

# 湖南芙蓉白钨矿区地质特征及找矿标志

梁永科, 赵 杰, 王德恭

(湖南省地质矿产勘查开发局 418 队, 湖南 娄底 417000)

[摘 要] 文章总结了芙蓉钨矿的地质特征, 并对其矿床成因及控矿因素进行了分析, 总结了找矿标志, 明确下步的找矿方向, 具有找矿指导意义。

[关键词] 白钨矿; 地质特征; 矿床成因; 找矿标志; 芙蓉; 湖南

[中图分类号] P618.67 [文献标识码] A [文章编号] 1000-5943(2017)04-0255-07

芙蓉钨矿位于湖南省中部, 安化县城 110° 方向 60 km 处, 属安化县芙蓉林场管辖。矿区大地构造位置位于江南隆起东段钨成矿带(盛继福, 2015; 许泰, 2012), 带中代表性矿床有大湖塘钨矿(规模大型), 阳储岭钨矿, 朱溪钨矿(规模超大型)(吴耕云, 2016), 司徒铺钨矿(刘希禹, 1985; 刘钟伟, 1983)。区域内矿产丰富, 主要矿产有钨、铋、金等, 已发现的矿床(点)有: 芙蓉钨矿、廖家坪铋钨金矿、大福坪铋矿、司徒铺钨矿等 10 余处。区内已发现的矿床(点), 主要分布在芙蓉岩体周边的老地层中, 受 NW 向、NE 向断裂控制。矿点具有明显的分带性, 以芙蓉岩体为中心向外依次为: 钨、铋、金, 呈现从高温到低温的趋势。

## 1 地质背景

区域出露地层有板溪群五强溪组、震旦系、寒武系、奥陶系、志留系、泥盆系、石炭系及第四系。其中板溪群五强溪组为区域内最老地层, 主要分布在芙蓉岩体周边, 构成复背斜轴部, 为浅海—滨海相沉积, 岩性主要为板岩、粉砂质板岩、浅变质长石石英砂岩、浅变质石英砂岩等, 具复理石韵律, 是区域内钨矿的赋矿层位之一。

区域构造位置处于雪峰山弧形构造带与安化—浏阳 EW 向构造带交接部位的内侧, 祁阳弧形构造带北翼外侧, 芙蓉复背斜的核部, NE 向桃江—城步基底断裂带从区内经过。次级构造以

NE 向断裂最发育, 其次 EW 向断裂与芙蓉复背斜裙边褶皱发育, 构成十分复杂的区域构造景观, 见图 1。

区域内岩浆活动较为强烈, 岩浆岩较发育。东部紧邻浏山岩体, 中部有芙蓉岩体, 大量的中酸性岩脉遍布区域内。

芙蓉岩体形成于印支期, 呈南北向腰子形侵入与芙蓉复背斜核部, 为地壳重熔型岩体。该岩体岩石类型较为简单, 以中细粒黑云母二长花岗岩为主, 与钨矿关系密切。

由于变质作用的叠加, 变质作用较普遍, 芙蓉岩体的接触变质作用较明显, 围绕岩体呈环状分布。蚀变岩石主要为长石石英角岩, 二云母石英片岩等。花岗岩体有绢云母化、白云母化、绿泥石化、纳长石化, 局部见方解石化、云英岩化。

## 2 矿区地质特征

### 2.1 地层

矿区出露地层主要有元古界板溪群五强溪组, 次为震旦系江口组、湘锰组、洪江组、金家洞组、留茶坡组、寒武系小烟溪组、探溪组等及第四系地层。其中板溪群五强溪组为区内赋矿地层。板溪群五强溪组(P<sub>tbnw</sub>)分布在芙蓉岩体周边, 为一套浅变质沉积—碎屑岩和火山碎屑岩组成的复杂岩性。

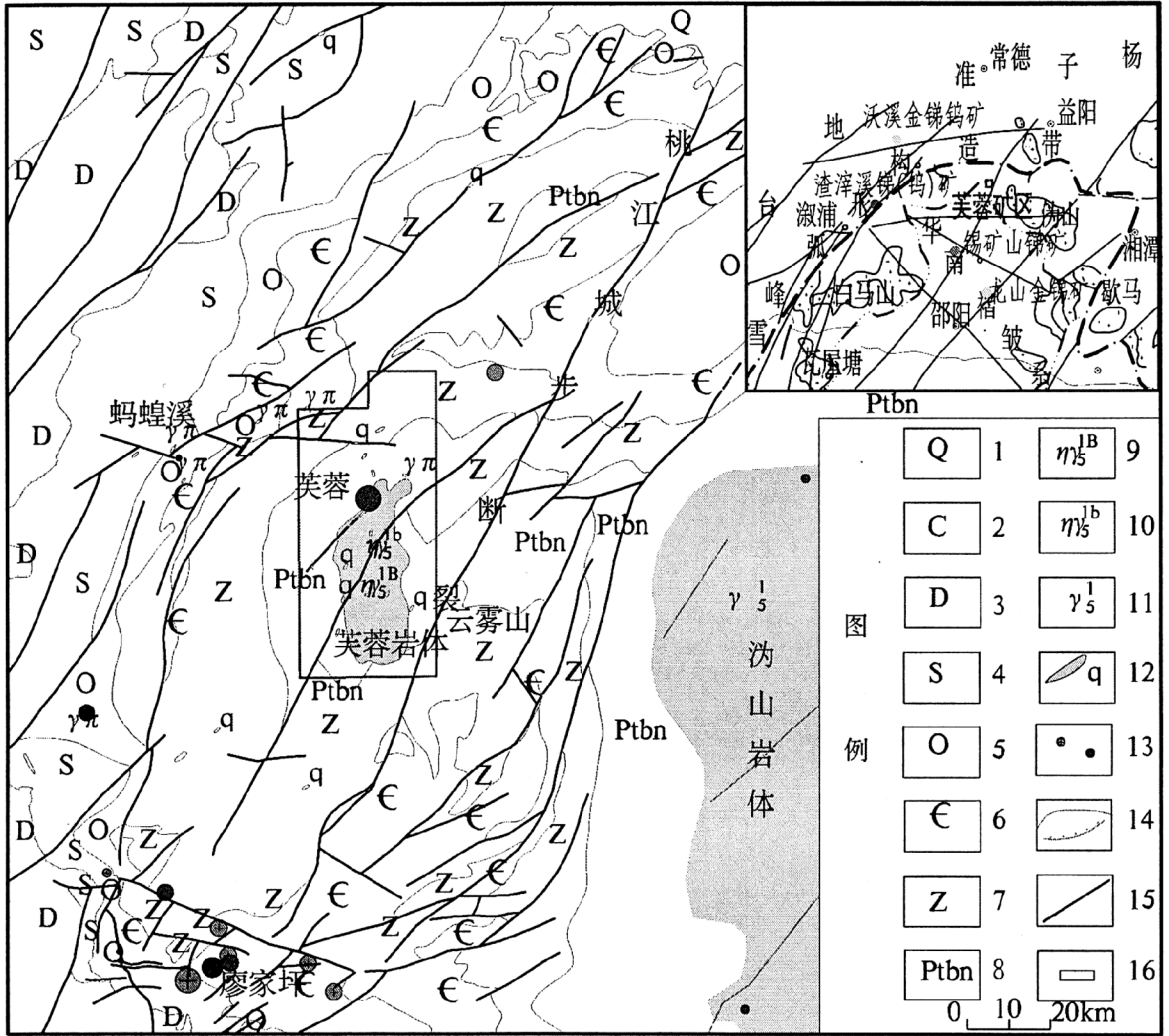


图1 芙蓉钨矿区区域地质矿产略图

Fig.1 Regional geologic and mineral sketch of Furong scheelite mining area

1—第四系;2—石炭系;3—泥盆系;4—志留系;5—奥陶系;6—寒武系;7—震旦系;8—板溪群;9—印支期第二次侵入补充期;  
10—印支期第二次侵入主体;11—花岗岩;12—石英脉;13—钨(金)矿床(点);14—整合(不整合)地层界线;15—断层;16—芙蓉矿区

## 2.2 构造

### 2.2.1 褶皱

主要是位于矿区北西部,总体走向为NE向的背斜、向斜,核部及两翼出露为板溪群五强溪组地层。

### 2.2.2 断层

F1、F2为区域性压扭性大断层,走向25°~30°,破碎带宽0.5~1.8m,错移可达1公里,矿区中部的区域性断裂(F2)是区内的主要构造,断裂呈NE~NNE向展布,倾向NW,倾角70°,NW盘上升,SE盘下降,断面呈波状起伏,主要表现为压扭性。

F2两侧的NE~NEE向、NW向、近EW向张扭性及压扭性断裂(裂隙)常成带、成群、成束,密

集分布,按其分布特征可分为I~V等5个断裂组,是区内主要的容矿断裂。与成矿关系最密切的主要为NE、NEE向两组裂隙,次为NW或近SN向。各断裂组中主要的断裂特征见表1。

区内还发育有成矿期后断裂,规模大小不等,走向NE-NNE,倾向NW或SE,倾角较陡,性质多为压扭性。

## 2.3 岩浆岩

区内中部出露印支期芙蓉花岗岩株(其化学成分见表2),呈南北向的长椭圆形,南北长4300m,东西宽1400m,面积约6km<sup>2</sup>。岩体主要由印支期岩浆第二次侵入形成,分为主体期、补充期,以主体期为主。之后则为内外接触带的各种酸性、基性岩脉的形成。

表1 芙蓉矿区主要容矿断裂特征表

Table 1 Ore-storing fracture characteristics of the Furong scheelite deposit

编号	所属断裂组	长度 m	宽度 m	倾向	倾角°	主要组成	性质	分布位置
402	4	2 300	1~5	NW	65~88	石英脉	压扭性	芙蓉岩体北部
214	1	1 550	0.5~1	NW	70~89	石英脉	压扭性	芙蓉岩体中部
109	1	1 000	0.1~0.3	SE	63~80	石英脉	压扭性	芙蓉岩体东部
533-1	5	700	2~30	NW	60~80	石英脉	压扭性	芙蓉岩体外接触带

表2 芙蓉岩体岩石化学成分表

氧化物含量( $\times 10^{-2}$ )

Table 2 Rock chemical component of Furong rock mass

样号	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MnO	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>
1	70.09	0.355	15.34	0.66	2.1	0.035	1.02	2.06	3.42	2.43	0.158	2.08
2	71.35	0.2	14.96	0.34	1.83	0.035	0.84	2.24	3.78	3.17	0.078	1.38
3	72.43	0.175	14.72	0.18	1.81	0.045	0.88	2.06	3.71	3.22	0.078	1.36
4	71.71	0.17	14.59	0.11	2.52	0.06	0.79	2.18	3.78	3.41	0.087	0.74
华南花岗岩莫氏值	72.65	0.27	13.56	1.97	0.92	0.07	1.6	1.36	3.11	4.76	0.11	0.62

### 2.3.1 主体期花岗岩( $\eta\gamma_5^{1b}$ )

为芙蓉岩体主体,主要岩性为中细粒黑云母二长花岗岩、二云母花岗闪长岩, SiO<sub>2</sub> 含量 70.09%~72.43%, 低于华南花岗岩平均值, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>>CaO+Na<sub>2</sub>O+K<sub>2</sub>O, 且 K<sub>2</sub>O<Na<sub>2</sub>O(表2), 属铝过饱和酸性岩类。

### 2.3.2 补充期花岗岩( $\eta\gamma_5^{1B}$ )

补充期花岗岩(是主体花岗岩岩体经历分离结晶作用之后的残余岩浆)主要分布于主体期岩体中部,岩性为细粒黑云母二长花岗岩,具块状构造、细粒花岗结构,局部可见似斑状结构。另在岩体北部、东部亦见少量补充期小岩体。它们与围岩接触界线清楚,呈不规则的弯曲状,结构上呈突变关系,接触处未见蚀变现象。

## 2.4 围岩蚀变

近矿围岩蚀变在岩体中及外接触带中各具特点,分述如下:

(1)花岗岩体中矿脉的近矿围岩蚀变主要为云英岩化(曾志芳,2005),绢云母化,次为萤石化、毒砂化、铜铅锌矿化、绿柱石化等。

(2)外接触带中主要有富云母云英岩化、电气石化、硅化、毒砂化和碳酸盐化等。前三者较普遍,与白钨矿化关系较密切。富云母云英岩化一般发育于含电气石石英脉或石英脉两侧;电气石化较普遍,早期多顺层交代呈微层结构,第二期呈

针、柱状散布于石英脉内及其旁侧,或沿碎裂石英脉交代呈扁豆状,与白钨矿化关系较密切。

## 2.5 地球化学特征

矿区位于安化县芙蓉 AS54 异常中(芙蓉岩体及外接触带上),异常形态呈近椭圆状,长轴呈近南北向,长 8 km,宽 7 km。而积近 38 km<sup>2</sup>,元素异常单独圈闭,主要异常元素为 W、As、Bi、B、Cs、Be。其元素异常规模为:

W1390 - As507 - Bi183 - B73.6 - Cs63.7 - Be59.2。由 4 级 W,3 级 As,Bi,2 级 B 及 1 级 Cs,Be 组成,其中高温元素 W 异常而积大、强度高、富集能力强。

## 3 矿床地质特征

### 3.1 矿脉(体)特征

矿区白钨矿主要产于芙蓉岩体及外接触带的断裂破碎带中,以石英脉充填型为主,按空间分布位置大致分为 5 个脉组(图 2)。I-IV 脉组分布于岩体内接触带,V 脉组分布于外接触带。其中,IV 脉组中的 402 号矿脉(体)规模较大,含矿性好,这里重点介绍其特征。

IV 脉组:为矿区主要矿脉组,位于岩体西部内接触带,总体走向 50°,与岩体边界近平行,主要

由402号等矿脉组成。

402号矿脉为矿区规模最大的一条矿脉,分布于芙蓉岩体北西内接触带黑云母二长花岗岩中,地表走向长2300m,7线以南主要倾向NW,0线以北倾向SE,倾角一般大于80°(见图2、图3),出露最高标高928m,最低控制标高490m,矿脉主要由石英脉及少量云英岩脉、蚀变花岗岩等组成,具膨涨收缩现象,矿体形态以脉状为主,地表

402号脉宽0.5~5.13m不等,WO<sub>3</sub>平均品位约0.5%。浅部老窿调查402号脉厚度为0.22~3.69m不等,WO<sub>3</sub>品位0.09%~2.05%,平均约0.7%。深部钻孔所控制的厚度为0.22~2.29m不等,WO<sub>3</sub>品位0.07%~2.05%。该矿脉控制矿体3个,编号分别为1、2、3,以1号矿体为主,2号矿体为地表槽探及单孔控制,3号矿体均为单孔控制。

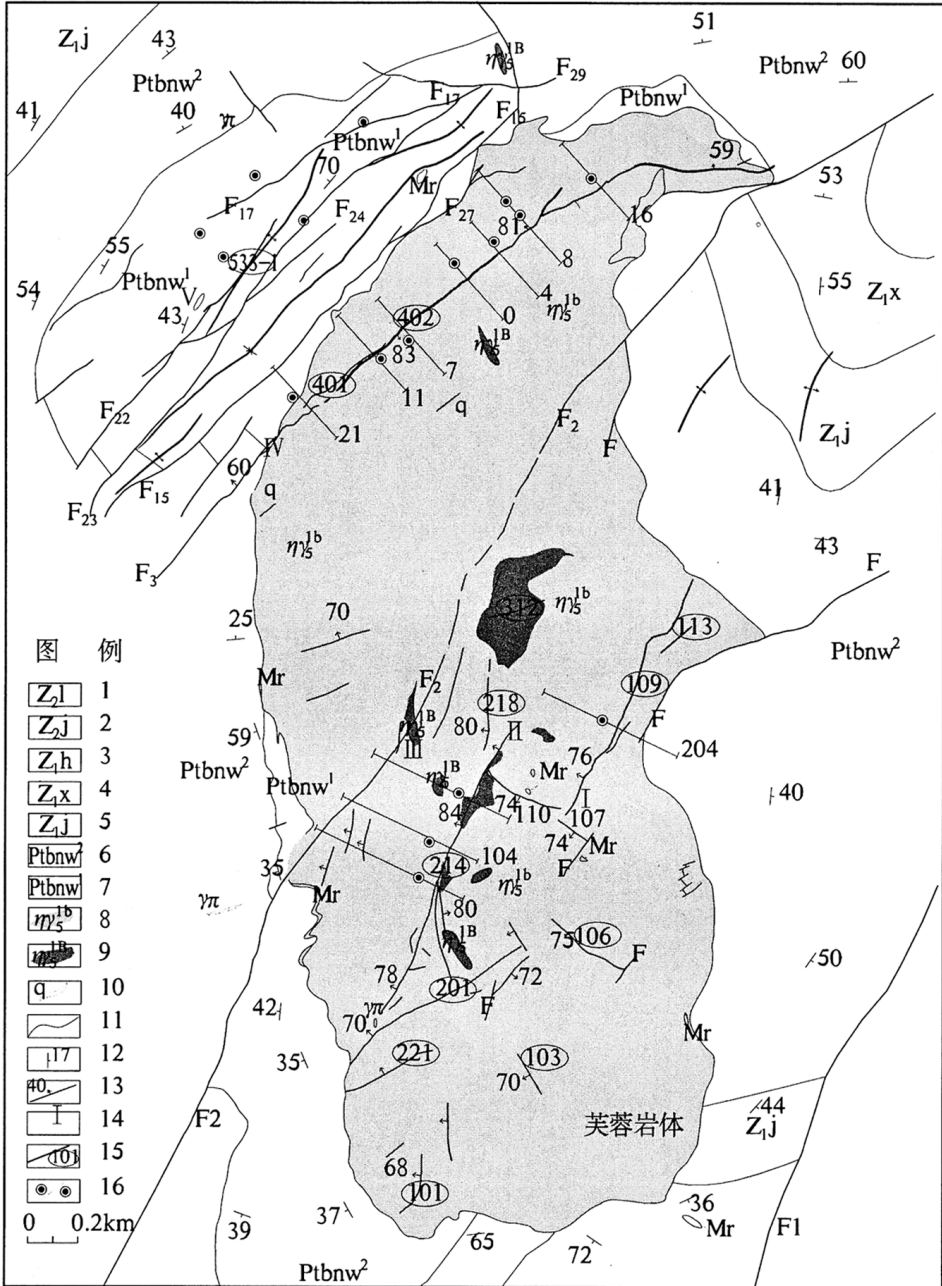


图2 芙蓉矿区地质略图

Fig. 2 Regional geologic sketch of Furong mining area

1—震旦系上统留茶坡组;2—震旦系上统金家洞组;3—震旦系下统洪江组;4—震旦系下统湘锰组;5—震旦系下统江口组;6—五强溪组上段;7—五强溪组下段;8—印支期第二次侵入主体期花岗岩;9—印支期第二次侵入补充期花岗岩;10—石英脉;11—地质界线;12—地层产状;13—断层产状;14—脉组(构造)编号;15—钨矿脉及编号;16—未见矿钻孔及见矿钻孔



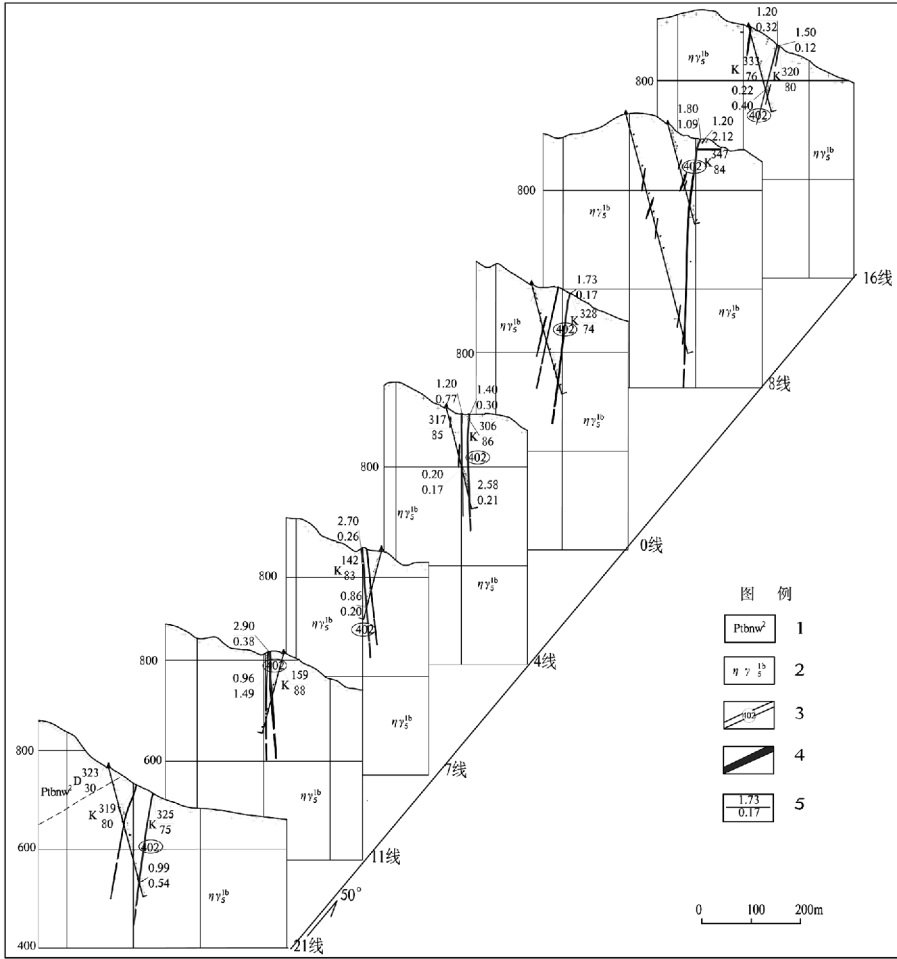


图 3 芙蓉钨矿区立体剖面图

Fig. 3 Vertical profile of Furong tungsten mining area

1—元古界板溪群; 2—印支期第二次侵入主体; 3—白钨矿脉及编号; 4—白钨矿体; 5—厚度(m)/品位(%)

1号矿体控制走向长度 1 500 m, 斜深 100 ~ 420 m。总体走向 48°, 倾向 NW, 局部反倾, 倾角 65°~88°, 平均 80°; 矿体厚度 0.22 ~ 3.69 m, 平均厚度 1.48 m, 平均品位 0.57%, 矿体厚度较稳定、矿化不均匀。矿体位于矿脉内的石英脉中, 略具膨大和收缩现象。矿体主要由石英脉及钨矿石

组成。矿体与顶、底板界线清晰。顶、底板主要具硅化、绢云母化等。(见图 4)。

2号矿体长 160 m, 倾斜延深 300 m, 平均厚度 0.95 m, 钨平均品位 0.40%。

3号矿体长 160 m, 倾斜延深 120 m, 厚度 1.13 m, 钨品位 0.12%。

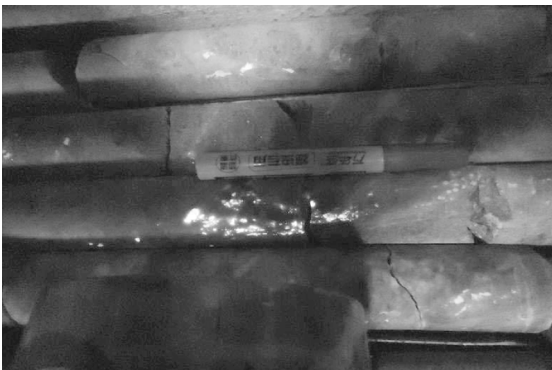


图 4 ZK401, ZK702 中 402 号脉中 1 号矿体白钨矿化情况

Fig. 4 Scheelite mineralization condition of orebody No.1 of vein 402 in ZK401 and ZK702

## 3.2 矿石质量

### 3.2.1 矿石成分

矿石矿物主要有白钨矿、方铅矿、毒砂、黄铁矿、黄铜矿等;脉石矿物主要有石英、云母、绿泥石、萤石等。

### 3.2.2 矿石结构构造

矿石结构主要有镶嵌结构、粒状结构、碎裂结构、交代结构等;构造主要有脉状、网脉状构造、浸染状构造、团块状构造、条带状构造、角砾状构造等。

### 3.2.3 矿石自然类型

矿石为团块状白钨矿石、浸染状白钨矿石和脉状白钨矿石等。前两种矿石往往在同一矿脉中具分带性。块状矿石多分布于矿脉的顶、底板处,多呈透镜状、脉状产出,延伸数米至数十米不等,该类矿石品位较好。浸染状矿石分布于矿脉中部的次级裂隙中或夹块中,品位相对较低。

## 4 矿床成因及找矿标志

### 4.1 矿床成因

据本矿区矿石类型和矿石的结构、构造、矿物共生组合及围岩蚀变等特征与南东部的司徒铺矿区类比,矿区属中高温热液充填石英脉型钨矿(安江华,2012;吴梦君,2015)。芙蓉白钨矿床成因与板溪群古老基底,印支期酸性(芙蓉岩体中SiO<sub>2</sub>的含量为71.395%,)侵入岩密切相关,形成白钨矿石英脉的围岩,通常是钙质含量较低,一般为含钙的浅色矿物岩石(许泰,2012),且严格受深大断裂和其他多组断裂构造复合控制。芙蓉矿区岩体中钨平均含量 $20 \times 10^{-6}$ ,高于中国花岗岩类的丰度值 $0.7 \times 10^{-6}$ (刘灵,2016)。主侵入期岩浆在上侵过程中携带了一定的钨成矿物质,组成矿石的物质组分与岩体的物质组分存在相关性,与钨矿相关的主要成矿元素一方面来源于深部被重熔的古老岩石,一方面来源于岩浆上侵过程中吸取围岩中的成矿元素,岩浆活动不仅为矿源层成矿物质的活化聚集提供了热能,同时还为成矿物质的再富集携带了大量新的成矿物质(潘光松,2014)。

### 4.2 控矿因素

成矿受地层岩性、构造、岩浆岩、围岩蚀变等

条件联合控制(廖凤初,2004):

(1)地层岩性:矿体赋存于上元古界板溪群中,封闭性较好的绢云板岩、凝灰质板岩和透水性相对较好的粉砂质板岩、砂质板岩、浅变质杂砂岩互层或互为夹层的岩性组合有利于矿液的迁移与沉淀。

(2)构造:构造是控制钨矿产出的主导条件(曾志芳,2005)。芙蓉岩体内及周围的断裂严格控制钨矿脉的规模、形态、产状和赋存部位,为区内的钨矿化提供了有利的存储空间。

(3)岩浆岩:区内钨矿体均分布于多期活动的芙蓉岩体内及外接触带,岩体控制了矿床的就位空间,提供了物源、热源及运移过程中的热力学梯度,是本矿床形成的必要条件。

(4)围岩蚀变:围岩蚀变与矿化关系密切。矿化与硅化蚀变现象及云英岩化的发育程度密切相关,与钨矿化关系比较密切的有云英岩化,其次是硅化、电气石化及黄铁矿化等。

### 4.3 找矿标志

(1)地球化学标志:1:2.5万土壤地球化学测量所圈定的As、Sb、W元素异常和1:5万自然重砂圈定的白钨矿异常,是重要的找矿标志。

(2)构造标志:白钨矿体主要是受区域断裂F1、F2旁侧的次级NE向断裂控制的,是直接的找矿标志。

(3)蚀变标志:具强烈云英岩化、电气石化、硅化和石英脉是良好的找矿标志。

(4)氧化淋滤标志:由于地表氧化淋滤(侯茂松,2015),白钨一般呈粉末状钨华残存、流失而形成的小空洞为找矿标志之一。

(5)采矿老窿:地表老窿遗迹大都在矿化较好地段,是一种直接的找矿标志。

### 4.4 下部工作建议

(1)8线钻孔的见矿标高为500m左右,而其他勘探线深部见矿标高在700m以上,故深部(易伟平,2012)进行适当的钻孔验证有望增加资源储量。

(2)区内脉组较多,只有IV脉组进行了较多的工程揭露、验证,其他脉组只有少量或没有工程控制,故在这些脉组的成矿有利部位进行验证可能增加资源量。

(3)芙蓉岩体北西端的外接触带,经工程验

证,未见到较好的矿化体,可在芙蓉岩体南东端的外接触带附近(NE向区域断裂F2从附近穿过)做些工作,布置适量探矿工程。以期望发现新的钨矿化体,扩大矿床规模。

### [参考文献]

- 安江华,唐分配,李大江,等. 2012. 湖南省钨矿资源预测与远景区划[J]. 华南地质与矿产, 28(1): 45-53.
- 侯茂松,田旭峰,何战胜,等. 2015. 湖南郴州水源山矿区风化残坡积粘土型钨矿地质特征及成因[J]. 中国地质, 31(2): 176-181.
- 廖凤初. 2004. 湖南大坳地区云英岩蚀变体型钨锡矿床地质特征及控矿因素[J]. 华南地质与矿产, (3): 20-25.
- 刘希禹. 1985. 司徒铺白钨矿床及其含矿溶液和岩体成因探讨[J]. 地质与勘探, (11): 18-23.
- 刘钟伟,陈汉中. 1983. 安化县司徒铺白钨矿区地质构造特征及其控矿作用[J]. 湖南地质, (1): 5-18.
- 刘灵,杨仪锦,李永刚,等. 2016. 贵州从江污牙钨矿床地球化学特征及成因探讨[J]. 贵州地质, 33(3): 205-212.
- 刘灵,杨仪锦,李永刚,等. 2016. 贵州从江南加地区钨铜多金属矿的成矿规律及成矿模式初探[J]. 贵州地质, 31(4): 265-271.
- 潘光松,胡桂敏. 2014. 从江污牙白钨矿地质特征及成因浅析[J]. 贵州地质, 31(4): 286-290.
- 盛继福,陈郑辉,刘丽君,等. 2015. 中国钨矿成矿规律概要[J]. 地质学报, 89(6): 1038-1050.
- 吴耕云. 2016. 江西浮梁县朱溪钨矿成为世界新的最大钨矿[N]. 中国矿业报.
- 吴梦君. 2015. 湖南渣滓溪钨矿地质特征、富集规律及找矿前景[J]. 贵州地质, 32(4): 256-261.
- 许泰,高海东,李元志,等. 2012. 中国钨矿床成矿特征探讨[J]. 中国钨业, 27(3): 1-5.
- 易伟平,周冬梅. 2012. 汝城钨矿矿床地质特征及边深部找矿预测[J]. 湖南有色金属, 28(4): 1-5.
- 曾志芳,曾永红. 2005. 湖南大坳矿区云英岩体型钨锡矿化构造控矿特征[J]. 华南地质与矿产, (4): 29-34.
- 曾志芳,曾永红,刘大勇. 2005. 湖南大坳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, 19(1): 19-24.

## Geological Features and Prospecting Indicators of Furong Scheelite Mining Area in Hunan

LIANG Yong-ke, ZHAO Jie, WANG De-gong

(418 Geological Party, Hunan Bureau of Geology and Mineral Exploration and Development, Loudi 417000, Hunan, China)

[Abstract] In this paper, the geologic features of Furong scheelite deposit is summarized, the deposit genesis and ore control factor are studied, the prospecting indicator is summarized, the future prospecting direction is ensured and it will guide the exploration.

[Key words] Scheelite; Geologic features; Deposit genesis; Prospecting indicator; Furong; Hunan