

煤田地质工程勘探技术及敏感性地质因素分析

Analysis of Geological Engineering Exploration Technology and Sensitive Geological Factors in Coal Field

艾蓉

Rong Ai

山西省煤炭地质一四八勘查院有限公司 中国·山西太原 030053

Shanxi Coal Geology 148 Exploration Institute Co., Ltd., Taiyuan, Shanxi, 030053, China

摘要: 以煤田地质工程勘探技术为基础, 选取江西省南城县株良镇江头段村沙林下滑坡一带, 通过分析影响滑坡地质灾害的滑坡高度、滑坡坡度、黄土厚度、滑坡厚度等地质环境因子的敏感性分析, 确定了研究区最不利的滑坡工作状况为: 坡高 $H > 125\text{m}$ 、坡度 $30^\circ < i \leq 35^\circ$ 、黄土厚度 $35 < h \leq 40\text{m}$ 、滑体厚度 $d > 30\text{m}$ 。并就进一步的研究提出了建议。

Abstract: On the basis of coal field geological engineering exploration technology, the selection of Jiangxi province under the sand forest landslide area, through the analysis of landslide slope, the slope, loess thickness, the sensitivity analysis of the most unfavorable landslide working condition is: slope height $H > 125\text{m}$, slope $30 < i \leq 35$, loess thickness $35 < h \leq 40\text{m}$, slide thickness $d > 30\text{m}$. And made suggestions for further studies.

关键词: 煤田地下工程勘探技术; 敏感性; 地质因素分析

Keywords: coal field address engineering exploration technology; sensitivity; geological factor analysis

DOI: 10.12346/se.v5i3.9246

1 引言

敏感性分析是对主要不确定性因素变化对项目收益的影响进行分析和预测, 找出敏感性因子, 估算项目收益对其敏感性, 粗估项目可能承担的风险。目前, 国内外学者对滑坡地质灾害与环境影响因素关系的研究, 多采用敏感性分析, 对影响因素进行敏感性分析, 并根据比较分析敏感性影响因子的变化规律的结果, 为滑坡防治提供了一定的理论依据^[1]。

江西省南城县株良镇江头段村沙林下滑坡, 潜在滑动主方向 216° , 前缘坡脚高程约 248.5m , 滑坡后缘高程为 324.0m 左右, 相对高差约 75.5m , 地形起伏高差变化大; 前缘坡面呈阶梯状, 后缘受裂缝控制, 东西两侧周界明显, 坡面整体呈中、下陡上缓状, 总体坡度约 42° 。滑坡东西向宽 160m , 长约 76m , 滑体以残坡积粉质黏土为主, 平均厚度约 6.0m , 总体积约 $7.3 \times 10^3\text{m}^3$, 为小型牵残坡积引式土质滑坡。

2 煤田地质工程勘探技术分析

2.1 遥感地质勘探技术分析

遥感地质勘探就是利用卫星遥感图像, 对矿区内的各种地质条件进行综合分析和判定^[2]。目前, 利用遥感方法进行矿产勘探、构造分析、地质填图、预测储量。值得注意的是, 遥感技术与计算机技术相融合, 可以快速传递勘察数据, 保证成果的及时、高效和快速传递。经过长期的开发与使用, 这一方法已趋于完善, 其适用领域也越来越广。

2.2 绳索取芯技术分析

目前, 在油气勘探中使用最多的是利用了电、气、核等相关物性的绳索取芯技术。绳索取芯技术是利用内部套管的构造, 用绳子从钻孔中收集到的内部套管的岩心, 并将其带回地表^[3]。在煤矿开采的煤矿地质勘探工作中, 采用这种钻井方法, 可以大大减轻工人的劳动强度, 提高工作效率, 并能达到各种经济、技术要求。多年的实践表明, 这一方法是一种行之有效的方法。

【作者简介】艾蓉 (1982-), 女, 中国四川广安人, 本科, 工程师, 从事煤田地质研究。

2.3 地震勘探技术分析

目前,我国的地震探测技术有两大类,即高精度的数字化地震探测技术和 3D 地震探测技术,它们的理论基础都是采用技术方法将地震信息进行记录,再通过对所收集到的资料进行科学研究和分析,进而判定出该区的真实地质状况。高分辨率的地震勘探技术是对高质量的地质信息进行数字化处理,从而获得高分辨地震探测结果的一种新技术^[4]。高分辨率的地震勘探技术是一项重要的科学研究课题。在资料的收集上,应采用小药量、小道距、角样角、成组基距、合理的井深、精确的炮点与测点;在资料的处理上,重点是去噪,去噪。利用该方法提取出的高频率的地震波,提取出小规模矿区的构造特征。高分辨率地震探测是煤矿开采中一项重要的工作,它既能降低由于地质数据所造成的巨大的经济损失,又能确保煤矿生产的顺利进行^[5]。因而,该方法已被煤炭行业普遍采用。3D 地震探测的理论基础和高精度的数字化地震探测方法相似,但相对于高分辨的方法,存在着较大的破坏性和较大的误差。因此,在经济允许的情况下,应尽可能采用高分辨率的地震勘探技术。

2.4 钻井参数探测技术分析

在煤矿钻孔施工中,大部分的钻孔特征都是依靠人工的经验或感官进行判定,而在实际工作中,往往只能针对具体情况适当的处理,从而对施工工艺进行调整^[6]。近年来,国内的煤矿勘探部门一直在加大科研攻关和国际技术合作力度,现在越来越多的煤矿项目中使用了钻探参数检测系统,由于这种技术可以通过各种传感器对各种参数进行实时监测,因此,在此基础上,钻探人员可以及时、准确地调整作业方式。

3 采矿工程中的煤田地质勘探问题分析

煤矿开采过程中存在的问题包括:①矿区的水文、地质条件十分复杂,必须提高煤矿的防排水工艺。煤矿矿井的水文地质情况非常复杂,加之开采深度的持续加大,使得矿井开采中积累的某些经验和工艺,普遍无法满足深层矿井的动态情况,而且,随着开采深度的增大,矿井突水的数量也越来越多,矿井的底板岩溶水给我们带来了很大的危险,因此,我们需要对矿井的水害进行进一步的改进,从而使矿井的水害得到最大程度的控制,从而使矿井的水患得到最大程度的控制^[7]。然而,对其进行系统的研究,尤其是对其在矿山中的形成和迁移特性,以及对其发生机制的研究,以及对其突水的预测和预警等方面的研究,都是十分必要的^[8]。研究与现代化的综采工作面防治水新工艺,是煤矿防治水的发展方向。②采矿资料不能很好地解决科技开发中出现的问题。煤矿开采过程中,开采过程中存在着大量的煤层(如煤层厚度、结构及灰分等)的微小差异。在煤矿开采过程中,煤与顶板、顶板的物性和力学特性发生了区域性的变异。然而,国内外已知的已知和国内已知的都只是在原地埋存的数字,对现代

化采矿的需求还不够完善,不能给出与现代化采矿工艺相匹配的采矿地质资料^[9]。

4 滑坡评价方法

根据高分辨率遥感影像目视解译并结合现场调查方法在建立江头段村沙林下滑坡空间分布图的基础上,采用滑坡面积百分比(LAP)、滑坡点密度(LND),对滑坡的影响因素进行分析^[10],选用敏感性系数 SC (Sensitivity Coefficient, SC) 定量描述滑坡灾害与地质环境影响因素的关系,敏感性系数表示为:

$$SC_i = \ln(DensClasi / DensMap) \quad (1)$$

其中, SC_i 第 i 区段某类因子的敏感性系数; DensClasi 表示滑坡灾害在 i 区段分布的面积比率或出现的频率; DensMap 表示为滑坡灾害在某类因子中的总面积比率或总频率。

若 SC_i 的值大于 0,则表示敏感性高,提示区段内易发生滑坡;若 SC_i 的值小于 0,则表示敏感性低,提示区段内发生滑坡概率低;若 SC_i 的值趋近于 0,则表示敏感性与区段内整体水平一致。

基于公式(1),将滑坡灾害视为点状灾害考虑。滑坡灾害与地质环境各因子不同区段间的关系表示为:

$$SC_i = \ln\left[\frac{N_i}{A_i} / \frac{N}{A}\right] \quad (2)$$

式(2)中, N_i 表示第 i 区段内滑坡灾害的个数; A_i 表示某类因子在第 i 区段的面积 (km^2); N 表示研究区内滑坡灾害总数; A 表示研究区总面积 (km^2)。

5 敏感性分析

根据研究区实际情况,选取斜坡高度、斜坡坡度、黄土厚度、滑体厚度等作为评价影响滑坡发生的因素,分析滑坡发生时评价因素在不同区段的敏感性(见表 1)。

表 1 江头段村沙林下滑坡特征

滑坡编号	斜坡高度 /m	斜坡坡度 / (°)	黄土厚度 /m	滑体厚度 /m
1	90	34	36	5
2	115	30	35	2
3	85	30	37	2
4	100	32	40	3
5	125	40	43	9
6	128	40	45	10
7	105	32	37	22
8	114	36	37	25
9	130	37	40	34
10	120	15	25	33

5.1 滑坡高度

滑坡高度指滑坡运动远端与滑坡后缘的垂直距离,滑坡

高度与滑坡体积形成了滑坡运动的总负荷, 将地面等高线设为基准, 根据江头段村沙林下滑坡的实际情况, 将滑坡高度 H 分为: H_1 ($\leq 100\text{m}$)、 H_2 ($\leq 105\text{m}$)、 H_3 ($> 105\text{m}$ 且 $\leq 125\text{m}$)、 H_4 ($> 110\text{m}$ 且 $\leq 120\text{m}$)、 H_5 ($> 120\text{m}$ 且 $\leq 125\text{m}$)、 H_6 ($> 125\text{m}$)。以滑坡面积百分比 (LAP)、滑坡点密度 (LND) 对江头段村沙林下滑坡中所有的滑坡个数进行收集统计。求解不同滑坡高度, SC_i 的值见图 1。

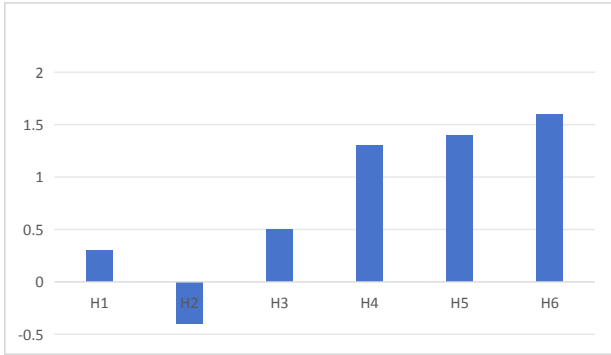


图 1 滑坡高度影响因素 SC_i 计算结果

图 1 显示, 该地区对滑坡的危险性总体呈递增趋势, 坡高区 $H > 125\text{m}$ 处最为敏感, 这是由于多年来人们在土地平整、交通设施建设等方面进行的人为工程, 对原有的地质环境造成了严重的损害, 同时由于边坡的开挖, 边坡的结构受到了严重的损伤, 使得边坡的稳定程度也随之下降。

5.2 滑坡坡度

滑坡坡度可以分析滑坡易发的主要因素。根据滑坡野外判别依据, 江头段村沙林下滑坡坡度 i 可表示为: i_1 ($\leq 20^\circ$)、 i_2 ($\leq 25^\circ$)、 i_3 ($\leq 30^\circ$)、 i_4 ($\leq 35^\circ$)、 i_5 ($> 35^\circ$)。

求解不同坡度范围, SC_i 的值见图 2。

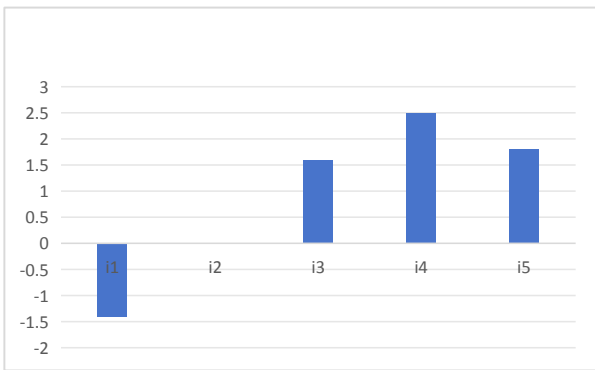


图 2 滑坡坡度影响因素 SC_i 计算结果

图 2 可知, 对滑坡危险性的敏感度基本随坡高而增加, 灵敏度值为 $30^\circ < i < 35^\circ$ 的区间。而 $35^\circ < i$ 的陡坡区段滑坡灾害敏感性呈现出低于 $30^\circ < i \leq 35^\circ$ 区段的特征, 是由于这一区域的斜坡地带, 在长期的地质活动中, 已趋于平稳, 因此, 其对滑坡危险性的敏感度, 也有一定程度的降低。

5.3 黄土厚度

岩土体是诱发滑坡的重要物质, 由岩石和土壤组成的边坡在水分的作用下会改变, 因而从材料组成上选择了黄土来判定滑坡的主要因子。结合江头段村沙林下滑坡的具体条件, 将黄土厚度 h 分为: h_1 ($\leq 25\text{m}$)、 h_2 ($> 25\text{m}$ 且 $\leq 30\text{m}$)、 h_3 ($> 30\text{m}$ 且 $\leq 35\text{m}$)、 h_4 ($> 35\text{m}$ 且 $\leq 40\text{m}$)、 h_5 ($> 40\text{m}$)。

求解不同黄土厚度, SC_i 的值见图 3。

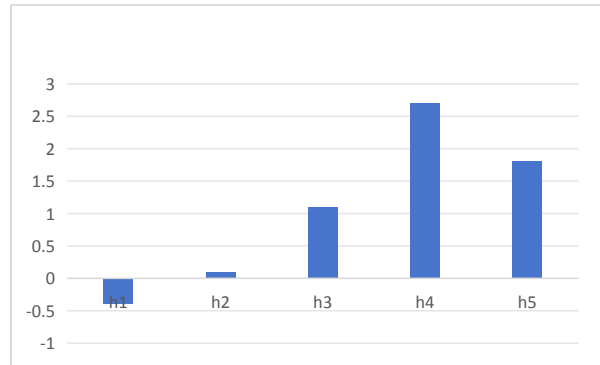


图 3 黄土厚度影响因素 SC_i 计算结果

图 3 可见, < 40 的黄土厚度, 其对滑坡的危险性随土层的增加而变得越来越高, 其中 $35\text{m} < h \leq 40\text{m}$ 的地段最为敏感, 与最近几年出现的滑坡类型的特点相一致, 而在 $> 40\text{m}$ 的区域, 由于长期的历史演化, 使得该地段的滑坡危险性有所下降, 这是由于该地区的黄土在长期的演化过程中, 比其他地区更为趋于稳定。

5.4 滑体厚度

滑体厚度是滑带土的变形与损伤是其发生发展的关键。将江头段村沙林下滑坡滑体厚度 d 分为: d_1 ($\leq 5\text{m}$)、 d_2 ($> 5\text{m}$ 且 $\leq 10\text{m}$)、 d_3 ($> 10\text{m}$ 且 $\leq 15\text{m}$)、 d_4 ($> 15\text{m}$ 且 $\leq 20\text{m}$)、 d_5 ($> 20\text{m}$ 且 $\leq 25\text{m}$)、 d_6 ($> 25\text{m}$ 且 $\leq 30\text{m}$)、 d_7 ($> 30\text{m}$)。

求解不同滑体厚度, SC_i 的值见图 4。

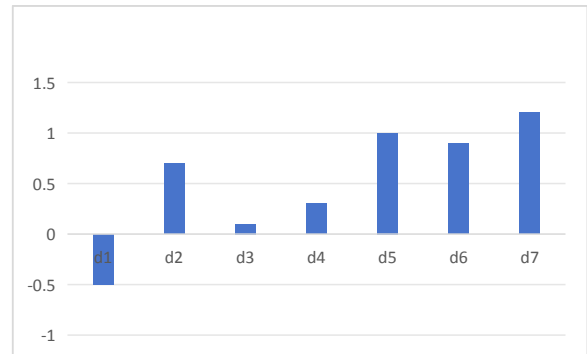


图 4 滑体厚度影响因素 SC_i 计算结果

图 4 可知: 对滑坡危险性的敏感度随其厚度的增加呈递减趋势, 其灵敏度在 $d \leq 5\text{m}$ 时敏感性最小, $d > 30\text{m}$ 时敏感性最高; 通过对该区典型地段 ($5\text{m} < d < 10\text{m}$) 的监测,

我们推测,由于长期受台塬灌区的灌溉水源的作用,导致了台塬面的坡体发育裂隙发育,加之其他外部条件的作用,使得该区发生滑坡的概率略微增加。

6 结论

①综合上述研究结果,江头段村沙林下滑坡最利于滑坡发生的主要地质环境条件是:坡高 $H > 125\text{m}$, 坡度 $30^\circ < i \leq 35^\circ$, 黄土厚度 $35\text{m} < h \leq 40\text{m}$, 滑体厚度 $d > 30\text{m}$ 。

②根据煤田勘探技术,建议进一步将滑坡坡向、植被覆盖度、降水强度以及地震等其他地质环境因子与滑坡灾害发生的敏感性进行研究,为江头段村沙林以及其他区域的滑坡地质灾害预防提供科学的参考依据。

参考文献

- [1] 杨光,徐佩华,曹琛,等.基于确定性系数组合模型的区域滑坡敏感性评价[J].工程地质学报,2019,27(5):1153-1163.
- [2] 吴杭,张绪教,乔彦松,等.基于确定性系数与证据权模型的滑坡灾害敏感性评估:以金沙江龙开口一期纳段流域为例[J].现代地质,2017,31(6):1269-1277.
- [3] 冯杭建,周爱国,唐小明,等.基于确定性系数的降雨型滑坡影响因素敏感性分析[J].工程地质学报,2017,25(2):436-446.
- [4] 王志恒,胡卓玮,赵文吉,等.基于确定性系数概率模型的降雨型滑坡孕灾环境因子敏感性分析——以四川省低山丘陵区为例[J].灾害学,2014,29(2):109-115.
- [5] 朱永和,李清波,邓伟杰,等.基于改进传递系数法苗家坝刘家滑坡稳定性研究及敏感性分析[J].河南科学,2021,39(7):1119-1126.
- [6] 陈绍文,陈廷芳,王雪林,等.宜宾岷江南岸半边街滑坡稳定性及敏感性评价[J].中国水土保持,2023(2):45-49.
- [7] 吴森,张文,刘民生.西藏地区崩塌滑坡影响因子敏感性分析[J].中国地质灾害与防治学报,2023,34(3):109-117.
- [8] 任奋华,杨志军,刘艳,等.滑动带稳定系数的敏感性影响规律的研究[J].金属矿山,2009(5):155-157.
- [9] 郑景莹,谈树成,王超,等.基于CF-PCCs模型的维西县滑坡致灾因子敏感性分析[J].云南大学学报(自然科学版),2023,45(2):369-378.
- [10] 李太清,曾树元,王瑞,等.基于潘家铮法的滑坡涌浪参数敏感性分析[J].中国农村水利水电,2023(7):272-276+284.