

# 山东省市政行业协会

鲁市协字 [ 2023 ] 23 号

---

## 山东省市政行业协会关于征求 团体标准《城市道路灌入式半柔性路面 技术规范》意见的函

各有关单位及专家：

根据《山东省市政行业协会团体标准管理办法（试行）》（鲁市协字〔2020〕6号）要求，由临沂市政集团有限公司、山东路易达交通科技有限公司主编的团体标准《城市道路灌入式半柔性路面技术规范》已完成征求意见稿。现将标准征求意见稿（附件1）上网公开征求意见，请有关单位组织相关专家研究并提出具体的修改意见和建议，按附件2格式填写，并将意见反馈表（附件2）于2023年9月17日前发送电子版给主编单位。

联系单位：临沂市政集团有限公司

联系人：白俊胜

联系电话：13589696277

电子邮箱：baijunsheng@lyszgs.com

附件：1. 征求意见稿

2. 意见反馈表



山东省市政行业协会团体标准

T/SDSZ XXX—XXXX

城市道路灌入式半柔性路面技术规范

Technical Specification for Penetration Semi-Flexible  
pavement

(征求意见稿)

20××-×-×发布

20××-×-×实施

X X X X X X X X 发布

# 前 言

根据山东省市政行业协会《关于印发《山东省市政行业协会团体标准管理办法（试行）》的通知》（鲁市协字（2020）6号）的要求，标准编制组进行了广泛、深入的调查研究，在总结国内外关于灌入式半柔性路面技术研究和应用实践基础上，结合山东省道路建设实际，经历了调查、研讨、修改和总结实践经验，制定山东省市政行业协会团体标准《灌入式半柔性路面施工技术规范》T/SDSZ XXX—XXXX。

本规范的主要技术内容是：总则；术语和缩略语；材料；路面结构设计；配合比设计；施工；质量检验。

本规范由山东省市政行业协会负责管理，由山东路易达交通科技有限公司负责具体技术内容的解释。执行过程中如有意见或建议，请寄送山东路易达交通科技有限公司（地址：临沂市兰山区南京路与卧虎山路汇交应用科学城 A 座 1208，邮编：276000）

主编单位： 临沂市政集团有限公司  
                  山东路易达交通科技有限公司  
参编单位：

主要起草人员：

主要审查人员：

# 目 次

1	总则	1
2	术语和缩略语	2
2.1	术语	2
2.2	缩略语	2
3	材料	3
3.1	沥青	3
3.2	集料	3
3.3	填料	3
3.4	灌浆料	3
3.5	水	4
4	路面结构设计	5
4.1	一般规定	5
4.2	结构设计	5
4.3	材料参数	5
5	配合比设计	7
5.1	一般规定	7
5.2	基体沥青混合料配合比设计	8
6	施工	11
6.1	一般规定	11
6.2	基体沥青混合料施工	11
6.3	灌浆施工	12
7	质量检验	15
7.1	基体沥青混合料质量检验	15
7.2	基体沥青混合料面层质量检验	15
7.3	灌入式半柔性路面质量检验	16
附录 A	灌浆料室内试验制备方法	17
附录 B	灌浆料浆体离析率测定方法	18
附录 C	基体沥青混合料连通空隙率测定方法	19
附录 D	灌入式半柔性路面材料试件制备方法	21

附录 F 灌注率测定方法 .....	22
本规范用词说明 .....	25
引用标准名录 .....	26
附：条文说明	

# 1 总 则

1.0.1 为了规范灌入式半柔性路面的设计、施工、质量检验和验收，保证工程质量，制定本规范。

1.0.2 本规范适用于新建、改（扩）建重载路段城市道路工程，尤其适用于各等级道路的重载交通路段、专用车道、货车专线、进出口匝道连接线、公交港湾、平交道口等特殊路段。

1.0.3 灌入式半柔性路面施工除执行本规范外，尚应执行国家现行和地方标准规定。

## 2 术语和缩略语

### 2.1 术语

#### 2.1.1 灌入式半柔性路面 poured semi-flexible pavement

基体沥青混合料内灌注灌浆料而形成的半柔半刚的复合路面。

#### 2.1.2 基体沥青混合料 matrix asphalt mixture

铺设于道路结构基层或沥青混合料下面层上的,可灌入灌浆料浆体的骨架空隙结构型沥青混合料,空隙率一般为 20%~30%。

#### 2.1.3 灌浆料 grouting material

按一定配比经混合预拌而成,由高强胶结组分、超墨化组分、膨胀组分、优选级配集料组分及微量改性组分等组成的一种粉状材料,灌浆施工时需加水拌和后形成均匀、稠度适宜、可流动的灌浆浆体。

#### 2.1.4 连通空隙率 connected porosity

基体沥青混合料中相互连通的空隙体积占全部混合料体积的百分率。

#### 2.1.5 灌注率 perfusion rate

灌注进入基体沥青混合料连通空隙中的灌浆料体积占基体沥青混合料连通空隙体积的百分率。

### 2.2 缩略语

SBS——苯乙烯-丁二烯-苯乙烯嵌段共聚物;

PSFP——灌入式半柔性路面;

SFAC——灌入式半柔性路面基体沥青混合料;

## 3 材料

### 3.1 沥青

**3.1.1** 基体沥青混合料的胶结料宜采用 SBS I-D 改性沥青，技术要求应符合现行《城市道路工程施工与质量验收规范》CJJ 1 的规定。重载及以上等级条件宜采用高黏高弹改性沥青，技术要求应符合现行《高粘高弹道路沥青》GB/T 30516 中的 AVE-1 性能规定。

**3.1.2** 粘层宜采用改性乳化沥青，其技术要求应符合现行《城市道路工程施工与质量验收规范》CJJ 1 的规定。

### 3.2 集料

**3.2.1** 粗集料基本性能应符合下列规定

1 粗集料应采用洁净、干燥、不含风化颗粒、近似立体颗粒的碎石，技术要求应符合现行《城市道路工程施工与质量验收规范》CJJ 1 的规定。

2 生产碎石用的原石不得含有土块、杂物，集料成品不得堆放在泥土地上。

**3.2.2** 细集料应洁净、干燥、无风化、无杂质，并有适当的颗粒级配，宜采用优质石灰岩磨制。细集料技术要求应符合现行《城市道路工程施工与质量验收规范》CJJ 1 的规定。

### 3.3 填料

**3.3.1** 填料宜采用石灰岩经磨细得到的矿粉，可掺加消石灰粉或水泥替代部分填料，其用量宜为矿料总量的 1%~2%。

**3.3.2** 矿粉应干燥、洁净、无结块，能自由地从矿粉仓流出，技术要求应符合现行行业标准《城镇道路工程施工与质量验收规范》CJJ1 的规定。

### 3.4 灌浆料

**3.4.1** 灌浆料分为慢凝型和快凝型，慢凝型宜用于可长时间封闭交通的路段，快凝型宜用于交通压力大，难以长时间封闭交通的路段。灌浆料浆体技术要求应符合表 3.4.1 的规定，试验室灌浆料浆体制备和离析率测定方法应按本规范附录 A、附录 B 的方法确定。

表 3.4.1 灌浆料浆体技术要求

性能	单位	慢凝型		快凝型		试验方法
		技术要求	养护龄期	技术要求	养护龄期	
流动度	s	10~14	-	10~14	-	T 0508
		/	/	10~16	0.5h	
泌水率	%	≤4	6h	≤4	0.5h	T 0518
离析率	%	≤5	3d	≤5	3d	附录 B
初凝时间	h	≥5	-	≥0.75	-	T 0592
终凝时间	h	≤12	-	≤2	-	
干缩率	%	≤2	28d	≤2	28d	T 0511
抗压强度	MPa	≥10	7d	≥10	3h	T 0506
抗折强度	MPa	≥4.0		≥4.0		
抗压强度	MPa	≥20	28d	≥20	28d	
抗折强度	MPa	≥6.0		≥6.0		

**3.4.2** 灌浆料应在阴凉、干燥，防潮条件下储存，堆放高度距离地面不低于 30cm，储存期不得超过 3 个月，严禁使用受潮灌浆料。

### 3.5 水

**3.5.1** 城市自来水可直接用于灌入式半柔性路面施工。

**3.5.2** 当没有条件使用城市自来水时，水质标准不应低于现行行业标准《混凝土用水标准》JGJ 63 的规定。

## 4 路面结构设计

### 4.1 一般规定

**4.1.1** 路面结构设计应结合各路面结构组合的力学特性、功能特性及长期性能衰减规律和损坏特点综合确定。

**4.1.2** 路面结构设计参照现行行业标准《城镇道路路面设计规范》CJJ 169 进行。

### 4.2 结构设计

**4.2.1** 不同交通荷载条件下，路面结构组合类型、层位、基体沥青混合料类型、集料公称最大粒径及最小厚度应符合表 4.2.1 的规定，也可以根据当地工程经验确定。

表4.2.1 路面结构组合类型、层位、基体沥青混合料类型、最小厚度要求

路面结构组合	灌入式半柔性路面层层位	推荐基体沥青混合料		最小厚度 (mm)	
		类型	集料公称最大粒径 (mm)	重载、特重载	轻、中荷载
基层+灌入式半柔性路面层	面层	SFAC-13	13.2	100	80
		SFAC-16	16		
基层+灌入式半柔性路下面层+沥青混合料上面层	中下面层	SFAC-20	19	70	60
		SFAC-25	26.5		
基层+沥青混合料下面层+灌入式半柔性路上面层	灌入式半柔性路上面层	SFAC-13	13.2	70	50
		SFAC-16	16		

**4.2.2** 路面组合类型适用于道路三层面层结构的上、中面层及双层面层结构的上、下面层；在交叉路口、公交站台等车辆启停频繁的路段，宜用于路面的上面层；在普通行车路段，可用于路面的中下面层，也可以用于上面层。

### 4.3 材料参数

**4.3.1** 路面结构层材料设计参数的确定应参照《公路沥青路面设计规范》JTG D50 的规定，分为下列三个水平：

- 1 水平一，通过室内试验实测确定；
- 2 水平二，利用已有经验关系式确定；
- 3 水平三，参照典型数值确定。

**4.3.2** 灌入式半柔性路面材料弯拉强度和回弹模量依据相应的水平确定。

水平一，适用于工程实验室弯拉强度和回弹模量测定仪器配备齐全情况。路面材料的弯拉强度和回弹模量的测定应符合现行《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》JTG E20 的规定，取平均值，试验温度选用 20℃，面层沥青混合料加载频率采用 10Hz。

水平三，适用于不能进行实验室检测情况，材料的弯拉强度和回弹模量应符合表 4.3.2 的规定。

表 4.3.2 路面材料的弯拉强度和回弹模量

沥青混合料类型	连通空隙率 (%)	弯拉强度 (MPa)	回弹模量 (MPa)
SFAC-13	16	5.5~7.5	10000~12000
	20	7.5~9.5	13000~16000
	25	8.5~10.5	17000~20000
	30	10.5~12.5	21000~23000
SFAC-16	16	6.0~8.0	11000~13000
	20	8.0~10.0	14000~16000
	25	10.0~12.0	17000~21000
	30	12.0~14.0	21000~24000
SFAC-20	16	6.5~8.5	12000~14000
	20	8.5~10.5	14000~17000
	25	10.5~12.5	18000~21000
	30	12.5~14.5	22000~24000
SFAC-25	16	6.5~8.5	13000~15000
	20	9.0~11.0	15000~18000
	25	11.0~13.0	19000~22000
	30	13.0~15.0	23000~25000

注：轻荷载、中荷载和重荷载的连通空隙率范围宜分别为 16%~20%、20%~25%、25%~30%。

**4.3.3** 灌入式半柔性路面材料的泊松比宜取值为 0.3。

## 5 配合比设计

### 5.1 一般规定

**5.1.1** 城市快速路、主干路用基体沥青混合料配合比设计应包括目标配合比设计、生产配合比设计和生产配合比验证三个阶段，次干路及其他等级道路可直接应用成功经验。

**5.1.2** 矿料级配采用骨架空隙型结构，设计矿料级配范围应符合表 5.1.2 的规定。

**表 5.1.2 设计矿料级配范围**

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
SFAC-13	100	100	100	100	85~95	20~70	10~30	5~15	4~10	3~8	3~6	2~6	1~5
SFAC-16	100	100	100	90~100	70~90	20~65	10~28	5~15	4~10	3~8	3~6	2~6	1~5
SFAC-20	100	100	90~100	60~90	40~70	18~48	10~25	5~15	4~10	3~8	3~6	2~6	1~5
SFAC-25	100	90~100	80~90	50~90	35~60	15~40	8~20	5~15	4~10	3~8	3~6	2~6	1~5

**5.1.3** 基体沥青混合料的技术要求应符合表 5.1.3 的规定。连通空隙率的测定应按本规范附录 C 的方法确定。

**表 5.1.3 基体沥青混合料技术要求**

试验项目	单位	技术要求	试验方法
马歇尔试件尺寸	mm	$\Phi 101.6 \times 63.5$	T 0702
马歇尔试件击实次数	次	50 (双面击实)	T 0702
空隙率	%	20~30	T 0708
连通空隙率	%	$\geq 16$	附录 C
马歇尔稳定度	kN	$\geq 3.0$	T 0709
析漏损失	%	$< 0.4$	T 0732
肯塔堡飞散损失	%	15	T 0733

## 5.2 基体沥青混合料配合比设计

5.2.1 配合比设计方法宜采用马歇尔设计方法,其他要求应符合现行行业标准《公路沥青路面施工技术规范》JTG F40 的规定。

5.2.2 基体沥青混合料级配设计方法应采用改进体积设计方法,改进粗集料空隙率的计算方法和考虑集料吸油率对空隙率的影响,具体步骤应按如下流程进行:

- 1 选定材料,对材料进行筛分,确定其级配;
- 2 测定材料的粗集料紧装密度 $\rho_{sc}$ 和毛体积密度 $\rho_{fc}$ ;
- 3 计算主骨料的空隙率 $V_{vc}$ ;

$$V_{vc} = (1 - \frac{\rho_{sc}}{\rho_{fc}}) \times 100\% \quad (\text{式 5.2.2})$$

式中: $V_{vc}$ ——主骨料空隙率, %;

$\rho_{sc}$ ——主骨料紧装密度,  $\text{g/cm}^3$ ;

$\rho_{fc}$ ——主骨料毛体积密度,  $\text{g/cm}^3$

- 4 根据经验确定矿粉、沥青用量;
- 5 根据功能要求确定沥青混合料的设计空隙率 $V_{sv}$ ;
- 6 根据以上步骤中确定的已知量,依据体积法的基本思想,即细集料体积、沥青体积、矿粉体积和沥青混合料最终设计空隙体积之和等于主骨架空隙体积,利用(式 5.2.2) ~ (式 5.2.7) 联立求解,可得粗集料用量和细集料用量。

$$q_c + q_f + q_p = 100 \quad (\text{式 5.2.2})$$

$$\frac{q_c}{100\rho_{sc}}(V_{vc} - V_{sv}) = \frac{q_f}{\rho_{ff}} + \frac{q_p}{\rho_{tp}} + \frac{q_a - P_{ba}}{\rho_a} \quad (\text{式 5.2.3})$$

$$P_{ba} = \frac{\gamma_{se} - \gamma_{sb}}{\gamma_{se} \times \gamma_{sb}} \times \gamma_b \times 100 \quad (\text{式 5.2.4})$$

$$\gamma_{se} = C \times \gamma_{sa} + (1 - C) \times \gamma_{sb} \quad (\text{式 5.2.5})$$

$$C = 0.033\omega_x^2 - 0.2936\omega_x + 0.9339 \quad (\text{式 5.2.6})$$

$$\omega_x = (\frac{1}{\gamma_{sb}} - \frac{1}{\gamma_{sa}}) \times 100 \quad (\text{式 5.2.7})$$

式中: $q_c$ ——粗集料质量百分数, %;

$q_f$ ——细集料质量百分数, %;

$q_p$ ——矿粉质量百分数, %;

$q_a$ ——沥青用量重量百分数，%；

$p_{ba}$ ——沥青混合料中被矿料吸收的沥青质量占矿料总质量的百分数（%）；

$V_{vc}$ ——粗集料空隙率百分数，%；

$V_{vs}$ ——沥青混合料设计空隙率百分数，%；

$\rho_{sc}$ ——粗集料的毛体积密度， $g/cm^3$ ；

$\rho_{tf}$ ——细集料的毛体积密度， $g/cm^3$ ；

$\rho_{tp}$ ——矿粉的毛体积密度， $g/cm^3$ ；

$\rho_a$ ——沥青密度， $g/cm^3$ ；

$\gamma_{se}$ ——合成矿料的有效相对密度；

$\gamma_{sb}$ ——矿料合成毛体积相对密度；

$\gamma_{sa}$ ——矿料合成表观相对密度；

$\gamma_b$ ——25℃时沥青的相对密度；

$C$ ——沥青吸收系数；

$w_x$ ——合成矿料的。

7 在初步油石比的基础上，分别上下调整 $\pm 0.2\%$ 的5个油石比，对确定的级配进行肯塔堡飞散试验和谢伦堡析漏试验，以肯塔堡飞散试验结果和谢伦堡析漏试验结果转折点切线的交点为最佳油石比。

### 5.2.3 灌入式半柔性路面性能验证

1 按目标配合比制作成型试件，灌注灌浆料，在标准养护条件下养护至规定龄期。试件制备和灌注率测定应按本规范附录 D 和附录 E 的方法确定。

2 路面材料性能验证结果应符合表 5.2.1 的规定。不满足技术要求的，应重新进行目标配合比设计

表 5.2.1 灌入式半柔性路面性能要求

性能指标	单位	技术要求	检测方法
稳定度	kN	$\geq 15$	T 0709
综合稳定指数（60℃，0.7MPa）	次/ $mm^2$	$\geq 12000$	T 0719、第 5.2.5 节
灌注率	%	$\geq 90$	附录 E
浸水马歇尔稳定度	kN	$\geq 9$	T 0709

冻融劈裂强度比	%	≥80	T 0729
---------	---	-----	--------

**5.2.5** 灌入式半柔性路面高温性能综合稳定指数应按式 5.2.5 计算, 试验方法执行《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》(JTG E20) T 0719。

$$C = \frac{N(t_2 - t_1)}{d_1(d_2 - d_1)} C_1 C_2 \quad (\text{式 5.2.5})$$

式中:  $C$ ——试件的综合稳定指数, 次/mm<sup>2</sup>。

$N$ ——试验轮往返碾压速度, 取值为 42 次/min。

$d_1$ ——为车辙试验中试件在 45 min ( $t_1$ ) 时的变形大小, mm。

$d_2$ ——为车辙试验中试件在 60 min ( $t_2$ ) 时的变形大小, mm。

$C_1$ ——试验机类型系数, 曲柄连杆驱动加载轮往返运行方式为 1.0。

$C_2$ ——试验机系数, 试验室制备宽 300mm 的试件为 1.0。

**5.2.6** 根据各热料仓的矿料级配, 以目标配合比进行生产配合比调试, 确定出生产配合比级配; 取目标配合比设计的最佳沥青用量 OAC、OAC±0.2% 等 3 个沥青用量进行马歇尔试验和试拌, 以空隙率和析漏指标综合确定生产油石比, 由此确定的最佳沥青用量与目标配合比设计结果的差值不宜大于±0.1%。

**5.2.7** 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 200m~300m 试验段, 并取样进行马歇尔试验, 同时从路上钻取芯样检测空隙率的大小, 由此确定生产用的标准配合比。对确定的标准配合比, 宜再次进行抗车辙性能和水稳定性检验。

**5.2.8** 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, 如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, 使基体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。

## 6 施工

### 6.1 一般规定

- 6.1.1 施工前应通过试验段确定生产工艺参数，试验段长度宜为 200m~300m。
- 6.1.2 施工环境温度不应低于 5℃，路面潮湿及雨、雪天气时，严禁施工。
- 6.1.3 施工前，应保证下承层清洁、干燥、无病害，平整度和强度应满足设计要求。
- 6.1.4 基体沥青混合料与下承层间应撒布粘层。

### 6.2 基体沥青混合料施工

6.2.1 路面施工流程应按图 6.2.1 进行。



图 6.2.1 路面施工流程

6.2.2 基体沥青混合料生产、施工温度控制应符合表 6.2.2 的规定。

表 6.2.1 基体沥青混合料的生产、施工温度要求

工艺温度 (°C)	范围	
	SBS 改性沥青	高粘改性沥青
沥青加热温度	160~170	170~190
矿料加热温度	190~210	190~220
沥青混合料出厂温度	170~185	175~185
摊铺温度	≥160	≥165
初压温度	≥150	≥155
终压温度	≥90	≥90
灌浆温度	≤50	≤50

6.2.3 基体沥青混合料拌和、运输应符合下列规定：

- 1 热拌混合料成品在贮料仓储存后，其温度下降不应超过 10℃。
- 2 运输前，应在运料车车厢板上涂隔离剂或防粘剂，但不得有余液积聚在车厢底部。
- 3 料车车厢宜增加保温措施，混合料运输过程和卸料过程应全程覆盖。
- 4 在运料车侧面中部应设温度检测孔，检测沥青混合料的出厂温度和到场温度，孔口距车箱底面不小于 300mm。温度计宜采用数字显示插入式，测温时插入深度不小于 150mm。

6.2.4 基体沥青混合料摊铺应符合下列规定：

1 基体沥青混合料摊铺时，一台摊铺机的摊铺宽度不超过 6.0m（双车道）～7.5m（三车道以上），宜采用两台或多台摊铺机前后错开 10m～20m 成梯形方式同步摊铺。

2 施工前，应提前 0.5h～1h 预热摊铺机熨平板，使其温度不低于 100℃。摊铺过程中，熨平板的振捣或夯锤压实装置应具有适宜的振动频率和振幅。

3 摊铺沥青混合料应均匀、连续不间断，不得随意变换摊铺速度或中途停顿，摊铺速度宜为 1.5 m/min～2.0m/min。

4 摊铺时，如出现局部离析，应进行人工找补或更换混合料，离析严重时应予以铲除，并调整或改进摊铺工艺。混合料未压实前，施工人员不得进入踩踏。

5 基体沥青混合料的松铺系数应通过试验段确定。摊铺过程中应随时检查摊铺厚度及路拱、横坡。

#### 6.2.5 基体沥青混合料碾压应符合下列规定：

1 碾压宜选用 11t～13t 的双钢轮压路机静压，初压速度宜为 1.5km/h～2.0km/h，复压、终压速度宜为 2.5km/h～3.5km/h。

2 压实机械组合方式和压实遍数应根据试验段确定。

3 压实后应保证空隙率在设计空隙率的±1%范围内。

4 不得在未碾压成型的混合料和刚碾压成型（温度高于 80℃）的路面上转向、调头、加水或停留。

#### 6.2.6 基体沥青混合料的拌和、运输、摊铺、碾压其他要求应符合现行行业标准《城镇道路工程施工与质量验收规范》CJJ1 的规定。

#### 6.2.7 基体沥青混合料路面接缝处理应符合下列要求：

1 施工接缝必须紧密、连接平顺。路面厚度在 10cm 以上的，横向施工缝采用错台搭接，搭接长度为 3m～5m。

2 接缝的其他要求应符合现行行业标准《城镇道路工程施工与质量验收规范》CJJ1 的规定。

### 6.3 灌浆施工

6.3.1 灌入式半柔性路面的灌浆施工分为封边、灌浆料浆体制备、灌注、表面处理及养生。

#### 6.3.2 封边应符合下列规定：

1 路面灌浆前必须封边，防止灌浆料流失。

2 封边条应选用易周转、可重复使用的角钢或木条，封边高度不低于 60mm。封边条与路面粘接可选用泡沫胶，封边不得留有空隙。

**6.3.3** 灌浆料浆体制备方法分为现场拌制和厂拌拌制，浆体拌制应符合下列规定：

1 灌浆料正式拌和前，应进行试配，水灰比控制范围宜为 0.28~3.20。灌浆料技术要求应符合本规范第 3.4.1 条规定，不满足要求时做废料处理。

2 应采用间歇式拌和方式，拌和加水的同时添加干粉灌浆料，搅拌时间不应低于 2min。

3 拌和设备应满足快速转场、连续生产等要求。

4 拌和设备与灌浆料干粉料包严禁放置于碾压成型后的基体沥青混合料路面上。

**6.3.4** 灌浆应在路面内部温度低于 50℃ 以下时进行，严禁洒水降温。灌浆应符合以下规定：

1 雨天及风速 6 级以上时不得灌注。施工前如遇降雨，应对路面进行覆盖，降雨结束后采取措施将积水排干。

2 灌注时用软管连接拌和设备，将灌浆料浆体自由灌注于路面上，直至浆体不再下渗冒泡为止。对遗漏的地方采用人工及时补浆。

3 每一工作班应制作留取不少于 3 组尺寸为 40mm×40mm×160mm 的试件，放置于标准养护室（养护室温度 20℃±2℃，相对湿度 95%以上）养护 28d 后，进行抗压强度和抗折强度试验，作为质量评定的依据。试验方法应符合现行国家标准《水泥胶砂强度检验方法（ISO 法）》GB/T 17671 的有关规定。

4 从灌浆料制备至灌注结束宜控制在 30min 以内。

5 当路面有纵坡时，应从低处向高处灌注。横向灌注时，应从道路两侧向中间聚拢。

**6.3.5** 在灌浆料初凝至终凝时间段内采用毛刷垂直车辆行车方向抹面，以露出表面凹凸不平为宜。施工时，作业人员应穿水靴。若灌浆料终凝前有降雨，应及时采取防御覆盖措施。

**6.3.6** 灌浆施工完成后应及时养护。气温低于 30℃ 时，可直接露天自然养护，气温高于 30℃ 时，应采用塑料薄膜覆盖养护。养生期间，应封闭交通，禁止一切人员车辆通行。

**6.3.7** 在路面弯拉强度大于 5MPa 后可开放交通，7 天内严禁重载车辆通行。



## 7 质量检验

### 7.1 基体沥青混合料质量检验

**7.1.1** 基体沥青混合料用沥青、集料、填料的规格、检查数量及检验方法应符合国家现行有关标准和本规范第3章的有关规定。

**7.1.2** 基体沥青混合料的质量要求应符合本规范第5.2条的有关规定。检查数量及检查方法应符合现行《城市道路工程施工与质量验收规范》CJJ 1的规定。

**7.1.3** 灌浆料制备浆体质量要求应符合本规范第3.4条的规定。

检查数量：同一厂家、同一批号，每200t检测1次，不足200t时，亦按一验收批检测。

检验方法：查出厂合格证，检验报告并进场复检。

### 7.2 基体沥青混合料面层质量检验

**7.2.1** 基体沥青混合料面层质量检验应符合下列规定：

#### 主控项目

**1** 面层压实度不应小于试验室标准密度的98%。

检查数量：每1000m<sup>2</sup>测1点。

检验方法：查试验记录（路面取芯毛体积密度、试验室标准密度），T0924、T0922。

**2** 面层厚度应符合设计规定，允许偏差为+10mm～-5mm。

检查数量：每1000m<sup>2</sup>测1点。

检验方法：钻孔或刨挖，用钢尺量。

**3** 面层连通空隙率应符合设计规定，允许偏差为设计值±1%，合格率不低于90%。

检查数量：每1000m<sup>2</sup>测1点。

检验方法：查试验记录。

**4** 面层路表渗水系数应不小于5000ml/min。

检查数量：每1000m<sup>2</sup>测1点。

检验方法：查试验报告、复测，T0971。

#### 一般项目

5 表面应平整、坚实，接缝紧密，无枯焦，不应有明显轮迹、推挤裂缝、脱落、烂边、油斑、掉渣等现象，不得污染其他构筑物。面层与路缘石、平石及其他构筑物应接顺，不得有积水现象。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察。

### 7.3 灌入式半柔性路面质量检验

7.3.1 灌入式半柔性路面质量检验应符合下列规定：

#### 主控项目

1 灌注率不应小于90%。

检查数量：每2000m<sup>2</sup>测1点。

检验方法：查试验记录（总量控制与钻芯法双控）。

#### 一般项目

2 路面质量要求或允许偏差应符合表7.3.2的规定。

表 7.3.2 路面质量要求或允许偏差

检验项目		检查频率	质量要求或允许偏差		试验方法
			城市快速路、主干路	次干路其他等级道路	
外观		随时	表面应平整、坚实，接缝紧密，无明显离析，不应有明显轮迹、推挤裂缝、油斑、油包等现象		目测
平整度	标准差 $\sigma$	全线连续	$\leq 1.5\text{mm}$	$\leq 2.4\text{mm}$	用测平仪检测
	最大间隙	1处/20m/车道	$\leq 5\text{mm}$		用3m直尺和塞尺连续量取两尺，取最大值
抗滑	摩擦系数	全线连续	符合设计要求		横向力系数车
		1处/200m/车道			摆式仪
	构造深度	1处/200m/车道	符合设计要求		砂铺法、激光构造深度仪
渗水系数		1处/200m/车道	$\leq 60\text{ml/min}$		T 0971

## 附录 A 灌浆料室内试验制备方法

### A.1 试验设备

**A.1.1** 本方法适用于室内灌浆料的制备。

**A.1.2** 高速搅拌机：由搅拌锅、搅拌叶片、传动机构和控制系统组成。搅拌锅材质为不锈钢或带有耐腐蚀电镀层的金属材料，溶剂不小于 10L。高速搅拌机的转速可调节，至少设高速、低速两档，最大转速不低于 3000r/min。

**A.1.3** 台秤：量程 20kg，精度小于 1g。

### A.2 试验方法与步骤

**A.2.1** 称取 10kg 成品灌浆料，按灌浆料配比称取相应的用水量，成品灌浆料浆体推荐水灰比宜为 0.28~0.32。

**A.2.2** 润湿高速搅拌机搅拌锅内壁及搅拌叶片，拌锅内不应留有明显水渍；

**A.2.3** 加入 2/3 拌和用水量，开启搅拌机以 500r/min 速度低速搅拌，15s 内缓慢将全部质量的灌浆料加入拌锅内拌和，搅拌不少于 30s。

**A.2.4** 加入剩余用水量，2000r/min 转速下继续搅拌 2min 后可形成灌浆料浆体，以进行相关性能测试和灌浆料浆体试验。

## 附录 B 灌浆料浆体离析率测定方法

### B.1 试验材料及设备

**B.1.1** 试验材料：灌浆料浆体、黄油。

**B.1.2** 试验仪器：

- 1 量程为 250ml 的塑料量杯。
- 2 浸水天平或电子天平：最大称量 3kg 以下，精度小于 0.1g，应有水量水中重的挂钩。
- 3 网篮。
- 4 溢流水箱：使用洁净水，有水位溢流装置，保持水位恒定，水温保持在  $25^{\circ}\text{C} \pm 0.5^{\circ}\text{C}$  内。
- 5 试件悬吊装置：不吸水细尼龙绳或铁丝。
- 6 岩石切割机
- 7 其他：秒表、电风扇或烘箱

### B.2 试验步骤及结果计算

**B.2.1** 用蘸有少许黄油的棉纱擦拭量筒内部。

**B.2.2** 量取一定量制备好的灌浆料浆体，将灌浆材料倒入 250mL 的塑料量筒中，灌浆材料的体积为 200mL 左右。

**B.2.3** 养护室温度  $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度 95%以上条件下养护 3d，脱模。

**B.2.4** 用岩石切割机将养护后灌浆料试模切割成两等份，标记上半部分和下半部分，按照《公路工程集料试验规程》T0304 方法测量上、下部分圆柱体试件密度分别为  $\rho_1$ 、 $\rho_2$ 。

**B.2.5** 按照（式 B.1）计算灌浆料浆体的离析率：

$$R = (\rho_2 - \rho_1) / \rho \times 100\% \quad (\text{式 B.1})$$

式中： $R$ —灌浆材料的离析率，%；

$\rho_1$ —灌浆材料上半部分密度，g/mL；

$\rho_2$ —灌浆材料下半部分密度，g/mL；

$\rho$ —灌浆材料的密度，g/mL。

## 附录 C 基体沥青混合料连通空隙率测定方法

### C.1 试验设备

C.1.1 本方法适用于连通空隙率的测定。

C.1.2 试验设备的主要技术指标应符合下列规定：

- 1 浸水天平:量程 5kg 以上,精度小于 0.5g。
- 2 金属网篮:网孔 5mm;直径与高度均为 200mm。
- 3 溢流水箱:使用洁净水,有水位溢流装置,保持水位恒定,水温保持在  $25^{\circ}\text{C} \pm 0.5^{\circ}\text{C}$  内。
- 4 试件悬吊装置:不吸水细尼龙绳或铁丝。
- 5 游标卡尺:精度 0.1mm。
- 6 其他:秒表、电风扇或烘箱。

### C.2 试验步骤及结果计算

C.2.1 现场钻芯、室内成型试件的制备应符合现行行业标准《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》JTG E20 的规定。试验前试件宜放置在水平平面上,在阴凉处保存。一组试验试件组数为4~6个。

C.2.2 去除试件表面的浮粒,测定常温、干燥状态下的试件质量 $m$ ,精确至0.1g或0.5g。

C.2.3 用游标卡尺量取试件的直径与厚度,精确至 0.1mm。测直径时选取上下2个断面,厚度量测选取4次十字对称值,取各自的平均值计算试件的体积 $V$ 。

C.2.4 将溢流水箱水温保持在 $25^{\circ}\text{C} \pm 0.5^{\circ}\text{C}$ 。挂上网篮,浸入溢流水箱中,调节水位,将天平调平并复零,把试件置于网篮中保持约3min~5min,待天平稳定后,测定其水中质量 $m_0$ 。

C.2.5 根据测定结果,按下式计算连通空隙率:

$$V_m = \frac{m - m_0}{\rho_w} \quad (\text{式C.1})$$

$$VV_c = \frac{V - V_m}{V} \times 100\% \quad (\text{式C.2})$$

式中:  $VV_c$ ——连通空隙率(%) ;

$V_m$ ——矿料和封闭空隙率的体积 ( $\text{cm}^3$ );

$V$ ——试件体积；

$\rho_w$ ——25℃时的水密度（g/cm<sup>3</sup>），取 0.9971g/cm<sup>3</sup>；

$m$ ——常温、干燥状态下试件质量（g）；

$m_0$ ——水中状态下试件质量（g）；

## 附录 D 灌入式半柔性路面材料试件制备方法

### D.1 试验仪器设备

**D.1.1** 本方法适用于室内路面材料的马歇尔试件及车辙试件的制备。

**D.1.2** 试验设备的主要技术指标应符合下列规定：

- 1 游标卡尺：精度 0.1mm。
- 2 标准养护室：温度： $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ ；相对湿度大于 95%。
- 3 塑料胶带、橡皮泥、橡皮刮刀、抹布。

### D.2 试验步骤

**D.2.1** 按现行《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》（JTG E20）T 0702 的方法成型基体沥青混合料马歇尔试件或车辙试件。

**D.2.2** 试件不脱模，在室温下静置 12h，用塑料胶带或橡皮泥将底面封堵，直立放置于平整的试验台面。对于车辙试件，可在成型前用包裹材料垫在试模内部，防止其漏浆。

**D.2.3** 按照附录 A 制作灌浆料浆体，将制备好的灌浆料倒入试件表面，依靠灌浆料的自重流入基体混合料的骨架空隙中，直至完全无法渗透为止。

**D.2.4** 用橡皮刮刀刮平试件顶面多余的灌浆料，直至表面露出粗骨料为止。

**D.2.5** 将灌浆完毕的试件在温度  $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度大于 95%标准养护条件下养护至规定的时间。

## 附录 F 灌注率测定方法

### F.1 一般规定

**F.1.1** 本方法适用于灌入式半柔性路面灌注率的测定。

**F.1.2** 试验设备的主要参考附录 A、附录 C、附录 D。

### F.2 试验步骤

**F.2.1** 室内试件灌注率试验方法：

1 按现行《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》（JTG E20）T 0702的方法成型4~6个基体沥青混合料马歇尔试件。

2 去除试件表面的浮粒，按本规范附录C试验方法检测基体沥青混合料灌浆前的连通空隙率 $VV_c$ 。

3 室内静置风干马歇尔试件或用电风扇吹干至恒重。

4 按本规范附录D制作灌入式半柔性路面材料的马歇尔试件。

5 将灌浆后的马歇尔试件放置于标准养护条件（ $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度大于95%）下养护3d。

6 室内静置风干或用电风扇吹干至恒重，按本规范附录C试验方法检测灌浆后马歇尔试件的连通空隙率 $VV'_c$ 。

**F.2.2** 现场取芯试件灌注率试验方法：

1 对施工现场成型路面，按现行《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》（JTG E20）T 0710的方法取芯基体沥青混合料芯样4~6个。

2 室内静置风干或用电风扇吹干芯样至恒重，去除试件表面的浮粒，按本规范附录C试验方法检测基体沥青混合料芯样灌浆前的连通空隙率 $VV_c$ 。

3 灌浆施工结束以后，养护规定时间以后，开放交通前按现行《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》（JTG E20）T 0710的方法取芯4~6个，取芯位置应在每个基体沥青混合料取样位置附近。

4 室内静置风干或用电风扇吹干芯样至恒重，去除试件表面的浮粒，按本规范附录C试验方法检测灌浆后路面芯样的连通空隙率 $VV'_c$ 。

**F.2.3** 灌注率的计算应按下式计算：

$$P_r = \frac{VV_c - VV'_c}{VV_c} \times 100\% \quad (\text{式F.1})$$

式中： $P_r$ ——灌注率（%）。

$VV_c$ ——灌浆前的连通空隙率（%）。

$VV_c'$ ——灌浆后的连通空隙率（%）

**F.2.4** 试验结果应取4~6个试件灌注率的平均值，精确至0.1%。



## 本规范用词说明

1 为方便在执行本规范条文时区别对待,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 本规范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(或要求)”或“应按.....执行”。

## 引用标准名录

- 1 《高粘高弹道路沥青》 GB/T 30516
- 2 《水泥胶砂强度检验方法（ISO 法）》 GB/T 17671
- 3 《城镇道路工程施工与质量验收规范》 CJJ
- 4 《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》 JTG E20
- 5 《公路沥青路面施工技术规范》 JTG F 40
- 6 《城镇道路路面设计规范》 CJJ 169
- 7 《混凝土用水标准》 JGJ 63
- 8 《公路沥青路面设计规范》 JTG D50
- 9 《公路工程集料试验规程》 JTG E42
- 10 《透水沥青路面技术规程》 CJJ/T 190

山东省市政行业协会团体标准

# 城市道路灌入式半柔性路面技术规范

T/SDSZ \*\*\*-\*\*\*

条文说明

## 制订说明

《城市道路灌入式半柔性路面技术规范》T/SDSZ \*\*\*-\*\*\*，经山东省市政行业协会 20\*\*年\*\*月\*\*日，以第\*\*号公告批准发布。

本规范编制过程中，编制组进行了广泛深入的调查研究，在总结目前国内外关于灌入式半柔性路面技术研究和应用实践基础上，参考了有关国家、行业标准，开展了相关专题研究和应用实践，广泛征求了有关单位和专家的意见，进行了反复讨论、协调和修改。

为便于广大施工、监理、项目管理等单位有关人员在使用本规范时能正确理解和执行条文规定，编制组按章、节、条顺序编制了本规范的条文说明，供使用者参考。但是，本条文说明不具备与规范正文同等的法律效力，仅供使用者作为理解和把握规范规定的参考。

# 目 次

<b>3</b>	<b>材料</b> .....	<b>30</b>
3.2	集料.....	30
<b>5</b>	<b>配合比设计</b> .....	<b>31</b>
5.2	基体沥青混合料配合比设计.....	31
<b>6</b>	<b>施工</b> .....	<b>32</b>
6.1	一般规定.....	32
6.2	基体沥青混合料施工.....	32
6.3	灌浆施工.....	32

## 3 材料

### 3.2 集料

**3.2.2** 在表面层混合料使用时，为了改善混合料的水稳定性，细集料宜采用碱性石料。

## 5 配合比设计

### 5.2 基体沥青混合料配合比设计

**5.2.5** 根据前期研究，灌入式半柔性路面的动稳定度都在10000次/mm，有研究表明，当材料的动稳定度 $\geq 10000$ 次/mm时，直接通过现行车辙试验标准计算出的动稳定度与平滑法处理得出的数据有较大偏差，而且车辙试验次数对应的车辙深度应综合考虑混合料的压密变形和固结变形的总量。

动稳定度指标表示的是压实稳定期渐近线的斜率，该指标仅仅考虑了压实稳定期的剪切流动变形增长的速率，忽略了压实过渡期的变形，而压实过渡期的变形也是永久变形中的重要组成部分，最后也会直观地反映为在路面上形成车辙。在对灌入式半柔性路面动稳定度的测试过程中发现，车辙深度主要产生在碾压前45 min，45 min后的车辙深度基本趋于稳定，即在随后的15 min碾压过程中，灌入式半柔性路面混合料的永久变形量变化不大。由此计算出灌入式半柔性路面的车辙动稳定偏大，因此对车辙试验的动稳定度应综合考虑混合料的压密变形和固结变形的总量。为了使灌入式复合路面沥青混合料的高温稳定性评价更加合理，采用综合稳定指数评价其高温稳定性能。

研究表明，综合稳定指数和车辙动稳定度与劲度模量呈现线性关系，其中动稳定度与劲度模量的相关系数为0.9242，综合稳定指数与劲度模量的相关系数为0.9940，说明采用综合稳定指数比现有基础上车辙试验得到的动稳定度评价混合料的高温稳定性更加合理。

## 6 施工

### 6.1 一般规定

**6.1.4** 设置粘层的目的一是防水，二是增强层间粘结，减少基层唧浆，防止灌浆料流失，从而提高路面结构的耐久性。

### 6.2 基体沥青混合料施工

**6.2.3** 由于基体沥青混合料细集料较少，使得基体沥青混合料有一定的自由沥青，为防止自由沥青与车厢板粘连，应在车厢板上涂抹隔离剂或防粘剂。基体沥青混合料空隙较大，容易产生通风散热，在运输过程中加强对运输车辆的保温，避免混合料温度下降过快。

**6.2.5** 基体沥青混合料的组成主要以粗集料为主，约占 70%~90%。路面碾压成型时，粗集料基本为点与点接触，一方面容易压实，另一方面也容易将集料压碎造成沥青混合料局部失去粘聚能力，因此选择合适的压实机械和碾压次数至关重要。

### 6.3 灌浆施工

**6.3.2** 灌浆前要做好封边工作，保证整个灌浆区域处于封闭状态，防止灌浆料的污染、流失和边界未灌满等现象发生。

**6.3.4** 沥青混合料路面温度过高进行灌浆时，一方面由于空隙之间存在热空气导致浆体下渗不流畅，存在灌浆后路面空隙较多；另一方面，温度过高，导致灌浆料迅速硬化，无法完成灌浆。