

公路工程施工中填石路基施工技术及应用实践分析

蒋仁军

新疆北新路桥集团股份有限公司, 新疆 乌鲁木齐 830000

[摘要] 公路工程作为大型基础设施建设项目, 如何降低对环境负面影响, 成为各方关注焦点。填石路基技术因其在施工材料以及施工过程中环保特性, 逐渐成为绿色公路建设关键组成部分。与传统路基技术相比, 填石路基技术依赖于当地丰富石材资源, 避免了大量土方开挖以及长距离材料运输, 从而有效减少了施工中能源消耗。基于此, 本篇文章探究填石路基施工的特点, 分析填石路基施工的技术优势, 并对公路工程施工中填石路基施工技术的应用实践进行分析, 以期为提升公路工程整体质量提供理论支持。

[关键词] 公路工程; 填石路基; 施工

DOI: 10.33142/sca.v7i11.14178

中图分类号: U415.1

文献标识码: A

Analysis of Construction Technology and Application Practice of Stone Filled Roadbed in Highway Engineering Construction

JIANG Renjun

Xinjiang Beixin Road and Bridge Group Co., Ltd., Urumqi, Xinjiang, 830000, China

Abstract: As a large-scale infrastructure construction project, how to reduce the negative impact on the environment in highway engineering has become a focus of attention from all parties. The technology of filling stone subgrade has gradually become a key component of green highway construction due to its environmental characteristics in construction materials and processes. Compared with traditional roadbed technology, stone filling roadbed technology relies on abundant local stone resources, avoiding a large amount of earthwork excavation and long-distance material transportation, thereby effectively reducing energy consumption during construction. Based on this, this article explores the characteristics of stone filled roadbed construction, analyzes the technical advantages of stone filled roadbed construction, and analyzes the practical application of stone filled roadbed construction technology in highway engineering construction, in order to provide theoretical support for improving the overall quality of highway engineering.

Keywords: highway engineering; stone filled roadbed; construction

引言

随着我国基础设施建设加速推进, 公路工程在社会发展中地位日益凸显, 尤其是在交通运输网络中枢纽作用备受重视。为了应对日益增加的交通运输需求, 公路建设项目技术要求不断提升, 传统路基施工技术难以满足现代公路工程高标准要求。在平坦地区, 路基施工难度相对较低, 然而在地形复杂地带, 常规路基施工方式面临诸多挑战。因此, 本文以公路工程施工中填石路基施工技术及应用实践为研究方向, 具有重要实际意义, 为相关领域发展提供有益借鉴。

1 填石路基施工的特点

填石路基施工技术显著特点是其在复杂地质条件下适应性极强, 特别适用于软弱地基、山区、丘陵等不稳定地质区域, 由于土质松软或地形陡峭, 传统砂土路基难以提供足够支撑力, 容易出现沉降、滑移等问题。而填石路基使用大颗粒石料作为主要填料, 其良好强度使其有效分散来自路面荷载, 避免局部应力集中变形或破坏, 使得填石路基特别适合高填方路段以及路基承载能力要求较高路段。填石材料铺设过程中, 根据地质条件进行合理颗粒分级以及压实工艺, 以保障路基整体结构强度^[1]。路基排

水是影响公路使用寿命重要因素, 尤其在降雨量大或地下水水位较高区域, 路基内部积水会软化、塌陷等严重问题, 直接威胁路面结构稳定性。填石路基由于采用透水性强大颗粒石料填筑, 路基中渗透水迅速排出, 避免了水分在路基内部长时间滞留。相比于传统路基施工方式, 填石路基在抗水损方面具有显著优势。施工过程中通常会配合设置完善排水系统, 铺设横向、纵向排水沟或排水管道, 使地表水与地下水快速排出, 从而进一步增强路基抗渗透能力, 高效排水性能在减少地基受水侵蚀, 还能有效减轻水压对路基结构破坏作用, 避免水引发路基软化、变形或塌陷等问题发生。与其他路基施工方式相比, 填石路基充分利用当地天然石料资源, 尤其是在山地、丘陵等地势较高且石料丰富区域就地取材, 减少对外地材料依赖, 降低材料运输成本, 符合节约资源、减少碳排放绿色施工理念, 显著缩短了工程工期, 提高了施工效率^[2]。石料多样性使得填石路基根据不同施工条件调整填料颗粒级配与施工方式, 具有很强灵活性。填石路基施工相对简单, 振动压路机、推土机等施工机械设备常规设备即可完成填石、分层碾压、夯实等工序, 无需引入特殊施工机械或复杂工艺, 便于大

规模应用。与此，填石材料优良物理特性减少了因地质条件变化而带来路基沉降或开裂等问题，进一步降低了后期道路养护维修成本。

2 填石路基施工技术的优势

公路施工中，路基需要承受车辆运行过程中产生大量荷载，尤其是在重型车辆频繁经过路段，路基材料抗压能力直接影响道路耐久性。填石路基选用花岗岩或玄武岩等高强度材料，有效抵抗外力作用。相比于传统砂土或其他松散材料，填石路基在压实后具有高密度度，有效分散车辆荷载，避免局部应力过于集中引发沉降、开裂等现象，高强度特性尤其适合在山地、丘陵以及高填方路段等软弱地基或地质条件较差区域应用，在该区域，地基土层较软，传统路基容易发生不均匀沉降或滑移，威胁道路结构稳定性，而填石路基凭借其强大承载能力，保障路基在复杂环境下长期保持平整、坚固，显著提升公路整体使用性能。路基积水是引发公路工程问题主要原因之一，特别是在多雨或地下水位较高地区，水分进入路基后容易土体软化，进而引发沉降、塌陷等结构性损坏问题^[3]。填石路基由于采用大颗粒石料作为填充材料，天然具备良好透水性，迅速排除进入路基水分，避免了水分滞留引发破坏。为了进一步增强排水效果，填石路基通常结合科学排水设计，在路基内部设置排水管道或排水沟，基于多层级排水结构迅速把渗透水导出地基，保障路基始终保持干燥。排水性能优化防止地基土体软化，减少地基受到水流冲刷风险，特别是在暴雨或洪水频发地区，降低积水对路基侵害，显著提升道路抗灾害能力。不同于某些特殊材料或工艺需要依赖昂贵外部资源，填石路基主要材料为天然石料，通常就地取材，尤其在山区、丘陵等地势复杂且石料丰富地区，材料供应极为便利，降低了材料采购成本，减少了因远距离运输带来高额费用，符合现代公路工程对节能环保要求^[4]。填石路基施工工艺相对简单，压路机、推土机等施工机械常见且易于操作，设备即可完成大部分施工环节。施工过程中，快速碾压填石材料，保障路基密实度，根据不同地质与气候条件灵活调整施工方案，提高了施工灵活性。尤其是在工期紧张项目中，填石路基高效施工方式有效缩短工程时间，减少对交通影响^[5]。

3 公路工程施工中填石路基施工技术的应用实践

3.1 材料选择合理，施工标准严格

为保障路基具备足够抗压能力，通常需要选用花岗岩、玄武岩等坚硬且抗风化能力强的天然石材，此类石材抗压强度较高，有效承受公路长期使用中产生重载荷。此类石材在长时间暴露于自然环境中不会因风化、侵蚀而产生强度衰减，从而保证路基结构在严酷环境下仍能保持其物理性能。合理颗粒级配能增强材料密实度，提高路基整体稳定性。施工过程中，通常会把大颗粒石料与小颗粒材料按一定比例混合使用，保障石料在压实过程中填充空隙，形

成紧密结合整体结构，因为不合理颗粒级配路基内部空隙过大，降低路基承载力，并增加路基沉降风险。施工中，禁止使用风化、破碎或含有过多杂质石料，此类材料通常强度不足，且在受力或受环境变化影响时容易产生形变或崩解。风化石料抗压性能较差，极易在施工后引发沉降或开裂现象，严重影响路基整体稳定性，施工前必须进行严格石料检测，保障其物理、力学性能符合设计要求。

3.2 分层填筑规范，碾压密实到位

填石路基施工采用分层填筑工艺，每层厚度需严格控制，控制在30至50厘米之间，厚度范围是基于多次施工经验总结出最佳填筑厚度，保障压实设备充分发挥其作用，保证每一层填料密实度。一旦填筑层厚度过大，碾压设备压实效果会受到限制，路基内部密实度不足，容易产生空隙，增加路基沉降风险，而层厚度过薄，则会施工效率低下，增加施工成本，控制每层厚度在合理范围内，在保障质量前提下，提高施工效率。通常情况下，振动压路机适用于大颗粒石料碾压，振动使颗粒材料充分填充空隙，提升密实度。而在使用细颗粒材料时，则适合采用静压压路机进行碾压，以防止材料在压实时受到过度破坏。机械碾压时需要保障每个部位均匀碾压，避免出现局部压实度不足情况，从而保障路基整体稳定性。压实度检测通常采用核子密度仪或其他压实检测设备，根据测量密实度来判断填石层质量是否达到标准。一旦检测结果显示某一层压实度不达标，则需要及时返工重压，以避免由于密实度不足引发路基沉降或结构不稳。逐层检测是保障施工质量关键步骤，只有严格质量控制，才能保障整个路基稳定性。

3.3 排水系统优化，渗透控制有效

由于路基长期暴露在自然环境中，特别是在降水频繁或地下水位较高地区，合理排水系统有效避免水分滞留在路基内部，从而防止水分引发变形问题。施工前，必须根据项目地形、气候特点进行设置横向、纵向排水沟渠以及渗水管道等精确排水系统设计，科学排水设施能快速排除路基内部水分，保护路基不受侵蚀，延长道路使用寿命。由于填石材料通常为大颗粒石料，透水性较强，迅速把水分从路基中排出，避免水分在路基内部积聚，从而降低水引发软化或膨胀风险。因此，施工过程中需保障填石材料具备良好透水性，以提高路基排水效率。在多雨或水位较高区域，可进一步增强透水材料使用比例，优化路基排水能力，保障路基在湿润环境下稳定性。在路基中设置防渗层或使用防水布等材料，有效阻止地下水渗入路基内部，从而避免水分对路基造成破坏，减少地表水对路基长期侵蚀，保障路基结构在复杂水文条件下依然能保持较高承载力，进而大幅提升道路使用寿命。

3.4 地基处理科学，承载能力增强

填石路基施工中，遇到软弱地基时，必须进行有效加固处理，以提升地基承载能力。常见加固措施采用砂砾或

碎石材料进行地基换填,显著提高地基承载力,增强其抗变形能力。还可使用石灰或水泥等材料对软弱土层进行化学改良,以增强地基稳定性。承载力、含水量、压缩性等地基土层物理、力学性质,直接影响着路基处理方案。运用专业土工检测手段,准确评估地基土层承载能力,从而为路基施工方案提供科学依据。土层检测帮助工程师识别潜在地基问题,及时采取相应加固或改良措施,避免因地基条件不良而路基沉降、裂缝等问题。碎石垫层提高路基整体抗压强度,有效分散荷载,减小地基沉降风险。在铺设碎石垫层时,需要保障垫层厚度与颗粒级配符合设计标准,以实现最佳承载效果。碎石垫层还能增强地基排水性能,防止地下水对路基造成不利影响,从而进一步提升道路安全性。

3.5 现场管理严谨,质量检测及时

施工前,所有石料必须经过严格筛选,特别是在质量上要符合设计要求。进场时,管理人员需对石料颗粒级配、坚硬度、耐久性等物理性能进行严格审核,保障每一批材料性能均满足施工标准。材料来源要统一记录,避免因劣质材料混入而影响路基施工质量。现场管理人员应对各个施工环节进行实时监控,保障施工严格按照设计要求规范进行。分层填筑与碾压过程中,管理人员需监督压实机械操作,保障碾压均匀到位,且每层厚度符合设计标准。现场管理人员还需及时纠正施工中任何违规操作,保障施工过程中不会出现质量隐患。管理人员需要根据施工进度,定期对路基密实度、强度、厚度进行检测,特别是对压实度检测,保障每层填筑材料均达到预定密实标准。还应对排水系统、地基加固效果等关键环节进行专项检查,保障路基整体功能符合设计规范。

3.6 施工进度有序,环保措施得当

根据工程规模、施工周期以及地形地貌复杂程度,施工方需制定详尽施工进度计划,保障各阶段工作有序推进。特别是在雨季与冬季等极端天气多发时段,施工计划应适当调整,以避免恶劣天气对施工质量影响。计划中还应留有一定缓冲期,防止不可预见情况工期延误。施工进度安排应根据各项工序难易程度要求合理划分,保障施工过程中每个环节紧密衔接,最终按时按质完成任务。在填石路基施工时,施工方应采取多种环保措施,最大限度减少对周边环境破坏,在开采、运输、使用石料时,应尽量减少对自然生态干扰,防止生态环境遭到破坏。废水、废气、

固体废物处理,必须严格遵守环保法律法规,保障施工现场排放符合标准。在施工中应尽量减少噪声以及扬尘,运用洒水降尘、安装消音设备等手段,降低对周围居民与生态环境不良影响,保障施工绿色环保。在施工中应尽量推广资源节约型施工技术,减少材料浪费。合理利用当地石料资源,避免长途运输,降低了施工成本,减少了运输过程中碳排放,符合当前低碳环保施工理念。施工方应科学使用填石材料,避免不必要材料损耗。推广施工废料回收与再利用等可再生资源利用,也在节约资源减少对环境的影响,实现工程建设可持续发展。

4 结论

综上所述,填石路基施工技术在应对复杂地质条件、增强路基稳定性以及提高排水性能方面表现出显著技术优势。实际应用中,合理选择材料、严格执行分层填筑与碾压工艺、优化排水系统设计,有效提升路基承载能力。科学现场管理与定期质量检测保障了施工过程严谨性,而环保措施落实则进一步实现了绿色施工目标。填石路基施工技术推广,极大提升了公路工程施工质量与使用寿命,具有广阔应用前景。未来,随着公路建设规模进一步扩大对技术要求不断提高,填石路基施工技术会面临全新挑战与机遇。可持续施工理念的推动下,未来填石路基技术会在材料循环利用、施工能耗降低、智能化监控等方面不断进步。未来应进一步探索填石路基在极端气候条件下表现,以及如何运用先进技术手段进一步提升路基抗变形能力,为公路工程的长远发展提供技术保障。

【参考文献】

- [1]冯占昭.公路工程中填石路基施工技术的应用要点[J].运输经理世界,2024(20):28-30.
 - [2]陈华.公路工程施工中路基施工技术研究[J].散装水泥,2024(2):148-150.
 - [3]李雪峰.公路工程施工中填石路基施工技术及应用实践分析[J].居业,2024(4):43-45.
 - [4]安桂萍.公路工程施工中填石路基施工技术及应用实践分析[J].黑龙江交通科技,2023,46(5):183-185.
 - [5]方金城.公路工程施工中填石路基施工技术应用分析[J].建筑技术开发,2017,44(3):37-38.
- 作者简介:蒋仁军(1981.12—),男,毕业于长沙理工大学,交通土建专业,就职于新疆北新路桥集团股份有限公司杭州分公司,副总经理,高级工程师。