# 商城县汤家坪钼矿地球化学特征及找矿远景

## 杨泽强<sup>1,2</sup>

(1.河南省地质矿产勘查开发局 第三地质调查队,河南 信阳 464000;2.河南省地质调查院,河南 郑州 450007)

摘要:矿区地质、地球化学特征研究入手,总结了综合找矿标志,指出了进一步找矿方向。研究表明该矿床成矿组 分单一,异常元素组合主要为 Mo、Bi、Ag,次为 W、Sn、Zn、Cu、Pb,仅有钼能形成较大规模的异常;矿床元素水平分带 序列为(Mo-Bi-Ag)-(W-Sn)-(Pb-Zn-Cu),垂向分带序列为(Mo-Ag-Pb-Zn)-Cu-(Bi-W-Sn),并以  $w(Mo)/[w(Bi) \times 100] \ge 65, [w(Pb) \times w(Zn)/w(W) \times w(Sn)] \ge 25$ 为判别标志,来预测深部盲矿体的存在。

关键词:斑岩钼矿;地球化学特征;找矿标志;汤家坪

中图分类号: P632 文献标识码: A 文章编号: 1000 - 8918 (2008) 06 - 0590 - 06

河南省商城县汤家坪钼矿是河南省地勘局地调 三队探明的一处大型斑岩钼矿床,结束了豫南大别 山区没有大型金属矿的历史,该矿成矿元素单一,矿 石易选,钼工业矿体95%以上赋存于早白垩世汤家 坪单元花岗斑岩体内。地球化学测量在该矿的发现 和勘查过程中起到关键作用,笔者旨在总结该区地 球化学特征,为扩大矿床规模及在外围寻找盲矿提 供依据。

1 地质概况

#### 1.1 区域地质背景

矿区位于大别造山带北麓,属秦岭造山带东延 部分。大别造山带是由多个形成于不同构造环境, 有着各自独立的建造特征和构造演化序列的构造地 层地体经多次聚合拼贴而成的复杂构造带,其北侧 以栾川—明港断裂为界与华北地台南缘褶皱带相 邻。带内岩石建造繁多,岩浆活动强烈。燕山期前, 秦岭—大别地区陆内俯冲,使下地壳物质部分重熔, Mo 元素随之进入而形成富钼花岗岩浆。燕山期,秦 岭造山带褶皱回返,在伸展机制下,富钼花岗岩浆沿 北西西向裂陷带发生大规模酸性岩浆侵入,形成了 一系列深源浅成型花岗斑岩体<sup>[1]</sup>。这些含钼斑岩 体多沿区域性桐柏—商城断裂带分布,为东秦岭— 大别钼成矿带的组成部分。

#### 1.2 含矿岩体特征

该区位于桐柏一大别变质核杂岩隆起带,区内 岩浆岩主要为早白垩世香子岗序列汤家坪单元的花

收稿日期:2006-09-04

岗斑岩,位于矿区北东部,平面上呈向北东突出的月 牙形,面积约0.31 km<sup>2</sup>,剖面上呈向南西方向倾伏 的不规则小岩株,为汤家坪钼矿的成矿母岩。

新鲜岩石为灰白一肉红色,斑晶成分:钾长石、 斜长石和石英,斑晶含量 10% 左右;基质由微细粒 钾长石、斜长石、石英和少量黑云母组成,岩石中常 见角闪安山岩包体。岩石化学成分具超酸(76.33 ×  $10^{-2}$ )、富碱[ $w(K_2O) + w(Na_2O)$ 为9.11%]、高钾 [ $w(K_2O) / w(Na_2O)$ 为1.81]等特点,属超酸性铝 过饱和系列岩浆岩。

围岩主要为太古宇大别岩群变质表壳岩和元古 代大别片麻杂岩。大别片麻杂岩由二长花岗质片麻 岩、黑云斜长片麻岩等深成变质岩系组成;变质表壳 岩系呈透镜状零星分布于大别片麻杂岩中,主要岩 石类型为角闪黑云二长片麻岩、斜长角闪片麻岩等。

### 1.3 矿床地质特征

汤家坪钼矿体赋存于早白垩世汤家坪单元花岗 斑岩体内及外接触带中,属典型的斑岩型钼矿床。 I号钼矿体长1120m,东西宽960m,矿体水平投 影面积0.40km<sup>2</sup>。矿体整体呈似层状,南西部厚度 巨大,总体走势向南西方向倾伏,向东北翘起尖灭, 倾伏角在20°左右,钼品位0.06%~0.3%,无伴生 有益组分,钼矿储量达大型规模。岩体中心较富,向 两侧逐渐变贫。

主要矿石矿物为辉钼矿、黄铁矿,脉石矿物以石 英、钾长石、斜长石为主,黑云母、绿泥石、角闪石次 之。矿石网脉状构造发育,细脉主要有钾长石一石 英脉、石英—黄铁矿—辉钼矿脉、石英—辉钼矿细 、石英—黄铁矿—萤石细脉;围岩蚀变主要为硅 、、钾长石化、绢云母化、黄铁矿化,水平方向从中心 列两侧大致可划分为钾长石化—硅化带、硅化—绢 英岩化带,硅化和钾长石化与成矿关系密切。

### 2 地球化学特征

#### 2.1 区域地球化学特征

据1:20万商城幅水系沉积物测量成果,下元 古界桐柏—大别片麻杂岩中 Mo 含量高,为1.07× 10<sup>-6</sup>,与区域背景相比,富集系数1.53;与世界同类 岩石相比,区内岩浆岩主要富集元素为 Bi、As、Co、 Cr、V、Zr、Pb、Zn、Sb 等,W、Mo、B、Ag 次之,以燕山晚 期花岗斑岩中 Mo 含量最高,为1.71×10<sup>-6</sup>,富集系 数2.44;汤家坪花岗斑岩中 Mo 含量为6.4×10<sup>-6</sup>, 并形成了 Mo、W、Bi 等特征异常元素组合。

1: 20 万水系沉积物测量在该区圈出汤家坪钼 矿 82-甲 2 钼地球化学异常,主要元素组合为 Mo、 W、Bi,Mo 元素异常面积 12 km<sup>2</sup>,异常下限为 1.5 × 10<sup>-6</sup>,含量最高 23.2 × 10<sup>-6</sup>,平均 12.53 × 10<sup>-6</sup>,衬 值 8.35,具明显的浓度分带。伴生元素 W、Bi 异常 大于 Mo,浓集中心与 Mo 一致,强度较高;Cu、Pb、 Zn、Ag中一低温元素在斑岩体的接触带及外围地层 中富集,具有明显的水平分带特征,水平分带由内向 外为(Mo-W-Bi)-(Cu-Pb-Zn-Cd)-(Au-Ag-As),具典 型的斑岩型钼矿床地球化学异常水平分带模式。

2.2 矿区地球化学特征

2.2.1 微量元素地球化学特征

2.2.1.1 地层中微量元素特征

本区出露的地层较为单一,主要为元古代大别 片麻杂岩。利用岩石测量结果,统计的矿区背景值 和地层中微量元素特征参数值列于表1。该背景值 与地壳元素丰度相比,浓集克拉克值大于1的元素 有 Mo、W、Sn、Bi、Pb;浓集克拉克值小于1的元素 Ag、Zn、Cu,其中 Mo 背景含量相对最高,为43.89× 10<sup>-6</sup>,是地壳 Mo 元素丰度的 30.69 倍,说明 Mo 在 本区岩石中强烈富集,并可形成较强的 Mo 异常。 区内主要地层单元元古代大别片麻杂岩,元素平均 含量均高于矿区背景值。其中,Bi 元素富集系数最 高,Pb 元素富集系数最低。Bi、Mo、Sn 呈强富集分 布,W、Cu、Ag 呈富集分布,Pb、Zn 呈背景分布。依 据元素的变异系数,Bi、Sn、Ag、W、Mo 具有极强的分 异型,而 Cu、Pb、Zn 分异略低。所以,该地层中可形 成较强的 Bi、Sn、Ag、W、Mo 异常,局部形成钼矿体,

表1 地层中微量元素特征值

 地质单元	参数	Mo	w	Sn	Bi	Cu	Ag	Pb	Zn
元古代大别片麻杂岩 (n=280个)	X/10 <sup>-6</sup>	120.69	31.89	12.4	3.27	24.63	0.089	19.02	39.86
	С,	1.52	1.73	3.53	10.12	0.88	2.92	0.78	0.52
	q	2.75	1.89	2.38	11.68	1.59	1.56	1.03	1.18
	X/10 <sup>-6</sup>	43.89	16.83	5.2	0.28	15.53	0.057	18.47	33.84
( <i>n</i> =275 个)	Kĸ	30.69	14.89	1.79	1.47	0.28	0.76	1.32	0.44
地売元素丰度(黎形1992)		1.43	1.13	2.9	0.19	56	0.075	14	76.3

注:X-算术平均含量;C,一变异系数;K<sub>K</sub>-浓集克拉克值(某地区某地质单元某元素平均含量/该元素地壳丰度);q-富集系数(某地质单 元某元素平均含量/该元素矿区背景值);n-样品数。下表同。

而 Cu、Pb、Zn 仅形成较弱异常。

2.2.1.2 岩浆岩中微量元素特征

本区岩浆岩主要为早白垩世香子岗序列汤家坪 单元的花岗斑岩体。该岩体中元素地球化学特征参 数值列于表 2。与世界花岗岩(维氏)相比,汤家坪 花岗斑岩体以明显富集 Mo、Bi、W、Sn、Ag 为特征, Pb 元素含量与之相当,而 Cu、Zn 含量明显偏低,呈 低背景—贫乏分布,表现出较强的亏损。与矿区背 景值相比,Mo、Bi、Ag 呈强富集分布,Sn、Pb 呈背景 分布,W、Cu、Zn 呈低背景分布。其中,Mo 平均含 量 354.59×10<sup>-6</sup>,为地壳 Mo 元素丰度的 354.59 倍,为矿区 Mo 元素背景值的 8.08 倍。上述分布特 点揭示,成矿主元素 Mo 在花岗斑岩体中强烈富集, 并呈强分异型分布,可形成较强的异常及钼矿体。

表 2 岩浆岩中微量元素特征值

岩浆岩	参数	Мо	w	Sn	Bi	Cu	Ag	Pb	Zn
中白垩世汤家坪 花岗斑岩体 (n=378 个)	X/10 <sup>-6</sup>	354.59	13.28	6.38	1,11	10.89	0.1	22.14	24.33
	С,	1.29	1.54	2	13.68	1.73	4.6	1.29	0.78
	9	8.08	0.79	1.23	3.96	0.7	1.75	1.2	0.72
	K <sub>K</sub>	354.59	8.85	2.13	111	0.54	2	1.11	0.41
世界花岗岩(维氏)		1	1.5	3	0.01	20	0.05	20	60

2.2.2 土壤地球化学异常特征

区内1:1万土壤地球化学测量在该区圈出一

大批钼异常,这些异常为矿区远景评价提供依据。 其中,AP-13 甲综合异常由 Mo、W、Cu、Pb 元素组合 2.3 矿床地球化学异常特征

2.3.1 异常元素组合

· 592 ·

为进一步研究异常中元素之间的相关关系,选择横切 I 号钼矿体的纵 0 线剖面,采取岩石样品 130 件,分析微量元素 8 种,作 R 型聚类分析见图 1。 由图 1 可以看出,在相关系数临界值 r<sub>0.05</sub>为 0.172 的水平上,8 种异常元素分为 5 个簇群。W 与 Sn 显 著相关,Mo、Bi、Ag 显著相关,Zn 与 W、Sn、Mo、Bi、Ag



图1 I号钼矿体异常元素 R型聚类分析谱系

有一定相关性,与 Cu 弱相关性,Pb 与其他元素不相 关或弱负相关。结合元素原生异常空间分布特征及 矿石中元素组合认为. I 号钥矿体异常元素组合主



图 2 纵 0 线 剖面地球化学异常剖析

要为 Mo、Bi、Ag,次为 W、Sn、Zn、Cu、Pb。但事实上, 由于 Bi、Ag、W、Sn、Zn、Cu、Pb 元素总体含量较低, 在矿床范围内,这些元素仅形成较小规模和较低强 度的异常。

2.3.2 地球化学异常特征

从地质、地球化学异常可以看出,矿体伴有较强 的 Mo 原生地球化学异常,浓度分带清晰,异常中、 内带发育,约占异常面积 70% 以上,在三度空间内 围绕矿体分布, Mo 异常内带指示了钼工业矿体位 置,中、外带反映了钼低品位矿体和矿化范围。受岩 体向南西侧伏的影响,异常总体走势呈北东一南西 向,向西南方向倾伏,向东北翘起,与矿体展布一致 (图 2),西南部地层中的异常规模和强度明显高于 北东部地层。

Bi、Sn 异常不发育,规模较小,强度低,零散分 布在 Mo 异常内带内侧边缘,部分与 Mo 的强异常有 较好的对应关系。由北东至南西 Bi、Sn 异常规模及 强度有增大趋势。W 异常宽度大于 Sn,多分布在中 部及西南部,向下有增强的趋势。

Pb、Ag 异常多呈长条状分布于 Mo 异常内,异 常强度低,宽度小。西南部异常规模和强度大于北 东部。Zn、Cu 异常极不发育,且规模小、强度低,零 星分布。

综上所述,汤家坪钼矿床的异常组分单一,主要

为 Mo 异常,其形态规整、规模大,强度高、浓集中心 清晰、浓度梯度变化明显,沿走向和倾向在异常边部 具分枝复合现象。其他元素异常规模小、强度低,多 零散分布于 Mo 异常内或与其相邻,互相不套和,略 具分带现象。

2.3.3 矿床异常元素分带

利用纵0线地表剖面确定矿床元素横向分带序列(由内向外)为:Mo-Bi-Ag-W-Sn-Pb-Zn-Cu。将矿床元素做如下组分划分:内带元素组合为 Mo、Bi、Ag;中带元素组合为 W、Sn;外带元素组合为 Zn、Pb、Cu。

利用纵0线剖面钻孔来确定矿床元素轴向分带 序列(由上至下)为 Mo-Ag-Pb-Zn-Cu-Bi-W-Sn; Mo、 Ag、Pb、Zn 为矿体前缘元素, Cu 为矿体中部元素, Bi、W、Sn 为矿体下部元素。

2.3.4 不同标高(截面)元素比值特征

依据确定的矿床轴向分带序列,选取前缘元素 Mo、Pb、Zn 与尾部元素 Bi、W、Sn,分别计算纵 0 线 剖面不同标高(截面)指示元素的比值,计算结果见 表 3。由表 3 可知,纵 0 线剖面各元素对及累乘晕 比值从矿体前缘至尾部呈明显依次递减的变化规 律。利用这种变化规律可用来区分矿与非矿异常或 判别矿体的剥蚀程度,比值愈大,表明矿体剥蚀程度 愈浅,预示深部可能有盲矿体存在。

表3 纵0线剖面不同标高(截面)异常中指示元素比值

工程号及截面位置 (以 ZK301 为0 m)	矿体位置	$\frac{w(Mo)}{w(Sn)}$	$\frac{w(Mo)}{w(Bi) \times 100}$	$\frac{w(Pb) \times w(Zn)}{w(W) \times w(Sn)}$	$\frac{w(Pb) \times w(Zn)}{w(W) \times w(Bi) \times 10}$
ZK1501(320 m)	中上	250.84	63.34	20.07	50.67
ZK701(480 m)	中	141.24	27.54	11.78	22.97
ZK1601(960 m)	中下	25.15	8.39	3.65	12.17
ZK3201(1280 m)	尾部	8.78	2.65	0.74	2.23

3 找矿远景评价

#### 3.1 综合找矿标志

由上述矿床地质、地球化学特征,总结汤家坪钼 矿综合找矿标志信息如下表4。

#### 3.2 找矿方向

据矿区1:1万土壤测量成果,经地质、物化探 综合分析,总结出该区找矿方向,划出成矿远景区 (图3)。

#### 3.2.1 汤家坪钼矿区西南部

汤家坪钥矿已圈定的矿体及花岗斑岩体皆向西 南方向倾伏, I 号钥矿体露头仅位于 AP-13 综合异 常的北东部,在矿体倾伏方向上钼异常内带广泛分 布,由于勘查为矿山建设服务及区块登记限制, I 号 钼矿体西南部没有控边, 从异常特征及钻孔资料分

#### 表4 汤家坪钼矿综合找矿标志

标志类型		信息特征				
岩浆岩		燕山期花岗斑岩或似斑状花岗岩				
地质	围岩蚀变	钾化、硅化、绢云母化、黄铁绢英岩化、地表"火烧皮"现象				
	伴生矿化	黄铁矿化				
地球	日标物性	视极化率≥15%、视电阻率≤1793 Ω·m				
物理	异常特征	η,≥15%异常区域规律性分布				
地球 化学	元素组合	主要为 Mo、Bi、Ag,次要 W、Sn、Zn、Cu、Pb				
	水平分带	(Mo-Bi-Ag)-(W-Sn)-(Pb-Zn-Cu)				
	垂向分带	(Mo-Ag-Pb-Zn)-Cu-(Bi-W-Sn)				
	判别标志	w(Mo)/w(Bi)×100≥65%,[w(Pb)×w (Zn)]/[w(W)×w(Sn)]≥25 预示染部可能 有盲矿体				

析,矿区西南部隐伏着 [号钼矿床的深部主体。

#### 3.2.2 喻林钼多金属异常区

分布在区内南东部喻林一带,面积 1.12 km<sup>2</sup>, 异常呈带状。异常元素组合以 Mo 为主,Pb、Ag、Cu



1一第四系;2一中新元古界浒湾岩组;3-元古代大别片麻杂岩;4-太古字大别岩群;5-早白垩世汤家坪单元花岗斑岩;6一辉长岩;7--闪 长岩;8-花岗岩脉;9-花岗斑岩脉;10-大理岩;11-构造角砾岩;12-地质界线;13-性质不明断层;14--钼元素土壤地球化学异常;15--远景区范围

等元素均呈弱异常,分散叠加在 Mo 异常内,最高值 为22.4×10<sup>-6</sup>,平均值 2.86×10<sup>-6</sup>,中带分布在异 常的东端。出露地层为元古宙大别片麻杂岩,沿异 常走向有花岗斑岩脉侵入,厚约 50 m,见有不连续 的石英细脉穿插。经对异常踏勘性检查,在石英细 脉穿插的花岗斑岩体内见钼矿化。经捡块样化学分 析,钼最高品位达0.13%,具有较好的找矿前景。 3.2.3 关家洼钼多金属异常区

异常位于矿区北部关家洼一带,面积 1.2 km<sup>2</sup>, 由 AP-7 丙、AP-11 丙、AP-12 丙 3 个异常组成,单个 异常呈带状。异常以 Mo、W、Bi 为主,伴有 Cu、Ag、 As 元素异常, Mo 异常最高强度为 6.4 × 10<sup>-6</sup>。异常 分布在太古宇大别片麻杂岩内,有早元古代辉长岩 呈带状侵入。经对异常踏勘性检查,在 AP-12 丙异 常内发现一宽约 30 m,长 300 m 的硅化、黄铁矿化 构造角砾岩带,可能为钼隐伏矿体引起。

#### 4 结论

(1) 汤家坪矿区钼矿体主要赋存于早白垩世汤

#### 图 3 商城县汤家坪钼矿成矿远景区地质图

家坪单元花岗斑岩之中,成矿主元素 Mo 在花岗斑 岩体中强烈富集,呈强分异型分布,形成较强的钥异 常。异常元素组合主要为 Mo、Bi、Ag,次为 W、Sn、 Zn、Cu、Pb,由于 Bi、Ag、W、Sn、Zn、Cu、Pb 元素总体 含量较低,从而形成了无伴生有益组分的单钼型斑 岩型钥矿床。

(2)初步确定矿床元素横向分带(由内向外)序 列为:Mo-Bi-Ag-W-Sn-Pb-Zn-Cu;轴向分带(由上至下)序列为 Mo-Ag-Pb-Zn-Cu-Bi-W-Sn;Mo、Ag、Pb、Zn 为矿体前缘元素,Cu 为矿体中部元素,Bi、W、Sn 为 矿体下部元素。建立了以 w(Mo)/w(Bi)×100]≥ 65,[w(Pb)×w(Zn)]/[w(W)×w(Sn)]≥25 为判 别指标,预测深部盲矿体的存在。

(3)利用综合找矿标志圈定了3个成矿远景 区,其中,在汤家坪钼矿区西南部勘查施工的钻孔 中,见富厚的工业钼矿体,预示着良好的成矿远景。

本文中的部分化探数据处理得到吴宏伟高级工 程师的帮助,深表感谢!

# SPECIAL INVESTIGATION AND VERIFICATION METHODS FOR SHANGBA WEAK AND GENTLE GOLD ANOMALY IN LIXIAN COUNTY

BAI Bin<sup>1</sup>, HE Jin-zhong<sup>2,3</sup>

(1. No. 2 Academy of Geology and Mineral Exploration, Lanzhou 730020, China; 2. China University Of Geosciences, Wuhan 430074, China; 3. Gansu Institute of Geological Survey, Lanzhou 730000, China)

Abstract: Based on a description of characteristics of gold anomaly, geological background and geochemical landscape in the gold anomaly area as well as methods for verifying Shangba weak and gentle gold anomaly, the authors have reached the conclusion that such micro-landscapes as thick Quaternary sediments and well-developed surface runoff seem to be the primary causes for regional weak and gentle gold geochemical anomalies in stream sediments. The effective way to realize a breakthrough in the exploration of gold deposits is to follow the routine working procedure. The effective methods lie in increasing sampling density of stream sediments in geochemical semi – detailed survey, increasing the sampling depth of soil to over 50 cm in geochemical detailed survey, and also increasing the dig-

Key words: Shangba gold deposit in Gansu Province; weak and gentle gold anomalies; methods for verifying geochemical anomalies

作者简介:白斌(1970-),男,1990年毕业于成都理工学院地质矿产专业,现在甘肃省地勘局第二地质矿产勘查院工作,长期 从事矿产地质与地球化学预测模式研究。

## 

# 参考文献:

[1] 罗铭玖,张辅民,董群英,等.中国铝矿床[M].郑州:河南科学技术出版社,1991.

# GEOCHEMICAL CHARACTERISTICS AND ORE-PROSPECTING VISTA OF THE TANGJIAPING MOLYBDENUM DEPOSIT IN SHANGCHENG COUNTY

YANG Ze-qiang<sup>1,2</sup>

(1. No. 3 Geological Surveying Party, Xinyang 464000, China; 2. Henan Geological Survey, Zhengzhou 450007, China)

Abstract: Based on geological and geochemical characteristics, this paper has summed up the integrated ore-prospecting criteria and pointed out the orientation of further prospecting work. Studies show that ore components of the ore deposit are rather simple, the anomaly elements consist mainly of Mo, Bi, Ag and subordinately of W, Sn, Zn, Cu, Pb, and only Mo can form fairly large anomalies. The horizontal zoning of the elements is (Mo-Bi-Ag)-(W-Sn)-(Pb-Zn-Cu), and the vertical zoning is (Mo-Ag-Pb-Zn)-Cu-(Bi-W-Sn). The formula  $w(Mo)/[w(Bi) \times 100] \ge 65, [w(Pb) \times w(Zn)/w(W) \times w(Sn)] \ge 25$  can be used to predict the existence or nonexistence of blind ore bodies at depth.

Key words: porphyry molybdenum deposit; geochemical characteristics; ore-prospecting criteria; Tangjiaping

作者简介:杨泽强(1967-),男,1990年毕业于西安地质学院地质矿产勘查专业,学士学位,工程师,主要从事矿产资源评价工作。