

中国公路建设行业协会标准

T/CHCA XXX-XXXX

公路高黏橡胶沥青复合碎石封层 技术规程

Technical specification for highway high viscosity rubber asphalt

composite macadam seal

(征求意见稿)

XXXX-XX-XX 发布

XXXX-XX-XX 实施

中国公路建设行业协会 发布

中国公路建设行业协会标准

公路高黏橡胶沥青复合碎石封层
技术规程

Technical specification for highway high viscosity rubber asphalt

composite macadam seal

主 编 单 位：江苏建通绿色工程有限公司

合肥工业大学

泗洪县城市建设投资经营集团有限公司

江苏久嘉工程建设有限公司

淮安城市开发建设有限公司

前言

根据中国公路建设行业协会关于下达《公路隧道施工天然放射性监测与评价技术指南》等 21 项协会标准的编制通知（中路建协发〔2021〕22 号）的要求，由江苏建通绿色工程有限公司、合肥工业大学承担《公路高黏橡胶沥青复合碎石封层技术规程》的制定工作。

《公路高黏橡胶沥青复合碎石封层技术规程》本规程共分 7 章、5 个附录。主要内容包括：1 总则，2 术语和定义，3 材料，4 公路高黏沥青复合碎石封层设计，5 公路高黏沥青复合碎石封层施工，6 检验与评定，附录 A（规范性）高黏沥青复合碎石封层试验路段实施方法，附录 B（规范性）改良摆式仪检测方法，附录 C（规范性）碎石封层密封渗水法，附录 D（规范性）碎石封层现场密度检测法，附录 E（规范性）改良探地雷达厚度检测法。

请各有关单位在执行过程中，将发现的问题和意见，函告本规程日常管理组，联系人刘凯（地址：安徽省合肥市屯溪路 193 号合肥工业大学，邮编：230009，手机：13856487136，电子邮箱：1321097095@qq.com），以便下次修订时参考。

目录

1 总则	1
2 术语和定义	1
3 材料	2
3.1 一般规定	2
3.2 高黏沥青	2
3.3 集料与填料	2
4 公路高黏沥青复合碎石封层设计	2
4.1 路况调查	3
4.2 路况评价	3
4.3 高黏沥青复合碎石封层组成设计	3
5 公路高黏沥青复合碎石封层施工	5
5.1 一般规定	5
5.2 装置	5
5.3 施工准备	5
5.4 施工面处理	6
5.5 施工	6
6 检验与评定	7
6.1 一般规定	7
6.2 高黏沥青防水层检验与评定要求	8
6.3 撒布主层石料检验与评定要求	8
6.4 高黏沥青-嵌缝料撒布层检验与评定要求	8
附录 A (规范性) 高黏沥青复合碎石封层试验路段实施方法	10
附录 B (规范性) 改良摆式仪检测方法	11
附录 C (规范性) 碎石封层密封渗水法	13
附录 D (规范性) 碎石封层现场密度检测法	14
附录 E (规范性) 改良探地雷达厚度检测法	16

1 总则

- 1.0.1 为了指导公路高黏沥青复合碎石封层的设计与施工,提高高黏沥青复合碎石封层的施工质量,弥补高黏沥青复合碎石封层工程技术的空白,编制本文件。
- 1.0.2 本《标准》适用于各等级公路高黏沥青复合碎石封层的设计、施工和质量检验与评定。
- 1.0.3 高黏沥青复合碎石封层适用于:
- 1 公路沥青路面预防性养护上封层;
 - 2 各个等级公路新建、改建沥青路面工程的下封层和应力吸收层;
 - 3 水泥混凝土面板(含隧道路面)与沥青混凝土层、桥面水泥混凝土铺装层与沥青混凝土层及旧沥青路面与加铺沥青层间的封层。
- 1.0.4 除应符合本规程的规定外,尚应符合有关法律、法规及国家、行业现行有关标准的规定。

2 术语和定义

2.0.1 高黏沥青 high viscosity asphalt

由废旧胶粉改性的具有高黏性的特种沥青。

2.0.2 沥青碎石封层 chip seal

采用专用设备将集料及沥青结合料撒铺在路面上,经压实机械碾压后再下承层形成的单层沥青碎石层。

2.0.3 沥青同步碎石封层 synchronous chip seal

采用同步碎石封层车将符合技术要求的集料及沥青结合料同步撒铺在下承层上,经压实机械碾压后再下承层顶面形成的单层沥青层。

2.0.4 沥青复合碎石封层 composite chip seal

将单一粒径的石料均匀的满铺在沥青层上,用压路机进行嵌挤碾压,沥青被挤压到石料高度的约3/4,石料嵌锁形成后构成的多层支撑性结构。

2.0.5 高黏沥青复合碎石封层 high viscosity asphalt composite chip seal

由高黏沥青作为粘结剂,在半刚性基层或原路面上铺筑的复合碎石封层结构,包括高黏沥青嵌缝层和高黏沥青封层面层两部分,施工完毕后,可直接通车使用。

2.0.6 高黏沥青防水层 high viscosity asphalt waterproof layer

为了防止雨水、雪水渗入路体,以及其他用水对路体造成破坏,在半刚性基层或原路面上洒布一定厚度的高黏沥青,作为防水层。

2.0.7 碎石撒布量 aggregate spraying quantity

撒布在单位面积(m^2)上的碎石质量(kg)。

2.0.8 沥青撒布量 asphalt spraying quantity

洒布在单位面积 (m^2) 上的沥青胶结料的质量 (kg)。

3 材料

3.1 一般规定

3.1.1 高黏沥青复合碎石封层的材料包括集料、沥青等。选择集料料源时，首先质量应符合要求，其次应因地制宜，尽量做到就地取材。

3.1.2 材料出厂应有质量检验单，材料到场后应逐批逐次进行检验验收，经检测合格后才可使用。

3.1.3 拌和站集料堆放场地应硬化、排水畅通，料仓应设防雨棚；不同料源、品种、规格的集料不应混杂堆放。

3.1.4 高黏沥青装车时，应使用滤网将杂物过滤，防止堵塞同步碎石封层车的喷嘴。

3.1.5 各种材料应设置标示牌，标示内容应包括材料名称、规格、用途、产地等。

3.1.6 高黏沥青储存罐应专不同品种的沥青不应混用储存罐

3.2 高黏沥青

3.2.1 高黏沥青应在生产后 24h 内使用。当需储存时，应将成品高黏沥青的温度降低至 $145^{\circ}\text{C} \sim 155^{\circ}\text{C}$ ，储存时间不应超过 3d，储存罐应有搅拌装置持续搅拌。再次使用前必须检验合格后方可使用。

3.2.2 高黏沥青复合碎石封层采用高黏沥青作为沥青结合料。高黏沥青的技术要求应符合表 1 的规定。

表 3 高黏沥青技术要求

指标	单位	技术要求	试验方法
针入度 (25°C , 100g, 5s)	0.1mm	40~60	T 0604
软化点 (环球法)	$^{\circ}\text{C}$	≥ 65	T 0606
运动粘度 (177°C)	Pa·s	3.0~5.0	T 0625
延度 (5°C)	cm	≥ 25	T 0605
弹性恢复 (25°C)	%	≥ 80	T 0662

3.3 集料与填料

粗集料、细集料及填料的技术要求应符合现行标准《公路沥青路面施工技术规范》(JTG F40) 的有关规定的有关规定。

4 公路高黏沥青复合碎石封层设计

4.1 路况调查

4.1.1 旧路路况调查应符合现行标准《公路沥青路面设计规》（JTG D50）中的相关规定。

4.1.2 采用取芯的方法对旧路进行调查可以更加直观地解释路面各层的厚度、完整性、基层整体性状况、层间连续状况、成型情况等，可以更加清晰地反映旧路基层状况，根据实际路面的状况选取多个具有代表性的位置进行钻芯取样。

4.2 路况评价

4.2.1 旧路路况评价符合现行标准《公路技术状况评定标准》（JTG H20）中的相关规定。

4.2.2 旧路的损坏状况评价可以根据沥青路面和水泥混凝土路面分成两种评价方法：

1 旧沥青路面损坏状况评价标准可以根据路面状况指数（PCI），将道路路面损坏状况分为优良、中、次、差四个等级，相应的评价标准应符合表 4 的规定。

表 4 旧沥青路面损坏状况评价标准

评价标准	优良			中		
	快速路	主干路/次干路	支路	快速路	主干路/次干路	支路
PCI	[90, 100]	[85, 100]	[80, 100]	[75, 90]	[70, 85]	[65, 80]
评价标准	次			差		
PCI	[65, 75]	[60, 70]	[60, 65]	[0, 65]	[0, 60]	[0, 60]

2 旧混凝土路面的损坏状况应采用断板率和平均错台量两项指标评定，共分为优良、中、次、差四个等级，其分级标准如表 5 所示。

表 5 旧混凝土路面损坏状况评价标准

等级	优良	中	次	差
断板率 DBL(%)	≤5	5~10	10~20	>20
平均错台量 (mm)	≤3	3~7	7~12	>12

4.3 高黏沥青复合碎石封层组成设计

4.3.1 公路高黏沥青复合碎石封层可用于不同等级的新建或改建公路，其结构层位如图 1 所示。

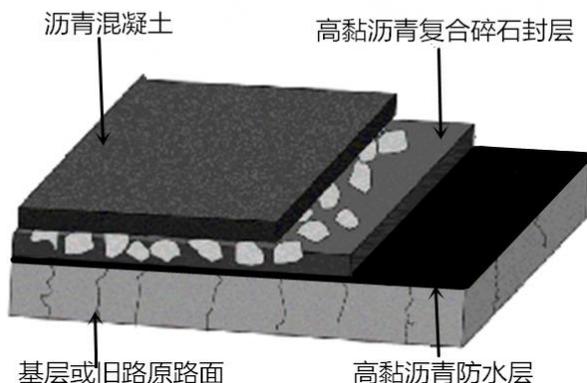


图 1 公路高黏沥青复合碎石封层结构层位示意图

4.3.2 根据路况评定结果，将评定为优良的旧路路况认定为一级路况；将评定为中的旧路路况认定为二级路况；将评定为次和差的旧路路况统称为三级路况；新建道路视为三级路况。以此将路况进行三级分级。

4.3.3 公路高黏沥青复合碎石封层设计主要包括按等级分的碎石封层厚度设计与路面结构组合设计。

4.3.4 公路高黏沥青混凝土面层厚度应与混凝土最大公称粒径相匹配，最小压实厚度不宜小于混凝土公称最大粒径的 3 倍，公路高黏沥青复合碎石封层最小厚度不宜小于 1.0 cm。

4.3.5 公路高黏沥青复合碎石封层结构厚度应根据 JTG D50 中新建或改建道路沥青路面结构厚度计算方法来确定。

4.3.6 公路高黏沥青复合碎石封层材料规格和用量应符合表 6 的规定。

表 6 公路高黏沥青复合碎石封层材料规格和用量

规格和用量	4cm		5cm		6cm	
	规格	用量	规格	用量	规格	用量
第三遍嵌缝料	5-10	6-8	5-10	6-8	5-10	6-8
第三遍高黏橡胶沥青	—	1.0-1.4	—	1.0-1.4	—	1.4-2.0
第二遍嵌缝料	10-15	8-10	10-20	10-15	10-20	10-15
第二遍高黏橡胶沥青	—	1.4-1.8	—	1.6-2.2	—	1.6-2.2
第一遍嵌缝料	10-20	10-20	20-30	15-25	20-30	22-28
第一遍高黏橡胶沥青	—	1.6-2.0	—	1.8-2.4	—	1.8-2.4
撒布主层石料	20-30	20-30	30-40	30-40	30-50	40-50
高黏橡胶沥青防水层	—	1.8-2.4	—	2.0-2.6	—	2.4-3.0
高黏沥青总用量	6.0-7.4		6.6-8.4		7.4-9.4	
集料总用量	44-68		61-88		82-101	

注 1：集料规格至粒径（mm）范围。
注 2：用量单位：集料， $m^3/1000m^2$ ；高黏沥青， kg/m^2

4.3.7 公路高黏沥青复合碎石封层结构的形式根据旧路状况评定等级来确定，具体划分可参考表 7。

表 7 公路高黏沥青复合碎石封层结构推荐形式

路况等级	评价路况等级	复合封层结构+基层或旧路原路面（自上而下）	厚度：cm
一级路况	优良	第三遍嵌缝料；第三遍高黏沥青；第二遍嵌缝料；第二遍高黏沥青； 第一遍嵌缝料；第一遍高黏沥青；主层石料；高黏沥青防水层+基层 或旧路原路面	4
二级路况	中	第三遍嵌缝料；第三遍高黏沥青；第二遍嵌缝料；第二遍高黏沥青； 第一遍嵌缝料；第一遍高黏沥青；主层石料；高黏沥青防水层+基层 或旧路原路面	5
三级路况	次、差	第三遍嵌缝料；第三遍高黏沥青；第二遍嵌缝料；第二遍高黏沥青； 第一遍嵌缝料；第一遍高黏沥青；主层石料；高黏沥青防水层+基层 或旧路原路面	6

注 1：表 11 的所述的遍数，对应于表 8 中的遍数，其材料规格和用量按照表 8 执行。

5 公路高黏沥青复合碎石封层施工

5.1 一般规定

5.1.1 试验段的试验内容和要求执行应符合现行标准《公路沥青路面施工技术规范》（JTG F40）的有关规定。

5.1.2 公路高黏沥青复合碎石封层结构用于各种等级公路的新建和改建。

5.1.3 公路高黏沥青复合碎石封层结构施工的最低气温不宜低于 15℃，寒冷季节、大风降温等不能保证压实温时，不得铺筑公路高黏沥青复合碎石封层。

5.1.4 施工路段应设置施工标志、安全导向标志、指示牌及限速牌等交通标志，并派专人引导交通，禁止非施工人员和设备进入。

5.1.5 高黏沥青混凝土面层是采用高黏沥青作为胶结料，与密级配或间断级配矿质集料热拌生产、摊铺、碾压而成的高黏沥青混凝土面层。

5.2 装置

5.2.1 公路高黏沥青复合碎石封层施工所需主要设备包括：双钢轮压路机、轮胎压路机、装载机、洒水车、摊铺机、沥青同步封层车、运料车、高功率森林灭火鼓风机。

5.2.2 沥青同步封层车应包括沥青罐、取力装置、气压系统、液压系统、沥青洒布系统、加热系统、碎石撒布系统、电气控制系统和安全防护装置等。

5.2.3 沥青同步封层车各个装置和系统的具体要求，应符合 GB/T 2839 的相关规定。

5.3 施工准备

5.3.1 进行沥青路面施工之前，应对施工人员进行详细的培训和技术交底，同时，提前进行试验，保证工艺稳定。

5.3.2 铺筑公路高黏沥青复合碎石封层结构前，应认真检查原路面的路况。旧沥青面层必须清洗或铣刨后方可铺筑公路高黏沥青复合碎石封层结构。

5.3.3 水泥混凝土表面由工人一字排开用竹帚或用机械钢丝刷进行全面清扫，再用2~3台森林灭火鼓风机将浮灰吹净，使表面集料颗粒部分外露。喷洒前要遮挡防护路缘石及人工构造物避免污染。

5.3.4 在洒布高黏沥青前，应注意检查：

1 空气温度和地面温度都不得低于15℃，如达不到条件，应采取有效措施进行优化施工工艺（需增加工程措施费），确保高黏沥青与下承层、撒布集料之间粘结；

2 下承层须干燥，路缘石须防护良好；

4 需用的设备须进入待命状态。

5.3.5 公路高黏沥青复合碎石封层结构前，基层必须清扫干净。当需要安装路缘石时，应在路缘石安装完成后施工，路缘石应予遮盖。

5.3.6 公路高黏沥青复合碎石结构施工前宜在下承层表面宜铺洒一层高黏沥青防水层。规定如下：

1 准备喷洒沥青的工作面，应整洁无尘埃，路面有脏物时应清理干净。当粘有土块时应用水刷净，待表面干燥后喷洒。

2 洒布沥青材料的气温不应低于15℃，风速适度。浓雾或下雨路面潮湿时不应施工。

3 沥青洒布设备应配备有适用于不同稠度沥青喷洒用的喷嘴，在沥青洒布机喷洒不到的地方可采用手工洒布机。喷洒超量或漏洒或少洒的地方应予纠正。

4 喷洒高黏沥青防水层沥青时，采用沥青洒布车一次性喷洒均匀，喷油管宜与路表面形成约90°角，并有适当高度。

5 喷洒高黏沥青防水层后，在未进行高黏沥青复合碎石封层之前，应严禁车辆通过。

5.4 施工面处理

5.4.1 一级路况下，当公路高黏沥青复合碎石封层结构用于旧水泥混凝土路面加铺时，旧水泥混凝土路面表面应作铣刨拉毛处理，清除浮灰和浮浆，尽量使基面集料颗粒能部分外露，并确保基面的粗糙、干燥，除去过高的突出部位，并清扫干净。

5.4.2 一级路况下，公路高黏沥青复合碎石封层结构施工前应进行认真的清理。施工人员先用扫帚全面清扫下承层表面，再用2~3台森林灭火鼓风机沿纵向排成斜线将浮灰吹净。若不能达到“除净”的要求，则用水冲洗，清除下承层表面的浮灰和污物。待路面彻底干燥后，方可施工。

5.4.3 二级路况下，按照施工参数，采用微裂式破碎，从中间车道往两侧破碎施工，与土路肩紧挨的硬路肩板块横向0.5m不应击打，依靠其他位置的击打能量，达到破裂效果。

5.4.4 二级路况下，破碎后清扫表面被打碎的凹槽碎块，表面碎屑，浮尘等。

5.4.5 三级路况下，混凝土路面边角破损严重或者路面开裂较宽裂缝，用切割机切除破损部分。

5.4.6 三级路况下，在碎石化之前将道路两侧路肩挖至原路面下，碎石化过程根据实际情况调整，破碎后对破碎后的路面进一步压实。

5.4.7 三级路况下，清理表面的碎石，石屑。若不能达到“除净”的要求，则用水冲洗，清除下承层表面的浮灰和污物。待路面彻底干燥后，方可施工。

5.5 施工

5.5.1 第一层碎石封层施工

1 高黏橡胶沥青同步封层车进行第一遍同步碎石封层的喷撒施工时,碎石规格、撒布量和沥青规格、洒布量根据高黏沥青复合碎石封层设计方案选用,同步封层车行驶速度范围为 5-15km/h。集料均匀后应立即用 8-12t 双钢轮压路机进行碾压,双钢轮压路机碾压速度范围为 3-5km/h,轮迹应重叠轮宽的 1/2 左右,先振后静,在高油温($\geq 175^{\circ}\text{C}$)下振动碾压 3-4 遍,随后在低油温($\leq 140^{\circ}\text{C}$)条件下静压 2-4 遍(速度 2~3km/h),直至稳定为止。

2 碾压时应随压随扫,并使嵌缝料均匀嵌入。当气温较高使碾压过程中发生较大推移现象时,应立即停止碾压,待气温稍低时再继续碾压。

5.5.2 第二层碎石封层施工

1 高黏橡胶沥青同步封层车进行第二遍同步碎石封层的喷撒施工时,碎石规格、撒布量和沥青规格、洒布量根据高黏沥青复合碎石封层设计方案选用,同步封层车行驶速度范围为 5-15km/h。集料均匀后应立即用 8-12t 双钢轮压路机进行碾压,双钢轮压路机碾压速度范围为 3-5km/h,轮迹应重叠轮宽的 1/2 左右,先振后静,在高油温($\geq 175^{\circ}\text{C}$)下振动碾压 3-4 遍,随后在低油温($\leq 140^{\circ}\text{C}$)条件下静压 2-4 遍(速度 2~3km/h),直至稳定为止。

2 碾压时应随压随扫,并使嵌缝料均匀嵌入。当气温较高使碾压过程中发生较大推移现象时,应立即停止碾压,待气温稍低时再继续碾压。

5.5.3 第三层碎石封层施工

1 高黏橡胶沥青同步封层车进行第三遍同步碎石封层的喷撒施工时,碎石规格、撒布量和沥青规格、洒布量根据高黏沥青复合碎石封层设计方案选用,同步封层车行驶速度范围为 5-15km/h。集料均匀后应立即用 8-12t 双钢轮压路机进行碾压,双钢轮压路机碾压速度范围为 3-5km/h,轮迹应重叠轮宽的 1/2 左右,先振后静,在高油温($\geq 175^{\circ}\text{C}$)下振动碾压 3-4 遍;随后采用 25t 以上胶轮压路机进行复压,胶轮压路机碾压速度为 4km/h,低油温($\leq 140^{\circ}\text{C}$)条件下静压 2-4 遍;最后,双钢轮压路机在低油温($\leq 125^{\circ}\text{C}$)条件下静压 2-4 遍(速度 2~3km/h)。

2 碾压时应随压随扫,并使嵌缝料均匀嵌入。当气温较高使碾压过程中发生较大推移现象时,应立即停止碾压,待气温稍低时再继续碾压。

5.5.4 第四层碎石封层施工

1 高黏橡胶沥青同步封层车进行第四遍同步碎石封层的喷撒施工时,碎石规格、撒布量和沥青规格、洒布量根据高黏沥青复合碎石封层设计方案选用,同步封层车行驶速度范围为 5-15km/h。集料均匀后应立即用 8-12t 双钢轮压路机进行碾压,双钢轮压路机碾压速度范围为 3-5km/h,轮迹应重叠轮宽的 1/2 左右,先振后静,在高油温($\geq 175^{\circ}\text{C}$)下振动碾压 3-4 遍;随后采用 25t 以上胶轮压路机进行复压,胶轮压路机碾压速度为 4km/h,低油温($\leq 140^{\circ}\text{C}$)条件下静压 2-4 遍;最后,双钢轮压路机在低油温($\leq 125^{\circ}\text{C}$)条件下静压 2-4 遍(速度 2~3km/h)。

2 碾压时应随压随扫,并使嵌缝料均匀嵌入。当气温较高使碾压过程中发生较大推移现象时,应立即停止碾压,待气温稍低时再继续碾压。碾压完成后便可立即开放交通。

5.5.5 面层施工应符合现行标准《公路沥青路面施工技术规范》(JTG F40)的有关规定。

6 检验与评定

6.1 一般规定

6.1.1 本文件规定的技术要求是公路高黏沥青复合碎石封层质量管理和验收的依据。

6.1.2 质量检验包括沥青同步碎石封层车的标定与检查、沥青与集料的标准试验、施工过程中的质量管理和检查以及施工完毕后的路用性能检验。

6.1.3 高等级公路宜在高黏沥青复合碎石封层上加铺沥青混凝土面层，低等级公路无需加铺沥青混凝土面层，待高黏沥青复合碎石封层施工完成后，可直接通车。高黏沥青复合碎石封层加铺改造质量检验评定由下到上，依次进行检验评定。

6.2 高黏沥青防水层检验与评定要求

高黏沥青复合碎石封层施工前应先洒布一层高黏沥青防水层，高黏沥青防水层检验与评定要求见表8。

表8 高黏沥青防水层检验评定要求

检验项目	检验方法	规定值	评定结果
渗水性	渗水试验仪：每200m测1处	渗水系数 (ml/min) : ≤70	合格
		渗水系数 (ml/min) : >70	不合格

6.3 撒布主层石料检验与评定要求

撒布主层石料检验与评定要求见表9。

表9 撒布主层石料检验与评定要求

项目	规定值	检查方法和频率
摩擦系数	满足设计要求	摆式仪：每200m测1处 横向力系数测定车：全线连续检测
脱落损失率 (%)	≤4%	比值法：单位平方米的脱落颗粒质量占单位平方米的总主层石料的比值
厚度 (mm)	≤设计层厚	直尺：200m测1点

6.4 高黏沥青-嵌缝料撒布层检验与评定要求

高黏沥青-嵌缝料撒布层检验与评定要求见表10。

表10 高黏沥青-嵌缝料撒布层检验与评定要求

项目	规定值	评定结果	检查方法和频率
摩擦系数	满足设计要求	合格	改良摆式仪检测方法：符合附录B的相关规定 横向力系数测定车：全线连续检测
	不满足设计要求	不合格	
嵌缝料损失率 (%)	≤4%	合格	比值法：单位平方米的脱落颗粒质量占单位平方米的

	<4%	不合格	总嵌缝料的比值
渗水系数 (ml/min)	≤150	合格	碎石封层密封渗水法: 符合附录 C 的相关规定
	>150	不合格	
压实度 (%)	≥实验室标准密度的 96%	合格	碎石封层现场密度检测法: 符合附录 D 的相关规定
	≥试验段密度的 98%	合格	
	其他	不合格	
厚度 (cm)	≥实验室标准厚度	合格	改良探地雷达厚度检测法: 符合附录 E 的相关规定
	≥试验段厚度	合格	
	其他	不合格	

附录 A（规范性） 高黏沥青复合碎石封层试验路段实施方法

A.1 适用范围

- A.1.1 本方法适用于高黏沥青复合碎石封层试验路段的铺筑。
- A.1.2 同步碎石封层试验路段的铺筑也可以参照本方法。

A.2 准备工作

- A.2.1 试验段铺筑之前应对同步碎石封层车的温度、沥青洒布量和碎石撒布量等进行标定。
- A.2.2 试验路段应在施工路段内选取，应选择合适路段铺筑试验段，试验段的长度不小于 200m。
- A.2.3 试验路段开始前，承包人应提交试验路实施方案，报监理人审核，经发包人批准后执行。

A.3 工作内容

- A.3.1 根据试验路段铺设情况，得到每一层沥青洒布量和碎石撒布量。
- A.3.2 沥青同步碎石封层车行走速度、沥青温度、沥青喷嘴高度与角度等参数。
- A.3.3 压路机碾压速度、次数。
- A.3.4 每一作业面合适长度。
- A.3.5 确定接缝处理方案。
- A.3.6 沥青同步碎石封层车工作效率与其它辅助机械设备是否匹配。

A.4 试验路的实施

A.4.1 试验段施工应由发包人、监理人、承包人共同参加，及时商定有关事项，明确试验目的与内容。施工完成后，施工承包人应就各项试验内容提出完整的试验路段施工、检测报告，提出相应的改进建议，报监理人批准。涉及修改设计内容的，应经设计单位同意。

附录 B（规范性） 改良摆式仪检测方法

B.1 适用范围

- B.1.1 本方法适用于高黏沥青复合碎石封层摩擦系数的测定。
- B.1.2 水泥混凝土路面摩擦系数的测定可参照本方法。

B.2 器具与材料

B.2.1 指针式摆式仪的形状及结构应符合标准《公路路基路面现场测试规程》（JTG 3450-2019）的有关规定，测试时由人工通过指针在度盘上直接读值，摆值最小刻度为 2。

B.2.2 橡胶片：尺寸为 6.35mm×25.4mm×76.2mm，橡胶质量应符合 JTG 3450-2019 中图表 0964-1 要求。当橡胶片使用后，端部在长度方向上磨耗超过 1.6mm 或边缘在宽度方向上磨耗超过 3.2mm，或有油类污染时，即应更换新橡胶片。新橡胶片应先在干燥路面上测试 10 次后再用于测试，橡胶片的有效使用期自出厂日期起算为 12 个月。

- B.2.3 滑动长度量尺：长度 126mm。
- B.2.4 卷尺。
- B.2.5 喷水壶。
- B.2.6 红外测温枪：分度不大于 1℃。
- B.2.7 其它：毛刷或扫帚、记录表格等。

B.3 方法与步骤

B.3.1 检查指针式摆式仪的调零灵敏情况，并定期进行滑块压力的标定。

B.3.2 选择测试位置，每个测试位置布设 3 个测点，测点间距离为（3~5）m，以中心测点的位置表示该测试位置。测试位置应选在车道横断面上轮迹处，且距路面边缘不应小于 1m。

B.3.3 用扫帚或其他工具将测点处路面上的浮尘或附着物打扫干净。

B.3.4 将指针式摆式仪置于路面测点上，并使摆的摆动方向与行车方向一致。

B.3.5 移动底座上的调平螺栓，使水准泡居中。

B.3.6 放松紧固旋钮，转动升降旋钮，使摆升高并能自由摆动，然后旋紧紧固旋钮。

B.3.7 将摆固定在右侧悬臂上，使摆处于水平位置，并把指针拨至右端与摆杆贴紧。

B.3.8 右手按下释放开关，使摆向左带动指针摆动，当摆达到最高位置后刚开始下落时，用左手将摆杆接住，此时指针应指零。

B.3.9 指针若不指零，通过转动松紧调节螺母进行调整后，重复 B.3.2.3.1-B.3.2.3.3 的步骤，直至指针指零，调零允许误差为±1。

B.3.10 让摆处于自然下垂状态，松开固定旋钮，转动升降旋钮使摆下降，直到橡胶片长边下缘轻轻触地，用卷尺分别量取橡胶片长边下缘与摆锤旋转中心的水平距离和地面与摆锤旋转中心的垂直距离，计算出符合标准滑动长度时的地面与摆锤旋转中心的垂直距离，地面与摆锤旋转中心的垂直距离按式（B.1）计算：

$$S = 2\sqrt{X^2 + Y^2 - H^2} \dots\dots\dots (B.1)$$

式中：

S——标准滑动长度的数值，单位为毫米（mm）；

X ——摆锤自然下垂时，橡胶片长边下缘与摆锤旋转中心的水平距离的数值，单位为毫米（mm）；

Y ——摆锤自然下垂时，地面与摆锤旋转中心的垂直距离，单位为毫米（mm）；

H ——地面与摆锤旋转中心的垂直距离，单位为毫米（mm）；

B. 3. 11 松开固定旋钮，转动升降旋钮使摆下降，并提起举升柄使摆向左侧移动，然后放下举升柄使橡胶片长边下缘轻轻触地，在边侧紧靠橡胶片摆放滑动长度量尺，使量尺左端对准橡胶片触地下缘；再提起举升柄使摆向右侧移动，然后放下举升柄使橡胶片下缘轻轻触地，检查橡胶片下缘是否与滑动长度量尺的右端齐平。若齐平，则说明橡胶片两次触地的距离（滑动长度）符合 $126\text{mm} \pm 1\text{mm}$ 的要求。左右两次橡胶片长边边缘应以刚刚接触路面为准，不可借摆的力量向前滑动，以免标定的滑动长度与实际不符。

B. 3. 12 橡胶片两次触地与量尺两端若不齐平，重复步骤 B. 3. 2. 4. 1-B. 3. 2. 4. 2，直至滑动长度符合 $126\text{mm} \pm 1\text{mm}$ 的要求。

B. 3. 13 后续数据处理及报告应符合标准《公路路基路面现场测试规程》（JTG 3450-2019）的有关规定。

附录 C（规范性） 碎石封层密封渗水法

C.1 适用范围

C.1.1 本方法适用于高黏沥青复合碎石封层渗水系数的现场测定。

C.2 器具与材料

C.2.1 路面渗水仪的形状及尺寸应符合标准《公路路基路面现场测试规程》（JTG 3450-2019）的有关规定。上部盛水量筒由透明有机玻璃制成，容积 600mL，上有刻度，在 100mL 及 500mL 处有粗标线，下方通过 $\Phi 10\text{mm}$ 的细管与底座相接，中间有一开关。量筒通过支架联结，底座下方开口内径 $\Phi 150\text{mm}$ ，外径 $\Phi 220\text{mm}$ ，仪器附不锈钢圈压重两个，每个质量约 5kg，内径 $\Phi 160\text{mm}$ 。

C.2.2 中空钻头：钻头内径为 $\Phi 150\text{mm}$ ，高度为 10cm，主要用于钻入高黏复合碎石封层中，一方面防止水横向流出导致渗水系数过大，另一方面用于密封。

C.2.3 水筒及大漏斗。

C.2.4 秒表。

C.2.5 其它：水、粉笔、塑料圈、扫帚等。

C.3 方法与步骤

C.3.1 测试位置的选择应符合标准《公路路基路面现场测试规程》（JTG 3450-2019）的有关规定，随机选择 3 个测点，并用粉笔画上测试标记。

C.3.2 试验前，首先用扫帚清扫表面，并用刷子将路面表面的杂物刷去。

C.3.3 新建高黏沥青符合碎石封层的渗水试验宜在高黏沥青复合碎石封层碾压成型后，并在通车至少 24 小时后进行。

C.3.4 通过钻机或其它方式，将中空钻头钻入高黏橡胶沥青复合碎石封层中，直至刀片钻入原路面或路基中。

C.3.5 将渗水仪放在路面表面的测点上，注意使渗水仪的中心尽量和中空钻头中心重合，然后略微使劲将渗水仪压在中空钻头上，再将配重加上，以防压力水从底座与路面间流出。

C.3.6 将开关及排气孔关闭，向量筒中注水超过 100mL 刻度，然后打开开关和排气孔，使量筒中的水下流排出渗水仪底部内的空气，当量筒中水面下降速度变慢时，用双手轻压渗水仪使渗水仪底部的气泡全部排出，当水自排气孔顺畅排出时，关闭开关和排气孔，并再次向量筒中注水至 100mL 刻度。

C.3.7 将开关打开，待水面下降至 100mL 刻度时，立即开动秒表开始计时，计时 3min 后立即记录水量，结束试验；当计时不到 3min 水面已下降至 500mL 时，立即记录水面下降至 500mL 时的时间，结束试验。当开关打开后 3min 时间内水面无法下降至 500mL 刻度时，则开动秒表计时测试 3min 内渗水量即可结束试验。

C.3.8 测试过程中，如水从底座与密封材料间渗出，则底座与路面间密封不好，此试验结果为无效。关闭开关，在同一纵向位置沿宽度方向就近选择位置，重新按 C.3.4-C.3.7 测试。

C.3.9 重复 C.3.4-C.3.8 的步骤，测试 3 个测点的渗水系数。

C.3.10 后续数据处理及报告应符合标准《公路路基路面现场测试规程》（JTG 3450-2019）的有关规定。

附录 D (规范性) 碎石封层现场密度检测法

D.1 适用范围

D.1.1 本方法适用于高黏沥青复合碎石封层密度的现场测定。

D.2 器具与材料

D.2.1 路面渗水仪应符合标准《公路路基路面现场测试规程》(JTG 3450-2019)的有关规定。

D.2.2 路面取芯钻机。

D.2.3 天平:分度值不大于 0.1g。

D.2.4 密封盖板:直径应与路面取芯钻机的钻头内径尺寸一致,主要用于密封中空钻头底部。

D.2.5 高黏沥青罐:便于携带,可加热保温。

D.2.6 其它:卡尺、干抹布、毛刷、电吹风等。

D.3 方法与步骤

D.3.1 钻取路面芯样应符合标准《公路路基路面现场测试规程》(JTG 3450-2019)的有关规定。

D.3.2 钻孔取样应在路面完全冷却后进行,对高黏沥青复合碎石封层通常在第三天取样。

D.3.3 在钻芯完毕后,提出钻头前,应使用高黏沥青罐从钻孔缝隙中,往刀片周围灌入高黏沥青,待其冷却后,再提出钻头,尽量保证试件的完整性。

D.3.4 用密封盖板将钻头底部密封,用电吹风将试件烘干,将钻头放置到天平上,称取其质量,试件的烘干质量按式(B.1)计算:

$$M_1 = M - M_2 - M_3 \dots\dots\dots (B.1)$$

式中:

M ——钻头、密封盖板和试件的总质量,单位为克(g);

M_1 ——试件的烘干质量,单位为克(g);

M_2 ——密封盖板的质量,单位为克(g);

M_3 ——钻头的质量,单位为克(g)。

D.3.5 将密封灌水装置安在钻头上方,把钻头完全密封,往密封灌水装置中灌水,直至密封灌水装置中的气体完全排出,记录灌入水的体积,试件包括闭孔隙的体积按式(B.2)计算:

$$V_1 = V_2 - [V - V_3] \dots\dots\dots (B.2)$$

式中:

V ——灌入的水的总体积,单位为立方厘米(Dm^3);

V_1 ——试件包括闭孔隙的体积,单位为立方厘米(Dm^3);

V_2 ——钻头内部体积,单位为立方厘米(Dm^3);

V_3 ——密封灌水装置的内部体积,单位为立方厘米(Dm^3)。

D.3.6 试件的表观密度按式(B.3)计算:

$$\rho = M_1/V_1 \dots\dots\dots (B.3)$$

式中:

ρ ——试件的表观密度,单位为克每立方厘米(g/Dm^3)。

D.3.6 高黏沥青复合碎石封层的压实度按式(B.4)计算:

$$K = \frac{\rho}{\rho_0} \times 100 \dots\dots\dots (B.4)$$

式中：

K ——高黏沥青复合碎石封层的压实度，单位为百分号（%）；

ρ_0 ——高黏沥青复合碎石封层的实验室或试验段标准密度，单位为克每立方厘米（g/Dm³）。

D.3.7 本方法应报告测点位置（桩号、层位等）、实测密度、标准密度、压实度。测试路段压实度的平均值、标准差、变异系数以及代表值。

附录 E（规范性） 改良探地雷达厚度检测法

E.1 适用范围

- E.1.1 本方法适用于高黏沥青复合碎石封层厚度的现场测定。
- E.1.2 沥青路面面层厚度检测可参照本方法。

E.2 器具与材料

短脉冲雷达测试系统应符合标准《公路路基路面现场测试规程》（JTG 3450-2019）的有关规定。

E.3 方法与步骤

- E.3.1 准备工作应符合 JTG 3450-2019 中 T 0913-2019 的相关规定。
- E.3.2 测试步骤应符合 JTG 3450-2019 中 T 0913-2019 的相关规定。

E.3.3 由雷达波识别软件自动识别各层分界线，得到雷达波在各层中的双程走时 Δt 。根据该双程走时以及电磁波在路面材料中的传播速度，高黏沥青复合碎石封层厚度按照式 (E.1) 计算：

$$T = k \times v \times \frac{\Delta t}{2} \dots\dots\dots (E.1)$$

式中：

- T ——高黏沥青复合碎石封层厚度，单位为毫米（mm）；
- k ——修正系数；
- v ——电磁波在路面材料中的传播速度，单位为毫米每纳秒（mm/ns）；
- Δt ——雷达波在路面面层中的双程走时时间，单位为纳秒（ns）。

E.3.4 修正系数按照式 (E.2) 计算：

$$k = \varepsilon_{r1} / \varepsilon_{r2} \dots\dots\dots (E.2)$$

式中：

- ε_{r1} ——室内根据室内高黏沥青复合碎石封层实测厚度反算出的介电常数值；
- ε_{r2} ——室内根据短脉冲雷达测试系统测出的室内高黏沥青复合碎石封层的介电常数值。

E.3.5 室内根据室内高黏沥青复合碎石封层实测厚度反算出的介电常数值按照式 (E.3) 计算：

$$\varepsilon_{r1} = (v^2 \times \Delta t^2) / (4 \times H^2) \dots\dots\dots (E.3)$$

式中：

- H ——室内高黏沥青复合碎石封层实测厚度，单位为毫米（mm）。

E.3.6 室内根据短脉冲雷达测试系统测出的室内高黏沥青复合碎石封层的介电常数值按照式 (E.4) 计算：

$$\varepsilon_{r2} = [(1 + A_0 / A_m) / (1 - A_0 / A_m)]^2 \dots\dots\dots (E.4)$$

式中：

- A_0 ——雷达波在室内高黏复合碎石封层试件中的反射信号振幅；
- A_m ——雷达波在放置在室内高黏复合碎石封层试件下的钢板的全反射信号振幅。

E.3.7 测试路段的厚度平均值、标准差、厚度代表值的计算应符合标准《公路路基路面现场测试规程》（JTG 3450-2019）的有关规定。

E. 3. 8 本方法应报告测试路段信息（起止桩号、路面结构层材料类型等）、电磁波在路面材料中的传播速度、面层厚度、测试路段的厚度平均值、标准差、代表值。
