**中 国 公 路 建 设 行 业 协 会 标 准**

**T/CHCA XXX-20XX**

**SMC温拌再生沥青混合料施工技术规范**

Technical specification for construction of SMC warm mix recycled asphalt mixture

（征求意见稿初稿）

**20XX-XX-XX发布**  **20XX-XX-XX实施**

**中国公路建设行业协会 发 布**

前 言

编写组在总结我国SMC温拌再生沥青混合料路面工程经验和科技成果，深入调查研究和广泛征求有关单位与专家意见的基础上，按照《公路工程行业标准编写导则》（JTG 1003-2023）规定，编制了本规范。

本规范编制的指导思想：突出安全、耐久、环保等要求，充分总结近年来SMC温拌再生沥青混合料路面设计与施工技术，积极吸收成熟可靠的新技术、新工艺、新材料、新设备，力求技术先进、指标合理、可操作性强，体现我国SMC温拌再生沥青混合料路面施工技术进步。

本规程包括6章和2个附录，分别为: 1 总则、2 术语、3 原材料、4 配合比设计、5 施工、6 质量控制与检查验收，附录A 沥青发泡试验方法、附录B机械发泡温拌沥青混合料圆柱体试件制作方法。

本规范的管理权和解释权归中国公路建设行业协会，日常解释和管理工作由主编单位交通运输部公路科学研究院负责。

请各有关单位在执行过程中，将发现的问题和意见函告本规程日常管理组，联系人：王杰（地址: 北京市海淀区西土城路8号，邮编：100088，电话: 010-62079525，传真：010-62079538，电子邮箱：j.wang@rioh.cn），以便下次修订时参考。

**主 编 单 位**：交通运输部公路科学研究院

**参 编 单 位**：

**主 编**：王 杰

**主要参编人员**：

**主 审**：刘伯莹

**参与审查人员**：

# 1 总则

**1.0.1** 为指导公路工程SMC温拌再生沥青混合料设计与施工，提高工程质量，制定本规范。

**1.0.2** 本规范适用于各等级公路新建、改扩建及养护工程。

**1.0.3** SMC温拌再生沥青混合料设计与施工应做到安全适用、技术可行、经济合理、保护环境。

**1.0.4** SMC温拌再生沥青混合料的设计与施工，除应符合本规范的规定外，尚应符合国家和行业现行有关标准、规范的规定。

# 2 术语

**2.0.1** SMC

甲基苯乙烯类嵌段共聚物（Styrene Methyl Copolymer）的简称。

**2.0.2** SMC 温拌再生剂 SMC warm mix regenerant

 以SMC为主要成分，添加一定剂量的偶联剂、固化剂、改性树脂而成的混合物。

# 3 原材料

## 3.1 一般规定

**3.1.1** SMC温拌再生沥青路面使用的原材料必须经质量检验，合格后方可使用。

**3.1.2** SMC温拌再生剂的运输、储存安全性要求应符合现行《中华人民共和国安全生产法》《常用化学危险品贮存通则》（GB 15603）、《易燃易爆性商品储存养护技术条件》（GB 17914）等国家关于安全生产管理的有关法规、标准的规定。

## 3.2 SMC温拌再生剂

**3.2.1** SMC温拌再生剂技术要求应符合表3.2.1的规定。

**表3.2.1 SMC温拌再生剂技术要求**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 项 目 | 单位 | 技术指标 | 试验方法 |
| 密度 | g/cm3 | 0.85-1.05 | T0603 |
| 闪点 | ℃ | ≥120 | T0611 |
| 运动黏度（60℃） | mm2/s | 15-50 | T0619 |
| 薄膜烘箱试验前后黏度比 | - | ≤3 | T0619 |

 条文说明

表3.2.1为SMC温拌再生剂的技术要求，本规范以《公路沥青路面再生技术规范》（JTG/T 5521-2019）（以下简称《再生规范》）中沥青再生剂技术要求为基础，并结合SMC材料特点经过试验验证正后提出的。

（1）本规范编制密度指标是要求温拌再生剂的化学组成为低熔点窄分布的碳氢化合物，有利于其与沥青有较好的相容性，产品的组分分布太宽，则密度范围也变大，不利于温拌再生剂在沥青中分散溶解。

（2）闪点对于温拌再生剂的生产、储存、运输和使用过程具有重大意义。本规范编制温拌再生剂的闪点可以帮助施工人员采取相应的预防措施，确保生产和使用过程中的安全。

（3）参考《再生规范》对再生剂的黏度要求，本规范对SMC温拌再生剂进行了60℃运动黏度的试验测试，由于SMC材料中还有降低沥青结合料黏度的组分，因此其本身的黏度较再生剂更低，通过试验确定为15-50mm2/s。

（4）本规范对SMC温拌再生剂提出耐老化指标，再生剂本身的耐老化性能差会造成再生沥青及再生沥青混合料性能降低，因此本规范参考《再生规范》对再生剂的技术要求，提出SMC温拌再生剂薄膜烘箱试验前后黏度比不大于3。

**3.2.2** SMC温拌再生剂宜应用于厂拌热再生沥青混合料中，掺量按照《公路沥青路面再生技术规范》（JTG/T 5521）附录D要求确定。

## 3.3 其他材料

**3.3.1** 沥青、粗集料、细集料、填料的技术指标应符合现行《公路沥青路面施工技术规范》（JTG F40）的规定。

**3.3.2** 沥青混合料回收料（RAP）应符合《公路沥青路面再生技术规范》（JTG/T 5521）的有关规定。

# 4配合比设计

## 4.1 一般规定

**4.1.1** SMC温拌再生沥青混合料的配合比设计应通过目标配合比、生产配合比设计、生产配合比验证三个阶段，确定沥青混合料回收料（RAP）的掺配比例、新材料的品种及配比、矿料级配、最佳沥青用量。

**4.1.2** SMC温拌再生沥青混合料矿料级配范围应符合《公路沥青路面施工技术规范》（JTG F40）的有关规定，OGFC、AM等开级配、半开级配沥青混合料不宜采用SMC温拌再生技术。

**4.1.3** SMC温拌再生沥青混合料采用马歇尔设计方法进行配合比设计。马歇尔试件制作参数采用表4.1.3推荐的制作参数。

**表4.1.3 SMC温拌再生沥青混合料马歇尔试件制作参数**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 项目 | 单位 | 要求 |
| 道路石油沥青 | 改姓沥青 |
| 沥青加热温度 | ℃ | 110～120 |
| RAP料加热温度 | ℃ | 110～120 | 130～140 |
| 新集料加热温度 | ℃ | 140～160 | 150～170 |
| 拌和温度 | ℃ | 130～150 | 140～160 |
| 击实温度 | ℃ | 120～140 | 130～150 |

**4.1.4** 马歇尔击实试验的试件制作应按以下步骤进行：

 **1** 选择工程适用矿料级配，并根据经验预估油石比，按0.3～0.4%间隔，取5个不同的油石比分别成型马歇尔试件，且其中至少2个大于或2个小于最佳油石比。

 **2** 按照表4.1.3规定的制作参数拌和SMC温拌再生沥青混合料，再将混合料置于拌和温度下的鼓风干燥箱中恒温鼓风4h，然后进行二次拌和。

 **3** 混合料装入试模，双面击实试件，击实次数按照《公路沥青路面施工技术规范》（JTG F40）规定的次数执行。

 **4** 将装有试件的试模横向放置冷却至室温（不少于12h），试件脱模后在室温，通风条件下养生72h。

**4.1.5** 按照现行《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》（JTG E20）和《公路沥青路面施工技术规范》（JTG F40）的方法测定试件的毛体积相对密度和吸水率。

**4.1.6** 将拌和好的混合料分散，将混合料置于拌和温度下的鼓风干燥箱中恒温鼓风4h后，按照现行《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》（JTG E20）的真空法测定理论最大相对密度。

## 4.2目标配合比设计

**4.2.1** SMC温拌再生沥青混合料的配合比设计宜按图4.2.1的步骤进行。

**4.2.2** SMC温拌再生沥青混合料的配合比设计方法宜按《公路沥青路面再生技术规范》（JTG/T 5521）中附录D进行。



图4.2.1 SMC温拌再生沥青混合料配合比设计

## 4.3技术要求

**4.3.1** SMC温拌再生沥青混合料马歇尔试件的空隙率、稳定度、流值等技术要求应符合表4.3.1的规定。

**表4.3.1 SMC温拌再生沥青混合料马歇尔试验技术要求标准**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 试验指标 | 单位 | 技术标准 | 试验方法 |
| 空隙率 | % | 3-6 | T0705或T0706 |
| 稳定度，不小于 | kN | 8 | T0709 |
| 流值 | mm | 2-5 |

**4.3.2** SMC温拌再生沥青混合料饱和度、矿料间隙率等技术要求应符合《公路沥青路面施工技术规范》（JTG F40）的有关规定。

**4.3.3** 车辙试验应符合下列要求：

 **1** 试件制作应符合下列要求：

1）按照表4.1.3规定的制作参数拌和SMC温拌再生沥青混合料，将混合料置于拌和温度下的鼓风干燥箱中恒温鼓风4h，然后进行二次拌和。

 2）按T0719的方法成型试件。

 3）试件在室温、通风条件下养生72h。

2 车辙试验动稳定度技术要求应符合表4.3.3的规定。

**表4.3.3 SMC温拌再生沥青混合料车辙动稳定度技术要求**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 试验指标 | 单位 | 技术标准 | 试验方法 |
| 普通沥青混合料，不小于 | 次/ mm | 1200 | T0719 |
| 改性沥青混合料，不小于 | 次/mm | 3000 |

条文说明

 再生沥青混合料与新沥青混合料相比，RAP中的老化沥青的组分发生变化，沥青质增多，导致老化沥青黏度增大，提高再生混合料的高温抗变形能力。本规范通过大量室内试验表明，普通再生沥青混合料的动稳定度基本可达到1200次/mm，改性再生沥青混合料的动稳定度基本可满足3000次/mm。

**4.3.4** 浸水马歇尔试验和冻融劈裂试验应符合下列要求：

 **1** 试件制作应符合下列要求：

1）浸水马歇尔试件按照本规范第4.1.4条制作。

 2）冻融劈裂试件按照本规范第4.1.4条制作，击实次数为双面各击实50次。

2 浸水马歇尔试验残留稳定度和冻融劈裂试验的残留强度比的技术要求应符合表4.3.4的规定。

**表4.3.4 SMC温拌再生沥青混合料水稳定性技术要求**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 试验指标 | 单位 | 普通沥青混合料 | 改性沥青混合料 | 试验方法 |
| 浸水马歇尔试验残留稳定度，不小于 | % | 75 | 80 | T0719 |
| 冻融劈裂试验残留强度比，不小于 | % | 70 | 75 | T0729 |

 **4.3.5** 低温弯曲试验应符合下列要求：

 1 按照本规范第4.3.3条方法成型的车辙试件加工小梁试件，其尺寸应符合T0715的规定。

 2 低温弯曲试验的破坏应变的技术要求应符合表4.3.5的规定。

**表4.3.5 SMC温拌再生沥青混合料低温弯曲破坏应变技术要求**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 试验指标 | 单位 | 技术标准 | 试验方法 |
| 普通沥青混合料，不小于 | με | 2000 | T0715 |
| 改性沥青混合料，不小于 | με | 2500 |

## 4.4生产配合比设计

**4.4.1** 按照现行的《公路沥青路面施工技术规范》（JTG F40）进行。

## 4.5 生产配合比验证

**4.5.1** 按照现行的《公路沥青路面施工技术规范》（JTG F40）进行。

# 5施工

## 5.1 施工准备

**5.1.1** SMC温拌再生沥青混合料施工的设备要求、施工准备、沥青混合料回收料的预处理应符合《公路沥青路面再生技术规范》（JTG/T 5521）中的有关规定。

**5.1.2** SMC温拌再生沥青混合料拌和采用间歇式拌和楼，主机生产能力不小于240t/h，并配备带有搅拌装置不小于50t的沥青储存罐5个。

**5.1.3** 施工前将SMC温拌再生剂与沥青结合料充分混合，搅拌30min，保持加热温度110～120℃，不宜超过130℃。

**5.1.4** 铺筑试验段。试验段施工包括试拌和试铺两个阶段，通过试拌确定拌和温度和时间，通过试铺确定SMC温拌再生沥青混合料的拌和、摊铺和碾压温度及工艺。

条文说明

通过试拌确定SMC温拌再生沥青混合料的拌和温度和时间，拌制后的混合料中沥青应均匀裹附集料，无花白集料。通过试铺确定SMC温拌再生沥青混合料摊铺和碾压的温度及工艺，实际工程中碾压工艺基本和热拌沥青混合料相同，但碾压温度可明显降低。试铺时一般选择3个温度，（可选择降低15℃、20℃、25℃）进行摊铺和碾压，段落长度一般为100m左右。试铺完成后检测试验段路面压实度和渗水系数是否满足规范要求，确定适宜的拌和、摊铺、碾压温度。试验路段长度宜不小于300m。

## 5.2 拌和

**5.2.1** SMC温拌再生沥青混合料生产时需要的材料为回收沥青路面材料（RAP）、新沥青、新集料、矿粉和再生剂，拌和时应以室内配合比试验报告所提供的掺配比例进行拌和。

**5.2.2** SMC温拌再生沥青混合料拌和时间根据具体情况经试拌确定，以沥青均匀裹覆集料为度。SMC温拌再生沥青混合料每盘的生产周期不宜少于55s~70s，其中，干拌时间比普通混合料延长5s~10s，总拌和时间比普通混合料延长10~30s。

**5.2.3** SMC温拌再生沥青混合料拌和温度可采用表5.2.3的推荐温度。

**表5.2.3 SMC温拌再生沥青混合料拌和推荐温度**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 项目 | 单位 | 要求 |
| 道路石油沥青 | 改姓沥青 |
| 沥青加热温度 | ℃ | 110～120 |
| RAP料加热温度 | ℃ | 110～120 | 130～140 |
| 新集料加热温度 | ℃ | 140～160 | 150～170 |
| 混合料出料温度 | ℃ | 130～150 | 140～160 |

**5.2.4** SMC温拌再生沥青混合料拌和的其他要求应符合《公路沥青路面再生技术规范》（JTG/T 5521）中厂拌热再生施工的有关规定。

## 5.3 运输

**5.3.1** SMC温拌再生沥青混合料的运输应符合《公路沥青路面再生技术规范》（JTG/T 5521）中厂拌热再生施工的有关规定。

## 5.4 摊铺

**5.4.1** SMC常温再生沥青混合料的摊铺应使用履带式摊铺机。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2 m/min～2.5m/min；当发现混合料出现明显的离析、波浪、裂缝、拖痕时，应分析原因，予以消除。

**5.4.2** SMC温拌再生沥青路面施工的环境温度应在5℃以上。

**5.4.3** SMC温拌再生沥青混合料的松铺系数应通过试验路段的试铺、试压确定，松铺系数宜为1.3～1.4。

**5.4.4** SMC温拌再生沥青混合料摊铺的其他要求应符合《公路沥青路面再生技术规范》（JTG/T 5521）中厂拌热再生施工的有关规定。

## 5.5 碾压

**5.5.1** SMC温拌再生沥青混合料碾压应设专人指挥，并做好碾压各个阶段的衔接。

**5.5.2** 每个碾压段落长度为30～50m，碾压时应将驱动轮朝向摊铺机；碾压路线及方向不应突然改变；压路机起动、停止必须减速缓行，不准刹车制动。压路机折回不应处在同一横断面上。

**5.5.3** 碾压应在高温下完成，相邻碾压带重叠宽度为10～20cm。

**5.5.4** 碾压时应向压路机轮上喷洒或涂刷含有隔离剂的水溶液，宜采用植物油+水+洗洁精=1:1:1，禁止使用对沥青有溶解作用的柴油等；喷洒应呈雾状，数量以不粘轮为度。

**5.5.5** 对初压、复压、终压段落设置明显标志，便于司机辩认。对松铺厚度、碾压顺序、压路机组合、碾压遍数、碾压速度及碾压温度应设专岗管理和检查，使面层做到既不漏压也不超压。

**5.5.6** 压实完成12小时后及路表温度降到50度以下，方能允许施工车辆通行，如提前通行，可洒水降温。

**5.5.7** 在当天碾压的尚未冷却的沥青混凝土层面上，不得停放压路机或其他车辆，并防止矿料、油料和杂物散落在沥青层面上。

**5.5.8** SMC温拌再生沥青混合料宜采用表5.5.8碾压方案进行施工。

**表5.5.8 SMC温拌再生沥青混合料推荐碾压方案**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 碾压阶段 | 压路机数量/型号 | 碾压方案 | 碾压工序 |
| 初 压 | 1台双钢轮振动压路机 | 前静后振1遍 | 全幅碾压 |
| 复 压 | 2台胶轮压路机1台双钢轮振动压路机 | 碾压6~8遍强振2~3遍 | 胶轮、双钢轮振动压路机各全幅碾压 |
| 终 压 | 1台双钢轮振动压路机 | 静压1~2遍 | 全幅碾压 |

**5.5.9** SMC温拌再生沥青混合料的碾压应符合《公路沥青路面再生技术规范》（JTG/T 5521）中厂拌热再生施工的有关规定。

## 5.6 养生及开放交通

**5.6.1** SMC温拌再生沥青混合料宜在自然天气状况下养生24h，避免重车通行。

**5.6.2** SMC温拌再生沥青混合料的开放交通及其他应符合《公路沥青路面施工技术规范》（JTG F40）中热拌沥青混合料的有关规定。

# 6 质量控制与检查验收

## 6.1 施工前材料和设备检查

**6.1.1** 各种原材料的品种、规格、质量及混合料配合比应符合本规范第3章和第4章的规定。

**6.1.2** 各种施工设备应符合本规范第5章的规定。

## 6.2 施工质量控制与检查验收

**6.2.1** 施工过程中对预处理后沥青混合料回收料的质量检验应符合《公路沥青路面再生技术规范》（JTG/T 5521）中厂拌热再生施工的有关规定。

**6.2.2** 施工过程中应随时检查沥青路面的外观（色泽、油膜厚度、表面空隙），避免因粗细集料的离析和混合料温度不均匀，造成路面局部渗水严重或压实不足。

**6.2.3** 再生路面施工质量标准与控制的其他要求，应符合《公路沥青路面施工技术规范》（JTG F40）中热拌沥青混合料路面的有关规定。

**6.2.4** SMC温拌再生路面宜在施工完成72h进行现场检测，主要包括：压实度、渗水系数、摩擦系数、平整度等。其他质量控制和检查验收的要求按照《公路工程质量检验评定标准》（JTG F80）的相关规定执行。