



中国工程建设标准化协会标准

Standard of China Association for Engineering Construction

Standardization

公路开普复合封层技术规范

Technical Specification for Highway Cape Seal

(征求意见稿)

中国工程建设标准化协会 发布

Issued by China Association for Engineering Construction

Standardization

中国工程建设标准化协会标准

Standard of China Association for Engineering Construction

Standardization

公路开普复合封层技术规程

Technical Specification for Highway Cape Seal

主编单位：广州快速交通建设有限公司

发布机构：中国工程建设标准化协会

施行日期：xx 年 xx 月 xx 日

人民交通出版社股份有限公司

XX 北京

前 言

根据中国工程建设标准化协会《关于印发〈2019 年第一批工程建设协会标准制订、修订计划〉的通知》（建标协字[2019]012 号）的要求，规范编制组在广泛调查研究，吸收国内外开普复合封层技术的最新研究成果，充分总结国内开普复合封层技术设计、施工和工程实践经验，参考有关国际标准和国外先进标准，并广泛征求意见基础上，制定本规程。

本规程的主要内容包括：总则、术语、基本规定、材料、组成设计、施工、施工质量管理与检测验收、附录。

本规程由中国工程建设标准化协会公路分会归口管理，由北京新桥技术发展有限公司负责具体技术内容的解释，在执行过程中如有意见或建议，请函告本规程日常管理组，中国工程建设标准化协会公路分会（地址：北京市海淀区西土城路 8 号；邮编：100088；电话：010-62079839；传真：010-62079983；电子邮箱：shc@rioh.cn），或北京新桥技术发展有限公司（地址：北京市海淀区西土城路 8 号，邮政编码：100088，电子邮箱：kj.lu@rioh.cn），以便修订时参考。

主 编 单 位：广州快速交通建设有限公司、北京新桥技术发展有限公司

参 编 单 位：广州市公路工程公司、山西喜跃发道路建设养护有限公司、广州展亚土木工程技术有限公司、长安大学

主 编：王海君、路凯冀

主要参编人员：

主 审：罗立峰

参与审查人员：

目录

1	总则	5
2	术语	6
3	基本规定	7
4	材料	9
4.1	一般规定	9
4.2	碎石封层	9
4.3	稀浆封层或微表处	10
5	组成设计	11
5.1	一般规定	11
5.2	碎石封层	11
5.3	稀浆封层或微表处	13
6	施工	15
6.1	一般规定	15
6.2	施工准备	15
6.3	碎石封层施工	16
6.4	稀浆封层或微表处施工	17
6.5	开放交通及其他	17
7	施工质量管理与检查验收	19
7.1	一般规定	19
7.2	施工前的材料与设备检查	19
7.3	试验段铺筑	21
7.4	施工过程中的质量管理与检查	22
7.5	交工验收阶段的工程质量检查与验收	23
附录 A	单位面积石料用量试验方法	24
附录 B	沥青与集料用量试验方法（平板试验）	25

1 总则

1.0.1 为规范并指导公路开普复合封层的设计、施工与验收,保障工程质量,特制定本规程。

1.0.2 本规程适用于三、四级公路新建、改扩建工程及各等级公路养护工程的公路开普复合封层。

1.0.3 公路开普复合封层施工应遵守国家安全生产、环保等相关法律法规。

1.0.4 公路开普复合封层的设计、施工和验收除应符合本规程的规定外,尚应符合国家及行业现行有关标准的规定。

2 术语

2.0.1 开普复合封层 cape seal

在单层碎石封层上摊铺稀浆封层或微表处后形成的一种沥青路面。

2.0.2 中值粒径 median particle size

碎石级配曲线中通过率为 50%所对应的粒径尺寸。

2.0.3 设计平均最小层厚 average least design dimension

通过理论计算获得的碎石封层设计平均最小厚度。

2.0.4 双层稀浆封层 double slurry seal

指稀浆封层按上、下两层形式进行组合。

2.0.5 同步碎石封层 synchronous aggregate seal

用专用设备即同步碎石封层车将碎石及结合料（改性沥青或改性乳化沥青）同步洒铺在路面上，经过压实机械的初步碾压后开放交通，在车辆荷载的自然轮碾下形成的路面封层。

3 基本规定

3.0.1 公路开普复合封层适用于路面整体结构良好、路面尚未出现严重病害的各等级公路沥青路面预防性养护，也可作为中、轻交通量的三、四级公路面层直接在基层或下面层上摊铺。

条文说明

用于公路沥青路面预防性养护时，开普复合封层适用于各等级公路，需要改善抗滑等使用性能的沥青路面，碎石封层+微表处适用于二级及二级以上公路，碎石封层+稀浆封层适用于二级及二级以下公路，其适用的各等级公路路况水平要符合表 3.0.1 的规定。

表 3.0.1 开普复合封层适用的各等级公路路况水平

路况指数	高速公路	一级及二级公路	三级及四级公路
PCI、RQI、RDI	≥80	≥75	≥70

3.0.2 对于公路养护工程应进行基础资料调查、路面技术状况检测、专项数据检测及施工图设计相关资料调查及分析等内容。

3.0.3 公路开普复合封层上部的稀浆封层或微表处可分细封层（I型）、中封层（II型）和粗封层（III型）三种类型。细封层成型厚度宜为 3.0~5.0mm，中封层成型厚度宜为 5.0~8.0mm，粗封层成型厚度宜为 8.0~10.0mm。

3.0.4 公路开普复合封层下部的碎石封层可采用公称粒径为 10.0~15.0mm、10.0~20.0mm 两种规格的集料。

3.0.5 公路开普复合封层根据下部碎石封层的粗细可分为两种，其结构组合类型与适用范围见表。

表 3.0.4 公路开普复合封层的组合类型与适用范围

公路开普复合封层类型	碎石封层类型	稀浆封层或微表处类型	厚度（mm）	适用范围
中型	10.0~15.0	I型	13.0	各等级公路沥青路面养护

		II型		
粗型	10.0~20.0	II型	19.0	各等级公路沥青路面养护；中、轻交通量的三、四级新建或改建
		III型		
		I型和II型双封层		
		II型和III型双封层		

条文说明

公路开普复合封层并不只是碎石封层和稀浆封层的简单叠加。稀浆封层在公路开普复合封层中所起的主要作用是渗透和填充，同时锁定碎石，碎石封层中结合料的主要作用是防水、稳固碎石，碎石的主要作用则是抵抗荷载、抗磨耗、提高路面的抗剪切滑移性能。

南非的开普复合封层主要由两种形式，一种是 13mm 碎石封层+ I 型或 II 型稀浆封层，适用于交通量较小路段；另一种是 19mm 碎石封层+ I 型和 II 型或 II 型和 II 型双封层，用于交通量较大路段。

澳大利亚沥青路面协会（AAPA）规定的 CAPE 封层下部碎石封层应使用 20mm 碎石，稀浆封层使用 II 型。国外开普复合封层所使用稀浆封层一般较细，其目的是让下层碎石凸出表面，以增加路面抗滑性能，同时借助稀浆混合料填补碎石空隙、锁定碎石。

本规程未推荐开普复合封层下部的碎石采用 5.0~10mm 粒径，原因是：一、碎石粒径较小时，抵抗路面开裂的效果较差，也不利于稀浆封层充分填充；二、南非、美国、澳洲等开普复合封层应用较为广泛的国家，经验是较粗粒径（一般大于 10.0mm）的开普复合封层使用效果较好。

旧路面开裂破损较为严重、采用橡胶沥青、交通量较大以及直接用作面层时，一般选用粗型。碎石封层结合料采用乳化沥青、旧路面裂缝较轻时一般选用中型。

双层稀浆封层或微表处一般用于高等级公路新建或者路面状况指数较低（PCI<70 时）时。稀浆封层一般用于低等级公路新建或路面状况指数较高（PCI>70 时）时。稀浆封层和微表处可以单层铺筑，也可以双层铺筑。稀浆封层双层工艺施工时，三种类型混合料型可以根据需要进行组合。

3.0.6 公路开普复合封层类型的选择应考虑下承层技术状况、石料种类、结合料种类等因素综合确定，其结合料类型的选择应按以下要求执行。

1 对交通量较大、交通荷载较重或其它技术要求较高的碎石封层，宜采用改性沥青或橡胶沥青。

2 稀浆封层结合料宜采用普通乳化沥青，微表处结合料宜采用改性乳化沥青；对开放交通时间、抗剥落性能、路面高低温性能有较高要求，以及高速公路、一级公路交通量较大或重交通路段应采用改性乳化沥青。

3.0.7 稀浆封层或微表处与碎石封层之间的粘层可采用改性乳化沥青或者乳化沥青。

4 材料

4.1 一般规定

4.1.2 本规程未明确的材料指标及要求应按现行《公路沥青路面施工技术规范》JTG F40 的相关规定执行。

4.2 碎石封层

4.2.1 碎石封层可选择乳化沥青、改性乳化沥青、道路石油沥青、SBS 改性沥青、橡胶沥青等作为沥青结合料，橡胶沥青的质量要求应符合现行《公路工程废胎胶粉橡胶沥青》(JT/T 798) 的相关规定，其他沥青的技术要求应符合现行《公路沥青路面养护技术规范》(JTG 5142) 的相关规定。

4.2.2 粗集料宜采用轧制的单一粒径碎石，集料应洁净、干燥，具有良好的强度和颗粒形状，具有良好的耐磨性能，宜采用玄武岩、辉绿岩，集料应经过反击（锤式）破碎，水洗风干或拌和楼烘干，其规格应符合表 4.2.2 要求，技术要求应符合现行《公路沥青路面养护技术规范》(JTG 5142) 的相关规定。

表 4.2.2 碎石封层集料规格要求

公称粒径 (mm)	通过下列筛孔 (mm) 的质量百分率 (%)					
	19.0	13.2	9.5	4.75	2.36	0.6
10~20	90-100	20-55	0-15	0-5	-	-
10~15	100	90-100	0-15	0-5	-	-

4.3 稀浆封层或微表处

4.3.1 稀浆封层或微表处采用的乳化沥青、改性乳化沥青的技术要求应符合现行《公路沥青路面施工技术规范》JTG F40 的相关规定。

4.3.2 稀浆封层或微表处应选择坚硬、粗糙、耐磨洁净的集料，采用 0-3mm、0-5mm 规格的石屑或机制砂，其技术要求应符合现行《公路沥青路面施工技术规范》JTG F40 的相关规定。

4.3.3 稀浆封层或微表处填料可采用矿粉、水泥、消石灰等，应干燥、疏松，无结团，并符合现行《公路沥青路面施工技术规范》JTG F40 的相关规定。

条文说明

水泥、消石灰等物对稀浆混合料的拌合时间有很大的影响，如果填料采用这些物质，必须经过试验，保证可拌合时间满足要求。

4.3.4 稀浆封层或微表施工时可掺入一定比例的水，并符合三类及三类以上水质标准。

4.3.5 稀浆封层或微表处可采用无机盐类添加剂、有机类添加剂等，添加剂的掺加不得对混合料性能产生不利影响，未经试验验证的添加剂不得在施工中采用。

条文说明

添加剂的主要作用是调节稀浆混合料可拌和时间、破乳速度、开放交通时间等施工性能，并在一定程度上改变混合料的路用性能。常用的添加剂包括无机盐类添加剂、有机类添加剂等。对于阳离子乳化沥青混合料，无机盐类添加剂一般会延长可拌和时间，延缓成型。

5 组成设计

5.1 一般规定

5.1.1 公路开普复合封层组成设计应在同类工程的经验教训进行调查的基础上，结合本工程实际情况进行。

5.1.2 公路开普复合封层应在配合比设计的基础上进行各种使用性能的检验。

5.2 碎石封层

5.2.1 碎石封层的粒径规格确定后，参考表 5.2.1 初选 2~3 种碎石撒布量，按附录 A 得到单位面积石料用量，根据选定的碎石撒布量及单位面积石料用量计算得到碎石撒布率，结合覆盖情况及 5.2.2 的理论设计结果确定适宜的撒布量。

表 5.2.1 公路开普复合封层下部碎石封层碎石撒布量

公称粒径 (mm)	碎石撒布量 (kg/m ²)
10.0~15.0	12.0~16.0
10.0~20.0	20.0~25.0

条文说明

碎石封层的碎石撒布量对开普复合封层施工质量有着重要影响。石料撒布量过低，将无法提供足够的层间内阻阻力，同时由于沥青膜缺乏保护，压路机或施工车辆碾压式会出现粘轮现象，以至于无法施工；石料洒撒布量过高，碎石会出现重叠现象，这部分石料的黏结力下降，而且上层的稀浆混合料也不易渗透和填充，影响上下结合料的结合，导致层间粘结力不足，因此碎石封层的石料撒布量必须适宜。根据经验，开普封层的碎石撒布量一般比普通碎石封层小约 10%，控制在 70.0%~80.0%，此时既有足够的碎石来抵抗上部荷载、耐磨耗，又给稀浆混合料充分填充提供了空间。

5.2.2 碎石撒布量按式 5.2.2-1 计算，沥青洒布量按下式 5.2.2-4 计算。

$$C = (1 - 0.4V) \times H \times G \times E \quad (5.2.2-1)$$

式中：

C ——碎石覆盖量 (kg/m^2)。

V ——松散石料的孔隙率 (%)，按公式 5.2.2-2 确定。

H ——设计平均最小层厚 (ALD,mm)，按公式 5.2.2-3 计算。

G ——石料毛体积相对密度。

E ——石料散失系数，反应碎石撒布后清扫、车辆行驶对碎石散失程度的影响，由设计者根据现场确定，可参考表 5.2.2-1 查取。

表 5.2.2-1 石料散失系数

公路等级	散失率 (%)	散失系数
二级及以下公路	5.0	1.05
二级公路	10.0	1.10
高速公路，一级公路	15.0	1.15

$$V = 1 - \frac{W}{1000 \times G} \quad (5.2.2-2)$$

式中：

V ——松散石料空隙率 (%)。

W ——石料松方密度 (kg/m^3)。

$$H = \frac{M}{1.139285 + 0.011506 \times FI} \quad (5.2.2-3)$$

式中：

H ——碎石的平均最小尺寸 (mm)。

M ——碎石的中值粒径 (mm)。

FI ——针片状含量 (%)。

$$B = \frac{0.40 \times H \times T \times V + S + A}{R} \quad (5.2.2-4)$$

式中：

B ——沥青洒布量 (L/m^2)。

T ——交通量影响系数，按表 5.3.2-3 查取。

S ——根据技术状况对有沥青洒布量所做调整，由设计者根据经验确定，可按表 5.3.2-3 查取 (L/m^2)。

A ——根据石料吸水率大小对沥青洒布量所做的调整。

R ——乳化沥青中蒸发残留物含量 (小于 1.0 的小数，热沥青取 1.0)。

表 5.3.2-2 交通量影响系数

日交通量/次	0.0~100	101.0~500.0	501.0~1000.0	1001.0~2000.0	>2000.0
交通量影响系数	0.85	0.75	0.7	0.65	0.60

表 5.3.2-3 碎石封层沥青用量调整

旧路面技术状况	沥青用量调整(L/m ²)
泛油	-0.04~-0.27
平整, 不渗水	0.00
轻微渗水, 表面老化	0.14
轻微麻面, 渗水, 表面老化	0.27
严重麻面, 渗水, 表面老化	0.4

条文说明

碎石封层配合比设计方法可分为经验法和理论法两类。不同国家和地区采用的方法不一, 但均可取得较为满意的结果。我国碎石封层设计方法主要采用经验法, 本规程引入 Mcleod 方法, 目的是为我国经验法提供参考, 实际的碎石封层配合比设计宜将经验和理论两种设计方法相结合, 综合各种影响因素确定设计结果。

5.2.3 碎石封层沥青用量宜在参考表 5.2.3 经验用量的基础上, 结合 5.2.2 的理论设计结果, 并综合材料特性、下承层技术状况、交通量以及气候特点等因素确定。

表 5.2.3 碎石封层的沥青用量

碎石粒径规格 (mm)	沥青用量 (kg/m ²)			
	普通沥青	SBS 改性沥青	橡胶沥青	改性乳化沥青
10-15	1.0-1.2	1.0-1.2	2.0-2.4	1.4-1.6
10-20	1.3-1.9	1.3-1.9	2.2-2.6	—

5.3 稀浆封层或微表处

5.3.1 稀浆封层或微表处混合料技术指标应满足表 5.3.1 的要求。

表 5.3.1 稀浆封层和微表处混合料技术要求

试验项目	单位	微表处	稀浆封层	试验方法
可拌和时间 (25℃)	s	≥120	≥120 ^[1]	T 0757
稠度	cm	-	2~3	T 0751
粘聚力试验 ^[2]	30min	N. m	≥1.2	T 0754
	60min		≥2.0	

负荷车轮粘附砂量 ^[3]		g/m ³	≤450	≤450	T 0755
湿轮磨耗损失	浸水 1h	g/m ³	≤540	≤800	T 0752
	浸水 6d		≤800	--	
轮辙变形试验的宽度变化率		%	≤5	-	T 0756

注：1 对于 1h 内开放交通的稀浆封层，可拌合时间应大于 180 秒。

2 对于 1h 以上开放交通稀浆封层粘聚力试验指标不作要求。

3 负荷车轮粘附砂量试验，仅适用于高速公路。

5.3.2 根据公路开普复合封层的组合类型及使用要求确定稀浆封层或微表处类型，并按表 5.3.2 确定矿料目标级配。

表 5.3.2 矿料级配范围

筛孔	质量通过百分率 (%)		
	I型 (稀浆封层)	II型 (稀浆封层、微表处)	III型 (稀浆封层、微表处)
9.5	100	100	100
4.75	100	90~100	70~90
2.36	90~100	65~90	45~70
1.18	65~90	45~70	28~50
0.6	40~65	30~50	19~34
0.3	25~42	18~30	12~25
0.15	15~30	10~21	7~18
0.075	10~20	5~15	5~15

条文说明：

微表处混合料按矿料公称最大粒径不同，可分为II型和III型。稀浆封层混合料按照矿料公称最大粒径的不同，分为I型、II型和III型。

5.3.3 稀浆封层矿料级配及沥青用量符合现行《公路沥青路面施工技术规范》JTG F40 的相关规定。

条文说明

稀浆封层填料的掺加量通过混合料设计试验确定，矿粉的主要作用是改善矿料级配，水泥、消石灰等具有化学活性的填料的主要作用是调整稀浆混合料的可拌和时间、成浆状态和成型速度等。添加剂的种类与添加量通过混合料设计试验确定，其主要作用是调节稀浆混合料的可拌和时间、破乳速度、成型与开放时间等施工性能，并在一定程度上改变混合料的路用性能。

6 施工

6.1 一般规定

6.1.1 公路开普复合封层施工应符合下列规定：

- 1 宜选择在干燥和较热的季节施工。
- 2 现场降雨、降雪或路面潮湿不得施工，摊铺后尚未成型混合料遇雨时应予铲除。
- 3 施工期间不应低于 15°C 和 10°C（碎石封层采用乳化沥青时）且施工 24h 内应无雨、连续 5 天平均气温不应低于 5°C。

条文说明

天气对开普复合封层质量有着重要的影响。温度过低，热沥青降温太快，乳化沥青破乳太慢，湿度过大，乳化沥青破乳也慢，尤其是湿度 $\geq 80\%$ 时，要慎重考虑乳化沥青施工能否进行，而刮风时也不宜进行沥青洒布作业，因此，

6.1.2 稀浆封层与碎石封层施工应间隔一定时间。碎石封层采用热沥青间隔时间宜为 2~7d，采用乳化沥青时宜为 1~3 周。

条文说明

稀浆封层与碎石封层施工之间间隔一定时间的目的是让碎石充分嵌入，乳化沥青完全成型。根据工程经验确定了稀浆封层与碎石封层施工的间隔时间。

6.2 施工准备

6.2.1 对于新建工程施工前应对下承层进行全面检测，质量应满足相关规定；对于养护工程施工前应对下承层进行调查和评定，并对下承层病害进行处理。

条文说明

原路面状况会对公路开普复合封层的使用效果和使用寿命产生显著影响、为此要求原路面有充足的结构强度，原路面的裂缝、坑槽等病害事先需要进行处理。公路开普复合封层一般用于沥青路面破损 PCI 为 60.0~80.0 的道路。

6.2.2 公路开普复合封层施工前应备足各种材料及配套机具，检查各施工设备，并对其进行调试和标定。

条文说明

公路开普复合封层施工一般需要配置同步碎石封层车(或碎石撒布车和沥青洒布车)、稀浆封层车、轮胎压路机、沥青运输车、装载机、自卸卡车、路面清扫车、强力吹风机等设备。

6.2.3 公路开普复合封层施工前应对道路两旁构筑物、路缘石等进行防污遮盖。

6.2.4 各种集料应分隔贮存，细集料应设防雨顶棚，料场及场内道路应作硬化处理，严禁泥土污染集料。

6.3 碎石封层施工

6.3.1 碎石封层施工除应符合下列规定外，尚应符合现行《公路沥青路面养护技术规范》(JTG 5142)的相关规定。

1 碎石封层宜采用同步碎石封层，也可采用异步碎石封层。当采用同步碎石封层时，应确保车速平稳，作业速度宜为 3~6km/h。当采用异步碎石封层时，沥青洒布应确保车速平稳，作业速度宜为 5~10km/h，碎石撒布应紧跟沥青洒布进行，两者间距以 5.0~10.0m 为宜，最远不超过 30.0m，如为乳化沥青，间距可适当加大，但必须保证乳化沥青破乳之前碎石撒布完毕。

2 在直线和不设超高的平曲线段，碎石封层应首先沿着路幅的外侧开始，然后逐渐向路幅内侧施工；设超高的平曲线段，碎石封层应首先沿着路幅的内侧开始，然后逐渐向路幅外侧施工。

3 施工过程中应对沥青雾化状态、沥青与碎石同步均匀性进行观测，如发现

喷嘴堵塞、碎石过多或过少，应立即停止施工，分析原因，采取措施，使其处于正常施工状态。

6.3.2 接缝处理应符合下列规定。

1 在施工缝及构造物两端的新旧路面及前后两侧喷洒时产生的接缝应搭接良好。

2 对于横缝，在施工初始前的新旧路面及前后两车喷洒时产生的接茬应搭接良好。横缝可采用对接法处理。在每段接茬处，用铁板或油毡纸横铺在本段起洒点前及终点后，其长度为 1~1.5m，以杜绝重复洒油，重复洒料的情况出现，避免影响平整度并杜绝油包出现。

3 对于纵缝，沥青洒布要保证行车直顺，在施工下一幅时，封层左侧石料的撒布应与上一幅右侧的石料对齐，保证纵缝对接良好接缝沥青重叠部分不得超过 10cm，避免泛油。

6.4 稀浆封层或微表处施工

6.4.1 稀浆封层或微表处施工除应符合下列规定外，尚应符合现行《公路沥青路面养护技术规范》(JTG 5142)的相关规定。

1 稀浆封层或微表处施工应综合考虑工期、气候、施工能力和材料供应等因素做好施工组织设计，并根据稀浆封层与碎石封层的间隔时间和天气选择适宜的施工日期。

2 施工前应对碎石封层进行检查，存在问题时应进行处理。摊铺前应采用清扫机对碎石封层进行清扫并洒水湿润。

3 采用双层稀浆封层摊铺时，首先摊铺的一层应至少在行车作用下成型 24h，确认已经成型后方可在上面再进行第二层摊铺。当采用轻型胶轮压路机碾压时，可根据实际情况缩短第一层的成型时间。

6.5 开放交通及其他

6.5.1 公路开普复合封层成型后，车辆碾压无明显轮迹时，可开放不大于 30.0km/h 的低速交通，期间应做好交通管制，严禁车辆掉头、急刹车以及畜力车、

铁轮车通行。

条文说明

大量试验和实践工作表明,开放交通时间是开普封层路用性能的重要影响因素,因此对开放交通时间要严格控制,开普封层上部结构稀浆封层固化成型前禁止车辆驶入,行人不得进去,严格管制交通。在此期间如人为造成稀浆封层局部损坏是要及时用稀浆修补,防止破坏面扩大。一般情况下上稀浆封层铺完 1h 内即可通车,但在交通量大、重型车辆多的路段,摊铺 0.5h 后用轮胎压路机碾压一遍效果更好,因为碾压后把封层中析出的水分挤出,提高了封层的密实度与强度,可以加快开放交通时间,提高封层的抗刹车能力,消除纵缝与横缝的不平。在开放交通初期,混合料虽然未达到最大强度,但在行车荷载作用下水分上浮成水膜,车辆不会将已破乳的沥青带起,因而可以开放交通,同时行车碾压会加速乳化沥青的进一步凝结,但这是混合料的强度还未完成形成,所以应对行驶车辆限速、禁止刹车、掉头等交通管制。

7 施工质量管理与检查验收

7.1 一般规定

7.1.1 公路开普复合封层施工应根据全面质量管理的要求,建立健全有效的质量保证体系,实行严格的目标管理、工序管理与岗位责任制度,对施工过程中各工序的质量进行检查、控制、评定,达到所规定的质量标准,确保施工质量。

7.1.2 公路开普复合封层施工应加强施工质量过程控制,加强工程质量动态管理,对施工过程中发现的质量问题,应及时反馈,并对工艺流程及设备配置进行相应的调整。

7.1.3 施工质量管理与检查验收应包括工程施工前、施工过程中的质量管理与质量控制,以及各施工工序自检交验的检查及的质量检查验收。

7.1.4 所有与工程建设有关的原始记录、试验检测及计算数据、汇总表格,应如实记录和保存。

7.2 施工前的材料与设备检查

7.2.1 工程开始前,应对材料的存放场地、防雨和排水措施进行确认。进场的各种材料的来源、品种、质量应与招标及提供的样品一致,不符合要求的材料不得使用。

7.2.2 施工前应对各种施工机械和设备进行调试,对机械设备的配套情况、技术性能、传感器计量精度进行认真检查、标定。

7.2.3 各种材料都应在进场前以“批”为单位,按表 7.2.3 规定的项目与频率进行检查,不符合本标准技术要求的材料不得进场。对各种矿料是以同一来源、同一次购入并运至生产现场的相同规格材料为一“批”;对沥青是指从同一来源、同一次购入且储入同一沥青罐的同一规格的沥青为一“批”。

表 7.2.3 材料进场时质量检查的项目与频率

材料类型	检查项目	检查频率
粗集料	外观(石料品种、含泥量等) 针片状颗粒含量	每批检测 1 次,当 1 批超过 500t 时每 500t 检测 1 次

	颗粒组成(筛分)	
	含水率 吸水率 密度 压碎值试验 洛杉矶磨耗值	必要时
细集料	颗粒组成(筛分) 砂当量 小于 0.075mm 含量	每批检测 1 次, 当 1 批超过 500t 时每 500t 检测 1 次
	密度 棱角性 含水率 亚甲蓝值 MBV	必要时
矿粉	外观 筛分 含水率	每批检测 1 次, 当 1 批超过 50t 时每 50t 检测 1 次
	密度 亲水系数 塑性指数 加热安定性	必要时
石油沥青	针入度 软化点 延度 老化性能	每批检测 1 次, 当 1 批超过 100t 时每 100t 检测 1 次 (老化性能每 500t 检测 1 次);
	密度 布氏旋转黏度 闪点 矿料黏附性	必要时
改性沥青	针入度 软化点 低温延度 老化性能	每批检测 1 次, 当 1 批超过 100t 时每 100t 检测 1 次 (老化性能每 500t 检测 1 次);
	离析试验 (对成品沥青) 布氏旋转黏度 弹性恢复 闪点 矿料黏附性	必要时
橡胶沥青	黏度 针入度 软化点 延度 弹性恢复	每批检测 1 次, 当 1 批超过 100t 时每 100t 检测 1 次;

乳化沥青、改性乳化沥青	蒸发残留物含量 蒸发残留物针入度 蒸发残留物延度 蒸发残留物软化点	每批检测 1 次，当 1 批超过 50t 时每 50t 检测 1 次
	水泥拌和试验筛上残留物 微粒粒子电荷 筛上剩余量 蒸发残留物溶解度 标准黏度 储存稳定性	必要时

注：“必要时”是指施工各方任何一个部门发现试验数据有异常波动，提出需要检查时，或是根据需要商定的检查频度。

7.2.4 对于沥青等重要材料，每一“批”都应在试验后留样封存，并记录其使用位置，留存数量不宜少于 4kg，留存时间应根据建设单位的要求确定，一般留存至交工验收结束。

7.2.5 试验路铺筑前，各种原材料试验结果、配合比设计结果，应向监理及建设单位提出正式报告，待取得批准后，方可使用。

7.3 试验段铺筑

7.3.1 正式施工前应铺筑试验段，试验段的规模应根据试验目的确定，通常为 200m~300m。试验段宜选在正线上铺筑。

7.3.2 公路开普复合封层试验段铺筑应包括下列试验内容。

- 1 确定每一作业面合适长度；
- 2 确定接缝处理方案；
- 3 验证并优化设计提出的沥青洒布量和碎石撒布量；
- 4 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；
- 5 碎石封层碾压工艺；
- 6 稀浆封层或微表处施工配合比，施工中级配允许波动范围；
- 7 稀浆封层或微表处摊铺速度、摊铺宽度、拌和器出料量、碾压工艺等；
- 8 验证碎石封层和稀浆封层或微表处施工设备施工效率，以及各种辅助施工

机具是否匹配。

7.3.3 试验段抽检项目与正常路段相同，抽检频率宜不少于正常施工路段的两倍。

7.4 施工过程中的质量管理与检查

7.4.1 施工单位在施工过程中，应随时对施工质量进行自检。监理应按要求自主进行试验，并对承包商的试验结果进行认定，如实评定质量，计算合格率。当发现有质量低劣等异常情况时，应立即追加检查。施工过程中无论是否已经返工补救，所有数据均应如实记录，不得丢弃。

7.4.2 碎石封层施工过程中质量控制应符合表 7.4.2 的规定。

表 7.4.2 碎石封层施工过程中工程质量的控制标准

项目		质量要求与允许偏差	检查频率及单点检验评价方法	试验方法
外观		表面平整、集料嵌挤密实、沥青集料撒布均匀、纵横接缝整齐	随时	目测
沥青洒布温度 (°C)		符合设计要求	每车 2 次的平均值评定	温度计测量
沥青洒布量 (kg/m ²)		设计值±0.2	每 5 000m ² 2 次	附录 B
碎石撒布量 (kg/m ²)		设计值±0.5	每 5 000m ² 2 次	附录 B
宽度 (mm)	有侧石	±30	检测每个断面逐个评定	T0911
	无侧石	不小于设计宽度	检测每个断面逐个评定	T0911
横坡度 (%)		符合设计要求	检测每个断面逐个评定	T0911

7.4.3 稀浆封层或微表处施工过程中质量控制应符合表 7.4.3 的规定。

表 7.4.3 稀浆封层或微表处施工过程中工程质量的控制标准

项目		检查频度及单点检验评价方法	质量要求或允许偏差	试验方法
外观		随时	表面平整，均匀一致，无拖痕，无显著离析，接缝顺畅	目测
油石比		每日 1 次总量评定	±0.3%	每日实际沥青用量与总集料数量，总量检验
厚度		每公里 5 个断面	±10%	钢尺测量，每幅中间及两侧各 1 点
矿料级配	0.075mm	每日 1 次取 2 个试样筛分的平均值	±2%	T 0725
	0.15mm		±3%	
	0.3mm		±4%	
	0.6、1.18、2.36、4.75、9.5 (mm)		±5%	

湿轮磨耗试验	每周 1 次	符合设计要求	从工程取样按和 T 0752 进行
--------	--------	--------	-------------------

7.5 交工验收阶段的工程质量检查与验收

7.5.1 工程完工后，施工单位应将全线分为若干路段，按规定数量随即选取测点，分段进行自检，并在规定时间内提交全线检测结果及施工总结报告，申请交工验收。

7.5.2 工程质量验收标准应符合现行《公路沥青路面养护技术规范》JTG 5142-2019 的相关规定。

附录 A 单位面积石料用量试验方法

A.1 适用范围

本方法适用于确定碎石封层单位面积石料用量。

A.2 试验设备

A.2.1 容量盒:面积为 0.2m²

A.2.2 烘箱:能保持温度 105°C±5°C。

A.2.3 电子称:量程 5kg 以上,精度小于 0.5g。

A.2.4 其它。

A.3 试验步骤

A.3.1 把所用石料放在烘箱中烘干并取出冷却至常温后,放入平放的容量盒中,使石料与容量盒底面紧密接触,且石料不得重叠,并保证石料间尽可能无缝隙。

A.3.2 把容量盒内石料倒出,称出其质量 m_1 。

A.4 计算

A.4.1 根据下列公式换算出单位面积石料用量(单位: kg/m²)。

$$m = \frac{m_1}{A}$$

式中:

m ——单位面积的石料质量 (kg)。

m_1 ——容量盒内石料质量 (kg)。

A ——容量盒面积 (m²)。

附录 B 沥青与集料用量试验方法（平板试验）

B.1 适用范围

B.1.1 本方法适用于碎石封层沥青、集料用量测试。

B.1.2 碎石封层车沥青、碎石撒布量标定可参照本方法。

B.2 器具与材料

B.2.1 托盘：长 50cm~70cm、宽 40cm~60cm、高 1cm~3cm 金属托盘。

B.2.2 天平或台秤：感量不大于称量的 0.1%。

B.2.3 烘箱：装有温度自动调节器。

B.2.4 直尺：精度 1 mm。

B.2.5 三氯乙烯：工业纯。

B.2.6 小铲刀、大烧杯等。

B.2.7 其他仪器和材料：满足现行 JTG E20 中 T 0722 相关要求。

B.3 试验方法

B.3.1 测量托盘的面积（A）和质量（ m_1 ）。

B.3.2 将托盘平行于同步碎石车作业方向放置于旧路面上，待同步碎石封层车通过后立即小心取出托盘，称量托盘和封层料总质量（ m_2 ）。

B.3.3 如同步碎石封层采用乳化沥青，则将托盘放入 60℃烘箱中 5h~6h，待水分完全挥发后，放入 100℃烘箱中 1h~2h；如同步碎石封层采用其他沥青，直接将托盘放入 100℃烘箱中 1h~2h。

B.3.4 从烘箱中取出托盘后，立即用小铲刀仔细将全部封层料刮入大烧杯中。

B.3.5 按照 JTG E20 中 T 0722 试验方法测试集料质量（ m_3 ）。

B.4 试验结果计算

B.4.1 沥青用量按式（B.4.1）计算：

$$LQ = \frac{m_2 - m_1 - m_3}{A} \quad (\text{B. 4.1})$$

式中：

LQ ——沥青用量，单位为千克每平方米（ kg/m^2 ）；

m_2 ——撒布沥青和碎石后托盘质量，单位为千克（ kg ）；

m_1 ——托盘质量，单位为千克 (kg)；

m_3 ——集料质量，单位为千克 (kg)；

A ——托盘面积，单位为平方米 (m^2)；

B.4.2 集料用量按式 (B.4.2) 计算：

$$JL = \frac{m_3}{A} \quad (\text{B.4.2})$$

式中：

JL ——每平方米集料用量，单位为千克每平方米 (kg/m^2)；

m_3 ——集料质量，单位为千克 (kg)；

A ——托盘面积，单位为平方米 (m^2)；

本规程用词用语说明

1 本规程执行严格程度的用词，采用下列写法：

1) 表示很严格，非这样做不可的用词，正面词采用“必须”；反面词采用“严禁”。

2) 表示严格，在正常情况下均应这样做的用词，正面词采用“应”；反面词采用“不应”或“不得”。

3) 表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的用词，正面词采用“宜”；反面词采用“不宜”。

4) 表示稍有选择，在一定条件下可以这样做的用词，采用“可”。

2 引用标准的用语采用下列写法：

1) 在标准总则中表述与相关标准的关系时，采用“除应符合本规程的规定外，尚应符合国家和行业现行有关标准的规定”；

2) 在标准条文及其他规定中，当引用的标准为国家标准和行业标准时，表述为“应符合《××××××》(×××)的有关规定”；

3) 当引用本规程中的其他规定时，表述为“应符合本规程第×章的有关规定”、“应符合本规程第×.×节的有关规定”、“应符合本规程第×.×.×条的有关规定”或“应按本规程第×.×.×条的有关规定执行”。