

DB13

河北省地方标准

DB13/T 2513—2017

公路沥青路面泡沫沥青冷再生技术指南

Guideline for asphalt pavement foamed cold recycling of highway

2017 - 05 - 17 发布
施

2017 - 08 - 01 实

河北省质量技术监督局发布

前 言

本标准按照 GB/T 1.1-2009 给出的规则起草。

本标准由河北省交通运输厅提出并归口。

本标准起草单位：河北省道路结构与材料研究中心、河北省交通运输厅公路管理局、河北省高速公路管理局、交通运输部公路科学研究所、同济大学、石家庄市公路管理处、河北高速公路张承张家口管理处、河北瑞志交通技术咨询有限公司。

本标准主要起草人：王联芳、杜群乐、秦永春、曹中杰、孙立军、梁亮、赵宝平、李建军、杜丽娟、李彪、张文斌、张晶晶、雷电军、白洁、侯潇濛。

公路沥青路面泡沫沥青冷再生技术指南

1 范围

本标准规定了公路沥青路面泡沫沥青冷再生材料、再生沥青路面结构组合、混合料设计、施工工艺、施工质量检验及验收标准。

本标准适用于各等级公路沥青路面再生。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是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 E40 公路土工试验规程

JTG E42 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 F80 公路工程质量检验评定标准

JTG/T F20 公路路面基层施工技术细则

DB13/T 978 旋转压实剪切实验法(GTM)沥青混合料设计与施工技术规范

3 术语和缩略语

3.1 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1.1

沥青混合料回收料 reclaimed asphalt pavement（简称“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。

3.1.2

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

采用专用设备，对沥青路面面层进行现场冷铣刨、破碎和筛分，掺入一定数量的新矿料、泡沫沥青、活性填料和水，经过常温拌和、摊铺、碾压等施工工序，一次性实现旧沥青路面再生的技术。

3.1.3

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

将沥青混合料回收料运至拌和厂（场、站），经破碎、筛分，以一定的比例与新矿料、泡沫沥青、水等进行常温拌和，经过摊铺、碾压形成新路面结构层的沥青路面再生技术。

3.1.4

再生混合料 recycled mixture

含有沥青混合料回收料的混合料。

3.1.5

沥青混合料回收料级配 gradation of RAP

将烘干至恒重的沥青混合料回收料进行筛分试验测得的级配。

3.1.6

冷再生混合料级配 gradation of cold recycling mixture

沥青混合料回收料级配与新矿料的合成级配。

3.1.7

冷再生混合料最佳含水率 optimum water content of cold recycling mixture

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。

3.1.8

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。

3.1.9

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。

3.1.10

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。

3.1.11

回收料掺配比例 percentage of RAP in recycled mixture

沥青混合料回收料 RAP 占再生混合料矿料总质量的百分比。

3.2 缩略语

本标准各种符号、代号以及意义详见表 1。

表 1 符号及代号

编号	符号或代号	意义
3.2.1	RAP	沥青混合料回收料
3.2.2	TSR	冻融劈裂强度比

表 1 符号及代号（续）

编号	符号或代号	意义
3.2.3	OWC	冷再生混合料的最佳含水率
3.2.4	OFC	冷再生混合料最佳泡沫沥青用量
3.2.5	W_{opt}	泡沫沥青的最佳发泡用水量
3.2.6	SCB	沥青混合料半圆弯曲试验

4 材料

4.1 RAP

一般选用再生机、铣刨机、挖掘机等设备从原沥青路面上取样，取样与试验分析详见附录 A。实测 RAP 技术指标详见表 2。

表 2 实测 RAP 指标要求

材料	检测项目	技术要求	试验方法
RAP	含水率	实测	附录 A
	RAP 矿料级配	实测	
	砂当量（RAP 中 4.75 mm 以下部分）	≥ 50	

4.2 道路石油沥青

4.2.1 道路石油沥青应符合《公路沥青路面施工技术规范》（JTG F40）的有关规定，一般不使用改性沥青。

4.2.2 按照品种、标号存放沥青，在储运、使用和存放过程中应采取良好的防水措施，避免雨水或者加管道蒸汽进入沥青中。

4.3 泡沫沥青

冷再生使用的泡沫沥青应满足表 3 的要求。

表 3 泡沫沥青技术要求

项目	技术要求	试验方法
膨胀率不小于，（倍）	12	附录 B
半衰期不小于，（s）	10	附录 B

4.4 水泥

水泥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，其强度等级可为 32.5 或 42.5，水泥初凝时间应大于 3 小时，终凝时间应大于 6 小时且小于 10 小时。不应使用快硬水泥、早强水泥。水泥应保持干燥，无聚团、结块。

4.5 集料

添加的集料质量应满足《公路沥青路面施工技术规范》（JTG F40）的规定。

4.6 矿粉

添加的矿粉质量应满足《公路沥青路面施工技术规范》(JTG F40)的规定。

4.7 水

饮用水可直接用于生产乳化沥青、泡沫沥青及冷再生混合料。非饮用水用于生产乳化沥青、泡沫沥青及冷再生混合料时,不应含有油污、泥或其他有害杂质,且经试验验证不影响产品性能和工程质量。

5 冷再生路面结构组合

5.1 一般规定

沥青路面再生工程实施前,对原沥青路面历史信息、技术状况、交通量、气象资料等进行详细调查,作为冷再生混合料配合比设计和路面结构组合设计的依据。

5.2 路况调查及分析

5.2.1 收集以下路段基本数据:

- 路段原设计基本数据,包括公路等级、设计标准、原路面结构、几何线形等;
- 路段养护管理数据,包括养护历史、至少3年的路况检测数据等;
- 路段交通状况信息,包括至少3年交通量、轴载组成情况等;
- 路段的自然条件数据,包括气候条件、地形地貌、水文地质条件等。

5.2.2 原路面技术状况应进行以下检查和检测:

- 路面损坏,包括各种路面损坏的位置、类型、严重程度等;
- 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、层间连接状况、结构层材料性能指标等;根据经验评估原路的承载能力;
- 原路面结构参数,包括各结构层的回弹模量等。

5.2.3 对原路面材料进行取样和检测,取样方法按照附录A要求进行。

5.3 路面结构组合

5.3.1 冷再生混合料的动态回弹模量(20℃,10 Hz)一般介于3 500MPa~5 500MPa,用于路面结构设计的再生混合料参数宜实测获得。

5.3.2 冷再生层要具有足够的强度和稳定性,可采用单层或双层,路面结构设计应符合《公路沥青路面设计规范》(JTG D50)的规定,建议结构组合见表4。一般情况下,泡沫沥青冷再生混合料适用于高速公路和一、二级公路沥青路面的下面层、基层,以及三、四级公路的面层和基层。当用于三、四级公路上面层时应采用稀浆封层、微表处、碎石封层等做上封层。

表 4 泡沫沥青冷再生沥青路面推荐结构组合

交通等级	沥青面层		冷再生层 厚度（cm）	下承层
	推荐厚度（cm）	最小厚度（cm）		
特重交通及以上	15~22	12	≥12	下承层结构强度应满足路面基层或底基层设计要求。
重交通	12~18	10	≥10	
中等交通	6~12	5	≥8	
轻交通	≥3 或者采用微表处、稀浆封层、碎石封层等磨耗层		≥8	

6 混合料设计

6.1 一般规定

- 6.1.1 根据道路等级、结构层位、气候条件、交通情况和 RAP 调查分析结果，选用符合要求的材料，进行再生混合料设计。
- 6.1.2 冷再生混合料配合比设计时 RAP 应从原路面用铣刨机铣刨取样，厂拌冷再生也可用后场已有的、并将用于冷再生工程的铣刨料进行设计。其它各种矿料、沥青、水泥等必须按照相关规定，从工程实际使用的材料中取有代表性的样品。
- 6.1.3 中、细粒式冷再生混合料，一般采用马歇尔标准击实法成型（Φ 101.6 mm×63.5 mm），粗粒式冷再生混合料，应采用马歇尔大型击实法成型（Φ 152.4 mm×95.3 mm）。当采用 GTM 旋转成型试验方法时，应按照《旋转压实剪切实验法（GTM）沥青混合料设计与施工技术规范》（DB13/T 978）执行。
- 6.1.4 冷再生混合料配合比设计宜由具备相应专业资质的试验机构完成，应用前应通过工程试验路段进行检验。

6.2 混合料配合比设计

6.2.1 泡沫沥青冷再生混合料配合比设计流程按照图 1 进行。

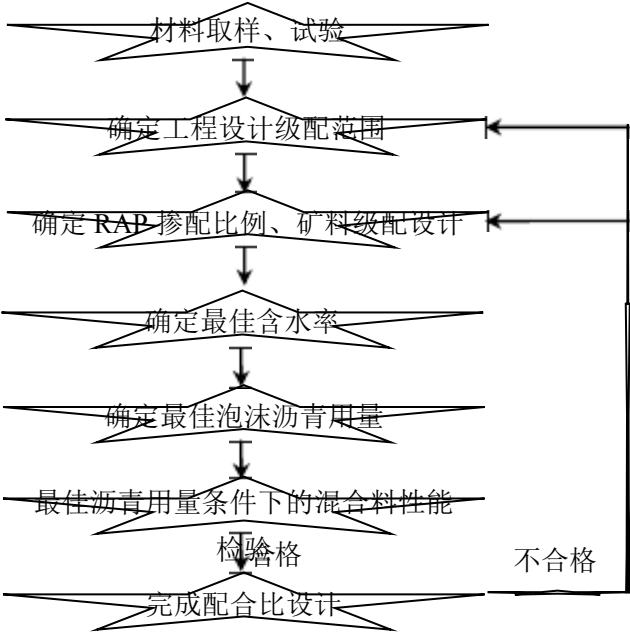


图 1 泡沫沥青冷再生混合料设计流程

6.2.2 进行泡沫沥青的发泡试验，确定最佳发泡温度和最佳发泡用水量，具体方法详见附录 B。

6.2.3 混合料级配设计

6.2.3.1 测得 RAP、新集料、水泥等各组成材料的级配。以 RAP 为基础，掺加不同比例的新集料、水泥等，使合成级配满足工程设计级配的要求，水泥剂量不宜超过 1.8%。不应通过增加水泥剂量的方式提高冷再生混合料早期强度。

6.2.3.2 泡沫沥青冷再生混合料设计级配范围应满足表 5 的要求。当 RAP 的级配不能满足要求时，可添加新集料。RAP 和新集料的合成级配曲线应满足表 4 要求，并应保持平顺。

表 5 再生混合料设计推荐级配范围

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	—	55~85	—
4.75	30~55	35~60	40~65
2.36	20~40	25~45	28~45
0.3	8~20	9~22	10~25
0.075	4~12	4~12	4~12

6.3 混合料技术要求

按照马歇尔试件成型方法成型混合料试件并测定试件毛体积相对密度，将各组油石比试件进行 15℃劈裂试验、浸水 24h 劈裂试验。泡沫沥青冷再生混合料的技术要求应满足表 6 的规定。

表 6 混合料技术要求

试验项目		技术要求			试验方法
劈裂强度试验	15℃劈裂试验强度 (MPa) $\geq$	层位	重交通及以上等级	其它交通等级	T0716 (JTG E20) ^[1]
		面层	0.60	0.50	
		基层及以下层位	0.50	0.40	
	干湿劈裂强度比 (%) $\geq$	80		75	T0716 (JTG E20) ^{[2][3]}

试验项目		技术要求		试验方法
冻融劈裂强度比 TSR（%） ≥		表 6 混合料技术要求(续)		T0716（JTG E20）
60℃动稳定度 ^[4] （次/mm） ≥		2800	—	T0719（JTG E20）
SCB 试验	断裂能 ^[5] （J/m ² ） ≥	300		附录 C
	峰值荷载挠度 ^[5] （mm） >	0.8		附录 C
注：1. 按照 JTG E20 中 T0716 方法，将试件浸泡在 15℃恒温水浴中 2 h，然后取出试件立即测试 15℃劈裂试验强度； 2. 将试件完全浸泡在 25℃恒温水浴中 22 h，再按照 JTG E20 中 T0716，将试件在 15℃恒温水浴中完全浸泡 2 h，然后取出试件立即进行劈裂试验，结果即为浸水 24 h 劈裂试验强度； 3. 干湿劈裂强度比是 15℃劈裂试验强度与浸水 24h 劈裂试验强度的百分比； 4. 按照 T0703 轮碾法成型 80mm 厚的冷再生混合料车辙板块试件，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），再按照《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》（JTG E20） T0719 进行动稳定度试验； 5. 当泡沫沥青冷再生混合料使用在路面中、上面层时，使用 SCB 法进行验证。				

DB13/T 2513—2017

根据 15℃劈裂强度试验和干湿劈裂强度比试验结果，综合确定 OFC。在不满足表 5 技术要求时，应及时进行配合比调整。泡沫沥青添加量折合成纯沥青后占混合料其余部分干质量的百分比一般为 1.8%~3.0%。

DB13/T 2513—2017

根据 15℃劈裂强度试验和干湿劈裂强度比试验结果，综合确定 OFC。在不满足表 5 技术要求时，应及时进行配合比调整。泡沫沥青添加量折合成纯沥青后占混合料其余部分干质量的百分比一般为 1.8%~3.0%。

6.4 试验报告

- 6.4.1 再生混合料配合比设计过程应包括：原材料试验、RAP 及其他矿料级配、沥青发泡试验、目标配合比设计、OWC 确定、OFC 确定。
- 6.4.2 再生混合料配合比设计结论至少包括：沥青发泡条件（温度、用水量）、RAP 及其它矿料掺配比例、泡沫沥青用量等。

7 就地冷再生施工

7.1 就地冷再生设备的要求

- 7.1.1 工作宽度宜不低于 2.0m；用于其它等级道路时，工作宽度应不低于 2.0m。
- 7.1.2 具备泡沫沥青喷洒装置，喷洒计量精确可调，并与切削深度、施工速度、材料密度等联动；喷嘴在工作宽度范围内均匀分布，各喷嘴可独立开启与关闭。
- 7.1.3 冷再生设备的铣刨深度应可调节，最大再生能力应不低于 150mm。

7.2 施工准备

- 7.2.1 铺筑试验路段，长度不宜小于 200m。对就地冷再生的矿料级配、沥青含量、施工工艺、施工质量、施工管理、施工安全等方面进行检验和调整。

7.2.2 清除原路面上的杂物，根据再生厚度、宽度、干密度等计算每平方米新集料、水泥等用量，均匀撒布。有条件的应优先采用水泥制浆车添加水泥。

7.3 再生作业

7.3.1 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，综合确定每个作业段的长度。

7.3.2 在施工起点处将各施工设备顺次首尾连接，连接相应管路。就地冷再生施工设备一般包括：水罐车，热沥青罐车，水泥浆车（有条件时），就地冷再生机，拾料机（必要时），摊铺机，压路机。

7.3.3 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~6 m/min。

7.3.4 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。

7.3.5 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 100 mm。

7.4 摊铺

采用摊铺机或者采用带有摊铺装置的再生机进行摊铺时，要求摊铺出的混合料不应出现明显离析、波浪、裂缝、拖痕。对于低等级公路沥青路面，可使用平地机进行摊铺，应符合下列要求：

- a) 用轻型钢轮压路机紧跟再生机组初压 2~3 遍；
- b) 完成一个作业段的初压后，用平地机整平；
- c) 再次用轻型钢轮压路机在初平的路段碾压 1 遍，对发现的局部轮迹、凹陷进行人工修补；
- d) 用平地机整形，达到规定的坡度和路拱，整形后的再生层表面应无明显的再生机轮迹和集料离析现象。

7.5 压实

7.5.1 就地冷再生层的单层压实厚度宜不小于 80 mm，推荐的单层压实厚度为 120 mm~160 mm。

7.5.2 根据再生层厚度、压实度等的需要，配备足够数量、吨位的钢轮压路机、轮胎压路机。单幅摊铺宽度不超过 4.5 m 时，宜配备 16 t 以上单钢轮振动压路机、25 t 以上胶轮压路机、11 t 以上双钢轮振动压路机各一台；单幅摊铺宽度超过 4.5 m 时，宜配备上述压路机各两台。

7.5.3 根据试验段确定合理的碾压工艺。经验不足时可参照下述工艺实施：初压采用双钢轮压路机 1~3 遍，第一遍前进采用静压方式，其它压实遍数在不发生混合料推移的情况下都应采用振动碾压；复压采用单钢轮压路机振动压实 3~5 遍，终压采用轮胎压路机静压 4~6 遍，根据需要确定是否采用双钢轮压路机静压收光。

7.5.4 沥青路面就地冷再生施工应采用流水作业法，使各工序紧密衔接，尽量缩短从拌和到完成碾压之间的时间。

7.5.5 直线段和不设超高的平曲线段，应由两侧路肩向路中心碾压，设超高的平曲线段，应由内侧路肩向外侧路肩碾压。

7.5.6 压路机应以慢而均匀的速度碾压，初压速度宜为 1.5km/h~3km/h，复压和终压速度宜 2km/h~4km/h。

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/336122125115010135>