

# 高填方路基施工技术与稳定性控制措施探讨

陈亮亮

新疆兵团水利水电工程集团有限公司 新疆 乌鲁木齐 830000

**摘要:** 高填方路基是公路、铁路等工程地形起伏路段的常用形式,指土质路基填土高度大于18m、石质路基大于20m,具有荷载大、沉降量大、稳定性要求高、施工难度大等特点。本文结合其施工理论基础,分析常见病害及成因,重点探讨施工前期准备、填筑、压实及特殊部位施工技术,提出填料质量、施工过程、排水系统及后期养护等稳定性控制措施,为提升高填方路基施工质量、防范沉降和滑坡隐患、保障工程长期稳定提供理论参考与实践指导。

**关键词:** 高填方路基; 施工技术; 稳定性; 控制措施

引言: 随着交通工程建设向地形复杂区域延伸,高填方路基的应用愈发广泛,其施工质量与稳定性直接关系到工程使用寿命和行车安全。当前,高填方路基施工中常出现沉降、开裂、边坡滑坡等病害,严重影响工程运营效益,主要源于填料选择不当、施工工艺不规范、排水系统不完善等因素。因此,深入研究高填方路基施工技术,制定科学有效的稳定性控制措施,解决施工中的技术难题,对推动交通工程高质量发展具有重要的现实意义与工程价值。

## 1 高填方路基施工相关理论基础

### 1.1 高填方路基的定义与特点

(1) 定义: 高填方路基通常指填土高度大于18m(土质路基)或20m(石质路基)的路基形式,广泛应用于公路、铁路、机场等工程的地形起伏路段。不同工程类型对其要求存在差异,公路工程侧重行车舒适性,要求路基沉降均匀;铁路工程对沉降控制更为严格,避免影响轨道平顺性;机场工程则需满足承载力和沉降稳定性的双重高标准。(2) 特点: 高填方路基核心特点突出,一是荷载大,深层土体承受巨大填土自重,易产生压缩变形;二是沉降量大,施工及运营阶段沉降累计值较高,需严格控制;三是稳定性要求高,易因边坡过陡、填料不均引发滑坡;四是施工难度大,需兼顾填料压实、边坡防护等多个环节。施工中需重点控制填料质量、压实度及边坡坡度,防范沉降和失稳风险<sup>[1]</sup>。

### 1.2 高填方路基施工的核心理论

(1) 压实理论: 路基压实的核心是通过外力克服土颗粒间的孔隙,减少土体空隙率,提高密实度和承载力,目的是增强路基稳定性、减少后期沉降。影响压实效果的关键因素包括填料含水量、压实机械功率、压实遍数及填料级配,为后续施工工艺优化提供核心理论支撑。(2) 沉降理论: 高填方路基沉降分为瞬时沉降、固

结沉降和次固结沉降三类,瞬时沉降发生于施工加载瞬间,固结沉降由孔隙水排出引起,次固结沉降为土体长期蠕变导致。沉降控制的核心是将总沉降量控制在设计允许范围内,避免沉降不均引发路面开裂。(3) 稳定性理论: 路基稳定性评价指标主要有抗滑稳定性、抗倾覆稳定性,常用理论计算方法包括瑞典条分法、毕肖普条分法,通过计算边坡安全系数,判断路基是否稳定,为制定边坡防护、排水等稳定性控制措施提供科学依据。

### 1.3 高填方路基常见病害及成因分析

(1) 常见病害: 施工及运营过程中,高填方路基常见病害主要有路基沉降(均匀或不均匀沉降)、边坡滑坡、路基开裂(纵向或横向裂缝)、翻浆等,这些病害会影响工程使用寿命和行车安全。(2) 成因分析: 填料选择不当,如采用高含水量、高塑性土,易导致压实不足;施工工艺不规范,压实遍数不够、填料分层过厚,会降低路基密实度;地质条件较差,如软土地基未处理,易引发沉降和滑坡;环境因素中,雨水冲刷、温差变化会破坏路基结构,最终诱发各类病害。

## 2 高填方路基施工技术要点

### 2.1 施工前期准备工作

(1) 场地清理与平整: 场地清理范围需覆盖路基设计边线外50cm,清除范围内的植被、杂草、腐殖土及建筑垃圾,清理深度不小于30cm,腐殖土等不合格土需全部运至指定弃土场。场地平整需遵循“先整体后局部”的原则,采用平地机进行整平,坡度控制在2%-3%以利于排水,平整后对场地进行初步压实,压实度不低于90%,确保施工场地坚实、平整,满足后续施工条件。

(2) 填料选择与改良: 优先选择级配良好的碎石土、砾石土等粗粒土作为路基填料,严禁使用淤泥、沼泽土、冻土及有机土等不合格填料。对含水量过高、塑性指数偏大的填料,采用晾晒、掺加石灰或水泥等方式进行改

良,改良后填料的含水量控制在最佳含水量 $\pm 2\%$ 范围内,塑性指数控制在10-20之间,确保填料的承载力、压实性符合设计及规范要求<sup>[2]</sup>。(3)施工测量放线:测量放线前先对导线点、水准点进行复核,确保测量精度。采用导线测量确定路基中心线,水准测量控制高程,结合全站仪进行路基边线、坡脚线的放线,放线过程中每隔20m设置一个控制桩,标注路基设计高程和边线位置。测量精度需满足:导线测量偏差不大于5mm,水准测量闭合差不超过 $\pm 20\sqrt{L}$ (L为水准路线长度),确保施工定位准确,避免出现路基偏移、高程偏差等问题。

## 2.2 路基填筑施工技术

(1)填筑分层要求:路基填筑严格遵循“分层填筑、分层压实”的原则,分层厚度根据填料类型和压实设备确定,粗粒土分层厚度控制在30-50cm,细粒土控制在20-30cm。分层填筑时,每层填料铺设宽度比路基设计宽度宽50cm,便于后续边坡修整,确保边坡压实度达标,避免后期边坡溜塌。(2)填筑方法:常用填筑方法有水平分层填筑法和纵向分层填筑法。水平分层填筑法适用于大多数高填方路基,操作要点为从路基最低点开始,逐层向上填筑,每层摊铺平整后及时压实,适用于地形平缓路段;纵向分层填筑法适用于纵坡较大的路段,沿路线纵向分层推进填筑,每层填筑厚度略薄于水平分层,需严格控制纵向坡度,避免填料滑动,结合工程实际优先选用水平分层填筑法。(3)填料摊铺技术:填料摊铺采用摊铺机或平地机进行,摊铺过程中确保填料均匀分布,避免出现离析、局部堆积或空洞现象。摊铺厚度需与分层填筑厚度一致,摊铺后采用平地机整平,使填料表面平整、坡度符合要求。摊铺时若出现填料离析,需及时将离析部分打碎、拌匀,确保摊铺质量,为后续压实工序奠定基础<sup>[3]</sup>。

## 2.3 路基压实施工技术

(1)压实设备选择:根据填料类型和分层厚度选择合适的压实设备,粗粒土优先选用重型压路机(吨位不小于20t),细粒土选用中型压路机,对深层土体可采用冲击碾进行增强压实。压实设备的技术参数需满足:压路机碾压速度控制在2-4km/h,冲击碾冲击能量不小于25kJ,确保压实设备能有效克服填料孔隙,提高压实效果。(2)压实工艺优化:压实流程遵循“先轻后重、先慢后快、先边后中”的原则,先采用轻型压路机稳压,再用重型压路机碾压,碾压顺序从路基边缘向中心线推进,重叠碾压宽度不小于1/3轮宽。结合试验段施工,确定最优压实参数,一般压实遍数为6-8遍,压实速度根据填料类型调整,确保压实均匀,无漏压、欠压现象<sup>[4]</sup>。

(3)压实质量检测:压实质量检测指标主要包括压实度和弯沉值,土质路基压实度不低于95%,石质路基不低于93%,弯沉值需符合设计要求。检测方法采用环刀法、灌砂法检测压实度,贝克曼梁法检测弯沉值,每200m检测不少于3点,检测不合格的路段需重新碾压,直至检测合格,确保路基压实质量达标。

## 2.4 特殊部位施工技术

(1)路基边坡施工:边坡开挖需自上而下分层进行,严禁掏底开挖,边坡坡度根据填料类型和路基高度确定,土质边坡坡度控制在1:1.5-1:2.0,石质边坡控制在1:1.0-1:1.5。边坡防护采用喷播植草、浆砌片石护坡等方式,防护材料需符合设计要求,施工时确保防护层与边坡贴合紧密,无空鼓、脱落现象,保障边坡稳定性。

(2)路基拼接施工:新旧路基拼接部位需将旧路基边坡开挖成台阶状,台阶宽度不小于1.0m,高度为0.5-1.0m,台阶表面需凿毛处理,铺设土工格栅增强整体性。拼接时分层填筑、分层压实,填料选择与新路基一致,压实度需高于普通路段1-2%,减少新旧路基沉降差,防范拼接部位开裂、错台等病害。

## 3 高填方路基稳定性控制措施

### 3.1 填料质量控制措施

(1)填料进场检验:建立完善的填料进场检验制度,明确检验流程和责任分工,每批进场填料必须进行抽样检测,检测指标包括含水量、颗粒级配、CBR强度、塑性指数等,检测频率为每5000m<sup>3</sup>不少于1组,不足5000m<sup>3</sup>按1组检测。安排专人负责填料进场验收,对检测不合格的填料,立即严禁进场并清理出场,严禁不合格填料用于路基填筑,从源头保障路基稳定性。(2)填料改良控制:针对含水量过高、塑性指数偏大、强度不足的不合格填料,采取针对性改良措施,常用方法为掺灰(石灰、水泥)或掺配粗粒料。掺灰改良时,石灰掺量控制在3%-8%,水泥掺量控制在2%-5%,根据填料性质确定最优掺配比例;掺配粗粒料时,确保粗粒料占比不低于60%,改善填料级配。改良过程中严格控制搅拌工艺,采用强制式搅拌机充分搅拌,确保掺料均匀,搅拌后及时检测改良填料指标,合格后方可用于填筑。

### 3.2 施工过程稳定性控制措施

(1)分层压实控制:严格按照施工方案及试验段确定的参数执行分层压实工艺,分层厚度、压实遍数、压实速度等参数不得随意调整。施工过程中安排专人现场管控,实时检查压实设备运行状态、填料摊铺厚度,发现压实不足、漏压、欠压等问题,立即停工整改,及时调整压实参数,确保每层压实度均达到设计要求,杜绝

因压实不到位引发路基沉降、开裂等隐患。(2) 沉降监测控制: 在路基中心线、坡脚及关键断面设置沉降监测点, 监测点间距不大于50m, 制定详细的监测方案, 明确监测频率和精度要求。施工期间每天监测1次, 路基填筑完成后每周监测1次, 当沉降速率大于5mm/d时, 立即停止填筑, 分析原因并采取放缓施工进度、增加压实遍数等措施, 待沉降稳定后再恢复施工, 根据监测数据动态调整施工进度和工艺参数。(3) 边坡稳定性控制: 边坡施工严格控制坡度, 按照设计要求逐层开挖、逐层防护, 严禁超挖、欠挖。施工过程中加强边坡坡度巡检, 采用坡度尺实时检测, 发现坡度偏差及时修整。定期对边坡进行巡查, 重点检查边坡是否出现裂缝、溜塌、冲刷等隐患, 对发现的隐患及时采取回填夯实、增设防护等处理措施, 防范滑坡事故发生<sup>[5]</sup>。

### 3.3 排水系统优化控制措施

(1) 地表排水系统: 结合路基地形和降雨情况, 设计合理的地表排水设施, 主要包括排水沟、边沟、截水沟等, 排水坡度控制在0.3%-0.5%, 确保排水顺畅。排水沟、边沟断面尺寸根据排水量确定, 一般采用矩形或梯形断面, 施工时严格控制断面尺寸和施工工艺, 确保沟壁平整、密实, 接口严密, 避免漏水。及时清理地表排水设施内的杂物、淤泥, 确保地表积水能快速排出, 减少雨水对路基边坡和路基体的侵蚀。(2) 地下排水系统: 针对地下水位较高、地下水丰富的区域, 设置渗沟、渗井等地下排水设施, 降低地下水位, 避免路基受地下水浸泡而软化、强度降低。渗沟采用碎石、卵石等透水性材料填充, 埋深根据地下水位确定, 确保能有效汇集地下水; 渗井间距控制在20-30m, 深度直达隔水层, 及时排出地下渗水。施工后定期检查地下排水设施的通畅性, 及时清理堵塞物, 保障排水效果。

### 3.4 后期养护与稳定性管控措施

(1) 后期养护措施: 明确路基后期养护内容、周期及技术要求, 养护周期不少于1年。边坡养护重点做好植

被养护、防护层检查与修复, 及时补种枯萎植被, 修补破损的护坡结构; 排水设施维护定期清理杂物、疏通堵塞部位, 检查沟体是否存在裂缝、渗漏, 及时修复; 持续进行路基沉降观测, 每周监测1次, 直至沉降稳定。对养护过程中发现的问题, 立即整改, 防止隐患扩大。

(2) 运营期稳定性管控: 建立运营期稳定性监测体系, 在路基关键部位设置长期监测点, 定期对路基沉降、边坡位移、排水系统运行情况进行监测, 每季度进行1次全面评估。针对运营期间出现的路基沉降、边坡开裂、排水不畅等病害, 及时采取注浆加固、边坡修整、排水系统改造等修复措施, 建立病害台账, 跟踪整改效果, 保障路基长期稳定, 满足运营使用要求。

### 结束语

高填方路基施工技术复杂、稳定性控制难度大, 需贯穿施工全流程、兼顾多方面因素。本文系统梳理了其施工理论、技术要点及稳定性控制措施, 明确填料质量是基础、规范施工是核心、排水系统是保障、后期养护是关键。实践中需结合工程地质条件, 优化施工工艺、严格质量管控, 动态调整控制措施, 有效防范各类病害。未来可结合智能施工技术, 进一步提升高填方路基施工效率与稳定性, 为同类工程提供借鉴。

### 参考文献

- [1]张双印.高填方路基施工技术分析与应用[J].运输经理世界,2023,(33):34-36.
- [2]吕卫东,曹亚西.高填方软土路基施工关键技术及沉降控制技术研究[J].建筑机械,2025,(04):113-117.
- [3]谷桂丽.浅谈公路工程高填方路基施工技术要点[J].建设机械技术与管理,2025,38(02):110-112.
- [4]吴治国.高填方加筋路堤稳定性影响因素分析[J].北方交通,2024,(11):27-30.
- [5]马宏斌.傍山软基填方路基边坡稳定性模拟分析[J].公路与汽运,2024,40(04):56-59.