和支路的基层和底基层。当用作快速路和主干路的基层及沥青面层与半刚性基层之间的中间层时，集料的公称最大粒径宜为19 mm，压碎值不大于26%，针片状含量不超过20%，小于0.075 mm含量应小于7%，压实度应达到重型击实试验法压实标准的98%以上。

填隙碎石可用于各类道路的底基层和次干路、支路的基层。

用作底基层时，碎石的最大粒径不应超过63 mm，集料中针片状和软弱颗粒含量不应超过15%，集料的压碎值不大于30%。

级配砾石可用于各类道路的底基层或次干路和支路的基层、用作底基层时，其集料的公称最大粒径不超过37.5 mm，集料的压碎值不大于30%(快速路和主干路)和35%(次干路)及40%(支路)。

4.5.7 材料参数

4.5.7.1 路面结构材料的抗压回弹模量通过试验确定，确定材料设计参数时应考虑不同的应用场合。

试验数据应按下列公式进行计算：

- a) 用于计算路表弯沉时，各层材料的抗压回弹模量应按公式(20)计算。

$$E = \bar{E} - Z_a S \dots\dots\dots (20)$$

式中:

\bar{E} ——各试件模量的平均值(MPa);

S ——各试件模量的标准差;

Z_a ——保证率按95%算,系数取2.0。

- b) 用于计算层底拉应力时,计算层以下各层的模量采用式(20)计算其设计值,计算层及以上各层模量时,应采用公式(21)计算。

$$E = \bar{E} + Z_a S \dots\dots\dots (21)$$

4.5.7.2 路面结构材料的劈裂强度、抗剪强度通过试验确定,其设计值按公式(4.5.7-3)和(4.5.7-4)计算:

$$\sigma_s = \bar{\sigma}_s - Z_a S \dots\dots\dots (22)$$

$$\tau_s = \bar{\tau}_s - Z_a S \dots\dots\dots (23)$$

式中:

$\bar{\sigma}_s$ ——各试件劈裂强度平均值;

$\bar{\tau}_s$ ——各试件抗抗剪强度平均值。

4.5.7.3 土基回弹模量应在不利季节用标准承载板或贝克曼梁弯沉仪实测确定,若在非不利季节测试应进行修正。受条件限制时,可在土质与水文条件相近的临近路段测定,亦可现场取土样在室内测定。

4.6 旧路改造

4.6.1 一般规定

- 改线路段应按新建道路设计。加宽路面、提高路基、调整纵坡的路段应视具体情况按新建或改建路面设计。
- 旧路改造设计时,应调查现状交通量,并准确预计交通量、交通量增长率与交通构成,根据道路设计使用期内预期承担的交通情况拟定旧路改造工程设计方案。
- 旧路路基需进行拓宽改造时,应根据原有道路沿线的环境、地形、地貌、水文地质、地基土的性质、不良地质情况,采取合理的工程措施,保证拓宽改造道路路基的强度和稳定性;应注意路基路面综合设计,拓宽路基与旧路路基之间保持良好的衔接,并采取必要的工程措施减少拓宽路基与原路基之间的差异沉降,防止产生纵向裂缝。
- 旧路改造设计前,应充分调查旧路现状、收集道路建设、养护等方面的资料,调查路基稳定情况,并对原路面破损程度进行分段评价,分析路面损坏原因,分段拟定旧路改造工程设计方案。
- 交通量大的城市道路宜选择施工方便、工期短、对交通干扰少的设计方案。设计方案应在保证设计使用年限的要求下,尽量减少旧路的开挖或铣刨工程量,减少废弃材料,合理控制工程造价。
- 设计方案应考虑旧路废弃材料的再生利用,并结合已有成果和经验,积极慎重地推广再生利用技术。

4.6.2 沥青路面改造设计

4.6.2.1 原有路面主要调查内容如下:

- 调查破损情况,包括裂缝率、车辙深度、修补面积等。
- 测定原道路弯沉值并评价旧路结构承载能力。原路面结构强度采用强度系数 SSI(路面设计弯沉与路段实测代表弯沉之比)按表 24 评价。

表24 路面结构强度评价表

特重交通快速 路、主干路	SSI \geq 1.0	1.0>SSI \geq 0.9	0.9>SSI \geq 0.66	0.66>SSI \geq 0.5	SSI<0.5
	优	良	中	次	差
其他道路	SSI \geq 1.0	1.0>SSI \geq 0.83	.083>SSI \geq 0.66	0.66>SSI \geq 0.5	SSI<0.5
	优	良	中	次	差

- c) 根据破损情况调查和承载能力测试与评价,选择路面外观选择好、中、差路面典型使用状况,分层钻孔取样和试验,采集沥青混合料和基层、底基层、土基的样品,分析破坏原因,判断其破坏层位和是否可以利用。
- d) 取样调查路床范围内路基土的分层含水量、压实度、土质类型及承载力等,分析路基的稳定性、强度以及路基路面范围内排水状况等。

4.6.2.2 设计应根据下列情况将全线划分为若干段。分段时,应考虑下列因素:

- a) 将原路面的破损形态、弯沉值、破损原因相近的划分为一个路段。
- b) 在同一路段内,若局部路段弯沉值过大,应先修补处理再进行补强,在计算该段代表弯沉值时,可不考虑个别弯沉值大的点。
- c) 一般按 500m 为单位对路段进行评价,当路段评价指标基本接近时可将路段延长。在水文、土质条件复杂或需要特殊处理的路段,其分段最小长度可视实际情况确定。

4.6.2.3 各路段的计算弯沉值

各路段应采用BZZ-100标准轴载汽车,用贝克曼梁测定原有路面的弯沉值,每10 m~50 m测一点,弯沉值变化较大时加密测量,每车道、每路段的测点数不少于10点。若为非标准轴载进行换算。各路段的计算弯沉值应按式(24)计算:

$$l_0 = (\bar{l}_0 + Z_a S) K_1 K_2 K_3 \dots \dots \dots (24)$$

式中:

- l_0 ——路段的计算弯沉值(0.01 mm);
- \bar{l}_0 ——路段内原路面上实测弯沉的平均值(0.01 mm);
- S ——路段内原路面上实测弯沉的标准差(0.01 mm);
- Z_a ——与保证率有关的系数,快速路、主干道 $Z_a=1.645$,城市次干道 $Z_a=1.5$,城市支路 $Z_a=1.3$ 。
- K_1 、 K_2 ——分别为季节影响系数和湿度影响系数,根据检测单位经验确定;
- K_3 ——温度修正系数。

4.6.2.4 对旧沥青路面处理

- a) 沥青路面整体强度基本符合要求,车辙深度小于 10 mm;轻度裂缝而平整度及抗滑性能差时,可铣刨直接加铺罩面,恢复表面使用功能。
- b) 中度、重度裂缝段宜视具体情况铣刨路面,否则,应进行灌缝、修补坑槽等处理,必要时采取防裂措施后加铺沥青层。对沥青层网裂、龟裂或沥青老化的路段应进行铣刨并清除干净,并设粘层沥青后,再加铺沥青层。
- c) 对整体强度不足或破损严重的路段,视路面破损程度确定挖除深度、范围以及加铺补强层的结构与厚度。

4.6.2.5 加铺面层

- a) 可用沥青混凝土罩面、表面处治或其它预防性养护措施改善提高沥青表层的服务功能。一般单层沥青混凝土罩面厚度可为(30~50)mm,超薄层罩面厚度宜为(20~25)mm。预防性养护可选用稀浆封层、微表处、沥青再生处治等。
- b) 超薄磨耗层结合料宜用改性沥青或掺入其它添加剂,提高超薄磨耗层的水稳性。

4.6.2.6 原路面当量回弹模量的计算

- a) 确定原路面的当量回弹模量时,应根据路段的划分计算当量回弹模量值。
- b) 各路段的当量回弹模量应根据各路段的计算弯沉值,按式(4.6.3-2)(轮隙弯沉法)计算:

$$E_t = 1000 \frac{2p\delta}{l_0} m_1 m_2 \dots \dots \dots (25)$$

式中:

E_t ——旧路面的当量回弹模量(MPa);

p 、 δ ——标准车型的轮胎接地压强(MPa)和当量圆半径(cm);

l_0 ——旧路面的计算弯沉(0.01 mm);

m_1 ——用标准轴载的汽车在原路面上测得的弯沉值与用承载板在相同压强条件下所测得的回弹变形值之比,即轮板对比值。比值 m_1 应根据各地的对比试验结果论证地确定,在没有对比试验资料的情况下,可取 $m_1=1.1$ (轮隙弯沉法)进行计算。

m_2 ——旧路面当量回弹模量扩大系数。计算与原路面接触的补强层层底拉应力时, m_2 按式(26)计算;计算其它补强层层底拉应力及弯沉值时, $m_2=1.0$ 。

$$m_2 = e^{0.037 \frac{h'}{\delta} \left(\frac{E_{n-1}}{p} \right)^{0.25}} \dots \dots \dots (26)$$

式中:

E_{n-1} ——与原路面接触层材料的抗压模量(MPa);

h' ——各补强层相当于原路面接触层的模量的等效总厚度(cm)。等效总厚度 h' 按式(27)计算:

$$h' = \sum_{i=1}^{n-1} h_i (E_i / E_{n-1})^{0.25} \dots \dots \dots (27)$$

式中:

E_i ——第*i*层补强层材料的抗压回弹模量(MPa);

h_i ——第*i*层补强的厚度(cm);

$n-1$ ——补强层层数。

4.6.2.7 加铺补强层结构设计:

- a) 当强度不足时应进行补强设计,设计方法与新建路面相同。
- b) 加铺补强层的结构设计,应根据原路面综合评价,道路等级、交通量,考虑与周边环境相协调,结合纵、横断面调坡设计等因素,选用直接加铺,或开挖原路至某一结构层位,或采取加铺一层或多层沥青补强层,或加铺半刚性基层、贫混凝土基层等结构层方案。在确定设计弯沉值时,应根据加铺层的结构选用路面类型系数。
- c) 原路面与补强层之间视加铺层的结构与厚度,宜洒布粘层沥青,或采取相应的减裂措施,或铺设调平层,或直接加铺结构层等。

4.6.2.8 加铺补强层设计步骤

- a) 计算原有路面的当量回弹模量。

- b) 拟定几种可行的结构组合与结构层厚度,并通过试验或参照南宁地区成熟经验确定各补强层的材料参数。
- c) 根据加铺层的类型确定设计指标,当以路表回弹弯沉为设计指标时,弯沉综合修正系数按(28)式计算。

$$F = 1.45 \left(\frac{l_s}{2000\delta} \right)^{0.61} \left(\frac{E_t}{p} \right)^{0.61} \dots\dots\dots (28)$$

式中:

l_s ——路表计算弯沉(0.01 mm);

当以拉应力为设计指标时,确定了设计厚度后,宜按式(29)计算弯沉综合修正系数,最后计算路表回弹弯沉。

$$F = 1.63 \left(\frac{l_s}{2000\delta} \right)^{0.38} \left(\frac{E_0}{p} \right)^{0.36} \dots\dots\dots (29)$$

式中:

E_0 ——土基回弹模量值(MPa)。

- d) 采用弹性层状体系理论设计程序计算设计层的厚度或进行结构验算。
- e) 进行技术经济比较,确定采用的补强方案。

4.6.3 水泥路面加铺沥青路面改造设计

4.6.3.1 水泥混凝土路面应重点调查以下内容

- a) 破碎板块、开裂板块、板边角的破损状况,并逐个记录破损板块的位置和数量或按车道绘出破损状况草图,计算路段断板率。调查纵、横向接缝拉开宽度、错台位置与高度,计算错台段的平均错台高度;调查板底脱空位置等。
- b) 用落锤式弯沉仪或贝克曼弯沉仪进行现场测定。
 - 1) 视路况每块板或每(2~4)块板选一测点,在横向接缝板边距板角(30~50)cm处测定弯沉,全面了解水泥混凝土路面的承载能力情况。
 - 2) 根据测定弯沉值或弯沉盆资料,选择典型路段测量横向接缝或裂缝两侧板边的弯沉值,以评价原混凝土板的承载能力、接缝传荷能力,并结合平均错台高度判断板底脱空情况。
 - 3) 选择典型路面状况,分层钻芯取样,测定原水泥混凝土强度、模量等,分析破坏原因。

4.6.3.2 旧路面接缝传荷能力的评价

- a) 弯沉差宜按式(4.6.4-1)计算。

$$\Delta D = D_l - D_u \dots\dots\dots (30)$$

式中:

ΔD ——弯沉差(0.01 mm);

D_u ——未受荷板接缝边缘处的弯沉值(0.01 mm);

D_l ——受荷板接缝边缘处的弯沉值(0.01 mm)。

- b) 用贝克曼弯沉仪和落锤弯沉仪测定横向接缝两侧板边的弯沉时,宜用平均弯沉值按式(4.6.4-2)评价水泥混凝土板的承载能力,并区分不同情形对原水泥混凝土板进行处治。

$$D = \frac{D_u + D_l}{2} \dots\dots\dots (31)$$

式中:

D ——平均弯沉值(0.01 mm)。

4.6.3.3 原混凝土路面结构参数，包括面板厚度、弯拉强度、弯拉弹性模量、基层顶面当量回弹模量标准值，可按《公路水泥混凝土路面设计规范》JTGD40 的有关规定确定。

4.6.3.4 根据破损调查和承载能力测试资料，旧水泥混凝土路面可按表 25 进行处理。若路面结构承载能力不满足现有交通要求，应采取补强措施。

表25 不同路面破损条件下旧水泥混凝土路面处理方法

原路面状况	评价等级	平均弯沉值 0.01 mm	修 补 方 法
路面破损状况	优和良	20~45	局部处理:更换破碎板、修补开裂板块、脱空板灌浆,使处治后的路段代表弯沉值低于20(0.01 mm),然后加铺沥青层。
	中及中以下	>45	若条件允许,采取打裂或各种破碎技术将混凝土板打碎、压实,然后加铺补强层;无打裂或破碎可能时,则应按新建道路进行翻挖重建沥青路面。
接缝传荷能力不足	—	$\Delta D \geq 6$	压浆填封,或增加传力钢筋,或采取打裂工艺消除垂直、水平方向变形,然后加铺沥青层。
路面行驶质量	中及中以下	<20	采取防止反射裂缝措施,加铺沥青面层改善路面的平整度。
路面抗滑能力	中及中以下	<20	采取防止反射裂缝措施,加铺沥青面层提高路表面的抗滑能力。
板底脱空	—	—	灌浆或打裂工艺、压实,消除垂直、水平方向变形,使路面稳定,然后加铺沥青层。

4.6.3.5 沥青加铺层可设单层或双层沥青面层，视具体情况增加调平层或补强层等。加铺层设计应根据道路等级和使用要求、交通量、环境条件和纵、横向调坡设计，在处理破损原水泥混凝土板使其稳定的基础上，综合考虑防止反射裂缝措施，结合已有经验确定。

- 在稳定的原水泥混凝土板上加铺沥青面层时，对城市快速路、主干道(或中等及中等以上交通)厚度不宜小于 10 cm，其它道路不宜小于 7 cm。
- 在原水泥混凝土路面上加铺沥青面层时，宜用热沥青或改性乳化沥青、改性沥青做粘层。为防止渗水、减缓反射裂缝，加强层间结合，宜设置 20 mm~25 mm 厚的聚合物改性沥青应力吸收层、橡胶沥青应力吸收层，或铺设长纤维无纺聚脂类土工织物等。

4.6.3.6 破碎板的沥青面层补强设计：

当原路面板接缝或裂缝处平均弯沉介于45~70(0.01 mm)，存在打裂可能时，宜采取打裂措施，消除原水泥混凝土板脱空，使其与基层紧密结合、稳定后，再加铺结构层。当受地下管线、周边建筑等情况制约，无打裂或破碎条件时，则应翻挖重建沥青路面结构。

当原路面板接缝或裂缝处平均弯沉大于70(0.01 mm)，应在翻挖重建和碎石化两种方案中作比选。现场存在破碎条件时，可将板破碎成小块或碎石，作为基层或底基层用。采用贝克曼弯沉仪或落锤式弯沉仪测定其弯沉值并换算成当量回弹模量，按本规程4.6.3条规定设计补强层和沥青层。

5 路面施工

5.1 基本规定

- 5.1.1 本章节规定了路面水泥混凝土面层、沥青混凝土面层的施工技术要求，包括原材料质量要求、混合料配合比设计、路面施工方法和施工过程中的质量管理等。
- 5.1.2 路面施工应选择优秀的施工队伍、优质的材料和先进的设备，强化施工过程的质量控制。
- 5.1.3 路面施工应认真贯彻国家环境和生态保护、安全生产的相关规定，做到文明施工、安全生产。
- 5.1.4 路面施工应有详细的施工组织设计，遵循合理的施工工期，且不得随意变动。
- 5.1.5 路面施工除应符合本规程规定之外，尚应符合国家颁布的现行有关标准、规范的规定。

5.2 水泥混凝土面层

5.2.1 一般规定

- 5.2.1.1 水泥混凝土路面施工前应按有关规范的规定对基层进行检查，当基层的质量检查符合要求后方可修筑面层。
- 5.2.1.2 旧水泥混凝土路面上设置加铺层时，应符合本规程及设计文件的各项技术规定，并按路况调查结果确定采用结合式、直接式或分离式加铺层。施工前先按其不同加铺层结构要求进行旧路面板块修复稳固、接缝填封、表面清理或处置，然后施工水泥混凝土加铺层。
- 5.2.1.3 施工水泥混凝土路面前，基层表面尘土、杂物应清扫干净，并调整好路面上各种检查井井盖标高，使其纵横坡度与设计一致，同时井体坚固并能承受各种车辆荷载。
- 5.2.1.4 水泥混凝土路面的施工应根据设计文件、施工现场所处的气候、水文、地形等环境条件，选择满足质量指标要求、性能稳定的原材料，确定配合比、设备种类和施工工艺，进行详细的施工组织设计，建立完备的施工质量保障体系。
- 5.2.1.5 混凝土路面施工应积极采用新材料、新设备、新工艺和新技术，不断提高混凝土路面工程质量和施工技术水平。

5.2.2 原材料

5.2.2.1 水泥

- 5.2.2.1.1 快速路和主干道应采用强度等级 42.5 级以上的道路硅酸盐水泥或硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥；次干路及以下等级的道路采用矿渣水泥时，其强度等级不应低于 42.5 级。水泥进场时每批量应附有出厂合格证，并经复验合格，方可使用。
- 5.2.2.1.2 选用水泥时，还应通过混凝土配合比试验，根据其配制弯拉强度、耐久性和工作性优选适宜的水泥品种、强度等级。
- 5.2.2.1.3 不同等级、厂牌、品种、出厂日期的水泥不得混存、混用。出厂期超过三个月或受潮的水泥，必须经过试验，按其试验结果决定正常使用或降级使用。已经结块变质的水泥不得使用。

5.2.2.2 粉煤灰及其他掺合料

- 5.2.2.2.1 混凝土路面在掺用粉煤灰时，应掺用质量指标符合表 26 规定的电收尘 I、II 级干排或磨细粉煤灰，不得使用 III 级粉煤灰。

表26 粉煤灰分级及质量标准

粉煤灰等级	细度 (45 μm 气流筛, 筛余量) %	烧失量 %	需水量比 %	含水量 %	CL %	SO ₃ %	混合砂浆活性指数	
							7d	28d
I	≤12	≤5	≤95	≤1.0	<0.02	≤3	≥75	≥85(75)
II	≤20	≤8	≤105	≤1.0	<0.02	≤3	≥70	≥80(62)
III	≤45	≤15	≤115	≤1.5	-	≤3	-	-

注1: 45 μm 气流筛的筛余量换算为80 μm 水泥筛的筛余量时的换算系数约为2.4。
注2: 混合砂浆的活性指数为掺粉煤灰的砂浆与水泥砂浆的抗压强度比的百分数, 适用于所配置混凝土强度等级大于等于C40的混凝土, 当配置的混凝土强度等级小于C40时, 混合砂浆的活性指数要求应满足28d括号内的数字。

5.2.2.2.2 粉煤灰宜采用散装灰, 进货应有等级检验报告。使用时应准确了解水泥中已经加入的掺合料种类及数量。

5.2.2.2.3 路面和桥面混凝土中可使用硅灰或磨细矿渣, 使用前应经过试配检验, 确保路面或桥面混凝土弯拉强度、工作性、抗磨性、抗冻性等技术指标合格。

5.2.2.3 细集料

5.2.2.3.1 应采用细度模数在 2.5 以上的质地坚硬、耐久、洁净、符合级配规定的天然粗、中砂。同一配合比用砂的细度模数变化范围不应超过 0.3, 否则, 应分别堆放, 并调整配和比中的砂率后使用。

5.2.2.3.2 砂的技术要求应符合表 27 的规定。

表27 砂的技术要求

项目			技术要求					
颗粒级配	筛孔尺寸 (mm)		方 孔					
			0.15	0.30	0.60	1.18	2.36	4.75
累计筛余量 (%)	I 区		100~90	95~80	85~71	65~35	35~5	10~0
	II 区		100~90	92~70	70~41	50~10	25~0	10~0
	III 区		100~90	85~55	40~16	25~10	15~0	10~0
泥土杂物含量 (冲洗法) (%)			≤3					
硫化物和硫酸盐含量 (折算为 SO ₃) (%)			≤1					
有机物质含量 (比色法)			颜色不应深于标准溶液的颜色					
其他杂物			不得混有石灰、煤渣、草根等其他杂物					

5.2.2.4 粗集料

5.2.2.4.1 粗集料应使用质地坚硬、耐久、洁净的碎石、碎卵石、卵石, 并应符合表 28 的规定。城市快速路、主干道及有抗 (盐) 冻要求的其它等级城市道路混凝土路面使用的粗集料级别应不低于 II 级。

表28 粗集料技术要求

项目	技术要求		
	I 级	II 级	III 级
碎石压碎指标 (%)	<10	<15	<20

卵石压碎指标 (%)	<12	<14	<16
坚固性 (按质量损失计, %)	<5	<8	<10
针片状颗粒含量 (按质量计, %)	<5	<15	<20
含泥量 (按质量计, %)	<0.5	<1.0	<1.5
泥块含量 (按质量计, %)	<0	<0.2	<0.5
有机含量 (比色法)	合格	合格	合格
硫化物及硫酸盐 (按 SO ₃ 质量计, %)	<0.5	<1.0	<1.0
空隙率	<47%		
碱集料反应	经碱集料反应试验后无裂缝、酥裂、胶体外溢等现象, 在规定试验龄期的膨胀率小于 0.10%		

5.2.2.4.2 用做路面和桥面混凝土的粗集料不得使用不分级的统料, 应按最大公称粒径的不同采用 2~4 个粒径的集料进行掺配, 并应符合表 29 的规定; 卵石最大公称粒径不宜大于 19.0 mm; 碎卵石最大公称粒径不应大于 26.5 mm; 碎石最大公称粒径不应大于 31.5 mm; 钢纤维混凝土粗集料最大公称粒径不宜大于 19.0 mm。

表29 粗集料级配范围

粒径级配		方 筛 孔 尺 寸							
		2.36	4.75	9.50	16.0	19.0	26.5	31.5	37.5
		累 计 筛 余 (以质量计) (%)							
合成 级配	4.75~16	95~100	85~100	40~60	0~10				
	4.75~19	95~100	85~95	60~75	30~45	0~5	0		
	4.75~26.5	95~100	90~100	70~90	50~70	25~40	0~5	0	
	4.75~31.5	95~100	90~100	75~90	60~75	40~60	20~35	0~5	0
粒级	4.75~9.5	95~100	80~100	0~15	0				
	9.5~16		95~100	80~100	0~15	0			
	9.5~19		95~100	85~100	40~60	0~15	0		
	16~26.5			95~100	55~70	25~40	0~10	0	
	16~31.5			95~100	85~100	55~70	25~40	0~10	0

5.2.2.5 水泥混凝土搅拌和养护用水应清洁, 宜采用饮用水。使用非饮用水时, 应经过化验, 并应符合下列规定:

5.2.2.5.1 硫酸盐含量 (按 SO₄²⁻ 计) 不得超过 0.0027mg/mm³。

5.2.2.5.2 含盐量不得超过 0.005mg/mm³。

5.2.2.5.3 PH 值不得小于 4, 并不得含有油污、泥等有害杂质。

5.2.2.6 外加剂

5.2.2.6.1 为减少混凝土拌合物的用水量, 改善和易性, 节约水泥用量, 提高混凝土强度, 可掺入外加剂。目前常用的有木质素减水剂 (简称 M 剂), 萘系减水剂 (NF, MF 等), 水溶性树脂 (蜜胺树脂) 类减水剂 (SM) 等。

5.2.2.6.2 夏季施工或需要延长作业时间时, 可掺入缓凝剂, 如羧酸盐类 (酒石酸等), 多羟基碳水化合物类 (糖蜜等) 和无机化合物类 (NaPO 等)。

5.2.2.6.3 冬期施工为提高早期强度或为缩短养护时间, 可掺入早强剂。

5.2.2.6.4 冬期施工为提高混凝土抗冻融性，可掺入引气剂，目前常用的引气剂有松香热聚物，烷基磺酸钠和烷基苯碳酸钠等阴离子表面活性剂。引气剂应选用表面张力降低值大、水泥稀浆中起泡容量多而细密、泡沫稳定时间长、不容残渣少的产品。

5.2.2.6.5 所用外加剂进场时，供应商应提供产品质量合格证及由有相应资质外加剂检测机构出具的品质检测报告；

5.2.2.6.6 外加剂的性质，应经掺配试验符合要求后，方可使用。

5.2.2.7 钢筋

5.2.2.7.1 钢筋的品种、规格、等级，应符合设计要求，进场时供应商应提供产品质量合格证明文件，使用前应经复检合格。

5.2.2.7.2 钢筋不得有裂纹、断伤、刻痕、表面油污和锈蚀等缺陷。

5.2.2.7.3 传力杆钢筋加工应锯断，不得挤压切断；断口应垂直、光圆，用砂轮打磨掉毛刺，并加工成2~3mm圆倒角。

5.2.2.8 钢纤维

5.2.2.8.1 用于混凝土路面和桥面的钢纤维除应满足《混凝土用钢纤维》（YB/T151）的规定。

5.2.2.8.2 单丝钢纤维抗拉强度不宜小于600MPa。

5.2.2.8.3 钢纤维长度应与混凝土粗集料最大公称粒径相匹配，最短长度宜大于粗集料最大公称粒径的1/3；最大长度不宜大于粗集料最大公称粒径的2倍；钢纤维长度与标称值的偏差不应超过±10%。

5.2.2.8.4 路面和桥面混凝土中，宜使用有防锈蚀处理和锚固端的钢纤维；不得使用表面磨损前后裸露尖端导致行车不安全的钢纤维；不宜使用搅拌易成团的钢纤维。

5.2.2.9 接缝材料

5.2.2.9.1 应选用能适应混凝土面板膨胀和收缩、施工时不易变形、弹性复原率高、耐久性好的胀缝板。胀缝板宜采用塑胶、橡胶泡沫板或沥青纤维板。胀缝板厚2cm，其钢筋孔位置、尺寸、数量应符合设计规定，胀缝板适用于胀缝的下半部分。

5.2.2.9.2 填缝材料应具有与混凝土板壁粘结牢固、回弹性好、不溶于水、不渗水，高温时不挤出、不流淌、抗嵌入能力强、耐老化龟裂，负温拉伸量大，低温时不脆裂、耐久性能好等性能。填缝料有常温施工式和加热施工式两种，其技术指标应符合设计要求。常温施工式填缝料主要有聚（氨）酯、硅树脂类、氯丁橡胶和沥青橡胶类等，加热施工式填缝料主要有沥青玛蹄脂类，聚氯乙烯胶泥类和改性沥青类等。城市快速路和主干道应优选是用树脂类、橡胶类或改性沥青类填缝材料，并宜在填缝料中加入耐老化剂。

5.2.2.9.3 填缝时宜使用背衬垫条控制填缝形状系数。背衬垫条材料有聚（氨）酯、橡胶或微孔泡沫塑料等，其形状应为圆柱形，直径应比接缝宽度大2~5mm；

5.2.2.10 滑动套

5.2.2.10.1 可用镀锌铁皮制作或采用有足够强度的硬塑料管及多层油毡管，规格及尺寸应符合设计要求；

5.2.2.10.2 套管使用中不得变形，端头应灌入溶化混匀的黄油锯末混合物。

5.2.3 施工准备

5.2.3.1 施工技术准备

- 5.2.3.1.1 应熟悉招投标文件、施工合同；熟悉设计文件、进行图纸审查，对设计中存在的问题及时提请设计单位解决，并做好施工技术交底。
 - 5.2.3.1.2 应对施工现场进行全面详尽、深入的调查。
 - 5.2.3.1.3 应详细了解设计标准，结构做法和质量要求以及设计中所采用的新技术、新材料、新工艺、新标准。
 - 5.2.3.1.4 根据招、投标文件，施工合同，设计文件和有关规范及现场实际情况编制实施性施工组织设计。
 - 5.2.3.1.5 施工组织设计的内容应符合下列规定要求：
 - 5.2.3.1.5.1 工程概况、工程特点、工期要求、地区特征、质量要求等项的说明。
 - 5.2.3.1.5.2 施工部署、施工现场总体规划、施工平面布置图。
 - 5.2.3.1.5.3 交通导行方案（交通导改方案）。
 - 5.2.3.1.5.4 现况构造物、地上（地下）管线、杆线的保护（处理）方案。
 - 5.2.3.1.5.5 进度计划及资源计划（包括主要施工人员、设备、机构设置、材料及机械设备的上场供应计划、资金使用计划）。
 - 5.2.3.1.5.6 质量目标设计和质量保证措施或方案（包括单位、分部、分项工程划分、工区划分及质量检验方案或质量验收计划）。
 - 5.2.3.1.5.7 施工方法及技术方案（包括冬、雨季施工措施及采用的新技术、新工艺、新方法、新材料）。
 - 5.2.3.1.5.8 安全保证措施（或安全方案）。
 - 5.2.3.1.5.9 文明施工及环保措施。
 - 5.2.3.1.6 开工前，建设单位应组织设计、监理、施工单位进行设计交底，设计交底应包括设计依据、设计要点、补充说明、注意事项等，设计交底应做好交底纪要。施工单位在施工前应进行工序施工技术交底，交底应有记录，交底双方应有签字手续。
- 5.2.3.2 施工现场准备**
- 5.2.3.2.1 应做好施工现场控制测量。
 - 5.2.3.2.2 应做好三通一平，做好交通疏导、围挡、地下管线的迁移及保护工作。
 - 5.2.3.2.3 修建临时施工设施。
 - 5.2.3.2.4 做好材料储存和堆放以及疏通供应渠道的工作。
 - 5.2.3.2.5 应根据当地政府的有关规定完成现场文明施工设施建设。应根据工程内容及计划制定做好现场文明施工管理，防止大气污染，水源污染，噪音污染，保护和改善施工现场环境。
 - 5.2.3.2.6 建立安全管理系统，执行安全生产制度，遵守国家、行业和当地政府的有关安全生产法规。制定安全技术措施，加强安全检查，并对职工进行安全生产教育。
 - 5.2.3.2.7 施工现场应建立简易试验室，必要时应建立具备相应资质的现场试验室。简易试验室应能进行混凝土坍落度等检测。现场试验人员应有上岗证。
- 5.2.3.3 材料与设备检查**
- 5.2.3.3.1 在工程开始前以及施工过程中材料来源或规格发生变化时，应对材料来源、材料质量、数量、供应计划、材料场堆放及储存条件等进行检查。
 - 5.2.3.3.2 施工前材料的质量检查应以同一料源、同一次购入并运至生产现场的相同规格品种的材料为一“批”进行检查。材料试样的取样数量与频率应符合表 30 的规定。每批材料的质量应符合本规程规定。

表30 混凝土原材料检测项目和频率

材料	检查项目	检查频率	
		快速路和主干道	次干道和支路
水泥	抗折强度、抗压强度、安定性	机铺 1500 t 一批, 小型机具 500t 一批	机铺 1500 t 一批, 小型机具 500 t 一批
	凝结时间、标稠需水量、细度	机铺 2000 t 一批, 小型机具 500t 一批	机铺 3000 t 一批, 小型机具 500 t 一批
	f-CaO、MgO、SO ₃ 含量, 铝酸三钙、铁铝酸四钙, 干缩性、耐磨性、碱度、混合材料种类及数量	必要时进场前检测	必要时进场前检测
	温度、水化热	冬夏季施工需要时检测	冬夏季施工需要时检测
粉煤灰	活性指数、细度、烧失量	机铺 1500 t 一批, 小型机具 500 t 一批	机铺 1500t 一批, 小型机具 500 t 一批
	需水量比	每标段不少于 3 次, 进场前检测	每标段不少于 3 次, 进场前检测
	SO ₃ 含量	必要时进场前检测	必要时进场前检测
粗集料	针片状、超径颗粒含量, 级配, 表观密度, 堆积密度, 空隙率	机铺 2500 m ³ 一批, 小型机具 1500 m ³ 一批	机铺 5000 m ³ 一批, 小型机具 1500 m ³ 一批
	含泥量、泥块含量	机铺 1000 m ³ 一批, 小型机具 1000 m ³ 一批	机铺 2000 m ³ 一批, 小型机具 1000 m ³ 一批
	坚固性、岩石抗压强度、压碎指标	每种粗集料每标段不少于 2 次	每种粗集料每标段不少于 2 次
	碱集料反应	怀疑有碱活性集料时进场前检测	怀疑有碱活性集料时进场前检测
	含水量	降雨或湿度变化随时测	降雨或湿度变化随时测
砂	细度模数, 表观密度, 堆积密度, 空隙率, 级配	机铺 2000m ³ 一批, 小型机具 1500 m ³ 一批	机铺 2000 m ³ 一批, 小型机具 1500 m ³ 一批
	含泥量、泥块、石粉含量	机铺 1000 m ³ 一批, 小型机具 500 m ³ 一批	机铺 1000 m ³ 一批, 小型机具 500 m ³ 一批
	坚固性	每种砂每标段不少于 3 次	每种砂每标段不少于 3 次
	云母含量、轻物质与有机物含量	目测有云母或杂质时测	目测有云母或杂质时测
	含盐量	必要时测	必要时测
	含水量	降雨或湿度变化随时测	降雨或湿度变化随时测
外加剂	减水剂减水率, 液体外加剂含固量和相对密度, 粉状外加剂的不溶物含量	机铺 5 t 一批, 小型机具 3 t 一批	机铺 5 t 一批, 小型机具 3 t 一批
	引气剂引气量、气泡细密程度和稳定性	机铺 2 t 一批, 小型机具 1 t 一批	机铺 3 t 一批, 小型机具 1 t 一批
钢纤维	抗拉强度、弯折性能、长度、长径比、形状	开工前或有变化时, 每标段 3 次	开工前或有变化时, 每标段 3 次
	杂质、质量及其偏差	机铺 50t 一批, 小型机具 30 t 一批	机铺 50t 一批, 小型机具 30 t 一批
养生剂	有效保水率、抗压强度比、耐磨性、耐热性、膜水溶性	开工前或有变化时, 每标段 3 次	开工前或有变化时, 每标段 3 次
	含固量、成膜时间	试验路段测, 施工每 5 t 测一次	试验路段测, 施工每 5 t 测一次
水	PH 值、含盐量、硫酸根及杂质含量	开工前或水源有变化时 (采用饮用水可不检测)	开工前或水源有变化时 (采用饮用水可不检测)

注1: 开工前所有原材料项目均应检验, 当原材料规格、品种、生产厂、来源发生变化时, 必检。

注2: 机铺是指滑模、轨道、三辊轴机组摊铺, 数量不足一批时, 按一批检验。

注3: 施工前应对拌和厂、站及路面施工机械和设备的配套情况、性能、计量精度等进行检查。

注4: 对实行监理制度的工程项目, 材料试验结果及据此进行的配合比设计结果、施工机械和设备的检查结果, 都应在使用前规定的期限内向监理工程师提出正式报告, 待取得正式认可后, 方可使用。

5.2.3.4 测量放线

5.2.3.4.1 在验收合格的道路基层上, 根据设计图纸放出中心线及道路边线(路缘石线)并钉桩, 并测定高程。测量精度应满足相应规范的要求。

5.2.3.4.2 应按设计规定划分路面板块。宜由路口开始, 路口弧线部位(“八字”处)分块时, 应避免面层板出现锐角; 在曲线段分块, 应使横向分块线与该点法线方向一致。

5.2.3.4.3 混凝土路面层板块分块线距检查井盖的边缘距离应大于 1m。

5.2.3.5 混凝土搅拌站设置

5.2.3.5.1 应根据施工方案、施工路线长短、运输工具等条件, 选择搅拌站位置, 施工路线较长时, 搅拌站宜设置在摊铺路段的中间位置。搅拌站站址应具备水源、电源与运输道路, 并应有按规格堆放砂石料及搭建水泥仓等的条件; 水源的供水能力应满足搅拌、清洗、养生用水等的需要, 并保证水质, 供水能力不足时, 应设置与日搅拌量相适应的蓄水池。电源的电力总容量应满足全部施工用电设备、夜间施工照明及施工用电的需要, 必要时应配备两套电源。

5.2.3.5.2 砂石料储备:

5.2.3.5.2.1 施工前, 宜储备正常施工 10~15 d 的砂石料。

5.2.3.5.2.2 砂石料场应建在排水通畅的位置, 其底部应做硬化处理。不同规格的砂石料之间应有隔离设施, 并设标识牌, 严禁混杂。

5.2.3.5.2.3 在低温天、雨天、大风天及日照强烈的条件下, 应在砂石料堆上架设顶棚或覆盖。

5.2.3.5.3 推荐使用散装水泥, 采用散装水泥时, 每台搅拌楼至少配备 2 个水泥罐仓, 如掺粉煤灰还应至少配备 1 个粉煤灰罐仓。当水泥的日用量很大, 需要两家以上的水泥厂供应水泥时, 不同厂家的水泥应清仓再灌, 并分仓存放。严禁粉煤灰与水泥混罐。

5.2.3.5.4 搅拌站的生产和运输能力, 应满足浇筑工作不间断, 且水泥混凝土运到浇筑地点时, 仍保持均匀性和规定的坍落度。从搅拌地点运至浇筑地点水泥混凝土拌和料的运输时间不宜超过表 31 规定。

表31 水泥混凝土拌和物运输时间限制表

气温 ℃	无搅拌设施运输 min	有搅拌设施运输 min
30~35	15	45
20~30	30	60
10~20	45	75
5~10	60	90

注1: 掺用外加剂或采用快硬水泥拌制混凝土时, 应通过试验, 查明所配制水泥混凝土的凝结时间, 确定运输时间限制。

注2: 表列时间系指从加水搅拌到入模时间。

5.2.3.5.5 搅拌机安装高度应满足上料、卸料需要, 卸料高度不应超过 1.5 m, 料场四周和搅拌机附近, 应有排水设施。

5.2.3.5.6 施工前必须对机械设备、测量仪器、模板和各种试验仪器等进行全面地检查、调试、校核标定、维修和保养。主要施工机械的易损零部件应有适量储备。

5.2.3.5.7 汽车运输道路要求坚实、平整，宽度不小于4m，并应设有错车道。

5.2.4 混凝土配合比

5.2.4.1 普通混凝土配合比设计

5.2.4.1.1 普通混凝土配合比设计适用于滑模摊铺机、轨道摊铺机、三辊轴机组及小型机具四种施工方式。

5.2.4.1.2 普通混凝土路面的配合比设计在兼顾经济性的同时应满足下列三项技术要求：

5.2.4.1.2.1 弯拉强度

- 各交通等级路面板的28d设计弯拉强度标准值 f_r ，应符合本规程的规定。
- 应按式(6.1.2)计算配制28d弯拉强度的均值。

$$f_c = \frac{f_r}{1 - 1.04c_v} + t_c s \dots\dots\dots (32)$$

式中：

f_c ——配制28d弯拉强度的均值(MPa)。

f_r ——设计弯拉强度标准值(MPa)；

c_v ——弯拉强度变异系数，应按统计数据在表32的规定范围内取值；在无统计数据时，弯拉强度变异系数应按设计取值；如果施工配制弯拉强度超出设计给定的弯拉强度变异系数上限，则必须改进机械装备和提高施工控制水平；

s ——混凝土弯拉强度试验样本的标准差(MPa)；

t_c ——保证率系数，按样本数 n 和道路类别参照表14确定。

表32 各级道路混凝土路面弯拉强度变异系数

道路技术等级	快速路	主干道		次干道	支路	
混凝土弯拉强度变异水平等级	低	低	中	中	中	高
弯拉强度变异系数 C_v 允许变化范围	0.05~ 0.10	0.05~ 0.10	0.10~ 0.15	0.10~ 0.15	0.10~ 0.15	0.15~ 0.20

5.2.4.1.2.2 工作性

- 路面混凝土应振捣密实，不应产生蜂窝、麻面、拉裂和倒边现象，可通过限制混凝土拌和物最大振动黏度系数和最小坍落度予以保证。
- 滑模摊铺机前拌合物最佳工作性及允许范围应符合表33的规定。

表33 混凝土路面滑模摊铺最佳工作性及允许范围

指标界限	塌落度 S_L mm		振动粘度系数 η ($N \cdot s/m^2$)
	卵石混凝土	碎石混凝土	
最佳工作性	20~40	25~50	200~500
允许波动范围	5~55	10~65	100~600

- 轨道摊铺机、三辊轴机组、小型机具摊铺的路面混凝土坍落度及最大单位用水量，应满足表34的规定。

表34 表不同路面施工方式混凝土坍落度及最大单位用水量

摊铺方式	轨道摊铺机摊铺		三辊轴机组摊铺		小型机具摊铺	
出机坍落度(mm)	40~60		30~50		10~40	
摊铺坍落度(mm)	20~40		10~30		0~20	
最大单位用水量 (kg/m ³)	碎石	卵石	碎石	卵石	碎石	卵石
	156	153	153	148	150	145
注1: 表中的最大单位用水量系采用中砂、粗细集料为风干状态的取值, 采用细砂时, 应使用减水率较大的(高效)减水剂。						
注2: 使用碎卵石时, 最大单位用水量可取碎石与卵石中值。						

5.2.4.1.2.3 耐久性

- a) 根据当地路面无抗冻性、有抗冻性或有抗盐冻性要求及混凝土最大公称粒径, 路面混凝土含气量宜符合表 35 的规定。

表35 路面混凝土含气量及允许偏差

单位为%

最大公称粒径(mm)	无抗冻性要求	有抗冻性要求	有抗盐冻要求
19.0	4.0±1.0	5.0±0.5	6.0±0.5
26.5	3.5±1.0	4.5±0.5	5.5±0.5
31.5	3.5±1.0	4.0±0.5	5.0±0.5

- b) 各交通等级路面混凝土满足耐久性要求的最大水灰(胶)比和最小单位水泥用量应符合表 36 的规定。最大单位水泥用量不宜大于 400 kg/m³; 掺粉煤灰时, 最大单位胶材总量不宜大于 420 kg/m³。

表36 混凝土满足耐久性要求的最大水灰(胶)比和最小单位水泥用量

道路技术等级		快速路、主干路	次干路、支路	其它路
最大水灰(胶)比		0.44	0.46	0.48
抗冰冻要求最大水灰(胶)比		0.42	0.44	0.46
抗盐冻要求最大水灰(胶)比		0.40	0.42	0.44
最小单位水泥用量 (kg/m ³)	42.5级	300	300	290
	32.5级	310	310	305
抗冰(盐)冻时最小单位水 泥用量(kg/m ³)	42.5级	320	320	315
	32.5级	330	330	325
掺粉煤灰时最小单位水泥用 量(kg/m ³)	42.5级	260	260	255
	32.5级	280	270	265
抗冰(盐)冻掺粉煤灰最小单位水泥用量 (42.5级水泥)(kg/m ³)		280	270	265
注1: 掺粉煤灰, 并有抗冰(盐)冻性要求时, 不得使用32.5级水泥。				
注2: 水灰(胶)比计算以砂石料的自然风干状态计(砂含水量≤1.0%; 石子含水量≤0.5%)。				
注3: 处在除冰盐、海风、酸雨或硫酸等腐蚀性环境中、或在大纵坡等加减车道上的混凝土, 最大水灰(胶)比可比表中数值降低0.01~0.02。				

- c) 在海风、酸雨、除冰盐或硫酸盐等腐蚀环境影响范围内的混凝土路面和桥面，在使用硅酸盐水泥时，应掺加粉煤灰、磨细矿渣或硅灰掺合料，不宜单独使用硅酸盐水泥，可使用矿渣水泥或普通水泥。

5.2.4.1.3 外加剂的使用应符合下列要求：

5.2.4.1.3.1 高温施工，混凝土拌合物的初凝时间不得小于 3h，否则应采取缓凝或保塑措施；低温施工时，终凝时间不得大于 10 h，否则应采取必要的促凝或早强措施。

5.2.4.1.3.2 外加剂的掺量应由混凝土试配试验确定。引气剂的适宜掺量可由搅拌机的拌合物含气量进行控制。实际路面和桥面引气混凝土的抗冰冻、抗盐冻耐久性，宜采用钻芯法测定，测定位置：路面为表面和表面下 50 mm；桥面为表面和表面下 30 mm；测得的上下两个表面的最大平均气泡间距系数不宜超过表 37 的规定。

表37 混凝土路面和桥面最大平均气泡间距系数

单位为 um

道路技术等级环境		快速路和主干道	次干道和支路
严寒地区	冰冻	275	300
	盐冻	225	250
严寒地区	冰冻	325	350
	盐冻	275	300

5.2.4.1.3.3 引气剂与减水剂或高效减水剂等其他外加剂复配在同一水溶液中时，应保证其共溶性，防止外加剂溶液发生絮凝现象。如产生絮凝现象，应分别稀释、分别加入。

5.2.4.1.4 配合比参数的计算应符合下列要求：

5.2.4.1.4.1 水灰（胶）比的计算和确定

- a) 根据粗集料的类型，水灰比可分别按下列统计公式计算：

碎石或碎卵石混凝土：

$$\frac{W}{C} = \frac{1.5684}{f_c + 1.0097 - 0.3595f_s} \dots\dots\dots (33)$$

卵石混凝土：

$$\frac{W}{C} = \frac{1.2618}{f_c + 1.5492 - 0.4709f_s} \dots\dots\dots (34)$$

式中：

$\frac{W}{C}$ ——混凝土水灰比；

f_s ——水泥实测 28 d 抗折强度 (MPa)。

f_c ——配制 28 d 弯拉强度的均值 (MPa)。

- b) 掺用粉煤灰时，应计入超量取代法中代替水泥的那一部分粉煤灰用量（代替砂的超量部分不计入），用水胶比 $W/(C+F)$ 代替水灰比 W/C 。

- c) 应在满足弯拉强度计算值和耐久性两者要求的水灰（胶）比中取小值。

表38 砂的细度模数与最优砂率关系

砂细度模数		2.2~2.5	2.5~2.8	2.8~3.1	3.1~3.4	3.4~3.7
砂率 S_p (%)	碎石	30~34	32~36	34~38	36~40	38~42
	卵石	28~32	30~34	32~36	34~38	36~40

注：碎卵石可在碎石和卵石混凝土之间内插取值。

5.2.4.1.4.2 砂率应根据砂的细度模数和粗集料种类，查表 38 取值。在软做抗滑槽时，砂率在表 38 基础上可增大 1%~2%。

5.2.4.1.4.3 根据粗集料种类和表 33、34 中适宜的坍落度，分别按下列经验式计算单位用水量（砂石料以自然风干状态计）：

碎石：

$$W_0 = 104.97 + 0.309S_L + 11.27 \frac{C}{W} + 0.61S_P \dots\dots\dots (35)$$

卵石：

$$W_0 = 86.89 + 0.370S_L + 11.24 \frac{C}{W} + 1.00S_P \dots\dots\dots (36)$$

式中：

W_0 ——不掺外加剂与掺合料混凝土的单位用水量（kg/m³）；

S_L ——坍落度（mm）；

S_P ——砂率（%）；

$\frac{C}{W}$ ——灰水比，水灰比之倒数。

掺外加剂的混凝土单位用水量应按式（37）计算：

$$W_{ow} = W_0(1 - \frac{\beta}{100}) \dots\dots\dots (37)$$

式中：

W_{ow} ——掺外加剂混凝土的单位用水量（kg/m³）；

β ——所用外加剂剂量的实测减水率（%）。

单位用水量应取计算值和表 33 或 34 的规定值两者中的小值。若实际单位用水量仅掺引气剂不满足所取数值，则应掺用引气（高效）减水剂。

5.2.4.1.4.4 单位水泥用量应由式（38）计算，并取计算值与表 36 规定值两者中的大值。

$$C_0 = \frac{C}{W} W_0 \dots\dots\dots (38)$$

式中：

C_0 ——单位水泥用量（kg/m³）。

5.2.4.1.4.5 砂石料用量可按密度法或体积法计算。按密度法计算时，混凝土单位质量可取 2400~2450 kg/m³；按体积法计算时，应计入设计含气量。采用超量取代法掺用粉煤灰时，超量部分应代替砂，并折减用砂量。经计算得到的配合比，应应验算单位粗集料填充体积率，且不宜小于 70%。

5.2.4.1.5 路面混凝土掺用粉煤灰时，其配合比计算应按超量取代法进行。粉煤灰掺量应根据水泥中原有的掺合料数量和混凝土弯拉强度、耐磨性等要求由试验确定。I、II 级粉煤灰的超量系数可按表 39 初选。代替水泥的粉煤灰掺量：I 型硅酸盐水泥宜≤30%；II 型硅酸盐水泥宜≤25%；道路水泥宜≤20%；普通水泥宜≤15%；矿渣水泥不得掺粉煤灰。

表39 各级粉煤灰的超量取代系数

粉煤灰等级	I	II	III
超量取代系数 A	1.1~1.4	1.3~1.7	1.5~2.0

5.2.4.2 钢纤维混凝土配合比设计

5.2.4.2.1 本配合比设计适用于采用滑模摊铺机、轨道摊铺机、三辊轴机组及小型机具铺筑的钢纤维混凝土路面。

5.2.4.2.2 钢纤维混凝土的配合比设计在兼顾经济性的同时应满足下列三项技术要求：

5.2.4.2.2.1 弯拉强度

- 钢纤维混凝土路面板 28 d 设计弯拉强度标准值 f_{rf} 应符合设计的规定。
- 钢纤维混凝土配制 28 d 弯拉强度的均值应按式 (32) 计算，以 f_{cf} 和 f_{rf} 替代 f_c 和 f_r 。

5.2.4.2.2.2 工作性

- 钢纤维混凝土的坍落度可比表 33 或 34 的规定值小 20mm。
- 钢纤维混凝土掺高效减水剂时的单位用水量可按表 40 初选，再由拌合物实测坍落度确定。

表40 钢纤维混凝土单位用水量选用表

拌合物条件	粗集料种类	粗集料最大公称粒径 D_m	单位用水量
		mm	kg/m^3
长径比 $L_f/d_f=50$ $\rho_f=0.6\%$ 坍落度 20 mm 中砂，细度模数 2.5 水灰比 0.42~0.50	碎石	9.5、16.0	215
		19.0、26.5	200
	卵石	9.5、16.0	208
		19.0、26.5	190
注1：钢纤维长径比每增减10，单位用水量相应增减 $10 \text{ kg}/\text{m}^3$ ； 注2：钢纤维体积率每增减0.5%，单位用水量相对应增减 $8 \text{ kg}/\text{m}^3$ ； 注3：坍落度为10~50 mm变化范围内，相对于坍落度20 mm每增减10 mm，单位用水量相应增减 $7 \text{ kg}/\text{m}^3$ 。 注4：细度模数在2.0~3.5范围内，砂的细度模数每增减0.1，单位用水量相应增减 $1 \text{ kg}/\text{m}^3$ 。			

5.2.4.2.2.3 耐久性

- 钢纤维混凝土满足耐久性要求最大水灰（胶）比和最小单位水泥用量应符合表 41 的规定。
- 钢纤维混凝土严禁采用海水、海砂，不得掺加氯盐及氯盐类早强剂、防冻剂等外加剂。
- 处在海风、酸雨、硫酸盐等环境中的钢纤维混凝土路面宜掺用表 26 中的 I、II 级粉煤灰，桥面宜掺用硅灰与 S95 和 S105 级磨细矿渣。

表41 钢纤维混凝土满足耐久性要求最大水灰（胶）比和最小单位水泥用量

道路等级		快速路和主干道	次干道	支路
最大水灰（胶）比		0.47	0.49	0.50
抗冻冰要求最大水灰（胶）比		0.45	0.46	0.48
抗盐冻要求最大水灰（胶）比		0.42	0.43	0.46
最小单位水泥用量（ kg/m^3 ）	42.5 级	360	360	350
	32.5 级	370	370	365
抗冰（盐）冻要求最小单位水泥用量（ kg/m^3 ）	42.5 级	380	380	375
	32.5 级	390	390	385
掺粉煤灰时最小单位水泥用量（ kg/m^3 ）	42.5 级	320	320	315
	32.5 级	340	340	335
抗冰（盐）冻掺粉煤灰最小单位水泥用量（42.5 级水泥）（ kg/m^3 ）		330	330	325

5.2.4.2.3 钢纤维混凝土配合比设计应按以下步骤进行:

5.2.4.2.3.1 计算和确定水灰比

a) 以钢纤维混凝土配制 28 d 弯拉强度 f_{cf} 替换 f_c , 按式 (33) 或 (34) 计算出基体混凝土的水灰比。

b) 取钢纤维混凝土基体的水灰比计算值与表 41 规定值两者中的小值。

5.2.4.2.3.2 钢纤维掺量体积率宜在 0.60%~1.0% 范围内初选取, 当板厚折减系数小时, 体积率宜取上限; 当长径比大时, 宜取较小值; 有锚固端者宜取较小值。

5.2.4.2.3.3 查表 40, 初选单位用水量 W_{of} 。

5.2.4.2.3.4 掺用粉煤灰时应符合 5.2.4.1.5 条的规定。

5.2.4.2.3.5 钢纤维混凝土的单位水水泥用量应按式 (39) 计算

$$C_{of} = \frac{W_{of}}{(w/c)} \dots \dots \dots (39)$$

式中:

C_{of} ——钢纤维混凝土的单位水泥用量 (kg/m^3);

W_{of} ——钢纤维混凝土的单位用水量 (kg/m^3)。

取计算值与表 41 规定值两者中的大值。但不宜大于 $500 \text{ kg}/\text{m}^3$ 。

5.2.4.2.3.6 砂率可按式 (40) 计算, 也可按表 42 初选。钢纤维混凝土砂率宜在 38%~50% 之间。

$$S_{pf} = S_p + 10\rho \dots \dots \dots (40)$$

式中:

S_{pf} ——钢纤维混凝土砂率 (%);

ρ ——钢纤维掺量体积率 (%)。

表42 纤维混凝土砂率选用值

单位为 (%)

拌合物条件	最大公称粒径 19 mm 碎石	最大公称粒径 19 mm 卵石
$L_f/d_f=50$; $\rho_f=1.0\%$ $w/c=0.5$; 砂细度模数 $M_x=3.0$	45	40
L_f/d_f 增减 10	± 5	± 3
ρ_f 增减 0.10%	± 2	± 2
W/C 增减 0.1	± 2	± 2
砂细度模数 M_x 增减 0.1	± 1	± 1

5.2.4.2.3.7 砂石料用量可采用密实度法或体积法计算。按密度法计算时, 钢纤维混凝土单位质量可取 $2450 \sim 2580 \text{ kg}/\text{m}^3$; 按体积法计算时, 应计入设计含气量。

5.2.4.2.3.8 重要路面、桥面工程应采用正交试验法进行钢纤维混凝土配合比优选。

5.2.4.3 配合比确定与调整

5.2.4.3.1 由上述各经验公式推算得出的普通混凝土、钢纤维混凝土配合比, 应在试验室内按下述步骤进行试配检验和调整:

5.2.4.3.1.1 首先检验各种混凝土拌合物是否满足不同摊铺方式的最佳工作性要求。检验项目包括含气量、坍落度及其损失、振动粘度系数、改进 VC 值、外加剂品种及其最佳掺量。在工作性和含气量不满足相应摊铺方式要求时, 可在保持水灰(胶)比不变的前提下调整单位用水量、外加剂掺量或砂率, 不得减小满足计算弯拉强度及耐久性要求的单位水泥用量、钢纤维体积率。

5.2.4.3.1.2 对于采用密度法计算的配合比，应实测拌合物视密度，并应按视密度调整配合比，调整时水灰比不得增大，单位水泥用量、钢纤维掺量不得减小，调整后的拌合物视密度允许偏差为±2.0%。实测拌合物含气量 a (%) 及其偏差应满足表 35 的规定，不满足要求时，应调整引气剂掺量直至达到规定含气量。

5.2.4.3.1.3 以初选水灰（胶）比为中心，按 0.02 增减幅度选定 2~4 个水灰（胶）比，制作试件，检验各种混凝土 7d 和 28d 配制弯拉强度、抗压强度、耐久性等指标（有抗冻性要求的地区，抗冻性为必测项目，耐磨性及干缩为选测项目）。也可保持计算水灰（胶）比不变，以初选单位水泥用量为中心，按 15~20 kg/m³ 增减幅度选定 2~4 个单位水泥用量；钢纤维混凝土还应以选定的钢纤维掺量为中心，按 0.1% 增减幅度选定 2~4 个钢纤维掺量，制作试件并做上述各项检验。

5.2.4.3.1.4 施工单位通过上述各项指标检验提出的配合比，应经监理方审核确认。

5.2.4.3.2 试验室的基准配合比应通过搅拌楼实际拌和检验，并应根据料场砂石料含水量、拌合物实测视密度、含气量、坍落度及其损失，调整单位用水量、砂率或外加剂掺量。调整时，水灰（胶）比、单位水泥用量、钢纤维体积率不得减小。考虑施工中原材料含泥量、泥块含量、含水量变化和施工变异性等因素，单位水泥用量应适当增加 5~10 kg。满足试拌试铺的工作性、28d（至少 7d）配制弯拉强度、抗压强度和耐久性等要求的配合比，经监理方批准后方可确定为施工配合比。

5.2.4.3.3 施工期间配合比的微调与控制应符合下列要求：

5.2.4.3.3.1 根据施工季节、气温和运距等的变化，可微调缓凝（高效）减水剂、引气剂或保塑剂的掺量，保持摊铺现场的坍落度始终适宜于铺筑，且波动最小。

5.2.4.3.3.2 降雨后，应根据每天不同时间的气温及砂石料实际含水量变化，微调加水量，同时微调砂石料称量，其他配合比参数不得变更，维持施工配合比基本不变。雨天或砂石料变化时应加强控制，保持现场拌合物工作性始终适宜摊铺和稳定。

5.2.5 混凝土拌和物搅拌与运输

5.2.5.1 搅拌设备

5.2.5.1.1 搅拌场的拌和能力配置应符合下列规定：

5.2.5.1.1.1 采用滑模、轨道、碾压、三辊轴机组摊铺时，搅拌场配置的混凝土总拌和生产能力可按式（41）计算，并按总拌和能力确定所要求的搅拌楼数量和型号。

$$M = 60\mu b v_t \dots\dots\dots (41)$$

式中：

M ——搅拌楼总拌和能力（m³/h）；

b ——摊铺宽度（m）；

v_t ——摊铺速度（m/min）（≥1m/min）；

h ——面板厚度（m）；

μ ——搅拌楼可靠性系数，1.2~1.5，根据下述具体情况确定：搅拌楼可靠性高， μ 可取较小值；反之， μ 应取较大值；拌和钢纤维混凝土时， μ 应取较大值；坍落度要求较低者， μ 应取较大值。

5.2.5.1.1.2 不同摊铺方式所要求的搅拌楼最小生产容量应满足表 43 的规定。一般可配备 2~3 台搅拌楼，最多不宜超过 4 台。搅拌楼的规格和品牌尽可能统一。

表43 混凝土路面不同摊铺方式的搅拌楼最小配置容量 单位为（m³/h）

摊铺宽度	摊铺方式				
	滑模摊铺	轨道摊铺	碾压混凝土	三辊轴摊铺	小型机具
单车道 3.75~4.5m	≥100	≥75	≥75	≥50	≥25

双车道 7.5~9m	≥200	≥150	≥150	≥100	≥50
整幅宽≥12.5m	≥300	≥200	≥200	-	-

5.2.5.1.2 搅拌机应采用符合 GB/T9142 标准规定的固定式搅拌机,搅拌楼的配备应优先选配间歇式搅拌楼,也可使用连续式搅拌楼。

5.2.5.2 拌和技术要求

5.2.5.2.1 每台搅拌楼在投入生产前,必须进行标定和试拌。在标定有效期满或搅拌楼搬迁安装后,均应新标定,施工中应每 15d 校验一次搅拌楼计量精确度。搅拌楼配料计量偏差不得超过表 44 的规定。不满足时,应分析原因,排除故障,确保拌和计量精确度。采用计算机自动控制系统的搅拌楼时,应使用自动配料生产,并按需要打印每天(周、旬、月)对应路面摊铺桩号的混凝土配料统计数据及偏差。

表44 搅拌楼的混凝土拌和计量允许偏差

单位为(%)

材料名称	水泥	掺合料	钢纤维	砂	粗集料	水	外加剂
快速路和主干道每盘	±1	±1	±2	±2	±2	±1	±1
快速路合主干道累计每车	±1	±1	±1	±2	±2	±1	±1
次干道和支路	±2	±2	±2	±3	±3	±2	±2

5.2.5.2.2 应根据拌合物的粘聚性、均质性及强度稳定性试拌确定最佳拌和时间。一般情况下,单立轴式搅拌机总拌和时间宜为 80~120s,全部原材料到齐后的最短纯拌和时间不宜短于 40s;行星立轴和双卧轴式搅拌机总拌和时间为 60~90s,最短纯拌和时间不宜短于 35s;连续双卧轴搅拌楼的最短拌和时间不宜短于 40s。最长总拌和时间不应超过高限值的 2 倍。

5.2.5.2.3 混凝土拌和过程中,不得使用沥水、夹冰雪、表面沾染尘土和局部曝晒过热的砂石料。

5.2.5.2.4 外加剂的质量应符合 GB 8076 等国家现行标准的规定,应以稀释溶液加入,其稀释用水和原液中的水量,应从拌和加水量中扣除。使用间歇搅拌楼时,外加剂溶液浓度应根据外加剂掺量、每盘外加剂溶液筒的容量和水泥用量计算得出。连续式搅拌楼应按流量比例控制加入外加剂。加入搅拌锅的外加剂溶液应充分溶解,并搅拌均匀。有沉淀的外加剂溶液,应每天清除一次稀释池中的沉淀物。

5.2.5.2.5 拌和引气混凝土时,搅拌楼一次拌和量不应大于其额定搅拌量的 90%。纯拌和时间应控制在含气量最大或较大时。

5.2.5.2.6 粉煤灰或其他掺合料应采用与水泥相同的输送、计量方式加入。粉煤灰混凝土的纯拌和时间应比不掺的延长 10~15s。当同时掺用引气剂时,宜通过试验适当增大引气剂掺量,以达到规定含气量。

5.2.5.2.7 拌合物质量检验与控制应符合下列要求:

5.2.5.2.7.1 搅拌过程中,低温或高温天气施工时,拌合物出料温度宜控制 10℃~35℃。并应测定原材料温度、拌合物的温度、坍落度损失率和凝结时间等。

5.2.5.2.7.2 拌合物应均匀一致,有生料、干料、离析或外加剂、粉煤灰成团现象的非均质拌合物严禁用于路面摊铺。一台搅拌楼的每盘之间,各搅拌楼之间,拌合物的坍落度最大允许偏差为±10mm。拌和坍落度应为最适宜摊铺的坍落度值与当时气温下运输坍落度损失值两者之和。

5.2.5.2.8 钢纤维混凝土的拌和,除应满足上述规定外,尚应符合下列规定:

5.2.5.2.8.1 当钢纤维体积率较高,拌合物较干时,搅拌楼一次拌和量不宜大于其额定搅拌量的 80%。拌合物中不得有钢纤维结团现象。

5.2.5.2.8.2 钢纤维混凝土搅拌的投料次序和方法应以搅拌过程中钢纤维不产生结团和保证一定的生产率为原则，并通过试拌或根据经验确定。宜采用将钢纤维、水泥、粗细集料先干拌后加水湿拌的方法；也可采用钢纤维分散机在拌和过程中分散加入钢纤维。

5.2.5.2.8.3 钢纤维混凝土的拌和时间应通过现场搅拌试验确定，并应比普通混凝土规定的纯拌和时间延长 20~30s，采用先干拌后加水的搅拌方式时，干拌时间不宜少于 1min。

5.2.5.2.8.4 钢纤维混凝土严禁用人工拌和。当桥梁伸缩缝等零星工程使用少量的钢纤维混凝土时，可采用容量较小的搅拌机拌和，每种原材料应准确称量后加入，不得使用体积计量。采用小容量搅拌机拌和时，钢纤维混凝土总拌和时间应较搅拌楼拌和时间延长 1~2 min，采用先干拌后加水的搅拌方式时，干拌时间不宜少于 1.5 min。

5.2.5.2.8.5 应保证钢纤维在混凝土中的分散性及均匀性，水洗法检测的钢纤维含量偏差不应大于设计掺量的±15%。

5.2.5.3 运输车辆

5.2.5.3.1 机械摊铺系统配套的运输车数量，可按式（42）计算。

$$N = 2n \left(1 + \frac{S\rho_c m}{v_q g_q} \right) \dots\dots\dots (42)$$

式中：

- N ——汽车辆数（辆）；
- n ——相同产量搅拌楼台数；
- S ——单程运输距离（km）；
- ρ_c ——混凝土密度（ t/m^3 ）；
- m ——一台搅拌楼每小时生产能力（ m^3/h ）；
- v_q ——车辆的平均运输速度（km/h）；
- g_q ——汽车载重能力（t/辆）。

5.2.5.3.2 自拌混凝土可选配车况良好、载重量 5~20 t 的自卸车，自卸车后挡板应关闭紧密，运输时不漏浆撒料，车箱板应平整光滑。远距离运输或摊铺钢筋混凝土路面及桥面时，宜选配混凝土罐车。

5.2.5.4 运输技术要求

5.2.5.4.1 应根据施工进度、运量、运距及路况，选配车型和车辆总数。总运力应比总拌和能力略有富余。确保新拌混凝土在规定时间内运到摊铺现场。

5.2.5.4.2 运输到现场的拌合物必须具有适宜摊铺的工作性。不同摊铺工艺的混凝土拌合物从搅拌机出料到运输、铺筑完毕的允许最长时间应符合表 45 的规定。不满足时应通过试验、加大缓凝剂或保塑剂的剂量。

表45 混凝土拌合物出料到运输、铺筑完毕允许最长时间

施工气温 ℃	到运输完毕允许最长时间 h		到铺筑完毕允许最长时间 h	
	滑模、轨道	三轴、小机具	滑模、轨道	三轴、小机具
5~9	2.0	1.5	2.5	2.0
10~19	1.5	1.0	2.0	1.5
20~29	1.0	0.75	1.5	1.25
30~35	0.75	0.50	1.25	1.0

注：施工温度是指施工时间的日间平均气温，使用缓凝剂延长凝结时间后，本表数值可增加0.25~0.5h。

5.2.5.4.3 翻斗车仅限于运送坍落度小于 80mm 的混凝土拌合物，并保证运送容器不漏浆，内壁光滑平整，具有覆盖设施。

5.2.5.4.4 混凝土拌合物的运输除应满足上述规定外，还应符合下列技术要求：

5.2.5.4.4.1 运输混凝土的车辆装料前，应清洁车厢，洒水湿润，排干积水。装料前，自卸车应挪动车位，防止离析。搅拌楼卸料落差不应大于 2 m。

5.2.5.4.4.2 混凝土运输过程中漏浆、漏料和污染路面，途中不得随意耽搁。自卸车运输应减少颠簸，防止拌合物离析。车辆起步和停车应平稳。

5.2.5.4.4.3 超过表 45 规定摊铺允许最长时间的混凝土不得用于路面摊铺，混凝土一旦在车内停留超过初凝时间，应采取紧急措施处置，严禁混凝土硬化在车厢（罐）内。

5.2.5.4.4.4 烈日、大风、雨天和低温天远距离运输时，自卸车应遮盖混凝土，罐车宜加保温隔热套。

5.2.5.4.4.5 使用自卸车运输混凝土最远运输半径不宜超过 20 km。

5.2.5.4.4.6 运输车辆在模板或导线区调头或错车时，严禁碰撞模板或基准线，一旦碰撞，应告知测量人员重新测量纠偏。

5.2.5.4.4.7 车辆倒车及卸料时，应有专人指挥。卸料应到位，严禁碰到摊铺机和前场施工设备及测量仪器。卸料完毕，车辆应迅速离开。

5.2.6 模板的安装与拆除

5.2.6.1 模板技术要求

5.2.6.1.1 混凝土路面板、桥面板和加铺层的施工模板宜采用刚度足够的槽钢、轨模或钢制边侧模板，不宜使用木模板、塑料模板等其他易变形的模板。模板的精确度应符合表 46 的规定。钢模板的高度应为面板设计厚度，模板长度宜为 3~5m。需设置拉杆时，模板应设拉杆插入孔。每米模板应设置 1 处支撑固定装置，模板垂直度用垫木楔方法调整。

表46 模板（加式矫正）允许偏差

施工方式	高度偏差 mm	局部变形 mm	垂直边夹角 °	顶面平整 mm	侧面子整度 mm	纵向变形 mm
三辊轴机组	±1	±2	90±2	±1	±2	±2
轨道摊铺机	±1	±2	90±1	±1	±2	±1
小型机具	±2	±3	90±3	±2	±3	±3

5.2.6.1.2 横向施工缝端模板应按设计规定的传力杆直径和间距设置传力杆插入孔和定位套管。两边缘传力杆到自由边距离不宜小于 150 mm。每米设置 1 个垂直固定孔套。

5.2.6.1.3 模板或轨模数量应根据施工进度和施工气温确定，并应满足拆模周期内周转需要。一般情况下，模板或轨模总量不宜少于 3~5 d 摊铺的需要。

5.2.6.2 模板安装

5.2.6.2.1 支模前在基层上应进行模板安装及摊铺位置的测量放样，每 20 m 设中心桩；每 100 m 宜布设临时水准点；核对路面标高、面板分块、胀缝和构造物位置。测量放样的质量要求和允许偏差应符合相应规范的规定。

5.2.6.2.2 纵横曲线路段应采用短模板，每块模板中点应安装在曲线切点上。

5.2.6.2.3 轨道摊铺应采用长度为3 m的专用钢制轨模，轨模底面宽度宜为高度的80%，轨道用螺栓、垫片固定在模板支座上，模板应使用钢钎与基层固定。轨道顶面应高于模板20~40 mm，轨道中心至模板内侧边缘距离宜为125 mm。

5.2.6.2.4 小型机具水泥混凝土路面层钢筋或钢筋网布设（含边缘及角隅构造筋）应满足设计要求，钢筋安装牢固，位置准确。且传力杆安装应符合下列要求：

5.2.6.2.4.1 胀缝传力杆应与胀缝板一起安放，如图1所示；

5.2.6.2.4.2 缩缝传力杆应在摊铺混凝土时安放，传力杆安装应位置准确、牢固；

5.2.6.2.4.3 纵缝传力杆安装应位置准确、牢固，符合设计要求。当分幅摊铺时，宜在混凝土摊铺后，按预留孔位置安放，并采取固定传力杆措施。

5.2.6.2.5 模板应安装稳固、顺直、平整，无扭曲，相邻模板连接应紧密平顺，不得有底部漏浆、前后错茬、高低错台等现象。模板应能承受摊铺、振实、整平设备的负载行进、冲击和振动时不发生位移。严禁在基层上挖槽，嵌入安装模板。

5.2.6.2.6 模板安装检验合格后，与混凝土拌合物接触的表面应涂脱模剂或隔离剂；接头应粘贴胶带或塑料薄膜等密封。

5.2.6.2.7 模板安装完毕，应经过测量人员检验，其安装精确度应符合表47的规定。

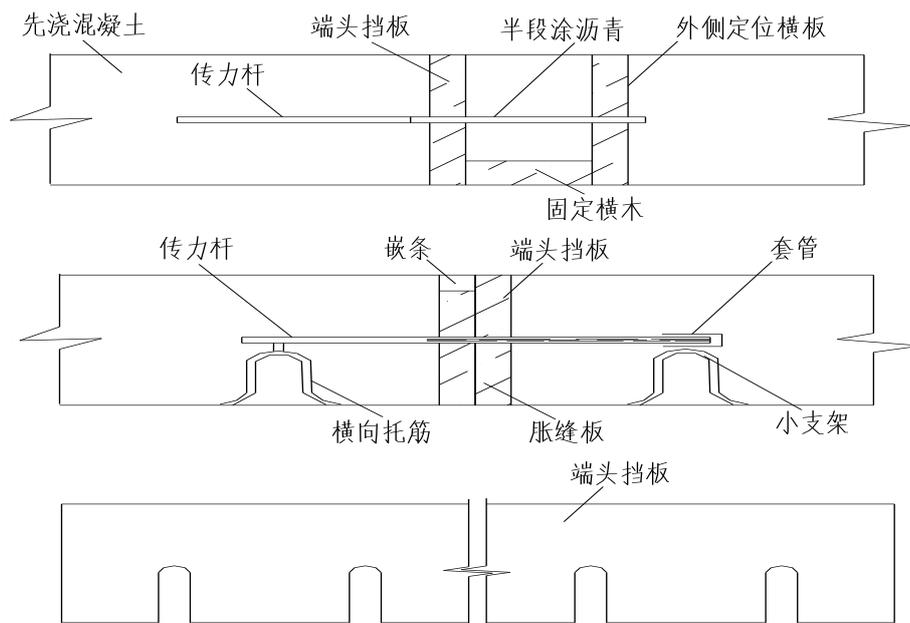


图1

表47 模板安装精确度要求

施工方式检测项目	三辊轴机组	轨道摊铺机	小型机具
平面偏位 (mm), ≤	10	5	15
摊铺宽度偏差 (mm), ≤	10	5	15
面板厚度 (mm), ≥	代表值	-3	-4
	极值	-8	-9
纵断高程偏差 (mm)	±5	±5	±10
横坡偏差 (%)	±0.10	±0.10	±0.20

相邻板高差 (mm), ≤	1	1	2
顶面接茬 3m 尺平整度 (mm), ≤	1.5	1	2
模板接缝宽度 (mm), ≤	3	2	3
侧向垂直度 (mm), ≤	3	2	4
纵向顺直度 (mm), ≤	3	2	4

5.2.6.3 模板拆除及矫正

5.2.6.3.1 当路面混凝土抗压强不小于 8.0 MPa 时, 方可拆模。如缺乏强度实测数据, 边模的允许最早拆模时间应符合表 48 的规定。达不到要求, 不能拆除端模时, 可空出一块面板, 重新起头摊铺, 空出的面板待两端均可拆模后再补做。

表48 混凝土路面板的允许最早拆模时间 单位为小时

昼夜平均气温 (°C)	-5	0	5	10	15	20	25	≥30
硅酸盐水泥、R 型水泥	240	120	60	36	34	28	24	18
道路、普通硅酸盐水泥	360	168	72	48	36	30	24	18
矿渣硅酸盐水泥	-	-	120	60	50	45	36	24

注：允许最早拆模时间从混凝土面板精整成形后开始计算。

5.2.6.3.2 拆模不得损坏板边、板角和传力杆、拉杆周边的混凝土, 也不得造成传力杆和拉杆松动或变形。模板拆卸宜使用专用拔楔工具, 严禁使用大锤强击拆卸模板。

5.2.6.3.3 拆卸的模板应将粘附的砂浆清理干净, 并矫正变形或局部损坏, 矫正精度应符合表 46 的规定。

5.2.7 水泥混凝土面层铺筑

5.2.7.1 铺筑前检查

5.2.7.1.1 基层应平整, 设有砂垫层的, 垫层表面应平整、密实;

5.2.7.1.2 模板尺寸、位置、高程等应满足设计要求, 支撑牢固稳定, 隔离剂涂刷均匀, 模板接缝严密、模内洁净;

5.2.7.1.3 预埋胀缝板的位置正确;

5.2.7.1.4 边缘、角隅及其它部位的钢筋安装牢固, 位置准确, 传力杆与胀缝垂直, 绑扎牢固, 套筒安齐全、位置准确;

5.2.7.1.5 各种检查井井盖井座、雨水口篦子篦圈应预先安装完成, 且安装牢固, 位置准确, 标高与路面标高协调一致。

5.2.7.1.6 水泥混凝土运输应确保及时、连续;

5.2.7.1.7 设有纵缝的水泥混凝土路面层, 在成型水泥混凝土板块侧立面, 应按要求涂刷隔离剂。

5.2.7.2 三辊轴机组铺筑

5.2.7.2.1 设备选择与配套

5.2.7.2.1.1 三辊轴整平机的主要技术参数应符合表 49 的规定。板厚 200 mm 以上宜采用直径 168 mm 的辊轴; 桥面铺装或厚度较小的路面可采用直径为 219 mm 的辊轴。轴长宜比路面宽度长出 600~1200 mm。振动轴的转速不宜大于 380 r/min。

表49 三辊轴整平机的主要技术参数

型号	轴直径 mm	轴速 (r/min)	轴长 m	轴质量 kg/m	行走机构质量 kg	行走速度 (m/min)	整平轴距 mm	振动功率 kw	驱动功率 kw
5001	168	300	1.8~9	65±0.5	340	13.5	504	7.5	6
6001	219	300	5.1~12	77±0.7	568	13.5	657	17	9

5.2.7.2.1.2 三辊轴机组铺筑混凝土面板时，必须同时配备一台有安装插入式振捣棒组的排式振捣机，振捣棒的直径宜为 50~100 mm，间距不应大于其效作用半径的 1.5 倍，并不大于 500 mm。插入式振捣棒组的振动频率可在 50~200 Hz 之间选择，当面板厚度较大和坍落度较低时，宜使用 100Hz 以上的高频振捣棒。该机宜同时配备螺旋布料器和松方控制刮板，并具备自动行走功能。

5.2.7.2.1.3 当桥面铺装厚度小于 150 mm 时，可采用振捣梁。振捣频率宜为 50~100Hz，振捣加速度为 4~5g（g 为重力加速度）。

5.2.7.2.1.4 当一次摊铺双车道路面时应配备纵缝拉杆插入机，并配有插入深度控制和拉杆间距调整装置。

5.2.7.2.2 工艺流程：布料→密集排振→拉杆安装→人工补料→三辊轴整平→（真空脱水）→（精平饰面）→拉毛→切缝→养生→（硬刻槽）→填缝。

5.2.7.2.3 铺筑作业技术要求：

5.2.7.2.3.1 应有专人指挥车辆均匀卸料。布料应与摊铺速度相适应，不适应时应配备适当的布料机械。坍落度为 10~40mm 的拌合物，松铺系数为 1.12~1.25。坍落度大时取低值，坍落度小时取高值。超高路段，横坡高侧取高值，横坡低侧取低值。

5.2.7.2.3.2 混凝土拌合物布料长度大于 10m 时，可开始振捣作业。密排振捣棒组间歇插入振实时，每次移动距离不宜超过振捣棒有效作用半径的 1.5 倍，并不得大于 500mm，振捣时间为 15~30s。排式振捣机连续拖行振实时，作业速度宜控制在 4m/min 以内。具体作业速度视振实效果，可由式 9.2.3 计算。

$$v = \frac{1.5R}{t} \dots\dots\dots (43)$$

式中：

v ——排式振捣机作业速度（m/s）

t ——振捣密实所必需的时间（s），一般为 15~30s；

R ——振捣棒的有效作用半径（m）。

排式振捣机应匀速缓慢、连续不间断地振捣行进。其作业速度以拌合物表面不露粗集料，液化表面不再冒气泡并泛出水泥浆为准。

5.2.7.2.3.3 面板振实后，应随即安装纵缝拉杆。单车道摊铺的混凝土路面，在侧模预留孔中应按设计要求插入拉杆；一次摊铺双车道路面时，除应在侧模孔中插入拉杆外，还应在中间纵缝部位，使用拉杆插入机在 1/2 板厚处插入拉杆，插入机每次移动的距离应与拉杆间距相同。

5.2.7.2.3.4 三辊轴整平机按作业单元分段整平，作业单元长度宜为 20~30m，振捣机振实与三辊轴整平两道工序之间的时间间隔不宜超过 15min。三辊轴滚压振实料位高差宜高于模板顶面 5~20mm，过高时应铲除，过低应及时补料。三辊轴整平机在一个作业单元长度内，应采用前进振动、后退静滚方式作业，宜分别 2~3 遍。最佳滚压遍数应经过试铺确定。在三辊轴整平机作业时，应有专人处理轴前料位的高低情况，过高时，应铺以人工铲除，轴下有间隙时，应使用混凝土找补。滚压完成后，将振动辊轴抬离模板，用整平轴前后静滚整平，直到平整度符合要求，表面砂浆厚度均匀为止。表面砂浆厚度宜控制在（4±1）mm，三辊轴整平机前方表面过厚、过稀的砂浆必须刮除丢弃。

5.2.7.2.3.5 应采用3~5m刮尺，在纵、横两个方面进行精平饰面，每个方向不少于两遍。也可采用旋转抹面机密实精平饰面两遍。刮尺、刮板、抹面机、抹刀饰面的最迟时间不得迟于表7.4-1规定的铺筑完毕允许最长时间。

5.2.7.3 轨道摊铺机铺筑

5.2.7.3.1 机械选型与配套

5.2.7.3.1.1 轨道摊铺机的选型应根据路面车道数或设计宽度按表50的技术参数选择。最小摊铺宽度不得小于单车道3.75m。

表50 轨道摊铺机的基本技术参数表

项目	发动机功率 kw	最大摊铺宽度 m	摊铺厚度 mm	摊铺速度 (m/min)	整机质量 t
三车道轨道摊铺机	33~45	11.75~18.3	250~600	1~3	13~38
双车道轨道摊铺机	15~33	7.5~9.0	250~600	1~3	7~13
单车道轨道摊铺机	8~22	3.5~4.5	250~450	1~4	≤7

5.2.7.3.1.2 轨道摊铺机按布料方式不同，可选用刮板式、箱式和螺旋式。

5.2.7.3.2 布料作业

5.2.7.3.2.1 使用轨道摊铺机前部配备的螺旋布料器或可上下左右移动的刮板布料，料堆不得过高过大，亦不得缺料。可使用挖掘机、装载机或人工辅助布料。螺旋布料器前的拌合物应保持在面板以上100mm左右，布料器后宜配备松铺高度控制刮板。也可使用有布料箱的轨道摊铺机精确布料，箱式轨道摊铺机的料斗出料口关闭时，装进拌合物并运到布料位置后，轻轻打开料斗出料口，待拌合物堆成“堤状”，左右移动料斗布料。

5.2.7.3.2.2 轨道摊铺时的适宜坍落度按振捣密实情况宜控制在20~40mm之间。不同坍落度时的松铺系数k可参考表51确定，并按此计算出松铺高度。

表51 松铺系数k与坍落度SL的关系

坍落度 S_L (mm)	5	10	20	30	40	50	60
松铺系数 k	1.30	1.25	1.22	1.19	1.17	1.15	1.12

5.2.7.3.2.3 当施工钢筋混凝土路面时，宜选用(两台)箱型轨道摊铺机分两层两次布料，可在第一层布料完成后，将钢筋网片安装好，再进行表面第二层布料，然后一次振实；也可两次布料两次振实，中间安装钢筋网。采用双层两遍摊铺钢筋混凝土路面时，下部混凝土的布料与摊铺长度应根据钢筋网片长度和第一层混凝土凝结情况而定，且不宜超过20m。

5.2.7.3.3 整平饰面

5.2.7.3.3.1 往复式整平滚筒前的混凝土堆积物应涌向横坡高的一侧，以保证路面横坡高端有足够的料找平。

5.2.7.3.3.2 及时清理因整平推挤到路面边缘的余料，以保证整平精度和整平机械在轨道上的作业行驶。

5.2.7.3.3.3 轨道摊铺机上宜配备纵向或斜向抹平板。纵向抹平板随轨道摊铺机作业行进可左右贴表面滑动并完成表面修整；斜向修整抹平板作业时，抹平板沿斜向左右滑动，同时随机身行进，完成表面修整。

5.2.7.4 小型机具水泥混凝土铺筑

5.2.7.4.1 人工小型机具施工水泥混凝土路面层，应符合下列要求：

5.2.7.4.1.1 摊铺水泥混凝土时，应预留水泥混凝土振实的沉落量，拌和物松铺系数宜控制在 $k=1.10\sim 1.25$ 之间；

5.2.7.4.1.2 摊铺厚度达到水泥混凝土板厚的三分之二时，应拔出模内铁钎，并填实钎洞；

5.2.7.4.1.3 混凝土面层分两次摊铺时，上层水泥混凝土的摊铺应在下层水泥混凝土初凝前完成，且下层厚度宜为总厚的 $3/5$ ；

5.2.7.4.1.4 水泥混凝土摊铺应与传力杆及边缘钢筋的安放配合，摊铺程序应符合下列要求：

- a) 首先摊铺边缘钢筋处，待缩缝传力杆安放就位后，再继续摊铺上面的水泥混凝土；
- b) 水泥混凝土板四角处，先摊铺角隅钢筋处和钢筋网下的水泥混凝土，然后依据设计位置与高度安放角隅钢筋与钢筋网，待安放就位后，再继续摊铺上层水泥混凝土；

5.2.7.4.1.5 一块水泥混凝土板应一次连续浇筑完毕，施工缝应留在分缝处；

5.2.7.4.1.6 摊铺水泥混凝土应有防雨措施，施工过程中遇雨，应停止浇筑，同时对刚成型混凝土做好防护措施，并架好防雨罩。

5.2.7.4.2 混凝土振捣应符合下列要求：

5.2.7.4.2.1 使用插入式振捣棒振捣时，在待振横断面上，每车到路面应使用2根振捣棒，组成横向振捣棒组，沿横断面连续振捣密实，并应注意路面板底、内部及边角处不得欠振或漏振

5.2.7.4.2.2 使用插入式振捣棒振捣时，振捣棒在每一处的持续时间，应以拌合物全面振动液化，表面不再冒气泡和泛水泥浆为限，不宜过振，也不宜少于30s，振捣棒移动间距不宜大于50cm，至模板边缘的距离不应大于20cm。应避免碰撞模板、钢筋、传力杆和拉杆。

5.2.7.4.2.3 插入式振捣棒振捣深度宜离基层3~5cm，振捣棒应轻插慢提，不得猛插快拔，严禁在拌合物中推行和拖拉振捣棒振捣。

5.2.7.4.2.4 插入式振捣棒振捣时，应辅以人工补料，并随时检查振实效果和模板、钢筋网、传力杆、拉杆的移位、变形、松动、漏浆等情况，发现异常，及时纠正。

5.2.7.4.2.5 在插入式振捣棒已完成振捣的部位，可开始采用平板振捣器纵横交错两遍全面提浆振实，每车到路面应配备一块平板振捣器。

5.2.7.4.2.6 平板振捣器在每一处振捣的持续时间不应少于15s，振捣移位时应重叠10~20cm左右；平板振捣器应由两人提拉振捣和移位，行进速度应均匀一致，不得自由放置或长时间持续振动。横缝和纵缝边缘应加强振捣；须达到密实、表面平整、不露石子；缺料的部分应辅以人工补料找平。

5.2.7.4.2.7 平板振捣器振捣后，每车到路面宜使用一根振动梁拖振。振动梁应具有足够的刚度和质量，底部应焊接或安装深度4mm左右的粗集料压实齿，保证有 (4 ± 1) mm的表面砂浆厚度。

5.2.7.4.2.8 振动梁应垂直路面中线沿纵向拖行，往返2~3遍，使表面泛浆均匀平整。在振动梁拖振整平过程中，缺料处应使用混凝土拌合物填补，不得用纯砂浆填补，料多的部分应铲除。

5.2.7.4.2.9 分两次摊铺的，上层混凝土拌和物的振捣必须在下层混凝土拌和物初凝以前完成，缺料的部位，应辅以人工补料找平；

5.2.7.4.2.10 超过初凝时间的混凝土混合料，严禁使用，严禁铺于混凝土底层。

5.2.7.4.3 真空脱水作业工艺要求：

5.2.7.4.3.1 真空脱水作业应在面层水泥混凝土振捣后、抹面成活前进行；

5.2.7.4.3.2 真空吸水作业工艺不适宜板厚超过 24cm 的混凝土面板施工，吸水时间（min）宜为板厚（cm）的 1~1.5 倍，相同板厚面板，昼夜平均气温越高，脱水时间越短，并应以剩余水灰比来检验真空吸水效果；

5.2.7.4.3.3 开机后应逐渐升高真空度，当达到要求的真空度开始正常出水后，真空度要保持均匀，最大真空度不宜超过 0.085MPa，待脱水达到规定时间和脱水量要求时，逐渐减小真空度；

5.2.7.4.3.4 吸水垫放设位置之间，不能有未经吸水的脱空部位；

5.2.7.4.3.5 真空系统安装位置，应有利于水泥混凝土摊铺与排水；

5.2.7.4.3.6 水泥混凝土试件，应与吸水作业同条件制作、同条件养护；

5.2.7.4.3.7 完成真空吸水作业后，应重新压实精平，并应采用硬刻槽方式制作抗滑构造。

5.2.7.4.4 成活应符合下列要求：

5.2.7.4.4.1 应采取防风、防雨、防晒措施；抹面成活应在跳板（工作桥）上进行，抹面时严禁在板面上洒水，撒水泥粉；

5.2.7.4.4.2 混凝土应振捣密实，抹面不宜少于 4 次，先找平抹平，待混凝土表面无泌水时，再作抹平，并依据水泥品种与气温控制抹面间隔时间；

5.2.7.4.4.3 采用机械抹面时，真空吸水完成后即可进行，先用带有浮动圆盘的重型抹面机粗抹，再用带有振动圆盘的轻型抹面机或人工用抹子光抹一遍。

5.2.7.4.4.4 精平饰面后的面板表面应无抹面印痕，致密均匀，无露骨，平整度应达到规定要求。

5.2.8 钢筋及钢纤维混凝土路面和桥面铺筑

5.2.8.1 钢筋混凝土路面铺筑

5.2.8.1.1 铺筑前应按设计图纸准确放样钢筋网设置位置、路面板块和接缝位置等

5.2.8.1.2 钢筋网加工与安装

5.2.8.1.2.1 钢筋网加工

- a) 钢筋网所采用的钢筋直径、间距，钢筋网的设置位置、尺寸、层数等应符合设计图纸的要求。
- b) 钢筋网焊接和绑扎应符合国家相关标准的规定。
- c) 可采用工厂焊接好的冷轧带肋钢筋网，其质量应符合国家相关标准的规定。钢筋直径和间距应按设计的非冷轧钢筋等强互换为冷轧带肋钢筋。

5.2.8.1.2.2 钢筋网安装

- a) 钢筋网应采用预先架设安装方式。单层钢筋网的安装，在确保精度的前提下，可采用两次摊铺，中间摆设钢筋网的安装方式。
- b) 单层钢筋网的安装高度应在面板下 $(1/3 \sim 1/2)h$ 处，外侧钢筋中心至接缝或自右边的距离不宜小于 100mm，并应配置 4~6 个/m² 焊接支架或三角形架立钢筋支座，保证在拌合物堆压下钢筋网基本不下陷、不移位。单层钢筋网不得使用砂浆或混凝土垫块架立。
- c) 钢筋网的主受力钢筋应设置在弯拉应力最大的位置。单层钢筋网纵筋应安装在底部，双层钢筋网的纵筋应分别安装在上层顶部和下层底部，双层钢筋网上下层之间不应少于 4~6 个/m² 焊接支架或环形绑扎箍筋。双层钢筋网底部可采用焊接架立钢筋或用 30mm 厚的混凝土垫块支撑，数量不少于 4~6 个/m²。
- d) 双层钢筋网底部到基层表面应有不少于 30mm 的保护层，顶部离面板表面应有不少于 50mm 的耐磨保护层。
- e) 横向连接摊铺的钢筋混凝土路面之间的拉杆数量应比普通混凝土路面加密一倍。双车道整体摊铺的路面板钢筋网应整体连接，可不设纵缝。

5.2.8.1.3 边缘补强和角隅钢筋的安装

5.2.8.1.3.1 边缘补强钢筋

- 在平面交叉口和未设置钢筋网的基础薄弱地段，混凝土面板纵向边缘应安装边缘补强钢筋；横缝为未设传力杆的平缝时应安装横向边缘补强钢筋。
- 预先按设计图纸加工焊接好边缘补强钢筋支架，在距纵缝和自由边 100~150mm 处的基层上钻孔，钉入支架锚固钢筋，然后将边缘补强钢筋支架和锚固钢筋焊接，两端弯起处应各有 2 根锚固钢筋交错与支架相焊接，其它部位每延米不少于一根焊接锚固钢筋。边缘补强钢筋的安装位置在距底面 1/4 厚度处，且不少于 30mm，间距为 100mm。

5.2.8.1.3.2 角隅补强钢筋

- 发针状角隅钢筋应由两根直径为 12~16mm 的螺纹钢按 $\alpha/3$ 的夹角焊接制成（ α 为补强锐角角度），其底部应焊接 5 根支撑腿，安装位置在距顶板不少于 50mm，距边板 100mm。
- 角隅钢筋在混凝土路面上应补强锐角，但在桥面及搭板上应补强钝角。双层钢筋混凝土路面、桥面及搭板需进行角隅补强时，可等强互换成与钢筋网等直径的钢筋数量，按需补强。

5.2.8.1.4 钢筋网及钢筋骨架的质量检验

5.2.8.1.4.1 路面钢筋网及钢筋骨架的焊接和绑扎的精确度应符合表 52 的规定。

表52 路面钢筋网焊接及绑扎的允许偏差

项 目		焊接钢筋网焊接及骨架允许偏差	绑扎钢筋网焊接及骨架允许偏差
钢筋网的长度与宽度		±10	±10
钢筋网眼尺寸		±10	±20
钢筋骨架宽度及高度		±5	±5
钢筋骨架的长度		±10	±10
箍筋间距		±10	±20
受力钢筋	间距	±10	±10
	排距	±5	±5

5.2.8.1.4.2 搭接焊和绑条焊时钢筋的搭接长度：双面焊不少于 5d（钢筋直径），单面焊不少于 10d，钢筋绑条的搭接长度不应少于 35d。同一垂直断面上不得有两个焊接或绑扎接头，相邻钢筋的焊接或绑扎接头应分别错开 500mm 和 900mm。连续钢筋网每隔 30m 宜采用绑扎方式安装。

5.2.8.1.4.3 摊铺前应检查焊接或绑扎安装好的钢筋网和钢筋骨架，不得有贴地、变形、移位、松脱和开焊现象。路面钢筋网和钢筋骨架安装位置的允许偏差应符合表 53 的规定。

表53 路面钢筋网和钢筋骨架安装位置允许偏差

项目		允许偏差 (mm)
受力钢筋排距		±5
钢筋弯起点位置		20
箍筋、横向钢筋间距	绑扎钢筋网及钢筋骨架	±20
	焊接钢筋网及钢筋骨架	±10
钢筋预埋位置	中心线位置	±5
	水平高差	±3
钢筋保护层	距表面	±3
	距底面	±5

5.2.8.1.4.4 铺筑前必须按上述要求对所有在路面中预埋及后安装的钢筋结构作质量检验，验收合格后方可开始铺筑。

5.2.8.1.5 钢筋混凝土路面铺筑

5.2.8.1.5.1 布料

- a) 机械化铺筑必须配备相应的布料设备，安装完毕的钢筋网不得被混凝土或机械压垮、压坏或发生变形。摊铺好的拌合物上严禁任何机械碾压。
- b) 采用滑模摊铺机、箱式轨道摊铺机和三辊轴机组摊铺时，钢筋混凝土路面上可采用两次布料，以便在其中摆放间断钢筋网。连续配筋混凝土路面应采用钢筋网预设安装，整体一次布料。
- c) 混凝土应卸在料斗或料箱内，再由机械从侧边运送到摊铺位置。钢筋网上的拌合物堆不宜过分集中，应尽快布匀。
- d) 坍落度相同时的布料松铺高度，宜比相应机械施工方式普通混凝土路面大 10mm 左右。

5.2.8.1.5.2 钢筋混凝土路面摊铺作业应符合本规程相应铺筑方式的有关规定外，尚应符合下列规定。

- a) 拌合物的坍落度可比相应铺筑方式普通混凝土规定值大 10~20mm。
- b) 振捣棒组横向间距宜比普通混凝土路面适当加密。采用插入振捣时，振捣棒组不宜碰撞或扰动钢筋，插入振捣时不得拖行振捣棒组，应依次逐条分别振捣。振捣棒组应轻插慢拔，不得猛插急提。
- c) 滑模或轨道摊铺机摊铺钢筋混凝土路面时，应适当增大振捣频率或减速摊铺。拌合物坍落度相同时，钢筋混凝土振捣密实持续时间应比普通混凝土路面规定的时间延长 5~10s。
- d) 在一块钢筋网连续面板内，应防止摊铺中断，每块板内不应留施工缝，必须摊铺到达横缝位置或钢筋网片的端部方可停止。应加强对机械装备的维修保养，将故障率降到最低。
- e) 摊铺被迫中断时，必须设置横向施工缝，纵向钢筋应保持连续，穿过接缝，并应用 1 倍数量的长度不小于 2m 的纵向钢筋作加密处理，横向施工缝距最近横缝的距离不应小于 5m。

5.2.8.1.5.3 设接缝的钢筋混凝土路面在摊铺面板时，每张钢筋网片边缘 100mm 须做标记，以便准确对位切纵、横缩缝，纵、横接缝部位的传力杆、拉杆、钢筋网表面应涂防锈涂层或包裹防锈塑料套管。

5.2.8.1.6 连续配筋钢筋混凝土路面的端部锚固结构施工

5.2.8.1.6.1 施工前按设计图纸对锚固结构位置、尺寸进行测量放样。

5.2.8.1.6.2 端部锚固结构应按设计尺寸和配筋要求施工，确保锚固效果。

5.2.8.2 水泥混凝土桥面铺筑

5.2.8.2.1 一般规定

5.2.8.2.1.1 水泥混凝土铺装层的下卧层必须符合平整、粗糙、整洁的要求，桥面纵横坡符合要求。

5.2.8.2.1.2 水泥混凝土桥面板表面应作铣刨拉毛处理，清除浮浆，除去过高的突出部位。

5.2.8.2.1.3 桥面水泥混凝土铺装层施工前，桥梁梁板接缝或湿接头应施工完成，桥面系预埋件及预留孔洞的施工，如桥面排水孔、止水带、照明电缆钢管、照明手孔井、波形护栏及防撞护栏处渗水花管等安装作业已完成并验收合格。

5.2.8.2.2 普通水泥混凝土桥面铺装

5.2.8.2.2.1 采用普通水泥混凝土桥面铺装层时，配制混凝土的水灰比应相对较低，混凝土的坍落度应相对较小，应采用高标号水泥，改善集料级配，提高混凝土的使用性能。

5.2.8.2.2.2 采用小型工具施工时，混凝土振捣工具宜采用平板振捣器，在滚杠找平后可采用真空脱水工艺，减少混合料含水量，缩短凝固时间，防止塑性开裂；脱水后应进行机械抹光、精抹、拉毛等工序；如不采用真空脱水工艺时，应用木抹子多次抹面至表面无泌水为止。

5.2.8.2.3 钢筋混凝土桥面铺装

5.2.8.2.3.1 桥面和搭板钢筋网的加工、焊接和安装的质量要求，应符合本规程 5.2.8.1.4 的各项要求和下列规定：

- a) 所有桥梁、通道钢筋混凝土桥面铺装层均应在梁板混凝土顶面安装锚固架立钢筋，再将钢筋网与锚固架立钢筋相焊接，锚固架立钢筋应有 4~8 根/m²，在梁端或支座部位剪应力较大处取大值，反之可取小值。桥面铺装层钢筋网应使用焊接网或冷轧带肋钢筋网，不宜使用绑扎钢筋网。
- b) 钢筋混凝土桥面极限最薄厚度不得小于 90mm，桥面铺装层钢筋网不得贴梁板顶面，也不得使用非锚固钢筋网支架和砂浆垫块。
- c) 采用双层钢筋网一次摊铺时，除底层钢筋网应与梁板锚固焊接外，上下层钢筋网亦应焊接。分双层两次铺装的钢筋混凝土桥面，防水找平层中应设置一层钢筋网，横向钢筋位于纵向钢筋之下，横向钢筋直径、数量、间距不宜小于纵向，并应与梁板锚固筋相焊接，上层钢筋网可不与下层钢筋网焊接，但应与锚固在找平层混凝土中的架立钢筋相焊接。上层钢筋网设置应满足抗裂要求，钢筋直径宜细不宜粗，间距宜密不宜疏。
- d) 桥面板在梁端或负弯矩欲切缝部位，按设计要求使用接缝钢筋补强。桥面接缝补强钢筋的直径不宜小于 12mm，长度不宜短于 1.2m 或按负弯矩影响范围确定。
- e) 桥面钢筋网应在整个桥面铺装层内连续，不得因铺装宽度不足或停工而切断纵、横向钢筋。
- f) 路面与桥涵相接的两条胀缝，一条应位于搭板与过度板之间，一条应设在过度板与普通混凝土路面之间。钢筋混凝土搭板及过度板端部钢筋应与胀缝钢筋支架相焊接，焊接点不应少于 4 个/m。也可在双层钢筋混凝土搭板一侧取消钢筋支架，直接利用双层钢筋网，并增加箍筋，箍筋数量不得少于胀缝钢筋支架。

5.2.8.2.4 桥面及搭板的机械铺装

5.2.8.2.4.1 铺装前应做如下准备工作：

- a) 桥面铺装层厚度及配筋应根据设计或经验确定。桥头双层钢筋混凝土搭板在城镇快速路和主干道上与路面相接时，应设置不短于 10m 的单层钢筋混凝土过度板。
- b) 桥头沉降应基本稳定，桥头搭板可采用双层钢筋网搭板或设枕梁及加强筋的单层钢筋网搭板。前者厚度宜为 300~450mm，后者宜与路面厚度相同，但枕梁和加强筋均应按设计计算配置受力钢筋，其厚度不宜薄于上基层。
- c) 桥面铺装层和搭板混凝土强度等级不应低于主梁翼缘板。在桥面与路面机械连续摊铺条件下，路面混凝土强度等级不低于桥面铺装层要求时，桥面混凝土配合比可与路面混凝土相同，反之，应按桥面铺装层抗压强度要求设计桥面混凝土配合比。用于桥面铺装的混凝土中不宜掺粉煤灰，但应掺高效减水剂。有抗冰（盐）冻要求时应掺引气（缓凝）高效减水剂。腐蚀环境下应掺硅灰或磨细矿渣。
- d) 待铺装的裸梁表面应清洗干净，并具有足够的粗糙度，防水找平层的表面应进行凿毛或表面缓凝粗糙处理。
- e) 用滑模或轨道摊铺机连续摊铺桥面前，应有设计单位验算桥板、翼缘承载能力和桥梁挠度是否满足摊铺机上桥摊铺作业的要求。大吨位摊铺机上桥摊铺的挠度及下桥反弹量不宜大于 3mm。
- f) 桥梁护栏宜在滑模或轨道摊铺机铺装桥面后施工，履带行走或轨道架设在分幅桥梁中空部位、通讯井口或裸梁板上时，应采取可靠的加固保护措施。可将滑模摊铺机的履带延伸至另一幅桥面上行走。
- g) 滑模摊铺机履带上下桥的台阶部位应提前 2~3d 铺设混凝土坡道，长度不宜短于钢筋混凝土搭板。

- h) 桥梁的基准线桩可与桥梁上的锚固钢筋暂时焊接固定，间距不大于 10m，滑模连续铺装路面、桥面、搭板时，基准线应连接顺直。
- i) 轨道摊铺机、三辊轴机组或小型机组铺装桥面时，轨模或模板应采用特制的低矮（轨）模板。不能整幅铺装桥面时，接续摊铺一侧的模板宜使用中空型，以利钢筋穿过，不得用模板将钢筋网压贴到梁板上。搭板的模板可采用路面模板，高程不足时，可提前铺设混凝土底座。路面、搭板和桥面连续铺装时，（轨）模板应连续顺直。

5.2.8.2.4.2 连续机械铺装

- a) 钢筋混凝土桥面及搭板机械铺装的布料要求，应符合 5.2.8.1.5.1 的各项要求。
- b) 滑模和轨道摊铺机应缓慢、匀速、连续不间断地摊铺路面、胀缝、搭板、桥面。设钢筋网的涵洞顶面层的摊铺应与相应钢筋混凝土路面相同。滑模摊铺机上下桥面，应及时调整侧模高度，使边缘尽量少振动漏浆。三辊轴机组铺装桥面时，应与钢筋混凝土路面摊铺要求相同。
- c) 钢筋混凝土桥面铺装层的厚度应采取双控措施：厚度代表值应满足设计要求，极限最小厚度不应小于设计厚度 20mm。不能同时满足两者要求时，应在保证翼缘板厚度的前提下，凿除突起部位。
- d) 整体摊铺钢筋混凝土搭板（加枕梁或肋梁）的总厚度不得大于 400mm。超厚部分应人工浇注并振实底部。
- e) 应精确放样桥台接缝和伸缩缝位置。铺装前宜在伸缩缝、桥台接缝底部设隔离层，应在桥台接缝处安装稳固的胀缝板。待桥面铺装后，剔除伸缩缝位置未硬化的混凝土，然后安装伸缩缝，浇筑伸缩缝的混凝土中应加入不少于体积掺量 0.8% 的钢纤维。伸缩缝部位钢纤维混凝土的强度等级不宜低于 C40，应采用机械强制拌合、并掺加高效减水剂。

5.2.8.2.5 接缝施工

5.2.8.2.5.1 斜交桥涵异形混凝土板应全部在桥头搭板内调整。正交和斜交搭板最短边长不宜小于 10m。搭板应切缝防开裂，纵、横向切缝距离不宜大于 6m。横缝位置应按搭板长短边均分，纵缝宜按路面板宽划分。

5.2.8.2.5.2 支座和桥面负弯矩部位必须切缝，桥面横向缩缝应以支座或桥台为界，在每跨内均分缩缝间距，最大长度不宜大于 6m，最短长度不宜小于 4.5m。桥面除停车带外，纵缝宜按路面板块划分。桥面及搭板钢筋防锈及填缝要求与 5.2.8.1.5.3 的要求相同。

5.2.8.3 钢纤维混凝土路面和桥面铺装

5.2.8.3.1 钢纤维混凝土路面和桥面的厚度、平面尺寸和钢纤维掺量等应符合本规程和设计图纸的规定。

5.2.8.3.2 钢纤维混凝土路面的布料与摊铺除应满足滑模、轨道和三辊轴机组摊铺普通混凝土路面的规定外，尚应符合下列规定：

- a) 所采用的各种机械布料和摊铺方式，应保证面板内钢纤维分布的均匀性及结构连续性，在一块面板内的浇筑和摊铺不得中断。
- b) 布料松铺高度应通过试铺确定。拌合物坍落度相同时，宜比相同机械施工方式的普通混凝土路面松铺高度高 10mm 左右。
- c) 钢纤维混凝土拌合物应与所选定的摊铺方式相适应，其工作性应符合本规程有关规定。

5.2.8.3.3 钢纤维混凝土路面的振捣与整平

5.2.8.3.3.1 所采用的钢纤维振捣机械和振捣方式除应保证钢纤维混凝土密实性外，尚应保证钢纤维在混凝土中分布的均匀性。

5.2.8.3.3.2 除应满足各交通等级路面平整度要求外，整平后的面板表面不得裸露上翘的钢纤维，表面下 10~30mm 深度内的钢纤维应基本处于平面分布状态。

5.2.8.3.3.3 采用滑模摊铺机、轨道摊铺机铺筑钢纤维混凝土路面时，振捣棒组的振捣频率不宜低于 10000 r/min，振捣棒组底缘应严格控制在面板表面位置，不得将振捣棒组插入路面钢纤维混凝土内部振捣。

5.2.8.3.3.4 用三辊轴机组摊铺钢纤维混凝土路面时，不得将振捣棒组插入路面钢纤维混凝土内部振捣，也不得使用人工插捣。采用大功率平板振捣器振捣密实。再采用振动梁压实整平。振动梁底部应设凸棱以列表层钢纤维和粗集料压入。然后用三辊轴整平机将表面滚压平整。再用 3m 以上刮尺、刮板或抹刀精平表面。

5.2.8.3.4 钢纤维混凝土路面的特殊工艺要求

5.2.8.3.4.1 钢纤维混凝土拌合物从出料到运输、铺筑完毕允许的最长时间不宜超过表 54 的规定。在浇筑和摊铺过程中严禁因拌合物干涩而加水，但可喷雾防止表面水分蒸发。

表 54 钢纤维混凝土拌合物从出料到运输、铺筑完毕允许最长时间

施工气温* (°C)	到运输完毕允许最长时间 (h)		到铺筑完毕允许最长时间 (h)	
	滑模、轨模	三辊轴机组	滑模、轨模	三辊轴机组
5~9	1.25	1.0	1.5	1.25
10~19	0.75	0.5	1.0	0.75
20~29	0.5	0.35	0.75	0.5
30~35	0.35	0.25	0.5	0.35

注：指施工期间的日平均气温，使用缓凝剂延长凝结时间后，本表数值可增加 0.2~0.35 h。

5.2.8.3.4.2 必须使用硬刻槽方式制作抗滑沟槽，不得使用粗麻袋、刷子和扫帚制作抗滑构造。

5.2.8.3.4.3 钢纤维混凝土路面板长宜为 6~10m，钢纤维掺量较大可用大值，掺量较少，取小值。面板长宽比应符合设计要求。

5.2.8.3.5 设钢筋网的钢纤维混凝土桥面铺装时，其钢筋网焊接、锚固与安装应符合 5.2.8.1.5、

5.2.8.1.6 节有关规定；布料与摊铺应分别符合 5.2.8.2.4 条和 5.2.8.3.2 条的规定；振捣、整平、接缝和抗滑构造施工应符合本节规定。

5.2.9 混凝土面板接缝与养生

5.2.9.1 横向缩缝

5.2.9.1.1 应按设计要求设置横向缩缝。普通混凝土路面横向缩缝宜等间距布置，不宜采用斜缝。必须调整板长时，最大板长不宜大于 6.0m，最小板长不宜小于板宽。对高填土、弯道和软土路基地段板长应适当减小；交叉口及接近构造物处的路面板块尺寸可适当调整。

5.2.9.1.2 横缝中的胀缝间距和缝宽，应根据设计要求确定，当设计未要求时，施工方或监理方应在设计交底会上提出，并由设计方通过设计变更或洽商记录予以明确。与结构物衔接处、道路交叉和填挖土方变化处，应设置胀缝。胀缝宽度不宜小于 20mm。

5.2.9.1.3 普通水泥混凝土路面的胀缝应设置胀缝补强钢筋支架、胀缝板和传力杆。胀缝构造如图 2。钢筋混凝土和钢纤维混凝土路面可不设钢筋支架。传力杆一半以上长度的表面应涂防粘涂层，端部应戴活动套帽，套帽材料与尺寸应符合要求。胀缝板应与路中心线垂直，缝壁垂直，缝隙宽度一致，缝中完全不连浆。胀缝应采用前置钢筋支架法施工，也可采用预留一块面板，高温时再铺封。前置法施工应预先加工、安装和固定胀缝钢筋支架，并在使用手持振捣棒振实胀缝板两侧的混凝土后再摊铺。已在混凝

土未硬化时，剔出胀缝板上部的混凝土，嵌入（20~25）mm×20mm的木条，整平表面。胀缝板应连续贯通整个混凝土路面板宽度。

5.2.9.1.4 缩缝宽度宜为4~6mm，有传力杆的缩缝深不应小于路面层板厚的三分之一，且不小于70mm；无传力杆缩缝的切缝深度不应小于路面层板厚的四分之一，且不小于60mm，缩缝应与混凝土面板垂直，并应与设计要求的位置一致。

5.2.9.1.5 采用切缝机切割缩缝时，应严格控制切割时机，其切缝时机一般为水泥混凝土强度达到设计强度25%~30%。

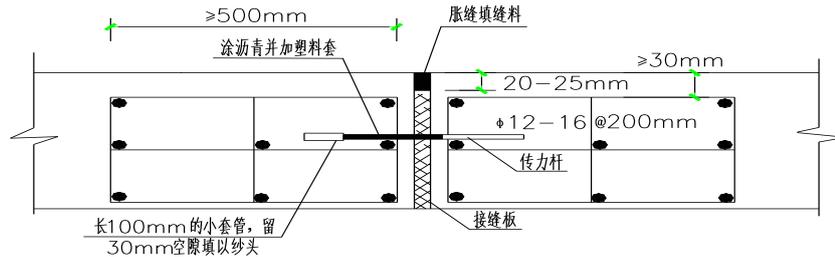


图2

5.2.9.1.6 每天摊铺结束或摊铺中断时间超过30min时，应设置横向施工缝，其位置宜与胀缝或缩缝重合，确有困难不能重合时，施工缝应设置螺纹传力杆，且应与路中心线垂直。横向施工缝在缩缝处采用平缝加传力杆型，在胀缝处其构造与胀缝相同。

5.2.9.2 纵缝施工

5.2.9.2.1 应按设计规定设置纵缝（间距宜为3.5~4.0m），位置应避开轮迹。

5.2.9.2.2 企口纵缝施工时，宜先浇注凹榫一侧的水泥混凝土。

5.2.9.2.3 已成型的水泥混凝土路面层板，纵缝侧面应涂刷沥青或隔离剂；沥青或隔离剂不得涂于传力杆上。

5.2.9.2.4 当一次摊铺宽度大于4.5m时，应采用假缝拉杆型纵缝，即锯切纵向裂缝，纵缝位置应按车道宽度设置，并在摊铺过程中用专用的拉杆插入装置插入拉杆。

5.2.9.2.5 钢筋混凝土路面、桥面和搭板的纵缝拉杆可由横向钢筋延伸穿过接缝代替。钢纤维混凝土路面切开的假纵缝可不设拉杆，纵向施工缝应设拉杆。

5.2.9.2.6 插入的纵向拉杆应牢固，不得松动、碰撞或拔出。若发现拉杆松脱或漏插，应在横向相邻路面摊铺前，钻孔重新植入。当发现拉杆可能被拔出时，应进行拉杆拔出力（握裹力）检验。

5.2.9.3 填灌缝

5.2.9.3.1 混凝土板养护期满后应及时填缝，缝内遗留的砂石、灰浆等杂物，应剔除干净。

5.2.9.3.2 应按设计选择填缝料，并根据填料品种制定工艺技术措施。

5.2.9.3.3 浇注填缝料必须在缝槽干燥状态下进行，填缝料应与混凝土缝壁粘附紧密不渗水。

5.2.9.4 混凝土路面养生

5.2.9.4.1 水泥混凝土路面层成活后，应及时养护。养护应根据施工工地情况及条件，选用喷洒养生剂养生、覆盖保湿养生或塑料薄膜覆盖养生等。

5.2.9.4.2 混凝土路面采用喷洒养生剂养生时，喷洒应均匀，成膜厚度应足以形成完全密闭水分的薄膜，喷洒后的表面不得有颜色差异。喷洒时间宜在表面混凝土泌水完成后进行。喷洒高度宜控制在0.5~

1m, 使用一级品养生时, 最小喷洒剂量不得少于 $0.3\text{kg}/\text{m}^2$; 合格品的最小喷洒剂量不得少于 $0.35\text{kg}/\text{m}^2$ 。不得使用易被雨水冲刷掉的对混凝土强度、表面耐磨性有影响的养生剂。当喷洒一种养生剂达不到 90% 以上有效保水率要求时, 可采用两种养生剂各喷洒一层或喷一层养生剂再加覆盖的方法。

5.2.9.4.3 覆盖保湿养生宜使用保湿膜、土工毡、土工布、麻袋、草袋、草帘等进行覆盖, 混凝土成活后应及时覆盖、及时洒水, 保持混凝土表面始终处于潮湿状态。覆盖物覆盖时, 应确保混凝土表面、侧面覆盖到位, 不漏盖。

5.2.9.4.4 塑料薄膜覆盖养生的初始时间以不压坏细观抗滑构造为准, 薄膜厚度(韧度)应合适, 宽度应大于覆盖面 600mm。两条薄膜对接时, 搭接宽度不应小于 400mm, 养生期间应始终保持薄膜完整盖满。

5.2.9.4.5 养生时间应根据混凝土弯拉强度增长情况而定, 不宜小于混凝土设计弯拉强度的 80%, 应特别注重前 7 天的保湿(温)养生。一般养生天数宜为 14~21 天, 气温较高时, 养生不宜少于 14d; 低温时, 养生期不宜少于 21d; 掺粉煤灰的混凝土路面最短养生时间不宜少于 28d。

5.2.9.4.6 昼夜温差大于 10°C 以上的地区或日平均温度小于 5°C 施工的混凝土路面应采取保温保湿养生措施, 防止混凝土板产生收缩裂缝。

5.2.9.4.7 混凝土板在养护期间和填缝前, 禁止车辆通行, 在达到设计强度的 40% 以后, 方可允许行人通行。

5.2.9.4.8 养护期间应封闭交通、不得堆放重物; 面板达到设计弯拉强度后, 方可开放交通; 养护终结, 应及时清除路面层养护材料。

5.2.10 特殊气候条件下的施工

5.2.10.1 雨季施工

5.2.10.1.1 防雨准备

- 地势低洼的搅拌场、水泥仓、备件库及砂石料堆场, 应按汇水面积修建排水沟或预备抽排水设施。搅拌楼的水泥和粉煤灰罐仓顶部的通气口、料斗及不得遇水部位应有防潮、防水覆盖措施, 砂石料堆应防雨覆盖。
- 雨天施工时, 在新铺路面上, 应备足防雨篷、帆布和塑料布或薄膜。
- 防雨篷支架宜采用可推行的焊接钢结构, 并具有人工饰面拉槽的足够高度。

5.2.10.1.2 防雨水冲刷

- 摊铺中遭遇阵雨时, 应立即停止铺筑混凝土路面, 并紧急使用防雨篷、塑料布或塑料薄膜等覆盖尚未硬化的混凝土路面。
- 被阵雨轻微冲刷过的路面, 视平整度和抗滑构造破损情况, 采用硬刻槽或先磨平再刻槽的方式处理。对被暴雨冲刷后, 路面平整度严重劣化或损坏的部位, 应尽早铲除重铺。
- 降雨后开工前, 应及时排除车辆内、搅拌场及砂石料堆场内的积水或淤泥。运输便道应排除积水, 并进行必要的修整。摊铺前应扫除基层上的积水。

5.2.10.2 高温季节施工

5.2.10.2.1 施工现场的气温高于 30°C , 拌合物摊铺温度在 $30\sim 35^\circ\text{C}$, 同时, 空气相对湿度小于 80% 时, 混凝土路面和桥面的施工应按高温季节施工的规定进行。

5.2.10.2.2 高温天气铺筑混凝土路面和桥面应采取以下措施:

- 当现场气温大于等于 30°C 时, 应避开中午高温时段施工, 可选择在早晨、傍晚或夜间施工, 夜间施工应有良好的操作照明, 并确保施工安全。

- b) 砂石料堆应设遮阳篷；采用冷水或冰屑水拌和。拌合物中宜加允许最大掺量的粉煤灰或磨细矿渣，但不宜掺硅灰。拌合物中宜掺足够剂量的缓凝剂、高温缓凝剂、保塑剂或缓凝（高效）减水剂等。
- c) 混凝土运输车上的混凝土拌合物应加遮盖。
- d) 应加快施工各环节的衔接，尽量压缩搅拌、运输、摊铺、饰面等各工艺环节所耗费的时间。
- e) 可使用防雨篷作防晒遮荫篷。在每日气温最高和日照最强烈时段遮荫。
- f) 高温天气施工时，混凝土拌合物的出料温度不宜超过 35℃，并应随时监测气温、水泥、拌和水、拌合物及路面混凝土温度。必要时加测混凝土水化热。
- g) 在采用覆盖保湿养生时，应加强洒水，并保持足够的湿度。
- h) 切缝应视混凝土强度的增长情况进行，宜比常温施工适当提早切缝，以防止断板。特别是在昼夜温差较大时，应提早切缝。

5.2.10.3 低温季节施工

5.2.10.3.1 当摊铺现场连续 5 昼夜平均气温高于 5℃，夜间最低气温在-3~5℃之间，混凝土路面和桥面的施工应按下述低温季节施工规定的措施进行：

- a) 拌合物中应优选和掺用早强剂或促凝剂。
- b) 应选用水化总热量大的 R 型水泥或单位水泥用量较多的 32.5 级水泥，不宜掺粉煤灰。
- c) 搅拌机出料温度不得低于 10℃，摊铺混凝土温度不得低于 5℃。在养生期间，应始终保持混凝土板最低温度不低于 5℃。否则，应采用热水或加热砂石料拌和混凝土，热水温度不得高于 80℃；砂石料温度不宜高于 50℃。
- d) 应加强保温保湿覆盖养生，可先用塑料薄膜保湿隔离覆盖或喷洒养生剂，再采用草帘、泡沫塑料垫等保温覆盖初凝后的混凝土路面。遇雨雪必须再加盖油布、塑料薄膜等。
- e) 应随时检测气温、水泥、拌和水、拌合物及路面混凝土的温度，每工班至少测定 3 次。

5.2.10.3.2 混凝土路面或桥面弯拉强度未达到 1.0MPa 或抗压强度未达到 5.0MPa 时，应严防路面受冻。

5.2.10.3.3 低温天施工，路面或桥面覆盖保温保湿养生天数不得少于 28d。

5.2.11 工程质量管理与检查验收

5.2.11.1 一般规定

5.2.11.1.1 城镇道路水泥混凝土路面工程应按国家有关的基本建设程序和批准的设计文件进行施工，如需变更设计应按国家现行的有关变更设计程序办理，未经批准的变更设计不得施工。

5.2.11.1.2 城镇道路水泥混凝土路面施工单位应具备相应的施工资质；施工现场应有经过审批的施工组织设计、施工方案等技术文件；施工现场质量管理应有相应的施工技术规范、质量管理体系、质量控制及检验制度。

5.2.11.1.3 有关城镇道路水泥混凝土路面施工的安全技术、劳动保护、文物保护及防火、防爆等技术要求，应遵守国家现行有关规范、标准与规定。施工现场的文明施工、已建地上与地下设施保护、环境保护、交通保障等应符合国家和地方现行有关规定。

5.2.11.1.4 城镇道路水泥混凝土路面施工在确保工程质量的情况下，应积极推广使用技术成熟、安全可靠并经主管部门批准的新技术、新工艺、新设备、新材料；新技术的施工要求与本规程不符时，应制订专门规程，报主管部门批准后实行。

5.2.11.1.5 工程施工中，在质量检查、验收中使用的计量器具和检测设备，必须经计量检定，校准合格后方可使用。

5.2.11.1.6 城镇道路水泥混凝土路面施工应根据全面质量管理的要求，建立健全有效的质量保证体系，实行严格的目标管理、工序管理与岗位责任制度，对施工各阶段的质量进行检查、控制、评定，达到所规定的质量标准，确保施工质量的稳定性。

5.2.11.1.7 按规定实行监理制度的工程项目，除施工企业进行自检外，工程监理应按有关规定进行质量检查与认定，政府质量监督部门及工程建设单位（业主）应对工程质量进行监督。

5.2.11.1.8 施工质量管理与检查验收应包括工程施工前、施工过程中的质量管理与质量控制，以及各施工工序间的检查及工程交工后的质量检查验收。

5.2.11.2 铺筑试验路段

5.2.11.2.1 城市快速路和主干道水泥混凝土路面工程，使用滑模、轨道、三辊轴机组施工时，在正式摊铺水泥混凝土路面前，必须铺筑试验路段。试验路段长度不应短于 200m，且宜在主线路面以外试铺，路面厚度、摊铺宽度、接缝设置、钢筋设置等均应与实际工程相同。

5.2.11.2.2 通过试验路段应达到以下目的：

- a) 通过试拌检验拌合楼性能及确定合理搅拌工艺，检验适宜摊铺的搅拌楼拌合参数：上料速度，拌合容量，搅拌均匀所需要的时间，新板混凝土坍落度、振动粘度系数、含气量、泌水性、VC 值和生产使用的混凝土配合比等。
- b) 通过试铺检验主要机械的性能和生产能力，检验辅助施工机械组配的合理性，检验路面摊铺工艺和质量：模板架设固定方式或基准线设置方式，摊铺机械（具）的适宜工作参数，包括：松铺高度、摊铺速度、振捣时间与频率、滚压遍数、中间和侧向拉杆置入情况等。检验整套施工工艺流程。
- c) 使工程技术及工作人员熟悉并掌握各自的操作要领。
- d) 按施工工艺要求检验施工组织形式和人员编制。
- e) 建立混凝土原材料、拌合物、路面铺筑全套技术性能检验手段，熟悉检验方法。
- f) 检验通讯联络和生产调度指挥系统。

5.2.11.2.3 试铺中，施工人员应认真做好记录，监理工程师应督促检查试验段的施工质量，及时与施工单位商定并解决问题。试验段铺筑后，施工单位应提出试验路段总结报告，上报监理和业主批复，取得正式开工认可。

5.2.11.3 质量管理与检验标准

5.2.11.3.1 城镇道路水泥混凝土路面的施工质量管理应重视过程控制。在施工过程中，施工单位、监理单位及建设单位应严格进行施工质量的检查与试验，严把四道质量关，即材料、混合料的设计、混合料的生产 and 铺筑。

5.2.11.3.2 工程采用的主要材料、半成品、成品等应进行现场验收，并按有关规定进行复验。现场验收和复验结果应经监理工程师检查认可。凡涉及结构安全和使用功能的，应实行见证取样与送检制度。

5.2.11.3.3 道路基层必须经监理工程师检查验收认可，否则不得进行下道工序施工。城镇道路水泥混凝土路面铺筑必须得到正式开工令后方可开工。

5.2.11.3.4 施工单位在施工过程中应随时对施工质量进行自检，监理单位工程师应进行抽检或旁站检验，并对施工单位的自检结果进行检查认定。当施工人员、监理工程师发现有异常情况时，应立即报告建设单位。

5.2.11.3.5 施工单位在施工过程中必须对各种施工材料进行抽样试验，材料质量应符合本规程第 4 章和表 5.3 的规定。

5.2.11.3.6 施工单位在施工过程中应按表 55 的要求检验、控制水泥混凝土拌和物的质量，低温或高温天气施工时，拌合物出料温度应控制在 $10^{\circ}\text{C}\sim 35^{\circ}\text{C}$ 。并应测定原材料温度、拌合物温度、坍落度损失率和凝结时间等。

表55 水泥混凝土拌和物检测项目和频率

检验项目	检查频率	
	快速路和主干道	次干道和支路
水灰比及稳定性	每 5000 m^3 抽检 1 次，有变化随时测	每 5000 m^3 抽检 1 次，有变化随时测
坍落度及其均匀性	每天施工测 3 次，有变化时随时测	每天施工测 3 次，有变化时随时测
坍落度损失率	开工、气温较高和有变化时测	开工、气温较高和有变化时测
振动黏度系数	配合比试样，原材料和配合比有变化时测	配合比试样，原材料和配合比有变化时测
含气量	每天测 1~2 次，有抗冻要求测 2~4 次	每天测 1~2 次，有抗冻要求测 2~4 次
泌水率	必要时测	必要时测
视密度	每天施工测 1 次	每天施工测 1 次
温度、凝结时间	必要时测，冬夏季每天测 1~2 次	必要时测，冬夏季每天测 1 次
水化热	冬夏季施工必要时测	冬夏季施工必要时测
离析	随时观察	随时观察
钢纤维体积率	每工班测 2 次，有变化随时测	每工班测 1 次，有变化随时测

5.2.11.3.7 施工过程中施工单位应及时对水泥混凝土路面工程进行检测，检测的项目、频度、质量标准应符合表 56、表 57 的规定。当检查结果达不到规定要求时，应追加检测数量，查找原因，并进行处理。

表56 水泥混凝土路面检测项目和频率

检验项目	检查频率	
	快速路和主干道	次干道和支路
弯拉强度	每班 2~4 组试件，日进度 < 500m 取两组； $\geq 500\text{m}$ 取 3 组； $\geq 1000\text{m}$ 取 4 组，测 f_{cs} 、 f_{min} 、 c_v	每班留 1~3 组试件，日进度 < 500m 取 1 组； $\geq 500\text{m}$ 取 2 组； $\geq 1000\text{m}$ 取 3 组，测 f_{cs} 、 f_{min} 、 c_v
钻芯劈裂强度	每车道每 3km 钻取 1 个芯样，硬路肩为 1 个车道，测平均 f_{cs} 、 f_{min} 、 c_v 、板厚 h	每车道每 3km 钻取 1 个芯样，硬路肩为 1 个车道，测平均 f_{cs} 、 f_{min} 、 c_v 、板厚 h
板厚	路面摊铺宽度内每 100m 左右各 2 处，连接摊铺每 100m 单边 1 处，参考芯样	路面摊铺宽度内每 100m 左右各 1 处，连接摊铺每 100m 单边 1 处，参考芯样
3m 直尺平整度	每半幅车道 100m 2 处 10 尺	每半幅车道 100m 2 处 10 尺
动态平整度	所有车道连续检测	所有车道连续检测
抗滑构造深度	铺砂法：每幅 200m 2 处	铺砂法：每幅 200m 1 处
相邻板高差	尺测：每 200m 纵缝 2 条，每条 3 处	尺测：每 200m 纵缝 2 条，每条 2 处
连接摊铺纵缝高差	尺测：每 200m 纵向工作缝，每条 3 处，每处间隔 2m 3 尺，共 9 尺	尺测：每 200m 纵向工作缝，每条 2 处，每处间隔 2m 3 尺，共 6 尺
接缝顺直度	20m 拉线测：每 200m 6 条	20m 拉线测：每 200m 4 条
中线平面偏位	经纬仪：每 200m 6 点	经纬仪：每 200m 4 点
路面宽度	尺测：每 200m 6 处	尺测：每 200m 4 处
纵断高程	经纬仪：每 200m 6 点	经纬仪：每 200m 4 点
横坡度	经纬仪：每 200m 6 个断面	经纬仪：每 200m 6 个断面

断板率	数断板面板块占总块数比例	数断板面板块占总块数比例
脱皮裂纹露石缺掉角	量实际面积，并计算与总面积比	量实际面积，并计算与总面积比
路缘石顺直度和高度	20m 拉线测：每 200m ⁴ 处	20m 拉线测：每 200m ² 处
灌缝饱满度	尺测：每 200m 接缝测 6 处	尺测：每 200m 接缝测 4 处
切缝深度	尺测：每 200m ⁶ 处	尺测：每 200m ⁴ 处
胀缝表面缺陷	每天观察填缝及啃边断角	每天观察填缝及啃边断角
胀缝板连浆	每条胀缝板安装时测量	每条胀缝板安装时测量
胀缝板倾斜	尺测：每块胀缝板每条两侧	尺测：每块胀缝板每条两侧
胀缝板弯曲和位移	尺测：每块胀缝板每条 3 处	尺测：每块胀缝板每条两侧
传力杆偏斜	钢筋保护层仪：每车道 4 根	钢筋保护层仪：每车道 3 根

表57 各级道路混凝土路面铺筑质量要求

项次	检查项目	允许值		
		快速路和主干道	次干道和支路	
1	弯拉强度 (MPa)	100%，符合附录 A 规定		
2	板厚度 (mm)	代表值 ≥-5 ；极值 ≥-10 ， c_v 值符合设计规定		
3	平整度	D (mm)	≤ 1.2	≤ 2.0
		IRI (m/km)	≤ 2.0	≤ 3.2
		3m 直尺最大间隙 Δh (mm)	≤ 3 (合格率 $\geq 90\%$)	≥ 5 (合格率应 $\geq 90\%$)
4	抗滑构造深度 (mm)	一般路段	0.70~1.10	0.50~0.90
		特殊路段 [®]	0.80~1.20	0.60~1.00
5	相邻高差 (mm)	≤ 2	≤ 3	
6	连接摊铺纵缝高差 (mm)	平均值 ≤ 3 ；极值 ≤ 2	平均值 ≤ 5 ；极值 ≤ 7	
7	接缝顺直度 (mm)	≤ 10		
8	中线平面偏位 (mm)	≤ 20		
9	路面宽度 (mm)	$\leq \pm 20$		
10	纵断高程 (mm)	± 10	± 15	
11	横坡度 (%)	± 0.15	± 0.25	
12	断板率 (%)	≤ 2	≤ 4	
13	脱皮印痕裂纹露石缺边掉角 (‰)	≤ 2	≤ 3	
14	路缘石顺直度和高度 (mm)	≤ 20	≤ 20	
15	灌缝饱满度 (mm)	≤ 2	≤ 3	
16	切缝深度 (mm)	≥ 50	≥ 50	
17	胀缝表面缺陷 (mm)	不应有	不应有	
18	胀缝板连浆 (mm)	≤ 20	≤ 30	
	胀缝板倾斜 (mm)	≤ 20	≤ 25	
	胀缝板弯曲和位移 (mm)	≤ 10	≤ 15	
19	传力杆倾斜 (mm)	≤ 10	≤ 13	
注1：抗滑表层的摩擦系数摆值或横向力系数根据设计需要决定是否检测，测试时间由设计规定；				
注2：对需要钻（挖）孔取样才能检查的厚度可利用施工过程中测定的数据。				

5.2.11.4 工程质量检查与验收

5.2.11.4.1 城镇道路水泥混凝土路面应按下列规定进行施工质量控制：

- a) 工程采用的主要材料、半成品、成品等应进行现场验收，并按有关规定进行复验。现场验收和复验结果应经监理工程师检查认可。凡涉及结构安全和使用功能的，监理工程师应按规定进行平行检验或见证取样检测。
- b) 水泥混凝土路面施工完成后应进行检查，并形成记录。

5.2.11.4.2 城镇道路水泥混凝土路面作为城镇道路单位工程的分项工程，可根据施工工艺、质量控制及路段长度等划分为若干个检验批。

5.2.11.4.3 对城镇道路水泥混凝土路面分项工程的质量验收，应进行质量控制资料、外形实测指标及外观质量验收，并应对涉及结构安全的材料、试件等进行见证检测或结构实体验收。

5.2.11.4.4 当城镇道路水泥混凝土路面施工质量不符合要求时，应按下列规定进行处理：

- a) 经返工重做的，应重新进行验收。
- b) 经有资质的检测单位检测鉴定能够达到设计要求的，应予以验收。
- c) 经有资质的检测单位检测鉴定达不到设计要求，但经原设计单位核算认可能够满足结构安全和使用功能的，可予以验收。
- d) 经返修或加固处理的部分工程，虽然改变外形尺寸但仍能满足使用要求，可按技术处理方案和协商文件进行验收。

5.2.11.4.5 通过返修或加固处理仍不能满足安全使用要求的城镇道路水泥混凝土路面，严禁验收。

5.2.11.4.6 工程完工后，施工单位应将全线以 100~500m 作为一个评定路段，按表 55 规定的频率，随机选取测点，对水泥混凝土面层全线自检，并绘制竣工图。

5.2.11.4.7 大、中型桥梁桥面水泥混凝土铺装层的质量与验收，应以 100m 作为一个评定路段，其质量指标应符合表 55 的规定。

5.2.11.4.8 工程建设单位在接到施工单位的竣工验收报告，并确认施工资料齐全后，应立即组织有关单位对施工质量进行竣工检查与验收。检查验收应按随机抽样的方法，选择一定数量的评定路段进行实测检查，每一检查段的检查频度、试验方法及检测结果应符合本规程表 55 的规定。当实测检查有困难时，经质量监督部门同意后，可随机抽查一定数量施工单位的质量检测结果，对工程质量进行评定。此种情况下，仍应复测部份路段的平整度，并利用施工中保存的钻孔试件对厚度及强度进行复核。

5.2.11.5 工程施工总结

5.2.11.5.1 工程结束后，施工单位应根据国家竣工文件编制的规定，提交竣工验收报告，连同竣工图表等完整的工程技术档案和施工管理资料，一并提交业主及有关档案管理部门。

5.2.11.5.2 竣工验收报告应包括工程概况(包括设计及变更情况)、工程基础资料、材料、施工组织、机械及人员配备、施工方法、施工进度、试验研究、工程质量评价等。

5.2.11.5.3 工程技术档案和施工管理资料是工程竣工验收和质量保证的重要依据之一，应包括质量保证体系、图纸会审和设计交底记录、设计变更通知、隐蔽验收记录、试验段铺筑报告、施工前及施工中材料质量检查结果(测试报告)、施工中工程质量检查结果(测试报告)、工程完工后质量自检结果(测试报告)、工程质量评价、竣工图以及原始记录、相册、录像等各种附件。

5.3 沥青混凝土面层

5.3.1 一般规定

5.3.1.1 沥青面层施工前应按有关规范的规定对基层进行检查，当基层的质量检查符合要求后方可修筑沥青面层。

5.3.1.2 路面面层不得在气温低于 10℃，以及雨天、路面潮湿的情况下施工。

- 5.3.1.3 旧沥青路面作为基层加铺沥青面层时，应根据旧路质量，确定对原有路面进行处理、整平或补强。
- 5.3.1.4 旧水泥路面作为基层加铺沥青面层时，应根据旧路质量，确定处治工艺，确认能满足基层要求后，方能加铺沥青层。
- 5.3.1.5 半刚性基层铺筑后应及时进行养生及保护，浇洒透层油或铺筑下封层，并尽快铺筑沥青面层，防止因暴晒出现开裂。
- 5.3.1.6 摊铺沥青混合料前，基层表面尘土、杂物应清扫干净。
- 5.3.1.7 铺筑沥青混合料前，应按设计要求埋设侧、缘石。
- 5.3.1.8 各种井外侧及侧、缘石与路面接触部位应涂沥青油。
- 5.3.1.9 各层沥青混合料应满足所在层位的性能要求，且便于施工，不易离析。各层施工间隔时间应尽量缩短，做到连续施工并联结成为整体。发现面层结构组合及级配类型设计不合理时，应进行调整。

5.3.2 原材料

5.3.2.1 一般规定

- 5.3.2.1.1 用于拌制沥青混合料的原材料有集料（碎石、砂、石屑）、矿粉、沥青以及添加剂等应附有质量检验单，各种材料必须按要求从工程实际使用的材料中取代表性样品进行检测验收，经评定合格方可使用。
- 5.3.2.1.2 沥青路面集料的粒径规格和筛分应以方孔筛为准，不同料源、品种、规格的集料不得混杂堆放。
- 5.3.2.1.3 沥青路面的沥青材料应采用道路石油沥青或改性沥青，且应根据交通量、气候条件、施工方法、沥青面层类型和材料来源等情况确定。
- 5.3.2.1.4 路面材料进入施工场地时，应登记并签发材料验收单，验收单应包括来源、品种、规格、数量、使用目的、购置日期、存放地点及其他应注明的事项。

5.3.2.2 道路石油沥青

- 5.3.2.2.1 沥青混合料所采用的沥青标号应根据道路等级、气候条件、交通条件、路面类型、混合料设计要求选择，其质量应符合表 58 道路石油沥青技术要求的规定。
- 5.3.2.2.2 沥青必须按品种、标号分开存放，除长期不使用的沥青可放在自然温度下存储外，沥青在储罐中的贮存温度不宜低于 130℃ 并不得高于 170℃。桶装沥青应直立堆放，加盖毡布。

表58 道路石油沥青质量要求

技术指标	单位	等级	沥青标号				试验方法
			110号	90号	70号	50号	
针入度(25℃, 5s, 100g)	0.1mm		100~120	80~100	60~80	40~60	T0604
针入度指数 PI		A	-1.5~+1.0				T0604
		B	-1.8~+1.0				
软化点(R&B) ≥	℃	A	43	45	46	49	T0606
		B	42	43	44	46	
60℃动力粘度 ≥	Pa·s	A	120	160	180	200	T0620
10℃延度 ≥	cm	A	40	20	15	15	T0605
		B	30	15	10	10	
15℃延度 ≥	cm		100				
蜡含量(蒸馏法) ≤	%	A	2.0				T0615
		B	2.5				
闪点 ≥	℃		230	245	260		T0611

溶解度 \geq	%		99.5				T0607
密度 (15℃)	g/cm ³		实测值				T0603
TFOT (或 RTFOT) 后							T0610或T0609
质量变化 \leq	%		± 0.8				
残留针入度比 (25℃) \geq	%	A	55	57	61	63	T0604
		B	52	54	58	60	
残留延度 (10℃) \geq	cm	A	10	8	6	4	T0605
		B	8	6	4	2	
<p>注3: 试验方法按照现行《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》(JTG E20-2011)规定的方法执行。用于仲裁试验取PI时的5个温度的针入度关系的相关系数不得小于0.997。</p> <p>注4: 经建设单位同意,表中PI值、60℃动力粘度、10℃延度可作为选择性指标,也可不作为施工质量检验指标。</p> <p>注5: 70号沥青可根据需要要求供应商提供针入度范围为60~70或70~80的沥青,50号沥青可要求提供针入度范围为40~50或50~60的沥青。</p> <p>注6: 老化试验以TFOT为准,也可以RTFOT代替。</p> <p>注7: A级沥青使用于各个等级的道路和任何场合及层次。B级沥青使用于城市快车道、主干道沥青下面层及以下层次、城市次干道及支道的各个层次。</p>							

5.3.2.2.3 当缺乏所需标号的沥青时,可采用不同标号掺配的调和沥青,其掺配比例由试验决定,配后的沥青质量应符合表 58 要求。

5.3.2.2.4 道路石油沥青的贮运,使用及存放过程中应有良好的防水措施,避免雨水或加热管道蒸气进入沥青中。

5.3.2.3 改性沥青

5.3.2.3.1 城市快速路、主干道路面层或特殊重要工程的沥青面层采用改性沥青时,首先应按使用要求选定相应等级的改性沥青,及适宜的基质沥青和改性剂类型,根据已有经验初步确定改性剂用量,并制备改性沥青进行试验确定。

5.3.2.3.2 在现场制造的改性沥青应随做随用。当需要作短时间保存时,应保持适宜的温度,并进行不间断的搅拌或泵送循环,以保证改性沥青具有足够的稳定性和使用质量。

5.3.2.3.3 各类聚合物改性沥青的质量应符合表 59 的规定。针入度比对采用几种不同类型改性剂制备的复合改性沥青,根据不同改性剂的类型和剂量比例,按照工程改性的目的和要求,参照表中指标综合确定应该达到的质量要求。

表59 聚合物改性沥青的质量要求

技术指标	单位	SBS (I)				SBR (II)			EVA、PE (III)				试验方法
		I-A	I-B	I-C	I-D	II-A	II-B	II-C	III-A	III-B	III-C	III-D	
针入度 (25℃, 100g, 5s)	0.1mm	>100	100~80	80~60	60~40	>100	100~80	80~60	>80	80~60	60~40	40~30	T0604
针入度指数 $P_i \geq$		-1.2	-0.8	-0.4	0	-1.0	-0.8	-0.6	-1.0	-0.8	-0.6	-0.4	T0604
延度 (5℃, 5cm/min) \geq	cm	50	40	30	20	60	50	40	—				T0605
软化点 TR&B \geq	℃	45	50	55	60	45	48	50	48	52	56	60	T0606
运动粘度 (155℃) \leq	Pa·s	3							—				T0625 T0619
闪点 \geq	℃	230				230			230				T0611
溶解度 \geq	%	99.5				99.5			—				T0607
离析, 软化点差 \leq	℃	2.0				—			无改性剂明显析出、凝聚				T0661
弹性恢复 (25℃) \geq	%	55	60	65	75	—			—				T0662
粘韧性 \geq	N·m	—				5			—				T0624
韧性 \geq	N·m	—				2.5			—				T0624
RTFOT 后	质量损失 \leq	—							± 1.0				T0609 T0610

残留物	针入度比 (25℃) ≥	%	50	55	60	65	50	55	60	50	55	58	60	T0604
	延度 (5℃) ≥	cm	30	25	20	15	30	20	10	—				T0605

注1: 表中155℃运动粘度可采用 (JTG E20) 《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》中的“T0625沥青沥青布氏旋转粘度试验方法 (布洛克菲尔德粘度计法)”进行测定。若在不改变改性沥青物理力学性质并符合安全条件的温度下易于泵送和拌和, 或经试验证明适当提高泵送和拌和温度时能保证改性沥青的质量, 容易施工, 可不要求测定。有条件时应测定改性沥青在60℃时的动力粘度, 用毛细管法测定。

注2: 改性沥青在现场制作后立即使用或贮存期间进行不间断的搅拌或泵送循环时, 对离析试验指标可不作要求。

5.3.2.3.4 制造改性沥青的基质沥青应与改性剂有良好的配伍性, 其质量宜符合表 58 中 A 级或 B 级道路石油沥青的技术要求。供应商在提供改性沥青的质量报告时应提供基质沥青的质量检验报告或沥青样品。

5.3.2.3.5 天然沥青可以单独与石油沥青混合使用或与其他改性沥青混融后使用。天然沥青的质量要求宜根据其品种参照相关标准和成功的经验执行。

5.3.2.3.6 用作改性剂的 SBR 胶乳中的固体物含量不宜少于 50%, 使用中严禁长时间曝晒或遭冰冻。

5.3.2.3.7 改性沥青的剂量以改性剂占改性沥青总量的百分数计算, 胶乳改性沥青的剂量应以扣除水以后的固体物含量计算。

5.3.2.3.8 改性沥青宜在固定式工厂或在现场设厂集中制作, 也可在拌和厂现场边制造边使用, 改性沥青的加工温度不宜超过 180℃。胶乳类改性剂和制成颗粒的改性剂可直接投入拌和缸中生产改性沥青混合料。

5.3.2.3.9 用溶剂法生产改性沥青母体时, 挥发性溶剂回收后的残留量不得超过 5%。

5.3.2.3.10 现场制造的改性沥青宜随配随用, 需作短时间保存, 或运送到附近的工地时, 使用前必须搅拌均匀, 在不发生离析的状态下使用。改性沥青制作设备必须设有随机采集样品的取样口, 采集的试样宜立即在现场灌模。

5.3.2.3.11 工厂制作的成品改性沥青到达施工现场后存贮在改性沥青罐中, 改性沥青罐中必须加设搅拌设备并进行搅拌, 使用前改性沥青必须搅拌均匀。在施工过程中应定期取样检验产品质量, 发现离析等质量不符合要求的改性沥青不得使用。

5.3.2.4 乳化沥青

5.3.2.4.1 乳化沥青适用于沥青表面处治路面、沥青贯入式路面、冷拌沥青混合料路面, 修补裂缝, 喷洒透层、粘层与封层等。乳化沥青的品种和适用范围宜符合表 60 的规定。

表60 乳化沥青品种及适用范围

分类	品种及代号	适用范围
阳离子乳化沥青	PC-1	表处、贯入式路面及下封层用
	PC-2	透层油及基层养生用
	PC-3	粘层油用
	BC-1	稀浆封层或冷拌沥青混合料用
阴离子乳化沥青	PA-1	表处、贯入式路面及下封层用
	PA-2	透层油及基层养生用
	PA-3	粘层油用
	BA-1	稀浆封层或冷拌沥青混合料用
非离子乳化沥青	PN-2	透层油用
	BN-1	与水泥稳定集料同时使用 (基层路拌或再生)

5.3.2.4.2 乳化沥青的质量应符合表 61 的规定。在高温条件下宜采用粘度较大的乳化沥青，寒冷条件下宜使用粘度较小的乳化沥青。

表61 道路用乳化沥青技术要求

试验项目	单位	品种及代号										试验方法	
		阳离子				阴离子				非离子			
		喷洒用			拌和用	喷洒用			拌和用	喷洒用	拌和用		
		PC-1	PC-2	PC-3	BC-1	PA-1	PA-2	PA-3	BA-1	PN-2	BN-1		
破乳速度		快裂	慢裂	快裂或中裂	慢裂或中裂	快裂	慢裂	快裂或中裂	慢裂或中裂	慢裂	慢裂	T 0658	
粒子电荷		阳离子(+)				阴离子(-)				非离子		T 0653	
筛上残留物(1.18mm 筛)不大于	%	0.1				0.1				0.1		T 0652	
粘度	恩格拉粘度计 E ₂₅	2-10	1-6	1-6	2-30	2-10	1-6	1-6	2-30	1-6	2-30	T 0622	
	道路标准粘度计 C _{25.3}	10-25	8-20	8-20	10-60	10-25	8-20	8-20	10-60	8-20	10-60	T 0621	
蒸发残留物	残留分含量 不小于	%	50	50	50	55	50	50	50	55	50	55	T 0651
	溶解度, 不小于	%	97.5				97.5				97.5		T 0607
	针入度(25℃)	0.1 mm	50-200	50-300	45-150	50-200	50-300	45-150	50-300	60-300		T 0604	
	延度(15℃), 不小于	cm	40				40				40		T 0605
与粗集料的粘附性, 裹附面积不小于		2/3			—	2/3			—	2/3	—	T 0654	
与粗、细粒式集料拌和试验		—			均匀	—			均匀	—		T 0659	
水泥拌和试验的筛上剩余 不大于	%	—				—				—	3	T 0657	
常温贮存稳定性: 1d 不大于 5d 不大于	%	1 5				1 5				1 5		T 0655	
<p>注1: P为喷洒型, B为拌和型, C、A、N分别表示阳离子、阴离子、非离子乳化沥青;</p> <p>注2: 粘度可选用恩格拉粘度计或沥青标准粘度计之一测定;</p> <p>注3: 表中的破乳速度、与集料的粘附性、拌和试验的要求与所使用的石料品种有关, 质量检验时应采用工程上实际的石料进行试验, 仅进行乳化沥青产品质量评定时可不要求此三项指标;</p> <p>注4: 贮存稳定性根据施工实际情况选用试验时间, 通常采用5d, 乳液生产后能在当天使用时也可用1d的稳定性;</p> <p>注5: 当乳化沥青需要在低温冰冻条件下贮存或使用时, 尚需按T 0656进行-5℃低温贮存稳定性试验, 要求没有粗颗粒、不结块;</p> <p>注6: 如果乳化沥青是将高浓度产品运到现场经稀释后使用时, 表中的蒸发残留物等各项指标指稀释前乳化沥青的要求。</p>													

5.3.2.4.3 乳化沥青类型根据集料品种及使用条件选择。阳离子乳化沥青可适用于各种集料品种，阴离子乳化沥青适用于碱性石料。乳化沥青的破乳速度、粘度宜根据用途与施工方法选择。

5.3.2.4.4 制备乳化沥青用的基质沥青，对快速车道和主干道，应符合表 58 道路石油沥青 A、B 级沥青的要求，其他情况可采用 C 级沥青。

5.3.2.4.5 乳化沥青宜存放在立式罐中，并保持适当搅拌。贮存期以不离析、不冻结、不破乳为度。

5.3.2.5 液体石油沥青

5.3.2.5.1 液体石油沥青适用于透层、粘层及拌制冷拌沥青混合料。根据使用目的与场所，可选用快凝、中凝、慢凝的液体石油沥青，其质量应符合表 62 的规定。

表62 道路用液体石油沥青技术要求

试验项目	单位	快凝		中凝						慢凝						试验方法	
		AL(R) -1	AL(R) -2	AL(M) -1	AL(M) -2	AL(M) -3	AL(M) -4	AL(M) -5	AL(M) -6	AL(S) -1	AL(S) -2	AL(S) -3	AL(S) -4	AL(S) -5	AL(S) -6		
粘度	C _{25.5}	<20		<20							<20					T 0621	
	C _{60.5}	S	5~15		5~15	16~25	26~40	41~100	101~200		5~15	16~25	26~40	41~100	101~200		
蒸馏体积	225℃前	%	>20	>15	<10	<7	<3	<2	0	0						T 0632	
	315℃前	%	>35	>30	<35	<25	<17	<14	<8	<5							
	360℃前	%	>45	>35	<50	<35	<30	<25	<20	<15	<40	<35	<25	<20	<15		<5
蒸馏后残留物	针入度(25℃)	dmm	60~200	60~200	100~300	100~300	100~300	100~300	100~300	100~300						T 0604	
	延度(25℃)	Cm	>60	>60	>60	>60	>60	>60	>60	>60						T 0605	
	浮漂度(5℃)	S									<20	<20	<30	<40	<45	<50	T 0631
闪点(TOC法)	℃	>30	>30	>65	>65	>65	>65	>65	>65	>65	>70	>70	>100	>100	>120	>120	T 0633
含水量不大于	%	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	T 0612

5.3.2.5.2 液体石油沥青宜采用针入度较大的石油沥青，使用前按先加热沥青后加稀释剂的顺序，掺配煤油或轻柴油，经适当的搅拌、稀释制成。掺配比例根据使用要求由试验确定。

5.3.2.5.3 液体石油沥青在制作、贮存、使用的全过程中必须通风良好，并有专人负责，确保安全。基质沥青的加热温度严禁超过 140℃，液体沥青的贮存温度不得高于 50℃。

5.3.2.6 煤沥青

5.3.2.6.1 道路用煤沥青的标号根据气候条件、施工温度、使用目的选用，其质量应符合表 63 的规定。

表63 道路用煤沥青技术要求

试验项目		T-1	T-2	T-3	T-4	T-5	T-6	T-7	T-8	T-9	试验方法
粘度 (s)	C _{30.5}	5~25	26~70								T 0621
	C _{30.10}			5~25	26~50	51~120	121~200				
	C _{50.10}							10~75	76~200		
	C _{60.10}									35~65	
蒸馏试验, 馏出量 (%)	170℃前不大于	3	3	3	2	1.5	1.5	1.0	1.0	1.0	T 0641
	270℃前不大于 300℃	20 15~35	20 15~35	20 30	15 30	15 25	15 25	10 20	10 20	10 15	
300℃蒸馏残留物软化点(球法)(℃)		30~45	30~45	35~65	35~65	35~65	35~65	40~70	40~70	40~70	T 0606
水分不大于 (%)		1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.5	0.5	0.5	0.5	T 0612
甲苯不溶物不大于 (%)		20	20	20	20	20	20	20	20	20	T 0646
萘含量不大于 (%)		5	5	5	4	4	3.5	3	2	2	T 0645
焦油酸含量不大于 (%)		4	4	3	3	2.5	2.5	1.5	1.5	1.5	T 0642

5.3.2.6.2 道路用煤沥青适用于下列情况：

- 各种等级道路的各种基层上的透层，宜采用 T-1 或 T-2 级，其他等级不合喷洒要求时可适当稀释使用；
- 支路及支路以下的道路铺筑表面处治或贯入式沥青路面，宜采用 T-5、T-6 或 T-7 级；
- 与道路石油沥青、乳化沥青混合使用，以改善渗透性。

5.3.2.6.3 道路用煤沥青严禁用于热拌热铺的沥青混合料，作其他用途时的贮存温度宜为 70~90℃，且不得长时间贮存。

5.3.2.7 改性乳化沥青

5.3.2.7.1 改性乳化沥青宜按表 64 选用，质量应符合表 65 的技术要求。

表64 改性乳化沥青的品种和适用范围

品 种	代号	适用范围
改性乳化沥青	喷洒型改性乳化沥青	粘层、封层、桥面防水粘结层用
	拌和用乳化沥青	改性稀浆封层和微表处用

表65 改性乳化沥青技术要求

试验项目	单位	品种及代号		试验方法	
		PCR	BCR		
破乳速度		快裂或中裂	慢裂	T0658	
粒子电荷		阳离子(+)	阳离子(+)	T0653	
筛上剩余量 (1.18mm) 不大于	%	0.1	0.1	T0652	
粘度	恩格拉粘度 E ₂₅	1~10	3~30	T0622	
	沥青标准粘度 C _{25, 3}	s	8~25	T0621	
蒸发残留物	含量不小于	%	50	60	T0651
	针入度 (100g, 25℃, 5s)	dmm	40~120	40~100	T0604
	软化点不小于	℃	50	53	T0606
	延度 (5℃) 不小于	cm	20	20	T0605
	溶解度(三氯乙烯) 不小于	%	97.5	97.5	T0607
与矿料的粘附性, 裹覆面积不小于		2/3	—	T0654	
贮存稳定性	1天不大于	%	1	1	T0655
	5天不大于	%	5	5	T0655

注1: 破乳速度、与集料粘附性、拌和试验, 与所使用的石料品种有关。工程上施工质量检验时应采用实际的石料试验, 仅进行产品质量评定时可不对这些指标提出要求;

注2: 当用于填补车辙时, BCR蒸发残留物的软化点宜提高至不低于55℃;

注3: 贮存稳定性根据施工实际情况选择试验天数, 通常采用5天, 乳液生产后能在第二天使用完时也可选用1天。个别情况下改性乳化沥青5天的贮存稳定性难以满足要求, 如果经搅拌后能够达到均匀一致并不影响正常使用, 此时要求改性乳化沥青运至工地后存放在附有搅拌装置的贮存罐内, 并不断地进行搅拌, 否则不准使用。

注4: 当改性乳化沥青或特种改性乳化沥青需要在低温冰冻条件下贮存或使用时, 尚需按T0656进行-5℃低温贮存稳定性试验, 要求没有粗颗粒、不结块。

5.3.2.8 粗集料

5.3.2.8.1 用于沥青混合料的粗集料包括碎石、破碎砾石等, 应由具有生产许可证的采石场生产或施工单位自行加工。

5.3.2.8.2 粗集料应洁净、干燥、无风化、无杂质, 并具有足够的强度和耐磨耗性, 其质量应符合表 4.8.2 的规定。

5.3.2.8.3 粗集料的粒径规格应按表 66 的规定选用。

5.3.2.8.4 沥青混合料应选用质地致密、坚硬、耐磨、抗冲击性的玄武岩、辉绿岩等材料加工而成的, 其形状接近立方体, 有良好的嵌挤能力的粗集料, 其质量应符合表 67, 不得选用软质集料。

表66 沥青混合料用粗集料规格

规格	公称粒径 (mm)	通过下列筛孔(方孔筛, mm)的质量百分率(%)								
		37.5	31.5	26.5	19.0	13.2	9.5	4.75	2.36	0.6
S1	9.5~31.5	100	90~100	—	—	—	0~15	0~5	—	—
S2	9.5~26.5	—	100	90~100	—	0~15	—	0~5	—	—
S3	9.5~19	—	—	100	90~100	—	0~15	0~5	—	—
S4	9.5~16	—	—	—	100	90~100	0~15	0~5	—	—
S5	4.75~16	—	—	—	100	90~100	40~70	0~15	0~5	—
S6	4.75~9.5	—	—	—	—	100	90~100	0~15	0~5	—
S7	2.36~9.5	—	—	—	—	100	90~100	40~70	0~20	0~5
S8	2.36~4.75	—	—	—	—	—	100	90~100	0~15	0~3

5.3.2.8.5 城市道路快速路、主干路的表面层(或磨耗层)粗集料的磨光值应符合表67的要求外,允许在硬质粗集料中掺加部分较小粒径的磨光值,达不到要求的粗集料,其最大掺加比例由磨光值试验确定。

表67 沥青面层用粗集料质量要求

指标	单位	快速路、主干路	次干路、支路	SMA 混合料	试验方法
石料压碎值 \leq	%	26	28	25	T0316
洛杉矶磨耗损失 \leq	%	28	30	28	T0317
表观相对密度 \geq		2.60	2.50	2.60	T0304
吸水率 \leq	%	2.0	3.0	2.0	T0304
对沥青的粘附性 \geq	级	5	4	5	T0616
坚固性 \leq	%	12	/	12	T0314
细长扁平颗粒含量 \leq	%	15	20	15	T0312
水洗法 $<0.075\text{mm}$ 颗粒含量 \leq	%	1	1	1	T0310
软石含量 \leq	%	3	5	1	T0320
石料磨光值 \geq	BPN	42	40	42	T0321
石料冲击值 \leq	%	28	实测	28	T0322
具有破碎面颗粒含量 (路面表面层)	一个面上 \geq	%	100	80	T0346
	两个面上 \geq	%	90	60	
具有破碎面颗粒含量 (路面中下面层)	一个面上 \geq	%	90	70	T0346
	两个面上 \geq	%	80	50	

注:对2.36~4.75mm规格的粗集料,针片状颗粒含量可不予要求, $<0.075\text{mm}$ 含量可放宽到3%。

5.3.2.8.6 粗集料与沥青的粘附性应符合表67的要求,当使用不符合要求的粗集料时,宜掺加消石灰、水泥或用饱和石灰水处理后使用,必要时可同时在沥青中掺加耐热、耐水、长期性能好的抗剥落剂,也可采用改性沥青的措施,使沥青混合料的水稳定性检验达到要求。

5.3.2.8.7 破碎砾石应采用粒径大于50mm、含泥量不大于1%的砾石轧制,破碎砾石的破碎面应符合表4.8.3的要求。

5.3.2.8.8 当用于城市快速路、主干路的石料为酸性岩石时,宜使用针入度小的沥青,并应采用下列抗剥离措施,使沥青与矿料的粘附性符合表67的要求。

- 当使用干燥的磨细的消石灰或生石灰、水泥做替代部分填料时,其用量宜为矿料总量的1%~2%。
- 粗集料与沥青的粘附性应符合表67的要求,当使用不符合要求粗集料时,宜掺加消石灰、水泥或用饱和石灰水处理后使用,必要时可同时在沥青中掺加耐热、耐水、长期性能好的抗剥落剂,可采用改性沥青的措施,使沥青混合料的水稳定性检验达到要求。掺入外加剂的剂量由沥青混合料的水稳定性检验确定。

表68 粗集料对破碎面的要求

路面部位或混合料类型	具有一定数量破碎面颗粒的含量(%)		试验方法
	1个破碎面	2个或2个以上破碎面	
沥青路面表面层 城市快速路、主干路 其他道路	100 80	90 60	T 0346
沥青路面中下面层、基层 城市快速路、主干路 其他道路	90 70	80 50	
SMA 混合料	100	90	
贯入式路面	80	60	

5.3.2.8.9 筛选砾石仅适用于次干路及支路的沥青表面处治路面。

5.3.2.9 细集料

5.3.2.9.1 细集料应洁净、干燥、无风化、无杂质并有适当的颗粒级配，规格应符合表 69、表 70 的规定；质量应符合表 71 的规定。细集料的洁净程度，天然砂以小于 0.075 mm 含量的百分数表示，石屑和机制砂以砂当量（适用于 0~4.75 mm）或亚甲蓝值（适用于 0~2.36 mm 或 0~0.15 mm）表示。

5.3.2.9.2 热拌沥青混合料的细集料宜采用优质的天然砂或机制砂，但天然砂的用量通常不宜超过集料总量的 20%，SMA 不宜使用天然砂。在缺砂地区，也可使用石屑，但快速路、主干路沥青混凝土面层的石屑用量不宜超过天然砂及机制砂的用量。

表69 沥青面层用天然砂规格

方孔筛 mm	通过各筛孔的质量百分率(%)		
	粗砂	中砂	细砂
9.5	100	100	100
4.75	90~100	90~100	90~100
2.36	65~95	75~90	85~100
1.18	35~65	50~90	75~100
0.6	15~30	30~60	60~84
0.3	5~20	8~30	15~45
0.15	0~10	0~10	0~10
0.075	0~5	0~5	0~5

表70 沥青混合料用机制砂或石屑规格

规格	公称粒径 (mm)	通过下列筛孔的质量百分率(%)							
		9.5	4.75	2.36	1.18	0.6	0.3	0.15	0.075
S9	0~5	100	90~100	60~90	40~75	20~55	7~40	2~20	0~10
S10	0~3	—	100	80~100	50~80	25~60	8~45	0~25	0~15

表71 沥青面层用细集料质量要求

指 标	单 位	快速路、主干路	次干路、支路	试验方法
表观相对密度 \geq		2.60	2.50	T0328
坚固性(>0.3 mm 部分) \leq	%	12	—	T0340
砂当量 \geq	%	60	50	T0334
含泥量(小于 0.075 mm 的含量) \leq	%	3	5	T0333
亚甲蓝值 \leq	g/kg	25	—	T0349

棱角性（流动时间） \geq	s	30	—	T0345
注：坚固性试验可根据工程需要进行。				

5.3.2.9.3 细集料应与沥青有良好的粘结能力。与沥青粘结性能很差的天然砂及用花岗岩、石英岩等酸性石料破碎的机制砂或石屑不宜用于城市快速路、主干路沥青面层。当需要使用时，应采用本规程 5.3.2.8 条规定的抗剥离措施。

5.3.2.10 填料

5.3.2.10.1 沥青混合料的填料宜采用石灰岩或者岩浆岩中的强基性岩石等憎水性石料经磨细得到的矿粉。原石料中的泥土杂质应除净。矿粉应干燥、洁净，其质量应符合表 72 的要求。

表 72 沥青面层用矿粉质量要求

指标		快速路、主干路	次干路、支路	试验方法
表观密度 \geq (t/m ³)		2.60	2.50	T0352
含水量 \leq (%)		1	1	T0103
粒度范围	<0.6mm (%)	100	100	T0351
	<0.15mm (%)	90~100	90~100	
	<0.075mm (%)	75~100	70~100	
外观		无团粒结块		
亲水系数		<1		T0353
塑性指数		<4		T0354
加热安定性		实测		T0355

5.3.2.10.2 粉煤灰作为填料使用时，其烧失量应小于 12%，塑性指数应小于 4%，其余质量要求与矿粉相同。粉煤灰的用量不宜超过填料总量的 50%，并应经试验确认与沥青有良好的粘结力，沥青混合料的水稳性能应满足要求。城市快速路、主干路的沥青混凝土面层不宜采用粉煤灰作填料。

5.3.2.10.3 拌和机采用干法除尘措施回收的粉尘，可作为矿粉的一部分使用，采用湿法除尘措施回收粉尘，使用时应经干燥粉碎处理，且不得含杂质。回收粉尘的用量不得超过填料总量的 25%，掺有粉尘填料的塑性指数不得大于 4%，其余质量要求应与矿粉相同。

5.3.2.11 添加剂

5.3.2.11.1 在沥青混合料中掺纤维素稳定剂宜选用木质纤维素、矿物纤维素和合成纤维素等。纤维素的技术性能应符合表 73 的规定。

表 73 纤维素的技术性能要求

项 目	单 位	指 标	试验方法
纤维长度 \leq	mm	6	水溶液用显微镜观察
灰分含量	%	18 \pm 5	高温 590~600℃ 燃烧后测定残留物
PH 值	-	7.5 \pm 1.0	水溶液用 PH 试纸或 PH 计测定
吸油率 \geq	-	纤维质量的 5 倍	用煤油浸泡后放在筛上经振敲后称量
含水率（以质量计） \leq	%	5	105℃ 烘箱烘 2h 后冷却称量
耐热性	-	热失重不大于 6%	210℃ 烘箱 2 小时后颜色、体积基本无变化

5.3.2.11.2 纤维应在 250℃ 的干拌温度不变质、不发脆，使用纤维必须符合环保要求，不危害身体健康。纤维必须在混合料拌和过程中能分散均匀。

5.3.2.11.3 矿物纤维宜采用玄武岩等矿石制造，易影响环境及造成人体伤害的石棉纤维不宜直接使用。

5.3.2.11.4 纤维应放在室内或有遮盖的地方，松散纤维在运输及使用过程中应避免受潮、结团。

5.3.2.11.5 纤维稳定剂的掺加比例以沥青混合料总量的质量百分率计算，通常情况下用于 SMA 路面的木质素纤维不宜低于 0.3%，矿物纤维不宜低于 0.4%，必要时可适当增加纤维用量。纤维掺加量的允许误差宜不超过±5%。

5.3.2.11.6 沥青混合料是否使用抗剥落剂应通过试验确定，若采用应使用无毒的环保产品，其性能指标应符合表 74 的规定，掺量为 0.2%~0.6%。

表 74 抗剥落剂性能指标

技术性能	氯离子含量 %	铁离子含量 %	通过 2mm %	含水量 %	分解温度 ℃	熔点 ℃	PH 值	气味
技术要求	<1	>94	>90	<5	>250	90±2	5~7	无/轻微

5.3.3 沥青表面处治路面

5.3.3.1 一般规定

5.3.3.1.1 沥青表面处治适用于城市道路的支路、县镇道路以及在旧沥青面层上加铺的罩面层或磨耗层。

5.3.3.1.2 沥青表面处治路面宜采用沥青洒布车及集料撒布机联合作业进行层铺法施工。

5.3.3.1.3 沥青表面处治施工的工序应紧密衔接，每个作业段长度应根据压路机数量、洒油设备及集料撒布机能力等确定。当天施工的路段应当天完成。

5.3.3.1.4 沥青表面处治宜在干燥和较热的季节施工，并应在雨季及日最高温度低于 15℃到来以前半个月结束，使表面处治层通过开放交通压实，成型稳定。

5.3.3.2 材料规格和用量

5.3.3.2.1 沥青表面处治可采用道路石油沥青、乳化沥青、煤沥青铺筑，沥青标号应按本规程相关规定选用。沥青表面处治的集料最大粒径应与处治层的厚度相等，其规格和用量宜按表 75 选用；沥青表面处治施工后，应在路侧另备 S6(4.95~9.5 mm)碎石或 S8(2.36~4.75 mm)石屑、粗砂或小砾石(1.18~2.36) m³/1000m²作为初期养护用料。

5.3.3.2.2 沥青表面处治各层沥青的用量应根据施工气温、沥青标号、基层等情况，在规定范围内选用。当沥青针入度较小、基层空隙较大时，沥青用量宜采用高限。

5.3.3.2.3 在旧沥青路面、清扫干净的碎(砾)石路面、水泥混凝土路面、块石路面上铺筑沥青表面处治路面时，可在第一层中增加 10%~20%沥青用量，不再另洒透层油。

表 75 沥青表面处治材料规格和用量

沥青种类	类型	厚度 (mm)	集料(m ³ /1000m ²)			沥青或乳液用量(kg/m ²)					
			第一层		第二层	第三层	第一次	第二次	第三次	合计用量	
			规格	用量	规格	用量					规格
石油沥青	单层	1.0	S6	7~9	-	-	1.0~1.2	-	-	1.0~1.2	
		1.5	S4	12~14	-	-	1.4~1.6	-	-	1.4~1.6	
	双层	1.5	S4	12~14	S6	7~8	-	1.4~1.6	1.0~1.2	-	2.4~2.8
		2.0	S3	16~18	S6	7~8	-	1.6~1.8	1.0~1.2	-	2.6~3.0
		2.5	S2	18~20	S6	7~8	-	1.8~2.0	1.0~1.2	-	2.8~3.2
			-	-	-	-	-	-	-	-	-

	三层	2.5	S2 18~20	S4 12~14	S6 7~8	1.6~1.8	1.2~1.4	1.0~1.2	3.8~4.4
		3.0	S1 20~22	S4 12~14	S6 7~8	1.8~2.0	1.2~1.4	1.0~1.2	4.0~4.6
乳 化 沥 青	单层	0.5	S8 7~9	-	-	0.9~1.0	-	-	0.9~1.0
	双层	1.0	S6 9~11	S8 4~6	-	1.8~2.0	1.0~1.2	-	2.8~3.2
	三层	3.0	S1 20~22	S4 9~11	S6 4~6 S8 3.5~4.5	2.0~2.2	1.8~2.0	1.0~1.2	4.8~5.4
注1: 煤沥青表面处治的沥青用量可比石油沥青用量增加15%~20%;									
注2: 表中的乳液用量按乳化沥青的蒸发残留物含量60%计算, 如沥青含量不同应予折算。									

5.3.3.3 施工机械

5.3.3.3.1 沥青表面处治施工应采用沥青洒布车喷洒沥青, 洒布时车速和喷洒量应保持稳定。沥青洒布车在整个宽度内喷洒应均匀。

5.3.3.3.2 小规模沥青表面处治施工可采用机动或手摇的手工沥青洒布机洒布沥青, 乳化沥青也可用齿轮泵或气压式洒布机洒布, 但不宜采用柱塞式洒布机。手工喷洒, 洒布应均匀, 喷洒工人应拥有熟练的技术。

5.3.3.3.3 沥青表面处治施工宜采用 6~8 t 及 8~10 t 的压路机。碾压时, 应使集料嵌挤紧密, 石料不得有较多压碎。乳化沥青表面处治宜采用较轻的机械。

5.3.3.4 施工准备

5.3.3.4.1 沥青表面处治施工应在路缘石安装完成以后进行, 基层必须清扫干净。

5.3.3.4.2 施工前应检查沥青洒布车的油泵系统、输油管道、油量表、保温设备等。将一定数量的沥青装入油罐后, 应先在路上试洒, 确定喷洒速度及洒油量。每次喷洒前喷油嘴应保持干净, 管道应畅通, 喷油嘴的角度应一致, 并与洒油管成 15°~25° 的夹角, 洒油管的高度使同一地点接受两个或三个喷油嘴喷洒的沥青, 并不得出现花白条。在有风的天气下不宜使用三重喷洒高度。当采用洒布过热沥青的机械洒布乳化沥青时, 必须将残留沥青除净并用柴油清洗干净。

5.3.3.4.3 集料撒布机使用前应检查其传动和液压调整系统, 并应进行试洒, 确定撒布各种规格集料时应控制的下料间隙及行驶速度。

5.3.3.4.4 当为半幅施工并采用人工撒布集料时, 应先在半幅等距离划分小段, 并应按规定用量备足集料, 以后每层按同样办法备料。

5.3.3.5 施工方法

5.3.3.5.1 三层式沥青表面处治的施工工艺应按下列步骤进行:

5.3.3.5.1.1 在透层沥青充分渗透, 或在已做透层或封层并已开放交通的基层清扫后, 可按要求速度洒洒第一层沥青。洒洒沥青应符合下列要求:

- 沥青的洒洒温度应根据施工气温及沥青标号选择, 石油沥青的洒洒温度宜为 130~170℃, 煤沥青的洒洒温度宜为 80~120℃。乳化沥青可在常温下洒洒, 当气温偏低, 破乳及成型过慢时, 可将乳液加温后洒洒, 但乳液温度不得超过 60℃。
- 当发现洒洒沥青后有空白、缺边时, 应及时进行人工补洒; 当有沥青积聚时应刮除。
- 沥青洒洒的长度应与集料撒布机的能力相配合, 应避免沥青洒洒后等待较长时间才撒布集料。
- 前后两车喷洒的接茬应搭接良好。在每段接茬处, 可用铁板或建筑纸等横铺在本段起洒点前及终点后, 其长度宜为 1~1.5m。当需要分幅洒洒时, 纵向搭接宽度宜为 10~15 cm。洒洒第二、三层沥青的搭接缝应错开。
- 除阳离子乳化沥青外, 不得在潮湿的集料、基层或旧路面上洒洒沥青。

5.3.3.5.1.2 第一层次集料在浇洒主层沥青后立即进行撒布,并不宜在主层沥青全段洒布完成后进行。撒布集料应采用集料撒布机或人工撒布,并应符合下列要求:

- a) 当使用乳化沥青时,集料撒布应在乳液破乳之前完成。
- b) 撒布集料后应及时扫匀,应覆盖施工路面,厚度应一致,集料不应重叠,也不应露出沥青。当局部有缺料时,应及时进行人工找补,局部过多时,应将多余集料扫出。
- c) 前幅路面浇洒沥青后,应在两幅搭接处暂留 10~15 cm 宽度不撒石料,待后幅浇洒沥青后一起撒布集料。

5.3.3.5.1.3 撒布一段集料后,应立即用 6~8 t 钢筒双轮压路机碾压,碾压时每次轮迹应重叠约 30 cm,并应从路边逐渐移至路中心,然后再从另一边开始移向路中心,以此作为一遍,宜碾压 3~4 遍。碾压速度开始不宜超过 2 km/h,以后适当增加。

5.3.3.5.1.4 第二、三层的施工方法和要求应与第一层相同,但可采用 8~10 t 压路机。当使用乳化沥青时,第二层撒布规格为 S12 (5~10 mm) 的碎石作嵌缝料后尚应增加一层封层料,其规格为 S14 (3~5 mm),用量为 3.5~5.5 m³/1000 m²。

5.3.3.5.2 双层式或单层式沥青表面处治施工时,浇洒沥青及撒布集料的次数分别为一次和两次,其施工程序和要求应符合三层式沥青表面处治的施工工艺的要求。

5.3.3.5.3 除乳化沥青表面处治应待破乳后水分蒸发并基本成型后方可通车外,沥青表面处治在碾压结束后即可开放交通。在通车初期应设专人指挥交通或设置障碍物控制行车,并使路面全部宽度均匀压实。在路面完全成型前应限制行车速度不超过 20 km/h,严禁兽力车及铁轮车行驶。

5.3.3.5.4 沥青表面处治应进行初期养护。当发现有泛油时,应在泛油处补撒嵌缝料,嵌缝料应与最后一层石料规格相同,并应扫匀。当有过多的浮动集料时,应扫出路外,并不得搓动已经粘着在位的集料。如有其他破坏现象,也应及时进行修补。

5.3.3.5.5 对道路人工构造物及各种管井盖座、侧平石、路缘石等外露部分以及人行道道面等,洒油时应加遮盖,防止污染。

5.3.4 沥青贯入式路面

5.3.4.1 一般规定

5.3.4.1.1 沥青贯入式路面适用于城市道路的次干路及支路。沥青贯入层也可作为沥青混凝土路面的联结层。

5.3.4.1.2 沥青贯入式路面的厚度宜为 4~8 cm。但乳化沥青贯入式路面的厚度不宜超过 5 cm。当贯入层上部加铺拌和的沥青混合料面层时,路面总厚度宜为 6~10 cm,其中拌和层的厚度宜为 2~4 cm。

5.3.4.1.3 沥青贯入式路面的最上层应撒布封层料或加铺拌和层。当乳化沥青贯入式路面铺筑在半刚性基层上时,应铺筑下封层。当沥青贯入层作为联结层时,可不撒表面封层料。

5.3.4.1.4 沥青贯入式路面宜在干燥和较热的季节施工,并宜在雨季及日最高温度低于 15℃ 到来以前半个月结束,使贯入式结构层通过开放交通碾压成型。

5.3.4.2 材料规格和用量

5.3.4.2.1 沥青贯入式路面的集料应选择有棱角、嵌挤性好的坚硬石料,其规格和用量宜根据贯入层厚度按表 76 或表 77 选用。当使用破碎砾石时,其破碎面应符合本规程的要求。沥青贯入层主层集料中大于粒径范围中值的数量不宜少于 50%。表面不加铺拌和层的贯入式路面在施工结束后每 1000 m² 宜另备 2~3 m³ 与最后一层嵌缝料规格相同的细集料等供初期养护使用。

表76 沥青贯入式路面材料规格和用量

(用量单位: 集料: $\text{m}^3/1000\text{m}^2$, 沥青及沥青乳液: kg/m^2)

沥青品种	石 油 沥 青							
	4		5		6			
规格和用量	规格	用量	规格	用量	规格	用量		
封层料	S8	3~5	S8	3~5	S7	4~6		
第三遍沥青	S6	1.0~1.2	S4	1.0~1.2	S4	1.0~1.2		
第二遍嵌缝料		6~7		10~12		10~12		
第二遍沥青		1.6~1.8		1.8~2.0		2.0~2.2		
第一遍嵌缝料	S4	12~14	S2	12~14	S2	16~18		
第一遍沥青		1.8~2.1		1.6~1.8		2.8~3.0		
主层石料	S1	45~50	S1	55~60	31.5~60	66~76		
沥青总用量	4.4~5.1		5.2~5.8		5.8~6.4			
沥青品种	石 油 沥 青				乳 化 沥 青			
	7		8		4		5	
规格和用量	规格	用量	规格	用量	规格	用量	规格	用量
封层料	S8	4~6	S8	4~6	S8	4~6	S8	4~6
第五遍沥青								0.8~1.0
第四遍嵌缝料							S8	5~6
第四遍沥青						0.8~1.0		1.2~1.4
第三遍嵌缝料					S8	5~6	S6	7~9
第三遍沥青		1.0~1.2		1.0~1.2		1.4~1.6		1.5~1.7
第二遍嵌缝料	S4	11~13	S4	11~13	S6	7~8	S4	9~11
第二遍沥青		2.4~2.6		2.6~2.8		1.6~1.8		1.6~1.8
第一遍嵌缝料	S1	18~20	S1	20~22	S4	12~14	S2	10~12
第一遍沥青		3.3~3.5		4.4~4.2		2.2~2.4		2.6~2.8
主层石料	S2	80~90	31.5~60	95~100	S1	40~45	S1	50~55
沥青总用量	6.7~7.3		7.6~8.2		6.0~6.8		7.4~8.5	
注1: 煤沥青贯入式的沥青用量可较石油沥青用量增加15%~20%;								
注2: 表中乳化沥青是指乳液的用量, 并适用于乳液浓度约为60%的情况, 如果浓度不同, 用量应予换算。								

表77 上拌下贯式路面的材料规格和用量

(用量单位: 集料: $\text{m}^3/1000\text{m}^2$, 沥青及沥青乳液: kg/m^2)

沥青品种	石 油 沥 青							
	4		5		6			
规格和用量	规格	用量	规格	用量	规格	用量		
第二遍嵌缝料	S6	5~6	S6	7~9	S6	7~9		
第二遍沥青		1.4~1.6		1.6~1.8		1.6~1.8		
第一遍嵌缝料	S4	12~14	S2	16~18	S2	16~18		
第一遍沥青		2.0~2.3		2.6~2.8		3.2~3.4		
主层石料	S1	45~50	S1	55~60	S1	66~76		
沥青总用量	3.4~3.9		4.2~4.6		4.8~5.2			
沥青品种	石 油 沥 青				乳 化 沥 青			
	7		5		6		6	
规格用量	规格	用量	规格	用量	规格	用量	规格	用量
第四遍嵌缝料					S8	4~6		
第四遍沥青								1.3~1.5
第三遍嵌缝料			S8	4~6	S6	8~10		
第三遍沥青				1.4~1.6				1.4~1.6
第二遍嵌缝料	S4	8~10	S6	9~10	S3	8~12		
第二遍沥青		1.7~1.9		1.8~2.0				1.5~1.7

第一遍嵌缝料	S2	18~20	S2	15~17	S2	24~26
第一遍沥青		4.0~4.2		2.5~2.7		2.4~2.6
主层石料	31.5~60	80~90	S1	50~55	31.5~60	50~55
沥青总用量	5.7~6.1		5.9~6.2		6.7~7.2	
<p>注1: 煤沥青贯入式的沥青用量可较石油沥青用量增加15%~20%;</p> <p>注2: 表中乳化沥青是指乳液的用量, 并适用于乳液浓度约为60%的情况;</p> <p>注3: 表面加铺拌和层部分的材料规格及沥青(或乳化沥青)用量按热拌沥青混合料(或乳化沥青碎石混合料路面)的有关规定执行。</p>						

5.3.4.2.2 贯入式路面各层结合料的用量应根据施工气温及沥青标号等在规定范围内选用, 在施工季节气温较低的寒冷地区, 或沥青针入度较小时, 沥青用量宜采用高限。在低温潮湿气候下用乳化沥青贯入时, 应按乳液总用量不变的原则进行调整, 上层应比正常情况适当增加, 下层应比正常情况适当减少。

5.3.4.3 施工机械

5.3.4.3.1 沥青贯入式路面的主层集料可采用碎石摊铺机或人工摊铺。嵌缝料宜采用集料撒布机撒布。

5.3.4.3.2 沥青洒布车应满足洒布时车速和喷洒量保持稳定, 在整个宽度内喷洒均匀的要求。

5.3.4.3.3 沥青贯入式路面施工宜采用 6~8 t 及 8~12 t 的压路机, 其主层集料宜用钢筒式压路机碾压。

5.3.4.4 施工准备

5.3.4.4.1 沥青贯入式路面施工前, 基层应清扫干净。当需要安装路缘石时, 应在路缘石安装完成以后施工。

5.3.4.4.2 乳化沥青贯入式路面必须浇洒透层或粘层沥青。当沥青贯入式路面厚度小于或等于 5 cm 时, 也应浇洒透层或粘层沥青。

5.3.4.5 施工方法

5.3.4.5.1 沥青贯入式路面的施工应按下列步骤进行:

5.3.4.5.1.1 撒布主层集料。撒布时应避免颗粒大小不均, 并应检查松铺厚度。撒布后严禁车辆在铺好的集料层上通行。

5.3.4.5.1.2 主层集料撒布后应采用 6~8 t 的钢筒式压路机进行初压, 碾压速度宜为 2 km/h。碾压应自路边缘逐渐移向路中心, 每次轮迹应重叠约 30 cm, 接着应从另一侧以同样方法压至路中心, 以此为碾压一遍。然后检验路拱和纵向坡度, 当不符合要求时应调整, 找平后再压, 至集料无显著推移为止。然后再用 10~12 t 压路机进行碾压, 每次轮迹重叠 1/2 左右, 宜碾压 4~6 遍, 直至主层集料嵌挤稳定, 无显著轮迹为止。

5.3.4.5.1.3 主层集料碾压完毕后, 应立即浇洒第一层沥青。沥青的浇洒温度应根据沥青标号及气温情况选择。当采用乳化沥青贯入时, 应防止乳液下漏过多。当主层集料碾压稳定后, 应先撒布一部分上一层嵌缝料, 再浇洒主层沥青。乳化沥青在常温下洒布, 当气温偏低需要加快破乳速度时, 可将乳液加热后洒布, 但乳液温度不得超过 60℃。

5.3.4.5.1.4 主层沥青浇洒完成后, 应立即撒布第一层嵌缝料, 嵌缝料撒布应均匀扫匀, 不足处应找补。当使用乳化沥青时, 石料撒布应在乳液破乳前完成。

5.3.4.5.1.5 嵌缝料扫匀后应立即用 8~12 t 钢筒式压路机进行碾压, 轮迹应重叠轮宽的 1/2 左右, 宜碾压 4~6 遍, 直至稳定为止。碾压时应随压随扫, 并使嵌缝料均匀嵌入。当气温较高使碾压过程中发生较大推移现象时, 应立即停止碾压, 待气温稍低时再继续碾压。

- 5.3.4.5.1.6 当浇洒第二层沥青、撒布第二层嵌缝料并完成碾压后，再浇洒第三层沥青。
- 5.3.4.5.1.7 撒布封层料，施工要求应与撒布嵌缝料相同。
- 5.3.4.5.1.8 最后碾压，宜采用 6~8 t 压路机碾压 2~4 遍，然后开放交通。
- 5.3.4.5.2 沥青贯入式路面开放交通后的交通控制、初期养护等，应符合本规程 5.3.3.5.3 条和 5.3.3.5.4 条的规定。
- 5.3.4.5.3 当沥青贯入式路面表面不撒布封层料，加铺沥青混合料拌和层时，应紧跟贯入层施工，上下应成为一个整体。贯入部分采用乳化沥青时，应待其破乳、水分蒸发且成型稳定后方可铺筑拌和层。当拌和层与贯入部分不能连续施工，且要在短期内通行施工车辆时，贯入层部分的第二遍嵌缝料用量应增加 $(2\sim3) \text{ m}^3/1000\text{m}^2$ 。在摊铺拌和层沥青混合料前，应清除贯入层表面的杂物、尘土以及浮动石料，再补充碾压一遍，并应浇洒粘层沥青。

5.3.5 热拌沥青混合料路面

5.3.5.1 一般规定

- 5.3.5.1.1 热拌沥青混合料(HMA)适用于各种等级城市道路的沥青路面。其种类按集料公称最大粒径、矿料级配、空隙率划分，分类见表 78。
- 5.3.5.1.2 各层沥青混合料应满足所在层位的功能性要求，便于施工，不容易离析。各层应连续施工并联结成为一个整体。当发现混合料结构组合及级配类型的设计不合理时应进行修改、调整，以确保沥青路面的使用性能。
- 5.3.5.1.3 沥青面层集料的最大粒径宜从上至下逐渐增大，应与压实层厚度相匹配。对热拌热铺密级配沥青混合料，沥青层一层的压实厚度不宜小于集料公称最大粒径的 2.5~3 倍，对 SMA 等嵌挤型混合料不宜小于公称最大粒径的 2~2.5 倍，以减少离析，便于压实。

表78 热拌沥青混合料种类

混合料类型	密级配			半开级配 沥青稳定碎石	公称最大粒径 mm	最大粒径 mm
	连续级配		间断级配			
	沥青混凝土	沥青稳定碎石	沥青玛蹄脂碎石			
粗粒式	—	ATB-30	—	—	31.5	37.5
	AC-25	ATB-25	—	—	26.5	31.5
中粒式	AC-20	—	SMA-20	AM-20	19.0	26.5
	AC-16	—	SMA-16	AM-16	16.0	19.0
细粒式	AC-13	—	SMA-13	AM-13	13.2	16.0
	AC-10	—	SMA-10	AM-10	9.5	13.2
砂粒式	AC-5	—	—	AM-5	4.75	9.5
设计空隙率注(%)	3~5	3~6	3.0~4.5	6~12		

注：空隙率可按配合比设计要求适当调整。

5.3.5.2 施工准备

- 5.3.5.2.1 铺筑沥青层前，应检查基层或下卧沥青层的质量，不符合要求的不得铺筑沥青面层。旧沥青路面或下卧层已被污染时，必须清洗或经铣刨处理后方可铺筑沥青混合料。
- 5.3.5.2.2 石油沥青加工及沥青混合料施工温度应根据沥青标号及粘度、气候条件、铺装层的厚度确定。
- 5.3.5.2.2.1 普通沥青结合料的施工温度宜通过在 135℃及 175℃条件下测定的粘度—温度曲线按表 79 的规定确定。缺乏粘温曲线数据时，可参照表 80 的范围选择，并根据实际情况确定使用高值或低值。当表中温度不符合实际情况时，容许作适当调整。

表79 确定沥青混合料拌和及压实温度的适宜温度

粘度	适宜于拌和的沥青结合料粘度	适宜于压实的沥青结合料粘度	测定方法
表观粘度	$(0.17 \pm 0.02) \text{ Pa} \cdot \text{s}$	$(0.28 \pm 0.03) \text{ Pa} \cdot \text{s}$	T 0625
运动粘度	$(170 \pm 20) \text{ mm}^2/\text{s}$	$(280 \pm 30) \text{ mm}^2/\text{s}$	T 0619
赛波特粘度	$(85 \pm 10) \text{ s}$	$(140 \pm 15) \text{ s}$	T 0623

表80 拌沥青混合料的施工温度

单位为℃

施工工序	石油沥青的标号			
	50号	70号	90号	110号
沥青加热温度	160~170	155~165	150~160	145~155
矿料加热温度	间隙式拌和机	集料加热温度比沥青温度高 10~30		
	连续式拌和机	矿料加热温度比沥青温度高 5~10		
沥青混合料出料温度	150~170	145~165	140~160	135~155
混合料贮料仓贮存温度	贮料过程中温度降低不超过 10			
混合料废弃温度高于	200	195	190	185
运输到现场温度不低于	150	145	140	135
混合料摊铺温度, 不低于	正常施工	140	135	130
	低温施工	160	150	140
开始碾压的混合料内部温度, 不低于	正常施工	135	130	125
	低温施工	150	145	135
碾压终了的表面温度, 不低于	钢轮压路机	80	70	65
	轮胎压路机	85	80	75
	振动压路机	75	70	60
开放交通的路表温度, 不高于	50	50	50	45

注: 沥青混合料的施工温度采用具有金属探测针的插入式数显温度计测量。表面温度可采用表面接触式温度计测定。当采用红外线温度计测量表面温度时, 应进行标定。

5.3.5.2.2.2 聚合物改性沥青混合料的施工温度根据实践经验并参照表 81 选择。通常宜较普通沥青混合料的施工温度提高 10℃~20℃。对采用冷态胶乳直接喷入法制作的改性沥青混合料, 集料烘干温度应进一步提高。

表81 聚合物改性沥青混合料的正常施工温度范围

单位为℃

工 序	聚合物改性沥青品种		
	SBS 类	SBR 胶乳类	EVA、PE 类
沥青加热温度	160~165		
改性沥青现场制作温度	165~170	—	165~170
成品改性沥青加热温度, 不大于	175	—	175
集料加热温度	190~220	200~210	185~195
改性沥青 SMA 混合料出厂温度	170~185	160~180	165~180
混合料最高温度(废弃温度)	195		
混合料贮存温度	拌和出料后降低不超过 10		
摊铺温度 不低于	160		
初压开始温度 不低于	150		
碾压终了的表面温度 不低于	90		
开放交通时的路表温度 不高于	50		

注: 当采用表列以外的聚合物或天然沥青改性沥青时, 施工温度由试验确定。

5.3.5.2.2.3 SMA混合料的施工温度应视纤维品种和数量、矿粉用量的不同，在改性沥青混合料的基础上作适当提高。

5.3.5.3 配合比设计

5.3.5.3.1 沥青混合料必须在对同类道路配合比设计和使用情况调查研究的基础上，充分借鉴成功的经验，选用符合要求的材料，进行配合比设计。

5.3.5.3.2 沥青混合料的矿料级配应符合工程规定的设计级配范围。密级配沥青混合料宜根据道路等级、气候及交通条件按表 82 选择采用粗型（C型）混合料，并在表 83 范围内确定工程设计级配范围，通常情况下工程设计级配范围不宜超出表 83 和表 84 的要求。其他类型的混合料宜直接以表 85 和表 86 作为工程设计级配范围。

表82 粗型和细型密级配沥青混凝土的关键性筛孔通过率

混合料类型	公称最大粒径 (mm)	用以分类的关键 性筛孔(mm)	粗型密级配	
			名称	关键性筛孔通过率(%)
AC-25	26.5	4.75	AC-25C	<40
AC-20	19	4.75	AC-20C	<45
AC-16	16	2.36	AC-16C	<38
AC-13	13.2	2.36	AC-13C	<40
AC-10	9.5	2.36	AC-10C	<45

表83 密级配沥青混凝土混合料矿料级配范围

级配类型		通过下列筛孔(mm)的质量百分率(%)												
		31.5	26.5	19	16	13.2	9.5	4.75	2.36	1.18	0.6	0.3	0.15	0.075
粗粒式	AC-25	100	95-100	77-85	67-75	50-65	47-55	30-37	24-30	15-19	13-15	10-13	6-10	4-6
中粒式	AC-20		100	95-97	75-80	62-68	52-58	35-40	28-34	20-24	15-19	10-14	6-10	5-7
	AC-16			100	95-100	65-80	50-60	28-40	24-32	18-22	14-18	10-14	7-10	5-7
细粒式	AC-13				100	95-100	60-80	28-42	23-30	18-23	14-19	10-13	7-10	5-7
	AC-10					100	90-100	45-75	30-58	20-44	13-32	9-23	6-16	4-8
砂粒式	AC-5						100	90-100	55-75	35-55	20-40	12-28	7-18	5-10

表84 沥青玛蹄脂碎石混合料矿料级配范围

级配类型		通过下列筛孔(mm)的质量百分率(%)											
		26.5	19	16	13.2	9.5	4.75	2.36	1.18	0.6	0.3	0.15	0.075
中粒式	SMA-20	100	90-100	72-92	62-82	40-55	18-30	13-22	12-20	10-16	9-14	8-13	8-12
	SMA-16		100	90-100	65-85	40-65	20-32	16-26	14-22	12-18	11-16	10-15	8-12
细粒式	SMA-13			100	95-100	50-75	25-33	23-28	19-23	15-19	13-15	10-13	8-12
	SMA-10				100	90-100	30-40	20-30	14-23	13-20	12-16	10-15	8-12

表85 密级配沥青碎石混合料矿料级配范围

级配类型		通过下列筛孔(mm)的质量百分率(%)														
		53	37.5	31.5	26.5	19	16	13.2	9.5	4.75	2.36	1.18	0.6	0.3	0.15	0.075
特粗式	ATB-40	100	90-100	75-92	65-85	49-71	43-63	37-57	30-50	20-40	15-32	10-25	8-18	5-14	3-10	2-6
	ATB-30		100	90-100	70-90	53-72	44-66	39-60	31-51	20-40	15-32	10-25	8-18	5-14	3-10	2-6
粗粒式	ATB-25			100	90-100	60-80	48-68	42-62	32-52	20-40	15-32	10-25	8-18	5-14	3-10	2-6

表86 半开级配沥青碎石混合料矿料级配范围

级配类型		通过下列筛孔(mm)的质量百分率(%)											
		26.5	19	16	13.2	9.5	4.75	2.36	1.18	0.6	0.3	0.15	0.075
中粒式	AM ²⁰	100	90~100	60~85	50~75	40~65	15~40	5~22	2~16	1~12	0~10	0~8	0~5
	AM ¹⁶		100	90~100	60~85	45~68	18~40	6~25	3~18	1~14	0~10	0~8	0~5
细粒式	AM ¹³			100	90~100	50~80	20~45	8~28	4~20	2~16	0~10	0~8	0~6
	AM ¹⁰				100	90~100	35~65	10~35	5~22	2~16	0~12	0~9	0~6

5.3.5.3.3 本规范采用马歇尔试验配合比设计方法，沥青混合料技术要求应符合表 87~89 的规定，并具有良好的施工性能。当采用其他方法设计沥青混合料时，应按本规程规定进行马歇尔试验及各项配合比设计检验，并报告不同设计方法各自的试验结果。次干道宜参照快速路和主干道的技术标准执行。长大坡度的路段按重载交通路段考虑。

表87 密级配沥青混凝土混合料马歇尔试验技术标准

(本表适用于公称最大粒径 26.5 mm 的密级配沥青混凝土混合料)

试验指标	单位	快速路和主干道				次干道	行人道路
		中轻交通		重载交通			
击实次数(双面)	次	75				50	50
试件尺寸	mm	φ 101.6mm×63.5mm					
空隙率 VV	%	3~6 ^[注2]				3~6	2~4 ~
稳定度 MS ≥	kN	8				5	3
流值 FL	mm	2~4		2~4		2~5	2~5
矿料间隙率 VMA (≥) (%)	设计空隙率 (%)	相应于以下公称最大粒径(mm)的最小 VMA 及 VFA 技术要求 (%)					
		26.5	19	16	13.2	9.5	4.75
	2	10	11	11.5	12	13	15
	3	11	12	12.5	13	14	16
	4	12	13	13.5	14	15	17
	5	13	14	14.5	15	16	18
6	14	15	15.5	16	17	19	
沥青饱和度 VFA (%)		60~70	60~75			70~85	
注1: 对空隙率大于5%的重载交通路段，施工时应至少提高压实度1%。							
注2: 当设计的空隙率不是整数时，由内插确定要求的VMA最小值。							
注3: 对改性沥青混合料，马歇尔试验的流值可适当放宽(0.5~1%)。							

表88 沥青稳定碎石混合料马歇尔试验配合比设计技术标准

试验指标	单位	密级配基层 (ATB)		半开级配面层 (AM)
		26.5mm	≥31.5mm	≤26.5mm
公称最大粒径	mm	26.5mm	≥31.5mm	≤26.5mm
马歇尔试件尺寸	mm	φ 101.6mm×63.5mm		φ 101.6mm×63.5mm
击实次数(双面)	次	75	112	50
空隙率 VV ^①	%	3~6		6~10
稳定度, ≥	kN	7.5	15	3.5
流值	mm	2~4	实测	—
沥青饱和度 VFA	%	55~70		40~70
密级配基层 ATB 的矿料间隙率 VMA ≥ (%)	设计空隙率 (%)	ATB~40		ATB~30
	4	11		11.5
	5	12		12.5
	6	13		13.5

表89 SMA 混合料马歇尔试验配合比设计技术要求

试验项目	单位	技术要求		试验方法
		不使用改性沥青	使用改性沥青	
马歇尔试件尺寸	mm	Φ 101.6 mm×63.5 mm		T 0702
马歇尔试件击实次数		两面击实 50 次		T 0702
空隙率 VV	%	3.0~4.5		T 0708
矿料间隙率 VMA ¹ ≥	%	17.0		T 0708
粗集料骨架间隙率 VCA _{mix} ≤		VCA _{ARC}		T 0708
沥青饱和度 VFA	%	75~85		T 0708
稳定度 ≥	kN	5.5	6.0	T 0709
流值	mm	2~5	—	T 0709
谢伦堡沥青析漏试验的结合料损失	%	≤0.2	≤0.1	T 0732
<p>注1: 对集料坚硬不易击碎, 通行重载交通的路段, 也可将击实次数增加为双面75次。</p> <p>注2: 对高温稳定性要求较高的重交通路段或炎热地区, 设计空隙率允许放宽到4.5%, VMA允许放宽到16.5% (SMA~16)或16% (SMA~19), VFA允许放宽到70%。</p> <p>注3: 试验粗集料骨架间隙率VCA的关键性筛孔, 对SMA~19、SMA~16是指4.75 mm, 对SMA~13、SMA~10是指2.36 mm。</p> <p>注4: 稳定度难以达到要求时, 容许放宽到5.0 kN(非改性)或5.5 kN(改性), 但动稳定度检验必须合格。</p>				

5.3.5.3.4 对用于快速路和主干道的公称最大粒径等于或小于 19 mm 的密级配沥青混合料 (AC) 及 SMA 混合料需在配合比设计的基础上按下列步骤进行各种使用性能检验, 不符合要求的沥青混合料, 必须更换材料或重新进行配合比设计。次干道参照此要求执行。

5.3.5.3.4.1 必须在规定的试验条件下进行车辙试验, 并符合设计文件的要求。

5.3.5.3.4.2 必须在规定的试验条件下进行浸水马歇尔试验和冻融劈裂试验检验沥青混合料的水稳定性, 并同时符合表 90 中的两个要求。达不到要求时必须采取抗剥落措施, 调整最佳沥青用量后再次试验。

表90 沥青混合料水稳定性检验技术要求

技术指标	技术要求 %	试验方法	
浸水马歇尔试验 48h 残留稳定度(%) 不小于			
普通沥青混合料	80	T 0709	
改性沥青混合料	80		
SMA 混合料	普通沥青		80
	改性沥青		80
冻融劈裂试验的残留强度比(%) 不小于			
普通沥青混合料	75	T 0729	
改性沥青混合料	80		
SMA 混合料	普通沥青		75
	改性沥青		80

5.3.5.3.4.3 宜利用轮碾机成型的车辙试验试件, 脱模架起进行渗水试验, 并符合表 91 的要求。

表91 沥青混合料试件渗水系数技术要求

级配类型	渗水系数要求 ml/min	试验方法
密级配沥青混凝土 不大于	120	T 0730
SMA 混合料 不大于	80	

5.3.5.3.4.4 对改性沥青混合料的性能检验，应针对改性目的进行。以提高高温抗车辙性能为主要目的时，低温性能可按普通沥青混合料的要求执行；以提高低温抗裂性能为主要目的时，高温稳定性可按普通沥青混合料的要求执行。

5.3.5.3.5 快速路和主干路沥青混合料的配合比设计应在调查以往同类材料的配合比设计经验和使用效果的基础上，按以下步骤进行。

5.3.5.3.5.1 目标配合比设计阶段。用工程实际使用的材料按《公路沥青路面施工技术规范》（JTG F40-2004）中相关的方法，优选矿料级配、确定最佳沥青用量，符合配合比设计技术标准和配合比设计检验要求，以此作为目标配合比，供拌和机确定各冷料仓的供料比例、进料速度及试拌使用。

5.3.5.3.5.2 生产配合比设计阶段。对间歇式拌和机，应按规定方法取样测试各热料仓的材料级配，确定各热料仓的配合比，供拌和机控制室使用。同时选择适宜的筛孔尺寸和安装角度，尽量使各热料仓的供料大体平衡。并取得目标配合比设计的最佳沥青用量 OAC、OAC \pm 0.3% 等 3 个沥青用量进行马歇尔试验和试拌，通过室内试验及从拌和机取样试验综合确定生产配合比的最佳沥青用量，由此确定的最佳沥青用量与目标配合比设计的结果的差值不宜大于 \pm 0.2%。对连续式拌和机可省略生产配合比设计步骤。

5.3.5.3.5.3 生产配合比验证阶段。拌和机按生产配合比结果进行试拌、铺筑试验段，并取样进行马歇尔试验，同时从路上钻取芯样观察空隙率的大小，由此确定生产用的标准配合比。标准配合比的矿料合成级配中，至少应包括 0.075 mm、2.36 mm、4.75 mm 及公称最大粒径筛孔的通过率接近优选的工程设计级配范围的中值，并避免在 0.3 mm~0.6 mm 处出现“驼峰”。对确定的标准配合比，宜再次进行车辙试验和水稳定性检验。

5.3.5.3.5.4 确定施工级配允许波动范围。根据标准配合比及质量管理要求中各筛孔的允许波动范围，制订施工用的级配控制范围，用以检查沥青混合料的生产质量。

5.3.5.3.6 经设计确定的标准配合比在施工过程中不得随意变更。但生产过程中应加强跟踪检测，严格控制进场材料的质量，若遇材料发生变化并经检测沥青混合料的矿料级配、马歇尔技术指标不符合要求时，应及时调整配合比，使沥青混合料的质量符合要求并保持相对稳定，必要时重新进行配合比设计。

5.3.5.3.7 次干道及支路热拌沥青混合料的配合比设计可按上述步骤进行。当材料与同类道路完全相同时，也可直接引用成功的经验。

5.3.5.4 混合料的拌制

5.3.5.4.1 沥青混合料必须在沥青拌和厂（场、站）采用拌和机械拌制。

5.3.5.4.1.1 拌和厂的设置必须符合国家有关环境保护、消防、安全等规定。

5.3.5.4.1.2 拌和厂与工地现场距离应充分考虑交通堵塞的可能，确保混合料的温度下降不超过要求，且不致因颠簸造成混合料离析。

5.3.5.4.1.3 拌和厂应具有完备的排水设施。各种集料必须分隔贮存，细集料应设防雨顶棚，料场及场内道路应作硬化处理，严禁泥土污染集料。

5.3.5.4.2 沥青混合料可采用间歇式拌和机或连续式拌和机拌制。快速路和主干道宜采用间歇式拌和机拌和。连续式拌和机使用的集料必须稳定不变，一个工程从多处进料、料源或质量不稳定时，不得采用连续式拌和机。

5.3.5.4.3 沥青混合料拌和设备的各种传感器必须定期检定，周期不少于每年一次。冷料供料装置需经标定得出集料供料曲线。

5.3.5.4.4 间歇式拌和机应符合下列要求：

5.3.5.4.4.1 总拌和能力满足施工进度要求。拌和机除尘设备完好，能达到环保要求。

5.3.5.4.4.2 冷料仓的数量满足配合比需要，通常不宜少于 5~6 个。具有添加纤维、消石灰等外掺剂的设备。

- 5.3.5.4.5 集料与沥青混合料取样应符合现行试验规程的要求。从沥青混合料运料车上取样时必须在设置取样台分几处采集一定深度下的样品。
- 5.3.5.4.6 集料进场宜在料堆顶部平台卸料，经推土机推平后，铲运机从底部按顺序竖直装料，减小集料离析。
- 5.3.5.4.7 快速路和主干道施工用的间歇式拌和机必须配备计算机设备，拌和过程中逐盘采集并打印各个传感器测定的材料用量和沥青混合料拌和量、拌和温度等各种参数，每个台班结束时打印出一个台班的统计量，进行沥青混合料生产质量及铺筑厚度的总量检验，总量检验的数据有异常波动时，应立即停止生产，分析原因。
- 5.3.5.4.8 沥青混合料的生产温度应符合要求。烘干集料的残余含水量不得大于1%。每天开始几盘集料应提高加热温度，并干拌几锅集料废弃，再正式加沥青拌和混合料。
- 5.3.5.4.9 拌和机的矿粉仓应配备振动装置以防止矿粉起拱。添加消石灰、水泥等外掺剂时，宜增加粉料仓，也可由专用管线和螺旋升送器直接加入拌和锅，若与矿粉混合使用时应注意二者因密度不同发生离析。
- 5.3.5.4.10 拌和机必须有二级除尘装置，经一级除尘部分可直接回收使用，二级除尘部分可进入回收粉仓使用(或废弃)。对因除尘造成的粉料损失应补充等量的新矿粉。
- 5.3.5.4.11 沥青混合料拌和时间根据具体情况经试拌确定，以沥青均匀裹覆集料为度。间歇式拌和机每盘的生产周期不宜少于45s(其中干拌时间不少于5~10s)。改性沥青和SMA混合料的拌和时间应当适当延长。
- 5.3.5.4.12 间歇式拌和机的振动筛规格应与矿料规格相匹配，最大筛孔宜略大于混合料的最大粒径，其余筛的设置应考虑混合料的级配稳定，并尽量使热料仓大体均衡，不同级配混合料必须配置不同的筛孔组合。
- 5.3.5.4.13 间隙式拌和机宜备有保温性能好的成品储料仓，贮存过程中混合料温降不得大于10℃、且不能有沥青滴漏，普通沥青混合料的贮存时间不得超过72h，改性沥青混合料的贮存时间不宜超过24h，SMA混合料只限当天使用。
- 5.3.5.4.14 生产添加纤维的沥青混合料时，纤维必须在混合料中充分分散，拌和均匀。拌和机应配备同步添加投料装置，松散的絮状纤维可在喷入沥青的同时或稍后采用风送设备喷入拌和锅，拌和时间宜延长5s以上。颗粒纤维可在粗集料投入的同时自动加入，经5~10s的干拌后，再投入矿粉。工程量很小时也可分装成塑料小包或由人工量取直接投入拌和锅。
- 5.3.5.4.15 使用改性沥青时应随时检查沥青泵、管道、计量器是否受堵，堵塞时应及时清洗。
- 5.3.5.4.16 沥青混合料出厂时应逐车检测沥青混合料的重量和温度，记录出厂时间，签发运料单。

5.3.5.5 混合料的运输

- 5.3.5.5.1 热拌沥青混合料宜采用较大吨位的运料车运输，但不得超载运输，或急刹车、急弯掉头使透层、封层造成损伤。运料车的运力应稍有富余，施工过程中摊铺机前方应有运料车等候。对快速路和主干道，宜待等候的运料车多于5辆后开始摊铺。
- 5.3.5.5.2 运料车每次使用前后必须清扫干净，在车厢板上涂一薄层防止沥青粘结的隔离剂或防粘剂，但不得有余液积聚在车厢底部。从拌和机向运料车上装料时，应多次挪动汽车位置，平衡装料，以减少混合料离析。运料车运输混合料宜用苫布覆盖保温、防雨、防污染。
- 5.3.5.5.3 运料车进入摊铺现场时，轮胎上不得沾有泥土等可能污染路面的脏物，否则宜设水池洗净轮胎后进入工程现场。沥青混合料在摊铺地点凭运料单接收，若混合料不符合施工温度要求，或已经结成团块、已遭雨淋的不得铺筑。
- 5.3.5.5.4 摊铺过程中运料车应在摊铺机前100mm~300mm处停住，空挡等候，由摊铺机推动前进开始缓缓卸料，避免撞击摊铺机。在有条件时，运料车可将混合料卸入转运车经二次拌和后向摊铺机连续

均匀的供料。运料车每次卸料必须倒净，尤其是对改性沥青或 SMA 混合料，如有剩余，应及时清除，防止硬结。

5.3.5.5.5 SMA 混合料在运输、等候过程中，如发现有沥青结合料沿车厢板滴漏时，应采取易于避免的措施。

5.3.5.6 混合料的摊铺

5.3.5.6.1 热拌沥青混合料应采用沥青摊铺机摊铺，在喷洒有粘层油的路面上铺筑改性沥青混合料或 SMA 时，宜使用履带式摊铺机。摊铺机的受料斗应涂刷薄层隔离剂或防粘剂。

5.3.5.6.2 铺筑快速路和主干道沥青混合料时，一台摊铺机的铺筑宽度不宜超过 6 m(双车道)~7.5 m(3 车道以上)，通常宜采用两台或更多台数的摊铺机前后错开 10 m~20 m 成梯队方式同步摊铺，两幅之间应有 30 mm~60 mm 左右宽度的搭接，并躲开车道轮迹带，上下层的搭接位置宜错开 200 mm 以上。

5.3.5.6.3 摊铺机开工前应提前 0.5~1h 预热熨平板不低于 100℃。铺筑过程中应选择熨平板的振捣或夯锤压实装置具有适宜的振动频率和振幅，以提高路面的初始压实度。熨平板加宽连接应仔细调节至摊铺的混合料没有明显的离析痕迹。

5.3.5.6.4 摊铺机必须缓慢、均匀、连续不间断地摊铺，不得随意变换速度或中途停顿，以提高平整度，减少混合料的离析。摊铺速度宜控制在 2~6 m/min 的范围内。对改性沥青混合料及 SMA 混合料宜放慢至 1~3 m/min。当发现混合料出现明显的离析、波浪、裂缝、拖痕时，应分析原因，予以消除。

5.3.5.6.5 摊铺机应采用自动找平方式，下面层或基层宜采用钢丝绳引导的高程控制方式，上面层宜采用平衡梁或雪橇式摊铺厚度控制方式，中面层根据情况选用找平方式。直接接触式平衡梁的轮子不得粘附沥青。铺筑改性沥青或 SMA 路面时宜采用非接触式平衡梁。

5.3.5.6.6 沥青路面施工的最低气温应符合本规程的要求，寒冷季节遇大风降温，不能保证迅速压实时不得铺筑沥青混合料。热拌沥青混合料的最低摊铺温度根据铺筑层厚度、气温、风速及下卧层表面温度不得低于表 92 的要求。每天施工开始阶段宜采用较高温度的混合料。

表92 沥青混合料的最低摊铺温度

下卧层的 表面温度 ℃	相应于下列不同摊铺层厚度的最低摊铺温度(℃)					
	普通沥青混合料			改性沥青混合料或 SMA 沥青混合料		
	<50mm	50~80mm	>80mm	<50mm	50~80mm	>80mm
<5	不允许	不允许	140	不允许	不允许	不允许
5~10	不允许	140	135	不允许	不允许	不允许
10~15	145	138	132	165	155	150
15~20	140	135	130	158	150	145
20~25	138	132	128	153	147	143
25~30	132	130	126	147	145	141
>30	130	125	124	145	140	139

5.3.5.6.7 沥青混合料的松铺系数应根据混合料类型由试铺试压确定。摊铺过程中应随时检查摊铺层厚度及路拱、横坡，由使用的混合料总量与面积校验平均厚度。

5.3.5.6.8 摊铺机的螺旋布料器应相应于摊铺速度调整到保持一个稳定的速度均衡地转动，两侧应保持有不少于送料器 2/3 高度的混合料，以减少在摊铺过程中混合料的离析。

5.3.5.6.9 用机械摊铺的混合料，不宜用人工反复修整。当不得不由人工工作局部找补或更换混合料时，需仔细进行，特别严重的缺陷应整层铲除。

5.3.5.6.10 在路面狭窄部分、平曲线半径过小的匝道或加宽部分，以及小规模工程不能采用摊铺机铺筑时可用人工摊铺混合料。人工摊铺沥青混合料应符合下列要求：

5.3.5.6.10.1 半幅施工时，路中一侧宜事先设置挡板。

- 5.3.5.6.10.2 沥青混合料宜卸在铁板上，摊铺时应扣锹布料，不得扬锹远甩。铁锹等工具宜沾防粘剂或加热使用。
- 5.3.5.6.10.3 边摊铺边用刮板整平，刮平时应轻重一致，控制次数，严防集料离析。
- 5.3.5.6.10.4 摊铺不得中途停顿，并加快碾压。如因故不能及时碾压时，应立即停止摊铺，并对已卸下的沥青混合料覆盖苫布保温。
- 5.3.5.6.10.5 低温施工时，每次卸下的混合料应覆盖苫布保温。
- 5.3.5.6.11 在雨季铺筑沥青路面时，应加强气象联系，已摊铺的沥青层因遇雨未行压实的应予铲除。

5.3.5.7 沥青路面的压实及成型

- 5.3.5.7.1 压实成型的沥青路面应符合压实度及平整度的要求。
- 5.3.5.7.2 沥青混凝土的压实层最大厚度不宜大于 100 mm，沥青稳定碎石混合料的压实层厚度不宜大于 120mm，但当采用大功率压路机且经试验证明能达到压实度时允许增大到 150 mm。
- 5.3.5.7.3 沥青路面施工应配备足够数量的压路机，选择合理的压路机组合方式及初压、复压、终压(包括成型)的碾压步骤，以达到最佳碾压效果。快速路和主干道铺筑双车道沥青路面的压路机数量不宜少于 5 台。施工气温低、风大、碾压层薄时，压路机数量应适当增加。
- 5.3.5.7.4 压路机应以慢而均匀的速度碾压，压路机的碾压速度应符合表 93 的规定。压路机的碾压路线及碾压方向不应突然改变而导致混合料推移。碾压区的长度应大体稳定，两端的折返位置应随摊铺机前进而推进，横向不得在相同的断面上。
- 5.3.5.7.5 压路机的碾压温度应符合本规程表 79~81 的要求，并根据混合料种类、压路机、气温、层厚等情况经试压确定。在不产生严重推移和裂缝的前提下，初压、复压、终压都应在尽可能高的温度下进行。同时不得在低温状况下作反复碾压，使石料棱角磨损、压碎，破坏集料嵌挤。

表93 压路机碾压速度

单位为(km/h)

压路机类型	初压		复压		终压	
	适宜	最大	适宜	最大	适宜	最大
钢筒式压路机	2~3	4	3~5	6	3~6	6
轮胎压路机	2~3	4	3~5	6	4~6	8
振动压路机	2~3 (静压或振动)	3 (静压或振动)	3~4.5 (振动)	5 (振动)	3~6 (静压)	6 (静压)

- 5.3.5.7.6 沥青混合料的初压应符合下列要求：
- 5.3.5.7.6.1 初压应在紧跟摊铺机后碾压，并保持较短的初压区长度，以尽快使表面压实，减少热量散失。对摊铺后初始压实度较大，经实践证明采用振动压路机或轮胎压路机直接碾压无严重推移而有良好效果时，可免去初压直接进入复压工序。
- 5.3.5.7.6.2 通常宜采用钢轮压路机静压 1~2 遍。碾压时应将压路机的驱动轮面向摊铺机，从外侧向中心碾压，在超高路段则由低向高碾压，在坡道上应将驱动轮从低处向高处碾压。
- 5.3.5.7.6.3 初压后应检查平整度、路拱，有严重缺陷时进行修整乃至返工。
- 5.3.5.7.7 复压应紧跟在初压后进行，并应符合下列要求：
- 5.3.5.7.7.1 复压应紧跟在初压后开始，且不得随意停顿。压路机碾压段的总长度应尽量缩短，通常不超过 60~80 m。采用不同型号的压路机组合碾压时宜安排每一台压路机作全幅碾压。防止不同部位的压实度不均匀。
- 5.3.5.7.7.2 密级配沥青混凝土的复压宜优先采用重型的轮胎压路机进行搓揉碾压，以增加密水性，其总质量不宜小于 25 t，吨位不足时宜附加重物，使每一个轮胎的压力不小于 15 kN，冷态时的轮胎充

气压力不小于 0.55 MPa，轮胎发热后不小于 0.6 MPa，且各个轮胎的气压大体相同，相邻碾压带应重叠 $1/3 \sim 1/2$ 的碾压轮宽度，碾压至要求的压实度为止。

5.3.5.7.7.3 对粗集料为主的较大粒径的混合料，尤其是大粒径沥青稳定碎石基层，宜优先采用振动压路机复压。厚度小于 30 mm 的薄沥青层不宜采用振动压路机碾压。振动压路机的振动频率宜为 35~50 Hz，振幅宜为 0.3~0.8 mm。层厚较大时选用高频率大振幅，以产生较大的激振力，厚度较薄时采用高频率低振幅，以防止集料破碎。相邻碾压带重叠宽度为 100~200 mm。振动压路机折返时应先停止振动。

5.3.5.7.7.4 当采用三轮钢筒式压路机时，总质量不宜小于 12 t，相邻碾压带宜重叠后轮的 $1/2$ 宽度，并不应少于 200 mm。

5.3.5.7.7.5 对路面边缘、加宽及港湾式停车带等大型压路机难于碾压的部位，宜采用小型振动压路机或振动夯板作补充碾压。

5.3.5.7.8 终压应紧接在复压后进行，如经复压后已无明显轮迹时可免去终压。终压可选用双轮钢筒式压路机或关闭振动的振动压路机碾压不宜少于 2 遍，至无明显轮迹为止。

5.3.5.7.9 SMA 路面的压实应符合以下要求：

5.3.5.7.9.1 除沥青用量较低，经试验证明采用轮胎压路机碾压有良好效果外，不宜采用轮胎压路机碾压，以防将沥青结合料搓揉挤压上浮。

5.3.5.7.9.2 SMA 路面宜采用振动压路机或钢筒式压路机碾压。振动压路机应遵循“紧跟、慢压、高频、低幅”的原则，即紧跟在摊铺机后面，采取高频率、低振幅的方式慢速碾压。如发现 SMA 混合料高温碾压有推拥现象，应复查其级配是否合适。

5.3.5.7.10 碾压轮在碾压过程中应保持清洁，有混合料沾轮应立即清除。对钢轮可涂刷隔离剂或防粘剂，但严禁刷柴油。当采用向碾压轮喷水(可添加少量表面活性剂)的方式时，必须严格控制喷水量且成雾状，不得漫流，以防混合料降温过快。轮胎压路机开始碾压阶段，可适当烘烤、涂刷少量隔离剂或防粘剂，也可少量喷水，并先到高温区碾压使轮胎尽快升温，之后停止洒水。轮胎压路机轮胎外围宜加设围裙保温。

5.3.5.7.11 压路机不得在未碾压成型路段上转向、调头、加水或停留。在当天成型的路面上，不得停放各种机械设备或车辆，不得散落矿料、油料等杂物。

5.3.5.8 接 缝

5.3.5.8.1 沥青路面的施工必须接缝紧密、连接平顺，不得产生明显的接缝离析。上下层的纵缝应错开 150 mm(热接缝)或 300~400 mm(冷接缝)以上。相邻两幅及上下层的横向接缝均应错位 1 m 以上。接缝施工应用 3 m 直尺检查，确保平整度符合要求。

5.3.5.8.2 纵向接缝部位的施工应符合下列要求：

5.3.5.8.2.1 摊铺时采用梯队作业的纵缝应采用热接缝，将已铺部分留下 100~200 mm 宽暂不碾压，作为后续部分的基准面，然后作跨缝碾压以消除缝迹。

5.3.5.8.2.2 当半幅施工或因特殊原因而产生纵向冷接缝时，宜加设挡板或加设切刀切齐，也可在混合料尚未完全冷却前用镐刨除边缘留下毛茬的方式，但不宜在冷却后采用切割机作纵向切缝。加铺另半幅前应涂洒少量沥青，重叠在已铺层上 50~100 mm，再铲走铺在前半幅上面的混合料，碾压时由边向中碾压留下 100~150 mm，再跨缝挤紧压实。或者先在已压实路面上行走碾压新铺层 150 mm 左右，然后压实新铺部分。

5.3.5.8.3 快速路和主干道的表面层横向接缝应采用垂直的平接缝，以下各层可采用自然碾压的斜接缝，沥青层较厚时也可作阶梯形接缝(见图 3)。其他等级道路的各层均可采用斜接缝。

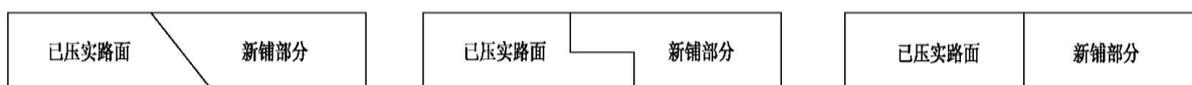


图3

5.3.5.8.4 斜接缝的搭接长度与层厚有关，宜为 0.4~0.8 m。搭接处应洒少量沥青，混合料中的粗集料颗粒应予剔除，并补上细料，搭接平整，充分压实。阶梯形接缝的台阶经铣刨而成，并洒粘层沥青，搭接长度不宜小于 3 m。

5.3.5.8.5 平接缝宜趁尚未冷透时用凿岩机或人工垂直刨除端部层厚不足的部分，使工作缝成直角连接。当采用切割机制作平接缝时，宜在铺设当天混合料冷却但尚未结硬时进行。刨除或切割不得损伤下层路面。切割时留下的泥水必须冲洗干净，待干燥后涂刷粘层油。铺筑新混合料接头应使接茬软化，压路机先进行横向碾压，再纵向碾压成为一体，充分压实，连接平顺。

5.3.5.9 开放交通及其他

5.3.5.9.1 热拌沥青混合料路面应待摊铺层完全自然冷却，混合料表面温度低于 50℃后，方可开放交通。需要提早开放交通时，可洒水冷却降低混合料温度。

5.3.5.9.2 沥青路面雨季施工应符合下列要求：

5.3.5.9.2.1 注意气象预报，加强工地现场、沥青拌和厂及气象台站之间的联系，控制施工长度，各项工序紧密衔接。

5.3.5.9.2.2 运料车和工地应备有防雨设施，并做好基层及路肩排水。

5.3.5.9.3 铺筑好的沥青层应严格控制交通，做好保护，保持整洁，不得造成污染，严禁在沥青层上堆放施工产生的土或杂物，严禁在已铺沥青层上制作水泥砂浆。

5.3.6 透层、粘层与封层

5.3.6.1 透层

5.3.6.1.1 沥青路面各类基层都必须喷洒透层油，沥青层必须在透层油完全渗透入基层后方可铺筑。基层上设置下封层时，透层油不宜省略。气温低于 10℃或大风、即将降雨时不得喷洒透层油。

5.3.6.1.2 根据基层类型选择渗透性好的液体沥青、乳化沥青、煤沥青作透层油，喷洒后通过钻孔或挖掘确认透层油渗透入基层的深度宜不小于 5mm（无机结合料稳定集料基层）~10 mm（无结合料基层），并能与基层联结成为一体。透层油的质量应符合本规程对于原材料的要求。

5.3.6.1.3 透层油的粘度通过调节稀释剂的用量或乳化沥青的浓度得到适宜的粘度，基质沥青的针入度通常宜不小于 100。透层用乳化沥青的蒸发残留物含量允许根据渗透情况适当调整，当使用成品乳化沥青时可通过稀释得到要求的粘度。透层用液体沥青的粘度通过调节煤油或轻柴油等稀释剂的品种和掺量经试验确定。

5.3.6.1.4 透层油的用量通过试洒确定，不宜超出表 94 要求的范围。

表94 沥青路面透层材料的规格和用量表

用途	液体沥青		乳化沥青		煤沥青	
	规格	用量 (L/m ²)	规格	用量 (L/m ²)	规格	用量 (L/m ²)
无结合料粒料基层	AL (M) -1、2 或 3	1.0~2.3	PC-2	1.0~2.0	T-1	1.0~1.5
	AL (S) -1、2 或 3		PA-2		T-2	
半刚性基层	AL (M) -1 或 2	0.6~1.5	PC-2	0.7~1.5	T-1	0.7~1.0
	AL (S) -1 或 2		PA-2		T-2	

注：表中用量是指包括稀释剂和水分等在内的液体沥青、乳化沥青的总量。乳化沥青中的残留物含量以50%为基准。

5.3.6.1.5 用于半刚性基层的透层油宜紧接在基层碾压成型后表面稍变干燥、但尚未硬化的情况下喷洒。

5.3.6.1.6 在无结合料粒料基层上洒布透层油时，宜在铺筑沥青层前 1~2 天洒布。

5.3.6.1.7 透层油宜采用沥青洒布车一次喷洒均匀，使用的喷嘴宜根据透层油的种类和粘度选择并保证均匀喷洒，沥青洒布车喷洒不均匀时宜改用手工沥青洒布机喷洒。洒布应符合本规范 5.3.3.4.2 条的要求。

5.3.6.1.8 喷洒透层油前应清扫路面，遮挡防护路缘石及人工构造物避免污染，透层油必须洒布均匀，有花白遗漏应人工补洒，喷洒过量的立即撒布石屑或砂吸油，必要时作适当碾压。透层油洒布后不得在表面形成能被运料车和摊铺机粘起的油皮，透层油达不到渗透深度要求时，应更换透层油稠度或品种。

5.3.6.1.9 透层油洒布后的养生时间随透层油的品种和气候条件由试验确定，确保液体沥青中的稀释剂全部挥发，乳化沥青渗透且水分蒸发，然后尽早铺筑沥青面层，防止工程车辆损坏透层。

5.3.6.2 粘层

5.3.6.2.1 符合下列情况之一时，必须喷洒粘层油。

5.3.6.2.1.1 双层式或三层式热拌热铺沥青混合料路面的沥青层之间。

5.3.6.2.1.2 水泥混凝土路面、沥青稳定碎石基层或旧沥青路面上加铺沥青层。

5.3.6.2.1.3 路缘石、雨水口、检查井等构造物与新铺沥青混合料接触的侧面。

5.3.6.2.2 粘层油宜采用快裂或中裂乳化沥青、改性乳化沥青，也可采用快、中凝液体石油沥青，其规格和质量应符合本规范的要求，所使用的基质沥青标号宜与主层沥青混合料相同。

5.3.6.2.3 粘层油品种和用量，应根据下卧层的类型通过试洒确定，并符合表 95 的要求。当粘层油上铺筑薄层大空隙排水路面时，粘层油的用量宜增加到 0.6~1.0 L/m²。在沥青层之间兼作封层而喷洒的粘层油宜采用改性沥青或改性乳化沥青，其用量宜不少于 1.0 L/m²。

表95 沥青路面粘层材料的规格和用量表

下卧层类型	液体沥青		乳化沥青	
	规格	用量(L/m ²)	规格	用量(L/m ²)
新建沥青层或旧沥青路面	AL (R) -3~AL (R) -6	0.3~0.5	PC-3	0.3~0.6
	AL (M) -3~AL (M) -6		PA-3	
水泥混凝土	AL (M) -3~AL (M) -6	0.2~0.4	PC-3	0.3~0.5
	AL (S) -3~AL (S) -6		PA-3	

注：表中用量是指包括稀释剂和水分等在内的液体沥青、乳化沥青的总量。乳化沥青中的残留物含量以50%为基准。

5.3.6.2.4 粘层油宜采用沥青洒布车喷洒，并选择适宜的喷嘴，洒布速度和喷洒量保持稳定。当采用机动或手摇的手工沥青洒布机喷洒时，必须由熟练的技术工人操作，均匀洒布。气温低于 10℃时不得喷洒粘层油，寒冷季节施工不得不喷洒时可以分成两次喷洒。路面潮湿时不得喷洒粘层油，用水洗刷后需待表面干燥后喷洒。

5.3.6.2.5 喷洒的粘层油必须成均匀雾状，在路面全宽度内均匀分布成一薄层，不得有洒花漏空或成条状，也不得有堆积。喷洒不足的要补洒，喷洒过量处应予刮除。喷洒粘层油后，严禁运料车外的其他车辆和行人通过。

5.3.6.2.6 粘层油宜在当天洒布，待乳化沥青破乳、水分蒸发完成，或稀释沥青中的稀释剂基本挥发完成后，紧跟着铺筑沥青层，确保粘层不受污染。

5.3.6.3 封层

5.3.6.3.1 上封层

5.3.6.3.1.1 符合下列情况之一时，应在沥青面层上铺筑上封层：

- a) 沥青面层的空隙较大，透水严重。
- b) 有裂缝或已修补的旧沥青路面。
- c) 需加铺磨耗层改善抗滑性能的旧沥青路面。
- d) 需铺筑磨耗层或保护层的新建沥青路面。

5.3.6.3.1.2 上封层根据情况可选择乳化沥青稀浆封层、微表处、改性沥青集料封层、薄层磨耗层或其他适宜的材料。

5.3.6.3.1.3 铺设上封层的下卧层必须彻底清扫干净，对车辙、坑槽、裂缝进行处理或挖补。

5.3.6.3.1.4 上封层的类型根据使用目的、路面的破损程度选用。

5.3.6.3.1.5 裂缝较细、较密的可采用涂洒类密封剂、软化再生剂等涂刷罩面；

5.3.6.3.1.6 对于次干道及支路的旧沥青路面可以采用普通的乳化沥青稀浆封层，也可在喷洒道路石油沥青后撒布石屑（砂）后碾压作封层；

5.3.6.3.1.7 对快速路和主干道有轻微损坏的宜铺筑微表处；

5.3.6.3.1.8 对用于改善抗滑性能的上封层可采用稀浆封层、微表处或改性沥青集料封层。

5.3.6.3.2 下封层

5.3.6.3.2.1 符合下列情况之一时，应在沥青面层下铺筑下封层：

- a) 位于多雨地区且沥青面层空隙较大，渗水严重。
- b) 在铺筑基层后，不能及时铺筑沥青面层，且须开放交通。

5.3.6.3.2.2 下封层宜采用层铺法表面处治或稀浆封层法施工。稀浆封层可采用乳化沥青或改性乳化沥青作结合料。下封层的厚度不宜小于 6 mm，且做到完全密水。

5.3.6.3.2.3 以层铺法沥青表面处治铺筑下封层时，通常采用单层式，表 75 中的矿料用量宜为 5~8 m³/1000 m²，沥青用量可采用要求范围的中高限。

5.3.6.3.3 稀浆封层和微表处

5.3.6.3.3.1 微表处主要用于快速路和主干道的预防性养护以及填补轻度车辙，也适用于新建道路的抗滑磨耗层。稀浆封层一般用于次干道和支路的预防性养护，也适用于新建道路的下封层。

5.3.6.3.3.2 稀浆封层和微表处必须使用专用的摊铺机进行摊铺。单层微表处适用于旧路面车辙深度不大于 15 mm 的情况，超过 15 mm 的必须分两层铺筑，或先用 V 字形车辙摊铺箱摊铺，深度大于 40 mm 时不适宜微表处处理。

5.3.6.3.3.3 微表处必须采用改性乳化沥青，稀浆封层可采用普通乳化沥青或改性乳化沥青，其品种和质量应符合本规程的相关要求。

5.3.6.3.3.4 稀浆封层和微表处应选择坚硬、粗糙、耐磨、洁净的集料。各项性能应符合本规程的相关要求。其中微表处用通过 4.75 mm 筛的合成矿料的砂当量不得低于 65%，稀浆封层用通过 4.75 mm 筛的合成矿料的砂当量不得低于 50%。当用于抗滑表层时，还应符合有关磨光值的要求。细集料宜采用碱性石料生产的机制砂或洁净的石屑。对集料中的超粒径颗粒必须筛除。

5.3.6.3.3.5 根据铺筑厚度、处治目的、道路等级等条件，按照表 96 选用合适的矿料级配。

5.3.6.3.3.6 稀浆封层和微表处的混合料中乳化沥青及改性乳化沥青的用量应通过配合比设计确定。混合料的质量应符合表 97 的技术要求。

表96 稀浆封层和微表处的矿料级配

筛孔尺寸 mm	不同类型通过各筛孔的百分率 %				
	微表处		稀浆封层		
	MS-2 型	MS-3 型	ES-1 型	ES-2 型	ES-3 型
9.5	100	100		100	100
4.75	95~100	70~90	100	95~100	70~90
2.36	65~90	45~70	90~100	65~90	45~70
1.18	45~70	28~50	60~90	45~70	28~50
0.6	30~50	19~34	40~65	30~50	19~34
0.3	18~30	12~25	25~42	18~30	12~25
0.15	10~21	7~18	15~30	10~21	7~18
0.075	5~15	5~15	10~20	5~15	5~15
一层的适宜厚度 (mm)	4~7	8~10	2.5~3	4~7	8~10

表97 稀浆封层和微表处混合料技术要求

项 目	单位	微表处	稀浆封层	试验方法
可拌和时间	s		>120	手工拌和
稠度	cm	—	2~3	T 0751
粘聚力试验			(仅适用于快开放交通的稀浆封层)	
30min (初凝时间)	N. m	≥1.2	≥1.2	T 0754
60min (开放交通时间)	N. m	≥2.0	≥2.0	
负荷轮碾压试验 (LWT)			(仅适用于重交通道路表层时)	
粘附砂量	g/m ²	<450	<450	T 0755
轮迹宽度变化率[1]	%	<5	—	
湿轮磨耗试验的磨耗值 (WTAT)				
浸水 1h	g/m ²	<540	<800	T 0752
浸水 6d	g/m ²	<800	—	

注：负荷轮碾压试验 (LWT) 的宽度变化率适用于需要修补车辙的情况。

5.3.6.3.3.7 稀浆封层和微表处混合料的配合比设计按下列步骤进行：

- 根据选择的级配类型，按表 97 确定矿料的级配范围。计算各种集料的配合比例，使合成级配在要求的级配范围内。
- 根据以往的经验初选乳化沥青、填料、水和外加剂用量，进行拌和试验和粘聚力试验。可拌和时间的试验温度应考虑最高施工温度，粘聚力试验的温度应考虑施工中可能遇到的最低温度。
- 根据上述试验结果和稀浆混合料的外观状态，选择 1~3 个认为合理的混合料配方，按表 98 规定试验稀浆混合料的性能，如不符合要求，适当调整各种材料的配合比例再试验，直至符合要求为止。
- 当设计人员经验不足时，可将初选的 1~3 个混合料配方分别变化不同的沥青用量（沥青用量一般在 6.0%~8.5%之间），按照表 98 的要求重复试验，并分别将不同沥青用量的 1h 湿轮磨耗值及砂粘附量绘制成图 4 的关系曲线，以磨耗值接近表 9.3.3.6 中要求的沥青用量作为最小沥青用量 $P_{b_{min}}$ ，砂粘附量接近表 98 中要求的沥青用量为最大沥青用量 $P_{b_{max}}$ ，得出沥青用量的可选择范围 $P_{b_{min}} \sim P_{b_{max}}$ 。

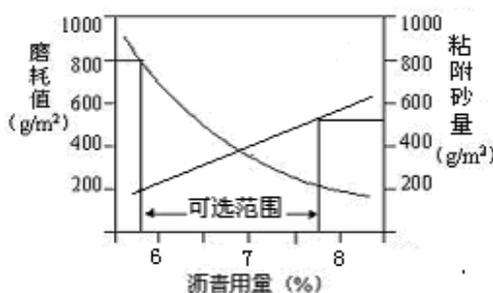


图4

- e) 根据经验在沥青用量的可选范围内选择适宜的沥青用量。对微表处混合料，以所选择的沥青用量检验混合料的浸水 6d 湿轮磨耗指标，用于车辙填充的增加检验负荷车轮试验的宽度变化率指标，不符合要求时调整沥青用量重新试验，直至符合要求为止。
- f) 根据以往经验及配合比设计试验结果，在充分考虑气候及交通特点的基础上综合确定混合料配方。
- 5.3.6.3.3.8 稀浆封层和微表处施工前，应彻底清除原路面的泥土、杂物，修补坑槽、凹陷，较宽的裂缝宜清理灌缝。在水泥混凝土路面上铺筑微表处时宜洒布粘层油，过于光滑的表面需拉毛处理。
- 5.3.6.3.3.9 稀浆封层和微表处的最低施工温度不得低于 10℃，严禁在雨天施工，摊铺后尚未成型混合料遇雨时应予铲除。
- 5.3.6.3.3.10 稀浆封层和微表处两幅纵缝搭接的宽度不宜超过 80 mm，横向接缝宜做成对接缝。分两层摊铺时，第一层摊铺后至少应开放交通 24 h 后方可进行第二层摊铺。
- 5.3.6.3.3.11 稀浆封层和微表处铺筑后的表面不得有超粒径料拖拉的严重划痕，横向接缝和纵向接缝处不得出现余料堆积或缺料现象，用 3 m 直尺测量接缝处的不平整度不得大于 6 mm。对微表处不得有横向波浪和深度超过 6 mm 的纵向条纹。经养生和初期交通碾压稳定的稀浆封层和微表处，在行车作用下应不飞散且完全密水。

5.3.7 施工质量管理与检查验收

5.3.7.1 一般规定

- 5.3.7.1.1 城镇道路沥青路面应按国家有关的基本建设程序和批准的设计文件进行施工，如需变更设计应按国家现行的有关变更设计程序办理，未经批准的变更设计不得施工。
- 5.3.7.1.2 城镇道路沥青路面施工单位应具备相应的施工资质；施工现场应有经过审批的施工组织设计、施工方案等技术文件；施工现场质量管理应有相应的施工技术规范、质量管理体系、质量控制及检验制度。
- 5.3.7.1.3 有关城镇道路沥青路面施工的安全技术、劳动保护、文物保护及防火、防爆等技术要求，应遵守国家现行有关规范、标准与规定。施工现场的文明施工、已建地上与地下设施保护、环境保护、交通保障等应符合国家和地方现行有关规定。
- 5.3.7.1.4 城镇道路沥青路面施工在确保工程质量的情况下，应积极推广使用技术成熟、安全可靠并经主管部门批准的新技术、新工艺、新设备、新材料；新技术的施工要求与本规程不符时，应制订专门规程，报主管部门批准后实行。
- 5.3.7.1.5 工程施工中，在质量检查、验收中使用的计量器具和检测设备，必须经计量检定，校准合格后方可使用。

5.3.7.1.6 城镇道路沥青路面施工应根据全面质量管理的要求，建立健全有效的质量保证体系，实行严格的目标管理、工序管理与岗位责任制度，对施工各阶段的质量进行检查、控制、评定，达到所规定的质量标准，确保施工质量稳定性。

5.3.7.1.7 按规定实行监理制度的工程项目，除施工企业进行自检外，工程监理应按有关规定进行质量检查与认定，政府质量监督部门及工程建设单位（业主）应对工程质量进行监督。

5.3.7.1.8 施工质量管理与检查验收应包括工程施工前、施工过程中的质量管理与质量控制，以及各施工工序间的检查及工程交工后的质量检查验收。

5.3.7.2 施工准备

5.3.7.2.1 施工技术准备

5.3.7.2.1.1 应熟悉招投标文件、施工合同；熟悉设计文件、进行图纸审查，对设计中存在的问题及时提请设计单位解决，并做好设计技术交底。

5.3.7.2.1.2 应对施工现场进行全面详尽、深入的调查。

5.3.7.2.1.3 应详细了解设计标准，结构做法和质量要求，设计中所采用的新技术、新材料、新工艺、新标准。

5.3.7.2.1.4 根据招、投标文件，施工合同，设计文件和有关规范及现场实际情况编制实施性施工组织设计。

5.3.7.2.1.5 施工组织设计的内容应符合下列规定要求：

- a) 工程概况、工程特点、工期要求、地区特征、质量要求等项的说明。
- b) 施工部署、施工现场总体规划、施工平面布置图。
- c) 交通导行方案（交通导改方案）。
- d) 现况构造物、地上（地下）管线、杆线的保护（处理）方案。
- e) 进度计划及资源计划（包括主要施工人员、设备、机构设置、材料及机械设备的上场供应计划、资金使用计划）。
- f) 质量目标设计和质量保证措施或方案（包括单位、分部、分项工程划分、工区划分及质量检验方案或质量验收计划）。
- g) 施工方法及技术方案（包括冬、雨季施工措施及采用的新技术、新工艺、新方法、新材料）。
- h) 安全保证措施（或安全方案）。
- i) 文明施工及环保措施。

5.3.7.2.2 施工现场准备

5.3.7.2.2.1 应做好施工现场控制测量。

5.3.7.2.2.2 应做好三通一平，做好交通疏导、围挡、地下管线的迁移及保护工作。

5.3.7.2.2.3 修建临时施工设施。

5.3.7.2.2.4 做好材料储存和堆放以及疏通供应渠道的工作。

5.3.7.2.2.5 应根据当地政府的有关规定完成现场文明施工设施建设。应根据工程内容及计划制定做好现场文明施工管理，防止大气污染，水源污染，噪音污染，保护和改善施工现场环境。

5.3.7.2.2.6 建立安全管理系统，执行安全生产制度，遵守国家和本地政府的有关安全生产法规。制定安全技术措施，加强安全检查，并对职工进行安全生产教育。

5.3.7.2.3 材料与设备检查

- 5.3.7.2.3.1 在工程开始前以及施工过程中材料来源或规格发生变化时，应对材料来源、材料质量、数量、供应计划、材料场堆放及储存条件等进行检查。
- 5.3.7.2.3.2 施工前材料的质量检查应以同一料源、同一次购入并运至生产现场（或储入同一沥青罐、池的相同规格品种的集料、沥青为一“批”进行检查。材料试样的取样数量与频率应按现行试验规程的规定进行。每批材料的质量应符合本规程规定。对沥青等重要试样，每一“批”都应在试验后留样封存，并记录沥青使用的路段，留存的数量不宜少于 4kg。
- 5.3.7.2.3.3 在改性沥青路面施工过程中，除应按规定的内容、频度、质量标准进行工程质量管理外，还应按表 98 的规定对改性沥青的性质进行检测，必要时还可检查改性沥青中改性剂的含量。
- 5.3.7.2.3.4 在改型沥青混合料生产过程中，应按现行的规定进行马歇尔试验、抽提试验、筛分试验等常规检测，并按规定进行进行沥青混合料的高温、低温和水稳定性检测。
- 5.3.7.2.3.5 施工前应对拌和厂及沥青路面施工机械和设备的配套情况、性能、计量精度等进行检查。
- 5.3.7.2.3.6 对实行监理制度的工程项目，材料试验结果及据此进行的配合比设计结果、施工机械和设备的检查结果，都应在使用前规定的期限内向监理工程师提出正式报告，待取得正式认可后，方可使用。

表98 施工过程中改性沥青质量的检测

项目	改性剂类型			检测频度	备注
	SBS	SBR	EVA, PE		
针入度	符合设计要求	符合设计要求	符合设计要求	1~2 次/日	
软化点	符合设计要求	符合设计要求	符合设计要求	1~2 次/日	
低温延度	符合设计要求	符合设计要求	——	必要时	试验温度为 5℃
弹性恢复	符合设计要求	——	——	必要时	试验温度为 25℃
显微镜观测	符合设计要求	——	符合设计要求	1~2 次/日	必要时拍摄照片备查
胶乳含量测定	——	符合设计要求	——	1~2 次/日	SBR 胶乳作改性剂时测定

5.3.7.3 铺筑试验路段

- 5.3.7.3.1 城市快速路、主干路在施工前应铺筑试验段。其他城市道路在缺乏施工经验或初次使用重大设备时，也应铺筑试验段。当同一施工单位在材料、机械设备及施工方法与其他工程完全相同时，经建设、设计、监理单位同意，也可利用其他工程的结果，不再铺筑新的试验路段。
- 5.3.7.3.2 试验段的长度应根据试验目的确定，宜为 100~200m。试验段宜在主线直线上铺筑，当在其他道路上铺筑时，路面结构等条件应相同。路面各层的试验可安排在不同的试验段。
- 5.3.7.3.3 热拌热铺沥青混合料路面试验段铺筑应分为试拌及试铺两个阶段，并应包括下列试验内容：
- 5.3.7.3.3.1 根据沥青路面各种施工机械相匹配的原则，确定合理的施工机械、机械数量及组合方式。
- 5.3.7.3.3.2 通过试拌确定拌和机的上料速度、拌和数量与时间、拌和温度等操作工艺。
- 5.3.7.3.3.3 通过试铺确定：透层沥青的标号与用量、喷洒方式、喷洒温度；摊铺机的摊铺温度、摊铺速度、摊铺宽度、自动找平方式等操作工艺；压路机的压实顺序、碾压温度、碾压速度及遍数等压实工艺；松铺系数、接缝方法等。
- 5.3.7.3.3.4 按本规范 5.3.5.8.3 条的方法验证沥青混合料配合比设计结果，提出生产用的矿料配比和沥青用量。
- 5.3.7.3.3.5 建立用钻孔法及核子密度仪法测定密度的对比关系。确定粗粒式沥青混凝土及沥青碎石层的压实标准密度。
- 5.3.7.3.3.6 确定施工产量及作业段的长度，制订施工进度计划。
- 5.3.7.3.3.7 全面检查材料及施工质量。

5.3.7.3.3.8 确定施工组织及管理体系。

5.3.7.3.3.9 其他项目。

5.3.7.3.4 在试验段的铺筑过程中，施工单位应认真做好记录分析，监理工程师应监督、检查试验段的施工质量，及时与施工单位商定有关结果。铺筑结束后，施工单位应就各项试验内容提出试验路总结报告，经监理工程师和建设单位批复后方可作为大面积施工的指导方案。

5.3.7.4 质量管理与检验标准

5.3.7.4.1 城镇道路沥青路面的施工质量管理要重视过程控制。在施工过程中，施工单位、监理单位及建设单位应严格进行施工质量的检查与实验，严把四道质量关，即材料、混合料的设计、混合料的生产 and 混合料的铺筑，控制三个关键因素，即混合料的级配、沥青用量和路面空隙率。

5.3.7.4.2 在施工过程中，应由专职的质量检测机构负责施工质量的检查与试验。

5.3.7.4.3 施工单位在施工过程中应随时对施工质量进行自检，监理单位工程师应进行抽检或旁站检验，并对施工单位的自检结果进行检查认定。当施工人员、监理工程师发现有异常情况时，应立即报告或追加试验检查。

5.3.7.4.4 施工单位在施工过程中必须对各种施工材料进行抽样试验，材料质量应符合本规程规定的质量指标要求。施工过程中材料质量检查的内容与要求见表 99。

5.3.7.4.5 施工过程中工程质量检查的内容、频度、质量标准应符合表 100、表 101 的规定。当检查结果达不到规定要求时，应追加检测数量，查找原因，并进行处理。

5.3.7.4.6 沥青混合料拌和厂应对拌和均匀性、拌和温度、出厂温度及各个料仓的用量进行检查，并应取样进行马歇尔试验，检测混合料的矿料级配和沥青用量。

表99 施工过程中材料质量检查的内容与要求

材料	检查项目	检查频度	
		城市快速路、主干道	一般道路
粗集料	外观（石料品种、扁平细长颗粒、含泥量等）	随时	随时
	颗粒组成	必要时	必要时
	压碎值	必要时	必要时
	磨光值	必要时	必要时
	洛杉矶磨耗值	必要时	必要时
	含水量	施工需要时	施工需要时
	松方单位重	施工需要时	施工需要时
细集料	颗粒组成	必要时	必要时
	含水量	施工需要时	施工需要时
	松方单位重	施工需要时	施工需要时
矿粉	外观	随时	随时
	<0.075mm 含量	必要时	必要时
	含水量	必要时	必要时
石油沥青	针入度	每 100t 1 次	每 100t 1 次
	软化点	每 100t 1 次	必要时
	延度	每 100t 1 次	必要时
	含蜡量	必要时	必要时
煤沥青	粘度	每 50t 1 次	每 100t 1 次
乳化沥青	粘度	每 50t 1 次	每 100t 1 次
	沥青含量	每 50t 1 次	每 100t 1 次

注5：表列内容是在材料进场时已按“批”对材料进行了全面检查的基础上，日常施工过程中质量检查的项目与要求；

注1：“必要时”是指施工、监理、业主、监督机构等各个部门对其质量发生怀疑，提出检查时，或是根据需要商定的检查频度。

表100 沥青面层施工过程质量控制标准

路面类型	项目	检查频度	质量要求或允许偏差（单点检验）		试验方法	
			城市快速量、主干路	一般道路		
沥青表面处治及贯入式路面	外观	随时		集料嵌填密实，沥青撒布均匀，无花白料，接头无油包	目测	
	集料撒布量	不少于1~2次/日		符合本规程5.2.1、6.2.1的规定	按相应施工长度的实际用量计算	
	沥青撒布量	不少于1~2次/日		符合本规程5.2.1、6.2.1的规定	按相应施工长度的实际用量计算	
	沥青撒布温度	每车1次		符合本规程5.5.1的规定	温度计测量	
热拌沥青混合料路面	外观	随时	表面平整密实，不得有轮迹、裂缝、推挤、油丁、油包、离析、花白料现象		目测	
	接缝	随时	紧密平整、顺直、无跳车		目测、用3m直尺测量	
	施工温度	出厂温度	不少于1次/车	符合本规程7.2.2的规定		温度计测量
		摊铺温度	不少于1次/车			
	碾压温度	随时				
路面类型	项目	检查频度	质量要求或允许偏差（单点检验）		试验方法	
			城市快速量、主干路	一般道路		
热拌沥青混合料路面	矿料级配：与设计标准级配的差	每台拌和机1次或2次/日			拌和厂取样，用抽提后的矿料筛分，应至少检查0.075mm、2.36mm、4.75mm、最大集料粒径及中间粒径等5个筛孔，中间粒径宜为：细、中粒式为9.5mm(圆孔10)；粗粒式为13.2mm(圆孔15)	
	方孔筛 圆孔筛					
	0.075mm 0.075mm		±2%	±2%		
	≤2.36mm ≤2.5mm		±6%	±7%		
	≥4.75mm ≥5.0mm		±7%	±8%		
热拌沥青混合料路面	沥青用量（油石比）	每台拌和机1次或2次/日	±0.3%	±0.5%	拌和厂取样，离心法抽提（用射线法沥青含量测定仪随时检查）	
	马歇尔试验	每台拌和机1次或2次/日	符合本规程7.3.3的规定		拌和厂取样成型试验	
	稳定度					
	流值					
	密度、孔隙率		符合本规程7.3.3的规定		拌和厂取样成型试验	
	浸水马歇尔试验	必要时				
	压实度	每2000m ² 检查1次，1次不少于钻1个孔	马歇尔试验密度的95% 试验段钻孔密度的99%	马歇尔试验密度的95% 试验段钻孔密度的99%	现场钻孔（或挖坑）试验（用核子密度仪随时检查）	
抗滑表层①构造深度	不少于1次/日	符合设计要求		砂铺法（手工或电动）		
注：构造深度根据设计需要决定是否检测，且只对表层测定。						

表101 施工过程中沥青面层外形尺寸的质量控制标准

路面类型	项目	检查频度	质量要求或允许偏差（单点检验）		试验方法	
			城市快速路、主干路	一般道路		
沥青表面处治	厚度	不少于 2000m ² 一点		~5mm	挖坑（路中及路侧各一点）	
	平整度（最大间隙）	随时		10mm	用 3m 直尺检测	
	宽度	设计断面逐个检测		±30mm	用尺量	
	横坡度	设计断面逐个检测		±0.5%	用横断面仪或水准仪检测	
沥青贯入式路面	厚度	不少于 2000m ² 一点		~8%或~5mm②	挖坑	
	平整度（最大间隙）	随时		8mm	用 3m 直尺检测	
	宽度	设计断面逐个检测		±30mm	用尺量	
	横坡度	设计断面逐个检测		±0.5%	用横断面仪或水准仪检测	
热拌沥青混合料路面	厚度	总厚度	不少于 2000m ² 一点	~8mm	~8%或~5mm②	铺筑时随时插入量取，每日用混合料数量及实铺面积校核，成型后钻孔或挖坑检测
		上面层	不少于 2000m ² 一点	~4mm	~4mm	
	平整度（最大间隙）	上面层	随时	3mm	5mm	3m 直尺在纵横各方向检测
		中下面层	随时	5mm	7mm	
	宽度	有侧石	设计断面逐个检测	±2cm	±2cm	用尺量
		无侧石	设计断面逐个检测	不小于设计宽度	不小于设计宽度	用尺量
	纵断面高程	设计断面逐个检测	±15mm	±20mm	用水准仪检测	
	横坡度	设计断面逐个检测	±0.3%	±0.5%	用横断面仪或水准仪检测	
注1：表中厚度检测频度指成型后钻坑（或挖孔）频度；						
注2：当设计厚度>60mm时，以厚度的百分率控制；≤60mm时，以绝对值控制。						

5.3.7.4.7 混合料铺筑现场应对混合料质量及施工温度进行观测，随时检查厚度、压实度和平整度，并逐个断面测定成型尺寸。

5.3.7.4.8 对施工厚度进行控制时，除应在摊铺及压实量取，并测量钻孔试件厚度外，还应较验由每一天的沥青混合料问题与实际铺筑的面积计算出的平均厚度。

5.3.7.4.9 施工压实度的检查应以钻孔法为准。用核子密度仪检查时应通过与钻孔密度的标定关系进行换算，并应增加检测次数。当钻孔检验的各项指标持续稳定并达到质量控制要求时，经主管部门同意，钻孔频度可适当减少，增加核子密度仪检测频度，并严格控制碾压遍数。此种情况下，钻孔频度不应少于每公里钻一个孔。施工过程中钻孔的试件宜编号巾上标签予以保存，以备工程交工验收时使用。

5.3.7.4.10 施工单位的质量检测结果应按 100m 为单位整理成表。当发现异常时，应停止施工，分析原因，找出影响因素，并采取措施。经主管部门同意后方可复工。

5.3.7.4.11 沥青面层施工的关键工序已拍摄照片或进行录像，并作为实态记录保存。

5.3.7.5 工程质量检查与验收

5.3.7.5.1 城镇道路沥青路面施工现场质量管理应有相应的施工技术标准，健全的质量管理体系、施工质量控制和质量检验制度。

5.3.7.5.2 城镇道路沥青路面应按下列规定进行施工质量控制：

- 5.3.7.5.2.1 工程采用的主要材料、半成品、成品等应进行现场验收，并按本规程有关规定进行复验。现场验收和复验结果应经监理工程师检查认可。凡涉及结构安全和使用功能的，监理工程师应按规定进行平行检验或见证取样检测。
- 5.3.7.5.2.2 各工序应按本规程规定进行质量控制，每道工序完成后应进行检查，并形成记录。
- 5.3.7.5.2.3 工序之间应进行交接检验，相关专业工序之间的交接检验，未经监理工程师检查验收认可，不得进行下道工序施工。
- 5.3.7.5.3 城镇道路沥青路面作为城镇道路单位工程的分部（子分部）工程，可划分为透层、粘层、封层、沥青表面处治路面、沥青贯入式路面、热拌沥青混合料路面、改性沥青混合料路面、乳化沥青碎石混合料路面等分项工程。各分项工程可根据施工工艺、质量控制和专业工程特点及路段长度等划分为若干个检验批。
- 5.3.7.5.4 对城镇道路沥青路面子分部工程的质量验收，应在各相关分项工程验收合格的基础上，进行质量控制资料及外观质量验收，并应对涉及结构安全的材料、试件、施工工艺等进行见证检测或结构实体检验。
- 5.3.7.5.5 当城镇道路沥青路面施工质量不符合要求时，应按下列规定进行处理：
- 5.3.7.5.5.1 经返工重做的，应重新进行验收。
- 5.3.7.5.5.2 经有资质的检测单位检测鉴定能够达到设计要求的，应予以验收。
- 5.3.7.5.5.3 经有资质的检测单位检测鉴定达不到设计要求，但经原设计单位核算认可能够满足结构安全和使用功能的，可予以验收。
- 5.3.7.5.5.4 经返修或加固处理的分项、分部（子分部）工程，虽然改变外形尺寸但仍能满足使用要求，可按技术处理方案和协商文件进行验收。
- 5.3.7.5.6 通过返修或加固处理仍不能满足安全使用要求的城镇道路沥青路面分部（子分部）工程，严禁验收。
- 5.3.7.5.7 工程完工后，施工单位应将全线以 100~500 m 作为一个评定路段，按表 102 的规定频率，随机选取测点，对沥青面层全线自检，计算平均值、标准差及变异系数，全线测定路面平整度、宽度、纵断面高程、横坡度等，并提出竣工图。

表102 城镇道路沥青面层交工检查与验收质量标准

路面类型	项目	检查频度 (每一幅车行道)	质量要求或允许偏差		试验方法
			城市快速路、 主干路	一般道路	
沥青贯入式路面 沥青表面处治	外观	全线		密实，不松散	目测
	厚度	代表值	每 5000m ² 1 点	表处-8mm 贯入-15mm	挖坑
		极值	每 5000m ² 1 点	表处-8mm 贯入-15mm	挖坑
	平整度	标准差	全线连续	表处 4.5mm 贯入 3.5mm	平整度仪
		最大间隙	每 200m 2 处，各 连续 10 尺	表处 10mm 贯入 8mm	3m 直尺
	宽度	有侧石	每 100m 2 个断 面	±3cm	用尺量
		无侧石	每 100m 2 个断 面	不小于设计宽度	用尺量
	纵断面高程	每 100m 2 个断 面	±20mm	水准仪	
	横坡度	每 100m 2 个断 面	±0.4%	水准仪	

	沥青用量		每 5000m ² 1 点		±0.5%	抽提
	矿料用量		每 5000m ² 1 点		±5%	抽提后筛分
	井框与路面的高差		每座 2 点		±5mm	用尺量取最大值
沥青混凝土路面 沥青碎石路面	面层总厚度	代表值	每 4000m ² 1 点	~8mm	~10mm②	钻孔
		极值	每 4000m ² 1 点	~15mm	~15mm	
	上面层厚度	代表值	每 4000m ² 1 点	~4mm		钻孔
		极值	每 4000m ² 1 点	~8mm		
	平整度	标准差	全线连续	2.0cm	±2.6cm	平整度仪
		最大间隙	每 1km 10 处, 各连续 10 尺		5mm	3m 直尺
	宽度	有侧石	每 100m 2 个断面	±2cm	±3cm	用尺量
		无测石	每 100m 2 个断面		不小于设计宽度	用尺量
	中线高程		每 100m 5 个断面	±15mm	±20mm	水准仪
	横坡度		每 100m 5 个断面	±0.3%	±0.4%	横断面仪或水准仪
	沥青用量		每 4000m ² 1 点	±0.3%	±0.5%	钻孔后抽提
	矿料级配		每 4000m ² 1 点	符合设计级配	符合设计级配	抽提后筛分
	压实度 代表值		每 4000m ² 1 点	95% (98%)	94% (98%)	钻孔取样法
	弯沉代表值		全线每 20m 1 点	符合设计要求	符合设计要求	贝克曼梁
			全线每 5m 1 点	符合设计要求	符合设计要求	自动弯沉仪
	抗滑表层	构造深度	每 100m 2 点	符合设计要求	符合设计要求	砂铺法 (手工或电动)
		摩擦系数摆值	每 100m 5 点	符合设计要求	符合设计要求	摆式仪
		横向力系数 μ	全线连续	符合设计要求	符合设计要求	横向力摩擦系数测定车
	井框与路面的高差		每座 2 点	±5mm	±5mm	用尺量取最大值
	<p>注1: 城市快速路、主干路沥青面层除验收总厚度外, 尚需验收上面层厚度;</p> <p>注2: 表中压实度以马歇尔试验密度为标准密度, 当以试验段密度为标准密度时, 压实度标准采用括弧中的值;</p> <p>注3: 弯沉可选用贝克曼梁或自动弯沉仪测试, 测试时间由设计规定, 无规定时实测记录;</p> <p>注4: 抗滑表层的摩擦系数摆值或横向力系数根据设计需要决定是否检测, 测试时间由设计规定;</p> <p>注5: 沥青表面处治面层可不测定井框与路面的高差; ②各项指标应按单个测值评定, 有关代表值的计算应按本规程有关规定进行。</p>					

5.3.7.5.8 对需要钻(挖)孔取样才能检查的厚度、压实度, 沥青用量、矿料级配等, 经主管部门同意, 可利用施工过程中测定的数据。当需实测矿料级配和沥青用量时, 其试样可合用一个评定路段钻孔的混合料。

5.3.7.5.9 对厚度和压实度还应计算每一个评定路段的平均值与代表值，并进行评定。

附录 A
(规范性附录)

路面混凝土抗折（弯拉）强度评价方法

A.1 路面混凝土抗折（弯拉）强度试验方法应使用标准小梁法或钻心劈裂法，试件使用标准方法制作标准养生时间 28d，路面钻心劈裂时间应控制在 28~56d 以内，不掺粉煤灰宜用前者，掺粉煤灰宜用后者。

A.2 路面混凝土抗折（弯拉）强度合格标准

A.2.1 试件组数大于10组时，平均抗折（弯拉）强度合格判断式为：

$$f_{cs} = f_r + K\sigma \dots\dots\dots (A.1)$$

式中：

- f_{cs} ——合格判定平均抗折（弯拉）强度（MPa）；
- f_r ——设计抗折（弯拉）强度标准值（MPa）；
- K ——合格判定系数，按试件组数查附表A.1
- σ ——抗折（弯拉）强度统计均方差，可按式A.2计算。

$$\sigma = C_v \cdot \bar{f}_c \dots\dots\dots (A.2)$$

式中：

- C_v ——实测抗折（弯拉）强度统计变异系数；
- \bar{f}_c ——实测抗折（弯拉）强度统计平均值（MPa）。

附表 A.1 合格评定系数

试件组数 n	11~14	15~19	≥20
合格判定系数 K	0.75	0.7	0.65

当试件组数n为11~19组时，允许有一组最小抗折（弯拉）强度小于0.85，但不得小于0.75

当试件组数n大于20组时，城市快速路、主干道最小抗折（弯拉）强度不得小于0.85，其他等级城市道路允许有一组最小抗折（弯拉）强度小于0.85，但不得小于0.75。

A.2.2 实测抗折（弯拉）强度统计变异系数 C_v 值应符合设计要求。

A.2.3 当标准小梁合格判定平均抗折（弯拉）强度、最小抗折（弯拉）强度和统计变异系数 C_v 中有一个数据不符合上述要求时，应在不合格路段每车道每公里钻取三个以上 $\Phi 150\text{mm}$ 的芯样，实测劈裂强度，并换算成抗折（弯拉）强度，其合格判定平均抗折（弯拉）强度和最小值必须合格，否则，应返工重做。实测劈裂强度与抗折（弯拉）强度可通过各自工地试验数据的对比统计公式进行换算，按各自统计公式换算要求的最小试验组数石灰岩、花岗岩碎石混凝土不宜小于10组；玄武岩碎石混凝土不宜小于15组。也可通过式A.3、A.4或A.5计算。

石灰岩、花岗岩碎石混凝土：

$$f_c = 1.868 f_{sp}^{0.871} \dots\dots\dots (A.3)$$

式中：

f_c ——混凝土标准小梁抗折（弯拉）强度（MPa）；

f_{sp} ——混凝土直径150mm圆柱体的劈裂强度（MPa）；

玄武岩碎石混凝土：

$$f_c = 3.035 f_{sp}^{0.423} \dots\dots\dots (A. 4)$$

砾石混凝土：

$$f_c = 1.607 + 1.035 f_{sp} \dots\dots\dots (A. 5)$$

参 考 文 献

- [1] 《城市道路交叉口设计规程》（CJJ 152-2010）
 - [2] 《城市道路路基设计规范》（CJJ 194-2013）
 - [3] 《高速公路改扩建设计细则》（JTG/T L11-2014）
 - [4] 《高速公路改扩建交通工程及沿线设施设计细则》（JTG/T L80-2014）
 - [5] 《广东省公路水泥混凝土路面养护技术指南》（GDJTG/T G03—2010）
 - [6] 广西路网项目结构型式研讨会议纪要（桂交纪要[2011]46号）
 - [7] 广西公路学会，耐久性路面实用技术研究[R]，2011
 - [8] 广西交通投资集团，广西旧水泥路面加铺耐久性沥青面层关键技术研究[R]，2012
-