

公路路基的分层填筑施工技术研究

周作珍

身份证号码：430419197108272459

DOI: 10.12238/jpm.v5i2.6521

[摘要] 公路路基的分层填筑施工技术是现代交通基础设施建设的重要组成部分。文章首先分析了路基设计的核心参数和要求，探讨了分层填筑施工工艺与方法，通过比较不同材料的性能特征，文章提出了分层填筑方案的优化设计思路，对施工效率与经济性进行了评估，旨在揭示分层填筑技术在提升公路建设质量和效率方面的潜力。该研究不仅为公路路基建设的理论与实践提供了新视角，还为该领域技术的进一步研究与发展奠定了坚实基础。

[关键词] 公路路基；分层填筑；施工技术；施工质量

Research on the layered filling construction technology of highway subgrade

Zhou Zuozhen

430419197108272459

[Abstract] The layered filling construction technology of the highway subgrade is an important part of the modern transportation infrastructure construction. The paper first analyzes the core parameters and requirements of subgrade design, discusses the layered filling construction technology and method, by comparing the performance characteristics of different materials, the paper puts forward the optimization design of layered filling scheme, evaluated the construction efficiency and economy, aims to reveal the layered filling technology in improving the quality and efficiency of highway construction potential. This research not only provides a new perspective for the theory and practice of highway subgrade construction, but also lays a solid foundation for the further research and development of the technology in this field.

[Key words] highway subgrade; layered filling; construction technology; construction quality

公路路基的分层填筑施工技术是解决当代公路建设挑战的关键技术，应对日益增长的交通流量和车辆负载所带来的路基稳定性问题。该技术通过合理选用和分层布置不同类型的填筑材料，旨在提升路基的承载力和抗变形能力，从而增强公路的整体性能和耐久性。研究的目的在于优化施工工艺流程、材料选择和质量控制方法，确保公路路基施工的科学性和高效性。通过深入研究分层填筑的理论和实际应用，旨在推动公路工程的质量和经济效益提升，减少环境影响。此技术的优化不仅延长了公路的使用寿命，降低了维护成本，还为公路工程学科的进步贡献了新的理论和实践经验。总体而言，分层填筑技术的研究和应用在现代交通基础设施建设中扮演着至关重要的角色，对社会和经济均具有深远的影响。

1 公路路基设计与填筑材料选择

1.1 公路路基的功能和要求

公路路基作为公路系统的基础组成部分，承担着有效分布交通荷载、提供足够支撑并确保路面结构稳定性的重要职责。设计过程必须确保路基具备充分的承载能力，以适应各类车辆的行驶需求，涵盖了从重型卡车到轻型车辆的多样性。同时，优越的排水系统对于防止雨水和积水对路基造成侵蚀和损害

至关重要。适当的排水设计不仅有助于延长路基的使用寿命，还能有效降低维护成本。路基的合理厚度设计是确保其功能性的另一个关键方面，通过提供足够支撑，防止沉降和形变，维护路面结构的稳定性。综合考虑承载能力、排水系统和适当厚度等多个要素，是确保公路路基在各种交通和气候条件下均能稳定、持久发挥作用，最终降低整体公路系统维护成本的必要条件。

1.2 路基设计参数与要求

在路基设计中，精确确定关键参数是确保公路系统长期稳定性和安全性的关键。首先，路基的厚度是设计中不可忽视的因素，其计算应考虑预期交通荷载和地下土壤条件。不足的厚度可能导致在长期交通荷载作用下路基发生变形或破坏。因此，通过综合考虑交通需求和土壤特性，对路基的厚度进行准确计算至关重要。其次，路基的坡度和边坡设计是排水效率和结构稳定性的关键方面。合理的坡度和边坡设计可以显著减少水分对路基的侵蚀和损害，确保排水系统的良好运作。良好的排水设计不仅有助于维护路基的稳定性，还可降低维护成本，延长路基的使用寿命。此外，层间结合质量直接影响路基各层的整体作用效果。适当的层间结合质量有助于确保路基各层协

同工作，提升整体结构的性能。同时，适当的压实度是保障路基稳定性和耐久性的重要因素。通过细致的压实度控制，可以减少路基的变形和沉降，维护路面结构的稳定性。

1.3 填筑材料的分类与特性

公路路基填筑材料的分类主要包括天然材料和人工材料两大类。天然材料，如砂土、黏土和碎石，因其来源广泛且成本相对较低，在路基建设中得到广泛应用。这些材料的物理特性，包括粒径、密度和孔隙率，直接影响其承载力和排水能力。粒径决定了材料的颗粒分布，密度则关系到其紧密程度，而孔隙率则影响材料的孔隙结构和水分透过能力。对这些特性的深入理解是确保路基工程质量的关键。另一方面，人工材料，如沥青混合料和水泥稳定土，提供了更高的强度和更好的耐久性。这些材料通常用于高荷载和恶劣环境条件下的路基建设，以满足对路基结构更高性能的要求。沥青混合料具有较高的抗水性和抗压能力，适用于各种交通条件。水泥稳定土则通过添加水泥来增强土体的强度和稳定性，特别适用于需要较高承载力和较好抗变形能力的路段。对于一些对强度和耐久性要求较高的路段，可以选择人工材料，而在一些一般交通条件下，天然材料可能更为经济实惠。

1.4 填筑材料选择的考虑因素

在选择填筑材料时，需综合考虑地区特性、环境影响、成本效益和工程需求。地区特性包括当地材料的可用性和运输成本，而环境影响则涉及材料的可持续性和对生态系统的潜在影响。成本效益分析不仅考虑初始成本，还应包括长期的维护和更换成本。此外，工程需求如路基的预期使用寿命、荷载类型和频率以及气候条件也是决定材料选择的重要因素。因此，合理的材料选择应基于对这些多维度因素的全面考量。^[1]

2 分层填筑工艺与方法

2.1 分层填筑的基本原理和优势

分层填筑技术基于层状结构理论，其核心在于利用不同材料层的特性来增强路基整体性能。该技术通过精确设计每一层的材料特性、厚度和顺序，以最大化路基的承载能力和稳定性。例如，较低层可能使用具有高压缩强度的材料，如粗碎石或稳定化土，以支撑上层负载。而表层则可能采用具有良好排水性能和柔韧性的材料，以减少水损和提高驾驶舒适度。此外，分层填筑技术还具有显著的经济和环境优势，如降低材料成本、减少施工时间和提高资源利用效率。这些优势使得分层填筑成为一种高效且可持续的路基建设方法。^[2]

2.2 路基分层填筑方案设计

在设计分层填筑方案时，必须进行全面的地质和环境评估。地质评估包括土壤类型、含水量和承载力的分析，而环境评估则考虑地区气候、降水和温度变化等因素。设计过程中还需考虑未来交通增长趋势和可能的荷载变化。每层材料的选择和厚度设计需基于复杂的工程计算和模拟，以确保在不同条件下的稳定性和耐用性。优化的设计不仅考虑技术和功能要求，还要兼顾经济性和施工可行性，以确保项目的整体成本效益。^[3]

2.3 分层填筑的施工工艺与方法

分层填筑的施工工艺是一种复杂且精细的工程活动，要求高度的专业技术和严格的过程控制。在施工开始之前，地表的准备工作是至关重要的。这包括彻底清除地表的植被、松散物质以及其他可能影响路基稳定性的因素。然后对地基进行适当的处理，包括平整、压实和加固，以确保其具有足够的承载力和稳定性。

在材料铺设阶段，每一层材料的铺设都必须遵循精确的设计规范。这不仅包括材料的类型和厚度，还涉及铺设的顺序和方法。每层材料在铺设后都需要进行适当的压实工作，确保材料层间的紧密结合，从而提高路基的整体稳定性和承载能力。此外，压实过程还必须考虑材料的湿度和温度条件，因为这些因素会显著影响压实效果和路基的最终性能。

在施工的各个阶段，特别是在不同材料的交界层处，需要密切注意材料间的兼容性和结合情况。任何材料间的滑移或分离都可能导致路基结构的弱点，从而影响其整体性能。为此，施工团队必须密切合作，确保每个步骤都严格按照设计规范和工艺标准执行。整个施工过程中需制定合理的施工计划，协调各个环节，以确保工程的顺利进行。通过这种严格的过程控制和精确的施工执行，分层填筑技术能够最大程度地发挥其优势，提供高质量和高性能的公路路基。

2.4 施工质量控制与检测方法

在分层填筑工艺的施工过程中，全面的质量控制和精密的检测方法是确保项目成功实施的核心要素。这一过程始于材料的采购阶段，涵盖其运输、储存，以及最终的现场应用。在这一连串环节中，每个步骤都需要严格的质量监控，以确保材料符合项目规范和性能要求。^[4]

施工过程中的质量控制不仅包括对材料特性的监控，还涉及施工方法和过程的监督。定期进行的检测，如压实度测试、承载能力测试和材料性能测试，对于确保每一施工阶段达到预定标准至关重要。这些检测有助于及时识别潜在的问题，从而允许施工团队采取必要的纠正措施，以避免可能的结构缺陷或性能不足。

施工现场的监督也是质量控制的关键环节。现场监督人员不仅负责监控施工质量，还需记录详细的施工日志。这些日志应包括材料的使用情况、天气条件、施工进度以及任何可能影响工程质量的变化或挑战。这些记录对于后期的质量评估和问题追踪至关重要，帮助管理团队深入理解工程进展，确保所有操作符合设计和规范要求。^[5-6]

此外，采用先进的检测技术和工具，如地面穿透雷达、电子水平仪和压实度测试设备，可以提供更精确的数据和分析，从而提高质量控制的效率和准确性。综合这些措施，可以确保路基工程的长期稳定性、安全性和性能，从而延长公路的使用寿命并减少后期维护成本。通过这种方法论的应用，分层填筑工艺不仅能达到技术标准，还能提升整体工程质量，确保其在实际应用中的可靠性和持久性。

3 对比分析与优化设计

3.1 不同填筑材料的特点和性能对比

在公路路基工程中，填筑材料的选择对于确保工程质量和

性能至关重要。不同的填筑材料根据其物理和化学特性,在路基建设中扮演着不同的角色,并且对路基的整体性能有显著影响。例如,砂土因其优良的排水性能和相对较低的成本而被广泛应用于多种工程中。然而,砂土的承载能力相对较低,这在承受重型交通负荷时可能成为限制因素。相比之下,黏土具有更高的承载能力,这使其成为支撑重负载的理想材料。但黏土的排水性较差,容易在湿润条件下膨胀和收缩,导致路基结构的不稳定。^[7]

碎石作为一种常用的路基材料,以其良好的承载能力和稳定性而闻名。碎石层不仅能有效分散交通负荷,还有助于排水,减少水分引起的膨胀和收缩。然而,碎石的成本相对较高,尤其是在资源不丰富的地区。沥青混合物则提供了一种耐用且稳定的路基选项,尤其适用于高交通量和高荷载的路段。沥青混合物的主要优点是其出色的抗变形能力和持久性,但其成本通常高于传统材料,且施工过程更为复杂。

在进行填筑材料的选择时,工程师必须权衡这些材料的优势和局限性。这不仅包括考虑材料的物理和化学特性,还包括考虑其对环境的影响、可持续性、以及长期维护成本。例如,虽然某些材料可能在初始成本上较高,但它们的耐久性和低维护需求可能使得长期总成本更为经济。此外,当地可用资源和环境因素(如气候条件和土壤类型)也是决策过程中不可忽视的重要因素。通过综合考虑这些因素,工程师可以为每个特定项目选择最适合的材料组合,确保路基的性能和经济效益最大化。

3.2 分层填筑方案的优化设计

优化分层填筑方案的设计是一个综合考虑多方面因素的过程。这一过程涉及对不同材料组合的性能评估,以及对地质条件、交通负载和环境因素的细致考量。设计的优化不仅关乎技术和功能的满足,更涉及经济效益的最大化。

在设计优化中,通过计算机模拟和数学建模工具虚拟模拟不同材料组合和结构配置的性能,包括其在极端天气条件和长期使用中的表现。模拟结果帮助预测路基的承载能力、耐久性和对环境变化的适应性,从而指导实际施工中的材料选择和层序排布。^[8]

此外,优化设计还必须考虑到可持续性和环境影响。在选择材料和设计方案时,需要考虑其对生态系统的长期影响,包括材料的开采、加工和运输过程中的能源消耗和碳排放。通过选择环境友好的材料和实施节能的施工方法,可以减少工程对环境的负面影响,提高资源的可持续利用。同时,优化设计需要考虑整个项目的生命周期成本,包括初始施工成本、长期维护费用以及可能的修复或更换成本。理想的设计方案不仅在初期施工阶段成本效益高,而且在整个使用周期内维护成本低,且具有良好的耐久性,减少未来的维修需求。

3.3 施工效率与经济性的对比分析

施工效率与经济性的对比分析是衡量分层填筑工艺成功的关键环节。在公路路基工程中,这两个指标不仅影响项目的及时完成,还决定了工程的总体成本效益和长期经济可持续

性。必须综合考虑一系列因素,包括但不限于材料成本、施工时间、所需设备的先进性和人力资源的配置。

首先,施工效率直接关系到工程的完成速度和施工期间的资源利用。高效的施工方法通常能够缩短项目时间,降低因延误而产生的额外成本。然而,实现这一目标可能需要采用更高端的技术和设备,这在初期可能会增加成本。例如,使用自动化机械和先进的施工管理系统可以显著提高工作效率,但同时也要求较高的技术投入和专业培训。

其次,项目的经济性分析超越了初期施工成本的考量,延伸至整个项目的生命周期。这包括对长期维护、修复和可能的环境恢复成本的评估。在某些情况下,初期成本较高的施工方法可能由于其较低的长期维护费用而在整体经济性上更具优势。此外,可持续性和环境影响也是现代公路工程中不可忽视的重要经济因素。选择环保的材料和方法不仅可以减少对环境的负面影响,还可能在长期中带来政策优惠和社会信誉的提升。

因此,在进行施工效率与经济性的对比分析时,工程师和项目经理需全面考虑这些复杂的因素,以确保在达到技术和质量标准的同时,实现成本的最优化。通过这种方法,可以识别出既有效又经济的施工方法和设计方案,实现工程的高效性、经济性和可持续性的平衡。这种全面的分析方法为现代公路工程提供了一个框架,以确保其在满足功能需求的同时,符合经济和环境的长期目标。

结论

通过对公路路基分层填筑施工技术的研究,为公路工程领域提供有益的参考和指导,帮助相关从业人员更好地理解分层填筑技术的原理与方法,选择合适的填筑材料,优化施工方案,以提高公路路基的稳定性、耐久性和承载能力。同时,本论文也为未来相关研究提供新思路与方法,推动公路路基分层填筑技术的发展与创新。

参考文献

- [1]王利香.公路路基分层填筑施工技术应用[J].交通世界,2023,(33):19-21.
- [2]郭维仁.分层压实填筑技术在高速公路路基施工中的应用探析[J].工程机械与维修,2023,(06):55-57.
- [3]李晶晶.高速公路路基的填筑施工技术[J].黑龙江交通科技,2023,46(09):32-34.
- [4]高小勇.公路路基填筑施工技术分析[J].江西建材,2023,(06):254-255+261.
- [5]王毅.高速公路路基土方填筑与压实技术探讨[J].工程技术研究,2023,8(10):204-206.
- [6]刘雪利.分层压实填筑技术在高速公路路基工程中的应用[J].交通世界,2022,(35):97-99.
- [7]胡宏坤.广西地区高液限土性能改良与路基分层填筑研究[D].西安建筑科技大学,2021.
- [8]杨晓磊.公路路基分层填筑施工技术[J].交通世界,2022,(25):34-36.