

铁路工程建设中的路基施工技术分析

罗 强

(中国水利水电第七工程局成都建设工程有限公司, 四川 成都 611130)

摘 要 铁路工程建设中的路基施工技术是影响项目质量与安全的关键环节。文章首先强调了在快速发展的铁路建设中优化路基施工技术的迫切性; 其次, 对铁路路基施工技术进行了全面概述, 梳理了施工流程与常用技术手段; 再次, 详细分析了路基处理、地基加固、边坡防护和排水系统等关键技术。通过实例分析和理论探讨, 揭示了这些技术在实际工程中的应用策略和优化方向; 最后, 指出在当前铁路建设中应进一步推广和创新路基施工技术, 如利用现代科技提升施工精度, 强化环保与可持续性。同时, 本文展望了未来路基施工技术的发展趋势, 提出了深化理论研究、强化技术集成、提高施工智能化水平等建议, 以期为铁路路基施工技术的改进提供理论依据和实践指导。

关键词 铁路工程; 路基施工; 路基填筑技术; 施工效率; 路基稳定性

中图分类号: U215

文献标志码: A

文章编号: 2097-3365(2024)11-0037-03

1 研究背景与意义

随着全球交通网络的日益扩张, 铁路作为高效、环保的运输方式, 其建设规模和速度也在不断提升。在这一背景下, 铁路路基施工技术作为铁路工程建设的核心环节, 其重要性不言而喻。路基作为铁路的基础支撑结构, 其稳定性和耐久性直接关乎铁路运输的安全和效率, 进而影响整个交通系统的畅通。因此, 对铁路路基施工技术进行深入研究, 不仅是提升施工效率、降低工程成本的必要手段, 也是保障运输安全、推动铁路行业可持续发展的重要途径。在快速发展的铁路建设中, 路基施工面临着诸多挑战, 如地质条件复杂、环境因素多变、施工技术更新迅速等。这些因素要求路基施工技术必须不断创新, 以应对不断变化的工程需求。例如, 冻土、盐碱地、软土等特殊地理环境, 对路基施工提出了特殊的处理要求, 如换填施工技术、CFG 桩的应用等。同时, 随着高速铁路的普及, 对路基的沉降控制、排水系统设计以及施工精度提出了更高标准, 需要路基施工技术不断优化。当前路基施工中还存在着一些问题, 如施工方法的落后、施工管理的不完善、对环境影响的忽视等。这些问题不仅影响路基的质量和寿命, 而且可能对周围环境和社会造成潜在危害^[1]。因此, 研究路基施工技术, 不仅需要关注技术本身的改进, 还需考虑其对环境和社会的综合影响, 实现绿色施工和可持续发展。

研究铁路路基施工技术的背景主要源于日益增长的铁路建设需求、复杂多变的工程环境以及对安全、

环保的更高要求。这项研究的意义在于, 通过深入探讨和创新路基施工技术, 可以有效提升施工质量, 保障运输安全, 降低工程成本, 减少对环境的负面影响, 从而推动铁路行业向更高效、更环保、更安全的方向发展。同时, 这也有助于提升我国铁路工程的整体技术水平, 提高国际竞争力, 为实现交通强国战略提供有力支持。

2 铁路路基施工技术概述

2.1 路基施工的基本概念与流程

路基施工是铁路工程建设中的关键步骤, 它是指在地表通过挖掘、回填、压实等手段, 形成承载铁路线路的连续、稳定的基础结构。这一过程不仅需要考虑土质特性、地形地貌, 还要满足设计要求, 如几何尺寸、横断面形式、坡度等。路基施工质量直接影响到铁路线路的稳定、平顺, 以及列车运行的安全性。

路基施工流程通常包括以下几个阶段: 前期准备、测量放线、土方开挖、地基处理、边坡防护、路基填筑、压实与检验、排水系统构建以及路基面整修。

前期准备阶段, 主要是对施工区域进行地质勘探, 了解土质、地下水状况、潜在的地质灾害等, 为后续施工提供科学依据。接着, 测量放线阶段, 依据设计图纸进行精确的测量, 确定路基的位置、高程、宽度等, 为施工提供准确的定位信息。随后的土方开挖是去除施工区域内的多余土壤, 形成设计所需的横断面形状。在开挖过程中, 需注意保护地下管线, 防止破坏及环境污染。接下来的地基处理阶段, 根据地质条件可能

涉及换填、强夯、CFG桩等技术,确保地基承载力满足设计要求。边坡防护是防止雨水冲刷、滑坡等影响路基稳定的措施,通常包括设置挡土墙、护坡、植被恢复等。路基填筑阶段则是实际填充土壤,形成路基,使用重型机械进行分层填筑和压实,保证路基的密实度和强度^[2]。压实与检验环节,使用各种压实设备,并通过环刀法、灌砂法等手段检查压实质量。排水系统构建是防止路基受水浸和冲蚀的重要环节,包括设置排水沟、边沟、渗沟等,以及防洪设施,如泄洪道、水井。最后,路基面整修阶段,主要是平整路基表面,保证其平整度,为铺轨工作做好准备。

在整个施工过程中,必须遵循严格的施工规范,进行质量监控,保证施工的精度和效率。同时,施工人员的专业素质、施工设备的性能、施工组织的协调,都是影响路基施工质量的关键因素。通过持续的技术创新和施工管理改善,路基施工流程将更加高效、环保,有力推动铁路工程建设的现代化进程。

2.2 路基施工的主要技术方法

在铁路路基施工过程中,多种技术方法的综合运用是确保路基稳固和耐久的关键。这些技术方法针对不同的地质条件、环境因素和施工需求,通过优化设计和施工工艺,提升了路基施工的效率和质量。

换填施工技术在应对复杂地质条件时发挥了重要作用。在冻土、盐碱地等特殊环境中,通过挖掘出不符合要求的土壤,换入符合设计标准的材料,如砂、砾石或改良后的土壤,降低施工难度,提高地基的承载力和稳定性。换填过程中,需确保新填充材料的分布均匀,与原地基有效结合,从而形成一个连续、均匀的承载层。地基加固技术是提高路基承载力和防止沉降的关键。常见的地基加固方法包括强夯法、CFG桩(水泥粉煤灰碎石桩)和深层搅拌法。如在青藏高原等地,CFG桩因其强度高、可塑性强,被广泛用于控制沉降,但施工时需考虑环境因素,选择适当的固化剂,并进行精确测量和施工,以确保桩体与周围土体紧密结合。边坡防护技术是保护路基免受雨水冲刷、滑坡等自然力破坏的手段。这包括但不限于土工格栅、植被恢复、挡土墙和护坡结构的建设。在现代设计中,常采用生态护坡技术,结合植被绿化,既保护了环境,又增加了边坡的稳定性。排水系统设计是路基施工中的重要组成部分,确保了路基的干燥和稳定。这包括设置合理的排水沟、边沟、渗沟,以及防洪设施,如泄洪道和排水井。通过科学规划,可以有效分散和排除地表水和地下水,预防水害,延长路基的使用寿命。软土处理技术对于保证高速铁路路基的稳定至关重要。

针对软土地基的特殊性,如高含水量、低承载力,常常采用浅层处理(如浅层换填、砂井)和深层处理(如深层搅拌、排水固结)相结合的方法,改善土体性质,提高地基承载力。在施工过程中,现代科技的应用日益广泛,如BIM(建筑信息模型)技术可实现设计、施工和管理的集成,优化施工流程,提高精度^[3]。同时,GPS、GIS等定位和地理信息系统有助于精确测量和施工定位,保证路基的几何精度。施工管理的现代化和人员的专业化也是提升路基施工质量的关键。通过施工组织的精细化管理,合理调配人力资源和机械设备,确保施工的连续性和高效性。同时,定期的教育培训,可提升施工人员的专业知识和技能,减少施工错误,保证施工质量。

3 路基施工关键技术的详细分析

3.1 路基填筑技术

路基填筑技术是铁路路基施工的关键环节,直接影响路基的稳定性和耐久性。在这一过程中,选择合适的填料、科学的填筑方法以及严谨的压实工艺是至关重要的。填筑材料的选择应根据工程地质报告,因地制宜地选取当地可用的粗粒土、细粒土或者经过改良的土质,确保填料的强度和稳定性符合设计要求。同时,根据填料的颗粒大小和级配,进行优化设计,以提高填筑后的密实度和强度。

在填筑过程中,常采用分层填筑的方法,每层填筑厚度一般为0.2~0.3米,确保每层材料能够充分压实。在每层填筑完成后,使用重型压实设备,如振动压路机、光轮压路机等进行碾压,以达到规定的密实度。压实工艺通常采用“先轻后重、先静后振、先低后高、先慢后快”的原则,确保每一层的压实效果,并且有效减少层间滑移的可能性。在填筑过程中,还需要特别注意路基的边坡形成。边坡的坡度设计应符合规范要求,过陡会增加土体的剪切应力,可能导致滑坡;过缓则会增加工程量,消耗更多资源。因此,通过合理的边坡设计,可以确保路基在填筑过程中具有良好的稳定性。同时,施工过程中应随时监测路基的沉降变化,以便及时调整施工方案,防止沉降过大影响路基的长期稳定性。路基填筑时需与周边环境协调,尤其是遇到地下水位较高或地下水活动频繁的地段,应采取有效的地下水控制措施,如设置排水沟、渗井等,以降低水位,减少路基的湿软程度,增强其承载能力。同时,为了防止雨水冲蚀和侧向滑移,路基边坡还需进行适当的防护,如设置植物防护、喷播植草或者安装土工网等。现代科技的应用对路基填筑

技术也产生了深远影响。例如, GPS 和 GIS 技术可以提供精确的地形信息和施工定位, 保证填筑层的准确性和一致性。BIM 技术则可以实现设计、施工和管理的一体化, 优化填筑方案, 减少材料浪费, 提高施工效率。而通过遥感技术, 可以实时监测填筑过程中的沉降情况, 为施工提供精确的数据支持^[4]。

路基填筑技术的创新与优化, 不仅提升了施工效率, 也使路基的耐久性得到显著增强。随着科技的不断进步, 未来路基填筑技术将更注重环保、节能和智能化, 以实现铁路建设的可持续发展。通过持续的理论研究与实践应用的结合, 路基填筑将成为铁路工程质量提升的重要保障, 为铁路运输的安全、高效运行奠定坚实的基础。

3.2 路基排水与防护技术

路基排水与防护技术是铁路路基施工中不可或缺的组成部分, 它直接关乎路基的耐久性和稳定性, 进而影响铁路运输的安全。排水系统的设计与施工必须充分考虑自然条件、地理特点以及工程要求, 以确保水分有效排出, 避免因水分过多导致的路基软化、滑坡和结构破坏。

排水系统的核心是构建一套综合的水文管理网络, 包括地面排水、地下排水以及预防性措施, 如设置边沟、排水沟、渗沟、截水沟和防洪设施等。边沟通常设置在路基两侧, 用于收集和引流地表雨水; 排水沟则深入路基内部, 将地下水引导至边沟或其他排水设施; 渗沟则设置在路基下, 通过允许水分渗透, 减少对路基的直接压力。防洪设施如泄洪道和排水井则用于在特殊情况下快速排出大量积水, 防止洪水对路基造成破坏。在设计排水系统时, 必须进行详细的地理调查, 了解地下水位、降雨量和土壤渗透性等参数, 以确定合理的排水布局 and 材料选择。例如, 对于渗透性较差的土壤, 可能需要更高效的排水设施, 如增设渗沟或采用渗透性好的填料。同时, 排水设施的尺寸、坡度和连接方式也需要精确计算, 以保证水流畅通, 不产生积液或冲刷。路基防护则侧重于防止自然因素如雨水、风蚀、滑坡等对路基的破坏。防护技术包括设置挡土墙、护坡、植被恢复和土工布等。挡土墙和护坡通常由混凝土、石头或预应力混凝土构建, 用于直接支撑和保护路基边坡。植被恢复, 如种植草皮或灌木, 能够增加土壤的凝聚力, 减缓雨水冲刷, 同时提供生态效益。土工布和土工格栅可增强边坡的稳定性, 防止土壤颗粒流失, 同时提供一定程度的排水功能。现代科技在排水与防护技术中的应用日益广泛, 如卫星遥感和无人机技术可以提供实时的地形和水文信息,

帮助优化排水布局; GPS 和 GIS 技术则用于精确测量和设计, 确保排水设施的位置和走向准确无误。此外, BIM 技术的应用正在改变排水系统的规划和施工, 通过三维建模, 可以更好地模拟水流路径, 提前发现潜在问题, 提高排水设施的效率和效果^[5]。

在施工过程中, 必须严格执行质量控制, 确保排水设施的施工精度和耐用性。这包括但不限于使用精确的测量设备, 确保排水沟的坡度和深度符合设计要求, 以及使用适当的材料, 如耐腐蚀的金属或混凝土, 以增强排水设施的耐久性。在考虑未来发展趋势时, 路基排水与防护技术将更加注重环保和可持续性。这可能包括使用生物工程方法强化边坡防护, 如植被恢复和生态护坡, 以及采用环保材料和施工方法, 减少对环境的破坏。同时, 智能化的排水系统, 如自动调节的排水阀和实时监控系統, 将提高排水效率, 降低维护成本。

路基排水与防护技术是铁路路基施工中的关键技术, 其科学合理的设计和施工对于保障路基的稳定性和耐久性至关重要。随着科技的不断进步, 这些技术将更加高效、环保, 为铁路工程的可持续发展提供有力支持。

4 结论与展望

经过深入研究和详细分析, 本文揭示了铁路路基施工技术在铁路工程建设中的重要性和挑战, 以及其在应对复杂地质条件、提升施工效率和环保性方面的关键作用。铁路路基施工技术的研究与创新对于我国铁路工程的持续进步具有重要意义。未来, 我们期待在这一领域能看到更多创新性的技术应用, 以适应不断变化的工程需求, 推动铁路行业的现代化进程, 为实现交通强国的战略目标提供有力支撑。

参考文献:

- [1] 朱晓军. 铁路工程建设中的连续梁挂篮施工技术[J]. 四川建材, 2024(04):159-161.
- [2] 张官路. 软土路基 CFG 桩施工技术在铁路工程施工中的应用研究[J]. 现代工程科技, 2024(06):53-56.
- [3] 王尚宝. 普速铁路工程中的施工技术探究与应用分析[J]. 中文科技期刊数据库(引文版)工程技术, 2024(01): 85-88.
- [4] 李洪永. 绿色施工技术在交通建设工程中的难点及策略分析[J]. 交通节能与环保, 2024(02):123-126.
- [5] 尚俊. 路基路面拼接施工技术在公路改扩建工程中的应用分析[J]. 中文科技期刊数据库(文摘版)工程技术, 2024(02):41-44.