

高速公路改扩建工程中新旧路基拼接沉降控制技术研究

袁青杰

云南云路工程监理咨询有限公司 云南 昆明 650228

【摘要】：高速公路改扩建工程中，新旧路基因固结状态差异而产生不均匀沉降，表现为界面裂缝、路面错台等病害。其核心影响因素包括土体性质、拼接工艺、荷载条件及自然环境，根本问题在于界面变形不协调与土体结合不良。本文针对该问题，采用沉降观测、堆载预压、智能监测、注浆加固等技术，构建全流程沉降控制体系，结合物联网与北斗定位实现施工全过程动态管控。研究表明，该体系可有效协调新旧路基变形，提升路基承载力与稳定性，杜绝沉降超限隐患，为新旧路基拼接施工提供可靠技术支撑，保障工程质量与运营安全。

【关键词】：高速公路改扩建；新旧路基拼接；沉降控制；路基加固；智能监测

DOI:10.12417/2811-0528.26.12.033

引言

交通出行需求不断攀升，既有高速公路改扩建已成为提升路网通行效能、适配交通发展态势的关键举措。新旧路基拼接作为改扩建工程的核心环节，其施工质量直接关联工程整体成效与运营安全性。旧路基经长期荷载作用已实现固结稳定，而新路基填筑后需经历一定固结周期，两者沉降特征存在明显差异，易在拼接界面产生不均匀沉降，诱发路面开裂、错台等病害，影响工程质量及道路使用寿命。针对上述沉降问题，当前各类控制技术仍存在针对性欠缺、监测精度不足等短板，难以适配复杂地质条件下的沉降控制需求。因此，开展新旧路基拼接沉降控制技术研究以破解沉降难题，对推动高速公路改扩建工程高质量发展具有重要工程实践价值。

1 高速公路改扩建中新旧路基拼接沉降问题分析

1.1 新旧路基拼接沉降现状及危害

高速公路改扩建工程中，新旧路基拼接沉降是普遍存在且难以规避的工程难题，当前多数改扩建项目面临不同程度的沉降问题，旧路基经长期行车荷载作用已趋于稳定，而新路基在填筑后需经历一定时间的固结沉降，两者沉降速率、沉降量存在显著差异，易在拼接界面处产生不均匀沉降^[1]。这种沉降现象多表现为新路基沉降量大于旧路基，导致拼接部位出现台阶状变形、裂缝等病害，严重时延伸路面结构，引发路面开裂、错台、桥头跳车等问题，不仅降低路面平整度和行车舒适性，还会加剧车辆磨损，增加交通事故发生风险，同时会缩短路基和路面的使用寿命，增加后期养护维修成本，影响高速公路改扩建工程的整体质量和运营安全性。

1.2 新旧路基拼接沉降核心影响因素

新旧路基拼接沉降的核心影响因素集中在土体性质、拼接工艺、荷载条件及自然环境四个方面。土体性质的差异是根本

因素，旧路基土体经过长期固结，密实度高、压缩性低，而新路基填筑土的颗粒级配、含水量、压实度直接影响其固结速率和沉降量，若新路基填料选择不当或压实不充分，会大幅增加沉降风险。拼接界面的处理工艺至关重要，界面清理不彻底、搭接宽度不足、没有设置合理的过渡层或加筋结构，会导致新旧路基结合不紧密，产生滑动或不均匀沉降。行车荷载的长期作用会加剧沉降发展，重载车辆的反复碾压会使路基土体进一步压缩，尤其是拼接部位的应力集中区域，沉降量会明显增大。降雨、地下水浸泡等自然环境因素会软化路基土体，降低土体强度和稳定性，加速沉降进程。

1.3 新旧路基拼接沉降关键问题识别

新旧路基拼接沉降的关键问题集中在拼接界面处的变形不协调，旧路基经过长期行车荷载作用与自然沉降，土体已趋于固结稳定，而新路基填筑后需经历一定时间的工后沉降，新旧路基的沉降速率与工后最终沉降量存在显著差异，易导致拼接界面产生剪切应力集中，进而引发路基开裂、错台等病害。拼接部位的土体结合不良也是核心问题，旧路基边坡长期暴露易产生风化层、软弱夹层，若清理不彻底，新填筑土体与旧路基接触面的黏结强度不足，会形成沉降薄弱界面，加剧沉降差异^[2]。新路基填料的压实度控制偏差、排水系统布设不合理，会导致土体含水量异常，降低路基承载力，进一步放大新旧路基的沉降差，同时行车荷载的反复作用会加速沉降变形，引发路基整体稳定性隐患。

2 高速公路改扩建中新旧路基拼接沉降控制技术

2.1 路基拼接前沉降预处理技术

路基拼接前沉降预处理是控制新旧路基拼接后不均匀沉降的基础环节，核心是通过针对性处理手段，使旧路基沉降达到稳定状态，同时优化地基承载性能，为拼接施工奠定良好基

础(见图1)。需对旧路基进行全面沉降观测与评估,结合路基填料类型、填筑高度及地质条件,采用堆载预压工艺促使旧路基剩余沉降提前完成,预压过程中需合理控制加载速率,避免加载过快导致路基结构破坏。对于地质条件较差、沉降量较大的路段,需对旧路基基底进行加固处理,可采用换填优质填料、铺设土工格栅等方式,增强基底承载力,减少后期沉降变形。清理旧路基拼接面的浮土、杂物及松散填料,对拼接面进行凿毛处理,增大新旧路基填料的结合面积与摩擦力,为后续拼接施工的整体性提供保障,有效降低拼接处因沉降差引发的路面开裂、路基滑移等隐患。

旧路基沉降预处理流程



图1 旧路基沉降预处理流程图

2.2 拼接过程中沉降实时控制技术

依托物联网与北斗高精度定位构建的智能监测网络,可在拼接施工全周期内实现对新旧路基沉降状态的分钟级连续感知。通过在拼接区域布设压差式静力水准仪与GNSS位移监测系统,能够实时采集地基沉降、深层土体位移及地表水平变形等多维度数据,监测精度可达亚毫米级。所有传感器采集的数据通过无线网络实时上传至云端智控平台,系统自动生成碾压轨迹云图与沉降速率曲线,对压实遍数不足、沉降速率超限等异常工况自动触发声光报警。针对隐蔽工程的质量管控,在水泥搅拌桩施工过程中植入多参数分层智能控浆技术,传感器实时监测桩长、钻进速度及浆液密度,依据不同土层特性自动

参考文献:

- [1] 李慧中.平原区高速公路改扩建工程中新旧路基拼接工艺优化研究[J].运输经理世界,2025,(32):16-18.
- [2] 董晶晶,曾俊人.高速公路改扩建工程新旧路基路面拼接施工方案及质量检测[J].工程技术研究,2025,10(10):67-69.
- [3] 黄舒文.路基路面拼接施工技术在高速公路改扩建工程中的应用研究[J].价值工程,2024,43(29):86-88.

调节喷浆量,确保桩体水泥掺量均匀性提升15%以上。这种实时监测与智能调控的闭环机制,将传统的事后抽检转变为全过程动态管控,有效防止了漏桩、偏位及压实不均等质量隐患。

2.3 拼接后沉降加固及稳定性保障技术

路基拼接后的沉降加固与稳定性保障需依托拼接段受力特征及沉降演化规律,选用适配的综合处置方案,达成沉降精准管控与路基长期稳态^[3]。拼接界面常存不均匀沉降风险,注浆加固工艺可有效应对,在高压状态下将水泥浆体注入新旧路基衔接区域及下部软弱土层,填充土体孔隙并胶结松散颗粒,强化路基整体承载性能与抗形变能力,注浆参数依据土层性状、沉降速率灵活调整,保障浆体均匀扩散、固结质量达标。土工合成材料增强层铺设于新旧路基拼接界面及路基顶部,借助材料抗拉特性分散路基受力,遏制不均匀沉降诱发的裂缝产生,降低路基侧向偏移量。长效沉降监测体系同步搭建,实时捕捉路基沉降数据,结合监测反馈完善后期养护方案,搭配分层回填压实、坡面防护等工艺,进一步强化路基整体稳固性,规避拼接部位沉降超标、路基滑移等工程风险,保障路基长期服役安全。

3 结语

高速公路改扩建工程中,新旧路基拼接沉降控制是关键难题,直接影响工程质量、运营安全及道路使用寿命。新旧路基固结状态、工后沉降差异显著,加之土体性质、施工工艺等多重因素综合作用,极易产生界面开裂、路面错台等病害。采用拼接前预处理、施工全过程动态监测调控、完工后加固防护的全流程技术,能够有效均衡路基变形,增强整体承载力与结构稳定性。后续研究应结合现场实际地质条件优化施工参数,融合智能监测与加固技术,形成更贴合工程实际的施工技术方,保障拼接施工质量,实现工程提质增效,维护道路长期安全稳定运营。