

夜长坪钼钨矿床成矿控制条件及找矿远景分析

肖中军

(河南省地质调查院)

摘要:本文通过对夜长坪钼钨矿区矿床地质、地球物理特征和成矿控制条件的分析研究,认为该钼钨矿床受矿源层官道口群龙家园组、多组断裂构造交汇部位及燕山期中酸性隐伏小岩体控制,属斑岩-矽卡岩型矿床。并对矿区内及其南部十八盘—大角寺一带具良好找矿远景的地区进行了分析。

关键词:矿床地质 远景评价 钼钨矿 成矿条件

中图分类号:P618 **文献标识码:**A **文章编号:**1671-4172(2007)06-0021-06

Control Conditions of Formation of Molybdenum and Tungsten Deposits and Prospect Analysis in Yechangping Terrace

Xiao Zhongjun

(Institute of Geological Survey of Henan Province)

Abstract:Through research on control conditions of mineral formation as well as deposit geology and geophysical features of the area containing molybdenum and tungsten deposits, it is believed that the deposits are attributed to porphyry-skarn strata, controlled by neutral-acid bedrock concealed in ore ledge characteristic of groups of interacting fractures in Guandaokou Qunlongjiayuan dating back to Yanshan era. Investigation has indicated that there is a good prospecting of minerals around the surrounding areas from the mine inside to Shibapan bend-Dajiao temple.

Key words:Ore deposit geology; Prospect assessment; Molybdenum and tungsten deposit; Condition of ore formation

河南省卢氏县夜长坪矿区是 70 年代铁矿会战过程中偶然发现并评价的重点钼钨矿区之一,该矿区由于当时受探矿条件所限和社会政治原因,矿床勘查存在没封边、探底等缺陷。矿区位于银家沟-夜长坪北东向构造岩浆岩成矿带南端,出露地层为中元古界官道口群等,断裂构造发育、岩浆活动频繁,物化探异常发育,成矿条件良好。

1 成矿区域地质背景

本区位于华北陆块南缘华熊台隆洛南-栾川台褶带(图 1)。其地壳具明显双层结构^[1],基底为太古宇太华群变质岩系,盖层为中元古界熊耳群火山岩系及官道口群变质碎屑-碳酸盐岩系和新元古界栾川群变质碎屑-碳酸盐岩系等。其中栾川群是我国著名的南泥湖钼矿田的赋矿层位,熊耳群是著名金堆城钼矿田的赋矿地层。区内构造活动强烈,近东西向和北(北)东向断裂构造发育,控制了燕山期中酸性小岩体的侵位,为成矿提供了良好的矿液运移通道和储存场所。岩浆活动频繁,与成矿关系密

切的中酸性小岩体广布全区。物化探异常具有规模大、强度高、套合好等特点。钼钨、铅锌、银、金矿(化)点星罗棋布。成矿地质条件极为优越,是东秦岭地区一个重要多金属成矿单元。

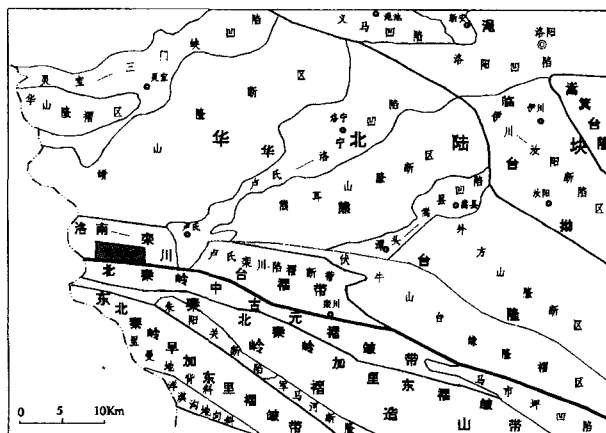


图 1 豫西地区大地构造分区图

Fig. 1 Geotectonic division in west region of Henan Province

2 矿区地质及地球物理特征

2.1 地层

矿区内出露地层主要为中元古界官道口群龙家园组和巡检司组。

龙家园组:按岩性组合特征自下而上可划分为 3 个岩性段。下段以薄层层纹状白云岩为主,上部夹变玄武安山岩及绢云绿泥片岩,中段岩性以中厚层状白云岩为主,夹燧石条纹白云岩。上段为燧石条纹条带厚层状白云岩。

巡检司组:上部为中厚层状燧石条纹条带白云岩及含燧石团块白云岩、下部为薄层状白云岩及含砾绢云钙质片岩。

2.2 构造

矿区位于潘河-马超营区域性深大断裂西延部分的南侧,褶皱构造总体上呈宽缓的背形和向形形态。主要有夜长坪背形和鸡笼山向形。断裂构造发育,近东西向断裂规模较大,北东向断裂一般规模较小。

近东西向断裂带:区内 7 条,近平行分布,间距 600 ~ 1 000 m。长度从近千 m ~ 3 km,宽度 0.5 ~ 10 余 m,一般 1.5 m 左右,走向 70 ~ 100° 之间,倾向北,局部反倾,倾角一般 80° 左右,向深部近直立。带内主要由圆化角砾、挤压片岩及挤压透镜体组成,有的断裂内充填片理化正长岩,具明显多期活动的特征。该组断裂构造铁锰碳酸盐化蚀变比较普遍,矿化不明显。

北西—北西西向断裂带:共有 3 条。该组断裂带具规模较大,延伸长之特点,倾向北东,倾角陡立,以挤压片理化带和挤压透镜体发育为特征。宽度 2 ~ 16 m 不等,均为顺时针方向运动。该组断裂构造普遍具弱铁锰碳酸盐化,铅锌矿化仅在个别断裂构造局部地段较强。

北东向断裂带:具成群成带分布特点,一般规模较小,延伸一般 300 ~ 800 m 不等,厚度 0.5 ~ 1 m 左右,走向一般 20 ~ 30°,倾向北西,倾角 80° 左右。断层面平直,常见摩擦镜面及擦痕,断层内多由角砾岩及断层泥组成。该组断裂 Pb、Zn、Mo、W、Au、Ag 异常强度高,套合好。

2.3 岩浆活动

矿区内岩浆岩不发育,主要有燕山期岩浆演化早期形成的碱性脉岩 (169Ma, Rb-Sr) 和演化晚期形成的夜长坪隐伏钾长花岗斑岩体 (图 2)。该岩体与区内钼钨矿的形成有密切的成因联系。据矿区勘探

资料,夜长坪隐伏岩体呈锥状岩枝侵位于龙家园组地层之中,在与围岩接触带处形成厚达 150 ~ 230 m 的钼钨矿体,并且在钼钨矿体外围有铅锌矿化显示。

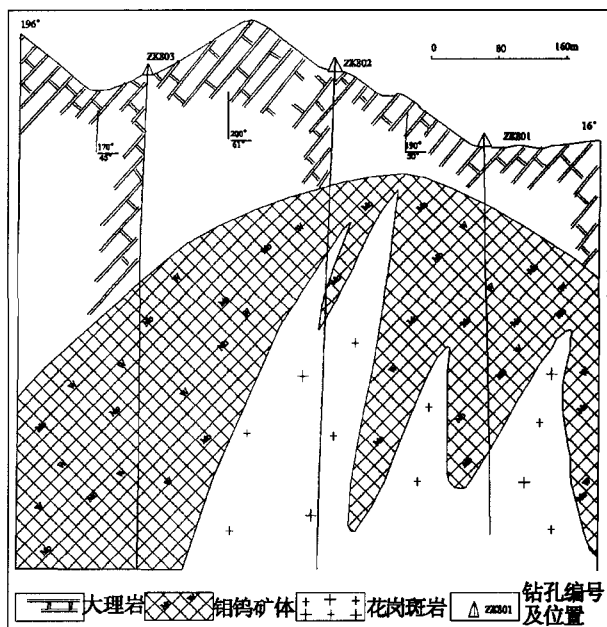


图 2 夜长坪隐伏花岗斑岩体剖面示意图

Fig. 2 Representation of unearthed/potential granitic porphyre in Yechangping

2.4 矿床地质特征

夜长坪钼钨矿床为一以钼为主,钨、铁为次的隐伏斑岩—矽卡岩型矿床。矿体主要就位于官道口群龙家园组与隐伏小花岗斑岩体接触带的夕卡岩中,其次赋存于斑岩体中,距地表 70 ~ 150 m。主矿体东西长 800 多 m,南北宽 500 多 m。平面上呈环状,剖面上呈向上凸出的弧状,形状比较规则,从中心向四周呈 5 ~ 15° 的缓倾斜,边部较陡,倾角 40 ~ 50°。主矿体由上部 and 下部两个矿体组成,两者之间由无矿带或矿化体分开。上部矿体厚 150 ~ 230 m,向四周有变薄的趋势,但未封边。下部矿体厚 180 ~ 230 m,且多数钻探工程落于矿体内,这说明矿体有向四周及深部扩展的远景。矿区钼品位 0.03% ~ 1.36%,平均 0.133%,钨品位一般 0.07% ~ 0.98%,平均 0.102%,伴生有低品位磁铁矿。

矿石自然类型主要为矽卡岩型矿石,次为花岗斑岩型矿石及黑云正长片岩型矿石,矿石工业类型主要为单钼型矿石,次为钼—钨—(铁)型矿石。主要金属矿物为辉钼矿、白钨矿、磁铁矿,次为黄铁矿、黄铜矿、闪锌矿、钼钙矿等。非金属矿物主要为石英、透辉石、透闪石、白云石,次为蛇纹石、方解石、钾长石、黑云母等。氧化带有褐铁矿、钼华、钼铅矿等

次生矿物。辉钼矿、白钨矿、磁铁矿等金属硫化物矿物矿石结构以半自形-它形晶粒状结构为主,粒径 0.3~1mm。矿石构造主要为浸染状、细脉状,次为条带状。

2.5 矿区地球物理特征

矿区及外围存在一个明显的复合磁异常、两个高值区(300 nT~500 nT)(图 3)。该磁异常由含磁铁矿矿体与钾长花岗岩叠加引起,矿体埋藏南深北浅,最浅达 10 m 左右,推测矿体为产状近于直立略微南倾的板状体。该磁异常 C1 高值区(300 nT~600 nT)分布于矿区范围内,C2 高值区(300 nT~400 nT)分布于矿区以南十八盘、庙下一带。其强度仅低于 C1 高值区,并且有钼钨矿化显示,表明 C2 高值区应为矿至异常。

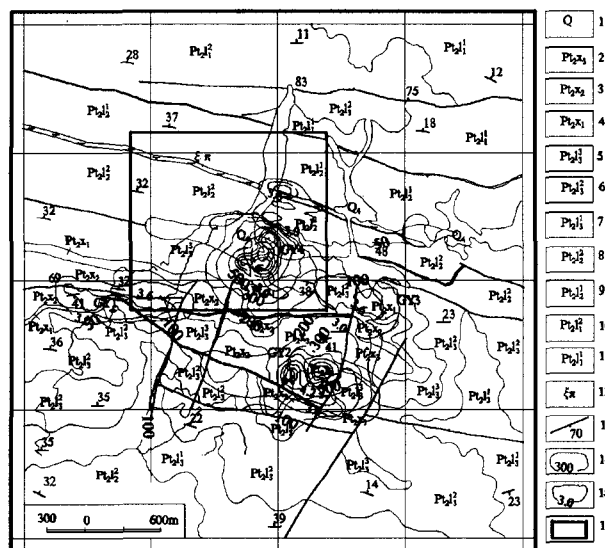


图 3 夜长坪钼钨矿区地质及物探综合图

Fig. 3 Synthetic chart of molybdenum deposit geology and geophysical prospecting

1. 第四系 2. 巡检司组三段 3. 巡检司组二段 4. 巡检司组一段
5. 龙家园组三段第三岩性段 6. 龙家园组三段第二岩性段
7. 龙家园组三段第一岩性段 8. 龙家园组二段第二岩性段
9. 龙家园组二段第一岩性段 10. 龙家园组一段第二岩性段
11. 龙家园组一段第一岩性段 12. 正长岩 13. 断裂及产状
14. 高磁异常等值线 15. 激电异常等值线 16. 夜长坪钼钨矿区

矿区及外围存在 4 个激电异常,分别为 GY1、GY2、GY3、GY4,激化率在 3% 以上,区内激化率背景值仅为 0.5%。GY4 异常分布于夜长坪隐伏钼矿体上方,为矿至异常,其它异常均分布于矿区外围。通过类比分析,4 个激电异常所处地质构造环境一致,并且具备相似激化率强度。此外,在 GY2 异常区(大角寺一带),经激电测深验证,地表之下 100~300 m 范围内存在高极化率异常。物探推测该高极

化率异常为含钼的硫化物矿体引起。由此推断在夜长坪钼钨矿区外围存在隐伏钼矿体。

3 成矿控制条件分析

3.1 地层、岩石与成矿的关系

(1) 地层、岩石地球化学特征与成矿的关系

豫西钼钨矿赋存的主要地层为基底太华群、盖层熊耳群、官道口群和栾川群^[2]。各地层测得的钼钨含量列于表 1。

从表中可知,基底地层太华群钼 $1.01 \times 10^{-6} \sim 3.28 \times 10^{-6}$,含钨 0.31×10^{-6} ,熊耳群含钼 $3.80 \times 10^{-6} \sim 6.50 \times 10^{-6}$,官道口群含钼 $1.31 \times 10^{-6} \sim 3.60 \times 10^{-6}$,含钨 $0.01 \times 10^{-6} \sim 3.66 \times 10^{-6}$;栾川群含钼 $5.05 \times 10^{-6} \sim 19.50 \times 10^{-6}$;含钨 $1.82 \times 10^{-6} \sim 9.81 \times 10^{-6}$,表明基底和盖层部富钼、但基底贫钨。而且主要赋矿层位龙家园组、三川组、白术沟组、南泥湖组、煤窑沟组及熊耳群和太华群的钼含量和部分钨含量明显高于非赋矿层位巡检司组、杜关组和冯家湾组,表明钼钨成矿与地层钼钨含量之间存在密切的联系。因此,太华群、熊耳群、官道口群、栾川群应该是本区钼(钨)矿成矿的矿源层。它为燕山期重熔太华群及其以下岩石形成富钼的花岗岩浆提供了矿质来源。该岩浆上侵过程中萃取了盖层地层中的钼、钨等成矿元素,演化晚期产生富含钼、钨等元素的岩浆期后热液在有利构造、围岩条件下交代、充填形成本区的矿床。

对夜长坪地区区域地球化学背景资料研究(表 2)表明,元素含量平均值大于克拉克值的元素有铅、锌、银、砷、锑、钨、钼、锰、钒,浓集系数大于 1 的有铜、铅、锌、银、金、砷、钨,表明区内总体特征是富集铅、锌、银、砷、钨元素。其中银变异程度最高,其次是铅、锌,说明三元素易形成局部富集;砷、钨、钼、锰、铜变异系数较小,属均匀分散型元素,不易富集成矿。

为查明全区元素之间共生组合关系,经 R 型聚类分析,见图 4,相关关系最为密切的元素组合为 Pb、Zn、Cu、Au、As、Sb 和 V、Mn,其次为 Pb、Zn、Cu、Au、W、Mo、As、Sb 和 V、Mn、Ba、Ag 与上述元素相关关系不密切。典型 Pb、Zn、Cu、Au、W、Mo、As、Sb 组合关系表明,本区存在低温-中温-高温元素成矿分带现象,其中以 Pb、Zn、Cu、Au 为主的多金属矿化分布于钼钨矿化之外。V、Mn、Ba 组合是典型的熊耳群火山岩系中-基性岩的元素含量分布形式。

表 1 豫西地区基底和部分含矿盖层 Mo、W 含量※

Table 1 Mo & W contents of basement and some orebearing cover rocks of western area in Henan province

项目	太华群			熊耳群		
	鲁山、小秦岭	小秦岭、崤山	小秦岭	卢氏-灵宝	蒋敬业	西安冶金有色
	崤山、熊耳山 (171)	熊耳山 (115)	(95)	地区 (130)	马振东 (195)	地勘公司
Mo/(10 ⁻⁶)	1.01	2.40	3.28	3.8	4.42	6.5
W/(10 ⁻⁶)		0.31				

项目	官道口群				栾川群			
	龙家	巡检	杜关组	冯家	白木	三川组	南泥	煤窑
	园组 (35)	司组 (35)	(31)	湾组 (31)	沟组 (31)	(17)	湖组 (14)	沟组 (31)
Mo/(10 ⁻⁶)	3.60	1.31	1.46	3.42	13.13	19.50	7.51	5.05
W/(10 ⁻⁶)	1.23	0.01	0.01	3.66	9.81	8.42	1.82	1.83

※ 引自《中国钼矿床》,()中数字为样品数。

表 2 夜长坪地区元素地球化学参数表

Table 2 Element geochemistry parameters in Yechangping area

元素素	样品数	最大值	最小值	平均值	标准离差	变异系数	浓集中心	背景值	全省平均值	克拉克值
Cu	1 230	300	6	23.45	11.36	0.48	1.05	22.42	21.36	47
Pb	1 230	3 000	7	44.12	123.76	2.81	1.25	30.25	24.24	16
Zn	1 230	3 600	22	90.22	105.59	1.17	1.15	83.41	72.34	83
Ag	1 230	120.01	0.02	0.19	3.30	17.02	1.29	0.09	0.07	0.07
Au	1 230	68	0.5	2.48	2.29	0.92	1.59	2.24	1.41	4.3
As	1 230	86.05	0	12.91	4.85	0.38	1.45	12.75	8.79	1.7
Sb	1 230	11.49	0.06	1.01	0.66	0.65	0.63	0.94	1.50	0.5
W	1 230	16.80	0.4	2.22	0.81	0.36	1.21	2.11	1.75	1.3
Mo	1 230	14.70	0.2	1.28	0.75	0.59	0.40	1.21	3.00	1.1
Ba	1 230	3 600	110	594.59	246.63	0.41	0.89	565.82	636.93	650
Mn	1 230	1 950	100	676.07	324.89	0.48	0.85	667.95	782.89	100
V	1 230	310	0	65.84	42.14	0.64	0.66	62.72	94.40	90

注:ω(Au):10⁻⁹,ω(其它元素):10⁻⁶,克拉克值为维氏(1962)值。

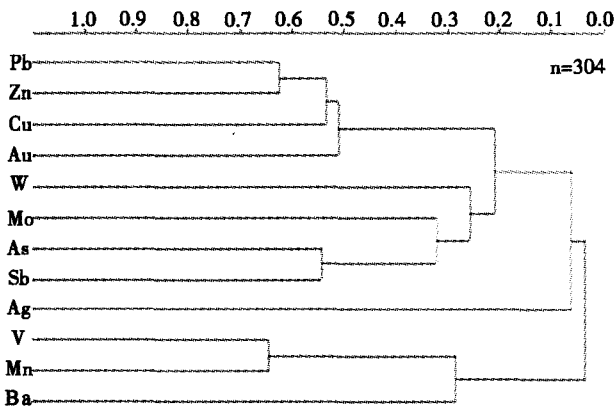


图 4 夜长坪地区 R 型聚类分析谱系图

Fig.4 R-clustering analysis spectrogram in Yechangping area

其中铜、钼、钨异常主要分布在银家沟矿床和夜长坪矿床范围内。夜长坪矿区形成了以 Cu、Mo、W 元素异常。面积 1.81 ~ 3.55 km²,短轴状,长轴方向呈近东西向。各元素异常仅发育外带,三元素套合程度高。

(2) 岩性对矿床类型的控制

研究表明,钼矿化对岩性并无明显的选择性。不同围岩在物理化学性质上的差异,只能导致矿床类型、蚀变、矿石类型及矿化表现形式的不同。当围岩为碳酸盐石时,由于其化学性质较活泼,相对塑性,易于交代,不易产生裂隙,因此蚀变主要为矽卡岩,次为硅化等,早期矿化形式以浸染状为主。成矿元素组合除钼外,还有钨、铁、多金属、硫伴生或共生。矿石类型以矽卡岩型为主。矿床成因类型为矽卡岩型。当围岩为硅铝质岩石(包括沉积岩、酸性~基性火山岩、侵入岩等)时,由于岩石相对脆性,易产生裂隙,化学活动性相对稳定,不易交代,故主要蚀变为线型硅化、绢(云)英岩化、黑云母化等。矿化以细脉充填为主,出现单钼成矿元素组合,形成典型的斑岩型钼矿。矿石类型有花岗斑岩型、变长英质碎屑岩—火山岩型等。夜长坪矿床同时具有碳酸盐岩和花岗斑岩两种围岩,从而形成典型的斑岩—矽卡岩型矿床。

3.2 构造对成矿的控制

构造对钼矿的控制作用主要表现在不同的构造背景、地壳厚度、断裂对成矿岩体侵位、成矿流体运移及岩体接触带构造和矿床内构造裂隙对矿化分布等控制方面。包括本区在内的我国主要钼矿床大部集中于相对隆起区与坳陷区交接地带附近的地台区内,如华北地台南、北缘的钼矿。我国主要钼、铜矿的 60% 左右集中于地台区,40% 左右分布于褶皱带,而且以钼为主的矿床多产于地台区。这表明钼矿主要产于具古老基底的地台边缘活动地带。

物探重力测量资料表明,包括本区在内的东秦岭主要钼矿床多集中于华阴地幔凹陷区和卢氏地幔凹陷区附近,或位于地幔隆起与凹陷区之间的过渡区,且位于地壳厚度增大的部位,如南泥湖钼矿田地壳厚度约 44 km,夜长坪钼矿田地壳厚度约 44.5 km,金堆城等钼矿地壳厚度均大于 44 km。本区处于槽台分界深断裂附近,强烈的构造活动,深部应力带局部逸散增温和释放构造摩擦热以及在构造低压区聚集大量的挥发分,促使断裂重熔的发生,从而形成与成矿有关的地壳重熔型岩浆及其侵入体。本区近东西向和北北东向断裂交汇部位控制了该钾长花岗斑岩侵入体的分布。

3.3 岩浆活动对成矿的控制

(1) 岩浆分异演化和岩石系列与成矿的关系

与钼、钨及多金属矿化有关的燕山期成矿岩体往往不是一次侵入的简单岩石组成的单式岩体,而是随着岩浆演化由多次侵入的不同岩石组成的复式岩体。早期侵入的岩石相对基性,晚期侵入的岩石相对酸性。如南泥湖成钼岩体早期侵入斑状黑云母花岗闪长岩,中期侵入与矿化直接相关的斑状花岗

岩,晚期侵入花岗岩脉和细晶岩脉。本区早期侵入正长岩、正长斑岩,晚期岩浆侵入受夜长坪-银家沟和八宝山-后瑶峪北北东向断裂带控制,形成了区内特有的两条受岩体控制的矿化带,西部夜长坪-银家沟岩浆岩带,它控制了夜长坪、圪老湾钼钨矿床,银家沟硫多金属矿床;东部八宝山-后瑶峪岩浆岩带,它控制了曲里铁锌矿床,八宝山铁矿床,柳关铅锌钼矿床,王家河、后瑶峪铅锌矿床。钼矿化常与岩浆化中—晚期的规模较大的酸性斑状花岗岩和花岗斑岩体有关,早于脉状花岗斑岩形成。

(2) 岩体岩石化学成分与成矿关系

豫西及有关地区主要成钼(钨)岩体中与成矿直接有关的侵入岩岩石 SiO₂ 平均含量为 73.05% ~ 76.33%,明显高于戴里花岗岩平均值(表 3)。主要成铜岩体 SiO₂ 平均含量 62.94% ~ 67.23%,明显低于戴里花岗岩平均值^[3]。与银家沟岩体有关的铜、钼矿化强度介于上述以钼矿化强度大和以铜矿化强度大的岩体之间。这表明成钼(钨)花岗岩类具有富硅,成铜(钼)花岗岩类具有相对贫硅的特点。

主要成钼(钨)花岗岩类的 K₂O + Na₂O 含量为 8.26% ~ 10.16%,K₂O/Na₂O 比值为 2.30 ~ 3.75,多高于主要铜花岗岩类 K₂O + Na₂O 含量(6.95% ~ 8.77%)和 K₂O/Na₂O 比值(0.84 ~ 128),两者均分别高于戴里的花岗岩(7.59%)和花岗闪长岩(6.45%),具有富碱高钾的特点。

综上所述,燕山期酸性岩浆演化中~晚期形成的斑状花岗岩(细~中粒花岗岩)和花岗斑岩体具有高硅、富碱、高钾和富含钼(钨)等成矿元素时有利钼(钨)成矿。

表 3 豫西及有关地区主要成钼、铜岩体岩石化学参数及成矿元素含量(×10⁻⁶)

Table 3 Petrochemistry parameters and ore-element contents of mainly reserved molybdenum and cuprum ore in western and concerning areas in Henan Province

岩体	与成矿有关的 侵入岩岩石	SiO ₂ /(10 ⁻²)	K ₂ O + Na ₂ O /(10 ⁻²)	W(K ₂ O) W(Na ₂ O)	Mo	W	Pb	Zn	Cu	主要矿化
夜长坪	钾长花岗斑岩	73.05	10.16	2.76	50~84	78.72			50.40	Mo、W、Fe
南泥湖	斑状钾长花岗岩	73.55	8.79	2.30	54	54	4	8.9	24	Mo、W
上房沟	花岗岩	76.33	8.32	3.75	328	44.6	4	29.4	3.7	Mo、Fe、W
银家沟	钾长花斑岩	69.73	8.94	18.87	12.52		62.59	48.59	56.13	Au、s、Mo
雷门沟	斑状花岗岩	73.13	8.41	3.00	57.9	31.6	69.3	74	72.90	Mo
鱼库	花岗岩	74.50	8.26	2.75	38.38	10.3	25	59.17	20.23	Mo
金堆城	花岗岩	74.61	8.65	3.22	20~130	26	102.4	70.5	36.8	Mo
德兴铜厂	花岗闪长斑岩	62.94	6.95	0.84	3.7		26	140	230	Cu(Mo)
多宝山	花岗闪长岩	63.45	7.03	1.07	5		23	31	52	Cu(Mo)
玉龙	黑云二长花岗斑岩	67.23	8.77	1.28	86		48	12		Cu(Mo)
戴里	花岗岩	70.18	7.59	1.18						

4 找矿标志及找矿远景分析

4.1 找矿标志

(1) 存在基底太华群和富钼、钨盖层矿源层。

(2) 燕山期高硅、富碱、高钾和富含钼、钨等成矿元素的花岗岩体。多组断裂交汇密集地带,特别是隐伏、半隐伏花岗岩体的环形构造发育地带。

(3) 沿构造带发育的与内生多金属矿床有关的铁锰碳酸盐氧化次生富集带,硅化、钾化、矽卡岩化等围岩蚀变带。另外矿化标志是直接的找矿标志。

(4) 化探异常、重砂异常,如水系沉积物异常、断裂原生晕异常、单元元素异常等间接找矿标志。

4.2 找矿远景分析

(1) 龙家园组和巡检司组大理岩沿马超营大断裂南侧呈北西向带状分布,厚度大,出露范围广。大理岩地层中断裂构造、层间破碎带发育,沿断裂带原生晕异常带状展布,指示了进一步找寻钼钨资源的良好前景。

(2) 在夜长坪钼矿区外围发现了多处物化探异常和多条含矿断裂带。这些含矿断裂与燕山期中酸性小岩体密切相关,与重砂异常、水系沉积物异常位置吻合,即每个小岩体构成一个成矿中心或成矿远景地段。围绕小岩体物化探异常发育,特别是 Mo、W、化探异常规模大、强度高、套合好。可见区内具有广阔的找矿前景。

(3) 作者曾在该区作过铅锌、钼钨普查工作,对夜长坪隐伏钼钨矿的成矿控制条件以及在地表的反映进行了综合研究分析,结合普查工作获取的地质、

物化探资料,得出夜长坪钼钨矿区外围找矿前景巨大的结论。

(4) 夜长坪隐伏钼钨矿体厚度很大,矿体具北陡南缓的特征。上部矿体厚 150 ~ 230 m,下部矿体厚度已达 180 ~ 230 m。从以往钻探工程控制情况看,多数钻探工程停于矿体内,特别是周边钻孔见矿情况良好,这说明矿体向深部和四周扩展的远景很大。

(5) 以往铅锌普查地质资料反映,夜长坪矿区外围大角寺一带存在钼矿化体露头,探槽 TC306 钼品位 0.02% ~ 0.04%,岩石铁锰碳酸岩化蚀变特强。由此可见夜长坪隐伏钼钨矿体已延出原矿区外,并且有变浅可能。

(6) 由夜长坪含磁铁矿钼钨矿体与钾长花岗岩叠加引起的高磁异常,南部 C2 高值域(300 nT ~ 400 nT)覆盖普查区内大角寺、庙下地域,并且大角寺分布一高强度激电异常。该地段探寻钼钨矿的潜力较大。

本文得益于黎世美教授级高工和燕建设教授级高工的悉心指导,在此一并感谢。

参考文献

- [1] 胡受奚,林潜龙. 华北于华南古板块拼合带地质与成矿[M]. 南京:南京大学出版社,1988.
- [2] 罗铭久,张辅仁. 中国钼矿床[M]. 郑州:河南科学技术出版社,1991.
- [3] 张本仁,李泽九. 豫西卢氏—灵宝地区区域地球化学研究[M]. 北京:地质出版社,1987.

□

(上接第 11 页)

本文应用灰色系统理论的数学原理及建模过程,建立了地浸浸出液铀浓度的 GM(1,1) 模型,可以为生产期采区随机波动的浸出液的铀浓度预测提供支持。通过将该模型对某钼矿山采区浸出液铀浓度进行灰色预测,采用“残差检验法”和“灰关联度检验法”进行检验,结果表明,GM(1,1) 模型的预测精度较高,适合于具有灰色特征的地质、采矿、选矿、经济等原始数据序列的模拟控制和预测分析。

参考文献

- [1] 邓聚龙. 灰色预测与决策[M]. 武汉:华东理工大学出版社,

1986.

- [2] 刘思峰. 灰色系统理论及应用[M]. 北京:科学出版社,2000.
- [3] 王海峰. 原地浸出采铀技术与实践[M]. 北京:原子能出版社,1998.
- [4] 何文俊,马 杰. Visual Basic 6.0 编程实例精解[M]. 北京:希望电子出版社. 2000.
- [5] Greg Perry. 戴 红,陈 喆,姚 娜,译. 学用 Visual Basic 6.0 [M]. 清华大学出版社,1999.
- [6] 易卫平,周 泉,余芸珍,等. 灰色动态模型预测酸法地浸浸出液铀浓度[C]//中国核学会. 中国核学会 2001 年学术年会论文. 武汉. 2001.

□