

文章编号:1007 - 3701(2009)04 - 0037 - 06

# 河南商城汤家坪钼矿成矿地质特征与构造解析

李悦辉,王季伟

(河南省地质矿产勘查开发局第三地质调查队,河南 信阳 464000)

**摘要:**本文通过工程勘查资料及岩石化学特征分析,从构造 - 岩浆 - 流体系统来解析汤家坪钼矿的成矿地质特征,为相似地质条件下的深部找矿提供思路。研究表明,早白垩世,在大别造山带核部,陆内张性构造环境中,沿深大断裂的岩浆上侵,成就了具有明显成矿地质特征的汤家坪钼矿;穹隆状容矿空间——矿体岩体内矿化元素呈晕律层状分布。

**关键词:**成矿地质特征;岩浆上侵;半塑性态;汤家坪钼矿

**中图分类号:**P618.65

**文献标识码:**A

汤家坪钼矿是 2004 年 12 月至 2005 年 12 月,由河南省地质矿产勘查开发局第三地质调查队作详查时,圈出的一大型钼多金属矿床(探明钼资源储量  $23.5 \times 10^4 \text{t}$ ),这是大别山地区找矿的重大突破。矿区位于河南省商城县南约 30 km 的达权店乡香子岗村,大别山北麓,大地构造上位于东秦岭 - 大别造山带核部,桐 - 商断裂带以南,桐 - 麻断裂以西。矿床属典型造山带深源斑岩型矿床<sup>[1]</sup>。前人对该矿床的研究主要集中在赋矿岩体年代学、矿床地质特征<sup>[2]</sup>、蚀变分带、矿床地球化学特征<sup>[3]</sup>,但是缺少成矿作用整体性研究成果。本文从岩浆侵入、岩体地表出露形态、矿体形态、矿石结构构造、岩石化学特征、矿化元素分布规律上,用构造 - 岩浆 - 流体系统成矿理论来解析该矿床的成矿机制。

## 1 区域地质背景

矿区所属的秦岭造山带东延部分,由多个形成于不同构造环境,有着各自独立建造特征、变形变

质和构造演化序列的构造地层地体组成;该区经历了多阶段、多期次构造旋回,为多次聚合拼贴焊接在一体的复杂造山带。由北向南可分为三个带(图 1):北带(I - 北淮阳构造带),中带(II - 秦岭 - 大别造山带核部)<sup>[4]</sup>,南带(III - 红安 - 宿松 - 丈八岭构造带)。各带中金属矿床的成矿时代均集中于晚侏罗世 - 早白垩世<sup>[5]</sup>。

依据区域构造单元划分,矿区属于桐柏 - 商城断裂以南,地层为大别变质核杂岩,地层单位划分见表 1。该套地层主要由经历了角闪岩相变质作用的太古宇 - 元古界变质深成岩系片岩、片麻岩、混合岩、少量麻粒岩,及零星分布的表壳岩系构成。大别山北部被认为是印支碰撞前,位于华北板块南缘的岩浆弧杂岩,这些变质杂岩被大量燕山期花岗岩类侵入<sup>[6]</sup>,受其影响,岩石普遍发育糜棱岩化、绢云母化、绿泥石化。

大别造山带因扬子板块与华北板块的碰撞形成之后,在燕山期发生了强烈的拆沉、伸展、折返和隆升。在榴辉岩相和麻粒岩相变质岩中发生角闪岩相、钠长绿帘角闪岩相乃至绿片岩相的退变质作用<sup>[7]</sup>。各构造单元均发生不同强度的花岗混染作用,致使成矿元素 Mo、W 等活化迁移、富集<sup>[8]</sup>。造山带内的金属矿床以深源浅成热液型金、银、钼、钨多金属矿床为主<sup>[1]</sup>。自造山带中部向两侧,矿床类

收稿日期:2009 - 04 - 12

基金项目:社会基金项目(项目编号:413 · 001 · 9002)。

作者简介:李悦辉(1970—)男,工程师,主要从事区域地质调查,矿产评价及研究工作。

型和矿化规模均显示对称分布的规律,这在区域物 化探特征上尤为明显。

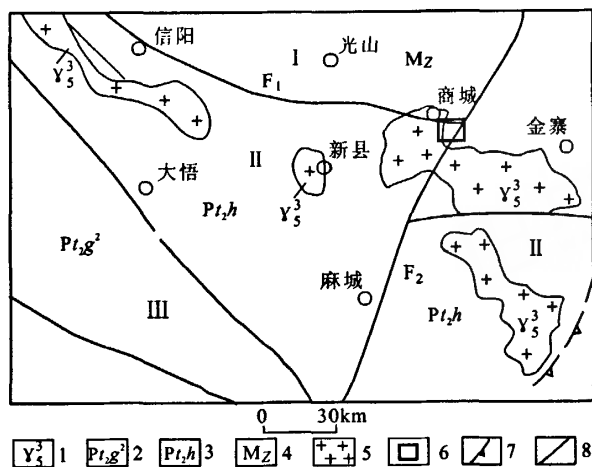


图 1 大别造山带区域地质略图(据文献[5]修编)

Fig. 1 Simplified geological map of the Dabie orogenic belt

I - 北淮阳构造带; II - 秦岭 - 大别造山带核部; III - 红安 - 缩松 - 丈八岭构造带; F<sub>1</sub> - 桐 - 商深大断裂带; F<sub>2</sub> - 商 - 麻深大断裂带; 1. 白垩纪碱性花岗岩; 2. 中元古代龟山岩组第二岩性段; 3. 中元古代滑湾组; 4. 中生代地层; 5. 矿权范围; 6. 推覆构造

表 1 区域地层划分表

Table 1 List of regional stratigraphic division

| 界          | 系(岩)群    | 统   | (岩)组、层 | 代号                  | 接触关系         |
|------------|----------|-----|--------|---------------------|--------------|
| 新生界        | 第四系      | 全新统 | 冲积层    | Qh <sup>al</sup>    |              |
| 新元古界 - 古生界 | 震旦 - 奥陶系 |     | 肖家庙岩组  | Z - O <sub>1x</sub> | 推覆构造断层<br>接触 |
| 中元古界       |          |     | 滑湾岩组   | Pt <sub>2+3h</sub>  |              |
|            | 变质深成岩系   |     |        | PtDog               |              |
| 太古宇 - 元古界  | 表壳岩系     |     |        | ArDb                |              |

岭 - 亮山二个地球化学异常带,异常元素组合类型主要有: Au(Ag)、Mo、W、Bi(Sn)、Cu 及 Pb、Mo。

## 2 区域物化探特征

依据 1:50 万布格重力异常,沿桐 - 商断裂及两侧重力梯度带呈北西向分布。断裂带南侧为相对重力低值区,反映了燕山期草店、灵山、新县、商城等岩体的分布,这与区域上钼地球化学异常相对应,为斑岩型钼多金属矿床成矿的有利地段。大别山钼(铜、钨)异常带位于华北板块南缘活动带 Au、Mo(W)、Ag、Pb、Cu 地球化学省的东端,以 Au(Ag)、Mo(W)、Pb 的强富集、强后生叠加、强分异型分布为特征,进一步分为母山 - 汤家坪和桃花

## 3 岩浆岩岩石学及地球化学

矿区内主要出露早白垩世香子岗序列汤家坪单元的花岗斑岩,整体形态呈东南大,北西小的弯月形(图 2)。岩体与围岩呈侵入接触关系,为矿区钼矿的成矿母岩。

### 3.1 岩石学特征

岩体由花岗斑岩组成,岩石新鲜面呈灰白 - 肉红色,斑状结构,块状构造。斑晶成分:钾长石、

斜长石、石英,含量约10%。基质由微细粒钾长石(20~56%)、斜长石(10~30%)、石英(10~25%)和少量黑云母组成。副矿物为磁铁矿、自然铁、锆石、磷灰石等。

3.2 岩石地球化学特征  
3.2.1 常量元素特征  
汤家坪花岗斑岩体岩石硅酸盐分析结果及有关参数见表2。

表2 硅酸盐分析结果及有关参数  
Table 2 Analysis results of major elements and related parameters  $w_B/10^{-4}$

| 岩石化学成分                               |                                |                                    |      |                                |      |            |                               |                  |                   |      |      |          |
|--------------------------------------|--------------------------------|------------------------------------|------|--------------------------------|------|------------|-------------------------------|------------------|-------------------|------|------|----------|
| SiO <sub>2</sub>                     | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | TiO <sub>2</sub>                   | MgO  | Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | FeO  | MnO        | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | K <sub>2</sub> O | Na <sub>2</sub> O | CaO  | 余量   | 总量       |
| 76.14                                | 12.26                          | 0.15                               | 0.00 | 1.16                           | 0.62 | 0.04       | 0.02                          | 5.25             | 3.20              | 0.83 | 0.19 | 99.86    |
| CIPW 标准矿物成分                          |                                |                                    |      |                                |      |            |                               |                  |                   |      |      |          |
| AP                                   | Mt                             | C                                  | En   | Fs                             | Di   | Mt         | C                             | En               | Fs                | Di   |      |          |
| 0.095                                | 1.62                           | 0                                  | 0    | 0                              | 0    | 1.62       | 0                             | 0                | 0                 | 0    |      |          |
| 其它参数                                 |                                |                                    |      |                                |      |            |                               |                  |                   |      |      |          |
| Na <sub>2</sub> O + K <sub>2</sub> O |                                | K <sub>2</sub> O/Na <sub>2</sub> O |      | δ(里特曼指数)                       |      | A · R(碱度率) |                               | ACNK(铝指数)        |                   | OX   |      | DI(分异指数) |
| 8.45                                 |                                | 1.64                               |      | 2.15                           |      | 4.64       |                               | 0.98             |                   | 0.34 |      | 93.9     |

注:样品由河南地勘局地调三队实测室测试。

从表2可看出,该岩体与黎彤和绕纪龙(1962)样分析结果显示,岩石中SiO<sub>2</sub>、Na<sub>2</sub>O + K<sub>2</sub>O百分比中国花岗岩平均化学成分相比,属SiO<sub>2</sub>饱和偏碱性岩石系列。通过由岩体边缘至矿体中心,连续取

3.2.2 微量元素特征

表3 岩体中微量元素特征值表  
Table 3 Ore-forming element characteristics of granite porphyry  $w_B/10^{-4}$

| 岩浆岩                     | 参数 | Mo     | W     | Sn   | Bi    | Cu    | Ag   | Pb    | Zn    |
|-------------------------|----|--------|-------|------|-------|-------|------|-------|-------|
| 早白垩世汤家坪花岗斑岩体<br>(n=378) | X  | 354.59 | 13.28 | 6.38 | 1.11  | 10.89 | 0.1  | 22.14 | 24.33 |
|                         | Cv | 1.29   | 1.54  | 2    | 13.68 | 1.73  | 4.6  | 1.29  | 0.78  |
|                         | q  | 8.08   | 0.79  | 1.23 | 3.96  | 0.7   | 1.75 | 1.2   | 0.72  |
|                         | Kk | 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    |

注:X-算术平均含量;Cv-变异系数;Kk-浓度克拉克值(某地区某地质单元某元素平均含量/该元素世界花岗岩平均丰度);q-富集系数(某地质单元某元素平均含量/该元素在该区背景值)。

汤家坪单元的花岗斑岩体中成矿元素特征见表3。与世界花岗岩(维氏)相比,以明显富集Mo、Bi、W、Sn、Ag为特征,Pb元素含量与之相当,Cu、Zn含量明显偏低。与矿区背景值相比,Mo、Bi、Ag呈强富集分布,其中矿体Mo元素含量是地壳Mo元素丰度的354.59倍,是矿区Mo元素背景值的8.08倍。自岩体边缘至矿体中心,从连续取样的分析结果看,Mo、Bi、Ag等元素的X、Kk、q参数呈逐步变大趋势。

4 矿体特征

汤家坪钨矿体赋存在早白垩世花岗斑岩体内,已经探明矿体三处,其中I号钨矿体出露面积最大,

约  $0.33\text{km}^2$ , 平面形态和斑岩体相一致, 呈北东凸起的弯月形(图 2)。经工程勘查做出的联合剖面, 矿体呈一边缘薄中间厚的穹隆状(图 3)。

据控制 I 号钼矿体的 3 545 个钼基本分析样品统计, 其品位变化区间为  $0.0027 \sim 2.4\%$ , 算术平均品位  $0.076\%$ , 钼金属量为  $157\ 690\text{ t}$ 。

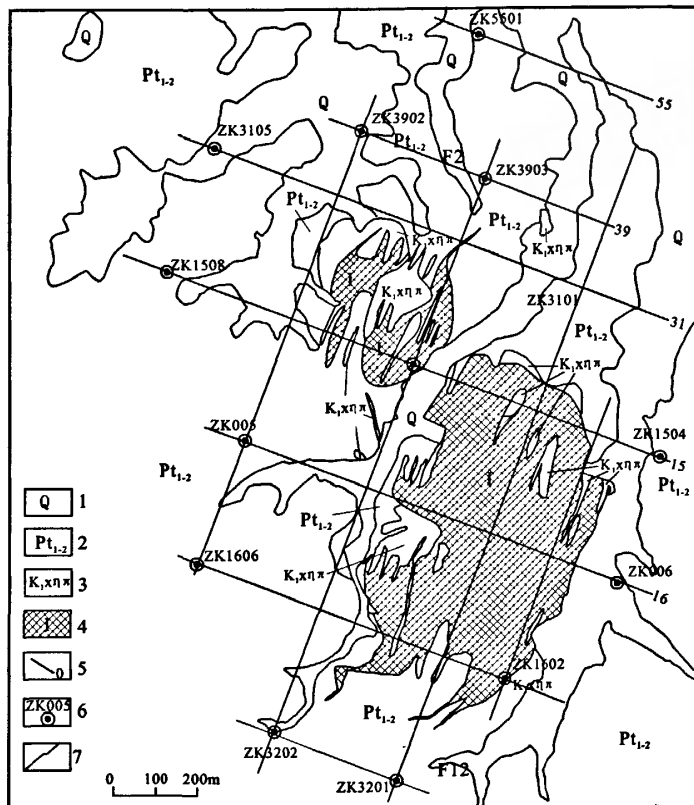


图 2 商城县汤家坪钼矿地质图

Fig. 2 Geological map of Tangjiaping molybdenum deposit

1. 第四系; 2. 元古代深成变质岩系; 3. 早白垩世汤家坪单元花岗斑岩; 4. 钼矿体及编号; 5. 勘探线及编号; 6. 钻孔位置及编号; 7. 地质界线

矿石的金属矿物主要为辉钼矿、黄铁矿、磁铁矿、自然铁, 金属矿物占矿物总量  $1 \sim 3\%$ , 分布不均匀, 局部富集达  $20\%$  以上; 脉石矿物总量在  $98\% \pm$ , 以石英、钾长石、斜长石为主, 黑云母、绿泥石、角闪石次之。辉钼矿常呈自形的六边形鳞片状产出, 镜下所见其结晶度良好, 少杂质; 黄铁矿常呈自形 - 半自形粒状, 粒度最大可达  $5\text{ mm}$ , 多以石英 - 硫化物脉的形式充填裂隙, 或呈黄铁矿团状充填岩石空洞, 且所占比例很大, 为主成矿期产物; 石英是矿石中含量最多的脉石矿物, 粒径可达  $5\text{ mm}$ , 一般为  $0.1 \sim 0.5\text{ mm}$ , 它形粒状; 矿石中钾长石和斜长石的含量随钾长石化蚀变的强弱而变化, 斜长石

多为更长石, 半自形板状, 钾长石多为条纹长石, 发育条纹或格子状双晶, 晶体内常见斜长石残留体。

依据光、薄片鉴定资料统计及野外实地观察, 矿石主要矿物组合为: ①石英 - 辉钼矿 - 钾长石(斜长石); ②石英 - 黄铁矿 - 辉钼矿; ③石英 - 萤石 - 黄铁矿 - 辉钼矿。这些矿物组合形成于成岩成矿的不同阶段: 组合①为岩浆由塑性到固态的过程中, 相变引起的结晶分异作用, 所产生的钾长石化、硅化广泛分布的低品位稀疏浸染状矿石, 称为早期矿化阶段; 组合②为岩浆持续上侵作用下, 在半塑性状态下, 所产生的张性容矿空间内, 相变产生的含矿流体, 在压应力作用下, 不断富集形成的稠密浸染状、细

脉状矿石,该阶段为主成矿期,称为岩浆期热液成矿阶段;组合③为岩浆冷凝过程中,与大气降水遇合萃取矿液,在由收缩作用产生的裂隙内富集成细脉状矿石,为晚期低温热液阶段。

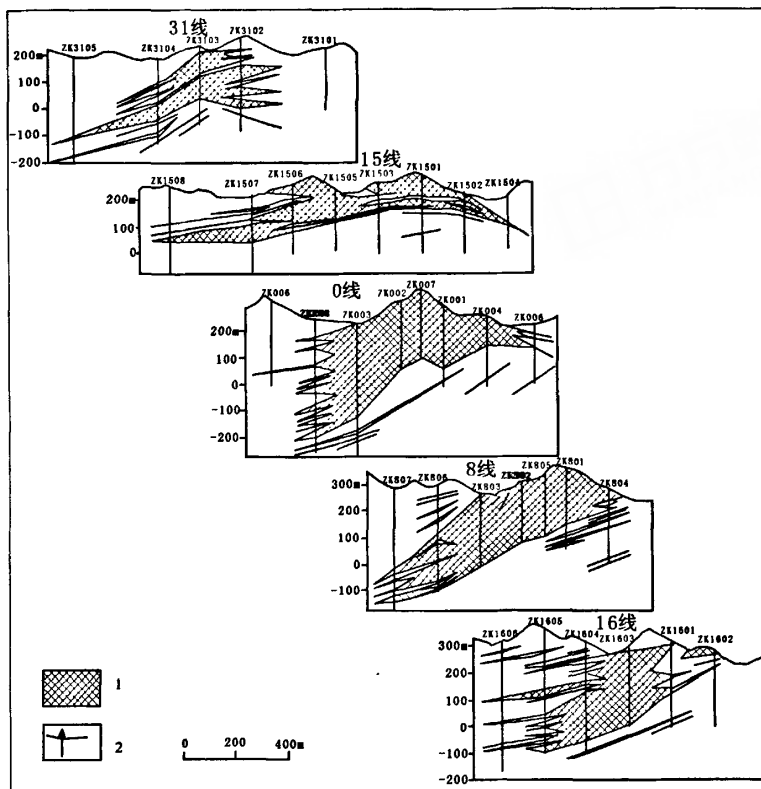


图3 汤家坪矿区钼矿体联合剖面图

Fig. 3 United profiles of molybdenum ore - bodies in Tangjiaping molybdenum deposit

1. 钼矿化体; 2. 钻孔位置及编号

## 5 成矿地质特征构造解析

各种热液矿床均是在构造应力作用下,流体参与的源(矿质)-运(流体、离子交换)-贮(结晶富集)过程。汤家坪钼矿的地质构造特征依时间顺序可分为成矿前、成矿期及成矿后三期:

(1)成矿前地质特征:在早古生代-三叠纪,华北板块和扬子板块相向俯冲挤压碰撞造山,陆块俯冲楔断离重熔,Mo元素活化,随流体迁移富集成含钼花岗岩浆;燕山期,秦岭-大别造山带褶皱回返,在伸展机制下,富钼花岗岩浆沿NWW向深大断裂带(桐-商断裂,深达莫霍面)和近SN向深大断裂带(黄-麻断裂)交汇处侵入,形成一系列

深源浅成型花岗斑岩体。这和含矿斑岩体地表露头呈弯月形相一致。另有研究表明,东秦岭-大别山含矿斑岩体正处于地壳厚度较大的莫霍面凹陷处<sup>[1]</sup>。地球化学研究表明,莫霍面是钼元素富集面;这个界面即是含钼斑岩的岩浆源。

(2)成矿期地质特征:岩浆从幔源处沿深大断裂上侵、就位过程中,高温高压下的岩浆在由于温压条件改变所发生相变及结晶分离和折返性差异应力作用下,下述地质事件依次发生:①矿化元素Mo、W等金属离子活化,与SiO<sub>2</sub>、K<sub>2</sub>O、Na<sub>2</sub>O一起汇聚成流体;②在张应力作用下,近水平向导矿通道,或细小矿脉体形成;③岩浆持续性上侵、就位,使得容矿空间不断扩大,形如穹窿、铅饼等大型矿体;④流体迁移动力作用下,矿化元素带状分布特

征形成。⑤浸染状、细脉状矿石形成。

(3)成矿后地质特征:伴随碰撞造山作用下伸展构造运动的停止,岩浆就位结束,中 - 高温热液流体中丰富的  $\text{SiO}_2$ 、 $\text{K}_2\text{O}$  等沿节理、裂隙产生强烈的交代作用,使造岩矿物中钼再次活化迁移至热液中,物质成分交换反应后,形成细脉状、网脉状矿化。

## 6 结论

汤家坪钼矿是在经历了多次构造旋回,成矿元素多期活化后,在构造应力作用下,使随相变产生的热液迁移、富集,形成深源富钼多金属岩浆,于晚侏罗 - 早白垩世,沿深大断裂上侵就位,在此过程中钼多金属元素再次富集,于岩浆定位产生的张性空间内形成具典型构造特征的穹窿状容矿空间,控制矿区内边缘薄,中间厚的穹窿状主矿体。

## 参考文献:

- [1] 罗铭玖,张辅民,董群英,等. 中国钼矿床[M]. 郑州:河南科技出版社,1991.
- [2] 徐友灵. 汤家坪钼矿床地质特征[J]. 矿业快报,2005,433(7):27—29.
- [3] 马宏卫. 河南商城汤家坪钼矿地球化学异常特征及找矿标志[J]. 矿产与地质,2007,21(5):520—526.
- [4] 游振东,索书田,韩郁菁,等. 秦岭 - 大别造山带核部杂岩[M]. 武汉:中国地质大学出版社,1991.
- [5] 杜建国,顾连兴,孙先如,等. 大别造山带的流体系统与成矿作用[J]. 地质学报,2001,75(4):507—513.
- [6] 钟增球,索书田,张宏飞,等. 桐柏 - 大别碰撞造山带的基本组成与结构[J]. 地球科学,2001,26(6):560—567.
- [7] 游振东,钟增球. 大别山超高压变质带特征及大地构造框架[J]. 岩石学报,1998,14(1):466—473.
- [8] 高山. 秦岭 - 大别造山带元素迁移与成矿作用[J]. 地球科学,1996,54(8):380—387.

# Geological Characteristics and Ore - forming Process Analysis of Tangjiaping Molybdenum deposit, Shangcheng County, Henan Province

LI Yue - hui, WANG Ji - wei

(The Third Geological Survey Team, Henan provincial Bureau of Geo - exploration and Mineral Development, Xinyang 464000, Henan, China)

**Abstract:** The geological characteristics of Tangjiaping molybdenum deposit is investigated through engineering exploration and chemical analysis and explained by structure - magma - fluid system theory, which can provide experiences for the prospecting in the similar distract. The available data shows that the ore - forming fluid is separating from granite porphyry magma which intruded along discordogenic fault in core of Dabie orogenic belt in the extension environment in early Cretaceous. The geological characteristics shows that Tangjiaping molybdenum deposit is a special one which is composing of bosslike ore host space with regularity sill like distribution of ore - forming elements.

**Key words:** geological characteristics; intrusion of magma; semi - plastic state; Tangjiaping molybdenum deposit