

深圳市工程建设地方标准

SJG

SJG 152 – 2024

## 低噪声透水沥青路面技术规程

Technical specification for low-noise permeable  
asphalt pavement

2024-01-12 发布

2024-05-01 实施

深圳市住房和建设局  
深圳市交通运输局

联合发布

深圳市工程建设地方标准

低噪声透水沥青路面技术规程

Technical specification for low-noise permeable  
asphalt pavement

**SJG 152 - 2024**

2024 深 圳

## 前 言

根据《深圳市住房和建设局关于发布 2019 年深圳市工程建设标准制订修订计划项目的通知》（深建设〔2019〕40 号）的要求，标准编制组经广泛调查研究，认真总结实践经验，参考有关国内外先进标准，结合深圳市的实际，并在广泛征求意见的基础上，编制了本规程。

本规程主要技术内容是：1.总则；2.术语及符号；3.材料；4.路面结构组合和设计；5.施工；6.施工管理和验收；7.养护管理。

本规程由深圳市住房和建设局、深圳市交通运输局联合批准发布，由深圳市交通运输局业务归口并组织深圳市市政设计研究院有限公司等编制单位负责技术内容的解释。本规程实施过程中如有意见或建议，请寄送深圳市市政设计研究院有限公司（地址：深圳市福田区笋岗西路 3007 号市政设计大厦，邮政编码：518029），以供今后修订时参考。

本规程主编单位：深圳市市政设计研究院有限公司

本规程参编单位：福州大学土木工程学院

深圳市西部城建工程有限公司

深圳市恒浩建工程项目管理有限公司

中国市政工程西北设计研究院有限公司

深圳市蕾奥规划设计咨询股份有限公司

深圳市光明区建筑工务署

深圳市格瑞实业发展有限公司

深圳市新城市规划建筑设计股份有限公司

深圳市政集团有限公司

本规程主要起草人员：徐波 胡昌斌 王元 冯芳 徐涛

刘敬华 沈光荣 程生平 曹淑学 万众

于芳 邓军 张孟瑜 丁桂荣 徐亘恒

施源 程磊 周元 毕东河 原华

沈峻 张峰 王楠楠 林振华 郑艳莲

陈阳 张卿 邱毅 陈芙蓉 张恒

本规程主要审查人员：王端宜 王媛 刘小生 易军艳 袁振友

武和平 库世光

本规程主要指导人员：贾丽巍 王学坤 马凌宇 陈斌 梁晶辉

陈天予 周隽涵

# 目 次

1	总则	1
2	术语及符号	2
2.1	术语	2
2.2	符号	2
3	材料	4
3.1	一般规定	4
3.2	材料技术要求	4
4	路面结构组合和设计	7
4.1	一般规定	7
4.2	路面类型与结构组合	7
4.3	路面厚度设计	8
4.4	低噪声透水沥青混合料设计	9
4.5	基层	10
4.6	垫层	11
4.7	路基	11
4.8	防水粘结层	11
4.9	透层	12
4.10	隔水层、反滤隔离层	13
4.11	排水设施	13
5	施工	14
5.1	一般规定	14
5.2	低噪声透水沥青路面面层施工	15
5.3	防水粘结层的喷洒施工	16
5.4	级配碎石透水基层施工	17
5.5	水泥稳定碎石基层施工	18
5.6	粘层、透层、封层施工	20
6	施工管理和验收	21
6.1	一般规定	21
6.2	管理体系	21
6.3	施工管理	21
6.4	检查验收	24
7	养护管理	26
7.1	一般规定	26
7.2	功能性评价	26
7.3	清洁技术	26
7.4	路面破坏形态与维修	27
附录 A	成品高粘改性沥青弯曲抗拉试验方法	28

附录 B 全透型低噪声透水沥青路面结构厚度组合形式 .....	31
附录 C 防水粘结层的剪切试验 .....	33
附录 D 防水粘结层的拉拔试验 .....	35
附录 E 低噪声透水沥青路面及排水系统设计 .....	36
附录 F 降噪性能测定方法 .....	43
本规程用词说明 .....	44
引用标准名录 .....	45
附：条文说明 .....	46

# Contents

1	General Provisions	1
2	Terms and Symbols	2
2.1	Terms	2
2.2	Symbols	2
3	Materials	4
3.1	General Requirements	4
3.2	Material Technical Requirement	4
4	Pavement Structure Combination and Design	7
4.1	General Requirements	7
4.2	Pavement type and structure combination	7
4.3	Pavement Thickness Design	8
4.4	Low-noise Permeable Asphalt Mixture Design	9
4.5	Base	10
4.6	Cushion	11
4.7	Subgrade	11
4.8	Waterproof and Cohesive Layer	11
4.9	Prime Coat	12
4.10	Water-resisting layer, filter layer	13
4.11	Drainage Facilities	13
5	Construction	14
5.1	General Requirements	14
5.2	Construction of Low Noise Permeable Asphalt Pavement Surface	15
5.3	Spray Construction of Waterproof Bonding Layer	16
5.4	Construction of Graded Gravel Permeable Base	17
5.5	Construction of Cement Stabilized Gravel Base	18
5.6	Construction of Adhesive Layer, Permeable Layer and Sealing Layer	20
6	Construction Management and Inspection	21
6.1	General Requirements	21
6.2	Management System	21
6.3	Construction Management	21
6.4	Inspection and Acceptance	24
7	Maintenance Management	26
7.1	General Requirements	26
7.2	Functional Evaluation	26
7.3	Clean Technology	26
7.4	Pavement Damage Patterns and Maintenance	27
Appendix A	Bending Tensile Test Method for Finished High Viscosity Modified Asphalt	28
Appendix B	Full Permeable low noise Permeable Asphalt Pavement Structural Thickness Combination Form	31
Appendix C	Shear Test of Waterproof and Cohesive Layer	33

Appendix D	Drawing Test of Waterproof and Cohesive Layer . . . . .	35
Appendix E	Design of low noise Permeable Asphalt Pavement and Drainage System . . . . .	36
Appendix F	Method for determination of Noise Reduction Performance . . . . .	43
	Explanation of Wording in This Specification . . . . .	44
	Listed of Quoted Standards . . . . .	45
	Addition: Explanation of Provisions . . . . .	46





# 1 总 则

**1.0.1** 为规范深圳市低噪声透水沥青路面的设计、施工和养护，提高路面使用质量，确保行车安全、舒适、经济合理，参照国内外的经验，制定本技术规程。

**1.0.2** 本规程适用于有降噪要求的沥青路面的设计、施工、验收和养护。

**1.0.3** 低噪声透水沥青路面透水功能设计使用年限宜为 8 年，路面使用年限参照现行国家行业标准。

**1.0.4** 水源保护区内道路禁止采用全透构造，重、特重、极重交通荷载等级道路不得采用全透构造。

**1.0.5** 低噪声透水沥青路面的结构组合、材料、配合比设计、施工、管理与验收标准、养护维修除应符合本技术规程外，尚应符合国家现行标准的规定。

## 2 术语及符号

### 2.1 术语

#### 2.1.1 低噪声透水沥青路面 low-noise permeable asphalt pavement

低噪声透水沥青路面是由较大空隙率混合料作为路面结构层、允许路表水进入路面（或路基）并且能够降低路面噪声的一类沥青路面结构的总称。

#### 2.1.2 低噪声透水沥青混合料 low-noise permeable asphalt mixture

以降噪、透水等为目的，按照一定的设计方法确定的空隙率为 18%~25% 的沥青混合料。

#### 2.1.3 透层 prime coat

是指为使沥青面层与非沥青材料基层结合良好，在基层上浇洒煤沥青、液体石油沥青或阳离子乳化沥青而形成的透入基层表面的薄层。

#### 2.1.4 封层 seal coat

是指为封闭表面空隙，防止水分侵入面层或基层而铺筑的沥青混合料薄层。铺筑在面层表面的称为上封层；铺筑在面层下面的称为下封层。

#### 2.1.5 隔水层 aquitard

对于土基渗透性较差的透水性沥青路面，为了保证土基强度不受透入水的影响，在土基和基层或者垫层之间设置的层位。

#### 2.1.6 反滤隔离层 filter isolation layer

设置于透水基层（或垫层）和土基之间，用于防止细粒通过泵吸作用进入基层（或垫层），同时为透水基层（或垫层）和其他层提供稳定施工平台，并能够分散传至路基的荷载，从而使路基不至于产生过量的变形。

#### 2.1.7 空隙堵塞 pore plugging

低噪声透水路面上由于砂、泥、尘土等杂物的进入而造成的空隙率下降的一种现象。

### 2.2 符号

*PSV* ——磨光值；

*q* ——暴雨强度（mm/min）；

*TFOT* ——沥青的薄膜加热试验；

*AL (R)* ——快凝液体石油沥青；

*AL (M)* ——中凝液体石油沥青；

*AL (S)* ——慢凝液体石油沥青；

*PC* ——喷洒型阳离子乳化沥青；

*BC* ——拌合型阳离子乳化沥青；

*PA* ——喷洒型阴离子乳化沥青；

*BA* ——拌合型阴离子乳化沥青；

*T* ——道路煤沥青；

*C<sub>w</sub>* ——目标区域内平均渗水系数；

$V_i$  ——测试点渗水系数；  
 $BBTM$  ——超薄沥青；  
 $B$  ——骨料和独立空隙的容积；  
 $r_w$  ——常温水的密度；  
 $m_a$  ——集料的干燥质量；  
 $m_b$  ——集料的表面干燥饱和状态中的质量；  
 $m_c$  ——集料经过 24h 浸泡后在水中的质量；  
 $m_s$  ——试件的空中质量；  
 $A$  ——试件的截面积；  
 $L$  ——试件的平均厚度；  
 $VV$  ——试件的空隙率；  
 $D_m$  ——试件的密度；  
 $D_t$  ——理论最大密度。

## 3 材 料

### 3.1 一 般 规 定

3.1.1 粗、细骨料选择应进行料源调查，确定材料符合使用要求后，就近取材，并应有利于自然环境和生态景观的保护。

3.1.2 低噪声透水沥青路面工程使用的各种原材料必须按检验批次进行复检，合格后方可使用。

3.1.3 低噪声透水沥青路面的透水面层结合料应采用高粘改性沥青，其它沥青混凝土结构层可采用高粘改性沥青、改性沥青。

3.1.4 非透水层的材料应符合国家现行相关标准的规定。

### 3.2 材料技术要求

3.2.1 低噪声透水沥青混合料用沥青宜采用成品高粘改性沥青。技术指标要求应符合表 3.2.1 的规定。试验方法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 的相关规定。

表 3.2.1 高粘度改性沥青的技术指标要求

指标	单位	技术标准值	试验方法
软化点，不小于	°C	80	T0606
针入度 25°C，100g，5s	0.1mm	40~60	T0604
延度 5°C，5cm/min 不小于	cm	25	T0605
弹性恢复 5°C，不小于	%	60	T0662
弹性恢复 25°C，不小于	%	90	T0662
粘度 135°C，不大于	Pa·s	4.0	T0625
动力粘度 60°C，大于	Pa·s	50000	T0620
粘韧性 25°C，不小于	N·m	20	T0624
韧性 25°C，不小于	N·m	15	T0624
低温弯曲抗拉模量-20°C，不大于	MPa	100	附录 A
低温弯曲抗拉韧度-20°C，不小于	kPa	450	
离析，48h 软化点差，不大于	°C	2.5	T0606
TFOT			
软化点变化，不大于	°C	6	T0606
25°C 残留针入度比，不小于	%	80	T0604

3.2.2 用于低噪声透水沥青混合料的粗集料应选用洁净、均匀、干燥、耐磨耗、抗破碎和粘附性高的轧制碎石。技术指标要求应符合表 3.2.2 的规定。试验方法应符合现行行业标准《公路工程集料试验规程》JTG E42 和《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》JTG E20 的相关规定。

表 3.2.2 粗集料技术指标要求

试验项目		单位	技术指标要求		试验方法
			表面层	其他层位	
压碎值, 不大于		%	21	21	T0316
洛杉矶磨耗损失值, 不大于		%	23	23	T0317
磨光值 PSV, 不小于		-	42	-	T0321
软石含量, 不大于		%	3	5	T0320
视密度, 不小于		g/cm <sup>3</sup>	2.60	2.50	T0304
吸水率, 不大于		%	1.0		T0304
沥青粘附级, 不小于		级	5	5	T0616、T0663
坚固性试验, 不大于		%	8	10	T0314
针片状含量, 不大于		%	10	15	T0312
水洗法<0.075mm 颗粒含量, 不大于		%	%		T0310
破碎情况	有一个破碎面的含量, 不小于	%	100	90	T0346
	有两个破碎面的含量, 不小于	%	90	80	

3.2.3 粗集料的粒径规格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。

3.2.4 用于低噪声透水沥青混合料的细集料应采用碱性或中性石料破碎的机制砂。技术指标要求应符合表 3.2.4 的规定。试验方法应符合现行行业标准《公路工程集料试验规程》JTG E42 的相关规定。

表 3.2.4 细集料技术指标要求

试验项目	单位	技术指标要求	试验方法
视密度, 不小于	g/m <sup>3</sup>	2.50	T0328
坚固性, 不小于	%	10	T0340
砂当量, 不小于	%	60	T0334
含泥量 (<0.075mm 含量), 不大于	%	1	T0333
亚甲蓝值, 不大于	g/kg	25	T0349
棱角性, 不小于	S	30	T0345

3.2.5 低噪声透水沥青混合料所用填料应采用石灰岩、玄武岩、辉绿岩等强基性、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。矿粉的技术指标要求应符合表 3.2.5 的规定。试验方法应符合现行行业标准《公路工程集料试验规程》JTG E42 的相关规定。

表 3.2.5 矿粉技术指标要求

试验项目	单位	技术指标要求	试验方法	
表观密度, 不小于	t/m <sup>3</sup>	2.50	T0352	
含水量, 不大于	%	1	T0103 烘干法	
外观	-	无团粒结块	-	
亲水系数, 小于	-	1	T0353	
塑性指数, 小于	%	4	T0354	
粒度范围 (水洗法)	<0.6mm	%	100	T0351
	<0.15mm	%	90~100	
	<0.075mm	%	75~100	

续表 3.2.5

试验项目	单位	技术指标要求	试验方法
加热安定性	-	实测记录	T0355

**3.2.6** 低噪声透水沥青混合料中掺加的纤维素可采用木质素纤维、矿物纤维等，技术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。

## 4 路面结构组合和设计

### 4.1 一般规定

- 4.1.1 低噪声透水沥青面层直接承受行车荷载及环境的作用，除应具有足够的结构强度、良好的路用性能及表面特性外，还应满足透水、降噪、抗滑等功能性要求。
- 4.1.2 基层主要起承重作用，应具有足够的强度和扩散荷载的能力并应具有良好的水稳定性，透水基层还应具有一定的孔隙率以满足透水功能的要求。
- 4.1.3 垫层应具有一定的强度和良好的水稳定性，透水垫层还应具有一定的透水性能。
- 4.1.4 低噪声透水沥青混合料和透水基层配合比必须通过试验确定。

### 4.2 路面类型与结构组合

- 4.2.1 低噪声透水沥青路面结构组合设计除应满足抗车辙、抗裂、抗疲劳、稳定性要求外，还应具有良好的透水功能。
- 4.2.2 低噪声透水沥青路面根据其结构透水的特点和使用的场合等条件，可分为以下三种类型：
  - 1 单层透水沥青路面（图 4.2.2-1），其路表水可进入路面后由上面层排出并引到邻近排水设施；
  - 2 多层透水沥青路面（图 4.2.2-2），其路表水可进入路面后由基层（或垫层）排出并引到邻近排水设施；
  - 3 全透型透水沥青路面（图 4.2.2-3），其路表水可进入路面后渗入路基。

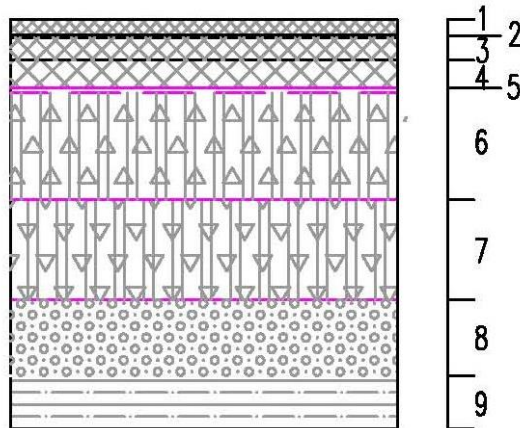


图 4.2.2-1 单层透水沥青路面

- 1-细粒式透水沥青混合料上面层；2-防水粘结层；3-中粒式沥青混合料中面层；4-粗粒式沥青混合料下面层；5-封层、透层；6-上基层；7-下基层；8-垫层（可选择）；9-路基

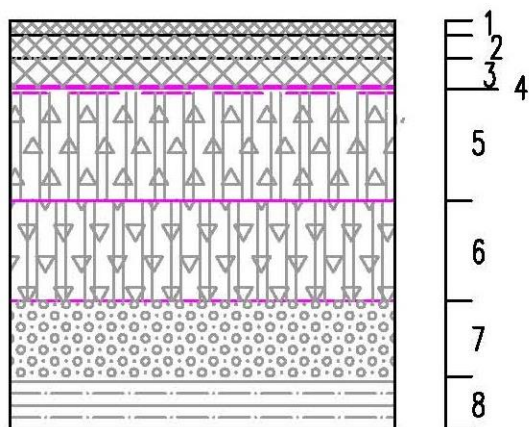


图 4.2.2-2 多层透水沥青路面（半透式）

1-细粒式透水沥青混合料上面层；2-中粒式透水沥青混合料中面层；3-粗粒式透水沥青混合料下面层；4-防水粘结层、封层、透层；  
5-上基层；6-下基层；7-垫层（可选择）；8-路基

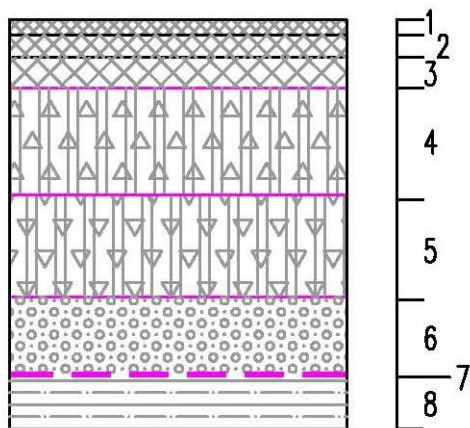


图 4.2.2-3 全透型透水沥青路面

1-细粒式透水沥青混合料上面层；2-中粒式透水沥青混合料中面层；3-粗粒式透水沥青混合料下面层；4、5-透水基层；6-透水垫层  
（可选择）；7-反滤隔离层；8-路基

4.2.3 低噪声透水路面结构类型可根据道路所处地域的年降雨量、道路使用环境、道路等级和交通功能选择，并应符合下列要求：

- 1 单层透水沥青路面应具有排水、降噪、抗滑等功能；
- 2 多层透水沥青路面除了应具备单层所具备的功能外，还应具有路面储水功能、减少地面径流量、减轻暴雨时城市排水系统的负担等功能；
- 3 路基土渗透系数大于或等于  $7 \times 10^{-5} \text{cm/s}$  的公园、小区道路、广场和轻型荷载道路，可选用全透型透水沥青路面。

### 4.3 路面厚度设计

4.3.1 全透型透水沥青路面，当全部采用柔性结构时，可根据累计当量轴次的大小选取适用的透水沥青路面的结构层厚度，并应符合附录 B 的规定。

4.3.2 单层和多层低噪声透水沥青路面可按现行行业标准《公路沥青路面设计规范》JTG D50、《城镇道路路面设计规范》CJJ 169 中规定的路面厚度设计方法确定。



4.3.3 多层和全透型透水路面结构厚度设计除满足结构要求外，透水结构层最小厚度还应符合表 4.3.3 的规定。

表 4.3.3 不同暴雨强度透水结构层最小厚度

暴雨强度 (mm/min) [1]	透水结构层最小厚度[2] (cm)
$q \leq 0.3$	15
$0.3 < q \leq 0.6$	30
$0.6 < q \leq 0.9$	45
$0.9 < q$	60

注：1 暴雨强度计算参数按重现期一年，降雨历时 60min，参考当地相关经验公式进行计算；

2 对于多层透水沥青路面结构，透水结构层厚度为透水面层和透水基层；对于全透型路面结构，透水结构层厚度为面层、基层和垫层的总厚度。

#### 4.4 低噪声透水沥青混合料设计

4.4.1 透水沥青混合料最大公称粒径应根据结构层厚度确定，标准级配宜符合表 4.4.1 的规定，使用时宜根据道路等级、气候和交通条件等进行选择。

表 4.4.1 低噪声透水沥青混合料的标准级配

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	最大公称粒径 19mm	100	95~100	—	64~84	—	10~31	10~20	—	—	—	—	3~7
	最大公称粒径 16mm	—	100	90~100	70~90	45~70	12~30	10~22	6~18	4~15	3~12	3~8	2~6
细粒式	最大公称粒径 13mm	—	—	100	90~100	60~80	12~30	10~22	6~18	4~15	3~12	3~8	2~6
	最大公称粒径 10mm	—	—	—	100	90~100	50~70	10~22	6~18	4~15	3~12	3~8	2~6

4.4.2 低噪声透水沥青混合料的配合比宜采用马歇尔方法设计，技术指标应符合表 4.4.2 的规定。

表 4.4.2 低噪声透水沥青混合料的技术指标

试验项目	单位	技术要求	试验方法
马歇尔试件击实次数	次	双面击实 50 次	T0702
马歇尔稳定度，不小于	kN	5	T0709
流值	mm	2-4	T0709
空隙率	%	18~25	T0705
连通空隙率，不小于	%	14	CJJ/T 190
析漏损失率，不大于	%	0.3	T0732
飞散损失率，不大于	%	15	CJJ/T 135
浸水飞散损失率，不大于	%	25	
60°C, 48h 浸水马歇尔残留稳定度，不小于	%	90	T0709
冻融劈裂试验的残留强度比，不小于	%	85	T0729
动稳定度，不小于	次/mm	5000	T0719
渗水系数，不小于	mL/15s	1200	T0730
构造深度，不小于	mm	1.0	T0730

## 4.5 基 层

4.5.1 基层材料选择应符合下列要求：

- 1 单层低噪声透水沥青路面上面层应采用透水沥青混合料，基层可采用常规类基层材料；
- 2 多层透水沥青路面面层应采用透水沥青混合料，基层可采用透水基层，宜选用透水水泥混凝土基层、水泥稳定碎石透水基层、级配碎石透水基层、沥青稳定碎石透水基层（ATPB）、大粒径透水沥青混合料基层（LSPM）；

3 全透型透水沥青路面面层应采用透水沥青混合料，基层应采用透水基层材料，垫层应采用透水垫层，且要求路基具有良好的水稳定性，渗水系数宜大于  $7 \times 10^{-5} \text{cm/s}$ 。

4.5.2 水泥混凝土基层作为透水基层时，参数应按现行行业标准《透水水泥混凝土路面技术规程》CJJ/T 135 中的规定确定。

4.5.3 水泥稳定碎石基层作为透水基层时，水泥用量宜为 9.5%~11%，水灰比宜为 0.39~0.43，级配范围应符合表 4.5.3-1 的规定，技术指标要求应符合表 4.5.3-2 的规定。

表 4.5.3-1 水泥稳定碎石透水基层级配范围

筛孔尺寸（mm）	31.5	26.5	19	16	9.5	4.75	2.36	0.075
通过率（%）	100	75~100	50~85	35~60	20~35	0~10	0~5	0~2

表 4.5.3-2 水泥稳定碎石透水基层技术指标要求

试验项目	技术要求
空隙率（%）	15~23
7d 抗压强度（MPa）	3.5~6.5

4.5.4 级配碎石作为透水基层时，其集料压碎值不应大于 26%，且塑性指数应小于 6，级配碎石的孔隙率宜大于 10%，级配碎石的级配范围应符合表 4.5.4 的规定。

表 4.5.4 级配碎石的级配范围

通过下列筛孔的质量百分率（%）								
筛孔尺寸（mm）	31.5	26.5	19.0	9.5	4.75	2.36	0.6	0.075
通过率（%）	100	80~95	65~85	30~60	20~40	10~22	3~12	1~6

4.5.5 沥青稳定碎石（ATPB）作为透水基层时，应在不出现析漏的前提下，提高沥青用量，宜为 2.5%~4.5%。沥青稳定碎石透水基层公称粒径 25mm 和 19mm 混合料的级配范围宜符合表 4.5.5 的规定。

表 4.5.5 ATPB-19 和 ATPB-25 混合料的级配范围

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	0.075
ATPB-19	100	100	90~100	70~90	40~75	25~45	10~20	5~15	0~5
ATPB-25	100	90~100	65~90	50~80	40~70	25~55	10~20	6~15	0~6

4.5.6 大粒径透水沥青混合料（LSPM）作为透水基层时，公称最大粒径不宜小于 26.5mm，LSPM 透水基层公称粒径 25mm 和 30mm 混合料的级配范围宜符合表 4.5.6-1 的规定，混合料的技术指标要求应符合表 4.5.6-2 的规定。

表 4.5.6-1 大粒径透水沥青混合料级配范围

级配类型	通过下列筛孔 (mm) 的质量百分率 (%)								
	37.5	31.5	26.5	19	13.2	9.5	4.75	2.36	0.075
LSPM-25	100	100	75~95	55~85	35~60	25~40	10~25	5~15	1~5
LSPM-30	100	90~100	70~95	40~70	30~55	20~35	10~25	5~15	1~5

表 4.5.6-2 大粒径透水沥青混合料技术要求

试验项目	单位	技术要求	试验方法
马歇尔试件击实次数 <sup>[1]</sup>	次数	双面击实 112 次	T0702
空隙率	%	13~18	T0705
沥青析漏损失率, 不大于	%	0.2	T0732
混合料的飞散损失率, 不大于	%	20	CJJ/T 135
动稳定度 <sup>[2]</sup> , 不小于	次/mm	2600	T0719
参考沥青用量	%	3~3.5	-

注: 1 马歇尔试件宜采用大马歇尔试件;  
2 动稳定度试验采用车辙板的厚度为 8cm。

## 4.6 垫 层

4.6.1 全透型透水沥青路面的垫层可采用粗砂、砂砾、碎石等透水性好的粒料类材料, 且应符合现行行业标准《公路沥青路面设计规范》JTG D50 的规定。

4.6.2 垫层厚度不宜小于 15cm, 宜选用开级配集料 (砂或砂砾石), 其级配应满足以下要求:

$$5d_{15} \leq D_{15} \leq 5d_{85} \quad (4.6.2-1)$$

$$D_{50} \leq 25d_{50} \quad (4.6.2-2)$$

$$\frac{D_{60}}{D_{10}} \leq 20 \quad (4.6.2-3)$$

式中:

$D_x$  ——开级配集料在通过率为 x%时的粒径 (mm);

$d_x$  ——路基土级配在通过率为 x%时的粒径 (mm)。

## 4.7 路 基

4.7.1 低噪声透水沥青路面路基应符合现行行业标准《公路沥青路面设计规范》JTG D50、《城镇道路路面设计规范》CJJ 169 和《透水沥青路面技术规程》CJJ/T 190 的规定。

4.7.2 透水性路基在浸水后应满足承载力的要求。对软土、膨胀土、湿陷性黄土、盐渍土、粉性土等地质条件特殊的路段, 严禁选择铺筑全透型透水沥青路面。

## 4.8 防水粘结层

4.8.1 单层和多层透水沥青路面透水层和不透水层之间应设置防水粘结层, 防水粘结层可选用

以下四种材料：

- 1 溶剂型防水粘结材料（水性沥青基防水涂料）可选择乳化沥青、改性乳化沥青，FYT（氯丁橡胶改性乳化沥青）防水材料；
  - 2 热固型防水粘结材料可选择环氧树脂粘结材料；
  - 3 热熔型防水粘结材料可选择 SBS 或 SBR 改性沥青；
  - 4 结构型防水材料可选择沥青玛蹄脂、沥青胶砂，通过铺筑形成的结构层起到防水的效果。
- 4.8.2 防水粘结层的技术指标应符合设计规定，通过剪切和拉拔试验确定，试验方法应符合附录 C 和附录 D 的规定。
- 4.8.3 防水粘结层沥青材料可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，所使用的基质沥青的种类、强度等级应采用与面层相同的道路石油沥青。
- 4.8.4 防水粘结层材料（溶剂型、热固型、热熔型）基本性能与技术指标应符合表 4.8.4 的规定。

表 4.8.4 防水粘结层（溶剂型、热固型、热熔型）基本性能与技术指标

试验项目		单位	技术标准	
低温柔性		-	-20℃，2h：绕 Φ10mm 棒一周无裂纹	
耐热性		-	180℃，2h：涂抹无流淌无滑动无气泡	
粘结强度		MPa	20±1℃，“∞”字形拉伸试件：≥0.30	
抗剪强度（剪切面与水平面夹角 α=40°）		MPa	20±1℃	≥0.50
			60±1℃	≥0.07
拉拔强度		MPa	20±1℃	≥1
			60±1℃	≥0.2
延伸性（mm）	断裂拉伸率	%	>200	
	弹性恢复	%	>90	
	延伸性	mm	>10（材料为防水涂料时采用）	
不透水性		-	0.3MPa、30min 不透水	
抗低温冻融柔性		-	-20℃~+20℃，2h：4 次循环，涂膜无裂纹	

## 4.9 透 层

- 4.9.1 透层使用之前应按现行行业标准《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》JTG E20 中规定的方法进行试验，且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。
- 4.9.2 透层材料可采用高渗透乳化沥青、液体石油沥青和煤油稀释沥青，其质量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。
- 4.9.3 透层油的粘度宜通过调节稀释剂的用量或乳化沥青的浓度并经试验确定，水泥稳定碎石结构层透层油渗透深度应不小于 5mm，级配碎石层透层油渗透深度应不小于 10mm。
- 4.9.4 透层油的洒布量应通过试洒确定，不宜超出表 4.9.4 的规定。

表 4.9.4 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 <sup>2</sup> )	规格	用量 (L/m <sup>2</sup> )	规格	用量 (L/m <sup>2</sup> )
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。

#### 4.10 隔水层、反滤隔离层

4.10.1 隔水层可选用下列材料：

- 1 沥青和土拌合或渣油和土拌合；
- 2 用喷洒法铺一层沥青或渣油，厚度宜为 2mm~5mm；
- 3 两层油毡纸中间夹沥青；
- 4 各种不透水膜料。

4.10.2 全透型透水沥青路面的透水基层（或垫层）和路基之间应设反滤隔离层，隔离层材料可选用小颗粒集料或土工织物，应符合下列规定：

1 当采用小颗粒集料隔离层时，厚度宜控制在 10cm~30cm 之间，密级配隔水层典型级配应符合表 4.10.2 的规定。

表 4.10.2 密级配反滤隔离层典型级配范围

筛孔尺寸 (mm)	37.5	19	4.75	0.6	0.075
通过率 (%)	100	95~100	50~80	20~35	5~12

2 土工织物隔离层可选用聚酯类、尼龙或聚丙烯材料制成的编织物。

#### 4.11 排水设施

4.11.1 排水构造设计应符合现行行业标准《公路沥青路面设计规范》JTG D50、《城镇道路路面设计规范》CJJ 169 和《透水沥青路面技术规程》CJJ/T 190 的规定，排水措施设计应符合附录 E 的规定。

4.11.2 排水附属设施的设计泄水能力应符合现行行业标准《公路排水设计规范》JTG/T D33 的规定。

4.11.3 低噪声透水沥青路面的排水设施应与公路或市政道路的排水系统相连。

## 5 施 工

### 5.1 一 般 规 定

**5.1.1** 低噪声透水沥青路面施工应符合下列规定：

- 1 混合料的生产、运输、摊铺和压实等施工作业应采用机械化施工；
- 2 施工前应准备符合要求的材料，同时提供正式材料质量检验报告。所有路用材料都必须经监理工程师批准方可使用；
- 3 低噪声透水沥青路面工程正式开工前，应铺筑单幅 100m~200m 试验路段，进行混合料的试拌、试铺和试压试验，并据此制订正式的施工工艺，以确保良好的施工质量和路面施工的顺利进行；
- 4 当雨天及气温低于 15℃时，不得进行低噪声透水沥青混合料路面施工。

**5.1.2** 级配碎石结构层施工应符合下列规定：

- 1 级配碎石混合料应采用集中厂拌法拌制，并应使用摊铺机摊铺；
- 2 级配碎石结构层应在最佳含水率下进行碾压，压实度（按重型击实试验法确定）应满足以下要求：
  - 1) 垫层应大于或等于 96%；
  - 2) 底基层、基层应大于或等于 98%。
- 3 级配碎石结构层的压实厚度不应超过 20cm。压实厚度超过 20cm 时，应分层铺筑，每层最小压实厚度不应小于 10cm。严禁用薄层贴补法进行找平。分层铺筑时，每层都应做压实度检验，并应达到规定要求；
- 4 应合理组织施工，确保级配碎石结构层施工后能封闭交通，避免表层在车辆的行驶作用下松散。

**5.1.3** 水泥稳定碎石结构层施工应符合下列规定：

- 1 水泥稳定碎石底基层、基层应在气温较高的季节组织施工，施工期的最低气温应在 5℃以上；
- 2 若路基移交后未及时施工，路面单位应对路槽进行修整和检测，达到规范要求后方可施工；
- 3 在雨季施工时，应特别注意气候变化，应避免水泥和混合料遭雨淋。降雨时，应停止施工，但对已经摊铺的水泥稳定碎石混合料应尽快碾压密实，并应及时覆盖；
- 4 水泥稳定碎石混合料应采用集中厂拌法拌制，并应采用摊铺机摊铺，从加水拌和到碾压終了的时间不应超过初凝时间；
- 5 应严格掌握底基层、基层的厚度和高程，其路拱横坡应与面层一致；
- 6 应在混合料处于或略大于最佳含水率时进行碾压，压实度（按重型击实试验法确定）应满足以下要求：
  - 1) 底基层应大于或等于 97%；
  - 2) 基层应大于或等于 98%。
- 7 水泥稳定碎石底基层、基层的压实厚度不得超过 20cm。压实厚度超过 20cm 时，应分层铺筑，每层的最小压实厚度不应小于 15cm，下层则应稍厚。严禁用薄层贴补法进行找平。分层铺

筑时，每层都应做压实度检验，并应达到规定要求。压实度检测时挖的坑洞应及时进行有效回填；

8 当分层施工时，在铺筑水泥稳定碎石结构层上层之前，应始终保持下层表面湿润干净；

9 同一路段水泥稳定碎石结构层的左右幅施工应错开，当分层施工时，半幅两层连续施工完成并应养生到位后，再开始另外半幅的施工；

10 每一段碾压完成并经压实度检查合格后，应立即开始养生。分层施工时，下层应采用土工布覆盖养生，养生期间应始终保持表面湿润；上层则应根据透层油类型，确定养生工艺，当采用高渗透乳化沥青时，应在碾压成型后表面稍变干燥但尚未硬化的情况下喷洒；当采用煤油稀释沥青时，应在水泥稳定碎石结构层用土工布覆盖养生 3d~4d 后及时喷洒，下封层施工完下面层施工前禁止车辆通行；

11 在水泥稳定碎石结构层已开始施工，但尚未摊铺沥青结构层之前，连续段落之间未完工的特殊桥梁、长大隧道、特殊地质路段治理等工点宜自辟运输便道，不得再利用已移交路基段落作为施工通道。

5.1.4 粘层、透层、封层施工应符合下列规定：

1 应先将下承层表面进行全面清扫，吹净浮尘，必要时可用水冲洗；

2 气温低于 15℃或遇大风或即将降雨时，不得喷洒透层与新层沥青；

3 粘层、封层中所用的预拌碎石油石比应为 0.3%~0.5%。

## 5.2 低噪声透水沥青路面面层施工

5.2.1 低噪声透水沥青混合料的生产与运输应符合下列规定：

1 沥青在使用前应进行检测，应符合本规程中表 3.2.1 的规定后才能投入使用；

2 应按本规程的规定进行配合比设计，混合料各项技术指标应符合本规程表 4.4.2 的规定；

3 正式试拌前，应对确定的配合比进行室内试拌与拌和机试拌，验证最佳沥青用量与混合料质量指标。如不符合要求应进行调整，重新试拌；

4 试拌确定最终配比后，生产拌制时应严格称取沥青用量。沥青用量在拌和过程中允许偏差为±0.3%；

5 低噪声透水沥青混合料拌制时的温度宜控制在 175℃~185℃之间。拌制的时间应通过试拌确定；

6 低噪声透水沥青混合料必须随拌随用，在生产过程中，应对每个台班的产品进行质量取样检验，并检测混合料的矿料级配和沥青用量等指标；

7 应经常检查低噪声透水沥青混合料成品的温度、混合料的外观质量、均匀性等；

8 低噪声透水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；

9 沥青混合料的运输应采用清扫得很干净的运料车，在保证不影响产品质量的前提下实施运输作业，应尽可能缩短运输时间；

10 运输过程中为防止混合料对车厢的粘结，可对车厢的内侧进行涂油处理，但由于油对沥青有稀释作用，因此涂油量应控制在最低限度；

11 运输过程中，宜采取保温措施，运送到摊铺现场的混合料温度不应低于 175℃。

5.2.2 低噪声透水沥青混合料的摊铺应符合以下规定：

1 应采用沥青摊铺机摊铺。摊铺机受料前，应在料斗内涂刷防粘剂并在施工中经常将两侧板收拢；

2 铺筑低噪声透水沥青混合料时，双车道宜采用一台摊铺机铺筑，3 车道以上宜采用两台或

多台摊铺机前后错开 10m~20m 成梯队方式同步铺筑，每台摊铺机的铺筑宽度不宜超过 7.5m；

3 施工前应提前 0.5h~1.0h 预热摊铺机熨平板，使其温度不宜低于 100℃。铺筑过程中，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；

4 摊铺机应缓慢、均匀、连续不间断地摊铺，不得随意变换速度或中途停顿。摊铺速度宜控制在 1.5m/min~3.0m/min；

5 低噪声透水沥青混合料的摊铺温度不应低于 175℃；

6 低噪声透水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层厚度及路拱、横坡。

**5.2.3 压实成型应符合下列规定：**

1 低噪声透水沥青路面宜采用小于 12t 的钢筒式压路机碾压；

2 压实过程中，初压温度不应低于 160℃，紧跟慢压，碾压终了温度不宜低于 110℃；

3 压实机械组合方式和压实遍数应根据试验路段确定。

**5.2.4 施工缝的施工应符合下列规定：**

1 施工中应减少接缝。如无特殊情况，每天的施工不间断，两台摊铺机在不影响作业的情况下应缩短距离，间距宜为 10m~20m 成梯队方式同步摊铺。纵缝应该在较高温度下碾压结合密实；

2 在接缝处施工时，应对接缝清扫后进行加温处理，加热温度应达到 100℃后才可摊铺混合料；

3 对 2 台摊铺机成梯队联合摊铺而成的纵向接缝，应采用斜接缝处理，摊铺时应调整 2 台摊铺机距离在 3m~5m，将纵缝以热接缝形式在最后做跨接缝碾压；

4 横向施工缝应采用平接缝，摊铺结束末端应预埋与路面层厚度宽度相同的窄边钢模板，碾压结束后，应取出模板，将模板外的混合料清理干净，在断面上可涂少量粘层沥青；

5 施工中横、纵接缝都宜采用热接缝的方法。

**5.2.5 交通管制和开放交通应符合下列规定：**

1 低噪声透水沥青面层碾压成型后，应避免车辆立即进入，应在表面温度低于 50℃，且路面足够坚硬后方可开放交通；

2 当夏季或夜间等作业时间受制约时，考虑到路面的冷却时间，可采取洒水、使用冷却机械等强制性方法降低路面温度；

3 低噪声透水沥青路面开放交通后，应设专人进行初期交通管制，严禁大型车辆掉头、突然刹车或随意停放；

4 严禁将杂物堆放在低噪声透水沥青路面上。在进行路面附属设施施工时，不得在路面上堆料或进行混凝土的拌和；

5 初期交通管制的时间可视工程进展情况、外界环境、气候而定。

### 5.3 防水粘结层的喷洒施工

**5.3.1** 防水粘结层的施工应选择在持续晴朗、不降雨的时段，并根据天气预报，随时做好防雨准备，调整施工计划。

**5.3.2** 下承层应清洗干净，不留杂物和尘埃，并应在干燥的状态下洒布热改性沥青。

**5.3.3** 防水粘结层材料进场前和使用前必须进行取样，混合后应按规范自储存容器不同位置取样。

**5.3.4** 施工前应对评价后的紧邻不透水路面层进行用量分析，并确定最佳用量。



**5.3.5** 洒铺或喷涂应均匀、无漏涂、无堆积，达到充分渗透。实干后防水粘结层平均成型厚度应为 0.5mm~0.7mm，洒铺或喷涂过程应对洒铺量进行检测，正式摊铺透水路面层前必须按表 4.8.4 的规定测定渗水性、粘结强度和抗剪强度指标。

**5.3.6** 热改性沥青的洒布温度应在 180°C~190°C 之间，应均匀洒布并精确控制洒布量。

**5.3.7** 防水粘结层施工完成后，应尽快摊铺透水路面层，防止层间污染影响粘结强度。

#### **5.4 级配碎石透水基层施工**

**5.4.1** 拌和与运输应符合下列规定：

**1** 在正式拌制混合料前，必须先调试所用设备，使混合料颗粒组成和含水率都达到规定的要求；

**2** 每天拌和前应测定各种规格集料的含水率，可根据含水率、天气情况和运距的长度调整掺水量；

**3** 料仓的加料应有足够数量的装载机，以确保拌和楼各仓集料充足，并且相互之间数量应协调；

**4** 混合料运输应采用大吨位的自卸车，车况应良好，数量应满足运输要求。装料时，车辆应前后移动，拌成的混合料应尽快运送到铺筑现场；

**5** 运输车辆应在开口处或在桥面上掉头；

**6** 当摊铺现场距拌和场较远时，在运输过程中对混合料应加以覆盖；

**7** 在摊铺机前，应配备一名熟练的工人指挥自卸车卸料，以避免自卸车撞击摊铺机。

**5.4.2** 摊铺应符合下列规定：

**1** 待等候的混合料运输车多于 5 辆后开始摊铺混合料，并应保持连续摊铺；

**2** 当有大功率摊铺机时，可采用单机全断面摊铺，并应通过试验段比较来确定采用单机还是双机方案；不论采用何种摊铺方案，都应配备一台可自动伸缩以调整宽度的摊铺机；

**3** 采用单机摊铺时，应采用两侧走钢丝的方法控制高程；

**4** 现场摊铺宜采用两台摊铺机阶梯式联合摊铺作业，宜采用两台摊铺机前后相距 10m~20m，宜呈梯队方式同步摊铺，前台摊铺机宜采用路侧钢丝和设置在路中的导梁控制路面高程，后台摊铺机路侧宜采用钢丝、路中采用滑靴控制高程和厚度。前后两台摊铺机摊铺宽度宜重叠 50mm~100mm，中缝宜辅以人工修整。内侧一台摊铺机应采用宽度自动伸缩式摊铺机；

**5** 摊铺过程中应随时注意材料的离析情况，在双机联结处容易离析，应设专人和三轮车备料，随时消除粗细集料离析现象。对于粗集料“窝”和粗集料“带”，应添加细集料，并应拌和均匀；对于细集料“窝”，应添加粗集料，并应拌和均匀。将严重离析部位挖除后应采用符合要求的混合料填补；

**6** 摊铺机的混合料高度应没过螺旋叶片，且全长应一致；螺旋布料器在全部工作时间内应低速、匀速转动，避免高速、停顿和启动；

**7** 摊铺加宽部分时，应符合以下要求：

**1)** 应合理划分摊铺带，确实无法采用机械摊铺的部分应采用人工摊铺，人工摊铺时应采用挂线法控制高程，松铺厚度应适当高于机械摊铺部分；

**2)** 应组织熟练工人进行人工摊铺，中途不得停顿、加快摊铺和碾压，以确保碾压质量。

**8** 摊铺桥头时，应符合以下要求：

**1)** 施工前应对桥头工作面进行彻底清理和修整，处理松散、欠压实、不平整

等问题，并应扫除松散材料和所有杂物；

2) 正交桥头作为摊铺起点时不得采用人工摊铺，应使用相应厚度的垫块，并严格按照设计衔接路面结构层和过渡板；

3) 斜交桥头等摊铺机无法工作的部位应采用人工摊铺，应控制好操作时间、松铺系数和平整度。

9 摊铺过程中应根据拌和能力和运输能力确定摊铺速度。

#### 5.4.3 碾压应符合下列规定：

1 在摊铺、修整后，应立即用压路机跟在摊铺机后在全宽范围内进行碾压。碾压应遵循先轻后重、先慢后快、从低到高的原则；

2 碾压程序应按试验路确认的方法进行，碾压时，应重叠回 1/2 轮宽，后轮必须超过两段的接缝处。各部分碾压到的次数应尽量相同。压路机碾压不到的地方可用小型平板式振动器施振密实；

3 无侧限路段摊铺宽度应略大于设计宽度，碾压前人工拍实外侧边缘，压路机靠边碾压，同时应配合强夯机加强边缘的碾压，确保碾压密实、边线整齐；

4 严禁压路机在已经碾压成型的或正在碾压的级配碎石路段上调头或紧急制动；

5 压实后的表面应平整密实，无轮迹或隆起，不得产生“大波浪”现象，施工过程中应及时用 3m 直尺进行平整度检测，不合格的应立即处理。

#### 5.4.4 施工缝施工应符合下列规定：

1 应避免纵向接缝。在不能避免纵向接缝的情况下，纵缝必须垂直相接，不应斜接；

2 每天施工结束后应做施工横缝，靠近摊铺机当天未压实的混合料，可与第二天摊铺的混合料一起碾压，但应注意此部分混合料的含水率，必要时，应采用人工洒水，使其含水率达到规定的要求。

### 5.5 水泥稳定碎石基层施工

#### 5.5.1 拌和与运输应符合下列规定：

1 在正式拌制混合料前，必须先调试所用的设备，使混合料的颗粒组成和含水率都达到规定的要求。对水泥输用量，应定期进行标定；

2 拌和前应测定各种规格料的含水率，根据含水率、天气情况和运距调整加水量。夏季施工时，可先对碎石进行洒水湿润；

3 为确保碾压密实，拌和时宜将混合料的用水量提高 0.5%~1.0%，以补偿摊铺及碾压过程中的水分损失；

4 料仓的加料应有足够数量的装载机，以确保拌和楼各仓集料充足，并且相互之间数量协调。在每天结束使用前应将拌和楼清理干净，对其进行检查和适当维护，必须避免水泥结块而堵塞水泥下料口；

5 混合料运输应采用大吨位的自卸车，车况应良好，数量应满足运输要求，装料时，车辆应前后移动。拌成的混合料应尽快运送到铺筑现场。当摊铺现场距拌和厂较远时，混合料在运输过程中应加以覆盖，以减少水分损失。在摊铺机前，应配备一名熟练的工人指挥自卸车的卸料，以避免自卸车撞击摊铺机；

6 水泥稳定碎石拌和时间应不小于 15s，单机拌和时间不能满足要求时，应采取双台拌和机串连拌和。

#### 5.5.2 摊铺应符合下列规定：

1 待等候的混合料运输车多于 5 辆后，便开始摊铺混合料，并应保持摊铺连续；

2 当有大功率的摊铺机时，可采用单机全断面摊铺，并通过试验段比较来确定采用单机还是双机方案。不论采用何种摊铺方案，都应配备一台可自动伸缩以调整宽度的摊铺机；

3 采用单机摊铺时，应采用两侧走钢丝的方法控制高程。采用双机联合摊铺作业时，两台摊铺机型号应相同，前后应相距 10m~20m，前台摊铺机宜采用路侧钢丝和设置在路中的导梁控制路面高程，后台摊铺机宜采用路侧钢丝、路中滑靴控制高程和厚度。前后两台摊铺机摊铺宽度应重叠 50mm~100mm，中缝应辅以人工修整。内侧一台摊铺机应采用宽度自动伸缩式摊铺机，以适应内侧宽度变化的需要；

4 在摊铺过程中，应根据拌和能力和运输能力确定摊铺速度，避免摊铺机停机待料的情况；

5 摊铺加宽部分时，应符合以下要求：

1) 应合理划分摊铺带，确实无法采用机械摊铺的部分应采用人工摊铺，人工摊铺时应采用挂线法控制高程，松铺厚度应适当高于机械摊铺部分；

2) 应组织熟练工人进行人工摊铺，中途不得停顿，应加快摊铺和碾压，以确保碾压质量。

6 摊铺桥头时应符合以下要求：

1) 施工前应对桥头工作面进行彻底清理和修整，处理好欠压实、不平整等问题，并扫除松散材料和所有杂物；

2) 正交桥头作为摊铺起点时，不允许人工摊铺，应使用相应厚度的垫块，并应严格按照设计衔接路面结构层和过渡板；

3) 在斜交桥头等摊铺机无法工作的部位可采用人工摊铺，并控制好操作时间、松铺系数和平整度。

#### 5.5.3 碾压应符合下列规定：

1 在摊铺、修整后应立即用压路机跟在摊铺机后在全宽范围内进行碾压。碾压应遵循先轻后重、先慢后快、从低到高的原则；

2 碾压程序应按试验路段确认的方法施工。碾压时，应重叠 1/2 轮宽，后轮必须超过两段的接缝处。各部分碾压到的次数应尽量相同，两侧应多压 2~3 遍。压路机压不到的地方应用小型平板式振动器施振密实；

3 严禁压路机在已完成的或正在碾压的路段上调头或紧急制动，以保证水泥稳定碎石层表面不受破坏；

4 压实后表面应平整，无轮迹或隆起，不得产生“大波浪”现象；

5 可用方木或钢模板作侧模进行碾压，或碾压后对边缘进行人工拍打，使边缘整齐、密实。

#### 5.5.4 接缝处理应符合下列规定：

1 施工中应避免纵向接缝。在不能避免纵向接缝的情况下，必须保证纵缝垂直相接，在下一幅施工前，应将接缝处松散的混合料铲除；

2 每天施工结束后应做施工横缝。首先应用 3m 直尺检测端部水泥稳定碎石层的平整度，确定切割的范围并应画线，然后应沿画出的线将平整度不合格的混合料铲除。在全幅范围内的横缝严禁采用企口缝，上下两层横缝应错开；

3 摊铺机摊铺混合料时，如因故中断时间超过 2h，也应设置横向接缝。

#### 5.5.5 土工布覆盖养生及交通管制应符合下列规定：

1 采用土工布覆盖养生时，应先人工将土工布覆盖在碾压完成的水泥稳定碎石结构层顶面，然后用水车洒水养生。在养生期内，应始终保持水泥稳定碎石结构层处于湿润状态。养生结束后，将覆盖物清除干净；

2 用洒水车进行洒水养生时，洒水车的喷头应用喷雾式，不得用高压式喷管，以免破坏基层结构，每日洒水次数应视气候而定；

3 水泥稳定碎石结构层养生期不应少于 7d；

4 在养生期间，应采取隔离措施封闭交通，除洒水车外，严格禁止其他车辆通行；

5 养生完成的水泥稳定碎石结构层上未铺封层或面层时，除路面施工车辆可慢速（不超过 30km/h）通行外，禁止其他车辆通行，确保水泥稳定碎石结构层不受到污染和破坏。

## 5.6 粘层、透层、封层施工

5.6.1 设备要求应符合下列规定：

1 应配备清刷机、鼓风机等清理设备，确保施工前下承层洁净；

2 透层与粘层沥青洒布应采用配有电脑控制洒布量和导热油保温装置的沥青洒布车喷洒。洒布车应能准确控制沥青洒布量，保证沥青洒布均匀，并能根据路面宽度调节洒布的宽度。沥青洒布必须呈雾状。

5.6.2 机具的准备阶段，应检查沥青喷洒车的使用状况，标定喷洒量。

5.6.3 下承层清理阶段，应先用强力清刷机将基层表面进行全面清扫，并应将浮尘吹净，必要时可用水冲洗。

5.6.4 喷洒应符合下列规定：

1 根据透层油类型确定喷洒工艺，当采用高渗透乳化沥青时，应在碾压成型后表面稍变干燥但尚未硬化的情况下喷洒；当采用煤油稀释沥青时，应在水泥稳定碎石结构层用土工布覆盖养生 3d~4d 后及时喷洒；

2 透层油洒布后的养生时间可根据透层油品种和气候条件确定，确保稀释沥青中稀释剂全部挥发，乳化沥青渗透且水分蒸发，然后尽早施作粘层或下封层；

3 透层油用量应按设计的沥青用量采用专用沥青洒布车一次浇洒均匀，当有遗漏时，应用人工补洒；

4 乳化沥青粘层油应提前准备，待乳化沥青破乳、水分蒸发完成后，紧跟着铺筑沥青层，确保粘层不受污染；

5 喷洒的粘层油必须呈均匀雾状，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。喷洒不足的应补洒，喷洒过量处应予刮除；

6 凡结构物与沥青层接触部位，必须均匀涂刷粘层油，同时还应注意保护桥头、涵顶及路面两侧的结构物不受污染。

5.6.5 封层施工应符合下列规定：

1 封层油宜采用改性沥青或改性乳化沥青。集料应质地坚硬、耐磨、洁净、粒径级配应符合要求；

2 用于稀浆封层的混合料其配合比应经设计、试验，符合要求后方可使用；

3 下封层宜采用层铺法表面处治或稀浆封层法施工。沥青（乳化沥青）和集料用量应根据配合比设计确定；

4 沥青应洒布均匀、不露白，封层应不透水。

5.6.6 交通管制阶段，喷洒透层沥青、粘层沥青、封层后，严禁车辆通行。

## 6 施工管理和验收

### 6.1 一般规定

6.1.1 低噪声透水沥青路面在施工时必须保证设定的目标空隙率，确保能够铺筑满足预定功能目标的路面。

6.1.2 低噪声透水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，对施工各工序的质量应进行检查评定，达到规定的质量标准，确保施工质量的稳定性。

6.1.3 低噪声透水沥青路面应加强施工过程质量控制，实行动态质量管理。

6.1.4 所有与工程建设有关的原始记录、试验检测及计算数据、汇总表格，必须如实记录和保存。对已经采取措施进行返工和补救的项目，可在原记录和数据上注明，但不得销毁。

### 6.2 管理体系

6.2.1 低噪声透水沥青路面施工质量管理体系应按图 6.2.1 的规定执行。

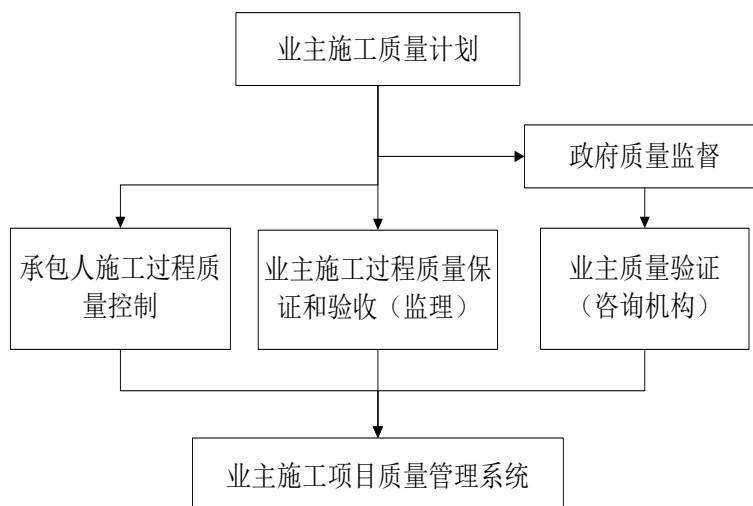


图 6.2.1 低噪声透水沥青路面施工质量管理体系

### 6.3 施工管理

6.3.1 级配碎石透水基层施工管理应符合下列规定：

1 原材料试验应按照现行行业标准《公路路面基层施工技术细则》JTG/T F20 规定及招标文件技术规范有关规定进行；

2 施工过程中质量控制的项目、频度和质量标准应符合现行行业标准《公路路面基层施工技术细则》JTG/T F20 的规定及招标文件技术规范的有关规定。级配碎石级配允许波动范围应符合表 6.3.1 规定。

表 6.3.1 级配碎石矿料级配允许波动范围

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	
允许波动范围	±7%							±6%					±2%	

注：1 宜在拌和站皮带运输机上取样，具体取样方法按照现行行业标准《公路工程集料试验规程》JTG E42 的规定进行，最小取样质量为 40kg；在施工现场取样时，应采取措施确保样品的代表性；

2 标准级配指的是通过实验室室内标准试验确定的设计级配；

3 施工过程中，外形尺寸检查项目、频度和质量标准应符合现行行业标准《公路路面基层施工技术细则》JTG/T F20 的要求。垫层与底基层要求相同；

4 竣工工程外形的检查项目、频度和质量标准应符合现行行业标准《公路工程质量检验评定标准第一册 土建工程》JTG F80/1 的规定（对弯沉值检验不作要求）。在外观方面，应做到表面平整密实、边线整齐，无松散。

### 6.3.2 水泥稳定碎石基层（CTPB）应符合下列规定：

1 必须建立健全工地试验、质量检查及工序间的交接验收等项目制度。试验、检验应做到原始记录齐全，数据真实可靠；

2 原材料试验应按照现行行业标准《公路路面基层施工技术细则》JTG/T F20 的规定及招标文件技术规范有关规定进行；

3 施工过程中，质量控制的项目、频度和质量标准应符合现行行业标准《公路路面基层施工技术细则》JTG/T F20 的规定及招标文件技术规范的有关规定；

4 施工过程中，外形尺寸检查项目、频度和质量标准应符合现行行业标准《公路路面基层施工技术细则》JTG/T F20 的规定；

5 竣工工程外观的检查项目、频度和质量标准应符合现行行业标准《公路工程质量检验评定标准第一册 土建工程》JTG F80/1 的要求。

### 6.3.3 粘层、透层施工应符合下列规定：

1 煤油稀释沥青应充分稀释，应均匀，无小块、未稀释沥青存在；

2 表面透层沥青不应流淌，且不得形成沥青油膜；

3 当局部地方有多余的透层沥青未渗入基层时，应予以清除；

4 粘层沥青应洒布均匀。

### 6.3.4 低噪声透水沥青路面施工管理应符合下列规定：

1 低噪声透水沥青混合料的高粘改性沥青、集料、矿料质量及混合料级配应符合设计要求和本规程的规定。对原材料应做的检验项目应符合表 6.3.4-1 的规定；

表 6.3.4-1 透水沥青路面原材料检验项目

项次	检查项目		检查方法和频率
1	粗集料	洛杉矶磨耗损失	进场及改变料源时检验
		表观相对密度	
		吸水率	
		对沥青的粘附性	进场及改变料源时检验
		针片状颗粒含量	
		水洗法<0.075mm 颗粒含量	现场检验：2 天 1 次
		软石含量	
2	细集料	破碎情况	进场及改变料源时检验
		表观相对密度	
		砂当量	
		坚固性	

续表 6.3.4-1

项次	检查项目		检查方法和频率
3	矿粉	视密度	进场及改变料源时检验
		含水量	
4	高粘改性沥青	60°C动力粘度 (Pa·s)	原材料进场 1 批检验 1 次
		25°C粘韧性	
		25°C韧性	
		密度	
		软化点	
		低温黏度	

2 低噪声透水沥青混合料的各项指标应符合设计和规程要求，沥青混合料的生产过程中每日应做的室内试验和施工过程的质量检验项目应符合表 6.3.4-2 的规定；

表 6.3.4-2 低噪声透水沥青混合料生产过程室内试验项目

项次	检查项目		检查方法和频率
1	马歇尔稳定度		马歇尔试验：每天上午、下午各 1 次
2	流值		
3	空隙率		
4	连通空隙率		
5	残留稳定度		
6	热料仓混合料级配 (%)	16.0 mm	每天 1 次
		13.2mm	
		4.75mm	
		2.36mm	
7	抽提试验混合料级配 (%)	16.0 mm	抽提试验：每天 1 次
		13.2mm	
		4.75mm	
		2.36mm	
		0.075mm	
8	抽提试验的沥青用量		当料源或配合比变化时试验，且不能超过单幅 10Km
9	车辙试验动稳定度		
10	飞散试验质量损失量		
11	冻融劈裂强度比		

3 低噪声透水沥青路面施工过程中的温度控制和质量检查频率应符合表 6.3.4-3 的规定。应严格控制矿料和沥青用量及各种材料和沥青混合料的加热温度。摊铺时应严格控制摊铺厚度和平整度，避免矿料离析，也应严格控制摊铺和碾压温度，碾压至要求的密实度；

表 6.3.4-3 低噪声透水沥青混合料生产过程质量检查

项次	检查项目		规定值或允许偏差	检查方法和频率
1	施工 温度 (°C)	沥青加热温度	165±5	温度计：每吨 1 次
		集料加热温度	195±5	红外感温仪： 每锅 3 次
		混合料出厂温度	180±5	温度计：每车 1 次
		摊铺温度	≥175	温度计：1 处/50m
		初压温度	≥160	温度计：1 处/50m
		碾压终了表面温度	≥110	测温仪：1 处/200m
		开放交通温度	<50	测温仪：1 处/500m
2	混合料外观		均匀一致、无花白、无离析和结团成块现象	1 次/每车
3	摊铺速度 (m/min)		1~3	随时
4	摊铺外观		表面平整密实、不得有明显轮迹、裂痕、推挤、油汀、油包等缺陷、且无离析	随时
5	碾压次数		根据试验路检测结果确定	1 次/1 段
6	碾压长度		根据试验路检测结果确定	卷尺：1 次/1 段

4 低噪声透水沥青路面施工过程中其他质量控制标准和质量验收标准，公路应按现行行业标准《公路沥青路面施工技术规范》JTG F40 中相关规定执行，城镇道路按照现行行业标准《城镇道路工程施工与质量验收规范》CJJ 1 中相关规定执行。

## 6.4 检查验收

6.4.1 防水粘结层施工完成后，应按表 6.4.1 的规定进行验收。

表 6.4.1 防水粘结层施工检验标准

项目	基本实验条件	技术标准	检查频率
厚度	用沥青针入度仪量测厚度	二涂 0.5mm~0.6mm	1 组/1000m <sup>2</sup> (每组四点取平均值)
不透水性	在工地现场按实际用量和二涂工艺要求喷涂在中面层上，用透水仪加水柱至 57cm，维持半小时	57cm 水柱半小时不渗漏	每一试用段取一组，每组三个试件
外观	无气泡，无破损、滑移、皱折、堆积、无污染		一目测组/1000m <sup>2</sup>

6.4.2 低噪声透水沥青路面的排水面层的质量检验指标及允许偏差应符合表 6.4.2 的规定。



表 6.4.2 低噪声透水沥青路面的排水面层的质量检验指标及允许偏差

项目	频率	质量标准
现场渗水率	按现行行业标准《公路沥青路面施工技术规范》JTG F40	$\geq 800\text{mL}/15\text{s}$ ,合格率不小于 90%
现场空隙率		设计空隙率 $\pm 2\%$ ,合格率不小于 80%
压实度		不低于标准马歇尔密度 98%
摆值	每 200m 1 处	$\geq 58$
构造深度	每 200m 1 处	$\geq 1.5\text{mm}$
厚度	每 1000m <sup>2</sup> 1 处	不低于设计值的 96% (采用 3D 雷达无损检测)

## 7 养护管理

### 7.1 一般规定

- 7.1.1** 低噪声透水沥青路面的养护,应按现行行业标准《公路沥青路面养护技术规范》JTG 5142、《城镇道路养护技术规范》CJJ 36 的要求进行。
- 7.1.2** 低噪声透水沥青路面面层竣工验收后应保修一年,期间宜具备应用同质低噪声透水沥青混凝土材料用于及时养护维修的能力。
- 7.1.3** 低噪声透水沥青路面应根据水损害产生的机理,提出防治措施。
- 7.1.4** 低噪声透水沥青路面应避免导致空隙覆盖或堵塞的行为。
- 7.1.5** 当路面发生破损时,应按现行行业标准《公路沥青路面养护技术规范》JTG 5142、《城镇道路养护技术规范》CJJ 36 中规定的及时进行养护与维修。对于累计面积不超过整个透水面积的10%的坑洞可采用普通改性沥青混合料维修。

### 7.2 功能性评价

**7.2.1** 渗水性能评价应符合下列规定:

- 1 低噪声透水沥青路面渗水性能可用渗水系数来表征;
- 2 渗水系数的确定,在目标区域内随机确定测试点进行渗水性能测试,每 1000mm<sup>2</sup> 区域内测试 10 点,取平均值作为路面堵塞状况的评价值  $C_w$ ,  $C_w$ 可按公式 7.2.1 计算。

$$C_w = (V_1 + V_2 + \dots + V_{10}) / 10 \quad (7.2.1)$$

式中:

$C_w$  ——目标区域内平均渗水系数 (mL/15s);

$V_i$  ——测试点渗水系数 (mL/15s)。

- 7.2.2** 低噪声透水沥青路面降噪性能可采用室内和现场试验进行评价,测定方法参见附录 F。
- 7.2.3** 路面抗滑性能可用路面的摩擦系数或构造深度来评价,测量方法可采用铺砂法、摆式仪法、激光构造仪法和数字图像路面构造分析方法。

### 7.3 清洁技术

**7.3.1** 渗水系数可作为低噪声透水沥青路面堵塞状况的评价指标。

**7.3.2** 低噪声透水面层透水性评价与清洁维护措施应符合表 7.3.2 的规定。

表 7.3.2 低噪声透水面层透水性评价与清洁维护措施

堵塞类型	维护范围	现场渗水系数 $C_w$ (mL/15s)
不堵塞或轻微堵塞	不需要维护	$C_w > 600$
中度堵塞	周期性维护	$200 < C_w < 600$
严重堵塞	大力度维护	$C_w < 200$
透水功能完全丧失	考虑重新铺设	反复清洗后仍不透水

注:不透水是指现场透水仪水面下降至一定程度后基本保持不动。

**7.3.3** 低噪声透水沥青路面投入使用后,可使用高压水 (5MPa~20MPa) 冲刷空隙洗净堵塞物,

或用压缩空气冲刷空隙使堵塞物去除，也可使用真空泵将堵塞空隙的杂物吸出。当联合使用多种方式时，宜先使用真空泵吸，再使用高压水冲。

**7.3.4** 养护时应注意及时清除表面存在的粘土类抛撒物。应采用专用透水功能恢复车每3个月~6个月对路面的堵塞物质进行清除。

## 7.4 路面破坏形态与维修

**7.4.1** 低噪声透水沥青路面的破损形态（特征）与引起原因、维修方法应符合表7.4.1的规定。

表7.4.1 低噪声沥青路面的破损形态（特征）与引起原因、维修方法

类别	破损特征	引起原因	维修方法	
使用性能降低	坑槽	汽车漏油引起的沥青稀释	用低噪声透水沥青混合料面层或带连接层的BBTM（超薄沥青）来进行填充	
	骨料脱落	水、热、紫外光等作用使得沥青发生老化、风化	用BBTM（超薄沥青）来进行表面填充	
	松散	使用防滑链（铰链）或施工压实度不够或摊铺时粗细骨料分离	用水泥浆或沥青浆来填充整个低噪声层	
	裂缝	从下层反射		填缝材料充填
		水、热、紫外光等作用使得沥青发生老化、风化		维修
功能性降低	空隙堵塞	泥、粉尘浸入并堆积	大型吸尘器、双氧水发泡、高压水冲洗等	
	空隙毁坏	行车荷载作用	维修	
		沥青胶浆用量过多		

**7.4.2** 应避免发生可能导致路面防水粘结层被损坏的行为，如有发生，应及时采取可靠的修复措施。

**7.4.3** 低噪声透水沥青混凝土面层道路破损修补时，应按照相关技术要求进行作业；对较小坑洞的修补可采用普通改性沥青混凝土材料。

## 附录 A 成品高粘改性沥青弯曲抗拉试验方法

**A.0.1** 本试验方法为成品高粘改性沥青弯曲试验方法，用于测定成品高粘改性沥青的弯曲抗拉韧度与弯曲抗拉模量。

**A.0.2** 试验设备应符合下列规定：

- 1 熔化试料用的加热装置应具有温控器；
- 2 沥青加热熔化用金属容器可采用不锈钢烧杯，容量由制作试样个数决定；
- 3 万能材料试验机或压力机的最大荷载应满足不超过其量程的 80% 且不小于量程的 20% 的要求。宜采用 1kN 或 5kN，分度值为 10N，精度为 1% 的试验机。试验机宜有伺服系统，加载速率应保持 100mm/min；

4 加载装置应采用梁式支座，应满足下支座中心距  $80\text{mm} \pm 0.5\text{mm}$ ，上压头位置居中，上压头及支座为半径  $4\text{mm} \pm 1\text{mm}$  的圆弧形固定钢棒，上压头可以活动，与试件紧密接触，加载装置见图 A.0.2-1；

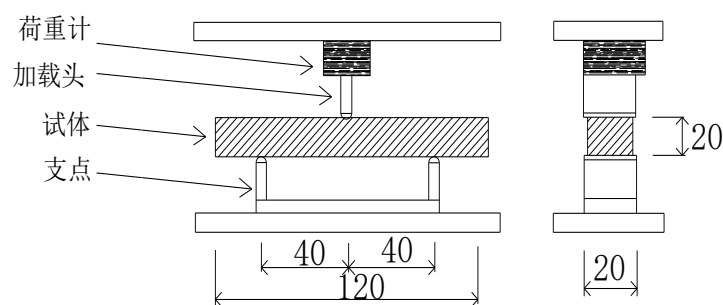


图 A.0.2-1 加载装置

5 荷载试验机宜具备荷载一跨中挠度自动采集系统，如不具备，可按现行行业标准《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》JTG E20 中的《沥青混合料弯曲试验》T0715 中第 2.2、第 2.3 条执行；

6 低温恒温槽应能满足试件在试验前进行  $-20^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$  养护；

7 试件制作模具应采用钢模，将加热沥青倒入后，形成长  $120\text{mm} \times$  宽  $20\text{mm} \times$  高  $20\text{mm}$  的试件，并能脱模，见图 A.0.2-2。模具制造可按现行国家标准《水泥物理检验仪器胶砂试模》GB 3350.5 的相关规定；

8 还应准备手套、皮手套、刀具、脱模剂（硅酮滑脂）、燃烧器等。

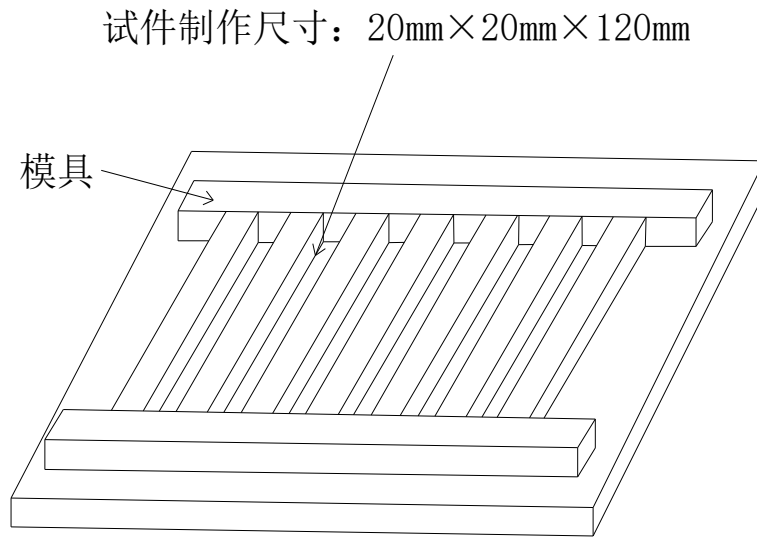


图 A.0.2-2 试件制作用模具

**A.0.3** 制作试件步骤应符合下列规定：

- 1 组装试模，应在与有沥青接触的模板面及模具上部全部涂上脱模剂，脱模剂宜选用硅酮滑脂，涂刷成薄层即可，应避免形成厚层；
- 2 应将沥青加热至  $165^{\circ}\text{C} \pm 10^{\circ}\text{C}$  后熔化，注意不应留下气泡，倒入模具。考虑到冷却后的收缩，倒入时应使沥青量稍高于模具；
- 3 倒入模具后，宜在室温下冷却 90min 以上；
- 4 室温冷却后应将试样连同模具一起放入低温恒温槽养护至  $5^{\circ}\text{C}$ （在  $-20^{\circ}\text{C}$  的恒温槽内宜放置 20min， $5^{\circ}\text{C}$  的恒温槽内宜放置 60min）。用加热过的刀具削去模具上部多余的沥青试料，做成试件；
- 5 再度将试件连同模具一起放入低温恒温槽进行养护，（ $-20^{\circ}\text{C}$  的恒温槽内宜放置 10min， $5^{\circ}\text{C}$  的恒温槽内宜放置 30min），将试件脱模；
- 6 脱模后，应检验试件的质量，确认试件是否正确制作；
- 7 同组试件应制作至少 3 个试件。

**A.0.4** 试件应放入  $-20^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$  的低温恒温槽内养护 3h~3.5h。

**A.0.5** 弯曲抗拉试验步骤应符合下列规定：

- 1 将试件从低温恒温槽内取出，应保持试件成形面向上，并立即对称安放在支座上；
- 2 试验机宜保持 100mm/min 的加载速率，在试件跨径中央施以集中荷载，直至试件破坏，同时记录荷载-跨中挠度曲线；
- 3 试验机若不具备荷载-跨中挠度自动采集系统，应按现行行业标准《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》JTG E20 中的《沥青混合料弯曲试验》T 0715 中第 3.2 条执行；
- 4 试件从低温恒温槽中取出后，必须在 20s 以内完成弯曲抗拉试验。

**A.0.6** 弯曲抗拉韧度及弯曲抗拉模量的计算应按下列规定进行：

- 1 将记录下的荷载-挠度曲线按图 A.0.6 图示方法延长与横坐标相交作为曲线原点，由图中量取峰值时的最大荷载 P 及 P 对应的跨中挠度 d；

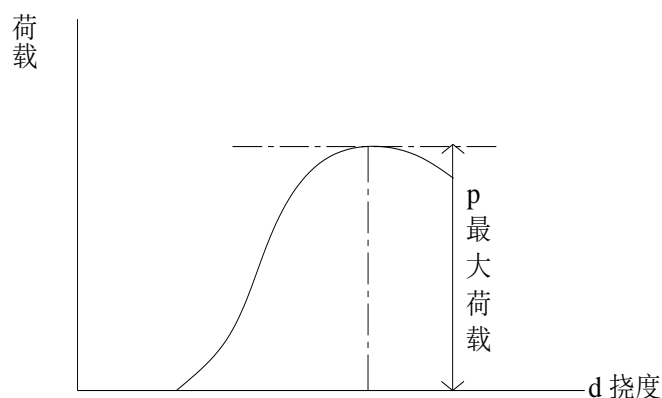


图 A. 0. 6 荷载-跨中挠度曲线

- 2 按式 A. 0. 6-1 和 A. 0. 6-2 计算最大抗弯拉应力  $\alpha$  及最大抗弯拉应变  $\xi$ ;

$$\alpha = \frac{3l}{2bh^2} \times p \quad (\text{A. 0. 6-1})$$

$$\xi = \frac{6h}{l^2} \times d \quad (\text{A. 0. 6-2})$$

式中:

$b$  ——跨中断面试件的宽度 (mm);

$h$  ——跨中断面试件的高度 (mm);

$l$  ——试件的跨径 (mm);

$P$  ——最大荷载 (N);

$d$  ——最大荷载对应的挠度 (mm)。

- 3 按式 A. 0. 6-3、A. 0. 6-4 计算弯曲抗拉韧度及弯曲抗拉模量, 精确到小数点后一位;

$$\text{弯曲抗拉韧度 (kPa)} = \text{最大抗弯拉应力 } \alpha \times \text{最大抗弯拉应变 } \xi \quad (\text{A. 0. 6-3})$$

$$\text{弯曲抗拉模量 (MPa)} = \text{最大抗弯拉应力 } \alpha / \text{最大抗弯拉应变 } \xi \quad (\text{A. 0. 6-4})$$

4 计算弯曲抗拉韧度及弯曲抗拉模量的平均值及变异系数。以平均值作为测试结果。若弯曲抗拉韧度变异系数大于 30% 或弯曲抗拉模量变异系数大于 20% 时, 必须检验试验方法, 再次进行试验。

## 附录 B 全透型低噪声透水沥青路面结构厚度组合形式

**B.0.1** 全透型低噪声透水沥青路面结构厚度组合形式一（图 B.0.1）宜符合下列规定：

- 1 适用场合可为小区、校园、公园道路、广场；
- 2 适用交通荷载等级可为轻交通，累计轴载小于或等于 100 万次；
- 3 当砂性土路基上设置土工织物隔离层时，可不铺筑砂垫层。

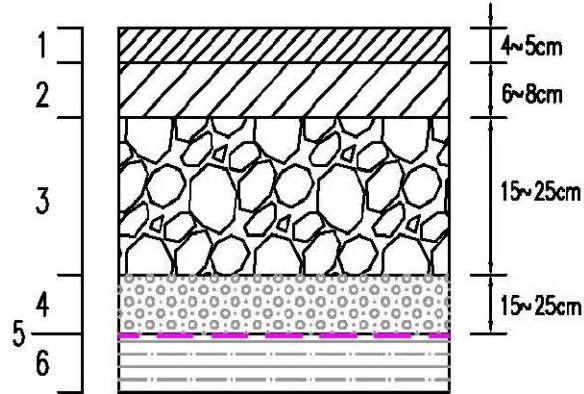


图 B.0.1 全透型低噪声透水沥青路面结构厚度组合形式

1—透水沥青混凝土；2—大空隙沥青稳定碎石基层；3—级配碎石层；4—砂垫层（可选择）；5—反滤隔离层；6—砂性土路基

**B.0.2** 全透型低噪声透水沥青路面结构厚度组合形式二（图 B.0.2）宜符合下列规定：

- 1 适用道路等级可为支路、次干路；
- 2 适用交通荷载等级可为轻~中交通，累计轴载小于或等于 600 万次；
- 3 当砂性土路基上设置土工织物隔离层时，可不铺筑砂垫层。

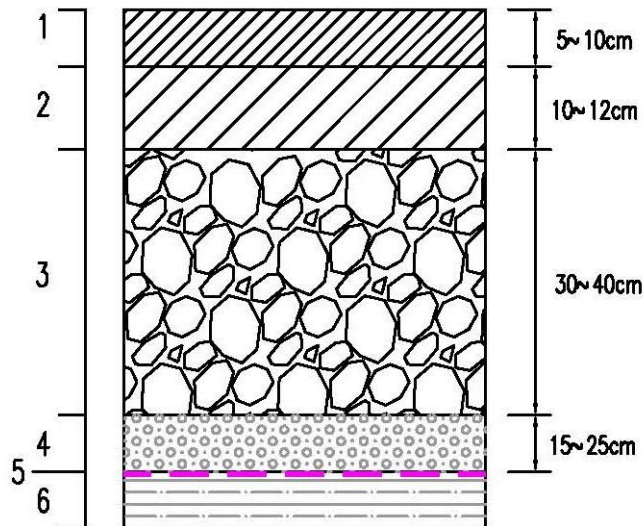


图 B.0.2 全透型低噪声透水沥青路面结构厚度组合形式二

1—透水沥青混凝土；2—大空隙沥青稳定碎石基层；3—级配碎石层；4—砂垫层（可选择）；5—反滤隔离层；6—砂性土路基

**B.0.3** 全透型低噪声透水沥青路面结构厚度组合形式三（图 B.0.3）宜符合下列规定：

- 1 适用道路等级可为支路、次干路；
- 2 适用交通荷载等级可为中交通，累计轴载小于或等于 1000 万次；
- 3 当砂性土路基上设置土工织物隔离层时，可不铺筑砂垫层。

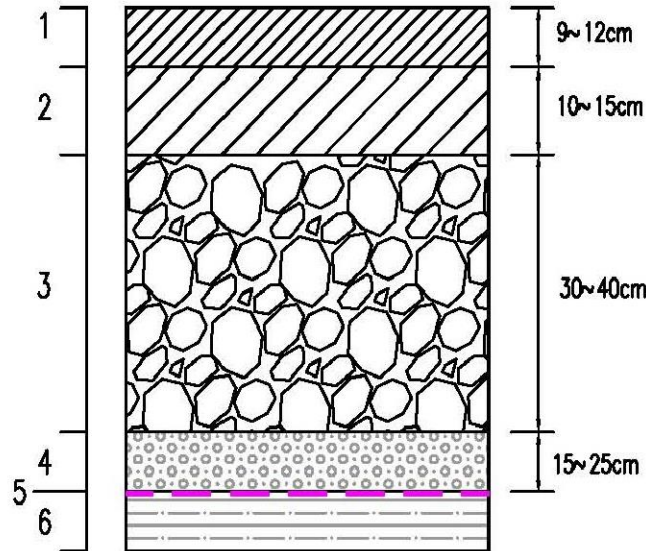


图 B.0.3 全透型低噪声透水沥青路面结构厚度组合形式三

1—透水沥青混凝土；2—大空隙沥青稳定碎石基层；3—级配碎石层；4—砂垫层（可选择）；5—反滤隔离层；6—砂性土路基

**B.0.4 全透型低噪声透水沥青路面结构厚度组合形式四（图 B.0.4）宜符合下列规定：**

- 1 适用道路等级可为支路、次干路；
- 2 适用交通荷载等级可为中交通，累计轴载小于或等于 1000 万次；
- 3 当砂性土路基上设置土工织物隔离层时，可不铺筑砂垫层。

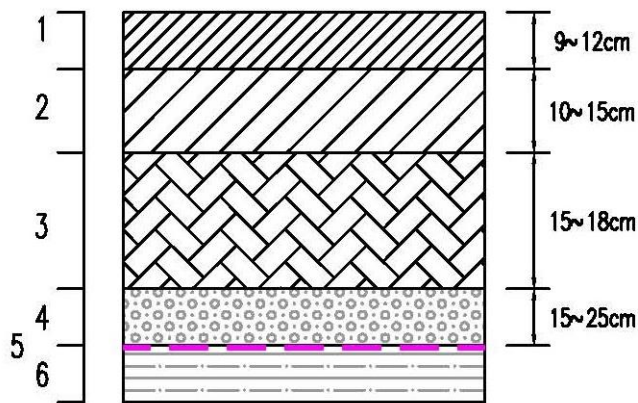


图 B.0.4 全透型低噪声透水沥青路面结构厚度组合形式四

1—透水沥青混凝土；2—大空隙沥青稳定碎石基层；3—多孔水泥稳定碎石基层；4—砂垫层（可选择）；5—反滤隔离层；6—砂性土路基



## 附录 C 防水粘结层的剪切试验

**C.0.1** 本试验方法为防水粘结层材料的剪切试验方法，用于测定防水粘结层材料的抗剪切能力。

**C.0.2** 试验设备应符合下列规定：

1 试验设备可采用结构材料剪切仪或其他可用于剪切试验的设备；

2 成型设备可采用沥青混合料搅拌机及试模（300mm×300mm×50mm 和 300mm×300mm×100mm 两种）、轮碾成型机、电子秤（感量至少为 0.1g）、烘箱、温度计、钻芯机；

3 准备手套、皮手套、刀具、脱模剂、电炉等设备。

**C.0.3** 制作试件步骤应符合下列规定：

1 成型中面层沥青混凝土板，按现行行业标准《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》JTG E20 的规定成型 5cm 厚的沥青混凝土车辙板，并标注出轮碾方向；

2 沥青混凝土板脱模后，用毛刷将表面的浮灰扫干净，装入 300mm×300mm×100mm 的双层车辙板试模中，按照计算用量将配置好的防水粘结层材料；

3 将热拌的排水沥青混合料装入到洒布环氧乳化沥青的 300mm×300mm×100mm 车辙板试模中，放在轮碾仪上碾压成型 5cm 厚的排水沥青混凝土板，碾压方向与中面层沥青混凝土板一致。待冷却至室温后，脱模；

4 用钻芯机钻出  $\phi 10\text{cm} \times 10\text{cm}$  的芯样，每块试板钻取四个芯样，验试件的质量，确认试件是否正确制作。

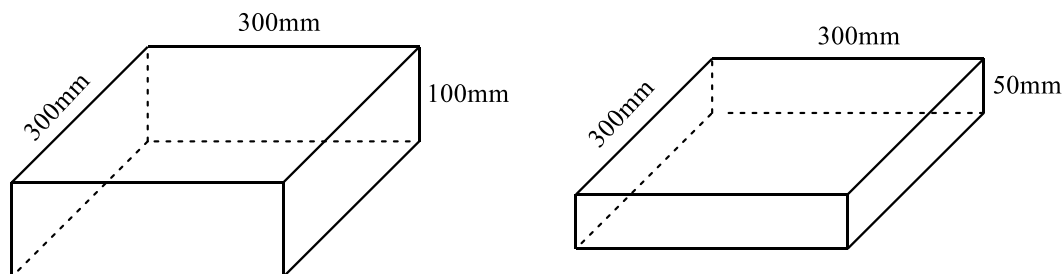


图 C.0.3-1 试件制作用模具

**C.0.4** 剪切试验步骤应符合下列规定：

1 将剪切仪开机后，设置剪切参数，设置剪切速度、试件编号，将仪器准备就绪；

2 剪切仪准备好后，使用剪切面与水平角成  $40^\circ$  的模具将试件固定好。设定试件的剪切速度为 10mm/min；

3 开动剪切仪或其他剪切设备，直到试件破坏，记下破坏荷载；

4 一个试件剪切完毕，记录数据，之后使仪器复位，准备下一个剪切，直到全部试件做完。

**C.0.5** 层间剪应力计算公式应按式（C.0.5-1）计算：

$$\tau = \frac{F}{S} \quad (\text{C.0.5-1})$$

式中：

$\tau$  ——剪应力 (Pa);  
 $F$  ——剪力 (N);  
 $S$  ——剪切面积 (m<sup>2</sup>)。

## 附录 D 防水粘结层的拉拔试验

**D.0.1** 本试验方法为防水粘结层材料的拉拔试验方法，用于测定防水粘结层材料的抗拉拔能力。

**D.0.2** 试验设备应符合下列规定：

- 1 试验设备可采用结构层材料强度拉拔仪或其他可用于拉拔试验的设备；
- 2 成型设备可采用沥青混合料搅拌机及试模（300mm×300mm×50mm 和 300mm×300mm×100mm 两种）、轮碾成型机、电子秤（感量至少为 0.1g）、烘箱、温度计、钻芯机；
- 3 应准备手套、皮手套、刀具、脱模剂、电炉等。

**D.0.3** 试件的制作采用与附录 C 剪切试验相同的方法和步骤。

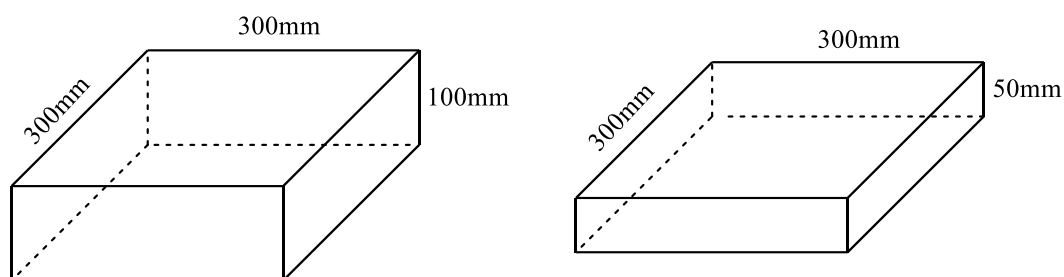


图 D.0.3-1 试件制作用模具

**D.0.4** 拉拔试验采用的温度和速率参数与剪切试验相同，直到试件破坏，记下破坏最大荷载。

**D.0.5** 层间拉应力计算公式应按式 (D.0.5) 计算：

$$(D.0.5)$$

式中：

- $\tau$  ——层间拉应力 (Pa)；  
 $F$  ——最大拉力 (N)；  
 $S$  ——受力面积 ( $m^2$ )。

## 附录 E 低噪声透水沥青路面及排水系统设计

**E. 0. 1** 单层低噪声透水路面排水系统设计（图 E. 0. 1-1~图 E. 0. 1-6），应符合下列规定：

- 1 路面边缘应设置纵向排水设施；
- 2 纵向排水管可选用聚氯乙烯（PVC）或聚乙烯（PE）塑料管或弹簧管，管径应为 70mm~150mm；
- 3 纵向排水管选用聚氯乙烯（PVC）或聚乙烯（PE）塑料管时，应在排水管上设 3 排槽口或孔口，其开口面积宜大于 80cm<sup>2</sup>/延米；
- 4 横向排水管可选用不带孔或槽的聚氯乙烯（PVC）或聚乙烯（PE）塑料管；
- 5 排水管的强度、刚度、耐久性及耐高温性应满足相关规范要求，管径应与纵向排水管相同。

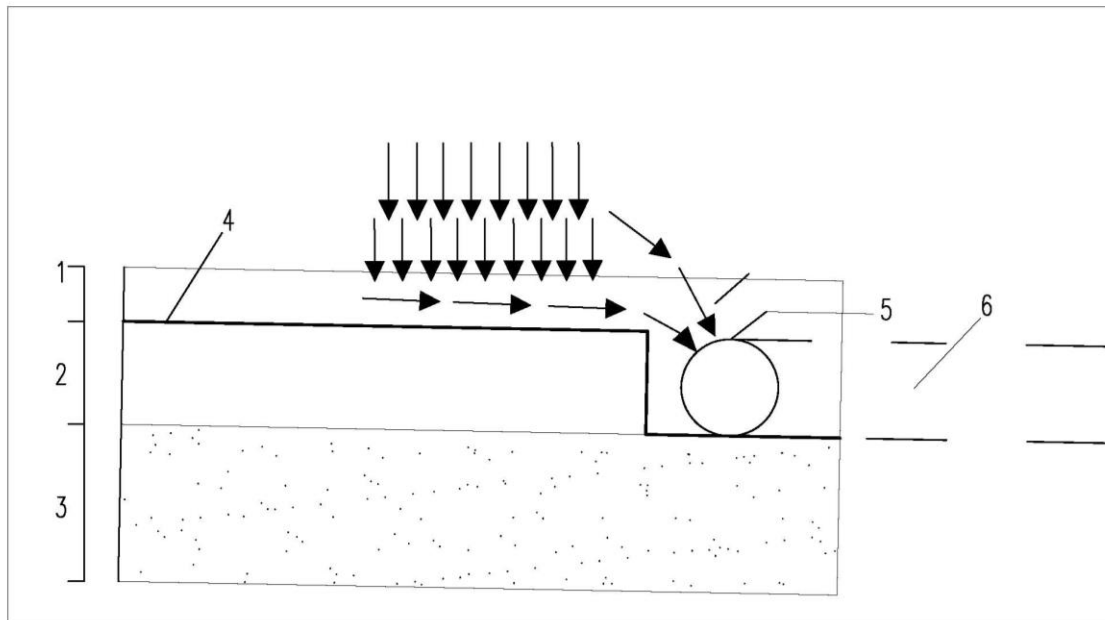


图 E. 0. 1-1 单层低噪声透水路面排水系统设计（横断面一）

1-上面层 PAC；2-中、下面层 AC；3-基层；4-防水粘结层；5-纵向排水管；6-横向排水管

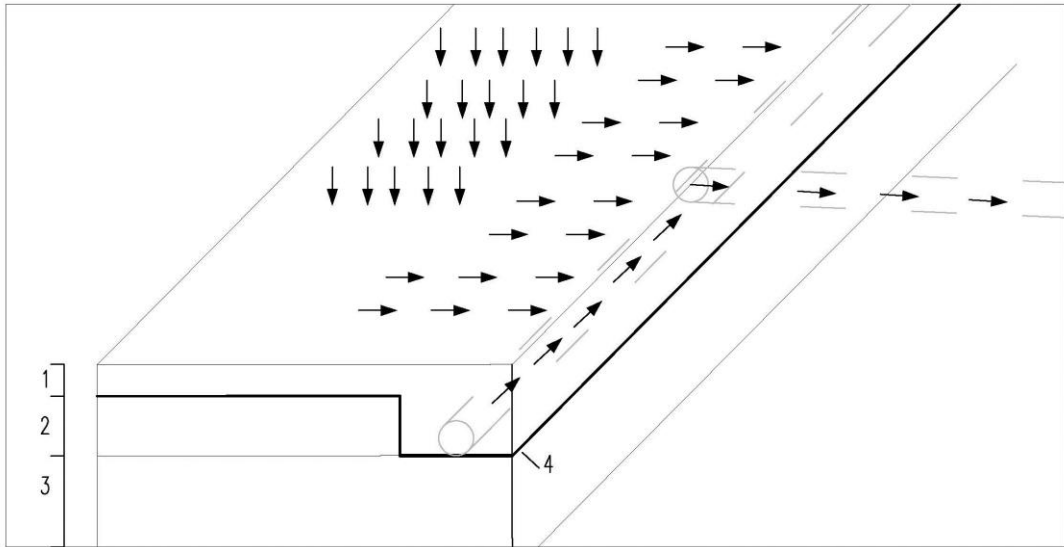


图 E.0.1-2 单层低噪声透水路面排水系统设计（侧向空间视角）

1-上面层 PAC；2-中、下面层 AC；3-基层；4-防水粘结层

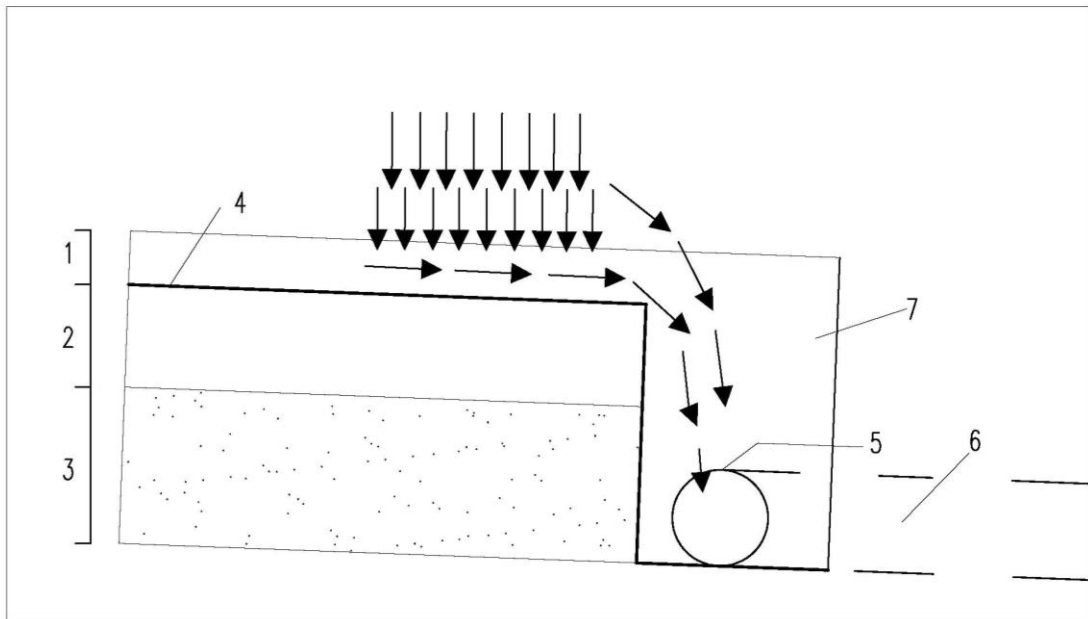


图 E.0.1-3 单层低噪声透水路面排水系统设计（横断面二）

1-上面层 PAC；2-中、下面层 AC；3-基层；4-防水粘结层；5-纵向排水管；6-横向排水管；7-集水沟

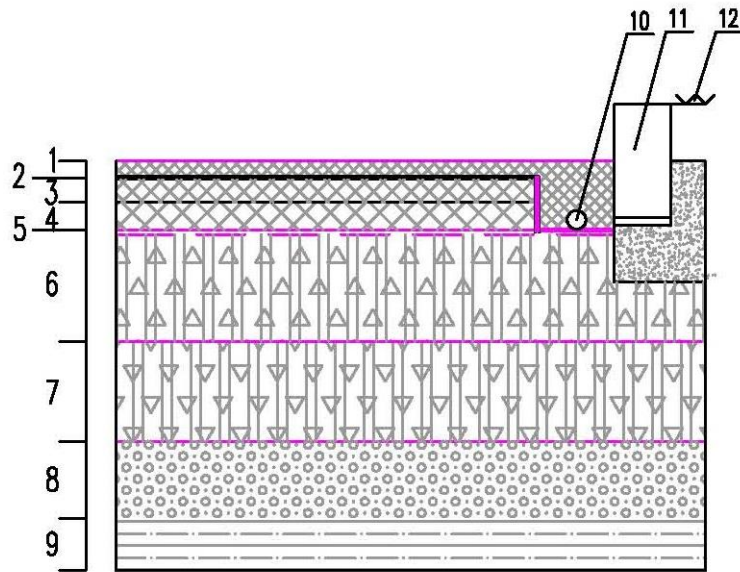


图 E.0.1-4 单层低噪声透水沥青路面结构和排水系统实例一（城市道路）

1-细粒式透水沥青混合料上面层（PAC-13）；2-防水粘结层；3-中粒式沥青混合料中面层（AC-20C）；4-粗粒式沥青混合料下面层（AC-25C）；5-封层、透层；6-上基层；7-下基层；8-垫层（可选择）；9-路基；10-纵向排水管；11-立缘石；12-绿化带

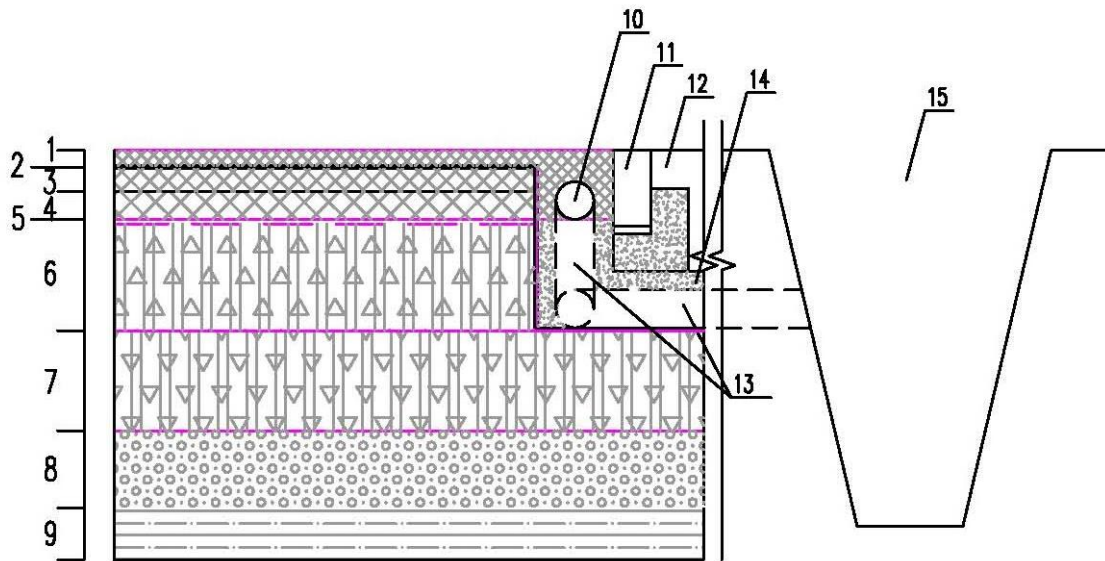


图 E.0.1-5 单层低噪声透水沥青路面结构和排水系统实例二（公路）

1-细粒式透水沥青混合料上面层（PAC-13）；2-防水粘结层；3-中粒式沥青混合料中面层（AC-20C）；4-粗粒式沥青混合料下面层（AC-25C）；5-封层、透层；6-上基层；7-下基层；8-垫层（可选择）；9-路基；10-纵向排水管；11-平缘石；12-土路肩；13-横向排水管（接入边沟）；14-C30 水泥混凝土；15-边沟

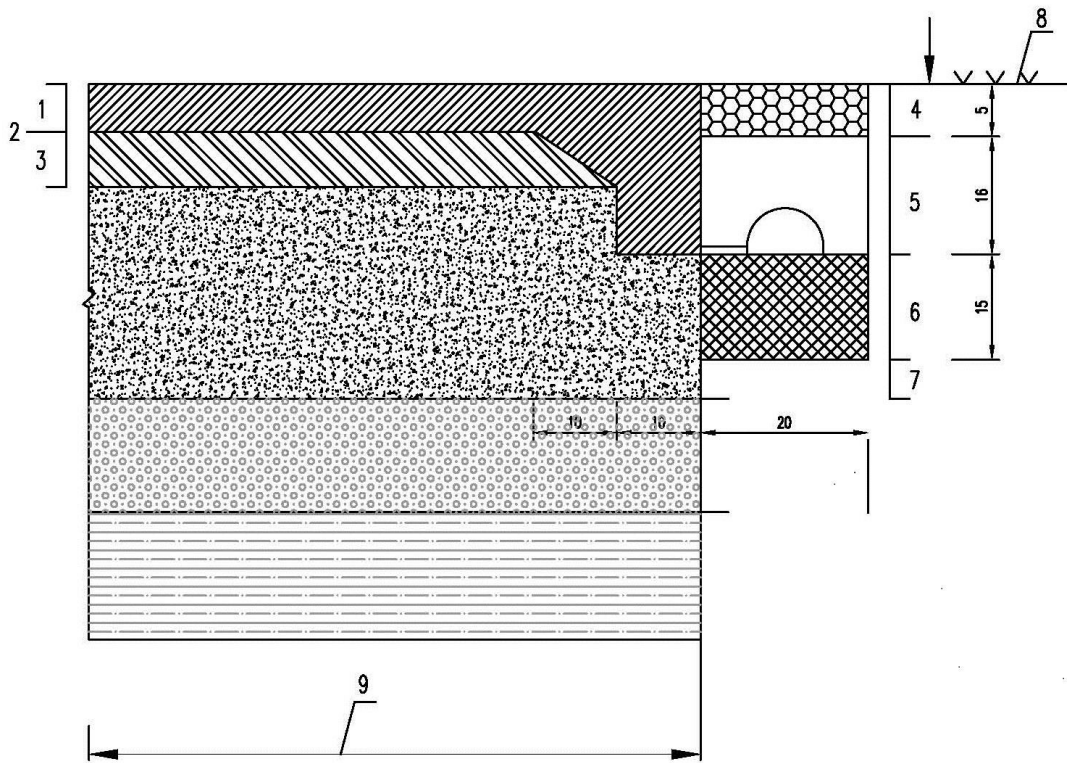


图 E. 0. 1-6 单层低噪声透水沥青路面结构和排水系统实例三

1-4cm 细粒式透水沥青混合料上面层 (PAC-13); 2-防水粘结层 (SBS 改性乳化沥青); 3-6cm 中粒式改性沥青混凝土 (AC-20C);

4-5cm 浆砌卵石; 5-C30 排水预制块 (20x16x70); 6-15cm5%水泥稳定级配碎石; 7-压实土基; 8-绿化带; 9-现状机动车道

**E. 0. 2 多层低噪声透水沥青路面排水系统设计** (图 E. 0. 2-1~图 E. 0. 2-4), 应符合下列规定:

**1** 路面边缘应设置纵向排水设施;

**2** 纵向排水管可选用聚氯乙烯 (PVC) 或聚乙烯 (PE) 塑料管或弹簧管, 管径应为 70mm~150mm;

**3** 纵向排水管选用聚氯乙烯 (PVC) 或聚乙烯 (PE) 塑料管时, 应在排水管上设 3 排槽口或孔口, 其开口面积宜大于  $80\text{cm}^2/\text{延米}$ ;

**4** 横向排水管可选用不带孔或槽的聚氯乙烯 (PVC) 或聚乙烯 (PE) 塑料管;

**5** 排水管的强度、刚度、耐久性及耐高温性应满足相关规范要求, 管径应与纵向排水管相同。

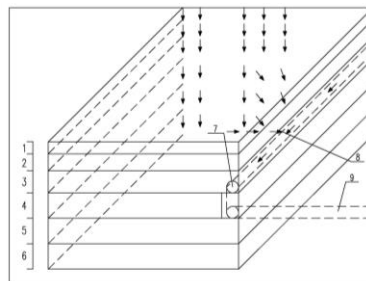


图 E. 0. 2-1 多层低噪声透水沥青路面排水系统设计 (侧向空间视角)

1-透水沥青上面层; 2-透水沥青中面层; 3-透水沥青下面层; 4-上基层; 5-下基层; 6-路基; 7-纵向排水管; 8-进水口; 9-横向排水管

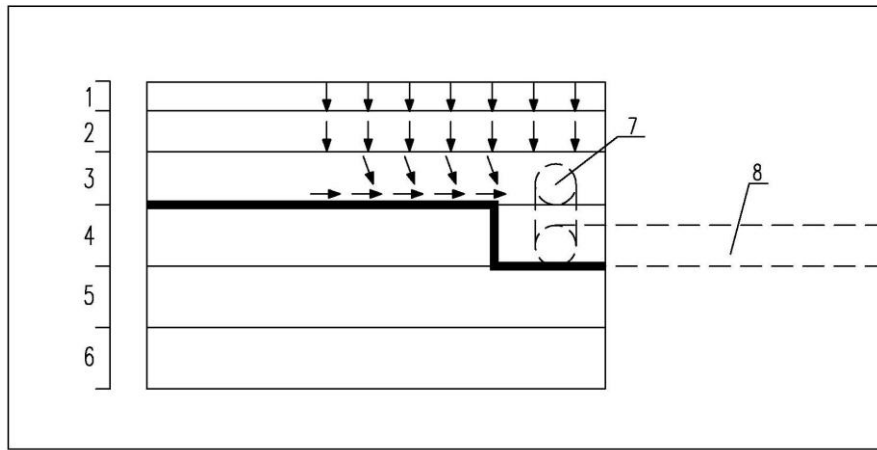


图 E.0.2-2 多层低噪声透水沥青路面排水系统设计（横断面）

1-透水沥青上面层；2-透水沥青中面层；3-透水沥青下面层；4-上基层；5-下基层；6-路基；7-纵向排水管；8-横向排水管

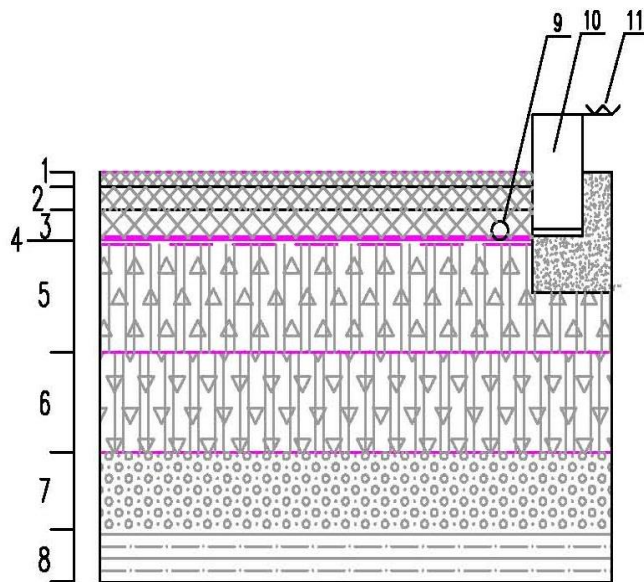


图 E.0.2-3 多层低噪声透水沥青路面结构和排水系统实例一（城市道路）

1-细粒式透水沥青混合料上面层（PAC-13）；2-中粒式透水沥青混合料中面层（PAC-20）；3-粗粒式透水沥青混合料下面层（PAC-25）；4-防水粘结层、封层、透层；5-上基层；6-下基层；7-垫层（可选择）；8-路基；9-纵向排水管（接入雨水井）；10-立缘石；11-绿化带



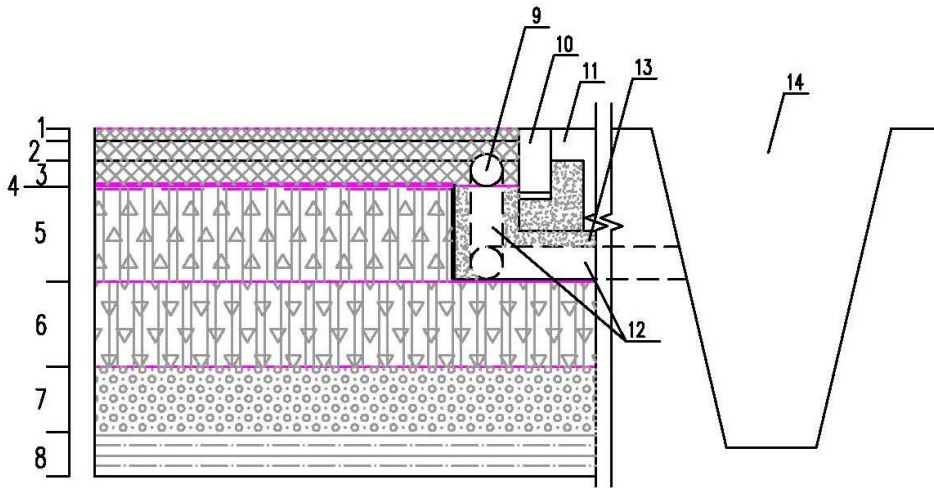


图 E. 0. 2-4 多层低噪声透水沥青路面结构和排水系统实例二（公路）

1-细粒式透水沥青混合料上面层（PAC-13）；2-中粒式透水沥青混合料中面层（PAC-20）；3-粗粒式透水沥青混合料下面层（PAC-25）；4-防水粘结层、封层、透层；5-上基层；6-下基层；7-垫层（可选择）；8-路基；9-纵向排水管；10-平缘石；11-土路肩；12-横向排水管（接入边沟）；13-C30 水泥混凝土；14-边沟

**E. 0. 3 全透型低噪声透水沥青路面排水系统设计（图 E. 0. 3-1～图 E. 0. 3-4）,宜符合下列规定：**

- 1 路面边缘可不设置纵向排水设施；
- 2 纵向排水管可选用聚氯乙烯（PVC）或聚乙烯（PE）塑料管或弹簧管，管径应为 70mm～150mm；
- 3 纵向排水管选用聚氯乙烯（PVC）或聚乙烯（PE）塑料管时，应在排水管上设 3 排槽口或孔口，其开口面积宜大于 80cm<sup>2</sup>/延米；
- 4 横向排水管可选用不带孔或槽的聚氯乙烯（PVC）或聚乙烯（PE）塑料管；
- 5 排水管的强度、刚度、耐久性及耐高温性应满足相关规范要求，管径应与纵向排水管相同。

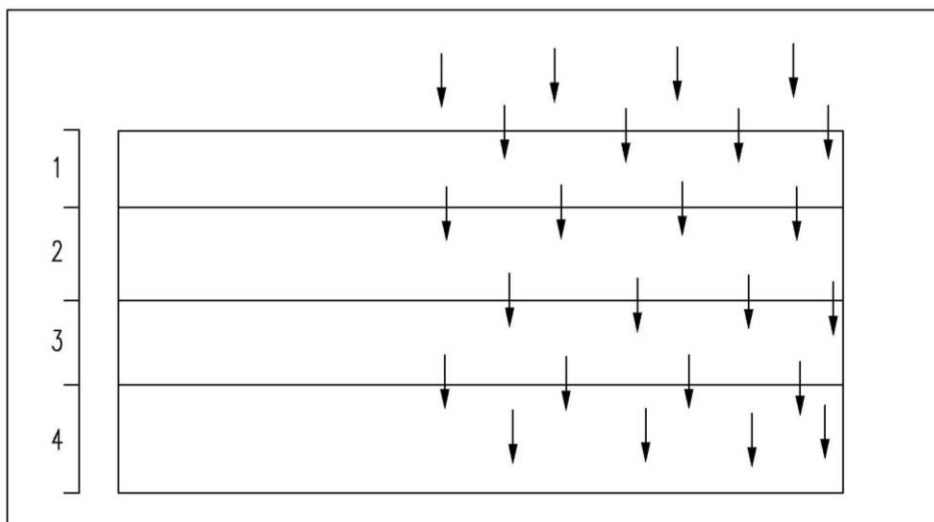


图 E. 0. 3-1 全透型低噪声透水沥青路面排水系统设计（横断面一）

1-透水沥青上面层；2-透水沥青中、下面层；3-透水基层；4-路基

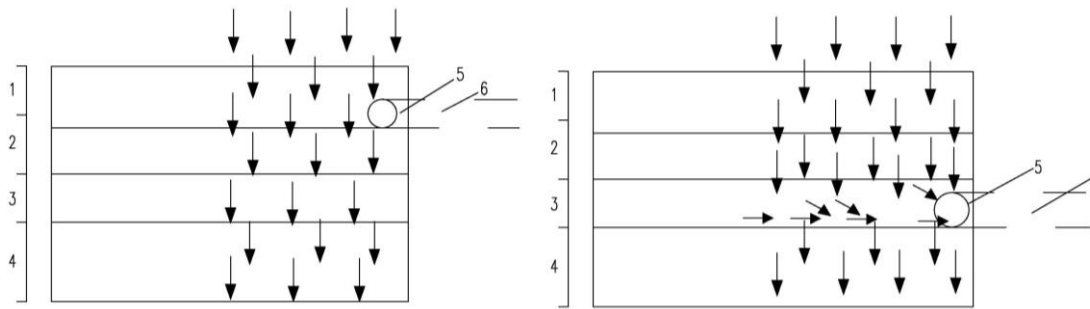


图 E.0.3-2 全透型低噪声透水沥青路面排水系统设计（横断面二）

1-透水沥青上面层；2-透水沥青中、下面层；3-透水基层；4-路基；5-纵向排水管；6-横向排水管

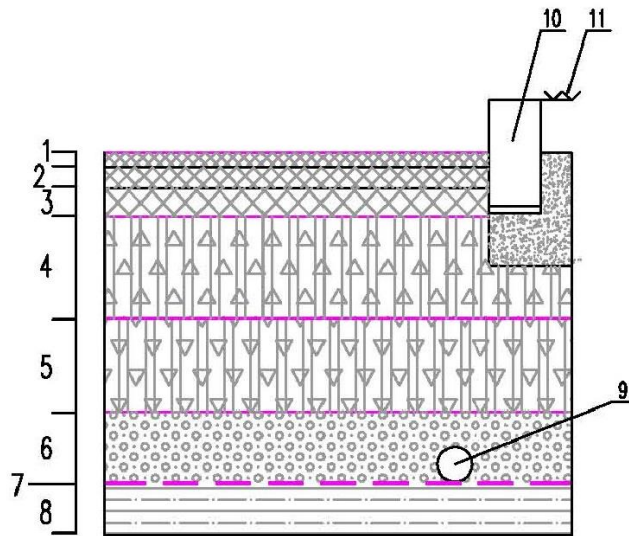


图 E.0.3-3 全透型低噪声透水沥青路面结构和排水系统实例一（城市道路）

1-细粒式透水沥青混合料上面层（PAC-13）；2-中粒式透水沥青混合料中面层（PAC-20）；3-粗粒式透水沥青混合料下面层（PAC-25）；4-透水上基层；5-透水下基层；6-透水垫层（可选择）；7-反滤隔离层；8-路基；9-纵向排水管（接入雨水井）；10-立缘石；11-绿化带

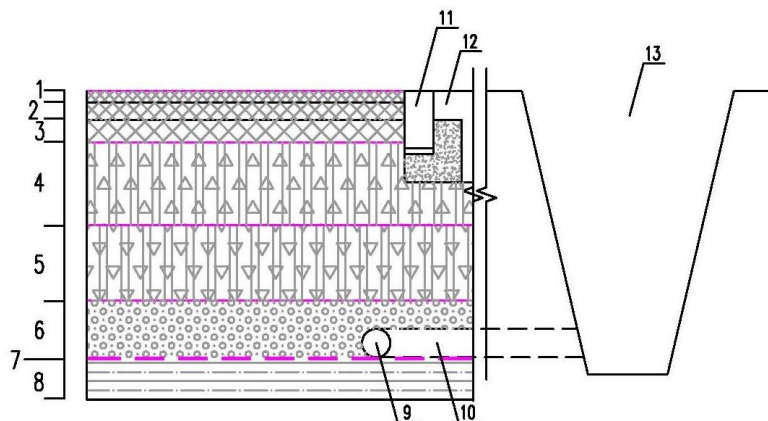


图 E.0.3-4 全透型低噪声透水沥青路面结构和排水系统实例二（公路）

1-细粒式透水沥青混合料上面层（PAC-13）；2-中粒式透水沥青混合料中面层（PAC-20）；3-粗粒式透水沥青混合料下面层（PAC-25）；4-透水上基层；5-透水下基层；6-透水垫层（可选择）；7-反滤隔离层；8-路基；9-纵向排水管；10-横向排水管（接入边沟）；11-平缘石；12-土路肩；13-边沟

## 附录 F 降噪性能测定方法

**F.0.1** 声学上常采用声压级来表示声音的强弱，它是一种对数标度，单位分贝（dB），其定义为：

$$L_p = 20 \lg (P/P_0) \quad (\text{F.0.1})$$

式中：

$L_p$  —— 声压级（dB）；

$P$  —— 声压（Pa）；

$P_0$  —— 基准声压，为  $2 \times 10^{-5} \text{Pa}$ ，该值是对 1000Hz 声音人耳刚能听到的最低声压。

以声压级分贝为单位，分别采用远场法（SPB）、汽车匀速行驶车内噪声测量方法（QC/T57-93）和近场法（CPX-Close Proximity Methods）。

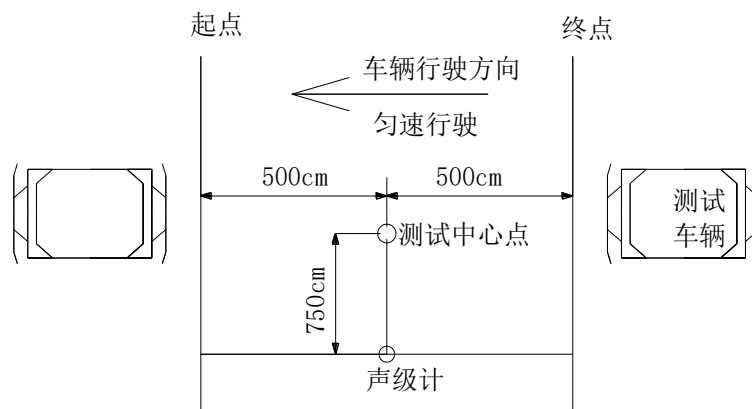
**表 F.0.1** 三种现场测试方法所采用的噪声评价指标（A 计权）

测试方法	远场法（SPB）	匀速行驶车内噪声法	近场法（CPX）
噪声评价指标（A 计权）	$L_{max}$	$L_{eq}$	$L_{max}$
主要用途	水平 7.5m 测试路面/轮胎产生的车外噪声，作为低噪声抗滑沥青路面降噪效果的最主要评价指标	车内噪声，作为低噪声抗滑沥青路面与其他类型路面车内噪声比较的指标	近距离（10cm~20cm）测试路面/轮胎产生的车外噪声，作为低噪声抗滑沥青路面与其他类型路面车外噪声比较的指标，同时分析不同路面的轮胎噪声与车速关系

**F.0.2** 远场法（SPB）测试应符合下列规定：

1 声级计误差不超过  $\pm 2\text{dB}$ ；

2 测试车辆经过被测试点应保持匀速行驶，在测点前后各 5m 范围内不得加速，到达起点时开始测试，过了终点后此次测试结束，读取声级计中的最大声压级分贝  $L_{max}$ ，保存数据。现场测试如图 F.0.2 所示。



**图 F.0.2** 现场 SPB 法测试示意图

## 本规程用词说明

- 1 为了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，非这样做不可的用词：  
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用词：  
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用词：  
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用词，采用“可”。
- 2 条文中指明应按其他有关的标准执行的写法为“应符合……的规定”或“应按……执行”。

## 引用标准名录

- 1 《公路水泥混凝土路面设计规范》 JTG D40
- 2 《公路沥青路面设计规范》 JTG D50
- 3 《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》 JTG E20
- 4 《公路工程集料试验规程》 JTG E42
- 5 《公路沥青路面施工技术规范》 JTG F40
- 6 《公路沥青路面养护技术规范》 JTG 5142
- 7 《公路排水设计规范》 JTG/T D33
- 8 《公路路面基层施工技术细则》 JTG/T F20
- 9 《公路工程质量检验评定标准 第一册 土建工程》 JTG F80/1
- 10 《城镇道路工程施工与质量验收规范》 CJJ 1
- 11 《城镇道路养护技术规范》 CJJ 36
- 12 《城镇道路路面设计规范》 CJJ 169
- 13 《透水水泥混凝土路面技术规程》 CJJ/T 135
- 14 《透水沥青路面技术规程》 CJJ/T 190

深圳市工程建设地方标准

低噪声透水沥青路面技术规程

**SJG 152 - 2024**

条文说明

## 目 次

1	总则	48
2	术语及符号	49
2.1	术语	49
2.2	符号	49
3	材料	50
3.2	材料技术要求	50
4	路面结构组合和设计	51
4.1	一般规定	51
4.2	路面类型与结构组合	51
4.4	低噪声透水沥青混合料设计	51
4.5	基层	55
4.8	防水粘结层	56
4.10	隔水层、反滤隔离层	56
4.11	排水设施	56
5	施工	57
5.1	一般规定	57
5.2	低噪声透水沥青路面面层施工	57
6	管理和验收	59
6.1	一般规定	59
6.2	管理体系	59
6.3	施工管理	59
6.4	检查验收	59
7	养护管理	60
7.1	一般规定	60
7.2	功能性评价	60
7.3	清洁技术	61
7.4	路面破坏形态与维修	61

# 1 总 则

**1.0.1** 本条说明了本规程制定的目的。

近几年来，道路建设提出了更高的要求。低噪声透水沥青路面具有降低噪声，迅速排除路面积水，提高车辆行驶的舒适性和安全性，因此在得到了越来越广泛的应用。为了适应道路发展的需要，提高沥青路面的排水，降噪能力，并确保耐久性，借鉴国内外经验，制定本规程。

**1.0.2** 本条说明了本规程的适用场合。

现行国家标准《声环境质量标准》GB 3096 明确规定了五类声环境功能区的环境噪声等效声级的限值，见表 1。

表 1 环境噪声限值

声环境功能区类别	区域	时段噪声限值 单位：dB (A)	
		昼间	夜间
0 类	指康复疗养区等特别需要安静的区域。	50	40
1 类	指以居住住宅、医疗卫生、文化教育、科研设计、行政办公为主要功能，需要保持安静的区域。	55	45
2 类	指以商业金融、集市贸易为主要功能，或者居住、商业、工业混杂，需要维护住宅安静的区域。	60	50
3 类	指以工业生产、仓储物流为主要功能，需要防止工业噪声对周围环境产生严重影响的区域。	65	55
4 类	4a 类 高速公路、一级公路、二级公路、城市快速路、城市主干路、城市次干路、城市轨道交通（地面段）、内河航道两侧区域。	70	55
	4b 类 铁路干线两侧区域。	70	60

当某区域的环境噪声等效声级超过表 1 中相应的时段噪声限值时，可使用低噪声透水沥青路面降噪。因此本规程适用于有降噪需求的沥青路面的设计、施工、验收和养护，同时要注意根据其使用状况及时采取适宜的养护方案，以维持其功能性。

**1.0.3** 本条指出了低噪声透水沥青路面的透水性功能使用年限，路用功能使用年限与改性沥青混凝土路面一致，因此可参照现行国家行业标准。

**1.0.4** 本条指出了本规程的特殊性。

**1.0.5** 本条指出了本规程与其他标准，规范的关系和衔接原则。



## 2 术语及符号

### 2.1 术语

**2.1.2** 低噪声透水沥青混合料是一种 18%~25%空隙率的沥青混合料，为骨架空隙结构。粗集料坚硬耐磨，形成坚固的骨架。沥青采用高粘度的改性沥青结合料，低噪声透水沥青混凝土面层既有丰富的纹理结构，又有较大的空隙率，从而保证较高的透水能力，迅速排除降雨期间的路表面积水。主要用于城市道路、停车场、景观道路、建筑外附属道路、广场等需要排水、降噪功能的路面。

### 2.2 符号

按规定试验方法测得的石料抵抗轮胎磨光作用能力的数值即为磨光值，以百分率表示。石料的磨光值越高，表示其抗滑性越好，石料的磨耗越高，表示其耐磨性越差。

由于低噪声透水沥青混合料的透水性是其一个非常重要的功能性指标，因此用一定的系数衡量其渗水性能也是有必要的。

## 3 材 料

### 3.2 材料技术要求

**3.2.1** 低噪声透水沥青路面用高粘改性沥青的标号和技术指标选择与工程所在地的气候密切相关，由于高温持续时间较长，在重载车较多的高速公路，选用稠度高、60℃动力粘度大的高粘改性沥青。主要特征可参考表2的规定。

表2 低噪声透水沥青路面用沥青的主要特征

项目	混合料技术要求	沥青技术要求
抗集料飞散性	为了确保混合物的稳定性，应使其与骨料牢固地结合，即必须具有强大的包裹力和粘附力。	粘附力大的沥青（高韧度，高抗拉强度）
气候适应性	由于混合物具有高的空隙率，因此易受日光及空气的影响，要求包裹集料的沥青膜应有足够的厚度。	气候适应性好的、能够形成厚薄膜的高粘沥青。
耐水性	由于铺设体内雨水的渗透，为确保耐水性（抗剥离性），有必要要求沥青具有极好的粘附性。	对骨料附着性高、抗剥离性好的沥青。
耐流动性	用于重交通量的场合时，必须使用抗塑性变形较高（不易被碾压出车辙）的混合料。	较高的软化点和60℃动力粘度

**3.2.2** 集料选择时应优先选择碱性集料，因为酸性石料与沥青粘结力很差，一般抗剥落等级达不到要求，因而沥青混合料的强度达不到要求。可选用的碱性石料类型主要有玄武岩和辉绿岩，各地应根据情况就近选择。

**3.2.4** 低噪声透水沥青混合料中细集料使用量较少，可使用同一种细集料，细集料应采用机制砂，与沥青粘结性能较差的砂子及用花岗岩、石英岩等酸性石料破碎的机制砂或石屑不宜使用。

对于细集料的选择，一般采用质地坚硬的轧制砂，而不采用天然砂，因为天然砂与沥青的粘附性较差，而且砂的颗粒基本是球形的，对高温抗车辙不利，而轧制砂是由人工破碎的到的，表面粗糙，有助于提高马歇尔稳定度和动稳定度。

**3.2.5** 填料在沥青混合料中作用极为重要，沥青只有吸附在填料表面才能形成薄膜，才能对其他粗细集料产生粘附作用，所以填充料起着结合料的作用。低噪声透水沥青混合料选矿粉作为填充料，要求矿粉干燥，洁净且易从石粉仓流出。

## 4 路面结构组合和设计

### 4.1 一般规定

**4.1.3** 垫层的主要作用为改善土基的湿度和温度状况，保证面层和基层的强度稳定性，扩散由基层传来的荷载应力，以减小土基所产生的变形。

### 4.2 路面类型与结构组合

**4.2.2** 沥青路面按排除雨水的方式可分为不透型沥青路面、半透型沥青路面和全透型沥青路面。本规程所指的低噪声透水沥青路面包含了半透型沥青路面和全透型沥青路面两种。

**4.2.3** 单层低噪声透水沥青路面仅路表沥青层作为透水功能层，沥青表面层下设防水粘层，雨水通过沥青表面层内部水平横向排出。其主要功能是排除路面积水、降低噪声、提高路面抗滑性能和行车安全性能，通常也将此类称为排水路面。

多层低噪声透水沥青路面的沥青面层和基层均具有透水能力，雨水降落到路面后，渗入路面直至基层，在基层底部横向排出，多层低噪声透水沥青路面除了具备单层所具备的功能外，还具有路面储水功能，减少地面径流量，减轻暴雨时城市排水系统的负担等功能。

全透型低噪声透水沥青路面是整个路面结构即面层、基层和垫层都具有良好的透水性能，雨水在降雨结束后的一定时间内，通过路面结构渗入土基，全透型低噪声透水沥青路面除了具备单层和多层低噪声透水沥青路面的功能外，另一个重要的特点是补充城市地下水资源，改善道路周边的水平衡和生态条件，提供良好的人居环境。

### 4.4 低噪声透水沥青混合料设计

**4.4.1** 低噪声透水沥青混合料配合比设计应解决两方面的问题：功能性和耐久性。而两者又是一对矛盾体，空隙率越大，其功能性越好，但是其耐久性就较差，并且沥青用量是确定其空隙率的关键。因功能性和耐久性同时依存于空隙，因此慎重选择则空隙率至关重要。沥青混合料配合比设计目标值可参考表3的规定。

表3 混合料目标值

项目	目标值
空隙率	20%左右
透水系数 (mL/15s)	≥900
马歇尔稳定度 (kN)	≥5
动稳定度 (次/mm)	≥5000

**4.4.2** 深圳市隶属于广东省，是全国光、热、水资源较为丰富的地区。特定的气候条件决定了影响公路沥青路面使用性能主要不利气候因素为温度和降雨量。深圳市的气候特性属于典型的南方湿热地区气候特征，沥青路面应该综合考虑高温稳定性、水稳定性和抗老化性能等，对于低温性能可适当放宽。

对低噪声透水沥青混合料进行配合比设计：对试拌确定的沥青混合料进行流淌试验以确定最佳沥青含量，然后根据密度试验，马歇尔稳定度试验，透水试验及车辙试验来确定设计沥青含量。

1 最佳沥青量的设定可参考下列规定：

1) 低噪声透水沥青混合料的标准粒度范围应符合表 4 的规定或参照以往的施工案例；

表 4 低噪声透水沥青混合料的标准粒度范围

筛网尺寸		粒度范围	
		最大粒径 (20)	最大粒径 (13)
通过质量百分率 (%)	26.5mm	100	-
	19.0mm	95~100	-
	16.0mm	-	100
	13.2mm	64~84	90~100
	4.75mm	10~31	11~35
	2.36mm	10~20	10~20
	1.18mm	-	6~18
	0.6mm	-	4~15
	0.3mm	-	3~12
	0.15mm	-	3~8
	0.075mm	3~7	2~6
沥青量 (%)		4~6	

2) 试验拌合所用的集料配合比的确定，矿粉的用量为 5%，变化粗细集料的配合比，以 2.36mm 筛分通过重量百分率在中央级配附近±3%为目标暂定 3 种配合比；

3) 关于试验性冲击用的排水性混合物之暂定沥青量，依据到目前为止的实例，空隙率为 20% 的沥青膜厚约为 14μm，所以根据暂定 3 集料配比分别以下式求的沥青量用以制作马歇尔试件，使用分别从以下公式求出的沥青量制作马歇尔试验样品；

$$\text{暂定沥青量 (相对于集料)} = \text{假定膜厚 (14}\mu\text{m)} \times \text{集料表面积} \quad (1)$$

$$\text{骨料表面积} = (2 + 0.02a + 0.04b + 0.08c + 0.14d + 0.3e + 0.6f + 1.6g) / 48.74 \quad (2)$$

表 5 给出了应用式 2 的筛孔尺寸与累积通过重量百分率的关系。

表 5 筛孔尺寸与累积通过重量百分率

筛孔尺寸 (mm)	4.75	2.36	1.18	0.6	0.3	0.15	0.075
累积通过重量百分率 (%)	a	b	c	d	e	f	g
系数	0.02	0.04	0.08	0.14	0.3	0.6	1.6

注：在没有 1.18mm 筛孔的情况下，直接从级配曲线上读取 1.18mm 处累积通过重量百分率即可。

4) 制作马歇尔试验样品时的冲击次数应为两面各 50 次；

5) 制成的马歇尔试验样品的空隙率应通过混合物密度试验方法求得的；

6) 图 1 给出了暂定 3 粒度的空隙率与 2.36mm 筛子通过质量百分率的关系曲线。相对于目标空隙率的 2.36mm 筛子通过质量百分率，以决定骨料的配比；

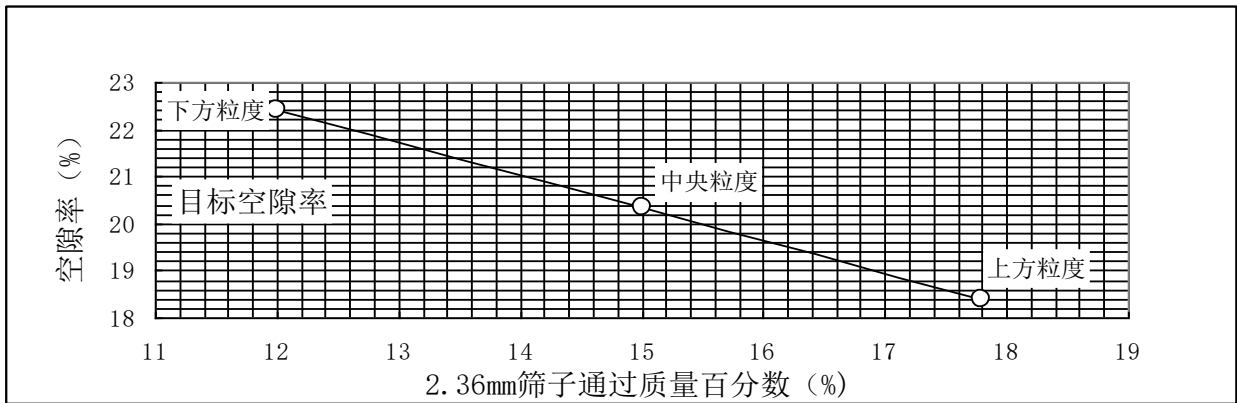


图1 2.36mm 筛子通过质量百分数—空隙率曲线（例）

- 7) 当未找到目标空隙率时，必须改变 2.36mm 的通过率或重新进行粗骨料等材料的选择；
- 8) 基于已决定的骨料配比进行排水性混合物的析漏试验。另外，关于析漏试验的方法则依据现行行业标准《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》JTG E20 的要求进行；
- 9) 析漏试验通常是在 4.0%~6.0% 的范围内，于 0.5% 的场合，基于变量为 5 点的排水性混合物来求出各自的沥青灰浆的析漏量。在 4.0%~6.0% 的范围里，若曲变点不明确时，则基于 4.0% 以下或 6.0% 以上的沥青量，在 0.5% 的场合，追加试验直到曲变点明确为止；

析漏试验用于根据沥青的析漏量和沥青含量的关系曲线之变化点，来求得排水性混合物在高温的静态下所能够保持的最大沥青含量。将所求得的最大沥青量设定为最佳沥青量。另外，图 2 给出了最佳沥青量的确定方法；

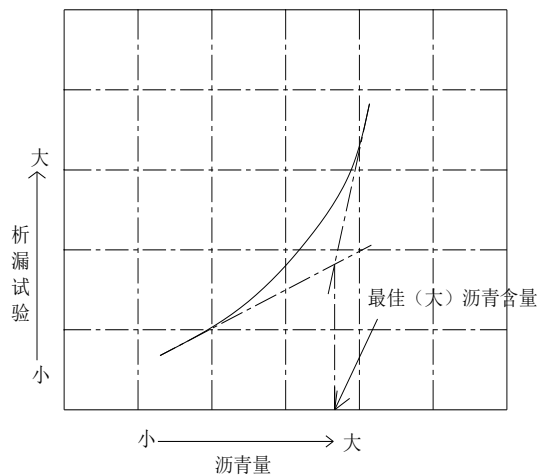


图2 最佳沥青量的确定方法概念图

- 10) 在用步骤 9 求得的沥青量良好的场合（能确保沥青的膜厚且为均匀的混合物），则为最佳沥青量；
- 11) 最佳沥青量虽然原则上是通过析漏试验所求得的最大沥青量，但在制作这个沥青量的试验样品时，于观察到沥青渗出的场合，在基于利用析漏试验求出的最大沥青量和通过肯塔堡试验求出的最小沥青量的范围内，是能够进行最佳沥青量的设定的。此时的肯塔堡试验，在 4.0%~6.0% 的范围内，按 0.5% 的级差，取 5 个量别的

沥青含量制作马歇尔试件，在 4.0%~6.0% 的范围里，若拐点不明确时，则基于 4.0% 以下或 6.0% 以上仍以 0.5% 为级差追加试验点，直到曲变点明确为止。肯塔堡飞散试验方法，按照现行行业标准《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》JTG E20 的要求进行。

2 设计沥青量的确定应符合下列规定：

- 1) 作为低噪声透水沥青混合料的物性试验，基于已经设定的最佳沥青量，进行密度试验、马歇尔稳定性试验、渗水试验、以及车辙试验。在对能否满足表 5 所示各项试验所对应的目标值进行确认后，就作为设计沥青的量。另外，空隙率则为目标空隙率的±1% 以内；
- 2) 使用路面渗水仪进行渗水系数的测定；
- 3) 表 6 中空隙率的目标值列为 20% 左右，是目前采用最多的目标孔隙率类型，但现实中根据排水、降噪要求的不同，也有将目标孔隙率设为 20% 以上或更低的情况；

表 6 低噪声透水沥青路面的目标值

项目	目标值
空隙率 (%)	20 左右
透水系数 (mL/15s)	900 以上

4) 用于配比设计的计算

排水性混合物的理论最大密度计算中用到的集料比重，即是利用式 3 所求得的外表比重。但是，吸水率超过 1.5% 的粗集料，其采用的是外表比重与依据式 4 求得的表面干燥比重之间的平均值。

$$\text{外表比重} = \frac{m_a}{m_a - m_c} \quad (3)$$

$$\text{表面干燥比重} = \frac{m_b}{m_b - m_c} \quad (4)$$

式中：

$m_a$  ——集料的干燥质量 (g)；

$m_b$  ——集料的表面干燥饱和状态中的质量 (g)；

$m_c$  ——集料经过 24h 浸泡后在水中的质量 (g)。

马歇尔稳定性试验用样品的密度测定基于《路面试验方法一览》中透水性沥青混合物的密度测定方法，如以下方法：

用称计量出不超过 0.1g 的干燥过的试验样品，接着用游标卡尺以 0.1mm 精度取的试件直径和厚度，直径选 2 个方位测量，厚度按交互垂直测 4 个数据，然后利用公式 5 计算出该测定值的平均值。

$$\text{样品的密度} = \frac{m_s}{A \times L} \quad (5)$$

式中：

$m_s$  ——试件的空中质量 (g)；

$A$  ——试件的截面积 (cm<sup>2</sup>)；

$L$  ——试件的平均厚度 (cm)。

试件的空隙率通过公式 6 求出

$$VV = (1 - \frac{D_m}{D_t}) \times 100 \quad (6)$$

式中：

$VV$  ——试件的空隙率（%）；

$D_m$  ——试件的密度（ $\text{g}/\text{cm}^3$ ）；

$D_t$  ——理论最大密度（ $\text{g}/\text{cm}^3$ ）。

## 4.5 基 层

**4.5.2** 在水泥混凝土级配设计时，可用有效粒径和均匀系数作为体现指标，大有效粒径和小均匀系数的组合可形成较高的渗水系数。有效粒径  $D_{10}$  是材料渗透性的表征指标，大于  $D_{10}$  的颗粒越多，渗透性越好。均匀系数说明材料级配的密实状况，间接表征材料的渗透性。

对多孔混凝土的级配研究表明，当  $4.75\text{mm}$  筛孔通过率控制在  $10\% \sim 15\%$ ，多孔混凝土透水基层不但具有较高的强度，而且具有良好的透水性能，并提出最优级配范围： $19.0\text{mm}$ 、 $9.5\text{mm}$  和  $4.75\text{mm}$  的通过百分率依次为  $60\% \sim 75\%$ 、 $25\% \sim 40\%$  和  $10\% \sim 15\%$ 。

**4.5.3** 水泥稳定碎石透水基层由少量水泥、碎石、无细料或少量细料的集料按一定比例混合而成，形成一种具有稳定结构的多孔水泥碎石混合料，为了保证该基层具有良好的透水能力、一定的强度和抗变形能力，有必要控制混合料的级配，需要设计基于空隙率的透水性水泥稳定碎石混合料的合理级配。

对于透水性水泥稳定碎石的级配范围，根据现行行业标准《公路水泥混凝土路面设计规范》 $\text{JTJ D40}$  建议，小于  $0.075\text{mm}$  的细粒含量不得大于  $2\%$ ；小于  $2.36\text{mm}$  的颗粒含量不宜大于  $5\%$ ；小于  $4.75\text{mm}$  的颗粒含量不宜大于  $10\%$ 。水泥剂量一般为  $9.5\% \sim 11\%$ ，水灰比一般为  $0.39 \sim 0.43$ 。

在进行水泥稳定碎石透水基层设计时，参考相关规定，对具体筛孔通过率应结合本地区特点选取合理值，重点控制好  $2.36\text{mm}$  通过率。

**4.5.4** 级配碎石透水基层是由各种大小不同粒径碎石按照一定级配组成的开级配混合料。在这种结构中，粗集料之间的内摩阻力和嵌挤力对混合料强度起决定作用。

级配碎石透水基层虽然具有较好的高低温性和良好的透水性，但其强度低、模量小、永久变形大，一般不用于高等级公路。因此，如何提高级配碎石透水基层的强度成为其能否成功应用的关键。

为了提高级配碎石透水基层的强度，首先应严格选材，即控制碎石原材料强度、压碎值以及细料的塑性指数、针片状含量。爱尔兰根据 30 年无粘结材料使用经验表明，石灰岩是所有作为级配碎石材料中最好的。主要原因为：石灰岩易轧制成四方形，容易达到级配要求，同时其细颗粒中碳酸盐含量较高，在拌和中和水一起起到胶结料的作用。粗砂岩、变质岩等材料由于针片状颗粒含量较多而易在施工中被离析，并难以压实为密实状态，在行车作用下易产生较大的瞬时变形。因此，在实际应用中，宜使用轧制的高质量石灰岩作为级配碎石基层材料。其次，控制级配组成，这是取得高强度和良好透水性及稳定性的关键因素。其中，集料最大粒径、成型方法、细集料含量等均对级配碎石基层的强度和稳定性有影响。

大量研究表明，最大粒径  $37.5\text{mm}$  时可得最大 CBR 值，最大粒径  $50\text{mm}$  时可得最大干密度，但考虑到粒径越大在运输、施工过程中离析现象越严重。工程实践研究表明， $37.5\text{mm}$  离析最大， $31.5\text{mm}$  特别是  $26.5\text{mm}$  粒径不易离析，质量均匀，同时可满足较高的 CBR 值和干密度，所以在设计中可考虑选用最大粒径为  $31.5\text{mm}$  或者  $26.5\text{mm}$  的碎石。

**4.5.5** 沥青稳定碎石透水基层具有更开的级配，渗透能力和稳定性更好。由于细集料含量少，沥青用量不能太多，但沥青用量过少，又易出现剥落、耐久性和稳定性问题。因此，沥青用量应在不出现析漏的前提下尽可能高一些，通常为 2.5%~4.5%。

**4.5.6** 大粒径透水沥青混合料（LSPM），通常由较大粒径（25mm~62mm）的单粒径骨料和一定量的细集料填充形成骨架空隙结构，最佳沥青用量一般为 2.5%~4%，渗水系数较大，透水效果良好，具有较好的抗车辙能力，耐久性也较好。

## **4.8 防水粘结层**

**4.8.1** 为了保证路面的减噪性能和耐久性，透水层和不透水层之间应设防水粘结层，这样不仅能防止水渗入到不透水层及以下，而且能使层间结合紧密，有利于结构层之间力传递。同时对于半刚性基层产生的反射裂缝，防水粘结层具有较好的延伸性，可以防止和控制裂缝处的渗水问题。

常用防水粘结材料要求：（1）具有良好的粘结强度、抗剪强度及稳定性，在温度变化范围内性能稳定；（2）致密不透水；（3）耐久性良好；（4）施工操作简易。

## **4.10 隔水层、反滤隔离层**

**4.10.2** 土工织物隔离层可选用聚酯类、尼龙或聚丙烯材料制成的编织物，其主要功能是透水和反滤。

## **4.11 排水设施**

**4.11.1~4.11.3** 为使低噪声透水沥青路面充分发挥排水性能，在设计上必须保证水能迅速流出路面范围，使其不冲刷填方边坡，保持路基稳定，提高路面的使用性能，必须设置排水设施，一般排水设施包括横向排水设施，路肩纵向排水设施，中央分隔带排水设施及桥面排水设施。各种排水设施可参见附录 E。



## 5 施 工

### 5.1 一 般 规 定

**5.1.1** 低噪声透水沥青混合料在铺筑前应进行必要的准备工作，包括：各种原材料的准备试验检测、沥青混合料的拌合、运输、摊铺碾压等各项有机的施工程序。为保证低噪声透水沥青混合料的压实与中面层粘结良好，同时具备路面的防水性能，铺筑之前必须在中面层顶面喷洒乳化沥青粘层油，施工前应将中面层表面清扫干净，雨天及气温低于 15℃情况下严禁施工，施工前调整洒布车的洒布量使其喷洒均匀，并根据乳化沥青的破乳时间调整下一道工序的施工时间，一般不小于 12h，喷洒粘层油以后严禁其他车辆的通行。

在正式施工前，应进行试验路的铺设，试验路试验应开展如下工作：

- 1 确定拌和温度、拌和时间，验证矿料级配和沥青用量；
- 2 确定摊铺温度、摊铺速度、摊铺厚度；
- 3 确定压实温度、压路机类型、压实工艺及压实遍数；

4 检测试验路施工质量，不符合要求时应找出原因，采取纠正措施，重新铺筑试验路，直到满足要求为止。

### 5.2 低噪声透水沥青路面面层施工

**5.2.1** 低噪声透水沥青混合料的拌合时，混合料中粗集料多、细集料少，易导热且温度控制难度大，如混合料温度过高，沥青易发生流淌；温度过低，则施工操作困难；在拌合过程中温度控制是重要指标，需对喷燃气的燃料供给严加控制。拌合温度可达 160℃，因粗集料散热较快，应随拌合；随放料，车厢内混合料堆顶与堆底下的温差不应超过 3℃~5℃。混合料拌合时间的参数为：集料、改性剂等材料应同时投放搅拌机干拌 10s，而后加入沥青和矿粉，湿拌 45s 出锅后的混合料应均匀、无离析、无花白料、无结块现象，整个拌合循环最佳时间为 70s 左右。改性剂的添加方法可为人工或机械投入的两种方法，对于较短路段；可采用人工在拌和机的预留入口或观察窗按剂量投入热仓即可。对于大面积的施工路段；应采用与拌和机配套的添加设备通过风压投入热仓。根据以往的施工实践分析，改性剂的添加方法在投料设备完好的情况下，且满足改性剂生产厂家对投料时间的规定时，可采用机械设备投料，管道宜采用软性材料直接连接，如果为保证计量准确必须人工投料。低噪声透水沥青混合料因细集料少及散热快，不同于普通沥青混合料那样长时间的贮存也具备随拌随用的特点，若因生产或其他原因需要短时间贮存时；时间不宜超过 12h，贮存期间的温度降低不超过 10℃，且不应出现沥青老化、混合料流淌及集料颗粒离析等现象。

低噪声透水沥青混合料运输时，混合料应该采用吨位足够大的运输车辆运输，且满足现场基层承载力的通行要求，该混合料粘性较大，运输车厢内应喷涂油水混合物的隔离剂，防止混合料粘结于车厢内而留置浪费。装料时应对每盘混合料前后移动；以消除细集料的离析现象，每出一盘料就移动一下料车的位置，对于离析结块的沥青混合料必须废弃，防止运至施工现场无法施工。为保证混合料的运输温度及防止混合料表面结硬，运输时的料车必须采取保温措施，运送到摊铺现场的沥青混合料温度应不低于 175℃。运输车辆的数量根据本工程和设备的生产能力以及往返时间、装卸时间、摊铺速度而确定。运料车卸料时距摊铺机 30cm 左右以空挡停车，由摊铺机跟

进推动向前行驶，为保证摊铺连续和达到平整度的要求；摊铺机之前至少应有 2 辆车等待卸料，严禁摊铺机等料而间断性的停机，以防止影响路面的平整度、接缝、面层离析的现象出现。其他要求应符合沥青混凝土路面施工技术规范之规定。

**5.2.2** 低噪声透水沥青混合料摊铺前，摊铺机先预热 40min，使熨平板温度达到 100℃以上方可摊铺，因低噪声透水沥青混合料属于间断级配而粗集料偏多，且粗集料粒径单一，为控制施工平整度；表面层采用摊铺前后保持相同高差的雪橇式摊铺厚度的控制方法为好。应该调整好振捣和振动频幅级数，并保证足够初始密实度且不震碎集料。摊铺机受料前应在料斗内涂刷防粘剂并在施工中将两侧板收拢，以防混合料结块。该混合料产量较低；较之密级配沥青混合料拌合设备的生产能力将降低 60%左右，摊铺速度应控制在 1.0m/min~2.0m/min 之间，拌合设备的生产能力应与摊铺速度相匹配，保证摊铺均匀、缓慢连续而不间断。

**5.2.3** 混合料压实时，由于低噪声透水沥青混合料的粗集料含量较多而细集料少，注意靠粗集料的相互嵌挤形成强度，加之振动压路机产生的较高的冲击力使得单位线压力极大提高，且易压碎混合料中的粗集料而降低孔隙率，因此，该种路面施工不宜采用振动压路机压实，况且该混合料拌合、摊铺、压实温度较普通沥青混合料温度高，混合料虚铺系数大、温度损失快，如采用胶轮压路机压实又容易粘轮或出现轮迹明显，胶轮压路机的橡胶轮胎变形较大，与路面接触时局部呈封闭状态；当轮胎驶离时易导致热沥青混合料被泵吸而堵塞路面空隙并失去结构性能，所以，低噪声透水沥青混合料的施工压实宜采用小于 12t 的双钢轮压路机碾压，配备足够的配套压实机械。压路机初压后，禁止补料，避免集料飞散。

**5.2.4** 对 2 台摊铺机成梯队而成的纵向接缝，采取热接缝处理，2 台摊铺机的前后摊铺距离不大于 5m，将纵缝以热接缝形式在随后做跨接缝碾压并消除痕迹。

横向施工缝一般采用平接缝形式，摊铺结束后预埋与面层同厚的钢模板，在内填料压实后取出模板，将模板上的混合料清理干净，涂刷少量的粘层沥青进行循环使用。

**5.2.5** 低噪声透水沥青路面表面温度低于 50℃后方可开放交通，由于该混合料结构抗剪性能差，届时严禁重轴载的车辆急刹车或急转弯，防止路面产生搓起拥包现象。

## 6 管理和验收

### 6.1 一般规定

**6.1.1** 低噪声透水沥青路面应具耐久性、良好的排水、透水性及降噪性。因此在施工时必须保证设定的目标空隙率。

### 6.2 管理体系

**6.2.1** 建立质量制度，建立健全了质量保证体系，通过填报“工程质量责任卡”等措施，层层落实质量责任。制定了《路面质量管理罚则》，通过建章立制，强化质量管理手段。

强化试验管理，要求施工单位进场采用优良仪器设备。施工过程中，对试验人员稳定、仪器运转、试验检测频率等进行检查。管理处组建了路面中心实验室，配备了先进的试验检测仪器、技术骨干，明确了实验室的职能和工作范围、工作程序，通过中心实验室的检测与数据分析，把握质量态势。

强制规定作业条件，上面层选择在晴朗的天气条件下进行施工，严禁阴、雨天以及大风天气施工。施工过程中突降大雨，则立即停机。对经检测质量不合格的路段，无条件返工。

### 6.3 施工管理

**6.3.4** 现场及时检测对松铺厚度、混合料外观质量、渗水系数等指标进行现场跟机检测，发现问题及时查明原因并修复。检测数据表明：低噪声透水沥青路面施工质量符合规范要求，施工质量始终处于受控状态。

### 6.4 检查验收

**6.4.1~6.4.2** 对于检测结果，应该及时整理和验收。所有与工程建设有关的原始记录、试验检测及计算数据、汇总表格，必须如实记录和保存。对已经采取措施进行返工和补救项目，可在原记录和数据上注明，但不得销毁。

## 7 养护管理

### 7.1 一般规定

**7.1.3** 水损害产生的机理及防止措施沥青路面水损害是一个世界性的问题，美国战略公路研究计划（SHRP）和加拿大运输协会（Transportation Association of Canada）都曾对沥青路面水损害问题进行专题研究。所谓沥青路面的水损害是指沥青路面在存在水分的条件下，经过交通荷载和温度胀缩的反复作用，致使沥青的粘结力丧失、强度下降从而发生路面破坏。

沥青路面上直接表现出来的水损害现象有以下 4 种：

- 1) 沥青路面表面层产生坑洞；
- 2) 表面层和中面层同时产生坑洞，局部表面产生网裂和变形；
- 3) 路面表面唧浆；
- 4) 低噪声透水沥青与碎石粘结力减弱，最终形成松散、车辙现象。

低噪声透水沥青路面的空隙率一般在 20%左右，水是很容易进来的，因此水损害是很容易发生。

水损害产生的机理当水分由空隙进入低噪声沥青路面后，主要通过下面的作用对路面造成破坏：

- 1) 水分在浸入沥青混合料空隙后，由于交通荷重的缘故造成空隙水压，进而造成空隙逐渐扩大产生破坏；
- 2) 水分停留在沥青混凝土中，由于温度的作用而结冰产生膨胀和收缩比例不同或产生重复冻融现象，导致路面产生裂缝而破坏；
- 3) 沥青在高温时因受水分的影响发生迁移现象；
- 4) 水分在沥青混合料中发生蒸发现象，导致大的集料表面与沥青填充料间产生交互作用，降低混合料强度；
- 5) 沥青混凝土内部的一些矿物填充细料与浸入的水分发生交互作用，降低混合料强度。

防止水损害的技术措施如下：

- 1) 使用良好的集料并做封层；
- 2) 对集料进行预处理集料的预处理是指在施工前或在与沥青拌和前通过交换集料表面易被水移动的离子来改善集料表面的性质，预处理过程旨在寻求提高沥青与集料的粘附性；
- 3) 添加外掺剂控制水稳性损坏的两种外掺剂主要包括化学外掺剂及石灰外掺剂；
- 4) 良好的排水系统。

**7.1.4** 低噪声透水沥青路面应避免导致空隙覆盖或堵塞的行为。如经常变换路面热熔性不透水交通标志线、堆放砂土、拌和混凝土等。

### 7.2 功能性评价

**7.2.1** 低噪声透水沥青路面渗水性能用渗水系数来表征。渗水系数采用路面渗水仪进行测定。

我国和日本排水性铺装指南（案）中采用渗水仪来测定路面的渗水系数，先测定渗水仪中水

面由 100mL 下降到 500mL 刻度所用的时间，再折算成 15s 流过的水量。室内可采用 30cm×30cm×50cm 的车辙板进行渗水性试验。路面渗水仪测竖向渗水系数的计算公式如下：

$$C = \frac{V_2 - V_1}{t_2 - t_1} \times 60 \quad (7)$$

式中：

- C —— 沥青混合料试件的渗水系数 (mL/min)；
- $V_1$  —— 第一次读数时的水量 (通常为 100mL) (mL)；
- $V_2$  —— 第二次读数时的水量 (通常为 500mL) (mL)；
- $t_1$  —— 第一次读数时的时间 (s)；
- $t_2$  —— 第二次读数时的时间 (s)。

**7.2.3 摩擦系数和构造深度测定方法**可采用铺砂法、光电式摆式摩擦系数测定仪、激光纹理法、数字图像路面表面构造分析法。

铺砂法采用砂的直径应为 0.15mm~0.3mm。

采用光电式摆式摩擦系数测定仪测定路面的摩擦系数，该仪器实现摆式仪压力和接触长度的自动测试并通过程序处理示值，以解决现场压力标定欠缺、接触长度调整不准的问题，并减少了人为因素干扰。

激光构造深度仪又称激光纹理测试，它利用高速脉冲半导体激光器产生红外线投射到道路表面，投影面上的散射光线由接收透聚焦到线形布置的光敏二极管上，接收光线最多的二极管位置给出了这一瞬间到道路表面距离，通过一系列计算可得出构造深度。检测速度为 5km/h，适宜测定沥青面层干燥表面的构造深度，但不适宜于较多坑槽、显著不平整或裂缝过多的路段。

数字图像路面表面构造分析法是指先使用数码相机拍摄沥青面层表面的状况，然后通过计算机分析这些小区域的数字图像，得到沥青面层的构造深度值。根据构造深度值的差别来判定沥青面层的抗滑系数。

### 7.3 清洁技术

**7.3.2 不同国家的低噪声透水沥青路面的养护时机和养护频率。**参考国外养护经验以及国内已有试验路养护经验，认为渗水系数不小于 900ml/15s 是合理的。

### 7.4 路面破坏形态与维修

**7.4.1 由于低噪声透水沥青路面自身结构的特点，它的破损、维护、维修与传统的沥青路面有所差别。**低噪声透水沥青路面的破损情况一般分使用性能降低和功能性降低两种。低噪声透水沥青混合料必须保证 20%左右的空隙率。路面在使用过程中由于灰尘、杂物等堵塞空隙及车辆荷载作用使路面结构进一步压实使空隙缩小，引起路面排水功能性降低；再者低噪声透水沥青路面出现裂缝、坑槽等破损而引起路面使用性能的降低，维修方法见表 7.4.1。

对于功能性降低，其恢复方法主要有以下几种：

- 1) 用 5Mpa~20Mpa 的高压水冲刷空隙洗净堵塞物；
- 2) 用压缩空气冲刷空隙使堵塞物去除；
- 3) 能看到的堵塞空隙的杂物用真空泵吸出；
- 4) 高压水与真空泵并用。

对于恢复使用性能的维修方法，在低噪声透水沥青路面出现裂缝、坑槽和骨料脱落、飞散的

面积较大的情况下，必须进行施工维修。以下几种维修方法供参考使用：

**1** 加铺罩面层，当低噪声透水沥青路面出现大面积的骨料脱落、松散时适于采用此法。为使降噪功能恢复，可在原路面上重新加铺低噪声透水沥青面层，但这种新铺设的面层与原面层的粘结力不牢固，而且维修费用也较昂贵，一般不采用这种方法；或用透水型树脂砂浆铺于面层。这种方法不但能保持降噪功能还能保证原路面的耐久性，但在处理前须清洗路面，去除空隙内的灰尘及杂物；

**2** 铣刨罩面，当低噪声透水沥青路面出现坑槽面积较大、较多，裂缝较宽且形成网裂时，应将降噪功能层全厚全部铲掉重新铺筑面层。此法与传统沥青混合料的面层的维修方法相同。当坑槽面积不大、数量不多，裂缝小且少时应采用局部维修，具体做法是将坑槽部分铲除，然后修补；

**3** 表面层再生的施工方法，当低噪声透水沥青路面出现大面积的骨料脱落、松散时，应使用加热装置（用于被铲除的沥青混合料和新的矿物材料分别加热的沥青混合料装置）对路面进行现场铺设。这种情况很少会使排水功能层下层的粗骨料疏松，但很难保证功能层的空隙率。此外，对于高粘改性沥青能否再生还有待于进一步考证研究。

**7.4.2** 应避免发生可能导致路面防水粘结层被损坏的行为，如钉入、钻孔等。