

道路与桥梁过渡段路基路面的结构设计

顾鹏飞

四川路桥城市建设有限公司 四川 绵阳 621000

摘要：道路与桥梁过渡段路基路面结构设计需遵循刚度渐变、变形协调、强度匹配、施工可行原则。路基设计包括选型与断面、填料选择与改良、压实工艺与质量控制；路面设计涵盖结构层次组合、材料选择与性能要求、刚度渐变设计。质量控制贯穿设计、施工、检测与验收阶段；设计前做好地质勘察，施工时把控工序质量，施工后开展全面检测，对不合格区域整改，验收时整理完善资料，确保过渡段路基路面结构质量达标，保障行车安全与舒适。

关键词：道路与桥梁；过渡段；路基结构设计；路面结构设计

引言

道路与桥梁过渡段作为交通基础设施的关键节点，其路基路面结构设计质量直接影响行车安全性、舒适性及结构耐久性。由于道路与桥梁在结构形式、力学性能及沉降特性上存在显著差异，过渡段易因刚度突变、差异沉降等问题引发结构破坏。因此，需遵循刚度渐变、变形协调、强度匹配及施工可行等设计原则，从路基选型、填料改良、压实工艺到路面结构层次组合、材料性能控制等方面进行系统优化，并通过设计、施工、检测验收全流程质量控制，确保过渡段结构性能满足工程需求。

1 过渡段路基路面结构设计原则

(1) 刚度渐变原则：在道路与桥梁过渡段的路基路面结构设计中，刚度渐变原则至关重要。道路路基和桥梁结构在力学性能上存在显著差异，若刚度突变，在车辆荷载反复作用下，极易在过渡区域产生应力集中现象，进而引发路面损坏。因此，需依据工程实际情况，科学合理地设计结构层次，精准选取材料参数。例如，在靠近桥梁台背处，可选用模量逐渐增大的基层材料，使路基路面刚度从道路路基向桥梁结构实现平稳、连续的过渡，有效降低应力集中风险，提高结构整体稳定性。(2) 变形协调原则，变形协调原则要求严格控制路基与桥梁台背的差异沉降。由于道路和桥梁的基础形式、施工工艺不同，运营过程中难免会出现不均匀沉降。若差异沉降超出允许范围，会导致路面结构出现裂缝、断板等病害，影响行车安全性和舒适性。为此，需采取有效的地基处理措施，如换填、强夯、桩基础等，增强地基承载能力，同时优化台背回填材料和施工工艺，减少沉降差异，确保路面结构的完整性。(3) 强度匹配原则，强度匹配原则强调路基、基层、面层及桥梁台背的强度应相互适配。各结构层需具备足够的强度来承受车辆荷载的反复作用，并将荷载合理传递至下部

结构。若强度不匹配，容易出现结构层破坏或荷载传递不畅等问题。在设计时，应根据交通荷载等级、地质条件等因素，合理确定各结构层的强度指标，保证结构整体强度满足使用要求。(4) 施工可行原则要求设计方案紧密贴合现场施工实际状况。要全面考量现场的场地环境、设备配置、人员技能等条件，使方案具备施工操作简便的特性，且质量管控难度低，从而保障方案能顺畅落地实施，达成预期设计目标^[1]。

2 过渡段路基结构设计

2.1 路基选型与断面设计

过渡段路基的选型需综合考量多方面因素，优先挑选承载力强、变形程度小的路基形式，以此保障路基的稳定性和耐久性。常见的路基形式有台阶式、斜坡式以及加筋土路基。(1) 台阶式路基适用于多种场景，通过在桥梁台背合理设置台阶，能有效增大路基与台背的接触面积，进而提升二者衔接的稳固性。在实际设计中，需严格控制台阶的几何尺寸，高度通常在合适范围内选取，宽度也有相应要求。(2) 斜坡式路基多应用于地形较为平缓的区域，其路基边坡坡度要依据填料的性质以及对稳定性的要求来确定。(3) 加筋土路基则适用于软弱地基区域，通过铺设土工合成材料，增强路基的整体性，有效减小差异沉降。(4) 在断面设计方面，要保证路基宽度与道路主线保持一致，同时预留出足够的压实作业空间。过渡段长度的确定需综合桥梁跨径、路基填料类型以及设计车速等因素，确保过渡段能充分发挥作用，保障道路与桥梁过渡区域的行车安全与舒适^[2]。

2.2 填料选择与改良

过渡段路基填料的选择与改良对于保障路基质量至关重要，其填料需具备高强度、良好压实性以及强水稳定性等特性。(1) 在填料选择上，应优先选用级配良好的碎石土、砂砾土等粗颗粒填料。这类填料颗粒间嵌挤

作用强,能有效提高路基的承载能力和稳定性。同时,要严格控制填料的最大粒径,不宜超过压实层厚的 2/3,不均匀系数宜控制在 10 - 30 之间,以保证填料的均匀性和压实效果。(2)对于粉质土、黏质土等细颗粒填料,由于其自身性能存在一定缺陷,需进行改良处理。常用的改良方法有掺灰改良,即掺加水泥、石灰等固化剂,改善其工程性质;还有掺砾改良,掺入一定比例的砾石,增强其强度和稳定性。改良后的填料需满足压实度不低于 96% (重型击实标准), CBR 值不小于 8% 的要求。此外,严禁使用淤泥、泥炭土、冻土等不良填料,以免影响路基质量。

2.3 压实工艺与质量控制

过渡段路基压实工作对保障路基整体性能起着关键作用,应采用分层压实工艺开展作业。每层压实层厚度需合理控制,不宜超过 20cm,这样能保证每一层都能被充分压实,提升压实效果。(1)在压实机械的选择上,优先选用振动压路机、冲击压路机等重型压实设备。这些设备能够提供较大的压实能量,有效提高填料的密实度。压实顺序应遵循从台背向路基方向推进的原则,如此可确保台背与路基衔接部位得到充分压实,避免出现压实盲区。(2)压实过程中,填料的含水量对压实质量影响显著,需将其控制在最佳含水量附近,偏差宜不超过 $\pm 2\%$ 。对于台背死角等大型机械难以施展的区域,可采用小型夯实机进行补压,确保压实无遗漏。(3)压实质量需通过多项指标进行把控,主要包括压实度、孔隙率及沉降量。压实度必须达到设计要求,孔隙率宜控制在 18% - 22%,分层压实后的沉降量应小于 5mm/层,以此保证过渡段路基的压实质量^[3]。

3 过渡段路面结构设计

3.1 路面结构层次组合

过渡段路面结构设计需充分考虑与道路主线路面结构的协调性,同时紧密结合过渡段自身的刚度特性,进行科学合理的优化调整。通常采用“面层+基层+底基层+垫层”的多层结构体系。(1)面层作为直接承受车辆荷载和外界环境作用的结构层,宜选用与主线相同的材料,如常见的沥青混凝土、水泥混凝土等,且厚度保持一致,以确保路面平整度和行车舒适性。(2)基层是路面结构的主要承重层,应选用强度高、刚度大的材料,像水泥稳定碎石、石灰粉煤灰稳定碎石等。考虑到过渡段的特殊受力情况,其厚度可较主线适当增加,以增强结构承载能力。底基层主要起到扩散荷载、排水隔水的作用,可选用级配碎石、天然砂砾等材料。(3)垫层则适用于地下水位较高或地基软弱区域,采用透水性良好的

材料,如碎石垫层、土工布垫层等,厚度一般设定在合适范围,以改善地基条件,保证路面结构的稳定性。

3.2 材料选择与性能要求

过渡段路面各结构层材料的选择与性能要求严格,关乎路面整体质量与使用性能。(1)面层直接承受车辆荷载与环境作用,需具备出色的平整度、抗滑性与耐久性。若采用沥青混凝土面层,其马歇尔稳定度是衡量高温稳定性的关键指标,应不小于 8kN,流值控制在 20 - 40 (0.1mm),以此保证面层在高温下不产生车辙等病害。若为水泥混凝土面层,立方体抗压强度需不低于 C30,抗弯拉强度不低于 4.0MPa,确保其有足够的强度抵抗车辆荷载。(2)基层作为主要承重层,要有较高的抗压强度和水稳定性。水泥稳定碎石基层 7d 无侧限抗压强度宜为 3 - 5MPa,石灰粉煤灰稳定碎石基层 7d 无侧限抗压强度宜为 2 - 4MPa。(3)底基层及垫层材料要具备良好的透水性和级配特性,级配碎石不均匀系数不小于 10,含泥量不大于 5%,利于排水和荷载扩散。

3.3 刚度渐变设计

过渡段路面结构需实现刚度渐变,以避免因刚度突变引发应力集中等问题,保障路面结构的稳定性与耐久性。实现刚度渐变有多种方式。(1)通过调整基层材料的配比达成目标。当桥梁台背为刚性结构时,在过渡段基层中逐步增加水泥剂量,随着水泥含量的提升,基层的刚度从路基侧向台背侧逐渐增大,实现平稳过渡。(2)采用变厚度基层设计。从路基侧向台背侧,基层厚度逐渐增加,这种厚度的变化能有效改变基层的力学性能,使刚度随之逐步提升。(3)在基层与面层之间增设土工格栅过渡层也是有效手段。土工格栅凭借其抗拉性能,能对路面结构起到约束作用,减小差异变形。所选用的土工格栅抗拉强度应满足不小于规定值的要求,延伸率控制在合适范围,以此确保其能充分发挥作用,实现路面结构刚度的平稳渐变^[4]。

4 过渡段路基路面结构的质量控制

4.1 设计阶段质量控制

设计阶段的质量控制是保障过渡段路基路面结构质量的基础与前提。(1)在设计工作开展前,必须进行全方面且详细的地质勘察。通过专业的勘察手段,精确查明过渡段区域的地形地貌特征、地层岩性构成以及地下水位变化等关键地质条件。这些准确的地质信息,能为后续的设计方案制定提供坚实可靠的依据。(2)设计过程中,要秉持严谨科学的态度,进行多方案比选。综合考虑工程实际状况,如周边环境、交通流量等因素,对路基路面结构参数进行反复优化,确保设计方案既符合工

程需求,又具备科学性与合理性。(3)设计文件是施工的重要指导依据,需明确各项关键参数,包括填料技术指标、压实标准、结构层厚度以及材料性能要求等。同时,还应提出具有针对性的施工技术要求与质量检验标准,为后续施工与质量检验工作提供清晰的指引。

4.2 施工阶段质量控制

施工阶段是保障过渡段路基路面结构质量的关键环节,需严格把控各工序质量。(1)施工前,要对填料进行严格的进场检验,仔细核查其各项性能指标,确保填料质量完全符合设计要求,从源头上保障工程质量。

(2)路基施工时,必须严格遵循分层压实工艺。精准控制压实层厚度、合理选用压实机械并确定压实遍数,每完成一层压实,就及时开展压实质量检测。若检测结果不合格,需立即对该区域重新压实,直至达到标准。

(3)路面基层施工,要着重控制混合料的配合比与拌和均匀性,保证摊铺厚度符合设计规范。碾压成型后,及时进行养护,养护期一般不宜少于规定时长,以维持基层强度与稳定性。(4)面层施工需确保平整度与压实度达标,严格防范裂缝、推移等病害出现。同时,要特别加强台背与路基衔接部位的施工质量控制,保证该区域压实充分,衔接部位平顺自然,提升整体工程质量。

4.3 检测与验收阶段质量控制

过渡段路基路面施工完毕后,进入至关重要的检测与验收阶段,此阶段对保障工程质量意义重大。(1)全面的质量检测是首要任务。路基检测涵盖压实度、孔隙率、沉降量以及 CBR 值等关键项目,这些指标能直观反映路基的压实效果、承载能力与稳定性。路面检测则包括平整度、压实度、厚度、强度和构造深度等,用以评估路面的使用性能与耐久性。(2)所有检测结果必须严格符合设计要求及相关规范标准。一旦发现检测不合格

的区域,要立即采取针对性的整改措施,如重新压实、修补路面等,直至该区域各项指标达标。(3)验收阶段,需精心整理和完善施工资料,涵盖地质勘察报告、设计文件、施工记录、检测报告等。这些资料完整齐全,不仅能真实记录工程建设的全过程,还能为工程验收提供坚实可靠的依据,确保过渡段路基路面结构质量符合要求,顺利投入使用^[5]。

结束语

过渡段路基路面结构设计是一个系统且严谨的过程,需遵循刚度渐变、变形协调、强度匹配及施工可行等原则,从路基选型、填料改良、压实工艺到路面结构层次组合、材料性能把控以及刚度渐变设计等方面精心谋划。同时,在质量控制上,从设计、施工到检测验收各阶段都要严格把关,依据准确的地质勘察、科学的设计方案、规范的施工操作以及全面的检测验收,确保过渡段路基路面结构质量可靠。如此,才能有效避免道路与桥梁过渡区域出现病害,保障行车安全与舒适,提升道路整体使用性能与耐久性。

参考文献

- [1]张强.道路桥梁过渡段路基路面施工关键技术分析[J].工程与建设,2021,35(03):564-565+608.
- [2]师自鑫.道路桥梁过渡段路基路面施工技术关键点分析[J].居舍,2021,(06):60-61.
- [3]李迎军.简述道路桥梁过渡段的路基路面施工技术探析[J].四川建材,2020,46(09):168-169.
- [4]赵文达.浅谈道路桥梁过渡段路基路面施工技术要点[J].四川水泥,2020,(09):272+276.
- [5]张汉文.关于道路桥梁过渡段的路基路面施工技术探析[J].甘肃科技,2020,36(13):99-101.