

公路拓宽改建工程旧路基拼宽加固施工技术分析

文 / 储成久 安徽建工公路桥梁建设集团有限公司

摘要：在交通需求持续增长的背景下，既有高速公路改扩建成为提升路网通行能力的重要手段。本文以芜湖至合肥国家高速公路林头至陇西段改扩建工程LJLM-2标为研究对象，针对单侧拼宽模式下旧路基拼宽加固技术展开分析。结合工程中低填浅挖段与非低填浅挖段的不同地质与工况条件，系统阐述了反挖处理、土工合成材料铺设、台阶开挖等关键施工工艺，重点探讨了各环节的质量控制要点与技术参数。研究表明，通过针对性的施工技术选择与严格的压实度、搭接长度等指标管控，可有效解决新旧路基差异沉降问题，为类似单侧拼宽改扩建工程提供技术参考。
关键词：公路改扩建；旧路基拼宽；加固技术；土工格室；钢塑格栅；压实度

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2025.24.044

引言

目前，我国交通运输需求持续攀升，既有高速公路通行能力，已无法满足区域经济发展和民众出行的需求，通过改扩建工程成为优化路网结构、提升运输效率的关键举措。在改扩建工程中，旧路基拼宽加固质量影响新旧路基协同工作及道路寿命和安全。芜湖至合肥国家高速公路林头至陇西段改扩建工程LJLM2标采用单侧拼宽，将双向4车道扩为8车道，面对低填浅挖段和非低填浅挖段的复杂工况。本文通过分析两类路段拼宽加固技术，确定关键工艺参数和质控要点，为同类工程提供实践参考。

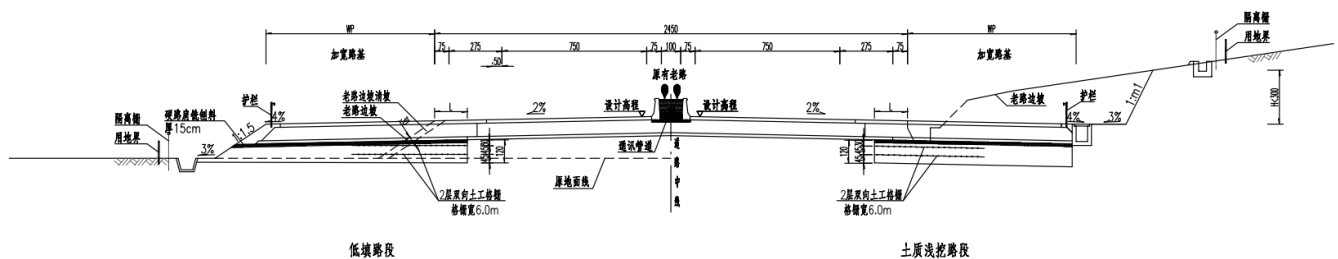
一、工程概况

芜湖到合肥国家高速公路安徽省林头到陇西段改扩建工程LJLM-2标段，起始桩号K76+449.321，结束桩号K91+450，路线总长约15.001公里。本项目为充分整合既有路网资源，在保留原有双向四车道的基础上，新建高规格八车道公路系统，以满足区域交通流量稳步增长及通行能力提升的需求。

依据对现状道路存在的各种情况数据展开调查，并融合其经济性、施工便利程度和技术可操作性等因素，得出此标段采取“单侧拓宽”作为关键设计方案。针对新旧路基的部分，只在原先高速公路右侧实施一边连接的工程活动。按照道路土层与填筑高度之间存在的区别，将此路段划分成两种状况，分为低填浅挖与非低填浅挖。之后针对每种不同类型的状况，制订一系列独特的技术工艺流程，并定义质量控制步骤，整个施工过程遵循针对本身需求量身打造的标准流程操作。

二、低填浅挖段旧路基拼宽加固施工技术

低填浅挖路段的关键特征在于拼接区和既有路面标高差值较小。若直接进行回填作业，有可能出现基底压实度不够或者新旧路基结合面处理不当的情况，这样后期就会产生沉降、裂缝等病害现象。为实现结构之间的平顺过渡，提升整体稳定性，需采用反向开挖技术，对老路结构层实施改造，铺设土工合成材料等多种手段来改善工程质量。



(一) 反挖与基底处理

低填浅挖路段的施工工艺流程要求先做反向开挖作业，将深度扩展到路床底部，清除掉表层松散土体和潜在的软弱夹层，再用重型压实设备对基底实施分层碾压，严格控制各层次的压实参数，直到达到设计规定的路床基层密实度标准。这种方法的核心目的是改善地基孔隙结构特性，提升承载能力，防止后期基础沉降，引起接缝区域出现结构性损伤^[1]。在芜湖至合肥高速公路LJLM-2标段工程中，技术人员按照上述技术规范严格完成了相关工序的操作。

(二) 老路土路肩处理

基底处理完成之后，就要着手对既有老路土质边坡进行细致的开挖工作，形状也需要得到规范调整。施工时要完全清除掉大概25cm厚的原始土壤部分，同时，将一边接拼接的部分，接头长度压到25cm以下。这一设计可以很好满足新旧路基结合处的力学性能指标，通过增加接触面积，达成应力分散的均衡效果，避免了因局部应力集中，造成剪切力破坏的情形。若清除掉的土质边坡表面，仍存在杂乱的土块及杂物的堆积，视为未清理合格，回填作业的相关任务以及铺设土工布的基础支

撑条件,需在保持稳定的前提下,方可判定为合格。

(三) 土工格室铺设与填筑压实

作为一种具有三维空间特性的土工合成材料,土工格室凭借其网格结构为土壤施加约束力,显著提升抗剪强度并改善整体稳定性,在低填浅挖路段的拼宽加固工程中发挥关键作用,本项目在该区域采取双层6米宽的土工格室铺设方案,按照如下工序逐一实施:

第一层土工格室铺设:当填筑高度至下路床底部标高以上约45cm时,需对施工区域进行整平并检测合格后,再铺设6米宽的第一层土工格室,在实际操作时要确保土工格室展开得平整,不能有褶皱或者扭曲现象,其和老路基的搭接长度必须大于等于20cm,同时,用绑扎方法来固定连接处,防止以后出现位移情况,从LJLM-2标段工程实践可知,该技术方案应用后,路基横向刚度及整体性能显著提升。

在土工格室铺设之前,必须对路基表面的平整度,进行精确测量,将高程差异控制在5cm之内。若发现局部低洼的位置,就需用级配碎石填充,并进行碾压处理,消除应力集中可能造成的结构破坏风险。在施工的时候,需安排专人全程监督连接节点的绑扎工艺,在每5米范围内,随机选取测点,来检查固定强度是否达到标准。此外,需在24小时内完成填料的摊铺工序,防止材料老化或者性能退化的情况出现,根据LJLM-2标段的实际经验显示,利用精细化的时间管理手段,使得土工格室和填筑层之间的协同配合效果,得到显著提升。

第二层土工格室铺设:在路床设计标高75cm处铺设第二层土工格室时,其施工工艺与首层基本保持一致,通过精准规划,上下两层土工格室的空间布局及纵向间距,结合分层约束理论,可实现路基底部应力分布的均匀化,以及整体形变的有效控制,该技术方案在实际工程应用中经实践验证,其结构稳定性和承载能力均较为突出。

填筑与压实:土工格室铺设结束后应立即开始填料施工,所选材料得要符合设计规范里规定的级配和含水量标准,同时还要按照分层摊铺、逐层压实的技术流程来操作。推荐用重型振动压路机来做工作,碾压遍数要按照试验路段测试得到的数据来定,最终确保路床干密度达到97%以上。这是保障路面承载力和水稳定性的重要参数,可用环刀法或者灌砂法在施工现场取样检测,每1000平方米至少设3个测点,才能确保结果的可靠性。LJLM-2项目执行质量管理措施,工程整体品质明显改善。

三、非低填浅挖段旧路基拼宽加固施工技术

同低填浅挖路段对比之下,非低填浅挖区段的拼宽路段,其填筑高度呈现较为明显的特征。在这样的形势下,老路边坡的地形特性及土质情况对施工质量起着较大的影响作用。假如只是照常规采用填筑方式,则会因为新

旧路基刚度差异以及边坡表层松散物质的存在造成整体稳定问题。

(一) 老路边坡清表与削坡处理

非低填浅挖段拼接的首要工序为老路边坡清表与削坡,具体内容涵盖:

清表处理:新旧路基拼接处的老路边坡表层处理,这些物质会削弱填料与边坡的黏结强度,引发沉降或者滑移隐患。清表之后,要立刻用人工方式对边坡表面做精细整修,确保坡面平整,未出现明显凹凸。

削坡施工:清表工作结束后,依照1:1坡度标准对原有的边坡实施削坡处理。这个操作是将原本陡峭的地形削平,变成比较平缓的状态,同时,增大新旧路基接触的面积,将表面不稳定的土体清除掉。施工期间,要依靠全站仪动态监测坡率参数的变化情况,防止出现超挖或者欠挖的现象。削坡工序做完后,需通过监理单位验收合格才能进入下一阶段的工作^[2]。

(二) 台阶开挖施工

台阶开挖设计,是一种应对非低填浅挖路段新旧路基差异沉降的主要技术方案,其利用在原有边坡区域设计台阶,其“嵌固效应”使新旧路基连接的整体稳定性显著提升,结合工程实际,需重点关注以下核心要素:

台阶尺寸:立足于土体抗剪强度以及施工便利性的综合判断,首级台阶设定为宽150cm,高150cm(长×宽),其余各阶皆设计成100cm乘以100cm的模块状形式。这样既满足了填料压实作业所必需的作业空间,还确保其密实度符合技术标准的要求。在LJLM-2标段进行具体开挖时,这一方案切实为后续的路基填筑步骤带来了坚固可靠的保障。

台阶坡度:各阶台底部均有采用2%的内倾坡度这种构造细节存在的,不仅能够有效阻止拼宽路基的填料向边坡外部滑移,进而规避相关风险。同时,达到了快速排除雨水沿着阶梯内部流走,防止为水饱和造成松散问题等情况。在台阶具体的挖掘工序结束后,采取了详尽的不低于90%的压实度测试方法,并且相关措施被不断完善后,才形成责任机制式的全面推行运作状态,在LJLM-2标段当中的施工领域得到满额,实现各自管理水准的话题对策。

(三) 土工合成材料铺设技术

针对非低填浅挖路段,在高的填筑高度、复杂力学条件下,采用钢塑格栅和高强土工格室的复合加固工艺,利用几种土工材料的协力机制,有效地提升拼宽路基的综合稳定性。其具体的施工流程与技术参数下面进行叙述:

钢塑格栅铺设:在路床顶面下75cm和45cm深度范围分别铺设一层钢塑格栅材料,这种材料具备高强韧性

和低蠕变特性，能够约束路床土体横向位移，将路基荷载均匀传递至基层结构层，减小新旧路段沉降差异问题。按照拼接宽度确定钢塑格栅幅宽尺寸，其和现有路面的搭接长度要达到30cm以上，利用螺栓固定以确保牢固性。LJLM-2项目用螺栓固定技术，确保了格栅间结合部位的安全性、可靠性以及长期耐久性。

高强土工格室铺设：高强土工格室在拼宽路基工程中应用优势明显，承载力和耐久性能突出，对基层土壤施加的约束力很强，整体刚度明显提升，沉降量得到有效控制。施工时，需确保紧贴自然地表且不能有悬空情况，钢塑格栅要科学避开，这样就形成了三维复合加固体系。这种技术方案在LJLM-2标段实施后效果很好。

高强土工格室铺设前，需对原地面压实度实施精确复测，确保其不低于90%的标准值。若检测结果不达标，需执行二次碾压措施，来符合工程质量的要求，“自中心向外侧”的铺设方式，可以防止材料变形或者出现折皱的情况，相邻单元的搭接处，要用双股尼龙绳固定，间隔不能超过30cm，如此一来，加强整体的稳定性。为避免钢塑格栅和高强土工格室之间产生相互干扰，在竖直方向上，两者间距，不能低于10cm，并且在它们的交叉位置上，还要加装专用的塑料垫片隔层，以防摩擦损伤影响性能表现，这种技术在LJLM-2标段中，已获得成功实践验证，进一步提升了路基加固效果。

（四）填筑与压实控制

对于非低填浅挖路段，因为施工高度较高，因此需重点加强对填料选择和压实质量的把控。推荐优先采用级配良好的碎石土或者砂卵石作为填料，并且将含水率控制在最优化±2%的范围之内^[3]。施工时要全面依照“分层铺设，逐层碾压，分级检测”的技术要求，每次铺筑的厚度不能超过30cm。使用不少于20吨级别的重型振动压路机时，行驶速度应控制在2到4公里每小时之间，总碾压遍数不能少于六遍。

压实度检测要按分层检测来实施，下路床以下的区域要≥93%，下路床≥95%，上路床≥97%。推荐用灌砂法来做检测，每层填筑覆盖面积超过2000平方米时，最少选取4个测点。施工期间还要同步开展沉降监测，在各个层级的路基上设置固定的观测桩，按照逐层递进的方式定时记录相关参数。若是累计沉降速率超出预设的阈值，就需暂停作业，深入查找原因，在完成技术评估并确认没有安全隐患之后才可以继续推进工程进度。

四、施工质量控制要点

（一）原材料质量控制

土工合成材料（土工格室、钢塑格栅）的质量，直接决定拼宽加固工程的质量成败，因此进场验收这一环节要严格监管。施工方依据厂家提供的质量合格证明文件，参照相关技术标准抽样检测，重点检查拉伸强度、

断裂伸长率、搭接强度等关键性能指标，只有检测数据达标才能投入使用。以芜合高速LJLM-2标段为例，低填浅挖区域使用的6米规格土工格室，非低填浅挖区域使用的钢塑格栅和高强型土工格室，还要核对批次信息和设计参数是否一致，避免因规格不符造成加固效果降低的风险隐患。填料质量管控是工程质量的关键所在，其进场之前必须对颗粒级配、含水率、压实度等重要指标展开系统检测，若检验结果不符合设计标准，就严禁投入使用^[4]。

（二）施工过程质量控制

施工期间须建立系统化的质量管控体系，要明确各环节的核心控制要素及其检验标准^[5]。针对反挖深度、台阶宽度、土工布铺设位置和搭接长度等关键参数，需采用全站仪或水准仪实施精准测量，确保其符合设计规范要求。以芜合高速公路为例，在低填深挖路段当中，路床底面标高必须严格达标；而在非低填浅挖区域，1:1边坡开挖以及150cm×150cm或者100cm×100cm台阶作业时，每隔50米需增设复核点位，并且动态地校正偏差。“随压随检”的压实度检测机制极为关键，“实时监控”是确保工程质量的重要步骤之一。若发现指标达不到预期值，需及时调整碾压工艺参数（增加碾压遍数或改良行驶速度），直到符合技术规定为止。

结语

以芜合高速林头至陇西段改扩建工程LJLM-2标单侧拼宽项目为研究对象，针对低填浅挖和非低填浅挖两种典型工况，要制定出不同的施工方案来实现旧路基加固的目的。在低填浅挖路段，首先开展反向开挖工作，清理原生边坡上的土壤，然后分层铺上土工格室材料，再压实处理；在非低填浅挖区域，清理表土、修整地形、布置台阶，同时敷设钢塑复合网片和土工格室组件。不管何种情况，都需严格控制原材料的质量、工艺参数和密实度指标，避免出现沉降风险，旨在为同类工程项目提供可靠的技术支持和实践经验参考。

参考文献

- [1] 谷长根，张玉栋，梁鑫，等. 公路改建工程路基拓宽方案和施工技术研究[J]. 工程机械与维修, 2025, (06): 37-39.
- [2] 赵俊. 公路拓宽改建工程旧路基拼宽加固施工技术[J]. 建筑机械化, 2025, (02): 124-126+175.
- [3] 卜宝卿. 一级公路路基拓宽改建工程中路基病害及控制技术研究[J]. 交通世界, 2024, (23): 53-55.
- [4] 李金成. 复杂地质条件下软土路基加固与路基拼宽施工关键技术[J]. 建筑机械, 2024, (07): 113-117.
- [5] 尹波. 高速公路新旧路基拼宽连接加固施工技术[J]. 工程建设与设计, 2023, (16): 188-190.