

ICS 93.080.30

P 66

备案号: 49008-2016

DB32

江苏省地方标准

DB32/T 2884-2016

乳化沥青冷再生路面施工技术规范

Technical Specifications for Construction of Emulsified Asphalt Cold Recycling

2016-03-10 发布

2016-04-10 实施

江苏省质量技术监督局 发布

目 次

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 3

5 总则 3

6 原路面调查与分析 4

7 材料 4

8 再生混合料设计 6

9 厂拌冷再生施工工艺 9

10 就地冷再生施工工艺 13

11 施工质量管理与检查 16

12 工程质量检验评定 18

附录 A 沥青混合料回收料（RAP）材料取样与试验分析 18

前 言

本标准按GB/T1.1-2009《标准化工作导则 第1部分：标准的结构和编写规则》的规定编制。

本标准由江苏省交通运输厅提出并归口。

本标准起草单位：苏交科集团股份有限公司

本标准主要起草人：严金海、吴春颖、曹荣吉、李锋、卢勇、丁武洋、叶勤、李豪、曾辉、朱浩然、郑炳锋、吴昊、蔡海泉

乳化沥青冷再生路面施工技术规范

1 范围

本标准规定了乳化沥青冷再生路面施工技术规范术语和定义、符号及代号、总则、原路面调查与分析、材料、再生混合料设计、施工工艺、施工质量管理与检查及工程质量检验评定。

本标准适用于乳化沥青厂拌冷再生和乳化沥青就地冷再生路面的施工。

2 规范性引用文件

下列文件对于本标注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规范。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本标准。

JTG D50-2006 公路沥青路面设计规范

JTG F40-2004 公路沥青路面施工技术规范

JTJ 034-2000 公路路面基层施工技术规范

JTG F41-2008 公路沥青路面再生技术规范

JTG E20-2011 公路工程沥青及沥青混合料试验规程

JTG E40-2007 公路土工试验规程

JTJ E60-2008 公路路基路面现场测试规程

JTJ 073.2-2001 公路沥青路面养护技术规范

JTG E41-2005 公路工程岩石试验规程

JTG E42-2005 公路工程集料试验规程

DB32/T1246-2008 江苏省高速公路沥青路面施工技术规范

3 术语和定义

以下术语和定义适用于本标准。

3.1

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。

3.2

乳化沥青 Emulsified Asphalt

石油沥青在胶体磨等高速剪切作用下,与活性乳化剂溶液、稳定剂或其他助剂充分混合,制得的均匀、稳定的乳液。

3.3

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沥青混合料回收料(RAP)进行处理,常温下掺加一定比例的新集料、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。

3.4

乳化沥青厂拌冷再生 Emulsified Asphalt Central Plant Cold Recycling

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。

3.5

乳化沥青就地冷再生 Emulsified Asphalt Cold In-Place Recycling

采用就地冷再生设备,对沥青层进行现场冷铣刨,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。

3.6

乳化沥青冷再生混合料 Emulsified Asphalt Cold Recycled Mixture

乳化沥青作为主要沥青结合料,与沥青混合料回收料(RAP)在常温下进行均匀拌和后形成的一种混合料。

3.7

沥青混合料回收料(RAP)级配 Gradation of RAP

将烘干至恒重的沥青混合料回收料(RAP)进行筛分试验测得的级配。

3.8

沥青混合料回收料(RAP)矿料级配 Gradation of Aggregate in RAP

用抽提法或者燃烧法除去沥青混合料回收料(RAP)中的沥青材料得到的矿料级配。

3.9

最佳含水率 Optimum Water Content, 简称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、矿料和沥青混合料回收料（RAP）中的水。

3.10

沥青混合料回收料（RAP）掺配比 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。

3.11

干湿劈裂强度比 Dry-Wet Indirect Tensile Strength Ratio, 简称 TSR_{d-w}

乳化沥青冷再生试件浸水后的劈裂强度与未浸水试件的劈裂强度之比。

3.12

冻融劈裂强度比 Freeze-Thaw Indirect Tensile Strength Ratio, 简称TSR

乳化沥青冷再生试件冻融循环后的劈裂强度与未冻融循环试件的劈裂强度之比。

4 符号及代号

表 1 符号及代号

序 号	符号或代号	意义
4.1	RAP	沥青混合料回收料
4.2	PCI	路面损坏状况指数
4.3	IRI	国际平整度指数
4.4	PSSI	路面结构强度指数
4.5	η	沥青粘度 (Pa.s)
4.6	OWC	最佳含水率
4.7	OEC	冷再生混合料最佳乳化沥青用量
4.8	TSR_{d-w}	干湿劈裂强度比
4.9	TSR	冻融劈裂强度比

5 总则

5.1 为规范乳化沥青冷再生技术标准，指导乳化沥青冷再生路面的设计、施工、质量控制与检查验收，保证乳化沥青冷再生路面工程质量，制定本标准。

5.2 乳化沥青冷再生混合料可用于高速公路和一、二级公路沥青路面的下面层及基层、底基层，以及三、四级公路沥青路面的面层和基层；当用作高速公路中面层时，应通过专家论证。也可用于各等级公路路肩除表面层外的各结构层，当用于三、四级公路上面层时应采用稀浆封层、碎石封层、微表处等做磨耗层。

5.3 乳化沥青冷再生应用除应符合本标准的规定外，尚应符合国家、行业颁布的其他有关标准、规范的规定。

6 原路面调查与分析

6.1 一般规定

6.1.1 乳化沥青就地冷再生工程实施前，应对原路面历史信息、原路面技术状况、交通量、工程经济等进行调查和综合分析，为乳化沥青冷再生混合料设计和再生路面结构设计提供依据。

6.1.2 乳化沥青厂拌冷再生施工前，调查下承层结构承载能力。

6.2 原路面基础数据的收集

6.2.1 原路面基础数据，包括公路等级、设计标准、原路面结构、几何线形等。

6.2.2 交通状况信息，包括历年交通量、轴载组成情况等。

6.2.3 养护管理数据，包括养护历史、路况检测数据等。

6.3 原路面技术状况调查与评价

6.3.1 路面损坏，包括各种路面损坏的位置、形态、严重程度等。

6.3.2 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、层间联接状况、结构层材料性能指标等。可通过探坑开挖、钻芯取样等方式进行检查。

6.3.3 原路面结构参数，包括下承层顶面当量回弹模量、路表当量回弹模量等。可通过承载板试验、动力贯入锥触探、落锤弯沉仪等方法检测。

6.3.4 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。

6.3.5 原路面技术状况，包括路面损坏状况指数 PCI、路面结构强度指数 PSSI、路面行驶质量指数 RQI、路面抗滑性能指数 SRI、路面车辙深度指数 RDI 等。

6.3.6 对原路面材料进行取样和检测，取样方法与试验分析按照附录 A 进行。检测指标主要包括沥青含量、回收沥青各项技术指标、抽提沥青后集料的各项指标等。

6.3.7 对交通状况、路面技术状况、路面病害、结构强度、材料组成及性能、排水状况、路基稳定性等数据进行系统深入分析，为再生设计提供依据。

7 材料

7.1 一般规定

7.1.1 原材料应进行质量检验，经评定合格后方可使用，沥青混合料回收料（RAP）和集料应分开堆放，不得混杂。

7.1.2 水泥必须注意防水，避免受潮。

7.2 乳化沥青

7.2.1 冷再生使用的乳化沥青材料性能应满足表 2 的质量要求。

表 2 冷再生用乳化沥青质量要求

试验项目		单位	质量要求	试验方法
破乳速度		—	慢裂或中裂	T 0658
粒子电荷		—	阳离子(+)	T 0653
筛上残留物 (1.18mm 筛) 不大于		%	0.1	T 0652
黏度 ^[1]	恩格拉黏度 E ₂₅		2~30	T 0622
	25℃赛波特黏度 V _s	s	7~100	T 0621
蒸发残留物	残留分含量 不小于	%	62	T 0651
	溶解度 不小于	%	97.5	T 0607
	针入度 (25℃)	0.1mm	50~130	T 0604
	延度 (15℃) 不小于	cm	40	T 0605
与粗集料的粘附性，裹附面积 不小于			2/3	T 0654
与粗、细粒式集料拌和试验		—	均匀	T 0659
常温贮存稳定性	1d 不大于	%	1	T 0655
	5d 不大于		5	

注^[1]：恩格拉黏度和赛波特黏度指标任选其一检测。

7.2.2 厂拌冷再生宜采用慢裂型乳化沥青；就地冷再生宜采用中裂型或慢裂型乳化沥青。

7.2.3 乳化沥青应在常温下使用，使用时乳化沥青温度不宜高于 60℃。

7.3 集料

7.3.1 粗、细集料质量应符合《公路沥青路面施工技术规范》(JTG F40-2004)的有关规定。

7.4 水泥

7.4.1 水泥作为乳化沥青冷再生混合料的活性添加剂时，可以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。水泥应疏松、干燥，无聚团、结块、受潮变质。水泥强度等级可为 32.5 或 42.5，其技术指标应符合《公路路面基层施工技术规范》(JTJ 034-2000)的有关规定。

7.5 石灰

7.5.1 石灰的技术指标应符合《公路路面基层施工技术规范》(JTJ 034-2000)的有关规定。

石灰在野外堆放时间较长时应覆盖防潮。

7.6 矿粉

7.6.1 矿粉技术指标应符合《公路沥青路面施工技术规范》(JTG F40-2004)的有关规定。

7.7 水

7.7.1 饮用水可直接用于生产乳化沥青及冷再生混合料。

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

7.8 沥青混合料回收料（RAP）

7.8.1 乳化沥青厂拌冷再生时沥青混合料回收料（RAP）必须经过预处理后方可使用，应特别重视沥青混合料回收料（RAP）的二次破碎，降低沥青混合料回收料（RAP）中粘结块料的含量。

7.8.2 沥青混合料回收料（RAP）样品，应满足表 3 的技术指标要求。

表 3 冷再生沥青混合料回收料（RAP）检测项目与质量要求

材料	检测项目	技术要求	试验方法
RAP	含水量	实测	本附录 A
	RAP 级配	实测	
	沥青含量	实测	
	砂当量 (%)	≥50	
RAP 中的沥青	针入度	实测	《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》(JTG E20-2011)
	60℃粘度	实测	
	软化点	实测	
	15℃延度	实测	
RAP 中的粗集料 ^[1]	针片状颗粒含量、压碎值	实测	《公路工程集料试验规程》(JTG E42-2005)
RAP 中的细集料	棱角性	实测	

注^[1]：用于公路等级较低或者是所处层位较低的冷再生层时，RAP 中的沥青和粗细集料指标可不作检测。对于燃烧法不会对石质产生破坏的材料，可用燃烧法替代抽提法获得粗细集料用于检测。

8 再生混合料设计

8.1 一般规定

8.1.1 本标准采用马歇尔方法进行乳化沥青冷再生混合料配合比设计，推荐旋转压实方式。

8.1.2 对沥青混合料回收料（RAP）分析的基础上，根据工程要求、交通等级、使用层位、气候条件，充分借鉴成功经验，选用符合要求的材料，进行再生混合料设计。

8.1.3 厂拌冷再生混合料配合比设计时沥青混合料回收料（RAP）应从处理后的沥青混合料回收料（RAP）料堆取样，就地冷再生混合料配合比设计时沥青混合料回收料（RAP）应从原路面采用铣刨机铣刨取样。

8.1.4 就地冷再生混合料配合比设计应通过试验路段进行检验。

8.1.5 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）。

8.2 工程设计级配

8.2.1 乳化沥青冷再生混合料设计级配范围宜满足表 4 的要求。

表 4 乳化沥青冷再生混合料工程设计级配范围

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

8.3 混合料设计要求

8.3.1 乳化沥青冷再生混合料设计指标应满足表 5 的要求。

表 5 乳化沥青冷再生混合料设计技术要求

试验项目		单位	技术要求			试验方法
空隙率		%	8~13			T 0709
劈裂试验	15℃劈裂强度 不小于	MPa	层位	重交通及 以上等级	其它交通 等级	T 0716
			面层	0.60	0.50	
			基层及以 下层位	0.50	0.40	
	干湿劈裂强度比 不小于	%	80		75	T 0716
冻融劈裂强度比 TSR 不小于		%	75		70	T 0729
60℃动稳定度 ^[1] 不小于		次/mm	2000 (面层)			T 0719

注^[1]: 按照 (JTG E20-2011) 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 48 小时左右), 再按照 (JTG E20-2011) T0719 进行动稳定度试验, 试验前试件保温时间为 8 小时~10 小时。

8.3.2 冷再生混合料中乳化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%~3.5%, 水泥剂量不宜超过 2.0%。

8.4 矿料级配组成设计

8.4.1 确定沥青混合料回收料 (RAP)、新集料等各组成材料的级配。

8.4.2 以沥青混合料回收料 (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。

8.4.3 合成级配曲线应平顺。

8.5 确定最佳含水率 OWC

8.5.1 参照《公路土工试验规程》(JTG E40-2007) T0131 的方法,对合成矿料进行击实试验,确定最佳含水量。

8.5.2 乳化沥青试验用量可定为 3.5%,变化水量进行击实试验,获得最大干密度时,其混合料的含水率即为最佳含水率 (OWC)。

8.6 确定最佳乳化沥青用量 (OEC)

8.6.1 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,保持最佳含水率 (OWC) 不变,按照以下方法制备马歇尔试件。

- (1) 向拌和机内加入足够的拌和均匀含沥青混合料回收料 (RAP) 的混合集料;
- (2) 添加水泥到混合集料中,拌和时间一般为 30s;
- (3) 按照计算得到的外加水量加水,拌和均匀,拌和时间一般为 1min;
- (4) 按照计算的乳化沥青量加入乳化沥青,拌和均匀,拌和时间一般为 1min;
- (5) 将拌和均匀的混合料装入试模,放到马歇尔击实仪上,试样双面各击实 50 次 (标准击实试件) 或 75 次 (大型击实试件);
- (6) 将试样连同试模一起侧放在 60℃ 的鼓风烘箱中养生至恒重,养生时间一般不少于 40h;

(7) 将试模从烘箱中取出,试样应立即放置到马歇尔击实仪上,双面各击实 25 次 (标准击实试件) 或 37 次 (大型击实试件),然后侧放在地面上,在室温下冷却至少 12h 后脱模。

8.6.2 测定试件的毛体积相对密度 γ_f ,宜采用《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》(JTG E20-2011) T0707 蜡封法,用其它方法测定试件的毛体积密度前,应对该试验方法进行验证。

8.6.3 成型马歇尔试件的同时,采用《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》(JTG E20-2011) T0711 真空法实测各组再生混合料的最大理论相对密度 γ_t 。

8.6.4 将各组油石比试件进行 15℃ 劈裂试验、浸水 24h 的劈裂试验。15℃ 劈裂试验按照《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》(JTG E20-2011) T0716,将试件浸泡在 15℃ 恒温水浴中 2h,然后取出试件立即测试 15℃ 劈裂试验强度。浸水 24h 劈裂试验将试件完全浸泡在 25℃ 恒温水浴中 22h,按照《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》(JTG E20-2011) T0716,将试件在 15℃ 恒温水浴中完全浸泡 2h,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。干湿劈裂强度比 (TSR_{d-w}) 是 15℃ 劈裂试验强度与浸水 24h 的劈裂试验强度的百分比。

8.6.5 根据 15℃ 劈裂强度试验和干湿劈裂强度比试验结果,结合工程经验,综合确定最佳乳化沥青用量 (OEC)。

8.6.6 最佳乳化沥青用量（OEC）时的混合料空隙率和性能指标应满足表 5 的要求，否则应重新进行设计。

8.6.7 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），然后按照《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》（JTG E20-2011）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 5 的要求。

9 厂拌冷再生施工工艺

9.1 厂拌冷再生施工流程

9.1.1 乳化沥青厂拌冷再生施工流程，如图 1 所示。

9.2 厂拌冷再生拌和设备要求

9.2.1 拌和设备应具有单独的沥青混合料回收料（RAP）、乳化沥青、矿料、水泥、水等各组成部分的添加及其精确计量装置，冷料仓数量应不少于四个，应保证混合料均匀拌和。

9.3 沥青混合料回收料（RAP）的回收

9.3.1 可选用冷铣刨、机械开挖等方式获取沥青混合料回收料（RAP），沥青混合料回收料（RAP）不得混入杂物。

9.3.2 选用冷铣刨时，应事先确定铣刨速度、深度等铣刨参数，必要时通过试验段确定铣刨参数。在施工过程中保持铣刨参数的稳定，严格控制材料变异。

9.4 沥青混合料回收料（RAP）的预处理与堆放

9.4.1 沥青混合料回收料（RAP）应通过破碎、筛分等工艺进行预处理。不允许使用未经预处理的沥青混合料回收料（RAP）。

9.4.2 根据再生混合料的最大公称粒径合理选择筛网尺寸，将处理后的沥青混合料回收料（RAP）筛分成不少于两档的材料，其中最小筛网的孔径不宜超过 10mm。

9.4.3 经过预处理的沥青混合料回收料（RAP），应根据不同料源、品种、规格在硬化场地、防雨棚下分开堆放，及时使用避免长时间的堆放，堆料高度不宜超过 3m。可用装载机等将其转运到堆料场均匀堆放，转运和堆放过程中应避免沥青混合料回收料（RAP）离析。

9.4.4 沥青混合料回收料（RAP）取料时应从堆料的底部开始向上在全高范围内铲装使用。

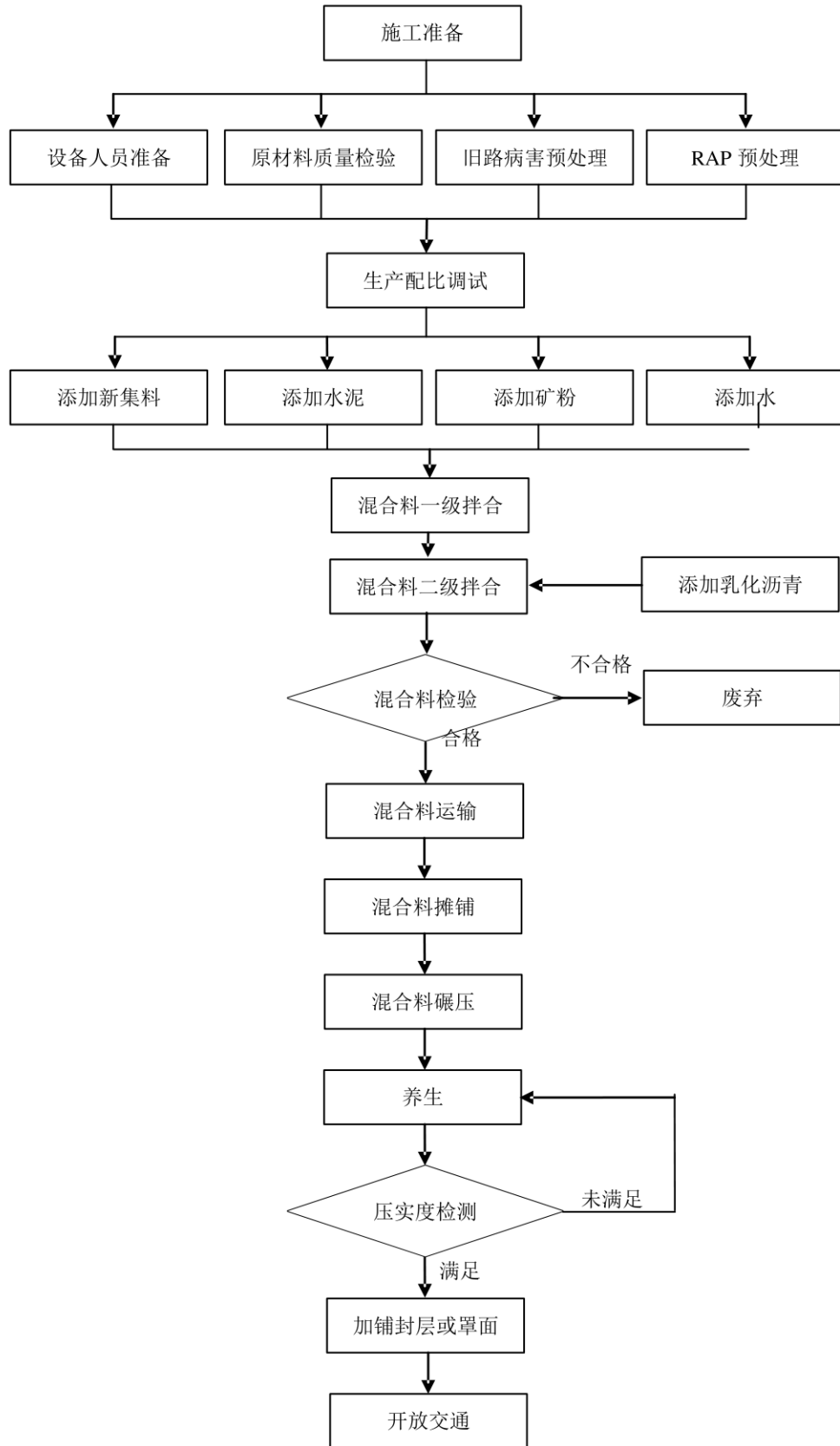


图 1 乳化沥青厂拌冷再生施工流程图

9.5 混合料拌制

9.5.1 拌和设备的生产能力应与摊铺设备生产能力匹配。

9.5.2 生产前 12h 通知试验室取样，实时检测料场沥青混合料回收料（RAP）及新集料的含水量，确定外加水量。

9.5.3 开机生产后，根据一级拌合后混合料的加水预湿情况进行水量微调，保证拌合后原材料基本湿润并无明显泌水为宜，拌和时间由试拌确定。

9.5.4 二级拌和后混合料应裹覆均匀一致，表面呈褐色，无明显水流淌，均匀分散无结团，拌和时间由试拌确定。

9.5.5 每个工作班结束时计算乳化沥青、水泥及添加新材料的用量，与设计值及容许值的波动相比较，评定是否符合要求。如果不符以上要求时，宜对设定值适当调整。

9.6 混合料运输

9.6.1 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，宜采用较大吨位的运料车运输，拌和好的混合料应尽快运至施工现场完成摊铺和压实。

9.6.2 运料车装料时应多次挪动汽车位置，平衡装料，减少混合料离析。

9.6.3 再生混合料正常施工过程中摊铺机前方应有运料车等候，避免出现摊铺机等待料车的情况，保证连续摊铺。

9.6.4 运料车每次使用前后必须清扫干净，可在车厢板上喷涂隔离剂防止混合料粘结。运料车应用苫布覆盖，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。

9.7 施工准备

9.7.1 下承层的平整度和弯沉满足设计要求。摊铺混合料前在下承层表面喷洒乳化沥青，喷洒量为纯沥青用量 $0.2 \text{ kg/m}^2 \sim 0.3 \text{ kg/m}^2$ 。

9.7.2 铺筑试验路，长度宜不小于 200m。从施工工艺、工程质量、施工管理、施工安全等方面验证施工配合比及施工方案、施工工艺的可行性，为正常施工提供技术依据。通过试验路段铺筑确定以下内容：

- （1）验证现场材料的级配和确定实际生产配合比；
- （2）验证并完善乳化沥青厂拌冷再生设备拌合工艺；
- （3）摊铺的厚度与速度，以及再生层的松铺系数；
- （4）碾压方案，包括压路机组合方式及碾压速度；
- （5）乳化沥青冷再生混合料的性能指标；
- （6）检验各种施工机械的效率及组合方式是否匹配；
- （7）确定施工组织及管理质保体系、人员设备、通讯指挥方式。

9.7.3 铺筑结束后，施工单位编写试铺总结。

9.8 摊铺

9.8.1 厂拌冷再生混合料应采用摊铺机摊铺，熨平板不需要加热。用于三级以下公路时也可以选择使用平地机摊铺。

9.8.2 摊铺机必须缓慢、均匀、连续不断地摊铺，不得随意变换速度或者中途停顿。摊铺速度宜控制在 $2\text{m/min}\sim 4\text{m/min}$ 的范围内。当发现混合料出现明显的离析、波浪、裂缝、拖痕时，应分析原因，予以消除。

9.8.3 厂拌冷再生混合料的松铺系数应根据试验路段的结果确定。摊铺过程中应随时检查摊铺层厚度、路拱和横坡。

9.8.4 摊铺过程中的缺陷宜由人工进行局部找补或更换混合料，但须仔细进行，特别严重的缺陷应整层铲除。

9.9 压实

9.9.1 厂拌冷再生层的单层压实厚度应不大于 200mm ，宜不大于 160mm 和宜不小于 80mm ，压实厚度大于 200mm 时，应经试验路段确定各项施工参数，宜采用分层施工。

9.9.2 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 4.5m 时，宜配备 16t 以上单钢轮振动压路机、 25t 以上胶轮压路机、 11t 以上双钢轮振动压路机各一台；单幅摊铺宽度超过 4.5m 时，宜配备上述压路机各两台。

9.9.3 根据试验段确定合理的压实工艺。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 遍 $\sim$ 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 遍 $\sim$ 5 遍，终压采用轮胎压路机静压 4 遍 $\sim$ 6 遍，根据需要确定是否采用双钢轮压路机静压收光。

9.9.4 按照压实工艺在混合料最佳含水率情况下进行碾压。考虑到天气因素，实时调整混合料的含水率。碾压过程中，再生层表面应始终保持湿润，如水分蒸发过快，应及时洒水补充。

9.9.5 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。

9.9.6 压路机应以慢而均匀的速度碾压，初压速度宜为 $1.5\text{ km/h}\sim 3\text{ km/h}$ ，复压和终压速度宜为 $2\text{ km/h}\sim 4\text{ km/h}$ 。

9.9.7 严禁压路机在刚完成碾压或正在碾压的路段上调头、急刹车及停放。

9.10 工作缝

9.10.1 工作缝包括纵向和横向工作缝，都应采用垂直的平接缝。接缝处从完全压实的路段一

侧沿接缝方向反复碾压，并逐渐移向新铺面，再正常碾压。

9.10.2 纵向接缝应保证搭接宽度宜不小于 100mm。碾压时从新铺面层的 50mm~100mm 宽度开始，接缝碾压紧密后，进行全面碾压。

9.11 养生及开放交通

9.11.1 冷再生层在加铺上层结构前必须进行养生，养生时间一般为 3d~7d，不宜少于 48h。

9.11.2 当满足以下两个条件之一时，可结束养生：

- (1) 再生层使用 $\Phi 150\text{mm}$ 钻头的钻芯机可取出完整的芯样；
- (2) 再生层含水率低于 2%。

9.11.3 不应通过添加大剂量水泥的方式提高冷再生混合料早期强度。

9.11.4 冷再生层宜在封闭交通条件下自然养生。

9.11.5 在封闭交通养生 24h 后，可根据工程需要允许小型车辆通行，但应严格限制重型车辆。车辆行驶速度应控制在 40km/h 以内，并严禁车辆在再生层上调头和急刹车。

9.11.6 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，宜做表面处理。

10 就地冷再生施工工艺

10.1 就地冷再生施工流程

10.1.1 乳化沥青就地冷再生施工流程，如图 2 所示。

10.2 就地冷再生机要求

10.2.1 用于高速公路和一级公路时，最大工作宽度宜不低于 3.75m；用于其它等级道路时，最大工作宽度应不小于 2.0m。

10.2.2 具备乳化沥青喷洒装置，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。

10.2.3 冷再生机的铣刨深度应可调节，最大铣刨能力应不低于 150mm。

10.3 施工准备

10.3.1 应对就地冷再生不能处理的原路面病害，或考虑到再生层强度等尚不能满足设计要求的区域应进行病害处治或补强设计。

10.3.2 就地冷再生施工前必须对路表面清扫，保持路表层干净、平整。如果再生层表面不规则，应采取适当的整型方式，以达到线形要求，并保证最终压实后再生层的厚度满足要求。

10.3.3 铺筑试验路，长度宜不小于 200m。对就地冷再生的施工工艺、工程质量、施工管理、施工安全等方面进行检验和调整。试验路段确定内容参考第 9.7 节的有关要求。

10.3.4 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沥青再生结合料、新集料、水泥等用量。水泥类填料可采用机械或人工撒布，应保证撒布均匀。有条件的应优先采用水泥制浆车添加水泥。

10.3.5 集料可采用集料撒布机撒布，无条件时也可采取人工撒布，根据撒布机实际撒布能力和所需集料用量，可以多次撒布，应保证撒布均匀。

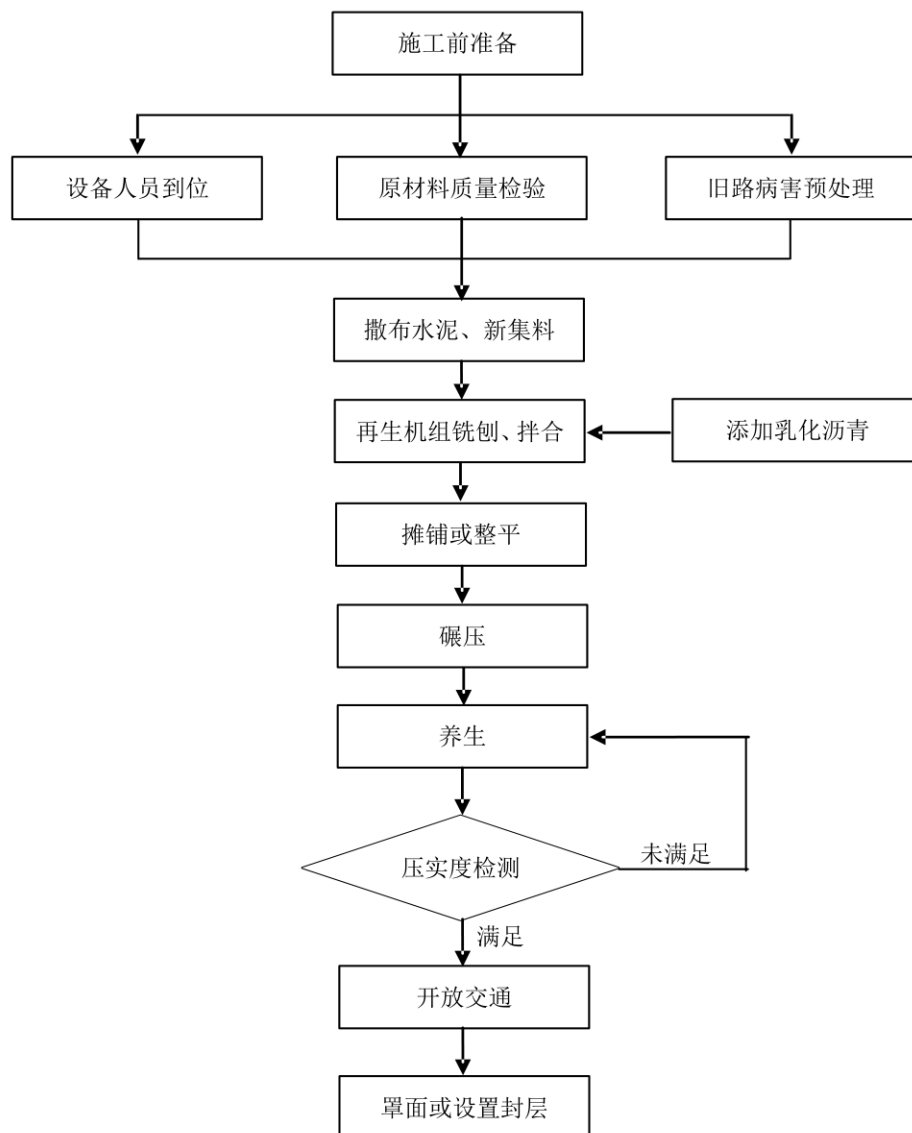


图2 乳化沥青就地冷再生施工流程图

10.4 再生

10.4.1 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。

10.4.2 在施工起点处将各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。

10.4.3 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 3 m/min~6 m/min。

10.4.4 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。

10.4.5 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。

10.4.6 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。

10.5 摊铺

10.5.1 就地冷再生摊铺出的混合料不应出现明显离析、波浪、裂缝、拖痕。

10.5.2 高速公路的就地冷再生，应采用摊铺机或者采用带有摊铺装置的再生机进行摊铺，摊铺应符合本标准 9.8 节的有关规定。

10.5.3 除高速公路外的其它等级公路，宜采用摊铺机或者采用带有摊铺装置的再生机进行摊铺，摊铺应符合本标准 9.8 节的有关规定，也可使用平地机进行摊铺。平地机摊铺按以下方法实施：

- （1）用轻型钢轮压路机紧跟再生机组初压 2 遍~3 遍；
- （2）完成一个作业段的初压后，用平地机整平；
- （3）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；
- （4）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。

10.5.4 如遇下雨立即停止摊铺，并对已铺路面采取覆盖措施。

10.6 压实

10.6.1 就地冷再生层的单层压实厚度不宜大于 200mm。单层压实厚度大于 200mm，应经试验段检验其压实度满足要求。

10.6.2 就地冷再生层的单层压实厚度宜不小于 80mm。

10.6.3 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，按照试验段确定的压实工艺进行碾压，保证压实后的再生层符合压实度和平整度的要求。经验不足时可参照 9.9 节的规定。

10.6.4 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

之间的延迟时间。

10.6.5 碾压过程中再生层表面应始终保持湿润，如水分蒸发过快，应及时洒水补充。

10.6.6 碾压过程中出现弹簧、松散、起皮等现象时，应及时翻开重新拌和，质量符合要求。

10.6.7 其他要求应符合本标准 9.7 节的有关规定。

10.7 养生及开放交通

10.7.1 参照本标准 9.11 节的规定执行。

11 施工质量管理与检查

11.1 再生设备的管理与检查

11.1.1 施工过程中应按照表 6 的要求对再生设备进行检查，出现问题应及时处理。

表 6 乳化沥青冷再生设备的检查项目与频度

检查项目		要求	频度	方法
就地冷再生机	铰刨鼓与铰刨刀头	检查铰刨鼓和铰刨刀头的磨损情况	每个工作面 施工前	目测
	喷洒系统	检查乳化沥青、水喷洒系统是否存在堵塞	每个工作面 施工前	试喷和辅助相关仪表
	铰刨速度	检测机器铰刨速度是否满足 要求的铰刨速度范围	随时	辅助相关仪表
	铰刨深度	检测机器铰刨深度与实际铰刨深度是否 一致	每 30m~50m	辅助相关仪表
厂拌冷再生设备	喷洒系统	检查乳化沥青、水喷洒系统是否正常， 是否存在堵塞现象	随时	试喷和辅助相关仪表
	料门开口比例	检查各料仓的开口比例是否正确	随时	机器上的仪表
	机器的生产率	检查机器的生产率是否在规定的范围内	随时	机器上的显示器

11.2 原材料质量检查

11.2.1 施工过程中，材料进场时按每批 1 次的频率对材料质量进行全面检测，保证满足设计要求，在此基础上的材料质量控制和检查的项目、频度、质量标准还应符合表 7 的要求。

表 7 原材料质量检查项目与频度

材料	检查项目	要求值	检查频率
乳化沥青	本标准规定的项目	符合设计要求	每批来料 1 次
水泥 ^[1]	本标准规定的项目	符合设计要求	每批来料 1 次
石灰	本标准规定的项目	符合设计要求	每批来料 1 次

矿料	本标准规定的项目	符合设计要求	每批来料 1 次
RAP	本标准规定的项目	符合设计要求	每批来料 1 次

注^[1]：正常施工时可不测水泥的相关指标，只需产品检验合格报告或出厂合格证。

11.3 施工过程质量控制

11.3.1 施工过程的质量控制项目、频度和质量标准应符合表 8 的要求。

表 8 混合料质量检查项目、频度与质量要求

检查项目	质量要求	检验频率	检验方法
15℃劈裂强度(MPa)	符合设计要求	每工作日 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
动稳定度(次/mm) ^[1]	符合设计要求	每工作日 1 次	T0719
含水率(%)	符合设计要求	每工作日 1 次	T0801
乳化沥青含量(%)	设计值±0.3	每工作日 1 次	总量控制
水泥用量(%)	设计值±0.3	每工作日 1 次	总量控制
级配	符合设计要求	每工作日 1 次	T0302

注^[1]：按照（JTG E20-2011）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 48 小时左右），再按照（JTG E20-2011）T0719 进行动稳定度试验，试验前试件保温时间为 8 小时～10 小时。

11.4 外观尺寸检查项目与质量要求

11.4.1 施工过程的外形尺寸检查项目、频度和质量标准应符合表 9 的要求。

表 9 外形尺寸检查项目、频度和要求

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		
平整度标准差(mm)	1.8	3.0	连续测量	T0932
厚度(mm)	设计厚度的-5%	设计厚度的-8%	每 2000m ² 检查一点，单点评价	T0912
纵断面高程(mm)	±10		每 20 延米 1 点	T 0911
宽度(mm)	不小于设计宽度，边缘线整齐，顺适		每 40 延米 1 处	T0911
横坡度(%)	±0.3	±0.4	每 100 延米 3 处	T0911
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

12 工程质量检验评定

12.1 评定路段划分

12.1.1 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 10 的要求进行质量检查和验收。

12.2 基本要求

12.2.1 原材料和混合料的各项检测指标符合本标准要求，材料用量准确，符合设计要求。

12.2.2 钻取芯样检验冷再生层的完整性，养生第 7d 时应能取出完整的芯样（试件不松散、不断裂；顶面、底面应有不少于 50%的平面）。

12.2.3 冷再生层在加铺上部结构前，养生时间必须满足本标准的要求。

表 10 冷再生层工程质量检验评定标准

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		
压实度(%)	≥98	≥97	每车道每公里检查 1 点	基于马歇尔击实密度，T0921
平整度标准差(mm)	1.8	3.0	连续测量	T0932
厚度(mm)	设计厚度的-5%	设计厚度的-8%	每 1km 检查一点	T0912
纵断面高程(mm)	±10		每 200 延米 1 点	T 0911
宽度(mm)	不小于设计宽度，边缘线整齐，顺适		每 200 延米 1 处	T0911
横坡度(%)	±0.3	±0.4	每 200 延米 1 处	T0911
外观	表面平整密实，无浮石、弹簧现象，无明显压路机轮迹		每个车道	目测

附录 A 沥青混合料回收料（RAP）材料取样与试验分析

A.1 现场取样

A.1.1 现场取样适用于就地冷再生工程的前期调查和混合料设计用沥青混合料回收料（RAP）的获取，以及厂拌冷再生工程的前期调查。

A.1.2 取样频率和方法

(1) 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 50000m², 且不宜小于 5000 m²;

(2) 按照《公路路基路面现场测试规程》(JTJ E60) T0991 随机取样方法确定取样点位置;

(3) 厂拌冷再生, 每个子路段取样断面数不少于 8 个, 可采用铣刨机铣刨、钻芯取样、机械切割等方法, 钻芯取样时每个取样断面钻芯不少于 3 个; 钻取的芯样和机械切割的样品, 在室内击碎至最大粒径不超过 37.5mm 后使用;

(4) 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, 铣刨深度应与拟再生深度一致;

(5) 根据需要, 取得足够数量的沥青混合料回收料 (RAP)。

A.2 拌和场料堆取样

A.2.1 拌和场料堆取样适用于厂拌冷再生工程的前期调查, 以及混合料设计用沥青混合料回收料 (RAP) 的获取。

A.2.2 取样方法参照《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 15cm~25cm 深度范围内的沥青混合料回收料 (RAP)。

A.2.3 根据需要, 取得足够数量的沥青混合料回收料 (RAP)。

A.3 试样缩分

(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;

(2) 四分法: 将所取试样置于平板上, 在自然状态下拌和均匀, 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.4 沥青混合料回收料 (RAP) 评价

A.4.1 含水量

根据烘干前后沥青混合料回收料 (RAP) 质量的变化, 按照下式计算沥青混合料回收料 (RAP) 的含水量 w 。试验方法参照《公路工程集料试验规程》(JTG E42) T0305, 烘箱加热温度调整为 60℃ 恒温。

$$w = \frac{W_w - W_d}{W_d} \times 100\%$$

式中： W_w —回收的旧沥青混合料质量，g；

W_d —回收的旧沥青混合料烘干至恒重的质量，g。

A.4.2 沥青混合料回收料（RAP）级配

对沥青混合料回收料（RAP）进行筛分试验，确定沥青混合料回收料（RAP）的级配。试验方法参照《公路工程集料试验规程》（JTG E42）T0327，材料加热温度调整为 60℃ 恒温，采用干筛法。

A.4.3 砂当量

用 4.75mm 筛筛除沥青混合料回收料（RAP）中的粗颗粒，进行砂当量指标检测。试验方法按照《公路工程集料试验规程》（JTG E42）T0334。

A.4.4 沥青混合料回收料（RAP）的沥青含量和性质

（1）按照《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》（JTG E20）T0726 阿布森法从沥青混合料中回收沥青。若采用其他方法，需要进行重复性和复现性试验，并进行空白沥青标定；

（2）检测沥青含量和回收沥青的 25℃ 针入度、60℃ 粘度、软化点、15℃ 延度；

（3）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；沥青混合料来源发生变化时；

（4）精度与允许误差

重复性试验的允许误差为：针入度 ≤ 5 （0.1mm）、粘度 $\leq$ 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 ≤ 10 （0.1mm）、粘度 $\leq$ 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。

A.4.5 沥青混合料回收料（RAP）的矿料级配和集料性质

（1）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析试验，确定沥青混合料回收料（RAP）中的旧矿料级配。沥青混合料回收料（RAP）的沥青含量与级配也可以采用燃烧法确定，若在燃烧过程中，集料由于高温导致破碎，则不适宜采用该法；

（2）沥青混合料回收料（RAP）中集料性质，按照相关的部颁规范标准进行检测。