

文章编号: 1009-6248(2005)04-0045-09

甘肃岷县寨上金矿床地质特征及成因初探

刘新会¹, 于岚², 张复新², 刘爽¹, 华曙光¹

(1. 武警黄金第五支队, 陕西 西安 710100; 2. 西北大学地质系, 陕西 西安 710069)

摘要:寨上金矿床位于西秦岭岷—礼前渊盆地西侧南部, 发育在不同岩性和不同粒度组成海底斜坡扇环境下的浊积岩系中。主要的含矿建造为晚泥盆系 e 组的一套沉积岩系。岩石具有碳-钙-泥质沉积岩高频叠置组合。控矿构造属于韧性—脆性递进剪切变形构造性质, 该构造呈 NWW 向延伸, 南倾, 倾角 30°~50°, 具有递进多期多阶段活动的特点, 是本区控矿和成矿的主要决定因素。含矿围岩热液蚀变作用微弱, 主要表现为浸染状、细脉状—浸染状的含砷黄铁矿化、毒砂化、微细脉与细网脉状硅化、铁白云石化, 均与金矿化密切相关。矿石构造以微细粒稀疏浸染状构造、微细脉—稀疏浸染状构造、团块—浸染状构造、草莓状构造为主, 矿石结构以自形—半自形微细粒状结构、半自形—他形粒状结构、增生环带结构、包含结构为主。矿区发现了南、北两个矿带, 北矿带主要发育黄铁矿型金矿体、黄铁矿—毒砂型金矿体、锑-金型金矿体; 南矿带主要发育铜金矿体。因此认为, ①中泥盆统 e 组细碎屑岩-碳酸盐岩为本区矿源层; ②寨上金矿区控矿构造属于韧—脆性递进剪切变形构造性质, 具有递进多期多阶段活动的特点, 是本区控矿和成矿的主要决定因素; ③含砷黄铁矿、毒砂的增生环带, 是由含砷低的黄铁矿或毒砂内核和含砷较高的黄铁矿或毒砂增生环带构成; ④矿床具有后生中低温热液特点, 将寨上金矿确定为经典卡林型矿床类型。

关键词:寨上金矿床; 地质特征; 矿床成因; 甘肃
中图分类号: P618.51 **文献标识码:** A

卡林型金矿是一种产于碳酸盐岩-细碎屑岩建造中的微细浸染型金矿床^[1~3]。该类型金矿床品位低、规模大、矿体与围岩没有截然界线, 金矿物呈显微—次显微状产出, 矿物组合以中低温热液矿物为主, 元素组合以 Au-Ag-As-Hg-Sb-Tl 等元素组合为主, 矿床与岩浆岩没有直接关系等为其特征。自 20 世纪 70 年代末, 在我国发现该类型矿床以来, 先后发现了以滇—黔—桂西南金三角、陕—甘—川西北金三角为主的一大批此类型矿床^[4~10]。武警黄金第五支队自 1999 年以来在陕—甘—川西北金三角范围内的甘肃省岷县寨上地区进行金矿勘探, 已取得重大突破, 截至 2004 年底, 圈定工业矿体 12 条,

矿床规模已达到大型。研究矿床地质特征及矿床成因, 对进一步找矿, 具有指导意义。

1 区域地质

寨上金矿床大地构造位置位于秦—祁—昆褶皱系 (I), 西秦岭褶皱带的中带^[11], 临潭—天水褶皱带 (II), 新寺—大草滩复背斜 (IV) 西部①, 岷—礼成矿带西端^[12]。成矿带走向总体呈北西向, 东部向南凸呈弧形, 长 400 余 km, 宽 50~90 km。该成矿带上分布有较多的金矿床 (点), 如, 鹿儿坝金矿、李坝金矿、马家河金矿等 (图 1)。

收稿日期: 2005-06-16; 修回日期: 2005-10-09

基金项目: 中国地质勘查项目, 甘肃省岷县寨上矿区及外围岩金普查 (1999—2005)

作者简介: 刘新会 (1964-), 男, 陕西省澄城县人, 1987 年毕业于西安地质学院, 获学士学位, 工程师, 现主要从事金矿地质研究工作。E-mail: lxh556688@163.com

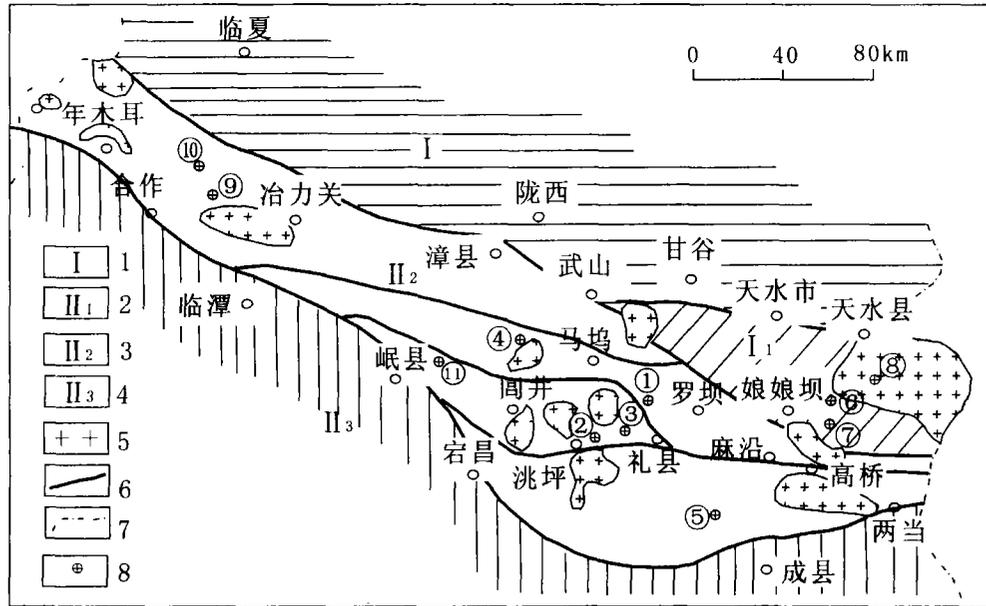


图1 西秦岭构造纲要略图

Fig.1 Geologic map of structural frame of the West Qinling

(据武警黄金五支队, 2004)

1. 祁连褶皱带; 2. 北秦岭加里东褶皱带; 3. 中秦岭华力西—印支褶皱带; 4. 南秦岭印支褶皱带; 5. 印支—燕山期花岗岩;
6. 深断裂; 7. 省界; 8. 金矿床; ①-李坝金矿; ②-金山金矿; ③-马泉金矿; ④-青崖沟金矿; ⑤-安家岔金矿; ⑥-柴家沟金矿;
⑦-沈家沟金矿; ⑧-花石山金矿; ⑨-老豆村金矿; ⑩-吉利

区域出露地层主要为中、上泥盆统, 下二叠统浅—次深水相碎屑岩夹碳酸盐岩岩系。中泥盆统细碎屑岩—碳酸盐岩和下二叠统含碳泥质、钙质板岩为主的赋矿岩层。矿床被夹持在高桥—礼县—罗坝—周井(北)与高桥—礼县—洮坪(南)分支大断裂之间(图1)^[13], 卓洛—国营牧场NW向背斜西部。研究资料表明^[12], 上述两条断裂为长期活动的区域性大断裂, 对本区沉积地层的展布、火山活动和岩浆侵入、区域变质作用、构造-热液活动及其成矿起到了重要的控制作用, 是本区主要导矿构造。

区内断裂构造发育, 褶皱次之, 构造线总体呈NNW向展布。含矿与容矿韧性剪切带走向 290° ~ 310° , 矿区断裂数目多, 规模大, 呈近似平行状, 控制着本区金矿床。矿区东部分布有中川、教场坝、柏家庄、碌础坝等酸性岩体。

2 矿区地质

2.1 赋矿地层

矿区出露地层主要为中、上泥盆统各类砂岩、粉

砂质板岩、泥灰岩, 局部含碳质; 下二叠统各类砾岩、砂岩、泥质、碳质板岩。局部出露古近纪砾岩、砂岩等。金矿化体主要分布在二叠纪地层中, 其次分布在泥盆纪地层中。

自下而上岩性变化规律为:

中泥盆统e组下段主要岩性为灰色板岩, 薄—中层石英砂岩与粉砂岩互层, 紫红色粉砂质板岩。上段主要岩性为灰色板岩、黄灰色泥灰岩夹薄层灰岩。南矿带主要分布于此地层中。与上泥盆统地层呈不整合接触。

上泥盆统大草滩群b组下段主要岩性为薄层含钙石英砂岩夹少量紫红色粉砂岩, 粉砂质板岩。上段主要岩性为紫红色、灰绿色粉砂质板岩、粉砂岩组成。与上覆下二叠统呈断层(F_5)接触。

下二叠统b组主要岩性: 底部为灰色砂岩、含砾石英砂岩、砂岩、含碳板岩; 中部为灰黑色含碳泥质板岩, 粉砂岩、含铁质石英砂岩; 上部为灰黑色含碳板岩夹棕色石英砾岩、石英砂岩。北矿带主要分布在此层中。

下二叠统c组中段主要岩性为灰黑色含碳板岩

夹薄层—中层石英砂岩。

2.2 控矿构造

寨上矿区控矿构造系统可分为 4 级：I 级控矿构造为礼县断裂，II 级为朱麻滩—禾驮断裂，III 级为随固断裂，IV 级为控制各矿化脉体的含矿断裂和卓洛—扎麻树背斜^[11]。

矿区北部分布有高桥—礼县大断裂的北分支断

裂，即高桥—礼县—罗坝—锁龙口断裂之西段^[14]。矿区内与区域断裂平行的次级韧—脆性断裂有 F₃、F₅、F₆ 等，走向 280°~290°，N 倾，倾角 30°~50°。剪切带内片理化发育、S-C 组构、膝折带、砂岩和砂质灰岩等刚性体构成的透镜体常见，显微镜下可以看到显微压力影等显微构造。9、10、11、12、19、20、21 号矿脉均产于此构造带中。

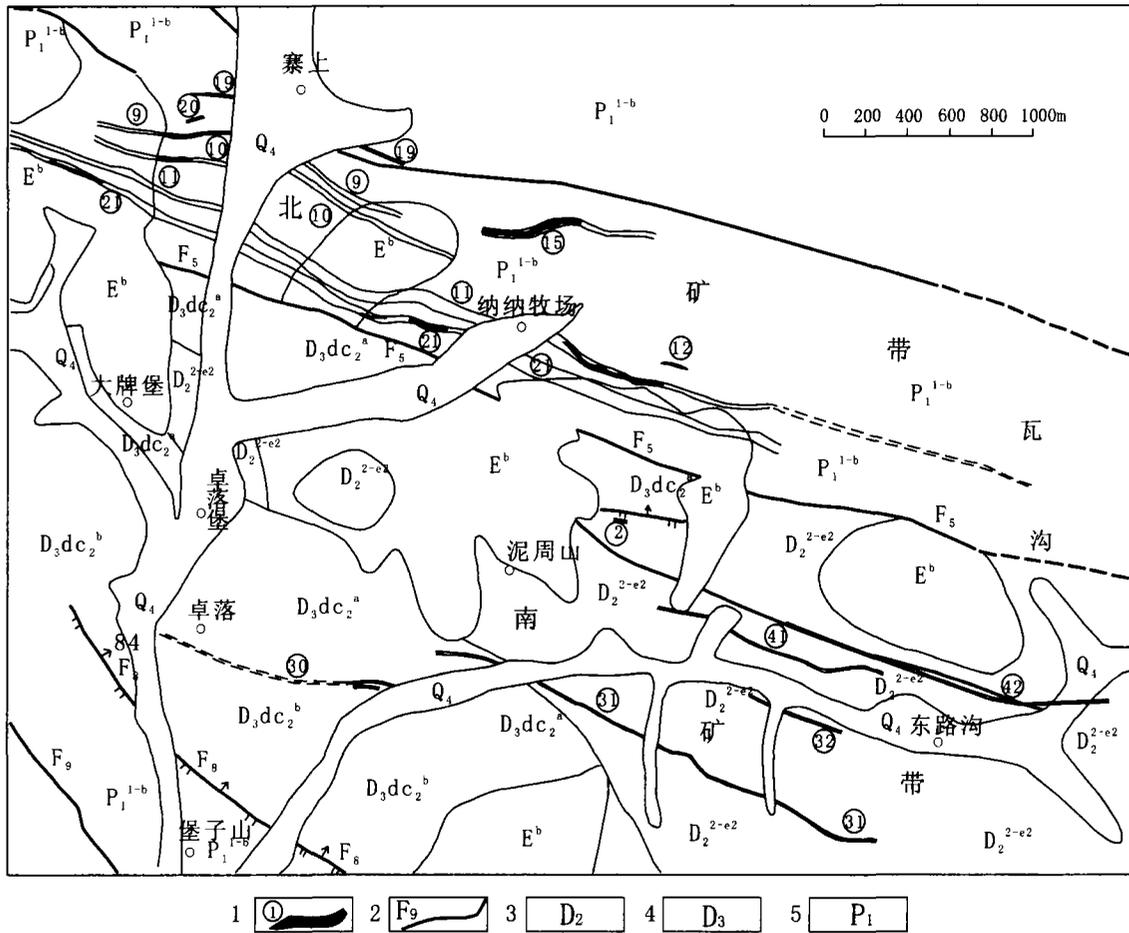


图 2 寨上矿区地质简图

Fig. 2 Simplified geological map of Zhaishang gold deposit

1. 矿体及其编号；2. 断裂及其编号；3. 中泥盆统；4. 下泥盆统；5. 下二叠统

矿区内由 F₂、F₈、F₉、F₁₀ 等 4 条断裂组成北西向断裂，走向 300°~320°，经野外地质调查确认，此组断裂带与金矿化关系不甚密切。其含矿性，有待进一步查证。

此外次级 NE、NW 向断裂叠加在 NWW 向剪切带上，构成几组断裂的交汇，使韧脆性断裂进一步破碎或角砾岩化，同时发育矿化热液蚀变产物，含

砷黄铁矿、毒砂、辉锑矿、石英、铁白云石浸染交代容矿围岩呈细脉状沿显微裂隙充填，形成工业矿体。

矿区内发育有卓洛—扎麻树背斜，背斜西起酸茨坡村西，东至岷县牛场以西，长约 30 km，宽约 3~6 km，为一倒转背斜。背斜核部由中泥盆统 e 组细碎屑岩—碳酸盐岩构成。两翼地层为晚泥盆统大草

滩群细碎屑岩夹薄层灰岩及下二叠统含碳泥质、钙质板岩,两翼地层均向北倾,倾向 $20^{\circ}\sim 40^{\circ}$,倾角较缓。背斜总体向NW倾伏,地表向SE向撒开。

2.3 矿化带特征

寨上金矿床主要分布于斜切背斜核部及两翼的脆-韧性剪切带上。按照矿化体和褶皱的关系,矿床可分为南北两个成矿带^[12],分别位于卓洛-扎麻树背斜枢纽南北两侧。其中,南矿带更靠近背斜轴部。寨上金矿区南北矿带共发现15条金矿化体及多处矿化点,其空间分布及产出特征严格受断裂、褶皱及地层控制。矿带及矿化体总体走向 $280^{\circ}\sim 300^{\circ}$,较稳定。矿化带与断裂破碎带宽度基本一致,随断裂破碎带的膨缩而变化。北矿带位于矿区北部,卓洛-扎麻树背斜北翼,赋矿地层为下二叠统含碳板岩、石英砂岩、生物碎屑微晶灰岩。长4450m,宽200~450m,总体走向 $280^{\circ}\sim 290^{\circ}$,由9、10、11、12、19、21、22等7条脉组成。南矿带位于矿区南部,卓洛-扎麻树背斜核部及南翼,赋矿地层为中泥盆统灰-浅灰色板岩、薄-中厚层石英砂岩与粉砂质板岩互层、紫红色-土黄色泥质-粉砂质板岩、灰色钙质板岩、土灰色薄层泥灰岩、灰色薄层灰岩夹紫红色石英砂岩。南矿带长约2000m,总体走

向 290° ,主要由31、32、41、42号等4条脉组成。脉体在空间上呈近平行带状展布,受NWW向断裂控制。其组成为较破碎的碳质板岩、泥质板岩、含钙泥质板岩、石英砂岩、泥灰岩等围岩组分,以及褐铁矿、黄铁矿、含砷黄铁矿、毒砂、辉锑矿、黝铜矿,少量辉铜矿、斑铜矿、铜蓝、闪锌矿、方铅矿、自然金、高岭土、泥质、硅质、铁碳酸盐等蚀变矿化组分。

2.4 矿体特征

目前,已在寨上矿区南北矿带上圈出12条工业金矿体,各矿体的主要地质特征见表1。现以19-1号、31-2号矿体为例,对南北矿带中各矿体特征进行分析。

北矿带以19-1号矿体为例,矿体呈似板状,产状 $15^{\circ}\angle 45^{\circ}$,主要产于下二叠统b组中段,主要岩性为灰黑色含碳板岩夹薄层-中层石英砂岩(图3)。矿石以微细浸染状黄铁矿金矿石为主。矿体一般长400m,厚度7.32m,金的平均品位一般为 5.91×10^{-6} 。矿化蚀变岩分布于金矿体两侧,宽10~35m,矿体与围岩没有截然的界线。地表一般品位为 $2.0\times 10^{-6}\sim 6.0\times 10^{-6}$,单样最高品位为 22.1×10^{-6} ,深部一般品位为 $1.0\times 10^{-6}\sim 5.0\times 10^{-6}$,单样最高品位为 17.6×10^{-6} 。

表1 寨上金矿床工业矿体地质特征

Tab.1 Geological characteristics of industry ore body in Zhaishang gold deposit

矿体位置	矿体编号	矿体形态	规模				
			产状	长(m)	厚(m)	钻孔控制斜深(m)	平均品位(10^{-6})
北 矿 带	11-1	似 板 状	$20^{\circ}\sim 25^{\circ}\angle 45^{\circ}$	570	4.14	115	7.88
	12-1		$20^{\circ}\angle 50^{\circ}$	200	4.20	140	3.54
	19-1		$15^{\circ}\angle 45^{\circ}$	400	7.32	240	5.91
	19-2		$15^{\circ}\sim 20^{\circ}\angle 30^{\circ}$	500	5.12	310	5.06
	19-3		$20^{\circ}\angle 30^{\circ}$		9.74		10.14
	21-1		$20^{\circ}\sim 25^{\circ}\angle 45^{\circ}$	600	2.87	480	3.30
	21-2		$20^{\circ}\angle 45^{\circ}$	500	0.85	230	3.24
南 矿 带	31-1	似 板 状	$20^{\circ}\sim 25^{\circ}\angle 35^{\circ}\sim 85^{\circ}$	900	1.22	290	6.02
	31-2		$20^{\circ}\sim 25^{\circ}\angle 55^{\circ}\sim 85^{\circ}$	320	4.20	170	9.44
	31-3		$20^{\circ}\angle 85^{\circ}$		1.19		4.99
	32-1		$20^{\circ}\angle 40^{\circ}\sim 70^{\circ}$	320	2.49		3.01
	41-1		$20^{\circ}\sim 25^{\circ}\angle 30^{\circ}\sim 79^{\circ}$	650	1.6		3.89

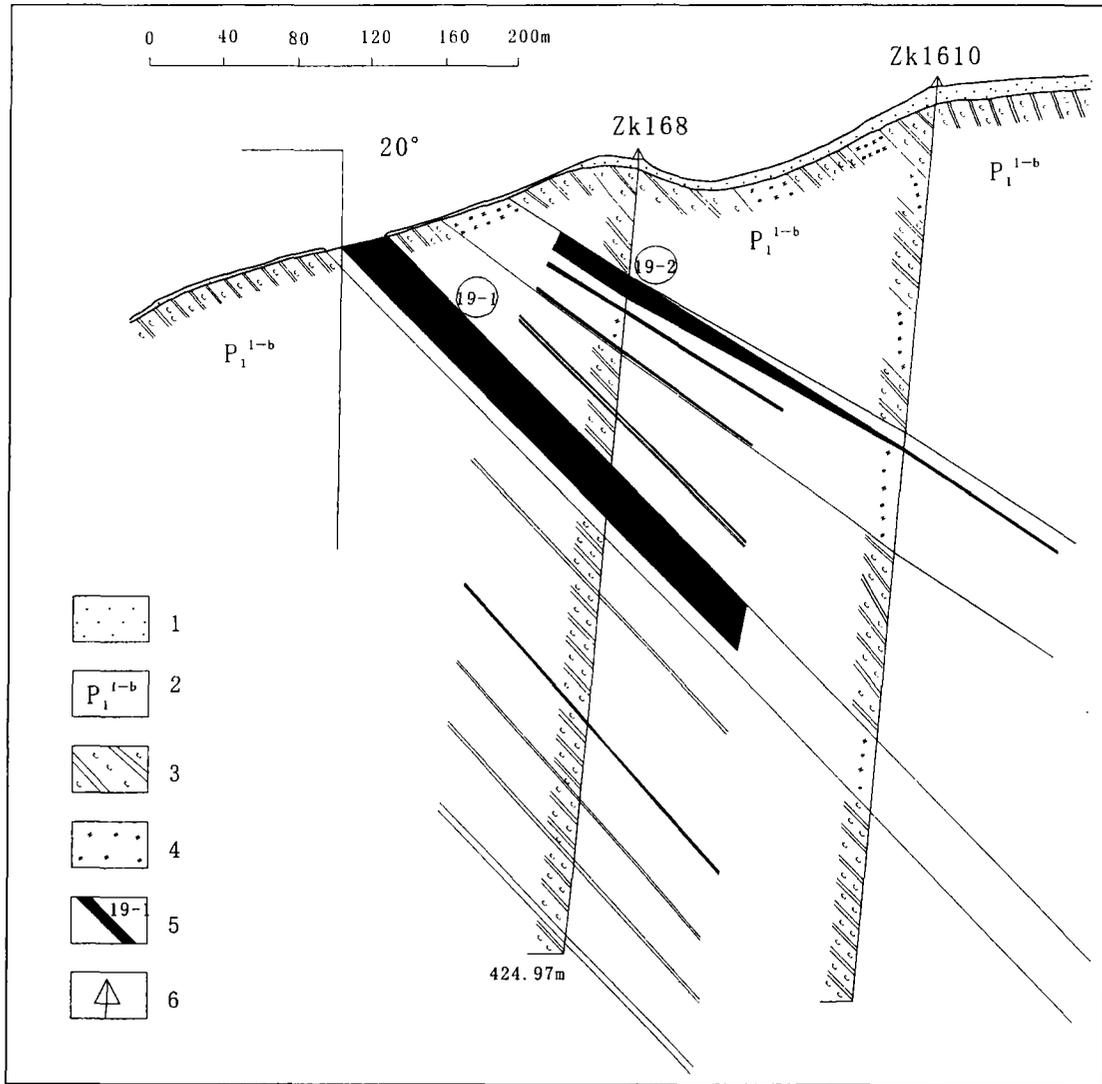


图 3 寨上金矿床 16 号勘探线剖面图

Fig. 3 Profile of prospecting line 16 of Zhaishang gold deposit

(据武警黄金五支队, 2005)

1. 第四系残坡积物; 2. 二叠系含碳板岩、泥质板岩、粉砂质板岩; 3. 碳质板岩; 4. 破碎蚀变岩; 5. 矿体位置及编号; 6. 竣工钻孔

南矿带以 31-2 号矿体为例, 矿体呈似板状, 产状 $20^{\circ}\sim 25^{\circ}/55^{\circ}\sim 85^{\circ}$, 主要产于中泥盆统 e 组上段, 主要岩性为灰色板岩、黄灰色泥灰岩夹薄层灰岩。矿石类型主要为微细浸染状黄铁矿金矿石。矿体一般长 320 m, 厚度 4.20 m, 金的平均品位一般为 9.44×10^{-6} 。矿化蚀变岩分布于金矿体两侧, 宽 0.5~5.52 m, 地表一般品位为 $2.5 \times 10^{-6}\sim 15 \times 10^{-6}$, 单样最高品位为 45.6×10^{-6} , 深部一般 $1.0 \times 10^{-6}\sim 5.0 \times 10^{-6}$, 单样最高品位为 14.7×10^{-6} 。脉体成分主要为破碎蚀变泥质板岩角砾、褐铁矿、黄

铁矿、硅质等, 地表破碎蚀变强烈, 构造形迹明显, 深部以矿化碎裂岩为主。

2.5 矿石组构、矿物组成及金的赋存状态

矿石中金属矿物主要有黄铁矿、含砷黄铁矿、毒砂、黄铜矿、黝铜矿, 少量辉铜矿、斑铜矿、铜蓝矿、闪锌矿、方铅矿及显微自然金, 以及褐铁矿、孔雀石、蓝铜、铋华等氧化矿物; 脉石矿物主要有石英、铁白云石、方解石、重晶石, 次为钠长石、绢云母、地开石等。矿石结构类型多种多样, 有浸染状、细脉—浸染状、团块状、角砾状、网脉状、块

状、疏松粉末状等构造。有自形一半自形粒状结构、他形粒状结构、交代结构、包含结构、草莓结构、增生环带结构、生物假象结构等。寨上金矿含砷矿物主要有含砷黄铁矿、毒砂等，其中含砷黄铁矿、毒砂为矿石中最主要的含砷矿物，具有特征的增生环带结构。由含砷低的内核和含砷高的外缘共同组成，

不同矿化期的增生黄铁矿具有不同厚度的增生边。通过电子探针 As-LaX 射线面扫描分析，含砷黄铁矿增生环带边可清楚地显示出来，且说明砷是作为类质同象进入黄铁矿晶格的。自然金主要呈次显微金包裹于含 As 黄铁矿、毒砂等硫化物的增生环带内或边缘^[15]。

表 2 寨上金矿黄铁矿型、黄铁矿毒砂型金矿石含金矿物电子探针分析结果 ($w_b\%$)

Tab.2 Electron microprobe analysis of pyrite, pyrite-arsenopyrite ores from Zhaishang gold deposit

编号	成矿期	矿物	Fe	S	As	Sb	Hg	Au	Ag	Co	Ni	Se	
Zsh-11-1	沉积期	黄铁矿莓球	48.15	49.93	1.56	0	0	0	0.06	0.18	0.12	0	
Zw-2-1	构造热液改造期	早期	微细黄铁矿内核	47.13	49.91	0.99	0.05	0.31	0	0.11	0.15	0.8	
Zw-2-1			微细黄铁矿外环	44.56	46.44	6.17	0.9	1.81	0.06	0.03	0	0.03	0.9
Zw-2-1		中期	黄铁矿聚晶外环	44.28	45.53	9.94	0.13	0	0	0	0.06	0.07	0
Zw-1-1		晚期	不规则黄铁矿	46.64	52.34	0.51	0.19	0	0.06	0.11	0.06	0.04	0.06
Zw-1-1		早期	微细毒砂内核	34.4	20.17	44.46	0.85	0	0	0.04	0.07	0	0
Zw-1-1			微细毒砂外环	32.88	18.18	47.3	0.94	0.47	0.07	0.06	0.09	0	0

注：据于岚，2004；其系西安地质矿产研究所电子探针室刘文峰测定。

借助 JXA-733 型电子探针对矿石中不同成因及不同矿化阶段黄铁矿及毒砂进行化学成分分析，根据表 2，黄铁矿、毒砂外环比内核含砷量高。沉积阶段形成的草莓状黄铁矿中不含金；早期阶段形成的微细粒黄铁矿内核不含金，而其外环含金 (0.06%)；中期形成的呈聚晶产出的粗粒黄铁矿，其外环不含金；晚期形成的不规则黄铁矿含金 (0.06%)。微细毒砂内核不含金，而其外环含金 (0.07%)。从上分析可以得出砷、金具有密切的相关性。微米级的次显微金主要赋存于含砷硫化物中。这也是寨上微细浸染型金矿床重要的标型特征之一^[15]。

2.6 围岩蚀变

围岩蚀变主要为稀疏浸染状、细脉—浸染状的含砷黄铁矿化、毒砂化，细脉状与网脉状硅化、铁白云石化、碳酸盐化、辉锑矿化、高岭土化、绢云母化。沉积形成的黄铁矿颗粒较细，热液改造形成的黄铁矿粒度稍大，呈浸染状或细脉浸染状分布。辉锑矿呈团块状产出，与重晶石-方解石共生形成锑-金矿石。碳酸盐化表现为白云石、方解石细脉或方解石-石英细脉。高岭土化主要出现在氧化矿石中。绢云母化、石墨化为区域浅变质的蚀变产物。

2.7 地球化学特征

2.7.1 赋矿层位金元素平均丰度值

寨上矿区泥盆系金的丰度值为 0.8697×10^{-9} ，二叠系金的丰度值为 0.7343×10^{-9} ，均比较低^[16]。而区域有利岩相岩性为中泥盆统 e 组细碎屑岩-碳酸盐岩高频互层的浊积岩含金为 4.4×10^{-9} ，明显高于区域泥盆系及上地壳金的平均丰度值 1.8×10^{-9} (Taylor, 1984)。以千枚状泥质板岩最高，其次为粉砂质板岩。此外，岩石微量元素在本区岩石中表现各不相同，除 Zn、Cu、Mo 等金属元素低于地壳丰度值外，其余均高于地壳丰度。岩石中明显富集 Au、Ag、As、Hg、Sb 等元素。

2.7.2 稀土元素分析

对寨上金矿区围岩 (板岩)、方解石脉、铜金矿石、黄铁矿型金矿石作 REE 分析，并作出 REE 配分模式 (图 4)。稀土配分曲线分布呈现向右中低倾斜趋势， $\Sigma LREE/\Sigma HREE$ 为 1.14~2.21，总体表现为轻稀土的富集，重稀土平坦的特征。赋矿围岩与金矿石配分形式相似，为一组缓密集平行的右倾斜线，表明金矿石对容矿岩石稀土来源的继承性^[16,17]。La/Yb、Sm/Nd 值分别为 3.81 和 6.23，亦显示出壳源特征。说明寨上金矿床成矿与地层建造的成生联系。

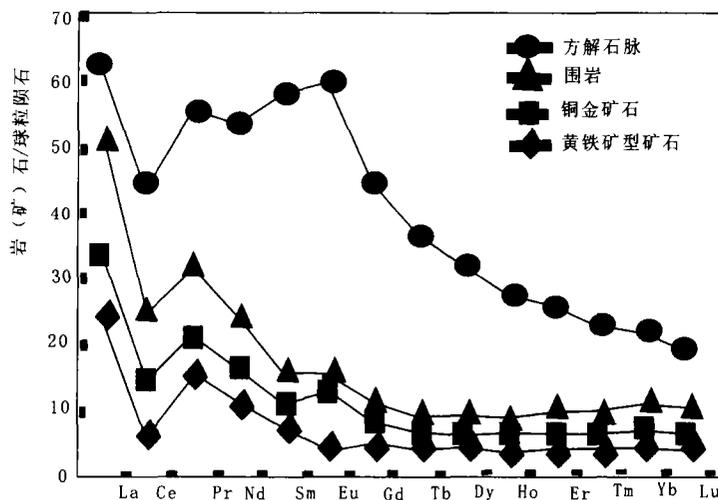


图 4 寨上金矿床稀土元素配分模式图

Fig. 4 Chondrite-normalized REE patterns of Zhaishang gold deposit

2.7.3 硫同位素

矿石中金属硫化物的硫同位素测试结果为 $\delta^{34}\text{S} = -3.4\text{‰}$ ，为一负值，结合矿石中存在显量的成岩期草莓状黄铁矿，而且是生物还原作用形成，预示着沉积岩系富含的地壳硫，经生物作用形成重硫的亏损。从 $\delta^{34}\text{S}$ 本身值来看，具有生物硫的特征，与岩层生物有机质发育一致。

2.7.4 氢、氧同位素

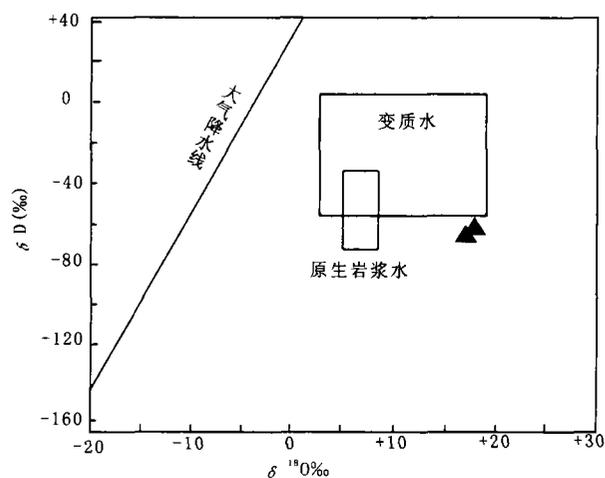


图 5 寨上金矿床石英流体包裹体氢、氧同位素组成图

Fig. 5 $\delta^{18}\text{O}$ - δD Correlation for the ore-forming fluid of Zhaishang gold deposit

矿石中石英的 $\delta^{18}\text{O}_{\text{H}_2\text{O}}$ 为 $(17.8 \sim 18.8) \times 10^{-3}$ ，

$\delta\text{D}_{\text{H}_2\text{O}}$ 为 $(-75 \sim -72) \times 10^{-3}$ ，样品点在 $\delta^{18}\text{O}$ - δD 图上 (图 5) 落在大气降水线稍远离的右侧、变质水的右下角下方，具有大气降水向右明显飘移的特点，表明成矿流体的氢氧同位素组成经历了古大气降水被较强烈的水-岩反应改造过程。

2.7.5 物理化学条件

对晚期石英-方解石脉中的硅化石英颗粒中的原生包裹体测定，得出成矿温度变化在 $160 \sim 280\text{ }^\circ\text{C}$ ，压力为 $300 \times 10^5 \sim 550 \times 10^5\text{ Pa}$ ，形成深度为 $1.5 \sim 4.5\text{ km}$ ，盐度为 $4.9\% \sim 10.9\%$ ，热液密度值为 $0.905 \sim 0.986\text{ g/cm}^3$ ，pH 值为 8.23 ，Eh 值为 0.42 V 。综上所述，寨上金矿床成矿流体总体具中低温、中-低盐度、偏弱碱性，氧化环境。

据上分析，寨上金矿床是在中泥盆统 e 组细碎屑岩-碳酸盐岩高频互层的浊积岩基础上，主要由含矿地下热水 (大气降水为主) 叠加改造形成的。此外，动热变质时期变质水参与了一定的改造成矿作用。

3 矿床成因初探

通过对区域地质、矿区地质、地球化学、成矿物理化学等方面综合研究，认为寨上金矿床形成具有多种成因、多期次多阶段的递进演化的特点。矿床形成经历了：①成矿物质沉积-成岩的初始富集期；②变形构造叠加和热液改造成矿期；③表生氧

化富集期。总体上属于层控性质的卡林型金矿床,具有以下成因特征:

(1) 矿床产于扬子板块西北部岷—礼前渊盆地,以较好的构造沉积成矿环境,形成了含金性较好的中泥盆统 e 组含少量黄铁矿的细碎屑岩-碳酸盐岩浊积岩系,矿区赋矿岩层含金丰度较高,为 4.4×10^{-6} 。中泥盆统 e 组细碎屑岩-碳酸盐岩为本区矿源层及重要的容矿岩层,金矿化有“就地取材”的特征^[17]。

(2) 在由北而南的挤压作用下,本区早期变形出现倒转背斜及韧性剪切带,发生了层间剪切滑动、层间寄生小褶皱、出现微张性域或带。此时,在碱性溶液中当 As、Sb 浓度达到一定程度时,由于金的硫砷和硫锑络合物的生成和稳定存在,而使溶液活化、溶解、迁移的能力显著增强。成矿流体沿层间滑动破裂面流动,导致流体向背斜翼部或韧性剪切带集中而形成了矿化带。随着递进剪切变形的演化,出现大量片理化带、横张节理带、面理转换、初糜棱岩化、脆性断裂等张性空间,此时,成矿流体流向这些低压区。因酸化,使金的硫砷和硫锑络合物的稳定性急剧降低,从而发生金的沉淀,形成矿化体。晚期变形以 NW、NE 向脆性断裂发育为特征,进一步与 NWW 向控矿剪切带叠加交汇,使剪切带进一步破碎,致使剪切带内早期工业矿体局部膨大、金矿富集。

(3) 寨上金矿床矿石矿物组成、微量元素、稀土元素、同位素组成等,对容矿岩石有较好的继承性。该继承关系是通过容矿岩系中建造水、地下水经叠加其上的韧—脆性变形构造动力机制实现的。

(4) 矿石中矿化蚀变矿物呈微细浸染状、细脉浸染状分布。主要载金矿物为具有增生环带的含砷黄铁矿、毒砂。矿石中金矿物呈微米级。成矿元素为 Au-As-Sb-Hg,具有丰富的易挥发中低温元素组合特征。

综上所述,泥盆纪,在寨上前陆成矿盆地中形成了以中泥盆统 e 组细碎屑岩-碳酸盐岩浊积岩为主的矿源层。华力西期在古地热异常背景下,金矿源层发生顺层韧性压剪变形。印支期,在中泥盆统 e 组细碎屑岩-碳酸盐岩浊积岩、下二叠统含碳钙、泥质板岩、粉砂质板岩、粉砂岩等容矿层上,发生韧—脆性挤压剪切变形作用,使金元素富集成矿。燕山期脆性变形—成矿流体叠加形成富矿体。该金矿床赋存于韧—脆性剪切带中,具有多源多期次成

矿流体同位叠加成矿的特点,是典型的卡林型金矿床。

参考文献:

- [1] 张复新,于岚. 秦岭造山带斜向俯冲碰撞与南秦岭成矿作用响应 [J]. 矿床地质, 2002, 21 (增刊): 297-300.
- [2] 张复新,魏宽义,等. 南秦岭微细浸染型金矿床地质与找矿 [M]. 西安: 西北大学出版社, 1997. 1-16.
- [3] 卢纪英,李作华,张复新. 秦岭板块金矿床 [M]. 西安: 陕西科学技术出版社, 2001. 326-336.
- [4] 任纪舜. 昆仑—秦岭造山系的几个问题 [J]. 西北地质, 2004, 37 (1): 1-5.
- [5] 杨蔚华,刘友梅. 中国沉积岩型金矿床 [A]. 中国科学院黄金科技工程领导小组办公室编. 中国金矿研究新进展, 第一卷(上篇) [M]. 北京: 地震出版社, 1994. 6-49.
- [6] 张复新,宗静婷,马建秦. 秦岭卡林型金矿床及相关问题探讨 [J]. 矿床地质, 1998, 17 (2): 172-184.
- [7] 王瑞廷,赫英. 超大型金矿床比较研究初探 [J]. 西北地质, 2000, 33 (4): 1-10.
- [8] 马中元,魏宽义. 陕西镇安丘岭微细浸染型矿床金矿化过程中元素活动规律 [J]. 西北地质, 2005, 38 (1): 73-77.
- [9] 宗静婷. 陕西略阳铍厂沟金矿床地质与矿床类型 [J]. 西北地质, 2004, 37 (1): 97-101.
- [10] 汤静如,汪劲草,王国富,等. 陕西双王含金角砾岩地质特征及成因初探 [J]. 2002, 35 (1): 60-64.
- [11] 杨恒书,张凤岭,殷鸿福,等. 西秦岭造山带演化与成矿 [J]. 四川地质学报, 1996, 16 (1): 73-79.
- [12] 陈勇敢,赵玉锁,张国立,等. 甘肃寨上金矿床构造地球化学特征 [J]. 黄金地质, 2004, 10 (4): 61-65.
- [13] 郭红乐,陆志平,刘爽,等. 甘肃寨上卡林型金矿床地质特征与控矿因素 [J]. 黄金地质, 2003, 9 (10): 21-26.
- [14] 栾世伟. 金矿床地质及找矿方法 [M]. 成都: 四川省科学技术出版社, 1987. 56-72.
- [15] 于岚. 甘肃省岷县寨上金矿床地质特征及地球化学特征 [D]. 西北大学, 2004. 40-49.
- [16] 赵志龙. 寨上金矿区地质、地球物理及地球化学找矿标志 [A]. 武警黄金第二总队编, 金矿地质论文集 [C]. 2004. 25-30.
- [17] 方维萱,黄转莹,刘方杰. 八卦庙超大型金矿床构造—矿物—地球化学 [J]. 矿物学报, 2000, 20 (2): 121-127.

Geological features and genetic analysis of Zhaishang gold deposit, Min county, Gansu

LIU Xin-hui¹, YU Lan², ZHANG Fu-xin²,
LIU Shuang¹, HUA Shu-guang¹

(1. No. 5 the Gold Geological Party of CAPF Xi'an, Shaanxi 710100, China;
2. Department of Geology, Northwest University, Xi'an, Shaanxi 710069, China)

Abstract: Zhaishang gold deposit lies on the south of Li-Min fore deep basin in the West Qinling, which is made up of the turbidite with the different lithology and granularity in the seabed slope fan environment. Ore field is located in the group stratigraphic formation of Middle Devonian series. Rocks have the characteristics of high frequency fold, which are made up of carbonaceous slate, sandstone, marlite ore-bearing rock series. We can conclude that Zhaishang gold deposit is controlled by the structure of ductile-brittle shear belt, along NWW-trenching, obliquity 30~50°, and have the character of multiphases and polystages. Ductile-brittle shear belt is the main ore-controlling factors in Zhaishang gold deposit. Ore-bearing wall rock have the weak hydrothermal alteration, mainly present disseminated, stringer vein-disseminated arsenical pyritization, micro-stringer vein and stringer network vein silicification, ankeritization, which are associated with Au. Ore structures have micro-disseminated, micro-stringer vein, conglomeration disseminated, strawberry, and ore frames have automorphic-hypautomorphic granular, allotriomorphic granular, etc in late stage. Main industrial ore body occurs in the transition and alternation position of carbonaceous microclastic rocks and carbonaceous marlite, which are composed of two ore straps, southern, northern straps respectively. Northern ore strap is main industrial ore body, which have pyrite, pyrite-arsenopyrite, Sb-Au type gold ore; the main ore body is Cu-Au type gold in the southern strap. Above all, we can draw a conclusion: ① we regard the group stratigraphic formation of Middle Devonian series as the ore source of Zhaishang gold deposit; ② the ore-controlling structure of Zhaishang gold deposit is ductile-brittle shear belt, and it has the character of multiphases and polystages, which is the main ore-forming and ore-controlling factors; ③ arsenopyrite and arsenobearing pyrite growth-bands is composed of the low arsenobearing pyrite or arsenopyrite in the kernel and the high arsenobearing pyrite or arsenopyrite growth-bands; ④ the gold deposit has character of low-middle temperature hydrothermal, we define Zhaishang gold deposit as calin-type gold deposit.

Key words: Zhaishang gold deposit; geological feature; genesis of gold deposit; Gansu