

公路工程施工中防水路面基层的施工技术分析

吴华洋

云南交投集团投资有限公司 云南 昆明 650000

【摘要】：在公路工程建设体系中，路面基层作为承载面层荷载、传递应力的核心结构，其防水性能直接关乎公路整体使用寿命与通行安全。当前，受地质条件、气候波动及施工工艺等因素影响，基层渗水病害频发，易引发路面唧泥、沉陷、裂缝等质量问题，大幅增加后期养护成本。基于此，本文聚焦公路工程防水路面基层施工技术，通过剖析公路工程施工中防水路面基层的施工技术要点，探寻公路工程施工中防水路面基层施工技术的应用策略，以期推动公路工程建设质量的升级。

【关键词】：公路工程；防水路面基层；施工技术

DOI:10.12417/2811-0722.26.02.013

引言

在进行公路工程建设的过程中，防水路面基层的建设是非常关键的，另外良好的防水路面基层效果能让公路的使用质量和使用寿命大幅度延长，在经济发展的过程中一定要重视，交通条件的变化，合理地进行公路防水路面基层的施工具有非常重要的意义。在实际操作之前，需要对施工工艺和施工技术进行充分的了解，确保施工计划的合理性和科学性，在施工的过程中要合理地利用防水材料，保证施工质量，让防水性能提高，有效地对防水路面基层施工工程进行保障，进而加快我国经济快速发展。

1 公路工程施工中防水路面基层的施工技术分析

1.1 水泥稳定碎石防水基层施工技术

水泥稳定碎石防水基层凭借强度高、整体性好的优势，在公路工程中应用广泛。其防水原理核心在于通过精准控制配合比与压实工艺，降低基层孔隙率，减少水分渗透通道。施工中需重点把控三方面：一是原材料筛选，选用级配良好的碎石、强度达标的水泥，同时掺入适量粉煤灰优化和易性；二是配合比设计，根据工程需求确定水泥剂量（通常为3%~5%），严格控制含水量在最佳范围；三是压实与养护，采用重型压路机分层压实，压实度需达到98%以上，压实完成后及时覆盖保湿养护7天以上，避免基层产生干缩裂缝。此项技术适配于高速公路、一级公路等重载交通路段，尤其适用于气候干燥、降水较少的区域。

1.2 沥青稳定碎石防水基层施工技术

沥青稳定碎石防水基层以沥青为胶结料，通过沥青的黏结作用将碎石胶结为整体，利用沥青的憎水性实现防水功能。施工关键在于沥青混合料的拌制、摊铺与碾压质量控制。拌制阶段需严格控制加热温度，沥青加热温度维持在150~170℃，碎石加热温度为160~180℃，确保混合料均匀性。摊铺时选用沥青摊铺机匀速作业，摊铺速度控制在2~4m/min，避免混合料离析。碾压采用钢轮压路机与胶轮压路机组合方式，遵循“紧跟、慢压、高频、低幅”原则，确保压实度达标。该技术防水

效果优异，抗裂性能突出，多适用于降水充沛、气候湿润的区域，尤其适合对防水要求较高的桥梁引道、隧道出入口等路段。

1.3 聚合物改性水泥基防水基层施工技术

聚合物改性水泥基防水基层是通过在水泥基材料中掺入聚合物乳液（如丙烯酸乳液、丁苯橡胶乳液）改善基层防水性能的新型技术。因此，大多适配于地质条件复杂、易产生不均匀沉降的路段，可有效抵御因沉降引发的渗水问题。聚合物的掺入可优化水泥石结构，填补微观孔隙，同时提升基层柔韧性，减少裂缝产生。施工时需注意聚合物乳液的掺量控制，通常为水泥质量的5%~10%，掺量过高易降低基层强度。搅拌阶段需确保聚合物乳液与水泥、骨料充分混合，避免出现结块现象。施工后采用喷雾养护，养护周期不少于14天，防止基层表面起砂。

1.4 渗透结晶型防水剂施工技术

渗透结晶型防水剂施工技术属于内掺式防水技术，其核心原理是防水剂中的活性成分遇水后发生化学反应，生成不溶于水的结晶物质，堵塞基层内部孔隙与毛细通道，形成永久防水屏障。施工流程主要包括防水剂参加、搅拌、浇筑与养护。防水剂掺量需根据基层强度要求与防水等级确定，一般为胶凝材料质量的2%~5%；搅拌时将防水剂与水泥、骨料同步加入搅拌机，搅拌时间比常规混合料延长30秒，确保均匀分布。浇筑后及时振捣密实，养护阶段保持基层湿润，促进结晶反应充分进行。由于该项技术施工简便、兼容性强，因此可与各类水泥基基层材料配合使用，适用于地下水位较高、渗水风险大的公路路段。

1.5 防水卷材复合基层施工技术

防水卷材复合基层施工技术通过在基层表面铺设防水卷材形成复合防水结构，属于外防式防水技术，可有效阻隔地表水渗入基层。施工时需遵循“基层找平—卷材铺设—搭接密封”的流程。首先对基层表面进行处理，确保平整、干燥、无尖锐杂物，平整度误差控制在3mm/2m以内；卷材铺设采用热熔法或冷粘法，热熔法适用于高等级公路，需控制加热温度，避免

卷材碳化,冷粘法施工便捷,适用于低温环境;卷材搭接宽度不小于10cm,搭接处采用专用密封胶密封,确保无缝衔接。防水效果直观可靠,使其适用于积水严重、防水等级要求高的特殊路段,如互通立交、服务区广场等。

1.6 乳化沥青稀浆封层防水施工技术

乳化沥青稀浆封层防水施工技术是在基层表面铺设一层乳化沥青稀浆封层,形成薄而均匀的防水膜,兼具防水与保护基层的双重功能。该技术施工效率高、成本较低,适用于公路预防性养护工程,也可作为新建公路基层的防水封层,适配于中轻交通路段。其施工核心在于稀浆混合料的配比设计与摊铺工艺。稀浆混合料由乳化沥青、骨料、填料、水按一定比例混合而成,需确保混合料具有良好的和易性与黏结力;摊铺采用稀浆封层机匀速作业,摊铺厚度控制在3~5mm,同时使用刮平板平整表面;施工后需封闭交通,待封层完全破乳成型(通常为4~6小时)后放行。

以上6种技术的核心指标对比,参照下表1。在不同的地质环境条件下,根据实际施工需求,采取不同或多种联合的施工工艺。

表1 不同施工技术核心指标对比表

施工技术类型	核心优点	主要缺点	适用气候/地质条件	施工难度
水泥稳定碎石防水基层	强度高、整体性好	抗裂性一般	干燥少雨、重载路段	低
沥青稳定碎石防水基层	防水优、抗裂性强	高温稳定性一般	湿润多雨、桥梁引道	中
聚合物改性水泥基防水基层	柔韧性好、抗沉降	养护周期长	软土/红层路基	中
渗透结晶型防水剂	施工简便、兼容性强	依赖充分养护	地下水位高、渗水风险高	低
防水卷材复合基层	防水直观、效果可靠	接缝易渗漏	积水严重、高防水等级	中高
乳化沥青稀浆封层	成本低、施工效率高	耐久性一般	中轻交通、预防性养护	低

2 公路工程施工中防水路面基层的施工技术要点

公路工程防水路面基层作为抵御雨水渗透、保障道路结构稳定性的核心环节,其施工质量直接决定公路使用寿命与通行安全性,需严格把控各技术要点。

材料选用是防水基础,应优先选用级配合理、水稳定性强的集料,搭配高标号水泥及专用防水外加剂,进场前需通过筛分、含泥量、抗压强度等指标检测,杜绝不合格材料投入使用。

基层摊铺环节需控制摊铺厚度与平整度,采用摊铺机匀速作业,摊铺过程中及时清除集料离析部位,摊铺完成后立即进行初压、复压、终压三步压实操作,选用重型压路机配合低频高幅碾压工艺,确保压实度符合设计标准,避免因压实不足产生孔隙导致渗水。

防水封闭处理是关键工序,基层顶面需铺设乳化沥青下封层,涂刷过程中保证涂层均匀连续,无漏涂、起皱现象,同时做好纵横向接缝的防水处理,接缝处采用热沥青搭接密封,宽度不小于10cm。施工过程中还需强化质量动态管控,重点监测基层含水率、压实度及平整度,雨后及时检查是否存在积水渗透现象,发现问题立即整改。

此外,施工时序需避开雨天及低温环境,确保基层施工在干燥通风条件下进行,进一步提升防水性能,为后续路面结构施工奠定坚实基础。

3 公路工程施工中防水路面基层的施工技术应用策略

3.1 优选高性能防水基层材料并科学配比

材料是构建防水路面基层的基础,其性能直接决定防水体系的稳定性。在材料选择过程中,应摒弃传统单一材料的应用模式,优先选用级配合理、水稳定性强、粘结性能优异的复合基层材料,同时搭配专用防水外加剂提升材料的抗渗能力。在配比环节,需基于公路建设的荷载等级、气候环境及地质条件,通过试验确定最佳配比参数,严格控制骨料的级配范围、含水量及胶凝材料的掺量,确保混合材料在凝结后形成致密的内部结构,减少孔隙率,从源头阻断水分渗透路径。以云南地区为例,地形复杂、干湿季分明,相关工程多结合地域特点优化材料选择与配比,具体案例如下表2所示:

表2 云南地区相关工程多结合地域特点优化材料选择与配比

工程场景	优选材料及配比方案	应用效果
安楚高速公路桥面防水	选用GS-1溶剂型粘结剂,用量0.5kg/m ² ,分3次涂布(0.25/0.15/0.10kg/m ²)	渗水系数为0,粘结强度达0.8MPa,杜绝层间推移、渗水病害
农村公路红层土基层	采用RENOLITH(利路力)+水泥联合固化当地红层土,优化胶凝材料掺量	无侧限抗压强度显著提升,干密度提高0.15g/cm ³ 以上,适配多雨、红层易软化环境
省道339线养护	选用2.5mm以上SBS防水贴缝带,搭配专用粘结助剂	形成自愈式防水屏障,有效阻断雨水渗入,施工效率提升50%,养护成本降低30%

3.2 强化基层摊铺与压实的精细化施工控制

摊铺与压实质量直接影响路面基层的平整度和密实度,而密实度不足易形成连通孔隙,成为水分渗透的主要通道。在摊铺施工中,应采用精准的摊铺设备,结合施工路段的宽度、厚度预设摊铺参数,确保摊铺层厚度均匀、表面平整,同时严格控制摊铺速度与材料布料的连续性,避免出现离析现象。压实施工需遵循“先轻后重、先慢后快、先边后中”的原则,根据基层材料的特性选择适配的压实设备,合理确定压实遍数与压实力度。在压实过程中,需实时监测压实度,通过动态调整压实参数确保基层各部位密实度达标,尤其要关注路段衔接处、

转角处等关键部位的压实质量,避免出现压实死角。精细化的摊铺与压实控制,能够有效减少基层内部的空隙,提升基层的整体密实度,增强基层的抗渗能力。

3.3 应用基层表面防水封闭处理技术

路面基层表面是水分侵入的直接界面,做好表面防水封闭处理是构建防水体系的重要环节。以云南地区为例,结合其干湿季分明、雨季降雨集中的地域特点,当地公路工程多针对性采用适配技术,如云南省南云高速基层施工中,在基层达到设计强度后,先通过高压气流清除浮尘、松散颗粒,再选用渗透型硅烷防水剂进行封闭处理。施工时严格控制防水剂稀释比例,采用低压喷洒方式确保均匀覆盖,对检测出的微小裂缝,先以环氧砂浆填补再进行二次封闭,形成连续完整的封闭层。这种结合地域气候的施工方式,可精准解决云南雨季地表水快速渗透问题,在基层表面构建可靠防护屏障,有效阻挡水分侵入。

3.4 优化基层接缝与转角部位的防水构造设计

接缝与转角部位是路面基层的结构薄弱环节,也是水分渗透的高频区域,其防水构造设计的合理性直接影响整体防水效果。在接缝处理方面,应根据基层的施工分段、结构类型设计适配的接缝形式,采用专用的接缝防水密封材料填充缝隙,同时在接缝两侧设置过渡层增强衔接部位的整体性。施工过程中,需确保接缝切口平整、清洁,密封材料填充密实,与接缝壁紧密贴合,形成连续的密封防线。在转角部位,应采用圆弧过渡设计替代直角过渡,减少应力集中导致的裂缝产生,同时增加防水构造的层数或厚度,提升转角部位的防水冗余。通过优化接缝与转角部位的防水构造,可有效解决结构薄弱环节的防水难题,避免水分从这些部位侵入引发基层损坏。

3.5 推行信息化监测下的动态施工质量管控

信息化技术的应用为防水路面基层施工质量管控提供了

精准化手段,可实现施工全过程的实时监测与动态调整。在施工过程中,应搭建信息化监测平台,整合压实度监测、含水量监测、温度监测等多种监测模块,通过传感器实时采集施工过程中的关键数据,传输至后台进行分析处理。当监测数据出现偏差时,系统及时发出预警,施工人员根据预警信息调整施工参数,确保施工质量始终处于可控范围。同时,利用信息化技术记录施工全过程的技术参数、检测结果等数据,形成完整的施工质量追溯体系,为后续质量验收与运维提供数据支撑。信息化监测与动态管控的结合,能够有效规避传统施工中依赖经验判断的局限性,提升防水施工质量的稳定性与可靠性。

3.6 落实施工全过程的防水养护技术措施

养护工作是保障防水路面基层性能稳定的关键环节,若养护不及时或不到位,易导致基层材料强度不足、表面开裂,进而破坏防水体系。在养护过程中,应根据基层材料的特性制定针对性的养护方案,明确养护周期、养护方式及养护标准。在基层施工完成后,及时采取覆盖保湿养护措施,避免基层表面因水分快速蒸发产生收缩裂缝;在养护周期内,严格禁止车辆通行或其他施工扰动,确保基层材料充分凝结硬化。同时,加强养护期间的环境监测,针对高温、干旱、降雨等不同天气条件调整养护措施,如在高温天气增加洒水频次,在降雨天气采取防雨覆盖措施。通过科学规范的养护管理,可有效提升基层材料的强度与稳定性,巩固防水施工效果,延长路面基层的使用寿命。

总而言之,公路工程防水路面基层施工技术的应用是一项系统工程,需统筹材料选择、施工工艺、构造设计、质量管控及养护管理等多个环节,构建全方位、多层次的防水路面基层体系,有效提升基层的防水性能与结构稳定性。未来,还应结合项目的具体需求,灵活优化技术应用方案,不断提升施工技术水平,推动公路工程建设质量的持续提升,为构建安全、耐久、高效的公路交通网络提供有力保障。

参考文献:

- [1] 胡智彬.公路工程施工中的防水路面基层施工技术探析[J].工程技术研究,2024,9(06):58-60.
- [2] 孙承军.公路工程施工中防水路面基层的施工技术研究[J].科技资讯,2022,20(11):83-85.
- [3] 王永芳.公路工程施工中防水路面基层的施工技术研究[J].黑龙江交通科技,2021,44(11):29-30.
- [4] 刘雅军.研究公路工程施工中防水路面基层的施工技术[J].黑龙江交通科技,2021,44(08):8-9.
- [5] 刘亚红.公路工程施工中防水路面基层的施工技术探究[J].四川建材,2020,46(09):114-115.