

保定西部矿山泥石流特征与防治措施

李婧, 薛丁炜

(河北省保定地质工程勘察院, 河北 保定 071051)

摘要: 地质灾害的形成原因有自然的也有人为的, 矿山泥石流就是由人为因素为主导, 在矿山一带沟谷内形成的。由于物源堆存量 and 地域短时降水量大小的不同, 使灾害发生的规模和对附近居民带来的影响也各不相同。该文以保定西部矿山泥石流特征为例, 弄清地质灾害的发生机制和发展规律, 对防灾减灾、环境保护及灾害治理工作有着极其重要而深远的意义。

关键词: 矿山泥石流; 发生机制; 成因分析; 防治措施; 保定西部

中图分类号: P642.23

文献标识码: B

0 引言

泥石流是一种暴发突然, 危害十分严重的地质灾害。近年来, 泥石流的发生与人类工程活动的关系更加密切起来。特别是人们对山区地带矿产资源的开发, 改变了原生地形地貌条件, 局部加剧大气降水场的变化, 使该区内泥石流灾害发生的频率增高, 尤其是矿山泥石流, 已构成了一种危险性较大的灾种^[1,2]。矿山泥石流的形成与自然界的泥石流一样, 也须具备3个基本条件, 即地质因素、地形因素和水文气象因素; 但矿山泥石流更突出了人为因素在其形成过程中的作用。

保定市辖区范围内的西部属太行山东麓的山地和低山丘陵区, 地跨曲阳、阜平、唐县、顺平、满城、徐水、易县、涑水、涑源9个县。该区赋存有大量的金、银、铁、铜、铅锌、钼等金属矿和花岗岩、大理石、石灰岩、白云岩、页岩等非金属矿。随着当前经济开发力度的增大, 矿业经济也兴盛起来。但由于早期矿业活动的无秩序性, 使一些矿区的地质环境遭受了大规模且程度严重的破坏。尤其是赋矿品位较低的金属矿山, 往往在矿区及附近堆存大量的废渣石或废土石, 这些废渣石或废土石随意堆放于沟谷或沟谷附近的山坡和坡脚地带, 在压占土地资源和破坏地

质环境的同时, 构成了泥石流灾害发生的物源条件。2010年6月中旬, 该区北部涑水县九龙镇一带突降暴雨, 暴雨在该地形成了多处规模各异的泥石流灾害点, 其中包括矿山泥石流5处, 自然碎屑物源泥石流8处; 矿山泥石流规模最大的近2万 m^3 。洪灾中死亡2人, 受灾人数3100多人, 直接经济损失约为8198万元。

1 自然及地质环境背景

保定市属暖温带大陆性季风气候, 西部山区年平均气温 $11.5 \sim 12.7^\circ\text{C}$ (涑源 8.3°C), 年平均降水量 $383.5 \sim 680.5 \text{ mm}$; 顺平县境内暴雨中心的历史最大日降水量704 mm (1963年)。

区内河流属大清河水系, 主要有大沙河、唐河、漕河、易水河、拒马河等, 以上河流现仅拒马河仍为常年性河流, 季节水量变幅较大。

该区总体地势呈西高东低分布, 西部边缘为中高山地, 中部为中低山地, 东部边缘为低山丘陵地带。各分带地形起伏变化幅度大小不等, 地面标高 $30 \sim 2286 \text{ m}$ 。该区的地貌单元包括山地、盆地、丘陵、台地、沟谷、河谷及漫滩。其中, 沟谷的长度和宽度、山坡坡度缓急变化各不相同, 沟谷内的汇水面积大小各异, 沟谷上游汇水面积在 1 km^2 以上的沟谷

* 收稿日期: 2010-10-13; 修订日期: 2010-12-20; 编辑: 曹丽丽

作者简介: 李婧(1967—), 女, 湖南临澧人, 工程师, 主要从事矿区水文地质、地质灾害治理、工程勘查、施工、危险性评估等工作; E-mail: ningquichuchen@126.com。

约有几百条。

该区所处大地构造单元属中朝准地台燕山台褶皱带之军都山岩浆岩带和山西断隆之五台台拱。基岩地层有新太古代早期的阜平岩群、新太古代晚期的五台岩群、古元古界滹沱群、中元古界长城系和蓟县系、新元古界清白口系、古生界寒武系和奥陶系。第四纪地层主要分布于盆地和地处低山丘陵东部边缘及以东的平原地带;山区的沟谷及漫滩地带仅有少量堆积。该区岩浆岩仅局部呈带状出露。

该区内与地表水联系密切的地下水主要为赋存于第四纪地层中的包气带水和赋存于基岩地层向外排泄的泉水。由于该区连年干旱,包气带水的水位降幅较大,因而只在降水时才可能向河流排泄补给,泉水大都断流。

2 矿山泥石流形成机理分析

首先是沟谷的汇水面积和自然坡降的影响,汇水面积和自然坡降大的沟谷内灾害更易发生。其次山坡坡度的影响,当将矿山废渣石堆放于陡坡上时,废渣石浸水后会顺坡滑向谷底而成为泥石流致灾物源。再次,前期降雨量是泥石流酝酿发生的基础条件之一,降水使泥石流混和的成灾物源条件充分形成,而一次降水所形成的最大雨水汇集流量的大小,是决定泥石流灾害是否发生及发生规模大小的关键所在。一般情况下,在成灾物源条件充分形成的前提下,沟谷内雨水汇集流量越大则成灾的规模也越大。而沟谷内雨水汇集则受山坡植被的发育状况、沟谷及坡面的粗糙程度、沟谷的自然坡降等因素的影响,它们决定沟谷内的形洪规模、流速和时长。

泥石流发生的激发因素为短时降雨强度和雨水汇集流量。一般认为,上游沟谷汇水面积越大,植被发育程度越低,则沟谷内短时雨水汇集流量也越大^[3]。根据近期气象及水文资料,保定西部山区暴雨的降雨强度大于21 mm/10min。根据四川某地区自20世纪60年代至21世纪初泥石流灾害发生和降水观测资料,当暴雨中心地的短历时降雨强度大于10 mm/10min时即可导致泥石流灾害的发生,而该区内的暴雨短历时降雨强度已高于这一临界值的1倍还多。当发生强降雨时,该区范围内每1 km²面积的雨水汇集流量为33.8 m³/s,而许多沟谷的汇水面积远大于1 km²。

2.1 矿山泥石流物源条件的形成

矿山采矿常会形成大量的废渣石和废土石。如露天采矿时大量剥离压覆于矿体之上的山皮、风化层等非富矿覆盖物质;地下采矿时开挖平硐、川脉巷道、竖井及斜井等形成的废渣石;开挖矿体时附带采出的非矿物质;选矿后形成的碎石状废渣以及砂或粉砂状尾矿等固体物质,都是矿山采矿活动中形成的构成泥石流灾害发生的物源材料。如果将这些物质随意堆放于受水流影响的坡谷位置或附近地带,便很有可能在洪水来临时混入洪流中而形成规模各异的泥石流灾害^[4]。

为了生产的方便和对环境保护意识的低下,矿山生产产生的松散物质如矿山废渣、废土石及尾矿等大都堆积于矿山附近沟谷的谷底及近谷底的山坡地带。堆于谷底的废渣及废土石等物质直接就构成了致灾物源;堆放于山坡上的废渣或废土石,则会由于堆坡坡角超过碎屑物质自然堆积的天然安息角或由于这些碎屑物质受降雨影响浸水失稳而滑至谷底,也将成为矿山泥石流灾害发生的致灾物源,而产生碎屑物质数量大的矿山,大多数都不会外运而就近堆积,如果没有规划或设有防护及治理措施,这些碎屑物质堆积在上游汇水面积较大的沟谷内,都将成为矿山泥石流灾害发生的致灾物源堆积。

2.2 矿山泥石流物源的分布特征

一般情况下,铁矿产生的废弃碎屑物质量较大,包括废土石、粗选废渣、精选尾矿等。在该区范围内,一个年产10万t矿石的铁矿每年由于矿山生产将产生约60万m³的废土石、50万m³的粗选废渣和80万m³的精选尾矿。这些碎屑物质都将堆存于矿山周围的沟谷及山坡地带。其他的金属矿山所产生的废弃碎屑物质量也较大,约为铁矿的1/2~2/3。非金属矿山所产生的废弃碎屑物质量均较小,一般不到所采矿石量的1/10,所以这类矿山一带发生矿山泥石流灾害的几率小,规模小,危险性小。

2.3 危害(险)性评估

泥石流的危害程度一般以受损人数和财产损失量和衡量确定,具体分级情况见表1。

3 矿山泥石流防治措施

3.1 人为因素的防治

人为因素指由于人类采矿或其他工程活动所形

表1 地质灾害危害程度分级

灾害程度 分级	死亡人数 (人)	受威胁人数 (人)	直接经济损失 (万元)
一般	<3	<10	<100
较大	3~10	10~100	100~500
重大	10~30	100~1000	500~1000
特大	>30	>1000	>1000

成的对自然环境造成的破坏和影响,同时,利于灾害酝酿和发生。对因人为因素影响而形成的泥石流易发区的防治,视情况不同而措施各异。随意堆积于山坡或沟谷的采矿废渣石,可以采用减小单位堆积量的方法,将废渣石堆放于汇水面积和沟谷自然坡降较小的安全地带或直接在渣堆坡脚处设置各种堤坝、护坡及其他拦挡结构的方法进行处理。对尾矿库内的尾矿,除不得超限堆载外,只需加强库口处的护库坝体。对在强风化山梁上取土造成的上游积水下游逐渐酝酿而成的先滑后流的灾害物源,一方面要在上游积水区疏水止水,另一方面,还应继续在山坡上向下减载;对这类灾害体来说,虽然固坡也可作为措施之一,但由于其经济技术比较低,一般不采用^[5]。

3.2 自然因素的防控

自然因素要考虑自然坡降和流水因素的影响。解决坡降的影响一般采用人工填沟造田等工程的方法来解决(图1);而对待流水这一问题,最有效的办法就是对汇集流量较大的洪水采用“分流”工程的方法来减少灾害发生的可能或降低灾害发生的规模,从而避免或减少灾害对人类造成的损害。

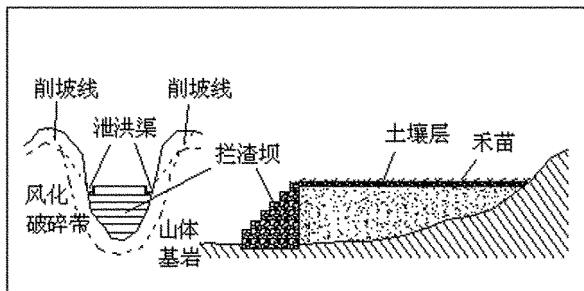


图1 泥石流沟造田治理横-纵剖面示意图

3.3 施工治理措施

(1) 拦挡措施:在泥石流沟中修筑各种形式的拦渣坝,如石笼坝、格栅坝,以拦截泥石流中的石块。

设置停淤场,将泥石流中固体物质导入停淤场,以减轻泥石流的动力作用。

(2) 滞流措施:在泥石流沟中修筑各种低矮拦挡坝(即谷坊坝),泥石流可以漫过坝顶,但其中的泥砂和石块却被拦挡下来。同时,谷坊坝有固定泥石流沟床,防止泥石流下切沟床并平缓纵坡,降低泥石流流速。

(3) 输排和利导措施:在下游堆积区修筑排洪道、急流槽、导流坝等设施,以固定沟槽,约束水流,改善沟床平面。在物源堆存量(如尾矿库)的区域,一般泥石流灾害的危险性较大。在此情况下,应考虑采取避让的措施进行处理。

4 结论

(1) 当以土建工程措施进行治理时,如设置拦渣坝的方法来减小泥石流的动力危害性,也要考虑预计的灾害场所对这一措施的适宜性,如拦渣坝的牢固程度是否具有承担一定程度或规模范围内灾害的能力,如果所筑坝体一冲即毁,那就是无效的。其原因可以是坝体的基础不牢,也可能是坝体的强度不够,必须在设计之初考虑周全。而当采用对治洪水的“分流”工程措施时,则必须考虑“分流”的效果如何,如果分流失败或分流工程的承载能力不够,整体治理措施仍然是无效的。

(2) 生物工程是治理矿山地质环境主要措施之一,但在治理泥石流灾害方面却效用不大,因为其在固护水土的同时,也同样阻滞了降水的自然排泄,而降水在包气带内的大量入渗,成为泥石流发育成型的危害条件之一,因此,采用时要根据治理区内的实际条件慎重施用。

参考文献:

- [1] 徐友宁,何芳,陈社斌,等. 矿山环境地质问题特点及类型划分[J]. 西北地质,2003,36(C00):19-25.
- [2] 涂怀奎. 中国地质灾害类型及其分布特征[J]. 矿产与地质,2000,14(2):35-39.
- [3] 吴明远,詹道江,叶守泽,等. 工程水文学[M]. 水利电力出版社,1987:278-279.
- [4] 陶连金,黄润秋,许强,等. 地质灾害过程模拟和过程控制研究[M]. 北京:科学出版社,2002.
- [5] 赵玉洁. 我国矿山地质环境存在问题及对策建议[J]. 西北地质,2003,36(S1):60-61.

Characteristics and Protection Countermeasures of Mudflow in Mines in Western Baoding City

LI Jing, XUE Dingwei

(Baoding Geo - engineering Exploration Institute in Hebei Province, Hebei Baoding 071051, China)

Abstract: Origins caused geological disasters are composed of natural factors and human factors. Mine mudflow is formed in valley and caused by human factors. Due to different stockpiling of materials and short - term precipitation, the scale of the disasters and the impacts to nearby residents are different. Therefore, the understandings of mechanism of geological hazards and development law are important in disaster prevention, environmental protection and disaster management.

Key words: Mine mudflow; mechanism; origin analysis; short - term rainfall intensity; rainwater catchment flow