

高填深挖路基施工技术在公路工程中的应用分析

薛卫杰

新疆北新岩土勘察设计有限公司，新疆乌鲁木齐，830000；

摘要：路基是公路的重要组成部分，其施工质量直接关系到公路的整体承载力和结构的稳固性，进而影响到路面的平整度，因此，保证路基的施工质量是非常重要的。高填深挖是山岭地区路基施工中较为常见的形式，这就需要相关人员对相关施工技术有深刻认识和准确把握，并将其科学应用于具体工程，为公路工程质量奠定坚实的基础，本文聚焦于公路工程中的高填深挖路基施工技术，展开系统性探讨。

关键词：高填深挖；路基施工；施工技术；公路工程

DOI: 10.69979/3029-2727.26.01.009

引言

目前，在许多公路建设工程项目中，为了加强工程结构的强度和承载能力，经常采用高填深挖法进行路基施工，该技术不仅可以提高项目的安全性，还可以帮助建设单位获得经济利益，提高企业形象。从理论上看，高填深挖的施工原理比较清晰，但在工程实践中却很有挑战性，在实际工作中，往往会遇到各种不稳定状况，需要处理的突发情况也很复杂，这就需要项目管理人员通盘考虑，从全局的角度对施工作业流程进行优化^[1]。

1 公路工程项目中高填深挖路基施工的影响因素

1.1 地质条件

工程实践表明，高填方路基施工过程中，地质条件是核心的自然因素，受力明显，人为调控困难，地质结构是决定其承载特性的重要因素，包括基础发育成熟度、填料种类、物理性质和密实度等，边坡的内在稳定性是决定边坡稳定性的关键因素，当结构面出现倾斜或反向倾斜时，路基有失稳破坏的危险。

1.2 气候因素

在工程建设中，应充分考虑气象因素对岩土体性质和路基整体稳定的影响，其中，降水量对气候的影响最大，当前区域地下水资源主要来源于自然降水经过生态循环后的转化。但由于降水具有明显的地域分异性，导致不同地区路基稳定性调控效果存在差异，当某一区域遭遇持续降雨或单次暴雨时，路基坍塌和边坡失稳的可能性会急剧增加，随着降雨强度的增加，地下水补给量增加，岩土体中孔压显著升高，严重时可能引发边坡滑坡。

2 高填深挖路基施工技术在公路工程中的应用策略

2.1 工程概况

如图1，某公路第一标段位于福建省龙岩市西部山区，路线全长8.75公里，设计时速80km/h，为双向4车道公路，路基断面形式分为整体式和分离式两种，整体式标准路基宽度为24.3m，分离式路基宽度为12.15m，用地红线总宽度为49.5m，该区属于闽西的中低山区，地形起伏明显。地表下切强烈，由于地形条件的限制，部分路段需要进行高填深挖，经详细勘测，全线土石方总调配483.2万立方米，其中石方开挖352.6万立方米，土方需求量136000立方米^[2]。

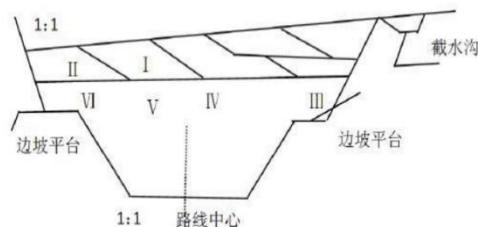


图1 项目深挖施工顺序示意图

2.2 挖方路基施工技术要点

在正式施工之前，工作人员需要对中桩、中线以及高程等位置进行复测，通过这种方式观察路基水平点的位置。在这个基础上，还要在对相关数据进行整理、总结与分析的基础上完成图纸的绘制。在完成这些工作之后，要将测量得到的数据和图纸交给项目的监理工程师。他们会通过现场放样测量的形式对图纸和数据进行核对，并在图纸当中标明基坑的高度和中坑的位置等重要的信息。同时，在施工准备阶段，施工单位还要合理地选择填料，并做好相应的试验，对填料的颗粒直径和含水量等指标进行检测，确保所用填料的质量符合实际要求。

2.2.1 土方路基挖方段施工

土方路基开挖段的施工必须严格按照系统的程序

进行，主要包括施工前的准备工作、开挖工作和边坡防护等几个环节，在施工前，由专业勘测队伍精确放样开挖坡口线，并用白灰标出，同时对原地面高程进行复核，确定开挖范围，并与设计断面相结合确定开挖深度。开挖作业开始前，需先在基坑周边修筑截水沟，以阻断地表径流进入开挖区域，避免因雨水冲刷而引发的安全隐患，开挖应在截水沟竣工验收合格后进行。在此基础上，提出“分段分层，由上而下”的施工方法，同时进行边坡稳定控制，在边坡线附近留有一定宽度的工作面，以防止对边坡外土的扰动，在机械配置方面，采用挖掘机开挖，并配有自卸车，堆高和边坡的坡度要满足规范的要求：挖沟深度不超过 8m 的，边坡坡率按 1:1.5 计算；深 8m 以上的边坡按阶梯型设计，每 2~3m 开挖一次，需对开挖面及下部坡面进行分段修整，保证断面平直。根据台阶式开挖工艺，采用每 8m 设一级台阶的方式，台阶之间设置 2 米宽的护坡，护坡以 4% 的坡度向外倾斜；路基两侧各加宽 50cm 的加宽，确保压实宽度超过设计值，并保证边界处的压实度达到标准。当路基边坡大于 16m 时，采用 20cm×20cm 网格间距的 8mm 钢筋网覆盖于水稳碎石基层的 1/2 处，提高抗滑性能，填石路基边坡参照填土路基台阶式开挖规范，采用砌筑的方法，砌筑厚度控制在 1~2 米，台阶高度控制在 40cm 以内。对于原有坡度较大的边坡，应优先考虑采用挡墙结构。在施工过程中，应注意以下几个问题：对于较深的路堑，宜按纵向分段分层开挖；对于较长、较深的路堑，可以采取分段分层开挖的方式，即沿纵向开出运道，然后向两侧扩展工作面，边坡开挖后要及时采取保护措施，避免出现超挖、挖底的情况，按照“分级开挖，边挖边护”的原则，每一层边坡开挖一次，就完成一次相应的防护工程^[3]。

2.2.2 深挖方路基施工

在低山丘陵地区，由于地形的限制，形成了大量的高边坡和深路堑，本项目以 20m 深基坑为控制深度，超限 14 个断面，最长 300m，最短 40m，加固排水和动力支护系统是其建设的核心。在岩质深基坑边坡施工中，应在每个边坡平台上设置 2m 宽的截水沟，使坡面的雨水汇集到路基外侧的排水系统中，减小雨水的冲刷效应，基坑开挖必须在支护完成后进行。开挖顺序也是按照“分段分层，从上到下”的原则，坚持“挖一步，护一步”，尽量缩短边坡暴露时间。根据工程实际情况，采取立体植物网+框架锚杆+铁丝网+立体复合网的组合支护方案。施工前需重新校核地面高程和坡口线，在坡口线外 5m 处按 8~10m 间距布设观测桩，观测桩导管和导向杆必须高出路面顶面，以方便后期的连续监测，定期收集资料，绘制变形曲线，一旦发现有裂缝、塌方等征兆，立即报告，启动应急预案。

2.3 高填方路基施工技术

2.3.1 核心施工方案

对于高达 15m 以上的高路堤工程，需要将 8mm 直径的钢筋网铺设于水稳碎石底基层中，同时使用大吨位振动压路机进行加固作业，或者采用冲击碾压等方法提高路基填料的密实度，以提高路基的整体性和承载能力。填料的选择应以力学性能为优先原则，优先选择工程力学性能较好的土，对于路基顶面以下 2 米范围内的填料，应采用符合要求的填料进行填筑。本项目共涉及 9 个高 15m 以上路段，具体施工流程与常规路基相同，重点加强全过程质量控制。

2.3.2 关键施工要点

前期准备阶段：开工前要做好三方面的准备工作，一是修建施工便道网，完善临时排水系统，保证物料的运输和场地的排水畅通；二是委托专业测绘团队，利用全站仪精确放样，对公路中线及填筑边线进行标定，并布设控制桩，直线段每 20m 设 1 根中桩和 2 根边桩，曲线段加密至 10m，并用白灰标绘坡脚轮廓线；三是选择有代表性的路段进行试验路段的施工，模拟确定试验路段的碾压速度、碾压遍数和松铺厚度等关键参数，填料进场前，必须对其进行单轴抗压强度、击实性能和级配测试^[4]。

路基处理环节：在填筑前，对路基范围内的表土、腐殖层和各种杂物进行彻底的清理，并用自卸车运至指定的弃土场集中堆放。碾压前，需根据填料含水量动态调整填料含水量，过湿时洒水，过干时进行深翻晾晒，达到最佳含水量，确保压实效果，对于特殊地质地段，必须严格按照规范进行预处理，并通过隐蔽工程验收，才能进行填筑。

分层填筑控制：根据路基设计宽度和松铺厚度，在施工面上划分网格单元，确定每车填料的卸料位置和数量，以达到精确控制松铺厚度的目的，运输车辆到达现场后，由专人指挥，沿工作面单向推进卸料。同时设置中间桩和边桩控制杆，实现对松铺厚度的实时校核；采用施工机械进行初步摊铺后，人工配合对局部凹凸进行修整，然后用推土机进行精细平整，保证平整度误差在 15mm 以内，并预先设定 2%—3% 的横坡以利于排水。

碾压工艺的实施：碾压段长度达到 100 米后，立即开始碾压，本项目拟采用“静压→弱振→强振→静压”的组合方式，并以实测数据作为计算依据，按照“先边后中，先慢后快，先静态后振动”的原则，横向接缝的搭接宽度 ≥ 1 米，纵向搭接长度 $\geq 2m$ ，4—6 次振动碾压后观察轮迹。车速控制在 2.5~3 公里/小时，整个施工过程分三个阶段进行：第一阶段采用振动压路机进行静态压实，然后用平地机进行第二次整平；紧随第二次压实作业，振捣至沉降差满足规范要求；压尾采用静压

结束，着重消除残留的轮迹^[5]。

质量监控要点：对碾压过程中的沉降差和压实情况进行实时监控，如发现弹坑、松层等现象应及时停止施工，为保证高填土路基施工质量的全过程控制，每一层填筑结束后，必须由监理签字确认。

2.4 路基防护

在高填方深路堑施工过程中，为了保护周围的生态环境，需要进行系统性的防护工程，为了提高防护效果，宜采用生态防护和结构防护相结合的复合方式，具体包括三个方面：

2.4.1 草籽喷播植被防护

在施工前，需要对坡面进行人工修整，将植物根系、土块等杂物清除干净，保证坡面干净整洁，对于不适合草种生长的土层，采用置换法进行置换，置换厚度为50~75mm，置换后适当洒水湿润，使其自然沉降至稳定状态，以完成浆砌作业为前提，播前准备工作完成后，选择适宜种子发芽的气候窗口期，按一定比例将种子与保水剂、有机肥、木质纤维和清水充分混合，用喷播机均匀喷洒到坡面上。为了防止雨水冲刷造成种子损失，喷完后马上用稻草或无纺布覆盖，既能起到保湿、保温作用，又能促进种子发芽，在后续养护过程中，采用高压喷淋装置，将雾状水均匀喷洒在坡面上，既可扩大覆盖面积，又可防止水流冲击形成地面径流。根据草种的不同，养护周期一般为45天左右；在生长期要有针对性地进行病虫害防治，根据需要追施薄肥，对稀疏地区及时进行补植^[6]。

2.4.2 三维植被网防护体系

施工前清理边坡，统一坡度，保证边坡稳定，清除松散岩块，三维植被网铺设时，需要将坡顶外侧100cm深的网埋入土中，然后由上往下铺至坡底，网片之间的搭接宽度应控制在20cm左右，保证与坡面紧贴，无悬空，无褶皱，在坡面上用U形钉固定三维植被网，使其与坡面紧密贴合。在铺网完毕后，用不少于7cm厚的耕作土回填平整，然后用喷播的方法播种优选草种，然后再覆盖一层土工织物，为了加快种子的发芽速度，需要经常给种子浇水保湿；当秧苗长到约5厘米的时候，要把土工织物揭掉。

2.4.3 护面墙刚性防护

首先，将坡面处理至平整密实的标准，局部凹陷处挖成阶梯状，用圬工料平整，采用立杆挂线法控制水平和标高，并定期检查砌体的平整度。在施工过程中，要保证地基的稳定，遇到软弱地基要进行换填和夯实，砌体材料应选择质地较硬的，不能用风化的石料；注浆时必须填满、密实，并按规范要求养护，按设计要求，在指定位置设置伸缩缝，缝宽不大于2cm，并用沥青麻絮

密封。

3 高填深挖路基边坡稳定性评价

3.1 基于力学模型的稳定性计算

为了保证评估结果的可靠性，力学计算方法必须与边坡的潜在失效类型和失效模式紧密匹配，在边坡失稳机理较为复杂的情况下，采用数值分析的方法对其进行辅助校核；若边坡主要为直线状破坏，则需结合偏压推算法和平面滑移面解析方法进行计算。另外，参数的选择直接影响计算结果的准确性，需要着重确定岩土体的抗剪强度指标和岩层厚度等关键参数，并结合室内实验和现场监测资料进行验证。

3.2 现场地质环境综合研判

边坡稳定评价必须立足于工程地质条件，并对该地区的地层岩性、构造特征、水文地质和气候环境进行综合分析，通过对比天然和人造斜坡的形态参数和历史变形特征，推测其长期演化趋势。在实施过程中，需要结合地质测绘和结构面勘测结果，确定边坡的潜在变形位置和破坏模式，并对边坡的整体稳定性进行评价，这一研究成果可直接应用于施工方案的制定，特别是对支护结构的设计有一定的指导作用。

4 结论

综上所述，高填深挖路堑是公路建设的重要环节，其技术复杂性和质量控制要比普通公路高出许多，如果施工管理不当，很容易引起边坡和路基的破坏，从而影响到整条线路的质量和安全。为此，需要对高填深挖施工技术要点有深刻认识，结合地质条件和稳定性评估结果，科学制定施工方案，加强全过程监测和动态调整，提高路基工程的耐久性和可靠性。

参考文献

- [1] 桑新平. 陇南山区公路工程高填深挖路基施工技术[J]. 中国建筑金属结构, 2025, 24(17): 106-108.
- [2] 徐睿. 高速公路工程中高填路基施工技术探讨[J]. 交通科技与管理, 2025, 6(15): 94-96.
- [3] 鲁军. 公路工程项目中高填深挖路基施工技术探讨[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2024, (01): 159-161.
- [4] 张鹏. 高填深挖路基施工技术在公路工程中的应用分析[J]. 运输经理世界, 2023, (30): 43-45.
- [5] 黄金保. 高速公路工程高填深挖路基施工技术[J]. 运输经理世界, 2023, (22): 10-12.
- [6] 刘洋. 高填深挖路基施工技术在公路工程中的应用[J]. 交通世界, 2023, (17): 52-54.