

### 公路乳化沥青冷再生混合料技术规程

Technical Specifications for Emulsified Asphalt Cold Recycled Mixture of Highway

2022 - 01 - 12 发布

2022 - 04 - 10 实施

## 目 次

前言.....	II
1 范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	1
4 材料.....	2
5 冷再生混合料配合比设计.....	3
6 施工工艺.....	7
7 施工质量管理与检查验收.....	8
附录 A（规范性） 沥青混合料回收料（RAP）取样与试验分析.....	10
附录 B（规范性） 乳化沥青冷再生混合料配合比设计框图.....	12
附录 C（规范性） 乳化沥青冷再生混合料试样钻芯试验.....	13

## 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。

本文件由山西省交通运输厅提出并监督实施。

本文件由山西省交通运输标准化技术委员会（SXS/TC37）归口。

本文件起草单位：山西省交通科技研发有限公司、新型道路材料国家地方联合工程实验室、喜跃发国际环保新材料股份有限公司。

本文件主要起草人：裴强、杨喜英、丰功吉、畅润田、张俊生、刘伟竹、张一舒、程海涛、蔡丽娜。

# 公路乳化沥青冷再生混合料技术规程

## 1 范围

本文件规定了公路乳化沥青冷再生混合料的材料、配合比设计、施工工艺、施工质量管理与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的乳化沥青冷再生工程。

## 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。

- GB 175 通用硅酸盐水泥
- JTG E20 公路工程沥青及沥青混合料试验规程
- JTG E42 公路工程集料试验规程
- JTJ E60 公路路基路面现场测试规程
- JTG F40 公路沥青路面施工技术规范
- JGJ 63 混凝土用水标准
- JTG/T 5521 公路沥青路面再生技术规范

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 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

**乳化沥青** emulsified asphalt

乳化沥青是由沥青、水和乳化剂经机械作用加工分散为悬浮于水中的沥青微粒而形成的一种乳液。

### 3.3

**改性乳化沥青** modified asphalt emulsion

改性乳化沥青是由沥青、水和乳化剂、高分子聚合物改性剂经加工工艺分散为悬浮于水中的改性沥青微粒而形成的一种乳液。

### 3.4

**乳化沥青冷再生** emulsified asphalt cold recycling

采用专用机械设备对旧沥青路面或RAP进行处理，常温下掺加一定比例的新矿料、乳化沥青、活性填料（水泥、石灰）等形成路面结构层的技术。乳化沥青冷再生工艺分为乳化沥青厂拌冷再生和乳化沥青就地冷再生。

### 3.5

**乳化沥青厂拌冷再生** emulsified asphalt cold central plant recycling

将RAP运至拌和厂（场、站），经破碎、筛分，以一定的比例与新矿料、乳化沥青、活性填料（水泥、石灰等）、水进行常温拌和，常温铺筑形成路面结构层的沥青路面再生技术。

3.6

**乳化沥青就地冷再生 emulsified asphalt cold in-place recycling**

采用就地冷再生设备，对旧沥青路面进行现场冷铣刨，破碎和筛分（必要时），掺入一定数量的新矿料、乳化沥青、活性填料（水泥、石灰等）、水进行常温拌和、摊铺、碾压等工序，一次性实现旧沥青路面再生的技术。

3.7

**乳化沥青冷再生混合料 emulsified asphalt cold recycled mixture**

乳化沥青作为主要再生结合料，与RAP、新矿料（如果需要时）在常温下进行均匀拌和后形成的一种混合料。

3.8

**最佳含水率 optimum water content (OWC)**

乳化沥青冷再生混合料在最大干密度时水的质量与烘干后混合料质量的百分比。水包括乳化沥青中的水、外加水、矿料和RAP中的水。

4 材料

4.1 一般规定

4.1.1 原材料应进行质量检验合格后方可使用。

4.1.2 乳化沥青厂拌冷再生用 RAP 和集料应分开堆放，不得混杂，并采用防雨棚遮盖，避免施工时总水量难以控制。

4.2 乳化剂

4.2.1 乳化沥青厂拌冷再生宜选用慢裂慢凝型阳离子乳化剂。

4.2.2 乳化沥青就地冷再生宜选用中裂型或慢裂型阳离子乳化剂。

4.3 乳化沥青及改性乳化沥青

4.3.1 冷再生使用的乳化沥青及改性乳化沥青性能应满足表 1 的质量要求。

表 1 冷再生用乳化沥青及改性乳化沥青质量要求

试验项目		单位	乳化沥青	改性乳化沥青	试验方法
破乳速度		—	慢裂或中裂	慢裂或中裂	T0658
粒子电荷		—	阳离子(+)	阳离子(+)	T0653
筛上残留物 (1.18mm 筛)		%	≤0.1	≤0.1	T0652
黏度 <sup>a</sup>	恩格拉黏度计法 E <sub>25</sub>	—	2~30	3~30	T0622
	25℃赛波特黏度 V <sub>s</sub>	s	7~100	12~60	T0623
蒸发残留物	残留物含量	%	≥62	≥62	T0651
	溶解度	%	≥97.5	≥97.5	T0607
	针入度 (25℃)	0.1mm	50~130	40~100	T0604

试验项目		单位	乳化沥青	改性乳化沥青	试验方法
	延度	cm	≥40(15℃)	≥20(5℃)	T0605
	软化点	℃	≥44.0	≥53.0	T0606
与粗集料的黏附性(裹覆面积)		—	≥2/3	≥2/3	T0654
与粗、细粒式集料拌和试验		—	均匀	均匀	T0659
常温储存稳定性	1d	%	≤1	≤1	T0655
	5d		≤5	≤5	
° 黏度质量要求, 可选择其中一种方法进行检测并达到要求即为合格。					

4.3.2 乳化沥青使用时的温度不宜高于 60℃。

4.3.3 乳化沥青宜在环境温度不低于 10℃ 下使用。

#### 4.4 集料

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。

#### 4.5 水泥

4.5.1 水泥作为乳化沥青冷再生混合料的活性添加剂时, 可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。水泥强度等级宜为 32.5 或 42.5, 其技术指标应符合《通用硅酸盐水泥》(GB175) 的有关规定。

4.5.2 水泥的初凝时间应在 3h 以上, 终凝时间宜在 6h 以上。

4.5.3 水泥应疏松、干燥, 无聚团、结块、受潮变质。

#### 4.6 水

4.6.1 制备乳化沥青用水, 以及生产冷再生混合料用水均宜采用可饮用水。

4.6.2 当使用非饮用水时, 应符合现行行业标准《混凝土用水标准》(JGJ 63) 的规定, 且经试验验证不影响产品性能和工程质量。

#### 4.7 沥青混合料回收料(RAP)

4.7.1 RAP 的取样与试验分析应按照附录 A 中相关规定进行。

4.7.2 乳化沥青厂拌冷再生时, RAP 必须经过预处理后方可使用, 预处理方法按照《公路沥青路面再生技术规范》(JTG/T 5521) 中有关规定执行。对于粒径超过 26.5mm 的 RAP、聚团的 RAP, 应使用破碎机进行破碎。根据再生混合料的最大公称粒径合理选择筛孔孔径, 将 RAP 筛分成: 0~10mm 和 10mm~30mm 两档, 或 0~5mm、5mm~10mm 和 10mm~30mm 三档。

4.7.3 RAP 砂当量应大于 50%, 粗集料针片状颗粒含量应不大于 15%。

### 5 冷再生混合料配合比设计

#### 5.1 配合比设计原则

对 RAP 试验检测和分析评价的基础上, 根据交通荷载等级、工程性质、交通特点、材料品种等因素, 充分借鉴成功经验, 确定工程设计级配范围, 选用符合要求的材料, 分别进行乳化沥青与旧沥青混合料配伍性设计和混合料配合比设计。

## 5.2 配合比设计流程

乳化沥青冷再生混合料配合比设计流程见附录B。

## 5.3 级配

5.3.1 乳化沥青冷再生混合料级配范围应满足表 2 的要求。

表 2 乳化沥青冷再生混合料级配范围

筛孔(mm)	各筛孔的通过率 (%)			
	粗粒式	中粒式	细粒式 A	细粒式 B
37.5	100	—	—	—
26.5	80~100	100	—	—
19	—	90~100	100	—
13.2	60~80	—	90~100	100
9.5	—	60~80	60~80	90~100
4.75	25~60	35~65	45~75	60~80
2.36	15~45	20~50	25~55	35~65
0.3	3~20	3~21	6~25	6~25
0.075	1~7	2~8	2~9	2~10

5.3.2 乳化沥青冷再生混合料用作柔性基层时，宜采用粗粒式级配；用作中、下面层时，宜采用粗粒式或中粒式级配；用于轻交通荷载路面时，可采用细粒式级配。

5.3.3 RAP 级配若不能满足级配范围或 RAP 中明显缺乏粗集料时，可以适当添加粗集料。除非 RAP 级配严重缺乏细料，或只有添加细料才能达到混合料性能要求，否则一般不建议添加细集料和矿粉。

## 5.4 乳化沥青与旧沥青混合料配伍性设计

### 5.4.1 一般规定

配伍性设计包括拌合试验和试样钻芯试验，通过乳化沥青与旧沥青混合料的配伍性设计，推荐与初步合成级配下旧沥青混合料配伍良好的乳化沥青配方，并给出每个乳化沥青用量对应的外加水用量范围。

### 5.4.2 乳化沥青配伍性技术要求

5.4.2.1 乳化沥青配伍性技术要求见表 3。

表 3 乳化沥青配伍性技术要求

试验项目	技术要求	试验方法
拌和试验	集料表面裹附均匀全面，基本无花白料，和易性好，胶浆不流淌、不凝聚。	目测
试样钻芯试验	芯样完整或完整高度大于设计厚度 ( $h_2 \geq h_1$ )。	附录 C

5.4.2.2 乳化沥青厂拌冷再生时，破乳时间应长于运输时间、等待时间和摊铺时间的总和，否则需重新调整外加水量或变换乳化沥青配方。

### 5.4.3 拌和试验（室内裹覆试验）

5.4.3.1 综合考虑 RAP、新矿料（如果需要时）、活性填料性质及施工条件，准备 2~4 种不同配方的乳化沥青，对每种乳化沥青，以预估的乳化沥青用量为中值，按照 0.5% 的变化量确定 5 个乳化沥青用量，在每个乳化沥青用量下与初步合成级配的旧沥青混合料分别进行试拌（参照 JTG E20 T0659），确定可拌合时间，应大于 2min。

5.4.3.2 观察混合料的工作性、拌和均匀性、与集料裹覆状态及混合料的浆态。如果拌和完成后集料表面裹附均匀全面，基本无花白料，和易性好，胶浆不流淌、不凝聚，则认为混合料达到了理想拌和状态，记录对应的“乳化沥青用量与外加水量”作为初选乳化沥青配方。

5.4.3.3 乳化沥青厂拌冷再生时，需将达到理想拌合状态的混合料放入托盘中，覆盖，并观测破乳时间（参照 JTG E20 T0753）。

#### 5.4.4 试样钻芯试验

乳化沥青冷再生混合料试样钻芯试验按照附录C进行。

### 5.5 混合料配合比设计

#### 5.5.1 一般规定

混合料配合比设计方法参照《公路沥青路面再生技术规范》（JTG/T 5521）附录F进行。

#### 5.5.2 乳化沥青冷再生混合料技术要求

乳化沥青冷再生混合料性能应满足表4的要求。

表 4 乳化沥青冷再生混合料技术要求

试验项目		单位	技术要求		试验方法
空隙率		%	7~12		T0709
劈裂强度 试验	15℃劈裂试验强度 不小于	MPa	重交通及以上等级	其它交通等级	T0716
			0.60（面层）	0.50（面层）	
		0.50（基层及以下）	0.40（基层及以下）		
	干湿劈裂强度比 不小于	%	80	75	T0716
冻融劈裂强度比 不小于		%	75	70	T0729
60℃动稳定度 不小于		次/mm	5000（中面层）	4000（中面层）	T0719
			4000（下面层）	3000（下面层）	

#### 5.5.3 成型方法

##### 5.5.3.1 拌合

5.5.3.1.1 拌合流程为先加入 RAP、新矿料（如果需要时），干拌 30s；再加入预湿水，拌合 60s；最后加入乳化沥青，拌合 60s。

5.5.3.1.2 建议室内采用卧式双轴桨叶式拌合锅进行冷再生混合料拌合。

##### 5.5.3.2 成型

一般采用两次击实的方法成型马歇尔试件。中、细粒式冷再生混合料，宜采用标准击实试件（ $\Phi$  101.6mm $\times$ 63.5mm），粗粒式冷再生混合料，应采用大型击实试件（ $\Phi$  152.4mm $\times$ 95.3mm），具体成型步骤需符合下列规则。

- a) 采用标准击实试件，第一次压实成型，常温条件下每面各击实 50 次；第二次压实成型，试件放入  $60\pm 2^{\circ}\text{C}$  烘箱内恒温养生  $48\pm 1\text{h}$  后，立即进行每面各 25 次击实。然后侧放在地面上，在室温下冷却至少 12h 后脱模。
- b) 采用大型击实试件，第一次压实成型，常温条件下每面各击实 75 次；第二次压实成型，试件放入  $60\pm 2^{\circ}\text{C}$  烘箱内恒温养生  $48\pm 1\text{h}$  后，立即进行每面各 37 次击实。然后侧放在地面上，在室温下冷却至少 12h 后脱模。

#### 5.5.4 确定最佳含水率（OWC）

乳化沥青用量初定为 3.5%，根据推荐外加水用量范围，变化水量进行击实试验，获得最大干密度时混合料的含水率即为冷再生混合料 OWC。

#### 5.5.5 确定最佳乳化沥青用量和最佳水泥用量

##### 5.5.5.1 确定原则

5.5.5.1.1 以预估的乳化沥青用量为中值，按照一定间隔变化形成 5 个乳化沥青用量，水泥用量取 1~3 个（0~1.5%），保持 OWC 不变，进行马歇尔试验，使劈裂强度指标达到最佳化，对应的乳化沥青用量和水泥用量即为最佳乳化沥青用量和最佳水泥用量。

5.5.5.1.2 最佳乳化沥青用量和最佳水泥用量时的混合料空隙率、劈裂强度和干湿劈裂强度比应满足表 4 的要求，否则应重新进行设计。

5.5.5.1.3 乳化沥青冷再生混合料中，乳化沥青蒸发残留物占混合料其余部分干质量的百分比一般为 1.8%~3.5%。鉴于添加水泥会降低混合料的柔韧性和抗裂性，尽可能控制水泥用量，最大掺量不应超过混合料的 1.5%。

##### 5.5.5.2 密度和空隙率

采用《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》（JTG E20）T0707 蜡封法测定试件的毛体积相对密度，T0711 真空法测定理论最大相对密度，并计算空隙率。

##### 5.5.5.3 劈裂强度

5.5.5.3.1 应按现行《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》（JTG E20）T0716，将试件浸泡在  $15^{\circ}\text{C}$  恒温水浴中 2h（小型马歇尔试件）或 4h（大型马歇尔试件），然后取出试件立即测试  $15^{\circ}\text{C}$  劈裂试验强度。

5.5.5.3.2 浸水劈裂试验是将试件放入  $25^{\circ}\text{C}$  恒温水浴中 22h，再按现行《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》（JTG E20）T0716，将试件在  $15^{\circ}\text{C}$  恒温水浴中完全浸泡 2h（小型马歇尔试件）或 4h（大型马歇尔试件），然后取出试件立即进行劈裂试验，结果即为浸水 24h 劈裂试验强度。并根据  $15^{\circ}\text{C}$  劈裂试验强度、24h 劈裂试验强度计算干湿劈裂强度比。

#### 5.5.6 试验验证

##### 5.5.6.1 冻融劈裂强度比试验验证

冻融劈裂试件成型的击实次数规定为双面各击实50次（标准击实试件）或双面各击实75次（大型击实试件），然后按现行《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》（JTG E20）T0729对混合料性能进行检验，试验结果应满足表4的要求，否则应更换材料或者重新进行混合料设计。

#### 5.5.6.2 动稳定度试验验证

乳化沥青冷再生混合料用于中、下面层时，还应对其动稳定度指标进行检验。按现行《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》（JTG E20）T0703轮碾法成型80mm厚（粗粒式）或50mm厚（中粒式或细粒式）的冷再生混合料车辙板试件，碾压完成后迅速将试件放置到60℃鼓风烘箱中烘干至恒重（一般48h左右），再按T0719进行动稳定度试验（试验前试件保温时间为8h~10h），试验结果应满足表4的要求，否则应更换材料或者重新进行混合料设计。

## 6 施工工艺

### 6.1 厂拌冷再生施工工艺

#### 6.1.1 通则

拌和、摊铺、压实、养生及开放交通按照《公路沥青路面再生技术规范》（JTG/T 5521）中相关规定执行。

#### 6.1.2 乳化沥青厂拌冷再生混合料运输

6.1.2.1 根据拌和机生产能力、运输距离、道路状况、车辆吨位综合确定运料车的数量，宜采用载重量15t以上的自卸车运输，拌和好的混合料应尽快运至施工现场完成摊铺和压实。

6.1.2.2 运料车装料时应多次挪动汽车位置，平衡装料，避免混合料离析。

6.1.2.3 混合料运输及等待摊铺过程中，宜采用厚苫布等覆盖车厢，防止混合料破乳、污染、中途遭受雨淋，运输途中不得随意停留。运料车每次使用前必须清扫干净，可在车厢板上喷涂隔离剂防止混合料粘结。

### 6.2 就地冷再生施工工艺

#### 6.2.1 再生

6.2.1.1 综合考虑施工季节、气候条件、再生作业段宽度、施工机械和运输车辆的效率和数量、操作熟练程度、水泥终凝时间等因素，确定每个作业段的长度。

6.2.1.2 在施工起点处将所需施工机具顺次首尾连接，连接相应管路。就地冷再生施工设备一般包括：水罐车，乳化沥青罐车，水泥浆车（有条件时），就地冷再生机，摊铺机，平地机（必要时），压路机。

6.2.1.3 启动施工设备，按照设定再生深度对路面进行铣刨、拌和。再生机组必须缓慢、均匀、连续地进行再生作业，不得随意变更速度或者中途停顿，再生施工速度宜为3m/min~6m/min。

6.2.1.4 单幅再生至一个作业段终点后，将再生机和罐车等倒至施工起点，进行第二幅施工，直至完成全幅作业面的再生。

6.2.1.5 纵向接缝应避开车道轮迹带的位置。纵向接缝处相邻两幅作业面间的重叠量不宜小于100mm。

6.2.1.6 应当连续观测混合料的均匀性，发现混合料出现花白料或结团现象，应立即停止施工。

#### 6.2.2 通则

摊铺、压实、养生及开放交通按照《公路沥青路面再生技术规范》（JTG/T 5521）中相关规定执行。

## 7 施工质量管理与检查验收

### 7.1 材料质量控制

在材料进场时以及施工过程中，应对材料的质量进行检测，保证性能满足设计要求。检验项目、频度应符合《公路沥青路面再生技术规范》（JTG/T 5521）的相关规定。

### 7.2 试验段铺筑

乳化沥青冷再生试验段长度不应小于200m，从施工工艺、工程质量、施工管理、施工安全等方面验证混合料配合比及施工方案和施工工艺的可行性，并为正常施工提供依据。主要内容包括：

- a) 验证现场材料的级配和确定实际生产配合比。采用乳化沥青就地冷再生时，原路面级配波动较大而无法达到设计级配要求时，可根据实际情况，添加部分新矿料。
- b) 采用乳化沥青厂拌冷再生时，需验证并完善设备拌合工艺，确保乳化沥青混合料在运输、等待和摊铺过程中状态良好，若乳化沥青提前破乳，且无法通过拌合工艺调整，需重新调整配合比；采用乳化沥青就地冷再生时，需验证再生机的铣刨深度、再生速度、各种施工机械的效率及组合方式是否匹配、冷再生施工的效率及作业段的长度等是否合适。
- c) 确定摊铺的厚度与速度，以及再生层的松铺系数。
- d) 确定碾压方案，包括压路机组合方式及碾压速度。
- e) 验证乳化沥青冷再生混合料的压实度、空隙率等性能指标。

### 7.3 施工质量控制

7.3.1 施工过程中乳化沥青冷再生混合料的质量控制项目、检验频度和质量标准应符合《公路沥青路面再生技术规范》（JTG/T 5521）的相关规定。

7.3.2 乳化沥青冷再生施工过程中的外形尺寸检验项目、频度和质量控制标准应符合《公路沥青路面再生技术规范》（JTG/T 5521）的相关规定。

### 7.4 工程质量检查与验收

乳化沥青冷再生施工后，应将全线以1km~3km作为一个评定路段，按照表5的要求进行质量检查与验收。

表5 冷再生层工程质量检验评定标准

检验项目	质量要求		检验频度	检验方法
	高速公路、一级公路	其他等级公路		
外观	表面平整密实，无浮石、弹簧现象，无明显压路机轮迹		随时	目测
厚度（mm）	设计厚度±10	设计厚度±15	每1500m <sup>2</sup> 检验1点，单点评价	T0912
压实度 <sup>a</sup> （%）	≥99（基于试验室标准密度）		每车道每1km检验3点	T0921
	≥87（基于理论最大相对密度）			T0924
平整度（标准差）（mm）	≤1.8（1.5） <sup>b</sup> （厂拌）	≤3.0（2.8） <sup>b</sup>	每车道连续测量	T0932
	≤2.0（1.8） <sup>b</sup> （就地）			

检验项目	质量要求		检验频度	检验方法
	高速公路、一级公路	其他等级公路		
宽度 (mm)	不小于设计宽度, 边缘线整齐、顺适		每 100m 检验 2 处	T0911
纵断面高程 (mm)	符合设计要求		每 100m 检验 1 个断面	T0911
横坡 (%)	符合设计要求		每 100m 检验 1 个断面	T0911
<sup>a</sup> 压实度质量要求, 可选择其中一种方法进行检测并达到要求即为合格。 <sup>b</sup> 括号内数字是针对冷再生层上加铺的沥青层厚度小于 80mm 的情况。				

附录 A

(规范性)

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 现场取样适用于就地冷再生的前期调查和混合料设计用RAP的获取,以及厂拌冷再生工程的前期调查。

A.1.2 取样频率与方法应符合下列规定:

- a) 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,或者每个子路段面积不宜大于 50000m<sup>2</sup>,且不宜小于 5000m<sup>2</sup>。
- b) 按现行《公路路基路面现场测试规程》(JTJ E60)随机取样方法确定取样点位置。
- c) 厂拌冷再生,每个子路段取样断面数应不少于 2 个,可采用铣刨机铣刨方法获得样品。就地冷再生,每个子路段每个车道分别取样 1 处,应采用铣刨机铣刨方法获得样品,取样用铣刨机应与现场施工铣刨机相匹配,且铣刨深度应与拟再生深度一致。
- d) 根据需要,宜一次性获取足够数量的 RAP。

A.2 拌合厂料堆取样

A.2.1 拌合厂料堆取样适用于厂拌冷再生工程的前期调查,以及混合料设计用RAP的获取。

A.2.2 取样方法参照现行《公路工程集料试验规程》(JTG E42)粗集料料堆取样法。取样前应去除表面150mm~250mm深度范围内的部分。

A.2.3 根据需要,一次性获取足够数量的RAP。

A.3 试样存放

试样存放应符合下列要求:

- a) 试样应存放在干净、干燥阴凉处,妥善保存备用。
- b) 试样级配类型、取样日期、层位和桩号等信息应标明,防止试样污染或相互混杂。

A.4 试样缩分

A.4.1 分料器法:将试样拌匀,通过分料器分成大致相同的两份,再取其中的一份分成两份,缩分至需要的数量为止。

A.4.2 四分法:将所取试样置于平板上,在自然状态下拌合均匀,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.5 沥青混合料回收料 (RAP) 评价

A.5.1 含水率

根据烘干前后RAP质量的变化,按照式(A.1)计算RAP的含水率 $\omega$ 。试验方法参照现行《公路工程集料试验规程》(JTG E42) T0305,烘箱加热温度调整为105℃恒温。

$$\omega = \frac{m_w - m_d}{m_d} \times 100 \dots\dots\dots (A.1)$$

式中：

- $\omega$ ——RAP的含水率（%）；  
 $m_w$ ——RAP质量（g）；  
 $m_d$ ——RAP烘干至恒重的质量（g）。

#### A. 5.2 沥青混合料回收料（RAP）级配

对RAP进行筛分试验，确定RAP的级配。试验方法应参照现行《公路工程集料试验规程》（JTG E42），材料加热温度调整为60℃恒温，采用干筛法。

#### A. 5.3 砂当量

首先将RAP加热干燥至恒重，加热温度为60℃；然后，用4.75mm方孔筛筛除RAP中的粗集料，进行砂当量指标检测。试验方法应参照《公路工程集料试验规程》（JTG E42）。

#### A. 5.4 沥青混合料回收料（RAP）的沥青含量和性质测试

试验应按下列要求进行：

- a) 将RAP加热干燥至恒重，加热温度为60℃。
- b) 应按照现行《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》（JTG E20）T0726阿布森法从RAP中回收沥青。如果采用其他方法，需要进行重复性和重现性试验，并进行空白沥青标定。
- c) 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。
- d) 具有下列情形之一的，必须进行空白沥青标定：更换阿布森沥青回收设备时；更换三氯乙烯品种或供应商时；回收沥青性能异常时；RAP来源发生变化时。
- e) 重复性试验的允许误差为：针入度 $\leq 5$ （0.1mm）、黏度 $\leq$ 平均值的10%、软化点 $\leq 2.5$ ℃；重现性试验的允许误差为：针入度 $\leq 10$ （0.1mm）、粘度 $\leq$ 平均值的15%、软化点 $\leq 5.0$ ℃，如果超出误差允许范围，则应弃置回收沥青，重新标定、回收。

#### A. 5.5 沥青混合料回收料（RAP）的矿料级配和集料性质测试

试验应符合下列要求：

- a) 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分试验，确定RAP中的矿料级配。RAP的沥青含量与级配也可以采用燃烧法确定。若集料在燃烧过程中由于高温导致破碎，则不适宜采用该法。
- b) RAP中集料性质应按相关行业规范进行检测。

附录 B  
(规范性)

乳化沥青冷再生混合料配合比设计框图

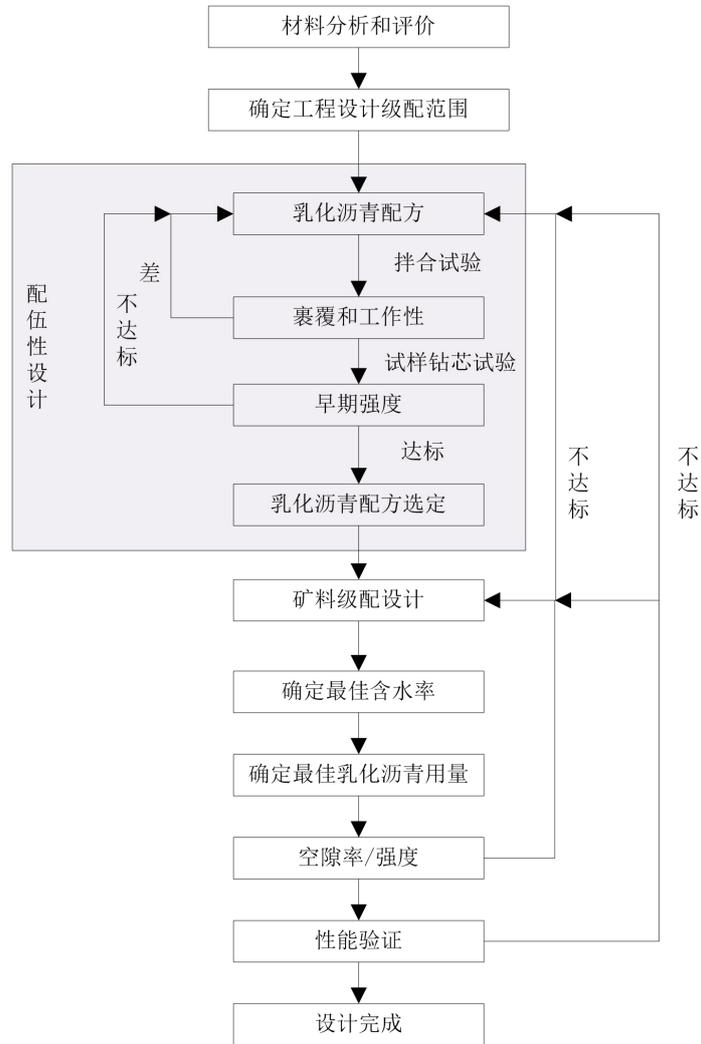


图 B.1 乳化沥青冷再生混合料配合比设计框图

## 附录 C

(规范性)

## 乳化沥青冷再生混合料试样钻芯试验

## C.1 目的与适用范围

本方法用于评价乳化沥青冷再生混合料的早期完整性和强度形成,为开放交通和进行下一道工序的时间提供依据。

## C.2 仪器与材料技术要求

C.2.1 大型马歇尔击实仪。

C.2.2 路面钻芯机及钻头: 钻头的标准直径为100mm, 具有淋水冷却装置。

C.2.3 钻芯夹具: 可将试件固定并在钻芯过程中使试件不移动, 对试件底部具有良好支撑。

C.2.4 环境箱: 能够调整温度和相对湿度, 温度能在10℃~60℃之间可调, 精度1℃, 相对湿度应能控制在20%~80%, 精度5%。

C.2.5 量尺: 钢板尺、钢卷尺。

C.2.6 塑料膜、胶带。

C.2.7 其他: 卡尺、记号笔、胶布、手套、口罩等。

## C.3 方法与步骤

## C.3.1 准备工作

C.3.1.1 按照《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》(JTG E20) T0702 方法, 双面各击实 75 次, 成型大马歇尔试件  $\phi 152.4\text{mm} \times 95.3\text{mm}$  (若设计厚度大于 95.3mm, 采用设计厚度为试件高度)。试件脱模后, 立即用塑料膜和胶带将试件的侧面和底面密封, 放入恒温恒湿箱中, 在规定的温度 (20℃) 和相对湿度 (70%) 下养生 3d~7d (如工程实际环境温度低于 20℃, 相对湿度大于 70%, 则养生条件采用工程实际环境温度和相对湿度, 养生时间根据工程要求的开放交通时间确定)。

C.3.1.2 养生结束后, 量测试件高度: 用卡尺在十字对称的 4 个方向量测离试件边缘 10mm 处的高度, 准确至 1mm, 以 4 个高度平均值作为试件高度, 若试件高度与冷再生结构层设计厚度相同, 则取试件高度为  $h_1$ , 否则取冷再生结构层设计厚度为  $h_1$ 。

## C.3.2 试验步骤

C.3.2.1 将试件固定在夹具上, 在试件表面对钻孔位置做出标记。

C.3.2.2 用钻芯机垂直对准试件标记的钻孔位置放下钻头, 牢固安放钻机, 使其在运转过程中不得移动。

C.3.2.3 开放冷却水, 启动电机, 缓缓压下钻杆, 钻取芯样, 但不得使劲下压钻头。待钻透全厚后, 上抬钻杆, 拔出钻头, 停止转动, 取出芯样。

C.3.2.4 将芯样仔细清理干净, 用卡尺在十字对称的 4 个方向测量芯样高度, 准确至 1mm, 以 4 个高度平均值作为芯样高度  $h_2$ 。

## C.3.3 通用要求

DB 14/T 2400—2022

一组试样平行试验一般不少于2个试件。

#### C.4 报告

以2个试件测值的算术平均值作为测定值。平行试验的允许误差不超过10%。

---