

高填方路基施工质量控制与病害防治策略

王卷卷

新疆北新路桥集团股份有限公司 新疆 乌鲁木齐 830000

摘要:高填方路基因填筑高度大、施工工序多、边坡稳定性差,在施工及运营期易产生不均匀沉降、开裂、边坡滑移坍塌等病害。本文系统梳理了高填方路基施工核心特点,从基底处理、填料选取管控、分层填筑与压实工艺三个环节阐述了全过程质量控制要点,深入分析了三类常见病害的成因,并针对性地提出了源头管控与过程控制相结合的防治策略。研究表明,严格落实基底精细化处理、统一填料品质、规范分层压实工艺、完善排水防护体系,是保障高填方路基整体稳定性与长期服役性能的关键,可为同类工程质量管控提供参考。

关键词:高填方路基;施工工艺;质量控制;路基病害;防治策略

引言:高填方路基作为公路工程中的重要结构形式,广泛应用于山区及丘陵地带的线路线形布设。其填筑高度通常超过8米,多层土体叠加后自重荷载显著增大,土体内部应力分布复杂,固结变形持续时间长,施工质量管控难度远高于常规低填方路基。近年来,部分高填方路基工程因施工工艺不规范、填料管控不严、排水防护缺失等原因,出现了不均匀沉降、路面开裂、边坡滑移坍塌等质量病害,严重影响道路使用安全与耐久性。因此,系统研究高填方路基施工全过程质量控制要点及病害防治策略,对提升工程质量、降低后期养护成本具有重要的工程实践意义。

1 高填方路基施工核心特点

高填方路基区别于常规低填方路基,施工过程及成型后的结构特性具有显著特殊性,也是其易产生质量病害的根本原因。(1)路基填筑厚度大,通常填筑高度超过8米甚至达到数十米,多层土体叠加填筑后自身自重荷载显著增大,土体内部竖向应力与侧向应力分布极为复杂,下部土体长期处于高应力状态,后期土体固结变形持续时间长,差异沉降问题突出,易出现不均匀沉降导致路面开裂、结构失稳。(2)高填方路基施工工程量大、工序繁多,填料选取、分层摊铺、整平、碾压、边坡修整等工序衔接紧密,对填料级配、含水率、压实度等参数控制要求严格,任一环节操作不规范均会形成层间结合不良、压实度不足等质量隐患。(3)高填方路基边坡高度大、坡面倾斜范围广,土体自身稳定性较差,长期受雨水冲刷、温度变化引起的干湿循环及冻融作用影响,坡面土体易出现冲蚀剥落、浅层滑移乃至整体坍塌问题。同时,路基底部与原始地基接触面积大,原始地基的承载力、平整度及排水处理效果直接决定整体路基的长期稳定性,地基处理不到位将引发大面积沉降,

进一步增加施工质量管控难度^[1]。

2 高填方路基施工全过程质量控制要点

2.1 施工前期基底处理质量控制

基底处理是高填方路基施工的基础环节,基底承载力不足、处理不彻底是后期路基沉降变形的重要诱因。

(1)施工前须彻底清理路基范围内的杂草、树根、腐殖土、淤泥及松散杂物,杜绝有机杂质残留导致土体后期腐化产生空洞。针对原始地面坡度大于1:5的地段,须开挖台阶处理,台阶宽度不小于1米、高度不超过0.5米,各级台阶宽度与高度保持均匀一致,确保新旧土体紧密咬合,防止路基沿原地面发生滑移失稳。(2)清理完成后,对基底土体进行全面碾压,保证基底压实度不低于90%。对于土质松软、承载力偏低的基底,可采用换填碎石土、强夯处理等方式优化基底结构,均匀提升基底整体承载力,为后续分层填筑施工奠定稳定基础。同时,施工前须全面排查基底地下水及地表积水情况,提前设置临时排水沟、集水井等排水设施,避免基底土体泡水软化导致承载力下降。

2.2 路基填料选取与管控

填料的物理性能与力学指标直接决定高填方路基的整体稳定性和压实效果,是质量控制的核心环节。(1)施工中须优先选用强度高、稳定性好、透水性适中、干缩变形小的优质填料,如碎石土、砂砾土、级配砂石等,此类填料级配合理、压实性能优良,能有效保障路基长期使用性能。严格杜绝使用淤泥、沼泽土、冻土、膨胀土及有机质含量超标的劣质填料,此类填料含水量波动大、固结性差,后期极易出现收缩开裂与不均匀沉降变形。(2)填料进场后须进行抽样检测,严格把控填料的粒径组成、含水量、最大干密度、液塑限等核心指标。粒径超标的填料须经破碎处理后方可使用,避免摊

铺后因粒径过大产生空洞、压实不密实等质量缺陷。同时,严格管控填料含水量,根据施工现场天气状况与环境湿度条件,适时采取晾晒或洒水加湿措施,将含水量控制在最优含水率 $\pm 2\%$ 范围内,保障后续碾压压实作业质量,确保每层填料压实度均满足设计要求^[2]。

2.3 分层填筑与压实工艺质量控制

分层填筑与分层压实是高填方路基施工的核心工艺,也是杜绝路基内部空洞、压实度不足的关键。(1)施工过程中严格遵循“薄层填筑、逐层压实、层层检测”的原则,杜绝厚层填筑、一次性压实的违规操作。根据施工设备性能及填料特性,严格控制每层松铺厚度,松土松铺厚度一般不超过30厘米,填石松铺厚度不超过50厘米,各层厚度保持均匀一致,摊铺后及时进行整平处理,保证路基摊铺层面平整度偏差控制在允许范围内。

(2)压实作业优先采用重型振动碾压设备,遵循“先轻后重、先慢后快、先边后中、往返重叠”的碾压顺序,相邻碾压轮迹重叠宽度不小于20厘米,确保路基边缘、层间衔接部位、设备盲区无漏压、无死角。每层压实完成后,及时采用灌砂法或环刀法检测压实度、平整度、坡度等指标,检测达标后方可进行下一层填筑,若压实指标不达标,须重新碾压、整改复测,彻底规避路基内部压实不均、密实度不足的质量问题。此外,相邻施工段落须做好衔接处理,设置长度不小于2米的平缓搭接段,避免填筑接缝处出现开裂、松散等质量缺陷。

3 高填方路基常见病害及成因分析

3.1 路基不均匀沉降

不均匀沉降是高填方路基最常见的病害类型,主要表现为路基局部下沉、路面凹凸不平,严重时会导致路面开裂。该病害的核心成因主要分为三方面:(1)基底处理不到位,基底杂物清理不彻底、压实度不足,或松软基底未做加固处理,后期基底土体压缩变形,带动上部路基沉降;(2)填料质量参差不齐,施工中混用劣质填料,或填料含水量、粒径不达标,土体固结收缩程度不一致,导致路基整体沉降不均;(3)填筑压实不规范,分层填筑厚度超标、局部漏压、压实度不足,路基内部存在大量空隙,后期土体在自重和行车荷载作用下逐步压缩,形成不均匀沉降。同时,路基填筑速率过快,土体固结不充分,也会加剧后期沉降变形。

3.2 路基开裂病害

高填方路基开裂分为横向开裂、纵向开裂及网状开裂三类,不同开裂类型成因存在差异。横向裂缝多由路基分段填筑衔接处理不当、新旧土体结合不紧密,或填料干湿收缩变形不均匀导致,裂缝走向垂直于路线方

向,贯穿路基全宽。(1)纵向裂缝主要集中在路基边坡内侧区域,多因路基两侧压实度不足、边坡土体松散失稳,或路基填筑宽度不足、边缘土体受力失衡引发,裂缝走向平行于路线方向,沿边坡坡面延伸。(2)网状细微裂缝多为填料含水量超标、土体干缩性过大所致,施工后表层土体水分快速蒸发,表层土体收缩产生网状龟裂。(3)高填方路基分层填筑间隔时间过长,摊铺层面长时间裸露风干,表层土体失水硬化,上下层土体粘结性能显著降低,后期在行车荷载与自重应力反复作用下也会产生裂缝^[3]。

3.3 边坡滑移与坍塌

高填方路基边坡高度大、坡面倾斜范围广,土体自身稳定性较弱,在自重荷载、雨水冲刷及干湿循环的综合作用下,极易出现边坡松散、滑移、局部坍塌等病害。主要成因包括以下四方面:(1)边坡坡度设计不合理,坡率设置偏陡,超出土体自然安息角范围,土体自身抗滑稳定性不足,在自重及外力作用下易沿坡面发生整体或局部滑移。(2)边坡填筑压实质量差,边坡部位受大型碾压设备作业限制,碾压不到位,土体密实度偏低,抗剪强度不满足设计要求,在应力集中区域易产生塑性变形。(3)排水系统不完善,雨天雨水沿坡面大量冲刷,或渗入边坡土体内部导致含水量激增、土体自重增大、抗滑能力大幅下降,诱发边坡滑移坍塌。(4)路基填筑过程中,边坡填料随意堆放、摊铺厚度不均匀,边坡土体级配紊乱、结构松散,整体稳定性较差,在外部环境变化作用下极易发生局部剥落与坍塌。

4 高填方路基病害针对性防治策略

4.1 不均匀沉降病害防治

针对高填方路基不均匀沉降问题,需从源头管控、过程把控、后期处理三个层面全方位落实防治措施。施工前期严格落实基底精细化处理,彻底清理基底范围内的杂草、树根、腐殖土、淤泥等杂物,对土质松软、承载力偏低的基底采用换填碎石土或强夯处理,严格检测基底压实度与承载力,确保基底受力均匀、承载性能达标。填料选用统一规格、性能稳定的优质土体,严格杜绝淤泥、沼泽土、冻土、膨胀土等劣质填料进场,施工前精准调试填料含水量至最优含水率范围,保证各层填料固结性能一致。严格规范分层填筑压实工艺,严控单层松铺厚度不超过30厘米,重点强化路基中部及边缘部位压实作业,层层检测压实度,确保整体路基密实度均匀统一。同时,合理控制填筑施工速率,避免快速填筑导致土体固结滞后,每填筑3至5米高度后预留不少于7天的静置沉降期,使土体充分完成初步固结,有效减少后

期沉降量。对于施工后出现的轻微不均匀沉降,可采用局部补填、重新碾压整平的方式处理;沉降严重部位须开挖至稳定层后重新分层填筑压实^[4]。

4.2 路基开裂病害防治

路基开裂防治以预防为主、修复为辅,需结合裂缝成因落实针对性措施。施工过程中严控填料质量,优先选用干缩性小、稳定性强的优质填料,严格把控填料含水量在最优含水率范围内,避免土体因干湿变形过大产生收缩裂缝。优化分段填筑施工工艺,相邻施工段落搭接长度不小于2米,填筑衔接部位重点碾压不少于3遍,保证新旧土体紧密结合,消除接缝处开裂隐患。缩短分层填筑间隔时间,避免摊铺层面长时间裸露风干导致表层土体失水收缩,若间隔时间超过48小时,复工前须对表层土体重新洒水湿润并碾压处理,保障上下层结合紧密、无离散裂缝。针对已出现的细微表层裂缝,可采用洒水焖料、表层复压的方式闭合裂缝,恢复表面密实度。对于深度超过5厘米、宽度超过3毫米的较大裂缝,须沿裂缝方向开槽清理松散土体,槽底及侧壁整平压实后,采用与原填料同级配的土体分层回填夯实,每层回填厚度不超过20厘米,逐层检测压实度。修补完成后整体整平碾压,确保修补区域与原路基密实度一致,杜绝裂缝持续扩展引发结构性损伤。

4.3 边坡滑移坍塌病害防治

为有效防治高填方路基边坡滑移与坍塌病害,需从边坡施工、排水防护、日常修整三个维度协同管控。施工阶段合理控制边坡坡度,根据填筑高度与填料特性设置合理坡率,填筑高度8米以内的路基边坡坡率不宜陡于1:1.5,填筑高度超过8米的路基边坡坡率不宜陡于1:1.75,杜绝边坡过陡导致整体稳定性不足。强化边坡部位压实作业,采用小型振动碾压设备对边坡边缘、坡脚等大型设备作业盲区进行精细化碾压,提升边坡土体密实度与抗滑稳定性。同步配套完善边坡排水系统,在路

基顶部设置截水沟,边坡平台设置排水沟,坡脚设置急流槽,及时疏导地表雨水,避免雨水冲刷坡面或渗入土体内部降低抗剪强度。施工完成后及时开展边坡防护作业,可采用植草护坡、铺设土工格栅、浆砌片石护面墙等防护方式,加固边坡表层土体,有效抵御雨水冲刷与风化侵蚀。对于出现局部滑移、坍塌的边坡,须及时清理破损松散土体至稳定层,重新分层填筑夯实,修整边坡坡度至设计要求,同步完善局部排水与防护结构,防止病害持续扩大^[5]。

结束语

高填方路基施工质量控制是一项系统性工程,需贯穿施工前期、施工过程及运营维护全周期。本文从基底处理、填料管控、分层压实工艺三个核心环节明确了质量控制标准,并针对不均匀沉降、开裂、边坡滑移坍塌三类典型病害提出了以预防为主、防治结合的应对策略。工程实践中,应严格执行分层填筑、逐层检测的工艺要求,合理控制填筑速率,完善排水防护体系,确保各环节质量指标达标。同时,施工完成后应建立长期监测机制,及时发现并处置早期病害,保障高填方路基的长期稳定与安全运营。

参考文献

- [1]高云.公路工程中高填方路基质量病害问题探讨[J].品牌与标准化,2024,(02):64-66.
- [2]马松.公路项目高填方路基段沉降变形的影响因素分析[J].交通科技与管理,2023,4(09):117-119.
- [3]郝丽丽.高速公路工程高填方路基施工技术[J].商品与质量,2022(24):151-153.
- [4]王军,王晓东.高填方路基沉降控制技术的研究与应用[J].工程技术,2021,33(2):67-73.
- [5]傅智.水泥混凝土路面滑模施工技术创新与进步[J].公路,2002,(04):1-5.