

公路高填方路基设计及施工关键技术

曲志鹏

黑龙江省林业设计研究院 黑龙江 哈尔滨 150080

摘要: 本文围绕公路高填方路基展开论述。先阐述其特点与难点,包括填方高度大带来的地基压力与不均匀沉降、施工条件复杂的地形与地质挑战、稳定性控制难受地质和地下水等影响。接着介绍设计要点,如填料选择需考虑强度等多方面并结合地域差异;边坡设计综合多因素且多种防护措施配合;排水系统设计包含地面与地下排水设施及相关计算;沉降控制设计涉及预测、观测与相应处理手段。最后阐述施工关键技术,涵盖地基处理、分层填筑压实、施工质量监测等技术要点与操作要求。

关键词: 公路高填; 路基设计; 施工关键技术

引言: 公路高填方路基在建设中占据重要地位,但面临诸多挑战。填方高度大,带来巨大压力与不均匀沉降;施工场地因地形复杂而局促,地质条件复杂且地下水难测;稳定性控制难,受地质、地下水及自然灾害多重威胁。为保障公路质量与安全,本文深入探讨高填方路基设计要点与施工关键技术。从填料选择到边坡、排水、沉降设计,再到地基处理、分层填筑压实与质量监测技术,为解决难题提供全面专业参考。

1 公路高填方路基特点与难点

1.1 填方高度大

公路高填方路基的设计与施工,首要面临的挑战便是其填方高度大这一显著特点。这种高度的增加,不仅仅是数字上的变化,更带来了设计与施工上的诸多难题。填方高度的增加意味着填方量的急剧上升,需要动用大量的填料进行层层堆积^[1]。这种堆积方式使得路基如同一座巍峨的土山,其重量之大,对底部地基构成了巨大的压力。地基在这样的重压下,极易发生形变,尤其是在长期承受动荷载与静荷载的双重作用下,地基土的形变更显著。更为复杂的是,不同地段的地质条件千差万别,有的区域土质坚实,能够承受较大的压力;而有的区域则土质疏松,难以支撑路基的重量。这种地质条件的差异,使得各部位地基在重压下的压缩程度各不相同,进而导致了路基的不均匀沉降。这种沉降不仅影响了路面的平整度,更对行车安全构成了潜在的威胁。随着时间的推移,路面在车辆荷载与自然环境的共同作用下,会逐渐出现细微的裂缝。这些裂缝如同路面的“伤痕”,一旦形成,便会在风雨的侵蚀和车辆的反复碾压下不断扩展。雨水沿着裂缝渗入路基内部,进一步破坏了土体结构,使得路基的稳定性受到更为严重的威胁。

1.2 施工条件复杂

在公路建设中,高填方路基常常选址于地形复杂的区域,这使得施工条件充满挑战。起伏巨大的地形让施工场地变得极为局促,大型施工设备在狭窄空间内难以有效运转。在坡地与山谷中开展填方施工,犹如在夹缝中作业,设备的操作范围受到极大限制。地质条件复杂程度超乎想象,地下岩土结构如同迷宫般错综复杂。软弱地基的存在就像隐藏的陷阱,因其无法承受较大压力,若处理不当,极易引发路基沉降变形。地下水如同潜伏的幽灵,水量丰富且流动路径难以捉摸。它不仅使施工场地泥泞湿滑,增加施工难度,还时刻威胁着坡体的稳定,随时可能引发滑坡等地质灾害^[2]。面对如此困境,施工技术必须根据现场实际情况灵活调整。地基加固要选用合适的方法,地下水疏导也需精心规划。在组织管理方面,设备的调度需合理安排路线与时间,材料运输要规划最优路径,人员分配要做到各司其职。稍有疏忽,就可能导致施工现场秩序混乱,甚至引发严重的安全事故。施工团队必须迎难而上,以精湛技术和科学管理为武器,征服这重重困难。

1.3 稳定性控制难

公路高填方路基的设计与施工,尤其是稳定性控制方面,无疑是一项极具挑战性的工程任务。其复杂性和风险性不仅源于自然环境的多样性,更在于各种不利因素的交织影响,使得稳定性控制成为整个项目成功的关键所在。在高填方路基的施工过程中,复杂的地质地形条件构成了第一道难关。从坚硬的岩石到松软的土壤,不同区域的土体力学性质差异显著,这无疑增加了施工难度和稳定性控制的复杂性。在一些特殊地段,如风化严重的山体或地质活动频繁的区域,土体因长期受到自然力的侵蚀而变得松散,其抗剪强度大幅降低,使得路基的稳定性受到严重威胁。更为棘手的是,地下水的影

响往往被忽视,但它却是破坏路基稳定性的“隐形杀手”。地下水在坡体内部的持续渗流,不仅带走了细小颗粒,削弱了土体颗粒间的黏聚力,还导致孔隙水压力不断上升,土体有效应力逐渐降低。这种潜移默化的变化,使得路基的稳定性在不知不觉中受到侵蚀。而地震等自然灾害的威胁更是让高填方路基的稳定性控制雪上加霜。强烈的地震波能够瞬间破坏土体结构,打破原有的应力平衡状态,导致边坡失稳、土石滚落等严重后果。一旦边坡发生失稳,不仅会造成道路中断、交通受阻,更可能引发次生灾害,如冲毁桥梁、掩埋房屋等,给人们的生命财产安全带来巨大威胁。

2 高填方路基设计要点

2.1 填料选择

在公路高填方路基设计的核心环节中,填料选择是至关重要的第一步,它直接关系到路基的稳定性、耐久性和整体性能。正如在智能化水文监测领域中,高精度传感器与物联网技术的结合为水资源管理提供了前所未有的精准度和实时性,高填方路基的填料选择同样需要科学严谨的态度和先进的技术手段。设计高填方路基时,需精心挑选填料材料,确保其满足强度、稳定性及施工可行性的高标准要求。优质的填料应具备良好的物理力学性质,如高抗剪强度、适宜的压实特性和较低的渗透性,以确保路基在承受巨大荷载和自然环境考验时,能够保持结构的完整和稳定。选择填料时,还需考虑地域性差异,因地制宜。不同地区的土壤性质、气候条件乃至植被覆盖情况均会对填料的选择产生影响。所以,设计人员需对当地地质条件进行深入调研,结合实验室测试结果,筛选出最适合当地环境的填料类型。

2.2 边坡设计

边坡设计在高填方路基工程中起着举足轻重的作用。在确定边坡坡度时,需综合考量众多因素。路基高度是首要因素,当高度较高时,坡度设计若不合理,边坡上部土体下滑力增大,极易引发失稳风险。填料性质同样关键,如粗粒土填料摩擦力大,可在安全范围内适当增大坡度;而粘性土等细粒土填料则需谨慎设置较缓坡度。地质条件如岩石风化程度、土层坚实度等也不容忽视。多级边坡搭配边坡平台是常见且有效的设计形式。边坡平台能将坡面水流进行分段拦截与疏导,降低流速,减少水流对坡面的直接冲刷力。在防护措施方面,植物防护生态环保且成本较低。选择根系发达、耐旱耐涝的草籽与灌木种子播撒在坡面上,植物生长过程中根系紧紧抓住土体,增强坡面抗冲刷能力,同时还能美化环境。土工格栅防护则利用其高强度、高韧性的特

性,与土体紧密结合,对边坡土体起到加筋补强作用,提高边坡整体稳定性。浆砌片石防护坚固耐用,在雨水频繁、风化作用强烈的地区可有效阻挡雨水侵蚀,保护边坡土体免受风化破坏,多种防护措施相互配合,共同铸就稳固边坡。

2.3 排水系统设计

高填方路基的排水系统是保障其稳定性与耐久性的关键要素。地面排水设施不可或缺,边沟沿路基边缘设置,用于收集路面漫流雨水及路基范围内的地表水;排水沟依据地势走向分布,将边沟及坡面汇集的水流有序引导至排水出口;截水沟则修筑在坡顶等位置,拦截山坡上方流向路基的地表水。这些设施相互配合,迅速将地面水排离路基范围。地下排水系统同样重要,渗沟利用渗透原理,将地下水引入沟内并排出,适用于地下水流量较小的区域;盲沟常用于排除地下水位较高区域的地下水,其内部填充透水性良好的材料。在设计排水系统时,排水能力的计算至关重要。需根据当地降雨强度、汇水面积等因素确定边沟、排水沟的尺寸与纵坡,以保证足够的排水流量。选用耐久性良好的材料构建排水设施,如采用抗腐蚀的混凝土或塑料管材。定期对排水系统进行检查与维护,清理杂物、修复破损,确保排水系统长期畅通,有效降低水对路基的侵蚀破坏风险。

2.4 沉降控制设计

在高填方路基设计阶段,沉降控制设计不可或缺。首先利用专业的沉降计算方法并结合工程经验,对施工期因填方加载及运营期车辆荷载等因素导致的沉降量进行精准预测。在路基沿线关键位置合理设置沉降观测点,从施工伊始便开展定期、精准的沉降观测工作。观测频率依据施工阶段和沉降速率灵活调整,获取准确可靠的沉降数据^[3]。当观测数据显示沉降异常时,及时调整施工参数,如放缓填土速率、优化压实工艺等。预压法是沉降控制的有效手段之一,通过在路基施工前对地基或填方部分进行预压,加速土体固结沉降,减少后期工后沉降。土工合成材料加筋则能增强路基土体的整体性,约束土体变形,均匀分布荷载,从而有效降低沉降量。对沉降观测数据进行深入分析,建立沉降预测模型,为后续施工及运营维护提供科学依据,确保路基在全寿命周期内满足设计要求,保障公路的安全舒适通行,减少因沉降问题带来的维修成本和安全风险。

3 高填方路基施工关键技术

3.1 地基处理技术

在高填方路基施工中,地基处理至关重要,直接关系到路基整体稳定性。对于软弱地基,需采取有效处理手

段来提升地基承载力。强夯法在特定土质条件下效果显著。利用起吊设备将重锤提升至一定高度后使其自由落下,巨大的冲击力作用于碎石土、砂土等地基,使土颗粒重新排列,孔隙减小,进而提高地基密实度。施工前要精确定夯击参数,如夯锤重量、落距、夯击次数等,结合现场试夯结果不断优化。换填法操作时,先仔细勘察确定软弱土层范围与深度,使用挖掘机等设备小心挖除。然后选用如碎石、灰土等强度高、稳定性好的材料进行换填。分层铺筑换填材料并逐层压实,每一层压实度都要符合设计标准,确保换填后的地基具备足够承载能力。水泥土搅拌桩法则利用搅拌桩机将水泥等固化剂与软土地基原位搅拌,形成桩体。桩体在固化过程中与周围土体紧密结合,改善地基力学性能,增强承载能力并减少沉降。在施工过程中,严格控制水泥用量、搅拌速度和提升速度等参数,保证桩体均匀、连续且强度达标。

3.2 分层填筑压实技术

分层填筑压实是高填方路基施工的核心技术之一。施工时严格依据设计要求开展分层填筑作业,每层厚度依据填料类型、压实设备性能等因素控制在合理区间。像对于粒径较大的石料填料,层厚可适当增加;而对于细粒土填料,层厚则需相应减小。选用重型压路机、冲击式压路机等先进设备进行压实。针对不同填料性质,结合设备特性确定压实参数。如对含水量较高的粘性土填料,先采用轻型设备静压,再逐步增加压实能量;对于砂性土填料,可直接采用振动压实。在压实过程中,遵循先边缘后中间、先慢后快的压实顺序,保证路基边缘压实度达标。严格控制压实速度,避免速度过快导致压实不均匀。合理安排压实设备的行进路线,重叠一定宽度进行碾压,确保整个层面压实质量均匀。施工人员随时检测压实度,对不达标的区域及时补压,通过科学的分层填筑压实技术,保障路基整体强度与稳定性,有效减少路基沉降变形等问题的发生。

3.3 施工质量监督技术

施工质量监督技术是保障高填方路基施工质量的重要手段。建立完善的监测体系是首要任务,从监测方案制定、监测点布置到数据采集与传输等环节都需精心

规划。在关键位置布置监测点,如在地基不同土层界面、路基边坡坡脚与坡顶等。利用水准仪进行沉降监测,通过定期测量沉降板的高程变化,精确计算地基沉降量^[4]。全站仪则用于监测路基位移,可实时获取监测点的三维坐标变化情况,准确掌握路基的水平与竖向位移信息。在压实度监测方面,采用合适的检测方法及设备,如灌砂法结合核子密度仪等。采集到的数据经专业软件分析处理,绘制变化曲线,对比设计标准与规范要求,及时发现异常数据。一旦出现沉降速率过快、位移超警戒值或压实度不足等问题,立即采取相应措施,如调整施工工艺、加固地基、重新压实等,确保每个施工环节都在可控范围内,使路基施工质量符合设计与规范要求,有效避免后期出现质量病害,保障公路的安全稳定运行。

结束语

综上所述,公路高填方路基的设计与施工是一项系统工程,面临着填方高度大、施工条件复杂及稳定性控制难等多重挑战。通过科学严谨的设计,包括精选填料、合理设计边坡、构建高效的排水系统以及精细的沉降控制,为路基的稳定性与耐久性奠定了坚实基础。在施工环节,采用先进的地基处理技术、分层填筑压实技术以及严密的施工质量监督技术,确保了施工质量的可控性和路基性能的可靠性。这一系列技术与措施的综合运用,不仅提升了高填方路基的工程质量,更保障了公路的安全舒适通行,延长了公路使用寿命,减少了后期的维护成本与安全风险。未来,随着科技的不断进步,公路高填方路基的设计与施工技术将进一步完善,为交通基础设施的建设与发展贡献更大力量。

参考文献

- [1]余东.高填深挖路基设计和施工要点分析[J].科学咨询,2019,20(11):59-60.
- [2]于俊杰.公路高填方路基设计要点分析[J].华东公路,2020,43(3):70-71.
- [3]李达.公路高填方路基设计及施工关键技术[J].四川建材,2021,47(02):166-167.
- [4]刘洪波.公路软基地段高填方路基施工技术[J].低碳世界,2020,10(05):138-139.