

doi: 10.11720/wtyht.2014.6.08
随启发,王宗炜,隋孟来.河南省商城县汤家坪花岗斑岩型钼矿综合找矿模式及应用[J].物探与化探,2014,38(6):1140-1145.http://doi.org/10.11720/wtyht.2014.6.08
Sui Q F, Wang Z W, Sui M L.The integrated ore-prospecting model for the Tangjiaping granite-porphyry type molybdenum deposit in Shangcheng County, Henan Province, and its application[J].Geophysical and Geochemical Exploration,2014,38(6):1140-1145.http://doi.org/10.11720/wtyht.2014.6.08

河南省商城县汤家坪花岗斑岩型钼矿 综合找矿模式及应用

随启发¹,王宗炜²,隋孟来¹

(1.河南省地质矿产勘查开发局 第三地质矿产调查院,河南 信阳 464000; 2.河南省地质矿产勘查开发局 第五地质勘查院,河南 郑州 450001)

摘 要: 河南省商城县汤家坪钼矿为典型的花岗斑岩型钼矿床,花岗斑岩体具有超酸、富碱、高钾的特点,钼矿化与钾化、硅化关系密切。对应钼矿范围出现较强的 Mo 异常,ΔT 表现为相对负磁异常。根据矿床地、物、化特征建立了花岗斑岩型钼矿综合找矿模式,依照模式寻找到半隐伏大型钼矿床 1 处,并客观评价了国内多个 Mo 异常,取得了较好的应用效果。

关键词: 花岗斑岩型钼矿;硅化;钾化;Mo 异常;负磁异常;找矿模式

中图分类号: P632 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-8918(2014)06-1140-06

中国钼资源在世界上排名第二^[1],矿床成因类型以斑岩型、矽卡岩型和热液脉型为主^[2-4],占全国钼储量的 80% 以上^[5]。寻找斑岩型钼矿是我国主要的勘探目标,通过对典型斑岩型钼矿的地质特征、地球化学特征、地球物理特征研究,总结出特定的花岗斑岩型钼矿的找矿模式,具有现实意义。汤家坪钼矿保存完整,是建立花岗斑岩型钼矿找矿模式的理想矿床。近年来河南省地质矿产勘查开发局第三地质调查院针对汤家坪钼矿投入了大量的地质工作,获得了系统的地、物、化资料,为找矿模式的建立提供了前提条件,希望此模式能对以后花岗斑岩型钼矿的发现起到一定作用。

1 汤家坪花岗斑岩型钼矿地、物、化特征

1.1 地质特征

汤家坪大型斑岩型钼矿床位于大别造山带^[6],属秦岭造山带东延部分桐柏大别变质核杂岩隆起带地层,矿区内主要出露元古宇大别片麻杂岩(岩性为二长花岗质片麻岩、云英闪长质片麻岩)及太古宇黑云斜长片麻岩,其次为斜长角闪片麻岩、斜长角闪岩等^[7],有少量早白垩世汤家坪单元的花岗斑岩

出露(图 1)。

成矿母岩为早白垩世汤家坪单元的花岗斑岩,出露面积 0.43 km²。花岗斑岩化学成分具超酸($w_{\text{SiO}_2}=76.33\%$)、富碱($w_{\text{K}_2\text{O}}+w_{\text{Na}_2\text{O}}=9.11\%$)、高钾($w_{\text{K}_2\text{O}}/w_{\text{Na}_2\text{O}}=1.81$)等特点,属超酸性铝不饱和岩浆岩。围岩蚀变分带明显,从中心向两侧可划分为钾长石化—硅化带和硅化—绢英石化带。网格状硅化钾长石化与钼矿关系密切^[8]。

矿体赋存于汤家坪花岗斑岩体顶部及外接触带中,Ⅰ号钼矿体规模大,工程控制长 1 760 m,东西宽度为 960 m,最大垂深达 345.75 m,矿体地表出露面积 0.33 km²。矿体产出形态呈似层状,西南部厚度巨大,东北部及深部分枝尖灭,总体走势为向 SW 方向倾伏,倾伏角在 20°左右。在花岗斑岩体内,中间钼含量高,向两侧变贫^[9]。主要矿石矿物为辉钼矿、黄铁矿和钼华^[8],无伴生有益组分。钼矿储量达大型规模,属深源浅成斑岩型钼矿床^[9]。

钼矿床上发育有密集的北北东、北西向断层和裂隙,是钼矿的主要赋矿空间。

1.2 矿床地球化学特征

区内共分析了 As、Sb、Au、Ag、Pb、Zn、Cu、Co、

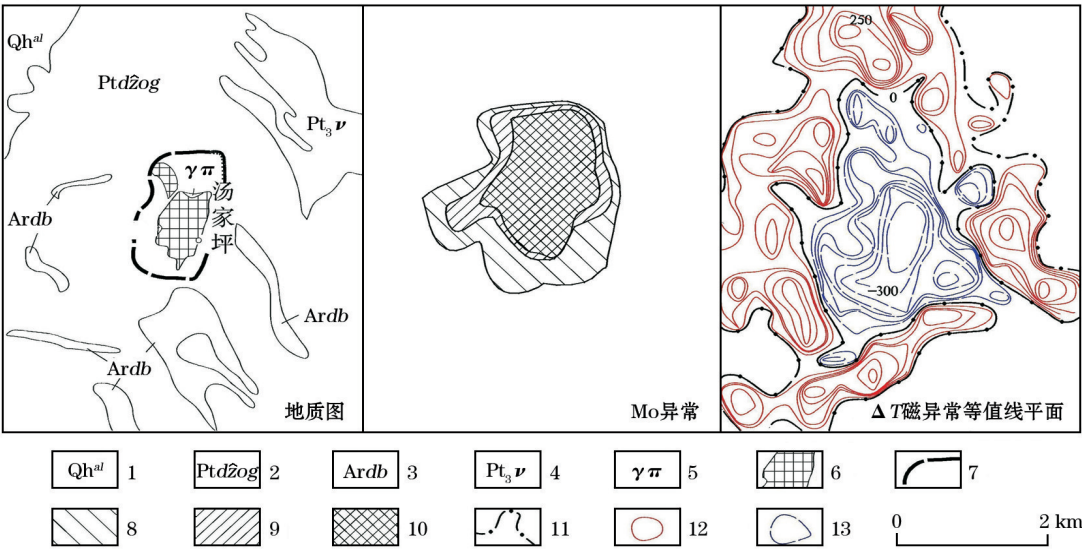


图 1 汤家坪钼矿地质、Mo 异常、 ΔT 磁异常剖析

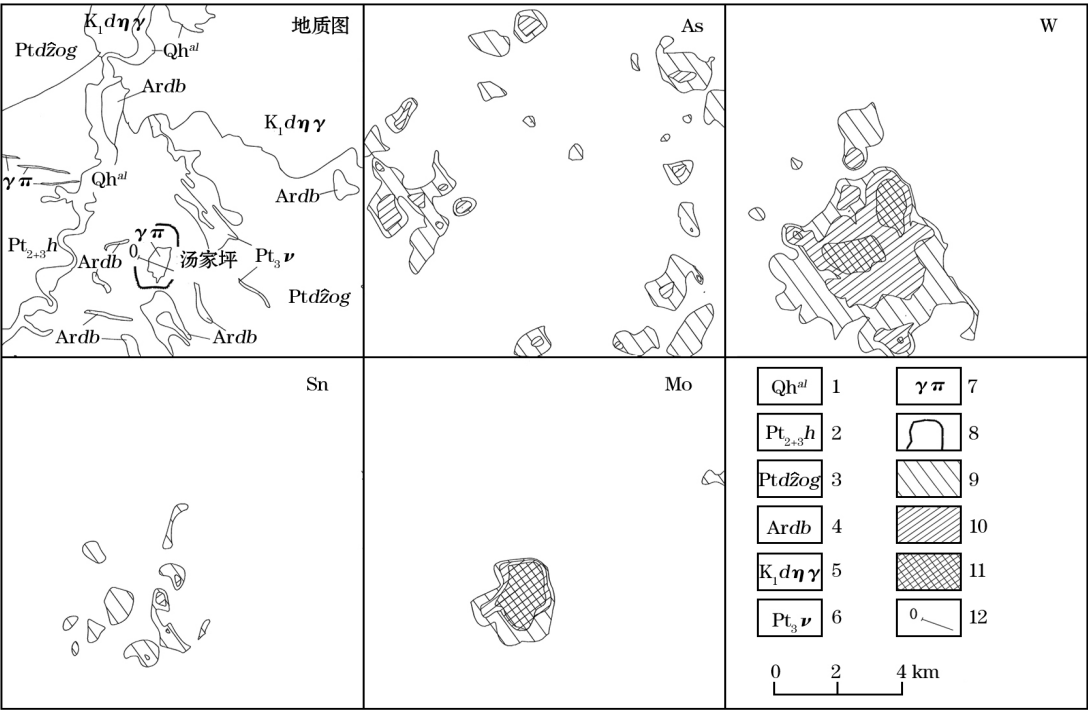


图 2 汤家坪钼矿地质、化探异常剖析

Ni、Mn、Mo、W、Sn 共 13 种元素。根据 R 型聚类分析,Mo、W、Sn、As 为一簇群,应当与钼矿为同一期次热液活动的产物。As 在汤家坪钼矿外围形成一个由零散异常构成的环状异常带,其内环包裹着形态规整、内、中、外带发育的 W 异常。Sn 呈弱小异

常集中分布在 W 异常外带内。成矿元素 Mo 异常形态规整,内、中、外带发育,浓度分带清晰,分布在 W 异常中带范围内(图 2)。

根据晕宽计算其水平分带序列为 As-W-Sn-Mo,其中 W 为主要伴生元素,Sn 为次要伴生元素,但 Sn

含量远未达到可综合利用程度。

经过纵 0 线剖面地表和钻孔岩石样品分析结果统计可知,成矿元素 Mo 在矿体及围岩中形成明显的原生晕异常,在三度空间内围绕矿体分布,浓度分带清晰,异常中、内带发育,约占异常面积的 70%以上。Mo 异常内带指示了钼的工业矿体位置,中带反应了边界矿体和强矿化范围,外带反映了弱矿化和矿化蚀变范围^[10]。

综上所述,汤家坪花岗斑岩型钼矿组分简单,分

带清晰。Mo 异常在形态、位置、规模上与钼矿床有密切的对应关系。

1.3 矿床磁异常特征

区内磁性较强的岩石有花岗岩、二长花岗岩、云英闪长质片麻岩、花岗斑岩、斜长角闪片岩、伟晶岩、大理岩,其中大理岩的较强磁性可能与矽卡岩化有关。钼矿石、二长花岗质片麻岩、二云斜长片麻岩显示为无磁性或弱磁性(表 1)。

表 1 汤家坪测区岩、矿石磁性统计^[11]

岩性	块数	剩余磁化强度/(10 ⁻³ A/M)			磁化率/(10 ⁻⁶ · 4π SI)		
		极小值	极大值	平均值	极小值	极大值	平均值
花岗岩	59	31.7	4014.3	333.4	0	0.0589	0.0107
花岗片麻岩	17	16.1	214.3	83.3	0	0.0104	0.0039
二长花岗岩	35	40.4	951.6	162.7	0	0.0200	0.0049
二长花岗质片麻岩	5	28.2	80.7	52.5	0	0.0011	0.0002
云英闪长质片麻岩	5	39.5	601.9	203.2	0	0.031	0.0085
花岗斑岩	98	23.7	4263.2	214.5	0	0.0407	0.0086
钼矿石(近期测定)	8	30.9	90.7	48.2	0	0.0042	0.0005
黑云斜长片岩	3	53.1	76.1	63.4	0	0.0029	0.0016
斜长角闪片岩	3	72.1	169.1	107.2	0.0025	0.0211	0.0088
二云斜长片岩	6	22.9	419.5	203.3	0	0.0312	0.0131
二云斜长片麻岩	5	46.7	198.1	115.3	0	0.0069	0.0018
大理岩	6	37.1	342.3	116.2	0	0.0242	0.0074
辉长岩	7	55.2	262.8	122.8	0	0.0075	0.0034
伟晶岩	1	3989.3	3989.3	3989.3	0.23	0.23	0.23
碎裂伟晶岩	3	39.2	6461.1	2204	0.0021	0.054	0.0126

围绕钼矿床周边是一个不规则的环形 Δ*T*(化极)正异常带,矿床上 Δ*T*显示为负异常。负异常有两个明显的梯度带,位置、形态基本与 Mo 异常外带对应。内梯度带在-200~-300 nT 之间,位置、形态基本与钼矿床在地表的平面投影位置对应。负异常中心基本与出露的花岗斑岩(钼矿体)对应。

钼矿床上形成 Δ*T* 负磁异常可能有两个方面的原因:一是构造因素,二是矿石成分因素。由于钼矿床上发育有密集断层和裂隙,使岩矿石碎裂,必然造成其磁性降低,此为钼矿床上形成 Δ*T* 负磁异常的主要因素。表 1 较清晰地反映了动力变质作用造成岩、矿石磁性很大程度的降低:花岗片麻岩的磁性明显低于花岗岩,二长花岗质片麻岩的磁性明显低于二长花岗岩,二云斜长片麻岩的磁性明显低于二云斜长片岩,碎裂伟晶岩磁性明显低于碎裂伟晶岩,钼矿石(碎裂花岗斑岩)的磁性明显低于花岗斑岩。钼矿床与硅化、钾化关系密切,SiO₂ 和 K₂O 皆为无磁性物质,钼矿石中 SiO₂ 和 K₂O 的增多,使得矿石磁性下降,这是钼矿床上形成 Δ*T* 负磁异常的次要因素。

2 花岗斑岩型钼矿找矿模式

综上所述,总结出花岗斑岩型钼矿找矿信息如表 2 所示。考虑到不同地区、不同期次的花岗斑岩型钼矿可能出现不同的元素组合和分带序列,而所有花岗斑岩型钼矿床上必定发育 Mo 异常,且 Mo 异常与矿床的对应关系最为密切,所以在找矿模式中地球化学标志类型仅引入成矿元素 Mo 的信息特征。元素组合特征与分带序列可作为评价花岗斑岩型钼矿的参考指标。

图 3 更直观地展现了斑岩型钼矿床的地、物、化综合找矿模式。

表 2 花岗斑岩型钼矿综合找矿信息

标志类型		信息特征
地质	侵入岩	花岗斑岩
	围岩蚀变	硅化、钾化
	构造	断裂、裂隙发育
地球化学	Mo 异常	成矿元素 Mo 异常发育
地球物理	Δ <i>T</i> 磁异常	对应 Mo 异常上为 Δ <i>T</i> 相对负异常

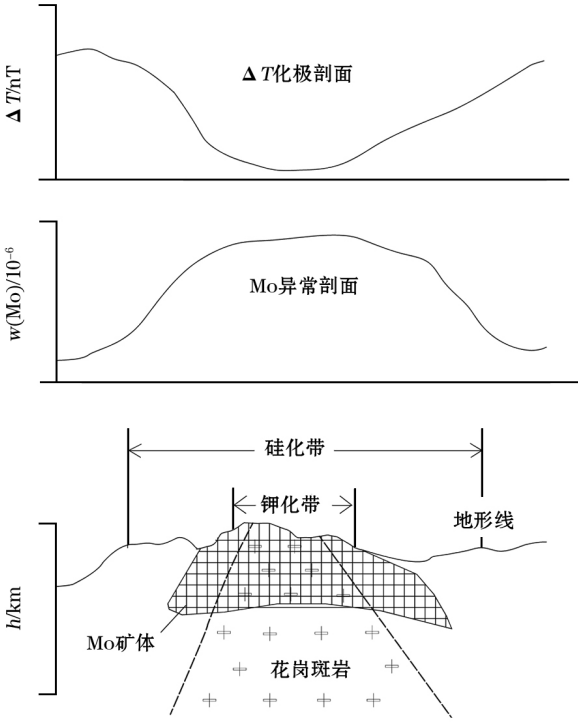


图3 斑岩型钼矿床地、物、化综合找矿模式

3 找矿模式应用实例

3.1 河南省千鹅冲测区

在进行河南省周党幅、千斤河棚幅、泼河幅战略性矿产调查时,在千鹅冲附近发现一处规模大、强度高的 Mo 异常,异常主体呈北西向展布,两侧有北北东向分支。对应 Mo 异常,ΔT 为相对负异常,负异常位置、形态、规模与 Mo 异常基本一致(图 4)。Mo 异常区出露地层为泥盆系南湾组和震旦系中、下统岩组,岩性有二云斜长片岩、黑云斜长变粒岩、二云石英片岩、白云斜长片岩、斜长角闪片等。测区发育近东西向的花岗斑岩脉,其地表未见矿化^[12]。异常区处在北西西向区域性断裂和北北东向断裂的交汇部位,北西西断裂带为多达 15 条平行分布的断裂裂隙组成的宽约 1 km 的裂隙密集带,带内有强烈的硅化、绢云母化、铅锌多金属硫化物矿化^[12]。

根据以上分析,千鹅冲测区存在 Mo 异常,ΔT 为相对负异常,有后期花岗斑岩侵入,断裂构造发育,存在硅化、绢云母化等斑岩型钼矿的外围蚀变,具备花岗斑岩型钼矿找矿模式基本条件,将其划定为重点钼找矿靶区,后在此发现大型隐伏钼矿一处。

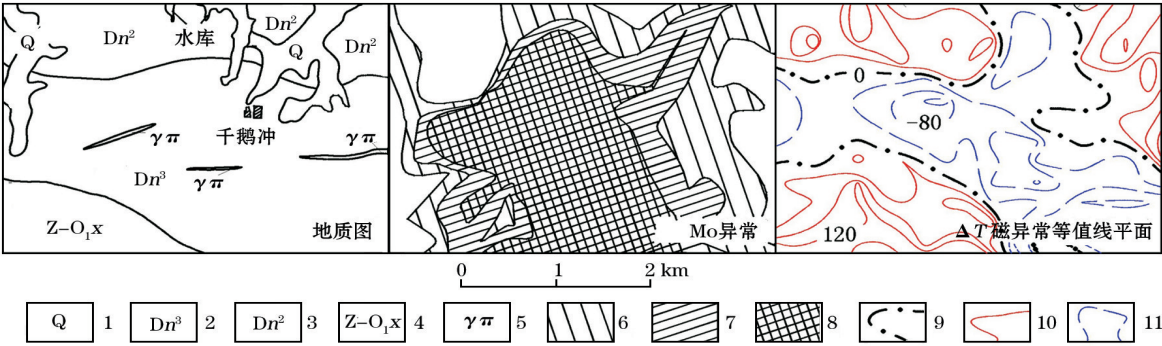


图4 千鹅冲测区地质、Mo 异常、ΔT 磁异常剖析

3.2 河南省杨坳测区

杨坳测区出露地层为泥盆系中段岩组,岩性为黑云斜长变粒岩、二云斜长变粒岩、二云石英片岩。地表见近南北向、北西西向的花岗斑岩脉及石英斑岩脉。北西西向断裂发育,地表未见硅化、钾化。在花岗斑岩脉分布区域圈出一个北西西向葫芦状 Mo 异常,Mo 异常强度高、规模大、分带清晰、梯度大。对应 Mo 异常,ΔT 为相对正异常,异常位置、形态、规模与 Mo 异常基本一致(图 5)。

按照上述找矿模式,杨坳测区基本具备形成花

岗斑岩型钼矿所需的地质条件,具备形成花岗斑岩型钼矿所需的地球化学条件,但不具备地球物理物条件,据此推断杨坳测区存在钼矿床的可能性不大,后经地质工程验证此 Mo 异常为非矿异常。

3.3 内蒙古毛德班浑迪测区

测区内发现一个规模大、强度高的 Mo 异常,与其对应的 ΔT 异常为相对正磁异常,且 Mo 异常与 ΔT 磁异常零值线以上部分的位置吻合,规模、形态非常相似。测区内主要分布为侏罗系火山岩,岩性为流纹质晶屑凝灰岩、晶屑凝灰岩、岩屑晶屑凝灰

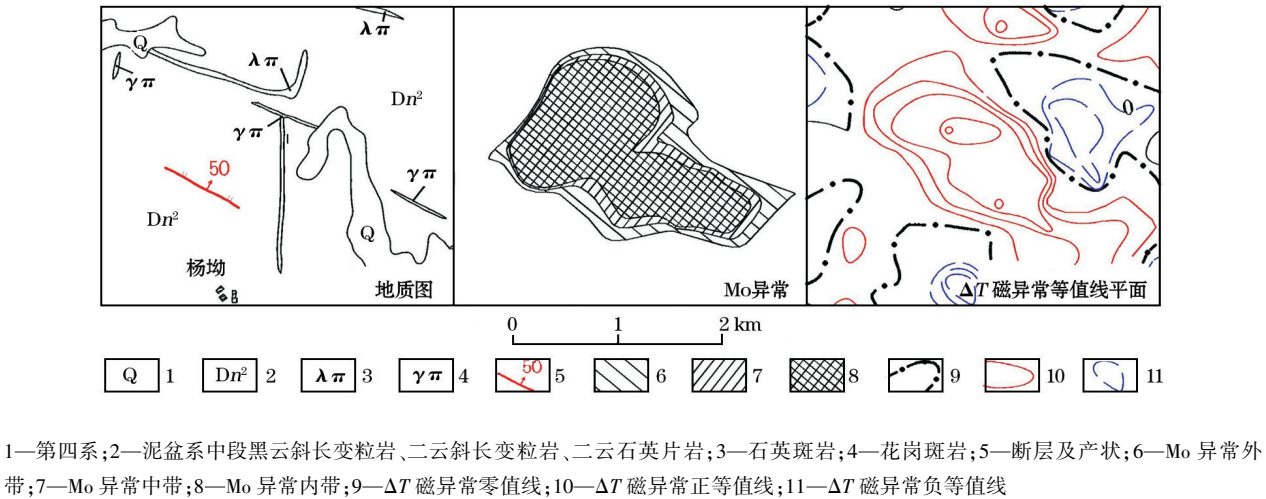


图5 杨勘测区地质、Mo异常、 ΔT 磁异常剖析

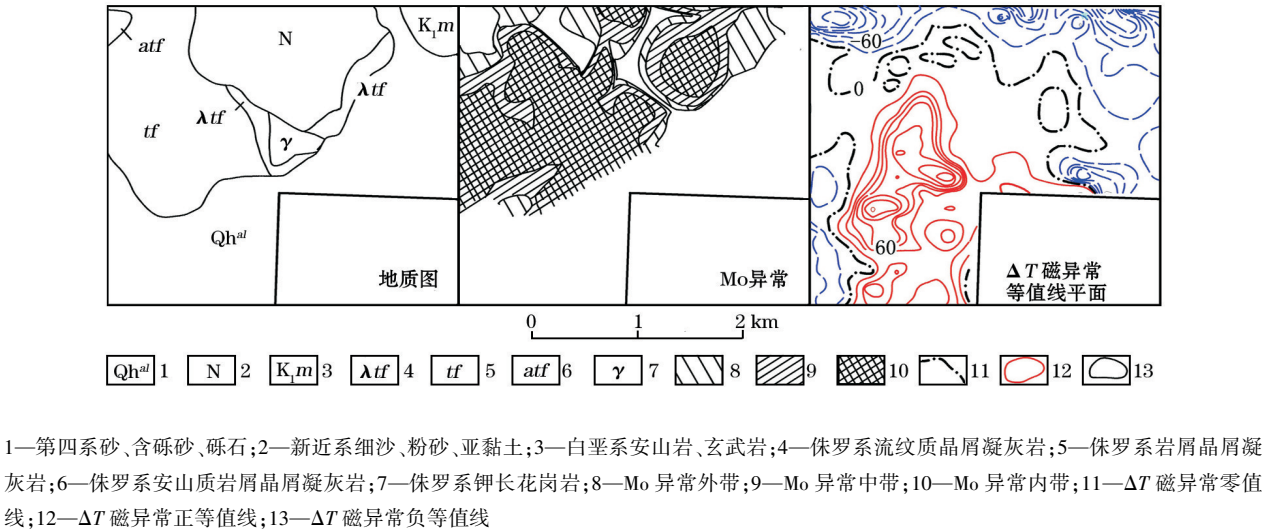


图6 内蒙古毛德班浑迪测区地质、Mo异常、 ΔT 磁异常剖析

岩,见有少量后期侵入的钾长花岗岩,Mo异常区内断裂构造不发育(图6)。

毛德班浑迪测区有后期侵入的钾长花岗岩,但区内断裂构造不发育,硅化弱,仅具备形成斑岩型钼矿床的部分地质条件。测区Mo异常发育,具备斑岩型钼矿床所需的地球化学条件。对应Mo异常, ΔT 为相对正磁异常,不具备斑岩型钼矿床所需的地球物理条件。按照斑岩型钼矿找矿模式,推断此测区不存在斑岩型钼矿床。经多年地质工作在毛德班浑迪测区未发现钼矿床。

4 结论

在深入分析汤家坪钼矿地质资料并吸取前人研究成果的基础上,建立了花岗斑岩型钼矿的找矿模式,模式的核心是:在有后期侵入的花岗斑岩分布区仅存在Mo异常不能断定是否存在钼矿床。对应Mo异常上, ΔT 为相对负异常是存在花岗斑岩型钼矿的必要条件。根据该模式找到大型钼矿床一处,并客观评价了国内多个Mo异常,说明该模型抓住了花岗斑岩型钼矿最基本的地质、地球物理、地球化学共性特征,有较好的实用价值,对寻找花岗斑岩型钼矿有一定的借鉴作用。

参考文献:

[1] 魏国庆,原振雷,姚军明,等.东秦岭钼矿带成矿特征及其与美国克莱马克斯—亨德森钼矿带的对比[J].大地构造与成矿学,2009(2):259-269.

[2] 黄凡,陈毓川,王登红,等.中国钼矿主要矿集区及其资源潜力探讨[J].中国地质,2011,38(5):1111-1134.

[3] 康占军,黄国成,刘军保,等.浙江省常山岩前钨矿找矿模式的建立及其应用[J].物探与化探,2013,37(5):811-816.

[4] 刘海鹏,戴塔根.大别山北麓千斤乡一带钼矿物化探找矿效果及找矿前景[J].物探与化探,2013,37(3):411-415.

[5] 石晓琛.中国钼矿资源评估与开发可行性研究[D].北京:中国地质大学,2010.

[6] 杨艳,张静,刘家军,等.河南汤家坪钼矿床流体成矿作用研究[J].中国地质,2008,35(6):1240-1249.

[7] 刘合胜,王洪恩,王东晓.汤家坪斑岩型钼矿地质勘查方法探讨[J].矿业快报,2007(6):74-1249.

[8] 杨泽强,万守全,马宏卫,等.河南省商城县汤家坪钼矿床地球化学特征及成矿模式[J].地质学报,2008(6):788-794.

[9] 马宏卫.河南商城汤家坪钼矿床地球化学特征及找矿标志[J].地质与矿产,2007,21(5):520-526.

[10] 杨泽强,万守全,徐友灵,等.河南省商城县汤家坪钼矿地质特征及找矿标志[J].矿床地质,2006,25(增刊):151-154.

[11] 杨泽强,万守全,随启发.新县幅(H50E003004)、两路口幅(H50E003005)、达权店幅(H50E003006)1:5万区域矿产地质调查报告[R].河南省地矿局第三地质调查队.

[12] 杨梅珍,曾健年,覃永军,等.大别山北缘千鹅冲斑岩型钼矿床锆石 U-Pb 和辉钼矿 Re-Os 年代学及其地质意义[J].地质科技情报,2010(5):35-45.

[13] 随启发,易善涛,张学忠,等.物、化探在黄竹园金矿勘探中的应用[J].物探与化探,2010,34(4):463-466.

The integrated ore-prospecting model for the Tangjiaping granite-porphyry type molybdenum deposit in Shangcheng County, Henan Province, and its application

SUI Qi-Fa¹, WANG Zong-Wei², SUI Meng-Lai¹

(1. No. 3 Geological Survey Institute, Henan Bureau of Geology and Mineral Exploration and Development, Xinyang 464000, China; 2. No. 5 Geological Prospecting Institute, Henan Bureau of Geology and Mineral Exploration and Development, Zhengzhou 450001, China)

Abstract: The Tangjiaping granite-porphyry type molybdenum deposit in Shangcheng County of Henan Province is a typical granite-porphyry type molybdenum deposit with ultra-acid, alkali-rich and K-high characteristics. Molybdenum mineralization is closely related to potash alteration and silicification. Relatively strong Mo anomaly is consistent with the extent of the molybdenum deposit, and ΔT exhibits relative negative magnetic anomaly. Based on geological, geophysical and geochemical characteristics, the authors established an integrated ore-prospecting model for the granite porphyry type molybdenum deposit and, on such a basis, found a semi-concealed large molybdenum deposit and objectively evaluated quite a few Mo anomalies in China, thus achieving fairly good application results.

Key words: granite porphyry type molybdenum deposit; silicification; potash alteration; Mo anomaly; negative magnetic anomaly; ore-prospecting model

作者简介: 随启发(1963-),男,河南省夏邑县人,物化探高级工程师,从事物化探生产、科研工作。