

ICS

CCS 点击此处添加 CCS 号

DB 64

宁夏回族自治区地方标准

DB 64/T XXXX—XXXX

沥青路面泡沫沥青厂拌冷再生 技术规范

Technical specification for foam asphalt plant mix cold recycling of
asphalt pavement

（征求意见稿）

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

XXXX – XX – XX 发布

XXXX – XX – XX 实施

宁夏回族自治区市场监督管理厅 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 符号及代号	2
5 材料要求	2
6 配合比设计	3
7 施工工艺与质量控制	8
8 安全环保要求	12

前 言

本标准按照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有可能涉及专利。本文件的发布机构不应承担识别专利的责任。

本文件由宁夏交通运输厅提出、归口并实施。

本文件起草单位：宁夏公路桥梁建设有限公司

本文件主要起草人员：王晓东、丁新建、严晓平、任斌、罗廷赤、李瑞杰、夏鑫来、刘永海、陈欣、柏辉、安全寿、刘红强、王智勋、赵佳琪、王明、路旭。

沥青路面泡沫沥青厂拌冷再生 技术规范

1 范围

本标准规定了沥青路面泡沫沥青厂拌冷再生技术的术语和定义、缩略语、原材料要求及评价、冷再生混合料设计和性能要求、冷再生施工工艺、质量控制、检查验收及环保要求。

本标准适用于宁夏回族自治区境内各等级公路沥青路面泡沫沥青厂拌冷再生技术应用工程，适用范围见表 1。城市道路以及其它道路的路面工程可参照执行。

表 1 泡沫沥青厂拌冷再生的适用范围

公路等级	再生层的结构层位				
	表面层	中面层	下面层	基层	底基层
高速、一级	不应使用	可使用	宜使用		—
二级	不应使用	宜使用			—
三、四级	宜使用				

注：表中“—”表示不存在这种情况。

沥青路面泡沫沥青厂拌冷再生层的设计、施工及验收除应符合本规范外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

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 D50 公路沥青路面设计规范
- JTG E20 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
- JTG 3441 公路工程无机填料稳定材料试验规程
- JTG 3420 公路工程水泥及水泥混凝土试验规程
- JTG 5210 公路技术状况评定标准
- JTG F40 公路沥青路面施工技术规范
- JTG/T F20 公路路面基层施工技术细则
- JTG/T 5521 公路沥青路面再生技术规范

3 术语和定义

JTG F40-2004、JTG/T F20-2015和JTG/T 5521-2019确定的术语和定义，以及下列术语和定义适用于本规范。

3.1 泡沫沥青 foamed asphalt

将热沥青和水在专用的发泡装置内混合、膨胀，形成的含有大量均匀分散气泡的沥青材料。

3.2 泡沫沥青冷再生混合料 cold recycling mixture with foamed bitumen

采用泡沫沥青作为再生填料，添加一定比例的水泥、集料与沥青混合料回收料（RAP），在常温下均匀拌和后形成的一种混合料。

3.3 膨胀率 maximum expansion ratio of foamed asphalt

泡沫沥青发泡状态下的最大体积与未发泡时沥青体积的比值。

3.4 半衰期 half life of foamed asphalt

泡沫沥青从最大体积衰减到最大体积的 50%所用的时间。

3.5 泡沫沥青厂拌冷再生 central plant cold recycling with foamed bitumen

将沥青混合料回收料（RAP）运至拌和厂（场、站），经破碎、筛分，以一定的比例与集料、泡沫沥青、填料（如水泥等）以及水，在常温下拌和、摊铺、碾压，形成路面结构层的沥青路面再生技术。

4 符号及代号

下列术语和定义适用于本文件。

- OWC——最佳含水率
- OFC——最佳泡沫沥青用量
- RAP——沥青混合料回收料
- TSR——冻融劈裂强度比
- ITSR——干湿劈裂强度比

5 材料要求

5.1 一般规定

5.1.1 沥青路面泡沫沥青冷再生混合料所需的各种原材料必须认真做好选择、试验及验收，经检验合格后方可使用，不得以材料供应商提供的出厂检测报告或商检报告结果代替现场取样检测结果。

5.1.2 不同的沥青混合料回收料（RAP）、新集料应分开堆放，不得混杂。

5.1.3 沥青混合料回收料（RAP）宜堆放在预先经过硬化处理且排水通畅的地面上，并采取防雨、防晒等措施。

5.2 沥青

5.2.1 用于发泡的道路石油沥青应符合现行 JTG F40 有关规定。

5.2.2 沥青应按照品种、标号分开存放，在储运、使用和存放过程中采取防水措施。

5.3 泡沫沥青

5.3.1 采用膨胀率和半衰期作为评价泡沫沥青性能的技术指标。

5.3.2 拟选用的道路石油沥青应事先进行沥青发泡性能试验来确定最佳发泡条件。在设计的发泡条件下其技术指标应满足表 2 的性能要求。

表 2 泡沫沥青技术要求

检测项目	技术指标	试验方法
膨胀率（倍）	≥10	按本规范6.4执行
半衰期（s）	≥8	

注：当泡沫沥青不满足要求时，应通过调整发泡温度、发泡水量、发泡气压等改善泡沫沥青膨胀率和半衰期指标，也可在不影响沥青和混合料性能的前提下添加发泡助剂，直至泡沫沥青性能满足要求。

5.4 沥青混合料回收料（RAP）

- 5.4.1 沥青混合料回收料（RAP）应经过预处理后方可使用。预处理应满足本文件 7.3.5 的要求。
- 5.4.2 沥青混合料回收料（RAP）质量应符合 JTG/T 5521 有关规定。

5.5 集料

- 5.5.1 当沥青混合料回收料（RAP）的粒径组成不满足级配要求时，应加入一定比例的新集料及填料，调整再生混合料的级配组成。
- 5.5.2 粗集料的加工应选用坚硬、无风化的岩石；加工后的成品应坚硬、洁净、干燥、表面粗糙、棱角性好、针片状含量少、不含软石和风化颗粒及其它杂质。
- 5.5.3 细集料应采用洁净、干燥、无风化、无杂质的硬质石灰岩加工。
- 5.5.4 粗、细集料的规格及质量要求应符合现行 JTG F40 的有关规定。

5.6 填料

- 5.6.1 水泥作为填料或者活性添加剂时，可采用普通硅酸盐水泥或复合硅酸盐水泥等，不应使用快硬水泥、早强水泥。水泥的技术指标应符合 JTG/T F20 的有关规定。
- 5.6.2 矿粉的技术指标应符合 JTG F40 的有关规定。

5.7 水

饮用水可直接用于泡沫沥青冷再生发泡及拌和，非饮用水的技术指标应符合 GB 5749 的有关规定。

6 再生混合料配合比设计

6.1 一般规定

- 6.1.1 应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，选用符合要求的材料进行再生混合料设计。
- 6.1.2 对不同来源旧料需分别进行再生混合料配合比设计，不应混用。
- 6.1.3 泡沫沥青冷再生混合料配合比设计应采用马歇尔设计方法。根据生产进程分为方案设计阶段的目标配合比设计、施工阶段的生产配合比设计以及生产配合比验证三个阶段。
- 6.1.4 目标配合比设计应在施工图设计阶段完成。基于混合料设计结果，分析采用泡沫沥青冷再生技术的可行性，为路面再生结构设计提供关键性能参数及检测指标依据。
- 6.1.5 生产配合比设计应充分利用设计资料，参考目标配合比设计结果，并结合现场原材料的实际检测情况进行设计。
- 6.1.6 生产配合比验证应在泡沫沥青冷再生施工试验段时进行，结合工程实际校核施工配合比。

6.2 设计流程

泡沫沥青厂拌冷再生混合料配合比设计流程如图1所示。

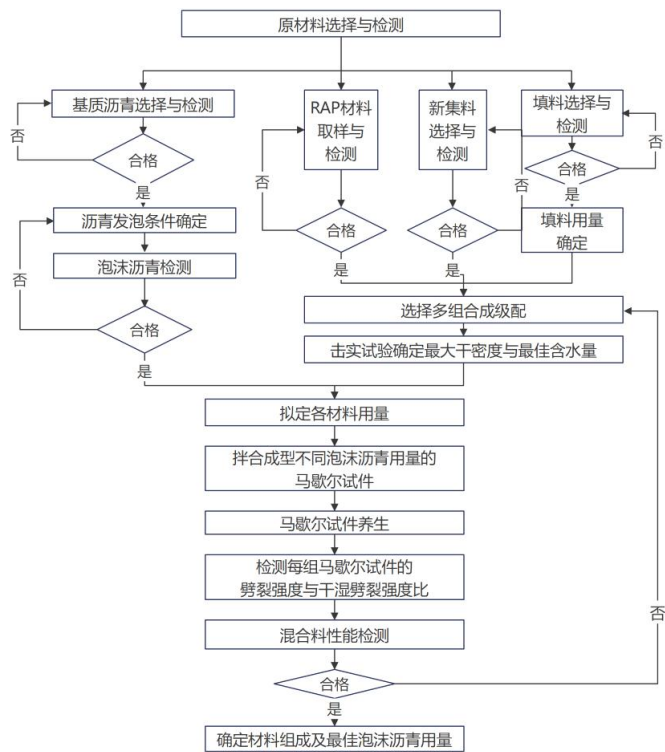


图1 泡沫沥青厂拌冷再生混合料配合比设计流程

6.3 回收料的取样及检测

- 6.3.1 泡沫沥青冷再生混合料在进行配合比设计前，需要对旧沥青路面进行取样与检测，取样应采用铣刨机进行，严禁使用人工取样。
- 6.3.2 预处理后的回收料应按照 5.4 规定的检测项目和要求进行检测与性能分析，对于通过相关技术措施仍不能满足质量要求时，应改变设计方案。

6.4 沥青发泡

- 6.4.1 室内沥青发泡设备和辅助工具应满足以下基本要求：
- a. 喷射泡沫沥青的速率可调；
 - b. 接受泡沫沥青的钢桶直径与测量膨胀体积的量尺，应与 500g 沥青的喷射量相对应；
 - c. 试验温度变化时应应对沥青喷射时间进行标定，以保证沥青喷射量在 500g；
 - d. 用水量应与沥青流量值对应，标定完沥青喷射量后再根据沥青流量标定用水量。沥青与用水量的标定都应在一定的气压与水压下进行。
 - e. 使用随沥青发泡设备附带的钢桶及量尺，或采用精度高于该量尺的其它量具；
 - f. 秒表精度不低于 0.1s。
- 6.4.2 室内发泡方法与操作步骤如下：
- a. 打开电源及电源总开关，打开加热开关，对设备进行预热。向发泡储水罐中灌入充足的纯净水，以保证发泡过程中的用水。打开空气压缩机，与发泡设备对接，以保证发泡过程中的压力。发泡中气压和水压采用推荐值；
 - b. 设定沥青的发泡温度，通过沥青泵送循环系统，将沥青加热至需要的温度，并将循环时间至少保持 5 分钟；
 - c. 设定沥青的喷射速率为 100g/s，对沥青地喷出量进行标定，保证每次沥青喷出量为 500g；
 - d. 标定完沥青后，设定水流量控制计，并根据用水量，标定喷出水量；

- e. 根据经验和工程条件确定发泡温度和 3 个发泡用水量。一般情况下，发泡温度不低于 150℃；发泡用水量中值可取 1%、2%、3%；
- f. 标定完沥青和水后，按下启动开关，将沥青喷射入测试桶中，利用测量尺和秒表测得其膨胀率和半衰期，泡沫沥青喷射结束后，当其体积膨胀达到最大高度时，确定泡沫沥青的膨胀率；此时按下秒表，记录泡沫沥青衰减到最大体积一半时的时间，精确到 0.1s，得出泡沫沥青的半衰期；
- g. 重复进行三次平行试验，记录数据，取三次试验平均值；
- h. 至少选择 3 个发泡用水量，重复以上步骤 d~g 进行发泡性能试验；
- i. 在相同的坐标轴下绘制不同用水量下膨胀率与半衰期的关系图，如图 2 所示，并按照图中所示的方法确定该温度下的最佳发泡用水量；

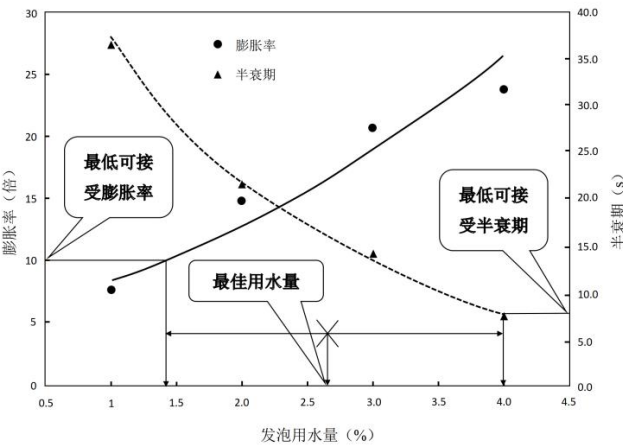


图2 不同用水量下膨胀率与半衰期的关系图

- j. 重复以上步骤 b~g，对其它发泡温度进行发泡性能试验。

6.4.3 比较不同发泡温度下，最佳发泡用水量对应的膨胀率及半衰期，选择膨胀率与半衰期相加数值最大的发泡温度，作为最佳发泡温度；对于数值相等的，取发泡温度较高的作为最佳发泡温度。最佳发泡条件即为此温度以及此温度对应的最佳发泡用水量。

6.4.4 在最佳发泡条件下发泡完成后，应进行发泡及发泡性能检验，其性能应满足表 2 的要求。

6.5 矿料级配

6.5.1 通过筛分试验，测得沥青混合料回收料（RAP）和新掺集料等各组成材料的级配。

6.5.2 根据沥青混合料回收料（RAP）和集料的级配确定合成级配并绘制级配曲线，合成矿料级配应满足表 3 中要求的级配范围，且宜接近表中级配范围的中值。当级配不能满足要求时，应更换集料重新进行矿料级配设计。

表 3 沥青路面泡沫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
37.5	100	—	—
26.5	85~100	100	—
19	—	85~100	100
13.2	60~85	—	85~100
9.5	—	55~80	—
4.75	30~55	35~60	40~65
2.36	20~40	25~45	28~45
0.3	7~20	8~22	9~23
0.075	4~12	4~12	4~12

6.5.3 泡沫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，宜采用粗粒式或者中粒式级配；用于轻交通荷载等级公路时，可采用细粒式级配。

6.6 确定最大干密度和最佳含水率

按照 JTG 3441 中 T 0804 方法确定混合料的最大干密度（含水泥，不含泡沫沥青）和最佳含水率。

6.7 材料准备与拌和

- (1) 计算所要拌和的材料数量，并放置到拌锅内；
- (2) 按照下式计算试样干质量：

$$M_s = M_{dry} / [1 + (W_{dry} / 100)]$$

式中：\$M_s\$—试样的干质量，g；

\$M_{dry}\$—试样的风干质量，g；

\$W_{dry}\$—风干试样的含水率，%。

- (3) 泡沫沥青冷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%。按照下式计算填料用量：

$$M_c = (C / 100) \times M_s$$

式中：\$M_c\$—需要加入的填料质量，g；

\$C\$—水泥剂量，%；

\$M_s\$—试样的干质量，g。

- (4) 按照下式计算确定需要加入试样中的含水率，并确定试样中所需的加水质量：

$$W_a = 0.8 W_{OMC} - W_{dry}$$

$$M_w = (W_a / 100) \times (M_s + M_c)$$

式中：\$W_a\$—需要加入试样中的含水率，%；

\$W_{OMC}\$—最佳含水率，%；

\$W_{dry}\$—风干试样的含水率，%；

\$M_w\$—试样所需的加水质量，g；

\$M_c\$—需要加入的填料质量，g；

\$M_s\$—试样的干质量，g。

- (5) 将试样材料、填料、水在拌缸内一起拌和至均匀，拌和时间一般不少于1分钟；
- (6) 泡沫沥青用量宜在1.8%~3.5%范围内。按照下式确定泡沫沥青用量：

$$M_b = (B / 100) \times (M_s + M_c)$$

式中：\$M_b\$—需要加入的泡沫沥青质量，g；

\$B\$—泡沫沥青含量，%；

\$M_s\$—试样的干质量，g；

\$M_c\$—需要加入的填料质量，g。

- (7) 按照下式确定泡沫沥青试验机的喷入时间：

$$T = \text{Factor} \times M_b / Q_b$$

式中：\$T\$—试验机上计时器设定的时间，s；

Factor—在拌锅内损失沥青的补偿系数。一般通过试验实测来确定补偿系数；

\$M_b\$—需要添加的泡沫沥青质量，g；

Q_b —试验机上的沥青流量，g/s。

- (8) 将机械式拌锅与发泡设备对接在一起，以便泡沫沥青可直接喷入拌锅中；
- (9) 开启拌锅，在向拌锅内喷射泡沫沥青之前至少拌和30秒，并在喷射泡沫沥青后持续拌和30秒；
- (10) 将拌制好的泡沫沥青稳定材料转移至容器内并立即密封，以防止水分损失。

6.8 制作马歇尔试件

- 6.8.1 以预估的泡沫沥青用量为中值，以 0.3%为间隔拌和 5 组混合料，拌和好的泡沫沥青冷再生混合料，应在水泥初凝时间内完成成型。
- 6.8.2 将拌和均匀的混合料装入试模，按照 JTG E20 中 T0702 方法，使用马歇尔击实仪成型试件。
- 6.8.3 每种泡沫沥青用量下，成型两组标准马歇尔试件，每组不少于 4 个试件。

6.9 马歇尔试件的养生

- 6.9.1 将试件连同试模一起侧放在 60℃的鼓风烘箱中通风养生至恒重，养生时间一般不少于 48h。
- 6.9.2 将试件连同试模一起从烘箱中取出，室温下侧放冷却 12h 后脱模。

6.10 劈裂强度试验与干湿劈裂强度比

- 6.10.1 将各组油石比试件中的一组进行 15℃劈裂试验，另一组进行浸水 24h 劈裂试验。
- 6.10.2 浸水 24h 劈裂试验的试验方法为：将试件完全浸泡在 25℃的恒温水浴中 22h，再在 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 15℃的劈裂试验。
- 6.10.3 劈裂强度试验应按照 JTG E20 中 T0716 方法进行。
- 6.10.4 根据劈裂强度和浸水劈裂强度试验结果，按下式计算干湿劈裂强度比。

$$R_{w/d} = \frac{P_w}{P_d} \times 100$$

式中： $R_{w/d}$ —试件干湿劈裂强度比（ITSR），%；
 P_w —试件浸水24h劈裂试验强度，MPa；
 P_d —试件15℃的劈裂试验强度，MPa。

6.11 确定最佳泡沫沥青用量

根据劈裂强度试验和浸水劈裂强度试验结果(或者是马歇尔稳定度和浸水马歇尔稳定度试验结果)，选择材料组成方案中 15℃劈裂强度及干湿劈裂强度比（或者马歇尔稳定度及残留稳定度比）均最优者作为初选级配。选取初选材料组成方案中湿劈裂强度（或者浸水马歇尔稳定度）最大值作为最佳泡沫沥青用量（OFC）和填料用量。

6.12 再生混合料性能要求

- 6.12.1 泡沫沥青冷再生混合料的设计技术指标应满足表 4 的要求。

表 4 泡沫沥青冷再生混合料设计技术要求

检验项目		技术要求		试验方法	
马歇尔试件尺寸 (mm)		中、细粒式	Φ 101.6×63.5		T 0702
		粗粒式	Φ 152.4×93.5		
马歇尔试件双面击实 次数（次）		中、细粒式	75		
		粗粒式	112		
劈裂	15℃劈裂试	层位	重级及以上交通荷载等级	其他交通荷载等级	T 0716

强度 试验	强度 (MPa)	面层	≥ 0.60	≥ 0.50	
		基层及以下层位	≥ 0.50	≥ 0.40	
	干湿劈裂强度比 ITSr (%)		≥ 80	≥ 75	
冻融劈裂强度比 TSR (%)			≥ 75	≥ 70	T 0729
60℃动稳定度 (次/mm)			>2 000 (面层)	—	T 0719

7 施工工艺与质量控制

7.1 一般规定

- 7.1.1 泡沫沥青冷再生层宜在气温较高时施工，当最低气温低于 10℃时，不宜进行施工。
- 7.1.2 泡沫沥青应在混合料中充分分散，一旦发现混合料中存在明显的沥青团或沥青丝时，应立即停止生产，查明原因并加以解决后方可继续生产。已经生产的存在沥青团或沥青丝的混合料不得使用。
- 7.1.3 当泡沫沥青冷再生混合料中的填料采用水泥时，从添加水泥开始至混合料碾压完成的时间间隔不得超过水泥的初凝时间。

7.2 施工流程

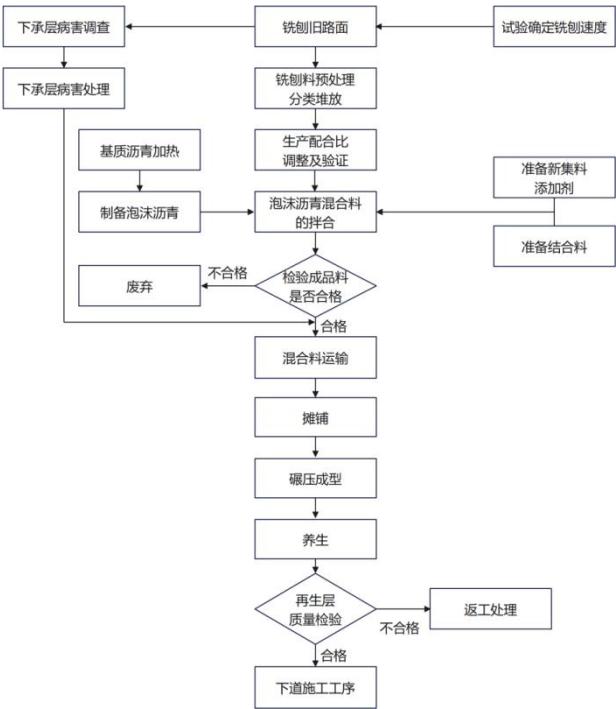


图3 泡沥青厂拌冷再生施工流程

7.3 沥青混合料回收料（RAP）的回收、预处理和堆放

- 7.3.1 废旧沥青路面材料的回收方式应采用专用路面铣刨设备，铣刨设备应可调整厚度、速度、铣刨鼓转速，也可采用挖除后集中破碎的方法回收，回收材料应具有较小的变异性，且符合表 2 的技术要求。
- 7.3.2 正式铣刨前，应选取不少于 200m 旧路面作为铣刨试验段。待铣刨速度稳定后，根据铣刨机功率拟定不少于三种铣刨速度进行铣刨（如：4~6m/min、6~8m/min、大于 8m/min 等三种不同速度），分别选取具有代表性的铣刨料进行颗粒级配检测，选择级配最接近理想级配的铣刨速度作为正式铣刨速度。

7.3.3 铣刨时，应严格控制铣刨速度，保持铣刨参数的稳定，保证生产泡沫沥青冷再生混合料级配稳定，当铣刨料由于变异性过大，不能满足级配要求时，可以采取二次破碎的方法，使其达到要求。

7.3.4 沥青混合料回收料（RAP）与无机回收料宜分开再生利用，回收沥青混合料回收料（RAP）时不应混入杂质，不同层位的回收材料应分类堆放并采取有效的防水及防晒措施。

7.3.5 沥青混合料回收料（RAP）应经过预处理后方可使用。预处理的方式是将沥青混合料回收材料充分混合，必要时用破碎机或其他方式进行破碎，应根据再生混合料最大公称粒径和再生层级配设计分档，合理选择筛孔尺寸，一般不少于两档，最大粒径不大于 26.5mm。

7.3.6 经过筛分预处理的沥青混合料回收料（RAP）应按照不同来源、规格应分档堆放在四周低、中间高，坡度不小于 2% 的具有排水功能的硬化场地内，同规格大量堆放时应分层堆放，且不得混杂。当含水率大于 3% 时，应采取晾晒等方式进行预处理。使用时应从料堆的一端开始在全高度范围内铲料使用，避免离析。

7.4 施工准备

7.4.1 摊铺泡沫沥青冷再生混合料之前，必须对其下承层进行病害调查。符合强度要求的，应对出现病害的区域进行相应的处理，裂缝处铺设 0.5m~1m 宽的聚酯玻纤网或抗裂贴。不符合设计强度要求的，必须进行补强处理。

7.4.2 下承层应清扫、除尘，表面应密实、平整，并提前喷洒乳化沥青。

7.4.3 泡沫沥青厂拌冷再生应使用专用的厂拌冷再生设备、沥青加热保温罐、铣刨设备、摊铺设备、碾压设备，必要时需添加破碎筛分设备。拌和场地布局及面积应满足设备合理布局 and 材料周转的需求。

7.4.4 施工前应对拌和设备、摊铺机、压路机等各种施工机械和设备进行调试，对机械设备的配套情况、技术性能、传感器计量精度等进行检定。

7.5 铺筑试验路段

7.5.1 在正式摊铺泡沫沥青冷再生混合料之前应先铺筑试验路段，长度不宜少于 200m。试验路段内可根据不同的工艺组合方式，确定 2~3 个试验分段。通过试验路段应当确定以下内容：

- a. 验证现场材料的级配和确定实际生产配合比；
- b. 验证最低发泡温度时基质沥青加热温度对应的沥青发泡性能；
- c. 冷再生材料的最大干密度、最佳含水量和添加的水量；
- d. 泡沫沥青冷再生混合料的性能指标；
- e. 摊铺的厚度与速度，以及再生层的松铺系数；
- f. 不同压实机械组合下终压完成后的压实度；
- g. 检验各种施工机械的效率及匹配情况，确定最终施工机械组合方式。

7.5.2 试验路段铺筑应邀请业主、监理、检测单位共同参加，提前明确试验目的与内容。施工结束后，施工单位应及时进行试验路段施工总结，要有完整的试验路段施工、检测报告。

7.6 生产配合比验证

最终根据试验路段施工时泡沫沥青冷再生混合料检测报告和试验路段施工总结确定最终的泡沫沥青冷再生混合料生产配合比。

7.7 混合料拌和

7.7.1 生产泡沫沥青冷再生混合料时，沥青温度不应低于设计的沥青发泡温度。

7.7.2 宜采用专用拌和设备，须配备泡沫沥青发生装置，拌和设备应采用分级拌和方式，应配备至少四个冷料仓、一个矿粉罐、一个水泥罐、一个水罐与一套泡沫沥青存储罐连接。细料仓、矿粉、填料

罐均应做好防雨并配备振动破拱装置。

7.7.3 拌和设备的生产能力应与摊铺设备生产能力相匹配。

7.7.4 拌和时应随时检查各料仓出料口、沥青喷嘴、沥青泵、管道等是否受堵，发现堵塞时应及时清理，拌制过程应连续、均匀、稳定。

7.7.5 再生混合料拌和时，应先将沥青混合料回收料（RAP）、新集料、矿粉、水泥等干拌，再与水拌和，最后与泡沫沥青拌和。拌和后的再生混合料应均匀一致，无离析花白、结团成块、拉丝流淌等现象。

7.7.6 每天工作结束时应打印出当天各材料用量与再生混合料出厂总量核对，波动较大时应及时调整。

7.7.7 落料时应分前、后、中多次卸落，防止离析。

7.7.8 拌和用水量视天气和环境情况比室内配合比设计时的最佳含水量宜增加 0.5%~1.0%。

7.8 运输

7.8.1 运输车辆应选择较大吨位的自卸汽车，数量满足现场连续摊铺并稍有富余的需求，车厢应清洁，可在车厢内壁四周涂一薄层隔离剂防止粘连，厢顶应在出厂前用苫布做好覆盖，避免污染、雨淋、表面硬结。

7.8.2 拌和好的泡沫沥青再生混合料应及时运至施工现场。

7.9 摊铺

7.9.1 摊铺前在再生结构层与检查井、路缘石、桥梁混凝土等存在接触面处提前涂刷粘层油。

7.9.2 开始摊铺前，应保证至少 4~5 辆运料车到场；正式摊铺时，应保证摊铺机前至少 2 辆运料车等候。运料车应空挡停在摊铺机推动滚轮前至少 10cm 等候。

7.9.3 摊铺前应检查确认摊铺机的收料斗、输送机、螺旋布料器、熨平板、高度调节装置等工作状态正常。提前根据试验段确定的松铺系数计算摊铺厚度。熨平板振频及振幅应根据摊铺厚度、结构类型及混合料最大粒径调整，一般以高频低幅为宜，熨平初始密实度不宜小于 85%。

7.9.4 摊铺过程中应均匀、连续摊铺，中途避免随意变换速度或停顿，摊铺速度宜控制在 2~5m/min，并随时检查摊铺层厚度、路拱和横坡，需调整时应缓慢连续调整，禁止单次大幅度调整。单车卸料完成后禁止收料斗完全合壁造成离析。

7.9.5 路幅较宽时宜采用两台或多台摊铺机呈梯队方式摊铺，以减少施工接缝，两台或多台摊铺机前后应错开 10~20m，两幅之间应有 30~60mm 宽度的搭接。

7.9.6 摊铺过程中应随时检查摊铺质量，出现离析、边角缺陷处应由人工扣锹局部找补，严重缺陷处应整层铲除更换。

7.9.7 发现混合料出现明显的离析、波浪、裂缝、拖痕时应及时分析原因并予以消除。

7.10 压实成型

7.10.1 混合料应采用试验段确定的机械组合、人员组织、碾压遍数和最佳含水率情况下进行压实。

7.10.2 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；钢轮压路机的工作速度不得超过 3km/h；轮胎压路机速度不得超过 4km/h。

7.10.3 泡沫沥青厂拌冷再生的单层混合料压实厚度不宜小于 8cm，面层单层压实最大厚度不宜大于 10cm，基层单层压实最大厚度不宜大于 20cm。

7.10.4 碾压时应遵循先慢后快、先静后振、先低后高，轮迹重叠、重叠 1/3 轮宽。

7.10.5 单个循环压实长度、压实流程按照试验路段确定的方案执行。

7.10.6 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板配合碾压。

7.11 施工接缝处理

- 7.11.1 工作缝包括纵向工作缝和横向缝，都应采用垂直的平接缝，并应避开车道轮迹带。
- 7.11.2 当接缝或施工缝上下两层在同一位置时，横向缝应错开至少 1m 以上，纵向缝错开 15cm 以上。
- 7.11.3 所有的接缝处都要往完全压实的路段一侧切除部分再生料，端头部分先用 3m 直尺检测，对不符合要求部分，垂直于路中线方向切除清理。

7.12 养生及开放交通

- 7.12.1 再生层碾压完成后应封闭交通自然养生，养生路段应进行交通管制。
- 7.12.2 封闭交通养生 24h 后，可根据工程需要允许小型车辆通行，但应限制行车速度在 40km/h 以内，禁止车辆在再生层上掉头和紧急制动。
- 7.12.3 自然养生时间一般不宜少于 7d。当再生层使用 $\phi 150\text{mm}$ 钻头可取出完整的芯样或再生层含水率低于 2%时，可提前结束养生。

7.13 施工过程中质量控制

- 7.13.1 施工过程中的质量控制与检查验收，应包括原材料供应、再生混合料生产和运输、施工以及成型后检测的整个过程。
- 7.13.2 施工过程中应按表 5 要求的批次检查各种材料的来源和质量。

表 5 材料检验批次

材 料	批 次
沥青路面回收材料	同一来源，每 1000t 为一批次
沥青与泡沫沥青	每车次为一批次
水泥	每 200t 为一批次
矿粉	每 50t 为一批次
粗集料	每 500t 为一批次

- 7.13.3 施工过程中的材料质量控制应符合表 6 的要求。

表 6 施工过程中的材料检验

材料	检验项目	要求值	检验频率	
			高速、一级公路	其他等级公路
沥青路面回收料	级配	符合本规范第 5.4 节及设计要求	根据需要时	根据需要时
	含水率	$\leq 3\%$	每天施工前	每天施工前
沥青及泡沫沥青	沥青的针入度、延度、软化点，泡沫沥青的膨胀率、半衰期	符合设计要求	每 2~3 个工作日 1 次	每周 1 次
	沥青温度	设计发泡温度 $\pm 0.8^{\circ}\text{C}$	随时	随时
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
填料	水泥：强度、凝结时间、安定性	符合本规范第 5.6 节要求	根据需要时	根据需要时

- 7.13.4 泡沫沥青厂拌冷再生混合料基层施工过程的材料质量控制和检验项目、频率、质量标准应符合

合现行 JTG/T F20 的有关规定，无机回收料的级配应符合设计要求。

7.13.5 施工过程中泡沫沥青厂拌冷再生混合料的质量控制项目、质量标准和频率应符合表 7 的要求。

表 7 施工过程中再生混合料质量控制标准

检查项目	质量要求	检验频率	试验方法
混合料外观	拌和均匀、无离析、花白、油团	随时	目测
含水率	符合本规范要求	发现异常随时检测	T 0801
泡沫沥青用量	设计值±0.2%	发现异常随时检测	总量控制
水泥用量	设计值±0.3%	发现异常随时检测	总量控制，不添加沥青情况下 T 0809
级配	符合设计要求	发现异常随时检测	T 0302
15℃劈裂强度（MPa）	符合设计要求	每工作日 1 次	T 0716
干湿劈裂强度比（%）	符合设计要求		T 0716
冻融劈裂强度比（%）	符合设计要求	每 3 个工作日 1 次	T 0729
60℃动稳定度（次/mm）	符合设计要求	根据需要时	T 0719

7.13.6 泡沫沥青冷再生层铺筑过程中必须随时对铺筑质量进行检查，外形尺寸检查项目、频率和质量标准应符合表 8 的规定。

表 8 铺筑过程中外形尺寸检查项目、频率和质量标准

检查项目	质量要求		检验频率	试验方法
	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
接缝	外观：紧密、平整、顺直 最大间隙：3mm		随时	目测 T 0931
厚度（mm）	设计厚度±10	设计厚度±15	随时	插入法测量松浦厚度，挖坑法检测压实厚度
压实度（%）	≥99（基于试验室标准密度）		每 2000 m²测 1 点	T 0921
平整度（σ）（mm）	≤1.5	≤2.8	每车道连续测量	T 0932
宽度（mm）	不小于设计宽度，边缘线整齐，顺适		每 100m 检验 2 处	T 0911
纵断面高程（mm）	±10	±15	每 100m 检验 1 个断面	T 0911
横坡（%）	±0.3	±0.5	每 100m 检验 1 个断面	T 0911

8 安全环保要求

8.1 泡沫沥青再生拌和站建设时应在保障高效生产的同时严格遵守环保相关法规要求，积极采取有效措施减少粉尘排放，避免扬尘污染、降低噪音污染，确保再生设备在长期使用过程中能持续有效地发挥其环保效能。

8.2 路面材料的回收、预处理、筛选分类等环节推荐采用湿法作业或配备雾炮降尘设备。沥青路面回收材料堆放场地硬化并设置防尘网或覆盖篷布，堆高不应超过 3 米，周边设排水沟防止雨水冲刷污染。当场地受限需要堆放较高时，应分层堆放并做好覆盖。

8.3 泡沫沥青厂拌冷再生施工时应设专人负责设置路障、警示牌、标志牌，设专人指挥疏导车辆。施工机械设备应配备主动防护装置。

8.4 场站的选址、建设应布局合理，条件允许时，宜配备环境监测系统。拌和楼应采用封闭式，配备高效布袋除尘装置，且能够有效降低粉尘排放浓度。场站内危险性较高的地点、设备应有专业人员管理和操作。

8.5 基质沥青的加热应选择环保热源（天然气、电能），避免燃煤污染，加热罐加装废气净化装置。易燃易爆品、沥青储罐周围应合理设置围挡及警示标志。

8.6 场站操作人员、机械设备维护人员及施工现场的施工、技术人员在施工期间应做好个人防护措施，并认真接受施工单位对各岗位、各环节的安全技术交底。

8.7 进出场站口应做好防污染和废污水回收利用措施。

