

道路桥梁沉降段路基路面设计要点

樊拥民

内蒙古交通集团有限公司项目管理分公司乌石项目办 内蒙古 呼和浩特 010000

摘要：道路桥梁沉降段沉降受地质、路基填料与施工、荷载与环境等因素影响。设计需遵循稳定性优先、适应性、耐久性与经济性平衡原则。关键设计要点涵盖路基、路面结构及过渡段设计。设计时，要做好前期勘察与数据把控，构建方案优化与评审机制，强化设计交底与施工配合，确保设计意图精准贯彻，保障工程质量。

关键词：道路桥梁；沉降段；路基路面；设计要点

引言：道路桥梁沉降段的路基路面设计，是保障交通基础设施安全与稳定运行的关键环节。沉降段受地质条件、路基填料与施工、荷载与环境等多重因素影响，易出现不均匀沉降，进而引发桥头跳车、路面破损等病害，威胁行车安全与舒适性。科学合理的设计是应对沉降问题的核心，需遵循稳定性优先、适应性设计、耐久性与经济性平衡等原则，精准把控路基处理、填料优化、排水系统等关键设计要点。同时，通过严格的前期勘察、方案优化评审以及设计交底与施工配合等质量控制措施，确保设计方案有效落地，实现工程效益最大化。

1 道路桥梁沉降段沉降原因分析

1.1 地质条件因素

地质条件是导致道路桥梁沉降段沉降的基础性因素。若沉降段位于软土、淤泥质土、泥炭土等不良地质区域，此类土层具有含水量高、孔隙比大、压缩性强、承载能力低的特点，在路基自重与车辆荷载的长期作用下，土层易发生固结压缩，产生显著的沉降变形。此外，当沉降段下方存在地下空洞、溶洞或地下水丰富且水位变化频繁时，会导致路基土体失稳、流失，进一步加剧沉降现象。

1.2 路基填料与施工因素

路基填料特性与施工工艺对道路桥梁沉降段稳定性影响显著。从填料角度看，若颗粒级配缺乏合理性，或压实度未达设计标准，亦或填料内有机质、易风化物质含量超标，在运营阶段，填料会因水分变化产生吸水膨胀、失水收缩现象，或因持续压实引发体积改变，进而诱发路基沉降。施工环节，若分层填筑厚度未按设计要求精准控制、压实机械选型不合理、压实遍数不达标，或在雨季施工时未有效落实排水措施，造成路基含水量过高，均会削弱路基密实度与承载能力，为沉降问题埋下隐患^[1]。

1.3 荷载与环境因素

长期荷载作用及恶劣环境条件是导致道路桥梁沉降段出现沉降现象的关键外部诱因。在道路桥梁投入运营后，大量车辆通行，特别是重载车辆频繁往复碾压，沉降段路基路面会持续承受动荷载。长期作用下，路基土体产生累积变形，进而引发沉降。同时，环境温度的起伏变化，会使路基路面材料发生热胀冷缩。在温度应力反复作用下，结构易产生裂缝，雨水渗入后，路基土体强度降低、发生软化，沉降加剧。此外，冻融循环会使路基填料中的水分反复冻结膨胀与融化收缩，破坏路基结构完整性，导致沉降量进一步增大。

2 道路桥梁沉降段路基路面设计原则

2.1 稳定性优先原则

稳定性是沉降段路基路面设计的核心原则。设计过程中需充分考虑沉降段的地质条件、荷载特性与环境因素，通过优化路基填料、强化路基处理措施、合理设计路面结构，确保路基路面在施工期与运营期内能够抵抗不均匀沉降，维持结构稳定，避免因沉降导致结构破坏或功能失效。

2.2 适应性设计原则

沉降段路基路面设计需具备良好的适应性，能够应对可能出现的沉降变形。设计时应预留合理的沉降量，根据沉降预测结果选择具有一定柔韧性与抗变形能力的路面材料，同时优化过渡段结构形式，使沉降变形能够平缓过渡，减少沉降对路面结构与行车舒适性的影响，避免出现明显的台阶或裂缝。

2.3 耐久性与经济性平衡原则

设计需在保证路基路面耐久性的前提下，兼顾经济性。在选择材料与设计方案时，应综合考虑材料的使用寿命、抗老化性能、抗疲劳性能，确保路基路面能够长期承受荷载与环境作用，减少养护维修频率。同时，需对比不同设计方案的造价成本与后期养护费用，在满足功能需求的基础上，选择性价比最优的设计方案，实现

工程效益最大化^[2]。

3 道路桥梁沉降段路基路面关键设计要点

3.1 沉降段路基设计要点

(1) 路基处理技术选择: 针对不同地质条件, 合理选用路基处理技术是控制沉降的关键。对于软土地基沉降段, 可采用换填法、排水固结法 (如塑料排水板、砂井排水)、复合地基法 (如水泥土搅拌桩、碎石桩、CFG 桩) 等技术, 改善地基土的物理力学性能, 提高地基承载能力, 减少固结沉降。对于浅层不良土层, 可采用换填级配砂石、灰土等优质填料, 置换原有的软弱土体, 提高路基基层强度; 对于深层软土, 宜采用复合地基法, 通过增强体与土体共同作用, 提升地基整体承载能力。(2) 路基填料优化设计: 选择性能稳定、压缩性低、承载能力强的填料是路基设计的重要环节。沉降段路基填料应优先选用级配良好的碎石土、砾石土、砂类土等粗粒土, 此类填料具有透水性好、压实性佳、抗变形能力强的特点, 能有效减少路基沉降。严禁使用淤泥、淤泥质土、有机质含量大于 5% 的土以及含水量超标、易风化的填料。同时, 需根据填料特性确定合理的压实度标准, 对于路基下路床及上路床, 应分别按重型击实标准控制压实度不低于 93%、95%, 确保路基密实稳定。(3) 路基排水系统设计: 完善的排水系统可防止雨水渗入路基, 避免路基土体软化, 减少沉降风险。沉降段路基应设置纵向排水盲沟、横向排水渗沟及地表排水坡, 形成立体排水网络。纵向排水盲沟宜设置在路基两侧边沟下方, 采用透水土工布包裹碎石或波纹管结构, 将路基内部积水导出; 横向排水渗沟间隔一定距离 (通常为 30-50m) 与纵向盲沟连通, 加速路基横向排水; 地表排水坡应控制路面横坡不小于 2%、路基边坡坡率不陡于 1:1.5, 确保地表雨水能快速排入边沟, 避免积水浸泡路基。

3.2 沉降段路面结构设计要点

(1) 路面基层与底基层设计: 路面基层与底基层需具备足够的强度、刚度与抗变形能力, 以有效传递荷载, 减少路基沉降对路面面层的影响。沉降段路面基层宜选用水泥稳定碎石、石灰粉煤灰稳定碎石等半刚性基层材料, 此类材料强度高、稳定性好, 能为面层提供坚实支撑。基层厚度应根据路基承载能力与交通荷载计算确定, 通常不小于 20cm, 且需分两层施工, 每层压实厚度控制在 15-20cm, 确保压实度达标。底基层可选用级配碎石或石灰稳定土, 厚度一般为 15-20cm, 起到过渡与找平作用, 同时增强路面结构的整体稳定性。(2) 路面面层设计: 面层设计需兼顾抗裂性、耐磨性与抗变

形能力, 适应沉降段可能出现的轻微变形。对于沥青路面, 宜选用改性沥青混凝土作为面层材料, 改性沥青具有良好的低温抗裂性与高温稳定性, 能减少温度应力与沉降变形引发的裂缝; 面层厚度应根据交通等级确定, 高速公路与一级公路沥青面层总厚度不宜小于 18cm, 且采用三层式结构 (上面层 4-5cm、中面层 6-8cm、下面层 8-10cm), 提高面层的抗疲劳性能。对于水泥混凝土路面, 应选用强度等级不低于 C30 的水泥混凝土, 同时在面板中设置拉杆、传力杆与接缝, 增强面板的整体性与抗裂性, 减少沉降导致的面板断裂。(3) 路面抗裂与防渗设计: 为防止沉降引发路面开裂及雨水渗入路基, 需强化路面抗裂与防渗措施。沥青路面可在基层与面层之间设置下封层 (如乳化沥青下封层), 起到防水、防渗与粘结作用; 在面层底部铺设玻璃纤维格栅或土工布, 利用其高抗拉强度抑制裂缝扩展。水泥混凝土路面应严格控制面板的浇筑质量, 确保混凝土振捣密实, 同时在面板表面设置抗滑构造, 并对板缝进行密封处理 (采用橡胶条或密封胶), 防止雨水通过板缝渗入路基^[3]。

3.3 沉降段过渡段设计要点

(1) 桥头过渡段设计: 桥头过渡段是沉降差异最显著的区域, 设计需重点解决桥头跳车问题。过渡段长度应根据路基填土高度与沉降量确定, 通常采用 “缓坡过渡” 方式, 过渡段坡度不大于 1:20。过渡段填料宜选用级配碎石、水泥稳定碎石等高强度、低压缩性材料, 且从桥台向路基方向采用渐变压实度设计 (压实度从 96% 逐步过渡至 93%), 减少填料差异引发的沉降差。同时, 可在过渡段路基中设置钢筋混凝土搭板, 搭板一端与桥台连接, 另一端延伸至路基, 长度一般为 5-8m, 通过搭板将车辆荷载均匀传递至路基, 避免局部应力集中导致的路面破损。(2) 不同路基类型过渡段设计: 当沉降段涉及不同路基类型 (如填方路基与挖方路基、软土路基与非软土路基) 衔接时, 需设置过渡段实现刚度与沉降的平缓过渡。过渡段长度按路基填土高度或挖方深度确定, 一般为 10-20m。过渡段填料采用两种路基填料的混合材料, 从一种路基向另一种路基方向逐渐调整填料比例, 同时加强压实控制, 确保过渡段路基密实度均匀。此外, 可在过渡段底部设置土工格栅, 增强路基的整体性与抗变形能力, 减少不同路基类型衔接处的沉降差。

4 道路桥梁沉降段路基路面设计质量控制措施

4.1 设计前期勘察与数据把控

道路桥梁沉降段路基路面设计, 前期勘察与数据精准把控至关重要。设计伊始, 要开展全面且深入的地质勘察工作。运用现场钻探技术, 精确探明沉降段地形

地貌的起伏变化,清晰呈现地层分布的层次结构。借助原位测试,像标准贯入试验、静力触探试验等,直接测定土体在天然状态下的物理力学性质,获取含水量、孔隙比、压缩系数等关键土质参数,同时准确测定地下水位。此外,通过室内试验进一步分析土样特性。在获取详尽地质信息后,结合道路桥梁的交通量预测数据,分析不同时段、不同车型的通行状况,依据荷载等级要求,运用专业理论与方法进行沉降计算与预测。如此,能为设计方案制定提供坚实科学依据,有效规避因勘察数据不准确、不全面而引发设计方案不合理的问题^[4]。

4.2 设计方案优化与评审机制

为保障道路桥梁沉降段路基路面设计方案的合理性与可行性,构建一套完善的设计方案优化与评审机制十分必要。(1)在设计环节,需针对沉降段路基处理技术展开多维度探索,对比分析不同技术如换填法、强夯法等的技术特性;对路面结构形式,考量柔性、半刚性等不同结构的适用性;对于过渡段设计方案,研究多种衔接方式的优劣。从技术可靠性角度,评估方案能否有效应对沉降问题,确保结构稳定;经济性方面,分析成本投入与效益产出;施工便捷性上,考量施工难度、工期等因素。通过综合评估,筛选出最优方案。(2)方案初步完成后,组织地质、道路、结构等多领域权威专家进行评审。专家们重点审查设计参数选取是否精准、沉降计算方法是否科学、关键技术措施是否合理。针对评审中暴露的问题,及时组织设计人员修改完善,保证设计方案既符合相关规范标准,又能切实满足工程实际需求。

4.3 设计交底与施工配合

为切实保障道路桥梁沉降段路基路面设计意图得以精准贯彻与有效落实,强化设计交底与施工配合工作至关重要。(1)在设计交底阶段,设计单位肩负着关键责任。应在施工正式启动前,组织施工单位与监理单位开展全面且细致的设计交底工作。交底内容需涵盖沉降段路基路面设计的核心要点,包括但不限于特殊处理部位

的技术要求、各项工程的质量验收标准,以及施工过程中需格外关注的注意事项等。同时,针对施工单位提出的各类疑问,设计人员要给予清晰、准确的解答,确保施工单位充分理解设计意图。(2)在施工进程中,设计人员需定期前往施工现场进行巡查。通过实地考察,及时掌握施工进度与现场实际状况。一旦发现施工中出现与设计不符的情况,如遭遇未预见的地质条件变化、因特殊原因需进行材料替代等,应迅速出具科学合理的设计变更文件,保证施工活动始终严格依照设计方案有序推进,有效规避因施工与设计脱节而引发的各类质量问题^[5]。

结束语

道路桥梁沉降段路基路面设计是一个复杂且系统的工程,涉及沉降原因的精准剖析、设计原则的严格遵循、关键设计要点的精细把控。从地质条件、路基填料与施工、荷载与环境等多方面剖析沉降根源,以稳定性、适应性、耐久性与经济性平衡为原则,对路基、路面及过渡段进行科学设计。同时,通过设计前期全面勘察与精准数据把控、设计方案优化与严格评审、设计交底与施工紧密配合等质量控制措施,保障设计意图准确落地。只有全方位、精细化的设计与管控,才能有效应对沉降问题,确保道路桥梁沉降段路基路面的安全、稳定与耐久。

参考文献

- [1]叶松.道路桥梁沉降段路基路面设计要点分析[J].现代盐化工,2021,48(4):178-179.
- [2]吴玲松.道路桥梁沉降段路基路面设计要点分析[J].低碳世界,2021,11(8):184-185.
- [3]杨城.分析道路桥梁沉降段路基路面的施工技术要点[J].黑龙江交通科技,2020,43(06):39+41.
- [4]代珊珊.道路桥梁工程沉降段路基路面设计要点分析[J].工程技术研究,2020,05(11):227-228.
- [5]冯秀亮.路桥沉降段路基路面设计要点及沉降处理措施[J].四川建材,2020,46(12):152+162.