

公路工程地质灾害预测与防治技术研究

朱林棵

重庆市海莱公路工程有限公司 重庆石柱 409199

摘要：随着我国公路建设规模的不断扩大，公路工程面临的地质灾害问题日益突出。地质灾害不仅会对公路设施造成严重破坏，影响交通运输的安全与畅通，还可能导致人员伤亡和巨大的经济损失。本文深入研究了公路工程中常见的地质灾害类型，详细阐述了相应的预测技术和防治措施，旨在为公路工程的规划、设计、施工和运营提供科学依据，有效降低地质灾害对公路工程的影响。

关键词：公路工程；地质灾害；预测技术；防治措施

引言

公路作为交通运输的重要基础设施，在国民经济发展中起着举足轻重的作用。然而，由于公路建设往往跨越不同的地质区域，地质条件复杂多变，使得公路工程极易受到地质灾害的威胁。据统计，我国每年因公路地质灾害造成的经济损失高达数十亿元，因此，加强公路工程地质灾害的预测与防治技术研究具有重要的现实意义。

1. 公路工程常见地质灾害类型

1.1 滑坡

滑坡是指斜坡上的土体或者岩体，受河流冲刷、地下水活动、地震及人工切坡等因素影响，在重力作用下，沿着一定的软弱面或者软弱带，整体地或者分散地顺坡向下滑动的自然现象（如图 1 所示）。滑坡对公路的危害极大，常导致公路路基被掩埋、路面开裂、桥梁受损，严重影响公路的正常使用。



图 1 滑坡示意图

滑坡的形成通常与多种因素有关。地质因素方面，岩土体的性质、地质构造以及地形地貌等对滑坡的发生起着关键作用。例如，岩土体的强度较低、节理裂隙发育，或者处

于断层、褶皱等地质构造附近，都容易引发滑坡。此外，气候因素如降雨、融雪等，以及人类工程活动如开挖坡脚、堆载等，也常常成为滑坡的诱发因素。

1.2 泥石流

泥石流是山区特有的一种自然地质现象，是由于降水（暴雨、冰川、积雪融化水）产生在沟谷或山坡上的一种夹带大量泥沙、石块等固体物质的特殊洪流（如图 2 所示）。泥石流具有突然性、流速快、流量大、物质容量大和破坏力强等特点。在公路工程中，泥石流可能会冲毁路基、桥梁，淤塞涵洞，掩埋路面，对公路交通设施造成严重破坏。



图 2 泥石流示意图

泥石流的形成需要具备三个基本条件：丰富的松散固体物质、充足的水源以及陡峻的地形。当短时间内大量降水或冰雪融水汇聚在沟谷中，与松散的土石混合，就容易形成泥石流。此外，地震、山体滑坡等地质灾害也可能为泥石流提供大量的固体物质来源。

1.3 崩塌

崩塌是指陡峻斜坡上的岩土体在重力作用下，突然脱离母体，发生倾倒、翻滚、坠落的现象。崩塌通常发生在高

陡边坡、悬崖峭壁等地形处，对公路的危害主要表现为崩塌体直接砸毁公路设施，阻断交通。

崩塌的发生主要与岩土体的性质、地形坡度以及风化作用等因素有关。坚硬的岩石在长期风化作用下，表面会逐渐破碎，当遇到地震、暴雨等外力作用时，就容易发生崩塌。此外，不合理的工程开挖也可能破坏山体的稳定性，引发崩塌灾害。

1.4 地面塌陷

地面塌陷是指地表岩、土体在自然或人为因素作用下，向下陷落，并在地面形成塌陷坑（洞）的一种地质现象。在公路工程中，地面塌陷可能导致路面下沉、开裂，影响行车安全。地面塌陷可分为岩溶塌陷和非岩溶塌陷两种类型。岩溶塌陷主要是由于地下岩溶洞穴的顶板塌陷引起的，而非岩溶塌陷则通常与地下采矿、工程抽水等人类活动有关。

2. 公路工程地质灾害预测技术

2.1 地质调查法

地质调查作为地质灾害预测的基础性工作，具有不可替代的重要地位。通过对公路沿线区域的地质构造特征、地层岩性组成、地形地貌形态以及水文地质条件等进行全面而细致的调查，能够深入掌握地质灾害发生的地质背景信息，进而分析并识别出潜在的地质灾害隐患点。地质调查的具体方法多种多样，主要包括野外实地调查、地质测绘、地质钻探等。在野外实地调查过程中，工作人员可以直接观察到各种地质现象，例如滑坡体的形态特征、泥石流沟的发育特征等，这些第一手资料为后续的地质灾害分析和预测提供了坚实的基础。

2.2 地球物理勘探法

地球物理勘探法是通过利用地球物理场的差异来探测地下地质结构和地质体分布的一种有效手段。在公路工程地质灾害预测领域，常用的地球物理勘探方法包括地震勘探、电法勘探、地质雷达探测等。例如，地震勘探通过分析地震波在地下不同介质中的传播特征，可以准确确定地层结构及其潜在的滑动面位置；地质雷达则能够快速探测到地下存在的空洞、岩溶洞穴等地质异常体。地球物理勘探法具有探测速度快、覆盖范围广等显著优点，但同时也需要依赖专业的设备和技术人员进行操作及数据解释。

2.3 监测技术

监测技术是实时掌握地质灾害动态变化情况的重要手

段之一。通过对地质灾害体的位移变化、变形特征、地下水位波动、降雨量变化等关键参数进行长期而连续的监测，能够及时发现地质灾害发生的前兆信息，从而为灾害预测提供有力数据支持。常见的监测方法包括地表位移监测、深部位移监测、地下水位监测、雨量监测等。例如，利用全球定位系统（GPS）可以精确测量滑坡体的地表位移变化情况，而通过安装测斜仪则可以有效地监测滑坡体内部的深层位移状况。监测数据的准确分析和科学处理对于精确预测地质灾害的发生时间和规模具有至关重要的意义。

2.4 数值模拟法

数值模拟法是借助计算机技术对地质灾害的形成过程及其发展趋势进行模拟分析的一种先进方法。通过构建地质灾害的数学模型，并输入相关的地质参数和边界条件，可以模拟在不同工况下地质灾害的发生机制及其演化过程。在公路工程实践中，常用的数值模拟软件有FLAC、ANSYS等。数值模拟法能够直观地展示地质灾害的发展过程，为灾害预测和防治方案的制定提供科学依据。然而，模型的准确性在很大程度上依赖于输入参数的可靠性和模型本身的合理性，因此在使用过程中需要特别注意参数选取和模型验证。

3. 公路工程地质灾害防治技术

3.1 工程措施

3.1.1 挡土墙

挡土墙作为一种广泛应用的工程措施，主要用于防治滑坡和崩塌现象。其基本原理是通过挡土墙自身的重力作用或其结构所具备的强度，有效地抵抗来自土体或岩体的下滑力，从而确保边坡的稳定状态得以维持。挡土墙的种类繁多，包括但不限于重力式挡土墙、悬臂式挡土墙、扶壁式挡土墙等多种形式。在进行挡土墙类型的选择过程中，必须全面考虑边坡所处的地质条件、边坡的高度、坡度大小以及具体的工程需求等多方面因素，以确保所选挡土墙类型能够最大限度地满足工程实际需要，发挥最佳的防护效果。

3.1.2 抗滑桩

抗滑桩是一种专门用于治理滑坡的桩基础结构，其特点是将桩体深入至滑床之中，通过桩身结构将滑坡体产生的下滑力有效地传递至下方稳定的地层内，从而实现对滑坡体的有效抗滑作用。抗滑桩在施工过程中具有便捷性，且对滑坡体本身的扰动相对较小，因此适用于不同规模滑坡的治理工程。在抗滑桩的设计阶段，必须精确计算滑坡体的下滑力

大小,合理确定桩与桩之间的间距、桩体的直径以及桩的长度等关键参数,以确保抗滑桩在实际应用中能够达到预期的抗滑效果,保障工程安全。

3.1.3 排水工程

排水工程在防治滑坡、泥石流等地质灾害方面扮演着至关重要的角色。通过科学设置地表排水系统和地下排水系统,可以高效地排除地表积水及地下水,有效降低岩土体的含水量,从而显著提升其整体稳定性。地表排水系统通常包括截水沟、排水沟、边沟等设施,主要用于拦截和排除地表径流,防止水流对边坡的冲刷;而地下排水系统则涵盖盲沟、排水孔、排水隧洞等结构,旨在降低地下水位,排除地下积水,减轻水压力对边坡稳定性的不利影响。

3.1.4 坡面防护

坡面防护措施主要是针对那些易于发生崩塌、滑坡等地质灾害的边坡进行的一系列防护处理工作,其目的是防止坡面岩土体因风化、剥落和冲刷等因素而导致的破坏。常见的坡面防护方法包括浆砌片石护坡、喷锚支护、植被护坡等多种形式。浆砌片石护坡特别适用于较为陡峭的岩石边坡,通过砌筑片石,能够显著增强坡面抵御风化和冲刷的能力;喷锚支护则是利用锚杆和喷射混凝土技术,将坡面岩土体与深层稳定的岩体或土体紧密连接,大幅提升边坡的稳定性;植被护坡则是借助植物根系的固土作用以及植被覆盖的保护效应,不仅有效防护坡面,还能起到美化环境、改善生态的多重效果。

3.2 生物措施

生物措施主要是通过植树造林、种草等方式,改善公路沿线的生态环境,减少地质灾害的发生。植被的根系可以固定土壤,增强土壤的抗侵蚀能力,减少水土流失,从而降低滑坡、泥石流等地质灾害的发生概率。此外,植被还可以截留雨水,减少地表径流,降低雨水对坡面的冲刷作用。在实施生物措施时,需要根据当地的气候、土壤条件选择合适

的植物品种,并合理规划种植布局。

3.3 预警与应急措施

建立完善的地质灾害预警与应急体系是减少灾害损失的重要保障。通过监测系统实时获取地质灾害的相关数据,利用预警模型对灾害的发生进行预测和预警。一旦发布预警信息,相关部门应立即启动应急预案,采取有效的应急措施,如疏散人员、封锁道路、组织抢险救援等,最大限度地减少人员伤亡和财产损失。同时,还应加强对公众的地质灾害防治知识宣传教育,提高公众的防灾减灾意识和自救互救能力。

4. 结论

公路工程地质灾害的预测与防治是一项系统工程,涉及地质、岩土、工程等多个领域。通过对常见地质灾害类型的深入分析,采用科学合理的预测技术,能够及时发现潜在的地质灾害隐患,为制定有效的防治措施提供依据。在防治技术方面,工程措施、生物措施以及预警与应急措施相结合,能够全面提高公路工程抵御地质灾害的能力。在今后的公路建设中,应进一步加强地质灾害预测与防治技术的研究和应用,不断完善相关技术标准和规范,确保公路工程的安全稳定运行,为经济社会的发展提供可靠的交通保障。

参考文献

- [1] 周托. 高速公路工程地质灾害危险性现状评估与预测探究[J]. 西部探矿工程, 2023,35(09):12-14.
- [2] 许玉龙. 甘肃省某高速公路工程地质灾害危险性评估及防治措施[J]. 西部资源, 2021,(04):59-61.DOI:10.16631/j.cnki.cn15-1331/p.2021.04.022.
- [3] 李德强. 地质灾害危险性评估在福建某高速公路工程中的应用[J]. 福建建材, 2018,(07):10-11.
- [4] 张玉兰. 公路工程建设地质灾害危险性评估的方法与内容[J]. 交通世界(运输·车辆), 2015,(06):28-29. DOI:10.16248/j.cnki.cn11-3723/u.2015.06.011.