

# 团体标准

T/JSJTQX23-2022

## 废旧沥青混合料冷态活化再生技术规程

Technical code of practice for Cold Rejuvenating of Reclaimed Asphalt Pavement

2022年1月30日发布

2022年3月1日实施

---

江苏省交通企业协会 发布

# 目 次

前言.....	III
1 范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	1
4 冷态活化再生路面结构.....	2
4.1 原路面调查.....	2
4.2 冷态活化再生混合料应用层位确定.....	2
5 材料要求.....	2
5.1 一般规定.....	2
5.2 道路石油沥青.....	2
5.3 乳化沥青.....	2
5.4 冷态活化再生剂.....	3
5.5 废旧沥青混合料.....	3
5.6 新集料.....	4
5.7 水泥和矿粉.....	4
5.8 水.....	4
6 冷态活化再生混合料组成设计.....	4
6.1 一般规定.....	4
6.2 冷态活化再生混合料级配设计.....	4
6.3 冷态活化再生混合料技术要求.....	4
7 冷态活化再生混合料施工.....	5
7.1 一般规定.....	5
7.2 设备要求.....	5
7.3 施工准备.....	5
7.4 冷态活化再生与拌合.....	6
7.5 运输.....	6
7.6 摊铺.....	6
7.7 压实.....	6
7.8 养生及开放交通.....	6
8 施工质量控制.....	6
8.1 一般规定.....	6
8.2 原材料质量控制.....	7
8.3 施工过程质量控制.....	7
附录 A（规范性） 冷态活化再生混合料设计参数.....	9
附录 B（规范性） 废旧沥青混合料取样与试验分析.....	10
B.1 现场取样.....	10
B.2 拌合厂料堆取样.....	10

B.3 试样存放.....	10
B.4 试样缩分.....	10
B.5 废旧沥青混合料评价.....	10
附录 C（规范性） 冷态活化再生混合料配合比设计方法.....	12
C.1 一般规定.....	12
C.2 废旧沥青混合料取样与分析.....	12
C.3 确定工程设计级配范围.....	12
C.4 材料选择与试验.....	13
C.5 矿料配合比设计.....	13
C.6 确定冷态活化再生剂用量.....	13
C.7 确定最佳含水率.....	13
C.8 确定最佳乳化沥青用量及水泥用量.....	13
C.9 配合比设计检验.....	14
C.10 配合比设计报告.....	14

# 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。

本文件由江苏省交通企业协会提出并归口。

本文件起草单位：江苏宿迁交通工程建设有限公司、南京工业大学、宿迁市高速铁路建设发展有限公司、宿迁市综合交通运输学会、宿迁市公路学会、南京交通职业技术学院、江苏中设集团股份有限公司、江苏森淼工程质量检测有限公司、苏交科集团检测认证有限公司、南京市公共工程建设中心

本文件主要起草人：黄雪林、吴胜坤、侯曙光、罗东志、周俊、徐雷、朱文兵、张俊、臧小双、桂佳佳、刘野、周大松、陈雷、王文韬、王芮文、邢世玲、许宏、金瑞、邵玉月、姜云、周海艳、贺富强。

# 废旧沥青混合料冷态活化再生技术规程

## 1 范围

本文件规定了废旧沥青混合料性能、冷态活化再生混合料原材料要求、活化再生混合料配合比设计、活化再生混合料施工工艺和质量控制要求。

本文件适用于废旧沥青混合料冷态活化再生路面施工的混合料设计、过程控制和质量检测。

## 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。

JTG 3450-2019 公路路基路面现场测试规程

JTG B01-2014 公路工程技术标准

JTG E20-2011-2011 公路工程沥青及沥青混合料试验规程

JTG E42-2005 公路工程集料试验规程

JTG F40 公路沥青路面施工技术规范

JTG/T 5521-2019 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

**废旧沥青混合料** reclaimed aged asphalt mixture

采用铣刨、开挖等方式从路面上回收获得的已冷态老化沥青混合料。

### 3.2

**废旧沥青混合料级配** gradation of reclaimed asphalt pavement

将烘干至恒重的废旧沥青混合料进行筛分试验测得的级配。

### 3.3

**冷态活化再生剂** cold rejuvenating agent

掺加到废旧沥青混合料中，用于常温下恢复老化沥青性能的添加剂。

### 3.4

**冷态活化再生混合料** rejuvenating mixture

将冷态活化再生剂添加到废旧沥青混合料后经活化再生形成的混合料。

### 3.5

**冷态活化再生混合料级配** gradation of rejuvenating mixture

冷态活化再生混合料中包含新集料及废旧沥青混合料的合成级配。

## 4 冷态活化再生路面结构

### 4.1 原路面调查

原路面状况调查内容和方法参照JTG/T 5521-2019的有关规定进行。

### 4.2 冷态活化再生混合料应用层位确定

4.2.1 冷态活化再生混合料应用层位宜根据道路等级、交通状况、废旧沥青混合料性能、旧路处治方案等综合确定。

4.2.2 各等级道路冷态活化再生混合料应用层位可根据表 1 进行选择。

表 1 废旧沥青混合料冷态活化再生适用层位

道路等级	冷态活化再生混合料应用层位
高速公路、一级	下面层、基层
二级公路	中面层、下面层、基层
其他等级公路	上面层、中面层、下面层、基层

## 5 材料要求

### 5.1 一般规定

5.1.1 冷态活化再生混合料使用的各种原材料应进行质量检验，经评定合格后方可使用，不应以供应商的检测报告或商检报告代替现场检测。

5.1.2 根据气候条件、交通情况、工程要求、公路等级、使用层位、废旧沥青混合料等级，合理选择冷态活化再生混合料所需的各种材料。

5.1.3 不同料源、品种、规格的废旧沥青混合料、新集料应分开，不应混杂堆放。

5.1.4 废旧沥青混合料应堆放在预先经过硬化处理且排水通畅的地面上，并应设置防雨防晒设施。

### 5.2 道路石油沥青

5.2.1 冷态活化再生混合料使用的乳化沥青，其生产所用的道路石油沥青应符合 JTG F40 的规定。

5.2.2 沥青按照品种、标号分开存放，在储运、使用和存放过程中采取防水措施，避免雨水或者加热管道蒸汽进入沥青中。

### 5.3 乳化沥青

5.3.1 冷态活化再生混合料使用的乳化沥青材料性能应满足表 2 的技术要求，试验方法宜按 JTG E20-2011 中的相应方法。

表 2 冷态活化再生混合料用乳化沥青技术要求

试验项目	单位	质量要求	试验方法	
破乳速度	—	慢裂	T0658	
粒子电荷	—	阳离子 (+)	T0653	
筛上残留物 (1.18mm 筛)	%	≤0.1	T0652	
黏度*	恩格拉黏度计发 $E_{25}$	—	2~30	T0622
	25℃赛波特黏度 $V_s$	s	7~100	T0623
蒸发残留物	残留物含量	%	≥62	T0651
	溶解度	%	≥97.5	T0607
	针入度 (25℃)	0.01mm	50~130	T0604
	延度 (15℃)	cm	≥40	T0605
与集料的黏附性，裹覆面积	—	≥2/3	T0654	
与粗、细粒式集料拌合试验	—	均匀	T0659	

表 2 冷态活化再生混合料用乳化沥青技术要求

试验项目	单位	质量要求	试验方法
常温储存稳定性	1d	≤1	T0655
	5d	≤5	
注：*恩格拉黏度和赛波特黏度指标任选其一检测，有争议时以赛波特黏度为准。			

5.3.2 冷态活化再生混合料宜采用拌和型慢裂阳离子乳化沥青。

5.3.3 乳化沥青应在常温下使用，使用温度不宜高于 60℃。

#### 5.4 冷态活化再生剂

5.4.1 根据废旧沥青混合料中沥青老化程度、沥青含量、废旧沥青混合料掺配比例、再生材料活化能力及与沥青的配伍性选择活化再生剂。

5.4.2 冷态活化再生混合料宜使用芳香分及树脂含量较高的石油产品或生物油作为废旧沥青混合料的活化再生剂，技术指标应满足表 3 的要求。

表 3 废旧沥青混合料活化再生剂的技术指标

技术指标	25℃黏度 (Pa·S)	25℃流变指数	芳香烃含量 (%)	树脂含量 (%)	薄膜烘箱试验前后 粘度比 ( $\eta_{后}/\eta_{前}$ )
建议值	0.01~18	≥0.95	≥60	≥10	<3

#### 5.5 废旧沥青混合料

5.5.1 废旧沥青混合料性能评定应按如下要求进行：

- 应对废旧沥青混合料、抽提后的矿料和回收的沥青分别进行测试和分析，宜参照表 4 的各项技术指标精细评价。
- 在对废旧沥青混合料料堆取样时，应清除料堆表面 10cm 范围内的废旧沥青混合料，然后在料堆顶部、中部、下部的不同方位分别进行取样，每处取样质量相等，混合均匀后作为该料堆的废旧沥青混合料样品。

表 4 废旧沥青混合料性能指标与评定方法

项目	性能指标	评定方法
废旧沥青混合料	含水量 (%)	附录 B
	小于 0.075mm 颗粒含量 (%)	
	矿料级配	
	沥青含量 (%)	
	砂当量 (%)	
废旧沥青混合料中的沥青	针入度 (0.1mm) (15℃, 100g, 5s)	JTG E20-2011
	黏度 (Pa·s, 15℃)	
	软化点 TR&B (℃)	
	延度 (cm) (15℃)	
废旧沥青混合料中的粗集料	针片状颗粒含量 (%)	JTG E42-2005
	压碎值 (%)	
废旧沥青混合料中的细集料	棱角性 (s)	

5.5.2 废旧沥青混合料的预处理与堆放应符合如下要求：

- 一个料堆的废旧沥青混合料应充分混合，避免粗细离析，同时筛除和破碎超粒径混合料，保证废旧沥青混合料最大粒径小于冷态活化再生混合料的最大公称粒径。
- 为使冷态活化再生混合料级配稳定，应根据再生混合料的设计最大公称粒径合理选择筛孔尺寸，筛分处理后废旧沥青混合料分档宜按表 5 的要求进行。

c) 不同来源、不同规格的废旧沥青混合料应分类堆放，不应混杂。

表 5 废旧沥青混合料分档要求

道路等级	分档要求	备注
高速公路、一级公路	三档	三档分级粒径为：31.5mm、13.2mm、4.75mm；
二级公路	两档或三档	
其他等级公路	限制最大粒径，不做分档要求，若用于面层，不少于两档	两档分级粒径为：31.5mm、9.5mm

## 5.6 新集料

5.6.1 冷态活化再生混合料根据工程实际需要选择是否添加新集料。新集料应坚硬、洁净、干燥、无风化、无杂质并有适当级配的人工轧制的石料。

5.6.2 新集料中粗集料和细集料质量应满足 JTG F40 的要求，试验方法应按 JTG E42-2005 中的相应方法。

## 5.7 水泥和矿粉

5.7.1 水泥作为冷态活化再生混合料活性添加剂时，可以采用普通硅酸盐水泥、矿渣硅酸盐水泥，不应使用快硬水泥、早强水泥。水泥的技术指标应符合相应国家标准的有关要求。

5.7.2 冷态活化再生混合料中使用的矿粉的技术指标应满足 JTG F40 的要求，试验方法应按 JTG E42-2005 中的有关规定。

## 5.8 水

5.8.1 饮用水可直接用于生产乳化沥青及冷态活化再生混合料。

5.8.2 非饮用水用于生产乳化沥青及冷态活化再生混合料时，不应含有油污、泥土和其他有害杂质，且应经试验验证不影响产品性能和工程质量。

## 6 冷态活化再生混合料组成设计

### 6.1 一般规定

6.1.1 应根据气候条件、交通状况、工程要求、公路等级、使用层位、废旧沥青混合料等级，进行冷态活化再生混合料组成设计。

6.1.2 冷态活化再生混合料组成设计应以废旧沥青混合料级配或掺加新集料的合成级配作为级配设计依据。

6.1.3 对不同等级的废旧沥青混合料需分别进行活化再生设计，不应混用。

### 6.2 冷态活化再生混合料级配设计

6.2.1 冷态活化再生混合料宜按本文件附录 C 进行设计。

6.2.2 冷态活化再生混合料的级配范围应满足 JTG/T 5521-2019 中表 6.3.2 的要求。

6.2.3 冷态活化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，宜采用粗粒式或者中粒式级配。

### 6.3 冷态活化再生混合料技术要求

6.3.1 冷态活化再生混合料设计指标应满足表 6 的要求。

表 6 冷态活化再生混合料设计技术要求

试验项目	高速公路、一级、二级公路	其他等级公路
空隙率 (%)	≤9 (中、下面层)、≤11 (基层)	≤11



表 6 冷态活化再生混合料设计技术要求（续）

试验项目		高速公路、一级、二级公路		其他等级公路	
劈裂强度试验	15°C劈裂试验强度 (MPa)	层位	重及以上交通荷载等级	其他交通荷载等级	
		中、下面层	≥0.60	≥0.50	≥0.50
		基层及以下层位	≥0.50	≥0.40	≥0.40
	干湿劈裂强度比 (%)	≥80	≥75	≥75	

6.3.2 冷态活化再生混合料设计阶段，应检验其冻融劈裂强度比指标。用于重及以上交通荷载等级的公路中、下面层，或者用于对抗车辙性能有特殊要求的场合时，还应检验冷态活化再生混合料的动稳定度指标。冷态活化再生混合料性能检验指标应符合表 7 的要求，否则应更换材料或者重新进行混合料设计。

表 7 冷态活化再生混合料性能检验指标要求

试验项目	高速公路、一级、二级公路		其他等级公路
	重及以上交通荷载等级	其他交通荷载等级	
冻融劈裂强度比 TSR (%)	≥75	≥70	≥70
60°C动稳定度 (次/mm)	≥2500	—	—

6.3.3 冷态活化再生混合料设计过程中，应严格控制水泥用量。水泥用量不宜超过 1.5%，不应超过 1.8%。

## 7 冷态活化再生混合料施工

### 7.1 一般规定

7.1.1 冷态活化再生层施工前，再生层的下承层应满足设计与施工要求。

7.1.2 气温低于 5°C 或雨天不应施工。

### 7.2 设备要求

7.2.1 应配备配料设备、输料设备、均化设备、筛分设备、供水设备、活化再生设备。均化和筛分设备应根据废旧沥青混合料的分档情况配备合适尺寸的筛网。活化再生设备应配备冷料仓、活化再生剂罐、乳化沥青罐、水泥罐和水罐，数量应满足配合比需要。

7.2.2 所有材料均应能够精确计量配料。废旧沥青混合料、粗细集料的配料精度宜在 ±1.5% 范围内，活化再生剂、水泥、乳化沥青、水的计量精度宜在 ±1.0% 范围内。

7.2.3 冷态活化再生设备的容量、拌合叶片布局、冷态活化再生剂和乳化沥青加入拌缸的顺序等应设计合理，满足冷态活化再生混合料拌合的需要。

### 7.3 施工准备

7.3.1 施工前应配备满足施工要求的冷态活化再生设备、摊铺机、压路机、运料车等生产施工设备，并保证其处于良好的工作状态。

7.3.2 施工前应准备足够数量的、满足要求的活化再生剂、乳化沥青、水泥、预处理后的废旧沥青混合料、粗细集料等生产所需的各种材料。

7.3.3 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，病害应进行处治。

7.3.4 正式施工前应铺筑试验段，长度不宜小于 200m。通过铺筑试验段应完成下列工作内容：

- a) 检验冷态活化再生设备的性能是否满足施工需要；
- b) 确定施工工艺和参数；

- c) 验证冷态活化再生混合料配合比设计;
- d) 验证冷态活化再生混合料的性能指标;
- e) 检验质量控制方案的可行性。

#### 7.4 冷态活化再生与拌合

- 7.4.1 冷态活化再生剂添加应与其他材料供给系统联动并可准确控制、计量。
- 7.4.2 乳化沥青应无结团、破乳现象，乳化沥青温度不应超过 60℃。
- 7.4.3 应随时检查各料仓出料口、喷嘴、管道等是否受堵，发现堵塞时应及时清理。
- 7.4.4 废旧沥青混合料活化再生应按试验配合比、最佳活化再生剂用量、最佳乳化沥青用量、最佳液体用量进行。废旧混合料活化再生过程应连续、稳定。
- 7.4.5 拌合后冷态活化再生混合料应均匀，无结团成块、流淌等现象。

#### 7.5 运输

- 7.5.1 运料车每次使用前应清扫干净，宜在车厢板上喷涂隔离剂。
- 7.5.2 活化再生混合料应选用载重量 15t 以上的自卸车运输，自卸车数量应满足连续摊铺施工需要。
- 7.5.3 运料车装料时宜前后移动位置，平衡装料，不应集中堆积，避免冷态活化再生混合料离析。
- 7.5.4 应根据乳化沥青的破乳速度、水泥初凝时间、气温、拌合位置，合理安排运距，拌合好的冷态活化再生混合料应及时运至现场完成摊铺和压实。
- 7.5.5 冷态活化再生混合料运输及等待摊铺过程中，宜采用苫布等覆盖车厢，避免污染、破乳、硬结。

#### 7.6 摊铺

- 7.6.1 冷态活化再生混合料应采用摊铺机摊铺、熨平板不需要加热。
- 7.6.2 摊铺前应检查摊铺机的刮板输送机、螺旋布料器、振动梁、熨平板、厚度调节器等工作装置和调节机构，确认处于正常工作状态。熨平板振频和振幅以高频低幅为宜，初始密实度宜调整至 85%以上。
- 7.6.3 摊铺应均匀、连续，速度宜控制在 2~4m/min。应避免明显离析、波浪、裂缝、拖痕等现象。
- 7.6.4 纵向接缝的位置应避免在车辆行驶的轮迹带内。纵向接缝处相邻两幅作业面间的重叠量宜为 5~10cm。
- 7.6.5 摊铺机在摊铺过程中应控制料位传感器的高程，螺旋布料器埋入冷态活化再生混合料不小于 3/4 的高度。
- 7.6.6 冷态活化再生混合料的松铺系数应根据试验段确定。

#### 7.7 压实

- 7.7.1 冷态活化再生混合料应采用试验段所确定的碾压工艺进行压实。
- 7.7.2 冷态活化再生混合料宜在最佳含水率情况下碾压，避免出现弹簧、松散、起皮等现象。
- 7.7.3 压路机的碾压速度应均匀，初压速度宜为 1.5~3km/h，复压和终压速度宜为 2~4km/h。
- 7.7.4 对大型机具无法压实的局部部位，应选用小型振动压路机或者振动夯配合碾压。

#### 7.8 养生及开放交通

- 7.8.1 冷态活化再生层压实结束后应及时养生。
- 7.8.2 宜在封闭交通条件下自然养生，养生期间不应开放交通。
- 7.8.3 当再生层可以取出完整的芯样或再生层含水率小于 2%时可结束养生。
- 7.8.4 在养生完成后尚未加铺上层结构前，根据工程需要车辆通行时，宜采用封层进行表面处理。

### 8 施工质量控制

#### 8.1 一般规定

- 8.1.1 质量控制与检查验收，应包括原材料供应、活化再生混合料生产和运输、施工以及工后检测的整个过程。

8.1.2 各类原材料的试验结果及混合料配合比应在规定期限内完成，满足规范和设计要求后，方可使用。

## 8.2 原材料质量控制

8.2.1 材料进场时应按批次进行检测，保证满足设计要求。

8.2.2 冷态活化再生施工中的材料质量控制应符合表 8 的要求。

表 8 冷态活化再生施工过程中的材料检验

材 料	检 验 项 目	要 求 值	检 验 频 度	
			高速公路、一级公路	其他等级公路
冷态活化再生剂	25℃黏度、25℃流变指数、芳香烃含量、树脂含量、薄膜烘箱试验前后粘度比	符合设计要求	每 2~3 个工作日 1 次	每周 1 次
乳化沥青	蒸发残留物含量，蒸发残留物针入度、软化点	符合设计要求	每 2~3 个工作日 1 次	每周 1 次
粗集料	针片状颗粒含量、表观相对密度、级配、压碎值	符合设计要求	根据需要时	根据需要时
细集料	级配、砂当量	符合设计要求	根据需要时	根据需要时
	含水率	—	每天施工前	每天施工前
废旧沥青混合料	级配	符合本文件第 5.5 节及设计要求	发现异常时	发现异常时
	含水率	—	每天施工前	每天施工前
矿粉	塑性指数、粒度范围	符合设计要求	根据需要时	根据需要时
水泥	强度、初凝时间、终凝时间	符合设计要求	根据需要时	根据需要时

## 8.3 施工过程质量控制

8.3.1 施工过程中冷态活化再生混合料的质量控制项目、检测频率和质量标准应符合表 9 的要求。

表 9 冷态活化再生施工过程中的质量控制标准

检 验 项 目	质 量 要 求	检 验 频 度	检 验 方 法
冷态活化再生混合料外观	冷态活化再生混合料应拌合均匀，无离析，无花白料。	随时	目测
含水率 (%)	符合本标准要求	发现异常时	T0801
冷态活化再生剂用量 (%)	设计值±0.1	发现异常时	总量控制
乳化沥青用量 (%)	设计值±0.2	发现异常时	总量控制
水泥用量 (%)	设计值±0.3	发现异常时	总量控制
级配	符合设计要求	发现异常时	T0302
15℃劈裂强度 (MPa)	符合设计要求	每个工作日 1 次	附录 C
干湿劈裂强度比 (%)	符合设计要求		
冻融劈裂强度比 (%)	符合设计要求	每 3 个工作日 1 次	附录 C
60℃动稳定度 (次/mm)	符合设计要求	根据需要时	T0719

8.3.2 冷态活化再生施工过程的外形尺寸检验项目、频度和质量要求应符合表 10 的要求。

表 10 冷态活化再生施工过程中的质量控制标准

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

表 10 冷态活化再生施工过程中的质量控制标准（续）

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		
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
平整度 (标准差) (mm)	≤1.8	≤3.0	每车道连续测量	T0932
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

## 附录 A

(规范性)

### 冷态活化再生混合料设计参数

- A.1 沥青路面结构设计中，冷态活化再生混合料的设计参数宜采用工程实际使用材料的实测参数。
- A.2 路面结构设计无试验数据时，可按表 A.1 确定设计参数。

表 A.1 冷态活化再生混合料结构设计参数

试验频率 (Hz)	动态压缩模量 20°C (MPa)
10	4000~5500
5	3500~5000

**附录 B**  
**(规范性)**  
**废旧沥青混合料取样与试验分析**

**B.1 现场取样**

B.1.1 取样频率和方法应符合下列规定：

- a) 分析路面结构和路面维修记录，根据路面状况是否相同或者接近相同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 JTG 3450-2019 随机取样方法确定取样点位置。
- c) 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。
- d) 根据需要，宜一次性获取足够数量的废旧沥青混合料。

**B.2 拌合厂料堆取样**

B.2.1 取样方法参照 JTG E42-2005 粗集料料堆取样法。对于废旧沥青混合料，取样前应去除料堆表面 150~250mm 深度范围内的集料。

B.2.2 根据需要，一次性获取足够数量的废旧沥青混合料。

**B.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。

**B.4 试样缩分**

B.4.1 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。

B.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。

**B.5 废旧沥青混合料评价**

B.5.1 B.5.1 根据烘干前后废旧沥青混合料质量的变化，按式 (B.5.1) 计算废旧沥青混合料的含水率  $\omega$ 。试验方法参照 JTG E42-2005 T0305，烘箱加热温度调整为 105℃ 恒温。

$$\omega = \frac{m_w - m_d}{m_d} \times 100 \quad (\text{B.1})$$

式中： $\omega$ ——废旧沥青混合料的含水率 (%)；

$m_w$ ——废旧沥青混合料的质量 (g)；

$m_d$ ——废旧沥青混合料烘干至恒重的质量 (g)。

B.5.2 对废旧沥青混合料进行筛分试验，确定废旧沥青混合料的级配。试验方法参照 JTG E42-2005 T0302，材料加热温度调整为 60℃ 恒温，采用干筛法。

B.5.3 测试废旧沥青混合料的砂当量，首先将废旧沥青混合料加热干燥至恒重，加热温度为 60℃；然后，用 4.75mm 筛筛除废旧沥青混合料中的粗集料，进行砂当量指标检测。试验方法参照 JTG E42-2005 T0334。

B.5.4 废旧沥青混合料的沥青含量和沥青性能检测应按下列要求进行：

- a) 将废旧沥青混合料加热干燥至恒重，加热温度为 60℃。

- b) 按现 JTG E20-2011 T0726 阿布森法从废旧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。
  - 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) 具有下列情形之一时，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；废旧沥青混合料来源发生变化时。
  - 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 $\leq 2.5^{\circ}\text{C}$ ；复现性试验的允许误差为：针入度 $\leq 10$  (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。
- B. 5.5 废旧沥青混合料的矿料级配和集料性质测试应符合下列要求：**
- 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，确定废旧沥青混合料中的旧矿料级配。废旧沥青混合料的沥青含量与级配也可采用燃烧法确定。若在燃烧过程中，集料由于高温导致破碎，则不宜采用该法。
  - b) 废旧沥青混合料中集料性质应按相关行业规范进行检测。

附录 C  
(规范性)  
冷态活化再生混合料配合比设计方法

C.1 一般规定

C.1.1 本方法适用于使用马歇尔方法进行冷态活化再生混合料的配合比设计。

C.1.2 中、细粒式冷态活化再生混合料，宜采用  $\phi 101.6\text{mm} \times 63.5\text{mm}$  的规格试件；粗粒式冷态活化再生混合料，应采用  $\phi 152.4\text{mm} \times 95.3\text{mm}$  的规格试件。

C.1.3 冷态活化再生混合料的目标配合比设计宜按图C.1的步骤进行。

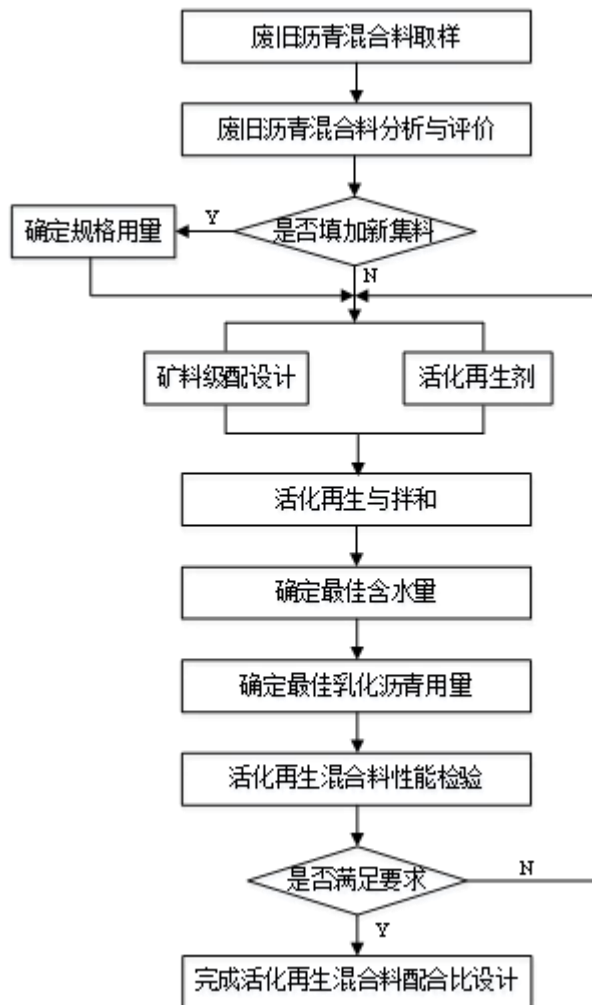


图 C.1 冷态活化再生混合料设计流程图

C.2 废旧沥青混合料取样与分析

C.2.1 冷态活化再生混合料配合比设计，废旧沥青混合料取样应按本文件附录B的规定进行。

C.2.2 应按本文件表4的要求实测废旧沥青混合料各项技术指标并确定满足要求。

C.3 确定工程设计级配范围



工程设计级配范围应在本文件规定的级配范围内，根据交通荷载等级、工程性质、交通状况、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。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.4 材料选择与试验

C.4.1 配合比设计所用材料，其质量应满足本文件的技术要求。当单一规格的集料某项指标不合格，但不同粒径规格的集料按设计级配形成的冷态活化再生混合料指标能符合本文件要求时，允许使用。

C.4.2 应针对工程实际使用的废旧沥青混合料进行有针对性的冷态活化再生剂配方设计。冷态活化再生剂的技术指标应满足表4的要求。

C.4.3 应针对工程实际使用的材料进行乳化沥青配方设计。乳化沥青的技术指标应满足表2的要求。

C.4.4 配合比设计的各种矿料、废旧沥青混合料、水泥等应按相关规定，从工程实际使用的材料中取有代表性的样品进行检测，质量应满足本文件相关要求。

#### C.5 矿料配合比设计

C.5.1 测得废旧沥青混合料、新集料、水泥等各组成材料的级配。

C.5.2 以废旧沥青混合料为基础，掺加不同比例的新集料（根据需要确定是否掺加新集料）、水泥等，使合成级配满足工程设计级配的要求。

#### C.6 确定冷态活化再生剂用量

C.6.1 针对不同物质组分的再生剂，选择不同用量进行活化，根据活化效果确定冷态活化再生剂的最佳用量。

C.6.2 冷态活化再生后应满足细集料不聚团、粗集料不黏连的要求。

#### C.7 确定最佳含水率

C.7.1 对合成矿料进行击实试验，确定最佳含水率。

C.7.2 乳化沥青试验用量可定为3.0%，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态活化再生混合料最佳含水率OWC。

#### C.8 确定最佳乳化沥青用量及水泥用量

C.8.1 以预估的沥青用量为中值，按一定间隔变化形成4~5个乳化沥青用量，取1~3个水泥用量，保持冷态活化再生混合料最佳含水率OWC不变，按下列方法制备试件：

- a) 向拌合机内加入足够的废旧沥青混合料后，按设计量加入冷态活化再生剂，充分活化，活化时间一般为2min；
- b) 按计算的加水量加水，拌合均匀，拌合时间一般为1min；
- c) 按计算的乳化沥青量加入乳化沥青，拌合均匀，拌合时间一般为2min；
- d) 将拌合均匀的混合料装入试模，放到马歇尔击实仪上，双面各击实50次；
- e) 将试样连同试模一起侧放在60的鼓风烘箱中养生，养生时间一般不少于24h；
- f) 取出试件后，将试件立即放在马歇尔击实仪上，双面各击实25次，然后侧放在地面上，在室温下冷却12h，然后脱模。

C.8.2 测定试件的毛体积相对密度 $y_f$ ，宜采用JTG E20-2011 T0707蜡封法。用其他方法测定试件的毛体积密度前，应对该试验方法进行验证。

C.8.3 在成型试件的同时，用JTG E20-2011 T0711真空法实测各组再生混合料的理论最大相对密度 $y_t$ 。

C.8.4 将各组油石比试件进行15℃劈裂试验，浸水24h劈裂试验：

- a) 15℃劈裂试验方法：应按JTG E20-2011 T0716，将试件浸泡在15℃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℃劈裂试验强度。

- b) 浸水 24h 劈裂试验方法：将试件完全浸泡在 25℃ 恒温水浴中 22h，再按 JTG E20-2011 T0716，将试件在 15℃ 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。
- c) 干湿劈裂强度比是浸水 24h 劈裂试验强度与 15h 劈裂试验强度的比值，按式（C.1）计算干湿劈裂强度比。

$$R_{w/d} = \frac{P_w}{P_d} \times 100 \quad (C.1)$$

式中： $P_w$ ——试件浸水 24h 劈裂试验强度（MPa）；

$P_d$ ——试件 15 劈裂试验强度（MPa）；

$R_{w/d}$ ——试件干湿劈裂强度比（%）。

**C.8.5** 一般情况下，可按 15℃ 劈裂强度试验和干湿劈裂强度比试验结果达到峰值，同时空隙率在 6%~12% 范围内对应的乳化沥青用量和水泥用量作为最佳乳化沥青（OEC）用量和水泥用量。当遇到试验结果无明显峰值时，应结合工程经验综合确定最佳乳化沥青用量（OEC）和水泥用量。

## C.9 配合比设计检验

**C.9.1** 对于重及以上交通荷载等级的公路，应对冷态活化再生混合料的冻融劈裂强度比指标进行检验，满足设计要求。

**C.9.2** 冷态活化再生混合料应用于面层时应对其动稳定度指标进行检验。

## C.10 配合比设计报告

**C.10.1** 材料检测结果，包括冷态活化再生剂、乳化沥青、废旧沥青混合料、集料等的检测结果；

**C.10.2** 工程设计级配范围、设计曲线及各矿料配合比报告。

**C.10.3** 最佳冷态活化再生剂用量、最佳乳化沥青用量、水泥用量、最佳含水率报告。

**C.10.4** 冷态活化再生混合料性能设计指标、检验指标结果、试验方法报告。