

赣西北香炉山钨矿床地质特征与找矿标志

田邦生, 袁步云

(江西省地质矿产勘查开发局赣西北大队, 九江 332000)

摘要: 香炉山钨矿床是一个超大型矽卡岩型白钨矿床, 矿体主要赋存在北东向香炉山背斜核部的燕山晚期花岗岩与中寒武统杨柳岗组不纯灰岩的接触带中。花岗岩中 W 含量超过 50×10^{-6} , 矿石硫化物的 δS^{34} 平均值为 $+3.4\%$, 成矿作用主要发生在夕卡岩阶段, 其次为硫化物阶段。主要的成矿控制因素为: 背斜及其伴生的层间滑脱构造、富含 W 的 S 型花岗岩以及中寒武统的不纯灰岩; 主要的围岩蚀变为: 夕卡岩化、角岩化、硅化、云英岩化、绿泥石化和萤石化; 这些围岩蚀变和黄铁矿化、白钨矿化、黑钨矿化及其氧化产物都是直接的找矿标志。

关键词: 香炉山钨矿床; 矽卡岩型白钨矿; 矿石成因; 找矿标志

中图分类号: P578; P624 **文献标识码:** A **文章编号:** 1006-7493 (2008) 01-0114-06

Geological Characteristics and Prospecting Criteria of Xianglushan Tungsten Deposit, Northwestern Jiangxi Province

TIAN Bang-sheng and YUAN Bu-yun

(Northwestern Jiangxi Geological Team, Bureau of Geology and Mineral Resource Survey, Jiangxi Province, Jiujiang 332000, China)

Abstract: Xianglushan Tungsten Deposit is a super-large skarn-type scheelite deposit. The major ore bodies of this deposit are found in the contact zone between a Late Yanshanian granite body and the impure limestone of the Middle Cambrian Yangliugang Formation which makes the core of the Xianglushan Anticline. The W contents in the granite are over 50×10^{-6} . The average δS^{34} value of ore is $+3.4\%$. The ore formation process mainly occurred in the skarn stage, and in a lesser amount in the sulfide stage. The major ore-forming controlling factors are anticline structure with its accompanied interlayer slipping planes, S type granite with higher W concentration, and Middle Cambrian impure limestone country sediments. The major hydrothermal alterations are skarnization, hornfelsization, silicification, greisenization, chloritization and fluoritization. These hydrothermal alterations and pyritization, sheelitization, wolframitization and their oxidation products are direct ore prospecting criteria.

Key words: Xianglushan tungsten deposit; skarn; scheelite; ore genesis; prospecting criteria

我国华南地区的钨矿资源十分丰富, 且大多与S型花岗岩直接相关(朱焱龄等, 1981; 陈毓川等, 1989; 毛景文等, 1998; 周新民等, 2007), 赣西北发现的香炉山钨矿床是一个超大型矽卡岩型白钨矿床, 在成矿作用的很多方面都具有代表性。

1 矿区地质背景

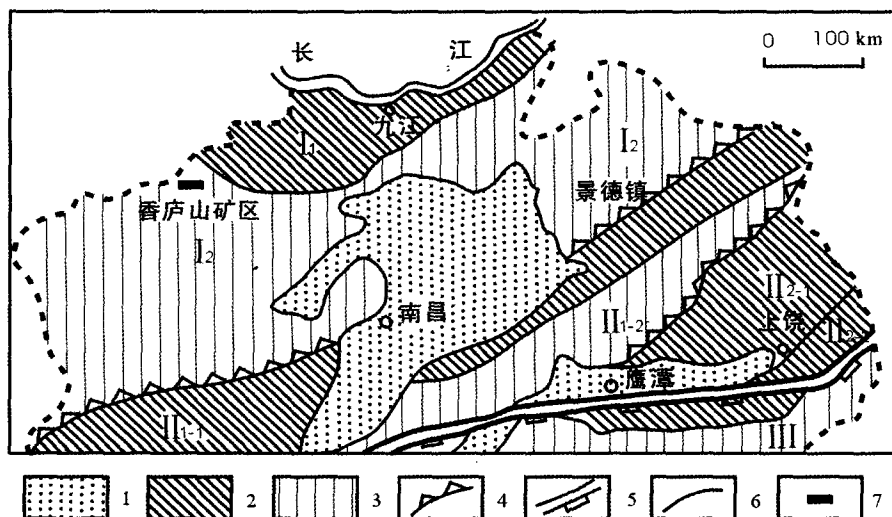
在大地构造位置上, 香炉山钨矿区位于扬子板块内九江拗陷与九岭隆起的交接地带(图1),

属于九岭—鄱公山钨锡金多金属成矿带的一部分(杨明桂等, 2004)。

区域范围内出露的地层为中元古界双桥山群至志留系, 双桥山群构成区域的基底, 震旦系—志留系构成盖层。基底构造主要为由双桥山群组成的近南北向紧密褶皱和其中的断裂构造; 盖层构造则以由震旦系—志留系组成的北东—北东东向褶皱和断裂构造体系为主, 北北东向构造为次。

收稿日期: 2008-01-29; 修回日期: 2008-02-15

作者简介: 田邦生, 男, 高级工程师, 1965年生, 从事地质矿产勘查工作; E-mail: jjgbdkyol@yahoo.com.cn



1.中生代断陷盆地 (Mesozoic faulted basin); 2.古生代—早中生代陷 (Paleozoic—Early Mesozoic depression); 3.前震旦纪隆起 (Pre-Sinian uplift); 4.地体边界深断裂 (deep fault of terrain boundary); 5.古板块缝合带深断裂 (deep fault of paleo-plat suture zone); 6.构造单元分区界线 (boundary of geotectonic units); 7.研究矿区所在位置 (location of Xianglushan deposit)。I: 扬子板块 (Yangzi plate) I₁—中下扬子拗陷带九江拗陷; I₂—江南地块九岭—鄱公山隆起; II: 钦—杭结合带 (Qinzhou—Hangzhou junction zone); II₁—赣中 (碰撞混杂) 拗陷带万年推覆地体; II₁₋₁—萍—乐拗陷; II₁₋₂—万年隆起; II₂—上饶拗陷; II₂₋₁—怀玉 (古岛弧) 地体; II₂₋₂—广丰 (微陆块) 地体; III: 华夏板块 (Cathaysia plate) III₁—华南造山带武功山—北武夷 (前缘褶冲) 隆起。

图1 香炉山矿区所处大地构造位置 (据杨明桂等, 2004 有删改)

Fig. 1 Geotectonic subdivision map of NW Jiangxi and location of Xianglushan district

1.1 矿区地层

矿区出露的地层包括震旦系上统陡山沱组 (Z_2d) 含炭质页岩 (泥) 岩、灯影组 (Z_2dn) 硅质岩和寒武系下统王音铺组 (ϵ_{1w}) 炭质页岩、观音堂组 (ϵ_{1g}) 含炭页岩及中统杨柳岗组 (ϵ_{2y}) 含炭硅泥质灰岩和上统华严寺组 (ϵ_{3h}) 条带状灰岩 (见图2)。志留系为一套浅变质碎屑岩、碎屑岩和碳酸盐岩。杨柳岗组是矿区主要赋矿地层, 其不纯灰岩与花岗岩接触带或其层间破碎带是主要容矿空间。各地层主要成矿元素的含量见表1。矿区外围和矿区范围内各地层中W的含量都低于 10×10^{-6} 。其它元素含量在矿区地层略高于外围地层。

1.2 矿区构造

香炉山背斜呈北东向横贯矿区, 东部为花岗岩体所截, 西面倾没。属宽缓型倾伏背斜, 倾伏角 $10 \sim 25^\circ$, 两翼岩层倾角 $10 \sim 35^\circ$, 为寒武系。核部近于水平由震旦系组成, 矿床主要赋存在核部与燕山期花岗岩体的接触带及附近。

矿区断裂构造包括北北西向和北北东—北东向两组。北北西向断裂主要见于矿区西部, 长 $80 \sim 580$ m, 宽 $0 \sim 6.8$ m, 切割地层, 倾向南西 (局

部反倾), 倾角 $45 \sim 88^\circ$, 断面呈平直或弯曲形, 局部可见角砾岩属张扭性断裂; 北北东—北东向断裂分布于背斜南翼, 长 $100 \sim 1860$ m, 宽 $0 \sim 15$ m, 倾向南东 (局部反倾), 倾角 $47 \sim 84^\circ$ 。断面呈缓波形, 常见压碎岩和透镜体, 属压扭性质, 斜切地层、岩体和矿体, 但错位不大。

接触带外侧地层中发育一些层间挤压带, 厚几~几十厘米, 最厚处达1m, 主要表现为岩石破碎, 发育破碎理和透镜体, 存在较强的硅化、绿泥石化和钨矿化, 多被矿体取代。

1.3 矿区岩浆岩

矿区发育的岩浆岩主要有燕山晚期黑云母二长花岗岩, 其次为细晶岩脉和辉绿岩脉。黑云母二长花岗岩是高湖岩株的一部分, 岩株位于香炉山背斜核部出露面积为 5 km^2 , 钾—氩法同位素地质年龄为 $125.9 \sim 131.1 \text{ Ma}^{①}$ 。根据地层厚度和岩石结构构造估计, 岩体的侵位深度约为5 km。

在矿区范围内, 花岗岩体形态与背斜形态一致, 可分为边缘相和内部相两个相带, 二者呈过渡关系。边缘相为细粒黑云母花岗岩, 细粒结构, 局部含少量钾长石斑晶, 主要矿物含量为:

① (赣西北大队编《香炉山详查报告》, 1988)。

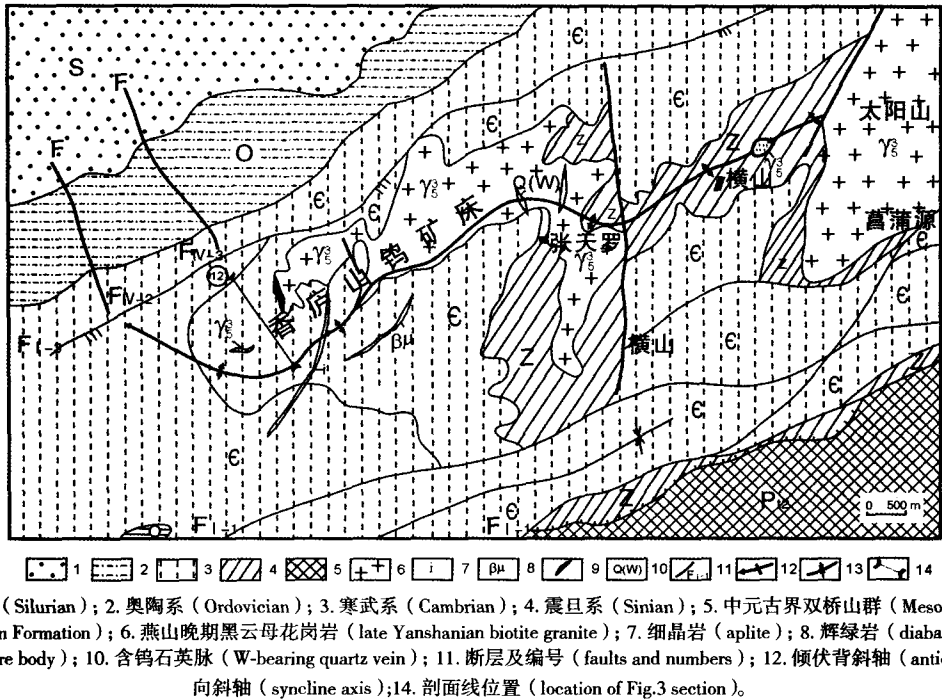


图2 香炉山矿区及外围地质略图
Fig. 2 Geological sketch map of Xianglushan deposit and its surrounding area

表1 矿区及外围地层主要成矿元素含量表 ($\times 10^{-6}$, 外围/矿区)
Table 1 Ore-forming elements concentrations in sediments of surrounding area and Xianglushan district

地层	W	Cu	Ag	Pb	Zn	Bi	Mo	Sn
ϵ_3h	<10/12.4	14.1/31.6	/0.1	/17.6	/22.2	/4	/1.1	/4.1
ϵ_2y	<10/	15.6/53.9	/0.2	7.29/11.9	/36.2	/5.3	1.71/3.5	/9.2
ϵ_1g	<10/	33.3/49.0	/0.2	12.4/11.2	65.7/66.1	/2.7	7.7/2.1	6.5/7.4
ϵ_1w	<10/	64/62.4	/0.2	16.7/15.4	58/73.9	/2.7	22.7/8.2	7.4/6.4
Z_2dn	<10/	29.6/74	/0.3	7.04/9	/60.9	/3.18	3.8/5.5	/4.3
Z_2d	<10/	34.6/82.5	/0.2	12/13.1	40/15	/2.5	/2.8	/3.3

据赣西北大队《香炉山详查报告》，1988，略有删改

石英35~38%、钾长石35%、斜长石25%、黑云母3%，厚47~80 m，常为主矿体的底板，普遍发生云英岩化和白钨矿化。内部相为中粒黑云母二长花岗岩，主要矿物含量为：石英30%、钾长石30~35%、斜长石30%、黑云母5%。边缘相和内部相中主要副矿物的含量 (g/t) 分别为：钛铁矿，200.1和494.7；磷灰石，16.34和255.3；锆石，127.1和176.1；榍石，12.25和5.30。属于钛铁矿系列或S型。

在岩石化学成分上，边缘相较内部相Si和K略高、而Ca和Fe略低 (表2)。在微量元素含量方面，边缘相较内部相W和Bi偏高、而Pb和Co偏低。二相中W的含量分别为94和53 $\times 10^{-6}$ ，分别为

地壳丰度的62倍和35倍，也高于高湖岩体 (30×10^{-6})。花岗岩的稀土元素含量特征为： $\Sigma REE = 185 \times 10^{-6} \sim 242 \times 10^{-6}$, $LREE/HREE = 2.46 \sim 2.54$, $\delta Eu = 0.32 \sim 0.34$, Eu亏损较明显，配分型式为向右缓倾的“V”型曲线。

细晶岩脉和辉绿岩脉主要分布在香炉山背斜南东翼，并充填本区北北东—北东向断裂，成群出现，长数百米至3 000 m。细晶岩脉斜切地层、花岗岩体和钨矿体，可见其形成晚于花岗岩及矿体。细晶岩呈白色细粒块状，岩脉边部常见花岗斑岩结构，镜下见霏细结构和球粒结构。岩石主要矿物由石英、钾长石和更长石组成；副矿物主要为磷灰石 (1.18 g/t) 和锆石 (79.86 g/t)，含量比

表2 矿区岩浆岩主要氧化物含量(%)和微量元素含量(10⁻⁶)

Table 2 Major (%) and trace (10⁻⁶) elements compositions of magmatic rocks in Xianglushan district

岩石	细粒黑云母 花岗岩 (边缘相)	中粒黑云母 二长花岗岩 (内部相)	细晶岩	辉绿岩
SiO ₂	74.21	71.60	74.61	49.86
TiO ₂	0.20	0.31	0.02	1.55
Al ₂ O ₃	13.00	13.43	13.43	16.06
Fe ₂ O ₃	0.79	1.34	0.81	4.11
FeO	1.48	1.81	0.36	3.80
MnO	0.04	0.06	0.01	0.02
MgO	0.62	0.77	0.19	6.90
CaO	0.83	1.86	0.41	7.37
Na ₂ O	3.08	3.10	1.52	3.07
K ₂ O	5.22	4.68	6.95	2.50
P ₂ O ₅	0.06	0.10	0.03	0.44
H ₂ O	0.72	0.83	1.12	1.42
总量	100.25	99.89	99.48	99.25
Cu	58.9	41.9	50	108
Mo	1.8	3.2	1.4	3
Ag	0.56	0.2	4	4
Pb	3.1	25.9	263	28
Zn	42.6	38.5	106	63
Sn	7.6	6.4	31	11
As	18.6	11.3	57	28
Bi	30.7	6.6	39	3
Co	6.1	10.8	9	23
W	93.5	52.7	554	22

据赣西北大队《香炉山详查报告》，1988

花岗岩中低得多。与边缘相花岗岩相比，细晶岩的FeO、MgO、CaO和Na₂O偏低，而K₂O、W、Pb、Zn、Sn、As明显偏高(表2)。辉绿岩脉也斜切地层，但未见与花岗岩及矿体的接触关系。

1.4 蚀变与矿化

区内发育热接触变质和热液蚀变两种变质作用，与成矿关系密切。在岩体与碳酸盐岩、碎屑岩接触带发生矽卡岩化，形成似层状覆于岩体顶面宽50~200 m的矽卡岩带，向外围和上方逐步减弱为矽卡岩化和角岩化带并基本保留原岩特征。在外接触带中主要形成了透辉石、黑云母、长石、石榴子石、红柱石、符山石、绿帘石、阳起石、透闪石等夕卡岩矿物，岩石具细粒变晶结构，条纹条带状构造。在内接触带中，热液变质作用主要表现为云英岩化、硅化、绿泥石化、萤

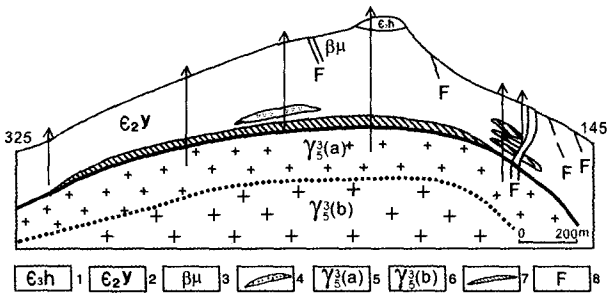
石化和高岭土化等。这些内外接触带的热变质作用与成矿关系密切。其中夕卡岩化和云英岩化是钨矿成矿阶段主要蚀变，硅化、绿泥石化、萤石化和高岭土化等蚀变作用是石英-硫化物阶段的产物。

2 矿床特征

2.1 矿体特征

矿体主要呈北东向侵位于背斜核部的岩体与围岩接触带的矽卡岩带中。矿化带长度>4 000 m，宽1 500 m，目前勘探已控制的矿体共50多个，其中产于接触带的5个，内接触带9个，外接触带36个。以编号为1W的产于接触带的矿体为主矿体，其WO₃资源/储量达20多万吨，其次为外接触带的4W和内接触带的5W矿体，其储量均大于5千吨。

1W矿体呈似层状产于接触带的矽卡岩中(图3)，走向长>2 000 m，倾斜长576 m，厚2.55~45.59 m，倾角7~38°，矿头标高+358~658 m，埋深40~300 m。平均品位WO₃ 0.705%，矿石为矽卡岩型白钨矿石，局部夹少量花岗岩型白钨矿石。



1. 上寒武统华严寺组 (Upper Cambrian Huayanshan Fm); 2. 中寒武统杨柳岗组 (Middle Cambrian Yangliugang Fm); 3. 辉绿岩脉 (diabase dyke); 4. 角砾岩 (breccia); 5. 燕山晚期细粒黑云母花岗岩 (late Yanshanian fine-grained biotite granite); 6. 燕山晚期中粒黑云母花岗岩 (late Yanshanian medium-grained biotite granite); 7. W 矿体 (W ore bodies); 8. 断层 (fault)

图3 香炉山矿床12线剖面图

Fig. 3 Cross section of prospecting line No. 12, Xianglushan W deposit

4W矿体产于背斜北翼外接触带，距接触带平均距离约40 m。呈扁长透镜状，埋深150~250 m，长350 m，倾斜长65~350 m，厚9.38~25.52 m；倾向北西，倾角20~25°；平均品位WO₃ 0.348%。矿石为矽卡岩型白钨矿石。

5W矿体产于内接触带捕掳体中，呈扁豆状；埋深230~410 m；长250 m，倾斜长65~290 m，厚

5.28~10.13 m, 倾向北西, 倾角 $11\sim 65^\circ$, 平均品位 WO_3 0.988%。矿石为矽卡岩型白钨矿石。

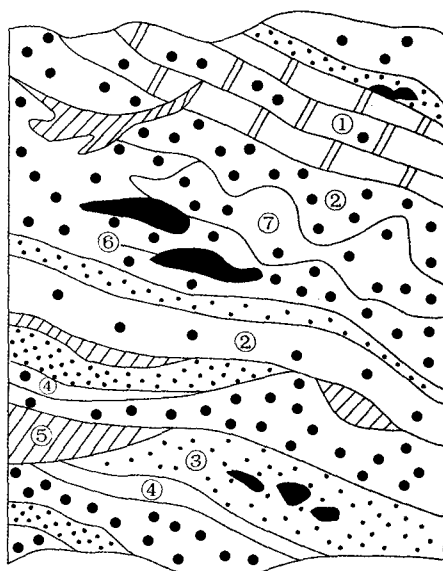
2.2 矿石特征

矿石的矿物成分复杂, 矿物种类多达58种。主要金属矿物有黄铁矿、白铁矿、白钨矿、磁黄铁矿、闪锌矿、方铅矿、黄铜矿、辉银矿等; 主要非金属矿物有石英、长石、透辉石、透闪石、方解石、石榴子石等。

矿石构造主要为浸染条带一层纹状, 其次为不规则团块状及显微脉状。浸染条带一层纹状构造特征如图4, 表现为白钨矿和多种金属硫化物选择性地交代、充填在以透辉石为主的矿物颗粒之间, 各种脉石矿物空间分布不均, 时疏时密, 相间出现, 从而呈现浸染条带一层纹状构造。一般而言, 接触带含钙高的岩石(矿石)矿物成分较杂(以透辉石为主), 结晶较粗, 金属矿物浸染程度较高, 矿石品位也较高。而接触带为条带状的长英质角岩、泥硅质角岩等岩性单一和较致密的岩石中, 金属矿物浸染程度较低, 多为低品位矿石或矿化围岩。在浸染条带一层纹状构造矿石中有时可见不规则的白钨矿-磁黄铁矿团块和方铅矿-闪锌矿-磁黄铁矿团块, 偶见石英-白钨矿微脉、石英-磁黄铁矿微脉、石英-黄铁矿-黄铜矿微脉等, 微脉宽 <1 mm, 长仅数厘米, 产于脉石矿物和早期成矿阶段的金属矿物的裂隙中。

矿石结构主要有粒状结构、交代熔蚀结构、胶状结构、叶片状结构、乳滴状结构等。白钨矿和伴生的主要金属硫化物多呈它形粒状, 少为半自形、自形粒状晶; 脉石矿物特别是透辉石、长石、云母和石英等往往被金属矿物熔蚀, 早阶段金属矿物也有被晚阶段金属矿物熔蚀的, 形成不同程度的港湾状、筛状、环状和残余状结构。黄铁矿、白铁矿有时呈胶状与此黄铁矿连生; 黄铜矿有时呈乳滴状、微细叶片状产于闪锌矿中。

矿石化学成分为: SiO_2 40.76%, TiO_2 0.16%, Al_2O_3 7.71%, Fe_2O_3 9.71%, FeO 6.3%, MgO 5.8%, MnO 0.64%, CaO 12.02%, K_2O 1.78%, Na_2O 0.58%, P_2O_5 0.3%, CO_2 0.18%, F 3.0%, S 6.62%。主要成矿组分 WO_3 平均为0.636%, 矿石中伴生的有益组分平均含量为: Cu 0.05~0.25%, Bi 0.023~0.052%, S 2.41~8.08%, Zn 0.05~0.5%, Au 0.05~0.11%



1. 细晶大理岩 (fine-grained marble); 2. 透辉石长英质矽卡岩 (diopside-quartz-feldspar skarn); 3. 透辉石矽卡岩 (diopside skarn); 4. 长英质矽卡岩 (quartz-feldspar skarn); 5. 磁黄铁矿 (pyrrhotite); 6. 点及黑块为白钨矿 (black dots and spots are scheelite); 7. 石英脉 (quartz vein)。

图4 矿石构造素描图 (据ZK166)

Fig. 4 Sketch picture of tungsten ore (from well ZK166)

10^{-6} , Ag $4.8\sim 39.6\times 10^{-6}$, Ga 0.0009~0.0014%。这些伴生组分主要赋存在黄铁矿、磁黄铁矿、黄铜矿、斑铜矿、蓝辉铜矿、蓝铜矿、辉铋矿、铋方铅矿、碲铋矿、泡铋矿、自然铋、辉银矿、含银方铅矿、含银白钨矿等矿物中。

3 矿床成因类型

上述矿床地质特征、矿石结构构造和矿物成分特征分析表明, 香炉山钨矿床属于典型的岩浆期后高-中温热液矽卡岩型矿床。根据围岩地层中钨含量 $<10\times 10^{-6}$, 而黑云母二长花岗岩的钨含量 $>50\times 10^{-6}$ (表2)的特征, 可以推测成矿物质钨主要来自花岗岩。矿石硫化物平均 $\delta^{34}S$ 值为+3.6‰, 支持成矿物质主要来自花岗岩。矿床是在花岗岩浆侵入至碳酸盐围岩地层并与之反应、引起围岩地层发生热接触变质和岩浆热液交代作用而形成的。矿床和矿石矿物共生组合和形成世代、交代次序特征表明, 成矿作用阶段主要为矽卡岩阶段, 其次为硫化物阶段。

(1) 矽卡岩化成矿阶段: 燕山期S型花岗岩浆沿断裂上侵到印支期形成的香炉山背斜中(当时离地表约5~10 km), 接触带围岩地层受热而发生

重结晶作用。由于温度和压力差的原因,岩浆期后的含矿热液大量聚积于接触带,与内外接触带岩石发生化学反应,发生夕卡岩化和云英岩化,并伴随矿质沉淀——成矿作用。钨可能主要呈碱性络合物 K_2WO_4 形式存在。该溶液与方解石和透辉石等含钙矿物反应,就形成白钨矿。由于热液丰富,钙质围岩广泛,因此形成了大型的夕卡岩型白钨矿矿床。

(2) 硫化物成矿阶段:在白钨矿大量沉淀后,含矿热液演化为相对富硫且呈弱酸性。本阶段围岩蚀变表现为普遍的硅化、萤石化、绿泥石化和高岭土化等。在温度和压力衰减的条件下,硫化物及少量白钨矿发生沉淀,叠加于早阶段形成的白钨矿化之上,形成含硫化物的白钨矿体。在热液作用的末期,普遍形成方解石化蚀变,而未见有用金属矿化。

4 控矿因素和找矿标志

根据以上矿床地质特征描述,可分析得出3个重要的控矿因素。(1) 构造:香炉山—太阳山背斜及其伴生的层间滑脱构造,为岩浆侵入和矿液“运”、“储”提供通道和空间,导致岩体和矿体形态与背斜形态基本吻合;(2) 岩浆岩控矿:经过强烈分异的富含W的燕山晚期S型花岗岩侵入于本区构造空间,生成了接触带,同时了成矿能量、矿液及成矿元素;(3) 地层岩性:呈致密条纹条带状产出的中寒武统杨柳岗组炭、硅、泥质不纯灰岩,一方面对成矿热液起到屏蔽作用,促使成矿作用更加充分;另一方面,为白钨矿的形成提供钙质,他是白钨矿的有效沉淀剂。矿区工业矿体均产于花岗岩与不纯灰岩的接触带或接触带附近的层间破碎带中。

由以上控矿因素,不难总结出在本区矿床外围寻找该类型矿床的找矿标志。(1) 构造标志:背斜构造及层间滑脱构造是岩浆与矿液运移就位有利空间;(2) 岩浆岩标志:燕山晚期S1型花岗岩是成矿母岩,是成矿能量、成矿物质和成矿介质的来源;(3) 围岩岩性标志:不纯灰岩是岩浆和矿液的有效屏蔽层,也是白钨矿成矿的有效沉淀

剂;(4) 矿化标志:矽卡岩化、角岩化、硅化和云英岩化等围岩蚀变是岩浆热液活动的产物,与成矿密切相关,这些热液蚀变和黄铁矿化、白钨矿化、黑钨矿化等及其氧化产物,都是直接的找矿标志。

References :

- Chen Yuchuan, Bei Rongfu, Zhang Hongliang, et al. 1989. The Geology of Non-ferrous and Rare Metal Deposits Related to Mesozoic Granitoids in Nanling Region [M]. Geology Publishing House, Beijing: 508pp. (in Chinese)
- Li Yiqun and Yan Xiaozhong. 1991. Mineralogy of Tungsten Deposits in Nanling Mountains and Its Neighborhood, China [M]. Wuhan: China University of Geosciences Press. (in Chinese)
- Mao Jingwen, Li Hongyan, Song Xuexin, et al. 1998. Geology and Geochemistry of Shizhuyuan W-Sn-Mo-Bi-Polymetallic Deposit [M]. Beijing: Geology Publishing House. (in Chinese with English abstract)
- Xu Yaochu, Liu Yu, Kong Shulin. 2007. A study on geology and ore formation model of Dachang ore field, Guangxi Province [J]. Mining Report. (1): 74-76. (in Chinese)
- Yang Minggui, Wang Faning, Zeng Yong, et al. 2004. Geology of Metallogenesis in Northern Jiangxi Province [M]. China Earth Press. (in Chinese)
- Zeng Zhifang, Zeng Yonghong, Liu Dayong. 2005. The structural control regularities of Da'ao W-Sn deposit, Hunan Province, and their prospecting application [J]. Geology and Mineral Resources, (1): 19-24. (in Chinese)
- Zhou Xinmin, et al. Petrogenesis and Lithospheric Evolution of Late Mesozoic Granites in Nanling Region [M]. Beijing: Science Press. 691 pp. (in Chinese)
- Zhu Yanling, Li Chongyou, Lin Yunhuai. 1981. Tungsten Deposits of Southern Jiangxi Province [M]. Nanchang: Jiangxi People's Publishing House. (in Chinese)

参考文献

- 陈毓川, 裴荣富, 张宏良, 等. 1989. 南岭地区与中生代花岗岩类有关 的有色及稀有金属矿床地质[M]. 北京: 地质出版社, 1-508.
- 李逸群, 颜晓钟. 1991. 中国南岭及邻区钨矿床矿物学[M]. 武汉: 中国地质大学出版社.
- 毛景文, 李红艳, 宋学信, 等. 1998. 湖南柿竹园钨锡钼铋多金属矿床 地质与地球化学[M]. 北京: 地质出版社.
- 许跃初, 刘雨, 孔树林. 2007. 广西大厂矿田矿床地质条件与成矿模 式研究[J]. 矿业快报, (1): 74-76.
- 杨明桂, 王发宁, 曾勇, 等. 2004. 江西北部金属成矿地质[M]. 北京: 中国大地出版社.
- 曾志方, 曾永红, 刘大勇. 2005. 湖南大垌钨锡矿区构造控矿规律及 其在找矿中的应用效果[J]. 矿产与地质, (1): 19-24.
- 周新民等. 2007. 南岭地区晚中生代花岗岩成因与岩石圈演化[M]. 北京: 科学出版社, 1-691.
- 朱森岭, 李崇佑, 林运淮. 1981. 赣南钨矿地质[M]. 南昌: 江西人民出版社.