

江西大湖塘地区燕山期构造-岩浆热液 成矿系统及其成矿机理

刘南庆¹, 黄剑凤¹, 秦润君¹, 张炳远², 余振东¹

(1. 江西省地质矿产勘查开发局九一六大队, 江西 九江 332100;

2. 江西省瑞昌市安全局, 江西 瑞昌 332200)

摘要: 江西大湖塘地区近年发现了一批大-特大型钨铜多金属矿床, 矿床类型均为燕山期构造-岩浆热液型, 成矿与燕山期花岗岩有关, 基底中的成矿元素被活化并参与成矿; 矿化受燕山期断裂及其岩体与围岩接触面的控制, 根据岩体形成时代、岩石地球化学特征及与矿化的关系判断, 细粒花岗岩及花岗斑岩为成矿岩体或成矿地质体; 该区的成矿作用与区域燕山期构造-岩浆热液成矿系统直接相关, 并受深部作用过程和浅部构造环境的双重控制; 其成矿机理是基于成矿系统内部各种物理、化学(生物)作用的耦合, 成矿实际上是深部过程背景与表层岩石响应的结果。

关键词: 大湖塘地区钨铜多金属矿床; 燕山期构造-岩浆热液成矿系统; 控岩控矿机制; 成矿机理; 江西省

中图分类号: P612; P618.6 **文献标识码:** A

0 引言

近年来, 江西大湖塘地区相继发现了石门寺、苗尾、狮尾洞、大湖塘、大雾塘等一批大型-特大型钨铜矿床。在大约 1 000 km² 的范围内, 有多处成矿条件与大湖塘钨矿类似的成矿远景区; 特别是仙果山-莲花芯矿集区(约 200 km²)内, 有太平洞-仙果山、新安里-毛栗包、苗尾-平顶山、梨树坪、昆山-大河里、九云岭、五梅山-铁石坳、莲花芯等 10 多处矿化异常区, 具有良好的找矿前景, 这个矿集区引起了国内多家科研院所的关注^[1-3], 亦成为我国第二批国家级找矿重点突破整装勘查区之一。

大湖塘地区位于赣西北的低中山区(500~1 680 m), 地形切割深度大, 通行条件差。由于自然条件不好、岩石物理化学性质差异小, 运用一般的地质填图、物化探扫面找矿效果不理想。1958 年和 1984 年, 赣西北队曾先后两次对该区进行矿产普查

工作, 均成效不大。直到 2006 年, 大湖塘地区的分散的采矿权进行了整合, 矿产勘查的经费投入显著加强, 经过 3 年勘查工作, 该区的找矿工作取得了重大突破。由于该区地质工作不够系统, 矿产勘查程度总体偏低, 因此区域找矿的潜力依然很大。本文根据矿床地质特征, 结合区域地质构造演化规律, 总结该区燕山期构造-岩浆热液成矿系统模式, 探讨成矿机理, 以期能为区域大尺度成矿预测提供一些有益的参考。

1 成矿地质背景

燕山中期大湖塘地区出露的基岩主要为晋宁期黑云母花岗闪长岩(九岭岩基的一部分, 成岩时代 828±8 Ma^[4]), 以及少量中-新元古界双桥山群浅变质细碎屑岩(九岭岩基的残余顶盖), 二者构成大湖塘复背斜核部的主要组成部分, 具有晋宁晚期区域构造-岩浆活动的基本特点^[5]; 另外, 燕山中期的

收稿日期: 2014-02-17; 责任编辑: 赵庆

作者简介: 刘南庆(1961-), 男, 地质矿产高级工程师, 主要从事区域地质矿产调查、矿产勘查及成矿预测研究。通信地址: 江西省九江市九江县庐山南路 157 号九一六大队基地; 邮政编码: 332100; E-mail: 317156412@163.com

有近 EW-NEE 向和 NE-NNE 向 2 组,相互交织成网。修水—武宁、慈化—宜丰 NEE 向断裂带规模大、切割深,分别为九岭(大湖塘)隆起带的北、南边界断裂;靖安—村前、大湖塘—宜丰、铜鼓—余家坪、湘赣边界 4 条 NE-NNE 向走滑-逆冲断裂带相互平行,大致呈等间距(35~40 km)展布。

2 矿床基本特征

依据成矿作用方式和赋矿围岩的不同,大湖塘地区矿床可分为 3 种型(式)。^①石门寺式:岩浆热液交代蚀变岩型矿床,如石门寺、大岭上、东陡崖、西陡崖、大雾塘主矿体等;^②狮尾洞式:构造-岩浆热液充填型矿床,如狮尾洞、大湖塘、毛公洞主矿体等;^③杨狮殿式:构造-岩浆热液充填型矿床,如杨狮殿、昆山矿床,毛公洞部分矿体等。各类矿床的成矿岩体岩石化学特征基本一致,而微量元素丰度有所不同;矿石矿物组分基本一致,而矿体形态、规模、产状以及矿石类型各有不同。

2.1 成矿岩体地球化学特征

所谓成矿岩体是指在岩浆热液型矿床形成过程中,为主要矿产主成矿阶段空间定位的地质作用聚集流体、热、动力的岩体^[7]。据已有资料,区内成矿岩体

主要为燕山晚期细粒黑云母花岗岩、花岗斑岩等,多为隐伏岩体。在石门寺、大岭上、狮尾洞、东陡崖、西陡崖、大雾塘矿区多呈岩瘤状产出,少量呈岩脉状;在毛公洞、杨狮殿、昆山矿区则多呈岩脉状发育。岩体的主微量元素和稀土组分特征均基本一致。

从表 1 可见,本区成矿岩体具有酸度高、富硅碱、铁镁钙钛比较低的特点:酸度值为 79.7%~82.7%,平均 81.15%; $w(\text{SiO}_2)=71.74\%\sim 74.74\%$,平均 73.68%; $w(\text{K}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O})=7.14\%\sim 8.23\%$,平均 8.08%; $w(\text{Fe}_2\text{O}_3+\text{FeO})=1.19\%\sim 1.54\%$,平均 1.40%; $w(\text{MgO})=0.19\%\sim 0.49\%$,平均 0.36%; $w(\text{CaO})=0.73\%\sim 0.96\%$,平均 0.88%; $w(\text{TiO}_2)=0.13\%\sim 0.22\%$,平均 0.18%。岩石中 $\text{Na}_2\text{O}/\text{K}_2\text{O}$ 比值低,为 0.56~0.86,平均值 0.70,属于钙碱性岩石。

从大湖塘地区燕山期细粒花岗岩和花岗斑岩中成矿元素统计结果(表 2)可以看出,成矿岩体中 W, Sn, Bi 的质量分数较高,明显高于地壳丰度值(维诺格拉多夫,1962;黎彤,1976)。本区成矿岩体中 $w(\text{W})=20.25\times 10^{-6}\sim 68\times 10^{-6}$,为地壳丰度值的 20~60 倍; $w(\text{Sn})=85\times 10^{-6}\sim 86\times 10^{-6}$,为地壳丰度值的 3.4~50 倍; $w(\text{Bi})=1.49\times 10^{-6}\sim 21\times 10^{-6}$,为地壳丰度值的 372~5250 倍。成矿岩体中 Cu, Pb, Be 的质量分数接近或数倍于地壳丰度值。

表 1 大湖塘地区成矿岩体岩石化学组成

Table 1 The average content of the ore-forming rock chemical composition in Dahutang area

矿区	岩石名称	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅
石门寺	细粒黑云母花岗岩	72.71	0.22	14.17	0.23	1.31	0.04	0.49	0.96	3.37	4.86	0.13
	花岗斑岩	74.74	0.13	13.50	0.27	0.92	0.05	0.19	0.76	3.09	4.58	0.19
狮尾洞	花岗斑岩	71.74	0.14	15.64	0.72	0.51	0.06	0.21	0.73	3.04	4.10	0.32
杨狮殿	黑云母花岗斑岩	73.24	0.16	14.80	0.79	0.64	0.04	0.38	0.73	3.04	4.66	0.21
	花岗斑岩	71.74	0.14	15.64	0.72	0.51	0.06	0.21	0.73	3.04	4.10	0.32

量的单位:w_B/ %。

表 2 大湖塘地区成矿岩体成矿元素丰度统计

Table 2 Trace elements table of the ore-forming rock mass in Dahutang area

矿区	岩石名称	V	Cr	Co	Ni	Cu	Pb	Zn	W	Sn	Mo	Bi	Be	Nb	Ta
石门寺	细粒黑云母花岗岩	20.08	17.5	2.88	2.31	7.5	36.73	59.95	20.25		0.28	1.49	8.33	8.58	1.98
	花岗斑岩	7.47	12.47	1.42	1.32	188	24.97	139.97	22.2		3.1	3.9	4.88	13.67	3.07
狮尾洞	花岗斑岩	17	10	9	8	68	14	47	68	86	1.1	21	11	34.9	12.3
杨狮殿	黑云母花岗斑岩	22	15	9	8	108	22	58	68	85	1.2	15	11	15.4	3.3
	花岗斑岩	17	10	9	8	68	14	47	68	86	1.1	21	11	34.9	12.3
地壳	维诺格拉多夫	90	83	18	58	47	16	83	1.3	25	1.1	0.009	3.8	20	2.5
	黎彤	140	110	25	89	63	12	94	1.1	1.7	1.3	0.004	1.3	19	1.6

量的单位:w_B/10⁻⁶。

成矿岩体与稍早阶段侵位的斑状黑(白)云母花岗岩在稀土元素和微量元素组成上特征相似^[8]: REE 总量不高, $w(\Sigma\text{REE})=48.96\times 10^{-6}\sim 114.63\times 10^{-6}$, 稀土配分模式均为右倾曲线。大离子亲石元素 Rb, Th, U, La, Ce, Pb 等明显富集, Ba, Sr, Ti, P 等元素则明显亏损, 高场强元素 Nb 和 Ta 相对于 La 弱亏损和不亏损, 微量元素配分曲线趋势一致, 暗示它们具有相同的起源, 属于成熟大陆弧造山花岗岩。

2.2 赋矿围岩与矿体的界面特征

本区矿床的赋矿围岩以晋宁期黑云母花岗闪长岩和燕山中期斑状黑(白)云母花岗岩等花岗岩类岩石为主(石门寺、大岭上、狮尾洞、大湖塘、大雾塘), 少部分矿床的赋矿围岩为双桥山群浅变质细碎屑岩系(杨狮殿、昆山)。

2.2.1 花岗岩类岩石与矿体的界面特征

花岗岩类岩石与矿体之间的界面分为 2 类: ①断裂界面, 受构造应力场的控制, 多表现出由挤压走滑向张扭倾滑的演变特征; ②花岗闪长岩体与斑状花岗岩体之间的岩性界面, 并受斑状花岗岩凸起部位的控制。这是本区工业矿体的主要赋矿结构面形式。断裂界面的成矿方式以充填作用为主, 交代作用为辅; 岩体之间的成矿方式则以交代作用为主, 充填作用为辅。赋矿围岩中蚀变较为发育, 蚀变类型主要有黑鳞云母化(主要发育在黑云母花岗闪长岩中)、云英岩化、硅化、绿泥石化、钠长石化(主要发育在斑状黑云母花岗岩中)等, 伴有少量裂隙状、颗粒状的萤石、黄玉、白钨、黄铜、辉钼矿化。由于晋宁期花岗闪长岩富含斜长石, 在云英岩化、绿泥石化、钠长石化过程中, 原来包含在斜长石中的 Ca^{2+} 被释放出来, 与来自花岗岩及深部流体中的 WO_4^{2-} 结合, 受构造环境和成矿结构面的控制, 形成面状分布蚀变花岗岩型(包括蚀变花岗闪长岩、蚀变斑状花岗岩)细脉-微脉浸染状白钨矿化和线状分布的构造蚀变岩型、石英脉型白钨矿化。因此, 蚀变花岗岩型矿体与围岩之间的界线是渐变过渡的, 其蚀变矿物组合、蚀变强度和金属矿化是逐渐变化的; 而构造蚀变岩型、石英脉型矿体与围岩的界面是截然的突变, 矿体与围岩之间界线比较清晰, 蚀变组合呈线状分布, 蚀变强度变化明显。

2.2.2 浅变质碎屑岩与矿体的界面特征

双桥山群浅变质细碎屑岩具变余细碎屑结构, 板层状构造发育。蚀变主要为硅化、绿泥(绿帘)石化、绢云母化等, 蚀变多呈线型分布。岩石比较致密, 化学性质不活泼, 具有较好的屏蔽性, 多处于燕

山期侵入岩及其热液影响范围的外带, 故而多为石英脉型、石英细脉带型矿(化)体的赋矿围岩, 其与矿体之间的界面是截然的, 矿体与赋矿围岩之间蚀变矿物组合、蚀变强度也是呈突变的。

2.3 矿体特征

(1) 石门寺矿床: 主要有蚀变花岗岩型(包括蚀变花岗闪长岩、蚀变斑状花岗岩中细脉浸染型以及云英岩、蚀变岩脉型等)、热液隐爆角砾岩型、构造蚀变岩型和石英大脉型 4 类矿体。其中以蚀变花岗岩型为主, 矿化主要沿斑状黑云母花岗岩与花岗闪长岩的接触带发育(图 2)。其他为辅矿体, 主要受特定断裂构造(隐爆角砾岩筒和近 EW 向张扭性断裂)控制。但各类型工业矿体均与燕山期细粒黑云母花岗岩伴生。截止 2011 年, 共圈出 261 个钨铜矿体, 其中 I-1, II-1 为主矿体, 占全区资源储量($75.31\times 10^4\text{ t}$)的 95%。I-1 矿体主要赋存在晋宁期花岗闪长岩中, 平面上受地形切割影响呈“凹”形, 剖面上呈似层状, 走向最大延伸 1 800 m, 平均厚度 143.67 m, 平均 $w(\text{WO}_3)=0.198\%$, WO_3 资源量 $63.7\times 10^4\text{ t}$, 共伴生铜 $30.5\times 10^4\text{ t}$ 。II-1 矿体赋存在燕山期斑状黑母花岗岩内, 平面呈饼状, 剖面呈似层状为主, 走向最大延长 1 700 m, 倾向最大延伸 1 200 m, 平均厚 70.25 m, 平均 $w(\text{WO}_3)=0.170\%$, WO_3 资源量 $8.2\times 10^4\text{ t}$, 共伴生铜 $8.7\times 10^4\text{ t}$ 。

(2) 狮尾洞矿床: 主要有石英大脉型和构造蚀变花岗岩型(包括石英细脉带型)2 类矿体, 二者在空间上紧密相伴, 矿化主要产于燕山期斑状白云母花岗岩体外接触带晋宁期花岗闪长岩中近 EW 向石英大脉和石英脉带内, 其形态、产状受燕山期断裂构造、花岗斑岩脉以及燕山期斑状白云母花岗岩与晋宁期花岗闪长岩接触界面的复合控制(图 3)。截止 2011 年, 矿区共圈定 36 个复合钨铜钼矿体(主要钨矿体 16 个), 探明 WO_3 资源储量($122\text{b}+333$) $31.09\times 10^4\text{ t}$, 其中 6W, 7W, 8W, 9W₁, 9W₂, 10W, 11W, 12W 等 8 个钨矿体资源储量占全区的 90% 以上。主矿体控制长 100~600 m, 倾斜延长 122~770 m, 矿体厚度 2.81~80.34 m, 平均 32.08 m; 矿体形态较复杂, 总体倾向 NW($325^\circ\sim 340^\circ$), 倾角 $45^\circ\sim 55^\circ$; $w(\text{WO}_3)=0.066\%\sim 0.291\%$, 平均 0.176%。

(3) 杨狮殿矿床: 浅部矿体产于双桥山群浅变质岩中, 中深部矿体产于晋宁期花岗闪长岩中, 其形态、产状严格受 NE-NEE 向断裂和燕山期花岗斑岩脉的控制(图 4)。目前, 矿区共圈出 14 条含矿石英

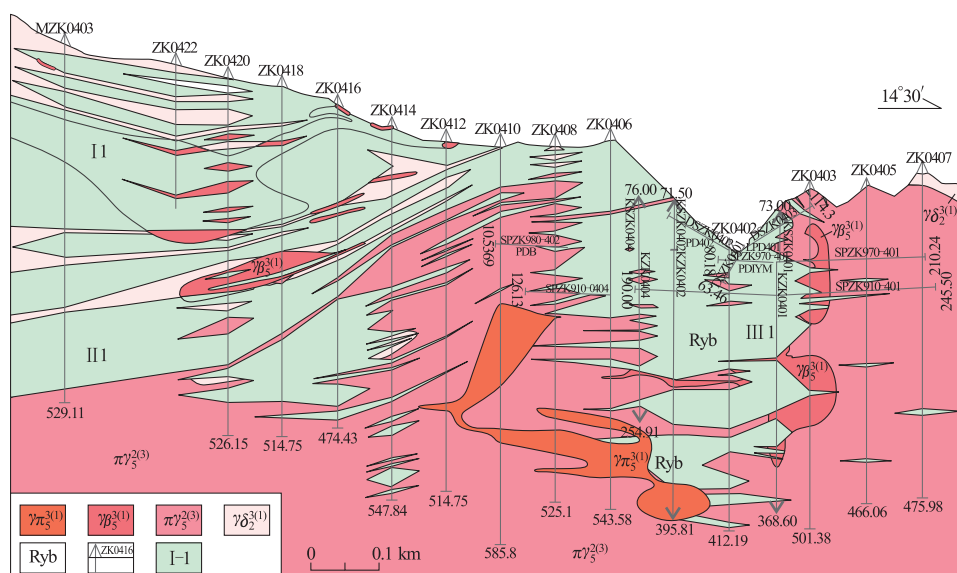


图2 大湖塘北区钨矿石门寺矿段4线地质剖面图(据九一六队2011年资料修编)

Fig. 2 Geological section along line 4 in Shimensi block in north Dahutang area

1. 燕山晚期黑云母花岗斑岩; 2. 燕山晚期细粒黑云母花岗岩; 3. 燕山中期斑状黑云母花岗岩;
4. 晋宁晚期粗粒黑云母花岗岩闪长岩; 5. 热液隐爆角砾岩; 6. 钻孔及编号; 7. 矿体及编号

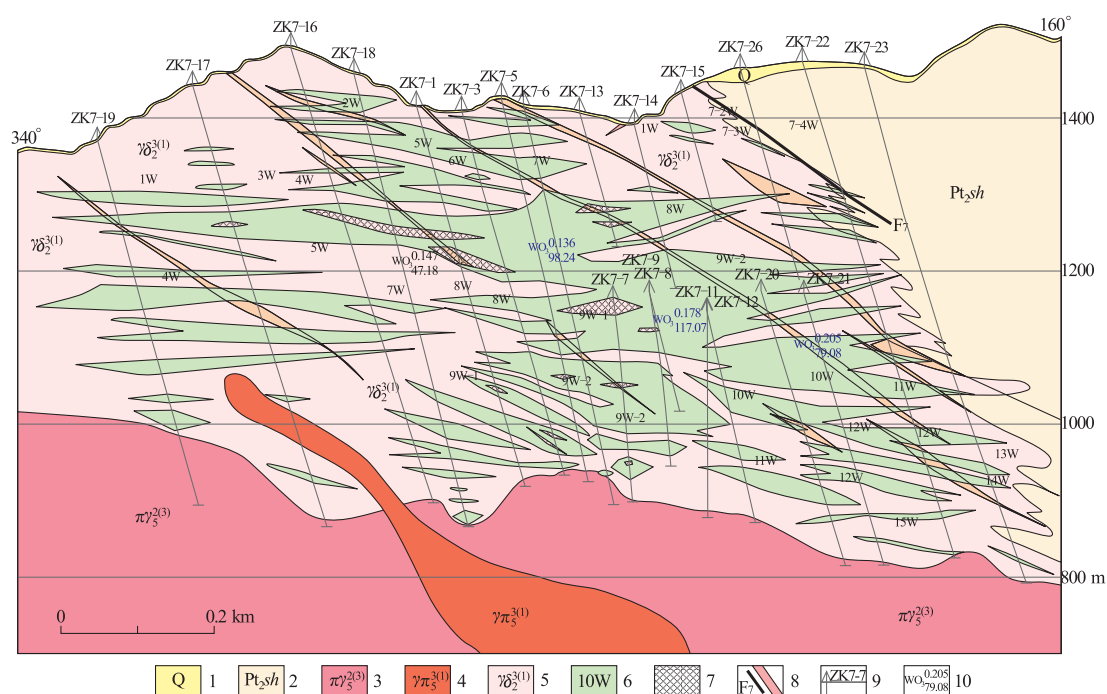


图 3 大湖塘南区钨矿狮尾洞矿段 7 线地质剖面图

(据赣西北队 2011 年资料修改)

Fig. 3 Geological section of line 7 in Shiweidong block in south Dahutang area

1. 第四系; 2. 中-新元古代双桥山群浅变质岩; 3. 燕山晚期花岗斑岩脉; 4. 燕山中期斑状白云母花岗岩; 5. 晋宁晚期黑云母花岗岩闪长岩; 6. 混合钨矿体及编号; 7. 夹石; 8. 断层及构造破碎带

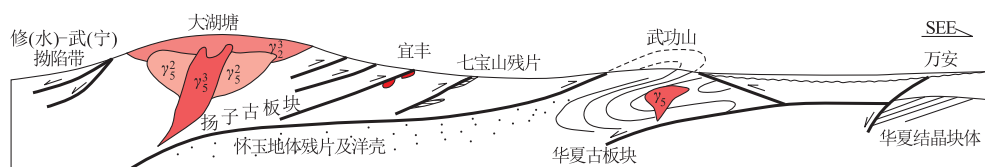


图 6 江西大湖塘区域燕山期构造-岩浆演化示意图(据文献[9],修改)

Fig. 6 Sketch showing regional Yanshanian tectonic-magmatic evolution in Dahutang area

壳曾有 2~3 次不均衡抬升,至早南华世末(晋宁二幕,800~780 Ma)又一次强烈上升,活动陆缘进一步固化,并于晚南华世开始了巨厚的盖层沉积,第一个统级盖层是南沱组含凝灰质冰碛岩,受雪球地球事件影响平行不整合在莲沱组之上;之后震旦纪一早古生代连续整合沉积了近 5 000 m 厚的海相碳酸盐岩、碎屑岩建造,加里东运动地壳隆升,江南地块大规模向南逆冲推覆,完成扬子、华夏古板块的拼合;晚古生代-早中生代,陆壳微扩张沉陷,区域平行不整合覆盖了 500 余 m 海陆交替相碎屑岩、碳酸盐岩组合,印支运动发生纵弯褶皱,出现宽缓的背向斜,完成由海到陆的转变^[10]。这就是该区域燕山运动之前的主要沉积建造史及其浅部地壳的基本构造运动方式,亦是该区燕山期构造-岩浆热液成矿系统形成的基础和发生-发展的前提条件。

燕山运动时期,由于板块机制的纵深扩展、古太平洋与相邻板块相互作用,板内收缩、俯冲带穿过下地壳岩浆房与地幔沟通,诱发了壳幔岩浆的混熔,形成了高分异的花岗质岩浆,致使本区发生强烈的大陆造山运动,出现 NE-NEE 向为主导的走滑冲断-伸展构造,其与古构造叠加复合,形成现有的基本构造格架(图 6)^[9]。这种构造体制转换与中国东南部中生代时期由古特提斯构造域向太平洋构造域转换作用的最近研究进展^[11-12]是相吻合的。

燕山早期,大湖塘地区形成了一系列走向 NE-NEE 向、倾向上与俯冲带基本一致但倾角较陡的走滑逆冲断裂,使晋宁期的韧性剪切带、紧密线型褶皱活化,叠加韧性-脆性构造变形;燕山晚期,浅部产生低压环境下的伸展构造,出现一系列叠加在推覆构造上的反向滑覆构造,构成了九岭南缘的推(滑)覆构造带;在九岭北缘燕山早期的构造形迹相对保留较少,主要表现为向 NW-NNW 中高角度的滑覆构造(修水-武宁滑覆拗褶带)。在这种构造格局下,大湖塘地区依旧保持“江南古陆”的特点,维持着整体上的相对独立和相对稳定,内部则显现出既封闭、又开放(深部有岩体侵入)的构造环境,组成了特

定时空的构造-岩浆热液相互作用的统一整体。

4 成矿系统模式及其成矿机理

翟裕生将在一定的时空域中,控制矿床形成和保存的全部地质要素及成矿作用动力过程,以及所形成的矿床系列、异常系列构成的整体,称之为成矿系统,并进一步指出其是具有成矿功能的自然系统^[13]。

据项新葵等的研究^[5],大湖塘地区矿石的硫同位素 $\delta(^{34}\text{S}) = -2.53 \times 10^{-3} \sim -0.91 \times 10^{-3}$,平均值为 -1.65×10^{-3} ,其 $\delta(^{34}\text{S})_{\text{V-CDT}}$ 峰值集中于 $-2.0 \times 10^{-3} \sim -1.5 \times 10^{-3}$,具有塔式分布效应,矿床硫来源于岩浆;硫化物的铅同位素组成稳定, $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb} = 18.109 \sim 18.268$, $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb} = 15.586 \sim 15.708$, $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb} = 28.208 \sim 38.715$,构造环境演化图解中,绝大多数样品点集中于上地壳与造山带演化线之间,另有一部分落在上地壳演化线附近,表明矿石中的铅具有多种来源,主要源于下地壳,同时也有上地壳组分的加入^[5,7];碳氧同位素表明,矿床成矿流体中的碳可能来自下地壳或上地幔,并且相当部分的碳以甲烷形式存在,成矿场内甲烷被氧化为二氧化碳,进一步沉淀形成方解石,至少部分碳是深源甲烷转化而来的。由此推断,大湖塘钨铜多金属矿的成矿物质主要来源于深源岩浆,但同时不排除有上地壳组分的加入,而铅同位素的数据进一步表明深源岩浆中的铅是造山带与下地壳的混合。结合区域地质构造演化历史^[10,14-17],可以建立大湖塘地区燕山期构造-岩浆热液成矿系统的演化模式:

在晚三叠世一早侏罗世伸展裂陷的背景下,大湖塘地区以晋宁期九岭花岗闪长岩基为主体的隆起构造明显活化,开始出现四周被伸展断裂所限、以晋宁期花岗闪长岩基和韧性剪切逆冲断层为主体的韧性-脆性剪切推覆构造系统;中侏罗世晚期,区域地壳发生挤压型隆起和强烈的断裂活动,鄂州—九

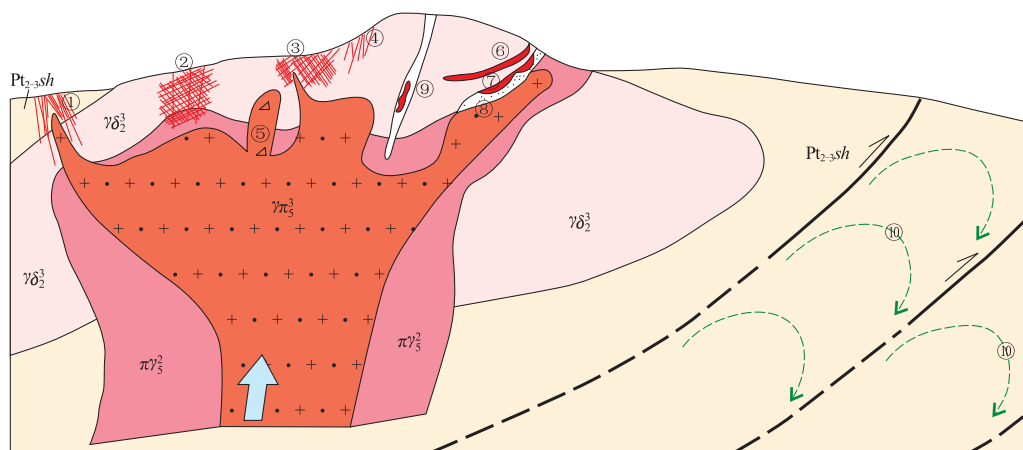


图7 大湖塘地区燕山期构造-岩浆热液成矿系统演化模式图

Fig. 7 Metallogenic system evolution model of Yanshanian tectonic-magmatic hydrothermal metallogenic system in Dahutang area

Pt₂₋₃sh. 中-新元古界双桥山群浅变质岩; $\gamma\delta_2^3$. 燕山晚期细粒花岗(斑)岩;

$\gamma\pi_3^3$. 燕山中期斑状花岗岩; $\pi\gamma_5^2$. 晋宁期花岗闪长岩;

①杨狮殿式石英大脉+细脉带型钨铜矿床; ②狮尾洞式大脉+构造蚀变岩型钨铜矿床; ③石门寺式蚀变花岗岩型钨铜矿床; ④石门寺式大脉型钨矿床; ⑤石门寺式热液隐爆角砾岩型钨铜矿床; ⑥石门寺式蚀变岩脉型钨铜矿床; ⑦石门寺式云英岩型钨铜矿床; ⑧石门寺式蚀变带型钨铜矿床; ⑨石门寺式构造蚀变岩型钨铜矿床; ⑩含矿流体

江深断裂开始有壳幔混合型斑岩侵入^[10], 韧-脆性剪切推覆构造系统已初具规模; 晚侏罗世, 区域多处发生垂向运动^[10, 16-17], 推覆构造系统发展进入高潮, 形成了韧-脆性剪切推覆构造系统。

韧-脆性剪切推覆构造系统是特定的区域构造长期递进变形和分阶段演化的产物, 内部的构造成分是一种特定构造演化过程中不同阶段、不同层次、不同性质的岩石或矿物集合体, 而不同的构造成分之间又存在一定的地球化学障, 加之它们处在一个相对封闭、物化条件转换相对较快的中深-中浅部构造环境中。这种构造系统具有特定的成矿方式, 这个系统可称之为燕山期构造-岩浆热液成矿系统, 成矿系统的演化模式图如图7所示。

这一成矿系统在早期处于相对封闭的挤压状态, 受板块作用机制控制, 宏观上还保持着相对独立、相对稳定的挤压剪切逆冲推覆的构造态势, 但各种古老的构造面、线、体均已开始活化, 构造层次整体上升, 在陆表水和天水的参与下, 岩层中的成矿元素被析离带出, 溶入流体中, 这种含矿质元素的流体在各构造块体之间呈顺时针方向旋转下行, 并进入下地壳岩浆房。燕山运动的中晚期, 俯冲带沟通了下地壳及上地幔岩浆房, 出现主动上侵就位的构造-岩浆热液柱, 从而建立起该区的燕山期构造-岩浆热

液成矿系统。在“构造-岩浆热液柱”中, 成矿岩体是成矿作用的关键, 构造是成矿作用的基础, 它有几个特点, 亦决定了该区成矿岩体的基本属性及其矿床的基本特征。

(1) 可以认定, “构造-岩浆热液柱”是俯冲带长期下切至下地壳岩浆房并诱发上地幔隆起(可能有部分上地幔物质加入)形成的。因此, 不管是含矿岩体还是成矿岩体, 在岩石化学成分上都以壳型花岗岩为主, 并兼有壳幔混合型花岗岩的特点^[5, 7]。

(2) 由于成(含)矿岩体上侵之前处在俯冲带下部, 上侵之后整体运动方式、形态产状受俯冲带上部原地系统古构造形迹和下部外来系统派生的构造应力场双重控制, 因此出现与原地系统古构造方位和外来系统主构造应力方位相兼容的、倾向 NNW-NW 的、高角度的、形态上上下下的岩体组合。

(3) 由于成(含)矿岩体重熔的时间为燕山期, 重熔的部位发生在扬子板块东南缘原江南古岛弧的地壳深部, 因此其岩石组分具有成熟大陆岛弧造山花岗岩的特征^[4, 7]。

(4) 这种俯冲带及其上盘断裂构造是前陆岛弧岩层建造水挤压排出的动力, 亦是陆表水下渗的主要通道, 其影响的深度大、水岩反应强烈, 在向深部下切的过程中不断汲取围岩的成矿组分变为含矿流

体,并进入下地壳岩浆房,使之变为富挥发分的壳型岩浆,这种岩浆又沿俯冲带上盘派生的断裂构造上侵,并不断与围岩发生物质交换,形成新的含矿热液,这就是该区钨、铜、钼、金、银共伴生的主要原因。

(5)由于这种岩浆热液富含挥发组分,在相对挤压封闭的环境下不易成矿,从而延长了岩浆热液与围岩的物质交换时间,亦为成矿元素的聚集创造了条件,只有到达地壳的中浅部,围岩压力相对减小,岩浆及其热液中元素组合才能得以卸载,并按各自的地球化学亲和性和地球化学行为得以聚集^[18]。这就是该区成矿岩体对于主要矿产(指达到工业品位)主成矿阶段空间定位所产生的地质作用,它不仅是矿体的物质源,而且是矿床重要的热动力源。因此该区不论有无燕山中期含矿岩体情况下,均能形成工业矿体(石门寺、狮子坞矿床有燕山中期斑状花岗岩,杨狮殿矿床则没有燕山中期斑状花岗岩)。

(6)值得注意的是,在成矿岩体侵位之前有过一期或多期的岩体侵位,其对该区成矿作用的贡献是不可小视的,它不仅形成了特殊的接触带型钨钼矿化,同时也为岩体的成矿提供了有利的基础条件:成矿岩体与晋宁期花岗闪长岩体之间不仅是一个构造、岩性的界面,而且是两个时代差距很大的侵入体接触界面,岩体侵位时还是不同物理化学环境转换面、氧化还原界面和酸碱性转换面,构成了该区燕山期特有的、规模宏大的成矿结构面,为成矿岩体所携带的含矿热液提供了良好的赋矿空间和最佳的成矿地球化学障。因此,该区占绝对优势(石门寺占95%)的矿产类型就赋存在成矿岩体外接触带的晋宁期黑云母花岗闪长岩中。

综上所述,大湖塘地区特大型钨铜多金属矿产的成矿与该区燕山期构造-岩浆热液成矿系统直接相关,并受深部作用过程和浅部构造环境的双重控制。其成矿机理是基于成矿系统内部各种物理、化学(生物)作用的耦合,成矿实际上是深部过程背景与表层岩石响应的结果。

致谢:本文在写作过程中得到九一六大队项新葵总工的许多启发和帮助,部分图件绘制得到陈秋萍工程师的帮助,在此一并致以感谢!

参考文献:

- [1] 王登红,陈郑辉,黄国成,等. 华南“南钨北扩”、“东钨西扩”及其找矿方向探讨[J]. 大地构造与成矿学, 2012, 36(3): 322 - 329.
- [2] 丰成友,张德全,项新葵,等. 赣西北大湖塘钨矿床辉钼矿 Re-Os 同位素定年及其意义[J]. 岩石学报, 2012, 28(12): 3858 - 3868.
- [3] 黄兰椿,蒋少涌. 江西大湖塘钨矿床似斑状白云母花岗岩锆石 U-Pb 年代学、地球化学及成因研究[J]. 岩石学报, 28(12): 3887 - 3900.
- [4] 钟玉芳,马昌前,余振兵,等. 江西九岭花岗岩类复式岩基锆石 SHRIMP U-Pb 年代学[J]. 地球科学: 中国地质大学学报, 2005, 30(6): 685 - 691.
- [5] 贺菊瑞,芮行健,王爱国,等. 皖赣相邻地区层控铜多金属矿床成矿系统及找矿预测[M]. 北京:地质出版社, 2008: 1 - 76.
- [6] 项新葵,王朋,孙德明,等. 赣北石门寺钨多金属矿床同位素地球化学研究[J]. 地球学报, 2013, 34(3): 263 - 271.
- [7] 叶天竺. “三位一体”找矿预测地质模型[R]. 北京:国土资源部矿产勘查技术指导中心, 2013: 1 - 15.
- [8] 项新葵,陈茂松,詹国年,等. 赣北石门寺矿区钨多金属矿床成矿地质条件[J]. 地质找矿论丛, 2012, 27(2): 143 - 155.
- [9] 杨明桂,王发宁,曾勇,等. 江西北部金属成矿地质[M]. 北京:中国大地出版社, 2004: 1 - 29.
- [10] 刘南庆,尹祝,施权,等. 赣北九瑞—彭山地区构造运动机制及其控矿作用分析[J]. 地质与勘探, 2011, 47(3): 333 - 343.
- [11] 任纪舜,牛宝贵,和政军,等. 中国东部的构造格局和动力演化[A]//中国地质科学院地质研究所文集: 29/30. 1997: 1 - 12.
- [12] 余心起,吴淦国,张达,等. 中国东南部中生代构造体制转换作用研究进展[J]. 自然科学进展, 2005, 15(10): 1167 - 1174.
- [13] 翟裕生,邓军,彭润民,等. 成矿系统论[M]. 北京:地质出版社, 2010: 1 - 111.
- [14] 刘南庆,黄剑凤. 试论彭山地区变质核杂岩构造及其成矿作用[J]. 地质找矿论丛, 1994, 9(1): 18 - 26.
- [15] 刘南庆,黄剑凤. 关于彭山地区北北东向断裂及其控岩控矿作用[J]. 地质与勘探, 1994(5): 14 - 17.
- [16] 刘南庆. 从彭山地区的岩浆演化看其构造的发展史[J]. 江西地质, 1995, 9(3): 205 - 217.
- [17] 刘南庆,黄剑凤. 庐山地区旋转走滑-侧向拉伸构造解析[J]. 江西地质, 1996, 10(1): 13 - 18.
- [18] 赵伦山,张本仁. 地球化学[M]. 北京:地质出版社, 1987: 51 - 81.

Yanshanian tectonic-magmatic hydrothermal metallogenic system and metallogenic mechanism of Dahutang Area in Jiangxi

LIU Nanqing¹, HUANG Jianfeng¹, QIN Runjun¹, ZHANG Bingyuan², YU Zhendong¹

(1. Geological team 916 of Jiangxi Geology & Mineral Exploration Bureau, Jiujiang 332100, China;

2. Ruichang Security Bureau of Jiangxi Province, Ruichang 332200, China)

Abstract: In recent years a batch of large to super large tungsten-copper deposits have been found in succession in Dahutang area. They are all Yanshanian tectonic-magmatic hydrothermal ore deposits and metallogenetically related to Yanshanian granite. Ore elements in basement are activated and incorporated in the metallogenic process. Mineralization is both controlled by Yanshanian fractures and contact plane of Yanshanian intrusive bodies and their enclosing rocks. Based on rock-forming times, relation between mineralization and geochemical characteristics of rocks the fine grained granite and granitic porphyry are the ore-forming rock bodies or geological bodies. In Dahutang area the metallogenic process is directly related to the regional Yanshanian tectonic-magmatic hydrothermal system and is controlled both by deep processes and shallow tectonic setting. The metallogenic mechanism is the coupling of various physical and chemical (biological) processes within the metallogenic system. In fact the metallogenic process is the result of response of superficial rocks to the deep process background.

Key Words: tungsten-copper deposits in Dahutang area; Yanshanian tectonic-magmatic hydrothermal metallogenic system; rock-control and ore-control mechanism, metallogenic mechanism; Jiangxi province