

长沙市工程建设地方标准规程 DBCJ

DBCJ008-2019

就地热再生施工与验收 技术指南

2019-11-01 发布

2020-01-01 实施

长沙市住房和城乡建设局

前 言

本指南为长沙市推荐性技术文件。

为指导沥青路面就地热再生混合料的材料组成设计、工程施工与质量验收，保证再生路面工程质量，根据长沙地区道路建设特点和热再生技术应用现状，编制组经广泛调查、研究，认真总结再生实践经验，参考国内先进标准，并在广泛征求意见的基础上，编制了本指南。

本指南内容包括：1.总则；2.术语和符号；3.材料；4.沥青混合料；5.再生沥青路面施工；6施工质量管理与验收；附录。

本指南由长沙市住房和城乡建设局发布，长沙市城市建设科学研究院、湖南云中再生科技股份有限公司、长沙理工大学共同负责技术内容的解释。各单位在执行过程中，请注意总结经验，积累资料，如有意见和建议，请将意见和建议寄送至长沙市城市建设科学研究院（地址：长沙市人民中路36号，邮编：410011，电话：0731—85161002，传真：

0731—85161522，电子邮箱：haiss@sina.com）。

指南主编单位：湖南云中再生科技股份有限公司、长沙理工大学、长沙市城市建设科学研究院。

指南参编单位：中南大学、湖南省交通科学研究院有限公司、湖南大学。

指南主要起草人员：吴超凡 周志刚 刘 剑 刘自力

马昆林 张继森 张恒龙 高尚荣

刘 凯 韩庆奎 李 泉 韩湘逸

刘小明 方 俊 肖 杰 孟凡威

黄 倩 朱海彪 刘小金 段 凯

指南主要审查人员：黄立葵 钟梦武 朱梦良 彭 彦

陈 青 苏 举

目 次

1	总 则	1
2	术语和符号	3
2.1	术语	3
2.2	符号及代号	5
3	材料	7
3.1	一般规定	7
3.2	沥青	7
3.3	沥青再生剂	10
3.4	集料	11
3.5	矿粉	11
3.6	沥青混合料回收料（RAP）	12
4	沥青混合料	13
4.1	一般规定	13
4.2	再生沥青	14
4.3	再生沥青混合料	15
4.4	新沥青混合料	17
5	再生沥青路面施工	19
5.1	一般规定	19
5.2	施工准备	19
5.3	再生路面施工	22
6	施工质量管理与验收	28

6.1 施工质量管理.....	28
6.2 验收.....	30
附录 A 就地热再生沥青混合料配合比设计方法.....	29
本指南用词说明.....	40
引用标准名录.....	39

1 总则

1.0.1 为指导长沙市沥青路面再生技术的推广应用，提高沥青路面再生技术水平，保证沥青路面再生工程质量，规范施工要求，统一施工质量检验及验收标准，做到设计、施工、检测有章可循，减少盲目性，避免质量隐患或工程损失，特编制本指南。

1.0.2 本指南适用于长沙市沥青路面就地热再生技术应用工程。

1.0.3 本指南的编制主要依据中华人民共和国行业标准《公路沥青路面再生技术规范》(JTG/T 5521)、《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)、《城镇道路工程施工与质量验收规范》(CJJ1)、《公路工程质量检验评定标准》(JTG F80/1)、《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》(JTG E20)、《公路工程集料试验规程》(JTG E42)相关要求，并结合了国内外沥青路面厂拌热再生的成功经验与最新研究成果。当局部条文与其他规范不一致时，宜采用本指南规定。

1.0.4 就地热再生沥青路面设计与施工除应符合本指南规定外，还应符合国家有关标准和规范的规定。

1.0.5 本指南涉及的试验方法应符合有关试验规程的

规定。

1.0.6 本指南规定了沥青路面就地热再生的复拌再生和加铺再生两种施工工艺。

2 术语和符号

2.1 术语

2.1.1 沥青混合料回收料 reclaimed asphalt pavement (RAP)

采用铣刨、开挖等方式从沥青路面上获得的旧沥青混合料。

2.1.2 沥青路面再生 asphalt pavement recycling

采用专用机械设备对旧沥青路面或沥青混合料回收料 (RAP) 进行处理, 并掺加一定比例的新集料、新沥青、再生剂 (必要时) 等形成路面结构层的技术。按照再生混合料拌制和施工温度的不同, 沥青路面再生可以分为热再生和冷再生; 按照施工场合和工艺的不同, 沥青路面再生可以分为厂拌再生和就地再生。

2.1.3 就地热再生 hot in-place recycling (HIR)

采用专用再生设备对沥青路面就地进行加热、翻松或铣刨, 就地掺入一定数量的沥青再生剂、新沥青 (需要时)、新沥青混合料等, 经热态拌和、摊铺、碾压等工序, 一次性实现对路面表面一定深度范围内的旧沥青混凝土路面再生的技术。它可以分为复拌再生和加铺再生两种。

2.1.4 复拌再生 remixing

将旧沥青路面加热、翻松或铣刨, 就地掺加一定数量的

沥青再生剂、新沥青（需要时）、新沥青混合料（需要时），经热态拌和、摊铺、压实成型的技术。

2.1.5 加铺再生 repaving

将旧沥青路面加热、翻松或铣刨，就地掺加一定数量的沥青再生剂、新沥青（需要时），经热态拌和成再生沥青混合料，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将新沥青混合料摊铺在再生沥青混合料之上，两层一起压实成型的技术。

2.1.6 再生沥青 rejuvenated binder

沥青混合料回收料（RAP）中的抽提回收沥青与新添加的沥青、沥青再生剂组成的混合物。

2.1.7 再生矿料

在再生沥青混合料中，包括 RAP 材料中旧矿料、新添加的矿料、填料（需要时）等在内的合成矿料的总称。

2.1.8 沥青再生剂 rejuvenating agent

掺加到热再生沥青混合料中，用于改善已老化沥青性能的添加剂。

2.1.9 再生沥青混合料 recycled mixture

含有沥青混合料回收料（RAP）的沥青混合料。

2.1.10 沥青混合料回收料（RAP）矿料级配 gradation of aggregate in RAP

用抽提法或者燃烧法除去沥青混合料回收料（RAP）中

的沥青材料得到的矿料级配。

2.1.11 再生沥青混合料级配 gradation of recycled mixture

对于厂拌热再生，再生沥青混合料级配即再生沥青混合料的矿料级配，是指沥青混合料回收料（RAP）中的矿料与添加的新矿料的合成级配。

2.1.12 沥青混合料回收料（RAP）掺配比 percentage of RAP in recycled mixture

沥青混合料回收料（RAP）占再生沥青混合料总质量的百分比。

2.1.13 旧沥青 aged asphalt in RAP

也称作回收沥青，指沥青混合料回收料（RAP）中所含的已经老化的沥青。

2.1.14 旧沥青含量 aged asphalt content of RAP

旧沥青占干燥沥青混合料回收料（RAP）总质量的百分比。

2.2 符号及代号

RAP—— 沥青混合料回收料；

w—— RAP 材料的含水率；

RA—— 沥青再生剂；

Pnb—— 最佳沥青用量；

γ_{sb} —— 合成毛体积密度；

γ_{sa} —— 合成表观相对密度。

3 材料

3.1 一般规定

3.1.1 生产就地热再生沥青混合料前，应对所使用的各种材料进行质量检验，经评定合格后方可使用。

3.1.2 不同料源、品种、规格的集料不得混堆，且应堆放在预先经过硬化处理且排水通畅的地面上，还应搭棚遮盖。

3.2 沥青

再生沥青混合料中新添加沥青的选用宜按照道路等级、气候条件、交通荷载、路面类型及在结构层中的层位与受力特点、施工方法等，结合当地的使用经验，经技术论证后确定。宜采用 50 号 A 级、70 号 A 级道路石油沥青和聚合物改性沥青（SBS（I-D）类）。

表 3.2-1 50 号 A 级和 70 号 A 级道路石油沥青技术要求

试验项目		单位	技术要求		试验方法
			50 号 A 级	70 号 A 级	
针入度 (25℃,100g, 5s)		0.1mm	40~60	60~80	T0604
针入度指数		—	-1.5~+1.0		T0604
延度 (5cm/min, 10℃)		cm	≥15	≥15	T0605
延度 (5cm/min, 15℃)		cm	≥80	≥100	T0605
软化点 (环球法)		℃	≥49	≥46	T0606
动力黏度 (60℃)		Pa·s	≥200	≥180	T0620
闪点 (COC)		℃	≥260		T0611
含蜡量 (蒸馏法)		%	≤2.2	≤2.2	T0615
相对密度 (25℃)		—	实测记录		T0603
溶解度 (三氯乙烯)		%	≥99.5		T0607
TFOT 后残 留物	质量变化	%	-0.8~+0.8		T0608
	针入度比	%	≥63	≥61	T0604
	延度 (10℃)	cm	≥4	≥6	T0605
	延度 (15℃)		≥10	≥15	

表 3.2-2 SBS 改性沥青 (I-D) 技术要求

试验项目	单位	技术要求	试验方法	
针入度 (25℃,100g, 5s)	0.1mm	40~60	T0604	
针入度指数	—	≥0	T0604	
延度 (5cm/min, 5℃)	cm	≥20	T0605	
软化点 (环球法)	℃	≥60*	T0606	
运动黏度 (135℃)	Pa·s	≤3	T0619	
闪点 (COC)	℃	≥230	T0611	
溶解度 (三氯乙烯)	%	≥99	T0607	
离析, 软化点差	℃	≤2.5	T0661	
弹性恢复 (25℃)	%	≥85	T0662	
相对密度 (25℃)	—	实测记录	T0603	
TFOT 后残留物	质量变化	%	-1.0~+1.0	T0608
	针入度比	%	≥65	T0604
	延度 (5℃)	cm	≥15	T0605

注：* SBS改性沥青用于重及以上交通荷载等级道路时，软化点不宜低于70℃。

3.3 沥青再生剂

3.3.1 沥青再生剂宜符合表 3.3.1 的要求。

表 3.3.1 热拌沥青混合料再生剂质量要求

检验项目	RA-1	RA-5	RA-25	RA-75	RA-25 0	RA-50 0	试验 方法
60℃黏度 (mm ² /s)	50~ 175	176~ 900	901~ 4500	4501 ~ 12500	12501 ~ 37500	37501 ~ 60000	T0619
闪点 (℃)	≥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 黏度比	≤3	≤3	≤3	≤3	≤3	≤3	T0619
薄膜烘箱 试验前后 质量变化 (%)	≤4, ≥ -4	≤4, ≥ -4	≤4, ≥ -4	≤4, ≥ -4	≤4, ≥ -4	≤4, ≥ -4	T0609 或 T0610
15℃密度 (g/cm ³)	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

注：薄膜烘箱试验前后黏度比=试样薄膜烘箱试验后黏度/试样薄膜烘箱试验前黏度。

3.3.2 应根据 RAP 中沥青老化程度、沥青含量、RAP 掺配比例、再生剂与沥青的配伍性，结合试验结果综合选择再生剂品种。

3.3.3 沥青再生剂应贮存在能自动控温的密闭容器中，且远离明火、高温区。

。

3.4 集料

3.4.1 粗、细集料质量应符合《公路沥青路面施工技术规范》（JTG F40）的有关规定。单一粗、细集料质量不符合要求，但集料混合料性能符合要求的，可以使用。

3.4.2 再生沥青混合料中新、旧集料混合料中的集料混合料质量，应符合《公路沥青路面施工技术规范》（JTG F40）的有关规定。

3.5 矿粉

再生沥青混合料中使用的矿粉技术指标应符合《公路沥青路面施工技术规范》（JTG F40）的有关规定。

3.6 沥青混合料回收料（RAP）

沥青混合料回收料（RAP）宜按表 3.6 所列项目进行检测。

表 3.6 沥青混合料回收料（RAP）检测项目及技术要求

材 料	检测项目	技术要求	试 验 方 法
RAP	含水率	实测	本指南附录 A
	RAP 级配	实测	
	沥青含量	实测	
	砂当量（%）	>55	
RAP 中的沥青	针入度（0.1mm）	>20	T 0604
	60℃黏度	实测	T 0620
	软化点	实测	T 0606
	15℃延度	实测	T0605
RAP 中的粗集料	针片状颗粒含量、压碎值	实测	T0312, T0316
RAP 中的细集料	棱角性	实测	T 0345

4 沥青混合料

4.1 一般规定

4.1.1 在对旧路面进行充分调查分析的基础上，根据工程要求、公路等级、气候条件、交通情况及设计文件，选用符合要求的材料与方法，进行就地热再生沥青混合料设计。

4.1.2 进行室内试验用的沥青混合料回收料（RAP）应采用与实际施工类似的就地再生设备在旧路面上铣刨取样；采用其他取样方式，应与就地再生设备取样方式进行比对校核，误差在可接受范围内方可采用。

4.1.3 应根据对旧路面的调查结果预先划分段落，然后采用与实际施工类似的就地再生设备分段铣刨取样，各段样品应详细标示取样桩号与位置、时间、取样人及见证人，根据各段 RAP 材料性能（沥青含量、沥青老化程度，集料类型和级配情况）评价结果，把性能基本相同的段落合并成同类施工段或施工方案，并重新进行分段编号，以便制订详细、准确的施工组织设计方案。

4.1.4 就地热再生沥青混合料矿料级配以 RAP 中的矿料与新矿料的合成级配作为级配设计依据。

4.1.5 进行就地热再生施工的路面,其 RAP 材料中的旧沥青针入度不宜小于 20 (0.1mm),旧路面结构强度指数 PSSI ≥ 80 。

4.2 再生沥青

4.2.1 根据厂拌热再生沥青混合料使用的层位不同,添加的沥青与再生剂也不同,再生沥青的针入度、黏度、软化点指标应达到 3.2 条新添加沥青的标准,延度不低于 3.2 条新添加沥青老化后残留物的标准。

条文说明: 由于抽提回收沥青的过程不可避免的有微量粉料进入回收沥青中,使得再生沥青的延度指标常常难以达到再生沥青的指标要求。结合我国已经成功广泛应用 RAP 热再生技术的经验,建议再生沥青的延度指标不作为施工质量强制性检验指标。当添加新沥青后的再生沥青能符合技术要求时,可不添加再生剂。

4.2.2 再生剂及其掺量

根据 RAP 中旧沥青技术指标、含量、品种、RAP 掺配比例,再生剂与沥青的配伍性,结合试验结果综合选择再生剂品种。然后根据旧沥青与再生剂的组分分析结果、技术指标,预估一个最佳掺量,按最佳掺量、最佳掺量 $\pm 2\%$ 、最佳掺量 $\pm 4\%$ 这五个再生剂掺量与旧沥青充分搅拌均匀,检测再

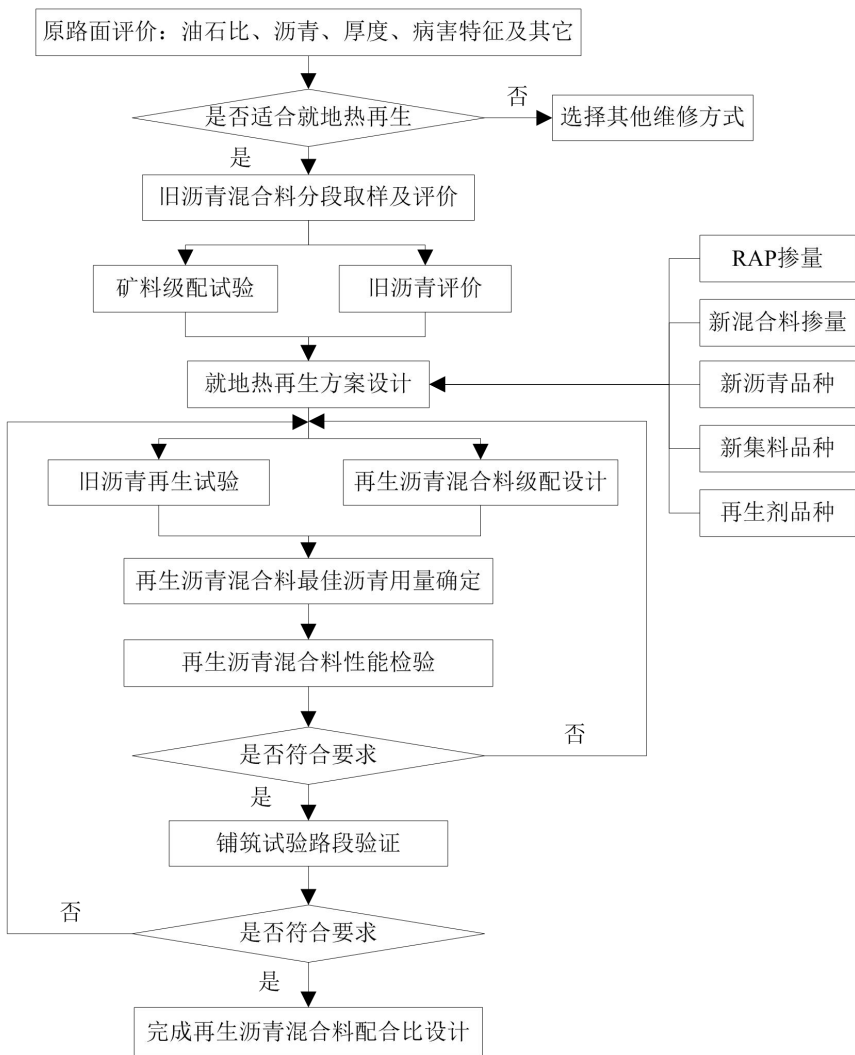
生沥青的技术指标，选择再生沥青符合设计要求、再生剂掺量适中的掺量作为设计掺量，进行试铺验证。

条文说明：选择再生剂品种时，不宜选择过分高效或过分低效的再生剂，其掺量宜为旧沥青的 8~12%。在生产过程中：掺量过低时，再生剂与 RAP 材料拌和不均，难以达到再生效果；掺量过高，有效成分比例过低，也影响再生效果，且浪费辅助材料。

4.3 再生沥青混合料

4.3.1 就地热再生沥青混合料设计按照附录 A 的设计方法进行，其流程如下图所示。

4.3.2 就地热再生沥青混合料级配设计、技术要求和性能检验，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。



就地热再生沥青混合料设计流程图

4.4 新沥青混合料

在复拌再生混合料配合比设计中，要考虑新拌沥青混合料的掺量及集料类型与级配、沥青技术指标与油石比（或沥青用量）、拌和与出料温度；加铺再生中不需要考虑在 RAP 中掺加新沥青混合料，仅需考虑加铺层的全新沥青混合料。

4.4.1 新沥青混合料的掺量主要由旧路面的车辙深度、宽度及磨损量来决定，以再生路面略高于原路面不超过 3mm 为原则，通过计算确定掺量比例。

4.4.2 新沥青混合料的级配主要考虑对 RAP 级配的调整、优化和对集料性能指标的改善，使合成后的再生沥青混合料矿料级配满足再生沥青混合料工程设计级配要求，并尽量使其级配良好。

4.4.3 新沥青混合料的矿料及公称最大粒径，原则上其粗集料应与 RAP 中的粗集料一致，至少应与 RAP 中的粗集料性能基本相近。

4.4.4 新沥青混合料中的沥青技术指标、掺量，原则上应根据旧沥青指标、再生沥青指标综合确定，使新沥青混合料中的沥青对再生沥青起到进一步调和与改善作用；沥青品种应与 RAP 所用的原沥青一致、或基本一致。

4.4.5 用于加铺再生的新沥青混合料应符合《公路沥青路面施工技术规范》（JTGF40）对热拌沥青混合料的相关规定确定。

5 再生沥青路面施工

5.1 一般规定

5.1.1 复拌再生既适用于全断面就地热再生，也适用于单车道就地热再生；加铺再生只适用于全断面就地热再生。

5.1.2 就地热再生施工前，应根据路段的交通流量及时间、空间分布特点，做好详细的施工组织设计与交通分流设计方案。

5.2 施工准备

5.2.1 施工前，应配置好性能、数量符合要求的加热机组、复拌再生机组（或加铺再生机组）、摊铺机（需要时）、压路机，并对其进行检修、保养，确保其处于良好工作状态；同时联系、组织好沥青与混合料运输车辆，配置好其他必需的辅助机具。

5.2.2 施工前，应精细做好技术、材料、人员、交通组织、施工方案、后勤保障等各方面的准备工作。

5.2.3 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、花草树木、加油站及其他可能受到污染、有安全隐患等提前做好隔离措施。

5.2.4 施工前，应对仅用就地热再生技术无法修复的路面病害进行预处理。

5.2.4.1 破损松散类病害：深度超过就地热再生施工深度时，应对其超深部分进行挖补处理。

5.2.4.2 变形类病害：根据再生设备的不同，对深度达到30mm以上的，应进行铣刨处理。

5.2.4.3 裂缝类病害：应根据现场裂缝形状，结合骑缝钻取的芯样，分析裂缝的类型、宽度、深度。对影响就地热再生施工质量的裂缝应进行预处理。

5.2.5 原路面特殊部位的处理，应符合以下规定：

1 用铣刨机沿施工前进方向将桥梁伸缩缝、井盖前铣刨1-2m、后铣刨2-3m，铣刨深度为再生路面深度；对于斜交桥梁，根据设备情况选取开挖方式；再生施工时应采用新沥青混合料铺筑；

2 对桥梁伸缩缝采取有效的隔热措施进行保护；

3 原路面突起的路标、标线、灌缝胶应提前清除。

5.2.6 再生设备要求

5.2.6.1 再生设备应采用热风、红外或微波等非明火加热方式。

5.2.6.2 加热机组应能连续均匀地将整个再生宽度、一定深度范围内的沥青路面预热到规定温度，对于改性沥青路面

表面温度不应超过 200℃、再生深度范围内的底部温度不宜低于 100℃；对于普通石油沥青路面表面温度不应超过 185℃、再生深度范围内的底部温度不宜低于 85℃。

5.2.6.3 加热机组的加热能力应能自动控制、可调。

5.2.6.4 加热机组、再生机组均宜配备自动温度探测、行驶速度控制与显示功能。

5.2.6.5 再生机组应具备对路面加热、翻松功能，翻松深度应不超过设定值的 $\pm 3\text{mm}$ ；应配置精确计量的再生剂、沥青添加装置，宜与主控制联动，根据行走速度自动调节添加量，精度不宜低于 $\pm 2\%$ ；应配置新沥青混合料添加、再生混合料拌和与摊铺功能，且应具有自动控制与计量功能；用于加铺再生时，应具有双熨平板。

5.2.6.6 正常工作时产生的烟尘符合环保要求。

5.2.7 铺筑试验路段

正式施工前，应铺筑长度不小于 200m 的再生试验路段，从再生混合料质量与施工工艺、组织、交通、安全等各方面对就地热再生施工组织设计进行检验与评估。通过试验路段应完成以下工作内容：

- 1 检验再生设备是否符合施工需要；
- 2 确定再生设备加热时间、温度及施工工艺与参数；

3 验证再生沥青混合料、新沥青混合料（加铺再生）配合比设计，检验新沥青混合料、再生剂、沥青（需要时）的最佳用量；

4 检验再生沥青混合料、新铺沥青混合料（加铺再生）的松铺系数；

5 检测路面压实度、平整度、厚度、渗水系数、构造深度及抗滑系数等技术指标，检验再生路面与原路面的粘结效果；

6 评估施工组织设计与质量控制方案的可行性，提出改进措施与方案。

5.3 再生路面施工

5.3.1 清扫待施工路面，当有泥块或其他杂物粘附路面难以清除时，应用铲、铣刨机清除干净；当路面污染较重，泥土较多时，应提前用水车冲洗干净，并完全干燥，避免异/杂物混入再生路面中。

5.3.2 施划施工导线。在再生路面宽度以外用石灰或不宽于2cm的自粘贴，根据线形施划施工导向线，也可用路面边缘线作为施工导向线，以保证再生路面纵向接缝顺直、美观。

5.3.3 按规范摆好安全施工隔离墩或锥筒，从施工起点开始按施工工艺顺序布好全套再生施工设备，并进行预热、启动。

5.3.4 路面加热

5.3.4.1 路面应进行充分且适度加热，既不应因加热温度不足造成翻松或铣刨时对旧路面集料的过度破损，也不应因加热温度过高造成旧沥青的过度老化。

5.3.4.2 各加热、再生机组的间距尽可能缩小，以不发生相互干涉为度，各机组间的距离不宜超过 2m。

5.3.4.3 原路面加热宽度应比翻松宽度每侧超出 10cm-20cm。

5.3.4.4 两幅再生路面纵向接缝处，加热宽度应超过搭接边线 10cm-20cm。

5.3.5 路面翻松（或铣刨）

5.3.5.1 翻松（或铣刨）深度应基本均匀一致，深度变化时应缓慢渐变。

5.3.5.2 翻松（或铣刨）面应有足够的表面粗糙度。

5.3.5.3 翻松（或铣刨）前路表面的温度，对于普通石油沥青路面，不应高于 185℃，对于 SBS 改性沥青路面，不应高于 200℃；翻松（或铣刨）后的裸露界面温度，对于普通石油沥青路面，应高于 85℃，对于 SBS 改性沥青路面，应高于 100℃。

5.3.6 再生剂、沥青（需要时）、沥青混合料添加

5.3.6.1 添加量应根据配合比设计计算结果来确定，并转化成相应机械施工参数。

5.3.6.2 材料添加应均匀、精准。

5.3.6.3 再生剂的添加，宜采用压力喷洒方式直接喷在已翻松的旧沥青混合料中，或在翻松过程中边翻松边喷洒，保证再生剂与旧沥青混合料的充分均匀混合。

5.3.6.4 同时，应考虑路段的特殊情况，根据其具体状况进行调整、确定。

5.3.7 再生沥青混合料拌和

5.3.7.1 拌和温度应符合当地、当时的再生沥青混合料施工要求，以保证摊铺均匀、稳定，表面不拉毛、成团，确保后续充分压实。

5.3.7.2 再生沥青混合料中各组分应充分拌和均匀，不离析。

5.3.8 再生沥青混合料摊铺

5.3.8.1 摊铺速度应与加热机组协调一致、均匀稳定，宜为 1.5-4.0m/min。

5.3.8.2 再生沥青混合料摊铺应均匀、稳定，表面无微裂纹、拉毛，无温度与颗粒离析。

5.3.8.3 应调试好摊铺机熨平板的振捣功率与频率，提高混合料的初始压实度，减少温度损失。

5.3.8.4 普通石油沥青混合料的摊铺温度不宜低于 135℃，SBS 改性沥青与橡胶沥青混合料的摊铺温度不宜低于 150℃。

5.3.9 再生沥青混合料压实

5.3.9.1 就地热再生沥青路面碾压，一个工作面应配备 2 台不低于 14 吨的振动双钢轮压路机、1 台不低于 30 吨轮胎压路机，进行组合碾压。

5.3.9.2 压实机的压实组合工艺与遍数应通过试验路确定。

5.3.9.3 压路机应紧跟摊铺进行，采取“高频、低幅、紧跟、均匀、同步、少水、慢压”的压实原则。

5.3.9.4 对于摊铺机、大吨位压路机无法进行正常施工的部位，应采用人工摊铺、小型机具配合碾压。

5.3.10 施工接缝

5.3.10.1 纵向接缝

在施工纵缝处，人工把两侧纵缝耙顺直，离纵缝 5-10cm 的摊铺料面略高出 5-10mm。钢轮压路机应紧跟摊铺机对热接缝部位从未加热路面向摊铺面先进行压实，保证纵缝的充分压实、不渗水，最后铲除纵缝外路面上粘附的沥青混合料，再碾压消除缝迹，用 6m 直尺检查平整度，直至合格。

5.3.10.2 横向施工缝

起步铺筑接缝时，可在原路面上铺设一些热拌混合料使之预热软化，以加强新旧混合料的粘结，在开始碾压前应将

预热用的混合料铲除，离横缝 5-10cm 的摊铺料面略高出 5-10mm。碾压时，压路机应先在未再生的路面上，逐步横向或斜向移压至再生路面，做到横缝紧密粘结，充分压实，连接平顺。

收尾施工横缝的处理，在施工结束时，摊铺机完整摊完、驶过终点后，将熨平板稍稍抬起驶离现场，用人工将端部混合料铲齐、离横缝 5-10cm 的摊铺料面略高出 5-10mm，然后清除多余的混合料。碾压时，压路机应先在未再生的路面上，逐步横向或斜向移压至再生路面做到横缝紧密粘结，充分压实，连接平顺。

5.3.11 修边

再生路面碾压完成后，应将纵、横接缝外粘在未再生的路面的沥青混合料、再生剂或沥青进行完全清理、修边，保证纵、横接缝顺直、美观，并用钢轮压路机再进行 1-2 遍静压，保证边线平整、顺直、不渗水。对于接缝外被加热机组加热过后，路面上留下的烤糊状印记，可涂刷少量再生剂，恢复其性能与颜色。切下的材料及任何其他废弃沥青混合料均应清除，妥善处理，不得随地丢弃。

5.3.12 开放交通

5.3.12.1 再生路面温度低于 50℃时，可开交通。

5.3.12.2 再生路面其他事项，应符合《公路沥青路面施工技术规范》（JTGF 40）中对热拌沥青路面的有关规定。

6 施工质量管理与验收

6.1 施工质量管理

就地热再生沥青路面的施工质量管理，在施工过程中还须符合表 6.1 的有关规定。

表 6.1 就地热再生沥青混合料施工过程中工程质量控制标准

检查项目		检查频率	质量要求或允许偏差	试验方法
沥青混合料外观		随时	均匀,无离析、花白料、油团	目测
沥青混合料、再生剂、沥青用量		随时	适时调整,总量控制,符合设计要求	每天计算
压实度均值	普通石油混合料	每 2000m ² 检测 4 点, 逐个试件评定计算平均值	最大理论密度的 93%	T 0924
	改性沥青混合料		最大理论密度的 94%	
混合料摊铺温度	普通石油混合料	随时	≥135 °C	温度计
	改性沥青混	随时	≥150 °C	温度计

	合料			
下承层裸露面温度	普通石油混合料	随时	$\geq 85\text{ }^{\circ}\text{C}$	温度计
	改性沥青混合料	随时	$\geq 100\text{ }^{\circ}\text{C}$	温度计
再生混合料级配 (%)	0.075mm	每工作日 1-2 次	± 2	T 0725, T 0735
	$\leq 2.36\text{mm}$		± 5 (高速、一级公路、快速路) ± 6 (其他等级道路)	
	$\geq 4.75\text{mm}$		± 6 (高速、一级公路、快速路) ± 7 (其他等级道路)	
再生沥青混合料沥青含量 (%)		每工作日 1-2 次	设计值的 ± 0.3	T 0722, T 0735
空隙率、稳定度、流值试验		每工作日 1-2 次	符合设计要求	T 0709
浸水马歇尔与冻融试验		必要时	符合设计要求	T 0709, T 0729
动稳定度试验		配合比设计, 需要时	符合设计要求	T 0719

6.2 验收

就地热再生路面的检查验收，应符合表 6.2 的规定。

表 6.2 就地热再生工程验收标准

检查项目		检查频率	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	目测
纵横接缝高差(mm)		每 200m 检测一处	≤3mm	3 米直尺
再生层厚度		每 1500 m ² 检测一处	-1, +5(基于设计厚度)	T 0912
加铺层厚度		每 1500 m ² 检测一处	-1, +5(基于设计厚度)	T 0912
宽度 (mm)		每 200m 检测一处	≥设计宽度	T 911
压实度	普通石油混合料	每 2000 m ² 检测 4 点，逐个试件评定计算平均值	最大理论密度的 93%	T 0924
	改性沥青混合料		最大理论密度的 94%	

平整度(标准差) (mm)	高速、一级公路与快速路、主干路	全线连续 (连续式平整度仪)	≤ 1.5	T 0932
	其他等级公路与城镇道路		≤ 2.5	
渗水系数		每 1500 m ² 检测 1 组,	符合设计要求	T 0971

附录 A

(规范性附录)

就地热再生沥青混合料配合比设计方法

A.1 一般规定

A.1.1 本方法适用于就地热再生密级配沥青混合料与沥青稳定碎石混合料的配合比设计。

A.1.2 必须在对旧沥青路面进行充分调查、研究，收集与路面相关的所有资料与信息（建设、养护、地材、施工设备等）的基础上，根据工程要求、公路等级、气候条件、交通情况、准备使用的再生设备，充分借鉴成功经验，选用符合要求的材料，进行配合比设计。

A.1.3 应对旧路面进行详细调查、预先划分段落，根据各段RAP材料性能（沥青含量、沥青老化程度，集料类型和级配情况）评价结果，把性能基本相同的段落合并成同类施工段，并重新进行分类编号，对各类施工段均应分别做再生沥青混合料配合比设计，尽可能保证所有再生混合料的性能基本一致。

A.1.4 就地热再生沥青混合料的配合比设计应通过目标配合比设计、生产配合比验证二个阶段，确定各类施工段的沥青混合料回收料（RAP）的掺配比例、再生剂与沥青品种及

掺量（需要时）、新矿料品种及质量、掺加的新沥青混合料的矿料级配、沥青指标与用量。

A.1.5 就地热再生目标配合比完成后，应通过试验路段进行生产配合比验证，符合要求后才能正式用于施工。

A.1.6 就地热再生，以沥青混合料回收料的矿料级配与新矿料的合成级配作为级配设计依据，合成级配应符合设计文件或根据《公路沥青路面施工技术规范》（JTG F40）中所规定的相应类型混合料的级配范围提出的工程级配要求。

A.1.7 就地热再生沥青混合料的目标配合比设计宜按照图附A.2框图的步骤进行。

A.1.8 配合比设计进行室内试验用的沥青混合料回收料（RAP）应采用与实际施工类似的就地再生设备在旧路面上铣刨取样；采用其他取样方式，应与就地再生设备取样方式进行比对校核，误差在可接受范围内方可采用。

A.1.9 就地热再生沥青混合料宜采用马歇尔设计方法进行配合比设计。如采用其他设计方法设计，应经验证可行时方可使用。

A.2 级配与 RAP 掺量

A.2.1 根据道路等级、气候条件、交通特点，借鉴国内外成功经验，确定再生沥青混合料矿料的工程级配范围。高速与

一级公路、城镇快速路与主干道的极重、特重、重载交通道路，宜选用粗型级配，其他道路可采用细型级配。

A.2.2 根据工程需要、RAP与各新加材料的特性、再生沥青混合料性能等，合理确定RAP与新沥青混合料的掺配比例。

A.2.3 根据RAP材料的矿料级配、掺配比例与工程级配范围，合理确定新拌沥青混合料的矿料级配。

条文说明：对于就地热再生，原则上旧路面上的所有RAP材料应全部应用，新沥青混合料的量是由旧路面车辙、磨损、坑洞等因素决定，只用于补充再生路面混合料不足的量，因此，新的沥青混合料的矿料级配要根据其掺量，结合考虑最大可能地改善RAP材料的矿料级配来进行设计，有可能是单级配、也有可能是断级配的，其级配范围是没有控制范围的。有时不管新混合料的级配怎么设计（由于受量的限制），最终的再生沥青混合料的矿料级配也都不一定能完全符合要求。

A.3 新沥青及再生剂用量确定

A.3.1 再生沥青目标标号

再生沥青目标标号应符合设计文件的技术要求，再生沥青技术指标原则上应分别符合表3.2-1、表3.2-2的要求。特殊情况下，经技术论证后再生沥青延度指标可适当放宽。

A.3.2 新沥青

就地热再生沥青混合料添加的新沥青应根据工程需要与设计文件的要求来确定，宜选用 50 号 A 级、70 号 A 级道路石油沥青和 SBS 改性沥青 (I-D)，对于重及以上交通荷载等级的道路，SBS 改性沥青的高、低温性能指标宜适当提高，软化点不小于 70℃。

A.3.3 再生剂及掺量

当 RAP 材料中的旧沥青老化比较严重，采用新旧沥青调和的方法不能达到再生沥青的设计要求指标时，应根据旧沥青的指标与组分分析、实践经验筛选合适的沥青再生剂，选择 5 个以上的再生剂掺量与抽提回收的旧沥青充分拌和均匀后，检测沥青的全套性能指标，最后选择再生沥青符合技术要求、再生剂掺量适当，最经济的掺配比例作为再生剂的目标掺量。

选择再生剂品种时，不宜选择过分高效或过分低效的再生剂，其掺量宜为旧沥青的 8~12%。在生产过程中：掺量过低时，再生剂与 RAP 材料拌和不均，难以达到再生效果；掺量过高，有效成分比例过低，也影响再生效果，且浪费辅助材料，对再生设备、再生混合料质量造成不利影响。

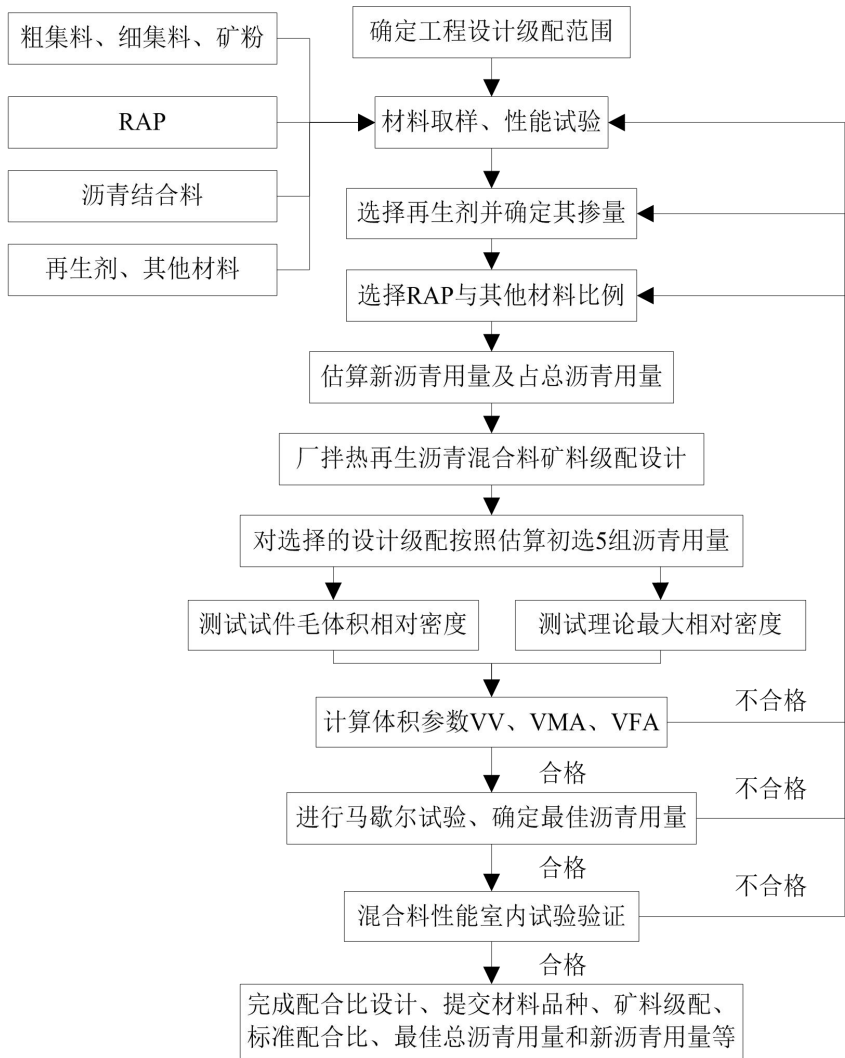


图 A.1 就地热再生沥青混合料目标配合比设计流程图

A.4 矿料配合比设计

A.4.1 根据RAP材料的老化程度、路面含水量、RAP矿料级配变异情况以及工程实际、沥青混合料类型、再生设备的类型与加热能力、新矿料的性质，综合确定新矿料级配。

A.4.2 将粗、细RAP材料中的矿料分别作为再生沥青混合料中的一种矿料进行矿料级配设计。

A.5 确定最佳沥青用量

根据工程经验，预估最佳沥青用量 P_{nb} ，用 P_{nb} 、 $P_{nb}\pm 0.5$ 、 $P_{nb}\pm 1.0$ 这五个沥青用量，按照《公路沥青路面施工技术规范》（JTG F40）马歇尔设计方法确定最佳沥青用量。

A.6 马歇尔试件制备方法

A.6.1 将RAP材料置于110~120℃（SBS改性沥青为120~130℃）烘箱中恒温不超过2小时，避免RAP材料进一步老化。

A.6.2 根据再生沥青的黏温曲线（普通石油沥青，对SBS改性沥青应比相应的石油沥青高10~15℃）确定混合料的拌和与成型温度，新集料加热温度宜比拌和温度高10~15℃。

A.6.3 再生沥青混合料拌和时的投料顺序是先把再生剂加入到粗、细RAP材料中预拌均匀后，再加入新集料、沥青拌

和，最后加入矿粉继续拌和至均匀为止，总拌和时间一般为3min左右。

A.6.4 将一个试件所需的混合料倒入预热的试模中，成型方法与热拌沥青混合料相同。

A.6.5 再生矿料密度测试

再生沥青混合料中加入了一定比例的旧料，因此再生矿料与新沥青混合料中的矿料相比多了一种成分，那就是旧料中的矿料，在计算再生矿料的合成毛体积相对密度及合成表观相对密度时，应把RAP中的矿料参与密度计算。参照《公路沥青路面施工技术规范》(JTG F40)，再生矿料的合成毛体积相对密度 γ_{sb} 及合成表观相对密度 γ_{sa} 分别见式(附 A-1、附 A-2)：

$$\gamma_{sb} = \frac{100}{\frac{P_1}{\gamma_1} + \frac{P_2}{\gamma_2} + \dots + \frac{P_n}{\gamma_n}} \quad (\text{A-1})$$

式中： P_1 、 P_2 、...、 P_n ：各种矿料成分的配合比，其和为100；

γ_1 、 γ_2 、...、 γ_n ：各种矿料相应的毛体积相对密度。

$$\gamma_{sa} = \frac{100}{\frac{P_1}{\gamma_1} + \frac{P_2}{\gamma_2} + \dots + \frac{P_n}{\gamma_n}} \quad (\text{A-2})$$

式中： P_1 、 P_2 、...、 P_n ：各种矿料成分的配合比，其和为100；

γ'_1 、 γ'_2 、...、 γ'_n ：各种矿料按试验规程方法测定的表观相对密度。

A.6.6 其他试验步骤参照《公路沥青路面施工技术规范》(JTGF40)与《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》(JTGE20)进行。

A.7 配合比设计检验

按照《公路沥青路面施工技术规范》(JTGF40)与《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》(JTGE20)中对热拌沥青混合料配合比设计方法的有关规定进行。

A.8 配合比设计报告

就地热再生沥青混合料配合比报告应说明适应哪一类再生段落,内容应包括:沥青混合料回收料(RAP)、新矿料、再生剂、沥青、再生沥青等的试验结果,确定的工程设计级配范围、新沥青混合料矿料级配、新沥青混合料掺量、再生剂与沥青(需要时)掺量、再生沥青混合料的最佳沥青用量与矿料级配、再生沥青混合料完整性能试验结果;同时还应说明相应材料掺量转化成设备施工的参数。

本指南用词说明

1 为便于在执行本规程条文时区别对待，对于要求严格程度不同的用词说明如下：

1) 表示很严格，非这样做不可的：

正面词采用“必须”；反面词采用“严禁”。

2) 表示严格，在正常情况下均应这样做的：

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，在此条件许可时，首先应这样做的：

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，采用“可”。

2 条文中指明应按其他有关标准执行的写法为：“应符合……的规定”或“应按……执行”。

引用标准名录

- 1 《公路沥青路面再生技术规范》 JTG/T 5521
- 2 《公路沥青路面设计规范》 JTG D50
- 3 《公路沥青路面施工技术规范》 JTG F40
- 4 《城镇道路工程施工与质量验收规范》 CJJ1
- 5 《公路工程质量检验评定标准》 JTG F80/1
- 6 《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》 JTG E20
- 7 《公路工程集料试验规程》 JTG E42