

# 八宝山金银矿床原生晕地球化学异常特征与找矿

程 青

(浙江省第七地质大队, 浙江 丽水 323000)

**摘 要:**扼要论述了成矿地质背景和矿床特征,研究了金矿床有关微量元素地球化学异常特征、原生异常中元素对比值与累乘比值的垂向变化、元素的原次生分带性;根据建立的矿床地质地球化学异常模型,指出了矿床可能存在于上部金银、下部铅锌的成矿分带,提出矿区东部深部寻找铅锌矿的工作建议。

**关键词:**原生晕地球化学异常;矿床地球化学找矿模型;八宝山金银矿;铅锌矿

**中图分类号:**P612 **文献标识码:**B **文章编号:**1004—5716(2009)增刊—0086—03

龙泉八宝山金银矿在勘查过程中进行过详细的矿床地球化学专题研究,笔者参与其中的勘探线原生晕地球化学数据整理和剖面图制作工作。本文根据这一成果并结合成矿地质背景和矿床特征等资料,对矿区地球化学异常特征、矿床垂向分带和评判指标、下步找矿等问题作初步讨论,提出一点粗浅的认识,以供下步找矿参考。

## 1 地质背景与矿床特征

### 1.1 地质背景

八宝山金银矿处于丽水—宁波隆起带的南西段、龙泉伏复式背斜八宝山锥形火山构造中部,为一火山热液型小型金银矿床。

矿区及外围出露地层,北西侧为早元古代八都岩群,南东侧为中元古代陈蔡群(龙泉群)。上侏罗统磨石山群火山碎屑岩喷发堆积在断陷洼地中,不整合在东北向韧性剪切带上。

八都群变质岩主要岩性为黑云斜长片麻岩。龙泉群为石英云母片岩、变粒岩等。上侏罗统大爽组火山碎屑岩为主要含矿围岩,可分上下两个岩性段。下部岩性为流纹质凝灰角砾岩;上部为流纹质晶玻屑凝灰岩夹沉积岩。酸性岩脉较发育,以二长花岗岩脉规模最大,其次为石英斑岩、霏细斑岩和闪长玢岩。

矿区断裂构造发育,主要有北东、北北西及北西向三组。北东向断裂带由一系列大致平行的断裂组成,呈北东 $30^{\circ}\sim 60^{\circ}$ 展布,向南西方向撒开,蚀变带宽 $10\sim 70\text{m}$ ,为主要控矿构造,西北侧变质岩与火山岩之间出露宽 $30\sim 200\text{m}$ 的韧性剪切带,以F6相接触。北北西向断裂仅次于北东向断裂,走向 $350^{\circ}$ ,倾向北东,个别也充填有含矿石英脉。

### 1.2 矿床地质特征

矿区共圈出7条矿化蚀变带,矿带走向 $55^{\circ}$ ,倾向南东,倾角 $65^{\circ}\sim 88^{\circ}$ 。矿带靠近F6较为密集,为I、II号矿带,长在 $2600\text{m}$ ,向南西分叉、撒开,宽 $10\sim 70\text{m}$ 。III、IV号矿带稀疏分布于矿区南侧,矿化较弱。V号矿带沿横向断裂切穿II号矿带,倾向东,倾角 $80^{\circ}\sim 88^{\circ}$ ,另有产于动力变质—剪切带中的VI、VII号矿带,规模均小。

I、II号矿带见6条矿体,呈脉状、透镜状,产于火山岩中,个别延入底盘变质岩中。矿体长 $23\sim 250\text{m}$ ,宽 $0.4\sim 2\text{m}$ ,个别达 $12.56\text{m}$ ,延深 $50\sim 130\text{m}$ 。V号矿带中充填富银石英脉(最高 $3980\text{g/t}$ ),长 $10\sim 30\text{m}$ 。宽 $0.1\sim 0.3\text{m}$ ,矿区矿石类型以蚀变岩型为主,平均Au $4.63\text{g/t}$ ,Ag $112.84\text{g/t}$ ,As $0.40\%$ 。Au、Ag储量比为 $1:23$ 。

围岩蚀变具分带性,从矿体到围岩依次为黄铁绢英岩化(内带)—绢云母伊利石化(中带)—青盘岩化(外带)。

## 2 原生晕异常特征

选择矿床典型的5号、16号勘探剖面,采集钻孔岩芯样品,经分析整理编制了地球化学异常图。以5线为例其特征如下:

### 2.1 As、Sb

As、Sb是矿床的重要指示元素,在矿体围岩中有清晰的原生异常。总体上,异常展布于控矿构造带及两侧围岩中。上宽下窄,中、高浓度异常主要分布于上部,向下异常只出现外带异常。异常倾向延伸大于 $550\text{m}$ ,中、内带浓度分布于上部,揭示了金银矿体分布于矿带的上部。

火山岩中的蚀变岩型矿体四周,异常具浓度分带,内带较发育,赋存于变质岩中的金银矿体,As异常呈条

带状,浓度衰减快,中浓度带不发育。Sb 只出现透镜式的外带异常。As、Sb 异常的上述特点,反映了两类赋矿岩石中原生异常的差异性。

2.2 Au、Ag

Au、Ag 是矿床的主成矿元素,在矿体围岩中形成明显的原生异常。Au 异常呈线、带状展布,Ag 异常呈带状展布。主体异常展布于控矿构造带及两侧,火山岩中的异常规模比变质岩中的大。由下而上异常由窄变宽,浓度增强。

火山岩中的蚀变岩型矿体围岩中,出现一个强大的 Au、Ag 异常,最高含 Au $212.6 \sim 144.8$  ppm, Ag  $> 10$  ppm。其上盘围岩中分布着线、带状异常。主异常有三个浓度带,Au 内带最宽  $50 \sim 60$  m,Ag 内带宽  $25 \sim 30$  m,向下内带延深  $200$  m 左右消失。矿体上邻异常较下邻异常发育,浓度梯度变化后者大于前者,具偏心晕特征。变质岩中的金银矿脉以带状异常为特征,中、外带异常为主,矿脉头部 Au(中带)Ag(外带)异常上延约  $200$  余米。

异常内带指示了矿体赋存位置。除了上部火山岩与变质岩中的金银矿体四周出现中、内带异常外,在深部出现 Au 的中带和 Ag 的中、内带异常,并且与 Cu、Pb、Zn、Sn、Bi 的中、内带异常同位,揭示了可能为深部银铅锌矿体的头部。

2.3 Cu、Pb、Zn

这是一组亲硫元素,在矿体中以少量或微量的独立矿物形式产出。在金银矿体围岩中,Cu、Pb、Zn 异常不发育。 $550$  m 标高以上矿体只出现 Cu、Pb、Zn 外带异常,以线状异常为特征。Pb、Zn、Cu 异常主要分布在 5 线剖面  $300$  m 标高以下的控矿构造带中。样品中最高含 Pb  $> 1000$  ppm, Zn  $1500$  ppm, Cu  $295$  ppm。这组元素从剖面上看,明显是金银矿体的下部标志,但指示金银矿矿床深部会出现银铅锌盲矿。

2.4 Sn、Bi

Sn、Bi 的形成温度偏高,通常是热液金矿床的尾部元素。本区金银矿体的下部出现规模不大的 Sn 外带异常,最高含量  $6.9 \sim 7.2$  ppm。Bi 一般在金银矿体围岩中无异常显示。

在控矿构造的下部强 Pb、Zn 异常部位,出现清晰的 Sn、Bi 中、外带异常。Sn 最高含量  $11.8$  ppm,平均  $9.8$  ppm; Bi 最高含量  $3.8$  ppm,平均  $1.7$  ppm。

综上所述,微量元素异常总的特点是:分布于控矿构造带两侧围岩中,倾向延深大于  $550$  m。As、Sb、Au、Ag 的中、内带异常分布在上部与中部,特别是上部蚀变火山岩中,随之出现 Cu、Pb、Zn 的中、外带异常,深部出现 Pb、Zn 内带异常与 Sn、Bi 中、外带异常,显示了可能存在着矿化类型的垂向分带。

3 有关问题讨论

3.1 元素的原生分带

通过 5、16 勘探线剖面上异常形态特征、规模大小、浓度中心的相对位置和分带指数,研究了矿床元素的原生分带。以 5 线原生异常为例,通过不同标高异常元素的线金属量得出其分带序列为: Au、Ag—As、Sb—Pb、Zn、Cu—Bi、Sn。

该垂向分带序列, As、Sb 在分带序列中位居 Au、Ag 之后,这与浅部平洞未完全控制 As、Sb 异常的范围不无关系。

因此,八宝山火山岩型金矿原生地球化学异常的元素垂向分带序列为: Sb、As—Au、Ag—Pb、Cu、Zn—Bi、Sn。

3.2 元素对比值判别标志

综合应用  $Au \times 1000 / Cu$ 、 $Ag \times 1000 / Pb$  与  $As \cdot Sb \cdot Au / Pb \cdot Zn \cdot Cu$  比值,可辨别出金矿引起的异常与剥蚀程度,并为寻找深部富银铅锌盲矿提供论据。表 1 示出了这三组比值的垂向变化特征。

表 1 5 号勘探线矿体不同部位元素对比值、累乘比值一览表

标高 (m)	工程号	$\frac{Au}{Cu} \times 1000$	$\frac{Ag}{Pb} \times 1000$	$\frac{As \cdot Sb \cdot Au}{Pb \cdot Zn \cdot Cu}$	矿体部位
610	CD5	16.11	487.2	15.95	矿体中部
560	ZK502	2.67	23.6	7.64	矿体下部
400	ZK503	0.33	6.4	0.76	旁侧矿体
260	ZK505	0.32	2.3	0.0001	矿下蚀变带
190	ZK506	1.14	22.1	0.0002	含金银铅锌矿

从矿下→矿体下部→矿体中部,  $Au \times 1000 / Cu$ 、 $Ag \times 1000 / Pb$  几乎呈级数增大; 矿体中心部位,  $Au \times$

1000/Cu > 10, Ag × 1000/Pb > 100, 矿体下部 Au × 1000/Cu > 1, Ag × 1000/Pb > 10, 矿下蚀变带 Au × 1000/Cu < 1, Ag × 1000/Pb < 10, 深部 ZK506 孔两组比值升高, 即 Au × 1000/Cu 为 1.14, Ag × 1000/Pb 为 22.1, 与该孔深部出现的含金银铅锌矿有关。铅锌矿含 Au 0.59g/t, Ag 91.5g/t。矿区北东部 27 线 2 个钻孔未见金银矿, 却见到了具有工业意义的富银铅锌矿。因此, Au/Cu、Ag/Pb 比值的大小, 是判断异常含矿性的标志。

As · Sb · Au/Pb · Zn · Cu 元素组的累乘比值, 矿体部位 > 1, 矿体中心部位 > 10。400m 标高 ZK503 孔的 As · Sb · Au/Pb · Zn · Cu 比值接近 1, 与旁侧斜列矿体有一定的联系。金银矿在蚀变构造带中消失之后, 比值急剧衰减至 0.001, 在含金银的铅锌矿上比值仅为 0.002。因此 As · Sb · Au/Pb · Zn · Cu 累乘比值的大小是识别异常有无金银矿的标志之一, 也是评价矿化、剥蚀程度的指标。

### 3.3 矿床的垂向分带

(1) 在空间上, 800m 以上标高火山岩中有洞石岩叶腊石矿; 750~300m 标高有八宝山金矿, 矿体分布于火山岩与变质岩中, 火山岩是主要赋矿岩石; 300~200m 标高以下的变质岩中, 出现含银铅锌矿。

(2) 伴随矿床矿化类型上的垂向分带, 含矿岩系存在围岩蚀变垂向分带。上部叶腊石矿以低温酸性浅色蚀变组合为特征, 叶腊石化、伊利石化发育(I)。中部金矿围岩蚀变以黄铁绢英岩化—钾化组合为主(II)。深部出现青盘岩化—绿泥石化—硅化组合(III)。

(3) 相应的微量元素的垂向分带为: As、Sb、Au、Ag 异常位于控矿构造上部, 呈“火炬式”同心偏心异常, 中部出现 Pb、Zn、Cu 带状弱异常, Pb、Zn 强异常与 Sn、Bi 异常位于下部。

(4) 金矿体的中上部 Au × 1000/Cu ≥ 10、Ag × 1000/Pb ≥ 100、As · Pb · Au/Pb · Zn · Cu ≥ 10; 矿体尾部 Au × 1000/Cu ≥ 1, Ag × 1000/Pb ≥ 10、As · Sb · Au/Pb · Zn · Cu ≥ 1; 矿下 Au × 1000/Cu < 1, Ag × 1000/Pb < 10, As · Sb · Au/Pb · Zn · Cu < 0.1。深部出现含银铅锌矿, Au/Cu、Ag/Pb 比值回升, 但累乘比值仍小于 1%。

### 3.4 存在着两期不同阶段的成矿作用

进一步分析表明, 异常分带与不同阶段成矿作用迭加有关, 早期为叶腊石—银金系列、晚期为金银—铅锌系列。主要依据为:

(1) 矿体的分布受控方式不同。在矿区 500m 标高以上施工的探矿平洞中, 在距盆边断层附近的大爽角砾凝灰岩中常见到规模不等的火山集块岩, 银金矿体主要分布在隐爆角砾岩的上部的边部, 隐爆角砾岩对银金矿体有明显的控制作用。而含银铅锌矿主要产于盆边断裂带中, 受后期的区域性构造控制更为明显。

(2) 金矿石典型矿物组合可分为金银矿物—毒砂—多金属硫化物—冰长石—石英阶段和(金)银矿物—毒砂—多金属硫化物—石英阶段, 其早晚两期的黄铁矿金含量明显不同, 晚期石英碳酸盐阶段, 基本上不出现金银矿物。同时晚期的多金属硫化物如方铅矿和闪锌矿对早期的金银矿物有明显的交待、包含和穿插作用。

(3) 矿区次生晕化探资料证实, 矿区异常以 Au、Ag、As 为主, 三元素含量均达内带, 元素套合性好。Mo 异常分布在 Au、Ag 的南西八宝山山顶附近。Cu、Pb、Zn 异常分布在 Au、Ag、As 异常北部和西, 并不与 Au、Ag 异常的浓集中心重合。尤其是 Pb 异常的分布, 从地质图上看, 似乎与区域性的北东向大断层即盆边断裂及北东部的二长花岗岩关系更为明显。

因此, 产于火山岩中的银金矿与八宝山火山机构有关, 形成较早; 产于深部断裂带中的银铅锌矿受控于区域性构造活动, 形成较晚。

## 4 结论与建议

由此表明, 矿区 Au、Ag、As、Sb 异常具有一定规模, 浓度分带清晰, 浓度中心反映了八宝山金矿床矿体的产出部位。指示元素轴向分带明显。但深部出现的 Ag、Pb、Zn 是深部含银铅锌矿的反映。原生异常中, Au/Cu、Ag/Pb 的比值与 As · Sb · Au/Cu · Pb · Zn 的累乘比值大小, 是识别异常含金性与判断剥蚀程度的评价指标。而且, Au/Cu、Ag/Pb 比值还是指引寻找矿床深部多金属矿的标志。从矿床已显示的矿化垂向分带, 也说明在金矿之下找铅锌矿是有希望的。因此, 八宝山金矿的深部与北东部是寻找含银铅锌矿床的有利部位。建议在 5 线 ZK506 与 27 线 ZK2702 孔向下施工钻孔, 探索深部含银铅锌矿。

### 参考文献:

- [1] 赵伦山, 等. 地球化学[M]. 地质出版社, 1988.
- [2] 彭秀文. 浙江龙泉八宝山金银矿床的围岩蚀变特征[J]. 浙江地质, 1989(2).
- [3] 李惠. 金矿床的原生地球化学垂直分带特征[R]. 冶金部地球物理勘查院化探研究所, 1990.