

长沙市工程建设地方标准规程 DBCJ

DBCJ007-2019

厂拌热再生施工与验收 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。

为指导厂拌热再生沥青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.厂拌热再生沥青混合料；5.再生路面施工；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	4
3	材料	6
3.1	一般规定	6
3.2	沥青	6
3.3	沥青再生剂	9
3.4	集料	10
3.5	矿粉	10
3.6	沥青混合料回收料（RAP）	11
4	厂拌热再生沥青混合料	12
4.1	一般规定	12
4.2	再生沥青技术要求	12
4.3	再生沥青混合料设计	13
5	再生路面施工	14
5.1	一般规定	14
5.2	厂拌热再生设备要求	14
5.3	沥青混合料回收料（RAP）的回收	16
5.4	沥青混合料回收料的预处理与堆放	16

5.5	混合料拌和.....	18
5.6	运输.....	19
5.7	摊铺.....	19
5.8	压实.....	19
5.9	养生和开放交通.....	20
6	施工质量管理与验收.....	21
6.1	施工质量管理.....	21
6.2	检查验收.....	22
附录 A	沥青混合料回收料 (RAP) 取样与试验分析.....	23
附录 B	厂拌热再生沥青混合料配合比设计方法.....	27
	本指南用词说明.....	34
	引用标准名录.....	35

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厂拌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 厂拌热再生沥青路面设计与施工除应符合本指南的规定外，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。

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 厂拌热再生 central plant hot recycling

在沥青混合料拌和厂(场、站)将沥青混合料回收料(RAP)破碎、筛分后,以一定的比例与新矿料、新沥青、沥青再生剂(必要时)、外掺剂(需要时)等加热拌和成混合料,然后铺筑形成沥青路面的技术。

2.1.3 沥青再生剂 rejuvenating agent

掺加到热再生沥青混合料中,用于改善老化沥青性能的添加剂。

2.1.4 再生沥青 rejuvenated binder

沥青混合料回收料(RAP)中的回收沥青与沥青再生剂、新沥青(需要时)组成的混合物。

2.1.5 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。

2.1.6 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。

2.1.7 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。

2.1.8 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。

2.1.9 沥青混合料回收料（RAP）掺配比例 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。

2.1.10 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。

2.1.11 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；
 w_d —— 烘干后的 RAP 样品质量；
 w_w —— 烘干前的 RAP 样品质量；
 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 生产厂拌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 不同来源、品种、规格、老化程度的沥青混合料回收料（RAP）应分开堆放，避免混杂，保证材料的均匀一致性；因条件限制时，沥青与矿料为同类型的 RAP 可混堆，但须用装载机翻拌均匀后方可使用。不同料源、品种、规格的集料不得混堆。

3.1.3 沥青混合料回收料（RAP）、集料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）的要求。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、旧集料混合后的集料混合料质量，应符合《公路沥青路面施工技术规范》（JTG F40）的要求。

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）的要求。

3.6 沥青混合料回收料（RAP）

3.6.1 沥青混合料回收料（RAP）必须经过预处理后方可使用，预处理方法应符合本指南 5.4 的有关规定。

3.6.2 经预处理后的沥青混合料回收料（RAP），宜按表 3.6.2 所列项目进行检测。

表 3.6.2 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

注：厂拌热再生RAP掺配比例小于20%时，RAP中的粗集料可只检测针片状含量。

4 厂拌热再生沥青混合料

4.1 一般规定

4.1.1 必须在对沥青混合料回收料(RAP)充分调查分析的基础上,根据工程要求、道路等级、使用层位、气候条件、交通情况,充分借鉴成功经验,选用符合要求的材料,进行再生沥青混合料设计。

4.1.2 厂拌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。

4.2 再生沥青技术要求

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 再生沥青混合料设计

4.3.1 厂拌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。

4.3.2 厂拌热再生沥青混合料设计按照附录 B 的设计方法与流程进行。

5 再生路面施工

5.1 一般规定

5.1.1 厂拌热再生技术适用于各等级道路沥青混合料回收料（RAP）的热拌再生利用，厂拌热再生沥青混合料可用于各等级道路的沥青面层与柔性基层。

5.1.2 厂拌热再生应选择符合要求的 RAP 和适宜的 RAP 掺配比例，再生沥青混合料应符合《公路沥青路面施工技术规范》（JTG F40）中对热拌沥青混合料的相关技术要求。

5.1.3 厂拌热再生沥青混合料的分类，按照集料公称最大粒径、矿料级配、空隙率等划分，可参照《公路沥青路面施工技术规范》（JTG F40）的热拌沥青混合料分类。

5.2 厂拌热再生设备要求

厂拌热再生沥青混合料生产设备除应符合《公路沥青路面施工技术规范》（JTG F40）有关规定外，还应符合下列要求：

- 1 配备不少于 3 个 RAP 冷料仓、5 个集料冷料仓；
- 2 配备独立的 RAP 加热干燥滚筒，RAP 加热干燥滚筒出料口应安装自动测温装置，控温精度不低于 $\pm 3^{\circ}\text{C}$ ；

3 配备独立的 RAP 热料暂存仓，RAP 热料暂存仓应具有保温功能并宜具有料位检测装置；

4 配备 RAP 配料与计量装置，静态计量精度不低于 $\pm 0.5\%$ ，动态计量精度不低于 $\pm 2.5\%$ ；

5 RAP 供给系统的供料能力、燃烧器的供热能力、RAP 加热干燥滚筒的生产能力应符合设备最大生产能力的要求；

6 再生加热干燥滚筒应确保 RAP 料不与火焰直接接触，火焰尾尖与 RAP 料的间距不少于 0.5m；RAP 料的加热温度宜控制在 120~150℃左右，普通石油沥青 RAP 料取低值，SBS 改性沥青 RAP 料取高值；RAP 加热滚筒内产生的烟气宜集中收集引入主加热干燥滚筒内进行二次燃烧，减少烟气排放；

7 RAP 加热滚筒内应设置避免 RAP 粘附滚筒内壁的专用搅料装置；

8 应配备再生剂的贮存罐、缓冲罐、计量与喷洒装置；贮存罐与缓冲罐均应能自动控温，其控温精度分别不低于 $\pm 3^\circ\text{C}$ 、 $\pm 1^\circ\text{C}$ ，再生剂静态计量精度不低于 $\pm 0.25\%$ 、动态计量精度不低于 $\pm 2.0\%$ ；

9 宜具有再生剂与 RAP 料预混预拌功能，以便再生剂与 RAP 料充分拌和均匀，再与新加沥青、集料、填料进行拌和，保证再生沥青混合料质量的均匀稳定；

10 配备二级除尘系统，回收粉尘不得当作填料使用，宜采用湿排法处理。

5.3 沥青混合料回收料（RAP）的回收

5.3.1 在回收 RAP 之前，应根据对旧路面调查及 RAP 材料性能评价结果（沥青含量、老化程度，集料类型和级配情况）预先划分段落，然后分段、分车道、分层回收；回收宜采用铣刨方式，也可采用机械开挖方式。

5.3.2 不同的 RAP 应分别回收，分开堆放、不得混杂。

5.3.3 RAP 在回收和存放时不得混入基层废料、水泥混凝土废料、杂物、土等杂质。

5.4 沥青混合料回收料的预处理与堆放

5.4.1 不同来源、不同沥青、不同石料或经分析需要分开的不同段落的 RAP 材料，应进行分类贮存，防止混杂。

5.4.2 预处理前、后的 RAP 材料均应搭棚覆盖，并在大棚周围设置良好的防、排水系统。

5.4.3 宜用装载机将 RAP 料堆充分拌和均匀，以“先筛分，再对超粒径的部分进行破碎”的方式对其进行预处理。经预处理后的 RAP 最大粒径宜小于再生沥青混合料最大粒径。未经预处理的 RAP 材料不得直接使用。

5.4.4 根据再生沥青混合料最大公称粒径的不同，合理选择筛孔尺寸，经预处理后的 RAP 材料应分档，其中细粒式及砂粒式宜分成二档，中粗粒式宜分为三档。筛孔尺寸如表 5.4.4 所示。

表 5.4.4 RAP 筛分时筛网配置要求

沥青混合料回收料 (RAP)	混合料类型	振动筛的配置 (方孔筛, mm)		
		两档	细粒式 砂粒式	17
三档	中粗粒式	24 / 31	15	7

5.4.5 进行预处理后的 RAP 细料需进行砂当量试验。

5.4.6 经过预处理的 RAP 材料，宜用皮带输送机运送到 RAP 贮料仓，也可用装载机转运到贮料仓，应均匀堆放，避免 RAP 材料的离析，同时应避免重型机械碾压 RAP 材料。

5.4.7 RAP 材料应及时使用，避免长时间堆放，料堆高度不宜高于 5m，防止自重压实导致 RAP 材料重新结块成团。

5.4.8 对 RAP 材料进行预处理前，宜用装载机拌匀 RAP 材料，使用时也应从料堆的一端开始在全高、全断面范围内铲料。

5.5 混合料拌和

5.5.1 厂拌热再生沥青混合料宜选用间歇式拌和设备进行拌和，拌和设备应符合 5.2 的有关规定。

5.5.2 厂拌热再生沥青混合料的生产温度与拌和时间应根据拌和设备的加热干燥能力，RAP 材料含水率、再生沥青混合料的级配、再生沥青的粘温曲线等综合确定，以尽量减轻 RAP 材料的再次老化、提高产能、降低能耗、生产出均匀稳定的沥青混合料为原则。

1 适当提高新集料的加热温度，但最高不宜超过 200℃；

2 与普通热拌沥青混合料生产相比，干拌时间宜延长 5~10s，总拌和时间延长 15s 左右；

3 再生沥青混合料出料温度宜比普通热拌沥青混合料适当提高。

5.5.3 生产厂拌热再生沥青混合料时，如果需要添加再生剂，则再生剂应先与 RAP 材料进行预混预拌，使再生剂与 RAP 材料充分拌和均匀后，再与添加的新集料、沥青、矿粉及其他外掺材料拌和均匀。

5.5.4 厂拌热再生沥青混合料拌和的其他要求，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有关规定。

5.6 运输

厂拌热再生沥青混合料的运输，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有关规定。

5.7 摊铺

5.7.1 厂拌热再生沥青混合料的摊铺温度宜比普通热拌沥青混合料高 5~15℃；

5.7.2 厂拌热再生沥青混合料摊铺的其他要求，应符合《公路沥青路面施工技术规范》（JTG F40）对热拌沥青混合料路面的有关规定。

5.8 压实

5.8.1 厂拌热再生沥青混合料的压实温度宜比常规热拌沥青混合料高 5~10℃。

5.8.2 厂拌热再生沥青混合料压实的其他要求，应符合《公路沥青路面施工技术规范》（JTG F40）对热拌沥青混合料路面的有关规定。

5.9 养生和开放交通

厂拌热再生沥青路面的养生和开放交通，应符合《公路沥青路面施工技术规范》（JTGF40）对热拌沥青混合料路面的有关规定。

6 施工质量管理与验收

6.1 施工质量管理

6.1.1 厂拌热再生沥青混合料路面的施工质量管理，公路与城镇道路应分别符合《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)对热拌沥青混合料路面的有关规定。

6.1.2 在施工过程中还须对沥青混合料回收料(RAP)按表6.1.2项目进行检查。

表 6.1.2 施工过程中 RAP 的检查频率与质量要求

检查项目		检测频率		质量要求或允许偏差		试验方法
		高速与一级公路、城镇快速路与主干道	其他等级公路与城镇道路	高速与一级公路、城镇快速路与主干道	其他等级公路与城镇道路	
RAP 含水量		每日 1 次	每 2 日 1 次	≤2%	≤3%	本指南附录 A
RAP 中集料毛体积相对密度		每 3000 吨 RAP 1 次	每 5000 吨 RAP 1 次	实测	实测	T0722, T0304, T0330
RAP 矿	≤0.075mm	每日 1 次	每 2~3 日 1 次	±2%	±3%	T0722, T0303,

	0.075mm 以上筛孔 通过率	每日 1 次	每 2~3 日 1 次	±5%	±8%	
RAP 沥青含量		每日 1 次	每 2~3 日 1 次	±0.4%	±0.5%	T0722 或 T0735
RAP 沥青	25℃针入 度	每 3000 吨 RAP 1 次	每 5000 吨 RAP 1 次	±5	±7	T0722, T0726, T0604
	60℃粘 度, Pa·s	每 3000 吨 RAP 1 次	每 5000 吨 RAP 1 次	±10%	±15%	T0722, T0726, T0620

注：表中的沥青含量、矿料级配、回收沥青技术指标等允许偏差均是
与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。

6.2 检查验收

厂拌热再生沥青混合料路面的检查验收，公路与城镇道
路应分别符合《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）对热拌沥青
混合料路面的有关规定。

附录 A

(规范性附录)

沥青混合料回收料 (RAP) 取样与试验分析

A.1 现场取样

A.1.1 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, 将全施工路段划分为若干个子路段, 每个子路段长度不宜大于5000m, 且不宜小于500m, 或每个子路段面积不宜大于50000m², 且不宜小于5000m²。

A.1.2 按照《公路路基路面现场测试规程》(JTG E60) 中“随机取样方法”确定取样点位置。

A.1.3 厂拌热再生每个子路段取样断面数不少于2个, 宜用铣刨方法获得样品。

A.1.4 取样时应根据试验用量取得足够数量的沥青混合料回收料 (RAP)。

A.2 拌和场料堆取样

A.2.1 取样前, 应用装载机把已分堆贮存的RAP材料翻拌均匀, 并基本摊平成圆饼状或长方形状, 高度不宜超过3m。

A.2.2 取样前应去除表面 15~25cm 深度范围内的部分,取样方法参照《公路工程集料试验规程》(JTG E42)中粗集料取样方法进行。

A.2.3 取样时应根据试验用量取得足够数量的RAP。

A.3 试验缩分

A.3.1 分料器法:将试样拌匀,通过分料器分成大致相等的两份,再取其中的一份分成两份,缩分至需要的数量为止。

A.3.2 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,然后从摊平的试样中心沿互相垂直的两个方向把试样向两边分开,分成大致相等的四份,取其中对角的两份重新拌匀,重复上述过程,直至缩分至所需的数量。

A.4 沥青混合料回收料(RAP)评价

A.4.1 含水率

根据烘干前、后 RAP 质量的变化,按照下式计算 RAP 的含水率 w 。试验方法参照《公路工程集料试验规程》(JTGE42)中粗集料含水率试验进行,烘箱加热温度调整为 60℃恒温,采用干筛法。

$$w = \left(1 - \frac{W_d}{W_w}\right) \times 100\% \quad (\text{A-1})$$

式中： w_w —沥青混合料回收料（RAP）烘干前质量，g；
 w_d —沥青混合料回收料（RAP）烘干至恒重后的质量，g。

A.4.2 砂当量

用 4.75mm 筛筛除沥青混合料回收料（RAP）中的粗颗粒，进行砂当量指标检测。试验按照《公路工程集料试验规程》（JTG E42）中细集料砂当量试验方法进行。

A.4.3 沥青混合料回收料（RAP）的沥青含量和沥青性能测试

A.4.3.1 按照《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》（JTG E20）中的《从沥青混合料中回收沥青的方法》（阿布森法）（T0726）或（旋转蒸发器法）（T0727）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。

A.4.3.2 检测沥青含量和回收沥青的25℃针入度、60℃黏度、软化点、15℃（或5℃，改性沥青）延度等指标。

A.4.3.3 具有下列情形之一的，应进行空白沥青标定：更换沥青回收设备，更换三氯乙烯品种或供应商，回收沥青性能异常，沥青混合料来源发生变化时。

A.4.3.4 重复性试验与复现性试验的精度与允许误差如表 A.4.3.4所示。

表 A.4.3.4 沥青混合料回收料 (RAP) 的沥青性能试验精度与允许误差

试验项目		试验结果平均值	单位	精度与允许误差	
				重复性试验	复现性试验
RAP 沥青	25℃针入度	<50 时	0.1mm	≤ 2	小于平均值的 5%
		>50 时		≤ 4	小于平均值的 10%
	60℃粘度	—	Pa·s	小于平均值的 10%	小于平均值的 15%
	软化点	<80 时	℃	≤ 2.5	≤ 5

A.4.4 沥青混合料回收料 (RAP) 的矿料级配和集料性能

A.4.4.1 将抽提试验后得到的全部矿料烘干至恒重，矿料降到室温后用标准方孔筛进行水洗筛分试验，确定RAP中的旧矿料级配。RAP的沥青含量与级配也可以采用燃烧法确定，若在燃烧过程中，高温导致集料破碎时，不宜采用该法；

A.4.4.2 RAP中集料性能，按照《公路工程集料试验规程》(JTG E42) 相关的规范规程进行检测。

附录 B

(规范性附录)

厂拌热再生沥青混合料配合比设计方法

B.1 一般规定

B.1.1 本方法适用于厂拌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。

B.1.2 厂拌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、再生剂品种及掺量（需要时）、新矿料品种及比例、再生沥青混合料矿料级配、新加沥青最佳用量。

B.1.3 厂拌热再生沥青混合料的目标配合比设计宜按照图附B.1.3框图的步骤进行。

B.1.4 厂拌热再生沥青混合料配合比设计时，RAP料应从经预处理后RAP贮料仓中取样。

B.1.5 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。如果采用其他设计方法设计，应按照本方法进行设计检验，符合要求时方可使用。

B.1.6 生产配合比设计可参照本方法规定的步骤进行。

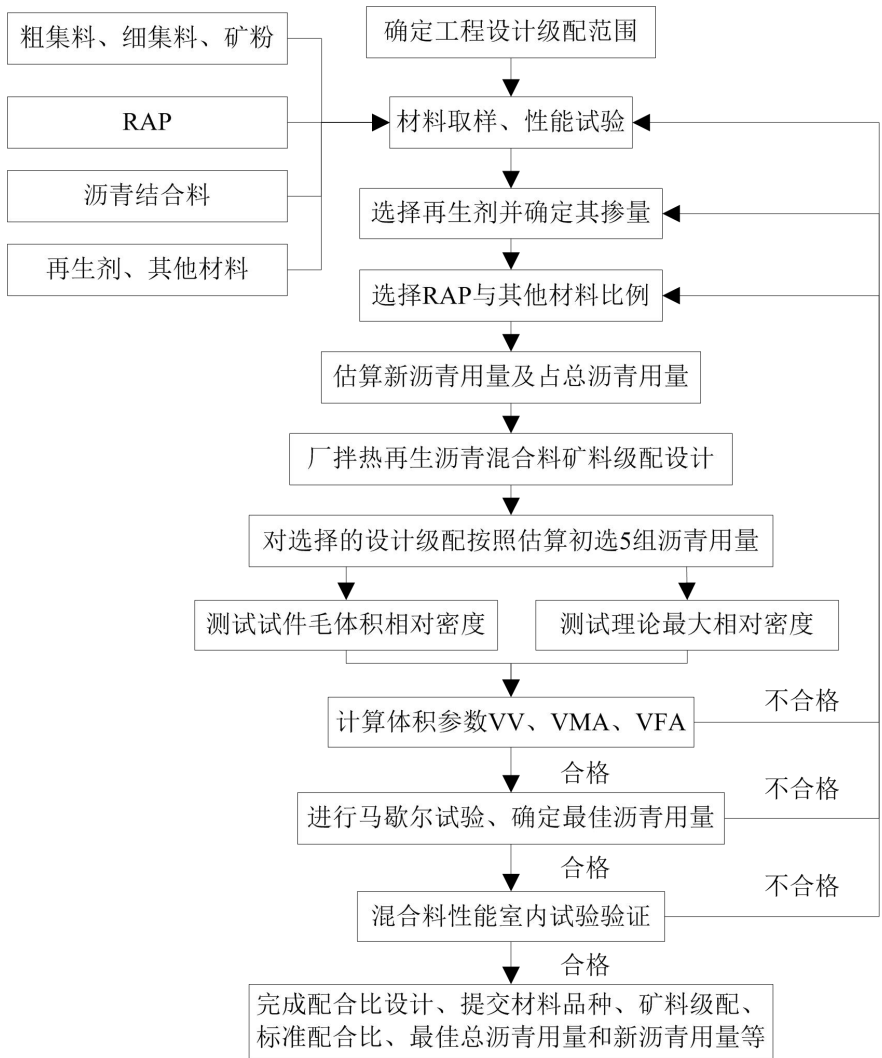


图 B.1.3 厂拌热再生沥青混合料目标配合比设计流程图

B.2 级配与RAP掺量

B.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。

B.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的掺配比例。一般情况下，RAP掺量不宜超过50%，表面层再生沥青混合料中不宜超过30%。

B.3 新沥青及再生剂用量确定

B.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，再生沥青技术指标应 4.2.1 条的要求。特殊情况下，经技术论证后再生沥青延度指标可适当放宽。

B.3.2 新沥青

厂拌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 改性沥青的高温性能指标宜适当提高，软化点不小于 70℃。

B.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。

B.4 矿料配合比设计

B.4.1 根据RAP材料的老化程度、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、拌和设备的类型与加热干燥能力、新矿料的性质,综合确定新矿料与RAP材料的掺配比例。

B.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。

B.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。

B.6 马歇尔试件制备方法

B.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，减轻RAP材料进一步老化程度。

B.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℃。

B.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、新沥青拌和，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。

B.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。

B.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 B-1、附 B-2):

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

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。

$$\gamma_{sa} = \frac{100}{\frac{P_1}{\gamma'_1} + \frac{P_2}{\gamma'_2} + \dots + \frac{P_n}{\gamma'_n}} \quad (\text{B-2})$$

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。

B.6.6 其他试验步骤参照《公路沥青路面施工技术规范》(JTG F40)与《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》(JTG E20)进行。

B.7 配合比设计检验

按照《公路沥青路面施工技术规范》(JTG F40)与《公

路工程沥青及沥青混合料试验规程》(JTG E20)中对热拌沥青混合料配合比设计方法的有关规定进行。

B.8 配合比设计报告

热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，RAP掺量，再生剂与再生沥青试验结果，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，以及再生沥青混合料完整性能试验结果。

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
- 8 《公路路基路面现场测试规程》 JTG E60
- 9 《通用硅酸盐水泥》 GB175