

# 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。从理论上讲，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<sup>[1]</sup>。

## 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<sup>[2]</sup>。

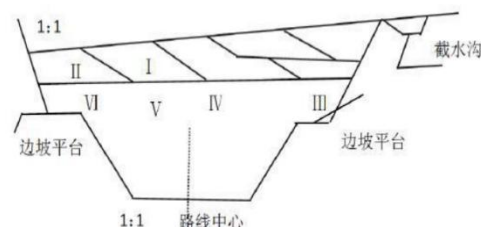


图 1 项目深挖施工顺序示意图

### 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审核，并在图纸当中标明基坑的高度和中坑的位置等重要信息。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<sup>[3]</sup>。

### 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<sup>[4]</sup>。

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≥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<sup>[5]</sup>。

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,置换后适当洒水浸润,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;在生长期内有针对性地病虫害防治,根据需要追施薄肥,对稀疏地区及时进行补植<sup>[6]</sup>。

### 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,用圪工料平整,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性。为此,需要对高填深挖路基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.