

ICS: 93.080.20

CCS: P66

T/GLYH

中关村中科公路养护产业技术创新联盟团体标准

T/GLYH ***-****

沥青路面厂拌热再生施工技术指南

Technical Guide of Hot Central Plant Recycling Construction for Asphalt

Pavement

20**-**-** 发布

20**-**-** 实施

中关村中科公路养护产业技术创新联盟 发布

目 次

1	范围	1
2	规范性引用文件	1
3	术语	2
4	基本规定	2
5	材料	3
5.1	沥青	3
5.2	再生改性剂	3
5.3	集料	4
5.4	矿粉	4
5.5	沥青混合料回收料 (RAP)	4
6	再生混合料组成设计	5
6.1	一般规定	5
6.2	确定工程设计级配范围、新沥青标号和总沥青用量	7
6.3	材料取样、试验	7
6.4	选择沥青混合料回收料 (RAP) 的掺配比例	7
6.5	选择再生改性剂类型和用量	7
6.6	估算新沥青用量及新沥青占总沥青用量的比例	8
6.7	矿料配合比设计	8
6.8	确定最佳新沥青用量	9
6.9	配合比设计检验	9
6.10	配合比设计报告	9
7	施工	9
7.1	设备要求	9
7.2	施工准备	10
7.3	沥青混合料回收料 (RAP) 的回收、预处理和堆放	11
7.4	拌和	12
7.5	运输、摊铺和压实	12
7.6	养生及开放交通	12
8	施工质量控制	12
8.1	沥青混合料回收料 (RAP) 的质量控制	13
8.2	厂拌热再生混合料生产质量控制	13
8.3	厂拌热再生沥青路面施工质量控制	13
附录 A	14
A.1	一般规定	14
A.2	试样制备	14
A.3	数据处理	14
A.4	技术要求与报告	15

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。

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这些专利的责任。

本文件由中关村中科公路养护产业技术创新联盟提出并归口管理，并委托交通运输部科学研究院（联系人：赵蔚，联系电话：18610054215）负责具体解释工作。

本文件起草单位：广州市市维新材料科技有限公司、交通运输部科学研究院。

主要起草人：彭馨彦

1 范围

本指南规定了沥青路面厂拌热再生的基本规定、材料、再生混合料组成设计、施工、施工质量控制等的技术要求。

本指南适用于各等级公路及城镇道路新、改（扩）建和大中修养护工程。

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。本规范引用文件均不注明日期，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 25641 道路施工与养护机械设备-沥青混合料厂拌热再生设备

GB/T 50743 工程施工废弃物再生利用技术规范

JTG 3410 公路工程沥青及沥青混合料试验规程

JTG 3432 公路工程集料试验规程

GB/T 23986 色漆和清漆 挥发性有机化合物（VOC）含量的测定 气相色谱法

GB/T 23990 涂料中苯、甲苯、乙苯和二甲苯含量的测定 气相色谱法

GB/T 4612 塑料 环氧化合物 环氧当量的测定

JTG F40 公路沥青路面施工技术规范

JTG F80/1 公路工程质量检验评定标准

JTG 3450 公路路基路面现场测试规程

JTG 5110 公路养护技术标准

JTG 5142 公路沥青路面养护技术规范

JTG/T 5521 公路沥青路面再生技术规范

T/GLYH 007 公路沥青路面厂拌热再生技术规范

3 术语

3.1 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。

3.2 再生改性剂 rejuvenating modifier (RM)

掺加到热再生沥青混合料中，用于改善老化沥青和再生沥青混合料性能的添加剂。

3.3 厂拌热再生 hot central plant recycling

在拌和厂将沥青混合料回收料 (RAP) 破碎、筛分后，以一定的比例与新集料、新沥青、再生改性剂等加热拌和为混合料，然后铺筑形成沥青路面的技术。

3.4 再生沥青混合料疲劳性能保持率 fatigue performance retention rate of recycled asphalt mixture

再生沥青混合料 100 万次疲劳次数相应的失效应变占新拌沥青混合料 100 万次疲劳次数相应的失效应变的百分率。

4 基本规定

4.0.1 不同来源和不同规格的沥青混合料回收料 (RAP) 应分开堆放，应堆放在预先经过硬化处理且排水通畅的地面上，并应采取设置防雨罩棚等防水措施。

4.0.2 含 SBS 改性沥青的沥青混合料回收料 (RAP) 可用于厂拌热再生，使用其他

类型改性剂的改性沥青混合料的回收料，应经论证后使用。

4.0.3 沥青混合料回收、厂拌热再生混合料的生产与施工等过程应符合国家和行业安全生产、环境保护等方面的相关规定。

4.0.4 厂拌热再生技术除应符合本规范外，尚应符合国家和行业现行标准的相关规定。

4.0.5 厂拌热再生技术可应用于各等级公路及城镇道路的各个面层，再生层厚度及路面结构组合应符合现行《公路沥青路面设计规范》（JTG D50）中对应级配类型沥青混合料的有关规定。

5 材料

5.1 沥青

5.1.1 再生混合料使用的道路石油沥青、改性沥青，应符合现行《公路沥青路面施工技术规范》（JTG F40）的有关规定。

5.2 再生改性剂

5.2.1 再生改性剂性能宜满足表 5.2.1 的要求。

表 5.2.1 再生改性剂技术要求

检测项目	RM-1	RM-2	RM-3	试验方法
60℃黏度（mm ² /s）	20~100	50~200	100~1000	T 0619
闪点（℃）	≥ 220	≥ 220	≥ 220	T 0611
饱和分含量（%）	< 20	< 20	< 20	T 0618/ T 0634
芳香分含量（%）	≥ 65	≥ 60	≥ 60	T 0618/ T 0634
薄膜烘箱试验前后黏度比	≤ 3	≤ 3	≤ 3	T 0619
薄膜烘箱试验前后质量变化（%）	< 3, > -3	< 3, > -3	< 3, > -3	T 0609/ T 0610
15℃密度（g/cm ³ ）	0.94~1.00	0.94~1.00	0.94~1.00	T 0603
挥发性有机物VOC含量（g/L）	< 5	< 5	< 5	GB/T 23986
甲苯、乙苯、二甲苯的总和（g/kg）	< 1	< 1	< 1	GB/T 23990
环氧当量（g/mol）	-	≥ 1200	≥ 1400	GB/T 4612

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。

5.2.2 应根据沥青混合料回收料（RAP）中沥青老化程度、沥青含量、RAP 掺配比例、再生改性剂与沥青的配伍性、再生沥青的耐老化性能等，经试验确定适宜的再生改性剂，其中 RAP 掺配比例为 0%~30%时，宜选择 RM-1 型再生改性剂；RAP 掺配比例为 30%~50%时，宜选择 RM-2 型再生改性剂；RAP 掺配比例为 >50%时，宜选择 RM-3 型再生改性剂。

5.2.3 再生改性剂应储存在密闭的容器中。

5.3 集料

5.3.1 粗、细集料质量应符合现行《公路沥青路面施工技术规范》（JTG F40）的有关规定。

5.3.2 应用时，当 RAP 中集料质量不符合现行《公路沥青路面施工技术规范》（JTG F40）的有关规定时，应通过调整 RAP 掺配比例使新旧集料混合后的集料质量符合有关规定。

5.4 矿粉

5.4.1 矿粉的质量应符合现行《公路沥青路面施工技术规范》（JTG F40）的有关规定。

5.5 沥青混合料回收料（RAP）

5.5.1 再生混合料设计时，应按表 5.5.1 测试沥青混合料回收料（RAP）技术指标。

表 5.5.1 RAP 技术指标

材料	检测项目	试验方法
沥青混合料回收料（RAP）	含水率	现行《公路沥青路面再生技术规范》（JTG/T 5521）
	矿料级配	
	沥青含量	
	砂当量	
RAP中的沥青	25℃针入度	抽提，现行《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》（JTG 3410）
	60℃动力粘度	
	软化点	
	15℃延度	

RAP中的粗集料	针片状颗粒含量	现行《公路工程集料试验规程》（JTG 3432）
	压碎值	
RAP中的细集料	棱角性	
	小于0.075mm含量	

5.5.2 沥青混合料回收料（RAP）应满足表 5.5.2 所示的技术要求。

表 5.5.2 RAP 技术要求

材料	检测项目	技术要求	试验方法
RAP	含水率（%）	≤3	JTG/T 5521（附录 B）
	最大颗粒粒径（mm）	≤26.5	
4.75mm以下的RAP	砂当量（%）	≥60	
RAP中的粗集料	针片状颗粒含量（%）	≤15	T0312
	最大颗粒粒径（mm）	≤设计级配允许的最大粒径	JTG/T 5521（附录 B）
RAP中的细集料	小于0.075mm含量（%）	≤10	T 0333
RAP中的沥青	25℃针入度（0.1mm）	≥10	T0726或T0727回收沥青，然后按T0604试验

6 再生混合料组成设计

6.1 一般规定

6.1.1 本方法适用于厂拌热再生密级配沥青混合料及沥青稳定碎石混合料的配合比设计。

6.1.2 再生混合料类型、矿料级配应符合现行《公路沥青路面施工技术规范》（JTG F40）的有关规定，其中矿料级配为沥青混合料回收料（RAP）中的回收矿料与新矿料的合成级配。

6.1.3 再生混合料配合比设计应通过目标配合比设计、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、再生改性剂的类型和用量、矿料级配、最佳沥青用量。

6.1.4 目标配合比设计宜按图 6.1.4 的步骤进行。

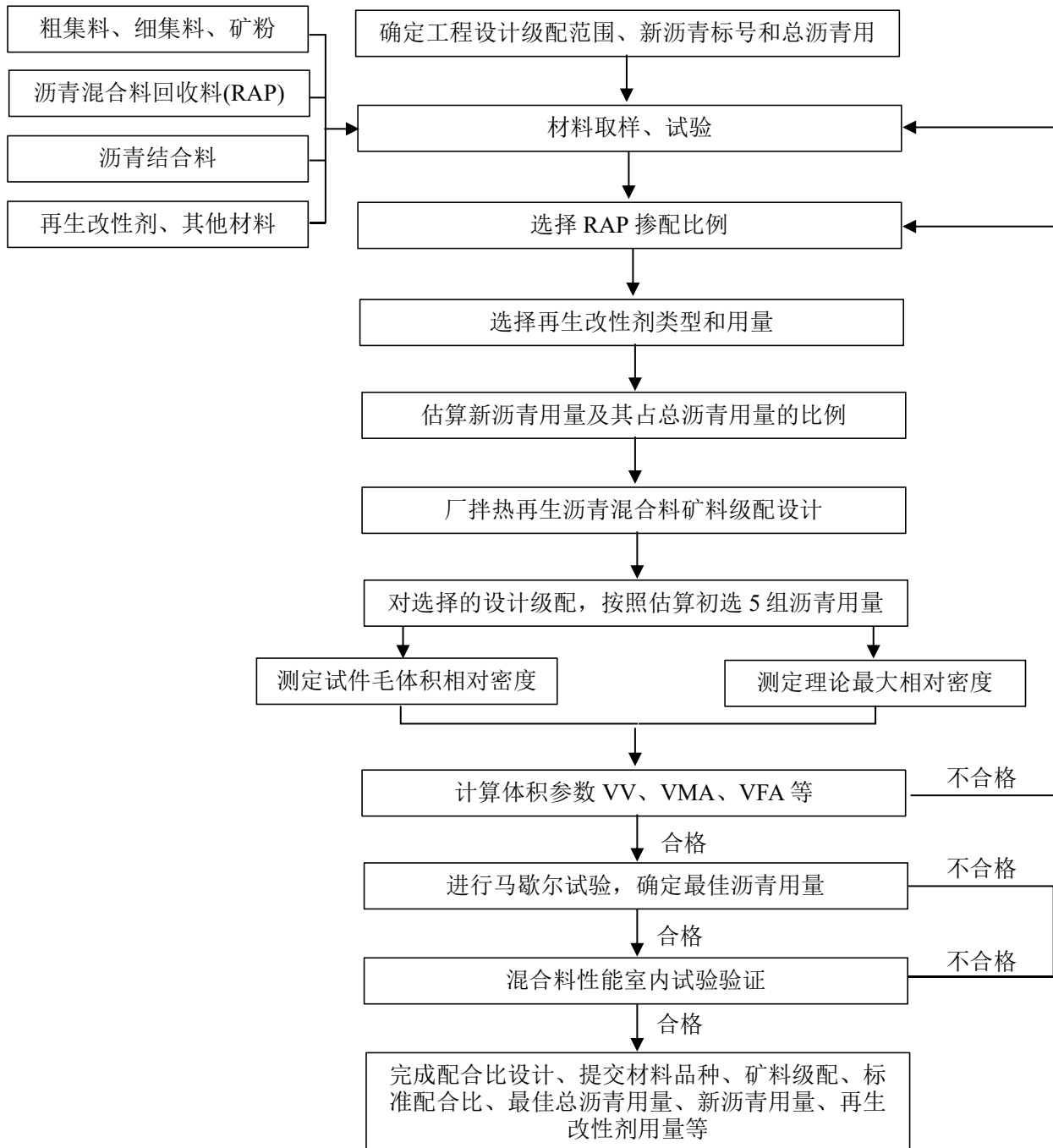


图 6.1.4 目标配合比设计流程图

6.1.5 生产配合比设计应取目标配合比设计阶段的最佳沥青用量 OAC 、 $OAC \pm 0.3\%$ 这 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站取样试验综合确定

生产配合比的最佳沥青用量，由此确定的最佳沥青用量与目标配合比设计结果的差值宜控制在 $\pm 0.2\%$ 范围内。

6.1.6 生产配合比验证阶段应符合以下规定：

1 应按生产配合比结果试拌、铺筑试验段、取样检测混合料各项指标是否满足本规范要求，由此确定生产用的标准配合比。

2 应根据标准配合比及设计文件要求，确定施工用的级配控制范围。

6.2 确定工程设计级配范围、新沥青标号和总沥青用量

6.2.1 根据公路等级、气候条件、交通特点、充分借鉴成功经验，确定工程设计级配范围。参考按新拌沥青混合料的沥青标号和沥青用量，确定再生沥青混合料的新沥青标号和总沥青用量。工程设计级配范围应符合现行《公路沥青路面施工技术规范》（JTG F40）规定的相应热拌沥青混合料级配范围。

6.3 材料取样、试验

6.3.1 按现行《公路沥青路面再生技术规范》（JTG/T 5521）的规定选取沥青混合料回收料（RAP）开展试验，确定其性质。

6.3.2 按“5.2”节的规定选取再生改性剂开展试验，确定其性质。

6.3.3 按现行《公路沥青路面施工技术规范》（JTG F40）的规定选取其他材料开展试验，确定其性质。

6.4 选择沥青混合料回收料（RAP）的掺配比例

6.4.1 根据沥青混合料回收料（RAP）的老化程度、含水率、沥青混合料回收料（RAP）矿料的级配变异情况以及工程的实际情况、沥青混合料类型、拌和设备的类型与加热干燥能力等，选择沥青混合料回收料（RAP）的掺配比例，当用于高速及一级公路表面层时，沥青混合料回收料（RAP）的掺配比例应不超过 50%。

6.5 选择再生改性剂类型和用量

6.5.1 根据沥青混合料回收料（RAP）材料的性质、掺配比例，参照表 6.5.1 选择再生改性剂的类型和用量。

表 6.5.1 再生改性剂的类型和用量选择

RAP 含量	回收沥青等级	再生改性剂类型	再生改性剂用量 (旧沥青含量质量百分比)
0-30%	$P \geq 30$	RM-1	1%~3%
	$20 \leq P < 30$		3%~4%
	$10 \leq P < 20$		4%~6%
30~50%	$P \geq 30$	RM-2	2%~4%
	$20 \leq P < 30$		3%~5%
	$10 \leq P < 20$		5%~6%
大于 50%	$P \geq 30$	RM-3	3%~4%
	$20 \leq P < 30$		4%~6%
	$10 \leq P < 20$		6%~8%

6.6 估算新沥青用量及新沥青占总沥青用量的比例

6.6.1 按式（6.6.1）计算再生沥青混合料的新沥青用量 P_{nb} ：

$$P_{nb} = P_b - P_{ob} \times \frac{R}{100} \quad (6.6.1)$$

式中： P_{nb} ——再生沥青混合料的新沥青用量（%）；

P_b ——再生沥青混合料的总沥青用量（%）；

P_{ob} ——RAP 中的沥青含量（%）；

R ——RAP 掺配比例（%）。

6.6.2 不同档的沥青混合料回收料（RAP），其沥青含量应分别计算再加和。

6.7 矿料配合比设计

6.7.1 将粗、细沥青混合料回收料（RAP）中的矿料分别作为再生沥青混合料中的一种矿料与新集料一起，按照现行《公路沥青路面施工技术规范》（JTG F40）的规定进行矿料配合比设计。

6.8 确定最佳新沥青用量

6.8.1 以估算新沥青用量 P_{nb} 为中值，用 P_{nb} 、 $P_{nb} \pm 0.5$ 、 $P_{nb} \pm 1.0$ 这 5 个沥青用量水平，按现行《公路沥青路面施工技术规范》（JTG F40）中的马歇尔方法确定最佳新沥青用量。

6.8.2 马歇尔试件的制备应符合现行《公路沥青路面再生技术规范》（JTG/T 5521）中的规定。

6.8.3 RAP 矿料的毛体积相对密度，宜采用溶剂法回收 RAP 中的集料经实测获得。

6.9 配合比设计检验

6.9.1 应按现行《公路沥青路面施工技术规范》（JTG F40）热拌沥青混合料配合比设计方法的有关规定检验再生沥青混合料的各项性能。

6.9.2 当 RAP 掺量比例超过 30% 时，还应检验再生沥青混合料的疲劳性能保持率，疲劳性能保持率的检测方法和技术要求见附录 A。

6.10 配合比设计报告

6.10.1 再生沥青混合料配合比报告应包括：沥青混合料回收料（RAP）试验结果、沥青混合料回收料（RAP）掺量确定、工程设计级配范围选择说明、材料品种选择与新材料试验结果、矿料级配、最佳沥青用量、新沥青用量、再生改性剂掺量、以及各项体积指标、配合比设计检验结果等。

7 施工

7.1 设备要求

7.1.1 当沥青混合料回收料（RAP）的掺配比例不大于 30%时，厂拌热再生设备应符合现行《公路沥青路面再生技术规范》（JTG/T 5521）中对厂拌热再生混合料生产设备的有关规定。

7.1.2 当沥青混合料回收料（RAP）的掺配比例大于 30%时，厂拌热再生设备除应符合现行《公路沥青路面再生技术规范》（JTG/T 5521）中对厂拌热再生混合料生产设备的有关规定外，尚应满足下列要求：

1 沥青混合料回收料（RAP）破碎机宜采用双齿辊破碎机，具备两级筛分系统，第一级筛分系统宜采用圆振筛结构，将沥青混合料回收料（RAP）分为0~13mm和13~26.5mm两档，第二级应采用高频筛分方式，将0~13mm的沥青混合料回收料（RAP）分为0~5mm和5~13mm两档。

2 应配备不少于3个沥青混合料回收料（RAP）冷料仓。

3 沥青混合料回收料（RAP）热料暂存仓，放料门应具备加热功能，仓体应具备测温、料位上限报警功能。暂存仓宜采用连续称重方式，仓体内部应设有耐磨衬板，且内部结构设计应满足无粘料死角的要求。

4 加热计量后的RAP宜采用垂直方式投入到拌和仓中，接口部分应具备加热及保温功能。

5 应配备与主机操作系统兼容配套的再生改性剂储存、计量、喷洒装置，具有自动计算、计量添加的功能。

7.2 施工准备

7.2.1 施工前应配备满足施工要求的拌和设备、摊铺机、压路机、运料车等生产施工设备，通过调试、标定，保证其处于良好的工作状态。

7.2.2 施工前应储备足够数量的、满足要求的粗细集料、沥青、再生改性剂、矿粉、预处理后的沥青混合料回收料（RAP）等所需的各类材料。

7.2.3 施工前应检查下承层，下承层应密实平整，强度应符合设计要求，病害应进行处置。

7.2.4 厂拌热再生混合料不得在下承层表面温度低于5°C的情况下施工。

7.2.5 正式施工前应按现行《公路沥青路面施工技术规范》(JTG F40)的有关规定铺筑试验段。

7.3 沥青混合料回收料(RAP)的回收、预处理和堆放

7.3.1 在沥青混合料回收料(RAP)回收阶段,应按照现行《公路沥青路面再生技术规范》(JTG/T 5521)的规定回收RAP。

7.3.2 宜采用路面铣刨方式获取沥青混合料回收料(RAP),路面铣刨工艺应按照现行《公路沥青路面厂拌热再生技术规范》(T/GLYH 007)执行。

7.3.3 沥青混合料回收料(RAP)进厂应进行检验,不满足表5.5.2规定的RAP严禁使用。

7.3.4 沥青混合料回收料(RAP)在使用前应进行破碎、筛分等预处理,并应符合下列规定:

1 不同料源、品种、规格的RAP宜分开预处理。

2 对于粒径超过26.5mm的RAP、聚团的RAP,应使用破碎机进行破碎,宜采用破碎机一次破碎成型,控制0.075mm通过率小于10%。

3 应根据再生混合料的最大公称粒径合理选择筛网尺寸,将破碎后的RAP筛分分档,当RAP掺配比例不大于30%时,应分成不少于2档料;当RAP掺配比例大于30%时,应分成不少于3档料,其中粒径不超过13.2mm的RAP宜分成0~5mm、5~15mm两档。

7.3.6 预处理后沥青混合料回收料(RAP)的堆放,除应符合现行《公路沥青路面再生技术规范》(JTG/T 5521)的规定,尚宜符合下列规定:

1 RAP的堆放高度不宜超过3m。

2 RAP的堆放时间不宜超过6个月。

3 RAP 取料时，应从料堆的一端开始在全高范围内取料。

7.4 拌和

7.4.1 再生混合料的拌和时间应根据具体情况经试拌确定，拌和的混合料应均匀、无花白料。干拌时间宜比普通热拌沥青混合料延长 5~10s，总拌和时间宜比普通热拌沥青混合料延长 10~30s。各阶段拌和时间宜符合现行《公路沥青路面再生技术规范》（JTG/T 5521）的规定。

7.4.2 再生混合料的生产温度应符合现行《公路沥青路面再生技术规范》（JTG/T 5521）的规定，具体的生产温度应通过试拌试验确定，试拌出的再生混合料，应在松散状态下经 170℃的烘箱保存 12h 无明显凝结结块现象，且能用铁铲方便地拌和操作。

7.4.3 拌和过程中应避免沥青混合料回收料（RAP）过热或加热不足的情况。RAP 过热、碳化时，应予废弃。

7.4.4 再生混合料拌和的其他要求，应符合现行《公路沥青路面施工技术规范》（JTG F40）的对热拌沥青混合料的有关规定。

7.5 运输、摊铺和压实

7.5.1 再生混合料的摊铺温度宜比相应的热拌沥青混合料摊铺温度提高 5~10℃。

7.5.2 摊铺机熨平板预热温度应不低于 100℃。

7.5.3 厂拌热再生混合料运输、摊铺和碾压应符合现行《公路沥青路面再生技术规范》（JTG/T 5521）的有关规定。

7.6 养生及开放交通

7.6.1 再生路面的养生和开放交通，应符合现行《公路沥青路面施工技术规范》（JTG F40）的对热拌沥青混合料的有关规定。

8 施工质量控制

8.1 沥青混合料回收料（RAP）的质量控制

8.1.1 施工前按批次对预处理后的沥青混合料回收料（RAP）、再生改性剂进行检验，其性能应符合本规范第 5.5.1 条和第 5.2.1 条的规定。

8.1.2 施工过程中对预处理后的沥青混合料回收料（RAP）质量检验应符合表 8.1.2 规定。

表 8.1.2 施工过程中预处理后的 RAP 检验频度与质量要求

检验项目		检验频度	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	
RAP 含水率（%）		每个工作日 1 次	≤3	≤3	JTG/T 5521（附录 B）
RAP 中集料毛体积相对密度		1 次/5000t RAP	实测	实测	T0722, T0304, T0330
RAP 中矿料级配	0.075mm 筛孔通过率（%）	1 次/2000t RAP	±3	±4	T0722, T0302, T0327
	0.075mm 以上筛孔通过率（%）	1 次/2000t RAP	±8	±10	
RAP 中沥青	含量（%）	1 次/2000t RAP	±0.5	±0.6	T0722 或 T0735
	25°C 针入度（0.1mm）	1 次/5000t RAP	±6	±8	T0722, T0726 或 T0727, T0604

8.2 厂拌热再生混合料生产质量控制

8.2.1 厂拌热再生混合料生产质量控制，应符合现行《公路沥青路面厂拌热再生技术规范》（T/GLYH 007）对混合料生产质量控制的有关规定。

8.3 厂拌热再生沥青路面施工质量控制

8.3.1 厂拌热再生沥青路面施工质量控制，应符合现行《公路沥青路面施工技术规范》（JTG F40）对热拌沥青混合料路面施工质量控制的有关规定。

附录 A

(规范性)

厂拌热再生沥青混合料疲劳性能保持率检测方法与 技术要求

A.1 一般规定

A.1.1 本方法采用厂拌热再生沥青混合料疲劳性能的保持率来评价厂拌热再生沥青混合料的抗疲劳能力。

A.1.2 按照现行“沥青混合料疲劳试验（四点弯曲法）”（T 0739）的规定，分别测定厂拌热再生沥青混合料和新拌沥青混合料的 100 万次疲劳次数相应的失效应变。

A.2 试样制备

A.2.1 试样分为再生沥青混合料试样和新拌沥青混合料试样。

A.2.2 再生沥青混合料按照第 6 章确定的矿料级配、再生改性剂用量和最佳新沥青用量拌制再生沥青混合料。

A.2.3 新拌沥青混合料按照下列规定拌制：

- 1 采用溶剂法回收沥青混合料回收料（RAP）的旧集料。
- 2 按照第 6.7 款确定的矿料级配准备新旧集料及矿粉，按照第 6.5 款确定的新沥青标号准备沥青。
- 3 估算沥青用量，按现行《公路沥青路面施工技术规范》（JTG F40）中的马歇尔方法确定最佳新沥青用量。
- 4 按照现行《公路沥青路面施工技术规范》（JTG F40）的规定拌制新拌沥青混合料。

A.3 数据处理

A.3.1 按照现行 T0739 的规定分别测定并计算再生沥青混合料 100 万次疲劳次

数相应的失效应变和新拌沥青混合料 100 万次疲劳次数相应的失效应变，按式 (A.3.1) 计算疲劳性能保持率。

$$\varepsilon R = \frac{\varepsilon_{t1}}{\varepsilon_{t0}} \times 100 \quad (\text{A.3.1})$$

式中： εR —— 厂拌热再生沥青混合料疲劳性能保持率，%；

ε_{t0} —— 新拌沥青混合料 100 万次疲劳次数相应的失效应变， $\mu\varepsilon$ ；

ε_{t1} —— 再生沥青混合料 100 万次疲劳次数相应的失效应变， $\mu\varepsilon$ 。

A.4 技术要求与报告

A.4.1 厂拌热再生沥青混合料疲劳性能的保持率应不低于 80%。

A.4.2 试验报告除按照现行“沥青混合料疲劳试验（四点弯曲法）”（T 0739）的规定编制报告，还应计算并报告厂拌热再生沥青混合料疲劳性能的保持率。

