**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

（征求意见稿）

**前 言**

本规程基于《海绵城市排水铺装新材料关键技术及应用研究》成果，经过编制小组深入调研、充分验证，总结和借鉴国内外科研成果和工程实践经验，并在征求众多专家学者意见的基础上编制而成。

本规程共有八章内容以及附录A，其主要技术内容包括总则、术语和符号、基本规定、材料、配合比设计、施工、施工质量管理及养护。

本规程按照中华人民共和国住房和城乡建设部建标[2008]182号文发布的《工程建设标准编写规定》给出的规则进行起草。本标准由安徽省土木建筑学会提出并归口。

本规程在执行过程中，如有意见或建议，请函告本规程日常管理组，联系人：周江（地址：安徽省合肥市包河区宿松路1188号中铁科技大楼，邮政编码：xxx；电话：xxx，传真：xxx；电子邮箱：xxx），以便今后修订时参考。

主编单位：中铁四局集团有限公司

参编单位：同济大学

主要起草人：周江 谢广恕 黄建波 查显卫 肖飞鹏 王金刚 刘继

主审：XXX

参加人员：xxx

**目 次**

[1 总则 1](#_Toc54709671)

[2 术语和符号 2](#_Toc54709672)

[2.1 术 语 2](#_Toc54709673)

[2.2 符 号 3](#_Toc54709674)

[3 基本规定 4](#_Toc54709675)

[3.1 材料 4](#_Toc54709676)

[3.2 配合比设计 4](#_Toc54709677)

[3.3 施工 4](#_Toc54709678)

[3.4 养护 5](#_Toc54709679)

[4材料 6](#_Toc54709680)

[4.1 沥青原材料 6](#_Toc54709681)

[4.2 胶粉SBS复配高黏改性沥青 7](#_Toc54709682)

[4.3 集料 8](#_Toc54709683)

[4.4 矿粉 9](#_Toc54709684)

[4.5 消石灰 10](#_Toc54709685)

[4.6 纤维稳定剂 10](#_Toc54709686)

[5 配合比设计 12](#_Toc54709687)

[5.1 一般要求 12](#_Toc54709688)

[5.2 目标配合比设计 13](#_Toc54709689)

[5.3 生产配合比设计 13](#_Toc54709690)

[5.4 生产配合比验证 14](#_Toc54709691)

[6 施工 15](#_Toc54709692)

[6.1 施工准备 15](#_Toc54709693)

[6.2 防水封层施工 15](#_Toc54709694)

[6.3 混合料拌和、运输 16](#_Toc54709695)

[6.4 混合料摊铺 16](#_Toc54709696)

[6.5 混合料压实 17](#_Toc54709697)

[6.6 接缝 17](#_Toc54709698)

[6.7 开放交通 18](#_Toc54709699)

[7 施工质量管理 19](#_Toc54709700)

[8 养护 22](#_Toc54709701)

[8.1 日常清扫与清除 22](#_Toc54709702)

[8.2 排水功能性养护 23](#_Toc54709703)

[8.3 除雪及防冻 24](#_Toc54709704)

[附录A 胶粉SBS复配高黏高弹沥青180℃旋转黏度的测定方法 25](#_Toc54709705)

[规程用词说明 27](#_Toc54709706)

[引用标准名录 28](#_Toc54709707)

# 1 总则

**1.0.1** 为适应海绵城市道路建设的需要，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，特制定本规程。

**1.0.2** 本规程适用于新建、扩建和改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，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** 沥青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，还应符合国家现行有关规程的规定。

# 2 术语和符号

## **2.1 术 语**

**2.1.1** 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。

**2.1.2**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。

**2.1.3** 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。

**2.1.4** 排水沥青混凝土 permeable asphalt concrete

排水沥青路面，又称多孔沥青路面，是指压实之后，孔隙率在18%~25%之间，能够在混合料内部形成排水通道的沥青路面类型。

## 2.2 符 号

SBS—苯乙烯-丁二烯-苯乙烯嵌段共聚物；

CR—胶粉；

SBSMA—SBS改性沥青；

CR/SBS-HVMA—胶粉SBS复配高粘改性沥青；

PAC—排水沥青混凝土;

OGFC-开级配沥青磨耗层

SMA-沥青玛蹄脂沥青混合料

# 3 基本规定

## 3.1 材料

**3.1.1** 排水沥青路面面层易采用胶粉SBS复配高黏改性沥青作为胶结料。

**3.1.2** 排水沥青混凝土粗集料宜采用压碎值和磨耗值低、粘附性好及颗粒近似立方体的石料；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。

**3.1.3** 排水沥青混合料宜添加抗剥落剂或采用消石灰替代部分矿粉使用。

**3.1.4** 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，不得以供应商提供的检测报告或商检报告代替现场检测。

**3.1.5** 排水沥青混凝土路面材料宜就地取材，同时保证有利于自然环境和生态景观的保护。

## 3.2 配合比设计

**3.2.1** 排水沥青混合料目标配合比设计宜采用基于使用性能的平衡设计方法。

**3.2.2** 排水沥青混合料基于使用性能的平衡设计方法以透水系数作为排水沥青混凝土的设计指标，同时验证空隙率、强度、稳定性、抗冻融性能等其他力学性能。

**3.2.3** 排水沥青混合料生产配合比设计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。

## 3.3 施工

**3.3.1** 排水沥青混凝土路面施工的气候条件应该满足以下条件：

（1）雨天、雪天不得施工；

（2）施工时地表白天的平均温度不能低于15℃。

**3.3.2** 排水沥青路面工程开工前，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，并据此确定合理的施工工艺。

**3.3.3** 胶粉SBS复配改性沥青应注意使用时间，避免长时间存放导致离析现象。

**3.3.4** 排水沥青混合料面层施工前应检查下承层质量，确保下承层强度、清洁、防渗等满足施工要求。

**3.3.5** 施工前对沥青拌和楼、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认真检查、标定。

**3.3.6**排水沥青路面对施工敏感程度较高，特别是施工过程中各环节温度监控，应对施工工艺参数进行严格的控制，保证混合料拌和、摊铺以及压实质量。

## 3.4 养护

**3.4.1** 透水沥青路面应进行经常性、预防性的日常养护和排水性养护以及极端天气下的除雪、防冻处理，以保证路面具有良好的结构性和功能性。

**3.4.2** 排水沥青路面的养护，除了日常养护和排水功能性养护之外，其他路面病害的养护，城镇道路应符合现行行业标准《城镇道路养护技术规范》CJJ36的规定，公路应按《公路养护技术规范》JTG H10、《公路路面养护技术规范》DB 31/T 489及相关规范执行。

# 4材料

## 4.1 沥青原材料

**4.1.1** 基质沥青应根据工程所在地的气候条件宜选用A-70或A-90石油沥青，其技术标准应符合《公路沥青路面施工技术规范》JTG F40 对上述基质沥青的技术要求。

**4.1.2** 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4.1.2-1和表4.1.2-2的规定。为了提高胶粉SBS复配高黏高弹沥青的性能，胶粉的推荐使用量为基质沥青和SBS改性剂质量之和的8%~20%（内掺）。

表4.1.2-1路用橡胶粉物理技术指标

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 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 |

表4.1.2-2路用橡胶粉化学技术指标

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 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0.18 mm-2.36 mm（8目-80目）之间，其粒径分布结果应符合表4.1.2-3的规定。

表4.1.2-3 胶粉粒径分布

|  |  |
| --- | --- |
| 筛孔尺寸/mm | 通过百分比（%） |
| 2.36 | 100 |
| 1.18 | 65-98 |
| 0.6 | 20-80 |
| 0.3 | 0-30 |
| 0.075 | 0-1 |

**4.1.3** 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复配高黏改性沥青**

**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 |
| 布氏粘度 (135℃) | Pa·s | ≤ 3.0 | T 0625 |
| 动力粘度（60℃） | Pa·s | ≥5,000 | T 0661 |
| 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复配高黏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复配高粘高弹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 |

**4.2.3** 胶粉SBS复配高黏高弹沥青的加工需要以下设备：道路石油沥青贮存罐（具有加热功能）、快速升温装置、SBS螺旋输送器、SBS改性沥青预混罐、胶体磨、SBS改性沥青发育罐（具有加热功能）、废胶粉添加设备、其他添加剂添加设备、高黏改性沥青反应罐（具备搅拌功能）、温度控制系统以及成品沥青质量监控设备等。

**4.2.4** 胶粉SBS复配高黏高弹沥青的加工生产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，与此同时，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以更好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检样品，若满足表3.2.5的性能指标要求，即可进行胶粉SBS复配高黏高弹沥青的制备。

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |

**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℃，搅拌发育不少于1小时。

**6** 胶粉SBS复配高黏高弹沥青发育结束后进行样品抽检，需满足表4.2.2的要求即可进行混合料的生产。

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |

**4.2.5**胶粉SBS复配高黏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、出厂黏度、出厂温度等关键参数。

**4.2.6** 原则上胶粉SBS复配高黏高弹沥青的制备过程应连续完成，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4.2.2规定的指标要求。

**4.2.7**同一批次生产的胶粉SBS复配高黏高弹沥青原则上应在一天内使用完毕。当由于不可抗力，需临时储存时，宜将温度降到145℃-155℃，并缓慢搅拌。并应在三天内使用完毕，只允许有一次升温过程；使用前应充分搅拌，并检验胶粉SBS复配高黏高弹沥青的指标是否满足技术要求，如果不满足要求，则应新加工或掺加一定剂量的改性剂重新预混、反应，直至满足技术要求。

## 4.3 集料

**4.3.1** 粗集料应选择颗粒近似于立方体的优质石料，宜采用经反击破碎、研磨之后的玄武岩。粗集料应清洁、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4.3.1-1的规定。

表4.3.1-1 粗集料的技术指标

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 指标 | 技术要求 | 试验方法 |
| 上面层 | 中层 |
| 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 9.5 mm，不大于 | 10 | 12 |
| 其中粒径小于 9.5 mm，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 |
|  |  |  |  |

排水沥青路面表面层粗集料的磨光值及与沥青的粘附性应符合4.3.1-2的规定。

表4.3.1-2 粗集料磨光值及与沥青的粘附性

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 雨量气候区 | 1（潮湿区） | 2（湿润区） | 3（半干区） | 4（干旱区） |
| 年降雨量（mm） | ＞1000 | 1000~500 | 500~250 | ＜250 |
| 磨光值PSV | ≥42 | ≥40 | ≥38 | ≥36 |
| 粗集料与沥青的粘附性 | 表面层 | ≥5 | ≥5 | ≥5 | ≥4 |
| 中面层 | ≥5 | ≥5 | ≥4 | ≥4 |

**4.3.2** 细集料宜选用碱性石料破碎的机制砂或与胶粉SBS复配改性高黏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** 排水沥青混合料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**宜采用消石灰替换部分矿粉，替代量不易超过矿粉用量的50%。

**4.5.2** 宜采用优等品钙质和镁质消石灰，其技术标准应符合表4.5.2的规定，同时有效氧化钙加氧化镁含量不小于55%。

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 | 0.60mm方孔筛的筛余（%) | 0 | ≤1 | ≤1 | 0 | ≤1 | ≤1 | T 0814 |
| 0.15mm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** 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。

**4.6.2** 宜采用聚合物纤维和玄武岩纤维，其掺量为排水沥青混合料质量的0.1%~0.15%，技术指标分别符合表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4.1.1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 |
| 孔隙率 | % | 18~25 | T 0708体积法 |
| 17~23 | JTG/T 3350-03 附录B |
| 稳定度 | kN | ≥5.0 | T0709 |
| 残留稳定度比 | % | ≥85 | T0709 |
| 冻融劈裂残留强度比（TSR） | % | ≥80 | T0729 |
| 谢伦堡沥青析漏试验的结合料损失 | % | ≤0.8 | T0732 |
| 肯塔堡飞散试验的混合料损失 | % | ≤15 | T0733 |
| 浸水肯塔堡飞散试验的混合料损失 | % | ≤20 | T0733 |
| 车辙试验动稳定度 | 次/mm | ≥6000 | T0719 |
| 低温弯曲试验破坏应变 | με | ≥2800 | T0715 |
| 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级配范围作为工程设计级配范围，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2.36 mm通过率的矿料级配作为初选级配。通常以2.36 mm筛孔通过率以级配中值为准±3%暂定三种初选级配。

**5.2.2** 预估沥青用量。排水沥青路面一般采用14 μm沥青膜厚度和集料表面积预估沥青用量，计算模型为：

预估沥青用量=沥青膜厚度×集料表面积。

集料表面积=0.41+0.41a+0.82b+1.64c+2.87d+6.14e+12.29f+32.77g

其中：a、b、c、d、e、f、g分别表示4.75 mm、2.36 mm、1.18 mm、0.6 mm、0.3 mm、0.15 mm和0.075 mm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，检验体积指标和透水系数。

1． 如果不满足透水系数指标和孔隙率指标，需重新调整2.36mm通过率，直到满足为止；

2． 如果满足透水系数指标和孔隙率指标，则根据透水系数情况优选一组级配，按照±0.5%，±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（OAC1），以析漏试验反弯点为最大沥青用量（OAC2），在OAC1 ~OAC2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4.1.1所示的技术要求，其透水系数与期望透水系数的差值不宜超过±1%。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、最佳沥青用量±3%等三个沥青用量，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。确定热科仓的比例和生产配合比的最佳沥青量。

## 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、摊铺的混合料进行各种性能试验，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、空隙率和渗水系数等。检验排水沥青路面空隙率的均匀性．存在明显缺陷时，应找出原因，进行必要的工艺调整。

**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。

**5.4.3** 试验段的质量检查频率应根据需要比正常施工时增加一倍。试铺结束后，施工单位应于一周内提出试铺段总结报告，经批准后即可作为申报正式开工的依据。

# 6 施工

## 6.1 施工准备

**6.1.1** 双层排水沥青路面施工前应做好下承层的验收，确保下承层强度、清洁、防渗等满足施工要求。

**6.2.2** 施工前对沥青拌和楼、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认真检查、标定。

**6.2.3** 旧路改造铺筑排水沥青路面前，应对旧路面车辙、裂缝等损坏进行处治。应保证旧路横坡坡度。

**6.2.4** 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。成品高黏度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基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注意以下事项：

1 防水封层施工时应观察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)地表温度低于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5 km/h，禁止刹车。

4 摊铺上面层前应检验防水封层的渗水性。

## 6.3 混合料拌和、运输

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

**6.3.2** 排水沥青混合料生产温度应符合表6.3.1的规定。

表6.3.1 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℃ |
| 混合料出厂温度 | 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、五花白料、无结团成块、无严重粗细集料分离现象为标准。拌和时间为干拌时间不少于15 s，湿拌时间不少于25 s，每锅拌和时间不少于60 s。

**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包装投放。

**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** 运输车使用隔离剂，不宜采用柴油等腐蚀性较强的油类作为隔离剂；底板应涂薄层隔离剂；装料前，运输车底板应排干隔离剂。

## 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。

**6.4.2** 松铺系数根据试验段现场铺筑确定。

**6.4.3** 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。

**6.4.4** 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，摊铺过程中必须开动熨平板的振动锤等夯实装置。

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

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

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

**6.4.8** 在路面狭窄部分、平曲线半径过小的匝道或宽部分采用小型摊铺机摊铺“中央开口带等小规模工程可用人工摊铺。

## 6.5 混合料压实

**6.5.1**初压、复压及终压宜采用11 t~13 t双钢轮压路机静压，终压阶段可采用胶轮压路机进行碾压收面处理，但终压温度介于100℃到110℃之间。

**6.5.2**按初压、复压、终压三个阶段进行。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5~10 cm轮宽。

**6.5.3** 初压应在混合料摊铺后紧跟进行，压实温度控制在160~175℃，不得产生推移、开裂，初压为静压。初压后观察平整度、路拱，发现问题及时作适当调整。

**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。复压温度不应低于135℃，终压温度不应低于100℃。

## 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，使之新铺与已铺密切结合。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遍~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遍~3遍。排水沥青面层施工后，纵向接缝可喷洒改性乳化沥青等材料进行补强。

## 6.7 开放交通

**6.7.1** 施工结束后，排水路面表面温度降低到50℃以下后便可开放交通。

**6.7.2** 开放交通后，排水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，检查的项目级频率如表7.1.1所示。检查结果合格方可进场，否则不进场。进场的各种材料应与样品一致，且未经质量管理单位同意，不得擅自变更材料来源、品种、规格型号。

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4.3.1-1和表4.3.1-2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100 kg，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、4.1.2-3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 |
| 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（135℃） |
| 动力粘度 |
| 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度，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度

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 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 | 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、频度、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度

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 检查项目 | 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℃ | T0981 |
| 胶粉添加量 | 每天开工前两次试验 | 设计值±1% | - |
| 每天或没台班总量检验 | 设计值±0.5% | - |
| 级配 | 每天2次 | 最大工程粒径，0.075mm：±2%2.36mm：±3%其他筛孔：±4% | T0725 |
| 沥青用量 | 每天2次 | 设计值±0.2% | T0725 |
| 析漏 | 每天1次 | ≤0.8% | T0732 |
| 马歇尔试验 | 每天2次 | ≥5.0kN | T0709 |
| 孔隙率 | 每天2次 | 设计值±2% | T0707真空密封法 |
| 浸水残留稳定度 | 每2日1次 | ≥85% | T0729 |
| 车辙试验 | 每2日1次 | ≥6000次/mm | T0719 |
| 标准飞散损失 | 每2日1次 | ≤15% | T0733 |
| 理论最大密度 | 每2日1次 | 设计值±0.008g/cm3 | T0711 |
| 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±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度

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 项目 | 频率 | 质量标注 | 试验方法 |
| 外观 | 随时 | 表面平整密实，不得有明显轮迹、裂缝、推移、油灯、油包等缺陷且无明显坑槽 | 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 | 中面层上面层 | 随时 | 设计值的-1%-10% | 施工时插入法量测松铺厚度 |
| 中面层 | 每2000m2一点 | 设计值的-5% | T0912 |
| 上面层 | 每2000m2一点 | 设计值的-10% |
| 压实度 | 每2000m2一组 | 实验室标准密度的98% | T0924T0922 |
| 平整度 | 中面层 | 连续测定 | 1.2 | T0932 |
| 上面层 | 连续测定 | 1 |
| 宽度 | 有侧石 | 检测每个断面 | ±20mm | T0911 |
| 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 | ±10mm | T0911 |
| 横坡度 | 检测每个断面 | ±0.3% | T0911 |
| 渗水系数 | 每公里不少于5点，每点3处平均值 | ≥5000ml/min，合格率不小于90% | T0971 |
| 空隙率 | 每2000m2一组 | 设计值±3%，合格率不小于90% | T0707，真空密封法 |
| 摆值 | 没200m一处 | 潮湿区≥58湿润区≥54 | T0964 |

# 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。尤其要强对于外侧车道的清扫保洁。

2 沥青路面的清扫频率应根据路面污染程度、交通量的大小及其组成、气候及环境条件等因素而定。清扫时间应避开流量高峰时段。

3 长度大于3000 m的隧道内、总长度大于1000 m桥梁上的排水性沥青路面的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，然后进行清理后用水冲洗干净，残渣废液应该及时回收，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 不得使用对沥青结合料有溶解效果的化学物质，不得采用有腐蚀作用的化学方法（如过氧化氢溶液等）。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** 排水功能性养护应使用符合本规程要求的排水性沥青路面功能恢复设备。

**8.2.2** 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。

**8.2.3** 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1次的全面排水功能性养护，全面性养护宜采用高压冲洗车进行。

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8.2.3规定的频率进行全面排水功能性养护。

表8.2.3 排水性沥青路面全面排水功能性养护频率

|  |  |
| --- | --- |
| 路面等级 | 全面排水功能性养护频率 |
| 一等养护的城镇道路；高速公路、以及公路 | 每季度1次或以上 |
| 二等及三等养护的城镇道路；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的排水性沥青路面，不得遗漏。

**8.2.4** 除全面排水功能性养护外，应根据路面污染的情况，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。

**8.2.5** 对于胶粉SBS高粘排水沥青混凝土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排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路面的功能寿命后，可以铣刨整个排水面层，重新铺筑排水面层。

## 8.3 除雪及防冻

**8.3.1** 应根据排水性沥青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** 积雪应铲离排水性沥青路面，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人空隙的，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复配高黏高弹沥青180℃旋转黏度的测定方法

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

**A.1 试验原理**

采用旋转黏度计，配备不同型号的转子，测定不同转速下胶粉SBS复配高黏高弹沥青的黏度，并回归其黏度和扭矩之间的关系曲线，取50%扭矩的黏度作为胶粉SBS复配高黏高弹沥青的黏度代表值。

**A.2 试验仪器**

试验仪器主要包括：

（1）旋转黏度计，测量精度为±1.0%

（2）控温器：温度范围为15℃-300℃，精度为±0.1%；

（3）烘箱

**A.3 制备样品**

（1）将胶粉SBS复配高黏高弹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）向旋转黏度试模内注入一定质量（规定体积乘以密度）的胶粉SBS复配高黏高弹沥青，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，将其挂在黏度计的延长杆上，下降旋转黏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）估计高黏沥青的黏度，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%时的黏度值。

（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、该扭矩下的黏度。

（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黏度。

注：绘制黏温曲线时，采用上述方法，通常测定135℃、160℃以及180℃的黏度。

**A.5 结果处理**

分别求取每个转速下黏度的对数和扭矩的对数，绘制对数黏度和对数扭矩的关系曲线，对黏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％扭矩的黏度作为该温度下的沥青黏度。为了和规范中20r/min的表观黏度比较，也可利用转速——黏度关系，算出20r/min转速的黏度，作为表观黏度代表值（计算方法同50%扭矩的黏度）。

$\_{}\frac{}{\left(\right)\left(\frac{}{}\right)}$$\_{}$$$$$$$$$$$$\_{}\_{}\_{}$$\_{}$$\_{}$$$\_{}\frac{}{}\frac{}{\left(\_{}\_{}\right)}$$

$$$\_{}\_{}$$$$$$$**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 《排水水泥混凝士路面技术规程》CJJ/T 135

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 《公路水泥混凝上路面设计规范》JTG D40

8 《公路沥青路面施工技术规范》JTG F40

9 《公路工程集料试验规程》JTG E12

10 《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复配高黏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 29](#_Toc54710895)

[2 术语和符号 31](#_Toc54710896)

[2.1 术 语 31](#_Toc54710897)

[3 基本规定 33](#_Toc54710898)

[3.1 材料 33](#_Toc54710899)

[3.2 配合比设计 34](#_Toc54710900)

[3.3 施工 34](#_Toc54710901)

[3.4 养护 35](#_Toc54710902)

[4材料 36](#_Toc54710903)

[4.1 沥青原材料 36](#_Toc54710904)

[4.2 胶粉SBS复配高黏改性沥青 37](#_Toc54710905)

[4.3 集料 38](#_Toc54710906)

[4.5 消石灰 38](#_Toc54710907)

[4.6 纤维稳定剂 39](#_Toc54710908)

[5 配合比设计 40](#_Toc54710909)

[5.1 一般要求 40](#_Toc54710910)

[5.2 目标配合比设计 41](#_Toc54710911)

[6 施工 42](#_Toc54710912)

[6.2 防水封层施工 42](#_Toc54710913)

[6.3 混合料拌和、运输 42](#_Toc54710914)

[6.4 混合料摊铺 42](#_Toc54710915)

[6.5 混合料压实 43](#_Toc54710916)

# 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，但是利用率低于50%，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、面源水污染的问题，国家对海绵城市建设理念的提出，极大地促进了城市路面排水铺装材料及技术的全面更新。

编制组成员依托安徽省池州市海绵城市建设项目，开展了胶粉SBS复配高黏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、排水沥青路面关键施工技术及养护措施进行了深入系统的研究。

为了适应海绵城市道路建设的需要，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，进出口车辆控制好，没有大量灰尘、落叶等污染物的城市道路使用，同时建议采用上细下粗的双层排水结构路面。排水路面在服役期间，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性和排水功能性。

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都可参考相应的章节。

**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，还要注意处理好本规范与现行国家及行业标准规范的关系，特别是现行《高粘高弹道路沥青》（GB/T30516）、《排水沥青路面设计与施工技术规范》（JTG/T 3350-03）、《排水沥青路面技术规程》（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 术语和符号

## **2.1 术 语**

**2.1.1** 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。

**2.1.2** 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和混合料的力学性能。

**2.1.3** 胶粉SBS复配高粘改性沥青

本规程中胶粉SBS复配高黏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，进过搅拌、发育而成的具有良好高低温性能的复配高黏改性沥青。为了充分利用胶粉优异的弹性性能，一般不要求添加胶粉之后对其进行剪切处理，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。

**2.1.4** 排水沥青混凝土

排水沥青混凝土孔隙率在18%以上，主要用于排水沥青路面的表层，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孔隙结构，降雨情况下雨水渗入排水路面面层，并利用路面横坡横向排出，从而消除路面径流，减少路表水膜对行车安全的影响，同时多孔隙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，主要是利用其排水、抗滑功能，对排水和耐久性能的要求比较高。

美国开级配沥青磨耗层（Open-graded Friction Course-OGFC）材料采用间断级配，是一种高抗滑阻力的路面材料，空隙率一般为12%~15%，厚度一般为19~25 mm，最大公称粒径为9.5 mm。除具有良好的抗滑性能之外，也具有降噪，减少水漂、溅水、水雾、眩光等作用，并不具备充分的排水功能。相比于欧洲和我国的排水沥青混凝土材料，空隙率较小，摊铺厚度也更薄，往往采用改性沥青作为胶结料。

针对我国对路面排水功能的现实需求，本规程采用的技术更倾向于欧洲多孔沥青混凝土，故称为排水沥青混凝土。

# 3 基本规定

本章对本规程所涉及的材料、配合比设计、施工及养护的主要内容进行概括性规定。

## 3.1 材料

**3.1.1**在欧洲一般采用基质沥青，改性沥青作为排水沥青混凝土胶结料，但是会出现掉粒的问题。日本后来研发了TPS等高黏改性沥青，《排水性铺装技术指针（案）》（1996）中要求高黏度改性沥青的60℃动力黏度不小于20000 Pa·s，使排水沥青混凝土的耐久性得到了显著提升。后来我国引入日本高黏改性剂及改性技术，并在此基础上也研发了一些列同类高黏度改性沥青产品。近年来，我国排水路面工程中要求高黏度改性沥青的60℃动力黏度一般不小于50000 Pa·s，可以根据工程实际需求和耐久性的要求进行相应调整。

由于胶粉SBS改性沥青可显著提高改性沥青的黏度，60℃动力黏度可达数十万 Pa·s，胶粉的掺入可改善沥青胶结料的低温抗裂性能，SBS可改善沥青胶结料的高温抗车辙性能，同时具有良好的经济环境效益，是一种新型的高黏度改性沥青材料，故本规程推荐采用胶粉SBS复配高黏改性沥青作为排水沥青路面的胶结料。

**3.1.2** 由于透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的嵌挤作用形成，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、针片状含量低颗粒近似立方体的石料。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复配高黏沥青粘附性好的碱性优质石料，细集料宜采用机制砂，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。

**3.1.3** 在我国，排水沥青混凝土适用于年降雨量大于600 mm的地区，在雨水和交通载荷的共同作用下，容易发生水损害，为了增加排水沥青路面的抗水损性能，提高排水沥青混凝土的耐久性，易采用抗剥落剂或采用消石灰替代部分矿粉使用。

## 3.2 配合比设计

**3.2.1** 排水沥青混凝土基于使用性能的平衡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、稳定性、抗冻融性能等其他力学性能，区别于传统的以空隙率为设计指标的设计方法。

**3.2.2**传统的排水沥青混凝土设计方法是以空隙率为设计指标，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，但是孔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，降低路表水膜厚度，从而保障雨天行车安全。所以为了更贴近实际需求，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，以孔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。

## **3.3 施工**

**3.3.1** 由于排水沥青混凝土具有大孔隙结构，拌制的混合料内部热量很容易丧失，特别是在雨天、雪天或者白天气温低于15℃的极端条件下。排水沥青混凝土多采用高黏沥青，在极端条件下，温度丧失过快往往会导致混合料摊铺、碾压困难，影响施工质量，进而影响排水沥青混凝土路面使用寿命。

**3.3.2** 本规程推荐采用胶粉SBS复配高黏改性沥青作为胶结料，胶粉SBS复配高黏沥青排水混凝土的施工工艺较复杂，有一定的技术要求，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，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。

**3.3.3** 胶粉SBS复配高黏改性沥青采用胶粉和SBS作为主要的改性成分，同时添加增延剂、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，建议在现场加工当场使用，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。

**3.3.4** 排水路面铺筑在不透水下承层之上，由于排水面层厚度系数为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要求的强度。为了防止排水面层的雨水渗入下承层，在摊铺排水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，保障透水面层和下承层之间的黏结性能。

**3.3.6** 由于排水沥青混合料采用高黏度改性沥青，其流变性能对温度敏感性比较高，为了满足生产拌和、摊铺、碾压的质量要求，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的控制。

## 3.4 养护

**3.4.1** 由于排水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的情况下，很容易引起排水路面孔隙堵塞，造成排水功能丧失。在排水路面服役期间，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。

**3.4.2** 本规程侧重于排水面层的透水功能性养护，对路面破损和结构性病害的养护，参考行业相应标准执行。

# 4材料

## 4.1 沥青原材料

**4.1.2** 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 %~35%（内掺），多采用粒度较细的胶粉，并通过高速剪切、发育，在分子水平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%~20%（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。

**4.1.3** SBS改性剂根据分子量不同可分为星型和线性，现场改性宜采用星型改性剂，工厂化改性宜采用线性改性剂，复配使用时线性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复配高黏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复配高黏改性沥青

**4.2.1** 由于胶粉SBS复配高黏沥青中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复配高黏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的规定。胶粉掺量的优化部分取决于SBS改性沥青的基础性能，特别是60℃动力粘度，为了更好地协调指导胶粉掺量优化，特增加了对SBS改性沥青60℃动力粘度的要求（≥ 5000 Pa·s）。

**4.2.2** 国内外大量实践表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复配高黏改性沥青的主要性能指标要求。

胶粉SBS复配高黏改性沥青要求在180℃下拌和生产，为了保证拌和质量和效率，高黏沥青的180℃布氏粘度要求不大于2.0 Pa·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 Pa·s。

考虑到胶粉SBS高黏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、12h 软化点差值分别不大于5.0和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，在高黏度改性沥青的黏韧性试验中，普遍存着样脱离拉头问题。因此，黏韧性的大小有时未必能正确地反映高度改沥青特性，在做比较分析时，对这一问题需充分留意，目前只能采用现行的方法。

**4.2.4** 胶粉SBS复配高黏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，改善胶粒的分散性及整个沥青体系的稳定性。

**4.2.7**考虑到胶粉SBS复配高黏改性沥青的生产、拌和、摊铺及碾压过程温度较高，容易加重复配改性沥青的早期老化，建议采用现场加工、现场使用的方案生产、使用。同一批次生产的复配高黏沥青原则上一天内使用完毕。当由于不可抗力，需临时储存时，宜先降低温度储存，并缓慢搅拌。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。

## 4.3 集料

**4.3.1** 本规程所规定的胶粉SBS高黏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理化特性。

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，在半干区和干旱区相应要求有所降低。

考虑到双层排水路面结构中，中面层材料也可以采用多空隙排水沥青混凝土，还针对中面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，参照上面层技术指标。

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复配高黏改性沥青与集料的黏附性能，在生产透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，有效氧化钙加氧化镁含量不小于55%。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水敏感性能。

## 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复配高黏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，我国排水路面的研究与设计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。孔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，以较真实地反映马歇尔试件的空隙率。

《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复配高黏改性沥青中胶粉和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复配高黏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《排水沥青路面设计与施工技术规范》JTG/T 3350-03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空隙结构，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隙结构的抗拉强度、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路面的抗分散性能。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** 排水路面区别于全透型透水路面，其路面结构上面层或上中面层采用多空隙沥青混合料，下面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础，造成路面结构性水损坏，在排水路面透水面层和密级配不透水面层之间设置防水黏结层。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基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。

## 6.3 混合料拌和、运输

**6.3.2** 考虑到胶粉SBS复配高黏改性沥青黏度高的特性，通过对不同胶粉SBS复配沥青的粘温曲线的测定，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复配高黏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，减少了混合料的温度散失，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。

## 6.5 混合料压实

**6.5.1** 排水性路面是一种骨架孔隙结构，在施工过程中极易出现压实不足或过压现象。当排水性路面压实不足，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，造成空隙率不足，影响路面的排水效果。对于排水性沥青混合料，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，避免产生沥青胶浆局部富集，宜采用压实功较大的钢轮压路机静压。初压、复压及终压宜采用11 t~13 t双钢轮压路机静压，终压阶段可采用胶轮压路机进行碾压收面处理，但终压温度介于100℃到110℃之间。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。