

益阳市红星金矿成矿规律与找矿标志研究

刘石宏, 程 键, 邓德虎

湖南省核工业地质局三〇三大队, 湖南 长沙
Email: 515340226@qq.com

收稿日期: 2021年3月26日; 录用日期: 2021年4月23日; 发布日期: 2021年4月30日

摘 要

本文从成矿地质背景、金的地球化学特征、赋存状态、迁移形式等方面研究了红星金矿的成矿规律, 总结了地层、岩性、构造、围岩蚀变、地球化学、矿物组合, 为下一步找矿指出了方向。

关键词

益阳市, 红星金矿, 成矿规律, 找矿标志

Research on Metallogenic Regularity and Prospecting Criteria of Hongxing Gold Deposit in Yiyang City

Shihong Liu, Jian Cheng, Dehu Deng

303 Brigade, Nuclear Industry Geology Bureau of Hunan Province, Changsha Hunan
Email: 515340226@qq.com

Received: Mar. 26th, 2021; accepted: Apr. 23rd, 2021; published: Apr. 30th, 2021

Abstract

This paper studies the metallogenic regularity of the Hongxing gold deposit from the aspects of the mineralization geological background, the geochemical characteristics of gold, the occurrence state, and the migration form, and summarizes the formation, lithology, structure, wall rock alteration, and geochemistry. The combination of minerals points out the direction for the next step of prospecting.

Keywords

Yiyang City, Hongxing Gold Deposit, Metallogenic Regularity, Prospecting Criteria

Copyright © 2021 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

益阳市金矿有分布广、资源丰富、“狗头金”多、品位高、纯度高、开采历史久的特点。红星金矿位于益阳市城区南部，成因的观点有很多，中南工业大学地质系的肖禧砥(1988)认为：红星金矿为绿岩带型金矿[1]；湖南省地矿局区调队(2012)认为：沉积-变质热液型，认为该区火山-沉积作用是主要的矿源层，通过区域变质作用、岩脉的侵入和热液蚀变促成金矿的富集。主要集中在成矿地段为岩体的内外接触带上[2]；中南工业大学地洼成矿学研究所的李玉平(1994)认为：红星金矿具有多成因、多物质来源，多成矿阶段、多控矿因素、多成矿作用的特征，是一个多因复成矿床。认为断层旁侧发育的片理化带为重要的找矿标志[3]。

2. 区域地质背景

2.1. 区域地层

红星金矿地层单一，主要出露为中元古界冷家溪群的雷神庙组(Pt₂l)、南桥组(Pt₂n)、黄浒洞组(Pt₂h)、小木坪组(Pt₂x)、坪源组(Pt₂p)，板溪群马底驿组(Pt₃m)、五强溪组(Pt₃w)及第四系。

2.2. 区域构造

红星金矿位于江南古陆雪峰山弧形隆起的东段南缘，为“幕阜构造块体”，俗称湘东北地段，东与江西九岭构造带相连，西与雪峰山构造带相连，北西向以常德-安仁转换断层为其接触界线，北与扬子地块台褶带以北断层相隔，东南有文家市断裂构造带与平乐陷相分离，具体位置处于北东向桃江-城步深断裂构造带和北西向常德-长沙隐伏深断裂构造的交汇部位(见图1)。

2.3. 岩浆岩

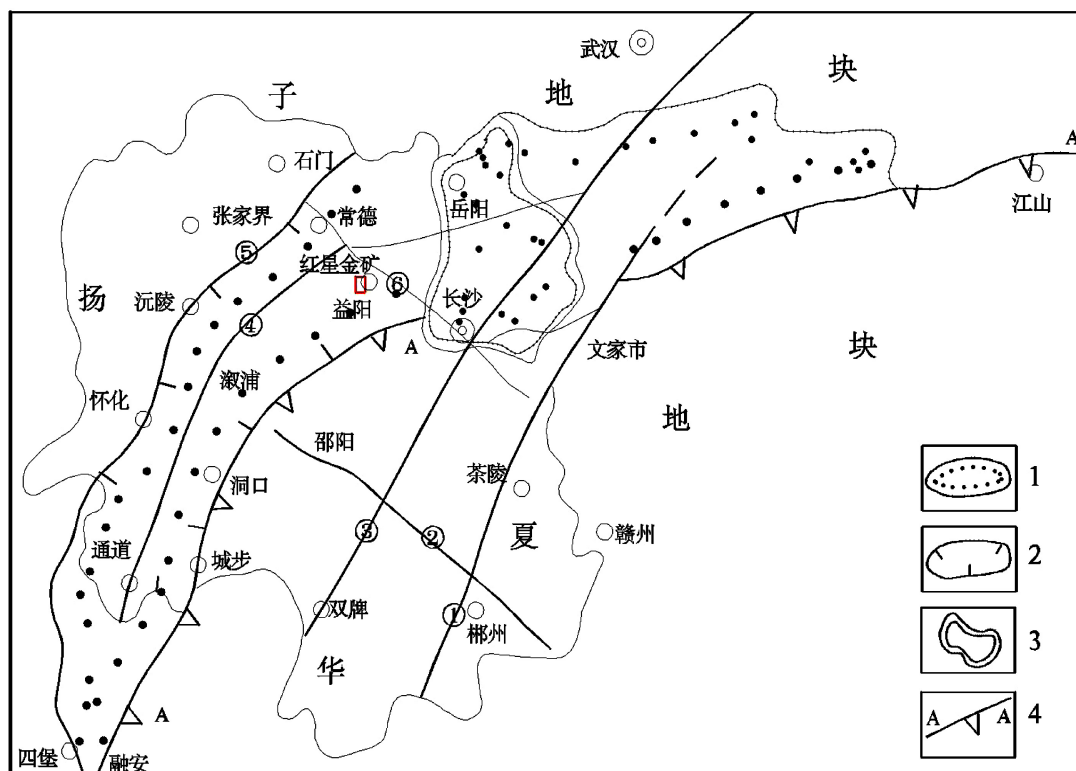
区内岩浆岩比较发育，主要有加里东晚期第一次侵入分布于桃江至牛田一带的桃江岩体，出露面积 230 km²；燕山期黑云母二长花岗岩沧水铺岩体，出露面积 160 km²；红星金矿古火山岩主要有科马提质玄武岩、安山岩、武陵期变基性火山岩(包括拉斑玄武岩、玄武质科马提岩)[4]。

2.4. 岩脉

与金矿相关的岩脉主要有花岗斑岩、石英斑岩。

1) 花岗斑岩

主要分布于修山，益阳邓石桥等，呈脉状式墙产出，最长 1000 m 一般数十米至 200 m，最宽 40 m，一般数米，呈小岩株者 10 × 5~90 × 180 m，受断层及裂缝控制。岩石石块状构造，斑状结构，基质为显微花岗结构，假球粒结构。斑晶为长石及少量黑云母，含量 5%~40%，大小不一，2~3 mm，最大者 6~8 mm，基质主要为钾长石及石英，其次为黑云母及少量白云母、绢云母、帘石、绿泥石、方解石等。局部含钛



1—江南古陆；2—雪峰古陆；3—湘东北；4—江山—文家市碰撞缝合带。①、②、③、④、⑤、⑥分别为茶陵—临武断裂、郴州—邵阳断裂、长寿街—双牌断裂、溆浦—通道断裂、怀化—沅陵断裂、常德—长沙转换断裂

Figure 1. Generalized regional geological map of Hongxing gold deposit in Yiyang

图 1. 益阳市红星金矿区域构造略图

白石、磷镁矿、磷灰石，大小为 0.02~0.2 mm，局部具绢云母化，碳酸盐化及硅化。

2) 石英斑岩

此类岩脉也发育，主要分布于益阳的灰山港，邓石桥，横田等地，多呈脉状，也有呈岩床，岩墙产出。成群出现，大者长 1000 m，宽 40 m，小者长数十米，宽数米。在横田附近见一小岩株，出露 1000 m，宽 400 m，受断裂及裂缝控制。岩石块状构造，斑状结构，基质是黑微花岗岩结构和霏细结构。斑晶为石英及少量长石，含量 1%~13%，大小 0.3~3 mm，其次为绢云母白云母及粘土矿物，大小 0.01~0.05 mm。

3. 矿区地质

3.1. 矿区地层

矿区出露地层单一，与金矿有关的主要是冷家溪群的黄浒洞组(Pt_2h)第二段、第三段。分述如下：

黄浒洞组(Pt_2h)分为三个岩性段，在全区稳定，相变不明显，第二、三段是主要的含矿层位。

黄浒洞组第一段(Pt_2h^1)下部为灰绿色、灰色中层—块状浅变质岩屑杂砂岩、岩屑石英杂砂岩为主并夹薄层板岩、粉砂质板岩、砂质粉砂岩。

黄浒洞组第二段(Pt_2h^2)中上部为灰绿色板岩、条带状板岩夹薄—中厚层状浅变质岩屑杂砂岩、粉砂质细砂岩、泥质粉砂岩。是主要的含矿层位之一。厚度大于 800 m。

黄浒洞组第三段(Pt_2h^3)上部为灰绿色中—厚层状、块状浅变质岩屑杂砂岩、岩屑石英杂砂岩、石英杂砂岩与中厚层状板岩、粉砂质板岩。是主要的含矿层位之一(见图 2)。

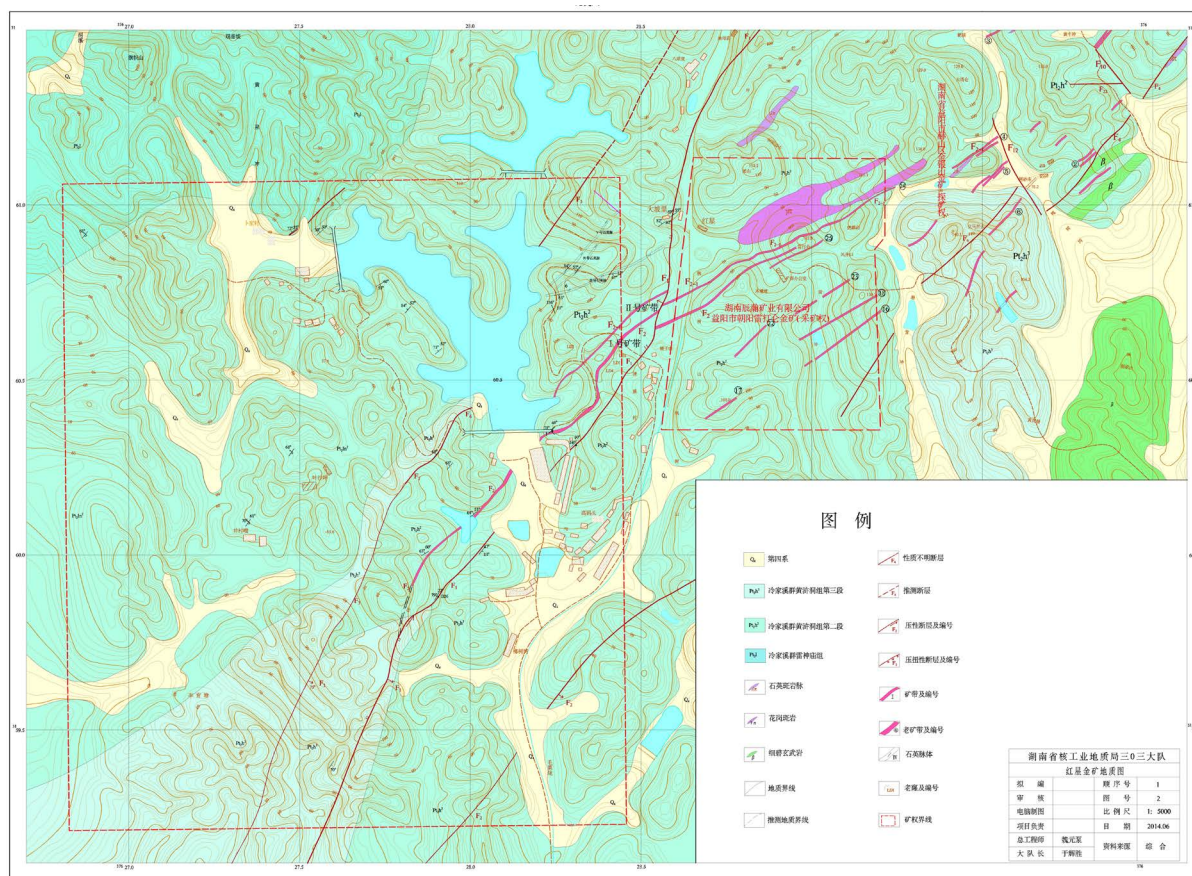


Figure 2. Geological map of Hongxing gold mining area in Yiyang (1:5000)

图 2. 益阳市红星金矿地质略图(1:5000)

3.2. 矿区构造

矿区构造主要有：石咀塘倒转背斜、油麻冲倒转向斜褶皱构造、王四村压扭性断裂、邓石桥压扭性断裂(F₁)、矮子山断裂(F₂)、井村嘴断裂等断裂构造，它们的特征如下(见表 1)：

Table 1. Structural features

表 1. 构造特征一览表

名称	位置	产状	性质	规模	其它
石咀塘倒转背斜	位于益阳市南部的赫山庙至邓石桥一带	总体倾向 300°，倾向 50°~60°之间	倒转背斜	轴线长大于 7 km	在其倾伏部位及火山岩与沉积岩接触部位次级裂隙发育，并有含金石英脉、花岗岩岩脉充填，其中以 50°、70°方向两组裂隙充填为主要含金脉。
油麻冲倒转向斜	位于益阳市西南邓石桥之北	岩层向北西倾斜，倾角 40°~60°之间，北西翼倒转，轴线长约 5.0 km，宽 1.5 km	倒转向斜	轴线长约 5.0 km，宽 1.5 km	被清溪冲压扭性断裂、邓石桥压扭性断裂所切割错开，向斜中次级裂隙发育，石英脉成群出现，并为金矿脉赋存场所。

Continued

王四村压扭性断裂	位于益阳南部王四村矿段	断裂走向 40°~45°，向北西倾斜，倾角 75°左右	压扭性	沿断裂岩石较为破碎，宽达 20 m，长 2.5 km	主要区内以北东向的断裂构造为主，的含金破碎带。
邓石桥压扭性断裂	益阳市南部邓石桥地区	走向北东 200°~250°方向，长约 6.5 km，断面向北西倾，倾角 72°~78°	压扭性		断裂中石英脉发育，并含金较富。
F ₁	高码头 - 矮子山 - 大坡里 - 八顺堂	走向 20°~30°，北段倾向北西，倾角 65°~82°，南段倾向南东，倾角 60°~83°深部倾角变陡达 83°，近于直立	正断层，早期为压扭性，后期为压性	宽达 20 m，长约 8 km	断裂中石英脉发育，并含金较富。
F ₂	位于区内南侧井村嘴以东	为北东向，倾向南西，倾角 65°左右	属正断层，压扭性	区内出露约 1150 米	断裂中石英脉发育，并含金较富。

3.3. 岩浆岩

矿区有武陵期变基火山岩和雪峰期中 - 酸岩脉。它们与金成矿有一定的关系[5]。

4. 矿体地质

4.1. 主要矿体地质特征

红星金矿共发现五条含金石英脉，其中 I 矿号脉、II 矿号脉规模较大，是红星金矿的主矿带，向北东延伸到枫树山金矿采矿权及金银山探矿权范围内。主要矿体地质特征见下(见表 2)：

Table 2. Geological characteristics of ore bodies

表 2. 矿体地质特征表

名称	产状	规模	矿体品位	资源量
				333
I 号矿脉	走向 50°~60°，倾向北西，倾角 68°，矿体在深部有变陡的趋势，倾角 83°，近于直立。	长约 335 米延深大于 300 米，石英脉带宽 0.4~3.00 米，已控制长度 600 米，矿体厚度为 0.12~3.24 m，平均厚度为 1.18 m，石英脉有分枝、复合	6.76 gt	2806.77 kg
II 号矿脉	走向 49°，倾向北西，倾角 79°。	地表出露长约 350 米，矿体厚度为 0.67~2.78 m，平均厚度为 1.91 m	矿体品位为 5.5~21.0 gt，平均品位 7.71 gt	1561.28 kg

4.2. 矿石矿物组成

金属矿物为自然金、黄铁矿、毒砂、方铅矿、黄铜矿等，脉石矿物为石英、绢云母、绿泥石、高岭石及方解石，自然金主要以可见金的形式赋存于石英中。

4.3. 矿石类型

矿石类型：矿石工业类型有两类，一类是石英脉型，一类是碎裂蚀变板岩型。

4.4. 矿化阶段

矿化分三阶段由早到晚分别为石英-粗粒黄铁矿-毒砂阶段, 石英-细粒黄铁矿-合金阶段, 石英-碳酸盐阶段。

4.5. 矿石结构、构造

矿石结构构造简单, 常见的结构有晶粒结构、碎裂结构、交代结构、包含结构等。常见的构造有块状构造、细脉浸染状构造、眼球状构造。

4.6. 矿体(层)围岩蚀变

从地表露头、老窿普遍发育硅化、退色化、绢云母化、黄铁矿化、碳酸盐化、绿泥石化、伊利石化等围岩蚀变。与金矿化有关围岩蚀变是硅化、黄铁矿化[6]、毒砂化[7][8][9]、辉锑矿化[10]、赤褐铁矿化等。

5. 矿体成因

5.1. 矿源来源多样

红星金矿矿源来源多样, 不论浅变质细碎屑岩, 还是基性火山岩, 次火山岩式花岗斑岩, 金含量都很高(火山岩、基性岩脉中金背景值见表3, 元古界中金的背景值见表4)。它们都是金的矿源层[11]。

Table 3. Background value of gold in volcanic rock, basal veins of Hongxing gold mine

表 3. 红星金矿火山岩、基性岩脉中金的背景值

地层	岩石类型	样品数(个)	Au	
			含量(10^{-9})	变异系数(%)
板溪群	五强溪砂岩	16	4.9	37.2
	马底驿组紫红色板岩	7	2.9	
	马底驿组灰绿色板岩	8	2.3	
	马底驿组平均值	39	2.5	
冷家溪群	杂砂岩	11	3.6	47
	粉砂质板岩	7	3.1	
	泥质板岩	25	3.8	
	冷家溪群平均值	43	3.7	

Table 4. Background value of gold in the proterozoic of Hongxing gold mine

表 4. 红星金矿元古界中金的背景值

岩性	矿段	Au (ppb)	样数
基性岩火岩	王四村	18.14	267
	碓坡	17.78	48
	挖龙坑	23.17	47
	栏江寺、江家坪	53	4
	平均	19.12	366
	花岗斑岩	42.48	44
	红星金矿区 ^①	27.42	1088
	江南台背斜 ^②	8	45
	地壳	4	

^①为李玉平、^②为卢祥(1990), 其余均为 408 队整理。

5.2. 热液来源复杂

矿石中氢、氧同位素变化范围大, 其 $\delta_{18}\text{O}$ 水为 -5.128‰ ~ 13.480‰ , δD 水为 -51‰ ~ 71.105‰ , 在 δD 水- $\delta_{18}\text{O}$ 水坐标图上主要落在岩浆水、变质水及大气降水区, 表明红星金矿成矿流体中水为岩浆水、变质水与大气降水的混合水。

流体包裹中的 K/Na 为 0.016 ~ 0.829 , 也显示有大气降水(K/Na 为 0.02 ~ 0.63) 的加入。

从硫同位素组成来看, 矿石硫化物的 $\delta^{34}\text{S}$ 为 -1.53‰ ~ 2.90‰ , 变化范围小, 与浅变质火山岩中硫化物硫同位素组成相似, 而与区域元古宇地层中的硫化物有显著差别。说明矿石硫主要为深源硫, 来源于古火山岩中。

5.3. 成矿模式

综上所述, 红星金矿的成矿模式为: 冷家溪群中泥质板岩、粉砂质板岩、杂砂岩、火山岩碎屑岩中的金以及火山作用由地幔中带来的金, 在以建造水为主、变质水、深源热水的共同作用下, 在一定的压力、温度、Eh 值、PH 值、 $f\text{O}_2$ 条件下和在 $\text{Na}^+ - \text{Ca}^{2+} - \text{HCO}_3^- - \text{HSO}_4^- (\text{HS}^-)$ 体系热液中, 岩石中的成矿元素 Au 溶解, Au 形成络离子 $[\text{Au}(\text{HS})_2]^-$, 并迁徙、运移, 在压力减小、温度降低、PH 值减小、 $f\text{O}_2$ 降低的情况下, 在构造线转折处、构造线交汇部位发生 Au 析出、沉淀。

我们对红星金矿的成矿模式进行了归纳总结如下(见图 3):

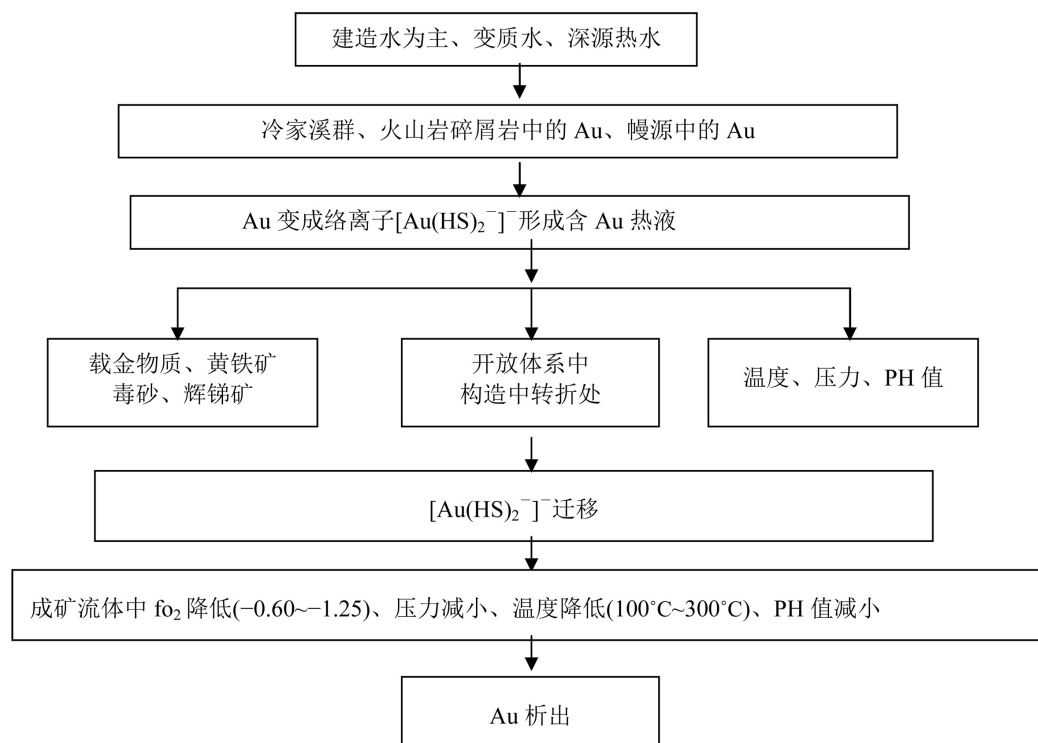


Figure 3. Mineralization model of Hongxing gold mine

图 3. 红星金矿成矿模式

总之, 矿区成矿过程经历了漫长的地质时期, 除了早期的火山活动富集, 还经历变质作用进一步富集, 并经历了后期构造叠加进一步改造, 近代的表生作用也使金发生次生富集。红星金矿具有多成因、多物质来源, 多成矿阶段、多控矿因素、多成矿作用的特征, 是一个多因复成矿床。

6. 找矿标志

通过以上成因分析,我们总结了本区的找矿标志:

6.1. 地层、岩性标志

红星金矿的金均产于冷家溪群黄浒洞组第二段(Pt2h2)、第三段(Pt2h3),岩性为灰绿色板岩、粉砂质板岩、变质泥质粉砂岩为主,中上部夹有条纹、条带、斜纹理、交错层等构造。板岩中条带稀疏而清晰,由浅色的粉砂质和深色的泥质相间构成[12]。

6.2. 构造标志

工作区内矿体严格受断裂构造控制,断裂构造是区内找金的重要标志之一[13]。本区在断层旁侧发育有延续性好、规模较大的片理化带,它们是追索断层的很好标志。片理化带与金矿化关系十分密切,这主要表现在本区已经发现的矿段都产在浅变质基性火山岩与细碎屑岩接触带附近的片理化带中,尤其是在强片理化带中就更明显,含金石英脉型矿化主要分布在强片理化带的断裂破碎带中,含金破碎带型矿化则直接产在片理的破碎面中。在浅变质基性火山岩的片理化带中也有较好的金矿化。本区广泛分布的片理化带是重要的找矿标志。

6.3. 围岩蚀变标志

区内金矿化均与硅化、黄铁矿化、毒砂矿化、辉锑矿、赤褐铁矿化等蚀变现象有关,围岩中绿泥石化、硅化较强时,常是含金的标志,相反,碳酸盐化强烈地段金矿化较弱。因此蚀变现象也是本区找金的重要标志之一。

6.4. 地球化学及地球物理标志

金异常的直接指示和锑、砷、汞异常的直接指示成为找金的主要标志[14]。

化探异常标志,土壤叠加有 Au、AS、Cu、Pb、Zn、Sb 等元素异常,特别当 Au、As 异常与汞气异常相重叠时,常指示深部可能有金矿(化)体存在[15]。

7. 结论

1) 红星金矿成矿过程经历了漫长的地质时期,除了早期的火山活动富集,还经历变质作用进一步富集,并经历了后期构造叠加进一步改造,近代的表生作用也使金发生次生富集。红星金矿具有多成因、多物质来源,多成矿阶段、多控矿因素、多成矿作用的特征,是一个多因复成矿床。

2) 红星金矿冷家溪群黄浒洞组砂、板岩,断层旁侧发育的片理化带,硅化等蚀变现象,金异常的直接显示和锑、砷、汞异常的直接指示,土壤叠加有 Au、AS、Cu、Pb、Zn、Sb 等元素异常,均为重要的找矿标志。

致 谢

队总工魏永泵及文明辉同志对本文进行了修改和指导,在此表示感谢。

参考文献

- [1] 胡永嘉. 湘东地区岩金矿成矿预测研究报告[R]. 科研报告,长沙:湖南省地质研究所,1988.
- [2] 熊建勋,代仁凤,谢武. 益阳南郊金矿床地质特征与成因分析[J]. 国土资源导刊,2012,9(5): 84-86.
- [3] 李玉平. 湖南益阳南郊金矿床地质特征及成因研究[J]. 黄金地质科技,1994(3): 54-58.

- [4] 贺安生, 韩雄刚. 益阳火山岩特征及其形成构造环境分析[J]. 湖南地质, 1992, 11(4): 269-274, 277.
- [5] 冯建忠, 汪东波, 等. 西秦岭小沟里石英脉型金矿床成矿地质特征及成因[J]. 矿床地质, 2002, 21(2): 160-170.
- [6] 徐国风, 邵洁涟. 黄铁矿的标型特征及其实际意义[J]. 地质论评, 1980, 26(6): 541-546.
- [7] 陈明辉, 高利军, 杨洪超, 等. 金矿床中毒砂标型特征及金的赋存状态[J]. 地质与资源, 2007, 16(2): 102-106, 119.
- [8] 包正相. 湘西钨、锑、砷、金矿床毒砂含金性的研究[J]. 地质与勘探, 1986(1): 31-34.
- [9] 英俊, 马东升. 湖南黄金洞金矿床毒砂中金的赋存状态研究[J]. 地质找矿论丛, 1989, 4(1): 42-49.
- [10] 鲍振襄. 湖南中西部钨锑砷金矿床中辉锑矿含金性初步研究[J]. 贵金属地质, 1992, 1(4): 223-227.
- [11] 韩凤彬, 常亮, 蔡明海, 等. 湘东北地区金矿成矿时代研究[J]. 矿床地质, 2010, 29(3): 563-571.
- [12] 牛贺才. 湖南益阳-沅陵一带金矿床形成背景及成矿作用地球化学[D]: [博士学位论文]. 南京: 南京大学, 1991.
- [13] 肖拥军, 陈广浩. 湘东北万古地区金矿床成矿构造特征的初步研究[J]. 地质与勘探, 2007, 43(3): 42-45.
- [14] 鲍振襄, 万容江, 鲍珏敏. 湘中泥潭冲锑砷金矿地质地球化学及成矿机制[J]. 黄金地质, 1999, 5(4): 51-58.
- [15] 潘仲芳. 益阳碛坡金矿地质特征及富集规律初步探讨[J]. 湖南地质, 1994, 13(2): 91-93.