

doi:10.6053/j.issn.1001-1412.2015.01.007

湘西符竹溪金矿地质特征及成矿作用

潘灿军^{1,2}, 鲍振襄³, 包觉敏³

(1. 湖南有色地质勘查局二四五队, 湖南 吉首 416007;

2. 湖南新龙矿业有限公司, 湖南 新邵 422900;

3. 湘西矿产资源综合研究发展中心, 湖南 乾州 416017)

摘要: 符竹溪金矿赋存于新元古界板溪群马底驿组紫红色板岩内, 成矿受区域性 EW 向符竹溪断裂及其派生的 NNW-NW 向断裂控制, 矿床属于受断裂构造控制的中-低温热液脉状充填型矿床。矿床具有显著的层控特点, 成矿物质主要来自地壳深部; 矿脉具有沿倾向延伸较大、侧伏成矿及柱状富集的特点; 主要脉带中的矿体在深部逐渐靠近, 有合并成为厚大矿体的趋向; 中酸性脉岩与锑金成矿在时空和成因上的关系密切, 可作为锑金的找矿标志; 锑金矿化具有明显的垂直分带性; 成矿受隐伏中酸性岩体的热(动)力的控制, 深部可能存在与上部不同的矿化类型或不同的矿种。研究认为, 符竹溪金矿向深部仍有较大的成矿空间, 边部 V1, V2 等脉带向 SE 向延伸部位和花岗斑岩脉带找矿前景良好, 推测存在斑岩型金锑矿化。

关键词: 符竹溪金矿特征; 柱状富集; 垂直分带; 成矿作用; 深边部找矿; 湘西地区

中图分类号: P613; P618.51 **文献标识码:** A

0 引言

符竹溪金矿位于湖南省安化县羊角塘镇竹田村, 矿床自 1890 年发现开采以来, 至今仍在边采边探。20 世纪 60 年代, 湖南冶金地质二三七队首次对该矿区进行了普查评价; 70 年代末, 黄金 00536 部队进行了初步勘探, 并取得一定的找矿成果^①; 90 年代初, 核工业 230 研究所完成了《湖南省安化县符竹溪金矿成矿规律及深部边部找矿研究》项目^②, 初步总结了矿床成矿规律, 建立了成矿模式, 并找到了新的隐伏矿体。本文在前人工作基础上, 结合近年的探采实践, 对矿床成矿特征、矿化富集特点、垂直分带性、成矿作用等问题进行探讨, 并对矿床深部资源潜力做出概略述评。

1 成矿地质背景

符竹溪金矿所在区域处于扬子地台东南缘江南地轴的西南段, 雪峰弧形构造成矿带的东段。矿区

位于冷家溪—九岭构造带的南侧, 羊角塘 EW 向构造与黄土坡 NE 向构造交会部位, 合心桥—符竹溪锑金矿带南端。

区域主要出露中元古界冷家溪群、新元古界板溪群, 局部有震旦系、下古生界和白垩系分布。板溪群为区域钨锑金矿的主要赋存层位, 次为冷家溪群。板溪群分为马底驿组和五强溪组。马底驿组厚 524~890 m, 分为 3 个岩性段: 下段为灰绿色巨厚层浅变质砂岩、砂砾岩和砂质板岩, 厚 70~250 m; 中段为紫红色绢云母板岩、粉砂质板岩、钙质板岩夹结核状或薄层状灰岩, 厚 400~520 m, 为符竹溪金矿的主要容矿层位; 上段为深灰、灰绿色板岩与浅变质砂岩互层, 局部夹紫红色砂质条带状板岩, 厚 54~120 m。五强溪组仅出露于矿区南部竹叶山向斜核部, 岩性为灰-灰白色厚层-巨厚层中粗粒石英砂岩, 夹灰绿色砂质板岩、硅质板岩和纹层状浅变质细砂岩, 厚 450~590 m。

中元古代武陵运动产生的近 EW 向紧闭型褶皱

收稿日期: 2013-10-14; **责任编辑:** 赵庆

作者简介: 潘灿军(1969—), 男, 工程师, 主要从事矿山生产技术管理工作。通信地址: 湖南新龙矿业有限公司, 湖南乾州人民南路 4 号; 邮政编码: 416007; E-mail: lubing168@126.com

构成区域的基底构造。新元古代的雪峰运动则使基底岩系形成了向 NW 凸出的 NE 向联合弧形构造^[1]。矿区及外围的褶皱构造不甚发育,主要为竹叶山向斜,轴向 NWW,轴部出露板溪群五强溪组,产状平缓,倾角 $25^{\circ} \sim 45^{\circ}$,两翼为板溪群马底驿组,产状较陡,倾角 $55^{\circ} \sim 85^{\circ}$ 。向斜东段扬起,向 W 倾伏,符竹溪金矿位于竹叶山向斜的北翼。区内断裂构造发育,主要为 EW 向的符竹溪逆冲断裂带,区域延长达 40 km,宽 50~70 m,向 S 倾斜,倾角 80° 。断裂带中心部位多被覆盖,仅在断裂边部见强烈的片理化带,岩层产状陡立,并有钠长辉绿岩脉、花岗斑岩脉沿断裂带分布,发育有大量含锡金石英脉或破碎带,田庄(竹田)、杨家冲和松柏湾锡金矿点均产于该断裂带中。该断裂是矿区重要的控岩、控矿断裂。在 EW 向断裂带的东南部,有一组派生的、与 EW 向断裂带呈“入”字形交接关系的 NNW-NW 向断裂,该断裂走向约 320° ,倾向 SW,倾角 $75^{\circ} \sim 85^{\circ}$,长约 2 km,并有花岗斑岩脉及含锡金石英破碎带分布,符竹溪金矿的 V1、V2 矿脉即赋于其中。

矿区内岩浆岩比较发育,主要为沿断裂带侵入的花岗斑岩脉和钠长辉绿岩脉,多呈 NW 向、近 EW 向和 NE 向,成群成带分布(图 1)。岩脉一般长数百米,宽 1~2 m,规模最大者长 2 400 m,脉宽 2~10 m,倾向 SW,倾角 $75^{\circ} \sim 85^{\circ}$,V2 矿脉即受该岩脉的控制,岩脉与围岩的接触界面清晰。据岩石化学分析和计算^①,岩脉属于铝过饱和岩石。经 K-Ar 法测定,花岗斑岩的同位素年龄为 (209.94 ± 3.58) Ma^[2],系印支晚期产物。

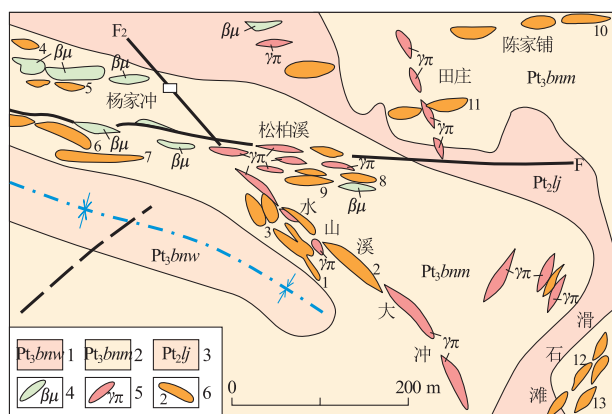


图 1 符竹溪矿区花岗斑岩脉与锡金矿脉的分布

Fig. 1 Map showing distribution of Te-Au veins at granitic porphyry dykes in Fuzhuxi gold deposit area

1. 冷家溪群; 2. 板溪群马底驿组; 3. 板溪群五强溪组;

4. 辉绿岩; 5. 花岗斑岩; 6. 锡金矿脉及编号

根据重力资料推断符竹溪金矿以北 5 km 处的羊角塘地区深部存在着隐伏岩体^[3],岩体位于邵阳—郴州 NW 向构造-岩浆岩成矿带的中段,具有一定规模,隐伏岩体可以为成矿提供良好的物质来源与热源条件。地球化学方面,在羊角塘隐伏岩体的周边地区存在一系列 Pb, Zn, As, Ag, Au, Ba, Hg, Cu, F 等元素的地球化学异常和磁异常。重磁异常与地球化学异常区内构造复杂,成矿条件有利,表明该区具有金属矿产勘查的地球物理与地球化学条件。

2 成矿地质特征

2.1 矿体特征

符竹溪金矿现有矿脉 10 条,共圈出 10 个矿体(表 1),其中的 V1、V2、V3、V5、V7、V9 为主要矿体,按产状可划分为 NNW 向和近 SN 向 2 组。NNW 向的 V1、V2、V3 为主矿体;近 SN 向矿体为 NNW 向矿体之间的羽状脉或梯状脉(图 2)。

矿脉均产于板溪群马底驿组紫红色绢云母板岩中。矿脉在地表为硅化破碎带或蚀变带,仅局部地段呈石英脉产出。主要矿脉走向 NNW,倾向 SW,近于直立($80^{\circ} \sim 85^{\circ}$),矿体形态和产状总体较简单和稳定,主要呈柱状或板柱状,向 NW 侧伏,其次呈脉状、长透镜体状,沿走向和倾向也常出现分支复合、尖灭再现和膨大缩小等变化。单个矿体规模较小,沿矿体走向最长为 260 m,但沿倾向延深可达 500 m 以上,大于其走向延长。

V1 矿体的浅部以金为主, $w(\text{Au}) = 6.2 \times 10^{-6}$, $w(\text{Sb}) = 0.24\%$,矿石中金、锡矿化不均匀,变化大,金主要呈微粒状、次显微粒状赋存于黄铁矿、辉锑矿中,富集程度与硫化物含量、粒度大小有关,一般细粒(0.05~0.2 mm)的黄铁矿、辉锑矿中金的含量较高,金与硫呈正相关,相关系数为 0.59,锡在局部有所富集;V1 矿体的深部以锡为主, $w(\text{Sb}) = 2.08\%$, $w(\text{Au}) = 3.19 \times 10^{-6}$ 。V2 矿体以金为主,锡在局部富集成富矿体,V2 矿体的南部盲矿体以锡为主。V3 矿体以锡为主,但矿化很不均匀, $w(\text{Sb})$ 最低 0.02%,最高 22.84%。V7 矿体以金为主,偶有锡矿化。V9 矿体在浅部未见到,在 -164 m 标高处见到厚度为 0.23 m 的矿体, $w(\text{Au}) = 11 \times 10^{-6}$;在 -159 m 标高见到厚度为 1.15 m 的矿体, $w(\text{Au}) = 6.32 \times 10^{-6}$;深部以锡为主, $w(\text{Sb}) = 2.08\%$, $w(\text{Au}) = 3.19 \times 10^{-6}$ 。

表 1 符竹溪金矿主要矿体特征

Table 1 Characteristic of main orebody in Fuzhuxi gold deposit

矿体 编号	产状/(°)			出露 标高/m	工程控制 最低标高/m	规模/m		品位	
	走向	倾向	倾角			走向长	厚度	$w(\text{Au})/10^{-6}$	$w(\text{Sb})/\%$
V1N	345	255	75~82	250	-100	150~180	0.70	5.20	0.78
V1S	320	230	75~82	330	-120	135~265	0.75	4.70	1.18
V2N	325	235	75~85	180	-100	62~141	1.13	6.94	2.62
V2S	325	235	75~85	260	-60	30~80	0.4~1.5	3.5~4.4	0.66~7.21
V3	320	230	75~82	340	-134	50~100	1.0~2.5	1.5~1.88	0.2~22.84
V5	350	260	80~85	370	-60	45	1.07	4.58	0.07
V7	360	270	80~85	180	-160	120	0.3~0.72	10.0~13.8	0.02
V9	10	280	75~85	180	-159	165	0.4~1.15	0.6~11.0	
V4	335	245	80	274	-22	370	0.41	1.53~8.0	0.16~0.36
V10	10	280	75~85	165	140	130	0.54	1.80	

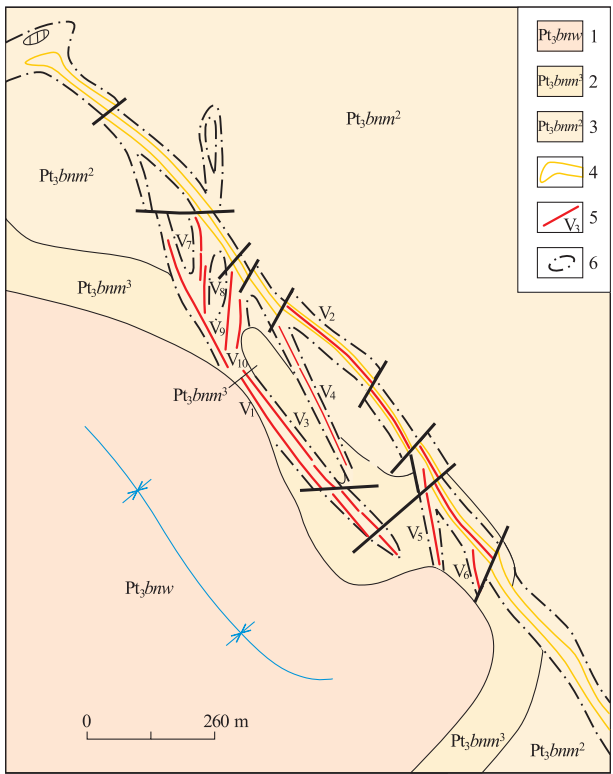


图 2 符竹溪金锦矿区地质简图

Fig. 2 Geological sketch of Au-Sb deposit area in Fuzhuxi area

1. 板溪群五强溪组; 2. 板溪群马底驿组上段; 3. 板溪群马底驿组中段; 4. 花岗斑岩脉; 5. 含金石英脉及编号; 6. 蚀变带

2.2 矿石特征

2.2.1 矿物成分

矿石矿物成分简单,主要金属矿物为自然金、辉锑矿、黄铁矿和微量毒砂,非金属矿物主要为石英,其次为白云石、方解石、绢云母和绿泥石等。

自然金。金黄色,以显微金、次显微金为主,呈不规则粒状、片状、树枝状分布于石英、黄铁矿和辉锑矿

的裂隙中,或呈包裹体赋存于石英中,粒径 2~40 μm ,以 $< 12 \mu\text{m}$ 居多。自然金成色高达 998×10^{-3} 。金主要赋存于黄铁矿中,辉锑矿含金较少(表 2)。

辉锑矿。铅灰-黑灰色,呈纤维状、柱状、粒状或半自形、他形、不规则粒状、显微粒状集合体,花岗变晶结构,粒径 0.14~2.3 mm,有时可见聚片双晶,应力作用使双晶多呈弯曲状;辉锑矿常交代石英和黄铁矿,形成不规则港湾状边缘。

黄铁矿。深黄色,多呈微粒状,粒径 0.05~0.4 mm,常呈脉状、浸染状或不规则团块状分布。硫化物-石英阶段形成的黄铁矿呈星散状立方体,在石英中成为自形包体,颗粒可达 0.4 mm 以上;自然金-硫化物-石英阶段形成的黄铁矿常呈微脉状、结核状;在辉锑矿中黄铁矿多被溶蚀,有时可见黄铁矿重结晶的加大边。

表 2 单矿物分析结果

Table 2 Analysis of single mineral

矿体	矿物	Au	Sb	S	As	Ag
		$w_{\text{B}}/10^{-6}$	$w_{\text{B}}/\%$			
V1	黄铁矿	60.00		42.41	0.35	0.0006
V1	黄铁矿	150				
V1	黄铁矿	476.67				
V2	黄铁矿	59.00				
V2	黄铁矿	51.00				
V2	黄铁矿	973.30				
V7	黄铁矿	32.00				
V1	辉锑矿	4.00	70.83	27.03	0.13	
V1	辉锑矿	2.50				
V2	辉锑矿	0.20	71.25	27.38	0.07	
V2	辉锑矿	0.50				
V2	辉锑矿	2.00				
V2	辉锑矿	5.86				
V3	辉锑矿	6.25				

测试单位:湖南冶金地质二三七队化验室(1981)。

金的测定采用火试金法。

毒砂。铅灰色,一般呈自形菱面体或长粒状集合体。浸染状分布于石英脉中。硫化物-石英阶段形成的毒砂呈菱面晶体分散状,自然金-硫化物-石英阶段是毒砂的主要生成阶段,常和黄铁矿共生呈微脉状;毒砂在矿床中很少见及。

2.2.2 矿石结构构造

矿石结构主要有自形晶粒结构、半自形晶粒结构、他形晶粒结构、残余结构、花岗变晶结构、揉皱结构、压碎结构等;矿石构造主要有块状、浸染状、角砾状、网格状等。矿石组构特征反映出矿床的热液成矿的属性。

2.2.3 矿石类型

符竹溪金矿床属贫硫化物含金石英脉型金矿床,根据矿石的空间分布及矿物组合,可划分为4种矿石类型。

(1)石英细脉带型。单脉厚度小,多为1~5 cm,少数达10~20 cm,细脉成群成组出现,构成细脉带,厚度多为20~50 cm,有时可达1~2 m;当细脉带含有细粒黄铁矿并伴有蚀变退色带和硅化带时,常表明其深部有金(锑)矿化存在。

(2)含金锑矿化石英破碎带型。含有大量块状辉锑矿,可能还有方锑金矿,亦有自然金的石英破碎带; $w(\text{Au})=1.33 \times 10^{-6} \sim 14.33 \times 10^{-6}$, $w(\text{Sb})=0.22\% \sim 4.00\%$;石英呈角砾状,并多含细粒黄铁矿;矿化分为2个阶段,先是金的矿化,后为以锑为主的矿化叠加充填含金石英破碎带。矿区中含金锑矿化石英破碎带型矿石的工业意义最大、经济效益最好。

(3)含金石英破碎带型。锑矿化明显减弱, $w(\text{Au})=2.11 \times 10^{-6} \sim 9.13 \times 10^{-6}$, $w(\text{Sb})=0.16\% \sim 0.31\%$ 。

(4)含金石英破碎带型。是以金矿化为主的石英破碎带,锑矿化基本消失, $w(\text{Au})=2.00 \times 10^{-6} \sim 44.78 \times 10^{-6}$, $w(\text{Sb})=0.004\% \sim 0.11\%$ 。

2.2.4 成矿阶段划分

按矿物共生组合,矿石结构、构造和矿物生成先后顺序,矿床可划分为3个成矿阶段。

(1)石英-硫化物阶段。形成少量黄铁矿、辉锑矿、毒砂、自然金;非金属矿物有石英、长石、绢云母。

(2)石英-自然金-硫化物阶段。此为自然金、辉锑矿的主要成矿阶段;金属矿物有自然金、辉锑矿、黄铁矿、毒砂、黄铜矿、白钨矿;非金属矿物有石英、长石、绢云母、碳酸盐矿物。

(3)石英-碳酸盐阶段。主要生成矿物有石英、

白云母、方解石、长石、绢云母等。

2.2.5 围岩蚀变

围岩蚀变主要有退色化、硅化、黄铁矿化、绢云母化、绿泥石化和碳酸盐化等。与金(锑)矿成矿有关的蚀变主要为退色化、硅化、黄铁矿化。

(1)退色化。退色是多种热液蚀变(硅化、黏土化、绢云母化、伊利石化)叠加的反映,是矿区最常见的蚀变类型,是锑金矿化赋存的标志。一般发育于矿脉和断裂破碎带的两侧,退色带一般宽1~5 m,最宽可达10余m。退色带与紫红色绢云母板岩呈过渡关系,即靠近矿脉为灰白色、黄白色,向外逐渐减弱为淡红色、紫灰色,最后过渡为原岩石的紫红色;紫红色板岩的退色化程度通常比灰绿色板岩强;含锑金的石英脉均产于退色蚀变带中,若石英脉两侧无退色化蚀变时,一般不含矿。通常退色化产生的化学成分变化是 SiO_2 , Al_2O_3 , FeO 含量增高,而 CaO , Fe_2O_3 含量减少。

(2)硅化。主要出现于含矿破碎带的近矿围岩中,常与退色化、黄铁矿化紧密伴生,也常与碳酸盐化、绢云母化、绿泥石化等相互穿插交错成细网脉状;不规则粒状石英交代绢云母和黏土矿物,呈不等粒状变晶结构,硅化与锑金矿化关系密切。

(3)黄铁矿化。产于矿脉及两侧破碎板岩退色蚀变带内,常与硅化叠加出现;黄铁矿多呈浸染状产出,粒径细小,以0.05~0.5 mm居多;晶形较好,多呈立方体,少数呈五角十二面体或立方体与八面体的聚形;黄铁矿是主要的载金矿物, $w(\text{Au})=32.00 \times 10^{-6} \sim 973.30 \times 10^{-6}$ 。

矿区的围岩蚀变均属中-低温热液蚀变,含石英脉的两侧均有退色蚀变。矿体一般出现于退色化、硅化、黄铁矿化三者叠加的地段,且蚀变宽度大、蚀变程度高、细粒黄铁矿十分发育的地段,往往出现富厚的金矿体。

3 成矿作用分析

3.1 地层控矿效应

地层对湘西钨锑金成矿带上金(锑)矿产的分布具有明显的控制作用,金(锑)矿床主要赋存于板溪群马底驿组紫红色绢云母板岩、含钙板岩中^[1],表明金(锑)的成矿与地层岩性关系密切。区域上板溪群富集Au, Sb, Hg, As元素,其中马底驿组紫红色板岩中 $w(\text{Au})=14.33 \times 10^{-9}$ ^[5],为上部陆壳平均值($w(\text{Au})=1.8 \times 10^{-9}$)的7.9倍,它们可在中温、富硫

的成矿流体中富集成矿。由此认为马底驿组含金建造既是区域锑金矿的矿源层,又是矿区锑金矿的容矿层位,并决定了区域潜在的含金性^[6]。

3.2 构造控矿作用

区内发育1条区域性EW向的符竹溪断裂带,是本区主要控岩控矿构造带,控制着符竹溪金矿的产出。断裂下部可能与基底和隐伏岩体相连,是岩浆热液与大气降水循环的通道,是连接成矿源区与容矿部位的导矿构造。受其影响发育不同级次的断裂构造,其中与之呈“入”字形相交的NNW向断裂是符竹溪金矿最重要的容矿构造,控制了区内主矿体V1,V2,V3的形成与空间展布;NNW向断裂派生的近NS向羽状断裂或梯状断裂控制着区内次要矿脉的展布。构造控矿主要表现在断裂构造对金的导矿性和容矿性两个方面。

3.3 矿体的柱状富集

符竹溪金矿矿体呈现出沿倾斜方向的延伸大于其走向的长度。矿体沿走向长50~180 m,最长260 m;沿倾斜延伸280~350 m,最深>500 m,为其延长的1.7~3.4倍。在剖面上主要矿体呈NW向侧伏,侧伏角75°~80°,形成近于直立的板柱状矿体(图3)。金锑矿体侧伏和柱状富集规律的控制因素还有待深入研究。

3.4 锑金矿化的垂直分带

金属矿床的分带性普遍存在,它往往反映了矿体共(伴)生矿物元素组合、物质组分、矿化强度、成矿物理化学环境等在空间上的变化规律,特别是符竹溪这样的百年老矿,深入研究矿床的分带规律对

寻找深边部的隐伏矿体颇为有益。

符竹溪金矿的矿化在地表多呈硅化破碎带或退色带的形式产出,仅局部地段为石英脉伴有少量金或锑金矿化。在水平方向上未显示出矿物(元素)的分带,但在垂向上成矿组分、矿石类型、矿化强度显示出分带特点。从地表至已知矿化的最深部,自上而下可划分出6个带^[9]:①退色带;②硅化带;③石英细脉带;④含金-锑石英破碎带,锑多于金,是锑的主要成矿带;⑤含锑-金石英破碎带,金多于锑,锑矿化明显减弱;⑥含金石英破碎带,锑矿化基本消失,金矿化增强,细粒黄铁矿明显增多。

砷和硫的含量在垂向上也显示出一定的变化规律。在一定成矿深度内,如V1矿体的0 m标高以上,V3矿体的-200 m标高以上,砷和硫的含量随深度的加大而增高。据2条剖面的计算,随深度的增大,V1矿体的砷、硫、金的平均递增率($10^{-6}/m$)分别为1.3,60和0.012;V3矿体分别为0.09,9和0.0028。且自上而下含矿破碎带的脉体构造由硅化破碎带→石英细脉带→石英交替脉带→石英脉带; $w(As)$ 由 $18.5 \times 10^{-6} \rightarrow 505 \times 10^{-6} \rightarrow 526 \times 10^{-6} \rightarrow 543 \times 10^{-6}$; $w(S)$ 由 $2 \times 10^{-6} \rightarrow 4.2 \times 10^{-6} \rightarrow 6.5 \times 10^{-6} \rightarrow 7.20 \times 10^{-6}$ 。这与湘西锑金矿中金与砷,金与硫呈正相关关系的特点是一致的^[4]。

3.5 花岗斑岩脉与金锑矿化

符竹溪金矿区内花岗斑岩脉成群成带分布,并与金锑矿化有着密切的时空关系(图4),这在湘西钨锑金矿带中的其他矿床中未曾见及。

符竹溪金矿及其近外围,从西部的杨家冲,经符

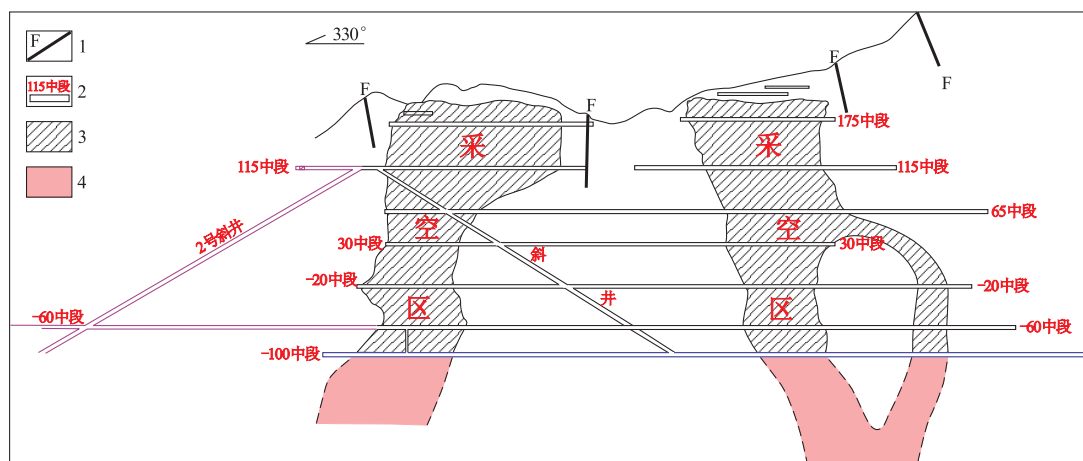


图3 符竹溪锑金矿V2脉柱状矿体纵投影图

Fig. 3 Projection diagram of column ore body at ore vein V2 in Fuzhuxi Te-Au deposit

1. 断裂;2. 中段及编号;3. 采空区;4. 预测矿体

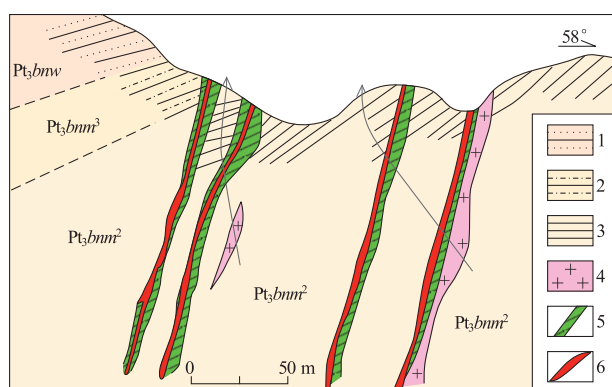


图4 符竹溪锑金矿床地质剖面图

Fig. 4 Geological section of Fuzhuxi Sb-Au deposit

Pt₃bmn². 板溪群马底驿组中段; Pt₃bmn³ 板溪群马底驿组上段;

Pt₃bmn². 板溪群五强溪组; 1. 石英砂岩; 2. 砂质板岩; 3. 板岩;

4. 花岗斑岩; 5. 蚀变带; 6. 矿脉

竹溪、莫家坪到东南部的滑石滩, 多处出露花岗斑岩等脉岩(图1), 其锑、金含量比容矿地层富。符竹溪金矿区出露的1条主要花岗斑岩脉的 $w(\text{Au})$ 平均值为 0.025×10^{-6} , $w(\text{Sb})$ 平均为 0.013% , 明显高于上部陆壳平均值($w(\text{Au}) = 1.8 \times 10^{-9}$, $w(\text{Sb}) = 0.2 \times 10^{-6}$), 表明花岗斑岩脉的侵入可以提供成矿物质和成矿流体。资料表明, 除符竹溪金矿已知的V2北矿体呈柱状产于花岗斑岩脉下盘, 在115 m中段产于花岗斑岩中或插入花岗斑岩脉的上盘外, 近年来矿山探采工作新发现的富锑金矿体均产于花岗斑岩脉的上、下盘或其中; V4矿体在-20 m中段表现为蚀变破碎带(退色带), 在-20 m中段以下见到花岗斑岩脉, 且矿化增强。这表明浅部为含矿蚀变带, 深部则出现与矿化有关的花岗斑岩脉。花岗斑岩脉与锑金矿化有着确切的空间关系; 时间上锑金矿化与花岗斑岩基本同时或稍晚。由于花岗斑岩多借助已有的断裂裂隙进行上侵与充填, 岩脉两侧易产生破碎, 为成矿流体提供良好的环境和空间; 花岗斑岩脉含锑、金较高, 可直接为成矿提供物源。在花岗斑岩形成过程中, 成矿物质逐步向花岗斑岩转移、浓集并富集成矿。所以说花岗斑岩脉的侵入是矿区锑金成矿的重要成矿条件^[8], 并可作为深部锑金找矿的重要标志。

3.6 成矿演化分析

中新元古代的构造运动形成了湘西地区的区域不整合面, 产生了一系列褶皱及断裂。中新元古代是地球深层物质(包括金)外迁的重要时期。在区域变质过程中, 地层中的金有明显活化、迁移和再聚集的趋势^[9]; 动力变质使成矿物质沿断裂带重新组合,

变质热液中的Au元素沿退变质带淀积形成金的初始富集带。

武陵期, 区域性近NS向挤压应力使冷家溪群褶皱, 形成近EW向的符竹溪构造带, 符竹溪金矿位于其南侧; 板溪群不整合于冷家溪群之上。

雪峰期, 区域应力场转为SN向左行扭动力偶^[10], 并派生出NW-SE向的挤压应力和NE-SW向的剪切应力。NE-SW向的剪切形成左行压扭性逆断裂, 导致区域锑金矿床(点)呈NE向带状分布的构造格局。经过武陵-雪峰运动, 区域成为长期隆起的地区。本区锑金矿化均产于基底岩系之中, 基底构造对中生代的构造和岩浆侵入具有重要的控制作用, 而区内的锑金矿化则是在继承基底中金的高丰度基础上继续演化的^[11]。

印支晚期, 本区经历了造山期的挤压到伸展期的转变, 形成适合岩浆侵位的构造环境^[12], 并为含矿流体上升提供了通道和空间^[8]; 中酸性岩浆岩的上侵, 形成了高地热异常, 有利于含矿建造中成矿物质的再次活化迁移, 锑金矿化与花岗斑岩脉紧密相伴, 显示出矿区的锑金矿化可能与深部隐伏的酸性岩体具有成因联系。

4 结语

(1) 符竹溪金矿赋存于新元古界板溪群马底驿组砂泥质、含钙质的类复理石建造中, 该层位是湘西钨锑金成矿带锑金矿床最重要的容矿层位, 是金的矿源层和容矿地层。金矿化受基底岩系控制, 且有明显的层位效应。

(2) 符竹溪金矿严格受断裂控制。矿床位于羊角塘EW向构造带的南侧, 符竹断裂带的下盘。EW向断裂是矿区主要的控矿断裂。沿断裂有花岗斑岩脉和钠长辉绿岩脉的侵入, 还发育有含锑金石英脉。EW向断裂长期活动, 印支晚期又有强烈的活动。与EW向断裂斜交的NNW向断裂是矿区主要矿体的赋存构造, 而次级近NS向羽状断裂或梯状断裂则控制着次要矿体的展布。

(3) 矿体有沿倾向延深大、侧伏成矿及柱状富集的特点, 其沿倾向的延深往往是走向长度的数倍, 这也是湘西钨锑金脉状矿床的普遍规律^[13], 因此深部矿化可延至-360 m标高(目前探采标高-100 m)^④, 这对扩大矿床储量具有极其重要的意义^[14]。

(4) 区内锑金矿化具有垂直分带规律, 锑矿化多集中于上部矿体, 向深部金矿化增强而锑矿化减弱;

矿石中砷和硫的含量也是随着深度的加大而增高,垂直分带规律对隐伏矿预测和矿床深部勘探具有重要意义。

(5)区域变质地层中分散的 Au 元素活化迁移,形成沿退变质带集中分布的金初始富集带(层);印支晚期侵入的花岗斑岩脉与金矿化关系密切,对早期形成的金的矿源层叠加、改造,使金进一步富集成矿。因而矿床属于受断裂控制的中-低温热液型金矿床。

注释:

- ① 黄金 00536 部队. 湖南省安化县符竹溪金矿区初步勘探报告书. 长沙:黄金 00536 部队,1981.
- ② 姚振凯,朱蓉斌. 湖南安化符竹溪金矿成矿规律及深部边部找矿研究. 长沙:核工业 203 研究所,1992.
- ③ 中国冶金地质勘查工程总局中南局. 湖南省安化县符竹溪矿区符竹溪金矿保有资源储量核实报告. 武汉:中国冶金地质总局中南局,2005.
- ④ 湖南省有色地质勘查局二四五队. 湖南省安化县符竹溪金矿边部深部找矿设计. 长沙:湖南省有色地质勘查局,2011.

参考文献:

- [1] 张令明,王三丁,肖湘辉,等. 湖南原生金金刚石形成条件探讨[J]. 国土资源导刊,2007(3):27-30.
- [2] 姚振凯,朱蓉斌. 湖南符竹溪金矿床多成因成模式及找矿作用[J]. 大地构造与成矿学,1993,17(3):199-209.

- [3] 谭宜和,吴正军. 羊角塘隐伏岩体的重力异常特征及其找矿意义[M]//湖南省地质学会编. 湖南地质新进展:5. 长沙:湖南地图出版社,2006:72-76.
- [4] 鲍振襄,万溶江,鲍珏敏. 湘西钨锡金矿床成矿的特征性地质标志[J]. 黄金地质,1999,5(1):22-29.
- [5] 何江,马东升. 中低温含硫、氯水溶液对地层中金、锑、汞、砷的淋滤实验研究[J]. 地质论评,1996,42(1):76-86.
- [6] 鲍振襄,万溶江,鲍珏敏. 湖南前寒武系锑金矿床成矿的独特性[J]. 黄金地质,2001,7(3):30-36.
- [7] 鲍振襄,万溶江,鲍珏敏. 湖南前寒武系地层中长英质脉岩与金成矿关系[J]. 黄金地质,2002,8(1):33-39.
- [8] 刘继顺. 湘中地区长英质脉岩与锑(金)成矿关系[J]. 有色金属矿产与勘查,1996(6):321-326.
- [9] 胡正国. 太古宙岩石中金富集的地球动力学条件[J]. 地质与勘探,1988,24(6):1-8.
- [10] 中国人民武装警察部队黄金指挥部. 湖南省沃溪式层控金矿地质[M]. 北京:地震出版社,1996:26-29.
- [11] 杨永华,赵善付. 区域金矿成矿系列综合信息预测原理和方法[J]. 有色金属矿产与勘查,1995,4(6):361-364.
- [12] 周俊烈,随凤春,张世新. 甘肃省合作市德乌鲁岩体及外围金多金属成矿区成矿地质特征[J]. 地质与勘探,2010,46(5):779-787.
- [13] 鲍振襄,万溶江,鲍珏敏. 湖南共生金矿床及其成矿规律[J]. 黄金地质,2003,9(1):38-47.
- [14] 黄镜友. 湖南境内沿倾向发育较深的脉状矿床的地质特征及规律[J]. 湖南地质,1995,14(1):44-48.

Geological characteristics and metallogenesis of Fuzhuxi gold deposit in the west Hunan province

PAN Canjun^{1,2}, BAO Zhenxiang³, BAO Juemin³

(1. Geological team 245 of Hunan Nonferrous-metal Geological Exploration Bureau, Jishou 416007, Hunan, China; 2. Hunan Xinlong Mining Company, Xinchao 422900, Hunan China; 3. The Comprehensive Research and Development Center of Mineral Resources of the West Hunan Province, Qianzhou 416017, Hunan, China)

Abstract: Fuzhuxi gold deposit occurs in purple red slate of Madiyi Formation of Neo-Proterozoic Banxi Group and is controlled by the regional EW Fuzhuxi fault and the sub-faults derived from it. It is a fault-controlled meso-epithermal fluid-filling vein type gold deposit with stratabound feature. The ore materials come from the deep source. The ore veins extend more along dip and characterized by pitching and column enrichment. The ore veins in the major ore zone get close to depth and tend to merge into a huge thick ore body. Metallogenically Sb, Au show close relation to intermediate-acidic magmatic rock body in time and space thus the latter could be the prospecting mark for ore. Sb-Au mineralization shows clear vertical zoning and is controlled by thermal dynamics of the intermediate-acidic magmatic rock body. It is possible to find different type of mineralization and ore to depth. Study on the deposit shows larger metallogenic space to depth and potentiality at SE extension of vein group V1, V2 and the granitic porphyry dyke zone and it is inferred that could occur porphyry Au-Sb mineralization.

Key Words: Characteristics of Fuzhuxi gold deposit; column enrichment; vertical zoning; metallogenesis; marginal prospecting; the west Hunan province