doi: 10.19388/j.zgdzdc.2023.01.04

引用格式:骆亚南,余少华,王雷.北大别山千鹅冲隐伏钼铅锌矿床成矿地质作用与成矿模式[J].中国地质调查,2023, 10(1):37-44.(Luo Y N, Yu S H, Wang L. Mineralization and metallogenic model of Qian'echong Mo – Pb – Zn concealed deposit in North Dabie Mountain[J]. Geological Survey of China,2023,10(1):37-44.)

# 北大别山千鹅冲隐伏钼铅锌矿床成矿地质 作用及成矿模式

## 骆亚南,余少华,王 雷

(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)

摘要:千鹅冲钼铅锌矿床位于东秦岭一大别山钼多金属成矿带,矿体主要赋存于隐伏花岗岩体外接触带的地层 中。在整理前人资料和勘查成果的基础上,通过分析千鹅冲钼铅锌矿床的成矿地质作用、成矿岩体化学特征、控 矿因素及围岩性质,建立了矿床成矿模式。分析认为:大别山区格子状构造不仅控制着造山带的分布,也对钼矿 床的形成和分布起到了决定性作用;成矿地质体高硅、高钾、富碱的地球化学特征有利于钼的成矿;成矿地质体 亏损 Ba、Nb、Ta、Y和Yb,富集 Rb、Th和K等大离子亲石元素,Sr与Y含量低反映岩浆源区的分馏明显;斑岩型 钼矿围岩的物理性质对钼矿体沉淀成矿的具体位置有制约作用。初步认为千鹅冲钼铅锌矿床的成矿模式为下元 古界大别高压麻粒岩在下地壳重熔形成岩浆岩,在中生代中国东部的构造体制转换下,冷凝的岩浆受热重新活化 运移上侵,在压力和温度降低、pH 值变化等多种沉淀机制作用下,成矿流体在围岩的节理、裂隙中迁移、沉淀成 矿,铅锌矿化多分布在钼矿体外侧。

关键词:成矿作用;成矿地质体;千鹅冲钼铅锌矿床;成矿模式 中图分类号:P612 文献标志码:A 文章编号:2095-8706(2023)01-0037-08

0 引言

千鹅冲隐伏钼铅锌矿床位于大别山北部,已探 明钼金属量 50.74 万 t,其成因类型属钼铅锌多金 属类型的斑岩型矿床。前人已对钼矿床进行了较 系统的研究,如李法岭<sup>[1]</sup>总结了矿床地质特征,厘 定了成矿时代,认为千鹅冲钼矿床成矿时代为早白 垩世,矿体赋存于岩体外接触带的围岩中,为典型 的斑岩型矿床;高阳等<sup>[2]</sup>对锆石和辉钼矿进行了 测年,确定了成岩成矿时代,确定成矿花岗岩体的 锆石 U – Pb 年龄为135 Ma,辉钼矿的 Re – Os 年龄 为(127.82 ±0.87) Ma;杨永飞等<sup>[3]</sup>对矿床的成矿 流体进行了研究,认为矿床的流体包裹体具有高 温、富 CO<sub>2</sub> 的特征,且后期有大气降水的加入;任 爱琴等<sup>[4]</sup>总结了矿床原生晕的地球化学特征及找 矿模型,认为矿床具有典型的轴向分带特征,以及 多期叠加的多建造晕特征。目前对矿床的成矿岩 体成因、控矿因素及围岩性质的研究程度较低,本 文分析了千鹅冲隐伏钼铅锌矿床的成矿地质作用、 成矿岩体化学特征、控矿因素及围岩性质,总结了 隐伏矿床的成矿模式,以期提高对矿床的认识,并 为大别山区同类型钼矿床的勘查提供参考。

### 1 成矿地质背景

东秦岭—大别山钼成矿带是秦岭多金属矿成矿带的组成部分,该成矿带沿近 EW 向的龟—梅断裂和桐—商断裂两侧分布(图1)。2条断裂与近 SN 向断裂的交汇处发育了大量中生代中酸性小岩体,在小岩体及周边已发现大中型斑岩型钼矿床 12个<sup>[5]</sup>。

由桐一商断裂次级构造控制的千鹅冲隐伏花 岗斑岩体,为千鹅冲钼铅锌矿床提供了成矿的热 源、水源和物源。区内出露地层为震旦系一下奥陶

收稿日期: 2022-04-08;修订日期: 2023-01-04。

**基金项目:**河南省两权价款地质科研项目"大别山铜钼金银铅锌成矿系统与成矿预测研究(编号:豫国土资函[2015]258 号11)"资助。

第一作者简介:骆亚南(1985一),男,高级工程师,主要从事地质找矿与地质矿产调查评价工作。Email: 240692519@qq.com。

统肖家庙岩组和泥盆系南湾组。肖家庙岩组由黄 褐色白云斜长片岩及土黄色白云石英片岩组成。 南湾组总体上为一套快速沉降、低成熟度的陆源碎 屑岩建造,主要岩性为黑云变粒岩及黑云斜长石英 片岩。矿区内近 EW 向和 NW 向的 2 组构造相互 交叉,为钼铅锌矿提供了运移通道和沉淀场所<sup>[6]</sup>。



 第四系; 2. 白垩系; 3. 侏罗系; 4. 石炭系; 5. 二郎坪岩群; 6. 泥盆系南湾组; 7. 泥盆系龟山组; 8. 震旦系一下奥陶 统肖家庙岩组; 9. 浒湾高压变质带; 10. 新县超高压变质带; 11. 燕山期花岗岩; 12. 角度不整合界线; 13. 地质界线;
 14. 断层; 15. 省界; 16. 斑岩型钼矿床位置; 17. 地名; F<sub>2</sub>. 龟一梅断裂; F<sub>3</sub>. 桐一商断裂; F<sub>4</sub>. 八里畈断裂; F<sub>5</sub>. 白挂断裂

图1 大别山区钼矿床分布及构造地质略图

#### Fig. 1 Distribution and structural geological sketch of molybdenum deposits in Dabie Mountain

2 成矿地质条件

#### 2.1 矿床特征

矿区圈定了2条钼矿体、4条铅锌矿体以及 2条铜矿体。钼矿体位于矿区中部,铅锌矿体位 于矿区北部,距钼矿体800~1500m,铜矿体在 东部与钼矿体边部重叠,赋矿地层为泥盆系南湾 组(图2)。铅锌矿体赋存于北部 NW 向构造蚀 变带中;中部地表脉状钼矿体大多沿近 EW 向 构造蚀变带出露,向深部逐渐汇合,归结于一个厚 大的主体隐伏钼矿体。矿体沿走向长1600m,南北 宽 320~1 020 m, 延深 800 m, 垂直厚度一般为 340~ 500 m,最大处 677.5 m。矿体以花岗斑岩和南湾 组为主,主要赋存在其外接触带。矿体平面展布 方向约130°,呈两端窄、中部宽的椭圆形,空间 形态为厚大的圆柱状,矿体边部常出现锯齿状分 枝。铅锌矿化赋存在隐伏钼矿体上部及外侧,呈 脉状发育,规模不大、连续性差且矿化强度不高, 多为低品位矿化。围岩蚀变包括硅化、钾长石 化、黄铁矿化和青磐岩化,并具有明显的围岩蚀 变分带<sup>[1]</sup>。



1. 泥盆系南湾组; 2. 震旦系一下奧陶统肖家庙岩组; 3. 花岗斑 岩脉; 4. 闪长玢岩脉; 5. 断裂带; 6. 断层; 7. 钼矿体; 8. 铅锌矿 体; 9. 铜矿体

#### 图 2 千鹅冲钼矿矿区地质略图

Fig. 2 Geological sketch of Qian'echong molybdenum mine

#### 2.2 岩体成矿特征

千鹅冲隐伏花岗斑岩在地表无出露,仅由钻孔在 深部进行控制,其顶部标高为-751.29~-512.71 m (图3),钻孔控制隐伏岩体面积约0.262 km<sup>2</sup>,岩体呈 NW 向展布,长1 300 m,宽200~570 m,平均宽350 m, 岩体侵入宽度越大,矿化强度越高。岩体与围岩呈 侵入接触,局部有震碎现象。岩体顶部发育弱钼矿 化,矿化强度低于围岩中的矿体。在接触带附近具 有较强的硅化、钾长石化及黄铁矿化蚀变。岩体与 边部矿体的垂向距离最大达 900 m。



图 3 隐伏花岗岩体分布示意图 Fig. 3 Distribution diagram of concealed granite

#### 2.3 岩体地球化学特征

#### 2.3.1 主量元素

在千鹅冲矿区已施工的钻孔 ZK005 和 ZK403(图3)分别采集花岗岩样品 QE - QF1、 QE - QF2及 QE - QF3。主量元素测试由河南省 地矿三院岩矿测试中心完成,采用 X 射线荧光 光谱分析仪分析,分析精度优于 5%;微量元素 测试由宜昌地质科学研究所完成,分析仪器为电 感耦合等离子体质谱仪,测试误差小于 5%,测 试结果见表1。

主量元素分析结果(表 1)显示,千鹅冲成矿花 岗岩高硅、超酸、富碱; $w(K_2O/Na_2O) = 1.26 \sim$ 1.47,表明岩石富钾贫钠;里特曼指数 $\sigma$ 为2.21~ 2.65,指示岩石为钙碱性; A/CNK 值介于1.02~ 1.05,平均1.04,属弱过铝型。在全碱-硅图解 (图4)上,千鹅冲成矿花岗岩投点落在亚碱性花岗 岩区域内;在SiO<sub>2</sub>-K<sub>2</sub>O图解(图4)上投点落于高 钾钙碱性系列。

表 1 千鹅冲矿区主量元素、微量元素及稀土元素分析结果 Tab.1 Content of major, trace elements and REE in Qian'echong mining area

| <b>些乙米</b> 刑 | 投口炉口     | 主量元素含量/% |                  |           |                             |      |      |      |      |        |         |          |      |
|--------------|----------|----------|------------------|-----------|-----------------------------|------|------|------|------|--------|---------|----------|------|
| 石口矢型         | 作时细写     | $SiO_2$  | TiO <sub>2</sub> | $Al_2O_3$ | $\mathrm{Fe}_2\mathrm{O}_3$ | FeO  | CaO  | MgO  | MnO  | $K_2O$ | $Na_2O$ | $P_2O_5$ | 烧失量  |
| 细粒花岗岩        | QE – QF1 | 72.60    | 0.19             | 14.11     | 0.80                        | 0.84 | 1.10 | 0.34 | 0.06 | 4.93   | 3.92    | 0.07     | 0.74 |
| 细粒花岗岩        | QE – QF2 | 73.67    | 0.15             | 13.95     | 0.70                        | 0.71 | 0.87 | 0.29 | 0.05 | 5.30   | 3.61    | 0.05     | 0.86 |
| 中粒花岗岩        | QE – QF3 | 75.05    | 0.16             | 13.13     | 0.86                        | 0.81 | 0.75 | 0.28 | 0.07 | 4.82   | 3.59    | 0.05     | 0.94 |

|       |          |       |                         |               |        |               |      |               |       |                   |      |      |      |      |      | 续表    | ŝ |
|-------|----------|-------|-------------------------|---------------|--------|---------------|------|---------------|-------|-------------------|------|------|------|------|------|-------|---|
| 也乙米刑  | 样品编号     |       | 微量元素含量/10 <sup>-6</sup> |               |        |               |      |               |       |                   |      |      |      |      |      |       |   |
| 石口矢望  |          | Ni    | (                       | Со            | Rb     | Sr            |      | Zr            | Nb    | В                 | a    | Hf   | Та   |      | Th   | U     |   |
| 细粒花岗岩 | QE – QF1 | 2.99  | 2.                      | 83            | 182.13 | 239.          | 40 1 | 180.58        | 10.63 | 1 28              | 5.00 | 5.42 | 1.05 | 5 2  | 3.90 | 3.83  |   |
| 细粒花岗岩 | QE - QF2 | 2.84  | 2.                      | 46            | 217.63 | 177.          | 17   | 148.26        | 13.61 | 95                | 2.50 | 4.81 | 1.33 | 3 2. | 3.95 | 5.19  |   |
| 中粒花岗岩 | QE – QF3 | 2.80  | 2.                      | 69            | 295.36 | 90.           | 13   | 162.29        | 27.93 | 29                | 8.25 | 6.22 | 3.03 | 3 3  | 8.99 | 16.07 |   |
| 也乙米刑  | 样品编号     |       |                         |               |        |               |      | 稀土ラ           | 元素含量  | /10 <sup>-6</sup> |      |      |      |      |      |       | - |
| 石口矢望  |          | La    | Ce                      | $\mathbf{Pr}$ | Nd     | $\mathbf{Sm}$ | Eu   | $\mathbf{Gd}$ | Tb    | Dy                | Ho   | Er   | Tm   | Yb   | Lu   | Y     |   |
| 细粒花岗岩 | QE – QF1 | 61.75 | 103.42                  | 10.25         | 33.38  | 4.29          | 0.80 | 3.49          | 0.39  | 1.46              | 0.32 | 0.65 | 0.12 | 0.66 | 0.10 | 7.18  |   |
| 细粒花岗岩 | QE - QF2 | 46.57 | 78.27                   | 7.86          | 25.34  | 3.48          | 0.65 | 2.79          | 0.33  | 1.24              | 0.30 | 0.62 | 0.12 | 0.73 | 0.12 | 6.68  |   |
| 中粒花岗岩 | QE – QF3 | 38.31 | 64.87                   | 6.42          | 20.07  | 2.86          | 0.43 | 2.45          | 0.35  | 1.62              | 0.38 | 0.96 | 0.21 | 1.43 | 0.26 | 10.66 |   |



图 4 千鹅冲矿区成矿花岗岩全碱 – 硅图解(左)和 SiO<sub>2</sub> – K<sub>2</sub>O 图解(右)



2.3.2 微量元素与稀土元素

千鹅冲矿区 3 个花岗岩样品的微量元素蛛网 图(图5)表明,千鹅冲花岗岩富集大离子亲石元素 Rb、Th 和 K,弱亏损 Ba、Nb、Ta、Y 和 Yb,S,Yb 含量 较低。微量元素蛛网向右倾斜,其特征与 Pearce 等<sup>[7]</sup>建立的碰撞后花岗岩相似。







根据稀土元素配分曲线(图6)可知,样品的稀 土分配模式为轻稀土强烈分馏、中稀土强分馏、负 Eu 异常中等的右倾型。





#### 2.4 成矿地质作用

千鹅冲侵入岩主要为隐伏的花岗斑岩,其锆石 U-Pb 加权平均年龄为(128.8±2.6) Ma,辉钼矿 Re-Os 加权平均年龄为(127.82±0.87) Ma<sup>[2]</sup>,两 者的成岩成矿应为同一地质事件的产物。 早白垩世,东秦岭一大别山造山带由近 EW 向 转变为近 SN 向体制,之后在区域伸展体制下的岩 石圈减薄时期,来自软流圈的小批量的岩浆沿地幔 薄弱带上侵,注入到加厚的下地壳,形成含一定幔 源组分的新生下地壳<sup>[9]</sup>,下地壳受热发生部分熔 融,形成富含钼铅锌成矿元素的岩浆源,沿深大断 裂及其次级构造向上运移,侵入到地壳浅部,启动 了中生代大别山地区钼多金属成矿系统。

2.5 成矿构造及围岩

#### 2.5.1 控矿构造

铅锌矿主要赋存在 NW 向构造蚀变带中,铜矿 及地表脉状钼矿体主要赋存于近 EW 向的构造带 中(图 2),2 组方向的构造相互穿插,使脆性的围岩 破碎产生裂隙和节理,这些裂隙和节理中大部分充 填有金属硫化物,硫化物中含有辉钼矿、方铅矿、闪 锌矿等<sup>[1]</sup>。

总体上,桐一商断裂的次级构造及其派生的裂隙控制了矿体的产出,起到了容矿、储矿的作用。 2.5.2 成矿围岩

为查明围岩物理性质对成矿流体的影响,本研 究从钻孔中矿体顶底板的围岩中采集了 22 个样 品。样品测试由河南省岩石矿物测试中心完成,分 析了抗压强度和抗拉强度。斑岩型矿床在不同围 岩中都可以成矿,但对围岩的物理化学性质有要 求。从岩石抗压强度与抗拉强度的比值得出脆性 系数(表2),可以看出片岩类岩石较花岗斑岩的脆 性系数高出近一倍,而脆性系数越大,岩石越脆,受 压后越易形成节理和裂隙。

表 2 样品脆性系数

Tab. 4 Brittleness coefficients of the samples

| 岩石名称     | 样品数量/个 | 平均脆性系数 B |
|----------|--------|----------|
| 黑云石英片岩   | 5      | 12.5     |
| 绿帘黑云石英片岩 | 10     | 12.8     |
| 绿帘黑云片岩   | 4      | 10.0     |
| 花岗斑岩     | 3      | 6.8      |

区内赋矿岩石为南湾组黑云石英片岩、绿帘黑 云石英片岩、绿帘黑云片岩等,普遍为鳞片粒状结 构,片状构造;岩石以黑云母、石英含量高且粒度 较粗为特征。组成岩石的矿物粒径一般为 0.02~ 0.1 mm,岩石总体化学性质不活泼,孔隙度不大,脆 性强,受岩浆上侵挤压易碎,产生大量节理和裂隙, 增加了成矿流体运移的通道,成矿物质可以在这些 裂隙和节理中以石英-钾长石细脉、石英-金属硫 化物细脉形式运移、沉淀成矿,从而形成巨大的筒 状钼矿体。

## 3 成岩成矿模式

#### 3.1 岩体成因

千鹅冲成矿花岗岩为过铝质花岗岩系列, CIPW标准矿物刚玉介于1.20~2.13,且具有S型 花岗岩的典型矿物组合。在SiO<sub>2</sub> - Zr 判别图解 (图7)上,千鹅冲成矿花岗岩投影均落到S型花岗 岩区域,说明其具有S型花岗岩特征。



图 7 千鹅冲成矿花岗岩 SiO<sub>2</sub> - Zr 判别图解<sup>[10]</sup> Fig. 7 SiO<sub>2</sub> - Zr discriminant diagram of Qian'echong metallogenic granite<sup>[10]</sup>

岩体亏损 HREE 和 Y,表明源区可能有石榴石 存在<sup>[11]</sup>;岩体样品 HREE 具较平坦的分布,(Ho/ Yb)<sub>N</sub> 平均比值为 1.13(表 1),两者相近,指示角闪 石可能是重要的残留相<sup>[12]</sup>。岩浆贫 Sr,具中等负 Eu 异常,可能与斜长石的结晶分异有关。因此推测千 鹅冲矿区花岗岩岩浆岩可能由含斜长石 – 角闪石 – 石榴石 – 辉石的高压麻粒岩在较高的压力下部分熔 融形成<sup>[9]</sup>。依据张旗等<sup>[13]</sup>的 Yb – Sr 图解,千鹅冲 花岗岩投影落入喜马拉雅型区域(图8),说明花岗岩 物质来源为斜长石 – 辉石 – 角闪石 – 石榴石,源区 深度大于 40 km。



图 8 千鹅冲成矿花岗岩的 Yb - Sr 图解(左)<sup>[13]</sup>和(Y + Nb) - Rb 图解(右) Fig. 8 Yb - Sr (left) and (Y + Nb) - Rb (right) diagram of Qian'echong metallogenic granite

#### 3.2 成岩成矿构造环境

一般认为中国东部在约 130 Ma 发生了大规模的地壳拆沉作用,与千鹅冲成矿花岗岩的成岩成矿年龄一致,期间壳幔发生物质交换,地幔物质涌入下地壳发生部分熔融<sup>[2,14-17]</sup>。在(Y+Nb) - Rb 图解(图8)上,千鹅冲成矿花岗岩投在后碰撞花岗岩区域,因此本区花岗岩形成于发生拆沉作用后,减薄地壳物质部分熔融的后碰撞构造环境。

#### 3.3 成矿模式

三叠纪以前,秦岭一大别山区主要为近 EW 向构造体系,三叠纪末期,华北地块与杨子板块碰 撞造山,大别山区高压麻粒大别杂岩重熔形成岩 浆岩。侏罗纪晚期,太平洋板块向西俯冲进入中 国东部板块,在早白垩世,整个中国东部板块区 域构造体制发生转变,发生大规模拆沉作用,由 近 NW 向转变为 NE 向构造体制,形成了大量 NE 向构造,与早期近 NW 向构造组成了大别山 区格子状构造<sup>[18]</sup>。早期冷凝的岩浆岩在区域构 造应力作用下受热重新活化形成花岗质岩浆岩, 沿格子状构造体系向上运移侵位,在含矿岩浆岩 向上侵入过程中受到多种地质作用影响,岩浆开 始冷凝结晶,后期含矿热液在岩体的顶部和围岩 裂隙中沉淀成矿<sup>[18]</sup>。由于千鹅冲钼铅锌矿床围 岩的岩石脆性较强,在早期受构造及岩浆侵位影 响,使岩石中产生大量的节理和裂隙,含矿流体 在其中迁移、沉淀成矿,由于成矿元素晶格的差 异,铅锌矿化多在距离钼矿体外侧 500~ 3 000 m 的范围内形成脉状矿体(图9)。



1. 花岗质岩浆; 2. 钼矿体; 3. 应力方向; 4. 深大断裂; 5. 围岩中裂隙; 6. 铅锌矿体

图 9 千鹅冲钼矿床成岩成矿模式

#### Fig. 9 Diagenetic and metallogenic model of Qian'echong molybdenum deposit

4 结论

的分析,总结出以下几点认识:

(1)成矿岩体多具高硅、富碱的钙碱性特征,具有S型花岗岩特征,为麻粒岩在较高压力熔融的产物。微量元素及稀土元素具有亏损Ba、Nb、Ta、Y

通过对千鹅冲隐伏钼铅锌矿床成矿地质条件

和 Yb,富集大离子亲石元素 Rb、Th 和 K 的特征,成 岩成矿构造环境为发生拆沉作用后,减薄地壳物质 部分熔融的环境。

(2)千鹅冲斑岩型钼矿床一般产于花岗岩体内 外接触带 3~5 km 范围内,特别是燕山期中期侵入 的超酸、高硅、高钾的小型花岗斑岩体周围,钼矿体 与小岩体关系密切,矿体常赋存于小岩体的内外接 触带。

(3)千鹅冲矿床围岩的物理性质对矿床的就位 空间位置有着制约作用,围岩脆性强、裂隙发育时, 含矿气液就在围岩裂隙中成矿,赋存在岩体的外接 触带围岩中。

#### 参考文献(References):

- [1] 李法岭、河南大别山北麓千鹅冲特大隐伏斑岩型钼矿床地质特征及成矿时代[J].矿床地质,2011,30(3):457-468.
  Li F L. Geological characteristics and metallogenic epoch of Qianechong large size porphyry Mo deposit at the northern foot of Dabie Mountains, Henan Province[J]. Min Dep,2011,30(3): 457-468.
- [2] 高阳,叶会寿,李永峰,等.大别山千鹅冲钼矿区花岗岩的 SHRIMP 锆石 U - Pb 年龄、Hf 同位素组成及微量元素特 征[J].岩石学报,2014,30(1):49-63.

Gao Y, Ye H S, Li Y F, et al. SHRIMP zircon U – Pb ages, Hf isotopic compositions and trace elements characteristics of the granites from the Qian'echong Mo deposit, Dabie Orogen[J]. Acta Petrol Sin, 2014, 30(1): 49–63.

- [3] 杨永飞,李诺,糜梅,等. 大别山北麓千鹅冲超大型钼矿床地 质与成矿流体特征[J]. 矿物学报,2011,31(S1): 524-526.
   Yang Y F,Li N,Mi M, et al. Geology and mineralization characteristics of fluids of Qian'echong Large molybdenum deposit of Dabie Mountains[J]. Acta Minal Sin,2011,31(S1): 524-526.
- [4] 任爱琴,张宏伟,吴宏伟.河南千鹅冲钼矿地球化学异常特征 及找矿模型[J].物探与化探,2014,38(5):865-871.
  Ren A Q,Zhang H W,Wu H W. Geochemical anomaly characteristics and model for ore prospecting in the Qian'echong molybdenum deposit, Henan Province [J]. Geophys Geochem Explor, 2014,38(5):865-871.
- [5] Gao Y, Yang Y C, Han S J, et al. Geochemistry of zircon and apatite from the Mo ore – forming granites in the Dabie Mo belt, East China: Implications for petrogenesis and mineralization [J]. Ore Geol Rev, 2020, 126:103733.
- [6] Ren Z, Zhou T F, Hollings P, et al. Magmatism in the Shapinggou district of the Dabie orogen, China: Implications for the formation of porphyry Mo deposits in a collisional orogenic belt[J]. Lithos, 2018, 308 - 309. 346 - 363.
- [7] Pearce J A, Harris N B W, Tindle A G. Trace element discrimination diagrams for the tectonic interpretation of granitic rocks[J].

J Petrol, 1984, 25(4):956-983.

- [8] Boynton W V. Chapter 3 Cosmochemistry of the rare earth elements:meteorite studies[J]. Dev Geochem, 1984, 2:63 – 114.
- [9] 杨泽强,唐相伟.北大别山肖畈岩体地球化学特征和锆石LA-ICP-MSU-Pb同位素定年[J].地质学报,2015,89(4):692-700.
   Yang Z Q, Tang X W. Geochemical characteristics and zircon

LA – ICP – MS U – Pb isotopic dating of the Xiaofan rock bodies in North Dabieshan[J]. Acta Geol Sin,2015,89(4):692 – 700.

- [10] Collins W J, Beams S D, White A J R, et al. Nature and origin of A – type granites with particular reference to southeastern Australia[J]. Contr Mineral Petrol, 1982, 80(2):189 – 200.
- [11] 黄丹峰,卢欣祥,罗照华,等.大别山北缘商城岩体 SHRIMP 告石 U Pb 年龄、地球化学及地质意义[J].地球科学,2019,44(11):3829-3844.

Huang D F, Lu X X, Luo Z H, et al. Zircon SHRIMP U – Pb Age, Geochemical characteristics and geological implications of Shangcheng Pluton in the Northern Margin of Dabie Mountain[J]. Earth Sci,2019,44(11):3829 – 3844.

- [12] 李曙光,何永胜,王水炯.大别造山带的去山根过程与机制: 碰撞后岩浆岩的年代学和地球化学制约[J].科学通报, 2013,58(23):2316-2322.
  Li S G,He Y S, Wang S J. Process and mechanism of mountain root removal of the Dabie Orogen - Constraints from geochronology and geochemistry of post - collisional igneous rocks[J]. Chin Sci Bull,2013,58(35):4411-4417.
- [13] 张旗,焦守涛,刘惠云. Sr 和 Yb 两个元素对花岗岩理论的重要意义——花岗岩研究的哲学思考[J]. 甘肃地质,2021,30(1):1-15.

Zhang Q, Jiao S T, Liu H Y. Significance of Sr and Yb to granite theory: Philosophical thinking on granite research [J]. Gansu Geol, 2021, 30(1):1-15.

 [14] 徐义刚,李洪颜,洪路兵,等.东亚大地幔楔与中国东部新生 代板内玄武岩成因[J].中国科学:地球科学,2018,48(7): 825-843.

Xu Y G, Li H Y, Hong L B, et al. Generation of Cenozoic intraplate basalts in the big mantle wedge under eastern Asia[J]. Sci China Earth Sci,2018,61(7):869-886.

- [15] 朱日祥,徐义刚.西太平洋板块俯冲与华北克拉通破坏[J]. 中国科学:地球科学,2019,49(9):1346-1356.
  Zhu R X, Xu Y G. The subduction of the west Pacific plate and the destruction of the North China Craton[J]. Sci China Earth Sci,2019,62(9):1340-1350.
- [16] 袁德志,唐相伟,史兴俊,等.大别山北部桃花岭岩体年代学、 地球化学特征及构造意义[J].信阳师范学院学报:自然科学 版,2022,35(1):97-102.
  Yuan D Z, Tang X W, Shi X J, et al. Zircon geochronology and geochemistry of the Taohualing Pluton in Northern Dabieshan and their tectonic implications [J]. J Xinyang Normal Univ: Nat Sci
- [17] He Y S, Li S G, Hoefs J, et al. Sr Nd Pb isotopic compositions

Ed,2022,35(1):97-102.

of Early Cretaceous granitoids from the Dabie orogen: Constraints on the recycled lower continental crust [J]. Lithos, 2013, 156 - 159:204 - 217.

[18] 唐相伟,杨泽强,郭跃闪.河南省肖畈钼(铜)矿床流体包裹体

#### 研究及成矿模式[J]. 矿产与地质,2017,31(2):209-219. Tang X W, Yang Z Q, Guo Y S. The study of fluid inclusion and metallogenic model of Xiaofan copper – molybdenum deposit in Henan Province[J]. Min Resou Geol,2017,31(2):209-219.

## Mineralization and metallogenic model of Qian' echong Mo – Pb – Zn concealed deposit in North Dabie Mountain

LUO Ya'nan, YU Shaohua, WANG Lei

(No. 3 Institute of Geological and Mineral Resources Survey, Henan Geological Bureau, Henan Xinyang 464000, China)

Abstract: Qian' echong Mo – Pb – Zn deposit is located in the Mo polymetallic metallogenic belt of East Qinling - Dabie Mountain, and the orebodies mainly occurred in the external contact of the concealed granite. The metallogenic model was proposed through analysis of the mineralization geological process, geochemical characteristics of metallogenic rocks, ore - controlling factors and wall - rock lithology in Qian' echong Mo - Pb - Zn deposit, based on previous data and exploration results. It is concluded that the lattice structures in Dabie Mountain controls the distribution of orogenic belt, and has decisive effect on the distribution and formation of molybdenum ore deposits. The metallogenic geological body, with geochemical characteristics of high silicon, high – potassic, high alkali, is beneficial for the molybdenum mineralization. And the metallogenic geological body is depleted in Ba, Nb, Ta, Y, and Yb, and enriched in large ion lithophile element of Rb, Th and K. The low contents of Sr and Y reflect a high degree of magmatic differentiation. The surrounding rock physical property of porphyry molybdenum deposit shows a certain restriction on the location of molybdenum ore - formation zone. The metallogenic model of Qian'echong Mo - Pb - Zn deposit is the magma rocks remelting in the lower crust from Paleoproterozoic Dabie high – pressure granulite. The condensed magma was activated to the upward migration when it has been heated under Mesozoic tectonic regime transition of East China. Under different precipitation mechanisms of pressure and temperature reduction and pH change, the ore – forming fluid migrates in the fracture zone cracks and rock fractures, and precipitates into mineralization. The Pb – Zn mineralization is well deve-loped outside the molybdenum orebodies.

Keywords: mineralization; metallogenic geological body; Qian'echong Mo – Pb – Zn deposit; metallogenic model (责任编辑:魏昊明)