

内部资料 免费交流

准印证号:(甘2018) Y0000029

DB

甘肃省地方标准

DB62/T 3149-2018

备案号: J14391-2018

公路沥青路面热再生应用技术规范

Technical specifications for Highway Asphalt Pavement
Hot Recycling

2018-09-10 发布

2018-11-01 实施

甘肃省住房和城乡建设厅
甘肃省质量技术监督局 联合发布

内部资料 免费交流

准印证号:(甘2018) Y0000029

甘 肃 省 地 方 标 准

公路沥青路面热再生应用技术规程

DB62/T 3149-2018

主编单位：甘肃省兰州公路管理局

甘肃畅陇公路养护技术研究院有限公司

批准部门：甘肃省住房和城乡建设厅

甘肃省质量技术监督局

实施日期：2018年11月1日

2018 兰 州

甘肃省工程建设地方标准 信息公开

甘肃省住房和城乡建设厅 甘肃省质量技术监督局 公告

甘建公告〔2018〕66号

甘肃省住房和城乡建设厅 甘肃省质量技术监督局 关于发布甘肃省地方标准《高等级公路超薄罩面应用技术 规程》和《公路沥青路面热再生应用技术规程》的公告

由甘肃省兰州公路管理局和甘肃畅陇公路养护技术研究院有限公司主编的《高等级公路超薄罩面应用技术规程》和《公路沥青路面热再生应用技术规程》，经甘肃省住房和城乡建设厅、甘肃省质量技术监督局共同审定，现批准为甘肃省地方标准，编号分别为DB62/T 3148-2018和DB62/T 3149-2018，自2018年11月1日起实施。

该两项规程由甘肃省工程建设标准管理办公室负责管理，由甘肃省兰州公路管理局负责具体技术内容和解释。

甘肃省住房和城乡建设厅 甘肃省质量技术监督局

2018年9月10日

甘肃省工程建设地方标准 信息公开

前 言

按照甘肃省住房和城乡建设厅《关于下达〈2015年甘肃省工程建设标准管理及标准设计编制项目计划〉(第一批)的通知》(甘建标〔2015〕137号)的要求,兰州公路管理局会同有关单位,根据甘肃地区公路建设的特点和路面热再生技术的应用现状,并结合相关标准的要求,开展了甘肃省地方标准《公路沥青路面热再生应用技术规程》的编写工作,编制组通过广泛调查研究、征求意见、总结工程经验、吸收有关研究成果,编制了本规程。

本规程共7章,主要技术内容包括:1.总则;2.术语、符号;3.原路面状况调查与评价;4.原材料检测及质量要求;5.热再生混合料配合比设计;6.施工;7.施工质量管理与检查验收。

本规程由甘肃省工程建设标准管理办公室负责管理,由甘肃省兰州公路管理局负责具体解释。各单位在本规程执行过程中如发现需要修改和补充之处,请随时将意见和建议反馈给甘肃省兰州公路管理局《公路沥青路面热再生应用技术规程》编制组(地址:兰州市城关区民主西路226号,邮政编码:730000,E-mail:928374392@qq.com),以供今后修订时参考。

主 编 单 位: 甘肃省兰州公路管理局
甘肃畅陇公路养护技术研究院有限公司

参 编 单 位: 中建三局集团有限公司
兰州交通大学
甘肃省公路管理局

主要起草人： 张富奎 王天武 赵 立 李晓民 曹青霞
王 伟 丁 攀 郝建伟 孙振霞 姚 力
曹沈阳 魏定邦 张国宏 候孝斌 王 力
冯中良 赵静卓 张 青 王 斌 王 晖
包得祥 刘大海 张军林 马元功 丁 民
魏 强 吴来帝 任国斌 陈 鹏 王学娟
雷鹏斗 李 敬 马 泉 孟召虎 柳满庆
滕旭秋 宿秀丽
主要审查人： 王起才 刘立星 任增茂 李 萍 霍曼琳
许 辉 张兴军

目 次

1	总则	1
2	术语、符号	2
2.1	术语	2
2.2	符号	3
3	原路面状况调查与评价	5
3.1	一般规定	5
3.2	路段历史资料调查	5
3.3	路况调查与评价	5
4	原材料检测及质量要求	7
4.1	一般规定	7
4.2	RAP	7
4.3	道路石油沥青	8
4.4	SBS改性沥青	10
4.5	沥青再生剂	10
4.6	再生沥青	11
4.7	集料	12
4.8	矿粉	13
5	热再生混合料配合比设计	14
5.1	一般规定	14
5.2	厂拌热再生混合料配合比设计	14
5.3	就地热再生混合料配合比设计	15
6	施工	16

6.1 一般规定	16
6.2 沥青路面厂拌热再生施工	16
6.3 沥青路面就地热再生施工	18
7 施工质量管理与检查验收	22
7.1 厂拌热再生施工质量管理与检查验收	22
7.2 就地热再生施工质量管理与检查验收	23
附录 A 回收沥青路面材料(RAP)取样与试验分析	26
A.1 现场取样	26
A.2 拌合场料堆取样	26
A.3 试样缩分	27
A.4 RAP评价	27
附录 B 厂拌热再生混合料配合比设计方法	29
B.1 一般规定	29
B.2 确定工程设计级配范围	29
B.3 确定RAP掺配比例	29
B.4 选择新沥青标号和再生剂用量	31
B.5 材料取样、试验	32
B.6 估算新沥青用量 P_{nb} 及其占总沥青用量的比例	32
B.7 矿料配合比设计	33
B.8 确定最佳新沥青用量	33
B.9 配合比设计检验	34
B.10 配合比设计报告	34
附录 C 就地热再生混合料配合比设计	35
C.1 一般规定	35
C.2 确定工程设计级配范围	35
C.3 矿料级配设计	35
C.4 确定再生剂用量	37
C.5 马歇尔试验	37

C.6 确定最佳沥青用量	38
C.7 配合比设计检验	38
C.8 试验路再生沥青混合料性能检验	38
本规程用词说明	39
引用标准名录	40
附:条文说明	41

1 总 则

1.0.1 为规范和指导公路沥青路面热再生技术应用,提高沥青路面热再生技术水平,保证沥青路面热再生工程质量,特制定本规程。

1.0.2 本规程适用于各等级大中型养护工程中沥青路面的热再生技术应用。

1.0.3 本规程所述热再生技术是指沥青路面厂拌热再生技术及沥青路面就地热再生技术。

1.0.4 厂拌热再生适用于各等级公路产生的RAP的热拌再生利用。厂拌热再生混合料根据其实际性能和工程需要,可用于各等级公路沥青路面面层、柔性基层。

1.0.5 就地热再生适用于仅存在浅层轻微病害的高速公路及一、二级公路沥青路面表面层的再生利用,再生层可用作上面层或者中面层。

1.0.6 再生方案应通过技术、经济、环境、交通、安全等方面的综合比选后确定。

1.0.7 沥青路面热再生应用,除应符合本规程的规定外,尚应符合国家、行业颁布的其他有关标准、规范的规定。

2 术语、符号

2.1 术 语

2.1.1 回收沥青路面材料 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 再生结合料 binder for asphalt pavement recycling

新添加到再生混合料中起到胶结作用的材料,主要包括基质沥青和改性沥青。

2.1.3 沥青再生剂 rejuvenating agent

掺加到热再生沥青混合料中,用以恢复老化沥青性能的添加剂。

2.1.4 再生沥青 recycled asphalt

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。

2.1.5 再生沥青混合料 recycled mixture

含有RAP的沥青混合料。

2.1.6 厂拌热再生 central plant hot recycling

将RAP运至沥青拌和厂(场、站),经必要的破碎、筛分,以一定的比例与新添加的集料、沥青、沥青再生剂(必要时)、矿粉等搅拌均匀制成热拌再生混合料铺筑路面的技术。

2.1.7 就地热再生 hot in-place Recycling

采用专用的就地再生设备,对沥青路面进行加热、铣刨,就地掺入一定数量的新沥青、新沥青混合料、沥青再生剂等,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混凝土路面再生的技术。它可以分为复拌再生、加铺再生两种。

1 复拌再生(remixing):将旧沥青路面加热、铣刨,就地掺加一定数量的新沥青、新沥青混合料、再生剂等,经热态拌和、摊铺、碾压成型。掺加的新沥青混合料比例一般控制在30%以内。

2 加铺再生(repaving):将旧沥青路面加热、铣刨,就地掺加一定数量的再生剂、新沥青、新沥青混合料,拌和形成再生混合料,利用再生复拌机的第一熨平板摊铺再生混合料,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混合料上,两层一起压实成型。

2.1.8 RAP级配 gradation of RAP

将烘干至恒重经分散的RAP进行筛分试验测得的级配。

2.1.9 RAP矿料级配 gradation of aggregate in RAP

用抽提法或者燃烧法除去RAP中的沥青材料得到的矿料级配。

2.1.10 再生混合料级配 gradation of recycled mixture

再生混合料级配即再生混合料的矿料级配,是指RAP中的矿料与新矿料的合成级配。

2.1.11 RAP掺配比 percentage of RAP in recycled mixture

RAP占再生混合料矿料总质量的百分比。

2.1.12 旧沥青 asphalt in RAP

也称作回收沥青,指RAP中所含有的已经老化的沥青。

2.1.13 旧沥青含量 asphalt content of RAP

旧沥青占干燥RAP总质量的百分比。

2.2 符 号

2.2.1 沥青路面技术状况评定指标

PCI——路面损坏状况指数;

IRI——国际平整度指数;

SSI——路面强度系数;

PSSI——路面结构强度指数;

RQI ——路面行驶质量指数；

SRI ——路面抗滑性能指数；

RDI ——路面车辙深度指数。

2.2.2 其他符号

RAP ——回收沥青路面材料；

TSR ——冻融劈裂强度比；

RA ——沥青再生剂；

η ——沥青黏度。

3 原路面状况调查与评价

3.1 一般规定

3.1.1 沥青路面热再生工程实施前,应对原路面历史资料、原路面技术状况、交通量、工程经济等方面的内容进行调查和综合分析,为热再生设计(热再生方式的选择、路面结构组合设计、热再生混合料配合比设计、热再生工艺的确定等)提供依据。

3.1.2 原路面调查的内容应完整,并进行系统分析和准确评价。

3.2 路段历史资料调查

3.2.1 根据再生方案需要,对以下部分或全部数据进行收集:

1 收集待再生路段属性基础数据,包括公路等级、设计标准、原路面结构、几何线性等;

2 收集待再生路段的建设条件数据,包括气候条件、地形地貌、水文地质条件等;

3 收集待再生路段养护管理数据,包括养护历史、近5年的路况检测数据等;

4 收集待再生路段交通状况信息,包括历年交通量、轴载组成、重载车辆比例等;

5 收集待再生路段相关价格参数,包括工程材料单价、人工费、机械设备条件等。

3.3 路况调查与评价

3.3.1 路况调查与评价应符合《公路沥青路面养护技术规范》JTJ 073.2

的规定。

3.3.2 根据再生方案,原路面状况调查与检测应包括以下内容:

1 路面损坏,包括各种路面损坏的位置、形态、严重程度等,宜通过人工方式进行调查;

2 路面内部结构状况,包括结构损坏类型、病害层位、病害严重程度、层间黏结状况、结构层材料性能指标等。可通过开挖、钻芯取样等方式进行检查;

3 原路面结构参数,包括路基顶面回弹模量、基层顶面回弹模量、路表当量回弹模量等。可通过承载板试验、动力贯入锥触探、弯沉盆反算等方法检测;

4 路基路面排水状况,包括路表排水设施状况、结构内部排水状况、地下排水状况等。可通过人工调查、渗水仪检测等方法检查;

5 原路面技术指标,包括路面损坏指数PCI、路面结构强度指数PSSI、路面行驶质量指数RQI、路面抗滑性能指数SRI、路面车辙深度指数RDI等。

3.3.3 对原路面材料进行取样和检测,取样方法应符合附录A的规定。检测指标主要包括沥青含量、回收沥青各项指标、抽提沥青后集料的各项指标等。

3.3.4 根据路面调查结果,适宜做就地热再生的原路面应同时满足以下条件:

- 1 原路面PSSI应不低于90;
- 2 路面病害主要集中在表层,通过再生施工可以得到有效恢复;
- 3 原路面回收沥青的25℃的针入度不低于30(0.1mm);
- 4 原路面再生深度范围内沥青混合料的沥青含量宜不低于3.8%。

4 原材料检测及质量要求

4.1 一般规定

4.1.1 沥青路面热再生混合料使用的各种材料运至现场后应进行质量检验,经评定合格后方可使用。

4.1.2 基层材料与沥青面层材料必须分别铣刨、分开堆放。不同的RAP应分开堆放,不得混杂,保证材料均匀一致。不同料源、不同规格的新集料不得混杂堆放。

4.1.3 RAP、新集料应堆放在预先经过硬化处理且排水通畅的地面上,采取防雨棚遮盖。

4.2 RAP

4.2.1 厂拌热再生时,RAP必须经过预处理后方可使用。RAP的预处理方法见本规程6.2.2。再生前RAP不得含有超粒径颗粒。

4.2.2 厂拌热再生时经过预处理的RAP样品及就地热再生时的RAP,应按照表4.2.2中各项指标进行检测。

表 4.2.2 RAP 检测项目与质量要求

材料	检测项目	技术要求	试验方法
RAP	含水率(%)	≤3	本规范附录 A
	RAP级配	实测	
	沥青含量	实测	
	砂当量(%)	≥65	

续表4.2.2

材料	检测项目		技术要求	试验方法
RAP中的沥青	25℃针入度 (0.1mm)	厂拌热再生	≥20	抽提,《公路工程 沥青及沥青混合 料试验规程》 JTG E20
		就地热再生	≥30	
	60℃黏度	就地热再生	实测	
	软化点		实测	
	15℃延度		实测	
RAP中的粗集料	针片状含量、压碎值		实测	抽提,《公路工程 集料试验规程》
RAP中的细集料	棱角性		实测	JTG E42

4.3 道路石油沥青

4.3.1 再生沥青混合料使用的道路石油沥青,应符合现行《公路沥青路面施工技术规范》DB62/T 3136的有关规定,按照表4.3.1中各项指标进行检测。

表4.3.1 道路石油沥青技术要求

指标	单位	等级	沥青标号							试验方法 ^[1]
			110号		90号			70号		
针入度 ^[3] , (25℃, 5s,100g)	0.1mm	—	100~120		80~100			60~80		T 0604
适用的 气候分区	—	—	2-2	3-2	1-2	2-2	2-3	2-2	2-3	JTG F40
针入度指 数PI	—	A	-1.5~+1.0							T 0604
		B	-1.8~+1.0							
软化点 (R&B) ^[3] , 不小于	℃	A	43	45	44	45	T 0606			
		B	42	43	42	43				
60℃动力 黏度 ^[3] ,不 小于	Pa·s	A	120	160	140	160	T 0620			

续表 4.3.1

指标	单位	等级	沥青标号							试验方法 ^[1]
			110号		90号			70号		
10℃延度 ^[3] , 不小于	cm	A	40	30	30	20	25	20	T 0605	
		B	30	20	20	15	20	15		
15℃延度, 不小于	cm	A、B	100							T 0615
蜡含量(蒸馏法), 不大于	%	A	2.2							
		B	3.0							
闪点, 不小于	℃	—	230	245			260		T 0611	
溶解度, 不小于	%	—	99.5							T 0607
密度(15℃)	g/cm ³	—	实测记录							T 0603
RTFOT后 ^[2]									T 0610	
质量变化 ^[3] , 不大于	%	—	±0.4							
残留针入度比 ^[3] , 不小于	%	A	55	57			61		T 0604	
		B	52	54			58			
残留延度(10℃) ^[3] , 不小于	cm	A	10	8			6		T 0605	
		B	8	6			4			

注：[1] 试验方法按照现行《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》JTG E20 规定的方法执行；

[2] 老化试验必须采用 RTFOT 老化试验；

[3] 每次试验必须进行检测, 其他指标按照相关规定执行。

4.3.2 沥青必须按照品种、标号分开存放, 在贮运、使用和存放过程中应采取良好的防水措施, 避免雨水或者加热管道蒸汽进入沥青中。

4.4 SBS改性沥青

4.4.1 SBS改性沥青的技术要求应符合表4.4.1的规定。

表 4.4.1 SBS 改性沥青技术要求

试验项目		单位	技术要求	试验方法
针入度 ^[1] 25℃, 100g, 5s		0.1mm	60 ~ 80	T 0604
针入度指数PI, 不小于		—	-0.4	T 0604
延度 ^[1] (5cm/min), 5℃, 不小于		cm	35	T 0605
软化点(环球法) ^[1] , 不小于		℃	75	T 0606
运动黏度(135℃) ^[1]		Pa·s	1.8~3	T 0625
闪点, 不小于		℃	230	T 0611
溶解度, 不小于		%	99	T 0607
储存稳定性, 离析, 48h 软化点差 ^[1] , 不大于		℃	2.5	T 0661
弹性恢复(25℃) ^[1] , 不小于		%	85	T 0662
软化点衰减(163℃, 4h) ^[1] , 不大于		%	5	T 0606
RTFOT 后	质量变化 ^[1] , 不大于	%	± 1.0	T 0610
	针入度比(25℃) ^[1] , 不小于	%	65	T 0610
	延度(5cm/min, 5℃) ^[1] , 不小于	cm	20	T 0610

注: [1] 每次试验必须进行检测, 其他指标按照相关规定执行。

4.5 沥青再生剂

4.5.1 沥青再生剂一般分为富含芳香分的基础油分、简单聚合物改性基础油分、热弹塑性体或热固性高分子聚合物改性再生剂三类, 其技术要求宜满足表4.5.1的规定。

表 4.5.1 热拌沥青混合料沥青再生剂的质量要求

检验项目	RA-1	RA-5	RA-25	RA-75	RA-250	RA-500	试验方法
60℃动力黏度 (mPa.s)	50~175	176~900	901~4500	4501~12500	12501~37500	37501~60000	T 0619-2011
闪点 (℃)	≥220	≥220	≥220	≥220	≥220	≥220	T 0633-1993
饱和分含量 (%)	≤30	≤30	≤30	≤30	≤30	≤30	T 0618-1993
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	T 0618-1993
旋转薄膜烘箱试验前后黏度比 (%)	≤3	≤3	≤3	≤3	≤3	≤3	T 0619-2011
旋转薄膜烘箱试验前后质量变化 (%)	±3	±3	±2	±2	±2	±2	T 0609-2011 /T 0610-2011
15℃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	T 0603-2011

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

4.5.2 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,综合选择再生剂。

4.6 再生沥青

4.6.1 根据使用场合的不同,再生沥青应分别满足本规程表 4.3.1 和表 4.4.1 的技术指标要求,再生沥青的延度指标可根据再生试验结果,另行提出设计要求。

4.7 集 料

4.7.1 新加粗集料应满足表 4.7.1-1,新加细集料技术指标应满足表 4.7.1-2。

表 4.7.1-1 粗集料技术要求

指 标		单位	表面层	其他层次	试验方法
石料压碎值 ^[1] ,不大于		%	22	25	T 0316
高温压碎值,不大于		%	24	27	《公路沥青路面施工技术规范》DB62/T 3136附录 E
洛杉矶磨耗损失,不大于		%	28	28	T 0317
表观相对密度,不小于		—	2.60	2.50	T 0304
吸水率,不大于		%	2.0	3.0	T 0304
坚固性,不大于		%	12	12	T 0314
针 片 状 颗 粒 含 量 (混 合料) ^[1]	混合料,不大于	%	10		T 0312
	其中粒径大于9.5mm,不大于	%	9		
	其中粒径小于9.5mm,不大于	%	11		
含 泥 量 ≤ 0.075 mm 含 量 (水 洗法) ^[1]	10mm 以上,不大于	%	0.6		T 0310
	5mm~10mm,不大于	%	0.7		
	3mm~5mm,不大于	%	1.0		
水锈面含量 ^[1] ,不大于		%	3		《公路沥青路面施工技术规范》DB62/T 3136附录 F
软石含量 ^[1] ,不大于		%	3		T 0320

注: [1] 每次试验必须进行检测,其他指标按照相关规定执行。

表 4.7.1-2 细集料的技术要求

项 目	单位	高速公路、一级公路	二级公路	试验方法
表观相对密度,不小于	—	2.50	2.45	T 0328
坚固性(>0.3mm 部分),不大于	%	12	—	T 0340
砂当量,不小于	%	60	60	T 0334
亚甲蓝值,不大于	g/kg	2.5	—	T 0349
棱角性(流动时间),不小于	s	30	—	T 0345

4.7.2 RAP中的粗细集料指标可适当放宽,但新旧集料混合后的集料混合料质量,应满足表4.7.1-1 和表4.7.1-2的要求。

4.8 矿 粉

4.8.1 热再生混合料中使用矿粉的质量技术要求,应符合现行《公路沥青路面施工技术规范》JTG F40的要求。

5 热再生混合料配合比设计

5.1 一般规定

5.1.1 应根据调查结论,结合工程要求、公路等级、使用层位、气候条件、交通情况,充分借鉴工程成功经验,选用符合要求的材料,进行再生混合料配合比设计。

5.1.2 热再生以RAP中的矿料与新矿料的合成级配作为级配设计依据。

5.1.3 厂拌热再生可以使用含SBS改性沥青的RAP,但再生混合料性能应满足本规范的相应要求。

5.2 厂拌热再生混合料配合比设计

5.2.1 厂拌热再生的混合料类型、工程设计级配范围的确定应符合《公路沥青路面施工技术规范》JTG F40的相关规定。

5.2.2 厂拌热再生混合料的分类,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中热拌沥青混合料分类。

5.2.3 应按照本规范附录B的设计方法进行厂拌热再生混合料设计。设计得到的厂拌热再生混合料性能应符合《公路沥青路面施工技术规范》DB62/T 3136中相应热拌沥青混合料类型的技术要求。

5.2.4 应以再生沥青中占比最高的结合料类型作为判别结合料类型的依据。

5.3 就地热再生混合料配合比设计

5.3.1 就地热再生混合料设计按照本规范附录 C 的设计方法进行。

5.3.2 就地热再生混合料矿料级配工程设计级配范围的确定,以及就地热再生混合料技术要求和性能检验,应符合《公路沥青路面施工技术规范》DB62/T 3136 中相应热拌沥青混合料类型的技术要求。

6 施 工

6.1 一般规定

6.1.1 采用热再生工艺施工的再生工程,宜在 15°C 以上气温条件下进行施工,不得在雨天及路面潮湿的情况下施工。

6.1.2 沥青路面就地热再生,再生深度一般为 $20\text{mm} \sim 50\text{mm}$ 。

6.1.3 原路面上有稀浆封层、微表处、超薄罩面、碎石封层的,不宜直接进行就地热再生。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。

6.1.4 改性沥青路面的就地热再生,不宜直接进行就地热再生,可进行充分的试验分析后再行设计施工。

6.2 沥青路面厂拌热再生施工

6.2.1 厂拌热再生RAP的回收应符合下列要求:

- 1 可选用冷铣刨、机械开挖等方式获取RAP;
- 2 选用冷铣刨时,应事先确定铣刨速度、深度等铣刨参数,并在施工过程中保持铣刨参数的稳定,严格控制材料变异,必要时通过试验段确定铣刨参数;
- 3 获取RAP时不得混入基层废料、水泥混凝土废料、土等杂质。

6.2.2 RAP的预处理与堆放应符合下列规定:

- 1 RAP应通过必要的破碎、筛分等工艺进行预处理,不允许使用未经预处理的RAP;
- 2 根据再生混合料的最大公称粒径合理选择筛网尺寸,将处

理后的RAP筛分成不少于三档的规格,其中 $\leq 5\text{mm}$ 的宜不少于两档,便于控制RAP性能;

3 经过预处理的RAP,可用装载机等将其转运到堆料场均匀堆放,转运和堆放过程中应避免RAP离析;

4 经过预处理的RAP应堆放在防雨棚下并及时使用,RAP堆料高度不宜超过3m;

5 经过预处理的RAP在取料时,应从堆料的一端开始在全高范围内铲料。

6.2.3 厂拌热再生沥青混合料拌制应符合下列规定:

1 厂拌热再生沥青混合料可选用间歇式拌和设备或连续式拌和设备进行拌制;

2 间歇式厂拌热再生拌和设备在符合《公路沥青路面施工技术规范》JTG F40相关规定的基础上,还应符合以下要求:

- 1) 配备不少于3个RAP冷料仓;
- 2) 配备独立的RAP加热滚筒,RAP加热滚筒出料口应安装测温装置,控温精度优于 $\pm 3^{\circ}\text{C}$;
- 3) 配备独立的RAP热料缓冲储料仓;
- 4) 配备RAP配料装置和计量装置,计量精度优于 $\pm 2\%$;
- 5) RAP供给系统的供料能力、燃烧器的供热能力、RAP烘干滚筒的生产能力应满足设备最大生产能力的要求;
- 6) 燃烧器的设计应严禁RAP与火焰直接接触;
- 7) RAP烘干加热滚筒内应设置避免RAP黏附滚筒内壁的专门装置。

3 厂拌热再生沥青混合料的生产温度与拌和时间应符合以下规定:

- 1) 使用间歇式拌和设备时,RAP的预热温度应不超过 120°C ;
- 2) 使用间歇式拌和设备时,应适当提高新集料的加热温

度,但最高不宜超过 190℃;

- 3) 使用间歇式拌和设备时,干拌时间一般比普通热拌沥青混合料延长 5s~10s,总拌和时间比普通热拌沥青混合料延长 15s 左右;
- 4) 再生混合料出料温度应比相应类型的热拌沥青混合料高 5℃~10℃,但最高不应超过 195℃。

6.2.4 厂拌热再生混合料的运输、摊铺、压实、养生及开放交通应满足以下要求:

1 厂拌热再生沥青混合料的摊铺温度宜比热拌沥青混合料高 5℃~15℃;

2 厂拌热再生沥青混合料的压实温度宜比热拌沥青混合料高 5℃~10℃;

3 厂拌热再生沥青混合料的运输、摊铺、压实、养生及开放交通的其他要求应符合《公路沥青路面施工技术规范》DB62/T 3136 对热拌沥青混合料路面的有关规定。

6.3 沥青路面就地热再生施工

6.3.1 就地热再生混合料的施工准备应满足以下要求:

1 根据再生路面状况及路面病害形式,选择适合的就地热再生设备。就地热再生设备应满足以下要求:

- 1) 应采用热风、红外等非明火加热方式,并具有精确的温度控制系统;
- 2) 应具有再生剂等添加系统及精确计量装置;
- 3) 翻松装置应带有深度自动控制系统;
- 4) 当再生深度超过 40mm 时,应具备多级加热翻松功能。

2 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。

3 施工前,必须对就地热再生无法修复的路面病害进行预处

理,包括以下三种类型:

- 1) 破损松散类病害:破损松散的深度超过就地热再生施工深度时,应予挖除;
 - 2) 变形类病害:根据再生设备的不同,变形深度 30mm ~ 50mm 时,再生前应进行铣刨处理;
 - 3) 裂缝类病害:分析裂缝类病害成因,影响热再生工程质量的裂缝应预先处理。
- 4 原路面特殊部位的预处理包括以下内容:
- 1) 宜用铣刨机沿行车方向将伸缩缝后端铣刨 2m ~ 5m,前端铣刨 1m ~ 2m,深度 30mm ~ 50mm,再生施工时用新沥青混合料铺筑;
 - 2) 原路面上的突起路标应清除;
 - 3) 采用隔热板保护桥梁伸缩缝。

5 就地热再生正式施工前应铺筑试验路,对再生施工工艺、质量控制、施工管理、施工安全等进行检验。就地热再生试验段的长度不宜小于 200m。通过铺筑试验段应完成以下工作内容:

- 1) 检验再生设备的性能是否匹配就地热再生施工需要;
- 2) 确定再生设备加热时间、加热温度及再生设备的就地热再生施工速度;
- 3) 验证就地热再生混合料的配合比设计,检验新材料的添加组成和添加量以及最佳沥青用量;
- 4) 检测压实度、渗水系数等指标,确定施工工艺和参数。

6.3.2 就地热再生混合料的再生包括以下步骤:

1 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,也可将路面边缘线作为导向线,保证再生施工边缘顺直美观。

2 路面加热:在保持旧路面表面温度控制在 180℃ 左右的同时,能够将旧路面表层 50mm 内的温度持续、稳定的控制在 90℃ 以

上。原路面加热宽度比翻松宽度每侧应至少宽出 200mm。

3 路面翻松应符合以下规定：

- 1) 路面翻松深度要均匀,翻松深度变化时应缓慢渐变;
- 2) 翻松面应有较好的粗糙度;
- 3) 普通沥青路面翻松后裸露面温度应高于 80℃,改性沥青路面翻松后裸露面温度应高于 100℃;
- 4) 沥青路面就地热再生深度一般为 20mm ~ 60mm,再生深度超过 40mm 时,应采用多级加热翻松工艺。

4 添加再生剂、新沥青、新沥青混合料等新材料应符合以下要求：

- 1) 再生剂、新沥青、新沥青混合料等的添加量应根据再生沥青混合料配合比设计结果进行确定;
- 2) 再生剂、新沥青、新沥青混合料的添加应精确控制,均匀添加,提高再生剂的分散性以及旧沥青的融合性;
- 3) 施工过程中应根据再生路段状况适时调整再生剂、新沥青、新沥青混合料的用量。

5 现场拌制再生混合料应符合以下要求：

- 1) 拌和温度应满足再生混合料设计要求;
- 2) 再生沥青混合料应拌和均匀。

6.3.3 就地热再生混合料的摊铺应满足以下规定：

1 摊铺速度均匀,宜控制在 1.5m/min ~ 3m/min。摊铺作业应保证混合均匀,避免出现粗糙、拉毛、裂纹、离析等现象;

2 应根据再生层厚度调整摊铺时的振捣功率,提高混合料的初始密度,减少热量损失;

3 普通沥青路面再生摊铺温度不宜低于 120℃,改性沥青路面再生摊铺温度不宜低于 130℃。

6.3.4 就地热再生混合料的压实应满足以下要求：

- 1 就地热再生混合料的碾压应使用大吨位的振动双钢轮压

路机、轮胎压路机等压实机具；

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,使用轮胎压路机时不得喷水；

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；

4 其他未规定的事项,宜按照《公路沥青路面施工技术规范》DB62/T 3136有关规定,针对不同混合料类型,选择适宜的碾压工艺。

6.3.5 就地热再生开放交通时,路表温度不宜高于45℃。

7 施工质量管理与检查验收

7.1 厂拌热再生施工质量管理与检查验收

7.1.1 厂拌热再生沥青混合料路面的施工质量标准与控制,应符合《公路沥青路面施工技术规范》DB62/T 3136对热拌沥青混合料路面的有关规定,在施工过程中应对沥青混合料(RAP)按表 7.1.1 项目进行检查。

表 7.1.1 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	
含水量		每日 1 次	每 2 日 1 次	$\leq 3\%$	$\leq 3\%$	附录 A
集料毛体积密度		每 3000 吨 RAP 1 次	每 5000 吨 RAP 1 次	实测	实测	T 0722, T 0304, T 0330
矿料级配	$\leq 0.075\text{mm}$	每日 1 次	每 2~3 日 1 次	$\pm 2\%$	$\pm 3\%$	T 0722, T 0303, T 0327
	0.075mm 以上筛孔通过百分率	每日 1 次	每 2~3 日 1 次	$\pm 6\%$	$\pm 8\%$	
RAP 沥青含量		每日 1 次	每 2~3 日 1 次	$\pm 0.4\%$	$\pm 0.5\%$	T 0722
沥青	25℃针入度	每 3000 吨 RAP 1 次	每 5000 吨 RAP 1 次	± 5	± 7	T 0722, T 0604
	60℃黏度, Pa·s	3000 吨/次	5000 吨/次	$\pm 10\%$	$\pm 15\%$	T 0620

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。

7.1.2 厂拌热再生混合料路面的检查验收,应符合《公路沥青路面施工技术规范》DB62/T 3136对热拌沥青混合料路面的规定。

7.2 就地热再生施工质量管理与检查验收

7.2.1 沥青路面就地热再生施工过程的材料质量检查应符合《公路沥青路面施工技术规范》DB62/T 3136对热拌沥青混合料路面的有关规定。

7.2.2 沥青路面就地热再生需要添加新沥青混合料时,新沥青混合料的质量应满足设计要求。

7.2.3 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 7.2.3-1、表 7.2.3-2 的要求。

表 7.2.3-1 就地热再生混合料施工过程中的工程质量控制标准

检查项目	检查频度	质量要求或允许偏差	试验方法
新材料、再生剂、沥青用量	随时	适时调整,总量控制	每天计算
压实度	每 2000 m ² 检查 1 组, 逐个试件 评定并计算 平均值	最大理论相对密度的 94%	T 0924, JTG F40 附录 E
路表加热温度	随时	170℃ ~ 200℃	红外线温度计 测量
翻松裸露面温度	随时	普通沥青: ≥80℃ 改性沥青: ≥100℃	
再生混合料摊铺 温度	随时	普通沥青: 120℃ ~ 150℃ 改性沥青: 130℃ ~ 150℃	
摊铺前下承层温 度	随时	≥100℃	
碾压终了温度	随时	≥85℃	
再生剂、新沥青、 新沥青混合料添 加量	每天一次	符合设计要求	总量法

续表7.2.3-1

检查项目		检查频度	质量要求或允许偏差	试验方法
渗水系数		每天1~2次	密级配沥青混合料(最大公称粒径19mm): $\leq 80\text{mL/min}$ 密级配沥青混合料(最大公称粒径26.5mm): $\leq 120\text{mL/min}$ SMA混合料: $\leq 60\text{mL/min}$	T 0971
再生混合料级配(筛孔)	0.075mm	每天1次	$\pm 2\%$	T 0725或T 0735,与标准级配比较的差
	$\leq 2.36\text{mm}$		高速公路、一级公路: $\pm 5\%$;其他等级公路: $\pm 6\%$	
	$\leq 4.75\text{mm}$		高速公路、一级公路: $\pm 6\%$;其他等级公路: $\pm 7\%$	
再生混合料沥青含量		每天1次	设计值 $\pm 0.3\%$	T 0722或T 0735
马歇尔试验:空隙率、稳定度、流值		每天1次,以4个试件的平均值评定	符合《公路沥青路面施工技术规范》DB62/T 3136	T 0702、T 0709
浸水马歇尔试验		必要时(试件数同马歇尔试验)		T 0702、T 0709
车辙试验		必要时(以3个试件的平均值评定)		T 0719

表7.2.3-2 就地热再生混合料施工过程中的工程质量控制标准

检查项目	检查频度	质量要求或允许偏差	试验方法
宽度(mm)	每100m检查1次	大于设计宽度	T 0911
再生厚度(mm)	随时	-1 ~ +5	T 0912
加铺厚度(mm)	随时	-1 ~ +3	T 0912

续表 7.2.3-2

检查项目	检查频度	质量要求或允许偏差	试验方法
纵、横接缝高差 (mm)	随时	≤ 3	3m 直尺间隙
平整度标准差(mm)	全线连续	高速、一级公路 ≤ 1.5	T 0932
		其他等级 ≤ 2.5	
外观	随时	表面平整密实,无 明显轮迹、裂痕、推 挤、油包、离析等缺陷	目测

7.2.4 沥青路面就地热再生沥青路面的检查验收应满足表 7.2.4 的要求。

表 7.2.4 就地热再生工程检查和验收项目与频度

检查项目	检查频度	质量要求或允许偏差	试验方法
宽度(mm)	每 1km 检查 20 个断面	大于设计宽度	T 0911
再生厚度(mm)	1km 检查 5 点	-1, +5	T 0912
加铺厚度(mm)	1km 检查 5 点	-1, +3	T 0912
平整度标准差(mm)	全线连续	高速、一级公路 ≤ 1.5	T 0932
		其他等级 ≤ 2.5	
外观	随时	表面平整密实,无 明显轮迹、裂痕、推 挤、油包、离析等缺陷	目测
压实度代表值	1km 检查 5 点	最大理论密度的 94%	T 0924

附录A 回收沥青路面材料 (RAP)取样与试验分析

A.1 现场取样

A.1.1 现场取样适用于就地热再生的前期调查和混合料配合比设计用RAP的获取,以及厂拌热再生工程的前期调查。

A.1.2 取样频率和方法应符合下列规定:

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相近,将全施工路段分为若干个子路段,每个子路段长度不宜大于5000m,且不宜小于500m,或者每个子路段面积不宜大于50000 m²,且不宜小于5000 m²;

2 按照《公路路基路面现场试验规程》JTG E60随机取样方法确定取样点位置;

3 就地热再生,每个子路段每个车道分别取样1处,采用机械切割方法,样品取回需要将要求深度范围内的混合料切割使用;

4 厂拌热再生,每个子路段取样断面数不少于2个,采用铣刨机铣刨方法获得样品;

5 根据需要,取得足够数量的RAP。

A.2 拌和场料堆取样

A.2.1 拌和场料堆适用于厂拌热再生的前期调查,以及混合料设计用RAP的获取。

A.2.2 取样方法参照《公路工程集料试验规程》JTG E42粗集料料堆取样法,取样前去除表面15cm~25cm深度范围内的RAP。

A.2.3 根据需要,取得足够数量的RAP。

A.3 试样缩分

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 RAP评价

A.4.1 含水率的测试及计算。根据烘干前后 RAP 质量的变化,按照式(A.4.1)公式计算含水率 ω 。试验方法参照《公路工程集料试验规程》JTG E42 T 0305,烘箱加热温度调整为 60℃恒温。

$$\omega = \frac{m_w - m_d}{m_d} \times 100 \quad (\text{A.4.1})$$

式中: m_w ——回收的旧沥青混合料质量(g);

m_d ——回收的旧沥青混合料烘干至恒重的质量(g)。

A.4.2 砂当量的测试及计算。用 4.75mm 筛筛除 RAP 中的粗颗粒,进行砂当量指标检测。试验方法按照《公路工程集料试验规程》JTG E42 T 0334。

A.4.3 RAP 中的沥青含量和性质应符合下列规定:

1 按照《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》JTG E20 T 0726 阿布森法或 JTG E20 T 0727 旋转蒸发器法从沥青混合料中回收沥青;

2 检测沥青含量和回收沥青的 25℃针入度、60℃黏度、软化点、15℃延度等指标;

3 具有下列情形之一,必须进行空白沥青标定:更换回收设备,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；

4 精度与允许误差。重复性试验的允许误差为：针入度 ≤ 5 (0.1mm)、黏度 $\leq$ 平均值的 10%、软化点 $\leq 2.5^{\circ}\text{C}$ ；复现性试验的允许误差为：针入度 ≤ 10 (0.1mm)、黏度 $\leq$ 平均值的 15%、软化点 $\leq 5.0^{\circ}\text{C}$ 。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.4.4 RAP 的矿料级配和集料性质应符合下列要求：

1 将抽提试验后得到的矿料烘干，待矿料降到室温后，用标准方孔筛进行筛析试验，确定 RAP 中旧矿料级配。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，集料由于高温导致破碎，则不宜采用该法；

2 RAP 中集料性质，按照《公路沥青路面施工技术规范》DB62/T 3136 中对集料的相关规定进行测试。

附录B 厂拌热再生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及沥青稳定碎石混合料的配合比设计。

B.1.2 厂拌热再生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RAP的掺配比例、新材料的品种及配合比、矿料级配、最佳沥青用量。

B.1.3 厂拌热再生混合料的目标配合比设计宜按照图B.1.3的步骤进行。

B.1.4 厂拌热再生混合料配合比设计时,RAP应从处理后的回收沥青路面材料料堆取样。使用其他取样方式进行的混合料设计,还应用料堆取样的回收沥青路面材料按照本方法进行设计检验。

B.1.5 厂拌热再生可以使用含SBS改性沥青的RAP,但再生混合料性能应满足本规程的相应要求。

B.2 确定工程设计级配范围

B.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。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。

B.3 确定RAP掺配比例

B.3.1 根据工程需要、RAP的特征等,选择RAP的掺配比例。用

于高等级公路下面层的推荐掺量宜为 25%以下,用于二级下面层的推荐掺量宜为 30%以下,二级以下公路宜适当放宽 RAP 掺量,具体掺配比例以试验结果为准。

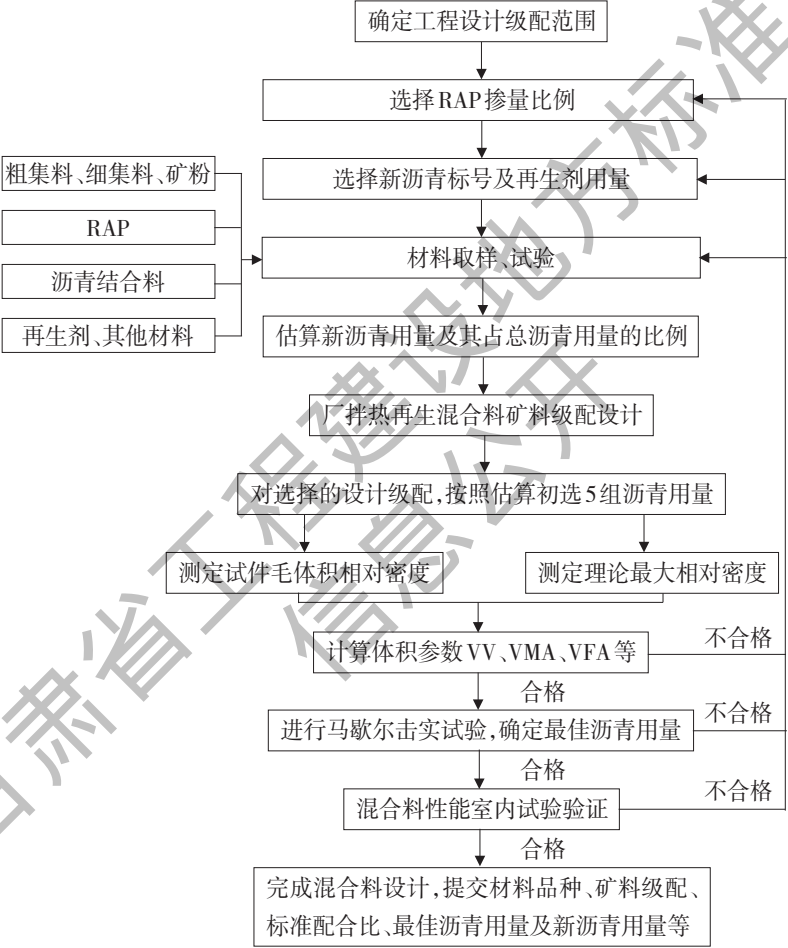


图 B.1.3 厂拌热再生沥青混合料配合比设计流程

B.4 选择新沥青标号和再生剂用量

B.4.1 确定再生沥青目标标号。根据公路等级、混合料使用的层位、工程的气候条件、交通量、设计车速等条件,选取与当地同等条件道路一致的沥青标号作为再生沥青目标标号。RAP 掺配比例较大时,也可以根据实际情况,适当降低沥青目标标号一个等级。

B.4.2 确定新沥青标号,应符合以下规定:

- 1 根据 RAP 的特性、掺配比例,参照表格 B.4.2 选择新沥青;

表 B.4.2 再生沥青混合料新沥青选择指南

RAP 含量 (%) 回收沥青等级 建议新沥青等级	P≥30	P=20~30	P=10~20
	P≥30	P=20~30	P=10~20
沥青选择不需要变化	<20	<15	<10
选择新沥青标号比正常高半个等级,即针入度 10(0.1mm)	20~30	15~25	10~15
根据新旧沥青混合调和法则确定	>30	>25	>15

注:表中 P 代表 25℃ 的针入度(0.1mm)。

2 需要根据新旧沥青混合调和法则确定新沥青标号的,按照下式确定新沥青(再生剂)的黏度;

$$\lg \eta_{\text{mix}} = (1 - \alpha) \lg \eta_{\text{old}} + \alpha \lg \eta_{\text{new}} \quad (\text{B.4.2-1})$$

式中: η_{mix} ——混合后沥青的 60℃黏度(Pa·s);

η_{old} ——混合前旧沥青的 60℃黏度(Pa·s);

η_{new} ——混合前新沥青或再生剂的 60℃黏度(Pa·s);

α ——新沥青的比例, $\alpha = P_{\text{nb}}/P_{\text{b}}$;

P_{nb} ——热再生沥青混合料的新沥青用量(%);

P_{b} ——热再生沥青混合料中的总沥青用量(%)。

3 根据黏度 η_{new} 确定新沥青标号。如需要新沥青和再生剂配合使用的,新沥青与再生剂的掺配比例可按照上式计算。应首先选择合适标号的新沥青,存在下列情形之一的可使用再生剂:

- 1) 计算得到所需的新沥青标号过高,市场供应存在问题;
- 2) RAP掺配比例较大或者RAP中旧沥青含量较高。

4 根据计算得到的新旧沥青掺配比例和再生剂掺量,进行新旧沥青掺配试验,试验验证再生沥青标号;

5 测试60℃黏度有困难的,可采用25℃针入度指标,按照公式B.4.2-2确定新沥青的针入度;

$$\lg P_{mix} = (1 - \alpha) \lg P_{old} + \alpha \lg P_{new} \quad (\text{B.4.2-2})$$

式中: P_{mix} ——混合后沥青的25℃针入度(0.1mm);

P_{old} ——混合前旧沥青的25℃针入度(0.1mm);

P_{new} ——混合前新沥青25℃针入度(0.1mm);

α ——新沥青的比例, $\alpha = P_{nb}/P_b$;

P_{nb} ——热再生沥青混合料的新沥青用量(%);

P_b ——热再生沥青混合料中的总沥青用量(%)。

B.5 材料取样、试验

B.5.1 根据本规范第4.2.2条确定RAP特性。按照《公路沥青路面施工技术规范》DB62/T 3136确定其他材料的特性。

B.6 估算新沥青用量 P_{nb} 及其占总沥青用量的比例

B.6.1 估计再生混合料的沥青总用量。RAP掺量不超过20%时,热再生混合料的总沥青用量与没有掺加RAP的沥青混合料基本一致,可根据工程材料特性、气候特点、交通量等条件,结合当地的工程经验进行估计。也可以按下式估计沥青总用量:

$$P_b = 0.035\alpha + 0.045b + Kc + F \quad (\text{B.6.1})$$

式中: P_b ——估计的混合料中的总沥青用量(%);

K —— 系数 ; 当 0.075mm 筛孔通过率为 6%~10% 时 ,

$K=0.18$; 当 0.075mm 筛孔通过率 $\leq 5\%$ 时 , $K=0.20$;

α —— 2.36mm 筛孔以上集料的比例 (%) ;

b —— 通过 2.36mm 筛孔且留在 0.075mm 筛孔上集料的比例 (%) ;

c —— 通过 0.075mm 筛孔矿料的比例 (%) ;

F —— 0~2.0, 取决于集料的吸水率。缺乏资料时采用 0.7。

B.6.2 估算新沥青用量 P_{nb} 。按照下式计算再生混合料的新沥青用量 P_{nb} :

$$P_{nb} = P_b - \frac{P_{ob} \times n}{100} \quad (\text{B.6.2})$$

式中 : P_{ob} —— RAP 中的沥青含量 (%) ;

n —— RAP 掺量比例 (%)。

B.6.3 不同档的 RAP, 其沥青含量需要分别计算再加和。

B.7 矿料配合比设计

B.7.1 根据 RAP 的老化程度、含水量、RAP 矿料的级配变异情况及工程的实际情况、沥青混合料类型、拌和设备的类型与加热干燥能力、新集料的性质等, 确定新集料与 RAP 的掺配比。

B.7.2 将粗、细 RAP 中的矿粉分别作为再生沥青混合料中的一种矿料进行矿料配合比设计。

B.8 确定最佳新沥青用量

B.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, 按照《公路沥青路面施工技术规范》JTG F40 的马歇尔方法确定最佳新沥青用量 OAC。

B.8.2 马歇尔试件制备方法应符合下列规定:

1 将 RAP 置于烘箱中加热至 110℃, 加热时间不宜超过 2h, 避免 RAP 进一步老化;

2 根据再生沥青的黏温曲线确定混合料的拌和与成型温度,新集料加热温度宜高出拌和温度 10℃~15℃;

3 再生混合料拌和时的投料顺序是将 RAP、粗细集料倒入预热的拌和机预拌,然后加入再生剂和新沥青,最后加入单独加热的矿粉,继续拌和至均匀为止,总拌和时间一般为 3min;

4 将一个试样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.9 配合比设计检验

B.9.1 按照现行《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进行。对于高掺量沥青混合料,可采用动态模量、半圆弯曲试验(SCB)等附加试验进行再生混合料性能评价。

B.10 配合比设计报告

B.10.1 厂拌热再生混合料配合比设计报告应包括:RAP 试验结果、RAP 掺量确定、混合沥青的试验结果、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,以及各种体积指标、配合比设计检验结果等。

附录C 就地热再生混合料配合比设计

C.1 一般规定

C.1.1 配合比设计前应应对原路面进行详尽的调查,结合工程要求、公路等级、使用层位、气候条件、交通情况,充分借鉴工程成功经验,选用符合要求的材料,进行再生混合料配合比设计。

C.1.2 配合比设计中,应结合热再生设备的实际作业条件,并充分考虑施工组织特点,应考虑到施工的方便性,易于生产、拌和以及摊铺、压实。

C.1.3 就地热再生混合料配合比设计应通过试验段进行检验。

C.1.4 就地热再生混合料的目标配合比设计宜按照图 C.1.4 的步骤进行。

C.2 确定工程设计级配范围

C.2.1 在规定的级配范围内,根据交通等级、工程性质、交通特点、材料品种等因素,通过对条件大体相当的工程使用情况进行调查研究后确定,特殊情况下允许超出规范要求级配范围。经确定的工程设计级配范围是配合比设计的依据,不得随意变更。

C.3 矿料级配设计

C.3.1 根据旧沥青路面材料的矿料级配和拟定的设计级配范围,确定参加的新沥青混合料的矿料级配。

C.3.2 当再生混合料配合比不能满足级配要求时,应综合考虑再生厚度、新沥青混合料的掺配比例和级配、再生沥青性能、再生混

合料性能等,调整级配范围。

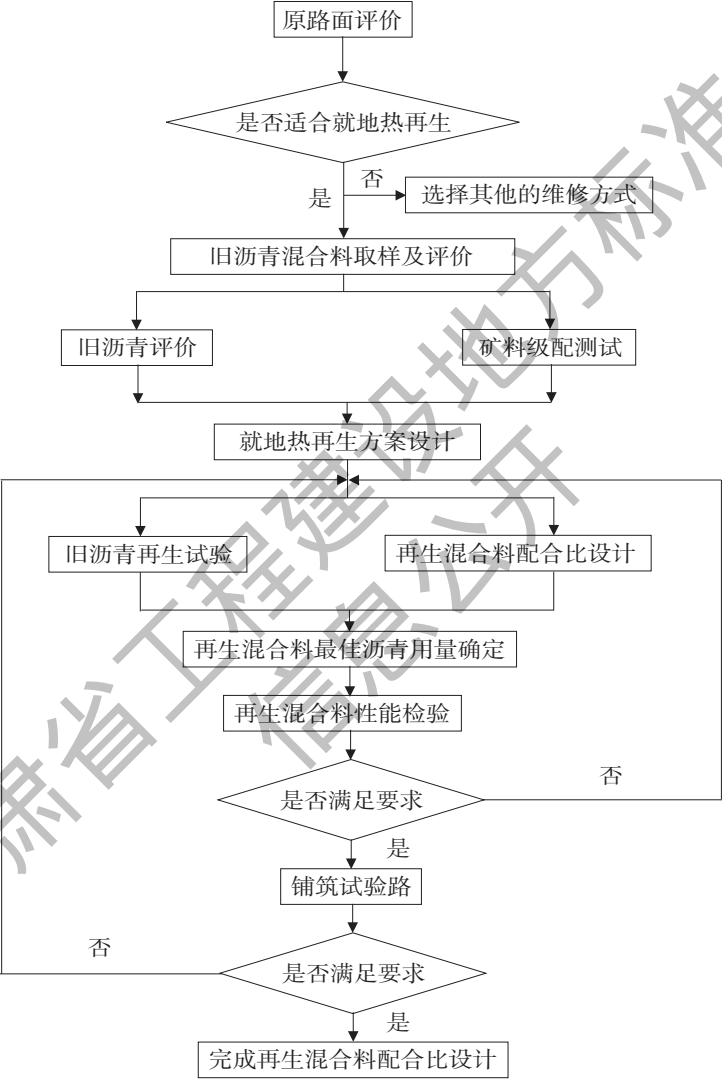


图 C.1.4 就地热再生沥青混合料配合比设计流程

C.3.3 再生混合料一般需掺加新沥青混合料,改善原路面矿料级配。

C.4 确定再生剂用量

C.4.1 充分考虑再生道路所在的地区气候、交通量及重载等特点,考虑再生沥青混合料所用路面层位,同时还要考虑道路的其他技术指标如纵坡、横坡、超高等因素,确定再生沥青的目标标号。

C.4.2 根据目标再生标号,用试配法进行旧沥青再生试验。将再生剂按一定间隔的等差数列比例掺入旧沥青,测定再生沥青三大指标,绘制变化曲线,用内插法初步确定再生剂用量。

C.4.3 掺加的新沥青的标号可选择《公路沥青路面施工技术规范》DB62/T 3136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。

C.5 马歇尔试验

C.5.1 预估再生混合料的油石比,以此为中值,以一定的间隔确定5个新沥青用量,分别成型马歇尔试件。每个配合比的试件数量不少于6个。

C.5.2 就地热再生混合料室内成型马歇尔控制温度如表 C.5.2 所示。

表 C.5.2 再生沥青混合料室内马歇尔试验温度控制

项目	温度(℃)	
	基质沥青	改性沥青
新加矿料加热温度	≥170	≥180
旧料加热温度	≥135	
沥青加热温度	≥150	≥165
击实成型温度	≥140	≥150

C.5.3 再生沥青混合料的拌和过程应该与施工工序保持一致。新沥青混合料事先拌和好并保温;在拌和锅中先加入预热的旧料,

然后加入再生剂,预拌 20s ~ 30s;加入保温的新沥青混合料和外加新沥青,搅拌 1min ~ 1.5min。

C.5.4 按照现行《公路沥青路面施工技术规范》JTG F40 的方法测试试件的毛体积相对密度、吸水率、最大理论相对密度,测试再生混合料的马歇尔稳定度和流值。

C.6 确定最佳沥青用量

C.6.1 按照《公路沥青路面施工技术规范》JTG F40 的方法确定最佳新沥青用量。

C.7 配合比设计检验

C.7.1 按照现行《公路沥青路面施工技术规范》DB62/T 3136 的方法进行配合比设计检验。

C.8 试验路再生沥青混合料性能检验

C.8.1 就地热再生混合料的性能必须经试验路检验。

C.8.2 试验路检验再生沥青混合料性能的项目主要有:现场再生沥青的技术指标,再生混合料的级配,马歇尔稳定度,车辙动稳定度,浸水马歇尔残留稳定度,冻融劈裂强度比,低温破坏应变等是否满足设计和规范要求。

本规程用词说明

1 为了便于在执行本规程条文时区别对待,对要求严格程度不同的用词说明如下:

- 1) 表示很严格,非这样做不可的用词:
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用词:
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,在条件许可时首先应这样做的用词:
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 规程中指定应按其他有关标准、规范执行时,写法为“应符合……的规定”或“应按……执行”。

引用标准名录

- 1 《公路沥青路面养护技术规范》 JTJ 073.2
- 2 《公路路基路面现场测试规程》 JTG E60
- 3 《公路工程集料试验规程》 JTG E42
- 4 《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》 JTG E20
- 5 《公路沥青路面再生技术规范》 JTG F41
- 6 《公路沥青路面施工技术规范》 DB62/T 3136

甘 肃 省 地 方 标 准

公路沥青路面热再生应用技术规范

DB62/T 3149-2018

条 文 说 明

甘肃省工程建设地方标准 信息公开

目 次

1 总则	45
2 术语、符号	46
2.1 术语	46
3 原路面状况调查与评价	47
3.3 路况调查与评价	47
4 原材料检测及质量要求	48
4.1 一般规定	48
4.2 RAP	48
4.5 沥青再生剂	49
4.6 再生沥青	50
5 热再生混合料配合比设计方法	51
5.1 一般规定	51
5.2 厂拌热再生混合料配合比设计	51
5.3 就地热再生混合料配合比设计	52
6 施工	53
6.1 一般规定	53
6.2 沥青路面厂拌热再生施工	53
6.3 沥青路面就地热再生施工	54
7 施工质量管理及检查验收	60
7.1 厂拌热再生施工质量管理及检查验收	60
7.2 就地热再生施工质量管理及检查验收	60
附录 A 回收沥青路面材料(RAP)取样与试验分析	61
A.1 现场取样	61

附录B 厂拌热再生混合料配合比设计方法	63
B.3 确定RAP掺配比例	63
B.4 选择新沥青标号和再生剂用量	63
B.6 估算新沥青用量 P_{nb} 及其占总沥青用量的比例	63
B.8 确定最佳新沥青用量	63
B.9 配合比设计检验	64
附录C 就地热再生混合料配合比设计方法	65
C.2 确定工程设计级配范围	65
C.3 矿料级配设计	65
C.4 确定再生剂用量	65
C.5 马歇尔试验	66
C.7 配合比设计检验	67
C.8 试验路再生沥青混合料性能检验	67

1 总 则

1.0.1 我国大量的高等级路面已经或即将进入维修或改建期,大量的翻挖、铣刨沥青混合料被废弃,一方面造成环境污染,另一方面是资源的极大浪费。采取合适的再生技术妥善应用旧混合料,对降低改造工程的造价、减少废弃混合料对环境的污染和堆放土地占用等都具有重大的意义。因此,采用再生技术合理利用现有旧料将发挥巨大的经济效益和社会效益。

1.0.4 美国联邦公路局 FHWA《沥青路面再生技术指南(Pavement Recycling Guidelines for Local Governments)》中的统计数据表明,对于厂拌热再生混合料用于基层,RAP 掺加比例限制在 15%~100%范围内变化,有 27.1%的州允许 50%的掺加比例,很多州对 RAP 掺量没有限制。

对于厂拌热再生混合料用于联接层(类似于我国的中下面层),RAP 掺加比例的限制同样在 15%~100%范围变化,有 25.1%的州允许 50%的掺加比例,20.8%的州对 RAP 掺加比例没有限制,只有 2.1%的州不允许有 RAP 的混合料用于联接层。

对于厂拌热再生混合料用于表面层,RAP 掺加比例的限制在 0%~100%范围内变化,有 22.9%的州不允许掺加 RAP,也有 16.6%的州对 RAP 掺加比例没有限制。可见,美国各州对于厂拌热再生混合料用于基层和中下面层的认识是基本一致的,但是对用于表面层则有不同认识。

2 术语、符号

2.1 术 语

2.1.7 按照美国沥青再生协会的分类,就地热再生可以分为 Surface Recycling(表层再生)、Remixing(复拌再生)、Repaving(加铺再生)3种。三者的主要差别是, Surface Recycling 只掺加再生剂而不掺加新集料或者新混合料,再生时可以铣刨翻松也可以耙松; Remixing 需要掺加新集料或者新混合料,并将新集料或者新混合料与铣刨料的原路面材料进行重新拌和、摊铺; Repaving 是对原路面进行再生的同时,在再生层上加铺薄层沥青罩面。

由于表层再生只掺加再生剂而不掺加新沥青和新集料,不调整 RAP 级配,再生后的混合料性能一般不够理想,在国外很少使用。针对我国目前的实际路面情况,很难找到表层再生适用的工程对象,因此本规程未列入表层再生。

2.1.10 对于再生混合料而言,由于 RAP 中的旧沥青在加热状态下能够较好地与新沥青融合, RAP 中的集料可以相对独立地发挥集料的作用,因此,热拌沥青混合料级配设计采用 RAP 中的矿料和新矿料的合成级配。

3 原路面状况调查与评价

3.3 路况调查与评价

3.3.1 根据现行《公路沥青路面养护技术规范》JTJ 073.2的要求进行路况调查与评价,确定原路面的维修对策,对于需大修或改建的路面,施工时会产生大量的RAP,应按照本标准的方法进行再生处理。

3.3.4 沥青路面就地热再生作为一种沥青路面预防性养护技术,可以修复的路面病害是有限的,且再生不会对路面结构强度起到明显改善作用。因此,原路面应该有充足的结构强度,据此提出了PSSI不低于90的要求。

我省现阶段不少沥青路面已经出现比较严重的病害后才进行维修,往往错过了预防性养护的最佳时机。研究表明,沥青路面表层的沥青老化到25℃针入度为30(0.1mm)~35(0.1mm)后,路面开始出现加速破坏,此时应及时进行路面再生。

就地热再生中热量的传递主要是依靠沥青膜。当原路面贫油时,路面加热变得十分困难。同时,外加新沥青的量过多,会使整个再生效率降低。因此提出了原路面最小沥青含量的要求。

4 原材料检测及质量要求

4.1 一般规定

4.1.2 为控制沥青路面回收料变异性,提出不同来源、不同规格的回收料应分开堆放,有条件的情况下,宜分层铣刨、分开堆放。

4.1.3 RAP宜吸收水分,造成热再生时加热升温难度大,因此应采取防水措施。

4.2 RAP

4.2.1 对于就地热再生用铣刨料,在整个再生沥青混合料中占比达到70%~100%,原路面中沥青的老化程度对整个再生路面的质量影响较大,当针入度值低于30时,很难通过添加再生剂的方式恢复老化沥青性能。

4.2.2 由于铣刨料中本身细集料含量较少,尤其是较细的颗粒缺少,所以同等情况下铣刨料的砂当量与原路面的细集料相比,砂当量测试结果偏大;另外,铣刨料中细料被沥青裹覆,导致砂当量检测结果偏大。因此,借鉴现行《公路沥青路面施工技术规范》DB62/T 3136,将砂当量值适当提高,由原来的55%提高至65%。

测试RAP中沥青含量及针入度等指标,有利于在进行再生混合料设计时合理选择油石比,以及有效控制再生沥青性能。

测试RAP矿料级配,应根据《公路沥青路面再生技术规范》JTG F41,用抽提法和燃烧法来确定。燃烧法与抽提法确定的级配变异性总体差别不大;燃烧法处理后回收矿料的体积指标测定相比抽提法更准确,建议采用燃烧法进行RAP级配的确定。

测试RAP中的沥青含量的方法,使用较为广泛的为燃烧法和离心抽提法。但是,燃烧法由于在高温下进行燃烧,这样就会造成矿料的分解,从而影响沥青含量的确定。离心抽提法测定沥青含量相比燃烧法更准确。

RAP中沥青提纯按以下步骤进行:

1 采用阿步森法或旋转蒸发器法,按现行《公路及工程沥青及沥青混合料试验规程》JTJ 052 要求,对抽提试验得到的含有沥青溶液的液体进行提纯,将溶剂除去。

2 采用阿步森法或旋转蒸发器法进行试验,应注意抽提过程对沥青性能的影响,主要是三氯乙烯溶剂和残留矿粉的影响。

3 旧沥青提纯试验具体步骤包括以下内容:

- 1) 将RAP料在120℃烘箱烘至松散后取出,冷却至室温;
- 2) 采用三氯乙烯试剂浸泡24h,将大部分旧沥青溶解至三氯乙烯溶剂中;
- 3) 将三氯乙烯溶液从RAP矿料中倒出,采用自然沉淀的方式,将溶解了沥青的三氯乙烯溶液与矿粉沉降分离;
- 4) 将沉淀的上清液倒入离心杯,采用高速离心机将未沉淀完全的矿粉强制分离,取得不含矿粉的沥青-三氯乙烯溶液;
- 5) 按照《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》JTJ E20 T 0727-2011《旋转蒸发器法》回收RAP中的沥青,用于旧沥青性能评价及再生剂掺量确定。

4.5 沥青再生剂

4.5.1 沥青再生剂应具有良好的流变性能,有较好的相容性和较广的适应性,能够对老化沥青中的沥青质起溶解和分散作用,能有效改善或恢复老化沥青的各种技术指标。

RA-1~RA-500型沥青再生剂,主要通过60℃动力黏度进行划

分,应根据旧沥青材料(RAP)中沥青的老化程度、沥青含量、RAP 掺配比例、再生剂与沥青的配伍性,综合选择再生剂型号。沥青老化严重、旧沥青含量高、RAP 掺配比例大时,应选择标号低、黏度小的再生剂型号。沥青老化不严重时,可用高标号沥青调和达到目标标号再生沥青时,可不添加再生剂。

4.5.2 检验再生沥青和再生剂效果应进行常规试验(针入度、15℃延度、软化点等),并采用旋转薄膜老化试验或压力老化试验,模拟使用沥青再生剂的再生沥青的长期老化过程,进行老化试验(质量变化、残留针入度比、15℃残留延度),汇总对比不同剂量的再生沥青试验结果,确定符合技术要求的几组添加比例;检验再生沥青混合料效果应用符合技术要求的几组再生沥青,分别进行沥青混合料马歇尔试验及验证试验(动稳定度、残留稳定度、冻融劈裂试验残留强度比、小梁弯曲),最终汇总不同配合比再生沥青混合料的试验结果,确定最佳添加比例的再生剂和再生沥青混合料级配。

4.6 再生沥青

4.6.1 再生剂性能的优劣,主要通过其添加到老化沥青后,对其指标的改善效果来评价,因此在原规范的基础上增加了“再生沥青”的要求。

由于抽提回收沥青的过程中不可避免的有微量粉料进入到回收沥青中等原因,使得再生沥青的延度指标常常难以达到普通沥青的指标要求。结合我国已经成功广泛应用 RAP 热再生技术的现状,本细则建议工程项目根据工程实际对再生沥青的延度指标单独提出设计要求。

5 热再生混合料配合比设计方法

5.1 一般规定

5.1.1 公路等级与交通等级(特重交通、重交通、中等交通、轻交通)并非一一对应的关系,而交通等级与混合料设计有更加直接的相关关系,是混合料设计应重点考虑的因素之一。

5.1.2 RAP在再生混合料中到底是作为“黑色沥青”还是作为沥青混合料对待,一直是工程技术人员困惑和争论的问题。实际情况是两种因素同时存在,有的情况下前者更为突出,有的情况下后者更为明显。一般来说,在热再生混合料中,沥青老化越严重,RAP更接近“黑色石料”。因此,在进行厂拌热再生混合料配合比设计时,应以抽提后的RAP中的矿料与新矿料的合成级配作为级配设计依据。

5.1.4 从机理角度讲,SBS聚合物改性沥青的形成是聚合物在基质沥青中产生溶胀并实现物理结构性相容的过程,并不改变基质沥青的化学组分。聚合物改性沥青的再生,是再生剂或者新沥青对改性沥青中基质沥青的再生,与改性沥青的存在与否关系不大。从技术指标角度讲,通过选择适宜的再生剂或者新沥青,SBS改性沥青再生后的性能可满足使用要求。

5.2 厂拌热再生混合料配合比设计

5.2.2 如果厂拌热再生混合料中RAP沥青与新沥青类型不一致,判断结合料类型时以再生沥青中占比最高的结合料类型为准。例如,RAP中的沥青是SBS改性沥青,新添加沥青是普通石油沥青,

如果RAP沥青占再生沥青的比例小于50%,则以厂拌热再生混合料应视为普通沥青混合料;如果RAP沥青占再生沥青的比例大于等于50%,则该厂拌热再生混合料应视为SBS改性沥青混合料。

5.2.3 国际上对厂拌热再生混合料的设计有多种方法。目前国内个别省份已较普遍采用超级路面(SUPERPAVE)等设计方法,但是绝大多数省市还是主要采用马歇尔设计方法,本细则也是采用了马歇尔设计方法。

对于有条件的地区和项目,鼓励采用国外先进实际方法进行厂拌热再生混合料设计,并提出相应的技术指标要求。尤其是对于高RAP掺量的厂拌热再生混合料设计,可参考美国NCHRP Report752的研究结论。

5.2.4 如果厂拌热再生混合料中RAP沥青与新沥青类型不一致,判断结合料类型时以再生沥青中占比最高的结合料类型为准。例如,RAP中的沥青是SBS改性沥青,新添加沥青是普通石油沥青,如果RAP沥青占再生沥青的比例 $\leq 50\%$,则该厂拌热再生混合料应视为普通沥青混合料;如果RAP沥青占再生沥青的比例 $> 50\%$,则该厂拌热再生混合料应视为SBS改性沥青混合料。

5.3 就地热再生混合料配合比设计

5.3.2 就地热再生混合料中,新添加沥青往往要少于RAP所含旧沥青。因此,在判断结合料类型时一般以原路面结合料类型为准。

6 施 工

6.1 一般规定

6.1.1 对于厂拌热再生,借鉴了《公路沥青路面施工技术规范》DB62/T 3136规定,热拌沥青混合料不得在气温低于 10°C (高速公路或一级公路)或 5°C (其他等级公路)的情况下施工的要求,并考虑到还有RAP的厂拌热再生混合料更容易降温、更不容易压实,统一将 15°C 作为施工气温要求。

就地热再生对气温要求较高。一方面,气温较低会造成路面加热困难;另一方面,由于路面加热只是使原路面沥青膜和石料表层表面温度达到了较高的温度,而原路面材料内部温度较低,因此混合料温度下降非常快,在气温较低的情况下难以保证有效压实, 15°C 的气温也是施工温度的下限。

6.1.3 原路面上铺有稀浆封层、微表处、超薄罩面、碎石封层,采用就地热再生时会存在两个问题:一是再生混合料的级配可能会难以调整到良好的级配范围;二是再生时加热会很困难,很难穿透封层将热量均匀地传递下去,从而影响再生质量。

6.1.4 改性沥青路面就地热再生的施工温度较高、难度较大,改性沥青的再生效果如何,情况会较为复杂,国内外工程实例相对较少,因此建议采用就地热再生前进行专门的论证。

6.2 沥青路面厂拌热再生施工

6.2.1 保持铣刨参数稳定,主要是为了控制RAP的变异性。当前工程实际中,铣刨作业一般不会考虑再生的需要,往往对铣刨参数

控制不够严格,造成RAP变异性偏大,不利于提高RAP掺量和保证再生混合料性能。

6.2.2 若条件允许,宜对RAP分批次破碎,以利于保持石料级配稳定。破碎后的RAP宜筛分成三档材料,一般可以筛分成0~5mm的细RAP以及5mm以上的粗RAP,根据RAP的情况以及再生混合料的最大粒径,将粗RAP部分筛分成两种规格。

RAP细料对厂拌热再生的性能有较大影响,为严格控制材料变异性,RAP宜筛分成3档。

RAP容易吸水,RAP含水量增高会显著影响热再生生产效率。为避免或减轻RAP在重力作用下结块、聚团,提出了堆高的要求。

6.2.3 为了生产厂拌热再生混合料,沥青拌和设备需要根据再生工艺要求进行必要的改装。为了提高再生混合料的质量,连续式沥青混凝土拌和设备可以增加一套“集料预分级处理系统”,使连续式沥青混凝土拌和设备的功能得以提升,具有与间歇式搅拌设备一样的集料“二次筛分”功能,从而拌制出符合级配要求的再生混合料。如条件容许,宜优先选用连续式沥青混凝土拌和设备。

厂拌热再生混合料拌制过程中,应保证有充足的拌和时间,新旧沥青可以充分融合。

在工程实践中,当RAP掺加比例小于10%,常温的RAP可直接进入到拌和锅中与热集料、热沥青等拌和生产厂拌热再生沥青混合料,此时可不需要独立的RAP加热滚筒和热料缓冲储料仓。

6.2.4 为控制厂拌热再生沥青混合料的老化,本细则对拌和温度设置了上限。

6.3 沥青路面就地热再生施工

6.3.2 就地热再生路面再生步骤包括路面加热、旧路面热铣刨并添加新沥青和再生剂、旧沥青混合料收集、添加新沥青混合料,持

续对旧沥青混合料加热、提升、复拌混合料。

1 路面加热应符合以下规定：

根据施工当地环境温度，采用一台或多台加热设备（一般为三台）对旧路面进行加热，各加热设备统一按照设定的施工速度（一般为 $1.5\text{m/min} \sim 6\text{m/min}$ ）匀速行进，并尽可能缩短设备之间的间距。为避免热量过多散失，路面和设备加热器之间空隙可加装保温板，通过以上措施保证路面加热的温度、加热深度符合施工控制要求。

路面加热温度应该控制在 $90^{\circ}\text{C} \sim 180^{\circ}\text{C}$ 之间，加热深度约 $40\text{mm} \sim 50\text{mm}$ ，加热宽度比铣刨宽度每侧应至少宽出 200mm ，让接缝处的温度足够高，以保证纵缝的有效热黏结。在利用路面加热机加热旧路面过程中：

- 1) 第一台加热机的作用是对旧路面提供热量，使旧路面的受热表面的温度在较短时间内（不超过 10min ），从环境温度升高至 180°C 左右，达到干燥路面，排除原路面表面及缝隙中水分的目的；
- 2) 第二台加热机的作用是对旧路面持续提供低热源的热量，在较短时间内（不超过 10min ），使热渗透量达到最大。在保持旧路面表面温度控制在 180°C 左右的同时，能够将旧路面表层 50mm 内的温度控制在 90°C 以上；
- 3) 第三台加热机的作用是对旧路面持续提供低热源的补充热量，确保不同施工环境中，在保持旧路面表面温度控制在 180°C 左右的同时，能够将旧路面表层 50mm 内的温度持续、稳定的控制在 90°C 以上。

2 旧路面热铣刨并添加新沥青和再生剂应符合以下规定：

- 1) 旧路面热铣刨（或翻松）在持续对旧路面提供热量的同时，使用路面加热铣刨机，采用铣刨（或翻松）的方式，对旧路面进行热铣刨（或翻松），将旧路面热刨（或翻

松)至预定深度。热铣刨(或翻松)中,旧路面的铣刨(或翻松)深度要保持稳定。旧路面铣刨(或翻松)深度若要改变,则应缓慢渐变。一般铣刨(或翻松)深度通常为20mm~50mm;

- 2) 热铣刨(或翻松)温度热铣刨(或翻松)层温度宜控制在90℃~180℃之间。随时检查热铣刨(或翻松)边缘的温度,如果温度偏低,应及时调整加热宽度,以保证纵向接缝碾压密实,翻松层底面应有较高的温度(90℃以上)与一定的粗糙度,以保证层间具有良好的热黏结;
- 3) 添加新沥青。在旧路面热铣刨(或翻松)的同时,向翻松的旧沥青混合料中添加新沥青,随后利用翻松的旧沥青混合料将新沥青遮盖,并形成料垄,铣刨料垄温度控制在110℃左右(如果是改性沥青料垄温度应控制在120℃)为宜;新沥青的添加量,要以实验室和试验路试验后确定计量为基础,综合考虑行进速度、热再生深度后确定,喷洒量能够自动控制;新沥青的喷洒方式可以是滴状、射流状或自流状;新沥青的喷洒温度,应能保证新沥青以要求的喷洒方式,实现顺利、准确的喷洒;
- 4) 添加再生剂。添加新沥青的旧沥青混合料形成料垄后,必须立即添加再生剂。添加的再生剂应覆盖整个料垄。再生剂的添加量,要以实验室和试验路试验后确定计量为基础,综合考虑行进速度、热再生深度后确定,喷洒量能够自动控制;再生剂的喷洒方式可以是滴状、射流状或自流状,但不能采用雾状;再生剂的喷洒温度,应能保证再生剂以要求的喷洒方式,实现顺利、准确的喷洒。

3 旧沥青混合料收集应符合以下要求:

使用热再生机中的混合料收集装置,将再生后的沥青混合料

一次性收集成梯形截面的料垄,放置在路面中央,以减少再生沥青混合料热量的散失。

在此过程中,完成新沥青、再生剂与旧沥青混合料间的初次拌和,并使新沥青、再生剂与旧沥青混合料有充分接触与融合的时间。

4 添加新沥青混合料,持续对新旧沥青混合料加热应符合以下要求:

新沥青混合料由料车按卸料要求,分次卸入路面加热复拌机料斗内;路面加热复拌机将新沥青混合料按确定的比例,添加到热铣刨后的旧沥青混合料梯形料垄上面;再由复拌机下方加热室前的螺旋搅拌器对新旧沥青混合料进行拌合,并将拌合后的混合料一次性收集成矩形截面的料堆,放置在路面中央(料堆的断面宽度应小于复拌机加热室宽度);随后由复拌机加热室对混合料持续加热,将混合料整体温度升高到110℃以上。

5 提升、复拌混合料应满足以下要求:

通过路面加热复拌机的提升装置,将经复拌机加热室加热混合料提升到复拌装置中进行重复拌和;混合料提升与重复拌和过程中,根据需要可以添加有利于降低混合料拌合温度的添加剂(如温拌剂);对于混合料提升与重复拌和过程,要注意对混合料进行加热保温;在持续对混合料提供热量的同时,实现新旧混合料、新沥青与各种添加剂的机内热搅拌,形成再生沥青混合料,并按要求的出料温度,向沥青混合料摊铺机提供再生沥青混合料;一般再生沥青混合料温度应保持在120℃~150℃之间;再生沥青混合料铺层下顶面(即旧路面热铣刨后形成的铣刨面)温度控制在100℃以上。

6.3.3 再生沥青混合料摊铺前,混合料铺层下顶面(即旧路面热铣刨后形成的铣刨面)温度控制在90℃以上,以确保新的摊铺层与旧路面之间的热黏结,提高路面的整体性能;调整好摊铺厚度、校准好各种仪表,保持摊铺机匀速、直线、平稳前进,保证摊铺的直顺;正常摊铺作业中,摊铺机料斗内的再生沥青混合料出料温度应

保持在 120℃ ~ 150℃ 之间。

1 按试验路时确定的摊铺机作业参数(铺层摊铺厚度、摊铺宽度、摊铺温度、摊铺速度、振捣频率与振幅),进行摊铺前摊铺机工作装置参数的调整;并做好加油、加水工作;

2 按试验路时确定的找平方式,对找平装置进行调试;

3 按试验路时确定的熨平板加热方式,在提前 0.5 h ~ 1 h 预热熨平板不低于 100℃;

4 摊铺机摊铺速度必须与路面加热复拌机一致;摊铺机不能随意变换速度或中途停顿;摊铺机螺旋布料器转速要保持稳定均衡,使布料槽两侧的再生混合料保持有不少于螺旋布料器高度的 2/3;

5 在沥青混合料摊铺作业进行中,严禁无关人员上下摊铺机;同时严禁工作人员通过上下熨平板,横跨摊铺机布料槽;

6 按试验路时确定的找平方法、再生混合料铺层厚度,以及铺层的实际摊铺厚度,适时调整找平传感器;

7 摊铺作业结束前,按试验路时确定的接缝处理方法,进行当天施工结束时的接缝处理;

8 摊铺作业结束后,清理摊铺机料斗、刮板、布料槽、布料器、熨平板、振捣装置以及自动找平装置上黏附的再生沥青混合料。

6.3.4 再生混合料的碾压可以采用轮胎压路机、钢轮压路机或钢轮振动压路机。通常在混合料摊铺后,用双驱双振压路机关闭振动装置紧跟复拌机趁热压实,并以不产生推移、发裂为准,要首先压实接缝处。碾压时应将驱动轮面向摊铺机,直线段从两侧向中心碾压,曲线段从内侧向外侧碾压。相邻碾压带应重叠 1/3 轮宽,速度为 2km/h ~ 4km/h。在双驱双振压路机碾压一遍后,轮胎压路机即开始碾压。双驱双振压路机碾压两遍后打开振动装置进行复压,复压时双驱双振压路机振压 4 遍,轮胎压路机碾压 2 遍。终压时双驱双振压路机关闭振动装置,轮胎压路机紧随其后进行碾压,直至无轮迹,最大碾压速度不超过 4km/h。碾压终了温度不应低

于65℃。在碾压过程中,压路机不得在碾压区段上转向、掉头、左右移动位置,中途停留、变速或突然制动。振动压路机在已成型路面上行驶时,应关闭振动。压实段落应无明显界限,压路机折回处不能在同一横断面,应形成阶梯形。在不粘轮的前提下,压路机尽量少洒水,以保证压实温度。

7 施工质量管理及检查验收

7.1 厂拌热再生施工质量管理及检查验收

7.1.1 为了保证材料的有效加热,尤其应注意严格RAP含水量。水的比热容为4182焦耳/(千克·℃),是沥青的2.5倍,是石料的5倍多(沥青、玄武岩、砂的比热容分别为1675、854、796焦耳/(千克·℃)),而且水的汽化热为2260千焦/千克,使水在沸点(100℃)蒸发为水蒸气所需要的热量5倍于把等量水从1摄氏度加热到100摄氏度所需要的能量,因此,含水量高的RAP将严重影响再生混合料的拌制。按照本细则规定的RAP掺配比例不超过10%时无需配备RAP烘干加热系统计算,RAP含水量为4.15%,考虑到工程实际中存在的多种其他影响因素,本细则规定冷料仓内RAP含水量应不大于3%。

7.2 就地热再生施工质量管理及检查验收

7.2.3 渗水系数试验是检验路面压实效果的重要试验,本规程参照《公路沥青路面施工技术规范》DB62/T 3136对热拌沥青混合料的有关规定制定。

附录A 回收沥青路面材料 (RAP)取样与试验分析

A.1 现场取样

A.1.1 再生混合料的试验结果有时离散性较大,究其原因主要是旧路面修补多,情况复杂,因而旧料的变异性较大,导致试验室设计的再生料级配波动性也较大。为尽量减少这种因素的影响,配合比试验时应注意以下几点:

1 试验前取旧料时一定要具有代表性,试验时不同沥青用量所用的旧料一定要是同一批;

2 成型马歇尔试件时,应根据实际需要多成型一些试件,以利于对试验数据进行必要的数据处理;

3 所有的试件应在相同的试验条件下,同一批次成型、测试,尽量减少人为的试验误差;

4 在室内试验条件的选择上,应注意尽量模拟混合料生产和施工现场的实际条件。

A.1.2 厂拌热再生主要是用后场的铣刨料进行设计。现场取料的仅建议使用铣刨机铣刨的方式获得,因为钻取的芯样和机械切割的样品室内击碎后的级配和铣刨的级配存在较大的差别。由于铣刨机一次铣刨量多,将断面数减少为不少于2个。

就地热再生主要是用现场铣刨料进行设计。取样应注意以下几点:

1 旧沥青混合料现场取样要有代表性。在旧路面调查基础上,将旧沥青划成具有代表性的几类,不同类别、不同车道分别取样,取样深度与再生深度保持一致;

2 为了减少取样对路面原矿料的破坏,就地热再生用RAP取样适合使用路面切割或钻芯取样的方法,不应采用铣刨机铣刨的方法;

3 每个样品一般不少于 50kg,如果要进行混合料物理力学试验,样品一般不少于 300kg。试验后多余部分留存备用,直至确定不再需要试验方可丢弃;

4 取样完毕后,应用沥青混合料将取样坑槽填平压实,保证行车安全。

A.1.3 旋转蒸发器回收沥青在欧洲、日本、美国等国家广泛采用。随着旋转蒸发仪在国内的广泛应用,我国也开始大量应用该方法。因此,本规程修改为两种方式都可以采用,主要以使用者试验方便选取。

不管采用何种方法,试验操作者都应该在正式试验前,进行空白试验,即将已知各种性能的沥青三氯乙烯溶解至相当浓度后按照试验法进行回收,测定沥青性能有无变化。

附录B 厂拌热再生混合料配合比设计方法

B.3 确定RAP掺配比例

B.3.1 2015年开始,我省开始大量使用厂拌热再生沥青混合料,兰州、定西、天水、白银等公路管理局相继开始进行试验,经过室内试验和试验段铺筑效果验证,目前,用于高速公路下面层的掺量为25%,用于二级及二级以下公路的掺量为30%以上。

B.4 选择新沥青标号和再生剂用量

B.4.2 调和公式有多种,为与其他国外规范保持一致,修改为单对数公式,计算相比双对数更加简便。另外,补充解释了 P_{nb} 和 P_b 的符号意义。

B.6 估算新沥青用量 P_{nb} 及其占总沥青用量的比例

B.6.3 不同档的RAP的沥青含量各不相同,进行矿料配合比设计时,各档矿料的掺配比例不同,总矿料中旧沥青的含量不同。RAP划分的档越多,旧沥青含量计算越准确,对RAP的控制越精确。例如,将RAP划分为三档,各档回收沥青路面材料占总矿料的比例分别为A、B、C,每档沥青含量分别为 $a\%$ 、 $b\%$ 、 $c\%$,则旧料沥青含量 $= A*a\% + B*b\% + C*c\%$ 。

B.8 确定最佳新沥青用量

B.8.2 本规程将采用新沥青的黏温曲线修改为再生沥青(旧沥青、老化沥青和再生剂)的黏温曲线,以确定再生沥青混合料的拌

和与成型温度。

B.9 配合比设计检验

B.9.1 一般来讲热再生沥青混合料高温性能优于新拌沥青混合料,但是抗水损害性能、低温抗裂性及抗疲劳性能低于新拌沥青混合料。因此,热再生沥青混合料的抗水损害、低温抗裂性及抗疲劳性是混合料性能评价重点。

美国公路合作研究组织(NCHRP)的研究报告《高RAP掺量厂拌热再生混合料改进设计方法、评价与材料管理实践》(NCHRP report 752)提出,高RAP掺量的混合料高温抗车辙性能没有必要进行评价,除非采用了低等级的沥青或再生剂,且在路面100mm以上的路面结构。

附录C 就地热再生混合料配合比设计方法

C.2 确定工程设计级配范围

C.2.1 由于新料的添加量较小,就地热再生处理前后的混合料类型基本上变化不大,级配调整的余地也较小,一般情况下新料的添加主要是针对原有路面旧沥青混合料细化的状况,在新料的级配上予以一定的弥补,所以新沥青混合料级配的类型基本取决于原路面的混合料级配类型。

当旧料的细化程度较低,级配变化仍在现行规范要求范围之内时,可以选取与之相同类型和最大粒径的级配,并使合成后的级配符合现行规范的要求。如果旧料的级配细化严重,已经不符合现行规范的要求范围时,或者该级配导致了原路面的明显病害而需要进行大幅度调整时,可以根据实际情况,采用特殊类型的级配,或者增大新拌混合料的掺加比例,进行有针对性的弥补,但实际使用前必须经过认真的性能验证。

C.3 矿料级配设计

C.3.3 原路面RAP料的变异性比较大,为了应对现场级配情况,增大混合料的可调范围,推荐选用的外掺沥青混合料为连续粒径矿料级配。

C.4 确定再生剂用量

C.4.2 旧沥青的再生是沥青老化的逆过程,通过掺加再生剂(有时也掺加一部分新沥青),调节旧沥青的黏度,使其获得良好的流

变性能。

再生剂的掺配量可通过不同掺配量下,旧沥青性能的恢复情况来确定,即将旧沥青与再生剂充分混合均匀,静置24h后进行相应性能试验,评价指标主要为三大指标(针入度、延度、软化点),条件许可时,可对其黏度进行测试,并要求再生沥青的相关性能满足所选定沥青标号的要求。并根据最终试验结果,选定再生剂品种,确定再生剂的添加量。

C.4.3 再生沥青标号的选择,应根据气候条件、再生混合料所处的功能层、施工方法以及各地的经验值等诸多因素来确定,通常可以参照普通沥青标号的选用方法,即按《公路沥青路面施工技术规范》DB62/T 3136的要求来选取沥青标号。在选择再生沥青的标号时,应充分考虑旧路面的病害特点,如原路面的车辙较为严重,则再生沥青的标号(针入度级),可取正常施工要求范围的下限或降低一个等级;如原路面的裂缝较为严重,则再生沥青的标号可取正常施工要求范围的上限,或提高一个等级。

C.5 马歇尔试验

C.5.1 由于再生沥青混合料性能存在一定的变异性,因此宜适当增加成型试件的数量,一般情况下,每个配合比的试件数量不少于6个。

初始再生沥青混合料的沥青用量计算应该包括旧沥青混合料沥青含量、再生剂和新沥青。在旧沥青用量、再生剂用量、新沥青用量初步估算确定的情况下,初始再生沥青混合料的沥青用量已经确定,即初始再生沥青混合料油石比=(旧料沥青质量+再生剂质量+初步确定的新沥青质量)/再生沥青混合集料质量。因此马歇尔试验的预估油石比以及油石比变化间隔的选定,应综合考虑再生沥青混合料的现有沥青用量,然后以预估的油石比为中值,以一定间隔(建议采用0.2%~0.4%),取5个或5个以上不同的油石

比分别成型马歇尔试件。

C.7 配合比设计检验

C.7.1 按照现行《公路沥青路面施工技术规范》DB62/T 3136的方法进行配合比设计检验。配合比设计检验按计算确定的设计最佳沥青用量在标准条件下进行。如果性能检验不满足上述规范要求时,应重新进行再生沥青配合比设计,直至再生沥青混合料性能指标全部满足要求。

C.8 试验路再生沥青混合料性能检验

C.8.2 增加高温和低温性能的检验,主要判断再生剂对再生混合料高温性能的影响和对低温性能的恢复情况。