云南都龙锌锡矿区地质灾害及防治对策

程先锋,张世涛,胡荣荣,叶许春

(昆明理工大学 国土资源工程学院,云南 昆明 650093)

摘　要:介绍了云南都龙锌锡矿区地质灾害的特征,分析了其成因,并针对性地提出了防治对策,对矿区今后的防灾减灾工作具有指导意义。

关键词:滑坡;泥石流;地面塌陷;地质灾害;矿区;防治对策

中图分类号:TD85;X141;X45　　**文献标识码**:B　　**文章编号**:1008 - 4495(2007)06 - 0067 - 03

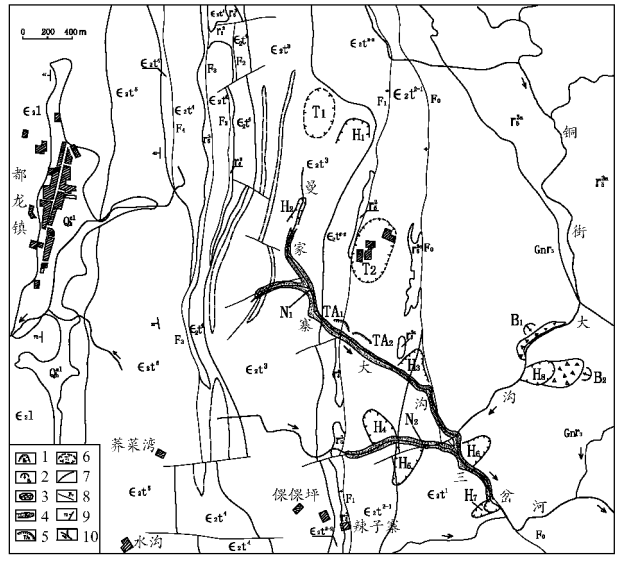
云南文山都龙锌锡矿区位于云南省东南部,隶属文山壮族苗族自治州马关县都龙镇,是以锌、锡为主的多金属共生矿体,是我国继云南个旧、广西大厂之后的第三大锡资源基地,也是云南省第三大锌资源基地。该区矿业的开发将大大加快当地的资源优势转化为经济优势,发展边疆经济。但在大规模开发利用过程中,云南都龙锌锡矿区在强烈地扰动原有平衡的地质环境的同时,忽视了生态环境保护与恢复治理,诱发了崩塌、滑坡、泥石流、地面塌陷、矿坑突水等地质灾害问题,对矿业生产和生命财产安全造成了严重的威胁和危害。

正确认识和对待矿山现状和可能诱发的地质灾害问题是保证矿山合理开发和可持续发展的前提[1]。笔者探讨了矿区内主要地质灾害的基本情况,并针对性地提出了防治对策,希望能为矿区的防灾减灾提供有益的参考。

1　矿区地质环境条件

矿区为亚热带高原季风气候,年平均降雨量 2 904.8 mm,5 —10 月为雨季,雨量占全年的 86 %。年平均蒸发量 2 219.3 mm。年平均气温 17.7 ℃,最高 32.2 ℃,最低 1.7 ℃。人类活动强烈,天然植被保存较差。

矿区地处云贵高原的南缘部分,属构造剥蚀、侵蚀中山地貌,沟谷纵横,切割强烈,自北而南,由高变低,呈阶梯状下降,地表坡度 15 °～20 °;矿区地层由寒武系变质岩组成,以石英云母片岩为主,夹大理岩、矽卡岩及花岗斑岩脉,岩石质量差,岩体破碎;东侧出露印支期眼球状花岗片麻岩和条痕状花岗片麻岩以及燕山晚期老君山复式花岗岩,岩石坚硬,阻水性好;基岩上覆第四系冲洪积层、残坡积层,厚度变化大;地下水类型主要有基岩裂隙水、岩溶裂隙水和孔隙水等类型,岩石富水性弱;区域地质构造处于北西向红河断裂、南北向康滇古陆及南岭纬向构造带的交汇部位,构造单元属马关 —文山隆起带;矿区地质构造位于南北向老君山复式背斜西翼的西南部。由于区域性东西方向挤压应力的作用,导致矿区形成与区域构造线协调一致的南北向宽缓褶皱及纵向断裂组成的单斜构造带,总体倾向西,顺岩层走向发育的一系列断裂构造中,F_0 为区域性断层,切割深,F_1 为控矿的层间断层;受构造影响,岩体结构面发育,岩体结构为层状碎裂结构;地震基本烈度为 6 度。地质环境条件总体复杂,为各种地质灾害的发育提供了条件(图 1)。



Q_h^{al} —第四纪冲积层;$\in_2 l$ —中寒武统龙哈组;$\in_2 t$ —中寒武统田蓬组;$G_n r_3$ —加里东期花岗片麻岩;r_5^3 —燕山期花岗岩;1 —滑坡及编号;2 —崩塌及编号;3 —崩塌堆积体;4 —泥石流沟及编号;5 —坍岸及编号;6 —塌陷区及编号;7 —地质界线;8 —断层;9 —岩层产状;10 —河流。

图 1　矿区地质背景及地质灾害分布图

收稿日期:2006 - 12 - 18;2007 - 07 - 27 修回

作者简介:程先锋(1982 —),男,硕士研究生,研究方向为工程地质与环境地质。E - mail:chengxfeng@163.com。

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

2　矿床地质特征及开发利用

矿区以锡石硫化物矽卡岩型矿床为主,主要锡锌工业矿体赋存于中寒武统田蓬组 $\in_2 t^2$ 复合岩性带内,含矿层厚达 200 余 m,内含多层规模大小不一,数量不等,产状形态不同的似层状、扁豆状、囊状、脉状矿体呈带状分布。矿床北部及西部矿体埋藏较浅,部分矿体出露地表,矿床东部矿体隐伏于地下深部。

自 1995 年以来,矿区内乱采滥挖现象严重,近地表矿体大多有民采坑道进入,掠夺性的开采使矿产资源遭到不同程度的破坏和浪费,也造成了地质环境的恶化,地质灾害时有发生。2002 年进行了矿山安全检查整顿,制止了民采活动。当前矿山开采得以规范,矿山建设规模不断扩大,主要为露采,部分矿体为硐采。

3　矿区主要地质灾害及其特点

脆弱的地质环境条件加上极其强烈的人类工程经济活动,使得矿区地质灾害十分发育,主要有崩塌、滑坡、泥石流、地面塌陷、地裂缝、矿坑突水等灾种,其中以滑坡、泥石流和地面塌陷的危害性最大。

3.1　滑坡

矿区内有规模不等、类型不同的滑坡 8 处,滑坡类型多为松散堆积层滑坡,部分为基岩滑坡。自然滑坡主要发育在河水下切侵蚀严重、地形陡峭、堆积物发育和集水条件好的河谷下部。人为滑坡发育在露天采场开挖的边坡、排土场形成的边坡等部位。这些滑坡在地貌上常表现出圈椅状滑坡后壁和滑坡体后缘的阶梯状错落陡坎。

自然滑坡大多处于稳定状态;人为滑坡受地形条件、工程活动的影响和制约较大,都处于活动状态,对矿山生产和生态环境造成一定的威胁和危害。如兴发采场北帮滑坡(H_1)不仅给采场生产构成损失,也造成了其上方运输公路开裂变形,影响交通运输,同时也是 N_1 泥石流碎屑物质的重要来源,威胁着废石场下方小选厂的安全。

除露天采场边坡易发生滑坡外,采矿剥离的大量废石土堆放比较松散,也易发生坍塌、滑坡,如果水量充足,还可能转化为泥石流。矿区兴发排土场由于未修建必要的拦挡工程,其外缘形成了大规模的滑坡(H_2),滑坡体呈舌状塌滑,长约 180 m,宽30～50 m,前缘与 N_1 泥石流相连,并逐渐过渡为泥石流,成为该泥石流碎屑物质供给的重要来源,严重威胁下游农田、公路和 1 个小选厂。

3.2　泥石流

矿区内泥石流沟主要有 2 条,均为沟谷型泥石流。

N_1 泥石流沟长约 1.6 km,流域面积约 3 km^2。上游为形成区,地形开阔,汇水面积 2.65 km^2。碎屑物质主要来源于兴发排土场的人工弃渣和流域内众多的小型坑道弃渣,其次还有冲沟两侧侵蚀坍塌的堆积物,合计储量在 200 $\times 10^4$ m^3 以上,具备发生巨型泥石流的条件。流通区位于曼家寨大沟下游,纵坡比在 20 %～25 %,沟道狭窄,两岸坍塌十分活跃。堆积区位于曼家寨大沟与铜街大沟交汇处以下的三岔河中,大量碎屑物质淤积于此,使整条河道已完全淤满。若突降暴雨或连续降雨,该沟很可能再次暴发大规模泥石流,危及沿沟生产生活设施、井采坑口和两岸农田,并造成很大的生态环境破坏。

N_2 泥石流沟长约 600 m,向东与 N_1 泥石流汇合,流域面积 1.8 km^2,主沟纵坡比降 20 %。碎屑物质由该沟中下游的 5 个采矿坑道弃渣提供,目前流域内弃渣储量估计在 50 $\times 10^4$ m^3 以上。该沟再次暴发泥石流的可能性也很大。

3.3　地面塌陷及地裂缝

矿区内的地面塌陷发育与地下采矿比较集中的区域一致,即曼家寨和金石坡一带,伴随着地面塌陷往往还发育有地裂缝。金石坡塌陷区(T_1)范围南北长 200～300 m,东西宽 100～200 m。出现局部地面塌陷,伴随大量的地面开裂,严重影响都龙—铜街公路的通行,造成了原都龙锡矿降压站机房开裂,安全隐患极大。曼家寨塌陷区(T_2)范围南北长 300～400 m,东西宽 100～200 m,在区内的房屋墙上可见 3～10 cm 宽的拉张裂缝及房屋歪斜,操场及地面上可见 3～5 cm 的拉张裂缝。该塌陷曾严重威胁居民的生命财产安全。

3.4　其他不良地质现象

矿区内崩塌有 2 处,规模分别约为 3.2 $\times 10^4$ m^3 和 1.8 $\times 10^4$ m^3,类型属沿节理和裂隙产生的倾倒型崩塌,活动性较弱,偶尔有零星坠石影响公路安全。

以往的乱采滥挖留下了许多老窿,部分产生了积水。矿山整顿后实行露天开采,在施工和生产过程中,时而出现老窿积水突然涌出,危及采矿工人和设备安全。

综上可知,矿区内地质灾害的特点有:类型多样,危害或隐患严重,分布集中,主要沿泥石流沟谷上游和沿途展布,与采矿活动区域相一致;地质灾害之间还具有链生性和关联性,如崩塌前端形成滑坡,滑坡转化为泥石流,地面塌陷伴随地裂缝等,崩塌和

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

滑坡为泥石流提供物源,泥石流掏蚀坡脚,加剧崩滑的产生;由于崩、滑、流地质灾害受降雨激发影响较大,所以其发生还具有很强的季节性;地质灾害的破坏具有渐进性与突发性[2]。

4　矿区主要地质灾害成因分析

矿山是人类工程活动对地质环境影响最为强烈活动的场所之一,相应地,地质环境对人类活动也有明显的反馈[3]。都龙锌锡矿区地质灾害的形成就是该区的自然条件和人类活动叠加作用的结果,其中人为因素起着主要作用。

4.1　滑坡成因

矿区内滑坡从滑动方式上看多属于牵引式滑坡,主要是因为滑坡体下部因河流掏蚀或人工边坡开挖而发生逐级向下滑动。主滑动面一般为松散堆积层与下伏基岩的接触面或强风化岩石与新鲜岩石的界面。诱发滑坡的主要因素有岩土体性质、地质结构、地形地貌、降雨以及人类工程边坡开挖。①矿区内第四系分布广泛且覆盖较厚,局部可达 80 m,土体结构松散—中密,力学强度低,具中等压缩性;②受构造影响,岩体各种结构面(断层面、片理面、节理面、不整合面等)发育,岩体破碎,如果岩层倾向和斜坡坡向一致,更不利于边坡的稳定;③沟谷深切,或人工开挖形成高陡边坡,为滑坡提供了临空面;④本区降雨集中且充沛,对边坡冲刷或转化为地下水产生动水压力和静水压力并浸润与软化边坡岩土体,更是激发或加剧了滑坡的活动。

4.2　泥石流成因

泥石流的发生要具备 3 个条件:丰富的松散固体物质、一定的地形坡度和充足的水源。区内第四系松散堆积物较厚,基岩破碎,而未合理堆放的采矿剥离和采掘的废渣是主要物源。2 条泥石流沟纵坡坡度为 11.3°～16.7°,处于最适宜泥石流发育的沟谷坡度 6°～17.5°的区间范围(丁永建,1989)。充沛的降雨汇水提供了激发条件。可见,矿区内物、水、坡三要素的有利耦合为泥石流的发生提供了良好条件。

4.3　地面塌陷与地裂缝成因

二者的成因都与地下采矿的坑道和采空区塌陷紧密相关。T_1 塌陷是因地下乱挖滥采遗留的采空区内的支护系统失效而引起,T_2 塌陷是该区采铜矿遗留的采空区内支护系统失效而引起。地裂缝大多呈弧状或放射状排列,显示了地下采空区陷落的特征。曼家寨以南一带的地裂缝大致呈南北向排列,沿 960 坑道展布,反映出这些地裂缝的形成是 960 坑道塌陷所致。

5　防治对策

坚持“在保护中开发,在开发中保护”和“谁使用,谁恢复;谁破坏,谁治理”的原则,遵循“以防为主,防治结合”的方针,将防治工程与矿产资源合理开发利用、矿区生态环境建设相结合,对实现社会经济和生态环境可持续发展的良性循环意义重大[4]。都龙锌锡矿区和当地政府也很重视地质灾害的防治工作,积极采纳地质工作者提出的措施和建议,收到了一定的成效。

1) 搬迁避让。曼家寨和大地两村居民 127 户因受曼家寨塌陷威胁全部搬迁到都龙镇,从而解除了地质灾害对曼家寨和大地居民的危害。

2) 停采整顿。为了防止金石坡地面塌陷的扩大及安全事故的发生,停止该地带的所有采矿活动,并进行矿山采矿秩序整顿。

3) 对现有地质灾害以防为主,危害严重地段加以工程治理,如对泥石流沟建坝拦挡等。随着矿山规模的扩大,对地质环境的扰动更为强烈,应尽量避免加剧已有的地质灾害,同时严格防范矿山新建工程诱发的新地质灾害。

4) 露天开采边坡稳定性至关重要,该部位产生滑坡和崩塌灾害的可能性大,应合理设计露采边坡坡度和高度;生产中应配备专门的边坡维护人员,对边坡进行监测,多加巡查,一旦发现边坡有不稳定因素,应立即组织人员利用机械设备清除隐患,确保边坡的稳定。露天边坡防排水十分关键,应在采场周围设置排水沟,并保证排水沟的畅通。

5) 排土场也是地质灾害易发部位,容易发生滑坡和泥石流。应建拦挡坝,防止废渣前缘坍滑,转化为泥石流,并在排土场周边设置截排水沟。矿区采矿、修路等人类工程活动产生大量弃渣,如果不合理堆放,既会引发滑坡、泥石流等地质灾害,也会加剧水土流失,破坏当地的生态环境,所以应严格要求弃渣务必堆放到指定的排土场,并按设计参数有序堆放。

6) 新建工程加强选址勘查,尽量避免建在古滑坡体上,若难以避开,采取必要的工程措施防止古滑坡的复活。如一新建选厂大部位于 H_4 古滑坡体之上,建议该选厂建筑物尽量采用深基础,持力层应穿过滑坡体,坐落在完整基岩之上,滑坡前缘采用抗滑桩和挡墙。

7) 对采空区及时用废渣或尾矿回填,以防引发

(下转第 72 页)

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

自主研发各有所长。在实际应用中,利用组态软件图形界面组态简单、人机交互界面良好、状态迁移管理方便,开发周期较短等优点,结合数据库系统灵活、强大的数据信息分析功能以及 Web 技术、组件技术和面向对象,来建立全矿井综合自动化软件平台系统是切实可行的方法。

该软件平台采用 B/S 体系结构,具有分布式软件系统的特点。在服务器端,组态软件系统通过各种标准数据访问接口(ODBC,OLE - DB,DDE,OPC)从各子系统获得实时数据,对数据进行必要的加工后,一方面以图形方式直观地显示在计算机屏幕上;另一方面按照组态要求和操作人员的指令将控制数据送给子系统,对执行机构实施控制或调整控制参数。对要求存储的采集数据,通过与数据库系统建立数据连接,存储到数据库系统。当发生报警时及时将报警以声音、图像的方式通知给操作人员,并记录报警的历史信息到数据库系统 ,以备检索。另外,组态软件可方便实现控制过程图形界面的组态、监控对象状态迁移管理,达到对监控对象监控的目的。在客户端,采用基于浏览器的 Web 技术满足信息层对各子系统的监视、查询及请求,并提供各种图形、动画、报表等多种形式的服务及实时和历史数据的支持。Web 技术是当前最流行的技术之一,具有跨平台支持、标准统一,开发简单等优点[3]。系统的数据流程见图 2。

4.1　基于组态软件的数据集成

数据集成依靠当今各种标准数据访问接口(ODBC,OLE - DB,DDE,OPC)把组态软件实时数据库内的数据,按照存储要求,存储到数据库系统。

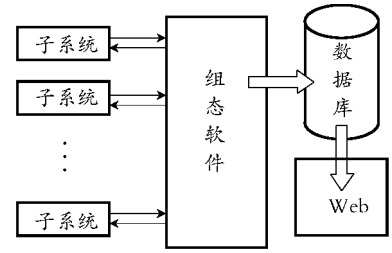


图 2　系统数据流程

4.2　Web 发布

Web 发布功能依靠最新的 Web 技术来实现。通过建立 Web 服务器访问数据库系统,可以方便地在浏览器中实现对各子系统的监视、查询及请求,并提供各种图形、动画、表格等多种形式的服务。

5　结语

通过分析自动化软件平台系统结构和开发原则,在比较组态软件开发和自主开发的优势和劣势的基础上,给出了全矿井综合自动化软件平台采用组态工具软件的实现方法。目前已经应用到具体的工程,效果良好,值得推广。

参考文献:

[1] 崔凤禄,何晓群. 全矿井综合自动化平台的研究[C]. 第十五届全国煤矿自动化学术年会和中国煤炭学会煤矿自动化专业委员会学术会议论文集,2005.

[2] 赵安新. 数字化矿山及其关键技术应用与研究[D]. 西安:西安科技大学,2006.

[3] 王亚民,陈青. 组态软件设计与开发[M]. 西安:西安电子科技大学出版社,2003.

(责任编辑:卫　蓉)

(上接第 69 页)

地面塌陷。制定采场和排土场的复垦规划,努力恢复植被覆盖,变废为利,保护生态环境。

8) 不能将致灾原因一味归咎于恶劣地质条件,人为因素影响甚至更大。矿区矿工基本都是就近招用,文化素质不高,防灾和环保意识不强,应配置专职技术人员,培训教育职工提高安全意识,动员全体职工积极参与地质灾害的防治工作,做到群防群治。制定防范预案,为突发地质灾害赢得抢救时间。

参考文献:

[1] 刘传正. 环境工程地质学导论[M]. 北京:科学出版社,1995.

[2] 唐川,朱静. 云南滑坡、泥石流灾害研究[M]. 北京:商务印书馆,2003.

[3] 林洪民. 矿山地质灾害及其对策[J]. 灾害学,1992,7(3):58 - 60.

[4] 李长洪,任涛,蔡美峰,等. 矿山地质生态环境问题及其防治对策与方法[J]. 中国矿业,2005,14(1):29 - 33.

(责任编辑:李　琴)

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net