

doi: 10.3969/j.issn.2095-1744.2017.02.018

广东梅子窝钨矿矿山环境地质问题的影响分析及防治措施

王 潇¹, 江晓龙¹, 韦龙明¹, 孔凡乾¹, 马志举¹, 曾繁荣², 赵凤生²

(1. 桂林理工大学 广西隐伏金属矿产勘查重点实验室 地球科学学院, 广西 桂林 541006;
2. 韶关梅子窝矿业有限责任公司, 广东 韶关 512527)

摘 要: 通过对广东省韶关市梅子窝钨矿矿山的实地考察分析认为: 矿山环境地质问题主要包括土地资源、“三废”、噪声、尾矿库四个方面, 而尾矿库的影响是危害矿山地质环境的主要因素。因此, 依据矿山的实际情况, 提出相应防治措施, 以达到恢复和改善矿区生态环境的目的。

关键词: 环境地质问题; 影响分析; 尾矿库; 防治措施; 梅子窝矿山

中图分类号: X141 文献标志码: A 文章编号: 2095-1744(2017)02-0093-06

Impact Analysis of Guangdong Meiziwo Tungsten Deposit Geological Environment Problems and Prevention Measures

WANG Xiao¹, JIANG Xiaolong¹, WEI Longming¹, KONG Fanqian¹, MA Zhiju¹, ZENG Fanrong², ZHAO Fengsheng²

(1. Key Laboratory of Guangxi Nonferrous and Precious Metal Deposits, College of Earth Science, Guilin University of Technology, Guilin 541006, China;
2. The Limited Liability Company of the Mine of Meiziwo, Shaoguan 512527, China)

Abstract: The analysis of the on - the - spot investigation to the tungsten ore mine of Guangdong Shaoguan Meiziwo tungsten deposit suggest that the problems of mine environmental geology includes four aspects such as land resources, "three wastes", noise and the tailings pond. And the influence of the tailings pond is the main factor which is harm to the environment of mine geological. Therefore, according to the actual situation of mine, some corresponding measures of prevention and control should be put forward to achieve the goal of recovering and improving the ecological environment of mining area.

Key words: the problems of environmental geology; the analysis of impacts; Tailings pond; measures of prevention and control; mine of Meiziwo

矿产资源的开发利用是人类生存和社会发展的物质基础和动力,但是也伴随着生态环境的污染与破坏。梅子窝钨矿在建设和开采的过程中必然会造成一定的环境地质影响,所以对矿山环境进行综合治理很有必要。本文就广东梅子窝钨矿环境地质问题的影响进行了系统分析,并着重对矿山产生主要危害的尾矿库进行分析,有针对性的提出了相应防治措施。

收稿日期: 2016-03-02

作者简介: 王 潇(1991—),男,湖北天门人,硕士研究生,主要从事矿产普查与勘探等方面的研究。

通信作者: 韦龙明(1959—),男,广西陆川人,博士,教授,主要从事矿床学、沉积学等方面的研究。

1 概况

1.1 研究区概况

梅子窝钨矿位于广东省始兴县罗坝镇,与始兴县城南东距离约23 km^[1]。梅子窝矿化带长2 550 m,宽1 250 m,矿区面积5.6 km²。

矿区气候属中亚热带湿润型季风气候区,全区各地气温自北向南递增,年平均气温21℃,年无霜期为310 d左右,北部山区冬季有雪,日照时间1 473~1 925 h;春夏雨水充沛,年均降雨量为85 mm^[2]。

1.2 矿山基本概况

梅子窝矿区1958年建矿,至今已生产57年,属

于粤北地区建矿较早,钨矿生产规模较大的重要矿山企业,也是地方矿业经济的重要支柱企业^[3],同时也为国家建设和地方经济发展做出了重大贡献。

梅子窝钨矿的矿石类型主要有石英-硫化物-白钨矿-黑钨矿矿石和石英-黑钨矿矿石两种类型。其中矿石矿物以黑钨矿为主,次为锡石、白钨矿,其他金属硫化物有黄铁矿、辉铋矿、辉钼矿及黄铜矿等;脉石矿物主要是石英,其次为萤石、长石、白云母及电气石等。围岩蚀变主要为云英

岩化与硅化,其次为萤石化、绢云母化及叶腊石化等^[3]。

目前梅子窝矿山保有资源量的 WO_3 品位是 0.735%,但开采贫化率高达 81%,2015 年,矿山的出露品位为 0.157%,大大低于我国钨业的平均水平(平均品位 0.25%)。梅子窝矿山每年生产的钨精矿约 344 t,同时产生的尾矿量多达 6.2 万 t^[4],其钨矿区尾矿库图如图 1 所示,尾矿对环境保护是个潜在的威胁。

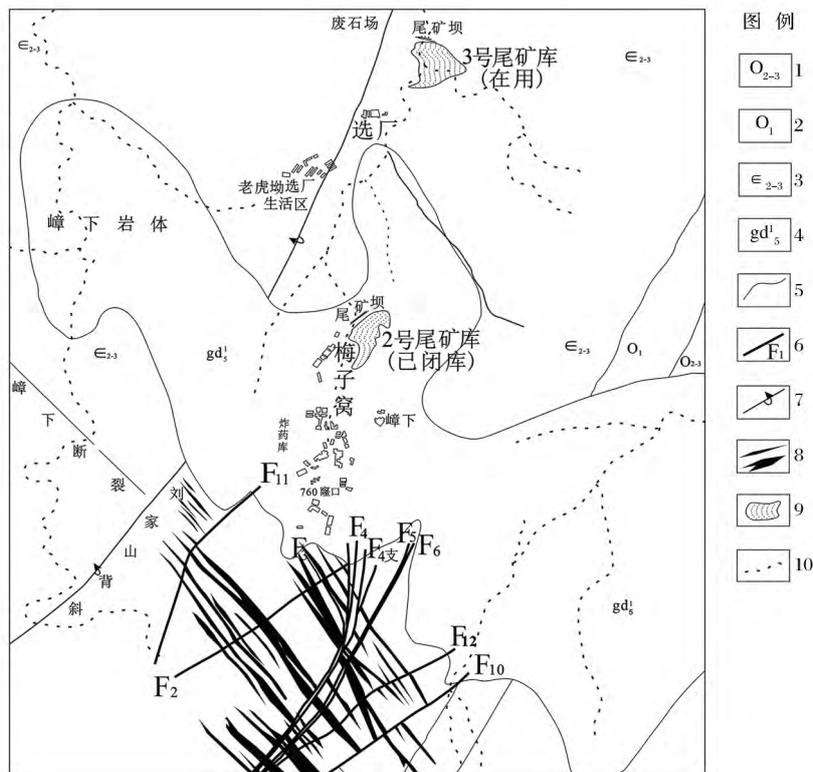


图 1 梅子窝钨矿区尾矿库图

Fig. 1 The sketch of Meiziwo tungsten deposit tailings

1—中上奥陶统变质砂岩、板岩;2—下奥陶统条带状板岩;3—中上寒武统板岩、砂岩;4—印支期花岗岩闪长岩;
5—地质界线;6—断层及编号;7—倒转背斜;8—钨矿脉;9—尾矿库;10—河流

1.3 矿山生产工艺

矿山建设项目矿体开采深度由 1 058 ~ 560 m 根据矿床矿脉赋存条件,为埋藏深度大及急倾斜薄矿脉,利用原来开拓生产系统,即平硐竖井盲斜井联合开拓系统,井下开采顺序为自上而下,即先采上部中断后采下部中段,每条矿脉从里到外的后退式采矿,采用浅孔留矿法回开矿石。钨矿石选矿采和摇床抬浮法,矿石经破碎工序、洗矿、跳汰以及摇床等工序,选出钨中矿。

生产设备中井下运输、通风及提升设备选用节

能设备,破碎设备选用节能低噪声设备,在设备采购招标时将环保节能作为一项重要指标,因此矿山项目在生产工艺及装备方面基本符合矿山清洁生产工艺的要求。

2 环境地质问题影响分析

梅子窝矿山环境地质问题影响的主要类型为土地资源的影响、“三废”影响、噪声影响、尾矿库的影响等(见表 1)。

表1 矿山地质环境问题汇总表

Table 1 The summary table of environment problem of mine geology

问题类型	主要内容	影响结果
土地资源的影响	矿山交通线路与基础设施建设等; 废石堆积; 尾矿库建设; 生产区植被和耕地破坏	占用和损毁土地资源, 土地沙化和水土流失, 环境恶化
三废影响	废水污染、废气污染、固体废弃物污染	污染地下水资源、对工人身体有伤害、废弃物堆存太多, 会引发地质灾害
噪声影响	采矿和选矿过程产生的噪声	影响居民生活
尾矿库的影响	矿山开采过程中废弃的尾矿都会堆存在尾矿库中; 尾矿库对土地资源的破坏	尾矿排放数量大, 堆存多, 在暴雨季节, 尾矿库存在溃坝的巨大安全隐患; 造成一定程度的水土流失

2.1 土地资源的影响

矿山企业在开采过程中, 会占用一定土地资源, 同时也会破坏植被和耕地, 地面景观等。

梅子窝矿山大部分地区竹林茂盛, 植被覆盖率高。矿山开采方式主要为坑采, 开采压覆损毁土地资源量相对较少^[5], 主要是基础设施建设、道路、废石堆放及尾矿库占用了土地资源, 其中基础设施建设主要有矿山开采过程中的办公用房、工业广场、居住型用房以及各种洗选厂房和加工场地等。在矿山采矿和选矿过程中, 由于生产设施复杂繁多, 加上采矿和选矿的工艺逐渐纯熟, 久而久之对土地的一些应用性质发生了一定的改变, 影响该地区的土地资源利用及其平衡^[6]。

矿山开采建设期对土地的损毁没有及时修复与绿化, 特别是开采对水资源的不良影响, 使得地表土壤受到破坏, 地表植被损坏, 进而造成不同程度的水土流失。当尾矿、开挖面等破坏原地貌形态和地面组成物质时^[5], 可能使地面坡度变陡, 地面坡度越陡, 地表径流的流速越快, 对土壤的冲刷侵蚀力就越强, 最后可能改变当地原有的地形条件与地貌特征, 造成山体破损、岩石裸露、破坏植被^[7]、土壤质量恶化, 土地沙化和沼泽化等。

对于土地资源的问题, 建议矿山应当将植被恢复和土地资源复垦以及水土流失整治等有机结合在一起, 建立长效恢复机制, 以减少矿山地质对土地资源的影响^[6]。

2.2 “三废”影响

2.2.1 废水对矿山环境的污染

矿山废水主要包括选厂废水和生活污水, 特别是选矿过程所产生的尾砂、废水排入尾矿库, 其中的污染物主要是 COD_{Cr}、SS 及动植物油等, 尾矿库内的调洪库对废水有一定的澄清作用, 经过尾矿库自身的澄清作用后, 还通过污水处理装置进行处理, 达标后再由排洪系统排放^[5]。生活用水主要来自于山溪水。

矿山生产废水采用沉淀法支去除悬浮物; 生活废水采用隔栅隔渣、含油污水采用隔油池、粪便污水采用化粪池预处理。

梅子窝矿区开采的主要矿种为钨矿, 钨矿主要赋存含矿的石英脉中, 在含矿的石英脉中, 含有少量的硫磺铁矿。经采矿、选矿流程后, 硫磺铁矿里的砷元素被释放出来, 造成尾矿库排放水砷含量超标。通过连续取样检测化验, 结果显示梅子窝 3[#]尾矿库中心排洪涵洞入水口的砷含量只有 0.2 mg/L 左右, 而排放口的砷含量为 0.7 mg/L 左右^[8-9]。

经实地考察提出应把矿区废水处理工程主要设置在梅子窝 3[#]尾矿库中心排洪涵洞 265 m 处、0~155 m 处东侧墙体渗透水和中心涵洞出水口东侧外墙的渗透水, 该工程采用生物制剂将矿区废水中的重金属离子进行脱除, 之后加入石灰乳、絮凝剂, 利用固液分离原理, 进一步脱除重金属离子, 经过上述几个步骤的净化处理后, 污水就可以达标排放。

此工程建成后, 可减少砷进入周边环境, 对改善附近居民的生活环境起到了重大的作用。主要表现在以下几个方面:

(1) 稳定达标排放, 避免环境事故的发生。

(2) 进一步减少砷的排放量, 每年可减少 0.924 t 的砷排放。

(3) 阻断水体砷污染源, 保障了居民的生活生产用水安全。有效改善了当地居民的生活环境, 为维护当地的安全与稳定做出了积极的努力, 为当地的环境治理起到了推动作用。

2.2.2 废气对矿山环境的污染

废气主要是指矿山在采矿、选矿、洗矿、冶炼过程中产生的气态废弃物。其中影响矿山环境的废气主要来自于选冶过程。在选厂的选矿过程中产生的悬浮颗粒物(TSP)对周边的环境有一定的污染, 但选矿工艺的进步使得污染得以减小甚至

避免。选矿工人距离设备最近,但他们上班可带上防尘口罩,可避免吸入过多有害气体^[5]。同时矿山在营运期对废气采用喷淋法除尘,使有害气体减少,进而对工人产生的危害减少。因此,矿山在生产运营过程中产生的废气对周围的环境影响甚微,建议定期给矿山岗位工人做身体检查,预防伤害员工身体。

2.2.3 固体废弃物对矿山环境的污染

固体废弃物主要是指矿山在采矿、选矿过程中产生的废石、尾砂等。产生的废石大量堆放会压覆土地,而选厂产生的尾砂都全部排进尾矿库,日积月累堆存越来越多,从而使大量的尾砂堆积在尾矿库,随着尾矿库越堆越高,雨季来临,一旦山洪爆发,尾矿库存在溃坝的极大安全隐患^[10]。因此,固体废弃物应采取建设规范化废石堆场以及尾矿库等措施。

2.3 噪声影响

矿山采用的开采方式是地下坑采,在开采过程中爆破、采掘、冶炼及运输车辆所产生的噪声分贝相对较高^[11],但只是对井下作业的工人有一定影响,建议作业工人佩戴耳罩进行作业。地面选矿、破碎设备选用节能低噪声设备,对周边环境不会造成太大影响。而且,生产作业区远离居民生活区,对居民环境影响并不明显。

2.4 尾矿库现状

2.4.1 尾矿库基本概况

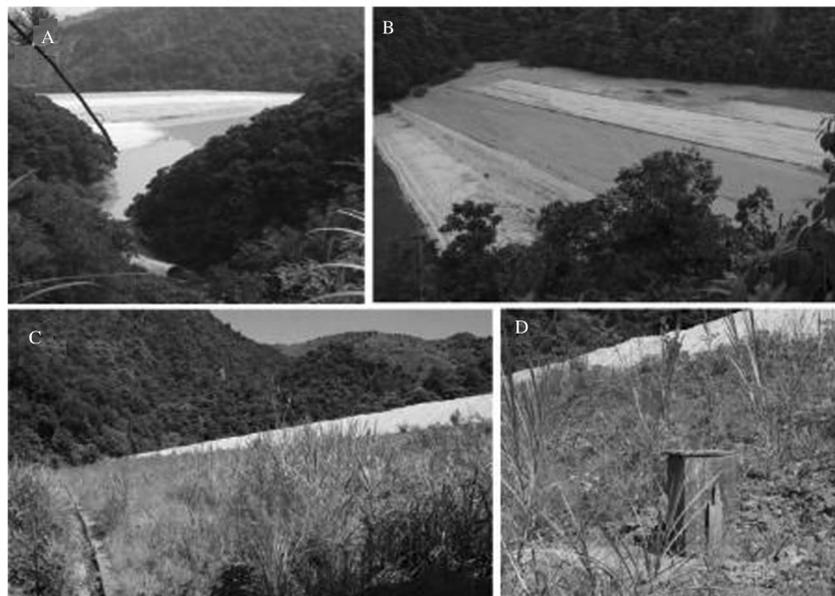
梅子窝早先投入使用的尾矿库是由矿山自行设计的2#尾矿库^[12],总库容量为 $5.024 \times 10^5 \text{ m}^3$,1969年建成后累计堆存了 $4.52 \times 10^5 \text{ m}^3$ 的尾砂,闭库时间在1987年。矿山对2#尾矿库仍进行定期检查与维护,从而确保尾矿库的安全。

梅子窝矿山于1985年在梅子窝老虎坳下方另外建设了3#尾矿库(图2),该库区面积 $4.29 \times 10^4 \text{ m}^2$,汇水面积 $5.01 \times 10^6 \text{ m}^2$,库容达 $2.5 \times 10^6 \text{ m}^3$,排洪系统属于斜排洪涵洞的方式,设计的服务年限为35年。3#尾矿库设计总坝高63.1 m,目前尾砂坝已经累计堆积了3级子坝,合计坝高约39 m,属四等库(如果坝高达到60 m,则尾矿库则属于三等库,参见表2)。如果尾砂堆积越来越多,坝体不断增高,未来产生溃坝的危险性将逐渐增大^[4,8]。

表2 尾矿库的等别

Table 2 Grade and distinction of tailings pond

等别	全库容 $V/(10\ 000 \text{ m}^3)$	坝高 H/m
一	$10\ 000 \leq V < 50\ 000$	$100 \leq H < 200$
二	$V \geq 10\ 000$	$H \geq 100$
三	$1\ 000 \leq V < 10\ 000$	$60 \leq H < 100$
四	$100 \leq V < 1\ 000$	$30 \leq H < 60$
五	$V < 100$	$H < 30$



A—尾矿库远景; B—尾矿库近景; C—堆积坝上的覆土植草; 坝底的排水沟; D—堆积坝坡上的浸润线观测孔

图2 梅子窝3#尾矿库照片

Fig. 2 The sketch of Meiziwo 3# tailings

2.4.2 尾矿库对环境的影响

梅子窝钨矿2[#]尾矿库虽然已经闭库停用,但由于2[#]尾矿库当初的建设受到多种因素的局限,尾矿库的基本坝体高度不够大,又加上长期的风化与流水的冲刷作用,使得坝体强度下降,导致2004年6月发生了一次垮坝事故;此外,第一子坝尾砂外坡较陡,稳定性及安全性很差,尤其在雨季时尾砂经冲刷、塌垮后直冲过基本坝,堵塞涵洞口,造成涵洞无法排水;第二子坝高度不够,在暴雨时无法安全拦截雨水;尾矿库内的废石堆有塌滑隐患,不利于尾矿库的稳定^[1,10]。梅子窝钨矿3[#]尾矿库属于金属硫化物型尾矿,尾砂中含有较多的伴生组分,由于选厂的回收利用率不够高,残余的金属硫化物容易被氧化形成酸性水,这些废水溢出库区,会对库区下游环境造成危害。同时,尾矿堆积数量越大,潜在危害性就越大,大量尾矿堆积,不仅仅是资源的浪费和对水土资源的污染,而且在洪水季节,尾矿库的安全更是存在极大的安全隐患^[4,10]。

3 矿山环境保护与防治措施

矿山在生产和建设的同时,不可避免地会给

矿山所占区域带来一定的环境地质影响。开采和碎矿都有可能产生一定的粉尘、废水及噪声等,这些都会对周边环境产生一定的影响,但矿山通过加强管理,通过严格执行生态保护政策,采取切实可行的污染防治措施,可以将矿山生产而造成的生态环境影响程度和污染控制在可接受的范围内^[5]。

尾矿库是危害矿山地质环境的主要因素,故针对已经闭库和在役的尾矿库提出如下相应的治理方案与防治措施:

对于已经闭库的梅子窝2[#]尾矿库,矿山采取了如下治理方案:2006-2007年两年,矿山对2[#]尾矿库开展了环境综合治理,其中,对第一子坝进行削土降坡、植被护坡、库边挖沟排水,对第二子坝则进行加固、加高处理工程(见图3-A,B),在尾矿库两侧分别增设两条排渗沟,同时对尾矿库的外围防洪沟进行疏通修复工作(图3-C,D),整个尾矿库进行全面植树种草绿化工程(图3-E,F),经受了洪水考验,大大改善了库区的生态环境^[1]。



A—削坡施工的第一子坝; B—建成的基本坝; C—尾矿库东面排水沟; D—尾矿库西面排水沟;
E—尾矿库土地复垦绿化治理前; F—尾矿库土地复垦绿化治理后

图3 梅子窝2[#]尾矿库综合治理前后对比图

Fig. 3 Contrast sketch of Meiziwo 2[#]tailings before and after the comprehensive treatment

对于正在服役的3[#]尾矿库,矿山采取了如下防治措施:(1)针对钨矿石中伴有大量金属硫化物,加强选矿阶段伴生组分的综合回收利用工作;(2)利用生物制剂工艺,深度脱除尾矿中的重金属,减少废水中的重金属排放;(3)加大废石利用率,可以作为

建筑用石料用于筑路或非居住性建筑物中的混凝土配料;(4)矿山安装在线监测系统,对尾矿库进行实时监测,及时发现隐患,确保尾矿库的安全运行;(5)在尾矿库和库坝上覆土,植树种草复垦,减少雨水冲蚀,通过导流渠将库区洪水引入排水系统,减少

库区及周边水土流失^[4,10]。

4 结论

广东梅子窝钨矿矿山开采方式为坑采,占用土地资源相对较小,但由于矿山开采建设期对土地的不合理利用,对周围造成了不同程度的水土流失,存在土地资源利用不合理问题。矿山所在为选矿等因素对周围环境造成“废水”、“废气”和“噪声”三废污染问题。尾矿库为自行设计且设计和投产时间已久,随着矿山的不断开发,尾矿排放量的增加,尾矿库坝体存在一定安全隐患,且巨大尾矿的大量堆积,不仅仅是资源的浪费,对水土资源也存在污染风险,同时还存在安全隐患。

通过对矿山进行实地考察,发现严格执行生态保护政策,采取切实可行的防治措施可达到一定程度的预防。具体措施为对2#尾矿库子坝加高加固,修建排渗沟,开展全面植树种草绿化工程;对3#尾矿库中尾矿伴生组份进行综合回收,利用现代工艺及技术对尾矿中重金属进行处理,安装在线监测系统,对尾矿库加强实时监测,确保尾矿库的安全运行。

参考文献:

[1] 曾繁荣,王 潇,赵凤生,等. 广东梅子窝钨矿2#尾矿库的环境治理[J]. 桂林: 桂林理工大学学报, 2015, 35(增刊): 89-91.

[2] 何勇华. 广东始兴县梅子窝钨矿成矿地质条件与成矿规律研究[D]. 桂林: 桂林理工大学, 2009: 2-3.

[3] 韦龙明,汪劲草,朱文凤,等. 广东石人嶂-梅子窝钨矿研究新进展[J]. 桂林: 桂林工学院学报, 2008, 28(2): 251-256.

[4] 赵凤生,孔凡乾,曾繁荣,等. 梅子窝钨矿3#尾矿库的环境影响及防治措施[J]. 桂林理工大学学报, 2015, 35(增刊): 123-235.

[5] 冯经平,韦龙明. 广东石人嶂钨矿环境地质问题影响分析[J]. Proceedings of Conferen on Environmental Pollution and Public Health, 2010, 471-474.

[6] 闫会涛. 试论矿山地质对土地资源的影响[J]. 科技资讯, 2013(29): 134.

[7] 杨 森,徐书文. 矿山环境问题分类与监测建议[J]. 中国科技信息, 2012(7): 39-40.

[8] 韶关梅子窝矿业有限责任公司,韶关梅子窝矿业有限责任公司3#尾矿库在线监测系统项目可行性研究报告[R]. 2011.

[9] 韶关梅子窝矿业有限责任公司,韶关梅子窝矿业有限责任公司3#尾矿库废水治理工程汇报[R]. 2015.

[10] 王 潇,孔凡乾,翁海蛟,等. 广东梅子窝钨矿尾矿库的防治措施及治理效果[J]. 矿物学报, 2015(增刊1): 829-830.

[11] 马嘉铭. 矿山环境治理绩效评价与预测研究[D]. 武汉: 中国地质大学, 2012: 34-38.

[12] 韶关梅子窝矿业有限责任公司,韶关石人嶂矿业有限责任公司梅子窝2#尾矿库环境综合治理项目实施方案报告[R]. 2008.

(上接第86页,Continued from P86)

[18] 余海军,李文昌,尹光侯,等. 三维地质模型的开发及应用—以普朗铜矿为例[J]. 现代矿业, 2009, 41(6): 67-71.

[19] 王新松,毕献武,胡瑞忠,等. 滇西北中甸地区休瓦促岩浆热液型 Mo-W 矿床 S-Pb 同位素对成矿物质来源的约束[J]. 岩石学报, 2015, 31(11): 3171-3188.

[20] 李文昌,王可勇,尹光侯,等. 滇西北红山铜矿床成矿流体地球化学特征及矿床成因[J]. 岩石学报, 2013, 29(1): 270-282.

[21] 苏昌学,李石磊,燕永锋,等. 普朗铜矿的找矿标志与

成矿规律探讨[J]. 安徽地质, 2007, 17(4): 252-256.

[22] 刘江涛,杨立强,吕 亮. 中甸普朗还原性斑岩型铜矿床: 矿物组合与流体组成约束[J]. 岩石学报, 2013, 29(11): 3914-3924.

[23] 陈军强,张 超,李志丹. 斑岩型铜矿床研究现状与进展[J]. 中国矿业, 2012, 21(12): 67-69, 73.

[24] 毛景文,罗茂澄,谢桂青,等. 斑岩型铜矿床的基本特征和研究勘查新进展[J]. 地质学报, 2014, 88(12): 2153-2175.