

# 农村公路复合式封层路面设计与施工 技术规范

(征求意见稿)

联系单位：黑龙江省交通规划设计研究院集团有限公司

联系人：刘劲草

联系电话：13904519496

邮箱：[dapoint@163.com](mailto:dapoint@163.com)

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

# 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 材料 .....	1
5 设计 .....	2
6 施工 .....	4
7 质量控制与检验 .....	6

## 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。

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这些专利的责任。

本文件由黑龙江省交通运输厅提出并归口。

本文件起草单位：黑龙江省交通规划设计研究院集团有限公司、东北林业大学、黑龙江省交投通达公路工程有限公司、黑龙江省鼎捷路桥工程有限公司、哈尔滨华龙公路工程设计有限公司、黑龙江省建筑安装集团有限公司、中公诚科（吉林）工程咨询有限公司。

本文件主要起草人：矫震、王黎明、曹罡、赵金龙、郭阿楠、杨雪冬、陈柯、齐琳、徐兰钰、孙程、刘劲草、吴邦耀、王麟、李鹏、张劲松、于秀丽、徐祥、刘佳伟、赵振国、王永光、宋喜颖、赵鹤松、蒋东冰、李旭、张洪亮。

# 农村公路复合式封层路面设计与施工技术规范

## 1 范围

本文件规定了农村公路复合式封层路面的材料、设计、施工、质量控制与检验。  
本文件适用于农村公路沥青路面和水泥混凝土路面养护工程，其他道路可参照执行。

## 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。

GB 175 通用硅酸盐水泥  
JGJ 63 混凝土用水标准  
JT/T 798 路用废胎胶粉橡胶沥青  
JTG 3450 公路路基路面现场测试规程  
JTG 5142 公路沥青路面养护技术规范  
JTG/T 5142-01 公路沥青路面预防养护技术规范  
JTG 5210 公路技术状况评定标准  
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 F40 公路沥青路面施工技术规范  
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

**复合式封层** composite seal  
由碎石封层与稀浆封层或微表处组合而成的封层。

### 3.2

**下承层** existing surface  
直接位于复合式封层下的结构层。

## 4 材料

### 4.1 一般规定

- 4.1.1 材料进场时应附有出厂检验、使用说明等质量保证资料，进场后应取样检测，合格后方可使用。  
4.1.2 材料在储存期间应采取有效保护措施，确保质量满足技术要求。

### 4.2 沥青胶结料

- 4.2.1 碎石封层宜采用喷洒型改性乳化沥青作为胶结料，喷洒型改性乳化沥青的蒸发残留物含量应不小于 64%，其它指标应符合 JTG F40 的规定。
- 4.2.2 碎石封层可采用苯乙烯—丁二烯—苯乙烯嵌段共聚物（SBS）或丁苯橡胶（SBR）改性热沥青作为胶结料，其技术指标应符合 JTG F40 的规定。
- 4.2.3 碎石封层可采用橡胶改性热沥青作为胶结料，其技术指标应符合 JT/T 798 的规定。
- 4.2.4 稀浆封层应采用拌合型阳离子乳化沥青作为胶结料，其技术指标应符合 JTG F40 的规定。
- 4.2.5 微表处应采用拌合型阳离子改性乳化沥青作为胶结料，其技术指标应符合 JTG 5142 的规定。

### 4.3 集料

- 4.3.1 碎石封层用碎石应清洁、干燥、表面粗糙，宜选择由玄武岩、辉绿岩等岩石破碎而成的单一粒径碎石，其技术指标应符合 JTG 5142 的规定。
- 4.3.2 稀浆封层或微表处用粗集料、细集料的技术指标应符合 JTG 5142 的规定。

### 4.4 填料

- 4.4.1 稀浆封层或微表处用矿粉填料应由憎水性石料磨细而成，其技术指标应符合 JTG F40 的规定。
- 4.4.2 用于调节破乳速度的水泥宜选用 32.5 或 42.5 普通硅酸盐水泥，外观应均匀且无团粒结块，其技术指标应符合 GB 175 的规定。

### 4.5 纤维

- 4.5.1 掺入微表处的纤维宜选用玻璃纤维、聚酯纤维、矿物纤维或玄武岩纤维。
- 4.5.2 纤维的规格应符合 JTG 5142 的规定。

### 4.6 水

水应符合 JGJ 63 的规定。

## 5 设计

### 5.1 一般规定

- 5.1.1 采用复合式封层的旧路路基应整体稳定，局部病害应按本文件 5.3 的规定在施工前进行处治。
- 5.1.2 采用复合式封层作为预防性养护措施的沥青路面，其适用的各等级农村公路沥青路面路况水平应符合表 1 的规定。

表 1 复合式封层适用的各等级公路路况水平

路况水平	一级及二级公路	三级及四级公路
路面损坏状况指数（PCI）		
路面行驶质量指数（RQI）	≥ 75	≥ 70
路面车辙深度指数（RDI）		

- 5.1.3 采用复合式封层作为预防性养护措施的水泥混凝土路面，其损坏状况和接缝传荷能力评价等级应为中等及以上。
- 5.1.4 采用复合式封层作为修复性养护措施的沥青路面及水泥混凝土路面，其路面损坏状况指数等级应为次级及以上。

## 5.2 路面层次组合

5.2.1 应按 JTG 5210 的规定对路面损坏状况指数进行专项数据调查和评定。

5.2.2 宜根据调查结果，按表 2 推荐选择层次组合。

表 2 复合式封层典型层次组合

方案序号	路面技术状况	总层数	碎石封层 (mm)		稀浆混合料类型 <sup>a</sup>
	PCI		第一层	第二层	
①	≥70	2	4.75~9.50	—	MS-3或ES-3
②	<70	3	9.50~13.20	4.75~9.50	MS-3或ES-3

<sup>a</sup> 推荐采用 MS-3，单车道四级公路可采用 ES-3。

## 5.3 旧路处治

### 5.3.1 旧路路基处治

对影响道路稳定性的路基病害施工前应彻底治理，并符合以下规定：

- 行车道及硬路肩部位路基沉陷、翻浆，应开挖换填后换板或换填后加铺贫混凝土至顶面；
- 土路肩沉陷处应整修路肩。

### 5.3.2 旧沥青路面处治

沉陷、波浪拥包、坑槽、车辙及裂缝等病害应在施工前加以处理，并符合以下规定：

- 对因基层局部强度不足或面层与基层之间存在不稳定夹层引起的沉陷、波浪拥包，应彻底挖除损坏结构层后回填贫混凝土/乳化沥青碎石/热沥青碎石/沥青冷补料至旧路顶面；
- 对坑槽病害，应将槽底清理干净后采用乳化沥青碎石/热沥青碎石/沥青冷补料填平；
- 对深度小于 15 mm 的车辙，可不进行处理；对深度 15 mm 及以上的车辙，应局部挖除后采用乳化沥青碎石/热沥青碎石/沥青冷补料填平；
- 对宽度小于 3 mm 的裂缝，可不进行处理；对宽度 3mm 及以上的裂缝，应在施工前灌缝、填平。

### 5.3.3 旧水泥路面处治

5.3.3.1 破碎板失稳、掉角沉陷及严重脱空等路面结构性损坏应在施工前加以处理，并符合以下规定：

- 对不稳定、沉陷、翻浆的破碎板可局部开挖后回填贫混凝土/乳化沥青碎石/热沥青碎石至旧路顶面并整平；
- 对稳定的破碎板及板角沉陷处可直接用乳化沥青混合料/沥青冷补料填平裂缝和补平；
- 对严重脱空处应灌浆处治。

5.3.3.2 接缝、裂缝、坑洞及局部露骨等表面功能性损坏应在施工前加以处置，并符合以下规定：

- 对边缘平齐且缝隙宽度小于 3 mm 的接缝或裂缝可不处治；
- 对宽度在 3 mm~5 mm 之间的接缝和裂缝，应在施工前灌缝；
- 对宽度大于 5 mm 的裂缝和深度大于 20mm 的坑洞，应清除杂质后用现场拌和乳化沥青混合料/冷补料填平；
- 对局部严重露骨板块，宜采用碎石封层找平。

## 5.4 碎石封层撒（洒）布量设计

5.4.1 碎石封层的碎石用量、胶结料种类及用量应考虑下承层路面状况、交通量、施工经验和季节等

因素。

5.4.2 碎石封层的石料为单一粒径，碎石撒布量应根据碎石覆盖情况确定，适用于复合式封层的碎石覆盖率宜为 90%~105%。胶结料的单位用量可参考表 3。

表 3 碎石封层推荐胶结料用量

碎石规格 mm	胶结料用量 kg/m <sup>2</sup>	
	改性热沥青	改性乳化沥青
4.75~9.50	1.2~1.8	1.5~1.8
9.50~13.20	1.3~1.9	1.6~1.9

5.4.3 沥青的设计洒布量应根据试验段验证和调整，以洒布后不流淌，压实完成后不泛油、沥青爬升到碎石约 2/3 的高度为观察指标，进行调整。

## 5.5 稀浆混合料摊铺厚度及配合比设计

5.5.1 稀浆封层或微表处的摊铺厚度应在最大公称粒径基础上放大，放大系数宜取 1.4~1.6，碎石封层粒径较粗时取高限。

5.5.2 稀浆封层及微表处的配合比设计应按 JTG/T 5142-01 规定的方法和步骤进行。

5.5.3 施工温差较大，需调整混合料的可拌和时间、成浆状态和成型速度时，可以部分替代矿粉方式掺用水泥。水泥的掺量应通过试验确定，但不宜大于矿料总量的 3%。

5.5.4 稀浆封层及微表处混合料的技术性能应符合 JTG/T 5142-01 的规定。

## 6 施工

### 6.1 一般规定

6.1.1 复合式封层施工环境平均温度不应低于 10℃。

6.1.2 复合式封层不应在雨天施工。摊铺后未成型混合料遇雨，应在雨后及时进行检查，局部轻度损坏可在路面干硬后人工修补，损坏严重路段应铲除后重新摊铺。

6.1.3 施工路段的安全保障措施应符合 JTG H30 的规定。

### 6.2 施工准备

6.2.1 复合式封层施工前，应按 5.3 的规定对旧路进行处治，并清除下承层表面的泥土、杂物，保持下承层洁净、干燥。下承层路况水平应符合 5.1 的规定。

6.2.2 复合式封层施工应设置后台材料堆放和加工场地，并符合以下规定：

- a) 临时场地应进行地坪硬化，根据工程量及工程进展情况分批备料且各批材料不应混杂堆放；
- b) 应在加工场地配置滚筛机或小型振动筛对粗集料过筛，以完全除去超尺寸粒径；
- c) 应在加工场地配置配料机用于配制微表处或稀浆封层用合成级配集料；
- d) 临时场地自行加工生产乳化沥青时，乳化机/胶体磨的配置规格应满足工期内总量的加工供应需求。

6.2.3 复合式封层的主要施工设备及参数应符合表 4 的规定，施工前进行调试标定。

6.2.4 应在正式施工前通过试验段对不同施工工艺进行验证和调整，试验段长度宜大于 200 m。

表 4 复合式封层主要施工设备及参数

设备名称	参数
同步碎石封层车	碎石料仓容量 $\geq 8 \text{ m}^3$
稀浆封层车	动力系统功率 $\geq 100 \text{ kW}$ ，集料仓容量 $\geq 10 \text{ m}^3$ ，乳化沥青罐容量 $\geq 2 \text{ m}^3$ ，水罐容量 $\geq 2 \text{ m}^3$ ，配有外加剂罐
沥青储罐	有搅拌器，可加热
运输车	$\leq 5 \text{ t}$ 的中小型货车
装载机	$\geq 50$ 型
轮胎压路机	6 t~8 t

### 6.3 碎石封层施工

6.3.1 碎石封层宜采用同步碎石封层车施工，并同步完成胶结料洒布和碎石撒布，当不具备条件时也可采用异步施工方法，并确保工序间紧密衔接，每个作业段的长度应根据施工能力确定。

6.3.2 应按试验段验证的撒(洒)布量撒(洒)布材料。

6.3.3 采用改性乳化沥青时车内储罐宜加温到  $70 \text{ }^\circ\text{C} \sim 80 \text{ }^\circ\text{C}$ 。

6.3.4 采用改性沥青或橡胶沥青时，路面应保持干燥；采用改性乳化沥青时，降雨或清洗后的潮湿路面可施工，但不应有积水。

6.3.5 同步碎石封层施工过程中出现空白、缺边等洒(撒)布数量不足的情况，及时人工补洒(撒)胶结料和碎石，积聚的胶结料应予以清除。

6.3.6 异步碎石封层施工洒布胶结料后应及时撒布碎石；胶结料采用改性乳化沥青时，碎石宜在改性乳化沥青破乳之前完成撒布，厚度应均匀一致不露底；局部缺料或料过多时，应及时人工补撒或清除。

6.3.7 碎石撒布后立即采用轮胎压路机碾压 2 遍~3 遍，碾压速度不宜超过  $3 \text{ km/h}$ 。

6.3.8 接缝处理应符合下列要求：

- a) 横向接缝按照路幅宽度，调整封层车喷洒宽度，在接缝位置放置长度宽于洒布宽度  $50 \text{ cm} \sim 100 \text{ cm}$ 、宽度不小于  $100 \text{ cm}$  的薄铁皮或隔离布；洒布完成后，取掉薄铁皮或隔离布，清扫多余松散碎石；
- b) 纵向接缝采用搭接法处理，接缝胶结料重叠部分不宜超过  $5 \text{ cm}$ ；
- c) 当两幅施工间隔超过  $24 \text{ h}$  时，应在先做封层一侧暂留  $10 \text{ cm}$  不撒布碎石，待另一侧封层施工时，沿预留边缘洒(撒)布胶结料和碎石。

6.3.9 施工后发现轻微泛油时可不作处理，过多的浮料应清除。

6.3.10 热沥青冷却后或乳化沥青破乳后，即可临时开放交通或进行下道工序施工。采用乳化沥青时高温季节养生不小于  $60 \text{ min}$  (自撒布开始)，春秋环境温度较低时适当延长。临时开放交通应限制行车速度不超过  $20 \text{ km/h}$ ，并禁止车辆掉头和急刹车。

### 6.4 稀浆封层或微表处施工

6.4.1 稀浆封层和微表处施工应采用专用稀浆封层车摊铺，稀浆封层车的拌和箱应为大功率双轴强制搅拌式；摊铺箱应带有两排布料器；当采用稀浆混合料修补车辙时，设备宜配有专用的 V 字形车辙摊铺槽。

6.4.2 应按试验段验证的配合比拌合及摊铺厚度摊铺混合料，车内乳化沥青温度不宜超过  $40 \text{ }^\circ\text{C}$ 。

6.4.3 微表处或稀浆封层施工前，应清扫回收碎石封层表面的浮动颗粒，或用高压空气将浮动颗粒吹除，保持下层颗粒粘结牢靠。

6.4.4 稀浆混合料的摊铺应符合下列要求：

- a) 装好料的稀浆封层车开至施工起点，对准控制线，在起点处放置纵向宽度大于1 m的铁皮。将摊铺槽放在铁皮上，调整摊铺槽使其周边与原路面贴紧，厚度适宜；
- b) 根据配合比设计结果和现场集料含水率，按比例输出集料、填料、水和（改性）乳化沥青，在拌和箱中进行拌和。拌和好的混合料流入摊铺槽，当混合料注满摊铺槽容积的1/2时，开动稀浆封层车匀速前进。摊铺速度宜为1 km/h~2 km/h，保持混合料摊铺量与搅拌量基本一致。摊铺槽中混合料的体积宜为摊铺槽容积的1/2~2/3；
- c) 当稀浆封层车内任何一种材料将用完时，应立即关闭所有输送材料的控制开关，待搅拌器中的混合料搅拌完，并送入摊铺槽摊铺完后，稀浆封层车停止前进，提起摊铺槽，将稀浆封层车移出摊铺点，即刻清洗搅拌器、摊铺槽和刮板。
- d) 采用两车接力作业模式时，在横向接茬处重复a)的步骤，但起点处应为前车摊铺面的均匀处。

6.4.5 横向接缝应采用平接缝；纵向接缝应设置在标线位置。横、纵向接缝处高差应小于3 mm。

6.4.6 施工过程中应立即修补每车起终点、纵横接缝、桥梁伸缩缝、摊铺厚度不均和纵向刮痕等部位的施工缺陷。

6.4.7 稀浆混合料铺筑后自然养护，破乳并符合 JIG/T 5142-01 的初步成型标准后方可开放交通，环境温度较低时须延长养护时间或调整配合比。

6.4.8 初始开放交通宜限制车速，利用慢速交通荷载对路面进行扰动碾压1d~3d后，吹除浮动颗粒，此时可完全开放交通并施画标线。

6.4.9 对路肩和临时停车带等缺少行车碾压的位置，可在稀浆混合料破乳后、开放交通前，采用胶轮压路机进行碾压。碾压时压路机不得停留、掉头和急转弯。

## 7 质量控制与检验

### 7.1 一般规定

7.1.1 应建立质量保证体系，对各工序施工质量进行检查和控制管理。

7.1.2 所有与工程建设有关的原始记录、试验检测数据、汇总表格等应如实记录和保存。

### 7.2 施工前的材料与设备检查

应符合JTG F40 的规定。

### 7.3 施工过程中的质量控制

7.3.1 复合式封层施工过程中质量控制应分别符合碎石封层和稀浆封层/微表处的有关规定。

7.3.2 碎石封层施工过程中材料质量检查项目和频率应符合表5的规定。

表5 碎石封层施工中材料质量检查项目与频率

材料	检查项目	检查频率	质量要求
改性沥青	针入度 5℃延度 软化点 弹性恢复 离析试验（对成品改性沥青）	1次/批	符合JTG F40的要求

表5 碎石封层施工中材料质量检查项目与频率（续）

材料	检查项目	检查频率	质量要求
橡胶沥青	高温旋转粘度 针入度 延度 软化点 弹性恢复	1次/批	符合JT/T 798的要求
改性乳化沥青	蒸发残留物含量	1次/批	≥64%
	蒸发残留物针入度 蒸发残留物软化点 蒸发残留物延度		符合JTG F40的要求
	贮存稳定性	必要时	
碎石	外观（石料规格、含泥量等） 针片状颗粒含量 压碎值 颗粒组成（筛分）	1次/批	符合JTG 5142的要求
	含水率	必要时	

7.3.3 碎石封层施工过程中的质量控制要求应符合表6的规定。

表6 碎石封层施工过程中质量控制要求

检测项目	检测频率	质量要求	检测方法
外观	全线连续	胶结料无明显囤积、流淌或漏洒，碎石无明显囤积、漏撒	目测
胶结料洒布量	1次/工作日	试验段确定量±0.2 kg/m <sup>2</sup>	JTG 3450 T0982、总量检测法
胶结料洒布温度	1次/每车	试验段确定温度±5℃	温度计测量法
碎石撒布量	1次/工作日	试验段确定量±0.5 kg/m <sup>2</sup>	JTG 3450 T0982、总量检测法
边线	全线连续	任一30 m长度范围内的水平波动不得超过±50 mm	目测或用尺量法

7.3.4 稀浆封层/微表处施工中材料质量检查项目和频率应符合表7的规定。

表7 稀浆封层/微表处施工中材料质量检查项目与频率

材料	检查项目	检查频率	质量要求
乳化沥青	蒸发残留物含量 蒸发残留物针入度	1次/批	符合JTG F40的要求
改性乳化沥青	蒸发残留物含量 蒸发残留物针入度 蒸发残留物软化点 蒸发残留物延度	1次/批	符合JTG 5142的要求
	贮存稳定性	必要时	

表7 稀浆封层/微表处施工中材料质量检查项目与频率（续）

材料	检查项目	检查频率	质量要求
粗集料	外观（石料规格、含泥量等） 针片状颗粒含量 压碎值 颗粒组成（筛分） 含水率	1次/批	符合JTG 5142的要求
细集料	颗粒组成（筛分） 砂当量 含水率	1次/批	符合JTG 5142的要求
矿粉	外观 <0.075 含量 含水率	1次/批	符合JTG F40的要求
水泥 <sup>a</sup>	强度 体积安定性 凝结时间 标准稠度需水量	1次/批	符合本文件4.4.2的要求

<sup>a</sup> 仅当水泥用作破乳速度调节剂时检查。

7.3.5 稀浆封层/微表处施工过程中的质量控制要求应符合表8的规定。

表8 稀浆封层/微表处施工过程质量控制要求

检测项目		检测频率	质量要求或允许偏差		检测方法
集料级配	4.75 mm	1次/工作日	±4 %		JTG E42 T0302水筛法 <sup>a</sup>
	2.36 mm		±4 %		
	0.75 mm		±2 %		
混合料	油石比	1次/工作日	试验段确定量±0.2 %		JTG E20 T0722、总量检验法
	可拌合时间	1次/工作日	≥120 s		JTG E20 T0757
	稠度	1次/100 m	适中		划痕观察法或反光观察法 <sup>b</sup>
	浸水1h湿轮磨耗	1次/7个工作日	微表处 ≤540 g/m <sup>2</sup>	稀浆封层 ≤800 g/m <sup>2</sup>	JTG E20 T0752
外观		全线连续	适中		目测
稠度		1次/100m	≥-10%		经验法
摊铺厚度		随时	对接，平顺		钢尺测量，断面平均
横向接缝		每条	任一30 m长度范围内的水平波动 不得超过±50 mm		目测
边线		全线连续	适中		目测或用尺量法

<sup>a</sup> 检验指标为关键筛孔通过率，采用自稀浆封层车料斗取样的集料进行试验。

<sup>b</sup> 划痕观察法：在刚摊铺的稀浆混合料上用直径 10 mm 左右的细棍划出一道划痕，若划痕马上被淹没，则稠度偏稀；若划痕不消失且划开材料松散，则过稠或已破乳；若划痕在 3 s~5 s 后被覆盖并逐渐消失，则稠度适中。反光观察法：迎着阳光照射方向观察刚摊铺的稀浆混合料，若表面有大面积亮光的反光带，则混合料的稠度偏稀；若表面干涩，没有反光，则混合料偏稠；若表面对日光呈现漫反射，则稠度适中。

## 7.4 工程质量检验

复合式封层工程质量检验标准应符合表 9 的规定。

表 9 复合式封层的工程质量检验标准

检测项目		检测频率	规定值或允许偏差	检测方法
厚度 (mm)	平均值	5个断面/km	$\geq$ 设计值 <sup>a</sup>	JTG 3450 T0912
渗水系数 (ml/min)		每 1 500 m <sup>2</sup> 测 1 处	$\leq$ 10	JTG 3450 T0971
纵向接缝高差 (mm)		每 100 m 测 1 处	$\leq$ 6	3m直尺法
抗滑性能	摆值F <sub>b</sub> (BPN)	每 1 500 m <sup>2</sup> 测 1 处	符合设计要求	摆式仪: JTG 3450 T0964
	构造深度 (mm)			铺砂法: JTG 3450 T0961
宽度 (mm)	—	每 100 m 测 1 处	$\geq$ 设计值	钢卷尺法
<sup>a</sup> 复合式封层厚度设计值可按各层最大公称粒径之和乘以 0.8 计。				