

高速公路沿线高陡边坡病害分析及处治分析

刘卫刚 万成刚 徐 达

陕西高速公路工程试验检测有限公司 陕西 西安 710000

摘 要：高速公路沿线高陡边坡病害对交通安全、经济及社会影响显著。边坡崩塌、滑坡、错落及坍塌等病害频发，严重威胁道路安全。针对这些病害，需采取综合处治措施，包括坡面防护、支挡加固、排水优化及监测预警。通过科学规划与实施，可有效提升边坡稳定性，保障高速公路安全运营，减少经济损失，增强公众对交通安全的信心，加强地质调查，评估潜在风险，确保及时应对。

关键词：高速公路；高陡边坡；病害分析；处治措施

引言

高速公路作为现代交通网络的主动脉，其安全与稳定至关重要。沿线高陡边坡作为关键组成部分，其病害问题不容忽视。边坡病害不仅威胁交通安全，还带来巨大经济损失，影响社会正常运行。因此，深入研究高陡边坡病害类型、成因及处治措施，对于提升高速公路整体安全水平具有重要意义。本文旨在探讨高速公路沿线高陡边坡病害分析及处治策略，以期为相关实践提供理论支持。

1 高速公路沿线高陡边坡病害的重要性

高速公路作为现代交通体系的关键脉络，承担着区域间人员往来、物资流通的重任，其安全稳定运行关乎国计民生。而沿线高陡边坡作为高速公路结构的重要组成部分，其病害问题不容忽视，具有极高的研究与关注价值。从交通安全角度来看，高陡边坡如果发生病害，如崩塌、滑坡、错落、坍塌等，会直接威胁到道路上车辆与人员的生命安全。突然滚落的岩土石块，瞬间砸中行驶中的车辆，造成严重的交通事故；滑坡导致的路面掩埋或变形，使车辆失去正常行驶轨迹，极易引发碰撞、侧翻等危险状况。在经济层面，高陡边坡病害会带来巨大的损失。病害导致高速公路中断运营，使得物流运输受阻，企业生产所需原材料无法及时供应，产品也难以按时交付，这会增加企业的运营成本，还导致企业违约，损害企业信誉。修复病害边坡需要投入大量的人力、物力和财力，包括工程勘察、设计、施工以及后期维护等费用，给交通建设与管理部门带来沉重的经济负担。从社会影响角度分析，高速公路的中断会影响区域间的互联互通，阻碍人员正常出行，对居民的日常生活造成极大不便。尤其是在紧急救援、医疗物资运输等关键时期，高陡边坡病害导致的交通不畅，会延误救援时机，危及患者生命。且频发的边坡病害事件还会引发公

众对高速公路安全性的担忧，降低社会对交通基础设施建设与管理的信任度。

2 高速公路沿线高陡边坡病害分析

2.1 边坡崩塌病害

边坡崩塌是高速公路沿线高陡边坡的常见病害，其特征明显且危害极大。在高陡的斜坡地形条件下，大量岩土体从坡顶以近乎垂直的轨迹或者极高的速度向下崩落。这些岩土体在触地瞬间，因巨大的冲击力而发生翻滚、跳跃，原本完整的岩体迅速破碎成大小不一的碎石，最终堆积在边坡底部，形成杂乱的堆积体。边坡崩塌如果发生，首先直接威胁到高速公路上的行车安全，突如其来的落石极有可能击中过往车辆，引发严重的交通事故。大规模的崩塌还导致道路被掩埋，致使高速公路中断运营，给交通带来极大的阻碍。边坡崩塌的诱发因素较为复杂。地质构造不稳定是关键因素，如处于断层、褶皱等复杂地质构造区域的边坡，岩体完整性遭到破坏，内部应力分布不均，容易引发崩塌。岩石风化严重也不容忽视，长期的物理风化、化学风化以及生物风化作用，使得岩石的强度和结构逐渐劣化，降低了其抗崩塌能力。降雨冲刷是常见的触发因素，雨水渗入岩体裂隙，产生动水压力和静水压力，加速岩体的破坏与分离。人为因素同样不可小觑，如不合理的工程开挖、爆破施工等，破坏了边坡原有的稳定性，增加了崩塌的风险。

2.2 边坡滑坡病害

（1）水的长期浸泡以及各种物理化学作用，会明显降低软弱带岩土体的强度，使其抗剪性能大幅下降。

（2）地震、爆破等振动作用，或者人类工程活动等其他因素，能破坏岩土体的结构，削弱其内部的粘结力和摩擦力。当作用于软弱带的应力超过其自身强度时，就会产生剪切破坏，导致上部岩土体失去稳定，整体或者分成几大块沿着滑动面朝着坡下向前滑动。边坡滑坡的

发生往往伴随着强大的破坏力。它对高速公路的路面、路基、桥梁等道路设施造成严重损坏,使得道路出现变形、断裂等情况,影响车辆的正常通行;还引发更为严重的后果,如掩埋车辆、冲毁建筑物,造成人员伤亡和财产的巨大损失。在一些山区高速公路建设中,由于对边坡稳定性评估不足,或者在施工过程中对边坡的扰动过大,导致滑坡病害时有发生,给工程建设和后期运营带来了极大的困扰^[1]。

2.3 边坡错落病害

边坡错落病害在高速公路沿线高陡边坡中也较为普遍。在具有突出地形或者带状平台的坡体内部,如果底部存在一层由松软且破碎的岩土构成、具有一定厚度,并且向外缓倾或者向山缓倾的软弱垫层,就会出现一种特殊的变形现象——错落。错落主要表现为以软弱垫层的压缩变形为主,同时伴随着坡体微向临空方向的移动。这种病害的发生,会使边坡的原始形态发生明显变化。原本稳定的边坡轮廓被破坏,坡面出现局部的凹陷、凸起或者台阶状变化。这些形态变化会影响边坡的应力分布,降低边坡的稳定性。对于高速公路而言,边坡错落可能导致路面出现不平整、开裂等问题,影响行车的舒适性和安全性。车辆在行驶过程中,会因为路面的异常状况而发生颠簸、失控等情况,增加了交通事故的发生概率。错落病害如果得不到及时处理,随着时间的推移和外部因素的影响,还会发展为更严重的滑坡、崩塌等病害,对高速公路的安全运营构成更大的威胁。

2.4 边坡坍塌病害

边坡坍塌是高速公路沿线高陡边坡的一种严重病害。边坡体一定范围内的岩土,受到多种因素的综合影响而发生坍塌现象。雨雪水和上层滞水的活动,会使岩土体处于饱水状态,增加其自重,同时降低岩土体的抗剪强度。振动作用,如附近施工产生的振动、车辆行驶的振动等,会破坏岩土体的结构,使其内部的颗粒连接松动。侧向卸荷,如在边坡附近进行开挖工程,改变了边坡原有的侧向支撑条件;坡面加载,如在坡顶堆积材料、修建建筑物等,增加了坡面的荷载。此外,四季交替时岩土体时干时湿的变化,也会导致其物理力学性质发生改变。特别是在雨季或者融雪后,岩土体受湿,自重明显增大,强度却进一步降低,使得岩土体的结合密实度发生变化。当这种变化导致岩土体的密实度无法支撑旱季时斜坡的陡度时,就会发生塌坡现象。边坡坍塌会直接破坏高速公路的路面、防护设施等道路工程结构,还阻断交通,导致车辆无法通行。严重的坍塌还引发次生灾害,如泥石流等,对周边环境和人民生命财产

安全造成更大的危害^[2]。

3 高速公路沿线高陡边坡处治措施

3.1 坡面防护

针对高速公路沿线高陡边坡的病害问题,坡面防护作为一种至关重要的处治手段,其应用与实施具有明显的专业性和针对性。(1)植物防护策略充分利用了植被的自然固土能力。通过科学选择并精心种植适宜的植被种类,有效增强边坡土壤的凝聚力,减少雨水对边坡的直接冲刷作用,减缓边坡的风化速度。这一方法体现了环保与可持续发展的理念,还为高速公路沿线增添生态绿意,提升整体景观效果。(2)工程防护策略则侧重于采用先进的工程技术手段对边坡进行加固处理。这包括但不限于抹面、喷护以及挂网喷护等工程技术。这些技术手段通过物理方式增强边坡表面的强度和稳定性,有效抵御外部环境的侵蚀和破坏作用。在选择具体的工程防护措施时,需全面考量边坡的地质结构特征、气候条件以及施工可行性等因素,确保所选方案既能显著提升边坡的稳定性,又能兼顾经济性和施工效率,实现最佳的处治效果。(3)坡面防护策略在高速公路沿线高陡边坡的处治中具有不可替代的作用。科学合理地运用植物防护与工程防护两大策略,有效提升边坡的稳定性,保障高速公路的安全运营,同时也为沿线生态环境的改善和提升作出积极贡献^[3]。

3.2 支挡加固

支挡加固措施在高陡边坡处治中同样扮演着至关重要的角色。该措施主要包括挡土墙、预应力锚索以及锚杆等结构形式。挡土墙以其坚固的结构和强大的支撑能力,能有效抵御边坡岩土体的下滑趋势,防止边坡滑坡。预应力锚索和锚杆则通过预先施加拉力或利用粘结力,将边坡岩土体与稳定地层紧密相连,形成一个整体稳定的结构体系。在选择支挡加固方案时,需深入分析边坡的变形特征、地质条件以及施工难度等因素。通过综合考虑这些因素,制定出既符合边坡实际情况又具备较高经济性的加固方案;施工过程中还需严格把控施工质量,确保加固结构能充分发挥其支撑作用,为高速公路沿线的边坡稳定提供坚实保障。在实施支挡加固工程时,工程师必须精确评估边坡的稳定性,以确保所采取的措施能够长期有效。这包括对边坡的地质结构、水文条件和过往的滑坡历史进行详尽的调查。施工团队应采用先进的施工技术和材料,以提高结构的耐久性和可靠性。在施工完成后,还应定期进行监测和维护,以及及时发现并解决可能出现的问题,确保边坡长期安全。这样的综合管理,可以最大限度地减少边坡失稳的风险,保

障公共安全和基础设施的完整性。

3.3 排水措施

(1) 排水措施的核心在于通过设置地表排水沟、地下排水管道等排水设施,实现边坡上雨水及地下水的迅速排出。这一步至关重要,因为它能明显降低水对边坡稳定性的影响。通过有效排水,边坡岩土体的含水量得以控制,避免了因水分过多而导致的边坡强度降低问题。这能延缓边坡的风化过程,还能在一定程度上减少滑坡等地质灾害的发生概率。(2) 排水设施的合理布局 and 有效维护是确保排水效率的关键。科学规划排水设施的位置和走向,最大化地利用其排水能力,确保雨水及地下水能够畅地排出边坡区域; ,定期对排水设施进行检查和清理工作同样不可忽视。这防止因杂物堵塞而导致的排水不畅问题,确保排水设施长期处于良好的工作状态。(3) 排水措施在高速公路沿线高陡边坡的处治中发挥着至关重要的作用。它能有效降低水对边坡稳定性的影响,还能通过优化边坡水文环境,为边坡的长期稳定提供有力支持。因此实施高速公路沿线高陡边坡处治时,应充分重视排水措施的设计与施工,确保其能够发挥预期的排水效果,为高速公路的安全运营提供坚实保障。在规划和建设高速公路时,合理布局排水系统是确保边坡安全的关键步骤。通过科学的排水设计,有效预防和减少水土流失,避免因雨水冲刷导致的边坡塌陷。排水系统还能减少地下水位,降低边坡内部的水压力,增强边坡的整体稳定性^[4]。

3.4 监测与预警

为了及时掌握高速公路沿线高陡边坡的稳定性状况并采取相应的应急措施,监测与预警机制的建设显得尤为重要。通过布设监测点、安装监测仪器等手段,对边坡的变形、位移等关键参数进行实时监测。这些监测数据能反映边坡当前的稳定性状况,还能后续的边坡处治提供科学依据。发现边坡出现异常情况,应立即启动

预警机制并采取相应的应急措施。这包括但不限于加强监测频率、组织专业人员进行现场勘查以及制定并实施紧急加固方案等。通过这些措施的实施,有效防止边坡病害的发生或扩大,为高速公路沿线的边坡稳定提供坚实的保障体系;这也体现了对高速公路运营安全和公众生命财产安全的高度负责态度。为了确保高速公路的安全运行,对高陡边坡的监控和预警系统是不可或缺的。通过精心布置的监测站点和先进的监测设备,持续跟踪边坡的微小变化,如裂缝的扩展和土壤的移动。这些数据的积累对于评估边坡的长期稳定性至关重要,同时也能指导未来的维护和加固工作。在监测过程中,如果捕捉到任何潜在的危险信号,预警系统将迅速响应,触发紧急程序。这涉及增加监测频次、派遣专家团队进行实地评估,以及紧急制定和执行加固措施。

结束语

综上所述,高速公路沿线高陡边坡病害的处治是一项系统工程,需综合考虑地质、气候、施工条件等多方面因素。通过实施坡面防护、支挡加固、排水措施及监测预警等策略,可显著提升边坡稳定性,保障高速公路的安全运营。未来,应继续加强边坡病害的研究与防控,推动技术创新与应用,为构建更加安全、高效的交通网络贡献力量。

参考文献

- [1]葛绪祯.山区高速公路高边坡滑坡治理方案研究[J].城市道桥与防洪,2021(10):63-65+12-13.
- [2]曾庆河.高速公路改扩建工程路堑高边坡滑坡分析与治理研究[J].运输经理世界,2021(02):7-8.
- [3]王烁.高速公路高边坡滑坡处治技术分析[J].交通世界,2020(11):56-57.
- [4]莫峰,陶晓华.高速公路路基高边坡滑坡的病害处治方案探讨[J].交通世界,2020(Z1):28-29.