

铁路工程路基边坡变形防护施工方案的研究

任延法

中国铁路北京局集团有限公司丰台工务段 北京 100071

摘要: 铁路工程作为国家基础设施建设的重要组成部分,对推动经济发展、促进区域交流具有重要意义。在铁路建设中,路基边坡的稳定性和安全性是确保铁路运营安全的关键因素。然而,由于地质条件复杂、气候变化多端等原因,路基边坡变形问题时有发生,对铁路的安全运行构成了潜在威胁。为了应对这一问题,研究和制定有效的路基边坡变形防护施工方案显得尤为重要。本文旨在通过对路基边坡变形的成因分析、现有防护技术的评价,提出适合不同地质条件的防护施工方案,以提高铁路工程的安全性和可靠性。

关键词: 铁路工程;路基边坡;变形防护;施工方案

引言

新时期,铁路建设范围持续延伸,铁路路基边坡性质呈现出日益复杂化的趋势。在工程建设过程中,复杂边坡潜在滑体存在下滑力,一旦沿着剪切面的下滑力超出抗滑力,就会导致边坡变形,直接影响铁路工程的顺利推进。现行工程路基边坡变形防护的施工技术类型众多,相关技术的应用要点、应用效果具有显著差异。因此,对比分析多种技术在铁路工程路基边坡变形防护施工中的应用具有非常重要的意义。

1 路基边坡变形的影响因素分析

路基边坡变形受多种因素影响,主要包括地质条件、气候条件、人为因素及其他因素。地质条件是决定路基边坡稳定性的基础,地质构造的复杂性、土壤和岩石性质的差异都会对边坡变形产生显著影响。软弱地层、断层带及岩溶地貌等特殊地质现象往往是边坡失稳的重要诱因。气候条件也是影响边坡变形的重要因素,尤其是降雨量和降雨强度。强降雨会增加边坡土体含水量,降低土体抗剪强度,从而引发滑坡。此外,温度变化尤其是冻融循环,会导致土体体积变化,引起边坡变形。人为因素在现代工程建设中不可忽视,施工工艺的不完善、工程设计的缺陷及不当的土地利用等都会对边坡稳定性产生不利影响,尤其是在开挖过程中扰动边坡原有的应力平衡状态,容易引发边坡变形和失稳。其他因素如地震和地表水、地下水的变化也不可忽视,地震会引起地基和边坡的剧烈震动,导致边坡滑动和坍塌,而地表水和地下水的渗透会改变土体的力学性质,加速边坡变形。

2 路基边坡防护常用技术与措施

2.1 工程防护技术

工程防护技术在路基边坡防护中发挥着重要作用,主要包括护坡墙、锚杆支护和护面层等措施。护坡墙一般采用混凝土或石砌材料,常见的高度在2至6米之间,能够有效抵抗滑动压力。锚杆支护通过在边坡内打入长度为5至20米的钢筋锚杆,并施加预应力,提高边坡的整体稳定性和抗滑能力。护面层则利用喷混凝土或植草护坡等方法,增加边坡表面的抗侵蚀能力。结合土钉墙技术,通常每平方米配置3至5根土钉,可以进一步增强边坡的整体性和稳定性。这些工程防护技术通过科学的设计和施工,不仅提高了边坡的抗滑性能,还延长了其使用寿命,确保了铁路运营的安全性和可靠性。

2.2 植被防护技术

植被防护技术通过种植植物来增强边坡的稳定性和抗侵蚀能力,广泛应用于铁路工程中。草皮种植是常见的方法,通常选择根系发达、耐旱性强的草种,每平方米种植密度为200至300克种子,能迅速覆盖边坡表面,减少土壤流失。灌木和乔木的栽种则利用其深根性来稳固边坡,常用的植物有紫穗槐和松树,每公顷种植密度为3000至5000株,能够显著提高边坡的抗滑能力。植被防护不仅改善生态环境,还能通过植物的蒸腾作用调节边坡土体的含水量,减少降雨引起的地表径流和土壤侵蚀。通过科学选择植物种类和合理配置密度,植被防护技术有效增强了边坡的稳定性和耐久性,为铁路路基提供了长期的自然保护屏障。

2.3 排水防护技术

排水防护技术在路基边坡防护中至关重要,通过有

效的排水系统，降低边坡土体含水量，防止滑坡和变形。表面排水系统常用排水沟和截水坝，排水沟的宽度和深度通常为0.5至1米，每隔20至50米设置一道截水坝，引导雨水迅速排出边坡表面。地下排水系统则包括渗排管和排水孔，渗排管一般直径为100至150毫米，埋设深度为1至2米，沿边坡坡脚布设，以排除地下水。排水孔通过钻孔技术，每孔深度为5至10米，间距为2至5米，将地下水引导至地表或排水沟。这些排水措施通过快速排除边坡内外积水，降低孔隙水压力，增强土体抗剪强度，显著提高边坡的稳定性和安全性，确保铁路工程的长期可靠运行。

2.4 组合防护技术

组合防护技术通过综合运用多种防护手段，最大程度提高路基边坡的稳定性和安全性。将工程防护技术与植被防护和排水防护相结合，不仅能发挥各自优势，还能弥补单一技术的不足。例如，边坡上部采用植被防护技术，种植根系发达的草皮和灌木，提高土壤抗侵蚀能力，中部则应用锚杆支护和土钉墙技术，每平方米配置3至5根土钉，增强边坡结构的稳定性和抗滑性能。在边坡脚设置排水系统，表面排水沟宽度和深度为0.5至1米，每隔30米设一道截水坝，地下埋设直径100至150毫米的渗排管，迅速排除积水。通过科学设计和合理施工，组合防护技术不仅提高了边坡的综合防护效果，还延长了边坡的使用寿命，确保铁路运营的安全性和可靠性，适应不同地质条件和气候环境的需求。

3 路基边坡变形防护施工方案设计

3.1 设计原则与目标

路基边坡变形防护施工方案设计的首要原则是确保边坡的稳定性和铁路运营的安全性。在设计过程中，需要充分考虑地质条件、气候环境以及施工可行性，选择适当的防护措施，综合应用工程防护、植被防护和排水防护技术，形成一套科学合理的综合防护体系。设计目标包括提高边坡的抗滑能力、增强土体抗剪强度、有效排除积水以及改善生态环境，从而实现边坡长期稳定和铁路安全运营。

3.2 防护方案选择

根据具体的地质和环境条件，防护方案选择需要因地制宜。对于地质构造复杂、土壤较软的边坡，可以优先采用工程防护技术，如锚杆支护和土钉墙等，以增强边坡的整体稳定性。在降雨量较大、易发生水土流失的

地区，应加强植被防护技术，选择根系发达的草种和灌木种植，提高边坡表面的抗侵蚀能力。同时，针对地下水丰富、易积水的边坡，应重点考虑排水防护技术，设计有效的表面排水沟和地下渗排管系统，确保及时排除积水，降低孔隙水压力。

3.3 施工工艺流程

防护施工前需进行全面的地质勘察和设计准备。施工过程中，首先进行现场清理和边坡修整，然后按照设计要求逐步实施各项防护措施。对于锚杆支护，需精确定位并按设计深度和间距打入锚杆，施加预应力以提高支护效果。植被防护需在边坡表面铺设草皮或栽种灌木，保持足够的种植密度以确保覆盖效果。排水系统施工则需严格按照设计布设排水沟和渗排管，确保排水通畅。施工过程中应注重质量控制和安全管理，定期检查各项工序的实施情况，及时发现和解决问题。

3.4 施工安全与环境保护措施

施工安全是防护施工的重要环节，必须严格遵守相关安全规范，做好施工人员的安全培训和防护措施，确保施工安全无事故。同时，环境保护也是施工过程中需要重点考虑的问题。在施工过程中，应尽量减少对周围环境的扰动，采取有效措施防止水土流失和植被破坏。施工废弃物应集中收集和处理，防止对环境造成污染。

结束语

综上所述，铁路工程路基边坡变形防护施工方案的研究是一项复杂而重要的任务，它直接关系到铁路线路的稳定性和安全性。通过对边坡变形原因的深入分析，能够有针对性地提出科学合理的防护施工方案，包括选择合适的支护结构、优化排水系统设计、加强边坡稳定性监测等。这些措施的实施将有效提升路基边坡的抗变形能力，确保铁路线路的长期稳定运行。

参考文献

- [1] 孟啸, 李慧, 李宏远. 超大深基坑施工对邻近既有铁路影响研究[J]. 城市建筑, 2022(005): 019.
- [2] 赵增辉. 铁路工程路基边坡变形防护施工研究[J]. 工程建设与设计, 2023(8): 28-30.
- [3] 邹伟, 黄亚飞, 杨壮, 等. 山区陡坡高填路基变形及稳定性研究[J]. 路基工程, 2022(000-003).