

重庆市工程建设标准

半柔性复合路面技术标准

Technical standard for semi-flexible composite pavement

DBJ50/T-385-2023

主编单位:重庆建筑工程职业学院

批准部门:重庆市住房和城乡建设委员会

施行日期:2023年04月01日

2023 重 庆

# 重慶工程建設

# 重庆市住房和城乡建设委员会文件

渝建标〔2023〕2号

## 重庆市住房和城乡建设委员会 关于发布《半柔性复合路面技术标准》的通知

各区县(自治县)住房城乡建委,两江新区、西部科学城重庆高新区、重庆经开区、万盛经开区、双桥经开区建设局,有关单位:

现批准《半柔性复合路面技术标准》为我市工程建设地方标准,编号为DBJ50/T-385-2023,自2023年4月1日起施行。标准文本可在标准施行后登录重庆市住房和城乡建设技术发展中心官网免费下载。

本标准由重庆市住房和城乡建设委员会负责管理,重庆建筑工程职业学院负责具体技术内容解释。

重庆市住房和城乡建设委员会

2023年1月3日

# 重慶工程建設

## 前 言

根据重庆市住房和城乡建设委员会《关于下达2017年度重庆市工程建设标准制订修订项目计划(第一批)的通知》(渝建〔2017〕451号)文件要求,标准编制单位经广泛调查、深入研究,认真总结实践经验,参考有关国家标准,并在广泛充分征求意见的基础上,制定本技术标准。

本标准主要技术内容是:1.总则;2.术语和符号;3.基本规定;4.原材料要求;5.大孔隙基体沥青混合料配合比设计;6.水泥胶浆配合比设计;7.半柔性复合路面设计;8.半柔性复合路面施工;9.半柔性复合路面工程质量验收。

本标准由重庆市住房和城乡建设委员会负责管理,由重庆建筑工程职业学院负责具体技术内容的解释。标准执行过程中如有意见或建议,请寄送重庆建筑工程职业学院(地址:重庆市南岸区茶园新区梨花大道857号,邮政编码:400072),供修订时参考。

本标准主编单位、参编单位、主要起草人和审查专家：

主 编 单 位：重庆建筑工程职业学院

参 编 单 位：重庆交通大学

南京兴佑交通科技有限公司

主要起草人：吴国雄 梅迎军 魏唐中 丁王飞 董 强

杜银飞 周凤梅 余 苗 马 聪 孔令云

审 查 专 家：杨长辉 黄华华 陈怡宏 杨 斌 黄维蓉

陈德玖 罗 杰 雷映平 何海英

# 目次

1	总则	1
2	术语和符号	2
2.1	术语	2
2.2	符号	2
3	基本规定	5
4	材料要求	6
4.1	水泥	6
4.2	沥青	6
4.3	大孔隙基体沥青混合料用粗集料	7
4.4	大孔隙基体沥青混合料用细集料	8
4.5	大孔隙沥青混合料用矿粉	9
4.6	水泥胶浆用砂	9
4.7	水泥胶浆用外加剂	10
5	大孔隙基体沥青混合料配合比设计	12
6	水泥胶浆配合比设计	13
6.1	水泥胶浆性能要求	13
6.2	水泥胶浆性能测试方法	13
6.3	水泥胶浆配合比设计	14
7	半柔性复合路面设计	16
8	半柔性复合路面施工	18
8.1	施工前要求	18
8.2	大孔隙基体沥青混合料拌制	18
8.3	大孔隙基体沥青混合料运输	19
8.4	大孔隙基体沥青混合料摊铺	20
8.5	大孔隙基体沥青混合料碾压	20

8.6	大孔隙基体沥青混合料冷却	21
8.7	封边和接缝	21
8.8	浆体制作	21
8.9	浆体灌注	22
8.10	抹面	22
8.11	养生	22
9	半柔性复合路面工程质量验收	24
9.1	材料检测	24
9.2	大孔隙基体沥青混合料施工质量验收	24
9.3	水泥胶浆质量验收	26
9.4	半柔性复合路面质量验收	27
附录 A	灌浆饱满度检验方法	28
	本标准用词说明	31
	引用标准目次	32
	条文说明	33



# Contents

1	General provisions .....	1
2	Terms and symbols .....	2
2.1	Terms .....	2
2.2	Symbols .....	2
3	Basic requirements .....	5
4	Materials .....	6
4.1	Cement .....	6
4.2	Asphalt .....	6
4.3	Coarse aggregate for large void matrix asphalt mixture .....	7
4.4	Fine aggregate for large void matrix asphalt mixture .....	8
4.5	Mineral powder for large void matrix asphalt mixture .....	9
4.6	Sand for cement mortar .....	9
4.7	Additives for cement mortar .....	10
5	Mix design of matrix asphalt mixture .....	12
6	Mix design of cement mortar .....	13
6.1	Performance requirements of cement mortar .....	13
6.2	Test method for performance of cement mortar .....	13
6.3	Mix design of cement mortar .....	14
7	Semi-flexible composite pavement design .....	16
8	Semi-flexible composite pavement construction .....	18
8.1	Preparing before construction .....	18
8.2	Mixing of large void matrix asphalt mixture .....	18

8.3	Transport of large void matrix asphalt mixture	19
8.4	Paving of large void matrix asphalt mixture	20
8.5	Rolling of large void matrix asphalt mixture	20
8.6	Cooling of large void matrix asphalt mixture	21
8.7	Edge sealing method and pavement joint	21
8.8	Making of cement mortar	21
8.9	Grouting cement mortar	22
8.10	Rendering	22
8.11	Curing	22
9	Quality acceptance standard for semi-flexible composite pavement construction	24
9.1	Testing of raw materials	24
9.2	Quality acceptance standard for large void matrix asphalt mixture	24
9.3	Quality acceptance standard for cement mortar	26
9.4	Quality acceptance standard of semi-flexible composite pavement	27
Appendix A	Test method for grouting saturation	28
	Explanations of wording in this standard	31
	List of quoted standards	32
	Explanation of provisions	33

# 1 总 则

**1.0.1** 为规范半柔性复合路面材料、设计、施工质量控制,制定本技术标准。

**1.0.2** 本标准除适用于一般路面工程外,重点推荐用于重载交通路段,长大纵坡路段,以及隧道进出口、公交停车港和其他速度变化频繁路段的路面工程。

**1.0.3** 半柔性复合路面材料、设计、施工和验收,除应符合本标准规定外,还应符合国家、行业及重庆市现行有关标准的规定。

## 2 术语和符号

### 2.1 术语

**2.1.1 大孔隙基体沥青混合料** Large Void Matrix Asphalt Mixture  
用于灌注水泥胶浆的沥青混合料,其空隙率为20%~30%。

**2.1.2 半柔性复合路面混合料** Semi-Flexible Composite Pavement Mixture

在大孔隙基体沥青混合料中灌注以水泥为主要成分的胶浆,形成的一种半柔性复合路面材料。

**2.1.3 半柔性复合路面** Semi-Flexible Composite Pavement  
采用半柔性复合路面混合料作为路面面层的路面。

**2.1.4 水泥胶浆** Cement Mortar

由水与成品灌注材料或水与水泥、掺合料、砂、外加剂等按一定比例配制而成,用于灌入大孔隙基体沥青混合料中的一种胶浆材料。

**2.1.5 聚灰比** Polymer-Cement Ratio

聚合物乳液的质量(以固体份计)与水泥的质量比。

### 2.2 符号

SFAC-13、SFAC-16、SFAC-20、SFAC-25——分别指最大公称粒径为13.2mm、16mm、19mm、26.5mm的大孔隙基体沥青混合料灌注水泥胶浆后形成的半柔性复合路面混合料;

R——水泥胶浆离析率;

$f_{m,0}$ ——胶浆试配强度;

$f_2$ ——胶浆抗压强度平均值;

$\sigma$  —— 胶浆现场强度标准差；

$Q_C$  —— 每立方米胶浆中的水泥用量；

$Q_D$  —— 每立方米胶浆中掺加料用量；

$Q_S$  —— 每立方米胶浆中砂用量；

$Q_W$  —— 每立方米胶浆中水用量；

$Q_A$  —— 每立方米胶浆中的胶结料(含掺加料)总量；

$W/C$  —— 水灰比；

$f_{ce}$  —— 水泥混凝土圆柱体轴心抗压强度；

$\gamma_{SF}$  —— 砂在干燥状态下的(含水率小于0.5%)松散堆积表观密度；

$V$  —— 胶浆体积；

$\rho$  —— 胶浆密度；

$E$  —— 回弹模量；

$P_i$  —— 回弹模量试验中,施加于试件的各级荷载；

$q_i$  —— 回弹模量试验中,相应于各级试验荷载作用下的压强；

$h$  —— 回弹模量试验的试件轴心高度；

$V_g$  —— 室内试件灌浆饱满度；

$m_0$  —— 室内试件灌浆饱满度试验中的试模质量；

$m_1$  —— 室内试件灌浆饱满度试验中灌浆前的试件质量；

$m_2$  —— 室内试件灌浆饱满度试验中灌浆后的试件质量；

$m_3$  —— 室内试件灌浆饱满度试验中灌浆前的试件与试模总质量；

$m_4$  —— 室内试件灌浆饱满度试验中灌浆后的试件与试模总质量；

$V_s$  —— 室内试件灌浆饱满度试验中的试件体积；

$V_v$  —— 室内试件灌浆饱满度试验中的基体沥青混合料空隙率；

$V_g$  —— 芯样灌浆饱满度；

- $m_1$  —— 芯样体积下基体沥青混合料质量；
- $m_2$  —— 芯样灌浆饱满度试验中的芯样质量；
- $V$  —— 芯样灌浆饱满度试验中的芯样体积；
- $V_V$  —— 芯样灌浆饱满度试验中的基体沥青混合料空隙率；
- $\gamma_t$  —— 基体沥青混合料最大理论密度。

### 3 基本规定

**3.0.1** 半柔性复合路面可参照《公路沥青路面设计规范》JTG D50 进行路面结构设计。

**3.0.2** 半柔性复合路面混合料适用于三层面层结构的上、中面层及双层面层结构的上、下面层。用于上面层时,宜选择 SFAC-13、SFAC-16,用于中、下面层时,宜选择 SFAC-20、SFAC-25。对货车通行较多路段,上面层宜选择 SFAC-20。

**3.0.3** 半柔性复合路面最大厚度应符合表 3.0.3 的规定,最小厚度不得低于大孔隙基体沥青混合料公称最大粒径的 3.0 倍。

表 3.0.3 半柔性复合路面结构层最大厚度(mm)

混合料类型	SFAC-13、SFAC-16	SFAC-20、SFAC-25
厚度	50	100

**3.0.4** 半柔性复合路面宜采用双层结构,或者不小于 60mm 厚的单层结构。

**3.0.5** 半柔性复合路面铺装层与下承层之间应设置防水黏结层,并应符合《公路沥青路面设计规范》JTG D50 的相关要求。

## 4 材料要求

### 4.1 水泥

4.1.1 半柔性复合路面水泥胶浆应采用普通硅酸盐水泥,强度等级不得低于 42.5 级。

4.1.2 水泥各龄期的实测抗折强度、抗压强度应按《通用硅酸盐水泥》GB 175 中的有关方法进行强度检验,符合表 4.1.2 的规定。

表 4.1.2 水泥技术要求(单位:MPa)

水泥等级	抗压强度		抗折强度	
	3d	28d	3d	28d
42.5	不小于 17.0	不小于 42.5	不小于 3.5	不小于 6.5

### 4.2 沥青

4.2.1 拌制大孔隙基体沥青混合料宜采用 SBS 改性沥青、橡胶沥青或高黏度改性沥青,低等级道路也可采用普通沥青。

4.2.2 沥青技术要求应符合表 4.2.2 的规定。

表 4.2.2 沥青技术要求

指标	技术要求	试验方法
针入度(0.1mm),25℃,100g,5s	40~60	JTG E20 T0604
针入度指数 PI	不小于 0	JTG E20 T0604
延度(cm),5℃,5cm/min	不小于 20	JTG E20 T0605
软化点(℃),T <sub>R&amp;B</sub>	不小于 60	JTG E20 T0606
运动粘度 m <sup>2</sup> /s,135℃	不大于 3	JTG E20 T0619



续表 4.2.2

指标	技术要求	试验方法
闪点(°C)	不小于 230	JTG E20 T0611
溶解度(%)	不小于 99	JTG E20 T0607
弹性恢复(%),25°C	不小于 75	JTG E20 T0662
储存稳定性(°C),48h 软化点差	不大于 2.5	JTG E20 T0661
TFOT(或 RTFOT)后残留物		
质量变化(%)	不大于 1	JTG E20 T0610
针入度比(%),25°C	不小于 65	JTG E20 T0604
延度(cm),5°C	不小于 15	JTG E20 T0605

### 4.3 大孔隙基体沥青混合料用粗集料

4.3.1 粗集料应洁净、干燥、表面粗糙,并符合表 4.3.1 的规定。

表 4.3.1 粗集料质量技术要求

指标	技术要求	试验方法
石料压碎值(%)	不大于 28	JTG E42 T0316
洛杉矶磨耗损失(%)	不大于 30	JTG E42 T0317
表观相对密度	不小于 2.50	JTG E42 T0304
吸水率(%)	不大于 3.0	JTG E42 T0304
对沥青黏附性	5 级	JTG E20 T0616
坚固性(%)	不大于 12	JTG E42 T0314
针片状颗粒含量(%)	不大于 18	JTG E42 T0312
其中粒径大于 9.5mm(%)	不大于 15	JTG E42 T0312
其中粒径小于 9.5mm(%)	不大于 20	JTG E42 T0312
小于 0.075mm 颗粒含量(%,水洗法)	不大于 1	JTG E42 T0310
软石含量(%)	不大于 5	JTG E42 T0320
磨光值	不小于 42	JTG E42 T0321

注:磨光值指标要求仅用于表面层粗集料。

**4.3.2** 有条件的地区宜采用玄武岩轧制碎石,并符合表 4.3.2 的规定。

**表 4.3.2 玄武岩粗集料技术要求**

指标	技术要求	试验方法
压碎值(%)	不大于 20	JTG E42 T0316
表观相对密度	不小于 2.6	JTG E42 T0304
吸水率(%)	不大于 2.0	JTG E42 T0304
对沥青黏附性	5 级	JTG E20 T0616
坚固性(%)	不大于 12	JTG E42 T0314
细长扁平颗粒含量(%)	不大于 10	JTG E42 T0312
含泥量(%,小于 0.075mm)	不大于 1	JTG E42 T0333
软石含量(%)	不大于 3	JTG E42 T0320
石料磨光值(PSV)	不小于 42	JTG E42 T0321

注:磨光值指标要求仅用于表面层粗集料。

#### 4.4 大孔隙基体沥青混合料用细集料

**4.4.1** 细集料宜使用坚硬的人工砂,且应洁净、干燥、无风化、不含杂质、级配范围适当,应与沥青有良好的粘结能力。

**4.4.2** 细集料可用混合砂,其中天然砂掺量不应超过 50%。

**4.4.3** 细集料的技术要求应符合表 4.4.3 的规定。

**表 4.4.3 细集料技术要求**

指标	技术要求	试验方法
表观相对密度	不小于 2.5	JTG E42 T0328
坚固性(%,大于 0.3mm <sup>①</sup> )	不大于 12	JTG E42 T0340
含泥量(%,小于 0.075mm)	不大于 3	JTG E42 T0333
砂当量(%)	不小于 60	JTG E42 T0334
棱角性(s,流动时间)	不小于 30	JTG E42 T0345
亚甲基蓝值(g/kg)	不小于 1.5	JTG E42 T0349

注:①坚固性试验可根据需要进行。

## 4.5 大孔隙沥青混合料用矿粉

- 4.5.1 宜采用石灰岩矿粉,矿粉应干燥、洁净。
- 4.5.2 矿粉也可采用水泥代替,代替量不大于矿粉质量的50%。
- 4.5.3 矿粉技术要求应符合表4.5.3的规定。
- 4.5.4 水泥技术要求应符合《通用硅酸盐水泥》GB 175的规定。

表 4.5.3 矿粉技术要求

指标	技术要求	试验方法
表观相对密度	不小于2.5	JTG E42 T0352
含水量(%)	不大于1	JTG E42 T0103
粒度范围(%)	小于0.6mm	100
	小于0.15mm	90~100
	小于0.075mm	75~100
外观	无团粒结块	——
亲水系数	小于1	JTG E42 T0353
塑性指数	不大于4	JTG E42 T0354

## 4.6 水泥胶浆用砂

4.6.1 砂应符合《建设用砂》GB/T 14684的规定,宜选用质地坚硬、洁净的河砂。

4.6.2 颗粒级配组成应符合表4.6.2的规定。

表 4.6.2 砂颗粒级配

方孔筛尺寸(mm)	4.75	2.36	1.18	0.6	0.3	0.15	0.075
累计筛余(%)	10~0	15.0	25.0	40~15	85~55	100~90	大于98

注:①砂颗粒级配中,仅4.75mm和0.6mm筛档可以略有超出,但超出总量应小于5%;②如采用人工砂,0.15mm筛孔的累计筛余可以放宽到100~75。

4.6.4 水泥胶浆用砂应符合表4.6.4中Ⅱ级标准的规定,中、轻交通荷载等级应符合表4.6.4中Ⅲ级标准的规定。

表 4.6.4 水泥胶浆用砂的技术要求

指标	技术要求		试验方法
	Ⅱ级	Ⅲ级	
坚固性(%)，不大于	8.0	10.0	JTG E42 T0340
含泥量(%)，不大于	2.0	3.0	JTG E42 T0333
泥块含量(%)，不大于	0.5	1.0	JTG E42 T0335
氯离子含量(%)，不大于	0.03	0.06	GB/T 14684
云母含量(%)，不大于	1.0	2.0	JTG E42 T0337
硫化物及硫酸盐含量(%)，不大于	0.5	0.5	JTG E42 T0341
吸水率(%)，不大于	2.0	2.0	JTG E42 T0330
表观密度(kg/m <sup>3</sup> )，不小于	2500	2500	JTG E42 T0328
松散堆积密度(kg/m <sup>3</sup> )，不小于	1400	1400	JTG E42 T0331
空隙率(%)，不大于	45	45	JTG E42 T0331
有机物含量	颜色不得深于标准色， 否则水泥胶砂强度对比 试验不应低于 0.95		JTG E42 T0336
碱集料反应	不得有碱活性反应或疑 似碱活性反应		JTG E42

#### 4.7 水泥胶浆用外加剂

4.7.1 减水剂应符合《混凝土外加剂》GB 8076 技术要求。

4.7.2 膨胀剂性能应符合表 4.7.2 的规定。

表 4.7.2 膨胀剂技术要求

指标	技术要求	试验方法
含水率(%)	不大于 3.0	——
细度	1.18mm 筛筛余	不大于 0.5
凝结时间	初凝(min)	不小于 45
	终凝(min)	不大于 600

续表 4.7.2

指标		技术要求	试验方法	
抗压强度(MPa)	7d	不小于 25.0	GB/T 17671	
	28d	不小于 45.0	GB/T 17671	
抗折强度(MPa)	7d	不小于 4.5	GB/T 17671	
	28d	不小于 6.5	GB/T 17671	
限制膨胀率(%)	水中	7d	不小于 0.025	GB/T 23439
	空气中	21d	不小于 -0.015	GB/T 23439

4.7.3 聚合物乳液宜由水泥胶浆掺加羧基丁苯乳液改性剂配制,并符合表 4.7.3 的规定。

表 4.7.3 聚合物乳液技术要求

指标	技术要求	试验方法
成膜温度	不小于 11℃	GB/T 9267
黏度	不小于 100MPa·s	SH/T1152
pH 值	9~10	SH/T1150

## 5 大孔隙基体沥青混合料配合比设计

5.0.1 大孔隙基体沥青混合料技术要求应符合表 5.0.1 的规定。

表 5.0.1 大孔隙基体沥青混合料技术要求

指标	技术要求	试验方法
马歇尔试件尺寸(mm)	$\Phi 101.6 \times 63.5$	JTG E20 T0702
马歇尔试件击实数(次)	两面各 50	JTG E20 T0702
空隙率(%)	20~30	JTG E20 T0708
马歇尔稳定度(kN)	不小于 3.0	JTG E20 T0710
流值(mm)	2~4	JTG E20 T0710
析漏损失(%)	小于 0.4	JTG E20 T0732
肯塔堡飞散损失(%)	小于 30	JTG E20 T0733
连通空隙率(%)	不小于 16	CJJ/T 190 附录 A

5.0.2 大孔隙基体沥青混合料矿料级配范围应符合表 5.0.2 的规定。

表 5.0.2 大孔隙基体沥青混合料级配范围

混合料 类型	通过下列筛孔的质量百分率(%)										
	31.5	26.5	19	16	13.2	4.75	2.36	0.6	0.3	0.15	0.075
SFAC-13				100	90~100	10~30	5~22	4~15	3~12	3~8	1~6
SFAC-16			100	90~100	80~90	9~28	5~22	4~15	3~12	3~8	1~6
SFAC-20		100	90~100	60~90	30~60	7~24	5~20	4~15	3~12	3~8	1~6
SFAC-25	100	90~100	70~90	50~80	25~55	7~22	5~20	4~15	3~12	3~8	1~6

## 6 水泥胶浆配合比设计

### 6.1 水泥胶浆性能要求

6.1.1 水泥胶浆应有良好的流动度、和易性、匀质性,不得分层或离析,应符合表 6.1.1 的规定。

表 6.1.1 水泥胶浆技术要求

指标	技术要求	养护龄期	试验方法
流动度(s)	10~14		JTG 3420 T0508
干(温)缩率(%)	小于 0.3	7d	JTG 3420 T0511
凝结时间(h)	不大于 4		JTG 3420 T0505
初凝时间(h)	不小于 4	/	JTG 3420 T0505
自由泌水率(%)	不大于 3.0	3h	JTG 3420 T0518
离析率(%)	不大于 0.5	3d	——
抗折强度(MPa)	不小于 3.0	7d	GB/T 17671
	不小于 5.0	28d	GB/T 17671
抗压强度(MPa)	不小于 20	7d	GB/T 17671
	不小于 30	28d	GB/T 17671

### 6.2 水泥胶浆性能测试方法

6.2.1 水泥胶浆流动度,应参照《公路工程水泥及水泥混凝土试验规程》JTG 3420 进行。

6.2.2 水泥胶浆离析率按式(6.2.2)计算。

$$R = \frac{\rho_2 - \rho_1}{\rho} \times 100\% \quad (6.2.2)$$

式中: $\rho_1$ :水泥胶浆试件上半部分密度,精确至 0.01kg/m<sup>3</sup>;

$\rho_2$ :水泥胶浆试件下半部分密度,精确至 0.01kg/m<sup>3</sup>

6.2.3 水泥胶浆抗压强度和抗折强度,应参照《水泥胶砂强度检验方法(ISO)》GB/T17671 进行。

6.2.4 水泥胶浆干缩率,应参照《建筑砂浆基本性能试验方法标准》JGJ/T70 进行。

### 6.3 水泥胶浆配合比设计

6.3.1 水泥胶浆配合比设计应按以下步骤进行:

- (1) 计算胶浆试配强度  $f_{m.o}$ , MPa;
- (2) 计算出每立方米胶浆中的水泥用量  $Q_C$ , kg;
- (3) 计算每立方米胶浆中掺加料用量  $Q_D$ , kg;
- (4) 计算每立方米胶浆中砂用量  $Q_S$ , kg;
- (5) 计算每立方米胶浆中用水量  $Q_W$ , kg;
- (6) 进行胶浆试配;
- (7) 确定配合比。

6.3.2 水泥胶浆试配强度按式(6.3.2)计算。

$$f_{m.o} = f_2 + 0.645\sigma \quad (6.3.2)$$

式中: $f_{m.o}$ -胶浆的试配强度,精确至 0.1MPa;

$f_2$ -胶浆抗压强度平均值,精确至 0.1MPa;

$\sigma$ -胶浆现场强度标准差,精确至 0.01MPa。

胶浆现场强度标准差  $\sigma$  可从表 6.3.2 中选用。

表 6.3.2 水泥胶浆强度标准差  $\sigma$  选用值(MPa)

强度等级	M7.5	M10	M15	M20	M25	M30
施工水平						
优良	1.50	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00
一般	1.88	2.50	3.75	5.00	6.25	7.50
较差	2.25	3.00	4.50	6.00	7.50	9.00

6.3.3 水泥用量应按式(6.3.3-1)或式(6.3.3-2)计算。

- (1) 对不吸水基底的混合胶浆,水泥用量应按式 6.3.3-1



计算。

$$Q_C = Q_w \cdot (C/W) \quad (6.3.3-1)$$

(2)对多孔吸水基底的胶浆,水泥用量应按式 6.3.3-2 计算。

$$Q_C = \frac{1000(f_{m.o} - \beta)}{\alpha \cdot f_{ce}} \quad (6.3.3-2)$$

式中:  $\alpha$  取 3.03,  $\beta$  取-15.09。

**6.3.4** 水泥胶浆掺加料用量应按式(6.3.4)计算。

$$Q_D = Q_A - Q_C \quad (6.3.4)$$

式中:  $Q_D$  -每立方米胶浆中的掺加料用量,精确至 1kg;

$Q_C$  -每立方米胶浆中的水泥用量,精确至 1kg;

$Q_A$  -每立方米胶浆中的胶结料(含掺加料)总量,精确至 1kg。

**6.3.5** 砂用量应按式(6.3.5)计算。

$$Q_S = V \cdot \gamma_{sT} \quad (6.3.5)$$

式中:  $Q_S$  -每立方米胶浆中砂用量,kg;

$\gamma_{sT}$  -砂在干燥状态下的(含水率小于 0.5%)松散堆积表观密度,kg/m<sup>3</sup>;

$V$  -胶浆体积,取 1。

**6.3.6** 每立方米胶浆的用水量宜根据稠度要求在 240kg~310kg 选用。

**6.3.7** 如需要掺加聚合物乳液作为水泥胶浆的改性剂,聚灰比宜为 10%。

## 7 半柔性复合路面设计

7.0.1 半柔性复合路面计算和结构层设计可参照《公路沥青路面设计规范》JTG D50 进行。

7.0.2 半柔性复合路面混合料强度应符合表 7.0.2 的规定。

表 7.0.2 半柔性复合路面混合料强度技术要求

指标	指标要求	试验条件
抗弯强度(MPa)	大于 2.5	试验温度 20℃, 养护 7 天试件, 尺寸 5×5×30cm 跨距 20cm, 加荷速度 10mm/min(中央载荷方式)
弯曲破坏应变	大于 $30 \times 10^{-3}$	
空隙率(%)	小于 4.0	
流值(mm)	2.0~4.0	灌注水泥胶浆后, 试件在 20℃ ± 1℃、相对湿度大于 90% 条件下养护 7 天
马歇尔稳定度(kN)	大于 9.0	
动稳定度(次/mm)	不小于 10000	

7.0.3 半柔性复合路面混合料 20℃ 抗压回弹模量取值范围应为 1800MPa~3200MPa。

7.0.4 半柔性复合路面混合料抗压回弹模量按式(7.0.4-1)和式(7.0.4-2)计算确定。

$$q_i = \frac{4 P_i}{\pi d^2} \quad (7.0.4-1)$$

$$E = \frac{h \times q_5}{\Delta L_5} \quad (7.0.4-2)$$

式中:  $q_i$  - 相应于各级试验荷载作用下的压强, MPa;

$P_i$  - 施加于试件的各级荷载, N;

$E$  - 抗压回弹模量, MPa;

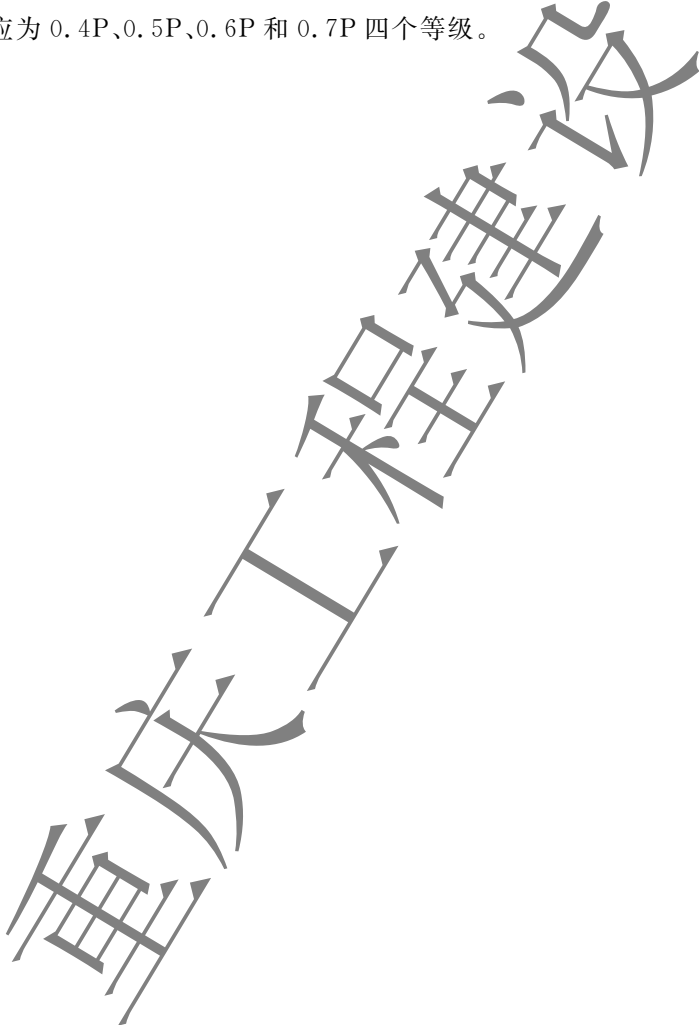
$q_5$  - 相应于第 5 级荷载(0.5P)时的荷载压强, MPa;

$h$  - 试件轴心高度, mm;

$L_5$  - 相应于第 5 级荷载(0.5P)时经原点修正后的回弹变

形,mm。

**7.0.5** 半柔性复合路面混合料抗压回弹模量试验应参照《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》JTG E20 进行,但试验荷载取值应为 0.4P、0.5P、0.6P 和 0.7P 四个等级。



## 8 半柔性复合路面施工

### 8.1 施工前要求

- 8.1.1 半柔性复合路面面层施工前应对基层进行检查,基层质量应符合相关规范要求。
- 8.1.2 半柔性复合路面面层施工前,必须彻底清除下承层面浮灰,并根据需要作适当的铣刨和清洁处理。
- 8.1.3 半柔性复合路面面层施工前,应对下承层宽度超过 1cm 的裂缝或坑槽进行处理。
- 8.1.4 应在沥青层与沥青层之间、沥青层与水泥稳定碎石基层之间撒布一层乳化沥青粘层油。

### 8.2 大孔隙基体沥青混合料拌制

- 8.2.1 严格控制沥青和集料的加热温度以及沥青混合料的出厂温度,贮料仓的储料时间不得超过 72 小时。
- 8.2.2 大孔隙基体沥青混合料施工温度应符合表 8.2.2 的规定。

表 8.2.2 大孔隙沥青混合料施工温度(单位:℃)

沥青加热温度		150-170
矿料温度		175-185
混合料出厂温度		170-185(超过200者废弃)
混合料运输到现场温度		不低于165
摊铺温度	正常施工	不低于155,不超过165
	低温施工	不低于155,不超过175
初碾温度		不低于145
碾压终了路表温度		不低于75
灌浆前路表温度		不高于40
施工气温		不低于10

8.2.3 拌和楼应逐盘打印沥青及各矿料用量和拌和温度,并应定期对拌和的计量和测温进行校核;不得使用没有材料用量和温度自动记录装置的拌和机。

8.2.4 每台班均应在拌和机中分别取一组混合料试样做马歇尔试验和抽提筛分试验,检验油石比、矿料级配和沥青混凝土的物理力学性质,应符合以下要求:

(1)矿料含量的允许差值为:

小于 0.075mm 的颗粒含量允许误差范围为 $\pm 2\%$ ;

不大于 2.36 mm 的颗粒含量允许误差范围为 $\pm 6\%$ ;

不小于 4.75mm 的颗粒含量允许误差范围为 $\pm 7\%$ 。

(2)油石比必须控制在设计值(-1%,+2%)的范围内。

### 8.3 大孔隙基体沥青混合料运输

8.3.1 拌和机向运料车放料时,运料车应前后移动,按前、后、中顺序分三堆装料。

8.3.2 混合料运输到现场时,表面温度下降不得超过 20℃。

8.3.3 运料车应比拌和能力 and 摊铺速度应有适当富余,摊铺机前方应有三辆运料汽车等候卸料。

8.3.4 运料车不得污染已开放交通的基层沥青混合料路面,不得在防水粘结层或粘层上急刹车、急弯调头。

8.3.5 运料车应有篷布覆盖,车轮上宜适当喷洒隔离剂。

#### 8.4 大孔隙基层沥青混合料摊铺

8.4.1 基层应平整、密实、洁净、干燥,标高和横坡符合要求。

8.4.2 混合料摊铺应连续、稳定,应做到缓慢、均匀、无离析、不间断地摊铺,摊铺过程中运料汽车不得撞击摊铺机。

8.4.3 混合料压实前,施工人员不得进入摊铺。

8.4.4 摊铺遇雨时,应立即停止施工,并应清除未压实成型的混合料,废弃遭受雨淋的混合料。

8.4.5 摊铺层厚度和路拱应符合设计和相关规范要求。

8.4.6 摊铺宜选用宽幅摊铺设备。

#### 8.5 大孔隙基层沥青混合料碾压

8.5.1 大孔隙基层沥青混合料宜选用不高于 12 吨的双钢轮压路机碾压,胶轮压路机作为辅助,碾压次数可比普通沥青混凝土少一遍。

8.5.2 应在大孔隙基层沥青混合料碾压温度降到 90℃ 时进行整平碾压、消除轮迹。

8.5.3 大孔隙基层沥青混合料压实成型后,非施工车辆不得上路行驶,并应防止砂石、杂物等附在路面上堵塞孔隙。

8.5.4 碾压过程中,应做好混合料压实度监测,不得过压。

8.5.5 碾压时压路机驱动轮应朝向摊铺机,碾压路线及方向不得突变,压路机启动、停止必须减速缓行。

8.5.6 碾压过程中,压路机滚轮应保持湿润、不得粘料。

8.5.7 对压路机无法压实的死角、边缘、接头等位置,应采用小

型振动压路机或手扶振动夯趁热压实。

## 8.6 大孔隙基体沥青混合料冷却

**8.6.1** 任何机械均不得停放在未冷却至常温的路面上,并应防止矿料、杂物、油料等落在新铺路面上。

**8.6.2** 灌注水泥胶浆前,大孔隙基体沥青混合料表面温度不得高于 40℃。

## 8.7 封边和接缝

**8.7.1** 灌浆前,应采用适当的封边方式和封边材料将大孔隙沥青混合料周边密封。

**8.7.2** 横向接缝宜采用平接缝,摊铺前宜采用接缝专用加热器对接缝面进行加热,使新铺混合料与已铺混合料密切结合。采用“冷+热”平接缝时,摊铺前应对周边黏结物或铣刨的四壁人工涂刷改性乳化沥青(残留物大于 60%)2~3 遍。摊铺后应充分压实,使连接平顺。

**8.7.3** 纵向接缝应采用热接缝,应避开车道的轮迹带位置,与下承层纵向接缝错开 20cm 以上。采用“冷+热”接缝时,摊铺前应对接缝面进行处理,涂刷改性乳化沥青或其他黏结材料(残留物大于 60%)2~3 遍。

## 8.8 浆体制作

**8.8.1** 水泥胶浆制作的设备宜选用移动式搅拌机。

**8.8.2** 加料顺序应为:水—矿粉(胶乳)—水泥—砂—外加剂;加水之前,应将其它材料先拌和 1~2min 至均匀后,再加水拌和 2~3min。

## 8.9 浆体灌注

- 8.9.1 水泥胶浆的撒布损失率宜通过试验段确定,无实测数据时可取 10%。
- 8.9.2 水泥胶浆应在搅拌后的 5~15min 内灌注,应迅速足量、一次完成,开始硬化后不得二次补料。
- 8.9.3 宜选用橡胶路耙拖拉水泥胶浆,直至浆料漫透全部孔隙中;当路面有纵向坡度时,应从低处向高处撒铺浆料。
- 8.9.4 水泥胶浆宜采用机械设备喷洒灌注,面积小时也可以采用人工撒布灌注方式进行。
- 8.9.5 应在灌浆初凝前完成振动碾压,速度不宜超过 5km/h,重复碾压不宜超过 4 次。
- 8.9.6 灌浆后应将多余的浆料及时刮除。

## 8.10 抹面

- 8.10.1 初凝前应在路面表面喷洒缓凝剂。
- 8.10.2 水泥胶浆终凝前应采用特制毛刷或小型抹面设备进行表面刮浆,清除残余在表面的水泥胶浆。
- 8.10.3 半柔性复合路面的上面层,应除去表面剩余水泥胶浆。
- 8.10.4 抹面完成后,应及时清理封边材料、多余浮浆等。

## 8.11 养生

- 8.11.1 半柔性复合路面的养生时间应根据所选水泥类型确定,并符合表 8.11.1 的规定。



表 8.11.1 半柔性复合路面养生时间

水泥类型	养生时间
普通型水泥	不少于 72 小时
早强型水泥	不少于 24 小时

- 8.11.2 气温 30℃以上时,应使用塑料薄膜覆盖养生。
- 8.11.3 养生期间禁止一切人员和车辆通行,并应防止雨水冲刷。
- 8.11.4 养护期间,可根据实际情况适当补水养生。
- 8.11.5 对用于下面层的半柔性复合路面材料,应在其满足开放交通要求的强度后再铺筑上面层。

## 9 半柔性复合路面工程质量验收

### 9.1 材料检测

9.1.1 沥青、粗集料、细集料、矿粉等按《公路沥青路面施工技术规范》JTG F40 规定的抽检项目、频度和方法进行检测。

9.1.2 水泥应按《通用硅酸盐水泥》GB 175 规定的抽检项目、频度和方法进行检测。

9.1.3 其他材料应按“4 材料要求”进行相关检测。

### 9.2 大孔隙基体沥青混合料施工质量验收

9.2.1 严禁使用油石比不满足设计要求的混合料。

9.2.2 摊铺和碾压严格按照工艺要求进行,压实度大于或等于 95%且小于 100%,大孔隙基体沥青混合料压实成型后,其平整度应满足《公路沥青路面施工技术规范》JTG F40 要求。

9.2.3 大孔隙基体沥青混合料的检验应分为外观几何尺寸检验、混合料材料性能检验、混合料施工质量三方面内容,对应检验项目应符合表 9.2.3-1、表 9.2.3-2、表 9.2.3-3 的规定。

表 9.2.3-1 结构层外观几何尺寸检验项目及要求

检验项目	检查频度 (每一侧车道)	质量要求或允许误差	试验方法	
外观	随时	表面平整密实,不得有明显轮迹、裂缝、推挤、油包等缺陷,且无明显离析	目测	
平整度	标准差 $\sigma$	全线连续	1.2mm	JTG3450 T0932
	IRI	全线连续	1.2m/km	JTG3450 T0932
	最大间隙	每 1km10 处,各连续 10 尺	3mm	JTG3450 T0931
中线平面偏位	每 1km20 个断面	$\pm 20\text{mm}$	JTG3450 T0911	
纵断面高程	每 1km20 个断面	$\pm 15\text{mm}$	JTG3450 T0911	
宽度	每 1km20 个断面	$\pm 20\text{mm}$	JTG3450 T0911	
横坡	每 1km20 个断面	$\pm 0.3\%$	JTG3450 T0911	

表 9.2.3-2 大孔隙基体沥青混合料检验项目及要求

检验项目	检查频度 (每一侧车道)	质量要求或允许误差	试验方法
油石比抽检	每日上、下午各 1 次	$\pm 0.3\%$	燃烧炉法
级配筛分	每日上、下午各 1 次	4.75mm 通过率 $\pm 4$ 0.075mm 通过率 $\pm 2$	JTG E20 T0725
马歇尔击实	每班一次	不少于 8 个试件 其中:4 个试件用蜡封法测混合料密度	JTG E20 T0702
最大相对理论密度试验	每班一次	两组平行试验,误差 $\pm 0.015$	JTG E20 T0711
钻芯试验	每班一次	每公里 5~6 个样本 芯样晾干后采用蜡封法测定密度	JTG E20 T0702

表 9.2.3-3 施工质量检验项目及要求

检验项目		检查频度	质量要求或允许差	试验方法
施工温度 (°C)	沥青混合料出厂温度	每车料一次	JTG F40	温度计测定
	运输到现场温度			
	初压温度			
	碾压终了温度			
矿料级配 与生产设计 标准级配 的差 (%)	0.075mm	逐盘在线 检测	±2	计算机采集数据
	≤2.36mm		±5	
	≥4.75mm		±6	
	0.075mm	每日上、 下午各1次	±2	
	≤2.36mm		±4	
	≥4.75mm		±5	
沥青含量与设计之差(%)		逐盘在线检测	-0.1, +0.1	计算机采集数据
		每日上、 下午各1次	-0.4, +0.4	拌和厂取样 离心法抽提
马歇尔试验	稳定度(KN)	每日上、 下午各1次	不小于3	拌和厂取样 室内成型试验
	流值(0.1mm)		20~40	
	空隙率(%)		20-28	
压实度(%)		1次/200m/车道	不小于96%	现场钻孔试验
厚度(mm)	代表值	1次/200m/车道	±5	
	极值	1次/200m/车道	±10	

### 9.3 水泥胶浆质量验收

9.3.1 水泥胶浆拌合用水不得含有泥砂、油污、酸、碱等有害物质。

9.3.2 水泥胶浆质量验收应符合表 9.3.2 的规定。

表 9.3.2 水泥胶浆质量检验项目及要求

检验项目	检查频度	质量要求或允许误差	试验方法
流动度	每 20m <sup>3</sup> 一次	10s~14s	JTG 3420 T0508
7d 抗压强度	每台班一次	不小于 20MPa	GB/T 17671
28d 抗压强度	每台班一次	不小于 30MPa	GB/T 17671
7d 干缩率	每台班一次	小于 0.3	JGJ/T 70

## 9.4 半柔性复合路面质量验收

9.4.1 路面养护 7d 后, 钻芯马歇尔稳定度应不小于 9kN。

9.4.2 路面养护 7d 后, 路面弯沉应满足设计要求。

9.4.3 半柔性复合路面质量标准应符合表 9.4.3 的规定。

表 9.4.3 半柔性复合路面质量检验项目及要求

检验项目		检查频度	质量要求或允许偏差	试验方法
马歇尔 试验	稳定度(kN)	1次/200m/车道	不小于 9	现场钻孔试验
	流值(mm)		2~4	
	空隙率(%)		小于 3.5	
动稳定度(次/mm)		1次/每 km	不小于 10000	现场路面切割
灌浆饱满度(%)		5点/km	不小于 90%	附录 A
构造深度(mm)		5m/点	0.5~1.1	铺砂法
弯沉(0.01mm)		20m/点	符合设计要求	贝克曼梁
路表平整度(mm)		全线连续	2	用连续式平整度仪
路表渗水系数(ml/min)		≥5点/km	小于 60	改进型渗水仪

## 附录 A 灌浆饱满度检验方法

### A.1 室内试件灌浆饱满度试验方法

- A.1.1 对试模进行称重,得出试模质量  $m_0$ 。
- A.1.2 按 A.1 试验方法成型试件,并称量灌浆前试件质量  $m_3$ 。
- A.1.3 采用游标卡尺量测试件的高度和直径,计算出试件体积  $V_s$ 和空隙率  $V_v$ 。
- A.1.4 按 A.1 试验方法对试件进行灌浆操作,称量灌浆后试件质量  $m_4$ 。
- A.1.5 通过式(A.1)计算出试件灌浆饱满度。

### A.2 室内试件灌浆饱满度计算公式

灌浆饱满度  $V_g$ 按下式(A.1)计算。

$$V_g = \frac{(m_2 - m_1)/\rho}{V \times V_v} \times 100 \quad V_g = \frac{(m_2 - m_1)/\rho}{V_s \times V_v} \times 100 \quad (\text{A.1})$$

式中: $V_g$ —灌浆饱满度,%;

$m_1$ —灌浆前试件质量,g;

$m_2$ —灌浆后试件质量,g;

$\rho$ —灌入浆体密度,g/cm<sup>3</sup>;

$V_s$ —试件体积,cm<sup>3</sup>;

$V_v$ —基体沥青混合料的空隙率,%。

其中  $m_1, m_2$ 的计算公式如下:

$$m_1 = m_3 - m_0 \quad m_1 = m_3 - m_0 \quad (\text{A.2})$$

$$m_2 = m_4 - m_0 \quad m_2 = m_4 - m_0 \quad (\text{A.3})$$

式中: $m_3$ —灌浆前试件连试模质量,g;

$m_4$ —灌浆后试件连试模质量, g;

$m_0$ —试模质量, g。

灌入浆体密度  $\rho$  按式《砌筑砂浆配合比设计规程》JGJ/T98 第 5.3.5 计算方法进行计算。

### A.3 芯样灌浆饱满度试验方法

A.3.1 对铺设好的基体沥青路面按规定频率进行取芯, 采用体积法测出芯样空隙率, 并取各芯样空隙率平均值为基体沥青空隙率  $V_V$ 。

A.3.2 灌浆复合路面施工结束后, 待灌入浆体硬化后进行芯样取芯, 并称量芯样质量  $m_2$ 。

A.3.3 采用游标卡尺量测芯样的高度和直径, 计算出芯样的体积  $V$ , 根据式 A.5 得出芯样体积下基体沥青质量  $m_1$ 。

A.3.4 通过式(A.4)计算出芯样灌浆饱满度。

### A.4 芯样灌浆饱满度计算公式

灌浆饱满度  $V_g$  按式(A.4)计算。

$$V_g = \frac{(m_2 - m_1) / \rho}{V \times V_V} \times 100 \quad V_g = \frac{(m_2 - m_1) / \rho}{V \times V_V} \times 100 \quad (\text{A.4})$$

式中:  $V_g$ —灌浆饱满度, %;

$m_1$ —芯样体积下基体沥青混合料质量, g;

$m_2$ —芯样质量, g;

$\rho$ —灌入浆体密度, g/cm<sup>3</sup>;

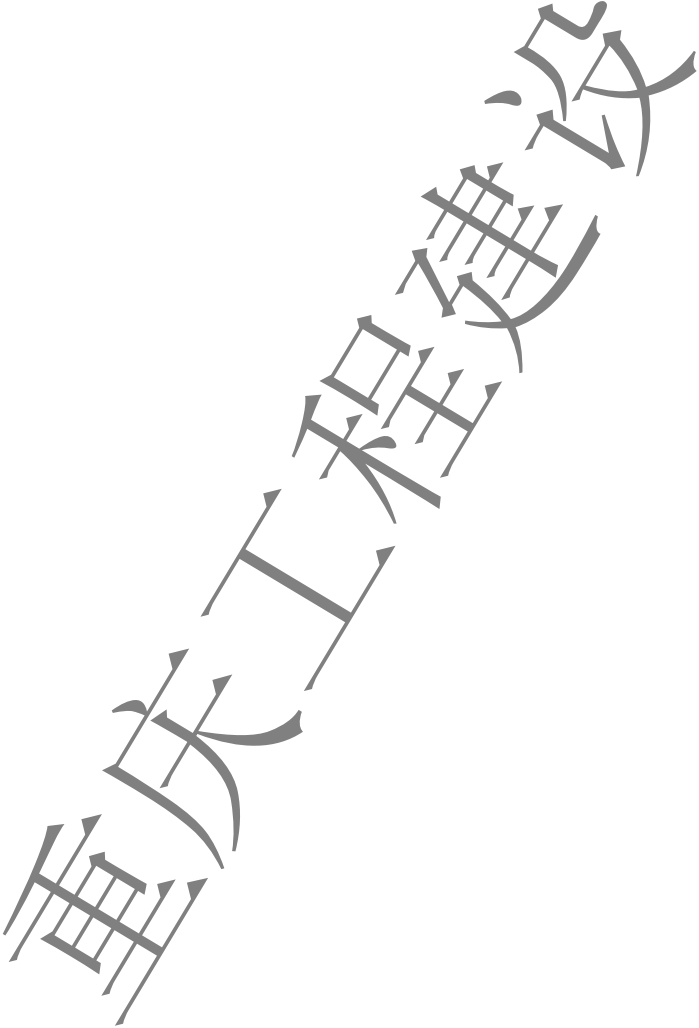
$V$ —芯样体积, cm<sup>3</sup>;

$V_V$ —基体沥青混合料空隙率, %。

其中  $m_1$  的计算公式如下:

$$m_1 = \gamma_t \times V(1 - V_v) \quad m'_1 = \gamma_t \times V(1 - V'_v) \quad (\text{A. 5})$$

式中： $\gamma_t$ —基体沥青混合料最大理论密度， $\text{g}/\text{cm}^3$ 。





## 本标准用词说明

1 为便于在执行本标准条文时区别对待,对要求严格程度不同的用词说明如下:

- 1) 表示很严格,非这样做不可的:  
正面词采用“必须”,反面词采用“严禁”;
- 2) 表示严格,在正常情况下均应这样做的:  
正面词采用“应”,反面词采用“不应”或“不得”;
- 3) 表示允许稍有选择,在条件许可时首先应这样做的:  
正面词采用“宜”,反面词采用“不宜”;
- 4) 表示有选择,在一定条件下可以这样做的,采用“可”。

2 条文中指明应按其他有关标准执行的写法为:“应符合……的规定”或“应按……执行”。

## 引用标准名录

- 1.《公路沥青路面设计规范》JTG D50
- 2.《通用硅酸盐水泥》GB 175
- 3.《建设用砂》GB/T 14684
- 4.《混凝土外加剂》GB 8076
- 5.《公路工程水泥及水泥混凝土试验规程》JTG 3420
- 6.《建筑砂浆基本性能试验方法标准》JGJ/T 70
- 7.《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》JTG E20
- 8.《公路沥青路面施工技术规范》JTG F40
- 9.《砌筑砂浆配合比设计规程》JGJ/T 98
- 10.《水泥胶砂强度检验方法(ISO)》GB/T 17671
- 11.《公路工程集料试验规程》JTG E42
- 12.《水泥标准稠度用水量、凝结时间、安定性检验方法》GB/T 1346
- 13.《混凝土膨胀剂》GB/T 23439
- 14.《涂料用乳液和涂料、塑料用聚合物分散体白点温度和最低成膜温度的测定》GB/T 9267
- 15.《合成胶乳粘度测定法》SH/T 1152
- 16.《合成橡胶胶乳 pH 值的测定》SH/T 1150
- 17.《透水沥青路面技术规程》CJJ/T 190
- 18.《公路路基路面现场测试规程》JTG3450
- 19.《公路沥青路面施工技术规范》JTG F40
- 20.《建筑砂浆基本性能试验方法标准》JGJ/T 70

重庆市工程建设标准

半柔性复合路面技术标准

DBJ50/T-385-2023

条文说明

2023 重 庆

重慶工程建設

## 目 次

1	总则	37
2	术语和符号	38
3	基本规定	39
4	材料要求	40
5	大孔隙基体沥青混合料配合比设计	42
6	水泥胶浆配合比设计	43
7	半柔性复合路面设计	44
8	半柔性复合路面施工	45
9	半柔性复合路面工程质量验收	48

重慶工程建設

# 1 总 则

1.0.1 本条规定了制定本标准的目的。半柔性复合路面兼具沥青路面的柔性和水泥混凝土路面的刚性,近几年来在国内得到了越来越广泛的应用。

1.0.2 本条对半柔性复合路面的应用范围做出了说明。半柔性复合路面由于其强度高、刚度大,主要用于解决重载交通路段,长大纵坡路段、隧道进出口、公交停车港和其他速度变化频繁路并易产生车辙、推移等破坏的问题。同时,半柔性复合路面也可用于隧道路面,为驾驶员提供更好的实现效果,且具有优良的耐火性。除本条规定的工程,对于有耐久性需要的其他工程,也可采用半柔性复合路面。

1.0.3 本条阐明了本标准与其他标准、规范的关系与衔接原则。

## 2 术语和符号

**2.1.4 ~ 2.1.5** 由于大孔隙基体沥青混合料中要灌入水泥胶浆,而水泥胶浆本身具有较强的温度收缩特性。为了改善水泥胶浆的黏附性,使灌入的水泥胶浆能很好地与大孔隙基体沥青混合料结合,同时降低其脆性与减少收缩,可在普通水泥胶浆中掺入聚合物乳液来改善水泥胶浆的效能,从而提高半柔性复合路面的路用性能。

可用于改善水泥胶浆新的聚合物有羧基丁苯乳液、氯丁乳液、环氧树脂等,目前比较理想的聚合物为羧基丁苯乳液。

**2.2** SFAC-13、SFAC-16 SFAC-20、SFAC-25——分别指最大公称粒径为 13.2mm、16mm、19mm、26.5mm 的大孔隙基体沥青混合料灌注水泥胶浆后形成的半柔性复合路面混合料。



### 3 基本规定

3.0.3 根据灌浆料在不同类型大孔隙基体沥青混合料中的渗透深度情况,确定半柔性复合路面材料结构层设计最大厚度。

3.0.5 设置粘层不仅可防止灌浆料渗透到下承层,同时还可增加层间粘结。

## 4 材料要求

**4.1.2** 表 4.1.2 中所列数据是从满足半柔性复合路面结构性能的角度出发所得实验数据。

**4.2.1** 对于极重、特种交通路段和大孔隙基体沥青路面施工后有临时通车要求的路段,大孔隙基体沥青混合料宜采用 SBS 改性沥青、橡胶沥青或高黏度改性沥青。

**4.2.2** 表 4.2.2 中所列数据是从半柔性复合路面耐久性及高低温性能等角度出发所得实验数据。

**4.3.1** 由于大孔隙沥青混合料粗集料相互之间为点-点接触,对石料强度要求较高。因此,有条件的地区可以采用玄武岩轧制碎石。

**4.3.2** 表 4.3.2-1~2 中所列数据是从半柔性复合路面结构强度、抗磨损等性能出发,以普通沥青混凝土相关要求为参考所得的实验数据。

**4.4.1** 细集料可采用与粗集料不同的材质,宜选用碱性石料。为避免施工碾压时细集料的进一步破碎,不应使用石屑作为细集料。

**4.6.2** 砂的粒径大小对水泥胶浆效果及其性能影响非常大:粒径太大,胶浆不易灌注或由于砂堵孔导致灌注率降低;粒径太小,在相同砂浆比下,砂的比表面积大,需水量大,影响胶浆的工作性能、力学性能以及体积稳定性。为此,本标准规定了砂的各档料筛分通过率。

**4.7.1** 一般来说,减水剂粉剂用量为 0.75-1.5%,液体用量为 1.5-2.5%,并应符合以下技术要求:

(1)外观:粉剂棕黄色粉末,液体棕褐色粘稠液;

(2)固体含量:粉剂 $\geq 94\%$ ,液体 $\geq 40\%$ ;

- (3)净浆流动度 $\geq 230\text{mm}$ ;
- (4)硫酸钠含量 $\leq 3\%$ ;
- (5)氯离子含量 $\leq 0.5\%$ 。

南京理工大学

## 5 大孔隙基体沥青混合料配合比设计

**5.0.1** 大孔隙基体沥青混合料配合比设计采用体积法,与 OG-FC(大孔隙开级配排水式沥青磨耗层)混合料类同。

基体沥青混合料马歇尔试验技术指标基本上是参照国外要求并结合近年来的工程数据验证提出。对于重载交通路段及车辙多发路段,基体沥青混合料宜选用较大的目标空隙率。

**5.0.2** 本标准给出的级配范围适用于不同交通条件。半柔性复合路面整体性能与基体沥青混合料空隙率有较大的关系,而混合料级配对其空隙率有重要影响。在具体设计及工程建设中,大孔隙基体沥青混合料级配的选择应根据交通条件及设计空隙率等进行确定。给出的基体沥青混合料级配控制点为 4.75mm,4.75 mm 通过率允许误差为 $\pm 2$ 。在使用时,需要根据当地工程实际的石料特性,进行混合料的理论配合比设计优化,级配曲线可作适当调整,但混合料的技术性能应满足设计要求。

## 6 水泥胶浆配合比设计

6.2.2 相关参数的意义及测试方法为:将新拌制水泥胶浆立即装入直径为 50mm、高度为 200mm 的钢制量筒中,刮平上表面后,用塑料薄膜封闭。在标准养护条件下养护 3d 脱模,按照体积法测定水泥胶浆试件的密度  $\rho$ 。将上述试件锯成上下两等份,分别测试上、下两部分的密度  $\rho_1$  和  $\rho_2$ 。

6.3.6 每立方米水泥胶浆原材料用量表。

表 6.3.6 每立方米水泥胶浆原材料用量

强度等级	水泥用量(kg/m <sup>3</sup> )	砂用量 (堆积表观密度,kg/m <sup>3</sup> )	用水量(kg/m <sup>3</sup> )
M7.5	230~260	1440~1460	270~330
M10	260~290		
M15	280~340		
M20	340~400		
M25	360~410		
M30	430~480		

注:①此表水泥强度等级为 42.5 级,大于 42.5 级水泥用量宜取下限;②当采用细砂或粗砂时,用水量分别取上限或下限;③稠度小于 70mm 时,用水量可小于下限;④炎热或干燥季节施工时,可酌情增加用水量。

## 7 半柔性复合路面设计

7.0.1 根据抗压回弹模量取值范围,半柔性复合路面混合料总体偏柔性,可以采用沥青路面设计方法进行路面计算和路面结构设计。

7.0.2 半柔性复合路面混合料 20℃ 抗压回弹模量取值范围受基体沥青混合料空隙率大小的影响。

7.0.4 使用弹性层状体系计算路面力学响应时,需要材料的抗压回弹模量,条文规定了半柔性复合路面材料的回弹模量确定方法。

7.0.5 半柔性复合路面混合料试件按下列步骤成型与养生。

(1) 基体沥青混合料成型按照《公路工程沥青和沥青混合料试验规程》JTG E20 中 T 0702 的试验方法成型试件。

(2) 基体沥青混合料试件成型后,静置至试件完全冷却,采用体积法测试混合料试件空隙率,满足相关要求后,将试件连同试模一起准备进行灌浆试验。

(3) 根据灌入浆体的配合比设计结果,按比例拌制灌入浆体。

(4) 将试件连同试模置于振动台上,将灌入浆体按照先中间后周边的原则倒入试件上,倒入的灌入浆体高度与试模边齐平为止,开启振动台 30s 进行振动灌浆,振动后重新倒入灌入浆体重复振动灌浆过程,直至灌入浆体在无明显高度变化为止。

(5) 将试件表面多余的灌入浆体清洗后,称量试件灌入前后质量变化,按附录 A 的计算方法算出试件的灌浆饱满度,对灌浆饱满度不合格的试件将作废处理。

(6) 满足相关要求的试件需在标准养护条件下(温度 20℃ ± 1℃,湿度 90%)养护 7 天方可进行相关性能试验。

## 8 半柔性复合路面施工

**8.2.1** 基体沥青混合料细集料偏少,常常导致拌制时出料温度偏高,应加强基体沥青混合料出料温度控制。

**8.3.2** 基体沥青混合料具有较高的空隙率,热量散发较普通沥青混合料更快。因此,在混合料运输过程中应严格落实保温措施。

**8.4.5** 半柔性复合路面的平整度主要取决于基体沥青混合料的平整度,摊铺碾压过程中应严格控制平整度。

**8.5.4** 为防止过压导致基体沥青混合料的空隙率偏小,基体沥青混合料碾压过程中应严格控制碾压遍数,且不宜选用大吨位的双钢轮压路机,同时钢轮压路机碾压过程中不宜开振动,在保证基体沥青混合料集料不被压碎及保证空隙率的前提下方可开启振动。由于胶轮压路机橡胶轮变形大,其与路面接触时局部呈封闭状态,当胶轮驶离路面时易导致热的沥青结合料被上吸堵塞路面孔隙,所以,为保证路面有适宜的空隙率,一般不采用胶轮压路机。

**8.5.5** 基体沥青混合料的孔隙大,承载能力弱,压路机在碾压成型后基体沥青路面上转向、调头、加水或停留对路面的损伤比普通沥青混合料路面更严重,所以,施工中压路机要严格按照要求进行操作。

**8.7.1** 灌浆前,采用适当的封边方式和封边材料将大孔隙沥青混合料四周进行围挡,防止浆体流出造成旁边路面或路缘石污染。

由于浆体的流动性非常好,容易从低处流出路面结构体,导致半柔性复合路面材料无法灌注饱满。对大孔隙基体沥青混合料的封边包括边缘位置的基体内部采用流动度稍大的胶浆填充

和在基体表面对灌浆料的阻挡。

**8.9.2** 半柔性路面要求各工序之间的衔接要迅速、紧凑,以免其随着时间增长流动度变小,从而影响渗透效果。胶浆灌注时,凡灌浆料流到的地方,要马上振动,避免水泥胶浆在表面凝固,堵塞基体孔隙。

**8.9.4** 水泥胶浆喷洒常用设备为洒水车。

**8.10.1** 水泥浆体对半柔性复合路面材料的强度影响很大,因此,水泥浆体的灌注和表面清除都非常关键(图 8.10.1-1)。水泥胶浆表面水分散失快,强度形成快,导致表面多余胶浆的清除非常不便,所以应采取喷洒缓凝剂的方法使表面胶浆强度形成变缓(图 8.10.1-2),待内部胶浆达到初凝而表面还没有达到初凝时将多余胶浆清除。

此外,由于胶浆的表面是较光滑的,构造深度小,若不清除表面浮浆,将导致半柔性复合路面抗滑性不足,也不美观。胶浆清除过深将导致表面骨料在行车荷载的作用下,产生飞散的风险加大。因此,需严格控制表面胶浆冲洗时的角度、压力及冲洗的时间,以达到表面构造深度达到要求作为冲洗的控制标准,施工中可通过试验段确定(图 8.10.1-3、图 8.10.1-4)。



图 8.10.1-1 灌注胶浆



图 8.10.1-2 洒缓凝剂





图 8.10.1-3 浮浆清理

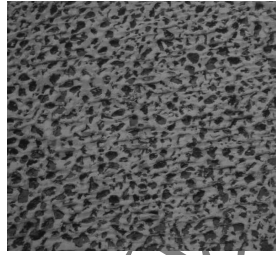


图 8.10.1-4 成型路面

重庆工程

## 9 半柔性复合路面工程质量验收

9.1.3 沥青应密封存放,使用时不宜反复加热,不得混入雨水、砂、泥土、石粉等粉料和其它异物。

9.2.2 应严格控制大孔隙沥青混合料的压实度。压实度超过100%将导致胶浆灌注时无法灌入;压实度小于95%将导致基体沥青混合料的强度过低,进而出现压密性车辙、松散等病害。