小秦岭大湖金矿床的矿化分带规律及其指示意义

李晓波, 刘继顺
(中南大学 地学与环境学院, 湖南 长沙 410083)

摘 要: 大湖金矿床位于小秦岭金矿田北矿带中段, 最低见矿标高为- 12 m, 为小秦岭之最。矿区石英脉型矿化和构造蚀变岩型矿化具有典型的分带规律, 不同矿化阶段的垂向分带特征明显。对比小秦岭地区其他矿床的矿化特征和赋存的空间位置后发现, 大湖金矿床的矿化分带规律在区域上具有普遍性意义, 即由浅部到深部, 矿化类型的变化趋势为Ⅰ+ Ⅱ+ Ⅲ阶段→Ⅰ+ Ⅱ阶段→Ⅰ阶段→构造蚀变岩型矿化。金矿化的垂向分带规律对矿床的深部成矿预测具有重要的指导意义, 据此指出了不同矿化亚带矿床深部可能出现的矿化类型。

关键词: 大湖金矿床; 金矿化垂向分带; 指示意义; 小秦岭; 河南省
中图分类号: P612; P618.51 文献标识码: A 文章编号: 1001-1412(2003)04-0243-06

小秦岭金矿田位于河南、陕西两省交界处, 是我国重要产金基地之一, 众多专家、学者从各方面对其进行了大量研究(刘继顺, 1991, 1996; 栾世伟, 1991; 邵世才, 1993; 胡正国, 1994; 陈卓, 1998; 王可勇, 卢作祥, 1999; 王铁军, 樊秉鸿等, 2002)。本文在借鉴前人研究成果的基础上, 从分析大湖金矿床典型的矿化分带规律入手, 探讨了小秦岭金矿田深部矿体的赋存状态及找矿前景。

1 成矿地质背景

小秦岭金矿田位于华北克拉通南缘华山- 熊耳山地块中西部, 其范围西起陕西省华山, 东至河南省灵宝- 朱阳盆地西北边缘, 北、南以太要断裂(F_1)和小河断裂(F_2)为界, 呈不规则带状, 东西长约 70 km, 宽 7～15 km。区内出露地层主要为深变质高角闪岩相的太古界太华群(陈卓, 1998), 岩浆岩以燕山期经重熔或改造形成的花岗岩最为发育(胡正国, 1994), 地质构造主要由轴向近 EW 的复式褶皱和走向近EW 的区域性断裂组成。含金石英脉多赋存在太华群变质岩系内规模相对较小的断裂构造带(脆-韧性和脆性断裂带)中(刘继顺, 1996; 邵世才, 1993), 并主要围绕燕山期文峪花岗岩体呈近 EW 向延伸(徐启东, 1998)。

2 矿床地质特征

矿区位于小秦岭断隆北侧, 五里村背斜北翼的山前地带, 属小秦岭金矿田北矿带。

区内出露地层主要为太古界太华群中段闾家峪组, 矿区出露的部分相当于该组的中上部, 岩性组合主要为混合片麻岩、黑云斜长片麻岩, 其次为条带状混合岩、斜长角闪片麻岩、斜长角闪岩, 区域变质、混合岩化作用强烈。

矿区岩浆活动频繁, 岩浆岩发育。主要有花岗伟晶岩、辉绿岩、辉绿玢岩、花岗斑岩、长英岩脉和含金石英脉等基性- 酸性侵入岩。

区内褶皱构造不发育。主要控矿构造为一组近 EW 向展布、向 N 缓倾的韧性剪切带及断层, 自北向南依次排列为 F_1, F_8, F_7, F_{35}, F_5, F_6, 总体平行排列, 亦有交汇复合、波状起伏、膨大收缩等复杂变化。组成各构造带的主要岩性为碎裂岩、糜棱岩、含金石英脉和矿化构造蚀变岩。

围岩蚀变主要有: 钾长石化、钠长石化、硅化、绢

收稿日期: 2003-03-24
基金项目: 国家自然科学基金项目(项目编号 40072032)资助。
作者简介: 李晓波(1970-), 男, 河南卢氏人, 工程师, 主要从事矿产普查与成矿作用研究。
© 1994-2013 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

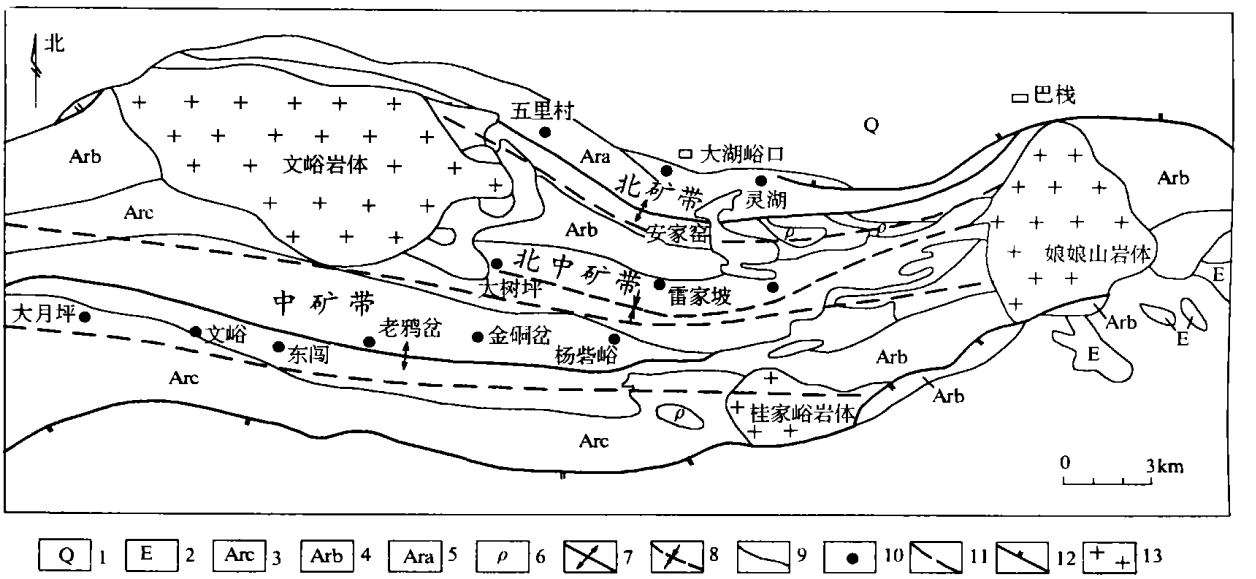


图 1 河南小秦岭区域地质图

Fig. 1 The sketch map showing regional geoloy of Xiaoqinling area in Henan province

1. 第四系 2. 下第三系 3. 太华群上段 4. 太华群中段 5. 太华群下段 6. 混合伟晶岩 7. 背斜轴 8. 向斜轴 9. 地质界线 10. 金矿床 11. 矿带界线 12. 断层 13. 花岗岩

云母化、黄铁矿化、碳酸盐化、绿泥石化等。其中黄铁矿化、绢云母化、硅化与金的关系密切。

矿区共发现大小矿体 26 个, 其中 19 号为主矿体, 占矿床总储量的 60% 以上。19 号矿体产于 F_5 断裂上部层位中, 浅部斜切到 F_5 底部。东西方向总体长 1 180 m, 南北宽约 1 340 m, 其间出现 3 处无矿地段, 主体沿 NE 向侧伏展布, 形态复杂, 为不规则大型脉状体, 分支现象明显, 但产状比较稳定, 走向 80°, 倾向 N 或 NNW, 倾角有自东向西由陡变缓趋势。矿体平均厚度 3.28 m, 变化系数 156%, 属很不稳定型, 矿体平均品位 $w(Au) = 6.58 \times 10^{-6}$, 变化系数 104%, 属不均匀型。该矿体矿石自然类型, 在浅中部以石英脉型矿石为主, 深部及矿体边缘多为构造蚀变岩型矿石。

矿石结构主要为自形–半自形晶粒状结构、他形晶粒状结构、压碎结构、包含结构、浸染状结构、交代穿孔结构和包容交代结构。

浸染状构造为本区矿石主要构造, 其次为细脉–浸染状构造、角砾状构造及表生作用下形成的蜂窝状构造。

矿石中金矿物种类单一, 主要为自然金。根据自然金的粒度及赋存状态, 分为可见金及显微金两种。自然金呈金黄色, 粒度 0.2～0.005 mm, 形态呈他形晶不规则粒状、不规则细脉状、网脉状及片状等。

自然金与黄铁矿关系极为密切, 与黄铁矿呈包体金、裂隙金、粒间金等 3 种形式嵌布、连生, 相对含量 77.98%, 其中黄铁矿中包体金就占 51.62%, 因此黄铁矿是主要载金矿物。

根据矿石不同物理、化学条件下形成的矿物种类、共生组合及其相互关系, 将成矿作用划分为 5 个阶段: ①黄铁矿–石英阶段(Ⅰ 阶段); ②石英–黄铁矿阶段(Ⅱ阶段); ③多金属硫化物阶段(Ⅲ阶段); ④碳酸盐阶段(Ⅳ阶段); ⑤表生期(Ⅴ 阶段)。

3 两种金矿化类型分带规律

大湖金矿床有含金石英脉型和构造蚀变岩型两种矿化类型。两种矿化类型在垂向空间上有序分布。矿体浅部以石英脉型矿化为主, 深部以蚀变岩型矿化为主, 二者之间存在有过渡带, 形成矿化类型在垂向上的分带。矿化类型在垂向空间的有序分布方向为矿体的侧伏方向。构造蚀变型矿化的另一种产出形式是分布在石英脉型矿体的两侧及间隔部位。此种情况下除了产出于Ⅲ阶段两侧时金品位有可能较高外, 一般规模较小, 矿化较弱, 难以形成工业矿体。本文所讨论的构造蚀变岩型矿化主要指产于石英脉矿化深部的构造蚀变岩型矿化。

与两种矿化类型在垂向上的有序分布相对应, 矿石的矿物组合、结构构造等在垂向上呈有规律的变化。

(1) 矿体浅部为单脉充填型矿化, 深部为网脉状、浸染状交代型矿化。矿石类型由浅部的块状矿石

(c)1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

向深部网脉状、浸染状矿石过渡。

(2) 矿石的矿物组成。浅部的石英脉型矿石以石英为主, 金属硫化物含量为 5%～15%, 其中以黄铁矿为主, 方铅矿、黄铜矿少量; 而深部的蚀变岩型矿石以石英、斜长石、钾长石为主, 绢云母、角闪石次之, 金属硫化物含量低于 5%。

(3) 两种矿化类型的矿物组成在空间上的有序分布, 造成金矿床矿石化学成分在不同空间部位上的差异。矿体从浅部到深部, 从石英脉型矿石化学成分富 Si 贫 K、其他组分含量较低, 到富 K 贫 Si、其他组分含量高, 发生规律性变化(表 1)

(4) 从浅部到深部, 从石英脉型到蚀变岩型矿石, 金品位由高到低, 矿石由富变贫, 呈现规律性的变化(表 2)

表 **1**　不同类型矿石的化学成分

Table 1　The chemistry of different ores　　w_B/%

矿体编号	矿化类型	SiO_2	TiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	FeO	MnO	MgO	CaO	Na_2O	K_2O
19	石英脉型	88.06	0.10	1.44	6.00	4.15	0.03	0.27	0.28	0.20	0.80
22	蚀变岩型	68.90	0.25	7.80	3.34	2.40	0.13	1.38	4.87	0.25	5.24
2	蚀变岩型	63.44	0.25	6.85	3.76	2.78	0.2	2.44	6.86	0.77	3.64

表 **2**　主要矿体不同类型矿化的矿石平均品位

Table 2　Grades of varied ores in the main ore body

矿体编号	19		21		22		2	
矿化类型	石英脉型	蚀变岩型	石英脉型	蚀变岩型	石英脉型	蚀变岩型	石英脉型	蚀变岩型
样品数	108	251	11	8	8	35	2	8
$w(Au)/10^{-6}$	12.68	4.60	6.12	3.34	1.04	5.74	182.00	3.56

4　原生矿化阶段分带规律

4.1　大湖金矿床的原生矿化阶段分带

大湖金矿床的成矿作用可分为 5 个阶段, 其中Ⅴ阶段为次生富集阶段, 不属本文讨论范围, Ⅳ阶段分布局限, 含金性微弱, 无工业价值, 因此, 这里只讨论Ⅰ, Ⅱ, Ⅲ3 个矿化阶段的垂向分带规律。从垂直剖面来看, Ⅰ阶段矿化分布广泛, 从深部一直延伸到地表, 即形成单一矿化阶段的含金石英脉, 又可与Ⅱ, Ⅲ阶段共存于中上部, 形成品位较好的矿体, 为大湖金矿床的主要矿化阶段。Ⅱ阶段矿化的分布较Ⅰ阶段有所缩小, 深部基本不发育, 主要分布于中上部。Ⅲ阶段矿化的分布更为局限, 仅在上部局部地段存在。

从矿化阶段组合形式上来看, 从深部到浅部, 逐渐从单纯的Ⅰ阶段过渡到Ⅰ+Ⅱ阶段为主, 在浅部局部构造产状变化、两组断裂交汇等成矿极为有利部位, 可能又会出现Ⅲ阶段矿化的局部发育。

随着不同矿化阶段在垂直方向上的有序分布, 矿石矿物组成由简单变为复杂, 矿石类型由黄铁矿–石英型过渡到石英–黄铁矿型, 上部局部地段出现多金属硫化物型。矿化强度也发生相应的变化, 表现为深部矿体金品位较低, 上部矿体金品位有所增高。

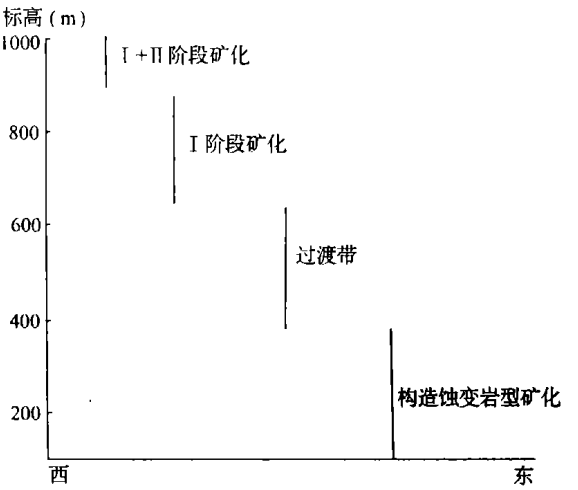


图 **2**　大湖金矿床化垂向分带示意图

Fig. 2　Vertical mineralization zoning of Dahu Au deposit

4.2　区域原生矿化分带

大湖金矿床的矿化分带规律在区域上也有所体现, 尤以矿化富集段的分布最为明显: 在文峪– 杨砦峪一带(李惠、王支农, 1999), 控制矿体标高范围

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

1 400～2 100 m, 矿化富集段集中在 1 700 m 以上, Ⅰ, Ⅱ, Ⅲ矿化阶段均有发育, 小秦岭金矿田Ⅲ阶段矿化在此带发育最好, 金属硫化物含量最高(占 10%～20%), 种类齐全, 伴生组分铅、铜等甚至可形成独立的工业矿体; 到红土岭- 金渠、苍珠- 抢马一带(王可勇, 孙丰月, 2001), 控制矿体标高范围 1 000～1 800 m, 矿化富集段集中在 1 300 m 以上, 以Ⅰ+ Ⅱ阶段为主, Ⅲ阶段矿化减弱, 金属硫化物含量降低(5%～15%), 虽种类仍较多, 但伴生组分不能形成独立的工业矿体; 灵湖- 大湖- 焕池一带, 矿体赋存标高在 1 000 m 以下, 最低见矿标高为大湖金矿床的- 12 m, 但矿化富集段一般在 600 m 以上, 以Ⅰ阶段矿化为主, Ⅰ+ Ⅱ阶段仅在矿床上部发育, Ⅲ阶段矿化范围更为局限, 仅局部可见, 金属硫化物含量最低(5% 左右), 种类较少, 只有少量可以作为伴生组分综合回收利用。

从以上分布情况可以看出, 小秦岭金矿田从深部到浅部, 矿化阶段的分布呈现有规律的变化; 深部以Ⅰ阶段为主, Ⅰ+ Ⅱ阶段次之, Ⅲ阶段不发育, 中部以Ⅰ+ Ⅱ阶段为主, Ⅲ阶段有所发育, 上部以Ⅰ+ Ⅱ阶段发育为特征。同时, 矿物组合、矿石品位、围岩蚀变、特征元素对比值、自然金的成色及成矿物理化学条件也发生规律性的变化(方维萱, 1996)。

根据不同阶段矿化的空间分带特征, 结合本区成矿演化、控矿构造与成矿时、空和成因上的密切联系, 可以认为控矿构造在成矿期脉动是矿化多阶段产生的原因, 成矿溶液由深部到浅部的持续性演化, 形成不同阶段矿化在垂向上的脉动分带。

5 矿化分带规律的指示意义

金矿化在垂向上的分带规律, 为确定本区金矿化的剥蚀深度、推断金矿脉深部矿化特点以及金矿床的深部预测有重要指导意义。

根据不同矿化阶段的空间分布特征, 结合不同地段剥蚀情况可以推断, 在未遭受剥蚀以前, 除矿化强度稍有差别外, 不同地段的矿化阶段分布情况应大体相同, 即以文峪岩体为中心, 由近及远, 矿化强度逐渐降低, 但各阶段矿化在现有矿床分布区均有发育, 也就是说, 均具有从深部到浅部, 从蚀变岩型到石英脉型矿化, 从Ⅰ阶段到Ⅰ+ Ⅱ阶段, 再到Ⅰ+ Ⅱ+ Ⅲ阶段的垂向分带规律。之所以出现现在北矿带的Ⅰ阶段矿化为主的特点, 是由于区域上剥蚀深度较浅, 所以现在各矿化阶段都仍可见到, 北矿带剥蚀深度较大, 原有的Ⅰ+ Ⅱ+ Ⅲ阶段已被剥蚀殆尽, Ⅰ+ Ⅱ阶段也大部被剥蚀, 只留下以Ⅰ阶段为主的矿化现在可以见到。因此, 可以得出这样的结论: 从中矿带到北矿带, 矿化类型逐渐减少, 是由于剥蚀深度逐渐加深的结果, 而其原始矿化阶段分布形态应基本相同。

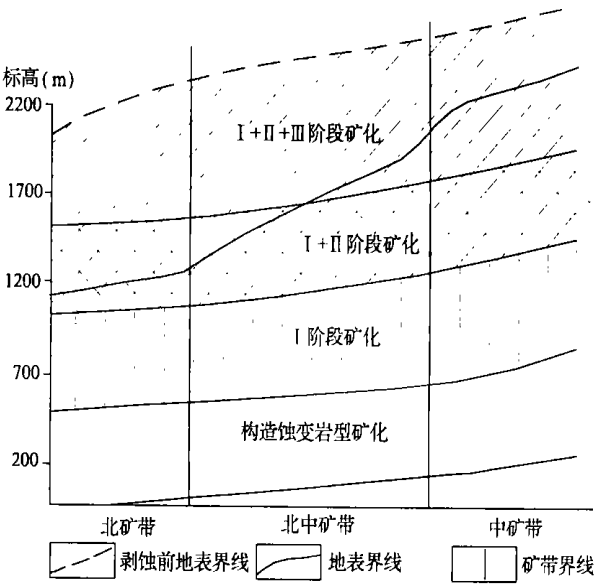


图 3 小秦岭地区理想化的矿化垂向分带示意图
Fig. 3 The idealized vertical zoning of Au deposits in Xiaoqinlng area

虽然众多研究者对小秦岭金矿田的成因有不同的认识(王铁军, 2002; 陈卓, 1998; 胡正国, 1994), 但都承认本区几十个大中型矿床的成矿地质特征、稳定同位素特征、微量元素组成、石英脉不同阶段包裹体成分及各种物化参数的一致性, 认为小秦岭地区金矿床的成矿作用是基本相同的。所以大湖金矿床的金矿化垂向分带规律具有普遍意义。大湖金矿床在标高- 12～400 m 间分布构造蚀变岩型矿化, 在其他矿床也应该普遍存在。尽管由于各自空间位置不同, 赋存标高位置可能会有所不同, 即小秦岭金矿田的金矿化从浅部到深部的变化规律为: Ⅰ+ Ⅱ+ Ⅲ阶段→Ⅰ+ Ⅱ阶段→Ⅰ阶段→构造蚀变岩型矿化。

栾世伟等(1991) 认为, 在小秦岭地区深部存在有第二矿化段, 其矿化特点同已知的金矿化特点相似, 主要由石英脉型金矿化组成, 即小秦岭之下还有一个小秦岭。根据矿化分带示意图, 通过对金矿化在垂向空间上分带规律的研究可知, 本区金矿床受成

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

矿热液继承性演化和控矿构造脉动控制, 形成从深部到浅部由蚀变岩型到石英脉型, 由第Ⅰ矿化阶段到第Ⅲ矿化阶段的规律性变化。因此, 在本区深部高温和高压条件下, 不可能出现第二个由石英脉型金矿化组成的矿化段, 但可形成矿石品位较低、规律较大的蚀变岩型金矿床, 这就为本区的深部找矿提供了理论依据。

杨砦峪矿区深部钻孔在标高 900 m 处所发现的含金石英脉和文峪矿区在标高 1 424 m 处所发现的黄铁矿型石英脉曾被作为第二矿化段存在的证据。但根据金矿化的垂向分布规律, 通过详细研究这一部位含金石英脉的矿物组合、矿化强度等特征后认为, 这两个工程的见矿情况不能作为第二矿化段存在的证据, 反而只能更进一步证明金矿化的垂向分带规律的合理性: ①不能仅以某标高段见到的矿化类型作为判断深部矿化类型的依据, 而应该根据金矿化的垂向分带规律, 综合分析该种类型在整个矿化段中所处的位置, 从而对深部的金矿化作出正确的预测。已有资料显示, 文峪金矿在 1 424 m 标高处发现的黄铁矿型石英脉是上部石英脉向下的延伸, 是多金属硫化物型矿石向黄铁矿型矿石过渡的结果。杨砦峪矿区在 900 m 标高既有含金石英脉出现, 又存在蚀变岩型矿化, 与大湖金矿床石英脉型矿石和蚀变岩型矿化之间存在的过渡带相对应。②1 424 m 标高, 对于文峪矿区来说, 似乎已经可以称为深部, 但从整个矿田来说, 与其他矿比较, 该段仍属于中上部, 最多可以称其为中部, 因此, 该部位的矿化类型不能反映区域的深部矿化状态, 而只能说明文峪矿区同样符合区域矿化分带规律, 其深部应将逐步过渡到构造蚀变岩型矿化。杨砦峪矿区的情况也是如此。

6　结论

(1) 大湖金矿床的金矿化具有典型的垂向分带规律, 从浅部的石英脉型矿化逐渐过渡到深部的构造蚀变岩型矿化。

(2) 大湖金矿床的矿化垂向分带规律在小秦岭地区具有区域上的普遍性意义。

(3) 小秦岭金矿田的金矿化从浅部到深部的变化规律为: Ⅰ + Ⅱ + Ⅲ阶段→ Ⅰ + Ⅱ阶段→ Ⅰ 阶段→构造蚀变岩型矿化。

(4) 按上述金的矿化垂向变化规律推测, 中矿带的深部应出现 Ⅰ + Ⅱ阶段矿化、Ⅰ阶段矿化和构造蚀变岩型矿化等多种类型, 北中矿带的深部应出现 Ⅰ 阶段矿化和构造蚀变岩型矿化, 北矿带深部的矿化类型应以构造蚀变岩型为主。

参考文献:

[1]　刘继顺. 关于金矿床形成时代的确定方法[J]. 黄金, 1991, 12(10) : 10–12.

[2]　刘继顺. 韧性剪切带中金成矿研究的若干问题[J]. 地质论评, 1996, 42(2) : 123–128.

[3]　栾世伟. 小秦岭地区深部金矿化特征及评价[M]. 成都: 四川科学技术出版社, 1991.

[4]　邵世才. 何绍勋, 试论小秦岭金矿带成矿的物质条件[J]. 地质与勘探, 1993, 29(4) : 1–7.

[5]　胡正国. 小秦岭(陕西段) 变质核杂岩构造与成矿[J]. 大地构造与成矿学, 1994, 18(2) : 147–154.

[6]　陈卓. 小秦岭金矿田多因复成成矿作用过程分析[J]. 大地构造与成矿学, 1998, 22(3) : 252–258.

[7]　王可勇, 卢作祥. 河南小秦岭石英脉型金矿床工业矿体构造定位规律及其机制[J]. 地质找矿论丛, 1999, 14(1) : 30–38.

[8]　王铁军, 樊秉鸿. 文峪金矿矿床成因讨论[J]. 地质找矿论丛, 2002, 17(2) : 85–91.

[9]　徐启东, 钟增球. 小秦岭地区金矿化与花岗岩浆活动的关系[J]. 大地构造与成矿学, 1998, 22(1) 5–14.

[10]　李惠, 王支农. 河南小秦岭杨砦峪金矿床的原生叠加晕模式[J]. 黄金地质, 1999, 3(1) : 55–62.

[11]　王可勇, 孙丰月. 河南抢马金矿床 401 脉深部成矿远景预测评价[J]. 黄金, 2001, 22(4) : 4–7.

[12]　方维萱. 小秦岭含金石英脉矿物地球化学研究[J]. 地质与勘探, 1996, 32(3) : 40–45.

ZONATION PATTEREN OF MINERALIZATION IN DAHU Au DEPOSIT, XIAOQINLING AREA AND ITS INDICATIVE IMPORTANCE FOR Au ORE PROSPECTING

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

LI Xiao-bo, LIU Ji-shun
(*College of Geology and Environ Engineering, Central South University, Changsha* 410083, *China*)

Abstract: Dahu Au deposit is located in the middle of the north ore delt of the Xiaoqinling Au ore field. - 12 m at which Au ore is hit is the minimum elevation in Xiaoqinling area. The deposit is characterized by vertical zonation of quartz vein type and the altered cataclastic rock type Au mineralization, i.e. ore-forming stage Ⅰ+ Ⅱ+ Ⅲ→ Ⅰ+ Ⅱ→ Ⅰ of quartz vein type mineralization→altered cataclastic rock type mineralization from shallow to depth. The pattern is typical of Au deposits in Xiaoqinling area. It is indicative for prospeting a cartain Au mineralization type in various sub-zones of Au mineralization.

Key words: Dahu; Au deposit; mineralization; vertical zoning; indicativeness; Xiaoqinling; Henan province

---

(上接第 242 页)

MINERALOGY FEATURE RESEARCH OF PYRITE OF THE GUILAIZHUANG TELLURIUM-TYPE GOLD DEPOSIT, SHANDONG PROVINCE

XIE Jia-dong[1], **QIAN Han-dong**[2], **LI Yong-hui**[1], **MIN Jian-ping**[1]
(1. *Maanshan Mining Institute MMI, Anhui Maanshan* 243004, *China*;
2. *Department of Earth Science. Nanjing Uiniversity, Nanjing* 210093, *China*)

Abstract: Guilaizhuang Au deposit is a low sulfur tellurium oxidation deposit. Pyrite occurs in three generations and S/Fe ratios of all the generations are less than 2 and average of S(w) is 50.9% < the standard of 53.4% thus sulfuris poor. Pyrite crystal forms are varied with generations. They are characterized by ring riming and replacement ring and rim in texture and structure. With formation of the ore sulfides were crystallized continuously from the early to late ore-forming stages and sulfuris depleted and $f(S)$ of ore fluid decreases continuously. In stead of S large quantity of As enter into lattice of pyrite forming the ore-luring mineral-As-rich pyrite in Guilaizhung As deposit.

Key words: Guilaizhuang; gold-deposit; pyrite; mineralogy feature; Shandong province

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net