

Geological Characteristics of Jiulonggou Gold Deposit in Song County, Henan Province and Prospects for Deep Prospecting

Junqiang Qin^{1,2*}, Weixun Qu¹, Yule Zhou¹, Shuhua Yu¹, Di Wu¹, Shuaibin Ye¹, Bingrui Liu¹

¹Songxian Shanjin Mining Co., Ltd., Luoyang Henan

²The Second Geological and Mineral Investigation Institute of Henan Bureau of Geology and Mineral Exploration and Development, Zhengzhou Henan

Email: 1058565220@qq.com

Received: May 24th, 2019; accepted: Jun. 5th, 2019; published: Jun. 12th, 2019

Abstract

The Jiuzhanggou gold deposit is located in the Xiong'ershan gold mineralization concentration area on the southern margin of the North China Platform. The regional tectonics and magmatism are active with the good metallogenic geological background. Based on the summary of the predecessors' data and the practice of mining prospecting and the first-hand data obtained in recent years, this paper summarizes the geological characteristics of the ore body and the law of the deposit of the ore body, and makes a deep prediction of the ore body to indicate the direction for the next prospecting. The ore body in the research area is strictly controlled by the fracture zone of the fault structure, and the multi-occurrence and fracture zone and the alteration zone, in which the NNE to F1 fault structure is a good metallogenic structure. There are differences between the upper and lower wall rock alteration, at the same time, the potassium alteration zone in the upper wall of ore body is a direct indicator of ore prospecting. The phenomenon of ore body lateral lodging is widespread in this area, and the ore body may extend to the depth. In the process of ore exploration, the occurrence law of ore bodies can be used to improve the efficiency of ore exploration.

Keywords

Geological Characteristics, Deep Prediction, Jiuzhanggou Gold Deposit, Henan

河南省嵩县九仗沟金矿地质特征及深部找矿前景

秦军强^{1,2*}, 曲伟勋¹, 周宇乐¹, 于曙华¹, 吴迪¹, 叶帅斌¹, 刘炳瑞¹

*第一作者。

¹嵩县山金矿业有限公司, 河南 洛阳

²河南省地质矿产勘查开发局第二地质矿产调查院, 河南 郑州

Email: 1058565220@qq.com

收稿日期: 2019年5月24日; 录用日期: 2019年6月5日; 发布日期: 2019年6月12日

摘要

九仗沟金矿床位于华北陆块南缘的熊耳山金矿化集中区, 区域构造、岩浆活动强烈, 成矿地质背景好。本文通过对前人资料的总结, 以及近年来矿山探矿实践和取得的第一手资料为基础, 总结矿体地质特征、矿体的赋存规律, 对矿体进行深部预测, 为下一步探矿指明方向。研究区矿体严格受断裂构造破碎带控制, 多赋存于断裂带及蚀变带内, 其中NNE向 F_1 断裂构造是良好的成矿构造。矿体上、下盘围岩蚀变存在差异, 其中矿体上盘的钾化蚀变带是找矿的直接标志。区内矿体侧伏现象普遍存在, 矿体有向深部延伸的可能。在探矿过程中可利用矿体的赋存规律, 来提高探矿效率。

关键词

地质特征, 深部预测, 九仗沟金矿, 河南

Copyright © 2019 by author(s) and Hans Publishers Inc.

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

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



Open Access

1. 引言

九仗沟金矿床位于我国重要的金、钼矿产地河南省嵩县境内, 区内大小金矿数十处, 1980年以来在该区及外围发现了一批大中型钼、金、铅锌和萤石矿床, 如鱼池岭、安沟斑岩型钼矿, 祁雨沟、店房隐爆角砾岩型金矿, 前河蚀变岩型金矿等; 1990年又先后在东湾断裂带内发现了九仗沟、东湾中型金矿床; 2008年河南省地质矿产勘查开发局第二地质矿产调查院在矿区外围发现槐树坪大型金矿床, 进一步推动了区域找矿与勘探的步伐[1] [2] [3]。

九仗沟金矿床地处熊耳山多金属成矿带上而备受学者关注, 前人主要集中在矿体浅部特征方面的研究, 如: 成矿地质特征、矿床成因、控矿因素及成矿期次的划分等。认为九仗沟金矿的成矿时代为印支期, 成矿物质来源于深源, 属中温热液矿床, 同时将成矿阶段划分为四期, 矿体主要赋存 NNE 向断裂带中[4] [5] [6] [7] [8], 对矿体的赋存及矿体深部的研究较少。经近几年的高效开采, 矿山已成为区域采深最大的金矿床, 对浅部矿体的揭露更加全面, 这为进行下一步的深部探矿奠定了良好的基础。本文以近年来矿山探矿实践和取得的第一手资料为基础, 结合前人的研究成果, 总结金矿地质特征, 分析金矿成矿潜力及找矿方向, 以期为区内金矿勘查、研究提供新资料, 为熊耳山地区金矿找矿工作提供新思路。

2. 地质背景

2.1. 地层

九仗沟金矿位于华北陆块南缘, 熊耳山隆断区之外方山隆断区。本区在形成过程中经历了多期次的岩浆构造演化, 使得区内构造发育, 岩浆活动频繁, 对本区的成矿起着十分重要的影响(图 1)。区域地层

较为简单,主要出露地层为新太古界太华群(Arth),中元古界长城系熊耳群(Chx)、蓟县系高山河组(Jxg),新生界古近系(E)、新近系(N)和第四系(Q)。矿区出露地层主要为长城系熊耳群鸡蛋坪组(Chxj)上段的英安岩、流纹质英安岩、安山岩、构造角砾岩等,古近系高峪沟组粉砂质粘土岩及部分出露的石英脉和第四系[9][10][11]。

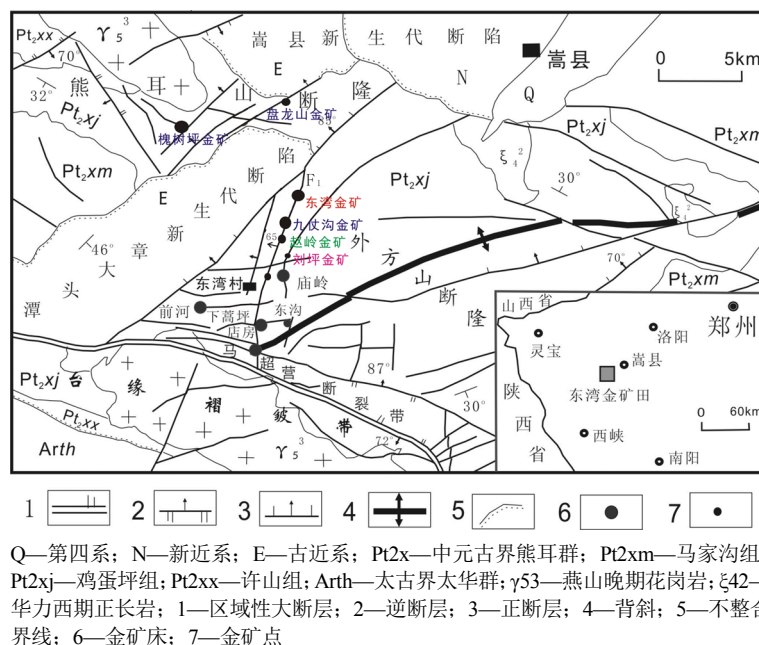


Figure 1. Structure outline map of Jiuzhanggou gold mine, Song County
图 1. 高县九仗沟金矿区构造位置图(据庞绪成等 2011 资料修改[12])

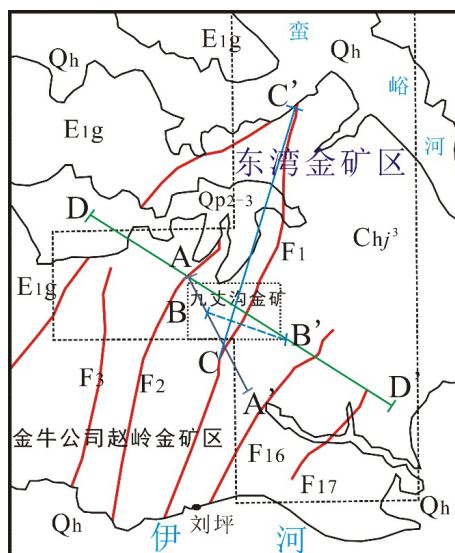
2.2. 构造

区内自太古代至今经历了多期次的构造活动,构造行迹发育。区域内金矿床均直接或间接受断裂控制。主干断裂为横贯全区的马超营深大断裂带和熊耳山北麓的山前断裂,次级断裂纵横交错,构成本区复杂的地质格局。其中 NNE 向、NW 向、NE 向和 EW 向及熊耳群火山岩的层间断裂带是区域主要含矿构造。

马超营断裂是区域性 I 级构造单元,经历了多期构造运动改造,断裂带总体走向 $270^{\circ}\sim 300^{\circ}$,倾向北,倾角 $50^{\circ}\sim 80^{\circ}$ 。主要由 3 条逆冲断裂及多条近于平行排列的次级断裂共同构成,并在走向上和主断层分支复合。马超营断裂形成时间早,经历了多期构造运动改造,具有复杂的构造演化背景,对本区地壳演化及成岩、成矿作用起着重要的控制作用[13]。

F_1 断裂为马超营大断裂的次级断裂,位于大章乡万岭一带,是一组 NNE 向的断裂构造,与 F_2 、 F_3 断裂呈平行产出。地表出露长度大于 5 km,波及宽度 500~600 m,单条断裂宽 10~20 m,地表断续延长 2~5 km,断裂间距 100~150 m;走向 $20^{\circ}\sim 30^{\circ}$,倾向 NW,倾角 $50^{\circ}\sim 85^{\circ}$ 。断裂面陡而平直,每条断裂内可见多条(组)扭裂面,其断面上发育水平擦痕及镜面,显示逆时针扭动特征。

断裂带内角砾岩、碎裂岩发育,局部见断层泥和劈理化带。断裂带内热液蚀变强烈,主要发育硅化、钾化、方铅矿化、黄铁矿化及褐铁矿化等。断裂带内已发现多处规模不等的金矿体或矿化体。伊河以南该断裂带可能受东西向构造的影响,断裂走向变为 NNE 向,主断裂带宽 5~10 m。该断裂带切割整个熊耳群鸡蛋坪组,向南与马超营断裂相交。该组断裂是本区内最主要的控矿、容矿断裂(图 2)。



Qh—第四系全新统；Qp2-3—第四系中上更新统；E1g—古近系古新统高峪沟组；Chj3—长城系熊耳群鸡蛋坪组上段；F₁—断层及编号；A-A'、B-B'、C-C'、D-D'代表工程布置线

Figure 2. Geological sketch map of Jiuzhanggou
图 2. 九仗沟金矿区地质简图

2.3. 岩浆岩

区域内岩浆活动表现为火山喷发与岩浆侵入。主要有中元古代长城纪熊耳群火山岩、印支期碱性花岗岩和燕山期花岗岩。中元古代长城纪熊耳期，火山喷发强烈，规模巨大，形成了一套巨厚的中基(中)-中酸(偏碱)性火山岩堆积-熊耳群，构成了广布于太古界太华群结晶基底之上的第一盖层。

1) 印支期花岗岩。印支期岩浆活动较弱，主要为一些小规模的碱性岩、碱性花岗岩、A型花岗岩和煌斑岩脉的侵入。本次碱性岩浆活动对区内金矿床形成的作用比较明显，如上宫金矿(242 ± 11 Ma, 蚀变绢云母, Rb-Sr; 222.83 ± 24.91 Ma, 硅化石英, ⁴⁰Ar/³⁹Ar 坪年龄)、庙岭金矿(245.83~179.79 Ma, 硅化石英, ⁴⁰Ar/³⁹Ar 坪年龄)均与本次岩浆活动有关[14][15]。

2) 燕山期花岗岩。燕山期花岗岩浆活动强烈，在区内大面积出露，岩性主要为斑状黑云母二长花岗岩，产出形式以岩基为主，部分为岩脉，具多期次重复叠加侵入。区域上主要有花山岩体、南泥湖岩体、祈雨沟岩体、合峪岩体、五丈山岩体、太山庙岩体等。燕山期岩浆岩浆活动频繁，同时具有多期次叠加、持续时间长等特点。因而，为古老基底中的金、银等多金属成矿元素的活动迁移提供了热动力条件，同时燕山期的岩浆岩也是金、银等多金属的成矿物质来源[16][17]。九仗沟金矿床的形成与燕山期花岗岩有着十分密切的联系。

3. 矿床地质特征

3.1. 矿体特征

赋矿构造为 F₁ 断裂内的 M₁ 构造蚀变带，矿体呈脉状产出，由 2 个地表探槽、1 个平酮、8 个钻孔和多层坑道控制(图 3)。

勘查阶段圈定的 3 条矿体在开采阶段被证实为同 1 条分支复合产出的工业矿体。位于含金构造蚀变破碎带中部的 M₁-II 为主矿体，最大走向长 380 m，矿体在空间上呈舒缓波状，总体走向 20°，倾向西，



Figure 3. M1 Gold ore body exposed to the surface of Jiuzhanggou
图 3. M1 金矿体在九仗沟地表出露

倾角 $54^{\circ}\sim 58^{\circ}$ (图 4)。

含矿围岩英安岩、流纹质英安岩及安山岩遭受了不同程度、不同时期的动力变质, 形成不同阶段和不同类型的热液交代蚀变[2]。主要矿化蚀变类型有黄铁矿化、钾化、硅化、绢云母化、碳酸盐化、绿帘石化等。

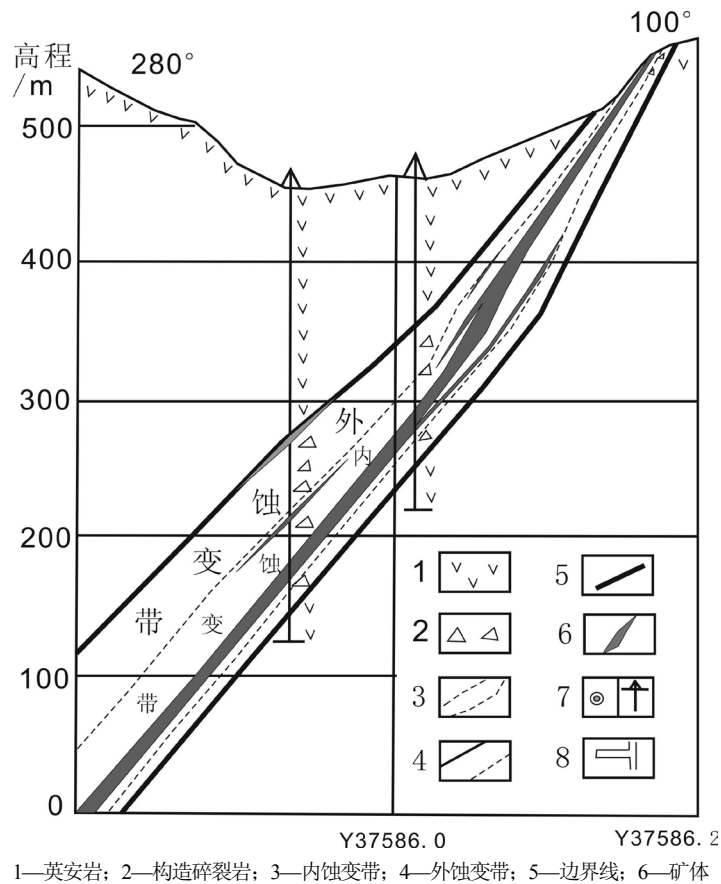


Figure 4. Geological profile of line 4 of Jiuzhanggou gold mine, Song County
图 4. 高县九仗沟金矿 4 线地质剖面图(据庞绪成等 2011 资料修改[12])

3.2. 矿石特征

3.2.1. 矿石组成

矿石中主要金属矿物为黄铁矿、闪锌矿、方铅矿、自然金等；脉石矿物有石英、长石、绢云母、绿泥石等[18]。有用组分为 Au，其它元素无工业价值。

矿石中金以自然金为主，金粒度较粗，矿石中所见金的嵌布形态比较简单，主要以圆粒状、棱角粒状为主，金的赋存状态以包裹金为主，主要包裹在黄铁矿中，或位于金属矿物与脉石矿物粒间，其次为粒间金，裂隙金少见。

矿石中 SiO₂ 含量 68.02%~70.12%，较围岩英安岩高 2.28%~3.34%；K₂O + Na₂O 含量 1.07%~1.25%，较英安岩低 3.86%~5.77%。说明在热液交代蚀变过程中有 SiO₂ 带入和 K、Na 被带出[6] [19]。

3.2.2. 矿石的结构构造

1) 矿石结构

矿石结构类型有 3 种：

① 自形 - 半自形结构。是区内金属矿物呈现的主要结构。主要表现为黄铁矿立方体及五角十二面体的自形晶、半自形晶结构。

② 它形结构。矿石中部分呈现浸染状黄铁矿和其他金属硫化物呈不规则的它形结构。

③ 交代残余结构。矿石中的黄铁矿被褐铁矿等逐步交代。如果未交代完全则形成了交代残余结构。

2) 矿石构造

矿石主要表现为角砾状构造，根据矿物在矿石中的产出形态细分为：稀疏浸染状构造、细脉 - 浸染状构造、脉状 - 网脉状构造、蜂窝状构造 4 类。

① 稀疏浸染状构造：是矿石的主要构造形式，金属矿物黄铁矿呈细粒 - 微细粒集合体，以星点浸染状分布于矿石中。

② 细脉 - 浸染状构造：是介于浸染状与细脉状之间的一种构造形式，在矿石中细粒 - 微粒状黄铁矿一部分呈浸染状，另一部分呈断续的细脉，两者同存于矿石中。

③ 脉状 - 网脉状构造：在矿石中有部分黄铁矿分布于蚀变岩的网状裂隙和矿化角砾岩的胶结物中，从而形成了网脉状构造，另一部分由于构造活动，岩石发生破裂，致使含矿热液沿着裂隙灌入，从而生成细脉状矿体。黄铁矿和石英组成石英黄铁矿细脉与晚期形成的方解石 - 方铅矿细脉一起充填在网脉状矿石中。

④ 蜂窝状构造：在地表或近地表矿石，由于容易发生风化、剥蚀等表生作用的影响，使得硫化物发生氧化、迁移、流失后形成蜂窝状构造。

4. 矿体赋存规律

1) 矿体的定位性：矿床严格受断层破碎带控制，多赋存与断裂带及蚀变带内。研究区矿体多赋存在 F1 断裂构造带内，其中 NNE 向的断裂构造更容易成矿，矿化主要发生在 F1 构造及其蚀变带内，矿体多赋存在断裂构造的转折端及局部膨大部位[12] [20]。

2) 矿体的等距性：从各中段揭露情况看，矿体厚大部位主要分布在 468~435 m、351~300 m、220~140 m 和 60~30 m 高程以下，厚大矿体每段延深长度约 30~80 m，沿倾向间隔约 80~100 m，等距性分布和膨大收缩重复规律明显，推测矿体向深部仍有一定的延伸。

3) 矿体围岩蚀变的差异性：矿体上盘围岩蚀变较强，故破碎程度较低，稳固性普遍好于下盘。由于受成矿前期构造活动影响，成矿热液沿构造破碎带运移交代蚀变，形成围岩的钾长石化和硅化，局部形成钾长石化或石英细脉。坑道中，矿体的上盘围岩普遍具有钾化和硅化蚀变，紧挨矿体形成厚度 1~4 m

的钾化蚀变带。矿体下盘一般岩石较为破碎，稳固性较差，可见断层面及断层泥，局部风化地段有 1~3 m 厚的破碎带。通过以上特征可以判断和指导探矿施工和工程布置。

4) 矿体侧伏规律：受构造运动方向影响，矿体在+60 m 标高以上，矿体以 NNW 方向侧伏为主，侧伏角约 60°；在+60 m 标高以下，矿体向 WS 方向侧伏为主，上下侧伏不一致可能是由于早期的断裂遭受了后期的构造叠加所致。这一规律不仅在九仗沟金矿，在整个北东向的东湾控矿断裂也存在，用本规律指导周边及深部地质探矿，将提高勘查工程的命中率。

5. 深部成矿前景预测

1) 断裂构造有利于矿体赋存

区域性的断裂构造是明显的控矿构造。主要控矿构造带地表出露南北长超过 20 km，延深可达数千米，构造下盘断层泥发育，并有较强的氧化现象，说明构造仍可能向深部有较大延伸，对成矿有利。

2) 近邻矿区在深部矿体及控矿构造仍有延伸

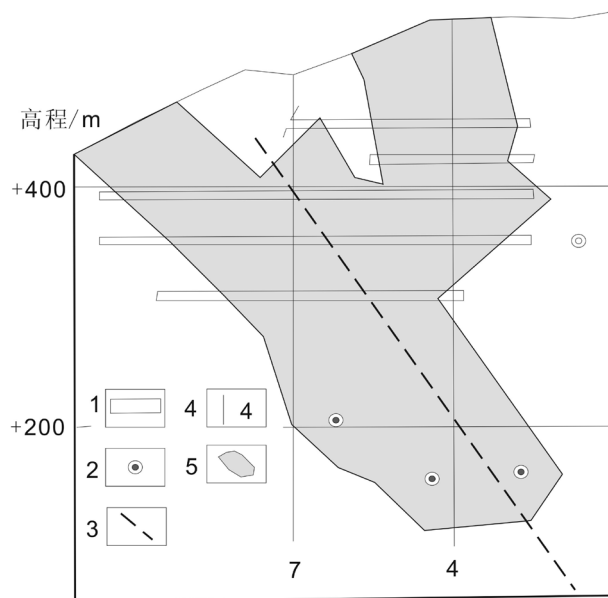
矿区与近邻的东湾矿区为同一控矿构造。东湾矿区 ZK8809 见矿最低标高已达-200 m，且控矿构造没有变窄或尖灭趋势。参照说明本矿向深部构造延伸及成矿有利[15]。

3) 化探特征对成矿有利

根据微量元素 Au、Ag、Cu、Pb、Zn、As、Sb、Bi、Co、Ni、Ba 的统计，Cu、Pb、Zn、Ag、Au 等从围岩向构造带富集趋势明显，富集程度从围岩 - 蚀变带 - 控矿断裂带呈规律性递增趋势，说明深部主要指示元素在金的成矿作用中活动性较强，参与了金的成矿作用，并在局部伴随金矿体出现 Pb、Zn 矿化[2]。

4) 矿体深部远景预测

九仗沟金矿主矿体受构造运动方向影响，矿体在 F1 内向 NNW 方向侧伏(图 5)。这一侧伏规律不仅适用于九仗沟金矿，在整个九仗沟断裂控制的东湾、店房采区也同样适用。推测矿体将沿着矿体侧伏轴线的方向向深部延伸。



1—坑道；2—见矿钻孔；3—矿体侧伏轴线；4—勘探线及编号；5—矿体

Figure 5. The trend diagram of the lateral lodging of Jiuzhanggou gold mine

图 5. 九仗沟金矿体的侧伏趋势图

6. 结论

1) 研究区内, 矿床严格受断层破碎带控制, 多赋存与断裂带及蚀变带内。断裂构造为矿体提供了良好的导矿、容矿构造, 矿体多赋存在构造转折端, 其中 NNE 向的断裂构造更容易成矿。

2) 矿体围岩蚀变较为强烈, 矿体上盘以蚀变岩为主, 下盘以碎裂岩为主, 其中上盘的钾化蚀变带是找矿的直接标志。

3) 矿体在空间上存在着明显的侧伏趋势, 矿区主矿体有向深部延伸的趋势。探矿工程布置时, 要充分利用矿体侧伏的规律, 提高探矿工程的见矿率。

基金项目

中国地质调查局项目“河南省熊耳山-外方山金多金属矿整装勘查区专项填图与技术应用示范”(编号 12120114035401); 山东黄金矿业集团科研项目(项目编号: H18-094)资助。

参考文献

- [1] 王颖辉. 河南省九丈沟金矿床地质特征及成因分析[D]: [硕士学位论文]. 沈阳: 东北大学, 2013.
- [2] 吴发富, 龚杰庆, 石建喜, 等. 熊耳山矿集区金矿控矿地质要素分析[J]. 地质与勘探, 2012, 48(5): 865-875.
- [3] 许栋, 庞绪成, 庞开元, 等. 河南槐树坪金矿成矿物质共生组合规律及成矿期次[J]. 物探与化探, 2016, 40(6): 1070-1076.
- [4] 张伟, 伍刚. 河南省九丈沟金矿控矿构造分析[J]. 有色金属, 2007, 59(2): 70-74.
- [5] 杨贺杰, 庞绪成, 侯广顺, 等. 河南省九丈沟金矿地质特征及找矿标志浅析[J]. 地质与资源, 2009, 18(4): 284-287+249.
- [6] 张学军, 王路, 陈丽娜. 河南嵩县东湾-蛮峪金矿地球化学特征及其找矿意义[J]. 科技创新导报, 2010(25): 129-130.
- [7] 杨春蕾. 河南省嵩县九丈沟金矿地质地球化学特征[D]: [硕士学位论文]. 焦作: 河南理工大学, 2017.
- [8] 王颖辉. 河南省九丈沟金矿床地质特征及成因分析[D]: [硕士学位论文]. 沈阳: 东北大学, 2013.
- [9] 白德胜, 陈良, 王滑冰. 河南嵩县槐树坪金矿床地质特征及成因[J]. 地质与勘探, 2018, 54(3): 479-489.
- [10] 崔中良, 郭钢阳, 李俊璞. 河南嵩县东湾-蛮峪地区金矿床地质特征[J]. 世界有色金属, 2016(17): 15-16.
- [11] 王美娟, 李杰美, 李光琪. 河南省东湾金矿床地质地球化学特征及深部找矿[J]. 矿床地质, 2014, 33(S1): 39-40.
- [12] 庞绪成, 辛志刚, 侯广顺, 等. 河南嵩县东湾金矿田地质特征及找矿远景[J]. 地质与勘探, 2011, 47(5): 765-771.
- [13] 秦军强, 董文超, 聂怀跃, 等. 河南嵩县下蒿坪金矿地球化学特征及成因探讨[J]. 黄金科学技术, 2017, 25(2): 23-31.
- [14] 丁士应, 任富根, 李增慧, 等. 熊耳群富碲(化物)型金矿床硫同位素组成集成矿作用探讨[J]. 地球学报, 1996, 17(S1): 91-96.
- [15] 王炯辉, 陈良, 苏蔷薇, 等. 河南省嵩县槐树坪金矿床地质、同位素地球化学特征与成矿作用[J]. 矿床地质, 2016, 35(3): 524-538.
- [16] 胡海珠, 李毅. 豫西熊耳山地区燕山期岩浆作用对金银成矿的制约因素[J]. 矿产与地质, 2006, 20(4): 427-429.
- [17] 庞绪成, 杨春蕾, 张红军, 等. 豫西熊耳山五丈山岩体锆石 U-Pb 定年及其地质意义[J]. 矿物岩石, 2016, 36(4): 57-65.
- [18] 杨怀辉, 白德胜, 张凯涛, 等. 嵩县东湾金矿床矿石特征及金的赋存状态[J]. 四川有色金属, 2017(4): 48-51.
- [19] 孙华山, 谢小峰, 陈巧妹, 等. 综合找矿技术在深部找矿评价中的运用[J]. 矿物学报, 2011, 35(3): 977-978.
- [20] 赵少攀, 庞绪成, 郭跃闪, 等. 河南龙门店银矿断裂构造分形特征分析[J]. 黄金科学技术, 2015, 23(3): 12-18.

知网检索的两种方式：

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>
下拉列表框选择：[ISSN]，输入期刊 ISSN：2163-3967，即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>
左侧“国际文献总库”进入，输入文章标题，即可查询

投稿请点击：<http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱：ag@hanspub.org