

沥青路面厂拌热再生技术规范

Technical specification for plant mixed hot recycling of asphalt pavement

2025 - 03 - 19 发布

2025 - 04 - 19 实施

目 次

前言 II

1 范围 3

2 规范性引用文件 3

3 术语和定义 3

4 总体要求 3

5 路面结构设计 3

 5.1 一般规定 3

 5.2 设计方法 4

 5.3 设计参数 4

 5.4 设计厚度 4

6 材料 4

 6.1 沥青 4

 6.2 集料 4

 6.3 沥青路面回收料（RAP） 4

 6.4 填料 5

 6.5 纤维稳定剂 5

7 混合料设计和性能要求 5

 7.1 一般规定 5

 7.2 矿料级配 6

 7.3 性能要求 6

8 施工 6

 8.1 一般规定 6

 8.2 拌和 6

 8.3 运输 7

 8.4 摊铺 7

 8.5 压实 7

 8.6 接缝处置 7

9 质量管理和检查验收 7

 9.1 一般规定 7

 9.2 施工过程质量管理 7

 9.3 交工验收 8

附录 A（资料性） 混合料理论最大相对密度计算方法 9

 A.1 测试步骤 9

 A.2 计算方法 9

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。

本文件由山东省交通运输厅提出并组织实施。

本文件由山东省交通运输标准化技术委员会归口。

沥青路面厂拌热再生技术规范

1 范围

本文件规定了公路沥青路面厂拌热再生技术的总体要求以及路面结构设计、材料、混合料设计和性能要求、施工、质量管理和检查验收等方面的要求。

本文件适用于各等级公路沥青路面厂拌热再生。

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。

- JT/T 533—2020 沥青路面用纤维
- JTG 3432—2024 公路工程集料试验规程
- JTG 5210—2018 公路技术状况评定标准
- JTG/T 5521—2019 公路沥青路面再生技术规范
- JTG D50—2017 公路沥青路面设计规范
- JTG E20—2011 公路工程沥青及沥青混合料试验规程
- JTG/T F20—2015 公路路面基层施工技术细则
- JTG F40—2004 公路沥青路面施工技术规范
- JTG F80/1—2017 公路工程质量检验评定标准 第一册 土建工程

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

再生沥青混合料 recycled asphalt mixture
含有沥青路面回收料（RAP）的混合料。

4 总体要求

4.1 沥青路面厂拌热再生实施前，应根据气候条件、交通等级、RAP 料状况等进行调查和综合分析，确定再生方案。

4.2 应对拟实施厂拌热再生的原沥青路面技术状况按照 JTG 5210—2018 规定的方法、频率和指标要求进行全面调查和综合评定。

5 路面结构设计

5.1 一般规定

5.1.1 厂拌热再生沥青混合料用于沥青路面结构层时，路面结构组合设计应符合 JTG D50—2017 的相关规定。

5.1.2 厂拌热再生沥青混合料作为沥青路面中下面层时，上覆沥青层不宜为开级配沥青混合料。

5.2 设计方法

5.2.1 根据公路等级、交通等级、环境特征、结构层厚度以及路用性能等因素确定厂拌热再生沥青混合料的类型。

5.2.2 应按照 JTG D50—2017 的相关规定对厂拌热再生沥青路面进行结构验算。

5.3 设计参数

厂拌热再生沥青混合料动态模量应满足表1技术要求。

表1 厂拌热再生沥青混合料 20℃动态模量取值

单位为兆帕

级配类型	AC-13	SMA-13、SMA-10、SMA-16	AC-16、AC-20	AC-25	ATB-25
动态模量	7 500~12 500	7 500~12 500	8 500~14 000	8 000~13 500	6 500~11 500
注：ATB-25为5 Hz条件下动态模量，其他再生沥青混合料为10 Hz条件下的动态模量。					

5.4 设计厚度

热再生沥青结构层的厚度应与混合料的公称最大粒径相匹配，单层压实最小厚度不宜小于混合料公称最大粒径的2.5倍，可按照JTG D50—2017中同级配类型新拌沥青混合料选择。

6 材料

6.1 沥青

6.1.1 沥青路面厂拌热再生混合料使用的沥青应符合 JTG F40—2004 的相关规定。

6.1.2 沥青应按照种类、标号分别存储，在运输、存储和使用过程中应具备良好的防水措施。

6.2 集料

6.2.1 不同料源、品种、规格的新集料应分类堆放，不应混杂，料场应经过硬化处理且排水通畅并具备防雨措施。

6.2.2 粗、细集料质量应符合 JTG F40—2004 的相关规定，单一粗、细集料质量不满足要求但混合料性能满足要求的，允许使用。

6.3 沥青路面回收料（RAP）

6.3.1 不同结构层、混合料类型的 RAP 宜分别回收、分开堆放、不应混杂。RAP 回收宜选用冷铣刨、机械开挖等方式。

6.3.2 RAP 在回收和存放时不应混入半刚性基层材料、水泥混凝土材料、土等杂物。

6.3.3 对于原有道路破碎严重、老化严重、以及局部特殊修补的路段，应预先处理后再统一进行铣刨。

6.3.4 根据再生混合料的公称最大粒径合理选择筛孔尺寸，将处理后的 RAP 筛分成不少于两档的材料。条件具备时，可使用具有精细化分离功能的处理设备。

6.3.5 筛分好的 RAP 应严格控制堆放高度，不宜超过 3 m。在对铣刨料的检测中应加强含水率和抽提筛分试验。

6.3.6 RAP 取样应客观的代表原路面材料，RAP 和 RAP 中集料应满足表 2 技术要求。

表2 RAP 和 RAP 中集料检测项目与技术要求

材料	检查项目	单位	技术要求	检查方法
RAP	含水率	%	≤3	JTG T5521—2019 附录 B
	RAP 级配	—	实测	
	沥青含量	%	实测	
RAP 中的粗集料	针片状颗粒含量（表面层）	%	≤15	JTG 3432—2024 T0311
	针片状颗粒含量（其他层）		≤18	
	密度	g/cm ³	实测	JTG 3432—2024 T0304
	压碎值（表面层）	%	≤26	JTG 3432—2024 T0316
	压碎值（其他层）		≤28	
RAP 中的细集料	棱角性（流动时间）	s	≥30	JTG 3432—2024 T0345
	砂当量	%	≥55	JTG 3432—2024 T0334
	密度	g/cm ³	实测	JTG 3432—2024 T0330

6.3.7 RAP 中沥青取样应具有代表性，RAP 中沥青应满足表 3 技术要求。

表3 RAP 中沥青检测项目与技术要求

检查项目	单位	技术要求	检查方法
25 ℃针入度	0.1 mm	≥20	JTG E20—2011 T0604
60 ℃黏度	Pa·s	实测	JTG E20—2011 T0620
软化点	℃	实测	JTG E20—2011 T0606
15 ℃延度	cm	实测	JTG E20—2011 T0605

6.3.8 根据旧沥青老化程度、沥青含量、RAP 掺配比例、再生剂与沥青的配伍性、改善效果等，综合选择再生剂品种。沥青再生剂技术要求应满足 JTG/T 5521—2019 的相关规定。

6.4 填料

6.4.1 厂拌热再生沥青混合料用矿粉应采用石灰岩或岩浆岩中的强基性岩石等憎水性石料经磨细得到的矿粉，矿粉技术指标应符合 JTG F40—2004 的相关规定。

6.4.2 水泥作为再生结合料或者活性添加剂时，宜采用普通硅酸盐水泥、矿渣硅酸盐水泥、火山灰硅酸盐水泥，不应使用快硬水泥、早强水泥。

6.4.3 石灰作为再生结合料或者活性添加剂时，宜采用消石灰粉或生石灰粉，石灰技术指标应符合 JTG/T F20—2015 的相关规定。

6.5 纤维稳定剂

再生混合料为 SMA 时，应采用纤维稳定剂，其技术指标应满足 JT/T 533—2020 的相关规定。

7 混合料设计和性能要求

7.1 一般规定

- 7.1.1 设计前应对 RAP 进行沥青抽提试验，测定 RAP 沥青含量与基本指标。
- 7.1.2 厂拌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，应按照马歇尔设计方法进行检验，满足要求时方可使用。
- 7.1.3 高速公路、一级公路厂拌热再生混合料 RAP 掺配比例超过 30%时宜添加再生剂。

7.2 矿料级配

- 7.2.1 应根据公路等级、气候条件、交通特点、回收材料的特性，选择合适的旧沥青路面材料的掺配比例，确定合理的矿料级配。
- 7.2.2 厂拌热再生沥青混合料级配应符合 JTG F40—2004 规定的同级配类型新拌沥青混合料的级配范围。

7.3 性能要求

- 7.3.1 厂拌热再生沥青混合料性能指标应满足 JTG F40—2004 中同级配类型新拌沥青混合料的技术要求，在混合料性能满足设计要求前提下，可不计算矿料间隙率（VMA）和沥青饱和度（VFA）。
- 7.3.2 本文件采用马歇尔设计方法进行沥青路面厂拌热再生混合料的配合比设计，对于新加改性沥青混合料的最大理论相对密度计算方法见附录 A，对于新加基质沥青混合料的最大理论相对密度宜使用实测法。

8 施工

8.1 一般规定

厂拌热再生施工前，应铺筑试验路，长度不宜小于200 m。通过铺筑试验路确定混合料拌和工艺、摊铺工艺、压实工艺及再生混合料的松铺系数。

8.2 拌和

8.2.1 厂拌热再生混合料拌制应选用间歇式拌和设备，拌和设备应具备 RAP 的配料装置和计量装置，应增加 RAP 烘干加热系统。间歇式再生拌和机搅拌工艺可按照图 1 执行。

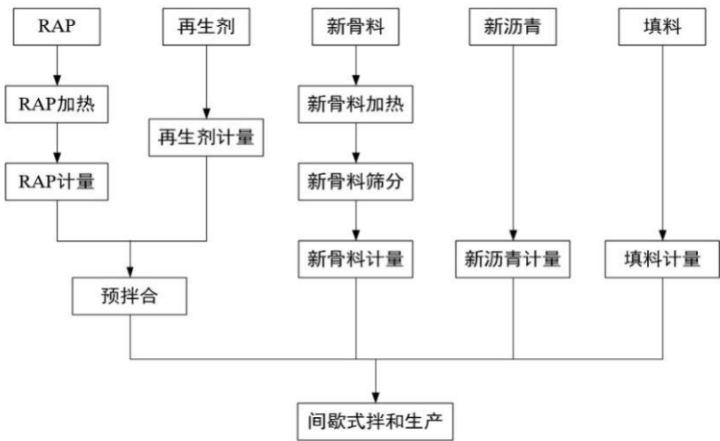


图 1 间歇式再生拌和机搅拌工艺流程

- 8.2.2 厂拌热再生混合料拌和设备应符合 JTG F40—2004 的相关规定。间歇式拌和机宜备有保温性能好的成品储料仓，贮存过程中混合料降温不应大于 10℃，且不应有沥青滴漏。
- 8.2.3 厂拌热再生混合料拌和，宜先将 RAP 与再生剂拌和 8 s~10 s，再加入新集料干拌 8 s~10 s，之

后再喷入沥青进行拌和，总拌和时间宜比普通热拌沥青混合料延长 10 s~20 s。

8.2.4 厂拌热再生沥青混合料拌和，应提高新集料的加热温度，温度宜控制在 185℃~195℃，不宜超过 200℃。拌和机应严格控制沥青加热温度、矿料温度和混合料出厂温度，厂拌热再生沥青混合料施工温度控制见表 4。

表4 厂拌热再生沥青混合料施工温度

单位为摄氏度

沥青类型	道路石油沥青	SBS 改性沥青
沥青加热温度	150~160	160~170
RAP 材料加热温度	100~130（根据加热设备性能确定）	
沥青再生剂加热温度	80~140	
混合料出厂温度	155~165（超过 195 废弃）	175~185（超过 195 废弃）
混合料运输到现场温度	≥160	≥170
摊铺温度	≥150	≥165
开始碾压混合料内部温度	≥140	≥155
碾压终了表面温度	≥70	≥90

8.2.5 生产添加纤维的沥青混合料时，应适当增加拌和时间，纤维在混合料中应充分分散，拌和均匀。

8.3 运输

厂拌热再生沥青混合料运输应满足JTG F40—2004要求。

8.4 摊铺

厂拌热再生沥青混合料的摊铺应满足JTG F40—2004要求，摊铺温度宜比普通热拌沥青混合料高 5℃~10℃。

8.5 压实

厂拌热再生沥青混合料压实应满足JTG F40—2004要求，压实工艺宜根据试验段确定。

8.6 接缝处置

厂拌热再生沥青混合料纵向和横向接缝部位的施工应符合JTG F40—2004的要求。

9 质量管理和检查验收

9.1 一般规定

- 9.1.1 厂拌热再生沥青路面施工应根据全面质量管理的要求，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，达到规定的质量标准，确保施工质量的稳定性。
- 9.1.2 高速公路、一级公路沥青路面应加强施工过程质量控制，实行动态质量管理。
- 9.1.3 本文件规定的技术要求是工程施工质量管理和交工验收的依据。
- 9.1.4 所有与工程建设有关的原始记录、试验检测及计算数据、汇总表格，应如实记录和保存，对已经采取措施进行返工和补救的项目，可在原记录和数据上注明，不应销毁。

9.2 施工过程质量管理

9.2.1 厂拌热再生沥青混合料生产过程应进行质量控制，混合料的检测项目和频度应按照 JTG F40—2004 热拌沥青混合料的频度和质量要求执行。

9.2.2 厂拌热再生沥青混合料生产过程按表 5 规定的项目和频度检查 RAP 的质量。

表5 厂拌热再生施工过程中 RAP 的检查频度与质量要求

检查项目		检测频度		质量要求或允许偏差		试验方法
		高速公路、一级公路	其他等级公路	高速公路、一级公路	其他等级公路	
RAP 含水量		每日 1 次	每日 1 次	≤3%	≤3%	JTG T5521—2019 附录 B
RAP 中集料毛体积密度		每 3 000 t 1 次	每 5 000 t 1 次	实测	实测	JTG 3432—2024 T 0304 JTG 3432—2024 T 0330
RAP 矿料级配	≤0.075 mm	每日 1 次	每 2 日~3 日 1 次	±2%	±3%	JTG T5521—2019 附录 B
	0.075 mm 以上筛孔通过率	每日 1 次	每 2 日~3 日 1 次	±6%	±8%	
RAP 沥青含量		每日 1 次	每 2 日~3 日 1 次	±0.4%	±0.5%	JTG T5521—2019 附录 B
注：表中的沥青含量、矿料级配等指标允许偏差均是再生沥青混合料配合比设计时采用的回收料的技术指标相比较的允许偏差。						

9.2.3 厂拌热再生路面施工过程中工程质量控制标准应按照 JTG F40—2004 热拌沥青混合料的施工质量控制标准执行。

9.3 交工验收

厂拌热再生沥青混合料交工验收阶段的质量检查和验收质量标准应按照JTG F80/1—2017执行。

附录 A
(资料性)

混合料理论最大相对密度计算方法

A.1 测试步骤

- A.1.1 首先将各档RAP水洗，将0.075 mm以下颗粒洗除、至漂洗水目测清澈为止，然后将RAP充分加热并分散，按照JTG E20—2011分别用真空法实测每档RAP的理论最大相对密度 γ_i 。
- A.1.2 按照JTG 3432—2024分别测定各档新加集料的毛体积相对密度和表观相对密度，并按照JTG F40—2004的方法计算新加集料合成矿料的有效相对密度 γ_{se} 。
- A.1.3 新加沥青质量占热再生混合料总质量的百分数为 P_a ，沥青密度为 γ_a 。
- A.1.4 RAP的质量占热再生混合料总质量的百分数为 P_r 。

A.2 计算方法

- A.2.1 按照公式（A.1）计算多档RAP的合成理论最大相对密度 γ_t 。

$$\gamma_t = \frac{100}{\frac{P_{r1}}{\gamma_{t1}} + \frac{P_{r2}}{\gamma_{t2}} + \dots + \frac{P_{ri}}{\gamma_{ti}}} \dots\dots\dots (A.1)$$

式中：

γ_t ——RAP 的合成理论最大相对密度，无量纲；

P_{r1} 、 P_{r2} 、 $\dots P_{ri}$ ——各档 RAP 的质量占总 RAP 质量的百分数， $P_{r1}+P_{r2}+\dots+P_{ri}=100$ ，%；

γ_{t1} 、 γ_{t2} 、 $\dots \gamma_{ti}$ ——各档 RAP 的理论最大相对密度，无量纲。

- A.2.2 按照公式（A.2）计算热再生混合料最大理论相对密度 γ_{ta} 。

$$\gamma_{ta} = \frac{100}{\frac{100-P_r-P_a}{\gamma_{se}} + \frac{P_a}{\gamma_a} + \frac{P_r}{\gamma_t}} \dots\dots\dots (A.2)$$