

# 沥青纤维碎石封层施工技术分析

马仲虎

甘肃省白银公路事业发展中心

**摘要:**为研究沥青纤维碎石封层施工技术的实际应用情况,本文对沥青纤维碎石封层技术的功能和优缺点进行分析,科学选择材料和计算配合比,优化沥青纤维碎石封层技术的实际应用效果。并将其应用在具体工程项目中,工程施工过程中合理优化工艺流程和工程管理措施,并进行恰当的施工质量评价,从而有效了解沥青纤维碎石封层的实际应用效果,并为相关工作人员提供参考。

**关键词:** 沥青纤维碎石封层; 施工技术; 工程管理

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2022.19.017

**引言:**随着交通行业的不断发展,交通工程施工技术水平也随之变化。早期水泥混凝土结构逐渐向沥青材料转变,为提高沥青路面的施工效果,应对沥青路面结构施工技术进行合理优化。沥青纤维碎石封层的平整度较高且不易发生裂缝等病害,具有良好的使用效果。相关施工人员应对其进行深度的研究和分析,从而提出恰当的施工技术优化方式,不断提升道路工程整体建设质量和安全性。

## 一、沥青纤维碎石封层技术

### (一) 技术特点

沥青纤维碎石封层是指一种新型的路面封层技术,在施工工程中,使用同步纤维碎石设备铺洒沥青与纤维结合材料,压路机碾压施工后,材料形成应力吸收层,

能够有效吸收路面承受的应力,提高道路的强度和稳定性,降低路面的故障概率。在该过程中使用的纤维材料强度较高且能够抵抗较大的压力冲击,使整体结构的弹性和拉伸效果得到明显提升,进一步改善公路整体建设施工质量。

沥青纤维碎石分层技术在实施过程中具有明显的使用特点,其一,其具有较强的应力吸收能力,因此有利于防止路面裂缝产生的特点。车辆行驶在路面时,向封层施加压力,纤维碎石封层能够对压力进行吸收转化,使着力点得到分化,从而降低应力影响,避免路面承受过大的压力<sup>[1]</sup>。其二,该技术具有良好的防水性能。分层中的纤维层能够抑制沥青的流动,同时使沥青层更加紧密,在该情况下,封层的封闭效果相对良好,能够起到良好的防水效果。其三,该封层技术的耐磨性良好,封层中含有大量的玻璃纤维、碎石和沥青,能够构建紧密且稳定的状态,因此不容易出现材料脱落和磨损的情况。

### (二) 技术优缺点

沥青纤维碎石封层技术的优缺点较为明显,优点主要包括:抗滑、耐磨、抗老化、抗渗、施工快、成本低;缺点主要为适用范围有限、受环境因素影响、日常养护难度大<sup>[2]</sup>。在进行公路施工建设时,应充分结合技术优缺点合理选择,同时建设过程中,应根据材料性质进行技术调整,以保障符合路面技术指标要求,提高道路工程施工的整体质量。具体表1所示。

表1 沥青纤维碎石封层路面技术指标

评价指标	RSL (剩余年限)	SSI (路面强度指数)	DR (路面破损率)	SFC (路面抗滑性能)	IRI (行驶质量指数)	RD (车辙深度)
标准	≥6年	≥0.6	<4.5≤11	≤28<35	≤5.5	≤4mm
等级	-	中等以上	次	次	中	轻

## 二、沥青纤维碎石封层配合比设计

### (一) 材料选择

沥青纤维碎石封层中主要的材料包括:沥青结合料、碎石和纤维,在材料选择过程中应重点关注材料的特点和性能指标。

#### 1. 沥青结合料的选择与分析

在沥青纤维碎石封层施工过程中,为确保铺洒的材料能够保持均匀性,应确保材料具有一定的流动性,支持喷洒作业,但同时应具备一定的黏附性和稳定性,避免流动性过强,影响道路封层实际效果。在选择沥青时,可以将传统的加热沥青更换为改性乳化沥青材料,在更改后不需要进行加热施工,因此能够有效降低环境温度带来的影响<sup>[3]</sup>。且改性乳化沥青在使用过程中本身具有良好的流动性,在破乳后,整体材料黏性增大,有利于提高道路封层材料的附着效果,从而提高道路施工质量。材料选择时,除了流动性和黏附性之外,还应具有较强的稳定性,使其在不同环境温度作用下,保持良好状态,减少道路裂缝产生概率。相关人员在选择具体

材料时,可以对材料性能指标进行检验,按照《公路沥青路面施工技术规范》(JTG40-2004)等要求中进行试验分析,改性乳化沥青在1.15mm过筛时,要求剩余量控制在0.15%以内,其他指标见表2。

表2 改性乳化沥青材料指标

项目	指标要求
破乳速度	快裂
恩格拉黏度	3-30
沥青标准黏度(s)	12-60
蒸发残留物含量(%)	≥60
针入度(0.1mm)	40-100
软化点(°C)	≥53
溶解度(%)	≥98

#### 2. 碎石

碎石便选择花岗岩、玄武岩等破碎的清洁石料,同

时要求材料的形状为立方体均匀的块状粗集料，以更好地提高封层强度<sup>[4]</sup>。沥青纤维碎石封层施工前，需要统一采购碎石集料，此时应对材料质量进行分析和检验，确保碎石材料的强度和抗冲击性能符合实际要求，以避免后续封层质量受到影响，无法保障整体工程建设质量。同时对材料的形状进行优化，平面且光滑的石料在混合过程中摩擦力相对较小，容易出现结构变形等情况，而粗糙且立体的形状能够有效提高路面的支撑效果，避免路面在长期使用过程中出现断裂或变形等情况，保障路面的安全稳定。具体指标应如表3所示。

表3 碎石材料检测指标

项目	上封层指标要求 (%)	下封层指标要求 (%)
压碎值	≤26	≤30
磨耗损失	≤25	≤36
软石含量	≤3	≤5
吸水率	≤2	≤3
坚固性	≤12	—
粉尘含量	≤1	≤1
沥青附着力	≤90	≤90

### 3. 纤维

沥青纤维碎石封层中的纤维主要为玻璃纤维材料，在道路封层中增加玻璃纤维能够有效构建应力吸收层，从而提高路面的稳定性，同时加强集料的黏附效果，使整体结构的质量得到提升。在选择玻璃纤维材料时，应确保材料具有稳定性、黏附性等特点。一方面，由于纤维具有防水性和分裂应力的作用，在均匀撒布完毕后能够在路面上完善的网状结构，使路面沥青结构稳定性得到明显增强，从而使路面更加结实耐用<sup>[5]</sup>。另一方面，玻璃纤维的比表面积较大。因此集料混合中能够与其他材料结合吸收大量沥青，更具有较强的黏附作用，该结构材料硬化后的稳定性较强，不易破碎脱落，因此对增强路面使用寿命有较强的作用。材料指标如表4所示。

表4 玻璃纤维技术指标要求

项目	指标要求
纤维直径 (μm)	12-23
断裂强度 (N/tex)	0.2
吸油率	≥5倍
浸润剂含量 (%)	0.5-2.0
吸水性	较小

### (二) 配合比设计

为保障沥青纤维碎石封层技术的有效实施，在施工前，应对不同材料之间的配合比进行合理调整，确保封层的质量和使用效果。在该工程施工时，受到沥青结合料、碎石料和纤维材料的影响相对较大，其中沥青材料占比过多时，容易产生泛油现象，影响路面稳定性，在沥青结合料不足时，将无法有效覆盖所有的集料，从而使不同材料之间的粘连度不够，大量碎石裸露，无法形成稳定的路面结构；碎石材料过多时，对沥青材料的需求增加，同时增大地基高度，容易造成失稳现象，碎石

不足时，无法有效覆盖整体路面结构，从而使道路的结构强度不足，容易出现塌陷故障；纤维量增加时，路面的稳定性得到较强，过多时结构承压效果不理想且成本相对较高，在纤维含量不足时，无法达到路面需求标准，严重影响结构质量。

基于此，在进行配合比设计时，施工人员应结合国内外先进经验进行预设，并对其进行计算和分析，结合施工区域实际情况进行优化调整，从而使沥青纤维碎石封层材料配合比更加完善，全面提高路面的质量。

在明确配合比大致范围后，可以借助试验分析的方法进行检测和验证，选择最佳的配比。在试验时，应按照不同沥青含量和纤维含量配比制备试件，并对其进行抗滑性能试验、湿轮磨耗试验、负荷轮粘砂试验、车辙变形试验以及力学性能试验。通过不同试验方式分析不同配合比情况下的试件质量变化情况，并利用信息系统进行分析，为工程施工提供恰当的数据支持，以更好地选择分层配比。

## 三、沥青纤维碎石封层施工技术分析

### (一) 工程概况

以某公路工程项目为例进行分析，该公路的长度约为67.6km，设计的形成速度为80km/h，双向六车道设计，整体路基宽度为28m。公路的交通流量相对较大，现已经投入使用一段时间。在线路质量排查过程中，发现路面出现破损和裂缝、坑槽等故障，严重影响公路交通的安全性，因此需要对其进行施工养护处理。相关部门拟定使用沥青纤维碎石封层技术进行施工养护，以全面提供公路路面的稳定性和安全性。

### (二) 工艺流程

#### 1. 工艺概述

沥青纤维碎石封层技术在实施过程中，基本与普通的碎石封层施工技术相似，在路面施工前，需要对原有路面进行处理，将原路面破损严重区域进行处理，避免后续对路面产生影响。在施工过程中，需要对工程施工温度和环境情况进行合理控制，避免对工程质量产生影响。在施工完毕后对其进行合理养护，减少外界因素影响。

#### 2. 施工准备

在沥青纤维碎石封层技术施工准备阶段，首先，应对原路面情况进行详细勘查和分析，并给出恰当的维护施工方案。施工单位应针对施工区域范围的路面进行详细勘察，包括路面和路基的具体情况，标记其中存在的裂缝、破损、坑槽等病害的具体位置，以便后期处理时，能够快速了解病害的位置和类型以及损坏陈谷等信息，便于设计恰当的修复措施。其次，对原路面进行封闭处理，并清理路面，做好修补工作。封闭原有的道路施工区域，避免出现行车路面施工带来影响。根据勘察结果和施工方案，对原本的路面病害进行预先处理。清理路面并将坑槽、裂缝、沉陷等病害进行换填、加固、补缝处理，确保路面的清洁性和平整性。再次，选择恰当的沥青纤维碎石封层配合比。按照工程实际需求确定工程使用的材料种类和使用量，并提前做好预施工试验，明确最终的材料配合比，从而有效保障工程施工材料的合理性。最后，准备好工程施工设备。工程施工中需要的设备主要包括沥青纤维碎石封层设备、保温沥青罐车、撒布车、压路机、小型货车及其他辅助设备。在施工前对设备进行质量检查，确保符合标准后，由专门

的技术人员负责操控施工。

### 3. 道路施工

试验施工质量符合标准后可以正式施工。整体施工过程如下：其一，对路面进行清洁处理。在施工前使用高压冲水设备对路面进行冲洗或使用吹风机吹去路面上的杂物和灰尘，保障路面的清洁效果，避免灰尘杂物影响材料的结合效果。其二，同步撒布改性乳化沥青和玻璃纤维。一般为上下两层为沥青，中间层为玻璃纤维，保障材料的黏合效果，同时提高结构的稳定性。在施工时，应控制设备运行速度，以便车辆速度为3-4.5km/h。在撒布时根据道路的宽度调整撒布范围，以保障整体结构施工效果。其三，碎石材料撒布。封层设备与碎石撒布设备应保证一定距离，以确保碎石撒布后能够与沥青实现均匀混合，从而提高结构的稳定性。其四，做好接缝处理工作。由于工程中的路面宽度较大且长度较长，无法一次完成整体施工。在分区域施工时，不可避免出现施工缝。在施工缝处理过程中，针对横缝进行处理时，需要使用3m直尺测量路面平整度，并随其进行调整。针对纵缝处理时，控制摊铺水平，确保连接良好。其五，碾压施工，使用压路机碾压路面，提高材料镶嵌效果。在沥青材料破乳后进行碾压，控制设备以2km/h速度完成碾压，为提高压实效果，应重复3-4次碾压施工，同时确保碎石在沥青中的浸入程度为50%左右。

施工完毕后应养护3-6h，观察并检验路面情况，符合要求后可以开放交通。但此时整体路面未完成充分的硬化，因此需要控制交通流量、速度和荷载情况，直至路面完全硬化。

### 4. 注意事项

在工程施工过程中，为提高整体工程质量，应注意以下问题：

第一，病害处理路段控制。在病害较为严重的情况下，如局部存在沉陷、软土等情况时，应对该区域进行换填处理，避免影响封层质量。针对裂缝较为严重的病害时，应使用铣刨装置将裂缝区域进行处理，彻底消除裂缝区域，并添加沥青混凝土进行路基加固。完成后再实施封层施工。

第二，应严格控制沥青和碎石的撒布时间，施工人员实时观测沥青的变化情况，在乳化后方可进行碎石的撒布，以及后续的碾压施工。同时控制撒布总量，避免材料施工量不符合工程需求，影响结构稳定性。

第三，加强施工设备的操控精准性和运行速度，减少裂缝的产生概率，同时保持施工均匀性。在压路施工时，应根据路面的碾压情况，调整碾压次数，一般情况下碾压3遍为宜。

### (三) 工程管理

加强工程管理是为了提高工程施工质量和施工安全，因此，在工程管理过程中，首先，应加强材料的管理。在控制材料配比时，需要对不同配比条件下的试块质量进行试验检测，通过不同检测结果分析，得到材料的性能情况，并给出最佳配比。以力学性能试验为例，需要沥青纤维碎石封层试块的摩擦情况、拉拔应力和剪切应力。在试验过程中，发现在改性乳化沥青使用量不变的情况下，玻璃纤维使用量为110g/m<sup>3</sup>时拉拔应力最小。随后增大玻璃纤维用量后试块拉拔应力随之提升。此时可以根据路面施工成本控制需求等因素控制纤维用量。其次，应加强施工质量的管理。在工程质量管理过

程中，应坚决按照《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》《公路沥青路面施工技术规范》等规范要求完成工程施工建设，进一步保障整体工程的实际建设质量。同时加强对工程施工设备的管理，做好设备保存和检修工作，避免设备故障影响着工程施工效果。此外，应加强对自然环境的管理。如路面施工时，环境温度应不小于4℃，撒布沥青材料时，温度控制在60℃左右，避免影响沥青材料的性能。最后，加强工程施工安全管理。为保障工程安全，在工程施工过程中，应做好安全管理工作。在工程施工过程中需要撒布玻璃纤维材料，该材料对人体具有较大危害性，能够对皮肤、结膜、呼吸道等产生影响，因此在施工时，要求施工人员严格佩戴相应的防护装置，避免对施工人员带来影响。同时，应做好道路的封堵工作，避免影响施工安全。

### (四) 施工质量评价

工程施工完毕后，对其进行质量检测和评价。在检测过程中检测项目主要为工程路面的外观、防水、防滑、摩擦等性能，并对评价指标进行对比，了解路面封层的施工质量。在检测时，应按照标准方式设置检测点，完成工程质量分析。如表5所示。

表5 沥青纤维碎石封层施工检验项目

检验项目	评价指标	检验方法	质量要求
外观	外观质量检测	目测及设备测量	路面连贯平整且均匀
防水性	渗水系数	渗水试验	≤0.21m/s
抗滑性	构造深度	铺沙法	≥0.55
摩擦性	摩擦系数	摆式仪	70-75

通过检验和分析，全面了解沥青纤维碎石封层的建设效果，相关检测质量符合要求，使路面的整体性能有明显提升。

结论：综上所述，在道路施工养护过程中，沥青纤维碎石封层技术的使用效果良好，其能够通过构建封层，提高整体路面结构的稳定性，并在施工过程中，对以往的路面病害进行深度处理，同时借助改性沥青、碎石和玻璃纤维等材料，提高封层的抗性，从而保障路面工程运行更加安全，促使公路工程施工水平得到稳定提升。

### 参考文献

[1] 石建芳. 公路工程中沥青纤维碎石封层施工技术要点研究[J]. 交通世界(建养机械), 2021, 000(005): 55-56.

[2] 任东亚, 艾长发, 孟会林, 等. 沥青路面增强型基-面层层间黏结强度特性分析[J]. 长安大学学报: 自然科学版, 2022(12): 042-042.

[3] 徐凌, 王小兵, 李先锐, 等. 水性乳液对聚合物改性沥青封层性能的影响[J]. 同济大学学报: 自然科学版, 2022, 50(10): 11-12.

[4] 陈谦, 王朝辉, 傅豪, 等. 基于性能演变的水性环氧沥青开普封层施工方法优化[J]. 中国公路学报, 2021, 34(7): 236-245.

[5] 李伟峰. 公路施工中同步沥青碎石封层技术的应用标准[J]. 2021(2016-12): 153-153.

作者简介: 马仲虎(1977.7-), 男, 汉族, 甘肃省靖远县人, 高级工程师, 大学本科学历, 研究方向: 国省干线公路养护与管理。