

南芬铁矿冯家东沟排土场泥石流防治探讨

韦 鹏¹, 赵 亮², 杨志双³, 鲍东明¹, 刘雪丽⁴

(1. 辽宁省地质环境监测总站, 辽宁 沈阳 110032; 2. 沈阳地质矿产研究所, 辽宁 沈阳 110033;
3. 吉林大学建设工程学院, 吉林 长春 130026; 4. 辽宁省地质矿产研究院, 辽宁 沈阳 110032)

摘 要: 分析了辽宁南芬铁矿冯家东沟排土场泥石流形成原因、造成危害, 运用模糊数学原理, 进行南芬铁矿冯家东沟排土场泥石流危险度评估, 进而探讨泥石流预防治理体系, 浅析减轻泥石流灾害与可持续发展的关系。

关键词: 排土场; 泥石流; 评估; 防治; 辽宁南芬铁矿

1 研究区概况

本溪属辽宁省主要矿业城市之一, 矿业活动十分频繁。本溪南芬大型露天铁矿从第一期就设计了 2[#]排土场, 用以堆放矿体上部剥离下来的废弃岩石。排土场位于南芬铁矿顶盘西部的大东沟及冯家东沟地带^[1], 本文将对冯家东沟地带排土场(以下简称冯家东沟)泥石流的形成、危害、防治方面进行分析研究。

南芬矿位于中、高山地带^①, 冯家东沟区域地形为低山沟谷, 其标高在 249.0~614.8 m 之间。排土场位于东坡, 长约 850 m。排土场坡顶标高为 600 m 左右; 坡脚高低起伏较大, 最高标高 530 m, 最低标高 370 m。排土场斜坡倾角 35~44°。

研究区属北温带季风区, 雨量比较丰富, 年均降水量为 847.8 mm, 年最大降水量 1212.7 mm。降雨量多集中在 7~8 月份, 约占全年降水量的 50%。区内地下水主要为第四系孔隙潜水, 含水层厚度变化较大, 地下水位受大气降水影响较大。

该排土场所排放的土石方受降雨冲刷影响, 有泥石和含砂洪水自谷底河床流淌。2002 年夏季由于连降暴雨, 在冯家东沟上游产生稀性泥石流, 致使河道淤积, 河床改道, 淹没部分农田。

通过在冯家东沟河谷南坡开挖探槽, 发现地表土很薄, 只有 2.0 m 左右。由于植被稀少及过度开垦, 下雨时极易带走泥土, 现已形成多条沟壑。

2 泥石流发生条件分析

泥石流是山区特有的一种自然地质现象^[1]。它是

由于降水(暴雨、融雪、冰川)而形成的一种挟带大量泥砂、石块等固体物质的特殊洪流, 是各种自然因素和人为因素综合作用的结果, 泥石流发生条件划分为自然条件和人为条件两大方面。

自然条件归纳起来有 3 点。

- (1) 地形条件: 有陡峻便于集水、集物的地形;
- (2) 地质条件: 有丰富的松散物质;
- (3) 水文气象条件: 短时间内有大量水的来源。

以上三者, 缺一便不能形成泥石流。

如前所述, 该区特有的地形地貌条件有利于水和碎屑物质的集中, 其汇水面积大, 植被覆盖率差, 在暴雨条件下, 边坡被雨水冲刷, 可能会形成小规模含砂泥石流。当排土场形成一定规模后, 在雨季很可能形成大颗粒泥石流。

泥石流的形成、发展离不开物源补给, 松散固体碎屑物是泥石流的主要组成部分, 它的类型、结构、储量等都直接影响泥石流的性质。

该区泥石流固体物源主要是排土场所排的各种碴体, 其岩石种类为花岗岩、石英长石片岩、角闪片岩等大块岩石, 由于其重力的作用, 大块岩石滚至排土场坡底, 而小块岩石则留在坡上部。南芬铁矿设计的 2[#]排土场规划容量为 3800×10⁴ m³, 为泥石流提供了丰富的固体物质来源。

此外, 由于 2[#]排土场采用单台阶全段高排土方式, 它顺着沟谷流向前推进, 每年推进约 5~10 m。目前冯家东沟一带为汽车排碴, 排岩地点在沟的东南部, 所排废石粒径相差很大, 排土台阶高达 210 m, 不

收稿日期: 2006-09-21; 修回日期: 2007-05-14。张哲编辑。

①辽宁省地质环境监测总站. 南芬铁矿 2[#]排土场稳定性分析及治理研究. 2005.

利于土场稳定,且植被覆盖率低.因此每逢连降暴雨,在山洪激发下,沟岸碎屑物被冲蚀,洪流的容重骤然增大,挟砂携石奔泻而下,再加上一些较陡谷坡上的滑坡等活动,为泥石流提供了充分的碎屑物源.

冯家东沟从上游到下游具有明显的泥石流形成区、流通区和堆积区 3 个区段^①:形成区呈漏斗状,周围山体坡度多在 24~42°;流通区坡陡且长;堆积区坡度比较平缓,堆积物呈扇形堆积,地面多高低不平.

泥石流发生的人为条件为陡坡开荒及植被过度砍伐.由于植被稀少,开垦过度,泥土松散且已形成多条沟壑,使本来已固结的松散物质处于疏松状态,同时失去了植物根系的拦阻,便于搬运,容易形成泥石流.

3 泥石流危险性分析

泥石流危险度的模糊评估^[1],主要借助模糊数学原理,建立冯家东沟泥石流危险度评估模型,进行其危险度评估.评估的数学模型和框图如图 1 所示^[2],评价对象如表 1 所示.

$$W \rightarrow \boxed{E} \rightarrow R$$

图 1 模糊数学评估模型框图

Fig. 1 The block diagram for evaluation model by way of fuzzy mathematics principle

具体步骤有 3 项,即参评因子的选择;参评因子权重值的确定;危险度的模糊评价.详述如下:

设被评价对象为 $S=(S_1, S_2, \dots, S_n)$, $R=(r_1, r_2, \dots, r_m)$, 为 m 个评估对象的评估结果矩阵,数学模型为

$$R=W \times E$$

$W=(w_1, w_2, \dots, w_n)$ 为权重矩阵, P 为系数矩阵, E 为模糊矩阵, $P=(p_1, p_2, \dots, p_n)$, $E=(a_{ij})_{m \times n}$

表中,参评因子 S_1, S_2, S_3, S_4, S_7 是实际测量值;降雨量 S_4 是根据矿区降雨量等值线图,采用插值法来确定的;开发方式及规模 S_9 是根据排放的弃土、石、碴量经验确定的,由采石场弃土、石、碴而诱发的泥石流定为 0.8~0.75;参评因子 S_6 参照线路标准进行了分级;参评因子 S_5 物质组成比例是根据实际情况而确定的.

通过相关性检验,规范化处理(原始数据无量纲化、归一化处理),计算得出冯家东沟各元素的权重值为 $W=(0.289, 0.056, 0.151, 0.062, 0.041, 0.021, 0.161, 0.111, 0.115)$,模糊矩阵 $E=(0.252, 0.010, 0.109, 0.635, 0.556, 0.959, 0.906, 0.250, 0.793)$.

表 1 冯家东沟泥石流危险度评价对象表

Table 1 The factors for evaluation of danger degree of debris flow at Fengjiadonggou

三大基本因子	S_1	固体松散物质储量及动储量
	S_2	流域面积
	S_3	流域沟道信息
	S_4	降雨量
	S_5	物质岩性组成比例
区域性因子	S_6	泥石流沟相对距离
经济区位因子	S_7	距矿区中心距离
	S_8	距主要交通线路的距离
	S_9	开发方式和规模

冯家东沟模糊评判结果值 $R=0.352$,其危险性等级评价为中度危险.

综上,冯家东沟各评价对象对泥石流发生的相关性排序(由大至小)为:固体松散物质储量及动储量(0.289) 距矿区中心距离(0.161) 流域沟道信息(0.151) 开发方式和规模(0.115) 距主要交通线路的距离(0.111) 降雨量(0.062) 流域面积(0.041) 物质岩性组成比例(0.021) 泥石流沟相对距离(0.056).

4 泥石流防治探讨

泥石流作为中国主要自然灾害之一,其防治已日益成为山区经济发展的紧迫而重要的课题.矿山的开采往往引起植被破坏,生态环境失衡及增加固体松散物质来量,但可采取措施抑制泥石流灾害产生.

泥石流携带大量固体物质^[3],突然暴发,给山区交通设施、工矿及村镇农田的破坏带来的直接经济损失很大,而泥石流对河床演变及对生态环境的影响所造成的损失是难以估算的,而且要恢复环境决非短期能奏效的.

泥石流将大量泥沙带入河流,其影响还危害到河道下游,使河流含沙量大增.泥石流对区域环境影响最为明显的是泥石流发育地区土地逐渐沙化,使山区宝贵的可用土地资源不断减少.

泥石流对区域环境另一个突出的影响是,通过河床演变使比较稳定的山区河流变成不稳定的游荡型河流.河床淤积抬高,还导致两岸地下水位抬升,使两岸土地盐碱化或沼泽化.泥石流活动还使水土流失加重,从而失去了调节气候、涵养水源和保持水土的能力.

辽宁省泥石流灾害分布十分广泛,具多发性、频

发性,造成不同程度危害.合理地实施泥石流规划防治工程,提高工程效益与使用年限是泥石流防治工程规划设计中的核心内容之一.

一般来说,处在不同部位的泥石流防治措施的侧重点应该有所不同.形成区的防治以固床、护坡、拦挡等工程措施为主,当然随着固体物质来源的差异,防治措施有所不同:流通区主要采用排导、稳沟、林业等措施进行治理;堆积区的治理则应以导流堤、停淤工程、农业牧业等综合措施为主.

冯家东沟排土场泥石流的防治^[4],归纳起来主要有以下几方面,详情参见表2.

(1) 拦防工程措施.在冯家东沟修建谷坊等拦防补救措施,防止灾害对人民生命财产造成威胁.

(2) 治水措施.特别在雨季由于地下水位较高,应采取排水措施,使边坡处于疏干状态,保持岩体相对干燥,以增加边坡的稳定性.

(3) 边坡监测.掌握边坡变形规律,预测边坡稳定性.监测的主要任务有位移监测和水位监测.

另外,为防治排土场边坡对冯家东沟下游造成危害,应进行综合治理,如设置拦石网、建谷坊等.

(4) 建立泥石流预测预报预警系统^[5].进行泥石流发展趋势分析,开展危险度中长期及短时预报等.

5 减轻泥石流灾害与可持续发展

山区生态环境退化导致泥石流的产生和发展,泥石流的活动又加速生态环境的恶化,这种恶性循环严重制约山区经济的发展.

除了要合理布局矿山的泥石流导流堤和停淤场

表2 冯家东沟泥石流防治体系表
Table 2 Prevention and control system of debris flow at Fengjiadonggou

分类	措施	工程
治理	工程措施	拦挡工程,排导工程,固沟工程,护坡工程,调治工程,停淤工程
	生物措施	林业工程,农业工程
预防	预报预警	预测预报,报警措施,居民避难
	管理措施	行政管理,技术培训,社会宣传

工程以外,还要稳定处理尾矿废渣堆积场(排土场),以免形成新的泥石流物质源.因此,采用拦、护、导相结合的综合治理措施是防治工矿泥石流灾害的有效途径.

减灾不是对发展的削弱和限制^[6],而是发展的基础保障,发展则是减灾的动力——只有发展才能为减灾提供有力的支持.

参考文献:

- [1]《工程地质手册》编写委员会.工程地质手册(第三版)[M].北京:中国建筑工业出版社,1992.602—608.
- [2]肖新平,宋中民,李峰.灰技术基础及其应用[M].北京:科学出版社,2005.232—266.
- [3]费祥俊,舒安平.泥石流运动机理与灾害防治[M].北京:清华大学出版社,2004.209—238.
- [4]张以诚,钟立勋.滑坡与泥石流[M].北京:民族出版社,1987.91—99.
- [5]周必凡,李德基,罗德富,等.泥石流防治指南[M].北京:科学出版社,1991.184—194.
- [6]朱训,张业成,高庆华,等.减轻地质灾害与可持续发展[M].北京:中国科学技术出版社,1999.80—96.

(下转第212页)

6 结语

通过对土壤背景值的研究分析,将会详细了解河套地区土壤中各元素的区域背景,了解各元素在河套地区的区域分布特征,可以为河套地区的农业、环境、地方病以及其他行业提供全面、基础、丰富的区域地

球化学资料,更好地为河套地区的经济发展服务.

参考文献:

- [1] 王云,魏复盛,等.土壤环境元素化学[M].北京:中国环境科学出版社,1993. 47.

CHARACTERISTICS OF SOIL BACKGROUND VALUE IN HETAO AREA, INNER MONGOLIA

GAO Hong-xia¹, WANG Xi-kuan^{2,3}, ZHANG Qing², LI Shi-bao²

(1. Engineering School of Inner Mongolia, Hohhot 010020, China; 2. Inner Mongolia Institute of Region Geological Survey, Hohhot 010020, China; 3. China University of Geosciences, Beijing 100083, China)

Abstract: Based on the multi-target regional geochemical survey for surficial soil in Hetao area, Inner Mongolia, the background value of soil is analyzed. The result shows that most of the element contents in the area are lower than those in the rest regions of China as well as in the world. However, some elements are higher in content than other areas, such as CaO, MgO, As and F. Such analysis of the background value of soil will provide basic data for local agriculture, environment and endemic disease study.

Key words: background value; Hetao area; geochemical characteristics; multi-target

作者简介:高红霞(1966—),女,内蒙古赤峰市人,讲师,1991年毕业于中国地质大学(武汉)地球化学专业,主要从事地球化学专业教学和研究,通信地址 内蒙古呼和浩特市 内蒙古工程学校,邮政编码 010010, E-mail/hmgpanhj@163.com

(上接第 217 页)

DISCUSSION ON PREVENTION AND CONTROL OF DEBRIS FLOW AT FENGJIADONGGOU DUMPING GROUND IN NANFEN IRON MINE, LIAONING PROVINCE

WEI Peng¹, ZHAO Liang², YANG Zhi-shuang³, BAO Dong-ming¹, LIU Xue-li⁴

(1. Liaoning Monitoring Station for Geo-environment, Shenyang 110032, China; 2. Shenyang Institute of Geology and Mineral Resources, Shenyang 110033, China; 3. College of Construction Engineering, Jilin University, Changchun 130026, China; 4. Liaoning Institute of Geology and Mineral Resources, Shenyang 110032, China)

Abstract: The article analyzes the cause and harm of the debris flow disaster occurred at the Fengjiadonggou dumping ground in Nanfen Iron Mine, Liaoning Province. The danger degree of debris flow is assessed by way of fuzzy mathematic principle. The prevention and control system for debris flow in the area is discussed. The interrelation between reduction of debris flow disaster and sustainable development is also expounded.

Key words: dumping ground; debris flow; assessment; prevention and control; Nanfen iron mine in Liaoning Province

作者简介:韦鹏(1983—),男,助理工程师,现在吉林大学应用技术学院勘查技术与工程专业学习,主要从事水文地质、工程地质、环境地质方面的生产与研究,通信地址 沈阳市北陵大街 29 号 1 门,邮政编码 110032, E-mail/lyzg7922@163.com