

DB12

天 津 市 地 方 标 准

DB12/T 1305—2024

公路沥青路面泡沫沥青冷再生技术规范

Technical specifications for highway asphalt pavement foamed asphalt
cold-recycling

2024-02-19 发布

2024-03-19 实施

天津市市场监督管理委员会 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 缩略语 2

5 泡沫沥青冷再生结构设计 2

 5.1 原路面调查及分析 2

 5.2 适用层位及结构组合 3

 5.3 冷再生层设计 4

6 材料 5

 6.1 一般规定 5

 6.2 沥青 5

 6.3 泡沫沥青 6

 6.4 沥青路面回收材料（RMAP） 6

 6.5 集料 6

 6.6 填料 7

 6.7 水 7

7 泡沫沥青冷再生混合料组成设计 7

 7.1 一般规定 7

 7.2 配合比设计 7

8 厂拌冷再生施工 9

 8.1 一般规定 9

 8.2 施工准备 9

 8.3 沥青路面回收料（RMAP）的回收、处理、堆放 9

 8.4 泡沫沥青冷再生混合料的生产 10

 8.5 泡沫沥青冷再生混合料的运输 10

 8.6 泡沫沥青冷再生混合料的摊铺 10

 8.7 泡沫沥青冷再生混合料的碾压 10

 8.8 养生及开放交通 11

9 就地冷再生和全深式冷再生施工 11

 9.1 一般规定 11

 9.2 施工准备 11

 9.3 就地再生作业 12

 9.4 摊铺 12

 9.5 压实 13

 9.6 养生及开放交通 13

10 施工质量管理与检查验收 13

 10.1 一般规定 13

 10.2 施工前的材料与设备检查 13

 10.3 铺筑试验路段 13

 10.4 施工质量管理 13

附录 A（规范性） 泡沫沥青发泡试验方法 16

附录 B（规范性） 泡沫沥青冷再生混合料配合比设计方法 17

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。

本文件由天津市交通运输委员会提出并归口。

本文件起草单位：天津市交通科学研究院、天津高速公路集团有限公司、天津天昂高速公路有限公司、天津天永高速公路有限公司、天津新展高速公路有限公司、天津市金路美城高速公路维护工程有限公司。

本文件主要起草人：王德群、孙建勇、商耀祥、王艳海、姬玉平、王文超、高景广、兰云松、武岩峰、罗春来、苑香军、赵泽平、张晨、高菲、周艳军、袁玉琴、杨鹏、肖明、王重兵、于涛、甄少华、陈盛、李长旺、施光、阎宏、魏帆。

公路沥青路面泡沫沥青冷再生技术规范

1 范围

本文件规定了公路泡沫沥青冷再生结构设计、材料、混合料组成设计、施工及质量管理与检查验收。
本文件适用于各等级公路沥青路面泡沫沥青冷再生技术应用工程。城市道路工程可参照执行。

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/T 5521 公路沥青路面再生技术规范
- 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 E42 公路工程集料试验规程
- JTG E51 公路工程无机结合料稳定材料试验规程
- JTGT F20 公路路面基层施工技术细则

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

沥青路面回收材料 reclaimed materials from asphalt pavement (RMAP)

采用铣刨、开挖等方式从沥青路面上获得的旧沥青路面材料，包括沥青混合料回收材料（RAP）和无机回收料或无结合料粒料（RAI）。

3.2

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。

3.3

泡沫沥青厂拌冷再生 foamed asphalt cold central plant recycling

将沥青路面回收材料（RMAP）运至拌和厂（场、站），经破碎、筛分，以一定的比例与新集料、泡沫沥青、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。

3.4

泡沫沥青就地冷再生 foamed asphalt cold in-place recycling

采用专用的就地冷再生设备，对沥青层进行现场冷铣刨，破碎和筛分（必要时），掺加一定数量的新集料、泡沫沥青、活性填料（水泥、石灰等）、水、经过常温拌和、摊铺、碾压等工序，一次性实现旧沥青路面再生的技术。

3.5

泡沫沥青全深式冷再生 foamed asphalt full depth reclamation

采用全深式冷再生设备对沥青面层及部分基层进行就地翻松,或是将沥青层部分或全部铣刨移除后对下承层进行就地翻松,掺加一定数量的新集料、泡沫沥青、活性填料(水泥、石灰等)、水、经过常温拌和、摊铺、碾压等工序,一次性实现旧沥青路面再生的技术。

3.6

泡沫沥青冷再生混合料 foamed asphalt cold recycled mixture
含有沥青路面回收材料,并且采用泡沫沥青作为结合料的混合料。

3.7

再生混合料级配 gradation of recycled mixture
是指沥青路面回收材料矿料与新矿料的合成级配。

3.8

泡沫沥青膨胀率 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。

3.9

泡沫沥青半衰期 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。

4 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

- CBR——加州承载比
- DCP——动态锥入度
- ITS——劈裂强度或间接抗拉强度
- OAC——再生混合料最佳泡沫沥青用量
- OWC——再生混合料最佳含水率
- RAP——沥青混合料回收料
- RAI——无机结合料稳定粒料或无结合料粒料
- RMAP——沥青路面回收材料
- TSR——冻融劈裂强度比
- UCS——无侧限抗压强度

5 泡沫沥青冷再生结构设计

5.1 原路面调查及分析

5.1.1 原路面基础资料收集

应根据工程需要收集拟再生路段的相关资料:

- a) 收集原路面原始设计及变更资料,包括公路等级、设计标准、原路面各结构材料组成、几何线形等;
- b) 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;
- c) 收集待再生路段交通状况信息,包括历年交通量、轴载组成情况等;
- d) 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。

5.1.2 原路面技术状况检测

应根据工程需要检测下列内容,并根据需要计算路面损坏状况指数 PCI、路面结构强度指数 PSSI、路面车辙深度指数RDI等:

- a) 路面表面损坏状况,包括各种路面损坏的位置、数量、严重程度等;
- b) 路面内部结构状况检测,包括结构损坏类型、病害层位、损坏程度、层间粘结状况、结构层厚度和材料性能指标等。可通过开挖、钻芯取样等方式进行检查,分析病害原因;
- c) 原路面结构参数,包括路基顶面当量回弹模量、基层顶面当量回弹模量、路表当量回弹模量等。可通过动力锥贯入仪、落锤弯沉仪等方式检测,为再生结构设计提供计算依据;
- d) 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;
- e) 对原路面材料进行取样和检测,选取典型路段进行铣刨并取样,对回收材料类型、组成、含水率、级配、砂当量等进行检测和分析,初步判断原路面应用泡沫沥青冷再生技术的可行性。

5.2 适用层位及结构组合

5.2.1 泡沫沥青冷再生混合料的适用层位应按照表 1 和表 2 设计。当用于三、四级公路的表面层时,应采用稀浆封层、碎石封层、超薄磨耗层、微表处等做上封层。

表1 泡沫沥青厂拌冷再生、就地冷再生适用层位

道路等级	适用层位							
	表面层	中面层					下面层	基层及底基层
		极重	特重	重	中等	轻		
高速、一级	不应使用	不应使用	不应使用	不宜使用	可使用		宜使用	
二级	不应使用	可使用		宜使用				
三、四级	宜使用							

表2 泡沫沥青全深式冷再生适用层位

道路等级	适用层位							
	表面层	中面层					下面层	基层及底基层
		极重	特重	重	中等	轻		
高速、一级	不应使用	不应使用	不应使用	不应使用	可使用		可使用	宜使用
二级	不应使用	可使用					宜使用	
三、四级	可使用	宜使用						

5.2.2 采用就地冷再生和全深式冷再生方式时,路面技术状况宜满足表 3 和表 4 的要求。

表3 就地冷再生方式适用的路面技术状况

指标	技术要求
路面结构强度指数 PSSI	≥80
路面损坏状况指数 PCI	≤90
路面病害波及范围	主要集中在再生深度范围内
下承层强度	满足设计要求

表4 全深式冷再生方式适用的路面技术状况

指标	技术要求
路面结构强度指数 PSSI	≥ 70
路面损坏状况指数 PCI	≤ 85
路面病害波及范围	主要集中在再生深度范围内
下承层强度	满足设计要求

5.2.3 泡沫沥青冷再生路面结构组合与厚度，可按照表 5 初步拟定路面结构厚度，并应根据 JTG D50 有关规定进行分析设计。

表5 沥青路面冷再生结构组合与厚度

交通荷载等级	沥青面层		冷再生层厚度（mm）	下承层
	推荐厚度（mm）	最小厚度（mm）		
特重、极重	150~220	120	≥140	下承层结构强度应满足路面基层或底基层设计要求。
重	120~180	100	≥120	
中	60~120	50	≥100	
轻	≥30 或者采用微表处、稀浆封层、碎石封层等磨耗层		≥100	
注1：当下承层结构强度不满足要求时，为保证工程质量，应对下承层进行补强处理。				
注2：对于重及以上交通荷载等级的公路，沥青面层宜采取技术措施提高抗车辙能力。				

5.2.4 泡沫沥青冷再生层的厚度应与混合料的最大粒径相匹配，单层压实最小厚度不宜小于混合料公称粒径的 2.5~3 倍。再生层厚度宜为 120mm~200mm，最小压实厚度为 100mm，当再生层厚度超过 200mm 时，应进行试验论证其压实效果是否满足要求。

5.3 冷再生层设计

5.3.1 泡沫沥青冷再生层为柔性基层，路面结构设计方法按照《公路沥青路面设计规范》(JTG D50) 的规定执行。

5.3.2 再生层材料的设计参数应采用工程实际使用材料的实测参数，无实测条件时可参照表 6 执行。

表6 泡沫沥青冷再生材料结构设计参数

再生层所处层位	试验频率（Hz）	动态压缩模量 20℃（MPa）
沥青面层	10	3500~5500
基层	5	3000~5000

5.3.3 泡沫沥青冷再生结构设计时，应进行技术、经济、环境、交通、安全等方面的综合比选，选择最适宜的路面再生方案。

6 材料

6.1 一般规定

- 6.1.1 运至现场的各种材料必须取样进行质量检测，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。
- 6.1.2 集料的选择必须经过料源调查，宜就地取材，质量应符合相关规范要求。
- 6.1.3 矿料粒径规格以方孔筛为准。不同料源、品种、规格的集料不应混杂堆放。
- 6.1.4 沥青路面回收材料（RMAP）、新集料应堆放在预先经过硬化处理且排水通畅的地面上。雨季施工时，应采取有效的防雨措施。

6.2 沥青

- 6.2.1 沥青宜采用 70 号或 90 号道路石油沥青，性能应符合表 7 中有关规定。

表7 道路石油沥青技术要求

指标	单位	等级	沥青标号											试验方法
			90 号					70 号						
针入度（25℃, 5s, 100g）	0.1 mm		80~100					60~80						T 0604
针入度指数（PI）		A	-1.5~+1.0											T 0604
		B	-1.8~+1.0											
软化点（R&B） 不小于	℃	A	45			44		46			45			T 0606
		B	43			42		44			43			
60℃动力粘度 不小于	Pa • s	A	160			140		180			160			T 0620
10℃延度 不小于	cm	A	45	30	20	30	20	20	15	25	20	15	T 0605	
		B	30	20	15	20	15	15	10	20	15	10		
15℃延度 不小于	cm	A、B	100											—
蜡含量（蒸馏法） 不大于	%	A	2.2											T 0615
		B	3.0											
闪点 不小于	℃		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
TFOT（或 RTFOT）后														T 0610 或 T0609
质量变化 不大于	%		±0.8											
残留针入度比（25℃） 不小于	%	A	57						61					T 0604
		B	54						58					
残留延度（10℃） 不小于	cm	A	8						6					T 0605
		B	6						4					
注：PI值、60℃动力粘度、10℃延度可作为选择性指标，也可不作为施工质量检验指标。														

- 6.2.2 沥青必须按品种、标号分开存放。沥青在储罐中的贮存温度应不低于 130℃，且不高于 170℃，

桶装沥青应直立堆放，加盖苫布。

6.2.3 沥青在贮运、使用及存放过程中应采取防水措施，不应有雨水或加热管道蒸气进入沥青中。

6.3 泡沫沥青

6.3.1 泡沫沥青发泡性能应符合表 8 的要求。

表8 泡沫沥青技术要求

项 目		单位	技术要求	试验方法
膨胀率	不小于	倍	15	本规范附录 A
半衰期	不小于	秒	12	本规范附录 A

6.3.2 当沥青发泡性能不满足表 8 的要求时，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。

6.4 沥青路面回收材料（RMAP）

6.4.1 沥青路面回收材料（RMAP）不应含有土块、粘土颗粒或其它有害物质。回收沥青路面材料实测项目和质量要求应符合表 9 的规定。

表9 沥青路面回收材料（RMAP）实测项目和质量要求

检测项目	技术要求	试验方法
最大颗粒粒径（mm）	≤设计级配允许的最大粒径	T0302
4.75mm 以下部分砂当量（%）	≥60	T0334

6.5 集料

6.5.1 集料包括粗集料和细集料，粗集料应该洁净、干燥、表面粗糙，质量应符合表 10 的规定。

表10 粗集料质量技术要求

指标		单位	高速公路、一级公路	其他等级公路	试验方法
石料压碎值	不大于	%	28	30	T 0316
洛杉矶磨耗损失	不大于	%	30	35	T 0317
表观相对密度	不小于	---	2.50	2.45	T 0304
吸水率	不大于	%	3.0	3.0	T 0304
坚固性	不大于	%	12	---	T 0314
针片状颗粒含量（混合料）	不大于	%	18	20	T 0312
其中粒径大于9.5mm	不大于	%	15	---	
其中粒径小于 9.5mm	不大于	%	20	---	
水洗法<0.075mm 颗粒含量	不大于	%	1	1	T 0310
软石含量	不大于	%	5	5	T 0320

6.5.2 细集料包括机制砂、石屑。细集料必须由具有生产许可证的采石场生产。

6.5.3 细集料应洁净、干燥、无风化、无杂质，粒径规格应满足 JTGT F20 相关要求，其质量应符合表

11 的规定。

表11 细集料质量技术要求

指 标	单位	高速公路 一级公路	其它等级 公路	试验方法
表观相对密度 不小于	---	2.50	2.45	T0328
坚固性（>0.3mm 部分） 不大于	%	12	---	T0340
含泥量（小于 0.075mm 的含量） 不大于	%	3	5	T0333
砂当量 不小于	%	60	50	T0334
亚甲蓝值 不大于	g/kg	25	---	T0346
棱角性（流动时间） 不小于	s	30	---	T0345

6.6 填料

6.6.1 混合料的填料种类宜根据回收料的塑性指数按表 12 选择，填料主要为水泥或石灰。

表12 填料的选择

回收料的塑性指数	<10	10~16	>16
填料	水泥（1%~1.5%）	石灰（1.5%~2.5%）	消石灰预处理后再稳定

6.6.2 填料不应含有土块、粘土颗粒或其它有害物质。

6.6.3 水泥可采用普通硅酸盐水泥、矿渣硅酸盐水泥和火山灰质硅酸盐水泥，应选用初凝时间大于 3h 和终凝时间大于 6h 且小于 10h 的水泥，不应使用受潮变质的水泥。水泥强度等级宜为 32.5 或 42.5，其技术指标应符合相应国家的有关要求。

6.6.4 石灰应采用消石灰，技术指标应满足 JTGT F20 相关要求。

6.7 水

制作泡沫沥青用水以及冷再生用水均应为可饮用水。使用非饮用水，应经试验验证，不影响产品和工程质量时方可使用。

7 泡沫沥青冷再生混合料组成设计

7.1 一般规定

本方法适用于泡沫沥青冷再生沥青混合料回收材料（RAP）、泡沫沥青冷再生基层无机结合料或无结合料粒料（RAI）。

7.2 配合比设计

7.2.1 泡沫沥青冷再生混合料必须在调查研究的基础上，选用符合要求的材料，进行配合比设计。

7.2.2 再生混合料的矿料级配应符合表 13 规定。

表13 泡沫沥青冷再生混合料配合比设计级配范围

筛孔（mm）	各筛孔的通过率（%）		
	粗粒式	中粒式	细粒式
37.5	100	100	100
31.5	90~100	100	100
26.5	85~100	100	100
19	76~95	85~100	100
16	73~93	75~95	100
13.2	63~85	65~90	85~100
9.5	60~80	62~87	60~93
4.75	30~55	35~60	40~65
2.36	20~40	25~45	28~45
0.6	10~30	12~35	15~37
0.3	7~20	8~22	9~23
0.15	5~15	6~17	6~20
0.075	4~12	4~12	4~12

- 7.2.3 矿料配合比设计宜借助计算机的电子表格用试配法进行。
- 7.2.4 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；用于轻交通量公路时可采用细粒式级配。
- 7.2.5 泡沫沥青冷再生混合料的技术要求应符合表 14 的规定。

表14 泡沫沥青冷再生混合料技术要求

试验项目			技术要求	
马歇尔试件尺寸(mm)		中、细粒式	Φ 101.6×63.5	
		粗粒式	Φ 152.4×95.3	
马歇尔试件双面各击实次数（次）		中、细粒式	75	
		粗粒式	112	
劈裂强度试验（15℃）	劈裂强度（MPa）	层位	重及以上 交通荷载等级	其他荷载 等级
		面层	0.6	0.5
		基层及以下层位	0.5	0.4
	干湿劈裂强度比（%）		80	75
冻融劈裂强度比 TSR（%）		75	70	
60℃动稳定度 ^a （次/mm）		2000	---	
注：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，应检验泡沫沥青冷再生混合料的动稳定度指标。动稳定度试验方法应符合JTG/T 5521的有关规定。				

- 7.2.6 泡沫沥青冷再生混合料中，泡沫沥青用量宜在 1.8%~3.5%范围内。当泡沫沥青用于全深式冷再

生时，泡沫沥青用量不宜低于 2.0%。

7.2.7 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%。

7.2.8 泡沫沥青冷再生混合料的配合比，按照本规范附录 B 的设计方法进行。

8 厂拌冷再生施工

8.1 一般规定

8.1.1 泡沫沥青冷再生混合料的生产、运输、摊铺和压实等应采用机械化施工。

8.1.2 施工前应制定详细的施工方案，所有路用材料都必须经验收合格后方可使用。

8.1.3 厂拌冷再生施工时，需保证环境温度达到 15℃ 以上，且避开雨天施工。

8.1.4 厂拌冷再生层施工前，必须确认再生层的下承层满足要求。

8.2 施工准备

8.2.1 应按设计要求准备好各种材料，集料应堆放于清洁、干燥、地基稳定、排水良好的场地上，不同规格的集料应分开堆放。沥青宜贮存在可以加热与保温的贮罐中，使用前应加热到适宜温度。填料如采用水泥，应采用密封罐装，避免受潮。

8.2.2 铺筑泡沫沥青冷再生混合料前，应检查其下承层的质量，要求下承层表面平整密实、无杂物且强度符合设计要求，病害应进行处理。当下承层表面需设置封层时，应在封层养生结束后再进行再生层施工。

8.2.3 正式开工前应铺筑试验路段，长度不宜小于 200m。通过铺筑试验段应完成下列工作内容：

- a) 检验泡沫沥青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) 验证混合料配合比设计；
- d) 检测压实度、渗水系数等性能指标；
- e) 建立设备仪表显示值与实际值的相关关系，检验质量控制方案的可行性。

8.3 沥青路面回收料（RMAP）的回收、处理、堆放

8.3.1 沥青路面材料回收应选用冷铣刨方式，选择的铣刨设备应具有铣刨速度、铣刨深度、铣刨横坡的可调功能，铣刨加水量以回收沥青路面材料表面湿润，但不宜见到明显水迹。

8.3.2 在沥青路面回收料回收阶段，应采取下列措施严格控制其变异性：

- a) 在对旧路面状况充分调查、收集旧路面原始资料以及修补、养护记录的基础上，对不同路况路段分段铣刨；
- b) 施工过程中铣刨速度、铣刨深度等工艺参数应保持稳定，铣刨速度宜控制在 2~4m/min 之间；
- c) 记录不同的沥青路面回收材料的信息。

8.3.3 不同的旧沥青路面材料应分别回收，分开堆放，不应混杂。

8.3.4 使用推土机、装载机等机具将一个料堆的回收沥青路面材料充分混合，然后使用振动筛将大于再生混合料配合比设计规定最大公称粒径的回收沥青路面材料剔除。

8.3.5 根据再生混合料的最大公称粒径合理选择筛孔尺寸，将处理后的沥青路面回收材料筛分成不少于 2 档材料。

8.3.6 分档后的沥青路面回收材料应避免长时间的堆放，且堆放高度不应大于 3m。如因季节等原因需长期存放时，应采取防水苫盖措施。

8.3.7 沥青路面回收材料存放时不应混入其他路面材料或废料、杂质、土等杂质。

8.3.8 使用沥青路面回收材料时应从料堆的一端开始在全高范围内铲料。

8.4 泡沫沥青冷再生混合料的生产

8.4.1 冷再生混合料的拌和可以使用间歇式、滚筒式和连续式拌和设备。宜采用连续式拌和设备，拌和设备应满足下列要求：

- a) 应具备配料装置、输料装置、供水装置、沥青发泡装置、搅拌机等工作装置。冷料仓的数量应满足配合比需要；
- b) 所有材料均应能够精确计量配料。粗细集料、沥青路面回收料的配料精度宜不低于 $\pm 1.5\%$ ，水泥、矿粉、沥青、水的计量精度宜不低于 $\pm 1.0\%$ ；
- c) 拌和设备拌缸长度、搅拌叶片布局、水管和沥青管路接入拌缸的顺序等应设计合理，满足均匀搅拌厂拌冷再生混合料的需要。

8.4.2 沫沥青冷再生混合料宜随拌随用，需要贮存时，贮存时间不宜超过 6h，且混合料含水率不应低于最佳含水率。

8.4.3 在泡沫沥青冷再生混合料生产过程中，应随时用拌和机上的试验喷嘴检查沥青的发泡特性，并做到随时调整。拌和后的混合料应均匀一致，不应结团成块。

8.5 泡沫沥青冷再生混合料的运输

8.5.1 泡沫沥青冷再生混合料应采用载重 15t 以上的自卸汽车运输，运输车及混合料总质量不宜超过 45t。车辆的数量应与摊铺机的数量、摊铺能力、运输距离相适应，在摊铺机前应形成一个不间断的供料车流。

8.5.2 运输车辆的车厢应具有紧密、清洁、光滑的金属底板并应打扫干净。混合料运输及等待摊铺过程中应进行苫盖，避免混合料污染、雨淋、提前硬结。

8.5.3 从拌和机向运料车上装料时，应多次挪动汽车位置，平衡装料，以减少混合料的离析。

8.5.4 运料车进入摊铺现场时，轮胎上不应粘有泥土等可能污染路面的脏物，否则应清除干净后才能进入工程现场。

8.6 泡沫沥青冷再生混合料的摊铺

8.6.1 当下承层表面无封层时，摊铺再生混合料前应检查槽底干湿状况，如槽底由于干燥出现浮土应适当洒水湿润。

8.6.2 泡沫沥青冷再生混合料的摊铺应采用带有自动找平装置和自动调节摊铺厚度的摊铺机，应在摊铺机螺旋布料器前加装胶皮挡板。

8.6.3 摊铺机的输出量应与混合料的拌和能力及运输量相匹配，以确保冷再生混合料连续摊铺。

8.6.4 泡沫沥青冷再生混合料必须缓慢、均匀、连续不断地摊铺，不应随意变换速度或中途停顿，摊铺速度宜控制在 2~4m/min。

8.6.5 在摊铺过程中，应保持摊铺机螺旋布料器两侧不少于送料器高度 2/3 的混合料，以减少在摊铺过程中混合料的离析。

8.6.6 泡沫沥青冷再生混合料的松铺系数应根据混合料的类型由试铺试压确定，摊铺过程中应随时检查摊铺层厚度、路拱和横坡，发现问题及时调整。

8.7 泡沫沥青冷再生混合料的碾压

8.7.1 泡沫沥青冷再生层的施工应根据再生层厚度、压实度要求等配备足够数量和吨位的压路机，选择合理的压路机组合方式及初压、复压、终压的碾压步骤。

8.7.2 初压应采用单钢轮振动压路机进行碾压，碾压速度宜为 1.5~3km/h，通常先静压 1 遍，然后进行振动碾压。当原路无超高时，压路机应从外侧路肩向路中心碾压；当有超高时，压路机应从路中心向外侧路肩碾压。

8.7.3 复压应紧接初压进行，复压应采用双钢轮振动压路机振动碾压，碾压速度宜为 2~4km/h，应满足压实度要求，且应无明显轮迹。

8.7.4 终压应紧跟复压进行，复压结束后当碾压层表面含水率低于 2%，可在表面洒水，采用轮胎压路机压实，碾压速度宜为 3~5km/h，应碾压至无轮迹。

8.7.5 不论初压、复压还是终压，碾压时，相邻碾压带均应重叠 1/3~1/2 碾压带宽度，碾压完路面全宽时，为碾压一遍。

8.7.6 压路机的碾压段长度应与摊铺机速度平衡为原则选定，并且保持稳定，碾压段纵向搭接碾压长度不小于 1m。

8.7.7 碾压过程中，压路机起车、停车要缓慢，不应在未碾压完毕的混合料上急停或掉头。压路机碾压过程中为避免出现混合料粘轮现象，可向压路机碾压轮喷洒少量水。碾压面如有“弹簧”、松散、起皮等现象，应及时挖除再生材料，并用新的再生材料进行回填处理。

8.7.8 碾压过程中，再生层表面应始终保持湿润，必要时洒水湿润。

8.8 养生及开放交通

8.8.1 铺筑好的再生层必须进行养生，养生时间不宜少于 7d，不应少于 4d。养生结束后，再生层使用 $\Phi 100\text{mm}$ 钻头的钻芯机可取出完整芯样。

8.8.2 养生方法应符合以下规定：

- a) 在封闭交通的情况下养生时，可进行自然养生，一般无需采取措施，养生期内应做好保护，保持再生层表面整洁，不应造成污染，严禁在其上堆放施工产生的废料；
- b) 在开放交通的条件下养生时，再生层在完成压实至少 1d 后方可开放交通，但应禁止重型车辆通行，行车速度应控制在 40km/h 以内，并严禁车辆在再生层上掉头或急刹车。为避免车轮对表层的破坏，可在再生层上均匀喷洒的慢裂乳化沥青（稀释至 30% 左右的有效含量），喷洒用量折合纯沥青后宜为 $0.05\sim 0.2\text{kg/m}^2$ ；
- c) 养生期内应做好路面排水，避免再生层被雨水浸泡。

9 就地冷再生和全深式冷再生施工

9.1 一般规定

9.1.1 应符合本规范第 8.1.1~8.1.4 条规定。

9.2 施工准备

9.2.1 各种准备，应符合本规范第 8.2.1~8.2.3 条规定。

9.2.2 再生机组的准备应符合以下规定：

- a) 就地冷再生和全深式冷再生设备主要有带双卧轴搅拌缸和振捣熨平板的履带式再生机和无搅拌缸和熨平板的轮胎式再生机两种。高等级公路应采用带有熨平板的履带式再生机，低等级道路可采用轮胎式再生机；
- b) 就地冷再生设备的作业宽度应不小于 2000mm。再生深度应不低于 150mm；

- c) 再生作业前,应先清扫原路面杂物,然后根据再生层设计厚度、宽度、干密度、新集料添加比例和水泥剂量等计算每平方米各材料用量,均匀撒布。水泥宜采用水泥制浆车,水泥水化后不应使用;
 - d) 对再生施工中所需要的所有机械设备进行全面检查,包括压路机、水泥制浆车和罐车等;
 - e) 沥青罐车到达施工现场后应检查沥青的温度,如果沥青温度不符合该沥青最佳发泡温度要求应禁止使用。设定再生机的沥青用量和发泡用水量,并在施工前利用再生机上的试验喷嘴进行发泡试验,检验发泡效果;
 - f) 检查各罐车、水泥制浆车和再生机内所装水或稳定剂是否满足再生路段施工的需要;
 - g) 连接所有与再生机相连的管路,排出系统中的所有空气,并确保所有阀门处于全开位置;
 - h) 再生机操作人员应将所有与稳定剂添加量有关的数据输入计算机,保证所有程序运行正常。
- 9.2.3 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) 检验再生设备的性能是否满足施工需要;
 - b) 确定就地冷再生机参数设置、铣刨深度、再生速度、摊铺工艺、压实工艺、合理施工作业段长度、养生时间等施工工艺和参数;
 - c) 验证混合料配合比设计;
 - d) 检测压实度、厚度、平整度等指标;
 - e) 建立就地冷再生设备仪表显示值与实际值的相关关系,检验质量控制方案的可行性和可操作性等。

9.3 就地再生作业

9.3.1 就地冷再生的施工应按照试验段确定的再生工艺进行。

9.3.2 再生机组必须缓慢、均匀、连续的进行再生作业,不应随意变更速度和中途停顿,行进速度宜为 2~6m/min。

9.3.3 再生施工的宽度由再生机的类型和数量决定。对于履带式再生机,进行单车道全宽再生;对于轮胎式再生机,可采用多台机器“一前一后”的作业方式进行全宽度施工。

9.3.4 再生施工中产生的纵向接缝应避开车道轮迹带位置,并且纵向接缝相邻两幅作业面间的重叠宽度不宜小于 100mm。

9.3.5 横向搭接处的施工应符合下列规定:

- a) 再生停机时间短于水泥初凝时间时,应将再生机退至其铣刨转子之后至少 1.5m 的位置,重新开始再生作业;
- b) 再生停机时间超过水泥初凝时间时,应在搭接处重新撒布水泥,但无需再次添加新料和泡沫沥青,重新开始再生作业。

9.4 摊铺

9.4.1 混合料宜采用摊铺机或者采用带有摊铺装置的再生机进行摊铺。原路面平整度较差或对冷再生层平整度要求较高时,不宜采用再生机自带的摊铺装置进行摊铺。三级和四级公路也可使用平地机进行摊铺,但应避免材料发生离析,整平过程应保证混合料含水率适当。

9.4.2 使用摊铺机摊铺时,应符合下列规定:

- a) 摊铺应匀速、连续,速度宜控制在 2~4m/min 的范围内,且不应随意变换速度或者中途停顿;
- b) 摊铺能力应与再生能力基本匹配。应在水泥初凝时间范围内完成材料摊铺压实;
- c) 松铺系数应根据试验段的结果确定;
- d) 摊铺机的摊铺宽度应与再生铣刨宽度保持一致;
- e) 可根据工程需要选择高程控制、平衡梁、雪橇式等摊铺厚度控制方式。

9.4.3 摊铺过程中应随时检查摊铺层厚度、路拱和横坡等，发现问题应及时调整。

9.4.4 摊铺出的混合料不应出现明显离析、波浪、裂缝、拖痕，发现问题应及时处理。

9.5 压实

泡沫沥青就地冷再生和全深式冷再生混合料的碾压，应符合本规范第8.7节规定。

9.6 养生及开放交通

泡沫沥青就地冷再生和全深式冷再生养生及开放交通，应符合本规范第8.8节规定。

10 施工质量管理与检查验收

10.1 一般规定

10.1.1 泡沫沥青冷再生施工应根据全面质量管理的要求，建立健全有效的质量保证体系，对施工各工序的质量进行检查评定，达到规定的质量标准，确保施工质量的稳定性。

10.1.2 加强施工过程质量控制，实行动态管理。

10.1.3 本规范的技术要求是工程施工质量管理和交工验收的依据。

10.1.4 所有与工程建设有关的原始记录、试验检测及计算数据、汇总表格，必须如实记录和保存。对已经采取措施进行返工和补救的项目，可在原始记录中注明，但不应销毁。

10.2 施工前的材料与设备检查

10.2.1 施工前必须检查各种材料的来源和质量。对经招标程序购进的沥青、集料等重要材料，供货单位必须提交最新检测的正式试验报告。从国外进口的材料，应提供该批材料的船运单。对首次使用的集料，应检查生产单位的生产条件、加工机械、覆盖层的清理情况。所有材料都应按规定取样检测，经质量认可后方可订货。

10.2.2 各种材料都必须在施工前以“批”为单位进行检查，不符合规范技术要求材料不应进场。对各种矿料是以同一料源、同一次购入并运至生产现场的相同规格材料为一“批”，对沥青是指从同一来源、同一次购入且储入同一沥青罐的同一规格的沥青为一“批”。材料试样的取样数量与频度按现行试验规程的规定进行。

10.2.3 工程开始前，必须对材料的存放场地、防雨和排水措施进行确认，不符合规范要求时材料不应进场。进场的各种材料的来源、品种、质量应与招标及提供的样品一致，不符合要求的材料严禁使用。

10.2.4 施工前应对厂拌设备或再生机组、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、传感器计量精度应进行检查和标定，并应得到监理的认可。

10.2.5 正式开工前，各种原材料的试验结果及配合比设计结果，应在规定的期限内向业主及监理提出正式报告，待取得正式认可后，方可使用。

10.3 铺筑试验路段

10.3.1 泡沫沥青冷再生施工前应铺筑试验路。

10.3.2 试验段的长度应根据试验的目的确定，通常不宜小于200m，宜选在正线上铺筑。

10.3.3 通过铺筑试验段确定的主要项目应符合本规范8.2.3条和9.2.3条的规定。

10.3.4 试验段铺筑应由有关各方面共同参加，及时商定有关事项，明确试验结论。铺筑结束后，承包商应提出完整的试验路施工、检测报告，取得业主或监理的批复。

10.4 施工质量管理

10.4.1 施工过程的材料质量控制和检查的项目、频度等应符合表 15 的要求。

表15 泡沫沥青冷再生施工过程材料的检查

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
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	符合表 7 和表 8 要求	每 2~3 个工作日 1 次	每周 1 次
	沥青温度	符合设计要求	根据需要时	根据需要时
水泥	凝结时间、安定性、胶砂强度	符合设计要求	根据需要时	根据需要时
粗集料	针片状颗粒含量，表观相对密度，级配，压碎值	符合表 10 要求	根据需要时	根据需要时
细集料	级配、砂当量	符合表 11 及设计要求	根据需要时	根据需要时
	含水率		根据需要时	根据需要时
沥青路面回收材料（RMAP）	级配	符合表 9 要求	根据需要时	根据需要时
	含水率		根据需要时	根据需要时

10.4.2 泡沫沥青冷再生时，施工过程的混合料质量控制项目、频率和质量标准应符合表 16 规定。

表16 施工过程的混合料质量检查项目、频率和要求

检查项目	质量要求	检验频率	检验方法
混合料外观	混合料与沥青拌和均匀性、无离析、无油团。	随时	目测
含水率（%）	符合配合比设计要求	发现异常时	T0801
新沥青用量（%）	设计值±0.2	每个工作日 1 次或发生异常时	总量控制
水泥剂量（%）	设计值±0.3	每个工作日 1 次或发生异常时	总量控制，不添加沥青情况下 T0809
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	T0716
干湿劈裂强度比(%)	符合设计要求		T0716
冻融劈裂强度比(%)	符合设计要求	每 3 个工作日 1 次	T0729
车辙动稳定度（次/mm）	符合设计要求	根据需要时	T0719

10.4.3 施工过程的外形尺寸检查项目、频率等应符合表 17 的要求。

表17 泡沫沥青冷再生施工过程的外形尺寸检查项目、频率和要求

检 查 项 目		质 量 要 求		检 验 频 率	检 验 方 法
		高速公路和一级公路	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) ^a		设计厚度的-8 (-10)	设计厚度的-10 (-15)	每 1500m ² 检验一点， 单点评价	T0912
压实度(%) ^b		≥100（基于重型击实最大干密度）		每车道每公里检验 3 点	T0921
		≥98（基于振动压实最大干密度）			
平整度 ^c (mm)	最大 间隙	6（8）	8（10）	每 200m 测 2 处，每处连续 10 尺 （三米直尺）	T0931
	标准差 σ	1.6（2.0）	2.8（3.0）	每车道连续检测	T0932
	国际平整 度指数 IRI	2.5（3.3）	4.5（4.9）	每车道连续检测	T0934
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)		±10		每 50m 检验 1 个断面	T0911
横坡(%)		±0.3	±0.4	每 50m 检验 1 个断面	T0911
注1：括号中数字为就地冷再生和全深式冷再生厚度要求。					
注2：表中压实度质量要求，选择其中一种方法进行检测并达到要求即为合格。					
注3：括号中数字为就地冷再生和全深式冷再生平整度要求。					

附 录 A
(规范性)
泡沫沥青发泡试验方法

A.1 一般规定

本方法适用于使用泡沫沥青室内发生装置确定泡沫沥青的最佳发泡温度和最佳发泡用水量。

A.2 仪器与材料

A.2.1 试验仪器和工具包括：泡沫沥青发生装置；温度计（分度值1℃）；直尺；烘箱；秒表（精度不低于0.1s）；测量桶（直径为275mm，容积为20升）。

A.2.2 材料：沥青；水。

A.3 方法与步骤

A.3.1 根据经验和工程条件确定发泡温度，确定3个发泡用水量。发泡温度一般为155~175℃；发泡用水量可取1%、2%、3%。

A.3.2 将沥青加热至试验温度。

A.3.3 标定沥青喷射流量，设置计时器，使每次沥青喷射量为500g。

A.3.4 设定水流量计，使水流量达到要求的用水量。

A.3.5 泡沫沥青制作出后，立即将其喷射到加热至75℃的专用钢制量桶中，泡沫沥青喷射结束后，当其体积达到最大时，迅速按下秒表。

A.3.6 测定量桶内泡沫沥青最大高度，确定泡沫沥青的膨胀率；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。每个工况平行试验3次，取平均值作为试验结果。

A.3.7 绘制膨胀率、半衰期随用水量的变化曲线图，确定容许膨胀率对应的用水量W1和容许半衰期对应的用水量W2。当容许膨胀率对应的用水量W1低于1.5%时取值1.5%，当容许半衰期对应的用水量W2超过4.0%时取值4.0%。然后按照式（1）计算最佳发泡用水量 W_{OPT} 。

$$W_{OPT} = (W1 + W2)/2 \dots\dots\dots (A.1)$$

式中：W1 容许膨胀率对应的用水量；

W2 容许半衰期对应的用水量。

A.3.8 试验用水量范围内的膨胀率、半衰期不能达到表5.3.1要求的，应改变试验温度重新试验，仍不能满足要求的，应调整沥青品种、标号或者采用其它技术措施后重新试验，直至满足要求。

A.4 沥青发泡试验报告

沥青发泡试验报告至少应包括下列内容：

- a) 沥青最佳发泡温度。
- b) 沥青最佳发泡水量。
- c) 最佳发泡温度和发泡水量条件下的膨胀率、半衰期指标。
- d) 发泡设备参数等信息。

附录 B
(规范性)
泡沫沥青冷再生混合料配合比设计方法

B.1 一般规定

- B.1.1 本方法适用于使用马歇尔方法进行泡沫沥青冷再生混合料的配合比设计。
- B.1.2 泡沫沥青冷再生混合料的配合比设计应通过试验室进行配合比设计，确定混合料的矿料级配、最佳泡沫沥青用量、最大干密度及最佳含水率等，采用马歇尔击实法成型试件，并进行相关性能的测试。
- B.1.3 中、细粒式冷再生混合料，宜采用标准击实法成型（Φ101.6mm×63.5mm），粗粒式冷再生混合料，应采用大型击实法成型（Φ152.4mm×95.3mm）。

B.2 材料选择与准备

- B.2.1 为了给试验室混合料设计提供准确、可靠的试验材料，应依据路面再生的方式，采取具有代表性的试样，进行混合料的试验室设计。
- B.2.2 对于就地再生施工，应该根据路面结构设计的再生深度，采用就地再生机或铣刨机进行现场取样。取样路段长度在2~4m，取样深度为设计深度，宽度为再生设计宽度。取样时，从取样槽中部取样，并且注意均匀取料，防止离析。
- B.2.3 对于厂拌再生施工，应从处理后的沥青混合料回收料（RAP）料堆取样。

B.3 材料试验

- B.3.1 沥青路面回收材料（RMAP）应符合以下规定：
- a) 沥青路面回收材料的自然含水率：将所取样品材料放进 60℃通风烘箱中烘干 12h 至恒重，计算其自然含水率，作为现场施工和试验室击实试验的参考数据；
 - b) 沥青路面回收材料的筛分试验：根据沥青路面回收材料最大颗粒粒径，采用四分法进行取样和筛分。将准备筛分的样品放置 60℃通风烘箱中，烘干至恒重，然后密封冷却至室温，一般情况下采用干筛法进行筛分试验，如果 0.075mm 通过率较大时，应采用水洗法；
 - c) 沥青路面回收材料的砂当量与塑性指数试验：砂当量指标可以有效地反映细集料的含土率，是评价集料洁净程度的有效方法。同时为了检验沥青路面回收材料的塑性指数，按照 JTG E42 中规定的方法进行试验；
 - d) 沥青路面回收材料的密度：依据 JTG E4 分别采用网篮法和容量瓶法测定粗集料的毛体积密度和细集料的表观密度。
- B.3.2 配合比设计需要的其他矿料应按 JTG E42 规定的方法，从工程实际应使用的材料中取代表性样品，其质量应符合相应的技术要求。
- B.3.3 根据材料塑性指数的试验结果，按表 B.1 选择填料的种类。

表 B.1 填料的选择

沥青路面回收材料的塑性指数	<10	10~16	>16
填料	水泥（1%~1.5%）	石灰（1.5%~2.5%）	消石灰预处理后再稳定

- B.3.4 使用泡沫沥青作为再生结合料时泡沫沥青的选择应满足下列要求：

- a) 应按照本规范附录 A 的方法进行沥青发泡试验。沥青发泡性能应满足表 5.3.1 的要求。
- b) 在不影响沥青和混合料性能的前提下, 可使用发泡剂改善沥青发泡性能。

B.4 矿料级配设计

- B.4.1 测定沥青路面回收材料、新集料等各组材料的级配。
- B.4.2 以回收料级配为基础, 掺加不同比例的新集料, 使合成级配满足工程设计级配的要求。
- B.4.3 合成级配曲线应平顺。

B.5 确定最佳含水率 OWC

应按照JTG E51之T0842的方法, 对合成矿料进行击实试验, 确定最佳含水率。在不添加泡沫沥青的情况下, 直接变化含水率进行击实试验获得最大干密度, 对应的含水率即为最佳含水率OWC。

B.6 泡沫沥青冷再生混合料的拌制

以预估最佳沥青用量为中值(通常为2.5%左右), 按照一定间隔(通常为0.5%)变化形成4~5个泡沫沥青用量, 保持最佳含水率OWC不变, 按照以下方法拌制泡沫沥青混合料。

步骤1: 根据合成级配确定的各材料比例和需要成型的试件数量, 将各材料加入拌和机并拌和均匀。对于标准击实试件, 每个试件大约需要混合料1150g; 对于大型试件, 每个试件大约需要混合料4000g。注意控制每次拌和的混合料总质量不应超过25kg。

步骤2: 按公式B.1确定试样的干质量。

$$M_{\text{干}} = M_{\text{风干}} / (1 + \omega_{\text{风干}}) \dots\dots\dots (B.1)$$

式中:

$M_{\text{干}}$ ——试样的干质量, g;
 $M_{\text{风干}}$ ——试样的风干质量, g;
 $\omega_{\text{风干}}$ ——风干试样的含水率, %。

步骤3: 按公式B.2确定填料(石灰或水泥)的用量。

$$M_{\text{水泥}} = (C_{\text{加}}/100) \times M_{\text{干}} \dots\dots\dots (B.2)$$

式中:

$M_{\text{水泥}}$ ——水泥或石灰的质量, g;
 $M_{\text{干}}$ ——试样的干质量, g;
 $C_{\text{水泥}}$ ——水泥或石灰的百分比, %。

步骤4: 按公式B.3计算确定最佳拌和用水量, 然后按公式B.4确定试样中所需的加水质量。

$$\omega_{\text{加入}} = \omega_{\text{最佳}} - \omega_{\text{风干}} - \omega_{\text{散失}} \dots\dots\dots (B.3)$$

$$M_{\text{水}} = (\omega_{\text{加}}/100) \times (M_{\text{干}} + M_{\text{水泥}}) \dots\dots\dots (B.4)$$

式中:

$\omega_{\text{加入}}$ ——需要加入试样中的含水率, %;
 $\omega_{\text{最佳}}$ ——最佳含水率, %, 按重型击实试验来确定;
 $\omega_{\text{风干}}$ ——风干试样的含水率, %;
 $\omega_{\text{散失}}$ ——水分的散失量, 其值为 $0.3 \times \omega_{\text{最佳}} - 0.6\%$;
 $M_{\text{水}}$ ——试样的加水质量, g;
 $M_{\text{干}}$ ——试样干重, g;
 $M_{\text{水泥}}$ ——需要加入的石灰或水泥质量, g。

步骤5:将试样材料、填料、水在拌缸内一起拌和至均匀,拌和时间一般为1min。

步骤6:按公式B.5确定泡沫沥青的用量。

$$M_{\text{沥青}} = (B_{\text{加}}/100) \times (M_{\text{干}} + M_{\text{水泥}}) \dots\dots\dots (B.5)$$

式中:

$M_{\text{沥青}}$ ——需要加入的泡沫沥青质量, g;

$B_{\text{加}}$ ——泡沫沥青含量, %;

$M_{\text{干}}$ ——试样干重, g;

$M_{\text{水泥}}$ ——需要加入的石灰或水泥质量, g。

步骤7: 按公式B.6喷入相应的泡沫沥青用量所需的时间。

$$T = f \times (M_{\text{沥青}} / Q_{\text{沥青}}) \dots\dots\dots (B.6)$$

式中:

T ——计时器设定的时间, s;

$M_{\text{沥青}}$ ——需要添加的泡沫沥青质量, g ;

$Q_{\text{沥青}}$ ——试验机上沥青流量, g/s;

f ——在拌缸内损失沥青的补偿系数。根据经验,对于Hobart拌和机,该系数取1.1,对于强制式拌和机,系数取1.0。

步骤8: 将拌合机与发泡设备对接在一起,先开启搅拌机,然后将泡沫沥青直接喷入拌锅中。

步骤9: 持续搅拌,直至泡沫沥青在混合料中完全分散均匀。对于Hobart拌和机,拌和时间宜为60s,对于强制式拌和机,拌和时间一般为1min。

步骤10: 将拌制好的泡沫沥青混合料放在容器内,并立即将容器密封,以防水分损失。

重复以上步骤,拌制各种不同泡沫沥青含量的混合料。

B.7 成型马歇尔试件及养生

将拌合好的混合料进行马歇尔击实试验,主要步骤如下:

步骤1: 清洁试模、套筒、底座和击实锤底面。注意: 击实设备不需加热,但应在室温下保存。

步骤2: 称量足够材料,对于标准击实试件,应使试件击实高度控制在63.5mm±1.5mm(通常为1150g);对于大型击实试件,应使试件击实高度控制在95.3mm±2.5mm(通常为4000g)。用插刀沿试模周边插捣15次,中间10次,使材料表面成凸圆弧面。将试模放到马歇尔击实仪上,双面各击实75次(标准试件)或112次(大型试件)。

步骤3: 击实后,取下底座,将试样连同试模一起侧放在60℃的鼓风烘箱中养生至恒重,养生时间为48h。

步骤4: 将试模从烘箱中取出,侧放冷却12h后脱模,脱模后再置于25℃环境中养生12h。

B.8 最佳泡沫沥青用量确定及性能试验

B.8.1 分别对各组泡沫沥青冷再生试件进行15℃劈裂试验、浸水24h的劈裂试验:

- a) 15℃劈裂试验方法: 参照 JTG E20 之 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 的劈裂试验强度与 15℃劈裂试验强度的比值。

B.8.2 对于泡沫沥青冷再生混合料，通常情况下可按照15℃劈裂强度试验和干湿劈裂强度比试验结果达到最佳化（出现峰值）时对应的泡沫沥青用量和水泥用量，作为最佳泡沫沥青用量（OFC）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泡沫沥青用量（OFC）和水泥用量。

B.9 配合比设计检验

对于重及以上交通荷载等级的公路，应对泡沫沥青冷再生混合料的冻融劈裂强度比指标进行检验，用于面层时还应对其动稳定度指标进行检验。配合比设计检验方法应满足下列要求：

- a) 成型试样进行冻融劈裂试验。冻融劈裂试件成型的击实次数，小型马歇尔试件规定为双面各击实 50 次，大型马歇尔试件规定为双面各击实 75 次，按照本规范规定的方法养生，然后按照 JTGE20 之 T0729 冻融劈裂试验方法对混合料性能进行检验，试验结果应满足表 14 的要求；
- b) 成型试样进行车辙试验。车辙试样成型方法及试验结果应满足表 14 的要求。

B.10 配合比设计报告

泡沫沥青冷再生配合比设计报告至少应包含下列内容：

- a) 材料检测结果，包括沥青、集料、沥青路面回收料 RMAP 及所用填料的检测结果；
 - b) 沥青发泡试验结果，包括最佳发泡温度、发泡水量等；
 - c) 工程设计级配范围，设计曲线及各矿料配合比；
 - d) 最佳泡沫沥青用量、水泥用量、最佳含水率；
 - e) 混合料性能设计指标、检验指标结果、试验方法等。
-