

公路工程施工中填石路基施工技术及应用实践分析

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：随着我国交通基础设施建设的步伐越来越快，填石路基因其材料来源广泛、承载力强以及可适应复杂地质条件等优势，在公路工程施工中得到了广泛应用。基于此，本文就公路工程施工中填石路基施工技术及应用实践展开分析，通过探究填石路基施工特点及施工技术，旨在为公路工程施工中填石路基的施工应用提供必要的参考借鉴，从而有助于更进一步提高公路工程的耐久性并降低全生命周期成本，为推动我国公路行业的发展奠定坚实的基础。

关键词：填石路基；公路工程；施工技术

DOI：10.64216/3080-1508.26.02.022

填石路基在公路工程中的施工应用，其目的是为其提供稳定的路基基底和支撑，以确保公路的使用安全和舒适性。然而，当前填石路基施工技术在实际应用中依旧存在一定的问题，以至于影响到公路工程的整体施工质量。所以，在公路工程施工过程中，应做好对填石路基施工技术的重视力度，并解决其施工中存在的隐患，才能最大限度确保施工的顺利进行。

1 公路工程施工填石路基技术概述

公路工程填石路基施工技术是一种利用爆破开采或者天然石料进行路基填筑的关键性施工工艺，被广泛应用于山区、丘陵以及重载交通路段，如图1所示。因此，填石路基施工技术的核心在于通过科学选择和处理石料、优化压实工艺以及严格的质控控制，才能构建出高强度、低沉降的路基结构^[1]。但由于填石路基技术以硬质岩或者中硬岩为主要材料，其饱和抗压强度在30MPa以上，所以要求石料处于未风化或者弱风化状态，粒径需严格控制在分层厚度的2/3以内，并通过筛分试验仪确保不均匀系数大于5，以形成骨架密实结构。在公路工程施工中采用分层填筑方法时，每层厚度需控制在30~80cm之间，并结合边坡码砌与内部填筑协同作业，再利用振动压路机和冲击压路机联合作业的方式，使石料颗粒被重新排列。而对大粒径的石料而言，则可采用羊足碾或者强夯机进行补强压实处理，以确保密实度均匀。针对公路工程填石路基质量管控时，需做到全过程管控，基于智能压实监测系统实时反馈压实度和遍数，并结合沉降观测以验证长期稳定性的要求。相较于其他施工技术而言，填石路基技术具有显著的优势，其石料来源较为广泛且成本低于传统填土，并且填石路基的承

载能力比传统路基承载力高1/3以上，适用于软土地基或者高填方路段。但在实际施工过程中，则需严格把控材料级配和压实工艺，防止因颗粒度破碎或者孔隙过大而导致沉降超标。而随着科学技术的不断发展，将3D激光扫描和物联网技术应用到级配优化与压实质量动态的调控中，还能有效推动填石路基向着标准化、智能化的方向升级，而这也成了复杂地质条件下的公路建设的首选方案。



图1：公路工程填石路基现场施工图

2 填石路基施工特点分析

2.1 工程项目规模庞大

在公路工程项目施工时，如果整个工程项目决定采用填石路基施工技术时，则代表该公路工程项目必然属于规模庞大的工程项目，因此，填石路基施工技术具有工程量大的特点^[2]。这是因为公路工程采用填石路基施工时，所需的施工原材料，即碎石料主要来源于山体爆破所得，从而能够给公路工程提供大量的碎石材料，相较于传统施工方式，不仅节省成本，同时还能减少材料运输中的时间浪费。但同样的公路工程项目，如果是小规模施工进行山体爆破，则会造成资金的严重浪费，所

以, 填石路基施工项目通常为大型工程项目。此外, 在获得相应的原材料后, 填石路基施工时, 还需对石料进行夯实处理, 经过夯实处理的材料, 能确保填石路基的质量, 但由于工程量庞大, 所以夯实的规模也较大。

2.2 具有重复性特点

公路工程施工作业, 具有工程量庞大、工序复杂等诸多特点, 然而, 在整个公路工程施工中, 其施工工序存在着重复性的特点。由于庞大規模的公路工程项目所需原材料巨大, 所以, 相关人员必须对山体进行重复爆破作业, 才能获取到施工所需的足够碎石原材料。同时, 在道路施工过程中, 施工人员需对施工道路不断进行回填和夯实作业, 而这些工作内容也都具有重复性特点, 但正因为公路工程填石路基需要大量重复的操作流程, 所以, 在施工过程中, 不可避免地会出现各种各样的施工漏洞。针对这种情况, 施工单位应派遣专业的监理人员对整个工程项目进展进行作业监督管控, 才能及时发现公路工程填石路基施工中出现的质量漏洞问题, 以此确保填石路基施工的高质量所需, 如图 1 所示为公路工程填石路基施工流程图。

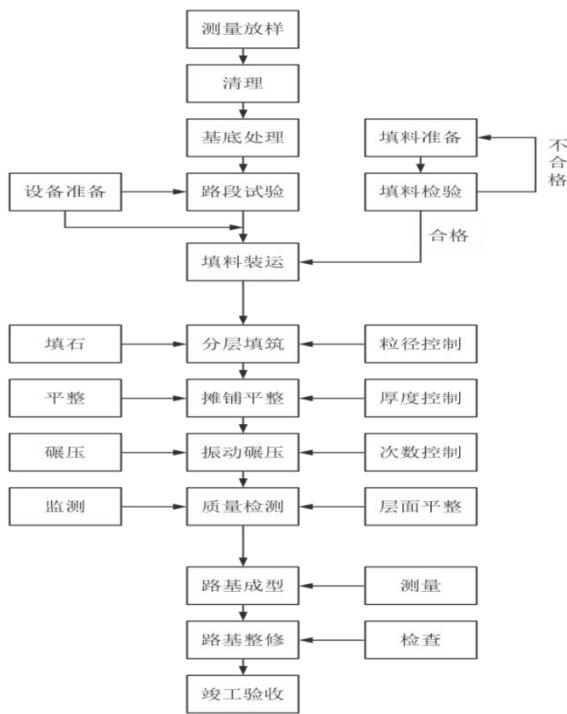


图 1: 公路工程填石路基施工流程图

3 公路工程施工中填石路基施工技术分析

3.1 基底施工及垃圾清理

为了确保公路工程施工中填石路基施工技术的正

常开展, 则需确保公路基底强度始终处于均匀的状态。如果公路基底的组成以岩石和细粒土混合为主, 那么在施工过程中, 相关施工人员必须重点处理公路基底中的细粒土, 并及时采取换填细粒土的方式, 以此降低公路基底的承载力所需^[3]。随后, 在对公路基底上铺设填石路的过程中, 对于路堤可设置 2~3 层的过渡层, 而每一层过渡层的厚度需控制在 33~35cm 之间。此外, 在公路工程项目中采用填石路基施工技术时, 必须最大限度确保填石路基的中线被恢复在最初的原始状态外, 还应清理施工中的表土和相关垃圾, 以避免对整个填石路基施工技术造成的影响。对于处理后的垃圾与弃土, 应存储在指定的位置, 以方便后续的处理外, 还能避免出现二次污染的情况发生。

3.2 填料获取与装卸运输

由于公路工程项目的施工需要大量的原材料, 因此, 在施工中, 对所需的原材料进行获取和装卸直接影响到整个公路路基施工的进展程度。当公路工程施工采用填石路基施工技术时, 所需的原材料以山体爆破的碎石为主, 但山体爆破具有一定的危险性, 所以, 相关爆破人员在爆破时, 必须严格按照行业标准流程进行爆破操作。而山体爆破后, 受诸多因素影响, 会产生大量体积与质量不同的碎石, 这也使得这些碎石原材料想要被运送到施工场地, 还需借助铲车等设备对碎石原材料进行处理运输。但需要注意的是, 山体爆破的选择地点, 不宜距离公路工程施工地过远, 否则有可能会延误整体的施工进度。而在对这些大小体积不同的碎石原材料进行装卸时, 装卸人员必须按照标准的工程项目坡脚位置进行装卸处理, 随后控制两根管线之间的距离, 确保其距离被控制在 20cm 以内, 才能最大限度保障碎石原材料的运输效率, 以确保公路工程填石路基技术的施工效率。

3.3 基底施工及边坡施工

当公路工程施工采用填石路基施工技术时, 其填石路基需将使用的材料进行摊铺, 以此作为整个公路的基底, 并且还需对基底进行定型处理和规定基底的范围。而施工人员则可借助大型推土机等设备对基底进行界定, 有利于防止施工过程中出现材料越界的現象^[4]。但想要确保整个公路工程基底的平整, 在填石路基施工时, 可借助那些体积较小的碎石原材料对公路路基进行填充处理, 同时, 这些较小的碎石原材料还能有效避免石料之间出现孔隙, 以达到提高公路工程施工质量的目的。

除此之外,针对边坡的处理过程中,施工人员应对边坡地基的稳定性进行深入研究,然后选择合适的原材料以用于边坡施工,而只有结合工程项目的实际情况,才能确保整个公路工程项目的质量满足实际所需。

3.4 边坡码砌及填铺技术

由于填石路基技术中的边坡砌码状态通常会影响到公路工程项目的最终整体稳定性。因此,在使用填石路基技术时,可采用先码后填、先填后码这两种不同的方式以提高公路工程项目施工的稳定性。在填石路基时,想要确保倾斜率,可在固定的距离范围设置对应的伸缩缝,有利于填石路基施工过程中,当基地发生变化时可发挥出最佳的缓冲作用,而对伸缩缝进行分段设置,则可确保施工质量达标。在填石路基的边坡码中,需要使用到强度为30MPa的石料,这是因为这种强度的石料能使砌码石料变得更加紧密,还能有效防范空洞和松动的情况发生。但对于更高级别的公路施工时,则需采用填石路基的填铺施工方式,并以分层填铺的方法进行。如果是二级或者二级以下的公路,可选用倾填方式进行,并在最后给予压实处理。除此之外,在进行摊铺过程中,施工人员应预留相应的工作面,并使用较大公路的设备对摊铺面进行初平,而针对运输石料,则可直接堆放在摊铺初平的位置,并选择较大功率推土机继续向前进行摊铺。在整个摊铺的过程中,施工人员必须随时做好找平工作,以确保摊铺时将石渣与石屑也被摊平,但不同

的公路工程施工实际情况有所不同,所以,施工人员还应随时准备相应的补充材料。在进行多次反复的摊铺后,直到孔隙被填满才可停止重复摊铺步骤,才能最大限度避免级配不合理的情况发生,以此提高公路工程路基的稳定性。

4 公路工程施工中填石路基施工技术应用实践分析

4.1 做好事先控制

在公路工程施工中采用填石路基施工技术时,其施工阶段,相关人员必须提前做好充足的准备工作,才能最大限度保障整个公路工程的顺利进展以及最终质量满足行业标准要求^[5]。而山体碎石作为整个工程项目最基础,也最为重要的原材料,需要相关人员在对山体进行爆破和碎石收集时,做好山体岩层的全面检验,以确保山体碎石质量符合公路工程施工的标准材料所需后,方可对山体进行爆破,其山体碎石检验项目和技术要求如表1所示。随后,对整个公路工程进行全面的设计方案交流,由设计人员和施工人员对存在的问题进行沟通协商,并提出统一的改进方案,能避免后续施工中各部门之间的歧义。对于施工部门人员而言,在详细检查设计方案与施工方案后,确保两种方案与实际工程情况相一致,且具备可行性后,方可进行施工操作,否则需重新对公路工程项目方案进行规划沟通。

表1: 填石路基原材料检测项目及技术要求表

序号	检测项目	技术要求	检测方法
1	岩石类别	硬质岩(饱和抗压强度>30MPa) 或中硬岩(15-30MPa)	现场鉴别+室内试验
2	风化程度	未风化或弱风化 (节理裂隙发育程度≤轻级)	地质锤敲击+肉眼观察
3	颗粒级配	最大粒径≤层厚的2/3 (分层厚度60cm时,最大粒径≤40cm)	筛分试验 (方孔筛)
4	含泥量	≤5% (砂石混合料中黏土团含量)	水洗法
5	针片状颗粒含量	≤20% (粒径>40mm颗粒 中长细比≥3:1的颗粒占比)	规准仪法
6	软弱颗粒含量	≤5% (抗压强度<20MPa的颗粒占比)	点荷载试验
7	洛杉矶磨耗值	≤30% (AASHTO T96 标准)	洛杉矶磨耗试验机
8	硫酸盐侵蚀性	硫酸钠溶液浸泡后质量损失率≤12%	化学浸泡试验
9	有机质含量	浅黄色溶液无沉淀 (土样+NaOH溶液煮沸后)	颜色比对法
10	含水率	最佳含水率±2% (室内击实试验确定)	烘干法

4.2 强化测量放线

在公路工程填石路基施工过程中,测量放线的精确度是确保路基几何形态与结构稳定性关键。为保障公

路工程施工质量,必须严格依据标准化测量技术体系,建立精确的平面直角坐标系,使施工过程中各关键点的坐标数据与设计坐标系统实现精确匹配。通过坐标系的

精确计算,可确定关键基准点的理论坐标位置,并将其精确转换为实际工程中的具体点位坐标^[6]。在此过程中,需严格保证基准点位置与设计规划位置的吻合度,准确定位中桩及边桩的位置坐标,同时将临时水准点的布设间距严格控制在200m以内。采用四等水准点布设方法确定水准点,可显著提升水准控制点的精度,为填石路基施工提供高精度的高程控制基准,从而有效保障填石路基施工的几何精度与结构稳定性。

4.3 构建质量体系

基于任何工程项目而言,做好质量管理体系,能够为工程项目的质量开展提供理论性依据。对于公路工程而言,在使用填石路基施工技术时,如若工程项目质量管控体系不够完善,则必然会给施工埋下严重的安全隐患。因此,相关施工单位必须构建健全的质量管控体系,通过明确质量管控体系方案的科学性外,还应确保施工质量的可行性,才能为公路工程填石路基的施工质量和效率提供基础的质量保障依据。同时,施工单位还需加强施工人员的质量理念,对施工人员定期开展培训,并结合监督机构对整个工作流程进行监管,最终能有效实现对填石路基的施工应用,以满足公路工程项目所需。

5 结束语

填石路基施工技术在公路工程项目中的应用,能有效提高施工质量,降低施工成本,尤其是在山区公路等

特殊公路的施工被广泛应用。为了确保公路工程施工中填石路基施工技术符合质量标准,施工单位相关人员应熟悉填石路基的施工技术与处理要求,并在施工中严格按照标准要求进行施工作业,才能确保公路工程施工中填石路基施工技术达到标准质量要求,以更好地推动我国公路工程的建设发展。

参考文献

- [1] 李文俊.山区公路填石路基施工要点及碾压质量测控[J].交通世界,2025,(Z2):90-92.
- [2] 孙兴,郜梦棵,李炜杰,等.山区填石路基压实特性研究及服役性能智能感知[J].重庆交通大学学报(自然科学版),2025,44(04):58-68.
- [3] 谢永利,董耿志,岳夏冰,等.填方路基状态特征和工程问题研究综述[J].中国公路学报,2025,38(08):228-249.
- [4] 桑吉扎西.花岗岩填石路基在公路工程中的冲击动力特性与应用研究[J].广东建材,2025,41(07):117-120.
- [5] 王爱爱,邹国峰,莫志鹏,等.振动荷载下填石路基压实特征的离散元模拟分析[J].福建交通科技,2024,(10):12-17.
- [6] 矫芳芳,李小勇.36t压路机填石路基施工工艺与压实质量控制研究[J].交通科技,2024,(04):32-38+3.