

公路改扩建工程新旧路基衔接设计与施工控制

常运涛

国咨(北京)规划设计有限公司 北京 100049

摘要:公路改扩建中,新旧路基衔接质量关乎工程整体稳定性与使用寿命,不均匀沉降问题突出,易致路面病害,威胁行车安全舒适。本文结合工程实际,系统剖析差异沉降形成机理,明确衔接设计核心原则,详细阐述地质勘察、结构优化等设计方法,重点探讨既有路基保护、结合部处理等施工控制关键技术,并提出质量验收标准与风险防控措施。研究成果可有效解决衔接难题,减少不均匀沉降病害,为公路改扩建新旧路基衔接设计与施工提供理论与实操指导。

关键词:公路改扩建;新旧路基;不均匀沉降;衔接设计

引言:随着我国交通运输事业快速发展,既有公路通行能力已无法满足日益增长的交通需求,公路改扩建工程成为提升路网服务水平的重要举措。新旧路基衔接作为改扩建工程的核心环节,由于新旧路基在填料性质、压实度、沉降完成度等方面存在显著差异,极易产生不均匀沉降,导致路面出现裂缝、破损等病害,缩短公路使用寿命,增加后期维护成本。基于此,本文深入研究新旧路基衔接设计与施工控制技术,剖析差异沉降机理,完善设计方法,优化施工工艺,强化质量与风险管控,为同类工程提供借鉴,推动公路改扩建工程高质量发展。

1 新旧路基衔接技术基础理论

1.1 差异沉降机理分析

新旧路基差异沉降主要源于两者在受力状态、填料特性、压实程度及沉降完成度等方面的本质差异,是多种因素共同作用的结果。既有旧路基经过长期运营,填料已完成大部分固结沉降,沉降量趋于稳定,而新路基填料处于初始压实状态,后期会经历自身固结、次固结等过程,产生一定沉降量,两者沉降速率和最终沉降量的差异是形成不均匀沉降的核心原因。此外,旧路基填料长期受行车荷载反复作用,颗粒骨架结构稳定,而新路基填料颗粒排列松散,压实度难以完全匹配旧路基,在荷载作用下易发生压缩变形。同时,地质条件、填料类型、施工工艺及排水条件等,会进一步加剧差异沉降,若不采取有效控制措施,差异沉降超过允许范围,将直接导致路面结构破坏,影响公路正常运营。

1.2 衔接设计核心原则

新旧路基衔接设计需遵循系统性、协调性、稳定性和经济性四大核心原则,确保衔接质量符合工程要求。系统性原则要求衔接设计兼顾地质条件、填料特性、

施工工艺及后期运营等多方面因素,构建全方位的衔接体系,避免单一环节设计疏漏引发病害。协调性原则强调新旧路基在结构形式、填料选择、压实标准等方面保持协调一致,减少两者之间的差异,降低不均匀沉降风险。稳定性原则是核心,设计过程中需通过优化结构、加强防护等措施,确保新旧路基衔接部位整体稳定,有效控制差异沉降,避免路面开裂、错台等问题^[1]。经济性原则要求在保证设计质量和工程稳定性的前提下,优化设计方案,合理选用材料和工艺,降低工程投资和后期维护成本,实现工程质量与经济效益的统一。

2 新旧路基衔接设计方法

2.1 地质勘察与参数确定

地质勘察是新旧路基衔接设计的基础,直接决定设计方案的合理性和可行性,需全面、精准掌握工程地质和水文地质条件。勘察过程中,应重点勘察旧路基的填料类型、压实度、沉降历史、病害情况及地下水位分布,同时对新路基填筑区域进行详细勘察,明确填料性质、承载力及压缩性等参数。通过现场取样、室内试验及原位测试等手段,获取新旧路基填料的物理力学指标,包括含水量、密度、压缩模量、抗剪强度等,为差异沉降计算、结构设计及施工工艺选择提供科学依据。此外,需结合勘察结果,分析不同地质条件对新老路基衔接的影响,预判可能出现的病害,为后续设计和施工控制提供针对性指导,确保设计方案贴合工程实际。

2.2 结构形式优化设计

结构形式优化是控制新旧路基差异沉降的关键,需根据工程实际情况,选择合理的衔接结构形式,减少两者之间的沉降差异。常用的衔接结构形式包括台阶式衔接、斜坡式衔接及过渡段衔接等,其中台阶式衔接应用最为广泛,通过将旧路基边坡开挖成台阶,增加新路基

与旧路基的接触面积,提高衔接部位的整体性和抗剪能力。台阶高度、宽度需结合路基高度、填料类型及压实标准合理确定,一般台阶高度控制在0.8-1.2m,宽度不小于1.0m,台阶坡面设置一定坡度,增强新填料的稳定性。同时,在新旧路基衔接部位设置过渡层,选用级配良好的碎石、砂砾等材料,过渡层厚度控制在30-50cm,实现新旧路基刚度的平缓过渡,有效抑制不均匀沉降^[2]。

2.3 排水系统协同设计

排水系统不完善易导致路基填料含水量增加,降低填料强度和稳定性,加剧新旧路基差异沉降,因此需进行排水系统协同设计,确保新旧路基排水畅通。设计过程中,需兼顾旧路基原有排水系统,对损坏、堵塞的排水设施进行修复和改造,确保其正常发挥排水功能。新路基排水系统应与旧路基排水系统协同衔接,设置边沟、排水沟、盲沟等排水设施,形成完整的排水体系,及时排出路基内部积水和地表汇水。在新旧路基衔接部位,设置纵向盲沟和横向排水通道,加速路基内部水分排出,减少水分对衔接部位的侵蚀,提高路基整体稳定性。同时,做好路基边坡排水防护,防止雨水冲刷边坡,避免边坡坍塌,保障新旧路基衔接质量。

2.4 特殊地质条件处理

对于软土、湿陷性黄土、膨胀土等特殊地质路段,新旧路基衔接设计需针对性采取处理措施,解决特殊地质带来的沉降和稳定性问题。软土路段需先对旧路基软土进行加固处理,可采用换填法、排水固结法、挤密桩法等,提高软土承载力,减少后期沉降;新路基填筑前,需对软土地基进行预处理,选用强度高、压缩性小的填料,严格控制压实度。湿陷性黄土路段需采取强夯、灰土挤密桩等措施,消除黄土湿陷性,同时做好排水设计,防止雨水渗入路基引发湿陷。膨胀土路段需选用非膨胀性填料进行填筑,设置隔离层和排水设施,减少膨胀土的胀缩变形,确保新旧路基衔接部位稳定,避免因特殊地质条件导致衔接病害。

3 公路改扩建工程新旧路基衔接施工控制关键技术

3.1 既有路基保护措施

既有路基保护是改扩建工程施工的首要任务,直接关系到老路基的稳定性和行车安全。施工前应对既有路基状况进行全面调查评估,查明病害类型、范围和严重程度,针对性地制定保护方案。对存在裂缝、沉陷、滑移等病害路段,应先进行加固处理,达到稳定要求后方可进行加宽施工。施工期间老路基仍需承担交通荷载,必须采取措施减小施工扰动。边坡开挖应分段进行,每段长度不宜过长,开挖后及时填筑,减少边坡暴露时

间。高边坡开挖应设置临时支护措施,防止坍塌失稳。靠近老路肩的机械作业应严格控制,防止碰撞损坏路面和交通安全设施。交通组织与施工协调至关重要。应制定详细的交通导行方案,保障施工期间车辆通行安全。既有路基上的监测设施应妥善保护,沉降桩、位移桩等不得损坏。施工机械和材料堆放不得侵占老路基范围,防止超载造成路基变形。雨天应加强巡查,防止地表水冲刷边坡和渗入路基。发现异常沉降、裂缝开展等情况应立即停工,查明原因并采取加固措施。既有路基保护贯穿施工全过程,需要施工、监理、监测各方密切配合,确保老路基始终处于安全稳定状态^[3]。

3.2 开挖与填筑工艺控制

开挖与填筑工艺控制是保证新旧路基衔接质量的关键环节。老路基边坡开挖前应准确放样,标出台阶位置和高程。开挖顺序应从下向上逐层进行,每开挖一级立即碾压密实,验收合格后方可进行上一级开挖。台阶开挖应平顺整齐,不得出现反坡或锯齿状。台阶表面应清理干净,清除浮土、草皮和杂物。台阶根部与老路基结合处应重点处理,采用小型压实机具加强碾压,必要时人工夯实,确保无松散空洞。新路基填筑应分层进行,每层松铺厚度根据压实机具性能确定,一般不超过30厘米。填料含水率应控制在最佳含水率附近,超出范围时应采取翻晒或洒水措施。碾压顺序应从老路基侧向新路基侧推进,使新旧路基逐渐挤紧。拼接部位应增加碾压遍数,提高压实度。每层填筑完成后应及时检测压实度,合格后方可进行上层填筑。填筑速率应控制适当,避免加载过快导致地基失稳。软土地基路段填筑速率应根据沉降观测数据动态调整。填筑过程中应保持路拱横坡,便于排水。雨期施工应缩短作业面长度,雨后晾晒合格后方可继续填筑。冬期施工应采取保温措施,防止填料受冻。开挖与填筑工艺控制需要精细化管理和严格检测,确保每一环节符合设计和规范要求。

3.3 结合部处理技术

结合部处理技术是保障新旧路基整体性的核心措施,直接影响拼接质量和长期使用性能。结合部处理的首要环节是接触面处理,老路基台阶表面在填筑前应洒水湿润,涂刷水泥浆或水泥砂浆,增强新旧路基粘结力。水泥浆水灰比宜为0.5左右,涂刷均匀,随涂随填,防止干缩起皮。台阶根部及转角处应重点处理,确保浆液填充密实。土工合成材料铺设是增强结合部抗裂能力的重要措施。材料进场应检验合格,铺设前整平下承层,不得有尖锐物刺破材料。铺设方向应使主受力方向垂直于拼接缝,拉直但不得过紧,避免褶皱。锚固端应埋入老路基台阶内足够长度,

用U型钉固定。搭接宽度应符合设计要求,一般不小于20厘米,搭接部位用塑料扎带绑扎或缝接。铺设后应及时填筑覆盖,避免暴晒和机械损伤。结合部填筑应采用透水性好、压缩性小的填料,优先选用砂砾、碎石等粗粒土。填筑时从老路基侧向新路基侧推进,使填料挤入台阶根部。大型压路机无法作业的边角部位,应采用小型振动夯或冲击夯加强压实。压实度检测应加密布点,重点检测拼接部位。结合部处理应留存完整的施工记录和影像资料,便于质量追溯。

3.4 质量实时监测系统

建立质量实时监测系统,对新老路基衔接施工过程及后期运营阶段进行全程监测,及时掌握路基沉降、变形等情况,为施工控制和风险防控提供数据支撑。监测内容主要包括新老路基沉降量、沉降速率、水平位移及结合部应变等,监测点布置应结合工程实际,在新老路基衔接部位、路基中心、边坡等关键位置设置监测点,监测频率根据施工阶段和沉降情况合理确定,施工期间每天监测1-2次,沉降稳定后适当降低监测频率。监测数据需及时整理、分析,若发现沉降量、沉降速率超过允许范围,立即停止施工,分析原因并采取针对性的防控措施,确保工程质量安全。

4 质量控制与风险防控

4.1 质量验收标准

建立严格的质量验收标准,对新老路基衔接设计与施工的各个环节进行全面验收,确保工程质量符合设计要求和相关规范。验收内容包括地质勘察成果、设计方案合理性、施工工艺规范性、填料质量、压实度、结合部处理质量及监测数据等。压实度验收需采用环刀法、灌砂法等现场检测方法,新路基压实度不低于95%,结合部压实度不低于96%;沉降验收需确保新老路基差异沉降量不超过5cm,沉降速率不大于0.5mm/d。验收过程中,对不合格项目下达整改通知,限期整改,整改完成后重新验收,直至验收合格,方可进入下一施工环节,确保工程质量达标。

4.2 常见风险识别

公路改扩建工程新老路基衔接过程中,常见风险主要包括不均匀沉降风险、结合部开裂风险、边坡坍塌风险及排水不畅风险。不均匀沉降风险源于新老路基填料差异、压实度不足及地质条件复杂等,易导致路面开

裂、错台;结合部开裂风险主要因结合部处理不到位、粘结力不足,在荷载和沉降作用下出现裂缝;边坡坍塌风险多由开挖坡度不合理、支护措施不足或雨水冲刷导致,影响施工安全和路基稳定性;排水不畅风险源于排水系统设计不合理或施工质量不佳,导致路基积水,降低填料强度,加剧沉降和病害^[4]。另外,施工扰动、材料质量不合格等也会引发质量和安全风险,需全面识别、重点防控。

4.3 风险防控措施

针对识别的各类风险,采取针对性的防控措施,确保工程施工安全和质量。针对不均匀沉降风险,优化设计方案,加强施工工艺控制,严格控制填料质量和压实度,设置过渡层和土工格栅,强化质量监测,及时调整施工参数。针对结合部开裂风险,规范结合部拉毛、土工格栅铺设及压实工艺,确保结合部整体性和粘结力。针对边坡坍塌风险,合理确定开挖坡度,设置临时支护,加强边坡排水防护,避免雨水冲刷,及时清理边坡浮土和杂物。针对排水不畅风险,完善排水系统设计,加强排水设施施工质量控制,定期对排水设施进行清理和维护,确保排水畅通。

结束语

公路改扩建工程新老路基衔接设计与施工控制是保障工程质量和长期运营安全的核心环节,直接关系到公路的使用寿命和行车安全。因此,只有科学优化衔接设计、严格控制施工工艺、强化质量与风险管控,才能有效解决新老路基不均匀沉降等突出问题,提升衔接质量。未来可结合新型材料和先进技术,进一步优化衔接设计与施工控制方法,为公路改扩建工程高质量发展提供更有力的支撑。

参考文献

- [1]徐鹏.公路改扩建工程新老路基拼接衔接施工[J].低碳世界,2024,14(9):163-165.
- [2]刘海儒.公路改扩建工程新老路基拼接施工技术研究[J].工程机械与维修,2025(3):101-103.
- [3]柴月新.高速公路改扩建工程新老路基加宽拼接施工技术探究[J].中国公路,2023(23):101-103.
- [4]杨巧巧.公路改扩建工程新老路基拼接衔接施工技术[J].大众标准化,2024(3):31-33.