

# 边坡地质灾害岩土工程治理技术

卫 翔

江苏省中成建设工程总公司 江苏 南京 210000

**摘 要：**本文系统阐述了边坡地质灾害的类型、特点及其成因，并深入分析了岩土工程治理技术的原理与方法。通过详细介绍加固技术、支挡技术、排水技术以及坡面防护技术，本文旨在为边坡地质灾害的防治提供全面的技术参考。研究揭示了各种治理技术在提高边坡稳定性、减少灾害风险方面的作用机制，对于保障人民生命财产安全、促进可持续发展具有重要意义。

**关键词：**边坡地质灾害；岩土工程；治理技术

## 引言

边坡地质灾害作为常见的自然灾害之一，对人类社会构成了严重威胁。随着城市化进程的加快和工程活动的增多，边坡稳定性问题日益凸显。因此，深入研究边坡地质灾害的成因机制，并探索有效的岩土工程治理技术，对于保障工程安全、减少灾害损失具有重要意义。

### 1 边坡地质灾害概述

#### 1.1 边坡地质灾害的类型与特点

边坡地质灾害主要包括滑坡、崩塌、泥石流和地面塌陷等几种类型，每种类型都有其独特的特征和表现形式。（1）滑坡是边坡地质灾害中最常见的一种，它是指岩土体在重力作用下，沿一定的滑动面或滑动带发生整体下滑的现象。滑坡的发生往往具有突发性强、破坏力大的特点；滑坡体可以是岩土体的整体或部分，其规模从小到大，形态各异。滑坡的发生不仅与岩土体的性质、结构有关，还受到地形地貌、水文地质条件以及人类活动等多种因素的影响。滑坡发生时，岩土体沿滑动面下滑，速度可能很快，甚至可以达到每秒数米至数十米，对下游的建筑物、道路、农田等造成严重的冲刷和破坏。（2）崩塌是另一种常见的边坡地质灾害，它是指岩土体在重力作用下，突然断裂、脱落或倾倒的现象。崩塌通常发生在陡峭的边坡或悬崖峭壁上，其规模一般较小，但破坏力同样不容小觑；崩塌的发生往往与岩土体的节理、裂隙等结构面有关，这些结构面在重力作用下逐渐扩展，最终导致岩土体的断裂和崩塌。崩塌的发生具有突然性，往往没有明显的预兆，因此给预防和治理带来了很大的困难。（3）泥石流是山区沟谷中由暴雨等水源激发的、含有大量泥沙石块的特殊洪流。泥石流具有流速快、冲击力强的特点，对下游的建筑物、道路等构成严重威胁；泥石流的发生与地形地貌、水文地质条件以及降雨强度等因素密切相关。在暴雨等极端天气

条件下，沟谷中的水流急剧增加，携带大量泥沙石块形成泥石流，对下游地区造成严重的冲刷和破坏。（4）地面塌陷则是由于地下空洞或土层松动导致地表突然塌陷的现象。地面塌陷的发生往往与地下水的开采、地下矿藏的开采以及地质构造活动等因素有关，当地下空洞或土层松动达到一定程度时，地表就会失去支撑而发生塌陷。地面塌陷不仅会对建筑物、道路等造成破坏，还可能引发地下水的渗漏和污染等问题。

#### 1.2 边坡地质灾害的成因分析

边坡地质灾害的成因复杂多样，包括自然因素和人为因素两个方面。（1）自然因素中，地形地貌、地质构造、岩土体性质和气象水文等条件均对边坡稳定性产生影响。地形地貌是边坡地质灾害发生的重要条件，陡峭的地形和复杂的地貌往往使得边坡稳定性降低，容易发生滑坡、崩塌等灾害；特别是在山区和丘陵地带，由于地形起伏大、坡度陡，边坡岩土体容易受到重力作用而发生失稳。地质构造也是影响边坡稳定性的重要因素，地质构造复杂的地区，如断裂带、褶皱带等，往往存在大量的节理、裂隙等结构面，这些结构面降低了岩土体的整体性和强度，使得边坡容易发生失稳；此外，地震等地质构造活动也可能导致边坡岩土体的松动和位移，从而引发灾害。岩土体性质对边坡稳定性的影响同样不容忽视，不同类型的岩土体具有不同的物理力学性质，如密度、硬度、抗剪强度等。当岩土体的性质较差时，如松软、易风化等，其抗剪强度和稳定性就会降低，容易发生滑坡、崩塌等灾害；岩土体的含水量、孔隙度等也会影响其力学性质，进而影响边坡的稳定性。气象水文条件也是边坡地质灾害发生的重要因素之一，降雨是诱发边坡地质灾害的主要气象因素，在降雨过程中，雨水会渗透到边坡岩土体中，增加其含水量和孔隙水压力，降低岩土体的抗剪强度和稳定性。特别是在暴雨等

极端天气条件下,雨水的冲刷和浸泡作用会加剧边坡岩土体的失稳和破坏;地下水位的升降也可能导致边坡岩土体的松动和位移,从而引发灾害。(2)人为因素也对边坡稳定性产生了重要影响。不合理的工程建设活动,如过度的开挖与加载、不恰当的爆破作业等,都会破坏边坡岩土体的整体性和稳定性,增加灾害风险;植被破坏也是导致边坡失稳的重要因素之一,植被的根系能够固定土壤、减缓水流速度、减少水土流失等作用,对于维护边坡稳定性具有重要意义。但在人类活动过程中,由于过度开垦、砍伐等原因,植被往往遭到严重破坏,导致边坡失去保护而容易发生灾害<sup>[1]</sup>。

## 2 岩土工程治理技术原理与方法

### 2.1 加固技术

在边坡地质灾害治理的广阔领域中,加固技术无疑占据着举足轻重的地位。作为核心手段之一,加固技术不仅关乎治理工程的安全性,更是确保边坡长期稳固、防止灾害复发的关键所在。(1)锚杆支护技术,作为加固技术中的经典之作,其原理在于通过锚杆这一关键构件,将边坡的岩土体与稳定的地层紧密相连,形成一个整体受力体系。锚杆深入稳定地层,如同岩土体的“锚链”,有效提升了岩土体的抗剪强度和整体稳定性;在设计施工过程中,需综合考虑边坡的地质条件、岩土体性质以及锚杆的材料、直径、长度和间距等因素,确保锚杆支护系统既能承受边坡的潜在滑动力,又能适应长期的地质变化与环境影响。(2)相较于锚杆支护技术,锚索加固技术则以其独特的预应力作用而备受青睐。锚索,作为加固系统的主体,通过预先施加的张力,对边坡进行主动加固,尤其适用于高陡边坡和大型滑坡的治理;锚索的预应力能够有效调整边坡岩土体的应力分布,减小边坡的变形与位移,从而提高边坡的稳定性。在锚索加固技术的实施过程中,锚索的选型、锚固段的设计、预应力的大小与施加方式等均是至关重要的环节,需根据边坡的具体条件进行精细计算与科学设计。(3)抗滑桩加固技术,则是另一种行之有效的边坡加固手段。抗滑桩,作为边坡治理中的“中流砥柱”,通过其深入岩土体的桩身,与岩土体形成紧密的相互作用关系,从而有效抵抗边坡的滑动力。抗滑桩的设计需充分考虑边坡的滑移模式、岩土体的力学性质以及桩的材质、截面尺寸、埋设深度与间距等因素,以确保抗滑桩能够充分发挥其抗滑作用,保障边坡的长期稳定<sup>[2]</sup>。

### 2.2 支挡技术

在边坡岩土工程治理的众多方法中,支挡技术以其独特的阻挡与支撑功能,成为防止边坡失稳滑动的重要

手段。这一技术通过构建各种形式的支挡结构,有效抵抗边坡岩土体因重力、水压力等外部荷载而产生的滑动力,确保边坡的长期稳定与安全。(1)挡土墙技术,作为支挡技术中的经典之作,其核心在于修建一道坚固的挡土墙来支挡边坡岩土体。挡土墙的类型多样,包括重力式挡土墙、悬臂式挡土墙、扶臂式挡土墙等,每种类型都有其特定的结构形式和适用条件。在设计挡土墙时,需综合考虑边坡的岩土体性质、荷载大小与分布、地形地貌以及水文地质条件等因素,以确保挡土墙具有足够的抗滑移能力和稳定性;挡土墙的施工也需严格按照设计要求进行,确保墙体的质量与耐久性。(2)土钉墙技术,则是近年来发展起来的一种新型支挡技术。它利用土钉与土体的协同工作机制,通过土钉的抗拉、抗剪作用,将边坡岩土体紧密地连接在一起,形成一个整体稳定的支护体系。土钉墙技术具有施工简便、成本较低、适应性强等优点,特别适用于土质边坡或软岩边坡的支护;在土钉墙的设计与施工过程中,需重点考虑土钉的材质、直径、长度与间距,以及注浆材料的性能与施工工艺等因素,以确保土钉墙能够有效地提高边坡的支护能力。(3)在实际应用中,支挡技术的选择需根据边坡的具体情况进行综合考虑。对于边坡岩土体性质较差、荷载较大或地形地貌复杂的边坡,可能需要采用更为复杂和坚固的支挡结构;而对于土质较好、荷载较小的边坡,则可以选择相对简单且经济的支挡方案。支挡技术的施工与监测也需引起足够的重视,以确保其在实际运行中的稳定性和安全性<sup>[3]</sup>。

### 2.3 排水技术

在边坡地质灾害治理的复杂工程中,排水技术以其独特的功能和重要性,成为了不可或缺的关键一环。水,作为影响边坡稳定性的重要因素,其存在和流动往往对边坡的安危产生深远影响;因而,通过科学合理的排水技术,有效控制和引导边坡内外的水流,对于提高边坡的稳定性、预防地质灾害的发生具有至关重要的意义。(1)地表排水系统,作为排水技术的首要组成部分,其核心在于通过布置一系列截水沟、排水沟、跌水与急流槽等设施,构建一个完善的地表水引排体系。这些设施如同边坡的“脉络”,精准地拦截并引导地表水流向安全区域,有效避免了水流对边坡的直接冲刷和侵蚀。通过降低坡体地下水位,地表排水系统还能显著减少水对边坡岩土体的软化作用,从而增强边坡的整体稳定性。(2)而地下排水系统,则是排水技术的另一大支柱。它主要通过盲沟、渗沟、排水隧洞等设施,深入边坡内部,对地下水进行有效控制和引排;这些地下设

施如同边坡的“隐形守护者”，通过降低坡体孔隙水压力，减少水对岩土体的渗透压力，进而增强岩土体的抗剪强度。特别是在地质条件复杂、水文情况严峻的边坡治理中，地下排水系统的合理布置和精心施工，往往能够成为确保边坡稳定的关键所在。（3）排水技术的合理应用，并非一蹴而就。它需要根据边坡的具体地质条件、水文情况、环境因素以及治理目标等多方面因素进行综合考虑和精心设计；从排水设施的位置选择、尺寸确定，到施工材料的选用、施工方法的确定，每一个环节都需严谨对待，以确保排水系统能够真正发挥其在边坡治理中的守护作用<sup>[4]</sup>。

#### 2.4 坡面防护技术

在边坡岩土工程治理的综合性措施中，坡面防护技术以其独特的防护功能和广泛的应用性，成为了保护边坡表面、维护边坡稳定的重要手段。边坡，作为自然与人工活动的交界地带，其表面往往面临着风化剥落、雨水侵蚀等多重威胁；通过科学合理的坡面防护技术，有效保护边坡表面，对于预防边坡灾害、维护生态环境具有至关重要的意义。（1）喷射混凝土防护技术，作为坡面防护技术中的经典之作，其核心在于通过高压喷射设备将混凝土材料均匀地覆盖在边坡表面，形成一层坚固的防护层。这层混凝土防护层不仅能够封闭边坡表面的裂隙和孔隙，阻止外界风化和侵蚀作用的深入，还能显著提高边坡表面的强度和稳定性，从而有效抵御各种自然和人为因素的破坏。（2）挂网喷护技术，则是在喷射混凝土防护技术的基础上进一步发展而来的。它通过在喷射混凝土前铺设一层钢筋网或土工格栅，将混凝土与边坡岩土体更加紧密地结合在一起。钢筋网或土工格栅的加入，不仅增强了喷射混凝土与岩土体之间的粘结力，还提高了防护层的整体抗裂性和韧性，使得边坡表面更加坚固耐用。（3）植被防护技术，则是一种更加生

态、环保的坡面防护方法。它利用植被的根系深入岩土体，起到加固作用；同时植被的叶片能够截留雨水，减少水土流失；植被的生长还能改善边坡的生态环境，提高边坡的自我修复能力。植被防护技术不仅具有显著的防护效果，还能与周围环境相融合，实现边坡治理与生态保护的双重目标。（4）在实际应用中，坡面防护技术的选择需根据边坡的实际情况进行综合考虑。对于风化严重、裂隙发育的边坡，可采用喷射混凝土防护技术或挂网喷护技术进行加固；对于生态环境脆弱、水土流失严重的边坡，则可选择植被防护技术进行生态修复。同时也可以将多种坡面防护技术组合应用，以发挥各自的优势，达到最佳的防护效果<sup>[5]</sup>。

#### 结语

边坡地质灾害岩土工程治理技术是一项复杂而系统的工程，涉及多种技术方法和手段。本文通过详细介绍边坡地质灾害的类型、特点及其成因，以及岩土工程治理技术的原理与方法，为边坡地质灾害的防治提供了全面的技术参考。在实际应用中，需根据边坡的具体条件和灾害类型，选择合适的治理技术并进行精心设计和施工，以确保治理效果并保障人民生命财产安全。

#### 参考文献

- [1]李柳青.高陡岩质边坡地质灾害勘查研究[J].中国金属通报,2019(4):157-158.
- [2]邓标荣.工程地质勘察中的水文地质危害分析及对策研究[J].工程技术研究,2019,4(7):23-24.
- [3]李辉.岩土工程地质勘察中的质量控制因素分析[J].世界有色金属,2020(3):264,266.
- [4]高永丰.关于岩土工程地质勘察中质量控制因素分析[J].建筑建材装饰,2020(7):11-12.
- [5]张成时.工程地质勘察中的水文地质危害及优化措施[J].世界有色金属,2021(07):170-171.