

## 安徽抛刀岭浅成斑岩型金矿的论证

## Reasoning of Paodaoling Shallow-seated Porphyry Gold Deposit

张辉煌<sup>1</sup> 刘连登<sup>1</sup> 任云生<sup>1</sup> 谢成福<sup>2</sup> 林金灿<sup>2</sup>

(1 吉林大学地球科学学院, 吉林 长春 130026; 安徽紫金矿业股份有限公司, 安徽 池州 247100)

Zhang Huihuang<sup>1</sup>, Liu Liandeng<sup>1</sup>, Ren Yunsheng<sup>1</sup>, Xie Chengfu<sup>2</sup> and Lin Jincan<sup>2</sup>

(1 College of Earth Science, Jilin University, Changchun 130026, Jilin, China; 2 Anhui Zijin Mining Ltd. Company, Chizhou 247100, Anhui, China)

**摘要** 抛刀岭浅成斑岩型金矿,是安徽紫金矿业股份有限公司去年勘探的,以往未见报道过。矿体产于燕山晚期侵入的浅成花岗斑岩-闪长斑岩体内,根据斑岩体的岩性组合将其分为 3 个岩性带:斜长花岗斑岩、石英闪长斑岩和闪长斑岩。矿床中有 5 个矿化阶段:石英脉阶段、细粒黄铁矿阶段、多金属硫化物阶段、粗粒致密状黄铁矿阶段和碳酸盐阶段,第二阶段是金的主成矿阶段。蚀变期次可分早晚两期,类型主要为绢云母化、硅化、碳酸盐化和黄铁矿化,但蚀变分带不明显。

**关键词** 斑岩型金矿 浅成 地质特征 安徽抛刀岭

抛刀岭金矿位于安徽池州市东南 25 km,属梅街镇管辖村内。在长江中下游地区铁铜(金)成矿带中斑岩型金矿未占主导地位,且已知的均为含金斑岩型铜矿。抛刀岭金矿是该区首例贫铜斑岩型金矿,在我国也属罕见。

## 1 金矿床产出地质背景

抛刀岭金矿大地构造位置属马鞍山—贵池隆褶带,该隆褶带自北向南,地壳厚度和莫霍面深度逐渐增大(常印佛等,1991)。

**地层** 本区出露较少的变质基底,其形成于吕梁旋回和扬子旋回(翟裕生等,1992),属扬子地体董岭式与江南式之间的过渡基底(唐永成等,1998)。本区主要分布的是古生代至中生代地层。石炭系中统黄龙组和三叠系下统青龙组是长江中下游地区矽卡岩型铜矿的主要容矿层位,而志留系是斑岩型金矿的主要容矿围岩。

矿区出露的地层主要是志留系地层,而白垩系下统( $K_1$ )的火山-沉积碎屑岩地层仅小面积出露、与志留系呈平行不整合接触。志留系上统茅山组( $S_3m$ )岩性为泥质粉砂岩、细砂岩夹页岩;中统坟头组( $S_2f$ )主要是泥质、砂质页岩、粉砂岩,该组地层硅化强烈、破碎明显,由于受后期斑岩体侵入,使坟头组的地层以包体的形式残存于原地;下统高家边组( $S_1g$ )岩性为粉砂质页岩(图 1)。

**构造** 本区的构造格局,主要是由中生代强烈褶皱-断裂运动造成的。区内侏罗纪时期,库拉板块向北俯冲到欧亚大陆东北端下,产生左行剪切运动,SEE—NWW 向挤压逐渐增强,形成一系列 NNE 向走滑断裂和 NWW 向、近 EW 向断裂。在晚侏罗世,构造作用加剧,产生 NNE 向叠加褶皱、压扭性深断裂、NWW 及近 EW 向张性剪切断裂(常印佛等,1991)。本区北临 NE 向长江断裂,南以高坦断裂为界,周王断裂是本区主要 EW 向深大断裂。

矿区处于自来山背斜的倾伏端,由四条深大断裂所切割形成的大方形地块中,东西向断裂为周王断裂和铜山—留口—潘桥南断裂,近南北向断裂为灌口—陀弥山断裂和马头—碧山断裂。矿区内主要有两组断裂,即近 NE 向和近 EW 向,其中近 NE 向断裂构造具有控岩作用。

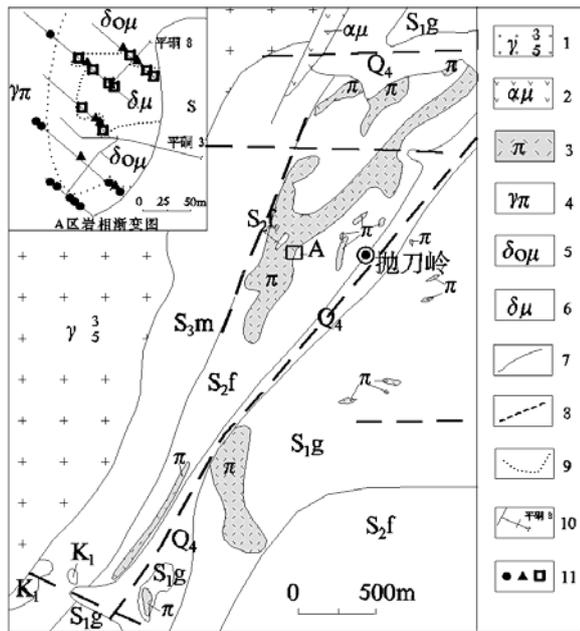


图1 安徽池州抛刀岭金矿地质图

1 钾长花岗岩；2—安山玢岩；3—花岗斑岩-闪长斑岩；4—斜长花岗斑岩；5—石英闪长-斑岩；6—闪长斑岩；7—地质界线；8—断裂；9—岩相分界线；10—工程及编号；11—分别为薄片鉴定的斜长花岗斑岩，石英闪长斑岩，闪长斑岩的样品位置

**岩浆岩** 本区岩浆活动主要发生在燕山期，其岩石类型较多，主要有钾长花岗岩、正长花岗岩、斜长花岗斑岩、花岗闪长岩、闪长岩和石英闪长岩等。燕山早期主要发育有太平、青阳和九华山等岩体，岩石类型以花岗闪长岩为主，呈北东向排列，岩浆物质主要来源于下地壳，毛建仁等（1990）将其归于江南系列。燕山晚期主要发育花园坝和黄山等岩体，其分别隶属于庙西式和苏州式岩体，物质来源于亏损的下地壳（毛建仁等，1990）。

## 2 矿床地质特征

**矿体特征** 抛刀岭金矿的矿体产于花岗斑岩—闪长斑岩内部或边部，矿化富集与石英硫化物脉的发育程度有关。根据石英硫化物脉（ $n=233$ ）的统计，其主要呈NW285~315°、所占比例为36.48%和NE40~70°、占29.18%。矿体总体方向即长轴走向为北东，与斑岩体展布方向一致，其形态呈透镜状和不规则状。主矿体呈囊状，矿体长约310 m，最大厚度140 m，平均厚约90 m，根据20和24线勘探线剖面图（图略）其延深约100 m。此外，以金品位1 g/t为边界，可圈出其他5个小矿体。

**矿石特征** 矿石矿物有黄铁矿、闪锌矿、方铅矿、硫锑铅矿、脆硫锑铅矿、毒砂、雄黄、自然金类、碲金银矿及少量黄铜矿、白钛石、赤铁矿和金红石等。脉石矿物为石英、绢云母、斜长石、绿泥石、重晶石、方解石等。矿石组构为块状构造、细脉状构造、浸染状构造和细脉浸染状构造，自形—半自形结构和交代结构等。金矿物呈超显微金赋存于黄铁矿中。

研究表明矿石中黄铁矿存在3种晶体形态：立方体、变胶状五角十二面体和胶状黄铁矿。其中立方体黄铁矿基本上不含金，而胶状黄铁矿和变胶状五角十二面体黄铁矿是主要的载金矿物。

**成矿阶段** 抛刀岭斑岩型金矿矿化可分为5个阶段：石英脉阶段、细粒黄铁矿阶段、多金属硫化物阶段、粗粒致密状黄铁矿阶段和碳酸盐阶段。第一阶段主要为石英脉，含少量立方体黄铁矿和柱状毒砂。毒砂呈自形状存在于黄铁矿之中，构成包含结构，或被黄铁矿交代；后期受挤压作用，黄铁矿晶体压碎，形成角砾状构造。第二阶段是金的主成矿阶段，由细粒和胶状黄铁矿、石英和细小呈自形的毒砂等组成。该阶段的黄铁矿和毒砂形成集合体呈细脉状穿切第一阶段形成的黄铁矿。第三阶段由闪锌矿、少量黄铜矿、方铅矿、硫锑铅矿和脆硫锑铅矿组成。闪锌矿交代黄铁矿，而其本身被“尘埃状”黄铜矿（1000倍显微镜下）交代，致使闪锌矿反射率降低、边缘“褪色”，在正交偏光镜下见未被“尘埃状”黄铜矿交代的溶蚀港湾状闪锌矿核。此外，少量黄铜矿以固溶体的形式沿闪锌矿的解理定向分布。方铅矿呈半自形晶或以细脉状交代闪锌矿，硫锑铅矿、脆硫锑铅矿与方铅矿呈相嵌结构。第四阶段是粗粒致密状黄铁矿阶段，坑道见其中含闪锌矿和方铅矿的角砾，镜下见粗粒黄铁矿充填于闪锌矿、方铅矿等裂隙中。第五阶段是碳酸盐阶段，由雄黄、重晶石、方解石和石英组成。早阶段的黄铁矿被雄黄交代呈交代溶蚀结构，碳酸盐矿物大多呈隐晶质集合体或呈粒状细小矿物交代其他矿物。

**蚀变类型** 本区的蚀变类型主要有绢云母化、硅化、碳酸盐化和黄铁矿化，坑道内50余件薄片鉴定表明，不显环状蚀变分带。钻孔岩芯的蚀变观察表明，本矿床未见沙溪含金斑岩型铜矿中的钾硅酸盐蚀变带（胡受奚等，1998）。从总体上看，蚀变分带不明显。

绢云母化是本区最普遍和最强烈的蚀变作用,长石、黑云母和角闪石经蚀变作用大部分转变成绢云母,部分绢云母重结晶形成细小片状白云母;黑云母和角闪石蚀变为绢云母时析出铁质物和其他细小矿物集合体。硅化的主要特征是粒状和半自形的板柱状石英集合体呈团块状分布于岩石中,也有的呈细小脉状穿切岩石。总的来看,硅化虽较普遍但较轻微。碳酸盐化所形成的碳酸盐矿物多以隐晶质集合体,不同程度地取代斜长石、角闪石和黑云母,有的岩石中的角闪石晶体 80% 以上被碳酸盐矿物所取代。碳酸盐矿物经常与其他蚀变矿物如绢云母、铁质矿物或绿泥石等伴生。黄铁矿化主要呈细脉状分布于岩石中。

本区的蚀变作用可分为早、晚两期,早期是在构造角砾岩形成之前,为绢云母化、硅化、碳酸盐化和黄铁矿化;晚期在构造角砾岩形成之后,为较强的硅化和弱绢云母化形成脉状的蚀变作用。

### 3 矿石化学成分分析

**金品位分析** 笔者对矿区的 13 个平硐的 1248 个样品的金品位(据矿山提供)进行分析、统计。抛刀岭金矿的最高品位为: 13.94 g/t, 平均品位为 0.5164 g/t, 标准偏差为 1.12。大于 3g/t 的样品约占 4%, 0.5~3g/t 的样品约占 22%。抛刀岭金矿的品位不服从正态分布, 矿化不均一。

**矿石化学成分多项分析** 矿石的 Cu-Au 因子分析表明(表 1), 铜与金无相关, 相关系数仅为-0.08。通过金-银的比值分析, 其中有的样品比值极小, 例如样号 384、386、387, 说明矿石中含有银的独立矿物, 进一步查定正在进行中。铁-硫的比值中, 样号 391 的比值超过一般的硫化物中的铁-硫比, 表明矿石中含有铁的氧化物, 这与矿石中见分布不均匀的赤铁矿是一致的。

表 1 矿石微量元素分析表

样号	$w_B/10^{-6}$		$w_B/\%$										
	Au	Ag	Cu	Pb	Zn	As	Sb	Bi	Fe	Mn	S	Au/Ag	Fe/S
384	1.58	261.78	0.7	1.30	0.09	0.06	—	—	—	—	—	0.006	—
385	0.5	2.39	0.01	0.006	0.026	0.04	—	—	—	—	—	0.209	—
386	3.68	224.74	1.18	0.92	0.07	0.26	—	—	—	—	—	0.016	—
387	4.92	158.44	0.1	1.52	0.19	0.41	—	—	—	—	—	0.031	—
388	4.68	2.84	0.004	0.014	0.064	0.14	0.008	0.005	4.8	0.026	4.3	1.648	1.116
389	4.02	1.94	0.004	0.008	0.014	0.66	0.007	0.006	3.58	0.23	3.24	2.072	1.105
390	2.54	1.99	0.002	0.007	0.014	0.96	0.076	0.004	3.18	0.006	3.28	1.276	0.97
391	3.56	2.79	0.002	0.011	0.33	0.58	0.015	0.006	19.21	0.006	4.92	1.276	3.904

福建紫金矿冶研究院测定

### 4 贫铜浅成斑岩型金矿论据

斑岩型金矿的概念是由“斑岩型铜矿”中脱胎、演变而来的。虽有类似之处,但两者在矿化类型,共生元素组合等方面具有一定差别,尤其是某些斑岩型金矿不以“铜”为前提(张贻侠等, 1996)。通常认为斑岩型金矿与中酸性钙碱性系列浅成—超浅成小侵入体有直接联系。斑岩型金矿在成矿深度上差别甚大,从浅成—中—深成—中深成(胡受奚等, 1998)。

**抛刀岭浅成斑岩体** 抛刀岭金矿产于燕山晚期的抛刀岭岩体内,该岩体为幔壳型,相当于常印佛等(1991)的江南式同熔型岩浆岩。其岩石类型为花岗斑岩-闪长斑岩,侵入于志留系坟头组地层,岩支状发育,岩体规模小,出露面积约 0.6 km<sup>2</sup>(图 1),显示浅成的特征。

岩石类型相变。抛刀岭岩体的岩性组合有斜长花岗斑岩、黑云角闪石英闪长斑岩、角闪闪长斑岩和角闪黑云闪长斑岩。根据岩性特点可归为 3 大类:斜长花岗斑岩、石英闪长斑岩和闪长斑岩类。斜长花岗斑岩主要矿物为石英和斜长石,次要矿物为黑云母,副矿物有磷灰石、锆石和金红石等。其具有斑状结构,斑晶矿物为斜长石、石英和黑云母,多以自形或半自形晶出现。斜长石斑晶被绢云母所置换,但大部分绢云母重结晶形成小片状白云母;黑云母斑晶也已转变为白云母。该类岩石石英斑晶较多,含量约 20%~30%,形态以浑圆粒状常见,也有呈六边形的自形或半自形,同时石英斑晶常有港湾状熔蚀结构,石英晶体边缘有宽窄不等的耳状衍生边(再生长边),衍生边的光性与斑晶相同。斜长花岗斑岩基质结构大部分是显微

粒状结构,个别呈隐晶质结构,基质矿物以显微晶质斜长石和石英为主,且斜长石已绢云母化。闪长斑岩类主要矿物有石英和斜长石,次要矿物为黑云母和角闪石,副矿物有金红石、绿帘石和榍石等。该岩类具有斑状结构,斑晶矿物有斜长石、角闪石、黑云母和部分岩石中含少量石英斑晶(少于5%),其中以斜长石斑晶为主。斜长石斑晶呈半自形、自形板状,其蚀变矿物以细小鳞片状绢云母为主;角闪石斑晶也呈半自形、自形的柱状,且全部蚀变为绢云母和铁质物;黑云母斑晶蚀变特征与斜长花岗斑岩中的黑云母相似。闪长斑岩基质呈显微粒状结构,主要是斜长石和少量的石英。石英闪长斑岩的岩石特征与闪长斑岩类似,但石英占5%~20%,其为前两类斑岩的过渡类型。

野外观察发现,不同岩性组合之间没有明显的界线,说明是岩相渐变的过程。笔者根据薄片鉴定的样品位置,对平硐3与平硐8两工程之间的岩体进行岩相的划分(见图1中A区岩相图),相变从外到内依次为斜长花岗斑岩、石英闪长斑岩和闪长斑岩。图中斜长花岗斑岩和石英闪长斑岩界线较为圆滑,但石英闪长斑岩和闪长斑岩的岩相界线呈不规则状,个别在小于2m范围内岩性迅速变化。

侵入角砾岩,由地下上升的高压热液携带的岩石碎块在构造裂隙中贯入充填形成的(钟汉,1986)。平硐3沿脉内发现侵入角砾岩呈脉状侵入石英闪长斑岩,脉宽35cm,走向180°倾角78°。胶结物主要由石英、黄铁矿、闪锌矿、绢云母和细小的岩石等组成的碎基物质,其中含角砾状斑岩体岩屑。

**浅成矿石物质成分** 矿石物质反映成矿温度、压力等条件。矿中出现的特征矿物有硫锑铅矿、脆硫锑铅矿、雄黄、重晶石。潘兆棹等(1994)认为硫锑铅矿、脆硫锑铅矿主要出现于中低温铅锌矿床而雄黄生成于低温矿床。重晶石是浅成热液脉型金矿的矿物成分之一,分布并不广泛,但可作为重要的载金矿物,如双旗山金矿中石英重晶石脉形成金包富矿柱<sup>①</sup>。本矿床脉石英包裹体均一温度集中在130~180°和235~285°两个区间。结合矿石的矿物组合,抛刀岭金矿形成于浅成中低温环境。

**贫铜的特殊性** 国内外现已查明的大部分斑岩型金矿,铜与金呈伴生或共生关系。芮宗瑶等(1984)认为黄铜矿中的银和金含量稍高于黄铁矿,可见铜的硫化物也是重要的载金矿物。因此在众多的斑岩型金矿中,铜与金元素呈正相关性,例如德兴斑岩型铜(金)矿Cu-Au相关系数为0.32(丁俊华等,1996),安徽沙溪斑岩型铜(金)矿中Cu-Au相关系数为0.6(唐永成等,1998)。抛刀岭金矿矿石中的铜矿物含量甚少,Cu-Au相关系数为-0.08,呈不相关(数据见表1)。斑岩型矿床中Cu-Au正相关,说明铜矿物含量较多且为主要载金矿物之一;Cu-Au不相关说明铜矿物含量较少且非主要载金矿物。本矿床Cu-Au相关性,同样证明抛刀岭金矿为贫铜独立斑岩型金矿。

## 5 结 论

抛刀岭浅成斑岩型金矿含矿花岗斑岩-闪长斑岩主要由斜长花岗斑岩、黑云角闪石英闪长斑岩、角闪闪长斑岩和角闪黑云闪长斑岩组成。它们为浅成深度相的岩石类型相变,而非不同阶段侵入的复式岩体。该矿床贫铜且铜与金无相关性,是安徽省首例贫铜独立斑岩型金矿。

## 参 考 文 献

- 常印佛,刘湘培,吴言昌.1991.长江中下游铜铁成矿带.北京:地质出版社.  
 丁俊华,许文渊,吴厚泽.1996.中国伴生金矿床.北京:地质出版社.  
 胡受奚,王鹤年,王德滋,等.1998.中国东部金矿地质学及地球化学.北京:科学出版社.  
 毛建仁,苏郁香,陈三元,等.1990.长江中下游中酸性侵入岩与成矿.  
 潘兆棹,赵爱醒,潘铁虹.1994.结晶学及矿物学(下册).北京:地质出版社.  
 芮宗瑶,黄崇轲,齐国明,等.1984.中国斑岩铜(钼)矿床.北京:地质出版社.  
 唐永成,吴言昌,储国正,等.1998.安徽沿江地区铜金多金属矿床地质.北京:地质出版社.  
 翟裕生,姚书振,林新多,等.1992.长江中下游地区铁铜(金)成矿规律.北京:地质出版社.  
 张贻侠,寸圭,刘连登,等.1996.中国金矿床:进展与思考.北京:地质出版社.  
 钟汉.1986.斑岩型铜矿概论.长春:吉林科学技术出版社.

①刘连登,陈国华,刘允良,等.1999.福建双旗山浅成脉型金矿矿体定量预测及外围找矿靶区评价.科研报告.