

路桥过渡段路基路面施工技术及病害防治措施研究

彭燚 周宇

浙江交工宏途交通建设有限公司 浙江杭州 310051

DOI: 10.12238/ems.v7i10.15693

[摘 要] 本文从路桥过渡段路基路面施工技术应用要点出发,分析常见病害类型并提出系统性的防治措施,以此为同类工程项目施工技术应用提供参考,为推动路桥工程建设高质量发展起到应有促进作用。

[关键词] 路桥过渡段; 路基路面; 施工技术; 病害防治

1、路桥过渡段路基路面施工技术应用要点

1.1 主要施工技术

1.1.1 地基处理与加固技术

地基处理与加固是路桥过渡段整体施工的基础性内容,技术应用重点在于有效提升地基承载力,减少不均匀沉降对施工组织和施工质量的影响。在施工作业中,首先应当根据地质勘察结果做好软基改良,这类技术主要包括深层搅拌法、排水固结法、换填法、注浆法和搅拌桩法等技术应用形式。通过施工技术的合理应用,能够显著提高软土承载力,增强地基抗变形能力。例如大面积软基处理中,可以选择排水固结法,以实现在较低成本下有效改善地表现状。通过设置钢筋混凝土搭板、预留反向坡度、利用锚固钢筋连接桥台与搭板等技术形式,能够有效分散车辆荷载,减少桥头跳车等病害发生概率,尽量延长路面寿命。对于含水率较高的路基,还应当采用盲沟与渗井相结合方式,将地下水排出,或是在台背设置横坡排水层,将排水管延伸至路基外等方式,优化排水方式,实现对土体含水率的有效控制,减少水侵害导致的强度衰减现象。

1.1.2 路基与路面结构施工技术

路基与路面结构施工技术应用,重点在于确保结构稳定性和平整度,为路桥安全稳定运行提供坚实支撑。在施工作业中,需重视分层填筑和碾压作业参数优化,采用水平分层填筑、交叉压实、利用小型设备压实台背窄区域等方式,有效提升压实度,减少工后沉降,且有效避免碾压盲区出现,提升整体压实均匀性,将沉降误差控制在施工方案要求范围内。过渡层路基结构通常是采用级配碎石进行基层处理,部分工程项目中也有使用水泥稳定碎石等半刚性材料填筑至桥头引导区,以此能够有效缓解刚度突变带来的病害现象,利用级配碎石良好排水性,避免积水导致的路基软化现象。在路基处理难度较大的工程项目中,可以采用加铺土工格栅进

行台背回填,或是利用合成材料增加摩擦等处理范式,分散台背的垂直应力,提升高填方路段的抗变形能力。

1.1.3 材料优化与压实控制技术

做好材料优化,提升材料性能,并结合压实控制技术的合理应用,能够有效提升路桥过渡段路基路面整体施工质量。在材料选择和配合比设计中,可以采用粗粒料替代黏性土,在桥头部位增加轻质填料比例,添加粗骨料优化级配等方式,提升路基结构透水性,实现对路基沉降病害的有效控制^[1]。利用试验确定最佳含水率,并适当增加压实度,能够有效规避施工中出现的“弹簧土”现象,确保整体压实均匀,确保路基路面施工质量达到设计要求。在沥青路面施工作业中,可以通过加厚上面层、匀速摊铺等专门技术形式,有效提升路面耐久性和平整度,为路桥安全和舒适运行奠定坚实基础。

1.2 施工技术应用要点

路桥过渡段路基路面施工技术应用,对工程项目建设效益和质量有直接影响,在技术应用中,必须要强化对技术合理应用的重视程度。从整体上而言,技术应用应关注如下方面要点:

一是做好刚柔过渡设计,从路桥衔接特征出发,结合不同技术应用优势,通过搭板设置、级配碎石过渡层、半刚性材料填筑等技术措施,消除桥梁刚性结构与路基柔性结构的刚度差异。在施工设计中,需要做好搭板预留反向坡度的合理控制,尽量补偿沉降差;在过渡层做好弹性模量的梯度设计,避免刚性突变可能带来的病害现象。

二是做好沉降协同控制,针对过渡段存在桥台与路基沉降差关键问题,需采用软基处理与分层压实联动相结合的方式,做好关键控制。利用深层搅拌桩进行桥台加固、排水固结法降低含水率等技术措施,结合分层填筑和预压技术等,能够将沉降差控制在合理范围内,减少后续施工和运行中病害发生概率。

三是做好水侵害防治，路桥过渡段通常存在有地表水丰富、地下水位高等地质特征，必须要通过立体排水系统，阻断地表水和地下水对路基的侵蚀，为路桥安全稳定运行提供有效支持。结构排水通常是采用盲沟和渗井相结合方式做好地下排水处理；在台背设置横坡形式做好地表导流，阻断侵蚀路径。同时还需要通过级配碎石配比优化，加速渗水排出，或是在桥台背墙增刷防水涂层，以达到良好的防治效果。

四是做好荷载的动态适应调整，通过在台背回填区域合理应用加筋技术，做好沥青面层优化、在高含水段增加碾压

力等方式，有效提升路基抗疲劳性能，以此有效应对车辆反复荷载带来的冲击，消除外部因素作用导致的病害隐患。

2、路桥过渡段路基路面施工常见病害

过渡段路基路面是路桥工程病害发生频率最高的部位，且具有类型多样、致因复杂、安全隐患大等多种特征。在路桥工程项目施工设计和组织中，必须要全面分析病害发生特征，为制定防治措施提供精准参考依据。结合施工经验和相关研究，路桥过渡段路基路面施工常见病害如表 1 所示

表 1 路桥过渡段路基路面施工常见病害

病害类型	病害表征	病害致因	病害影响
桥头跳车	车辆通过时剧烈颠簸，桥台与引道出现台阶状错台	台背压实不足、搭板尺寸不合理	行车舒适性骤降，车辆悬挂系统损坏，交通事故风险上升
不均匀沉降	路面波浪形起伏，局部凹陷或隆起	软基未处理、分层填筑厚度超标、压实遍数不足	路面平整度丧失，车辆操控困难
路面裂缝与车辙	纵向裂缝、网裂，车道轮迹带出现深>2.5cm 的凹槽	沥青面层过薄、基层强度不足、重载车辆反复作用	雨水下渗加速路基软化，维修成本增加
积水翻浆	雨后路面局部积水，春冬季冻融后基层泥浆上涌	排水系统失效、填料透水性差	路基承载力下降，引发塌陷
搭板失效	搭板断裂、位移或与桥台脱开	锚固钢筋强度不足、混凝土浇筑质量差、未预留沉降补偿坡度	桥头跳车加剧，维修中断交通
层间脱离	路面层与基层分离，敲击有空鼓声	台背回填未用加筋材料、压实不均匀导致层间粘结失效	路面局部塌陷，结构承载力丧失

3、路桥过渡段路基路面病害防治措施

3.1 软基专项加固

路桥过渡段软土路基地质特征，是病害发生最为常见的因素，受高压缩性和低承载力特性作用，极为容易导致过渡段出现不均匀沉降现象，以此必须采取专项加固措施，从源头降低病害发生概率^[2]。从软土特性出发，优先采用深层地基处理技术，如采用深层搅拌法，将水泥浆与软土混合形成复合地基，以有效增强土体强度和稳定性；或是采用排水固结法，利用砂井或塑料排水板加速孔隙水排出，配合堆载预压促使土体固结，有效减少工后沉降。浅层软基通常是采用换土法处理，通过置换优质填料改善地物物理性能。在软基专项加固锤炼中，需重点关注分层填筑和压实控制效果，精准控制每层填土厚度，利用交叉碾压等工艺，确保压实度均匀性。在采用超载预压技术进行处理时，必须要合理设定预压荷载和时长等参数，结合塑料排水措施，加速固结效果，能够有效预防局部沉降现象发生。

3.2 立体排水系统

对于水侵害较为严重的过渡段，在路基路面施工中，必

须要构建地表与地下协同排水系统，减少由此带来的病害隐患。系统整体设计应当以截导外部水渗入和加速内部水排出为目标，构建坡面排水、结构防水和地下导水为基础的层次构造。坡面排水是在路拱设计中，保持 3%~4%的横坡，使雨水能够迅速渗入边沟，再通过与排水沟的合理连接，确保汇水尽快排出施工路段范围^[3]。结构防水是指在过渡段合理设置盲沟和跌水井，有针对性的拦截层间水。地下排水是以盲沟与渗井相结合方式，在软基内铺设透水性较强的级配碎石，形成水平排水通道，同时预埋穿孔波纹管，将地下水导出路基范围。在立体排水系统中，还应当做好接缝、桥台背墙等部位的防水处理，有效阻断渗透路径。处理措施应用需做好细节层面控制，例如必须将排水管延伸至路基坡脚外，避免出现回灌问题；所选用的施工材料需具有抗侵蚀性和耐久性；在进行分层压实填土时，不能出现挤压排水结构问题；做好排水设施通畅监测，避免预防堵塞导致排水不佳问题。以此通过系统性排水措施，有效规避水侵害导致的路基路面病害现象。

3.3 刚柔过渡段结构

路桥过渡段刚度突变是跳车病害发生的直接原因,也是病害防治的难点问题,防治措施制定应当以刚度的梯度设计为基础,实现应力平顺传递,以此尽量规避病害发生。刚柔过渡段结构处理,核心措施在于设置过渡层和搭板系统,协调桥梁刚性体与路基柔性体的变形差异。过渡层材料多选择半刚性水泥稳定碎石或级配碎石,铺筑于桥台后路基顶,以形成弹性缓冲带^[4]。但需注意将模量介于桥梁混凝土与路基填土之间,以有效分散荷载并吸收沉降差。搭板设计需依据填土高度和沉降,精准预估长度、厚度等参数,确保覆盖区域和抗弯性能等达到运行要求。搭板与桥台采用锚固钢筋刚性连接,在路基端设置弹性夹层,以更好的适应变形现场。在现场施工中,可以选用透水性砂砾料进行分层碾压,将压实度控制在96%以上,以达到抑制工后沉降效果。对地质条件复杂、压实要求较高的过渡段,可以采用“一夯多击”工艺,有效提升夯实系数。搭板连接时需注意连接质量控制,在锚筋焊接完成后,及时使用沥青混凝土填充接缝。通过上述措施结合应用,能够有效规避刚度突变导致的结构性损伤风险,降低路基路面施工病害发生概率。

3.4 分层压实控制

分层压实是路桥过渡段路基施工最为常见的工艺形式,通过逐层施工消除填料孔隙,提升路基整体刚度和路基密实度均匀性。分层压实技术应用需遵循“薄铺层、强压实”原则,针对不同填料特性,采用纵向全宽或横向通道的开挖方式,确保作业面平整度。在施工作业前,需将路床彻底清理到位,并做好劣质土换填,采用水平分层法填筑^[5]。利用灰线放样方格控制每层填料厚度,并精准布料。在进行交叉填筑和压实作业时,优先选用振动压路机等重型设备,辅以小型压实机械做好台背等狭窄区域处理,避免留有死角。在施工过程中,需根据实际情况做好各项参数和工艺的动态调整。在调料含水率过高时,需采用晾晒或掺入粗骨料优化级配方式,确保含水率控制在方案要求范围内。压实作业需遵循“先静压后振压,由慢到快”的工艺顺序,在每层压实度检测达到设计要求后,才能进行后续作业。

3.5 加筋阻裂技术

针对路桥过渡段较为容易出现的反射裂缝及拉应力集中问题,可以采用加筋阻裂技术处理,利用复合结构分散荷载并抑制裂缝扩展。加筋阻裂技术原理是利用级配碎石集成的嵌挤排水特性和半刚性材料的抗变形能力,形成柔性过渡段,实现对病害现象的有效防治。柔性过渡带分为上下两层,下

层铺设级配碎石,利用连续级配形成密实骨架,以消散应力;上层结合沥青混凝土面层,通过增加厚度显著降低拉应力。在技术应用中,需做好级配碎石粒径连续性控制,确保压实后渗透系数达到设计要求。沥青层则应选择改性沥青以有效提升抗疲劳性能,在施工作业中做好摊铺温度的精准控制。上下两层间设置玻纤维格栅或应力吸收膜作为加筋阻裂夹层,实现对竖向变形传递的有效抑制,实现从基层至面层裂缝的系统性防治。

3.6 智能监控养护

当前智能化技术应用水平不断提升背景下,构建智能监控养护系统,实现对路桥过渡段全周期病害防控,已经成为技术发展的必然趋势。在施工阶段就同步植入合适类型传感器等设备,动态采集路基沉降、土压力和温湿度等数据;在运营期间利用检测设备动态采集路面平整度及裂缝等信息,利用BIM平台进行三维可视化建模,模拟荷载作用下路基路面变形趋势,能够提前分析路基路面病害发生概率,并结合智能决策模块,生成合适的处理方案。智能监控养护系统运行重点在于利用机器学习算法分析历史病害数据,实现对病害高风险区的精准分析,以此推动病害防治由被动修复向主动防治方向转型。

4、结束语

路桥过渡段路基路面施工技术不断创新,病害防治精准化转型背景下,技术人员必须要切实转变传统理念,认识到技术组合应用和智能监控养护的重要性,结合现场情况做好方案优化,实现对施工工艺和参数的动态调整,以此才能够切实提升施工质量,降低病害发生对工程项目建设的影响,推动路桥工程高质量发展。

[参考文献]

- [1]李颖欣.路桥过渡段路基路面设计与施工技术研究[J].交通科技与管理,2025,6(09):52-54.
- [2]黎兴铨.市政路桥过渡段软基路基路面高质量施工技术研究[J].企业科技与发展,2025,(01):116-120.
- [3]孟祥德.路桥过渡段路基路面施工技术应用分析[J].运输经理世界,2024,(01):44-46.
- [4]李生光.路桥过渡段路基路面施工技术研究[J].运输经理世界,2023,(34):106-108.
- [5]罗健豪.浅析市政路桥过渡段路基路面施工技术[J].城市建设理论研究(电子版),2023,(03):98-100.