

安徽省土木建筑学会标准

胶粉 SBS 复配高粘沥青排水混凝土 应用技术规程

Technical specification for application of crumb rubber
and SBS composite modified high-viscosity porous
asphalt concrete

T/CASA xxxx-2020

XXXXXX 出版社

前 言

根据安徽省土木建筑学会文件皖建学字〔2019〕2号《安徽省土木建筑学会标管理办法(暂行)》的要求，编制本规程。规程编制组经广泛的调查研究，认真总结实践经验，参考有关国内国际标准，并在广泛征求意见的基础上，编制了本规程。

本规程共分8章，主要内容有：总则、术语、基本规定、材料、配合比设计、施工、施工质量管理及养护。

本规程由安徽省土木建筑学会负责管理，委托中铁四局集团有限公司负责对条文和具体技术内容解释。在执行过程中如有意见或建议，请将相关意见和资料反馈给中铁四局集团有限公司（安徽省合肥市包河区宿松路1188号中铁科技大楼，邮编230000，E-mail: ctce_sjsz@163.com）。

规程主编单位：中铁四局集团有限公司

本规程参编单位：同济大学

本规程主要起草人员：

本规程主要审查人员：

目 次

1 总 则	1
2 术语	2
3 基本规定	3
4 材 料	4
4.1 原材料	4
4.2 胶粉 SBS 复配高粘改性沥青	4
4.3 集料	6
4.4 矿粉	7
4.5 消石灰	7
4.6 纤维稳定剂	8
5 配合比设计	9
5.1 一般要求	9
5.2 目标配合比设计	10
5.3 生产配合比设计	11
5.4 生产配合比验证	11
6 施 工	12
6.1 施工准备	12
6.2 防水封层施工	12
6.3 拌和、运输	13
6.4 摊铺	13
6.5 压实	14
6.6 接缝	14
6.7 开放交通	15
7 施工质量管理	16
8 养 护	20
8.1 日常清扫与清除	20
8.2 排水功能性养护	20
8.3 除雪及防冻	21

附录 A 胶粉 SBS 复配高粘沥青 180℃旋转粘度的测定方法.....	23
规程用词说明.....	25
引用标准名录.....	26
条文说明.....	27

Contents

1 General Provisions	1
2 Terms	2
3 Basic Requirements	3
4 Materials	4
4.1 Raw Materials.....	4
4.2 Crumb Rubber and SBS Composite Modified High-viscosity Asphalt Binder	4
4.3 Aggregate.....	6
4.4 Filler.....	7
4.5 Slaked Lime.....	7
4.6 Fiber Stabilizer.....	8
5 Gradation Design	9
5.1 General Requirements.....	9
5.2 Target Gradation Design.....	10
5.3 Construction Gradation Design.....	11
5.4 Verification of Construction Gradation.....	11
6 Construction	12
6.1 Construction Preparation.....	12
6.2 Construction of waterproof seal.....	12
6.3 Blending、transportation.....	13
6.4 Laying.....	13
6.5 Compaction.....	14
6.6 Joints.....	14
6.7 Traffic Opening.....	15
7 Management of Construction Quality	16
8 Maintenance	20
8.1 Routine Cleaning and Removal.....	20
8.2 Functional Maintenance of Drainage.....	20

8.3 Snow Removal and Antifreezing.....	21
Appendix A Measure of Rotational Viscosity of Crumb Rubber and SBS Composite Modified High-viscosity Asphalt Binder.....	23
Explanation of Wording in This Standard.....	25
List of Quoted Standards.....	26
Appendix: Explanation of Provisions.....	27

1 总 则

1.0.1 为促进海绵城市道路建设发展，改善城市生态环境，提高道路行车安全性及舒适性，规范我省胶粉 SBS 复配高粘沥青原材料性能检验及其排水混凝土路面的设计、施工、验收及养护，做到安全适用、技术先进、经济合理、确保质量、绿色环保、节能减排，促进我省道路建筑产业的创新发展，特制定本规程。

1.0.2 本规程适用于新建、扩建和改建公路和城市道路沥青排水混凝土路面的设计、施工、验收及养护。对路面排水或降低噪音等有特殊需求的城市道路也可参考。

1.0.3 排水沥青混凝土路面的设计、施工、验收和养护除应符合本规程外，还应符合国家、行业和安徽省现行相关标准的规定。

2 术语

2.0.1 胶粉 crumb rubber

将废旧轮胎通过不同粉碎方法、筛分，所制取的具有一定级配的黑色橡胶颗粒物。

2.0.2 苯乙烯-丁二烯-苯乙烯嵌段共聚物改性剂 styrene butadiene styrene block copolymer (SBS) modifier

能改善沥青或沥青混合料力学性能的一种聚合物添加剂，其主要成分为苯乙烯-丁二烯-苯乙烯嵌段共聚物，简称 SBS。

2.0.3 胶粉 SBS 复配高粘改性沥青 crumb rubber and SBS composite modified high-viscosity asphalt

在道路石油沥青中先加入 SBS 改性剂以及一定比例的调节油、增容剂、稳定剂等，并经过剪切、发育等工艺制备成 SBS 改性沥青，然后再添加一定比例的废旧轮胎橡胶粉，经过搅拌、发育而成，具有良好高低温性能的复配高粘改性沥青。

2.0.4 排水沥青混凝土 permeable asphalt concrete (PAC)

又称多孔沥青混凝土，是指压实之后，空隙率在 18%~25%之间、能够在路面结构内部形成排水通道的沥青混凝土。

3 基本规定

3.0.1 排水沥青混凝土粗集料宜采用压碎值和磨耗值低、粘附性好的集料。细集料可采用机制砂或天然砂，细集料应与沥青具有良好的粘结能力，禁止使用酸性石料破碎的机制砂与沥青黏附性较差的天然砂及石屑作为排水沥青的细集料。

3.0.2 排水沥青混合料使用的各种材料运至现场后必须取样进行质量检验，经评定合格方可使用，不应以供应商提供的检测报告或商检报告代替现场检测。

3.0.3 排水沥青混凝土材料宜就地取材，同时有利于自然环境和生态景观的保护。

3.0.4 基于透水系数的排水沥青混凝土设计方法是以透水系数为主要设计指标，同时验证空隙率、强度、水稳定性、抗冻融性能等力学性能。

3.0.5 排水沥青混合料生产配合比设计应以尽可能接近目标配合比级配为原则，确定各热料仓最终的配合比例。

3.0.6 排水沥青混凝土路面工程开工前，宜铺筑单幅长度不少于 300 m 的试验路段，进行混合料的试拌、试铺和试压试验，并据此确定合理施工工艺。

3.0.7 胶粉 SBS 复配改性沥青宜现场制备，现制现用。

3.0.8 排水沥青混凝土面层施工前应检查下承层质量，且渗水系数 ≤ 10 ml/min。

3.0.9 施工前对沥青拌合楼、摊铺机、压路机等施工机械进行调试，对机械设备的配套情况、技术性能、传感器计量精度等进行检查、标定。

3.0.10 应对排水沥青混凝土路面施工过程中各环节温度监控，施工工艺参数等进行严格控制，保证混合料拌和、摊铺以及压实质量。

3.0.11 排水沥青混凝土路面应进行预防性日常养护和排水性特殊养护以及极端天气下的除雪、防冻处理。其他常规路面病害养护应按现行行业标准《城镇道路养护技术规范》CJJ36 和《公路养护技术规范》JTG H10 及相关规范执行。

4 材料

4.1 原材料

4.1.1 胶粉宜选用常温粉碎的斜交胎或子午胎废胎胶粉，其技术指标应满足表 4.1.1-1 的规定。胶粉的推荐使用量为基质沥青和 SBS 改性剂质量之和的 8%~15%（内掺）。

表 4.1.1-1 路用橡胶粉技术指标

指标	技术指标	试验方法
加热减量, <%	1.0	GB/T 19208
相对密度	1.10~1.30	JT/T 797
金属含量, <%	0.03	JT/T 797
纤维含量, <%	1.0	GB/T 19208
灰分, ≤%	8	GB/T 4498
丙酮抽出物, ≤%	16	GB/T 3516
橡胶烃含量, ≥%	48	GB/T 14837
炭黑含量, ≥%	28	GB/T 14837

胶粉应干燥、无污染、不结团，其粒径应在 80 目（0.18 mm）-18 目（1.18 mm）之间，其粒径分布结果应符合表 4.1.1-2 的规定。

表 4.1.1-2 胶粉粒径分布

筛孔尺寸/mm	通过百分比 (%)
1.18	65-100
0.6	20-80
0.3	0-30
0.075	0-1

4.1.2 SBS 改性剂宜采用星型改性剂，也可以采用星型和线型改性剂复配的方式，复配时线型改性剂占比不超过 50%。且宜采用 S/B 嵌段比为 30/70 或者 31/69 的 SBS 改性剂。其推荐使用量为基质沥青质量的 3%~7%（内掺）。

4.2 胶粉 SBS 复配高粘改性沥青

4.2.1 SBS 改性沥青性能指标应符合表 4.2.1 的要求。

表 4.2.1 SBS 改性沥青的性能指标要求

指标	单位	技术要求	试验方法
针入度 (25℃, 100g, 5s)	0.1mm	40~60	T 0604
软化点 (TR&B)	℃	≥70	T 0606
延度 (15℃, 5cm/min)	cm	≥60	T 0605
延度 (5℃, 5cm/min)	cm	≥30	T 0605

指标	单位	技术要求	试验方法
布氏粘度 (135℃)	Pa·s	≤3.0	T 0625
动力粘度 (60℃)	Pa·s	≥5,000	T 0620
储存稳定性 (163℃), 48h 软化点差	℃	≤2.5	T 0661
TFOT 后残留物	质量变化	≤±1.0	T 0609
	残留针入度比 (25℃)	≥75	T 0604

4.2.2 胶粉 SBS 复配高粘改性沥青性能指标应符合表 4.2.2 的要求。

表 4.2.2 胶粉 SBS 复配高粘沥青的性能指标要求

指标	单位	技术要求	试验方法
针入度 (25℃, 100g, 5s)	0.1mm	≥40	T 0604
软化点 (TR&B)	℃	≥80	T 0606
延度 (15℃, 5cm/min)	cm	≥80	T 0605
延度 (5℃, 5cm/min)	cm	≥30	T 0605
闪点	℃	≥260	T 0611
布氏粘度 (180℃, 50%扭矩内插值)	Pa·s	≤2.0	附录 A
动力粘度 (60℃)	Pa·s	≥150,000	T 0620
储存稳定性 (163℃), 6h 软化点差	℃	≤0.5	T 0661
储存稳定性 (163℃), 12h 软化点差	℃	≤1.0	T 0661
储存稳定性 (180℃), 6h 软化点差	℃	≤5.0	T 0661
储存稳定性 (180℃), 12h 软化点差	℃	≤5.0	T 0661
粘韧性*	N·m	25	T 0624
韧性*	N·m	20	T 0624
弹性恢复 (25℃)	%	≥95	T 0622
相对密度 (25℃)	-	实测	T 0603
TFOT 后残留物	质量变化	≤0.6	T 0609
	残留针入度比 (25℃)	≥65	T 0604

* 根据日本《排水性铺装技术指针（案）》（1996）和我国科研院所开展的试验，在高粘度改性沥青的黏韧性试验中，普遍存在着样品脱离拉头问题。因此，黏韧性的大小有时未必能正确地反映高粘度改性沥青特性，在做比较分析时，对这一问题需充分留意，目前只能采用现行的方法。

4.2.3 胶粉 SBS 复配高粘高弹沥青贮存罐、SBS 发育罐、胶粉反应罐应具有加热、搅拌功能，满足加热温度和搅拌效果的要求。

4.2.4 胶粉 SBS 复配高粘高弹沥青的加工生产应按照以下工艺步骤进行：

1 SBS 和基质沥青搅拌溶胀过程在搅拌罐里进行，边添加 SBS 边搅拌，同时加入增延剂和稳定剂，待 SBS 以及所有助剂添加完毕，维持温度 185℃，持续搅拌半小时。

2 SBS 剪切磨碎过程在胶体磨中完成，使 SBS 以更细的颗粒分散在基质沥青中，并在 185℃条件下发育不少于 6 小时。

3 SBS 改性沥青发育结束之后进行抽样检验，满足表 4.2.1 的性能指标要求方可进行胶粉 SBS 复配高粘高弹沥青的制备。

4 SBS 改性沥青泵入橡胶沥青搅拌罐时，温度不低于 165℃。

5 将 SBS 改性沥青泵入橡胶沥青搅拌罐之后，边搅拌边加入胶粉，胶粉添加完毕之后，将温度加热到 190℃，搅拌发育时间不少于 1 小时。

6 胶粉 SBS 复配高粘高弹沥青发育结束后进行抽样检验，满足表 4.2.2 的要求方可进行混合料的生产。

4.2.5 胶粉 SBS 复配高粘高弹沥青应采用具有搅拌装置和保温装置的沥青罐进行运输和储存。沥青罐上应明确标明生产时间、出厂粘度、出厂温度等关键参数。

4.2.6 胶粉 SBS 复配高粘高弹沥青的制备宜连续完成，当因不可抗力中断时，应将半成品温度降到一定范围（基质沥青 110℃-120℃，SBS 改性沥青 140℃-150℃），继续制备前，应检测半成品是否满足表 4.2.1 规定的要求。

4.2.7 胶粉 SBS 复配改性沥青宜现场制备，现制现用，同一批次生产的成品胶结料储存时间不宜超过 6 小时，应在 12 小时内使用完毕。当由于不可抗力，需临时储存时，宜将温度降到 145℃-155℃，并持续搅拌，整个储存过程只允许一次升温过程。使用前温度不得低于 180℃，并充分搅拌，检验胶粉 SBS 复配高粘高弹沥青的指标是否满足技术要求，如果不满足要求，则应重新加工或掺加一定剂量的改性剂，直至满足技术要求。

4.3 集 料

4.3.1 粗集料应选择玄武岩，应清洁、干燥，具有足够的强度、硬度和良好的热稳定性、棱角性，技术要求应符合表 4.3.1 的规定。

表 4.3.1 粗集料的技术指标

指标		技术要求		试验方法
		上面层	中面层	
石料压碎值（%），不大于		18	20	T 0316
针片状颗粒含量（%）	混合料，不大于	12	15	T 0312
	其中粒径大于 9.5mm，不大于	10	12	
	其中粒径小于 9.5mm，不大于	12	15	
软石含量（%），不大于		1	3	T 0320
洛杉矶磨耗值（%），不大于		20	22	T 0317
坚固性（%），不大于		8	10	T 0304
表观相对密度，不小于		2.60	2.50	T 0304
吸水率（%），不大于		2.0		T 0314
水洗法小于 0.075mm 颗粒含量（%），不大于		1		T 0310

粗集料与沥青的 粘附性（级）	年降雨量>1000 mm	≥5	≥5	T 0654
	年降雨量 500~1000 mm	≥5	≥5	
磨光值 PSV	年降雨量>1000 mm	≥42		T 0321
	年降雨量 500~1000 mm	≥40		

4.3.2 细集料宜选用碱性石料破碎的机制砂或与胶粉 SBS 复配改性高粘沥青黏附性好的天然砂，应洁净、干燥、无杂质，并有适当的颗粒级配，技术要求应符合表 4.3.2 的规定。

表 4.3.2 细集料的技术指标

指标	技术要求	试验方法
表观相对密度，不小于	2.50	T 0328
坚固性（大于 0.3mm 部分）（%），不小于	10	T 0340
含泥量（小于 0.075mm 的含量）（%）不大于	1	T 0333
砂当量（%），不小于	60	T 0334
棱角性(流动时间)（s），不小于	30	T 0345

4.4 矿 粉

4.4.1 排水沥青混凝土所用矿粉应采用石灰岩和岩浆岩等材质的矿粉。

4.4.2 矿粉必须干燥、洁净、无风化、无杂质。其技术指标应符合表 4.4.2 的规定。

表 4.4.2 矿粉的技术指标

指标		单位	技术要求	试验方法
表观相对密度，不小于		-	2.6	T 0352
含水量，不大于		%	1	T 0103
外观		-	无团粒结块	观察
亲水系数，不小于		-	0.8	T 0353
塑性指数，不大于		%	4.0	T 0354
加热安定性		-	无明显变化	T 0355
粒度范围	<0.60mm	%	100	T 0351
	<0.30mm	%	95~100	
	<0.15mm	%	90~100	
	<0.075mm	%	80~100	

4.5 消石灰

4.5.1 排水沥青混凝土宜采用消石灰替换部分矿粉，替代量不宜超过矿粉用量的 50%。

4.5.2 消石灰宜采用优等品钙质或镁质消石灰。消石灰技术标准应符合表 4.5.2

的规定。

表 4.5.2 消石灰的技术指标

指标		钙质消石灰			镁质消石灰			试验方法
		优等品	一等品	合格品	优等品	一等品	合格品	
有效氧化钙加氧化镁含量		≥65	≥60	≥55	≥60	≥55	≥50	T 0813
含水率		≤4	≤4	≤4	≤4	≤4	≤4	T 0801
细度	0.60 mm 方孔筛的筛余 (%)	0	≤1	≤1	0	≤1	≤1	T 0814
	0.15 mm 方孔筛的筛余 (%)	≤13	≤20	-	≤13	≤20	-	T 0814
钙镁石灰的分类界限, 氧化镁含量 (%)		≤4			>4			T 0812

4.6 纤维稳定剂

4.6.1 重载交通情况下宜使用纤维作为稳定性材料。

4.6.2 宜采用聚合物纤维和玄武岩纤维, 其技术指标应分别符合表 4.6.2-1 和表 4.6.2-2 的要求。

表 4.6.2-1 聚合物纤维技术指标

技术指标	单位	技术要求	试验方法
直径	mm	0.010~0.025	GB/T 10685
长度	mm	5~10	GB/T 14336
抗拉强度	MPa	≥500	GB/T 3916
断裂伸长率	%	≥15	GB/T 3916
耐热性 (210℃, 2h)	-	体积、颜色无明显变化	JT/T 534

表 4.6.2-2 玄武岩纤维技术指标

技术指标	单位	技术要求	试验方法
长度	mm	5~10	GB/T 14336
抗拉强度	MPa	≥2000	GB/T 3916
断裂伸长率	%	≥3.1	GB/T 3916
耐热性 (210℃, 2h)	-	体积、颜色无明显变化	JT/T 534

5 配合比设计

5.1 一般要求

5.1.1 排水沥青混合料技术要求应符合表 5.1.1 的规定。

表 5.1.1 排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	次	双面击实 50 次	T 0702
空隙率	%	18~25	T 0708 体积法
		17~23	JTG/T 3350-03 附录 B
稳定度	kN	≥ 5.0	T 0709
残留稳定度比	%	≥ 85	T 0709
冻融劈裂残留强度比 (TSR)	%	≥ 80	T 0729
谢伦堡沥青析漏试验的结合料损失	%	≤ 0.8	T 0732
肯塔堡飞散试验的混合料损失	%	≤ 15	T 0733
浸水肯塔堡飞散试验的混合料损失	%	≤ 20	T 0733
车辙试验动稳定度	次/mm	≥ 6000	T 0719
低温弯曲试验破坏应变	$\mu\epsilon$	≥ 2800	T 0715
透水系数 (马歇尔试件)	cm/s	≥ 0.20	JTG/T 3350-03 附录 C
渗水试验 (车辙板)	ml/min	≥ 5000	JTG/T 3350-03 附录 D

5.1.2 排水沥青混合料级配宜根据道路等级、气候及交通条件按照表 5.1.2 选取。

表 5.1.2 排水沥青混合料级配范围

类型 筛孔	PAC20		PAC16		PAC13		PAC10	
	下限	上限	下限	上限	下限	上限	下限	上限
26.5	100	100						
19	95	100	100	100				
16			90	100	100	100		
13.2	64	84	60	90	90	100	100	100
9.5			40	60	50	80	90	100
4.75	10	31	10	26	12	30	50	70
2.36	10	20	9	20	10	22	10	22
1.18			7	17	6	18	6	18
0.6			6	14	4	15	4	15
0.3			5	11	3	12	3	12
0.15			4	9	3	8	3	8
0.075	3	7	3	7	2	6	2	6

5.2 目标配合比设计

5.2.1 初选级配。以表 5.1.2 级配范围作为设计级配范围，在充分参考同类工程成功经验的基础上，在级配范围内试配 3 组不同关键筛孔通过率的矿料级配作为初选级配。通常以关键筛孔通过率的级配中值以及级配中值 $\pm 3\%$ 作为三种初选级配。

5.2.2 预估沥青用量。排水沥青混合料一般采用 $14\mu\text{m}$ 沥青膜厚度和集料表面积预估沥青用量，计算模型为：

$$\text{预估沥青用量} = \text{沥青膜厚度} \times \text{集料表面积} \quad (5.2.2-1)$$

$$\text{集料表面积} = 0.41 + 0.41a + 0.82b + 1.64c + 2.87d + 6.14e + 12.29f + 32.77g \quad (5.2.2-2)$$

式中：a、b、c、d、e、f、g 分别表示 4.75mm、2.36mm、1.18mm、0.6mm、0.3mm、0.15mm 和 0.075mm 筛孔的通过百分率。

5.2.3 确定级配。按照初选配合比分别成型马歇尔试件，每组试验测试试件不少于 4 个，检验透水系数和空隙率指标。

1 如果不满足透水系数指标和空隙率指标，需重新调整关键筛孔通过率，直到满足为止；

2 如果满足透水系数指标和空隙率指标，则根据透水系数情况优选一组级配，按照初定沥青含量 $\pm 0.5\%$ 、 $\pm 1\%$ 变化沥青用量，分别进行析漏试验、飞散试验，将实验结果绘制成图，以飞散试验结果拐点为最小沥青用量（ OAC_1 ），以析漏试验反弯点为最大沥青用量（ OAC_2 ），在 $\text{OAC}_1 \sim \text{OAC}_2$ 之间参照透水系数测试结果，选择尽量高的沥青用量作为最佳沥青用量。

5.2.4 目标配合比验证。以确定的矿料级配和最佳沥青用量拌和沥青混合料，分别进行马歇尔试验、谢伦堡析漏试验、肯塔堡飞散试验、车辙试验，各项指标应符合表 5.1.1 所示的技术要求，其透水系数与期望透水系数的差值绝对值不宜超过 5%。如不符合要求，应重新调整沥青用量和沥青混合料进行试验，直至符合要求为止。

5.3 生产配合比设计

5.3.1 按目标配合比确定的各冷料仓供料比例上料，从二次筛分后各热料仓取样进行筛分，根据热料仓筛分结果，按目标配合比确定的合成级配曲线，以冷料、热料供料大体均衡以及尽可能接近目标配合比级配为原则，确定各热料仓最终的配合比例。

5.3.2 取目标配合比设计的最佳沥青用量以及最佳沥青用量 $\pm 0.5\%$ 三个沥青用量，按照拌合楼设定的材料添加顺序、温度和拌合时间等参数进行试拌，对拌合楼试拌的混合料进行析漏试验、飞散试验与马歇尔试验。根据试验结果，选择各项指标满足要求、与目标配合比透水系数及体积指标接近、飞散指标较低的沥青用量为最佳沥青用量。确定热料仓的比例和生产配合比最佳沥青量。

5.4 生产配合比验证

5.4.1 按照确定的生产配合比铺筑试验段，试验段长度不少于 300m。

5.4.2 取现场拌合、摊铺的混合料进行性能试验，验证其是否满足设计要求及与目标配合比参数的一致性，根据抽提、筛分试验结果分析拌合楼对配合比控制的准确性。

5.4.3 对铺筑的试验路段进行有关施工指标的测试，包括厚度、压实度、空隙率、渗水系数、摩擦摆值、油石比和混合料级配。检验排水沥青混凝土路面空隙率的均匀性，存在明显缺陷时，应找出原因，进行必要工艺调整。

5.4.4 根据试验施工指标情况分析生产配合比的适用情况，确定施工机械的操作方式、工艺参数、顺序流程以及施工缝的处理方式等。

5.4.5 试验段的质量检查频率应比正常施工时增加一倍。试铺结束后，施工单位应提出试铺段总结报告。

6 施 工

6.1 施工准备

6.1.1 排水沥青混凝土路面施工前应做好下承层的验收，确保下承层强度、清洁度、防渗等性能满足施工要求。

6.1.2 施工前对沥青拌合楼、摊铺机、压路机等机械进行调试，对机械设备的配套情况、技术性能、传感器计量精度等进行检查、标定。

6.1.3 沥青等生产材料在储运、使用及存放过程中应有良好的防水、防扬尘措施。成品胶粉 SBS 复配高粘改性沥青在储存过程中应进行搅拌，宜采用带有自动搅拌保温功能的储存设备。

6.2 防水封层施工

6.2.1 宜采用稀浆封层作为下承层和排水沥青层之间的防水封层，也可采用改性乳化沥青或者热洒改性沥青类防水粘结层材料，技术性能应符合现行《公路沥青路面施工技术规范》（JTG F40）的有关规定。

6.2.2 稀浆封层施工过程中应满足以下要求：

1 防水封层施工时应检查材料的外观与均匀性，并按设计要求对稀浆封层材料质量进行检测。

2 遇下列情况之一必须停止施工：1）气温低于 15℃时；2）风力大于或等于 5 级时；3）雨天或预计 2 小时内下雨时。

3 防水封层施工结束后，严禁行人、自行车和各种机动车辆通行。摊铺时运料车要在指定地点调头、倒行至摊铺机，限速 5km/h，禁止刹车。

4 摊铺排水沥青混凝土面层前应检查下承层质量，确保防水封层强度、清洁程度满足施工要求，且渗水系数 ≤ 10 ml/min。

6.3 拌和、运输

6.3.1 排水沥青混合料拌和设备宜采用间歇式拌和机。全部生产过程由计算机控制，配有打印装置。

6.3.2 排水沥青混合料生产温度应符合表 6.3.2 的规定。

表 6.3.2 排水沥青混合料生产温度控制

混合料生产温度	规定值	允许偏差
沥青加热温度	185℃	±5℃
集料加热温度	190℃	±5℃
混合料拌和温度	185℃	±5℃
混合料出料温度	185℃	±5℃

6.3.3 排水沥青混合料拌和时间应根据具体情况确定。以均匀、无花白料、无结团成块、无严重粗细集料分离现象为标准。拌和时间干拌时间不少于 15s，湿拌时间不少于 25s，每锅拌和时间不少于 60s。

6.3.4 排水沥青混合料添加纤维稳定剂时，纤维需充分分散均匀。采用人工投放时，应将纤维充分分散后采用小包投放。

6.3.5 排水沥青混合料宜随拌随用，存储时间不宜超过 4 小时。

6.3.6 运料车应用篷布覆盖，以保温、防雨、防污染，运料车到达现场后等前车混合料摊铺完毕后才可揭开篷布。

6.3.7 运输车底板应涂薄层隔离剂，不宜采用柴油等腐蚀性较强油类作为隔离剂。

6.4 摊 铺

6.4.1 排水沥青混凝土摊铺宜采用传统的分层摊铺方式。

6.4.2 排水沥青混合料摊铺可采用一台摊铺机全幅摊铺或多台联合摊铺。宜采用非伸缩式摊铺机，根据试验段铺筑明确摊铺机夯锤和震动设置参数，排水沥青混凝土路面履带式摊铺机、受料斗和螺旋等部位宜喷洒无腐蚀性油水隔离剂；摊铺机横向螺旋前端加装防滚落粗集料挡板。

6.4.3 松铺系数根据试验段确定，摊铺前应根据松铺厚度、纵横坡调整好摊铺机。摊铺机开始摊铺前必须对熨平板预热至 120℃ 以上。摊铺过程中应关闭振捣系统，

不得压碎粗集料。

6.4.4 采用联合摊铺方式时，两台摊铺机前后行走间距为 10m，搭接宽度控制在 5cm~10cm。面层正式摊铺后，每 10m 必须检查两台摊铺机对接横坡。接缝位置必须避开车道轮迹带。

6.4.5 摊铺机必须缓慢、均匀、连续不间断地摊铺。速度宜控制在 2m/min~3m/min 范围内，弯道等特殊路段降低至 1m/min~2m/min。

6.4.6 排水沥青混合料到达现场温度应不低于 175℃，混合料摊铺温度应不低于 170℃。

6.4.7 在路面狭窄部分、平曲线半径过小的匝道或加宽部分可采用小型摊铺机摊铺，中央开口带等小规模工程可人工摊铺。

6.5 压 实

6.5.1 按初压、复压、终压三个阶段进行。初压、复压及终压宜采用 10t~11t 双钢轮压路机静压。压路机从外侧向中心碾压，由低处向高处碾压，轮迹始终与路基中线平行，相邻碾压带重叠 5cm~10cm 轮宽。

6.5.2 初压压实温度控制在 160℃~175℃，复压温度不应低于 135℃，终压温度不应低于 100℃。

6.5.3 初压为静压，应在混合料摊铺后紧跟进行，不得产生推移、开裂。初压后观察平整度、路拱，发现问题及时作出适当调整。

6.5.4 复压和终压宜采用与初压相同的双钢轮压路机，紧接初压进行，静压 2~3 遍。

6.6 接 缝

6.6.1 横缝采用平接缝，摊铺前宜采用接缝专用加热器对接缝面加热，使新铺与已铺混合料密切结合。采用“冷+热”平接缝时，摊铺前需要对周边粘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。

6.6.2 纵缝应避开车道的轮迹带位置，而且应与中面层纵向接缝错开 20 cm 以上，新建道路纵向接缝应采用热接缝；旧路面宜采用热接缝，条件不允许时，可采用“冷+热”方式。采用“冷+热”接缝时，摊铺前需要对接缝面进行处理，涂刷改性乳化沥青（残留物大于 60%）2~3 遍。

6.7 开放交通

6.7.1 施工结束后，排水沥青混凝土路面表面温度降低到 50℃ 以下后方可开放交通。

6.7.2 排水沥青混凝土路面应该采取一定的防护措施，避免环境污染物进入路面，造成路面孔隙堵塞。

7 施工质量管理

7.1.1 拟定使用的各种材料必须提前检查来源和质量。各种材料在进场前以“批”为单位进行检查，检查的项目及频率如表 7.1.1 所示。检查结果合格方可进场，进场的各种材料应与样品一致。

表 7.1.1 各种材料进场质量检查项目与频度

材料	进场时检验项目/频率，每运输车	批次检查项目/频率，每批次
粗集料	目测母材洁净程度	每批不大于 3000t，按照表 4.3.1 全套检测
	目测软弱颗粒是否超标	
	目测针片状	
	粒径规格是否变异	
细集料	目测洁净程度	每批不大于 2000t，按照表 4.3.2 全套检测
	目测 0.075mm 含粉是否超标	
矿粉	外观	每批不大于 1000t，按照表 4.4.2 全套检测
	加热安定性	
	亲水系数	
消石灰	有效钙加氧化镁含量	每批不大于 1000t，按照表 4.5.2 全套检测
纤维稳定剂	目测长度	每批不大于 100kg，按照表 4.6.2-1 和 4.6.2-2 全套检测
	抗拉强度	
	耐热性	
胶粉	每批不大于 500t，按照表 4.1.2-1、4.1.2-2 全套检测	
SBS 改性沥青	针入度	每批不大于 1000t，按照表 4.2.1 全套检测
	软化点	
	延度（5℃）	
	残留延度（5℃）	
	高粘度改性剂配伍性	
	布式粘度（135℃）	
	动力粘度（60℃）	
	溶解度	
SBS-胶粉复 配改性沥青	针入度	每批不大于 1000t，按照表 4.2.2 全套检测
	软化点	
	延度（5℃）	
	残留延度（5℃）	
	高粘度改性剂配伍性	
	布式粘度（180℃，50%扭矩 内插值）	
	动力粘度（60℃）	
	溶解度	

7.1.2 排水沥青混合料材料进场和生产过程中，必须按照表 7.1.2 规定的检查项目与频率，对原材料进行抽样试验。

表 7.1.2 施工过程中各种材料进场质量检查项目与频率

材料	检查项目	检查频度	平行实验次数
粗集料	外观	随时	2~3
	针片状含量	随时	2
	筛分	随时	2
	压碎值	必要时	4
	磨光值	必要时	2
	洛杉矶磨耗值	必要时	2
	含水量	必要时	2
	软石含量	每天一次	2
	高温压碎值	每天一次	2
	表观相对密度	每天一次	2
	毛体积相对密度	每天一次	2
细集料	筛分	随时	2
	砂当量	必要时	2
	含水量	必要时	2
	松方单位重	每天一次	2
	亚甲蓝值	每天一次	2
矿粉	外观	随时	~
	<0.075mm 含量	必要时	2
	含水量	必要时	2
	加热安定性	每天一次	2
	粒度范围	每天一次	2
SBS 改性沥青	针入度	每天一次	3
	软化点	每天一次	2
	离析	每天一次	2
	低温延度	必要时	3
	弹性恢复	必要时	3
	显微镜观察	随时	~
SBS-胶粉复配改性沥青	针入度	每天一次	2
	软化点	每天一次	2
	延度 (5℃)	每天一次	2
	溶解度	每天一次	3
	布式粘度 (180℃)	每天一次	2
	动力粘度	每天一次	2
	残留延度 (5℃)	每天一次	2

7.1.3 沥青混合料生产时，质量检查内容、频率、允许偏差应符合表 7.1.3 的规定。

表 7.1.3 沥青混合料生产过程中质量检查项目与频率

检查项目	检查频率	质量标准	试验方法
外观	随时	均匀、无花白料、无析漏	目测
成品温度	每车 1 次	180~190℃	T 0981
胶粉添加量	每天开工前两次试验	设计值±1%	-

	每天或每台班总量检验	设计值 $\pm 0.5\%$	-
级配	每天 2 次	最大公称粒径, 0.075mm: $\pm 2\%$ 2.36mm: $\pm 3\%$ 其他筛孔: $\pm 4\%$	T 0725
沥青用量	每天 2 次	设计值 $\pm 0.2\%$	T 0725
析漏	每天 1 次	$\leq 0.8\%$	T 0732
马歇尔试验	每天 2 次	$\geq 5.0\text{kN}$	T 0709
透水系数	每天 2 次	设计值 $\pm 5\%$	JTG/T 3350-03 附录 C
空隙率	每天 2 次	设计值 $\pm 3\%$	T 0707 真空密封法
浸水残留稳定度	每 2 日 1 次	$\geq 85\%$	T 0729
车辙试验	每 2 日 1 次	≥ 6000 次/mm	T 0719
标准飞散损失	每 2 日 1 次	$\leq 15\%$	T 0733
理论最大密度	每 2 日 1 次	设计值 $\pm 0.008\text{g/cm}^3$	T 0711
热料仓筛分结果	每 2 日 1 次	实际测定	-
总量检验	每日 1 次	油石比 $\pm 0.1\%$	JTF F40-2004 附录 F

7.1.4 排水沥青混合料施工后检测项目、频率和标准应满足表 7.1.4 的规定。

表 7.1.4 沥青混合料施工后质量检查项目与频率

项目	频率	质量标注	试验方法
外观	随时	表面平整, 不得有明显轮迹、裂缝、推移、离析、坑槽等缺陷	目测
接缝	随时	紧密平整、顺直无跳车	目测
	逐条检测评定	3mm	T0931
厚度	下层 上层	随时	设计值的-1%-10%
	下层	每 2000m ² 一点	设计值的-5%
	上层	每 2000m ² 一点	设计值的-10%
压实度	每 2000m ² 一组	试验室标准密度的 98%	T 0924 T 0922
平整度	上层	连续测定	≤ 0.8 mm
	下层	连续测定	≤ 1 mm
宽度	有侧石	检测每个断面	$\pm 20\text{mm}$
	无侧石	检测每个断面	不小于设计宽度
纵断面高程	检测每个断面	$\pm 10\text{mm}$	T 0911
横坡度	检测每个断面	$\pm 0.3\%$	T 0911
渗水系数	每公里不少于 5 点, 每点 3 处平均值	$\geq 5000\text{ml/min}$, 合格率不小于 90%	T 0971
透水系数 (芯样)	每公里不少于 5 点	设计值 $\pm 5\%$, 合格率不小于 90%	JTG/T 3350-03 附录 C
空隙率 (芯样)	每 2000m ² 一组	设计值 $\pm 3\%$, 合格率不小于 90%	T 0707 真空密封法

摩擦摆值	每 200m 一处	潮湿区 ≥ 58 湿润区 ≥ 54	T 0964
------	-----------	--------------------------------	--------

8 养 护

8.1 日常清扫与清除

8.1.1 日常清扫包括：

- 1 尘土、落叶、杂物等造成的路面污染，应及时清扫，保持路面清洁。尤其要加强外侧车道的清扫保洁。
- 2 排水沥青混凝土路面的清扫频率应根据路面污染程度、交通量大小及其组成、气候及环境条件等因素而定。清扫时间应避开车流量高峰时段。
- 3 长度大于 3000m 的隧道内、总长度大于 1000m 桥梁上的排水性沥青路面清扫频率应适当增加。
- 4 排水性沥青路面清扫时宜采用机械设备进行，必要时可以使用配备有冲洗、抽吸回收的清扫保洁设备。
- 5 路面清扫时，禁止使用钢丝刷等金属工具进行清扫。
- 6 路面清扫后垃圾不得随意倾倒，应运至指定地点或垃圾场妥善处理。

8.1.2 日常清除包括：

- 1 当发现路面上有妨碍正常交通的杂物或意外事件、事故或者各种堆积物等因素造成路面污染时，应及时予以清扫或清除。
- 2 当排水性沥青路面被油类物质或化学物品污染时，应先喷洒液态化学中和剂和清洗剂处理，清理后用水冲洗干净，残渣废液应及时回收，并集中统一处置。不宜采用砂土、木屑进行覆盖处理，若采用砂土、木屑进行覆盖处理后，应及时清理，并安排局部排水功能性养护。
- 3 不得使用对沥青胶合料有溶解腐蚀作用的化学物质（如过氧化氢溶液等）和化学方法。如果污染物对排水沥青混凝土胶结料有溶解腐蚀作用，清理干净之后需要进行局部胶结料的补强处理，可以热喷适量的高粘沥青类材料。面积较大，深度较深的情况下，可人工铣刨后重新铺设热拌排水沥青混合料。

8.2 排水功能性养护

8.2.1 排水功能性养护分为：全面排水功能性养护与局部排水功能性养护。

8.2.2 对路段所有车道进行排水功能性养护为全面排水功能性养护。全面排水功能性养护应根据道路交通量、污染程度、路段加权平均渗水系数残留率、养护资金等情况进行综合分析后确定。

1 排水性沥青路面通车后，应进行至少每半年一次的全面排水功能性养护，全面性养护宜采用高压水冲吸车。

2 当排水性沥青路面的功能性衰减，评价等级低于本规程要求时，应开始按表 8.2.2 规定的频率进行全面排水功能性养护。

表 8.2.2 排水性沥青路面全面排水功能性养护频率

城镇道路养护等级/公路等级	全面排水功能性养护频率
一等养护城镇道路；高速公路、一级公路	每季度 1 次或以上
二等及三等养护城镇道路；二级、三级、四级公路	每 4 个月 1 次或以上

3 全面排水功能性养护应覆盖该路段的所有车道排水性沥青路面，不得遗漏。

8.2.3 除全面排水功能性养护外，应根据路面污染情况，及时进行不定期的局部排水功能性养护。

1 可根据路面污染情况，适当在排水配套设施附近及邻近车道进行局部排水功能性养护，宜采用高压水冲吸设备清洗排水沥青混凝土路面。

2 当发现路面上具有可能引起排水功能性衰减的杂物或堆积物时，应立即清除，并及时安排局部排水功能性养护。

8.2.4 对于局部排水功能性丧失，可对局部面层进行铣刨，采用相同性能指标的排水沥青混合料进行修补。路面坑槽和裂缝可使用常规的不透水沥青混合料进行修补，但累计修补面积不超过整个排水面积的 10%。对于整体性能功能丧失或者达到排水沥青混凝土路面功能寿命后，可以铣刨整个排水沥青混凝土面层，重新铺筑排水沥青混凝土面层。

8.3 除雪及防冻

8.3.1 应根据排水沥青混凝土路面的特点制定切合实际情况的除雪及防冻工作计划，避免使用易堵塞空隙的防冻、防滑材料。

8.3.2 进行有关除雪及防冻作业应以机械作业为主，人工作业为辅。

8.3.3 积雪应铲离排水沥青混凝土路面，不可堆积于路边。

8.3.4 当路面上积压雪、融化的雪水、未及排除的雨水可能形成冰冻层时，应及时采取防冻防滑措施。

1 防冻措施可采用可溶解的融雪剂，避免积雪融化后堵塞路面空隙。高架、桥梁上不得使用含氯离子的融雪剂。

2 防滑措施应使用不会嵌入空隙的，易于清理的大块防滑材料。应避免使用砂石等防滑材料。

3 霜冻天气时，尤其是在桥梁、高架等上下坡处，在进行融雪融冻的同时，必须采取安全警示措施。

8.3.5 除雪和防冻作业应不分昼夜快速进行，作业现场必须实行统一指挥，并落实与作业形式相适应的安全措施和交通控制措施。

附录 A 胶粉 SBS 复配高粘沥青 180℃旋转粘度的测定方法

本试验方法借鉴 JT/T 798-2011《公路工程废胎胶粉橡胶沥青》旋转粘度的测定方法。

A.1 试验原理

采用旋转粘度计，配备不同型号的转子，测定不同转速下胶粉 SBS 复配高粘沥青的粘度，并回归粘度和扭矩之间的关系，取 50%扭矩对应的粘度作为胶粉 SBS 复配高粘沥青的粘度代表值。

A.2 试验仪器

试验仪器主要包括：

- (1) 旋转粘度计，测量精度为 $\pm 1.0\%$
- (2) 控温器：温度范围为 15℃-300℃，精度为 $\pm 0.1\%$
- (3) 烘箱

A.3 制备样品

(1) 将胶粉 SBS 复配高粘沥青放到烘箱加热至可流动状态（180℃左右），适当搅拌使样品均匀无气泡；

(2) 向旋转粘度试模内注入一定质量（规定体积乘以密度）的胶粉 SBS 复配高粘沥青，注意避免试模内壁沾有过多沥青。将装有样品的试模放到已设置 180℃的控温器中，盖上隔热塞，保温 1h。

A.4 操作步骤

(1) 检查仪器的水准器气泡是否对中，调平仪器。

(2) 选择合适的转子，将其挂在粘度计的延长杆上，下降旋转粘度计至转子纺锤部浸没在沥青中，下降过程不断微调控温器的位置，保证转子处于试模中心位置，盖上盖子，保温 15 分钟。

(3) 估计高粘沥青的粘度，采用小转速，启动仪器，实时观察显示器上的扭矩，通过调节转速分别测定扭矩为 35%、45%、55%和 65%时的粘度值。

(4) 每个扭矩采集 10 个点，每个点间隔 30s，然后取平均值作为该温度、

扭矩下的粘度。

(5) 同一个样品的每一个扭矩测完之后，需将试模、样品以及转子放在控温器内静置保温 5 分钟后，再测定该温度下一个扭矩的粘度。

注：绘制粘温曲线时，采用上述方法，通常测定 135℃、160℃以及 180℃的粘度。

A.5 结果处理

分别求取每个转速下粘度的对数和扭矩的对数，绘制对数粘度和对数扭矩的关系曲线，对粘度的对数和扭矩的对数进行直线回归，相关系数在 0.96 以上。用插值法求 50%扭矩的粘度作为该温度下的沥青粘度。为了和规范中 20r/min 的表观粘度比较，也可利用转速——粘度关系，算出 20r/min 转速的粘度，作为表观粘度代表值（计算方法同 50%扭矩的粘度）。

规程用词说明

1 本规程执行严格程度的用词，采用下列写法：

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 引用标准的用语采用下列写法：

1) 在规程总则中表述与相关标准的关系时，采用“除应符合本规程（规范、规程）外，尚应符合国家现行有关标准的规定”；

2) 在规程条文及其他规定中，当引用的标准为国家标准、行业标准、地方标准或团体标准时，表述为“应符合《××××××》（×××）的有关规定”；

3) 在本规程条文中引用其他条文时，应采用“符合本规程（规范、规程）第*.*.*条的规定”或“按本规程（规范、规程）第*.*.*条的规定采用”。

引用标准名录

- 1 《排水沥青混凝土路面技术规程》CJJ/T 190
- 2 《城镇道路工程施工与质量验收规范》CJJ 1
- 3 《城镇道路养护技术规范》CJJ 36
- 4 《橡胶沥青路面技术标准》CJJ/T 273
- 5 《城镇道路路面设计规范》CJJ 169
- 6 《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》JTG E20
- 7 《公路沥青路面施工技术规范》JTG F40
- 8 《公路工程集料试验规程》JTG E42
- 9 《排水性沥青路面养护技术规程》DG/TJ 08-2157

安徽省土木建筑学会标准

胶粉 SBS 复配高粘沥青排水混
凝土应用技术规程

T/CASA xxxx-2020

条文说明

编制说明

本规程制定过程中，编制组进行了广泛的调查研究，总结了近几年我国胶粉 SBS 改性沥青及排水沥青混凝土生产、施工、应用技术的实践经验，同时参考了国内外先进技术法规、标准，并依托实体工程项目，对胶粉 SBS 复配高粘改性沥青的生产工艺及排水沥青混合料的设计、生产、施工、养护等进行了系统研究。

为便于广大设计、施工、科研院校等单位有关人员在使用本规程时能正确理解和执行条文规定，《胶粉 SBS 复配高粘沥青排水混凝土应用技术规程》编制组按章、节、条的顺序编制了本规程的条文说明，对条文规定的目的、依据及执行过程中需要注意的有关事项进行了说明，还着重对强制性条文的强制性理由做了解释。但是，本条文说明不具备与规程正文同等的法律效力，仅供使用者作为理解和把握规程规定的参考。

目 次

1 总 则.....	30
2 术语.....	32
3 基本规定.....	33
4 材 料.....	35
4.1 原材料.....	35
4.2 胶粉 SBS 复配高粘改性沥青.....	36
4.3 集 料.....	37
4.5 消石灰.....	37
4.6 纤维稳定剂.....	38
5 配合比设计.....	39
5.1 一般要求.....	39
5.2 目标配合比设计.....	40
6 施 工.....	41
6.2 防水封层施工.....	41
6.3 混合料拌和、运输.....	41
6.4 混合料摊铺.....	42
6.5 混合料压实.....	42

1 总 则

1.0.1 随着我们经济建设和国民生活水平的提高,大中小城市都面临着城市废弃物污染的问题,特别是废旧轮胎数量逐年以 8%~10%的速率递增,但其利用率却低,对城市环境造成了极大的威胁。同时,城市也面临着城市内涝、地下水缺失、水污染等问题,海绵城市建设理念和一系列相关法律法规的提出以及海绵城市建设的实践,极大地促进了城市路面排水铺装材料及技术的更新。

编制组成员依托实际工程项目对胶粉 SBS 复配高粘改性沥青的制备工艺及相应质量控制要求、排水沥青混合料平衡设计方法、排水沥青混凝土路面关键施工技术及养护措施进行了深入系统研究,总结了相关研究成果及实践经验。

为了适应海绵城市道路建设的发展,改善城市生态环境,提高道路行车安全性及舒适性,规范胶粉 SBS 复配高粘沥青原材料性能及其排水混凝土路面的设计、施工、验收及养护,在全面吸收国内外橡胶 SBS 复配改性技术及排水沥青混凝土路面的最新研究成果,借鉴国内外先进技术法规、标准及工程实践经验的基础上编制而成。

1.0.2 本规程主要适用于新建、改扩建城市道路沥青排水混凝土路面的设计、施工、验收及养护。主要适用于年平均降雨量大于 600mm 的地区,主要依据《排水沥青混凝土路面设计与施工技术规范》(JTG/T 3350-03)规定。对于降低交通噪音有特殊需求的城市道路也可以使用,考虑到排水沥青道路孔隙易堵塞的问题,建议在道路环境相对干净,道路进出口车辆控制良好,没有大量灰尘、落叶等污染物的城市道路中使用,同时建议采用上细下粗的双层排水结构路面。排水沥青混凝土路面在服役期间,应进行经常性和预防性的日常养护,以保证路面具有良好的结构和排水功能。

本规程可供城市道路排水沥青混凝土路面设计人员、施工人员、验收单位及运营养护单位技术人员参考使用。

1.0.3 本规程主要针对采用胶粉 SBS 复配改性沥青作为胶结料的排水沥青混凝土路面,其原材料生产工艺及技术指标、混合料设计方法、施工技术要求及养护措施需满足本规程规定的指标要求,还要符合现行国家及行业标准规范,特别是现行《高粘高弹道路沥青》(GB/T30516)、《排水沥青混凝土路面设计与施工

技术规范》（JTG/T 3350-03）、《排水沥青混凝土路面技术规程》（CJJ/T 190）、
《公路沥青路面设计规范》（JTG D50）、《公路沥青路面施工技术规范》（JTG
F40）和《公路工程质量检验评定标准 第一册 土建工程》（JTG F80/1）。

2 术 语

2.0.1 胶粉 crumb rubber

胶粉是指采用废弃旧轮胎在常温或者低温冷冻条件下经过粉碎、筛分、除杂，所制得的具有一定级配的橡胶颗粒物。公路工程中用于沥青改性的橡胶粉宜选用常温粉碎的斜交胎或子午胎废胎胶粉。

2.0.2 苯乙烯-丁二烯-苯乙烯嵌段共聚物改性剂 styrene butadiene styrene block copolymer (SBS) modifier

能改善沥青或沥青混合料力学性能的一种聚合物添加剂，其主要成分为苯乙烯-丁二烯-苯乙烯嵌段共聚物。作为一种热塑性弹性体，SBS 兼具橡胶与塑料的特性，加热熔融后易与沥青共混，冷却后可以恢复其弹性体特性，而且 SBS 在道路使用温度范围内具有相当高的机械强度和弹性，在拌合温度下粘滞度较低。SBS 在沥青中可形成网状结构，从而能够有效提升沥青胶结料及其混合料的力学性能。

2.0.3 胶粉 SBS 复配高粘改性沥青

本规程中胶粉 SBS 复配高粘改性沥青是指在满足一定技术指标要求的 SBS 改性沥青与胶粉复配，经过搅拌、发育而成的具有良好高低温性能的复配高粘改性沥青。为了充分利用胶粉优异的弹性性能，一般在添加胶粉之后不要求对其进行剪切处理，在充分溶胀的基础上尽量保持胶粉微粒的颗粒特性。区别于采用 Terminal blend 方法制备的溶解性胶粉改性沥青。

2.0.4 排水沥青混凝土

排水沥青混凝土空隙率在 18%以上，主要用于排水沥青混凝土路面的表层，可单层也可双层铺筑，单层摊铺厚度一般为 40~50 mm。由于排水沥青混凝土具有多空结构，降雨情况雨水渗入排水沥青混凝土路面面层，并利用路面横坡排出，从而消除路面径流，减少路表水膜对行车安全的影响，同时多空结构可有效降低交通噪音，因此具有突出的排水、抗滑和降噪等功能。在欧洲，排水沥青混凝土通常被称为多孔沥青混凝土（Porous Asphalt Concrete-PAC）主要功能是降低交通噪音，也常被称为低噪音混凝土。在我国，主要利用其排水、抗滑功能，对排水和耐久性能要求比较高。

3 基本规定

3.0.1 由于排水沥青混凝土采用开级配，粗集料含量高，细集料相对较少，抗压抗剪强度主要由粗集料之间的相互嵌挤作用形成，故对粗集料的要求比一般密级配和 SMA 混合料高，宜采用压碎值低、磨光值低、针片状含量低且颗粒近似立方体的粗集料。而排水沥青的抗拉抗裂强度主要由沥青与集料之间的粘附性以及胶结料本身的内聚力决定，故排水沥青的集料宜采用与胶粉 SBS 复配高粘沥青粘附性好的优质碱性石料，细集料宜采用石灰岩等碱性石料生产的机制砂，也可采用天然砂。酸性石料破碎的机制砂及粘附性较差的天然砂禁止使用。同时由于石屑易含粉尘、淤泥、黏土等有害物质，扁片含量多，强度低，施工性能差，亦禁止使用石屑作为排水沥青的细集料。

3.0.4 传统的排水沥青混凝土设计方法是以空隙率作为设计指标。研究表明沥青混合料空隙率与透水系数存在一定的线性关系，但是空隙率满足设计要求的混合料不一定满足透水系数的要求，排水沥青混凝土的透水性能主要取决于混凝土内部连通孔隙的体积特征。另一方面，我国排水沥青混凝土的主要功能是排水，通过路面内部排水降低路表水膜厚度，从而保障雨天行车安全。所以为了更贴近我国现实需求，本规范提出采用透水系数作为排水沥青混凝土的设计指标，以空隙率为次要设计指标，同时验证空隙率、强度、稳定性、抗冻融性能等其他力学性能，实现排水沥青混凝土使用性能和力学性能的平衡。

3.0.6 本规程推荐采用胶粉 SBS 复配高粘改性沥青作为胶结料，胶粉 SBS 复配高粘沥青排水混凝土的施工工艺较复杂，推荐在正式铺筑前，宜进行长度不少于 300 m 的试验段摊铺，进行混合料的试拌、试铺和试压试验，同时考虑实际施工水平，根据试验段摊铺经验确定合理的施工工艺。

3.0.7 胶粉 SBS 复配高粘改性沥青采用胶粉和 SBS 作为主要改性剂成分，同时添加了增延剂、增溶剂以及稳定剂等添加剂，但是由于所采用的原材料物化性能存在差异，加之胶粉在复配体系中主要以悬浮状态存在，和沥青基体材料也存在密度差，所以在较高温度长期储存过程中，难免会发生离析现象，所以应避免过长时间存放，建议在现场加工使用，确需延长时间储存、运输的情况下，建议在 163℃ 储存时间不超过 12 小时，180℃ 不超过 6 小时。

3.0.8 排水沥青混凝土路面铺筑在不透水下承层之上,由于排水沥青混凝土面层厚度系数为 1.0,与普通沥青面层具有同等的载荷扩散性能及抗疲劳性能,下承层需要满足设计强度要求。为了防止排水沥青混凝土面层的雨水渗入下承层,在摊铺排水沥青混凝土面层之前需要进行防渗处理,同时下承层需要满足施工清洁的要求,保障排水沥青混凝土面层和下承层之间的粘结性能。

3.0.10 由于排水沥青混合料采用高粘度改性沥青,其流变性能对温度敏感性比较高,为了满足生产拌和、摊铺、碾压质量要求,需要重点监控整个施工环节的温度,对施工工艺参数进行严格控制。

3.0.11 由于排水沥青混凝土路面采用多空隙沥青混合料,压实后内部孔隙体积特性分布各异,在道路周边环境污染物杂多且控制不良情况下,很容易引起排水沥青混凝土路面孔隙堵塞,造成排水功能丧失。在排水沥青混凝土路面服役期间,需要进行经常性、预防性日常养护,包括日常清扫和清除。对出现的局部和全面排水功能丧失,应有针对性地进行排水功能性养护。在极端雨雪冰冻条件下,为了防止排水沥青混凝土路面孔隙产生冻胀破坏,应及时进行除雪、防冻处理,以保证路面具有良好的结构性和功能性。

3.0.12 本规程侧重于排水沥青面层的排水功能性养护。对路面破损和结构性病害的养护,参考行业相关标准执行。

4 材料

4.1 原材料

4.1.1 胶粉宜选用常温粉碎的斜交胎或子午胎废胎胶粉，常温粉碎的废胎胶粉颗粒表面粗糙，表面积大，易于吸收基质沥青中的轻质组分，形成胶粒沥青溶胀过渡层，有利于废胎胶粉在沥青基体中的均匀性、稳定性。

废胎胶粉应质地均匀，不应含有目测可见的木屑、砂砾、玻璃、金属和污物等杂质。废胎胶粉中的纤维不应结团，且不应有呈编织状的纤维颗粒。

一般的溶解性胶粉改性沥青胶粉掺量为 15 %~23%（内掺），多采用粒度较细的胶粉，并通过高速剪切、发育，充分分散在沥青基体中。本规程采用粒度较粗的废胎胶粉，为了充分发挥粗胶粉颗粒的弹性性能，制备工艺有别于溶解性胶粉，废胎胶粉加入到 SBS 改性沥青中，不经过高温剪切处理，仅通过高温搅拌溶胀处理，保留废胎胶粉的弹性性能。但是含量较多的粗胶粉复配改性沥青的抗拉伸性能有所降低，为了均衡胶粉 SBS 复配改性沥青的各项力学性能，实验室研究结果表明，废胎胶粉的掺量推荐为 SBS 改性沥青质量的 8%~15%（内掺）。但是，最佳掺量需结合规程所规定的胶粉 SBS 复配改性沥青的技术要求以及技术经济成本确定。

4.1.2 SBS 改性剂根据分子量不同可分为星型和线型两种结构，现场改性宜采用星型 SBS，工厂化改性可采用线型 SBS，复配使用时线型改性剂的比例不易超过 50%，使用前应检查是否有结团现象或因变质发生颜色的改变，不满足要求时禁止使用。且宜采用 S/B 嵌段比为 30/70 或者 31/69 的 SBS 改性剂。

由于胶粉 SBS 复配高粘改性沥青推荐采用粗胶粉进行改性，但是含量较多的粗胶粉复配改性沥青的抗拉伸性能有所降低，为了均衡胶粉 SBS 复配改性沥青的各项力学性能，SBS 推荐掺量为基质沥青质量的 3%~7%（内掺）。

4.2 胶粉 SBS 复配高粘改性沥青

4.2.1 由于胶粉 SBS 复配高粘沥青中 SBS 和胶粉的掺配比例具有很大的选择范围，为了保证最终胶粉 SBS 复配高粘改性沥青的整体性能，对 SBS 改性沥青的主要性能指标进行了相应规定。胶粉掺量的优化部分取决于 SBS 改性沥青性能，特别是 60℃动力粘度，为了更好地指导胶粉掺量优化，特增加了对 SBS 改性沥青 60℃动力粘度要求（ $\geq 5000 \text{ Pa}\cdot\text{s}$ ）。

4.2.2 国内外大量实践表明，多空隙沥青混凝土路面的使用性能和耐久性极大程度上取决于胶结料的性能。多空隙沥青混凝土技术经过欧美日及我国的发展与推广，高粘度改性沥青被更多地采用，本规程在参考现行国内外相关标准，并结合依托项目课题的研究成果，提出了胶粉 SBS 复配高粘改性沥青的主要性能指标要求。

胶粉 SBS 复配高粘改性沥青要求在 180℃条件下拌和生产，为了保证拌和质量 and 效率，高粘沥青的 180℃布氏粘度要求不大于 $2.0 \text{ Pa}\cdot\text{s}$ 。与此同时，基于实验室测定结果，60℃动力粘度值要求不小于 $150,000 \text{ Pa}\cdot\text{s}$ 。

考虑到胶粉 SBS 高粘改性沥青储存稳定性对混合料性能的影响，提出运输温度 163℃下的 6h、12h 软化点差值分别不大于 0.5℃和 1.0℃，现场 180℃储存条件下，6h 和 12h 软化点差值均应不大于 5.0℃。

根据日本《排水性铺装技术指针（案）》（1996）和我国科研院所开展的试验，在高粘度改性沥青的黏韧性试验中，普遍存在着样品脱离拉头问题。因此，黏韧性的大小有时未必能正确地反映高粘改沥青特性，在做比较分析时，对这一问题需充分留意，目前只能采用现行方法测试。

4.2.4 胶粉 SBS 复配高粘改性沥青制备工艺的特殊性在于要尽量保存粗胶粉的颗粒形态，使其具有良好的弹性性能，所以在粗胶粉加入到 SBS 改性沥青中之后，不经过高温高速剪切处理，但需经过充分的溶胀，增加胶粉颗粒与沥青基体的界面性能，改善其在沥青体系中的分散性及稳定性。

4.2.7 考虑到胶粉 SBS 复配高粘改性沥青的生产、拌和、摊铺及碾压过程中温度较高，容易进一步导致复配改性沥青的早期老化，建议采用现场加工、现场使

用的方案。同一批次生产的复配高粘沥青原则上应在 12 小时内使用完毕。当由于不可抗力，需临时储存时，宜先降低温度储存，并持续搅拌。一般建议只能升温一次，并且需要抽检复配改性沥青的各项性能技术指标，满足规程要求之后才能使用。

4.3 集料

4.3.1 本规程所规定的胶粉 SBS 高粘改性沥青排水沥青混凝土技术指标主要适用于城市沥青排水道路，考虑到排水沥青混凝土的多空隙特征以及城市道路交叉口多、制动启动频繁、行车速度普遍较低的实际情况，对排水沥青混凝土材料的质量要求相对较高，特别是粗集料和胶结料的特性。

由于多空隙排水沥青混凝土的抗压、抗剪强度主要由粗集料的嵌挤作用提供，对粗集料的压碎值、软石含量以及针片状含量的要求高于一般的悬浮密实性或嵌挤密实性混合料。

多空隙排水沥青混凝土的抗拉强度主要有集料-胶结料界面黏附性和胶结料自身粘聚力决定，本规程对粗集料与沥青之间黏附性的要求在湿润区和潮湿区一般不小于 5 级。

考虑到双层排水沥青混凝土路面结构中，下层材料也可以采用多空隙排水沥青混凝土，还针对下层粗集料的技术指标进行了相应的规定。当采用单层多空隙排水混凝土结构时，参照上层技术指标。

对粗集料高温压碎值有要求的，可以参照现行规范《排水沥青混凝土路面设计与施工技术规范》（JTG/T 3350-03）执行。

4.3.2 细集料可采用机制砂或天然砂，细集料应与沥青具有良好的粘结能力，禁止使用酸性石料破碎的机制砂、与沥青黏附性较差的天然砂及石屑作为排水沥青的细集料。

4.5 消石灰

4.5.1 为了增加胶粉 SBS 复配高粘改性沥青与集料的黏附性能，在生产排水沥青路面混合料的过程中，宜采用消石灰替换部分矿粉，消石灰替代量不易超过矿

粉用量的 50%。实验室研究结果显示，添加混合料质量 1%的消石灰就可以显著改善排水沥青混合料的劈裂强度，提升幅度达 63%~85%。添加 2%消石灰时也有较好的改善效果，但是改善幅度有限。

4.5.2 宜采用优等品钙质和镁质消石灰。消石灰中的有效氧化钙和氧化镁可以和水以及集料中的酸性成分相互作用，在集料表面形成层状氢氧化物覆盖层，可有效改善集料与沥青之间的黏附性，进而改善排水沥青混凝土的抗水损性能。

4.6 纤维稳定剂

4.6.1 胶粉 SBS 复配高粘沥青排水混凝土宜添加纤维作为稳定性材料，特别是重载交通条件下。纤维稳定剂主要起到吸附沥青，增加裹覆集料表面的沥青膜厚度，可以显著增加结构沥青比例，同时具有加筋、增粘、增韧的作用，改善排水沥青混凝土抗飞散性能，提高耐久性。与此同时，由于胶粉 SBS 复配高粘改性沥青在高温条件下生产、运输，采用纤维材料可以避免出现胶结料离析的情况。聚合物纤维具有较高的比表面积，吸附沥青能力比玄武岩纤维强，但是化学稳定性和热稳定性不及玄武岩等矿物纤维，玄武岩纤维弹性模量和抗拉强度也比聚合物纤维高。

5 配合比设计

5.1 一般要求

5.1.1 排水沥青混合料的设计一般采用马歇尔设计方法,采用双面各击实 50 次。美国等一些国家则采用旋转压实仪,旋转压实次数为 50 次。欧洲以马歇尔设计方法为主,我国排水沥青混凝土路面的研究与设计也主要以马歇尔设计方法为主,因此本规程采用马歇尔设计方法。空隙率的测定一般采用体积法进行,有条件的可以采用真空塑封法进行,以便较真实地反映马歇尔试件的体积特征。

《透水沥青路面技术规程》CJJ/T 190 规定透水沥青混凝土的冻融劈裂残留强度比不少于 85%,而《排水沥青混凝土路面设计与施工技术规范》JTG/T 3350-03 中规定其值不小于 80%,考虑到胶粉 SBS 复配高粘改性沥青中胶粉和 SBS 掺量变化幅度大,劈裂强度比差异性相对较大的实际情况,本规程规定胶粉 SBS 复配高粘改性沥青混合料的冻融劈裂残留强度比不少于 80%。

谢伦堡沥青析漏损失、肯塔堡飞散及浸水飞散损失值参照《排水沥青混凝土路面设计与施工技术规范》JTG/T 3350-03 相应指标规定。

由于排水沥青混凝土面层直接承受交通载荷,需要具有足够的高温稳定性,设计施工良好的排水沥青混凝土由于其特有的骨料嵌挤结构,可以保证良好的高温抗车辙性能。但是,我国气候和城市道路交通载荷条件苛刻,为保证排水沥青混凝土路面的使用性能,需要将高温稳定性作为混合料设计验证指标之一。结合日本规范及我国排水沥青混凝土路面应用工程实际情况,对于城市道路排水沥青混凝土面层来说,把高温稳定性技术要求提高到 6000 次/mm。对于城市快速路,可适当降低。

本规程推荐采用基于透水系数的排水沥青混合料平衡设计方法。根据国内外研究结果和编制组研究成果,结合《排水沥青混凝土路面设计与施工技术规范》JTG/T 3350-03 中对透水系数的规定,本规程规定马歇尔试件的竖向透水系数不小于 0.2 cm/s,相应的现场路面和车辙板成型试件的渗水系数规定为不小于 5000

ml/min。相应的测试方法参照《排水沥青混凝土路面设计与施工技术规范》JTG/T 3350-03 附录 C 和附录 D。

5.2 目标配合比设计

5.2.1 国内外实践经验表明,排水沥青的设计主要是通过调整关键筛孔通过率获得预期的内部骨料间隙结构,通过调整填料及胶结料用量来调整连通孔隙形态结构及分布,进而调整目标透水系数。对于 PAC05,主要调整和控制 1.18 mm 筛孔的通过率;对于 PAC10 和 PAC13 排水沥青混合料,主要通过调整 2.36 mm 筛孔通过率;对于 PAC16 和 PAC20,主要调整和控制 4.75mm 筛孔通过率。

5.2.2 排水沥青混凝土通过增加集料表面沥青膜厚度提高多空结构的抗拉强度、抗飞散、抗疲劳性能以及长期耐老化等性能。我国排水沥青混凝土路面工程实践一般采用 12~14 μm 的沥青膜厚度,过小则会影响排水沥青混凝土路面的抗飞散性能。沥青膜厚度估算方法则参考日本的《排水性铺装技术指针(案)》(1996)和现行《公路沥青路面施工技术规范》(JTG F40)中 OGFC 设计方法。

6 施工

6.2 防水封层施工

6.2.1 双层排水沥青混凝土路面区别于全透型透水路面，其路面结构上层和下层采用多空隙沥青混合料，下承层一般采用密级配沥青混合料，为了防止路表渗透雨水通过下面层进入道路基层，造成路面结构性水损坏，在排水沥青混凝土路面透水面层和密级配不透水下承层之间设置防水粘结层。同时可以提高排水功能层和下承层之间的粘结强度。

宜采用稀浆封层作为防水封层。也可采用改性乳化沥青或者热洒改性沥青类防水粘结层材料，技术性能应符合现行《公路沥青路面施工技术规范》(JTG F40)的有关规定。

6.2.2 摊铺排水面层前应检查下承层质量，确保防水封层强度、清洁度满足施工要求。根据《橡胶沥青路面技术标准》(CJJ/T 273)中有关橡胶沥青混凝土面层渗水系数 ≤ 60 ml/min 规定，并结合规程编制组对国内外防水层现场测试及相关施工经验，推荐防水封层的渗水系数 ≤ 10 ml/min，合格率不小于 90%。

6.3 混合料拌和、运输

6.3.2 考虑到胶粉 SBS 复配高粘改性沥青粘度高的特性，通过对不同胶粉 SBS 复配沥青的粘温曲线测定，为了满足沥青的泵送和混合料的拌和需求，统一规定沥青加热温度为 185℃左右，混合料拌合温度为 185℃左右，集料加热温度可适当提高到 190℃左右。

6.3.5 由于胶粉 SBS 复配高粘改性沥青混合料内部多空隙特点，并且在混合料储存过程中需要保持一定的温度，储存时间过长胶结料会下渗，造成混合料离析。因此建议排水沥青混合料宜随拌随用，存储时间不宜超过 4 小时。

6.4 混合料摊铺

6.4.1 单层排水沥青混凝土采用普通的摊铺设备进行, 双层排水沥青混凝土宜采用传统的分层摊铺方式成型, 有条件的也可采用双层沥青混合料摊铺机一次性摊铺。双层摊铺设备备有上下两个相对独立的拌和仓, 可对两种不同的混合料进行分开拌和及同时摊铺, 不仅可以缩短摊铺时间, 减少混合料的温度散失, 压实时对各层厚度要求较小, 同时消除了层间薄弱环节, 提高了施工速度和质量。考虑到我国排水沥青混凝土路面的实际施工情况, 对于双层排水沥青混合料, 推荐采用传统的分层摊铺方式成型。

6.4.3 由于粗胶粉 SBS 复配高粘高弹改性沥青的粘度较高, 对施工温度的要求也相应较高。与排水沥青混合料主要接触的施工机械部件中, 摊铺机熨平板的温度控制也很重要, 较高的熨平板温度有利于摊铺混合料表面的平顺性和初期裂纹的减少, 考虑到熨平板加热范围的限制, 要求最低加热温度为 120℃。由于排水沥青混合料的抗压抗剪强度主要由粗集料的嵌挤作用形成, 故在摊铺过程中, 为了避免摊铺机振捣装置对粗集料颗粒的破碎, 结合《橡胶沥青路面技术标准》(CJJ/T 273) 中 6.6.5 条的规定, 建议摊铺过程中关闭振捣系统, 不得压碎粗集料。确需振捣压实情形下, 可适当调整熨平板振捣系统的振捣强度, 以不压碎粗集料为宜。

6.5 混合料压实

6.5.1 排水型路面是一种骨架空隙结构, 在施工过程中极易出现压实不足或过压现象。当路面压实不足, 导致混合料空隙率过大, 进而影响路面的耐久性, 且压实不足, 也会影响到骨架的形成, 使路面的使用性能受到很大的影响; 而过度碾压, 会破坏骨料的棱角、压碎骨料, 造成空隙率和强度不足, 影响路面的排水效果及耐久性。对于排水沥青混合料, 其内部空隙大, 粗集料含量较多而细集料用量较少, 混合料主要是靠粗集料相互嵌挤形成强度, 因此不宜采用振动压实。另外, 多空隙沥青混合料空隙较多, 其初压和复压温度也较高, 沥青胶浆流动性相对较大, 在初压和复压过程中不宜采用轮胎压路机碾压, 避免产生沥青胶浆由于胶轮的揉搓作用产生唧浆, 造成胶浆的局部富集而堵塞排水通道, 宜采用钢轮压

路机静压。初压、复压及终压宜采用 10t~11t 双钢轮压路机静压。碾压控制是排水性沥青混凝土路面施工的一个关键控制点，排水性混合料的压实应遵循紧跟、少水、均速、慢压原则。