薛虎沟矿地质灾害发育特征及危险性研究

杨峰峰（霍州煤电集团河津薛虎沟煤业有限责任公司，山西　临汾　041000）

摘　要：为了减弱地质灾害对矿井开采的影响，本文以薛虎沟矿为研究对象，对薛虎沟矿区所在地地质灾害的类型进行分析，给出了崩塌、滑坡、不稳定斜坡及泥石流等灾害的发生机理，同时研究发现随着开采厚度的增加，地表下沉量增大，开采深度越大，地表下沉量越小。通过分析地质灾害发生机理给出了斜坡及采空区下沉地质灾害的防治措施，为矿区安全开采做出一定的贡献

关键词：地质灾害；灾害防治；不稳定斜坡；泥石流

Abstract：In order to reduce the influence ofgeological disasters on mine mining, this paper takes Xuehugou Mine as the research object to analyze the types ofgeological disasters in Xuehugou Mining Area, andgives the occurrence mechanism of disasters such as collapse, landslide, unstable slope and debris flow. At the same time, it is found that with the increase of mining thickness, the surface subsidence increases and the mining depth increases.The smaller the surface subsidence is.By analyzing the occurrence mechanism ofgeological hazards, the preventive measures againstgeological hazards of slope andgoaf subsidence aregiven, which make certain contribution to safe mining of mining area.

Key words：geological disasters；Disaster prevention and control；Unstable slope；Debris flow

1 引言

地质灾害是指由于人类或自然作用下造成人身、财产、环境损失的自然灾害。在我国由于地域辽阔，使得我国地质灾害发生呈现多样性的特点。一般来说地质灾害的形成由于众多影响因素共同作用，如地震损伤、冻融、渗流等。据统计我国在 2020 年前半年我国共发生地质灾害 3000 多起，造成人员伤亡 100 多人。此前众多学者对地质灾害的控制进行过一定的研究，李霞为了降低煤矿地质灾害的不良影响，分析了煤矿地质灾害发生的原因给出了有效的防治措施，为煤矿的安全生产做好铺垫。李伟基于我国煤矿矿井开采的地质灾害类型，分析了矿井地质灾害，从 3 个方面分析了矿井地质灾害的类型及特征，为矿井正常开采提供一定的参考。本文以薛虎沟矿为研究背景，对矿区地质灾害进行研究，并给出了相应的治理方案，为矿井安全生产提供一定的参考。

2 地质灾害机理分析

薛虎沟矿位于山西省河津下化乡陈家岭村，生产能力 90 万 t/a，主采煤层为 $2^{\#}$、$10^{\#}$ 煤层，现主要开采 $2^{\#}$ 和 $10^{\#}$ 煤层。井田位于山西高原吕梁山脉中段东翼，总体呈西南高、东北低的中山地区。区内山高坡陡，沟谷深切，多呈“V”字型，缓坡及低山地区有黄土零星分布，山脊及陡坡处岩石裸露，风化剥蚀作用强烈，沟底多砂砾石。最高点在石千峰山，海拔 1775m，最低点在东南部的子房沟内，海拔 1057.7m，最大相对高差 717m，一般相对高差为 300m 左右，矿井平硐硐口标高为 1117.07m，与最高点石千峰山相对高差 658m。

通过对薛虎沟矿区所在地地质灾害的类型进行统计发现，全市共发生地质灾害 905 起，共造成人员死亡及伤亡人数分别为 685 人和 28 人，其中地质灾害发生类型统计图如图 1 所示。

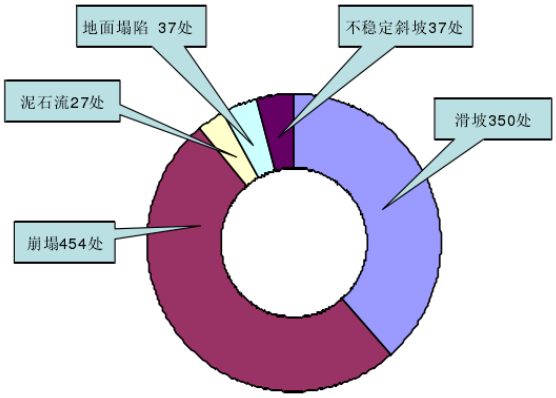

图 1　地质灾害发生类型统计图

从图 1 可以看出，全市发生地质灾害共计 905 次，其中崩塌发生的次数最多为 454 起，约占总发生次数的一半，滑坡事故发生次数为 350 次，不稳定斜坡与地面塌陷分别发生 37 次，泥石流发生次数最少为 27 次。

滑坡事故发生大多为黄土地质，发生滑坡事故时斜坡的坡度为 40° 以上，主要造成原因为人为切削。由于人为切削造成斜坡角度大于自然安息角，使得岩层出现边坡的不稳定现象，加之岩土由于自然作用使得摩擦力减小，导致岩土发生滑坡。

崩塌事故是由于在自重作用下岩体出现脱落现象，崩塌一般多发生于坚硬边坡，由于人类活动的影响使得变形变陡，此时由于岩石的自重使得岩石内部的张力大于岩石的粘聚力，此时在岩石内部形成裂缝，随着时间作用使得裂缝逐步扩展，形成贯通裂缝，随着外部载荷作用 使得岩石出现脱离母体岩石的现象，形成塌落。一般塌落在边坡位置产生，在坡脚位置形成堆叠。

泥石流一般发生在陡峻便于积水的位置，由于地形较为陡峭和山高沟深，且岩层构成较为松散，在积水的作用下松散物质发生流动，形成泥石流，泥石流的地貌

可以分为三个部分，分别为形成区、堆积区和流通区。在形成泥石流的上游位置为漏斗状，使得陡峭位置形成冲击能，当能量 过大时发生泥石流，造成地质灾害。泥石流的形成示意图如 2 所示。

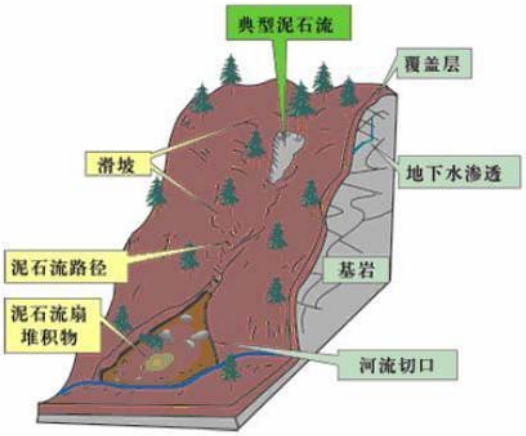

图 2 泥石流的形成示意图

3 地质灾害评价分析

薛虎沟矿区的地质结构总体来说较为简单，其呈现单斜构造，类似水平，在进行浅埋煤层开采过程中，出现工作面沉降，在某些位置的沉降量最大值超过了1000mm。地表的塌陷多呈现椭圆坑和圆形坑，塌陷区从开始的坑逐步向四周发生扩展，根据对薛虎沟矿地表沉陷量进行统计分析，将其分为三个阶段，分别为开始沉降阶段，此时的沉降速度小于 1.6mm/s，时间大致为开采 1–2 个月；活跃沉降阶段，此时的沉降速度大于 1.6mm/s，时间大致为开采 2–6 个月；衰退沉降阶段，此时的沉降速度小于 1.6mm/s，时间大致为开采 6 个月以上。

对开采深度与开采厚度对地表塌陷的影响进行分析，一般来说开采厚度不同使得覆岩的垮落带高度也就不同，而垮落带的高度直接影响着地表的变形情况，所以随着开采厚度的增大，垮落带的高度逐步增加，地表的变形也在逐步增加。当采煤深度不断增加时，此时由于煤层开采深度较大，地表变形整体较为平缓，此时地表的各项变形呈现减弱的去试试，所以可以看出，随着开采深度的增加，地表变形幅度逐步减小。

根据前面的分析可知，地表变形大致可分为三个阶段，初始、活跃、衰退，三个阶段的总和为地表移动的持续时长，移动持续时长公式可表示为：

$$T=T_c+T_h+T_s$$

公式中：T_c 为初始时长，d；T_h 为活跃期时长，d；T_s 为衰退期时长，d。

对煤矿地质灾害分区进行评价，采用定量分析的原则，对地质灾害的程度、空间位置、基本特征进行分析，将自然条件较为相似的地区分为一个单元采用 GIS 信息技术对矿山进行网格划分，并对划分好的各个单元进行信息叠加，最后确定不同单元的地质灾害发生等级。首先进行网格划分，网格划分尺寸分为 10km，将不同地质发生等级分为 A 地质灾害高发区、B 地质灾害中发区、C 地质灾害低发区、D 为地质灾害不易发区，分别取值为 4、3、2、1。当划分区域存在两种以上地质灾害时，此区域为地质灾害高发区，经过对薛虎沟矿进行地质灾害进行评价发现，矿山共有 11 个地质灾害高发区，12 个地质灾害中发区，8 个地质灾害低发区及 3 个地质灾害不发生区域。

对薛虎沟矿地质灾害进行防治，防治的原则遵循工程措施防治、避让措施防治及生物措施防治，本文为了降低矿区发生地质灾害损害程度，对矿区采空区及斜坡地质进行防治。为了阻止斜坡地质灾害，在矿区设置防滑挡墙、在斜坡打抗滑桩等，同时对斜坡进行护坡工程，对黄土地质的斜坡种植绿色植被，增大黄土的内聚力。对地面的沉陷进行防治，首先对矿区地面下沉应当加强预报，通过收集资料，结合采煤方法及采空区面积等对地面变形做好预测工作。对采空区上部建筑进行变形 检测，让影响较大的区域进行搬迁，避免出现新的灾害。同时对采空区沉陷等级较小，变形较小的区域进行植被的恢复，恢复采空区的正常运作。

4 结束语

本文结合薛虎沟矿区所在地地质灾害的类型对薛虎沟矿地质灾害进行分析，给出了崩塌、滑坡、不稳定斜坡及泥石流等灾害的发生机理，研究了开采深度与开采厚度对地表塌陷的影响发现，随着开采厚度的增加，地表下沉量增大，开采深度越大，地表下沉量越小。最后结合薛虎沟矿地质情况给出了斜坡及采空区下沉地质灾害的防治措施，为矿区安全开采提供一定的参考。

参考文献：

[1] 夏伟华，徐涵．基于 D-InSAR 技术的矿区地质灾害研究 [J]. 测绘与空间地理信息 ,2021,44(02):125-129+134.

[2] 黄嗣琪，徐晓明．矿区煤炭资源的开采强度对地质灾害的影响 [J]. 能源研究与管理 ,2020(04):102-104+110.

[3] 李霞．煤矿地质灾害预防技术措施应用 [J]. 能源与节能，2021(02):181-182.

[4] 李伟．浅析矿井地质灾害类型及预防措施 [J]. 中国新技术新产品 ,2020(20):116-117.

[5] 苏立，韩宸鹏．山西小回沟矿区地质灾害发育特征及危险性评估 [J]. 煤炭技术 ,2018,37(03):113-114.

[6] 陈涵思，张小连，武成周．矿山地质灾害发育特征初步研究 [J]. 世界有色金属 ,2018(13):2.

[7] 李科玉．黑龙江省矿山地质灾害特点及应对策略 [J]. 黑龙江自然资源 ,2019(10):54-55.

[8] 宁金波．矿山地质灾害及预防措施的研究 [J]. 科学技术创新 ,2013(8):12-12.

[9] 陈绍姜．矿山地质灾害类型及预防措施研究 [J]. 建材与装饰 ,2014(01):130-131.

作者简介：

宋锋锋（1991- ），男，2017 年毕业于安徽理工大学地质工程专业，从事煤矿地质测量管理工作。