维普资讯 http://www.cqvip.com

第9卷第1期 防灾科技学院学报 Vol.9 No.1
2007年3月 J.of Institute of Disaster-Prevention Science and Technology Mar. 2007

小型矿山地质灾害危险性评估技术探讨

陈一洲 唐立梅

(昆明理工大学国土资源工程学院，云南昆明 650093)

摘 要：矿山的开采为国家带来了很多资源和经济效益，但同时也引发了很多地质灾害，如何减少和避免灾害的发生是一件至关重要的事。本文以云南省龙井沟铜矿矿山地质灾害危险性评估为例，对类似小型矿山地质灾害危险性评估的方法和主要技术问题进行探讨，力求为类似小型矿山的地质灾害评估提供一点借鉴之处。

关键词：矿山地质灾害；地质灾害危险性评估；防治措施

中图分类号：P694 **文献标识码**：A **文章编号**：1673-8047(2007) 01-0079-04

A Technical Research on Geological Hazard Assessment for Small-scale Mines

Chen Yizhou Tang Limei

(College of Land Resource, Kunming University of Science & Technology, Kunming 650093)

Abstract: The exploitation of mines brings resources and economic benefits, but it also causes geological hazards. How to reduce and avoid hazards has become a matter of great importance. This article takes the geological hazard assessment of the copper mine of Longjinggou in Yunnan province for example and probes into the methods and technical problems of geo-hazard assessment of similar small-scale mines.

Key words: geological mine hazards; geological hazard assessment; prevention and cure measures

前言

近些年，随着国家对矿产资源的需求与日俱增，地质勘察工作又进入了一个黄金期，各种矿种和规模的矿山都在进行开发，其中小型矿山占很大比例。虽然矿山的开采为国家带来了很多资源和经济效益，但同时也引发了很多地质灾害，如何减少和避免灾害的发生是一件至关重要的事，自从推行矿山地质灾害危险性评估以来，已经取得了良好的预防效果。然而相对于其它地质工作而言，地质灾害评估技术尚处于研究探索和积累经验阶段，仍有待完善。本文以云南省鲁甸县龙井沟铜矿为例，主要针对小型矿山可能遭遇的地质灾害及其评估方法与技术进行探讨，力求为类似小型矿山的地质灾害评估提供一点借鉴之处。

1 评估工作的目的、方法与技术标准

评估的目的主要是通过对评估区地质灾害调查和资料的综合研究，查明评估范围内的地质环境条件，评价矿山地质灾害危险性和新建矿山场地适宜性，为矿山更换采矿许可证、审批矿山建设用地、实施矿山地质环境监督管理、防治矿山地质灾害等提供依据。评估工作的方法是：现场调查、收集并利用前人资料进行综合分析研究。现场调查以 1:5 000 地形图作底图，采用 GPS 定位，分别对灾害点进行现场实测，重点调查区或重点地段采用穿越与追索相结合的方法，一般调查区采用穿越法，以控制地质环境条件及地质灾害范围，同时对区内人类活动情况进行一般性调查和地质灾害的灾史进行访问。根据植被发育情况、地形、地貌条件、水文地质及工程地质条件和地灾发育特征等，进行分区、分段评估。对每一区段实行现状评估、预测评估、综合评估的定性和半定量评估方法，主要考虑灾害的形成条件、现状、稳定状态、发展趋势及危害对象的重要性和可能造成的损失等。

本次评估主要执行和依据的法规和技术标准：

作者简介：陈一洲（1982-）男，硕士研究生，主要从事矿山安全的研究。

收稿日期：2006-11-15

维普资讯 http://www.cqvip.com

1)《地质灾害防治条例》(国务院令第394号);

2)《关于加强地质灾害危险性评估工作的通知》(云国土资环发[2004]267号,2004年6月21日)。

3)《关于做好小型矿山地质灾害危险性评估工作的通知》(云国土资环[2003]11号,2003年11月7日);

4)《云南省矿山地质灾害危险性评估技术要求(试行)》;

2 评估范围与评估级别的确定

2.1 评估范围的确定要遵循以下原则[1]

1)对矿山开采有直接影响的区域范围,在这一范围内的地质灾害可直接导致该开采工程受到危害,如受到周围滑坡、崩塌直接影响的范围。

2)对矿山开采造成间接影响的区域范围,如侵蚀冲沟可能的进一步发展,导致泥石流产生的范围。

3)在对矿山开发有直接影响和间接影响的基础上,根据实际情况,适当扩大评估范围,必要时对直接影响范围做重要评估,间接影响范围做一般性评估。

龙井沟铜矿评估范围以拟开采的矿体为中心,根据地质灾害及不良地质现象影响范围、地质、地形条件等,将矿区征地范围内露采区、废石场及周围外延250 m左右范围内作为重点调查区,矿区征地范围内其它部分及重点调查区外围至地表次级分水岭一带作为一般调查区。评估区四周以次级分水岭为边界,南北长2 030 m,东西宽约2 015 m,评估区总面积3.86 km^2,其中重点调查区面积1.08 km^2。

2.2 地质灾害危险性评估级别

地质灾害危险性评估级别是依据工程建设区地质环境条件复杂程度和矿山建设规模来确定的。

1)矿区地处云贵高原之北缘

属剥蚀构造中山山岳地貌,地形切割较强烈,"v"形沟谷发育,地势西北高南东低。上泥盆统二叠系、三叠系,生物灰岩、页岩、石英砂岩及第四系松散堆积物(Q4)为主,岩体工程岩组可划分为软弱碎裂状强风化岩组(Ⅱ1)和坚硬弱风化岩组(Ⅱ2)2个亚类,岩土体工程地质条件中等。区域地质构造中等复杂,为地震频发区,抗震设防烈度为Ⅶ度,评估区构造相对简单。地下水类型主要为风化节理裂隙水和第四系松散层孔隙水和部分岩溶水,埋深浅,大部分地段开采标高低于地下水位,水文地质条件中等复杂;区内植被覆盖率一般,人类活动主要为早期对该矿山的无序开采及即将的规模矿山开采,对地质环境的改变及影响程度中等。

2)矿山建设规模为坑采300吨/年,属小型矿山

综上,龙井沟铜矿地质环境条件复杂程度为中等复杂,矿山规模为小型,按国土资发〔2004〕69号文及附件《地质灾害危险性评估技术要求(试行)》和云国土资环发[2004]267号文的有关规定,将龙井沟铜矿矿山地质灾害危险性评估等级确定为三级。

3 现状、预测及综合评估[2-3]

现状评估、预测评估和综合评估是地质灾害危险性评估工作的中心环节。三项评估在内容上既相互联系又各有侧重,在认识流程上是一个从已知到未知、从简单到复杂、从具体到综合的过程,最终的结论和综合评估主要依据现状评估和预测评估结论而定。

1)现状评估

基本查明评估区已发生的地质灾害的分布,分析地质灾害形成的地质环境条件、分布类型、规模、变形活动特征,主要诱发因素与形成机制,对其稳定性进行初步判定,在此基础上对其危险性和对矿山工程危害的范围与程度做出评估。

龙井沟铜矿受地形、地质构造、地层岩性、水文地质条件的影响和控制,现状下地质灾害主要为第四系表层滑坡,主要失稳原因为地表残坡积物在地表潜水和重力作用下沿第四系残坡积层与强风化基岩接触面产生滑动。野外调查发现了滑坡2个,均发育于矿区内溪沟的两岸陡坡、岩石节理裂隙发育、岩石风化严重的地段,规模为小型,基本稳定,现状下危险性小;崩塌规模为小型,发育于沟边陡坎处岩石节理极度发育处现状下危险性小。

2)预测评估

对矿山建设场地及可能危及矿山建设安全的邻近地区可能加剧或引发的地质灾害的危险性做出评估;对矿山建设自身可能遭受已存在的地质灾害隐患做出预测评估;对矿山建设中、建成后可能引发或加剧地质灾害的可能性、危险性和危害程度做出预测评估。

龙井沟铜矿的开采工程是一个系统工程,建设

维普资讯 http://www.cqvip.com

过程中不可避免地会对当地的地质环境产生扰动，沿线地形地貌，特别是岩土体的力学平衡状态和边坡的稳定性均将受到较大改变，可能诱发进场公路边坡的失稳、崩塌或滑坡；渣场建设若弃渣堆放不当，有引发泥石流或滑坡的可能；地下开采可能诱发硐脸崩塌、滑坡，硐身坍塌、冒顶、掉块、片帮、矿坑涌水等地质灾害和不良地质现象以及采空区塌陷、地裂缝等，可能性中等～大，危害程度中等，危险性中等；矿山爆破震动可能引起周边岩层松动和采空区塌陷，此可能性中等，危险性中等。矿山建设可能加剧 H1 滑坡的活动，可能性大，危险性大。矿山本身遭受的地质灾害主要是地表边坡崩塌、滑坡、弃渣诱发泥石流以及地下硐室冒顶、坍塌、掉块、片帮、涌水等，此可能性中等，危险性中等。

3)**综合分区评估**

依据地质灾害危险性现状评估和预测评估结果，充分考虑评估区的地质环境条件的差异和潜在的地质灾害隐患点的分布、危险程度，综合评估地质灾害危险程度。依据地质灾害危险性、防治难度和防治效益，对矿山开采的适宜性作出评估，并提出防治矿山地质灾害和矿山地质环境保护与恢复治理的措施及建议。综合评估的侧重点是在前两项评估的基础上，根据现有和潜在的地质灾害成灾的可能性和成灾的严重性，对评估区 (或分地段、分矿山工程 部位)地质灾害危险性进行综合评定。综合评估应简明扼要，把前两项评估的主要认识反映出来，又不能是上述评估的简单重复。把握好这种分寸，体现了评估人员成果编制驾驭资料，提出、分析、解决问题的综合能力。

龙井沟铜矿全区可划分为危险性中等和危险性小两个区段，评估区总面积为 3.86 km^2，危险性中等区面积为 1.08 km^2，占总面积的 28%。现状地质灾害有滑坡 2 处，规模为第四系浅表型小型滑坡，崩塌 1 处为小型崩塌；可能产生的地质灾害为厂房边坡失稳和坑道硐脸边坡崩塌和滑坡，以及 H1 滑坡由于坡角开挖和震动引起的滑动，采空区支档不力引起上部地面开裂，危害龙井社的村民，以及坑道坍塌、掉块、弃渣诱发泥石流等，对拟建矿山存在威胁，危险性小—中等；矿山爆破震动可能引起周边岩层松动和采空区塌陷，并可能诱发边坡失稳，此可能性中等，危险性中等；可能因地下水的疏干及坑道的开采地应力重分布而产生地面沉降及地裂缝，危险性中等；矿山开采弃渣向沟中的汇入，冲沟侵蚀性增强，在暴雨条件下可能诱发泥石流而对矿区人员及设备产生危害此可能性中等，危险性中等；其它地质灾害（含岩土工程问题）较容易防治，土地适宜性综合评估为基本适宜。

4　地质环境保护、地质灾害防治措施[4]

4.1 地质灾害防治措施

在地质灾害防治措施实施工程中，应合理规划、科学防治，将地质灾害防治方案列入开采设计中，科学合理设计坑道硐脸边坡参数，并进行合理支护；建立地质灾害预警系统，矿山应设专人负责地质灾害监测工作，重点监测边坡变形情况和坑道围岩稳定情况，设立警示标志及预警信号，地方国土资源行政部门应加强对矿山地质灾害预防工作的监督力度；根据相关规范的规定，使采矿范围的边界与矿山临时生活生产设施地段间隔有足够的安全距离。

根据不同矿山的地质条件和地形特点及矿山的开发利用方案，以及灾点的分布特点应将评估区域划分不同层次的防治区，以便采取相应的防治措施。龙井沟铜矿评估区地质灾害防治区分为重点防治区、次重点防治区和一般防治区。

1）**重点防治区**(A)

随着采矿活动的进行，可能产生厂房区边坡和坑道硐脸边坡崩塌和滑坡，原有灾害的复活，以及坑道坍塌、掉块、矿坑涌水、地面沉降、地裂缝、弃渣堆放不当，雨季可能诱发泥石流或渣土滑坡。威胁矿山设施及采矿人员的生命安全。其防治措施如下：

（1）合理设计边坡参数，加强边坡监测，建议作挡墙稳固边坡，开挖后如果出现开裂变形，建议做专门的工程地质勘察。

（2）对于原有的灾害点，做好边坡加固和预防工作，尽量消除因矿山开采而诱发灾害复发的隐患。

（3）渣场弃渣严格作好方量及边坡坡度的设计，作好挡墙设计，设置拦渣坝，防止泥石流的产生。并充分、合理利用渣场，严禁随意弃渣（特别在公路沿线）。

（4）对于坑道开采，在坑道内一定要作好支护，做到边开采边支护，防止因硐顶坍塌、冒顶等而产生的危害，尤其上方有住户处要预防引起上部

维普资讯 http://www.cqvip.com

地面开裂。

（5）作好坑道的排水设计，以防因矿坑涌水造成危害。

（6）设置监测点，作好监测记录与分析工作，确保在易于发生灾害地段防患于未然。

（7）开采结束后，对矿区进行统一规划，有计划进行矿山复垦工作，恢复矿山生态功能。

2）次重点防治区(B)

在进场公路、矿山生活区建设中，会形成大量的边坡和一定数量的弃渣，可能形成边坡失稳，造成滑坡和塌方；沿途不合理的弃渣可能造成水土流失，可能形成坡面泥石流，可能有滚石和飞石危害。其防治措施如下：

（1）科学合理设计边坡参数，并进行合理支护和加固，边坡上方应设置排水沟，做好地表挡排水措施。

（2）加强工地管理，合理堆放弃渣，严禁随意弃渣；在险要地段建设拦挡滚石和飞石的设施；

（3）开采结束后，将弃渣场扒平覆土，植树还林，恢复植被。

3）一般防治区(C)

区内无主要建筑物和工程项目建设，主要可能因地表岩体的破碎而造成水土流失。应严禁越界开采，减少人为扰动，做好植被保护和水土保持。

4.2 地质环境恢复方案及措施

为防止水土流失和恢复植被和景观，矿山须规划进行矿山复垦工作，以恢复矿山生态功能。开采弃渣切勿胡乱堆放，必须统一堆放到开采境界线以外的矿山弃渣场内，在开采过程中，有计划地将弃渣回填到采空区。弃渣场经处理后再敷表土、植草种树。

龙井沟铜矿根据矿区地质环境条件，提出如下地质环境恢复方案：

1）地下开采结束后，可利用废弃渣石对坑道进行部分充填，同时保留矿柱，防止大规模陷落。

2）对开采移动区的地裂或塌陷进行封填。对露天采场进行统一规划处理，对采坑进行回填整平，恢复植被，恢复其生态功能。

3）弃渣堆放场地结束使用后，应予整平，培植表土，种植树木。

通过上述地质环境恢复工作，减少水土流失，恢复矿山的生态功能，达到生态恢复与维护人类与环境和谐的目的。

结束语

矿山地质灾害危险性评估是一项起点高、技术创新性强、难度大和操作性强的新型技术工作，需要在实践中逐步探索和完善。这项工作在发现矿山潜伏重大地质灾害问题，为矿山提供防治地质灾害的措施和建议，指导矿山安全运营，为进一步治理整顿矿产资源管理秩序提供科学依据及对防治重大地质灾害等方面具有十分重要的现实意义和历史意义[2]。我国是一个矿业大国，各种矿山可谓林林总总，各地的小型矿山占很大比例，很多矿山片面追求经济效益、安全管理意识的淡化、开采技术及设备的相对落后、民采的干扰等，导致矿山开采环境不断恶化，矿山地质灾害问题日趋严重。本文以龙井沟铜矿矿山地质灾害危险性评估为例，对类似的这种小型矿山地质灾害危险性评估的理论与方法进行了分析探讨。希望地质灾害评估技术人员在以后的评估过程中，对类似的评估对象可以采取同一评估模式，而对于不同类型的评估对象，要特别注重它们的差异点和评估过程中的侧重点，以保证地质灾害危险性评估工作的客观性和科学性。相信随着科学技术的进步，新技术逐步应用到地质灾害评估工作中来，人们在地质灾害的防灾减灾方面一定会取得长足的进步。

参考文献

[1] 陈春华. 小型水电站建设用地地质灾害评估技术研究[J]. 西部探矿工程, 2006(9):281-283

[2] 邢 岩. 建设用地地质灾害危险性评估中关键技术问题的探讨[J]. 化工矿产地质, 2004(3):186-187

[3] 国土资源部. 地质灾害危险性评估技术要求(试行)[R]. 2004-3

[4] 唐立梅. 云南省鲁甸县龙井沟铜矿矿山地质灾害评估报告[R]. 2006-9-04