

强降雨条件下皖西大别山地区滑坡防治措施

刘 阳*, 姚多喜, 陈小艳

安徽理工大学地球与环境学院, 安徽 淮南
Email: *ly1337783508@163.com

收稿日期: 2021年6月21日; 录用日期: 2021年7月5日; 发布日期: 2021年7月21日

摘 要

导致滑坡地质灾害发生的因素有很多, 降雨是主要因素之一。在皖西大别山地区, 由于汛期强降雨过度集中的影响, 历年已经发生了多起滑坡灾害事故, 对人类的生命财产、基础设施建设和生态环境造成严重影响, 针对皖西大别山的地质构造, 建立科学有效的防治措施尤为重要。通过对边坡最危险滑动面的测定, 管理者的管理, 设计有效的山区排水系统这三个方面采取有效的防治措施, 可以为皖西大别山滑坡地质灾害的防治提供科学的借鉴。

关键词

强降雨, 皖西大别山, 滑坡, 预防措施

Landslide Prevention Measures under Heavy Rainfall in the Dabie Mountains of Western Anhui Province

Yang Liu*, Duoxi Yao, Xiaoyan Chen

School of Earth and Environment, Anhui University of Science and Technology, Huainan Anhui
Email: *ly1337783508@163.com

Received: Jun. 21st, 2021; accepted: Jul. 5th, 2021; published: Jul. 21st, 2021

Abstract

There are many factors that lead to landslide geological disasters, and rainfall is one of the main factors. Due to the excessive concentration of heavy rainfall in flood season, there have been many

*通讯作者。

landslide accidents in the Dabie Mountain area in western Anhui, which have caused a serious impact on human life and property, infrastructure construction and ecological environment. It is particularly important to establish scientific and effective prevention measures for the geological structure of Dabie Mountain in western Anhui. Through the determination of the most dangerous sliding surface of the slope, the management of the managers and the design of the effective drainage system in the mountain areas, we can take effective measures to prevent and control the landslide geological disasters in the Dabie Mountain in western Anhui Province.

Keywords

Heavy Rainfall, West Anhui Dabie Mountains, Landslide, Preventive Measure

Copyright © 2021 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

滑坡一直是常见的重要地质灾害之一，因其具有灾害影响损失大、发生次数频繁、区域范围分布广泛以及运动速度快等特点，[1] [2]对人类的生命和财产安全构成严重的威胁，[3]也会对周围的生态环境和基础设施建设造成破坏，[4] [5]如何对滑坡进行有效的防治是科学家和学者一直在深入探讨的重点问题之一。目前大多数的滑坡都是有降雨所造成，由于雨水的侵蚀，土体的抗剪强度和基质吸力减弱，自重增加，造成了滑坡的产生，[6]强降雨亦是如此。由于复杂的自然地质环境和气候条件原因，[7]皖西大别山地区常年处于汛期，[8]特别是每年的5月至9月的汛期期间，皖西大别山会处于强降雨时期，这让皖西大别山地区极易产生滑坡地质灾害。对该地区实行科学高效的防治措施，可以有效的避免滑坡地质灾害的发生，对人类的生命和财产安全提供切实的保障。

2. 气候条件及地质概况

2.1. 气候条件

皖西大别山地理位置属北亚热带温暖湿润季风气候区，常年降雨平凡，年降雨量甚至会达到1000~1600 mm，[9]每年的5月至9月都是主汛期，部分时日降雨量会达到日降雨量200~300 mm，根据降雨等级划分(如表1)，该地区部分时日的降雨量已达到特大暴雨等级。

Table 1. Rainfall intensity grade

表 1. 降雨强度等级

等级	小雨	中雨	大雨	暴雨	大暴雨	特大暴雨
12 小时降雨量/(mm)	0.2~5	5~15	15~30	30~70	70~140	>140
24 小时降雨量/(mm)	1~9.9	10~24.9	25~49.9	50~99.9	100~200	>200

近年来由于强降雨的过度集中，大别山地区每年的4月至7月都会发生严重的水土流失，[10]主汛期期间发生滑坡灾害的风险依然严峻，这对周围住户生命财产极为不利，也对周围的基础设施构成严重威胁，必须采取有效的防治措施来应对过度集中的强降雨时期，避免因滑坡灾害造成不必要损失。

2.2. 地质概况

皖西大别山地质构造较为复杂, 主要由震旦纪地层和侵入岩构成, 岩体多为花岗岩和片麻岩。山区的海拔一般在 500~800 m 之间, 该地区整体呈西南高, 东北低趋势, 最高峰位于六安市霍山县内的白马尖, 海拔达 1774 m, [11]整个山区呈现中山、低山地貌, 山区间有低谷和陡坡, 并且坡度一般在 25°至 50°。坡度较陡, 更易导致滑坡的产生(图 1)。



Figure 1. Dabie Mountains in Western Anhui
图 1. 皖西大别山山脉

皖西大别山多为断裂层, 褶皱山脉, 山脉整体呈倒 v 形, 且坡度较高, 坡高较陡。(图 2)在强降雨汛期期间, 降雨的渗流量大, 渗流速度较快, 土体含水量不断增大, 边坡稳定性差不断减小, [12]这为强降雨条件下发生滑坡灾害提供了更大的可能性。

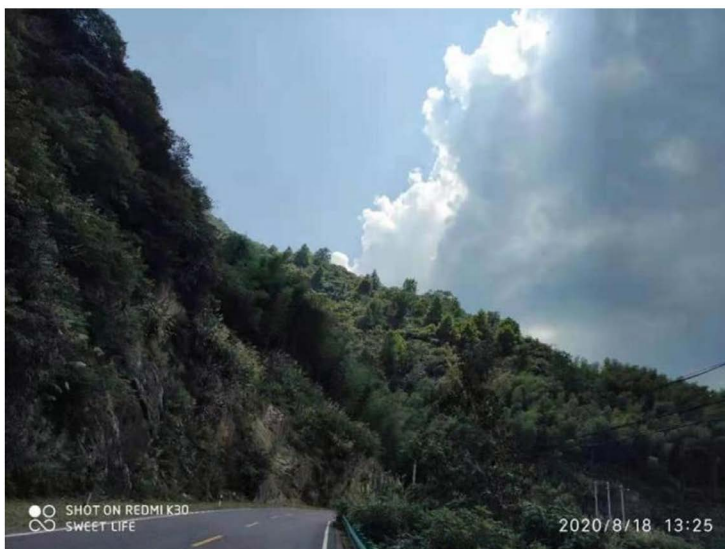


Figure 2. The slope of Dabie Mountain in Western Anhui
图 2. 皖西大别山边坡

3. 研究目的

皖西大别山由于地理位置和气候条件的原因,在强降雨时期存在很大程度上的滑坡灾害隐患,多年以来已经发生多起滑坡灾害事故。强降雨下的滑坡灾害都是由土体的失稳所导致。通过渗透理论以及抗剪强度理论两个方面对土体进行稳定性分析,探究降雨对土体失稳的影响机制,并根据皖西大别山的地理位置特点制定有效的防治措施,可以为皖西大别山滑坡灾害防治提供有效的科学借鉴。

4. 研究方法

基于皖西大别山地区常年多日强降雨的特点,可以从非饱和性的土渗透理论,[13]非饱和性土的抗剪强度理论[14]两个方面对强降雨条件下土的稳定性进行分析。

4.1. 渗透理论

非饱和性土的渗透系数与土的体积含水率关系:

$$K_w = K_s + \frac{\left[1 - \partial \cdot \varphi^{n-1} (1 + \partial \cdot \varphi^n)^{-m}\right]^2}{1 + (\partial \cdot \varphi^n)^{\frac{m}{2}}} \quad (1)$$

其中: K_w 表示非饱和土渗透系数, K_s 表示饱和状态下渗透系数, φ 基质吸力, ∂ 坡脚坡角, n 、 m 土水特征模型参数。

基于 van Genuchten 模型探究非饱和土体的持水能力和水分迁移规律:

$$\theta_w = \theta_r + \frac{\theta_s - \theta_r}{\left[1 + \left(\frac{\varphi}{a}\right)^n\right]^m} \quad (2)$$

其中: θ_w 表示体积含水率, θ_s 表示饱和体积含水率, θ_r 表示残余体积含水率, a 表示土水特征模型参数。

土的含水率是土渗透系数的一个重要参数,在强降雨初期,降雨强度在土渗透能力范围之内,边坡不会出现地表径流,但随着强降雨的不断深入,边坡表面趋于饱和,并不断向边坡内部渗透,当渗透至最危险滑面时,土体会发生失稳,直至滑坡灾害发生。

4.2. 抗剪强度理论

采用 FREDLUND D G 等在早期建立的土体抗剪强度公式对土体进行稳定性分析:

$$T_f = c' + (\sigma - \mu_a) \tan \varphi' + (\mu_a - \mu_w) \tan \varphi^b \quad (3)$$

其中: T_f 表示土体抗剪强度, μ_a 表示孔隙气压力, μ_w 表示孔隙水压力, $\mu_a - \mu_w$ 表示基质吸力, φ^b 表示基质吸力函数。

当在强降雨条件下,孔隙气压力会很快接近于孔隙水压力, $\mu_a - \mu_w$ 很快趋近于零,土体的抗剪强度会迅速下降,当土体失稳时,边坡也将在很短的时间内失稳。

5. 防治措施

强降雨一直是导致滑坡发生的主要因素之一,皖西大别山地区常年受强降雨影响,特别是主汛期期间,山体存在很大的滑坡地质灾害隐患,必须采取有效的防治措施,避免隐患的发生。可以通过对边坡最危险滑动面进行测定,管理者管理,设计合理的排水系统这三个方面进行防治。

5.1. 边坡测量确定最危险滑动面

目前,测定边坡最危险滑动面的方法有很多,比如基于极限平衡理论搜索最危险滑动面,基于有限元理论的强度折减法非线性有限元分析方法[15]等。利用理正岩土,Geo Studio 等测量软件确定最危险滑动面并且采取防护措施,例如进行锚杆支护,混凝土护坡和压力灌浆等,提高最危险滑动面的抗滑力度,特别是在环山公路路段,进行边坡稳定性加固尤为重要。

5.2. 管理者管理

1) 皖西大别山地区强降雨频繁,在强降雨来临之前提前做好预警,积极宣传,禁止山间工作人员和无关人员在山间工作,减少因人为因素破坏边坡稳定性导致滑坡灾害的发生。

2) 积极植树造林,最大程度增加山区的森林覆盖率,禁止违法开展山区森林的树木砍伐,做好宣传工作,提高人们生态安全意识。

3) 制定实时观测系统,实时观测边坡的位移情况,土体结构稳定性情况。在强降雨来临之际,通过观测系统观察边坡的稳定性状态,从而开展科学有效的防范措施。

4) 建立健全必要的应急计划措施,避免可能发生的二次滑坡灾害。

5) 在极有可能会因强降雨而发生滑坡灾害的区域实施提前爆破,控制爆破力度合理爆破,从而避免强降雨导致危险滑坡区域滑坡灾害的发生。

5.3. 设计有效的山间排水系统

建立科学有效的排水系统是避免产生积水的重要保障。

1) 在易发生滑坡的区域及山脊连接处设置多道截水沟,并且截水沟使用的材料必须防水防风化。

2) 合理利用地形。在皖西大别山周围存在多处水库,在易发生滑坡灾害地带设置排水系统,包括水平水平钻孔疏干技术与垂直排水技术,积极引流,避免山区积水而导致山体的水位提高。

6. 结论

1) 皖西大别山地质结构较为复杂,由于边坡坡度较高,坡高较陡,这为强降雨条件下灾害的发生提供了有利条件。

2) 强降雨是导致滑坡灾害发生的主要因素之一,通过渗透理论、抗剪强度理论,得出强降雨会导致土体渗透能力降低,土体抗剪强度减小,最终导致土体失稳。

3) 结合研究方法并根据皖西大别山的地理位置特点,从最危险滑动面测定、管理者管理、设计山间排水系统三个方面制定相应的防治措施,为皖西大别山上滑坡灾害防治提供有效的技术参考。

参考文献

- [1] 成永刚. 近二十年来国内滑坡研究的现状及动态[J]. 地质灾害与环境保护, 2003, 14(4): 1-5.
- [2] 程温鸣, 彭令, 牛瑞卿. 基于粗糙集理论的滑坡易发性评价——以三峡库区秭归县境内为例[J]. 中南大学学报(自然科学版), 2013, 44(3): 1083-1090.
- [3] 李海如. 福建平和县西环路滑坡防治工程勘察实践与稳定性分析[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2020, 47(12): 72-78.
- [4] 黄润秋. 20世纪以来中国的大型滑坡及其发生机制[J]. 岩石力学与工程学报, 2007, 26(3): 433-454.
- [5] 李行. 滑坡成因分析及防治策略研究[J]. 工程技术研究, 2020, 5(14): 36-37.
- [6] 黎玺克. 强降雨条件下非饱和双层土质边坡稳定性有限元分析[J]. 土工基础, 2021, 35(3): 343-346.
- [7] 殷玉忠. 皖西大别山某滑坡特征分析[J]. 资源信息与工程, 2018, 33(4): 173-174.

-
- [8] 杨颖达, 崔可锐, 崔亮, 马海春. 皖大别山区滑坡的形成机理研究[J]. 安徽地质, 2014, 24(4): 275-279+307.
- [9] 许雪峰, 程瑞, 徐宏燕, 陈飞. 皖大别山区滑坡的形成机理和防治措施[J]. 山东工业技术, 2015(23): 80-81+71.
- [10] 江雯, 胡玉乾, 汪军红, 孙鹏, 张强, 黄娜, 张鑫, 王文英. 安徽大别山区天然降雨对典型植被水土流失影响研究[J]. 北京师范大学学报(自然科学版), 2021, 57(2): 265-273.
- [11] 楼少甫. 基于 GIS 的大别山区滑坡地质灾害信息管理系统研究[D]: [硕士学位论文]. 合肥: 合肥工业大学, 2015.
- [12] 秦金桥, 王大群. 降雨对公路边坡渗流场与稳定性影响研究[J]. 路基工程, 2020(5): 120-125.
- [13] 黎玺克. 强降雨条件下非饱和双层土质边坡稳定性有限元分析[J]. 土工基础, 2021, 35(3): 343-346.
- [14] Fredlund, D.G. and Rahardjo, H. (1993) Soil Meehanies for Unsaturated Soils. John Wiley & Sons, New York.
<https://doi.org/10.1002/9780470172759>
- [15] 陈绍名, 张伟. 确定边坡最危险滑动面的几种数值方法探讨[J]. 西部探矿工程, 2008, 20(11): 58-61.