

团体标准

T/JSCTS XXXX—XXXX

沥青路面双层同步就地热再生技术规范

Technical Specifications for Double Layer Synchronized Hot In-place

Recycling of Asphalt Pavement

(征求意见稿)

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

XXXX-XX-XX 发布

XXXX-XX-XX 实施

江苏省综合交通运输学会 发布

目 次

1 范围	3
2 规范性引用文件	3
3 术语和定义	3
4 既有路面调查与处治方案	4
4.1 一般规定	4
4.2 既有路面调查	4
4.3 既有路面病害处治	5
5 结构设计	5
5.1 一般规定	6
5.2 结构组合	6
5.3 结构验算	7
6 材料	7
6.1 一般规定	7
6.2 沥青	7
6.3 矿料	7
6.4 再生剂	7
6.5 添加剂	8
7 配合比设计	8
7.1 一般规定	8
7.2 目标配合比设计	9
7.3 生产配合比设计	9
7.4 生产配合比验证	9
8 施工	10
8.1 一般规定	10
8.2 施工设备	10
8.3 原路面预处理	11
8.4 新沥青混合料拌制及运输	11
8.5 上层沥青混合料再生回收	12
8.6 下层沥青混合料再生	13
8.7 同步摊铺、碾压	13
9 质量控制与检查	14
9.1 一般规定	14
9.2 施工前的材料与设备检查	14
9.3 施工过程中的质量管理与检查	15
10 交工检查与验收	17
10.1 一般规定	17
10.2 质量检查与验收	17
附录 A	19

前 言

本文件按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则第 1 部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由江苏省综合交通运输学会提出并归口。

本文件起草单位：江苏奥新科技有限公司、扬州大学、交通运输部公路科学研究院、苏交科集团股份有限公司、常州市公路事业发展中心、泰州市公路事业发展中心、江苏奥新建设工程有限公司。

本文件主要起草人：吴哲、皮阳军、张焱、徐剑、李明亮、何淼、袁勇、蒋小旦、李双姐、张俊龙、顾靖、陈军、张来源

沥青路面双层同步就地热再生技术规范

1 范围

本规范规定了江苏省沥青路面双层同步就地热再生技术实施总体原则、调查与分析、施工装备、材料、施工工艺、保障措施等技术内容。

本规范适用于江苏省各等级公路沥青路面双层同步就地热再生技术应用工程，城镇道路沥青路面双层同步就地热再生技术应用工程可参考本规范执行。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

JTG E20公路工程沥青及沥青混合料试验规程
JTG E42公路工程集料试验规程
JTG F40公路沥青路面施工技术规范
JTG H30公路养护安全作业规程
JTG 3450公路路基路面现场测试规程
JTG 5142公路沥青路面养护技术规范
JTG 5210公路技术状况评定标准
JTG 5421公路沥青路面养护设计规范
JTG/T 5521公路沥青路面再生技术规范
DB32/T3134 沥青路面就地热再生施工技术规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1 双层同步就地热再生 double layer synchronized hot in-place recycling

采用双层就地热再生机组对沥青路面中相邻两个层位分别进行加热、翻松，就地掺入一定数量的新沥青、新沥青混合料、再生剂、改性剂等材料，经热态拌和，同步摊铺、碾压等工序，一次性实现双层路面再生的技术。

3.2 双层摊铺机 double layer asphalt paver

具有双熨平板，能够实现两层沥青混合料同步铺设的摊铺装备。

3.2 双层摊铺 double layer paving

通过双层摊铺机将沥青路面相邻层位一次摊铺成型的摊铺方式。

3.4 再生沥青混合料提升机 elevator of recycled asphalt mixture

用于将就地再生沥青混合料收集、提升并运转至储料车的装备。

3.5 再生沥青混合料复拌机 remixer of recycled asphalt mixture

用于将就地再生沥青混合料收集并进行连续拌和的装备。

4 既有路面调查与处治方案

4.1 一般规定

4.1.1 在就双层地热再生技术运用前，须进行详细的路面调查，分析双层同步就地热再生技术的适用性，并为就地热再生路面结构和材料设计提供依据。

4.1.2 既有路面调查的内容主要包括历史资料调查、路面使用状况调查和路面材料性能调查。

4.1.3 既有路面处治主要包括对路面局部结构损坏、车辙隆起及局部破损等采取的预处理措施，保证双层就地热再生路面的整体性能和施工连续性。

4.2 既有路面调查

4.2.1 调查方法

(a) 应依据《公路沥青路面养护设计规范》(JTG 5421)及江苏省相关地方标准、规定开展既有路面病害调查、状况评估和原因分析。

(b) 既有路面存在材料、路面性能、病害明显不同的情况，应划分为不同的段落开展调查分析。

(c) 应对沥青路面材料进行现场取芯和取样。取芯主要用于沥青混合料回收料的性能测试。取样主要用于沥青混合料回收料(RAP)的油石比、级配、旧沥青性能、旧矿料性能的测试。取样宜采取加热、翻松、回收的方式，或采取整块挖除的方式；取样材料应采取分层回收，并严格控制回收深度，避免不同层位的材料混合。

4.2.2 路面性能评价

宜按照下列规定进行既有沥青路面性能评价：

(a) 整体结构性能：采用路面结构强度指数(PSSI)、弯沉和无侧限抗压强度诊断既有路面整体结构稳定性。当路面路面结构强度不足时，不适宜进行就地热再生；或应进行必要的补强后再进行就地热再生。

(b) 高温性能：采用小型公路路面芯样加速加载(MMLS3)、动态蠕变等试验方法，结合交通量情况，判断既有路上、中面层的高温稳定性，评价标准如表4.4.2所示。当既有路面不满足对应交通量下的任意一种评价标准时，可采用双层就地热再生进行修复养护。对于车辙深度大于20mm路段，宜对下面层混合料进行试验，试验温度降低10℃。

表4.4.2 高温稳定性评价标准

试验方法	试验条件	评价指标	评价标准	适应的交通量
加速加载试验 (MMLS3)	65℃浸水, 0.7MPa	加载 10 万次后变 形量	6.0mm	3~10×10 ⁶ ESAL
			5.0mm	10~30×10 ⁶ ESAL
			4.0mm	≥30×10 ⁶ ESAL
动态蠕变试验	54℃, 0.7MPa	流变指数	53	3~10×10 ⁶ ESAL
			190	10~30×10 ⁶ ESAL
			740	≥30×10 ⁶ ESAL

c. 横向裂缝病害及抗开裂性能: 采用横缝间距计算、半圆弯曲试验等方法判断既有路面横向裂缝病害状态及抗开裂性能。当存在以两个条件时, 可采用双层就地热再生进行修复养护。可根据裂缝发生和发展层位设计处治层位:

① 横向裂缝间距小于 20m。计算方法如下:

$$\text{横向裂缝间距 } TCS = \frac{\text{评价路段长度}}{\text{横缝条数}} \quad (1)$$

② 中面层或下面层芯样 25℃ 预切缝半圆弯曲试验的临界应变能小于 0.3kJ/m²。

4.2.3 路面材料性能评价

应按照下列规定进行路面材料性能评价:

(a) 用于抽提回收试验的沥青混合料回收料 (RAP) 宜采用电风扇吹风至完全干燥, 不宜采用烘箱加热烘干。

(b) 抽提回收获得的沥青, 应进行针入度、软化点、延度等性能试验, 对 SBS 改性沥青还可进行弹性恢复等试验, 必要时还可进行黏度、PG 分级等性能试验。

(c) 抽提回收获得的旧矿料应进行级配的筛分试验, 必要时还可进行洛杉矶磨耗值、压碎值、矿粉亲水性、密度、吸水率、黏附性等性能试验。

4.3 既有路面病害处治

4.3.1 对于高速公路和一级公路, 当车辙隆起高度超过 15mm 时, 宜进行车辙预先刨; 对于其它等级公路, 当隆起高度超过 30mm 时, 宜进行预铣刨。

4.3.2 对局部网裂、龟裂、重度裂缝、坑槽等病害应采用局部挖除回填的方式对病害进行修补。

4.3.3 除以上病害之外的路面损坏, 应根据《公路沥青路面养护技术规范》(JTG5142) 规定进行处治。

5 结构设计

5.1 一般规定

5.1.1 应依据《公路沥青路面养护设计规范》（JTG 5421）及江苏省相关地方标准进行双层同步就地热再生结构设计。

5.1.2 双层同步就地热再生连续施工段落不宜低于 200m。

5.2 结构组合

5.2.1 双层同步就地热再生主要适用于沥青路面中、下面层需要进行处治的情况，通过双层再生一次性完成对上面层和中面层、或中面层和下面层的修复。

5.2.2 应根据沥青路面的病害特点、成因、产生层位、当地气候与交通条件、病害治理目标、工程经济成本等，经过合理的方案比选后确定处治层位。双层同步就地热再生典型结构如图 5.2.2 所示。

5.2.3 双层就地热再生路面结构的上层厚度宜为 30mm~60mm，下层厚度宜为 40mm~80mm。当双层热再生的下承层为基层时，下层再生厚度宜为原层位厚度减去 20mm。

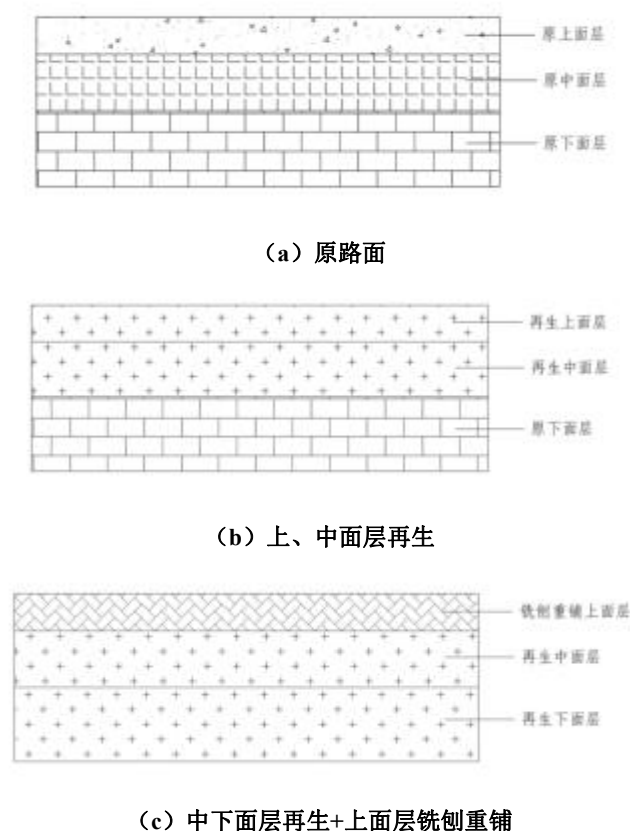


图 5.2.2 双层再生典型结构图示

5.2.4 双层同步就地热再生技术适用于邻层位为各种密级配、间断级配沥青混合料组合的情况。相邻层位碾压工艺相差较大时，须在经过充分的室内试验和试验路工程验证后，明确是否可以采用双层同步就地热再生。

5.3 结构验算

5.3.1 双层同步就地热再生路面结构的材料参数确定、结构验算应依据现行《公路沥青路面养护设计规范》（JTG 5421）、《公路沥青路面设计规范》（JTG D50）有关规定执行。

5.3.2 就地热再生沥青混合料 20℃、10Hz 的动态模量宜采用《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》（JTG E20）T0738“沥青混合料单轴压缩动态模量试验”的方法实测确定，也可参照同类型的混合料动态模量上限取值。

5.3.3 可通过现场钻芯，并按照《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》（JTG E20）T0738“沥青混合料单轴压缩动态模量试验”获得既有路面沥青面层 20℃、10Hz 的动态压缩模量。可通过既有路面车辙试验或汉堡车辙试验获得既有路面在试验温度为 60℃，压强为 0.7MPa，加载次数为 2520 次时的车辙试验永久变形量。

5.3.4 双层同步就地热再生结构设计使用年限应综合考虑交通状况、路面使用性能、养护目标等因素进行选择，作为路面结构验算的计算参数。

6 材料

6.1 一般规定

6.1.1 双层同步就地热再生工程应用的主要原材料有沥青、矿料，以及用于改善再生沥青混合料性能的再生剂、添加剂等。

6.1.2 除本规范的要求外，双层同步就地热再生工程应用的材料应符合《公路沥青路面施工技术规范》（JTG F40）相关规定。

6.2 沥青

6.2.1 沥青主要用于生产就地热再生复拌所添加的新沥青混合料，或在现场喷洒用于调整旧路混合料油石比、改善再生混合料性能。

6.2.2 新沥青的种类和标号宜与原路面采用的沥青一致；也可采用针入度大一级的沥青或改性沥青。

6.3 矿料

6.3.1 矿料主要用于生产就地热再生复拌所添加的新沥青混合料，主要包括粗集料、细集料和填料。

6.3.1 矿料的岩性宜与原路面相同。对于直接用于路表的就地热再生层位，粗集料宜采用耐磨耗的玄武岩、辉绿岩等。

6.4 再生剂

6.4.1 应根据原路面沥青种类和老化程度选择再生剂，再生剂的闪点应在 230℃以上。

6.4.2 应通过再生沥青胶结料和再生沥青混合料的性能检验确定再生剂的效果和掺量。原路面沥青为 70

号基质沥青和 SBS 改性沥青的再生沥青主要指标可参考 6.4.2-1 和表 6.4.2-2。

表 6.4.2-1 再生 70 号基质沥青评价指标

指标	软化点 (°C)	25°C 针入度 (0.1mm)
再生沥青	在老化沥青基础上软化点降低不宜超过 8°C	60~80 (40~60) *

*注：从提高再生沥青高温性能角度考虑，可以根据工程实际情况将再生沥青针入度恢复至 40~60 (0.1mm) 范围。

表 6.4.2-2 再生 SBS 改性沥青评价指标

指标	软化点 (°C)	针入度 (0.1mm)
再生沥青	在老化沥青基础上软化点降低不宜超过 10°C	60~80 (40~60) *

*注：从提高再生沥青高温性能角度考虑，可以根据工程实际情况将再生沥青针入度恢复至 40~60 (0.1mm) 范围，相应的延度最低要求降低至 15 (cm)。

6.4.3 再生剂应按照产品所规定的条件贮存在室内，保持干燥，注意通风和防火，并按进库顺序使用，不应超过保质期。

6.5 添加剂

6.5.1 添加剂包括纤维、抗剥落剂、抗车辙剂、温拌剂、高黏度改性剂等。应根据工程特点、再生混合料性能要求等选择使用的添加剂类型。添加剂应符合《公路沥青路面施工技术规范》(JTG F40)、《沥青混合料改性添加剂》(JT/T860) 的有关规定。

6.5.2 添加剂可用于新沥青混合料，也可以在就地热再生施工过程中添加，材料及其添加方式应综合施工可操作性、性能、工程成本以及运输、贮存等多方面因素进行论证、选择。

6.5.3 用于现场添加的固体形态的抗车辙剂、温拌剂、高黏度改性剂应为粉末状，按照 GB/T 19466.3 测定的熔融峰温不应高于 140°C。

7 配合比设计

7.1 一般规定

7.1.1 进行配合比设计之前，必须对旧路性能和旧路材料进行详尽的评价。应充分考虑原路面的病害特点，有针对性地进行再生混合料的配合比设计。

7.1.2 再生混合料类型宜与原沥青路面混合料类型保持一致。

7.1.3 双层同步就地热再生配合比设计方法应以马歇尔试验方法为基础，同时鼓励采用更为先进和更符合实际情况的设计方法，但新方法必须经验证后使用。

7.1.4 应通过配合比设计确定再生混合料的级配、油石比，新沥青混合料添加量及其级配、油石比，再生剂用量，添加剂类型及用量。

7.1.5 双层同步就地热再生应分别形成上、下层再生混合料配合比报告。

7.2 目标配合比设计

7.2.1 双层就地热再生配合比设计流程宜遵照《公路沥青路面再生技术规范》(JTG/T 5521-2019)附录 E 中的规定，对上层、下层再生沥青混合料分别进行设计。具体细节上可依据就地热再生技术实际情况有所调整。

7.2.2 双层就地热再生沥青混合料的沥青用量、矿料级配范围、混合料技术性能指标应符合《公路沥青路面施工技术规范》(JTG F40)的相关规定。

7.2.3 用于复拌的新沥青混合料，应根据沥青混合料回收料(RAP)矿料级配，以及再生路面的性能要求，确定其级配组成和油石比。同时还应考虑施工可操作性、运输、贮存等多方面因素。

7.3 生产配合比设计

7.3.1 根据《公路沥青路面施工技术规范》(JTGF40-2004)的要求，按照目标配合比确定的冷料仓比例上料，对二次筛分后的各热料仓进行取样筛分，根据热料仓筛分结果合成新沥青混合料级配曲线和就地热再生混合料级配曲线，使合成就地热再生级配与目标配合比设计级配基本一致。

7.3.2 取热料仓材料进行生产配合比设计，按目标配合比设计的最佳沥青用量 OAC, OAC ± 0.3%等 3 个沥青用量进行马歇尔试验和试拌，通过室内试验及从拌和机取样试验综合确定生产配合比的最佳沥青用量。

7.3.3 采用所选择的最佳沥青用量、新料级配进行拌和机试拌。取拌和机生产的混合料，按照合成就地热再生混合料配合比、目标配合比设计得到的新料掺量、再生剂用量、外掺剂用量等，在实验室内通过拌锅将新、旧路进行混合拌和，验证混合料性能。混合料性能指标应满足《公路沥青路面施工技术规范》(JTG F40)的相关规定。

7.3.4 确定热料仓的比例和生产配合比的最佳沥青用量后，出具生产配合比的设计报告。

7.4 生产配合比验证

7.4.1 施工前应铺筑试验段，对生产配合比、双层同步就地热再生施工工艺、工序控制、施工组织及交通安全等进行检验。双层同步就地热再生试验段长度不宜小于 300m，试验段施工检验合格后方可进行正式施工。

7.4.2 试验段验证的主要内容应包括：

- (a) 检验再生设备的性能是否满足双层同步就地热再生施工需要。
- (b) 确定加热设备组合、加热时间以及加热温度等加热工艺参数。

(c) 确定再生设备合理施工速度、双层同步摊铺碾压等工序参数。

(d) 检验就地热再生生产配合比设计，检验确定再生剂、热沥青、添加剂以及新沥青混合料的合理用量及其掺加工艺参数。

(e) 检验施工组织及交通组织方案的可行性。

7.4.3 试验段检验再生沥青混合料性能的项目主要有：再生沥青混合料的级配、油石比，混合料性能指标应满足《公路沥青路面施工技术规范》(JTG F40)的相关规定。

8 施工

8.1 一般规定

8.1.1 就地热再生施工前需对原路面进行详细调查，核实施工段落、现场病害情况。

8.1.2 沥青路面双层同步就地热再生的机械设备配置应依据工程需要以及试验段施工确定，确保就地热再生施工的顺畅进行。

8.1.3 除本规范的相关规定外，双层同步就地热再生沥青路面的施工应符合现行《公路沥青路面施工技术规范》(JTG F40)和《公路沥青路面再生技术规范》(JTG/T 5521)的相关要求。

8.2 施工设备

8.2.1 双层同步就地热再生施工需要的主要设备应符合表 8.2.1 的要求。

表 8.2.1 双层同步就地热再生施工设备技术要求

设备	技术要求		数量
间歇式沥青混合料拌和机	拌和操作应由计算机自动控制，配备良好的二级除尘装置。		不少于 1 台套。
双层同步再生机组	加热机	(a) 宜采用红外、热风原理加热机，可以采用不同加热原理的就地热再生装备进行组合。 (b) 具备加热能力自动控制功能，温度控制精度不低于±4%。 (c) 正常工作时产生的沥青烟尘浓度应满足环保要求。	上层再生：2~4 台。 下层再生：2~3 台。 应根据试验段情况确定实际设备数量。
	翻松机	(a) 应带有深度自动控制系统，翻松深度应不超过设定值±3mm。 (b) 应具备加热补温、添加再生剂功能，宜具备添加沥青、添加剂等功能，材料添加计量精度不低于±2%。	上、下层再生各 1 台。
	复拌机	(a) 应带有连续或间歇式拌缸，连续拌和速率不宜低于 1500kg/min，或能够与再生机组行进速度匹配。 (b) 应具备加热补温功能，宜具备添加沥青、添加剂等功能，材	1 台。

设备	技术要求		数量
		料添加计量精度不低于±2%。	
	提升机	(a) 提升高度不低于 3m，混合料提升速率不宜低于 1500kg/min，或能够与再生机组行进速度匹配。 (b) 应具备加热补温功能。	1 台。
	布料机	(a) 应具有再生混合料分收搅拌、加热补温等功能，连续拌和速率不宜低于 1500kg/min。 (b) 有效布料宽度不应低于 4m。	1 台。
	双层摊铺机	(a) 应具有双熨平板，有效摊铺宽度宜为 2.5m~4.5m，有效摊铺厚度宜为 10mm~100mm。 (b) 应具备加热补温功能。	1 台。
钢轮压路机	应大于 12 吨。		应根据试验段情况确定实际设备数量。
胶轮压路机	应大于 26 吨。		应根据混合料类型和试验段情况确定实际设备数量。
自卸汽车	(a) 可作为运料车和上层再生料转运车使用。 (b) 载重量宜为 25 吨以上。		应根据施工规模和运距等确定实际数量。

8.3 原路面预处理

8.3.1 双层同步就地热再生施工前，应根据设计文件及现场病害调查结果，对就地热再生无法修复的病害进行预处理。可根据病害的类型及面积选择不同的处理方法，如开挖、注浆等。在保证施工质量的前提下，宜优先考虑非开挖方式。

8.3.2 施工前应采取清扫、冲刷等措施确保原路面的清洁，清除路面受污染而无法再生的材料。

8.3.3 若原路面存在热熔型标线等影响施工质量的杂物，宜在施工前进行清理，并注意保证原路面的清洁。

8.3.4 若原路面存在对热再生施工有影响的其它障碍物，施工前应对其移除或重新布设。

8.3.5 对原路面存在的无法移除或重新布设的附属设施，应采取合理的措施加以保护，如采用隔热板保护桥梁伸缩缝及道路绿化等。

8.4 新沥青混合料拌制及运输

8.4.1 新沥青混合料须在沥青拌和厂（场、站）采用拌和机械拌制。应分别拌制用于双层同步就地热再生上层和下层的新沥青混合料，根据在再生混合料中的掺加比例确定上层和下层新沥青混合料产量。

8.4.2 混合料生产过程应符合《公路沥青路面施工技术规范》(JTG F40)的要求,不同类型添加剂的使用应符合相关产品标准的技术要求。

8.4.3 混合料出厂温度宜接近《公路沥青路面施工技术规范》(JTG F40)规定的上限,但不得高于废弃温度。

8.4.4 运料车应采取保温、防雨及防污染措施。用于双层同步就地热再生上层和下层的混合料不得混合装在同一运料车内。新沥青混合料运输时长不宜超过 5h。

8.5 上层沥青混合料再生回收

8.5.1 加热

(a) 宜配备 2~4 台加热机组成加热机组,针对 SMA、橡胶沥青混合料等特殊材料沥青路面或气温较低时,应进一步增加加热设备数量以提高路面加热效果。

(b) 根据试验段施工情况,综合考虑路面材料类型、环境温度等确定加热运行速度、加热设备之间的间距以及加热设备与主机之间的间距,加热过程中应及时根据主机反馈的信息进一步调整运行速度、运行方式以及加热功率等。

(c) 加热时必须保证原路面的加热温度和深度,不得因加热温度不足影响施工质量或加热温度过高造成沥青严重老化。

(d) 起点处加热应确保温度达到施工要求,加热机可采用往复多次及低功率、长时间加热的方式进行。

8.5.2 翻松

(a) 上层混合料的翻松宽度及深度应符合设计要求,可以根据实际路面情况在一定范围内进行调整。

(b) 翻松过程中应保证无夹层、不翻起下层混合料,保证纵向接缝顺直。

(c) 施工过程中每 200 米进行翻松深度的检查(采用插尺法),深度波动范围应在 $\pm 0.5\text{cm}$ 之内。

8.5.3 再生剂、热沥青及添加剂添加

(a) 再生剂、热沥青及液体改性剂:材料应保存在随车携带的贮存罐中。热沥青使用时须进行加热,普通沥青加热温度宜为 $155^{\circ}\text{C}\sim 160^{\circ}\text{C}$,改性沥青加热温度宜为 $160^{\circ}\text{C}\sim 165^{\circ}\text{C}$;再生剂或液态改性剂应根据产品使用说明选择是否加热以及加热温度。应采用机械设备自动添加,根据配合比设计的用量均匀喷洒,材料应直接与原路面沥青混合料接触。

(b) 固体添加剂:宜采用机械设备自动添加,添加速率应与再生机组的行进速度匹配,添加量应符合配合比设计的要求,材料应直接与原路面沥青混合料接触。

8.5.4 新沥青混合料添加与拌和

(a) 上层新沥青混合料添加至复拌机料斗中,通过复拌机拌缸将新沥青混合料和翻松的上层沥青混合料进行拌和。

(b) 新沥青混合料的添加比例应严格按照设计方案执行。新沥青混合料的现场添加应和机组运行速度以及复拌机的拌和速度相匹配。

(c) 应随时观察新旧料的拌和均匀程度，必要时应及时调整施工参数。

8.5.5 上层混合料收集与提升

(a) 采用提升机对新老料拌和后的再生沥青混合料进行收集和提升。

(b) 混合料收集应全面，表面无残留、遗落。

(c) 混合料提升过程应连续不间断，禁止面层混合料掉落。提升速度应和机组运行速度以及复拌机的拌和速度相匹配。

(d) 提升过程中不得出现杂质和污损现象。

8.5.6 上层混合料保温与转运

(a) 通过提升机将上层混合料转至转运车内。上层再生混合料用转运车应采取良好的保温、防雨及防污染措施。

(b) 转运车满载后应加盖棉被或毡布，后退等待下层就地热再生机组。

(c) 上层再生混合料在等待过程中的温度应保持在摊铺温度以上。

8.6 下层沥青混合料再生

8.6.1 加热

(a) 宜配备 2~4 台加热机组成加热机组，加热宽度达到上面层宽度要求。

(b) 下层沥青混合料加热其它要求应符合本规范 8.5.1 的规定。

8.6.2 翻松

(a) 翻松深度应符合设计要求，翻松宽度可较上层两侧各减少 100~150mm。

(b) 下层沥青混合料翻松其它要求应符合本规范 8.5.2 的规定。

8.6.3 再生剂、热沥青及添加剂添加

(a) 按下层再生沥青混合料配合比设计确定再生剂、热沥青及添加剂用量。

(b) 下层沥青混合料再生剂、热沥青及添加剂添加其它要求应符合本规范 8.5.3 的规定。

8.6.4 新沥青混合料添加与拌和

(a) 下层新沥青混合料添加至布料机料斗，通过布料机拌缸将新沥青混合料和翻松的下层沥青混合料进行拌和。

(b) 下层新沥青混合料添加与拌和其它要求应符合本规范 8.5.4 的规定。

8.7 同步摊铺、碾压

8.7.1 再生混合料摊铺前下承层的顶面温度不宜低于 100℃，施工过程中如未达该温度，应对下承层顶面进行加热。

8.7.2 摊铺

- (a) 应采用双层摊铺机进行上、下层混合料的同步摊铺。
- (b) 摊铺前双层摊铺机的上、下双熨平板应预热温度不应低于 110℃。
- (c) 下层再生混合料通过双层摊铺机拌缸拌和后就地摊铺，转运车内储存的上层再生混合料通过双层摊铺机料斗添加，摊铺至下层再生沥青混合料表面。
- (d) 摊铺时应保证混合料均匀，不得出现粗糙、拉毛、离析等现象。混合料松铺系数根据试验段结果进行控制。
- (e) 摊铺过程中应加强接缝处的控制，纵、横缝必须做到平整、密实、粘结良好、无高差、无离析。

8.7.3 碾压

- (a) 针对不同混合料类型、摊铺厚度，选择适宜的碾压工艺，具体施工参数宜通过试铺路段确定。
- (b) 压路机应缓慢匀速碾压，分初压、复压、终压碾压方式，碾压过程中应做到紧跟碾压，为保障压实效果，可根据实际情况适当增加压路机数量。
- (c) 在路面冷却后，开放交通前，完成路面平整度、构造深度、渗水系数、摩擦系数等功能指数和几何线形的检测。

8.7.4 开放交通

- (a) 碾压工序结束后，待路表温度降至 50℃ 以下后，方可开放交通。开放交通之前，严禁车辆在成型的路面上通过。
- (b) 标志拆除前，必须将作业区内的所有废料、杂物清理干净，不得将废料和垃圾丢弃到边坡、边沟和中间分隔带。

9 质量控制与检查

9.1 一般规定

- 9.1.1 应根据全面质量的要求，建立健全有效的质量保证体系，对施工各工序的质量进行检查评定，达到规定质量标准，确保施工质量的稳定性。
- 9.1.2 施工应采用动态质量管理，强化事前和过程控制。
- 9.1.3 所有质量检验和管理的原始记录、试验检测及计算数据、汇总表格，应如实记录和保存，严禁编造、随意修改质量管理的原始记录和数据。宜引入信息化手段进行关键施工指标及过程的自动采集和记录。

9.2 施工前的材料与设备检查

- 9.2.1 施工前须检查各种材料的来源和质量，对所使用的沥青、集料、矿粉、再生剂和各种添加剂等重要材料，需提交最新检测报告。

9.2.2 沥青路面双层同步就地热再生施工过程中的材料质量检查应符合《公路沥青路面施工技术规范》(JTG F40)对热拌沥青混合料的相关规定。

9.2.3 对沥青拌和楼、双层同步就地热再生设备和辅助施工设备进行调试,保证进场设备齐全与可靠。设备应符合本规范表 8.2.1 的技术要求。

9.3 施工过程中的质量管理与检查

9.3.1 新沥青混合料应按表 9.3.1 规定的项目与频度进行质量检查,用于上层和下层的混合料应分别进行检查。

表 9.3.1 新沥青混合料质量控制标准

检验项目	检验频度	质量要求或允许偏差	试验方法
外观	随时	均匀、无花白料、无析漏	目测
成品温度	逐车检测评定	符合本规范规定	T 0981
级配	逐盘记录, 每台拌和机每日 1~2 次	公称最大粒径, 0.075mm: $\pm 2\%$, 关键筛孔: $\pm 3\%$ 其他筛孔: $\pm 4\%$	JTG E20 T 0725 抽提筛分与标准级配比较的差
沥青用量(油石比)	每台拌和机每日 1~2 次	设计值 $\pm 0.2\%$	JTG E20 T 0725
添加剂用量	每天或每班总量 检测评定	设计值 $\pm 0.5\%$	总量计量

注: 1 拌和楼要及时打印每盘料及其总量的数据, 辅助进行沥青用量和级配组成检验;

2 超温的沥青混合料应废弃, 并予以书面记录。

9.3.2 再生青混合料应按表 9.3.2 规定的项目与频度进行质量检查, 上层和下层再生混合料应分别进行检查。室内试验所用混合料须在新沥青混合料与现场翻松料均匀拌和后取得。

表 9.3.2 双层同步就地热再生混合料施工过程中质量控制标准

检验项目	检验频度	质量要求或允许偏差	试验方法
混合料外观	随时	应均匀、无离析、无花白料、 无油团	目测
新沥青混合料、再生剂、新沥青、添加剂用量	随时	适时调整, 总量控制	每天计算
再生混合料级配(%)	每天 1~2 次	± 2 ± 5 (高速公路、一级公路); ± 6 (其它等级公路);	JTG E20 T0725 或 T0735, 与标准级配比较的差

检验项目	检验频度	质量要求或允许偏差	试验方法
	≥4.75mm	±6（高速公路、一级公路）； ±7（其它等级公路）	
再生混合料沥青含量（%）	每天 1~2 次	设计值±0.3	JTG E20 T0722 或 T0735
马歇尔试验：空隙率、稳定度、流值	每天 1 次	符合设计要求	JTG E20 T0702、T0709
浸水马歇尔试验	必要时	符合设计要求	JTG E20 T0702、T0709
动稳定度试验	每周 1~2 次	符合设计要求	JTG E20 T0719

9.3.3 双层同步就地热再生路面施工过程质量控制应按表 9.3.3 规定的项目与频度进行质量检查。

表 9.3.3 双层同步就地热再生路面施工过程中质量控制标准

检验项目	检验频度	质量要求或允许偏差	试验方法
外观	随时	表面平整密实，无明显轮迹、 裂痕、推挤、油包、离析等缺 陷	目测
纵、横接缝高差（mm）	每 200m 测 1 处	≤3	3m 直尺间隙
翻松裸露面温度（℃）	随时	≥85（普通沥青） ≥100（改性沥青）	紧跟铣刨刀头测量
再生混合料摊铺温度（℃）	随时	≥120（普通沥青混合料） ≥130（改性沥青混合料） ≥135℃（SMA 混合料）	红外线温度计实测
同步摊铺前下承层温度（℃）	随时	≥100	
碾压终了温度（℃）	随时	≥85	
再生宽度（mm）	每 100m 检验 1 次	≥设计宽度	JTG 3450 T0911
再生厚度	总厚度	设计值的-5%	JTG 3450 T0912
	上层	设计值的-10%	
	下层	设计值的-10%	
压实度（%）	每 1500 m ² 检验 1 组	SMA 路面： ≥98（基于实验室标准密度） ≥94（基于理论最大相对密度）	JTG 3450 T0924， JTG F40附录E

检验项目		检验频度	质量要求或允许偏差	试验方法
			其它路面： ≥97（基于实验室标准密度） ≥93（基于理论最大相对密度）	
层间黏结强度（MPa）		每 5000m ² 检验 1 处	拉拔强度≥0.5	JTG 3450 T0985 或 附录 A
平整度（σ）（mm）		全线连续	≤1.5（高速、一级公路）	JTG 3450 T0932：全 程每车道施工段连 续，按每 100m 施工 段计算σ
			≤2.5（其它等级）	
渗水系数（ml/min）		每 200m 检验 1 处	符合设计要求	JTG 3450 T0971
抗滑	构造深度 （mm）	每 200m 检验 1 处	符合设计要求	JTG 3450 T 0961/62/63
	摆值（BPN）	每 200m 检验 1 处		JTG 3450 T 0964

10 交工检查与验收

10.1 一般规定

10.1.1 双层同步就地热再生在交工阶段的各项质量指标和检查频度，应符合现行《公路沥青路面施工技术规范》（JTG F40）的相关规定。

10.1.2 质量保证的期限应按国家规定或招标文件要求确定。

10.2 质量检查与验收

10.2.1 双层同步就地热再生施工验收项目与频率应按表 10.2.1 执行。

表 10.2.1 交工检查项目

检查项目		检查频度（每一侧车行道）	质量要求或允许偏差	试验方法
外观		随时	表面平整密实，不得有明显轮迹、裂缝、推挤、油疔、油包等缺陷，且无明显离析	目测
路表平整度*	IRI（m/km）	全线连续	≤2（高速公路、一级公路） ≤4（其它等级公路）	JTG 3450 T0933

检查项目		检查频度（每一侧车行道）	质量要求或允许偏差	试验方法
	标准差 (mm)	全线连续	≤1.5（高速公路、一级公路） ≤2.5（其它等级公路）	JTG 3450 T0932
路表渗水系数不大于		每 1km 不少于 5 点，每点 3 处 取平均值评定	符合设计要求	T 0971
抗滑*	构造深度 (mm)	每 1km 不少于 5 点	符合设计要求	JTG 3450 T 0961/62/63
	摆值 (BPN)	每 1km 不少于 5 点	符合设计要求	JTG 3450 T 0964
	横向力系数 SFC ₆₀	全线连续	符合设计要求	JTG 3450 T0965/67

*注：测试方法可任选其一。

附录 A
(规范性附录)

双层同步就地热再生沥青路面层间拉拔强度试验方法

A.1 适用范围

A.1.1 本方法适用于检验已压实的双层同步就地热再生路面层间黏结强度。

A.2 试验仪器与技术要求

A.2.1 层间拉拔强度室内试验需要下列仪器：

- (1) 路面取芯钻机：钻头直径 10cm；
- (2) 拉力试验机：拉头直径 100mm；
- (3) 芯样切割机；
- (4) 电风扇或快干仪；
- (5) 恒温箱或水浴；
- (6) 其它：卡尺，毛刷、小铲。

A.3 试验方法与步骤

(1) 试验步骤

1) 现场取芯：按照 T0901 取样方法钻取路面芯样，芯样直径不宜小于 100mm。芯样应包含含双层再生的上、下层位，下层总厚度不宜小于 40mm。

2) 芯样处理：下层底面不平整时，应用芯样切割机切平底面，切割后的下层总厚度不宜小于 40mm。用毛刷刷净芯样黏附的粉尘、颗粒。将芯样晾干或采用快干仪使芯样干燥至恒重。

3) 用 A、B 胶或环氧树脂将拉头与芯样上、下表面黏结。应旋转、挤压拉头使拉头与芯样表面完全黏结。将与拉头黏结的芯样在室温条件下静置至 A、B 胶或环氧树脂完全凝结。

4) 将与拉头黏结的芯样置于 20℃ 的恒温箱或水浴中养生。恒温箱养生时间不宜低于 5h，水浴养生时间不宜低于 2h。

5) 养生结束后，将芯样取出，通过上下拉头安装在拉力试验机上。以 50mm/min 速率对芯样进行拉拔。当试验机数显仪上拉拔力不再增加时，说明芯样被拉断，停止加载，读取拉拔力峰值 F 。

6) 加载结束后，将芯样从试验机中取出，观察芯样断裂状态，若为芯样结构层断裂，应在试验结果中注明。

7) 试验结束后，将使用过的拉头用沸水煮 5min~10min 后用小铲清理表面，也可加热试验拉头，用小铲进行清理。

(2) 计算

拉拔强度按照式 (A.1) 计算。

$$P = \frac{F}{\pi r^2} \quad (\text{A.1})$$

P ——拉拔强度 (MPa);

F ——拉拔强度 (N);

r ——芯样半径 (mm)。

A.4 报告

A.4.1 报告每次试验的拉拔强度。