

道路桥梁衔接段路基路面处理技术研究

付 炜

四川晟通检测有限公司 四川 攀枝花 617000

摘 要：随着交通基础设施建设的迅速发展，道路桥梁衔接段的路基路面处理问题日益凸显。本文深入研究了该区域的常见病害，如不均匀沉降、跳车隐患及结构衔接不紧密等，提出了一系列有效的处理技术，包括地基加固、高性能填料使用、结构衔接优化以及排水与防护系统的完善。这些技术旨在提升道路桥梁衔接段的稳定性和耐久性，确保行车安全，为交通建设提供科学依据和技术支撑。

关键词：道路桥梁衔接段；路基路面；处理技术

引言：道路桥梁衔接段作为交通网络的关键节点，其路基路面的稳定性和耐久性直接关系到整体交通设施的安全与顺畅。随着交通量的不断增加和车辆荷载的日益加重，衔接段的路基路面面临着严重的挑战，如不均匀沉降、裂缝、跳车等问题频发。因此，开展道路桥梁衔接段路基路面处理技术研究，对于提高道路通行能力和行车安全具有重要意义，是交通工程领域亟待解决的重要课题。

1 道路桥梁衔接段路基路面常见问题分析

1.1 不均匀沉降

（1）软土地基处理不当：若对桥梁台后软土地基未采取有效的加固措施，如真空预压、水泥搅拌桩等，地基在车辆荷载与自重作用下会产生较大压缩变形。尤其在填方路段，软土层的排水固结不充分，易形成差异沉降，表现为路面从桥台向路基方向逐渐下沉。（2）回填材料不合格或压实不足：部分施工中使用腐殖土、淤泥等不符合要求的回填材料，这类材料压缩性高、稳定性差。同时，若压实机械选型不当或压实遍数不足，会导致回填土密实度偏低，在后期运营中因荷载反复作用出现压缩沉降，形成台阶式凹陷。（3）透水性材料级配范围控制不严，碾压遍数不足，填料厚度未严格控制，材料粒径超大（4）基坑回填后压实处理不到位：桥梁基础施工中的基坑回填若未分层夯实，或回填材料含水率控制不佳，会使回填体存在孔隙。随着时间推移，孔隙逐渐压缩，导致桥台周边路基沉降，进而引发路面开裂^[1]。

1.2 跳车隐患

（1）过渡段路面强度差异大：桥台多为刚性结构，而路基为柔性基础，若两者之间未设置合理的过渡层，会因刚度突变导致路面受力不均。车辆行驶至衔接处时，刚性桥台变形小，柔性路基变形大，形成明显的高程差，引发跳车现象。（2）伸缩缝破坏：伸缩缝是衔接段的薄弱部位，若密封材料老化、锚固钢筋松动或伸缩装置安装不平整，雨水会渗入基层，导致结构锈蚀损坏。同时，车辆荷载的反复冲击会使伸缩缝与路面衔接处出现破损，进一步加剧跳车问题。

接段的薄弱部位，若密封材料老化、锚固钢筋松动或伸缩装置安装不平整，雨水会渗入基层，导致结构锈蚀损坏。同时，车辆荷载的反复冲击会使伸缩缝与路面衔接处出现破损，进一步加剧跳车问题。

1.3 结构衔接不紧密

（1）搭板与桥台、路基连接构造处理不当：搭板是缓解沉降差异的重要结构，若搭板与桥台之间的锚固措施不足，或搭板与路基基层的连接不牢固，在车辆荷载作用下会出现松动、位移现象，导致路面出现裂缝、错台。（2）土工格栅加筋土结构应用不足：土工格栅能有效增强路基填土的整体性和抗剪强度，但在实际施工中，若格栅铺设拉伸强度不足或长度不足、搭接宽度不够或锚固不牢固，会降低加筋效果，导致路基与桥台衔接部位出现（沉降）变形差异，从而影响结构稳定性。

1.4 排水不畅与防护缺失

（1）排水设施设置不合理：若衔接段未设置完善的边沟、截水沟或盲沟，雨水会在路基表面汇聚，渗入路基内部。使软土地基在水的作用下会进一步软化，降低承载能力，同时还引发路基边坡滑塌，影响路面结构安全。（2）边坡防护不到位：衔接段路基边坡若未采取有效的防护措施，如浆砌片石护坡、喷播植草等，在雨水冲刷和车辆震动作用下，易发生边坡冲刷、坍塌。边坡失稳会导致路基土体流失，进而引发路面沉降、开裂等问题。

2 道路桥梁衔接段路基路面处理技术

2.1 地基处理技术

（1）复合地基处理技术：CFG桩通过将水泥、粉煤灰、碎石按试验的比例混合，采用长螺旋钻孔灌注或振动沉管工艺成桩，桩体与桩间土形成复合地基，可将地基承载力提高2-3倍，沉降量控制在5cm以内。高压旋喷桩则利用高压浆液喷射切割土体并与之混合，形成直径

0.6-2.0m的水泥土桩,适用于淤泥质土、粉土等软土地基,尤其在既有结构物周边施工时,能减少对原有结构的扰动。(2)强夯法结合灰土挤密桩技术:针对湿陷性黄土地区,强夯法采用80-300kN重锤,从6-20m高度落下,通过冲击能消除黄土湿陷性,影响深度可达5-10m。配合灰土挤密桩,将消石灰与素土按3:7比例拌合,填入直径30-50cm的桩孔并夯实,桩间距1.0-1.5m,形成网格状加固体,可使地基承载力特征值提升至180kPa以上,有效解决黄土遇水沉降问题。(3)注浆加固技术:通过地质雷达探测确定地基松散区域后,采用钻孔注浆工艺,将水泥浆或超细水泥浆(粒径 $\leq 5\mu\text{m}$)以0.5-3MPa压力注入土体缝隙。对于砂类土,可掺入水玻璃缩短凝固时间;对于粘性土,添加膨润土改善流动性。该技术能使地基压实度从80%提升至95%以上,适用于既有道路的局部加固^[2]。

2.2 高性能填料应用

(1)泡沫轻质土等新型环保材料的应用:泡沫轻质土由水泥、粉煤灰、发泡剂经机械搅拌制成,干密度仅500-1200kg/m³,抗压强度可达0.6-8.0MPa。用于台背回填时,分层浇筑厚度50-100cm,28d强度达设计值80%以上,可减少70%以上的地基附加应力,解决传统填料“桥头跳车”难题。其利用工业固废的特性,每立方米可消纳粉煤灰300kg以上,符合环保要求。(2)严格控制填料松铺厚度与含水率:砂类土松铺厚度控制在25-30cm,粘性土20-25cm,采用灌砂法检测压实度。通过轻型击实试验确定最佳含水率,施工中采用洒水或翻晒调整,确保含水率偏差 $\leq \pm 2\%$,避免出现“弹簧土”或压实不足现象。(3)分层填筑、分层压实工艺:采用“三阶段、四区段、八流程”施工法,即准备、填筑、压实、检测三阶段;填筑、平整、碾压、检测四区段;施工准备、基底处理、分层填筑、摊铺平整、洒水晾晒、碾压夯实、检测签证、路基整修八流程。碾压时先用轻型压路机稳压2遍,再用重型压路机碾压6-8遍,直至压实度达标。

2.3 结构衔接技术

(1)搭板技术的改进与优化:变厚度钢筋混凝土搭板长度6-10m,桥台处厚度30-40cm,向路基方向按1:100坡度减薄,配置双层双向钢筋网(直径12-16mm,间距15-20cm),能适应3-5cm的沉降差。枕梁-搭板组合结构中,C35混凝土枕梁截面尺寸50×60cm,间距2-3m,与搭板通过预埋钢筋连接,将荷载分散至地基,减少搭板端部应力集中。(2)土工格栅加筋土结构的应用:选用双向拉伸聚丙烯格栅(抗拉强度 $\geq 80\text{kN/m}$,延伸率 $\leq 10\%$),沿路基横向铺设,搭接宽度 $\geq 30\text{cm}$,采用U

型钉(长度30cm)锚固,间距1.0m。格栅铺设范围从桥台背延伸至路基8-15m,每层透水性材料厚度(15)cm,检测每层压实度,严格按桥涵回填压实度 $\geq 96\%$ 控制,与格栅形成复合结构,可使路基整体刚度提高40%以上,减少侧向位移20-30%^[3]。

2.4 排水与防护技术

(1)地表排水系统优化:边沟采用C25混凝土浇筑(40×50cm),纵坡 $\geq 0.5\%$,每20-30m设沉沙池;排水沟连接处设C25混凝土急流槽,底部增设C20混凝土垫层。路基基底采用6%石灰土(厚度30cm)分层碾压处治,改善土体水稳性,压实度 $\geq 95\%$ 。(2)防水与伸缩缝处理:模数式伸缩缝(0-120mm)填充三元乙丙橡胶条,接缝处用聚氨酯密封胶封堵,安装高差 $\leq 2\text{mm}$,螺栓扭矩30-40N·m。路床顶面铺设20cm石灰土(掺8%水泥)加强防水层,降低毛细水上升影响。(3)地下排水与边坡防护:盲沟采用土工布包裹碎石(20-40mm),截面30×40cm,坡度 $\geq 1\%$;渗井直径1.0-1.5m,底部深入透水层1-2m。边坡防护中,高边坡采用C30混凝土预制块(30×20×8cm)砌筑,块间填种植土;低边坡喷播紫穗槐等乡土植物(20-30g/m²),坡面换填改良石灰土(厚度15cm)增强抗冲刷能力。(4)综合防护体系:结合石灰土改良层、生态植被与工程防护,形成“刚性结构+柔性绿化+土质改良”的三重防护机制,提升路基长期稳定性。

3 道路桥梁衔接段路基路面处理技术优化建议

3.1 加强施工前期规划与筹备

(1)详尽地质勘察与数字化管理平台搭建:在施工前,应组织专业勘察团队对接衔接段及周边区域进行全方位地质勘察,不仅要探明土层分布、地下水位、地基承载力等基础数据,还需重点分析软土地层、断层破碎带等特殊地质的分布范围和特性。基于勘察数据搭建数字化管理平台,将地质信息、设计图纸、施工参数等纳入三维模型,实现数据的实时共享与动态更新。通过BIM技术模拟施工全过程,提前预判可能出现的沉降差异、结构冲突等问题,为施工方案优化提供数据支撑。(2)施工方案优化与“三检”制度执行:结合地质条件和工程要求,对施工方案进行多方案比选,重点优化地基处理、填料选择、结构衔接等关键环节的技术参数。例如,针对软土地基区域,需对比复合地基、注浆加固等技术经济性和适用性,确定最优方案。同时,严格执行“三检”制度(自检、互检、专检),施工单位在每道工序完成后先进行自检,合格后由班组间进行互检,最后由专职质量检查员进行专检,确保每道工序符合设

计标准, 未经检验合格不得进入下道工序^[4]。

3.2 提升施工人员技能与设备管理水平

(1) 技能培训与考核: 定期组织施工人员参加专业技能培训, 内容涵盖地基处理技术、高性能填料施工工艺、结构衔接规范等专业知识, 同时结合案例分析讲解常见病害的预防和处理方法。培训后进行严格考核, 考核合格者方可上岗作业, 对于特种作业人员(如桩机操作工、压路机司机等), 必须持有效证件上岗。建立技能等级与薪酬挂钩的激励机制, 鼓励施工人员主动提升专业技能。(2) 施工机械维护保养与合理配置: 根据施工工艺要求合理配置施工机械, 例如在复合地基施工中, 需确保CFG桩机、高压旋喷设备等性能稳定; 在填料压实环节, 配备振动压路机、平板振动器等不同类型的压实设备, 适应不同填料和施工场景的需求。制定详细的机械维护保养计划, 定期对设备进行检查、润滑、维修, 记录设备运行状态和故障处理情况, 避免因设备故障导致施工中断或质量问题。同时, 引入智能化监测设备, 对压路机的碾压遍数、压实度等参数进行实时监测, 确保压实效果达标。

3.3 引入新材料与新技术

(1) 探索新型环保材料应用: 在填料选择上, 加大泡沫轻质土、改性沥青混合料等新型环保材料的应用力度。泡沫轻质土不仅能减轻路基自重、减少沉降, 其原材料中的粉煤灰等工业废料还能实现资源循环利用, 降低工程的环境影响。同时, 研究新型土工合成材料的应用, 如高模量土工格栅、聚酯长丝无纺布等, 提升路基的整体性和抗变形能力。在材料采购和使用过程中, 严格检测材料的物理力学性能, 确保符合设计要求。(2) 关注地基处理与结构衔接技术创新: 跟踪国内外地基处理技术的最新进展, 引入超高压喷射注浆、多向搅拌桩等先进技术, 提升软土地基处理的效率和效果。在结构衔接方面, 推广模块化搭板、预制装配式衔接结构等新技术, 减少现场浇筑作业, 提高施工精度和速度。例如, 采用预制枕梁-搭板组合结构, 通过工厂标准化生产确保构件质量, 现场快速拼装缩短施工周期, 同时降低

天气因素对施工的影响。

3.4 完善排水与防护体系

(1) 排水设施与边坡防护的综合设计: 将排水设施与边坡防护作为一个整体系统进行设计, 确保排水功能与防护效果相互配合。在地表排水方面, 优化边沟、排水沟的截面尺寸和坡度, 采用浆砌片石或混凝土浇筑, 提高抗冲刷能力; 在边坡防护中, 结合植被护坡和混凝土预制块护坡的优势, 形成“上拦下排”的防护体系, 植被层可减缓雨水冲刷, 预制块则能增强边坡的稳定性。同时, 确保排水设施与防护结构的衔接部位密封严密, 避免雨水渗入路基。(2) 特殊环境条件下的针对性措施: 针对多雨地区, 增加地下排水设施的密度, 如加密盲沟、渗井的布置, 采用透水性更强的材料填充, 提高排水效率; 在寒冷地区, 在伸缩缝内设置保温材料, 防止冬季冻胀导致伸缩缝破坏, 同时在排水管道外壁包裹保温层, 避免管道冻裂。对于山区陡坡路段, 除常规边坡防护外, 增设抗滑桩、挡土墙等支挡结构, 结合截水沟拦截坡面汇水, 防止边坡失稳引发路基病害。

结束语

综上所述, 道路桥梁衔接段路基路面的处理技术研究是一项复杂而重要的工作。通过深入探讨地基加固、高性能填料应用、结构衔接优化及排水防护技术, 我们为解决衔接段常见问题提供了科学依据和技术路径。未来, 随着新材料、新工艺的不断涌现, 我们将继续深化研究, 推动技术创新, 致力于构建更加安全、稳定、耐久的道路桥梁衔接段, 为交通事业的蓬勃发展贡献力量。

参考文献

- [1] 杨郑波. 市政道路桥梁工程中的沉降段路基路面施工技术分析[J]. 工程技术研究, 2020, (06): 76-77.
- [2] 李晓飞. 道路桥梁沉降段路基路面施工技术要点研究[J]. 散装水泥, 2021, (03): 65-67.
- [3] 尹洪彪. 市政道路桥梁工程中沉降段路基路面施工技术[J]. 四川水泥, 2021, (05): 291-292.
- [4] 李小辉. 市政道路桥梁工程中沉降段路基路面施工技术研究[J]. 工程与建设, 2021, (10): 116-117.