

# 岩土工程中边坡稳定性分析及监测方法研究

王少鹏

华北地质勘查局核工业二四七大队 天津 300450

**摘要:** 边坡稳定性分析主要是为了降低工程安全隐患,提升工程开展质量而存在的一种分析方式。所有的工程领域都应该开展边坡稳定性的分析和监测工作,而这也这就要求了相关技术人员能够对于边坡稳定性分析的重要作用加以关注,掌握边坡稳定性分析的主要理念和重点,从而确保岩土工程中边坡问题能够得到合理解决,确保岩土工程施工的安全性和稳定性。

**关键词:** 岩土工程;边坡稳定性;设计方法;分析探讨

引言:随着工程建设的持续发展,边坡的开挖难度正在不断的增加,尤其是一些岩质边坡,会对工程的建设产生巨大的影响。目前在对边坡稳定性进行评价时,可用的方法比较多,但因为边坡稳定性受不同因素的影响,各项影响因素的不确定性以及复杂性特,导致传统的分析方法在应用时,无法满足现阶段的评价需求。因此需要在现有技术的基础上,对其进行创新和优化,才能进一步提高分析工作的开展质量。为后期设计工作的开展,提供有效的数据支持。

## 1 边坡稳定性分析的概述

边坡稳定性分析对于降低工程施工风险具有难以取代的意义,几乎所有的工作中都离不开边坡的安全性研究,包括水利工程、土木、采矿、交通运输等方面。鉴于强度折减因其本身的特殊性,目前也已作为滑坡设计的研究手段之一,在把强度折减用作滑坡破坏标准判据的方法研究上,没有达到一致。裂隙岩体边坡的破坏,一直是中国岩石工程与工程领域地质技术人员最关心的难点和人们一直关注的问题。在露天开采和地下开采等工程中,边坡的安全性问题也引起了工程界的密切注意<sup>[1]</sup>。地震波作用对边坡的损伤和稳定性都有一定的作用,如果滑坡发生破裂,会引发交通火灾、堵河、水库事故、楼房坍塌、工厂和矿石掩埋等自然灾害事件,导致严重的人身经济损失。地震波作用对边坡的损伤和稳定性都有一定的作用,如果滑坡发生破裂,会引发交通火灾、堵河、水库事故、楼房坍塌、工厂和矿石掩埋等自然灾害事件,导致严重的人身经济损失。

## 2 边坡变形原理

滑坡形成后,原始地貌环境出现变化,滑坡的状况随之改变,在滑坡岩体和土壤的重量影响下,滑坡出现不同深度的扭曲,继而再产生断层和塌方。边坡形成后,原始地貌环境出现变化,滑坡的状况随之改变,在

滑坡岩体和土壤的重量影响下,滑坡出现不同深度的扭曲,继而再产生断层和塌方。边坡在初期,由于坡体大小和坡面的倾角张开出现裂缝,从而让边坡的岩体张开,这种现称为蠕动。边坡的坡体内产生松动裂缝是在内部应力的分布变化中逐渐形成,裂缝沿着原来的小倾角裂缝方向逐渐变为宏观裂纹,并且在边坡与坡面上的张开表面之间不会产生滑动现象,张开程度逐渐地在山坡的深处慢慢降低<sup>[2]</sup>。通常状态下,发生松动情况的坡体应力关系都处在比较平衡时期,这一时期的坡体应力关系没有发生显著的改变,坡度没有发生很大的变化,边坡岩体比较稳固。边坡岩体在自身引力作用下,发生缓慢位移、扭曲过程叫做运动。当边坡剪切应力超过岩体抗剪能力的时候,滑坡产生蠕动先动,而如果剪切应力超过了岩体的抗剪切应力,在这种情况下滑坡的运动速率增加,从而产生边坡滑体。

## 3 边坡稳定性影响因素

### 3.1 岩土体性质

边坡主要由角砾土、强烈风蚀砂泥岩和泥灰岩等三个部分组成,构造上相对疏松且节理裂隙发达,另外,也存在着一些较软弱土层的嵌入构造,在遇水时形成泥化,因而使动力学性质进一步恶化,从而削弱抗剪强度等。另外,若边坡土壤地表上有裂缝形成,则雨水便可透过裂缝渗入土壤软弱处,使软弱层泥化,并逐渐到达水饱和和状态,其力学稳定性逐步降低,最后造成边坡变形与破坏<sup>[3]</sup>。

### 3.2 临空条件对边坡稳定性的影响

临空条件下类土边坡稳定性差形成的原因,具体包括:边坡较高。天然倾斜对类土边坡稳定性会造成威胁,施工人员必须对天然倾斜的实际危害情况加以了解,研究该边坡的危险程度和威胁程度,研究边坡工程施工后该边坡遭受危害的可能性。将类土边坡稳定性系数调整

为一, 如果实际稳定性系数大于1, 那么该边坡稳定性较高, 基本不会遭受破坏; 如果系数小于1, 说明边坡稳定性在降低, 坡体中存在的破坏性因素。坡度。一般条件下, 该类土质边坡的坡体越陡峭, 坡体可靠性也就低。但边坡在建立时, 上部混凝土体一旦遭到破坏, 并且由于坡体越陡峭, 则此类土壤边坡坡体的内部应力也将增大。如岩块质量相同, 则边坡愈陡峭, 坡体就愈易受到破坏。

### 3.3 外部因素

在岩石工程进程中, 外部的一些因素直接影响到边坡的稳定性, 且具有一定的理论依据。自然降雨往往是不可避免的外因之一, 因为各地区地势、气候等差异, 致使不同地区所降雨量亦不同, 这就直接导致边坡稳定性受雨水影响, 出现不稳定的状况<sup>[4]</sup>。例如, 当雨水透过地表, 渗入土层后, 会使土层中空隙压力逐渐上升, 岩石自生应力有相对较低, 难以平衡边坡, 造成边坡稳定性失衡, 进而影响到整个岩石工程的进度, 以及为整个岩石工程增加了相对高的难度。同时, 受边坡植被的影响, 边坡稳定性也会一定程度上受限, 严重影响施工人员对岩石工程边坡稳定性的判断。另外, 受风力的影响, 不会对岩石工程边坡直接造成影响, 但是长此以往, 会对边坡的土层造成影响, 致使土层偏移或者一部分土层增厚, 间接导致半坡稳定性受到影响。

## 4 岩土工程中边坡稳定性的分析方法

### 4.1 明确动态化的设计方案

在岩土施工边坡的动态性分析上, 施工单位必须根据地地址环境、地质构造情况, 对不同的施工地段加以深入研究, 在面临复杂性的地质环境, 必须明确一定的边坡支护措施, 通过施工方案的明确, 以更好的掌握岩土结构的分布状况, 保证岩土工程施工的整体质量。同时作为岩土工程施工企业, 在工程施工中, 技术人员也必须提高专业性, 通过对岩石结构中物理分辨率的深入研究, 对土工结构的严格检查, 来保证自己的安全检测数据的真实性, 从而提升了岩石边坡工程建设的全面效率<sup>[5]</sup>。

### 4.2 瑞典圆弧法

所谓的瑞典圆弧法, 也是以瑞典圆滑面分裂法为依据, 假设小滑面方土层可以被分割成N个大小相等的土棒, 并对各个土层的力与力矩之间的均衡情况加以平均分析, 再对土条间的相互作用情况进行忽略分析, 由此得出土体平衡的安全系数。当坡度、滑坡面积都是土质的话, 那么黏土就通常为柱状或是碗形, 其砂土与平面相接近, 边坡的稳定安全系数则是抗滑力矩与滑动力矩的比值。这种方法也是当前较为简单的岩土工程边坡稳

定性的分析方法, 已经得到了较为广泛的应用。

### 4.3 极限平衡分析法

这种分析方法的依据在于, 滑动体分块力学平衡理论以及对于滑坡情况的多种失效模式, 边坡应力状态以及抗滑滑动作用力之间的多种评价关系, 对这些数值加以计算, 即可得出岩土工程的边坡稳定性。极限平衡分析法也是岩土工程中边坡稳定性较为常用的分析方法, 通过对于土体受到破坏时, 土壤静力平衡状态加以分析, 从而得到问题的解决方法。在传统的弹塑性力学之中, 引入一定的简化建设, 将动态的问题以静态的方法进行分析, 将应力的应变关系通过静态的方法进行解决。虽然说这种计算方法的严密性缺乏有效的保障, 然而从计算结果上来看, 其有着一定的计算精度和稳定系数<sup>[1]</sup>。

### 4.4 工程地质分析法

工程地质分析法是最早期使用的一种分析方法, 随着社会科技的发展渐渐被改革完善, 其理论基础是地质、工程、岩体三者的理论知识点为主, 具有其特点。要知道, 边坡岩土工程地质本就复杂多样, 且随着一些自然因素均有一定程度的变化, 工程地质分析法就是揭露边坡稳定性所引起的地质破坏情况, 为后期研究边坡稳定性提供保障。

### 4.5 数值分析法

数值分析法一般有两种, 一种是有限元法, 一种离散单元法, 有限元法是将连续的系统离散为一组单元的组合物, 离散单元法 (DEM) 离散单元法是一种显示求解的动态数值方法。二者相辅相成, 有其共性, 又有其个性, 其目的都是对边坡稳定性的数值, 利用相关的计算公式进行统计分析, 为边坡稳定性监测分析提供数值保障, 其数值可以不受边坡几何形状的不规则和材料的不均匀性的限制。

## 5 边坡监测方法

### 5.1 边坡稳定监测系统

边坡稳定性监测系统的设计形式很多, 它由4部分组成, 分别为数据自动检测系统、数据采集系统、数据传输系统和监测服务中心<sup>[2]</sup>。数据自动检测装置是指在各种动态数据收集装置和矿山场所的安装; 数据采集系统主要包括的是监测仪器的控制、数据采集仪、数据存储和计算机与PC机的通讯、嵌入式设计等; 数据传输网络是指在网络上数据传输信息的传送; 监测的进出口企业网络服务中心, 是数据处理系统、信息获取和控制指令的终端设备, 此外还有计算机信息系统和计算机软件服务。

### 5.2 GPS (全球定位系统) 测量法

GPS测量具有精度高、灵活性好、可靠性优良的特

性,已普遍应用到国民经济建设的有关单位,因为公路工程的特殊性,不管是从计算方式和准确度等方面都不同于别的行业。采用GPS测量法进行对边坡的检测,有如下好处:观测点间没有通视,定点方便;位置更精确;不受气候影响,全天各类气象观测;可长时间持续观测,不能遗漏重大变化情况;数据的分析、收集、处理方便;野外无人看守的检测房,安全性仍能有所保证。目前GPS设备运用的边坡检测方法主要有:多GPS观测点、反复检测和动态监控。

### 5.3 边坡雷达监测方法

边坡雷达监测技术在对边坡稳定性的监测过程中有着十分重要的应用价值,该监测技术融合了SAR技术具有良好的监测效果,而且监测精度优良<sup>[3]</sup>。当前边坡雷达技术的发展也相对地比较完善,距离范围可以超过50cm之间的范围,在300~2000m之内的滑坡形变的检测准确度也能够超过0.5mm。工作人员在进行测量的过程中,可以通过相位变化的信息对形变信息进行评估,从而可以有效提升边坡测量的精度和准确性。在边坡稳定性监测的处理过程中,工程技术人员必须通过对边坡稳定性雷达设备实施监控,并通过边坡雷达监控设备的扫描能力,对进毫米精度的不同边坡并实施多次扫描,以确保扫描数据的真实性与准确度。

### 5.4 声发射监测系统

声发射监测系统其原理是通过传感器与波导管组合而成,其作用是能及时有效的将岩土工程中边坡稳定性造成的土质情况及时通过波导管进行信息传输,并且能对边坡进行全方位监测。例如,在监测的过程中,声发射监测系统就会对边坡进行定位监测,对其不稳定的地方会进行统计记录,并且对四周介质会严格排查,发挥其监测作用。这与岩体自身机制有很大的关系,是一个实现动态监测的过程,具有一定的可行性。

## 6 岩土工程边坡设计优化措施

### 6.1 采用动态化设计

在对岩土工程进行设计时,要根据区域内的地质情况,选用针对性的支护方式,还要根据施工过程中出现的情况不断调整方案,才能达到最佳的设计方案<sup>[4]</sup>。设计人员要经常到施工现场,对项目内的环境及施工情况进行深入的了解,在此基础上进行方案的深化及调整。例如在边坡开挖时,发现岩层存在裂隙发育,地下水丰富

的情况,为避免受到地下水等因素的影响,导致混凝土结构等出现问题,可根据实际情况调整混凝土或者浆液的配比,或者加入合适的添加剂,影响严重时也可以原支护方案进行修改,确保边坡的稳定性。在进行边坡支护设计时,需要根据工程的实际情况,也可以引进更加先进的支护形式,

### 6.2 遵循安全第一的设计原则

在进行工程建设的过程中,随着边坡的开挖,雨水的下渗及其它因素的影响,经常会出现边坡位移较大,甚至出现滑坡、崩塌等地质灾害问题。一旦出现这些问题,不仅会带来严重的经济损失,还会危及周边居民的生命安全。要确保边坡的安全性,在前期应充分分析项目的区域地质情况、水文地质条件,据此选择最合适的支护方案,如某项目边坡地下水丰富,且有一定腐蚀性,在前期方案时,应考虑专门的排水通道,同时工程材料防腐要求也应提高。而且边坡支护作为永久工程,在满足相关安全系数的前提下,对支护结构及材料也应作适当的加强,为确保安全留有余地。

### 结语

综上所述,对岩土边坡稳定性研究与控制工作直接影响到了岩土工程的建设效率与施工能力,因此必须做好对岩土边坡的稳定性研究与控制工作。通过运用各种理论和方法促进了岩质边坡稳定性分析工作的发展,并加强了对数学模型力学机理、智能评价体系以及计算方法的研究,使得可以在实际边坡工程中高效准确的服务,保证了工程项目顺利稳定的建设,有效促进了我国工程建设行业的可持续发展。

### 参考文献

- [1]张勇,侯伟宁.岩质高边坡稳定性分析及支护设计浅析[J].中国水运(下半月),2018,18(7):244-245.
- [2]王余庆.岩土工程中边坡稳定性分析及监测方法分析[J].安徽建筑,2019,26(4):179-180.
- [3]王余庆.岩土工程中边坡稳定性分析及监测方法分析[J].安徽建筑,2019,26(04):179-180.
- [4]李俊鹏,刘波,郑正,等.岩土工程中边坡稳定性分析及监测方法研究[J].水利科技与经济,2018,206(08):18-21.
- [5]李宁,郭双枫,姚显春.再论岩质高边坡稳定性分析方法[J].岩土力学,2018,039(002):397-406,416.