

DB 14

山 西 省 地 方 标 准

DB 14/T 1721—2018

沥青路面就地热再生施工技术指南

Technical Guidelines for Geothermal Recycling of Asphalt Pavements

2018 - 10 - 01 发布

2018 - 12 - 01 实施

山西省质量技术监督局 发布

目 次

前言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 适用条件	2
5 施工前技术准备	3
6 材料要求	4
7 就地热再生沥青混合料配合比设计	6
8 施工工艺	8
9 质量管理与验收	10
10 安全环保与文明施工	11
附录 A（规范性附录） 回收沥青路面材料（RAP）取样与试验分析	13
附录 B（规范性附录） 复拌再生沥青混合料目标配合比设计	15
附录 C（规范性附录） 整形加铺再生沥青混合料目标配合比设计	17

前 言

本标准按照GB/T 1.1-2009《标准化工作导则 第1部分：标准的结构和编写》给出的规则起草。

本标准由山西省交通运输厅提出并归口。

本标准起草单位：山西省交通科学研究院、山西省高速公路管理局、北京中交路通科技发展有限公司。

本标准主要起草人：张晓燕、李智慧、王瑞林、郝文斌、祝海折、刘伟、张俊豪、李卫妮、蔺琳、张敏、张长青、王家林、杨武、程茂业、刘聪慧、郭书翊、李巍、陈平超

沥青路面就地热再生施工技术指南

1 范围

本标准规定了沥青路面就地热再生的术语和定义及符号、总体要求、原路面调查与分析、材料要求、就地热再生沥青混合料配合比设计、施工工艺、质量管理与验收、安全环保与文明施工。

本标准适用于公路沥青路面表面层的就地再生利用，也可用于市政道路，再生层可用作上面层或者中面层。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是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 E60 公路路基路面现场测试规程
- JTG F40 公路沥青路面施工技术规范
- JTG F41 公路沥青路面再生技术规范
- JTG F80/1 公路工程质量检验评定标准
- DB14/T 160 公路改性沥青路面施工技术规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

回收沥青路面材料（RAP）

采用加热翻松、开挖等方式从沥青路面上获得的旧路面材料。

3.2

沥青再生剂

掺加到再生沥青混合料中，用于恢复已老化沥青性能的添加剂。

3.3

再生沥青

从回收沥青路面材料（RAP）中抽提出旧沥青，按比例加入再生剂，性能得到一定程度恢复的沥青。

3.4

就地热再生

采用专用的就地再生设备，对沥青路面进行加热、翻松，就地掺入一定数量的新沥青、新掺沥青混合料（如需要）、再生剂等，经热态拌和、摊铺、碾压等工序，一次性实现对表面一定深度范围内的旧沥青路面再生的技术。就地热再生分为复拌再生、加铺再生。加铺再生分为整形加铺再生和复拌加铺再生：

- a) 复拌再生：将旧沥青路面加热、翻松，就地掺入一定数量的再生剂、新沥青（如需要）、不超过 30% 的新掺沥青混合料，经热态拌和、摊铺、压实成型；
- b) 整形加铺再生：将旧沥青路面加热、翻松，就地掺入一定数量的再生剂，拌和形成再生沥青混合料，利用再生复拌机的第一熨平板摊铺再生沥青混合料，利用再生复拌机的第二熨平板同时将新沥青混合料摊铺于再生沥青混合料之上，两层一次压实成型；
- c) 复拌加铺再生：将旧沥青路面加热、翻松，就地掺入一定数量的再生剂、新沥青（如需要）、不超过 30% 的新掺沥青混合料，拌和形成再生沥青混合料，利用再生复拌机的第一熨平板摊铺再生沥青混合料，利用再生复拌机的第二熨平板同时将新沥青混合料摊铺于再生沥青混合料之上，两层一次压实成型。

3.5

回收沥青路面材料（RAP）矿料级配

用离心分离法或者燃烧法除去回收沥青路面材料（RAP）中的沥青后得到的矿料级配。

3.6

新掺沥青混合料

为改善旧沥青混合料性能而掺入沥青及集料形成的混合料。

3.7

新沥青混合料

加铺再生时，用于加铺层的沥青混合料。

3.8

再生沥青混合料

含有回收沥青路面材料（RAP）的混合料。

3.9

再生沥青混合料级配

回收沥青路面材料（RAP）的矿料与新矿料的合成级配。

4 适用条件

4.1 一般规定

4.1.1 原路面整体强度满足设计要求。

4.1.2 采用就地热再生工艺施工的再生工程，宜在 15℃ 以上气温条件下施工，不得在雨天、路面潮湿的情况下施工。

4.1.3 原路面上有稀浆封层、微表处、超薄罩面、碎石封层的，宜就地热再生前，应先将其铣刨掉，或经充分试验分析后，做出针对性的材料设计和工艺设计。

4.2 复拌再生技术适用条件

复拌再生技术适用条件如下：

- a) 原路面沥青混合料材料粒径比较均匀，再生施工后质量易于控制；
- b) 原路面车辙、坑槽深度较浅，掺加的新沥青混合料一般低于 30%；
- c) 可通过复拌再生达到设计标准；
- d) 原路面沥青老化不太严重，可通过再生能有效恢复其路用性能，再生混合料质量能达到磨耗层要求。

4.3 整形加铺再生技术适用条件

整形加铺再生技术适用条件如下：

- a) 原路面沥青面层混合料材料离散性较大以及挖补面积较大，通过复拌再生难以达到磨耗层技术标准；
- b) 原路面沥青混合料级配缺陷较严重，通过复拌再生难以达到磨耗层要求，但又能通过再生用作中面层；
- c) 原路面沥青老化较严重，通过再生难以直接用作磨耗层。

4.4 复拌加铺再生技术适用条件

复拌加铺再生技术适用条件：

- a) 原路面沥青面层混合料材料离散性较大以及挖补面积较大，通过复拌再生难以达到磨耗层技术标准；
- b) 因交通量升级原路面沥青面层不足以符合现在公路等级要求，需要加铺新沥青混合料予以补强；
- c) 原路面沥青混合料级配缺陷较严重，通过复拌再生难以达到磨耗层要求，但又能通过再生用作中面层；
- d) 原路面沥青老化较严重，通过再生难以直接用作磨耗层；
- e) 原路面车辙、坑槽深度较深，掺加的新沥青混合料一般大于 30%；
- f) 交通量较大，通过复拌再生难以达到设计标准。

5 施工前技术准备

5.1 一般规定

就地热再生技术运用前，必须对原路面历史信息、原路面技术状况、交通量、工程经济等全面完整的相关信息进行调查，并进行综合分析及准确评价，为沥青就地热再生技术提供可靠的依据。

5.2 历史资料调查

5.2.1 收集原路面修建时的设计资料、施工资料及竣工资料，一般包括原路面的宽度、厚度、结构类型、级配、材料及施工工艺方面的资料，从资料分析建设期间是否存在设计和施工质量问题。

5.2.2 养护记录调查不仅能够反映路面的病害情况及路面的维修现状，同时还会记录路面产生病害的原因。因此，养护记录调查是就地热再生路面调查中不可缺少的一个环节，应着重核查各种养护操作的原因、时间、类型、位置、规模以及具体实施过程中采用的方法、材料类型、数量及应用范围。

5.3 路面使用状况调查

5.3.1 对路面的结构强度进行检测和评定，并计算路面结构强度指标（PSSI）。路面结构强度宜采用自动检测设备检测，并结合人工调查评价路面结构层，尤其是基层的完整状况。

5.3.2 对路面出现的各种路况进行全面的调查，宜采用自动化检测方法与人工检测方法相结合的方式对路面平整度、车辙、抗滑、破损等进行调查评定，并计算路面状况指数（PCI）、路面行驶质量指数（RQI）、车辙深度（RD）。

5.4 原沥青面层材料调查

5.4.1 应对每一个施工段落进行原路面材料的性能调查。

5.4.2 路面病害主要存在于沥青路面表层，可只对沥青路面上面层材料进行性能调查，若路面病害较为严重，则应根据实际情况对沥青路面的上面层、中下面层进行性能调查。

5.4.3 沥青路面材料的现场取料包括取芯、取样。取芯主要用于测定沥青路面各层厚度，取样用于对旧沥青混合料的分析。为保障取料的代表性，应综合考虑施工段落的划分、试验工作量，对相同类型段落长度进行合并，可按照本规范附录 A 所列的方法，确定取芯取样的位置。

5.4.4 沥青路面材料的取样主要用于对旧沥青混合料的油石比、级配、旧沥青性能、旧矿料的性能测试及再生沥青混合料的配合比设计与性能检验，也可用于旧沥青混合料的性能测试。取样时，宜采用小型加热机或整块挖掘的方法取样。取样回收应采取分层回收，并严格控制回收深度，避免不同层位的沥青相互混合。

5.4.5 回收获得的旧矿料应进行级配、密度测试。

5.4.6 对回收获得的旧沥青，普通沥青应进行针入度、软化点、延度、60℃粘度等性能测试，SBS 改性沥青还需进行弹性恢复和测力延度的测试。

5.5 交通及环境调查

5.5.1 旧路面交通量调查为就地热再生结构设计和材料设计提供依据和参考。调查内容有：交通量的大小、重载情况、渠化交通情况以及就地热再生工程设计使用年限内交通量发展预测。另外，为就地热再生施工制订交通组织方案提供依据。

5.5.2 环境调查主要是调研就地热再生施工可能有影响的敏感点，这些敏感点是否对就地热再生施工造成干扰。如沿线桥梁、下水井盖、路缘石、防护设施、加油（气）站、两侧的绿化设施等。

5.6 原路面评价

5.6.1 当局部路面结构强度不足时，应进行必要的补强后再进行就地热再生，适用标准见表 1。

5.6.2 根据路况评定结果，计算路面抗滑性能指数（SRI）。路面抗滑指标（SRI）不满足要求时，可采用复拌再生或加铺再生，再生方式应结合其他破坏类型确定。

5.7 综合评价

对采取不同的路面维修方法进行经济对比分析评价，分析各种方法加固路面设计使用年限内的平均成本，包括路面维修成本、养护成本、路面残值等，再通过工程技术、环境、交通、工程经济等各个方面的评价，确定合理的就地热再生方案。

6 材料要求

6.1 回收沥青路面材料（RAP）

回收沥青路面材料（RAP）检测项目见表 2。

表1 就地热再生适用标准

病害指标	再生类型		
	复拌再生	整形加铺	复拌加铺
车辙 (mm)	≤30		
裂缝率 (%)	≥10		
摩擦系数 (μ 60)	<0.25		
路面行驶质量指数 RQI	≤3.5		
沥青针入度 (0.01 mm)	>30	20~30	

注：摩擦系数不满足要求，其他指标满足要求也可进行就地热再生。

表2 回收沥青路面材料 (RAP) 检测项目

材料类型	试验参数	技术要求	试验方法
原路面材料	原路面材料级配	实测	T 0302-2005
	沥青含量 (%)	实测	T 0726-2011/T 0727-2011
原路面材料中的沥青	针入度 (0.1 mm)	>20	T 0604-2011
	15 °C (5 °C) 延度 (cm)	实测	T 0605-2011
	软化点 (°C)	实测	T 0606-2011
	60 °C (135 °C) 粘度 (Pa·s)	实测	T 0620-2011/T 0625-2011

6.2 再生剂

6.2.1 在回收沥青路面材料 (RAP) 中掺加再生剂。再生剂的选用应综合考虑沥青的老化及性能变化程度、回收沥青路面材料 (RAP) 的使用年限及其在再生沥青混合料中所占比例，再生剂与沥青胶结料的配伍性，再生沥青混合料 (RAM) 的用途等因素。再生剂用量则应通过室内试验确定。

6.2.2 再生剂性能应符合以下四方面的规定，并应满足 JTG F41 及表 3 的技术要求：

- 具有与沥青良好的配伍性。
- 具有良好的流变性质。
- 具有溶解和分散沥青质的能力。
- 具有一定的耐热性和耐候性。

表3 再生剂质量要求

检验项目	RA-1	RA-5	RA-25	RA-75	RA-250	RA-500	试验方法
60 °C 粘度	50~175	176~900	901~4500	4501~12500	12501~37500	37501~60000	T0619
闪点 °C	≥220	≥220	≥220	≥220	≥220	≥220	T0633
饱和分含量 %	≤30	≤30	≤30	≤30	≤30	≤30	T0618
芳香分含量 %	实测记录	实测记录	实测记录	实测记录	实测记录	实测记录	T0618
薄膜烘箱试验前后 粘度比 (后/前)	≤3	≤3	≤3	≤3	≤3	≤3	T0619
薄膜烘箱试验前后 质量变化 %	≤4, ≥-4	≤4, ≥-4	≤3, ≥-3	≤3, ≥-3	≤3, ≥-3	≤3, ≥-3	T0609/T0610
15 °C 密度	实测记录	实测记录	实测记录	实测记录	实测记录	实测记录	T0603

6.3 沥青

再生加铺层用沥青标号宜按公路等级、气候条件、交通条件、路面类型及在结构层中的层位及受力特点等，结合当地的使用经验，经技术论证后确定，且不低于原沥青路面所用沥青标号等级。再生混合料中新添加的沥青及添加再生剂后的再生沥青技术指标应符合JTG F40的要求。

6.4 矿料

新加入的矿料应符合JTG F40的要求，其中高速公路、一级公路细集料应采用机制砂，并选用优质碱性石料生产，0.075 mm通过率应不大于10 %。矿料的岩性宜与原路面相同。

6.5 其它添加剂

6.5.1 根据工程特点需要添加的纤维、抗剥落剂等添加剂，应符合 JTG F40 的有关规定。

6.5.2 添加剂材料的选择应综合考虑施工可操作性，性能、工程成本以及运输、储存等方面因素进行技术论证。

6.6 新添加沥青混合料

6.6.1 复拌再生、整型加铺再生、复拌加铺再生中与旧沥青混合料拌和的新掺沥青混合料，应根据旧沥青混合料矿料级配、再生路面的性能要求，确定其级配组成，并对新旧沥青混合料混合后的混合料性能检验，其性能应满足 JTG F40 的技术要求。

6.6.2 用于加铺再生中加铺层的新沥青混合料应满足 JTG F40 的技术要求。

7 就地热再生沥青混合料配合比设计

7.1 一般规定

7.1.1 复拌再生沥青混合料配合比设计时，应充分考虑原路面沥青混合料的配合比和病害特点，有针对性地进行再生沥青混合料的配合比设计。

7.1.2 复拌再生沥青混合料配合比设计方法宜采用马歇尔试验方法，基本流程遵循 JTG F40, 也可采用先进的混合料设计方法，如 SUPERPAVE 设计方法等。

7.1.3 复拌再生沥青混合料配合比应通过试验段进行验证。

7.1.4 整形加铺再生中的整型层，只通过添加再生剂恢复旧沥青的性能。

7.1.5 加铺再生中加铺层的沥青混合料设计按照 JTG F40 热拌沥青混合料配合比设计方法设计。

7.1.6 再生沥青混合料配合比设计流程按图 1、图 2 进行。

7.2 设计标准

7.2.1 复拌再生沥青混合料类型宜与原沥青路面混合料类型保持一致。

7.2.2 在进行就地热再生沥青混合料设计时，应选择合理的级配范围，复拌再生、加铺再生加铺层级配范围应符合 JTG F40 不同类型的技术要求。

7.2.3 再生沥青混合料（RAM）各项体积指标等技术要求应符合 JTG F40 的规定。

7.2.4 再生沥青混合料（RAM）的配合比确定后，应进行再生沥青混合料使用性能检验。各项性能指标应不低于 JTG F40 的要求。

7.3 目标配合比设计

- 7.3.1 复拌再生沥青混合料配合比设计按照本规范附录 B 的设计方法进行。
- 7.3.2 整形加铺再生沥青混合料配合比设计按照本规范附录 C 的设计方法进行。

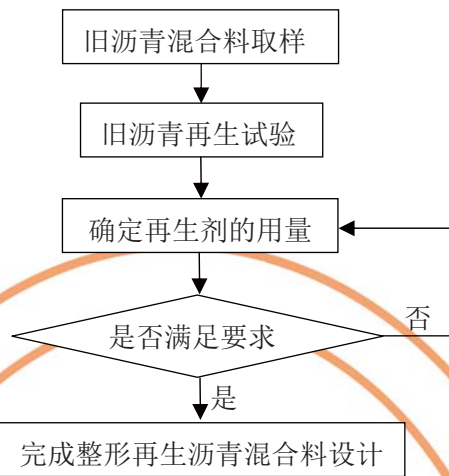


图1 整形再生沥青混合料设计流程

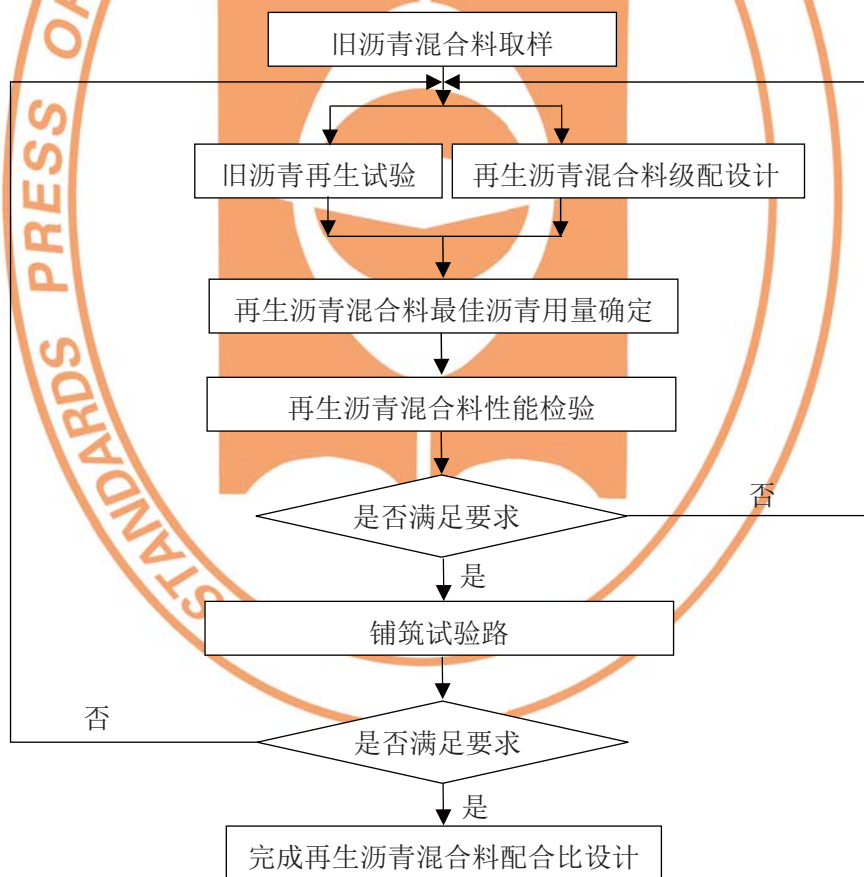


图2 复拌再生沥青混合料设计流程

7.4 生产配合比验证

- 7.4.1 就地热再生应通过试验路铺筑对目标配合比设计进行验证，并确定最终的生产配合比。

7.4.2 试验路检验再生沥青混合料性能的指标有：再生沥青混合料的级配、沥青用量、混合料体积指标、动稳定度、浸水马歇尔残留稳定度、冻融劈裂强度比等；现场检测指标有：平整度、压实度、厚度、渗水系数等，各项性能指标应符合 JTG F40 的要求。

7.5 试验路铺筑

就地热再生正式施工前应铺筑试验路，从施工工艺、质量控制、施工管理、施工安全等各个方面进行检验。就地热再生试验路段的长度不宜小于200 m。通过试验段检验以下工作：

- a) 检验再生设备的性能是否满足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。
- c) 确定再生设备合理施工速度以及摊铺碾压等工艺参数。
- d) 检验就地热再生沥青混合料目标配合比设计，确定再生剂、沥青、添加剂以及新掺沥青混合料的合理用量及其掺加工工艺。
- e) 检验施工组织及交通组织方案的合理性。

8 施工工艺

8.1 一般规定

- 8.1.1 就地热再生试验段长度不得小于 200 m，以确定设备配置要求和工艺参数。
- 8.1.2 本标准未规定的技术内容应符合 JTG F40 的技术要求。

8.2 施工组织

- 8.2.1 就地热再生施工应制定合理的施工方案，包括具体的工程量、施工工期、就地热再生施工实施方案、交通组织方案、现场设备管理及人员分工方案等。
- 8.2.2 施工前应做好施工信息的发布，根据作业面的长度，提前与相关部门协商，提前设置各类标志标牌等交通安全设施，由专人执勤管制，同时做好交通组织及应急预案。

8.3 原路面及周边预处理

- 8.3.1 就地热再生施工前，必须对就地热再生无法修复的局部路面病害进行预处理，在施工前对路面采取清扫等措施，保证路面清洁。预处理如下：
 - a) 破损松散类病害：破损松散类病害的深度超过就地热再生施工深度时，应予挖补；
 - b) 变形类病害：根据再生设备的不同，变形深度为 30 mm~50 mm 时，再生前应预先铣刨处理；
 - c) 裂缝类病害：对于一般横向裂缝，宽度不大于 5 mm 时，可以不处理；对于宽度大于 5 mm 或多条集中及出现分岔、边缘沉陷的横向裂缝，应进行深层预先处理。根据裂缝的发展程度，将沥青面层分层呈阶梯状铣刨后粘贴防裂贴，再用新沥青混合料分层回填、压实。
- 8.3.2 原路面特殊部位的预处理应按照以下执行：
 - a) 宜用铣刨机沿行车方向将伸缩缝和井盖后端铣刨 2 m~5 m，前端铣刨 1 m~2 m，深度 30 mm~50 mm，施工应使用新沥青混合料铺筑；
 - b) 原路面上的突起路标应清除；
 - c) 原路面上较厚的热熔型标线应在施工加热后清除，已磨损到不太明显的标线可不清除；
 - d) 采用隔热板保护桥梁伸缩缝；
 - e) 对影响就地热再生施工的其它障碍物，施工前应将其移除或重新布设。
- 8.3.3 就地热再生施工前应进行现场周边环境调查，对可能受到影响的植物隔离带、树木、加油站等提前采取隔离措施。

8.4 机械设备

8.4.1 再生机选型时要考虑设备能否满足施工热再生工艺的要求，应满足：

- a) 整机应为自行式、全液压传动和驱动、前后轴均可液压并相互独立；
- b) 对再生层的翻松应采用耙松器，不得使用旋转切削装置，耙松器应为分段式，高度应独立可调，最大翻松宽度不小于 4.5 m，可无级变宽；
- c) 有深度自动控制系统，可精确控制翻松深度；
- d) 搅拌方式：卧轴拌缸强制搅拌，保证拌和的均匀性，搅拌能力不小于 120 t/h。将回收材料与新添加的材料进行充分均匀地拌合；
- e) 具有新料添加系统，外加混合料有计算机控制比例计量系统并确定外加混合料的数量，添加量取决于机器的工作宽度、工作速度和工作深度。外加混合料按再生工艺需要可以加入搅拌器，也可以直接加在熨平板前面；
- f) 有添加剂喷洒系统。该系统根据再生深度、速度、添加量等条件参数，自动控制计量，洒布均匀；
- g) 混合料的摊铺：配有一体式摊铺系统，能对搅拌好的再生料及新混合料进行摊铺。最大摊铺宽度不小于 4.5 m，可无级变宽；带振捣、振动熨平板，振动频率应在 0~60 Hz 可调，调动能力不小于 2.5%，有自动找平功能，找平精度不大于 2 mm/3 m 直尺。

8.4.2 加热机选择应满足：

加热机是在就地热再生时对沥青路面进行加热，它直接影响到整个热再生施工的质量、效率。加热机的工作方式主要有三种：远红外线加热、热风循环、红外线热风循环综合式。

8.4.3 压路机选择应满足：

压路机的选择考虑到就地热再生施工现场加热的局限性、温度损失较快、热再生使用通长是单车道施工、路面宽度较小等特点以及沥青施工规范要求，决定了现场使用的压路机应吨位大、性能可靠。施工时除了按沥青施工规范要求进行压实外，还得考虑再生工艺的特点，紧跟再生机进行碾压，尽量减少热量损失。

8.4.4 再生剂生产设备及再生剂运输车应满足：

- a) 根据热再生原理，再生剂的作用就是补充老化沥青的轻质油份，恢复原沥青路面中沥青的性能，再生剂的生产过程也就是将再生剂原料与沥青按不同的比例通过胶体磨进行融合。对普通的乳化沥青生产设备进行简单的改装就可生产再生剂，所以再生剂生产设备的选择过程也主要是乳化沥青生产设备的选择过程，选型时应考虑再生剂的用量；
- b) 再生剂运输车的选型要根据每日再生剂用量确定。

8.4.5 液化气加注泵应满足：

由于加热机使用的燃气是液化气，在添加时需要使用液化气泵。液化气泵的选择应根据每日的用气量进行选择。如果热再生工程量较大，建议施工单位自己采购一台液化气槽车，以减少不必要的损失。

8.5 再生作业

8.5.1 施工工艺流程如下：

- a) 复拌再生施工工艺：路面加热→路面翻松→添加再生剂→添加新沥青（如需要）→新掺沥青混合料与旧沥青混合料复拌→摊铺机摊铺→碾压；
- b) 复拌加铺施工工艺：路面加热→路面翻松→添加再生剂→添加新沥青（如需要）→新掺沥青混合料与旧沥青混合料复拌→摊铺机第一熨平板摊铺再生沥青混合料→摊铺机第二熨平板摊铺加铺层新沥青混合料→碾压；
- c) 整形加铺施工工艺：路面加热→路面翻松→添加再生剂→旧沥青混合料复拌→摊铺机第一熨平板摊铺再生沥青混合料→摊铺机第二熨平板摊铺加铺层新沥青混合料→碾压。

8.5.2 清扫路面，画导向线。

清扫路面，避免杂物混入混合料内。在路面再生宽度以外画导向线，也可以将路面边缘线作为导向线，保证再生施工边缘平顺美观。

8.5.3 加热工艺流程如下：

- a) 复拌再生及加铺再生设备应选择对原路面沥青二次老化程度小、废气排放少、加热效率高的加热设备。加热方式宜选择热风加热或红外加热方式；
- b) 根据试验段施工，综合考虑路面材料类型、环境温度等确定加热设备数量、设备行走速度、加热设备间的间距及加热设备与翻松机械间的间距等因素，过程中及时调整各参数，使再生效果达到最优；
- c) 加热时必须保证原路面的加热温度和加热深度，不得因加热温度不足或过高影响施工质量；
- d) 加热宽度应大于再生宽度两侧各 20 cm。

8.5.4 再生剂喷洒流程如下：

- a) 再生剂喷洒装置应与再生复拌机行走速度联动，并可准确计量；
- b) 再生剂应加热至不影响再生剂质量的最高温度，以提高再生剂的流动性和与旧沥青的融合性；
- c) 再生剂应喷入翻松装置，翻松的同时即可完成再生剂与旧沥青混合料的第一次初步拌和；
- d) 再生剂用量应准确控制，施工过程中应根据铣刨深度的变化适时调整再生剂的用量。

8.5.5 翻松过程应尽量减少集料破碎，保证无夹层、不翻起下层混合料。施工过程中每 200 m 进行再生深度的检测，深度波动范围应在±5 mm 之内。

8.5.6 复拌再生中新掺沥青混合料的配合比及添加比例应严格按照设计方案执行，新掺沥青混合料的现场添加应和主机运行速度及拌和速度相匹配，保证新料添加量准确，并在施工过程中随时观察新旧料的拌和均匀程度，必要时及时调整施工参数。

8.5.7 再生层的下承层顶面温度不宜低于 100 ℃，施工过程中达不到该温度时，需增加再生层的加热时间，或增加加热设备。

8.6 摊铺

8.6.1 复拌再生及加铺再生摊铺应按照 JTG F40 执行，混合料摊铺应均匀，避免出现离析、裂纹、不平整等现象。

8.6.2 应根据再生层厚度调整摊铺熨平板的振捣功率，提高沥青混合料的初始密实度。

8.6.3 再生沥青混合料的摊铺温度改性沥青混合料：140℃～160℃，普通沥青混合料：130℃～150℃。

8.6.4 温拌再生沥青混合料的摊铺、碾压温度按照 DB14/T 160 执行。

8.7 压实

8.7.1 碾压按试验路段确定的机具配置、碾压工艺等执行。

8.7.2 碾压必须紧跟摊铺进行，使用双钢轮压路机时宜减少喷水。

8.7.3 对压路机无法压实的局部部位，应选用小型振动压路机或者振动夯板配合碾压。

8.8 开放交通

就地热再生压实完成后，再生层路表温度低于50℃后方可开放交通。开放交通前彻底清扫路面上的各种废料、垃圾等。

9 质量管理与验收

9.1 施工质量管理

9.1.1 沥青路面就地热再生施工过程中的原材料质量检查、沥青路面就地热再生需要添加的新沥青混合料应符合 JTG F40 的技术要求。

9.1.2 沥青路面就地热再生施工过程中的工程质量控制应满足表 4 的要求。

表4 就地热再生沥青混合料施工过程中工程质量控制标准

检测项目	检查频度	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、推移、油包、离析等缺陷	目测
横、纵接缝高差	随时	<3 mm，平整，顺直	三米直尺
旧路表面加热温度	随时	≤250 ℃	红外线温度计实测
再生沥青混合料摊铺温度	随时	140 ℃~160 ℃（改性沥青混合料） 130 ℃~150 ℃（普通沥青混合料）	红外线温度计或插入式温度计实测
摊铺前下承层温度	随时	≥100 ℃	
碾压终了温度	随时	≥90 ℃	
加热翻松深度	每 200 m 1 处	设计值±5 mm	插入式测量
加热翻松宽度	每 200 m 1 处	不小于设计值	JTG E60 (T 0911)
复拌再生（加铺再生）厚度	随时	设计值±5 mm	JTG E60 (T 0912)
再生剂添加量	每天 1 次	符合设计要求	总量计算
新沥青添加量（如有添加）	每天 1 次	符合设计要求	总量计算
外加剂添加量	每天 1 次	符合设计要求	总量计算
压实度	每天 1-2 次	不小于最大理论密度的 94%，不小于试验室标准密度的 98%	JTG E60 (T 0924)
平整度(标准差)	连续测定	<0.7 mm	JTG E60 (T 0932)
渗水系数	每折合 1 Km 不少于 5 点，每点 3 处取平均值	≤100 ml/min	JTG E60 (T 0971)

9.2 检查验收

就地热再生工程的检查和验收应按照 JTG F80/1 执行。

10 安全环保与文明施工

10.1 安全措施

10.1.1 就地热再生施工，应将施工方案、施工交通组织方案以及施工安全保障措施报道路管理部门和交警部门批准，争取他们的指导和配合，并接受其监督和检查。

10.1.2 制订完善的安全教育会议制度，开工前必须对全体施工人员进行一次全面的施工安全教育。每月有安全教育月会，每周有安全教育周会，做到会上有布置，会下有落实。

10.1.3 建立完善的安全生产责任制与岗前培训制度，配备完善的交通安全设施，配备足够的专职安全员，每一个环节既有人负责，又有人监督。

10.1.4 制定符合当地的交通安全事故处理应急预案。

10.2 环保措施

10.2.1 路面施工应采取必要的措施防止施工中的燃料、油、沥青、化学物质、污水、废料和垃圾等有害物质对河流、湖泊、池塘和水库的污染。

10.2.2 路面施工应认真贯彻国家环境和生态保护的相关规定，施工现场必须建立环境保护、环境卫生管理和检查制度，并应做好检查记录。

10.3 文明施工

现场文明施工要贯穿施工的全过程，加强现场文明施工管理，减少项目建设对周边环境和当地群众的影响，做到文明施工、安全生产，达到路面施工管理标准化、工程质量优良化、安全操作规范化、施工现场整洁化、员工行为文明化的目标。

附 录 A
(规范性附录)
回收沥青路面材料 (RAP) 取样与试验分析

A.1 目的与适用范围

通过对不同施工段落的随机取样获得有代表性样品用于回收沥青路面材料 (RAP) 的性能分析。

A.2 取样

取样方法为现场取样, 现场取样应符合以下规定:

- a) 分析路面结构和路面维修记录, 根据路面情况是否相同或者接近将施工路段分为若干个子路段, 每个子路段长度不宜大于 5000 m, 且不宜小于 500 m, 或者每个子路段面积不宜大于 50000 m², 且不宜小于 5000 m²;
- b) 按照 JTG E60 随机取样方法对不同子路段确定取样点位置。
- c) 每个子路段每个车道分别取样 1 处, 采用机械切割方法, 样品取回后根据需要要求将深度范围内的混合料切割使用。切割后的旧沥青混凝土在 135℃ 烘箱加热 2 h 后, 去除带有切痕的旧沥青混合料, 将相同类型路段的沥青混合料混合, 作为一个代表样品。

A.3 取样数量

A.3.1 对一单项试验, 每组试样取样数量宜不少于表A.1所规定的最少取样量。

表A.1 各项试验项目所需集料的最小取样数量

试验项目	相对于下列公称最大粒径 (mm) 的最小取样量 (kg)							
	4.75	9.5	13.2	16	19	26.5	31.5	37.5
筛分	8	10	12.5	15	20	20	30	40
含水率	2	2	2	2	2	2	3	3
密度	6	8	8	8	8	8	12	16
针片状含量	0.6	1.2	2.5	4	8	8	20	40
含泥量	8	8	8	8	24	24	40	40

A.3.2 需要做几项试验时, 如能保证试样经一项试验后不致影响另一项试验的结果时, 可用同一组试样进行几项不同的试验。

A.3.3 其他集料试验项目按照JTG E42有关要求进行。

A.4 试验的缩分

A.4.1 分料器法: 将试样均匀拌和后, 通过分料器分为大致相等的两份, 再取其中的一份分成两份, 缩分至需要的数量为止。

A. 4. 2 四分法：将所取试样置于平板上，在自然状态下拌和均匀，大致摊平，然后沿互相垂直的两个方向，把试样由中向边摊开，分成大致相等的四份，取其对角的两份重新拌匀，重复上述过程，直至缩分后的材料量略多于进行试验所必需的量。

A. 4. 3 缩分后的试样数量应符合各项试验规定数量的要求。

A. 5 试样的包装

每组试样应采用能避免细料散失及防止污染的容器包装，并附卡片标明试样编号、取样时间、产地、规格、试样代表数量、试样品质、要求检验项目及取样方法。

A. 6 回收沥青路面材料（RAP）评价

A. 6. 1 回收沥青路面材料（RAP）级配

对回收沥青路面材料（RAP）进行筛分试验，确定回收沥青路面材料（RAP）的级配。试验方法参照 JTG E42 中 T 0327。

A. 6. 2 含水率

根据烘干前后回收沥青路面材料（RAP）质量的变化，计算回收沥青路面材料（RAP）的含水率 ω 。

A. 6. 3 砂当量

用 4. 75 mm 筛筛除回收沥青路面材料（RAP）中的粗颗粒，应进行砂当量指标检测。试验方法按照 JTG E42 中 T 0334。

A. 6. 4 回收沥青路面材料（RAP）的沥青含量和性质

- a) 按照 JTG E20 中 T 0726 阿布森法从沥青混合料中回收沥青。如果采用其他方法，需要进行重复性和复现性试验，并进行空白沥青标定；
- b) 检测沥青含量和回收沥青的 25℃ 针入度、60℃ 粘度、软化点、15℃ 延度；
- c) 具有下列情形之一的，必须进行空白沥青标定：更换阿布森沥青回收设备时；更换三氯乙烯品种或供应商时；回收沥青性能异常时；沥青混合料来源发生变化时；。
- d) 精度与允许误差：重复性试验的允许误差为，针入度 ≤ 5 (0.1 mm)、粘度 \leq 平均值的 10%、软化点 ≤ 2.5 ℃；复现性试验的允许误差为：针入度 ≤ 10 (0.1 mm)、粘度 \leq 平均值的 15%、软化点 ≤ 5 ℃，如果超出允许误差范围，则应弃置回收沥青，重新标定、回收。

A. 6. 5 回收沥青路面材料（RAP）的矿料级配和集料性质

将抽提试验后得到的矿料烘干，待矿料降到室温后，进行筛分试验，确定回收沥青路面材料（RAP）中的旧矿料级配。回收沥青路面材料（RAP）的沥青含量与级配也可以采用燃烧法确定。燃烧过程中，若集料因高温导致破碎，则不宜采用该法。

附 录 B
(规范性附录)
复拌再生沥青混合料目标配合比设计

B.1 一般规定

本方法适用于复拌再生密级配沥青混合料的配合比设计。

B.2 新沥青

新沥青的标号宜与旧沥青混合料所用沥青标号相同,可以根据气候条件、路面病害类型以及工程实际情况进行有针对性的调整。

B.3 再生剂

B.3.1 再生剂的选用原则参见本标准6.2。

B.3.2 室内试验确定再生剂用量应按以下流程进行:

- a) 回收 RAP 中旧沥青的方法应采用 JTG E20 中 T0726 阿布森法或者 T0727 旋转蒸发器法及 T0735 燃烧炉法(只测定沥青含量)等;
- b) 测定回收旧沥青的针入度、延度、软化点、粘度等指标;
- c) 充分考虑再生路面的气候、交通特点、层位、纵横坡、超高等因素,确定旧沥青再生的目标标号,根据旧沥青的目标标号,向回收旧沥青中掺加一定间隔的等差数列比例的再生剂,并测定再生沥青的性能;根据目标粘度(想要达到的沥青标号的粘度指标),预估再生剂剂量,同时还可以根据粘度值,选择配伍性较好的再生剂;
- d) 评价指标主要为三大指标,条件许可时可进行其他指标测试,测试结果应符合本标准 6.3 的技术要求,通过技术经济比较后获得的再生剂掺配比例,此比例为再生剂用量;
- e) 在满足再生沥青技术指标的前提下,宜少用再生剂。如需掺加新沥青,新沥青的标号可选择现行 JTG F40 中规定该地区的新沥青标号;当选择掺加高标号的新沥青时,可适当减少再生剂的用量。掺加的新沥青技术指标必须符合现行 JTG F40 的规定。

B.4 其他添加剂

B.4.1 经过技术论证和试验研究,可使用其他添加剂进一步提高再生沥青混合料的性能。

B.4.2 添加剂的选用原则见本指南6.5的技术要求。

B.5 回收沥青路面材料(RAP)评价

对回收沥青路面材料(RAP)应进行如下性能测定:

- a) 测定回收沥青路面材料(RAP)矿料的级配组成、表观相对密度、毛体积相对密度和沥青用量。可采用 JTG E20 中 T0722 离心分离法或 T 0735 燃烧炉法获得回收沥青路面材料的矿料及沥青用量;

- b) 测定回收沥青路面材料 (RAP) 中回收旧沥青的针入度、延度、软化点、粘度等指标。可采用 JTG E20 中 T 0726 阿布森法或 T0727 旋转蒸发器法回收旧沥青;
- c) B. 5.2 依据 B.3 的方法对回收沥青进行再生剂的选择和用量的确定。

B.6 新添加沥青混合料

B.6.1 当沥青混合料回收料 (RAP) 矿料级配和混合料性能符合现行规范及设计要求时, 可结合拌和站的实际运作情况, 采用与原级配相同或相似的级配, 并进行配合比设计。

B.6.2 如沥青混合料回收料 (RAP) 矿料级配或混合料性能已不符合现行规范的要求, 或根据再生工程实际需要, 需对级配进行大幅度调整时, 可根据实际情况, 采用新掺沥青混合料进行有针对性的弥补。

B.7 再生沥青混合料最佳沥青用量的确定

B.7.1 复拌再生沥青混合料最佳沥青用量的确定方法按 JTG F40 执行。

B.7.2 再生沥青混合料中沥青用量包括旧混合料中沥青、再生剂、新添加的沥青、新掺沥青混合料中沥青用量之和。

B.7.3 新掺沥青混合料沥青用量通过再生沥青混合料预估沥青用量减去旧沥青、新添加的沥青、再生剂的用量进行计算, 以此为中值, 以 0.3%~0.5% 为间隔, 选取 5 个或 5 个以上不同沥青用量的再生沥青混合料进行马歇尔试验, 确定再生沥青混合料的最佳沥青用量和新掺沥青混合料的沥青用量。

B.7.4 室内马歇尔试验的温度控制应符合表 6 的规定。旧料加热时间不宜超过 2 h。

表 B.1 再生沥青混合料 (RAM) 室内马歇尔试验温度

项目	温度 (°C)	
	普通沥青	改性沥青
新集料加热温度	170~180	180~190
旧沥青混合料加热温度	135~145	
新沥青加热温度	155~165	165~175
击实成型温度	145~155	155~165

B.7.5 再生沥青混合料每个沥青用量平行试验试件不少于 6 个。

B.7.6 再生沥青混合料的拌和过程应与施工工序保持一致。新掺沥青混合料拌和好后, 先在烘箱中保温, 保温温度为击实成型温度上限提高 10°C, 保温时间不超过 30 min, 再在拌和锅中加入原路面沥青混合料, 加热至 135°C~145°C, 加入再生剂 (常温), 预拌 20 s~30 s, 最后加入保温的新掺沥青混合料, 拌和 90 s。

B.7.7 用于计算合成毛体积密度等参数时, 须采取燃烧法对旧沥青混合料燃烧, 燃烧后的集料当作一档集料测定毛体积相对密度、表观相对密度。

B.8 再生沥青混合料性能验证

B.8.1 完成目标配合比设计后, 应按照 JTG F40 的要求对再生沥青混合料的各项性能验证。

B.8.2 再生沥青混合料的高温、低温性能要求应根据再生现场病害做出适当调整。

B.8.3 现场摊铺过程中, 随时观察混合料的均匀性, 并按频率要求进行再生沥青混合料的级配、沥青用量试验, 当级配或沥青用量偏差超出其技术要求时, 应对新掺沥青混合料级配或沥青用量进行适当调整。

附 录 C
(规范性附录)
整形加铺再生沥青混合料目标配合比设计

C.1 一般规定

本方法适用于整形加铺再生沥青混合料的配合比设计。

C.2 再生剂

C.2.1 再生剂的选用原则参见本标准6.2。

C.2.2 再生剂的掺量确定与附录B.3方法相同。

C.3 新沥青混合料

加铺层为新沥青混合料，其设计方法与JTG F40沥青混合料设计方法相同。

