

公路改扩建工程新旧路基拼接施工技术

吴佩泽

四川省交通建设集团有限责任公司 四川 成都 610041

【摘要】：公路改扩建工程中新旧路基因填料性质、压实状态及服役年限存在差异，拼接部位易产生不均匀沉降、纵向裂缝及结构失稳等问题。针对新旧路基拼接施工特点，分析既有路基处理、台阶开挖、填料控制、分层压实及土工材料加固等关键技术，明确沉降监测与质量控制要求，为提升拼接区域整体性、稳定性及公路改扩建施工质量提供技术依据。

【关键词】：公路改扩建；新旧路基；路基拼接；差异沉降；施工技术

DOI:10.12417/2705-0998.26.12.058

引言

公路改扩建过程中，既有路基与新建拓宽路基在筑材料、压实程度、结构强度及沉降变形方面存在明显差异，拼接区域容易形成结构薄弱带，直接影响路面平整度和运营安全。如何控制新旧路基差异变形、增强拼接界面整体性，成为施工质量管理的重要问题。研究合理的台阶开挖、填筑压实、加固处理及沉降控制技术，对提高改扩建工程耐久性具有现实意义。

1 公路改扩建中新旧路基拼接的工程特征

1.1 既有路基服役状态与拓宽施工条件

既有路基经过长期车辆荷载、环境温湿变化及周期性养护后，其压实程度、边坡稳定性、路基强度和局部沉降状态已形成较为稳定的空间分布，但不同路段仍可能存在软弱区域、填料老化、排水不畅及边坡局部变形等情况。拓宽施工需结合既有道路断面形式、路基高度、边坡坡率、沿线地质条件及交通组织要求确定作业空间。施工区域受到既有交通运行限制时，机械布置、土方运输和分层填筑均需与保通方案协调。对高填方、软土地基及桥头过渡路段，还应掌握原路基沉降发展规律，并结合历史监测资料、地质勘察成果和既有病害分布情况，识别沉降集中区及变形敏感部位。对于沉降尚未完全稳定的区段，应适当调整拓宽加载节奏，合理设置预压、换填或地基加固措施，为拓宽范围划分、基底处理深度和施工顺序确定提供更具针对性的依据。

1.2 新旧路基材料结构与变形特性差异

既有路基与拓宽路基形成时间不同，材料组成、含水状态、压实历史及应力水平存在明显区别。原有路基经过多年荷载作用后，土体颗粒排列较为密实，残余沉降通常较小；新填路基在施工完成后仍存在压密变形和固结沉降过程，荷载作用下容易形成不同步变形^[1]。若新旧路基填料的强度、模量、渗透性能差异较大，拼接区域受力传递会出现突变，路基横向刚度分布也会不均。季节性降雨和地下水变化还可能改变新填土含水率，使其变形幅度进一步增大。因此，材料选择和结构层配置需要兼顾强度匹配、变形协调及水稳定性，降低拼接部位产生

拉裂和错台的概率。

1.3 拼接界面施工组织与质量控制要求

拼接界面是新旧路基形成整体受力结构的关键施工区域，其作业质量受到边坡清理、台阶开挖、基底整平、填料摊铺及压实衔接等多道工序共同影响。施工组织应根据拓宽宽度和既有边坡条件合理划分作业段，控制开挖与填筑之间的时间间隔，避免已处理界面长时间暴露后受到雨水浸泡。台阶尺寸、横坡方向及压实机械作业范围应与设计要求保持一致，靠近旧路基边缘的狭窄部位需采用适配设备进行补强压实。质量控制还应覆盖压实度、含水率、层厚、界面密贴程度及排水状态，并结合沉降和水平位移监测及时识别异常，使各工序形成连续、可检验的施工控制链条。

2 新旧路基拼接施工中的关键质量矛盾

2.1 地基承载差异引起的不均匀沉降

公路改扩建后，新建拓宽区域与原有路基下部地基的受力历史存在差异，新增荷载会使拓宽侧地基重新进入压缩变形阶段，而既有路基下方地基经过长期固结后变形趋于稳定。当软弱土层厚度、压缩模量或地下水条件沿横断面变化较大时，新旧路基之间容易形成明显沉降梯度。车辆荷载持续作用后，差异变形还可能沿拼接带向路面结构传递，引起纵向裂缝、路面错台和局部凹陷。桥头、涵洞连接段及高填方拓宽区域对地基承载不均更为敏感，若前期勘察未能准确识别软弱夹层和局部低承载区域，后续沉降发展将更加复杂。尤其在新增填土荷载持续作用下，不同土层压缩量和固结速率差异会进一步放大局部变形，使结构物邻近区域产生明显沉降梯度。施工阶段还应结合钻探资料、静力触探结果及试验检测数据，对异常区段进行补充勘察，并针对承载能力不足位置采取换填、加固或预压处理，降低后期不均匀沉降风险。

2.2 拼接界面处理不足造成的结构离析

新旧路基连接部位若残留松散土体、表层植被、风化层或其他低强度材料，会削弱新填土与原路基之间的接触条件，使拼接带难以形成连续受力体系。台阶开挖尺寸不足、坡面处理不彻底或层间搭接长度偏小，也会降低横向咬合作用，在竖向

荷载与水平剪切力共同影响下产生相对滑移^[2]。施工期间若界面受到降雨浸泡,局部含水率升高后抗剪强度下降,结构分离风险进一步增大。此类隐蔽缺陷在初期可能不易显现,但随着交通荷载累积,容易逐渐发展为接缝开裂、局部脱空和边坡变形,使拼接区域形成明显结构薄弱带。

2.3 填筑压实偏差导致的整体稳定弱化

拓宽路基填筑质量受松铺厚度、填料级配、含水率和机械碾压参数共同影响,任一环节出现偏差都会造成压实质量在空间上的不均匀分布。填层过厚时,压实能量难以有效传递至下部土体,容易形成上密下松现象;含水率偏离最佳范围则会降低颗粒重排效果,使压实度难以稳定达到设计要求。靠近旧路基边缘、挡土构造物及狭窄作业带的位置受机械回转空间限制,更容易形成漏压和欠压区域。不同填筑层之间若压实标准执行不一致,还会造成刚度突变,在车辆反复荷载作用下出现累积塑性变形、局部剪切破坏及边坡稳定储备下降。

3 新旧路基整体稳定导向的施工技术优化

3.1 既有边坡处治与台阶开挖参数控制

既有边坡处治应结合坡率、填土类别、表层稳定状况和拓宽宽度确定开挖方式,对松散土、软弱夹层及局部破损区域进行清除,保证新填路基能够与稳定土体形成可靠接触。台阶开挖宜依据路基高度和边坡条件合理控制宽度、坡度及分级尺寸,避免出现台阶过窄、坡脚悬空或开挖面扰动过大的情况。施工过程中应控制开挖节奏,使台阶形成后及时进入填筑工序,减少雨水冲刷和长期暴露影响。对于高边坡、陡坡拓宽及局部地质条件较差区域,还需结合支护、排水和临时防护措施调整开挖参数,使边坡稳定与后续拼接施工保持协调。

3.2 填料分层摊铺与压实工艺协同优化

填料施工应依据土质类别、颗粒组成和含水状态确定松铺厚度,采用分层摊铺方式控制每层材料均匀性,避免粗细颗粒集中或局部堆积。摊铺完成后应根据最佳含水率范围及时调整水分条件,再结合压路机类型、吨位、行驶速度和碾压遍数配置压实工艺,使不同填筑层达到稳定密实状态^[3]。新旧路基交界处可适当缩小松铺厚度,并采用由外向内、由低到高的碾压顺序增强界面附近压实效果。大型机械无法充分覆盖的狭窄区域,应配合小型夯实设备补压,利用压实度、弯沉或回弹模量检测结果修正施工参数,保证填筑质量在横向和竖向范围内保持均衡。

3.3 土工材料加固与差异沉降动态控制

土工材料布设应根据拼接部位受力特征、路基填高和沉降风险确定层位及铺设范围,可在新旧路基连接带设置土工格栅、土工织物等材料,提高填土层间约束能力和横向荷载传递效率。铺设过程中应保持材料平整、张紧,严格控制搭接长度和锚固位置,避免出现褶皱、破损及局部悬空。加固措施实施

后,可在路基顶面、坡脚及典型断面布设沉降观测点,持续获取不同施工阶段的沉降量、沉降速率和横向差异数据。当监测值接近控制阈值时,应及时调整填筑速率、加载节奏或补强范围,使加固措施与沉降监测形成动态联动,降低拼接带后期差异变形风险。

4 典型改扩建工程路基拼接技术应用

4.1 工程条件与拼接施工方案配置

工程应用阶段需结合改扩建路段原有道路等级、路基宽度、拓宽形式、地基土层分布及交通荷载水平配置拼接方案。针对单侧拓宽、双侧拓宽及局部加宽等不同施工条件,应分别确定基底处理范围、拼接带宽度、施工分段长度和作业组织方式。软土路段可根据承载能力设置换填、排水固结或复合地基处理措施,高填方路段则需兼顾边坡稳定和填筑速率控制。施工方案还应考虑既有交通不断流条件,合理安排机械通道、材料运输路线和临时排水设施,使新建作业区与运营道路之间保持安全隔离。对于交通量较大的路段,可结合分段施工和错峰作业控制施工干扰,避免大型机械频繁穿越运营车道。临时排水系统需与原有边沟、截水沟保持衔接,防止施工积水进入拼接区域。遇到土层厚度、地下水位或地基承载状况与设计资料存在偏差时,应依据现场地质复核结果及时调整处理范围、填筑节奏及局部施工参数。

4.2 关键工序实施及质量指标控制

拼接施工进入实施阶段后,应将基底验收、台阶成型、材料铺设、分层填筑、碾压检测等工序纳入统一质量控制程序。每完成一道隐蔽工序均需进行现场复核,重点检查开挖尺寸、填层厚度、材料级配、含水状态及压实质量是否达到设计标准^[4]。填筑过程中可采用试验段确定适宜的机械组合、碾压遍数和作业速度,再将稳定参数应用于后续施工。靠近拼接带和结构物连接区域时,应增加检测频率,防止出现局部欠压、层厚超限或材料离析。质量指标宜结合压实度、弯沉、回弹模量和平整度等检测结果综合判定,并建立施工记录与检测数据对应关系。

4.3 沉降监测结果与拼接性能评价

拼接完成后可通过分阶段监测掌握新旧路基变形协调情况,在典型断面设置沉降板、位移观测点或自动化监测设备,持续记录施工期、预压期及通车后的沉降变化。评价时不仅关注累计沉降量,还需分析沉降速率、横向差值及其随时间的发展趋势。当各监测断面的变形逐步趋于稳定,且拼接区域未出现明显错台、纵向裂缝、局部隆起等异常现象时,可判定结构协调性处于合理范围。结合路面弯沉、压实质量和运营初期病害调查结果,还能够对拼接带承载性能、变形控制效果及施工参数适配程度进行综合评价,为后续同类改扩建工程提供可量化的技术依据。

5 新旧路基拼接质量控制机制深化

5.1 施工参数与沉降监测数据联动

施工参数控制应由固定经验值向动态反馈方式转变,将填筑高度、加载速率、碾压遍数、压实厚度等参数与沉降监测结果建立对应关系。施工期间持续采集路基竖向位移、侧向变形和沉降速率数据,对不同填筑阶段的变化趋势进行比对,当局部沉降增长较快或横向差异扩大时,及时降低填筑节奏、调整施工层厚或延长稳定期。监测数据还可用于识别高风险断面,并针对软弱区域增加观测频率。施工参数经连续修正后,可使填筑荷载增长与地基变形能力保持匹配,减少因加载过快造成的附加变形和局部失稳。

5.2 全过程质量检测体系协同运行

全过程质量检测应覆盖原地基验收、界面处理、材料进场、分层填筑、压实成型及路基交工等环节,并形成相互衔接的检测链条。不同工序应设置对应的质量控制指标,原材料重点核查级配、含水率和强度参数,填筑阶段重点检测松铺厚度、压实度及结构均匀性,成型阶段则加强弯沉、平整度和整体承载能力检验^[5]。对于拼接带、桥头及高填方等重点部位,可提高抽检密度并建立专项质量记录。检测结果应及时进入施工管理流程,对偏差项目实施复测、返工或局部补强,避免质量问题

在后续结构层中持续累积。

5.3 数字化监测与精细化施工融合

数字化技术可将测量、监测、施工设备和质量检测数据统一纳入信息平台,实现拼接施工状态的连续识别。利用智能压实设备记录碾压轨迹、速度、遍数及压实响应,可减少传统抽样检测对局部质量缺陷识别不足的问题;结合自动化沉降监测、三维测量和定位技术,可及时掌握路基断面变化及重点区域变形情况。施工管理平台还可依据设计模型与现场数据进行对比,对层厚偏差、欠压区域和异常沉降位置实施精准定位。数字化数据持续积累后,可形成不同地质条件和拓宽形式下的施工参数库,为设备调度、质量追溯和工序优化提供更细化的数据支持。

6 结语

公路改扩建工程中新旧路基拼接质量直接关系道路结构稳定性与运营耐久性。针对地基承载差异、界面薄弱及压实不均等问题,应强化边坡处治、台阶开挖、分层填筑、土工加固与沉降监测之间的协同控制,并依托全过程质量检测和数字化监测及时修正施工参数。以数据反馈驱动精细化施工,可有效降低差异沉降和接缝病害风险,提升拓宽路基整体承载能力及长期服役质量。

参考文献:

- [1] 王贵.公路改扩建工程新旧路基路面拼接施工技术研究[C]//北京市朝阳区国际绿色经济协会.全球绿色经济发展论坛——低碳建筑工程与技术管理会议论文集 2025年(下).2025:71-73.
- [2] 刘海儒.公路改扩建工程新旧路基拼接施工技术研究[J].工程机械与维修,2025,(3):101-103.
- [3] 朱辉.改扩建高速公路路基施工技术要点分析[J].运输经理世界,2025,(3):43-45.
- [4] 徐鹏.公路改扩建工程新旧路基拼接衔接施工[J].低碳世界,2024,14(9):163-165.
- [5] 李赞鹏.公路改扩建工程新旧路基衔接技术的研究[J].交通世界,2023,(27):85-87.