

DB63

青海省地方标准

DB 63/T 2004—2021

沥青路面就地冷再生基层技术规范

2021 - 12 - 25 发布

2022 - 03 - 01 实施

青海省市场监督管理局

发布

目 次

前言 II

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 符号和缩略语 3

5 一般规定 3

6 原路面调查 4

7 材料要求 4

8 结构组合设计 5

9 混合料设计 6

10 施工技术 7

11 质量控制与验收 10

附录 A （规范性） 回收沥青路面材料（RAP）取样与试验分析 13

附录 B （规范性） 再生混合料参数参考值 15

附录 C （规范性） 就地水泥稳定冷再生混合料设计方法 16

附录 D （规范性） 就地泡沫沥青冷再生混合料配合比设计方法 19

附录 E （规范性） 沥青路面就地冷再生混合料施工工艺图 21

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。

本文件由青海省交通运输标准化专业技术委员会提出。

本文件由青海省交通运输厅归口。

本文件起草单位：青海省公路局、青海明飞投资发展有限公司、中国建筑一局（集团）有限公司、青海省交控建工集团有限公司、青海交通职业技术学院。

本文件主要起草人：王晓军、张发军、冯海东、荣统瑞、李元吉、张顶、何林、祁春平、金天、钟守山、付明洲、常云飞、俞联鹏、舒雪峰、海丽芳、郭建芳、王斌、李永贵、张志斌、肖平、谢慧、吴豫萍、张海乾、解立坤、魏劫、王志刚、慈东、程永红。

本文件由青海省交通运输厅监督实施。

沥青路面就地冷再生基层技术规范

1 范围

本文件规定了沥青路面就地冷再生基层技术的术语和定义、符号和缩略语、一般规定、原路面调查、材料要求、结构组合设计、混合料设计、施工技术、质量控制与验收。

本文件适用于公路和城市道路沥青路面就地冷再生基层的设计与施工技术。

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。

JGJ 63 混凝土用水标准
JTG 3450 公路路基路面现场测试规程
JTG 5210 公路技术状况评定标准
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 3430 公路土工试验规程
JTG E42 公路工程集料试验规程
JTG E50 公路工程土工合成材料试验规程
JTG E51 公路工程无机结合料稳定材料试验规程
JTG/T F20 公路路面基层施工技术细则
JTG/T F30 公路水泥混凝土路面施工技术细则
JTG F40 公路沥青路面施工技术规范
JTG F80/1 公路工程质量检验评定标准 第一册 土建工程
JTG H30 公路养护安全作业规程

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

回收沥青路面材料（RAP）

采用铣刨、开挖等方式从旧沥青路面上回收的混合料。

[来源：JTG/T 5521, 2.1.1, 有修改]

3.2

就地冷再生 (CIR)

采用专门的就地冷再生设备,对沥青路面进行现场铣刨、破碎,掺入适量的新集料、再生结合料、水及外加剂等,在温度不低于5℃的自然环境条件下,经拌和、摊铺、碾压等工序,一次性实现旧沥青路面的再生技术。分为就地水泥稳定冷再生和就地泡沫沥青冷再生。

3.3

再生混合料

根据需要在RAP中掺入适量的新集料、再生结合料(水泥、泡沫沥青)、水及外加剂等,在温度不低于5℃的自然环境条件下,经拌和而成的混合料。

3.4

回收沥青路面材料(RAP)级配

将RAP置于60℃烘箱中烘干至恒重,经筛分试验所得的级配。

3.5

再生混合料级配

RAP级配与新集料、填料的合成级配。

3.6

含水率(OWC)

再生混合料中水(包括泡沫沥青中的水、外加水、集料和RAP中的水)占干固体(包括集料、RAP、水泥等)的质量百分比。

3.7

泡沫沥青

将热沥青和水在专用的发泡装置内混合、膨胀,形成含有大量均匀分散气泡的沥青。

[来源: JTG/T 5521, 2.1.12]

3.8

泡沫沥青膨胀率

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。

[来源: JTG/T 5521, 2.1.13]

3.9

泡沫沥青半衰期

泡沫沥青从最大体积衰减到50%所用的时间。

[来源: JTG/T 5521, 2.1.14]

3.10

再生深度

再生时铣刨的深度，一般指原道路标高与再生层底部标高之差。

3. 11

再生厚度

再生层碾压成型后的顶面标高与底面标高之差的绝对值。

3. 12

RAP 掺配比

RAP占再生混合料集料总质量的百分比。

3. 13

下承层

路面结构层中再生层以下的结构层，统称为下承层。

4 符号和缩略语

下列符号和缩略语适用于本文件。

DS——动稳定度。

DWTSR——干湿劈裂强度比。

IDT₁——劈裂强度。

IDT₂——浸水24 h的劈裂强度。

MS₁——马歇尔稳定度。

MS₂——浸水24 h的马歇尔稳定度。

OFC——泡沫沥青用量。

OWC——含水率。

PQI——路面状况指数。

PSSI——路面结构强度。

RAP——回收沥青路面材料。

TSR——冻融劈裂强度比。

W_{epi}——泡沫沥青的发泡用水量。

5 一般规定

5.1 原路基状况整体稳定，路面结构强度或下承层复合回弹模量满足设计要求时，宜采用就地水泥稳定冷再生基层，且路段应满足以下条件：

- a) 预估再生深度范围内，存在最大粒径不超过 10 cm 的砂砾、碎石等含量不超过 30 %；
- b) 翻浆、沉陷、车辙等严重病害不超过 10 %；
- c) 路面结构层厚度（含垫层）大于 30 cm；
- d) 地下水位较低；
- e) 有机质含量小于 2 %或硫酸盐含量不超过 0.25 %。

5.2 原路基状况整体稳定,基层未出现结构性破坏,路面结构强度良好时,宜采用就地泡沫沥青冷再生基层,且路段应满足以下条件:

- a) 原路面基层无结构性破损或强度能满足要求;
- b) 原路沥青面层厚度大于 4 cm,半刚性基层厚度不小于 15 cm;
- c) 地下水位较低。

5.3 沥青路面进行就地冷再生时,原沥青路面具备回收条件的宜回收利用。

5.4 针对不同结构、不同强度的路段,应独立进行结构组合设计和混合料配合比设计。

5.5 就地冷再生施工时应封闭交通;对双车道及以上路段,无法完全封闭交通时,应按 JTG H30 规定做好交通疏导。

5.6 若原路面排水不畅,应改善其排水条件。保留原路肩时,应考虑再生路面排水设施。

6 原路面调查

6.1 原路面信息收集

收集原路面的设计、养护和竣工资料等,包括原路面的结构、材料、各结构层配合比、施工工艺和检测结果等。

6.2 原路面状况调查

6.2.1 原路面状况调查内容应包括:路面结构强度(PSSI)、路面技术状况指数(PQI)以及下承层承载能力、原路面结构层厚度等。检测频率和要求应符合 JTG 5210 规定。

6.2.2 通过原路面状况调查、RAP 取样及试验,分析路面主要病害及成因。

6.2.3 原路面结构层取样方法见附录 A。

6.2.4 应对沿线构造物进行调查,确定桥涵铺装层的厚度。

6.2.5 应对原路面历史信息、技术状况等进行综合分析。

6.2.6 调查回收沥青路面材料(RAP),根据工程要求、公路等级、使用层位、气候条件、交通情况等因素,选用符合 JTG/T F20 规定的原材料,进行再生混合料组成设计。

6.3 交通量调查

调查内容主要包括所在路段的交通量、轴载情况等。

6.4 现场承载板试验

6.4.1 根据工程所在区域的气候条件,现场承载板试验宜在一年中最不利季节测定。承载板试验应按 JTG 3450 规定进行。

6.4.2 根据现场路面病害情况,每车道每公里宜不少于 2 个测点,若某一测点的数值高于(或低于)平均值的 30%,应增加测点数量,同时对数值过低点周围路段展开调查。

7 材料要求

7.1 回收沥青路面材料(RAP)

7.1.1 RAP 取样应具有代表性,技术指标检测应按表 1。RAP 取样与试验分析详见附录 A 规定。

表1 RAP 检测项目

材 料	检测项目	试验方法
RAP	含水率/%	附录 A
	RAP级配	
	沥青含量/%	
	塑性指数	JTG 3430
RAP中的粗集料	针片状颗粒含量/%	抽提, JTG E42
	压碎值/%	
RAP中的细集料	棱角性	

7.1.2 RAP 应无结块和杂物。

7.2 水泥

宜采用硅酸盐类水泥, 强度等级宜为 42.5。水泥初凝时间应大于 3 h, 终凝时间宜大于 6 h, 其他技术指标应符合 JTG/T F30 规定。

7.3 泡沫沥青

7.3.1 制备泡沫沥青时, 宜采用道路石油沥青 A-90 或 A-70, 并符合 JTG F40 规定。

7.3.2 根据发泡试验确定沥青的最佳发泡用水量和温度, 用水量宜为沥青质量的 1%~4%, 发泡温度宜为 140℃~170℃。

7.3.3 泡沫沥青技术要求应符合表2规定。

表2 泡沫沥青技术要求

项 目	技术要求	试验方法
膨胀率/倍	≥10	JTG/T 5521
半衰期/s	≥8	

7.4 集料

新掺入的粗细集料、填料质量应符合 JTG F40 规定。

7.5 水

水应符合 JGJ 63 规定。

8 结构组合设计

8.1 原路进行改建、修复性工程、专项工程时, 就地水泥稳定冷再生材料用于基层或底基层, 应按半刚性理论进行结构设计。

8.2 原路进行修复性工程、专项工程时, 采用就地泡沫沥青冷再生材料用于路面柔性基层, 应按路面加铺罩面或柔性理论进行结构设计。

8.3 初步确定路面结构组合方案。根据原路面设计强度和路面损坏情况, 预估冷再生结构层厚度, 并依据下承层的复合回弹模量, 试算确定冷再生层的厚度。

- 8.4 采用就地水泥稳定冷再生基层时，再生厚度应为 15 cm～30 cm；采用就地泡沫沥青冷再生柔性基层时，再生厚度应为 8 cm～16 cm。
- 8.5 沥青路面就地冷再生基层设计参数应以实测值为准；若无试验数据时，应按附录 B 取值。
- 8.6 结构层厚度应按 JTG D50 中相关要求确定。经技术经济比选，确定合理的路面结构方案。

9 混合料设计

9.1 就地水泥稳定冷再生混合料设计

- 9.1.1 通过试验确定混合料的最佳含水率、水泥掺量、掺入新集料的比例和规格。混合料设计应参照附录 C 进行。
- 9.1.2 水泥掺量宜采用 3.0 %～5.0 %，不宜超过 5.5 %。
- 9.1.3 作为基层时，铣刨料单个颗粒的最大粒径不应超过 37.5 mm。级配宜符合表 3 规定。

表3 就地水泥稳定冷再生混合料（基层）级配范围

筛孔尺寸/mm	道路等级	53.0	37.5	31.5	26.5	19.0	16.0	13.2	9.5	4.75	2.36	1.18	0.6	0.3	0.15	0.075
通过各筛孔的质量百分率/%	高速、一级公路	—	—	—	—	100	93～88	86～76	72～59	45～35	31～22	22～13	15～8	10～5	7～3	5～2
	二级及以下公路	—	—	100	100～90	87～73	82～65	75～58	66～47	50～30	36～19	26～12	19～8	14～5	10～3	7～2

- 9.1.4 作为底基层时，铣刨料单个颗粒的最大粒径不应超过 53.0 mm。级配宜符合表 4 规定。

表4 就地水泥稳定冷再生混合料（底基层）级配范围

筛孔尺寸/mm	道路等级	53.0	37.5	31.5	26.5	19.0	16.0	13.2	9.5	4.75	2.36	1.18	0.6	0.3	0.15	0.075
通过各筛孔的质量百分率/%	高速、一级公路	—	—	—	100	86～82	79～73	72～65	62～53	45～35	31～22	33～13	15～8	10～5	7～3	5～2
	二级及以下公路	—	100	100～90	94～81	83～67	78～61	73～54	64～45	50～30	36～19	26～12	19～8	14～5	10～3	7～2

- 9.1.5 就地水泥稳定冷再生混合料技术性能应符合表 5 规定。

表5 就地水泥稳定冷再生混合料技术性能

项 目		高速、一级公路	二级及以下公路
7d无侧限抗压强度/MPa	基 层	≥3.0	≥2.0
	底基层	≥2.0	≥1.0
压实度/%	基 层	≥98	≥97
	底基层	≥97	≥95

9.2 就地泡沫沥青冷再生混合料设计

- 9.2.1 就地泡沫沥青冷再生混合料设计级配范围，应符合表 6 规定。

表6 就地泡沫沥青冷再生混合料级配范围

筛孔/mm	各筛孔的通过率/%
	基层
37.5	100
26.5	80~100
19.0	—
13.2	60~80
9.5	—
4.75	25~60
2.36	15~45
0.30	10~30
0.075	4~15

9.2.2 就地泡沫沥青冷再生混合料设计技术指标应满足表7要求。

表7 就地泡沫沥青冷再生混合料设计技术指标

试验项目		技术要求	试验方法
		基层	
劈裂试验/15℃	劈裂强度/MPa	≥0.50（重交通及以上等级） ≥0.40（其他交通等级）	JTG/T 5521
	干湿劈裂强度比/%	≥80（重交通及以上等级） ≥75（其他交通等级）	

9.2.3 确定级配和泡沫沥青最佳用量后，应对就地泡沫沥青冷再生混合料的性能进行检验，性能指标满足表8要求。

表8 就地泡沫沥青冷再生混合料性能指标

试验项目	技术要求	试验方法
冻融劈裂强度比TSR/%	≥70	JTG E20 T0729
7d无侧限抗压强度/MPa	≥1.0（基层）	JTG E51 T0805
注：7d无侧限抗压强度作为推荐性指标，不做强制要求。		

9.2.4 就地泡沫沥青冷再生混合料中，泡沫沥青用量折合成纯沥青后占矿料的百分比宜为1.8%~3.5%；水泥剂量采用内掺法，宜小于1.5%。

9.2.5 就地泡沫沥青冷再生混合料设计应按附录D进行。

10 施工技术

10.1 施工准备

10.1.1 综合考虑施工季节、气候条件、再生作业宽度、施工机械和运输车辆的效率和数量、水泥终凝时间等因素，确定每个作业段的长度。

10.1.2 根据室内配合比设计确定的水泥、泡沫沥青、新集料用量以及就地冷再生机组类型，确定水泥、泡沫沥青、新集料合理的掺入方式，并应保证计量准确。

10.1.3 施工前应铺筑长度不小于 200 m 的试验路段，并确定以下参数：

- a) 验证现场材料的级配、生产配合比；
- b) 冷再生材料的最大干密度、最佳含水率、水泥掺量、泡沫沥青掺量等；
- c) 再生层松铺系数，施工机械的效率与组合方式及作业段的长度等。

10.1.4 冷再生施工设备主要包括：冷再生机组、洒水车、水泥同步撒布车、沥青发泡设备、平地机、摊铺机、压路机等。施工起点将各设备首尾相接顺次排好。

10.1.5 就地冷再生机组应满足以下要求：

- a) 工作装置的切割深度可精确控制，误差应不大于 10 mm；
- b) 工作宽度应不小于 2.0 m；
- c) 使用泡沫沥青时，应配备泡沫沥青加工和使用装置。喷洒剂量精确可调，并与切割深度、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；
- d) 可适当调整再生混合料的级配；
- e) 根据要求可调整横坡。

10.1.6 再生前原路面应满足以下要求：

- a) 对原路面的翻浆、沉陷、严重变形等病害应进行处理，处理深度至路基顶面，再进行下一道工序；
- b) 对原路面的车辙、波浪、坑槽等病害应加铺碎石（砾石）等进行找平处理，碎石（砾石）级配应符合规定；
- c) 再生路段存在桥涵等构造物时，应先行处理。

10.1.7 再生层施工准备应满足以下要求：

- a) 施工前应清除原路面的杂物和积水，并确定边线；
- b) 根据再生层厚度、宽度、干密度等计算每平方米新集料、水泥、泡沫沥青等用量；
- c) 应根据厚度和松铺系数控制再生层标高，确保路拱横坡宜与面层横坡一致。

10.2 施工

10.2.1 沥青路面就地冷再生施工工艺按附录 E 执行。

10.2.2 施工放样应满足以下要求：

- a) 施工前应恢复道路中心线，并在两侧设置标桩（杆）作为基线；
- b) 标桩（杆）的间距，直线段距离不应超过 20 m，曲线段距离不应超过 10 m；
- c) 路线纵、横坡再生前后应保持一致。

10.2.3 新集料准备及撒布应满足以下要求：

- a) 根据附录 C 确定每平方米中新集料掺量。根据每车料的质量或体积，确定具体堆放位置；
- b) 新集料装车时，应控制每车料基本相等；
- c) 同一料场供料时，按确定掺量和堆放位置将新集料由远到近进行卸料，并均匀撒布于原路面。

10.2.4 水泥准备及撒布应满足以下要求：

- a) 根据附录 C 计算每平方米再生层所需的水泥用量；
- b) 水泥宜采用机械撒布方式。

10.2.5 再生与整平应满足以下要求：

- a) 按照确定的再生深度对原路面进行铣刨、拌和。再生机组应缓慢、匀速、连续作业，施工速度以试验路段确定的为准，宜为 3 m/min~5 m/min；
- b) 再生机组应与再生厚度、横坡紧密配合，严格控制横坡和边线标高；

- c) 整平作业时, 采用轻型钢轮压路机紧跟再生机组先初压 2~3 遍; 完成一个作业段的初压后, 再用平地机进行整平;
- d) 每段再生施工结束后, 应检查铣刨机的刀架和刀头, 若发现损坏应立即更换。

10.2.6 碾压应满足以下要求:

- a) 应至少配备 1 台 12 t 以上双钢轮振动压路机, 1 台 25 t 以上单钢轮振动压路机, 1 台 30 t 以上胶轮压路机;
- b) 按照试验路段确定的压实工艺进行碾压, 并符合压实度和平整度要求;
- c) 应采用流水作业方式, 使各工序紧密相连, 缩短拌和至碾压之间的延迟时间。碾压工序应在水泥初凝前完成。碾压过程分为初压、复压和终压, 具体要求如下:
 - 直线段和不设超高的平曲线段, 由路肩向路中碾压时, 应重叠 1/2 轮宽, 后轮应超过接缝, 后轮碾压完全宽时, 即为 1 遍;
 - 初压: 采用单钢轮振动压路机碾压 2~3 遍, 初压速度宜为 1.5 km/h~3.0 km/h。碾压时再生混合料含水率应比最佳含水率大 1%~2%。再生层表面应始终保持湿润, 如水分蒸发太快, 应及时洒水;
 - 复压: 就地水泥稳定冷再生采用钢轮或胶轮压路机复压, 碾压遍数通常由混合料性能、压实厚度、压路机类型及环境状况等综合确定, 复压速度宜为 2.0 km/h~2.5 km/h; 就地泡沫沥青冷再生复压采用胶轮压路机碾压 5~8 遍, 复压速度宜为 2.0 km/h~4.0 km/h, 且缓慢、均匀;
 - 终压: 采用双钢轮压路机碾压 1~2 遍, 终压速度宜为 2.0 km/h~4.0 km/h。可采用静压或振动模式, 采用振动模式时不应再生层造成损坏。若复压后, 压实度和外观质量等均满足要求时, 可不终压。
- d) 碾压过程中可喷适量水雾, 不应随意刹车或掉头;
- e) 如出现“弹簧”、松散、起皮等现象, 应及时翻开、重新拌和(加适量的水泥)或其他方式处理, 使其达到设计要求。

10.2.7 接缝应满足以下要求:

- a) 纵向接缝按下列要求施工:
 - 道路宽度小于 7.0 m 时, 宜全幅施工;
 - 相邻再生面应进行搭接, 其宽度应大于 10 cm, 搭接厚度应严格控制;
 - 再生层半幅摊铺时, 应控制好横坡。
- b) 横向接缝按下列要求施工:
 - 压路机应由原路面向新摊铺路面横向往返碾压, 碾压结束后, 再进行纵向碾压;
 - 停机超过水泥初凝时间再次施工时, 再生机组应后退 1.5 m, 并重新撒布水泥。

10.3 养生及开放交通

10.3.1 就地水泥稳定冷再生基层养生满足以下要求:

- a) 碾压完并经检测合格后, 应及时进行养生, 宜采用覆盖和洒水方式;
- b) 养生时间宜不小于 7 d, 养生期内再生层表面应保持潮湿状态, 不准洒水车以外的车辆通过;
- c) 后续施工前应将再生层表面清扫干净。如上层为无机结合料稳定材料时, 还应洒少量水湿润表面。

10.3.2 就地泡沫沥青冷再生基层养生满足以下要求:

- a) 碾压完并经检测合格后, 及时封闭交通, 宜采用覆盖方式进行养生;
- b) 可采用透层慢裂乳化沥青覆盖养生方式, 洒布量宜为 0.3 kg/m²~0.6 kg/m²;
- c) 养生时间宜不少于 7 d; 当再生层能取出完整芯样或含水率低于 2% 时, 可提前结束养生。

10.3.3 开放交通时，行车速度宜小于 40 km/h，不准许车辆掉头和急刹车，并严格限制重载车辆通行。

11 质量控制与验收

11.1 质量控制

11.1.1 原材料质量控制应符合表 9 规定。

表9 原材料质量控制

材料	检查项目	要求值	检查频率
RAP	RAP级配	实测	每天1次
水泥	规范规定的项目	符合设计要求	每批来料检查1次
泡沫沥青	规范规定的项目	符合设计要求	每批来料检查1次
集料	规范规定的项目	符合设计要求	每批来料检查1次
水	规范规定的项目	符合设计要求	水源变更时

11.1.2 就地水泥稳定冷再生基层施工质量控制应符合表 10 规定。

表10 就地水泥稳定冷再生基层施工质量控制

检查项目	质量要求	检验频率	检验方法
压实度/%	≥ 97	每车道每200 m检测2处	JTG 3450 T0921
抗压强度/MPa	符合设计要求	每车道每公里6个或9个试件	JTG E51 T0805
15℃劈裂强度/MPa	符合设计要求	每日1次	JTG E20 T0716
含水率/%	符合设计要求	发现异常时，随时试验	JTG E51 T0801
级配	符合设计要求	每车道每公里测1点	JTG E42 T0302
水泥用量/%	不小于设计值-0.5 %	每车道每公里测1点	JTG E51 T0809

11.1.3 就地泡沫沥青稳定冷再生基层施工质量控制应符合表 11 规定。

表11 就地泡沫沥青冷再生基层施工质量控制

检查项目	质量要求	检查频率	检验方法
压实度/%	≥ 97	每车道每200 m检查1次	JTG 3450 T0921（灌砂法） T0924（钻芯法）
15℃劈裂强度/MPa	符合设计要求	每日1次	JTG E20 T0716
干湿劈裂强度比/%	符合设计要求		JTG E20 T0716
残留稳定度/%	符合设计要求		JTG E20 T0709
冻融劈裂强度比/%	≥ 70	每3日1次	JTG E20 T0729
含水率/%	符合设计要求	发现异常随时试验	JTG E51 T0801
沥青含量、集料级配	符合设计要求	发现异常随时试验	抽提、筛分

11.1.4 就地冷再生基层外观尺寸检验应符合表 12 规定。

表12 就地冷再生基层外观尺寸检验

检查项目		质量要求	检查频率	检验方法
平整度最大间隙 /mm	基层	≤ 10	3m直尺，每200m测2处 $\times$ 10尺	JTG 3450 T0931
	底基层	≤ 15		
纵断面高程/mm		± 10	每200m测4个点	JTG 3450 T0911
厚度 /mm	均值	- 10	每1500m ² ~2000m ² 测6个点	JTG 3450 T0912
	单个值	- 20		
宽度/mm		不小于设计宽度，边缘整齐，顺适	尺量，每200m测4个断面	JTG 3450 T0911
横坡/%		± 0.3	尺量，每200m测4处	JTG 3450 T0911
外观		表面平整、密实，无明显压路机轮迹	随时	目测
注：再生层用作三级及以下公路时，纵断面高程控制要求可适当放宽。				

11.2 验收

质量检验评定应按照JTG F80/1规定执行。完工后，全线每1 km~3 km作为一个评定路段，质量验收应符合表13规定。

表13 就地冷再生基层质量验收

检查项目			质量要求	检查频率	检查方法
平整度最大间隙 /mm		基层	≤10	3 m直尺，每200 m测 2处×10尺	JTG 3450 T0931
		底基层	≤15		
纵断面高程/mm			±10	每200m测4个点	JTG 3450 T0911
厚度 /mm	基层	代表值	-10	每车道每200 m测1个点	JTG 3450 T0912
		极值	-20		
	底基层	代表值	-12		
		极值	-25		
宽度/mm			不小于设计宽度，边缘线整齐，顺适	尺量，每200m测4个断面	JTG 3450 T0911
横坡/%			±0.3	尺量，每200m测4个断面	JTG 3450 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
压实度/%	水泥 冷再生	基层	≥98（高速、一级公路）	每车道每200 m检查1次	JTG 3450 T0921（灌砂法） T0924（钻芯法）
		底基层	≥97（高速、一级公路）		
	泡沫沥青 冷再生	≥98（高速、一级公路）	≥97（高速、一级公路）		

附 录 A
(规范性)
回收沥青路面材料 (RAP) 取样与试验分析

A. 1 取样频率与方法

- A. 1. 1 分析路面结构和养护维修记录, 根据路面情况相同或相近, 将施工路段划分为若干个子路段, 长度宜为500 m~5000 m, 或面积宜为5000 m²~50000 m²。
- A. 1. 2 回收沥青路面材料 (RAP) 应通过冷再生机组破碎原路面后现场进行取料。
- A. 1. 3 每个子路段每个车道分别取样1处。

A. 2 回收沥青路面材料 (RAP) 评价

A. 2. 1 含水率

根据烘干前后回收沥青路面材料 (RAP) 质量的变化, 按公式 (A. 1) 计算其含水率 ω , 试验方法应按JTG E42规定, 烘箱加热温度为60 °C恒温。

$$\omega = \frac{m_w - m_d}{m_d} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (A. 1)$$

式中:

m_w ——回收的旧沥青混合料质量, g;
 m_d ——回收的旧沥青混合料烘干为恒重的质量, g。

A. 2. 2 回收沥青路面材料 (RAP) 级配

对回收沥青路面材料 (RAP) 进行筛分试验, 确定其级配。试验方法应按JTG E42规定。

A. 2. 3 回收沥青路面材料 (RAP) 的沥青含量和性质

- A. 2. 3. 1 沥青混合料中回收沥青应按JTG E42规定中阿布森法进行。若采用其他方法, 需进行重复性和重现性试验, 并进行空白沥青标定。
- A. 2. 3. 2 若出现以下情形之一时, 应进行空白沥青标定:
- a) 更换阿布森沥青回收设备时;
 - b) 更换三氯乙烯品种或供应商时;
 - c) 回收沥青性能出现异常时;
 - d) 沥青混合料发生变化时。
- A. 2. 3. 3 检测沥青含量和回收沥青25 °C针入度、60 °C黏度、软化点、15 °C延度。
- A. 2. 3. 4 重复性试验的允许误差为: 针入度 ≤ 5 (0.1 mm)、黏度 $\leq$ 平均值的10 %、软化点 ≤ 2.5 °C; 重现性试验的允许误差为: 针入度 ≤ 10 (0.1 mm)、粘度 $\leq$ 平均值的15 %、软化点 ≤ 5 °C。若超出误差允许范围时, 应重新进行试验。

A. 2. 4 回收路面材料 (RAP) 的集料级配和性质

A. 2. 4. 1 将抽提试验后得到的集料烘干，待集料降至室温后，用标准方孔筛进行筛分试验，确定回收路面材料（RAP）中的集料级配。回收沥青路面材料（RAP）的沥青含量与级配可采用燃烧法确定。若集料燃烧过程中因高温导致破碎的，则不宜采用该方法。

A. 2. 4. 2 回收沥青路面材料（RAP）中的集料性质，应符合 JTG/T 5521 规定。

附 录 B
(规范性)
再生混合料技术指标

B.1 沥青路面结构设计中，再生层材料的设计参数应现场选取代表性试样，通过试验确定。

B.2 路面结构设计时，在无试验数据情况下，按表B.1 规定确定设计参数。

B.3 采用水泥稳定冷再生基层时，当水泥掺量为 4.0%~5.5%时，抗压模量E值为 1000MPa~1500MPa，劈裂强度为 0.4MPa~0.6MPa。

表 B.1 泡沫沥青冷再生混合料技术指标

级配类型	抗压模量/MPa		15 °C 劈裂强度/MPa
	20 °C	15 °C	
基层	800~1200	1000~1400	0.4~0.5

附 录 C
(规范性附)
就地水泥稳定冷再生混合料设计方法

C.1 试样准备

C.1.1 将RAP代表试样完全风干后,测定其含水率。

C.1.2 根据RAP和新集料的级配确定合成级配,绘制级配曲线,使设计合成级配在相应的级配范围内。设计合成级配宜接近表3、表4中级配中值。当反复调整不能满足时,应调整新集料。调整后其合成级配若不能在相应级配范围内时,如仅为个别筛孔超出,可由最终的无侧限抗压强度决定是否适合再生技术,如大部分筛孔超出范围,则不宜采用再生技术。

C.1.3 风干后的原混合料,粒径可分为以下五档:

- 大于 37.5 mm;
- 在 19.0 mm~37.5 mm 之间;
- 在 13.2 mm~19.0 mm 之间;
- 在 4.75 mm~13.2 mm 之间;
- 小于 4.75 mm。

C.1.4 将通过37.5 mm的全部材料,再按筛分结果重新组成代表性试样,并用19.0 mm~37.5 mm档材料替代37.5 mm以上的材料。10 kg RAP计算过程见表C.1。

表 C.1 10 kg RAP 的级配组成

筛分结果		10kg RAP各档材料用量/kg			
筛孔尺寸/mm	通过率/%	<4.75mm	4.75mm~13.2mm	13.2mm~19.0mm	19.0mm~37.5mm
37.5	97.5	53.6/100×10 =5.36	(72.3-53.6) /100×10=1.87	(85.5-72.3) /100×10=1.32	(97.5-85.5) /100×10=1.20
19.0	85.5				
13.2	72.3				
4.75	53.6				

C.2 最大干密度和最佳含水率的确定

C.2.1 分别按以下四种水泥掺量配制混合料:

- a) 基层: 4.0%、4.5%、5.0%、5.5%;
- b) 底基层: 3.5%、4.0%、4.5%、5.0%。

C.2.2 塑性指数大于12或颗粒较细时,应适当提高水泥掺量(提高1%~2%)。

C.2.3 根据设计配合比,确定新旧料比例进行配料,配料时大于37.5 mm的材料用19.0mm~37.5 mm进行替代。

C.2.4 按公式(C.1)确定试样的干质量。

$$M_{sample} = \frac{M_{air-dry}}{1 + M_{air-dry} / 100} \dots\dots\dots (C.1)$$

式中:

M_{sample} ——试样的干质量, g;

$M_{air-dry}$ ——试样的风干质量, g;

$M_{air-dry}$ ——风干试样的含水量, %。

C.2.5 按公式 (C.2) 确定水泥用量。

$$M_{cement} = \frac{C_{add}}{100} \times M_{sample} \dots\dots\dots (C.2)$$

式中:

M_{cement} ——水泥用量, g;

C_{add} ——水泥的百分比, %;

M_{sample} ——试样的干质量, g。

C.2.6 混合料的最大干密度和最佳含水率应按JTG E51规定中的T0804方法进行。确定各种混合料的最佳含水率和最大干密度, 至少应做3种不同水泥掺量混合料的击实试验, 即最小掺量、中间掺量和最大掺量。其他两种水泥掺量混合料的最佳含水率和最大干密度可采用内插法确定。

C.3 稳定材料准备

C.3.1 根据公式 (C.1) 计算试样干质量。

C.3.2 根据公式 (C.2) 计算水泥的掺量。

C.3.3 根据公式 (C.3) 确定加水百分比, 并按公式 (C.4) 确定需要加水的质量。

$$W_{add} = W_{OMC} - W_{air-dry} \dots\dots\dots (C.3)$$

式中:

W_{add} ——试样的加水百分比, %;

W_{OMC} ——试样的最佳含水率, %;

$M_{air-dry}$ ——风干试验的含水量, %。

$$M_{water} = \frac{W_{add} \times (M_{sample} + M_{cement})}{100} \dots\dots\dots (C.4)$$

式中:

W_{add} ——试样的加水百分比, %;

M_{water} ——加水质量, g;

M_{sample} ——试样干质量, g;

M_{cement} ——水泥用量, g。

C.4 成型试件 (静压成型)

C.4.1 按规定压实度分别计算不同水泥掺量试件的干密度。

C.4.2 根据最佳含水率和干密度制备试件。进行强度试验时, 作为平行试验的最少试件数量应不小于表C.2规定。若试验结果的偏差系数大于表C.2中规定值时, 应重新试验。如不能降低偏差系数, 则应增加试件数量。

表 C.2 最少试件数量

公称粒径 /mm	偏差系数		
	<10.0%	10.0%~15.0%	15.0%~20.0%
	试件数量/个		
2.36	6	9	—
19.0	6	9	13
31.5	—	9	13

C.4.3 试件应在温度 $20\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、湿度大于95%的养护室内养生6 d，浸水24 h后，按JTG E50规定进行无侧限抗压强度试验。

C.5 确定水泥最佳用量

C.5.1 计算无侧限抗压强度试验结果的平均值和偏差系数。

C.5.2 根据要求的强度标准，选定合适的水泥掺量，试件室内试验结果的平均抗压强度 R 应满足公式(C.5)要求。

$$R \geq R_d / (1 - Z_a C_v) \quad \dots\dots\dots (C.5)$$

式中：

R_d ——设计抗压强度，MPa；

C_v ——试验结果的偏差系数（以小数计）；

Z_a ——标准正态分布表中随保证率（或置信度 α ）而变的系数，取保证率为90%，即 $Z_a=1.282$ 。

C.5.3 采用人工撒布水泥时，实际采用的水泥掺量应比室内试验确定值多0.5%~1.0%；采用水泥同步撒布车撒布水泥时，实际采用的水泥掺量应比室内试验确定值多0.2%~0.5%。

附录 D

(规范性)

就地泡沫沥青冷再生混合料配合比设计方法

D.1 一般规定

- D.1.1 适用于马歇尔方法进行就地泡沫沥青冷再生混合料的配合比设计。
- D.1.2 回收路面沥青材料(RAP)应通过冷再生机组破碎原路面后,现场进行取料。
- D.1.3 配合比设计应通过试验路段进行检验。

D.2 确定工程设计级配范围

根据公路等级、工程性质、交通特点、材料品种等因素,通过对条件相近的工程使用情况进行调查研究后确定,特殊情况下允许超出规范级配范围。经确定的级配范围是配合比设计的依据,不应随意变更。

D.3 材料选择与准备

- D.3.1 配合比设计的各种集料、回收沥青路面材料(RAP)、水泥等应按相关规定,从工程实际使用的材料中选取代表性的样品。
- D.3.2 泡沫沥青作为再生结合料时,应先进行泡沫沥青发泡试验,技术指标应满足本文件表2要求。
- D.3.3 配合比设计所用材料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,但不同粒径规格的材料按级配组成混合料指标满足规范要求时,则可允许使用。

D.4 集料级配设计

- D.4.1 试验测出回收沥青路面材料(RAP)、新集料等各组成材料的级配。
- D.4.2 以RAP为基础,掺加不同比例的新集料,使合成级配满足本文件工程设计级配的要求。
- D.4.3 合成级配曲线应平顺、光滑。

D.5 确定最佳含水率(OWC)

- D.5.1 按JTG 3430中T 0131试验方法,对合成集料进行击实试验,确定最佳含水率。
- D.5.2 泡沫沥青试验用量宜为3%,调整含水率进行击实试验,最大干密度时其混合料含水率即为最佳含水率(OWC)。

D.6 确定最佳泡沫沥青用量(OFQ)

- D.6.1 以预估的泡沫沥青用量为中值,按一定间隔变化确定5个用量,保持最佳含水率(OWC)不变,再按以下方法制备马歇尔试件:
 - a) 向拌合机中加入足够的RAP混合料,约为1150.0g,拌和均匀;

- b) 将水泥加入再生混合料中，拌和时间约 30 s；
 - c) 按计算得到的用水量进行加水，拌和均匀，拌和时间宜为 30 s；
 - d) 按计算的沥青用量加入泡沫沥青，拌和均匀，拌和时间宜为 60 s；
 - e) 制备马歇尔试件，将拌和均匀的混合料装入试模，放置于马歇尔击实仪，双面各击实 75 次。
将试样连同试模一起侧放在 60 °C 的鼓风烘箱中，养生至恒重，养生时间宜大于 40 h，然后取出，室温冷却至少 12 h 后，脱模备用。
- D. 6. 2 测定试件的毛体积相对密度，宜采用 JTG E20 规定的蜡封法；用其他方法测定试件时，应对试验方法进行验证。
- D. 6. 3 将各组试件进行 15 °C 劈裂试验、浸水 24 h 的劈裂试验（或马歇尔稳定度 MS1 或浸水马歇尔稳定度 MS2 试验）。得出劈裂强度 IDT1、浸水 24 h 的劈裂强度 IDT2 和干湿劈裂强度比 DWTSR。
- D. 6. 4 浸水 24 h 劈裂试验的试验方法为：将试件完全浸泡在 25 °C 恒温水浴中 23 h，再在 15 °C 恒温水浴中完全浸泡 1 h，取出试件立即进行 15 °C 的劈裂试验。
- D. 6. 5 根据劈裂强度试验和浸水劈裂强度试验结果（或马歇尔稳定度和浸水马歇尔稳定度试验结果），结合工程经验，并考虑经济性，确定最佳泡沫沥青用量（OFC）。
- D. 6. 6 混合料性能检验应按 JTG E20 规定中的冻融劈裂试验方法进行，冻融劈裂强度比 TSR 试验结果应满足本文件的要求。

附 录 E
(规范性)
沥青路面就地冷再生混合料施工工艺图

沥青路面就地冷再生混合料施工工艺见图E. 1。



图E. 1 沥青路面就地冷再生混合料施工工艺图