

西藏班公湖-怒江成矿带西段钠木钦金多金属矿地质特征及成因

薛万文^{1,2}, 田永革^{1,2}, 韩晓龙^{1,2}, 付彦文^{1,2}, 李 杰^{1,2}

1. 青海省青藏高原北部地质过程与矿产资源重点实验室, 青海 西宁 810012;

2. 青海省地质调查院, 青海 西宁 810012

摘 要: 钠木钦金多金属矿位于西藏班公湖-怒江成矿带西段, 区域成矿以铜、金、铁矿为主。研究认为, 钠木钦铜矿体受中二叠世下拉组地层与早白垩世中酸性侵入岩接触带——夕卡岩控制, 而金矿体则主要受近东西向断裂构造控制, 铜矿成矿类型为夕卡岩型, 金矿成矿类型为构造蚀变岩型, 成矿时代为早白垩世。矿区 I、II、III 号矿体的深部及 II 号铜矿体的西部还具有较大的找矿空间。对矿区矿床特征的研究发现, 钠木钦矿与区域上的尕斯库勒等矿床具有较为相似的地质背景及成矿特征, 但也有其独特之处。

关键词: 金多金属矿; 地质特征; 矿床成因; 钠木钦; 西藏

THE NAMUQIN GOLD-POLYMETALLIC DEPOSIT IN WESTERN BANGONGHU-NUJIANG METALLOGENIC BELT, TIBET: Geology and Genesis

XUE Wan-wen^{1,2}, TIAN Yong-ge^{1,2}, HAN Xiao-long^{1,2}, FU Yan-wen^{1,2}, LI Jie^{1,2}

1. Qinghai Key Laboratory of Geological Process and Mineral Resources in Northern Qinghai-Tibet Plateau, Xining 810012, China;

2. Qinghai Institute of Geological Survey, Xining 810012, China

Abstract: The Namuqin gold-polymetallic deposit is located in the western section of Bangonghu-Nujiang metallogenic belt in Tibet, with regional mineralization dominated by copper, gold and iron. The study indicates that the copper orebodies in Namuqin deposit are controlled by skarn in the contact zone between the Middle Permian Xiala Formation and Early Cretaceous acid-intermediate intrusive rocks, while the gold orebodies are mainly controlled by the near E-W-trending fault. The metallogenesis of copper and gold are skarn type and structural altered rock type respectively, with the ore-forming age of Early Cretaceous. The deep of Nos. I, II and III orebodies and west of No. II copper orebody in the orefield still have great prospecting potential. Study shows that the Namuqin deposit shares similar geological background and metallogenic characteristics with Garqiong deposit in the region, but also with special features.

Key words: gold polymetallic deposit; geological characteristic; genesis of deposit; Namuqin; Tibet

钠木钦金多金属矿位于西藏自治区措勤县北西 150 km 处, 属于班公湖-怒江成矿带西段^①, 该成矿带

位于拉萨地块和羌塘地块之间的班公湖-怒江结合带, 呈北西向延展, 在西藏境内长约 2500 km, 宽 5~

收稿日期: 2017-10-08; 修回日期: 2018-04-25. 编辑: 李兰英.

作者简介: 薛万文(1971—), 男, 硕士, 高级工程师, 从事多金属矿勘查工作, 通信地址 青海省西宁市南川西路 107 号, E-mail//593339751@qq.com

通信作者: 田永革(1978—), 男, 硕士, 高级工程师, 从事多金属矿勘查工作, 通信地址 青海省西宁市南川西路 107 号青海省地质调查院, E-mail//564881727@qq.com

①田永革, 等. 西藏自治区仲巴县钠木钦矿区金多金属矿普查报告. 青海省地质调查院, 2012.

50 km, 是一条巨型缝合带^[1-2]。以往在成矿带的西部发现评价了一批铜金多金属矿床, 包括有尕尔穷铜金矿床^[3-4]、多龙铜金矿^[5-6]等大型—超大型矿床, 成矿潜力巨大。而钠木钦金多金属矿处于尕尔穷铜金矿床及多龙铜金矿的东南面, 成矿背景与尕尔穷铜金矿较为相似。本文从矿区地质、矿体特征等方面, 对矿床的成矿类型进行分析探讨, 为该成矿带的研究及下一步勘查工作提供参考。

1 区域地质背景

钠木钦金多金属矿大地构造位置处于班公湖-怒江缝合带, 南临冈底斯-念青唐古拉板片。地层出露较全, 其中以中二叠世下拉组(P_{2x})分布较为广泛, 其次有早白垩世则弄群下部(K_1Z')、晚石炭世—早二叠世拉嘎组(C_2P_1)、第四纪地层等。区域岩浆活动强烈, 岩体出露面积较大, 主要以白垩纪中-酸性侵入岩为主。构造主要为北西向断裂及其产生的次级裂隙构造。区域矿产以金、铜、铁等多金属矿为主, 成因类型主要为夕卡岩型、斑岩型, 已发现的矿床(点)有: 尕尔穷铜金矿、多龙铜金矿、多不扎铜矿、拿若铜矿^[7]、波龙铜金矿^[8]、尕尔勤铜矿^[9]、嘎拉勒铜金矿^[10], 以及弗野铁矿^[11]、材玛铁矿^[12]等铁多金属矿床, 矿床规模自小型至超大型(图1)。

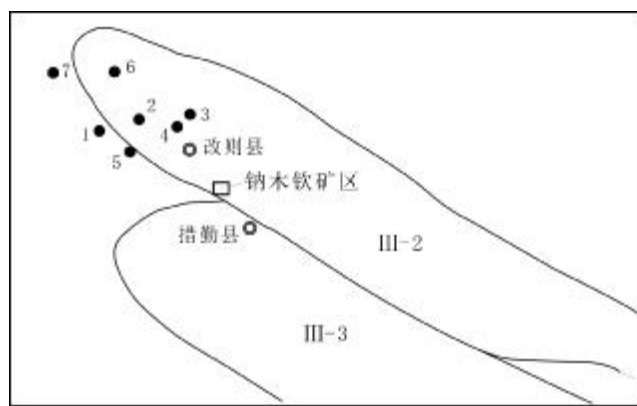


图1 区域成矿带位置示意图

Fig. 1 Location sketch map of regional metallogenetic belt

III-2—班公湖-怒江金-铜-铁-银-铅-锌成矿带(Bangonghu-Nujiang Au-Cu-Fe-Ag-Pb-Zn metallogenetic belt); III-3—冈底斯铜-铅-锌-钼-铬-铁-金-银成矿带(Gangdise Cu-Pb-Zn-Mo-Cr-Fe-Au-Ag metallogenetic belt); 1—尕尔穷铜金矿床(Garqiong copper-gold deposit); 2—多龙-拿若铜金矿床(Duolong-Naruo copper-gold deposit); 3—多不扎-尕尔勤铜矿床(Duobuzha-Garqin copper deposit); 4—波龙铜金矿床(Bolong copper-gold deposit); 5—嘎拉勒铜金矿床(Galale copper-gold deposit); 6—弗野铁矿床(Fuyue iron deposit); 7—材玛铁矿床(Caima iron deposit)

2 矿区地质特征

2.1 地层

矿区出露地层较为简单(图2), 主要为中二叠世下拉组地层, 出露面积约占矿区面积的55%, 该地层又可分为下段(P_{2x}^1)和上段(P_{2x}^2)两层。下拉组下段主要分布在矿区中部, 呈东西向条带状, 出露面积占矿区面积的20%左右, 厚度约几十米至数百米不等。岩性为深灰—浅灰色石英砂岩、粉砂岩、钙质砂岩、大理岩、含硅质泥质板岩等。产状: $198\sim 245^\circ \angle 35\sim 65^\circ$ 。与上覆中二叠世下拉组上段地层呈不整合接触关系。该层中的石英砂岩是矿区铜矿体的主要顶板及围岩, 而大理岩是金矿体的主要赋矿层位。

下拉组上段分布在矿区中南部及北部, 厚度约数百米, 出露面积占矿区面积的35%左右。岩性为浅灰—青灰色灰岩, 局部地段有深灰色灰岩, 在灰岩中有少量的硅质条带和硅质结核充填。产状: $188\sim 215^\circ \angle 45\sim 70^\circ$ 。岩层局部破碎蚀变较为强烈, 发育有破碎蚀变带, 是矿区I号金矿带的主要围岩, 与矿区金矿体具有较为密切的成因关系。

其次矿区中还出露有第四纪更新世($Q_{3^{up}}$)地层及晚石炭世—早二叠世拉嘎组地层等。

2.2 构造

矿区内构造主要为断裂构造, 其中在矿区中北部有一条北西西向断层 F_1 , 断层倾向北北东, 倾角 50° , 贯穿整个矿区, 出露宽度约30~50 m, 有明显的逆断层特征。从变形特征看, 该断层具有脆性的变形性质, 发育有构造破碎带, 岩石具片理岩化, 变形经历具有多期性, 主要表现为早期韧性, 后期脆性的复合或叠加性质。

在 F_1 断层北东方向发育有一条构造破碎带(F_2), 破碎带走向为东西向, 破碎带长3.5 km, 宽100~200 m。破碎带内具较强的褐铁矿化、黄铁矿化、黏土矿化、碳酸盐化, 硅化现象较为明显。破碎带内石英脉发育, 局部地带可见明金。I号金矿带就位于该破碎带的东部。

矿区南东部发现有一条构造破碎带(F_3), 破碎带走向为东西向, 破碎带长约1 km, 宽200 m左右。岩性主要为碎裂灰岩、碎裂大理岩等。破碎带内具较强的褐铁矿化、黄铁矿化、黏土矿化、碳酸盐化现象。破碎带内石英脉发育, 局部地带可见明金。III号金矿带就位于该破碎带内, 破碎带向东延伸至矿区外。

为密切的成因关系。

2.4 变质岩

矿区内主要分布有3种变质岩,一种是以接触交代变质形成的夕卡岩,另一种是以热变质形成的大理岩,其次是受脆性动力变质形成的碎裂岩。其中与成矿关系较为密切的主要是夕卡岩与碎裂岩。

夕卡岩呈带状分布于矿区中部和东部,是早白垩世的花岗闪长岩侵入于中二叠世下拉组的沉积岩后变质而成。岩石颜色为绿色、咖啡色、黄色、褐色。中部夕卡岩与Ⅱ号铜矿带具有密切的控矿关系,该夕卡岩走向为东西向,延伸2.5 km左右,宽一般为50~200 m,岩层产状 $176\sim 200^{\circ}\angle 15\sim 36^{\circ}$ 。蚀变相当强,主要以黄铁矿化、绿帘石化、黏土矿化、碳酸盐化为主,主要矿物为石榴子石、黄铁矿、透辉石、绿泥石、磁铁矿。

碎裂岩受区域构造控制,主要呈东西向分布于Ⅰ号和Ⅲ号金矿带上,它是金矿体的含矿母岩。岩石呈灰色,碎裂结构,残余鳞片粒状变晶构造、块状构造。该岩石前后受脆性应力改造和矿化热液的充填胶结等一系列的地质作用改造,原岩为灰岩、大理岩,组成矿物为简单的方解石和白云石,在脆性应力作用下岩石破碎成大小不等的近棱角状碎块,大小在1~10 mm。岩石具有较强的矿化蚀变,主要有褐铁矿化、绢云母化、黄钾铁矾化、碳酸盐化、硅化。

3 矿床地质特征

3.1 矿化带及矿体特征

通过野外勘查工作,在矿区共圈定有3条矿化带,金、铜多金属矿体21条,现对矿区矿化带及矿体特征进行简要叙述(图2)。

1) Ⅰ号金矿带:位于矿区北东部的F2破碎蚀变带中,受破碎带控制呈东西向带状,矿带长约1 km,宽约100~200 m,矿带中岩层产状: $310\sim 15^{\circ}\angle 18\sim 70^{\circ}$ 。该矿带中共圈出金多金属矿体5条,矿体长度80~324 m,厚度1.00~9.52 m, Au品位 $1.24\times 10^{-6}\sim 12.2\times 10^{-6}$ 。其中Ⅰ-Au1为主矿体,矿种为Au、Cu共生。

2) Ⅱ号铜矿带(图2、3):位于矿区中西部的夕卡岩带内,受接触部位夕卡岩形态的控制,矿带呈近东西向展布,长约700 m,宽约100~200 m。矿体在垂向上受夕卡岩产状控制,总体向南倾,西部较缓东部较陡,产状 $142\sim 185^{\circ}\angle 32\sim 60^{\circ}$,岩性自上而下为蚀变灰岩-

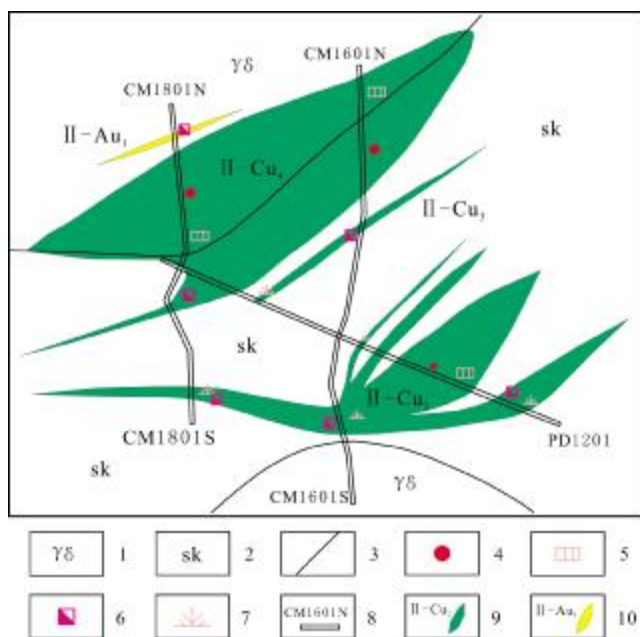


图3 Ⅱ号铜矿带4830中段平面图

Fig. 3 Plan of No. II copper ore belt at Level 4830

1—花岗闪长岩 (granodiorite); 2—夕卡岩 (skarn); 3—地质界线 (geological boundary); 4—黄铜矿化 (chalcopyritization); 5—黄铁矿化 (pyritization); 6—褐铁矿化 (ferritization); 7—孔雀石化 (malachitization); 8—铜探工程及编号 (exploratory tunneling project and number); 9—铜矿体及编号 (Cu orebody and number); 10—金矿体及编号 (Au orebody and number)

夕卡岩-花岗闪长岩体,铜矿体沿该3种类型的岩性均有分布。该矿带共圈出铜多金属矿体5条,其中Ⅱ-Cu2与Ⅱ-Cu4为主矿体。

3) Ⅲ号金矿带:位于矿区南东部的F3破碎蚀变带中。该矿带产于中二叠世下拉组地层,岩性为碎裂灰岩与碎裂大理岩,围岩为下拉组灰岩与早白垩世石英二长岩。矿带呈北东东向展布,长约400 m,宽约100 m,向北东延伸至矿区外。矿带蚀变类型主要为黄钾铁矾化、褐铁矿化、碳酸盐化、硅化。该矿带中共圈出金多金属矿体6条,各矿体长度80 m,厚度1.24~11.16 m, Au品位 $1.14\times 10^{-6}\sim 27.35\times 10^{-6}$,各矿体产状: $155^{\circ}\angle 75^{\circ}$ 左右。其中Ⅲ-Au1为主矿体。

除上述矿化带及矿体外,在Ⅰ号金矿带西约1 km发现有3条金矿体及1条金铁共生矿体;在Ⅱ号铜矿带南约1.5 km发现1条铜矿体。各矿体特征见表1。

3.2 矿石特征

矿石类型按含矿矿种不同及成因差异主要分为构造蚀变岩型金矿石和夕卡岩型铜矿石。

表 1 矿体基本特征一览表

Table 1 Characteristics of orebodies

矿带编号	矿体编号	矿体长度/m	平均厚度/m	平均品位				产状	
				Cu/10 ⁻²	Au/10 ⁻⁶	Ag/10 ⁻⁶	TFe/10 ⁻²	倾向/(°)	倾角/(°)
I	I - Au1	324	4.14	0.38	4.36			15	70
	I - Au2	220	2.24		2.49	52.2		29	52
	I - Au3	80	3.81		4.66			358	58
	I - Au4	216	4.08		12.2	63.62		358?	42
	I - Au5	80	1.13		1.56			0	70
II	II - Cu1	190	2.84	0.43				165	32
	II - Cu2	570	20.35	0.59				142-185	43-60
	II - Cu3	145	2.39	0.31				150	37
	II - Cu4	285	23.85	0.81				151	39
	II - Au1	80	1.74		1.95			151	39
III	III—Au1	80	11.16		20.6			155	75
	III—Au2	80	1.24		20.8			155	75
	III—Au3	80	1.24		4.03			155	75
	III—Au4	80	3.72		27.35			155	75
	III—Au5	80	2.88		6.54			130	75
	III—Cu、Au1	80	2.48	0.35	5.42			155	75
	外 Cu1	160	23.52	0.28				195	79
	外 Au1	80	1.12		1.15			336	61
	外 Au2	80	2.93		1.2			336	61
	外 Au3	80	7.02		1.77			336	61
	外 Au、TFe1	80	9.52		2.26	20.9		336	61

构造蚀变岩型金矿石：矿石中矿石矿物主要为自然金、褐铁矿；脉石矿物主要有方解石、白云石、石英、白云母、绿泥石、斜长石。矿石结构主要为粒状变晶结构、半自形粒状结构，矿石的构造主要为浸染状构造、块状构造。根据物相样分析，其中金矿物类型主要为氧化相的金矿物和自然金矿物类型。

夕卡岩型铜矿石：矿石矿物主要为黄铜矿、斑铜矿、辉铜矿、磁铁矿、黄铁矿、孔雀石、褐铁矿；脉石矿物主要有方解石、白云石、石榴石、透辉石、石英、白云母、绿泥石、斜长石、钾长石、角闪石、榍石和磷灰石。其中黄铜矿、斑铜矿、磁铁矿、孔雀石等是矿石中的主要有用矿物。矿石结构主要有：他形-半自形不等粒状结构，黄铜矿、斑铜矿、辉铜矿、磁铁矿多为该结构形式；固溶体分离结构，其中有黄铜矿、斑铜矿互相间形成的

格架状、片状、蠕虫状分离结构；交代环边结构，主要有辉铜矿沿斑铜矿、黄铜矿边缘，磁黄铁矿沿黄铁矿边缘交代形成的结构；包含结构：主要为黄铜矿包含细小的磁铁矿。矿石的构造主要为脉状构造，其次为浸染状、薄膜状及斑点状构造等。根据矿物间相互交代、分离等特征确定矿物生成顺序为：磁铁矿→黄铁矿→黄铜矿→褐铁矿(孔雀石)。

4 矿床成因探讨

根据本区矿石类型、矿体分布特征及矿化蚀变等情况，认为本矿区的矿床类型分为构造蚀变岩型金多金属矿床和夕卡岩型铜多金属矿床 2 类。

4.1 金矿床成因

本区位于西藏境内构造活动较为频繁的班-怒缝

合带,在中二叠世下拉组地层受到区域构造运动形成了近东西向的构造带,随后早白垩世中-酸性侵入岩侵入,并伴随着构造带的地热异常,在构造断裂带附近岩层内的同生水和地下水形成了地下热液,当地下热液在循环过程中,不断溶解和萃取围岩中的有用组分,逐步转化为含矿热液。在构造作用的影响下,当含矿热液运移至构造破碎带及其次级构造裂隙时,物理化学条件发生了很大的改变,促使 Au、Ag 等有用元素从含矿热液中析出沉淀而成矿。同时,在矿体中发育有褐铁矿化、黄钾铁矾化、硅化、碳酸盐化等围岩蚀变。

此后该区地壳不断抬升,经历了后期风化、剥蚀,从而形成蚀变带及金矿化体出露地表的现状。综上所述,钠木钦金矿床为构造蚀变岩型金多金属矿。

4.2 铜矿床成因

根据矿区矿化体分布特征、矿石类型等认为铜矿成矿过程主要可分为夕卡岩期、金属硫化物期和表生期 3 个成矿期。

1) 夕卡岩期:当早白垩世花岗闪长岩侵入到灰岩时,岩体与围岩发生接触交代作用,形成以夕卡岩为主的夕卡岩带,此成矿期由于接触带温度较高,一般不形成硫化物的沉淀,而是形成石榴石、透辉石、阳起石、透闪石、绿帘石等一系列夕卡岩型矿物。

2) 金属硫化物期:成矿期中成矿温度相对较低,已降至高-中温环境,二氧化硅一般不再和 Ca、Fe、Mg、Al 组成夕卡岩矿物,而是独立的形成石英,并有典型的绿泥石、方解石等热液矿物。此时伴随着岩浆的结晶和演化,从交代作用中分离出的汽水热液中含有大量的成矿元素和各种挥发组分,随着物理化学条件的改变,促使 Cu 等有用金属以硫化物的形式从汽水热液中析出,沿岩石的节理或裂隙沉淀而成矿。

3) 表生期:在内生条件下形成的铜矿床因长期的风化剥蚀而出露地表或接近地表,在大气、水、生物作用下的分解改组,形成孔雀石、蓝铜矿、铜兰、褐铁矿等次生矿物。形成现有的地表以氧化铜矿为主,深部以原生铜矿为主的现状。

综上所述,钠木钦铜矿床为夕卡岩型铜多金属矿床。

4.3 成矿年龄推断

根据上述可知,该矿区的铜矿与金矿虽然在成因

上有区别,但它们均与早白垩世中-酸性侵入岩有着密不可分的成因关系,都是在早白垩世中-酸性岩浆侵入后成矿的。区域上与矿区北东相邻的尕尔穷铜金矿床成矿围岩也是早白垩世中-酸性侵入岩,为同一侵入岩体,成矿背景、矿床成因等都极为相似,成矿时代也不尽相同。因此根据锆石 U-Pb 同位素分析并参考尕尔穷铜金矿的成矿年龄推断^[2],本矿床中酸性侵入岩成岩年龄为 112.0 ± 2.3 Ma,成矿年龄为 89.7 Ma,对应时代为早白垩世。

5 结论

钠木钦金多金属矿与区域上的尕尔穷等矿床具有较为相似的地质背景和成矿特征等,但钠木钦矿也有其独特之处,通过对该矿床的研究可以获得如下认识。

1) 矿床与早白垩世中-酸性侵入岩有较为密切的成因关系,I、III 金矿带主要为构造蚀变岩型金矿,II 铜矿带主要为夕卡岩型铜多金属矿。

2) 金矿体主要受区域断裂所形成的构造破碎带控制,而铜多金属矿主要受中二叠世下拉组地层与早白垩世中-酸性侵入岩接触部位的夕卡岩带控制。

3) 从目前对矿区矿体的控制程度分析,矿区 I、II、III 号矿体的深部及 II 号铜矿体的西部还具有较大的找矿空间,前景较好。

参考文献:

- [1] 潘桂棠. 青藏高原及邻区大地构造图及说明书[M]. 北京:地质出版社,2013:15-130.
- [2] 吕立娜,赵元艺,宋亮,等. 西藏班公湖-怒江成矿带西段富铁矿与铜(金)矿 C、Si、O、S 和 Pb 同位素特征及地质意义[J]. 地质学报,2011,85(8):1291-1304.
- [3] 胡正华,丁枫,唐菊兴,等. 西藏革吉县尕尔穷铜金矿床地质特征及其成因意义[J]. 地球学报,2012,33(4):588-600.
- [4] 张志,唐菊兴,陈毓川,等. 西藏班-怒结合带尕尔穷铜金矿床矽卡岩矿物学特征及其地质意义[J]. 岩石矿物学杂志,2013,32(3):305-317.
- [5] 陈红旗,曲晓明,范淑芳. 西藏改则县多龙矿集区斑岩型铜金矿床的地质特征与成矿-找矿模型[J]. 矿床地质,2015,34(2):321-332.
- [6] 段志明,李光明,张晖,等. 西藏班公湖-怒江缝合带北缘多龙矿集区晚三叠世-侏罗纪增生杂岩结构及其对成矿地质背景的约束[J]. 地质通报,2013,32(5):742-750.

废石等,大多未进行处理。在调查期间发现,沟谷两岸的斜坡上矿洞出口处堆积大量的矿渣,矿洞出入口未完全封闭,有水流出。在矿渣堆集处坡脚无挡墙,同时在选矿场废弃的设备杂乱分布,未经处理。沟岸在流体的侧蚀作用下,其两边斜坡逐渐发展了较好的临空面,在自身重力和内部孔隙水压力的作用下,斜坡局部地方发生垮塌,沟岸后退,从而沟道加宽。同时会使较稳定的矿渣堆及废弃物转化为泥石流物源,再遇上强降雨诱发条件,将会诱发泥石流灾害,对矿区安全构成隐患。

4 结论

1)经过野外调查发现,研究区共发育 17 处灾害,其中滑坡 9 处,崩塌 4 处,泥石流 4 处。

2)以定性结合定量的评价方法对研究区进行地质灾害危险性评价,将研究区的危险性等级划分为低、中、高 3 级。其中高危险性区域主要分布在研究区中部,这些区域矿洞密集,采空区面积大,对灾害的诱发能力大;低危险性和中危险性斜坡主要分布在研究区边界无采矿活动的区域。

3)通过分析地质灾害危险性评价结果,结合野外调查情况,得出了采矿活动对研究区地质灾害的发生起了一定的诱发作用。在了解研究区各种地质灾害发

育机理的基础上,理论分析了采矿活动对各种地质灾害从发展到发生的各个环节的影响作用。

参考文献:

- [1]李伟.松宜煤矿区采矿活动对地质灾害的影响分析[J].科技视界,2016,6(25):356,360.
- [2]杨学亮,殷文静.地下采矿对矿山地质环境的影响探究[J].中国金属通报,2018,26(1):149.
- [3]雒卫.地下采矿对矿山地质环境影响[J].科技传播,2012,4(7):19,29.
- [4]何兴江.地下采矿与地质环境互馈机理及矿山地质环境治理研究[D].成都:成都理工大学,2008.
- [5]Oh H J, Lee S. Assessment of ground subsidence using GIS and the weights-of-evidence model [J]. Engineering Geology, 2010,115 (1/2):36-48.
- [6]Kim K D, Lee S, Oh H J, et al. Assessment of ground subsidence hazard near an abandoned underground coal mine using GIS [J]. Engineering Geology, 2006,50(8):1183-1191.
- [7]黄道光.地质灾害危险性评价及重要性浅析[J].中国新技术新产品,2010,18(8):119.
- [8]张丽,李广杰,周志广,等.基于灰色聚类的区域地质灾害危险性分区评价[J].自然灾害学报,2009,18(1):164-168.
- [9]石磊彬.基于确定性系数法的区域地质灾害评价[J].山西建筑,2014,40(1):67-69.
- [10]杜谦,范文,李凯,等.二元 Logistic 回归和信息量模型在地质灾害分区中的应用[J].灾害学,2017,32(2):220-226.

(上接第 271 页 /Continued from Page 271)

- [7]高轲,钟康惠,唐菊兴,等.西藏多龙矿集区拿若铜矿床地质特征与找矿前景探讨[J].矿物学报,2013(S2):763-764.
- [8]李玉彬,钟婉婷,张天平,等.西藏改则县波龙斑岩型铜金矿床地球化学特征及成因浅析[J].地球学报,2012,33(4):579-587.
- [9]方向,唐菊兴,丁帅,等.西藏多龙矿集区尕尔勤岩石地球化学特征及构造环境[J].矿物学报,2013(S2):306-307.

- [10]何建娟,肖渊甫,郭龙,等.西藏嘎拉勒铜金矿床金和银的赋存状态研究[J].岩石矿物学杂志,2014,33(6):1143-1150.
- [11]冯国胜,陈振华,廖六根,等.西藏日土地区弗野矽岩铁矿的地质特征及找矿意义[J].地质通报,2007,26(8):1041-1047.
- [12]胡为正,廖辉宝,黄东荣.西藏日土县材玛铁矿地质特征及找矿方向[J].资源调查与环境,2014,35(2):120-129.