

公路工程路基路面与桥梁过渡段施工工艺研究

卢奕达

山东高速交通建设集团有限公司 山东 济南 250100

摘要: 公路工程路基路面与桥梁过渡段是公路工程的薄弱环节,其施工质量直接影响公路通行性能与使用寿命。本文以过渡段刚柔结构差异为切入点,阐述结构特性差异、变形协调控制等核心理论。系统分析施工前期准备要点,详细探讨路基、连接结构、路面及特殊条件下的核心施工工艺。结合工程实际提出工艺优化路径,从基底处理、填料摊铺等环节优化施工技术,并完善质量保障体系。研究旨在通过科学施工与工艺优化,消除过渡段沉降差异与应力集中问题,为提升公路工程过渡段施工质量提供理论与实践支撑。

关键词: 公路工程;路基路面与桥梁过渡段;施工工艺

引言: 随着公路交通量增长与载重等级提升,路基路面与桥梁过渡段的施工质量问题日益凸显,跳车、裂缝等病害不仅影响行车舒适性,更降低公路结构耐久性。过渡段因刚柔结构突变,易出现荷载传递不均与变形不协调问题,成为公路工程的关键管控节点。当前部分工程存在施工工艺针对性不足、质量控制体系不完善等问题。因此,深入研究过渡段施工理论,优化施工工艺与质量管控措施,对解决工程实际问题、提升公路整体建设水平具有重要现实意义,也为同类工程提供可借鉴的技术方案。

1 公路工程路基路面与桥梁过渡段施工理论基础

1.1 过渡段结构特性差异理论

路基路面与桥梁过渡段的核心理论起点,在于二者结构特性的本质差异。桥梁主体多采用钢筋混凝土等刚性材料,整体刚度大、变形量极小,在荷载作用下以弹性形变为主,且形变恢复能力强。而路基由土质地基经压实处理形成,属于柔性结构,即使经过分层压实,其刚度仍远低于桥梁结构,在车辆荷载与自然因素作用下易产生塑性累积变形。路面结构则介于二者之间,通过面层、基层的层级组合实现刚度梯度过渡。这种刚柔结构的突变,若缺乏合理过渡设计与施工,会导致荷载传递不均,进而引发衔接部位的应力集中,成为结构破损的潜在诱因。

1.2 变形协调控制核心原理

变形协调是过渡段施工的核心理论支撑,其核心目标是通过技术手段消除刚柔结构间的变形差。其原理基于材料力学中的形变协调方程,要求过渡段在全生命周期内,路基、路面与桥梁的竖向及水平变形保持同步。竖向变形控制尤为关键,需通过优化路基填料级配、提高压实度等方式,降低路基工后沉降量,使其与桥梁的

沉降量差值控制在允许范围内。同时,考虑温度变化、湿度波动等环境因素引发的体积变形,通过设置伸缩缝、选用温缩系数适宜的材料等措施,实现不同结构变形的平稳衔接,避免因变形不协调产生开裂、错台等病害。

1.3 荷载传递平稳过渡理论

荷载传递平稳过渡理论聚焦于车辆荷载在刚柔结构间的传递规律。车辆行驶至过渡段时,荷载需从柔性路基通过过渡结构平稳传递至刚性桥梁,若传递路径突变,会在衔接部位产生应力峰值。该理论要求过渡段通过渐变式刚度设计,构建从路基到桥梁的刚度过渡带——从靠近路基一侧采用低刚度填料,逐步向桥梁方向提升填料刚度,直至与桥梁刚度匹配。并通过加强过渡段路面结构层厚度、设置钢筋网等增强措施,优化荷载扩散路径,使应力逐步衰减,确保车辆荷载在过渡段内实现均匀传递,提升行车舒适性与结构耐久性^[1]。

2 公路工程路基路面与桥梁过渡段施工前期准备

2.1 施工方案设计

施工方案设计需结合过渡段结构特性与地质条件,重点明确施工工艺细节。需精准规划过渡段填料的摊铺厚度、压实遍数等参数,针对桥台与路基衔接处的应力突变问题,设计渐变式过渡结构。并要制定专项排水方案,避免雨水渗入引发基底沉降,方案需经过多轮技术论证,确保流程衔接顺畅、技术参数科学可行。

2.2 原材料质量控制

原材料质量是施工质量的核心保障,需建立全流程管控机制。填料优先选用级配良好的碎石土或砂砾土,进场前需检测颗粒级配、压实度等指标,确保符合承载力要求;水泥、钢筋等辅助材料需核出厂合格证明,抽样检测强度、耐久性等性能。所有材料需分类堆放,做好防潮、防晒措施,避免储存过程中性能衰减。

2.3 施工场地与设备准备

施工场地需进行平整压实,清理表层浮土、杂草等杂物,划分填料堆放区、加工区与作业区,设置清晰标识。设备配置需匹配施工需求,压实设备选用小型振动压路机与大型压路机组合,确保桥台周边等狭小区域压实到位;同时准备全站仪、压实度检测仪等设备,进场前完成调试与校准,保证运行状态稳定^[2]。

2.4 测量放线与基准控制

测量放线需建立高精度控制网,以桥梁桥台轴线为基准,采用全站仪精准放出过渡段边线、中线及高程控制点。每隔5米设置一个高程基准桩,标注摊铺厚度与压实高程控制线。施工过程中需定期复核测量数据,及时修正偏差,确保过渡段的平面位置与高程符合设计标准,为后续施工提供精准的基准依据。

3 公路工程路基路面与桥梁过渡段核心施工工艺

3.1 过渡段路基施工工艺

过渡段路基施工的核心目标是通过基底强化、填料优化和精准压实,控制沉降变形,实现与桥梁结构的变形协调。(1)施工前需完成场地清理,清除地表植被、腐殖土及软弱夹层,确保基底承载均匀。对于软土地基等承载能力不足的区域,需提前采用换填、夯实或复合地基处理等方式增强基底强度,处理范围应延伸至桥台两侧足够距离,与相邻路基基底形成整体受力体系。(2)材料选择需兼顾强度与变形适应性,优先采用级配碎石掺加水泥的混合料,这类材料具有水稳定性好、压实性佳、后期沉降小的特点。填料应在专业搅拌场按配比均匀拌和,避免现场二次掺拌导致的配比失衡。运输过程中需采取覆盖措施防止水分蒸发,确保混合料到场时含水率符合压实要求^[3]。(3)填筑施工遵循“分层摊铺、同步碾压、梯度过渡”的原则。过渡段长度需根据桥台后路堤高度确定,通常不小于20米,且应大于4倍路堤高度。摊铺厚度需严格控制,台后2米范围内的核心区域,每层摊铺厚度应减至相邻路堤摊铺厚度的一半,采用小型手扶式振动压路机配合冲击夯进行夯实;外侧区域则与相邻路堤同步采用大型压路机碾压,碾压顺序遵循“先轻后重、先慢后快、先边后中”的规律,确保压实度均匀一致。施工中需避免大型机械直接碰撞桥台结构,防止对桥体造成损伤。

3.2 过渡段连接结构施工工艺

连接结构是实现路基与桥梁力学传递的关键,主要包括桥台衔接处理、排水系统及传力结构施工,其核心作用是均匀传递荷载、疏导渗透水,避免结构界面出现应力集中。(1)桥台与路基衔接处需进行特殊处理,桥

台基坑回填应采用C15混凝土或级配碎石分层压实,回填高度与桥台基础平齐,防止基坑沉降引发桥台变形。在桥台与路基结合部设置带排水槽的渗水墙,采用无砂混凝土块砌筑,确保水能顺利渗入墙体,渗水墙底部铺设直径100mm的软式透水管,将渗流水横向排出路基外,避免水分滞留侵蚀路基。(2)传力结构中,桥头搭板是常用形式,通常采用C30钢筋混凝土浇筑,厚度不小于30cm。搭板施工需在过渡段路基填筑完成且沉降稳定后进行,沉降速率需控制在每日0.5mm以内。搭板与桥台连接处设置传力杆,采用直径25mm的钢筋,长度50cm,间距30cm,确保荷载在桥台与搭板间均匀传递。搭板上需设置3道宽度20mm的伸缩缝,缝内填充沥青麻絮,适应温度变化引发的结构变形。(3)衔接部位的台阶开挖同样关键,路堤与路堑过渡时,若路堑为硬质岩石,需沿坡面横向开挖高度0.6m的台阶;若为土质或软质岩路堑,则按1:2的坡率开挖台阶,台阶宽度不小于1.0m,通过增大接触面积增强结构整体性。

3.3 过渡段路面施工工艺

过渡段路面施工需基于稳定的路基条件,通过材料渐变和结构强化,实现行车平顺性的无缝衔接。(1)施工前需对路基顶面进行平整度和高程检测,确保路基顶面符合路面施工要求,若存在局部凹陷或凸起,需采用同级配材料修补或铣刨处理。(2)基层施工应与路基变形特性适配,在距桥台20m范围内的基床表层,优先采用掺加水泥的级配碎石材料,与路基填料形成材质渐变。基层摊铺采用摊铺机匀速推进,确保厚度均匀,摊铺宽度应超出路面设计宽度,为边缘压实预留空间。碾压时需与路基压实设备协同作业,靠近桥台处采用小型压路机碾压,避免对桥台产生侧向推力。(3)面层施工需注重与桥梁伸缩缝的衔接精度。沥青混凝土面层摊铺前,需清理基层表面浮尘,喷洒粘层油增强层间粘结力。在靠近桥梁伸缩缝处,摊铺机应缓慢行驶,控制摊铺速度与碾压时机,确保面层与伸缩缝装置平顺衔接。水泥混凝土面层施工时,需在与桥台衔接处设置胀缝,缝内安装胀缝板和传力杆,防止温度变形导致的面层开裂^[4]。(4)无论是沥青还是水泥混凝土面层,施工完成后都需进行及时养护,沥青面层需待温度降至常温后方可开放交通,水泥混凝土面层需按规范进行覆盖洒水养护,确保强度稳步增长,避免早期受力出现破损。

3.4 特殊条件下过渡段施工工艺

特殊条件主要包括雨季、软土地基、高低温环境等,施工需针对性采取技术措施。(1)雨季施工需预设排水坡度,备足覆盖材料,遇雨立即停工覆盖已施工断面。

雨后复工前检测填料含水率,超出最优范围时需调整至合格。(2)软土地基区域需强化过渡段基底处理,常用铺设土工格栅的方法,格栅层数、层间距、搭接长度及固定方式均需符合要求。路基填筑遵循“薄填快压”原则,减薄压实厚度并增加压实遍数,确保压实度达标。(3)高温施工需缩短填料运输摊铺间隔,车辆加盖遮阳棚,摊铺后及时洒水保湿。低温环境下(低于5°C)应停止水泥稳定类材料施工,若必须施工需采取保温措施、掺入早强剂并延长养生期。

4 公路工程路基路面与桥梁过渡段施工工艺优化

4.1 施工工艺优化目标与原则

公路工程路基路面与桥梁过渡段的施工质量直接影响公路整体通行性能与使用寿命,施工工艺优化以提升结构稳定性、减少沉降差异为核心目标,致力于消除过渡段常见的跳车、裂缝等问题,保障行车舒适性与安全性,同时实现施工效率与资源利用的协同提升。工艺优化需遵循三大核心原则:一是整体性原则,将过渡段视为路基、路面与桥梁的连接枢纽,确保各结构衔接顺畅,避免出现受力脱节;二是适应性原则,结合施工区域的地质条件、气候特征及材料特性,针对性调整工艺参数,提升工艺与实际工况的匹配度;三是可控性原则,优化后的工艺需具备清晰的操作流程与明确的质量判定标准,便于施工过程中的精准管控。

4.2 核心施工环节工艺优化

基底处理采用分层清理与强化压实协同工艺:先彻底清除浮土、杂物,依据土层密实度选用适配压实设备,通过多次轻压叠加提升基底承载能力,规避不均匀沉降风险;对含水率超标区域,采用晾晒与改良材料添加相结合的方式调节土壤性质,确保基底稳定性。填料选择与摊铺聚焦材料级配合理性,优先选用颗粒均匀、透水性佳的填料,杜绝易收缩、软化材料的使用。摊铺环节采用阶梯式分层施工,按过渡段长度划分摊铺层级,每层摊铺厚度控制在20-30cm,保障填料分布均匀。压实作业采用小型设备与大型机械配合模式,针对桥梁台背狭小区域,运用小型振动夯实施精准压实,确保全断面

压实度达标($\geq 95\%$)。衔接面处理采用界面粗糙化与结合层铺设工艺:对桥梁台背混凝土表面进行拉毛处理,增强与填料粘结力;在衔接处铺设过渡结合层,通过材料渐变特性实现受力平稳传递,弱化结构突变引发的应力集中问题^[5]。

4.3 施工质量保障体系优化

建立全流程质量监测机制,施工前对原材料进行全面检测,确保填料、结合料等符合质量要求;施工过程中采用实时监测技术,对压实度、摊铺厚度等关键参数进行动态跟踪,及时发现并调整施工偏差。完善施工技术交底与培训体系,针对优化后的工艺流程,对施工人员进行专项培训,明确各环节操作要点与质量标准。建立工序交接检验制度,上一道工序经检验合格后方可进入下一道工序,确保施工质量层层可控。强化施工过程中的现场管理,规范施工设备操作流程,合理安排施工工序衔接,避免因人为因素或工序混乱影响施工质量。

结束语:公路工程路基路面与桥梁过渡段施工是系统性工程,需以理论为指导、工艺为核心、管控为保障。本文明确了刚柔结构协调与荷载平稳传递的核心要求,梳理了各施工环节的关键技术要点,提出的工艺优化策略可有效降低沉降差异与病害风险。未来,应加强新型材料应用与智能化监测技术融合,构建更精准的质量控制体系,持续提升过渡段施工质量,为公路工程的安全稳定与长效运营提供更坚实的技术支撑。

参考文献:

- [1]马冰,杨超.道路桥梁过渡段路基路面施工要点分析[J].运输经理世界,2025(20):70-73.
- [2]刘兰.公路桥梁过渡段的路基路面施工技术探讨[J].建筑与施工,2025,4(17):78-80.
- [3]胡佳飞.路桥工程路基路面与桥梁过渡段施工工艺研究[J].建筑工程与设计,2024,3(10):209-210.
- [4]王志云,张钰革.公路工程路基路面与桥梁过渡段施工工艺研究[J].消费导刊,2021(14):80.
- [5]温友江.公路桥梁过渡段软土路基路面施工技术研究[J].工程机械与维修,2024,(08):114-116.