

公路路面施工与病害防治

蔡方华

新疆生产建设兵团建筑工程科学技术研究院有限责任公司 新疆 乌鲁木齐 830000

摘要: 公路路面施工涉及多种类型与复杂工艺,其质量直接影响道路使用性能与寿命。本文系统阐述路面类型、施工前期准备及各结构层施工技术,分析柔性、刚性路面病害类型与成因,提出基于施工环节的病害防控措施,并针对不同病害给出修复技术方案,同时探讨路面性能提升技术,为公路路面施工与病害防治提供全面技术参考。

关键词: 公路路面; 施工技术; 病害类型; 病害防治; 性能提升

引言: 公路交通作为基础设施的重要组成部分,在经济发展与社会生活中发挥着关键作用。公路路面作为直接承受车辆荷载与环境作用的部位,其施工质量与病害防治水平至关重要。良好的路面施工能确保道路平整、安全、舒适,而有效的病害防治可延长路面使用寿命、降低养护成本。深入研究公路路面施工与病害防治技术,对提升公路建设质量、保障交通畅通具有重要意义。

1 公路路面施工基础

1.1 路面类型及结构组成

路面工程主要依据力学特性区分类型,其结构组成服务于不同的功能需求。柔性路面以沥青路面为代表,其典型结构自上而下包括面层、基层、底基层与垫层。面层直接承受车辆荷载和自然环境的综合作用,要求具备良好的平整度、抗滑性和耐久性。基层与底基层主要承担荷载传递与扩散的功能,其材料需具备足够的强度与稳定性。垫层则设置于路基条件不良路段,起排水、隔水、防冻或改善路基应力状态的作用。刚性路面主要指水泥混凝土路面,其结构相对简明。水泥混凝土面板是核心承重层,具有极高的抗弯拉强度与模量。面板之下通常设置基层或垫层,主要作用在于防止唧泥、提供均匀支撑并改善路基的受力条件。由于面板刚度大,对基层的强度要求通常低于柔性路面。复合式路面结合了以上两者的特点,常见形式为沥青层加铺于水泥混凝土板之上。这种结构旨在综合沥青路面行车舒适、噪音低的优点,以及水泥混凝土板承载力强、刚度大的长处,常用于旧路改造或特殊承载要求的路段。

1.2 施工前期准备

充分的施工前期准备是后续工序顺利实施的基石。场地勘察与清理是首要环节,需详细调查原地况,清除所有障碍物,并按照设计要求进行路基整形与压实,为路面结构提供合格的承载平台^[1]。材料准备与质量控制贯穿始终。所有进场材料,包括沥青、水泥、集

料、外加剂等,均需依据相关技术规范进行严格检验,确保规格、技术指标符合设计规定。材料的规范存储与管理也至关重要。施工机械选型与调试需匹配工艺要求与工程规模。关键设备如摊铺机、压路机、拌和站的型号与数量应经过计算确定,并在作业前进行全面检查与试运行,确保其处于最佳工作状态。施工方案编制则是各项准备工作的指导纲领。其核心要点在于明确工艺流程、确定关键质量控制参数、规划合理的施工组织与进度安排,并制定针对性的质量保障措施与应急预案,以实现施工全过程科学有效的管理。

2 公路路面各结构层施工技术

2.1 路基施工技术

路基作为路面的基础,其施工质量至关重要。在路基填筑作业中,压实工艺是关键环节。通常采用分层填筑、分层压实的施工方法,每层松铺厚度需严格控制,压实遍数依据所用压路机类型和土质特性确定。压实度应达到设计规范要求,确保路基整体具有足够的强度和稳定性。路基排水系统的施工对于路基长期稳定具有重要意义。完善的排水系统能够有效排除地表水和地下水,防止路基受水浸泡导致强度下降。施工时需按设计布置各类排水沟、盲沟、渗沟等设施,确保其纵坡、断面尺寸符合要求,保证排水顺畅。路基边坡处理技术旨在保证边坡的稳定性与耐久性。常见的处理方式包括采用植草防护、浆砌片石护坡、三维网垫防护等。施工过程中需注意边坡坡率控制、坡面平整度及防护结构的牢固性,防止雨水冲刷与边坡滑塌。

2.2 基层与底基层施工技术

基层与底基层是承上启下的重要结构层。半刚性基层材料拌合需在中心站或厂拌设备中进行,按照设计配合比精确计量水泥、石灰等结合料与集料,保证拌合均匀。摊铺作业应连续进行,采用机械摊铺确保厚度与平整度符合设计要求。压实是基层施工的关键步骤。摊铺

完成后应及时进行压实，先采用轻型压路机初压，再使用重型压路机复压，最后用胶轮压路机终压。压实过程中需控制混合料的含水量，确保达到最大干密度^[2]。压实后需立即进行保湿养护，养护时间一般不少于七天，期间严禁车辆通行。底基层与路基、基层的衔接处理对于应力传递与整体稳定至关重要。施工时需注意界面清理与湿润，保证层间结合紧密。对于粒料类底基层，可采用洒布水泥浆或水泥净浆等措施增强界面黏结；对于稳定类材料，则应保证下层表面平整、洁净，避免形成软弱夹层。

2.3 面层施工技术

面层直接承受行车荷载与环境作用，其施工技术要求最为严格。沥青路面施工中，混合料拌制需精确控制油石比与拌合温度；运输过程中需覆盖保温，减少温度损失；摊铺作业要求连续、均匀，摊铺速度与温度匹配；碾压作业遵循“紧跟、慢压、高频、低幅”原则，分初压、复压、终压三个阶段，确保压实度与平整度。水泥混凝土路面施工则侧重于浇筑、振捣、切缝及养生等环节。浇筑前应检查模板位置与标高；振捣需充分以排除气泡、提高密实度；切缝需在混凝土强度达到要求时及时进行，控制切缝深度与间距；养生采用覆盖洒水或喷洒养护剂等方法，保持混凝土湿润，防止早期开裂。面层平整度与构造深度是衡量行车舒适性与安全性的关键指标。施工过程中需采用先进摊铺设备与精细工艺控制平整度；构造深度则通过优化混合料级配与采用表面处理技术实现，以满足抗滑性能要求。

2.4 路面附属结构施工

路面附属结构虽不直接承重，但对完善路面功能、提升行车安全具有重要作用。路缘石与路肩施工需保证线形顺畅、安装牢固。路缘石通常采用预制构件，安装时控制顶面标高与直顺度；顶面标高误差控制在正负5毫米以内，直顺度误差控制在10毫米每10米；路肩施工则需注意压实度与横向排水坡度。路肩压实度一般要求达到90%以上，横向排水坡度一般控制在2至4之间。路面排水设施包括雨水口、排水沟等，与路面的衔接施工应保证连接平顺、排水通畅。施工时需精确预留孔位，安装后做好防水密封处理，防止路面水渗入基层，确保排水系统发挥预期功能。

3 公路路面病害类型及成因分析

3.1 柔性路面主要病害

柔性路面病害主要体现为裂缝类、变形类及表面破坏类等形式。横向裂缝通常由基层反射裂缝或沥青材料低温收缩导致，多垂直于行车方向。纵向裂缝成因复杂，可能与路基不均匀沉降、施工接缝处理不当或荷载

重复作用有关。网状裂缝则往往源于路面结构整体强度不足、沥青老化或基层稳定性丧失，形成相互交错的不规则裂纹网络^[3]。变形类病害中，车辙是在高温季节受重载交通反复作用，沥青混合料产生塑性流动累积的结果。壅包多由于基层材料强度不均或层间黏结失效，在行车水平力作用下产生局部隆起。沉陷则直接关联路基压实不足、地下水位变化或地下空洞扩展，导致路面局部竖向位移。表面破损类病害方面，坑槽通常由裂缝未及时处理、水侵入基层引发布料剥落演变而成。松散病害源于沥青与集料黏附性不足、混合料离析或压实度不够。泛油现象则因沥青用量过高或高温下沥青上浮至表面，形成光滑的富油层。

3.2 刚性路面主要病害

刚性路面的病害特征与材料特性密切相关。横向裂缝多因混凝土收缩受约束或温度梯度应力超过材料抗拉强度而产生。纵向裂缝可能与路基支撑不均、板底脱空或荷载应力集中有关。板角断裂则是板角区域承受较大应力，在荷载反复作用与基层支撑丧失共同影响下的典型破坏形式。变形类病害中，唧泥指基层细料在水的作用下被挤出接缝或裂缝，通常伴随板底脱空发生。错台是相邻板块在荷载作用下产生竖向位移差，多因接缝传荷能力不足或基层材料流失导致。拱起现象常见于高温季节，因板块膨胀受到约束而产生向上翘曲。表面病害方面，磨损是行车轮胎长期磨损作用的结果，材料硬度不足或交通量大大会加速此过程。露骨指表层砂浆磨损后粗集料外露，与混凝土耐磨性不足或施工表层强度偏低相关。剥落则可能源于冻融循环、除冰盐侵蚀或混凝土耐久性不良，导致表面层状剥离。

3.3 病害共性成因总结

各类路面病害的形成往往涉及多重因素的共同作用。施工因素方面，材料质量控制不严、配合比设计不当、压实工艺不规范或养护措施不到位均为病害埋下隐患。环境因素中，温度周期性变化引起材料胀缩，降水渗透削弱层间黏结，冻融循环加剧材料劣化，这些自然作用均会加速路面性能衰减。使用因素体现为行车荷载的长期作用，重载交通比例增加、轴载谱变化及交通量增长直接加大路面应力水平，超过设计标准时将导致结构早期损坏。结构因素则包括设计阶段对交通荷载预估不足、结构层厚度不合理、层间结合设计考虑不周或排水系统设置不当，这些先天性缺陷使得路面在服役期内更易出现各类病害。

4 公路路面病害防治技术

4.1 基于施工环节的病害防控

在施工环节实施精细化管理是预防病害的根本途径。材料质量管控需建立从料源选择、进场检验到存储使用的全过程监控体系,重点控制沥青针入度、集料棱角性与含泥量等关键指标。集料含泥量一般要求控制在1以内,棱角性流值一般控制在25至35之间。施工过程中质量把控应聚焦于混合料拌合均匀性、摊铺厚度与温度控制、压实工艺参数优化等核心工序,确保各环节符合规范要求^[4]。结构层间粘结性能直接影响应力传递与整体耐久性。技术措施包括在基层表面喷洒透层油或粘层油,采用同步碎石封层等工艺,增强层间力学联结。透层油的喷洒量一般控制在0.8至1.5升每平方米,粘层油的喷洒量控制在0.3至0.6升每平方米。适应环境的施工参数优化要求根据气候条件调整作业时间,在低温季节采取保温措施,在高温多雨地区提高混合料抗水损害能力,实现施工方案与地域特征的有机结合。

4.2 柔性路面修复

针对已出现的柔性路面病害,需根据损坏类型选择相应修复技术。裂缝修复中,灌缝技术适用于宽度较大的裂缝,通过清理裂缝、灌注专用密封胶防止水分侵入;裂缝宽度一般在5毫米以上时采用灌缝技术。贴缝技术则用于较细裂缝,采用自粘式密封条进行表面封贴。变形处治方面,车辙修复通常采用铣刨重铺工艺,清除变形层后重新铺筑沥青混合料;铣刨深度根据车辙深度确定,一般铣刨3至8厘米。壅包修复需切除隆起部分,重新压实基层并修补面层。表面破损修复技术中,坑槽填补要求采用冷拌料或热拌料进行分层填筑压实;分层填筑时每层厚度控制在3至5厘米。薄层罩面技术适用于大面积表面老化路段,通过铺筑厚度较小的沥青层恢复路面功能。这些修复技术的选择需综合考虑病害程度、交通影响及经济合理性。

4.3 刚性路面修复

刚性路面修复技术具有特殊性。裂缝修复可采用压浆技术,向裂缝内注入环氧树脂等材料恢复结构整体性;压浆压力一般控制在0.5至1.5兆帕。条带罩面技术则沿裂缝走向切割槽体后填充聚合物混凝土。变形处治中,唧泥问题通过板底压浆填充脱空区域解决;压浆量根据脱空体积确定,一般每平方米压浆0.2至0.5立方米。错台修复可采用磨平工艺或板底抬升技术调整高程。板

块修复根据损坏范围选择不同方案,局部置换适用于角隅断裂等小范围损坏,全厚式修复则用于严重破碎板块的整体更换。修复过程中需特别注意新旧混凝土的粘结处理与接缝设置,保证修复后的板块能够正常参与荷载传递。

4.4 路面性能提升技术

从长远角度提升路面性能需要综合应用多种技术措施。抗老化技术包括在沥青中添加抗氧化剂、使用改性沥青等措施延缓材料老化进程;抗水损害技术可通过采用抗剥落剂、优化级配设计提高混合料抗水性能。增强结构承载能力需从设计角度优化路面结构组合,合理增加基层厚度,采用半刚性基层或全厚式沥青路面等强化结构方案^[5]。实施预防性养护体系,建立路面性能定期检测机制,科学制定养护决策,形成检测、评价、决策、实施的完整技术闭环。预防性养护周期一般根据路面使用年限和性能状况确定,每2至4年进行一次全面检测与养护。这些系统性措施共同作用下,能够显著延长路面使用寿命,降低全寿命周期养护成本,实现路面工程的可持续发展。

结束语

公路路面施工与病害防治是一项系统性工程,需从施工前期准备、各结构层施工到病害防控与修复等环节严格把控。通过精细化管理、科学选用修复技术以及综合应用性能提升措施,能够有效提高路面施工质量,降低病害发生率,保障公路长期稳定运行。这不仅有助于提升公路交通的服务水平,也为公路工程的可持续发展奠定坚实基础。

参考文献

- [1]汪正杰.公路路面施工中的常见病害及防治对策[J].青海交通科技,2024,36(4):116-122,145.
- [2]罗兵.公路工程施工技术、养护管理与病害防治措施分析[J].运输经理世界,2025(18):133-135.
- [3]何佩.公路水泥路面早期病害成因分析与防治措施[J].时代汽车,2025(12):172-174.
- [4]任云清.道路桥梁沥青路面施工技术及病害防治[J].模型世界,2025(27):139-141.
- [5]李宾恒.公路工程路基路面常见病害及防治对策[J].中州建设,2025(8):14-15.