

## 湖北随州黑龙潭—汪家湾地区 金矿地质特征及成因初探

彭万俊

(湖北省地质矿产局第八地质大队)

黑龙潭—汪家湾金矿床受控于区内北西向断裂带。矿体呈透镜状、脉状和似层状产出。围岩蚀变主要为石英化、绢云母化及黄铁矿化。矿石类型可分为蚀变岩型、蚀变碎裂岩型及石英脉型三种。根据矿石包裹体成分、同位素特征及稀土元素组成的研究,认为该矿床成矿物质系来自围岩和七尖峰花岗岩体,属地下热(卤)水混合热液成因。

**关键词** 黑龙潭—汪家湾金矿床 矿床地质 成因初探

### 1 矿区地质背景

本区位于华北、扬子两大板块的接合部位之桐柏—大别山成矿带桐柏山的南侧。

矿区主要出露早、中元古代地层及少量古生代地层。地层走向近东西,同区域构造线方向基本一致。

下一中元古界桐柏山群:原岩为酸性和中、基性火山岩及火山碎屑岩。

中元古界大狼山群柳林组:下部为白云钠长片岩、白云钠长石英片岩;上部以含石榴白云石英片岩、石英白云片岩为主。原岩为酸性火山岩、晶屑凝灰岩、火山碎屑岩及粉砂岩。柳林组与桐柏山群呈断层接触,其上被过路湾组不整合或假整合覆盖。

震旦系下统过路湾组:为海相变基性火山岩和火山碎屑岩,主要由钠长阳起片岩、绿帘(绿泥)钠长片岩组成。震旦系上统尚家店组与过路湾组为整合接触,局部见有沉积间断。下段主要为磁铁绢云片岩、白云石英片岩等;上段以白云石大理岩、杂质大理岩及含碳质白云母石英片岩为主。

据统计岩石金的丰度值,七尖峰花岗岩为  $0.24 \times 10^{-9}$ ,桐柏山群为  $0.336 \times 10^{-9}$ ,柳林组为  $0.28 \times 10^{-9}$ ,过路湾组为  $0.38 \times 10^{-9}$ ,尚家店组为  $0.34 \times 10^{-9}$ ,显然矿区属低金背景区。

黑龙潭—汪家湾金矿成矿带位于刘(升)—黑(龙潭)东西向断裂带东部的青(苔)—封(江水库)剪切带内,该带早期为韧—脆性逆冲型剪切带,后转化为脆性右行平移和由南向北斜冲,最后被张性正断层迭加。剪切带呈带状延伸,数段呈左行斜列分布,总体走向  $290-320^\circ$ ,倾向南西,倾角  $20-45^\circ$ ,总长 14km。

区内花岗岩有印支期三合店岩体(200—232Ma),燕山期大仙垛岩体( $140 \pm 58$ Ma)。二岩

体共同组成七尖峰复合花岗岩基,位于黑龙潭矿区西部,受控于北西向断裂带。岩性主要为斑状角闪黑云花岗岩及中粗粒角闪黑云花岗岩。

矿区内脉岩比较发育,主要有变辉绿岩、闪斜煌斑岩、闪长玢岩及石英脉等,一般规模均较小。其中,石英脉具多期次、多成因特点。石英脉型金矿是区内主要的金矿类型。

据统计,区内已知金银及多金属矿产地 40 余处。其展布与重砂、化探异常、地球化学元素高值区范围吻合,宏观上形成了与地质构造背景一致的远景成矿带,即新(城)—殷(店)、新(市)—太(山庙)、刘(升)—黑(龙潭)断裂带及花岗岩体接触带远景成矿带。

## 2 矿床地质特征

矿体多由形同“鱼群”的大小不等的透镜体状、脉状、扁豆状矿体构成,分布在青—封推覆逆冲型韧—脆性剪切带的蚀变带内。

矿体沿走向、倾向有膨缩、尖灭再现和局部分支复合的现象。矿体较小,出露长度一般在 80m 左右,厚度多大于 1m。矿床 Au 品位为  $3.58 \times 10^{-6}$ — $6.20 \times 10^{-6}$ , Ag 为  $204.51 \times 10^{-6}$ — $314.86 \times 10^{-6}$ 。

矿群总体产状与断裂蚀变带的产状一致。在平面上矿体呈左行斜列,长轴方向同主断层有  $20^\circ$  左右的交角。

区内矿石可划分为蚀变岩型、蚀变碎裂岩型和石英脉型三大自然类型。

矿石结构,主要有结晶粒状和交代熔蚀结构,其次为乳浊状结构、包含结构、反应边结构、交代网状结构和假晶结构,偶见压碎结构和胶状结构;矿石构造主要有块状构造、浸染状构造,其次为片状(残余)构造、微细脉状构造,还有少量角砾状构造、蜂窝状构造和粉末状构造。

矿石中主要化学成分是 Si、Al、Fe 和 K,其次是 Ca、Mg、Ti 等。各种类型矿石中主要造岩氧化物含量有如下特征:①蚀变岩型矿石,  $\text{SiO}_2$  含量变化幅度较大,含量偏低,平均 65.07%;  $\text{Al}_2\text{O}_3$  含量较高,一般为 12%—14%;  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  高于 FeO; CaO、MgO、 $\text{SO}_2$  含量高低不等。②蚀变碎裂岩型矿石,  $\text{SiO}_2$  含量偏高(79.24%),且比较稳定;  $\text{Al}_2\text{O}_3$  含量 10.28%。③石英脉型矿石,  $\text{SiO}_2$  含量最高,平均为 86.93%;  $\text{Al}_2\text{O}_3$  含有一定数量以及少量  $\text{SO}_3^{2-}$  和 Pb。另外,各类型矿石中  $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$  比值大于 10,表明蚀变过程中钾化较强。

矿石中微量元素比值具有以下特征:  $\text{Au}/\text{Pb}$ 、 $\text{Au}/\text{Ag}$ 、 $\text{Ag}/\text{Pb}$  比值总体上是随标高降低而增大,而  $\text{Pb}/\text{Zn}$ 、 $\text{Sb}/\text{Bi}$  比值则随标高降低而变小。

矿石矿物共生组合主要有:石英—绢云母—黄铁矿—金银矿物组合;石英—钾长石—黄铁矿—闪锌矿—黄铜矿—方铅矿—银金矿—螺状硫银矿—硫砷铜银矿组合;白云石—绢云母—黄铁矿组合;石英—褐铁矿(黄钾铁矾)—磷酸氧铅矿—白铅矿—铜蓝、蓝铜矿—黄锑矿、锑华—硬锰矿、软锰矿—角银矿组合。

矿石中有益组分主要为 Au、Ag,次为 Cu、Pb、Zn、Sb 等。

目前所发现的金矿物均为金—银系列矿物,其中以银金矿为主。银金矿与含银自然金均呈不规则粒状、片状产出,粒径大小不等,一般属显微粒级,含 Au 56.25%—92.74%。

银金矿和含银自然金在矿石中一般与石英、绢云母、褐铁矿关系密切。蚀变岩型矿石中金以微粒金和片状晶隙金为主,分布在绢云母集合体中;蚀变碎裂岩型矿石中金主要为微粒金见于发生蚀变的重结晶碎基矿物中;石英脉型矿石中金以裂隙金为主。它们往往在同一个部位,

成色相差很大, 含金 85.04%→66.84%→40.98%。

银矿物种类较多, 主要有角银矿、溴角银矿、螺状硫银矿等, 与石英、白铅矿、方铅矿关系密切, 主要产于石英脉型矿石次为蚀变碎裂岩型矿石中。

金、银载体矿物主要有石英、黄铁矿、绢云母、方铅矿等。

金的成色与矿石类型密切相关, 蚀变岩型为 850, 蚀变碎裂岩型为 830, 石英脉型为 542—596。各种矿石类型特征见表 1。

表 1 各种矿石类型特征表

Table 1 Characteristics of ores of various types

矿石类型	Au ( $10^{-6}$ )	Ag ( $10^{-6}$ )	Ag/Au	Cu、Pb、 Zn、Sb 含量	银矿物 含量	金的成色	温度 ( $^{\circ}\text{C}$ )	黄铁矿 热导型	标高(m)
石英脉型	6—8	593.98	>60	较多	多	542—596	219	N	+170 以上
蚀变碎裂岩型	5.22	388.00	50—10	中等	少	830			+170—+50
蚀变岩型	4.46	29.5	<10	少	无	850	236	P—N	+50 以下

矿区热液蚀变主要见于断裂带中, 为硅化、绢云母化、黄铁矿化、钾长石化、白云石化, 其中前三种蚀变对矿化有利。

热液蚀变作用包括如下三个阶段: ①石英绢云母化阶段, 是成矿早期热液蚀变阶段, 其主要蚀变类型是绢云母化、石英化和黄铁矿化, 同时伴随金(银)矿化。此阶段形成区内主要矿石自然类型——蚀变岩型矿石。②多金属硫化物硅化阶段, 为成矿晚期热液蚀变阶段, 形成含矿石英脉, 并切割蚀变岩和围岩。石英脉中, 有微斜长石不均匀分布, 构成钾长石—石英脉。钾长石化由深部向地表、西部向东部由强变弱。本期石英脉矿石, 金、银含量最高。③白云石—绢云母化阶段。属成矿末期的热液蚀变阶段, 主要为白云石化, 次为绢云母化、石英化和微弱金、银矿化。

总体上看热液蚀变强度与矿化强度呈正相关系。

热液蚀变具明显的水平和垂直分带性。垂直分带, 170m 标高以上, 矿石自然类型以石英脉型和蚀变碎裂岩型为主, 银金比值大于 60; 170—50m 标高, 矿石自然类型为蚀变岩型和石英脉型与蚀变碎裂岩型的混合型, 银金比值为 50—10; 50m 标高以下, 矿石自然类型主要为蚀变岩型, 银金比值小于 10。总观由上至下, 即由石英脉型过渡为蚀变岩型, 这一规律对评价矿(化)体的规模或深部的地质勘查有较实用意义。

区内成矿作用可划分为热液期和表生期。

①热液期: 早期成矿阶段石英绢云母化阶段, 生成有石英、绢云母、黄铁矿及银金矿。随后为多金属硫化物石英化阶段。此阶段富含  $\text{SiO}_2$  及 Au、Ag、Pb、Zn、Cu 等多金属络合物的矿液在断裂蚀变带裂隙中充填沉淀, 同时伴有以银为主的矿化。由于银矿化的叠加, 部分金矿体转变为银金矿体。因此, 本阶段亦是矿区主要金矿化阶段之一, 亦为银的主要成矿阶段。白云石—绢云母化阶段。此阶段残余热液中  $\text{CO}_2$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3$  等组分, 同贫  $\text{SiO}_2$  富 Fe、Mg、Ca 的岩石产生作用, 形成蚀变黄铁白云石(石英)绢云岩。该阶段金、银富集不明显, 属成矿作用晚期阶段。

②表生期: 即为表生氧化作用阶段。出露地表及其浅部的矿体在氧化条件下, 金属硫化物

发生氧化分解或溶蚀,形成多种载金(银)次生矿物。其中见有钾铁矾,其存在表明气候较为干燥,金、银很少被搬运迁移。由于地下水中含有较多的 $\text{Cl}^-$ 、 $\text{Br}^-$ 离子,从而导致氧化矿石中有较多的角银矿和溴角银矿存在。

矿石中石英流体包裹体主要为液体包裹体,为不规则状、椭圆状及水滴状。包裹体直径多数 $<2\mu\text{m}$ ,呈小群体分布,气液比8%—15%;但有少量包裹体个体较大( $>10\mu\text{m}$ ),形态规则,气液比 $>50\%$ 。从包裹体形态看,即它不同于标准岩浆热液型的,也有别于标准渗滤热液或变质热液型的,而具有二者混合型热液包裹体特征。

流体包裹体均一温度一般为236—219 $^{\circ}\text{C}$ ,少量气液相比较大的包裹体,均一温度较高(282 $^{\circ}\text{C}$ )。

流体包裹体形成压力为 $310\times 10^5$ — $488\times 10^5\text{Pa}$ ;热液密度在0.796—1.082 $\text{g}/\text{m}^3$ 之间;盐度为5.23—21.54 $\text{NaClwt}\%$ (当量);因之,属浅成、中低温、中等盐度的溶液。

从石英流体包裹体成分(液相)看(表2),一般 $\text{Na}^+/\text{K}^+>1$ , (钾长石化较强时,阳离子 $\text{K}^+>\text{Na}^+$ ), $\text{Cl}^-$ 远大于 $\text{F}^-$ , $\text{Cl}^-/\text{F}^->10$ ;  $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{Mg}^{2+}$ 含量较低,甚至缺失;溶液中 $\text{SO}_4^{2-}$ 、 $\text{HCO}_3^-$ 作用较强,故此种含矿溶液属 $\text{HCO}_3^-$ ( $\text{SO}_4^{2-}$ )— $\text{Cl}^-$ — $\text{Na}$ — $\text{K}$ 型。包裹体气相成分中含有 $\text{CO}_2$ 为 $164.8\times 10^{-6}$ , $\text{CO}_2/\text{H}_2\text{O}$ 为0.071,及一定量的 $\text{CH}_4$ 。

总体看,成矿热液属渗滤热液和岩浆期后热液的混合型热液。具有岩浆热液特点的钾长石化和地下热(卤)水渗滤热液特征的重晶石、玉髓的存在,即为较好的佐证。

表2 石英流体包裹体成分表( $10^{-6}$ )

Table 2 Compositon of fluid inclusions in quartz( $10^{-6}$ )

样号	$\text{K}^+$	$\text{Na}^+$	$\text{Ca}^{2+}$	$\text{Mg}^{2+}$	$\text{F}^-$	$\text{Cl}^-$	$\text{HCO}_3^-$	$\text{SO}_4^{2-}$
TC32— $\text{Bw}_1$	16	16	0	0.4	1.3	11	61	12
ZK323— $\text{Bw}_1$	120	39	0	0.9	2.2	42	2	30
CM112— $\text{Bw}_1$	6	14	28	2	0.4	6	122	13
ZK1603— $\text{Bw}_1$	21	41	0	1.2	1.2	49	1.5	7
ZK1606— $\text{Bw}_3$	9	24	21	9	0.4	20	152	17

本区硫同位素组成比较简单,黄铁矿 $\delta^{34}\text{S}$ 变化范围-0.06%—5.58%,平均值( $\bar{X}$ )为3.49%,标准差( $\sigma$ )为1.34,变化系数为38.23,分布集中,具明显塔式效应。闪锌矿 $\delta^{34}\text{S}$ 为-2.77%,方铅矿 $\delta^{34}\text{S}$ 为-12.29%。硫化物之间的分馏变化趋势总体上是 $\delta^{34}\text{S}_{\text{黄铁矿}}>\delta^{34}\text{S}_{\text{闪锌矿}}>\delta^{34}\text{S}_{\text{方铅矿}}$ ,说明成矿过程中,硫同位素交换反应处于平衡状态。矿石硫同位素特征与围岩硫同位素( $\delta^{34}\text{S}$ 在-2.47%—3.16%之间)相接近,表明矿石和围岩硫来自于同源。

从对比发现黑龙潭金矿黄铁矿、方铅矿的铅同位素组成与七尖峰花岗岩(大仙垛岩体)的长石铅同位素组成基本相同。黑龙潭金矿黄铁矿、方铅矿和岩体长石铅 $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ 分别为36.724—37.731、37.869;  $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ 分别为17.312—17.166、16.910;  $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ 分别为15.389—15.416、15.429。表明金矿的成矿物质与七尖峰花岗岩(大仙垛岩体)可能属同一来源。

矿区各地质体稀土元素组成模式及特征值(表3),均表现为轻稀土富集型、弱(或无)Eu

亏损及明显的 Tm 亏损。围岩(柳林组、过路湾组片岩)与矿石稀土元素模式相似。而花岗岩、桐柏山杂岩模式与矿石模式有一定差异,主要表现为花岗岩、桐柏山杂岩曲线右倾较陡。从稀土元素组成模式看,成矿物质可能来源于围岩。

表3 稀土元素某些特征值表

Table 3 Some REE characteristic values of various rocks and ores

地质体	$\Sigma\text{REE}$	$\Sigma\text{Ce}/\Sigma\text{Yb}$	Ce/Yb	$\delta\text{Eu}$	$\delta\text{Tm}$
花岗岩(平均值)	147.11	7.85	66.25	0.88	0.107
桐柏山杂岩	170.11	8.46	86.38	0.72	0.128
柳林组片岩	138.22	1.78	10.33	0.75	0.099
过路湾组片岩	105.64	1.70	10.43	0.88	0.102
矿石	118.15	1.72	10.26	0.87	0.109

含量单位为  $10^{-6}$

### 3 成因探讨

研究表明,金在碱性溶液中具有一定的溶解度。钠质溶液比钾质溶液更易于金的活化、溶解和迁移。从表2可看出,成矿溶液富含碱质,阴离子  $\text{Cl}^-$  含量比  $\text{F}^-$  要高1—2个数量级,金在溶液中可易以  $(\text{AuCl}_2)^-$  和  $(\text{AuCl}_4)^-$  的方式发生迁移。靠近七尖峰花岗岩体的变质地层与远离岩体的变质地层相比金的丰度值普遍偏低,并出现有金的负异常区段,这表明靠近七尖峰花岗岩体的变质地层中的金已有一部分受热活化,并被碱质溶液萃取带走。由此可见,本区变质地层可能为金矿的矿源层之一。

矿区矿石自然类型特征(表1)及均一温度变化规律表明,七尖峰花岗岩为一热源。根据石英流体包裹体特征与钾长石化存在的事实亦表明,花岗岩不仅仅在金矿成矿作用中起“热源”的作用,而且在成矿溶液中有岩浆溶液的加入,并提供了成矿物质。铅同位素资料及多金属硫化物石英化成矿作用的特点均是较好的佐证。

综上所述,该金矿成矿物质属于多来源,即来自变质地层、花岗岩体。

控矿断裂及七尖峰花岗岩的多期活动,导致了金矿成矿作用的多期、多阶段性。在整个成矿过程中,由于热源的长期作用,使下渗、补给的地表水及裂隙水不断的升温,并萃取变质地层里的金质,以及岩浆含金热液的不加入形成含矿溶液,并沿断裂带运移,在温压条件及 pH、Eh 值的改变条件下,金在构造有利部位发生沉淀形成矿床。

如前所述,加里东构造阶段形成东西向的褶皱和断裂带(刘—黑断裂带)。海西—印支及燕山构造阶段的改造作用更为强烈,形成七尖峰花岗岩基;北西向褶皱、断裂迭加和改造了东西向的褶皱与断裂,从而控制了矿带的分布,为成矿提供了导矿、容矿空间和部分含矿热液。由此推断,黑龙潭—汪家湾金矿形成于海西—印支及燕山构造阶段。

根据上述资料分析,黑龙潭金矿应属地下热(卤)水与岩浆水混合热液型金矿床。

本文在成文过程中得到指导教师裘有守、姚至公、张景德的帮助和指导,笔者在此谨表谢意。

#### 4 参考文献

- 1 邵洁涛. 金矿找矿矿物学. 中国地质大学出版社, 1988.
- 2 张理刚. 稳定同位素在地质科学中的应用. 陕西科学技术出版社, 1985.
- 3 范永香. 金矿床主要类型及其地质特征. 中国地质大学出版社, 1989.

## A PRELIMINARY DISCUSSION ON GEOLOGICAL CHARACTERISTICS AND GENESIS OF GOLD DEPOSITS IN HEILONGTAN -- WANGJIAWAN DISTRICT OF SUIZHOU CITY, HUBEI PROVINCE

Peng Wanjun

(No. 8 Geological Party, BGMR, Hubei Province)

#### Abstract

Heilongtan - Wangjiawan gold deposit is located in the south of Tongbei Mts of joint area between North China and Yangzi plates. In the gold deposit area there are Proterozoic metamorphosed intermediate-basic and intermediate-acidic volcanic rocks and pyroclastics, and in the west of the area Indosinian and Yanshanian granites are distributed in large area. The mineralization belt is controlled by northwest-trending structures and concordant with the extending of secondary halo assemblage of As, Au and Ag. The ore-controlling fault belt is of ductile-brittle thrust shearing type in early stage, then brittle right lateral strike slipping and oblique thrust slipping from south to north and finally superposed by extension normal fault. Hydrothermal alteration is represented by mainly silicification, sericitization and pyritization, and then K-feldsparization and carbonation. The alteration is directive relation to mineralization. The gold ores may be classified into altered rock type, altered cataclastic rocks type and quartz vein type and these types are visibly zoned vertically and horizontally. The ores types are distinctly different from each other in spatial distribution, mineral association, gold fineness, occurrence of gold and silver, REE content and rock-forming oxides content. The orebodies are lenticular, vein-like and layered in occurrence. According to the relation between hydrothermal alteration and mineralization, the main mineralizing process may be divided into hydrothermal and supergene phases. It is considered that the ore materials are of multiple sources, i. e. coming from wall rocks and Qijianfeng granite mass, on the basis of composition of fluid inclusions in quartz of ores, isotopic character and REE. Ore-forming hydrothermal solution is composed mainly of subground hydrothermal solution (brine) added with magmatic water. So, the gold deposit is of subground hydrothermal solution (brine) and magmatic water mixed hydrothermal type.

**Key words** Heilongtan—Wangjiawan gold deposit economic geology genesis

**作者简介** 彭万俊 男,1956年生,毕业于湖北省地质职工大学普查找矿专业,现任湖北省地质矿产局第八地质大队助理工程师,从事地质找矿工作。通讯地址:湖北省襄樊市第八地质大队。邮政编码:441000。

## 堪察加的浅成低温热液矿床

堪察加浅成低温热液金矿床大多位于中新世—第四纪火山成因矿田的中部。矿床母岩是基性、中性和酸性喷出岩及火山碎屑岩。喷出岩和火山碎屑岩均被由玄武岩、安山岩、英安岩和闪长岩组成的复成分岩脉和岩体所断开。矿田中心部位,近代火山活动和热泉活动比较明显。

金矿体为脉状、细脉状,走向近南北。根据矿物成分可将其分为二个矿石矿物组合:硫化物—多金属—金;少硫化物—金—石英—碳酸盐。矿石矿物成分有 Au、Ag、Al、Zn、Fe 的自然矿物和硫化物以及 Ag、Se、Te、Sn、As 的硫酸盐。脉石矿物为石英、碳酸盐、冰长石和水云母。在化学成分和显微构造方面,脉石矿物和矿石矿物都具有不均一性特征,在微观矿物带中,这种变化很明显,即 As、Te、Cu、Mn 在黄铁矿中富集,Fe、Cd、In 在闪锌矿中富集,Ag、Hg 富集于自然金中。同 Pb、C、O 同位素比较, $\delta^{34}\text{S}$  的变化范围较小。上述特征表明矿床形成于近地表,温度 350—90℃,并伴随沸腾作用和角砾化作用,在某些情况下,这种作用已持续至今。

摘译自《29th IGC ABstracts》Vol. 3 of 3 1992

作者 S. Zaitsev, E. Ignatiev, et al.

译者 王海俊