

DOI:10.19751/j.cnki.61-1149/p.2020.03.017

南秦岭黄龙金矿田酒店金矿床成矿特征、 成矿要素及找矿标志

赵玉社¹,张红英²,张彬¹

(1. 中国冶金地质总局西北地质勘查院,陕西 西安 710119;2. 中国地质调查局西安地质调查中心,
陕西 西安 710054)

摘要:黄龙金矿田酒店金矿床位于南秦岭印支褶皱带白水江-白河褶皱束东段,北邻留凤关-金鸡岭褶皱束,南接北大巴山加里东褶皱带紫阳-中峰褶皱束的牛山复背斜;金矿体严格受地层岩性、韧性剪切带、脉岩三重控制。矿石类型属于蚀变岩型金矿;蚀变主要有硅化、绢云母化、黄铁矿化等。通过综合分析,初步认为区域构造运动为金成矿提供了强大的动力及有利的富集部位和容矿空间,火山沉积及富金的陆源碎屑沉积带来本区最初的金矿来源,多期韧性剪切构造以及印支期侵入岩侵入带来的热源、热液及深部物质的叠加再造富集,最终形成金矿床;详述了控矿因素,总结出地层岩性、构造、脉岩、围岩蚀变和地形地貌、地球化学 6 个方面的找矿标志。

关键词:酒店金矿床;黄龙金矿田;沉积再造型;南秦岭;陕西

中图分类号:P618.51

文献标志码:A

文章编号:1009-6248(2020)03-0191-10

A Study of Ore-Forming Characteristics, Ore-Forming Elements and Ore-Prospecting Criteria of Jiudian Gold Deposit in Huanglong Goldfield, South Qinling

ZHAO Yushe¹, ZHANG Hongying², ZHANG Bin¹

(1. Northwest Geological Research Institute, Bureau of Metallurgy Geology Exploration and Engineering, Xi'an 710119, Shaanxi, China; 2. Xi'an Center of China Geological Survey, Xi'an710054, Shaanxi, China)

Abstract: Huanglong Goldfield is located in the eastern part of Baishuijiang-baihe fold bundle, indosinian fold belt of South Qinling, with Liufengguan-Jinjiling fold bundle in the north and Ziyang-zhongfeng in the south. The gold orebodies are strictly controlled by stratigraphic lithology, ductile shear zone, and vein rock. The ore type is altered rock type of gold deposit, and the alteration is mainly silicification, sericitization, pyritization and so on. Based on the previous analysis, the authors hold that regional tectonic movement provided powerful motivation and favorable concentration area for mineralization. Volcanic sedimentary and clastic sediments were the original sources of gold deposit. The superposition and enrichment of the thermal sources, hydrothermal solution and deep substances brought by the intrusive rock in Indosinian period, and the ductile

收稿日期:2020-04-12;修回日期:2020-06-25

基金项目:陕西省汉阴县酒店金矿详查

作者简介:赵玉社(1967-),男,1990年毕业于东北工学院(沈阳),获学士学位,2016年获长安大学地质工程硕士,地质高级工程师,现主要从事铁矿、金矿等研究。E-mail:xbdk@163.com

shear structure finally co-formed the gold deposits. In addition, this paper described in details the ore-controlling factors and summarized such six aspects of ore-prospecting criteria as stratigraphic lithology, structure, vein rock, wall-rock alteration, geomorphology and geochemistry.

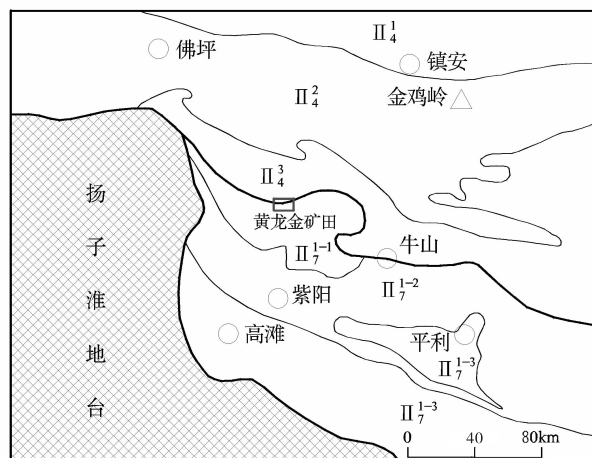
Keywords: Jiudian gold deposit; Huanglong goldfield; sedimentary remodeling; south Qinling; Shaanxi Province

秦岭地区分布大量金矿床。杨合群等(2017)总结的南秦岭成矿带黄龙式金矿床,矿产地实例已经列出陕西汉阴县黄龙、八庙沟、范家沟金矿床,八庙沟西、金斗坡金矿点等,实际上还有酒店金矿床、鹿鸣金矿床、硝磺铜金矿床、金沟金矿床等。前人曾对该矿田金矿进行过研究(李会民,1997;白龙安,2005;邱士东等,2009;刘林等,2011;高雅宁等,2016;韩珂等,2018,2019),但主要集中在黄龙典型矿床。笔者有幸参加黄龙金矿田酒店金矿床的详查工作,在此基础上重点讨论该矿床地质特征、成矿要素及找矿标志。

1 成矿地质背景

1.1 大地构造位置

黄龙金矿田位于南秦岭印支褶皱带白水江-白河褶皱束东段,北邻留凤关-金鸡岭褶皱束,南接北大巴山加里东褶皱带紫阳-中峰褶皱束的牛山复背斜(图1)(李会民等,2009)。



Ⅱ₄. 南秦岭印支褶皱带; Ⅱ₁. 凤县-镇安褶皱束; Ⅱ₂. 留凤关-金鸡岭褶皱束; Ⅱ₃. 白水江-白河褶皱束; Ⅱ₇. 北大巴山加里东褶皱带; Ⅲ₁. 紫阳-中峰褶皱束; Ⅲ₁⁻¹. 牛山复背斜; Ⅲ₁⁻². 高坪-老县复背斜; Ⅲ₁⁻³. 平利复背斜; Ⅲ₂. 高滩-兵房街褶皱束

图1 黄龙金矿田大地构造位置图

Fig. 1 Tectonic location map of Huanglong gold mine field

1.2 控矿地层

本区属秦岭地层区徽县-旬阳分区牛山地层小区,主要由寒武系(ϵ)、志留系(S)、泥盆统(D)和第四系(Q)松散堆积物组成。与金矿关系最密切的为下志留统梅子垭组(S_1m),为一套浅变质碎屑岩+含碳硅质岩、浅变质碎屑岩+碳酸盐岩(图2)(表1)(李会民等,2009)。

矿区地层:矿区仅出露下志留统梅子垭组(S_1m)。该套地层按其岩性组合特征可分6个岩性段(图2),其主要岩性为:黑云石英片岩、石榴子石黑云母变斑晶绢云石英片岩夹薄层泥砂质结晶灰岩、含碳石英变砂岩。根据层位不同,岩石中各成分含量有所不同(图3)。

含矿层位为下志留统梅子垭组(S_1m),主要见于矿区中部,处于梨树湾-大溪沟-西柿坪-铁佛寺倒转背斜北翼,金矿化体产于其北翼中第三、四、五岩性段(S_1m^3 、 S_1m^4 、 S_1m^5),是区内主要赋矿层位。

(1)第三岩性段(S_1m^3):分布于双庙子-蒋扒山一带。岩性为含碳黑云石英片岩、碳质石英岩、碳质绢云石英片岩夹黑云母变斑晶绢云石英片岩等。

(2)第四岩性段(S_1m^4):出露于西柿坪-铁佛寺倒转背斜和迎丰街-药王庙向斜南北两翼,岩性为石榴石黑云绢云石英片岩、含碳黑云母变斑晶绢云石英片岩夹碳质石英岩、薄层结晶灰岩。

(3)第五岩性段(S_1m^5):分布于迎丰街-双河口向斜两翼,岩性为结晶灰岩夹薄层石英岩、石榴子石黑云绢云石英片岩、钙质黑云绢云石英片岩。

1.3 控矿构造

区域内经历了南秦岭褶皱造山,岩层发生了强烈地变形、变质作用,形成月河断裂、牛山复背斜及其北翼的一系列倒转背斜和韧性剪切带构成的构造基本格架,构造线呈近东西向展布,在空间上表现为挤压体制下强烈纵向构造置换,韧性剪切带和推覆挤压褶皱带相间分布,即强应变带与弱应变域相间并置的构造格局(李会民等,2009)。

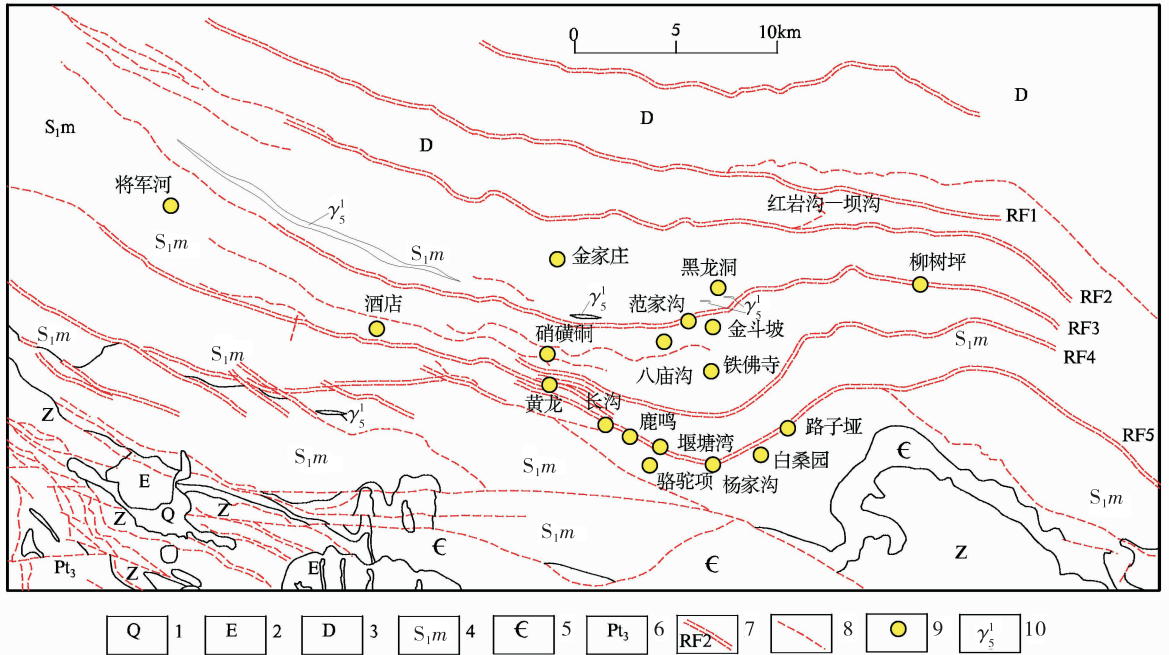
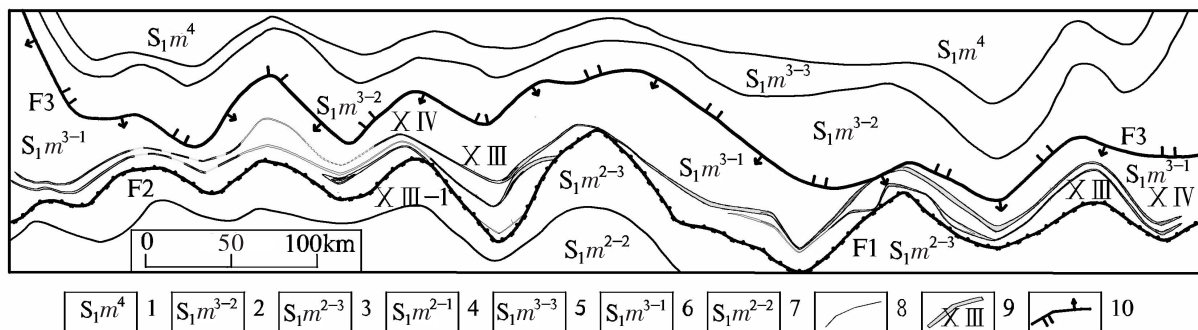


Fig. 2 Regional geological sketch of Huanglong gold ore field

表 1 梅子垭组各岩性段特征及含 Au 性表

Tab. 1 Characteristics and gold-bearing property of each lithologic member of Meiziya formation

地 层	代号	分布范围及主要岩性	与金矿化的关系
下志留统梅子垭组	S_{1m}^6	分布于迎丰街—药王庙一带,岩性为黑云母变斑晶石英片岩、石榴子石角闪黑云绢云石英片岩夹黑色石英岩薄层结晶灰岩。结晶灰岩沿走向常呈透镜状或条带状出现,延伸不稳定。层厚 288 m,未穿透(D—D'剖面)	Au 含量为 $2.72 \times 10^{-9} \sim 4.33 \times 10^{-9}$,有金重砂异常和水系沉积物及土壤化探 Au 异常
	S_{1m}^5	分布于迎丰街—双河口向斜两翼,岩性为结晶灰岩夹薄层石英岩、石榴子石黑云绢云石英片岩、钙质黑云绢云石英片岩。层厚 281 m(D—D'剖面)	Au 含量为 $0.59 \times 10^{-9} \sim 2.10 \times 10^{-9}$,汤家沟等金矿点 I、II、III、IV 号金矿体产于其中
	S_{1m}^4	出露于西柿坪—铁佛寺倒转背斜和迎丰街—药王庙向斜南北两翼,岩性为石榴子石黑云绢云石英片岩、含碳黑云母变斑晶绢云石英片岩夹炭质石英岩、薄层结晶灰岩。层厚 1 448 m(D—D'剖面)	Au 含量为 $2.4 \times 10^{-9} \sim 5.75 \times 10^{-9}$,也是酒店地区重要的赋矿层位,沙沟、范家沟、金采沟、汤家沟等金矿点产于其中
	S_{1m}^3	分布于双庙子—蒋扒山一带。岩性为含碳黑云石英片岩、碳质石英岩、碳质绢云石英片岩夹黑云母变斑晶绢云石英片岩等。层厚 510 m(D—D'剖面)	Au 含量为 $2 \times 10^{-9} \sim 8.5 \times 10^{-9}$,为酒店地区重要含矿层位,八庙沟金矿床以及茶园沟、荒山沟、双庙子等金矿点产于其中
	S_{1m}^2	分布于酒店—金沟一带。岩性为黑云石英片岩、石榴子石黑云母变斑晶绢云石英片岩夹薄层泥砂质结晶灰岩、含碳石英变砂岩。层厚 1 030 m(D—D'剖面)	与金矿化关系密切,黄龙金矿床产于其中
	S_{1m}^1	分布于黄龙—铁佛寺一带。岩性为黑云母石英变砂岩、片理化石英变砂岩、石榴子石含碳黑云母变斑晶绢云石英片岩、含碳绢云石英片岩夹含锰石英片岩及含碳石英岩。层厚 458 m(D—D'剖面)	Au 含量为 $2.4 \times 10^{-9} \sim 5.3 \times 10^{-9}$,与金矿化关系密切,茅垭子(鹿鸣)金矿、长沟金矿产于其中



1. 碳质绢云母石英片岩, 绢云母石英片岩; 2. 绢云母石英片岩、钙质片岩, 局部见含锰灰岩; 3. 含碳绢云母石英片岩局部见含锰钙质片岩; 4. 含黑云变斑晶绢云母石英片岩; 5. 碳质绢云母石英片岩夹含锰钙质片岩; 6. 含碳绢云母片岩、黑云绢云母石英片岩夹变砂岩; 7. 含碳绢云母石英片岩夹含锰钙质片岩; 8. 地质界线; 9. 金矿体及编号; 10. 逆断层

图3 酒店金矿区地质略图

Fig. 3 The regional geological sketch of Jiudian gold deposit

石泉—汉阴—汉滨一带为南秦岭重要的金矿带, 带内原岩主要为一套沉积碎屑岩和碳酸盐岩。金矿床的形成主要受印支—燕山期脆韧性剪切带与浅变质志留系泥质碎屑岩控制。根据岩石片理化及构造变形的强度, 划分了 RF1、RF2、RF3、RF4 及 RF5 五条韧性剪切带, 这 5 条韧性剪切带是带上的主要控矿构造。韧性剪切带分为前造山伸展期与主造山推覆期, 区内金矿产地 70% 以上为主造山推覆期所控制, 并且有明显集中成带的特征。其中, 区内主要的控矿韧性剪切带为 RF3 与 RF5。沿 RF3 两侧分布的矿床有八庙沟、范家沟、金斗坡、柳树坪、白果树等矿床(点)。RF5 两侧分布酒店、长沟、鹿鸣、路子垭等金矿床。RF1、RF2、RF4 剪切带上未发现金矿点。

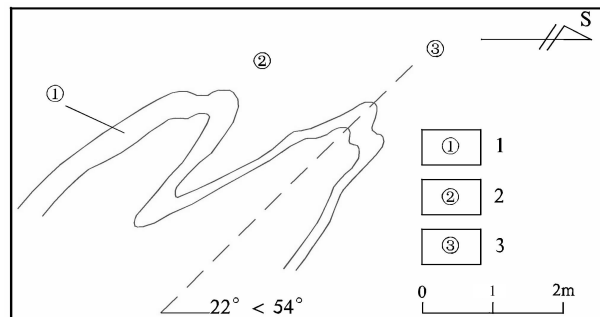
迎丰街—五台山复向斜及西柿坪—铁佛寺背斜规模最大, 横贯酒店金矿区, 控制着酒店金矿区地层的分布状况及金矿化。所有褶皱构造具南倒北倾的同斜褶皱特征, 轴面劈理发育。

横贯酒店地区的弓箭沟—金竹沟—蚂蝗山韧性剪切带(RF2—4)横穿矿区, 韧性剪切带分布地区附近的岩层受挤压剪切作用影响, 纵向构造置换比较强烈, 常形成规模不等的区域片理化带, 金矿化主要发育其中。

1.3.1 褶皱

矿区处于梨树湾—大溪沟—西柿坪—铁佛寺倒转背斜中, 金矿化体产于其北翼。由于区域变质作用, 矿区总体呈北西西—南东东向展布、向北北东倾斜(同斜)地层构造, 矿区层间小褶曲十分发育, 尤其当

岩层的刚柔程度差别较大时尤为显著, 呈一系列紧闭的紧闭褶曲(图 4)、平卧褶曲等。



1. 含碳硅质岩; 2. 碳质石英片岩; 3. 轴线

图4 碳质石英片岩内含硅质岩夹层组成的紧闭褶皱示意图

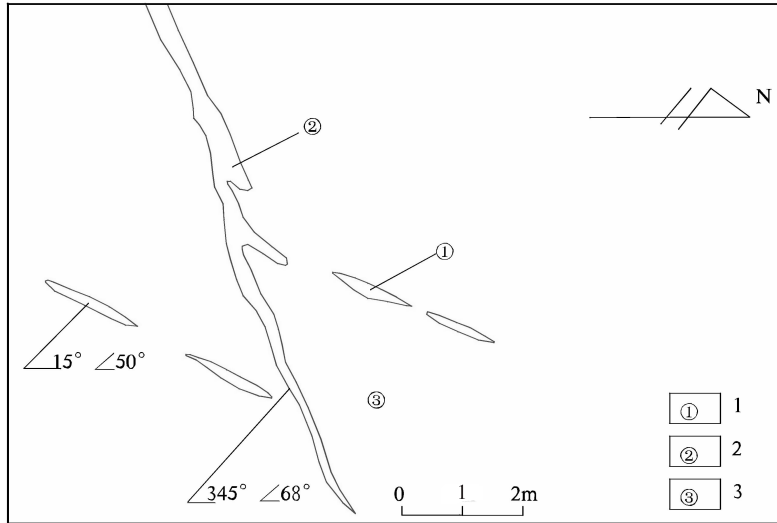
Fig. 4 The tight fold sketch of auriferous cherts of carbonaceous quartz schist

1.3.2 断层

矿区断裂构造发育, 主要有 RF5—2、RF3—4 韧性剪切带及其之间 F2、F3、F4 断裂等。构造线带呈北西—南东向展布(图 5)。

韧性剪切带 RF5—2, 分布于矿区狮子沟—魏家沟一带, 为主要含 Au 岩层南界, 向北分布 F2、F3、F4 断裂破碎带, 控制荒山沟—双庙子金矿化带、大西沟—锄头沟金矿带; 再往北为韧性剪切带 RF3—4, 分布于荆沟—龙王庙一带, 向北控制汤家沟金矿化带。

F2、F3、F4 断层: 断层构造线带呈北西—南东向展布, 倾向为 10°~30°, 倾角为 30°~80°, 断层带宽为 1~20 m, 为逆断层性质, 带内充填有碎裂岩、



1. 早期黄铁矿脉;2. 晚期黄铁矿脉;3. 碳质黑云母变斑晶绢云母石英片岩

图5 碳质黑云母变斑晶绢云母石英片岩内两期黄铁矿脉产出关系示意图

Fig. 5 The diagram of the two pyrites of Carbon black mica phenocryst sericite quartz schist

角砾岩、断层泥、石英脉和蚀变岩等,为成矿提供有利导矿、储矿、容矿构造。

另外,在矿区发育一组层间裂隙带和片理化带,它们是伴随区域性褶皱构造的形成而形成的,与区域构造线展布方向和地层走向基本一致,对金矿化的分布及赋存起着控制作用,产状为 $10^{\circ}\sim 38^{\circ}\angle 50^{\circ}\sim 70^{\circ}$ 。

1.4 岩浆活动

区内出露的岩浆岩主要为印支—燕山期岩体,分布于北部,岩体呈脉状产出,沿着北西西向断裂RF3以北分布,主要为花岗岩脉(γ_5^1),并有极少量伟晶岩脉(ρ)、云煌岩脉,它们多沿构造裂隙侵入,为区内Au元素的活化、迁移、富集提供了热源。

1.5 脉岩

印支—燕山期为测区主构造变形期,与其有关的石英脉主要充填于各构造带中。后期形成的石香肠石英脉与金矿化有一定关系(李会民等,2009)。

其中石英脉分为3类,与金矿关系各不相同。

第一类为微切层—顺层充填的石英脉,在区内分布广泛,但规模较小,呈乳白色,成分纯净,主要由石英组成。此类石英脉不具金矿化,但在矿(化)体附近多发育有此类脉群。

第二类为沿北西西向断裂带充填的石英脉。脉体较规整,一般由细晶—隐晶石英组成,偶尔可见方解石等矿物,方解石含量高时则为方解石石英脉。

脉体边缘或其裂隙中往往充填有黄铁矿、方铅矿、黄铜矿等硫化矿物,风化后,脉体在地表露头上呈蜂窝状,硫铁矿物多变为褐铁矿。该类石英脉一般具弱矿化,且石英脉群围岩多具金矿化,是测区找矿的间接标志之一。

第三类为沿切层断裂构造发育的北东向石英脉。往往切穿但不会错开金矿化体,对矿体有破坏作用,但相对较小。

2 酒店金矿床地质特征

2.1 各矿体规模、形态、产状

酒店金矿床位于黄龙金矿床西偏北方向直距约80 km处,2009年进行了详查,估算金金属量1 887.27 kg。在矿区已发现3个具规模的金矿化带,分别为双庙子—荒山沟矿化带(南带)、大西沟—锄头沟矿化带(中带)、青山寨—汤家沟矿化带(北带),共圈定17条金矿体,矿体形态以似层状为主(图3)(李会民等,2009)。

2.1.1 南带矿(化)带特征

南带呈北西向展布,走向长大于4 km,宽大于200 m,向东延伸与黄龙金矿矿(化)带连为一体。带内圈定金矿(化)体6个,分别为V、VI、VII、X III、X III-1、X IV。矿体顺层产出,形态受韧性剪切带

及层位控制,走向呈波状,倾向具陡-缓-陡交变特点 (表2)。

表2 酒店金矿区矿体特征表
Tab.2 List of orebody characteristics in Jiudian gold mining area

矿段名称	矿体编号	矿体规模(m)			沿倾向控制 斜深(m)	矿石品位(10^{-6})			矿体形态分布规律
		长	厚度 变化	平均 厚度		最低	最高	平均	
汤家沟	I	270	0.5~1.00	1.00	30	0.95	1.25	1.00	矿体顺层产出,其形态及展布严格受韧性剪切带及汤家沟褶皱控制。以似层状为主。三者平行展布,由西向东倾角有陡-缓-陡变换趋势
	II	80	1.00	1.00	30	0.85	0.85	0.85	
	III	80	1.00	1.00		0.59	0.59	0.59	
	IV	80	1.50	1.50		2.10	2.10	2.10	
	XII-1	340	0.75~1.00	0.88		0.69	0.99	0.77	
	X-1	50	1.00	1.00		1.36	1.36	1.36	
	XI-1	180	0.60~0.75	0.68		1.04	1.06	1.05	
大西沟	IX-1	240	1.0~1.5	1.24		0.68	1.50	1.01	
	VIII-1	50	0.95	0.95		0.52	0.52	0.52	
锄头沟	IX-2	50	1.50	1.50		3.32	3.32	3.32	
	VIII-2	50	1.40	1.40		2.00	2.00	2.00	
双庙子	V	80	1.20	1.20		6.50	6.50	6.50	
	VI	50	0.95	0.95		0.93	0.93	0.93	
	VII	190	0.59~3.62	1.13	40	0.40	5.87	1.46	
荒山沟	XIII-1	80	1.47	1.47		1.42	1.42	1.42	
	XIII	880	0.59~2.05	1.07	160	0.54	6.95	1.54	
	XIV	1260	0.63~4.48	1.99	150	0.60	3.96	1.05	

荒山沟 XIII 号矿体地表控制长度 880 m,深部矿体倾向延深 45~160 m,矿体厚度为 0.59~2.05 m,平均厚度为 1.07 m,单工程品位为 $0.54 \times 10^{-6} \sim 6.95 \times 10^{-6}$,矿体平均品位为 1.54×10^{-6} ,产状为 $12^\circ \sim 24^\circ \angle 40^\circ \sim 50^\circ$ 。

荒山沟 XIV 号矿体为测区主矿体,矿体地表长度为 1260 m,深部倾向延深 25~150 m,矿体厚度为 0.63~4.48 m,平均厚度为 1.99 m,单工程品位为 $0.71 \times 10^{-6} \sim 3.96 \times 10^{-6}$,矿体平均品位为 1.05×10^{-6} ,产状为 $12^\circ \sim 24^\circ \angle 50^\circ \sim 54^\circ$ 。

双庙子 VII 号矿体地表长度为 140 m,深部倾向延深为 40 m,矿体厚度为 0.59~3.62 m,平均厚度为 1.13 m,单工程品位为 $0.4 \times 10^{-6} \sim 5.87 \times 10^{-6}$,矿体平均品位为 1.46×10^{-6} ,产状 $18^\circ \angle 36^\circ$ 。

2.1.2 中带矿(化)体特征

中带呈北西向展布,与南带平行,走向长大于

500 m,宽大于 50 m。带内圈定金矿(化)体 4 个,分别为 VIII-1、VIII-2、IX-1、IX-2。

IX-1 号矿体:地表矿体走向长度为 240 m,矿体地表出露标高 630~640 m。矿体厚度为 1.0~1.5 m,平均厚度为 1.24 m,单工程品位为 $0.68 \times 10^{-6} \sim 1.50 \times 10^{-6}$,产状为 $28^\circ \angle 32^\circ$ 。

2.1.3 北带矿(化)体特征

北带西部呈北东向展布,东部呈北西向展布,走向长大于 2 km,宽大于 100 m。带内圈定金矿(化)体 7 个,分别为 I、II、III、IV、X-1、XI-1、XII-1。

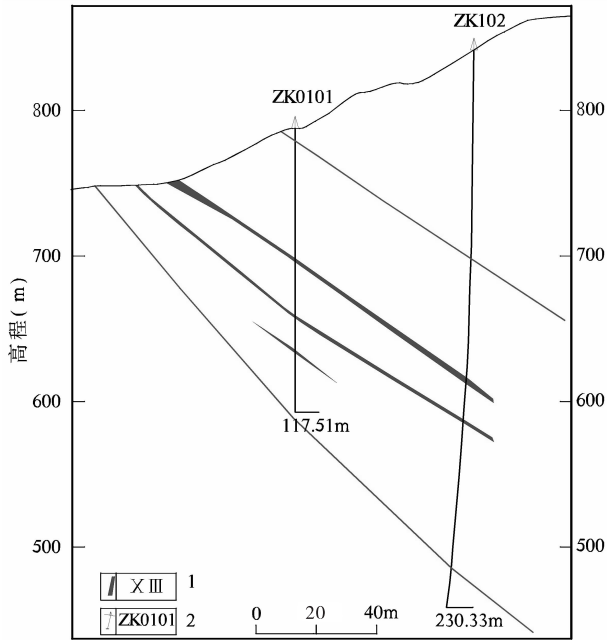
I 号矿体:地表矿体走向长度为 240 m,矿体倾向延深 30 m,矿体厚度为 0.5~1.00 m,单工程品位 $0.95 \times 10^{-6} \sim 1.25 \times 10^{-6}$,产状为 $17^\circ \angle 76^\circ$ (图 6)。

2.2 矿石特征

2.2.1 矿石结构

(1) 矿石结构:具自形、半自形、他形粒状结构、

鳞片粒状变晶结构、变斑状结构、板条状结构、包含结构、次生交代和交代残余结构。



1. 矿体位置及编号;2. 钻孔位置及编号

图6 酒店金矿区荒山沟矿段1勘探线剖面图

Fig. 6 The Huangshangou I prospecting line profile map of Jiudian gold deposit

(2) 矿石构造:具片状、浸染状、条带状、细脉状、眼球状、散染状、细脉浸染状、粒间浸染构造、稀疏似斑状、肠状和“s”状构造。

2.2.2 矿石成分

(1) 矿石矿物成分:矿区金矿石以自然金为主,银金矿次之。矿石金属矿物有:黄铁矿、磁黄铁矿、褐(赤)铁矿、钛铁矿、白钛矿及少量自然金、银金矿,偶见黄铜矿、方铅矿、闪锌矿;脉石矿物主要有石英、绢云母、黑云母、石榴子石及少量石墨(碳质)、绿泥石、绿帘石、方解石、磷灰石、金红石、电气石、锆石、榍石等。载金矿物有黄铁矿、磁黄铁矿。黄铁矿为主要载金矿物,单矿物分析含 Au 达 100.63×10^{-6} ;磁黄铁矿也是载金矿物之一,单矿物分析含 Au 5.15×10^{-6} 。此外,在云母、石英中也有少量 Au。自然金呈金黄色,以不规则粒状、浑圆状、条状、树叉状产出,金矿物主要为粒间金、裂隙金,包裹金极少。

(2) 含 Au 矿物特征:含 Au 矿物主要是自然金,次为银金矿。矿石中的金主要是单体金,占 54.89%;自然金成色高,为 939.23%~953.06%;

次为黄铁矿、磁黄铁矿内的包裹金,占 21.77%;与脉石或硫化矿物的连生金占 12.30%;云母、石英中的包裹金占 11.04%。单体金的粒度以粗粒为主,占 50.71%,次为细微粒,占 26.18%,粗中粒占 12.97%,中细粒占 10.14%。金的形态以片状为主,占 41.73%,其次为粒状,占 18.90%,不规则状占 18.11%,板状占 14.96%,丝条状占 6.30%。金的嵌布方式以嵌布于矿物裂隙中的裂隙金为主,占 60.87%,主要嵌布于磁黄铁矿、黄铁矿的裂隙中;其次为嵌布在石英粒间的粒间金,占 23.19%;及嵌布于云母、石英条层间的层间金,占 13.04%;还有少量在石英颗粒内的包裹金,占 2.90%。

(3) 矿石有用、有害成分:矿石中有用组分:矿石有用组分为金,次为银,其中工程中单样 Au 品位最高为 6.95×10^{-6} 。矿石中可以利用的有益组分为 Au,其他元素含量都不高,不具工业利用价值。

矿石中含 Au 量一般为 $1 \times 10^{-6} \sim 3 \times 10^{-6}$,以 $1 \times 10^{-6} \sim 2 \times 10^{-6}$ 者居多。矿石中有害组分:主要为黄铁矿、含碳质,但这 2 种成分的危害不大。

(4) 矿石自然类型和工业类型:按矿石的矿物成分、结构构造、矿物共生组合,矿石自然类型有:浸染状黄铁矿绢云石英片岩型,是硝磺矿段的主要类型;浸染状磁黄铁矿绢云石英片岩型,是金沟矿段的主要类型。矿石工业类型:根据成矿地质特征、矿物组合、矿石结构构造,对照《岩金矿地质勘查规范》的附录 I,矿床工业类型为微细粒浸染型金矿。

2.3 围岩蚀变

矿区内的围岩蚀变主要有硅化、绢云母化、黄铁矿化等,蚀变与成矿关系较为密切。

硅化:与成矿关系较密切,可分为 3 期:早期硅化呈隐晶质交代原岩,使岩石硅质组分增高,与矿化关系不密切;中期硅化呈脉状、眼球状、团块状、串珠状,沿岩层的片理或节理裂隙注入,脉宽 0.1~1 mm,脉内由乳白色(偶见烟灰色)石英构成,硫化物极少,脉壁偶见明金;晚期硅化呈微脉网状沿劈理(片理)及裂隙充填、交代,脉宽 0.1~1 mm,脉距 1~2 mm,在矿化地段广泛发育。这种硅化越强,矿化越好。

绢云母化:是与矿化关系较为密切的近矿围岩蚀变,常与晚期硅化相依产出,在石英微细脉网脉的边缘分布。

黄铁矿化:与金矿化关系密切,是主要的载金

矿物,大致可分2期:早期黄铁矿化呈自形粒状,浅黄色,浸染状分布,含Au性较好。晚期黄铁矿化呈半自形-他形粒状集合体产出,浅黄色,呈细脉状沿劈理或斜切劈理产出,脉宽0.3~1 mm或更宽,含Au性较差。

3 成矿要素及矿床成因类型

3.1 成矿要素分析

3.1.1 矿质来源

中一下志留统梅子垭组含碳绢云母石英片岩及含碳黑云母变斑晶绢云母石英片岩,高碳质富含黄铁矿,为金矿矿质来源。Au异常、金矿(化)体均有规律的赋存在下志留统梅子垭组第三、四岩性段内,矿体顺层发育,矿体空间展布形态受层位控制。含矿岩性为浸染状黄铁矿化硅化含碳绢云石英片岩、黑云母变斑晶绢云石英片岩。特别是片岩与变砂岩薄互层发育部位,在厚层变砂岩一侧发育有强烈黄铁矿化、硅化的含碳绢云石英片岩、黑云母变斑晶绢云石英片岩中金矿化较好。

3.1.2 有利构造

黄龙-沈坝逆冲断裂的次级断裂及韧性剪切带为控矿构造。金矿(化)体空间展布形态严格受韧性剪切带控制。宏观上,金矿(化)体均产于RF5和RF3韧性剪切带影响范围内;微观上,韧性剪切带内岩石受多期次构造叠加、改造、置换等变形、变质作用使岩石表现为韧性剪切的强片理化现象,微褶皱劈理非常发育,具浸染状、条带状、细脉状、眼球状、肠状、“S”状构造的特点,这种叠加、改造、置换等变形、变质作用愈强,金矿化愈好。

3.1.3 热源推断

印支-燕山期的岩浆活动是本区金活化再造成矿的热动力,区内花岗岩脉、云斜煌岩脉发育,热液活动强烈,热液活动产生了大量石英脉,金矿(化)体均产于其两侧硅化、黄铁矿化发育的蚀变带内,硅化、黄铁矿化蚀变愈强,金矿化愈好。

3.2 矿床成因类型

中一下志留统梅子垭组浅变质含碳砂泥质碎屑岩为控矿层位,通过该套地层的黄龙-沈坝逆冲断裂的次级断裂及韧性剪切带为控矿构造。该矿床式金矿相对于中下志留统明显具后生特点,晚期构造运动及深部印支-燕山期岩浆活动提供热动力,热液

活化地层中矿质沿韧性剪切带运移到向脆性过渡的位置沉淀,于劈理裂隙中成矿。

综上所述,酒店金矿床成因类型为沉积-再造矿床。金矿(化)体严格受地层岩性、韧性剪切带、脉岩三重控制(李会民等,2009;杨兴科等,2016)。

4 找矿标志

综合矿床地质特征,酒店金矿具有如下找矿标志。

(1)地层岩性标志:下志留统梅子垭组(S_1m)是含矿地层,产于脉岩上、下盘的热液蚀变带中,发育有强烈黄铁矿化、硅化的含碳绢云岩英片岩、黑云母变斑晶绢云石英片岩,或产于厚层变砂岩一侧发育有强烈黄铁矿化、硅化的含碳绢云石英片岩、黑云母变斑晶绢云石英片岩与薄层变砂岩互层,地表呈黄褐-酱黄色、具强丝绢光泽的岩石即为矿(化)体,这些特征是找矿的直接标志。

(2)构造标志:韧性剪切变形强片理化带内,微褶皱劈理非常发育,并发育有强烈的硅化、黄铁矿化部位是富矿产出部位。

(3)岩脉标志:花岗岩脉、云斜煌岩脉及石英脉(群)是找矿的间接标志。金矿(化)体往往产于脉岩上、下盘片岩中的热液蚀变带内。

(4)蚀变标志:硅化、黄铁矿化发育的地段为找矿的直接标志。硅化有2种表现形式,一种在岩石断面上表现为1~3 mm宽,平行 s_1 面理的细小石英脉;另一种在金矿(化)体产出部位的附近表现为10~40 cm宽的石英脉(群);黄铁矿化在 S_1 面理上表现为薄膜状的集合体,而在岩石断面上表现为团粒状的集合体或1~5 mm宽的黄铁矿细脉或透镜体。

(5)地形地貌标志:金矿(化)体往往产于钙质片岩上盘30~60 m范围内的构造蚀变带内。沿钙质片岩空间展布方向呈有规律的尖灭、再现。因风化剥蚀造成钙质片岩在地貌上形成凸起的陡坎,是区内找矿的一种间接标志。

(6)地球化学标志:下志留统梅子垭组(S_1m)地层中有大量的Au、Ag、As、Hg异常分布,范围大,异常值高,套和好,异常浓集中心明显的区域是最有利的赋矿位置。

上述6个找矿标志往往形成组合标志,更有利于野外判别金矿(化)体产出位置。

5 结论

综上所述,结合成矿物质来源、热动力条件、构造条件等成矿地质特征,认为酒店金矿床成因类型为沉积-再造型金矿床。

区域性构造以及矿区内韧性剪切变形带是主要的控矿因素(李会民等,1997;钟丹峰,1991)。赋矿地层为下志留统梅子垭组(S_1m),梅子垭组含碳绢云岩英片岩、含碳黑云绢云岩英片岩、韧性剪切带、黄铁矿化、硅化蚀变、顺层分布的石英脉是主要的找矿标志。

合理运用上述找矿成果及规律,在以酒店金矿等为代表的黄龙金矿带上进行找矿,将会大大提高找矿的效率,相信会取得更好的找矿成果。

参考文献(References):

李会民,常昊,赵玉社,张选朝,等. 陕西省汉阴县酒店金矿详查总结报告[R]. 西安:2009.

杨合群,姜寒冰,谭文娟,等. 西北地区重要矿产概论 [M]. 武汉:中国地质大学出版社,2017:132.

冯明仲,杨建东. 安康地区北部韧性推覆构造基本特征及对金矿成矿控制作用[J]. 陕西地质,1994,12(1):17-26.

FENG Mingshen, YANG Jiandong. Basic Characteristic of Ductile Nappe Structure And Its Ore-Contral of Gold Deposit in North Ankang [J]. Geology of Shaanxi, 1994,12(1):17-26.

邱士东,王葆华,徐九华,等. 陕西汉阴黄龙金矿稀土元素地球化学特征[J]. 中国稀土学报,2009,27(1):145-150.

QIN Shidong, WANG Baohua, XU Jiuhua, et al. Rare Earah Elements Geochemical of Huanglong Golden Deposit in Hanyin, Shaanxi Province [J]. Journal of the Chinese Rare Earth Society, 2009,27(1):145-150.

王友文,弥建勇. 陕西金矿成矿区(带)划分及地质特征[J]. 陕西地质,1997,15(1):60-65.

WANG Youwen, MI Jianyong. The Classication And Geological Characteristic of Metallogenic Province (Belt) in Gold Deposit, Shaanxi [J]. Geology of Shaanxi, 1997,15(1):60-65.

齐文,侯满堂. 陕西金矿床类型及其找矿方向[J]. 陕西地质,2005,23(1):1-10.

QI Wen, HOU Mantang. The Types of Gold Deposits And the Potentials for Ore-Prospecting in Shaanxi Province [J]. Geology of Shaanxi, 2005,23(1):1-10.

白龙安. 陕西省汉阴县黄龙金矿床地质特征及找矿标志 [J]. 地质找矿论丛,2005,20(增刊):25-27.

BAI Longan. Geological Characteristics And Ore-searching Marks in Huanglong Au Deposit [J]. Contributions to Geology and Mineral Resources Research, 2005,20(suppl.):25-27.

李会民. 石泉—汉阴北部金矿带地质特征[J]. 陕西地质, 1997,15(2):48-57.

LI Huimin. The Geological Characteristic of Gold Deposit Belt in the Northern Shi Quan Han Yin, Shaanxi [J]. Geology of Shaanxi, 1997,15(2):48-57.

李福让,侯俊富,杨弘,等. 陕西石泉县羊坪湾金矿床地质-地球化学特征及金的富集规律[J]. 中国地质,2009,36(1):175-183.

LI Furang, HOU Junfu, YANG Hong, et al. Geological and geochemical characteristics and gold enrichment regularity of the Yangpingwan gold deposit in Shiquan, Shaanxi Province [J]. Geology in China, 2009,36(1):175-183.

奥勇. 遥感构造蚀变生态景观研究及在陕西金矿找矿中的应用[J]. 西安工程学院学报,1998,20(增刊):29-33.

AO Yong. The Study And Application on Remote Sensing Structure Alteration Ecological Landscape in The Gold Deposits in Qinling, Shaanxi [J]. Journal of Xi'an Polytechnic University, 1998,20(suppl.):29-33.

张国伟,董云鹏,姚安平. 秦岭造山带基本组成与结构及其构造演化[J]. 陕西地质,1997,15(2):1-14.

ZHANG Guowei, DONG Yunpeng, YAO Anping. The crustal compositions, structures and tectonic evolution of the Qinling orogenic belt [J]. Geology of Shaanxi, 1997,15(2):1-14.

宋小文,侯满堂,陈如意. 陕西省成矿区(带)的划分[J]. 西北地质,2004,37(3):29-42.

SONG Xiaowen, HOU Mantang, CHEN Ruyi. Division of Shaanxi metallogenic province (belt) [J]. Northwestern Geology, 2004,37(3):29-42.

张复新,杜孝华,王伟涛,等. 秦岭造山带及邻区中生代地质演化与成矿作用响应[J]. 地质科学,2004,39(4):486-495.

ZHANG Fuxin, DU Xiaohua, WANG Weitao, et al. Mineralization responded to mesozoic geological evolution of the Qin-ling orogen and its environs [J]. Chinese Journal of Geology, 2004, 39(4):486-495.

齐文,侯满堂. 陕西铜矿床类型及找矿方向[J]. 西北地质, 2005,38(3):29-39.

QI Wen, HOU Mantang. Copper ore deposit types and prospecting direction in Shaanxi province [J]. Northwestern Geology, 2005, 38(3):29-39.

关连绪,王科强,黄辉,等. 秦岭大陆碰撞金成矿机制与金矿

- 带时空定位[J]. 地质论评, 2006, 52(4): 467-476.
- GUAN Lianxu, WANG Keqiang, HUANG Hui, et al. Continent Collision Mechanism of Gold Mineralization and Tempo-ral and Spatial Orientation of Gold Mineralized Zone, Qinling [J]. Geological Review, 2006, 52(4): 467-476.
- 李福让, 吕新彪. 陕西南秦岭南部褶皱带贵金属、有色金属成矿规律及找矿方向[J]. 西北地质, 2007, 40(增刊): 71-78.
- LI Furang, LÜ Xinbiao. Metallogenic characteristics and prospecting direction for non-ferrous metal and precious metals in south Southern Qinling fold belt, Shaanxi province [J]. Northwestern Geology, 2007, 40(Suppl.): 71-78.
- 刘林, 吴景平, 杨译, 等. 陕西石泉-汉阴北部下志留统黑色岩系中的金矿床 [J]. 地质与资源, 2011, 20(4): 304-309.
- LIU Lin, WU Jingping, YANG Yi, et al. Gold deposit in the lower silurian black rock series in Northern Shiquan-Hanyin, Shaanxi province [J]. Geology and Resources, 2011, 20(4): 304-309.
- 房立民, 杨振升, 李勤, 等. 变质岩区 1:5 万区域地质填图方法指南 [M]. 武汉: 中国地质大学出版社, 1991, 139-162.
- FANG Limin, YANG Zhensheng, LI Qin, et al. A guide to the method of the 1:50000 regional geological survey in metamorphic rock areas [M]. Wuhan: China University of Geo-sciences Press, 1991, 139-162.
- 邱士东, 王葆华, 徐九华, 等. 陕西汉阴黄龙金矿稀土元素地球化学特征 [J]. 中国稀土学报, 2009, 27(1): 145-150.
- QIU Shidong, WANG Baohua, XU Jiuhua, et al. Rare earth elements geochemical characters of Huanglong golden deposit in Hanyin, Shaanxi province [J]. Journal of the Chinese Rare Earth Society, 2009, 27(1): 145-150.
- 张复新, 季军良, 龙灵利, 等. 南秦岭卡林型-似卡林型金矿床综合地质地球化学特征 [J]. 地质论评, 2001, 47(5): 492-499.
- ZHANG Fuxin, JI Junliang, LONG Lingli, et al. Comparative Features of Carlin-Para-Carl in Type Gold Deposits in the South Qinling and Gold Deposits in Other Areas [J]. Geological Review, 2001, 47(5): 492-499.
- 邵世才, 汪东波. 南秦岭三个典型金矿床的 Ar-Ar 年代及其地质意义 [J]. 地质学报, 2001, 75(1): 106-110.
- SHAO Shicai, WANG Dongbo. 39 Ar-40 Ar Dating of the Three Typical Gold Deposits and Its Geological Significance in the Southern Qinling Region [J]. Acta Geologica Sinica, 2001, 75(1): 106-110.
- 钟丹峰. 陕西省汉阴县黄龙金矿床详查地质报告 [R]. 西安: 冶金工业部西北地质勘查局 6 队, 1991.
- ZHONG Danfeng. Shaanxi province Hanyin county dragon gold deposit exploration geological report [R]. Xi'an: Metallurgical Industry in Northwest Geological Exploration Bureau 6 Teams, 1991.
- 韩珂, 杨兴科, 杨龙伟, 等. 构造-蚀变岩相填图方法在南秦岭汉阴黄龙金矿中的应用 [J]. 地质与勘探, 2019, 55(4): 939-954.
- Han Ke, YANG Xingke, YANG Longwei, et al. Application of the Structure-Alteration Lithofacies Mapping Method in Ore Prospecting: An Example of the Huanglong Gold Deposit in Hanyin, South Qinling [J]. Geology and Exploration, 2019, 55(4): 939-954.
- 韩珂, 杨兴科, 安乐, 等. 南秦岭汉阴黄龙金矿脆-韧性剪切带中 S2 面理特征及其对成矿的作用 [J]. 西北地质, 2018, 55(3): 171-184.
- HAN Ke, YANG Xingke, AN Le, et al. S₂ Foliation Characteristics of Brittle-ductile Shear Zone in the Huanglong Gold deposit, Hanyin, South Qinling and Its Effect on Mineralization [J]. Northwestern Geology, 2018, 55(3): 171-184.
- 高雅宁, 杨兴科, 韩珂, 等. 陕南汉阴县黄龙金矿脆-韧性剪切带控矿特征研究 [J]. 地质论评, 2016, 62(C1): 299-300.
- GAO Yaning, YANG Xingke, HAN Ke, et al. Study of Brittle-ductile Shear Zone Ore-controlling Characteristics of Huanglong Gold Deposit in Hanyin, South Shaanxi Province [J]. Geological Review, 2016, 62(C1): 299-300.
- 郑崔勇, 赵亮亮, 闫红强. 陕西汉阴-石泉地区下志留统黑色岩系金矿控矿构造规律研究 [J]. 矿产勘查, 2019, 12: 2925-2930.
- ZHENG Cuiyong, ZHAO Liangliang, YAN Hongqiang. Ore-controlling structures of the Lower Silurian black rock series gold deposits in the Hanyin-Shiquan area, Shaanxi [J]. Mineral Exploration, 2019, 12: 2925-2930.