高速公路改扩建工程路基拼接施工技术及质量控制

尚雨昕

重庆公路养护工程（集团）有限公司 重庆 400000

【摘　要】：以重庆某山区高速公路改扩建工程为依托，针对项目高填方、陡坡路基拼接及大交通保通的复杂施工条件，分析新旧路基受力不均、界面薄弱、沉降差异等核心难题。结合试验段施工实践，优化台阶开挖几何参数，实施界面清洁处理、标准化工序衔接、动态沉降观测等关键技术，建立全方位质量管控体系。结果表明，该技术方案可有效提升新旧路基咬合性能，规避拼接病害，显著提升施工工效与路基整体稳定性，可为同类山地高速改扩建工程提供参考。

【关键词】：高速公路；改扩建工程；路基拼接；施工技术；质量控制

DOI:10.12417/2811-0528.26.21.044

引言

随着道路交通流量持续攀升，既有高速公路通行能力已难以适配区域交通发展需求，山地高速公路改扩建工程成为完善路网、提升通行效能的重要举措。山区平行岭谷地貌起伏较大，高填方陡坡路基拼接工况复杂，新旧路基固结模量、沉降特性差异显著，拼接界面易出现应力集中、变形开裂等质量问题。同时，施工期间不间断交通保通的硬性要求，大幅压缩作业空间与施工时长，进一步加大路基拼接施工难度。基于此，依托实体试验段开展山地陡坡路基拼接关键技术研究，构建适配复杂工况的质量控制体系，对规避拼接病害、保障工程质量与运营安全具有重要工程实践价值。

1 高速公路改扩建路基拼接施工概况

某高速公路改扩建工程起讫桩号为 K0+000~K42+700，设计速度 80km/h，路基宽度由 24.5m 拓宽至 41.0m，采用两侧拼宽方案。项目地处重庆平行岭谷地貌区，地形起伏大，原路基填方边坡多为 1:1.5~1:1.75。选取 K32+600~K35+200 段作为路基拼接试验段，该段原路堤平均填高 12m，最大填高 18.6m，拼宽侧地面横坡陡于 1:5，属于典型的高填方陡坡路基拼接。地质钻探揭示，原路基填料为泥岩碎石夹低液限粘土，压实度检测代表值为 93%~95%；拼宽区域基底为粉质粘土，下伏强风化泥岩，地下水位在雨季可上升至路床底面以下 2m。该段保通压力大，日均交通量超过 4.5 万辆，要求必须保留双向四车道通行，导致施工机具只能从坡脚便道进入，作业面受限严重。

2 高速公路路基拼接施工的质量要求

（1）既有边坡清理与台阶开挖关系界面受力：既有边坡清理决定台阶开挖能否接触到可靠土体。旧边坡中的松散补土、雨水冲刷沟、边沟回填土和污染填料都会降低界面抗剪能力，施工中应沿设计拼接线分段开挖，先清除不稳定表层，再按自下而上的工序形成台阶。台阶开挖的作用不是形成规则几何外观，而是增加新旧填土的机械咬合和竖向传力面积；软基加宽段宜采用开挖一层、填筑一层的节奏，台阶底面应保持设计坡向，松散颗粒、积水和泥皮清除后才能摊铺新料。路基拼接断面中各控制要素见图 1。

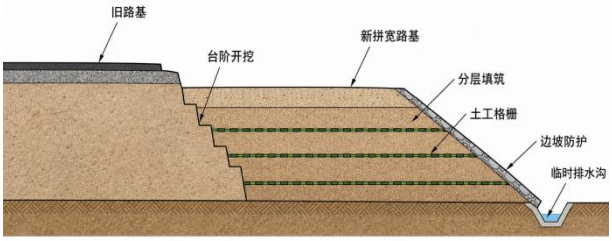


图 1 路基拼接台阶开挖与填筑断面示意

图 1 中，旧路基与新拼宽路基之间通过台阶开挖形成咬合界面，分层填筑和土工格栅沿横向连续布置，外侧边坡防护和临时排水沟说明拼接质量同时受结构连接和排水条件约束。

（2）交通保通条件制约填筑组织节奏：改扩建工程往往不能完全封闭既有高速公路，保通组织会改变填筑施工的时间窗口和机械组合。施工车辆进出、临时护栏摆放、交通转换和夜间作业限制都会压缩连续碾压时间，若仍按新建路基的大面积摊铺方式组织，容易出现摊铺层停放时间过长、含水率波动和压实遍数不均。填筑组织应围绕保通边界设置短作业段，每段完成摊铺、整平、调水、碾压和检测，雨季临时排水应先于填料摊铺完成[2]。

（3）拼接沉降风险推动全过程质量约束：拼接沉降风险贯穿施工准备、基底处理、填筑压实和开放交通全过程。旧路基沉降趋缓并不代表拼宽段可以快速填高，新填土自重、压实能量和雨水入渗会使界面附近产生新的变形差。质量控制应从单点压实度扩展到层厚、含水率、填料级配、台阶清洁度、排水状态和观测读数的组合判断；试验段确定的松铺厚度、碾压

遍数和含水率范围，应成为后续作业的现场控制基准，压实度检测不合格时还要明确薄弱区范围、返工深度和复检结果。

3 路基拼接关键施工技术与质量控制措施

（1）刷坡与台阶放样：几何参数的精确定位。旧路边坡经多年运营，坡面线形已与原设计存在偏差。项目采用全站仪对每级台阶的内、外边线进行逐点放样，每级台阶放样间距不大于 5m。针对重庆多雨气候，台阶水平宽度由常规 1.0m 加宽至 1.8m（首级）和 1.5m（以上），高度分别设为 2.5m 和 2.0m，并向内侧设置 2%内向反坡。该组合参数的确定基于两项现场试验：其一，1.8m 宽度能满足 20t 压路机横向碾压时单侧轮迹覆盖台阶全宽的要求；其二，2%反坡经实测，在暴雨强度≤20mm/h 时，台阶面径流可在 15min 内完全排入拼宽侧临时排水沟，基本无积水。放样完成后，采用挖掘机斗齿配合人工修整成型，斗齿加焊 30cm 宽耐磨钢板，使开挖面一次成型平整度显著提高，人工修整量由常规的每延米 0.5 工日降至 0.15 工日。

（2）台阶根部处理与界面清洁度控制：台阶根部（旧路基面与台阶立面的交线）是压实薄弱区，也是渗水最容易滞留的位置。施工中发现，挖掘机斗齿刮过后的台阶根部会残留一层厚度约 2~5mm 的泥皮，该泥皮含水率较旧路基原状土高出约 5%~8%，若不清除直接摊铺新料，碾压后界面抗剪强度比清除后低约 30%。处理措施为：挖掘机粗开挖后，人工用铁锹沿根部将泥皮铲除，再用钢丝刷清刷一遍，最后以高压风枪吹净浮尘[3]。清理后的台阶面立即进行平整度检测，偏差超标处（>±2cm）采用小型平板夯补平。所有工序验收合格后，及时覆盖防水土工布，防止雨水浸湿界面。

（3）机械配套与工序衔接的节奏控制：保通条件下坡脚便道宽度仅 4m，机械调车困难，工序衔接中断即意味着台阶面暴露时间延长。项目将每 100m 作业段内的工序按时间轴分解为：第 0~2h 进行粗刷与放样，第 2~5h 实施分层开挖与根部处理，第 5~6.5h 进行验收检测与缺陷修补，第 6.5~8h 完成土工布覆盖和机械撤场。机械配置上，2 台 CAT320 分别从作业段两端向中间开挖，CAT336 负责将开挖土方甩至坡脚便道侧装车外运，TY160 推土机仅用于清表和平整便道，不参与台阶修整，以避免干扰主工序。经统计，该工序安排下平均单日（8h 作业）完成台阶开挖 80~100 延米，较最初无节奏的施工方式（日均约 50 延米）提高工效 60%~100%。

（4）沉降观测反馈与施工验收质量管控：台阶作为隐蔽工程，验收标准须兼具可操作性和可追溯性。项目制定了两项验收指标：一是尺寸偏差控制，采用激光测距仪测量每级台阶宽度和高度，允许偏差为宽度+3cm/-1cm、高度+2cm/-1cm，超偏处须在摊铺前修整到位；二是界面状态控制，用 3m 直尺沿路线方向和垂直路线方向各检测 3 处，平整度偏差不得大于±2cm，同时用小锤轻敲台阶面，回音发闷处判定为松动区，须挖除重做[4]。检测数据、影像资料和签认记录合并归档，作为计量支付和质量追溯的依据。

4 经济性与工效分析

采用加大尺寸台阶（首级 2.5m×1.8m，以上 2.0m×1.5m）后，每延米路基单侧增加土石方开挖量约 6.5m³，按综合单价 28 元/m³ 计，直接成本增加约 182 元/m。该投入产生的费用节省体现在三个方面：其一，返工率由试验段初期的 12%（因台阶尺寸不足导致压实度不达标）降至 1.2%，节省返工费用约 75 元/m；其二，台阶平台为压路机提供坚实作业面，碾压遍数由 7 遍减至 5 遍，按油耗 2.5L/遍·m 计，节约燃油成本约 5 元/m；其三，成型后工后 3 个月差异沉降稳定在 3mm 以内，避免了后期可能发生的注浆加固，预估节省处治费用约 60 元/m。三项合计节省约 140 元/m，相抵后实际成本净增约 42 元/m。但该增量投入换来了界面咬合可靠性和工后沉降可控性，避免了运营期纵向裂缝等隐蔽病害的长期处治风险，从全寿命周期成本角度衡量，该工艺仍具工程合理性。

5 结语

高速公路改扩建路基拼接施工质量取决于界面处理、填筑压实、排水防渗和沉降反馈的连续执行。台阶开挖为新旧路基提供咬合条件，分层摊铺和压实度检验保证填筑层均匀受力，排水防渗降低结合部含水率波动，同断面观测把沉降风险转化为施工调整信号。现场管理应把试验段参数、隐蔽验收、薄弱区返工、排水检查和观测异常处置写入质量记录，使拼接路基在上部结构施工前形成稳定、可核验的技术状态。

参考文献：

[1] 曹靖.高速公路改扩建工程路基拼接沉降控制技术[J].交通世界,2026,(16):70-72.

[2] 王荣.高速公路改扩建工程路基拼接技术及质量控制研究[J].科技与创新,2026,(11):115-118.

[3] 李通.高速公路改扩建工程路堤临时支护施工方案优化[J].交通世界,2026,(20):31-33.

[4] 秦瑛琪.高速公路改扩建工程路基拼宽施工[J].汽车画刊,2026,(6):146-148.